

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247606



การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย
ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม
THE DEVELOPMENT OF WEB-BASED LEARNING
ENVIRONMENT MODEL TO ENHANCE
PROGRAM COMPREHENSION

นางสาวอุไร ทองหัวไผ่

จิตขานิพนธ์ปริญญาโท สาขาศึกษาศาสตร์บัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

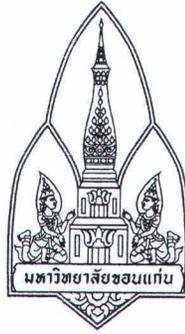
พ.ศ. 2553

600252041

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



247606



การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย
ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม
THE DEVELOPMENT OF WEB-BASED LEARNING
ENVIRONMENT MODEL TO ENHANCE
PROGRAM COMPREHENSION

นางสาวอุไร ทองหัวไผ่



วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย
ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม

นางสาวอุไร ทองหัวไผ่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

**THE DEVELOPMENT OF WEB-BASED LEARNING
ENVIRONMENT MODEL TO ENHANCE
PROGRAM COMPREHENSION**

MISS URAI THONGHUAPHAI

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์: การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย
ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวอุไร ทองหัวไผ่

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ดร.ทวีศิลป์ สารแสน	ประธานกรรมการ
	รศ.ดร.สุมาลี ชัยเจริญ	กรรมการ
	ดร.ชาลิส่า โพนินิมแดง	กรรมการ
	ดร.อิศรา ก้านจักร	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชัยเจริญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ดร.ชาลิส่า โพนินิมแดง)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ลำปาง แม่นมาตย์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สุวรรณน้อย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

อุไร ทองหัวไผ่. 2553. การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความ
เข้าใจโปรแกรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชัยเจริญ,
ดร.ชาลิสสา โพธิ์น่มแดง

บทคัดย่อ

247606

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บน
เครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม ศึกษาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ความคิดเห็น
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี จำนวน 3 กลุ่ม ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา(Developmental research) แบบ Type
II (Richey & Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้ 1) การพัฒนาโมเดล 2) การ
ตรวจสอบความตรงของโมเดล และ 3) การใช้โมเดล ผลการวิจัยพบว่า

1. โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายประกอบด้วย 7 องค์ประกอบที่สำคัญคือ
สถานการณ์ปัญหา กรณีใกล้เคียง ฐานความช่วยเหลือ ธนาकारความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้
ห้องปฏิบัติการส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม และเครื่องมือส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม

2. ความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนมีลักษณะสำคัญคือ 1) เป็นสิ่งแทนความเข้าใจ
โปรแกรม 2) เป็นสิ่งแทนความเข้าใจสถานการณ์ แบ่งกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนออกเป็น 3
ลักษณะได้แก่

ลักษณะที่ 1 ผู้เรียนจะสร้างสิ่งแทนความเข้าใจโปรแกรมก่อนสิ่งแทนความเข้าใจ
สถานการณ์โดยกระบวนการทำความเข้าใจจะกระทำทุก ๆ คำสั่งในโปรแกรม

ลักษณะที่ 2 ผู้เรียนจะสร้างสิ่งแทนความเข้าใจสถานการณ์ก่อนจากการตั้งสมมุติฐานและ
สร้างสิ่งแทนความเข้าใจโปรแกรมตามกระบวนการทำความเข้าใจลักษณะที่ 1

ลักษณะที่ 3 ผู้เรียนจะสร้างสิ่งแทนความเข้าใจสถานการณ์ก่อนจากการตั้งสมมุติฐานและ
สร้างความเข้าใจโปรแกรมโดยมุ่งไปเฉพาะส่วนของโปรแกรมที่สนใจเท่านั้น

3. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บน
เครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม ด้านการใช้งาน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ พบว่าโมเดลฯ
มีการออกแบบช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาและส่งเสริมผู้เรียนให้เข้าใจโปรแกรม

4. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผ่านเกณฑ์ 70 % ที่ตั้งไว้

Urai Thonghuaphai. 2010. **The Development of Web-based Learning Environment Model to Enhance Program Comprehension**. Doctor of Philosophy Thesis in Educational Technology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Associate Professor. Dr. Sumalee Chaijaroen,
Dr. Chalisa Phonimdaeng

ABSTRACT

247606

The purposes of this research were 1) to design and develop web-based learning environment model encouraging program comprehension, and 2) to examine students' understanding of program structure, their opinions and their learning achievement. The target groups were the undergraduate students from the Faculty of Computer Science, Ramkhamhaeng University, enrolling CT212 Program Structure, in the 2008 academic year. The research methodology was based on 3 phases of the Developmental Research Type 2 by Richey & Klein (2007) as follows: 1) Model Development, 2) Model Validation, and 3) Model Use. The data were analyzed in both quantitative approach by descriptive statistics, to gain students' learning achievement, and in qualitative approach by protocol to obtain students' opinions. The results revealed that:

1) There were 7 major components of web-based learning environment model, namely, 1) Problem Base, 2) Related Case, 3) Scaffolding, 4) Data Bank, 5) Collaborative Learning, 6) Laboratory Fostering Program Comprehension, and 7) Tools Fostering Program Comprehension.

2) The characteristics of the students' program understanding were 1) the representatives of Program Model, featuring direction formats, microstructure and macrostructure. 2) the representatives of Situation Model, which divided the students' learning processes into 3 formats

Format 1 Students created Program Model before Situation Model by trying to understand each direction in the program.

Format 2 Students created Situation Model before Program Model by making hypothesis or assumption, and trying to understand each text in the program.

Format 3 Students created Situation Model before Program Model by making hypothesis or assumption, and trying to understand only some special parts of the texts.

3) The students' opinions towards the web-based learning environment model were divided into 2 aspects. They were the usability, and the advantage that receive. It was

247606

found out that the model was appropriately well designed, enabled students to solve problems and make right judgments, and encouraged program understanding.

4) The students' learning achievement was higher than the specified criterion as 70%.

ดุขฎีนิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2551

กิตติกรรมประกาศ

ดุชฎินิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาและความเอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชัยเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ชาลิสสา โพธิ์น้อมแดง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ที่ได้สละเวลา พละกำลัง และสติปัญญา เพื่อให้คำปรึกษาแก่ศิษย์ ศิษย์ขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาเป็นอย่างสุดซึ้ง

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่รักและห่วงใยบุตรหรืออยู่อย่างสม่ำเสมอ ความรักของท่านเป็นกำลังใจให้ประสบความสำเร็จในการศึกษา ลูกขอฝากความภาคภูมิใจที่ได้ให้แก่ท่านด้วยความรัก ขอระลึกถึงพระคุณของคุณตาอ้น และคุณยายโถม มาตรทอง ผู้ที่เป็นที่รักยิ่งถึงแม้ท่านจะเสียชีวิตไปแล้ว หลานก็ระลึกถึงท่านอยู่เสมอ เสียหายที่ท่านไม่ได้ชื่นชมในความสำเร็จนี้ ขอขอบพระคุณ คุณสมชาติ ฉายสกุลวงศ์ ซึ่งคอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เอื้อน ปิ่นเงิน รศ.ดร.มนตรี พิริยะกุล รศ.ดร.ธงชัย สมบูรณ์ รศ.ดร. วีระ บุญจริง ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทรโกสุม ผศ.ดร.อภิรักษ์ จิรายุสกุล ผศ.ดร.อัญญพันธ์ รอดทุกข์ ดร.ภาวลัย ไกรพิรพรรณ และ ดร.อิสรา กำนจกร ผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้ที่กรุณาประเมินผลผลิตในด้านเครื่องมือวิจัย ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ทำให้งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ ดร.ทวีศิลป์ สารแสน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านสละเวลาและเมตตาให้คำแนะนำต่างๆในงานวิจัยอย่างดีเยี่ยม คำติชมของท่านเป็นกำลังใจให้พัฒนางานวิจัยที่มีคุณค่าต่อไป

ขอขอบใจนักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ทุกคนที่เต็มใจเป็นกลุ่มเป้าหมายในครั้ง นี้ และให้ความร่วมมืออย่างดีเยี่ยม และขอขอบใจเพื่อน รุ่น 2 ทุกคนที่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดระยะเวลา 4 ปีคอยสนับสนุนและส่งเสริมให้การเรียนสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

อุไร ทองหัวไผ่

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. คำถามการวิจัย	4
3. วัตถุประสงค์การวิจัย	4
4. ขอบเขตของการวิจัย	4
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
6. นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
1. ขอบข่ายวิชา CT212 โครงสร้างโปรแกรม	8
2. ทฤษฎีการเรียนรู้	9
3. ความเข้าใจโปรแกรม	25
4. การเรียนบนเครือข่าย	34
5. ทฤษฎีสื่อ	47
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	75
1. ระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล	75
2. ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล	89
3. ระยะที่ 3 การใช้โมเดล	102
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	115
1. ระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล	116
2. ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล	195
3. ระยะที่ 3 การใช้โมเดล	213

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	219
1. ผลการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	219
2. ผลการศึกษาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดล สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	238
3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนต่อการเรียนด้วยโมเดล สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	248
4. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดล สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	248
5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	249
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	255
1. วัตถุประสงค์การวิจัย	255
2. วิธีดำเนินการวิจัย	255
3. สรุปผลการวิจัย	269
4. ข้อเสนอแนะ	272
บรรณานุกรม	273
ภาคผนวก	287
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	289
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อมูล	331
ประวัติผู้เขียน	457

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนกับ กับการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	138
ตารางที่ 4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและกรณีใกล้เคียงที่ส่งเสริม การขยายโครงสร้างทางปัญญาการสร้างเข้าใจโปรแกรม	143
ตารางที่ 4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการออกแบบฐานความช่วยเหลือ	148
ตารางที่ 4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการออกแบบแหล่งการเรียนรู้ ที่สนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา	154
ตารางที่ 4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการออกแบบห้องปฏิบัติการ ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	161
ตารางที่ 4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการออกแบบแลกเปลี่ยนเรียนรู้	166
ตารางที่ 4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการออกแบบเครื่องมือ ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	170
ตารางที่ 4.8	แสดงการวางแผนการพัฒนาโมเดลฯ	177
ตารางที่ 4.9	แสดงการประเมินโมเดลฯโดยอาจารย์ที่ปรึกษา	185
ตารางที่ 4.10	แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน คะแนนเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน เรื่องการเขียนโปรแกรมเรียกตัวเอง ในระยะที่ 2	211
ตารางที่ 4.11	แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน คะแนนเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน เรื่องการเขียนโปรแกรมเรียกตัวเอง ในระยะที่ 3	217
ตารางที่ 5.1	แสดงเครื่องมือส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	223
ตารางที่ 5.2	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในระยะที่ 2	230
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในระยะที่ 3	237
ตารางที่ 5.4	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในระยะที่ 2 และระยะที่ 3	248

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	แสดง SOI model of constructivist learning from Words and Pictures	13
ภาพที่ 2.2	แสดงระบบ ACT-R/PM	24
ภาพที่ 2.3	แสดงองค์ประกอบหลักของโมเดลความเข้าใจโปรแกรม	29
ภาพที่ 2.4	แสดงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้	60
ภาพที่ 2.5	แสดง Syntactic & Semantic Knowledge	62
ภาพที่ 2.6	แสดง กระบวนการสร้างและแก้ไขสมมุติฐาน	63
ภาพที่ 2.7	แสดง Top-down Model	64
ภาพที่ 2.8	แสดง Opportunistic Recognition of Programming Plans	65
ภาพที่ 2.9	แสดง Comprehension Model	66
ภาพที่ 2.10	แสดง Bottom up Model	68
ภาพที่ 2.11	แสดง Meta-Model	70
ภาพที่ 3.1	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล	84
ภาพที่ 3.2	แสดงขั้นตอนการดำเนินการ ระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล	85
ภาพที่ 3.3	แสดงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล	87
ภาพที่ 3.4	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล	98
ภาพที่ 3.5	แสดงการดำเนินการในระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล	100
ภาพที่ 3.6	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในระยะที่ 3 การใช้โมเดล	110
ภาพที่ 3.7	แสดงการดำเนินการในระยะที่ 3 การใช้โมเดล	112
ภาพที่ 4.1	แสดงพื้นฐานเชิงทฤษฎีของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	117
ภาพที่ 4.2	แสดงกรอบแนวคิดในการออกแบบของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	129
ภาพที่ 4.3	แสดงองค์ประกอบของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	132
ภาพที่ 4.4	แสดงหน้าจอการออกแบบโครงสร้างโมเดลฯและการออกแบบสาร	134
ภาพที่ 4.5	แสดงหน้าจอโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	135

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 4.6	แสดงหน้าจอลิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีการวางโครงเรื่อง เป็นแผนที่ทางปัญญา	136
ภาพที่ 4.7	แสดงพื้นฐานการออกแบบสถานการณ์ปัญหา	137
ภาพที่ 4.8	แสดงหน้าจอการออกแบบสถานการณ์ปัญหา	139
ภาพที่ 4.9	แสดงหน้าจอสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา ให้แก่ผู้เรียน	139
ภาพที่ 4.10	แสดงหน้าจอภารกิจการเรียนรู้	141
ภาพที่ 4.11	แสดงพื้นฐานการออกแบบกรณีใกล้เคียง	142
ภาพที่ 4.12	แสดงหน้าจอการออกแบบกรณีใกล้เคียง	143
ภาพที่ 4.13	แสดงหน้าจอโปรแกรมที่ผู้เรียนต้องแก้ไขปัญหา	144
ภาพที่ 4.14	แสดงหน้าจอแนะนำการแก้ปัญหา	145
ภาพที่ 4.15	แสดงหน้าจอการอธิบายแนวคิดการคำนวณเงินเดือน	146
ภาพที่ 4.16	แสดงหน้าจอที่เน้นคำสั่งโปรแกรมที่มีการแก้ไขความผิดพลาด	146
ภาพที่ 4.17	แสดงพื้นฐานการออกแบบฐานความช่วยเหลือ	147
ภาพที่ 4.18	แสดงหน้าจอการออกแบบฐานการช่วยเหลือ การสร้างความคิดรวบยอด	149
ภาพที่ 4.19	แสดงหน้าจอแนะนำความรู้การคิดดอกเบี้ยทบต้น	150
ภาพที่ 4.20	แสดงหน้าจอการออกแบบฐานการช่วยเหลือด้านความคิด	151
ภาพที่ 4.21	แสดงหน้าจอการออกแบบฐานการช่วยเหลือด้านกระบวนการ	151
ภาพที่ 4.22	แสดงหน้าจอการออกแบบฐานการช่วยเหลือด้านกลยุทธ์	152
ภาพที่ 4.23	แสดงพื้นฐานการออกแบบแหล่งการเรียนรู้	153
ภาพที่ 4.24	แสดงหน้าจอการออกแบบธนาคารความรู้	157
ภาพที่ 4.25	แสดงหน้าจอรบบมีลต์มีเดีย	158
ภาพที่ 4.26	แสดงหน้าจอ E-tutorial กระบวนการทดสอบโปรแกรม	159
ภาพที่ 4.27	แสดงพื้นฐานการออกแบบห้องปฏิบัติการส่งเสริม ความเข้าใจโปรแกรม	160
ภาพที่ 4.28	แสดง External representation	162
ภาพที่ 4.29	แสดงหน้าจอการออกแบบห้องปฏิบัติการส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	163
ภาพที่ 4.30	แสดงหน้าจอการแนะนำกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรม	164

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 4.31	แสดงพื้นฐานการออกแบบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความเข้าใจโปรแกรม	165
ภาพที่ 4.32	แสดงหน้าจอกระดานสนทนา	167
ภาพที่ 4.33	แสดงหน้าจอปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ	168
ภาพที่ 4.34	แสดงพื้นฐานการออกแบบเครื่องมือส่งเสริมความเข้าใจ	169
ภาพที่ 4.35	แสดงหน้าจอการออกแบบเครื่องมือส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม	171
ภาพที่ 4.36	แสดงหน้าจอ Crimson editor	172
ภาพที่ 4.37	แสดงหน้าจอ Manipulation Tools	172
ภาพที่ 4.38	แสดงหน้าจอตัวแปลภาษา	173
ภาพที่ 4.39	แสดงหน้าจอเครื่องมือความเข้าใจโปรแกรม	174
ภาพที่ 4.40	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 1 KATaE INW	199
ภาพที่ 4.41	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 2 Sweetless Boy	200
ภาพที่ 4.42	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 3 Adap^3	200
ภาพที่ 4.43	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 4 Ring	201
ภาพที่ 4.44	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 5 Entertain 09	202
ภาพที่ 4.45	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 6 ศรีวิกรณ์	202
ภาพที่ 4.46	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 7 MARIO	203
ภาพที่ 4.47	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 8 Patipat	204
ภาพที่ 4.48	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 9 L.ก.ฮ.	204
ภาพที่ 4.49	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 10 FREAX	205
ภาพที่ 4.50	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 11 YUIII	206
ภาพที่ 4.51	แสดงการใช้โมเดลฯของผู้เรียนกลุ่มที่ 12 DONG	206
ภาพที่ 5.1	แสดงกระบวนการใช้โมเดลฯของผู้เรียนลักษณะที่ 1	231
ภาพที่ 5.2	แสดงกระบวนการใช้โมเดลฯของผู้เรียนลักษณะที่ 2	232
ภาพที่ 5.3	แสดงกระบวนการใช้โมเดลฯของผู้เรียนลักษณะที่ 3	232
ภาพที่ 5.4	แสดง Pennington Comprehension Model	239
ภาพที่ 5.5	แสดงกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ลักษณะที่ 1	242
ภาพที่ 5.6	แสดงกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ลักษณะที่ 2	244
ภาพที่ 5.7	แสดงการสร้างสิ่งแทนความรู้ในรูปผังโปรแกรม	246
ภาพที่ 5.8	แสดงกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ลักษณะที่ 3	247