

การปรับปรุงอ็อบเจกต์โมเดลที่ปรับเปลี่ยนได้ด้วยยูนิตโมเดล

นาย นฤชิต ดำรงวิถึธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPROVING ADAPTIVE OBJECT MODEL WITH UNIT MODEL

Mr. Naruchit Dumrongviteetham

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

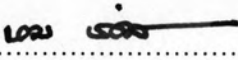
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

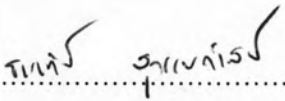
500869

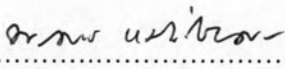
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงอ็อบเจกต์โมเดลที่ปรับเปลี่ยนได้ด้วยยูนิตโมเดล
โดย นายณฤชิต ดำรงวิถิธรรม
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี

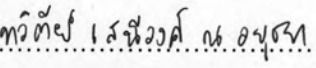
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

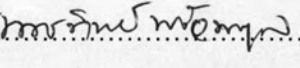

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศธีรวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิตัย เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

นฤชิต ดำรงวิจิตรธรรม : การปรับปรุงอ็อบเจกต์โมเดลที่ปรับเปลี่ยนได้ด้วยยูนิตโมเดล (IMPROVING ADAPTIVE OBJECT MODEL WITH UNIT MODEL) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี จำนวน 116 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของอ็อบเจกต์โมเดลที่สามารถปรับเปลี่ยนได้หรือเอไอเอ็ม ซึ่งประกอบด้วยดีไซน์แพทเทิร์นต่างๆ ได้แก่ ไทยป์อ็อบเจกต์ พรอบเพอร์ตี ไทยป์สแควร์ แอ็คเคานท์บิลิตีแพทเทิร์น ปัญหาของเอไอเอ็มคือ อ็อบเจกต์โมเดลอยู่ในรูปแบบของเมต้า ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ ส่งผลให้ซอฟต์แวร์มีคุณลักษณะที่ไม่ดีคือ บำรุงรักษาได้ยาก ดังนั้นงานวิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการแปลงเอไอเอ็มให้อยู่ในรูปของยูนิตโมเดล จุดประสงค์เพื่อช่วยให้นักพัฒนาสามารถทำความเข้าใจโมเดลได้ง่ายขึ้น และจะส่งผลให้ความสามารถในด้านการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์เพิ่มขึ้นด้วย

ผลการทดลองพบว่า การแปลงอ็อบเจกต์โมเดลแบบเอไอเอ็มให้อยู่ในรูปของยูนิตโมเดลนั้น ทำให้ความซับซ้อนของแผนภาพคลาสนั้นลดลงเล็กน้อย นอกจากนั้น ด้วยคุณสมบัติที่ได้จากการแปลงให้อยู่ในรูปของยูนิตโมเดล ทำให้สถาปัตยกรรมของระบบมีภาพที่เป็นระดับสูงขึ้น และสามารถแบ่งเป็นระดับชั้นได้ ซึ่งจะช่วยในเรื่องของความสามารถในการทำความเข้าใจระบบให้แก่ นักพัฒนา อีกทั้งยูนิตโมเดลมีภาษาและเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ง่ายกว่าการใช้ในระดับแพกเกจ

ภาควิชา...วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต นฤชิต ดำรงวิจิตรธรรม
 สาขาวิชา...วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ดร.พร. หมั่นไชยศรี.....
 ปีการศึกษา...2550.....

4771427821 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: ADAPTIVE OBJECT MODEL / DESIGN PATTERN / UNIT MODEL

NARUCHIT DUMRONGVITEETHAM: IMPROVING ADAPTIVE OBJECT MODEL WITH UNIT MODEL. THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR PORNSIRI MUENCHAISRI, PH.D., 116 pp.

This thesis proposes a method for solving a problem inherently found in Adaptive Object Model (AOM). AOM basically consists of many design patterns such as Type Object, Property, Type-Square, and Accountability. The problem of AOM is that object model is presented in meta-form, not in business-object form. As a result, it is difficult to understand and maintain the model. To address the problem, we propose a method for converting the model from AOM to a unit model, which is easy to understand and maintain.

The experimental results from this research show that the complexity of class diagrams in a sample application is reduced slightly. In addition with unit models, software has a high-level architecture and layering components which increase understandability for developer. Moreover, the software architects can verify correctness of architecture easier than normal package, since the unit model has both language and tools for development.

Department...Computer Engineering.....Student's signature.. *นฤชิต ดุมรงวิเตธัม*.....
Field of study...Computer Science.....Advisor's signature.. *พรศิริ มูเ็นชิสริ*.....
Academic year...2007.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการจัดทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อชี้แนะ ในการตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณภวยา วงศ์ธนากรชัยและน้องทั้งสองของข้าพเจ้า รวมถึง เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดเวลาที่ศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งนี้

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่สนับสนุนและให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1.1 ดีไซน์แพทเทิร์น.....	5
2.1.2 อ็อบเจกต์โมเดลที่ปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Object Model - AOM) [4].....	6
2.1.3 ยูนิตโมเดล (Unit Model).....	10
2.1.4 ภาษาและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ยูนิตโมเดล.....	14
2.1.5 การวัดซอฟต์แวร์ (Software Measurement) [8].....	14
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.2.1 งานวิจัย "Static and Dynamic Structure in Design Patterns" [10].....	16
บทที่ 3 วิธีการแปลงเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล.....	20
3.1 ภาพรวมของขั้นตอนการวิจัย.....	21
3.2 รูปแบบของสัญลักษณ์ยูนิต.....	22
3.3 วิธีการแปลงจากเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล.....	24
3.4 สรุปขั้นตอนในการแปลงเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล.....	30
บทที่ 4 การพัฒนาแอปพลิเคชันแบบเอไอเอ็มด้วยยูนิตโมเดล.....	32
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	32

4.2 ระบบคำนวณหาค่ากระแสเงินสดของหลักทรัพย์ประเภทตราสารหนี้ (Bond Cash Flow Generator - CFGen).....	32
4.2.1 ปัญหาทางธุรกิจ (Problem Statement)	32
4.2.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน	35
4.2.3 การแปลงจากเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล	38
4.2.4 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม	48
4.3 ระบบงานทะเบียนข้อมูลสินค้า	48
4.3.1 ปัญหาทางธุรกิจ (Problem Statement)	48
4.3.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน	51
4.3.3 การแปลงจากเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล	52
4.3.4 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม	60
4.4 ระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณา	60
4.4.1 ปัญหาทางธุรกิจ (Problem Statement)	60
4.4.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน	63
4.4.3 การแปลงจากเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล	64
4.4.4 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม	72
บทที่ 5 การวัดผลเปรียบเทียบโมเดล	73
5.1. กำหนดมาตรวัดค่าความซับซ้อน	73
5.2. ผลการวัดค่าความซับซ้อน	74
5.3. เปรียบเทียบผลการวัดค่าความซับซ้อนของโมเดลทั้งสอง	75
5.4. วิเคราะห์ผลลัพธ์ของการแปลงให้อยู่ในรูปแบบของยูนิตโมเดล	76
บทที่ 6 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ	78
6.1. แผนภาพยูสเคส	78
6.1.1 ยูสเคส Browse Project File	79
6.1.2 ยูสเคส Create Signature	80
6.1.3 ยูสเคส Create Atom Unit	80
6.1.4 ยูสเคส Create Compound Unit.....	81
6.1.5 ยูสเคส Generate Stub	82
6.1.6 ยูสเคส Link Unit.....	82
6.2. แผนภาพคลาส	83
6.3. แผนภาพซีเควนซ์	85

บทที่ 7	บทสรุปผลการวิจัย.....	91
7.1.	บทสรุปผลการวิจัย.....	91
7.2.	ปัญหาและอุปสรรค.....	92
7.3.	ข้อจำกัด.....	92
7.4.	ข้อเสนอแนะ.....	92
	รายการอ้างอิง.....	93
	ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก	การใช้งานเครื่องมือยูนิตเจนเนอเรเตอร์ (Unit Generator).....	95
ก.1.	หน้าจอหลักของเครื่องมือ.....	95
ก.2.	การสร้างแพ็กเกจซิกเนเจอร์.....	96
ก.3.	การสร้างอะตอมยูนิต.....	99
ก.4.	การสร้างคอมพาวด์ยูนิต.....	101
ก.5.	การสร้างสตัปเพื่อนำไปอิมพลีเมนต์.....	103
ก.6.	การลิงค์ยูนิตเข้าด้วยกัน.....	105
ภาคผนวก ข.	ซอร์สโค้ดยูนิตโมเดลสำหรับเอไอเอ็ม.....	107
ข.1.	ซอร์สโค้ดของซิกเนเจอร์.....	107
ข.1.1.	s_entitytype.sig.....	107
ข.1.2.	s_operation.sig.....	108
ข.1.3.	s_propertytype.sig.....	109
ข.1.4.	s_relationship.sig.....	110
ข.1.5.	s_entity.sig.....	111
ข.2.	ซอร์สโค้ดของอะตอมยูนิต.....	112
ข.2.1.	au_aom.entitytype.unit.....	112
ข.2.2.	au_aom.operation.unit.....	113
ข.2.3.	au_aom.relationship.unit.....	113
ข.2.4.	au_aom.entity.unit.....	113
ข.3.	ซอร์สโค้ดของคอมพาวด์ยูนิต.....	114
ข.3.1.	cu_aom.type.unit.....	114
ข.3.2.	cu_aom.entity.unit.....	115
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	116

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแพ็กเกจและยูนิตโมเดล	14
ตารางที่ 2 ขั้นตอนการแปลงจากเอไอเอ็มเป็นยูนิตโมเดล	30
ตารางที่ 3 ตัวอย่างตราสารหนี้ที่ออกโดยกระทรวงการคลัง.....	33
ตารางที่ 4 ตัวอย่างกระแสเงินสดของตราสารหนี้.....	34
ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ CFGen ทั้งสองแบบ.....	48
ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการทำงานของระบบทะเบียนสินค้าทั้งสองแบบ	60
ตารางที่ 7 การวัดประสิทธิภาพของโฆษณาด้วยวิธีการต่างๆ.....	61
ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการทำงานของระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณาทั้งสองแบบ.....	72
ตารางที่ 9 ผลการวัดค่าความซับซ้อนของแผนภาพคลาสทั้ง 3 ระบบ	74
ตารางที่ 10 ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส Browse Project File	79
ตารางที่ 11 ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส Create Signature	80
ตารางที่ 12 ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส Create Atom Unit.....	80
ตารางที่ 13 ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส Create Compound Unit.....	81
ตารางที่ 14 ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส Generate Stub.....	82
ตารางที่ 15 ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส Link Unit.....	82
ตารางที่ 16 หน้าที่ของคลาสและเมทอดที่สำคัญของแต่ละคลาส	83

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนภาพคลาสของระบบเฝ้าสังเกต [4].....	2
รูปที่ 1.2 แผนภาพคลาสของระบบเฝ้าสังเกตแบบเอไอเอ็ม [4].....	3
รูปที่ 2.1 ไทป์อ็อบเจกต์ [3]	7
รูปที่ 2.2 พรอบเพอร์ตี [4]	8
รูปที่ 2.3 ไทป์สแควร์ [4]	8
รูปที่ 2.4 ไทป์สแควร์และสตราทิจิ [4].....	9
รูปที่ 2.5 แอ็คเคานท์บิลิตี [5]	10
รูปที่ 2.6 กระบวนการหลักในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบมอดูล	10
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของอะตอมยูนิต [6].....	11
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างของคอมพาวด์ยูนิต [6].....	12
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างโปรแกรมที่สมบูรณ์ [6].....	12
รูปที่ 2.10 ดีไซน์แพทเทิร์นในรูปของยูนิตโมเดล [10]	17
รูปที่ 2.11 แผนภาพคลาสของ Managing Block Device ด้วยแฟคทอรีแพทเทิร์น [10]	18
รูปที่ 2.12 ผลที่ได้จากการแปลงแผนภาพคลาสเป็นยูนิตโมเดล [10]	19
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของขั้นตอนการวิจัย	20
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของยูนิตที่ใช้ในงานวิจัยนี้สำหรับ Jiazzi	23
รูปที่ 3.3 สัญลักษณ์ยูนิตอย่างง่าย.....	23
รูปที่ 3.4 เส้นการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต.....	23
รูปที่ 3.5 ไทป์อ็อบเจกต์แพทเทิร์น [3].....	24
รูปที่ 3.6 ยูนิตโมเดลของไทป์อ็อบเจกต์แพทเทิร์น	24
รูปที่ 3.7 พรอบเพอร์ตีแพทเทิร์น [4].....	25
รูปที่ 3.8 ยูนิตโมเดลของพรอบเพอร์ตีแพทเทิร์น	25
รูปที่ 3.9 กลุ่มคลาสของไทป์สแควร์แพทเทิร์น	26
รูปที่ 3.10 เอนทิตีไทป์ยูนิตและเอนทิตียูนิต.....	27
รูปที่ 3.11 สตราทิจิแพทเทิร์น	27
รูปที่ 3.12 โอเปอเรชันยูนิต	28
รูปที่ 3.13 แอ็คเคานท์บิลิตีแพทเทิร์น.....	29
รูปที่ 3.14 ยูนิตของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี.....	29
รูปที่ 4.1 แผนภาพแพ็กเกจของระบบ CFGen.....	35

รูปที่ 4.2 แผนภาพคลาสแบบเอไอเอ็มของระบบ CFGen ของแพ็คเกจ aom.entity.fin และ aom.entity.fin.operation ก่อนแปลงเป็นยูนิตโมเดล.....	37
รูปที่ 4.3 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของไทป์สแควร์แพทเทิร์นระบบ CFGen.....	38
รูปที่ 4.4 อะตอมยูนิตของ au_aom.entitytype และ au_aom.entity.....	39
รูปที่ 4.5 แผนภาพคลาสที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อแยกยูนิต au_aom.entity ให้นำกลับมาใช้ใหม่.....	40
รูปที่ 4.6 อะตอมยูนิตของ au_aom.entity และ au_aom.entity.financial.....	40
รูปที่ 4.7 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของแอ็คเคานท์บิลิตีระบบ CFGen.....	41
รูปที่ 4.8 อะตอมยูนิตของ au_aom.relationship และ au_aom.entity.....	42
รูปที่ 4.9 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของสตรีทิจิในระบบ CFGen.....	42
รูปที่ 4.10 อะตอมยูนิตของ au_aom.operation และ au_aom.entitytype.....	43
รูปที่ 4.11 คอมพาวด์ยูนิต cu_aom.type ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันระหว่างอะตอมยูนิตของ au_aom.operation และ au_aom.entitytype.....	44
รูปที่ 4.12 คอมพาวด์ยูนิต cu_aom.entity ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันระหว่างอะตอมยูนิตของ cu_aom.type, au_aom.relationship และ au_aom.entity.....	45
รูปที่ 4.13 การเชื่อมต่อกันของยูนิต cu_aom.entity, au_aom.entity.financial และ au_aom.fin.app สำหรับระบบ CFGen.....	46
รูปที่ 4.14 แผนภาพคลาสของเอไอเอ็มระบบ CFGen หลังจากแปลงเป็นยูนิตโมเดล.....	47
รูปที่ 4.15 แผนภาพคลาสแบบเอไอเอ็มของระบบทะเบียนสินค้าก่อนแปลงเป็นยูนิตโมเดล.....	51
รูปที่ 4.16 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของไทป์สแควร์แพทเทิร์นระบบทะเบียนสินค้า.....	52
รูปที่ 4.17 อะตอมยูนิตของ au_aom.entitytype และ au_aom.entity.....	53
รูปที่ 4.18 อะตอมยูนิตของ au_aom.entity และ au_aom.entity.product.....	53
รูปที่ 4.19 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของแอ็คเคานท์บิลิตีแพทเทิร์นระบบทะเบียนสินค้า.....	54
รูปที่ 4.20 อะตอมยูนิตของ au_aom.relationship และ au_aom.entity.....	54
รูปที่ 4.21 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของสตรีทิจิระบบทะเบียนสินค้า.....	55
รูปที่ 4.22 อะตอมยูนิตของ au_aom.operation และ au_aom.entitytype.....	55
รูปที่ 4.23 คอมพาวด์ยูนิต cu_aom.type ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันระหว่างอะตอมยูนิตของ au_aom.operation และ au_aom.entitytype.....	56
รูปที่ 4.24 คอมพาวด์ยูนิต cu_aom.entity ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันระหว่างอะตอมยูนิตของ cu_aom.type, au_aom.relationship และ au_aom.entity.....	57
รูปที่ 4.25 การเชื่อมต่อกันของยูนิต cu_aom.entity, au_aom.entity.product และ au_aom.product.app สำหรับระบบงานทะเบียนสินค้า.....	58

รูปที่ 4.26 แผนภาพคลาสของเอไอเอ็มระบบทะเบียนสินค้าหลังจากแปลงเป็นยูนิตโมเดล.....	59
รูปที่ 4.27 แผนภาพคลาสแบบเอไอเอ็มของระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณา ก่อนแปลงเป็นยูนิตโมเดล	63
รูปที่ 4.28 แผนภาพคลาสและความสัมพันธ์ของไทป์แควร์แพทเทิร์นระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณา	64
รูปที่ 4.29 อะตอมยูนิตของ au_aom.entitytype และ au_aom.entity	65
รูปที่ 4.30 อะตอมยูนิตของ au_aom.entity และ au_aom.entity.ad.....	65
รูปที่ 4.31 แผนภาพคลาสของแอ็คเคานท์บิลิตี้ระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณา	66
รูปที่ 4.32 อะตอมยูนิตของ au_aom.relationship และ au_aom.entity	67
รูปที่ 4.33 แผนภาพคลาสของสตราทิจีระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณา	67
รูปที่ 4.34 อะตอมยูนิตของ au_aom.operation และ au_aom.entitytype	68
รูปที่ 4.35 คอมพาวด์ยูนิต cu_aom.entity ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันระหว่างอะตอมยูนิต au_aom.entitytype, au_aom.relationship และ au_aom.entity	69
รูปที่ 4.36 คอมพาวด์ยูนิตซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อกันของยูนิต au_aom.operation และ au_aom.operation.ad	69
รูปที่ 4.37 การเชื่อมต่อกันของยูนิตทั้งหมดเป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้ของระบบวัดประสิทธิภาพ โฆษณา	70
รูปที่ 4.38 แผนภาพคลาสของเอไอเอ็มระบบวัดประสิทธิภาพโฆษณาหลังจากแปลงเป็นยูนิตโมเดล.....	71
รูปที่ 5.1 ยูนิตโมเดลที่ประกอบขึ้นมาจากยูนิตย่อยๆและแบ่งเป็นระดับชั้นได้	76
รูปที่ 6.1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือช่วยในการออกแบบ AOM ด้วย Unit Model.....	78
รูปที่ 6.2 แผนภาพคลาสของเครื่องมือ Unit Generator	83
รูปที่ 6.3 แผนภาพซีเควนซ์การสร้างแพ็กเกจจิกเนเจอร์	85
รูปที่ 6.4 แผนภาพซีเควนซ์การสร้างอะตอมยูนิต	86
รูปที่ 6.5 แผนภาพซีเควนซ์การสร้างคอมพาวด์ยูนิต.....	87
รูปที่ 6.6 แผนภาพซีเควนซ์แสดงไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในระบบ	88
รูปที่ 6.7 แผนภาพซีเควนซ์การสร้างสตัปให้กับยูนิต.....	89
รูปที่ 6.8 แผนภาพซีเควนซ์การลิ่งยูนิตเป็นคอมพาวด์ยูนิต	89
รูปที่ 6.9 หน้าจอหลักของเครื่องมือ	90
รูปที่ ก.1 หน้าจอหลักของเครื่องมือยูนิตเจเนอเรเตอร์.....	95
รูปที่ ก.2 หน้าจอการสร้างจิกเนเจอร์	96
รูปที่ ก.3 หน้าจอการเพิ่มคลาสหรืออินเตอร์เฟสให้กับจิกเนเจอร์	97
รูปที่ ก.4 หน้าจอการเพิ่มเมทอดให้กับคลาสหรืออินเตอร์เฟส.....	97
รูปที่ ก.5 หน้าจอการเพิ่มพารามิเตอร์ให้กับเมทอด	98

รูปที่ ก.6 หน้าจอการสร้างอะตอมยูนิต	99
รูปที่ ก.7 หน้าจอการเลือกอิมพอร์ตซิกเนเจอร์ให้กับอะตอมยูนิต	100
รูปที่ ก.8 หน้าจอการผูกแพ็กเกจ	100
รูปที่ ก.9 หน้าจอการสร้างคอมพาวด์ยูนิต	101
รูปที่ ก.10 หน้าจอการเลือกอิมพอร์ตแพ็กเกจของคอมพาวด์ยูนิต	102
รูปที่ ก.11 หน้าจอการผูกแพ็กเกจที่ต้องการ	102
รูปที่ ก.12 หน้าจอการเลือกยูนิตเพื่อประกอบกันเป็นยูนิตใหม่ของคอมพาวด์ยูนิต	102
รูปที่ ก.13 หน้าจอการเชื่อมต่อของยูนิตแต่ละยูนิตที่ถูกเลือกมาประกอบกันเป็นคอมพาวด์ยูนิต	103
รูปที่ ก.14 เมนูการใช้เครื่องมือสร้างสตัปเพื่อนำไปใช้ในการอิมพลิเมนต์ซอร์สโค้ด	103
รูปที่ ก.15 รายการยูนิตที่ผู้ใช้สามารถเลือกสร้างสตัปได้	104
รูปที่ ก.16 ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างสตัปของอะตอมยูนิตชื่อ au_aom.entity	104
รูปที่ ก.17 เมนูการใช้เครื่องมือเพื่อลิงค์ยูนิตเป็นคอมพาวด์ยูนิต	105
รูปที่ ก.18 รายการคอมพาวด์ยูนิตที่ผู้ใช้สามารถลิงค์ยูนิตที่กำหนดไว้เป็นยูนิตใหม่ได้	105
รูปที่ ก.19 ผลลัพธ์ที่ได้จากการลิงค์ยูนิต cu_aom.main.program	106
รูปที่ ก.20 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการทำงานคอมพาวด์ยูนิต	106