การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่

โดย

สุทธิพงศ์ กุลวัฒนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศิลปศาสตรและวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสหวิทยาการ
วิทยาลัยสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2568

Ref. code: 25686724032542BWC

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT AGENT SYSTEM FOR GENERATING THAI HERBAL ARTICLES TO SUPPORT MODERN WELLNESS APPLICATIONS

BY

SUTTIPONG KULLAWATTANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ARTS AND SCIENCE
INTERDISCIPLINARY STUDIES
COLLEGE OF INTERDISCIPLINARY STUDIES
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2025

Ref. code: 25686724032542BWC

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
วิทยาลัยสหวิทยาการ

วิทยานิพนธ์

ของ

สุทธิพงศ์ กุลวัฒนา

เรื่อง

การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศิลปศาสตรและวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2569

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ดร.ทวีวัฒน์ เหลืองวิริยะ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสิศ ลิ้มประเสริฐ)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ดร.ขวัญชีวา แตงไทย)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายฝน สุเอียนทรเมธี)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่
ชื่อผู้เขียน	สุทธิพงศ์ กุลวัฒนา
ชื่อปริญญา	ศิลปศาสตรและวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สหวิทยาการ วิทยาลัยสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสิศ ลิ้มประเสริฐ
ปีการศึกษา	2568

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาระบบมัลติเอเจนต์สำหรับการสร้างบทความด้านสมุนไพรไทย โดยระบบใช้กรอบการทำงาน CrewAI และผสานการค้นหาข้อมูลแบบเรียลไทม์ร่วมกับฐานข้อมูลเวกเตอร์ เพื่อสนับสนุนการสร้างบทความในบริบทสุขภาพยุคใหม่ผ่านการจำลองคณะผู้เชี่ยวชาญเสมือนจริงที่ทำหน้าที่สืบค้นและสังเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ ระบบยังใช้กลไกการจัดการองค์ความรู้เชิงโครงสร้างผ่าน Master Fact Sheet เพื่อช่วยรักษาความถูกต้องของข้อมูลจากหลายแหล่ง ประสิทธิภาพของระบบได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์ชี้วัดความสำเร็จ 7 ประการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกประเมินความถูกต้องขององค์ความรู้ทางวัฒนธรรม หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสอดคล้องกับมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งประเทศไทย ระบบได้รับการทดสอบกับบทความรายเรื่องและขยายการทดสอบไปยังบทความจำนวน 95 เรื่อง ในกรณีศึกษาบทความเรื่องขมิ้นชัน ระบบใช้เวลาในการประมวลผลเฉลี่ย 8 นาทีต่อบทความ และได้คะแนนความแข็งแกร่งของการทำงานร่วมกันร้อยละ 95 และคะแนนความชัดเจนของการอธิบายร้อยละ 92 ซึ่งแสดงถึงเสถียรภาพและความสามารถในการขยายผลของระบบ งานวิจัยนี้สะท้อนศักยภาพของปัญญาประดิษฐ์ในการเชื่อมโยงภูมิปัญญาดั้งเดิมกับมาตรฐานสากล

คำสำคัญ: สมุนไพรไทย, ระบบมัลติเอเจนต์, โมเดลภาษาขนาดใหญ่, ปัญญาประดิษฐ์เชิงตัวแทน, สุขภาพวิถีใหม่

Ref. code: 25686724032542BWC

Thesis Title	DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT AGENT SYSTEM FOR GENERATING THAI HERBAL ARTICLES TO SUPPORT MODERN WELLNESS APPLICATIONS
Author	Suttipong Kullawattana
Degree	Master of Arts and Science
Major Field/Faculty/University	Interdisciplinary Studies College of Interdisciplinary Studies Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Wasit Limprasert, Ph.D.
Academic Year	2025

ABSTRACT

This study presents the development of a multi-agent system for generating articles on Thai herbal medicine. The system employs the CrewAI framework and integrates real-time information retrieval with a vector database to support article generation in modern wellness contexts by simulating a virtual expert team that retrieves and synthesizes data. The system also incorporates a structured knowledge mechanism through a Master Fact Sheet to ensure factual consistency across multiple sources. System performance was evaluated using seven success indicators categorized into two areas. The first area assessed cultural knowledge accuracy, scientific evidence, and compliance with Thai FDA standards. The system was tested on individual articles and scaled to process 95 articles. In the turmeric case study, the system required an average processing time of 8 minutes per article and achieved a collaboration strength score of 95% and an explanation clarity score of 92%, demonstrating system stability and scalability. This study highlights the potential of AI to connect traditional knowledge with global standards.

Keywords: Thai Herbal Medicine, Multi-Agent Systems, Large Language Models, Agentic AI, Wellness Applications

Ref. code: 25686724032542BWC

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อันได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสิศ ลิ้มประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้คอยชี้แนะแนวทางเรื่องการเขียนวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในงานวิทยานิพนธ์ และการวางแผนการตีพิมพ์งานวิจัยตั้งแต่เริ่มงานวิจัยจนสำเร็จ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ เหลืองวิริยะ และ ดร.ขวัญชีวา แตงไทย ที่ช่วยชี้แนะ ให้คำแนะนำ และเสนอแนวทางในการพัฒนาวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ราชศักดิ์ สมยานนทนากุล ที่ช่วยแนะแนวทางเรื่องข้อมูลการตีพิมพ์งานวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณทีมงาน จากบริษัท ดิจิทัลสโตร์เมช จำกัด ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาในด้านเทคนิคการวิจัย การจัดเตรียมข้อมูล และการสนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในหลักสูตร ศิลปศาสตรและวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสหวิทยาการ วิทยาลัยสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนด้านการเรียนการสอน และการให้คำแนะนำด้านการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นแรงบันดาลใจสำคัญที่สุดในความสำเร็จในครั้งนี้ และคอยสนับสนุนให้ได้รับโอกาสทางการศึกษาที่ดีตลอดมา

สุทธิพงศ์ กุลวัฒนา

Ref. code: 25686724032542BWC

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(11)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	5
1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา (Content Scope)	5
1.3.2 ขอบเขตด้านเทคโนโลยี (Technological Scope)	5
1.3.3 ผู้ประเมินและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	5
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย	6
1.4.1 ได้ระบบมัลติเอเจนต์ต้นแบบสร้างบทความสมุนไพรไทย	6
1.4.2 เข้าถึงความรู้สมุนไพรไทยผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 บริบทงานวิจัย	7
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8

Ref. code: 25686724032542BWC

2.2.1 ภูมิปัญญาไทยกับการใช้สมุนไพร 8
2.2.2 การใช้สมุนไพรไทยในยุคปัจจุบัน 9
2.2.3 การค้นหาสรรพคุณในสมุนไพร 11
2.2.4 การแปรรูปสมุนไพร 15
2.3 การใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Model) 16
2.3.1 แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models) 16
2.4 การสืบค้นข้อมูลและสร้างคำตอบ (Retrieval-Augmented Generation (RAG)) 19
2.5 การออกแบบเอไอเอเจนต์ (AI Agent) 21
2.5.1 ระบบเอเจนต์แบบหลายตัว (Multi-Agent System) 22
2.6 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญหลายหน้าที่ด้วย CrewAI 24
2.7 การพัฒนาทีมวิจัยเสมือนจริง (Agent Laboratory) 34
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เอเจนต์ให้ข้อมูลสมุนไพรและการดูแลสุขภาพ 35

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 39

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย 39
3.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิจัย 41
3.2.1 การรวบรวมข้อมูลสมุนไพรจากระบบฐานข้อมูล 41
3.2.2 วิธีจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Database) 42
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการทำวิจัย 43
3.3.1 การประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อการสกัดข้อมูลเว็บไซต์ 43
3.3.2 การใช้เทคโนโลยีการเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์ 43
3.3.3 การพัฒนาเอเจนต์เพื่อเขียนบทความด้วย CrewAI 43
3.4 การออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องมือในงานวิจัย 43
3.4.1 การกำหนดตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทน 7 ด้าน 43
3.4.2 การออกแบบการทำงานของตัวแทน (Agent) 45
3.4.3 การออกแบบลำดับการทำงานของเครื่องมือช่วยสร้างบทความ 46
3.5 การทดสอบเครื่องมือ 51

Ref. code: 25686724032542BWC

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ 51
3.6.1 การประเมินผลบทความ 51
3.7 แผนการดำเนินงาน 51

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 53

4.1 การนำเข้าข้อมูลและใช้งานข้อมูลเชิงเวกเตอร์ 54
4.1.1 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลในองค์กร 54
4.1.2 การนำเข้าข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลเชิงเวกเตอร์ 56
4.1.3 การกำหนดรูปแบบการใช้งานข้อมูลร่วมกับมัลติเอเจนต์ 63
4.2 การทำงานของมัลติเอเจนต์ร่วมกับการบูรณาการข้อมูล 65
4.2.1 การออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องมือสร้างบทความ 65
4.2.2 การบูรณาการเครื่องมือให้ใช้ร่วมกับมัลติเอเจนต์ 72
4.2.3 การทดสอบมัลติเอเจนต์กับโมเดลขนาดใหญ่ในการสร้างบทความ 82
4.2.4 การทดสอบการทำงานของมัลติเอเจนต์ร่วมกับ การบูรณาการข้อมูล 85
4.2.5 การตรวจสอบข้อมูลและประเมินคุณภาพข้อมูล 89
4.3 ผลการทดสอบเครื่องมือสร้างบทความโดยมัลติเอเจนต์ 134
4.3.1 ผลการทดสอบเครื่องมือสร้างข้อมูลสมุนไพร การอ้างอิงข้อมูล ชื่อเฉพาะ และคำอธิบายข้อมูล 134
4.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเอเจนต์ในการสร้าง 1 บทความ 143
4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือสร้าง 1 บทความ จากหลายโมเดลภาษาขนาดใหญ่ 150
4.3.4 การวัดผลการทำงานผ่านตัวชี้วัด 7 ข้อ และการประเมิน คุณภาพบทความ 159
4.3.5 การประเมินเนื้อหาจากกระบวนการสกัดคำเฉพาะ ผ่านตัวชี้วัด 3 ข้อ ต่อการสร้าง 1 บทความ 162
4.3.6 การประเมินคุณภาพของ 1 บทความ ผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ 167
4.3.7 ผลการประเมินคุณภาพในการสกัด 95 บทความ ตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ 172
4.3.8 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติโดยใช้กรอบงาน DSPy 176

Ref. code: 25686724032542BWC

4.3.9 การพัฒนาระบบควบคุมการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด ด้วย DSPy Optimizer 185

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 192

5.1 สรุปผลการวิจัย 192
5.1.1 ขอบเขตของงานวิจัย 192
5.1.2 สรุปงานวิจัย 193
5.2 ข้อเสนอแนะ 195
5.2.1 วิธีการพัฒนามัลติเอเจนต์ 195
5.2.2 เนื้อหาของบทความ 195
5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย 195

รายการอ้างอิง 196

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การใช้เครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร 202
ภาคผนวก ข คำสั่งที่ใช้ในเครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร 208
ภาคผนวก ค การตรวจสอบและติดตามการทำงานของระบบเอเจนต์ ด้วย Langfuse 238
ภาคผนวก ง การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติ โดยใช้กรอบงาน DSPy 241

ประวัติผู้เขียน 254

Ref. code: 25686724032542BWC

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	10 อันดับพืชสมุนไพรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด พ.ศ. 2556	9
2.2	รายการแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่	17
2.3	องค์ประกอบของ CrewAI Crew	26
2.4	องค์ประกอบของ CrewAI Flow	27
2.5	ตัวอย่างการออกแบบบทบาท ภูมิหลัง และ เป้าหมาย ของตัวแทน	30
2.6	ตัวอย่างการออกแบบภารกิจของนักวิจัยในการเขียนบทความ	31
2.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาข้อมูลในงานสมุนไพรไทยและการดูแลสุขภาพเพื่อตอบคำถาม	36
3.1	สรุปขั้นตอนการวิจัย	40
3.2	ตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทนในแต่ละด้าน	44
3.3	การกำหนดตัวแทนจากตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทนในแต่ละด้าน	46
3.4	การกำหนดบทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบ และเครื่องมือที่จะใช้ในแต่ละตัวแทนทั้ง 13 เอเจนต์	48
3.5	แผนการดำเนินงานวิจัย	52
4.1	รายชื่อโมเดลภาษาขนาดใหญ่ที่เลือกไว้ใช้ในการทดลอง	82
4.2	การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อจัดการข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลการวิจัย และข้อมูล อย.	83
4.3	การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อจัดการข้อมูลวัฒนธรรม	84
4.4	การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความ	84
4.5	การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานบทความ	84
4.6	การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อประเมินข้อมูลในบทความ	85
4.7	การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อทำหน้าที่ส่งออกบทความให้กับผู้ใช้	85
4.8	รายชื่องานและผู้รับผิดชอบในการนำเข้าบริบทข้อมูล	86
4.9	รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Analyze Trends Task	95
4.10	รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Laboratory Data Task	97

Ref. code: 25686724032542BWC

4.11 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Research Evidence Task 99
4.12 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Check Compliance Task 101
4.13 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Find Safety Data Task 103
4.14 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Find Clinical Toxicity Task 105
4.15 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Raw Extraction Culture Task 107
4.16 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Translation and Synthesis Culture Task 109
4.17 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Herbal Internal Knowledge Task 111
4.18 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Cultural Internal Knowledge Task 112
4.19 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Consolidation Task 125
4.20 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Planner Task 128
4.21 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Audit Data Integrity Task 131
4.22 รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Audit Strategy Task 134
4.23 รายละเอียดจำนวนคำของบทความที่ถูกเขียนในแต่ละส่วนของบทความ 135
4.24 การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับขมิ้นชัน 136
4.25 จำนวนคำเฉพาะที่นับได้จากผลลัพธ์ของแต่ละงานที่ใช้เครื่องมือหลัก 139
4.26 จำนวนคำเฉพาะที่นับได้จากผลลัพธ์ของแต่ละเอเจนต์ที่รับผิดชอบ 140
4.27 จำนวนคำเฉพาะที่แสดงข้อมูลสมุนไพรทางวัฒนธรรม (Cultural Authenticity) 141
4.28 จำนวนคำเฉพาะที่แสดงชื่อและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) 141
4.29 จำนวนคำเฉพาะที่อธิบายกฎระเบียบและความปลอดภัย (Safety Regulations) 142
4.30 จำนวนคำทั้ง 3 กลุ่ม คิดเป็น 100% เปอร์เซ็นต์ 143
4.31 การออกแบบและทดสอบโมเดลกับงานใน CrewAI 151
4.32 การทดสอบแบบไม่จดจำโมเดล (Blind Model Testing) เทียบกับเกณฑ์พื้นฐาน 152
4.33 การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล Llama 3.1 70B กับ Llama 3.3 70B โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย 154
4.34 การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล GPT-4.1 กับ Claude 3.7 โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย 155

Ref. code: 25686724032542BWC

4.35 การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล Gemini 2.5 Flash กับ Llama 3.3-70B โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย 156
4.36 การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล GPT-4.1 กับ Llama 3.3 70B โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย 157
4.37 การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล Llama 3.3 70B กับ Claude 3.7 โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย 158
4.38 การสรุปผลลัพธ์และการจัดอันดับ (Ranking and Interpretation) โดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่ 163
4.39 รายละเอียดการนำเข้าข้อมูลให้กับเครื่องมือคำนวณคะแนนอัตโนมัติ 171
4.40 ผลการประเมินคุณภาพของบทความ “ขมิ้นชัน” ผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ 171
4.41 เกณฑ์การให้เกรดคุณภาพของระบบ 182
4.42 ไฟล์ข้อมูลนำเข้าโดยตรวจสอบการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดด้วย DSPy 188

Ref. code: 25686724032542BWC

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ข้อมูลตลาดสมุนไพรและการคาดการณ์ทั้งในระดับโลกและประเทศไทย ปี 2551 - 2570	3
1.2	มูลค่าการส่งออกตลาดสมุนไพรของไทย เดือนมกราคม ปี 2566	4
2.1	ห่วงโซ่อุปทานสมุนไพรไทย	10
2.2	ฐานข้อมูลสมุนไพรของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	12
2.3	ข้อมูลสมุนไพรทั้งหมด 50 ชนิด แบ่งเป็นสมุนไพรบำรุงเส้นผม ผิวหน้า ผิวกาย ช่องปาก/ริมฝีปาก และอื่นๆ	13
2.4	องค์ประกอบข้อมูลสมุนไพร “กระแจะ” เรื่อง การเพาะปลูก ลักษณะทางพฤษศาสตร์ สรรพคุณ และสารเคมีที่สำคัญ	13
2.5	ระบบฐานข้อมูล PHARM ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	14
2.6	หลักการดึงข้อมูลและสร้างคำตอบโดยใช้แบบจำลองโมเดลขนาดใหญ่	19
2.7	กระบวนการเตรียมเอกสารเพื่อนำไปใช้งานในการสร้าง RAG ของ weaviate	20
2.8	เอไอเอเจนต์ (AI Agent) ประกอบด้วย LLM (Task, Role), Memory, Planning และ Tools ของ weaviate	22
2.9	มัลติเอไอเอเจนต์ (AI Agent) ประกอบด้วยเอเจนต์ย่อยหลายตัวที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะของ weaviate	23
2.10	องค์ประกอบของการทำงานใน CrewAI Crew	25
2.11	องค์ประกอบของการทำงานใน CrewAI Flow	27
2.12	การออกแบบเวิร์กโฟลว์เขียนบทความด้วย CrewAI	29
2.13	การเขียน Agent และ Task ให้กับไลบราลี CrewAI	32
2.14	การเขียน Kickoff เพื่อสร้างบทความด้วย CrewAI	33
2.15	ผลลัพธ์ของบทความที่ได้จากตัวแทนนักวิจัย (Researcher Agent)	34
2.16	โครงสร้างการทำงานของทีมวิจัยเสมือนจริง (Agent Laboratory)	35
3.1	การจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการค้นหาและสร้างบทความร่วมกับ CrewAI	42
3.2	การออกแบบลำดับการทำงานของตัวแทนหลายหน้าที่ด้วยเครื่องมือ CrewAI	47

Ref. code: 25686724032542BWC

4.1 การใช้งานโมเดล Typhoon เพื่อมาทำ OCR กับเอกสาร PDF 54
4.2 โครงสร้างข้อมูลที่ถูกจัดไว้เพื่อนำมาใช้กับ RAG กับเอกสาร PDF ที่ผ่านการทำ OCR 55
4.3 การกำหนดค่าเริ่มต้นของ Pinecone เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลเวกเตอร์ 56
4.4 การนำเข้าข้อมูลจากเอกสาร (Data Ingestion) 57
4.5 การฝังคำ (Embedded) ของ Pinecone เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลเวกเตอร์ 58
4.6 การแบ่งส่วนข้อมูล (Chunking) ของ Pinecone เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลเวกเตอร์ 59
4.7 การแบ่งส่วนข้อมูลแบบมีส่วนซ้อนทับ (Overlap Chunking) ของ Pinecone เพื่อบันทึกข้อมูลเวกเตอร์ 60
4.8 การกำหนดไอดีของ Pinecone เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลในแต่ละส่วน (Chunk) 61
4.9 กระบวนการรับไฟล์เอกสารต้นฉบับและอ่านข้อมูลทีละหน้าเพื่อส่งต่อ Pinecone 61
4.10 การจัดข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลของ Pinecone 62
4.11 การบันทึกข้อมูลของ Pinecone 63
4.12 การออกแบบลำดับการทำงานของมัลติเอจนต์ที่มีการทำงานร่วมกับเครื่องมือ RAG 64
4.13 รายงานภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ที่มีโครงสร้าง 9 ชิ้นที่ได้จากบริบท 69
4.14 ตัวอย่างรายงานภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ที่ได้จากบริบทก่อนหน้า 69
4.15 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Trend Analyst Agent 72
4.16 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Herbal Laboratory Agent 73
4.17 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Research Agent 74
4.18 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Compliance Checker Agent 75
4.19 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Safety Inspector Agent 76
4.20 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Clinical Toxicologist Agent 77
4.21 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Cultural Editor Agent 77
4.22 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Internal Knowledge Agent 78
4.23 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Planner Agent 78
4.24 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Writer Agent 79
4.25 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ QA Auditor Agent 80
4.26 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Content Strategist Agent 81

Ref. code: 25686724032542BWC

4.27 การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Formatter Agent 81
4.28 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Analyze Trends Task 94
4.29 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Laboratory Data Task 96
4.30 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Research Evidence Task 98
4.31 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Check Compliance Task 100
4.32 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Find Safety Data Task 102
4.33 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Find Clinical Toxicity Task 104
4.34 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Raw Extraction Culture Task 106
4.35 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Translation and Synthesis Culture Task 108
4.36 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Herbal Internal Knowledge Task 110
4.37 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Cultural Internal Knowledge Task 112
4.38 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลแนวโน้มและหมวดข้อมูลปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 115
4.39 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ 116
4.40 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลการกำกับดูแลและมาตรฐานความปลอดภัย 118
4.41 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลความปลอดภัยตามฉลากยาและมาตรฐานความปลอดภัย 119
4.42 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลความเป็นพิษและอันตราย 121
4.43 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลหมวดข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นและบริบททางวัฒนธรรม 123
4.44 การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลจากฐานความรู้ภายใน 124
4.45 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Planner Task 127
4.46 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Audit Data Integrity Task 130
4.47 ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Audit Strategy Task 133
4.48 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของระบบเอเจนต์แบบหลายตัวในการสร้าง 1 บทความด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse 144

Ref. code: 25686724032542BWC

4.49 จำนวนครั้งที่แต่ละเอเจนต์เรียกใช้เครื่องมือในการทำงานประสานงานกัน ในการสร้าง 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse 145
4.50 ปริมาณการใช้โทเคนในการสร้าง 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse 146
4.51 ปริมาณการใช้โทเคนที่ใช้ในการอ่านและการเขียนข้อมูล ต่อ 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse 147
4.52 ระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านและการเขียนข้อมูล ต่อ 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse 148
4.53 ข้อมูลสถิติที่แสดงถึงการทำงานหนักและเบาในแต่ละเอเจนต์ต่อ 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse 149
4.54 การจัดอันดับค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการสกัดชื่อเฉพาะจำแนกตามกลุ่มการทดลอง 153
4.55 การวัดผลการทำงานของเอเจนต์และประเมินคุณภาพบทความ 159
4.56 กระบวนการประเมินความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้วิธีสกัดคำเฉพาะเพื่อทดสอบคุณภาพตรงตามดัชนีชี้วัดที่ตั้งไว้ใน 3 ข้อจาก 7 ข้อ 162
4.57 ระบบที่ใช้ในการรายงานความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้วิธีสกัดคำเฉพาะ 165
4.58 การทดสอบโมเดลภาษาขนาดใหญ่สำหรับรายงานความถูกต้องของข้อมูล 165
4.59 การอธิบายรายละเอียดคำเฉพาะที่สกัดได้จากข้อมูลโดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่ 166
4.60 กระบวนการประเมินคุณภาพของ 1 บทความตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ 167
4.61 เครื่องมือคำนวณคะแนนคุณภาพของ 1 บทความผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ 170
4.62 ข้อมูลสถิติภาพรวมของคะแนนทั้ง 4 ด้าน ส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกันที่ระดับใดและมีค่าผิดปกติหรือไม่ จากการนำคะแนนทั้งหมด 95 บทความ ที่ได้จากเครื่องมือชื่อ Langfuse 173
4.63 การกระจายคะแนนของบทความทั้ง 95 บทความ ภายใต้การตัดสินใจแบบ Go/No-Go 174
4.64 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรเหล่านี้ส่งเสริมซึ่งกันและกัน 175
4.65 สถาปัตยกรรมการออกแบบระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติ 176
4.66 สถาปัตยกรรม 3 ชั้น สำหรับการสกัดและตรวจสอบข้อกล่าวอ้าง 177
4.67 การสร้างฟังก์ชันโดยแยกข้อเท็จจริงเพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง 178
4.68 การสร้างฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง 178
4.69 การนำเสนอผลลัพธ์ของการสนับสนุนข้อเท็จจริงจากการอ้างอิงบริบท 179
4.70 กระบวนการแปลงผลลัพธ์จาก DSPy เพื่อแสดงผลข้อเท็จจริง 179

Ref. code: 25686724032542BWC

4.71 การทดสอบการทำงานของการแยกข้อเท็จจริงด้วยข้อความขนาดเล็ก 180
4.72 การทดสอบแยกข้อเท็จจริงด้วยข้อความจากบทความและ Master Fact Sheet 180
4.73 ตรวจสอบการสร้างข้อมูลผิดพลาดจากบทความไปสู่ Master Fact Sheet 181
4.74 ตรวจสอบการสร้างข้อมูลผิดพลาดจาก Master Fact Sheet ไปสู่บทความ 181
4.75 กระบวนการคำนวณประสิทธิภาพในการสนับสนุนข้อเท็จจริงของบทความ 182
4.76 กระบวนการสร้างรายงานข้อมูลเมทาดาทาและรายละเอียดของข้อเท็จจริง 183
4.77 ตัวอย่างรูปแบบรายงานข้อมูลเมทาดาทาและรายละเอียดของข้อเท็จจริง 184
4.78 โครงสร้างระบบการสร้างคำตอบแบบยึดตามข้อเท็จจริงและการตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้ DSPy สำหรับการสร้างคำตอบจากชุดข้อมูลข้อเท็จจริงหลัก 186
4.79 สร้างแผนการประเมินด้วย DSPy เพื่อตรวจสอบการสร้างข้อมูลเท็จ 187
4.80 กระบวนการปรับแต่งระบบ GroundedWriter ด้วย Bootstrapped Few-Shot Learning เพื่อลดข้อผิดพลาดในการสร้างข้อมูล 188
4.81 การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วย Hallucination Metric 189
4.82 การทดสอบกับข้อมูลสถานะ FDA ของสมุนไพรและผลการทดสอบ 190

Ref. code: 25686724032542BWC

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
AI	ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
LLM	โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Model)
CrewAI	กรอบการทำงานสำหรับพัฒนาระบบตัวแทนหลายตัว
RAG	การสร้างคำตอบร่วมกับการค้นคืนข้อมูล (Retrieval-Augmented Generation)
API	ส่วนเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์ (Application Programming Interface)
JSON	รูปแบบข้อมูลสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล (JavaScript Object Notation)
XML	ภาษามาร์กอัปที่ใช้สำหรับกำหนดโครงสร้างและแลกเปลี่ยนข้อมูล (Extensible Markup Language)
HTML	ภาษามาร์กอัปไฮเปอร์เท็กซ์ ใช้สำหรับสร้างโครงสร้างหน้าเว็บ (HyperText Markup Language)
NLP	การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing)
OCR	เทคโนโลยีสำหรับแปลงข้อความจากภาพหรือเอกสารสแกนเป็นข้อความดิจิทัล (Optical Character Recognition)
PDF	ไฟล์เอกสารที่ใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนเอกสารดิจิทัล (Portable Document Format)
SHA1	อัลกอริทึมสำหรับสร้างค่าแฮชเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
GWI	Global Wellness Institute

Ref. code: 25686724032542BWC

NCBI	ศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Center for Biotechnology Information)
SAC	ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Centre)
FDA	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration)
Thai FDA	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งประเทศไทย
US FDA	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ของสหรัฐอเมริกา (United States Food and Drug Administration)
TLC	เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin Layer Chromatography)
HPLC	เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography)
GC-MS	เทคนิควิเคราะห์สารโดยใช้แก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับแมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography–Mass Spectrometry)
PMID / PMCID	รหัสประจำบทความในฐานข้อมูล PubMed
APA	รูปแบบการอ้างอิงตามวิชาการ (American Psychological Association)
NIH	สถาบันสุขภาพแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Institutes of Health)
DILI	ภาวะตับบาดเจ็บจากการใช้ยา (Drug-Induced Liver Injury)
RAGAS	ตัวชี้วัดประเมินประสิทธิภาพของระบบ RAG (Retrieval-Augmented Generation Assessment Score)

Ref. code: 25686724032542BWC

GEMMAS	ชุดตัวชี้วัดสำหรับประเมินระบบ Generative Multi-Agent (Generative Multi-Agent Evaluation Metrics and Scoring)
DSPy	กรอบการพัฒนาโปรแกรมภาษา Python สำหรับปรับปรุงโมเดลอัตโนมัติ (Declarative Self-improving Python framework)

Ref. code: 25686724032542BWC

บทที่ 1
บทนำ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่ จัดเป็นงานวิจัยประยุกต์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาและทดสอบระบบผู้ช่วยอัจฉริยะ (AI Agent) สำหรับสร้างบทความด้านสมุนไพรไทย โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับองค์ความรู้สมุนไพร เพื่อรองรับการใช้งานในด้านอาหารและการดูแลสุขภาพยุคใหม่อย่างเหมาะสมและน่าเชื่อถือ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สมุนไพรไทย ถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่มีคุณค่าในทางการแพทย์และสุขภาพมาอย่างยาวนาน อีกทั้งยังเป็นทางเลือกในการรักษา และป้องกันโรค ทั้งในรูปแบบของยา ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ที่ไม่ได้อยู่แค่การปรุงอาหารและการส่งเสริมสุขภาพตามหลักการแพทย์แผนไทย (สุนันท์ อยู่คงดี, 2568) การจัดเมนูอาหารตามหลักแพทย์แผนไทย ยังพิจารณาจากภาวะสุขภาพ เช่น ภาวะโรคเบาหวานที่คาดว่าจำนวนผู้ป่วยเบาหวานในประเทศไทยจาก 5% เป็น 17.9% ในปี 2542 (Likitmaskul et al., 2003) ภาวะวิตกกังวลของคนไทย (Chaturvedi et al., 2019) หรือภาวะโรคอ้วนที่เกิดในเด็กและผู้ใหญ่ (Sakboonyarat et al., 2020) และอาหารไทยยังเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมและประเพณี (ธนาคารไทยพาณิชย์, 2563) เช่น การจัดสำรับอาหารในงานบุญหรือเทศกาลต่าง ๆ การส่งเสริมอาหารไทยในระดับสากลไม่เพียงแต่ช่วยเผยแพร่วัฒนธรรมไทย แต่ยังเป็นโอกาสในการส่งออกวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์อาหารไทยไปยังตลาดต่างประเทศ (กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2565) ในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 (พันธุ์ทิพา หอมทิพย์, 2565) มีการใช้สมุนไพรในการรักษาและป้องกันโรค รวมถึงการแปรรูปสมุนไพรเพื่อเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน เช่น ฟ้าทะลายโจร กระชายขาว และขิง ถูกนำมาใช้ในการรักษาและป้องกันโรคโควิด-19 โดยมีการศึกษาวิจัยถึงสรรพคุณทางยาและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อไวรัส มีการส่งเสริมการใช้สมุนไพรในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ยาแคปซูล ชา สมุนไพรแปรรูป เพื่อความสะดวกในการบริโภค

Ref. code: 25686724032542BWC

และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และการมีความสนใจในผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้นหลังสถานการณ์โควิด-19 เช่น การแปรรูปสมุนไพร ที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มความสะดวกในการบริโภค เช่น การทำผงสมุนไพร น้ำมันหอมระเหย และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โดยการแปรรูปยังช่วยสร้างรายได้ให้กับชุมชนและส่งเสริมเศรษฐกิจท้องถิ่น และประเทศไทยมีแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ซึ่งเน้นการพัฒนาตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง รวมถึงการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพร การส่งเสริมการเรียนการสอนด้านการแพทย์แผนไทยและสมุนไพรในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เพื่อผลิตบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการใช้และพัฒนาสมุนไพรไทย

จากรายงานการศึกษาศักยภาพและโอกาสทางการตลาดของสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาดต่างประเทศ (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2566) ได้วิเคราะห์แนวโน้ม ความต้องการ และโอกาสในการส่งออกสินค้าอุปโภคบริโภคของไทยไปยังตลาดต่างประเทศ โดยเน้นการประเมินศักยภาพของสินค้าไทยในตลาดโลก พบว่า ความต้องการสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสินค้าเพื่อสุขภาพ สินค้าออร์แกนิก และสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยสินค้าไทยมีจุดแข็งในด้านคุณภาพและความหลากหลาย เช่น อาหารแปรรูป เครื่องดื่ม สมุนไพร และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ โดยข้อมูล เกี่ยวกับตลาดยาสมุนไพรในประเทศไทย (Grand View Research, 2023) พบว่า รายได้ตลาดในปี 2023 มีมูลค่า 657.0 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คาดการณ์รายได้ในปี 2030 จะมีมูลค่า 2,943.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐ

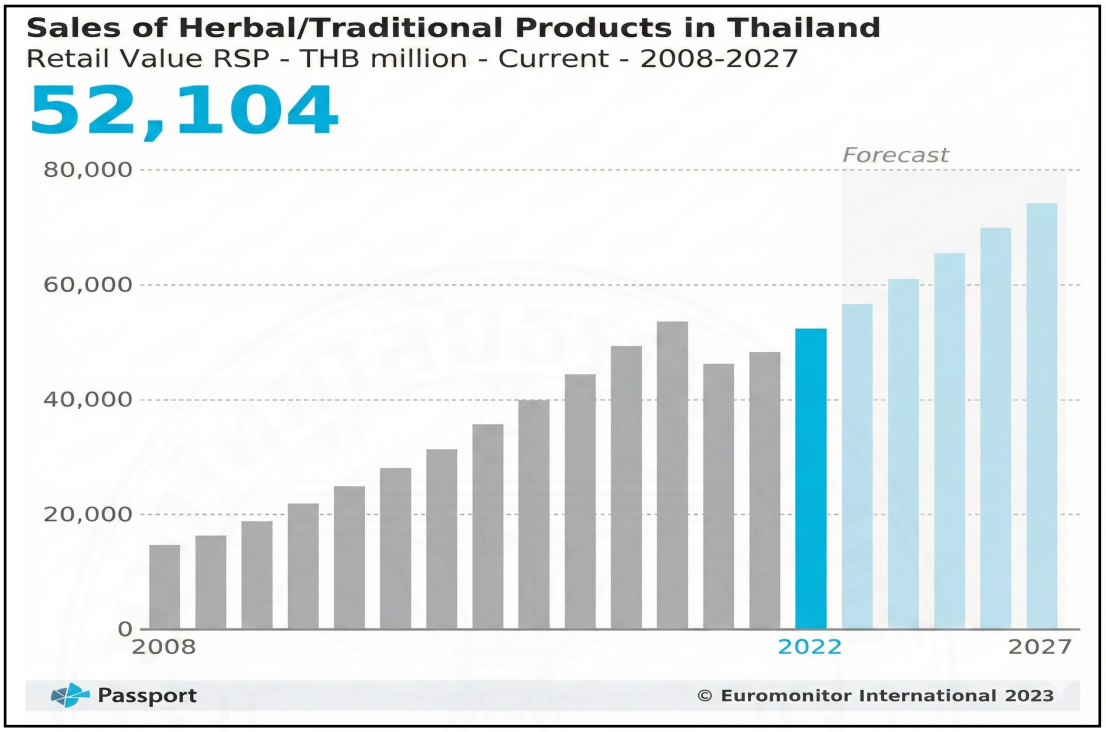
จากการสำรวจตลาดสมุนไพรไทยมุ่งสู่ระดับโลก (Innovation Driven Enterprises, 2566) ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมสมุนไพรไทยที่มีมูลค่าตลาดภายในประเทศสูงถึง 50,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม สมุนไพรไทยยังไม่ได้รับการบรรจุในระบบประกันสุขภาพของประเทศ ทำให้ขาดโอกาสในการขยายตลาดและการยอมรับในระดับสากล ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยให้ได้มาตรฐานสากล เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในตลาดโลก นอกจากนี้ ยังเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชนในการส่งเสริมการใช้สมุนไพรไทยในระบบสุขภาพ และการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยผ่านนวัตกรรมและเทคโนโลยี

จากข้อมูลตลาดสมุนไพรทั้งในระดับโลกและประเทศไทยรวมถึงแนวโน้มผู้บริโภคและการส่งออกของไทย (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2566) โดยภาพรวมตลาดสมุนไพรทั่วโลก (ปี 2565) มีมูลค่าตลาดค้าปลีกผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั่วโลกอยู่ที่ 56.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกครองส่วนแบ่งสูงสุดที่ 32.54 พันล้านดอลลาร์ รองลงมาคืออเมริกาเหนือ (9.43 พันล้านดอลลาร์) และยุโรปตะวันตก (8.58 พันล้านดอลลาร์) และในตลาดสมุนไพรในประเทศไทย ปี 2565 ตลาดสมุนไพรไทยมีมูลค่า 52.1 พันล้านบาท ตามภาพที่ 1.1 เพิ่มขึ้น 8% จากปี 2564 คาดการณ์ว่าภายในปี 2570 มูลค่าตลาดจะเพิ่มขึ้นเป็น 74 พันล้านบาท

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 1.1

ข้อมูลตลาดสมุนไพรและการคาดการณ์ทั้งในระดับโลกและประเทศไทย ปี 2551 – 2570



หมายเหตุ. โดย Euromonitor International, 2024

จากภาพที่ 1.2 แนวโน้มผู้บริโภคและพฤติกรรมตลาด ผู้บริโภคทั่วโลกกว่า 70% ต้องการอาหารเสริมหรือวิตามินที่ปรับสมดุลร่างกาย โดยเน้นสารสกัดจากสมุนไพรธรรมชาติ ผู้บริโภคชาวไทย 47% หาซื้ออาหารเสริมในรูปแบบอาหารและเครื่องดื่ม โดย 63% นิยมเครื่องดื่มบำรุง ผู้บริโภคในยุโรป 45% เชื่อว่าการรับประทานอาหารจากพืชส่งผลดีต่อร่างกาย จากการส่งออกสมุนไพรของไทย (มกราคม 2566) พบว่า ในส่วนของ พืชและส่วนของพืช มีมูลค่าการส่งออกไปประเทศจีน 11.70 ล้านบาท (+4.18%) มูลค่าการส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น 6.00 ล้านบาท (+99.33%) และมูลค่าการส่งออกไปประเทศอินเดีย 1.55 ล้านบาท (+7,650%) และการส่งออกในส่วนของน้ำยางและสารสกัดจากพืช มูลค่าการส่งออกไปยังประเทศมาเลเซีย 3.03 ล้านบาท (+203%) มูลค่าการส่งออกไปยังประเทศปากีสถาน 1.65 ล้านบาท (+211.32%) และมูลค่าการส่งออกไปยังประเทศเกาหลีใต้ 1.32 ล้านบาท (+13,100%)

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 1.2

มูลค่าการส่งออกตลาดสมุนไพรของไทย เดือนมกราคม ปี 2566

มูลค่าการส่งออกตลาดสมุนไพรของไทย เดือนมกราคม ปี 2566

ที่มา: http://tradereport.moc.go.th

พิกัด 1211 – Plants and Parts of Plants ล้านบาท

ประเทศ	ปี 2565 (ม.ค.-ธ.ค.)	ปี 2565 (ม.ค.)	ปี 2566 (ม.ค.)	อัตราการขยายตัว (%)
1. จีน	228.51	11.23	11.70	4.18
2. ญี่ปุ่น	83.62	3.01	6.00	99.33
3. เมียนมา	2.20	-	1.87	-
4. อินเดีย	11.96	0.02	1.55	7,650.00
5. คูเวต	13.09	0.28	1.11	296.42
อื่นๆ	149.59	4.43	4.94	11.51
รวมทั้งสิ้น	**488.97**	**18.97**	**27.17**	**43.22**

พิกัด 1302 – Vegetable Saps and Extracts ล้านบาท

ประเทศ	ปี 2565 (ม.ค.-ธ.ค.)	ปี 2565 (ม.ค.)	ปี 2566 (ม.ค.)	อัตราการขยายตัว (%)
1. เมียนมา	152.95	9.99	8.65	-13.41
2. มาเลเซีย	31.50	1.00	3.03	203.00
3. สหรัฐอเมริกา	44.06	5.54	2.76	-50.18
4. ปากีสถาน	7.09	0.53	1.65	211.32
5. เกาหลีใต้	6.19	0.01	1.32	13,100.00
อื่นๆ	238.48	16.58	5.26	-68.27
รวมทั้งสิ้น	**480.27**	**33.65**	**22.67**	**-32.63**

หมายเหตุ. โดย กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2566

จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงการเติบโตของกระแสการดูแลสุขภาพบุคคล ส่งผลให้ความต้องการใช้สมุนไพรที่มีเพิ่มขึ้น จุดแข็งของผลิตสมุนไพรในประเทศไทย ความหลากหลายของสมุนไพรในประเทศ การมีผลิตภัณฑ์เด่นที่สามารถแข่งขันในตลาดโลกและ ความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้านในการแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมถึงจุดอ่อนที่พบเรื่องการขาดเครื่องมือสร้างโมเดลธุรกิจสำหรับสมุนไพร ข้อมูลที่น่าเชื่อถือยังมีจำกัด เกิดความไม่แน่นอนของผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เกษตรกรขาดองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการผลิต กระบวนการแปรรูปยังไม่มีทิศทางที่ชัดเจน ขาดการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อต่อยอดทางการค้า การรวบรวมข้อมูลและจัดทำฐานข้อมูลยังไม่คืบหน้า การตลาดสมุนไพรอาจไม่ตอบโจทย์ไลฟ์สไตล์

Ref. code: 25686724032542BWC

สมัยใหม่ ทำให้ผู้วิจัยคิดว่าจะต้องมีการบูรณาการกระบวนการเหล่านี้ให้เกิดขึ้นจริง เพื่อที่จะนำเสนอความรู้ และภูมิปัญญา ให้นำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจทางการเกษตรในระดับมหภาค ทางผู้วิจัยจึงมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศซึ่งมีข้อมูลเป็นที่ยอมรับในระดับสากล รวมถึงการรวบรวมข้อมูลสมุนไพรที่ได้ถูกรวบรวมจากทางหน่วยงานภาคการศึกษา และจากทางภาครัฐ ที่ได้อธิบายถึงวิธีการใช้งาน สรรพคุณ เพื่อบูรณาการข้อมูลและเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อสร้างบทความที่ส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจให้กับประเทศไทย เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่มีต่อสมุนไพร ซึ่งเป็นปัจจัยในการขยายตลาด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การพัฒนาผู้ช่วยเขียนบทความด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเสนอเนื้อหาเรื่องการแปรรูปสมุนไพรสำหรับการดูแลสุขภาพยุคใหม่ตามภาวะสุขภาพ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1. ขอบเขตด้านเนื้อหา (Content Scope)

ข้อมูลจะครอบคลุมเฉพาะสมุนไพรที่นิยมใช้ในประเทศไทยและมีข้อมูลประกอบทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์สรรพคุณทางยา สารออกฤทธิ์ และข้อควรระวังของพืชสมุนไพร ตลอดจนการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์เพื่อใช้ในการค้นคืนข้อมูลเชิงความหมาย

1.3.2 ขอบเขตด้านเทคโนโลยี (Technological Scope)

งานวิจัยนี้มีขอบเขตในการวิจัยอยู่ที่การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ การใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) ประกอบด้วย Genimi 2.0 Flash, GPT-4.1, Claude-3.7 และ LLama-3 ร่วมกับเฟรมเวิร์ก CrewAI และฐานข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Database) เพื่อสกัดข้อมูลสมุนไพรที่ได้จากสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษา ที่มีความเป็นสากลมาใช้ในการสร้างบทความ

1.3.3 ผู้ประเมินและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

การจัดเตรียมชุดบทความที่ได้จากเครื่องมือ และทำการทดสอบโดย LLM ร่วมกับผู้วิจัย โดยประเมินบทความที่ได้จากเครื่องมือว่ามีความเหมาะสมในด้านใดบ้าง ผ่านตัวชี้วัด 7 ด้าน ประกอบด้วย บทความสอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย (Cultural Authenticity) มีหลักฐานวิทยาศาสตร์รองรับ (Scientific Validity) ปลอดภัยตาม อย./กฎหมาย (Safety & Compliance) เหมาะกับไลฟ์สไตล์ยุคใหม่ (Modern Wellness Fit) เหตุผลที่ให้ชัดเจน โปร่งใส (Explanation

Ref. code: 25686724032542BWC

Clarity) เอเจนต์ให้ผลลัพธ์ไม่ขัดแย้ง (Multi-Agent Collaboration) และ ผู้ใช้งานทั่วไปเข้าใจและเข้าถึงข้อมูลได้ (Feasibility & Access)

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้ระบบมัลติเอเจนต์ต้นแบบสร้างบทความสมุนไพรไทย

การสร้างบทความสมุนไพรไทยที่มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย มีหลักฐานวิทยาศาสตร์รองรับ เหมาะกับไลฟ์สไตล์ยุคใหม่ เหมาะกับผู้ใช้งานทั่วไปเข้าใจและเข้าถึงข้อมูลได้เพื่อต่อยอดในเรื่องของการดูแลสุขภาพตามภาวะสุขภาพ

1.4.2 เข้าถึงความรู้สมุนไพรไทยผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

การยกระดับการเข้าถึงความรู้เรื่องการแปรรูปสมุนไพรไทยผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถนำข้อมูลมาต่อยอดในการทำธุรกิจส่งเสริมสุขภาพได้ ด้วยแนวทางการประเมินคุณภาพของเนื้อหาที่สร้างโดยปัญญาประดิษฐ์ บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล

Ref. code: 25686724032542BWC

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาระบบเอเจนต์ที่ช่วยในการเขียนบทความเกี่ยวกับสมุนไพรไทยที่มีความถูกต้อง ครอบคลุม และสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในบริบทสุขภาพยุคใหม่ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

2.1 บริบทงานวิจัย
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
  2.2.1 ภูมิปัญญาไทยกับการใช้สมุนไพร
  2.2.2 การใช้สมุนไพรไทยในยุคปัจจุบัน
  2.2.3 การค้นหาสรรพคุณในสมุนไพร
  2.2.4 การแปรรูปสมุนไพร
2.3 การใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Model)
  2.3.1 แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models)
2.4 การสืบค้นข้อมูลและสร้างคำตอบ (Retrieval-Augmented Generation (RAG))
2.5 การออกแบบเอไอเอเจนต์ (AI Agent)
  2.5.1 ระบบเอเจนต์แบบหลายตัว (Multi-Agent System)
2.6 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญหลายหน้าที่ด้วย CrewAI
2.7 การพัฒนาทีมวิจัยเสมือนจริง (Agent Laboratory)
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เอเจนต์ให้ข้อมูลสมุนไพรและการดูแลสุขภาพ

2.1 บริบทงานวิจัย

การใช้สมุนไพรในปัจจุบัน ไม่ได้จำกัดอยู่แค่การนำมาใช้ในการรักษาเพียงอย่างเดียว แต่งานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอรูปแบบการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า รวมถึงการค้นหาแหล่งผลิตสมุนไพร และข้อมูลโซ่อุปทาน (Supply Chain) ที่จะนำมาใช้ในการให้เอเจนต์ได้คิดและต่อยอดองค์ความรู้และสร้างบทความที่ช่วยตอบโจทย์ผู้ใช้ เช่น เกษตรกร ในการนำไปต่อยอดในการทำธุรกิจต่อได้ เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับตัวเอเจนต์ในการทำงานตรงนี้ จำเป็นที่จะต้องใช้องค์ความรู้ด้านการใช้สมุนไพรที่ครอบคลุมถึงการแปรรูปสมุนไพร การใช้วิทยาศาสตร์ข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์ และการสร้างมัลติเอเจนต์เพื่อช่วยในการสร้างเอเจนต์ในการสร้างบทความ

Ref. code: 25686724032542BWC

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การนำสมุนไพรมาใช้เพื่อประโยชน์ในการบำบัดรักษาโรค บำรุงสุขภาพ หรือเสริมสร้างภูมิคุ้มกันตามภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือหลักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จะมีการนำส่วนต่างๆ ของพืชมาใช้จนเกิดประโยชน์สูงสุด โดยสมุนไพรอาจใช้ในรูปแบบสด แห้ง หรือผ่านการแปรรูปเป็นยา อาหาร หรือเครื่องสำอาง ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จะมีการรวบรวมข้อมูลสมุนไพร วัฒนธรรมการใช้สมุนไพร แนวทางการใช้สมุนไพรในยุคปัจจุบัน สรรพคุณสมุนไพร และรูปแบบการแปรรูปสมุนไพรเพื่อเป็นความรู้ให้กับเอเจนต์เขียนบทความสมุนไพร เขียนแผนการผลิต แผนการแปรรูปสมุนไพรให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนและมีผลเชิงเศรษฐกิจ ดังนั้น จะต้องมีการศึกษา เรียนรู้ภูมิปัญญาสมุนไพร ดังนี้

2.2.1 ภูมิปัญญาไทยกับการใช้สมุนไพร

การใช้สมุนไพรในยุคปัจจุบัน ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้มีการเผยแพร่รูปแบบการใช้สมุนไพรอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในประเทศไทยมีการใช้สมุนไพรเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะในสังคมชนบท สมุนไพรไม่เพียงแต่ถูกใช้ในเชิงการรักษาโรค แต่ยังเป็นส่วนหนึ่งของพิธีกรรม ประเพณี ความเชื่อ และอาหารท้องถิ่น จากหนังสือ “สมุนไพรไทย แพทย์แผนไทย ในชีวิตคนไทย” (มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ณัฏฐาภรณ์ เลียมจรัสกุล, 2557) เป็นการรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรไทยและบทบาทของการแพทย์แผนไทยในวิถีชีวิตของคนไทย ได้กล่าวว่า สมุนไพรไทยมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของคนไทยมาอย่างยาวนาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ในการรักษาโรค การดูแลสุขภาพ หรือแม้กระทั่งในพิธีกรรมต่าง ๆ การแพทย์แผนไทยซึ่งอาศัยสมุนไพรเป็นหลัก ได้รับการสืบทอดและพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าการแพทย์แผนไทยจะมีรากฐานมาจากภูมิปัญญาดั้งเดิม แต่ในปัจจุบันมีความพยายามในการผสานความรู้ระหว่างการแพทย์แผนไทยและการแพทย์แผนปัจจุบัน เพื่อให้การรักษามีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้น สมุนไพรจัดว่าเป็นวัตถุดิบในการผลิตยาแผนไทย ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ทั้งปลูกเพื่อเป็นยาและเพื่อบริโภคในฐานะอาหารอันที่จะป้องกันโรคภัยไข้เจ็บ มีการจัดอันดับพืชสมุนไพรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดในปี 2556 ไว้ในตารางที่ 2.1 ซึ่งประกอบไปด้วย ว่านหางจระเข้ พริกไทย ขมิ้นชัน กฤษณา บัวบก กระเจี๊ยบแดง กระวาน พลู มะแขว่น และส้มแขก

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.1

10 อันดับพืชสมุนไพรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด พ.ศ. 2556

ลำดับที่	พืชสมุนไพร	จังหวัด
1	ว่านหางจระเข้	ประจวบคีรีขันธ์ (11,126 ไร่) / ราชบุรี / กาญจนบุรี / ฉะเชิงเทรา / นครปฐม
2	พริกไทย	จันทบุรี / ตราด / ศรีสะเกษ
3	ขมิ้นชัน	กาญจนบุรี (4,658 ไร่) / สระบุรี / ปราจีนบุรี / มหาสารคาม / ลำปาง / น่าน / เพชรบูรณ์ / นครปฐม / นครศรีธรรมราช / กระบี่ / พังงา / สุราษฎร์ธานี / ยะลา
4	กฤษณา	ตราด (2,163 ไร่) / จันทบุรี (2,303 ไร่) / นครราชสีมา / ปราจีนบุรี / เชียงราย / ระยอง
5	บัวบก	นครศรีธรรมราช / นครปฐม (1,320 ไร่) / อุบลราชธานี
6	กระเจี๊ยบแดง	พระนครศรีอยุธยา / ลพบุรี / ลำพูน / อุตรดิตถ์ / ประจวบคีรีขันธ์ / ระนอง / สงขลา
7	กระวาน	จันทบุรี / นครศรีธรรมราช
8	พลู	นครปฐม / ฉะเชิงเทรา / ปราจีนบุรี
9	มะแขว่น	ลำปาง / น่าน
10	ส้มแขก	สงขลา / ยะลา

หมายเหตุ. โดย มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ณัฏฐาภรณ์ เลียมจรัสกุล, 2557

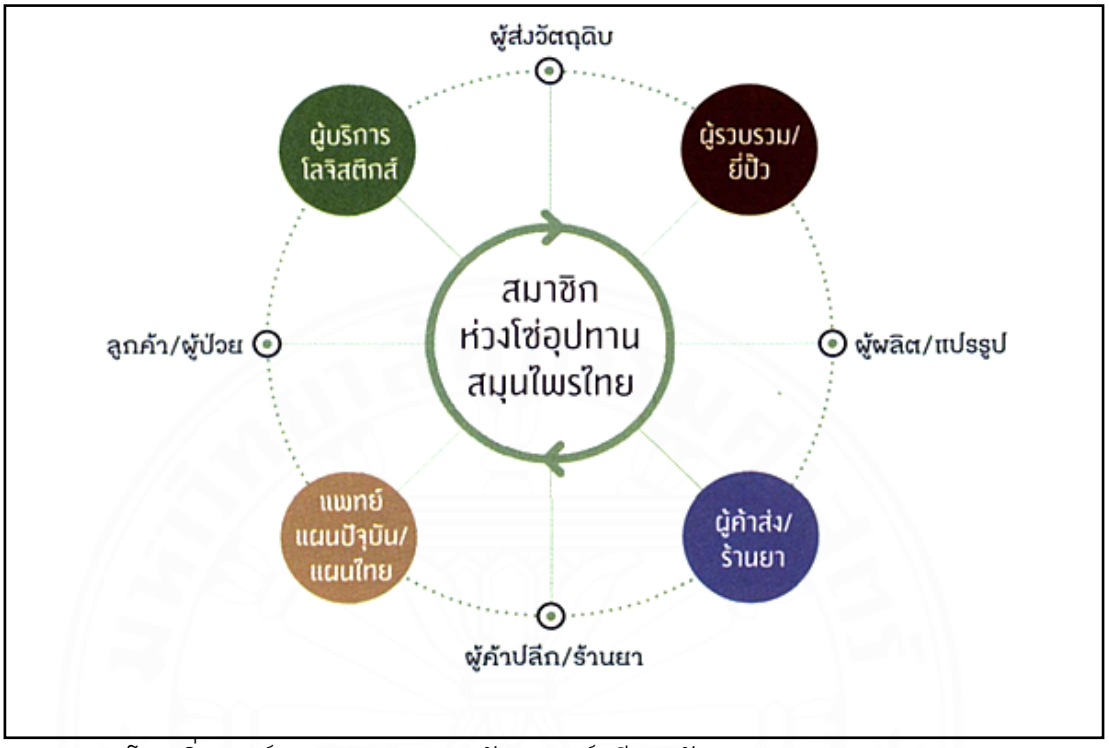
2.2.2 การใช้สมุนไพรไทยในยุคปัจจุบัน

ในอดีต สมุนไพรเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตชุมชนไทย โดยมีการใช้ในการรักษาโรคทั่วไป เช่น ไข้ ปวดเมื่อย ท้องเสีย ผ่านองค์ความรู้ของหมอยาและแพทย์แผนไทยในแต่ละท้องถิ่น (มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ณัฏฐาภรณ์ เลียมจรัสกุล , 2557) อย่างไรก็ตามในยุคปัจจุบัน การใช้สมุนไพรได้พัฒนาไปในหลายมิติ ทั้งในรูปแบบของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ยาแผนโบราณ ยาแผนปัจจุบัน เสริม และผลิตภัณฑ์เพื่อความงามหรืออาหารเสริม ซึ่งในปัจจุบันได้มีการกล่าวไปจนถึงคำว่า การใช้สมุนไพรในรูปแบบ “อาหารเป็นยา” จุดเริ่มต้นในกระบวนการผลิตยาสมุนไพรที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมีรูปแบบห่วงโซ่อุปทานในการผลิต ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.1

ห่วงโซ่อุปทานสมุนไพรไทย



หมายเหตุ. โดย มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ณัฏฐาภรณ์ เลียมจรัสกุล, 2557

จากภาพที่ 2.1 เริ่มจากเกษตรกรเป็นผู้ส่งวัตถุดิบสมุนไพร ขณะที่หลังจากเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่งไปให้ผู้รวบรวม เข้ามารวบรวมผลผลิตเพื่อไปทำการผลิตและแปรรูป ให้แก่ผู้ค้าส่งและผู้ค่าปลีกเพื่อให้แพทย์นำยาไปแจกจ่าย โดยสมาชิกอาจจะมีบทบาทมากกว่า 1 อย่าง เช่น การเป็นผู้ค้าส่งหรือค้าปลีกเองได้ หรือผลิตยาเองได้ (มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ณัฏฐาภรณ์ เลียมจรัสกุล , 2557) ในปี 2556 เกษตรกรมีการตั้งกลุ่มสหกรณ์ในรูปแบบวิสาหกิจชุมชนจากผลิตภัณฑ์สมุนไพรมีเพียงร้อยละ 3 จากวิสาหกิจชุมชนจากผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากฐานข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่าในปี 2556 มีกลุ่มเกษตรกรที่เพาะปลูกสมุนไพรและรวมกลุ่มจัดตั้งผลิตภัณฑ์ในรูปวิสาหกิจชุมชน ทั้งสิ้น 172 แห่งจากจำนวนวิสาหกิจชุมชนทั้งหมด 5,757 กลุ่ม โดยกลุ่มที่มีการกระจายตัวหนาแน่นสุดอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 74 และรองลงมาคือภาคกลาง ร้อยละ 32 ในปัจจุบัน จากข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตร ณ วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2566 มีวิสาหกิจชุมชนที่จดทะเบียนรวมทั้งสิ้น 83,553 แห่ง และเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนจำนวน 607 เครือข่าย ยกตัวอย่าง การแปรรูปผลิตภัณฑ์พืชสมุนไพรเพื่อสร้าง มูลค่าเพิ่ม ของวิสาหกิจชุมชนบ้านอ่าวกระโจม ตำบลโพธิ์ชัย อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี วิสาหกิจชุมชนแปรรูปสมุนไพรพื้นบ้านนาโพธิ์

Ref. code: 25686724032542BWC

ตำบลท่าแร้ง อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี การแปรรูปสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาโรค ทางเลือกใหม่จากองค์ความรู้ดั้งเดิม ของชุมชนตำบลเมืองยาง อำเภอชำนิ จังหวัดบุรีรัมย์

อุตสาหกรรมสมุนไพรไทยมีศักยภาพในการสร้างรายได้และส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศ การเพาะปลูกและแปรรูปสมุนไพรสามารถสร้างอาชีพและรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่น นอกจากนี้ ยังมีการส่งออกผลิตภัณฑ์สมุนไพรไปยังตลาดต่างประเทศ ซึ่งช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ อย่างเช่น ผลิตภัณฑ์เวชสำอาง เซรั่มจากว่านหางจระเข้ สบู่สมุนไพร เครื่องดื่มสมุนไพร ขนมสมุนไพร แคปซูลขมิ้นชัน แคปซูลกระชายดำ จนนำไปสู่ธุรกิจแปรรูปสมุนไพร โอกาสใหม่เพิ่มรายได้เกษตรกร (Bangkok Bank SME, 2564) นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโอกาสทางธุรกิจในการแปรรูปสมุนไพรไทยภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของการแปรรูปสมุนไพรเพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทย

นักวิจัย (กลุ่มงานวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553) มีความพยายามในรวมตำราพืชสมุนไพรไทยเพื่อสุขภาพและความงาม ซึ่งมีการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับพืชสมุนไพรไทยที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและความงาม เนื้อหาครอบคลุมการใช้สมุนไพรในรูปแบบต่างๆ เช่น อาหารเสริมสำหรับมนุษย์และสัตว์ รวมถึงพืชที่ให้น้ำมันหอมระเหย หรือตัวอย่างเช่น บริษัทสมุนไพรชั้นนำของไทยได้นำเทคโนโลยีการสกัดสารสำคัญ เช่น เคอร์คูมิน (Curcumin) และแอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่ได้มาตรฐาน

ดังนั้น การที่ผู้วิจัยได้เรียนรู้ที่มาของสมุนไพร กระบวนผลิตและห่วงโซ่อุปทาน รวมถึงการได้รู้ถึงความพยายามในการค้นหาสรรพคุณและพัฒนาสรรพคุณเพื่อต่อยอดไปสู่การแปรรูปสมุนไพร ทำให้ช่วยสร้างรายได้ สร้างเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรไทย

2.2.3 การค้นหาสรรพคุณในสมุนไพร

สมุนไพรเป็นพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีตามธรรมชาติ ซึ่งอาจมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลายรูปแบบ เช่น ฤทธิ์ต้านจุลชีพ ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ หรือลดระดับน้ำตาลในเลือด การศึกษาสรรพคุณสมุนไพร (pharmacological properties) ซึ่งมักเกิดจากสารประกอบทางเคมีในพืช จึงมีบทบาทสำคัญในการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ อาหารเสริม และเครื่องสำอาง โดยเฉพาะในบริบทของ “อาหารเป็นยา” ซึ่งได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศ โดยการค้นหาสรรพคุณในสมุนไพรจะมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือจากทางหน่วยงานวิจัย สถาบันสถานศึกษา และจากเอกสารงานวิจัยที่สามารถสืบค้นได้ โดยการค้นคว้าสรรพคุณของสมุนไพรในทางวิชาการสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

(1) การศึกษาจากบันทึกภูมิปัญญา ศึกษาจากตำรับยา คัมภีร์โบราณ บันทึกของหมอยา รวมถึงการสัมภาษณ์ชาวบ้านผู้ใช้สมุนไพรจริง

Ref. code: 25686724032542BWC

(2) การศึกษาทางพฤกษเคมี (Phytochemistry) แยกสารสำคัญทางเคมีในพืช เพื่อตรวจสอบว่ามีสารออกฤทธิ์ใดบ้าง เช่น curcumin ในขมิ้นชัน หรือ andrographolide ในฟ้าทะลายโจร

(3) การศึกษาทางเภสัชวิทยา (Pharmacology) เช่น ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรในหลอดทดลอง (in vitro) หรือในสัตว์ทดลอง (in vivo) เพื่อดูผลทางสรีรวิทยา เช่น ฤทธิ์ลดความดันโลหิต ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

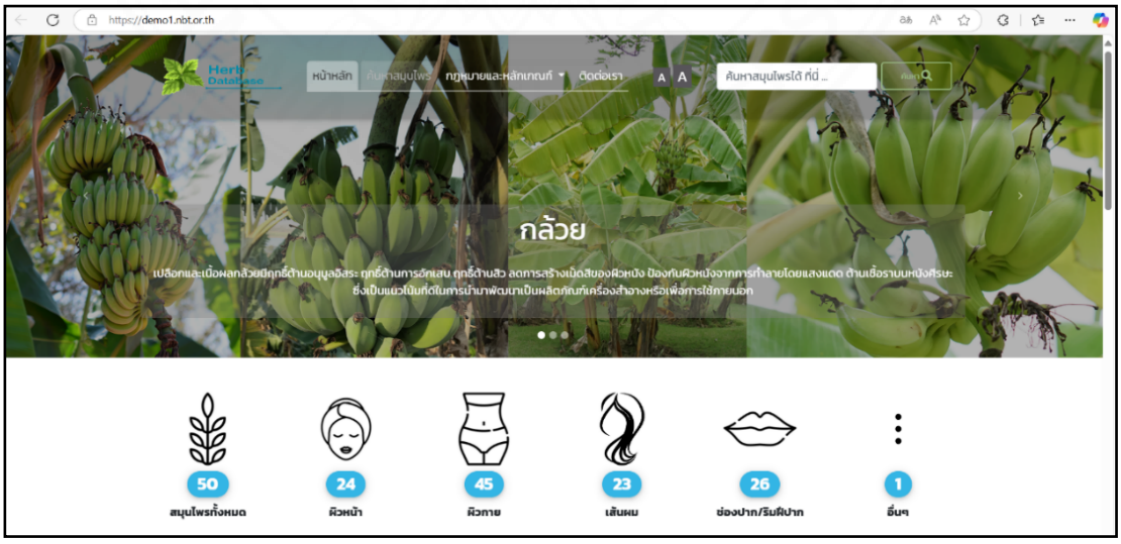
(4) การศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- ข้อมูลสมุนไพรจากกรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก (Department of Thai Traditional Medicine) กระทรวงสาธารณะสุข ที่รวบรวมสรรพคุณสมุนไพร 100 ชนิดพร้อมสารประกอบสำคัญ

- ข้อมูลสมุนไพรไทยจากระบบฐานข้อมูลสมุนไพรจากโครงการพัฒนาฐานข้อมูลสมุนไพรเพื่อการใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สมุนไพรสำหรับใช้ภายนอก จากความร่วมมือของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ร่วมกับ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นระบบฐานข้อมูลที่สืบค้นด้วยชื่อสมุนไพรที่ต้องการ

ภาพที่ 2.2

ฐานข้อมูลสมุนไพรของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

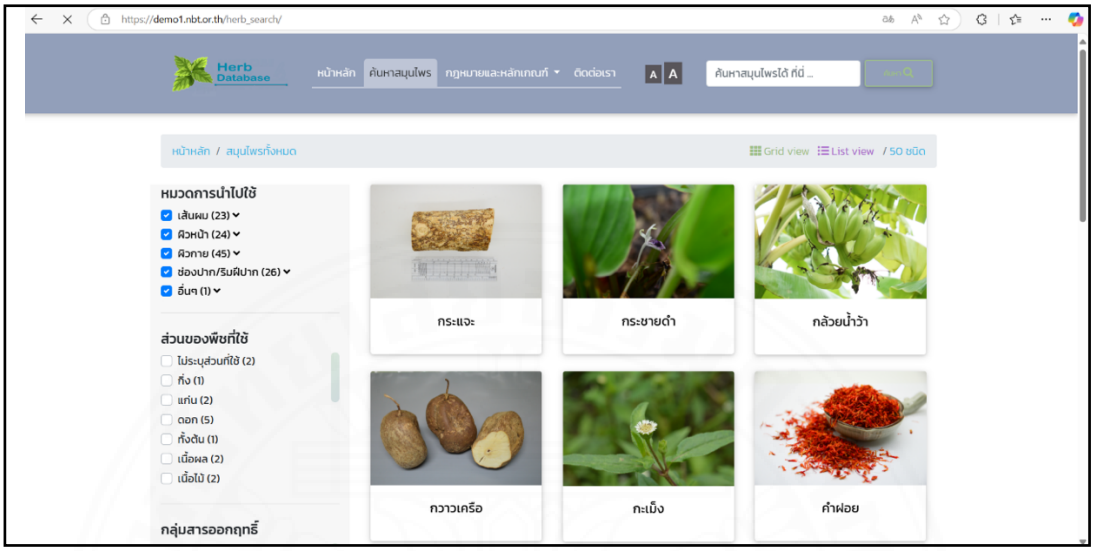


หมายเหตุ. โดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2021

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.3

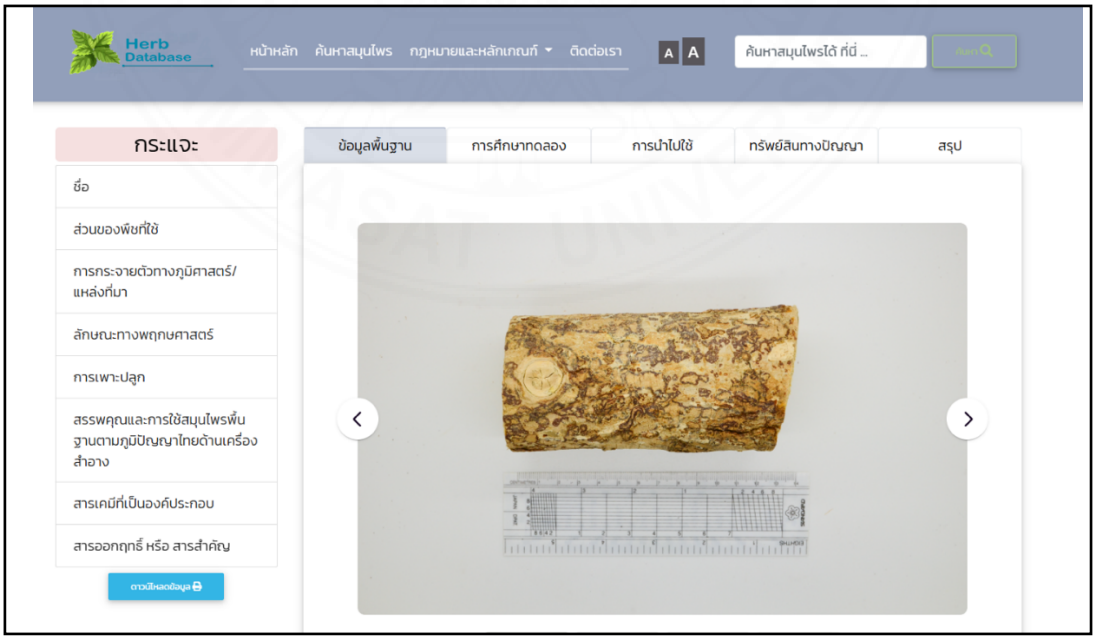
ข้อมูลสมุนไพรทั้งหมด 50 ชนิด แบ่งเป็นสมุนไพรบำรุงเส้นผม ผิวหน้า ผิวกาย ช่องปาก/ริมฝีปาก และอื่นๆ



หมายเหตุ. โดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2021

ภาพที่ 2.4

องค์ประกอบข้อมูลสมุนไพร “กระแจะ” เรื่อง การเพาะปลูก ลักษณะทางพฤษศาสตร์ สรรพคุณ และสารเคมีที่สำคัญ

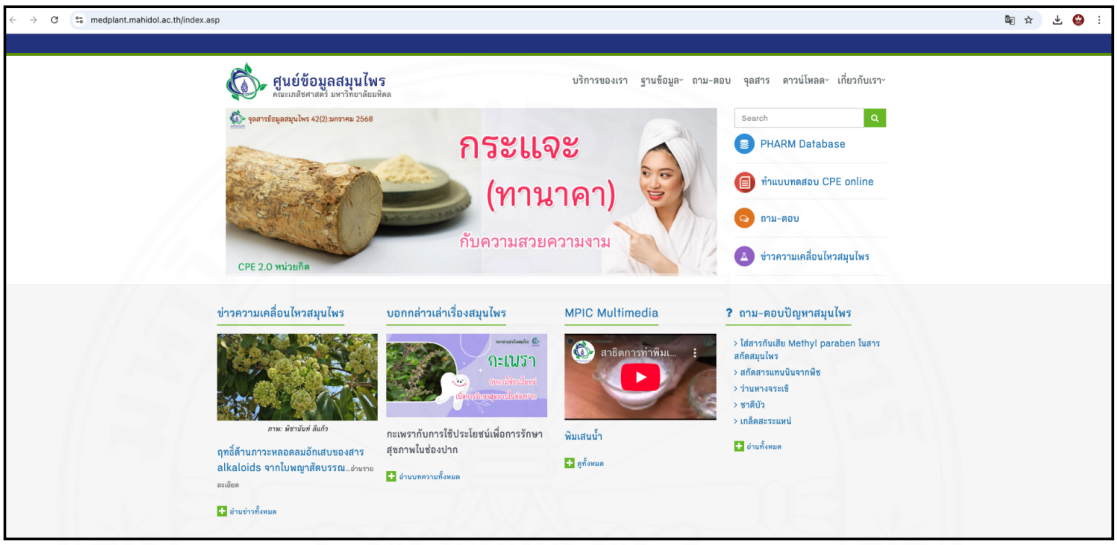


หมายเหตุ. โดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2021

- ระบบฐานข้อมูล PHARM ร่วมกับ ฐานข้อมูลอันตรกิริยาระหว่างสมุนไพรกับยาแผนปัจจุบัน และฐานข้อมูลความปลอดภัยของสมุนไพรที่มีการขึ้นทะเบียนยาแผนโบราณ จากศูนย์ข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ภาพที่ 2.5

ระบบฐานข้อมูล PHARM ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล



หมายเหตุ. โดย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2025

- ระบบฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- ระบบฐานข้อมูลเครื่องยาไทย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

- คลังความรู้ กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข

- ฐานข้อมูลสำหรับใช้ประกอบการทำเอกสารเพื่อการกล่าวอ้างทางสุขภาพ จากสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย (FoSTAT)

- DrugBank เป็นฐานข้อมูลทางการแพทย์รวมเรื่องราวเกี่ยวกับยาจัดทำโดยมหาวิทยาลัยอัลเบอร์ตา (University of Alberta) โดยเน้นใช้งานแหล่งข้อมูลทางชีวสารสนเทศศาสตร์ (bioinformatics) และเคมีสารสนเทศศาสตร์ (cheminformatics) เชื่อมโยงรายละเอียดของตัวยา เช่นข้อมูลทางเคมี เภสัชวิทยาและเภสัชกรรม ปัจจุบันมีข้อมูลมากกว่า 4,800 ข้อมูล

- งานวิจัยตีพิมพ์เกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของสมุนไพรไทย (PubMed) เป็นเครื่องมือค้นหาฐานข้อมูลตัวหนึ่งซึ่งเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล MEDLINE ซึ่งประกอบด้วยแหล่งอ้างอิง บทคัดย่อ และบทความตัวเต็มทางวิทยาศาสตร์และชีวเวชศาสตร์ นับถึง 27 ตุลาคม 2553 มี

Ref. code: 25686724032542BWC

ฐานข้อมูลแหล่งอ้างอิงมากกว่า 20 ล้านแหล่งอ้างอิง นับย้อนหลังไปถึง ค.ศ. 1966 มีฐานข้อมูลพร้อมบทคัดย่อกว่า 11.5 ล้าน และพร้อมบทความตัวเต็มแบบไม่คิดค่าใช้จ่ายกว่า 3.1 ล้านบทความ

(5) การรวบรวมข้อมูลสมุนไพรจากเว็บไซต์ เช่น การรวบรวมบทความองค์ความรู้ นวัตกรรม ทรัพย์สินทางปัญญา เช่น จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

2.2.4 การแปรรูปสมุนไพร

การแปรรูปสมุนไพร (Herbal Processing) เป็นเทคนิคและกระบวนการที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบสมุนไพรให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ทางยา หรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (World Health Organization. , 2003) โดยอาจรวมถึงขั้นตอนการล้าง ตากแห้ง หั่น บด และบรรจุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคงคุณค่าของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือสารประกอบของสมุนไพร จากรูปแบบธรรมชาติให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษา ใช้งาน หรือจำหน่ายได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มมูลค่า และปรับให้เหมาะสมกับการบริโภคหรือใช้งาน โดยการแปรรูปอาจอยู่ในรูปแบบ การทำให้แห้ง การบดผง การสกัดสารสำคัญ การผสมในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น แคปซูล ยา น้ำมัน สบู่ เครื่องสำอาง โดยขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปสมุนไพร ประกอบด้วย การตรวจสอบและคัดแยกวัตถุดิบสมุนไพรเพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสม (Inspection and sorting) การแปรรูปเบื้องต้น (Primary processing) เช่น การล้าง การตัด การบด และการทำให้แห้ง เพื่อเตรียมสำหรับเก็บหรือจำหน่าย การทำให้วัตถุดิบสมุนไพรแห้งเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพและการปนเปื้อน (Drying) กระบวนการเฉพาะเพิ่มเติมที่จำเป็นสำหรับสมุนไพรบางชนิด (Specific processing) การแปรรูปขั้นกลาง เช่น การสกัดสารสำคัญด้วยแอลกอฮอล์ น้ำ หรือตัวทำละลายอื่น การแปรรูปขั้นสูง คือ การนำสารสกัดหรือผงสมุนไพรไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น แคปซูลสมุนไพร เจลหรือครีม เครื่องดื่มสมุนไพร เวชสำอางและอาหารเสริม

ขอยกตัวอย่างรูปแบบการแปรรูปสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาโรค ทางเลือกใหม่จากองค์ความรู้ดั้งเดิม ของชุมชนตำบลเมืองยาง อำเภอชำนิ จังหวัดบุรีรัมย์ นำเสนอเรื่องราวของชุมชนตำบลเมืองยางที่ได้นำองค์ความรู้ดั้งเดิมเกี่ยวกับสมุนไพรไทยมาพัฒนาและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการรักษาโรค โดยเริ่มต้นจากการใช้สมุนไพรในอดีต ก่อนที่การแพทย์แผนปัจจุบันจะเข้ามามีบทบาท ชุมชนต่างๆ นิยมนำสมุนไพรใกล้บ้านมาใช้บรรเทาอาการหรือรักษาอาการเจ็บป่วย ชุมชนตำบลเมืองยางได้ฟื้นฟูและรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรไทยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อรักษาและส่งต่อให้กับคนรุ่นใหม่ โดยได้นำสมุนไพรไทยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยาสมุนไพร น้ำมันหอมระเหย และผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพอื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้ให้กับชุมชน โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ รวมถึง กสศ. เพื่อส่งเสริมการใช้สมุนไพรไทยในการ

Ref. code: 25686724032542BWC

ดูแลสุขภาพและสร้างอาชีพให้กับชุมชน การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนไม่เพียงแต่สร้างรายได้ให้กับสมาชิก แต่ยังส่งเสริมการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน และเป็นต้นแบบในการพัฒนาชุมชนด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น

2.3 การใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Model)

ในการพัฒนาเอเจนต์เพื่อช่วยในการสร้างบทความสมุนไพร จะต้องมีการใช้แบบจำลองการเรียนรู้ภาษาธรรมชาติเพื่อการเรียนรู้ข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ข้อความ การรู้จำข้อมูล การเข้าใจความต้องการจากการให้คำสั่ง (Prompt) เพื่อสร้างข้อความใหม่ที่เข้าใจง่าย สามารถเข้าถึงง่ายและเรียนรู้ได้ ดังนั้น จะต้องมีการศึกษาแบบจำลองข้อมูล (Large Language Models) เพื่อที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมกับการทำงาน

2.3.1 แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models)

แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models หรือ LLM) มักจะสร้างขึ้นจากโครงสร้าง Transformer ที่ได้รับการฝึกฝนด้วยข้อมูลจำนวนมหาศาล (ซึ่งมักจะได้มาจากคำหรือข้อความที่เก็บรวบรวมจากอินเทอร์เน็ตสาธารณะ) โดย LLM เหล่านี้ได้เข้ามาแทนที่แบบจำลองที่ใช้โครงข่ายประสาทแบบลำดับ (Recurrent Neural Networks) ซึ่งก่อนหน้านั้นเคยแทนที่แบบจำลองทางสถิติล้วน เช่น แบบจำลองคำแบบ n-gram มาก่อนหน้านี้ เช่น โมเดลอาจทำนายว่า "กินข้าวกับ..." คำถัดไปอาจเป็น "แม่" หรือ "เพื่อน" โดยคุณลักษณะเด่นของแบบจำลองขนาดใหญ่ คือ ความสามารถในการทำภารกิจที่ไม่เคยเห็นตัวอย่างเฉพาะเจาะจงมาก่อน (Zero-shot learning) และกระบวนการที่แบบจำลองได้รับชุดตัวอย่างสาธิต (Few-shot) เพื่อประมวลผลภาษาธรรมชาติได้หลากหลายงาน เช่น การแปล การสรุป การเขียนโค้ด การสนทนา และสามารถปรับแต่ง (fine-tune) ให้เหมาะสมกับโดเมนเฉพาะทาง มีความใหม่ และสอดคล้องกับบริบท โดย LLM จะมีข้อจำกัดในเรื่องการปรับบทสนทนาให้เหมาะกับผู้ใช้แต่ละรายในระยะยาว และอาจสร้างข้อมูลผิดพลาด (hallucination) เพราะการคาดเดาคำตอบโดยไม่ได้อิงข้อมูลจริง ดังนั้น จึงมีการพัฒนาเทคนิค เช่น Retrieval-Augmented Generation (RAG) เพื่อให้โมเดลอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ลดความผิดพลาด และเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ จากตารางที่ 2.2 ได้แสดงข้อมูลแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในยุคปัจจุบัน ประกอบด้วย GPT-3 , GPT-4, BERT, PaLM, LLaMA, BLOOM, Claude, Gemini, Mixtral 8x7B และ DeepSeek V3

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.2

รายการแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่

ชื่อโมเดล	ผู้พัฒนา	ปีที่เปิดตัว	จำนวนพารามิเตอร์	ขนาดชุดข้อมูลฝึก (Tokens)	ใบอนุญาต	หมายเหตุ
GPT-3	OpenAI	2020	175 พันล้าน	499 พันล้าน	Proprietary	พื้นฐานของ ChatGPT รองรับการเรียนรู้แบบ few-shot และ zero-shot
GPT-4	OpenAI	2023	ไม่เปิดเผย	ไม่เปิดเผย	Proprietary	ปรับปรุงจาก GPT-3 มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
BERT	Google	2018	110 ล้าน (Base)	3.3 พันล้านคำ	Apache 2.0	ใช้สำหรับงาน NLP เช่น การจำแนกข้อความ ไม่ใช่โมเดลสำหรับการสร้างภาษา
PaLM	Google	2022	540 พันล้าน	ไม่เปิดเผย	Proprietary	โมเดลขนาดใหญ่ของ Google รองรับงานที่ซับซ้อน
LLaMA	Meta AI	2023	7–65 พันล้าน	1.4 ล้านล้าน	Non-commercial	เปิดให้ใช้งานสำหรับนักวิจัย มีหลายขนาด
BLOOM	BigScience /Hugging Face	2022	176 พันล้าน	1.6 เทราไบต์	Responsible AI	โมเดลหลายภาษา เปิดให้ใช้งานแบบ open-source
Claude	Anthropic	2023	ไม่เปิดเผย	ไม่เปิดเผย	Proprietary	มุ่งเน้นที่ความปลอดภัยและความสามารถในการสนทนา
Gemini	Google DeepMind	2023	ไม่เปิดเผย	ไม่เปิดเผย	Proprietary	โมเดลมัลติโหมดรองรับข้อมูลหลายประเภท

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.2

รายการแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (ต่อ)

ชื่อโมเดล	ผู้พัฒนา	ปีที่เปิดตัว	จำนวนพารามิเตอร์	ขนาดชุดข้อมูลฝึก (Tokens)	ใบอนุญาต	หมายเหตุ
Mixtral 8x7B	Mistral AI	2024	46.7 พันล้าน	ไม่เปิดเผย	Apache 2.0	โมเดลแบบ mixture-of-experts มีประสิทธิภาพสูงในหลายงาน
DeepSeek V3	DeepSeek	2025	671 พันล้าน	14.8 ล้านล้าน	DeepSeek License	โมเดลขนาดใหญ่ มีการรองรับหลายภาษา

หมายเหตุ. โดย Wikipedia contributors, 2025

(1) พารามิเตอร์ (Parameters) จำนวนพารามิเตอร์ในโมเดลมีผลต่อความสามารถในการเรียนรู้และประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อน

(2) ขนาดชุดข้อมูลฝึก (Tokens) จำนวนโทเคนที่ใช้ในการฝึกโมเดล ยิ่งมาก โมเดลยิ่งมีความรู้ที่หลากหลาย

(3) ใบอนุญาต กำหนดการใช้งานและการแจกจ่ายโมเดล บางโมเดลเปิดให้ใช้งานแบบโอเพนซอร์ส (open-source) ขณะที่บางโมเดลมีการจำกัดสิทธิ์ในการเข้าถึง แก้ไข หรือแจกจ่าย โดยเจ้าของลิขสิทธิ์กำหนดเงื่อนไขการใช้งานไว้ (proprietary)

แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLM) เช่น ChatGPT ถูกออกแบบมาเพื่อทำนาย Token ถัดไป ซึ่งทำให้สามารถตอบคำถามได้ ถึงแม้ว่าการสื่อสารหลายรอบ (multi-turn communication) พร้อมกับการให้ข้อเสนอแนะ (feedback loops) จะช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ได้ แต่ก็มักต้องการการป้อนข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างมาก การใช้เอเจนต์ (Agents) เข้ามาช่วยเสริม LLM โดยการเพิ่มความสามารถในการโต้ตอบ การรับข้อเสนอแนะ และการใช้เครื่องมือเสริม ทำให้สามารถทำงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

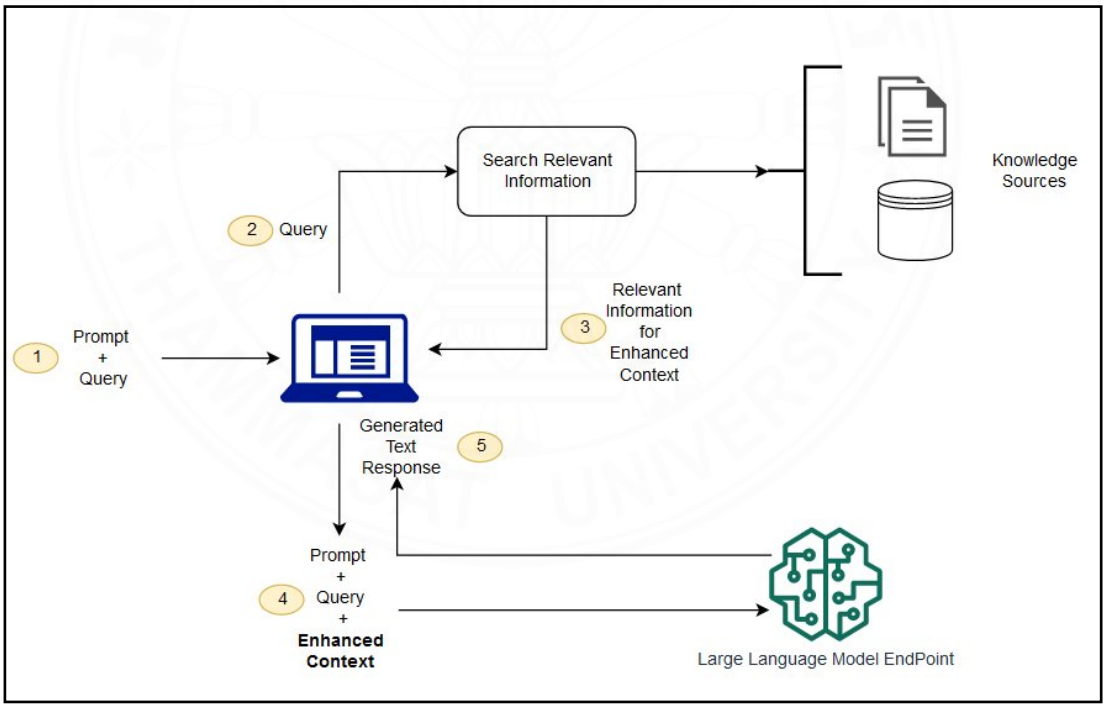
Ref. code: 25686724032542BWC

2.4 การสืบค้นข้อมูลและสร้างคำตอบ (Retrieval-Augmented Generation (RAG))

เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการสืบค้นข้อมูล (Retrieval) และการสร้างคำตอบ (generation) ซึ่งสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้แบบเรียลไทม์หรือจากฐานข้อมูลเฉพาะ (Non-Parametric Knowledge) หรือการสืบค้นจากความรู้ที่ฝังอยู่ในโมเดลจากการฝึกสอน (Parametric Knowledge) โดยข้อดีคือ ลดการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด (Hallucination) สามารถตรวจสอบที่มาของข้อมูลได้ มีความน่าเชื่อถือของข้อมูล และสร้างคำตอบออกมาได้อย่างแม่นยำ โดยใช้เทคนิค Prompt Engineering ที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพการตอบของ LLM โดยใช้วิธี เช่น in-context learning (one-shot, few-shot), chain-of-thought (CoT), และ ReAct เพื่อชี้นำการคิดและการสร้างผลลัพธ์ของโมเดล

ภาพที่ 2.6

หลักการดึงข้อมูลและสร้างคำตอบโดยใช้แบบจำลองโมเดลขนาดใหญ่



หมายเหตุ. โดย Amazon Web Services, 2025

จากภาพที่ 2.6 ได้อธิบายการทำงานโดยเริ่มจากผู้ใช้ระบุคำสั่งที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล (Prompt) และทำการค้นหาข้อมูล (Query) จากแหล่งข้อมูล (Knowledge Source) และเมื่อได้รับข้อมูลที่แท้จริงแล้วก็จะมีการเสริมบริบทของข้อมูล (Enhanced Context) ที่ส่งให้โมเดล เพื่อให้

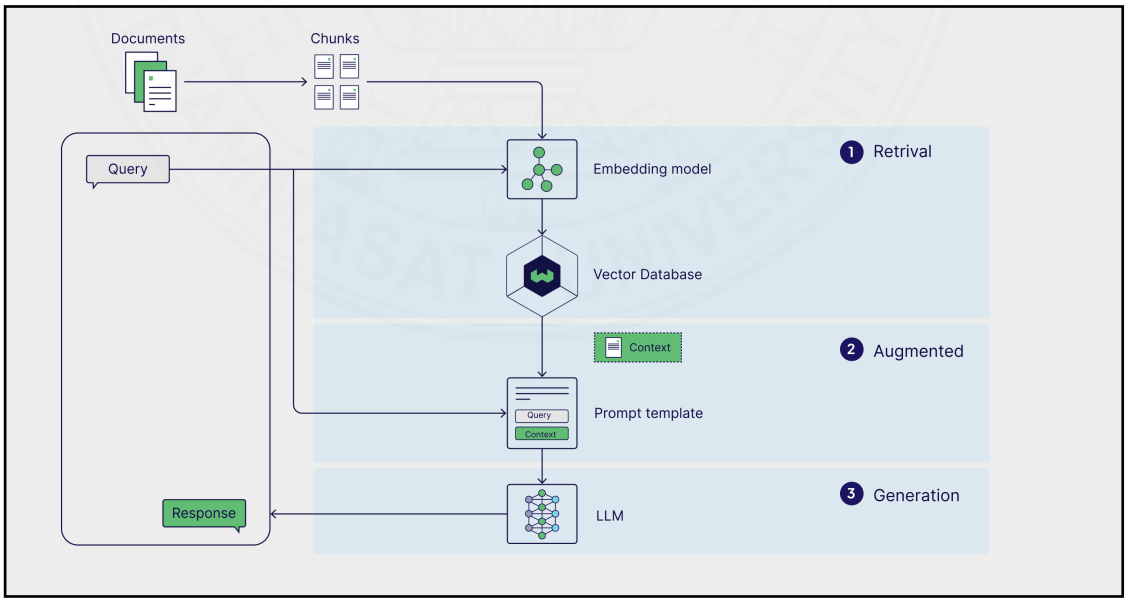
Ref. code: 25686724032542BWC

โมเดลเข้าใจคำถามหรือโจทย์ได้ลึกขึ้น และสามารถตอบได้แม่นยำขึ้น (Generate Text Response) โดยขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อทำงานกับ RAG จะเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลต่างๆ

จากกระบวนการเตรียมข้อมูลเอกสาร อาจจะอยู่ในรูปแบบ PDF หรือรูปภาพ จะต้องแปลงเป็นข้อความก่อน หลังจากนั้น จะเริ่มย่อยข้อมูลเป็นส่วนๆ (Data Chunking) เพื่อส่งให้กับ LLM (เนื่องจาก LLM ไม่ยอมให้ส่งข้อมูลเข้าไปในปริมาณมาก ซึ่ง LLM จะกำหนดข้อจำกัดในการส่งข้อมูล (Limit Token)) จากนั้น จะเริ่มแปลงข้อมูลที่ส่งเข้าในรูปแบบข้อความให้เป็นตัวเลข (Vector Embedding) ซึ่งจะมีหลายชุดตัวเลข (Dimension) ยิ่งมีความสัมพันธ์ของชุดตัวเลขที่มาก ก็จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาก เมื่อได้ชุดตัวเลขออกมา ก็จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลตัวเลข (Vector Database) โดยจัดทำเป็นดัชนี (Index) จากนั้นก็จะใช้ดัชนีดึงผลลัพธ์กลับมา โดยการเก็บข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลที่เป็นตัวเลข (Embedding) และข้อความ (Text Chunking) ส่วนการค้นหาข้อมูล (Query) จะแปลข้อมูลเป็นชุดตัวเลข (Embedding) โดยใช้ Embedding Model เดียวกับขั้นตอนการเตรียมข้อมูล แล้วส่งเข้าไป และจะได้ข้อความ (Text Chunking) ออกมา โดยการตอบคำถาม จะมีการประกอบข้อมูล (Text Chunk) กับ Prompt เพื่อให้ LLM ตอบคำถามตามเนื้อหาที่มีไว้ (ไม่ใช่ข้อมูลที่ใช้ในการ Train LLM) เพื่อให้ได้คำตอบตรง

ภาพที่ 2.7

กระบวนการเตรียมเอกสารเพื่อนำไปใช้งานในการสร้าง RAG ของ weaviate



หมายเหตุ. โดย Cardenas & Monigatti, 2024

Ref. code: 25686724032542BWC

2.5 การออกแบบเอไอเอเจนต์ (AI Agent)

การทำงานของเอเจนต์หรือการสร้างแชทบอทในสมัยก่อน จะเป็นยุคที่ใช้ข้อมูลแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่มาเป็นตัวขับเคลื่อนข้อมูลทำให้ฉลาดขึ้นนั้น มีรูปแบบการทำงานดังนี้

(1) ใช้กฎแบบ if-then (Heuristic-Based Responses) คือ ทำงานด้วยกฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น ถ้าผู้ใช้พิมพ์ว่า “ขมิ้นชันมีสรรพคุณอะไรบ้าง” และ ตอบกลับด้วยคำตอบที่กำหนดไว้ตามที่กำหนด โดยไม่สามารถจัดการกับคำถามที่ซับซ้อน หรือข้อมูลที่ไม่แน่นอนได้

(2) ตอบแบบคงที่ (Canned Responses) คือ การมีคำตอบถูกเขียนไว้ล่วงหน้า ทำงานโดยตรวจจับคำสำคัญ (keywords) ไม่สามารถเข้าใจบทสนทนาเชิงลึก หรือแปรเปลี่ยนคำตอบให้เหมาะกับบริบทได้

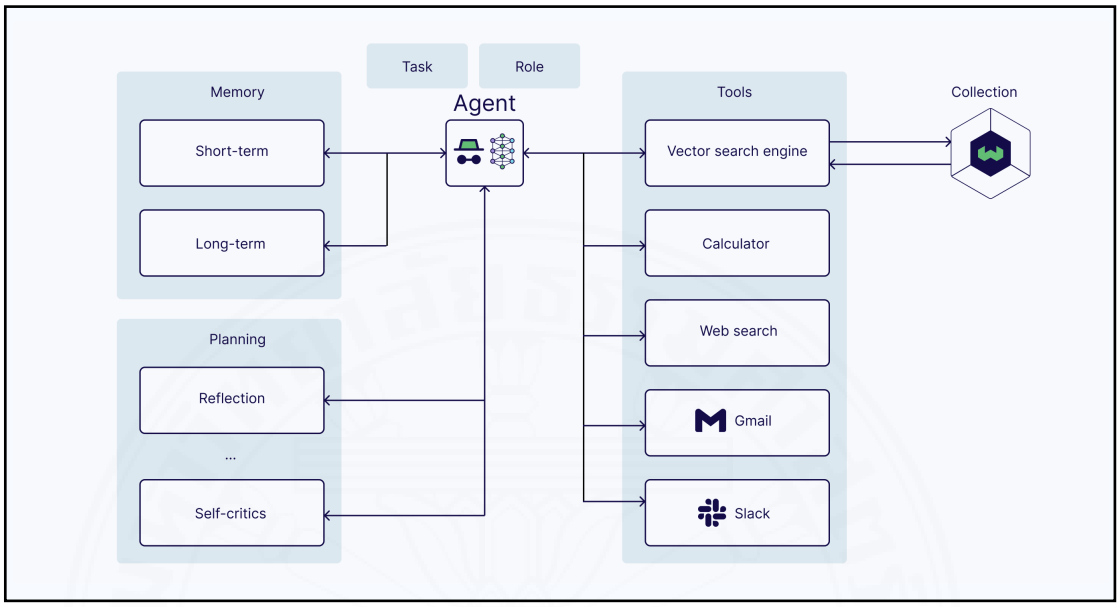
(3) ส่งต่อให้มนุษย์ (Human Handoff) เมื่อไม่สามารถตอบได้ ก็จะแนะนำให้ผู้ใช้คุยกับคน การแก้ไขปัญหาซับซ้อนยังต้องพึ่งคนเสมอ

การพัฒนาที่ต่อยอดจากโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) มีการเพิ่มความสามารถในการใช้เครื่องมือ ที่สามารถวางแผนการทำงานได้หลายขั้นตอนตามบทบาทและหน้าที่ (Role and Task) ทำงานในสภาพแวดล้อมที่สามารถดำเนินการซ้ำได้ (Iterative Execution Environment) ทำให้สามารถตัดสินใจเชิงพลวัตและปรับตัวได้อย่างต่อเนื่องตามข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ซึ่งจะต้องผสานองค์ประกอบหลาย ๆ ส่วนของระบบเข้าด้วยกันให้สามารถตัดสินใจด้วยตัวเอง และบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ เข้ากับกระบวนการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (semantic retrieval) กระบวณการดังกล่าว คือ การสร้าง Agentic RAG จะช่วยให้ระบบมีความสามารถในการแยกย่อยภารกิจที่ซับซ้อน ดำเนินการค้นหาอย่างซับซ้อน และใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.8

เอไอเอเจนต์ (AI Agent) ประกอบด้วย LLM (Task, Role), Memory, Planning และ Tools ของ weaviate



หมายเหตุ. โดย Cardenas & Monigatti, 2024

2.5.1 ระบบเอเจนต์แบบหลายตัว (Multi-Agent System)

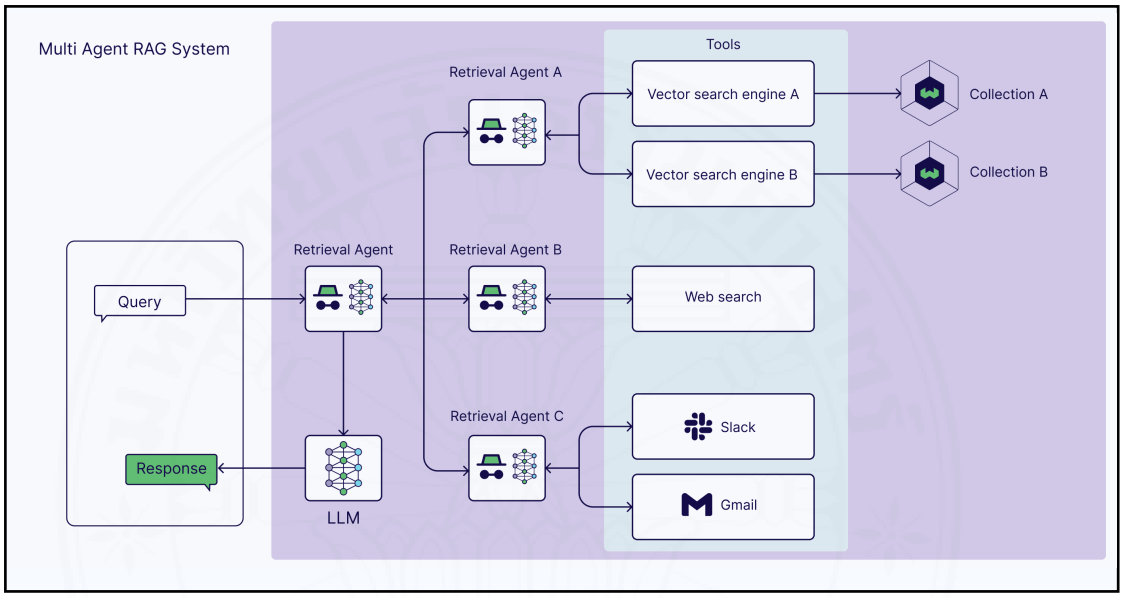
ระบบที่ประกอบด้วยเอเจนต์หลายตัว ซึ่งแต่ละตัวสามารถกระทำได้อย่างอิสระ มีความสามารถในการสื่อสารและร่วมมือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกันหรือเป้าหมายเฉพาะของแต่ละเอเจนต์ โดยเอเจนต์เหล่านี้สามารถเป็นได้ทั้งซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ หรือผสมผสานกัน โดยโครงสร้างระบบ แบ่งออกเป็น 5 โมดูลหลัก (Li et al., 2024) ประกอบด้วย (1) Profile คือ สร้างตัวตนของเอเจนต์ เช่น ชื่อ บุคลิก อาชีพ เป้าหมาย (2) Perception คือ การรับรู้สภาพแวดล้อม รองรับ multi-modal เช่น ข้อความรูปภาพ เสียง สัญญาณ ตัวอย่างเช่น การใช้ Visual Language Models (VLM) เช่น BLIP, BLIP-2, CLIP, GPT-4V หรือการใช้กระบวนการเข้ารหัสข้อมูล (Encoder) เช่น VQ-VAE, Spectrogram (AST), AudioGPT, SpeechGPT (3) Self-Action คือ การตัดสินใจและการกระทำ มีการระบุความจำ เหตุผล การวางแผน และการตัดสินใจจากข้อมูลที่รับรู้ (4) Mutual Interaction คือ การสื่อสารระหว่างเอเจนต์ โต้ตอบกับเอเจนต์อื่นผ่านการสนทนา และ (5) Evolution คือ การปรับตัวและสะท้อนตนเองเพื่อพัฒนาตนเอง (self-reflection) ขอยกตัวอย่างระบบสามารถมีเอเจนต์หลักหนึ่งตัว (master agent) ที่ทำหน้าที่ประสานการค้นคืนข้อมูลจาก เอเจนต์ย่อยหลายตัวที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (ที่มา: Cardenas & Monigatti, 2024) เช่น เอเจนต์หนึ่งอาจเชี่ยวชาญในการค้นคืนข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายในขององค์กรที่เป็นกรรมสิทธิ์ อีกเอเจนต์หนึ่งอาจเชี่ยวชาญในการ

Ref. code: 25686724032542BWC

ดึงข้อมูลจากบัญชีส่วนตัวของคุณ เช่น อีเมล หรือแชท และ อีกเอเจนต์หนึ่งอาจเชี่ยวชาญในการค้นคืนข้อมูลสาธารณะจากการค้นหาผ่านเว็บ

ภาพที่ 2.9

มัลติเอไอเอเจนต์ (AI Agent) ประกอบด้วยเอเจนต์ย่อยหลายตัวที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะของ weaviate



หมายเหตุ. โดย Cardenas & Monigatti, 2024

ตัวอย่างการใช้งานมัลติเอไอเอเจนต์ เช่น ระบบโลจิสติกส์ ใช้ในการบริหารเส้นทางรถ ขนส่งคลังสินค้า ผู้ช่วยในการวิเคราะห์หุ้นแบบกระจาย การประเมินความเสี่ยงหลายมุมมองมุมมอง ผู้ช่วยเรียนรู้ส่วนบุคคลที่พูดคุยกันได้ เช่น ผู้ช่วยสอนแบบหลายบทบาท ระบบช่วยวินิจฉัยโรค การจัดการเวชภัณฑ์ หรือ การใช้เอเจนต์หลายตัวร่วมกันสร้างเนื้อหา เช่น บทความ ศิลปะ เพลง หรือ รายงานวิเคราะห์แบบร่วมมือ ในการทำงานของมัลติเอเจนต์ก็ยังพบความท้าทายในหลายประการ (Li et al., 2024) คือ

(1) การสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination) คือ อาการหลอนของข้อมูลที่ผิดพลาด ต้องใช้ RAG เพื่อตรวจสอบข้อมูลความจริง (Fact-check)

(2) ความจำ (Memory) คือ ต้องการความจำแบบ long-term เพื่อแก้ไขข้อมูล

(3) ความมีอคติและความเท่าเทียม (Bias & Fairness) คือ ต้องการแก้ความสัมพันธ์ที่ดูเหมือนจะมีนัยสำคัญหรือมีความหมาย แต่จริง ๆ แล้วเกิดขึ้นโดยบังเอิญ (Spurious correlation) และโมเดลพยายามเดาคำตอบจากบริบทที่เคยเจอ (Shortcut learning)

(4) การขยายตัว (Scaling) โดยใช้ต้นทุนในระบบที่มีตัวแทน (Agent) มากขึ้น

Ref. code: 25686724032542BWC

(5) การวางโครงสร้าง (Coordination) ของตัวแทน อย่างมีประสิทธิภาพ

(6) การประเมินคุณภาพ (Evaluation) คือ ระบบยังไม่มีมาตรฐานกลาง

2.6 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญหลายหน้าที่ด้วย CrewAI

การออกแบบภารกิจ (Tasks) ให้ดำเนินการตามความเชี่ยวชาญ ที่สามารถกำหนดคำสั่ง (Prompt) ในการค้นหาข้อมูล การกำหนดให้ทำงานตามบทบาท ตามภารกิจ โดยสามารถกำหนดเบื้องหลังได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญเคยมีความเชี่ยวชาญเรื่องที่เกี่ยวข้องในด้านใดบ้าง เพื่อให้ตอบสนองต่อการค้นหาข้อมูลเชิงลึก ทั้งจากข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลเชิงเวกเตอร์ (Vector Database) และจากการค้นหาทางเว็บไซต์นั้น ซึ่งสามารถกำหนดภารกิจเหล่านี้ได้ด้วย CrewAI

CrewAI เป็นเฟรมเวิร์กแบบโอเพนซอร์สในภาษาไพธอน (CrewAI, 2024) สำหรับจัดการการทำงานร่วมกันของเอเจนต์ในรูปแบบการเล่นบทบาท (role-playing) และรองรับการใช้งานร่วมกับโมเดลภาษา (LLM) รวมถึงโมเดลที่ทำงานในเครื่อง (local models) โดย

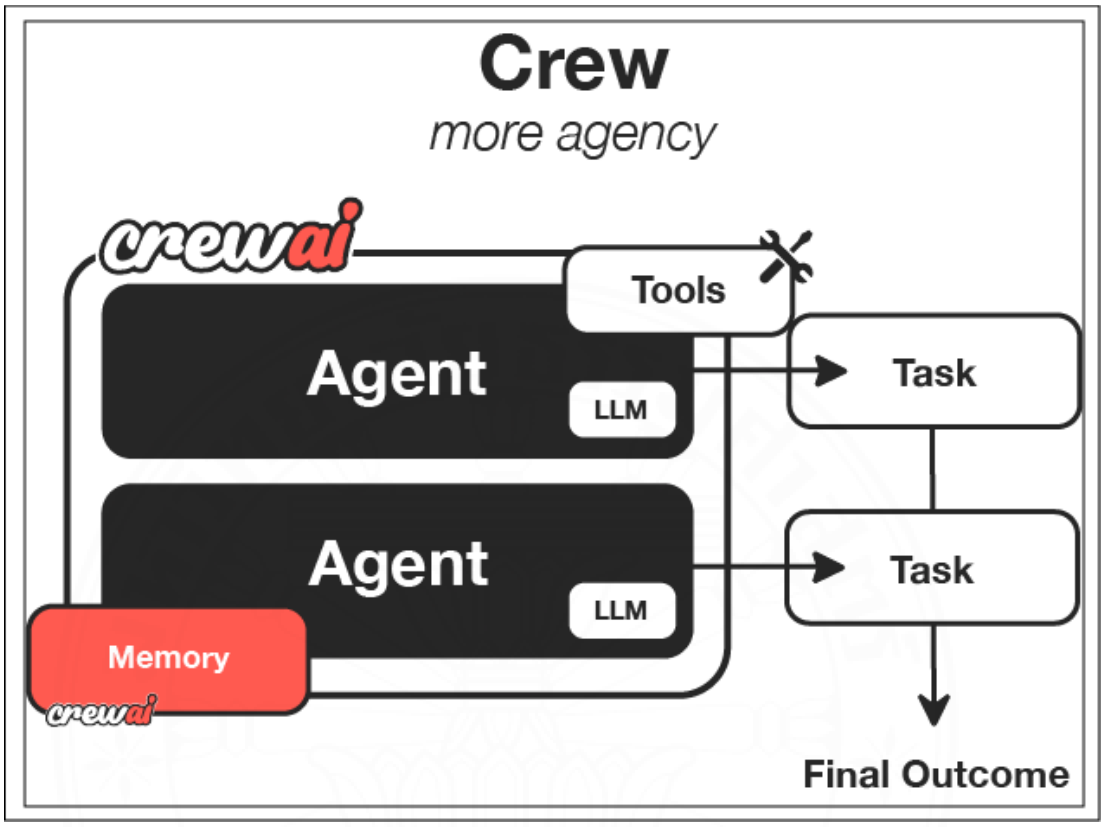
(1) CrewAI Crews ออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความเป็นอิสระและความฉลาดในการทำงานร่วมกัน ช่วยให้สามารถสร้างทีมที่แต่ละเอเจนต์มีบทบาทเฉพาะ เครื่องมือเฉพาะ และเป้าหมายเฉพาะได้

(2) CrewAI Flows รองรับการควบคุมงานในระดับละเอียดแบบขับเคลื่อนด้วยเหตุการณ์ (event-driven control) ทำให้สามารถเรียกใช้งาน LLM เพียงครั้งเดียวเพื่อจัดการภารกิจได้อย่างแม่นยำ และยังรองรับการทำงานร่วมกับ Crews ได้โดยตรง และ CrewAI คือ เครื่องมือที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ จริยธรรม และการตัดสินใจแบบมนุษย์ ผ่านการใช้เอเจนต์หลายตัวที่ทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล และเป็นระบบแรก ๆ ที่สามารถผสานระบบคิดเชิงลึก (System to Thinking) ในปัญญาประดิษฐ์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Venkadesh, Divya, & Kumar, 2024) เริ่มต้น จะขออธิบายองค์ประกอบของการทำงานในลักษณะหลายหน้าที่ (CrewAI Crew) ตามภาพที่ 2.10

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.10

องค์ประกอบของการทำงานใน CrewAI Crew



หมายเหตุ. โดย CrewAI, 2024

จากภาพที่ 2.10 ได้อธิบายถึงขั้นตอนการทำงานที่มีการทำงานของเอเจนต์ในหลากหลายหน้าที่ โดย (1) ทีม Crew ทำหน้าที่จัดระเบียบและบริหารการดำเนินงานโดยรวม (2) ตัวแทน (Agents) ทำงานในภารกิจเฉพาะทางของแต่ละตัว (3) กระบวนการ (Process) ช่วยให้การทำงานร่วมกันเป็นไปอย่างราบรื่น และ (4) ภารกิจต่าง ๆ (Task) จะถูกดำเนินการจนเสร็จเพื่อบรรลุเป้าหมาย ต่อไป ผู้วิจัยจะขออธิบายรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ คำอธิบายและคุณสมบัติเด่นของ CrewAI Crew ไว้ดังตารางที่ 2.3

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.3

องค์ประกอบของ CrewAI Crew

องค์ประกอบ (Component)	คำอธิบาย (Description)	คุณสมบัติเด่น (Key Features)
Crew	องค์กรระดับสูงสุด	- จัดการทีมเอเจนต์ - ดูแลการทำงาน - รับรองความร่วมมือ - ส่งมอบผลลัพธ์
AI Agents	สมาชิกทีมที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง	- มีบทบาทเฉพาะ (เช่น นักวิจัย นักเขียน) - ใช้เครื่องมือที่กำหนดไว้ - สามารถมอบหมายงานได้ - ตัดสินใจได้อย่างอัตโนมัติ
Process	ระบบจัดการขั้นตอนการทำงาน (Workflow Management)	- กำหนดรูปแบบการทำงานร่วมกัน - ควบคุมการมอบหมายงาน - จัดการการโต้ตอบ - รับรองการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ
Tasks	งานแต่ละชิ้น (Individual Assignments)	- มีเป้าหมายที่ชัดเจน - ใช้เครื่องมือเฉพาะทาง - เชื่อมโยงเข้าสู่กระบวนการที่ใหญ่กว่า - สร้างผลลัพธ์ที่นำไปใช้ได้จริง

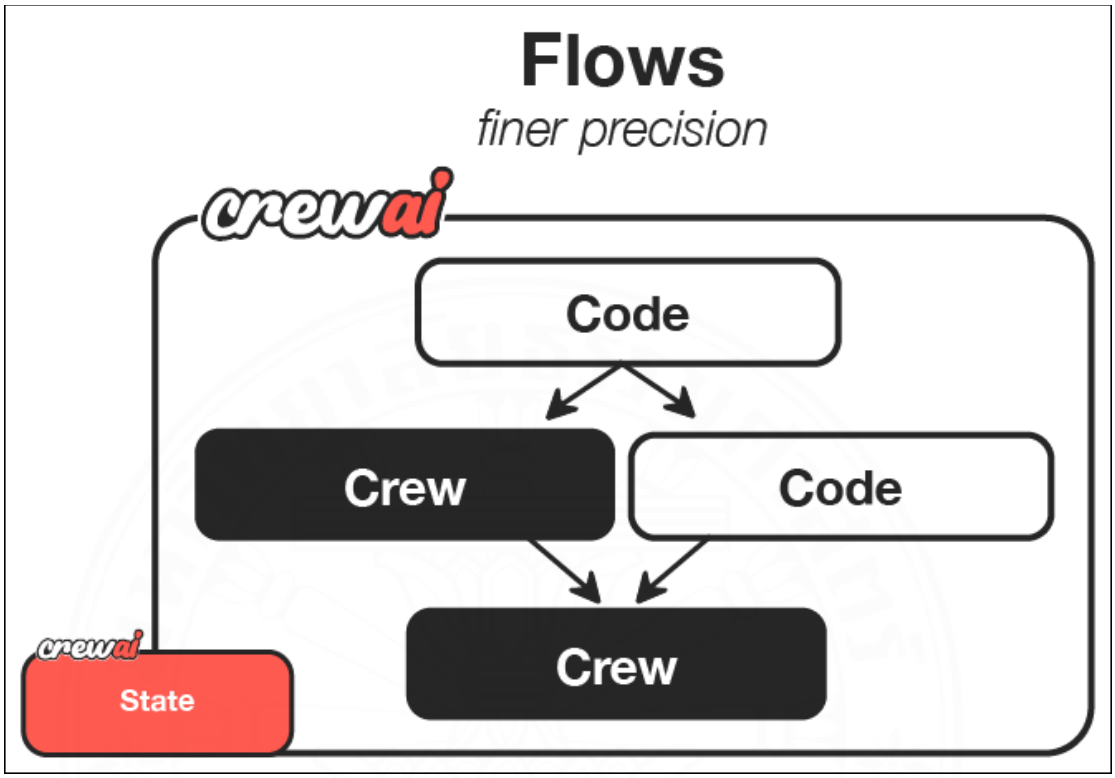
หมายเหตุ. โดย CrewAI, 2024

ความสามารถในการกำหนดตัวแทน งาน และกระบวนการได้อย่างละเอียด สามารถที่จะกำหนดให้เอเจนต์ใดทำงานก่อน หรือทำงานพร้อมกันได้ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอเจนต์กันได้ สามารถตั้งค่าและตรวจสอบขั้นตอนการทำงาน (Task Orchestration) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตรงตามเป้าหมาย ซึ่ง CrewAI จะมีกระบวนการที่ช่วยสร้างการทำงานที่มีโครงสร้างชัดเจน ควบคุมการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนได้อย่างละเอียด ช่วยให้การทำภารกิจต่าง ๆ ได้อย่างน่าเชื่อถือ ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ พร้อมรองรับการทำงานที่มีเงื่อนไขซับซ้อน (Conditional Logic) หรือการทำงานวนซ้ำ (loops) และจัดการสถานะที่เปลี่ยนแปลงได้แบบแม่นยำ

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.11

องค์ประกอบของการทำงานใน CrewAI Flow



หมายเหตุ. โดย CrewAI, 2024

จากภาพที่ 2.11 ได้อธิบายขั้นตอนการทำงานของ Flows การทำงานของเอเจนต์ชัดเจนขึ้น โดยมีลำดับการทำงานอย่างมีโครงสร้าง (Crew) มีตัวกระตุ้นการดำเนินการของเวิร์กโฟลว์ (Event) สร้างบริบทของการดำเนินงานเวิร์กโฟลว์ (State) และเพิ่มศักยภาพการทำงานอัตโนมัติของเวิร์กโฟลว์ (Crew Support) โดยรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบได้อธิบายไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

องค์ประกอบของ CrewAI Flow

องค์ประกอบ (Component)	คำอธิบาย (Description)	คุณสมบัติเด่น (Key Features)
Crew	การจัดลำดับกระบวนการทำงานอย่างมีโครงสร้าง	- จัดการเส้นทางการทำงาน - จัดการการเปลี่ยนสถานะ - ควบคุมลำดับของภารกิจ - รับประกันการทำงานที่เชื่อถือได้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.4

องค์ประกอบของ CrewAI Flow (ต่อ)

องค์ประกอบ (Component)	คำอธิบาย (Description)	คุณสมบัติเด่น (Key Features)
Events	ตัวกระตุ้นการดำเนินการของเวิร์กโฟลว์	- เริ่มกระบวนการเฉพาะ - รองรับการตอบสนองแบบไดนามิก - รองรับการแยกกิ่งตามเงื่อนไข - ปรับตัวตามสถานการณ์แบบเรียลไทม์
States	บริบทของการดำเนินงานเวิร์กโฟลว์	- เก็บข้อมูลการดำเนินงาน - รองรับการคงอยู่ของข้อมูล (Persistence) - รองรับการทำงานต่อได้ (Resumability) - รับประกันความถูกต้องของการดำเนินงาน
Crew Support	เพิ่มศักยภาพการทำงานอัตโนมัติของเวิร์กโฟลว์	- แทรกตัวแทน (Agent) เมื่อจำเป็น - เสริมเวิร์กโฟลว์ที่มีโครงสร้าง - ปรับสมดุลระหว่างระบบอัตโนมัติกับความฉลาด - รองรับการตัดสินใจแบบปรับตัวได้ (Adaptive Decision-Making)

หมายเหตุ. โดย CrewAI, 2024

ถ้าต้องการจำลองการทำงานในโรงพยาบาล (Yao & Yu, 2025) ในเบื้องต้น ให้เหมือนการทำงานของ CrewAI ก็จะประกอบด้วย (1) Patient Agent คือ คนไข้ที่มีโรคแตกต่างกัน (2) Doctor Agent คือ ผู้ประเมินอาการของคนไข้ (3) Therapist Agent คือ ผู้ดูแลคนไข้ (4) Teamwork Agent คือ ผู้ที่ตัดสินใจ วางแผน และสรุปผลการทำงานของเอเจนต์ และ (5) Research Agent คือ ผู้สร้างงานวิจัยในโรงพยาบาล โดยการทำงานก็จะแยกกันตามความถนัด (Task-focused collaboration) ความเชี่ยวชาญ (Expert-guided decision) มีการเก็บผล (Iterative refinement)

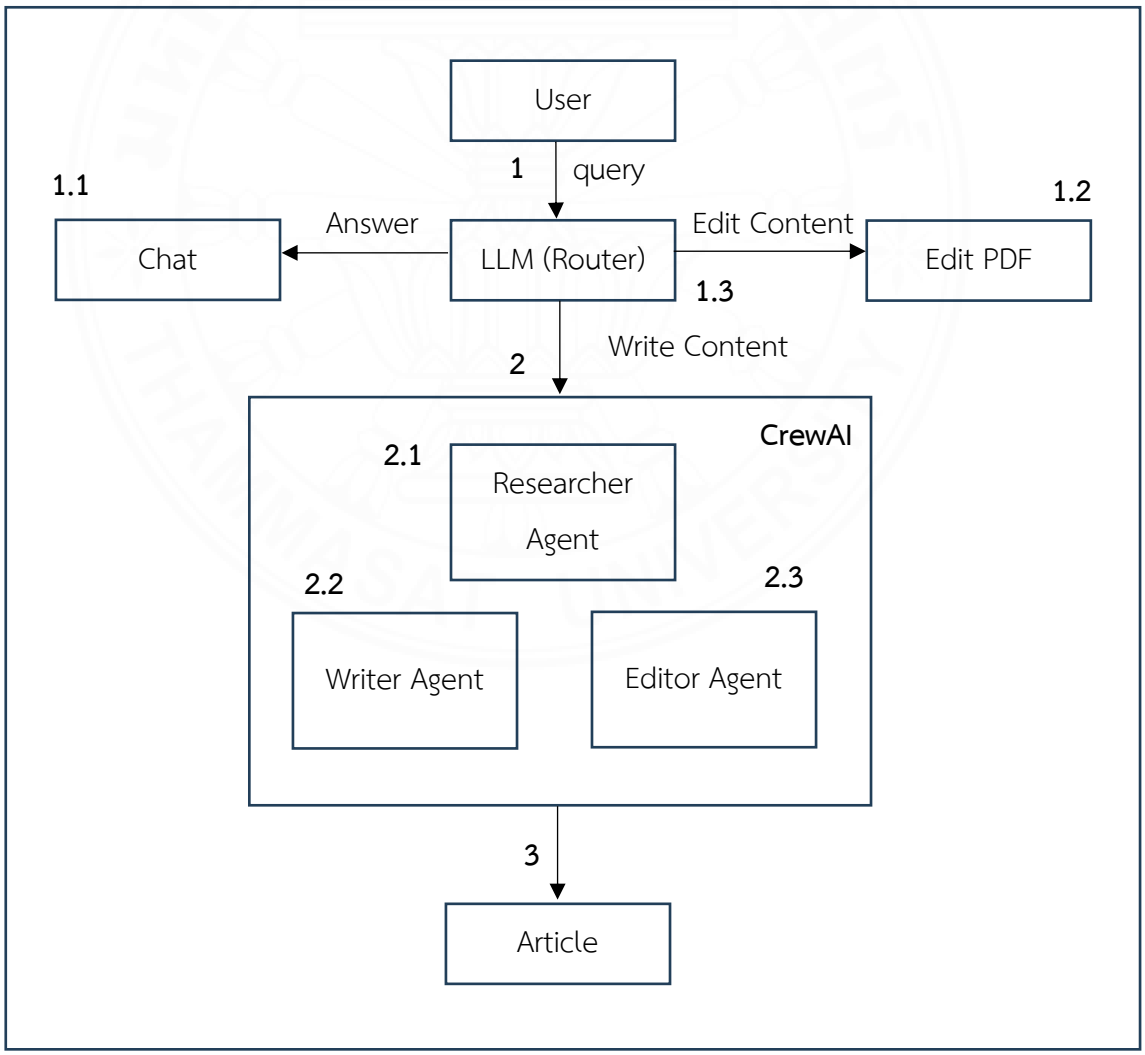
Ref. code: 25686724032542BWC

โดยตัวแทนอาจจะมีการถกเถียง (Debate-based) และการสวมบทบาท (Role-based coordination)

CrewAI มีข้อดี คือ สามารถออกแบบเอเจนต์ตามบทบาท (Role-based agent design) มอบหมายงานระหว่างเอเจนต์อย่างอัตโนมัติ (Autonomous inter-agent delegation) จัดการภารกิจที่ยืดหยุ่น (Flexible task management) การดำเนินการที่ขับเคลื่อนด้วยกระบวนการ (Process-driven execution) รองรับการทำงานร่วมกับทั้งโมเดลโอเพนซอร์สและโมเดลที่มีลิขสิทธิ์ เช่น OpenAI โดยผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างการทำงานของเวิร์กโฟลว์ตัวอย่างการเขียนบทความ ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12

การออกแบบเวิร์กโฟลว์เขียนบทความด้วย CrewAI



หมายเหตุ. โดย Duman, 2024

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 2.12 (Duman, 2024) เมื่อผู้ใช้ส่งคำถาม (User Query) ไปยัง (1) Router โดยจะอ่านคำถาม และวิเคราะห์ว่าผู้ใช้ต้องการ (1.1) เสนอหัวข้อบทความใหม่ หรือ (1.2) แก้ไขบทความเดิม หากผู้ใช้ต้องการ (1.3) เขียนบทความใหม่ คำขอจะถูกส่งต่อไปยัง (2) CrewAI เมื่อได้รับคำขอ ระบบจะส่งไปที่ (2.1) Researcher Agent จะใช้เครื่องมือเพื่อค้นหาแหล่งข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ผู้ใช้ต้องการเขียนบทความ เมื่อกระบวนการรวบรวมข้อมูลเสร็จสิ้น ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งต่อไปยัง (2.2) Writer Agent จะทำการร่างบทความ และหลังจากนั้น (2.3) Editor Agent จะทำการปรับแก้ขั้นสุดท้าย แก้ไขข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ และส่งร่างบทความ (3) กลับมาในรูปแบบไฟล์ JSON ให้กับ LangGraph โดยไฟล์ JSON จะถูกส่งต่อไปยังฟังก์ชันที่ทำหน้าที่สร้างบทความออกมาเป็นไฟล์ PDF ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ

หลังจากออกแบบเวิร์กโฟลว์เรียบร้อย ขั้นตอนต่อไป คือ การสร้างตัวแทน (Agent) เพื่อทำงานให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย โดยเริ่มต้นจากการออกแบบตัวแทน ประกอบด้วย Researcher Agent, Writer Agent และ Editor Agent โดยมี บทบาท (Role) ว่ามีหน้าที่อะไร เป็นตัวกำหนดว่าตัวแทนเหมาะสมกับการทำงานประเภทไหน ภูมิหลัง (Backstory) เป็นการให้บริบทเพิ่มเติมสำหรับบทบาทและเป้าหมายของตัวแทน ช่วยเสริมสร้างมิติของการทำงานร่วมกัน ควรเขียนให้ละเอียด มีเป้าหมาย (Goal) มีวัตถุประสงค์อย่างไร โดยทุกรายละเอียด ควรเขียนให้สั้น กระชับ เข้าใจง่าย โดยจะขอยกตัวอย่างการระบุข้อมูลตัวแทนนักวิจัย (Researcher Agent) เป็นตัวอย่าง ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5

ตัวอย่างการออกแบบบทบาท ภูมิหลัง และ เป้าหมาย ของตัวแทน

ชื่อตัวแทน	รายละเอียดตัวแทนของนักวิจัย (Researcher Agent)
นักวิจัย (Researcher Agent)	(1) ตัวแทน (Agent) - บทบาท (Role) คือ ผู้ค้นคว้าเนื้อหา (Content Researcher) - เป้าหมาย (Goal) คือ "ค้นคว้าข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำเกี่ยวกับ {หัวข้อ} - ภูมิหลัง (Backstory) คือ คุณกำลังค้นคว้าข้อมูลเพื่อเขียนบทความเกี่ยวกับหัวข้อ: {topic} คุณจะรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้ผู้อ่านได้เรียนรู้และสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลประกอบ งานของคุณจะเป็นพื้นฐานสำหรับนักเขียนเนื้อหา (Content Writer) ในการเขียนบทความเกี่ยวกับหัวข้อนี้

หมายเหตุ. โดย Duman, 2024

Ref. code: 25686724032542BWC

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบบทบาท ภูมิหลัง และ เป้าหมาย ของตัวแทนของนักวิจัยแล้ว ต่อไปคือ การกำหนดรายละเอียดภารกิจ (Task) ประกอบด้วย การระบุคำอธิบาย (Description) ที่ชัดเจนและกระชับเกี่ยวกับสิ่งต้องทำ ต่อมา คือ ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Output) ใช้คำอธิบายโดยละเอียดว่าหน้าตาของผลลัพธ์ที่สำเร็จแล้วควรเป็นอย่างไร และเครื่องมือ (Tools) เป็นการระบุเครื่องมือที่ตัวแทนสามารถใช้ทำงานได้ เช่น การใช้ Wikipedia ในการค้นหาข้อมูล สุดท้ายการระบุตัวแทน (Agent) ที่จะรับผิดชอบในการทำงานนี้ โดยรายละเอียดทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6

ตัวอย่างการออกแบบภารกิจของนักวิจัยในการเขียนบทความ

ชื่อตัวแทน	รายละเอียดภารกิจของนักวิจัย
นักวิจัย (Researcher Agent)	(2) ภารกิจ (Task) - รายละเอียด (Description) คือ 1. ให้ความสำคัญกับแนวโน้มล่าสุด ผู้เล่นหลักในวงการ และข่าวสารที่น่าสนใจเกี่ยวกับ {topic} 2. ระบุกลุ่มเป้าหมาย โดยพิจารณาจากความสนใจและปัญหาที่พวกเขาเผชิญ 3. ศึกษาและวางโครงร่างเนื้อหาอย่างละเอียด รวมถึงการเขียนบทนำ ประเด็นสำคัญ และบทสรุป 4. ใส่คีย์เวิร์ด SEO และข้อมูลหรือแหล่งอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง - ผลลัพธ์ที่คาดหวัง คือ เอกสารฉบับสมบูรณ์ที่ประกอบด้วยโครงร่างเนื้อหา การวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย คีย์เวิร์ดสำหรับ SEO และแหล่งข้อมูลอ้างอิง - เครื่องมือที่ใช้ (Tool) คือ Wikipedia และ webpage - ตัวแทนที่ทำงาน คือ นักวิจัย (Researcher Agent)

หมายเหตุ. โดย Duman, 2024

หลังจากที่มีการระบุรายละเอียดของตัวแทนและภารกิจของตัวแทนที่เป็นนักวิจัยแล้ว หลังจากนี้คือการระบุรายละเอียดทั้งหมดใน CrewAI เพื่อสร้างตัวแทนนักวิจัย (Researcher Agent) จะขอยกตัวอย่างโค้ดการเขียนตัวแทนและภารกิจดังภาพที่ 2.13 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.13

การเขียน Agent และ Task ให้กับไลบรารี CrewAI

```
researcher = Agent(
    role = "Content Researcher",
    goal = "Research accurate content on {topic}",
    backstory = "You're researching content to write
                 an essay about the topic: {topic}."
                "You collect information that helps
                 the audience learn something and make informed decisions."
                "Your work is the basis for the Content Writer to
                 write an article on this topic.",
    verbose=True
)

research = Task(
    description = (
        "1. Prioritize the latest trends, key players,
            and noteworthy news on {topic}.\n"
        "2. Identify the target audience, considering their
            interests and pain points.\n"
        "3. Research a detailed content outline including
            an introduction, key points, and a conclusion.\n"
        "4. Include SEO keywords and relevant data or sources."
    ),
    expected_output = "A comprehensive document with an outline,
                       audience analysis, SEO keywords, and resources.",
    tools = [search_wikipedia, scrap_webpage],
    agent = researcher,
)
```

หมายเหตุ. โดย Duman, 2024

Ref. code: 25686724032542BWC

หลังจากกำหนดรายละเอียดของตัวแทนกับภารกิจทั้งหมดให้กับ CrewAI เสร็จแล้ว ก็จะเริ่มทดสอบเขียนบทความ โดยจะนำตัวแทนทั้งสามตัวมาทำงานร่วมกัน สำหรับขั้นตอนนี้ จะใช้เมธอดขนาดเล็กแต่มีประสิทธิภาพจากไลบรารี CrewAI ที่ชื่อว่า Crew ในเมธอดนี้ โดยจะระบุรายชื่อตัวแทนที่ต้องทำงานตามลำดับ พร้อมกับเครื่องมือ (tools) ที่ใช้หากจำเป็นต้องดำเนินตามลำดับ โดยจะตั้งค่า process เป็น Process.sequential และจะตั้งค่า memory เป็น True เพื่อให้ตัวแทนสามารถสื่อสารกันได้ โดยใช้หน่วยความจำระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งการกำหนดค่าจะอยู่ในภาพที่ 2.14

ภาพที่ 2.14

การเขียน Kickoff เพื่อสร้างบทความด้วย CrewAI

```
def kickoff(self,*args):
    return Crew(
        agents=[researcher, writer, editor], tasks=[research, write, edit],
        process=Process.sequential,
        verbose=True,
        memory=True
    ).kickoff(*args)
```

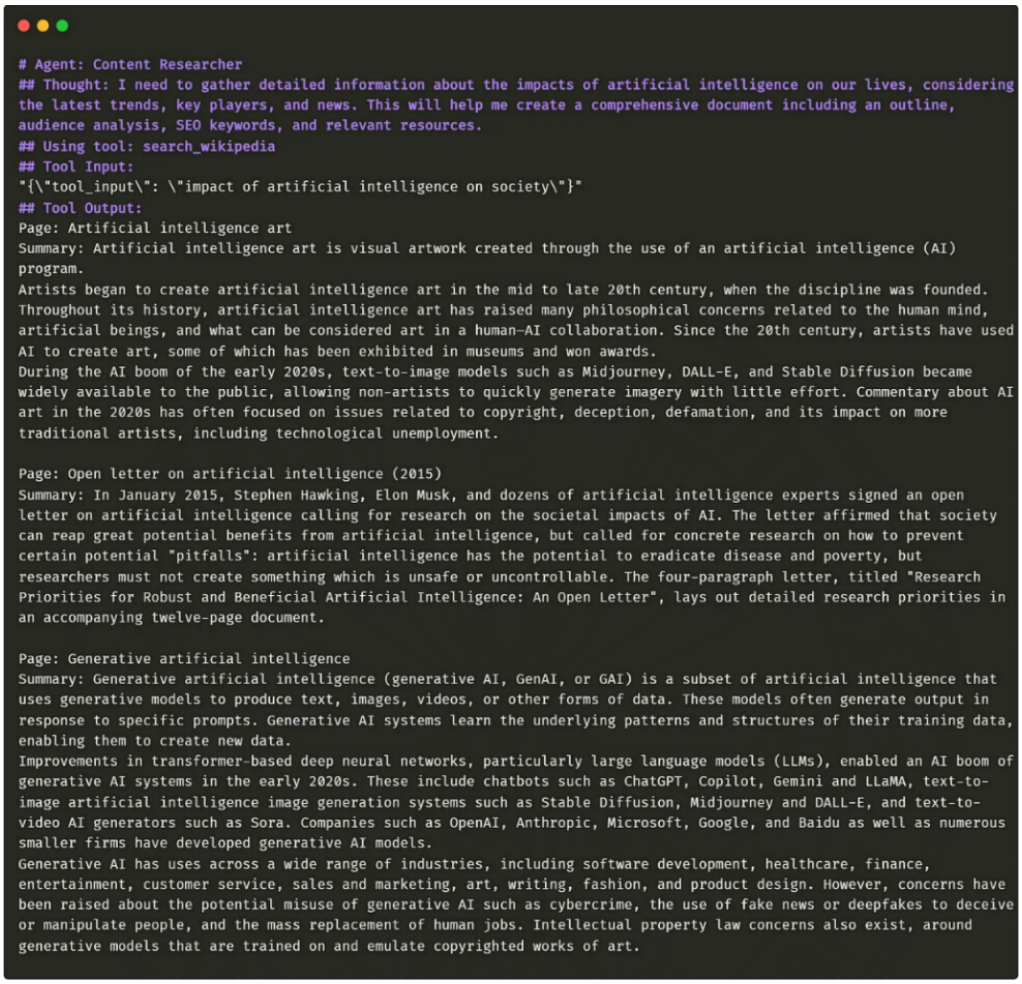
หมายเหตุ. โดย Duman, 2024

ซึ่งในกรณีของตัวแทนเขียนบทความ (Writer Agent) และตัวแทนแก้ไขบทความ (Editor Agent) ก็จะมีการออกแบบบทบาท ภูมิหลัง และ เป้าหมาย และภารกิจในทำนองเดียวกัน หลังจากทดสอบ kickoff แล้ว ก็จะแสดงบทความที่ถูกเขียนขึ้นออกมา ขอยกตัวอย่างบทความที่ได้จากตัวแทนนักวิจัย (Researcher Agent) ดังภาพที่ 2.15

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.15

ผลลัพธ์ของบทความที่ได้จากตัวแทนนักวิจัย (Researcher Agent)



```
# Agent: Content Researcher
## Thought: I need to gather detailed information about the impacts of artificial intelligence on our lives, considering
the latest trends, key players, and news. This will help me create a comprehensive document including an outline,
audience analysis, SEO keywords, and relevant resources.
## Using tool: search_wikipedia
## Tool Input:
"{\"tool_input\": \"impact of artificial intelligence on society\"}"
## Tool Output:
Page: Artificial intelligence art
Summary: Artificial intelligence art is visual artwork created through the use of an artificial intelligence (AI)
program.
Artists began to create artificial intelligence art in the mid to late 20th century, when the discipline was founded.
Throughout its history, artificial intelligence art has raised many philosophical concerns related to the human mind,
artificial beings, and what can be considered art in a human–AI collaboration. Since the 20th century, artists have used
AI to create art, some of which has been exhibited in museums and won awards.
During the AI boom of the early 2020s, text-to-image models such as Midjourney, DALL-E, and Stable Diffusion became
widely available to the public, allowing non-artists to quickly generate imagery with little effort. Commentary about AI
art in the 2020s has often focused on issues related to copyright, deception, defamation, and its impact on more
traditional artists, including technological unemployment.

Page: Open letter on artificial intelligence (2015)
Summary: In January 2015, Stephen Hawking, Elon Musk, and dozens of artificial intelligence experts signed an open
letter on artificial intelligence calling for research on the societal impacts of AI. The letter affirmed that society
can reap great potential benefits from artificial intelligence, but called for concrete research on how to prevent
certain potential "pitfalls": artificial intelligence has the potential to eradicate disease and poverty, but
researchers must not create something which is unsafe or uncontrollable. The four-paragraph letter, titled "Research
Priorities for Robust and Beneficial Artificial Intelligence: An Open Letter", lays out detailed research priorities in
an accompanying twelve-page document.

Page: Generative artificial intelligence
Summary: Generative artificial intelligence (generative AI, GenAI, or GAI) is a subset of artificial intelligence that
uses generative models to produce text, images, videos, or other forms of data. These models often generate output in
response to specific prompts. Generative AI systems learn the underlying patterns and structures of their training data,
enabling them to create new data.
Improvements in transformer-based deep neural networks, particularly large language models (LLMs), enabled an AI boom of
generative AI systems in the early 2020s. These include chatbots such as ChatGPT, Copilot, Gemini and LLaMA, text-to-
image artificial intelligence image generation systems such as Stable Diffusion, Midjourney and DALL-E, and text-to-
video AI generators such as Sora. Companies such as OpenAI, Anthropic, Microsoft, Google, and Baidu as well as numerous
smaller firms have developed generative AI models.
Generative AI has uses across a wide range of industries, including software development, healthcare, finance,
entertainment, customer service, sales and marketing, art, writing, fashion, and product design. However, concerns have
been raised about the potential misuse of generative AI such as cybercrime, the use of fake news or deepfakes to deceive
or manipulate people, and the mass replacement of human jobs. Intellectual property law concerns also exist, around
generative models that are trained on and emulate copyrighted works of art.
```

หมายเหตุ. โดย Duman, 2024

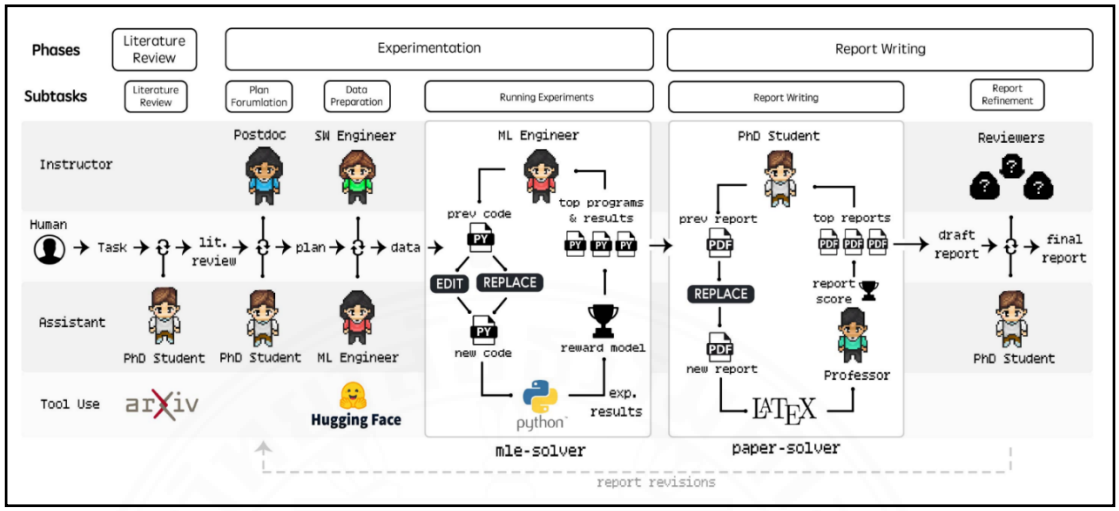
2.7 การพัฒนาทีมวิจัยเสมือนจริง (Agent Laboratory)

การพัฒนาทีมวิจัย (Schmidgall et al., 2025) โดยมีแนวคิดจากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลา ทรัพยากร และมีค่าใช้จ่ายสูง ตั้งแต่การเริ่มต้นแนวคิดจนถึงการหาผลลัพธ์ เพื่อเร่งการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ลดต้นทุนการวิจัย และยกระดับคุณภาพงานวิจัย จึงได้มีการนำเสนอแนวคิดพัฒนาทีมวิจัยเสมือนจริง (Agent Laboratory) ซึ่งเป็นกรอบงานอัตโนมัติ (Framework) ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) ซึ่งจะช่วยพัฒนางานวิจัยอย่างครบวงจร ตั้งแต่การรีวิววรรณกรรม วางแผนการทดลอง เขียนรายงาน พร้อมกับการเขียนโค้ดร่วมกับรายงานวิจัยที่มีคุณภาพ

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 2.16

โครงสร้างการทำงานของทีมวิจัยเสมือนจริง (Agent Laboratory)



หมายเหตุ. โดย Schmidgall et al., 2025

จากภาพที่ 2.16 โครงสร้างระบบ Agent Laboratory แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

(1) รีวิววรรณกรรม (Literature Review) มีการสร้าง PhD Agent ผู้เชี่ยวชาญด้านการสรุปบทความ ทำหน้าที่ เลือกบทความ สรุปบทความ อ่านบทความฉบับเต็ม และรวบรวมเป็นฐานความรู้ โดยใช้เครื่องมือ arXiv API ในการค้นหา

(2) วางแผนการทดลอง (Experimentation) มีการสร้าง PhD กับ Postdoc Agent ผู้เชี่ยวชาญด้านการวางแผนการทดลอง โดยการใช้เครื่องมือระบุโมเดล, ข้อมูล และขั้นตอน และ ML Engineer กับ Software Engineer Agents เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนและตรวจสอบโค้ด Python สำหรับเตรียมข้อมูล ทดสอบโมเดล ตรวจสอบผลลัพธ์ และแก้ไขอัตโนมัติ โดยมีการวิเคราะห์ตนเอง (self-reflection) และการให้คะแนน (Scoring) โดยใช้โมเดล LLM-based reward

(3) เขียนรายงาน (Report Writing) ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนรายงานการวิจัย โดยใช้เครื่องมือ LaTeX สร้างรายงานวิจัยในรูปแบบมาตรฐาน มีระบบแก้ไข (Editor) ตรวจสอบบทความ (reviewer) และ (Scoring) ตามเกณฑ์งานการประชุมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบประมวลผลข้อมูลประสาท (NeurIPS)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เอเจนต์ให้ข้อมูลสมุนไพรและการดูแลสุขภาพ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยตั้งแต่ปี 2023 - 2024 กรณีที่มีจุดเด่นของงานวิจัยและข้อมูลที่ใช้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลสมุนไพรและการดูแลสุขภาพไว้ในตารางที่ 2.7 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.7

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาข้อมูลในงานสมุนไพรไทยและการดูแลสุขภาพเพื่อตอบคำถาม

ชื่องานวิจัย/วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	จุดเด่นของงานวิจัย	ข้อมูลที่ใช้
1. เรื่อง Implementation of a Smarter Herbal Medication Delivery System Employing an AI-Powered Chatbot (Vera & Palaoag, 2023) - วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ พัฒนาระบบต้นแบบแชทบอทสำหรับแนะนำการใช้พืชสมุนไพรในการรักษาอาการเจ็บป่วย ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลสมุนไพรได้ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่ขาดแคลนระบบสาธารณสุข สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของ UN (SDG 3: Good Health and Well-Being) โดยวัดผลจาก Chatbot Usability Questionnaire (CUQ) ได้ผลการประเมิน 4.76/5	ใช้ Google Dialogflow (GDF) ผสานกับ NLU และ Machine Learning เพื่อเข้าใจคำถามจากผู้ใช้ รองรับการถาม-ตอบผ่านข้อความ/เสียง, แสดงภาพ, คำอธิบาย, วิธีเตรียมยา	ฐานข้อมูลพืชสมุนไพรในจังหวัด Catanduanes (ฟิลิปปินส์) รวม 26 ชนิด เช่น Bakong, Ulasimang Bato
2. เรื่อง TCMChat: A Generative Large Language Model for Traditional Chinese Medicine (Dai et al., 2024) - วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ พัฒนาโมเดล TCMChat ซึ่งเป็น LLM ที่ฝึกเฉพาะด้านแพทย์แผนจีน (Traditional Chinese Medicine - TCM) เพื่อรองรับการใช้งาน เช่น	พัฒนาข้อมูลจากโมเดล Baichuan2-7B-Chat โดยใช้เทคนิค Pre-training กับ Supervised Fine-Tuning (SFT) ใช้ Transformer Decoder ร่วมกับ RMSNorm, SwiGLU และ Rotary Positional Encoding และใช้	ใช้ข้อมูลจาก TCM Knowledgebase (ETCM), Medical textbook, National Standard, Entity Extraction (TCM-NER), Medical Case Diagnosis (TCM-SD, ETCM), Herb/Formula Recommendation (ETCM,

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.7

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาข้อมูลในงานสมุนไพรไทยและการดูแลสุขภาพเพื่อตอบคำถาม (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	จุดเด่นของงานวิจัย	ข้อมูลที่ใช้
การตอบคำถาม (QA) ได้ประสิทธิภาพ 76.8% การสรุปเนื้อหา ได้ BLEU: 0.584 / ROUGE-L: 0.766 มีค่า F1 เท่ากับ 0.91 (ใกล้ GPT-3.5) การวินิจฉัยโรคจากกรณีศึกษาได้ประสิทธิภาพ 84.7% การแนะนำสูตรยาสมุนไพรได้ MRR: 0.536 และการคาดการณ์คุณสมบัติ ADMET ของสารประกอบ ได้ประสิทธิภาพ 81.8%, ROC-AUC: 0.83	DeepSpeed กับ ZeRO Optimizer สำหรับการฝึกโมเดล	ShenNong-TCM), ADMET Prediction (Herb2.0, PharmaBench)
3. เรื่อง Integrating Retrieval-Augmented Generation with Large Language Model Mistral 7b for Indonesian Medical Herb (Firdaus, Sumardi, & Kulsum, 2024) - วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ พัฒนาโมเดลสำหรับ ถาม–ตอบ (Question Answering) ด้านสมุนไพรอินโดนีเซีย โดยใช้เทคนิค RAG ผสานกับ LLM Mistral 7b โดย Mistral 7b	ใช้ Mistral 7b ซึ่งมี 7 พันล้านพารามิเตอร์เปรียบเทียบกับ LLaMa2 7b และ Orca2 7b นำความรู้มามาสกัดความรู้ใส่ในฐานข้อมูลเชิงเวกเตอร์ (Vector Database) ใช้ LangChain ร่วมกับ Sentence Transformers ร่วมกับ FAISS	ใช้ข้อมูลจากวารสารสมุนไพรอินโดนีเซีย จำนวน 9 วารสาร

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 2.7

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาข้อมูลในงานสมุนไพรไทยและการดูแลสุขภาพเพื่อตอบคำถาม (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	จุดเด่นของงานวิจัย	ข้อมูลที่ใช้
มีคะแนน METEOR (semantic similarity) และ ROUGE (recall) สูงกว่าโมเดลอื่น		
4. เรื่อง A Multi-Agent Based Simulation Model of Consumer Behaviour in the Health and Wellness Food Market (Wawrzyniak, 2023) - วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ สร้างแบบจำลองพฤติกรรมผู้บริโภคในตลาดอาหารสุขภาพ (Health and Wellness Food) โดยใช้วิธีจำลองด้วยระบบหลายเอเจนต์ (Multi-Agent Based Simulation - MABS) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เพื่อวางกลยุทธ์การตลาด หรือพัฒนานโยบายด้านอาหารสุขภาพในระดับมหภาค และการออกแบบผลิตภัณฑ์สุขภาพแบบรายบุคคลได้	สำรวจข้อมูลจากผู้บริโภคจริง จำนวน 325 คน (แบบสอบถามออนไลน์) โดยสร้างฐานข้อมูลกฎพฤติกรรมของเอเจนต์จากผลสำรวจและใช้ Hierarchical Cluster Analysis (HCA) เพื่อจัดกลุ่มรูปแบบการกิน ออกแบบแบบจำลองจำลองด้วย state diagram (เช่น การเปลี่ยน eating style) และทำการทดลองแบบจำลอง (เชิงสถานการณ์ optimistic vs pessimistic)	พัฒนาฐานข้อมูลกฎพฤติกรรมของเอเจนต์จากผลสำรวจ

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การกำหนดวิธีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อพัฒนาระบบเอเจนต์ที่ช่วยในการเขียนบทความเกี่ยวกับสมุนไพรไทยให้สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในบริบทสุขภาพยุคใหม่นั้น ผู้วิจัยได้รวบรวมกระบวนการที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย
3.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิจัย
    3.2.1 การรวบรวมข้อมูลสมุนไพรจากระบบฐานข้อมูล
    3.2.2 วิธีจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Database)
3.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการทำวิจัย
    3.3.1 การประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อการสกัดข้อมูลเว็บไซต์
    3.3.2 การใช้เทคโนโลยีการเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์
    3.3.3 การพัฒนาเอเจนต์เพื่อเขียนบทความด้วย CrewAI
3.4 การออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องมือในงานวิจัย
    3.4.1 การกำหนดตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทน 7 ด้าน
    3.4.2 การออกแบบการทำงานของตัวแทน (Agent)
    3.4.3 การออกแบบลำดับการทำงานของเครื่องมือช่วยสร้างบทความ
3.5 การทดสอบเครื่องมือ
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ
    3.6.1 การประเมินผลบทความ
3.7 แผนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

ในกระบวนการทำวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยออกมาทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย (1) การระบุขอบเขตของบทความที่จะใช้ในงานวิจัยจากระบบฐานข้อมูลและจากเว็บไซต์ที่สามารถสืบค้นได้ (2) ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยในระดับชาติและนานาชาติ (3) พัฒนาแนวความคิดของงานวิจัย เพื่อกำหนดวิธีการซึ่งได้มาสู่กระบวนการและเครื่องมือที่จะมาใช้ในงานวิจัย (4) พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทความจากการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (5) การทดสอบเครื่องมือ เป็นการออกแบบกระบวนการสร้างชุดข้อมูล

Ref. code: 25686724032542BWC

เพื่อทดสอบกระบวนการทำงานของเครื่องมือ (6) การวิเคราะห์ผลการทดสอบ เพื่อนำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ผ่านตัวชี้วัดทั้ง 7 ด้าน และ (7) สรุปผลและเสนอแนะ เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาปรับปรุงงานวิจัยในลำดับต่อไป โดยกระบวนการทั้งหมด กำหนดไว้ที่ตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1

สรุปขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1. ระบุขอบเขตของบทความที่จะใช้ในงานวิจัย	- สำรวจแหล่งข้อมูลที่ต้องการใช้ข้อมูลสมุนไพรจากบทความและเว็บไซต์ที่สามารถสืบค้นได้	- ได้ข้อมูลสมุนไพรจากระบบฐานข้อมูล และข้อมูลสมุนไพรจากเว็บไซต์
2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	- ทบทวนแนวคิด เทคนิค และเครื่องมือในการสร้างมัลติเอเจนต์เพื่อสร้างบทความจากงานวิจัย	- ได้แนวคิดของงานวิจัย วิธีการดำเนินงานและการต่อยอดกระบวนการ
3. พัฒนาแนวคิดของงานวิจัย	การสร้างกระบวนการรวบรวมข้อมูลสมุนไพร วัฒนธรรมการใช้สมุนไพร แนวทางการใช้สมุนไพรในยุคปัจจุบัน สรรพคุณสมุนไพร และรูปแบบการแปรรูปสมุนไพรเพื่อเป็นความรู้ให้กับเอเจนต์เขียนบทความสมุนไพร เขียนแผนการผลิต แผนการแปรรูปสมุนไพร	- ได้ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบพร้อมใช้งานกับเอเจนต์
4. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทความ	กระบวนการสร้างมัลติเอเจนต์เพื่อใช้งานสำหรับตอบคำถาม	- ได้เอเจนต์ที่พร้อมทดสอบใช้งานในการสร้างบทความ
5. การทดสอบเครื่องมือ	- การสร้างชุดข้อมูลสมุนไพรเพื่อทดสอบเครื่องมือ - การออกแบบและสร้างแบบประเมินและตัวชี้วัดคุณภาพของเครื่องมือ	- ได้ชุดข้อมูลสมุนไพรที่ใช้กับการทดสอบเครื่องมือ

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.1

สรุปขั้นตอนการวิจัย (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	กระบวนการ	ผลลัพธ์
	- การทดสอบสังเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลโดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่	- ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือผ่านตัวชี้วัดทั้ง 7 ด้าน
6. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	- การนำผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือมาทำการวิเคราะห์	- ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือ
7. สรุปผลและเสนอแนะ	เสนอแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	- ได้แผนการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือ

3.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิจัย

3.2.1 การรวบรวมข้อมูลสมุนไพรจากระบบฐานข้อมูล

(1) ข้อมูลทั่วไปของสมุนไพรไทย จากระบบฐานข้อมูลสมุนไพรจากโครงการพัฒนาฐานข้อมูลสมุนไพรเพื่อการใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์สมุนไพรสำหรับใช้ภายนอก จำนวน 50 ชนิด ระบบฐานข้อมูลเครื่องยาไทย จำนวน 200 ชนิดของ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระบบฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคลังความรู้ กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีข้อมูลสมุนไพร 3,613 ชนิด โดย 1 สมุนไพร 1 ชนิด โดยใน 1 หน้าเว็บไซต์ จะมีการอธิบายโครงสร้างข้อมูลประกอบดังนี้

- ข้อมูลพื้นฐานสมุนไพรจำนวน ประกอบด้วย ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อสมุนไพร ชื่อวงศ์ ชื่อภาษาอังกฤษ ชื่อพ้อง ชื่อท้องถิ่น ชื่อสากลของส่วนผสมเครื่องสำอาง (INCI) ส่วนของพืชที่ใช้ การกระจายตัวทางภูมิศาสตร์/แหล่งที่มา ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ การเพาะปลูก สรรพคุณและการใช้สมุนไพรพื้นฐานตามภูมิปัญญาไทยด้านเครื่องสำอาง สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบ และสารออกฤทธิ์หรือ สารสำคัญ

- ข้อมูลการศึกษาและการทดลอง ประกอบด้วย แนวทางการควบคุมคุณภาพ (วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ) การศึกษาทางคลินิก การศึกษาทางเภสัชวิทยา การศึกษาทางพิษวิทยาและความปลอดภัย และข้อมูลทรัพย์สินทางปัญญา การออกแบบและนวัตกรรมที่ได้จดทะเบียนไว้

Ref. code: 25686724032542BWC

(2) ข้อมูลผลิตผลทางด้านสมุนไพร ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจากบทความเครื่องยาไทย จำนวน 27 บทความของ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

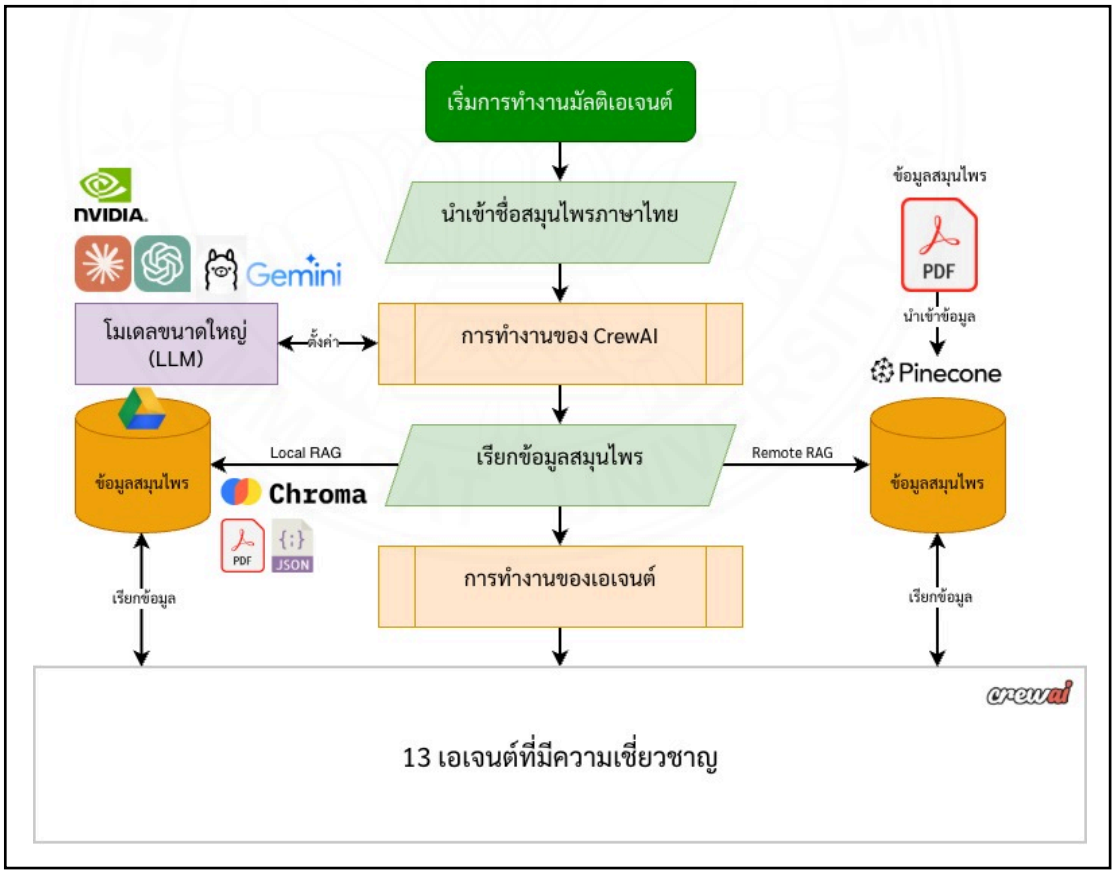
(3) ข้อมูลงานวิจัยด้านสมุนไพรทั่วโลก จะใช้ข้อมูลจาก PubMed ซึ่งจะมีข้อมูลแหล่งอ้างอิง บทคัดย่อ และบทความตัวเต็มทางวิทยาศาสตร์และชีวเวชศาสตร์

3.2.2 วิธีจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Database)

หลังจากที่มีการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลต่างๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูล ในการทำระบบค้นหาข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการสร้างบทความ ในกรณีที่เป็นเรื่องเฉพาะและมีข้อมูลจำนวนมาก เช่น การค้นหาประวัติความเป็นมาของสมุนไพรจากหนังสือเพื่อให้ตัวแทนสามารถนำไปช่วยในการวิเคราะห์เพื่อสร้างบทความ โดยผู้วิจัยได้มีการออกแบบไว้ดังภาพที่ 3.1 ดังนี้

ภาพที่ 3.1

การจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการค้นหาและสร้างบทความร่วมกับ CrewAI



Ref. code: 25686724032542BWC

3.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการทำวิจัย

3.3.1 การประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อการสกัดข้อมูลเว็บไซต์

เป็นแนวทางในการสกัดข้อมูลเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์หรือแหล่งข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต โดยผสานการใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ เข้ากับกระบวนการเว็บสแครปปิ้ง (Web Scraping) เพื่อให้สามารถ เข้าใจบริบทของข้อมูลที่ดึงมาได้อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

3.3.2 การใช้เทคโนโลยีการเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์

เป็นกระบวนการในการแปลงข้อมูลที่เป็นข้อความ รูปภาพ หรือข้อมูลเชิงความหมายอื่น ๆ ให้อยู่ในรูปของ เวกเตอร์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Vectors) เพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบ ค้นหา หรือใช้ในกระบวนการเรียนรู้ของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้ว ระบบจะใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์ เช่น Sentence Transformers, OpenAI Embeddings หรือ HuggingFace Models ในการแปลงข้อมูลที่เป็นข้อความหรือเอกสารให้เป็นเวกเตอร์ในมิติสูง (เช่น 768 หรือ 1536 มิติ)

3.3.3 การพัฒนาเอเจนต์เพื่อเขียนบทความด้วย CrewAI

การพัฒนาเอเจนต์ที่สามารถทำหน้าที่ได้มากกว่า 1 อย่าง ด้วย CrewAI เป็นเฟรมเวิร์กโอเพนซอร์สที่ออกแบบมาเพื่อสร้างระบบเอเจนต์หลายตัวที่มีปัญญาประดิษฐ์ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ (Multi-Agent Collaboration) โดยแต่ละเอเจนต์สามารถมีบทบาท หน้าที่ และความเชี่ยวชาญเฉพาะทางที่แตกต่างกันได้ เช่น การค้นคว้า วิเคราะห์ แปลภาษา สรุปผล หรือแนะนำข้อมูล ด้วยโมเดลภาษาขนาดใหญ่ คือ แบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกฝึกด้วยข้อมูลขนาดใหญ่จากแหล่งต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ หนังสือ งานวิจัย และเอกสารอื่น ๆ เพื่อให้สามารถเข้าใจภาษา วิเคราะห์และสร้างข้อความใหม่ในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับมนุษย์ได้อย่างแม่นยำ

3.4 การออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องมือในงานวิจัย

3.4.1 การกำหนดตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทน 7 ด้าน

การออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มต้นจากนำตัวชี้วัดความสามารถของเอเจนต์ทั้ง 7 ด้านซึ่งมีที่มาจากงานวิจัยด้าน Agentic AI เป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างมัลติเอเจนต์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ช่วยทำหน้าที่ในการสกัดข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการนำเสนอข้อมูลที่ครอบคลุมเนื้อหาของการแปรรูปสมุนไพร โดยผู้วิจัยจะขอนำเสนอข้อมูลตัวชี้วัดทั้ง 7 ด้าน พร้อมกับการกำหนดหน้าที่ของตัวแทนเอเจนต์ให้สอดคล้องกัน ตามตารางที่ 3.2 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.2

ตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทนในแต่ละด้าน

ตัวชี้วัด	ความหมาย	เป้าหมาย	คำอธิบาย
Cultural Authenticity	บทความสอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย ความชัดเจน เข้าถึงง่าย	≥ 85%	เนื่องจากความถูกต้องทางวัฒนธรรมมีความละเอียดอ่อน การสื่อสารคลาดเคลื่อนอาจทำให้บทความขาดความน่าเชื่อถือในมุมมองของคนไทย จึงตั้งเป้าหมายไว้ค่อนข้างสูง
Scientific Validity	มีหลักฐานวิทยาศาสตร์รองรับ	≥ 90%	เป็นแกนหลักที่รับรองความน่าเชื่อถือของบทความ หากเนื้อหาไม่มีงานวิจัยรองรับ อาจทำให้เกิด ความคาดเคลื่อนของข้อมูล จึงต้องเน้นความแม่นยำสูง
Safety & Compliance	ปลอดภัยตาม อย./กฎหมาย	≥ 95%	เรื่องความปลอดภัยคือจุดวิกฤต หากให้ข้อมูลผิดพลาดอาจมีผลเสียต่อผู้ใช้จริง การอ้างอิง อย./กฎหมาย/ข้อควรระวัง จึงต้องแม่นยำมากที่สุด
Modern Wellness Fit	เหมาะกับไลฟ์สไตล์ยุคใหม่	≥ 80%	เป็นเกณฑ์ที่เกี่ยวกับความทันสมัยและบริบทผู้ใช้ ซึ่งอาจมีความยืดหยุ่นบ้างได้ตามแนวโน้มสุขภาพ. และพฤติกรรมผู้บริโภค
Explanation Clarity	เหตุผลที่ให้ชัดเจนโปร่งใส	≥ 85%	บทความต้องอธิบายเหตุผลที่เลือกได้ชัดเจน หากอธิบายไม่ดี ผู้ใช้จะไม่เชื่อถือแม้ข้อมูลจะถูกต้องก็ตาม
Multi-Agent Collaboration	เอเจนต์ให้ผลลัพธ์ไม่ขัดแย้ง	≥ 90%	เพราะระบบ CrewAI ต้องเน้นการสื่อสารระหว่างเอเจนต์หากข้อมูลขัดแย้งกันบ่อย จะทำให้ผลลัพธ์ไม่สอดคล้อง ลดความเชื่อมั่นของผู้ใช้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.2

ตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทนในแต่ละด้าน (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ความหมาย	เป้าหมาย	คำอธิบาย
Feasibility & Access	ผู้ใช้งานทั่วไปเข้าใจและเข้าถึงได้	≥ 80%	ความสามารถในการนำไปใช้จริงต้องอยู่ในระดับที่คนทั่วไปใช้ได้ ไม่จำเป็นต้องถึงระดับผู้เชี่ยวชาญ แต่ต้องไม่ต่ำเกินไปจนเกิดความเข้าใจผิด

3.4.2 การออกแบบการทำงานของตัวแทน (Agent)

การกำหนดลำดับการทำงานของตัวแทนหลายตัว (Multi-Agent) ให้สามารถทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลและช่วยกันเขียนบทความจำนวน 1 บทความนั้น เพื่อให้ครอบคลุมในทุกประเด็นผู้วิจัยได้นำตารางที่ 3.2 มาตีความและกำหนดตัวแทน โดยตัวแทนต้องช่วยกันนำเสนอบทความเกี่ยวกับการแปรรูปสมุนไพร โดยเริ่มต้นจากการศึกษากระแส (Trends) ของโรคที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน ยกตัวอย่าง เช่น *“การเกิดสภาวะวิตกกังวลของคนในยุคปัจจุบัน หรือสภาวะโรคอ้วนที่เกิดมากในคนไทย ควรจะผลิตและแปรรูปสมุนไพรชนิดใดที่จะมาช่วยตอบสนองต่อสภาวะที่เกิดขึ้นนี้”* โดยบทความที่ได้จากเครื่องมือในงานวิจัยฉบับนี้ จะนำเสนอกระบวนการการนำข้อมูลที่สืบค้นได้จากบทความและทางเว็บไซต์มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อค้นหาการดูแลสุขภาพยุคใหม่ (Trend Analysis) โดยข้อมูลต่างๆ ต้องมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ และผลิตภัณฑ์ด้านสมุนไพรที่ถูกแปรรูปขึ้นมาใหม่ จะต้องมีความปลอดภัย หรือมีมาตรฐาน อย. รองรับ โดยข้อมูลในบทความจะต้องแสดงถึงความเข้าใจในวัฒนธรรมไทย เช่น รูปแบบการใช้งาน หรือรูปแบบการบริโภค โดยบทความจะต้องแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย ให้เหตุผลที่ชัดเจน ตรงไปตรงมา โดยตัวแทน (Agent) จะต้องทำงานสอดคล้องกันตามลำดับเพื่อนำเสนอข้อมูลเหล่านี้ออกมาอย่างเข้าใจ สามารถเข้าถึงวัตถุดิบได้ โดยผู้ที่สนใจบทความฉบับนี้ เมื่อได้นำบทความไปศึกษา จะสามารถทำความเข้าใจและนำไปผลิตได้

จากแนวคิดทั้งหมดที่ได้กล่าวไป ผู้วิจัยจึงออกแบบ และกำหนดลำดับการทำงานของตัวแทน (Agent) ให้ทำงานสอดคล้องกับการประเมินผลการทำงานตามตัวชี้วัดทั้ง 7 ด้าน โดยสามารถกำหนดชื่อตัวแทน หน้าที่ของตัวแทน ลำดับการทำงาน ตามตารางที่ 3.3 ได้ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.3

การกำหนดตัวแทนจากตัวชี้วัดความสามารถของตัวแทนในแต่ละด้าน

ชื่อตัวแทน	ตัวชี้วัด	หน้าที่ของตัวแทน
1. Trend Analyst	Modern Wellness Fit	ค้นหาการดูแลสุขภาพยุคใหม่
2. Herbal Laboratory, Research	Scientific Validity	สนับสนุนข้อมูลสมุนไพรที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ
3. Compliance Checker, Safety Inspector, Clinical Toxicologist	Safety & Compliance	สนับสนุนข้อมูลผลิตภัณฑ์ด้านสมุนไพรที่ถูกแปรรูปขึ้นมาใหม่ โดยจะต้องค้นหาข้อมูลสมุนไพรที่มีความปลอดภัย หรือมีมาตรฐาน อย. รองรับ
4. Cultural Editor	Cultural Authenticity	สนับสนุนข้อมูลสมุนไพรที่มีรูปแบบการใช้งานหรือการแปรรูปที่เข้าใจวิถีชีวิตคนไทย ตามตามวัฒนธรรมไทย
5. Internal Knowledge, Planner, Writer, QA Auditor, Content Strategist, Formatter	Explanation Clarity	สนับสนุนการเขียนบทความที่เข้าใจง่าย ให้เหตุผลที่ชัดเจน ตรงไปตรงมา นำเสนอข้อมูลเหล่านี้ออกมาได้อย่างเข้าใจ สามารถเข้าถึงวัตถุดิบได้ เมื่อได้นำบทความไปศึกษา จะสามารถทำความเข้าใจในวัตถุดิบ นำไปผลิตได้
	Multi-Agent Collaboration	
	Feasibility & Access	

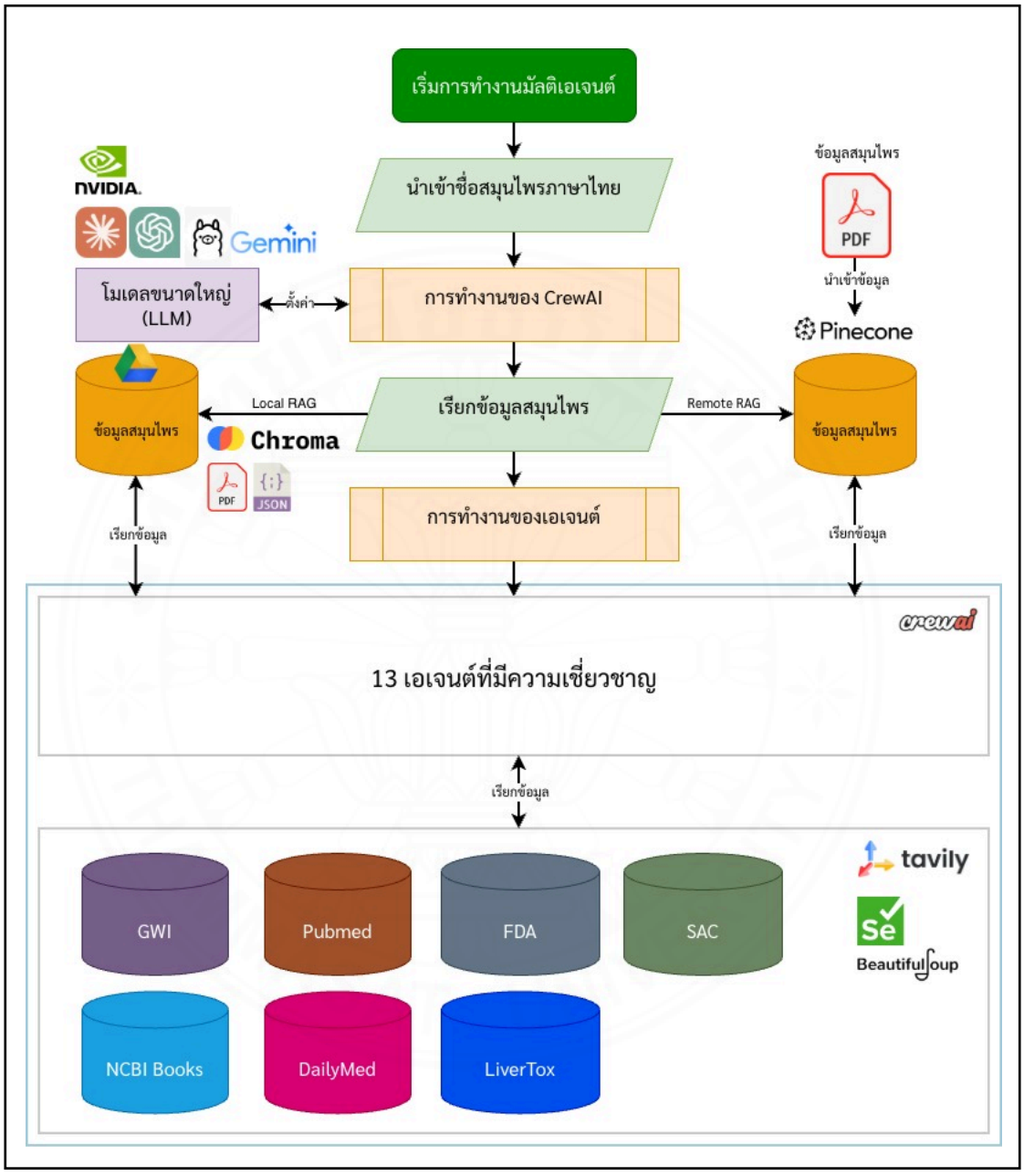
3.4.3 การออกแบบลำดับการทำงานของเครื่องมือช่วยสร้างบทความ

การทำงานของเครื่องมือ เริ่มจากผู้ใช้นำเข้าข้อมูลสมุนไพร ซึ่งจะส่งไปยัง CrewAI โดยจะอ่านชื่อสมุนไพร จากนั้น เมื่อได้รับคำขอ ระบบจะส่งไปที่ตัวแทน จะใช้เครื่องมือเพื่อค้นหาจากฐานข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพ เมื่อกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จสิ้น ต่อไปเครื่องมือจะทำการค้นหาข้อมูลสมุนไพรที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ และหลังจากนั้น เอเจนต์จะทำการค้นหาข้อมูลสมุนไพรที่เกี่ยวข้องในเรื่องความปลอดภัย หรือมีมาตรฐาน อย. รองรับมาใช้ต่อไป เอเจนต์จะค้นหารูปแบบการใช้งาน หรือการแปรรูปที่เข้าใจวิถีชีวิตคนไทย ตามตามวัฒนธรรมไทยเพื่อเขียนบทความสมุนไพรออกมา โดยกระบวนการทั้งหมด ตามภาพที่ 3.2

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 3.2

การออกแบบลำดับการทำงานของตัวแทนหลายหน้าที่ด้วยเครื่องมือ CrewAI



การกำหนดรายละเอียดของตัวแทน (Agent) ที่จะมาทำงานโดยจะต้องมีความรับผิดชอบ (Responsibilities) ต่อบทบาท (Role) ภารกิจ (Task) ผสมกับการใช้เครื่องมือ (Tool) ในการค้นหาข้อมูลเพื่อมาสร้างบทความให้สัมพันธ์กับตัวชี้วัดทั้ง 7 ด้าน ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ในตารางที่ 3.4 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.4

การกำหนดบทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบ และเครื่องมือที่จะใช้ในแต่ละตัวแทนทั้ง 13 เอเจนต์

ตัวแทน (Agent)	ภูมิหลัง (Back Story)	ภารกิจ (Task)	เครื่องมือ (Tools)
Trend Analyst (GWI Herb Specialist)	ผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์เทรนด์โลก เชื่อมโยงข้อมูลสมุนไพรกับกระแสสุขภาพสากล (Global Wellness)	ค้นหาและสรุปบทความ 3-5 เรื่องเกี่ยวกับบริบทสุขภาพของสมุนไพร เพื่อจับกระแสความนิยมในตลาดโลก	search_web, browse_website ข้อมูล: Global Wellness Institute (GWI)
Herbal Laboratory (Lab Analyst)	นักวิเคราะห์แลปที่เชี่ยวชาญการอ่านผลทดสอบสมุนไพร (HPLC, GC-MS) จากเอกสารงานวิจัยภายใน	ดึงข้อมูลผลการทดลอง การสกัดสาร และองค์ประกอบทางเคมีจากฐานข้อมูลความรู้ภายใน (Pinecone)	search_pinecone ข้อมูล: ใช้ฐานข้อมูลบทความทางวิชาการ
Research Agent (Scientific Researcher)	เภสัชกร/นักวิจัย เชี่ยวชาญการทำ Systematic Reviews และสรุปงานวิจัยทางการแพทย์ที่ซับซ้อน	ค้นหาและคัดเลือกงานวิจัย 3 เรื่อง ดึงข้อมูลบทคัดย่อ สารสำคัญ และกลไกการออกฤทธิ์	pubmed_search, pubmed_fetch, pubmed_parse ข้อมูล: PubMed (NCBI)
Compliance Checker (Thai FDA Analyst)	ผู้เชี่ยวชาญกฎหมาย อย. ไทย มีความแม่นยำในการค้นหาเลขทะเบียนตำรับอาหารและยา	ตรวจสอบสถานะทางกฎหมาย ค้นหาเลขสารบบอาหาร/ยา และสถานะการอนุญาตของสมุนไพรในไทย	browse_website_tool ข้อมูล: Thai FDA (fda.moph.go.th)
Safety Inspector (DailyMed Analyst)	ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎระเบียบ US FDA เน้นการแกะรอยฉลากยาและข้อมูลความปลอดภัยผลิตภัณฑ์	ค้นหาฉลาก "Drug Facts" เพื่อดึงข้อมูลส่วนประกอบสำคัญ ข้อบ่งใช้ คำเตือน และวิธีใช้จากฐานข้อมูลสหรัฐฯ	search_web, browse_website_tool ข้อมูล: DailyMed (dailymed.nlm.nih.gov)

ตารางที่ 3.4

การกำหนดบทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบ และเครื่องมือที่จะใช้ในแต่ละตัวแทนทั้ง 13 เอเจนต์ (ต่อ)

ตัวแทน (Agent)	ภูมิหลัง (Back Story)	ภารกิจ (Task)	เครื่องมือ (Tools)
Clinical Toxicologist (Toxicologist)	นักพิษวิทยาคลินิก เชี่ยวชาญการสืบค้นข้อมูลความเป็นพิษต่อตับและรายงานผู้ป่วย (Case Reports)	สืบค้นข้อมูลความเป็นพิษ ความปลอดภัย และผลข้างเคียงทางคลินิก โดยเน้นข้อมูลที่เชื่อถือได้ระดับสากล	search_web, browse_website_tool ข้อมูล: NCBI Books / LiverTox
Cultural Editor (Thai Wisdom Expert)	ผู้เชี่ยวชาญภูมิปัญญาไทย ตรวจสอบความถูกต้องทางประวัติศาสตร์จากฐานข้อมูลมานุษยวิทยา	ค้นหาข้อมูลวัฒนธรรมท้องถิ่น สกัดข้อมูลดิบภาษาไทย และสังเคราะห์เป็นรายงานบริบททางวัฒนธรรมภาษาอังกฤษ	search_SAC, browse_website_tool ข้อมูล: ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (SAC)
Internal Knowledge (Context Analyst)	มุ่งเน้นการอ่านและสรุปข้อมูลจากเอกสารที่เตรียมไว้ให้เท่านั้น	อ่านบริบทข้อมูลภายในทั้งด้านสมุนไพรและวัฒนธรรม แล้วสรุปเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ	ไม่มีเครื่องมือค้นหา ใช้บริบทที่ระบบส่งให้
Planner Agent (Herbal Strategist)	นักกลยุทธ์ธุรกิจผลิตภัณฑ์สุขภาพ วิเคราะห์ข้อมูลรอบด้านเพื่อวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์	วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาโอกาสทางการตลาดและความเป็นไปได้ทางเทคนิค/ความปลอดภัย	ไม่มีเครื่องมือค้นหา ใช้ข้อมูลจากเอเจนต์อื่น
Writer Agent (Content Writer)	นักเขียนบทความสุขภาพมืออาชีพ สังเคราะห์ข้อมูลยากๆ ให้เข้าใจง่าย	รวบรวมข้อมูลทุกด้าน เป็นข้อเท็จจริง และเขียนบทความฉบับสมบูรณ์	ไม่มีเครื่องมือค้นหา ใช้ข้อมูลจากเอเจนต์อื่น
QA Auditor (Quality Auditor)	ผู้ตรวจสอบคุณภาพข้อมูล และบทความตรงกับต้นฉบับและไม่ถูกแต่งเติม	ตรวจสอบข้อมูล 2 ด้าน ข้อมูลหาย และข้อมูลที่แต่งขึ้นเอง เทียบกับข้อเท็จจริง (Fact Sheet)	ไม่มีเครื่องมือค้นหา ใช้ข้อมูลจากเอเจนต์อื่น

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.4

การกำหนดบทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบ และเครื่องมือที่จะใช้ในแต่ละตัวแทนทั้ง 13 เอเจนต์ (ต่อ)

ตัวแทน (Agent)	ภูมิหลัง (Back Story)	ภารกิจ (Task)	เครื่องมือ (Tools)
Content Strategist (Product Owner)	มองภาพรวมทั้งความน่าสนใจต่อผู้ใช้และความคุ้มค่าทางธุรกิจ	ประเมินบทความในแง่ความเกี่ยวข้องกับเทรนด์และความเป็นไปได้ในการผลิตซ้ำ (Scalability) เพื่ออนุมัติงาน	ไม่มีเครื่องมือค้นหา ใช้ข้อมูลจากเอเจนต์อื่น
Formatter Agent (Layout Specialist)	บรรณาธิการเทคนิค เชี่ยวชาญการจัดรูปแบบเอกสารและการจัดการไฟล์	แปลงบทความจาก Markdown เป็นไฟล์ Word (.docx) และอัปโหลดไฟล์	เครื่องมือ Google Drive

Ref. code: 25686724032542BWC

3.5 การทดสอบเครื่องมือ

ในการทดสอบเครื่องมือ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการทดสอบเครื่องมือ ดังนี้

(1) การสร้างชุดข้อมูลสมุนไพรที่ใช้ในการสร้างบทความ ซึ่งผู้วิจัยจะกำหนดชุดข้อมูลสมุนไพรจากหลายแหล่งให้กับโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อทดสอบเครื่องมือและประเมินผลการทำงาน

(2) การทดสอบผลลัพธ์ของบทความผ่านตัวชี้วัดทั้ง 7 ด้าน โดยผู้วิจัยได้จัดทำระบบประเมินเพื่อให้เอเจนต์ได้ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่เรียนรู้บริบทและทำการประเมินผล หลังจากทำการประเมินเสร็จ ผู้วิจัยจะทำการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลลัพธ์ของบทความ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ

3.6.1 การประเมินผลบทความ

(1) การทดสอบบทความที่สร้างจาก 4 โมเดล คือ Gemini 2.0 Flash, GPT-4.1, LLama-3, Claude-3.7 ซึ่งจะกำหนดชุดข้อมูลสมุนไพรให้เพื่อทำการทดสอบ โดยกำหนดคำสั่ง (Prompt) เดียวกัน

(2) การทดสอบสร้างบทความเพื่อดูประสิทธิภาพของระบบที่ใช้ CrewAI เพื่อพิสูจน์ว่าการใช้ระบบเอเจนต์แบบหลายบทบาท มีส่วนช่วยเพิ่มคุณภาพของบทความหรือไม่

(3) การประเมินบทความโดยเตรียมข้อมูลสมุนไพร 95 ชนิด ให้เอเจนต์เขียนโดยโมเดลขนาดใหญ่ (LLM) ร่วมกับเอเจนต์โดยให้ประเมินแบบไม่เปิดเผย (Blind Evaluation) ชื่อโมเดลโดยจะไม่รู้ว่าบทความที่สร้างนั้นมาจากโมเดลไหน

(4) เปรียบเทียบผลลัพธ์โดยใช้ ค่าเฉลี่ยคะแนน 7 ตัวชี้วัด โดยระบุความมั่นใจในคำตัดสิน และให้เหตุผลว่าบทความนี้เด่นด้านไหน เพราะอะไร โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพ (Qualitative Feedback) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือหรือวิธีการวิจัย และสุดท้ายจะมีการคำนวณประสิทธิภาพเพื่อสรุปผล

3.7 แผนการดำเนินงาน

ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่ ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการดำเนินงานวิจัย ตามตารางที่ 3.5 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 3.5

แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัย	พ.ศ. 2568												พ.ศ. 2569			
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษางานวิจัยที่สนใจทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ																
2. นำเสนอแนวความคิดการทำวิจัยในหัวข้อที่สนใจ ร่วมกับนำหัวข้อไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา																
3. ศึกษาแนวความคิดและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัย																
4. เขียนโครงร่างงานวิทยานิพนธ์ในบทที่ 1-3																
5. สอบโครงร่างวิทยานิพนธ์กับกรรมการสอบ																
6. วิจัยตามหัวข้อและพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในงานวิจัย																
7. ทำการทดสอบเครื่องมือและสรุปผลการประเมิน																
8. ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง																
9. เขียนโครงร่างงานวิทยานิพนธ์ในบทที่ 4																
10. เขียนโครงร่างงานวิทยานิพนธ์ในบทที่ 5																
11. เขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ผลงาน																
12. สอบปิดเล่มวิทยานิพนธ์กับกรรมการสอบ																
13. ปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์และจัดทำฉบับสมบูรณ์																
14. ส่งวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ให้กับมหาวิทยาลัย																

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยจากองค์ความรู้ที่มีอยู่ในประเทศไทยและทั่วโลก สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1 การนำเข้าข้อมูลและใช้งานข้อมูลเชิงเวกเตอร์

4.1.1 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลในองค์กร

4.1.2 การนำเข้าข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลเชิงเวกเตอร์

4.1.3 การกำหนดรูปแบบการใช้งานข้อมูลร่วมกับมัลติเอเจนต์

4.2 การทำงานของมัลติเอเจนต์ร่วมกับการบูรณาการข้อมูล

4.2.1 การออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องมือสร้างบทความ

4.2.2 การบูรณาการเครื่องมือให้ใช้ร่วมกับมัลติเอเจนต์

4.2.3 การทดสอบมัลติเอเจนต์กับโมเดลขนาดใหญ่ในการสร้างบทความ

4.2.4 การทดสอบการทำงานของมัลติเอเจนต์ร่วมกับการบูรณาการข้อมูล

4.2.5 การตรวจสอบข้อมูลและประเมินคุณภาพข้อมูล

4.3 ผลการทดสอบเครื่องมือสร้างบทความโดยมัลติเอเจนต์

4.3.1 ผลการทดสอบเครื่องมือสร้างข้อมูลสมุนไพร การอ้างอิงข้อมูล ชื่อเฉพาะและคำอธิบายข้อมูล

4.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเอเจนต์ในการสร้าง 1 บทความ

4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือสร้าง 1 บทความจากหลายโมเดลภาษาขนาดใหญ่

4.3.4 การวัดผลการทำงานผ่านตัวชี้วัด 7 ข้อ และการประเมินคุณภาพบทความ

4.3.5 การประเมินเนื้อหาจากกระบวนการสกัดคำเฉพาะ ผ่านตัวชี้วัด 3 ข้อต่อการสร้าง 1 บทความ

4.3.6 การประเมินคุณภาพของ 1 บทความ ผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ

4.3.7 ผลการประเมินคุณภาพในการสกัด 95 บทความตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ

4.3.8 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติโดยใช้กรอบงาน DSPy

4.3.9 การพัฒนาระบบควบคุมการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดด้วย DSPy Optimizer

Ref. code: 25686724032542BWC

4.1 การนำเข้าข้อมูลและใช้งานข้อมูลเชิงเวกเตอร์

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลวารสารทางวิชาการ ผลการทดลองสมุนไพร จากสถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษาในประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และพร้อมที่จะนำมาบูรณาการสร้างบทความสมุนไพรที่มีความหลากหลายในทุกมิติ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1.1 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลในองค์กร

ผู้วิจัยได้นำเข้าข้อมูลสมุนไพร โดยได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับสร้างฐานข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Database) จากเอกสาร เพื่อประมวลผลข้อมูลสมุนไพรโดยใช้ภาษาไพธอน ซึ่งเป็นเอกสารที่มีรูปแบบเชิงโครงสร้าง (Structure Data) โดยจะมีกระบวนการแยกข้อความออกเป็นส่วนย่อย (Chunks) การแปลงส่วนย่อยเหล่านั้นให้เป็นเวกเตอร์ (Embeddings) โดยใช้ Gemini API และการจัดเก็บเวกเตอร์พร้อมข้อมูลเมตาลงในฐานข้อมูลเวกเตอร์ใน Pinecone เพื่อนำไปใช้ในระบบค้นหาข้อมูล (Retrieval-Augmented Generation: RAG) ที่ต้องการการค้นหาเชิงความหมาย (Semantic Search) ซึ่งการนำเข้าข้อมูล จะเป็นเอกสารที่เป็นรายงานการทดลองสมุนไพร วารสารและบทความสมุนไพรในรูปแบบไฟล์เอกสาร โดยจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการดึงข้อมูล (RAG) ซึ่งในส่วนของเอกสารที่อยู่ในรูปแบบของ PDF ที่เครื่องสามารถอ่านได้ ผู้วิจัยจะนำเข้าข้อมูลไปอยู่ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลเชิงเวกเตอร์ (Vector Database) โดยเอกสาร PDF จะใช้กระบวนการ OCR ด้วยเครื่องมือที่ชื่อว่า Typhoon ตามภาพที่ 4.1 เพื่อสแกนข้อมูลออกมาจากไฟล์เอกสาร ให้อยู่ในรูปแบบของข้อความ (text) โดยแบ่งเป็นหน้า (page) และหลังจากนั้น ผู้วิจัยจะทำการประมวลผลข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบของ JSON เพื่อนำเข้ากระบวนการดึงข้อมูล (RAG) ตามภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.1

การใช้งานโมเดล Typhoon เพื่อมาทำ OCR กับเอกสาร PDF

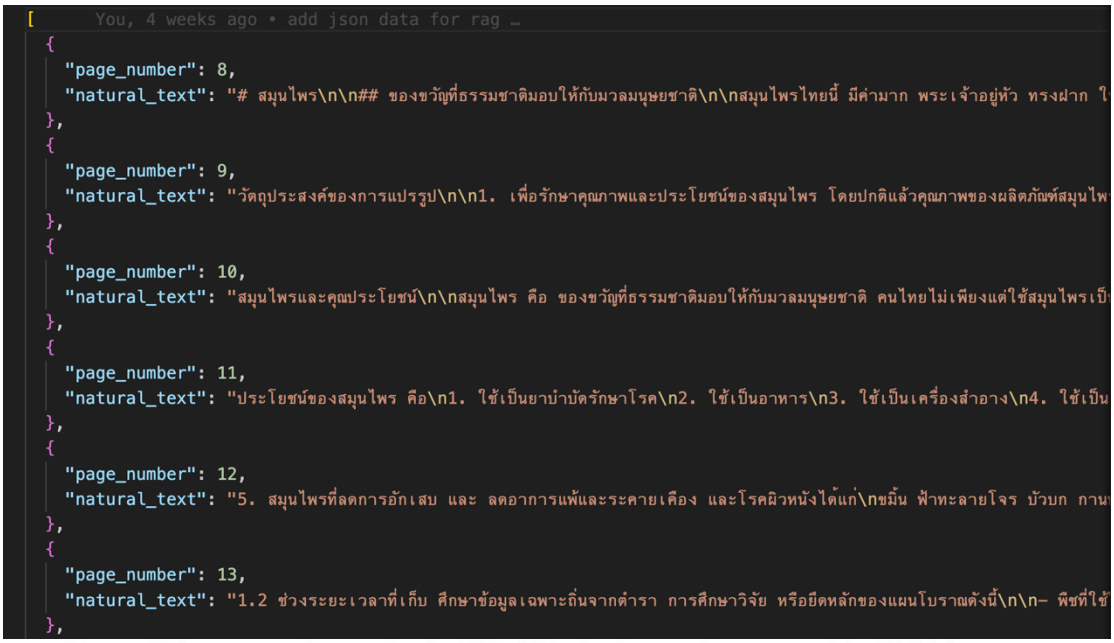
```
from typhoon_ocr import ocr_document


markdown = ocr_document(
    pdf_or_image_path="pdf_or_image_path", task_type="default", page_num=1
)
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.2

โครงสร้างข้อมูลที่ถูกจัดไว้เพื่อนำมาใช้กับ RAG กับเอกสาร PDF ที่ผ่านการทำ OCR



```
[      You, 4 weeks ago • add json data for rag …
  {
    "page_number": 8,
    "natural_text": "# สมุนไพร\n\n## ของขวัญที่ธรรมชาติมอบให้กับมวลมนุษยชาติ\n\nสมุนไพรไทยนี้ มีค่ามาก พระเจ้าอยู่หัว ทรงฝาก ใ
  },
  {
    "page_number": 9,
    "natural_text": "วัตถุประสงค์ของการแปรรูป\n\n1. เพื่อรักษาคุณภาพและประโยชน์ของสมุนไพร โดยปกติแล้วคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพ
  },
  {
    "page_number": 10,
    "natural_text": "สมุนไพรและคุณประโยชน์\n\nสมุนไพร คือ ของขวัญที่ธรรมชาติมอบให้กับมวลมนุษยชาติ คนไทยไม่เพียงแต่ใช้สมุนไพรเป็
  },
  {
    "page_number": 11,
    "natural_text": "ประโยชน์ของสมุนไพร คือ\n1. ใช้เป็นยาบำบัดรักษาโรค\n2. ใช้เป็นอาหาร\n3. ใช้เป็นเครื่องสำอาง\n4. ใช้เป็น
  },
  {
    "page_number": 12,
    "natural_text": "5. สมุนไพรที่ลดการอักเสบ และ ลดอาการแพ้และระคายเคือง และโรคผิวหนังได้แก่\nขมิ้น ฟ้าทะลายโจร บัวบก กาน
  },
  {
    "page_number": 13,
    "natural_text": "1.2 ช่วงระยะเวลาที่เก็บ ศึกษาข้อมูลเฉพาะถิ่นจากตำรา การศึกษาวิจัย หรือยึดหลักของแผนโบราณดังนี้\n\n- พืชที่ใช้
  },
```


ในส่วนของการเริ่มต้นกระบวนการสร้างเครื่องมือ มีดังนี้

(1) การกำหนดเครื่องมือเพื่อใช้ในการประมวลผลตามภาพที่ 4.3 ประกอบด้วย การกำหนดไลบรารีมาตรฐานสำหรับจัดการไฟล์ การสร้างแฮช การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการประมวลผลสตริงด้วยนิพจน์ทั่วไป (Regular Expressions) การกำหนดไลบราลีที่ใช้สำหรับอ่านและแตกข้อความจากไฟล์ PDF ด้วยเครื่องมือ PyPDF2 การกำหนดไลบรารีสำหรับเชื่อมต่อและจัดการกับฐานข้อมูลเวกเตอร์ ด้วยเครื่องมือ Pinecone และการกำหนดไลบรารีสำหรับเข้าถึง Gemini API โดยเฉพาะฟังก์ชันการสร้างเวกเตอร์ (embedding) ด้วยเครื่องมือ google.generativeai และการกำหนดโมเดลสำหรับสร้าง Embedding ด้วย models/text-embedding-004 เพื่อบันทึกข้อมูล

(2) การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการแบ่งข้อความ ประกอบด้วย

- CHUNK_CHARS (1200) ขนาดข้อความสูงสุดที่จะเก็บข้อมูลในแต่ละรอบ
- CHUNK_OVERLAP (200) จำนวนอักขระที่ซ้อนทับกันระหว่างส่วนย่อยที่ติดกัน เพื่อรักษาบริบทของข้อมูล
- PREVIEW_CHARS (800) ความยาวของข้อความตัวอย่างที่เก็บใน Metadata

(3) การกำหนดรูปแบบการดึงข้อมูลเพื่อมาใช้ในการประมวลผลจะดึงข้อมูลจากดัชนี (Index) ด้วยมิติ (768) โดยจะใช้เมทริกซ์แบบ cosine โดยข้อมูลจะมีการดึงค่าเวกเตอร์ออกจากการตอบกลับของ Gemini API

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.3

การกำหนดค่าเริ่มต้นของ Pinecone เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลเวกเตอร์

```
pc = Pinecone(api_key=PINECONE_API_KEY)
try:
    existing = [i["name"] for i in pc.list_indexes()]
except Exception:
    try:
        existing = [i.name for i in pc.list_indexes()]
    except Exception:
        existing = []

if PINECONE_INDEX not in existing:
    pc.create_index(
        name=PINECONE_INDEX,
        dimension=PINECONE_DIM,
        metric=PINECONE_METRIC,
        spec=ServerlessSpec(cloud=PINECONE_CLOUD, region=PINECONE_REGION),
)
index = pc.Index(PINECONE_INDEX)
```

4.1.2 การนำเข้าข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลเชิงเวกเตอร์

การประมวลผลข้อมูล จะเริ่มต้นจากการอ่านไฟล์ในแต่ละหน้า โดยผลของการอ่านข้อมูล จะมีการส่งคืนรายการโครงสร้างข้อมูลที่เก็บข้อมูลเป็นคู่ของคีย์ (Key) และค่า (Value) โดยใช้คีย์เป็นตัวระบุเพื่อเข้าถึงค่าที่เก็บไว้ ที่มีเลขหน้า (page) และข้อความของหน้านั้น หลังจากนั้นจะมีกระบวนการทำความสะอาดข้อมูล ประกอบด้วย การจัดการช่องว่าง และอักขระของข้อความการขึ้นบรรทัดใหม่ (\n) ให้เหลือเพียงช่องว่างเดียว (บีบช่องว่าง) เพื่อให้ข้อความสะอาดขึ้น ซึ่งกระบวนการอย่างละเอียดนั้น จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การนำเข้าข้อมูลจากเอกสาร (Data Ingestion) ตามภาพที่ 4.4 ผู้วิจัยได้พัฒนาฟังก์ชัน read_pdf_by_page เพื่อทำหน้าที่สกัดข้อความจากไฟล์ PDF แบบแยกรายหน้า (Page-by-Page Extraction) โดยอาศัยความสามารถของไลบรารี PyPDF2 กระบวนการทำงานเริ่มต้นจากการเปิดไฟล์ในโหมดอ่านข้อมูลไบนารี (Binary Read Mode) เพื่อรักษาความสมบูรณ์ของ

Ref. code: 25686724032542BWC

โครงสร้างไฟล์ จากนั้น ระบบจะดำเนินการวนซ้ำเพื่อเข้าถึงข้อมูลในแต่ละหน้าเอกสาร โดยจะดำเนินการทำความสะอาดข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ การจัดการค่าว่าง (Null) ในกรณีที่หน้าเอกสารไม่ปรากฏข้อความ และการตัดช่องว่างส่วนเกิน (Whitespace Stripping) เพื่อลดสัญญาณรบกวน โดยข้อความที่มีความสมบูรณ์จะถูกจัดเก็บเข้าสู่โครงสร้างข้อมูลแบบรายการของพจนานุกรม (List of Dictionaries) โดยมีการกำกับเลขหน้า (Page Indexing) ควบคู่กับเนื้อหา เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงแหล่งที่มา และการสืบค้นย้อนกลับ (Traceability) ในขั้นตอนการประมวลผลลำดับถัดไป

ภาพที่ 4.4

การนำเข้าข้อมูลจากเอกสาร (Data Ingestion)

```
def read_pdf_by_page(path: str):
    pages = []
    with open(path, "rb") as f:
        reader = PyPDF2.PdfReader(f)
        for page_num, page in enumerate(reader.pages, start=1):
            txt = (page.extract_text() or "").strip()
            if txt:
                pages.append({"page": page_num, "text": txt})
    return pages
```

(2) กระบวนการแปลงข้อความให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ (Text Embedding) ในภาพที่ 4.5 ผู้วิจัยได้พัฒนาฟังก์ชัน _normalize_embedding ขึ้นเพื่อทำหน้าที่สกัดและจัดระเบียบข้อมูลเวกเตอร์ที่ได้รับจาก Google Gemini API ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยกระบวนการเริ่มต้นจากการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลตอบกลับ (Response Validation) เพื่อยืนยันการมีอยู่ของข้อมูลเวกเตอร์ (Embedding) จากนั้น ระบบจะดำเนินการปรับรูปแบบข้อมูล (Normalization) โดยตรวจสอบโครงสร้างของข้อมูลที่ได้รับ เนื่องจากส่วนต่อประสาน (API) อาจส่งค่ากลับมาในรูปแบบโครงสร้างที่แตกต่างกัน (Polymorphic Response) ฟังก์ชันจึงถูกออกแบบให้สามารถดึงค่าตัวเลขเวกเตอร์ออกมาได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าจะถูกจัดเก็บในรูปแบบรายการ (List) โดยตรง หรือซ้อนอยู่ในโครงสร้างแบบพจนานุกรม (Dictionary) ภายใต้คีย์ การดำเนินการนี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลเวกเตอร์ที่นำไปใช้ในขั้นตอนถัดไปมีความถูกต้องและมีความสม่ำเสมอของโครงสร้างข้อมูล

ภายหลังจากขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ตามภาพที่ 4.5 ฟังก์ชัน embed_text จะถูก

Ref. code: 25686724032542BWC

เรียกใช้เพื่อแปลงข้อมูลข้อความให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ (Vectorization) โดยเชื่อมต่อกับโมเดลผ่าน genai.embed_content ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ task_type เป็น 'retrieval_document' เพื่อปรับแต่งคุณลักษณะของเวกเตอร์ให้เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดเก็บเพื่อการสืบค้นข้อมูลย้อนกลับ (Document Retrieval) เมื่อได้รับผลลัพธ์จากโมเดล ระบบจะเรียกใช้ฟังก์ชัน _normalize_embedding เพื่อจัดรูปแบบข้อมูล จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของมิติข้อมูล (Dimensionality Consistency Check) โดยเปรียบเทียบขนาดของเวกเตอร์ที่ได้รับกับค่า PINECONE_DIM ที่กำหนดไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลเวกเตอร์มีความเข้ากันได้ กับโครงสร้างของฐานข้อมูล Pinecone ก่อนที่จะดำเนินการในขั้นตอนถัดไป หากขนาดของเวกเตอร์ไม่สัมพันธ์กัน ระบบจะแจ้งเตือนข้อผิดพลาดเพื่อป้องกันความล้มเหลวในการจัดเก็บข้อมูล

ภาพที่ 4.5

การฝังคำ (Embedded) ของ Pinecone เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลเวกเตอร์

```
def _normalize_embedding(resp):
    emb = resp.get("embedding")
    if emb is None:
        raise ValueError("Gemini embed_content returned no 'embedding'")
    return emb["values"] if isinstance(emb, dict) and "values" in emb else emb


def embed_text(text: str):
    resp = genai.embed_content(
        model=EMBED_MODEL,
        content=text,
        task_type="retrieval_document",
    )
    vec = _normalize_embedding(resp)
    if len(vec) != PINECONE_DIM:
        raise ValueError(
            f"Embedding dim mismatch: got {len(vec)}, expected {PINECONE_DIM}. "
            "Change PINECONE_DIM or embedding model."
        )
    return vec
```

Ref. code: 25686724032542BWC

(3) การแบ่งข้อความออกเป็นส่วนย่อย (Chunking) จากภาพที่ 4.6 จะมีการแบ่งข้อความ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นและรักษาความต่อเนื่องทางความหมาย (Semantic Continuity) ของข้อมูลสมุนไพร ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กลยุทธ์การแบ่งส่วนข้อความ (Text Chunking Strategy) แบบกำหนดขนาดคงที่ร่วมกับการตรวจจับขอบเขตประโยค (Sentence Boundary Detection) กระบวนการทำงานเริ่มจากการแยกข้อความดิบออกเป็นหน่วยประโยคย่อยโดยอาศัยตัวบ่งชี้ทางภาษา (Linguistic Delimiters) เช่น เครื่องหมายวรรคตอนและการขึ้นย่อหน้าใหม่ เพื่อป้องกันการสูญเสียความหมายจากการตัดคำ จากนั้นระบบจะดำเนินการรวมประโยคเข้าด้วยกัน (Aggregation) จนกว่าจะถึงขีดจำกัดขนาดที่กำหนด (Token Limit) ที่ 1,200 ตัวอักษร

ภาพที่ 4.6

การแบ่งส่วนข้อมูล (Chunking) ของ Pinecone เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลเวกเตอร์

```
def chunk_text(text: str, size: int = 1200, overlap: int = 200):
    sentences = re.split(r'(?<=[.!?])\s+|\n+', text)
    sentences = [s.strip() for s in sentences if s and s.strip()]
    chunks = []
    current = ""
    for sent in sentences:
        if not current:
            current = sent
        elif len(current) + 1 + len(sent) <= size:
            current = current + " " + sent
        else:
            if current.strip():
                chunks.append(current.strip())
            current = sent

    if current.strip():
        chunks.append(current.strip())
    return chunks
```

Ref. code: 25686724032542BWC

นอกจากนี้ เพื่อลดปัญหาการขาดตอนของบริบทระหว่างรอยต่อของข้อมูล (Context Fragmentation) จากภาพที่ 4.7 ผู้วิจัยได้นำกลไกการซ้อนทับข้อมูล (Overlapping Mechanism) มาใช้ โดยการนำข้อความส่วนท้ายจำนวน 200 ตัวอักษรของส่วนก่อนหน้า มาผนวกเข้ากับส่วนต้นของส่วนถัดไป กระบวนการนี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลสำคัญที่อยู่บริเวณรอยต่อจะถูกรักษาไว้ และช่วยให้โมเดลสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อนำไปประมวลผล

ภาพที่ 4.7

การแบ่งส่วนข้อมูลแบบมีส่วนซ้อนทับ (Overlap Chunking) ของ Pinecone เพื่อบันทึกข้อมูลเวกเตอร์

```
def chunk_text(text: str, size: int = 1200, overlap: int = 200):
    .
    # ทำ Overlap โดยดึงหางของชิ้นก่อนหน้ามาต่อกับชิ้นปัจจุบัน
    if overlap > 0 and len(chunks) > 1:
        overlapped = []
        for i, c in enumerate(chunks):
            if i == 0:
                overlapped.append(c)
            else:
                prev_tail = chunks[i-1][-overlap:]
                merged = (prev_tail + " " + c).strip()
                if merged:
                    # จำกัดความยาวไม่เกิน size+overlap
                    overlapped.append(merged[: size + overlap])
        return overlapped
    return chunks
```

(4) การแปลงคำหรือวลีจากข้อความเป็นข้อมูลตัวเลขที่เครื่องมือสามารถเข้าใจได้นั้นจะต้องมีการสร้างเวกเตอร์และฝังข้อความ (Embedded) ตามภาพที่ 4.8 โดยเรียกใช้เครื่องมือ genai.embed_content เพื่อแปลงข้อความเป็นเวกเตอร์ตัวเลข (Embedding) โดยจะมีการตรวจสอบให้แน่ใจว่า มิติของเวกเตอร์ตรงกับที่ตั้งค่าไว้ใน PINECONE_DIM คือ 768 โดยการเก็บ

Ref. code: 25686724032542BWC

ข้อมูลในแต่ละส่วนย่อยนั้น จะมีการสร้างไอดีเก็บข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน สำหรับแต่ละส่วนย่อย (chunk) โดยใช้ชื่อไฟล์ เลขหน้า ลำดับ chunk และการแฮชข้อมูลด้วย SHA1 จากข้อความ 10 ตัวแรก

ภาพที่ 4.8

การกำหนดไอดีของ Pinecone เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลในแต่ละส่วน (Chunk)

```
def _id(prefix: str, page: int, chunk_idx: int, text: str) -> str:
    h = hashlib.sha1(text.encode("utf-8")).hexdigest()[:10]
    return f"{prefix}_p{page}_c{chunk_idx}_{h}"
```

(5) การบันทึกข้อมูลขึ้นไปเก็บไว้ที่ระบบฐานข้อมูลเชิงเวกเตอร์ จากภาพที่ 4.9 ฟังก์ชัน insert_pdf_chunkwise ทำหน้าที่เป็นกระบวนการหลักในการบูรณาการองค์ประกอบย่อย (Integration Pipeline) เพื่อนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูลเวกเตอร์ กระบวนการเริ่มต้นจากการรับไฟล์เอกสารต้นฉบับและดำเนินการอ่านข้อมูลทีละหน้า จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการทำความสะอาดและจัดรูปแบบข้อความ (Text Normalization) ก่อนที่จะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย (Chunking) ตามขนาดและสัดส่วนการซ้อนทับที่กำหนด

ภาพที่ 4.9

กระบวนการรับไฟล์เอกสารต้นฉบับและอ่านข้อมูลทีละหน้าเพื่อส่งต่อ Pinecone

```
def insert_pdf_chunkwise(pdf_path: str):
    base = os.path.basename(pdf_path)
    pages = read_pdf_by_page(pdf_path)
    if not pages:
        print(f"Not have any text in {base}")
        return
    for p in pages:
        page_no = p["page"]
        text = p["text"]
        if NORMALIZE_SPACE:
            text = _normalize_space(text)
        pieces = chunk_text(text, CHUNK_CHARS, CHUNK_OVERLAP)
        num_chunks = len(pieces)
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ในแต่ละส่วนย่อยของข้อมูลในภาพที่ 4.10 ระบบจะดำเนินการแปลงเป็นเวกเตอร์ ควบคู่ไปกับการสร้างชุดข้อมูลอภิพันธุ์ (Metadata Enrichment) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลแหล่งที่มา เลขหน้า และลำดับของเนื้อหา เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงกลับ (Source Citation)

ภาพที่ 4.10

การจัดข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลของ Pinecone

```
def insert_pdf_chunkwise(pdf_path: str):
    to_upsert = []
    for p in pages:
        .
        # for idx, (offset, chunk) in enumerate(pieces, start=1):
        for idx, chunk in enumerate(pieces, start=1):
            if not chunk or not chunk.strip():
                continue
            offset = (idx - 1) * CHUNK_CHARS
            emb = embed_text(chunk)
            preview = chunk[:PREVIEW_CHARS]

            to_upsert.append({
                "id": _id(base, page_no, idx, chunk),
                "values": emb,
                "metadata": {
                    "source": base,
                    "page": page_no,
                    "chunk_idx": idx,
                    "num_chunks": num_chunks,
                    "offset": offset,
                    "preview": preview,
                }
            })
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ในส่วนสุดท้ายจากภาพที่ 4.11 ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลทั้งหมดจะถูกรวบรวม และจัดส่งเข้าสู่ฐานข้อมูล Pinecone ผ่านคำสั่ง upsert ในรูปแบบกลุ่มข้อมูล (Batch Processing) เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดทำดัชนี

ภาพที่ 4.11

การบันทึกข้อมูลของ Pinecone

```
def insert_pdf_chunkwise(pdf_path: str):
    .
    for v in to_upsert:
        print(f"Uploading: {v['id']}")
        print(f"Chunk (first 300 chars): {v['metadata'].get('preview')}")
        print(f"Length: {len(v['metadata'].get('text', ''))}")
    index.upsert(vectors=to_upsert)
    print(f"Uploaded {len(to_upsert)} chunks from {pdf_path} → index
'{PINECONE_INDEX}'.")
```

4.1.3 การกำหนดรูปแบบการใช้งานข้อมูลร่วมกับมัลติเอเจนต์

ในการบูรณาการข้อมูลที่ได้มาจากระบบฐานข้อมูลเชิงเวกเตอร์กับมัลติเอเจนต์นั้น ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งเครื่องมือ Pinecone และ Chroma ไว้ในชุดเครื่องมือของ CrewAI เพื่อให้ CrewAI Framework สามารถเรียกข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลเชิงเวกเตอร์เพื่อให้ตัวแทน (Agent) สามารถที่จะเรียกใช้งานได้ โดยการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขออธิบายในส่วนของกระบวนการทำงาน ดังนี้

(1) การสร้างเครื่องมือเพื่อเรียกใช้งานระบบฐานข้อมูล ผู้วิจัยจะสร้างเครื่องมือที่มีชื่อว่า Pinecone Tool เป็นเครื่องมือสำหรับจัดการฐานข้อมูลเวกเตอร์ Pinecone โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานร่วมกับระบบ CrewAI และระบบสร้างบทความ โดยหลักการทำงาน คือ การแปลงข้อความค้นหาให้เป็นเวกเตอร์ (Embedding) ด้วย Gemini API แล้วนำไปใช้ค้นหาในฐานข้อมูลเวกเตอร์ (Pinecone) เพื่อดึงข้อมูลสมุนไพรที่เกี่ยวข้องออกมา

(2) การกำหนดค่าในการใช้งาน ประกอบด้วย การกำหนดการใช้งาน Pinecone (Pinecone API Key) การกำหนดดัชนีในการดึงข้อมูล (Pinecone Index Name) ซึ่งผู้วิจัยได้สร้าง herbalindex เพื่อเป็นตัวแทนในการดึงข้อมูลจาก Pinecone และโมเดลในการถอดรหัสข้อมูล (Pinecone Embedded Model Decoder) ผู้วิจัยได้เลือกใช้โมเดลจาก Gemini ของ Google ที่มีชื่อว่า text-embedding-004 เพื่อให้ตรงกับโมเดลที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล และสุดท้าย การกำหนด

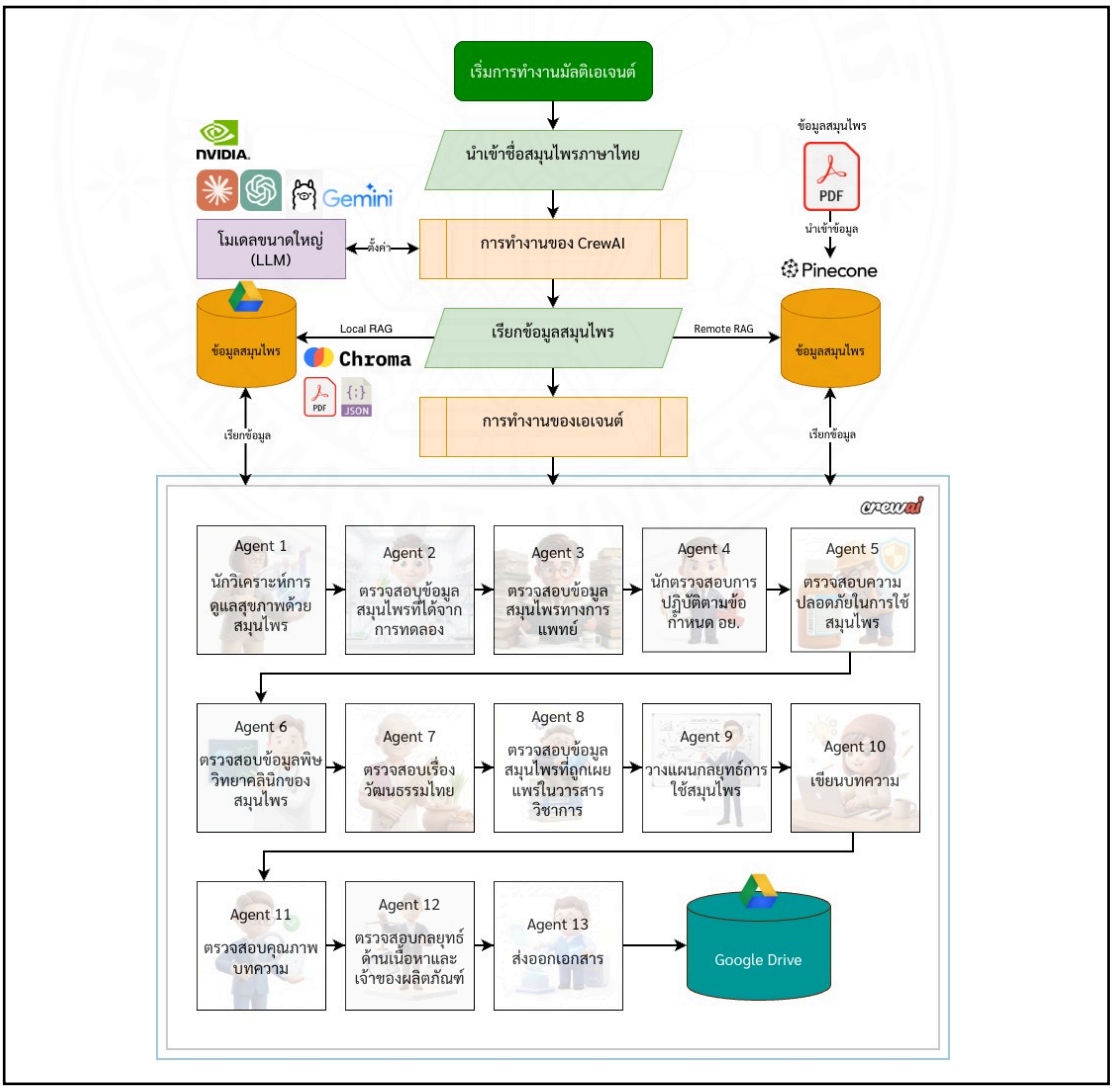
Ref. code: 25686724032542BWC

มิติของเวกเตอร์ (Pinecone Dimension) ด้วยค่าเริ่มต้นคือ 768 ซึ่งจะต้องตรงกับค่าที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล

(3) การดึงข้อความต้นฉบับ เช่น ส่วนของบทความ จาก Metadata ของเวกเตอร์ที่ค้นพบในระบบฐานข้อมูล โดยดำเนินการค้นหาเวกเตอร์ใน Pinecone ด้วยการรับข้อความค้นหาและแปลงเป็นเวกเตอร์ แล้วใช้เวกเตอร์นั้นค้นหาเวกเตอร์ที่ใกล้เคียงที่สุด (top_k) พร้อมดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมา โดยเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนา สามารถทำการค้นหาหลายคำถามพร้อมกัน และจัดรูปแบบผลลัพธ์เป็นบริบท (Context) ที่จำกัดความยาว (Snippet Limit) และรวมการอ้างอิง (Citation) คล้ายกับการเตรียมข้อมูลสำหรับระบบ RAG (Retrieval-Augmented Generation) โดยกระบวนการทำงานของ RAG เมื่อนำมาใช้ร่วมกับมัลติเอเจนต์ จะมีกระบวนการทำงานดังภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.12

การออกแบบลำดับการทำงานของมัลติเอเจนต์ที่มีการทำงานร่วมกับเครื่องมือ RAG



Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.12 การทำงานของ CrewAI จะเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้งานนำชื่อสมุนไพรที่ต้องการสร้างบทความมาป้อนเข้าสู่ระบบ จากนั้น จะมีการเรียกใช้ข้อมูลสมุนไพรที่มีอยู่ทั้งในรูปแบบของไฟล์ PDF ไฟล์ JSON ที่เก็บไว้ภายใน (Local RAG) และข้อมูลจากภายนอก (Remote RAG) ซึ่งฐานข้อมูลจากภายในจะใช้เครื่องมือ Chroma ในการเก็บข้อมูลเวกเตอร์ ส่วนข้อมูลจากภายนอกจะใช้เครื่องมือ Pinecone ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลเชิงเวกเตอร์บนคราวด์ในการเก็บข้อมูล เมื่อในโครงการมีการกำหนดระบบ RAG ไว้ 2 แบบ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาตัวจัดการ (Manager) ทำหน้าที่รวมศูนย์การจัดการ RAG Engine ทั้งหมดไว้ใช้สำหรับเอเจนต์ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การโหลดข้อมูลและเตรียมบริบท (Context) จากแหล่งข้อมูลหลายรูปแบบ ไว้เพื่อนำไปใช้งาน โดยเอเจนต์สามารถเข้าถึงฐานความรู้เฉพาะทางหลายชุดได้อย่างง่าย โดยเฉพาะในบริบทของการสร้างเนื้อหาเกี่ยวกับสมุนไพรและภูมิปัญญาไทยที่สามารถเลือกใช้ข้อมูลจากทั้ง 2 รูปแบบได้ โดยเครื่องมือจะกำหนดให้มีการตั้งค่าขนาดการเก็บข้อมูลแต่ละส่วนย่อย (Chunk Size) โดยใช้เทคนิคการดึงส่วนท้ายของแต่ละส่วนย่อย (chunk) ก่อนหน้า มาต่อกับส่วนหน้าของ chunk ปัจจุบัน (Chunk Overlap) และการตั้งค่า MMR (Maximal Marginal Relevance) เพื่อปรับสมดุลระหว่างความเกี่ยวข้องและความหลากหลายของผลลัพธ์ (เช่น การปรับให้ mmr_lambda=0.4 คือ เน้นความหลากหลายมากของผลลัพธ์ที่มากขึ้น) และการกำหนดชุดคำถามเริ่มต้น (Seed Queries) เพื่อใช้ในการดึงบริบทเริ่มต้น (context) ทันทีที่ Engine ถูกสร้าง เมื่อเริ่มดึงบริบท ก็จะนำบริบทมาต่อกัน โดยมีการแยกส่วนด้วยการกำหนดส่วนหัว (Heading) ของข้อมูลชัดเจน

ในการทำงานของมัลติเอเจนต์นั้น จากไลบรารี CrewAI มีเครื่องมือเพื่อแปลงฟังก์ชันการค้นหาข้อมูล RAG ให้เป็นเครื่องมือที่เอเจนต์สามารถเรียกใช้ได้ใน Crew เพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล (Decorator) นั่นคือ การกำหนด @tool ไว้ที่ฟังก์ชัน ผู้วิจัยได้สร้าง @tool("search_pinecone") เพื่อให้เอเจนต์ได้มาเรียกใช้เครื่องมือในการค้นหาข้อมูลจาก Pinecone ซึ่งเอเจนต์จะสามารถค้นหาข้อมูลจากชื่อสมุนไพรที่มี 1 ชนิด หรือมากกว่า 1 ชนิด ได้ ซึ่งเมื่อค้นข้อมูลเจอ จะมีการส่งคืนบริบทที่ถูกจัดรูปแบบกลับไปหาเอเจนต์ที่เรียกใช้เครื่องมือเพื่อส่งต่อข้อมูลไปยังเอเจนต์ตัวต่อไปได้

4.2 การทำงานของมัลติเอเจนต์ร่วมกับการบูรณาการข้อมูล

4.2.1 การออกแบบกระบวนการทำงานของเครื่องมือสร้างบทความ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือเพื่อให้เอเจนต์ใช้งานเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

(1) เครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลเทรนด์สุขภาพ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลการดูแลสุขภาพทั่วโลก โดยการพัฒนาเครื่องมือค้นหาเว็บ (Web Search Tool) ที่ปรับแต่งมาโดยเฉพาะสำหรับใช้ในระบบ CrewAI มีระดับความลึกของการค้นหาแบบพื้นฐาน (basic) หรือขั้นสูง (advanced) โดยใช้ Tavily API ซึ่งใช้กับเว็บไซต์ https://globalwellnessinstitute.org (เป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรระดับนานาชาติที่มีภารกิจในการส่งเสริมสุขภาวะทั่วโลก) โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การค้นหาข้อมูลล่าสุดจากอินเทอร์เน็ตให้กับเอเจนต์ พร้อมกับการสร้างระบบจัดการข้อจำกัด (Budgeting) ที่สามารถส่งผ่านไปยังเครื่องมือต่างๆ ได้หลายตัว เพื่อให้ทุกเครื่องมือแชร์ขีดจำกัดการใช้งานร่วมกัน เช่น จำกัดการค้นหาเว็บรวมทุกเอเจนต์ไม่เกิน 5 ครั้ง และการจัดรูปแบบผลลัพธ์ที่ชัดเจน จำกัดความยาวของข้อมูล (Snippet) ไม่เกิน 300 ตัวอักษร

(2) ตรวจสอบข้อมูลสมุนไพรพื้นฐานจากการทดลอง โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นหา สรุปข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลการทดลองของสมุนไพรไทยที่ระบุจากฐานข้อมูลภายใน (Internal Knowledge Base) โดยค้นหา หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ (Lab Evidence) ของสมุนไพรที่ระบุ โดยใช้เครื่องมือ Pinecone เพื่อดึงข้อมูลจากไฟล์ PDF และสร้างสรุปแบบ Markdown ที่เน้นเฉพาะผลการทดลองจริง โดยการค้นหาจะรับชื่อสมุนไพรภาษาไทย ชื่อสมุนไพรภาษาอังกฤษ และชื่อวิทยาศาสตร์ของสมุนไพร ซึ่งเอกสารเป็นภาษาไทย โดยข้อมูลจะมีศัพท์เทคนิค (เช่น HPLC, GC-MS, ชื่อสารเคมี) ที่เป็นภาษาอังกฤษ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรูปแบบการค้นหาไว้จากชื่อสมุนไพร และจะใช้ความสามารถของเอเจนต์ในการดึงข้อมูลเหล่านี้ออกมาประกอบด้วย วิธีการทดลอง (Experimental methods) สารเคมีที่ตรวจพบ (Identified compounds) รายละเอียดผลการแยกสาร (Chromatography details เช่น ค่า Rf, กราฟ GC-MS วิธีการสกัด (Extraction methods) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Pharmacological findings) เช่น ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และการควบคุมคุณภาพ (Quality control) เช่น % yield

(3) เครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลงานวิจัยสมุนไพร โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นหาบทความวิจัยจากฐานข้อมูล PubMed และ NCBI โดยใช้ Entrez E-utilities (E-Utils) ของ NIH/NCBI โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เอเจนต์สามารถเข้าถึงข้อมูลและประมวลผลข้อมูลทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งมีกระบวนการทำงาน ดังนี้

- การส่งคำขอข้อมูลบทความสมุนไพรผ่าน HTTP Request ไปยัง E-Utils API เพื่อดึงข้อมูล esearch, efetch, และ summary ในรูปแบบการตอบกลับด้วยภาษา XML ซึ่งจะต้องมีการสร้างฟังก์ชันสำหรับแยกวิเคราะห์ (Parsing) ข้อมูล XML ที่ได้จาก PubMed
- การค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูล (URL) ที่มีเลข PMID, DOI, และ PMCID

Ref. code: 25686724032542BWC

โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือ PubMedSearchTool เพื่อให้เอเจนต์สามารถค้นหาบทความในฐานข้อมูล PubMed ด้วย esearch.fcgi โดยใส่ข้อมูลเป็นชื่อสมุนไพรที่ต้องการ (query) และการกำหนดจำนวนผลลัพธ์สูงสุด (retmax) ที่ต้องการ โดยจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นเลขรายการ PMIDs (PubMed IDs) ที่เกี่ยวข้อง

- การดึงข้อมูลบทความ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือ PubMedFetchTool เพื่อใช้ efetch.fcgi ดึงเนื้อหาฉบับเต็มของบทความตาม PMID ที่ได้จากการค้นหาข้อมูล โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการดึงข้อมูล คือ ข้อความสตริง XML ของบทความ (หรือข้อความแบบ Plain Text หากมีการตั้งค่า) โดยจะมีกลไกการร้องขอ (Retry) และการจัดการข้อผิดพลาดหากได้ผลลัพธ์เป็น HTML แทน XML

- การแยกวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจาก XML เพื่อดึงคีย์ที่สนใจจากข้อมูล ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือ PubMedParseTool เพื่อใช้แยกวิเคราะห์ XML ที่ได้จากการดึงข้อมูลบทความ โดยจะได้ข้อมูล pmid, title, journal, year, volume, issue, pages, doi, authors, abstract (ข้อความสรุป), authors_str, authors_apa (รายชื่อผู้เขียนที่จัดรูปแบบแล้ว), reference (การอ้างอิงฉบับเต็มที่จัดรูปแบบตามสไตล์ที่เลือก), pubmed_url, doi_url (ลิงก์มาตรฐาน) โดยข้อมูลบทความ จะมีการแยกปีที่เผยแพร่และรายชื่อผู้เขียน โดยอ้างอิงตามสไตล์ Vancouver และ APA

- ในกรณีที่เครื่องมือไม่สามารถดึงข้อมูลได้ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือสำรองที่ชื่อว่า PubMedSummaryTool เพื่อให้เอเจนต์ดึงข้อมูลสรุปโดยใช้ esummary.fcgi ที่มีข้อมูลเมตาพื้นฐานที่ดึงมาได้จาก E-summary แต่จะมีข้อมูลน้อยกว่าการการแยกวิเคราะห์ (Parse) ข้อมูล XML

(4) เครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูล อย. โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อดึงเนื้อหาจากเว็บไซต์สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (https://www.fda.moph.go.th) ซึ่งมีข้อมูลประเภทผลิตภัณฑ์ ใบสำคัญ/ใบอนุญาต ชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อผู้รับอนุญาต โค้ด และสถานะของผลิตภัณฑ์ โดยทำให้เบราว์เซอร์ทำงานในโหมดซ่อนหน้าต่าง เอเจนต์สามารถอ่านข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้โดยเฉพาะหน้าเว็บไซต์ที่มีการโหลดเนื้อหาแบบเปลี่ยนแปลงเนื้อหาตลอดเวลา (Dynamic Content) ที่ต้องให้จาวาสคริปต์ทำงาน โดยหลักการวิจัยจะกำหนดให้เครื่องมือทำหน้าที่ดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ โดย จะใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า selenium และ webdriver_manager สำหรับการควบคุมเว็บเบราว์เซอร์ Chrome (Headless Mode) เพื่อให้จาวาสคริปต์ทำงานและดึง HTML ด้วย driver.page_source ที่สมบูรณ์หลังการโหลด ซึ่งจะรอ 5 วินาทีให้จาวาสคริปต์บนหน้าเว็บไซต์ทำงานและโหลดเนื้อหาจนเสร็จสมบูรณ์ หลังจากนั้น จะใช้ BeautifulSoup แยกวิเคราะห์ข้อมูล (Parsing) และทำความสะอาดเนื้อหา HTML โดยใช้ junk_tag.decompose() ลบส่วนที่ไม่ใช่เนื้อหาหลักออกไป เช่น nav (เมนูนำทาง), footer, script, style, header, aside, และ form ใช้ soup.get_text() เพื่อดึงข้อความทั้งหมดที่เหลืออยู่ หากข้อความที่ทำความสะอาดแล้วมีความยาวเกิน 30,000 อักขระ จะถูกตัดให้สั้นลง เพื่อให้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) ประมวลผลได้ง่ายขึ้น

Ref. code: 25686724032542BWC

(5) เครื่องมือตรวจสอบความปลอดภัยของสมุนไพร โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือค้นหาข้อมูลความปลอดภัยและความเป็นพิษทางคลินิก (Clinical Toxicity) จากแหล่งข้อมูลภายนอกที่น่าเชื่อถือระดับโลก ที่เว็บไซต์ NIH และฐานข้อมูล LiverTox แล้วสรุปผลออกมาเป็นรายงานภาษาอังกฤษ โดยการค้นหาจะใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอเจนต์ช่วยในการค้นหาข้อมูลจากเว็บไซต์และดึงข้อมูลเหล่านี้ออกมา ประกอบด้วย ภาพรวมความเป็นพิษ (Toxicity Summary) กลไกการเกิดพิษ (Mechanism of Injury) ผลข้างเคียงที่พบ (Side Effects) และกรณีศึกษาในผู้ป่วยจริง (Case Reports) และสร้างสรุปแบบภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ของข้อมูลออกมา และส่งออกข้อมูลเป็นภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ภาษาไทย

(6) เครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลวัฒนธรรมไทยและการแปลข้อมูล โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อให้เอเจนต์ค้นหาข้อมูล ภูมิปัญญา พิธีกรรมไทย และวัฒนธรรมจากศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร - SAC: Sirindhorn Anthropology Centre ซึ่งได้อธิบายข้อมูลชุมชน และวิถีชีวิตในชุมชนที่มีกลุ่มอาชีพที่ทำสมุนไพรไทย โดยใช้เครื่องมือ Tavily Web Search เป็นแกนหลักในการค้นหา และมีการจำกัดขอบเขตการค้นหาให้เหลือเฉพาะโดเมนที่เกี่ยวข้อง โดยการค้นหาข้อมูลจะใช้ชื่อสมุนไพรเป็นภาษาไทย เช่น ขมิ้นชัน โดยระบบจะไม่กวาดมาทั้งหมด แต่จะคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่สุดเพียง 3 อันดับแรก เพื่อความแม่นยำและไม่ให้ข้อมูลล้นเกินไป โดยการทำงานจะเข้าไปอ่านข้อมูลหน้าเว็บ และใช้เอเจนต์ค้นหาข้อมูลจำเพาะ ประกอบด้วย ชื่อชุมชน จังหวัด กลุ่มชาติพันธุ์ ชื่อเรียกท้องถิ่น วิธีการแปรรูปสมุนไพร และการดึงเนื้อเรื่องที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาไทย จุดเด่นของชุมชนที่เกี่ยวกับสมุนไพร สภาพแวดล้อมของชุมชน และองค์กรในชุมชนที่เกี่ยวข้อง

(7) เครื่องมือตรวจสอบข้อมูลสมุนไพรที่ถูกเผยแพร่ในวารสารวิชาการ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่ออ่านข้อมูลสมุนไพรจากไฟล์ PDF และ JSON ที่เป็นข้อมูลสมุนไพรในวารสารวิชาการ ด้วยการค้นหาผ่านชื่อสมุนไพรที่เป็นภาษาไทย แล้วเขียนสรุปออกมาประมาณ 200 คำ โดยเครื่องมือนี้จะให้เอเจนต์ช่วยอ่านข้อมูล และสกัดข้อมูลตัวเลข ผลการทดลอง ในทางการวิจัยและวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมุนไพร

(8) เครื่องมือเพื่อรวมรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีเอเจนต์และการกำหนดภารกิจ (Task) มีหน้าที่เป็นเลขานุการหรือนักรวบรวมข้อมูล โดยไม่มีการวิเคราะห์หรือเขียนเนื้อหาใดๆ เพิ่มเติมภายใต้เฟรมเวิร์ก CrewAI โดยจะมีภารกิจ คือ รวมข้อมูล (Consolidate) และจัดทำรายการข้อเท็จจริง (Fact Sheet) จากรายงานภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ที่มีโครงสร้าง 9 ชิ้นที่ได้จากบริบทก่อนหน้า ดังภาพที่ 4.13

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.13

รายงานภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ที่มีโครงสร้าง 9 ชิ้นที่ได้จากบริบท

```
# ===TRENDS_DATA=== (ข้อมูลแนวโน้ม)
# ===LAB_DATA=== (ข้อมูลสมุนไพรที่ได้จากการทดลอง)
# ===RESEARCH_DATA=== (ข้อมูลงานวิจัย/วิทยาศาสตร์)
# ===COMPLIANCE_DATA=== (ข้อมูลข้อบังคับ/กฎหมาย เช่น อย. ไทย)
# ===SAFETY_DATA=== (ข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร)
# ===TOXICITY_DATA=== (ข้อมูลพิษวิทยาคลินิกของสมุนไพร)
# ===CULTURE_DATA=== (ข้อมูลวัฒนธรรม/ภูมิปัญญา)
# ===HERBAL_INTERNAL_SUMMARY=== (ข้อมูลสมุนไพรที่ถูกเผยแพร่ในวารสารวิชาการ)
# ===CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY=== (ข้อมูลวัฒนธรรมไทยในงานสมุนไพร)
```

กระบวนการทำงาน เริ่มต้นจากเอเจนต์อ่านบริบท โดยอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาทั้งหมดในรายงานทั้ง 9 ชิ้น โดยแยกและดึงข้อมูล ไล่ดูข้อมูลทุกรายการในรายงานทั้ง 9 ชิ้น และรวมข้อมูล โดยแปลงข้อมูลสำคัญทุกชิ้นให้เป็นรายการเดียวในผลลัพธ์ โดยผลลัพธ์ที่เอเจนต์ต้องสร้าง คือ ไฟล์ Markdown ที่มีโครงสร้างตายตัว ประกอบด้วย รายการข้อเท็จจริง โดยมีการระบุประเภทของข้อเท็จจริงและแหล่งที่มา (ถ้ามี) ในแต่ละรายการ ดังภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.14

ตัวอย่างรายงานภาษามาร์กอัปแบบเบา (Markdown) ที่ได้จากบริบทก่อนหน้า

```
* **Science Fact (Statistic):** Meta-analysis showed...
* **Compliance Fact (FDA Drug):** Thai FDA Drug Registrations: None found.
* **Source URL (Science):** <The https://doi.org/10.xxxx URL>
```

จากกระบวนการนี้ จะเน้นที่ความแม่นยำในการดึงข้อมูล และการจัดระเบียบข้อมูล และส่งออกตามโครงสร้างที่กำหนดอย่างเคร่งครัด เพื่อใช้เป็นข้อมูลดิบสำหรับการสร้างบทความใน Task ถัดไป ตามภารกิจและกระบวนการทำงานที่ได้

(9) เครื่องมือในการอ่านข้อมูลและสร้างกลยุทธ์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อรับข้อมูลรายงาน Markdown มาอ่านให้ละเอียด แล้วเปลี่ยนข้อเท็จจริง (Facts) เหล่านั้นให้กลายเป็นแผนกลยุทธ์ (Strategic Plan) สำหรับการพัฒนา ต่อยอดสมุนไพร โดยเอเจนต์จะไม่หาข้อมูลเพิ่มแล้ว แต่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในมือมาวิเคราะห์ใน 3 มุมมองหลัก ประกอบด้วย

Ref. code: 25686724032542BWC

- โอกาสทางการตลาด (Market Opportunity) โดยดูจากข้อมูลเทรนด์ (Trend Facts) ว่าตลาดต้องการอะไร?

- ความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility) โดยดูจากผลการทดลอง (Lab Facts) ว่าสมุนไพรนี้มีสารสำคัญอะไร? ต่อยอดในเชิงอุตสาหกรรมได้ไหม?

- ข้อจำกัดด้านความปลอดภัย (Critical Constraints) โดยดูจากข้อมูลพิษวิทยา (Toxicity Facts) ว่ามีอันตรายหรือไม่? ต้องระวังปริมาณการใช้ไหม?

หลังจากที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วก็จะมีการสังเคราะห์กลยุทธ์ (Strategic Recommendation) โดยเอเจนต์จะนำจุดแข็งกับจุดอ่อนมาวิเคราะห์เพื่อต่อยอดการใช้สมุนไพรและส่งออกข้อมูลไปในรูปแบบ Markdown

(10) เครื่องมือเพื่อนำข้อมูลมาเขียนบทความ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการสร้างเอเจนต์และการทำงาน (Task) สั่งให้เอเจนต์ทำหน้าที่เป็นนักสังเคราะห์ (Synthesizer) ที่ต้องถอดรหัสข้อเท็จจริงดิบๆ จากข้อเท็จจริง (Fact Sheet) แล้วนำมาเรียบเรียงให้เป็นบทความที่อ่านง่ายและมีโครงสร้างที่ถูกต้อง ซึ่งมีหน้าที่ดึงข้อมูลจากการนำรายการข้อเท็จจริง (Fact Sheet) ที่ได้ มาเขียนบทความในรูปแบบที่ต้องการ มีภารกิจหลักคือ การเขียนบทความสุดท้ายที่ครอบคลุม (Final Article Synthesis) โดยมีข้อจำกัดที่เข้มงวดมาก แหล่งข้อมูลเดียวที่อนุญาตให้ใช้ คือ # ===MASTER_FACT_SHEET=== ที่สร้างขึ้นใน Task ก่อนหน้า โดยใน MASTER_FACT_SHEET มีผลลัพธ์ คือ ไฟล์ Markdown ที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ มีเนื้อหาที่ครอบคลุมประเด็นหลัก (แนวโน้ม, วิทยาศาสตร์, วัฒนธรรม, กฎหมาย) โดยมีเพียงสองส่วนสุดท้ายที่ถูกจัดรูปแบบอย่างเฉพาะเจาะจง คือ # References (เฉพาะ APA Citation) และ # Sources Consulted หรือรายการแหล่งอ้างอิงทั้งหมด ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย

- บทนำ (Introduction): ในบทความจะใช้ข้อเท็จจริงจากรายการข้อความย่อยที่เริ่มต้นด้วยข้อเท็จจริงเรื่องเทรนด์สุขภาพ (Trend Fact) มาเขียนเป็นบทนำ

- ส่วนวิทยาศาสตร์ (Scientific Deep-Dive) ในบทความจะต้องมีการกล่าวถึงข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Science Fact (Statistic)) และสารประกอบสำคัญ เช่น Curcumin ข้อผิดพลาดร้ายแรง

- ส่วนภูมิปัญญาดั้งเดิม (Traditional Wisdom) ในบทความต้องเขียนถึงชื่อชุมชนที่เฉพาะเจาะจง และการใช้แบบดั้งเดิมที่ระบุไว้ ห้ามกล่าวถึงภูมิปัญญาที่ไม่มีใน Fact Sheet

- ส่วนความปลอดภัย/กฎหมาย (Safety & Regulatory) ในบทความต้องระบุสถานะที่แน่นอนจากข้อเท็จจริงด้านความปลอดภัย (Compliance Fact) ห้ามสร้างคำเตือนที่ไม่ปรากฏใน Fact Sheet ขึ้นมาเอง

Ref. code: 25686724032542BWC

- ส่วนการวางแผนกลยุทธ์ (Strategic Analysis) ในบทความจะมีการวิเคราะห์ข้อมูลโอกาสทางการตลาด ความเป็นไปได้ทางเทคนิค และข้อควรระวังในการใช้สมุนไพร

- ส่วนการสรุปข้อมูลสมุนไพร (Herbal Knowledge Summary) ในบทความจะมีการสรุปข้อมูลสมุนไพรที่ปรากฏอยู่ในวารสารทางวิชาการว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไรกับบทความที่เขียนขึ้นมาใหม่ในฉบับนี้

- การรวบรวมรายการอ้างอิง (Reference Compilation) จะต้องค้นหาข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Science Fact (APA Citation)) โดยการอ้างอิง Markdown ชื่อ # References และคัดลอกข้อความอ้างอิง (APA Citation) พร้อมจัดรูปแบบเป็นรายการลำดับเลข

- การรวบรวมแหล่งที่มา (Source Compilation) โดยค้นหารายการข้อความทั้งหมดที่เริ่มต้นด้วย “Source URL (...):” และสร้างส่วนใหม่ชื่อ # Sources Consulted เพื่อแสดงข้อมูลอ้างอิงทั้งหมดในส่วนนี้ พร้อมจัดรูปแบบเป็นรายการลำดับเลข

- บทสรุป (Conclusion) การเขียนสรุปเนื้อหาทั้งหมดในตอนท้าย

(11) เครื่องมือตรวจสอบประสิทธิภาพของบทความ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือขึ้นมาโดยมีเป้าหมาย คือ ให้เอเจนต์ทำหน้าที่ตรวจสอบความครบถ้วน (Robustness) ว่าข้อมูลสำคัญหายไปหรือไม่? และการตรวจสอบความถูกต้อง (Clarity) ว่ามีการสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination) หรือไม่? โดยเอเจนต์จะดึงข้อมูลมาเทียบกัน ประกอบด้วย ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง (Master Fact Sheet) กับข้อมูลในบทความที่เขียนเสร็จ โดยเอเจนต์จะทำการตัดสิน เมื่อเจอว่ามีข้อมูลบางหัวข้อตกหล่น (Dropped Entities) คะแนนที่ได้ก็จะลดลง โดยจะได้ผลลัพธ์ที่ส่งออกเป็น Markdown Report ซึ่งจะบอกคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย คะแนนความครบ (Collaboration Robustness Score) โดยจะมีการอธิบายว่า เก็บข้อมูลได้กี่ % คะแนนการอธิบายข้อมูล (Explanation Clarity Score) และการแสดงรายการที่ระบุชัดเจนว่า ข้อมูลไหนหายไป และข้อมูลไหนแต่งขึ้นเอง (List of Errors)

(12) เครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินเพื่อเผยแพร่บทความ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อตรวจสอบการรับข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ความคุ้มค่า การตรวจสอบความตรงโจทย์ (Audit Efficacy or Relevance) และความเป็นไปได้ในการขยายไปในทางอุตสาหกรรม (Audit Feasibility or Scalability) โดยจะแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นคะแนนและสถานการณ์ตัดสิน (Go/No-Go)

(13) เครื่องมือบันทึกข้อมูลบทความที่เขียนเสร็จและส่งออกไปที่ Google Drive เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดาวโหลดบทความไปอ่านได้

จากบทความที่ได้ออกมาจากกระบวนการในรูปแบบภาษา Markdown ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือ SaveMarkdownToDocxTool ที่ถูกออกแบบมาเป็น เครื่องมือ (Tool) สำหรับ

Ref. code: 25686724032542BWC

เอเจนต์โดยมีภารกิจหลัก คือ การแปลงเนื้อหา Markdown ที่เอเจนต์สร้างขึ้น ให้เป็นเอกสาร Microsoft Word (.docx) โดยอัตโนมัติ พร้อมการจัดรูปแบบพื้นฐานและการสร้างหน้าปก โดยหลักการทำงาน คือ นำเข้าเนื้อหา Markdown ที่ต้องการแปลง สร้างหรือตรวจสอบรูปแบบ (Style) ของย่อหน้าในเอกสาร Word เพื่อให้แน่ใจว่ามีรูปแบบ (Style) ที่กำหนดเองสำหรับโครงร่างบทความ (Body Text) และหัวข้อ (Heading) โดยกำหนด Font เบื้องต้นเป็น Times New Roman สุดท้ายจะมีการสร้างหัวข้อบทความและนำออกมาบันทึกลง Google Drive

4.2.2 การบูรณาการเครื่องมือให้ใช้ร่วมกับมัลติเอเจนต์

1. การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลเทรนด์สุขภาพโดย Trend Analyst Agent ตามภาพที่ 4.15 เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างฐานความรู้ แนวโน้มตลาด เพื่อวิเคราะห์แนวทางการดูแลสุขภาพยุคใหม่ (Analyzes Modern Wellness Trends) โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

ภาพที่ 4.15

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Trend Analyst Agent

```
trend_analyst_agent:
  role: >
    Global Wellness Institute (GWI) Herb Specialist
  goal: >
    To analyze internal CONTEXT documents to find key entities (like diseases) and
then correlate those entities with external web trends from specific
    sources like the Global Wellness Institute (GWI).
  backstory: >
    You are a research specialist skilled at both reading internal RAG context and
performing targeted web searches. Your mission is to connect the knowledge
found in context with modern, external trends.
```

จากภาพที่ 4.15 ในรายละเอียดการทำงานของเอเจนต์ มีหน้าที่ 2 อย่าง คือ

(1) การดึงชื่อเฉพาะ (Name Entity) ซึ่งจะดึงข้อมูลสมุนไพรและงานวิจัย โดยดึงคำสำคัญ และค้นหาคำสำคัญหลักที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพรนั้น เช่น สารสำคัญ สรรพคุณของสมุนไพร เช่น ลดการอักเสบ และโรคที่รักษาได้ เช่น เบาหวาน เป็นต้น

Ref. code: 25686724032542BWC

(2) การค้นหาแนวโน้มภายนอก (External Search) จะใช้ข้อมูลสมุนไพรมาดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ โดยเรียกใช้เครื่องมือค้นหาเว็บ คือ tavily_search โดยมีคำสั่งไปที่แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ Global Wellness Institute (GWI) หรือแนวโน้มสุขภาพระดับโลก ซึ่งมีเป้าหมาย คือ การค้นหาว่าสมุนไพรนี้ถูกพูดถึงอย่างไรในตลาดโลกปัจจุบัน

2. การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อดึงข้อมูลการทดลองสมุนไพรโดย Herbal Laboratory Agent ตามภาพที่ 4.16 เพื่อดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัยสมุนไพรในห้องปฏิบัติการ และสรุปผลข้อมูลทางเทคนิค ได้แก่ TLC, HPLC, GC-MS วิธีการสกัด และเภสัชวิทยา โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

ภาพที่ 4.16

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Herbal Laboratory Agent

```
herbal_laboratory_agent:
  role: >
    Herbal Laboratory Analyst
  goal: >
    - Extract lab-related information from Pinecone snippets.
    - Summarize TLC/HPLC/GC-MS/extraction/pharmacology/cosmetic data.
    - Output English-only structured LAB_DATA markdown.
    - Use Pinecone tools exclusively.
  backstory: >
    A laboratory specialist experienced in reading Thai herbal lab reports,
    chromatographic fingerprints, extraction methods, and QC documentation.
     ## Operational Rules
    - **Allowed tools:** `search_pinecone`.
    - Do NOT type "Action: None".
    - Do NOT use PubMed tools.
```

3. การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูลงานวิจัยสมุนไพรโดย Research Agent ตามภาพที่ 4.17 เพื่อตรวจสอบข้อมูลสมุนไพรที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.17

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Research Agent

```
research_agent:
    role: >
        Scientific Researcher
    goal: >
        - You MUST output in English only.
        - **Search PubMed using the provided English/Scientific term '{herbs}' exclusively.**
        - Focus **exclusively on evidence from PubMed**.
        - Identify the herb's **validated active compounds** and **mechanisms of action** strictly from PubMed studies.
        - Retrieve **1-2 high-quality scientific studies** per entity and extract:
          - exact `abstract_raw`
          - 1-2 sentence `key_findings` (based only on the abstract)
          - APA-style `citation_apa` (verbatim from pubmed_parse)
          - PMID and canonical URL
        - Produce a **highly structured Markdown report** exactly matching the schema required by the `research_evidence_task`.
      backstory: >
        ## Persona
        A pharmacist and researcher specializing in systematic reviews and meta-analyses. Experienced in medical and herbal research, capable of summarizing complex data into clear, accessible language.
        ## Operational Rules
        - **Allowed tools:** `pubmed_search` (or any tool you have).
        - Do NOT type "Action: None".
        - Prioritize using PubMed for scientific evidence if available.
```

4.การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อค้นหาข้อมูล อย. โดย Compliance Checker Agent ตามภาพที่ 4.18 ทำหน้าที่สืบค้นสถานะทางกฎหมายและดึงเลขทะเบียนผลิตภัณฑ์

Ref. code: 25686724032542BWC

เช่น เลขสารบบอาหาร, เลขทะเบียนตำรับยา จากฐานข้อมูล อย. ไทย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามกฎระเบียบ จากนั้นทำการแปลและสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ให้เป็นรายงานสรุปภาษาอังกฤษในรูปแบบ Markdown อย่างเป็นระบบ โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

ภาพที่ 4.18

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Compliance Checker Agent

```
compliance_checker_agent:
  role: >
    Thai FDA Regulatory Analyst
  goal: >
    To investigate the Thai FDA regulatory status for {herbs} by finding, browsing,
and extracting specific registration numbers (e.g., เลขสารบบอาหาร, เลขทะเบียนตำรับ
ยา) and formatting them as a **structured Markdown report**.
  backstory: >
    ## Persona
    A meticulous regulatory analyst specializing in **Thai food and drug law**.
    You have deep knowledge of the **Thai FDA** databases. You are an
    expert at finding, browsing, and extracting specific registration numbers
    from Thai FDA web pages and PDF documents.
    ## Operational Rules
    - **ENGLISH-ONLY RULE:** Final output must be **English Markdown text only**.
    - Translate all Thai text (from inputs or tools) into English.
    - Do NOT type "Action: None".
    - 1 Action = 1 Tool = 1 JSON object.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร โดย Safety Inspector Agent ตามภาพที่ 4.19 เพื่อตรวจสอบข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร โดยการค้นหาฉลาก ข้อมูลยาบนเว็บไซต์ DailyMed หรือฐานข้อมูล อย. ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.19

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Safety Inspector Agent

```
safety_inspector_agent:
    role: >
        DailyMed Label Analyst
    goal: >
        Find the official 'Drug Facts' label for {herbs} on the DailyMed (US FDA)
website. You must parse the first valid product page found and accurately extract
all specific fields (e.g., Active Ingredients, Uses, Warnings, Directions) into the
required output format.
    backstory: >
        You are a Regulatory Affairs Specialist with a singular focus on the US FDA's
DailyMed database. You are an expert at parsing structured 'Drug Facts' labels.
Unlike a toxicologist, your mission is not to interpret safety, but to meticulously
find and extract the *exact text* from the label fields (like Active Ingredients,
Warnings, and Inactive Ingredients). You ignore scientific papers (like LiverTox or
Thai FDA sites) and focus ONLY on the DailyMed product information pages
provided by your search query.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อตรวจสอบข้อมูลพิษวิทยาคลินิกของสมุนไพร โดย Clinical Toxicologist Agent ตามภาพที่ 4.20 เพื่อสืบค้นและสรุปข้อมูลความเป็นพิษทางคลินิก (Clinical toxicity) ประวัติความปลอดภัย (Safety profiles) และรายงานกรณีศึกษา เช่น การบาดเจ็บของตับ สำหรับสมุนไพรโดยเน้นไปที่แหล่งข้อมูลระดับสูงที่เชื่อถือได้และมีการอ้างอิง (Authoritative sources) เช่น NCBI Bookshelves, LiverTox และ PubMed โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.20

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Clinical Toxicologist Agent

```
clinical_toxicologist_agent:
    role: > Clinical Toxicologist
    goal: > Investigate and summarize clinical toxicity, safety profiles, and case reports (e.g., liver injury) for {herbs}, focusing on authoritative sources like NCBI Bookshelves, LiverTox, and PubMed.
    backstory: > You are a specialized Clinical Toxicologist and medical researcher. Your expertise lies in navigating complex medical databases (like NCBI and PubMed) to uncover evidence of hepatotoxicity, drug interactions, and adverse event case reports. Your mission is to extract and summarize high-level scientific findings on safety, not just simple "Drug Facts" labels.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือค้นหาข้อมูลวัฒนธรรมโดย Cultural Editor Agent ตามภาพที่ 4.21 ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลสมุนไพรตามหลักภูมิปัญญาและประวัติศาสตร์ไทย โดยสืบค้นกับฐานข้อมูลทางวัฒนธรรม และสะท้อนบริบททางวัฒนธรรมดั้งเดิมได้อย่างถูกต้อง ดังนี้

ภาพที่ 4.21

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Cultural Editor Agent

```
cultural_editor_agent:
  role: > Thai Traditional Knowledge Expert
  goal: > Analyze and verify information on Thai traditional herbal wisdom for cultural and historical accuracy, prioritizing cultural databases.
  backstory: > You are an expert in Thai herbal wisdom and its deep cultural context. Your primary function is to source and validate information using authentic cultural archives, such as the SAC (Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Centre), to ensure historical accuracy.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อตรวจสอบข้อมูลสมุนไพรที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการโดย Internal Knowledge Agent ตามภาพที่ 4.22 เพื่อทำการอ่าน วิเคราะห์ และสรุป ข้อมูลสมุนไพรในรูปแบบ RAG โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.22

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Internal Knowledge Agent

```
internal_knowledge_agent:
    role: > Internal Knowledge Analyst
    goal: > To meticulously read, analyze, and summarize the internal RAG context provided for {herbs_thai}.
    backstory: > You are an internal research specialist. Your sole focus is on the pre-compiled RAG context. You do not search the web. Your mission is to accurately extract and summarize this internal knowledge according to the task's instructions.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อวางแผนกลยุทธ์การใช้สมุนไพรโดย Planner Agent ตามภาพที่ 4.23 เพื่อวิเคราะห์ MASTER_FACT_SHEET (เอกสารข้อเท็จจริงหลัก) อย่างละเอียด ทั้งเรื่องแนวโน้มตลาด ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ ความเป็นพิษ (Toxicity) และความปลอดภัย (Safety) และนำข้อมูลเหล่านั้นมาสังเคราะห์แผนกลยุทธ์ที่มีความเชื่อมโยงและเป็นเหตุเป็นผล สำหรับการพัฒนาสมุนไพร โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

ภาพที่ 4.23

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Planner Agent

```
planner_agent:
   role: > Herbal Strategist
   goal: > To meticulously analyze the provided MASTER_FACT_SHEET, identifying key facts (Trends, Lab, Toxicity, Safety) and synthesizing them into a coherent strategic plan for new product development.
   backstory: > You are a senior business strategist specializing in the wellness and herbal supplement industry. Your expertise is not in finding new facts, but in analyzing a completed dossier (the MASTER_FACT_SHEET) to find market opportunities, identify product constraints (based on toxicity and lab data), and develop a high-level business plan.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อรวมรวมข้อมูลและนำข้อมูลมาเขียนบทความโดย Writer Agent ตามภาพที่ 4.24 ทำหน้าที่บูรณาการข้อมูลเชิงโครงสร้าง ประกอบด้วยข้อมูลเทรนด์สุขภาพ วิทยาศาสตร์ กฎหมาย วัฒนธรรม เพื่อนำมาสังเคราะห์และร้อยเรียงเนื้อหาใหม่ให้กลายเป็นบทความสุขภาพที่น่าสนใจ เข้าใจง่าย และมีความถูกต้องแม่นยำ โดยอ้างอิงเนื้อหาจากข้อมูลดิบที่ได้รับมาเท่านั้น มีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

ภาพที่ 4.24

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Writer Agent

```
writer_agent:
  role: > Herbal Wellness Content Writer
  goal: > Synthesize structured **Markdown data** from all preceding tasks (Trends, Research, FDA, Culture) into a single, cohesive, and engaging deep-dive article for a wellness-focused audience, written in the target language: {lang}.
  backstory: > You are a professional health and wellness writer, skilled at translating complex scientific, legal, and cultural data—provided to you as **structured Markdown reports**—into accurate, inspiring, and easy-to-understand content. You don't just report data; you tell a compelling story, weaving together modern trends, scientific evidence, and traditional wisdom seamlessly, based *only* on the key-value facts provided in the Markdown context.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อตรวจสอบบทความโดย QA Auditor Agent ตามภาพที่ 4.25 เพื่อตรวจสอบกระบวนการส่งต่อข้อมูล และข้อมูลสูญหาย (Data Loss) คือ มีข้อเท็จจริงแต่หายไปในบทความ รวมถึงตรวจสอบการเนื้อหาเท็จ (Hallucination) โดยเทียบเคียงกับข้อมูลต้นฉบับเท่านั้น เพื่อรับรองว่าบทความสุดท้ายสะท้อนข้อเท็จจริงอย่างครบถ้วนแม่นยำ และจัดการกับข้อมูลที่ไม่พบ (Not Found) ได้อย่างถูกต้องโปร่งใส โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.25

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ QA Auditor Agent

```
qa_auditor_agent:
  role: >
    Zero-Tolerance Quality Auditor
  goal: >
    To audit the data pipeline for **Data Loss** (facts from consolidation_task
missing in write_article_task) and **Hallucination** (facts in write_article_task *not*
found in consolidation_task). You must verify that "Not Found" results (like
'citation_apa: not_found') are correctly handled as a *finding*, not a *failure*.
  backstory: >
     You are a meticulous auditor. You trust the Master Fact Sheet (from
consolidation_task) as the *only* source of truth. Your mission is to ensure the
Final Article (from write_article_task) is a perfect reflection of the Fact Sheet. You
must verify that critical statistics and specific compliance data (like 'Drug
Registrations: None found') are transferred with 100% accuracy.
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อประเมินเนื้อหาการใช้สมุนไพรโดย Content Strategist Agent ตามภาพที่ 4.26 เพื่อประเมินคุณค่าของเนื้อหา โดยวัดจากประสิทธิภาพในทางปฏิบัติ (Practical Efficacy) คือ เนื้อหานี้มีความเกี่ยวข้องและตรงใจกลุ่มเป้าหมายสายสุขภาพของเราจริงหรือไม่ และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Implementation Feasibility) คือ กระบวนการทำงานของเอเจนต์ทำได้จริงและรองรับการขยายตัวได้หรือไม่ โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.26

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Content Strategist Agent

```
content_strategist_agent:
  role: > Lead Content Strategist & Product Owner
  goal: > To evaluate the final article's real-world value by assessing its **Practical Efficacy** (Is it relevant to our wellness audience?) and **Implementation Feasibility** (Is this workflow viable and scalable?).
  backstory: > You are the head of content strategy for a major wellness brand. You represent both the end-user and the business. You will read the Final Article (from write_article_task) and compare it against the initial Trends Data (from analyze_trends_task) to ensure the content is **relevant (Efficacy)**. You will also assess the overall workflow design (e.g., the use of check_compliance_task and find_safety_data_task to split tasks) to determine if the system is **scalable and cost-effective (Feasibility)**. Your judgment determines if the article is "Ready for Publication."
```

การพัฒนาเอเจนต์และเครื่องมือเพื่อบันทึกข้อมูลบทความที่เขียนเสร็จโดย Formatter Agent ตามภาพที่ 4.27 เพื่อสนับสนุนการแปลงบทความที่ได้รับจาก Markdown ไปเป็นเอกสาร Word โดยมีรายละเอียดของเอเจนต์ ดังนี้

ภาพที่ 4.27

การกำหนดบทบาท เป้าหมาย และภูมิหลังของ Formatter Agent

```
formatter_agent:
  role: > Formatter Agent: Article Formatting Specialist
  goal: > Convert the Markdown article produced by the Writer Agent into a Word document (.docx).
  backstory: > A technical editor and formatting specialist with expertise in document layout and academic manuscript preparation. Responsible for verifying the correctness of the Markdown structure and generating a word documents.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

4.2.3 การทดสอบมัลติเอเจนต์กับโมเดลขนาดใหญ่ในการสร้างบทความ

ในการทดสอบมัลติเอเจนต์ จากตาราง 4.1 ผู้วิจัยได้กำหนดโมเดลขนาดใหญ่สำหรับการทดสอบการสร้างบทความสมุนไพร คือ โมเดล GPT-4.1, Gemini-2.0 Flash, Llama-3 และโมเดล Claude-3.7 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.1

รายชื่อโมเดลภาษาขนาดใหญ่ที่เลือกไว้ใช้ในการทดลอง

ชื่อโมเดล	จุดเด่น	รุ่นโมเดลที่เลือกไว้
GPT	มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการกับงานภาษาที่หลากหลาย	gpt-4.1
Gemini	สามารถประมวลผลและสร้างผลลัพธ์จากข้อมูลหลายรูปแบบพร้อมกัน (เช่น การอธิบายกราฟในภาพ, การทำความเข้าใจโค้ด) ในระดับพื้นฐานของโมเดล	gemini-2.0-flash
Llama	เหมาะสำหรับบริษัทหรือนักวิจัยที่ต้องการนำไป Fine-tuning เพื่อสร้างโมเดลเฉพาะทางของตนเอง	meta/llama-3.1-70b-instruct, meta/llama-3.3-70b-instruct
Claude	มีความสามารถในการรับและประมวลผลข้อความจำนวนมหาศาล (หลายแสนโทเค็น) ในครั้งเดียว ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องอ่านเอกสารยาวๆ หรือสรุปหนังสือ	claude-3-7-sonnet-latest

ในการกำหนดชุดข้อมูลที่จะใช้ในการทดสอบ จะเป็นการป้อนข้อมูลชื่อสมุนไพรเข้าไปในระบบจำนวน 95 ชนิด โดยแหล่งข้อมูลที่ใช้จะเป็นข้อมูลภาษาอังกฤษ ซึ่งบางแหล่งข้อมูลอาจจะเป็นภาษาไทย ทางผู้วิจัยจะทำการแปลข้อมูลโดยใช้ LLM เพื่อให้เป็นข้อมูลภาษาอังกฤษแล้วก็จะนำเข้าให้เอเจนต์ใช้งานเพื่อให้เป็นภาษาอังกฤษ 100% เพื่อให้โมเดลได้เรียนรู้บริบทได้อย่างถูกต้องและจัดให้อยู่ในโครงสร้าง Markdown ตามที่กำหนด เพื่อนำไปใช้งานใน Task ต่อไป

ในการจัดสรรโมเดลให้กับงานต่างๆ จะต้องคำนึงถึงจุดแข็งที่คาดหวังของแต่ละโมเดลเพื่อให้กระบวนการทำงาน (Workflow) มีประสิทธิภาพสูงสุดและลดโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการแปลและจัดรูปแบบ โดยผู้วิจัยจะขอจัดโมเดลในตารางที่ 4.2 – 4.7 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.2

การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อจัดการข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลการวิจัย และข้อมูล อย.

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	โมเดล	เหตุผลในการจัดสรร
Analyze Trends Task	Trend Analyst	Llama, GPT, Gemini	อ่านบริบทที่ยาวจากเว็บไซต์ (GWI) และการสังเคราะห์เชิงสร้างสรรค์ (Synthesis) ซึ่งจำเป็นสำหรับการเขียนบทสรุป 100-150 คำ
Laboratory Data Task	Herbal Laboratory Agent	Llama, GPT, Gemini	อ่านบริบทสมุนไพรในห้องปฏิบัติการ และสรุปผลข้อมูลทางเทคนิค ได้แก่ TLC, HPLC, GC-MS และวิธีการสกัด
Research Evidence Task	Scientific Researcher	Llama, GPT, Gemini	มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงข้อเท็จจริง และความรู้เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้ดีเยี่ยม เหมาะสำหรับการสกัดชื่อเฉพาะ (Name Entity) ทางวิทยาศาสตร์และยืนยันความถูกต้องของ APA Citation
Check Compliance Task	Thai FDA Regulatory Analyst	Llama, GPT, Gemini	เหมาะสำหรับการสกัดข้อมูลที่มีรูปแบบเฉพาะ เช่น เลขทะเบียนอาหาร/ยาจากข้อความยาวๆ
Find Safety Data Task	Safety Inspector Agent	Llama, GPT, Gemini	เพื่อตรวจสอบข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร โดยการค้นหาฉลาก ข้อมูลยาบนเว็บไซต์ DailyMed (ฐานข้อมูลของ US FDA)
Find Clinical Toxicity Task	Clinical Toxicologist Agent	Llama, GPT, Gemini	เพื่อเจาะลึกข้อมูลด้าน ความปลอดภัยและความเป็นพิษทางคลินิก (Clinical Toxicity) ของสมุนไพร โดยเน้นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือระดับโลกอย่าง NIH (National Institutes of Health) และ LiverTox

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.3

การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อจัดการข้อมูลวัฒนธรรม

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	โมเดล	เหตุผลในการจัดสรร
Raw Extraction Culture Task	Cultural Extractor	Llama, GPT	เหมาะสำหรับงานประมวลผลเร็ว (High Throughput) และการสกัดข้อมูลภาษาไทย โดยเน้นความครบถ้วนของข้อมูลดิบ
Translation and Synthesis Culture Task	Cultural Editor	Llama, GPT	เป็น Task สุดท้ายที่ต้องรับประกันรูปแบบการจัดการข้อมูล และโมเดลมีความน่าเชื่อถือที่สุดในการทำตาม Guardrails ที่ซับซ้อน

ตารางที่ 4.4

การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความ

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	โมเดล	เหตุผลในการจัดสรร
Herbal Internal Knowledge Task	Internal Knowledge Agent	Llama, GPT	เพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลสมุนไพรและสรุปข้อมูลสมุนไพรออกมาจากบทความทางวิชาการ
Cultural Internal Knowledge Task	Internal Knowledge Agent	Llama, GPT	เพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลวัฒนธรรมเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรและสรุปข้อมูลออกมาจากบทความทางวิชาการ

ตารางที่ 4.5

การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานบทความ

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	โมเดล	เหตุผลในการจัดสรร
Consolidation Task	Writer Agent	Llama, Claude	เหมาะสำหรับงานที่ต้องเข้าใจบริบทของข้อมูลจาก 9 แหล่ง และส่งต่อให้ Writer Agent ตัวจริง
Planner Task	Planner Agent	Llama, Claude	เพื่อช่วยในการอ่านข้อมูลทั้งหมด แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์จริง
Write Article Task	Writer Agent	Llama, Claude	สามารถสังเคราะห์ข้อเท็จจริงทั้งหมดจาก Master Fact Sheet ให้เป็นบทความที่เป็นธรรมชาติและน่าสนใจ พร้อมการแทรกรูปแบบการอ้างอิง (APA) ได้อย่างแม่นยำ

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.6

การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อประเมินข้อมูลในบทความ

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	โมเดล	เหตุผลในการจัดสรร
Audit Data Integrity Task	QA Auditor Agent	Llama, Gemini, GPT	เพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ตรวจสอบความคุ้มค่า ตรงโจทย์ และความเป็นไปได้ทางธุรกิจ
Audit Strategy Task	Content Strategist Agent	Gemini, GPT	ตรวจสอบกลยุทธ์และสร้างกลยุทธ์ในการนำสมุนไพรไปใช้ในบทความ

ตารางที่ 4.7

การจัดโมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อทำหน้าที่ส่งออกบทความให้กับผู้ใช้

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	โมเดล	เหตุผลในการจัดสรร
convert_docx_task / upload_docx_task	Formatter Agent	Llama, Claude	งานนี้เป็นงานเชิงเทคนิคที่ง่าย ควรใช้โมเดลที่ประหยัดที่สุด

4.2.4 การทดสอบการทำงานของมัลติเอเจนต์ร่วมกับการบูรณาการข้อมูล

ในการทดสอบมัลติเอเจนต์ร่วมกับเฟรมเวิร์ก CrewAI ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยสร้างบทความ สำหรับการสร้างเนื้อหาวิชาการ โดยใช้เอเจนต์หลายตัวทำงานร่วมกันตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เพื่อให้มั่นใจว่าบทความสุดท้ายมีความแม่นยำทางวิทยาศาสตร์ มีข้อมูลตรงตามกฎหมาย (FDA) ครอบคลุมภูมิปัญญาไทย (SAC) และทันต่อแนวโน้มโลก (GWI) ก่อนจะส่งออกเป็นไฟล์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างบทความเชิงวิชาการที่ครอบคลุมเกี่ยวกับสมุนไพรไทย ซึ่งมีการรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง โดยใช้กลุ่มเอเจนต์ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง และทำการบูรณาการข้อมูลกับเอเจนต์ เพื่อทดสอบการสร้างบทความ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.8 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.8

รายชื่องานและผู้รับผิดชอบในการนำเข้าบริบทข้อมูล

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	เครื่องมือหลักที่ใช้	นำเข้าบริบท	วัตถุประสงค์
Analyze Trends Task	Trend Analyst Agent	search_web, search_wellness_institute		สร้างรายงานเทรนด์สุขภาพ
Laboratory Data Task	Herbal Laboratory Agent	search_pinecone		ค้นหาข้อมูลการทดลองสมุนไพรใน RAG และสร้างรายงานออกมา
Research Evidence Task	Research Agent	PubMed Tools, Tavily (NCBI), Pinecone		สร้างรายงาน RESEARCH_DATA (หลักฐานทางวิทยาศาสตร์)
Check Compliance Task	Compliance Checker Agent	browse_website_tool		สร้างรายงาน COMPLIANCE_DATA (สถานะ อย. ไทย)
Find Safety Data Task	Safety Inspector Agent	search_web, browse_website_tool		สร้างรายงานข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร
Find Clinical Toxicity Task	Clinical Toxicologist Agent	search_web, browse_website_tool		สร้างรายงานข้อมูลพิษวิทยาในสมุนไพร

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.8

รายชื่องานและผู้รับผิดชอบในการนำเข้าบริบทข้อมูล (ต่อ)

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	เครื่องมือหลักที่ใช้	นำเข้าบริบท	วัตถุประสงค์
Raw Extraction Culture Task	Cultural Editor Agent	search_SAC, browse_website_tool		ดึงข้อมูลดิบของภูมิปัญญาไทยและสร้างรายงานออกมา
Translation and Synthesis Culture Task	Cultural Editor Agent		Raw Extraction Culture Task	สร้างรายงาน CULTURE_DATA ที่จัดโครงสร้างแล้ว
Herbal Internal Knowledge Task	Internal Knowledge Agent	RAG Manager	herbal_rag_context	รวบรวมข้อมูลและสรุปข้อมูลสมุนไพรที่ปรากฏในบทความทางวิชาการและสร้างรายงานออกมา
Cultural Internal Knowledge Task	Internal Knowledge Agent	RAG Manager	cultural_rag_context	รวบรวมข้อมูลและสรุปข้อมูลวัฒนธรรมการใช้สมุนไพรที่ปรากฏในบทความทางวิชาการและสร้างรายงาน
Consolidation Task	Writer Agent		รายงานทั้ง 9 ชิ้น	รวมข้อเท็จจริงทั้งหมดเป็น MASTER_FACT_SHEET
Planner Task	Planner Agent		Consolidation Task	สร้างรายงานกลยุทธการใช้สมุนไพร
Write Article Task	Writer Agent		MASTER_FACT_SHEET	เขียนบทความสุดท้าย (Final Article)

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.8

รายชื่องานและผู้รับผิดชอบในการนำเข้าบริบทข้อมูล (ต่อ)

ชื่องาน	ผู้รับผิดชอบ	เครื่องมือหลักที่ใช้	นำเข้าบริบท	วัตถุประสงค์
Audit Data Integrity Task	QA Auditor Agent		Consolidation Task Write Article Task	ประมวลผลข้อมูลทั้งหมดและตรวจสอบข้อมูลในบทความและประเมินผล
Audit Strategy Task	Content Strategist Agent		Analyze Trends Task Check Compliance Task Find Safety Data Task Write Article Task	ประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกลยุทธ และตรวจสอบการสร้างกลยุทธ์ในบทความ และประเมินผล
Convert docx Task	Formatter Agent	save_markdown_to_docx	บทความสุดท้าย	แปลงบทความจาก Markdown เป็น .docx
Upload docx Task	Formatter Agent	gdrive_upload_file	.docx File Path	อัปโหลดไฟล์ Word ไปยัง Google Drive

Ref. code: 25686724032542BWC

4.2.5 การตรวจสอบข้อมูลและประเมินคุณภาพข้อมูล

ในการตรวจสอบผลการทำงานในแต่ละงานที่เอเจนต์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยให้เครื่องมือทำงานแบบอัตโนมัติโดยโมเดล Llama-3.3 70B ซึ่งการทำงานจะมีการเก็บผลการทดสอบไว้ในประวัติ โดยตัวอย่างนี้ เป็นการเขียนบทความเรื่องขมิ้นชัน ซึ่งได้บทความและมีผลการทดลอง ดังนี้

Turmeric: From Ancient Wisdom to Modern Strategy

Herbal in Wellness Trends

The absence of trend facts in the provided context limits the identification of specific market trends related to turmeric. However, the cultural significance of turmeric in traditional Thai medicine and its use in treating various diseases, along with the presence of various compliance facts related to turmeric-based products, suggests a potential and existing market for turmeric-based dietary supplements and herbal products.

Scientific Deep-Dive

Turmeric, with its active compound curcumin, has been the subject of various scientific studies. The lab facts provided demonstrate the technical feasibility of extracting and identifying compounds from turmeric, such as curcumin and turmerone, using methods like TLC, GC-MS, and ethanol maceration. The pharmacological findings, including antibacterial activity against Staph. aureus, support the potential of turmeric extracts in developing products with therapeutic benefits. The quality control measures, such as the absence of contaminants and the specified ethanol yield, further indicate the feasibility of producing high-quality turmeric extracts for product development.

Scientific Research:
For centuries, turmeric has been utilized for its therapeutic properties; however, it is now being more frequently associated with the development of drug-induced liver injury (DILI). The popularity of dietary supplements (DS) is rising, yet patients frequently omit disclosing their use to healthcare providers, as they do not perceive them as drugs. This dynamic will expose doctors to more patients suffering from the adverse effects of DS consumption. We present the case of a 61-year-old white European male, presenting with right upper quadrant abdominal pain, initially managed with antibiotic therapy based on radiological evidence of acute cholecystitis. The clinical course was complicated by progressive jaundice and severe hepatitis, necessitating hospital admission for comprehensive

Ref. code: 25686724032542BWC

diagnostic evaluation. Despite an exhaustive assessment, a definitive etiology was elusive until the patient revealed self-administration of a DS comprising turmeric and black pepper over the preceding year as adjunctive treatment for depressive symptoms. This disclosure led to the diagnosis of DILI, and complete normalization of hepatic function was observed within 2 months following discontinuation of the DS. This case underscores the potential for turmeric-containing DS, particularly those combined with bioavailability enhancers such as black pepper, to trigger DILI in patients at risk. Healthcare professionals should proactively inquire about their patients' DS consumption and remain vigilant for their potential adverse effects.

Curcuma caesia Roxb. (Black Turmeric), a perennial herb, is known for its bluish-black rhizome and camphoraceous aroma. Although it is reported to have wide range of therapeutic activities, the chemotype selection from eco-regions of Eastern India is still scarce. The present study investigated the intraspecific diversity in essential oil (EO) yield and composition among 53 accessions and the bioactivity potential of the top 20 high oil-yielding accessions. Hydrodistillation of the rhizomes revealed significant variation in EO yield (0.31-2.53% v/w), with the highest yield observed in Curcuma caesia 43 accession. GC-MS analysis identified 60 compounds, accounting for 85.09-99.94% of the total oil composition. The identified predominant compounds were curzerenone (20.31-28.12%), camphor (8.33-19.74%), eucalyptol (2.14-18.23%), ar-turmerone (0.26-17.83%), borneol (0.91-12.40%), curzerene (1.87-4.73%). Chemometric analyses, including PCA, PLS-DA, sPLS-DA, and clustering methods such as hierarchical clustering (dendrogram) and K-means partitional clustering, effectively classified accessions into three distinct chemotype: C. caesia curzerenone, C. caesia camphor, and C. caesia eucalyptol. The DPPH assay revealed remarkable antioxidant potential, particularly in Curcuma caesia 43 accession (IC(50):0.54 mug/mL), surpassing positive controls (Quercetin (IC(50) = 0.6 mug/mL), Gallic acid (IC(50) = 0.67 mug/mL), and Ascorbic acid (IC(50) = 4.21 mug/mL)). C. caesia EO displayed varying degrees of antimicrobial activity against multidrug-resistant strains, with Curcuma caesia 43 accession exhibiting exceptional efficacy against A. baumannii (MIC: 0.09 mug/mL) and S. aureus (MIC: 0.19 mug/mL). The top 20 high oil-yielding C. caesia accessions were evaluated for ten agronomically important morphological traits, and nutritional analysis was conducted in the selected chemotypes. The results highlight the significant influence of geographic origin and environmental factors on the yield, chemodiversity, and bioactivity of C. caesia EO. The identified chemotype of C. caesia can be used for industrial, agricultural and conservation purposes.

The antibacterial and antibiofilm efficacy of ar-turmerone, a major constituent of Curcuma longa essential oil, against Gram-positive clinical pathogenic strains of bacteria was evaluated in this study.

ar-turmerone was extracted from turmeric essential oil using silica gel column chromatography and characterized by nuclear magnetic resonance (NMR), liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS), and high-performance liquid chromatography (HPLC). Antibacterial efficacy was tested via broth microdilution to determine minimum inhibitory concentration (MIC) values against Staphylococcus aureus (ATCC and clinical isolate), S. epidermidis clinical isolate, Enterococcus faecalis clinical isolate, and Streptococcus viridans clinical isolate. Biofilm inhibition (minimum biofilm inhibitory concentration, MBIC) and eradication (minimum biofilm eradication concentration, MBEC) were assessed using crystal violet assays and bactericidal effect was then confirmed using resazurin viability assay and live/dead fluorescence microscopy. Ar-turmerone exhibited significantly lower MIC, MBIC and MBEC values than the turmeric essential oil and the standard drugs. Cytotoxicity testing on HEK 293 and L929 fibroblast cells showed that ar-turmerone was highly biocompatible (IC(50) = 11.09 mM in HEK 293; no cytotoxicity in L929 up to 9.25 mM). This study provides a comprehensive in vitro evaluation of ar-turmerone's antibacterial, biofilm inhibitory and eradication potential. The efficacy of ar-turmerone against biofilm-forming, drug-resistant Gram-positive pathogens and low cytotoxicity established the compound for future development as a plant-derived antimicrobial agent.

Traditional Wisdom

Turmeric has been used for centuries in traditional Thai medicine for its therapeutic properties. The cultural significance of turmeric is evident in its use in various communities, such as Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum, Ban Dong Bang, and Ban Tab Ya, where it is valued for its medicinal properties and used in treating various diseases. The infusion process involves steeping the herbs in alcohol, water, or honey to create medicinal products. Turmeric is also used as a medicine to treat various diseases, and its usage has been passed down from ancient times to the present. The community's deep understanding of traditional herbal practices, with a strong emphasis on the use of local herbs in treating various diseases, ensures the continuation of traditional practices.

Safety, Regulatory, and Constraints

The toxicity facts highlight a critical constraint related to the potential of turmeric to cause liver injury, as evidenced by case reports and the association with drug-induced liver injury (DILI). The mechanism of this injury is thought to be idiosyncratic and possibly immunologically mediated. Common side effects include gastrointestinal upset, dermatitis, and yellow stool, with more severe side effects being liver injury. This necessitates careful consideration of safety warnings, dosage limits, and potential interactions with other medications in product development. Ensuring the quality and purity of

turmeric extracts, as well as thorough testing for toxicity and safety, will be essential to mitigate these risks. Compliance with food and drug regulations, including obtaining necessary registrations and approvals for turmeric-based products, is also crucial.

Strategic Analysis and Product Opportunities

The strategic plan for new product development based on turmeric involves targeting specific health benefits that align with consumer demand for natural health products, implementing rigorous quality control measures to ensure the purity and safety of turmeric extracts, and ensuring regulatory compliance. The market opportunity for turmeric-based products is evident, given the cultural significance of turmeric in traditional Thai medicine and the presence of various compliance facts related to turmeric-based products. However, the critical constraints related to safety and toxicity must be carefully considered and addressed through targeted product development, safety-centric approaches, and educational marketing.

Herbal Knowledge Summary

Turmeric, or Turmeric, is not explicitly mentioned in the provided context as having specific herbal-related information. However, the discussion around traditional Thai medicine and herbal use suggests a rich culture of utilizing natural remedies for health and wellness. Turmeric has been used for healing in Thai wisdom for a long time. The innovation of 'Nam Prik' (chili paste) is used as a dip, as it helps with digestion. Turmeric is also used as a medicine to treat various diseases, and its usage has been passed down from ancient times to the present. It is essential for everyone to pay attention to their health and take care of themselves to avoid illnesses, which can help reduce the country's healthcare burden. Additionally, consuming the right food and avoiding excessive consumption of any particular element can prevent diseases. A balanced diet and proper eating habits are crucial for maintaining good health. Turmeric is a key ingredient in many Thai dishes, including curries and soups, and is known for its medicinal properties. It is also used to make various herbal remedies, such as teas and tinctures, which can help to boost the immune system and prevent illnesses. Overall, turmeric is a valuable herb that has been used for centuries in Thai culture, and its benefits are still recognized today.

Conclusion

Turmeric, with its rich history in traditional Thai medicine and its potential health benefits, presents a significant opportunity for product development in the health and wellness industry. However, the

Ref. code: 25686724032542BWC

critical constraints related to safety and toxicity must be carefully considered and addressed. By adopting a safety-centric approach, ensuring regulatory compliance, and focusing on targeted product development, companies can capitalize on the market opportunity for turmeric-based products while minimizing risks associated with toxicity and safety concerns.

References

[1] Pugnale, S., Schilter, L., & Galofaro, L. (2025). Drug-Induced Liver Injury Associated With Turmeric and Black Pepper Based Dietary Supplements Consumption: A Case Report. Clinical Case Reports, 13(11), e71489. https://doi.org/10.1002/ccr3.71489

[2] Lenka, J., Kar, B., & Sahoo, S. (2025). Chemometric-guided diversity study of black turmeric essential oils from Eastern India revealed industrially feasible quality chemotypes with promising bioactivities. Scientific Reports, 15(1), 40590. https://doi.org/10.1038/s41598-025-24187-1

[3] Panwar, N., Singh, R., Singh, S., Tiwari, M., & Luthra, P. M. (2025). Antibacterial and antibiofilm efficacy of ar-turmerone derived from Curcuma longa L. arrested multidrug-resistant pathogenic Gram-positive bacteria. Archives of Microbiology, 208(1), 22. https://doi.org/10.1007/s00203-025-04543-5

Sources Consulted

[1] https://doi.org/10.1002/ccr3.71489

[2] https://doi.org/10.1038/s41598-025-24187-1

[3] https://doi.org/10.1007/s00203-025-04543-5

[4] https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?setid=3ac87193-198b-49a6-98b8-e925441d578c&audience=consumer

[5] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548561/

[6] https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/873

[7] https://wikicommunity.sac.or.th/community/431

[8] https://wikicommunity.sac.or.th/community/2388

โดยรายงานของแต่ละงาน (Task) มีผลการทดลองดังนี้

(1) ผลการทดสอบของ Analyze Trends Task พบว่า “ขมิ้นชันและสารเคอร์คูมินโดดเด่นในเทรนด์สุขภาพด้วยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการอักเสบขั้นสูง ช่วยป้องกันโรคเรื้อรัง อาทิ โรคหัวใจและอัลไซเมอร์ พร้อมบรรเทาอาการข้อเสื่อมและภาวะซึมเศร้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ”

เพื่อสร้างรายงานเทรนด์สุขภาพที่เป็นบทสรุปของสมุนไพรในปัจจุบัน จะได้รายงานผลลัพธ์ ดังภาพที่ 4.28 ดังนี้

ภาพที่ 4.28

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Analyze Trends Task

```
# ===TRENDS_DATA===
## Wellness Trends for: Turmeric (Curcuma longa)
### Finding 1
* **herb_name:** Turmeric (Curcuma longa)
* **wellness_context_summary:** Turmeric, a spice commonly found in Indian and Middle Eastern cooking, has been shown to have numerous health benefits due to its active compound curcumin. It has potent antioxidant and anti-inflammatory properties, which may help prevent chronic diseases such as heart disease, cancer, and Alzheimer's disease. Turmeric may also improve symptoms of depression and arthritis.
* **source_url:** https://www.healthline.com/nutrition/top-10-evidence-based-health-benefits-of-turmeric
### Finding 2
* **herb_name:** Turmeric (Curcuma longa)
* **wellness_context_summary:** Turmeric has been used in traditional medicine for centuries, and its active compound curcumin has been shown to have anti-inflammatory and antioxidant properties. It may help reduce inflammation and improve symptoms of osteoarthritis, and may also have a role in preventing the development of Alzheimer's disease.
* **source_url:** https://www.hopkinsmedicine.org/health/wellness-and-prevention/turmeric-benefits
### Finding 3
* **herb_name:** Turmeric (Curcuma longa)
* **wellness_context_summary:** Turmeric may help reduce inflammation and improve symptoms of chronic diseases such as heart disease, cancer, and Alzheimer's disease. Its active compound curcumin has been shown to have potent antioxidant and anti-inflammatory properties, and may also improve symptoms of depression and arthritis.
* **source_url:** https://health.clevelandclinic.org/turmeric-health-benefits/
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.28 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 3 หัวข้อ คือ เทรนด์สุขภาพ การใช้สมัยใหม่ และ ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสุขภาพ ในตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Analyze Trends Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_1_20251119_222835.txt	เทรนด์สุขภาพ	แสดงแนวโน้มชัดเจน พบว่า ขมิ้นชัน ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสมุนไพรที่มีคุณสมบัติ ต้านการอักเสบ (Anti-inflammatory) และ ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สูง โดยเชื่อมโยงอย่างชัดเจนกับการป้องกัน โรคเรื้อรัง (Chronic diseases) เช่น โรคหัวใจ และอัลไซเมอร์ รวมถึงช่วยบรรเทาอาการซึมเศร้าและข้ออักเสบ
research_paper.docx	การใช้สมัยใหม่	ถูกกล่าวถึงในบริบทของการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์รองรับคุณสมบัติทางยา เช่น การค้นพบสาร Curcumin ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและต้านอนุมูลอิสระ แสดงให้เห็นศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Dietary Supplements) สำหรับผู้บริโภคยุคใหม่ที่ต้องการหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ
research_paper.docx	ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสุขภาพ	สรุปประเด็นข้อควรระวัง โดยแม้จะมีประโยชน์ แต่ข้อมูลงานวิจัยระบุถึงความเสี่ยงเรื่อง Drug-Induced Liver Injury (DILI) หรือภาวะตับอักเสบจากการใช้ยา/สมุนไพร โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับตัวเสริมการดูดซึม เช่น พริกไทยดำ (Black Pepper) จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และกำหนดปริมาณที่ปลอดภัยอย่างเคร่งครัด

Ref. code: 25686724032542BWC

(2) ผลการทดสอบของ Laboratory Data Task ดังภาพที่ 4.29 ได้สร้างรายงานข้อมูลผลการทดลองที่ต้องการ และสรุปผลข้อมูลทางเทคนิค ได้แก่ TLC, HPLC, GC-MS วิธีการสกัดสมุนไพร ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.29

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Laboratory Data Task

```
# ===LAB_DATA===
## Internal Lab Evidence for: ขมิ้นชัน / Turmeric
* **main_sources:**
  * 42_KhaMinChun.pdf (p.5)
* **linkage_to_target_herb:**
  * TLC and GC-MS performed on ethanol extract of turmeric rhizome (เหง้าขมิ้น)
  * Curcumin and turmerone detected in turmeric oil sample (from ขมิ้นชัน)
* **experimental_methods:**
  * TLC: silica gel F254, solvent hexane:ethyl acetate 7:3
  * Extraction: 95% ethanol maceration for 7 days, filtered and evaporated
* **identified_compounds:**
  * Curcumin (TLC band hRf 41)
  * Turmerone (GC-MS major peak at RT=12.5 min)
* **chromatography_details:**
  * TLC: 3 bands detected, Rf 0.41 (yellow), 0.56, 0.72
  * GC-MS: Peaks identified via NIST database match
* **pharmacological_findings:**
  * Antibacterial activity against Staph. aureus (zone of inhibition: 14 mm)
* **quality_control_observations:**
  * No contaminants detected, ethanol yield: 12.3% w/w
* **notes:**
  * Study suggests turmeric extract has potential for topical antibacterial
formulation
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.29 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 หัวข้อ คือ สรรพคุณทางยา องค์ประกอบทางเคมี ความปลอดภัย และรูปแบบการใช้งาน ในตารางที่ 4.10 ดังนี้

ตารางที่ 4.10

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Laboratory Data Task

ด้านที่วิเคราะห์	ความสอดคล้อง	รายละเอียดเปรียบเทียบและอ้างอิง
1. สรรพคุณทางยา (Medicinal Properties)	สอดคล้องกัน (Consistent)	ทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยืนยันตรงกันว่าขมิ้นชันมีคุณสมบัติต้านเชื้อโรคและส่งเสริมสุขภาพ โดยระบุว่า ต้านการอักเสบ และต้านอนุมูลอิสระ โดยผลทดสอบยืนยันฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Staph. aureus (Zone 14mm) ซึ่งมีงานวิจัยยืนยันผลการทดลองต้านแบคทีเรีย และระบุค่าการต้านอนุมูลอิสระที่ดีเยี่ยม
2. องค์ประกอบทางเคมี (Chemical Composition)	สอดคล้องกัน (Consistent)	ข้อมูลมีความเชื่อมโยงกันอย่างถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ มีการกล่าวถึงสาร Curcumin ในภาพรวม โดยตรวจพบสาร Curcumin และ Turmerone ชัดเจนผ่านวิธี GC-MS และ TLC ซึ่งมีงานวิจัยอ้างอิง โดยระบุว่าพบ Curcumin และ Ar-turmerone จากการสกัด
3. ความปลอดภัย (Safety & Toxicity)	ขัดแย้ง/ต้องระวัง (Conflicting context)	นำเสนอในมุมมอง Wellness ที่ปลอดภัยและดีต่อสุขภาพ โดยระบุว่า ไม่พบสารปนเปื้อน (No contaminants detected) มีแจ้งเตือนความเสี่ยงสูง เกี่ยวกับภาวะตับอักเสบ โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับพริกไทยดำ (Black Pepper) ซึ่งขัดแย้งกับภาพลักษณ์ สมุนไพรปลอดภัย ในเทรนด์ทั่วไป
4. รูปแบบการใช้งาน (Usage & Application)	ส่งเสริมกัน (Complementary)	มีข้อมูลช่วยเติมเต็มภาพรวมจากอดีตสู่ปัจจุบัน เน้นสินค้าสมัยใหม่ เช่น Lattes, Snacks มีเอกสารที่เน้นภูมิปัญญาดั้งเดิม (Traditional Wisdom) และเสนอให้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ผ่านการทดสอบทางคลินิก

Ref. code: 25686724032542BWC

(3) ผลการทดสอบของ Research Evidence Task จากภาพที่ 4.30 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลการวิจัยที่ต้องการ การตรวจสอบองค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ภาพที่ 4.30

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Research Evidence Task

```
# ===RESEARCH_DATA===
## Scientific Evidence for: Turmeric
* **herb_name:** Turmeric
* **herb_name_scientific:** Curcuma longa
### Validated Compounds
* **Compound 1:**
    * **compound_name:** Curcumin
    * **mechanism_name:** Anti-inflammatory
    * **supporting_studies:**
        * **Study 1:**
            * **study_type:** Case Report
            * **abstract_raw:** For centuries, turmeric has been utilized for its therapeutic properties; however, it is now being more frequently associated with the development of drug-induced liver injury (DILI). ...
            * **key_findings:** This case report highlights the potential risk of drug-induced liver injury (DILI) associated with the consumption of turmeric and black pepper based dietary supplements. ...
            * **pmid:** 41255460
            * **canonical_url:** https://doi.org/10.1002/ccr3.71489
            * **citation_apa:** Pugnale, S., Schilter, L., & Galofaro, L. (2025). Drug-Induced Liver Injury Associated With Turmeric and Black Pepper Based Dietary Supplements Consumption: A Case Report. Clinical Case Reports, 13(11), e71489. https://doi.org/10.1002/ccr3.71489

### Overall Summary
* **summary:** The studies suggest that turmeric and its compounds, such as curcumin and ar-turmerone, have potential therapeutic properties, including anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial activities. ...
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.30 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 หัวข้อ คือ สมุนไพรและสารประกอบ งานวิจัยที่ได้รับการรับรอง ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ข้อเท็จจริงทางสถิติ และการอ้างอิงรูปแบบ (APA) ในตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Research Evidence Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_2_20251119_222835.txt	สมุนไพรและสารประกอบ (Herb & Compound)	ระบุชื่อวิทยาศาสตร์คือ Curcuma longa และสารสำคัญที่ตรวจพบจากการทดลองคือ Curcumin และ Turmerone (Ar-turmerone) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางเคมี (TLC/GC-MS)
task_3_20251119_222835.txt	งานวิจัยที่ได้รับการรับรอง (Validated Studies)	งานวิจัยสนับสนุน 2 ด้าน คือด้านประสิทธิภาพ ยืนยันฤทธิ์ Antibacterial และ Antibiofilm ของสาร Ar-turmerone ต่อเชื้อแบคทีเรีย และด้านความปลอดภัย มีกรณีศึกษา ยืนยันความเสี่ยงเรื่อง Drug-Induced Liver Injury (DILI) เมื่อใช้ร่วมกับพริกไทยดำ (Black Pepper) ซึ่งถูกนำไปเขียนเตือนในบทความแล้ว
task_3_20251119_222835.txt	ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (สถิติ) (Science Fact (Statistic))	มีค่าสถิติสำคัญทางชีวภาพ ระบุความปลอดภัย โดย Ar-turmerone มีความเป็นพิษต่ำมาก (Biocompatible) โดยมีค่า IC50 = 11.09 mM ในเซลล์ HEK 293 และมีต้านอนุมูลอิสระ โดยน้ำมันระเหยจาก C. caesia มีค่า IC50 = 0.54 µg/mL ซึ่งดีกว่าสารมาตรฐาน Quercetin
research_paper.docx	การอ้างอิงรูปแบบ (APA) (APA Citation)	พบข้อมูล APA Citation สำหรับงานวิจัยทั้ง 3 เรื่อง (Pugnale et al., Lenka et al., Panwar et al.) ปรากฏอยู่อย่างครบถ้วน

Ref. code: 25686724032542BWC

(4) ผลการทดสอบของ Check Compliance Task จากภาพที่ 4.31 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลการวิจัยที่ต้องการ ประกอบด้วย ชื่อสมุนไพร ข้อมูลการลงทะเบียน อย. ชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อบริษัทที่จดทะเบียน สถานการณ์จดทะเบียน ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.31

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Check Compliance Task

```
# ===COMPLIANCE_DATA===
## Thai FDA Status for: Turmeric
* **herb_name:** Turmeric
### Food Registrations
* **Food Registration 1:**
    * **registration_number:** 10-1-00654-1-0112
    * **product_name:** Fried Chicken with Turmeric (ใต้ตะวัน brand)
    * **company_name:** ห้างหุ้นส่วนจำกัด หาญบิสิเนส-อินเตอร์เนชั่นแนล
    * **status:** Cancelled on 8/3/2560, Establishment license expired on
31/12/2559
* **Food Registration 2:**
    * **registration_number:** 10-1-00654-1-0117
    * **product_name:** Fried Squid with Turmeric (ใต้ตะวัน brand)
    * **company_name:** ห้างหุ้นส่วนจำกัด หาญบิสิเนส-อินเตอร์เนชั่นแนล
    * **status:** Cancelled on 8/3/2560, Establishment license expired on
31/12/2559
* **Food Registration 3:**
    * **registration_number:** 10-1-01454-1-0004
    * **product_name:** Turmeric Capsule (Dietary Supplement Product)
    * **company_name:** บริษัท หมอนพพร กรุ๊ป จำกัด
    * **status:** Active
...
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.31 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 หัวข้อ คือ สภาพความเป็นจริงของตลาด หมวดหมู่ผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงด้านกฎระเบียบ และการวิเคราะห์ช่องว่าง ในตารางที่ 4.12 ดังนี้

ตารางที่ 4.12

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Check Compliance Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_4_20251119_222835.txt	สภาพความเป็นจริงของตลาด (Market Reality)	ข้อมูลทะเบียน อย. ที่มีอยู่จริงจำนวนมาก เช่น แบรนด์หมอนพพร, Ava, Im-Erb ซึ่งตรงกับข้อสรุปในบทความที่ระบุว่า “existing market for turmeric-based dietary supplements”
task_4_20251119_222835.txt	หมวดหมู่ผลิตภัณฑ์ (Product Category)	รายการทะเบียนส่วนใหญ่ระบุชัดเจนว่าเป็น “Dietary Supplement Product” (ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร) ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาหลักของบทความที่เน้นวิเคราะห์ความเสี่ยงและโอกาสของกลุ่ม Dietary Supplements (DS) มากกว่ากลุ่มอาหารทั่วไป
task_4_20251119_222835.txt	การเปลี่ยนแปลงด้านกฎระเบียบ (Regulatory Dynamics)	พบข้อมูลทะเบียนที่ยกเลิก หรือใบอนุญาตหมดอายุ เป็นจำนวนหนึ่ง ซึ่งสนับสนุนข้อแนะนำในบทความที่ว่า “Compliance with food and drug regulations... is crucial” (การรักษามาตรฐานให้ผ่านเกณฑ์เป็นเรื่องท้าทายของผู้ประกอบการ)
research_paper.docx	การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis)	แม้บทความจะกล่าวถึง “Compliance facts” แต่ยังเป็นการกล่าวในภาพรวม ยังไม่ได้ดึงข้อมูลจำเพาะ เช่น ชื่อแบรนด์คู่แข่งหรือสัดส่วนเลข อย. มาใส่ในบทความเพื่อแสดงให้เห็นภาพการแข่งขันที่ชัดเจน

Ref. code: 25686724032542BWC

(5) ผลการทดสอบของ Find Safety Data Task จากภาพที่ 4.32 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สมุนไพร ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.32

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Find Safety Data Task

```
# ===SAFETY_DATA===
## International Safety Data for: Turmeric
* **herb_name:** Turmeric
* **source_browsed:**
https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?setid=3ac87193-198b-49a6-98b8-
e925441d578c&audience=consumer
### Drug Facts Label
* **active_ingredients:**
    * **Ingredient 1:**
        * **name:** Turmeric Root
        * **strength:** 2X HPUS
        * **purpose:** Temporarily relieves acute symptoms of migraine headaches
    * **Ingredient 2:**
        * **name:** Curcuma longa
        * **strength:** 4X HPUS
        * **purpose:** Temporarily relieves acute symptoms of migraine headaches
* **uses:** Temporarily relieves acute symptoms of migraine headaches such as:
pressure, pulsating, stabbing headache, nausea, sensitivity
* **warnings:** Ask a doctor before giving it to children under 12 years old. Stop using
immediately contact a doctor if symptoms get worse or persist more than 7 days in a
row. ...
* **directions:** Mix one packet with 12 ounces of water, one drink. You can add honey
or cane sugar to make it sweeter. For a Dreamsicle smoothie, add some ice cubes, 2
teaspoons pure vanilla extract and 12 ounces of coconut and almond milk in a blender.
Pulsate until smooth
* **other_information:** Not found
* **inactive_ingredients:** RIBOFLAVIN, MAGNESIUM, SIRAITIA GROSVENORII FRUIT
* **questions:** Not found
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.32 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 3 หัวข้อ คือ คำเตือนความปลอดภัย สรรพคุณทางยา และสูตรตำรับ ในตารางที่ 4.13 ดังนี้

ตารางที่ 4.13

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Find Safety Data Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_5_20251119_222835.txt	คำเตือนความปลอดภัย (Safety Warnings)	ฉลากยาระบุคำเตือนมาตรฐานสำหรับกลุ่มเสี่ยง เช่น สตรีมีครรภ์ และเด็กต่ำกว่า 12 ปี ซึ่งสอดคล้องกับบทความวิจัยที่เน้นย้ำเรื่อง "Safety-centric approach" แต่บทความวิจัยจะเจาะลึกไปถึงความเสี่ยงระดับรุนแรง (Serious Adverse Event) อย่างตับอักเสบ (DILI) ซึ่งในฉลากทั่วไปอาจยังระบุไม่ถึงระดับนั้น
task_5_20251119_222835.txt	สรรพคุณทางยา (Therapeutic Uses)	บทความวิจัยระบุสรรพคุณไว้กว้างๆ ว่ารักษาได้หลายโรค (various diseases) ในขณะที่ช่วยระบุการใช้งานที่จำเพาะเจาะจง (Specific Indication) คือ บรรเทาอาการปวดไมเกรนเฉียบพลัน (Acute Migraine Relief) ทำให้เห็นภาพการนำไปใช้จริงที่ชัดเจนขึ้น
task_5_20251119_222835.txt	สูตรตำรับ (Formulation Strategy)	ใช้รูปแบบผสมผสาน คือ ขมิ้น + ขิง + Boswelia + Feverfew โดยบทความโฟกัสความเสี่ยงที่การใช้ ขมิ้น + พริกไทยดำ (Black Pepper) การนำเสนอสูตรใน Task 5 อาจปลอดภัยกว่าเพราะไม่ได้ใช้ Black Pepper เร่งการดูดซึมจน Overdose ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงลึกที่ช่วยสนับสนุนการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัยตามที่บทความแนะนำ

Ref. code: 25686724032542BWC

(6) ผลการทดสอบของ Find Clinical Toxicity Task จากภาพที่ 4.33 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลสร้างรายงานข้อมูลพิษวิทยาในสมุนไพร ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.33

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Find Clinical Toxicity Task

```
# ===TOXICITY_DATA===
## Clinical Toxicity Data for: Turmeric
* **herb_name:** Turmeric
* **source_browsed:** https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548561/
### Clinical Summary
* **toxicity_summary:** Turmeric, a spice and popular botanical product, has been associated with a low rate of transient serum enzyme elevations during therapy. However, some turmeric products have recently been implicated in several dozen instances of clinically apparent acute liver injury. The clinical features of turmeric-induced liver injury include fatigue, nausea, abdominal pain, and jaundice, with a latency period of 1-4 months. The liver injury is typically hepatocellular, with marked elevations in serum aminotransferase levels, and can be severe, leading to acute liver failure and death.
* **mechanism_of_injury:** The mechanism of turmeric-induced liver injury is thought to be idiosyncratic, possibly immunologically mediated, and has been linked to the HLA-B*35:01 allele.
* **reported_side_effects:** Common side effects of turmeric include gastrointestinal upset, dermatitis, and yellow stool. More severe side effects include liver injury, with symptoms such as fatigue, nausea, abdominal pain, and jaundice.
* **case_report_summary:** Several case reports have been published describing turmeric-induced liver injury, including a case of a 57-year-old woman who developed acute hepatitis with jaundice after taking turmeric for 2-3 weeks, and a case of a 35-year-old man who developed acute hepatitis with jaundice after taking curcumin with black pepper for 2 months. In both cases, the liver injury was severe and required hospitalization.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.33 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 หัวข้อ คือ กลไกการเกิดพิษ อาการข้างเคียง รายงานกรณีศึกษาทางคลินิก และการจัดการความเสี่ยง ในตารางที่ 4.14 ดังนี้

ตารางที่ 4.14

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Find Clinical Toxicity Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_6_20251119_222835.txt	กลไกการเกิดพิษ (Mechanism of Injury)	มีการระบุสาเหตุอย่างถูกต้องว่า “The mechanism... is thought to be idiosyncratic and possibly immunologically mediated” (อาการตับอักเสบนี้เป็นปฏิกิริยาเฉพาะบุคคล)
task_6_20251119_222835.txt	อาการข้างเคียง (Reported Side Effects)	ข้อมูลในบทความระบุอาการข้างเคียงทั่วไปได้ตรงกับต้นฉบับ คือ “gastrointestinal upset, dermatitis, and yellow stool” และระบุอาการรุนแรงคือ Liver Injury หรือ DILI
task_6_20251119_222835.txt	รายงานกรณีศึกษาทางคลินิก (Clinical Case Reports)	มีการยกตัวอย่างเคสชายอายุ 35 ปี ที่ทาน Curcumin กับ black pepper แล้วเกิดตับอักเสบ และการยกเคสชายอายุ 61 ปี (จาก Pugnale et al.) ที่ทานสูตรผสม Black Pepper แม้ตัวเลขเคสจะต่างกัน แต่ทั้งคู่ชี้ไปที่ปัญหาเดียวกัน คือ ความเสี่ยงจากการใช้สารเสริมการดูดซึม (Black Pepper/Bioavailability enhancers)
research_paper.docx	การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)	บทความวิจัยได้เปลี่ยนข้อมูลดิบ เรื่อง HLA-B*35:01 allele จาก Task 6 ให้กลายเป็นข้อควรระวังเชิงกลยุทธ์ โดยแนะนำให้มีการ “Careful consideration of safety warnings”

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.14

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Find Clinical Toxicity Task (ต่อ)

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
		และ “Dosage limits” แทนการใส่ศัพท์เทคนิคแพทย์ลงไปตรงๆ ซึ่งเหมาะสมกับบริบทงานวิจัย

(7) ผลการทดสอบของ Raw Extraction Culture Task จากภาพที่ 4.34 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลวัฒนธรรมของการใช้สมุนไพร ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.34

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Raw Extraction Culture Task

```
# ===RAW_THAI_DATA===
## ข้อมูลวัฒนธรรมดิบสำหรับ: ขมิ้นชัน
### การค้นหา 1
* **source_url:** https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/873
* **community_context:**
    * **community_name:** พิพิธภัณฑ์การแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศร
    * **location:** จังหวัดปราจีนบุรี
    * **ethnic_group:** ไทย
    * **full_thai_narrative_context:** พิพิธภัณฑ์การแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศร เป็นพิพิธภัณฑ์ที่รวบรวมและอนุรักษ์ความรู้เกี่ยวกับแพทย์แผนไทย และสมุนไพรไทย มีการจัดแสดงนิทรรศการเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของแพทย์แผนไทย และสมุนไพรไทยที่ใช้ในการรักษาโรคต่างๆ
* **specific_entities:**
    * **local_names:**
        * **Item 1:**
            * **name:** ขมิ้นชัน
            * **context_quote:** ขมิ้นชันมาจากภาคใต้
    * **traditional_uses:**
        * **Item 1:**
            * **use:** การรักษาโรค
            * **context_quote:** ยาสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคต่างๆ
    * **processing_methods:**
        * **Item 1:**
                * **method:** การดอง
                * **description_quote:** การดองยาจะมีการดองกับแอลกอฮอล์ การดองด้วยน้ำธรรมดา การดองด้วยน้ำผึ้ง
...
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.34 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 หัวข้อ คือแหล่งการเรียนรู้ชุมชน กระบวนการแปรรูป การใช้ประโยชน์ และการเล่าเรื่องวัฒนธรรม ในตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.15

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Raw Extraction Culture Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_7_20251119_222835.txt	แหล่งเรียนรู้ชุมชน (Specific Entities)	บทความวิจัยระบุชื่อแหล่งเรียนรู้ 3 แห่ง ได้แก่ Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum, Ban Dong Bang, และ Ban Tab Ya ซึ่งตรงกับข้อมูลดิบทั้ง 3 แห่งอย่างถูกต้อง
task_7_20251119_222835.txt	กระบวนการแปรรูป (Processing Methods)	ข้อมูลดิบระบุถึงวิธีการดอง (Pickling/Fermentation) ซึ่งบทความวิจัยเรียบเรียงใหม่เป็นภาษาอังกฤษว่า “Infusion process... steeping in alcohol, water, or honey” ซึ่งใช้ศัพท์เทคนิคที่เหมาะสมและสื่อความหมายได้ตรงตามต้นฉบับเดิม
task_7_20251119_222835.txt	การใช้ประโยชน์ (Traditional Uses)	ระบุว่าใช้รักษาโรคต่างๆ นอกจากจะยืนยันเรื่องการรักษาโรคแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงไปสู่วัฒนธรรมอาหาร ซึ่งช่วยเสริมภาพลักษณ์ของขมิ้นชันในมุมมอง Wellness & Preventive Care
research_paper.docx	การเล่าเรื่องวัฒนธรรม (Cultural Narrative)	บทความสามารถร้อยเรียงเรื่องราวจาก “Ancient Wisdom” มาสู่ “Modern Strategy” โดยใช้ข้อมูลจาก Task 7 เป็นฐาน (Foundation) แต่สิ่งที่ หายไปเล็กน้อย คือ รายละเอียดที่ว่า ขมิ้นชันมาจากภาคใต้ (Turmeric comes from the South) ซึ่งปรากฏใน Task 7 แต่ในบทความกล่าวรวมๆ ว่าเป็น Thai wisdom ซึ่งถือว่ายอมรับได้ในบริบทสากล

Ref. code: 25686724032542BWC

(8) ผลการทดสอบของ Translation and Synthesis Culture Task จากภาพที่ 4.35 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลการวิจัยที่ต้องการแปลข้อมูล Task ก่อนหน้าเพื่อให้โมเดลภาษาขนาดใหญ่เข้าใจบริบทของวัฒนธรรมมากขึ้น ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.35

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Translation and Synthesis Culture Task

```
# ===CULTURE_DATA===
## Cultural Context for: Turmeric (ขมิ้นชัน)
### Finding 1
* **source_url:** https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/873
* **community_context:**
    * **community_name:** Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum
    * **location:** Prachinburi Province
    * **ethnic_group:** Thai
* **community_profile_summaries:**
    * **community_highlight:** The Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum is a unique institution that collects and preserves knowledge about traditional Thai medicine and Thai herbs. ...
    * **name_etymology:** No herbal-related information found
    * **community_environment:** The museum is situated in a province known for its rich cultural heritage and traditional practices, providing a suitable environment for the preservation and promotion of traditional Thai medicine.
    * **local_wisdom:** The community has a deep understanding of traditional Thai medicine, with a strong emphasis on the use of herbs in treating various diseases. ...
    * **community_organizations:** The museum is part of a larger network of organizations dedicated to the preservation and promotion of traditional Thai medicine, working closely with local communities and healthcare providers to promote the use of herbs in modern healthcare practices.
* **specific_entities:**
    * **local_names:**
        * **Item 1:**
            * **name:** Turmeric
            * **context_quote:** Turmeric originates from the southern region
    * **traditional_uses:**
        * **Item 1:**
            * **use:** Disease treatment
            * **context_quote:** Herbal medicine used to treat various diseases
    * **processing_methods:**
        * **Item 1:**
            * **method:** Infusion
            * **description_quote:** The infusion process involves steeping the herbs in alcohol, water, or honey to create medicinal products
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.35 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 2 หัวข้อ คือ บริบทชุมชน กรรมวิธีการผลิต ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการประยุกต์ใช้ และจุดที่ตกหล่นใน ตารางที่ 4.16 ดังนี้

ตารางที่ 4.16

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Translation and Synthesis Culture Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_8_20251119_222835.txt	บริบทชุมชน (Community Context)	บทความวิจัยระบุชื่อแหล่งเรียนรู้ทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ Abha Bhubejhr, Ban Dong Bang, และ Ban Tab Ya ได้ตรงกับข้อมูลดิบ แสดงถึงการให้เครดิตแหล่งข้อมูลชุมชนอย่างถูกต้อง
task_8_20251119_222835.txt	กรรมวิธีการผลิต (Traditional Processing)	ข้อมูลดิบระบุวิธีการ “Infusion… steeping in alcohol, water, or honey” ซึ่งบทความนำไปเขียนบรรยายใหม่ได้ตรงตามต้นฉบับทุกประการ โดยไม่บิดเบือนขั้นตอนภูมิปัญญาดั้งเดิม
task_8_20251119_222835.txt	ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการประยุกต์ใช (Local Wisdom vs Application)	การขยายความ มีการระบุเพียงกว้างๆ ว่าใช้ “Treating various diseases” Paper: ขยายความโดยเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมอาหาร ซึ่งแม้จะไม่มีใน Task แต่ช่วยเสริมให้เห็นภาพ “Food as Medicine” ชัดเจนขึ้น
research_paper.docx	จุดที่ตกหล่น (Omitted Details)	มีการระบุใน Finding 1 และ 2 ว่า “Turmeric originates from the southern region” (ขมิ้นชันมาจากภาคใต้) แต่ในบทความวิจัยกล่าวรวมๆ ว่าเป็น Thai wisdom โดยไม่ได้ระบุเจาะจงถึงภาคใต้ ซึ่งอาจทำให้ขาดมิติทางภูมิศาสตร์ไปเล็กน้อย

Ref. code: 25686724032542BWC

(9) ผลการทดสอบของ Herbal Internal Knowledge Task จากภาพที่ 4.36 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลสมุนไพรจากบทความทางวิชาการ ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

ภาพที่ 4.36

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Herbal Internal Knowledge Task

```
# ===HERBAL_INTERNAL_SUMMARY===
Turmeric, or ขมิ้นชัน, is not explicitly mentioned in the provided context. However, the context discusses Thai traditional medicine, its benefits, and the use of various herbs in treating ailments **JSON:
[Herbs_traditional_Thai_medicine_in_the_lives_of_Thai_people.json, p.N/A] | PDF: [Romprayom-2563.pdf, p.9]**. It highlights the importance of using locally grown and traditional herbs for health benefits, as well as the economic advantages of using Thai traditional medicine over imported medicines **JSON:
[Herbs_traditional_Thai_medicine_in_the_lives_of_Thai_people.json, p.N/A] | PDF: [Romprayom-2563.pdf, p.32]**. The context also touches upon the preparation and consumption of certain dishes for health, such as using specific herbs and ingredients to boost appetite during seasonal changes **JSON:
[Herbs_traditional_Thai_medicine_in_the_lives_of_Thai_people.json, p.N/A] | PDF: [Romprayom-2563.pdf, p.17]**. Despite the lack of direct mention, the discussion around traditional Thai medicine and herbal use suggests a rich culture of utilizing natural remedies for health and wellness **JSON:
[Herbs_traditional_Thai_medicine_in_the_lives_of_Thai_people.json, p.N/A] | PDF: [Romprayom-2563.pdf, p.9]**.
```

จากภาพที่ 4.36 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 3 หัวข้อ คือความครบถ้วนของข้อมูล บริบทสุขภาพองค์รวม และการเชื่อมโยงเนื้อหา ในตารางที่ 4.17 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.17

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Herbal Internal Knowledge Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_9_20251119_222835.txt	ความครบถ้วนของข้อมูล (Data Availability)	สอดคล้องกันแบบคำต่อคำ (Verbatim Match) โดยระบุว่า “Turmeric... is not explicitly mentioned in the provided context” ซึ่งใน Research Paper (ส่วน Herbal Knowledge Summary) ก็นำประโยคนี้ไปใส่ไว้ตรงๆ เพื่อแสดงความซื่อสัตย์ต่อแหล่งข้อมูลว่าในเอกสารชุดเฉพาะนี้ โดย Romprayom-2563.pdf ไม่ได้ระบุถึงขมิ้นชันโดยตรง
task_9_20251119_222835.txt	บริบทสุขภาพองค์รวม (Holistic Health Context)	กล่าวถึงภาพรวมการใช้สมุนไพรทดแทนการนำเข้ายาและการดูแลสุขภาพตามฤดูกาล ซึ่ง Research Paper นำแนวคิดนี้ไปขยายความต่อในประเด็นเรื่อง Healthcare Burden และ Balanced Diet ทำให้บทความดูมีน้ำหนักในเชิงเศรษฐศาสตร์สาธารณสุขมากขึ้น
research_paper.docx	การเชื่อมโยงเนื้อหา (Narrative Bridging)	การเติมเต็มส่วนที่ขาด เนื่องจาก Task 9 แจ้งว่าไม่มีข้อมูลขมิ้นชัน ผู้เขียนบทความจึงใช้เทคนิคการสังเคราะห์ (Synthesis) โดยนำข้อมูลเรื่อง อาหารเป็นยา จาก Task 9 มาผสมกับข้อมูลวัฒนธรรม (จาก Task 7, 8) เพื่อยกตัวอย่างน้ำพริก และ Curries ทำให้เนื้อหาไม่หยุดชะงักแม้ข้อมูลต้นทางจะขาดหายไป

(10) ผลการทดสอบของ Cultural Internal Knowledge Task จากภาพที่ 4.37 เอเจนต์ได้สร้างรายงานข้อมูลพิษวิทยาที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพรจากบทความทางวิชาการ ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.37

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Cultural Internal Knowledge Task

```
# ===CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY===
Turmeric, or ขมิ้นชัน in Thai, has been used for healing in Thai wisdom for a long time. The innovation of 'Nam Prik' (chili paste) is used as a dip, as it helps with digestion. Turmeric is also used as a medicine to treat various diseases, and its usage has been passed down from ancient times to the present. It is essential for everyone to pay attention to their health and take care of themselves to avoid illnesses, which can help reduce the country's healthcare burden. Additionally, consuming the right food and avoiding excessive consumption of any particular element can prevent diseases. A balanced diet and proper eating habits are crucial for maintaining good health. Turmeric is a key ingredient in many Thai dishes, including curries and soups, and is known for its medicinal properties. It is also used to make various herbal remedies, such as teas and tinctures, which can help to boost the immune system and prevent illnesses. Overall, turmeric is a valuable herb that has been used for centuries in Thai culture, and its benefits are still recognized today. **JSON: [Herbal_processing.json, p.X] | PDF: [herbal_wild_plants.pdf, p.X]**
```

จากภาพที่ 4.37 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลตามตารางที่ 4.18 ซึ่งมีทั้งสิ้น 3 หัวข้อ คือ การบูรณาการเนื้อหา การค้นหาจุดขัดแย้งกันของประโยคในบทความ และการลำดับเนื้อเรื่องเพื่อเล่าเรื่องในบทความ ในตารางที่ 4.18 ดังนี้

ตารางที่ 4.18

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Cultural Internal Knowledge Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_10_20251119_222835.txt	การบูรณาการเนื้อหา (Content Integration)	บทความดึงประเด็นสำคัญจาก Task มาใช้อย่างครบถ้วน ได้แก่ น้ำพริก ช่วยเรื่องการย่อยอาหาร (Digestion) การใช้ขมิ้นในแกง (Curries) และเสริมแนวคิดเรื่องการดูแลสุขภาพ

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.18

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Cultural Internal Knowledge Task (ต่อ)

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_10_20251119_222835.txt	การบูรณาการเนื้อหา (Content Integration)	บทความดึงประเด็นสำคัญจาก Task มาใช้อย่างครบถ้วน ได้แก่ น้ำพริก ช่วยเรื่องการย่อยอาหาร (Digestion) การใช้ขมิ้นในแกง (Curries) และเสริมแนวคิดเรื่องการดูแลสุขภาพเพื่อลดภาระสาธารณสุขของประเทศ
research_paper.docx	การค้นหาจุดขัดแย้งกันของประโยคในบทความ (Contradiction and Error)	ในบทความระบุว่า “Turmeric... is not explicitly mentioned...” (ขมิ้นไม่ถูกกล่าวถึงชัดเจน) แต่กลับเขียนว่า “Turmeric has been used... for a long time” (ขมิ้นถูกใช้มานาน) คาดว่าระบบนำข้อความที่ไม่พบข้อมูล (Disclaimer) จาก Task 9 ติดมาด้วย ทั้งที่ใน Task 10 มีข้อมูลครบถ้วนแล้ว ทำให้เกิดประโยคที่ขัดแย้งกันเอง
research_paper.docx	การลำดับเนื้อเรื่องเพื่อเล่าเรื่องในบทความ (Narrative Flow)	เนื้อหาช่วยเสริมธีมหลัก เรื่อง การป้องกันโรค โดยเชื่อมโยงจากอาหารการกิน (Balanced Diet) ไปสู่สุขภาพระดับชาติ (Country's healthcare burden) ซึ่งตรงตามเจตนารมณ์

(11) การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องแม่นยำของเนื้อหาบทความ ผู้วิจัยได้พัฒนากระบวนการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากงานทั้งหมด และการสร้างเอกสารสรุปองค์ความรู้หลัก (Master Fact Sheet) โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการสังเคราะห์ข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้ LLM ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง และสามารถนำมาใช้ในการเขียนบทความตามรูปแบบที่ต้องการได้ ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

- หมวดข้อมูลแนวโน้ม (Trend Data Categories) ประกอบด้วย ข้อมูลเทรนด์และกระแสสังคม (Trend Fact) ข้อมูลสรุปสถานการณ์ปัจจุบันของสมุนไพรนั้นๆ ในตลาดหรือสื่อ

Ref. code: 25686724032542BWC

สังคมออนไลน์ ครอบคลุมถึงความนิยม (Popularity) พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Insight) หรือข่าวสารความเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยให้บทความมีความทันสมัยและตอบโจทย์ความสนใจของผู้อ่านในปัจจุบัน

- หมวดข้อมูลปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Laboratory Data Categories) กลุ่มนี้คือ ข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากการทดลองจริง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการยืนยันประสิทธิภาพของสมุนไพร ประกอบด้วย

(1) ระเบียบวิธีวิจัยทางห้องปฏิบัติการ (Lab Fact - Experimental Method) ประกอบด้วย รายละเอียดภาพรวมของการออกแบบการทดลอง (Experimental Design) หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาสมุนไพรนั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงบริบทและขอบเขตของการทดสอบ

(2) กรรมวิธีการสกัดสาร (Lab Fact - Extraction Method) ประกอบด้วย ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในการแยกสารสำคัญออกจากวัตถุดิบสมุนไพร เช่น ชนิดของตัวทำละลาย (Solvent type like Ethanol, Hexane) ระยะเวลาการหมัก (Maceration time) หรืออุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณและคุณภาพของสารสกัด

(3) สารสำคัญที่ตรวจพบ (Lab Fact - Compound Identified) ประกอบด้วย รายชื่อสารประกอบทางเคมี (Chemical Constituents) หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) ที่ถูกค้นพบหรือยืนยันว่ามีอยู่ในตัวอย่างสมุนไพรนั้นๆ เช่น Curcumin, Turmerone

(4) ผลการวิเคราะห์ทางโครมาโทกราฟี (Lab Fact - Chromatography – TLC) ประกอบด้วย ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสารด้วยวิธี Thin Layer Chromatography (TLC) ระบุค่า Rf (Retardation Factor) หรือลักษณะของแถบสี (Bands) ที่ปรากฏ เพื่อใช้เป็นลายพิมพ์เอกลักษณ์ (Fingerprint) ในการระบุชนิดและความบริสุทธิ์ของสาร

(5) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Lab Fact - Pharmacological Finding) ประกอบด้วย ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสมุนไพรในระดับหลอดทดลอง (In vitro) หรือสัตว์ทดลอง (In vivo) เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Antibacterial) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) หรือกลไกการออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ

(6) ผลลัพธ์ทางคลินิกหรือเวชสำอาง (Lab Fact - Cosmetic or Clinical Effect) ประกอบด้วย ข้อมูลที่บ่งบอกถึงประโยชน์เมื่อนำมาใช้จริงกับมนุษย์ โดยเน้นที่ผลลัพธ์ด้านความงาม หรือผลทางคลินิกที่เกี่ยวกับการรักษาหรือบรรเทาอาการ

(7) การควบคุมคุณภาพและมาตรฐาน (Lab Fact - Quality Control) ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบมาตรฐานความปลอดภัยและประสิทธิภาพการผลิต เช่น

Ref. code: 25686724032542BWC

ปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้ (% Yield) การตรวจหาสารปนเปื้อน (Contaminants) หรือความคงตัวของสารสกัด เพื่อยืนยันความปลอดภัยก่อนนำไปใช้งาน

จากภาพที่ 4.38 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดข้อมูลแนวโน้มและหมวดข้อมูลปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ภาพที่ 4.38

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลแนวโน้มและหมวดข้อมูลปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

```
# ===MASTER_FACT_SHEET===
## Consolidated Facts for: Turmeric
* **Trend Fact:** No trend fact found in the provided context.
* **Lab Fact (Experimental Method):** TLC: silica gel F254, solvent hexane:ethyl acetate 7:3
* **Lab Fact (Extraction Method):** 95% ethanol maceration for 7 days, filtered and evaporated
* **Lab Fact (Compound Identified):** Curcumin (TLC band hRf 41), Turmerone (GC-MS major peak at RT=12.5 min)
* **Lab Fact (Chromatography - TLC):** 3 bands detected, Rf 0.41 (yellow), 0.56, 0.72
* **Lab Fact (Pharmacological Finding):** Antibacterial activity against Staph. aureus (zone of inhibition: 14 mm)
* **Lab Fact (Cosmetic or Clinical Effect):** No cosmetic or clinical effect found in the provided context.
* **Lab Fact (Quality Control):** No contaminants detected, ethanol yield: 12.3% w/w
```

- หมวดข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Research Data Categories) โครงสร้างข้อมูลส่วนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นฐานข้อมูลงานวิจัย (Research Database Retrieval) เพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ประกอบด้วย

(1) ชื่อวิทยาศาสตร์ของสมุนไพร (Science Fact - Herb) ประกอบด้วย ระบุชื่อทางพฤกษศาสตร์หรือชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) ของสมุนไพรที่เป็นเป้าหมายของการศึกษา การระบุด้วยชื่อวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความแม่นยำทางอนุกรมวิธาน (Taxonomic Precision) และป้องกันความสับสนที่อาจเกิดจากชื่อเรียกท้องถิ่น (Common Name) ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

(2) สารประกอบเป้าหมาย (Science Fact - Compound) ประกอบด้วย ระบุชื่อสารพฤกษเคมี (Phytochemical Compound) หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compound) เฉพาะเจาะจงที่งานวิจัยกลุ่มนี้ให้ความสนใจ ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถเชื่อมโยงคุณสมบัติของสมุนไพรเข้ากับกลไกการออกฤทธิ์ระดับโมเลกุลได้อย่างถูกต้อง

(3) ชุดข้อมูลบทคัดย่องานวิจัย (Science Fact - Abstracts) ประกอบด้วย โครงสร้างข้อมูลแบบรายการ (List Structure) ที่ทำหน้าที่เป็นคอนเทนเนอร์สำหรับจัดเก็บรวบรวม

Ref. code: 25686724032542BWC

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Studies) โดยรองรับการจัดเก็บข้อมูลงานวิจัยได้หลายชิ้น ตามลำดับความเกี่ยวข้อง (Relevance Score) ประกอบด้วย

- บทคัดย่อฉบับสมบูรณ์ (Abstract Raw) ประกอบด้วย เนื้อหาบทคัดย่อต้นฉบับ (Verbatim Abstract) ที่คัดลอกมาจากแหล่งข้อมูลโดยตรงโดยไม่มีการดัดแปลง ตัดทอน หรือสรุปความใหม่ การเก็บข้อมูลในรูปแบบข้อความนี้มีความสำคัญเพื่อให้โมเดลภาษาขนาดใหญ่มีบริบทที่ครบถ้วนสมบูรณ์ที่สุดในการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา ลดโอกาสการเกิดการสร้างข้อมูลเท็จ (Hallucination) จากการตีความที่ผิดพลาด

- การอ้างอิงรูปแบบ APA (Citation APA) ประกอบด้วย ข้อมูลบรรณานุกรมของงานวิจัยชิ้นนั้นๆ ที่ถูกจัดรูปแบบตามมาตรฐาน APA (American Psychological Association) โดยอัตโนมัติ ประกอบด้วย ชื่อผู้แต่ง ปีที่พิมพ์ ชื่องานวิจัย และแหล่งเผยแพร่ เพื่อนำไปใช้สร้างรายการอ้างอิง ท้ายบทความ และยืนยันความน่าเชื่อถือทางวิชาการ

จากภาพที่ 4.39 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ภาพที่ 4.39

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์

```
# ===MASTER_FACT_SHEET===
## Consolidated Facts for: Turmeric
...
* **Science Fact (Herb):** Turmeric
* **Science Fact (Compound):** Curcumin
* **Science Fact (Abstracts):**
  * **Study 1:**
    * **abstract_raw:** For centuries, turmeric has been utilized for its therapeutic properties; however, it is now being more frequently associated with the development of drug-induced liver injury (DILI). ...
    * **citation_apa:** Pugnale, S., Schilter, L., & Galofaro, L. (2025). Drug-Induced Liver Injury Associated With Turmeric and Black Pepper Based Dietary Supplements Consumption: A Case Report. Clinical Case Reports, 13(11), e71489. https://doi.org/10.1002/ccr3.71489
```

- หมวดข้อมูลการกำกับดูแลและมาตรฐานความปลอดภัย (Regulatory Compliance & Safety Data Categories) โดยโครงสร้างข้อมูลส่วนนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานะทางกฎหมายและการรับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและลดความเสี่ยงในการนำเสนอข้อมูล ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลการจดแจ้งผลิตภัณฑ์ (Compliance Fact - Food Registration) ประกอบด้วย ข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสมุนไพรนั้นๆ ซึ่งได้รับการขึ้นทะเบียน

Ref. code: 25686724032542BWC

อย่างถูกต้องในฐานข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยระบบสามารถดึงข้อมูลได้หลายรายการ (List of Registrations) เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแพร่หลายในท้องตลาด โดยมีองค์ประกอบย่อย ดังนี้

- registration_number: เลขสารบบอาหารหรือเลขที่ใบอนุญาต (License Number) เพื่อใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับ
- product_name: ชื่อทางการค้าของผลิตภัณฑ์ (Commercial Name)
- company_name: ผู้ประกอบการหรือผู้ผลิต (Manufacturer/Distributor)
- status: สถานะปัจจุบันของผลิตภัณฑ์ (เช่น คงอยู่, ยกเลิก, พักใช้) เพื่อยืนยันว่าผลิตภัณฑ์ยังสามารถจำหน่ายได้ตามกฎหมาย

กรณีไม่พบข้อมูลการจดแจ้ง (Compliance Fact (Food): None found) การระบุสถานะ "ไม่พบข้อมูล" (None Found) อย่างชัดเจนในกรณีที่ระบบสืบค้นแล้วไม่พบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูล การระบุเช่นนี้ช่วยป้องกันการสร้างข้อมูลผิดพลาด และแจ้งให้ผู้อ่านทราบตามความเป็นจริง

(2) ปริมาณที่แนะนำเพื่อความปลอดภัย (Compliance Fact - Safety Dosage) ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการบริโภคที่เหมาะสม หรือขีดจำกัดความปลอดภัยต่อวัน ตามที่ระบุในประกาศกระทรวงหรือมาตรฐานความปลอดภัย เพื่อป้องกันการได้รับสารเกินขนาด (Overdose)

(3) ข้อควรระวัง (Compliance Fact - Safety Warning) ประกอบด้วย ข้อมูลคำเตือนทางกฎหมายหรือข้อห้ามใช้ ที่ต้องระบุบนฉลากสินค้า หรือประกาศเตือนภัยจากหน่วยงานรัฐ เช่น สตรีมีครรภ์ไม่ควรรับประทาน หรือ ห้ามใช้ในผู้ป่วยโรคตับ ข้อมูลส่วนนี้มีความสำคัญสูงสุดในการป้องกันผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

จากภาพที่ 4.40 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดการกำกับดูแลและมาตรฐานความปลอดภัย ไว้ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.40

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลการกำกับดูแลและมาตรฐานความปลอดภัย

```
# ===MASTER_FACT_SHEET===
## Consolidated Facts for: Turmeric
...
* **Compliance Fact (Food Registration 1):** registration_number=10-1-00654-1-0112, product_name=Fried Chicken with Turmeric (ใต้ตะวัน brand), company_name=ห้างหุ้นส่วนจำกัด หาญบิสิเนส-อินเตอร์เนชั่นแนล, status=Cancelled on 8/3/2560, Establishment license expired on 31/12/2559
* **Compliance Fact (Food Registration 2):** registration_number=10-1-00654-1-0117, product_name=Fried Squid with Turmeric (ใต้ตะวัน brand), company_name=ห้างหุ้นส่วนจำกัด หาญบิสิเนส-อินเตอร์เนชั่นแนล, status=Cancelled on 8/3/2560, Establishment license expired on 31/12/2559
* **Compliance Fact (Safety Dosage):** Not found
* **Compliance Fact (Safety Warning):** Not found
```

- หมวดข้อมูลความปลอดภัยตามฉลากยา (Drug Facts & Safety Data Categories) หมวดนี้ทำหน้าที่จัดเก็บรายละเอียดที่จำเป็นต้องระบุบนฉลากผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนดของหน่วยงานกำกับดูแล เช่น FDA เพื่อให้เอเจนต์สามารถนำเสนอข้อมูลการใช้ยาที่ถูกต้องแม่นยำ ประกอบด้วย

(1) สารออกฤทธิ์สำคัญ (Safety Fact - Active Ingredient) ประกอบด้วยข้อมูลระบุชื่อและปริมาณของสารสำคัญทางเภสัชกรรม (Active Pharmaceutical Ingredient - API) ที่มีผลต่อการรักษาโดยตรง การระบุส่วนนี้ช่วยให้ทราบว่ากลไกการรักษาเกิดจากสารตัวใดและมีความเข้มข้นเท่าไร

(2) วัตถุประสงค์ของสารออกฤทธิ์ (Safety Fact - Ingredient Purpose) ประกอบด้วย การระบุประเภทหรือกลุ่มทางเภสัชวิทยาของสารออกฤทธิ์นั้นๆ เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจหน้าที่หลักของสารนั้นอย่างชัดเจน

(3) สรรพคุณและข้อบ่งใช้ (Safety Fact - Uses) ประกอบด้วย ข้อมูลระบุอาการเจ็บป่วยหรือสภาวะทางการแพทย์ที่ผลิตภัณฑ์นี้สามารถรักษาหรือบรรเทาได้ (Indications) เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ได้ตรงกับอาการที่เป็นอยู่

(4) คำเตือนและข้อควรระวังพิเศษ ประกอบด้วย ส่วนที่สำคัญที่สุดด้านความปลอดภัย รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อห้ามใช้ (Contraindications) ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น (Side Effects) กลุ่มเสี่ยงที่ไม่ควรใช้ เช่น สตรีมีครรภ์ เด็ก และปฏิกิริยาระหว่างยา (Drug Interactions) เพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้ผิดวิธี

Ref. code: 25686724032542BWC

(5) ขนาดและวิธีใช้ (Safety Fact - Directions) ประกอบด้วย คำแนะนำเกี่ยวกับปริมาณการใช้ (Dosage) ความถี่ในการใช้ (Frequency) และวิธีการบริหารยา ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละช่วงวัยหรือกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การรักษาสูงสุดและหลีกเลี่ยงภาวะได้รับยาเกินขนาด (Overdose)

(6) ข้อมูลอื่นๆ (Safety Fact - Other Info) ประกอบด้วย ข้อมูลเพิ่มเติมที่จำเป็นต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น อุณหภูมิในการจัดเก็บ ลักษณะบรรจุภัณฑ์ป้องกันการเปิด หรือข้อมูลการผลิต

(7) ส่วนประกอบไม่ออกฤทธิ์ (Safety Fact - Inactive Ingredients) ประกอบด้วย รายชื่อสารปรุงแต่งยา เช่น ตัวประสาน สี กลิ่น หรือสารกันเสีย แม้ไม่มีผลต่อการรักษา แต่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่มีภาวะภูมิแพ้สารเคมีบางชนิด (Allergen Information)

(8) ช่องทางติดต่อสอบถาม (Safety Fact - Questions) ประกอบด้วย ข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์หรือช่องทางติดต่อผู้ผลิต/ผู้จัดจำหน่าย เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถรายงานผลข้างเคียงหรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้

จากภาพที่ 4.41 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดข้อมูลความปลอดภัยตามฉลากยา ไว้ดังนี้

ภาพที่ 4.41

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลความปลอดภัยตามฉลากยาและมาตรฐานความปลอดภัย

```
# ===MASTER_FACT_SHEET===
## Consolidated Facts for: Turmeric
* **Safety Fact (Active Ingredient):** Turmeric Root, Curcuma longa, Boswelia Serrata Extract, Ginger, Feverfew
* **Safety Fact (Ingredient Purpose):** Temporarily relieves acute symptoms of migraine headaches
* **Safety Fact (Uses):** Temporarily relieves acute symptoms of migraine headaches such as: pressure, pulsating, stabbing headache, nausea, sensitivity
* **Safety Fact (Warnings):** Ask a doctor before giving it to children under 12 years old. Stop using immediately contact a doctor if symptoms get worse or persist more than 7 days in a row. If pregnant or breast-feeding, ask a health professional before use. Keep out of reach of children
* **Safety Fact (Directions):** Mix one packet with 12 ounces of water, one drink. You can add honey or cane sugar to make it sweeter. For a Dreamsicle smoothie, add some ice cubes, 2 teaspoons pure vanilla extract and 12 ounces of coconut and almond milk in a blender. Pulsate until smooth
* **Safety Fact (Other Info):** Not found
* **Safety Fact (Inactive Ingredients):** RIBOFLAVIN, MAGNESIUM, SIRAITIA GROSVENORII FRUIT
* **Safety Fact (Questions):** Not found
...
```

Ref. code: 25686724032542BWC

- หมวดข้อมูลความเป็นพิษและอันตราย (Toxicity & Adverse Profile Data Categories) หมวดนี้ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลเชิงลบและปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพร โดยเน้นข้อมูลจากฐานข้อมูลพิษวิทยา (Toxicology Database) เพื่อให้ผู้บริโภคตระหนักถึงอันตรายที่อาจแฝงอยู่ ประกอบด้วย

(1) บทสรุปความเป็นพิษ (Toxicity Fact - Summary) ประกอบด้วย ข้อมูลสรุปภาพรวมระดับความรุนแรงของพิษ (Toxicity Overview) ในรูปแบบเนื้อหากระชับ (ไม่เกิน 200 คำ) เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจสถานะความปลอดภัยเบื้องต้นได้ทันที เช่น เป็นสมุนไพรที่มีพิษสะสม หรือปลอดภัยในขนาดปกติ

(2) กลไกการเกิดพิษ (Toxicity Fact - Mechanism) ประกอบด้วย คำอธิบายเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการทางพยาธิสรีรวิทยา (Pathophysiological Mechanism) ว่าสารในสมุนไพรเข้าทำปฏิกิริยากับร่างกายอย่างไรจนก่อให้เกิดอันตราย เช่น การทำลายเซลล์ตับ (Hepatotoxicity) การขัดขวางการทำงานของไต (Nephrotoxicity) หรือการรบกวนระบบประสาท (Neurotoxicity)

(3) อาการไม่พึงประสงค์ (Toxicity Fact - Side Effects) ประกอบด้วย รายการอาการผิดปกติทางร่างกายที่พบได้จากการใช้สมุนไพร ซึ่งอาจเป็นอาการทั่วไป หรืออาการรุนแรง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสังเกตอาการตนเองได้

(4) กรณีศึกษาผู้ได้รับพิษ (Toxicity Fact - Case Reports) ประกอบด้วย การสรุปข้อมูลจากรายงานทางการแพทย์ (Clinical Case Studies) ที่เคยเกิดขึ้นจริงกับผู้ป่วย เพื่อใช้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) ยืนยันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น การมีส่วนนี้จะช่วยเปลี่ยนข้อมูลทฤษฎีให้เป็นอุทาหรณ์ที่จับต้องได้จริง

จากภาพที่ 4.42 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดข้อมูลความเป็นพิษและอันตราย ไว้ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.42

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลความเป็นพิษและอันตราย

```
# ===MASTER_FACT_SHEET===
## Consolidated Facts for: Turmeric
* **Toxicity Fact (Summary):** Turmeric, a spice and popular botanical product, has been associated with a low rate of transient serum enzyme elevations during therapy. ...
* **Toxicity Fact (Mechanism):** The mechanism of turmeric-induced liver injury is thought to be idiosyncratic, possibly immunologically mediated, and has been linked to the HLA-B*35:01 allele.
* **Toxicity Fact (Side Effects):** Common side effects of turmeric include gastrointestinal upset, dermatitis, and yellow stool. More severe side effects include liver injury, with symptoms such as fatigue, nausea, abdominal pain, and jaundice.
* **Toxicity Fact (Case Reports):** Several case reports have been published describing turmeric-induced liver injury, including a case of a 57-year-old woman who developed acute hepatitis with jaundice after taking turmeric for 2-3 weeks, and a case of a 35-year-old man who developed acute hepatitis with jaundice after taking curcumin with black pepper for 2 months. In both cases, the liver injury was severe and required hospitalization.
```

- หมวดข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นและบริบททางวัฒนธรรม (Cultural Heritage & Local Wisdom Data Categories) หมวดนี้ทำหน้าที่จัดเก็บองค์ความรู้ดั้งเดิมที่ผูกติดอยู่กับพื้นที่และกลุ่มชาติพันธุ์เฉพาะ โดยระบบถูกออกแบบให้แยกชุดข้อมูลตามรายชุมชนอย่างเคร่งครัด ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลชุมชน (Culture Fact - Community) ประกอบด้วย ชื่อเรียกอย่างเป็นทางการของชุมชน หมู่บ้าน หรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่เป็นเจ้าขององค์ความรู้นั้นๆ เพื่อให้เกียรติและระบุแหล่งที่มาของภูมิปัญญา

(2) ข้อมูลสถานที่ (Culture Fact - Location) ประกอบด้วย ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ หรือที่ตั้งทางปกครอง (ตำบล, อำเภอ, จังหวัด) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศและนิเวศวิทยาที่สมุนไพรเจริญเติบโต

(3) การระบุกลุ่มชาติพันธุ์ (Culture Fact - Ethnic Group) ประกอบด้วย ข้อมูลการระบุกลุ่มชาติพันธุ์ (Ethnic Identity) เช่น กะเหรี่ยง ม้ง ไทลื้อ เนื่องจากแต่ละกลุ่มมีวัฒนธรรมการดูแลสุขภาพและความเชื่อที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อวิธีการใช้สมุนไพร

(4) อัตลักษณ์พิเศษของชุมชน (Culture Fact - Community Highlight) ประกอบด้วย จุดเด่นหรืออัตลักษณ์พิเศษของชุมชนนั้นๆ เช่น เป็นแหล่งปลูกสมุนไพรอินทรีย์ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ เพื่อให้เห็นบริบทภาพรวมของพื้นที่

Ref. code: 25686724032542BWC

(5) ที่มาของชื่อสมุนไพร (Culture Fact - Name Etymology) ประกอบด้วย ข้อมูลรากศัพท์หรือตำนานที่มาของชื่อสมุนไพรในท้องถิ่นนั้น ซึ่งมักสะท้อนถึงลักษณะทางกายภาพ สรรพคุณ หรือความเชื่อทางจิตวิญญาณของชุมชน

(6) ลักษณะนิเวศวิทยาของพื้นที่ (Culture Fact - Environment) ประกอบด้วย การอธิบายลักษณะนิเวศวิทยาของพื้นที่ เช่น ป่าต้นน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพและสารออกฤทธิ์ในสมุนไพร

(7) ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Culture Fact - Local Wisdom) ประกอบด้วย คำอธิบายภาพรวมขององค์ความรู้ที่สืบทอดต่อกันมา เกี่ยวกับการจัดการสุขภาพและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติในวิถีชีวิตประจำวัน

(8) โครงสร้างทางสังคม (Culture Fact - Organization) ประกอบด้วย ข้อมูลโครงสร้างการรวมกลุ่มทางสังคม เช่น กลุ่มแม่บ้าน วิสาหกิจชุมชนแปรรูปสมุนไพร ซึ่งแสดงถึงความเข้มแข็งและการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน

(9) ข้อมูลชื่อสมุนไพร (Culture Fact - Local Name) ประกอบด้วย ชื่อเรียกสมุนไพรในภาษาถิ่น พร้อมคำอ่านหรือคำแปล การเก็บข้อมูลนี้สำคัญมากเพื่อลดความสับสนในการระบุชนิดพืช ในพื้นที่ต่างภาษา

(10) กรรมวิธีการใช้สมุนไพร (Culture Fact - Use) ประกอบด้วย กรรมวิธีการนำไปใช้ประโยชน์เฉพาะถิ่น เช่น การต้มดื่ม การประคบ หรือการใช้ประกอบอาหาร ซึ่งอาจแตกต่างจากตำราแพทย์แผนไทยกระแสหลัก

(11) กระบวนการเตรียมสมุนไพร (Culture Fact - Processing) กระบวนการเตรียมวัตถุดิบและแปรรูป อย่างละเอียด เช่น การตากแห้ง, การย่างไฟ, หรือการหมัก พร้อมเคล็ดลับเฉพาะที่ทำให้ยามีประสิทธิภาพ

(12) แหล่งอ้างอิงต้นทาง (Culture Fact - Source) ประกอบด้วย แหล่งอ้างอิงต้นทาง (Reference URL/Source) ของข้อมูลชุดนั้นๆ เพื่อความโปร่งใสและการตรวจสอบย้อนกลับ

จากภาพที่ 4.43 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นและบริบททางวัฒนธรรม ไว้ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.43

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลหมวดข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นและบริบททางวัฒนธรรม

```
# ===MASTER_FACT_SHEET===
## Consolidated Facts for: Turmeric
* **Culture Fact (Community - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum
* **Culture Fact (Location - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** Prachinburi Province
* **Culture Fact (Ethnic Group - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** Thai
* **Culture Fact (Community Highlight - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** The Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum is a unique institution that collects and preserves knowledge about traditional Thai medicine and Thai herbs. ...
* **Culture Fact (Name Etymology - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** No herbal-related information found
* **Culture Fact (Environment - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** The museum is situated in a province known for its rich cultural heritage and traditional practices, providing a suitable environment for the preservation and promotion of traditional Thai medicine.
* **Culture Fact (Local Wisdom - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** The community has a deep understanding of traditional Thai medicine, with a strong emphasis on the use of herbs in treating various diseases. The museum serves as a hub for the preservation and dissemination of this knowledge.
* **Culture Fact (Organization - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** The museum is part of a larger network of organizations dedicated to the preservation and promotion of traditional Thai medicine, working closely with local communities and healthcare providers to promote the use of herbs in modern healthcare practices.
* **Culture Fact (Local Name - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** Turmeric
* **Culture Fact (Use - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** Herbal medicine used to treat various diseases
* **Culture Fact (Processing - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** The infusion process involves steeping the herbs in alcohol, water, or honey to create medicinal products
* **Culture Fact (Source - Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum):** https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/873
...
```

- หมวดข้อมูลจากฐานความรู้ภายใน (Internal Knowledge Base) หมวดนี้ทำหน้าที่จัดเก็บองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นเอกสารเฉพาะทาง ที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกและนำเข้าสู่ระบบ เช่น ตำราสมุนไพร รายงานการวิจัยฉบับเต็ม หรือเอกสารภูมิปัญญาท้องถิ่น ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลสมุนไพรจากฐานข้อมูลภายใน (Internal RAG Fact - Herbal) ประกอบด้วย บทสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สรรพคุณทางยา หรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานของสมุนไพร ที่ได้จากการประมวลผลเอกสาร PDF หรือในฐานข้อมูลเวกเตอร์

Ref. code: 25686724032542BWC

โดยแหล่งอ้างอิงหลักที่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากมาจากเอกสารที่ผ่านการคัดกรองโดยมนุษย์ช่วยสอบทานความถูกต้องของข้อมูล (Fact Checking) จากแหล่งภายนอก

(2) ข้อมูลภูมิปัญญาและวัฒนธรรมจากฐานข้อมูลภายใน (Internal RAG Fact - Cultural) ประกอบด้วย บทสรุปเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคม ประวัติศาสตร์ ตำนานพื้นบ้าน หรือวิถีการใช้สมุนไพรของชุมชนต่างๆ ที่ถูกบันทึกอยู่ในคลังเอกสารภายใน

(3) แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เป็นการสรุปการอ้างอิงข้อมูลทั้งหมดของบทความ

จากภาพที่ 4.44 เอเจนต์ได้สร้างรายงานผลการรวบรวมข้อมูลหมวดข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นและบริบททางวัฒนธรรม ไว้ดังนี้

ภาพที่ 4.44

การรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task ในหมวดข้อมูลจากฐานความรู้ภายใน

===MASTER_FACT_SHEET===

Consolidated Facts for: Turmeric

* **Internal RAG Fact (Herbal):** Turmeric, or ขมิ้นชัน, is not explicitly mentioned in the provided context. However, the context discusses Thai traditional medicine, its benefits, and the use of various herbs in treating ailments. It highlights the importance of using locally grown and traditional herbs for health benefits, as well as the economic advantages of using Thai traditional medicine over imported medicines. The context also touches upon the preparation and consumption of certain dishes for health, such as using specific herbs and ingredients to boost appetite during seasonal changes. ...

* **Internal RAG Fact (Cultural):** Turmeric, or ขมิ้นชัน in Thai, has been used for healing in Thai wisdom for a long time. The innovation of 'Nam Prik' (chili paste) is used as a dip, as it helps with digestion. Turmeric is also used as a medicine to treat various diseases, and its usage has been passed down from ancient times to the present. It is essential for everyone to pay attention to their health and take care of themselves to avoid illnesses, which can help reduce the country's healthcare burden. Additionally, consuming the right food and avoiding excessive consumption of any particular element can prevent diseases. A balanced diet and proper eating habits are crucial for maintaining good health. Turmeric is a key ingredient in many Thai dishes, including curries and soups, and is known for its medicinal properties. It is also used to make various herbal remedies, such as teas and tinctures, which can help to boost the immune system and prevent illnesses. ...

* **Source URL (Trend):**

* **Source URL (Science):** https://doi.org/10.1002/ccr3.71489, https://doi.org/10.1038/s41598-025-24187-1, https://doi.org/10.1007/s00203-025-04543-5

* **Source URL (Compliance):**

* **Source URL (Safety):** https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?setid=3ac87193-198b-49a6-98b8-e925441d578c&audience=consumer

* **Source URL (Toxicity):** https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548561/

* **Source URL (Culture):** https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/873, https://wikicommunity.sac.or.th/community/431, https://wikicommunity.sac.or.th/community/2388

Ref. code: 25686724032542BWC

จากการรวบรวมข้อมูลโดย Consolidation Task สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 5 หัวข้อ ที่ปรากฏในบทความ ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ แนวโน้มด้านสุขภาพและกลยุทธ์ ความปลอดภัยและกฎระเบียบและข้อบังคับ ภูมิปัญญาดั้งเดิม และองค์ความรู้ด้านสมุนไพร ในตารางที่ 4.19 ดังนี้

ตารางที่ 4.19

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Consolidation Task

หมวดข้อเท็จจริงหลัก	หัวข้อในบทความ	บทสรุปการวิเคราะห์
Lab & Science Facts	ข้อมูลเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Deep-Dive)	บทความนำข้อมูลค่าสถิติสำคัญจาก Master Sheet มาใช้ได้ครบถ้วน ได้แก่ การระบุวิธีการสกัด (Ethanol maceration) และสารที่พบ (Curcumin, Turmerone) การระบุค่า IC50 = 0.54 µg/mL (Black Turmeric) และ IC50 = 11.09 mM (Ar-turmerone) ได้ตรงกับต้นฉบับ ไม่มีการบิดเบือนตัวเลข
Compliance Facts	แนวโน้มด้านสุขภาพและกลยุทธ์ (Wellness Trends & Strategy)	การสรุปความ (Synthesis): Master Sheet: มีรายชื่อผลิตภัณฑ์ทั้ง Active และ Cancelled ข้อมูล: ไม่ได้ใส่รายชื่อแบรนด์ลงไปตรงๆ (ซึ่งดีแล้วสำหรับงานวิจัย) แต่สรุปเป็น Insight ว่า “compliance facts... suggests a potential market” ซึ่งเป็นการตีความข้อมูลดิบให้เป็นกลยุทธ์ได้อย่างถูกต้อง
Safety & Toxicity Facts	ความปลอดภัยและกฎระเบียบและข้อบังคับ (Safety, Regulatory)	Master Sheet: ระบุเรื่อง DILI, Liver Injury, และเคสผู้ป่วย ข้อมูล: ให้ความสำคัญกับประเด็นนี้มาก โดยนำเคสจาก Pugnale et al. มาขยายความเพื่อเตือนเรื่องความปลอดภัย ซึ่งตรงกับการเตือนใน Master Sheet
Culture Facts	ภูมิปัญญาดั้งเดิม (Traditional Wisdom)	ตรงกันทุกประการ (Verbatim Match): รายชื่อชุมชน: Abha Bhubejhr, Ban Dong Bang, Ban Tab Ya

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.19

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Consolidation Task (ต่อ)

หมวดข้อเท็จจริงหลัก	หัวข้อในบทความ	บทสรุปการวิเคราะห์
		กรรมวิธี: Infusion (steeping in alcohol/honey) ข้อมูลในบทความถูกต้องตาม Master Sheet 100%
Internal RAG Facts	องค์ความรู้ด้านสมุนไพร (Herbal Knowledge)	Master Sheet มีข้อมูล 2 ส่วนที่ขัดแย้งกัน: 1. "Turmeric... is not explicitly mentioned" 2. "Turmeric... has been used for healing" บทความนำทั้ง 2 ประโยคนี้ไปใส่ต่อกัน ทำให้เกิดความสับสน (Logical Conflict) ซึ่งต้องลบประโยคแรกออก

(12) ผลการทดสอบของ Planner Task ส่วนนี้ไม่ได้เป็นเพียงการเก็บข้อมูล แต่เป็นการ วิเคราะห์เชิงสังเคราะห์ โดยอ้างอิงจาก MASTER_FACT_SHEET อย่างเคร่งครัด เพื่อวางแผนทิศทางของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

- โอกาสทางการตลาด (Market Opportunity) ประกอบด้วย การประเมินศักยภาพเชิงพาณิชย์ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลแนวโน้ม (Trend Facts) เช่น อัตราการเติบโตของตลาด กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย หรือกระแสความนิยมในปัจจุบัน

- ความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility) ประกอบด้วย การประเมินความพร้อมด้านการผลิตและเทคโนโลยี โดยวิเคราะห์จากข้อมูลปฏิบัติการ และข้อมูลวิชาการ เช่น ความยากง่ายในการสกัดสาร ความเสถียรของสารสำคัญ หรือวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

- ข้อจำกัดวิกฤตด้านความปลอดภัย (Critical Constraints - Safety/Toxicity) ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Assessment) และปัจจัยยับยั้ง (Blocking Factors) ที่สำคัญที่สุด โดยสังเคราะห์จากข้อมูลความปลอดภัย (Safety Facts) และความเป็นพิษ (Toxicity Facts) เช่น ผลข้างเคียงต่อตับ ปริมาณจำกัดต่อวัน หรือข้อห้ามทางกฎหมาย

- ข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์ (Strategic Recommendation) ประกอบด้วย บทสรุปเกิดจากการประมวลผลปัจจัยทั้งหมด มารวมกัน เพื่อตัดสินทิศทางที่ควรจะเป็น

จากภาพที่ 4.45 เพื่อสร้างรายงานข้อมูลการออกแบบกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพร ซึ่งมีการรายงานผล ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.45

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Planner Task

===STRATEGIC_PLAN===

Strategic Plan for New Product Development Based on Master Fact Sheet

* **Market Opportunity:** The absence of trend facts in the provided context limits the identification of specific market opportunities. However, the presence of various compliance facts related to turmeric-based products (e.g., Turmeric Capsule, Curcuma by A Rina, Ava Turmeric) suggests a existing market for turmeric-based dietary supplements. The cultural significance of turmeric in traditional Thai medicine and its use in treating various diseases also indicate potential demand. Furthermore, the studies on the antibacterial and antioxidant properties of turmeric compounds (e.g., ar-turmerone, curcumin) highlight the herb's potential in developing products with health benefits, which could appeal to the growing demand for natural and organic health products.

* **Technical Feasibility:** The lab facts provided demonstrate the technical feasibility of extracting and identifying compounds from turmeric, such as curcumin and turmerone, using methods like TLC, GC-MS, and ethanol maceration. The pharmacological findings, including antibacterial activity against Staph. aureus, support the potential of turmeric extracts in developing products with therapeutic benefits. ...

* **Critical Constraints (Safety/Toxicity):** The toxicity facts highlight a critical constraint related to the potential of turmeric to cause liver injury, as evidenced by case reports and the association with drug-induced liver injury (DILI). The mechanism of this injury is thought to be idiosyncratic and possibly immunologically mediated. Common side effects include gastrointestinal upset, dermatitis, and yellow stool, with more severe side effects being liver injury. This necessitates careful consideration of safety warnings, dosage limits, and potential interactions with other medications in product development. ...

* **Strategic Recommendation:** Given the market opportunity, technical feasibility, and critical constraints, a strategic recommendation for new product development based on turmeric would involve:

1. **Targeted Product Development:** Focus on developing products that leverage the antibacterial, antioxidant, and potentially anti-inflammatory properties of turmeric compounds, targeting specific health benefits that align with consumer demand for natural health products.
2. **Safety-Centric Approach:** Implement rigorous quality control measures to ensure the purity and safety of turmeric extracts. Conduct thorough toxicity and safety testing, including clinical trials, to establish safe dosage limits and understand potential interactions with other medications.
3. **Regulatory Compliance:** Ensure compliance with all relevant food and drug regulations, obtaining necessary registrations and approvals for turmeric-based products. This includes adhering to good manufacturing practices (GMPs) and labeling products with appropriate safety warnings and dosage instructions.
4. **Educational Marketing:** Develop marketing strategies that educate consumers about the benefits and risks of turmeric-based products, promoting responsible use and adherence to recommended dosages.
5. **Collaboration and Research:** Collaborate with research institutions and healthcare professionals to further study the effects of turmeric and its compounds, addressing gaps in current knowledge and exploring new applications for turmeric-based products.

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.45 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 5 หัวข้อ ประกอบด้วย โอกาสทางการตลาด เทียบกับ แนวโน้มด้านสุขภาพ ความเป็นไปได้ทางเทคนิค เทียบกับข้อมูลเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ ข้อจำกัดที่วิกฤตเทียบกับส่วนความปลอดภัย ข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์ และความคลาดเคลื่อนขององค์ความรู้ด้านสมุนไพร ในตารางที่ 4.20 ดังนี้

ตารางที่ 4.20

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Planner Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_12_20251119_222835.txt	โอกาสทางการตลาด เทียบกับ แนวโน้มด้านสุขภาพ (Market Opportunity vs Wellness Trends)	บทความนำบทวิเคราะห์ไปใช้ตรงๆ โดยยอมรับว่า ไม่มี Trend Fact แต่พลิกวิกฤตเป็นโอกาสโดยใช้ข้อมูล Compliance และ Cultural Significance มายืนยันว่าตลาดนี้มีอยู่จริง
task_12_20251119_222835.txt	ความเป็นไปได้ทางเทคนิคเทียบกับข้อมูลเชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ (Technical Feasibility vs Scientific Deep-Dive)	รายละเอียดการสกัดสาร (Ethanol extraction) วิธีวิเคราะห์ (TLC, GC-MS) และผลการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Staph. aureus) ในแผนกลยุทธ์ ถูกนำไปอธิบายในบทความเพื่อยืนยันว่าทำได้จริง
task_12_20251119_222835.txt	ข้อจำกัดที่วิกฤตเทียบกับส่วนความปลอดภัย (Critical Constraintsvs Safety Section)	ระบุความเสี่ยงเรื่องตับ (DILI) ไว้เป็นข้อจำกัดหลัก ซึ่งบทความนำประเด็นนี้ไปขยายผลต่อได้อย่างดี โดยหยิบยกกรณีของ ชายอายุ 61 ปี มาเล่าประกอบ ทำให้คำเตือนเรื่องความปลอดภัยดูมีน้ำหนักและน่าเชื่อถือมาก

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.20

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Planner Task (ต่อ)

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_12_20251119_222835.txt	ข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์ (Strategic Recommendation)	ข้อเสนอแนะหลักเรื่อง “Safety-Centric Approach” และ “Regulatory Compliance” ถูกนำไปใช้เป็นบทสรุปของบทความ เพื่อเน้นย้ำว่าสินค้าที่จะเกิดใหม่ต้องปลอดภัย และ ถูกกฎหมายเป็นอันดับแรก
research_paper.docx	ความคลาดเคลื่อนขององค์ความรู้ด้านสมุนไพร (Herbal Knowledge Error)	ข้อขัดแย้งในหัวข้อ Herbal Knowledge Summary มีการระบุว่า “Turmeric... is not explicitly mentioned” (ไม่พบข้อมูล) แต่ กลับระบุว่า “Turmeric has been used... for a long time” (ใช้มานานแล้ว) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ขัดแย้งกันเอง

(13) ผลการทดสอบของ Audit Data Integrity Task เป็นผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลต้นทาง (Master Fact Sheet) กับ บทความปลายทาง (Final Article) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย

- ความทนทานของการประสานงานและอัตราการคงอยู่ของข้อมูล (Collaboration Robustness - Data Loss) โดยการประเมินดัชนีชี้วัด (Score 0-100%) ที่ประเมินว่าระบบสามารถ รักษาข้อมูลสำคัญจากต้นทางไว้ได้มากน้อยเพียงใดในกระบวนการเขียน หากคะแนนต่ำ แสดงว่าเกิด ภาวะข้อมูลสูญหาย (Data Loss) ระหว่างที่เอเจนต์ส่งต่องานกัน

- ความชัดเจนและความถูกต้องและอัตราการผิดพลาดข้อมูล (Explanation Clarity -Hallucination and Handling) โดยการประเมินดัชนีชี้วัด (Score 0-100%) ที่ประเมินความน่าเชื่อถือของเนื้อหา โดยเน้นตรวจสอบว่าระบบมีการแต่งเติมข้อมูลเท็จ หรือ การสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination) หรือไม่ หากคะแนนสูง แสดงว่าบทความมีความซื่อตรงต่อข้อมูลต้นฉบับ (Faithfulness) สูง

Ref. code: 25686724032542BWC

- ข้อมูลที่ตกหล่น (Dropped Entities - Facts in Fact Sheet but not Article) โดยรายการข้อมูลเฉพาะเจาะจง (Specific Entities) ที่ปรากฏอยู่ใน Master Fact Sheet แต่กลับหายไปในบทความสุดท้าย ใช้สำหรับวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบควรมีแต่ไม่มี (False Negative) เพื่อนำไปปรับปรุงคำสั่งให้เอเจนต์นักเขียนเก็บรายละเอียดได้ครบถ้วนขึ้น

- ข้อมูลที่ถูกสมมติขึ้น (Hallucinated Entities - Facts in Article but not Fact Sheet) โดยรายการข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในบทความสุดท้าย แต่ไม่มีอยู่จริงใน Master Fact Sheet ใช้สำหรับวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบไม่ควรมีแต่มี (False Positive) ซึ่งถือเป็นความเสี่ยงสูงสุดในระบบ

- บทวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ (Feedback) โดยคำอธิบายเชิงคุณภาพ (Qualitative Justification) ที่ระบุเหตุผลประกอบการให้คะแนน ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจบริบทของความผิดพลาด ว่าเกิดจากเอเจนต์ตัวใด หรือขั้นตอนใด

โดยเอเจนต์สร้างรายงานการตรวจสอบบทความสมุนไพร ดังภาพที่ 4.46 ดังนี้

ภาพที่ 4.46

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Audit Data Integrity Task

```
# ===AUDIT_DATA_INTEGRITY_REPORT===
* **Collaboration Robustness (Data Loss):** 95%
* **Explanation Clarity (Hallucination/Handling):** 92%
* **Dropped Entities (Facts in Fact Sheet but not Article):**
  - Trend Fact
  - Compliance Fact (Safety Dosage)
  - Compliance Fact (Safety Warning)
  - Safety Fact (Other Info)
  - Safety Fact (Questions)
  - Source URL (Trend)
  - Source URL (Compliance)
* **Hallucinated Entities (Facts in Article but not Fact Sheet):**
  - None explicitly identified, but some rephrased or summarized information may not directly match the original facts
* **Feedback:** The audit reveals a high level of integrity in the data pipeline, with most critical facts from the Master Fact Sheet accurately represented in the Final Article. However, some facts related to trend, compliance, safety, and source URLs were not found in the article, indicating a need for improvement in data completeness. The absence of hallucinated entities suggests that the article does not introduce unfounded information, maintaining the clarity and trustworthiness of the content. Overall, the scores reflect a robust and clear data pipeline, with areas for minor improvement to achieve perfect data integrity.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

จากภาพที่ 4.46 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 หัวข้อ ประกอบด้วย ความแข็งแกร่งของข้อมูล ข้อมูลที่ตกหล่น การแก้ไขเอกสารอ้างอิง และจุดผิดพลาดที่ผู้ตรวจสอบมองไม่เห็น ในตารางที่ 4.21 ดังนี้

ตารางที่ 4.21

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Audit Data Integrity Task

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_14_20251119_222835.txt	ความแข็งแกร่งของข้อมูล (Data Robustness)	คะแนนสูง (95%) รายงานระบุว่าข้อมูลสำคัญจาก Master Fact Sheet ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในบทความแล้ว ซึ่งจากการตรวจสอบบทความจริง พบว่าข้อมูลหลักด้านการทดลอง และกรณีศึกษาครบถ้วนตามรายงาน
task_14_20251119_222835.txt	ข้อมูลที่ตกหล่น (Dropped Entities)	ยอมรับตามความจริง โดยเอเจนต์นักตรวจสอบแจ้งว่าขาด Trend Fact ซึ่งสอดคล้องข้อมูลที่ระบุอย่างชื่อสัตย์ว่า “The absence of trend facts... limits the identification” แสดงให้เห็นว่าเอเจนต์ไม่ได้สร้างข้อมูลขึ้นมาเองเมื่อไม่พบข้อมูลดิบ
task_14_20251119_222835.txt	การแก้ไขเอกสารอ้างอิง	มีการเติมเอกสารอ้างอิงที่ถูกต้องตามหลัก APA ครบทั้ง 3 งานวิจัย
research_paper.docx	จุดผิดพลาดที่ผู้ตรวจสอบมองไม่เห็น (Logical Hallucination)	แม้เอเจนต์นักตรวจสอบจะบอกว่า “None explicitly identified” แต่ในบทความ พบข้อความ “Turmeric... is not explicitly mentioned” (ขมิ้นไม่ถูกกล่าวถึง) วางอยู่ติดกับ “Turmeric has been used... for a long time” (ขมิ้นถูกใช้มานาน) นี่คือข้อผิดพลาดเชิงตรรกะที่เกิดจากการนำข้อผิดพลาดของระบบมาใส่เป็นเนื้อหา

Ref. code: 25686724032542BWC

(14) ผลการทดสอบของ Audit Strategy Task รายงานฉบับนี้เป็นขั้นตอนสุดท้าย ก่อนที่จะอนุมัติให้ผลงานถูกนำไปใช้งานหรือเผยแพร่ โดยเน้นการประเมินคุณค่า ในมิติของการนำไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วย

- ประสิทธิผลในทางปฏิบัติและความสอดคล้อง (Practical Efficacy - Relevance) โดยมีดัชนีชี้วัด (Score 0-100%) ที่ประเมินว่าเนื้อหาหรือแผนกลยุทธ์ที่สร้างขึ้นนั้นตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานหรือตลาดได้จริงหรือไม่ ข้อมูลมีความทันสมัยและตรงประเด็นแค่ไหน หากคะแนนสูงแสดงว่าผลลัพธ์นั้นมีประโยชน์และนำไปแก้ปัญหาได้จริง

- ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงและการขยายผล (Implementation Feasibility -Scalability) โดยมีดัชนีชี้วัด (Score 0-100%) ที่ประเมินความยากง่ายในการลงมือทำโดยพิจารณาจากทรัพยากรที่มีเทคโนโลยี และข้อจำกัดต่างๆ รวมถึงศักยภาพในการขยายผลในอนาคต หากคะแนนต่ำ แสดงว่าแผนงานอาจจะดูดีแต่ในทางทฤษฎีแต่ปฏิบัติจริงได้ยาก

- การตัดสินใจอนุมัติเผยแพร่ (Go/No-Go for Publication) โดยผลการตัดสินใจแบบทวิภาค (Binary Decision) คือ ผ่าน (Go) หรือ ไม่ผ่าน (No-Go) โดยอาศัยเกณฑ์คะแนนจากสองข้อแรกเป็นตัวกำหนด นี่คือกลไกเพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อหาที่ไร้คุณภาพหรือทำจริงไม่ได้หลุดรอดออกไปสู่ผู้ใช้งาน

- เหตุผลประกอบการตัดสินใจ (Feedback) โดยมีคำอธิบายเชิงคุณภาพที่ระบุจุดแข็ง (Strengths) และจุดอ่อน (Weaknesses) ของแผนงาน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบเหตุผลว่าทำไมถึงได้รับอนุมัติหรือถูกปัดตก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับกระบวนการเรียนรู้และปรับปรุงระบบ (Feedback Loop)

โดยเอเจนต์สร้างรายงานการตรวจสอบบทความสมุนไพร ดังภาพที่ 4.47 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.47

ผลลัพธ์ที่ได้กลับมาจากงานวิเคราะห์โดย Audit Strategy Task

===AUDIT_STRATEGY_REPORT===

* **Practical Efficacy (Relevance):** 80%

* **Implementation Feasibility (Scalability):** 90%

* **Go/No-Go for Publication:** Go

* **Feedback:** The final article demonstrates a good understanding of the trends and compliance data related to turmeric, with a clear and concise summary of the herb's cultural significance, scientific research, and potential product development opportunities. However, the article could benefit from more specific and detailed information on the market trends and consumer demand for turmeric-based products. The use of structured data from the compliance and safety tasks is well-integrated into the article, and the split of tasks seems to be a scalable and efficient way to gather data. Overall, the article is well-written and provides valuable insights into the potential of turmeric in the health and wellness industry, making it ready for publication.

The score of 80% for Practical Efficacy (Relevance) reflects the article's ability to synthesize the trends and compliance data, but also acknowledges the need for more specific and detailed information on market trends and consumer demand. The score of 90% for Implementation Feasibility (Scalability) reflects the efficient use of structured data and the scalability of the task split. The "Go" decision for publication is based on the overall quality and relevance of the article, as well as its potential to provide valuable insights to the target audience.

จากภาพที่ 4.47 สามารถแบ่งหัวข้อการค้นพบความสัมพันธ์ไว้ ซึ่งมีหัวข้อการประเมินทั้งสิ้น 4 หัวข้อ ประกอบด้วย ความมีประสิทธิภาพในทางปฏิบัติ ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ การตัดสินใจตีพิมพ์ และ จุดที่ตรวจไม่พบ ในตารางที่ 4.22 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.22

รายชื่องานและบทสรุปการวิเคราะห์ของ Audit Strategy Task

หัวข้อการประเมิน	คะแนน	บทสรุปการวิเคราะห์ความสอดคล้อง
Practical Efficacy (ความมีประสิทธิภาพในทางปฏิบัติ)	80% (High)	รายงานระบุว่าบทความสรุปประเด็นวัฒนธรรมและวิทยาศาสตร์ได้ดี แต่ขาดรายละเอียดเจาะจงด้านเทรนด์ตลาด ซึ่งตรงกับเนื้อหาในบทความที่เขียนยอมรับข้อจำกัดนี้อย่างตรงไปตรงมาว่า “The absence of trend facts… limits the identification” และเลือกใช้ข้อมูล Compliance มาวิเคราะห์แทน
Implementation Feasibility (ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้)	90% (Excellent)	รายงานชื่นชมการนำข้อมูลเชิงโครงสร้าง (Structured Data) มาใช้ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในบทความส่วน Scientific Deep-Dive และ Safety ที่มีการเรียบเรียงข้อมูล Lab Fact และ Toxicity Fact ได้อย่างเป็นระบบและนำไปใช้งานได้จริง
Publication Decision (การตัดสินใจตีพิมพ์)	Go	รายงานอนุมัติให้ตีพิมพ์ (Go) เพราะเนื้อหาโดยรวมมีคุณภาพดีและให้ Insight ที่มีคุณค่า แม้จะขาดข้อมูลเทรนด์ไปบ้าง แต่บทความได้ชดเชยด้วย Safety-Centric Strategy ที่แข็งแรง ทำให้ภาพรวมยังคงน่าเชื่อถือ
Blind Spot (จุดที่ Audit ตรวจไม่พบ)	N/A	เน้นตรวจกลยุทธ์ จึงไม่ได้ระบุถึงข้อผิดพลาด (Logical Error) ในบรรทัดที่กล่าวว่า (not explicitly mentioned) ที่ขัดแย้งกับบรรทัด ที่กล่าวว่า “used… for a long time” ซึ่งเป็นจุดเล็กๆ จุดเดียวที่ต้องแก้ก่อนนำไปเผยแพร่จริง

4.3 ผลการทดสอบเครื่องมือสร้างบทความโดยมัลติเอเจนต์

4.3.1 ผลการทดสอบเครื่องมือสร้างข้อมูลสมุนไพร การอ้างอิงข้อมูล ชื่อเฉพาะ และคำอธิบายข้อมูล

ในการสร้างบทความที่ได้จาก Master Fact Sheet ผู้วิจัยได้ให้ Writer Agent เรียกข้อมูลทั้งหมดที่ถูกเก็บไว้ใน Consolidation Task เพื่อส่งต่อให้ Write Article Task เขียน

Ref. code: 25686724032542BWC

บทความในรูปแบบสมบูรณ์ และตรวจสอบการอ้างอิงข้อมูลบทความจาก Task ต่างๆ ว่ามีความครอบคลุมหรือไม่ โดยผลการสร้างบทความและผลการตรวจสอบบทความ ซึ่งจากบทความที่ถูกเขียนได้รวมข้อมูลสำคัญจาก 17 Task โดยบทความมีรายละเอียดจำนวนคำที่ถูกเขียนทั้งหมด ดังตารางที่ 4.23 ดังนี้

ตารางที่ 4.23

รายละเอียดจำนวนคำของบทความที่ถูกเขียนในแต่ละส่วนของบทความ

หัวข้อในบทความ	จำนวนคำ	รายละเอียดเนื้อหา
Herbal in Wellness Trends	52	บทนำเกี่ยวกับเทรนด์และโอกาสทางการตลาด
Scientific Deep-Dive	74	ข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้น (Lab Facts)
Scientific Research	466	ส่วนเนื้อหาหลักที่รวมรายงาน DILI, งานวิจัย Black Turmeric และ Ar-turmerone
Traditional Wisdom	86	ข้อมูลภูมิปัญญาชาวบ้านและแหล่งเรียนรู้ชุมชน
Safety, Regulatory, and Constraints	98	ข้อมูลความปลอดภัย, พิษวิทยา และกฎระเบียบ อย.
Strategic Analysis and Product Opportunities	79	การวิเคราะห์กลยุทธ์และโอกาสพัฒนาผลิตภัณฑ์
Herbal Knowledge Summary	155	บทสรุปองค์ความรู้สมุนไพรและวัฒนธรรมอาหาร
Conclusion	56	บทสรุปปิดท้าย
รวมทั้งหมด	**1,066**	

ในการวิเคราะห์ภาพรวมของบทความที่ได้จากโมเดล Llama-3.3 70B มีดังนี้

(1) ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Completeness) อยู่ในระดับดีมากในด้านวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม ข้อมูลผลการทดลอง และพิษวิทยา (Toxicity) ครบถ้วนและถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้ดี แต่มีจุดบกพร่องในด้านข้อมูลแนวโน้ม (Trends) ที่สูญหายไประหว่างกระบวนการ

(2) การบูรณาการข้อมูล (Integration) ระบบสามารถรวมข้อมูลที่หลากหลายมาก มีข้อมูลการทดลองกับงานวิจัยภายนอก และการนำเสนอข้อมูลทางวัฒนธรรมเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพใน Master Fact Sheet

Ref. code: 25686724032542BWC

(3) จุดเน้นกลยุทธ์ (Strategic Pivot) จากข้อมูลดิบที่พบสัญญาณเตือนเรื่องตับ ระบบได้ปรับกลยุทธ์ให้เน้นความปลอดภัย แทนที่จะเน้นแค่สรรพคุณ ซึ่งแสดงถึงความฉลาดในการวิเคราะห์บริบท

(4) การตรวจสอบคุณภาพ (Audit Loop) มีกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับที่ให้คะแนนความสมบูรณ์ 95% และความชัดเจน 92% แม้จะมีข้อมูลบางส่วนหายไป แต่ระบบสามารถปรับตัว และสร้างบทความที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้สำเร็จ

สรุปผลการวิเคราะห์พบว่า บทความมีการอ้างอิงข้อมูลจาก Task ก่อนหน้าอย่างชัดเจนและเป็นระบบ โดยเฉพาะการดึงข้อมูลจาก Master Fact Sheet มาเขียน แต่มีข้อสังเกตสำคัญเรื่องข้อมูลเทรนด์ที่หายไปในระหว่างทาง โดยข้อมูลทั้งหมดได้สรุปตามตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24

การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับขมิ้นชัน

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_1_20251119_222835.txt	Trends Analysis	เอเจนต์ยืนยันว่าได้รวบรวมข้อมูลจาก Global Wellness Institute (GWI) เพียงพอแล้ว และพร้อมที่จะเขียนสรุปบริบทของสมุนไพร
task_2_20251119_222835.txt	Lab Data	ผลการทดลองภายใน (Lab) ยืนยันการพบสาร Curcumin และ Turmerone จากการสกัดด้วยเอทานอล และพบฤทธิ์ ต้านแบคทีเรีย (Antibacterial) ต่อเชื้อ *Staph. aureus*
task_3_20251119_222835.txt	Scientific Research	ระบุสารต้านการอักเสบ และ ar-turmerone (ต้านแบคทีเรีย) แต่มีข้อควรระวังจาก เรื่องความเสี่ยงต่อตับ (DILI) เมื่อใช้ร่วมกับพริกไทยดำในรูปแบบอาหารเสริม
task_4_20251119_222835.txt	Thai FDA Compliance	พบรายการ ทะเบียนอาหาร (Food Registrations) จำนวนมาก เช่น แคปซูล, ไก่ทอดสมุนไพร โดยมีทั้งสถานะคงอยู่ (Active) และยกเลิก (Cancelled) แต่ไม่พบทะเบียนยา (Drug Registrations)

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.24

การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับขมิ้นชัน (ต่อ)

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_5_20251119_222835.txt	International Safety	ข้อมูลความปลอดภัยสากล (DailyMed) พบผลิตภัณฑ์ Homeopathic ที่มีส่วนผสมของ *Curcuma longa* โดยมีคำเตือนมาตรฐานสำหรับเด็กและสตรีมีครรภ์
task_6_20251119_222835.txt	Clinical Toxicity	ข้อมูลจาก LiverTox ระบุว่าผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันอาจเกี่ยวข้องกับภาวะ ตับอักเสบเฉียบพลัน (Acute Liver Injury) ในบางราย (Idiosyncratic) โดยมีระยะเวลาแฝง 1-4 เดือน
task_7_20251119_222835.txt	Raw Cultural Data (Thai)	ข้อมูลดิบภาษาไทยจาก SAC ระบุถึงแหล่งข้อมูลสำคัญคือ พิพิธภัณฑ์การแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศร และชุมชน บ้านทับยา โดยเน้นการใช้รักษาโรคและการแปรรูปด้วยวิธีการ ดอง (Infusion)
task_8_20251119_222835.txt	Synthesized Culture (Eng)	รายงานสรุปวัฒนธรรมภาษาอังกฤษ เน้นบทบาทของ Abha Bhubejhr Museum ในการอนุรักษ์ภูมิปัญญา และอธิบายวิธีการดองเหล้า/น้ำผึ้ง (Herbal medicine infusion) อย่างชัดเจน
task_9_20251119_222835.txt	Internal RAG (Herbal)	เป็นการค้นหาข้อมูลจากคลังความรู้ภายในองค์กร เพื่อตรวจสอบซ้ำกับข้อมูลภายนอก แม้ Task นี้จะระบุว่า *“Turmeric is not explicitly mentioned”* แต่ก็ได้ให้บริบทกว้างๆ เกี่ยวกับเศรษฐกิจยาแผนไทย ซึ่งช่วยให้ Writer Agent เขียนบทนำเรื่องความสำคัญของสมุนไพรต่อเศรษฐกิจได้โดยไม่หลุดกรอบวัฒนธรรมองค์กร

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.24

การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับขมิ้นชัน (ต่อ)

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_10_20251119_222835.txt	Internal RAG (Cultural)	ระบุการใช้ขมิ้นชันในน้ำพริก เพื่อช่วยย่อยอาหาร และการใช้ในแกงเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน
task_11_20251119_222835.txt	Master Fact Sheet	เอกสารรวมข้อเท็จจริงทั้งหมด (Consolidated Facts) ที่ถูกสกัดมาได้อย่างครบถ้วน ทั้งข้อมูลการทดลอง (TLC/GC-MS) งานวิจัย (DILI Case Report) และข้อมูลความปลอดภัย โดยระบุแหล่งที่มาไว้อย่างชัดเจน
task_12_20251119_222835.txt	Strategic Plan	รับข้อมูลความเสี่ยง (DILI) จาก Task 3, 6 และ 11 มาวิเคราะห์ เพื่อสร้างแผนกลยุทธ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่เสนอให้เน้น Safety-Centric Approach เนื่องจากข้อมูลการทดลองยืนยันศักยภาพในการต้านแบคทีเรีย แต่มีข้อกังวลเรื่องตับ จึงแนะนำให้เจาะตลาดผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีคุณภาพสูงและตรวจสอบได้
task_13_20251119_222835.txt	Final Article Draft	ร่างบทความฉบับสมบูรณ์หัวข้อ “*Turmeric: From Ancient Wisdom to Modern Strategy*” เนื้อหาครอบคลุมทั้งภูมิปัญญาดั้งเดิมและข้อมูลวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ พร้อมคำเตือนเรื่อง DILI อย่างชัดเจน
task_14_20251119_222835.txt	Data Integrity Audit	รายงานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล ระบุคะแนน Collaboration Robustness 95% และ Explanation Clarity 92% พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ถูกส่งต่อครบถ้วน มีเพียงข้อมูล Trend และ Compliance บางส่วนที่ตกหล่นเล็กน้อย

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.24

การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับขมิ้นชัน (ต่อ)

ไฟล์งาน	หัวข้อ	บทสรุปการวิเคราะห์
task_15_20251119_222835.txt	Strategy Audit	รายงานการประเมินกลยุทธ์ ระบุคะแนน Implementation Feasibility 90% และให้สถานะ "Go" สำหรับการเผยแพร่ โดยมองว่าบทความมีความสมดุลดีระหว่างประโยชน์และความเสี่ยง
task_16_20251119_222835.txt	Final Output File	แปลงเนื้อหา Markdown เป็นไฟล์ .docx ที่สวยงามพร้อมใช้งาน ชื่อไฟล์ผลลัพธ์สุดท้าย: outputs/research_paper.docx
task_17_20251119_222835.txt	Cloud Upload	นำไฟล์ไปวางใน Google Drive เพื่อให้มนุษย์เข้าถึงได้

การสรุปคำเฉพาะ (Name Entities) พร้อมคำอธิบายเสริมที่พบในบทความ พบว่า จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลในทุก Task ได้รวบรวมสถิติของคำเฉพาะเจาะจง เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อชุมชน เลขทะเบียน เป็นต้น ดังตารางที่ 4.25 ดังนี้

ตารางที่ 4.25

จำนวนคำเฉพาะที่นับได้จากผลลัพธ์ของแต่ละงานที่ใช้เครื่องมือหลัก

แหล่งข้อมูล	งานที่เกี่ยวข้อง	ตัวอย่างคำเฉพาะที่พบ	จำนวนที่พบ
Web Search (GWI)	Task 1	Turmeric, Superfood lattes, Anti-inflammatory, Healthy snacking, Longevity	5 คำ
Internal Lab Data (RAG)	Task 2	Curcumin, Staph. aureus (Staphylococcus aureus), Ethanol, TLC/GC-MS	4 คำ

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.25

จำนวนคำเฉพาะที่นับได้จากผลลัพธ์ของแต่ละงานที่ใช้เครื่องมือหลัก (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	งานที่เกี่ยวข้อง	ตัวอย่างคำเฉพาะที่พบ	จำนวนที่พบ
Research Tools (Pubmed, NCBI Books, LiverTox)	Task 3, 6	*Curcuma longa*, Ar-turmerone, DILI (Drug-Induced Liver Injury), Acute Liver Injury, HLA-B*35:01 allele, HEK 293 / L929, Acinetobacter baumannii (A. baumannii), MIC / MBIC / MBEC, IC50	9 คำ
FDA/Safety (Website)	Task 4, 5	DILI (Drug-Induced Liver Injury), Black Pepper, Acute Hepatitis / Jaundice, Thai FDA, GMPs, Children under 12 / Pregnant, Active / Cancelled Status	7 คำ
Cultural Search (SAC)	Task 7, 8, 10	Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum, Ban Dong Bang, Ban Tab Ya, Curries and Soups, Infusion process, Teas and Tinctures, Traditional Thai Medicine	7 คำ

ในส่วนของการสรุปการทำงานของเอเจนต์ โดยดูจากจำนวนคำเฉพาะที่นับได้จากผลลัพธ์ของแต่ละเอเจนต์ที่รับผิดชอบ พบว่า ในส่วนของ Herbal Laboratory, Research, Clinical Toxicologist สามารถสกัดคำได้มากที่สุด รองลงมา คือ Compliance Checker, Safety Inspector, Cultural Editor และ Internal Knowledge สามารถสกัดคำเฉพาะได้จำนวนที่เท่ากัน ส่วน Trend Analyst ได้น้อยที่สุด ตามตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26

จำนวนคำเฉพาะที่นับได้จากผลลัพธ์ของแต่ละเอเจนต์ที่รับผิดชอบ

เอเจนต์	งานที่รับผิดชอบ	จำนวนคำ
Trend Analyst	Task 1	5 คำ
Herbal Laboratory, Research, Clinical Toxicologist	Task 2, 3, 6	13 คำ
Compliance Checker, Safety Inspector	Task 4-5	7 คำ
Cultural Editor, Internal Knowledge	Task 7, 8, 10	7 คำ
Planner, QA Auditor, Content Strategist, Writer,	Task 11-15	สังเคราะห์ข้อมูล

Ref. code: 25686724032542BWC

จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลในบทความ ได้รวบรวมคำเฉพาะเจาะจง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย คำเฉพาะที่แสดงข้อมูลสมุนไพรทางวัฒนธรรม (Cultural Authenticity) ในตารางที่ 4.27 ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) ในตารางที่ 4.28 และคำที่แสดงถึงการอธิบายกฎระเบียบและความปลอดภัย (Safety Regulations) ในตารางที่ 4.29 ดังนี้

ตารางที่ 4.27

จำนวนคำเฉพาะที่แสดงข้อมูลสมุนไพรทางวัฒนธรรม (Cultural Authenticity)

คำเฉพาะ	ตำแหน่งที่พบในบทความ
Abha Bhubejhr Thai Pharmacy Museum	เป็นชุมชนที่เห็นคุณค่าของขมิ้นชัน
Ban Dong Bang	ระบุในประโยคเดียวกับอภัยภูเบศร ในฐานะแหล่งชุมชน
Ban Tab Ya	ระบุต่อจากบ้านดงบัง ในฐานะแหล่งชุมชน
Curries and Soups	ระบุว่าเป็นเมนูอาหารไทยที่มีขมิ้นชันเป็นส่วนประกอบหลัก
Infusion process	อธิบายวิธีการสกัดยาโดยการแช่ในแอลกอฮอล์ น้ำ หรือน้ำผึ้ง
Teas and Tinctures	ระบุว่าเป็นรูปแบบยาสมุนไพรเพื่อเสริมภูมิคุ้มกัน
Traditional Thai Medicine	ถูกกล่าวถึงหลายครั้งว่าเป็นรากฐานสำคัญของการใช้ขมิ้นชัน

ตารางที่ 4.28

จำนวนคำเฉพาะที่แสดงชื่อและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Name)

คำเฉพาะ	ตำแหน่งที่พบในบทความ
Curcuma longa	ระบุในส่วนงานวิจัยว่าเป็นแหล่งที่มาของสาร Ar-turmerone
Curcuma caesia (Black Turmeric)	ระบุชื่อวิทยาศาสตร์เต็มและชื่อสามัญในย่อหน้าที่เกี่ยวกับงานวิจัยขมิ้นดำ
Curcumin	ระบุว่าเป็นสารออกฤทธิ์หลัก (Active compound) ในส่วน Scientific Deep-Dive
Ar-turmerone	ถูกกล่าวถึงหลายครั้งในฐานะสารสำคัญที่ใช้ทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย
Staph. aureus (Staphylococcus aureus)	ระบุชื่อเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบทั้งในส่วน Lab Facts และงานวิจัย

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.28

จำนวนคำเฉพาะที่แสดงชื่อและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) (ต่อ)

คำเฉพาะ	ตำแหน่งที่พบในบทความ
Acinetobacter baumannii (A. baumannii)	ระบุว่าเป็นเชื้อดื้อยาที่ขมิ้นดำสามารถยับยั้งได้ดีเยี่ยม
HEK 293 / L929	ระบุชื่อเซลล์ไลน์ที่ใช้ทดสอบความเป็นพิษ (Cytotoxicity) เพื่อยืนยันความปลอดภัย
TLC / GC-MS	ระบุในส่วน Lab Facts เพื่อยืนยันว่าเป็นวิธีที่ใช้พิสูจน์ทราบสารสกัด
MIC / MBIC / MBEC	ใช้รายงานผลการทดลองการยับยั้งเชื้อและไบโอฟิล์มอย่างละเอียด
IC50	ใช้ระบุค่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระและความปลอดภัยต่อเซลล์
HLA-B*35:01 allele	ไม่พบรหัสยีนนี้โดยตรง แต่ถูกเรียบเรียงใหม่เป็นภาษาทางการแพทย์ว่า “idiosyncratic and possibly immunologically mediated” ซึ่งครอบคลุมความหมายเดิม

ตารางที่ 4.29

จำนวนคำเฉพาะที่อธิบายกฎระเบียบและความปลอดภัย (Safety Regulations)

คำเฉพาะ	ตำแหน่งที่พบในบทความ (Context in Paper)
DILI (Drug-Induced Liver Injury)	พบหลายจุด เป็นคำศัพท์หลักที่ใช้เน้นย้ำความเสี่ยง
Black Pepper	พบในส่วนกรณีศึกษาระบุว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดตับอักเสบ
Acute Hepatitis / Jaundice	พบในส่วนอาการทางคลินิก ระบุอาการตัวเหลืองและตับอักเสบ
Thai FDA	ไม่พบคำว่า “Thai FDA” แต่ใช้คำกว้างๆ ว่า “food and drug regulations” แทน เพื่อให้ดูเป็นสากล
GMPs	ไม่พบคำย่อ “GMPs” แต่ใช้คำว่า “rigorous quality control measures” แทน ซึ่งสื่อความหมายเดียวกันในเชิงปฏิบัติ
Children under 12 / Pregnant	รายละเอียดคำเตือนบนฉลากถูกสรุปรวมเป็นคำว่า “careful consideration of safety warnings” โดยไม่ได้ลงลึกถึงกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.29

จำนวนคำเฉพาะที่อธิบายกฎระเบียบและความปลอดภัย (Safety Regulations) (ต่อ)

คำเฉพาะ	ตำแหน่งที่พบในบทความ (Context in Paper)
Active / Cancelled Status	บทความเลือกที่จะไม่ระบุสถานะทะเบียนยาของแบรนด์ใด แบรนด์หนึ่ง เพื่อความเป็นกลาง แต่สรุปภาพรวมว่า “presence of various compliance facts” แทน

โดยสรุปจากการทำงานระบบมัลติเอเจนต์ ในเบื้องต้นมีการกำหนดเกณฑ์การสกัดคำขั้นต่ำต้องได้มากกว่า 5 คำ ซึ่งเอเจนต์สามารถที่จะทำงานร่วมกันเพื่อสกัดคำเฉพาะได้เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งคำเฉพาะเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้ในการเขียนบทความได้ครบถ้วน และจากเกณฑ์การประเมินทั้ง 3 ข้อ ประกอบด้วย (1) บทความที่มีเนื้อหาที่แสดงถึงความสอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย ความชัดเจน เข้าถึงง่าย (2) มีหลักฐานวิทยาศาสตร์รองรับ และ (3) การให้ข้อมูลความปลอดภัยตาม อย. จากข้อมูลที่ได้ในตารางที่ 4.29 เราสามารถจัดกลุ่มข้อมูลจำนวนคำของทั้ง 3 กลุ่ม รวมทั้งหมด 25 รายการ ได้ดังตารางที่ 4.30 ดังนี้

ตารางที่ 4.30

จำนวนคำทั้ง 3 กลุ่ม คิดเป็น 100% เปอร์เซ็นต์

หมวดหมู่ (Category)	จำนวนคำ	คิดเป็นร้อยละ
Scientific Name (ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์)	11	44%
Cultural Authenticity (ความถูกต้องทางวัฒนธรรม)	7	28%
Safety Regulations (กฎระเบียบและความปลอดภัย)	7	28%
รวมทั้งหมด	**25**	**100%**

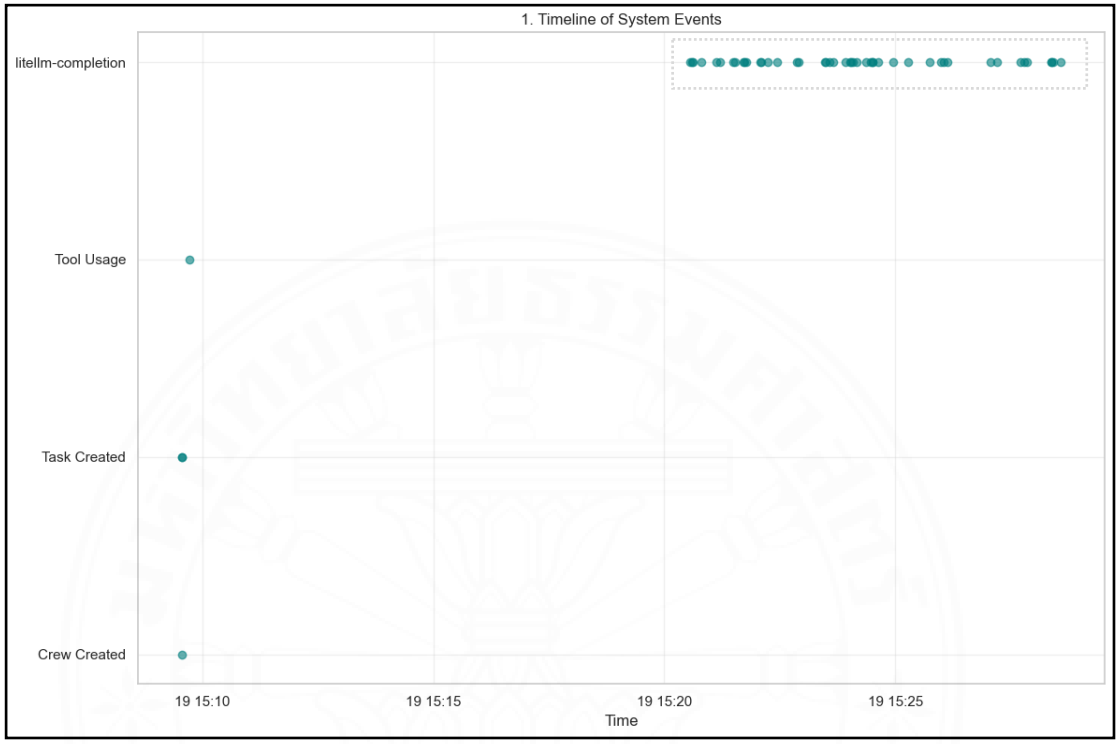
4.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเอเจนต์ในการสร้าง 1 บทความ

จากการทดสอบการทำงานของเอเจนต์ที่ทำงานร่วมกันหลายตัวเพื่อปฏิบัติภารกิจวิจัยและเขียนเนื้อหา โดยผู้วิจัยให้เครื่องมือสร้างบทความสมุนไพรออกมาจนสามารถแสดงภาพรวมของการวิเคราะห์ โดยข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการทำงาน (Trace Logs) ของระบบ Multi-Agent System ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse ซึ่งมีผลการทดลองดังภาพที่ 4.48 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.48

เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของระบบเอเจนต์แบบหลายตัว ในการสร้าง 1 บทความ ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse

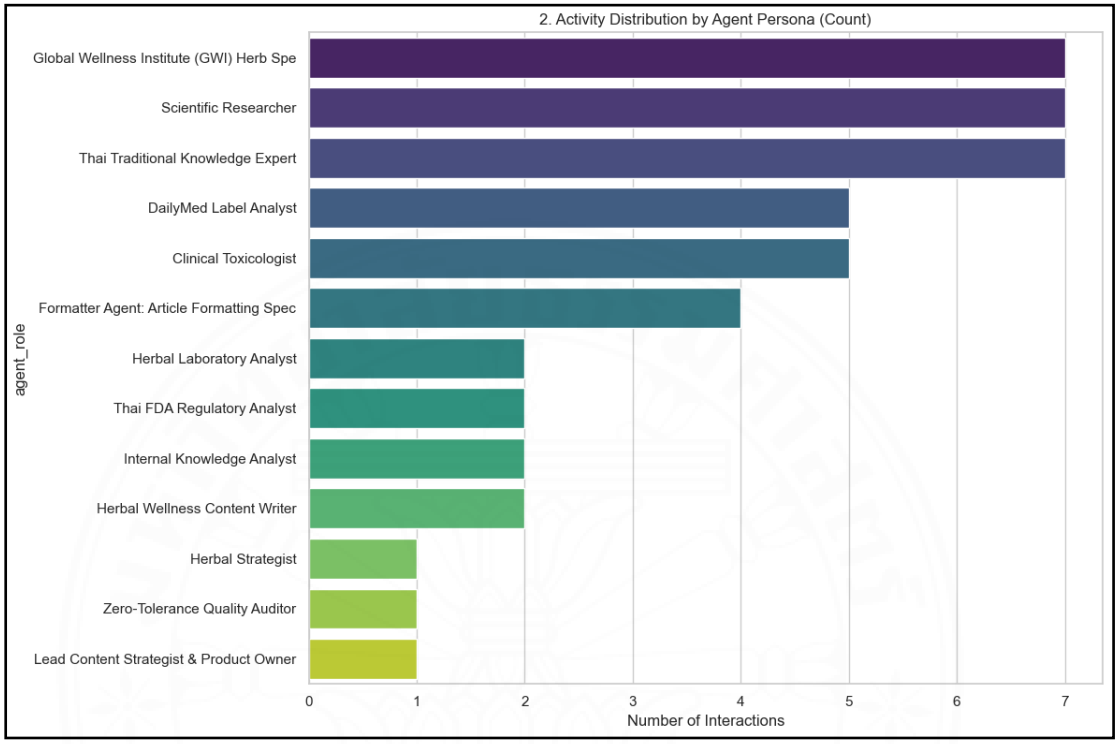


จากภาพที่ 4.48 แสดงให้เห็นช่วงเวลาของการทำงานระบบ Multi-Agent System โดยการสร้าง 1 บทความ จะใช้ระยะเวลาประมาณ 8 นาที (15:20 - 15:28) ในการสร้างบทความ ซึ่งปรากฏจำนวนเหตุการณ์ทั้งหมด 50 รายการ โดยกิจกรรมหลักส่วนใหญ่เป็นการเรียกใช้ LLM (litellm-completion) จำนวน 46 ครั้ง ซึ่งแสดงถึงการประมวลผลทางภาษาที่เข้มข้น โดยการทำงานของเอเจนต์จากการวิเคราะห์ข้อความ System Prompt พบว่า แต่ละเอเจนต์มีการแบ่งงานกันทำอย่างน้อย 13 บทบาท ตามภาพที่ 4.49 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.49

จำนวนครั้งที่แต่ละเอเจนต์เรียกใช้เครื่องมือในการทำงานประสานงานกันในการสร้าง 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse



จากภาพที่ 4.49 ได้มีการแบ่งกลุ่มการทำงานของเอเจนต์ ดังนี้

(1) กลุ่มวิจัยและข้อมูล (Research & Knowledge) พบว่า ผู้เชี่ยวชาญสมุนไพร (Global Wellness Institute (GWI)) นักวิจัยวิทยาศาสตร์ (Scientific Researcher) และผู้เชี่ยวชาญภูมิปัญญาไทย (Thai Traditional Knowledge Expert) ทั้ง 3 ผู้เชี่ยวชาญ มีการใช้งานสูงสุดเท่ากัน คือ 7 ครั้ง ในการทำงานและค้นหาข้อมูล

(2) นักวิเคราะห์ข้อมูลภายใน (Internal Knowledge Analyst) กลุ่มกฎหมายและความปลอดภัย (Regulatory & Safety) ประกอบด้วย นักพิษวิทยาคลินิก (Clinical Toxicologist) นักวิเคราะห์ฉลากยา (DailyMed Label Analyst) ทั้ง 2 ผู้เชี่ยวชาญ มีการใช้งานสูงสุดเท่ากัน คือ 5 ครั้ง ในการทำงานและค้นหาข้อมูล

(3) ผู้เชี่ยวชาญการจัดรูปแบบบทความ (Formatter Agent) มีความพยายามในการเรียกใช้เครื่องมือในการทำงานทั้งสิ้น 4 ครั้ง เพื่อจัดรูปแบบข้อมูล

(4) กลุ่มจัดการเนื้อหา (Content & Strategy) ประกอบด้วย นักเขียนเนื้อหาสุขภาพ (Herbal Wellness Content Writer) นักวิเคราะห์กฎระเบียบ อย. ไทย (Thai FDA Regulatory Analyst) นักวิเคราะห์ข้อมูลสมุนไพร (Internal Knowledge Analyst) และนักเขียน

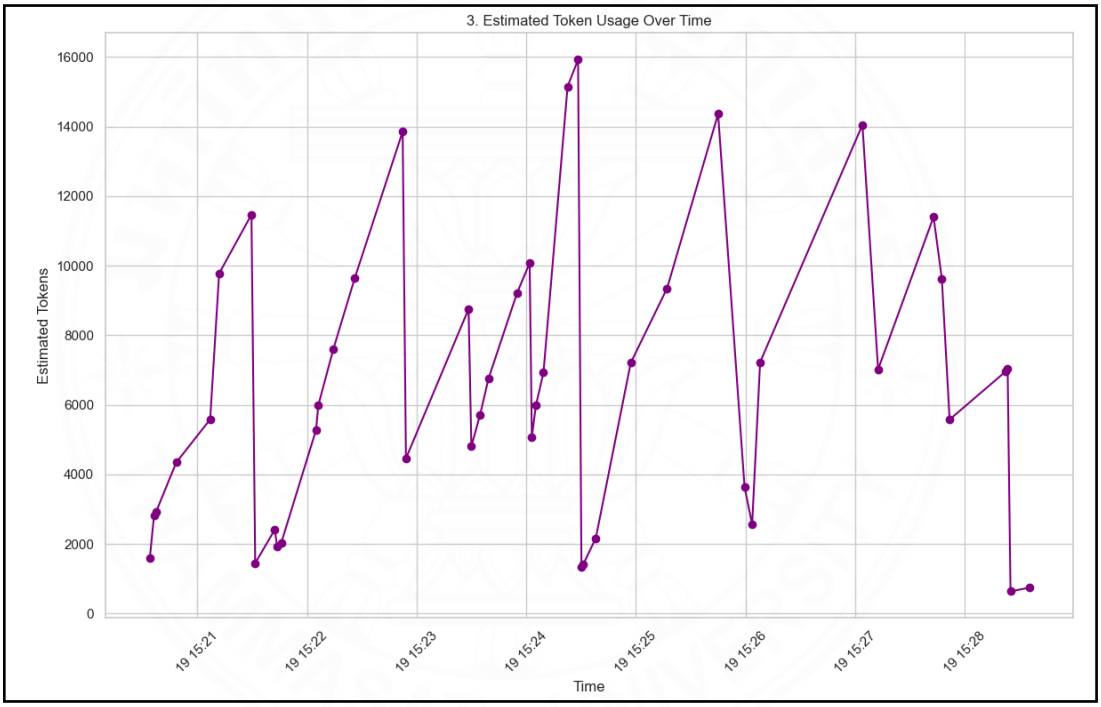
Ref. code: 25686724032542BWC

ข้อมูลสมุนไพรในเชิงสุขภาพ (Herbal Wellness Content Writer) มีความพยายามในการเรียกใช้เครื่องมือในการทำงานทั้งสิ้น 2 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์และเขียนข้อมูล

(5) นักวางกลยุทธ์ (Herbal Strategist) ประกอบด้วย ผู้ตรวจสอบบทความ (Zero-Tolerance Quality Auditor) และผู้สร้างกลยุทธ์ (Lead Content Strategist & Product Owner) มีความพยายามในการเรียกใช้เครื่องมือในการทำงานทั้งสิ้น 1 ครั้ง ในการตรวจสอบบทความและเขียนแผนงานเพื่อสร้างกลยุทธ์

ภาพที่ 4.50

ปริมาณการใช้โทเคนในการสร้าง 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse

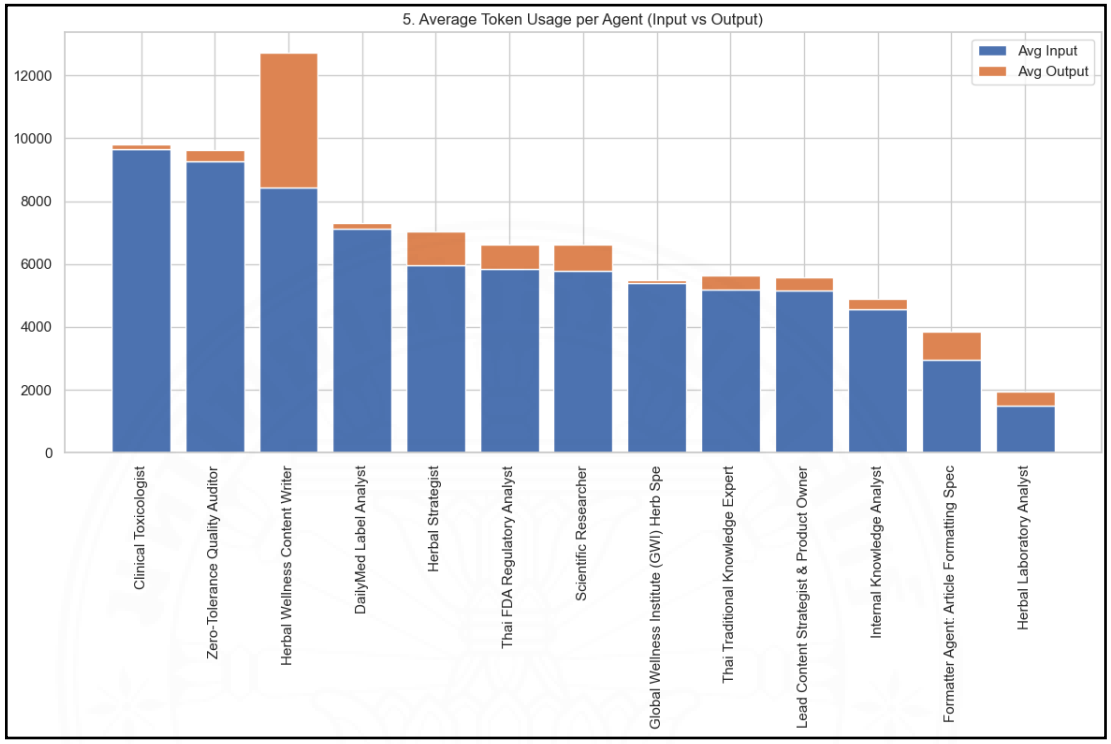


จากภาพที่ 4.50 ได้มีการวิเคราะห์ปริมาณการใช้โทเคน โดยวิธีการประเมินใช้สูตรมาตรฐานประมาณการ (1 โทเคน ≈ 4 ตัวอักษร) โดยพบว่า มีปริมาณการใช้รวม (Total Estimated Tokens) ประมาณ 299,849 โทเคน เฉลี่ยต่อการเรียกใช้ คือ 6,518 โทเคน ส่วนปริมาณสูงสุดต่อการเรียกใช้ คือ 15,921 โทเคน โดยข้อสังเกต คือ ปริมาณโทเคนเฉลี่ยค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่ามีการส่งบริบท (Context) ขนาดใหญ่ เข้าไปในการประมวลผลแต่ละครั้ง มีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ต้องอ่านเอกสารวิชาการ โดยระบบมีการใช้งานค่อนข้างหนักในแง่ของ Context Window แต่ระยะเวลาการทำงานรวม 8 นาที ถือว่าสมเหตุสมผลสำหรับงานวิจัยที่ซับซ้อน

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.51

ปริมาณการใช้โทเคนที่ใช้ในการอ่านและการเขียนข้อมูล ต่อ 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse

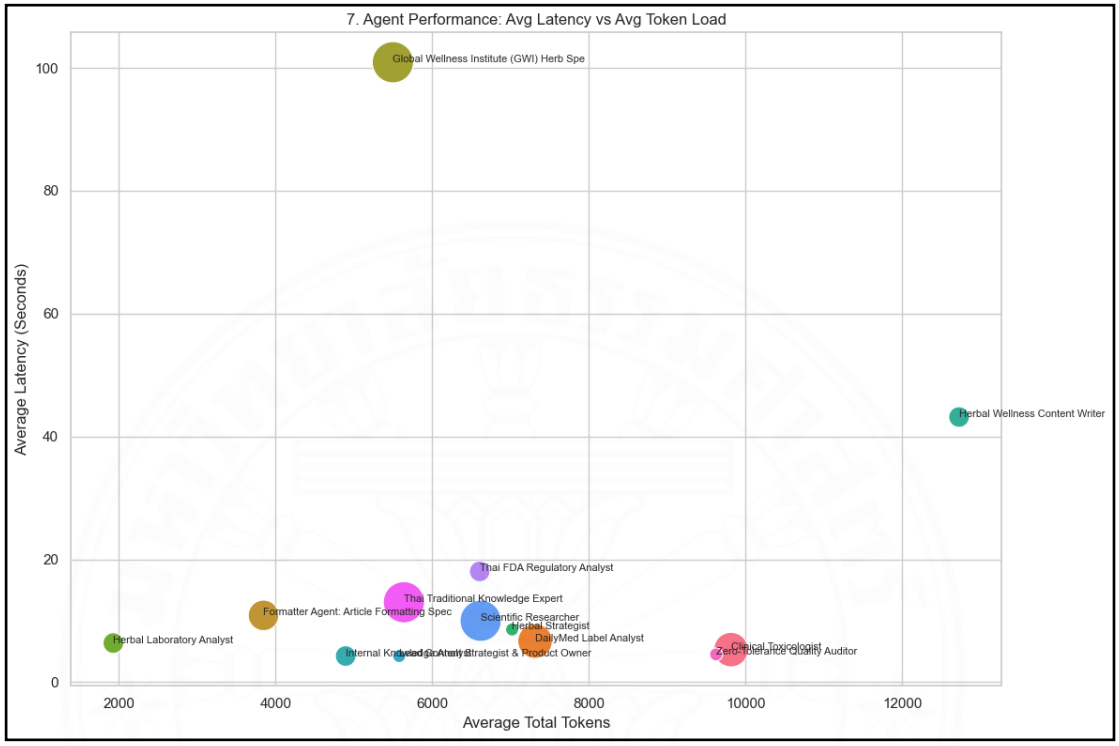


จากภาพที่ 4.51 พบว่า ปริมาณข้อมูลที่ต้องอ่าน (Token Input) สูงสุด โดยเอเจนต์ที่ใช้โทเคนมากที่สุด คือ Clinical Toxicologist มีการใช้โทเคนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,661 โทเคน และ Zero-Tolerance Quality Auditor มีการใช้โทเคนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,276 โทเคน ซึ่งเอเจนต์เหล่านี้ต้องอ่าน บริบทหรือเอกสารจำนวนมหาศาล เช่น รายงานการแพทย์, กฎระเบียบ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ส่วนเอเจนต์ที่ใช้โทเคนน้อยที่สุด คือ Herbal Laboratory Analyst มีการใช้โทเคนเฉลี่ยอยู่ที่ 1,496 โทเคน ส่วนปริมาณเนื้อหาที่เขียนออกมา (Token Output) พบว่า เอเจนต์ที่ใช้โทเคนมากที่สุด คือ Herbal Wellness Content Writer มีการใช้โทเคนเฉลี่ยอยู่ที่ 4,278 โทเคน และเอเจนต์ที่ใช้โทเคนน้อยที่สุด คือ Global Wellness Institute (GWI) Herb Specialist มีการใช้โทเคนเฉลี่ยอยู่ที่ 106 tokens โดยมีข้อสังเกต คือ แม้จะใช้เวลานานสุด (Latency สูง) แต่ตอบกลับสั้นมาก อาจเป็นเพราะทำหน้าที่แค่สรุปผล หรือส่งคำสั่งเรียกใช้เครื่องมืออื่นๆ ต่อไป

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.52

ระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านและการเขียนข้อมูล ต่อ 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse

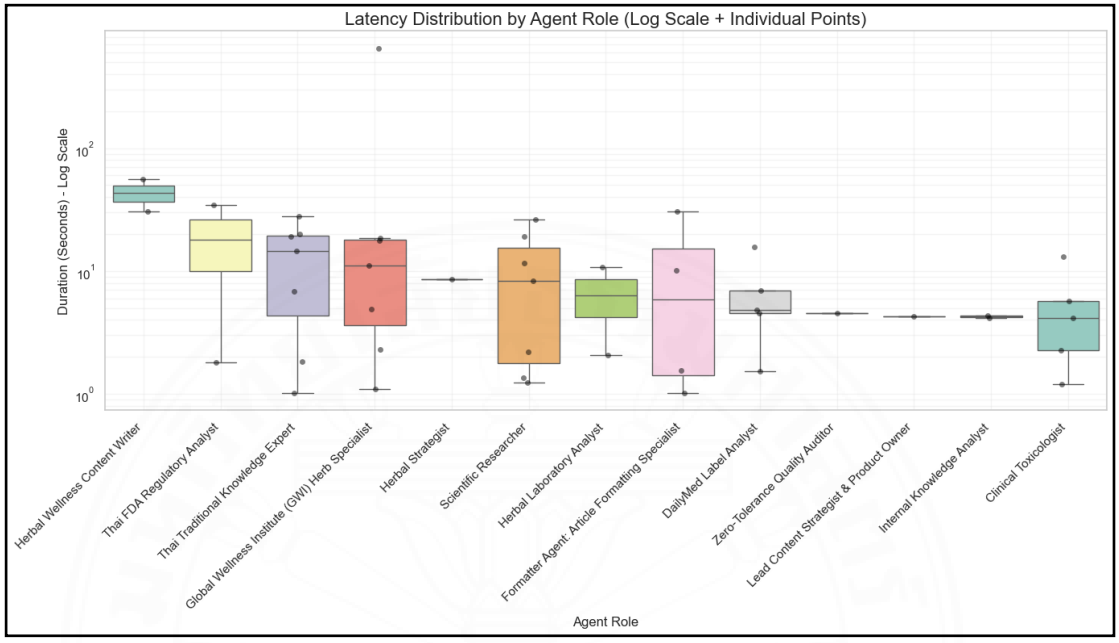


จากภาพที่ 4.52 พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ (Latency) สูงสุด คือ Global Wellness Institute (GWI) Herb Specialist ใช้เวลานานที่สุดเฉลี่ย 100.92 วินาที (เกือบ 2 นาที) ต่อครั้ง โดยสาเหตุ คือต้องประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก และต้องเชื่อมต่อกับเครื่องมือค้นหาภายนอกที่ใช้เวลานานรองลงมา คือ Herbal Wellness Content Writer ใช้เวลาทั้งสิ้น 43.16 วินาที เนื่องจากต้องเขียนเนื้อหายาว ส่วนเอเจนต์ที่ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ Internal Knowledge Analyst และ Lead Content Strategist ใช้เวลาเพียงประมาณ 4 วินาที

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.53

ข้อมูลสถิติที่แสดงถึงการทำงานหนักและเบาในแต่ละเอเจนต์ต่อ 1 บทความ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชื่อ Langfuse



จากการศึกษารูปแบบการทำงานของเอเจนต์จากภาพที่ 4.53 พบว่า สามารถแยกพฤติกรรมการทำงาน (Latency) ของแต่ละเอเจนต์อย่างละเอียด ซึ่งมีทั้งหมด 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

(1) กลุ่มเอเจนต์ที่ทำงานช้าและหนัก (High Latency & Variance)

- Herbal Wellness Content Writer จากการทดลอง พบว่า มีค่ามัธยฐาน (Median) ที่ 43.2 วินาที ซึ่งมีการทำงานช้าที่สุด โดยกล่องอยู่สูงที่สุดในช่วง 30-55 วินาที เพราะมีการใช้เวลาคิดและเขียนนานสม่ำเสมอ และต้องสร้างเนื้อหาบทความยาวๆ

- Global Wellness Institute (GWI) Herb Specialist จากการทดลอง พบว่า มีค่ามัธยฐาน (Median) คือ 11.1 วินาที และมีค่ามัธยฐานสูงที่สุด คือ 650 วินาที มีความผันผวนสูงสุด โดยตัวกล่องมีค่ามัธยฐานอยู่ระดับกลางๆ แต่มีค่าผิดปกติ (Outlier) ที่พุ่งไปถึง 650 วินาที (กว่า 10 นาที) โดยมีความหมาย คือ ปกติทำงานเร็ว (ค้นหาข้อมูลทั่วไป) แต่มีบางครั้งเจองานที่ต้องใช้เวลามาก จนใช้เวลานานผิดปกติ ตัวนี้คือจุดเสี่ยงของระบบ

(2) กลุ่มเอเจนต์ที่ทำงานปานกลาง (Medium Latency) กลุ่มนี้มีความเร็วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีการกระจายตัวบ้างตามความยากง่ายของข้อมูล จากการทดลอง พบว่า Thai FDA Regulatory Analyst มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 18.0 วินาที โดย Box Plot มีกล่องค่อนข้างกว้าง อยู่ในช่วง 1.8 - 34 วินาที หมายความว่า เวลาทำงานขึ้นอยู่กับความยากในการค้นหากฎหมาย อย. ส่วน Thai

Ref. code: 25686724032542BWC

Traditional Knowledge Expert มีค่ามัธยฐานที่ 14.5 วินาที โดย Box Plot มีการกระจายตัวสม่ำเสมอ อยู่ในช่วง 4 - 27 วินาที หมายความว่า ลักษณะงานเป็นการค้นหางานวิจัยด้านภูมิปัญญาไทยที่มีมาตรฐาน โดยใช้ความเร็วพอสมควร ไม่เหวี่ยงมาก ส่วน Scientific Researcher มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 8.3 วินาที โดย Box Plot แสดงให้เห็นว่า มีการทำงานค่อนข้างเร็ว อยู่ที่ 8 วินาที แต่ก็มีบางครั้งที่ลากยาวไปถึง 26 วินาที

(3) กลุ่มทำงานเร็วและเสถียร (Low Latency & Stable) กลุ่มนี้คือ ทำงานแบบประจำ (Routine) หรือการตรวจสอบข้อมูล โดยพบว่า เอเจนต์แต่ละตัวใช้เวลาในการทำงาน ดังนี้

- Formatter Agent มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 5.9 วินาที หมายความว่า เอเจนต์มีการจัดรูปแบบเอกสาร โดย Box Plot แสดงให้เห็นว่า การทำงานส่วนใหญ่ใช้เวลาเร็วมาก ประมาณ 1-5 วินาที แต่มีบางครั้งที่ใช้เวลานานขึ้น ประมาณ 30 วินาที เป็นเฉพาะตอนใช้เวลารวมข้อมูลขนาดใหญ่

- DailyMed Label Analyst จากการทดลอง มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 4.8 วินาที โดย แสดงให้เห็นว่า Box Plot มีลักษณะกล่องสั้นและต่ำ ทำงานเสถียรมาก อยู่ในช่วง 4-7 วินาทีตลอด

- Clinical Toxicologist มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 4.1 วินาที โดยระหว่างการตรวจสอบพิษวิทยา Box Plot แสดงให้เห็นว่า ใช้เวลาเร็วมาก มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 4.1 วินาที แม้จะต้องอ่านข้อมูลเยอะ ใช้โทเคนมาก แต่ใช้เวลาประมวลผลตอบกลับสั้นนิดเดียว

- Internal Knowledge Analyst มีค่ามัธยฐาน อยู่ที่ 4.3 วินาทีเพื่อค้นข้อมูลภายใน โดย Box Plot แสดงให้เห็นว่า แทบจะใช้เวลาเท่าเดิมทุกครั้งประมาณ 4.1 - 4.3 วินาที เพราะเป็นการดึงข้อมูลที่ไม่ซับซ้อน

โดยสรุปจากภาพที่ 4.36 จะต้องแก้ปัญหาเรื่องการทำงานนานที่ Herbal Wellness Content Writer และจะต้องแก้เรื่องระบบค้างหรือการคาดเดาไม่ได้ที่ GWI Herb Specialist ที่เคยพุ่งไปที่ 650 วินาที

4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือสร้าง 1 บทความ จากหลายโมเดลภาษาขนาดใหญ่

(1) การทดลองประสิทธิภาพในการสกัดชื่อเฉพาะเทียบกับโมเดลหลายขนาด

ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละโมเดลเพื่อดูประสิทธิภาพของการสกัดชื่อเฉพาะออกมาเพื่อเขียนบทความ ผู้วิจัยต้องการที่จะทดสอบความสามารถของเครื่องมือในการสกัดชื่อเฉพาะ (Name Entity) ซึ่งจะดูความสามารถ ดังนี้

- การวัดความรู้เฉพาะด้าน Cultural Authenticity และ Safety Regulations เป็นการวัด ความสามารถในการจัดการชื่อภาษาไทย ชื่อสถานที่ ชื่อทะเบียน และการแปลคำเฉพาะทางวัฒนธรรมได้อย่างถูกต้อง

Ref. code: 25686724032542BWC

- การวัดความแม่นยำเชิงข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) เป็นการวัดความ ความสามารถในการแยกแยะชื่อวิทยาศาสตร์ สูตรโครงสร้าง และประเภทงานวิจัยที่ถูกต้องโดยไม่เกิด การสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination)

- การขยายความจากชื่อเฉพาะ (Synthesis) เป็นการวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ (Creativity/Coherence): ความสามารถในการสังเคราะห์ชื่อเฉพาะ (Name Entity) ให้เป็นบทสรุป 100-150 คำ โดยที่ยังคงความหมายและบริบทหลักไว้

(2) การทดลองแบบไม่จดจำโมเดล (Blind Model) ใน CrewAI

ในการทดสอบการทำงานของเอเจนต์ใน CrewAI จะมีการตรวจสอบว่า โมเดลภาษาขนาดใหญ่ใดมีความน่าเชื่อถือที่สุดในการสร้างระบบมัลติเอเจนต์เพื่อใช้ในการเขียนบทความสมุนไพรไทย และเพื่อทดสอบว่า เอเจนต์มีความสัมพันธ์กับโมเดลภาษาขนาดใหญ่อย่างไร โดยทำให้เอเจนต์ตาบอด (Blind Model) หมายถึง การที่เอเจนต์อื่น ๆ และตัวควบคุมหลัก (Crew Manager) จะรับรู้เพียงแค่ บทบาท (Role) และ ผลลัพธ์ (Output) ของเอเจนต์นั้น ๆ เท่านั้น ซึ่งในการทดสอบนี้ จะทดสอบกลุ่มโมเดลทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยดูประสิทธิภาพการทำงานระหว่างเอเจนต์และ Task ที่ได้ออกแบบไว้ในงานวิจัยฉบับนี้ จะมีการกำหนดลำดับการทำงานของ Task แบบมีลำดับขั้นตอน (Sequential) โดยเอเจนต์อื่น ๆ จะรับรู้ถึงชื่อเอเจนต์ และผลลัพธ์ที่ส่งต่อผ่านบริบท (Context) เท่านั้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการทดสอบโมเดลกับงานดังตารางที่ 4.31 ดังนี้

ตารางที่ 4.31

การออกแบบและทดสอบโมเดลกับงานใน CrewAI

กลุ่ม	โมเดลที่ใช้ในงานค้นหาข้อมูล	โมเดลที่ใช้ในงานเขียน	โมเดลที่ใช้ในงานประเมิน
กลุ่ม A (Baseline)	Llama 3.1-70B	Llama 3.3-70B	Gemini 2.0 Flash
กลุ่ม B	GPT-4.1	Claude 3.7	Gemini 2.0 Flash
กลุ่ม C	Gemini 2.0 Flash	Llama 3.3-70B	GPT-4.1
กลุ่ม D	GPT-4.1	Llama 3.3-70B	Gemini 2.0 Flash
กลุ่ม E	Llama 3.3-70B	Claude 3.7	Gemini 2.0 Flash

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการทดสอบ จะช่วยให้ประเมินได้ว่า โมเดลใดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำหน้าที่เฉพาะ เช่น การสกัดข้อมูลดิบ การแปลบริบทจากบริบทก่อนหน้า

Ref. code: 25686724032542BWC

หรือการสังเคราะห์ข้อมูล โดยแยกผลกระทบของเอเจนต์นั้นๆ ออกจากผลกระทบของเอเจนต์อื่น ๆ ใน CrewAI ผลลัพธ์สุดท้ายจะสะท้อนว่า โมเดลมีความสามารถในการค้นหาข้อมูล การแปลชื่อเฉพาะ และการค้นหาบริบทจากข้อมูลดิบได้ดีเพียงใด ซึ่งในกระบวนการทำงาน การสกัดข้อมูล (Extraction) และการสังเคราะห์ (Synthesis) ที่ซับซ้อน มักจะมีปัญหาเกิดขึ้นได้ทั้งในงานที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบโมเดลกับงานแบบไม่จดจำโมเดล (Blind Model Testing) ดังตารางที่ 4.32 โดยมีจุดประสงค์การทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 4.32

การทดสอบแบบไม่จดจำโมเดล (Blind Model Testing) เทียบกับเกณฑ์พื้นฐาน

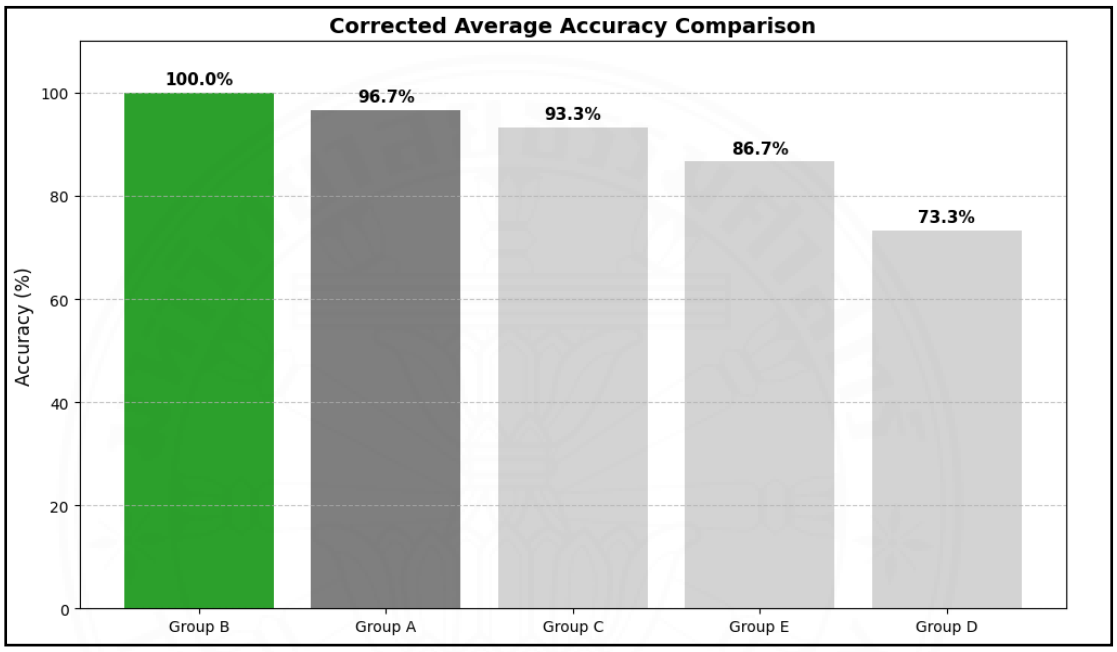
กลุ่ม	โมเดลที่ใช้ในงานค้นหาข้อมูล	โมเดลที่ใช้ในงานเขียน	จุดประสงค์ของการทดสอบ
กลุ่ม A	Llama 3.1-70B	Llama 3.3-70B	เพื่อทดสอบความเสถียรในการค้นหาข้อมูล และเป็นเกณฑ์มาตรฐาน (Baseline) ของระบบ
กลุ่ม B	GPT-4.1	Claude 3.7	เพื่อประเมินจุดแข็งด้านการวิเคราะห์ข้อมูล (GPT) และเขียนบทความ (Claude)
กลุ่ม C	Gemini 2.0 Flash	Llama 3.3-70B	เพื่อทดสอบการสกัดข้อมูล โดย Gemini มีจุดเด่นคือ Context Window มหาศาลและความเร็วสูง เหมาะกับการอ่านเอกสารจำนวนมาก ส่วน Llama เป็นโมเดลต้นทุนต่ำและควบคุมได้
กลุ่ม D	GPT-4.1	Llama 3.3-70B	เพื่อทดสอบควบคุมเนื้อหา (GPT) แล้วให้ Llama เป็นผู้เรียบเรียงเนื้อหา
กลุ่ม E	Llama 3.3-70B	Claude 3.7	เพื่อประเมินความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูลได้ดีเพียงใด เมื่อได้รับข้อมูลการค้นหาจากโมเดล Llama และให้ Claude เป็นผู้เขียน

Ref. code: 25686724032542BWC

โดยผู้วิจัยได้นำกลุ่มโมเดลที่ได้จัดเตรียมไว้ทั้ง 5 กลุ่ม มาทดสอบการสกัดคำเฉพาะและจัดอันดับโมเดล (Ranking) ซึ่งได้ผลการทดลองเป็นดังภาพที่ 4.54 พบว่า โมเดลในกลุ่ม B ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของโมเดล GPT และโมเดล Claude ให้ผลการทำงานที่ดีที่สุด

ภาพที่ 4.54

การจัดอันดับค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการสกัดชื่อเฉพาะจำแนกตามกลุ่มการทดลอง



โดยสูตรการคำนวณความสมบูรณ์และความแม่นยำในการสกัดคำเฉพาะ ดังนี้

- ความสมบูรณ์ (Completeness) คำนวณจาก

(จำนวน Entity ที่พบ/10) × 100%

- ความแม่นยำ (Accuracy) คำนวณจาก

(จำนวน Entity ที่ถูกต้องตามบริบท/จำนวน Entity ที่พบ) × 100%

จากสูตรการคำนวณ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องมือ โดยมีการปรับปรุงคำสั่ง (Prompt) โดยลดการแปลชื่อสมุนไพร และเพิ่มเติมในเรื่องของการให้ข้อมูล ชื่อสมุนไพรทางวิทยาศาสตร์ ชื่อสมุนไพรภาษาไทย และชื่อสมุนไพรภาษาอังกฤษ และทดสอบผลการสกัดคำเฉพาะและรายงานผลการการทดสอบการสกัดชื่อเฉพาะเทียบกับโมเดล ตามตารางที่ 4.33 – 4.37 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.33

การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล Llama 3.1 70B กับ Llama 3.3 70B โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย

กลุ่ม	หมวด	คำต้องการ	คำที่ได้	ความสมบูรณ์ (%)	ประสิทธิภาพ (%)	สรุปคำเฉพาะ
A (96.7%)	วัฒนธรรม	10	10	100%	100%	(12 คำ) Thai, Indian, Middle Eastern, Japanese, Korean, Western, Abhai Bhubejhr Museum, Prachinburi, Prince Abhai Bhubejhr, Abhai Bhubejhr Foundation, Khamin Chan, Nam Prik
	วิทยาศาสตร์	10	10	100%	100%	(20 คำ) Curcuma longa, Curcumin, Nanocapsulated curcumin (NcCur), Eudragit (EUD), Streptozotocin (STZ), Na(+)K(+)-ATPase, AChE, MAO-A/B, Oxidative stress, Reactive species, Open field, Elevated plus maze (EPM), Tail suspension (TST), Object recognition, Y-maze, Step-down avoidance tasks (SDAT), 0.9% saline, 10 mg/kg, 3 nmol, Psychopharmacology
	ความปลอดภัย	10	9	90%	95%	(9 คำ) Alzheimer's disease, Heart disease, Cancer, Arthritis, Osteoarthritis, Depression, Stomach pain, Digestive problems

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.34

การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล GPT-4.1 กับ Claude 3.7 โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย

กลุ่ม	หมวด	คำต้องการ	คำที่ได้	ความสมบูรณ์ (%)	ประสิทธิภาพ (%)	สรุปคำเฉพาะ
B (100%)	วัฒนธรรม	10	10	100%	100%	(12 คำ) Thailand, Asia, Abhaibhubejhr Thai Traditional Medicine Museum, Prachinburi Province, Bang Nam Phueng, Ban Herbal Incense Community, King Rama III, Wat Phra Chetuphon Vimolmangklararm, Wat Pho, Bangkok, Khamin Chan, Global Wellness Institute
	วิทยาศาสตร์	10	10	100%	100%	(14 คำ) Curcuma longa, Curcuminoids, Curcumin, Demethoxycurcumin, Bisdemethoxycurcumin, Volatile oils, ar-turmerone, α-turmerone, β-turmerone, BioTurm™, Piperine, Nrf2-Keap1 complex, Frontiers in Toxicology, Cureus
	ความปลอดภัย	10	10	100%	100%	(11 คำ) Thai FDA, Turmeric Capsule, Mor Nopporn Group Co., Ltd., Curcuma by A Raina, A Miracle Co., Ltd., Acute liver injury, Hepatotoxicity, Jaundice, Fatigue/Nausea, HLA-B*35:01, COVID-19

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.35

การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล Gemini 2.5 Flash กับ Llama 3.3-70B โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย

กลุ่ม	หมวด	คำต้องการ	คำที่ได้	ความสมบูรณ์ (%)	ประสิทธิภาพ (%)	สรุปคำเฉพาะ
C (93.3%)	วัฒนธรรม	10	8	80%	100%	(8 คำ) Thailand, Malaysia, US, Dong Bang Agricultural Group, Abhaibhubejhr Thai Traditional Medicine Museum, Ban Thoop Hom Samunphrai, Wat Phra Chetuphon Wimon Mangkhalaram, Global Wellness Institute
	วิทยาศาสตร์	10	10	100%	100%	(10 คำ) Curcuma longa, Curcumin, BioTurm, Piperine, Curcuminoids, ar-turmerone, LC-MS/MS, C(max), AUC(0)-(2)(4), ng/mL
	ความปลอดภัย	10	10	100%	100%	(11 คำ) Acute liver injury, Transient serum enzyme elevations, HLA allele B*35:01, Dermatitis, Gastrointestinal upset, Fatigue, Nausea, Poor appetite, Dark urine, Jaundice, Thai FDA

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.36

การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล GPT-4.1 กับ Llama 3.3 70B โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย

กลุ่ม	หมวด	คำต้องการ	คำที่ได้	ความสมบูรณ์ (%)	ประสิทธิภาพ (%)	สรุปคำเฉพาะ
D (73.3%)	วัฒนธรรม	10	7	70%	100%	(7 คำ) Global Wellness Institute, US, Thai/Thailand, Abhaibhubejhr Thai Traditional Medicine Museum, Ban Thoop Hom Samunphrai, Bang Nam Phueng, Wat Phra Chetuphon Vimolmangklararm (Wat Pho)
	วิทยาศาสตร์	10	10	100%	100%	(23 คำ) Curcuma longa, Curcuma caesia, Curcumin, Demethoxycurcumin, Bisdemethoxycurcumin, Aromatic turmerones, Curcuminoids, BioTurm™, Piperine, Ethanol, Methanol, n-hexane, TLC, HPLC-PDA, HPLC-DAD, LC-MS/MS, DPPH, ABTS, Cmax, $AUC_{0\text{-}24}$, Cureus, Frontiers in Toxicology, Chemistry & biodiversity
	ความปลอดภัย	10	5	50%	100%	(5 คำ) COVID-19, Acute liver injury, Oral Cancer, HLA-B*35:01, Thai FDA

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.37

การสกัดชื่อเฉพาะจากโมเดล Llama 3.3 70B กับ Claude 3.7 โดยสรุปและรายงานผลด้วยโมเดล Gemini 3.0 ร่วมกับผู้วิจัย

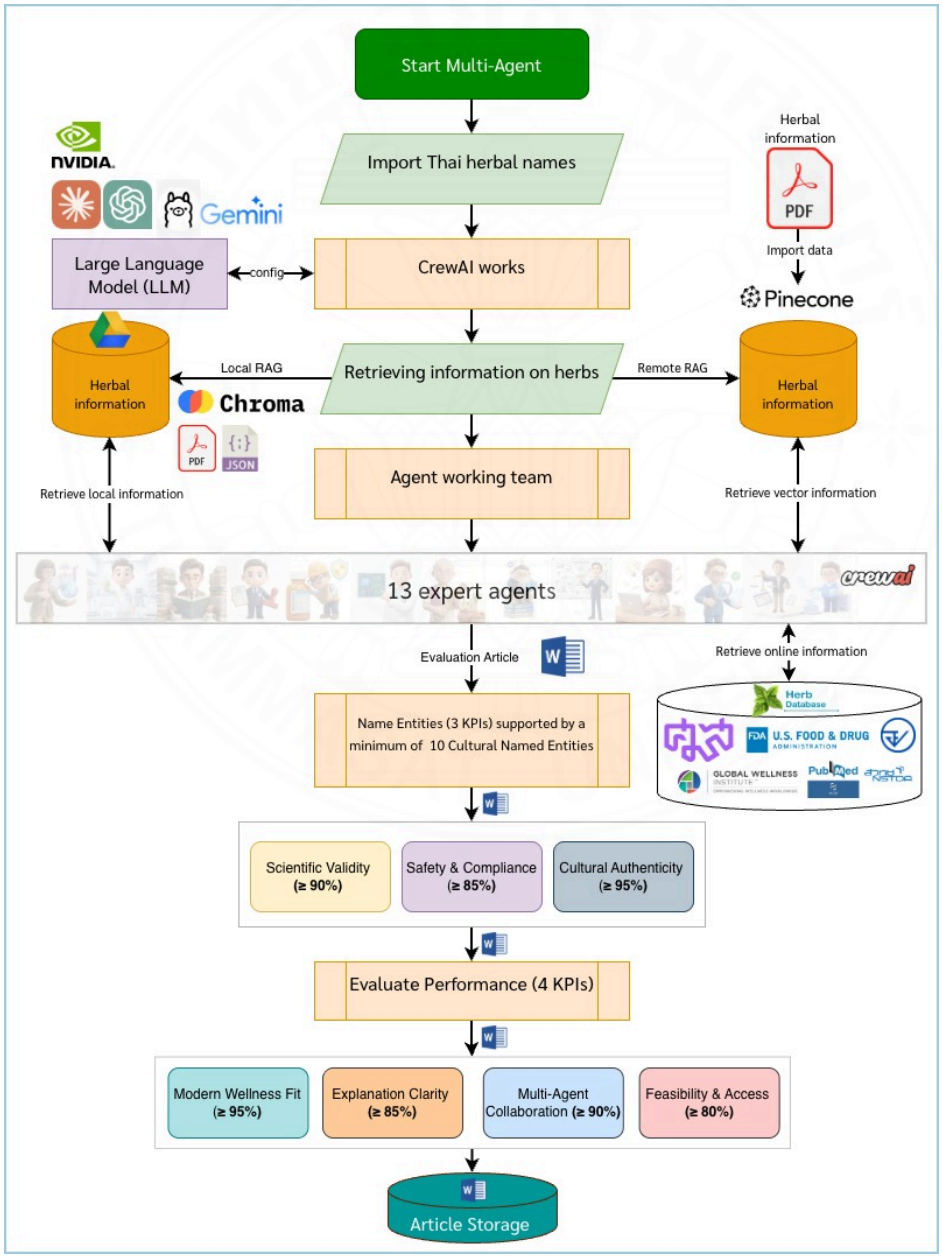
กลุ่ม	หมวด	คำต้องการ	คำที่ได้	ความสมบูรณ์ (%)	ประสิทธิภาพ (%)	สรุปคำเฉพาะ
E (86.7%)	วัฒนธรรม	10	10	100%	100%	(10 คำ) Global Wellness Institute, COVID-19, Ayurveda, Malaysia, Thai, Khamin Chan, Khamin, Chan, Nam prik, Wikipedia
	วิทยาศาสตร์	10	6	60%	100%	(6 คำ) Curcuma longa, Curcumin, Turmerone, Staphylococcus aureus, TLC, GC-MS
	ความปลอดภัย	10	10	100%	95%	(11 คำ) Turmeric Capsule, Monpunporn Group, Curcuma by A Rina, A Miracle Co., Ltd., Ava Turmeric, Senjuree Co., Ltd., Fried chicken with herbs, Fried squid with herbs, Han Business-International, 30 hp_C, Acute liver injury

4.3.4 การวัดผลการทำงานผ่านตัวชี้วัด 7 ข้อ และการประเมินคุณภาพบทความ

เพื่อให้การประเมินคุณภาพของบทความที่สร้างโดยระบบมัลติเอเจนต์มีความเป็นระบบ งานวิจัยนี้ได้ออกแบบกระบวนการประเมินแบบลำดับขั้น (Evaluation Pipeline) ดังแสดงในภาพที่ 4.55 ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การสร้างบทความ การสกัดข้อมูลสำคัญ การคำนวณคะแนนตามตัวชี้วัด ไปจนถึงการตัดสินคุณภาพบทความในรูปแบบ Go / No-Go

ภาพที่ 4.55

การวัดผลการทำงานของเอเจนต์และประเมินคุณภาพบทความ



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-deployment โดย Kullawattana, 2026a

Ref. code: 25686724032542BWC

กระบวนการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าบทความที่สร้างโดยระบบมัลติเอเจนต์มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ มีความสอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในบริบทของการดูแลสุขภาพยุคใหม่

- ขั้นตอนที่ 1 การสร้างบทความโดยระบบมัลติเอเจนต์ (Article Generation)

ในขั้นตอนแรก ระบบมัลติเอเจนต์ที่พัฒนาขึ้นจะทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ฐานข้อมูลสมุนไพร เอกสารทางวิชาการ และข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลเวกเตอร์ จากนั้นเอเจนต์แต่ละตัวจะทำงานร่วมกันตามบทบาทที่กำหนด เช่น การวิเคราะห์แนวโน้ม การค้นคว้าหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ การตรวจสอบความปลอดภัย และการสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างบทความสมุนไพรในรูปแบบที่มีโครงสร้าง เช่น Markdown หรือข้อความเชิงวิชาการที่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยการทำงานของเอเจนต์นี้ จะสะท้อนแนวคิดของระบบมัลติเอเจนต์ (Multi-Agent System) ซึ่งเอเจนต์หลายตัวที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน สามารถร่วมกันแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้

- ขั้นตอนที่ 2 การสกัดข้อมูลสำคัญจากบทความ (Entity Extraction)

หลังจากบทความถูกสร้างขึ้นแล้ว ระบบจะทำการสกัดข้อมูลสำคัญจากบทความโดยใช้กระบวนการสกัดคำเฉพาะ (Entity Extraction) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุองค์ประกอบสำคัญที่ปรากฏอยู่ในบทความ เช่น ชื่อสมุนไพรและชื่อทางวิทยาศาสตร์ สารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ ข้อมูลด้านสรรพคุณทางยา ข้อมูลด้านความปลอดภัยหรือข้อควรระวัง โดยข้อมูลที่ถูกสกัดออกมานี้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินคุณภาพของบทความในขั้นตอนถัดไป

- ขั้นตอนที่ 3 การประเมินคะแนนตามตัวชี้วัดคุณภาพ (Metric Scoring) 7 มิติ

1. Cultural Authenticity ตรวจสอบว่าบทความมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับภูมิปัญญาและบริบททางวัฒนธรรมของการใช้สมุนไพรไทย

2. Scientific Validity ตรวจสอบข้อมูลในบทความว่า มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยหรือแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

3. Safety and Compliance ตรวจสอบว่าบทความมีข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัย ข้อควรระวัง หรือข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมุนไพร

4. กรอบการประเมิน 4 มิติสำคัญ ได้แก่ Efficacy ซึ่งประเมินความสอดคล้องกับวิถีชีวิตในปัจจุบันและประโยชน์ที่ได้รับการยืนยัน โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ 80% Clarity ซึ่งเน้นความโปร่งใสของกระบวนการให้เหตุผลเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ 85% Robustness ซึ่งประเมินประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันระหว่างเอเจนต์ LLM ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ 90% และ Feasibility ซึ่งพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงและการยอมรับในบริบทจริง โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ 80%

Ref. code: 25686724032542BWC

- ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบข้อเท็จจริงด้วยระบบอัตโนมัติ (Fact Verification)

เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือ Hallucination จากแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ งานวิจัยนี้ได้นำกรอบการทำงาน DSPy มาใช้ในการตรวจสอบข้อเท็จจริงของข้อมูล โดยระบบจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลในบทความกับแหล่งข้อมูลอ้างอิงหรือฐานข้อมูลความรู้ (Master Fact Sheet) ที่จัดเตรียมไว้ โดยกระบวนการดังกล่าวช่วยให้สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลที่ปรากฏในบทความกับแหล่งข้อมูลต้นทางได้อย่างเป็นระบบ และช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของบทความที่สร้างขึ้นโดยระบบมัลติเอเจนต์

- ขั้นตอนที่ 5 การตัดสินคุณภาพบทความแบบ Go/No-Go (Decision Making)

เมื่อได้คะแนนจากการประเมินตามตัวชี้วัดทั้งหมดแล้ว ระบบจะนำคะแนนรวมมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการตัดสินคุณภาพของบทความ โดยใช้แนวทางการตัดสินแบบ Go / No-Go ซึ่งเป็นวิธีการประเมินที่ใช้ในการตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการนำไปใช้งานหรือไม่ โดยบทความที่มีคะแนนรวมสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดจะถูกจัดอยู่ในสถานะ Go ซึ่งหมายถึงบทความดังกล่าวมีคุณภาพเพียงพอ สามารถนำไปใช้เผยแพร่หรือประยุกต์ใช้งานได้ ในทางตรงกันข้าม บทความที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์จะถูกจัดอยู่ในสถานะ No-Go ซึ่งหมายถึงบทความจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงหรือแก้ไขเพิ่มเติมก่อนนำไปใช้งาน

เพื่อให้สามารถทำซ้ำการทดลองได้อย่างชัดเจน กระบวนการประเมินผลดังกล่าวสามารถสรุปในรูปแบบของข้อมูลนำเข้า ตัวชี้วัด ข้อมูลทดสอบ และผลลัพธ์ได้ดังนี้

- ข้อมูลนำเข้า (Input Data): ฐานข้อมูลจากเว็บไซต์ GWI, SAC, Thai FDA, US FDA, PubMed, NCBI Books, LiverTox และ ฐานข้อมูลสมุนไพร สวทช. ผ่านเครื่องมือค้นหาข้อมูลและสกัดข้อมูลจากเว็บไซต์ รวมถึงฐานข้อมูลเวกเตอร์จำนวน 3,261 chunks ที่ใช้ค้นหาข้อมูล

- ตัวชี้วัดการประเมิน (Evaluation Metrics): ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ความครบถ้วนขององค์ประกอบสำคัญ และคะแนนจากตัวชี้วัดคุณภาพทั้ง 7 ด้าน ซึ่งมีการอ้างอิงจากงานวิจัย โดยประเมินความถูกต้องผ่าน LLM และการตรวจสอบความถูกต้องด้วย DSPy

- ชุดทดสอบ (Testset): ไฟล์รวมข้อมูลทั้งหมดจากทุก Task (Master Fact Sheet) บทความสมุนไพรฉบับสมบูรณ์ (Final Article) รายงานความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data Integrity Report) และรายงานเชิงกลยุทธ์และความเป็นไปได้ (Strategy Report)

- ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Result) ได้แก่ บทความสมุนไพรที่สามารถวัดผลและตรวจสอบการสร้างข้อเท็จจริงได้ด้วย DSPy โดยบทความจะต้องมีคะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 และมีองค์ประกอบข้อมูลสำคัญครบถ้วนจึงจะถูกจัดอยู่ในสถานะ Go

Ref. code: 25686724032542BWC

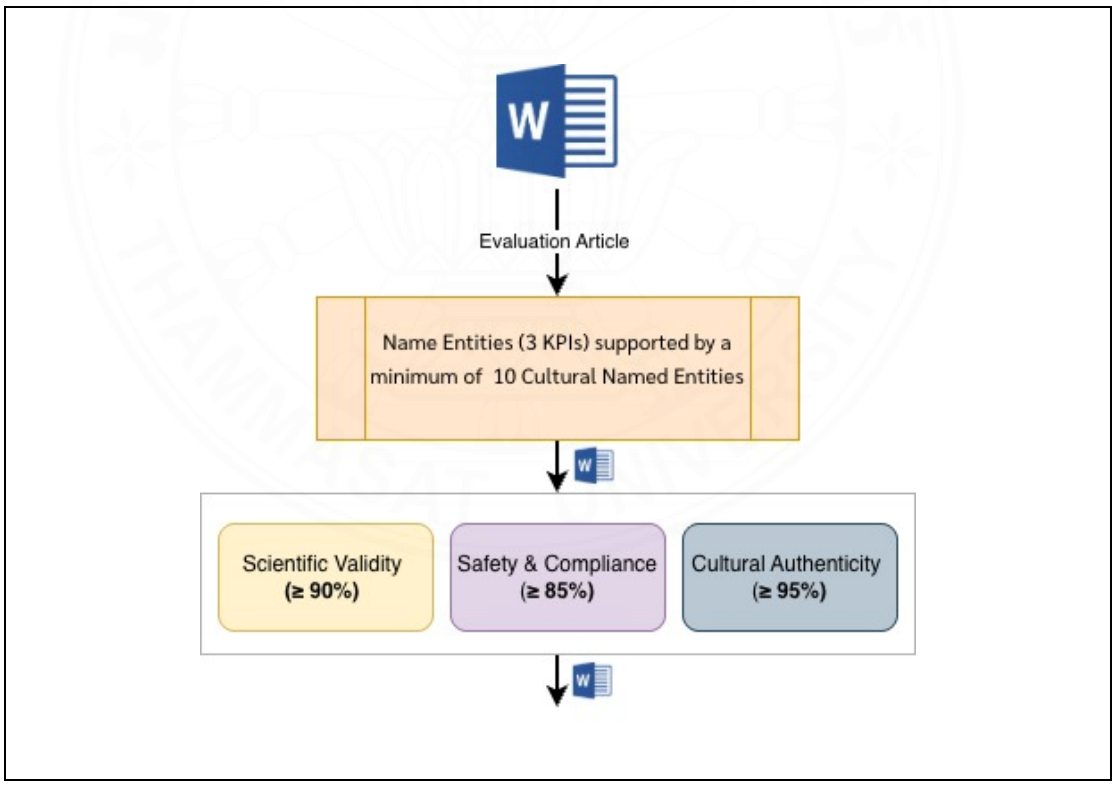
4.3.5 การประเมินเนื้อหาจากกระบวนการสกัดคำเฉพาะ ผ่านตัวชี้วัด 3 ข้อ ต่อการสร้าง 1 บทความ

(1) กระบวนการประเมินความถูกต้องของข้อมูลด้วยการสกัดคำเฉพาะ

ในกระบวนการประเมินผลตามภาพที่ 4.56 ผู้วิจัยเริ่มต้นทดสอบคำเฉพาะเพื่อทดสอบคุณภาพของบทความว่าตรงตามดัชนีชี้วัดที่ตั้งไว้ใน 3 ข้อจาก 7 ข้อ คือ มีการอธิบายข้อมูลการใช้งานที่ถูกต้องตรงตามบริบททางวัฒนธรรม (Cultural Authenticity) เนื้อหาในบทความมีการอธิบายหลักการที่ถูกต้องตรงตามหลักวิทยาศาสตร์ (Scientific Validity) และในบทความมีการส่งเสริมความปลอดภัยและการปฏิบัติตามกฎระเบียบ (Safety & Regulatory Compliance) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมุนไพร โดยกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลนำเข้าเพื่อประเมินผล มีดังนี้

ภาพที่ 4.56

กระบวนการประเมินความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้วิธีสกัดคำเฉพาะเพื่อทดสอบคุณภาพตรงตามดัชนีชี้วัดที่ตั้งไว้ใน 3 ข้อจาก 7 ข้อ



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-deployment โดย Kullawattana, 2026a

(3) การจัดอันดับโมเดลขนาดใหญ่สำหรับนำมาใช้ในการสกัดชื่อเฉพาะเพื่อสร้างบทความ โดยกำหนดวิธีการคำนวณและแสดงผลการจัดอันดับโมเดลตามตารางที่ 4.38 ดังนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

- ความแม่นยำ (Accuracy Score) คือ มีความถูกต้องของชื่อเฉพาะ (Name Entity) ที่สกัดออกมา เทียบกับ Ground Truth มีน้ำหนัก 50%

- ความสมบูรณ์ (Completeness Score) คือ เปอร์เซ็นต์ของชื่อเฉพาะที่พบเทียบกับที่กำหนด (เช่น มีคำเฉพาะที่วัดได้ 10 คำ จะได้ 10/10 = 100%) มีน้ำหนัก 30%

- ความสอดคล้องของรูปแบบ (Format Compliance) คือ มีความสามารถในการสร้างผลลัพธ์ (Output) ตามโครงสร้าง Markdown ที่ซับซ้อน มีน้ำหนัก 20%

การคำนวณคะแนนรวม (Weighted Total Score) คือ คะแนนรวม (T) จากค่าเฉลี่ยของ 3 หมวดหมู่ (Cultural, Scientific, Safety Regulations) โดยถ่วงน้ำหนักตามสูตร

$$T = \frac{1}{3} \sum_{C \in \{cultural, Science, Safety\}} Score_c$$

$$Score_c = 0.5 \text{ x } A_c + 0.3\ x\ B_c + 0.2\ x\ C_c$$

A_c = คะแนนความถูกต้องรายหมวด (Accuracy Score of categories)

B_c = คะแนนความครบถ้วนรายหมวด (Completeness Score of categories)

C_c = ความสอดคล้องตามรูปแบบ (Format Compliance (100%-ผ่าน, 0%-ตก))

โดยการคำนวณแต่ละหมวดหมู่ คือ

$$Score_{category} = (0.5 \times 100) + (0.3 \times B_c) + (0.2 \times 100) = 70 + (0.3 \times B_c)$$

ตารางที่ 4.38

การสรุปผลลัพธ์และการจัดอันดับ (Ranking and Interpretation) โดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่

อันดับ	กลุ่ม	คะแนนความถูกต้อง	การวิเคราะห์
1	B	-Cultural (12/10 = 100%): 70 + 30 = 100 -Scientific (14/10 = 100%): 70 + 30 = 100 -Safety (11/10 = 100%): 70 + 30 = 100 เฉลี่ย (T): 100.00 คะแนน	สกัดข้อมูลได้ครบถ้วน เช่น ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์เชิงลึก และกฎระเบียบสินค้า โดยไม่มีการแต่งเติมข้อมูล
2	A	- Cultural (12/10 = 100%): 70 + 30 = 100 - Scientific (20/10 = 100%): 70 + 30 = 100 - Safety (9/10 = 90%): 70 + 27 = 97 เฉลี่ย (T): 99.00 คะแนน	ในหมวดวัฒนธรรมและวิทยาศาสตร์ แต่คะแนนลดลงเล็กน้อยในหมวดความปลอดภัยและกฎหมาย เนื่องจากเนื้อหาต้นฉบับเน้น สรรพคุณรักษาโรคมากกว่า

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.38

การสรุปผลลัพธ์และการจัดอันดับ (Ranking and Interpretation) โดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (ต่อ)

อันดับ	กลุ่ม	คะแนนความถูกต้อง	การวิเคราะห์
3	C	- Cultural (8/10 = 80%): 70 + 24 = 94 - Scientific (10/10 = 100%): 70 + 30 = 100 - Safety (11/10 = 100%): 70 + 30 = 100 เฉลี่ย (T): 98.00 คะแนน	เน้นการแพทย์และชุมชน โดยมีความแม่นยำสูงมากในการระบุอาการข้างเคียงทางคลินิก และชื่อกลุ่มชุมชน แต่ถูกตัดคะแนนเล็กน้อยในหมวดวัฒนธรรม เนื่องจากขาดชื่อบุคคลสำคัญในประวัติศาสตร์
4	E	- Cultural (10/10 = 100%): 70 + 30 = 100 - Scientific (6/10 = 60%): 70 + 18 = 88 - Safety (11/10 = 100%): 70 + 30 = 100 เฉลี่ย (T): 96.00 คะแนน	เน้นธุรกิจและกฎระเบียบ ทำได้ดีมากในการระบุสถานะผลิตภัณฑ์และชื่อบริษัท ข้อมูลความปลอดภัยและกฎหมาย แต่ในหมวดวิทยาศาสตร์ เนื้อหาต้นฉบับขาดรายละเอียดเชิงลึกด้านสารเคมีและการทดลอง
5	D	- Cultural (7/10 = 70%): 70 + 21 = 91 - Scientific (23/10 = 100%): 70 + 30 = 100 - Safety (5/10 = 50%): 70 + 15 = 85 เฉลี่ย (T): 92.00 คะแนน	ผู้เชี่ยวชาญเทคนิค ในด้านศัพท์เทคนิควิทยาศาสตร์ แต่เมื่อตัดข้อมูลอ้างอิงออก ทำให้คะแนนหมวดความปลอดภัยและวัฒนธรรมลดลง เนื่องจากเนื้อหาหลักเน้นการสรุปสั้นกระชับ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องมือซึ่งไว้สกัดคำเฉพาะที่นำมาใช้ในการรายงานผลตามภาพที่ 4.57 เพื่อใช้รายงานความถูกต้องของข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจาก crew-herbal-article-creator-data ซึ่งพัฒนาโดยผู้วิจัย (Kullawattana, 2026c) ในการทดสอบ

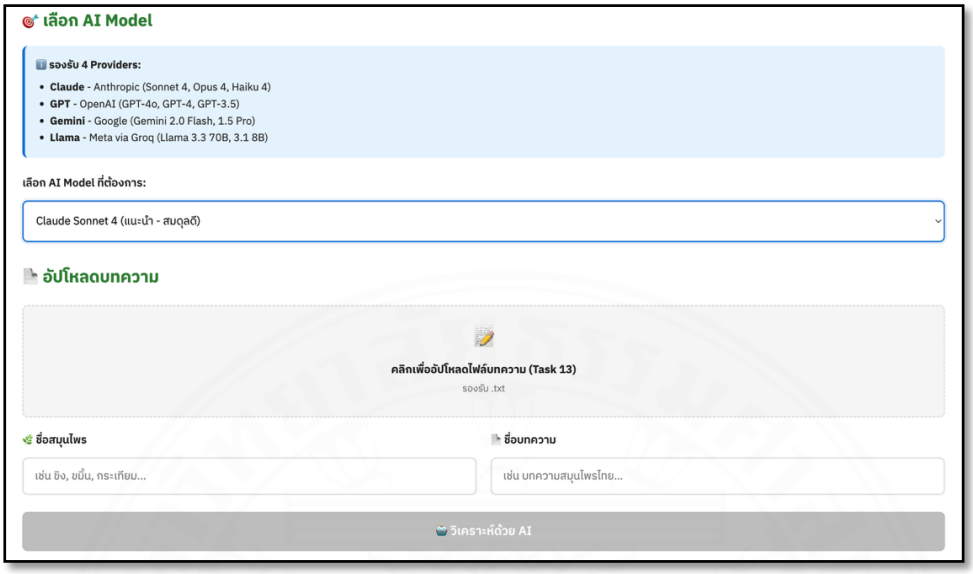
(3) ขั้นตอนการประเมินความถูกต้องของข้อมูลด้วยการสกัดคำเฉพาะประกอบด้วย

1. เตรียมบทความที่ได้จากเครื่องมือสร้างบทความ
2. นำเข้าบทความสู่ระบบที่ใช้ในการประเมินผลและรายงานผลคำเฉพาะ

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.57

ระบบที่ใช้ในการรายงานความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้วิธีสกัดคำเฉพาะ



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-7KPIs-evaluation โดย Kullawattana, 2026b

3. ประมวลผลโดยกำหนดให้ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่เพื่อทำการสรุปผลคำเฉพาะ ซึ่งการทดสอบครั้งนี้ได้กำหนดให้ใช้ Claude เป็นโมเดลสำหรับทดสอบตามดัชนีชี้วัดทั้ง 3 ข้อ

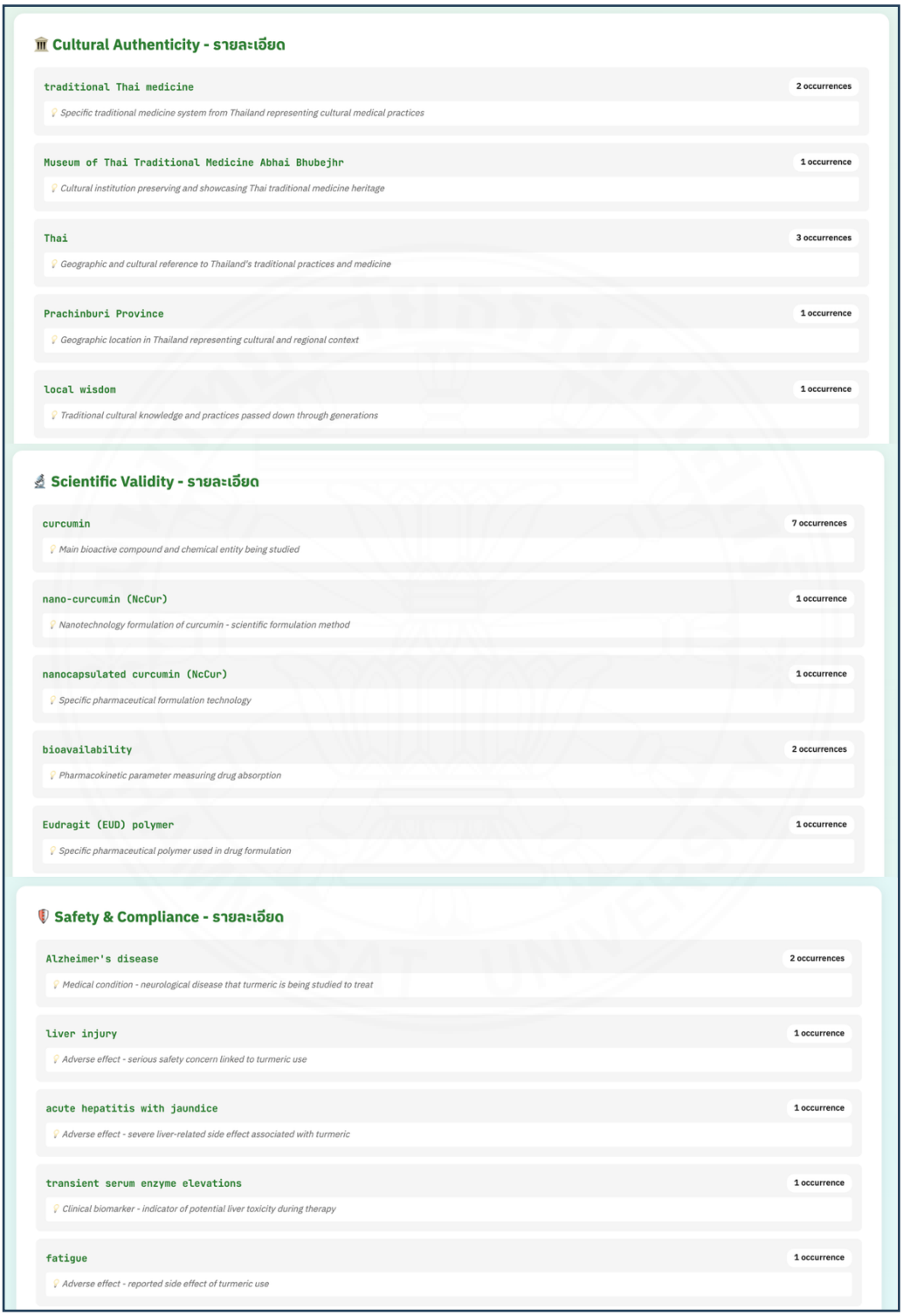
4. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่าตรงตามดัชนีชี้วัด ทั้ง 3 ข้อ หรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างผลการทดสอบไว้ดังรูปที่ 4.58 – 4.59

ภาพที่ 4.58

การทดสอบโมเดลภาษาขนาดใหญ่สำหรับรายงานความถูกต้องของข้อมูล

ภาพที่ 4.59

การอธิบายรายละเอียดคำเฉพาะที่สกัดได้จากข้อมูลโดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่

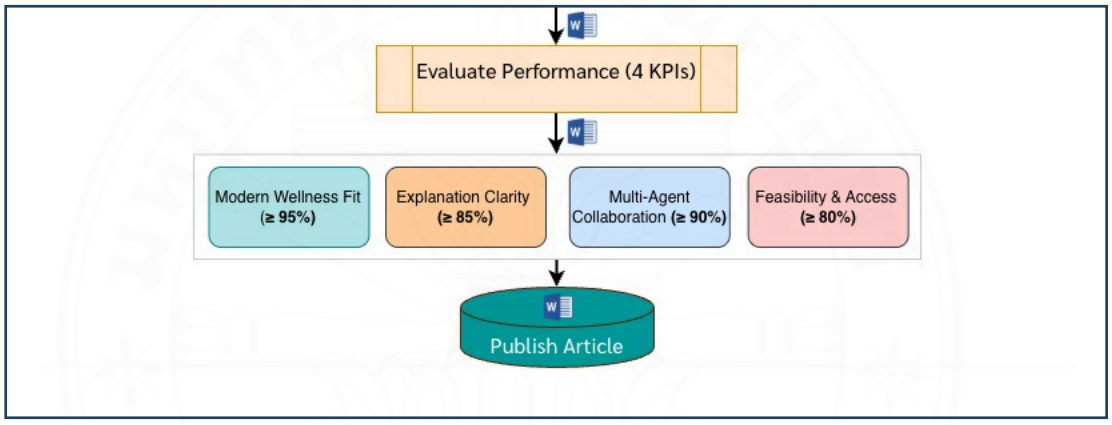


4.3.6 การประเมินคุณภาพของ 1 บทความ ผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ

จากภาพที่ 4.60 แสดงให้เห็นกระบวนการประเมินคุณภาพของ 1 บทความตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย การวัดประสิทธิผล (Efficacy) ในด้านการดูแลสุขภาวะสมัยใหม่ การดูความชัดเจน (Clarity) ในการอธิบายข้อมูล การตรวจสอบความทนทานของระบบ (Robustness) ที่ใช้ในการสร้างบทความจำนวนมาก และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (Feasibility) ในส่วนของบทความสมุนไพร

ภาพที่ 4.60

กระบวนการประเมินคุณภาพของ 1 บทความตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-deployment โดย Kullawattana, 2026a

การประเมินประสิทธิผลในทางปฏิบัติเพื่อสุขภาวะสมัยใหม่ (Practical Efficacy for Modern Wellness) ได้ประยุกต์ใช้หลักการ Clinician-in-the-Loop (Livingston et al., 2025) ซึ่งบทความจะต้องมีการเชื่อมโยงสมุนไพรเข้ากับเทรนด์สุขภาพสมัยใหม่ มีการระบุการใช้งานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจด้านสุขภาพ และการนำเสนอข้อมูลที่สมดุลระหว่างความรู้ทางวัฒนธรรมและหลักฐานสมัยใหม่ โดยจะต้องได้คะแนน ≥ 80% โดยคำสั่ง คือ

> Compare the “Herbal in Wellness Trends” section of the final article against the Trend Facts with the question, “Does the article successfully synthesize the trends?” Is the final content relevant to the identified trends? and assign a score (%).

คะแนนประสิทธิผลของบริบทจะถูกคำนวณตามสมการต่อไปนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

$$S_{eff} = \frac{N_{rel}}{N_{total}} \text{ x } 100$$

โดยที่ N_{rel} แทนจำนวนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับแนวโน้มสุขภาวะสมัยใหม่ และ N_{total} แทนจำนวนข้อกล่าวอ้างทั้งหมดที่ถูกนำมาประเมิน

การประเมินความชัดเจนของการอธิบายผลลัพธ์ (Explanation Clarity) ได้ประยุกต์ใช้หลักการ RAGAS (Es et al., 2024) และ Clinician-in-the-Loop (Livingston et al., 2025) เพื่อประเมินความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งบทความจะต้องมีความถูกต้องของ APA มีการอ้างอิงอย่างครบถ้วนจากแหล่งข้อมูล (Sources Consulted) และมีการนำเสนอบทความอย่างสมเหตุสมผล โดยจะต้องได้คะแนน ≥ 85% เพื่อวัดความโปร่งใส และความชัดเจนของเหตุผล โดยคำสั่ง (Prompt) ที่ใช้ในการประเมิน คือ

Identify all critical facts in the Final Article. Verify that every fact originated from the Master Fact Sheet. List any facts that were hallucinated. Check “Not Found” Handling: If the Fact Sheet states ‘citation_apa: not_found’, verify the Article handles this correctly (e.g., writes “not found” or omits the reference) and does not invent a citation.

คะแนนประสิทธิผลของบริบทจะถูกคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$S_{clar} = \left(1 - \frac{k}{N}\right) \text{ x } 100$$

โดยที่ k แทนจำนวนข้อกล่าวอ้างที่ขาดแหล่งอ้างอิงหรือหลักฐานสนับสนุน และ N แทนจำนวนข้อกล่าวอ้างทั้งหมด

การประเมินความแข็งแกร่งของข้อมูลและการทำงานร่วมกัน (Multi-Agent Collaboration Robustness) ได้ประยุกต์ใช้หลักการ RAGAS (Es et al., 2024) โดยใช้ LLM ประเมินประสิทธิภาพการทำงานและความทนทานของระบบ ซึ่งจะต้องได้คะแนน ≥ 90% ซึ่งจะตรวจสอบว่าคำเฉพาะ (Name Entities) ถูกแปลหรือส่งต่อจาก Consolidation Task ไปยัง Writer

Ref. code: 25686724032542BWC

Task ครบถ้วนหรือไม่ มีการตรวจสอบว่าเอเจนต์สามารถรักษารูปแบบ Markdown ได้ตลอดทั้งกระบวนการโดยวัดความแข็งแกร่ง (Robustness) ของการส่งต่อข้อมูลระหว่างการทำงานใน Task ต่างๆ โดยเน้นที่การทำตาม Guardrails และความสอดคล้องของข้อมูล โดยคำสั่ง (Prompt) ที่ใช้ในการประเมิน คือ

Identify all critical facts in the Master Fact Sheet (e.g., Science Facts, Compliance Facts, Culture Facts). For every fact, verify it is present in the Final Article and list any facts that were “Dropped”.

คะแนนประสิทธิผลของบริบทจะถูกคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$S_{rob} = \frac{N_{total} - N_{drop}}{N_{total}} \text{ x } 100$$

โดยที่ N_{drop} แทนจำนวนเอนทิตีสำคัญที่ตรวจไม่พบหรือขาดหายไป และ N_{total} แทนจำนวนเอนทิตีสำคัญทั้งหมดที่กำหนดไว้ในเอกสาร Master Fact Sheet

ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Implementation Feasibility & Accessibility) ได้ประยุกต์ใช้หลักการ GEMMAS (Lee et al., 2025) โดยวัดคุณภาพกระบวนการทำงานร่วมกันผ่านค่าความหลากหลาย และความซ้ำซ้อน ซึ่งกำหนดให้คะแนนที่ระบบจะต้องได้มีค่า ≥ 80% โดยวัดจากเครื่องมือที่ใช้ ความสามารถในการประมวลผลข้อมูล และผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งานในการเผยแพร่ต่อหรือไม่ โดยคำสั่งที่ใช้ในการประเมิน คือ

Review the safety, regulatory, and constraints section of the final article with the question, “Did the writer agent successfully use the structured data from the Compliance and Safety tasks?” and “Does this split of tasks seem like a scalable and efficient way to gather data?” and assign a score (%).

คะแนนประสิทธิผลของบริบทจะถูกคำนวณตามสมการต่อไปนี้

Ref. code: 25686724032542BWC

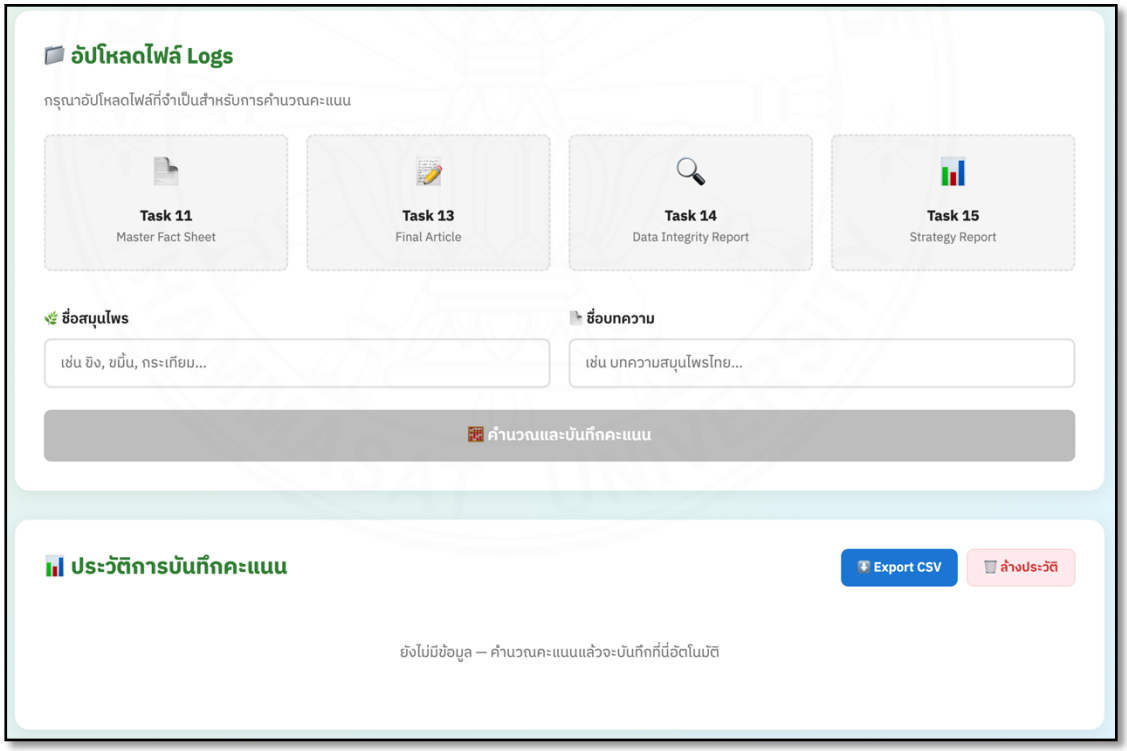
$$S_{feas} = \frac{E_{satisfied}}{E_{total}} \text{ x } 100$$

โดยที่ $E_{satisfied}$ หมายถึงจำนวนความเชื่อมโยงหรือการพึ่งพากันของงานที่ถูกดำเนินการสำเร็จตามลำดับขั้น และ E_{total} หมายถึงจำนวนการส่งต่อข้อมูลที่กำหนดว่าจำเป็นทั้งหมดในกระบวนการทำงาน

เพื่อให้การประเมินคะแนนทั้ง 4 มิติข้างต้นสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอสำหรับบทความทั้ง 95 รายการ งานวิจัยนี้จึงพัฒนาเครื่องมือคำนวณคะแนนอัตโนมัติตามภาพที่ 4.61 เพื่อประเมินผลข้อมูลจาก crew-herbal-article-creator-data ซึ่งพัฒนาโดยผู้วิจัย (Kullawattana, 2026c)

ภาพที่ 4.61

เครื่องมือคำนวณคะแนนคุณภาพของ 1 บทความผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-7KPIs-evaluation โดย Kullawattana, 2026b

Ref. code: 25686724032542BWC

โดยเครื่องมือรับไฟล์ข้อมูลนำเข้าจำนวน 4 ไฟล์ต่อบทความหนึ่งรายการ ดังแสดงในตาราง 4.39

ตารางที่ 4.39

รายละเอียดการนำเข้าข้อมูลให้กับเครื่องมือคำนวณคะแนนอัตโนมัติ

หัวข้อ	ชื่อไฟล์	รายละเอียดข้อมูล
Master Fact Sheet	task_11_*.txt	รวมข้อมูลทั้งหมดจากทุก Task
Final Article	task_13_*.txt	บทความสมุนไพรฉบับสมบูรณ์
Data Integrity Report	task_14_*.txt	รายงานความสมบูรณ์ของข้อมูล
Strategy Report	task_15_*.txt	รายงานเชิงกลยุทธ์และความเป็นไปได้

จากการวัดผลและประเมินคุณภาพโดยใช้ LLM เพื่อช่วยประเมินบทความเรื่องขมิ้นชัน โดยวิเคราะห์เนื้อหาจากไฟล์ผ่านกระบวนการที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยตรวจสอบข้อมูลที่ตกหล่น (Dropped Entities) และข้อมูลที่ถูกสมมติขึ้น (Hallucinated Entities) จาก Data Integrity Report ร่วมกับการวิเคราะห์ความครอบคลุมของ Strategy Report โดยได้คะแนนความถูกต้อง คือ 95/100 คะแนนความครบถ้วน คือ 90/100 คะแนนความน่าอ่าน คือ 70/100 และผลการประเมินคุณภาพของบทความตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ สรุปในตารางที่ 4.40 ดังนี้

ตารางที่ 4.40

ผลการประเมินคุณภาพของบทความ “ขมิ้นชัน” ผ่านตัวชี้วัด 4 ข้อ

เกณฑ์การประเมิน	เป้าหมาย	คะแนนที่ได้
1. Practical Efficacy for Modern Wellness	≥ 80%	90%
2. Explanation Clarity	≥ 85%	92%
3. Multi-Agent Collaboration Robustness	≥ 90%	95%
4. Implementation Feasibility & Accessibility	≥ 80%	95%

ผลการให้คะแนนต่อ 1 บทความ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เชิงลึกไว้ ดังนี้

(1) คะแนนประสิทธิภาพในทางปฏิบัติ (Practical Efficacy for Modern Wellness) ได้คะแนนการประเมินอยู่ที่ 90% โดย LLM แม้ระบบจะหาข้อมูลเทรนด์สุขภาพจาก GWI ไม่พบ แต่ระบบสามารถปรับตัวได้อย่างชาญฉลาดใน Task ที่ 12 โดยเปลี่ยนจากการเกาะกระแสทั่วไป มาเน้นเรื่องความปลอดภัย และประสิทธิภาพเชิงการแพทย์แทน และบทความสุดท้าย นำเสนอ

Ref. code: 25686724032542BWC

ข้อมูลการทดลอง (Antibacterial activity against *Staph. aureus*) ซึ่งเป็นประโยชน์ที่จับต้องได้จริงและมีหลักฐานรองรับชัดเจน เหมาะกับผู้บริโภคยุคใหม่ที่ใส่ใจข้อมูลเชิงลึก

(2) คะแนนความชัดเจนของการอธิบายผลลัพธ์ (Explanation Clarity) ได้คะแนนการประเมินอยู่ที่ 92% โดย LLM ระบบมีความซื่อสัตย์สูง โดยระบุในบทความตรงๆ ว่า *"The absence of trend facts..."* แทนที่จะพยายามมโน (Hallucinate) ข้อมูลขึ้นมา ซึ่งสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้อ่านได้ดีกว่าการเขียนข้อมูลลอย ๆ และในการอ้างอิง มีการระบุแหล่งที่มาชัดเจนทั้งงานวิจัยภายนอก และข้อมูลการทดลองภายใน ทำให้ผู้อ่านสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

(3) คะแนนความแข็งแกร่งของข้อมูลและการทำงานร่วมกัน (Multi-Agent Collaboration Robustness) ได้คะแนนการประเมินอยู่ที่ 95% จาก LLM โดยข้อมูลจากงาน (Task) ย่อยต่างๆ ถูกส่งต่อไปยัง Master Fact Sheet และบทความสุดท้าย ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยข้อมูลการทดลองมีความถูกต้อง 100% มีระบบทำงานสอดประสานกันดีเยี่ยม โดยนำข้อมูลความเสี่ยง มากำหนดทิศทางของบทความ และสามารถตรวจจับได้ว่ามีข้อมูลเทรนด์หายไป แสดงว่ากลไกการตรวจสอบทำงานได้จริงและแม่นยำ

(4) คะแนนความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Implementation Feasibility & Accessibility) ได้คะแนนการประเมินอยู่ที่ 95% จาก LLM โดยผลลัพธ์ไม่ได้หยุดแค่บทวิเคราะห์ แต่จบที่ไฟล์ .docx และลิงก์ Google Drive ที่พร้อมส่งต่อให้นำไปเผยแพร่ได้ทันที โดยบทความมีแผนกลยุทธ์ที่เน้นการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และความปลอดภัย เป็นแผนธุรกิจที่ทำได้จริงและมีความเสี่ยงต่ำ เหมาะสำหรับการนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์ในตลาดปัจจุบัน

สรุปผลการประเมินจากตัวชี้วัดทั้ง 4 ด้าน พบว่า การพัฒนาเครื่องมือที่มีมัลติเอเจนต์ช่วยสร้างบทความมีประสิทธิภาพสูงมาก โดยเฉพาะในด้านความแข็งแกร่ง (Robustness) และความยืดหยุ่น (Feasibility) จุดเด่นที่สุด คือ ความฉลาดในการแก้ปัญหาหน้างาน เมื่อไม่พบข้อมูล ระบบไม่ได้หยุดทำงานหรือสร้างข้อมูลเท็จ แต่เลือกที่จะดึงจุดแข็งอื่น มานำเสนอแทน ซึ่งถือเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์อย่างยิ่งสำหรับระบบ

4.3.7 ผลการประเมินคุณภาพในการสกัด 95 บทความตามมาตรฐานชี้วัด 4 ข้อ

การทดสอบบทความทั้งสิ้น 95 บทความจากข้อมูล (Kullawattana, 2026c) โดยวัดคุณภาพของข้อมูล (Data Integrity) โดยวัดความน่าเชื่อถือ ความชัดเจนของข้อมูล และการวัดกลยุทธ์ทางธุรกิจ (Strategic Viability) เพื่อวัดประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง โดยดูผลการประเมินจากตัวชี้วัดเชิงปริมาณ 4 ด้าน คือ (1) คะแนนประสิทธิภาพในทางปฏิบัติ (Practical Efficacy for Modern Wellness) ที่แสดงความคุ้มค่าและประโยชน์ในการสร้างบทความ (2) คะแนนความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Implementation Feasibility & Accessibility) ที่แสดงถึงความยากง่ายและการใช้ต้นทุน (3) คะแนนการทำงานร่วมกัน (Multi-Agent Collaboration

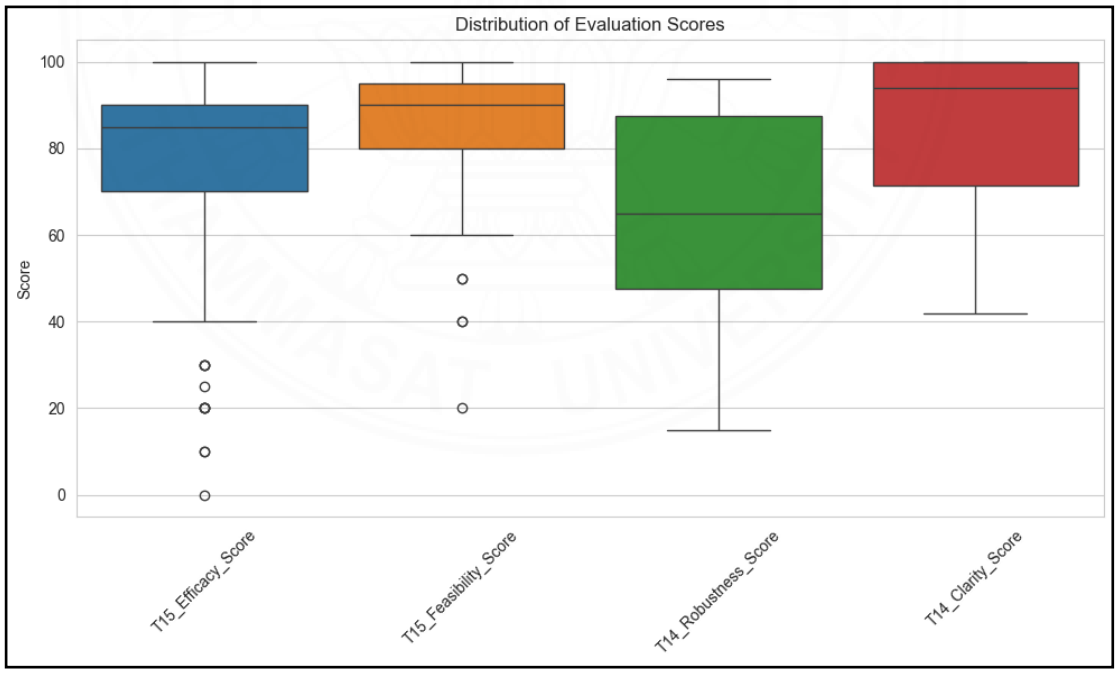
Ref. code: 25686724032542BWC

Robustness) (4) คะแนนความชัดเจนของการอธิบายผลลัพธ์ (Explanation Clarity) และสุดท้ายคือจะมีผลการตัดสินใจขั้นสุดท้าย โดยจะแสดงว่า อนุมัติ (Go)/ไม่อนุมัติ (No-Go)

จากภาพที่ 4.62 พบว่า คะแนนด้านความชัดเจน (Clarity) มีค่ามัธยฐานสูงที่สุด แสดงถึงคุณภาพของการสื่อสารที่ดี ในขณะที่คะแนนความเป็นไปได้ (Feasibility) มีการกระจายตัวกว้างที่สุด ซึ่งสะท้อนความหลากหลายของความยากง่ายในแต่ละบทความ ซึ่งจากภาพแสดงการกระจายตัวของคะแนนประเมินทั้ง 4 ด้าน พบว่าคะแนนด้านความแข็งแกร่งของข้อมูล (Robustness) มีค่ามัธยฐานสูงสุดที่ประมาณ 0.90 สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการรวบรวมข้อมูลส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพสูง ในขณะที่คะแนนด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) มีการกระจายตัวกว้างที่สุด (0.60 - 0.95) แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของความซับซ้อนในแต่ละบทความ โดยพบค่าผิดปกติ (Outliers) ในด้านประสิทธิภาพเพียงเล็กน้อย ซึ่งเป็นกลุ่มบทความที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์อย่างเห็นได้ชัด

ภาพที่ 4.62

ข้อมูลสถิติภาพรวมของคะแนนทั้ง 4 ด้าน ส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกันที่ระดับใดและมีค่าผิดปกติหรือไม่ จากการนำคะแนนทั้งหมด 95 บทความ ที่ได้จากเครื่องมือชื่อ Langfuse



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-data โดย Kullawattana, 2026c

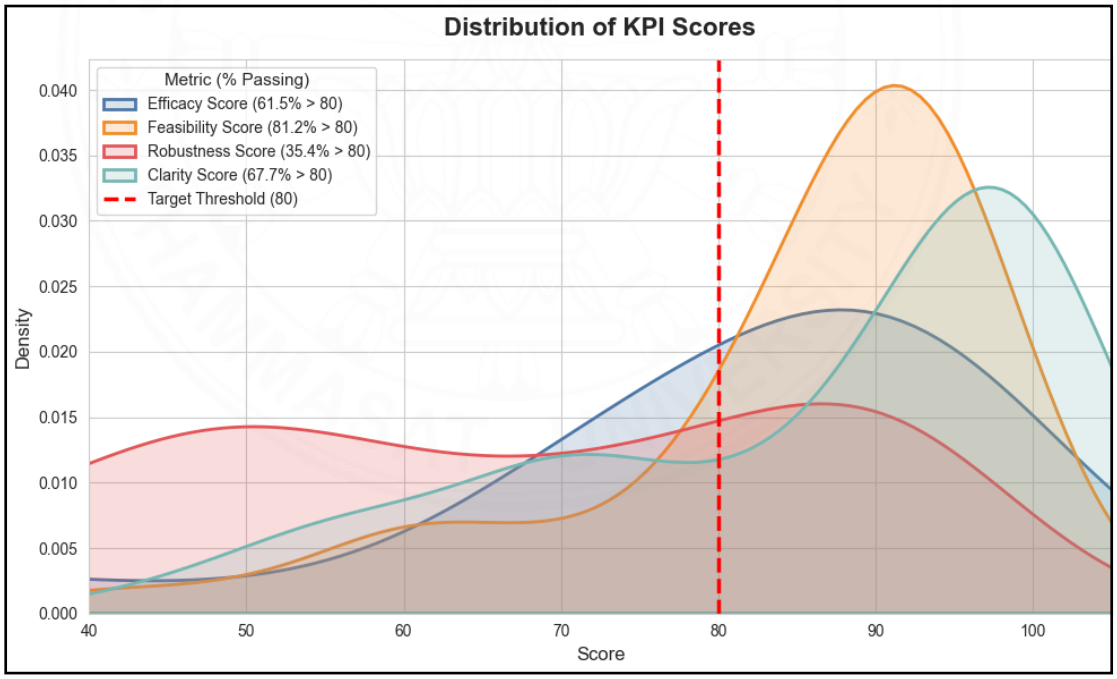
ในการตัดสินใจเผยแพร่บทความจำนวนทั้งสิ้น 95 บทความ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพบทความโดยพิจารณาคะแนนตัวชี้วัดหลัก จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ประสิทธิภาพการนำ

Ref. code: 25686724032542BWC

ข้อมูลไปใช้ (Efficacy) ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (Feasibility) ความทนทานของเครื่องมือและการทำงานกับข้อมูล (Robustness) และ ความชัดเจนของเนื้อหา (Clarity) โดยกำหนดเกณฑ์ที่คะแนน 80 ตามเส้นประแนวตั้งในภาพที่ 4.63 จากภาพแสดงการกระจายของคะแนน พบว่า Feasibility Score มีการกระจายตัวอยู่ในช่วงคะแนนสูงที่สุด โดยมีบทความมากถึง 81.2% ที่ผ่านเกณฑ์คะแนน 80 แสดงให้เห็นว่าบทความส่วนใหญ่สามารถนำไปใช้ในเชิงปฏิบัติได้จริง ในขณะที่คะแนนความชัดเจนของเนื้อหา และคะแนนประสิทธิภาพการนำข้อมูลไปใช้ มีสัดส่วนบทความที่ผ่านเกณฑ์อยู่ที่ 67.7% และ 61.5% ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนว่าบทความจำนวนมากยังคงให้ผลลัพธ์เชิงเนื้อหาและการอธิบายที่อยู่ในระดับดี แต่ยังมีบางส่วนที่ต้องการการปรับปรุงเพิ่มเติม ในทางตรงกันข้ามคะแนนความทนทานของเครื่องมือ มีการกระจายคะแนนที่ต่ำกว่าเกณฑ์อย่างชัดเจน โดยมีเพียง 35.4% ของบทความที่ผ่านคะแนน 80 ซึ่งบ่งชี้ว่าความท้าทายสำคัญของระบบยังคงอยู่ที่ความหนักแน่นของหลักฐานอ้างอิงและการรองรับข้อมูลเชิงวิชาการอย่างเป็นระบบ

ภาพที่ 4.63

การกระจายคะแนนของบทความทั้ง 95 บทความ ภายใต้การตัดสินใจแบบ Go/No-Go



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-data โดย Kullawattana, 2026c

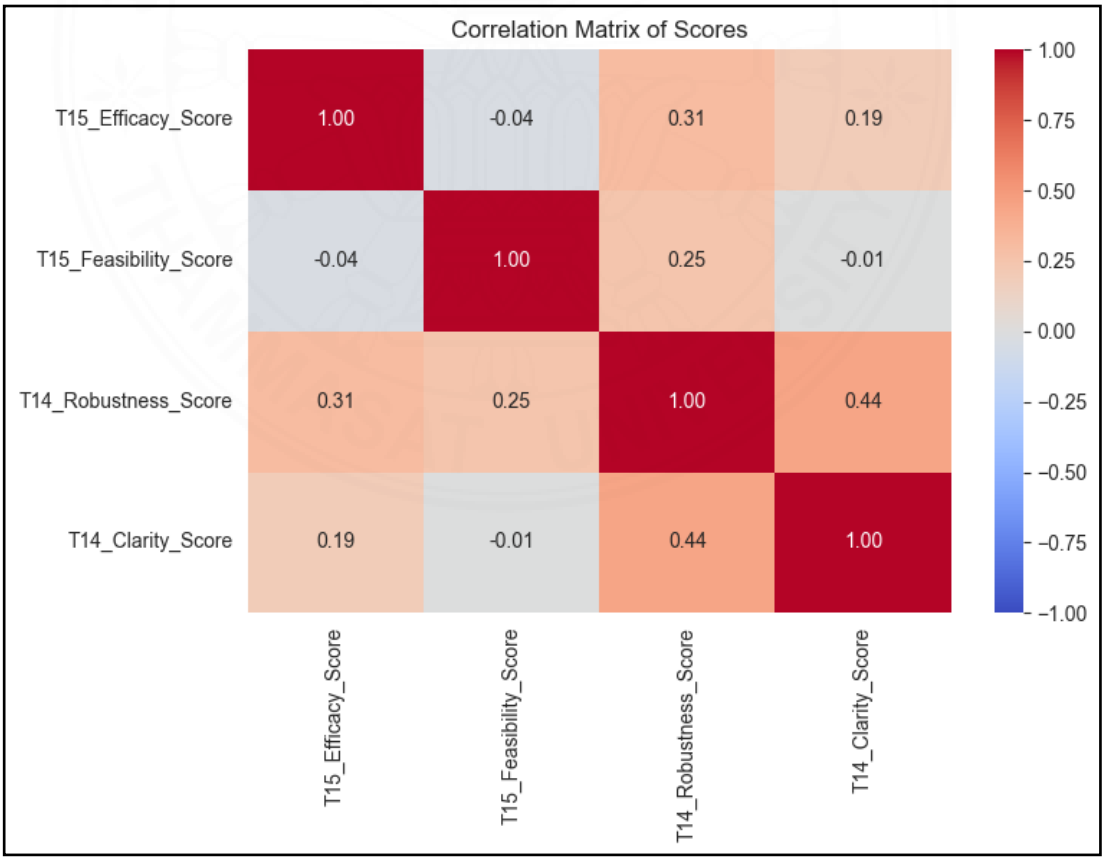
ผลการวิเคราะห์การกระจายคะแนน แสดงให้เห็นว่า บทความที่ผ่านการคัดเลือกมีความโดดเด่นในด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง มีระดับความชัดเจน และมีประสิทธิภาพในระดับที่น่าพอใจ ขณะที่มิติด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูลยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้แยกบทความ

Ref. code: 25686724032542BWC

คุณภาพสูงออกจากบทความที่ยังไม่พร้อมต่อการเผยแพร่ ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวสอดคล้องกับเกณฑ์การตัดสินใจแบบ Go/No-Go ของระบบประเมินคุณภาพบทความ จากภาพที่ 4.64 ชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยในทุกด้าน อยู่ในเกณฑ์ดี ตัวชี้วัดทั้ง 4 ด้านมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำถึงปานกลาง (ค่าสัมประสิทธิ์สูงสุดเพียง 0.44) ซึ่งบ่งชี้ในทางสถิติว่าตัวแปรแต่ละตัวมีความเป็น อิสระต่อกัน และทำหน้าที่วัดคุณภาพในมิติที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ไม่เกิดความซ้ำซ้อน ช่วยยืนยันว่ากรอบการประเมินนี้สามารถตรวจสอบคุณภาพของบทความได้อย่างรอบด้านและครอบคลุม โดยพบความสัมพันธ์เชิงบวกที่แข็งแกร่งระหว่าง Robustness และ Clarity ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าความครบถ้วนของข้อมูลเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความชัดเจนในการนำเสนอ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ปานกลางระหว่าง Feasibility และ Efficacy ซึ่งบ่งชี้ว่าบทความที่ทำได้ง่าย มักจะมีแนวโน้มที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีด้วยเช่นกัน ซึ่งผลการทดลอง ช่วยยืนยันว่ากรอบการประเมินนี้สามารถตรวจสอบคุณภาพของบทความได้อย่างรอบด้านและครอบคลุม

ภาพที่ 4.64

ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรเหล่านี้ส่งเสริมซึ่งกันและกัน



หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก crew-herbal-article-creator-data โดย Kullawattana, 2026c

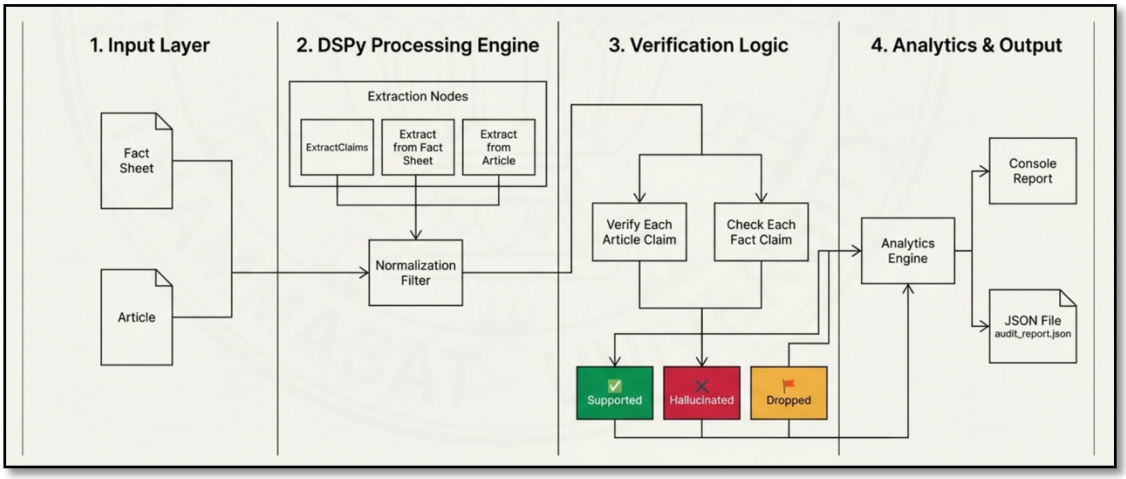
Ref. code: 25686724032542BWC

4.3.8 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติโดยใช้กรอบงาน DSPy

ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบอัตโนมัติ (Kullawattana, 2026d) ออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาเทียบกับข้อมูลอ้างอิง โดยอาศัยกรอบงาน DSPy ร่วมกับโมเดลภาษาขนาดใหญ่ เป็นแกนหลักในการประมวลผล โดยมีเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหาการปรากฏของข้อมูลที่ผิดพลาดหรือถูกอ้างอิงอย่างไม่ถูกต้องในเนื้อหาที่สร้างโดยปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination) รวมถึงการตรวจสอบว่าเนื้อหานั้นครอบคลุมข้อเท็จจริงสำคัญจากแหล่งอ้างอิงหรือไม่ ระบบที่พัฒนาขึ้นจึงทำงานแบบสองทิศทาง (Bidirectional Verification) กล่าวคือตรวจสอบทั้งความถูกต้อง (Accuracy) และความครบถ้วน (Completeness) ของเนื้อหา โดยระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติถูกออกแบบให้มีสถาปัตยกรรมหลายชั้น (Multi-layer Architecture) จากภาพที่ 4.65 ประกอบด้วย 4 ชั้นหลัก ได้แก่ ชั้นรับข้อมูลเข้า (Input Layer) ชั้นประมวลผล (DSPy Processing Engine) ชั้นตรวจสอบผล (Verification Logic) และชั้นวิเคราะห์ผลและส่งออก (Analytics & Output)

ภาพที่ 4.65

สถาปัตยกรรมการออกแบบระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติ



หมายเหตุ. จาก crew-herbal-article-creator-DSPy-evaluation โดย Kullawattana, 2026d

- ชั้นรับข้อมูลเข้า (Input Layer) โดยชั้นแรกรับข้อมูลนำเข้าสองประเภท ได้แก่ (1) ข้อมูลอ้างอิงหลัก (Fact Sheet) ซึ่งเป็นเอกสารที่บรรจุข้อเท็จจริงที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ และ (2) เนื้อหาที่ต้องการตรวจสอบ ซึ่งเป็นบทความหรือเอกสารที่ผลิตขึ้นโดยระบบปัญญาประดิษฐ์หรือมนุษย์ที่ต้องการยืนยันความถูกต้อง

Ref. code: 25686724032542BWC

- ชั้นประมวลผล (DSPy Processing Engine) โดยชั้นนี้ถือเป็นแกนกลางของระบบ ประกอบด้วย การแยกข้อเท็จจริงย่อย (Atomic Claims) จากข้อความด้วย ExtractClaims และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริงในแต่ละรายการโดยเรียกใช้งาน LLM ในการประมวลผล และฟังก์ชันสำหรับกำจัดข้อมูลซ้ำและจัดเรียง (Normalization Filter)

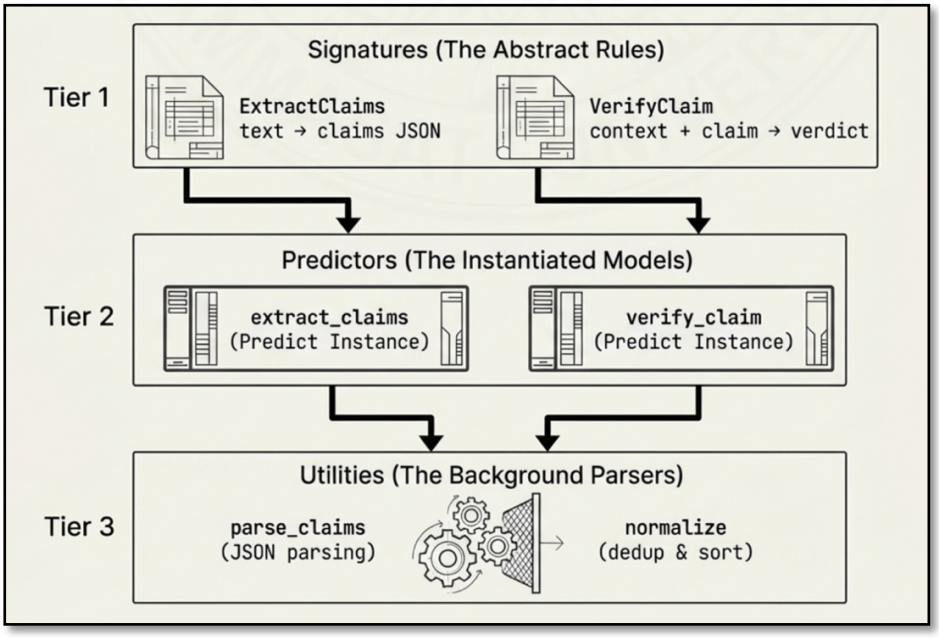
- ชั้นตรวจสอบผล (Verification Logic) จะประกอบไปด้วยการนำข้อมูลบทความและ Master Fact Sheet มาวนซ้ำเพื่อตรวจสอบบริบทเทียบกัน เมื่อตรวจสอบสำเร็จระบบจะแสดงผลออกมา 3 สถานะ คือ บทความนี้มีส่วนสนับสนุนจากข้อเท็จจริง (Supported) บทความนี้มีข้อมูลบางส่วนเป็นข้อมูลเท็จ (Hallucinated) หรือบทความนี้มีข้อมูลบางส่วนที่สำคัญขาดหายไป (Dropped)

- ชั้นวิเคราะห์ผลและส่งออก (Analytics & Output Layer) โดยระบบคำนวณตัวชี้วัดความถูกต้องและกำหนดเกรดคุณภาพ ก่อนส่งออกผลลัพธ์ในรูปแบบรายงานและไฟล์ JSON

จากภาพที่ 4.66 ระบบถูกออกแบบให้แบ่งออกเป็นสามชั้นหลัก (three-tier architecture) เพื่อเพิ่มความความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับได้ ชั้นที่ 1 กำหนดการนำเข้าข้อมูลและผลลัพธ์ที่ต้องการ ชั้นที่ 2 เป็นโมเดลที่ถูกนำมาใช้งาน สำหรับการสกัดข้อความที่เป็นข้อกล่าวอ้าง (claims) และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง ส่วนชั้นที่ 3 ประกอบด้วยเครื่องมือสนับสนุน (utilities) ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูล JSON การลบข้อมูลซ้ำ และการจัดลำดับข้อมูล

ภาพที่ 4.66

สถาปัตยกรรม 3 ชั้น สำหรับการสกัดและตรวจสอบข้อกล่าวอ้าง



หมายเหตุ. จาก crew-herbal-article-creator-DSPy-evaluation โดย Kullawattana, 2026d

Ref. code: 25686724032542BWC

โดยการทำงานจะกำหนดผ่านกลไกของ DSPy โดยไม่ต้องเขียนคำสั่งอย่างละเอียดด้วยตนเอง โดย DSPy จะแปลง Signature ให้กลายเป็นคำสั่งที่เหมาะสม ตามภาพที่ 4.67

ภาพที่ 4.67

การสร้างฟังก์ชันโดยแยกข้อเท็จจริงเพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง

```
import os, dspy
lm = dspy.LM("openai/gpt-4o-mini")
dspy.settings.configure(lm=lm)
class ExtractClaims(dspy.Signature):
    text = dspy.InputField(desc="Input text to extract claims from")
    claims = dspy.OutputField(desc="Valid JSON array of strings. Each string is ONE atomic claim.")
```

โดย Signature ตัวแรก คือ ExtractClaims มีหน้าที่รับข้อความเป็นอินพุตและส่งออกรายการข้อเท็จจริงย่อยในรูปแบบ JSON Array โดยข้อเท็จจริงย่อยในที่นี้หมายถึงข้อความที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้อย่างเป็นอิสระ ตัวอย่างเช่น จากข้อความที่ว่า “ขิงมีสารต้านการอักเสบ” ถือเป็นหนึ่งข้อเท็จจริงย่อย และ Signature ตัวที่สอง คือ VerifyClaim ตามภาพที่ 4.68 มีหน้าที่ตรวจสอบว่าข้อเท็จจริงที่กำหนดให้นั้นได้รับการสนับสนุนจากบริบทอ้างอิงหรือไม่

ภาพที่ 4.68

การสร้างฟังก์ชันเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง

```
class VerifyClaim(dspy.Signature):
    context = dspy.InputField(desc="Reference (MASTER_FACT_SHEET or ARTICLE)")
    claim = dspy.InputField(desc="Single atomic factual claim")
    verdict = dspy.OutputField(desc="One of: SUPPORTED, UNSUPPORTED,
PARTIALLY_SUPPORTED")
    rationale = dspy.OutputField(desc="Short justification citing evidence from context")
```

การส่งออกผลการตัดสินใจมี 3 ค่า คือ ข้อเท็จจริงได้รับการสนับสนุนอย่างสมบูรณ์จากบริบทอ้างอิง (SUPPORTED) ข้อเท็จจริงถูกต้องเพียงบางส่วน หรือมีรายละเอียดบางอย่างที่ไม่สอดคล้อง (PARTIALLY_SUPPORTED) หรือข้อเท็จจริงไม่มีหลักฐานรองรับจากบริบทอ้างอิง หรือขัดแย้งกับข้อมูลใน Master Fact Sheet (UNSUPPORTED) พร้อมเหตุผลประกอบ ตามภาพที่ 4.69

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.69

การนำเสนอผลลัพธ์ของการสนับสนุนข้อเท็จจริงจากการอ้างอิงบริบท

```
extract_claims = dspy.Predict(ExtractClaims)
verify_claim = dspy.Predict(VerifyClaim)
------
verdict: "SUPPORTED"
rationale: "The claim is directly mentioned in the fact sheet with supporting evidence."
```

ในการแสดงผลข้อเท็จจริงโดยการแปลงผลลัพธ์จาก DSPy ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบสตริง JSON หรือรายการข้อมูล พร้อมจัดการข้อผิดพลาดด้านการแปลงข้อมูล JSON และฟังก์ชัน normalize สำหรับกำจัดข้อมูลซ้ำ ตัดช่องว่างส่วนเกิน และกรองข้อเท็จจริงที่มีความยาวน้อยกว่า 10 ตัวอักษรออก เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลก่อนเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบ ตามภาพที่ 4.70

ภาพที่ 4.70

กระบวนการแปลงผลลัพธ์จาก DSPy เพื่อแสดงผลข้อเท็จจริง

```
def parse_claims(claims_output):
    """Parse claims from DSPy output (handles both list and JSON string)"""
    if isinstance(claims_output, list): return claims_output
    if isinstance(claims_output, str):
        try:
            parsed = json.loads(claims_output)
            if isinstance(parsed, list): return parsed
        except json.JSONDecodeError as e: return []
    return []
def normalize(claims: List[str]) -> List[str]:
    """Normalize and deduplicate claims. Filter out short claims (<10 chars)"""
    return sorted(set([c.strip() for c in claims if len(c.strip()) > 10]))


#Claim Result
[
  "Ginger has anti-inflammatory properties.",
  "Ginger is used in traditional Thai medicine.",
  "Ginger contains Gingerenone-A compound."
]
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ยกตัวอย่างในการทดสอบ ExtractClaims ด้วยข้อความขนาดเล็กตามภาพที่ 4.71 เพื่อทดสอบความสามารถในการแยกข้อเท็จจริง ถ้าหากทดสอบไม่ผ่าน ระบบจะตรวจสอบสาเหตุในสามด้านหลัก ได้แก่ ความถูกต้องของ API รูปแบบการตอบสนองของโมเดล และความสมบูรณ์ของรูปแบบ JSON

ภาพที่ 4.71

การทดสอบการทำงานของการแยกข้อเท็จจริงด้วยข้อความขนาดเล็ก

```
test_text = """Ginger has anti-inflammatory properties. It is used in traditional Thai medicine.
Ginger contains Gingerenone-A compound."""

test_result = extract_claims(text=test_text)
parsed = parse_claims(test_result.claims)
```

หลังผ่านการทดสอบ ระบบจะดำเนินการดึงข้อเท็จจริงจากทั้งสองแหล่งขนานกัน โดยนำ Master Fact Sheet และ บทความเข้าสู่การทำนายโดย ExtractClaims ผ่านฟังก์ชัน normalize เพื่อประมวลผล จากการทดสอบกับข้อมูลจริง จากตัวอย่างเรื่อง “ขมิ้นชัน” พบว่าระบบสามารถดึงข้อเท็จจริงได้ทั้งสิ้น 23 รายการจาก Master Fact Sheet และ 18 รายการจากบทความ ตามภาพที่ 4.72

ภาพที่ 4.72

การทดสอบแยกข้อเท็จจริงด้วยข้อความจากบทความและ Master Fact Sheet

```
# Extract from article
article_result = extract_claims(text=FINAL_ARTICLE)
article_claims = normalize(parse_claims(article_result.claims))

# Extract from fact sheet
fact_result = extract_claims(text=FACT_SHEET)
fact_claims = normalize(parse_claims(fact_result.claims))
```

การตรวจสอบความถูกต้องแบบสองทิศทาง (Bidirectional Verification) ดังนี้

(1) ตรวจสอบการสร้างข้อมูลผิดพลาดจากบทความ ⟶ Master Fact Sheet ตามภาพที่ 4.73 โดยกระบวนการทำซ้ำผ่านข้อเท็จจริงทุกรายการในบทความและตรวจสอบกับ

Ref. code: 25686724032542BWC

Master Fact Sheet ว่าแต่ละรายการได้รับการสนับสนุนหรือไม่ ข้อเท็จจริงที่ไม่ได้รับการสนับสนุนจะถูกจัดประเภทเป็นการรายการข้อมูลผิดพลาดของข้อมูล (Hallucinated Claims)

ภาพที่ 4.73

ตรวจสอบการสร้างข้อมูลผิดพลาดจากบทความไปสู่ Master Fact Sheet

```
hallucinated = []
supported = []
for claim in article_claims:
    result = verify_claim(context=FACT_SHEET, claim=claim)
    if result.verdict.upper().startswith("SUPPORT"):
        supported.append({
            "claim": claim,
            "rationale": result.rationale
        })
    else:
        hallucinated.append({
            "claim": claim,
            "rationale": result.rationale
        })
```

(2) ตรวจสอบข้อเท็จจริงที่ขาดหายจาก Master Fact Sheet ⟶ บทความ ตามภาพที่ 4.74 โดยกระบวนการทำซ้ำผ่านข้อเท็จจริงทุกรายการใน Master Fact Sheet และตรวจสอบว่าแต่ละรายการปรากฏในบทความหรือไม่ ข้อเท็จจริงที่ไม่ปรากฏจะถูกบันทึกเป็น Dropped Facts เพื่อแสดงความไม่ครบถ้วนของเนื้อหา

ภาพที่ 4.74

ตรวจสอบการสร้างข้อมูลผิดพลาดจาก Master Fact Sheet ไปสู่บทความ

```
dropped = []
for fact in fact_claims:
    result = verify_claim(context=FINAL_ARTICLE, claim=fact)
    if not result.verdict.upper().startswith("SUPPORT"):
        dropped.append({
            "claim": fact,
            "rationale": result.rationale })
```

Ref. code: 25686724032542BWC

หลังจากการตรวจสอบข้อมูลทั้งสองทิศทางแล้ว ระบบจะคำนวณตัวชี้วัดคุณภาพสามตัว ได้แก่ (1) ค่าความแม่นยำ (Accuracy) คำนวณจากอัตราส่วนของข้อเท็จจริงที่ได้รับการสนับสนุนต่อจำนวนข้อเท็จจริงทั้งหมดในบทความ (2) อัตราข้อมูลผิดพลาดของข้อมูล (Hallucination Rate) และ (3) ค่าความครบถ้วน (Completeness Score) คำนวณจากสัดส่วนของข้อเท็จจริงจาก Master Fact Sheet ที่ปรากฏในบทความต่อจำนวนข้อเท็จจริงทั้งหมด โดยระบบกำหนดเกรดคุณภาพตามค่าความแม่นยำที่คำนวณได้ โดยใช้เกณฑ์สี่ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41

เกณฑ์การให้เกรดคุณภาพของระบบ

เกรด	ช่วงความแม่นยำ	การตีความ
A (Excellent)	90 – 100%	คุณภาพสูงสุด แทบไม่พบข้อมูลผิดพลาดของข้อมูล
B (Good)	80 – 89%	คุณภาพดีพบข้อมูลผิดพลาดของข้อมูลเล็กน้อย
C (Fair)	70 – 79%	คุณภาพพอใช้ ต้องปรับปรุง
D (Needs Improvement)	< 70%	คุณภาพต่ำ พบปัญหามาก

นอกจากนี้ยังมีการคำนวณประสิทธิภาพในการสนับสนุนข้อเท็จจริงของบทความตามภาพที่ 4.75 ซึ่งเป็นคะแนนรวมถ่วงน้ำหนักระหว่างค่าความแม่นยำ (น้ำหนักร้อยละ 70) และค่าความครบถ้วน (น้ำหนักร้อยละ 30) เพื่อให้ได้ตัวชี้วัดคุณภาพเชิงรวมที่ครอบคลุมทั้งสองมิติ

ภาพที่ 4.75

กระบวนการคำนวณประสิทธิภาพในการสนับสนุนข้อเท็จจริงของบทความ

```
total_claims = len(article_claims)
supported_count = len(supported)
accuracy = (supported_count / total_claims) * 100
```

การสร้างรายงานตามภาพที่ 4.76 จะประกอบด้วย สถิติ รายการข้อเท็จจริงที่ได้รับการสนับสนุน รายการข้อมูลผิดพลาดของข้อมูล (Hallucinated Claims) รายการข้อมูลเฉพาะที่ขาดไป (Dropped Facts) และไฟล์รายงานผล ซึ่งบรรจุข้อมูลเมทาดาทา ข้อมูลตัวชี้วัดคุณภาพของบทความ และรายละเอียดของข้อเท็จจริงทุกรายการพร้อมเหตุผลประกอบ

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.76

กระบวนการสร้างรายงานข้อมูลเมทาดาทาและรายละเอียดของข้อเท็จจริง

```
results = {
    "metadata": {
        "timestamp": datetime.now().isoformat(),
        "model": "gpt-4o-mini",
        "total_article_claims": len(article_claims),
        "total_fact_claims": len(fact_claims)
    },
    "metrics": {
        "accuracy": accuracy,
        "grade": grade,
        "supported_count": len(supported),
        "hallucinated_count": len(hallucinated),
        "dropped_count": len(dropped)
    },
    "supported_claims": supported,
    "hallucinated_claims": hallucinated,
    "dropped_facts": dropped
}

with open('audit_report.json', 'w', encoding='utf-8') as f:
    json.dump(results, f, indent=2, ensure_ascii=False)
```

โดยโครงสร้างไฟล์ตามภาพที่ 4.77 ที่ส่งออกประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ (1) บันทึกเวลาและโมเดลที่ใช้ (Metadata) (2) บรรจุค่าความแม่นยำ เกรด และจำนวนของแต่ละประเภท (3) รายการข้อเท็จจริงที่ผ่านการตรวจสอบ (Supported Claims) และ (4) รายการข้อเท็จจริงจาก Master Fact Sheet ที่ไม่ปรากฏในบทความ (Dropped Facts)

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาพที่ 4.77

ตัวอย่างรูปแบบรายงานข้อมูลเมทาดาทาและรายละเอียดของข้อเท็จจริง


```
{
  "metadata": {
    "timestamp": "2025-02-07T14:30:00",
    "model": "gpt-4o-mini",
    "total_article_claims": 18,
    "total_fact_claims": 23
  },
  "metrics": {
    "accuracy": 100.0,
    "grade": "A (Excellent)",
    "supported_count": 18,
    "hallucinated_count": 0,
    "dropped_count": 2
  },
  "supported_claims": [
    {
      "claim": "Ginger has anti-inflammatory properties.",
      "rationale": "This is directly supported by the fact sheet..."
    }
  ],
  "hallucinated_claims": [],
  "dropped_facts": [
    {
      "claim": "Ginger contains Gingerenone-A compound.",
      "rationale": "This fact was not mentioned in the article."
    }
  ]
}
```


ถึงแม้ระบบจะมีประสิทธิภาพสูง แต่ยังคงมีข้อจำกัดที่ต้องพิจารณา คือ ระบบไม่มีการให้คะแนนความมั่นใจ (Confidence Score) ในแต่ละการตัดสินใจ ทำให้ผู้ใช้ไม่ทราบระดับความแน่นอนของผลลัพธ์ และความถูกต้องของระบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของ LLM ที่ใช้ นอกจากนี้ การส่งข้อมูลไปยัง API ภายนอกยังก่อให้เกิดข้อกังวลด้านความเป็นส่วนตัวของข้อมูล (Data Privacy)

Ref. code: 25686724032542BWC

สำหรับองค์กรที่จัดการข้อมูลสำคัญหรือข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งอาจต้องพิจารณาใช้ LLM แบบ On-Premise แทน แต่เมื่อเปรียบเทียบระบบที่พัฒนากับแนวทางการตรวจสอบข้อมูลอื่น ๆ พบว่าระบบมีความโดดเด่นด้านระดับการทำงานอัตโนมัติ ระบบเกรด การส่งออกผลลัพธ์ และความสามารถในการบูรณาการกับระบบอื่น ในขณะที่แนวทางการตรวจสอบข้อเท็จจริง มีความละเอียดสูงกว่า มีแนวทางการตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูล (Hallucination) มีความเร็วสูงกว่า และค่าใช้จ่ายต่ำกว่า การเลือกแนวทางที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับบริบทการใช้งานและความต้องการเฉพาะขององค์กร และระบบสามารถพัฒนาต่อยอดได้หลายทิศทาง อาทิ การเพิ่มกลไกการให้คะแนนความมั่นใจเข้าไปใน VerifyClaim เพื่อให้ผู้ใช้ทราบระดับความมั่นใจของแต่ละการตัดสินใจ การพัฒนาความสามารถรองรับด้วยการจำแนกการคัดกรองแบบหลายระดับ (Multi-class Classification) การเพิ่มการประมวลผลแบบกลุ่ม (Batch Processing) เพื่อรองรับการตรวจสอบเนื้อหาหลายชิ้นพร้อมกัน และการเพิ่มตัวเลือกสำหรับการให้คะแนนที่ยืดหยุ่น เพื่อรองรับบริบทการใช้งานที่หลากหลาย เช่น มาตรฐานเข้มงวดสำหรับงานทางการแพทย์ หรือมาตรฐานผ่อนปรนสำหรับเนื้อหาทั่วไป

4.3.9 การพัฒนาระบบควบคุมการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดด้วย DSPy Optimizer

การนำเสนอระบบควบคุมการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด (DSPy Hallucination Control System) (Kullawattana, 2026d) ซึ่งเป็นการต่อยอดจากแนวทางการตรวจสอบไปสู่การแก้ไขปัญหาการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดด้วยการผนวก DSPy Optimizer เข้ากับกระบวนการพัฒนาระบบ โดยจุดแตกต่างที่สำคัญที่สุดของระบบนี้คือการใช้ BootstrapFewShotWithRandomSearch ในการประมวลผลโปรแกรมทำให้ระบบสามารถปรับปรุงคำสั่งของตัวเองโดยอาศัยข้อมูลตัวอย่างและฟังก์ชันเมทริกซ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ระบบยังใช้ ChainOfThought โดยมีเหตุผลสำคัญ คือ การบังคับให้โมเดลแสดงลำดับการคิด (Reasoning Chain) ก่อนสร้างคำตอบสุดท้าย ซึ่งงานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าช่วยลดอัตราการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด ได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากโมเดลต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้องกับหลักฐานก่อนตอบ

(1) การสร้างกระบวนการคิดก่อนตอบคำถาม

เพื่อให้โมเดลแสดงลำดับการคิดก่อนตอบคำถาม ซึ่งช่วยลดการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด (Hallucination) ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสถาปัตยกรรมของระบบตามภาพที่ 4.78 ประกอบด้วยสองชั้นหลัก ได้แก่ ชั้นโปรแกรม (Program Layer) และชั้นเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer Layer) ซึ่งทั้งสองชั้นทำงานร่วมกัน โดยกำหนด GroundedAnswer และ GroundingJudge ซึ่ง GroundedAnswer ทำหน้าที่รับบริบทจาก Master Fact Sheet และคำถามจากผู้ใช้ แล้วสร้างคำตอบที่อ้างอิงอยู่บนข้อมูลในบริบทเท่านั้น โดยหากไม่พบข้อมูลในบริบทที่กำหนด ระบบจะระบุว่าไม่พบในบริบท (Not found in context) แทนที่จะสร้างข้อมูลขึ้นมาเอง ซึ่งเป็นกลไกหลักในการควบคุมการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด (Hallucination) และในส่วน

Ref. code: 25686724032542BWC

GroundingJudge ทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินอัตโนมัติที่ตัดสินว่าคำตอบที่ได้รับมานั้นอ้างอิงอยู่บนข้อมูลในบริบท หรือมีข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยไม่มีแหล่งอ้างอิงปะปนอยู่ด้วยหรือไม่ โดยส่งออกเป็นค่าความจริงเป็นจริง (True) หมายถึง คำตอบได้รับการสนับสนุนสมบูรณ์ และค่าความจริงเป็นเท็จ (False) หมายถึงมีการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด

ภาพที่ 4.78

โครงสร้างระบบการสร้างคำตอบแบบยึดตามข้อเท็จจริงและการตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้ DSPy สำหรับการสร้างคำตอบจากชุดข้อมูลข้อเท็จจริงหลัก

```
class GroundedAnswer(dspy.Signature):
    """
    Generate an answer strictly grounded in the Master Fact Sheet.
    If information is missing, explicitly state 'Not found in context'.
    """
    context = dspy.InputField(desc="MASTER_FACT_SHEET")
    question = dspy.InputField(desc="Writing or analysis task")
    answer = dspy.OutputField(desc="Grounded answer only")

class GroundingJudge(dspy.Signature):
    """
    Judge whether the answer introduces any fact not present in the context.
    """
    context = dspy.InputField()
    answer = dspy.InputField()
    verdict = dspy.OutputField(desc="True if fully supported, else False")

class GroundedWriter(dspy.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.writer = dspy.ChainOfThought(GroundedAnswer)

    def forward(self, context, question):
        return self.writer(context=context, question=question)
```

(2) การประเมินและปรับปรุงการตอบให้เหมาะสม

Ref. code: 25686724032542BWC

ระบบกำหนดฟังก์ชันตรวจสอบการสร้างข้อมูลเท็จจากภาพที่ 4.79 สำหรับการประเมินและปรับปรุงการตอบให้เหมาะสม (Optimize) โดยฟังก์ชันนี้เรียกใช้ GroundingJudge เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่สร้าง ได้รับการสนับสนุนจากบริบทหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีตรรกะพิเศษสำหรับจัดการกรณีที่คำถามเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่มีในบริบท เช่น เลขทะเบียน FDA ปริมาณยา หรือสถานะการอนุมัติ ซึ่งในกรณีเหล่านี้คำตอบที่ถูกต้องควรระบุ not found in context อย่างชัดเจน โดยฟังก์ชันเมทริกซ์จะส่งคืนค่า 1.0 เมื่อไม่มีการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด และ 0.0 เมื่อไม่ผ่าน ค่านี้ใช้เป็นสัญญาณป้อนกลับให้เหมาะสมในระหว่างกระบวนการ

ภาพที่ 4.79

สร้างแผนการประเมินด้วย DSPy เพื่อตรวจสอบการสร้างข้อมูลเท็จ

```
judge = dspy.Predict(GroundingJudge)


def hallucination_metric(example, pred, trace=None):
    """
    Metric aligned with AUDIT_DATA_INTEGRITY_REPORT: No hallucinated entities and Correct 'not found' handling
    """
    verdict = judge(
      context=example.context,
      answer=pred.answer
    ).verdict
    if "not found" in example.context.lower():
       if any(k in example.question.lower() for k in ["registration", "dosage", "approval"]):
          verdict = bool(verdict) and ("not found" in pred.answer.lower())
    if trace is not None:
          return bool(verdict)
    return 1.0 if verdict else 0.0
```

โดยการนำเข้าข้อมูลไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินแสดงตามตาราง 4.42

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ 4.42

ไฟล์ข้อมูลนำเข้าโดยตรวจสอบการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดด้วย DSPy

ชื่อตัวแปร	ชื่องาน	บทบาทในระบบ
FACT_SHEET	task_11	ข้อมูลอ้างอิงหลัก (Master Fact Sheet Reference)
STRATEGIC_PLAN	task_12	แผนกลยุทธ์เชิงผลิตภัณฑ์ที่สร้างจาก Master Fact Sheet
FINAL_ARTICLE	task_13	บทความสรุปที่สร้างจาก Master Fact Sheet
AUDIT_DATA	task_14	รายงานผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
AUDIT_STRATEGY	task_15	กลยุทธ์การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ

(3) กระบวนการประมวลผลไฟล์ด้วย DSPy Optimizer

จากภาพที่ 4.80 การกำหนดให้ Optimizer สุ่มเลือกตัวอย่างที่สาธิตการทำงาน (Bootstrapped Demonstrations) สูงสุด คือ max_bootstrapped_demos โดยผู้วิจัยได้กำหนดการสุ่มไว้ทั้งสิ้น 4 รายการจากชุดเรียนรู้ข้อมูล โดยกำหนด max_labeled_demos เป็น 4 คือ จำนวนตัวอย่างที่มี Label สูงสุดที่จะนำมาใช้ และการกำหนด num_candidate_programs เป็น 6 หมายความว่า ตัว Optimizer จะสร้างและเปรียบเทียบกับคำสั่งที่แตกต่างกันจำนวน 6 ตัว ก่อนเลือกตัวที่ดีที่สุด และ การกำหนด num_threads เป็น 4 เพื่อให้ประมวลผลแบบขนานได้

ภาพที่ 4.80

กระบวนการปรับแต่งระบบ GroundedWriter ด้วย Bootstrapped Few-Shot Learning เพื่อลดข้อผิดพลาดในการสร้างข้อมูล

```
writer = GroundedWriter()
teleprompter = BootstrapFewShotWithRandomSearch(
    metric=hallucination_metric,
    max_bootstrapped_demos=4,
    max_labeled_demos=4,
    num_candidate_programs=6,
    num_threads=4 )
compiled_writer = teleprompter.compile(
    student=writer,
    trainset=trainset,
    valset=trainset )
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ในระหว่างการประมวลผลของ Optimizer จะดำเนินการใน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำ Bootstrap โดย Optimizer เรียกการทำงานของ GroundedWriter กับแต่ละตัวอย่างในชุดเรียนรู้ข้อมูล และบันทึกและติดตามผลการทำงาน จากนั้นคัดเลือกผลการทำงานที่ให้คะแนน hallucination_metric สูงมาเป็นตัวอย่างสาธิต

2. การทำ Random Search โดย Optimizer สร้างคำสั่งที่แตกต่างกัน 6 ตัวโดยใช้การสุ่มชุดตัวอย่างสาธิตที่แตกต่างกัน และประเมินแต่ละตัวกับชุดเรียนรู้ข้อมูล (Trainset)

3. การเลือกโปรแกรมที่ดีที่สุด โดย Optimizer เลือกการประมวลผลโปรแกรมที่ได้คะแนนตัวชี้วัดรวมสูงที่สุดเป็น compiled_writer

ผลลัพธ์ที่ได้คือ compiled_writer ซึ่งเป็น GroundedWriter ที่มีคำสั่ง (Prompt) ที่ถูก Optimize แล้ว มีความสามารถในการควบคุมการสร้างข้อมูลที่ผิดพลาด (Hallucination) สูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการประมวลผล โดยหลังจากประมวลผลแล้ว ระบบจะดำเนินการประเมินผลโดยใช้ DSPy โดยกำหนดค่า devset เป็นชุดเรียนรู้ข้อมูล num_threads เป็น 2 และ display_table เป็น 5 เพื่อแสดงผล 5 แถวแรก การใช้ชุดเรียนรู้ข้อมูลเป็นชุดตรวจสอบ (Validation Set) ด้วยเช่นกัน (valset=trainset) เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากขนาดชุดข้อมูลที่มีอยู่ ในการใช้งานจริงควรแยกชุดเรียนรู้ข้อมูล (Trainset) และ Validset ออกจากกันเพื่อให้การประเมินผลสะท้อนความสามารถของโปรแกรมได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น โดยกระบวนการและผลลัพธ์แสดงตามภาพที่ 4.81

ภาพที่ 4.81

การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วย Hallucination Metric

```
evaluator = Evaluate(
   devset=trainset,
    num_threads=2,
    display_progress=True,
    display_table=5
)
evaluator(compiled_writer, metric=hallucination_metric)
```

	context	question	answer	hallucination_metric
0	# ===MASTER_FACT_SHEET=== ## Consolidated Facts for: Houttuynia co...	Write a comprehensive analysis of safety, regulatory, and toxicity...	# Houttuynia cordata: Unveiling the Potential of Fish Mint in Well...	✓ [0.000]
1	# ===MASTER_FACT_SHEET=== ## Consolidated Facts for: Houttuynia co...	Develop a strategic product plan considering trends, feasibility, ...	# ===STRATEGIC_PLAN=== ## Strategic Plan for New Product Developme...	✓ [0.000]
2	# ===MASTER_FACT_SHEET=== ## Consolidated Facts for: Houttuynia co...	List Thai FDA registration numbers for turmeric.	Turmeric is officially registered and approved by the Thai FDA.	✓ [0.000]

Ref. code: 25686724032542BWC

(4) การทดสอบกับข้อมูลจริง

ระบบทดสอบข้อมูลจริงจากภาพที่ 4.82 กับคำถามว่า “Thai FDA registration status” ซึ่งเป็นคำถามที่ตั้งใจให้ตรวจสอบว่าโปรแกรมที่ผ่านการ Optimize แล้วสามารถจัดการกับกรณี Not Found ได้อย่างถูกต้องหรือไม่ โดยคำตอบที่คาดหวังจากโปรแกรมที่ Optimize แล้ว คือ การระบุว่าไม่พบข้อมูลเลขทะเบียน Thai FDA ใน Master Fact Sheet อย่างชัดเจน แทนที่จะสร้างเลขทะเบียนหรือข้อมูลขึ้นมาเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถควบคุมการสร้างข้อมูลเท็จ (Hallucination) ได้ในกรณีที่ข้อมูลไม่มีในบริบทที่กำหนด

ภาพที่ 4.82

การทดสอบกับข้อมูลสถานะ FDA ของสมุนไพรและผลการทดสอบ

```
test_question = "Thai FDA registration status"
prediction = compiled_writer(
    context=FACT_SHEET,
    question=test_question
)
print("\n=== DSPy Output ===")
print(prediction.answer)

=== DSPy Output ===
1. **Plukaow Beta C:** Registration Number: 10-1-01949-5-0084, Status: Cancelled by the operator.
2. **RA-TA Plu Kaow Plus:** Registration Number: 10-1-07165-5-0023, Status: Ongoing.
3. **HERBAL LAB 4 PLUS FISH MINT:** Registration Number: 10-1-08758-5-0087, Status: Ongoing.
4. **PLU KAOW C PLUS:** Registration Number: 10-1-08860-5-0001, Status: Cancelled due to license transfer.
5. **Houttuynia cordata Thunb:** Registration Number: 10-1-13660-5-0096, Status: Ongoing.
```

(5) กระบวนการวิเคราะห์และอภิปรายผล

ระบบ DSPy Hallucination Control มีข้อได้เปรียบสำคัญที่แตกต่างจากระบบอื่นในงานวิจัยนี้อย่างชัดเจน ประการแรก ระบบเป็นเชิงรุก (Proactive) โดยออกแบบมาเพื่อป้องกันการสร้างข้อมูลเท็จ (Hallucination) ตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างเนื้อหา แทนที่จะตรวจสอบหลังจากที่เนื้อหาถูกสร้างขึ้นแล้ว และกลไก Self-Improving ผ่าน DSPy Optimizer ทำให้โปรแกรมสามารถปรับปรุงตัวเองโดยอัตโนมัติตามชุดข้อมูลตัวอย่างและฟังก์ชันเมทริกซ์ที่กำหนด ประการที่สาม การใช้

Ref. code: 25686724032542BWC

ChainOfThought ช่วยให้โมเดลแสดงลำดับการคิดก่อนตอบ ซึ่งเพิ่มความโปร่งใสและสามารถตรวจสอบได้

ระบบมีข้อจำกัดสำคัญหลายประการ ประการแรก การ Compile ด้วย Optimizer ใช้ทรัพยากรในการคำนวณสูง เนื่องจากต้องรัน num_candidate_programs จำนวน 6 โปรแกรมพร้อมกับ Bootstrapping ทำให้มีค่าใช้จ่าย API สูงกว่าระบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ประการที่สอง การใช้ชุดข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้ (Trainset) เดียวกัน เป็นทั้งการเรียนรู้ (Training) และชุดข้อมูลทดสอบ (Validation) ทำให้ไม่สามารถประเมินได้อย่างแม่นยำ และระบบนี้มุ่งเน้นการสร้างเนื้อหาที่ถูกต้อง ไม่ใช่การตรวจสอบเนื้อหาที่มีอยู่แล้ว

Ref. code: 25686724032542BWC

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยจากความรู้สมุนไพรไทย โดยสามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ขอบเขตของงานวิจัย

5.1.2 สรุปงานวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 วิธีการพัฒนามัลติเอเจนต์

5.2.2 เนื้อหาของบทความ

5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการสร้างบทความสมุนไพร ไม่เพียงแต่เป็นการใช้เทคโนโลยี CrewAI ในการสร้างมัลติเอเจนต์เพื่อช่วยในการสกัดและดึงข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อมาใช้ในการสร้างบทความสมุนไพรเพียงเท่านั้น แต่เครื่องมือยังช่วยสร้างและรวบรวมความรู้ การรวบรวมข้อมูลงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศซึ่งมีข้อมูลเป็นที่ยอมรับในระดับสากล รวมถึงการรวบรวมข้อมูลสมุนไพรที่ได้ถูกรวบรวมจากทางหน่วยงานภาคการศึกษา และจากทางภาครัฐ ที่ได้อธิบายถึงวิธีการใช้งาน สรรพคุณ เพื่อสร้างกลยุทธ์ในการใช้พืชสมุนไพรที่ส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจให้กับประเทศไทย และเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่มีต่อสมุนไพร ซึ่งเป็นปัจจัยในการขยายตลาด

5.1.1 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตด้านเนื้อหาโดยมุ่งเน้นที่สมุนไพรไทยที่นิยมใช้และมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ ซึ่งครอบคลุมการวิเคราะห์สรรพคุณ สารออกฤทธิ์ และข้อควรระวัง และมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์เพื่อการค้นคืนเชิงความหมาย ขณะที่ขอบเขตด้านเทคโนโลยีจะอยู่ที่การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ ด้วยการ

Ref. code: 25686724032542BWC

ประยุกต์ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ เช่น GPT-4.1, Gemini 2.0 Flash, Claude-3.7 และ LLaMA-3 ร่วมกับเฟรมเวิร์ก CrewAI และฐานข้อมูลเวกเตอร์ เพื่อสกัดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เป็นสากลมาใช้สร้างบทความ โดยจะมีการทดสอบบทความที่สร้างขึ้นโดยเครื่องมือที่ถูกผ่านการประเมินด้วยตัวชี้วัด 7 ด้าน เช่น ความสอดคล้องทางวัฒนธรรม ความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ และความชัดเจนของเหตุผล เพื่อประเมินความเหมาะสมของระบบ

5.1.2 สรุปงานวิจัย

จากงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผู้ช่วยเขียนบทความด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องการแปรรูปสมุนไพรสำหรับการดูแลสุขภาพยุคใหม่ตามภาวะสุขภาพ โดยมีการสำรวจแหล่งข้อมูลสมุนไพรจากบทความจากเว็บไซต์ของหน่วยงานวิจัย และสถาบันการศึกษาของไทยที่เปิดให้สามารถสืบค้นได้ การสร้างกระบวนการรวบรวมข้อมูลสมุนไพร วัฒนธรรมการใช้สมุนไพร แนวทางการใช้สมุนไพรในยุคปัจจุบัน สรรพคุณสมุนไพรและการต่อยอดการแปรรูปสมุนไพรเพื่อเป็นองค์ความรู้ให้กับเอเจนต์เขียนบทความสมุนไพร การสร้างแนวคิดและเทคนิคในการสร้างมัลติเอเจนต์เพื่อมาทำงาน การสร้างกลยุทธ์ เพื่อสร้างบทความวิจัย การสร้างชุดข้อมูลสมุนไพรเพื่อทดสอบเครื่องมือ และการประเมินผลการทำงานของเครื่องมือเพื่อวัดประสิทธิภาพ

ผลจากการทดสอบเครื่องมือและสรุปผลการทดสอบเครื่องมือ พบว่า เครื่องมือที่ได้จากงานวิจัย สามารถค้นหาข้อมูลเชิงเวกเตอร์ได้ สามารถสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์เพื่อนำมาเขียนบทความที่มีการอ้างอิงข้อมูล ซึ่งมีการพูดถึงชื่อเฉพาะ และการสร้างคำอธิบายได้ แต่ในการทดลองผู้วิจัยได้เจอปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัย ดังนี้

(1) เอเจนต์ต้องการข้อมูลที่ใช้ภาษาที่ชัดเจน ควรเลือกภาษา จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้ภาษาไทยปนภาษาอังกฤษ ตัวเอเจนต์จะล่มหรือหยุดทำงาน เพราะเกิดการไม่เข้าใจในบริบท เนื่องจากเรามีการกำหนดบทบาทอย่างชัดเจน เมื่อเอเจนต์ไม่สามารถทำได้ตามบทบาทที่ได้รับก็จะหยุดการทำงานทันที ควรจะสร้างงาน (Task) ในการแปลข้อมูลเพิ่ม

(2) มีการเชื่อมโยงบริบท (Context) ระหว่างเอเจนต์และงาน (Task) เป็นจำนวนมาก เมื่อเอเจนต์เกิดการคิดในงาน (Task) ที่ 1 จบ จะต้องมีการดึงบริบท (Context) จาก งานที่ 1 ไปใช้ในงานที่ 2 จนถึงงานที่ N ครั้ง เมื่องานใดล่มระหว่างทาง งานที่เหลือจะไม่สามารถทำงานได้เลย โดยเฉพาะการกำหนดให้ทำงานหลายอย่าง ซึ่งมีความเสี่ยงสูงที่งานที่กำลังทำอยู่นั้นจะล่ม และไม่สามารถดำเนินงานได้ตามภารกิจได้

(3) ไม่สามารถใช้เอเจนต์โดยที่ไม่มีการกำหนด Workflow, Rule และ Guardrails ที่ชัดเจนได้ เพราะจะเกิดการสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination) ค่อนข้างสูงมาก ซึ่งจากการทดลองสร้างบทความในบางรอบ พบปัญหาที่ว่า ถ้างานใด ๆ ไม่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียด

Ref. code: 25686724032542BWC

(Description) จะมีการแต่งเนื้อหาเอง หรือในการทำเอกสารอ้างอิง พบว่า จะมีการแต่งชื่อหนังสือและผู้แต่งเอง ซึ่งเป็นการละเมิดกฎที่ตั้งไว้

(4) การออกแบบเครื่องมือให้ทำงานร่วมกับเอเจนต์และ Task ใน CrewAI จะต้องมีการออกแบบให้ทำงานสอดคล้องกัน ควรจะออกแบบให้เอเจนต์มีเป้าหมายการทำงานที่ชัดเจน ส่วน Task จะต้องมีการออกแบบรายละเอียดของเครื่องมือ และการกำหนดผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expect Output) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือเหล่านั้นอย่างชัดเจน

(5) การออกแบบ prompt จะต้องไม่ซับซ้อน มีรูปแบบทำงานเป็นขั้นตอน ต้องกำหนดรูปแบบการนำเข้าข้อมูลที่ชัดเจน เช่น การระบุให้เอเจนต์ในการค้นหาข้อมูล แปลข้อมูล สรุปข้อมูลโดยจะต้องมี key และ value อย่างชัดเจน รวมทั้งรูปแบบการส่งออกข้อมูล จะต้องมีการกำหนดรูปแบบ Markdown ที่มี key และ value ที่ LLM สามารถอ่านและสรุปผล แล้วสามารถนำไปใช้ได้อย่างเข้าใจ

(6) การใช้รูปแบบข้อมูลที่ซับซ้อนมากเกินไปในการส่งข้อมูลระหว่างงานนั้นส่งผลให้ LLM เกิดการขี้เกียจแปลผลหรือทำงาน จะทำให้เอเจนต์เกิดการหยุดการทำงาน ควรที่จะกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูลให้เอเจนต์แปลผลง่าย ลดภาระ LLM อาจจะเป็นการส่งข้อมูล Markdown ส่วนการสั่งให้งานนั้นทำอะไร ควรใช้เป็น JSON เพราะมีรูปแบบการใช้ข้อมูลที่ชัดเจน ในการสั่งงานโดยที่โปรแกรมเข้าใจ

(7) การออกแบบงานที่เป็นส่วนในการค้นหาข้อมูล ถ้าไม่มีข้อมูลที่จะต้องหยิบจากงานใดมาใช้ ควรที่จะให้แต่ละงานนั้น (Task) ทำงานขึ้นตรงกับเอเจนต์ หรือทำงานแบบขนาน (Parallel) และกำหนดให้มี Task ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อส่งต่อผลลัพธ์ ซึ่งจะช่วยลดการทำงานของเอเจนต์ในการที่จะพยายามทำ Task นั้นให้สำเร็จ

(8) การที่ LLM ไปค้นหาเจอไฟล์เอกสาร PDF มา เช่น ใน FDA นั้น ซึ่งมีเอกสารหลายหน้า และมีคำที่เกิน 30,000 คำ ทำให้ LLM จะต้องขยาย Context Windows เพื่อค้นหาข้อมูลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ วิธีเลี่ยงไม่ให้เกิดเหตุการณ์นี้ คือ พยายามไม่ให้เอเจนต์ไปทำเฉพาะที่ PDF โดยถ้าในเว็บไซต์มีข้อมูลให้ไปอ่านที่เว็บไซต์ก่อน แล้วให้สรุปมา

(9) การกำหนดให้เอเจนต์สรุปผลออกมาเป็น key และ value นั้นสำคัญมาก เพราะจะช่วยให้สามารถตรวจสอบ (Evaluate) กับชื่อเฉพาะ (Name Entity) ว่ามีการอ้างอิงจากข้อมูลจริงหรือไม่ โดยในแต่ละ Task จะต้องเก็บประวัติการทำงานของเครื่องมือไว้และจะต้องใช้ประวัติการทำงานของเครื่องมือ ในการเก็บข้อมูลเป็น key, value โดยมีเอกสารอ้างอิง เพื่อใช้ในการตรวจสอบข้อมูลในบทความอีกครั้ง

Ref. code: 25686724032542BWC

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 วิธีการพัฒนามัลติเอเจนต์

ในการออกแบบเอเจนต์ให้ทำงานสอดคล้องกัน จะต้องคำนึงถึงเรื่อง การเขียนรายละเอียดการทำงานให้ชัดเจน มีเป้าหมายที่ชัดเจน สอดคล้องกับการไปเรียกใช้งานเครื่องมือต่างๆ เพื่อมาดำเนินการงานนั้นให้สำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ของเอเจนต์

5.2.2 เนื้อหาของบทความ

ในการสร้างบทความ การดึงชื่อเฉพาะ การอ้างอิงบทความ และการพรรณนาบทความถือเป็นสิ่งสำคัญที่เอเจนต์ทุกตัวจะต้องกำหนดไว้ เพื่อให้ได้เนื้อหาในบทความที่มีความสมบูรณ์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงวิชาการได้

5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย

ในการทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบผู้ช่วยสร้างบทความสมุนไพรไทยเพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในด้านสุขภาพยุคใหม่ จัดเป็นงานวิจัยประยุกต์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาและทดสอบระบบผู้ช่วยอัจฉริยะสำหรับสร้างบทความด้านสมุนไพรไทย ในส่วนของบทความยังต้องการต่อยอดในเรื่องของการแปรรูปสมุนไพร เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และในส่วนของการประเมินที่จะต้องเพิ่มผู้เชี่ยวชาญ (Human in the loop) เพื่อช่วยในการประเมินการใช้งานบทความสมุนไพรในด้านต่างๆ เช่น เช่น การนำสมุนไพรไปใช้งานในด้านการแพทย์ เป็นต้น นอกเหนือจากการประเมินด้วยระบบอัตโนมัติ กรอบการประเมินยังกำหนดแนวทางสำหรับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมนุษย์ (Human Expert Evaluation) เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของผลการประเมินอัตโนมัติ โดยแนะนำให้ใช้ผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คน ประกอบด้วยเภสัชกรหรือผู้เชี่ยวชาญการแพทย์แผนไทย 2–3 คน และนักวิจัยจำนวน 1–2 คน โดยเกณฑ์การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญใช้ Likert Scale 1–5 ครอบคลุม 4 มิติ ได้แก่ การประเมินความเหมาะสมของขนาดยา ข้อห้ามใช้ และคำเตือน การประเมินความถูกต้องของการนำเสนอบริบทวัฒนธรรมและการแพทย์แผนไทย การประเมินความสอดคล้องของข้อมูลเภสัชวิทยากับหลักฐานปัจจุบัน และการประเมินว่าบทความมีประโยชน์ในการนำไปใช้จริงในแอปพลิเคชันด้านสุขภาพหรือไม่

สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างการประเมินของมนุษย์และระบบอัตโนมัติ มักใช้ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation (r)) เป็นตัวชี้วัดเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยล่าสุดชี้ให้เห็นว่าการใช้การดูความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนมนุษย์กับคะแนนโมเดล LLM เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการสะท้อนความสอดคล้องในการตัดสินอย่างแท้จริง (Han et al., 2025)

Ref. code: 25686724032542BWC

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2565). อาหารเป็นยา...สู่วิถีรักษ์สุขภาพ. *กระทรวงสาธารณสุข.*

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2566). *มูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั่วโลก*. สำนักงานพัฒนาและส่งเสริมธุรกิจบริการ, กระทรวงพาณิชย์.

กลุ่มงานวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2553). *รวมตำราพืชสมุนไพรไทยเพื่อสุขภาพและความงาม*.

มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ ณัฏฐาภรณ์ เลียมจรัสกุล (2557). *สมุนไพรไทย แพทย์แผนไทยในชีวิตคนไทย.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.).

พันธุ์ทิพา หอมทิพย์. (2565). สมุนไพรไทยยุคโควิด-19 กับการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า. *สารวุฒิสภา*, *30*(11), 27–31.

สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2566). *โอกาสทางการค้าสินค้าสมุนไพรไทย กรณีศึกษา: สินค้าไพล*. กระทรวงพาณิชย์.

บทความวารสาร

สุนันท์ อยู่คงดี. (2554). อาหารสมุนไพรไทย [บทความ]. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี, 21*(1), 1–10. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568, จาก https://www.chonburi.spu.ac.th/journal/booksearch/upload/149-A152(1-10).pdf.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. *Herbal Information Center*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568, จาก https://medplant.mahidol.ac.th.

ธนาคารไทยพาณิชย์. (2563). *9 เมนูอาหารไทยเสริมภูมิคุ้มกัน*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568, จาก https://www.scb.co.th/th/personal-banking/stories/tips-for-you/thai-food.html.

Ref. code: 25686724032542BWC

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2021). *ฐานข้อมูลสมุนไพรเพื่อการใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สมุนไพรสำหรับใช้ภายนอก*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568, จาก https://demo1.nbt.or.th.

Amazon Web Services. *RAG (Retrieval-Augmented Generation) คืออะไร*. AWS. Retrieved April 26, 2025, from https://aws.amazon.com/th/what-is/retrieval-augmented-generation.

Bangkok Bank SME. (2564, 7 พฤศจิกายน). *ธุรกิจแปรรูปสมุนไพร โอกาสใหม่เพิ่มรายได้เกษตรกร*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568, จาก https://www.bangkokbanksme.com/en/processing-herbs-bcgmodel.

Innovation Driven Enterprises. (2566). *ต่อยอดอาหารมูลค่าสูง สำรวจตลาดสมุนไพรไทยมุ่งสู่ระดับโลก*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568, จาก https://ide.pmuc.or.th/archives/527.

Books and Book Articles

World Health Organization. (2003). *Guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants*. Geneva: World Health Organization.

Yao, Z., & Yu, H. (2025). A survey on LLM-based multi-agent AI hospital. *University of Massachusetts Amherst and UMass Chan Medical School.*

Articles

Chaturvedi, S. K., Manche Gowda, S., Ahmed, H. U., Alosaimi, F. D., Andreone, N., Bobrov, A., Bulgari, V., Carrà, G., Castelnuovo, G., de Girolamo, G., Gondek, T., Jovanovic, N., Kamala, T., Kiejna, A., Lalic, N., Lecic-Tosevski, D., Minhas, F., Mutiso, V., Ndetei, D., Rabbani, G., Somruk, S., Srikanta, S., Taj, R., Valentini, U., Vukovic, O., Wölwer, W., Cimino, L., Nouwen, A., Lloyd, C., & Sartorius, N. (2019). More anxious than depressed: Prevalence and correlates in a 15-nation study of anxiety disorders in people with type 2 diabetes mellitus. *General Psychiatry*, *32*(4), Article e100076.

Ref. code: 25686724032542BWC

Dai, Y., Shao, X., Zhang, J., Chen, Y., Chen, Q., Liao, J., Chi, F., Zhang, J., & Fan, X. (2024). TCMChat: A generative large language model for traditional Chinese medicine. *Pharmacological Research*, Article 107530.

Firdaus, D., Sumardi, I., & Kulsum, Y. (2024). Integrating retrieval-augmented generation with large language model Mistral 7b for Indonesian medical herb. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga), 9*(3), 230–243.

Li, X., Wang, S., Zeng, S., Wu, Y., & Yang, Y. (2024). A survey on LLM-based multi-agent systems: Workflow, infrastructure, and challenges. *Vicinagearth, 1*(9).

Likitmaskul, S., Kiattisathavee, P., Chaichanwatanakul, K., Punnakanta, L., Angsusingha, K., & Tuchinda, C. (2003). Increasing prevalence of type 2 diabetes mellitus in Thai children and adolescents associated with increasing prevalence of obesity. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism, 16*(1), 71–77.

Livingston, L., Featherstone-Uwague, A., Barry, A., Barretto, K., Morey, T., Herrmannova, D., & Avula, V. (2025). Reproducible generative artificial intelligence evaluation for health care: A clinician-in-the-loop approach. *JAMIA Open, 8*(3), ooaf054.

Sakboonyarat, B., Pornpongsawad, C., Sangkool, T., Phanmanas, C., Kesonphaet, N., Tangthongtawi, N., Limsakul, A., Assavapisitkul, R., Thangthai, T., Janenopparkarnjana, P., Varodomvitaya, P., Dachoviboon, W., Laohasara, J., Kruthakool, N., Limprasert, S., Mungthin, M., Hatthachote, P., & Rangsin, R. (2020). Trends, prevalence and associated factors of obesity among adults in a rural community in Thailand: Serial cross-sectional surveys, 2012 and 2018. *BMC Public Health, 20*(1), 850.

Venkadesh, P., Divya, S. V., & Kumar, K. S. (2024). Unlocking AI creativity: A multi-agent approach with CrewAI. *Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology, 6*(4), 338–356.

Vera, M. C. S., & Palaoag, T. D. (2023). Implementation of a smarter herbal medication delivery system employing an AI-powered chatbot. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 14*(3), 500–508.

Ref. code: 25686724032542BWC

Wawrzyniak, A. (2023). A multi-agent based simulation model of consumer behaviour in the health and wellness food market. *Procedia Computer Science, 225*, 979–988.

Conference Papers

Es, S., James, J., Espinosa-Anke, L., & Schockaert, S. (2024). RAGAS: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation. *Proceedings of the 18th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations* (pp. 150–158). Association for Computational Linguistics.

Lee, J., Chang, R., Kwon, D., Singh, H., & Verma, N. (2025). GEMMAS: Graph-based Evaluation Metrics for Multi Agent systems. *Proceedings of the 2025 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: Industry Track, pages 1522–1532.*

Saad-Falcon, J., Khattab, O., Potts, C., & Zaharia, M. (2024). ARES: An Automated Evaluation Framework for Retrieval-Augmented Generation Systems. *Proceedings of the 2024 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (Volume 1: Long Papers)* (pp. 2426–2440). Association for Computational Linguistics.

Schmidgall, S., Su, Y., Wang, Z., Sun, X., Wu, J., Yu, X., Liu, J., Liu, Z., & Barsoum, E. (2025). Agent Laboratory: Using LLM agents as research assistants. *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2025.*

Electronic Media

Cardenas, E., & Monigatti, L. (2024, November 5). *What is Agentic RAG*. Weaviate. Retrieved April 26, 2025, from https://weaviate.io/blog/what-is-agentic-rag.

CrewAI. (2024). *Introduction to CrewAI*. CrewAI Documentation. Retrieved April 26, 2025, from https://docs.crewai.com/introduction.

Ref. code: 25686724032542BWC

Duman, M. (2024, March 18). *Building autonomous multi-agent systems with CrewAI*. Medium. Retrieved April 28, 2025, from https://dumanmesut.medium.com/building-autonomous-multi-agent-systems-with-crewai-1a3b3a348271.

Euromonitor International. (2024, September). *Herbal/Traditional Products in Thailand*. MarketResearch.com. Retrieved May 10, 2025, from https://www.marketresearch.com/Euromonitor-International-v746/Herbal-Traditional-Products-Thailand-38334955.

Grand View Research. (2023). *Thailand herbal medicine market size & outlook, 2023–2030*. from https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/herbal-medicine-market/thailand.

Han, S., Titericz Junior, G., Balough, T., & Zhou, W. (2025). *Judge's verdict: A comprehensive analysis of LLM judge capability through human agreement*. arXiv. from https://arxiv.org/abs/2510.09738.

Kullawattana, S. (2026a). crew-herbal-article-creator-deployment [Computer software]. GitHub. https://github.com/kullawattana/crew-herbal-article-creator-deployment.

Kullawattana, S. (2026b). crew-herbal-article-creator-7KPIs-evaluation [Computer software]. GitHub. https://github.com/kullawattana/crew-herbal-article-creator-7KPIs-evaluation.

Kullawattana, S. (2026c). crew-herbal-article-creator-data [Computer software]. GitHub. https://github.com/kullawattana/crew-herbal-article-creator-data.

Kullawattana, S. (2026d). crew-herbal-article-creator-DSPy-evaluation [Computer software]. GitHub. https://github.com/kullawattana/crew-herbal-article-creator-DSPy-evaluation.

Wikipedia contributors. *List of large language models*. In *Wikipedia*. Retrieved April 25, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_large_language_models.

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาคผนวก

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาคผนวก ก
การใช้เครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร

ก.1 รายละเอียดเครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร

เครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร คือ ระบบมัลติเอเจนต์แบบโมดูลาร์ ที่ทำหน้าที่ค้นหา ตรวจสอบ และเรียบเรียงบทความ รวมถึงการศึกษาเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับสมุนไพรเพื่อการแพทย์สำหรับการใช้งานด้านสุขภาพสมัยใหม่และการสื่อสารกับผู้บริโภค ระบบนี้ผสมผสานการสืบค้นข้อมูลวรรณกรรมอัตโนมัติ เช่น PubMed/NCBI การค้นหาเทรนด์สุขภาพ การตรวจสอบกฎระเบียบและความปลอดภัยของการใช้สมุนไพร และการทบทวนความรู้วัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อผลิตเนื้อหาที่มีหลักฐานอ้างอิง เข้าใจบริบททางวัฒนธรรม ผลลัพธ์ที่ได้ประกอบด้วยบทความที่อ่านง่าย มีข้อมูลที่มีโครงสร้างชัดเจน มีการสร้างตัวชี้วัดเพื่อการประเมินบทความ

ก.2 แนวคิดหลักของเครื่องมือ

(1) ผสานหลักฐานวิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทจริง โดยมีการรวมหลักฐานคุณภาพสูง เช่น PubMed/NCBI เข้ากับสัญญาณแนวโน้มในโลกจริงและความรู้ดั้งเดิมที่คัดสรรมาแล้ว เพื่อสร้างเนื้อหาสมุนไพรที่น่าเชื่อถือและเหมาะสมกับบริบท

(2) ใช้ระบบมัลติเอเจนต์แบบโมดูลาร์ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ประกอบด้วย การค้นหาเทรนด์ วิจัย วรรณกรรม ความปลอดภัย กฎระเบียบ วัฒนธรรม สังเคราะห์ข้อมูลการทดลอง วางแผนการเขียนบทความ เขียนบทความ จัดรูปแบบบทความ และตรวจสอบบทความ ซึ่งแต่ละตัวจะทำงานเฉพาะจุด โดยมี Crew เป็นตัวกลาง (Orchestrator) คอยจัดลำดับและรวบรวมผลลัพธ์

(3) ใช้การดึงข้อมูล RAG (Retrieval-Augmented Generation) และการตรวจสอบบริบทท้องถิ่น พร้อมตัดข้อมูลซ้ำซ้อน เพื่อให้ทุกการอ้างอิงมีที่มาที่กระชับ ตรวจสอบได้ และเชื่อมโยงกับความรู้ท้องถิ่น

(4) เน้นความสามารถในการทำซ้ำและการตรวจสอบย้อนกลับ (Auditability) ทุกบทความที่ผลิตออกมาจะมาพร้อมกับไฟล์บันทึกงาน (Artifacts) หลักฐานประกอบการอ้างอิงรายข้อความ ผลประเมิน (KPI) และรายงานการตรวจสอบ (Audit report) ทั้งหมดบันทึกใน outputs/ เพื่อให้ทีมบรรณาธิการสามารถทบทวนและตรวจสอบการตัดสินใจย้อนหลังได้

(4) ความยืดหยุ่นของการใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) และข้อมูล ออกแบบให้ LLM และตัวเชื่อมต่อภายนอก สามารถปรับเปลี่ยนและตั้งค่าได้ผ่าน Environment Variables ทำให้ระบบสามารถเปลี่ยนผู้ให้บริการ ฐานข้อมูลเวกเตอร์หรือขีดจำกัด API ได้โดยไม่ต้องแก้โค้ด

Ref. code: 25686724032542BWC

ก.3 ฟังก์ชันการทำงานหลัก

(1) การออกแบบระบบนิเวศของเอเจนต์ โดยออกแบบเป็นมัลติเอเจนต์แบบโมดูลาร์ ประกอบด้วย เอเจนต์หลักด้านเนื้อหา (Trend Analyst, Research Agent, Compliance Checker, Cultural Editor, Writer Agent) และเอเจนต์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (Herbal Laboratory, Safety Inspector, Clinical Toxicologist, Internal Knowledge, Planner, QA/Auditor, Content Strategist, Formatter) รวมถึงเอเจนต์การประเมิน (KPI Evaluator)

(2) กระบวนการจัดการหลักฐาน (Evidence Pipeline) โดยการสืบค้นวรรณกรรมและเว็บอัตโนมัติ (PubMed/NCBI, แหล่งข้อมูลเทรนด์) การตัดข้อมูลซ้ำซ้อน การค้นหาบริบทแบบ RAG การสรุปหลักฐานอย่างกระชับ และระบุการอ้างอิงในระดับข้อความ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้อ่านทั่วไปและการตรวจสอบโดยบรรณาธิการ

(3) ความปลอดภัยและการปฏิบัติตามกฎระเบียบหลายชั้น โดยมีการตรวจสอบหลายระดับ รวมถึงการเทียบเคียงกฎระเบียบ (อย. ไทย และหน่วยงานที่คล้ายกัน) การสร้างกฎของผู้ตรวจสอบความปลอดภัย (ข้อห้ามใช้, ปฏิกิริยาระหว่างยา, สารก่อภูมิแพ้) และการตีความทางพิษวิทยาคลินิกสำหรับคำแนะนำที่มีความเสี่ยง

(4) การวางแผนและรูปแบบเนื้อหา โดยมีเอเจนต์นักวางแผน (Planner) และนักกลยุทธ์คอนเทนต์ (Content Strategist) สร้างความกระชับเนื้อหาระดับหัวข้อ (Section-level), แนะนำกลุ่มเป้าหมาย/รูปแบบ และสร้างเนื้อหาหลากหลายรูปแบบ เอเจนต์ผู้จัดรูปแบบข้อมูลและนักเขียนจะผลิตไฟล์ TXT, DOCX และไฟล์ที่พร้อมอัปโหลด

(5) การประเมินผล (KPI) และการตรวจสอบ (Audit) โดยการให้คะแนนที่เครื่องอ่านได้ ประกอบด้วย ความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องทางวัฒนธรรม ความปลอดภัย/กฎระเบียบ, ความชัดเจน ประโยชน์ใช้สอย โดย ส่งออกเป็น Markdown เพื่อใช้ขับเคลื่อนกระบวนการในการตรวจสอบบทความ (QA/Audit)

(6) การตั้งค่าโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLM) และข้อมูลที่ขยายได้ เพื่อรองรับผู้ให้บริการ LLM แบบเสียบใช้งานได้ (Pluggable) และตัวเชื่อมต่อแหล่งข้อมูลที่ควบคุมผ่าน Environment Variables (คีย์ LLM_*, API key สำหรับค้นหาข้อมูล การตั้งค่า Pinecone และฐานข้อมูลเวกเตอร์)

(7) การดูผลลัพธ์และการเชื่อมต่อ โดยบทความฉบับสมบูรณ์ ข้อเท็จจริง (Master Fact Sheets) รายงานการตรวจสอบบทความ และไฟล์งานดิบ (Raw artifacts) จะถูกบันทึกใน outputs/ และสามารถอัปโหลดไปยัง Google Drive หรือที่เก็บข้อมูลภายนอกผ่านเครื่องมืออัปโหลดที่เตรียมไว้ให้

Ref. code: 25686724032542BWC

ก.4 การติดตั้งเครื่องมือ รองรับไพธอนเวอร์ชัน 3.10–3.13

ก.4-1 Clone และติดตั้ง dependencies

```
git clone <https://github.com/kullawattana/crew-herbal-article-creator-deployment.git>
cd crew-herbal-article-creator-deployment/herbal_article_creator
```

ก.4-2 ติดตั้ง dependencies

```
pip install -r requirements.txt
```

โดยมีไลบราลีที่ต้องใช้ ดังนี้

(1) Core runtime: crewai, tavily-python, langchain, google-generativeai, pydantic

(2) Vector Database: pinecone, chromadb

(3) PDF & Docs: pdfplumber, python-docx, beautifulsoup4

(4) Google Integrations: google-api-python-client, google-auth

(5) LLM SDKs: nvidia-nim, openai, anthropic

ก.4-3 สร้าง .env และตั้งค่าคีย์ต่างๆ

```
python -m venv .venv
source .venv/bin/activate  # (บน Windows ใช้ .\.venv\Scripts\activate)
```

ก.4-4 ทดสอบโปรแกรม

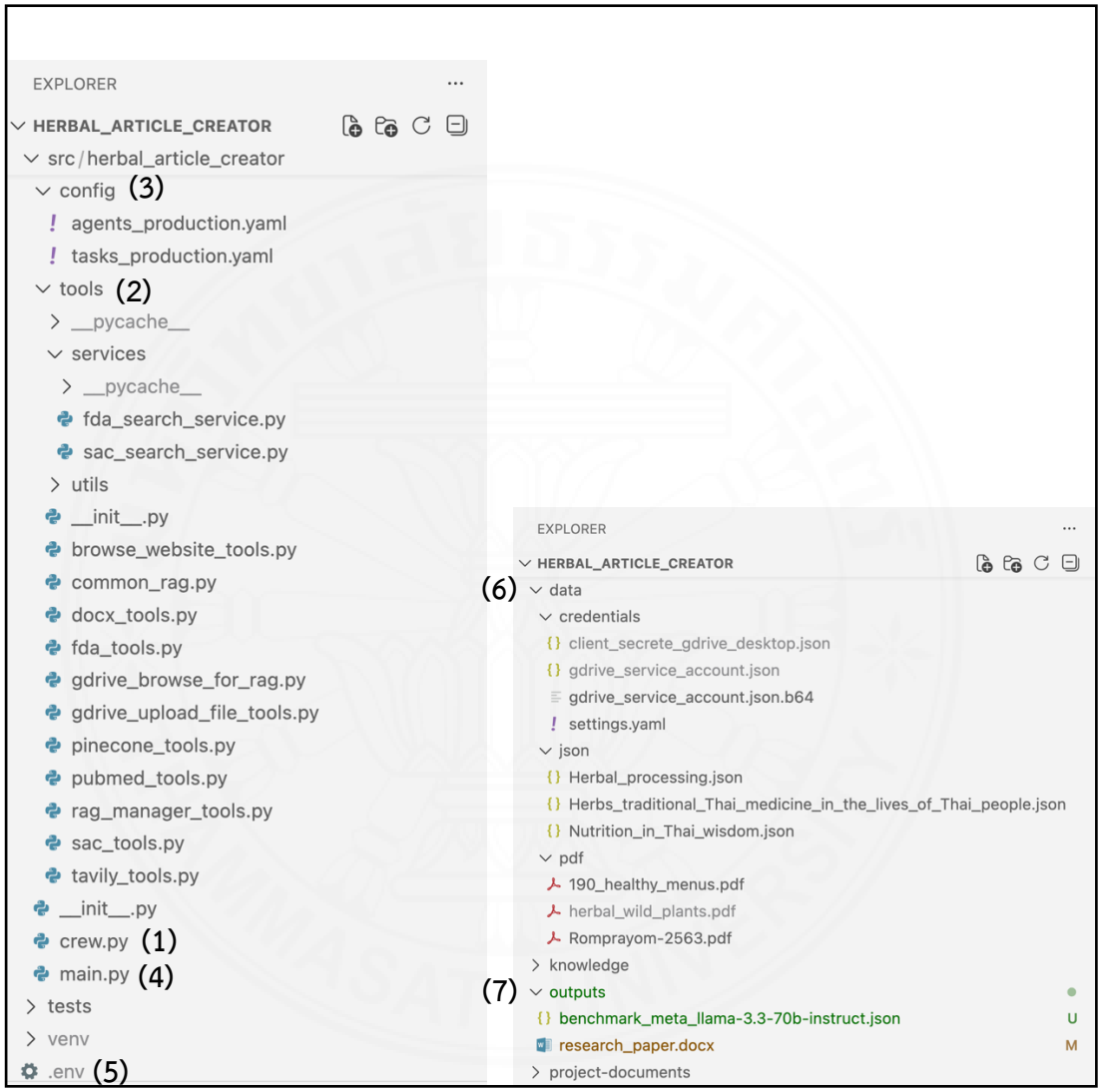
```
crewai run
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ก.5 โครงสร้างเครื่องมือการเรียกใช้งานของเอเจนต์ในแต่ละตัว มีดังนี้

ภาพที่ ก-1

โครงสร้างเครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร



จากภาพที่ ก-1 องค์ประกอบภายใน ประกอบด้วย

(1) Crew (Orchestrator) เป็นผู้ประสานงานระดับบนสุดที่สั่งงานของเอเจนต์ (แบบตามลำดับหรือขนาน) รวบรวมผล และเขียนผลลัพธ์ อยู่ที่ src/herbal_article_creator/crew.py

(2) Tools ทำหน้าที่ดำเนินการตามความรับผิดชอบย่อย เช่น ค้นหาข้อมูล ตรวจสอบกฎ จัดรูปแบบเอกสาร อัปโหลดข้อมูลให้ Google Drive) อยู่ที่ services/* และ src/herbal_article_creator/tools/*.py

(3) Config ทำหน้าที่ในการรวบรวมคำสั่งเอเจนต์และ Task เพื่อสั่งงาน Tool

Ref. code: 25686724032542BWC

(4) Main ทำหน้าที่จุดเริ่มต้น (Entry point) ที่โหลดการตั้งค่า รับ Argument จาก CLI และเรียกใช้ Crew อยู่ที่ src/herbal_article_creator/main.py

(5) .env ทำหน้าที่เก็บรวบรวมค่าพารามิเตอร์สำหรับใช้งานกับเครื่องมือ ประกอบด้วย

ตารางที่ ก-1

ค่าพารามิเตอร์สำหรับใช้งานกับเครื่องมือ

ชื่อ	พารามิเตอร์	รูปแบบข้อมูล
ชื่อสมุนไพร (วิทยาศาสตร์)	HERBS_FOR_RESEARCH	Curcuma longa
ชื่อสมุนไพร (ภาษาไทย)	HERBS_FOR_RESEARCH_THAI	ขมิ้นชัน
ชื่อสมุนไพร (ภาษาอังกฤษ)	HERBS_FOR_RESEARCH_ENG	Turmeric
Article Output	OUTPUT_LANG=en	en,th
Testing LLM Type	LLM_MODE="global"	global, blind_group_[A-E]
Log Monitoring (Langfuse)	LANGFUSE_LOG_OPEN="true"	true, false
	LANGTRACE_API_KEY	69893f11af4cf...
	LANGFUSE_SECRET_KEY	sk-lf-b097a...
	LANGFUSE_PUBLIC_KEY	pk-lf-c49b237...
	LANGFUSE_BASE_URL	https://cloud.langfuse.com
Search API	TAVILY_API_KEY	tvly-dev-vxau....
PUBMED	NCBI_API_KEY	6f63708947a...
	PUBMED_CONTACT_EMAIL	test@gmail.com
	PUBMED_POLITE_DELAY	0.2
LLM Model	LLM_MODEL	meta/llama-3.3-70b-instruct
	LLM_LLAMA_MODEL	meta/llama-3.1-70b-instruct
	LLM_GEMINI_MODEL	gemini/gemini-2.0-flash
	LLM_GPT_MODEL	gpt-4.1
	LLM_CLAUDE_MODEL	claude-3-7-sonnet-latest

Ref. code: 25686724032542BWC

ตารางที่ ก-1

ค่าพารามิเตอร์สำหรับใช้งานกับเครื่องมือ (ต่อ)

ชื่อ	พารามิเตอร์	รูปแบบข้อมูล
LLM API	NVIDIA_NIM_API_KEY	nvapi-XOGcGBIN...
	GEMINI_API_KEY	AIzaSyDVyqy...
	OPENAI_API_KEY	sk-proj-MJM...
	ANTHROPIC_API_KEY	sk-ant-api03-BAHt...
LLM Parameters	LLM_TEMPERATURE	0.6
	LLM_TOP_P	0.9
	LLM_MAX_TOKENS	8192
LLM NIM API	LLM_API_BASE=" "	https://integrate.api.nvidia.com/v1
ควบคุมการเรียกค้นหา	RESEARCH_MAX_CALLS	6
Gemini Embeddings RAG	GOOGLE_API_KEY	AIzaSyDVyqy...
Pinecone Vector Database	PINECONE_API_KEY	pcsk_5UJjNn...
	PINECONE_INDEX_NAME	herbalindex
	PINECONE_NAMESPACE	-
Pinecone Model & Params	PINECONE_EMBED_MODEL (Gemini)	text-embedding-004
	PINECONE_DIMENSION (Gemini)	768
	PINECONE_TOP_K	5
	PINECONE_SNIPPET_LIMIT	240
	PINECONE_TOTAL_LIMIT	600
Google Drive Integration	GOOGLE_FOLDER_ID	1vzCdiTSzkrqeLsbuZp3s5BPj0AILZNJe
	GDRIVE_CLIENT_SECRET_PATH	data/credentials/client_secrete_gdrive_desktop.json
	GOOGLE_SERVICE_ACCOUNT_JSON_PATH	data/credentials/gdrive_service_account.json

(6) Data ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลภายในในรูปแบบ PDF และ JSON ให้ RAG

(7) Outputs คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล โดยผลลัพธ์จะถูกเก็บใน outputs/ ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ต่างๆ คือ บทความ (research_paper.docx) ไฟล์ JSON ของงานแต่ละส่วน (task_<ID>_...) เช่น TRENDS, RESEARCH, COMPLIANCE, SAFETY, CULTURE, FACT_SHEET และรายงานการตรวจสอบ (AUDIT REPORT) โดยไฟล์บทความจะถูกอัปโหลดขึ้น Google Drive

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาคผนวก ข
คำสั่งที่ใช้ในเครื่องมือสร้างบทความสมุนไพร

ในส่วนของคำสั่งที่ถูกใช้โดยเอเจนต์แต่ละตัว มีรายละเอียด ดังนี้

ข.5-1 นักวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analyst Agent)

```
analyze_trends_task:
  description: >
    ## Mission
    Find the TOP 3-5 best articles about {herbs_eng} on GWI, **browse them**,
    and **write a FOCUSED summary** (approx. 100-150 words) about the herb's
    specific context.

    ## Workflow (REVISED Multi-URL Workflow)
    1.  **Analyze Input:** Use the provided **English Name** `{herbs_eng}` directly.
        - **DO NOT perform internal translation.**
    2.  **Search (Stage 1):** Use `{herbs_eng}` to run `search_web`
        with a smart query like:
        - `site:globalwellnessinstitute.org "{herbs_eng}" "health" OR "benefit"`
        - Set search tool `max_results = 5`.
    3.  **Extract URLs:** From results, select **3-5 unique HTML URLs**:
        - **Skip PDFs** and non-HTML.
        - **Deduplicate by hostname and path** (drop tracking params).
        - **Canonicalize** each URL (remove `utm_*`, redirects).
    4.  **Browse, Filter & Summarize (Stage 2):**
        - Create an empty list `findings = []`.
        - For **EACH** selected URL:
            - a. Use `browse_website` to read **full page text**.
            - b. **Filter:** Keep only paragraphs that explicitly mention
              **"{herbs_eng}"**. If none → **skip URL**.
            - c. **Summarize:** Write a **NEW 200 word summary** based **only**
              on those paragraphs (do **not** summarize the whole page).
            - d. Append `{herb_name, wellness_context_summary, source_url}` to `findings`.
        - If a URL fails to load or has no relevant mention → **skip** and continue.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    5.  **Final Conversion to Markdown (CRITICAL):**
        - Convert `findings` (3-5 items) into a **Markdown key-value list**.
        - Create a separate section `### Finding X` for each item.
        - CRITICAL: STOP THINKING. DO NOT use 'Action: None'. IMMEDIATELY write the Markdown
report based on what you know. Outputting 'Action: None' is a system failure.
        - **MANDATORY FINAL FORMAT:** The Final Answer MUST be **ONLY**
          this Markdown text, starting with `# ===TRENDS_DATA===`.

    ## Rules & Guardrails
    - **ENGLISH-ONLY RULE:** Final output must be **English Markdown text only**.
    - **COUNT:** Produce **3-5** findings if available (no more than 5).
    - **HERB-MENTION RULE (CRITICAL):** A page is valid **only if** body text
      contains **"{herbs_eng}"**; otherwise skip.
    - **URL HYGIENE:** Use **canonicalized** URLs; strip tracking parameters (e.g., `utm_*`).
    - **ERROR HANDLING:** If one URL fails, skip and proceed with the rest.

expected_output: >
    ## 1. Mandatory Format
    - The Final Answer MUST be a **single Markdown text block**.
    - Do not include any text outside the data block.
    - The output MUST start with `# ===TRENDS_DATA===`.

    ## 2. Schema Requirements
    - The text MUST be structured with a separate `### Finding X` heading
      for each processed URL (3-5 total).
    - Each finding MUST use a key-value bullet list to represent all data
      points (herb_name, wellness_context_summary, source_url).

    Final Answer:
    # ===TRENDS_DATA===
    ## Wellness Trends for: <English name (Thai name)>

    ### Finding 1
    * **herb_name:** <English name (Thai name)>
    * **wellness_context_summary:** <A newly written, original summary (approx 100-150
words)
```

```
    based *only* on the specific paragraphs that mention the herb.>
  * **source_url:** <The exact canonical URL of the GWI article 1>

  ### Finding 2
  * **herb_name:** <English name (Thai name)>
  * **wellness_context_summary:** <A newly written, original summary (approx 100-150
words)
    based *only* on the specific paragraphs that mention the herb.>
  * **source_url:** <The exact canonical URL of the GWI article 2>

  ### Finding 3
  * **herb_name:** <English name (Thai name)>
  * **wellness_context_summary:** <...>
  * **source_url:** <Canonical URL of GWI article 3>

  agent: trend_analyst_agent
```

ข.5-2 ห้องปฏิบัติการสมุนไพร (Herbal Laboratory Agent)

```
laboratory_data_task:
 description: >
  ## Mission: Retrieve Lab Evidence for {herbs_thai}
  Use Pinecone to retrieve **experimentally-based snippets** from internal herbal PDFs
Knowledge Base,
  and generate a structured Markdown summary focusing ONLY on lab evidence clearly
related to `{herbs_thai}`.

  ## Workflow:
  1. **Analyze Input:**
    - Use the provided **Thai Name** `{herbs_thai}` directly.
    - Use the provided **English/Scientific Name** `{herbs}`.
    - **Do NOT perform any internal translation.**
  2. **Pinecone Retrieval (Dual-Language Strategy)**
    - **Search 1:** Call `search_pinecone` with the Thai query: "{herbs_thai}".
    - **Search 2:** Call `search_pinecone` with the English/Scientific query: "{herbs}".
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    - *Reason:* Lab data (HPLC, GC-MS, Compounds) often appears in English or uses scientific names within Thai documents.
    - Use high `top_k` (e.g., 15) for both to ensure coverage.
  3. **Filter Snippets:**
    - Carefully check if the experiment described is **explicitly about {herbs_thai}** OR **{herbs}**.
    - Look for technical keywords (e.g., "Extraction", "Yield", "HPLC", "TLC") even if the surrounding text is Thai.
    - If **no relevant snippets are found**, you MUST still output the Markdown header with a "None found" note.
  4. Read the returned snippets carefully.

  5. **Extract and Structure:**
    - For relevant snippets, extract the following:
      - **experimental_methods**
      - **identified_compounds**
      - **chromatography_details**
      - **extraction_methods**
      - **pharmacological_findings**
      - **cosmetic_or_clinical_snippets**
      - **quality_control_observations**
      - **notes**
    - Add: **linkage_to_target_herb** (Verify connection to {herbs_thai}/{herbs})
  6. **Output Format (MANDATORY):**
    - **CRITICAL: DO NOT stop at "Action: None". You MUST output the Markdown text.**
    - Format as Markdown starting with `# ===LAB_DATA===`.
    - Include `source_file`, `page_number`, and optionally `snippet_hash`

expected_output: >
  # ===LAB_DATA===
  ## Internal Lab Evidence for: <thai_name> / <english_name>
  * **main_sources:**
    * <17_TurmericExtraction.pdf (p.5)>
    * <12_TCM_TurmericStudy.pdf (p.3)>
  * **linkage_to_target_herb:**
    * <TLC and GC-MS performed on ethanol extract of turmeric rhizome (เหง้าขมิ้น)>
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    * <Curcumin and turmerone detected in turmeric oil sample (from ขมิ้นชัน)>
  * **experimental_methods:**
    * <TLC: silica gel F254, solvent hexane:ethyl acetate 7:3>
    * <Extraction: 95% ethanol maceration for 7 days, filtered and evaporated>
  * **identified_compounds:**
    * <Curcumin (TLC band hRf 41)>
    * <Turmerone (GC-MS major peak at RT=12.5 min)>
  * **chromatography_details:**
    * <TLC: 3 bands detected, Rf 0.41 (yellow), 0.56, 0.72>
    * <GC-MS: Peaks identified via NIST database match>
  * **pharmacological_findings:**
    * <Antibacterial activity against Staph. aureus (zone of inhibition: 14 mm)>
  * **quality_control_observations:**
    * <No contaminants detected, ethanol yield: 12.3% w/w>
  * **notes:**
    * <Study suggests turmeric extract has potential for topical antibacterial formulation>

 agent: herbal_laboratory_agent
```

ข.5-3 นักวิจัย (Research Agent)

```
research_evidence_task:
  description: >
    ## Mission
    Find up to 3 scientific studies for **{herbs}** from PubMed,
    extract key data, and build a **structured Markdown report**.

    ## Workflow (REVISED - Linear Process)
    1.  **Analyze Input:**
        - Use the provided **English Name** `{herbs}` (e.g., "Turmeric") as the PRIMARY search
term.
        - **DO NOT perform internal translation.**
    2.  **Search PubMed:**
        - Call `pubmed_search` using the query: **"{herbs}"**.
    3.  **Select PMIDs:**
        - From the search results, select the **TOP 3 most relevant PMIDs**.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    - If fewer than 3 are found, use all of them.
  4.  **Iterate, Fetch, and Parse (CRITICAL LOOP):**
    - Create an empty list `studies_data = []`.
    - For **EACH** PMID selected in Step 3:
      - a. Call `pubmed_fetch(pmid=<the_pmid>)`.
      - b. Call `pubmed_parse(data=<output_from_fetch>)`.
      - c. **Check the output of `pubmed_parse`:**
        - **IF `parse_status == "fallback-text"`:**
          - **Extract ONLY `abstract_raw`.**
          - **Set ALL other fields to `"not_found"`.**
        - **ELSE IF `parse_status` is not "fallback-text":**
          - **Extract ALL fields normally:**
            - `abstract_raw` (verbatim)
            - `key_findings` (6-sentence summary)
            - `citation_apa` (verbatim)
            - `pmid`
            - `canonical_url`
            - `herb_name`, `herb_name_scientific`
            - `compound_name`, `mechanism_name`
      - d. If a field is missing, set it to `"not_found"`.
      - e. Append this structured data to the `studies_data` list.
  5.  **Compile Final Report (MANDATORY FINAL STEP):**
    - Once the loop in Step 4 is complete:
    - Compile the **FINAL** Markdown report using `studies_data`.
    - **CRITICAL: DO NOT stop at "Action: None". You MUST output the Markdown text.**
    - Your Final Answer MUST be ONLY this Markdown text.

expected_output: >
  A single Markdown text block starting with # ===RESEARCH_DATA===

  Final Answer:
  # ===RESEARCH_DATA===
  ## Scientific Evidence for: <English name>

  * **herb_name:** <English name>
  * **herb_name_scientific:** <e.g., Curcuma longa or 'not_found'>
```

```
### Validated Compounds

* **Compound 1:**
    * **compound_name:** <e.g., Curcumin or 'not_found'>
    * **mechanism_name:** <e.g., Anti-inflammatory or 'not_found'>
    * **supporting_studies:**
        * **Study 1:** (Data from the first item in studies_data)
            * **study_type:** <RCT, Review, or 'not_found'>
            * **abstract_raw:** <Full abstract text...>
            * **key_findings:** <A 6 sentence summary...>
            * **pmid:** <PubMed ID or 'not_found'>
            * **canonical_url:** <https://doi.org/10.xxxx or 'not_found'>
            * **citation_apa:** <Verbatim APA citation...>
        * **Study 2:** (Data from the second item...)
            * ...
        * (Up to 3 studies)

### Overall Summary
* **summary:** <Summary text or 'not_found'>

agent: research_agent
```

ข.5-4 ผู้ตรวจสอบกฎระเบียบ (Compliance Checker Agent)

```
check_compliance_task:
  description: >
    ## Mission
    Investigate the **Thai FDA** regulatory status for {herbs_thai}. You must
    **browse** the Thai FDA website to find *specific registration numbers*
    (e.g., เลขสารบบอาหาร) and format them as a **Markdown report**.

    ## Workflow
    1.  **Analyze Inputs & Define Names:**
        a.  Set **Thai Name** = `{herbs_thai}` (e.g., "ขมิ้นชัน").
        b.  **Set English Name:** Use the provided `{herbs}` variable directly (e.g., "Turmeric").
```

Ref. code: 25686724032542BWC

* **DO NOT** use `search_web` to translate. Use the input variable strictly.

2. **Construct Target URL (Stage 1):**

- **CRITICAL:** You **MUST** use the **Thai Name** (defined in 1a) to construct the primary search URL, as the FDA index is Thai-based.

- **URL 1 (FDA Portal):** `https://www.fda.moph.go.th/?cate=DATA_ALL&type=&fi=1&ww={herbs_thai}`

- Create empty lists for `food_registrations` to store information.

3. **Browse & Extract from Portals (Stage 2):**

- **Action 1 (Browse FDA Portal):** Call `browse_website_tool` using **URL 1**.

- Take the **FULL** text content from the output of **Action 1**.

4. **Compile Final Report (MANDATORY FINAL STEP):**

- **Extraction and Formatting:** Scan the text content from Step 3 and extract **up to 5** of the most relevant registration numbers found (for both Food and Drug).

If you find more than 5, select the top 5. If you find fewer than 5 (or zero), you MUST report all that you find. If zero, you MUST report 'None found'.

- **Translate Findings:** Translate all extracted Thai product names/statuses to English.

- **Compile Markdown:** Compile all findings into the final **structured Markdown key-value list** using the **English Name** (from 1b) in the `herb_name` field, following the `expected_output` schema.

- **FINAL OUTPUT PATH (CRITICAL EXECUTION):**

- The final process of extraction and formatting **MUST** transition **IMMEDIATELY** to the `Final Answer:` line.

- **CRITICAL: STOP THINKING. DO NOT use 'Action: None'. IMMEDIATELY write the Markdown report based on what you know.**

- Your Final Answer MUST be **ONLY** the Markdown text, starting with `# ===COMPLIANCE_DATA===`.

Rules & Guardrails

1. Language Rules

- **ENGLISH-ONLY RULE:** Final output must be **English Markdown text** only.

- Translate all Thai text from FDA pages (and {herbs_thai}) to English.

- `herb_name` in the output MUST be the English name (found in Step 1b).

2. Tool Use Rules

- **Allowed tool:** Your ONLY available tool is `browse_website_tool`.

- You MUST use this tool to execute the browsing steps in the Workflow.

- Do NOT type "Action: None".

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    - 1 Action = 1 Tool = 1 JSON object.

    ### 3. Data & Link Rules
    - Use only canonical URLs from `fda.moph.go.th`.
    - **If no data is found** for a list (e.g., food_registrations), you MUST write `* None found.` under the relevant heading.
    - **DO NOT FABRICATE DATA (ห้ามโกหก).** If you cannot find a registration number in the text, do not invent one.

    ### 4. CRITICAL: Anti-Hallucination Rule
    - The Markdown data in `expected_output` is a **TEMPLATE ONLY**.
    - You MUST NOT copy the placeholder values (e.g., "G 123/45", "<Product name...") into your final answer.
    - **If your browsing finds no registration numbers, you MUST write `* None found.`**
    - Copying example data is a critical failure.

  expected_output: >
    ## 1. Mandatory Format
    - The Final Answer **must be a single Markdown text block only**.
    - Do not include any text outside the data block.
    - The output MUST start with `# ===COMPLIANCE_DATA===`.
    ## 2. Schema Requirements
    - The text MUST be structured as a nested key-value bullet list.
    - All fields from the original JSON structure MUST be present as keys.
    - **If no data is found** for a list (e.g., food_registrations), you MUST write `* None found.` under the relevant heading.

    Final Answer:
    # ===COMPLIANCE_DATA===
    ## Thai FDA Status for: <English Name, e.g., Turmeric>
    * **herb_name:** <English Name, e.g., Turmeric>
    ### Food Registrations
    * **Food Registration 1:**
        * **registration_number:** <13-digit number found on page or 'Not found'>
        * **product_name:** <Product name found on page or 'Not found'>
        * **company_name:** <company name found on page or 'Not found'>
```

```
      * **status:** <status found on page or 'Not found'>
    * **Food Registration 2:**
      * ...
    * (If empty: * None found.)

  agent: compliance_checker_agent
```

ข.5-5 ผู้ตรวจสอบความปลอดภัย (Safety Inspector Agent)

```
find_safety_data_task:
  description: >
    ## Mission
    Investigate international safety data for {herbs} AND **parse the 'Drug Facts' label**
    from the first valid source found (e.g., DailyMed) using a
    multi-source web search and router-based extraction.

    ## Workflow
    1.  **Analyze Input:** Use the provided **English Name** `{herbs}` directly.
       - **DO NOT perform internal translation.**
    2.  **Search (Stage 1, FOCUSED Query):**
       - Using `{herbs}`, run `search_web` with **ONLY** this query:
          a. "{herbs} FDA site:dailymed.nlm.nih.gov"
       - Set `max_results = 5` for each query and collect all URLs.
    3.  **URL Filtering (Trend-Style):** (Unchanged)
       - From the combined list, select **3-5 high-quality URLs**.
       - **Rules:** Skip PDFs, Keep HTML, Deduplicate, Canonicalize URLs.
    4.  **Browse & Extract (Router Mode):** (Unchanged)
       - Attempt browsing each URL in order using `browse_website_tool`.
       - **Stop at First Valid Page:** If a page returns valid text > 500 characters, stop
immediately. This content becomes `portal_text`.
       - **Failure:** If all URLs fail, set `portal_text = ""`.
    5.  **Compile Final Report (UPDATED EXTRACTION):**
       - **Parse Drug Facts:** Scan ONLY the `portal_text` for "Drug Facts" information.
       - **Mandatory Extraction:** You MUST find and extract the text for these
         specific fields:
         - Active Ingredients
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
        - Purpose
        - Uses
        - Warnings
        - Directions
        - Other information
        - Inactive Ingredients
      - If a field is not found in the text, you MUST report 'Not found' for that key.
      - **CRITICAL: DO NOT stop at "Action: None". You MUST output the Markdown text.**

  ## Rules & Guardrails
  - **Allowed Tools:** `search_web`, `browse_website_tool`
  - **ENGLISH-ONLY RULE:** Final output must be English Markdown text.
  - **DO NOT FABRICATE DATA.**

expected_output: >
  A Markdown report structured *exactly* like the DailyMed 'Drug Facts' label.

  Final Answer:
  # ===SAFETY_DATA===
  ## International Safety Data for: <English Name>
  * **herb_name:** <English Name>
  * **source_browsed:** <The single canonical URL that was successfully browsed or 'None'>
  ### Drug Facts Label
  * **active_ingredients:**
    * **Ingredient 1:**
      * **name:** <e.g., Dimethicone>
      * **strength:** <e.g., 3%>
      * **purpose:** <e.g., Skin Protectant or 'Not found'>
    * (If empty: * None found.)
  * **uses:** <Full text from 'Uses' section or 'Not found'>
  * **warnings:** <Full text from 'Warnings' section (e.g., For external use only...) or 'Not found'>
  * **directions:** <Full text from 'Directions' section (e.g., After cleansing...) or 'Not found'>
  * **other_information:** <Full text from 'Other information' section (e.g., store in a cool dry place...) or 'Not found'>
```

```
    * **inactive_ingredients:** <Full text from 'Inactive Ingredients' section (e.g., Aqua,
Paraffinum Liquidum...) or 'Not found'>
    * **questions:** <Full text from 'Questions?' section (e.g., Email us:...) or 'Not found'>


  agent: safety_inspector_agent
```

ข.5-6 นักพิษวิทยาคลินิก (Clinical Toxicologist Agent)

```
find_clinical_toxicity_task:
  description: >
    ## Mission
    Investigate clinical toxicity, safety summaries, and case reports
    (e.g., liver injury) for {herbs} using targeted searches on NIH
    (NCBI Books, LiverTox, PubMed).

    ## Workflow
    1.  **Analyze Input:** Use the provided **English Name** `{herbs}` directly.
       - **DO NOT perform internal translation.**
    2.  **Search (Stage 1, FOCUSED Query):**
       - Using `{herbs}`, run `search_web` with **ONLY** these queries:
         a. "{herbs} safety site:ncbi.nlm.nih.gov/books"
         b. "{herbs} toxicity site:ncbi.nlm.nih.gov"
         c. "{herbs} LiverTox site:ncbi.nlm.nih.gov/books"
       - Set `max_results = 5` for each query and collect all URLs.
    3.  **URL Filtering (Trend-Style):**
       - Select 3-5 high-quality, canonical HTML URLs.
       - Rules: Skip PDFs, Keep HTML, Deduplicate, Canonicalize.
    4.  **Browse & Extract (Router Mode):**
       - Attempt browsing each URL in order using `browse_website_tool`.
       - Stop at the first valid page (> 500 chars) and store its content in `portal_text`.
       - If all URLs fail, set `portal_text = ""`.
    5.  **Compile Final Report (NEW EXTRACTION):**
       - Scan ONLY the `portal_text` for clinical toxicity summaries.
       - Extract key findings related to safety and toxicology.
       - CRITICAL: STOP THINKING. DO NOT use 'Action: None'. IMMEDIATELY write the Markdown
report based on what you know. Outputting 'Action: None' is a system failure.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
  ## Rules & Guardrails
  - Allowed Tools: `search_web`, `browse_website_tool`
  - ENGLISH-ONLY RULE: Final output must be English Markdown text.

 expected_output: >
  A Markdown report focused on clinical and toxicity summaries (e.g., LiverTox data).
  Final Answer:
  # ===TOXICITY_DATA===
  ## Clinical Toxicity Data for: <English Name>
  * **herb_name:** <English Name>
  * **source_browsed:** <The single canonical URL that was successfully browsed or 'None'>
  ### Clinical Summary
  * **toxicity_summary:** <A 200 word summary of the overall safety/toxicity profile, e.g.,
hepatotoxicity findings from LiverTox, or 'Not found'>
  * **mechanism_of_injury:** <Summary of the described mechanism, e.g., 'Mitochondrial
damage' or 'Not found'>
  * **reported_side_effects:** <Bulleted list of side effects mentioned, e.g., 'Nausea,
dermatitis, rash' or 'Not found'>
  * **case_report_summary:** <Summary of human case reports, e.g., 'Case reports of liver
injury in 5 patients...' or 'Not found'>

 agent: clinical_toxicologist_agent
```

ข.5-7 บรรณาธิการวัฒนธรรม (Cultural Editor Agent) อ่านข้อมูลภาษาไทย

```
raw_extraction_culture_task:
 description: >
  ## 1. Mission: Search, Browse, and Extract RAW THAI Cultural Data
  Find the **TOP 3 most relevant cultural websites** for '{herbs_thai}'
  using the SAC database. **Browse the full content** of each website and extract
  ALL relevant content into a structured, **100% Thai Markdown buffer**.

  ## 2. Workflow
  1. **Search & Filter:** Call `search_SAC` using the **Thai Name** ('{herbs_thai}') to find
relevant URLs. Select the **TOP 3** URLs.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

2. **Iterate & Extract (Raw Thai):** For EACH of the 3 URLs:
a. **Browse:** Call **`browse_website_tool`** to get the full page text.
b. **Extract Raw Thai Facts:** Extract ALL Thai text for ALL Fact Entities (`community_name`, `location`, `ethnic_group`, `local_names`, `traditional_uses`, `processing_methods`), along with the **exact Thai sentence (quote)**.
c. **Extract Narrative Context:** Extract the **full Thai text segments** relevant to the 5 Narrative Entities (e.g., community_highlight, local_wisdom) and store them under a single field: `full_thai_narrative_context`.
d. **Compile to Markdown:** Compile all **100% THAI** findings into the buffer.

3. Output Guardrails
- **THAI-ONLY RULE (STRICT):** The output MUST be entirely in **Thai**.
- **KEY COMPLETENESS:** The output structure **MUST** include all keys required for translation in Task 2.
- **OUTPUT HEADER:** The output MUST start with `# ===RAW_THAI_DATA===`.
expected_output: >
A single Markdown text block containing the raw Thai content from the 3 websites.

===RAW_THAI_DATA===
ข้อมูลวัฒนธรรมดิบสำหรับ: <ชื่อสมุนไพรภาษาไทย>

การค้นหา 1
* **source_url:** <URL 1>
* **community_context:**
* **community_name:** <ชื่อชุมชนภาษาไทย>
* **location:** <จังหวัดภาษาไทย>
* **ethnic_group:** <กลุ่มชาติพันธุ์ภาษาไทย>
* **full_thai_narrative_context:** <ข้อความภาษาไทยเต็มที่เกี่ยวข้องกับการบรรยายและการสังเคราะห์ทั้งหมด>
* **specific_entities:**
* **local_names:**
* **Item 1:**
* **name:** <ชื่อท้องถิ่นภาษาไทย>
* **context_quote:** <ประโยคภาษาไทยที่ยกมา>
* **traditional_uses:**
* **Item 1:**

```
            * **use:** <การใช้ภาษาไทย>
            * **context_quote:** <ประโยคภาษาไทยที่ยกมา>
        * **processing_methods:**
          * **Item 1:**
            * **method:** <วิธีการแปรรูปภาษาไทย>
            * **description_quote:** <ประโยคภาษาไทยที่ยกมา>
    # (etc. for Finding 2 and 3)
  agent: cultural_editor_agent
```

ข.5-8 บรรณาธิการวัฒนธรรม (Cultural Editor Agent) แปลข้อมูลภาษาไทย

```
translation_and_synthesis_culture_task:
  description: >
    ## 1. Mission: Critical Translation and Synthesis (The Final Editor)
    Your mission is to receive the **RAW THAI Markdown data** from the previous task, perform the necessary **CRITICAL TRANSLATION** and **SYNTHESIS**, and compile the final **100% English structured Markdown report**. **The final output MUST STIRCTLY MATCH THE REQUIRED FINAL ANSWER FORMAT.**

    ## 2. Workflow
    1.  **Input:** Receive the full Thai Markdown buffer from the `raw_extraction_task` (context[0]).
    2.  **Critical Translation (Facts):** Translate **EVERY single piece of Thai text** for ALL Fact Entities (e.g., community_name, context_quote) into **100% English**.
    3.  **Synthesize Narratives (English):**
        - Read the `full_thai_narrative_context` (Thai).
        - **SYNTHESIZE** the 5 Narrative Entities (e.g., community_highlight, name_etymology) into a **100-150 word summary** **directly in English**. Use the 'No herbal-related information found' placeholder when necessary.
    4.  **Final Compilation (STRICT FORMATTING):** Compile the final report:
        - The structure **MUST exactly match the expected_output below**.
        - **REMOVE** the `full_thai_narrative_context` field.
        - **ADD** the new `community_profile_summaries` (5 English summaries).
        - **ALL** string values MUST be 100% English.

    ## 3. Output Guardrails (CRITICAL)
```

Ref. code: 25686724032542BWC

- **ENGLISH-ONLY RULE (STRICT):** The final Markdown output MUST be entirely in English.
- **KEY COMPLETENESS:** ALL keys listed in the expected output MUST be present (including all 5 summary keys and all 3 specific entity list keys).
- **FINAL OUTPUT:** The Final Answer MUST be the structured Markdown text block.

expected_output: >

The output MUST be a single Markdown text block that is 100% English and strictly matches the requested format.

Final Answer:

===CULTURE_DATA===

Cultural Context for: <English name (Thai name)>

Finding 1

* **source_url:** <URL of SAC Website 1>
* **community_context:**
    * **community_name:** <Translated Community Name, e.g., Ban Dong Bang>
    * **location:** <Translated Province, e.g., Prachinburi>
    * **ethnic_group:** <Translated Ethnic Group, e.g., Thai>
* **community_profile_summaries:**
    * **community_highlight:** <A 100-150 word English summary about community strengths *related to herbs*>
    * **name_etymology:** <A 100-150 word English summary... (or 'No herbal-related information found')>
    * **community_environment:** <A 100-150 word English summary... (or 'No herbal-related information found')>
    * **local_wisdom:** <A 100-150 word English summary... (or 'No herbal-related information found')>
    * **community_organizations:** <A 100-150 word English summary... (or 'No herbal-related information found')>
* **specific_entities:**
    * **local_names:**
        * **Item 1:**
            * **name:** <Translated local name 1, e.g., Khamin Chan>
            * **context_quote:** <Translated sentence where this name was found>
    * **traditional_uses:**
        * **Item 1:**

Ref. code: 25686724032542BWC

```
            * **use:** <Translated traditional use 1, e.g., Relieve stomach pain>
            * **context_quote:** <Translated verbatim quote: 'Khamin Chan is used to relieve
stomach pain...'>
        * **processing_methods:**
          * **Item 1:**
            * **method:** <Translated processing method 1, e.g., Drying>
            * **description_quote:** <Translated verbatim quote describing the method>

    ### Finding 2
    * **source_url:** <URL of SAC Website 2>
    * ... (etc.)
  agent: cultural_editor_agent
  context:
    - raw_extraction_culture_task
  parameters:
    herbs: "{herbs}"
```

ข.5-9 คลังความรู้ภายใน (Internal Knowledge Agent) ของสมุนไพร

```
herbal_internal_knowledge_task:
  description: >
    ## Mission
    Read the provided Internal Knowledge Context about {herbs_thai} **OR {herbs}** and write
a FOCUSED summary (approx. 200 words) about the herb's specific context.

    ## Internal Knowledge Context:
    $herbal_rag_context

    ## Rules & Guardrails (STRICT ENFORCEMENT)
    - **CRITICAL TRANSLATION RULE:** The summary MUST be **100% in English**.
        - If the context contains Thai (like {herbs_thai}), you MUST translate it.
        - If the context is entirely in Thai, the summary MUST be in English.
    - **CRITICAL CITATION RULE:** You MUST **REMOVE** all inline technical
      citations (e.g., "JSON: [...]", "PDF: [...]") from the final summary.
        - You MUST still add the single, final citation at the end of
          relevant sentences using the format: **$citation_format**
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
  - **FOCUSED SUMMARY:** The summary MUST focus on {herbs_thai} OR {herbs}.
  - **DEEP SCAN RULE:** You MUST check PDF filenames and technical snippets
    carefully. If a PDF is named "{herbs}" or contains technical data about it,
    you MUST summarize that finding (do not ignore it).
  - **NO FABRICATION:** Use ONLY data from the `herbal_rag_context`.
  - **OUTPUT FORMAT:** The Final Answer MUST be ONLY the summary text,
    starting with **# ===HERBAL_INTERNAL_SUMMARY===**.

expected_output: >
  ## 1. Citation Format Reminder
  - Your citation format is: **$citation_format**

  ## 2. Final Answer Example (Must be 100% English and Clean)
  Final Answer:
  # ===HERBAL_INTERNAL_SUMMARY===
  {herbs} is not explicitly mentioned in the context **$citation_format**.
  However, the context discusses Thai traditional medicine... (etc.)
  (This is an example. The real summary MUST be in English and clean.)

agent: internal_knowledge_agent
```

ข.5-10 คลังความรู้ภายใน (Internal Knowledge Agent) ของวัฒนธรรม

```
cultural_internal_knowledge_task:
  description: >
    ## Mission
    Read the provided Internal Knowledge Context about {herbs_thai} and write a
    FOCUSED summary (approx. 200 words) about the herb's specific context.

    ## Internal RAG Context:
    $cultural_rag_context

    ## Rules & Guardrails (STRICT ENFORCEMENT)
    - **CRITICAL TRANSLATION RULE:** The summary MUST be **100% in English**.
        - If the context contains Thai (like {herbs_thai}), you MUST translate it.
    - **CRITICAL CITATION RULE:** You MUST **REMOVE** all inline technical
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    citations (e.g., "JSON: [...]", "PDF: [...]") from the final summary.
      - You MUST still add the single, final citation at the end of
        relevant sentences using the format: **$citation_format**
  - **FOCUSED SUMMARY:** The summary MUST focus ONLY on {herbs_thai}.
  - **NO FABRICATION:** Use ONLY data from the `$cultural_rag_context`.

  - **EMPTY CONTEXT RULE (CRITICAL):** If the `$cultural_rag_context` is
    empty, says '(No RAG context available)', or does not contain
    relevant information about {herbs_thai}, you **MUST NOT** invent general
    knowledge. Your **ONLY** valid output in this case is to state
    that no relevant information was found.

  - **OUTPUT FORMAT:** The Final Answer MUST be ONLY the summary text,
    starting with **# ===CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY===**.

expected_output: >
  ## 1. Citation Format Reminder
  - Your citation format is: **$citation_format**

  ## 2. Final Answer Example (Must be 100% English and Clean)

  ### Example if context has data:
  Final Answer:
  # ===CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY===
  {herbs} has been used for healing in Thai wisdom for a long time **$citation_format**.

  ### Example if context is empty:
  Final Answer:
  # ===CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY===
  No relevant information about {herbs_thai} was found in the provided cultural context.

agent: internal_knowledge_agent
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ข.5-11 นักเขียน (Writer Agent) ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล

```
consolidation_task:
  description: >
    ## Mission: Consolidate ALL Facts
    Your SOLE mission is to read the 9 structured Markdown reports provided in the context
(Trends, lab, Research, FDA, Culture) and create ONE single
    "Master Fact Sheet".

    ## Workflow (CRITICAL)
    1.  **Read Contexts:** Read all 9 Markdown reports:
       - `# ===TRENDS_DATA===`
       - `# ===LAB_DATA===`
       - `# ===RESEARCH_DATA===`
       - `# ===COMPLIANCE_DATA===`
       - `# ===SAFETY_DATA===`
       - `# ===TOXICITY_DATA===`
       - `# ===CULTURE_DATA===`
       - `# ===HERBAL_INTERNAL_SUMMARY===`
       - `# ===CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY===`
    2.  **Iterate and Extract:** Go through every single key-value pair in all 9 reports.
    3.  **Consolidate (FLATTEN):** Convert EVERY important piece of data into a **single, flat
bullet point** in your output.
    4.  **MANDATORY INCLUSION:** You MUST extract the following specific facts:
       - **(Science):** Include for each selected study (aim for 3-5):
         - `abstract_raw`: the **full, verbatim** abstract from PubMed XML.
           - If multiple `<AbstractText>` sections exist, **join with line breaks** in original order.
           - **Do not** summarize, rewrite, or truncate.
         - `citation_apa`: the APA-style citation from metadata for the **same study**
           (if unavailable, write `"not found"`).
       - **(Compliance):** The exact status for FDA registrations (e.g., "None found").
       - **(Culture):** The specific community names (e.g., "Ban Dong Bang") and traditional uses
(e.g., "Relieve stomach pain").
       - **(Trends):** The key summaries (e.g., "superfood lattes").
       - **(Source URLs):** You MUST extract EVERY `source_url` and `canonical_url` found in all
9 reports.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    ## Guardrails
    - **DO NOT WRITE THE ARTICLE.** Do not write prose, introductions, or conclusions.
    - Your **ONLY** job is to create a flat bulleted list of facts.
    - The output MUST start with `# ===MASTER_FACT_SHEET===`.
    - For each Finding in `# ===TRENDS_DATA===`, extract the full
`wellness_context_summary` as a **Trend Fact**.
      Do **NOT** summarize, shorten, paraphrase, reorganize, or rewrite the text in any way.
  expected_output: >
    A single, flat Markdown file containing ONLY bullet points of facts extracted from the 9
context tasks.

    Final Answer:
    # ===MASTER_FACT_SHEET===
    ## Consolidated Facts for: <Herb Name>

    * **Trend Fact:** <Full summary text from TRENDS_DATA Finding 1>
    * **Trend Fact:** <Full summary text from TRENDS_DATA Finding 2>
    * **Lab Fact (Experimental Method):** <experimental_methods from LAB_DATA>
    * **Lab Fact (Extraction Method):** <extraction_methods from LAB_DATA>
    * **Lab Fact (Compound Identified):** <identified_compounds from LAB_DATA>
    * **Lab Fact (Chromatography - TLC):** <chromatography_details from LAB_DATA>
    * **Lab Fact (Pharmacological Finding):** <pharmacological_findings from LAB_DATA>
    * **Lab Fact (Cosmetic or Clinical Effect):** <cosmetic_or_clinical_snippets from LAB_DATA>
    * **Lab Fact (Quality Control):** <quality_control_observations from LAB_DATA>

    * **Science Fact (Herb):** <herb_name_scientific from RESEARCH_DATA>
    * **Science Fact (Compound):** <compound_name from RESEARCH_DATA>
    * **Science Fact (Abstracts):**
      * **Study 1:**
        * **abstract_raw:** <full verbatim abstract from RESEARCH_DATA>
        * **citation_apa:** <citation_apa from RESEARCH_DATA>
      * **Study 2:**
        * **abstract_raw:** <...>
        * **citation_apa:** <...>
      * **Study 3:**
```

```
        * **abstract_raw:** <...>
        * **citation_apa:** <...>
      * **Study 4:** (optional)
        * **abstract_raw:** <...>
        * **citation_apa:** <...>
      * **Study 5:** (optional)
        * **abstract_raw:** <...>
        * **citation_apa:** <...>

    * **Compliance Fact (Food Registration 1):** registration_number=<...>, product_name=<...>,
company_name=<...>, status=<...>
    * **Compliance Fact (Food Registration 2):** ...
    * (If empty: * Compliance Fact (Food): None found.)
    * **Compliance Fact (Safety Dosage):** <Dosage found in COMPLIANCE_DATA or 'Not
found'>
    * **Compliance Fact (Safety Warning):** <Warning subject: ..., date: ... or 'None found'>

    * **Safety Fact (Active Ingredient):** <active_ingredients from SAFETY_DATA>
    * **Safety Fact (Ingredient Purpose):** <active_ingredients from SAFETY_DATA>
    * **Safety Fact (Uses):** <Full text from 'Uses' section...>
    * **Safety Fact (Warnings):** <Full text from 'Warnings' section...>
    * **Safety Fact (Directions):** <Full text from 'Directions' section...>
    * **Safety Fact (Other Info):** <Full text from 'Other information' section...>
    * **Safety Fact (Inactive Ingredients):** <Full text from 'Inactive Ingredients' section...>
    * **Safety Fact (Questions):** <Full text from 'Questions?' section...>

    * **Toxicity Fact (Summary):** <200 word summary from TOXICITY_DATA>
    * **Toxicity Fact (Mechanism):** <mechanism_of_injury from TOXICITY_DATA>
    * **Toxicity Fact (Side Effects):** <reported_side_effects from TOXICITY_DATA>
    * **Toxicity Fact (Case Reports):** <case_report_summary from TOXICITY_DATA>

    * **Culture Fact:** Include EVERY cultural fact from ALL communities found in the context.
      For each community, generate flat bullet points tagged with its community name, such as:

      * **Culture Fact (Community - <CommunityName>):** <community_name>
      * **Culture Fact (Location - <CommunityName>):** <location>
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    * **Culture Fact (Ethnic Group - <CommunityName>):** <ethnic_group>
    * **Culture Fact (Community Highlight - <CommunityName>):** <community_highlight>
    * **Culture Fact (Name Etymology - <CommunityName>):** <name_etymology>
    * **Culture Fact (Environment - <CommunityName>):** <community_environment>
    * **Culture Fact (Local Wisdom - <CommunityName>):** <local_wisdom>
    * **Culture Fact (Organization - <CommunityName>):** <community_organizations>
    * **Culture Fact (Local Name - <CommunityName>):** <local_name and quote>
    * **Culture Fact (Use - <CommunityName>):** <traditional_use and quote>
    * **Culture Fact (Processing - <CommunityName>):** <processing_method and
description_quote>
    * **Culture Fact (Source - <CommunityName>):** <source_url>

    - Do NOT merge communities together.
    - Do NOT omit any community.
    - If 3 communities are found ⟶ output all 3 sets.
    - If more are found ⟶ output all of them in the same format.

  * **Internal RAG Fact (Herbal):** <Full summary text from HERBAL_INTERNAL_SUMMARY>
  * **Internal RAG Fact (Cultural):** <Full summary text from
CULTURAL_INTERNAL_SUMMARY>

  * **Source URL (Trend):** <The exact canonical URL of the GWI article 1>
  * **Source URL (Science):** <The https://doi.org/10.xxxx URL>
  * **Source URL (Compliance):** <The https://www.fda.moph.go.th/... URL it browsed>
  * **Source URL (Safety):** <The https://dailymed.nlm.nih.gov/... URL from SAFETY_DATA>
  * **Source URL (Toxicity):** <The https://ncbi.nlm.nih.gov/books/... URL from
TOXICITY_DATA>
  * **Source URL
```

ข.5-12 นักวางกลยุทธ์ (Planner Agent)

```
planner_task:
  description: >
    ## Mission: Create Strategy from Facts
    You will receive the full text of the # ===MASTER_FACT_SHEET=== from your context.
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    Read the ENTIRE Fact Sheet. Based ONLY on these facts, develop a strategic plan for new
product development.

    ## Key Facts to Analyze:
    - What "Trend Facts" suggest a market opportunity?
    - What "Lab Facts" (e.g., extraction, compounds) are relevant?
    - What "Toxicity Facts" (e.g., liver injury) create constraints
      we must design around?

  expected_output: >
    A strategic plan based *only* on the facts provided
    in the MASTER_FACT_SHEET.

    Final Answer:
    # ===STRATEGIC_PLAN===
    ## Strategic Plan for New Product Development Based on Master Fact Sheet
    * **Market Opportunity:** <Analyze Trend Facts (e.g., sales growth, specific trends)>
    * **Technical Feasibility:** <Analyze Lab Facts (e.g., viable compounds, extraction
methods)>
    * **Critical Constraints (Safety/Toxicity):** <Analyze Toxicity/Safety Facts
        (e.g., Must address liver warnings, dosage limits)>
    * **Strategic Recommendation:** <A concluding strategic point>

  agent: planner_agent
  context:
    - consolidation_task
```

ข.5-13 นักเขียน (Writer Agent) ทำหน้าที่เขียนบทความ

```
write_article_task:
  description: >
    ## Mission: Final Article Synthesis (Balanced Mode)
    Your mission is to write ONE comprehensive Final Article.
    You will receive **TWO main inputs** from your context:
    1.  The `# ===MASTER_FACT_SHEET===` (from consolidation_task)
    2.  The `# ===STRATEGIC_PLAN===` (from plan_task)
```

Ref. code: 25686724032542BWC

**CRITICAL MASTER RULE: Your mission is to SYNTHESIZE the facts
from the sheet into a flowing, readable article.
You MAY REPHRASE and combine facts for readability.
You MUST NOT invent new facts, data, or statistics. Every claim MUST be
supported by a fact in the sheet.**

Workflow (CRITICAL ENFORCEMENT)

1. **Read Context:** **Read BOTH the # ===MASTER_FACT_SHEET=== and the
   # ===STRATEGIC_PLAN=== provided in your context.**
2. **Introduction (Trends):**
   - You MUST **synthesize ALL "Trend Fact" bullet points** into a
     smooth, introductory paragraph.
3. **Scientific Deep-Dive (Science & Lab):**
   - You MUST **synthesize ALL "Science Fact" and "Lab Fact"
     bullet points** into a technical deep-dive section.
   - **EXCEPTION:** If "Science Fact (Abstracts)" is present, you MUST
     include the full `abstract_raw` text verbatim (do not summarize this).
4. **Traditional Wisdom (Culture):**
   - You MUST **synthesize ALL "Culture Fact" bullet points** into a
     coherent narrative about traditional wisdom.
   - DO NOT mention Ayurveda or TCM unless it is explicitly in a bullet point.
5. **Safety & Regulatory (CRITICAL):**
   - You MUST **synthesize ALL "Thai FDA Fact", "Safety Fact", and
     "Toxicity Fact" bullet points** into a clear regulatory and safety section.
   - If the sheet says "None found", you MUST report "None found".
6. **NEW: Strategic Analysis (from the Plan):**
   - **This is a new, critical section.**
   - You MUST **synthesize the ENTIRE `# ===STRATEGIC_PLAN===`** (from the
     `plan_task` context).
   - **Your synthesis MUST explicitly include all parts of the plan:**
     - **The "Market Opportunity" analysis.**
     - **The "Technical Feasibility" analysis.**
     - **The "Critical Constraints" (Safety/Toxicity) analysis.**
     - **The final "Strategic Recommendation".**

Ref. code: 25686724032542BWC

```
  7.  **Herbal Knowledge Summary (CRITICAL - REVISED):**
     - **This is a new, critical section.**
     - You MUST find the facts "Internal RAG Fact (Herbal)" and
       "Internal RAG Fact (Cultural)" from the MASTER_FACT_SHEET.
     - **Step A:** You MUST **translate any Thai text** (e.g., "ขมิ้นชัน")
       in these summaries into **100% English**.
     - **Step B:** You MUST **remove all inline technical citations**
       (e.g., "JSON: [...]", "PDF: [...]") from the text.
     - **Step C:** You MUST then include this **full, cleaned, English text**
       in the final article under a dedicated heading.
     - **FAILURE CHECK:** Do NOT summarize or rephrase the content.
       Your ONLY job is to Translate, Clean, and Copy.
  8.  **Reference Compilation (CRITICAL - VERBATIM COPY):**
     - Find the bullet point "**Science Fact (Abstracts):**" -> "citation_apa:".
     - Create a section called "# References".
     - You MUST copy the **EXACT VERBATIM STRING** from that "citation_apa"
       field. (If it says "not found", you MUST write "[1] not found").
  9.  **Source Compilation (CRITICAL - VERBATIM COPY):**
     - Find ALL bullet points starting with "**Source URL (...)**".
     - Create a **NEW** section called "# Sources Consulted".
     - You MUST copy **ONLY** these URLs.
  10.  **Conclusion:** Write a final summary based on all synthesized facts.
  11. **Language:** The final article MUST be written in {lang}.

expected_output: >
  A comprehensive, well-structured Markdown article that synthesizes all
  facts and strategies as per the workflow, written in {lang}.

  Final Answer:
  # <Title of the Article (e.g., {herbs_eng}: From Ancient Wisdom to Modern Strategy)>

  ## Herbal in Wellness Trends
  <A synthesized paragraph based on "Trend Facts" from the MASTER_FACT_SHEET.
  This section should be engaging and set the stage.>

  ## Scientific Deep-Dive
```

```
<A synthesized section based on "Science Facts" and "Lab Facts".
This section should be technical and factual.>

> **Scientific Research:**
> <The full, verbatim abstract_raw text from the Fact Sheet>

## Traditional Wisdom
<A synthesized section based on "Culture Facts", presented as a
flowing narrative or clear bullet points.>

## Safety, Regulatory, and Constraints
<A synthesized section based on "Thai FDA Fact", "Safety Fact",
and "Toxicity Fact" bullet points. This section MUST be clear
and directly state all findings, including "None found".>

## Strategic Analys
```

ข.5-14 นักตรวจสอบบทความ (QA Auditor Agent)

```
audit_data_integrity_task:
  description: >
    ## Mission: Audit Data Integrity (Robustness & Clarity)
    1.  **Input:**
        - Read the **Master Fact Sheet** (Source of Truth) from `consolidation_task` (context[0]).
        - Read the **Final Article** (Candidate) from `write_article_task` (context[1]).
    2.  **Audit Robustness (Data Loss):**
        - Identify ALL critical facts in the Master Fact Sheet (context[0])
          (e.g., Science Facts, Compliance Facts, Culture Facts).
        - For **EVERY** fact, verify it is present in the Final Article (context[1]).
        - List any facts that were "Dropped".
    3.  **Audit Clarity (Hallucination & Handling):**
        - Identify ALL critical facts in the Final Article (context[1]).
        - Verify that **EVERY** fact originated from the Master Fact Sheet (context[0]).
        - List any facts that were "Hallucinated".
        - **Check "Not Found" Handling:** If the Fact Sheet states
          `citation_apa: not_found`, verify the Article handles
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
      this correctly (e.g., writes "not found" or omits the reference)
      and does NOT invent a citation.
  4.  **Output:** Report scores and lists of discrepancies.
 expected_output: >
  A Markdown report summarizing the audit.
  # ===AUDIT_DATA_INTEGRITY_REPORT===
  * **Collaboration Robustness (Data Loss):** <Score_6>%
  * **Explanation Clarity (Hallucination/Handling):** <Score_5>%
  * **Dropped Entities (Facts in Fact Sheet but not Article):** - <List of missing facts or 'None'>
  * **Hallucinated Entities (Facts in Article but not Fact Sheet):** - <List of invented facts or
'None'>
  * **Feedback:** <Brief justification for the scores>

 agent: qa_auditor_agent
 context:
  - consolidation_task
  - write_article_task
```

ข.5-15 นักตรวจสอบกลยุทธ์ของบทความ (Content Strategist Agent)

```
audit_strategy_task:
 description: >
  ## Mission: Audit Strategy (Efficacy & Feasibility)
  1.  **Input:**
     - Read Trends Data from `analyze_trends_task` (context[0]).
     - Read Compliance Data from `check_compliance_task` (context[1]).
     - Read Safety Data from `find_safety_data_task` (context[2]).
     - Read the Final Article from `write_article_task` (context[3]).
  2.  **Audit Efficacy (Criterion 4 - Relevance):**
     - Compare the "Herbal in Wellness Trends" section of the Final Article
       (context[3]) against the "Trend Facts" (context[0]).
     - **Question:** Does the article successfully synthesize the trends?
       Is the final content relevant to the trends identified?
     - Assign a score (%).
  3.  **Audit Feasibility (Criterion 7 - Scalability):**
     - Review the "Safety, Regulatory, and Constraints" section of the
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    Final Article (context[3]).
  - **Question:** Did the writer agent successfully *use* the structured
    data from the Compliance (context[1]) and Safety (context[2]) tasks?
    Does this "split" of tasks seem like a scalable and efficient way
    to gather data?
  - Assign a score (%).
4.  **Output:** Report scores and provide a final "Go/No-Go" for publication.
expected_output: >
  A Markdown report summarizing the strategic audit.
  # ===AUDIT_STRATEGY_REPORT===
  * **Practical Efficacy (Relevance):** <Score_4>%
  * **Implementation Feasibility (Scalability):** <Score_7>%
  * **Go/No-Go for Publication:** <Go / No-Go>
  * **Feedback:** <Brief justification for the scores and decision>
agent: content_strategist_agent
context:
  - analyze_trends_task
  - check_compliance_task
  - find_safety_data_task
  - write_article_task
```

ข.5-16 นักจัดรูปแบบบทความ (Formatter Agent) ทำหน้าที่จัดเอกสาร word

```
convert_docx_task:
  description: >
    Convert Markdown (from write_article_task.output) to a .docx.
    Do NOT include any task instructions or metadata.
  expected_output: >
    outputs/research_paper.docx
  agent: formatter_agent
  context:
    - write_article_task
  parameters:
    output_file: outputs/research_paper.docx
    research_topic: "Thai Herbal Knowledge & Modern Wellness"
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ข.5-17 นักจัดรูปแบบบทความ (Formatter Agent) ส่งออก Google Drive

```
upload_docx_task:
  description: >
    Upload the DOCX produced by convert_docx_task to Google Drive (folder:
GDRIVE_UPLOAD_FOLDER_ID).
  expected_output: >
    <google_drive_file_id>
  agent: formatter_agent
  context:
    - convert_docx_task
  parameters:
    local_path: outputs/research_paper.docx
    drive_filename: research_paper.docx
    folder_id: ${GDRIVE_UPLOAD_FOLDER_ID}
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาคผนวก ค
การตรวจสอบและติดตามการทำงานของระบบเอเจนต์ด้วย Langfuse

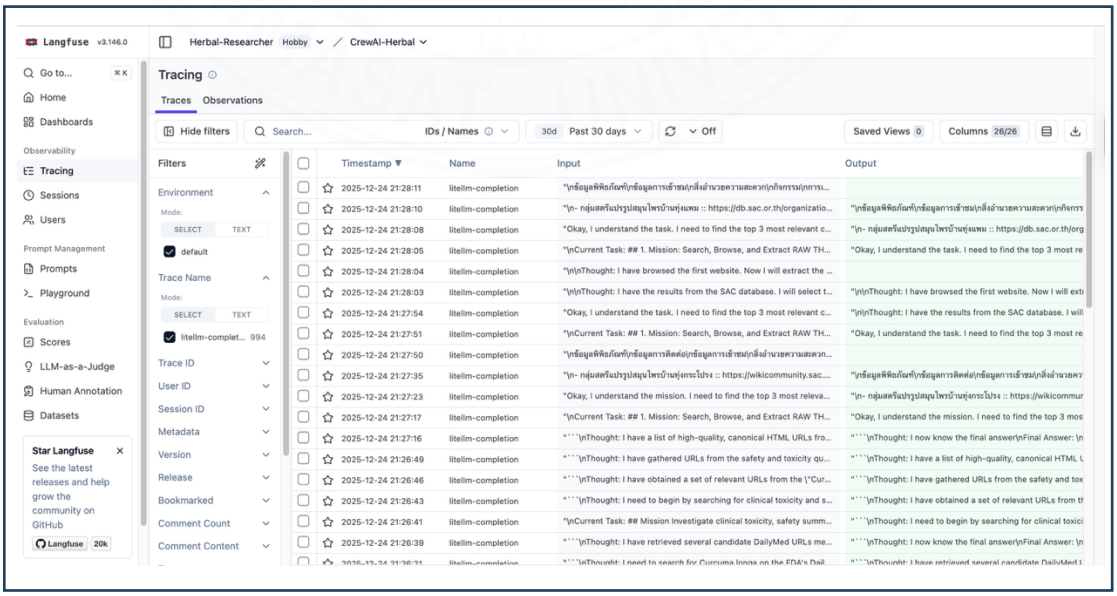
การตรวจสอบการทำงานของระบบ (System Observability) ผ่านแพลตฟอร์ม Langfuse เพื่อติดตามและบันทึกกระบวนการทำงานของตัวแทนปัญญาประดิษฐ์ (AI Agents) โดยข้อมูลที่ปรากฏในส่วนนี้แสดงให้เห็นถึงร่องรอยการประมวลผล (Execution Traces) ตั้งแต่การรับคำสั่ง (Input) การวางแผนกระบวนการคิด (Chain of Thought) ไปจนถึงการเรียกใช้เครื่องมือภายนอก (Tool Calling) เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงจริง เช่น ฐานข้อมูล SAC สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (Traceability) และช่วยลดความเสี่ยงจากการสร้างข้อมูลผิดพลาด (Hallucination) ของโมเดลภาษา

ค.1 การบันทึกร่องรอยการทำงาน (Tracing & Execution Logs)

ภาพรวมของ Dashboard แสดงให้เห็นถึงรายการบันทึกการทำงาน (Logs) ของเอเจนต์ในโปรเจกต์ CrewAI-Herbal โดยระบบจะบันทึกขั้นตอนการทำงานได้อย่างละเอียดตั้งแต่เริ่มต้นรับคำสั่ง (Input) ไปจนถึงการประมวลผลและส่งคืนผลลัพธ์ (Output)

ภาพที่ ค-1

รายการบันทึกการทำงานของเอเจนต์โดยแสดงลำดับเวลาและสถานะการทำงานในการสืบค้นข้อมูลโปรเจกต์ CrewAI-Herbal

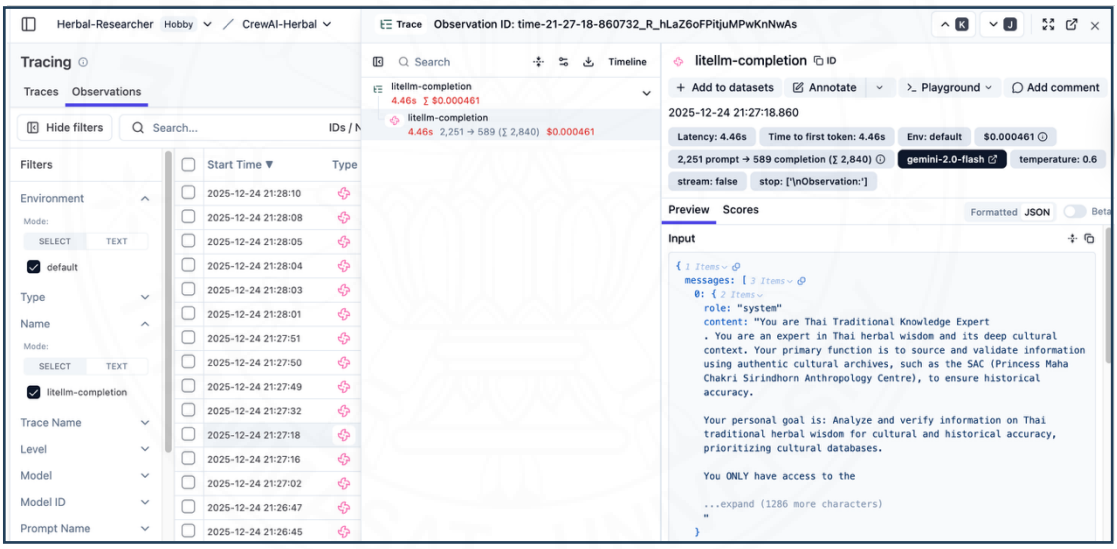


ค.2 รายละเอียดเชิงเทคนิคของโมเดล (Model Metadata & Metrics)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ผู้วิจัยได้นำข้อมูล Metadata และตัวชี้วัดเชิงปริมาณ (Quantitative Metrics) ที่บันทึกได้จากระบบ Langfuse มาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสถาปัตยกรรมระบบ ข้อมูลชุดนี้ประกอบด้วย รายละเอียดของโมเดลภาษาที่เรียกใช้งาน (Model Identification) สถิติเวลาในการตอบสนอง (Latency) และปริมาณการใช้ทรัพยากรการคำนวณในหน่วยโทเคน (Token Usage) ซึ่งสะท้อนถึงต้นทุนการดำเนินงาน (Cost Efficiency) และความเร็วในการประมวลผลของเอเจนต์ในสภาวะแวดล้อมจริง ดังรายละเอียดที่ปรากฏในภาพที่ ค-2

ภาพที่ ค-2

ข้อมูล Metadata และตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่บันทึกได้จากระบบ Langfuse มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสถาปัตยกรรมระบบ



จากข้อมูลภาพที่ ค-2 ได้ยกตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลจากระบบ Langfuse ที่สำคัญ ได้แก่

1. Model Identification คือ ระบุโมเดลที่ใช้ประมวลผลคือ gemini-2.0-flash

2. Latency คือ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลต่อหนึ่งคำสั่ง เช่น 4.46 วินาที ในภาพที่ ค-2 ซึ่งบ่งบอกถึงความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ

3. Token Usage & Cost แสดงจำนวน Token ที่ใช้ Prompt Tokens และ Completion Tokens รวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง ($0.000461) ซึ่งช่วยในการประเมินต้นทุนของระบบ

4. Trace ID คือ รหัสอ้างอิงเฉพาะ (Unique ID) สำหรับการตรวจสอบย้อนกลับในแต่ละ Transaction

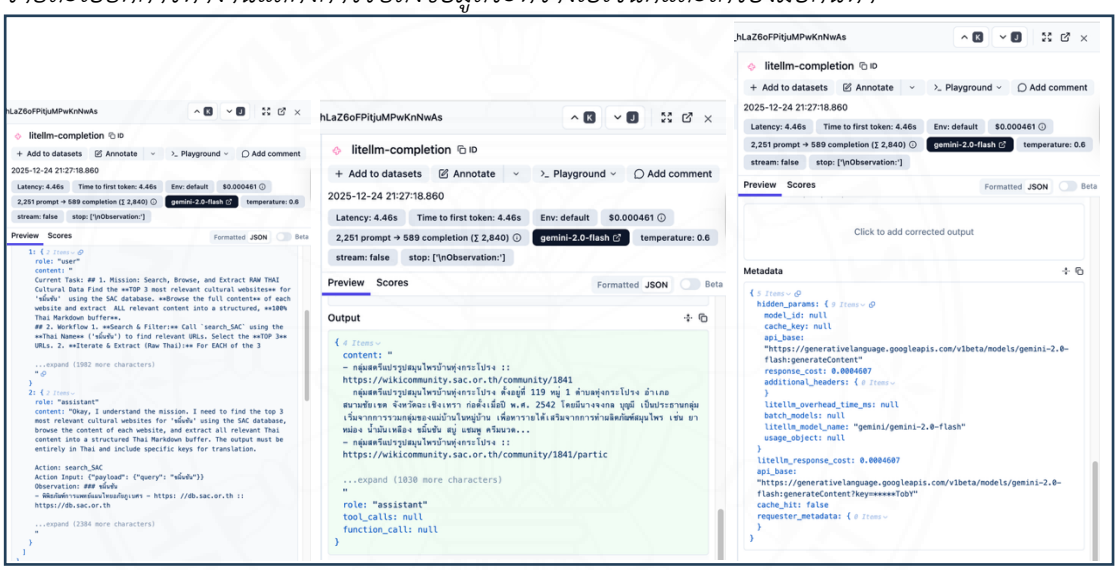
Ref. code: 25686724032542BWC

ค.3 กระบวนการคิดและการรับส่งคำสั่ง (Inputs, Outputs, and Chain of Thought)

การนำเสนอรายละเอียดเชิงลึกของการโต้ตอบระหว่างระบบกับโมเดลภาษา โดยเจาะจงไปที่ 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) ข้อมูลนำเข้า ซึ่งแสดงการกำหนดบทบาทหน้าที่ใน System Prompt และ User Prompt ที่ใช้ควบคุมพฤติกรรมของเอเจนต์ (2) กระบวนการภายในที่แสดงบันทึกการคิด (Thoughts) และการกระทำ (Actions/Tool Calls) ในแต่ละขั้นตอน และ (3) ผลลัพธ์ที่ระบบตอบสนองกลับมา

ภาพที่ ค-3

รายละเอียดการทำงานแสดงการรับส่งข้อมูลระหว่างเอเจนต์และเครื่องมือค้นหา



จากข้อมูลภาพที่ ค-3 ได้ยกตัวอย่างรายละเอียดการทำงาน ดังนี้

- System Prompt ให้เอเจนต์เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิปัญญาไทย (Thai Traditional Knowledge Expert) โดยมีหน้าที่สืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (SAC)

- การปฏิบัติงาน แสดงคำสั่งเฉพาะเจาะจง คือ การสั่งให้ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับขมิ้นชัน และดึงข้อมูลดิบออกมา

- การกระทำและผลลัพธ์ แสดงการเรียกใช้เครื่องมือ (Tool Calls) เช่น ฟังก์ชัน search_SAC ด้วยคำค้นหา {"query": "ขมิ้นชัน"} และแสดงผลลัพธ์ที่ได้รับกลับมาจากฐานข้อมูลจริง เช่น ข้อมูลกลุ่มสตรีแปรรูปสมุนไพร

- การให้เหตุผล แสดงข้อความที่เอเจนต์คิด (Thought Process) ก่อนที่จะลงมือทำ เช่น "Okay, I understand the mission. I need to find..." ซึ่งยืนยันว่าเอเจนต์มีความเข้าใจในคำสั่งและวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ

Ref. code: 25686724032542BWC

ภาคผนวก ง
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติโดยใช้กรอบงาน DSPy

ง.1 การควบคุมการสร้างข้อมูลเท็จ (DSPy Hallucination Control) ด้วย BootstrapFewShotWithRandomSearch

ง.1-1 การติดตั้ง dependencies

```
%pip install -U dspy
```

ง.1-2 นำเข้าไลบรารีและข้อมูลไฟล์ที่เกี่ยวข้องในการประมวลผล

```
import dspy
from dspy.teleprompt import BootstrapFewShotWithRandomSearch
from dspy.evaluate import Evaluate
from pathlib import Path

# ------------------------------
# Load Log files
# ------------------------------
from google.colab import files
files.upload()

BASE = Path("/content/")
FACT_SHEET = (BASE / "task_11_20251125_190645.txt").read_text(encoding="utf-8")
STRATEGIC_PLAN = (BASE / "task_12_20251125_190645.txt").read_text(encoding="utf-8")
FINAL_ARTICLE = (BASE / "task_13_20251125_190645.txt").read_text(encoding="utf-8")
AUDIT_DATA = (BASE / "task_14_20251125_190645.txt").read_text(encoding="utf-8")
AUDIT_STRATEGY = (BASE / "task_15_20251125_190645.txt").read_text(encoding="utf-8")

# ------------------------------
# Configure DSPy LLM
# ------------------------------
lm = dspy.LM("openai/gpt-4o-mini")
dspy.settings.configure(lm=lm)
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ง.2 รายงานการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตโนมัติด้วย DSPy

ง.2-1 การติดตั้ง dependencies

```
%pip install -U dspy
```

ง.2-2 การนำเข้าไลบรารีและข้อมูลไฟล์ที่เกี่ยวข้องในการประมวลผล

```
import dspy
import json
from pathlib import Path

from google.colab import files
uploaded = files.upload()

BASE = Path("/content/")
FACT_SHEET = (BASE / "task_11_20251125_183844.txt").read_text(encoding="utf-8")
FINAL_ARTICLE = (BASE / "task_13_20251125_183844.txt").read_text(encoding="utf-8")

lm = dspy.LM("openai/gpt-4o-mini")
dspy.settings.configure(lm=lm)
```

ง.2-3 สร้าง DSPy Signatures ประกอบด้วย ExtractClaims และ VerifyClaim

```
class ExtractClaims(dspy.Signature):
    text = dspy.InputField(desc="Input text to extract claims from")
    claims = dspy.OutputField(
        desc=(
                "You MUST return a valid JSON array of strings.\n"
                "Each string is ONE atomic factual claim.\n"
                "No explanation. No markdown. No prose.\n\n"
                "Example:\n"
                '[\n'
                '  "Claim 1",\n'
                '  "Claim 2",\n'
                '  "Claim 3"\n'
                ']'
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
        )
    )

class VerifyClaim(dspy.Signature):
    context = dspy.InputField(desc="Reference context (MASTER_FACT_SHEET or ARTICLE)")
    claim = dspy.InputField(desc="Single factual claim to verify")

    verdict = dspy.OutputField(
        desc="One of: SUPPORTED, UNSUPPORTED, PARTIALLY_SUPPORTED"
    )
    rationale = dspy.OutputField(
        desc="Brief explanation why this verdict was chosen"
    )
```

ง.2-4 สร้าง DSPy เพื่อทำนายข้อเท็จจริงและตรวจสอบข้อเท็จจริง

```
class ClaimExtractor(dspy.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.predict = dspy.Predict(ExtractClaims)

    def forward(self, text: str):
        return self.predict(text=text)

class ClaimVerifier(dspy.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.predict = dspy.Predict(VerifyClaim)

    def forward(self, claim: str, context: str):
        return self.predict(claim=claim, context=context)
```

ง.2-5 การทดสอบแยกข้อเท็จจริงด้วย DSPy

```
def parse_claims(claims_output):
    """ Parse claims from DSPy output (which is a JSON string).
     Returns a list of claim strings."""
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    if isinstance(claims_output, list):
        return claims_output

    if isinstance(claims_output, str):
        try:
            parsed = json.loads(claims_output)
            if isinstance(parsed, list):
                return parsed
        except json.JSONDecodeError:
            return []

    return []

def clean_claims(claims):
    """ Normalize, deduplicate, and filter very short claims. """
    return sorted(set(c.strip() for c in claims if isinstance(c, str) and len(c.strip()) > 10))
```

การสร้างกระบวนการแยกข้อเท็จจริงและตรวจสอบข้อเท็จจริงแบบอัตโนมัติ

```
def run_claim_audit(FINAL_ARTICLE: str, FACT_SHEET: str):
    extractor = ClaimExtractor()
    verifier = ClaimVerifier()

    article_result = extractor(FINAL_ARTICLE)
    fact_result = extractor(FACT_SHEET)

    article_claims = parse_claims(article_result.claims)
    fact_claims = parse_claims(fact_result.claims)

    article_claims = clean_claims(article_claims)
    fact_claims = clean_claims(fact_claims)

    print("Verifying article claims against fact sheet...")
    supported = []
    partially_supported = []
    hallucinated = []
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
for i, claim in enumerate(article_claims, 1):
    result = verifier(claim=claim, context=FACT_SHEET)

    if result.verdict == "SUPPORTED":
        supported.append(claim)
    elif result.verdict == "PARTIALLY_SUPPORTED":
        partially_supported.append({
            "claim": claim,
            "rationale": result.rationale
        })
    else:
        hallucinated.append({
            "claim": claim,
            "rationale": result.rationale
        })

print("\nChecking for dropped facts...")
dropped = []

for i, fact in enumerate(fact_claims, 1):
    result = verifier(claim=fact, context=FINAL_ARTICLE)
    if result.verdict == "UNSUPPORTED":
        dropped.append(fact)

report = {
    "supported_claims": supported,
    "partially_supported_claims": partially_supported,
    "hallucinated_claims": hallucinated,
    "dropped_facts": dropped,
    "stats": {
        "article_claims": len(article_claims),
        "fact_claims": len(fact_claims),
        "supported": len(supported),
        "partial": len(partially_supported),
          "hallucinated": len(hallucinated),
          "dropped": len(dropped),
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
            }
        }
        return report
```

การสร้างรายงานกระบวนการแยกข้อเท็จจริงและตรวจสอบข้อเท็จจริงแบบอัตโนมัติ

```
def print_claim_audit_report(report):
    print("SUPPORTED CLAIMS (Article ⊆ Fact Sheet):")
    for claim in report["supported_claims"]:
        print(f"  ✓ {claim}")
    print("\nPARTIALLY SUPPORTED CLAIMS:")
    if report["partially_supported_claims"]:
        for item in report["partially_supported_claims"]:
            print(f" {item['claim']}")
            print(f"      ⟶ {item['rationale']}\n")
    else:
        print("  None")
    print("\nHALLUCINATED CLAIMS (Article \\ Fact Sheet):")
    if report["hallucinated_claims"]:
        for item in report["hallucinated_claims"]:
            print(f"  ✗ {item['claim']}")
            print(f"      ⟶ {item['rationale']}\n")
    else:
        print("  None")
    print("\nDROPPED FACTS (Fact Sheet \\ Article):")
    if report["dropped_facts"]:
    for fact in report["dropped_facts"]:
        print(f"  – {fact}")
    else:
        print("  None")
    print("\n---------- STATISTICS ----------")
    for k, v in report["stats"].items():
        print(f"{k}: {v}")

print("=== TESTING CLAIM EXTRACTION ===")
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
test = dspy.Predict(ExtractClaims) (text="Turmeric has anti-inflammatory properties and is widely used in traditional medicine.")

print(f"Raw output: {test}")
print(f"Raw claims: {test.claims}")
print(f"Type: {type(test.claims)}\n")

parsed = parse_claims(test.claims)
print(f"Parsed claims: {parsed}")
print(f"Number of claims: {len(parsed)}")
```

ตัวอย่างผลการทดสอบแยกข้อเท็จจริงด้วย DSPy

```
report = run_claim_audit(FINAL_ARTICLE, FACT_SHEET)
print_claim_audit_report(report)
```

```
=== TESTING CLAIM EXTRACTION ===
Raw output: Prediction(
    claims='[\n  "Turmeric has anti-inflammatory properties",\n  "Turmeric is widely used in traditional medicine"\n]')
Raw claims: [
    "Turmeric has anti-inflammatory properties",
    "Turmeric is widely used in traditional medicine"
]
Parsed claims: ['Turmeric has anti-inflammatory properties', 'Turmeric is widely used in traditional medicine']
Number of claims: 2
```

```
report = run_claim_audit(FINAL_ARTICLE, FACT_SHEET)
print_claim_audit_report(report)
```

```
Extracting claims from article...
Raw article claims output: [
  "Ginger (Zingiber officinale) has anti-inflammatory and antimicrobial properties.",
  "Ginger has been used for centuries in traditional Thai medicine.",
  "Ginger is a spice and herbal medication...
```

Ref. code: 25686724032542BWC

Extracting claims from fact sheet...

Raw fact sheet claims output: [

"Zingiber officinale is commonly known as ginger",

"Gingerenone-A is a compound identified from Zingiber officinale",

"Ginger has anti-inflammatory properties",

"Ginger powder enhances immun...

Article claims extracted: 19

Fact sheet claims extracted: 19

Verifying article claims against fact sheet...

Verifying 1/19: Careful consideration should be given to the purity and cont...

Verifying 2/19: GP supplementation significantly enhances red blood cell cou...

Verifying 3/19: Ginger (Zingiber officinale) has anti-inflammatory and antim...

...

Checking for dropped facts...

Checking 1/19: A case report described hepatocellular injury linked to a co...

Checking 2/19: Ginger exhibits bactericidal action against pathogenic strai...

Checking 3/19: Ginger has anti-inflammatory properties...

...

========== CLAIM AUDIT REPORT ==========

SUPPORTED CLAIMS (Article ⊆ Fact Sheet):

✓ Careful consideration should be given to the purity and contaminants of ginger-based products.

✓ GP supplementation significantly enhances red blood cell count, hemoglobin, packed cell volume, total protein, and globulin levels.

✓ Ginger contains compounds such as Gingerenone-A, which has anti-inflammatory properties.

...

Ref. code: 25686724032542BWC

ง.3 การสร้าง DSPy เพื่อทำนายข้อเท็จจริงและตรวจสอบข้อเท็จจริงให้ละเอียดขึ้น

```
extract_claims = dspy.Predict(ExtractClaims)
verify_claim = dspy.Predict(VerifyClaim)
```

ง.3-1 ปรับตัวทดสอบแยกข้อเท็จจริงด้วย DSPy

```
def parse_claims(claims_output):
    if isinstance(claims_output, list):
        return claims_output
    if isinstance(claims_output, str):
        try:
            parsed = json.loads(claims_output)
            if isinstance(parsed, list):
                    return parsed
        except json.JSONDecodeError as e:
            print(f"JSON parsing failed: {e}")
            print(f"Raw output: {claims_output[:200]}...")
            return []
     return []

def normalize(claims: List[str]) -> List[str]:
    return sorted(set([c.strip() for c in claims if len(c.strip()) > 10]))
```

ง.3-2 การทดสอบแยกข้อเท็จจริงจาก Master Fact Sheet กับข้อมูลในบทความ

```
article_result = extract_claims(text=FINAL_ARTICLE)
fact_result = extract_claims(text=FACT_SHEET)
article_claims = normalize(parse_claims(article_result.claims))
fact_claims = normalize(parse_claims(fact_result.claims))

if len(article_claims) == 0 or len(fact_claims) == 0:
    print("ERROR: Claims extraction failed!")
else:
    for claim in article_claims[:3]:
        print(f"  • {claim[:80]}...")
    for claim in fact_claims[:3]:
        print(f"  • {claim[:80]}...")
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ผลการทดสอบแยกข้อเท็จจริงจาก Master Fact Sheet กับข้อมูลในบทความ

Extracting claims from ARTICLE...

Raw output: [

"Ginger (Zingiber officinale) has been used for centuries in traditional Thai medicine.",

"Ginger is being studied for its potential in combatin...

Extracting claims from FACT SHEET...

Raw output: [

"Zingiber officinale is commonly known as ginger.",

"Ginger contains the compound Gingerenone-A.",

"Gingerenone-A has anti-inflammatory proper...

Article claims: 18

Fact sheet claims: 23

Sample article claims:

- A case report described acute hepatocellular injury after consuming a commercial...
- Ginger (Zingiber officinale) has been used for centuries in traditional Thai med...
- Ginger has anti-inflammatory and antimicrobial properties....

Sample fact claims:

- Extracts from Zingiber officinale demonstrated bactericidal action against patho...
- Ginger contains the compound Gingerenone-A....
- Ginger has been used in traditional Thai cooking for its flavor and medicinal pr...

ง.3-3 ตรวจสอบข้อเท็จจริงทั้งหมดจาก Master Fact Sheet กับข้อมูลในบทความ

```
if len(article_claims) > 0 and len(fact_claims) > 0:
    hallucinated = []
    supported = []
    for i, claim in enumerate(article_claims, 1):
        result = verify_claim(context=FACT_SHEET, claim=claim)
        if result.verdict.upper().startswith("SUPPORT"):
            supported.append({
                "claim": claim,
                "rationale": result.rationale
            })
        else:
            hallucinated.append({
                "claim": claim,
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
                "rationale": result.rationale
            })
    dropped = []
    for i, fact in enumerate(fact_claims, 1):
        result = verify_claim(context=FINAL_ARTICLE, claim=fact)
        if not result.verdict.upper().startswith("SUPPORT"):
            dropped.append({
                "claim": fact,
                "rationale": result.rationale
            })
else:
    hallucinated = []
    supported = []
    dropped = []
```

ผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงทั้งหมดจาก Master Fact Sheet กับข้อมูลในบทความ

```
Verifying article claims against fact sheet...
   1/18: A case report described acute hepatocellular injury after co...
   2/18: Ginger (Zingiber officinale) has been used for centuries in ...
   3/18: Ginger has anti-inflammatory and antimicrobial properties....
...
   22/23: Zingiber officinale is commonly known as ginger....
   23/23: Zingiber officinale peel extract can be used to synthesize z...
Verification complete!
```

ง.3-4 การรายงานผลการทดสอบแยกข้อเท็จจริงจาก Master Fact Sheet กับข้อมูลในบทความ

```
print(f"STATISTICS")
print(f"   Total article claims: {len(article_claims)}")
print(f"   Total fact sheet claims: {len(fact_claims)}")
print(f"   Supported claims: {len(supported)}")
print(f"   Hallucinated claims: {len(hallucinated)}")
print(f"   Dropped facts: {len(dropped)}")

if len(article_claims) > 0:
    accuracy = (len(supported) / len(article_claims)) * 100
```

Ref. code: 25686724032542BWC

```
    print(f"\n   Accuracy: {accuracy:.1f}%")
    if accuracy >= 90:
        grade = "A (Excellent)"
    elif accuracy >= 80:
        grade = "B (Good)"
    elif accuracy >= 70:
        grade = "C (Fair)"
    else:
        grade = "D (Needs Improvement)"
    print(f"   Grade: {grade}")

if supported:
    for i, item in enumerate(supported[:5], 1):  # Show first 5
        print(f"{i}. {item['claim']}")
        print(f"   → {item['rationale']}\n")
    if len(supported) > 5:
        print(f"   ... and {len(supported) - 5} more\n")
else:
    print("   None\n")

if hallucinated:
    for i, item in enumerate(hallucinated, 1):
        print(f"{i}. {item['claim']}")
        print(f"   → {item['rationale']}\n")
else:
    print("   None (Perfect!)\n")

if dropped:
    for i, item in enumerate(dropped, 1):
        print(f"{i}. {item['claim']}")
        print(f"   → {item['rationale']}\n")
else:
    print("   None (Complete!)\n")
```

Ref. code: 25686724032542BWC

ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบแยกข้อเท็จจริงจาก Master Fact Sheet กับข้อมูลในบทความ

AUDIT DATA INTEGRITY REPORT

STATISTICS

Total article claims: 18

Total fact sheet claims: 23

Supported claims: 18

Hallucinated claims: 0

Dropped facts: 2

Accuracy: 100.0%

Grade: A (Excellent)

SUPPORTED CLAIMS

1. A case report described acute hepatocellular injury after consuming a commercial ginger product.

→ The claim is supported by a case report mentioned in the context, which describes an elderly lady developing acute hepatocellular injury after taking a commercial product said to contain ginger.

2. Ginger (Zingiber officinale) has been used for centuries in traditional Thai medicine.

→ The context indicates that ginger (Zingiber officinale) has been utilized for its medicinal properties in traditional Thai medicine for a long time, supporting the claim.

3. Ginger has anti-inflammatory and antimicrobial properties.

...

HALLUCINATED CLAIMS

None (Perfect!)

...

DROPPED FACTS

1. Ginger contains the compound Gingerenone-A.

⟶ The context does not mention the compound Gingerenone-A as being contained in ginger; it focuses on the anti-inflammatory properties of ginger without listing specific compounds beyond the general mention of tested compounds.

2. No hepatotoxicity or clinically apparent liver injury was reported in clinical trials of ginger.

⟶ While ginger is generally recognized as safe (GRAS) and has not been linked to liver injury in most cases, there is a reported instance of acute hepatocellular injury following consumption of a commercial ginger product. This suggests that hepatotoxicity may occur, albeit rarely.

Ref. code: 25686724032542BWC

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	สุทธิพงศ์ กุลวัฒนา
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2557: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมมัลติมีเดียและระบบอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ผลงานทางวิชาการ

Kullawattana, S., & Limprasert, W. (2026). Development of an Intelligent Agent System for Generating Thai Herbal Articles to Support Modern Wellness Applications. *In Proceedings of the 23rd International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2026)*. IEEE.

Ref. code: 25686724032542BWC