

การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต

นางสาวการุณี บวรประเสริฐกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6942-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST CASES GENERATION FROM A STATECHART DIAGRAM

Miss Karunee Bowornprasirtkul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Software Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6942-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต
โดย นางสาวการุณี บวรประเสริฐกุล
สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นครทิพย์ พร้อมพูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศิริ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วิษณุ โคตรจรัส)

การุณี บวรประเสริฐกุล : การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต. (TEST CASES GENERATION FROM A STATECHART DIAGRAM)

อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์นครทิพย์ พร้อมพูล, 150 หน้า. ISBN 974-17-6942-3.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอเทคนิคในการสร้างกรณีทดสอบในช่วงของการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทั้งนี้เนื่องจากหากสามารถทำการทดสอบในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาระบบ จะสามารถค้นพบข้อผิดพลาดและแก้ไขปัญหาก็ได้เร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอวิธีการในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ตที่มีสถานะย่อยภายในแผนภาพสเตทชาร์ต เนื่องจากแผนภาพนี้แสดงถึงสถานะพฤติกรรมการทำงานของคลาส หรือของระบบทั้งหมด ทำให้สามารถทราบถึงสถานะต่างๆ ในการทำงานเมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ เข้ามากระตุ้น ซึ่งกรณีทดสอบที่ได้จะใช้ในการติดตามการทำงานของคลาสและระบบ โดยสอดคล้องกับหลักการที่ครอบคลุมประพจน์

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบขึ้นตามวิธีที่นำเสนอ โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกรณีทดสอบที่สร้างด้วยเครื่องมือและกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยมือตามหลักการครอบคลุมประพจน์ โดยใช้ 3 กรณีศึกษา ซึ่งผลจากการทดสอบพบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพ สเตทชาร์ตออกมาได้อย่างถูกต้องตรงตามหลักการออกแบบกรณีทดสอบที่สร้างได้ด้วยมือ ดังนั้นด้วยเครื่องมือนี้ผู้ทดสอบสามารถสร้างกรณีทดสอบได้โดยอัตโนมัติ และไม่จำเป็นต้องสร้างกรณีทดสอบด้วยตนเอง จึงช่วยลดเวลา และค่าใช้จ่ายในการสร้างกรณีทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....การุณี บวรประเสริฐกุล.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมซอฟต์แวร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....นครทิพย์ พร้อมพูล.....
ปีการศึกษา...2547...

4570671121 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEY WORD: SOFTWARE TESTING / UML / CLASS DIAGRAM / STATECHART DIAGRAM
/ TEST CASE / XSLT

KARUNEE BOWORNPRASIRTKUL : TEST CASES GENERATION FROM A
STATECHART DIAGRAM. THESIS ADVISOR : NAKORNTHIP PROMPOON,
150 pp. ISBN 974-17-6942-3.

This thesis presents a technique to generate test cases during an analysis and design phase. If a system is tested in an early phase, errors can be found and can be resolved quickly. As a result, the final product, software, will have good quality and meet user requirements.

This thesis presents a method to generate test cases from a statechart diagram which contains composite state. A statechart diagram represents dynamic behavior of a class or a whole system after receiving an event from outside. The generated test cases are used to monitor the behavior of such artifacts. The coverage criteria to generate test cases is full predicate coverage criteria.

In addition, a test case generation tool is developed according to this approach and tested by comparing test cases result from this tool and from manual by generation according to full predicate coverage criteria with 3 case studies. Test results of the tool indicate that this tool could generate test cases from a statechart diagram conforms to test case design by manual. Thus, with this tool, test cases are automatically generated. Testers do not need to generate test cases manually so this tool can reduce time and cost of test case generation.

Department....Computer Engineering..... Student's signature.....*Karunee Bowornprasirtkul*
Field of study....Software Engineering..... Advisor's signature.....*Nakornthip Prompoon*
Academic year ...2004.....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า ที่กรุณาแนะนำให้ความรู้ คำปรึกษา ความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดจน
คอยดูแลการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าจนสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ซึ่งเป็นประธานกรรมการ
สอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์
สุวรรณศาสตร์ และอาจารย์ ดร.วิชณุ โคตรจรัส ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลา
และให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า รวมถึงชี้แนะสิ่งดี ๆ
ตลอดเวลาที่ข้าพเจ้าได้ศึกษาเล่าเรียนในระดับมหาบัณฑิต ณ สถาบันแห่งนี้

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ของข้าพเจ้า ที่คอยห่วงใย
ให้กำลังใจ และสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนในการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1.1 โมเดลการทดสอบ.....	6
2.1.2 การทดสอบซอฟต์แวร์.....	7
2.1.3 ส่วนประกอบของกรณีทดสอบ.....	9
2.1.4 แผนภาพยูเอ็มแอล.....	10
2.1.4.1 แผนภาพคลาส.....	10
2.1.4.2 แผนภาพสเตทชาร์ต.....	12
2.1.5 กฎการขยายเหตุการณ์ที่มีการกระตุ้น.....	15
2.1.6 เอ็กซ์เอ็มไอ.....	16
2.1.7 เอ็กซ์เอสแอลที.....	17
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
2.2.1 การสร้างกรณีทดสอบจากข้อกำหนดยูเอ็มแอล.....	21
2.2.2 หลักการในการสร้างการทดสอบจากข้อกำหนดรายละเอียด.....	22
2.2.2.1 หลักการที่ครอบคลุมทรานสิชัน.....	22

2.2.2.2	หลักการที่ครอบคลุมประพจน์.....	23
2.2.2.3	หลักการที่ครอบคลุมคู่ของทรานสิชัน	23
2.2.2.4	หลักการแบบลำดับเหตุการณ์ที่สมบูรณ์	24
2.2.3	การเลือกการทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต.....	25
บทที่ 3	การวิเคราะห์และออกแบบการสร้างกรณีทดสอบ	27
3.1	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาสและแผนภาพสเตทชาร์ต.....	28
3.2	แนวคิดการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต.....	30
3.3	การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติ	34
3.3.1	การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องมือและเทคโนโลยี ที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ	34
3.3.1.1	การแผนภาพคลาสและแผนภาพสเตทชาร์ตเป็นเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล	35
3.3.1.2	การแปลงเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลเป็นเอ็กซ์เอสแอลที	35
3.3.1.3	สถาปัตยกรรมของการทำการแปลงจากแผนภาพสเตทชาร์ต ให้เป็นกรณีทดสอบที่ต้องการ.....	38
3.3.2	การออกแบบเครื่องมือ	38
3.3.2.1	แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือที่สนับสนุนการสร้างกรณีทดสอบ	38
3.3.2.2	แผนภาพคลาสในการสร้างกรณีทดสอบของเครื่องมือ	40
3.3.2.3	แผนภาพกิจกรรมในการสร้างกรณีทดสอบของเครื่องมือ.....	41
3.3.2.4	การออกแบบโครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ใช้ในเครื่องมือ	43
3.3.2.5	การออกแบบโครงสร้างการเรียกเทมเพลตของเครื่องมือ.....	46
3.3.2.6	การออกแบบสถาปัตยกรรมของเครื่องมือ	47
บทที่ 4	การพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ	48
4.1	สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ	48
4.1.1	ฮาร์ดแวร์.....	48
4.1.2	ซอฟต์แวร์.....	48
4.2	โครงสร้างของเครื่องมือ.....	49
บทที่ 5	การทดสอบเครื่องมือ	53
5.1	สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ	53
5.2	ขั้นตอนการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น.....	53

	ณ
5.3	กรณีศึกษาที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ..... 54
5.3.1	กรณีศึกษาที่ 1 ระบบการยืมหนังสือ 54
5.3.1.1	แผนภาพคลาสของระบบ..... 54
5.3.1.2	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบ 55
5.3.1.3	กรณีทดสอบที่สร้างได้..... 56
5.3.2	กรณีศึกษาที่ 2 ระบบเอทีเอ็ม 64
5.3.2.1	แผนภาพคลาสของระบบ..... 64
5.3.2.2	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบ 64
5.3.2.3	กรณีทดสอบที่สร้างได้..... 65
5.3.3	กรณีศึกษาที่ 3 ระบบทิกแทกโท..... 70
5.3.3.1	แผนภาพคลาสของระบบ..... 70
5.3.3.2	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบ 71
5.3.3.3	กรณีทดสอบที่สร้างได้..... 71
5.4	สรุปผลการทดสอบ..... 74
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัยและแนวทางการวิจัยต่อ 76
6.1	สรุปผลการวิจัย 76
6.2	แนวทางการวิจัยต่อ 76
6.3	ผลงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 77
รายการอ้างอิง 78
ภาคผนวก 80
ภาคผนวก ก	แผนภาพยูเอ็มแอล..... 81
ภาคผนวก ข	เพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่นำมาทำการแปลงจากแผนภาพสเตทชาร์ต เป็นกรณีทดสอบ..... 87
ภาคผนวก ค	การใช้งานเครื่องมือ..... 92
ค.1	เครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้ร่วมกับเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น..... 92
ค.2	การส่งออกข้อมูลจาก เรชั่นเนลโรส..... 92
ค.3	การสร้างกรณีทดสอบจากเครื่องมือ..... 93
ภาคผนวก ง	ตัวอย่างการสร้างกรณีทดสอบจากกรณีศึกษา 96
ภาคผนวก จ	ผลงานที่ตีพิมพ์ 134
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	150

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 การเปลี่ยนสถานะ.....	32
ตารางที่ 3.2 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์.....	32
ตารางที่ 3.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของประพจน์ที่ 1.....	33
ตารางที่ 3.4 ข้อกำหนดรายละเอียดกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์.....	34
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดยูสเคสสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต.....	40
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ.....	41
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของส่วนย่อย "StateMachineInfo".....	44
ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของส่วนย่อย "Transition".....	44
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของส่วนย่อย "CompositeState".....	44
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของส่วนย่อย "SubState".....	45
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของส่วนย่อย "Guard".....	45
ตารางที่ 3.12 รายละเอียดของส่วนย่อย "Parameter".....	45
ตารางที่ 3.13 หน้าที่ของแต่ละเทมเพลต.....	46
ตารางที่ ก.1 แสดงวากยสัมพันธ์สำหรับคลาส.....	82
ตารางที่ ก.2 แสดงวากยสัมพันธ์สำหรับสเตทชาร์ต.....	83
ตารางที่ ก.3 แสดงชนิดของเหตุการณ์.....	83
ตารางที่ ก.4 แสดงชนิดของทรานสิชัน.....	84
ตารางที่ ง.1 ตารางการเปลี่ยนสถานะของระบบการยืมหนังสือ.....	97
ตารางที่ ง.2 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ของระบบ การยืมหนังสือ.....	98
ตารางที่ ง.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ของระบบการยืมหนังสือ.....	99
ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ.....	106
ตารางที่ ง.5 ตารางการเปลี่ยนสถานะของระบบเอทีเอ็ม.....	112
ตารางที่ ง.6 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ ของระบบเอทีเอ็ม.....	114
ตารางที่ ง.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ของระบบเอทีเอ็ม.....	115
ตารางที่ ง.8 กรณีทดสอบของระบบเอทีเอ็ม.....	122
ตารางที่ ง.9 ตารางการเปลี่ยนสถานะของระบบทิกแทกโท.....	127

ตารางที่ ง.10 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ ของระบบทิกแทกโท.....	128
ตารางที่ ง.11 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ของระบบทิกแทกโท.....	129
ตารางที่ ง.12 กรณีทดสอบของระบบทิกแทกโท	131



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของโมเดล การทดสอบ และการตรวจสอบระบบ	6
รูปที่ 2.2 การสร้างกรณีทดสอบโดยพิจารณาจากโปรแกรม	9
รูปที่ 2.3 การสร้างกรณีทดสอบโดยพิจารณาจากข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์	9
รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของแผนภาพคลาส	11
รูปที่ 2.5 คอลอีเวนท์	13
รูปที่ 2.6 ซิกเนลอีเวนท์	14
รูปที่ 2.7 ไทม์อีเวนท์	14
รูปที่ 2.8 ใช้จีอีเวนท์	15
รูปที่ 2.9 การแปลงเอกสารด้วยภาษาเอ็กซ์เอสแอลที	18
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการแปลงเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลไปเป็นเอกสารเอชทีเอ็มแอล ด้วยภาษาเอ็กซ์เอสแอลที	19
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการหาค่าแพททอเรียลด้วยภาษาเอ็กซ์เอสแอลที	20
รูปที่ 2.12 กราฟข้อกำหนดรายละเอียด	22
รูปที่ 2.13 กราฟข้อกำหนดรายละเอียดในการพิจารณา ครอบคลุมคู่ของทวานลิชั่น	24
รูปที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	27
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงลำดับการเรียกใช้งานระหว่างคลาส ATMControl และคลาสอื่นๆ ที่ เกี่ยวข้องในยูสเคสการทดสอบรหัส	29
รูปที่ 3.3 แผนภาพสเตทชาร์ตของคลาส ATMControl	30
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนของแนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต	31
รูปที่ 3.5 แผนภาพสเตทชาร์ต	32
รูปที่ 3.6 ภาพรวมของกระบวนการทำการสร้างกรณีทดสอบของเครื่องมือที่ออกแบบ	35
รูปที่ 3.7 สถาปัตยกรรมของการทำการแปลงจากแผนภาพสเตทชาร์ตให้เป็นกรณีทดสอบที่ ต้องการ	39
รูปที่ 3.8 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต	39
รูปที่ 3.9 แผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต	40
รูปที่ 3.10 แผนภาพกิจกรรมของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต	42
รูปที่ 3.11 ส่วนการสร้างรูปแบบในการแปลงให้เป็นกรณีทดสอบ	42
รูปที่ 3.12 ส่วนการสร้างกรณีทดสอบเมื่อมีเงื่อนไขการ์ด	43

รูปที่ 3.13	โครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ใช้ในเครื่องมือ	43
รูปที่ 3.14	โครงสร้างการเรียกเทมเพลตของเครื่องมือ.....	46
รูปที่ 3.15	สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ	47
รูปที่ 4.1	โครงสร้างของเครื่องมือ	49
รูปที่ 4.2	หน้าจอหลักของเครื่องมือ.....	50
รูปที่ 4.3	ส่วนการเปิดเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล	50
รูปที่ 4.4	รายละเอียดเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล	51
รูปที่ 4.5	หน้าจอแสดงกรณีสอบ	51
รูปที่ 4.6	หน้าจอแสดงการออกจากโปรแกรม	52
รูปที่ 5.1	ขั้นตอนการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น.....	54
รูปที่ 5.2	แผนภาพคลาสของระบบการยืมหนังสือ.....	55
รูปที่ 5.3	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบการยืมหนังสือ	56
รูปที่ 5.4	กรณีสอบที่สร้างได้จากระบบการยืมหนังสือ	58
รูปที่ 5.5	แผนภาพคลาสของระบบเอทีเอ็ม	64
รูปที่ 5.6	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบเอทีเอ็ม	65
รูปที่ 5.7	กรณีสอบที่สร้างได้จากระบบเอทีเอ็ม	67
รูปที่ 5.8	แผนภาพคลาสของระบบทีกแทกโท	70
รูปที่ 5.9	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบทีกแทกโท.....	71
รูปที่ 5.10	กรณีสอบที่สร้างได้จากระบบทีกแทกโท.....	73
รูปที่ ก.1	ทรานสิชันแบบซับซ้อน.....	85
รูปที่ ก.2	แสดงสัญลักษณ์ของแผนภาพสเตทชาร์ต.....	85
รูปที่ ข.1	แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบสัญญาณไฟจราจร	87
รูปที่ ข.2	โครงสร้างของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่นำมาทำการแปลงเป็นกรณีสอบ (เฉพาะส่วนที่ใช้ในการแปลงเป็นกรณีสอบ).....	88
รูปที่ ข.3	ส่วนของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสตามรูปที่ 4.1.....	89
รูปที่ ค.1	เครื่องมือส่งออกข้อมูลจาก เว็บบราวเซอร์	92
รูปที่ ค.2	หน้าจอแรกของเครื่องมือ	94
รูปที่ ค.3	หน้าจอแสดงการเลือกเพิ่มข้อมูล	94
รูปที่ ค.4	หน้าจอแสดงเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล.....	95

รูปที่ ค.5 หน้าจอผลลัพธ์ของกรณีทดสอบที่สร้างได้..... 95



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย