

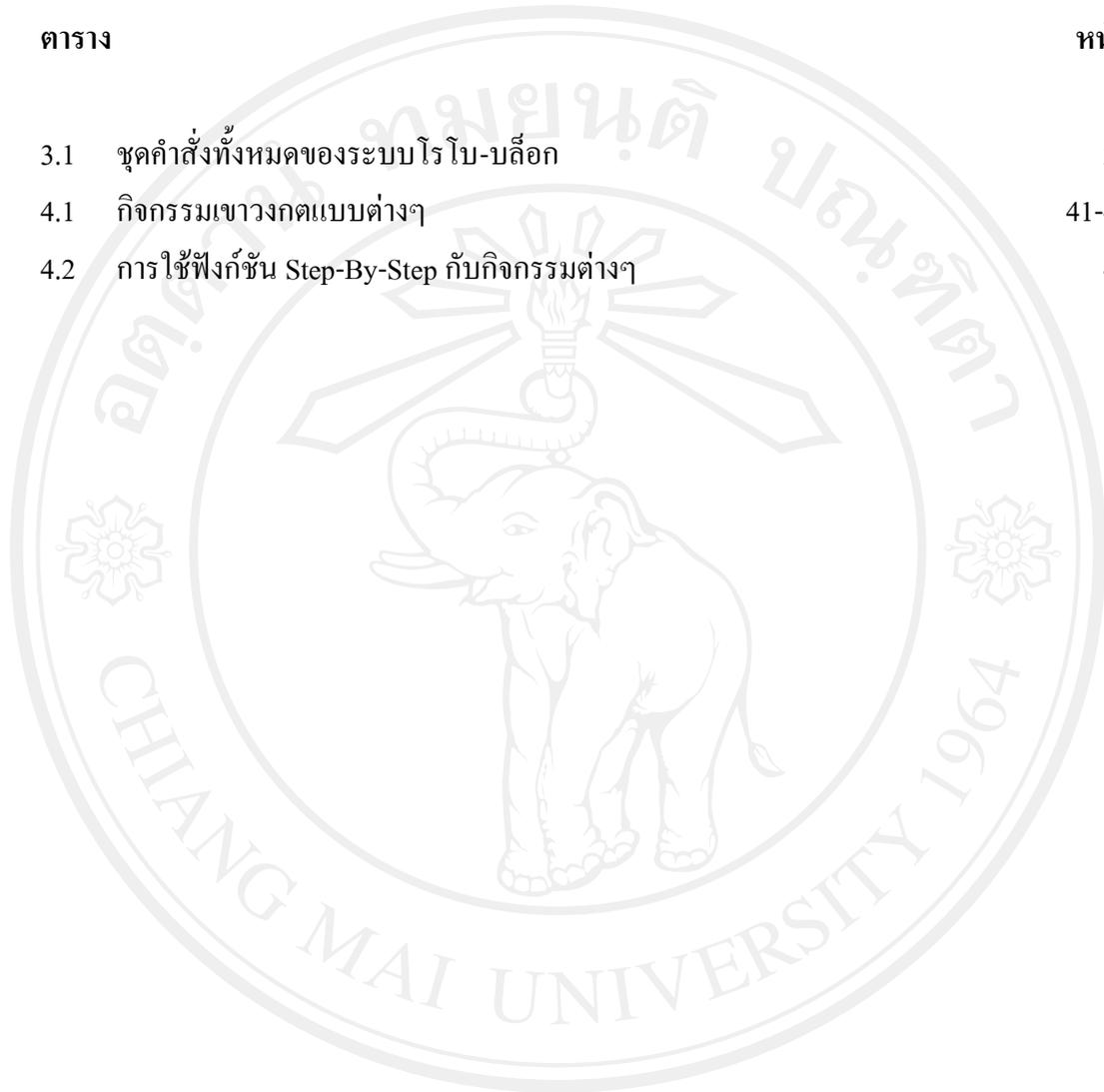
สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษา	1
1.2 แนวทางการแก้ปัญหา	2
1.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎี และ/หรือ เชิงประยุกต์	5
1.6 ขอบเขตการทำวิจัย	6
1.7 วิธีการทำวิจัย	6
1.8 เครื่องมือในการพัฒนา	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 Constructionism	8
2.2 Tangible User Interfaces	11
2.3 Tangible Programming	20
บทที่ 3 ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา	23
3.1 โครงสร้างการทำงานของโร โบ-บล็อก	24
3.2 การออกแบบวงจร	26
3.3 โปรโตคอลการตรวจสอบโครงสร้างของโปรแกรม	37
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	39
4.1 การเตรียมการทดลอง	39
4.1.1 กลุ่มผู้ทดลอง	39
4.1.2 การออกแบบการทดลอง	40

4.1.3	กิจกรรมการทดลอง	40
4.2	ผลการทดลอง	44
4.2.1	การทดลองด้านการพัฒนาเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม ที่เหมาะสมกับเด็ก	44
4.2.2	ศึกษาผลของการใช้ฟังก์ชันที่ช่วยในการดีบั๊กใน การเขียน โปรแกรมสำหรับเด็ก	46
4.3	สรุปผลการทดลอง	54
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย	55
5.1	สรุปสาระสำคัญของงานวิจัย	55
5.1.1	การพัฒนาเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับเด็ก	55
5.1.2	ผลการใช้งานฟังก์ชันทำงานทีละขั้นตอน	56
5.2	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต	58
	เอกสารอ้างอิง	59
	ประวัติผู้เขียน	62

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ชุดคำสั่งทั้งหมดของระบบ โรโบ-บล็อก	23
4.1 กิจกรรมเขาวงกตแบบต่างๆ	41-43
4.2 การใช้ฟังก์ชัน Step-By-Step กับกิจกรรมต่างๆ	46



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 ระบบโรโบ-บล็อก ประกอบด้วยบล็อกคำสั่งที่ต่อเข้ากับบล็อกมอเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผล และส่งคำสั่งไปยังรถหุ่นยนต์	3
2.1 วัฏจักรการเรียนรู้ตามแนว Constructionism	9
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ตามแนว Constructionism	10
2.3 การใช้ Tangible Interface สำหรับการเรียนรู้	12
2.4 เด็กใช้ I/O Brush เลือกสีที่ต้องการในการวาดรูป	13
2.5 สัตว์ที่ต่อขึ้นมาจาก Topobo	13
2.6 เต่ากลายร่างเป็นตัวหนอน ที่แสดงอยู่บนหน้าจอของ MicroWorlds LOGO	14
2.7 Cricket ที่สร้างเป็นรูปแมว และโปรแกรมควบคุม	14
2.8 เรียนรู้เรื่องการผสมสีผ่านทาง Chromarium	15
2.9 เด็กๆ ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการวาดภาพผ่านทาง I/O Brush	16
2.10 รูปหอยทากที่วาดโดยใช้ I/O Brush	17
2.11 Topobo ที่ต่อเป็นรูปสัตว์ และทำการ โปรแกรมโดยการบิดหมุน	17
2.12 Tangible Tools for Constructionism Learning	18
2.13 ชิ้นส่วนของ TOPOBO (ซ้าย) การ โปรแกรมการเดินของสัตว์ (ขวา)	20
2.14 บล็อกคำสั่ง และการเขียนโปรแกรมของ TERN	21
2.15 อุปกรณ์ควบคุมหุ่นยนต์ของ Button Box(a) คำสั่งต่างๆ(b, c, d, e)	21
2.16 โปรแกรมที่ต่อโดยใช้ Slot Machine	22
3.1 โรโบ-บล็อกที่นำมาต่อเป็นโปรแกรมโดยยังไม่ได้ประกอบกล่องอะคริลิก (ซ้าย) โรโบ-บล็อกหลังจากประกอบกล่องอะคริลิกแล้ว (ขวา)	25
3.2 แผนผังการติดต่อสื่อสารของโรโบ-บล็อก	25
3.3 บล็อกมอเตอร์ที่ถูกต่อเข้ากับบล็อกคำสั่ง	27
3.4 วงจรของบล็อกมอเตอร์	29
3.5 บล็อกส่งเสียง ซึ่งเป็นบล็อกคำสั่งที่ไม่ต้องปรับพารามิเตอร์	30
3.6 วงจรของบล็อกคำสั่งที่มีพารามิเตอร์ตายตัว	31

3.7	ภายในของบล็อกคำสั่งกลุ่มที่สามารถปรับพารามิเตอร์การทำงานได้ ประกอบด้วยแผ่นวงจร 2 แผ่น	32
3.8	วงจรบล็อกคำสั่งกลุ่มที่สามารถปรับพารามิเตอร์การทำงานได้	33
3.9	ขาของ IC HCF4017B	34
3.10	การทำงานของทรานซิสเตอร์อาร์เรย์	35
3.11	การขับ LED Dot Matrix ให้แสดงเลข 1	36
3.12	วงจรขับ LED Dot Matrix	36
3.13	วงจรบล็อกมาสเตอร์(บนซ้าย), วงจรบล็อกคำสั่งกลุ่มที่มีการทำงานตายตัว(บนขวา), วงจรบล็อกคำสั่งกลุ่มที่สามารถปรับค่าพารามิเตอร์การทำงานได้(ล่างซ้าย), และวงจรสำหรับแสดงค่าพารามิเตอร์การทำงาน(ล่างขวา)	37
3.14	การทำงานของโรโบ-บล็อก BC คือสัญญาณบรอดคาส Ack คือสัญญาณตอบกลับ Bx info คือข้อมูลของบล็อก x และ end คือจบโปรแกรม	38
4.1	กลุ่มทดลองจำแนกตามอายุ	39
4.2	กลุ่มทดลองจำแนกตามเพศ	40
4.3	ตัวอักษร N ที่วาดโดยใช้โรโบ-บล็อก	44
4.4	สัญลักษณ์บล็อกคำสั่งเลี้ยวแบบเดิม(ซ้าย) สัญลักษณ์เลี้ยวที่ปรับปรุงแล้ว(ขวา)	44
4.5	ธงสัญลักษณ์ที่ช่วยในการจดจำบล็อกคำสั่ง(ซ้าย) วิธีการแก้ไขบล็อกคำสั่งที่ผิดพลาด(ขวา)	45
4.6	ไม้โปแทรกเตอร์ที่ออกแบบมาสำหรับโรโบ-บล็อก	46
4.7	เด็กๆใช้ฟังก์ชันทำงานทีละขั้นตอนช่วยในการวาดรูป	47
4.8	เด็กต่อโปรแกรมเพื่อให้รถวิ่งเป็นรูปตัว L	48
4.9	เด็กๆทำกิจกรรมรูปตัวเลข “1”	49
4.10	เด็กใช้โรโบ-บล็อกเขียนโปรแกรมให้รถวิ่งไปชนลูกบอล	49
4.11	เด็กใช้วิธีการจดจำ block ที่ต้องแก้ไขด้วยการเอามือจับไว้	50
4.12	เด็กทำการวางแผนโดยการวาดเส้นทางที่รถหุ่นยนต์จะวิ่ง	51
4.13	เด็กใช้ฟังก์ชันทำงานทีละขั้นตอนเมื่อกิจกรรมมีความซับซ้อนมากขึ้น	52
4.14	เด็กวางแผนโดยการวาดเส้นทางให้รถวิ่ง	52
4.15	เด็กใช้ธงสัญลักษณ์ช่วยจดจำบล็อกคำสั่งที่ต้องการแก้ไข	53
5.1	การใช้ฟังก์ชันทำงานทีละขั้นตอนกับกิจกรรมการทดลองต่างๆ	57