บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) มาเป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบ และปรับปรุงค่าผลลัพธ์ให้ดีขึ้น ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี เพื่อให้ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ให้มีค่าผลลัพธ์การพยากรณ์ที่ไม่น้อยไปกว่าค่าข้อมูลจริงของปริมาณหน่วยความจำ และสามารถลดความเสี่ยงจากการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ในการควบคุมการจัดสรรหน่วยความจำได้ โดยแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำในแต่ละเครื่องจักรเสมือนระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี

3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา

1) ศึกษาโครงสร้าง การทำงานและบริการในการประมวลผลคลาวด์

ศึกษาลักษณะโครงสร้าง หลักการทำงาน รูปแบบ และคุณสมบัติของการประมวลผลคลาวด์ รวมถึงประเภทการให้บริการต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานความรู้ และนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์

2) ศึกษาเครื่องมือ วิธีการที่ใช้สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์

ศึกษาเครื่องมือ โปรแกรม หรือวิธีการในการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ ซึ่งมีทั้งที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการขอใช้บริการ และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขอใช้บริการ มีลักษณะของการลงทะเบียนใช้บริการกับผู้ให้บริการที่เผยแพร่ หรือเป็นลักษณะของการดำเนินการติดตั้งระบบเอง ซึ่งในงานวิจัยนี้ เลือกใช้วิธีการติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์เอง โดยใช้ซอฟท์แวร์ที่เป็นโอเพนซอร์ส สามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และไม่ละเมิดลิขสิทธิ์

3) ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรบนการประมวลผลคลาวด์

ศึกษาทฤษฎี วิธีการ และรูปแบบของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ บนการประมวลผลคลาวด์ เช่น การบริหารจัดการหน่วยประมวลผล (CPU) การบริหารจัดการหน่วยความจำ (Memory) หรือทรัพยากรอื่น ๆ ในการประมวลผลคลาวด์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำงานวิจัย

4) ศึกษาทฤษฎี หลักการทำงานของอัลกอลิทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์หน่วยความจำ

ศึกษาทฤษฎี หลักการทำงานของอัลกอลิทึม หรือวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้เป็นต้นแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาเป็นต้นแบบ และหาวิธีการในการปรับปรุงวิธีต้นแบบ เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ดีกว่า ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี เพื่อปรับปรุงวิธีการต้นแบบ ให้เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับระบบการประมวลผลคลาวด์ เพื่อทำให้ระบบฯ สามารถพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำได้อย่างสอดคล้องกับการใช้งาน

5) ออกแบบโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์

หลังจากศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จากนั้น ดำเนินการออกแบบโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์ โดยในงานวิจัยนี้ จะดำเนินการออกแบบระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว (Private Cloud Computing) ด้วยซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส

6) ออกแบบ และปรับปรุงระบบบริหารจัดการหน่วยความจำบนระบบการประมวลผลคลาวด์

หลังจากทำการออกแบบระบบต่าง ๆ ข้างต้น จากนั้นนำหลักการทำงาน และอัลกอลิทึม หรือวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี มาดำเนินการหาค่าผลลัพธ์การพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ และทำการเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการดังกล่าว เพื่อให้ทราบว่าได้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร

7) เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของระบบที่นำเสนอ พร้อมทั้งสรุปผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวแล้ว นำข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้ มารวบรวมและวิเคราะห์ผล จากนั้น ทำการสรุปผลงานวิจัย

8) รวบรวมข้อมูล และจัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการดำเนินการด้วยวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวมาเรียบเรียง เพื่อจัดทำเป็นเอกสารวิทยานิพนธ์ โดยมีแผนการดำเนินงานดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

งาน \ เดือน	**พ.ย. - ธ.ค. 56**	**ม.ค. - มี.ค. 57**	**เม.ย. - มิ.ย. 57**	**ก.ค. - ก.ย. 57**	**ต.ค. - ธ.ค. 57**	**ม.ค. - เม.ย. 58**	**พ.ค. - ก.ค. 58**
ศึกษาโครงสร้าง การทำงานและบริการในการประมวลผลคลาวด์							
ศึกษาเครื่องมือ วิธีการที่ใช้สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์							
ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรบนการประมวลผลคลาวด์							
ศึกษาทฤษฎี หลักการทำงานของอัลกอลิทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์หน่วยความจำ							
ออกแบบโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์							

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

งาน \ เดือน	พ.ย. - ธ.ค. 56	ม.ค. - มี.ค. 57	เม.ย. - มิ.ย. 57	ก.ค. - ก.ย. 57	ต.ค. - ธ.ค. 57	ม.ค. - เม.ย. 58	พ.ค. - ก.ค. 58
ออกแบบ และปรับปรุงระบบบริหารจัดการหน่วยความจำบนระบบการประมวลผลคลาวด์							
เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของระบบที่นำเสนอ พร้อมทั้งสรุปผล							
รวบรวมข้อมูล และจัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์							

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1) CPU Intel® Core™ i5-2430M 2.4 GHz
2) NVIDIA® GeForce® GT 540M
3) 8 GB DDR3 Memory
4) 750 GB HDD
5) Windows 7 Ultimate, 64-bit

3.2.2 ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1) โปรแกรม Oracle VM VirtualBox Manager version.4.2.10
   a. 4 CPUs
   b. Memory 5 GB
   c. Hard Disk 180 GB

d. Network Adapter : Bridged Adapter

2) Ubuntu Server 12.04 LTS

3) OpenStack Cloud Software รุ่น Grizzly

4) โปรแกรม Apache JMeter 2.11

5) Apache 2.2.22

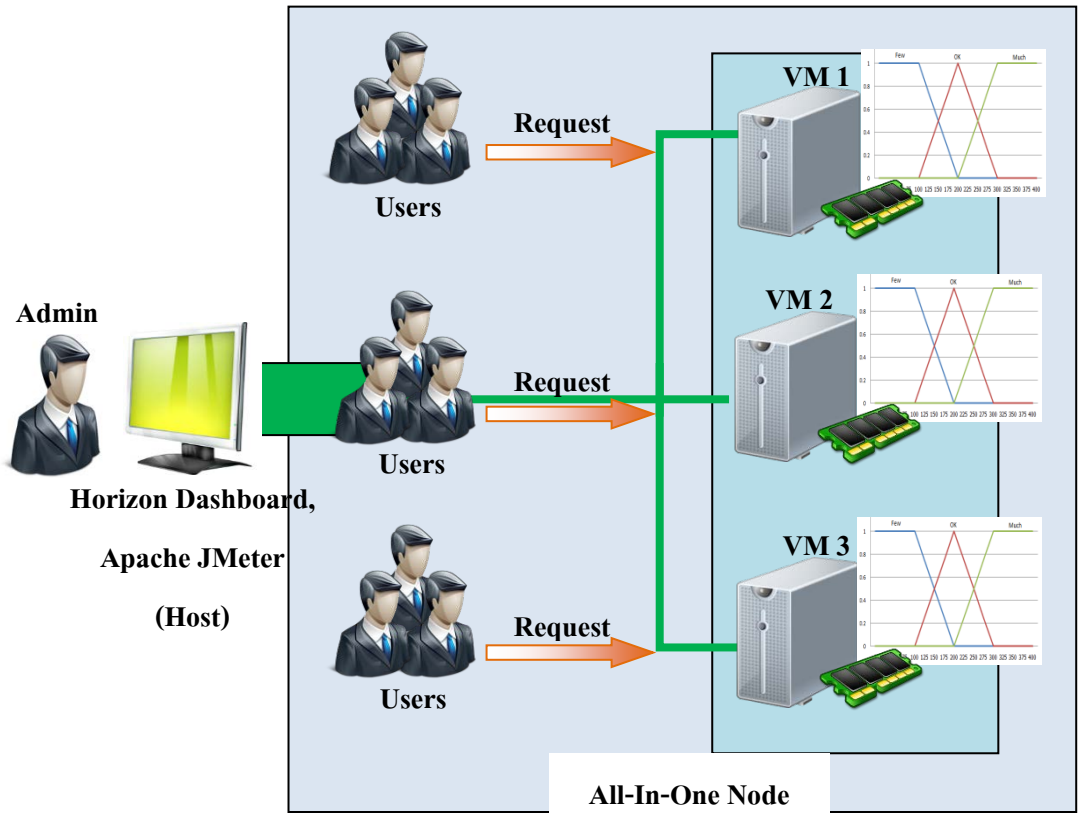
6) php 5.3.4

7) mysql-server 5.5.38

8) Joomla version 3.0.1

9) Shell Scipt : Bash

3.3 โครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์ที่นำเสนอ



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์

จากภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์ที่นำเสนอ โดยดำเนินการจำลองการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน ภายในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว เพื่อนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำ มาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการนำวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี มาปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในเครื่องจักรเสมือนแต่ละเครื่องต่อไป สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญในระบบฯ คือ เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์ เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 3 เครื่อง และอัลกอลิทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

1) เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์

เป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) มาติดตั้งโปรแกรมในการจำลองเครื่องจักรเสมือน เพื่อใช้สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัวขึ้นมา จะเรียกเครื่องจักรเสมือนที่จำลองขึ้นมานี้ว่า เครื่อง Host ซึ่งเครื่อง Host นี้ จะทำหน้าที่ในการสร้างเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine : VM) อีก 3 เครื่อง ไว้ภายในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว ผ่านทางหน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard) และติดตั้งโปรแกรม Apache JMeter สำหรับจำลองพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ในการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน นอกจากนี้ เครื่อง Host ยังทำหน้าที่ในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับ VM แต่ละตัว โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่พยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ซึ่งถูกส่งมาจาก VM แต่ละตัว

2) เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบ

เป็นเครื่องจักรเสมือนที่ถูกสร้างขึ้นผ่านทางหน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard) โดยสร้างขึ้นจำนวน 3 เครื่อง จะเรียกเครื่องจักรเสมือนนี้ว่า Virtual Machine (VM) ซึ่งทั้ง 3 เครื่อง มีการติดตั้งระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมของผู้ใช้งาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ VM แต่ละตัว และภายใน VM จะมีการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่ถูกใช้จริง ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีฟัซซีของแต่ละเครื่อง โดยปริมาณหน่วยความจำจริงที่ได้นั้น เกิดจากการจำลองพฤติกรรมการ

เข้าใช้งานที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ และหาค่าผลต่าง ซึ่งข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ทั้งหมด จะถูกส่งกลับไปยังเครื่อง Host เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำกลับมายัง VM ต่อไป

3) อัลกอลิทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์

เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่จะเกิดขึ้นในแต่ละ VM ซึ่งในที่นี้ จะมีวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาเป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงวิธีดังกล่าว ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ที่มีการกำหนดเงื่อนไข กฎ และเกณฑ์ของหน่วยความจำในแต่ละ VM เพื่อให้สามารถพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำให้มีความสอดคล้องกับการใช้งานของแต่ละ VM และสามารถจัดสรรปริมาณหน่วยความจำได้อย่างเหมาะสมกับระบบการประมวลผลคลาวด์

3.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ภาพที่ 3.2 แผนผังการดำเนินงานโดยรวมของระบบ

3.4.1 ออกแบบโครงสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์

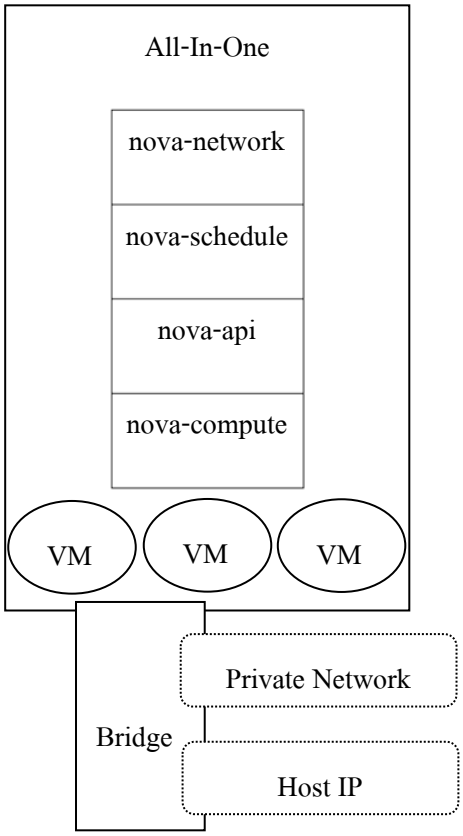
ในการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ในงานวิจัยนี้ จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาจำนวน 1 เครื่อง ดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Oracle VM VirtualBox Manager แล้วดำเนินการสร้างเครื่องจักรเสมือน จำนวน 1 เครื่อง สำหรับเป็นเครื่อง Host ให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ โดยกำหนดให้มีจำนวนหน่วยความจำสำหรับใช้งานเป็น 5 GB มีขนาดความจุของฮาร์ดดิสก์ 180 GB และกำหนด Network Interface เป็นแบบ Bridged Adapter เพื่อให้สามารถส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่อง Host กับ VM ในระบบการประมวลผลคลาวด์ได้ จากนั้น ดำเนินการติดตั้งระบบปฏิบัติการให้กับเครื่อง Host โดยใช้ระบบปฏิบัติการที่เป็นโอเพนซอร์ส ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่ายและค่าลิขสิทธิ์ ซึ่งระบบปฏิบัติการที่ใช้คือ Ubuntu Server 12.04 LTS ที่มีการกำหนด IP Address และ DNS เพื่อให้เครื่อง Host สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ทได้ จากนั้นดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้ OpenStack Cloud Software ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส โดยเลือกโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์แบบ All-In-One Single Machine ซึ่งในที่นี้ใช้งานเพียง 1 โหนดเท่านั้น โดยส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญ มีดังนี้

1) nova-network ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการเครือข่าย เช่น การตั้งค่าเชื่อมต่อกับอินเตอร์เฟส หรือปรับเปลี่ยน iptables

2) nova-schedule ทำหน้าที่ในการกำหนด หรือจัดคิวในการใช้งาน VM

3) nova-api ทำหน้าที่เป็นส่วนประสานกับผู้ใช้งาน เพื่อส่งไปควบคุม VM

4) nova-compute ทำหน้าที่ในการติดต่อกับไฮเพอร์ไวเซอร์ ซึ่งสามารถใช้ได้กับหลากหลายไฮเพอร์ไวเซอร์



ภาพที่ 3.3 โครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์แบบ All-In-One Single Machine

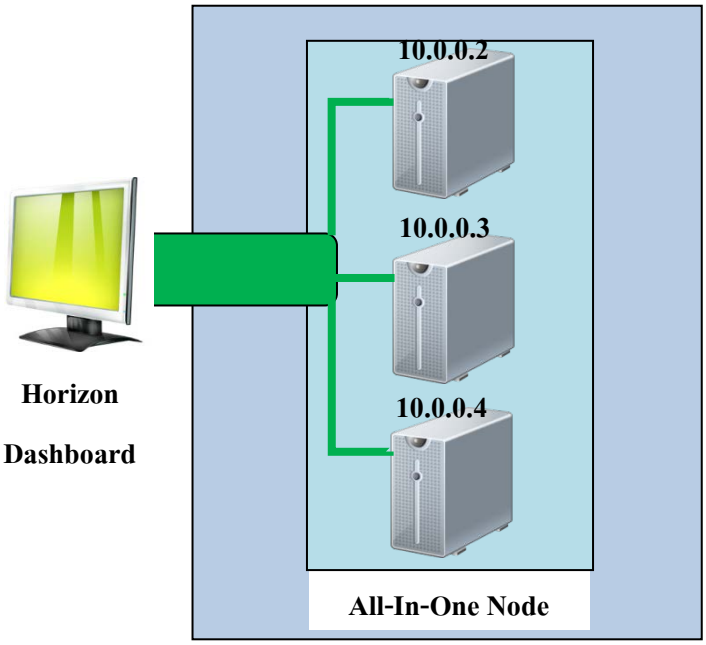
สำหรับการติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์นั้น ในที่นี้ ดำเนินการติดตั้งด้วยเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาที่มีชื่อว่า DevStack[1] ซึ่งต้องมีการปรับแก้การตั้งค่าต่าง ๆ ในระบบเครือข่าย เพื่อให้สามารถเข้าใช้งานหน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard) ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) และสามารถจัดสรร IP Address ให้กับ VM ที่จะสร้างขึ้นในระบบได้ หลังจากที่ดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้รับชื่อผู้ใช้ (username) และรหัสผ่าน (password) เพื่อให้สามารถเข้าไปที่หน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่เรียกว่า Horizon Dashboard ด้วย IP Address ที่กำหนดไว้ให้กับเครื่อง Host

[1] All-In-One Single Machine “http://docs.openstack.org/developer/devstack/guides/single-machine.html”

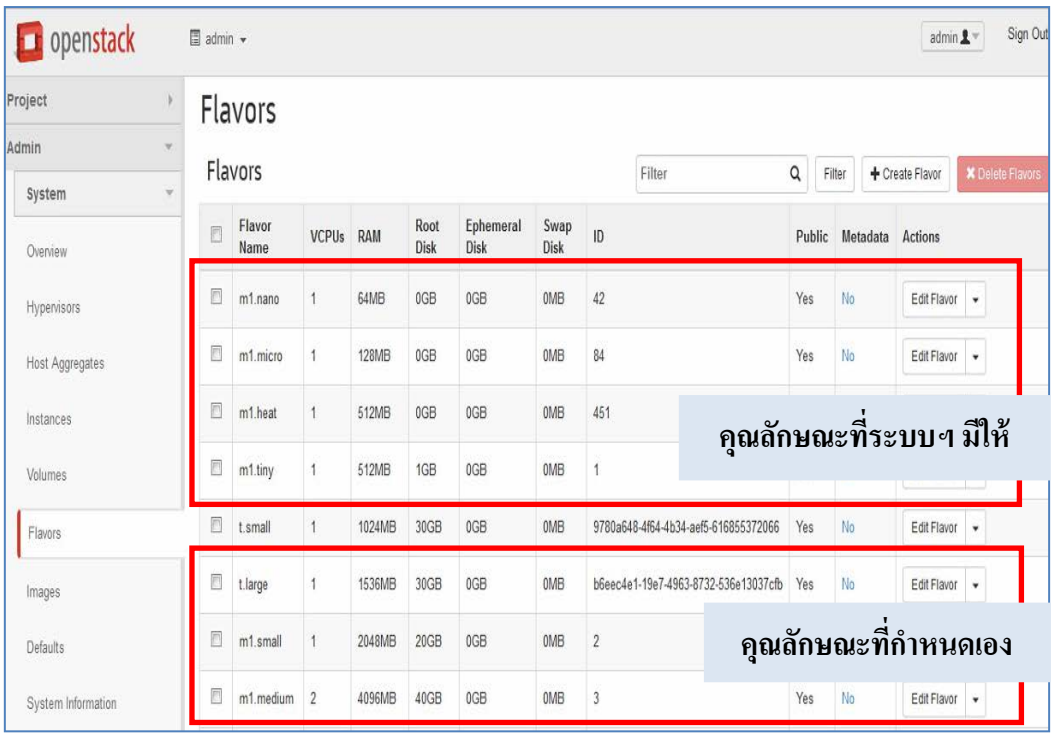
ภาพที่ 3.4 หน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard)

3.4.2 ออกแบบระบบที่ใช้ทดสอบในเครื่องจักรเสมือน

หลังจากที่ติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์แล้ว สามารถเข้าไปบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ หรือ Horizon Dashboard ซึ่งหน้าบริหารจัดการนี้ ได้มีการกำหนดค่าตั้งต้นเกี่ยวกับนโยบายด้านความปลอดภัย กลุ่มผู้ใช้งาน ไฟล์อิมเมจ และคุณลักษณะของเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine : VM) ไว้อยู่แล้ว แต่ผู้ดูแลระบบ ก็สามารถกำหนดค่าดังกล่าวได้เองตามความเหมาะสมกับใช้งาน โดยในงานวิจัยนี้ ดำเนินการกำหนดคุณลักษณะของ VM ไฟล์อิมเมจที่ใช้เป็นระบบปฏิบัติการ และนโยบายด้านความปลอดภัยเอง เพื่อให้ตรงตามความต้องการในการสร้าง VM สำหรับจำลองการเข้าใช้บริการ ซึ่งในการสร้าง VM นั้น จะกำหนดให้ทั้ง 3 เครื่อง มีจำนวนหน่วยความจำสำหรับใช้งานเป็น 1.5 GB มีขนาดความจุของฮาร์ดดิสก์ 30 GB และมี IP Address เป็น Private IP ตามที่ตั้งค่าเครือข่ายไว้ในตอนติดตั้งระบบฯ เพื่อให้เป็นระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว สำหรับระบบปฏิบัติการนั้น ใช้ไฟล์อิมเมจของระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.04 LTS

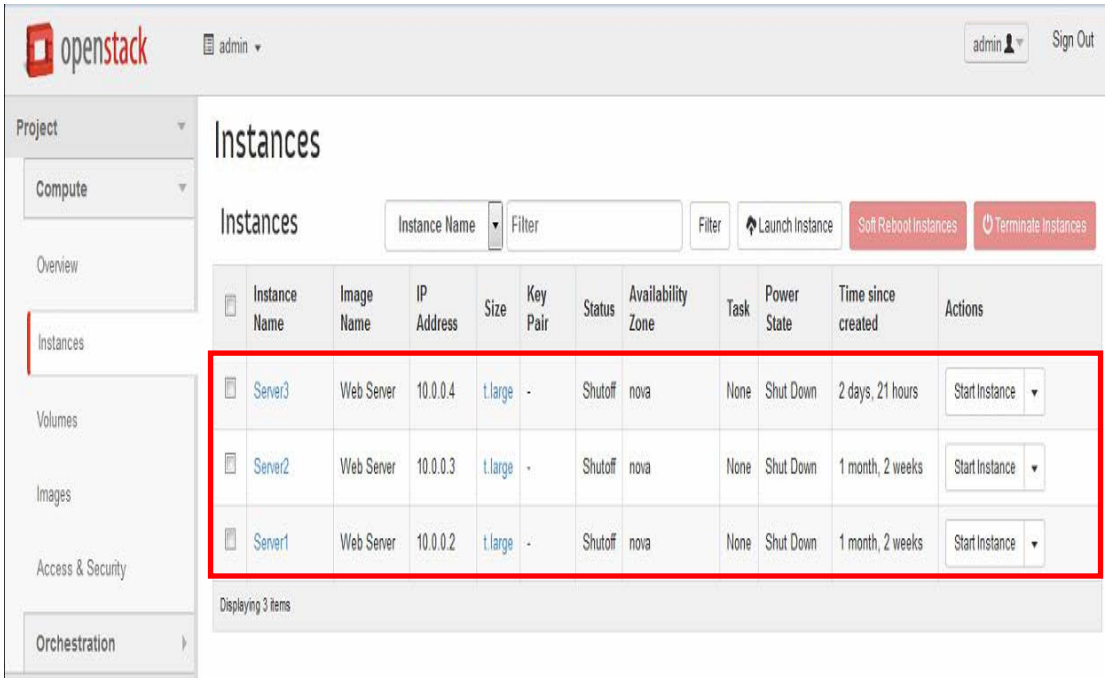


ภาพที่ 3.5 โครงสร้างของ VM ที่สร้างขึ้นในระบบการประมวลผลคลาวด์



ภาพที่ 3.6 คุณลักษณะของ VM ที่ระบบฯ กำหนดค่าตั้งต้นให้ และที่ผู้ดูแลระบบกำหนดขึ้นเอง

หลังจากที่กำหนดคุณลักษณะและติดตั้งระบบปฏิบัติการตามที่ต้องการแล้ว ให้ดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้สำหรับจัดทำระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของ VM ทั้ง 3 เครื่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้ Joomla ซึ่งเป็น CMS (Content Management System) สำหรับสร้างเว็บไซต์ เพื่อให้ VM ทั้ง 3 เครื่อง มีสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน



ภาพที่ 3.7 VM จำนวน 3 เครื่อง ที่ติดตั้งเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้รับ IP เป็น Private IP Address

ภาพที่ 3.8 หน้าเว็บไซต์ที่ใช้จำลองการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน

จากนั้น ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ใน VM แต่ละเครื่อง เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณการใช้หน่วยความจำที่ถูกใช้งาน ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีฟัซซีใน VM นั้น ๆ โดยทำการสร้างไฟล์ Shell Script[2] ซึ่งใช้ Bash เป็นตัวแปรภาษา ภายในไฟล์ประกอบด้วยการเขียนคำสั่งพื้นฐาน รวมถึงอัลกอลิทึมต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าพยากรณ์ของหน่วยความจำ โดยที่ค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ จากการคำนวณ จะถูกจัดเก็บลงในเท็กไฟล์ นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดระยะเวลาเพื่อให้ไฟล์สคริปต์ได้ทำงานอย่างอัตโนมัติ ทั้งใน VM และใน Host โดยในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณหน่วยความจำ จะดำเนินการอย่างอัตโนมัติในทุก ๆ 30 วินาที เพื่อให้สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณหน่วยความจำได้ตามที่ต้องการ และดำเนินการคำนวณการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติทุก ๆ 30 วินาที ในแต่ละ VM และในขณะเดียวกันค่าการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ ก็จะถูกส่งไปยังเครื่อง

[2]Shell Script “ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-howto/Shell Script.pdf”

Host เพื่อให้ เครื่อง Host นำค่าการพยากรณ์ดังกล่าว ไปจัดสรรหน่วยความจำกลับไปยัง VM แต่ละเครื่องในระบบการประมวลผลคลาวด์ต่อไป โดยในการส่งค่าพยากรณ์จาก VM ไปยังเครื่อง Host และการจัดสรรหน่วยความจำโดยมีคำสั่งจากเครื่อง Host ไปยัง VM นั้น จะถูกกำหนดให้ดำเนินการทุก ๆ 30 วินาที

3.4.3 ออกแบบการเข้าใช้บริการในเครื่องจักรเสมือน

หลังจากดำเนินการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ และสร้างเครื่องจักรเสมือน (VM) สำหรับติดตั้งเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบแล้ว จะดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Apache JMeter[3] ไว้ที่เครื่อง Host ซึ่งโปรแกรม Apache JMeter เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับจำลองพฤติกรรมการเข้าใช้บริการ และทดสอบประสิทธิภาพของ VM จากนั้น ดำเนินการออกแบบการจำลองการเข้าใช้บริการใน VM ทั้ง 3 เครื่อง โดยแต่ละเครื่อง จะมีพฤติกรรมการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งในขณะที่ทำการจำลองการเข้าใช้บริการ ไฟล์สคริปต์ที่ดำเนินการสร้างไว้ใน VM ก็จะทำงานตามเวลาที่กำหนด เพื่อจัดเก็บข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้งาน โดยในการจำลองการเข้าใช้บริการใน VM นั้น ต้องมีการกำหนดรายละเอียดในการเข้าใช้งานให้กับโปรแกรม Apache JMeter ดังตารางที่ 3.2 และตัวอย่างดังภาพที่ 3.9 รายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดแต่ละ VM และปริมาณงาน หรือพฤติกรรมที่ใช้ในการทดสอบ

ชื่อ	รายละเอียด	ระบบงาน	ปริมาณงาน
VM1	1 VCPU RAM 1.5 GB Hard disk 30 GB	Web Server	จำลองการเรียกใช้บริการเว็บเพจด้วย HTTP กำหนดให้มีการเรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง (ผู้ใช้ 50 คน) ในช่วงเวลาจำกัด
VM2	1 VCPU RAM 1.5 GB Hard disk 30 GB	Web Server	จำลองการเรียกใช้บริการเว็บเพจด้วย HTTP กำหนดให้มีการเรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง โดยเพิ่มจำนวนผู้ใช้เป็น 5, 10, 15 และ 20 คน

[3]Apache jMeter “http://jmeter.apache.org/”

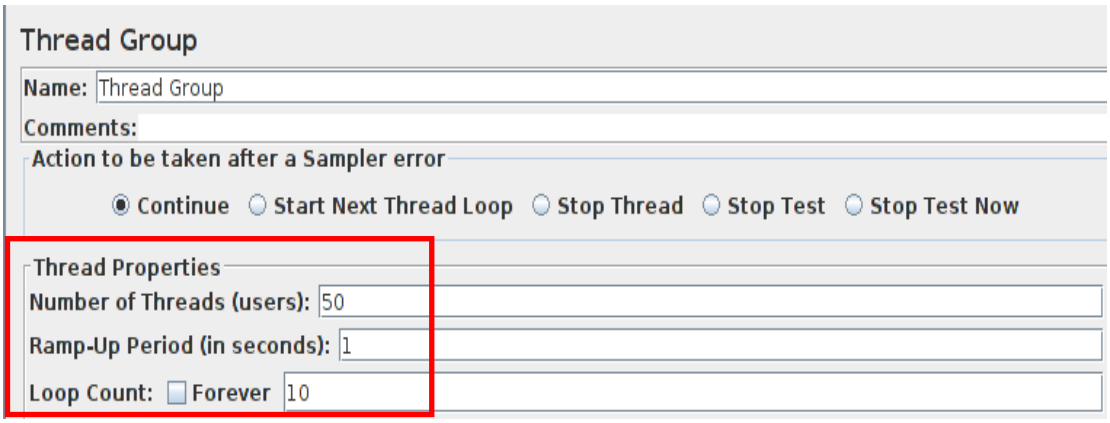
ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ชื่อ	รายละเอียด	ระบบงาน	ปริมาณงาน
VM3	1 VCPU RAM 1.5 GB Hard disk 30 GB	Web Server	จำลองการเรียกใช้บริการเว็บเพจด้วย HTTP กำหนดให้มีการเรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง โดยเพิ่มจำนวนการเรียกใช้ขึ้นเรื่อย ๆ จนครบ

Number of Threads (users) : จำนวนผู้ใช้งานที่ต้องการทดสอบ ณ เวลานั้น (concurrent users)

Ramp-Up Period (in seconds) : เวลาหน่วงในการเพิ่มผู้ใช้งานจนถึงจำนวน Number of Threads ที่ตั้งไว้ หรือ ค่าความเร็ว (วินาที) ที่ต้องการสร้าง Number of Threads ขึ้นมาใหม่

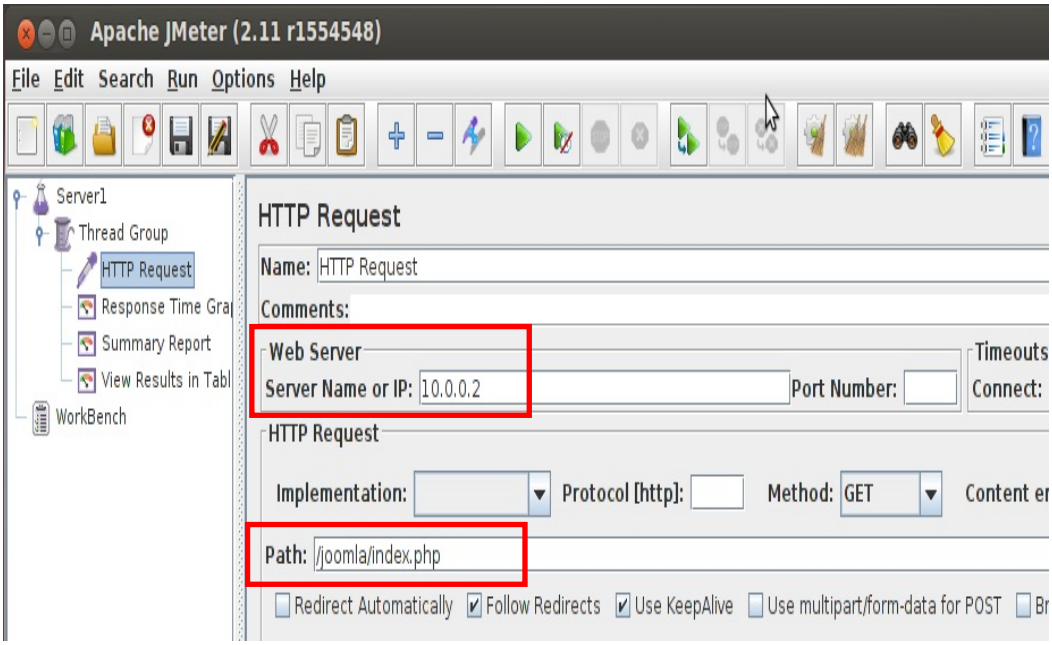
Loop Count : จำนวนรอบที่ต้องการทดสอบ



ภาพที่ 3.9 กำหนดจำนวนผู้ใช้งาน และรอบการเข้าใช้งาน

จากภาพที่ 3.9 เป็นการกำหนดจำนวนผู้ใช้งานและรอบการเข้าใช้งานซึ่งในแต่ละ VM จะมีจำนวนผู้ใช้งานเท่ากัน ต่างกันที่การจัดสรรรอบการเข้าใช้งาน และเวลาในการสร้างจำนวนผู้ใช้ใหม่ เพื่อเป็นการจำลองพฤติกรรมการเข้าใช้บริการระบบเว็บไซต์ที่แตกต่างกัน หลังจากที่

ดำเนินการเสร็จแล้ว จะทำการสร้าง HTTP Request เพื่อเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการเรียกหน้าเว็บเพจของระบบฯ มีการกำหนดค่าเบื้องต้นที่จำเป็นในการทดสอบการเข้าใช้บริการ VM โดยต้องระบุ Server Name หรือ IP Address และกำหนดเส้นทาง หรือพาธ(Path) เพื่อให้สามารถเข้าถึงหน้าเว็บเพจที่ใช้ในการทดสอบได้ ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 กำหนด IP Address และพาธที่จะเข้าถึงเว็บไซต์

3.4.4 ออกแบบอัลกอลิทึมในการพยากรณ์

จากแนวคิดในงานวิจัยเรื่อง Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing (V Holy Angel Jenitha and R. Veeramani, 2014) ซึ่งมีการนำวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กโพเนนเชียล (Exponentially Weighted Moving Average : EWMA) มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในอนาคต เพื่อจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องจักรเสมือนในระบบการประมวลผลคลาวด์นั้น

ผู้วิจัยเห็นว่า วิธีการพยากรณ์ดังกล่าว เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลล่าสุดมากที่สุด โดยมีทั้งค่าพยากรณ์ที่ผ่านมาล่าสุด และค่าจริงที่ผ่านมาล่าสุดเป็นตัวแปรสำคัญในอัลกอลิทึม

อีกทั้งมีกระบวนการการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้น จึงนำวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว มาใช้เป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบในงานวิจัย นอกจากนี้ ผู้วิจัย จะนำวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว มาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์ของผู้วิจัย ที่ได้ดำเนินการปรับปรุงค่าการพยากรณ์ ให้มีค่าผลลัพธ์ ที่ดีขึ้นด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.4.4.1 นำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของVM ทั้ง 3 เครื่อง โดยข้อมูลตั้งต้นที่ใช้งานนั้น เป็นข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองพฤติกรรมการเข้าใช้บริการ VM ในแต่ละเครื่อง (ข้อมูลหน่วยความจำจริง) แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาดำเนินการคำนวณผลตามสมการของ EWMA ดังนี้

$$E(t) = \alpha * E(t - 1) + (1 - \alpha) * O(t - 1) \quad (2)$$

โดยที่ E(t) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

E(t – 1) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาล่าสุด

O(t – 1) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาล่าสุด

α คือ ค่าสัดส่วน โดยที่ $\alpha = \frac{O(t-1)}{E(t-1)}$

เมื่อนำสมการดังกล่าวมาใช้งานพบว่า ยังไม่มีค่าพยากรณ์ที่จะนำมาใช้เป็นค่าเริ่มต้น (O(t – 1)) รวมถึงค่าสัดส่วน (α) ที่ต้องคำนวณมาจากค่าพยากรณ์เริ่มต้นด้วย จึงทำให้ไม่สามารถดำเนินการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์การพยากรณ์ของ VM ทั้ง 3 เครื่องได้ ดังนั้น จึงต้องดำเนินการหาค่าพยากรณ์เริ่มต้นก่อน โดยนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงในอดีตมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งในที่นี้ จะใช้ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองพฤติกรรมการเข้าใช้บริการ VM ในแต่ละเครื่อง แต่เลือกข้อมูลย้อนหลังเพียง 2 ช่วงเวลา ซึ่งมีวิธีการคำนวณผล ดังนี้

หาค่าพยากรณ์เริ่มต้น (O(t – 1)) จากการนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองพฤติกรรมการเข้าใช้บริการระบบฯ ซึ่งย้อนหลังไป 2 ช่วงเวลา คือ วินาทีแรก และวินาทีที่ 30 มาหาค่าเฉลี่ย

หาค่าสัดส่วน (α) จากการนำค่า O(t – 1) / E(t – 1) ซึ่ง O(t – 1) ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาล่าสุด (ในครั้งแรกของการคำนวณ จะใช้ค่าพยากรณ์เริ่มต้น) และ E(t – 1) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาล่าสุด คือ ที่เวลา 1 นาที

เมื่อหาค่าพยากรณ์เริ่มต้น (O(t – 1)) และค่าสัดส่วน (α) เรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถดำเนินการคำนวณผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำแบบ EWMA ได้ โดยแสดงตัวอย่างข้อมูลการคำนวณ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหน่วยความจำด้วยวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	E(t) (MB)	A	1 - α	O(t – 1)	E(t – 1)
00:00:00	149					
00:00:30	149					
00:01:00	150					
00:01:30	149	**149.99**	0.99	0.01	**149**	**150**
00:02:00	150	**148.99**	1.01	-0.01	149.99	149
00:02:30	149	**149.99**	0.99	0.01	148.99	150
00:03:00	150	**148.99**	1.01	-0.01	149.99	149
…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..	…..
01:12:00	316	**315**	1.00	0.00	316	315
01:12:30	315	**316**	1.00	0.00	315	316
01:13:00	316	**315**	1.00	0.00	316	315

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	E(t) (MB)	A	1 - α	O(t – 1)	E(t – 1)
01:13:30	315	**316**	1.00	0.00	315	316
01:14:00	316	**315**	1.00	0.00	316	315
01:14:30	317	**316**	1.00	0.00	315	316

จากนั้น คำนวณหาผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ซึ่งมีสมการการคำนวณผล และตัวอย่างการคำนวณ ดังตารางที่ 3.4

$$Diff = Actual(t) - E(t) \quad (3)$$

โดยที่ Diff คือ ผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

Actual(t) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

E(t) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการหาผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

เวลา	Actual(t)	E(t) (MB)	Actual(t) – E(t)
00:00:00	149		
00:00:30	149		
00:01:00	150		
00:01:30	149	**149.99**	**-0.99**

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

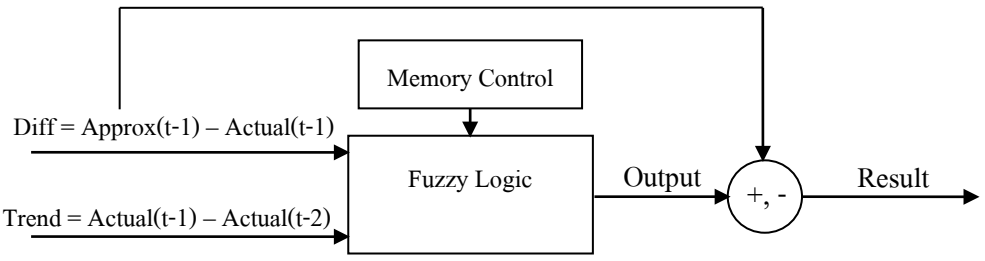
เวลา	Actual(t)	E(t) (MB)	Actual(t) – E(t)
00:02:00	150	**148.99**	**1.01**
00:02:30	149	**149.99**	**-0.99**
00:03:00	150	**148.99**	**1.01**
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
01:12:00	316	**315**	**1**
01:12:30	315	**316**	**-1**
01:13:00	316	**315**	**1**
01:13:30	315	**316**	**-1**
01:14:00	316	**315**	**1**
01:14:30	317	**316**	**1**

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่า ค่าพยากรณ์แบบ EWMA มีค่าข้อมูลบางส่วนที่น้อยกว่าข้อมูลหน่วยความจำจริง และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA จะเห็นภาพได้อย่างชัดเจนถึงค่าข้อมูลที่มีทั้งค่าบวก และค่าลบ ซึ่งบ่งบอกได้ถึงแนวโน้ม

ของหน่วยความจำที่จะเกิดขึ้น หากนำค่าการพยากรณ์แบบ EWMA ไปใช้จัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ ระบบฯ อาจเกิดปัญหาการใช้งาน เนื่องมาจากการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการให้บริการระบบการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับค่าผลต่าง และค่าแนวโน้มที่เกิดขึ้น และพิจารณาให้ค่าดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบการประมวลผลคลาวด์

3.4.4.2 ในการออกแบบวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีลอจิก จะต้องทราบถึงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบ หรือมีผลต่อปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ แล้วนำปัจจัยดังกล่าวมาดำเนินการออกแบบด้วยการใช้กฎของฟัซซีลอจิกที่มีการกำหนดกฎ เงื่อนไข และความสัมพันธ์เพื่อใช้ประมวลผลและดำเนินการหาปริมาณค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำในระบบฯ

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ พบว่า ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง และค่าแนวโน้มหน่วยความจำ เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาหน่วยความจำว่า ควรจะมีทิศทางในการปรับเปลี่ยนหน่วยความจำในเครื่องจักรเสมือนอย่างไร โดยแสดงแผนภาพการทำงานได้ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แผนภาพการทำงานของวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีลอจิก

จากภาพที่ 3.11 นำค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง ณ เวลา t - 1 มาดำเนินการกับค่าแนวโน้มหน่วยความจำด้วยวิธีฟัซซี โดยมีการควบคุมหน่วยความจำ(Memory Control) ให้มีค่าผลต่างไม่เกิน 200 MB (เป็นปริมาณหน่วยความจำทั้งหมด

ที่ถูกใช้ไปใน VM ขณะที่เปิดระบบเว็บไซต์ และมีการเก็บแคชไว้ โดยยังไม่มีการเข้าใช้บริการ ซึ่งมีปริมาณหน่วยความจำไม่เกิน 200 MB) เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำในระบบฯ ออกมาว่าควรมีค่าเป็นอย่างไร จากนั้น นำค่าดังกล่าวมาดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t – 1 อีกครั้ง เพื่อให้ทราบค่าผลลพัธ์ของหน่วยความจำที่ปรับเปลี่ยนไป ซึ่งค่าผลลัพธ์นี้ จะเป็นค่าการพยากรณ์ในเวลาถัดไป (ณ เวลา t) และค่าดังกล่าว จะถูกนำไปใช้เป็นค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t และใช้ในการหาค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริงในเวลาถัดไป

สำหรับการดำเนินการร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีนั้น มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัว

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการออกแบบฟัซซีลอจิก ประกอบด้วย 2 ตัวแปรอินพุท และ 1 ตัวแปรเอาท์พุท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ตัวแปรอินพุทที่ 1 เป็นค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง โดยค่าดังกล่าว ได้มาจากสมการ (4)

$$Diff = Approx (t - 1) – Actual (t - 1) \quad (4)$$

โดยที่ Diff คือ ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง

Approx (t – 1) คือ ค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t – 1

Actua l (t – 1) คือ หน่วยความจำ ณ เวลา t – 1

และเมื่อนำสมการไปคำนวณผล พบว่า ต้องทราบค่าประมาณหน่วยความจำตั้งต้นก่อนจึงจะดำเนินการต่อไปได้ แต่เนื่องจากยังไม่ทราบค่าประมาณ ดังนั้น จึงกำหนดให้ค่าประมาณหน่วยความจำตั้งต้น มีค่าเป็น 768 MB ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณหน่วยความจำที่กำหนดให้ตั้งแต่แรกใน VM (กำหนดให้ VM มีจำนวนหน่วยความจำสำหรับใช้งานเป็น 1.5 GB หรือ 1536 MB)

2) ตัวแปรอินพุทที่ 2 เป็นค่าแนวโน้มหน่วยความจำ โดยค่าดังกล่าวได้มาจากสมการ (5)

$$Trend = Actual (t – 1) – Actual (t -2) \quad (5)$$

โดยที่ Trend คือ ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ

Actual (t – 1) คือ หน่วยความจำที่ผ่านมา ณ เวลา t - 1

Actual (t – 2) คือ หน่วยความจำที่ผ่านมา ณ เวลา t – 2

3) ตัวแปรเอาท์พุท เป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำจากการประมวลผลด้วยฟัซซีลอจิกระหว่างตัวแปรอินพุทที่ 1 และตัวแปรอินพุทที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 : แปลงข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบของ Fuzzy Set

สำหรับตัวแปรอินพุทและตัวแปรเอาท์พุทที่อยู่ในรูปแบบของ Fuzzy Set จะถูกแบ่งระดับข้อมูล ดังนี้

ตัวแปรอินพุทที่ 1 : Diff เป็นผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง โดยมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ คือ

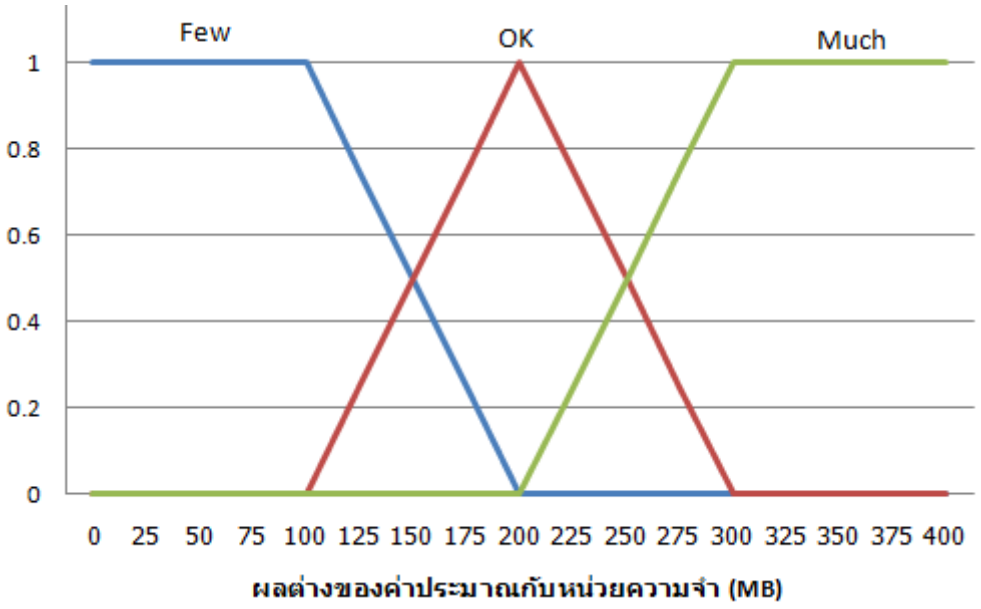
น้อย (Few) หมายถึง ค่าผลต่างอยู่ในระดับน้อยไป

กำลังดี (OK) หมายถึง ค่าผลต่างอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

มาก (Much) หมายถึง ค่าผลต่างอยู่ในระดับมากไป

ตารางที่ 3.5 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรอินพุทที่ 1

ช่วงของปริมาณหน่วยความจำ (MB)	**ระดับข้อมูล**
0 ถึง 200	Few
100 ถึง 300	OK
200 ถึง 400	Much



ภาพที่ 3.12 ตัวแปรอินพุทที่ 1 ผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง

ตัวแปรอินพุทที่ 2 : Trend เป็นค่าแนวโน้มหน่วยความจำ โดยมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ คือ

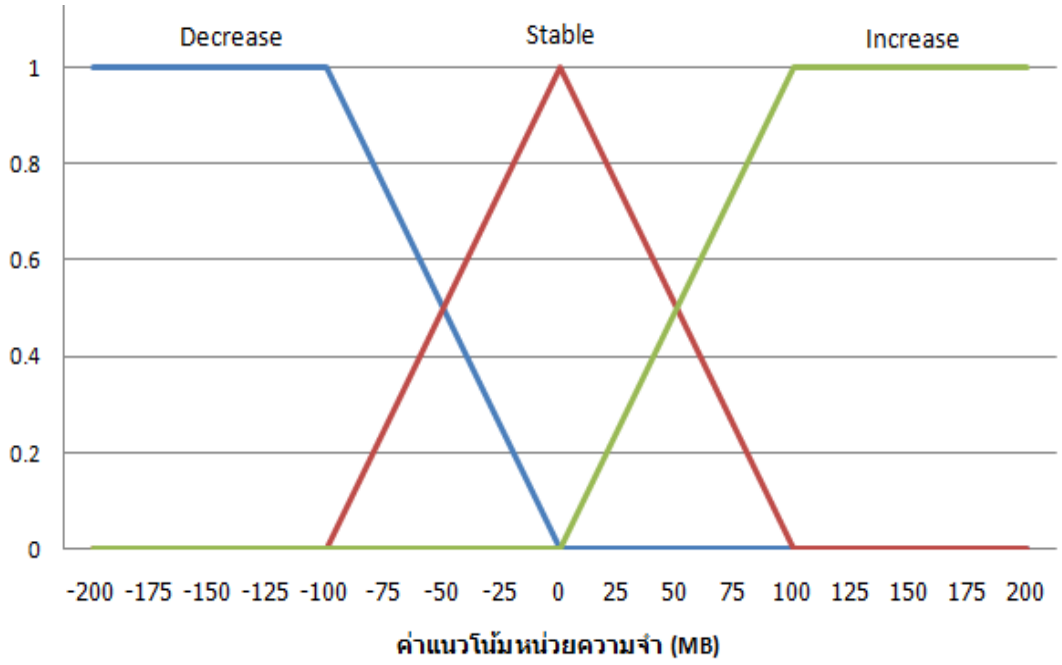
ลดลง (Decrease) หมายถึง ค่าแนวโน้มที่ลดลง

กำลังดี (Stable) หมายถึง ค่าแนวโน้มอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เพิ่มขึ้น (Increase) หมายถึง ค่าแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.6 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรอินพุทที่ 2

ช่วงของปริมาณหน่วยความจำ (MB)	**ระดับข้อมูล**
-200 ถึง 0	Decrease
-100 ถึง 100	Stable
0 ถึง 200	Increase



ภาพที่ 3.13 ตัวแปรอินพุทที่ 2 ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ

ตัวแปรเอาท์พุท : Output เป็นเอาท์พุทของระบบ มีการแบ่งระดับข้อมูลออกเป็น 5 ระดับ คือ

ลดลงอย่างรวดเร็ว (F_Decrease) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำลงอย่างเร็ว

ลดลงอย่างช้า ๆ (S_Decrease) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำลงช้า ๆ

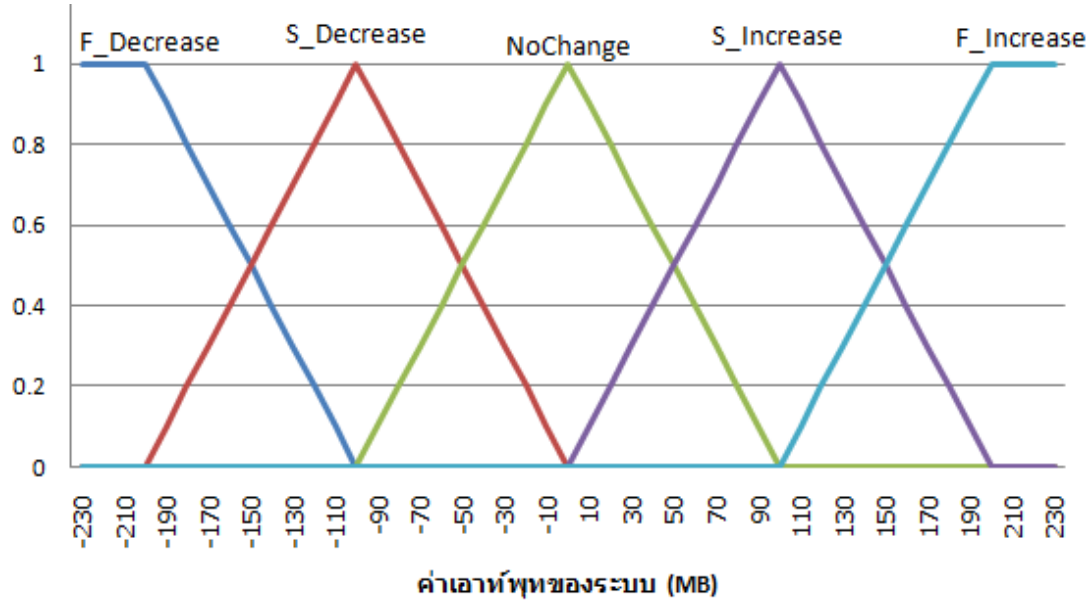
กำลังดี (NoChange) หมายถึง ไม่ปรับเปลี่ยนหน่วยความจำ

เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ (S_Increase) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำขึ้นช้า ๆ

เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (F_Increase) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำขึ้นอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 3.7 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรเอาท์พุท

ช่วงของปริมาณหน่วยความจำ (MB)	ระดับข้อมูล
-230 ถึง -100	F_Decrease
-200 ถึง 0	S_Decrease
-100 ถึง 100	NoChange
0 ถึง 200	S_Increase
100 ถึง 230	F_Increase



ภาพที่ 3.14 ตัวแปรเอาท์พุท

ขั้นตอนที่ 3 : นำข้อมูลมาสร้างความสัมพันธ์ร่วมกับกฎ หรือเงื่อนไข

กฎในฟัซซี มีลักษณะคือ “ถ้า…แล้ว” หรือ IF…THEN ดังนั้น ตัวแปรอินพุทจำนวน 2 ตัว และตัวแปรเอาท์พุทจำนวน 1 ตัว ต้องมีความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกัน ร่วมกับกฎ หรือ

เงื่อนไขที่ได้กำหนดขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปร สามารถสร้างกฎของฟัซซีได้ 9 กฎ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงกฎของฟัซซี

Input 2 / Input 1	**Decrease**	**Stable**	**Increase**
Few	S_Increase	S_Increase	F_Increase
OK	S_Decrease	NoChange	S_Increase
Much	F_Decrease	S_Decrease	S_Decrease

ขั้นตอนที่ 4 : หาค่าเอาท์พุทของระบบ

จากกฎของฟัซซีซึ่งมีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรอินพุททั้ง 2 และตัวแปรเอาท์พุท จะทำให้ได้ค่าเอาท์พุทของระบบ ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำ และค่าดังกล่าว จะถูกนำไปใช้ดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นค่าพยากรณ์ และค่าพยากรณ์จะถูกนำไปใช้เป็นค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลาถัดไป ซึ่งมีตัวอย่างการคำนวณหาค่าตัวแปรอินพุทที่ 1 ตัวแปรอินพุทที่ 2 และตัวแปรเอาท์พุท โดยนำตัวแปรอินพุทที่ 1 มาดำเนินการกับตัวแปรอินพุทที่ 2 ด้วยวิธีฟัซซีลอจิก และเริ่มคำนวณ ณ เวลา 00:01:30 เช่นเดียวกันกับวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการหาตัวแปรอินพุทที่ 1 ตัวแปรอินพุทที่ 2 ตัวแปรเอาท์พุท และค่าประมาณ

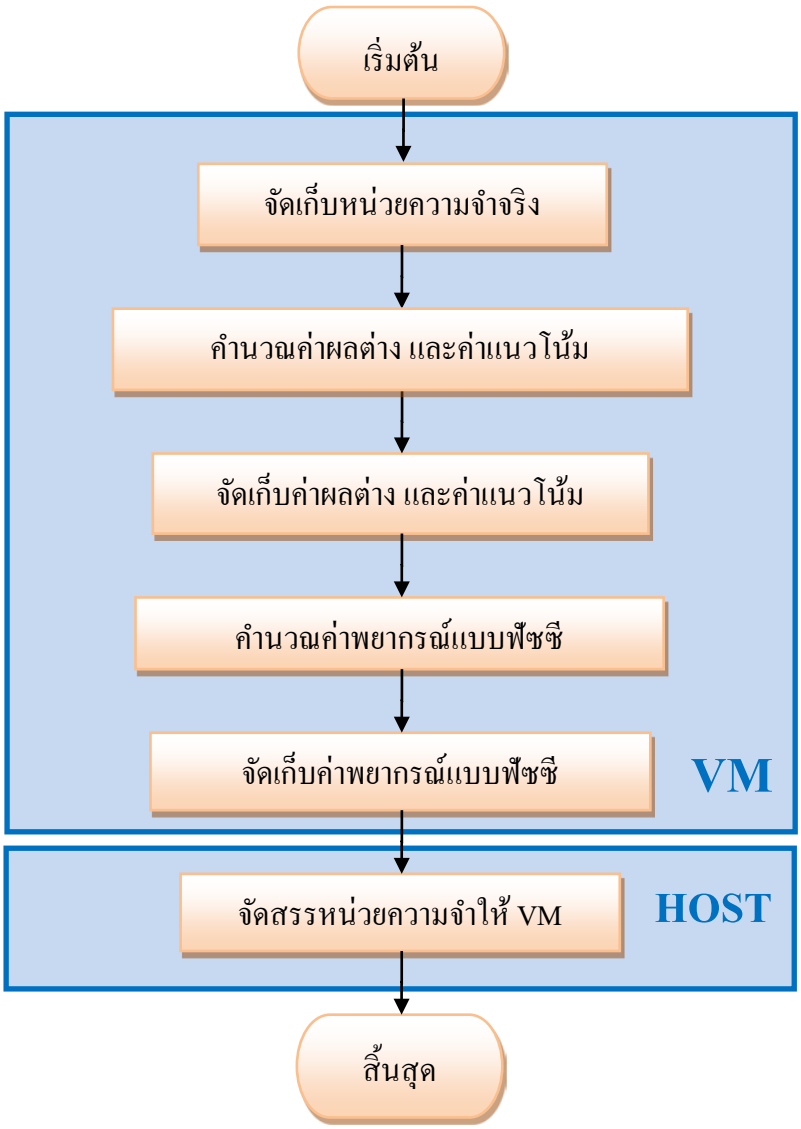
เวลา	**ค่าจริง**	**ค่าประมาณ**	**ตัวแปรอินพุทที่ 1 (ค่าประมาณ – ค่าจริง)**	**ตัวแปรอินพุทที่ 2 ($ค่าจริง_{(t-1)}$ - $ค่าจริง_{(t-2)}$)**	**ตัวแปรเอาท์พุท**
00:00:00	149				

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

เวลา	ค่าจริง	ค่าประมาณ	ตัวแปรอินพุทที่ 1 (ค่าประมาณ – ค่าจริง)	ตัวแปรอินพุทที่ 2 ($ค่าจริง_{(t-1)}$ - $ค่าจริง_{(t-2)}$)	ตัวแปรเอาท์พุท
00:00:30	149				
00:01:00	150	768			
00:01:30	149	668	768 – 150 = 618	150 – 149 = 1	-100
00:02:00	150	567	519	-1	-101
00:02:30	149	467	417	1	-100
00:03:00	150	366	318	-1	-101
…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..	…..	…..
01:12:00	316	512.19	204.67	-1	-7.48
01:12:30	315	518.54	196.19	1	6.35
01:13:00	316	512.54	203.54	-1	-6.00
01:13:30	315	518.44	196.54	1	5.90
01:14:00	316	512.57	203.44	-1	-5.87
01:14:30	317	518.43	196.57	1	5.86

จากการนำค่าเอาท์พุทที่ได้ มาดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t – 1 จะทำให้ได้ค่าผลลัพธ์ คือค่าพยากรณ์ของระบบฯ ณ เวลา t ซึ่งค่าพยากรณ์ดังกล่าว จะถูกนำไปดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM เพื่อให้ปริมาณหน่วยความจำมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ในสถานการณ์นั้น ๆ

จากขั้นตอนในการออกแบบอัลกอลิทึมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัวนั้น ผู้วิจัย จะนำขั้นตอนและอัลกอลิทึมในการดำเนินการดังกล่าว มาจัดทำในรูปแบบของไฟล์สคริปต์ที่เขียนด้วยภาษา Bash โดยดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ลงใน VM แต่ละเครื่อง รวมถึงเครื่อง Host เพื่อให้ไฟล์สคริปต์ดังกล่าว สามารถดำเนินการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำ คำนวณหาค่าการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำและจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ได้อย่างอัตโนมัติ และสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ที่ผู้วิจัยได้จำลองการเข้าใช้บริการระบบเว็บไซต์ โดยมีขั้นตอนการทำงานของไฟล์สคริปต์ ดังนี้



ภาพที่ 3.15 แผนผังการทำงานของไฟล์สคริปต์

1) จัดเก็บหน่วยความจำจริง

ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำจริงที่เกิดขึ้นใน VM ซึ่งมีรูปแบบการจัดเก็บเป็นเท็กไฟล์ โดยกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลหน่วยความจำเป็น Megabyte (MB) และจัดเก็บทุก ๆ 30 วินาที

```
#!/bin/bash

free -m | grep Mem | awk '{ print $3 }' >> mem_server.txt
```

ภาพที่ 3.16 คำสั่งที่ใช้ในการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงใน VM

2) คำนวณค่าผลต่าง และค่าแนวโน้ม

ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าผลต่าง และค่าแนวโน้ม ดังนี้

2.1) สร้างไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง

2.2) สร้างไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าแนวโน้มของหน่วยความจำ

โดยทั้ง 2 ไฟล์ จะนำข้อมูลหน่วยความจำจาก 1) มาใช้ในการคำนวณ และกำหนดให้สคริปต์มีการทำงานทุก ๆ 30 วินาที

3) จัดเก็บค่าผลต่าง และค่าแนวโน้ม

จากการรันสคริปต์ใน 2) จะได้ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง (ตัวแปรอินพุทที่ 1) และค่าแนวโน้มปริมาณหน่วยความจำ (ตัวแปรอินพุทที่ 2) ซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ และกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 วินาที

4) คำนวณค่าพยากรณ์แบบฟัซซี

ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าการพยากรณ์แบบฟัซซี โดยนำข้อมูลจาก 3) ซึ่งมีตัวแปรอินพุท 2 ตัวแปร มาใช้ในการคำนวณ เพื่อหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำ แล้วดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำอีกครั้ง เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ก่อนที่จะทำการจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบฯ โดยกำหนดให้สคริปต์มีการทำงานทุก ๆ 30 วินาที

5) จัดเก็บค่าพยากรณ์แบบฟัซซี

จากการรันสคริปต์ใน 4) ค่าผลลัพธ์การพยากรณ์แบบฟัซซี จะถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ โดยกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 วินาที ในขณะเดียวกัน ก็ส่งไฟล์ข้อมูลดังกล่าวไปยังเครื่อง Host ทุก ๆ 30 วินาที เช่นกัน เพื่อให้เครื่อง Host นำค่าการพยากรณ์แบบฟัซซีไปดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบฯ ต่อไป นอกจากนี้ ค่าพยากรณ์ที่ได้ จะถูกนำไปใช้เป็นค่าในการประมาณหน่วยความจำต่อไปด้วย

6) จัดสรรหน่วยความจำให้ VM

เนื่องจาก VM แต่ละตัว มี ID หรือ Instance Name ที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ในเครื่อง Host เพื่อใช้เป็นไฟล์สำหรับจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM แต่ละตัว ตาม ID ที่แตกต่างกัน และกำหนดให้สคริปต์มีการทำงานทุก ๆ 30 วินาที

```
cd /etc/libvirt/qemu
virsh setmem instance-00000008 $(($mem*1024))
```

ภาพที่ 3.17 คำสั่งที่ใช้ในการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM ตาม ID ที่แตกต่างกัน

จากการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทำงานอย่างอัตโนมัติของไฟล์สคริปต์ที่สร้างขึ้น ทำให้ได้ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง (ตัวแปรอินพุทที่ 1) ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ (ตัวแปรอินพุทที่ 2) ค่าเอาท์พุท (ตัวแปรเอาท์พุท) ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีของ VM ทั้ง 3 เครื่อง ดังนี้

ตารางที่ 3.10 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาท์พุทใน VM เครื่องที่ 1

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาท์พุท
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	618	1	-100
00:02:00	519	-1	-101
00:02:30	417	1	-100
00:03:00	318	-1	-101
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
01:12:00	204.67	-1	-7.48
01:12:30	196.19	1	6.35
01:13:00	203.54	-1	-6.00
01:13:30	196.54	1	5.90
01:14:00	203.44	-1	-5.87

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาท์พุท
01:14:30	196.57	1	5.86

ตารางที่ 3.11 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาท์พุทใน VM เครื่องที่ 2

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาท์พุท
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	623	0	-100
00:02:00	523	0	-100
00:02:30	423	0	-100
00:03:00	323	0	-100
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาท์พุท
…..	…..	…..	…..
01:13:30	200.46	-1	-1.92
01:14:00	199.54	1	1.92
01:14:30	200.46	-1	-1.92
01:15:00	199.54	1	1.92
01:15:30	200.46	-1	-1.92
01:16:00	198.54	1	3.09

ตารางที่ 3.12 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาท์พุทใน VM เครื่องที่ 3

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาท์พุท
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	624	-1	-101
00:02:00	524	1	-100
00:02:30	423	-1	-101

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาท์พุท
00:03:00	323	1	-100
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
…..	…..	…..	…..
01:28:00	199.61	1	1.85
01:28:30	200.46	-1	-1.92
01:29:00	199.54	1	1.92
01:29:30	200.46	-1	-1.92
01:30:00	199.54	1	1.92
01:30:30	200.46	-1	-1.92

ตารางที่ 3.13 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 1

เวลา	**ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA**	**ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี**
00:00:00		
00:00:30		
00:01:00		
00:01:30	349.99	668
00:02:00	348.99	567
00:02:30	349.99	467
00:03:00	348.99	366
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
01:12:00	515	512.19
01:12:30	516	518.54
01:13:00	515	512.54
01:13:30	516	518.44
01:14:00	515	512.57

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี
01:14:30	516	518.43

ตารางที่ 3.14 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 2

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี
00:00:00		
00:00:30		
00:01:00		
00:01:30	345	668
00:02:00	345	568
00:02:30	345	468
00:03:00	345	368
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..

ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี
…..	…..	…..
01:13:30	512	510.54
01:14:00	511	512.46
01:14:30	512	510.54
01:15:00	511	512.46
01:15:30	512	510.54
01:16:00	512	513.63

ตารางที่ 3.15 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 3

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี
00:00:00		
00:00:30		
00:01:00		
00:01:30	344	667
00:02:00	342.99	567
00:02:30	343.99	466

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี
00:03:00	342.99	366
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
…..	…..	…..
01:28:00	518	519.46
01:28:30	519	517.54
01:29:00	518	519.46
01:29:30	519	517.54
01:30:00	518	519.46
01:30:30	519	517.54

สำหรับการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี รวมถึงการวิเคราะห์ผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ จะนำเสนอ และแสดงรายละเอียดไว้ในบทถัดไป