

การสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากแผนภาพยูเอ็มแอล  
สำหรับการทดสอบระดับบูรณาการ



นางสาววิวิกา เชาวณาพรรณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

AUTOMATIC TEST CASE GENERATION FROM UML DIAGRAMS  
FOR INTEGRATION TESTING

Miss Veevika Chaovanapan



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Business Software Development

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากแผนภาพยูเอ็มแอล  
สำหรับการทดสอบระดับบูรณาการ

โดย

นางสาววิวิกา เชาวณาพรรณ

สาขาวิชา

การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจारी ปรียานนท์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์  
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจारी ปรียานนท์)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรลักษณ์ วงศ์โดยหวัง ศิริเจริญ)

วิวิกา เชาวณาพรรณ : การสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากแผนภาพยูเอ็มแอล สำหรับการทดสอบระดับบูรณาการ. (AUTOMATIC TEST CASE GENERATION FROM UML DIAGRAMS FOR INTEGRATION TESTING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
 หลัก: ผศ. ดร.สมจारी ปรียานนท์, 211 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการโดยอัตโนมัติ จากแผนภาพยูเอ็มแอล โดยแผนภาพที่นำมาใช้ ได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีควเอนซ์และเอกสารคำอธิบายยูสเคส ผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนในการสร้างกรณีทดสอบ ประกอบด้วย การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์เป็นโอซีแอล การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย การหาความสัมพันธ์ของยูสเคสจากการใช้ตัวแปรร่วมกัน และการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือตามขั้นตอนที่นำเสนอด้วยภาษาซีชาร์ป ข้อมูลนำเข้าของเครื่องมือ คือ แผนภาพยูเอ็มแอลในรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมมิชวลพาราไดม์สำหรับยูเอ็มแอล ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือ คือ คู่ของยูสเคสที่มีความสัมพันธ์จากการใช้ตัวแปรร่วมกัน ชุดของกรณีทดสอบระดับหน่วย และกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อประเมินว่าผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือมีความถูกต้อง และสามารถนำมาใช้งานได้จริง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 คน และนักทดสอบจำนวน 5 คน จับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการของกรณีศึกษาจำนวน 2 กรณี ได้แก่ ระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็ม จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาเปรียบเทียบกับเครื่องมือเพื่อประเมินความครอบคลุม ผลการประเมินพบว่าเครื่องมือสามารถจับคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกันได้ครอบคลุมเฉลี่ยร้อยละ 100 ของคู่ยูสเคสที่ผู้เชี่ยวชาญสร้าง และเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ครอบคลุมเฉลี่ยร้อยละ 90 ของจำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่ผู้เชี่ยวชาญสร้าง เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้โดยเครื่องมือและนักทดสอบ ผลการประเมินพบว่าเครื่องมือใช้เวลาในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการน้อยกว่านักทดสอบ 20 นาที เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถช่วยจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการซึ่งนักทดสอบสามารถนำไปใช้ในการทดสอบได้ หากนำเครื่องมือไปใช้กับระบบอื่นๆ ที่มีจำนวนยูสเคสมากขึ้น เครื่องมือจะช่วยลดเวลาได้มากขึ้น

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....  
 สาขาวิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....  
 ปีการศึกษา 2556

# # 5381892426 : MAJOR BUSINESS SOFTWARE DEVELOPMENT

KEYWORDS: SOFTWARE TESTING / INTEGRATION TESTING / TEST CASE / UML  
DIAGRAMS

VEEVIKA CHAOVANAPAN: AUTOMATIC TEST CASE GENERATION FROM UML  
DIAGRAMS FOR INTEGRATION TESTING. ADVISOR: ASST. PROF.  
DR.SOMJAREE PREEYANONT, D.Eng., 211 pp.

This research develops the automatic integration test case generator from UML diagram which consist of use case diagram, sequence diagram, and use case description. The researcher presented the procedure for integration test case generation as follows: (1) defining OCL from use case description and sequence diagram (2) transforming sequence diagrams into IRCFG (3) generating unit test cases (4) analyzing use case dependency (5) generating integration test cases. The researcher then developed the tool from the aforementioned procedure using C# language. The input data for this tool was the UML diagram in XML format, which was created by Visual Paradigm for UML. The produced results are coupled use cases, sets of unit test cases and integration test cases.

The researcher tested the tool to evaluate if it is accurate enough for practical use by letting an expert and five testers couple use cases and integration test cases from two case studies, which are sales system and ATM system. The researcher then compared the result between the expert and the tool to evaluate the coverage. The result showed that coupled use cases generated by the tool covered 100 percent of those coupled by the expert and the integration test cases generated by the tool covered 90 percent of those created by the expert. When comparing the time spent by the tool versus the tester in coupling use cases and creating integration test cases, the result showed that the average time spent by the tool was 20 minutes less than the tester. Therefore, the developed tool would help coupling the appropriate use cases for integration testing, creating integration test cases and reducing the time spent for the aforementioned process. The testers could use the generated test cases for their testing. When used in other systems with more use cases, it would help reducing more time.

Department: Statistics Student's Signature .....

Field of Study: Business Software Development  
Development Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจारी ปรียานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษา ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน กรรมการวิทยานิพนธ์ รวมไปถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรลักษณ์ วงศ์โดยหวัง ศิริเจริญ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ช่วยชี้แนะแนวทาง ความรู้ ตลอดจนคำแนะนำที่ทำให้งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณทุกท่านที่เสียสละเวลาเพื่อมาให้ข้อมูลในการทำการทดลอง ขอขอบพระคุณบิดามารดา ญาติพี่น้องและเพื่อน ที่คอยติดตามและเป็นกำลังใจสำคัญตลอดมา



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ต
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	5
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
2.1 การทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing).....	6
2.2 กลยุทธ์ในการทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing Strategy).....	6
2.2.1 กลยุทธ์การทดสอบซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม (Conventional Software) .....	6
2.2.2 กลยุทธ์การทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Object - Oriented Software Testing Strategy).....	8
2.3 แผนภาพยูเอ็มแอล (UML - Unified Modeling Language).....	9
2.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....	10
2.3.2 แผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram).....	11
2.4 โอซีแอลหรือภาษาข้อจำกัดเชิงวัตถุ (OCL - Object Constraint Language).....	14
2.4.1 ข้อจำกัดของคลาสซิไฟเออร์ (Constraint on Classifiers).....	16
2.4.2 ข้อจำกัดของการดำเนินการ (Constraints on Operations).....	16
2.4.3 ข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ (Constraint on Attribute).....	17
2.5 กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี หรืออินเตอร์โพรซีดูรัลเรสตรีกด์คอนโทรลโฟลกราฟ (IRCFG - Interprocedural Restricted Control Flow Graph) .....	18

2.5.1 ส่วนประกอบของกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี.....	18
2.5.2 หลักการสร้างกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจีจากแผนภาพซีแควนซ์.....	20
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ.....	32
3.1 ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย.....	32
3.2 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล.....	34
3.2.1 การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีแควนซ์เป็นโอซีแอล.....	35
3.2.2 การแปลงแผนภาพซีแควนซ์เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี.....	40
3.2.3 การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย.....	45
3.2.4 การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส.....	47
3.2.5 การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	53
3.3 การออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	56
3.3.1 การสร้างโครงการและการเปิดโครงการ.....	56
3.3.2 การวิเคราะห์เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล.....	58
3.3.3 การแปลงแผนภาพซีแควนซ์เป็นโอซีแอลโดยเครื่องมือ.....	63
3.3.4 การสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี.....	65
3.3.5 การสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี.....	69
3.3.6 การสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ.....	69
3.3.7 การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย.....	71
3.3.8 การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส.....	73
3.3.9 การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	77
3.4 การออกแบบเครื่องมือด้วยยูเอ็มแอล.....	79
3.4.1 แผนภาพยูสเคส.....	79
3.4.2 แผนภาพคลาส.....	82
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ.....	84
4.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ.....	84
4.2 สถาปัตยกรรมระบบ.....	84



4.3	ฐานข้อมูล.....	85
4.4	หน้าจอการใช้งาน.....	86
บทที่ 5	การประเมินผลเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	90
5.1	ขั้นตอนการประเมินผลเครื่องมือ.....	90
5.2	กรณีศึกษา.....	91
5.3	หลักการเปรียบเทียบคู่ยูสเคส.....	95
5.4	หลักการเปรียบเทียบกรณีทดสอบ.....	95
5.5	สรุปผลการประเมินผลเครื่องมือ.....	97
5.5.1	การเปรียบเทียบคู่ยูสเคสที่สร้างโดยเครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบ.....	98
5.5.2	การเปรียบเทียบจำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือและ ผู้เชี่ยวชาญ.....	101
5.5.3	การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้โดยเครื่องมือและนักทดสอบ.....	117
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	119
6.1	สรุปผลการวิจัย.....	119
6.1.1	หลักการที่ผู้วิจัยนำเสนอ.....	119
6.1.2	ผลการประเมินผลเครื่องมือ.....	120
6.2	การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้.....	122
6.3	ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.....	122
	รายการอ้างอิง.....	124
	ภาคผนวก ก .แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากนักทดสอบ.....	127
	ภาคผนวก ข กรณีศึกษาระบบขายสินค้า.....	128
	ภาคผนวก ค กรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม.....	138
	ภาคผนวก ง กรณีทดสอบระดับหน่วยและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือ.....	147
	ภาคผนวก จ คู่ยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	167
	ภาคผนวก ฉ คู่ยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยนักทดสอบ.....	176
	ภาคผนวก ช ตัวอย่างการใช้เครื่องมือ.....	204
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	211

## สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการแบบที่ 1 .....	2
รูปที่ 1.2 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการแบบที่ 2 .....	3
รูปที่ 1.3 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการแบบที่ 3 .....	3
รูปที่ 2.1 การทดสอบระดับหน่วยของซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม .....	7
รูปที่ 2.2 การทดสอบระดับบูรณาการแบบบนลงล่าง .....	7
รูปที่ 2.3 การทดสอบระดับบูรณาการแบบล่างขึ้นบน .....	8
รูปที่ 2.4 แผนภาพทั้งหมดของยูเอ็มแอลรุ่น 2.4 .....	10
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์แทนผู้ใช้งานระบบ .....	10
รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์แทนยูสเคส .....	11
รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์แทนความสัมพันธ์แบบอินคลูด .....	11
รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์แทนความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เทน .....	11
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์เฟรม (Frame) .....	12
รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์แอกเตอร์ (Actor) .....	12
รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์อ็อบเจกต์ (Object) .....	12
รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ไลฟ์ไลน์ (Lifeline) .....	12
รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์แอกติเวชัน (Activation) .....	13
รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์เมสเสจ (Message) .....	13
รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์อ็อบเจกต์เดสตรักชัน (Object Destruction) .....	13
รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์คอมบายด์แฟร็กเมนต์ (Combined Fragment) .....	14
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างของเงื่อนไขของไอซีแอลไว้ในแผนภาพคลา .....	15
รูปที่ 2.18 รูปแบบในการเขียนข้อจำกัดประเภทเงื่อนไขคงที่ในรูปแบบข้อความ .....	16
รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดเงื่อนไขคงที่ .....	16
รูปที่ 2.20 รูปแบบการเขียนข้อจำกัดของการดำเนินการในรูปแบบข้อความ .....	17
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดของการดำเนินการ .....	17
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดเงื่อนไขหลังดำเนินการโดยใช้คำสั่งวง result .....	17
รูปที่ 2.23 รูปแบบการเขียนข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ในรูปแบบข้อความ .....	18
รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ .....	18
รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี .....	18
รูปที่ 2.26 สัญลักษณ์แทนอาร์ซีเอฟจี .....	19
รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์แทนโหนด .....	19
รูปที่ 2.28 สัญลักษณ์แทนเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี .....	20
รูปที่ 2.29 สัญลักษณ์แทนเส้นเชื่อมไออาร์ซีเอฟจี .....	20
รูปที่ 2.30 การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นอาร์ซีเอฟจีของกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี .....	20

รูปที่ 2.31	เงื่อนไขในการเลือกเมสเสจที่จะนำมาเป็นเมท็อดไหนดในอาร์ซีเอฟจี Msgj.....	21
รูปที่ 2.32	การแปลงเมสเสจจากแผนภาพซีเควนซ์เป็นเมท็อดไหนดในอาร์ซีเอฟจี .....	21
รูปที่ 2.33	การแปลงข้อจำกัดจากแผนภาพซีเควนซ์เป็นคอนดิชันไหนดในอาร์ซีเอฟจี .....	21
รูปที่ 2.34	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่ระหว่างคอนดิชันไหนดกับเมท็อดไหนด .....	22
รูปที่ 2.35	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่ระหว่างคอนดิชันไหนดกับคอนดิชันไหนด .....	22
รูปที่ 2.36	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับเมท็อดไหนด กรณีที่ 1 .....	23
รูปที่ 2.37	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับเมท็อดไหนด กรณีที่ 2 .....	23
รูปที่ 2.38	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับคอนดิชันไหนด กรณีที่ 1.....	24
รูปที่ 2.39	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับคอนดิชันไหนด กรณีที่ 2.....	24
รูปที่ 2.40	การสร้างเส้นเชื่อมนอนเลเบลระหว่างเมท็อดไหนดกับเมท็อดไหนด กรณีที่ 1 .....	25
รูปที่ 2.41	การสร้างเส้นเชื่อมนอนเลเบลระหว่างเมท็อดไหนดกับเมท็อดไหนด กรณีที่ 2 .....	25
รูปที่ 2.42	การสร้างเส้นเชื่อมนอนเลเบลระหว่างเมท็อดไหนดกับเมท็อดไหนด กรณีที่ 3 .....	26
รูปที่ 2.43	การสร้างเส้นเชื่อมนอนเลเบลระหว่างเมท็อดไหนดกับคอนดิชันไหนด กรณีที่ 1 .....	26
รูปที่ 2.44	การสร้างเส้นเชื่อมนอนเลเบลระหว่างเมท็อดไหนดกับคอนดิชันไหนด กรณีที่ 2.....	27
รูปที่ 2.45	การสร้างเส้นเชื่อมนอนเลเบลระหว่างเมท็อดไหนดกับคอนดิชันไหนด กรณีที่ 3.....	27
รูปที่ 2.46	การสร้างเส้นเชื่อมอินเตอร์โพรซิเดอรัล .....	28
รูปที่ 2.47	แผนภาพซีเควนซ์ .....	28
รูปที่ 2.48	กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี.....	29
รูปที่ 3.1	ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย.....	33
รูปที่ 3.2	ความสัมพันธ์ของแผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์ .....	34
รูปที่ 3.3	แผนภาพซีเควนซ์ของการใช้โปรโมชันร่วมกับการขาย .....	36
รูปที่ 3.4	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับคอนดิชันไหนด.....	41
รูปที่ 3.5	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับไหนดสิ้นสุด กรณีที่ 1.....	42
รูปที่ 3.6	การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอพระหว่างคอนดิชันไหนดกับไหนดสิ้นสุด กรณีที่ 2.....	42
รูปที่ 3.7	กราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจีของแผนภาพซีเควนซ์การใช้โปรโมชันร่วมกับการขาย .....	43
รูปที่ 3.8	ตัวอย่างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี.....	44
รูปที่ 3.9	แผนภาพซีเควนซ์ที่มีตัวแปรเงื่อนไข .....	48
รูปที่ 3.10	แผนภาพซีเควนซ์ที่มีตัวแปรพารามิเตอร์.....	48
รูปที่ 3.11	แผนภาพซีเควนซ์ที่มีตัวแปรคินค่า.....	49
รูปที่ 3.12	แผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 1 .....	49
รูปที่ 3.13	แผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 2 .....	49
รูปที่ 3.14	แผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสลำดับที่ 1 .....	50
รูปที่ 3.15	แผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสลำดับที่ 2 .....	50
รูปที่ 3.16	แผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 1 .....	51
รูปที่ 3.17	แผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 2 .....	51
รูปที่ 3.18	ผังงานของการสร้างโครงการ.....	57

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมลของโครงการ .....	57
รูปที่ 3.20 ผังงานของการเปิดโครงการ .....	58
รูปที่ 3.21 เอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมลของแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสการขายสินค้า.....	59
รูปที่ 3.22 เอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมลของแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย..	59
รูปที่ 3.23 ผังงานการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมล.....	60
รูปที่ 3.24 โครงสร้างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมลที่สร้างจากโปรแกรมวิซวลพาราไดม์สำหรับยูเอมแอล ...	61
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมลของโครงการ .....	61
รูปที่ 3.26 ตัวอย่างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมลของแผนภาพซีเควนซ์.....	62
รูปที่ 3.27 ผังงานการอ่านข้อมูลจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมล.....	63
รูปที่ 3.28 ผังงานของการแปลงแผนภาพซีเควนซ์เป็นไอซีแอลโดยเครื่องมือ .....	64
รูปที่ 3.29 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี.....	66
รูปที่ 3.30 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี (ต่อ) .....	67
รูปที่ 3.31 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี (ต่อ) .....	68
รูปที่ 3.32 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี (ต่อ).....	69
รูปที่ 3.33 ผังงานของการสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี .....	70
รูปที่ 3.34 ผังงานของการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ .....	71
รูปที่ 3.35 ผังงานของการสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย .....	72
รูปที่ 3.36 ผังงานของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส .....	74
รูปที่ 3.37 ผังงานของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส (ต่อ).....	75
รูปที่ 3.38 ผังงานของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส (ต่อ).....	76
รูปที่ 3.39 ผังงานของการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	78
รูปที่ 3.40 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	79
รูปที่ 3.41แผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	82
รูปที่ 4.1 สถาปัตยกรรมระบบ .....	85
รูปที่ 4.2 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของข้อมูลโครงการ .....	85
รูปที่ 4.3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของข้อมูลแผนภาพซีเควนซ์และไอซีแอล .....	86
รูปที่ 4.4 หน้าหลัก .....	87
รูปที่ 4.5 หน้าสร้างโครงการใหม่ .....	87
รูปที่ 4.6 หน้าจเปิดโครงการ .....	87
รูปที่ 4.7 หน้าจนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อีเมล.....	88
รูปที่ 4.8 หน้าจเพิ่มข้อมูลไอซีแอล .....	88
รูปที่ 4.9 หน้าจสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย.....	89
รูปที่ 4.10 หน้าจสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	89
รูปที่ 5.1 การเรียกใช้เมทอดที่สร้างจากได้จากโปรแกรมวิซวลพาราไดม์.....	94
รูปที่ 5.2 การเรียกใช้เมทอดที่ถูกปรับแก้แล้ว .....	94
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างแผนภาพซีเควนซ์.....	96

รูปที่ ข.1 แผนภาพยูนิตระบบเอทีเอ็ม .....	128
รูปที่ ข.2 แผนภาพซีเควนซ์การเข้าสู่ระบบ .....	129
รูปที่ ข.3 แผนภาพซีเควนซ์การเปิดการขาย .....	130
รูปที่ ข.4 แผนภาพซีเควนซ์การขายสินค้า .....	131
รูปที่ ข.5 แผนภาพซีเควนซ์การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย .....	132
รูปที่ ข.6 แผนภาพซีเควนซ์การชำระเงิน .....	133
รูปที่ ข.7 แผนภาพซีเควนซ์การรับคืนสินค้า .....	134
รูปที่ ข.8 แผนภาพซีเควนซ์การเพิ่มสินค้า .....	135
รูปที่ ข.9 แผนภาพซีเควนซ์การเพิ่มสินค้า .....	135
รูปที่ ข.10 แผนภาพซีเควนซ์การลบสินค้า.....	136
รูปที่ ข.11 แผนภาพซีเควนซ์รายงานการขาย .....	137
รูปที่ ค.1 แผนภาพยูนิตระบบเอทีเอ็ม .....	138
รูปที่ ค.2 แผนภาพซีเควนซ์การเปิดระบบ .....	139
รูปที่ ค.3 แผนภาพซีเควนซ์การปิดระบบ.....	140
รูปที่ ค.4 แผนภาพซีเควนซ์การทำเซสชัน.....	140
รูปที่ ค.5 แผนภาพซีเควนซ์การทำรายการ .....	141
รูปที่ ค.6 แผนภาพซีเควนซ์การใส่รหัสไม่ถูกต้อง .....	142
รูปที่ ค.7 แผนภาพซีเควนซ์การถอนเงิน .....	143
รูปที่ ค.8 แผนภาพซีเควนซ์การฝากเงิน.....	144
รูปที่ ค.9 แผนภาพซีเควนซ์การโอนเงิน .....	145
รูปที่ ค.10 แผนภาพซีเควนซ์การสอบถามยอดเงิน .....	146
รูปที่ ข.1 การสร้างโครงการใหม่.....	203
รูปที่ ข.2 การป้อนชื่อโครงการ .....	203
รูปที่ ข.3 การเลือกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แอลจากในเครื่อง .....	204
รูปที่ ข.4 การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แอล.....	204
รูปที่ ข.5 การนำเข้าแผนภาพซีเควนซ์ทั้งหมดที่มีในระบบขายสินค้า .....	205
รูปที่ ข.6 การแสดงรายละเอียดของแผนภาพซีเควนซ์ .....	205
รูปที่ ข.7 การป้อนไอซีแอล.....	206
รูปที่ ข.8 การบันทึกไอซีแอล .....	206
รูปที่ ข.9 การบันทึกค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปร .....	207
รูปที่ ข.10 การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย.....	207
รูปที่ ข.11 หน้าจอแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี และกรณีทดสอบระดับหน่วย .....	208
รูปที่ ข.12 หน้าจอแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี และกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	208
รูปที่ ข.13 หน้าจอแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี และกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	209

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	ประเภทของข้อมูลในไอซีแอล .....	14
ตารางที่ 2.2	ตัวดำเนินการในไอซีแอล .....	15
ตารางที่ 3.1	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	35
ตารางที่ 3.2	ไอซีแอลของเมสเสจลำดับที่ 1 .....	37
ตารางที่ 3.3	ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 4 .....	37
ตารางที่ 3.4	ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 11 .....	38
ตารางที่ 3.5	ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 3 .....	38
ตารางที่ 3.6	ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 5 .....	38
ตารางที่ 3.7	ไอซีแอลของยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขายที่สร้างโดยผู้ใช้ .....	39
ตารางที่ 3.8	ไอซีแอลของยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขายที่สร้างโดยเครื่องมือ .....	40
ตารางที่ 3.9	ตัวอย่างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี .....	44
ตารางที่ 3.10	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	45
ตารางที่ 3.11	ข้อมูลทดสอบของยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	46
ตารางที่ 3.12	กรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	47
ตารางที่ 3.13	ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 1 .....	50
ตารางที่ 3.14	ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์การเพิ่มสินค้า .....	51
ตารางที่ 3.15	ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 1 .....	52
ตารางที่ 3.16	ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์การขายสินค้า .....	52
ตารางที่ 3.17	ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์การใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	52
ตารางที่ 3.18	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการขายสินค้า .....	54
ตารางที่ 3.19	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	54
ตารางที่ 3.20	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรแกรมชั้นร่วมกับการขาย .....	55
ตารางที่ 3.21	การอ่านข้อมูลเมสเสจจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล .....	62
ตารางที่ 3.22	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการสร้างโครงการ .....	79
ตารางที่ 3.23	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการเปิดโครงการ .....	80
ตารางที่ 3.24	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการนำเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล .....	80
ตารางที่ 3.25	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการบันทึกไอซีแอล .....	81
ตารางที่ 3.26	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย .....	81
ตารางที่ 3.27	เอกสารคำอธิบายยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ .....	82
ตารางที่ 5.1	เอกสารที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบสำหรับเครื่องมือและนักทดสอบ .....	91
ตารางที่ 5.2	สรุปแผนภาพซีเควนซ์ของระบบขายสินค้า .....	92
ตารางที่ 5.3	จำนวนคอมบายด์แฟรกเมนต์และตัวแปรของระบบขายสินค้า .....	92
ตารางที่ 5.4	สรุปแผนภาพซีเควนซ์ของระบบเอทีเอ็ม .....	93
ตารางที่ 5.5	จำนวนคอมบายด์แฟรกเมนต์และตัวแปรของยูสเคสในระบบเอทีเอ็ม .....	94
ตารางที่ 5.6	ตัวอย่างการเปรียบเทียบคู่ยูสเคส .....	95

ตารางที่ 5.7 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบ.....	96
ตารางที่ 5.8 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่สร้างโดยเครื่องมือ .....	96
ตารางที่ 5.9 ข้อมูลนักทดสอบ.....	97
ตารางที่ 5.10 คู่ยูสเคสของระบบขายสินค้า.....	98
ตารางที่ 5.11 คู่ยูสเคสของระบบเอทีเอ็ม .....	100
ตารางที่ 5.12 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดย เครื่องมือ .....	102
ตารางที่ 5.13 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดย ผู้เชี่ยวชาญ.....	103
ตารางที่ 5.14 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนัก ทดสอบคนที่ 1 .....	103
ตารางที่ 5.15 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนัก ทดสอบคนที่ 2 .....	104
ตารางที่ 5.16 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3 ..	104
ตารางที่ 5.17 กรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4 .....	105
ตารางที่ 5.18 กรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5 .....	105
ตารางที่ 5.19 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเปิดการขายและการขายสินค้า .....	106
ตารางที่ 5.20 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย .....	106
ตารางที่ 5.21 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการชำระเงิน .....	107
ตารางที่ 5.22 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงิน	108
ตารางที่ 5.23 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการชำระเงินและการรับคืนสินค้า .....	109
ตารางที่ 5.24 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้า .....	109
ตารางที่ 5.25 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้า.....	110
ตารางที่ 5.26 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้า.....	110
ตารางที่ 5.27 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยเครื่องมือและ ผู้เชี่ยวชาญ.....	111
ตารางที่ 5.28 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำเซสชันและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง ....	111
ตารางที่ 5.29 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง...	112
ตารางที่ 5.30 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการถอนเงิน.....	112
ตารางที่ 5.31 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการฝากเงิน .....	112
ตารางที่ 5.32 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการโอนเงิน .....	113
ตารางที่ 5.33 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการสอบถามยอดเงิน ..	113
ตารางที่ 5.34 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการฝากเงิน .....	114
ตารางที่ 5.35 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการโอนเงิน.....	114
ตารางที่ 5.36 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงิน .....	115

ตารางที่ 5.37 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการโอนเงิน .....	115
ตารางที่ 5.38 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงิน.....	116
ตารางที่ 5.39 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงิน.....	116
ตารางที่ 5.40 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยเครื่องมือและ ผู้เชี่ยวชาญ.....	117
ตารางที่ 5.41 เวลาที่ใช้ในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ.....	118
ตารางที่ 6.42 ความครอบคลุมของกรณีทดสอบระดับบูรณาการ .....	121
ตารางที่ 6.43 เวลาที่ใช้ในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับอินทิเกรชันของระบบขายสินค้า และระบบเอทีเอ็ม .....	121
ตารางที่ ก.1 ข้อมูลนักทดสอบ .....	127
ตารางที่ ข.1 รายละเอียดยูสเคสการเข้าสู่ระบบ .....	129
ตารางที่ ข.2 รายละเอียดยูสเคสการเปิดการขาย.....	130
ตารางที่ ข.3 รายละเอียดยูสเคสการขายสินค้า.....	130
ตารางที่ ข.4 รายละเอียดยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย .....	131
ตารางที่ ข.5 รายละเอียดยูสเคสการชำระเงิน.....	132
ตารางที่ ข.6 รายละเอียดยูสเคสการรับคืนสินค้า .....	133
ตารางที่ ข.7 รายละเอียดยูสเคสการเพิ่มสินค้า .....	134
ตารางที่ ข.8 รายละเอียดยูสเคสการแก้ไขสินค้า.....	135
ตารางที่ ข.9 รายละเอียดยูสเคสการลบสินค้า .....	136
ตารางที่ ข.10 รายละเอียดยูสเคสรายงานการขาย .....	137
ตารางที่ ค.1 รายละเอียดยูสเคสการเปิดระบบ.....	139
ตารางที่ ค.2 รายละเอียดยูสเคสการปิดระบบ .....	139
ตารางที่ ค.3 รายละเอียดยูสเคสการทำเซสชัน .....	140
ตารางที่ ค.4 รายละเอียดยูสเคสการทำรายการ .....	141
ตารางที่ ค.5 รายละเอียดยูสเคสการใส่รหัสไม่ถูกต้อง.....	142
ตารางที่ ค.6 รายละเอียดยูสเคสการถอนเงิน.....	143
ตารางที่ ค.7 รายละเอียดยูสเคสการฝากเงิน .....	144
ตารางที่ ค.8 รายละเอียดยูสเคสการโอนเงิน .....	145
ตารางที่ ค.9 รายละเอียดยูสเคสการสอบถามยอดเงิน.....	146
ตารางที่ ง.1 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเข้าสู่ระบบ .....	147
ตารางที่ ง.2 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเปิดการขาย.....	147
ตารางที่ ง.3 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการขายสินค้า.....	148
ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย .....	148
ตารางที่ ง.5 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการชำระเงิน.....	149
ตารางที่ ง.6 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการรับคืนสินค้า.....	149
ตารางที่ ง.7 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเพิ่มสินค้า.....	149



ตารางที่ ง.8	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการแก้ไขสินค้า .....	150
ตารางที่ ง.9	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการลบสินค้า .....	150
ตารางที่ ง.10	กรณีทดสอบระดับหน่วยของรายงานการขาย .....	150
ตารางที่ ง.11	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเปิดการขายและการขายสินค้า .....	151
ตารางที่ ง.12	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย .....	152
ตารางที่ ง.13	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการชำระเงิน .....	153
ตารางที่ ง.14	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงิน .....	154
ตารางที่ ง.15	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการชำระเงินและการรับคืนสินค้า .....	155
ตารางที่ ง.16	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้า .....	155
ตารางที่ ง.17	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้า .....	156
ตารางที่ ง.18	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้า .....	156
ตารางที่ ง.19	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเปิดระบบ .....	157
ตารางที่ ง.20	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการปิดระบบ .....	157
ตารางที่ ง.21	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการทำเซสชัน .....	157
ตารางที่ ง.22	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการทำรายการ .....	158
ตารางที่ ง.23	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการใส่รหัสไม่ถูกต้อง .....	158
ตารางที่ ง.24	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการถอนเงิน .....	159
ตารางที่ ง.25	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการฝากเงิน .....	159
ตารางที่ ง.26	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการโอนเงิน .....	159
ตารางที่ ง.27	กรณีทดสอบระดับหน่วยของการสอบถามยอดเงิน .....	160
ตารางที่ ง.28	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำเซสชันและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง .....	160
ตารางที่ ง.29	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง .....	161
ตารางที่ ง.30	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการถอนเงิน .....	162
ตารางที่ ง.31	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการฝากเงิน .....	162
ตารางที่ ง.32	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการโอนเงิน .....	163
ตารางที่ ง.33	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการสอบถามยอดเงิน .....	163
ตารางที่ ง.34	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนและการฝากเงิน .....	164
ตารางที่ ง.35	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการโอนเงิน .....	164
ตารางที่ ง.36	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงิน .....	165
ตารางที่ ง.37	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการโอนเงิน .....	165
ตารางที่ ง.38	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงิน .....	166
ตารางที่ ง.39	กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงิน .....	166
ตารางที่ จ.1	คู่มือสแกนของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ .....	167
ตารางที่ จ.2	กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ .....	167







ตารางที่ ฉ.65 กรณีทดสอบของการทำรายการและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5.....	201
ตารางที่ ฉ.66 กรณีทดสอบของการทำรายการและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5 .....	202



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ในเอกสารข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ โดยนักทดสอบ (Tester) จะออกแบบกรณีทดสอบ (Test Case) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลทดสอบ และผลลัพธ์ที่คาดหวัง เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการทดสอบ (Sarma, Kundu and Mall, 2007) การทดสอบซอฟต์แวร์มีหลายระดับ เช่น การทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing) การทดสอบระดับบูรณาการ (Integration Testing) การทดสอบระบบ (System Testing) เป็นต้น วิธีที่ใช้ทดสอบซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม (Conventional Software) ไม่เหมาะกับการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Object-Oriented Software) เนื่องจากซอฟต์แวร์เชิงวัตถุมีคุณลักษณะพิเศษ เช่น การห่อหุ้มข้อมูล (Encapsulation) การสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance) และการพ้องรูป (Polymorphism) (Pressman, 2010)

งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ นิยมสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพยูเอ็มแอล (UML Diagram) ประเภทต่างๆ เช่น

1. แผนภาพยูสเคส เช่น เศรษฐพงศ์ ลิฬหรัตนรักษ์ (2547) นำแผนภาพยูสเคสและข้อมูลจากเอกสารคำอธิบายยูสเคส ได้แก่ ข้อมูลนำเข้าและลำดับเหตุการณ์มาช่วยในการสร้างกรณีทดสอบ ซึ่งครอบคลุมทุกลำดับเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ของแต่ละยูสเคส

2. แผนภาพสเตตแมชชีน เช่น Kansomkeat และ Rivepiboon (2003) นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตตแมชชีน โดยแปลงแผนภาพสเตตแมชชีนเป็นกราฟที่เอฟจี (TFG - Testing Flow Graph) กรณีทดสอบที่ได้จะครอบคลุมทุกสถานะและทรานซิชัน

3. แผนภาพซีเควนซ์ เช่น Cartaxo, Neto และ Machado (2007) สร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีเควนซ์ โดยแปลงเป็นกราฟแอลทีเอส (LTS - Labeled Transition Systems) แต่มีข้อจำกัดคือหากนำไปใช้กับซอฟต์แวร์ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน กราฟแอลทีเอสมีความซับซ้อนมาก ทำให้ได้กรณีทดสอบที่สร้างได้มีความซ้ำซ้อน

Sarma, Kundu และ Mall (2007) สร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีเควนซ์ โดยแปลงแผนภาพซีเควนซ์เป็นกราฟเอสดีจี (SDG Sequence Diagram Graph) จากนั้นนำข้อมูลจากแผนภาพคลาสและเอกสารคำอธิบายยูสเคสมาใช้สร้างกรณีทดสอบ

ฉัฐธร ทองระอา (2550) นำเสนอการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีเควนซ์ โดยแปลงแผนภาพซีเควนซ์เป็นกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี (IRCFG Interprocedural Restricted Control Flow Graph) ทำให้ได้กรณีทดสอบซึ่งครอบคลุมทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี (All-IRCFG Path Criterion)

4. แผนภาพคอมมิวนิเคชัน เช่น Samuel, Mall และ Kanth (2007) นำเสนอการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพคอมมิวนิเคชัน โดยแปลงแผนภาพคอมมิวนิเคชันเป็นกราฟต้นไม้ กรณีทดสอบที่สร้างได้ ใช้ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างอ็อบเจกต์

จากงานวิจัยในอดีตพบว่าส่วนใหญ่มักสนใจทดสอบในระดับคลาส และการทำงานร่วมกันของคลาส ซึ่งเทียบได้กับการทดสอบระดับหน่วยและระดับบูรณาการตามลำดับ แต่ในการใช้งานซอฟต์แวร์จริง คลาสจะทำงานร่วมกันเพื่อตอบสนองข้อมูลนำเข้าหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ แต่ละเหตุการณ์สามารถแสดงแทนได้ด้วยยูสเคส ในแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) และสามารถแสดงรายละเอียดการทำงานของแต่ละยูสเคส ตามลำดับเวลาของข้อความที่ส่งหากันระหว่างอ็อบเจกต์ได้ด้วยแผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram) ผู้วิจัยพิจารณาแล้วเห็นว่า การทดสอบการทำงานร่วมกันของคลาส ยังไม่เพียงพอในการทดสอบซอฟต์แวร์จริง เพราะหลายคลาสต้องทำงานร่วมกัน จึงกำหนดให้การทดสอบระดับหน่วย หมายถึง การทดสอบการทำงานของหนึ่งยูสเคส และการทดสอบระดับบูรณาการ หมายถึง การทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคส

ถึงแม้ซอฟต์แวร์ได้ผ่านการทดสอบระดับหน่วยแล้ว และสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อนำแต่ละหน่วยมาทำงานร่วมกันอาจจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ เช่น ส่วนต่อประสานที่ไม่สอดคล้อง การส่งผ่านค่าที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นการทดสอบระดับหน่วยจึงไม่เพียงพอสำหรับการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ต้องมีการทดสอบระดับบูรณาการด้วย จากการสอบถามแนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากนักทดสอบ พบว่าปัจจุบันมี 3 แนวคิด ดังนี้

1. นำกรณีทดสอบระดับหน่วยของหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 ทั้งหมดมารวมกันเป็นกรณีทดสอบระดับบูรณาการ แสดงดังรูปที่ 1.1



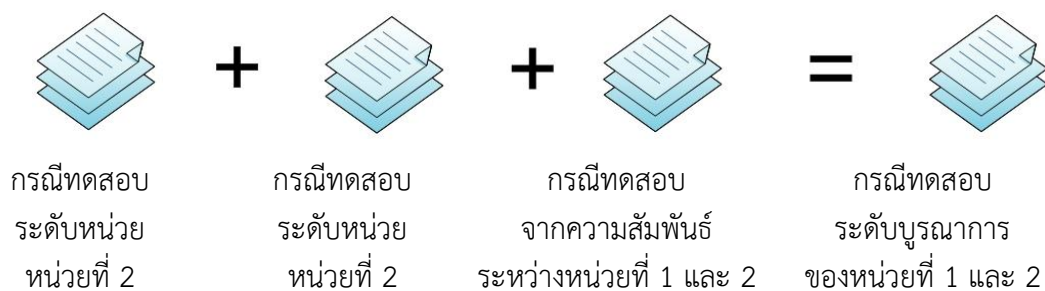
กรณีทดสอบระดับหน่วย  
หน่วยที่ 1

กรณีทดสอบระดับหน่วย  
หน่วยที่ 2

กรณีทดสอบระดับบูรณาการ  
ของหน่วยที่ 1 และ 2

รูปที่ 1.1 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการแบบที่ 1

2. นำกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับหน่วยของหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 บางส่วนมาใช้ และเพิ่มกรณีทดสอบจากความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยที่ 1 และ 2 รวมกันเป็นกรณีทดสอบระดับบูรณาการ แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แนวคิดในการสร้างกระดาษทดสอบระดับบูรณาการแบบที่ 2

3. สร้างกระดาษทดสอบระดับบูรณาการ จากความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างหน่วยที่ 1 และ 2 โดยไม่สนใจกระดาษทดสอบระดับหน่วย แสดงดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แนวคิดในการสร้างกระดาษทดสอบระดับบูรณาการแบบที่ 3

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักทดสอบจำนวน 10 คน พบว่านักทดสอบร้อยละ 20 ใช้แนวคิด แบบที่ 1 นักทดสอบร้อยละ 30 ใช้แนวคิดแบบที่ 2 และนักทดสอบร้อยละ 50 ใช้แนวคิดแบบที่ 3 สรุปได้ว่า ปัจจุบันยังไม่มีหลักการที่เป็นมาตรฐานในการสร้างกระดาษทดสอบระดับบูรณาการ แนวคิดในการสร้างกระดาษทดสอบระดับบูรณาการที่นิยมที่สุด คือ สร้างกระดาษทดสอบระดับบูรณาการจากความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยที่ 1 และ 2 รายละเอียดของการสอบถามนักทดสอบอยู่ในภาคผนวก ก

เนื่องจากหากต้องการทดสอบซอฟต์แวร์ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนให้ครบทุกกรณี จะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นจึงควรเลือกกระดาษทดสอบที่เหมาะสมกับระดับที่ต้องการทดสอบ เมื่อแต่ละหน่วยถูกทดสอบในระดับหน่วยเรียบร้อยแล้ว จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องนำกระดาษทดสอบในระดับหน่วยทั้งหมดมาใช้ในการทดสอบระดับบูรณาการ ชุดของกระดาษทดสอบที่ดีควรมีจำนวนกระดาษทดสอบที่น้อย แต่สามารถตรวจพบความผิดพลาดของซอฟต์แวร์ได้มาก

การทดสอบระดับบูรณาการ จะต้องเลือกคู่ของยูสเคสที่จะนำมาทดสอบ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส งานวิจัยของ Briand และ Labiche (2002) นำเสนอหลักการ ทีโอทีอีเอ็ม (TOTEM) ซึ่งสามารถสร้างลำดับความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากความสัมพันธ์แบบอินคลู๊ด (Include) และความสัมพันธ์แบบเอ็กเทนซ์ (Extend) โดยแสดงความสัมพันธ์ด้วยแผนภาพกิจกรรม

Sharma และ Mall (2007) นำแผนภาพยูสเคสมาสร้างเป็นกราฟยูสเคส และรวมทุกกราฟยูสเคสเป็นกราฟเดียว แล้วนำมาสร้างเป็นกระดาษทดสอบสำหรับการทดสอบระบบ



Budha, Panda และ Acharya (2011) นำเสนอแนวทางในการหาความผิดพลาดจากความสัมพันธ์ของยูสเคสในแผนภาพยูสเคส โดยแปลงแผนภาพยูสเคสเป็นกราฟความสัมพันธ์ยูสเคส และนิยามความสัมพันธ์แบบอินทราเซต (Intra-set Dependency) และความสัมพันธ์แบบอินเทอร์เซต (Inter-set Dependency)

Fabio และคณะ (2012) นำเสนอวิธีสร้างชุดของเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการทดสอบระดับหน่วยและระดับบูรณาการจากแผนภาพยูสเคส โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์แบบอินคลูต ความสัมพันธ์แบบเอ็กเทนซ์ เงื่อนไขก่อนทำงาน และเงื่อนไขหลังทำงานซึ่งได้จากเอกสารคำอธิบายยูสเคส

จากงานวิจัยในอดีต พบว่าการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส จะพิจารณาจากความสัมพันธ์แบบอินคลูต ความสัมพันธ์แบบเอ็กเทนซ์ เงื่อนไขก่อนทำงาน และเงื่อนไขหลังทำงาน แต่ยังไม่มีการวิจัยใดสนใจความสัมพันธ์ของยูสเคส ที่เกิดจากความสัมพันธ์แบบใช้ตัวแปรร่วมกัน ผู้วิจัยคาดว่า การใช้ตัวแปรร่วมกัน น่าจะส่งผลให้ยูสเคสมีความเกี่ยวข้องกัน การทำงานของยูสเคส เมื่อมีการนำตัวแปรมาใช้งาน หรือมีการแก้ไขค่าของตัวแปรในยูสเคสหนึ่ง อาจส่งผลต่อการทำงานของอีกยูสเคสที่ใช้ตัวแปรเดียวกัน งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล ซึ่งประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีควเอนซ์ และเอกสารคำอธิบายยูสเคส โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสที่เกิดจากการใช้ตัวแปรร่วมกัน และประยุกต์ใช้กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจีที่นำเสนอโดยฉัฐธร ทองระอา (2550) ในการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟเพื่อนำไปใช้สร้างกรณีทดสอบ พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบตามวิธีที่นำเสนอ เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีนี้สามารถนำมาใช้งานได้จริง สามารถสร้างกรณีทดสอบได้ทันทีหลังจากเสร็จขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งอยู่ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยไม่จำเป็นต้องรอให้เขียนโปรแกรมเสร็จสิ้นก่อน ส่งผลให้สามารถค้นพบข้อผิดพลาดและแก้ไขปัญหาได้เร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และลดเวลาที่ใช้ในการออกแบบกรณีทดสอบ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส จากความสัมพันธ์แบบใช้ตัวแปรร่วมกัน
2. เพื่อสร้างหลักการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ
3. เพื่อสร้างเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการโดยอัตโนมัติ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทุกยูสเคสในแผนภาพยูสเคส จะต้องมีแผนภาพซีควเอนซ์ที่แสดงการทำงานของยูสเคส
2. ผู้วิจัยประยุกต์ใช้การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี ซึ่งนำเสนอโดย ฉัฐธร ทองระอา (2550) เป็นแนวทางในการสร้างกรณีทดสอบ

3. แผนภาพซีเควนซ์ จะต้องมียคอมบายด์แฟรกเมนต์ (Combined Fragment) ประเภท อัลเทอร์เนทีฟ (Alternative) ออบชัน (Option) และลูป (Loop) เท่านั้น
4. แผนภาพซีเควนซ์จะต้องมีเมสเสจเริ่มต้นเพียง 1 เมสเสจ

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส จากความสัมพันธ์แบบใช้ตัวแปรร่วมกัน
2. ช่วยลดเวลาในการออกแบบกรณีทดสอบระดับบูรณาการ นักทดสอบสามารถนำกรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือ ไปใช้ในการทดสอบได้

#### 1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. กรณีทดสอบ (Test Case) คือ ชุดของข้อมูลนำเข้า (Input Value) ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Value) และข้อมูลที่ทำให้ระบบอยู่ในสถานะที่เหมาะสมกับค่าของข้อมูลนำเข้า สำหรับใช้ดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์ (IEEE Standard, 1990)
2. การทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing Level) คือ การทดสอบการทำงานภายในหน่วยของซอฟต์แวร์ ในงานวิจัยนี้กำหนดให้หน่วยของซอฟต์แวร์ คือ ยูสเคส
3. การทดสอบระดับบูรณาการ (Integration Testing Level) คือ การทดสอบการทำงานร่วมกันของหน่วยซอฟต์แวร์ ที่ได้ผ่านการทดสอบในระดับหน่วยมาแล้ว เพื่อประเมินว่าทุกหน่วยสามารถทำงานร่วมกันได้ถูกต้อง ในงานวิจัยนี้กำหนดให้เป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคส

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การทดสอบซอฟต์แวร์ กลยุทธ์ในการทดสอบซอฟต์แวร์ แผนภาพยูเอ็มแอล ภาษาข้อจำกัดเชิงวัตถุหรือโอซีแอล และกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี มีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1 การทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing)

การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์ทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ ในเอกสารข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ โดยเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวังและผลลัพธ์จริง เพื่อค้นหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น (IEEE Standard, 1990) การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย การตรวจทาน (Verification) เป็นการตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้ถูกต้อง และการตรวจรับ (Validation) เป็นการตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์ทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โดยการทดสอบซอฟต์แวร์มีขั้นตอนดังนี้ (Pressman, 2005)

1. การวางแผนการทดสอบ (Test Planning) เป็นการวางแผนการทำงานในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบ เพื่อกำหนดระดับของการทดสอบที่เหมาะสมและทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้
2. การออกแบบกรณีทดสอบ (Test Case Design) เป็นการออกแบบกรณีทดสอบสำหรับใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์ กรณีทดสอบประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อย 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลเบื้องต้น (Initial Data) ข้อมูลทดสอบ (Test Data) และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Result)
3. การดำเนินการทดสอบ (Test Execution) เป็นการดำเนินการทดสอบตามแผนที่วางไว้
4. การรวบรวมผลลัพธ์และการประเมินผล (Resultant Data Collection and Evaluation) เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับผลลัพธ์ที่คาดหวัง จากนั้นจึงนำไปประเมินผล

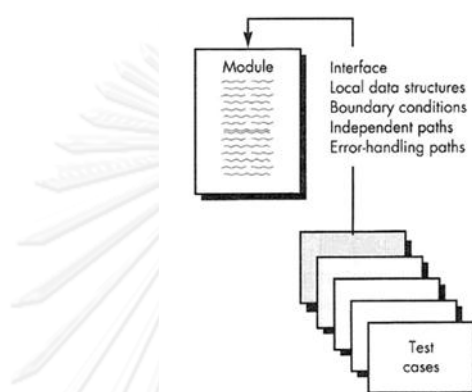
#### 2.2 กลยุทธ์ในการทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing Strategy)

กลยุทธ์ในการทดสอบซอฟต์แวร์ คือ การวางแผนการทดสอบและวิธีการออกแบบกรณีทดสอบที่จะนำไปใช้ทดสอบซอฟต์แวร์ แบ่งตามประเภทของซอฟต์แวร์ได้ดังนี้ (Pressman, 2010)

##### 2.2.1 กลยุทธ์การทดสอบซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม (Conventional Software)

ซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม (Conventional Software) คือซอฟต์แวร์ที่พัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง (Structure Programming) กลยุทธ์ที่ใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม แบ่งออกได้หลายระดับ ดังนี้

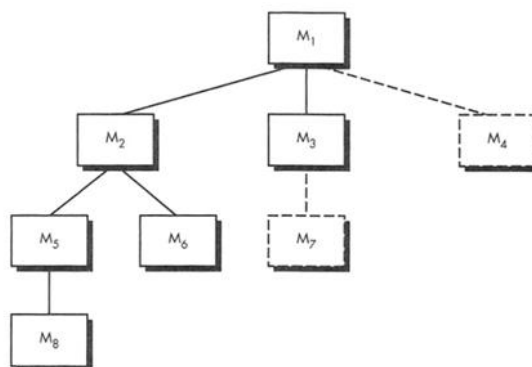
1. การทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing) เป็นการทดสอบภายในหน่วยที่เล็กที่สุดของซอฟต์แวร์ ซึ่งหน่วยที่เล็กที่สุดคือมอดูล (Module) การทดสอบจะเน้นทดสอบกระบวนการทำงานภายในหน่วย โดยจะทดสอบส่วนต่อประสาน (Interface) เพื่อยืนยันว่าข้อมูลที่ถูกส่งเข้าและส่งออกจากมอดูลมีความถูกต้อง ทดสอบการจัดเก็บโครงสร้างข้อมูล (Data Structure) ว่ามีความถูกต้องตลอดในทุกขั้นตอนการทำงาน ทดสอบว่ามอดูลทำงานได้ถูกต้องในเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) ที่กำหนดไว้ ทดสอบ ทุกเส้นทางการทำงาน (Independent path) และทดสอบเส้นทางการประมวลผลข้อผิดพลาด (Error-handling Path)



รูปที่ 2.1 การทดสอบระดับหน่วยของซอฟต์แวร์แบบสัญนิยม (Pressman, 2010)

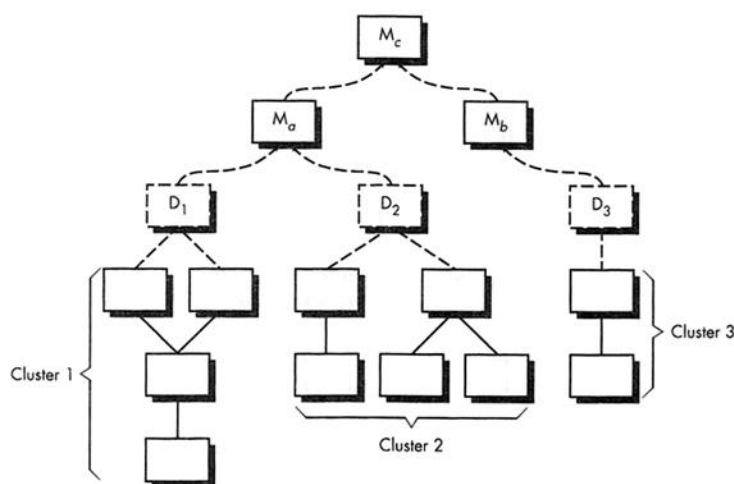
2. การทดสอบระดับบูรณาการ (Integration Testing) เป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของมอดูลเพื่อหาความผิดพลาด เช่น ส่วนต่อประสานที่ไม่สอดคล้อง การส่งผ่านค่าที่ไม่ถูกต้อง ชนิดข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือผิดความหมาย ที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำมอดูลที่ผ่านการทดสอบระดับหน่วยมาทำงานร่วมกันเป็นโปรแกรมตามที่ออกแบบไว้ กลยุทธ์การทดสอบระดับบูรณาการมีดังนี้

1) การทดสอบแบบบนลงล่าง (Top-Down Integration) เป็นการรวมมอดูลจากมอดูลใหญ่มาสู่มอดูลย่อยตามเส้นทางควบคุม (Control Hierarchy) โดยเริ่มจากทดสอบลำดับชั้นบนสุด และทดสอบลำดับชั้นถัดลงมาเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงลำดับชั้นที่อยู่ล่างสุด และทุกมอดูลได้ถูกทดสอบร่วมกัน จากรูปที่ 2.2 เริ่มการทดสอบโดยเลือกทดสอบ  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_5$  ก่อน จากนั้นจึงทดสอบรวมกับ  $M_8$  และ  $M_6$  และสุดท้ายทดสอบรวมกับ  $M_3$ ,  $M_7$  และ  $M_4$  ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 การทดสอบระดับบูรณาการแบบบนลงล่าง (Pressman, 2010)

2) การทดสอบแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up Integration) เริ่มทดสอบจากมอดูลย่อยในลำดับชั้นล่างสุด จากนั้นมอดูลย่อยในลำดับชั้นล่างจะถูกรวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster) แต่ละกลุ่มจะถูกทดสอบโดยมีโปรแกรมสำหรับใช้ทดสอบ (Driver) ของแต่ละกลุ่ม เมื่อทดสอบแต่ละกลุ่มแล้ว โปรแกรมสำหรับใช้ทดสอบของแต่ละกลุ่มจะถูกตัดออก และนำไปทดสอบรวมกับระดับที่สูงขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.3 กลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 เป็นส่วนย่อยของ  $M_a$  เมื่อทดสอบแล้ว  $D_1$  และ  $D_2$  จะถูกลบออกไป และกลุ่มจะเชื่อมต่อกับ  $M_a$  โดยตรง เช่นเดียวกับ  $D_3$  สำหรับกลุ่ม 3 จะถูกลบออกไป เมื่อทดสอบรวมมอดูล  $M_b$  จากนั้นทั้ง  $M_a$  และ  $M_b$  จะถูกนำไปทดสอบรวมกับ  $M_c$  ต่อไป



รูปที่ 2.3 การทดสอบระดับบูรณาการแบบล่างขึ้นบน (Pressman, 2010)

3 การทดสอบแบบถดถอย (Regression Testing) เมื่อมีการแก้ไขหรือเพิ่มมอดูลใหม่เข้ามาในซอฟต์แวร์ จะต้องดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์ซ้ำ โดยใช้ชุดทดสอบเดิมที่เคยทดสอบมาแล้ว เพื่อให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของซอฟต์แวร์

4 การทดสอบแบบสโมค (Smoke Testing) เป็นกลยุทธ์ในการทดสอบระดับบูรณาการสำหรับซอฟต์แวร์ที่มีเวลาพัฒนาจำกัดและมีการประเมินและทดสอบบ่อยๆ โค้ดของซอฟต์แวร์จะถูกรวมเป็น บั๊วด์ (Build) ซึ่งประกอบไปด้วย ไฟล์ข้อมูล ไลบรารี มอดูลที่นำกลับมาใช้ซ้ำได้ และส่วนประกอบที่จำเป็นในการนำมาออกแบบกรณีทดสอบ บั๊วด์จะถูกทดสอบรวมเข้ากับบั๊วด์อื่นๆ

## 2.2.2 กลยุทธ์การทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Object - Oriented Software Testing Strategy)

การทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ มีความแตกต่างจากการทดสอบซอฟต์แวร์แบบสัจนิยม เนื่องจากภาษาเชิงวัตถุมีคุณลักษณะพิเศษ เช่น การห่อหุ้ม (Encapsulation) การสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance) (Binder, 1999) กลยุทธ์การทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. การทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing) เน้นทดสอบการทำงานและสถานะของคลาส แม้ว่าเม็ทอดจะเป็นหน่วยที่เล็กกว่าคลาส แต่ในบางกรณี ภายในเม็ทอด อาจมีการเรียกใช้เม็ทอดอื่น

ดังนั้นคลาสจึงเป็นหน่วยย่อยที่สุดในซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ที่สามารถนำมาทดสอบในระดับหน่วยได้ เมื่อพิจารณาโครงสร้างลำดับชั้นของคลาส หากเมทอด  $X()$  ถูกกำหนดไว้ในคลาสแม่ (Superclass) และถูกสืบทอดไปยังคลาสลูก (Subclass) แล้วคลาสลูกจะมีเมทอด  $X()$  ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนการทำงานและการใช้แอททริบิวต์ ดังนั้น เมทอด  $X()$  ในคลาสแม่และคลาสลูก มีชื่อเมทอดเหมือนกัน แต่มีการทำงานต่างกัน ดังนั้นจึงควรทดสอบเมทอด  $X()$  ในทุกกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้

2. การทดสอบระดับบูรณาการ (Integration Testing) เนื่องจากซอฟต์แวร์เชิงวัตถุไม่มีโครงสร้างเส้นทางควบคุมที่ชัดเจนเหมือนซอฟต์แวร์เชิงโครงสร้าง การทำงานภายในหนึ่งคลาส อาจมีความสัมพันธ์โดยตรงและโดยอ้อมกับคลาสอื่นๆ ดังนั้นกลยุทธ์การทดสอบแบบบนลงล่าง และการทดสอบแบบล่างขึ้นบน จึงไม่สามารถนำมาใช้ทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุได้โดยตรง แนวทางในการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุระดับบูรณาการ มี 2 แนวทาง ดังนี้

1) การทดสอบเทรด (Thread-based Testing) เป็นการรวมคลาสที่ทำงานร่วมกัน เพื่อตอบสนองข้อมูลนำเข้าหรือเหตุการณ์เดียวกันที่เกิดขึ้นในระบบ ไว้ภายในเทรด (Thread) โดยแต่ละเทรดจะถูกทดสอบแยกอย่างเป็นอิสระ

2) การทดสอบตามการใช้งาน (Use-based Testing) เป็นการทดสอบคลาสอิสระ (Independent class) ซึ่งเป็นคลาสที่ไม่ใช้บริการคลาสอื่น หรือใช้บริการคลาสอื่นน้อยที่สุดก่อน จากนั้นจึงทดสอบคลาสที่ขึ้นกับคลาสอิสระ (Dependent class) ในระดับถัดไปจนกระทั่งทดสอบครบทั้งระบบ

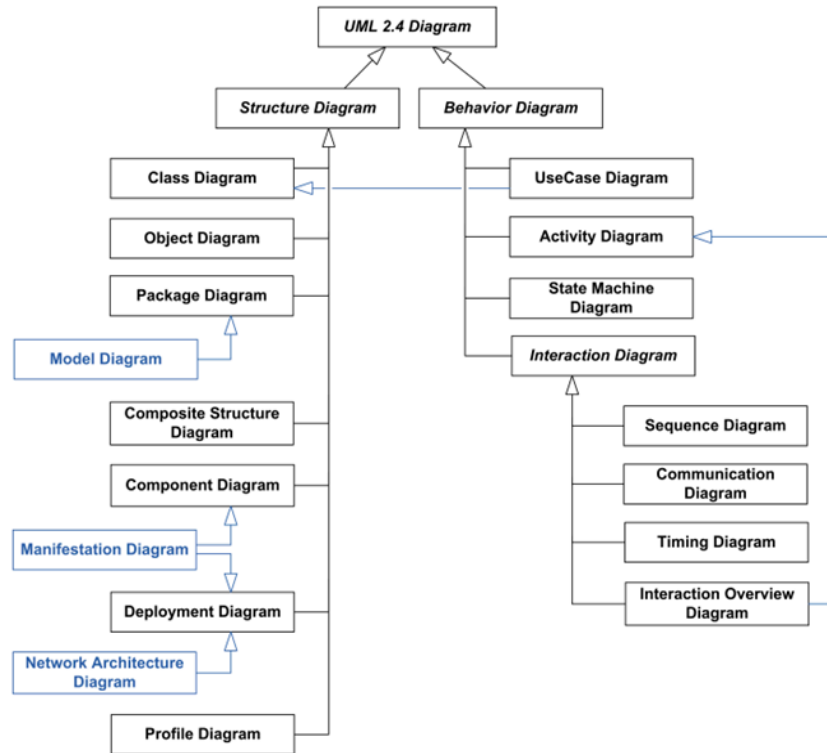
### 2.3 แผนภาพยูเอ็มแอล (UML - Unified Modeling Language)

แผนภาพยูเอ็มแอล (UML - Unified Modeling Language) เป็นภาษามาตรฐาน ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยองค์กรโอเอ็มจี (OMG Object Management Group) ในการเขียนแบบจำลอง เพื่อแสดงโครงสร้างและพฤติกรรมของซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Rumbaugh, 1999) มีจุดประสงค์เพื่อแสดงแบบจำลอง เพื่อให้ผู้ใช้งานและนักพัฒนาระบบสามารถเข้าใจความต้องการของระบบได้ถูกต้องตรงกัน ในแผนภาพยูเอ็มแอลเวอร์ชัน 2.4 มีแผนภาพทั้งหมด 17 แผนภาพ แสดงใน รูปที่ 2.4 โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แผนภาพเชิงโครงสร้าง ได้แก่ แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพวัตถุ (Object Diagram) แผนภาพแพ็คเกจ (Package Diagram) แผนภาพโมเดล (Model Diagram) แผนภาพคอมโพสิทสตรักเจอร์ (Composite Structure Diagram) แผนภาพคอมโพเนนต์ (Component Diagram) แผนภาพแมนิเฟสเทชัน (Manifestation Diagram) แผนภาพดีพลอยเมนต์ (Deployment Diagram) แผนภาพสถาปัตยกรรมโครงข่าย (Network Architecture Diagram) และแผนภาพโพรไฟล์ (Profile Diagram)

2. แผนภาพเชิงพฤติกรรม ได้แก่ แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) แผนภาพสเตตแมชชีน (State Machine Diagram) แผนภาพซีควเอนซ์

(Sequence Diagram) แผนภาพคอมมิวนิเคชัน (Communication Diagram) แผนภาพไทม์มิ่ง (Timing Diagram) และแผนภาพแสดงการโต้ตอบ (Interaction Overview Diagram)



รูปที่ 2.4 แผนภาพทั้งหมดของยูเอ็มแอลรุ่น 2.4 (UML 2.4 Diagrams Overview, 2012)

### 2.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคส เป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานต้องการทำอะไรในระบบ มีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ แผนภาพยูสเคสมีส่วนประกอบดังนี้

1. ผู้ใช้งานระบบ (Actor) หมายถึง ผู้เกี่ยวข้องที่ใช้งานระบบ อาจเป็นได้ทั้งบุคคล หน่วยงาน ซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่มีปฏิสัมพันธ์กับระบบ สัญลักษณ์เป็นรูปคน ดังรูปที่ 2.5



Administrator

รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์แทนผู้ใช้งานระบบ

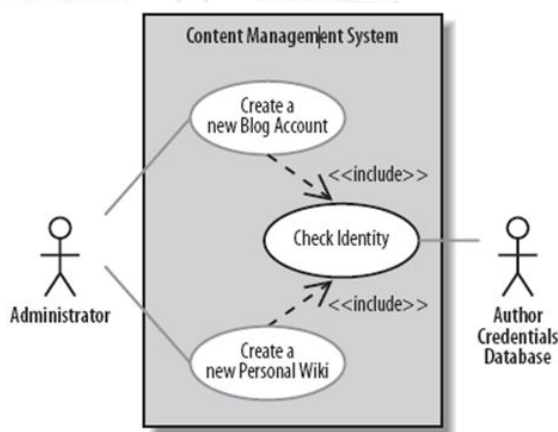
2. ยูสเคส (Use Case) แสดงถึงฟังก์ชันหน้าที่ต่างๆ ในระบบ หรือสิ่งที่ระบบต้องทำในมุมมองของผู้ใช้งาน ใช้สัญลักษณ์รูปวงรี ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์แทนยูสเคส

3. ความสัมพันธ์ (Relationship) ใช้เส้นตรงแสดงความเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้งานระบบกับยูสเคส นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส 2 ประเภท ได้แก่

1) ความสัมพันธ์แบบอินคลูด (Include) เกิดขึ้นเมื่อยูสเคสหนึ่งเรียกใช้งานอีกยูสเคส คล้ายกับการที่โปรแกรมหลักเรียกใช้งานโปรแกรมย่อย ใช้สัญลักษณ์เส้นตรงที่มีลูกศรชี้ไปหายูสเคสที่ถูกเรียกใช้ และมีคำว่า <<include>> กำกับบนเส้นลูกศร ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์แทนความสัมพันธ์แบบอินคลูด

2) ความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เทน (Extend) เกิดขึ้นเมื่อยูสเคสไม่สามารถทำงานได้ตามปกติจึงเรียกใช้ยูสเคสอื่น ใช้สัญลักษณ์เส้นตรงที่มีหัวลูกศรชี้ไปหายูสเคสที่ถูกเอ็กซ์เทน และมีคำว่า <<extend>> กำกับบนเส้นลูกศร ดังรูปที่ 2.8



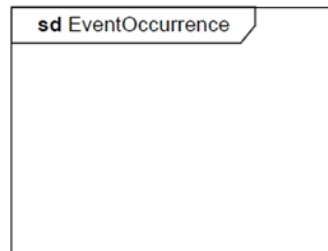
รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์แทนความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เทน

### 2.3.2 แผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram)

แผนภาพซีควเอนซ์ เป็นแผนภาพหนึ่งในแผนภาพยูเอ็มแอล มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงลำดับเวลาของข้อความที่ส่งหากันระหว่างอ็อบเจกต์ สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพซีควเอนซ์มีดังนี้

1. เฟรม (Frame) ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยม เพื่อกำหนดขอบเขตของแผนภาพ มีชื่อระบุที่มุมซ้ายบนของสี่เหลี่ยม ยกตัวอย่างเช่น sd EventOccurrence ในรูปที่ 2.9 sd หมายถึง ประเภทแผนภาพซีควเอนซ์ และ EventOccurrence คือชื่อของแผนภาพซีควเอนซ์





รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์เฟรม (Frame) (The Object Management Group, 2011)

2. แอคเตอร์ (Actor) ใช้สัญลักษณ์รูปคน แทนบุคคลหรือระบบที่ได้ตอบกับระบบ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์แอกเตอร์ (Actor) (The Object Management Group, 2011)

3. อ็อบเจกต์ (Object) ใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายสี่เหลี่ยม ภายในมีข้อความแสดงชื่ออ็อบเจกต์ตามด้วยเครื่องหมายมหัพภาค (: ) และชื่อคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ ดังรูปที่ 2.11

anObject : aClass

รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์อ็อบเจกต์ (Object) (The Object Management Group, 2011)

4. ไลฟ์ไลน์ (Lifeline) ใช้สัญลักษณ์เส้นประแนวตั้ง แสดงถึงช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มสร้างอ็อบเจกต์ การส่งและรับเมสเสจ จนกระทั่งอ็อบเจกต์ถูกทำลาย ดังรูปที่ 2.12

:Lifeline

รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ไลฟ์ไลน์ (Lifeline) (The Object Management Group, 2011)

5. แอคติเวชัน (Activation) ใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวตั้ง จะถูกแสดงเมื่ออ็อบเจกต์ส่งหรือรับเมสเสจ โดยจะถูกวางอยู่บนไลฟ์ไลน์ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์แอกติเวชัน (Activation) (The Object Management Group,2011)

6. เมสเสจ (Message) เป็นการส่งข้อมูลจากอ็อบเจกต์หนึ่งไปยังอีกอ็อบเจกต์หนึ่ง ใช้เครื่องหมายลูกศรเส้นทึบแทนการเรียกใช้เมทอดและใช้ลูกศรเส้นประแสดงแทนการคืนค่าจากเมทอด ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์เมสเสจ (Message) (The Object Management Group,2011)

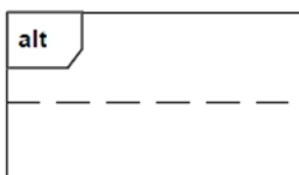
7. อ็อบเจกต์เดสตรักชัน (Object Destruction) เป็นเครื่องหมายแสดงว่าอ็อบเจกต์ถูกทำลาย ใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายกากบาทดังรูปที่ 2.15 โดยจะวางไว้ที่ปลายไลฟ์ไลน์ของอ็อบเจกต์



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์อ็อบเจกต์เดสตรักชัน (Object Destruction)

(The Object Management Group, 2011)

8. คอมบายด์แฟรกเมนต์ (Combined Fragment) เป็นส่วนที่ใช้ในการรวมกลุ่มของเมสเสจเข้าไว้ด้วยกันเพื่อแสดงถึงการทำงานอย่างมีเงื่อนไข (Condition Flow) และกำหนดรูปแบบของตรรกศาสตร์ที่ต้องการลงในแผนภาพ ใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายสี่เหลี่ยม มีประเภทของคอมบายด์แฟรกเมนต์ระบุอยู่ที่มุมซ้ายบนของสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 2.16 คอมบายด์แฟรกเมนต์ในยูเอ็มแอล มี 11 ประเภท ได้แก่ วิกซีควนซิง (Weak Sequencing) อัลเทอร์เนทีฟ (Alternative) ออบซัน (Option) เบรค (Break) พาราเรล (Parallel) สตริกทซีควนซิง (Strict Sequencing) ลูป (Loop) คริติคอลรีเจียนท์ (Critical Region) เนกาทีฟ (Negative) แอสเสิร์ทชัน (Assertion) อิกนอร์/คอนลิเดอร์ (Ignore/Consider)



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์คอมบายด์แฟรกเมนต์ (Combined Fragment)

(The Object Management Group,2011)

## 2.4 โอซีแอลหรือภาษาข้อจำกัดเชิงวัตถุ (OCL - Object Constraint Language)

โอซีแอล หรือภาษาข้อจำกัดเชิงวัตถุ คือ ภาษามาตรฐานที่ใช้อธิบายนิพจน์ (Expression) ในแผนภาพยูเอ็มแอล เนื่องจากแผนภาพยูเอ็มแอลไม่สามารถแสดงข้อกำหนดทั้งหมดที่อยู่ในเอกสาร ข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ได้ ข้อกำหนดหรือเงื่อนไขมักเขียนอยู่ในรูปของภาษาธรรมชาติ (Natural Language) ซึ่งทำให้เกิดความคลุมเครือ องค์กรโอเอ็มจี (OMG - Object Management Group) จึงได้พัฒนาภาษาข้อจำกัดเชิงวัตถุหรือโอซีแอลเป็นภาษาทางการ (Formal Language) เพื่อแสดงข้อจำกัด (Constraint) และตรรกะ (Logic) ขององค์ประกอบภายในแบบจำลองยูเอ็มแอล (Bruegge and Dutoit, 2004) โอซีแอลมีประเภทของข้อมูล 3 ประเภท ดังตารางที่ 2.1 (Miles and Hamilton, 2006)

ตารางที่ 2.1 ประเภทของข้อมูลในโอซีแอล

ประเภทของข้อมูล	ตัวอย่างข้อมูล
บูลีน (Boolean)	true; false
จำนวนเต็ม (Integer)	1; 6,664; -200
จำนวนจริง (Real)	2.7181828; 10.5
สตริง (String)	"Hello, World."

โอซีแอลมีตัวดำเนินการ (Operator) ทางคณิตศาสตร์ ตัวดำเนินการตรรกะและตัวดำเนินการเปรียบเทียบ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันพิเศษ เช่น การหาค่ามากที่สุด การต่อสตริง เป็นต้น ตัวดำเนินการที่นิยมใช้ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวดำเนินการในโอซีแอล

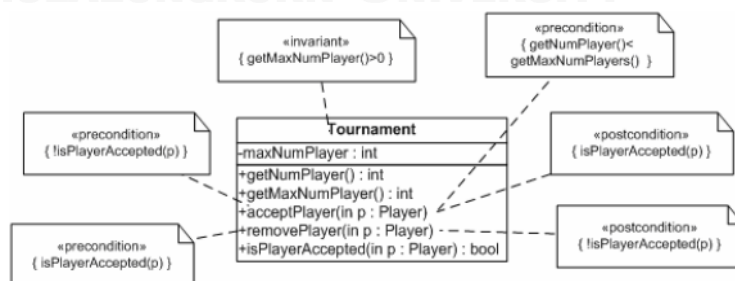
กลุ่ม	ตัวดำเนินการ (Operator)	ใช้กับประเภท
คณิตศาสตร์	+, -, *, /	จำนวนเต็ม, จำนวนจริง
ฟังก์ชันพิเศษ	abs(), max(), min()	จำนวนเต็ม, จำนวนจริง
การเปรียบเทียบ	<, <=, >, >=	จำนวนเต็ม, จำนวนจริง
ความเท่ากัน	=, <>	ทุกประเภท
บูลีน	and, or, xor, not	บูลีน
สตริง	concat(), size(), substring(), toInteger(), toReal()	สตริง

เงื่อนไข (Constraints) ของโอซีแอลแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. เงื่อนไขคงที่ (Invariant) คือ ข้อจำกัดที่บอกเงื่อนไขที่มีค่าเป็นจริงเสมอในทุกอินสแตนซ์ (Instance) ของคลาส
2. เงื่อนไขก่อนดำเนินการ (Precondition) เป็นข้อจำกัดที่ถูกกำหนดให้เมื่้ออดและถูกตรวจสอบก่อนที่จะเมื่้ออดนั้นจะเริ่มทำงาน เงื่อนไขก่อนดำเนินการ มักใช้ในการตรวจสอบพารามิเตอร์ที่ถูกส่งเข้ามาให้เมื่้ออด
3. เงื่อนไขหลังดำเนินการ (Postcondition) เป็นข้อจำกัดที่ถูกกำหนดให้เมื่้ออดและถูกตรวจสอบเมื่อเมื่้ออดนั้นทำงานเสร็จแล้ว เงื่อนไขหลังดำเนินการมักใช้ในการอธิบาย ว่าตัวแปรมีค่าเปลี่ยนไปอย่างไร

การเขียนโอซีแอล แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ (Bruegge and Dutoit, 2004)

1. เขียนเป็นหมายเหตุไว้ในแผนภาพยูเอ็มแอล ข้อจำกัดจะอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมพับมุม (Folded Corner) และเชื่อมโยงองค์ประกอบในแผนภาพยูเอ็มแอลด้วยเส้นประ ดังรูปที่ 2.17 ตัวอย่างของเงื่อนไขของโอซีแอลไว้ในแผนภาพคลาส (Bruegge and Dutoit, 2004)



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างของเงื่อนไขของโอซีแอลไว้ในแผนภาพคลาส (Bruegge and Dutoit, 2004)

2. เขียนด้วยรูปแบบข้อความ (Textual Form) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) context เป็นคำสงวนที่ใช้เพื่อแสดงถึงเงื่อนไขที่ถูกระบุโดยนิพจน์โอซีแอล
- 2) inv เป็นคำสงวนซึ่งใช้แทน <<invariant>>
- 3) pre เป็นคำสงวนซึ่งใช้แทน <<precondition>>
- 4) post เป็นคำสงวนซึ่งใช้แทน <<postcondition>>

#### 2.4.1 ข้อจำกัดของคลาสซิไฟเออร์ (Constraint on Classifiers)

การนิยามบริบท (Context) เป็นการระบุว่านิพจน์นั้นถูกกำหนดให้ส่วนใดของแบบจำลองยูเอ็มแอล เช่น คลาส (Class) ตัวต่อประสาน (Interface) ประเภทของข้อมูล (Data type) หรือองค์ประกอบ (Component) ซึ่งเรียกรวมว่า คลาสซิไฟเออร์ (Warmer and Kleppe, 2007) รูปแบบและตัวอย่างในการเขียนนิพจน์โอซีแอลในรูปแบบข้อความแสดงไว้ในรูปที่ 2.18 และ รูปที่ 2.19 ตามลำดับ

```
context <classifiername>
Inv:<ocl expression>
```

รูปที่ 2.18 รูปแบบในการเขียนข้อจำกัดประเภทเงื่อนไขคงที่ในรูปแบบข้อความ

```
context Tournament
Inv: self.getNumPlayer()>0
```

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดเงื่อนไขคงที่ (Bruegge and Dutoit, 2004)

จากรูปที่ 2.19 กำหนดให้แอตทริบิวต์ maxNumPlayer ของทุกอินสแตนซ์ของคลาส Tournament จะต้องมีค่าเป็นบวกเสมอ โดยที่ self เป็นคำสงวน ใช้แทนทุกอินสแตนซ์ของคลาส Tournament

#### 2.4.2 ข้อจำกัดของการดำเนินการ (Constraints on Operations)

ข้อจำกัดของการดำเนินการ ประกอบด้วย เงื่อนไขก่อนดำเนินการ ใช้คำสงวน pre และ เงื่อนไขหลังดำเนินการ ใช้คำสงวน post (Pitone and Pitman, 2006) รูปแบบและตัวอย่างในการเขียนข้อจำกัดของการดำเนินการ แสดงดังรูปที่ 2.20 และ รูปที่ 2.21 ตามลำดับ

```

context <classifier name>::<method name(<argument name, argument type>)>::
<return type>

pre:<ocl expression>

post:<ocl expression>

```

รูปที่ 2.20 รูปแบบการเขียนข้อจำกัดของการดำเนินการในรูปแบบข้อความ

```

context Tournament :: removePlayer(p: Player)

pre: isPlayerAccepted(p)

post: !isPlayerAccepted(p)

post: getNumPlayers()=@pre.getNumPlayers()-1

```

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดของการดำเนินการ (Bruegge and Dutoit, 2004)

คำสั่งวน result แทนค่าที่คืนมาจากการดำเนินการ รูปที่ 2.22 กำหนดว่าจะต้องจ่ายค่าธรรมเนียมก่อน จึงจะดำเนินการเมทอด registerStudent และต้องคืนค่าเป็น "จริง" เมื่อสิ้นสุดการทำงาน

```

context Course :: registerStudent(s: Student): Boolean

pre : s.tuitionPaid=true

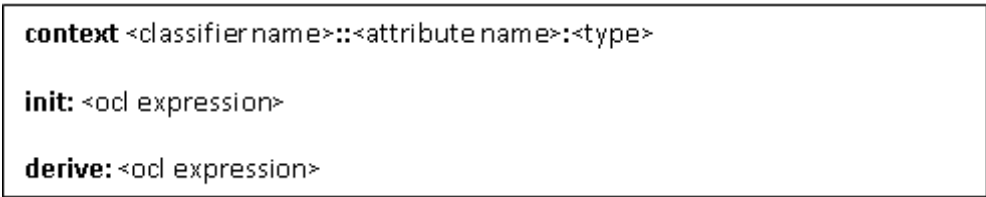
post : result=true

```

รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดเงื่อนไขหลังดำเนินการโดยใช้คำสั่งวน result (Pitone and Pitman, 2006)

#### 2.4.3 ข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ (Constraint on Attribute)

การระบุค่าเริ่มต้น (Initial Value) และค่าที่ได้ภายหลัง (Subsequent Value) ของแอตทริบิวต์ ใช้คำสั่งวน init และ derive ตามลำดับ (Pitone and Pitman, 2005) มีรูปแบบการเขียนข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.23 รูปแบบการเขียนข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ในรูปแบบข้อความ

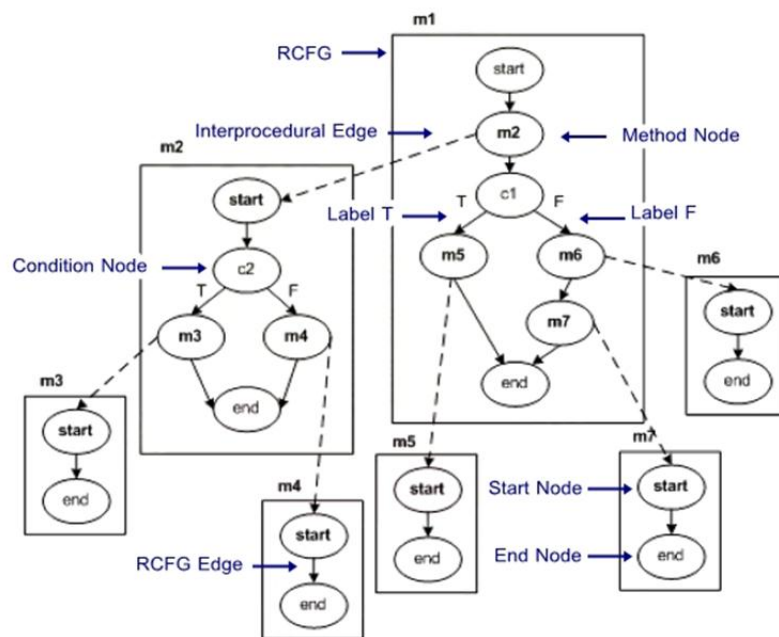


รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการเขียนข้อจำกัดของแอตทริบิวต์ (Pitone and Pitman,2006)

## 2.5 กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี หรืออินเตอร์โพรซีเดอรัลเรสทริคต์คอนโทรลโฟลกราฟ (IRCFG - Interprocedural Restricted Control Flow Graph)

### 2.5.1 ส่วนประกอบของกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี

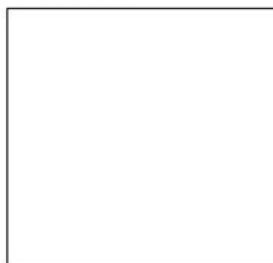
กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี คือ กราฟควบคุมกระแส (Control Flow Graph) ชนิดหนึ่ง มีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี

1. อาร์ซีเอฟจี (RCFG) แสดงด้วยรูปสี่เหลี่ยม แทนการเรียกใช้เมทอดที่อยู่ภายในอีกเมทอด โดยระบุชื่อเมทอดไว้ที่ด้านบนของรูปสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 2.26

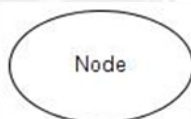
method



รูปที่ 2.26 สัญลักษณ์แทนอาร์ซีเอฟจี

2. โหนด (Node) เป็นส่วนที่อยู่ภายในอาร์ซีเอฟจี แสดงด้วยรูปวงรี แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) โหนดเริ่มต้น (Start Node) แทนช่วงเวลาที่เมทอดกำลังจะเริ่มทำงาน
- 2) โหนดสิ้นสุด (End Node) ช่วงเวลาที่กำลังคืนค่ากลับไปส่วนที่เรียกใช้เมทอด
- 3) เมทอดโหนด (Method Node) แสดงแทนเมทอดในแผนภาพซีควนซ์
- 4) คอนดิชันโหนด (Condition Node) แสดงแทนเงื่อนไขหรือส่วนการตัดสินใจในการเรียกใช้งานเมทอด ในคอมบายด์แฟรกเมนต์ของแผนภาพซีควนซ์



รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์แทนโหนด

3. เส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี (RCFG Edge) แสดงด้วยลูกศรเส้นทึบ ดังรูปที่ 2.28 เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมระหว่างโหนดภายในอาร์ซีเอฟจีเดียวกัน เพื่อให้เห็นเส้นทางการเรียกใช้งานเมทอดภายในขอบเขตของอาร์ซีเอฟจีเดียวกัน เส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจีมี 3 ประเภท ได้แก่

- 1) เส้นเชื่อมเลเบลที (Label T) เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมจากคอนดิชันโหนดไปโหนดใดๆ และมีเลเบลทีกำกับอยู่บนเส้น
- 2) เส้นเชื่อมเลเบลเอฟ (Label F) เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมจากคอนดิชันโหนดไปโหนดใดๆ และมีเลเบลเอฟกำกับอยู่บนเส้น
- 3) เส้นเชื่อมนอนเลเบล (Non-Label) เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมจากเมทอดโหนดไปยังโหนดใดๆ และไม่มีเลเบลกำกับอยู่บนเส้น

หากเป็นเส้นเชื่อมที่ออกจากคอนดิชันโหนดจะต้องมีเลเบลที หรือเลเบลเอฟ กำกับอยู่บนเส้น เพื่อแสดงเส้นทางการเรียกใช้เมทอดจากคอนดิชันโหนด





รูปที่ 2.28 สัญลักษณ์แทนเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี

4. เส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี (IRCFG Edge) แสดงด้วยลูกศรเส้นประ ดังรูปที่ 2.29 แทนความสัมพันธ์ระหว่างอาร์ซีเอฟจี เพื่อให้เห็นเส้นทางการเรียกใช้งานเมทอดระหว่างอาร์ซีเอฟจี

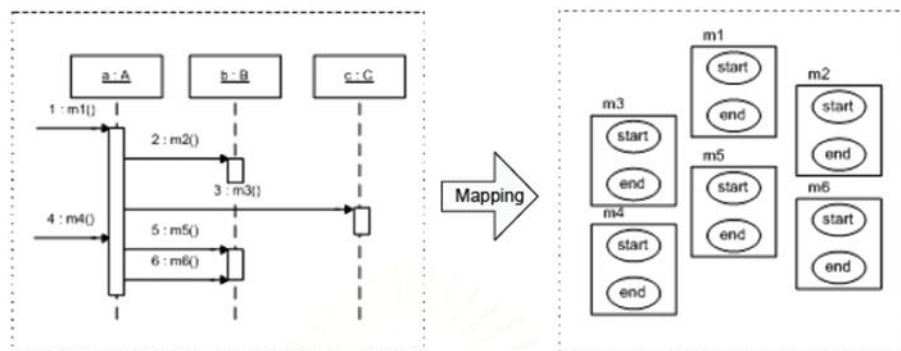


รูปที่ 2.29 สัญลักษณ์แทนเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี

## 2.5.2 หลักการสร้างกราฟควบคุมกระแสอาร์ซีเอฟจีจากแผนภาพซีควนซ์

หลักในการแปลงแผนภาพซีควนซ์เป็นกราฟควบคุมกระแสอาร์ซีเอฟจี ที่นำเสนอโดย ฉัฐธร ทองระอา (2550) มีดังนี้

1. การสร้างอาร์ซีเอฟจี นำชื่อของทุกเมทอดที่ปรากฏเป็นเมสเสจในแผนภาพซีควนซ์มา กำหนดเป็นชื่อของอาร์ซีเอฟจี จากนั้นสร้างโหนดเริ่มต้นและโหนดสิ้นสุดไว้ในทุกอาร์ซีเอฟจี ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 การแปลงแผนภาพซีควนซ์เป็นอาร์ซีเอฟจีของกราฟควบคุมกระแสอาร์ซีเอฟจี

(ฉัฐธร ทองระอา, 2550)

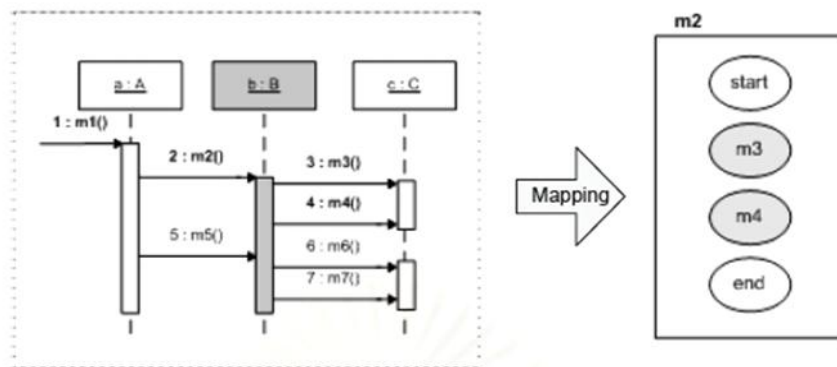
2. การสร้างโหนดภายในอาร์ซีเอฟจี รายละเอียดในการสร้างโหนดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

1) การสร้างเมทอดโหนด พิจารณาจากไลฟ์ไลน์และเมสเสจที่เข้ามายังไลฟ์ไลน์ โดยเลือกเมสเสจ  $Msg_k$  มาสร้างเป็นเมทอดโหนดภายในอาร์ซีเอฟจีของเมสเสจ  $Msg_i$  โดย  $Msg_k$  จะต้องมีลำดับของเมสเสจมากกว่า  $Msg_i$  และน้อยกว่า  $Msg_j$  ซึ่งเป็นเมสเสจที่เข้ามายังไลฟ์ไลน์ถัดจาก  $Msg_i$  ดังเงื่อนไขที่แสดงในรูปที่ 2.31

$$\text{seqNo}(\text{Msg}_j) > \text{seqNo}(\text{Msg}_k) > \text{seqNo}(\text{Msg}_i)$$

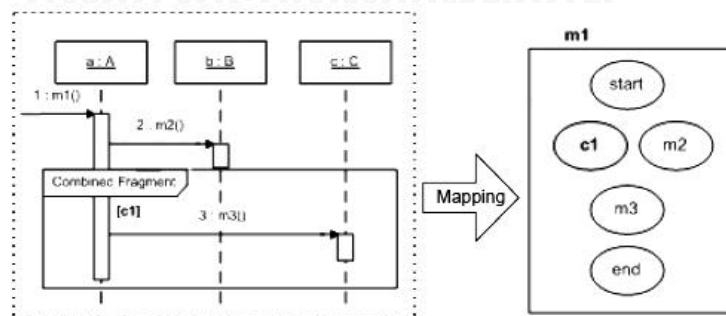
รูปที่ 2.31 เงื่อนไขในการเลือกเมสเสจที่จะนำมาเป็นเมท็อดไหนดในอาร์ซีเอฟจี  $\text{Msg}_i$

จากนั้นสร้างเมท็อดไหนดภายในอาร์ซีเอฟจี จนครบทุกเมสเสจที่เข้ามายังไลฟ์ไลน์และทำซ้ำทุกไลฟ์ไลน์ในแผนภาพซีควเอนซ์ ตัวอย่างการแปลงเมสเสจจากแผนภาพซีควเอนซ์เป็นเมท็อดไหนดในอาร์ซีเอฟจี ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 การแปลงเมสเสจจากแผนภาพซีควเอนซ์เป็นเมท็อดไหนดในอาร์ซีเอฟจี (ฉัฐร ทองระอา, 2550)

2) การสร้างคอนดิชันไหนด พิจารณาจากตัวถูกดำเนินการภายในคอมบายด์แฟรกเมนต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ ยกเว้นตัวถูกดำเนินการที่มีข้อจำกัดเป็น else จากนั้นเลือกเมสเสจ  $m$  ที่ปรากฏเป็นเมสเสจแรกในตัวถูกดำเนินการ มาสร้างเป็นคอนดิชันไหนดของข้อจำกัดไว้ในอาร์ซีเอฟจีที่มี  $m$  เป็นเมท็อดไหนด ตัวอย่างการแปลงข้อจำกัดจากแผนภาพซีควเอนซ์เป็นคอนดิชันไหนดในอาร์ซีเอฟจี แสดงดังรูปที่ 2.33

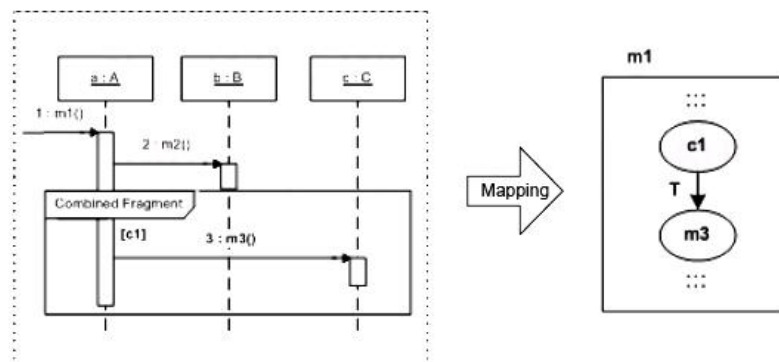


รูปที่ 2.33 การแปลงข้อจำกัดจากแผนภาพซีควเอนซ์เป็นคอนดิชันไหนดในอาร์ซีเอฟจี (ฉัฐร ทองระอา, 2550)

3. การสร้างเส้นเชื่อมอินทราโพรซีเดอรัลหรือเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่ เส้นเชื่อมเลเบลที่ เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมจากคอนดิชันโนหนดไปยังโนหนดใดๆ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

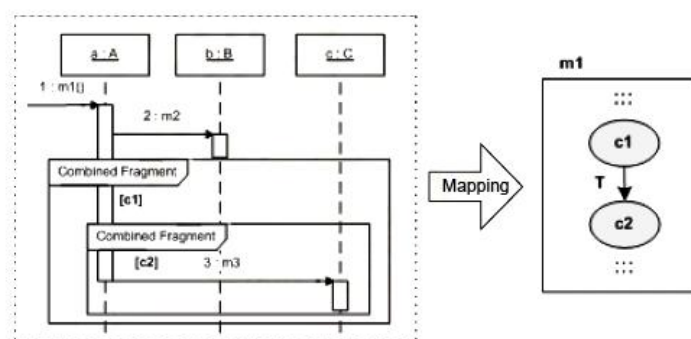
(a) เชื่อมระหว่างคอนดิชันโนหนดกับเมทอดโนหนด ให้  $c$  แทนคอนดิชันโนหนด และ  $m$  แทนเมทอดโนหนด จะสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่จาก  $c$  ไปยัง  $m$  ก็ต่อเมื่อ  $c$  ถูกสร้างขึ้นจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการ (Operand) ของคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใด ๆ และ  $m$  ถูกสร้างจากเมสเสจ ที่ปรากฏเป็นเมสเสจแรกในตัวถูกดำเนินการดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่ระหว่างคอนดิชันโนหนดกับเมทอดโนหนด

(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

(b) เชื่อมระหว่างคอนดิชันโนหนดกับคอนดิชันโนหนด ให้  $c_i$  และ  $c_j$  แทนคอนดิชันโนหนด  $CF_i$  เป็นคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใด ๆ และ  $CF_j$  เป็นคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใด ๆ ที่เป็นคอมบายด์แฟรกเมนต์ลูกของ  $CF_i$  ( $CF_j$  ซ้อนอยู่ใน  $CF_i$ ) จะสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่จาก  $c_i$  ไปยัง  $c_j$  ก็ต่อเมื่อ  $c_i$  ถูกสร้างขึ้นจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการของ  $CF_i$  และ  $c_j$  ถูกสร้างขึ้นจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการแรกของ  $CF_j$  ( $CF_j$  อาจเป็นคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทอัลเทอร์เนทีฟซึ่งมีได้หลายตัวถูกดำเนินการ) โดยที่ไม่มีเมสเสจใด ๆ ปรากฏอยู่ในตัวถูกดำเนินการ  $CF_i$  ก่อนหน้า  $CF_j$  แสดงดังรูปที่ 2.35



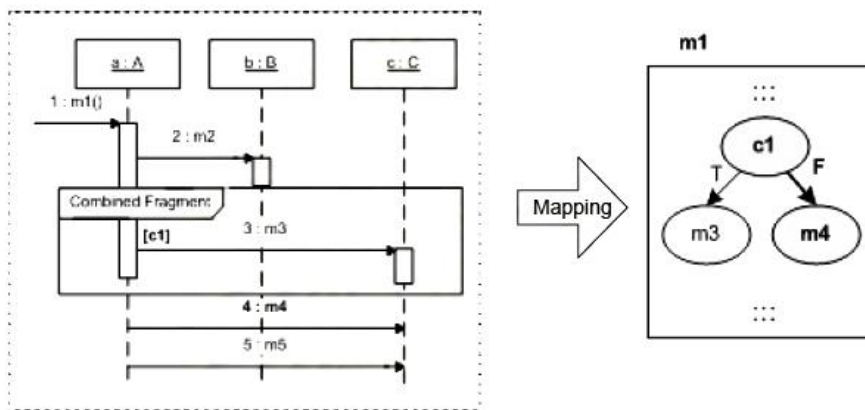
รูปที่ 2.35 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่ระหว่างคอนดิชันโนหนดกับคอนดิชันโนหนด

(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

2) การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟพ เส้นเชื่อมเลเบลเอฟพ เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมจากคอนดิชันโนตไปยังโนตใด ๆ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

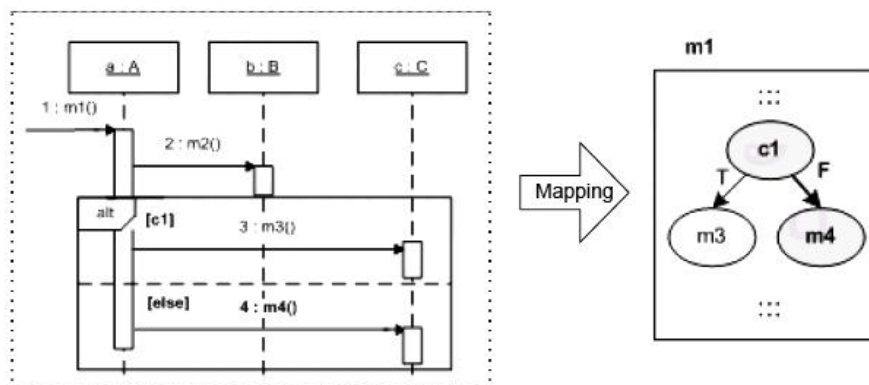
(a) เชื่อมระหว่างคอนดิชันโนตกับเมทอดโนต ให้  $c$  แทนคอนดิชันโนต และ  $m$  แทนเมทอดโนต CF แทนคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใด ๆ  $op_i$  และ  $op_j$  แทนตัวถูกดำเนินการ จะสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟพจาก  $c$  ไปยัง  $m$  ก็ต่อเมื่อ

กรณีที่ 1  $c$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการของ CF (กรณีที่ เป็นคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทอัลเทอร์เนทีฟ  $c$  จะต้องถูกสร้างจากข้อจำกัดที่ไม่ใช่ “else”) และ  $m$  ถูกสร้างจากเมสเสจแรกที่ถัดจาก CF แสดงดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟพระหว่างคอนดิชันโนตกับเมทอดโนต กรณีที่ 1 (ฉัฐร ทองระอา, 2550)

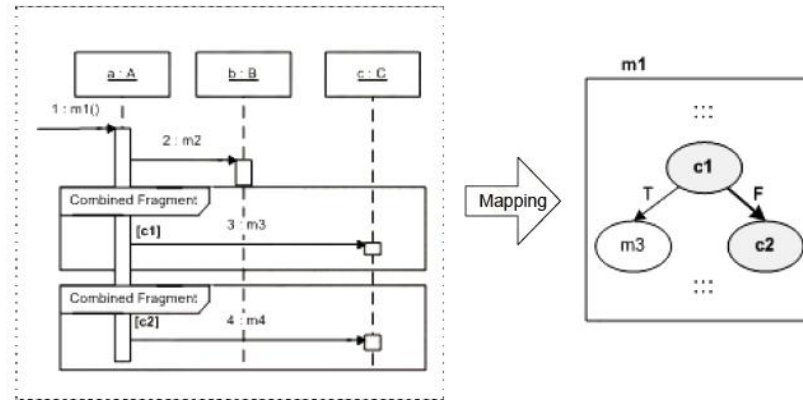
กรณีที่ 2  $c$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายใน  $op_i$  ของ CF ประเภทอัลเทอร์เนทีฟ โดย  $op_j$  เป็นตัวถูกดำเนินการถัดจาก  $op_i$  ซึ่งมีข้อจำกัดเป็น “else” และ  $m$  ถูกสร้างจากเมสเสจแรกภายใน  $op_j$  แสดงดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟพระหว่างคอนดิชันโนตกับเมทอดโนต กรณีที่ 2 (ฉัฐร ทองระอา, 2550)

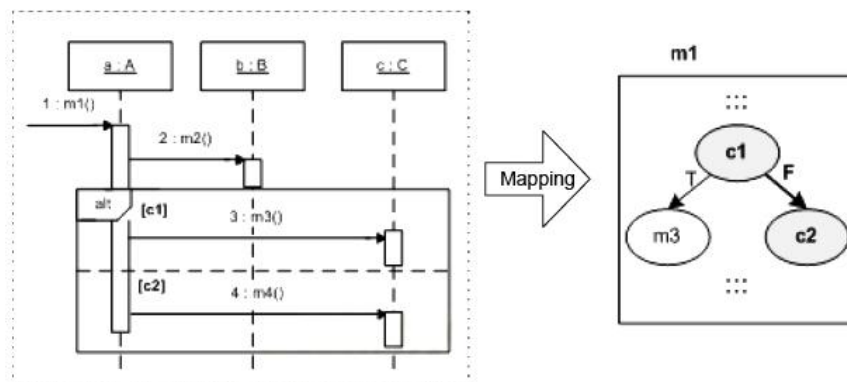
(b) เชื่อมระหว่างคอนดิชันโหนดกับคอนดิชันโหนด

กรณีที่ 1  $c_i$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการของ  $CF_i$  ประเภทออบชันหรือลูป และ  $c_j$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการของ  $CF_j$  ประเภทใดๆ หาก  $CF_j$  เป็นคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทอัลเทอร์เนทีฟ  $c_j$  จะต้องถูกสร้างขึ้นจากตัวถูกดำเนินการแรก ดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอเฟระหว่างคอนดิชันโหนดกับคอนดิชันโหนด กรณีที่ 1  
(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

กรณีที่ 2  $c_i$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการของ  $CF_i$  ประเภทอัลเทอร์เนทีฟ และ  $c_j$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการถัดไปของ  $CF_i$  โดยที่ข้อจำกัดของตัวถูกดำเนินการไม่ใช่ “else” ดังรูปที่ 2.39

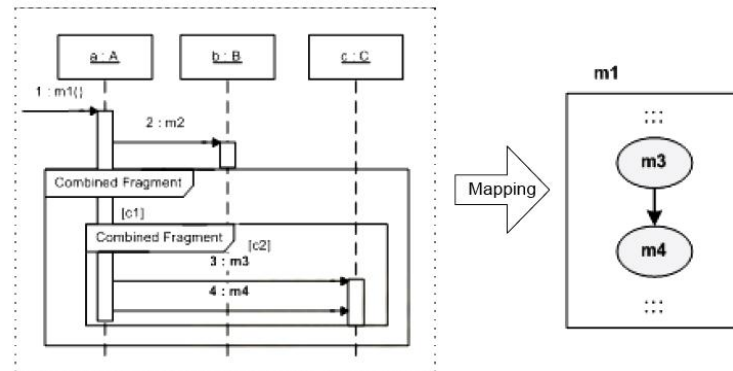


รูปที่ 2.39 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอเฟระหว่างคอนดิชันโหนดกับคอนดิชันโหนด กรณีที่ 2  
(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

3) การสร้างเส้นเชื่อมนอเนลเลเบล เส้นเชื่อมนอเนลเลเบลคือเส้นเชื่อมที่ออกจากเมทโหนดโหนดไปยังโหนดใดๆ รูปแบบของการสร้างเส้นเชื่อมนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

(a) เชื่อมระหว่างเมทอดโทดกับเมทอดโทด ให้  $m_i$  แทนเมทอดโทดที่ถูกสร้างจากเมสเสจ  $M$  และ  $m_j$  แทนเมทอดโทดที่ถูกสร้างจากเมสเสจที่มีลำดับถัดมาจาก  $M$  จะสร้างเส้นเชื่อมอนอนเลเบลจาก  $m_i$  ไปยัง  $m_j$  ก็ต่อเมื่อ

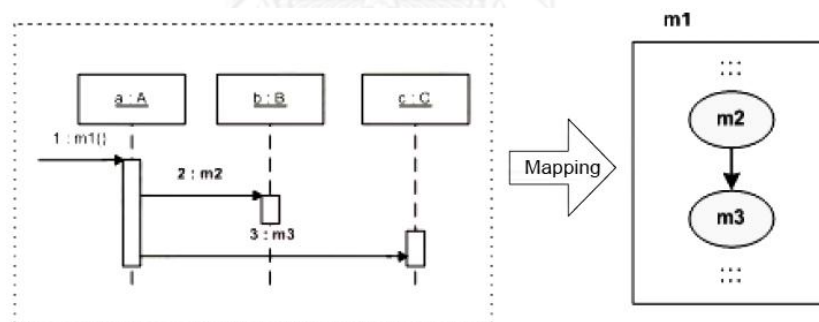
กรณีที่ 1  $m_i$  และ  $m_j$  ถูกสร้างจากเมสเสจที่อยู่ภายใต้ตัวถูกดำเนินการเดียวกัน และไม่มีคอมบายด์แฟรกเมนต์ใดๆ คั่นระหว่าง ดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 การสร้างเส้นเชื่อมอนอนเลเบลระหว่างเมทอดโทดกับเมทอดโทด กรณีที่ 1

(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

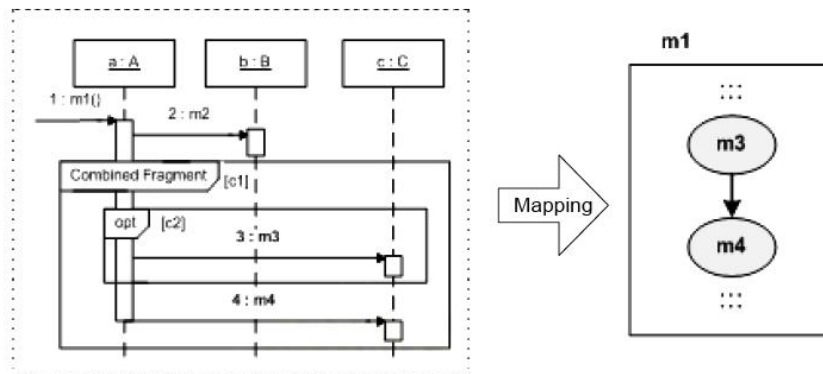
กรณีที่ 2  $m_i$  และ  $m_j$  ถูกสร้างจากเมสเสจที่ไม่อยู่ภายใต้ตัวดำเนินการใด ๆ และไม่มี CF ใด ๆ คั่นกลางระหว่างเมสเสจทั้งสอง ดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 การสร้างเส้นเชื่อมอนอนเลเบลระหว่างเมทอดโทดกับเมทอดโทด กรณีที่ 2

(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

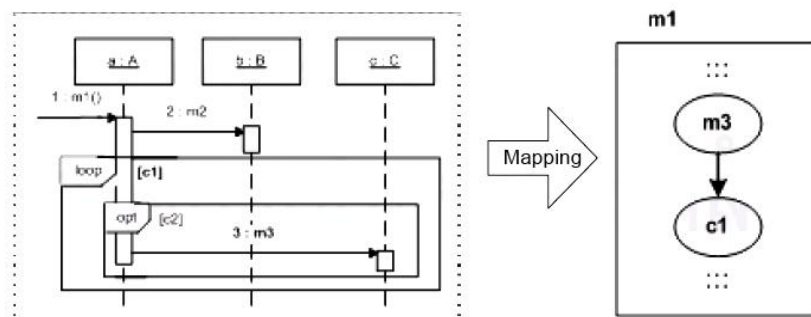
กรณีที่ 3  $m_i$  ถูกสร้างจากเมสเสจลำดับสุดท้ายที่อยู่ภายใต้ตัวถูกดำเนินการของคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใด ๆ ที่ไม่ใช่ประเภทลูก และ  $m_j$  ถูกสร้างขึ้นจากเมสเสจที่ไม่ใช่เมสเสจแรกของคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใด ๆ ดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 การสร้างเส้นเชื่อมอนเลเบิรระหว่างเมที่อดโหนดกับเมที่อดโหนด กรณีที่ 3  
(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

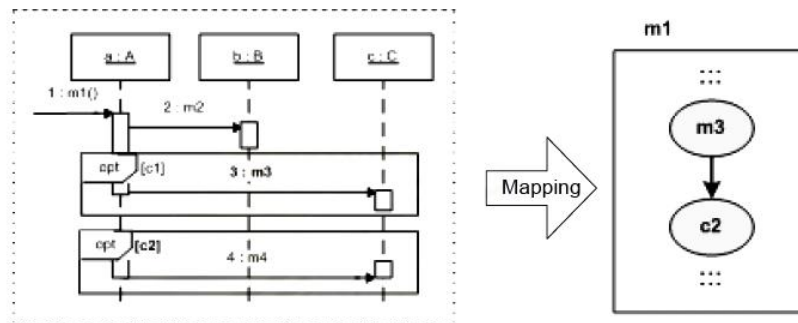
(b) เชื่อมระหว่างเมที่อดโหนดกับคอนดิชันโหนด ให้  $m_i$  แทนเมที่อดโหนดที่ถูกสร้างจากเมสเสจ  $M$  และ  $m_j$  แทนเมที่อดโหนดที่ถูกสร้างจากเมสเสจที่มีลำดับถัดมาจาก  $M$  และ  $c$  แทนคอนดิชันโหนด จะสร้างเส้นเชื่อมอนเลเบิรจาก  $m_i$  ไปยัง  $c$  ก็ต่อเมื่อ

กรณีที่ 1  $m_i$  ถูกสร้างจากเมสเสจลำดับสุดท้ายที่อยู่ภายในตัวถูกดำเนินการของคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทลูปร และ  $c$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดของคอมบายด์แฟรกเมนต์ดังกล่าว ดังรูปที่ 2.43



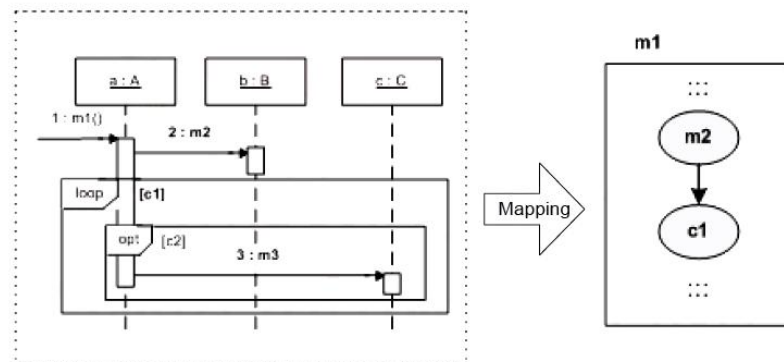
รูปที่ 2.43 การสร้างเส้นเชื่อมอนเลเบิรระหว่างเมที่อดโหนดกับคอนดิชันโหนด กรณีที่ 1  
(ฉัฐร ทองระอา, 2550)

กรณีที่ 2  $m_i$  ถูกสร้างจากเมสเสจลำดับสุดท้ายที่อยู่ภายใต้ตัวถูกดำเนินการของคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใดๆ ที่ไม่ใช่ลูปร และ  $c$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดของคอมบายด์แฟรกเมนต์ที่อยู่ถัดไป โดยไม่มีเมสเสจใดๆ กั้นระหว่าง ดังรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 การสร้างเส้นเชื่อมอนเลเบิระหว่างเมที่อดโทนดกับคอนดิชันโทนด กรณีที่ 2  
(ฉัฐร ทงระอา, 2550)

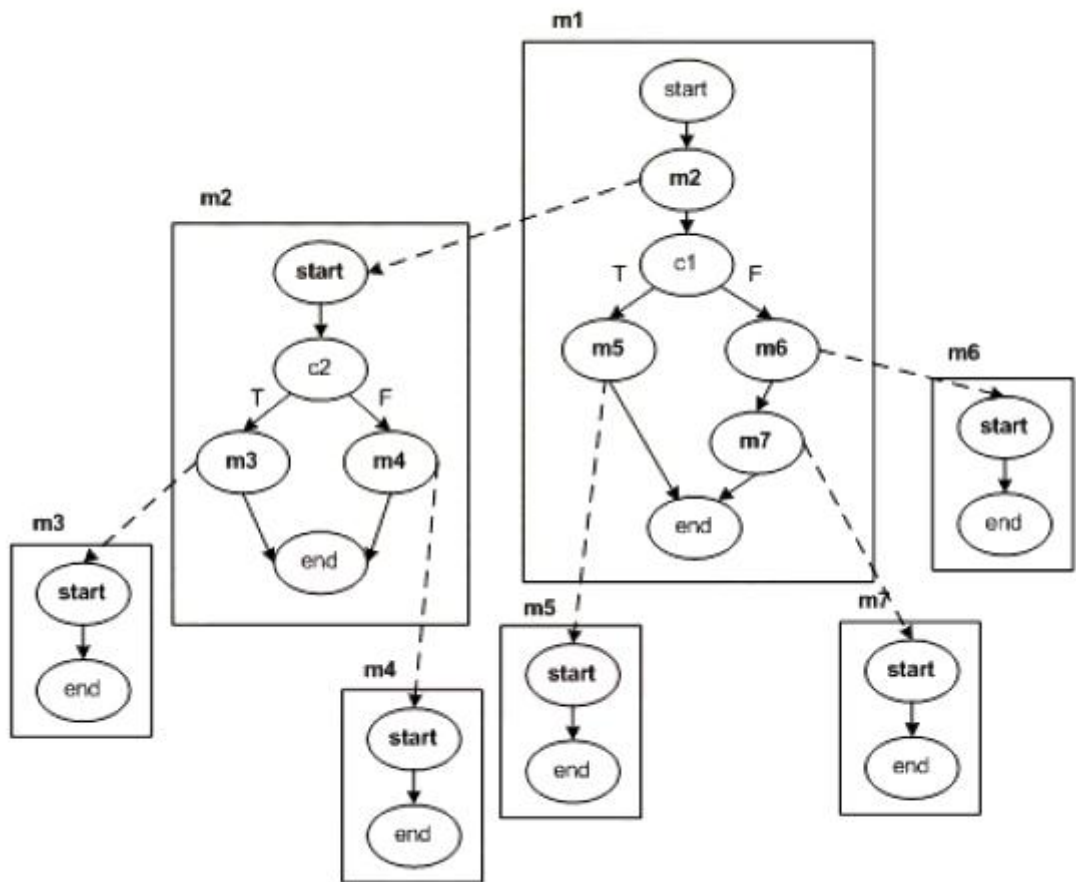
กรณีที่ 3  $m_i$  ถูกสร้างจากเมสเสจ ที่ไม่อยู่ภายใต้ตัวถูกดำเนินการของคอมบายด์แฟรกเมนต์ใดๆ และ  $c$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดของคอมบายด์แฟรกเมนต์ที่อยู่ถัดจากเมสเสจของ  $m_i$  ดังรูปที่ 2.45



รูปที่ 2.45 การสร้างเส้นเชื่อมอนเลเบิระหว่างเมที่อดโทนดกับคอนดิชันโทนด กรณีที่ 3  
(ฉัฐร ทงระอา, 2550)

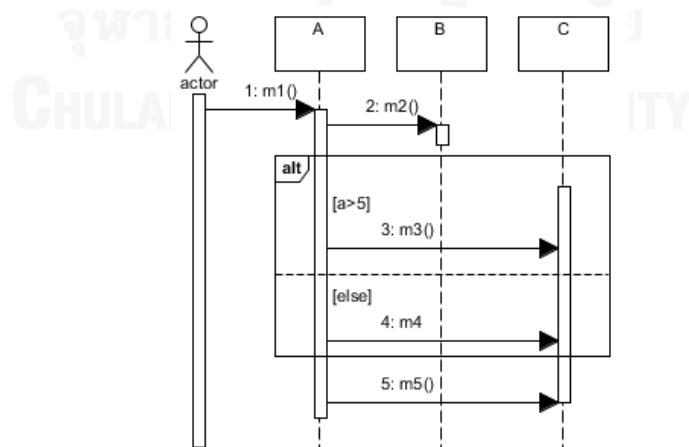
4. การสร้างเส้นเชื่อมอินเตอร์โพรซิเตอร์ล เริ่มต้นจากการเชื่อมเมที่อดโทนด  $m$  ภายในอาร์ซีเอฟจีไปยังโทนดเริ่มต้นของอาร์ซีเอฟจี  $m$  โดยสร้างเส้นเชื่อมอินเตอร์โพรซิเตอร์ลสำหรับทุกเมที่อดโทนดที่อยู่ในกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี ตัวอย่างการสร้างเส้นเชื่อมอินเตอร์โพรซิเตอร์ล แสดงดังรูปที่ 2.46



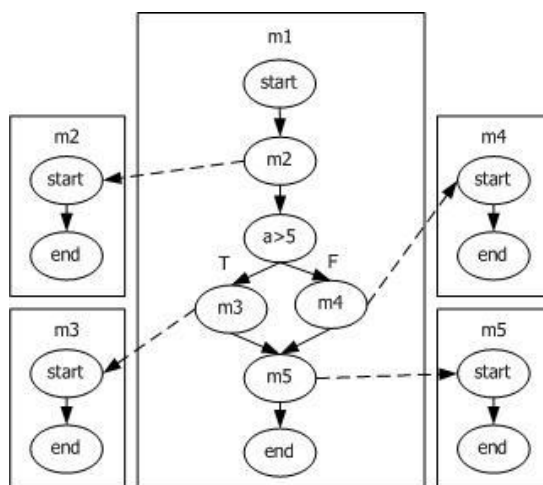


รูปที่ 2.46 การสร้างเส้นเชื่อมอินเตอร์โพรซีเจอร์ล (ฉัฐธร ทองระอา, 2550)

ตัวอย่างแผนภาพซีควเอนซ์และกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี ที่แปลงมาจากแผนภาพซีควเอนซ์ แสดงดังรูปที่ 2.47 และรูปที่ 2.48ตามลำดับ



รูปที่ 2.47 แผนภาพซีควเอนซ์



รูปที่ 2.48 กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีไอพีจี

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ มักสนใจทดสอบในระดับคลาส และทดสอบการทำงานร่วมกันของคลาส (Kansomkeat and Rivepiboon, 2003; Sarma, Kundu and Mall, 2007; Samuel, R. Mall, and P. Kanth, 2007) ซึ่งเทียบได้กับการทดสอบระดับหน่วย และระดับบูรณาการตามลำดับ แต่ในการใช้งานซอฟต์แวร์จริง คลาสจะทำงานร่วมกันเพื่อตอบสนองข้อมูลนำเข้าหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ แต่ละเหตุการณ์สามารถแสดงแทนได้ด้วยยูสเคส ในแผนภาพยูสเคส ซึ่งเป็นแผนภาพประเภทหนึ่งในแผนภาพยูเอ็มแอล และแสดงรายละเอียดการทำงานของแต่ละยูสเคสได้ด้วยแผนภาพซีควเอนซ์ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการทดสอบการทำงานร่วมกันของคลาวยังไม่เพียงพอในการทดสอบซอฟต์แวร์จริง เพราะหลายคลาสต้องทำงานร่วมกัน จึงกำหนดให้การทดสอบระดับหน่วย คือ การทดสอบการทำงานของหนึ่งยูสเคสและการทดสอบระดับบูรณาการ คือ การทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคส ในอดีตมีงานวิจัยที่นำเสนอวิธีสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพยูเอ็มแอลประเภทต่าง ๆ เช่น

Gutierrez และคณะ (2006) เสนอแนวทางในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพยูสเคส โดยสร้างแผนภาพกิจกรรมจากแผนภาพยูสเคส เพื่อนำมาประกอบการสร้างกรณีทดสอบกรณีทดสอบที่ได้เหมาะกับการทดสอบในระดับหน่วย

Kansomkeat และ Rivepiboon (2003) นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากแผนภาพสเตตแมชชีน โดยแปลงแผนภาพสเตตแมชชีนเป็น Testing Flow Graph (TFG) เพื่อลดความซับซ้อนของแผนภาพสเตตแมชชีน และใช้ Testing Flow Graph ในการสร้างกรณีทดสอบกรณีทดสอบที่ได้จะครอบคลุมทุกสถานะและทรานซิชัน อย่างไรก็ตามกรณีทดสอบที่ได้จากแผนภาพสเตตแมชชีนเหมาะสำหรับใช้ในการทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของคลาสเท่านั้น

Samuel, Mall และ Kanth (2007) นำเสนอการสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากแผนภาพคอมมิวนิคชัน เพื่อให้กรณีทดสอบที่สร้างได้ เป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของหน่วยหรือการทำงานร่วมกันระหว่างอ็อบเจกต์ โดยแปลงแผนภาพคอมมิวนิคชันเป็นกราฟต้นไม้ และใช้เทคนิคการท่องไปในต้นไม้แบบโพสต์ออร์เดอร์ (Post Order) กรณีทดสอบที่ได้จะครอบคลุมทุกเส้นทางข้อความ (Message Path Coverage)

Cartaxo, Neto และ Machado (2007) สร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีเควนซ์ โดยแปลงเป็นกราฟแอลทีเอส (LTS - Labeled Transition Systems) ประกอบด้วย (1) สถานะเริ่มต้น (Initial State) (2) เลเบิลทรานซิชัน (Labeled Transition) แทนการทำงานที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ และ (3) สถานะ (State) แสดงสถานะของระบบ วิธีนี้เหมาะสำหรับทดสอบซอฟต์แวร์ในโทรศัพท์มือถือ มีข้อจำกัดคือหากซอฟต์แวร์มีขนาดใหญ่และซับซ้อน จะทำให้กราฟแอลทีเอสมีความซับซ้อนมาก และทำให้ได้กรณีทดสอบที่ซ้ำซ้อน

Sarma, Kundu และ Mall (2007) สร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีเควนซ์โดยแปลงแผนภาพซีเควนซ์เป็นกราฟเอสดีจี (SDG - Sequence Diagram Graph) จากนั้นนำข้อมูลจากแผนภาพคลาสและเอกสารคำอธิบายยูสเคส ในรูปแบบของโอซีแอล (OCL) มาใช้สร้างกรณีทดสอบ

ฉัฐธร ทองระอา (2550) นำเสนอการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีเควนซ์ โดยประยุกต์ใช้กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี (IRCFG - Interprocedural Restricted Control Flow Graph) ที่นำเสนอโดย Rountev และคณะ (2005) และได้เพิ่มองค์ประกอบของควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี ได้แก่ คอนดิชันโหนด เลเบิลที่ เลเบิลเอฟ และนำเสนอหลักการแปลงแผนภาพซีเควนซ์เป็นกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจี ซึ่งประกอบด้วยการสร้างอาร์ซีเอฟจี การสร้างโหนดภายในอาร์ซีเอฟจี การสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี และการสร้างเส้นเชื่อมไออาร์ซีเอฟจี หลักการดังกล่าว รองรับแผนภาพซีเควนซ์ ที่มีคอมบายด์แฟร็กเมนต์ (Combined Fragment) ประเภทอัลเทอร์เนทีฟ (Alternative) ออปชัน (Option) และลูป (Loop) สามารถท่องไปในกราฟเพื่อให้ได้เส้นทางที่ครอบคลุมทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี (All-IRCFG Path Criterion) ทำให้ได้กรณีทดสอบซึ่งครอบคลุมทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี (All-IRCFG Path Criterion)

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น กรณีทดสอบที่สร้างได้เหมาะกับการทดสอบระดับหน่วย การทดสอบระดับบูรณาการ จะทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคส ดังนั้นจึงต้องกำหนดว่าจะทดสอบยูสเคสใดร่วมกันบ้าง จึงมีการศึกษาหลักการหาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากแผนภาพยูสเคส

Briand และ Labiche (2002) นำเสนอ TOTEM Framework ซึ่งใช้แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ในการแสดงลำดับความสัมพันธ์ของยูสเคส โดยพิจารณาลำดับจากเงื่อนไขก่อนและหลังการทำงาน (Precondition and Postcondition)

Nebut และคณะ (2006) พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากเงื่อนไขก่อนและหลังการทำงาน และสร้างเป็นระบบยูสเคสทรานซิชัน (Use Case Transition System) เพื่อนำมาสร้างกรณี

ทดสอบสำหรับทดสอบระบบ ในบริบทของซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ที่ฝังตัวอยู่ในระบบหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Embedded Software)

Budha และคณะ (2011) นิยามความสัมพันธ์แบบอินทราเซต (Intra-set Use Case Dependency) และอินเทอร์เซต (Inter-set Use Case Dependency) โดยความสัมพันธ์แบบอินทราเซต คือ ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส ที่ถูกเรียกใช้งานจากผู้ใช้งานระบบเพียงคนเดียว และความสัมพันธ์แบบอินเทอร์เซต คือ ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสที่ถูกเรียกใช้งานจากผู้ใช้งานระบบตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป เช่น ยูสเคส A มีเส้นเชื่อมโยงไปยังยูสเคส B โดยที่ยูสเคส A ถูกเรียกใช้งานจากผู้ใช้งานระบบคนที่ 1 และยูสเคส B ถูกเรียกโดยผู้ใช้งานระบบคนที่ 2 จากนั้นแปลงแผนภาพยูสเคสเป็นกราฟต้นไม้ (Use Case Diagram Tree) เพื่อสร้างกรณีทดสอบสำหรับหาความผิดพลาดและความซ้ำซ้อนของลำดับความสัมพันธ์ของยูสเคส

Octaviano และคณะ (2012) ใช้เงื่อนไขก่อนและหลังการทำงานร่วมกับความสัมพันธ์แบบอินคลูด (Include) และเอ็กเทนซ์ (Extend) เพื่อนำมาสร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับหน่วยและระดับบูรณาการ

จากงานวิจัยในอดีต พบว่าการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจะพิจารณาจากความสัมพันธ์แบบอินคลูด เอ็กเทนซ์ เงื่อนไขก่อนทำงาน เงื่อนไขหลังทำงาน ความสัมพันธ์แบบอินทราเซตและอินเทอร์เซต แต่ยังไม่มีการสนใจความสัมพันธ์ที่เกิดจากการใช้ตัวแปรร่วมกันของยูสเคส ผู้วิจัยจึงนำเสนอหลักการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสที่เกิดจากความสัมพันธ์แบบใช้ตัวแปรร่วมกัน ซึ่งคาดว่าจะการใช้ตัวแปรร่วมกัน น่าจะส่งผลต่อการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ และนำเสนอวิธีสร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับบูรณาการ จากแผนภาพยูเอ็มแอล ได้แก่ แผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์ ประกอบกับเอกสารคำอธิบายยูสเคส โดยประยุกต์ใช้กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจีที่นำเสนอโดยฉัฐธร ทองระอา (2550) ในการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกรณีทดสอบ เนื่องจากสามารถสร้างกรณีทดสอบได้เป็นจำนวนร้อยละ 75 ของจำนวนกรณีทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ และจำนวนข้อมูลของกรณีทดสอบที่สร้างจากเครื่องมือตรงกับจำนวนข้อมูลของกรณีทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 43.15 พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบตามวิธีที่นำเสนอ เพื่อพิสูจน์ว่าวิธีนี้สามารถนำมาใช้งานได้จริง สามารถสร้างกรณีทดสอบได้ทันทีหลังจากเสร็จขั้นตอนการออกแบบ วิธีการและเครื่องมือดังกล่าว จะช่วยลดจำนวนกรณีทดสอบซ้ำซ้อนและไม่มีประโยชน์สำหรับการทดสอบระดับบูรณาการ ลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบได้

### บทที่ 3

#### การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ

บทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ ประกอบด้วย ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ มีรายละเอียดดังนี้

##### 3.1 ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย

ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย แสดงดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

1. แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล ประกอบด้วย

1) การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์เป็นโอซีแอล เพื่อให้สามารถนำข้อมูลในเอกสารคำอธิบายยูสเคสซึ่งอยู่ในรูปแบบภาษาธรรมชาติ และข้อมูลจากแผนภาพซีควเอนซ์มาใช้ในการสร้างกรณีทดสอบโดยเครื่องมือได้

2) การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี ผู้วิจัยศึกษาหลักการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟ เพื่อให้กราฟเป็นมาตรฐานสำหรับเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีควเอนซ์ โดยได้นำวิธีการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี ที่นำเสนอโดยฉัฐธร ทองระอา (2550) มาใช้ในขั้นตอนการสร้างกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี แต่เนื่องจากหลักการดังกล่าวยังไม่สมบูรณ์ ทำให้บางกรณีไม่มีเส้นเชื่อมระหว่างโหนด ส่งผลให้สร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีไม่สำเร็จ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มหลักการให้สามารถสร้างเส้นเชื่อมได้ครบทุกกรณี

3) การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย ผู้วิจัยศึกษาการสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี ที่นำเสนอโดยฉัฐธร ทองระอา (2550) แล้วนำแต่ละเส้นทางมาสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

4) การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส ผู้วิจัยศึกษาหลักการหาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคส และสร้างหลักการหาความสัมพันธ์จากการใช้ตัวแปรร่วมกัน เพื่อเลือกคู่ของยูสเคสที่จะนำมาทดสอบในระดับบูรณาการ

5) การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ผู้วิจัยได้กำหนดหลักการสำหรับสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กัน

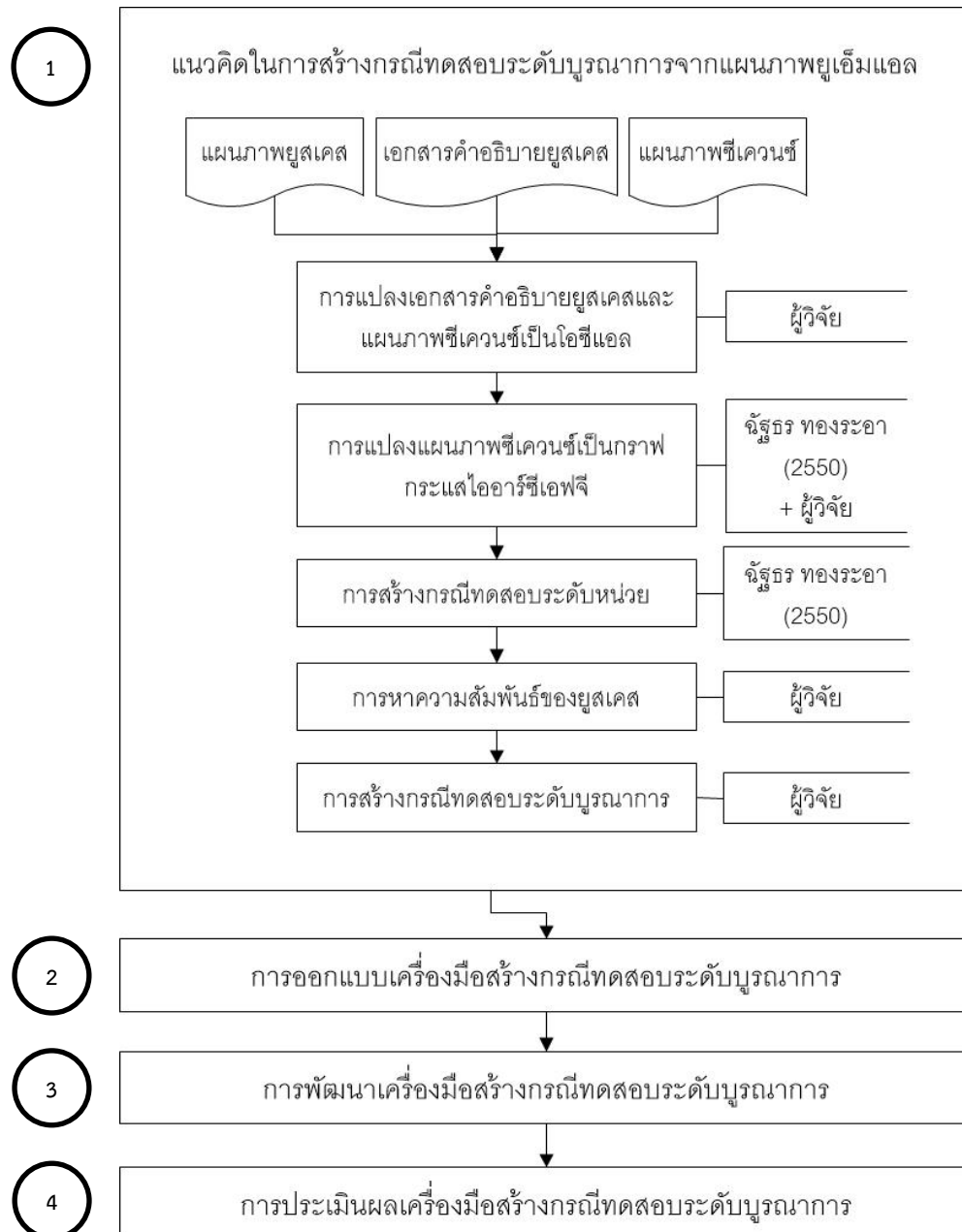
2. การออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ เป็นส่วนที่ผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือที่สามารถสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้โดยอัตโนมัติ

3. การพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ เป็นส่วนที่ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการตามที่ได้ออกแบบไว้ในส่วนที่ 2

4. การประเมินผลเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ เป็นส่วนที่ผู้วิจัยต้องการประเมินผลความสามารถของเครื่องมือ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือกับผลลัพธ์ที่ได้จาก

ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบ เพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือจากความครอบคลุมของกรณีทดสอบ และเวลาที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ

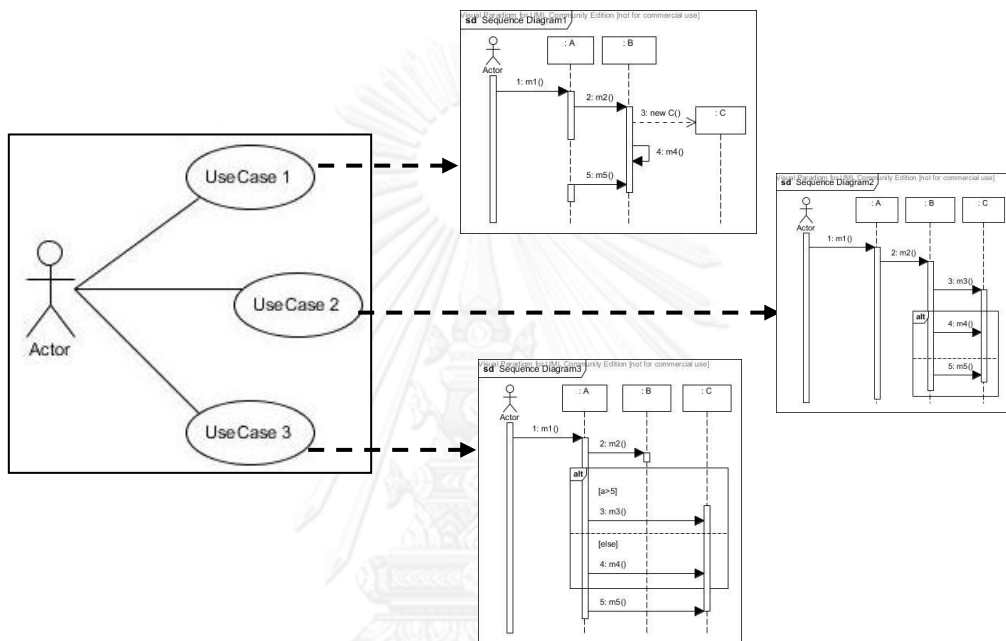
ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของส่วนที่ 1 และ 2 รายละเอียดของส่วนที่ 3 อธิบายใน บทที่ 4 และรายละเอียดของส่วนที่ 4 อธิบายในบทที่ 5



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย

### 3.2 แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล โดยแผนภาพยูเอ็มแอลที่นำมาใช้ประกอบไปด้วย แผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์ แผนภาพยูสเคสแสดงฟังก์ชันหน้าที่ต่างๆ ในมุมมองของผู้ใช้ การทำงานภายในยูสเคสสามารถถูกอธิบายด้วยเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์ ความสัมพันธ์ของแผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์ แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของแผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์

เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ของแผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์ ผู้วิจัยกำหนดให้ การทดสอบระดับหน่วย คือ การทดสอบการทำงานของหนึ่งยูสเคส และการทดสอบระดับบูรณาการ คือ การทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคส งานวิจัยนี้สนใจทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคส จำนวน 2 ยูสเคสเท่านั้น การนำกรณีทดสอบระดับหน่วยของคู่ยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อนำไปใช้ทดสอบระดับบูรณาการนั้นไม่เหมาะสม เนื่องจากกรณีทดสอบที่ติจะต้องการไม่มีความซ้ำซ้อน ดังนั้นยูสเคสที่ผ่านการทดสอบระดับหน่วยแล้ว ไม่จำเป็นต้องถูกทดสอบระดับบูรณาการ ด้วยกรณีทดสอบระดับหน่วยทั้งหมดซ้ำอีกครั้ง แต่ควรทดสอบเฉพาะส่วนต่อประสานหรือส่วนที่ทำงานร่วมกัน แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูเอ็มแอล ประกอบด้วย การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์เป็นโอซีแอล การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์ เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส และการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ มีรายละเอียดดังนี้

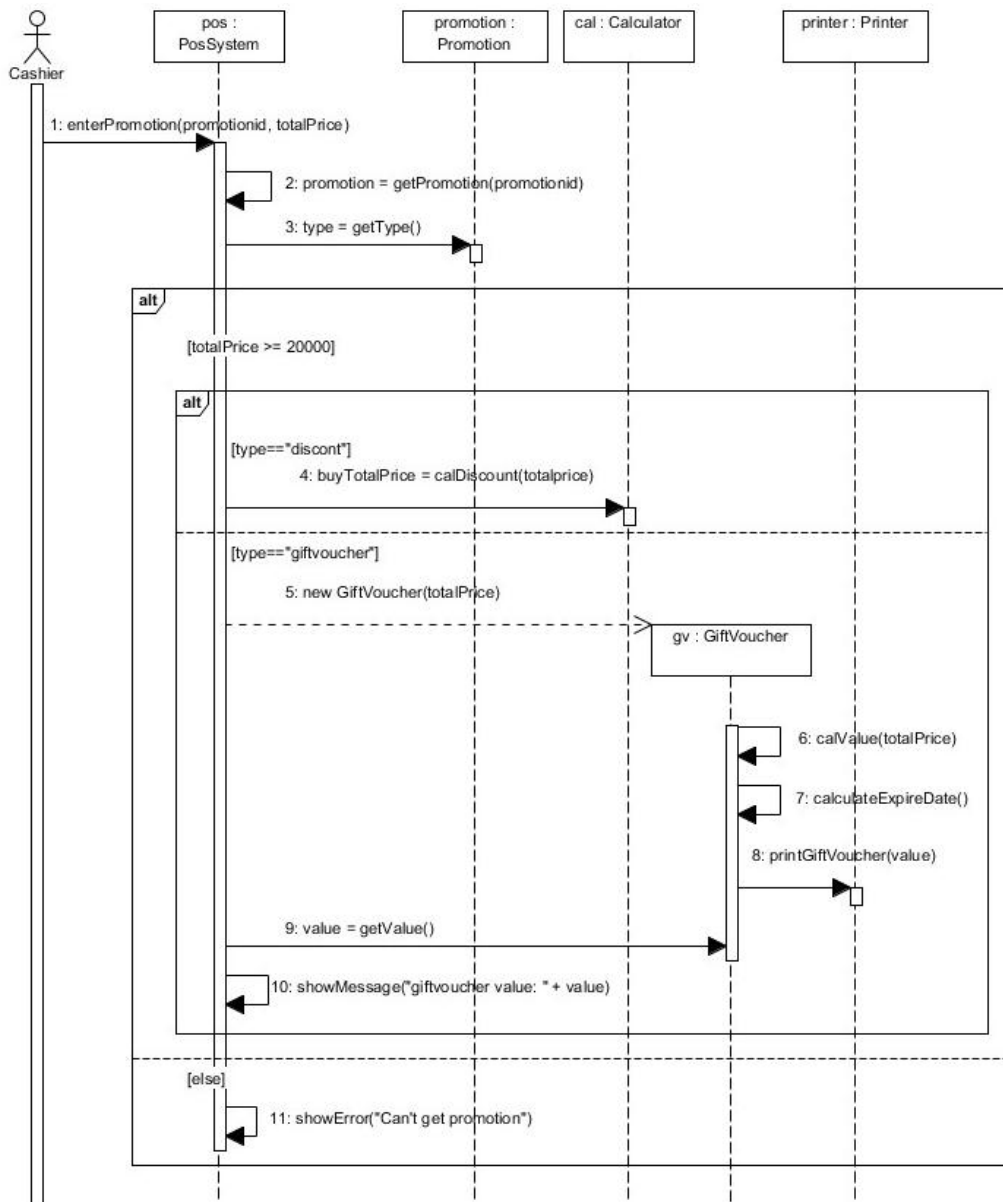
### 3.2.1 การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์เป็นโอซีแอล

เอกสารคำอธิบายยูสเคส คือ เอกสารที่ใช้สำหรับอธิบายรายละเอียดของยูสเคส เพื่อช่วยในการสื่อสารระหว่างนักวิเคราะห์ระบบกับนักพัฒนาโปรแกรมให้เข้าใจตรงกัน เอกสารคำอธิบายยูสเคสจะประกอบไปด้วยชื่อยูสเคส ชื่อของผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กับยูสเคส จุดประสงค์ของยูสเคส เงื่อนไขก่อนการทำงาน เงื่อนไขหลังการทำงาน ขั้นตอนการทำงานของยูสเคส และเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นแล้วทำให้การทำงานปกติหยุดชะงัก เป็นต้น คำอธิบายยูสเคสจะเขียนในรูปแบบภาษาธรรมชาติ ซึ่งทำให้เกิดความคลุมเครือเมื่อนำมาสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ต้องแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์ให้เป็นโอซีแอล เพื่อที่จะนำไปสร้างกรณีทดสอบได้อย่างถูกต้อง รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโอซีแอล อธิบายในหัวข้อ 2.4 ในหัวข้อนี้ จะอธิบายถึงหลักการแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์ให้เป็นโอซีแอล ตัวอย่างเอกสารคำอธิบายยูสเคส และแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย แสดงดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

Use Case : Sales Promotion	
Goal	ระบบคำนวณส่วนลดให้ตามประเภทของโปรโมชั่น
Actor	พนักงานขาย
Precondition	พนักงานขายเข้าสู่ระบบแล้ว มีข้อมูลโปรโมชั่นในระบบ มีข้อมูลการขายในระบบ มีราคารวมที่ต้องชำระ
Postcondition	ระบบคำนวณส่วนลดหรือพิมพ์เช็คของขวัญ
Main Success Scenario	1. พนักงานขายป้อนราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ และรหัสของโปรโมชั่นที่ลูกค้าต้องการ 2. คำนวณส่วนลดตามประเภทโปรโมชั่นที่เลือก
Extensions	1a. กรณีราคารวมที่ต้องชำระน้อยกว่า 20,000 บาท จะไม่สามารถใช้โปรโมชั่นได้ ระบบจะแจ้งทางหน้าจอ 2a. กรณีลูกค้าเลือกโปรโมชั่นประเภท discount ระบบจะคำนวณส่วนลดให้ 5% จากราคารวมที่ต้องชำระ และแสดงราคารวมที่ลดแล้วทางหน้าจอ 2b. กรณีลูกค้าเลือกโปรโมชั่นประเภท gift voucher ระบบจะพิมพ์เช็คของขวัญมูลค่า 5% จากราคารวมที่ต้องชำระ ใช้แทนเงินสดในการซื้อสินค้าครั้งถัดไปภายใน 30 วัน





รูปที่ 3.3 แผนภาพซีเควนซ์ของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์เป็นโอซีแอล จะพิจารณาว่าเมท้อดที่ปรากฏในแผนภาพซีเควนซ์ มีการคำนวณหรือทำให้ระบบมีสถานะเปลี่ยนไปอย่างไร ตามหลักการที่ผู้วิจัยได้กำหนด มีรายละเอียดดังนี้

1) จากตัวอย่างเอกสารคำอธิบายยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย ในตารางที่ 3.1 ส่วนของ Precondition หมายถึง เงื่อนไขหรือสถานะของระบบ ที่จะต้องเป็นจริงก่อนจะเริ่มทำงานตามยูสเคส ดังนั้นจึงควรนำเงื่อนไขในส่วน Precondition มาเป็นเงื่อนไขก่อนการทำงานของเมสเสจแรกในแผนภาพซีเควนซ์ หากมีการกำหนดว่าต้องมีข้อมูลใดๆ ในระบบ ให้นำมาเขียนในรูปแบบ  $obj_a \rightarrow include(obj_b)$  และนำมาเป็นเงื่อนไขก่อนการทำงานของเมสเสจแรก โดยกำหนดให้

obj<sub>a</sub> คือ ชื่ออ็อบเจกต์ของระบบ

obj<sub>b</sub> คือ ชื่ออ็อบเจกต์ของข้อมูลที่ต้องมีในระบบ

จากตัวอย่างเอกสารคำอธิบายยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย ในตารางที่ 3.1 ในส่วน Precondition กำหนดไว้ว่าจะต้องมีข้อมูลโปรโมชั่นในระบบ สามารถเขียนเป็นโอซีแอลได้ว่า “pos->include(promotion)” จากนั้นนำมาเป็นเงื่อนไขก่อนการทำงานของเมสเสจแรกในแผนภาพซีควเอนซ์ นั่นคือ enterPromotion(promotionid, totalPrice) แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 โอซีแอลของเมสเสจลำดับที่ 1

ลำดับที่	เมสเสจ	เงื่อนไขก่อนทำงาน	เงื่อนไขหลังทำงาน
1.	enterPromotion(promotionid , totalPrice)	pos->include(promotion)	-

2) จากตัวอย่างเอกสารคำอธิบายยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย ในตารางที่ 3.1 ส่วนของ Main Success Scenario หมายถึงสถานการณ์ที่ทำงานตามยูสเคสได้สำเร็จ โดยอธิบายขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้และการตอบสนองของระบบ หากมีประโยคที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ แสดงว่าจะต้องมีเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการทำงานดังกล่าวภายในเมสเสจ ดังนั้นจึงควรแปลงประโยคที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเป็นโอซีแอล แล้วนำมาเป็นเงื่อนไขหลังการทำงานของเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอดคล้องกัน เช่น ส่วนของ main success scenario ในตารางที่ 3.1 กำหนดว่า “มีการคำนวณส่วนลดให้ 5% จากราคารวมที่ต้องชำระ” ซึ่งสอดคล้องกับเมสเสจลำดับที่ 4 “buyTotalPrice = calDiscount(totalPrice)” ที่ปรากฏในแผนภาพซีควเอนซ์รูปที่ 3.3 สามารถเขียนเป็นโอซีแอลได้ว่า “buyTotalPrice = buyTotalPrice\*0.95” ตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 โอซีแอลของเมสเสจลำดับที่ 4

ลำดับที่	เมสเสจ	เงื่อนไขก่อนทำงาน	เงื่อนไขหลังทำงาน
4.	buyTotalPrice= calDiscount(totalprice)	-	buyTotalPrice= buyTotalPrice*0.95

3) พิจารณาจากแผนภาพซีควเอนซ์การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย เมสเสจใดที่หมายถึงการแสดงผลลัพธ์ออกทางหน้าจอ เช่น การแสดงข้อมูล หรือการแสดงความแจ้งเตือน ให้นำมาเขียนในรูปแบบ result = “ผลลัพธ์ที่แสดงออกทางหน้าจอ” แล้วนำมาเป็นเงื่อนไขหลังการทำงาน เช่น เมสเสจลำดับที่ 11 “showError(“Can’t get promotion”)” ในรูปที่ 3.3 เขียนเป็นโอซีแอลได้ว่า “result = “Can’t get promotion”” ตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 11

ลำดับที่	เมสเสจ	เงื่อนไขก่อนทำงาน	เงื่อนไขหลังทำงาน
11.	showError("Can't get promotion")	-	result = "Can't get promotion"

4) ในแผนภาพซีควเอนซ์ มีสัญลักษณ์ไลฟ์ไลน์ ซึ่งเป็นเส้นประแนวตั้ง ใช้แสดงช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มสร้างอ็อบเจกต์ การส่งและรับเมสเสจ จนกระทั่งอ็อบเจกต์ถูกทำลาย หากมีเมสเสจเข้ามาที่ไลฟ์ไลน์ หมายความว่าอ็อบเจกต์นั้นถูกสร้างขึ้นมาแล้วในระบบก่อนที่จะได้รับเมสเสจ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้นำชื่อ อ็อบเจกต์ที่ได้รับเมสเสจ มาเขียนในรูปแบบ object.isDefined() แล้วนำมาเป็นเงื่อนไขก่อนการทำงาน

ตัวอย่างเช่น ในแผนภาพซีควเอนซ์ของการใช้โปรโมชันร่วมกับการขาย รูปที่ 3.3 เมสเสจลำดับที่ 3 ถูกส่งจากอ็อบเจกต์ pos ไปยังอ็อบเจกต์ promotion เขียนเป็นไอซีแอลได้ว่า “promotion.isDefined()” ตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 3

ลำดับที่	เมสเสจ	เงื่อนไขก่อนทำงาน	เงื่อนไขหลังทำงาน
3.	type = getType()	promotion.isDefined()	-

5) ในแผนภาพซีควเอนซ์ มีสัญลักษณ์อ็อบเจกต์ ซึ่งเป็นเครื่องหมายสี่เหลี่ยมและมีชื่ออ็อบเจกต์อยู่ภายใน หากมีเมสเสจเข้ามาที่สัญลักษณ์อ็อบเจกต์ หมายความว่า เมื่อเมสเสจนี้ทำงาน จะมีการสร้างอ็อบเจกต์ใหม่ขึ้นมาในระบบ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้นำชื่ออ็อบเจกต์ที่ถูกสร้าง มาเขียนในรูปแบบ object.isDefined() แล้วนำมาเป็นเงื่อนไขหลังการทำงาน

ตัวอย่างเช่น ในแผนภาพซีควเอนซ์ของการใช้โปรโมชันร่วมกับการขาย รูปที่ 3.3 เมสเสจลำดับที่ 5 “new GiftVoucher(totalPrice)” ถูกส่งจากอ็อบเจกต์ pos ไปยังอ็อบเจกต์ gv เขียนเป็นไอซีแอลได้ว่า “gv.isDefined()” แสดงตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ไอซีแอลของของเมสเสจลำดับที่ 5

ลำดับที่	เมสเสจ	เงื่อนไขก่อนทำงาน	เงื่อนไขหลังทำงาน
5.	new GiftVoucher(totalPrice)	-	gv.isDefined()

จากหลักการ 5 ข้างต้น เครื่องมือสามารถช่วยสร้างไอซีแอลข้อ 4 และ 5 โดยอัตโนมัติได้ ตัวอย่างไอซีแอลของยูสเคสการใช้โปรโมชันร่วมกับการขายที่สร้างโดยผู้ใช้และสร้างโดยเครื่องมือ แสดงดังตารางที่ 3.7 และ ตารางที่ 3.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.7 โอซีแอลของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยผู้ใช้

ลำดับ	ชื่อเมสเสจ	เงื่อนไขก่อนการทำงาน	เงื่อนไขหลังการทำงาน
1.	enterPromotion (promotionid, totalPrice)	pos->include(promotion) pos->include()	-
2.	promotion=getPromotion (promotionid)	-	-
3.	type = getType()	-	-
4.	buyTotalPrice= calDiscount(totalprice)	-	buyTotalPrice= buyTotalPrice*0.95
5.	new GiftVoucher(totalPrice)	-	-
6.	calValue(totalPrice)	-	-
7.	calculateExpireDate()	-	expireDate=today+30
8.	printGiftVoucher(value)	-	-
9.	value = getValue()	-	value=0.05*totalPrice
10.	showMessage ("giftvoucher value:" +value)	-	result="giftvoucher value: " + value
11.	showError("Can't get promotion")	-	result="Can't get promotion"

ตารางที่ 3.8 ไอซีแอลของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยเครื่องมือ

ลำดับ	ชื่อเมสเสจ	เงื่อนไขก่อนการทำงาน	เงื่อนไขหลังการทำงาน
1.	enterPromotion (promotionid, totalPrice)	pos.isDefined()	-
2.	promotion=getPromotion(promotionid)	pos.isDefined()	-
3.	type = getType()	promotion.isDefined()	-
4.	buyTotalPrice = calDiscount(totalprice)	cal.isDefined()	-
5.	new GiftVoucher(totalPrice)	-	gv.isDefined()
6.	calValue(totalPrice)	gv.isDefined()	-
7.	calculateExpireDate()	gv.isDefined()	-
8.	printGiftVoucher(value)	printer.isDefined()	-
9.	value = getValue()	gv.isDefined()	-
10.	showMessage("giftvoucher value: " + value)	pos.isDefined()	-
11.	showError("Can't get promotion")	pos.isDefined()	-

### 3.2.2 การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี

งานวิจัยในอดีตได้นำเสนอหลักการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟ เพื่อนำมาใช้สร้างกรณีทดสอบ เช่น การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟแอลทีเอส กราฟเอสดีจี กราฟควบคุมกระแส ไออาร์ซีเอฟจี (Cartaxo, Neto และ Machado, 2007; Sarma, Kundu และ Mall, 2007; ฉัตร ทงระอา, 2550) หลักการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจีมีความชัดเจน สร้างกรณีทดสอบได้โดยไม่เกิดความซ้ำซ้อน ผู้วิจัยจึงนำหลักการของฉัตร ทงระอา (2550) ซึ่งอธิบายรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 2.5.2 มาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ หลักการดังกล่าวสามารถสร้างกรณีทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบการทำงานร่วมกันของอ็อบเจกต์ ซึ่งเทียบได้กับการทดสอบระดับหน่วยในงานวิจัยนี้ โดยแผนภาพซีควเอนซ์หนึ่งแผนภาพจะถูกแปลงเป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี เมื่อท่องไปในกราฟจะได้เส้นทางไออาร์ซีเอฟจี แต่ละเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีจะแทนกรณีทดสอบ 1 กรณี ดังนั้นจะได้ชุดของกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับหน่วยของหนึ่งยูสเคส

ขั้นตอนในการสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี มีดังนี้

1. สร้างอาร์ซีเอฟจี โดยนำชื่อเมทอดมาตั้งเป็นชื่อของอาร์ซีเอฟจี
2. สร้างโหนดเริ่มต้นและโหนดสิ้นสุดไว้ในทุกอาร์ซีเอฟจี
3. สร้างเมทอดโหนดและคอนดิชันโหนดภายในอาร์ซีเอฟจี
4. สร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี
5. สร้างเส้นเชื่อมไออาร์ซีเอฟจี

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน อธิบายในหัวข้อ 2.5 ผู้วิจัยศึกษาหลักการดังกล่าวแล้วพบว่า หลักการสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจียังไม่สมบูรณ์ ทำให้ในบางกรณีไม่มีเส้นเชื่อมออกจากคอนดิชันโหนด ส่งผลให้สร้างเส้นทางอาร์ซีเอฟจีและเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีไม่สำเร็จ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มหลักการสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจีเพื่อให้สามารถสร้างเส้นเชื่อมได้ครบทุกกรณี และสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีได้สำเร็จ โดยกำหนดให้

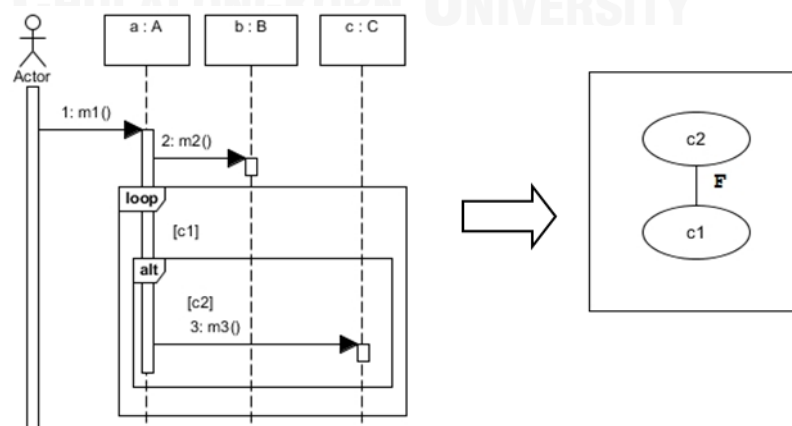
C แทนคอนดิชันโหนด

M แทนเมทอดโหนด

$CF_i$  แทนคอมบายด์แฟรกเมนต์ใดๆ

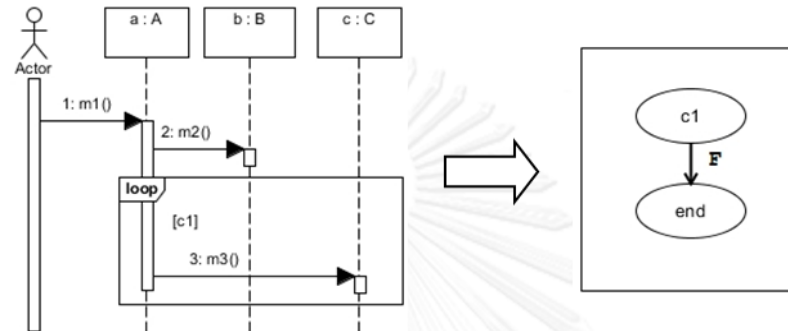
$CF_j$  แทนคอมบายด์แฟรกเมนต์ใดๆ ที่ซ่อนอยู่ภายใน  $CF_i$

1. หากมีคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทใดๆ ซ่อนอยู่ภายในคอมบายด์แฟรกเมนต์ประเภทลูป โดยที่ไม่มีเมสเสจใดอยู่ถัดไปจากคอมบายด์แฟรกเมนต์ที่ซ่อนอยู่ภายใน หลักการของฉัฐธร ทองระอา (2550) ยังไม่มีหลักการสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟออกจากคอนดิชันโหนดของคอมบายด์แฟรกเมนต์ที่ซ่อนอยู่ภายใน ส่งผลให้สร้างเส้นทางอาร์ซีเอฟจีและเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีไม่สำเร็จ ผู้วิจัยจึงกำหนดหลักการสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจีที่มีเลเบลเอฟ เชื่อมจากคอนดิชันโหนดที่ซ่อนอยู่ภายในไปยังคอนดิชันโหนดภายนอก โดยจะสร้างเลเบลเอฟ จาก  $C_j$  ไปยัง  $C_i$  ก็ต่อเมื่อ  $C_i$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการของ  $CF_i$  ประเภทลูปและ  $C_j$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการที่ไม่ใช่ else ของ  $CF_j$  ใดๆ แสดงดังรูปที่ 3.4



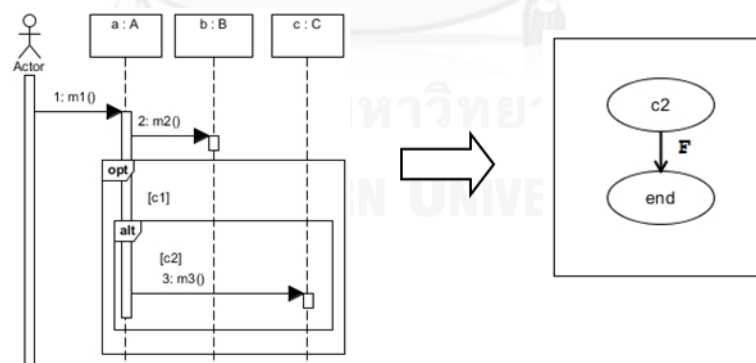
รูปที่ 3.4 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟระหว่างคอนดิชันโหนดกับคอนดิชันโหนด

2. หากมีคอมบอยด์แฟรกเมนต์ประเภทใดๆ ที่ข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการไม่ใช่ else และไม่มีเมสเสจใดๆ อยู่ถัดไปจากคอมบอยด์แฟรกเมนต์ หลักการของฉัฐธร ทองระอา (2550) ยังไม่มีหลักการสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟออกจากคอนดิชันไหนคี่นี้ ผู้วิจัยจึงกำหนดหลักการสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจีที่มีเลเบลเอฟ เชื่อมจากคอนดิชันไหนคี่ไปยังไหนคี่สิ้นสุด โดยจะสร้างเลเบลเอฟ จาก  $C_i$  ไปยังไหนคี่สิ้นสุด ก็ต่อเมื่อ  $C_i$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการที่ไม่ใช่ else ของ  $CF_i$  ใดๆ และไม่มีเมสเสจ M ที่อยู่ถัดไปจาก  $CF_i$  แสดงดังรูปที่ 3.5



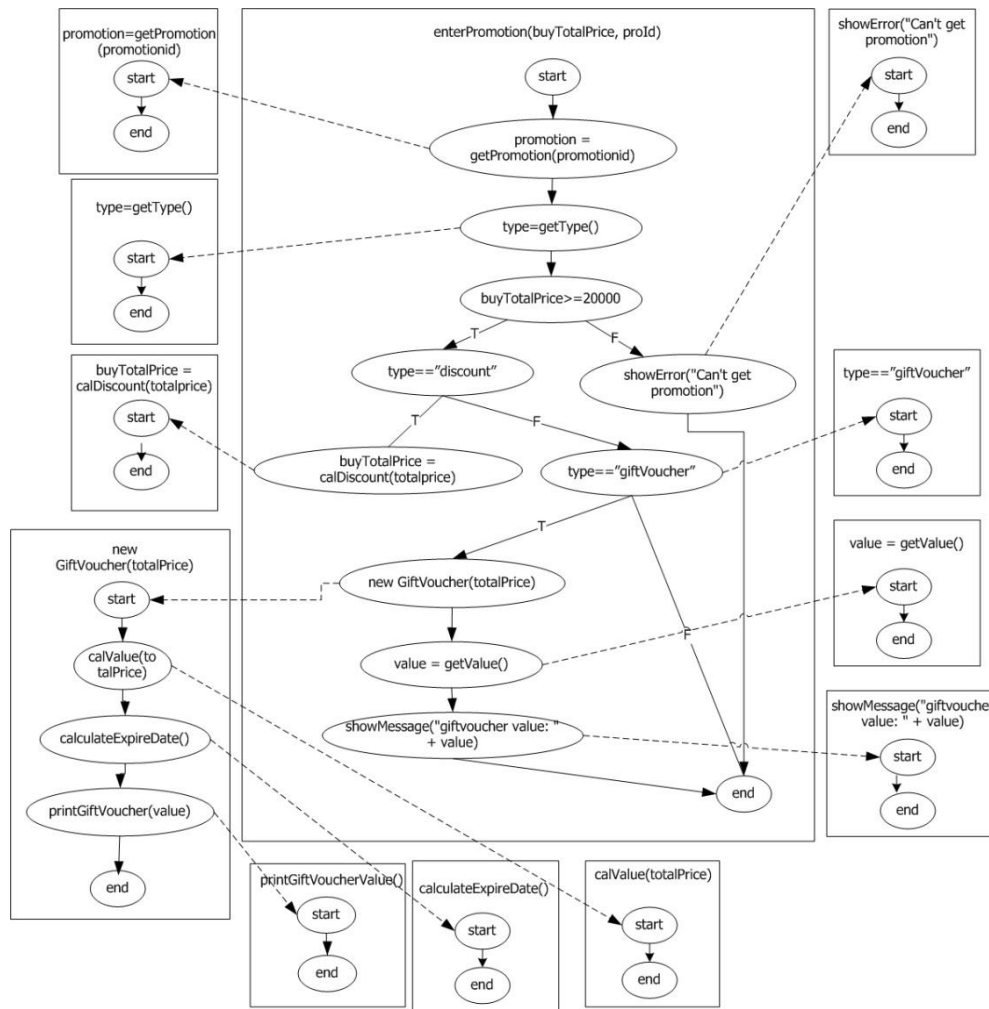
รูปที่ 3.5 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟระหว่างคอนดิชันไหนคี่กับไหนคี่สิ้นสุด กรณีที่ 1

3. หากมีคอมบอยด์แฟรกเมนต์ใดๆ ที่ข้อจำกัดภายในตัวดำเนินการไม่ใช่ else ซ้อนอยู่ในคอมบอยด์แฟรกเมนต์ประเภทใดๆ ที่ไม่ใช่ loop ยังไม่มีหลักการสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟของคอนดิชันไหนคี่ของคอมบอยด์แฟรกเมนต์ที่อยู่ภายใน ผู้วิจัยจึงกำหนดหลักการสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจีที่มีเลเบลเอฟ เชื่อมจากคอนดิชันไหนคี่ไปยังไหนคี่สิ้นสุด โดยจะสร้างเลเบลเอฟ จาก  $C_i$  ไปยังไหนคี่สิ้นสุด ก็ต่อเมื่อ  $C_i$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการที่ไม่ใช่ loop และ  $C_i$  ถูกสร้างจากข้อจำกัดภายในตัวถูกดำเนินการที่ไม่ใช่ else ของ  $CF_j$  และไม่มี M อยู่ถัดไปจาก  $CF_i$  และ  $CF_j$  แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟระหว่างคอนดิชันไหนคี่กับไหนคี่สิ้นสุด กรณีที่ 2

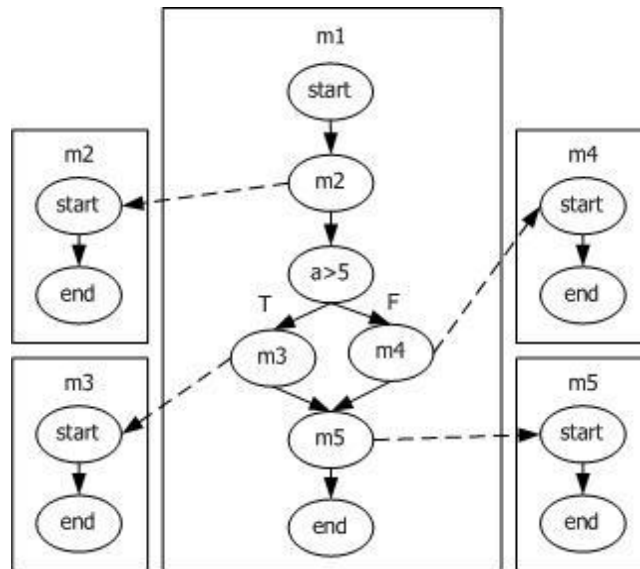
จากแผนภาพซีเควนซ์ของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายในรูปที่ 3.3 สามารถสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจีได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 กราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจีของแผนภาพซีเควนซ์การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

เมื่อได้กราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจีแล้ว สามารถสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีได้ โดยดำเนินการตามหลักการที่ฉัตร ทองระอา (2550) กำหนดไว้ โดยเริ่มจากโหนดเริ่มต้นของอาร์ซีเอฟจีที่เป็นราก (Root RCFG) ท่องผ่านแต่ละโหนด เมื่อพบเมท็อดโหนด จะท่องไปยังอาร์ซีเอฟจีของเมท็อดโหนดนั้น ซึ่งเชื่อมด้วยเส้นอินเตอร์โพรซีเจอร์ล ท่องผ่านโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดสิ้นสุดของอาร์ซีเอฟจี ทำซ้ำจนครบทุกเมท็อดโหนดและจบลงที่โหนดสิ้นสุดของอาร์ซีเอฟจีที่เป็นราก จะได้ชุดของเส้นทางที่เป็นไปตามเกณฑ์ความครอบคลุมทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี (All-IRCFG-path criterion) ที่กำหนดโดย Rountev และคณะ (2005) ตัวอย่างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี และเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีที่สร้างได้จากกราฟ แสดงดังรูปที่ 3.8 และตารางที่ 3.9 ตามลำดับ





รูปที่ 3.8 ตัวอย่างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี

ลำดับ	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
1.	start, m2, start, end, a>5 <T>, m3, start, end, m5, start, end, end
2.	start, m2, start, end, a>5 <F>, m4, start, end, m5, start, end, end

จากกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจีของแผนภาพซีควีนซ์การใช้โปรโมชันร่วมกับการขาย ในรูปที่ 3.7 สามารถเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการใช้โปรโมชันร่วมกับการขาย แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
1.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <F>, showError("Can't get promotion"), start, end, end
2.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <T>, type == "discount" <F>, type == "giftVoucher" <F>, end
3.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <T>, type == "discount" <F>, type == "giftVoucher" <T>, new GiftVoucher(totalPrice), start, calValue(totalPrice), start, end, calculateExpireDate(), start, end, printGiftVoucher(value), start, end, end, value = getValue(), start, end, showMessage("giftvoucher value: " + value), start, end, end
4.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <T>, type == "discount" <T>, buyTotalPrice = calDiscount(totalprice), start, end, end

### 3.2.3 การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

กรณีทดสอบ ประกอบด้วย ข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลทดสอบ และผลลัพธ์ที่คาดหวัง โดยข้อมูลเบื้องต้น คือ ข้อมูลที่มีอยู่ในระบบหรือสถานะของระบบก่อนที่จะเริ่มดำเนินการทดสอบ ข้อมูลทดสอบ คือ ค่าของตัวแปรที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการดำเนินการทดสอบ และผลลัพธ์ที่คาดหวัง คือ ผลที่คาดว่าจะได้จากระบบเมื่อดำเนินการทดสอบด้วยข้อมูลทดสอบ การหาค่าของข้อมูลทดสอบ สามารถทำได้ด้วยการวิเคราะห์ค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis) เช่น เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายในตารางที่ 3.10 มีคอนดิชันโหนดที่มีเงื่อนไขว่า  $totalPrice \geq 20000$  ดังนั้นตัวแปร  $totalPrice$  จึงควรมีค่าเป็น 20000 และ 19999 เพื่อให้เงื่อนไขเป็นจริงและเท็จตามลำดับ ข้อมูลทดสอบของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย แสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ข้อมูลทดสอบของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	ข้อมูลทดสอบ	ค่าของข้อมูลทดสอบ
1.	totalPrice	19999 20000
2.	type	“discount” “giftVoucher”

ขั้นตอนของการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ ดำเนินการตามหลักการที่ฉัตร ทองระอา (2550) กำหนดไว้ดังนี้

1. เลือกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี 1 เส้นทาง
2. ท่องไปยังโหนดภายในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีแบบโพสอเดอร์
3. เมื่อพบคอนดิชันโหนด นำข้อมูลในคอนดิชันโหนดมาสร้างค่าตัวแปรข้อมูลทดสอบ
4. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-3 จนครบทุกคอนดิชันโหนดในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-4 จนครบทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี

เมื่อได้ค่าของข้อมูลทดสอบแล้ว ก็นำมาใช้ในกรณีทดสอบ ขั้นตอนในการสร้างกรณีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. เลือกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี 1 เส้นทาง
2. เลือกเมทอดโหนดในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
3. นำเงื่อนไขก่อนดำเนินการของเมทอดโหนด มาเป็นข้อมูลเบื้องต้น
4. นำเงื่อนไขหลังดำเนินการของเมทอดโหนด มาเป็นผลลัพธ์ที่คาดหวัง
5. หากมีตัวแปรคืนค่าในเมทอดโหนด นำตัวแปรคืนค่ามาเขียนในรูปแบบ “result = ตัวแปรคืนค่า” และนำมาเป็นผลลัพธ์ที่คาดหวัง
6. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-5 จนครบทุกเมทอดโหนดในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
7. นำค่าของตัวแปรเงื่อนไข ที่หาค่าของตัวแปรแล้วตามขั้นตอนของการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ มาเป็นข้อมูลทดสอบ
8. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-7 จนครบทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคส

ตารางที่ 3.12 กรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 19999	result = promotion result = type result = "Can't get promotion"
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type != "discount" type != "giftVoucher"	result = promotion result = type
3.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type != "discount" type = "giftVoucher"	result = promotion result = type gv.isDefined() value = 0.05*totalPrice expireDate = today + 30 result = value result = "giftvoucher value: " + value
4.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type = "discount"	result = promotion result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice*0.95 result = buyTotalPrice

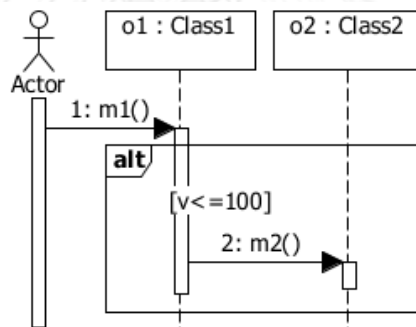
### 3.2.4 การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส

จากงานวิจัยในอดีต พบว่ามีการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากความสัมพันธ์แบบอินคลูดี ความสัมพันธ์เอ็กเทนซ์ เงื่อนไขก่อนการทำงาน เงื่อนไขหลังการทำงาน ความสัมพันธ์แบบอินทราเซ็ทและความสัมพันธ์แบบอินเทอร์เซ็ท (Briand และ Labiche, 2002; Nebut และคณะ, 2006; Budha และคณะ, 2011; Octaviano และคณะ, 2012) แต่ยังไม่มีการสนใจความสัมพันธ์ที่เกิดจากการใช้ตัวแปรร่วมกันของยูสเคส ผู้วิจัยจึงนำเสนอหลักการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสที่เกิดจากความสัมพันธ์แบบใช้ตัวแปรร่วมกัน ซึ่งคาดว่า การใช้ตัวแปรร่วมกันน่าจะส่งผลต่อการ

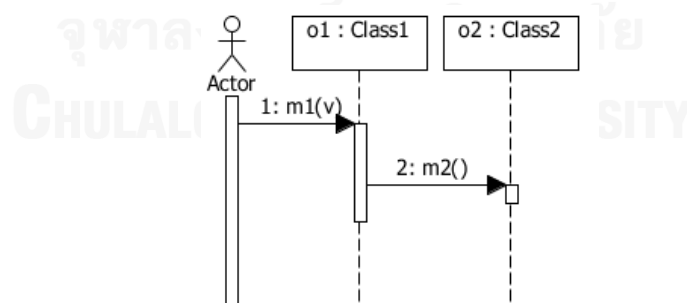
สร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ เนื่องจากการทำงานภายในยูสเคสสามารถอธิบายได้ด้วยด้วยเอกสารคำอธิบายยูสเคสหรือแผนภาพซีควเอนซ์ จึงสามารถนำข้อมูลตัวแปรที่ปรากฏบนแผนภาพซีควเอนซ์มาพิจารณาเพื่อหาความสัมพันธ์ของยูสเคสได้ ในแผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยเมจเสจแทนการเรียกใช้เมทอด หากมีการส่งค่าไปให้เมทอด จะเขียนตัวแปรพารามิเตอร์ไว้ในวงเล็บท้ายชื่อเมทอด เช่น `method(parameter)` และหากมีการคืนค่าจากเมทอด จะเขียนตัวแปรรับค่าไว้ด้านซ้ายของเครื่องหมายเท่ากับ เช่น `returnValue = method()` หากในแผนภาพซีควเอนซ์มีคอมบายด์แฟรกเมนต์ ภายในเงื่อนไขของคอมบายด์แฟรกเมนต์ จะต้องระบุเงื่อนไขของการทำงานที่ชัดเจน การทำงานวนซ้ำ เช่น `i<size` หรือการทำงานทางเลือก เช่น `a==10` ซึ่งมีการใช้ตัวแปรภายในเงื่อนไข ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ตัวแปรในแผนภาพซีควเอนซ์ มี 3 ประเภท ได้แก่

1. ตัวแปรเงื่อนไข คือ ตัวแปรที่อยู่ในเงื่อนไขของคอมบายด์แฟรกเมนต์
2. ตัวแปรพารามิเตอร์ คือ ตัวแปรที่ถูกส่งเป็นพารามิเตอร์
3. ตัวแปรคืนค่า คือ ตัวแปรที่รับค่าที่คืนมาจากเมทอด

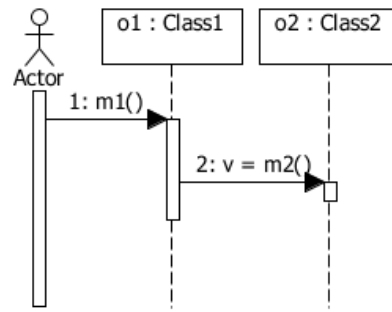
ตัวอย่างแผนภาพที่มีตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่า แสดงดังรูปที่ 3.9 - รูปที่ 3.11 ตามลำดับ



รูปที่ 3.9 แผนภาพซีควเอนซ์ที่มีตัวแปรเงื่อนไข



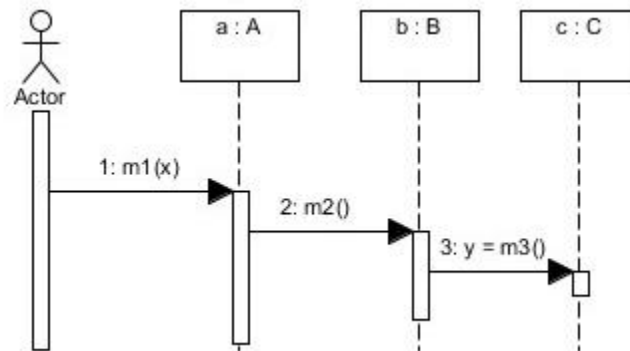
รูปที่ 3.10 แผนภาพซีควเอนซ์ที่มีตัวแปรพารามิเตอร์



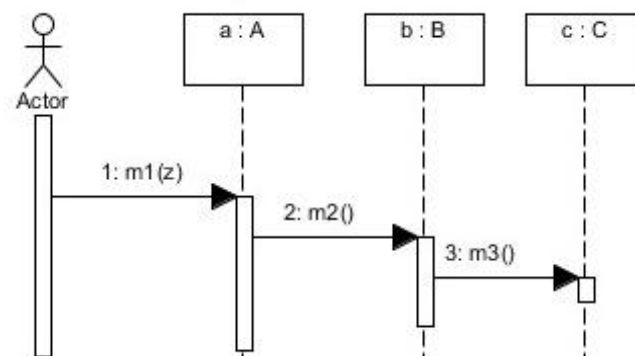
รูปที่ 3.11 แผนภาพซีควเอนซ์ที่มีตัวแปรคืนค่า

จากตัวแปร 3 ประเภทข้างต้น สามารถแบ่งความสัมพันธ์ได้ 2 ประเภท คือ (1) ไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน (2) มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน มีรายละเอียดดังนี้

1. ไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน หมายถึง แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสลำดับที่ 1 และลำดับที่ 2 ไม่มีการใช้ตัวแปรใดๆ ร่วมกันเลย ทั้งตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่า ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 ตามลำดับ



รูปที่ 3.12 แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1



รูปที่ 3.13 แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 2

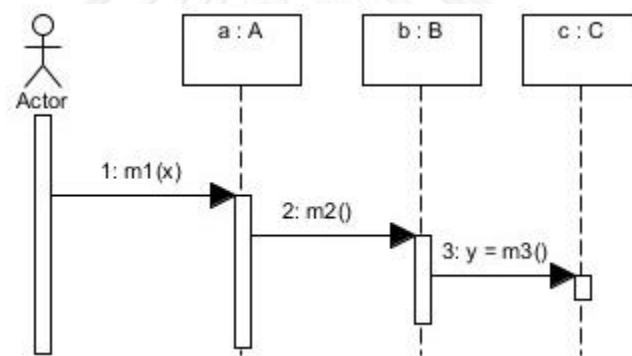
ตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่าที่ปรากฏในแผนภาพซีควเอนซ์การเข้าสู่ระบบและแผนภาพซีควเอนซ์การเพิ่มสินค้า แสดงดังตารางที่ 3.13 จากตารางพบว่าไม่มีการใช้ตัวแปรใดๆ ร่วมกัน

ตารางที่ 3.13 ตัวแปรในแผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1

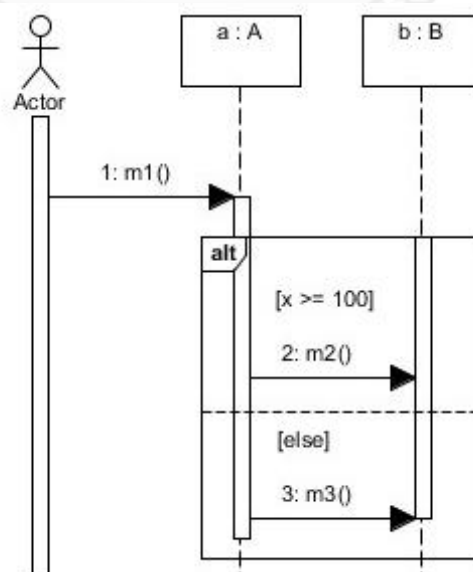
ยูสเคส	ตัวแปรเงื่อนไข	ตัวแปรพารามิเตอร์	ตัวแปรคืนค่า
1	-	x	y
2	-	z	-

2. มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน หมายถึง แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1 และ 2 มีการใช้ตัวแปรใดๆ ร่วมกัน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสลำดับที่ 2 เป็นความสัมพันธ์ที่มีตัวแปรใดๆ ในแผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคส ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคืนค่าในยูสเคสที่ 2 ตัวอย่างแสดงดัง รูปที่ 3.14 และ รูปที่ 3.15 ตามลำดับ



รูปที่ 3.14 แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสลำดับที่ 1



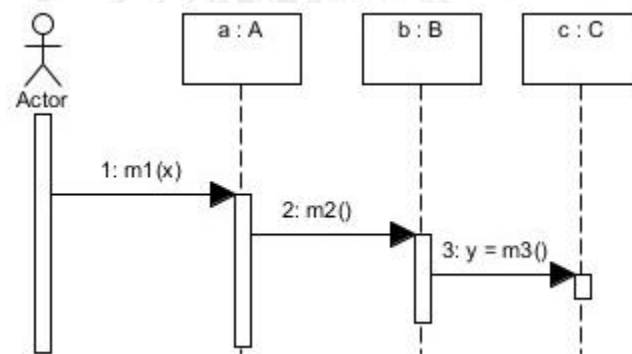
รูปที่ 3.15 แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสลำดับที่ 2

ตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่าที่ปรากฏในแผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1 และ 2 แสดงดังตารางที่ 3.14 จากตารางพบว่ามีการใช้ตัวแปร x ร่วมกัน โดยตัวแปรพารามิเตอร์ในยูสเคสที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์ในยูสเคสที่ 2

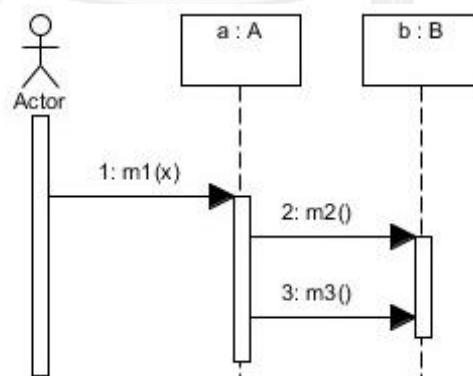
ตารางที่ 3.14 ตัวแปรในแผนภาพซีควเอนซ์การเพิ่มสินค้า

ยูสเคส	ตัวแปรเงื่อนไข	ตัวแปรพารามิเตอร์	ตัวแปรคืนค่า
1	-	x	y
2	x	-	-

2) ตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคืนค่าในยูสเคสลำดับที่ 2 เป็นความสัมพันธ์ที่มีตัวแปรใดๆ ในแผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคืนค่าในยูสเคสที่ 2 ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.16 และ รูปที่ 3.17 ตามลำดับ



รูปที่ 3.16 แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1



รูปที่ 3.17 แผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 2

ตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่าที่ปรากฏในแผนภาพซีควเอนซ์ของยูสเคสที่ 1 และ 2 แสดงดังตารางที่ 3.15 พบว่ามีการใช้ตัวแปร x ร่วมกัน โดยตัวแปรพารามิเตอร์ในยูสเคสที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์ในยูสเคสที่ 2



ตารางที่ 3.15 ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสที่ 1

ยูสเคส	ตัวแปรเงื่อนไข	ตัวแปรพารามิเตอร์	ตัวแปรคืนค่า
1	-	x	y
2	-	x	-

หากมีการใช้ตัวแปรร่วมกันหลายตัวแปร ให้พิจารณาว่ามีตัวแปรใดในยูสเคสที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสที่ 2 หรือไม่ ถ้ามีให้เป็นความสัมพันธ์ประเภทที่ 1 ถ้าไม่มีให้เป็นความสัมพันธ์ประเภทที่ 2 ตัวอย่างการใช้ตัวแปร totalPrice ร่วมกันของยูสเคสการขายสินค้าและยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย แสดงดังตารางที่ 3.16 และ ตารางที่ 3.17 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.16 ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์การขายสินค้า

ตัวแปรเงื่อนไข	ตัวแปรพารามิเตอร์	ตัวแปรคืนค่า
-	orderid productid quantity product sale price subtotal <b>totalPrice</b> "product id not found"	sale product price subtotal totalPrice

ตารางที่ 3.17 ตัวแปรในแผนภาพซีเควนซ์การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ตัวแปรเงื่อนไข	ตัวแปรพารามิเตอร์	ตัวแปรคืนค่า
<b>totalPrice</b> type	promotionid totalPrice value "giftVoucher calue" + value "Can't get promotion"	promotion type buyTotalPrice value

จากตารางที่ 3.16 และตารางที่ 3.17 คู่ยูสเคส “การขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับ การขาย” และ “การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการขายสินค้า” มีการใช้ตัวแปรร่วมกันทั้งหมด 1 ตัว คือตัวแปร totalPrice การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายมีเงื่อนไขก่อนการทำงานว่าต้องมีข้อมูล การขายในระบบ แสดงว่าการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีการขายสินค้า แล้ว ดังนั้นจึงเลือกคู่ยูสเคส “การขายสินค้าและยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย” แต่ไม่เลือกคู่ ยูสเคส “การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการขายสินค้า” สรุปได้ว่าหลังจากจับคู่ยูสเคสที่มีความสัมพันธ์แบบใช้ตัวแปรร่วมกันแล้ว จะต้องวิเคราะห์ลำดับการทำงานของยูสเคสด้วย เพื่อเลือก ยูสเคสที่มีลำดับการทำงานที่ถูกต้อง โดยพิจารณาว่ามีผลลัพธ์ที่คาดหวังของยูสเคสลำดับที่ 1 ตรง กับข้อมูลเบื้องต้นของยูสเคสลำดับที่ 2

### 3.2.5 การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ผู้วิจัยกำหนดให้การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกคู่ของยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กัน
2. เลือกยูสเคสลำดับที่ 1 จากยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กัน
3. เลือกกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสลำดับที่ 1 ที่มีผลลัพธ์ที่คาดหวังตรงกับข้อมูล เบื้องต้นของกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสลำดับที่ 2 หากไม่มี ให้เลือกกรณีทดสอบระดับหน่วย ของยูสเคสลำดับที่ 1 ที่มีข้อมูลเบื้องต้นตรงกับข้อมูลเบื้องต้นของกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคส ลำดับที่ 2
4. พิจารณาตัวแปรที่ใช้ร่วมกันของสองยูสเคส เลือกกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคส ลำดับที่ 1 ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกันในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
5. พิจารณาตัวแปรที่ใช้ร่วมกันของสองยูสเคส หากตัวแปรที่ใช้ร่วมกันถูกนำมาใช้เป็นตัวแปร เงื่อนไข จะเลือกกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสลำดับที่ 2 ที่มีค่าของตัวแปรเงื่อนไขเป็นจริง เป็น จำนวน 1 กรณี และเท็จเป็นจำนวน 1 กรณี หากไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไข เลือกกรณี ทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสลำดับที่ 2 ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกันในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี จำนวน 1 กรณี
6. นำกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสลำดับที่ 2 ที่เลือก มาเชื่อมต่อกับกรณีทดสอบ ระดับหน่วยของยูสเคสลำดับที่ 1 ที่เลือก จะได้กรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ตารางที่ 3.18 เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการขายสินค้า

ลำดับ	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
1.	start, sale = getSale(ordered), start, end, product = getProduct(productid), start, end, product != null <T>, enteritem(product,quantity), start, new SalesLineItem(sale,product,quantity), start, price = getPrice(), start, end, subTotal = calSubTotal(price,quantity), start, end, showMessage(subTotal), start, end, end, totalPrice = calTotalprice(), start, end, showMessage(totalPrice), start, end, end
2.	start, sale = getSale(ordered), start, end, product = getProduct(productid), start, end, product != null <F>, showError("product id not found"), start, end, end

ตารางที่ 3.19 เส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

เส้นทางที่	เส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
1.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <F>, showError("Can't get promotion"), start, end, end
2.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <T>, type == "discount" <F>, type == "giftVoucher" <F>, end
3.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <T>, type == "discount" <F>, type == "giftVoucher" <T>, new GiftVoucher(totalPrice), start, calValue(totalPrice), start, end, calculateExpireDate(), start, end, printGiftVoucher(value), start, end, end, value = getValue(), start, end, showMessage("giftvoucher value: " + value), start, end, end
4.	start, promotion = getPromotion(promotionid), start, end, type = getType(), start, end, totalPrice >= 20000 <T>, type == "discount" <T>, buyTotalPrice = calDiscount(totalprice), start, end, end

จากตารางที่ 3.18 การขายสินค้ามีทั้งหมด 2 เส้นทาง เลือกเส้นทางที่ 1 เนื่องจากมีตัวแปร totalPrice ในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี และไม่เลือกเส้นทางที่ 2 เนื่องจากไม่มีตัวแปร totalPrice อยู่ในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี จากตารางที่ 3.19 การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายมีทั้งหมด 4 เส้นทาง เลือกเส้นทางที่ 2 เนื่องจากมีค่าของตัวแปรเงื่อนไขเป็นจริง ตัวแปร (totalPrice >= 20000 <T>) และเลือกเส้นทางที่ 1 เนื่องจากมีค่าของตัวแปรเงื่อนไขเป็นเท็จ (totalPrice >= 20000 <F>) เมื่อนำกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคส การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย มาเชื่อมต่อกับกรณีทดสอบระดับหน่วยของยูสเคสการขายสินค้าที่เลือก จะได้กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย ดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result = sale, result = product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice=totalPrice+subtotal result = totalPrice
	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type = "discount"	result = promotion, result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice*0.95 result = buyTotalPrice
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result = sale, result = product item.isDefined(), result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice=totalPrice+subtotal result = totalPrice
	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 19999	result = promotion result = type result = "Can't get promotion"

### 3.3 การออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนของข้อมูลนำเข้า ผู้ใช้จะต้องนำเข้าข้อมูล 3 ประเภท คือ แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีเควนซ์ และไอซีแอล โดยแผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์ จะต้องเป็นแผนภาพที่สร้างจากโปรแกรมวิซิวลพาราไดม์สำหรับยูเอ็มแอล ซึ่งมีเวอร์ชันคอมมูนิตี้สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และบันทึกแผนภาพให้อยู่ในรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล เพื่อให้เครื่องมือสามารถนำข้อมูลจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลมาใช้ในการสร้างกรณีทดสอบได้ นอกจากนี้เนื่องจากเอกสารคำอธิบายยูสเคส เขียนในรูปแบบภาษาธรรมชาติ ซึ่งทำให้เกิดความคลุมเครือ เมื่อนำมาสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้จึงต้องแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์เป็นไอซีแอลเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องมือและนำไปสร้างกรณีทดสอบได้อย่างถูกต้อง รายละเอียดของไอซีแอล อธิบายในหัวข้อ 2.4

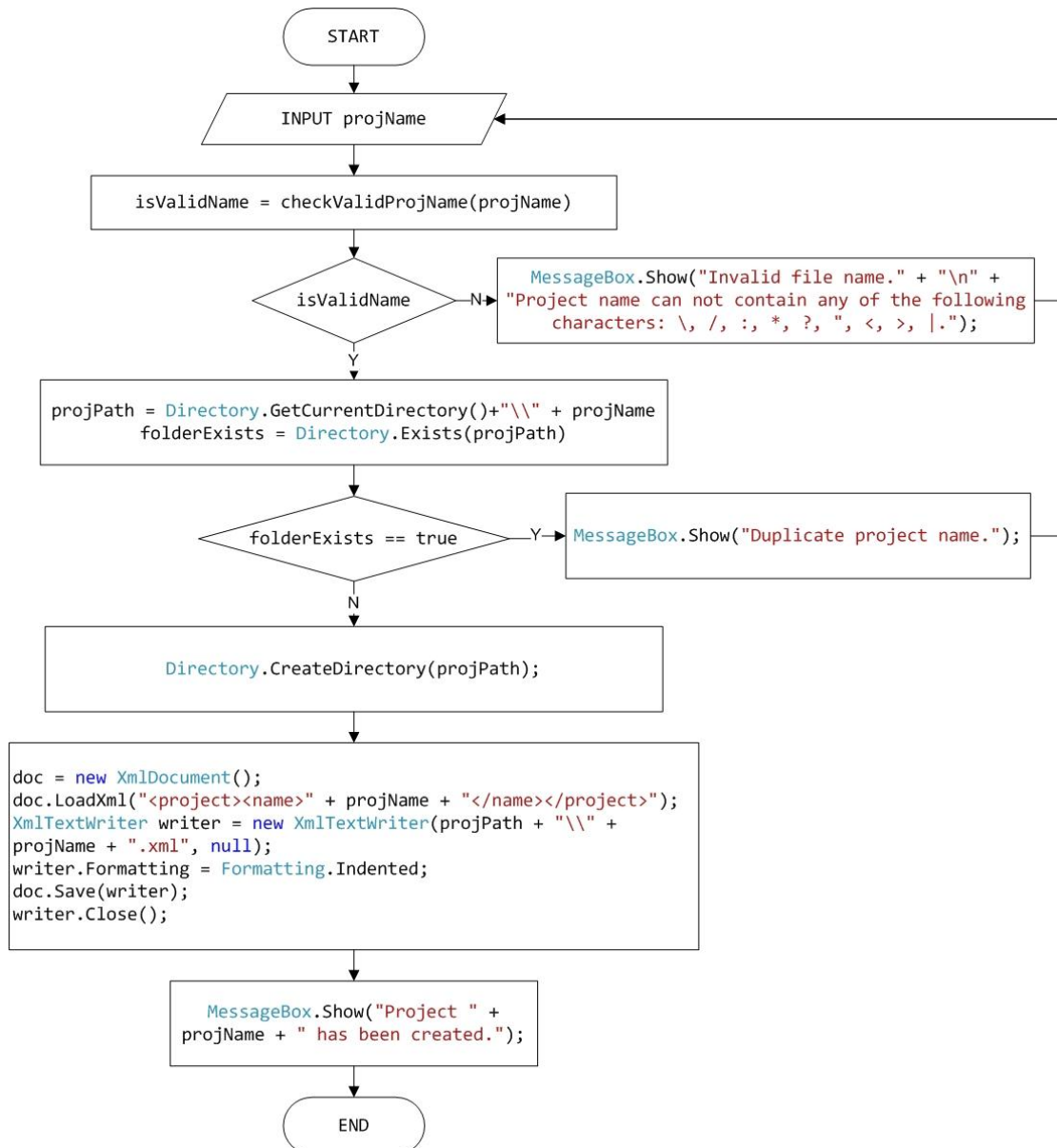
2) ส่วนของการทำงานของเครื่องมือ ประกอบด้วย การวิเคราะห์เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล การแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์เป็นไอซีแอลโดยเครื่องมือ การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส การแปลงแผนภาพซีเควนซ์เป็นกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี การสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี การสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน อธิบายในหัวข้อ 3.2.1 – 3.2.9

3) ส่วนของผลลัพธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือ คือ คู่มือยูสเคสที่มีความสัมพันธ์จากการใช้ตัวแปรร่วมกัน กรณีทดสอบระดับหน่วยและกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

#### 3.3.1 การสร้างโครงการและการเปิดโครงการ

เนื่องจากผู้ใช้จะต้องนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพยูสเคส และแผนภาพซีเควนซ์หลายแผนภาพ จากนั้นต้องป้อนข้อมูลไอซีแอลของทุกแผนภาพซีเควนซ์ ผู้วิจัยจึงออกแบบให้เครื่องมือสามารถสร้างโครงการ (Project) เพื่อเก็บรวบรวมแผนภาพของระบบเดียวกันไว้ด้วยกัน เก็บไอซีแอลที่ป้อนเข้ามาแล้ว และสามารถเปิดเพื่อใช้งานต่อในภายหลังได้ โดยรายละเอียดของการสร้างโครงการและการเปิดโครงการมีดังนี้

1. การสร้างโครงการ เริ่มต้นจากการรับชื่อโครงการจากผู้ใช้ไว้ในตัวแปร projName จากนั้นตรวจสอบว่าชื่อโครงการมีอักขระที่ห้ามนำมาตั้งชื่อไฟล์เดอร์หรือไม่ (\, /, :, \*, ?, ", <, >, |) หากชื่อโครงการสามารถนำไปตั้งชื่อไฟล์เดอร์ได้ จะตรวจสอบว่าซ้ำกับไฟล์เดอร์ที่มีอยู่แล้วหรือไม่ หากไม่ซ้ำจะสร้างไฟล์เดอร์ชื่อเดียวกับชื่อโครงการ และสร้างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลชื่อเดียวกับชื่อโครงการ และบันทึกแท็ก project และ name ซึ่งเก็บชื่อโครงการ ลงในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการ ผังงานของการสร้างโครงการ แสดงดังรูปที่ 3.18 ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการเมื่อตั้งชื่อโครงการว่า POS แสดงดังรูปที่ 3.19 ตามลำดับ



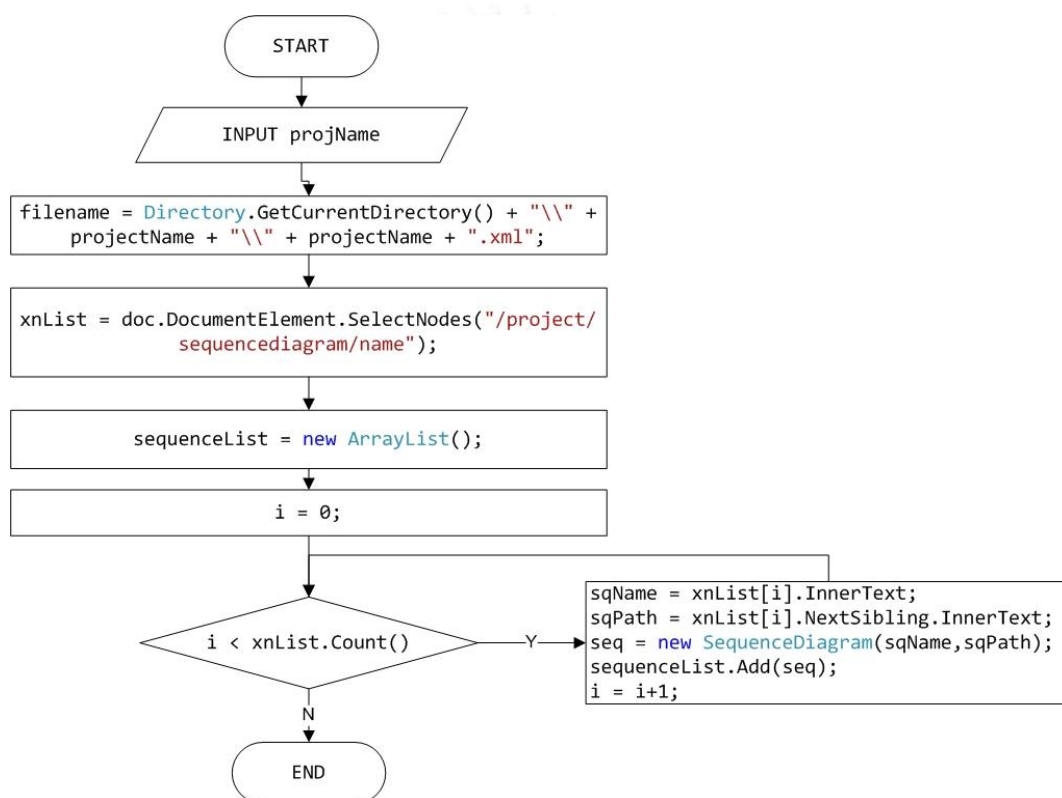
รูปที่ 3.18 ผังงานของการสร้างโครงการ

```

1  <project>
2  <name>POS</name>
3  </project>
  
```

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการ

2. การเปิดโครงการ เริ่มต้นจากการรับชื่อโครงการจากผู้ใช้ไว้ในตัวแปร projName จากนั้นอ่านชื่อแผนภาพซีควนซ์จากแท็ก <project><sequencediagram><name> มาใส่ตัวแปร sqName และอ่านที่อยู่เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควนซ์จากแท็กลำดับถัดไปมาใส่ตัวแปร sqPath จากนั้นสร้างอ็อบเจกต์ของคลาส SequenceDiagram เพื่อเก็บค่าของ sqName และ sqPath ทำซ้ำจนครบทุกแผนภาพซีควนซ์ที่อยู่ในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการ ฝั่งงานของการเปิดโครงการแสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ฝั่งงานของการเปิดโครงการ

### 3.3.2 การวิเคราะห์เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

แผนภาพซีควนซ์ที่นำเข้ามาในเครื่องมือจะต้องอยู่ในรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควนซ์ยูสเคสการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายแสดงดังรูปที่ 3.21 และ 3.22 ตามลำดับ

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <Project Author="viewz" CommentTableSortAscending="false" CommentTableSortColumn="Date Time" Description="&lt;html&gt;#13
3 </ProjectInfo>
4 <Models>
5 <DataType Documentation_plain="" Id="xv0cVMKGAqACZQW" Name="boolean" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-2
6 <DataType Documentation_plain="" Id="Jv0cVMKGAqACZQXA" Name="byte" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
7 <DataType Documentation_plain="" Id="pv0cVMKGAqACZQXB" Name="char" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
8 <DataType Documentation_plain="" Id="pv0cVMKGAqACZQXC" Name="double" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25
9 <DataType Documentation_plain="" Id="Zv0cVMKGAqACZQXD" Name="float" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T
10 <DataType Documentation_plain="" Id="5v0cVMKGAqACZQXE" Name="int" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21
11 <DataType Documentation_plain="" Id="5v0cVMKGAqACZQXF" Name="long" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
12 <DataType Documentation_plain="" Id="Fv0cVMKGAqACZQXG" Name="short" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T
13 <DataType Documentation_plain="" Id="Fv0cVMKGAqACZQXH" Name="void" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
14 <DataType Documentation_plain="" Id="lv0cVMKGAqACZQXI" Name="string" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25
15 <Frame BaseY="40" Documentation_plain="" Id="ijscVMKGAqACZQem" Name="Process Sales Order" PmAuthor="viewz" PmCreat
16 <ModelChildren>
17 <InteractionActor Abstract="false" Active="false" BusinessModel="false" Documentation_plain="" Id="QZ6cVMK
18 <MasterView>
19 <InteractionActor Idfref="gZ6cVMKGAqACZQer" Name="Cashier"/>
20 </MasterView>
21 </InteractionActor>
22 <InteractionLifeline Active="false" BaseClassifier="PosSystem" Class="false" ClassLevelStereotype="false"
23 <Activations>
24 <Activation Documentation_plain="" Id="kb_cVMKGAqACZQgI" Name="Activation" OverlappingExecutionOcc
25 <MasterView>
26 <Activation Idfref="ib_cVMKGAqACZQgK" Name="Activation"/>
27 </MasterView>
28 </Activations>
29 </InteractionLifeline>
30 </InteractionActor>
31 </ModelChildren>

```

รูปที่ 3.21 เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสการขายสินค้า

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <Project Author="viewz" CommentTableSortAscending="false" CommentTableSortColumn="Date Time" Description="&lt;html&gt;#13
3 </ProjectInfo>
4 <Models>
5 <DataType Documentation_plain="" Id="aIIBVMKGAqACZRju" Name="boolean" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-2
6 <DataType Documentation_plain="" Id="6IIBVMKGAqACZRjv" Name="byte" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
7 <DataType Documentation_plain="" Id="GIIBVMKGAqACZRjw" Name="char" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
8 <DataType Documentation_plain="" Id="GIIBVMKGAqACZRjx" Name="double" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25
9 <DataType Documentation_plain="" Id="GIIBVMKGAqACZRjy" Name="float" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T
10 <DataType Documentation_plain="" Id="mIIBVMKGAqACZRjz" Name="int" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T23
11 <DataType Documentation_plain="" Id="mIIBVMKGAqACZRj0" Name="long" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25
12 <DataType Documentation_plain="" Id="WIIBVMKGAqACZRj1" Name="short" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T
13 <DataType Documentation_plain="" Id="WIIBVMKGAqACZRj2" Name="void" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T2
14 <DataType Documentation_plain="" Id="WIIBVMKGAqACZRj3" Name="string" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25
15 <Frame BaseY="40" Documentation_plain="" Id="3FYBVMKGAqACZRrW" Name="Sales Promotion" PmAuthor="viewz" PmCreatDat
16 <ModelChildren>
17 <InteractionActor Abstract="false" Active="false" BusinessModel="false" Documentation_plain="" Id="fNEBVMK
18 <MasterView>
19 <InteractionActor Idfref="fNEBVMKGAqACZRrb" Name="Cashier"/>
20 </MasterView>
21 </InteractionActor>
22 <InteractionLifeline Active="false" BaseClassifier="PosSystem" Class="false" ClassLevelStereotype="false"
23 <Activations>
24 <Activation Documentation_plain="" Id="IVBVMKGAqACZRsa" Name="Activation" OverlappingExecutionOcc
25 <MasterView>
26 <Activation Idfref="rVsBVMKGAqACZRsc" Name="Activation"/>
27 </MasterView>
28 </Activations>
29 </InteractionLifeline>
30 </InteractionActor>
31 <InteractionLifeline Idfref="SxkBVMKGAqACZRrk" Name="pos"/>
32 </InteractionLifeline>
33 </ModelChildren>

```

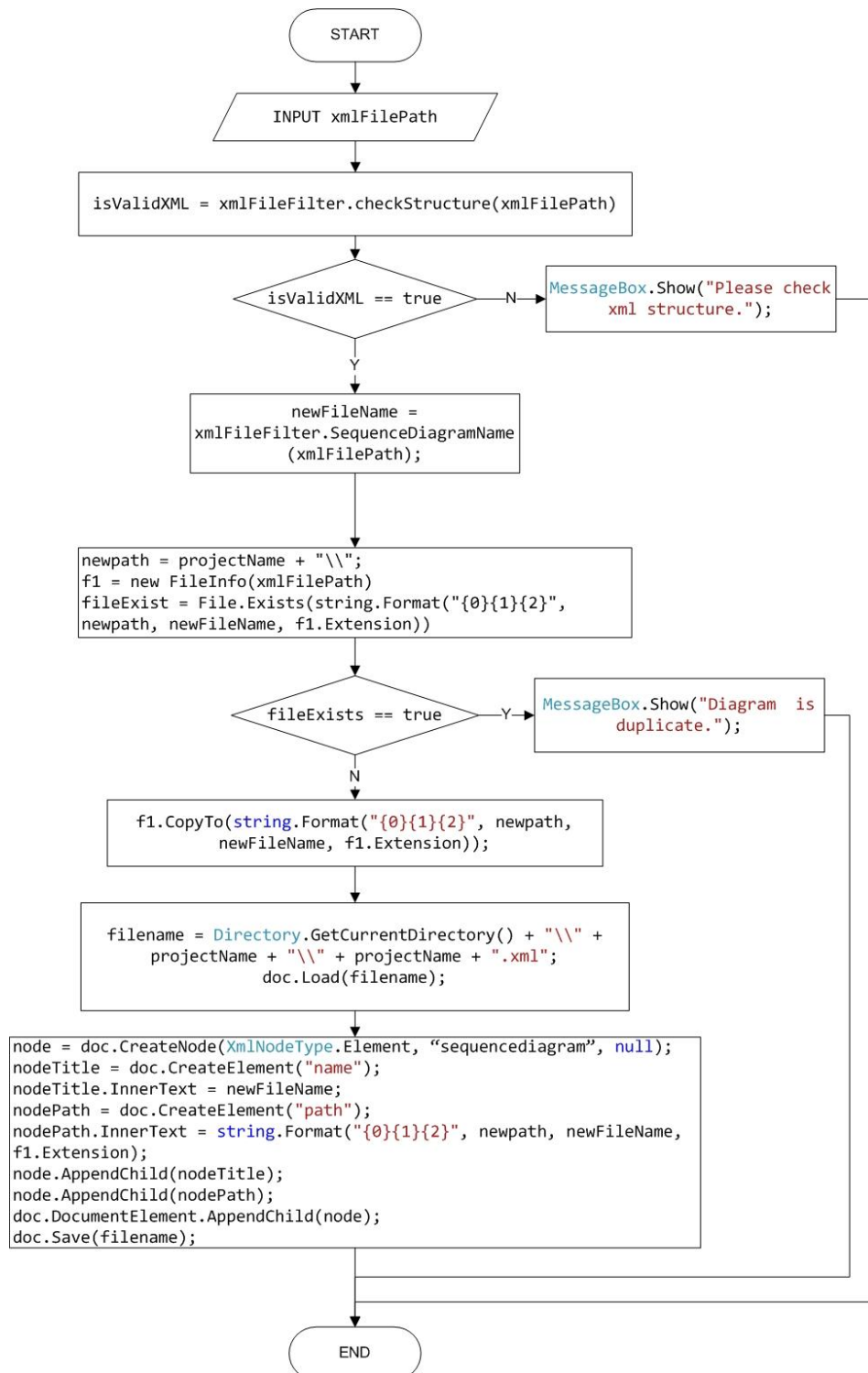
รูปที่ 3.22 เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์ของยูสเคสการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

การวิเคราะห์เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล และการอ่านข้อมูลจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

1) การนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ฟังก์ชันของการนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล แสดงดังรูปที่ 3.23 เริ่มต้นจากการรับที่อยู่ของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล จากผู้ใช้ไว้ในตัวแปร xmlFilePath จากนั้นตรวจสอบว่าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลมีโครงสร้างเป็นไปตามรูปที่ 3.24 หรือไม่ หากถูกต้อง จะอ่านชื่อแผนภาพซีเควนซ์จากแอททริบิวต์ Name ของแท็ก <Frame> นำมาใส่ในตัวแปร newFileName จากนั้นจะตรวจสอบว่ามีเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลชื่อดังกล่าวอยู่ในโพลเดอร์ของโครงการหรือไม่ หากมีแสดงว่านำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลซ้ำ หากไม่มี เครื่องมือจะคัดลอกเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลมาวางไว้



ในโฟลเดอร์ของโครงการ จากนั้น เพิ่มแท็ก name ซึ่งเก็บชื่อของแผนภาพ และแท็ก path ซึ่งเก็บที่อยู่ของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพ ลงในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการ เมื่อนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควนซ์แล้ว เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการจะมีรายละเอียดดังตัวอย่างในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.23 ผังงานการนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

```

<Project>
  <ProjectInfo>...<ProjectInfo>
  <Models>...<Models>
  <Diagrams>...<Diagrams>
</Project>

```

รูปที่ 3.24 โครงสร้างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่สร้างจากโปรแกรมวิซวลพาราไดม์สำหรับยูเอ็มแอล

```

1 <project>
2   <name>POS</name>
3   <sequencediagram>
4     <name>Login</name>
5     <path>POS\Login.xml</path>
6   </sequencediagram>
7   <sequencediagram>
8     <name>Create Sales Order</name>
9     <path>POS\Create Sales Order.xml</path>
10  </sequencediagram>
11  <sequencediagram>
12    <name>Process Sales Order</name>
13    <path>POS\Process Sales Order.xml</path>
14  </sequencediagram>
15  <sequencediagram>
16    <name>Sales Promotion</name>
17    <path>POS\Sales Promotion.xml</path>
18  </sequencediagram>
19 </project>

```

รูปที่ 3.25 ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของโครงการ

2) การอ่านข้อมูลจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล เริ่มต้นจากการรับที่อยู่ของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควન્ซ์จากผู้ใช้ไว้ในตัวแปร sqPath ตัวอย่างข้อมูลในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล แสดงดังรูปที่ 3.26 จากนั้นอ่านแท็ก <Project><Models><ModelRelationshipContainer><ModelChildren><ModelRelationshipContainer><ModelChildren><Message> บรรทัดที่ 148 - 151 ในรูปที่ 3.26 แล้วนำค่าของแอททริบิวต์ต่างๆ ของแท็ก Message มาใส่ตัวแปรดังตารางที่ 3.21 และอ่านแท็ก <preList><pre> แล้วนำข้อมูลมาใส่ตัวแปร xPreList อ่านแท็ก <postList><post> แล้วนำข้อมูลมาใส่ตัวแปร xPostList ทำซ้ำจนครบทุกเมสเซจในแผนภาพซีเควન્ซ์ ฝั่งงานของการอ่านข้อมูลจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล แสดงดังรูปที่ 3.27

```

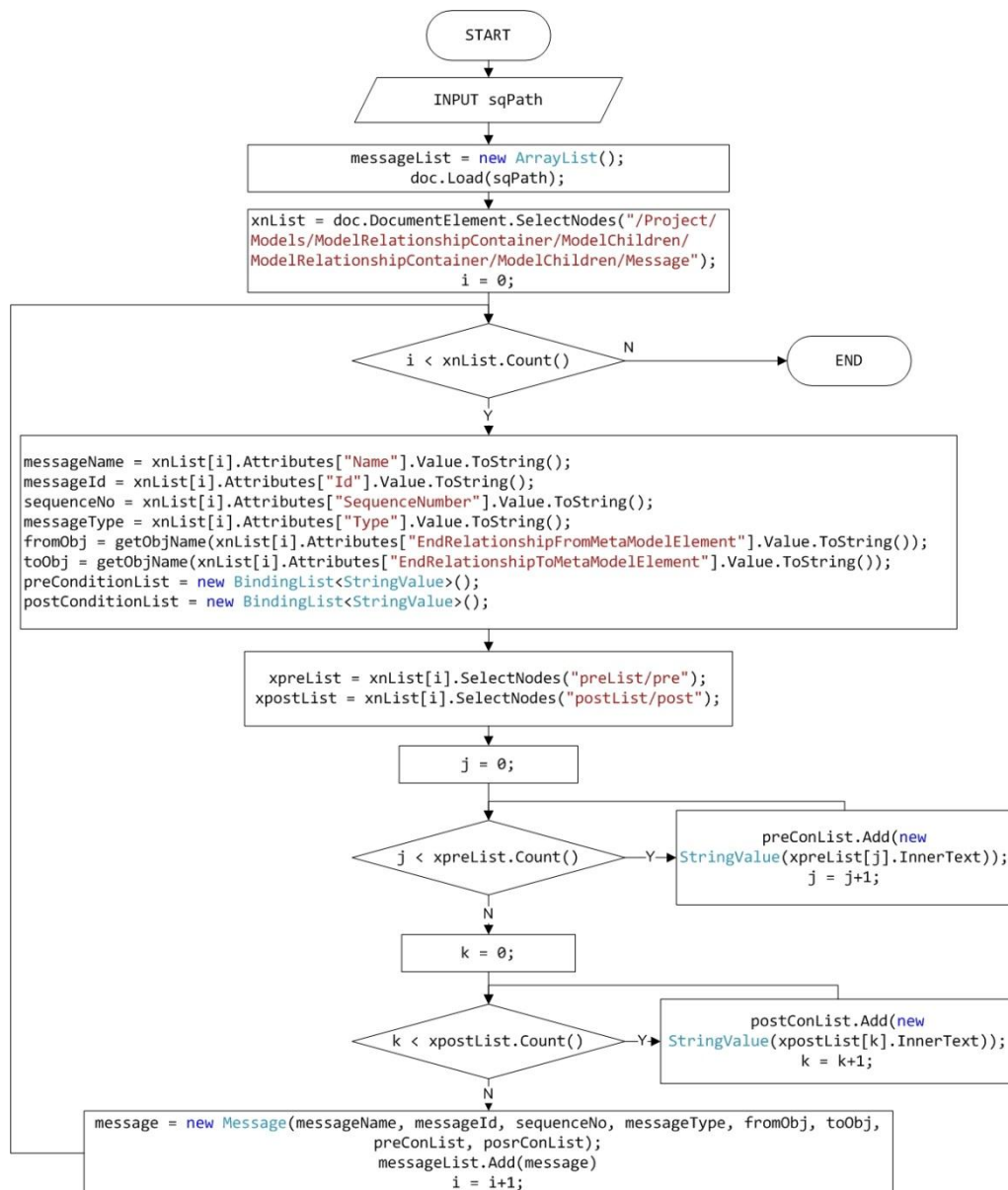
1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
2  <Project Author="viewz" CommentTableSortAscending="false" CommentTableSortColumn="Date Time" Description="&lt;/html&gt;:&#xD
3  <ProjectInfo>
28 <Models>
29 <DataType Documentation_plain="" Id="xv0cVMKGAgACZQW" Name="boolean" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21
30 <DataType Documentation_plain="" Id="Jv0cVMKGAgACZQXA" Name="byte" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:46
31 <DataType Documentation_plain="" Id="pv0cVMKGAgACZQXB" Name="char" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:46
32 <DataType Documentation_plain="" Id="pv0cVMKGAgACZQXC" Name="double" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:
33 <DataType Documentation_plain="" Id="Zv0cVMKGAgACZQXD" Name="float" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:4
34 <DataType Documentation_plain="" Id="5v0cVMKGAgACZQXE" Name="int" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:46:
35 <DataType Documentation_plain="" Id="5v0cVMKGAgACZQXF" Name="long" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:46
36 <DataType Documentation_plain="" Id="Fv0cVMKGAgACZQXG" Name="short" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:4
37 <DataType Documentation_plain="" Id="Fv0cVMKGAgACZQXH" Name="void" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:46
38 <DataType Documentation_plain="" Id="lv0cVMKGAgACZQXI" Name="string" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013-12-25T21:
39 <Frame BaseY="40" Documentation_plain="" Id="ijscVMKGAgACZQem" Name="Process Sales Order" PmAuthor="viewz" PmCreatedat
144 <ModelRelationshipContainer Documentation_plain="" Id="v1DCVMKGAgACZQk4" Name="relationships" PmAuthor="viewz" PmCreat
145 <ModelChildren>
146 <ModelRelationshipContainer Documentation_plain="" Id="N1DCVMKGAgACZQk5" Name="Message" PmAuthor="viewz" PmCreated
147 <ModelChildren>
148 <Message Asynchronous="false" Documentation_plain="" DurationHeight="30"
149 EndRelationshipFromMetaModelElement="QZ6cVMKGAgACZQes" EndRelationshipToMetaModelElement="91GcVMKGAgACZQe0
150 Id="ql_cVMKGAgACZQgB" Name="enteritem (orderid, productid, quantity)" PmAuthor="viewz" PmCreateDateTime="2013
151 SequenceNumber="1" ToActivation="kb_cVMKGAgACZQgI" Type="Message" UserIDLastNumericValue="0" ?>
152 </FromEnd>

```

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์

ตารางที่ 3.21 การอ่านข้อมูลเมสเสจจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

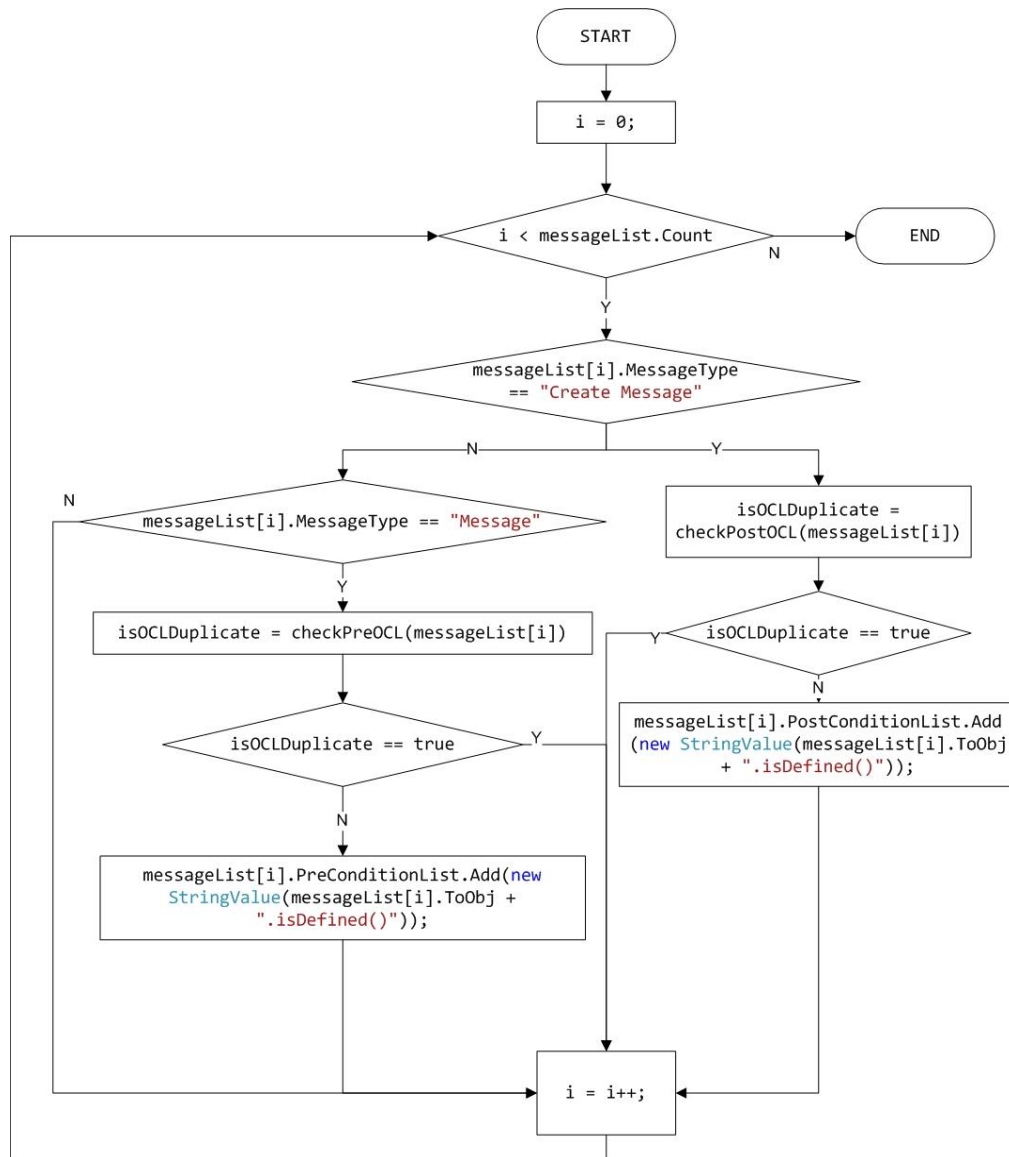
ข้อมูล	แอททริบิวต์	ตัวแปร
รหัสเมสเสจ	Id	messageId
ชื่อเมสเสจ	Name	messageName
ลำดับที่ของเมสเสจ	SequenceNumber	sequenceNo
ประเภทเมสเสจ	Type	messageType
รหัสอ้างอิงที่ส่งเมสเสจ	EndRelationshipFromMetaModelElement	fromObj
รหัสอ้างอิงที่ได้รับเมสเสจ	EndRelationshipToMetaModelElement	toObj



รูปที่ 3.27 ฟังงานการอ่านข้อมูลจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

### 3.3.3 การแปลงแผนภาพซีควেনซ์เป็นโอซีแอลโดยเครื่องมือ

เมื่อนำแผนภาพซีควেনซ์เข้าสู่เครื่องมือแล้ว เครื่องมือจะดำเนินการสร้างโอซีแอลตามหลักการที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้หัวข้อ 3.2.1 ข้อ 4 และ 5 โดยอัตโนมัติ เริ่มจากการนำชื่ออ็อบเจกต์ที่ได้รับเมสเสจ มาเขียนในรูปแบบ object.isDefined() แล้วนำมาเป็นเงื่อนไขก่อนการทำงาน เก็บไว้ใน PreConditionList และนำชื่ออ็อบเจกต์ที่ถูกสร้าง มาเขียนในรูปแบบ object.isDefined() แล้วนำมาเป็นเงื่อนไขหลังการทำงาน เก็บไว้ใน PostConditionList ฟังงานของการแปลงแผนภาพซีควেনซ์เป็นโอซีแอลโดยเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ฟังก์ชันของการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นโอซีแอลโดยเครื่องมือ

### 3.3.4 การสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี

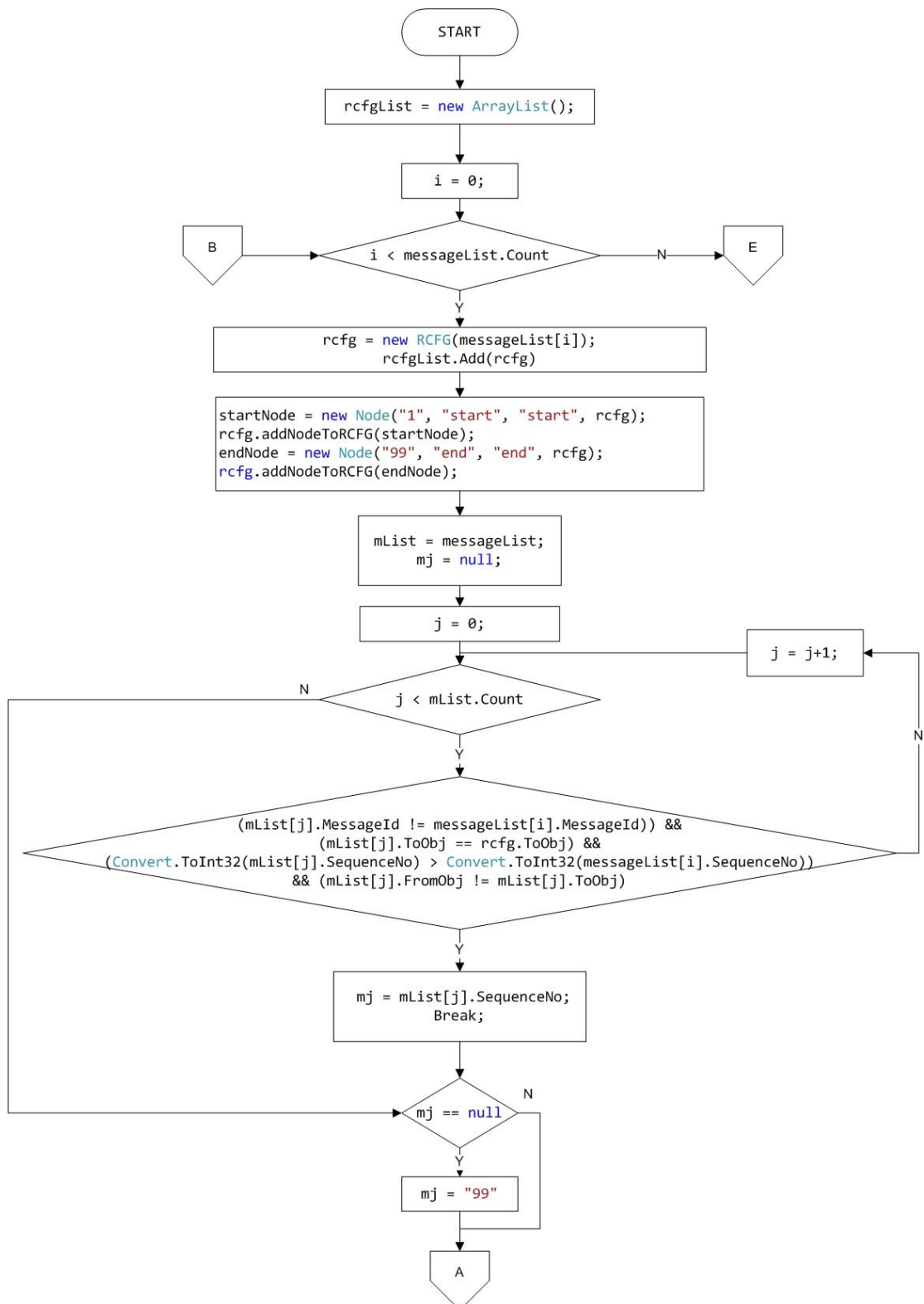
ผังงานการสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี แสดงขั้นตอนการสร้างอาร์ซีเอฟจี การสร้างโหนด เริ่มต้นและโหนดสิ้นสุด การสร้างเมทอดโหนด การสร้างคอนดิชันโหนด การสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี และการสร้างเส้นเชื่อมไออาร์ซีเอฟจี แสดงดังรูปที่ 3.29-3.32 ตามลำดับ

ในรูปที่ 3.29 แสดงขั้นตอนการสร้างอาร์ซีเอฟจีโดยนำชื่อเมทอดมาตั้งเป็นชื่อของอาร์ซีเอฟจี จากนั้นสร้างโหนดเริ่มต้นและโหนดสิ้นสุดไว้ในอาร์ซีเอฟจี และหาเมสเสจที่เข้ามายังไลฟ์ไลน์ถัดจาก `messageList[i]` ไว้ในตัวแปร `mj`

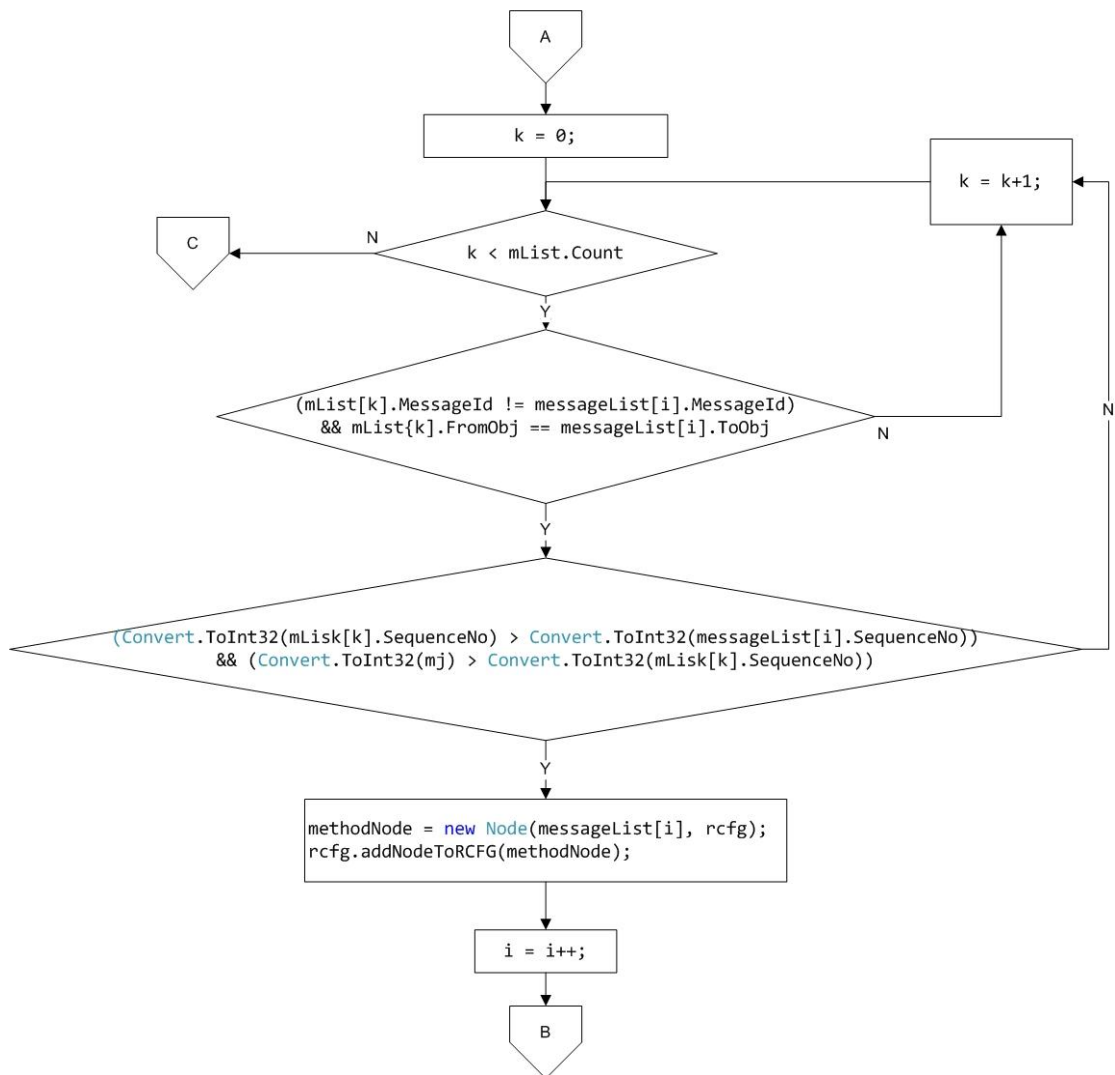
ในรูปที่ 3.30 แสดงขั้นตอนการสร้างเมทอดโหนดโดยเลือกเมสเสจ `mList[k]` มาสร้างเป็นเมทอดโหนดภายในอาร์ซีเอฟจีของเมสเสจ `messageList[i]`

ในรูปที่ 3.31 แสดงขั้นตอนการสร้างคอนดิชันโหนด โดยนำตัวดำเนินการใน `operandList` มาสร้างคอนดิชันโหนดไว้ในอาร์ซีเอฟจีของเมสเสจแรกที่อยู่ในตัวดำเนินการ หากภายในตัวดำเนินการไม่มีเมสเสจอยู่ แต่มีตัวดำเนินการซ้อนอยู่ภายใน จะสร้างคอนดิชันโหนดไว้ในอาร์ซีเอฟจีของเมสเสจแรกที่อยู่ในตัวดำเนินการที่ซ้อนอยู่ภายใน

ในรูปที่ 3.32 แสดงการสร้างเส้นเชื่อมอาร์ซีเอฟจี ประกอบด้วยการสร้างเส้นเชื่อมเลเบลที่ เลเบลเอฟและนอนเลเบล

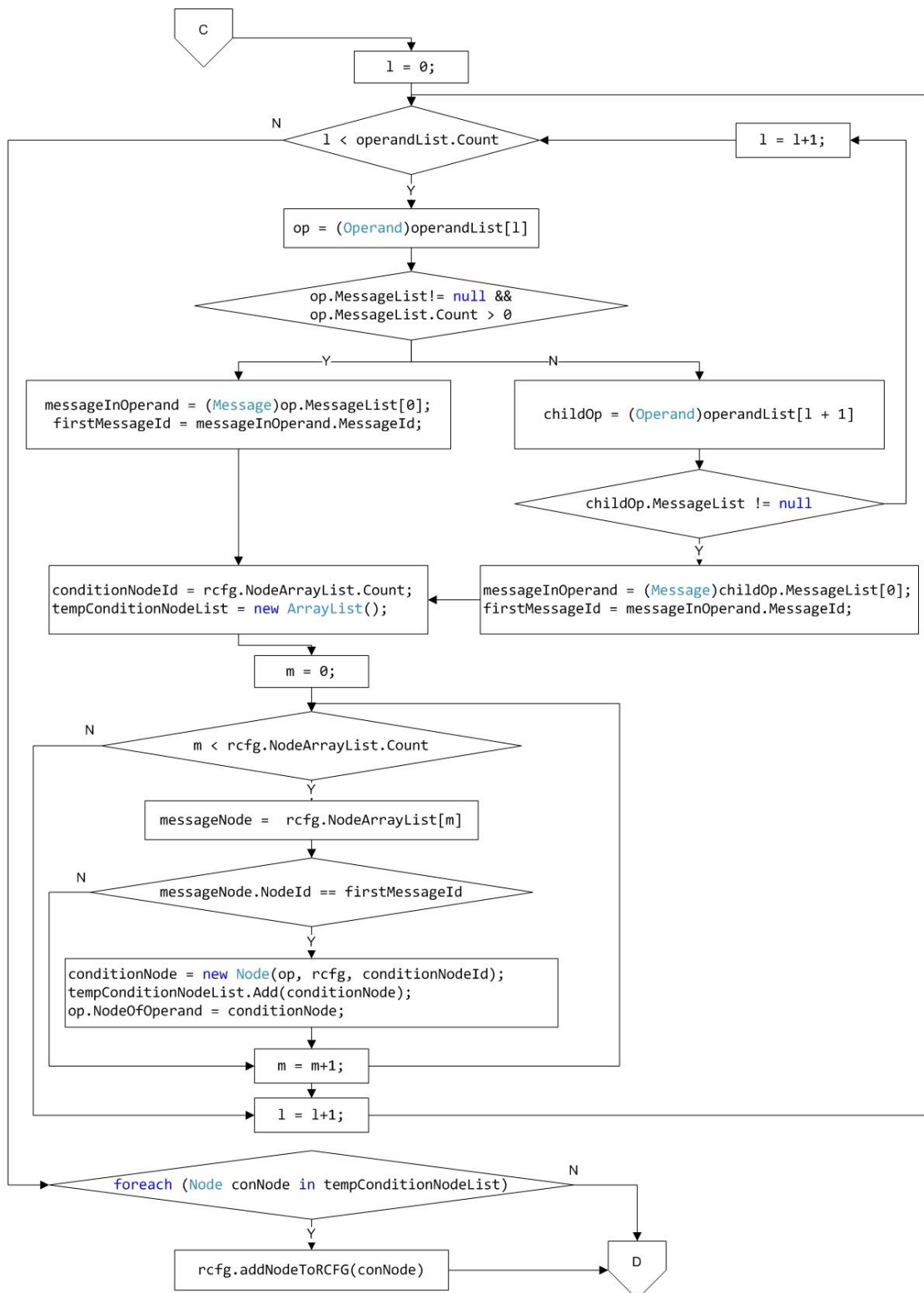


รูปที่ 3.29 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี

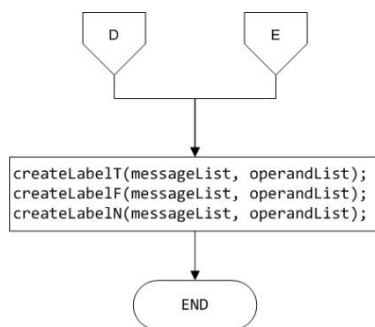


รูปที่ 3.30 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสน้ำไออาร์ซีเอฟจี (ต่อ)





รูปที่ 3.31 ฟังก์ชันของการสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอพีจี (ต่อ)



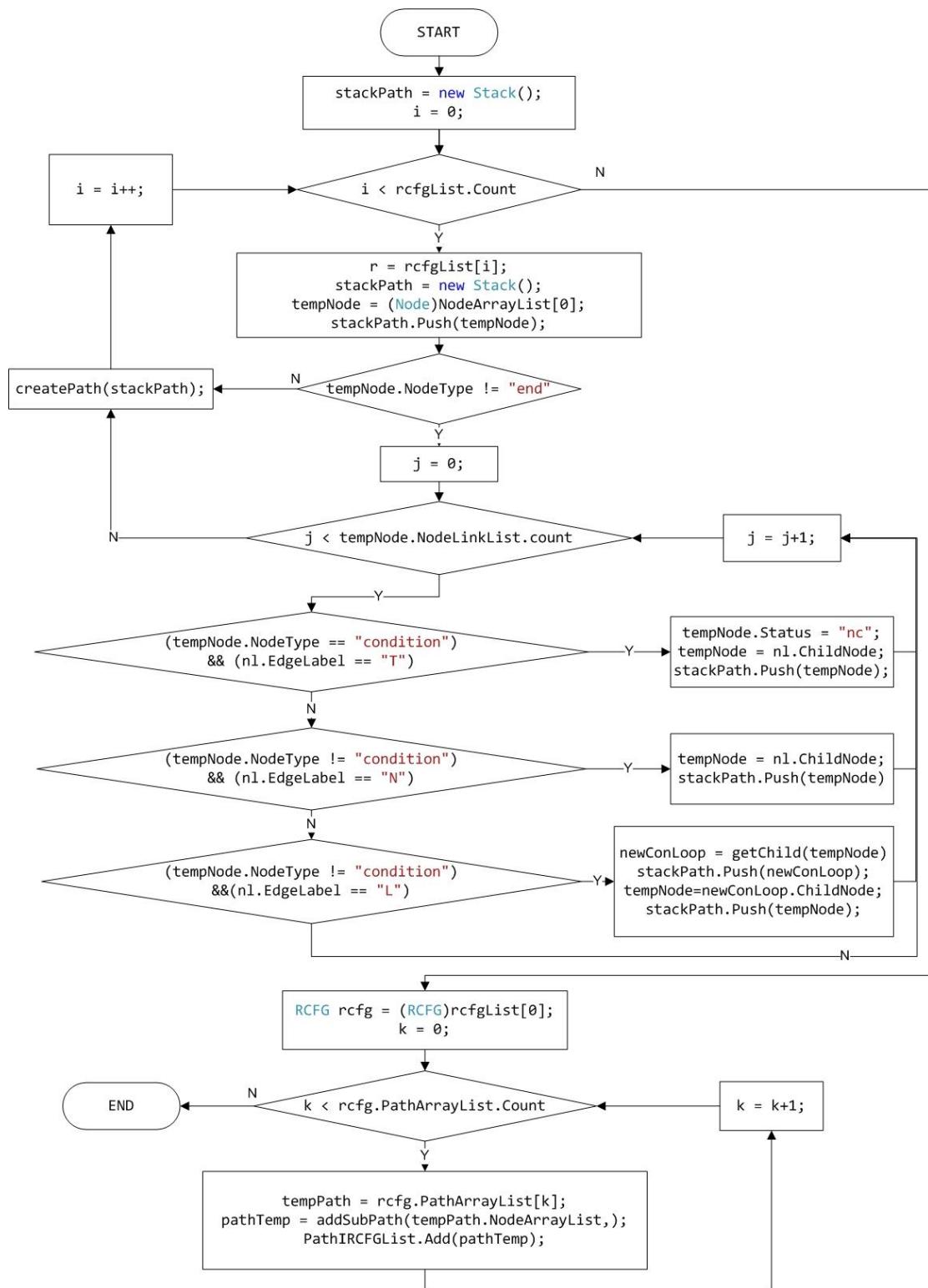
รูปที่ 3.32 ผังงานของการสร้างกราฟกระแสไออาร์ซีเอพี (ต่อ)

### 3.3.5 การสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอพี

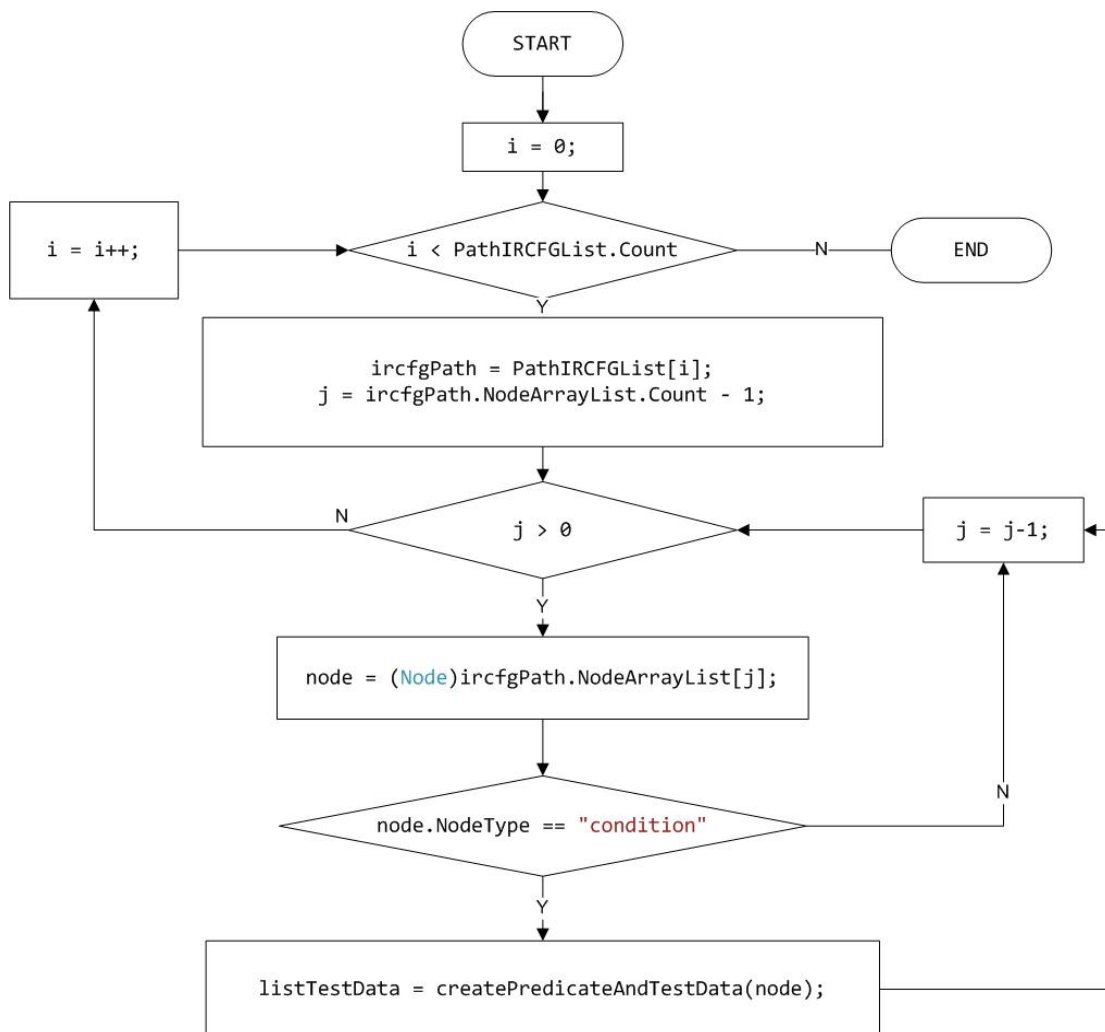
การสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอพี เริ่มจากการสร้างเส้นทางในทุกอาร์ซีเอพีก่อน โดยท่องไปยังทุกโหนดใน NodeArrayList โดยเก็บลำดับของโหนดที่ท่องผ่านไว้ใน stackPath เมื่อท่องจนครบทุกโหนดแล้ว จะนำลำดับของโหนดใน stackPath มาเส้นทางอาร์ซีเอพีและเก็บไว้ใน PathArrayList เมื่อสร้างเส้นทางอาร์ซีเอพีครบทุกอาร์ซีเอพีแล้ว จะเลือก rcfgList[0] มาเป็นอาร์ซีเอพีราก โดยเก็บไว้ในตัวแปร rcfg และท่องไปยังแต่ละเส้นทางอาร์ซีเอพีใน PathArrayList ของอาร์ซีเอพีราก เมื่อพบเมท็อดโหนด จะนำเส้นทางอาร์ซีเอพีของอาร์ซีเอพีซึ่งสร้างมาจากเมท็อดโหนดดังกล่าว มาใส่ใน tempPath เมื่อท่องจนครบทุกโหนดในอาร์ซีเอพีราก จะได้เส้นทางไออาร์ซีเอพี ผังงานของการสร้างเส้นทางไออาร์ซีเอพี แสดงดังรูปที่ 3.33

### 3.3.6 การสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ

ข้อมูลทดสอบ คือ ค่าของตัวแปรที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์ ขั้นตอนของการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ ดำเนินการตามหลักการที่ฉัฐธร ทองระอา (2550) กำหนดไว้ เริ่มจากเลือกเส้นทางไออาร์ซีเอพี 1 เส้นทาง ไว้ในตัวแปร ircfgPath จากนั้นท่องไปยังโหนดภายในเส้นทางไออาร์ซีเอพีซึ่งเก็บอยู่ใน NodeArrayList เมื่อพบคอนดิชันโหนด นำข้อมูลในคอนดิชันโหนดมาสร้างค่าตัวแปรข้อมูลทดสอบ แล้วเก็บไว้ใน listTestData ทำซ้ำจนครบทุกคอนดิชันโหนดในเส้นทางไออาร์ซีเอพีและครบทุกเส้นทางไออาร์ซีเอพี ผังงานของการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.33 ฟังก์ชันของการสร้างเส้นทางไອอาร์ซีเอฟจี

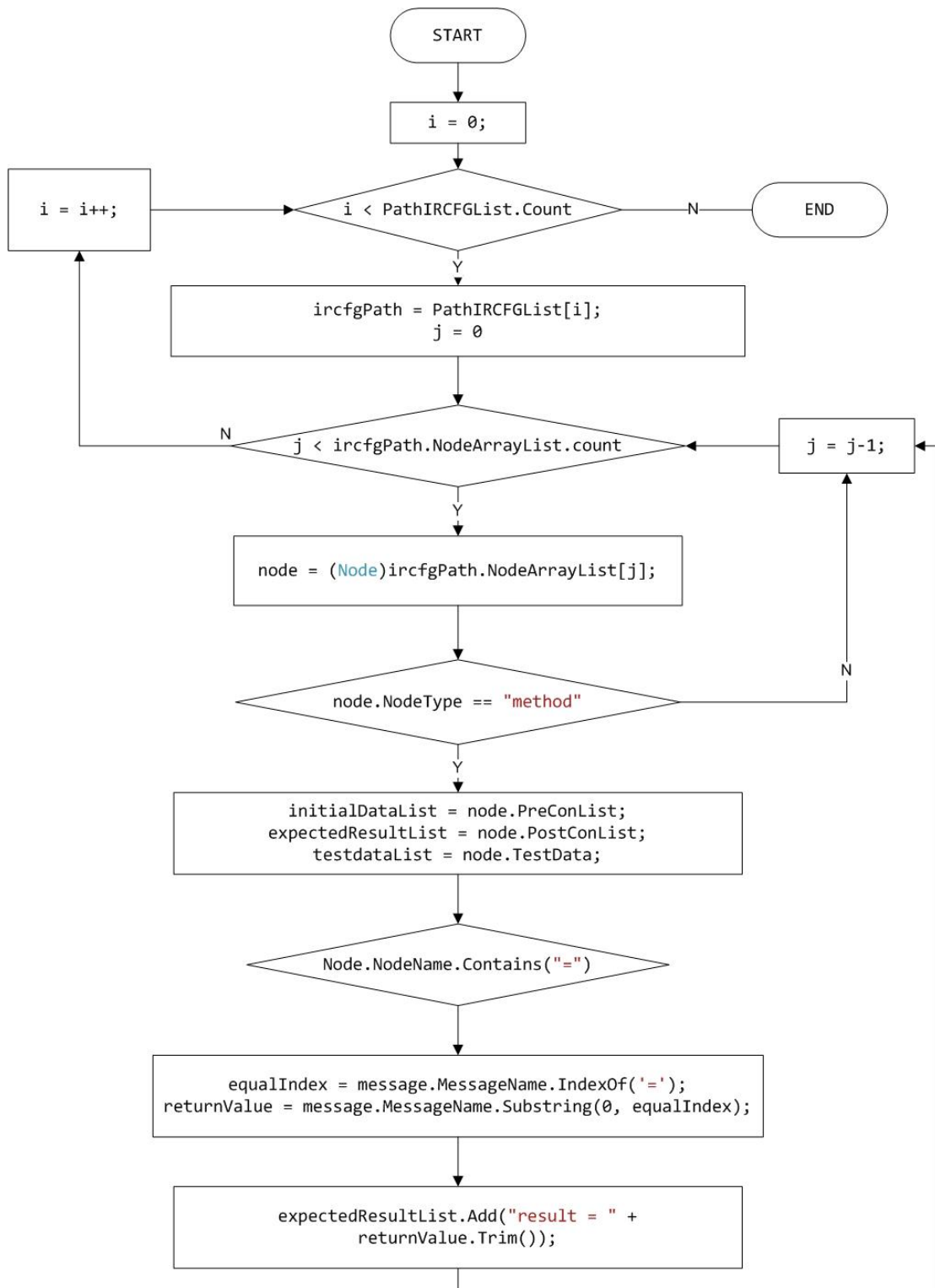


รูปที่ 3.34 ผังงานของการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบ

### 3.3.7 การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

กรณีทดสอบ ประกอบด้วย ข้อมูลเบื้องต้น (Initial Data) ข้อมูลทดสอบ (Test Data) และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Result) ผู้วิจัยกำหนดให้ขั้นตอนในการสร้างกรณีทดสอบ เริ่มจากเลือกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีซึ่งเก็บอยู่ใน PathIRCFGList มา 1 เส้นทาง จากนั้นท่องเที่ยวในโหนดของเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี ซึ่งเก็บอยู่ใน NodeArrayList เมื่อพบเมทอดโหนด นำเงื่อนไขก่อนดำเนินการของเมทอดโหนดจาก node.PreConList มาเป็นข้อมูลเบื้องต้น โดยเก็บใน initialDataList และนำเงื่อนไขหลังดำเนินการของเมทอดโหนดจาก node.PostConList มาเป็นผลลัพธ์ที่คาดหวัง โดยเก็บใน expectedResultList หากมีตัวแปรคิ่นค่าในเมทอดโหนด นำตัวแปรคิ่นค่ามาเขียนในรูปแบบ “result = ตัวแปรคิ่นค่า” และนำมาเป็นผลลัพธ์ที่คาดหวัง testDataList นำค่าของตัวแปรเงื่อนไขมาเป็นข้อมูลทดสอบ ทำซ้ำจนครบทุกเมทอดโหนดในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี

และครบทุกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคส ฝั่งงานของการสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย แสดงดัง  
รูป 3.35



รูปที่ 3.35 ฝั่งงานของการสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

### 3.3.8 การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส

การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส จะเริ่มต้นจากการหาตัวแปร 3 ประเภท ได้แก่ ตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่า ที่ปรากฏอยู่ในแต่ละแผนภาพซีเควન્ซ์ ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส เริ่มจาก

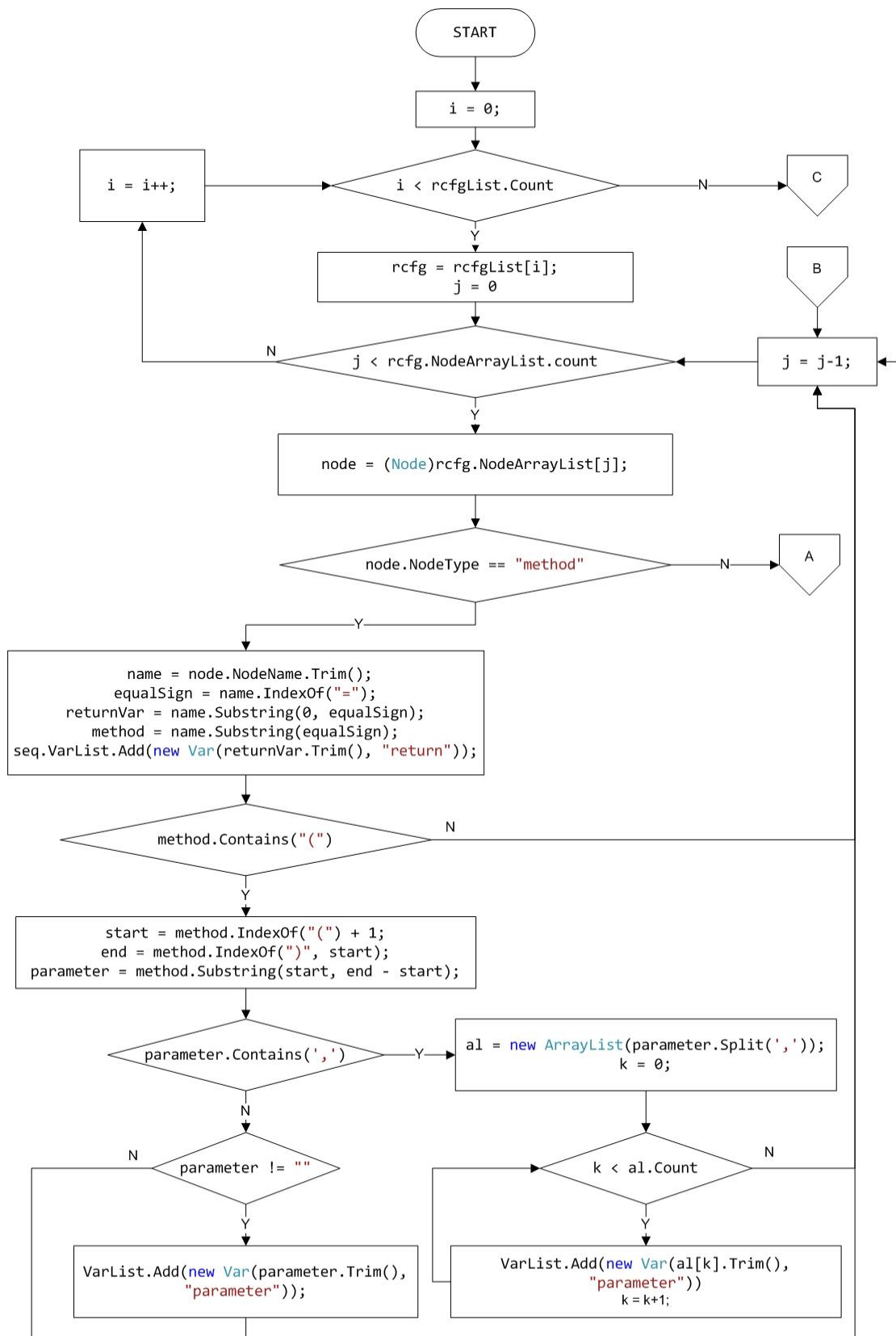
1. เลือกอาร์ซีเอฟจี 1 อาร์ซีเอฟจี ซึ่งเก็บอยู่ใน rcfgList จากนั้นท่องไปในโนหนดของอาร์ซีเอฟจี ซึ่งเก็บอยู่ใน NodeArrayList

1) ถ้าเป็นเมทอดโนหนด จะแยกประเภทตัวแปรที่อยู่ในชื่อเมทอดโนหนด ถ้าชื่อเมทอดมีเครื่องหมาย = แสดงว่าฝั่งซ้ายของเครื่องหมายคือตัวแปรคืนค่า จึงเก็บตัวแปรคืนค่าใส่ VarList ฝั่งขวาของเครื่องหมายชื่อเมทอด หากฝั่งขวามีเครื่องหมายวงเล็บ และมีเครื่องหมาย , อยู่ภายในวงเล็บ แสดงว่ามีตัวแปรพารามิเตอร์หลายตัว จึงทำการแยกตัวแปรพารามิเตอร์ใส่ VarList หากไม่มีตัวอักษรใดอยู่ในวงเล็บ แสดงว่าไม่มีตัวแปรพารามิเตอร์

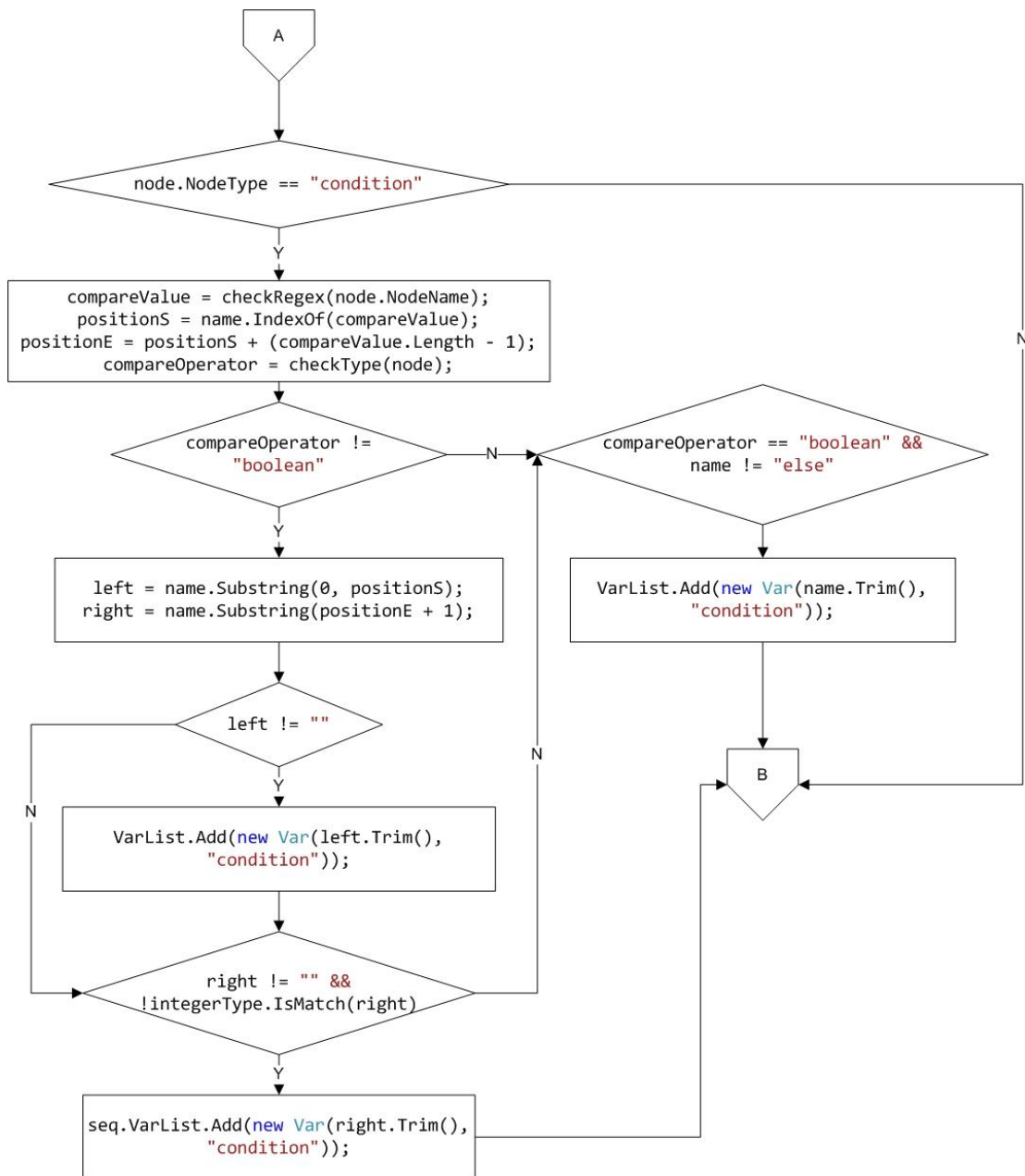
2) ถ้าเป็นคอนดิชันโนหนด จะตรวจสอบว่าชื่อคอนดิชันโนหนด มีเครื่องหมาย >, >=, <, <=, ==, =, != หรือตัวเลขหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าฝั่งซ้ายของเครื่องหมายดังกล่าวคือตัวแปรคอนดิชัน ส่วนฝั่งขวา ถ้าไม่ใช่ตัวเลข ไม่มีคำว่า true, false และ null แสดงว่าเป็นตัวแปรคอนดิชัน จึงเก็บตัวแปรคอนดิชันใส่ VarList แต่หากชื่อคอนดิชันโนหนดไม่มีเครื่องหมายดังกล่าว แสดงว่าเป็น Boolean จึงเก็บตัวแปรคอนดิชันใส่ VarList ทำซ้ำจนครบทุกอาร์ซีเอฟจี

2. จับคู่ยูสเคส โดยพิจารณาจากแผนภาพซีเควન્ซ์ที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน เปรียบเทียบตัวแปรใน VarList ของแผนภาพซีเควન્ซ์ seqA และ seqB หากมีตัวแปรใดที่ชื่อเหมือนกัน จะเก็บลงใน shareVarList โดยนำแผนภาพซีเควન્ซ์ seqA และ seqB มาวิเคราะห์ลำดับการทำงานของคู่อยูสเคสด้วย เพื่อเลือกคู่อยูสเคสที่มีลำดับการทำงานที่ถูกต้อง โดยพิจารณาว่ามีผลลัพธ์ที่คาดหวังของยูสเคสลำดับที่ 1 ตรงกับข้อมูลเบื้องต้นของยูสเคสลำดับที่ 2 จากนั้นจะเก็บ seqA และ seqB ใน coupleList ทำซ้ำจนครบทุกแผนภาพซีเควન્ซ์ จะได้คู่อยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน

ผังงานของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส แสดงดังรูป 3.36-3.38

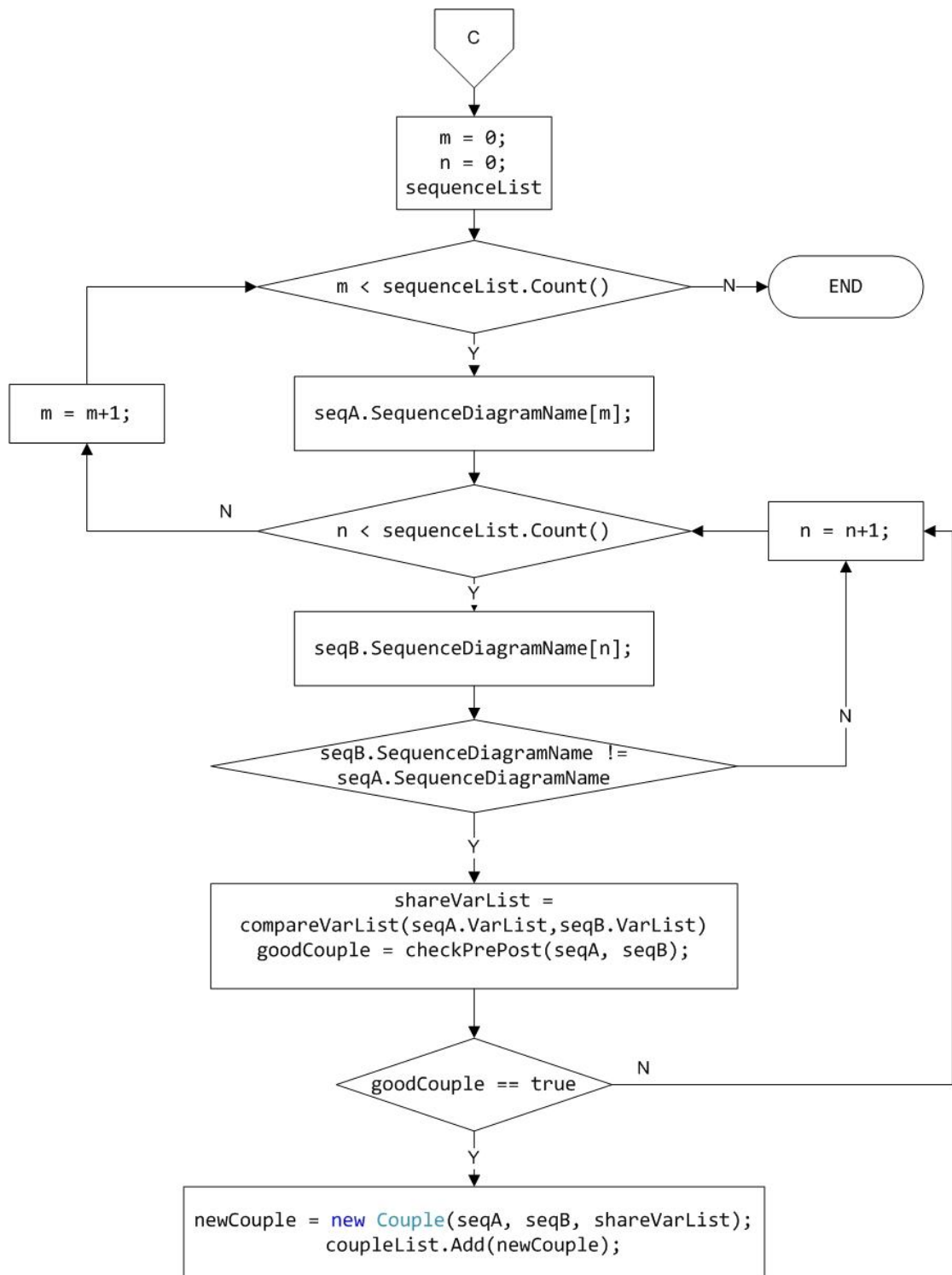


รูปที่ 3.36 ฟังก์ชันของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส



รูปที่ 3.37 ผังงานของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส (ต่อ)

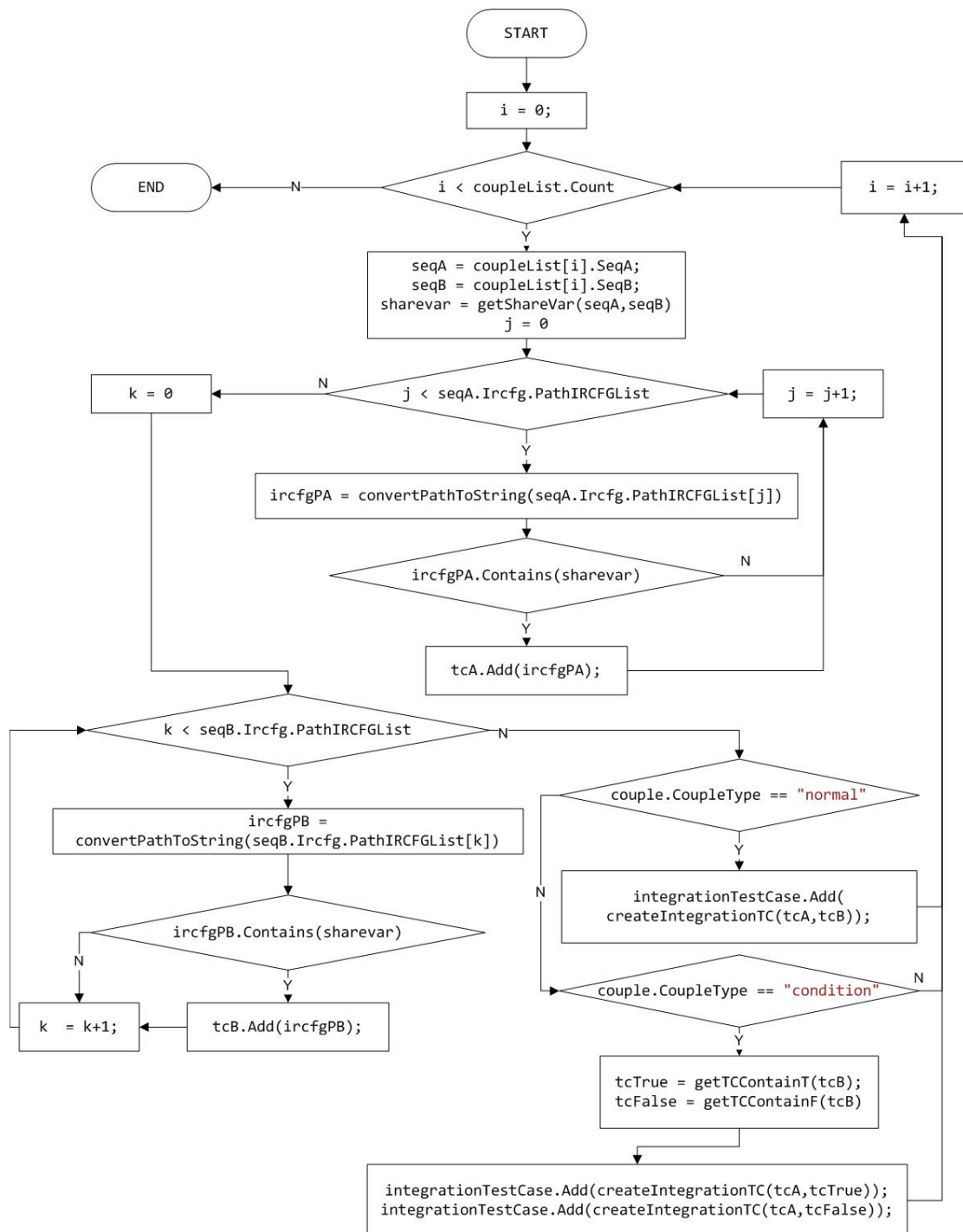




รูปที่ 3.38 ฟังก์ชันของการหาความสัมพันธ์ของยูสเคส (ต่อ)

### 3.3.9 การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ผู้วิจัยกำหนดให้การสร้างกรณีทดสอบ เริ่มจากการเลือกคู่ของยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กัน จาก coupleList จากนั้นเลือกยูสเคสที่ 1 จากยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กัน ใส่ตัวแปร seqA และเลือก ยูสเคสที่ 2 ใส่ตัวแปร seqB พิจารณาตัวแปรที่ใช้ร่วมกันของสองยูสเคส เลือกกรณีทดสอบระดับ หน่วยของ seqA ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกันในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี จากนั้นพิจารณาประเภทตัวแปรที่ใช้ ร่วมกันของสองยูสเคส จาก CoupleType หากเป็นประเภท “condition” หมายถึง ตัวแปรที่ใช้ ร่วมกันถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไข จะเลือกกรณีทดสอบระดับหน่วยของ seqB ที่มีค่าของตัวแปร เงื่อนไขเป็นจริง เป็นจำนวน 1 กรณี และเท็จเป็นจำนวน 1 กรณี หากเป็นประเภท “normal” หมายถึง ตัวแปรที่ใช้ร่วมกันไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไข เลือกกรณีทดสอบระดับหน่วยของ seqB ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกันในเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี จำนวน 1 กรณี จากนั้นนำกรณีทดสอบระดับ หน่วยที่ถูกเลือกของ seqB มาเชื่อมต่อกับกรณีทดสอบระดับหน่วยที่ถูกเลือกของ seqA จะได้กรณี ทดสอบระดับบูรณาการ และเก็บไว้ในตัวแปร integrationTestCase ฝั่งงานของการสร้างกรณี ทดสอบระดับบูรณาการ แสดงดังรูป 3.39

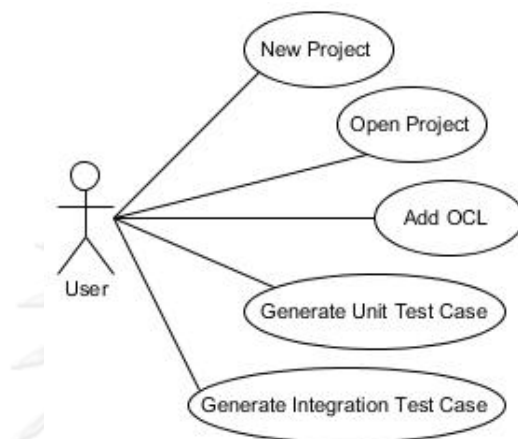


รูปที่ 3.39 ผังงานของการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

### 3.4 การออกแบบเครื่องมือด้วยยูเอ็มแอล

#### 3.4.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคส เป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็นหน้าที่การทำงานของระบบในมุมมองของผู้ใช้ แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถทำอะไรในระบบ มีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการแสดงดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

จากแผนภาพยูสเคสในรูปที่ 3.40 สามารถอธิบายรายละเอียดของแต่ละยูสเคส รวมถึงเงื่อนไขก่อนและหลังทำงานของยูสเคสได้ด้วยเอกสารคำอธิบายยูสเคส แสดงดังตารางที่ 3.22-3.27 ตารางที่ 3.22 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการสร้างโครงการ

Use Case	การสร้างโครงการ (New Project)
Goal	ผู้ใช้งานสร้างโครงการ
Actor	ผู้ใช้งาน
Precondition	-
Postcondition	ผู้ใช้งานสร้างโครงการสำเร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือกเมนูสร้างโครงการ (New Project)</li> <li>2. ระบบแสดงหน้าจอสร้างโครงการใหม่</li> <li>3. ผู้ใช้งานป้อนชื่อโครงการและกดปุ่มสร้าง</li> <li>4. ระบบสร้างโครงการใหม่ตามชื่อที่ผู้ใช้งานป้อน</li> </ol>
Extensions	3a. กรณีชื่อโครงการซ้ำกับชื่อโครงการที่มีอยู่ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ

ตารางที่ 3.23 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการเปิดโครงการ

Use Case	การเปิดโครงการ (Open Project)
Goal	ผู้ใช้งานเปิดโครงการ
Actor	ผู้ใช้งาน
Precondition	-
Postcondition	ผู้ใช้งานเปิดโครงการสำเร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือกเมนูเปิดโครงการ (Open Project)</li> <li>2. ระบบแสดงหน้าจอเปิดโครงการ</li> <li>3. ระบบแสดงรายชื่อโครงการ</li> <li>4. ผู้ใช้งานเลือกชื่อโครงการที่ต้องการเปิด</li> <li>5. ระบบเปิดโครงการใหม่ตามชื่อที่ผู้ใช้งานเลือก</li> </ol>

ตารางที่ 3.24 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการนำเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

Use Case	การนำเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (Import XML)
Goal	ผู้ใช้งานนำเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์เข้าสู่โครงการ
Actor	ผู้ใช้งาน
Precondition	เปิดโครงการแล้ว
Postcondition	ผู้ใช้งานนำเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์เข้าสู่โครงการสำเร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือกเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์</li> <li>2. ระบบตรวจสอบโครงสร้างไฟล์</li> <li>3. ระบบคัดลอกเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลไว้ในโฟลเดอร์ของโครงการ</li> <li>4. ระบบแสดงชื่อของแผนภาพซีเควนซ์ และข้อมูลภายในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล</li> </ol>
Extensions	2a. กรณีโครงสร้างไฟล์ไม่ถูกต้อง ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ

ตารางที่ 3.25 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการบันทึกโอซีแอล

Use Case	การบันทึกโอซีแอล (Add OCL)
Goal	บันทึกโอซีแอล
Actor	ผู้ใช้งาน
Precondition	-
Postcondition	ระบบบันทึกโอซีแอล
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพซีเควนซ์</li> <li>2. ระบบสร้างโอซีแอลจากแผนภาพซีเควนซ์ให้โดยอัตโนมัติ</li> <li>3. ระบบแสดงรายการเมสเสจของแผนภาพซีเควนซ์ที่ผู้ใช้เลือก และแสดงรายละเอียดของเมสเสจ</li> <li>4. ผู้ใช้งานป้อนเงื่อนไขก่อนการทำงานและเงื่อนไขหลังการทำงานในรูปแบบโอซีแอล</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Save OCL Constraints</li> <li>6. ระบบบันทึกเงื่อนไขก่อนการทำงานและเงื่อนไขหลังการทำงานลงในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีเควนซ์</li> </ol>

ตารางที่ 3.26 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

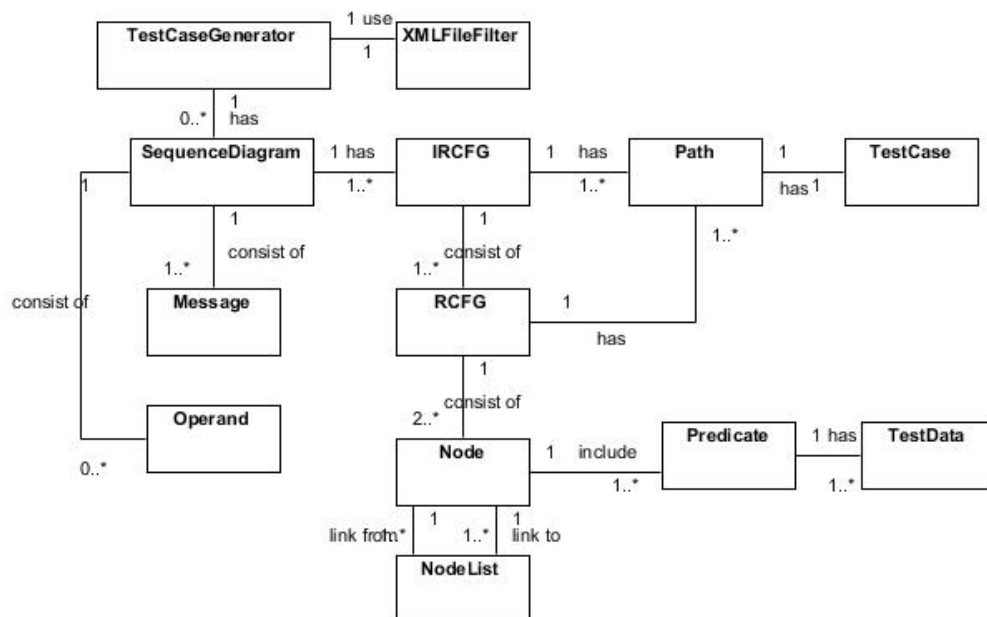
Use Case	การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย (Generate Unit Test Case)
Goal	สร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย
Actor	ผู้ใช้งาน
Precondition	บันทึกโอซีแอลแล้ว
Postcondition	กรณีทดสอบระดับหน่วยถูกสร้าง
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Create Unit Test Case</li> <li>2. ระบบสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดแท็บ Generate Unit Test Case</li> <li>4. ระบบแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี</li> <li>5. ระบบแสดงกรณีทดสอบระดับหน่วย</li> </ol>

ตารางที่ 3.27 เอกสารคำอธิบายยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

Use Case	การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ (Generate Integration Test Case)
Goal	สร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ
Actor	ผู้ใช้งาน
Precondition	บันทึกไอซีแอลแล้ว สร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยแล้ว
Postcondition	กรณีทดสอบระดับบูรณาการถูกสร้าง
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดแท็บ Generate Integration Test Case</li> <li>2. ระบบหาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากการใช้ตัวแปรร่วมกัน</li> <li>3. ระบบแสดงคู่อุสเคสทางหน้าจอ</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกคู่อุสเคส</li> <li>5. ระบบสร้างกรณีทดสอบบูรณาการของคู่อุสเคสที่ถูกเลือก</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. ระบบแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของคู่อุสเคสที่ถูกเลือก</li> <li>4. ระบบแสดงกรณีทดสอบระดับบูรณาการของคู่อุสเคสที่ถูกเลือก</li> </ol>

### 3.4.2 แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาส เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงคลาสและความสัมพันธ์ของแต่ละคลาส แผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ แสดงดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 แผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

จากแผนภาพคลาสในรูปที่ 3.41 แต่ละคลาสมีรายละเอียดดังนี้

1. คลาส TeseCaseGenerator คือ คลาสหลักที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้เครื่องมือ รับคำสั่งจากผู้ใช้ และแสดงผลลัพธ์
2. คลาส XMLFileFilter คือ คลาสที่ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล
3. คลาส SequenceDiagram คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของแผนภาพซีควเอนซ์
4. คลาส Message คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของเมสเสจ
5. คลาส Operand คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของตัวดำเนินการที่ปรากฏเป็นเงื่อนไขในคอมบายด์แฟรกเมนต์ในแผนภาพซีควเอนซ์
6. คลาส IRCFG คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี
7. คลาส RCFG คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของอาร์ซีเอฟจีของกราฟกระแสไออาร์ซีเอฟจี
8. คลาส Node คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดโหนดที่อยู่ภายในอาร์ซีเอฟจี
9. คลาส NodeList คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของเส้นเชื่อมระหว่างโหนดภายในอาร์ซีเอฟจี ประกอบด้วยข้อมูลโหนดแม่ โหนดลูก และเลเบลบนเส้นเชื่อม
10. คลาส Predicate คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของซิมเพิลเพรดิเคตในคอนดิชันโหนด
11. คลาส TestData คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของข้อมูลทดสอบ
12. คลาส Path คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี
13. คลาส TestCase คือ คลาสที่เก็บรายละเอียดของกรณีทดสอบ



## บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ

บทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการโดยอัตโนมัติ โดยจะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ การเก็บข้อมูลของเครื่องมือ และโครงสร้างของเครื่องมือ มีรายละเอียดดังนี้

### 4.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

#### 1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หน่วยประมวลผลคอร์ไอเซเวน 2.00 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel Core i7 2.00GHz)

1.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) 8 กิกะไบต์ (8 GB)

1.3 ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 700 กิกะไบต์ (70 GB)

#### 2. ซอฟต์แวร์ (Software)

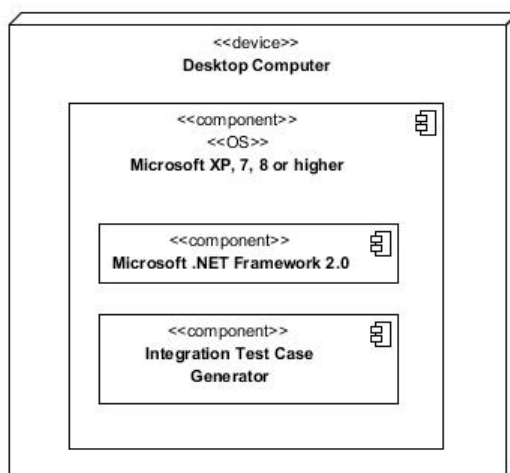
2.1 ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ไมโครซอฟท์วินโดวส์ 8 (Microsoft Windows 8)

2.2 พัฒนาเครื่องมือด้วยภาษาซีชาร์ปดอทเน็ต โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลสตูดิโอ 2010 (Microsoft Visual Studio 2010)

2.3 เครื่องมือช่วยสร้างเอกสารแผนภาพยูสเคสและแผนภาพยูเอ็มแอล เป็นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (XML Document) วิซวลพาราไดม์ สำหรับยูเอ็มแอล เวอร์ชัน 11.0 (Visual Paradigm for UML 11.0)

### 4.2 สถาปัตยกรรมระบบ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ผู้วิจัยจึงออกแบบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการทำงานซึ่งมีลักษณะผู้ใช้เพียงคนเดียว ไม่ได้ใช้ร่วมกันพร้อมกันหลายคน จึงออกแบบให้เป็นโปรแกรมประยุกต์บนเดสก์ทอป (Desktop Application) และเนื่องจากการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ จะต้องนำเข้าแผนภาพซีเคเวนซ์อย่างน้อย 2 แผนภาพ บางครั้งอาจมีการนำเข้าจำนวนมาก และจะต้องป้อนข้อมูลไอซีแอลสำหรับแต่ละเมสเสจในแต่ละแผนภาพซีเคเวนซ์ จึงมีการบันทึกข้อมูลโครงการในรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

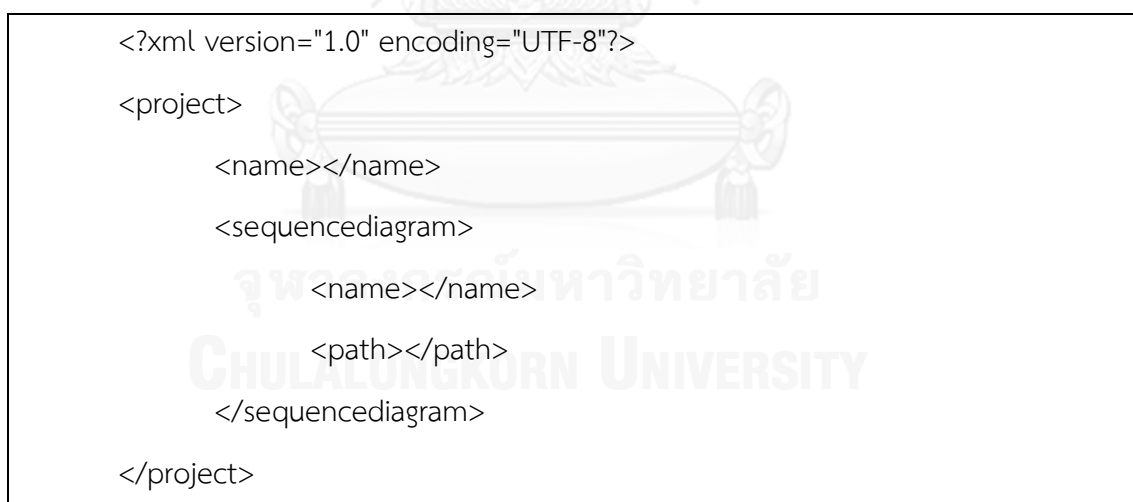


รูปที่ 4.1 สถาปัตยกรรมระบบ

### 4.3 ฐานข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ จะจัดเก็บข้อมูลโครงการ ข้อมูลแผนภาพซีควนซ์และไอซีแอลในรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล มีโครงสร้างดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลโครงการ โครงสร้างภายในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ประกอบไปด้วยชื่อโครงการ ชื่อแผนภาพซีควนซ์ ที่อยู่เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควนซ์ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของข้อมูลโครงการ

2. ข้อมูลแผนภาพซีควนซ์และไอซีแอล คือ เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควนซ์ที่วาดด้วยโปรแกรมวิซวล พาราไดม์ เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจะบันทึกข้อมูลไอซีแอลเพิ่มเข้าไปในเอกสาร โดยมีโครงสร้างภายในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ประกอบไปด้วยชื่อโครงการ รายละเอียดโครงการ แบบจำลอง เมสเสจ รายการเงื่อนไขก่อนการทำงาน ไอซีแอลของเงื่อนไขก่อนการทำงาน รายการเงื่อนไขหลังการทำงาน ไอซีแอลของเงื่อนไขหลังการทำงาน ดังรูปที่ 4.3

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Project>
  <ProjectInfo></ProjectInfo>
<Models>
  <Message>
    <prelist>
      <pre></pre>
    </prelist>
    <postList>
      <post></post>
    </postList>
  </Message>
</Models>
<Diagrams></Diagrams>
</Project>

```

รูปที่ 4.3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของข้อมูลแผนภาพซีเควนซ์และไอซีแอล

#### 4.4 หน้าจอการใช้งาน

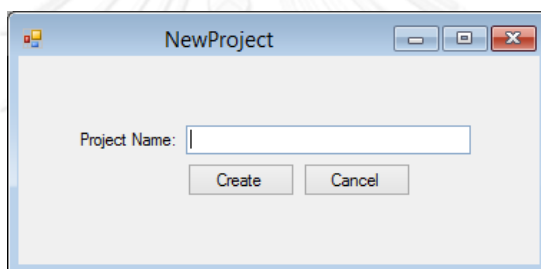
หน้าจอการใช้งานของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ มีรายละเอียดดังนี้

1. หน้าหลัก ประกอบด้วยในแถบเมนู File ซึ่งมีเมนูย่อย 5 เมนู คือ สร้างโครงการใหม่ (New Project) เปิดโครงการ (Open Project) ปิดโครงการ (Close Project) บันทึกโครงการ (Save Project) และออกจากโปรแกรม (Exit)



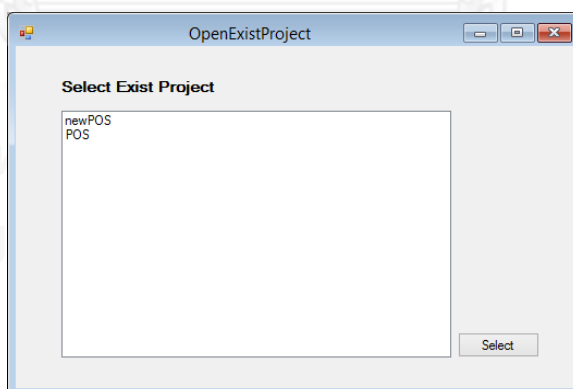
รูปที่ 4.4 หน้าหลัก

2. หน้าสร้างโครงการใหม่ คือ หน้าที่ใช้ป้อนชื่อ เพื่อสร้างโครงการใหม่



รูปที่ 4.5 หน้าสร้างโครงการใหม่

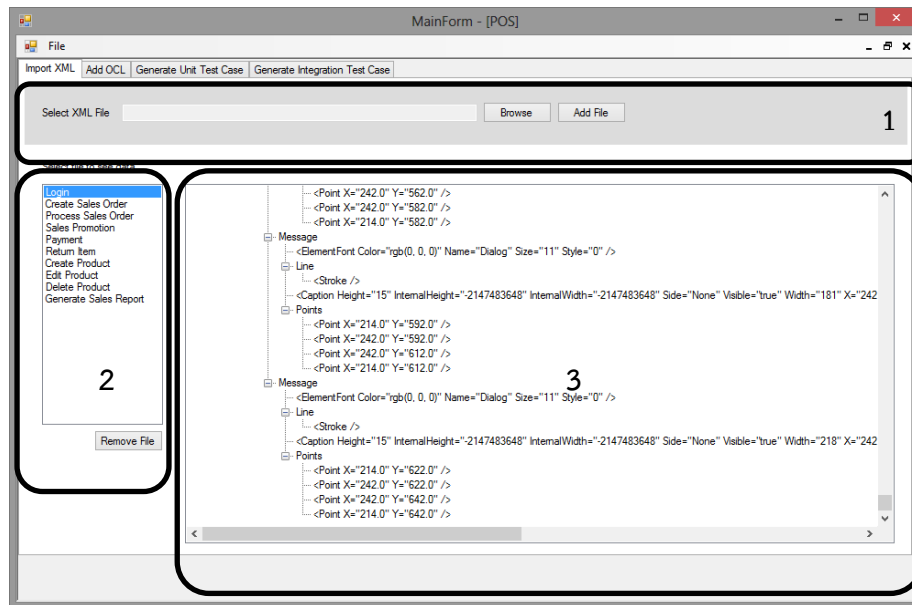
3. หน้าจอเปิดโครงการ เป็นหน้าแสดงรายการโครงการที่เคยสร้างไว้



รูปที่ 4.6 หน้าจอเปิดโครงการ

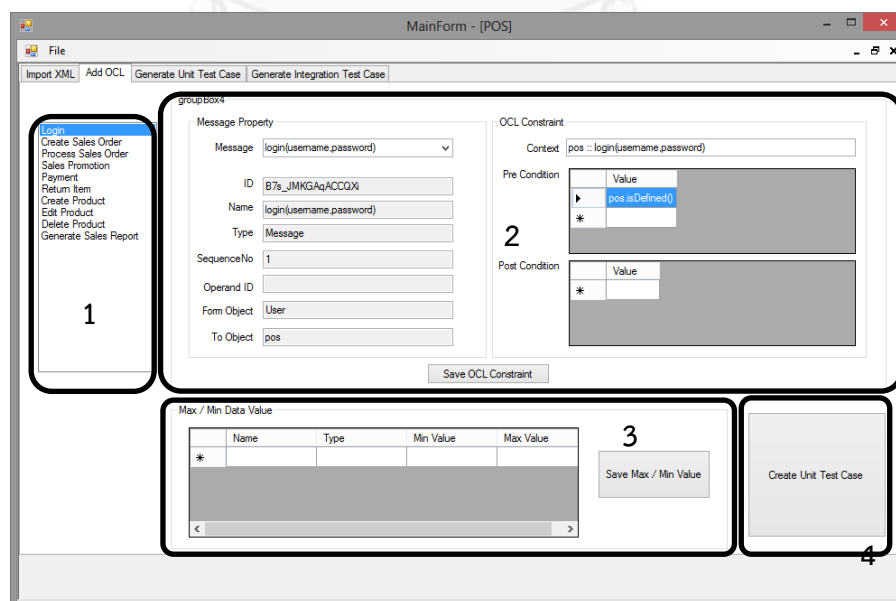
4. หน้าจอสร้างกรณีทดสอบ ประกอบด้วย 4 หน้าย่อย

1) หน้าจอนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (import XML) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน (1) ส่วนที่รับข้อมูลแผนภาพซีเควนซ์ซึ่งอยู่ในรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (2) ส่วนแสดงชื่อแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกนำเข้ามาในโครงการแล้ว และ (3) ส่วนแสดงรายละเอียดข้อมูลภายในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ตามแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกเลือกในส่วนที่ 2



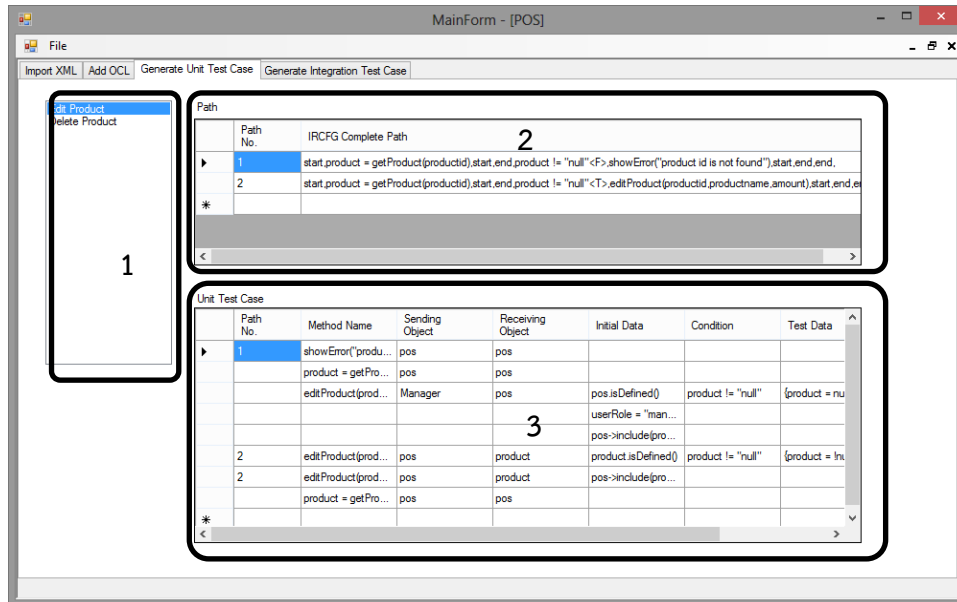
รูปที่ 4.7 หน้าจอนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

2. หน้าจอเพิ่มข้อมูลโอซีแอล (Add OCL) แบ่งออกเป็น 4 ส่วน (1) ส่วนแสดงชื่อแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกนำเข้ามาในโครงการ (2) ส่วนแสดงรายละเอียดของแผนภาพซีเควนซ์ ตามแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกเลือกในส่วนที่ 1 ประกอบด้วย รายการเมสเสจในแผนภาพซีเควนซ์ ชื่อเมสเสจ รหัสเมสเสจ ประเภทของเมสเสจ เลขลำดับของเมสเสจ รหัสตัวดำเนินการ อ็อบเจกต์ที่ส่งเมสเสจ และอ็อบเจกต์ที่ได้รับเมสเสจ นอกจากนี้ยังมีตารางสำหรับป้อนข้อมูลเงื่อนไขก่อนการทำงานและเงื่อนไขหลังการทำงานสำหรับทุกเมสเสจ (3) ส่วนแสดงตารางตัวแปรคอนดิชันที่มีประเภทข้อมูลเป็นตัวเลขในแผนภาพซีเควนซ์ สำหรับป้อนข้อมูลค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปร (4) ส่วนแสดงปุ่มสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย สำหรับนำข้อมูลที่ป้อนในส่วนที่ 2 และ 3 ไปสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย



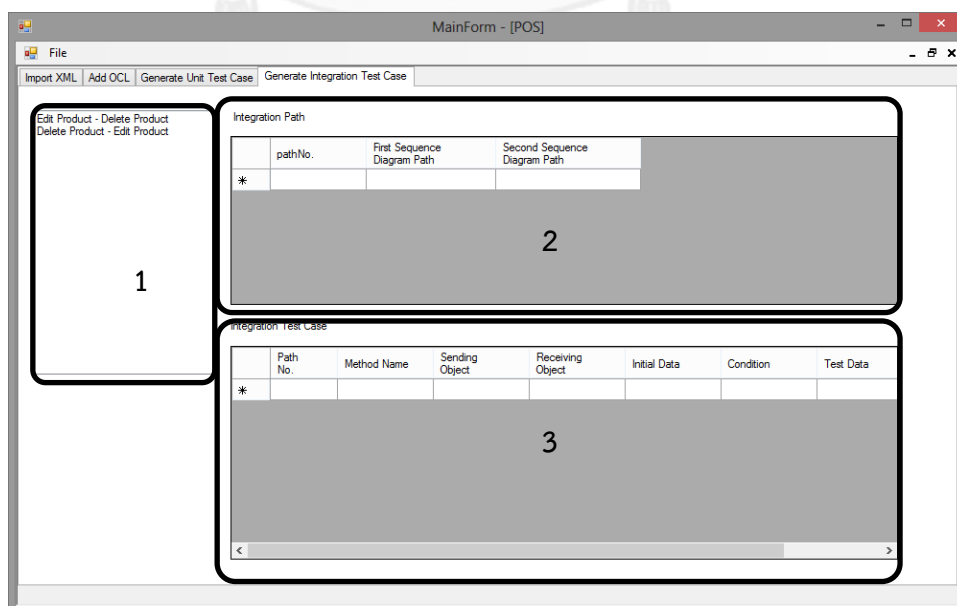
รูปที่ 4.8 หน้าจอเพิ่มข้อมูลโอซีแอล

3. หน้าจอสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย (Generate Unit Test Case) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน (1) ส่วนแสดงชื่อแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกนำมาสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยแล้ว (2) ส่วนแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี ตามแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกเลือกใน ส่วนที่ 1 และ (3) ส่วนแสดงกรณีทดสอบระดับหน่วยตามแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกเลือกใน ส่วนที่ 1



รูปที่ 4.9 หน้าจอสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

4. หน้าจอสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ (Generate Integration Test Case) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน (1) ส่วนแสดงชื่อคู่ของแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกนำมาสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ (2) ส่วนแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี ตามคู่ของแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกเลือกใน ส่วนที่ 1 และ (3) ส่วนแสดงกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ตามคู่ของแผนภาพซีเควนซ์ที่ถูกเลือกใน ส่วนที่ 1



รูปที่ 4.10 หน้าจอสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

## บทที่ 5

### การประเมินผลเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

บทนี้จะกล่าวถึงการประเมินผลเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการโดยอัตโนมัติ จากแผนภาพยูเอ็มแอลซึ่งพัฒนาตามแนวทางที่นำเสนอในบทที่ 3 ในบทนี้ประกอบด้วย ขั้นตอนการประเมินผลเครื่องมือ กรณีศึกษา หลักการเปรียบเทียบคู่ยูสเคส หลักการเปรียบเทียบกรณีทดสอบ และสรุปการประเมินผลเครื่องมือ มีรายละเอียดดังนี้

#### 5.1 ขั้นตอนการประเมินผลเครื่องมือ

การประเมินผลเครื่องมือ มีจุดประสงค์เพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือใน 2 ประเด็นคือ ความครอบคลุมของกรณีทดสอบและเวลาที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ ขั้นตอนในการประเมินผลเครื่องมือ มีรายละเอียดดังนี้

1. นำกรณีศึกษามาใช้ในการสร้างกรณีทดสอบโดยเครื่องมือ รายละเอียดของกรณีศึกษาอธิบายในหัวข้อ 5.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือคือ คู่ของยูสเคส กรณีทดสอบระดับหน่วย และกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

2. นำกรณีศึกษามาให้ผู้เชี่ยวชาญจับคู่ยูสเคส โดยเลือกเฉพาะคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกันและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ผู้เชี่ยวชาญจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีความรู้ความเข้าใจในการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ
- 2) มีประสบการณ์ด้านการออกแบบกรณีทดสอบระดับหน่วยและกรณีทดสอบระดับบูรณาการให้กับบริษัทผลิตซอฟต์แวร์ ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป
- 3) มีตำแหน่งงานซึ่งทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับการทดสอบซอฟต์แวร์โดยตรง

จากคุณสมบัติข้างต้น คู่ยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่ผู้เชี่ยวชาญสร้างจึงมีความน่าเชื่อถือ

3. นำกรณีศึกษามาให้นักทดสอบจับคู่ยูสเคส โดยเลือกเฉพาะคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกันและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ซึ่งนักทดสอบจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีความรู้ความเข้าใจในการทดสอบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ
- 2) มีประสบการณ์ด้านการออกแบบกรณีทดสอบระดับหน่วย และระดับบูรณาการให้กับบริษัทผลิตซอฟต์แวร์ ตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป

5. ประเมินความครอบคลุมของคู่ยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการ โดยเปรียบเทียบคู่ยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบ

6. เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบโดยเครื่องมือและนักทดสอบ

เอกสารที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ แสดงดังตารางที่ 5.1 เอกสารที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบสำหรับเครื่องมือและนักทดสอบตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เอกสารที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบสำหรับเครื่องมือและนักทดสอบ

	เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบ
เอกสารที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ	ไอซีแอล แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีเควนซ์	เอกสารคำอธิบายยูสเคส แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีเควนซ์

## 5.2 กรณีศึกษา

กรณีศึกษาที่นำมาใช้ในในงานวิจัยนี้ คือ แผนภาพยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์ที่ออกแบบถูกต้องตามมาตรฐานยูเอ็มแอล โดยแผนภาพซีเควนซ์และแผนภาพยูสเคสต้องเป็นแผนภาพของระบบเดียวกัน งานวิจัยนี้สนใจสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ไม่ได้ครอบคลุมถึงการทดสอบระบบกรณีทดสอบที่สร้างได้เป็นกรณีทดสอบของยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น ดังนั้น ระบบที่นำมาเป็นกรณีศึกษา ควรมีตัวแปรอย่างน้อย 1 ประเภท จากตัวแปร 3 ประเภท เพื่อให้หลักการหาความสัมพันธ์ของยูสเคสจากการใช้ตัวแปรร่วมกันที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ได้ถูกทดสอบครบทุกประเภท จากคุณสมบัติของกรณีศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อขอความอนุเคราะห์จากบริษัทผลิตซอฟต์แวร์พบว่าหลายบริษัทไม่สามารถให้ข้อมูลได้ เนื่องจากเป็นนโยบายด้านความปลอดภัยของข้อมูลของบริษัทและลูกค้า มีบริษัทผลิตซอฟต์แวร์แห่งหนึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์กรณีศึกษาระบบขายสินค้า และได้กรณีศึกษาจากระบบเอทีเอ็มซึ่งเป็นตัวอย่างประกอบการเรียนการสอนวิชาพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุจากวิทยาลัยกอร์ดอน แผนภาพยูเอ็มแอลของระบบขายสินค้าและและระบบเอทีเอ็มแสดงในภาคผนวก ข และภาคผนวก ค ตามลำดับ รายละเอียดของแต่ละระบบมีดังนี้

1. ระบบขายสินค้า มีคุณสมบัติของกรณีศึกษาครบถ้วน มีจำนวนยูสเคสทั้งหมด 10 ยูสเคส และมีแผนภาพซีเควนซ์ 10 แผนภาพครบตามจำนวนยูสเคส รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5.2 สามารถสรุปจำนวนคอมบายด์แฟร็กเมนต์และตัวแปรของยูสเคสในระบบขายสินค้าได้ดังตารางที่ 5.3



ตารางที่ 5.2 สรุปแผนภาพซีเควนซ์ของระบบขายสินค้า

ยูสเคส	แผนภาพซีเควนซ์
การเข้าสู่ระบบ	/
การเปิดการขาย	/
การขายสินค้า	/
การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	/
การชำระเงิน	/
การรับคืนสินค้า	/
การเพิ่มสินค้า	/
การแก้ไขสินค้า	/
การลบสินค้า	/
รายงานการขาย	/

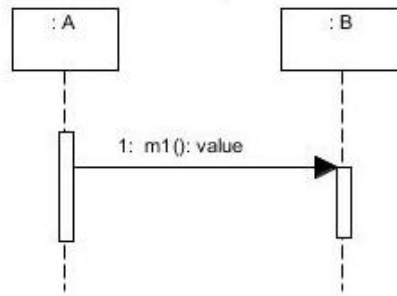
ตารางที่ 5.3 จำนวนคอมบายด์แฟรกเมนต์และตัวแปรของระบบขายสินค้า

ชื่อยูสเคส	ประเภทของคอมบายด์แฟรกเมนต์			ประเภทของตัวแปร		
	ลูป	ออบเจกต์	อัลเทอเนทีฟ	พารามิเตอร์	คีนค่า	เงื่อนไข
การเข้าสู่ระบบ	-	-	2	2	3	2
การเปิดการขาย	-	-	-	4	1	-
การขายสินค้า	-	-	1	8	4	1
การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	-	-	2	3	4	2
การชำระเงิน	-	-	1	4	2	2
การรับคืนสินค้า	-	-	1	6	4	1
การเพิ่มสินค้า	-	-	1	3	1	1
การแก้ไขสินค้า	-	-	1	4	1	1
การลบสินค้า	-	-	1	1	1	1
รายงานการขาย	-	-	-	2	1	-

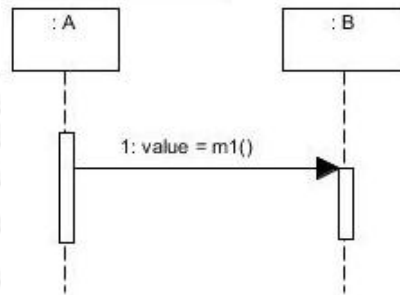
2. ระบบเอทีเอ็ม ประกอบไปด้วยแผนภาพยูเอ็มแอลและซอร์สโค้ด ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา (Java) โดยระบบเอทีเอ็มถูกใช้เป็นตัวอย่างประกอบการเรียนการสอน วิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ของวิทยาลัยกอร์ดอน จึงมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือที่จะนำมาเป็นกรณีศึกษา ระบบเอทีเอ็มมีจำนวนยูสเคสทั้งหมด 9 ยูสเคส มีแผนภาพซีเควนซ์ไม่ครบทุกยูสเคส แสดงดังตารางที่ 5.4 ตารางที่ 5.4 สรุปแผนภาพซีเควนซ์ของระบบเอทีเอ็ม

ยูสเคส	แผนภาพซีเควนซ์
System Startup	/
System Shutdown	/
Session	/
Transaction	/
Invalid PIN	X
Withdrawal	X
Deposit	X
Transfer	X
Inquiry	X

จากตารางที่ 5.4 มี 4 ยูสเคสที่มีแผนภาพซีเควนซ์ แต่ยังคงอยู่ในรูปแบบที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากยังขาดส่วนของผู้ใช้งานระบบในแผนภาพซีเควนซ์ และมี 5 ยูสเคสที่มีแผนภาพคอลาบอลเรชัน แต่ไม่มีแผนภาพซีเควนซ์ งานวิจัยนี้ไม่รองรับแผนภาพคอลาบอลเรชันจึงได้นำแผนภาพคอลาบอลเรชันมาแปลงเป็นแผนภาพซีเควนซ์ และปรับแก้โดยเพิ่มผู้ใช้งานระบบลงในแผนภาพซีเควนซ์ และแก้ไขการคืนค่าจากเมทอด เนื่องจากแผนภาพซีเควนซ์เดิมกำหนดการเรียกใช้เมทอดเป็นดังรูปที่ 5.1 โดยระบุตัวแปรที่คืนค่าไว้หลังชื่อเมทอดและเครื่องหมาย : ผู้วิจัยแก้ไขให้ระบุตัวแปรที่คืนค่าหน้าเครื่องหมาย = แล้วตามด้วยชื่อเมทอด ดังรูปที่ 5.2 สามารถสรุปจำนวนคอมบายต์แพรกเมนต์และตัวแปรของยูสเคสในระบบเอทีเอ็มได้ดังตารางที่ 5.5



รูปที่ 5.1 การเรียกใช้เม็ทอดที่สร้างจากได้จากโปรแกรมวิซัวลพาราไดม์



รูปที่ 5.2 การเรียกใช้เม็ทอดที่ถูกปรับแก้แล้ว

ตารางที่ 5.5 จำนวนคอมบายด์แฟรกเมนต์และตัวแปรของยูสเคสในระบบเอทีเอ็ม

ชื่อยูสเคส	ประเภทของคอมบายด์แฟรกเมนต์			ประเภทของตัวแปร		
	ลูบ	ออบชัน	อัลเทอเนทีฟ	พารามิเตอร์	คีนค่า	เงื่อนไข
การเปิดระบบ	-	-	-	1	1	-
การปิดระบบ	-	-	-	-	-	-
การทำเซสชัน	1	-	-	1	3	1
การทำรายการ	-	-	1	6	3	1
การใส่รหัสไม่ถูกต้อง	-	2	-	3	2	2
การถอนเงิน	1	-	-	3	5	1
การฝากเงิน	-	-	-	3	4	-
การโอนเงิน	-	-	-	1	5	-
การสอบถามยอดเงิน	-	-	-	1	3	-

จากตารางที่ 5.3 และ ตารางที่ 5.5 พบว่ากรณีศึกษาจำนวน 2 ระบบ มีคอมบายด์แฟรกเมนต์ครบทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ลูบ ออบชันและอัลเทอเนทีฟ อีกทั้งมีตัวแปรครบทั้ง 3 ประเภท ได้แก่

ตัวแปรพารามิเตอร์ ตัวแปรคี่ค่า และตัวแปรเงื่อนไข ดังนั้นจึงเพียงพอในการประเมินผลเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ สามารถทดสอบความสัมพันธ์ของยูสเคสได้ครบทุกประเภท

### 5.3 หลักการเปรียบเทียบคู่ยูสเคส

คู่ของยูสเคส ประกอบด้วยยูสเคสลำดับที่ 1 และยูสเคสลำดับที่ 2 การเปรียบเทียบคู่ยูสเคส จะเปรียบเทียบว่าชื่อยูสเคสลำดับที่ 1 ที่สร้างโดยเครื่องมือ ตรงกับชื่อยูสเคสลำดับที่ 1 ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญหรือนักทดสอบ และยูสเคสลำดับที่ 2 ที่สร้างโดยเครื่องมือ ตรงกับชื่อยูสเคสลำดับที่ 1 ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญหรือนักทดสอบหรือไม่ ตัวอย่างการเปรียบเทียบคู่ยูสเคส แสดงดังตารางที่ 5.6 จากตารางจะเห็นว่าคู่ยูสเคส A-B ไม่ตรงกันกับคู่ยูสเคส B-A เนื่องจากในการทดสอบจะเริ่มทดสอบการทำงานของยูสเคสลำดับที่ 1 ก่อนแล้วจึงทดสอบการทำงานของยูสเคสลำดับที่ 2 หมายความว่า ลำดับการทำงานก่อนหรือหลังของยูสเคสจะมีผลต่อการสร้างกรณีทดสอบ

ตารางที่ 5.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคู่ยูสเคส

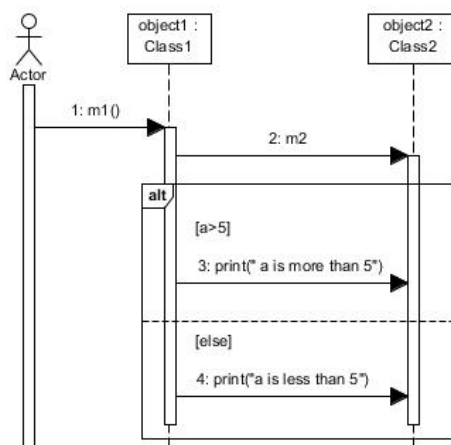
คู่ยูสเคสที่สร้างโดยเครื่องมือ		คู่ยูสเคสที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญหรือนักทดสอบ		ผลการเปรียบเทียบ
ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	
A	B	A	B	ตรงกัน
A	B	B	A	ไม่ตรงกัน

### 5.4 หลักการเปรียบเทียบกรณีทดสอบ

การเปรียบเทียบกรณีทดสอบ มีหลักการดังนี้

1. กรณีทดสอบที่มีความหมายเหมือนกัน หมายถึง กรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบ ที่มีค่าข้อมูลทดสอบและผลลัพธ์ที่คาดหวังที่มีค่าเท่ากัน หรืออยู่ในขอบเขตเดียวกันกับกรณีทดสอบที่สร้างโดยเครื่องมือ ตัวอย่างแผนภาพซีเควนซ์ที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ ดังรูปที่ 5.3 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่สร้างโดยเครื่องมือและนักทดสอบ แสดงดังตารางที่ 5.7 และตารางที่ 5.8 ตามลำดับ

แผนภาพซีเควนซ์ในรูปที่ 5.3 มีเงื่อนไขในคอมบายด์แฟรกเมนต์  $a > 5$  ตารางที่ 5.7 นักทดสอบออกแบบกรณีทดสอบลำดับที่ 2 ให้  $a = 5$  และกรณีทดสอบลำดับที่ 3 ให้  $a = 3$  จะถือได้ว่าเป็นการออกแบบกรณีทดสอบที่ซ้ำซ้อน เนื่องจาก 5 และ 3 เป็นค่าข้อมูลที่อยู่ในขอบเขตเดียวกัน โดยจะนับว่ากรณีทดสอบลำดับที่ 2 และ 3 ที่สร้างโดยนักทดสอบ เป็นกรณีทดสอบที่มีความหมายเหมือนกันกับกรณีทดสอบลำดับที่ 1 ที่สร้างโดยเครื่องมือ ซึ่งกำหนดให้  $a \leq 5$  เมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนจะนับเป็นกรณีทดสอบที่มีความหมายเหมือนกันจำนวน 1 กรณี



รูปที่ 5.3 ตัวอย่างแผนภาพซีควเอนซ์

ตารางที่ 5.7 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1	-	a = 6	result = "a is more than 5"
2	-	a = 5	result = "a is less than 5"
3	-	a = 3	result = "a is less than 5"
4	-	a = null	result = "error"

ตารางที่ 5.8 ตัวอย่างกรณีทดสอบที่สร้างโดยเครื่องมือ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1	-	a <= 5	result = "a is less than 5"

2. กรณีทดสอบที่ไม่มีคามหมายเหมือนกัน หมายถึง กรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบ ที่ค่าข้อมูลทดสอบและผลลัพธ์ที่คาดหวังที่มีค่าไม่เท่ากัน และไม่อยู่ในขอบเขตเดียวกันกับกรณีทดสอบที่สร้างโดยเครื่องมือ แบ่งออกได้ 2 ประเภท

1) กรณีทดสอบที่ไม่มีคามหมายเหมือนกัน เป็นกรณีทดสอบที่สร้างจากการทำงานในแผนภาพซีควเอนซ์ ตัวอย่างเช่น จากตารางที่ 5.7 กรณีทดสอบลำดับที่ 1 ที่สร้างโดยนักทดสอบ มีค่าข้อมูลทดสอบ a = 6 ซึ่งไม่มีคามหมายเหมือนกันกับกรณีทดสอบใดๆ ที่สร้างโดยเครื่องมือในตารางที่ 5.8 แต่อยู่ในการทำงานในแผนภาพซีควเอนซ์รูปที่ 5.3 สรุปได้ว่าเครื่องมือยังไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบได้ครอบคลุมทุกกรณีที่ปรากฏในแผนภาพซีควเอนซ์

2) กรณีทดสอบที่ไม่มีคามหมายเหมือนกัน เป็นกรณีทดสอบที่สร้างนอกเหนือจากการทำงานในแผนภาพซีควเอนซ์ เช่น การตรวจสอบข้อมูลนำเข้าที่ไม่ถูกต้อง การกรอกเลขติดลบ

แต่การทำงานดังกล่าวไม่ได้ปรากฏในแผนภาพซีคอนซ์ กรณีทดสอบดังกล่าวจะไม่ถูกนำมาใช้ในการประเมินผลเครื่องมือ เนื่องจากผู้วิจัยต้องการประเมินผลความสามารถของเครื่องมือซึ่งสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ตามการทำงานของระบบที่ปรากฏในแผนภาพซีคอนซ์เท่านั้น ตัวอย่างเช่น จากตารางที่ 5.8 นักทดสอบออกแบบกรณีทดสอบลำดับที่ 2 ให้  $a = \text{null}$  และได้ผลลัพธ์ที่คาดหวังว่า  $\text{result} = \text{"error"}$  ซึ่งไม่มีเงื่อนไขและการทำงานดังกล่าวในแผนภาพซีคอนซ์รูปที่ 5.3 สรุปได้ว่าเป็นกรณีทดสอบที่สร้างนอกเหนือจากการทำงานในแผนภาพซีคอนซ์

### 5.5 สรุปผลการประเมินผลเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งทำงานทำงานในบริษัทดำเนินธุรกิจทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ ตำแหน่ง Senior Quality Assurance Engineer มีหน้าที่หลักในการวางแผนการทดสอบ ออกแบบกรณีทดสอบ ดำเนินการทดสอบ และจัดทำเอกสารผลการทดสอบ มีประสบการณ์ด้านการทดสอบซอฟต์แวร์โดยตรงเป็นระยะเวลา 6 ปี ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญจับคู่ยูสเคสที่ต้องการทดสอบระดับบูรณาการ และสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากแผนภาพยูสเคสแผนภาพซีคอนซ์และเอกสารคำอธิบายยูสเคสของกรณีศึกษา ได้แก่ ระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็ม จากคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยเห็นว่าคู่มือยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องมือเพื่อประเมินความครอบคลุมของคู่มือยูสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทดลองให้นักทดสอบจำนวน 5 คน ซึ่งมีประสบการณ์ทำงานดังตารางที่ 5.9 ทำการจับคู่มือยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการเช่นเดียวกัน เพื่อประเมินเวลาที่ใช้ในการจับคู่มือยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ตารางที่ 5.9 ข้อมูลนักทดสอบ

คนที่	ที่ทำงาน	ตำแหน่ง	ลักษณะการทำงาน	ประสบการณ์ (ปี)
1.	พัฒนาซอฟต์แวร์	Software Engineer	พัฒนาซอฟต์แวร์ ออกแบบกรณีทดสอบและดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์	4
2.	พัฒนาซอฟต์แวร์ และวางระบบคอมพิวเตอร์	Software Tester	ออกแบบกรณีทดสอบและดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์	2
3.	จำหน่ายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และพัฒนาซอฟต์แวร์	System Analyst	ออกแบบซอฟต์แวร์ ออกแบบกรณีทดสอบ	2
4.	พัฒนาซอฟต์แวร์	Tester	ออกแบบกรณีทดสอบและดำเนินการทดสอบซอฟต์แวร์	4
5.	พัฒนาซอฟต์แวร์	Programmer	พัฒนาและทดสอบซอฟต์แวร์	3

### 5.5.1. การเปรียบเทียบคู่มือที่สร้างโดยเครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบ

การเปรียบเทียบคู่มือที่สร้างโดยเครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบขายสินค้า คู่มือของระบบขายสินค้า มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.10

เครื่องมือจับคู่มือได้ทั้งหมด 8 คู่มือ

ผู้เชี่ยวชาญ สร้างคู่มือได้ทั้งหมด 8 คู่มือ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 8 คู่มือ

นักทดสอบคนที่ 1 สร้างคู่มือได้ทั้งหมด 8 คู่มือ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 8 คู่มือ

นักทดสอบคนที่ 2 สร้างคู่มือได้ทั้งหมด 6 คู่มือ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 6 คู่มือ

นักทดสอบคนที่ 3 สร้างคู่มือได้ทั้งหมด 5 คู่มือ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 5 คู่มือ

นักทดสอบคนที่ 4 สร้างคู่มือได้ทั้งหมด 6 คู่มือ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 4 คู่มือ

นักทดสอบคนที่ 5 สร้างคู่มือได้ทั้งหมด 8 คู่มือ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 6 คู่มือ

คู่มือที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4 และ 5 จำนวน 2 คู่มือที่ไม่ตรงกับเครื่องมือ คือ การเข้าสู่ระบบและการเปิดการขาย และการเข้าสู่ระบบและรายงานการขาย เป็นคู่มือที่ไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน เครื่องมือจึงไม่ได้จับคู่มือดังกล่าว

ตารางที่ 5.10 คู่มือของระบบขายสินค้า

คู่มือ	คู่มือ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า	/	/	/	/	/	-	/
2.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	/	/	/	/	/	/	/
3.	การขายสินค้า	การชำระเงิน	/	/	/	/	/	/	/
4.	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	การชำระเงิน	/	/	/	/	-	-	-
5.	การชำระเงิน	การรับคืนสินค้า	/	/	/	-	-	/	/
6.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า	/	/	/	/	/	/	/
7.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า	/	/	/	/	/	-	/
8.	การแก้ไขสินค้า	การลบสินค้า	/	/	/	-	-	-	-
9.	เข้าสู่ระบบ	การเปิดการขาย	-	-	-	-	-	/	/
10.	เข้าสู่ระบบ	รายงานการขาย	-	-	-	-	-	/	/
จำนวนคู่มือรวม			8	8	8	6	5	6	8
จำนวนคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ				8	8	6	5	4	6

2. กรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม คู่มือสเคสของระบบเอทีเอ็ม มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.11

เครื่องมือจับคู่มือสเคสได้ทั้งหมด 18 คู่

ผู้เชี่ยวชาญ สร้างคู่มือสเคสได้ทั้งหมด 12 คู่ เป็นคู่มือสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ 12 คู่ คู่มือสเคสที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ มีจำนวน 6 คู่ ได้แก่ คู่มือสเคสลำดับที่ 13 - 18 เป็นคู่มือสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน เครื่องมือจึงจับคู่มือสเคสดังกล่าว เมื่อสอบถามผู้เชี่ยวชาญว่าเหตุใดจึงไม่ได้จับคู่มือสเคสดังกล่าวผู้เชี่ยวชาญให้เหตุผลว่า เนื่องจากไม่มีข้อกำหนดว่าจะต้องทำคู่มือสเคสใดก่อนหลัง ดังนั้นทดสอบเพียงคู่มือสเคสเดียวก็น่าจะเพียงพอ เช่น เมื่อทดสอบการทำงานของยูสเคสการฝากเงินและการโอนเงินแล้วการทำงานของยูสเคสการโอนเงินและการฝากเงินก็น่าจะทำงานได้เช่นกัน เพราะแผนภาพซีควเอนซ์การโอนเงินและการฝากเงินไม่ได้กำหนดรายละเอียดที่มีความสำคัญต่อการทำงานร่วมกัน เช่น ไม่มีการตรวจสอบยอดเงินคงเหลือในบัญชีก่อนโอนเงิน แต่ผู้วิจัยเห็นว่า เหตุผลดังกล่าวเกิดจากข้อจำกัดของกรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม ซึ่งเป็นตัวอย่างประกอบการเรียนการสอน วิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุของวิทยาลัยกอร์ดอน จึงอาจมีความละเอียดไม่ครบถ้วนตามการทำงานของระบบเอทีเอ็มที่ใช้งานจริงในธุรกิจ หากมีการเขียนรายละเอียดของแผนภาพซีควเอนซ์ที่ครบถ้วนมากขึ้น ก็ยังคงต้องทดสอบครบทั้งการโอนเงินและการฝากเงิน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การจับคู่มือสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน ทั้งยูสเคส A-B และยูสเคส B-A มีเหมาะสมแล้ว

นักทดสอบคนที่ 1 สร้างคู่มือสเคสได้ทั้งหมด 8 คู่ เป็นคู่มือสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ 7 คู่ คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบจำนวน 1 คู่ที่ไม่ตรงกับเครื่องมือ เป็นคู่มือสเคสการเปิดระบบและการปิดระบบ ซึ่งไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน เครื่องมือจึงไม่ได้จับคู่มือสเคสดังกล่าว

นักทดสอบคนที่ 2 สร้างคู่มือสเคสได้ทั้งหมด 4 คู่ เป็นคู่มือสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ 4 คู่

นักทดสอบคนที่ 3 สร้างคู่มือสเคสได้ทั้งหมด 6 คู่ เป็นคู่มือสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ 6 คู่

นักทดสอบคนที่ 4 สร้างคู่มือสเคสได้ทั้งหมด 6 คู่ เป็นคู่มือสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ 5 คู่

นักทดสอบคนที่ 5 สร้างคู่มือสเคสได้ 6 คู่ เป็นคู่มือสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ 5 คู่

คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4 และ 5 จำนวน 1 คู่ที่ไม่ตรงกับเครื่องมือ เป็นคู่มือสเคสการเปิดระบบและการปิดระบบ ซึ่งไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน เครื่องมือจึงไม่ได้จับคู่มือสเคสดังกล่าว



ตารางที่ 5.11 คู่ยูสเคสของระบบเอทีเอ็ม

ลำดับ ที่	คู่ยูสเคส		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	คู่ยูสเคสที่ 1	คู่ยูสเคสที่ 2			1	2	3	4	5
1.	การทำเซสชัน	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง	/	/	-	-	-	-	-
2.	การทำรายการ	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง	/	/	/	/	-	/	/
3.	การทำรายการ	การถอนเงิน	/	/	-	-	-	-	/
4.	การทำรายการ	การฝากเงิน	/	/	-	-	-	-	/
5.	การทำรายการ	การโอนเงิน	/	/	-	-	-	-	/
6.	การทำรายการ	การสอบถามยอดเงิน	/	/	-	-	-	-	/
7.	การถอนเงิน	การฝากเงิน	/	/	/	-	/	-	-
8.	การถอนเงิน	การโอนเงิน	/	/	/	-	/	-	-
9.	การถอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน	/	/	/	/	/	/	-
10.	การฝากเงิน	การโอนเงิน	/	/	/	/	/	/	-
11.	การฝากเงิน	การสอบถามยอดเงิน	/	/	/	-	/	/	-
12.	การโอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน	/	/	/	/	/	/	-
13.	การฝากเงิน	การถอนเงิน	/	-	-	-	-	-	-
14.	การสอบถามยอดเงิน	การถอนเงิน	/	-	-	-	-	-	-
15.	การสอบถามยอดเงิน	การฝากเงิน	/	-	-	-	-	-	-
16.	การสอบถามยอดเงิน	การโอนเงิน	/	-	-	-	-	-	-
17.	การโอนเงิน	การถอนเงิน	/	-	-	-	-	-	-
18.	การโอนเงิน	การฝากเงิน	/	-	-	-	-	-	-
19.	การเปิดระบบ	การปิดระบบ	-	-	/	-	-	/	/
จำนวนคู่ยูสเคสรวม			18	12	8	4	6	6	6
จำนวนคู่ยูสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ				12	7	4	6	5	5

จากกรณีศึกษาของระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็ม ผู้เชี่ยวชาญจับคู่ยูสเคสได้ทั้งหมด  $8+12 = 20$  คู่ และเครื่องมือสามารถจับคู่ยูสเคสที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญได้ทั้งหมด  $8+12 = 20$  คู่สรุปได้ว่า ในประเด็นด้านความครอบคลุม จำนวนของยูสเคสที่สร้างโดยเครื่องมือตรงกับยูสเคสที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 100

ในการทดลองจะกำหนดให้นักทดสอบจับคู่เฉพาะยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน แต่จากตารางที่ 5.10 และตารางที่ 5.11 พบว่านักทดสอบสร้างยูสเคสการเข้าสู่ระบบและการเปิดการขาย การเข้าสู่ระบบและรายงานการขาย และการเปิดระบบและการปิดระบบ ซึ่งเป็นยูสเคสที่ไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน แสดงว่าการจับคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกันโดยนักทดสอบอาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นการใช้เครื่องมือช่วยจับคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกันจะมีความแม่นยำกว่านักทดสอบ

### 5.5.2 การเปรียบเทียบจำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียดของกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือ แสดงในภาคผนวก ง กรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก จ และกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยนักทดสอบทั้ง 5 คน แสดงในภาคผนวก ฉ จากกรณีศึกษาระบบขายสินค้า เครื่องมือผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบทั้ง 5 คน สามารถจับคู่ยูสเคสการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายได้ตรงกันทั้งหมด จึงขอยกตัวอย่างการเปรียบเทียบกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสดังกล่าว กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ และสร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1 – 5 แสดงดังตารางที่ 5.13 - ตารางที่ 5.18 ตามลำดับ

จากตารางที่ 5.12 กรณีทดสอบที่สร้างโดยเครื่องมือ ประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้น มาจากไอซีแอลที่ผู้ใช้เครื่องมือป้อนเข้ามาและเครื่องมือสร้างให้โดยอัตโนมัติ ข้อมูลทดสอบ มาจากตัวแปรเงื่อนไขที่อยู่ในคอมบายด์แฟรกเมนต์ เครื่องมือจะกำหนดค่าข้อมูลให้กับตัวแปรเงื่อนไขโดยอัตโนมัติ เช่น กำหนดให้ตัวแปร `product != null` และกำหนดให้ตัวแปร `totalPrice = 20000` และ `19999` ผลลัพธ์ที่คาดหวัง มาจากไอซีแอลที่ผู้ใช้เครื่องมือป้อนเข้ามา และเครื่องมือสร้างให้โดยอัตโนมัติ

จากตารางที่ 5.13 - ตารางที่ 5.18 กรณีทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบ ประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้น ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบเขียนในรูปแบบ ตัวแปร = ค่าข้อมูล หรือเขียนบรรยายว่าจะต้องมีข้อมูลอะไรในระบบก่อนที่จะดำเนินการทดสอบ ส่วนของข้อมูลทดสอบ มาจากตัวแปรพารามิเตอร์ซึ่งได้รับค่าจากการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ ผลลัพธ์ที่คาดหวังเขียนในรูปแบบ ตัวแปร = ค่าข้อมูล หรือเขียนบรรยายว่าข้อมูลในระบบเป็นอย่างไรหลังจากการป้อนข้อมูลทดสอบ และมีการแสดงผลอะไรที่หน้าจอบ้าง

ผู้วิจัยได้พิจารณาค่าข้อมูลทดสอบและผลลัพธ์ที่คาดหวังของแต่ละกรณีทดสอบ และสรุปว่าแต่ละกรณีทดสอบมีจุดประสงค์ที่จะทดสอบระบบอย่างไร แล้วนำมาเขียนเป็นความหมายของกรณีทดสอบไว้ท้ายตาราง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกรณีทดสอบที่มีความหมายเหมือนกัน ตามหลักการเปรียบเทียบกรณีทดสอบในหัวข้อ 5.4

ตารางที่ 5.12 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นรวมกับการขายที่สร้างโดย  
เครื่องมือ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result=sale, result=product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice = totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึก รายการขาย จำนวน ราคารวม
	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include (promotion)	totalPrice = 20000 type = "discount"	result = promotion result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice*0.95 result = buyTotalPrice	ยอดซื้อ มากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result=sale, result=product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice= totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึก รายการขาย จำนวน ราคารวม
	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include (promotion)	totalPrice = 19999	result=promotion result=type result = "Can't get promotion"	ยอดซื้อ น้อยกว่า 20000 ไม่สามารถ ใช้โปรโมชั่น

ตารางที่ 5.13 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Orderid = 01 Productid = p01 price = 10,000	Productid = p01 Qty = 2	บันทึกรายการ แสดง Totalprice=20,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	Promotion id = 1,2	Promotion id = 1 Totalprice = 20,000	คำนวณราคารวม+ คิดส่วนลด5%+ บันทึก	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	Orderid = 01 Productid = p01 price = 10,000	Productid = p01 Qty = 1	บันทึกรายการ แสดง Totalprice=10,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	Promotion id = 1,2	Promotion id = 2 Totalprice = 10,000	แสดง can't get promotion	ยอดซื้อน้อยกว่า 20000 ไม่สามารถใช้โปร โมชั่น

ตารางที่ 5.14 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	พนักงานขายเข้าสู่ระบบ เรียบร้อยแล้ว มีสินค้ารหัส 1 ราคา 50,000 อยู่ในระบบ	พนักงานขายบันทึก รหัสการขาย = 1 รหัสสินค้า = 1 จำนวนสินค้า = 2	ระบบบันทึกการขาย รหัสสินค้า 1 แสดงราคารวม 100,000 ออกทาง หน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	มีโปรโมชั่น 001 ประเภท discount มีโปรโมชั่น 002 ประเภท gift voucher	รหัสการขาย = 1 รหัสโปรโมชั่น = 001	ระบบคำนวณ ส่วนลด 5% และ แสดงราคาที่ลดแล้ว เป็น 95,000 ออก ทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount

ตารางที่ 5.15 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	promotionid = D	promotionid = D totalprice = 20,000	แสดงราคาที่ลดแล้ว ทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	orderid = B01 productid = AA quantity = 10	orderid = B01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	promotionid = G	promotionid = G totalprice = 20,000	ระบบพิมพ์เช็ค ของขวัญ	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น gift voucher

ตารางที่ 5.16 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Userid=01	Orderid=001	ระบบบันทึก Orderid=001	เปิดการขายได้
	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	แสดงราคารวม totalPrice=20,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
2	Userid=01	Userid=01	ระบบบันทึก Orderid=001	เปิดการขายได้
	Orderid=001 Productid=01A Quantity=1	Orderid=001 Productid=01B Quantity=4	Error แสดง Productid not found	ไม่มีสินค้า

ตารางที่ 5.17 กรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	OrderID:001 productID:001	OrderID:001 productID:001	รวมยอดขายใน Order ได้ถูกต้อง	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	PromotionID:01	PromotionID:01 totalPrice:20000	ได้รับโปรโมชั่น ส่วนลด	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	OrderID:001 productID:001	OrderID:001 productID:001	รวมยอดขายใน Order ได้ถูกต้อง	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	PromotionID:01	PromotionID:02 totalPrice:10000	ไม่ได้รับโปรโมชั่น	ยอดซื้อน้อยกว่า 20000 ไม่สามารถใช้โปรโมชั่น

ตารางที่ 5.18 กรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	มีรหัสสินค้า SL1	พนักงานขายป้อน รหัสสินค้า SL1 และจำนวนที่ลูกค้า ต้องการ	ระบบบันทึกการขาย คำนวณราคารวม = 100,000 และแสดง ทางหน้าจอ	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	มีข้อมูลโปรโมชั่น ประเภท discount	ใส่รหัสโปรโมชั่น ประเภท discount	ระบบคำนวณราคา สินค้า ใช้โปรโมชั่น discount แสดง ราคา 95,000 บาท	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	มีรหัสสินค้า SL1	พนักงานขายป้อน รหัสสินค้า SL1 และจำนวนที่ลูกค้า ต้องการ	ระบบบันทึกการขาย คำนวณราคารวม = 100,000 และแสดง ทางหน้าจอ	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	มีข้อมูลโปรโมชั่น ประเภท gift voucher	ใส่รหัสโปรโมชั่น ประเภท gift voucher	ระบบพิมพ์ gift voucher ให้ลูกค้า เพื่อใช้ครั้งหน้า	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น giftvoucher

ผลการเปรียบเทียบจำนวนคู่ยูสเคสที่สร้างโดยเครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญ ของกรณีศึกษามีดังนี้

1. ระบบขายสินค้า กรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้า มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.19 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเปิดการขายและการขายสินค้า

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	เปิดการขายได้	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม	/	/	/	/	/	-	/
2	เปิดการขายได้	ไม่มีสินค้า	-	/	-	-	/	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	2	1	1	2	-	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	1	1	-	1

จากตารางที่ 5.19 นักทดสอบคนที่ 4 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการเปิดการขายและการขายสินค้า จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของคู่ยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 1, 2, 3, 5 สร้างกรณีทดสอบลำดับที่ 1 ได้ตรงกันทั้งหมด ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 3 สร้างกรณีทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณีทดสอบลำดับที่ 2 ทดสอบการทำงานเมื่อไม่มีสินค้าในระบบในยูสเคสการขายสินค้า (รูปที่ ข.4 ในภาคผนวก ข.) ซึ่งยูสเคสการขายสินค้ามีตัวแปร product ถูกใช้ในเงื่อนไข มีทางเป็นไปได้ 2 กรณี คือ มีสินค้าหรือไม่มีสินค้าในระบบ แต่เนื่องจากตัวแปร product ไม่ได้เป็นตัวแปรที่ใช้ร่วมกันของการเปิดการขายและการขายสินค้า ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกับการทำงานร่วมกันของคู่ยูสเคส เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณีทดสอบนี้

ตารางที่ 5.20 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	บันทึกรายการ ขาย จำนวน ราคารวม	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่นdiscount	/	/	/	/	/	/	/
2	บันทึกรายการ ขาย จำนวน ราคารวม	ยอดซื้อน้อยกว่า 20000ไม่สามารถใช้ โปรโมชั่น	/	/	-	-	/	/	-
3.	บันทึกรายการ ขาย จำนวน ราคารวม	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้ โปรโมชั่นgiftvoucher	-	-	-	/	-	-	/
จำนวนกรณีทดสอบ			2	2	1	2	2	2	2
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				2	1	1	2	2	1

จากตารางที่ 5.20 เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 3, 4 สร้างกรณีทดสอบได้ 2 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด นักทดสอบคนที่ 1 สร้างได้น้อยกว่าเครื่องมือ นักทดสอบคนที่ 2 และ 5 สร้างกรณีทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณีทดสอบลำดับที่ 3 เป็นกรณีทดสอบที่มีการใช้โปรโมชั่น ร่วมกับการขายประเภท giftvoucher มีความหมายใกล้เคียงกับกรณีทดสอบลำดับที่ 1 ซึ่งเป็นการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายประเภท discount เนื่องจากการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย มีการใช้ตัวแปร totalPrice ร่วมกัน และ totalPrice ถูกนำมาใช้ในเงื่อนไข ซึ่งมีทางเป็นไปได้ 2 กรณี คือ กรณี totalPrice มากกว่าหรือเท่ากับ 20000 และกรณี totalPrice น้อยกว่า 20000 เครื่องมือจึงเลือกทดสอบแค่ 2 กรณีนี้เท่านั้น ซึ่งการเลือกประเภทโปรโมชั่น discount หรือ giftvoucher ไม่ได้ส่งผลกับการทำงานร่วมกันของคู่ยูสเคสการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณีทดสอบนี้

ตารางที่ 5.21 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการชำระเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	บันทึกรายการขาย จำนวนราคารวม	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ จำนวนเงินทอน	/	/	/	/	/	/	/
2	บันทึกรายการขาย จำนวนราคารวม	ชำระเงินน้อยกว่าราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ	/	/	-	/	/	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			2	2	1	2	2	1	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				2	1	2	2	1	1

จากตารางที่ 5.21 เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 2, 3 สร้างกรณีทดสอบได้ 2 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด นักทดสอบคนที่ 1, 4, 5 สร้างได้น้อยกว่าเครื่องมือ



ตารางที่ 5.22 กรณียกข้อสอบระดับบูรณาการของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณียกข้อสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ จำนวนเงินทอน	/	/	/	/	-	/	/
2	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount	ชำระเงินน้อยกว่าราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ	/	/	-	/	-	-	-
3.	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น gift voucher	ชำระเงินมากกว่าราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ จำนวนเงินทอน พิมพ์ voucher	-	-	-	-	-	/	-
จำนวนกรณียกข้อสอบ			2	2	1	2	-	2	1
จำนวนกรณียกข้อสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				2	1	2	-	1	1

จากตารางที่ 5.22 นักทดสอบคนที่ 3 ไม่ได้จับคู่คุณสมบัติการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงิน จึงไม่มีกรณียกข้อสอบระดับบูรณาการของคู่คุณสมบัตินี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 2 สร้างกรณียกข้อสอบได้ 2 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด นักทดสอบคนที่ 1, 5 สร้างได้น้อยกว่าเครื่องมือ นักทดสอบคนที่ 4 สร้างกรณียกข้อสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณียกข้อสอบลำดับที่ 3 เป็นกรณียกข้อสอบที่มีการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายประเภท giftvoucher มีความหมายใกล้เคียงกับกรณียกข้อสอบลำดับที่ 1 ซึ่งเป็นการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายประเภท discount

ตารางที่ 5.23 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการชำระเงินและการรับคืนสินค้า

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระจำนวนเงินทอน	คืนภายใน 7 วันรับคืนสินค้า	/	/	/	-	-	/	/
2	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระจำนวนเงินทอน	คืนเกิน 7 วันไม่รับคืนสินค้า	-	/	-	-	-	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	2	1	-	-	1	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	-	-	1	1

จากตารางที่ 5.23 นักทดสอบคนที่ 2 และ 3 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการชำระเงินและการรับคืนสินค้า จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 1, 4, 5 สร้างกรณีทดสอบลำดับที่ 1 กรณีได้ตรงกันทั้งหมด ผู้เชี่ยวชาญสร้างกรณีทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณีทดสอบลำดับที่ 2 ทดสอบการการรับคืนสินค้าไม่สำเร็จ ซึ่งตัวแปร isOver7Days (รูปที่ ข.7 ในภาคผนวก ข.) ไม่ได้เป็นตัวแปรที่ใช้ร่วมกันของการชำระเงินและการรับคืนสินค้า เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณีทดสอบนี้

ตารางที่ 5.24 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้า

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	เพิ่มสินค้าได้	แก้ไขสินค้าได้	/	/	/	/	/	/	/
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	1	1	1	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	1	1	1	1

จากตารางที่ 5.24 เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบทุกคน สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.25 กรณียกทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้า

ลำดับ	ความหมายของกรณียกทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	เพิ่มสินค้าได้	ลบสินค้าได้	/	/	/	/	/	-	/
2	รหัสสินค้าซ้ำ เพิ่มสินค้าไม่ได้	ไม่พบสินค้าที่จะลบ	-	/	-	-	/	-	-
จำนวนกรณียกทดสอบ			1	2	1	1	2	-	1
จำนวนกรณียกทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	1	1	-	1

จากตารางที่ 5.25 นักทดสอบคนที่ 4 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้า จึงไม่มีกรณียกทดสอบระดับบูรณาการของคู่มือ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 1, 2, 3, 5 สร้างกรณียกทดสอบลำดับที่ 1 ได้ตรงกันทั้งหมด ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 3, 5 สร้างกรณียกทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณียกทดสอบลำดับที่ 2 เป็นกรณียกทดสอบที่เพิ่มสินค้าไม่สำเร็จ และไม่พบสินค้าที่จะลบ คู่มือยูสเคสการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้า มีการใช้ตัวแปร productid ร่วมกัน และมีการนำตัวแปร productid ไปใช้ในเมทอดที่มีการคืนค่าตัวแปร product แล้วนำมาใช้ในเงื่อนไข (รูปที่ ข.9 ในภาคผนวก ข.) แต่ productid ซึ่งเป็นตัวแปรที่โซ่ร่วมกันไม่ได้ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในการลบสินค้า เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณียกทดสอบนี้

ตารางที่ 5.26 กรณียกทดสอบระดับบูรณาการของการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้า

ลำดับ	ความหมายของกรณียกทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	แก้ไขสินค้าได้	ลบสินค้าได้	/	/	/	-	-	-	-
2	แก้ไขสินค้าได้	ไม่พบสินค้าที่จะลบ	/	/	-	-	-	-	-
จำนวนกรณียกทดสอบ			2	2	1	-	-	-	-
จำนวนกรณียกทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				2	1	-	-	-	-

จากตารางที่ 5.26 นักทดสอบคนที่ 2 - 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้า จึงไม่มีกรณียกทดสอบระดับบูรณาการของคู่มือ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ สร้างกรณียกทดสอบได้ 2 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด และนักทดสอบคนที่ 1 สร้างได้น้อยกว่าเครื่องมือ

จากตารางที่ 5.19 - ตารางที่ 5.26 สามารถสรุปจำนวนกรณียกทดสอบระดับบูรณาการสร้างโดยเครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญได้ตามตารางที่ 5.27 เครื่องมือสร้างกรณียกทดสอบระดับบูรณาการได้ทั้งหมด 12 กรณี ผู้เชี่ยวชาญสร้างได้ทั้งหมด 15 กรณี และเครื่องมือสร้างได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ 12 กรณี สรุปได้ว่า ในประเด็นด้านความครอบคลุมจำนวนของกรณียกทดสอบระดับอินทิเกรชันที่สร้างโดยเครื่องมือตรงกับผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80

ตารางที่ 5.27 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยเครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	คู่มือ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	ตรงกัน
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			
1.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า	1	2	1
2.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับ การขาย	2	2	2
3.	การขายสินค้า	การชำระเงิน	2	2	2
4.	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับ การขาย	การชำระเงิน	2	2	2
5.	การชำระเงิน	การรับคืนสินค้า	1	2	1
6.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า	1	1	1
7.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า	1	2	1
8.	การแก้ไขสินค้า	การลบสินค้า	2	2	2
จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการ			12	15	12

2. กรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม กรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบเอทีเอ็ม มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.28 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำเซสชันและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	ต้องการทำ รายการ	ป้อนรหัสใหม่ และ รหัสถูกต้อง	/	/	-	-	-	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	-	-	-	-	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 5.28 นักทดสอบคนที่ 1 - 5 ไม่ได้จับคู่มือการทำเซสชันและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของคู่มือนี้ เครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญ สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.29 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	ทำรายการและ ป้อนรหัสไม่ถูกต้อง	ป้อนรหัสใหม่ และรหัสถูกต้อง	/	/	/	/	-	/	/
2	ทำรายการและ ป้อนรหัสไม่ถูกต้อง	ป้อนรหัสใหม่ และป้อนไม่ ถูกต้อง 3 ครั้ง	/	/	/	/	-	/	/
จำนวนกรณีทดสอบ			2	2	2	2	-	2	2
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				2	2	2	-	2	2

จากตารางที่ 5.29 นักทดสอบคนที่ 3 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 1, 2, 4, 5 สร้างกรณีทดสอบได้ 2 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.30 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการถอนเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	-	-	-	-	/
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	-	-	-	-	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	-	-	-	-	1

จากตารางที่ 5.30 นักทดสอบคนที่ 1 - 4 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการทำรายการและการถอนเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 5 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.31 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการฝากเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	-	-	-	-	/
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	-	-	-	-	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	-	-	-	-	1

จากตารางที่ 5.31 นักทดสอบคนที่ 1 - 4 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการทำรายการและการฝากเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของคู่มือ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 5 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.32 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการโอนเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	-	-	-	-	/
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	-	-	-	-	1
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	-	-	-	-	1

จากตารางที่ 5.32 นักทดสอบคนที่ 1 - 4 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการทำรายการและการโอนเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของคู่มือ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 5 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.33 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก	พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	-	-	-	-	/
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	-	-	-	-	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	-	-	-	-	1

จากตารางที่ 5.33 นักทดสอบคนที่ 1 - 4 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการทำรายการและการสอบถามยอดเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของคู่มือ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 5 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.34 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการฝากเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ	/	/	/	-	/	-	-
.2	จำนวนเงินไม่ พอ ถอนเงินไม่ สำเร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ	-	-	-	-	/	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	-	2	-	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	-	1	-	-

จากตารางที่ 5.34 นักทดสอบคนที่ 2, 4, 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการถอนเงินและการฝากเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 1, 3 สร้างกรณีทดสอบลำดับที่ 1 ได้ตรงกันทั้งหมด นักทดสอบคนที่ 3 สร้างกรณีทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณีทดสอบลำดับที่ 2 เป็นกรณีทดสอบที่ถอนเงินไม่สำเร็จ และฝากเงินสำเร็จ ซึ่งตัวแปร validAmount ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสการถอนเงิน (รูปที่ ค.7 ในภาคผนวก ค.) ไม่ได้ถูกใช้เป็นตัวแปรร่วมกับยูสเคสการฝากเงิน ดังนั้นการถอนเงินสำเร็จหรือไม่สำเร็จจึงไม่มีผลต่อการฝากเงิน เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณีทดสอบนี้

ตารางที่ 5.35 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการโอนเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	/	-	/	-	-
2	จำนวนเงินไม่พอ ถอนเงินไม่สำเร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	-	-	-	-	/	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	-	2	-	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	-	2	-	-

จากตารางที่ 5.35 นักทดสอบคนที่ 2, 4, 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการการถอนเงินและการโอนเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 1, 3 สร้างกรณีทดสอบลำดับที่ 1 ได้ตรงกันทั้งหมด นักทดสอบคนที่ 3 สร้างกรณีทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณีทดสอบลำดับที่ 2 เป็นกรณีทดสอบที่ถอนเงินไม่สำเร็จ และโอนเงินสำเร็จ ตัวแปร validAmount ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสการถอนเงิน (รูปที่ ค.7 ในภาคผนวก ค.) ไม่ได้ถูก

ใช้เป็นตัวแปรร่วมกันกับยูสเคสการโอนเงิน ดังนั้น การโอนเงินสำเร็จหรือไม่สำเร็จจึงไม่มีผลต่อการโอนเงิน เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณีทดสอบนี้

ตารางที่ 5.36 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	/	/	/	/	-
.2	จำนวนเงินไม่พอ ถอนเงินไม่สำเร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ	-	-	-	-	/	-	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	1	2	1	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	1	2	1	-

จากตารางที่ 5.36 นักทดสอบคนที่ 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการถอนเงินและการสอบถามยอดเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญและนักทดสอบคนที่ 1 – 4 สร้างกรณีทดสอบลำดับที่ 1 ได้ตรงกันทั้งหมด นักทดสอบคนที่ 3 สร้างกรณีทดสอบได้มากกว่าเครื่องมือ โดยกรณีทดสอบลำดับที่ 2 เป็นกรณีทดสอบที่ถอนเงินไม่สำเร็จ และโอนเงินสำเร็จ ตัวแปร validAmount ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสการถอนเงิน (รูปที่ ค.7 ในภาคผนวก ค.)ไม่ได้ถูกใช้เป็นตัวแปรร่วมกันกับยูสเคสการสอบถามยอดเงิน ดังนั้นการถอนเงินสำเร็จหรือไม่สำเร็จจึงไม่มีผลต่อการสอบถามยอดเงิน เครื่องมือจึงไม่ได้สร้างกรณีทดสอบนี้

ตารางที่ 5.37 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการโอนเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	/	/	/	/	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	1	1	1	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	1	1	1	-

จากตารางที่ 5.37 นักทดสอบคนที่ 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการฝากเงินและการโอนเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 1-4 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด



ตารางที่ 5.38 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	/	-	/	/	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	-	1	1	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	-	1	1	-

จากตารางที่ 5.38 นักทดสอบคนที่ 2 และ 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการฝากเงินและการสอบถามยอดเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 1, 3, 4 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

ตารางที่ 5.39 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ความหมายของกรณีทดสอบ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	นักทดสอบ				
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2			1	2	3	4	5
1.	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ	/	/	/	/	/	/	-
จำนวนกรณีทดสอบ			1	1	1	1	1	1	-
จำนวนกรณีทดสอบที่ตรงกับเครื่องมือ				1	1	1	1	1	-

จากตารางที่ 5.39 นักทดสอบคนที่ 5 ไม่ได้จับคู่ยูสเคสการโอนเงินและการสอบถามยอดเงิน จึงไม่มีกรณีทดสอบระดับบูรณาการของยูสเคสนี้ เครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญ และนักทดสอบคนที่ 1 - 4 สร้างกรณีทดสอบได้ 1 กรณี ซึ่งตรงกันทั้งหมด

จากตารางที่ 5.28-ตารางที่ 5.39 สามารถสรุปจำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญได้ตามตารางที่ 5.40 เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ทั้งหมด 13 กรณี ผู้เชี่ยวชาญสร้างได้ทั้งหมด 13 กรณี และเครื่องมือสร้างได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ 13 กรณี สรุปได้ว่า ในประเด็นด้านความครอบคลุมของกรณีทดสอบระดับอินทิเกรชันที่สร้างโดยเครื่องมือ ตรงกับผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 100

ตารางที่ 5.40 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยเครื่องมือและผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	คู่มือ		เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	ตรงกัน
	คู่มือที่ 1	คู่มือที่ 2			
1.	การทำเซสชัน	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง	1	1	1
2.	การทำรายการ	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง	2	2	2
3.	การทำรายการ	การถอนเงิน	1	1	1
4.	การทำรายการ	การฝากเงิน	1	1	1
5.	การทำรายการ	การโอนเงิน	1	1	1
6.	การทำรายการ	การสอบถามยอดเงิน	1	1	1
7.	การถอนเงิน	การฝากเงิน	1	1	1
8.	การถอนเงิน	การโอนเงิน	1	1	1
9.	การถอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน	1	1	1
10.	การฝากเงิน	การโอนเงิน	1	1	1
11.	การฝากเงิน	การสอบถามยอดเงิน	1	1	1
12.	การโอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน	1	1	1
จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการ			13	13	13

### 5.5.3 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้โดยเครื่องมือและนักทดสอบ

การจับเวลาที่เครื่องมือใช้และนักทดสอบใช้ แยกตามกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1. การจับเวลาที่เครื่องมือใช้ จะเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่องมือ สร้างโครงการ นำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล แปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์เป็นไอซีแอล ป้อนข้อมูล

ไอซีแอลลงในเครื่องมือ สร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ เครื่องมือใช้เวลาประมาณ 50 นาที สำหรับระบบขายสินค้า และใช้เวลาประมาณ 40 นาทีสำหรับระบบเอทีเอ็ม

2. การจับเวลาที่นักทดสอบใช้ จะเริ่มจับเวลาตั้งแต่ให้นักทดสอบเริ่มอ่านเอกสาร ซึ่งประกอบด้วย เอกสารคำอธิบายยูสเคส แผนภาพยูสเคส และแผนภาพซีควเอนซ์ จนกระทั่งนักทดสอบเขียนคู่มือและกรณีทดสอบระดับบูรณาการของทุกคู่มือเสร็จสิ้น เวลาโดยประมาณที่นักทดสอบใช้ แสดงดังตารางที่ 5.41

ตารางที่ 5.41 เวลาที่ใช้ในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

นักทดสอบ คนที่	จำนวนคู่ยูสเคสที่ตรงกับเครื่องมือ		เวลาที่ใช้ (นาที)	
	ระบบขายสินค้า	ระบบเอทีเอ็ม	ระบบขายสินค้า	ระบบเอทีเอ็ม
1.	8	7	70	60
2.	6	4	60	50
3.	5	6	60	50
4.	4	5	50	40
5.	6	5	80	60

จากตารางที่ 5.41 พบว่านักทดสอบแต่ละคนสามารถจับคู่ยูสเคสที่ตรงกับเครื่องมือได้แตกต่างกัน การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้โดยเครื่องมือและนักทดสอบ ไม่สามารถนำเวลาเฉลี่ยของนักทดสอบทั้ง 5 คนใช้มาเปรียบเทียบได้ เนื่องจากนักทดสอบบางคนจับคู่ยูสเคสได้จำนวนน้อย เวลาที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบให้ครบตามคู่ยูสเคสจึงน้อยด้วย เพื่อให้การประเมินผลเครื่องมือสามารถเปรียบเทียบเวลาได้อย่างถูกต้อง จึงเลือกเวลาของนักทดสอบที่สามารถจับคู่ยูสเคสได้ถูกต้องครบถ้วนมากที่สุด ผู้วิจัยจึงนำเวลาที่ใช้โดยนักทดสอบคนที่ 1 ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย  $(70+60)/2 = 65$  นาที มาเปรียบเทียบเครื่องมือซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย  $(50+40)/2 = 45$  นาที สรุปได้ว่าเครื่องมือใช้เวลาในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการน้อยกว่านักทดสอบ  $65-45 = 20$  นาที

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัย การดำเนินงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ มีรายละเอียดดังนี้

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการโดยอัตโนมัติ จากแผนภาพยูเอ็มแอล ซึ่งประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีควเอนซ์ และเอกสารคำอธิบายยูสเคส โดยผู้วิจัยได้กำหนดการแปลงเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีควเอนซ์เป็นโอซีแอล และประยุกต์ใช้กราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจีที่นำเสนอโดยฉัฐธร ทองระอา (2550) ในการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์เป็นกรณีทดสอบ พร้อมเพิ่มหลักการสร้างเส้นเชื่อมเลเบลเอฟจำนวน 3 กรณี เพื่อให้สามารถสร้างกราฟควบคุมกระแสไออาร์ซีเอฟจีได้สมบูรณ์ และพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถจับคู่ยูสเคสที่มีความสัมพันธ์จากการใช้ตัวแปรร่วมกัน สร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยและระดับบูรณาการได้สำเร็จ โดยหลักการที่ผู้วิจัยนำเสนอมีรายละเอียดดังนี้

##### 6.1.1 หลักการที่ผู้วิจัยนำเสนอ

1. การหาความสัมพันธ์ของยูสเคส ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประเภทของตัวแปรในแผนภาพซีควเอนซ์ 3 ประเภท ได้แก่ ตัวแปรเงื่อนไข ตัวแปรพารามิเตอร์ และตัวแปรคืนค่า เมื่อหาความสัมพันธ์ของยูสเคสจากการใช้ตัวแปรร่วมกัน พบว่าจะมีคู่ยูสเคสที่ไม่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน และคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน ซึ่งคู่ยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสลำดับที่ 2

2) ตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคืนค่าในยูสเคสลำดับที่ 2

2. การสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ผู้วิจัยกำหนดให้นำคู่ยูสเคสที่มีความสัมพันธ์กันมาพิจารณาตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน โดยแบ่งเป็น 2 กรณี

1) กรณีตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสลำดับที่ 2 จะเลือกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสลำดับที่ 1 ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน มาเชื่อมต่อกับเส้นทาง

ไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสลำดับที่ 2 ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน และมีค่าของตัวแปรเงื่อนไขเป็นจริงจำนวน 1 กรณี และเป็นเท็จจำนวน 1 กรณี

2) กรณีตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคืนค่าในยูสเคสลำดับที่ 2 จะเลือกเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสลำดับที่ 1 ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน มาเชื่อมต่อกับเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสลำดับที่ 2 ที่มีตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน

จากนั้นนำกรณีทดสอบระดับหน่วยของเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีดังกล่าวมารวมกันเป็นกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

### 6.1.2 ผลการประเมินผลเครื่องมือ

เมื่อเปรียบเทียบคู่มือที่สร้างโดยเครื่องมือกับคู่มือที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าในกรณีศึกษาระบบขายสินค้าเครื่องมือจับคู่มือได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด และในกรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม เครื่องมือจับคู่มือได้ทั้งหมด 18 คู่ เป็นคู่มือที่ตรงกับเครื่องมือ 12 คู่ และคู่มือที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 คู่ ซึ่งเป็นคู่มือที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน แต่ผู้เชี่ยวชาญไม่ได้จับคู่มือดังกล่าว ผู้เชี่ยวชาญให้เหตุผลว่า เนื่องจากไม่มีข้อกำหนดว่าจะต้องทำคู่มือใดก่อนหลัง เช่น เมื่อทดสอบการทำงานของยูสเคสการฝากเงินและการโอนเงินแล้ว การทำงานของยูสเคสการโอนเงินและการฝากเงินก็น่าจะทำงานได้เช่นกัน เพราะแผนภาพซีเควนซ์การโอนเงินและการฝากเงินไม่ได้กำหนดรายละเอียดที่มีความสำคัญต่อการทำงานร่วมกัน เช่น ไม่มีการตรวจสอบยอดเงินคงเหลือในบัญชีก่อนโอนเงิน ดังนั้นทดสอบเพียงคู่มือเดียวกันน่าจะเพียงพอ แต่ผู้วิจัยเห็นว่า เหตุผลดังกล่าวเกิดจากข้อจำกัดของกรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม ซึ่งเป็นตัวอย่างประกอบการเรียนการสอน วิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุของวิทยาลัยกอร์ดอน จึงอาจมีความละเอียดไม่ครบถ้วนตามการทำงานของระบบเอทีเอ็มที่ใช้งานจริงในธุรกิจ หากมีการเขียนรายละเอียดของแผนภาพซีเควนซ์ที่ครบถ้วนมากขึ้นก็ยังคงต้องทดสอบครบทั้งการโอนเงินและการฝากเงิน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การจับคู่มือที่มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน ทั้งยูสเคส A-B และยูสเคส B-A มีเหมาะสมแล้ว

เมื่อเปรียบเทียบกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ที่สร้างโดยเครื่องมือกับคู่มือที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าในกรณีศึกษาระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็ม เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ไม่มีกรณีทดสอบใดที่เครื่องมือสร้างแต่ผู้เชี่ยวชาญไม่ได้สร้าง ดังนั้น กรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือจึงมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ในระบบเอทีเอ็มเครื่องมือสร้างได้น้อยกว่าผู้เชี่ยวชาญเป็นจำนวน 3 กรณี เนื่องจากในคู่มือของกรณีทดสอบดังกล่าว ไม่ได้มีการใช้ตัวแปรร่วมกัน ตามประเภทตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสลำดับที่ 2 ดังนั้น เครื่องมืออาจยังไม่สามารถสร้างได้ครบถ้วนเท่าผู้เชี่ยวชาญ ตารางที่ 6.1 จำนวนยูสเคส คอมบายด์แฟรกเมนต์ และตัวแปรเงื่อนไขของกรณีศึกษา

กรณีศึกษา	จำนวน		
	ยูสเคส	คอมบายด์แฟรกเมนต์	ตัวแปรเงื่อนไข
ระบบขายสินค้า	10	10	11
ระบบเอทีเอ็ม	9	5	5

จากตารางที่ 6.1 ระบบขายสินค้ามีจำนวนยูสเคส จำนวนคอมบายด์แฟรกเมนต์ และจำนวนตัวแปรเงื่อนไข มากกว่าระบบเอทีเอ็ม สรุปได้ว่า ระบบขายสินค้ามีความซับซ้อนมากกว่าระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ 6.42 ความครอบคลุมของกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

กรณีศึกษา	จำนวนยูสเคส		จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการ		ความครอบคลุม (ร้อยละ)	
	เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	เครื่องมือ	ผู้เชี่ยวชาญ	ยูสเคส	กรณีทดสอบระดับบูรณาการ
ระบบขายสินค้า	8	8	13	15	100	80
ระบบเอทีเอ็ม	12	13	12	13	100	100
ความครอบคลุมเฉลี่ย					100	90

ในประเด็นด้านความครอบคลุม จากตารางที่ 6.42 จำนวนของคู่มือของระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยเครื่องมือตรงกับคู่มือที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 100 จำนวนกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยเครื่องมือ ตรงกับคู่มือที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 และ 100 ตามลำดับ เครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ครอบคลุมเฉลี่ยร้อยละ 90 ของจำนวนกรณีทดสอบบูรณาการที่ผู้เชี่ยวชาญสร้าง สรุปได้ว่า ความซับซ้อนของระบบส่งผลต่อความครอบคลุมของกรณีทดสอบระดับบูรณาการ หากระบบมีความซับซ้อนมากขึ้น ความครอบคลุมของกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือจะน้อยลง

ตารางที่ 6.43 เวลาที่ใช้ในการจับคู่มือและสร้างกรณีทดสอบระดับอินทิเกรชันของระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็ม

กรณีศึกษา	เวลา (นาที)	
	เครื่องมือ	นักทดสอบคนที่ 1
ระบบขายสินค้า	50	70
ระบบเอทีเอ็ม	40	60
เวลาเฉลี่ย	45	65

ในประเด็นด้านเวลา จากตารางที่ 6.43 เวลาที่ใช้ในการจับคู่มือและการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้ามากกว่าระบบเอทีเอ็ม โดยเครื่องมือใช้เวลาในการจับคู่มือและการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้ามากกว่าระบบเอทีเอ็ม 10 นาที ส่วนนักทดสอบคนที่ 1 ซึ่งจับคู่มือได้ตรงกับเครื่องมือมากที่สุด จากนักทดสอบทั้ง 5 คน ใช้เวลาในการจับคู่มือและการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการของระบบขายสินค้ามากกว่าระบบเอทีเอ็ม 10 นาที สรุปได้ว่าจำนวนยูสเคสและคอมบายด์แฟรกเมนต์ของระบบส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการจับคู่มือและการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ หากระบบมีจำนวนยูสเคสและคอมบายด์แฟรกเมนต์มากขึ้น ทั้งเครื่องมือและนักทดสอบจะใช้เวลาเพิ่มขึ้น เครื่องมือใช้เวลาในการจับคู่มือและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการน้อยกว่านักทดสอบ เฉลี่ย  $(65-45) = 20$  นาที

เครื่องมือสามารถช่วยจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ ได้ครอบคลุมและครบถ้วนมากกว่านักทดสอบ อีกทั้งยังใช้เวลาใช้น้อยกว่านักทดสอบด้วย การนำเครื่องมือนี้ไปใช้จะช่วยลดแรงงาน และลดเวลาในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ กรณีศึกษาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ระบบขายสินค้าและระบบเอทีเอ็ม มียูสเคส 9 และ 10 ยูสเคส ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีจำนวนไม่มากนัก เครื่องมือสามารถช่วยลดเวลาได้เฉลี่ย 20 นาที หากนำเครื่องมือไปใช้กับระบบอื่นๆ ที่มียูสเคสจำนวนมาก เครื่องมือจะช่วยลดเวลาในการจับคู่ยูสเคสและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้มากขึ้น

## 6.2 การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. ช่วยต่อยอดองค์ความรู้สำหรับการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ จากแผนภาพยูเอ็มแอล เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป
2. นักทดสอบสามารถนำกรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือไปใช้ในการทดสอบได้ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการออกแบบกรณีทดสอบระดับหน่วยและระดับบูรณาการ สามารถสร้างกรณีทดสอบได้ทันทีหลังจากเสร็จขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งอยู่ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยไม่จำเป็นต้องรอให้เขียนโปรแกรมเสร็จสิ้นก่อน ส่งผลให้สามารถค้นพบข้อผิดพลาดและแก้ไขปัญหาได้เร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้

## 6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

1. เครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยได้ครอบคลุมครบถ้วนตามข้อมูลที่ปรากฏในแผนภาพซีเคเวนซ์ แต่สร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ไม่ครอบคลุมทุกกรณีที่เกี่ยวข้องหาสร้างเนื่องจากเครื่องมือใช้หลักการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ โดยพิจารณาจากประเภทการใช้ตัวแปรร่วมกัน โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) กรณีตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสลำดับที่ 2 และ (2) กรณีตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคืนค่าในยูสเคสลำดับที่ 2 ซึ่งยังไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ครอบคลุมผู้เกี่ยวข้องหา ผู้เกี่ยวข้องหาอาจใช้ประสบการณ์ในการพิจารณาประเด็นอื่นๆ นอกเหนือจากรายละเอียดในแผนภาพซีเคเวนซ์ เช่น การป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง การไม่ป้อนค่าข้อมูล เป็นต้น อีกทั้งผู้เกี่ยวข้องหาสามารถพิจารณาได้ว่าตัวแปรที่ชื่อต่างกัน อาจมีความเกี่ยวข้องกัน เช่น product และ productid หมายถึง สินค้า และ รหัสสินค้า มีความเชื่อมโยงกัน แต่เครื่องมือมองว่าตัวแปรที่ชื่อต่างกัน ไม่มีความเกี่ยวข้องกัน

2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากการใช้ตัวแปรร่วมกันของเครื่องมือ จะหาชื่อตัวแปรและประเภทตัวแปร จากชื่อเมสเสจในแผนภาพซีเคเวนซ์และเงื่อนไขในคอมบายด์แฟรกเมนต์ หากแผนภาพซีเคเวนซ์ถูกออกแบบอย่างไม่ละเอียด เช่น เมสเสจระบุเพียงชื่อเมที่อดเท่านั้น ไม่มีพารามิเตอร์ ไม่มีการคืนค่า ไม่มีคอมบายด์แฟรกเมนต์ เครื่องมือจะมองว่าแผนภาพซีเคเวนซ์นี้ไม่มีตัวแปร จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสจากการใช้ตัวแปรร่วมกัน รวมถึงไม่สามารถหา

ค่าของข้อมูลทดสอบได้ ดังนั้น ระดับความละเอียดของแผนภาพยูเอ็มแอลจะส่งผลต่อกรณีทดสอบที่เครื่องมือสร้างได้

3. หากในแผนภาพซีเควนซ์ตั้งชื่อตัวแปรที่ไม่สื่อความหมาย หรือตั้งชื่อตัวแปรชื่อเดียวกันในแผนภาพซีเควนซ์ 2 แผนภาพ แต่ไม่ได้หมายถึงสิ่งเดียวกัน เช่น ตั้งชื่อตัวแปร  $i$  เพื่อวนลูปในทุกแผนภาพซีเควนซ์ เครื่องมือจะจับคู่ยูสเคส ที่มีการใช้ตัวแปร  $i$  ร่วมกัน ทำให้ได้คู่ของยูสเคสที่มีการใช้ตัวแปรชื่อเดียวกัน แต่ไม่ได้มีความสัมพันธ์กัน

4. แผนภาพยูเอ็มแอลที่นำมาใช้สร้างกรณีทดสอบในงานวิจัยนี้ ได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพซีเควนซ์ และเอกสารคำอธิบายยูสเคส ซึ่งข้อมูลอาจไม่เพียงพอในการสร้างค่าของข้อมูลทดสอบได้อย่างครบถ้วน เช่น ค่าของตัวแปรในอ็อบเจกต์ที่มีก่อนที่จะดำเนินการทดสอบ ดังนั้นอาจต้องนำแผนภาพยูเอ็มแอลอื่นๆ เช่น แผนภาพคลาส มาประกอบในการสร้างค่าของข้อมูลก่อนที่จะดำเนินการทดสอบ

5. ในขั้นตอนการใช้เครื่องมือ ผู้ใช้จะต้องนำเข้าแผนภาพซีเควนซ์ จากนั้นอ่านเอกสารคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพซีเควนซ์ แล้วแปลงเป็นโอซีแอลตามหลักการที่ผู้วิจัยนำเสนอในหัวข้อ 3.2.2 ดังนั้นความสามารถและความชำนาญของผู้ใช้เครื่องมือ ในการแปลงข้อมูลเป็นโอซีแอล และการป้อนข้อมูลเข้าสู่เครื่องมือ จะมีผลต่อเวลาที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ

6. เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านกรณีศึกษา ซึ่งจะต้องเป็นแผนภาพยูเอ็มแอลที่เขียนได้ถูกต้องตามมาตรฐานยูเอ็มแอล และการขอความอนุเคราะห์จากบริษัทผลิตซอฟต์แวร์ทำได้ยาก เพราะบริษัทส่วนใหญ่ไม่สามารถให้ข้อมูลได้ เนื่องจากเป็นนโยบายด้านความปลอดภัยของข้อมูลของบริษัทและลูกค้า ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองด้วยกรณีศึกษาจำนวน 2 ระบบ ซึ่งมีคอมบายด์แพคเกจครบทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ลูป ออบชันและอัลทอนเทิฟ และมีตัวแปรครบทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ตัวแปรพารามิเตอร์ ตัวแปรคีนค่า และตัวแปรเงื่อนไข ดังนั้นกรณีศึกษาจำนวน 2 ระบบนี้จึงเพียงพอในการประเมินผลเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ สามารถทดสอบความสัมพันธ์ของยูสเคสได้ครบทุกประเภท แต่กรณีศึกษาดังกล่าวมีจำนวนยูสเคสเพียง 9 และ 10 ยูสเคส ดังนั้นจึงควรทดสอบเพิ่มเติมกับกรณีศึกษาของระบบอื่นๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

7. เครื่องมือนี้รองรับการทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคสจำนวน 2 ยูสเคสเท่านั้น จึงควรมองหาแนวทางอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้รองรับการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการซึ่งทดสอบการทำงานร่วมกันของยูสเคสมากกว่า 2 ยูสเคสขึ้นไปได้



## รายการอ้างอิง

- Binder, R. V. (1999). *Testing Object-Oriented System Models, Patterns, and Tools*. Addison-Wesley.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1999). *The unified modeling language user guide*. Pearson Education India.
- Briand, L., & Labiche, Y. (2002). A UML-based approach to system testing. *Software and Systems Modeling*, 1(1), 10-42.
- Bruegge, B., & Dutoit, A. H. (2004). *Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns, and Java*. USA: Pearson Education.
- Budha, G., Panda, N., & Acharya, A. A. (2011). Test case generation for use case dependency fault detection. *Electronics Computer Technology (ICECT)* (pp. 178-182). IEEE.
- Cartaxo, E. G., Neto, F. G., & Machado, P. D. (2007). Test Case Generation by means of UML Sequence Diagrams and. *Systems, Man and Cybernetics, (ISIC'07)* (pp. 1292-1297). IEEE.
- Gutiérrez, J. J., Escalona, M. J., Mejías, M., & Torres, J. (2006). An approach to generate test cases from use cases. *ICWE '06 Proceedings of the 6th international conference on Web engineering* (pp. 113-114). USA: ACM.
- Hamilton, K., & Miles, R. (2006). *Learning UML 2. 0*. O'Reilly Media, Incorporated.
- IEEE Standard. (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=159342>
- Kansomkeat, S., & Riverpiboon, W. (2003). Automated generating test case using UML Statechart Diagrams. *Proceedings of the 2003 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on Enablement Through Technology* (pp. 296-300). Republic of South Africa: South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists.
- Nebut, C., Fleurey, F., Traon, Y. L., & Je'ze' quel,, J.-M. (2006). Automatic Test Generation: A Use Case Driven Approach. *Software Engineering, IEEE Transactions* , 32, 140-155.
- Octaviano, F. R., Thomazzo, A. D., Camargo, K., & Fabbri, S. (2012). Test Scenarios Generation Based on Use Cases. *CibSE*, (pp. 15-27).
- Pilone, D., & Pitman, N. (2006). *UML 2.0 in a Nutshell*. O'Reilly Media.

- Pressman, R. (2005). *Software Engineering A Practitioner's Approach* (sixth ed.). McGraw-Hill.
- Pressman, R. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (seventh ed.). McGraw-Hill.
- Rountev, A., Kagan, S., & Sawin, J. (n.d.). Coverage criteria for testing object interaction in sequence diagram. *Fundamental Approaches to Software Engineering* (pp. 239-304). Springer Berlin Heidelberg}.
- Samuel, P., Mall, R., & Kanth, P. (2007). Automatic test case generation from UML communication diagrams. *Information and Software Technology*, 49(2), 158-171.
- Sarma, M., Kundu, D., & Mall, R. (2007). Automatic Test Case Generation from UML Sequence Diagrams. *15th International Conference on Advanced Computing and Communications* (pp. 60-67). IEEE.
- The Object Management Group. (2012). *Documents associated with Object Constraint Language, Version 2.3.1*. Retrieved from <http://www.omg.org/spec/OCL/2.3.1>
- UML 2.4 Diagrams Overview. (2012) Retrieved from <http://www.uml-diagrams.org/uml-24-diagrams.html>
- เศรษฐพงศ์ ลีหรรค์นรงค์. (2547). *วิธีสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากยูสเคส*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉัฐธร ทองระอา. (2550). *การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพซีควเอนซ์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## ภาคผนวก ก.

### แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการจากนักทดสอบ

จากการสอบถามแนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการ โดยการสัมภาษณ์นักทดสอบจำนวนทั้งหมด 10 คน จากบริษัทที่ดำเนินธุรกิจทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์จำนวน 4 บริษัท มีรายละเอียด ดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลนักทดสอบ

ลำดับ ที่	บริษัท	ตำแหน่ง	จำนวน (คน)
1.	บริษัททรอยเตอร์ ซอฟต์แวร์ (ประเทศไทย)	Quality Assurance Engineer	3
2.	บริษัทจีเอเบิล จำกัด	Software Tester	2
3.	บริษัทซอฟต์แวร์ 1999 จำกัด	Tester	2
4.	บริษัทโน เมจิก เอเชีย จำกัด	Software Test Engineer	3

พบว่าปัจจุบันมีแนวคิด 3 แบบ ดังนี้

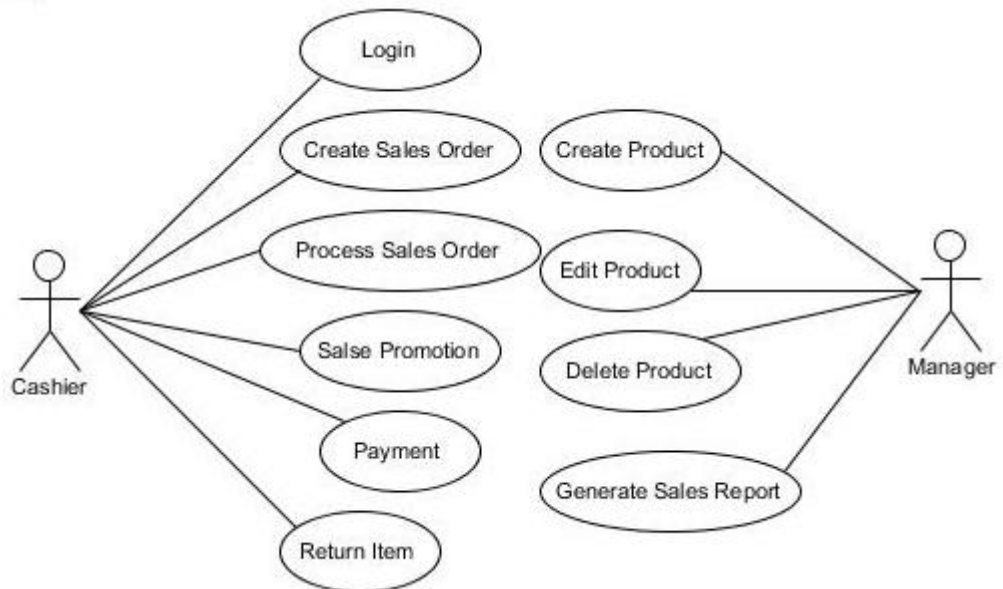
- นำกรณีทดสอบระดับหน่วยของหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 ทั้งหมดมารวมกันเป็นกรณีทดสอบระดับบูรณาการ
- นำกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับหน่วยของหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 บางส่วนมาใช้ซ้ำ และเพิ่มเติมกรณีทดสอบที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสองหน่วย รวมกันเป็นกรณีทดสอบระดับบูรณาการ
- สร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการใหม่ทั้งหมดจากความสัมพันธ์ของทั้งสองหน่วย โดยไม่สนใจกรณีทดสอบระดับหน่วย

จากการสอบถามนักทดสอบ พบว่านักทดสอบจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้แนวคิดแบบที่ 1 นักทดสอบจำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้แนวคิดแบบที่ 2 และนักทดสอบจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้แนวคิดแบบที่ 3 สรุปได้ว่า ปัจจุบันยังไม่มีหลักการที่เป็นมาตรฐานในการสร้างกรณีทดสอบสำหรับการทดสอบระดับบูรณาการ แนวคิดในการสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่เป็นที่นิยมที่สุดคือสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการใหม่ทั้งหมดจากความสัมพันธ์ของทั้งสองหน่วย โดยไม่สนใจกรณีทดสอบระดับหน่วย

ภาคผนวก ข  
กรณีศึกษาระบบขายสินค้า

รายชื่อยูสเคสของระบบขายสินค้า

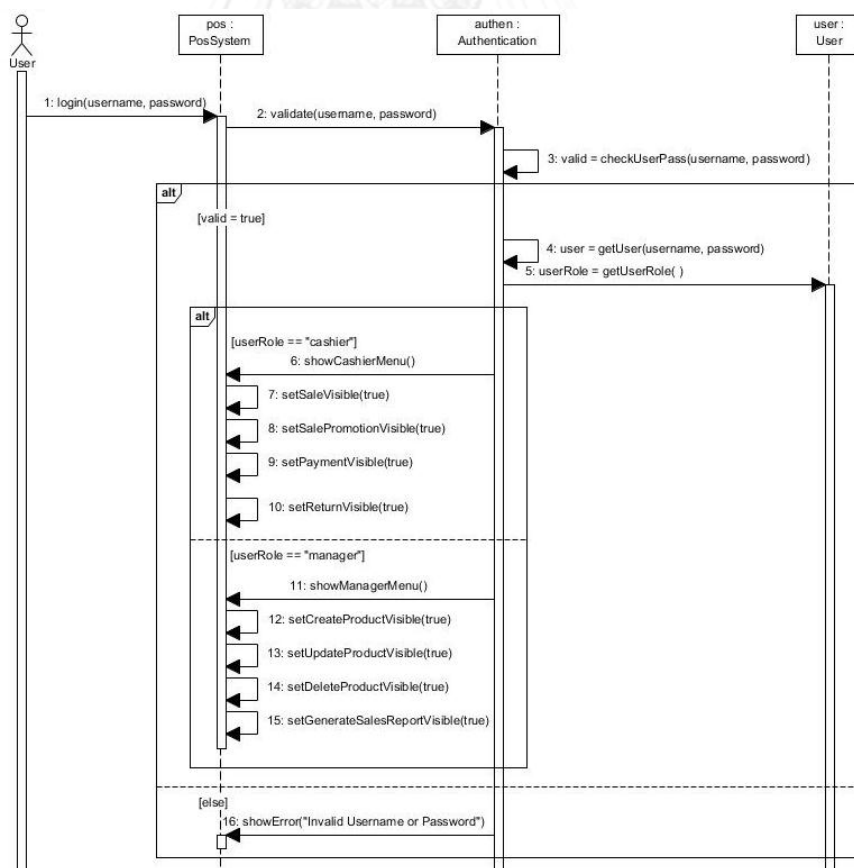
1. การเข้าสู่ระบบ (Login)
2. การเปิดการขาย (Create Sales Order)
3. การขายสินค้า (Process Sales Order)
4. การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย (Sales Promotion)
5. การชำระเงิน (Payment)
6. การรับคืนสินค้า (Return Item)
7. การเพิ่มสินค้า (Create Product)
8. การแก้ไขสินค้า (Edit Product)
9. การลบสินค้า (Delete Product)
10. รายงานการขาย (Generate Sales Report)



รูปที่ ข.1 แผนภาพยูสเคสระบบขายสินค้า

ตารางที่ ข.1 รายละเอียดยุดยสเคสการเข้าสู่ระบบ

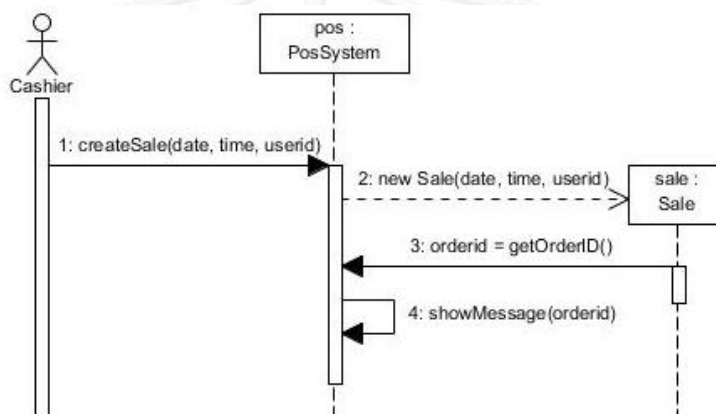
Use Case : Login	
Goal	ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบและตรวจสอบสิทธิการเข้าใช้
Actor	พนักงานขาย, ผู้จัดการ
Pre condition	-
Postcondition	ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบสำเร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานป้อนชื่อบัญชีผู้ใช้งานและรหัสผ่าน</li> <li>2. ระบบตรวจสอบชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน</li> <li>3. ระบบตรวจสอบสิทธิของผู้ใช้งาน</li> <li>4. ระบบแสดงเมนูการทำงานที่สามารถใช้งานได้ ตามสิทธิของผู้ใช้</li> </ol> <p>กรณีผู้ใช้งานเป็นพนักงานขาย ระบบจะแสดงเมนูการขายสินค้า การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย การชำระเงิน และการรับคืนสินค้า</p> <p>กรณีผู้ใช้งานเป็นผู้จัดการ ระบบจะแสดงเมนูดูรายงานการขาย การเพิ่มสินค้า การแก้ไขสินค้า และการลบสินค้า</p>
Extensions	2a. กรณีรหัสผ่านไม่ถูกต้อง หรือไม่มีบัญชีผู้ใช้งาน จะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ



รูปที่ ข.2 แผนภาพซีเควนซ์การเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดยูสเคสการเปิดการขาย

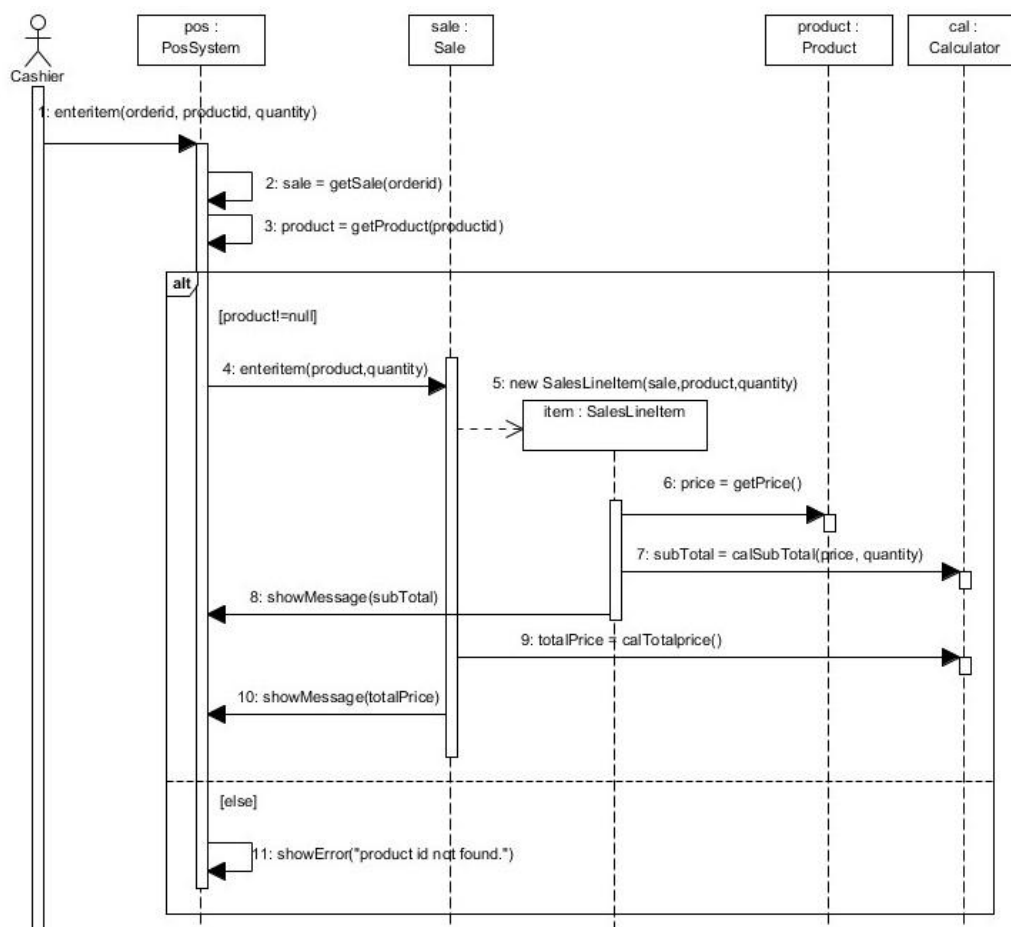
Use Case : Create Sales Order	
Goal	พนักงานขายเปิดการขาย
Actor	พนักงานขาย
Precondition	พนักงานขายเข้าสู่ระบบแล้ว
Postcondition	การขายถูกบันทึก
Main Success	1. พนักงานขายสร้างการขายใหม่
Scenario	2. ระบบแสดงรหัสการขาย
Extensions	-



รูปที่ ข.3 แผนภาพซีควเอนซ์การเปิดการขาย

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดยูสเคสการขายสินค้า

Use Case : Process Sales Order	
Goal	พนักงานขายบันทึกการขาย
Actor	พนักงานขาย
Precondition	พนักงานขายเข้าสู่ระบบแล้ว มีข้อมูลการขายในระบบ
Postcondition	รายการขายถูกบันทึก
Main Success	1. พนักงานขายป้อนรหัสการขาย รหัสสินค้าและจำนวนสินค้าที่ลูกค้าต้องการ
Scenario	2. ระบบค้นหารายการขาย 3. ระบบบันทึกการขาย 4. ระบบคำนวณราคารวม และแสดงออกทางหน้าจอ
Extensions	2a. กรณีไม่มีสินค้าในระบบ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ

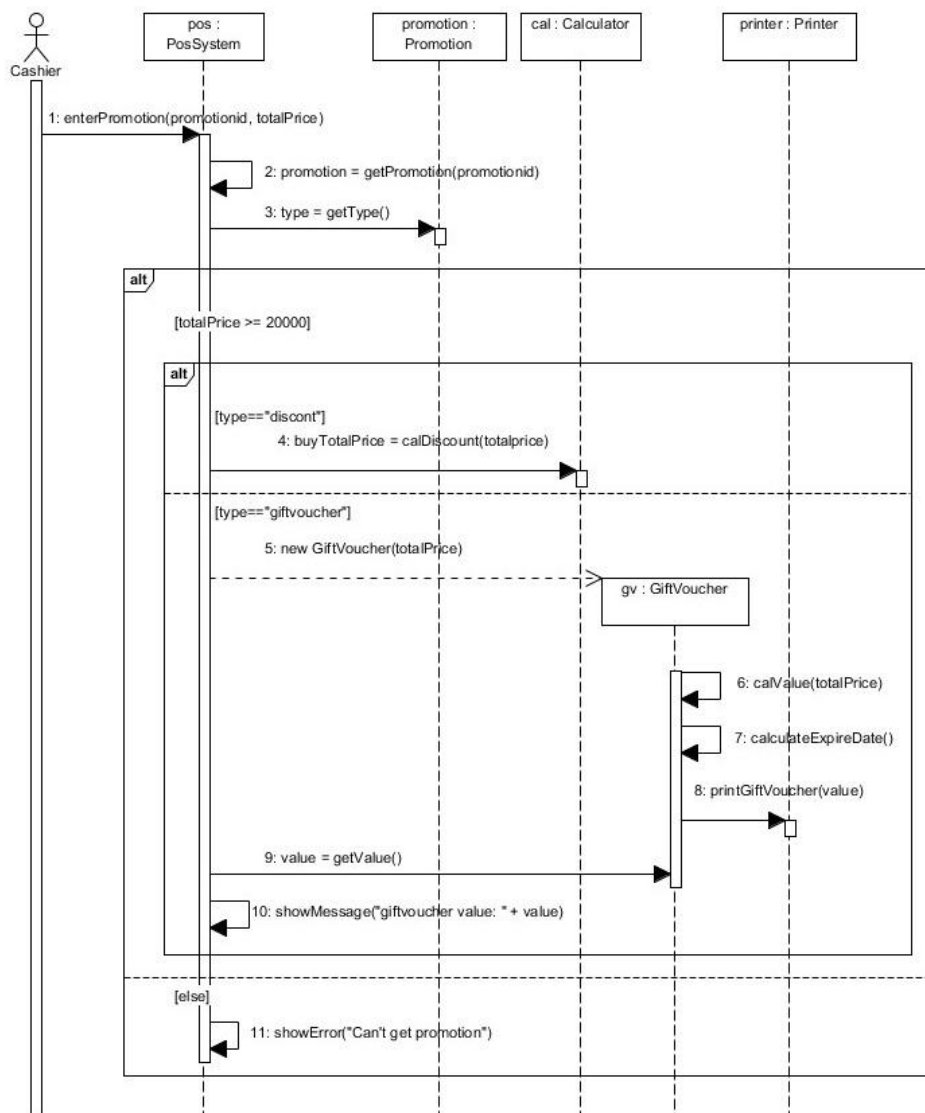


รูปที่ ข.4 แผนภาพซีควเอนซ์การขายสินค้า

ตารางที่ ข.4 รายละเอียดคุณสมบัติการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

Use Case : Sales Promotion	
Goal	ระบบคำนวณส่วนลดให้ตามประเภทของโปรโมชั่น
Actor	พนักงานขาย
Precondition	พนักงานขายเข้าสู่ระบบแล้ว มีข้อมูลโปรโมชั่นในระบบ มีราคารวมที่ต้องชำระ
Postcondition	ระบบคำนวณส่วนลดหรือพิมพ์เช็คของขวัญ
Main Success Scenario	1. พนักงานขายป้อนราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ และรหัสโปรโมชั่นที่ลูกค้าต้องการ 2. คำนวณส่วนลดตามประเภทโปรโมชั่นที่ลูกค้าเลือก
Extensions	1a. กรณีราคารวมที่ต้องชำระน้อยกว่า 20,000 บาท จะไม่สามารถใช้โปรโมชั่นได้ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ 2a. กรณีลูกค้าเลือกโปรโมชั่นประเภท discount ระบบจะคำนวณส่วนลดให้ 5% จากราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ และแสดงราคารวมที่ลดแล้วทางหน้าจอ 2b. กรณีลูกค้าเลือกโปรโมชั่นประเภท gift voucher ระบบจะพิมพ์เช็คของขวัญมูลค่า 5% จากราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนเงินสดในการซื้อสินค้าครั้งถัดไป ภายในระยะเวลาที่ระบุ

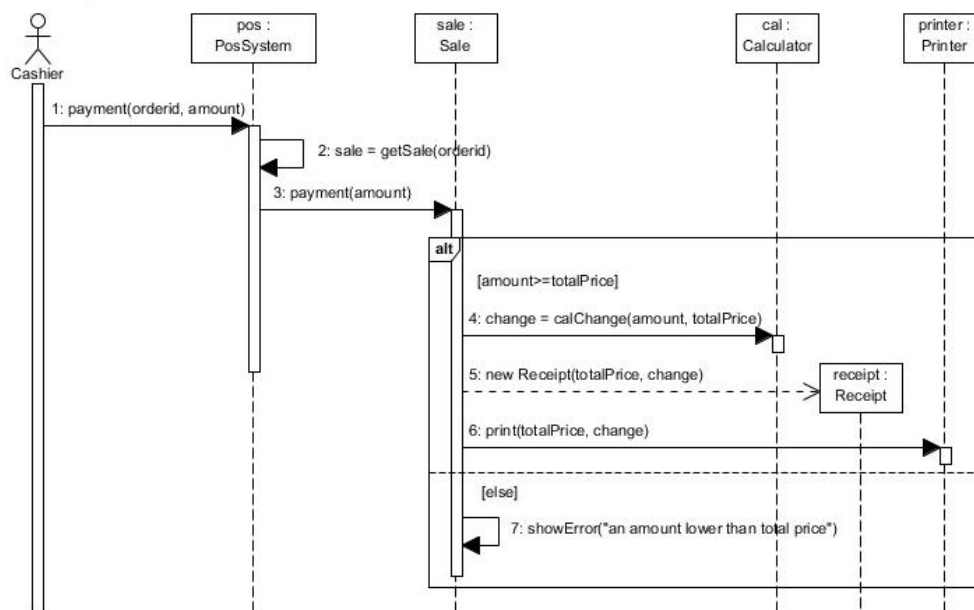




รูปที่ ข.5 แผนภาพซีควเอนซ์การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ตารางที่ ข.5 รายละเอียดยูลสเคสการชำระเงิน

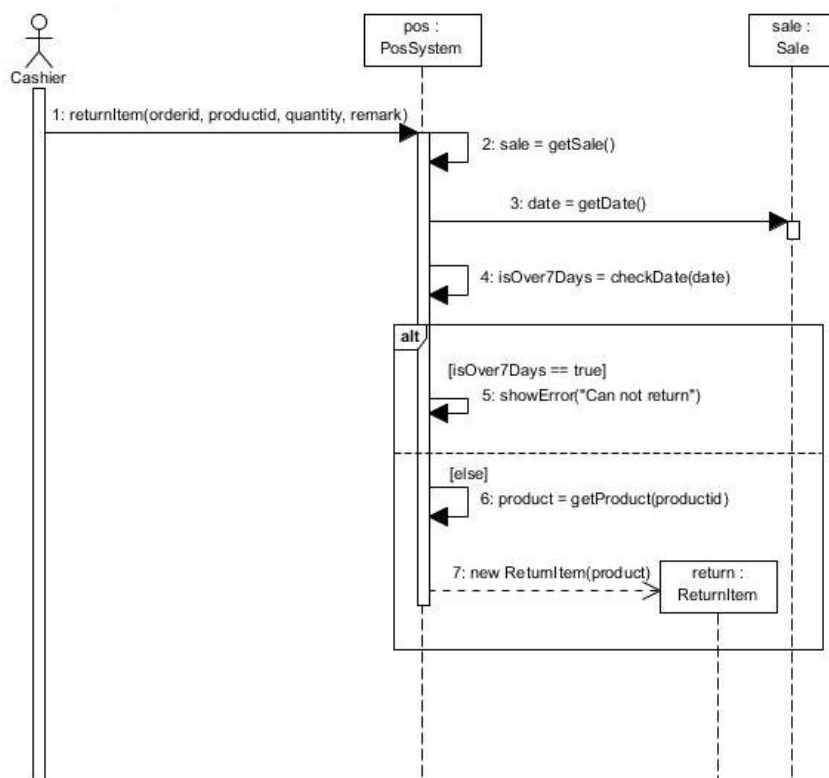
Use Case : Payment	
Goal	ระบบบันทึกการชำระเงินและพิมพ์ใบเสร็จ
Actor	พนักงานขาย
Precondition	มีรายการขายและคำนวณราคารวมที่ต้องชำระแล้ว
Postcondition	ใบเสร็จถูกพิมพ์
Main Success Scenario	1. พนักงานขายป้อนราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ และยอดเงินที่ลูกค้าชำระ 2. ระบบจะคำนวณเงินทอน 3. ระบบพิมพ์ใบเสร็จ
Extensions	2a. กรณีลูกค้าชำระเงินน้อยกว่าราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ



รูปที่ ข.6 แผนภาพซีควเอนซ์การชำระเงิน

ตารางที่ ข.6 รายละเอียดยูสเคสการรับคืนสินค้า

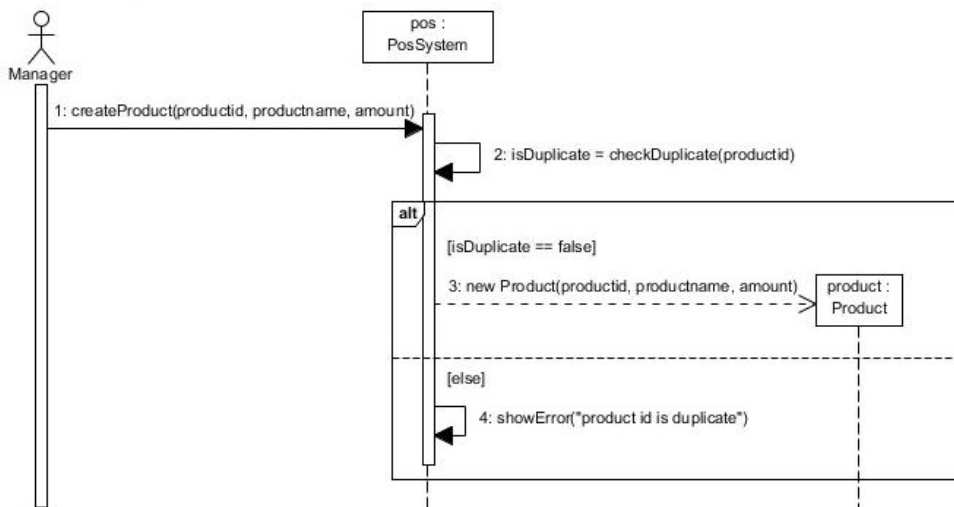
Use Case : Return Item	
Goal	ระบบบันทึกการคืนสินค้าและคำนวณเงินคืนลูกค้า
Actor	พนักงานขาย
Precondition	มีข้อมูลใบเสร็จ
Post condition	ปรับปรุงสินค้าคงคลังและพิมพ์ใบเสร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>พนักงานขายป้อนเลขที่ใบเสร็จ รหัสสินค้า และจำนวนสินค้าที่ลูกค้าต้องการคืน</li> <li>ระบบตรวจสอบวันที่ซื้อสินค้า</li> <li>ระบบคำนวณเงินคืน</li> <li>ระบบบันทึกรายการคืนสินค้า และแสดงออกทางหน้าจอ</li> </ol>
Extensions	2a. กรณีซื้อสินค้าเกิน 7 วัน จะไม่สามารถคืนสินค้าได้ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ



รูปที่ ข.7 แผนภาพซีควเอนซ์การรับคืนสินค้า

ตารางที่ ข.7 รายละเอียดยูสเคสการเพิ่มสินค้า

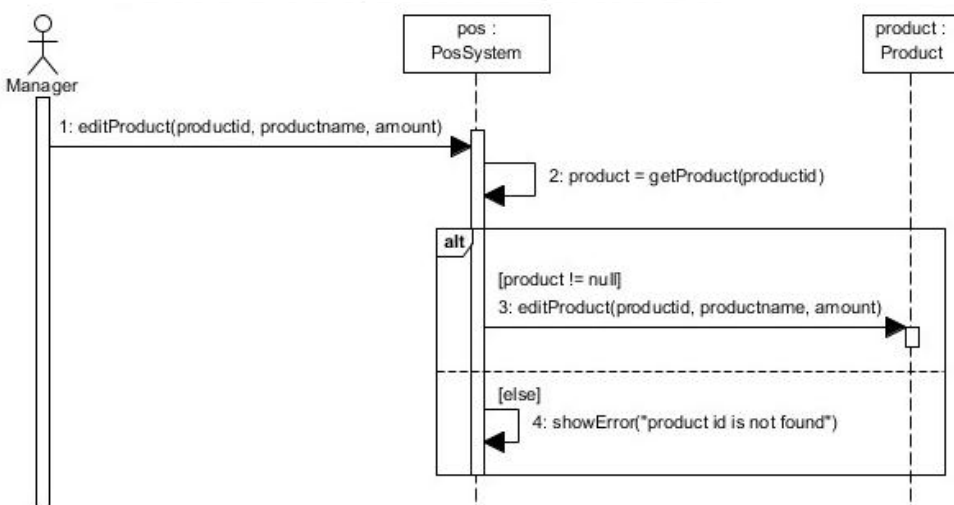
Use Case : Create Product	
Goal	เพิ่มข้อมูลสินค้า
Actor	ผู้จัดการ
Precondition	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว
Postcondition	สินค้าถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า ชื่อสินค้า จำนวนสินค้า</li> <li>2. ระบบตรวจสอบรหัสสินค้า</li> <li>3. ระบบบันทึกข้อมูลสินค้า</li> </ol>
Extensions	2a. กรณีรหัสสินค้าซ้ำกับรหัสสินค้าที่มีอยู่ในระบบ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ



รูปที่ ข.8 แผนภาพซีควเอนซ์การเพิ่มสินค้า

ตารางที่ ข.8 รายละเอียดยูสเคสการแก้ไขสินค้า

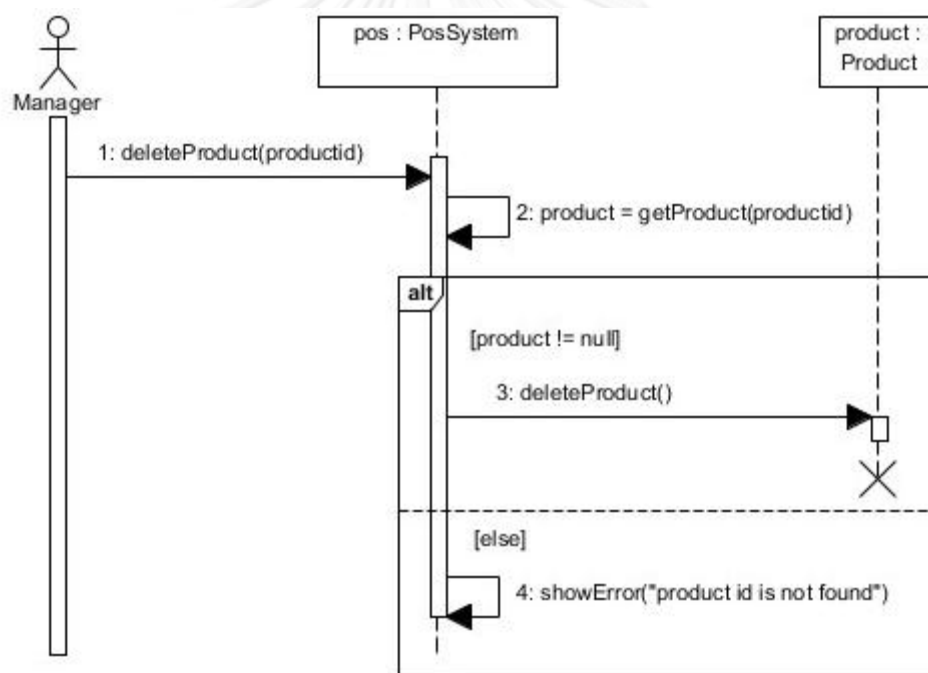
Use Case : Edit Product	
Goal	แก้ไขข้อมูลสินค้า
Actor	ผู้จัดการ
Precondition	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว
Postcondition	สินค้าถูกแก้ไข
Main Success Scenario	1. ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า ชื่อสินค้า จำนวนสินค้าที่ต้องการแก้ไข 2. ระบบค้นหารหัสสินค้า 3. ระบบบันทึกข้อมูลสินค้าที่ถูกแก้ไข
Extensions	2a. กรณีไม่มีสินค้าในระบบ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ



รูปที่ ข.9 แผนภาพซีควเอนซ์การเพิ่มสินค้า

ตารางที่ ข.9 รายละเอียดยูสเคสการลบสินค้า

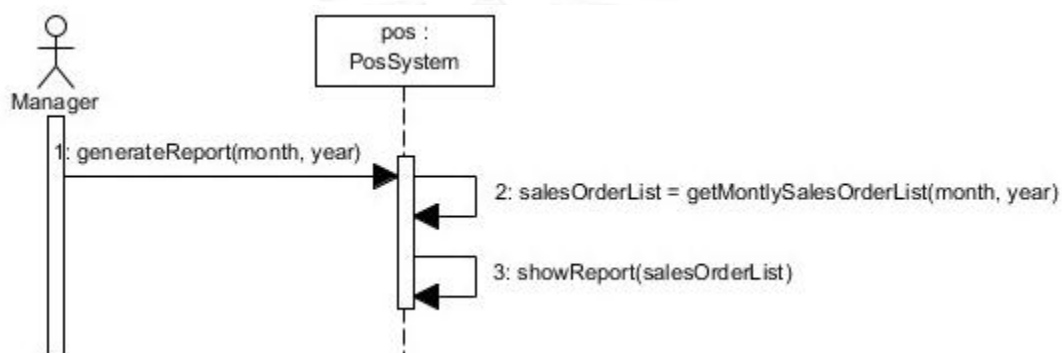
Use Case : Delete Product	
Goal	ลบข้อมูลสินค้า
Actor	ผู้จัดการ
Precondition	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว
Postcondition	สินค้าถูกลบออกจากระบบ
Main Success Scenario	1. ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า ชื่อสินค้า จำนวนสินค้าที่ต้องการแก้ไข 2. ระบบค้นหารหัสสินค้า 3. ระบบลบข้อมูลสินค้าออกจากระบบ
Extensions	2a. กรณีไม่มีสินค้าในระบบ ระบบจะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ



รูปที่ ข.10 แผนภาพซีควเอนซ์การลบสินค้า

ตารางที่ ข.10 รายละเอียดยูสเคสรายงานการขาย

Use Case : Generate Sales Report	
Goal	แสดงรายงานการขาย
Actor	ผู้จัดการ
Precondition	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว
Postcondition	ระบบแสดงรายงานการขาย
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้จัดการป้อนเดือนและปีที่ต้องการดูรายงานการขาย</li> <li>2. ระบบแสดงรายงานการขาย</li> </ol>

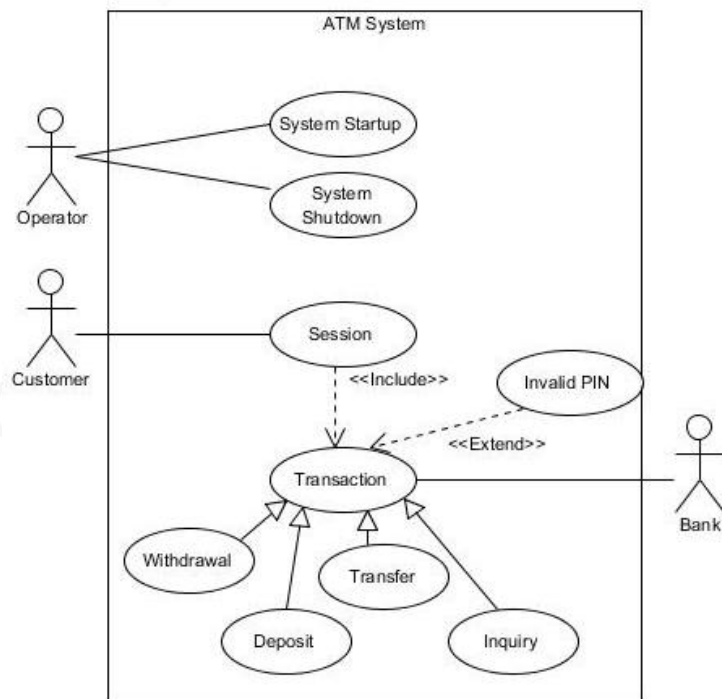


รูปที่ ข.11 แผนภาพซีควเอนซ์รายงานการขาย

ภาคผนวก ค  
กรณีศึกษาระบบเอทีเอ็ม

รายชื่อยูสเคสของระบบเอทีเอ็ม

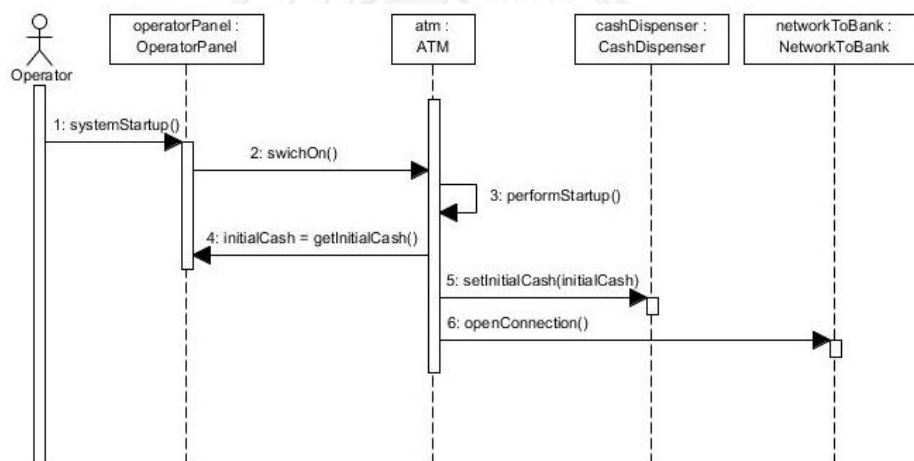
1. การเปิดระบบ (System Startup)
2. การปิดระบบ (System Shutdown)
3. การทำเซสชัน (Session)
4. การทำรายการ (Transaction)
5. การใส่รหัสไม่ถูกต้อง (Invalid PIN)
6. การถอนเงิน (Withdrawal)
7. การฝากเงิน (Deposit)
8. การโอนเงิน (Transfer)
9. การสอบถามยอดเงิน (Inquiry)



รูปที่ ค.1 แผนภาพยูสเคสระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดยูสเคสการเปิดระบบ

Use Case : System Startup	
Goal	เปิดระบบ
Actor	เจ้าหน้าที่ (Operator)
Precondition	-
Postcondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจ้าหน้าที่เปิดสวิตช์</li> <li>2. ระบบเริ่มต้นทำงาน</li> <li>3. เจ้าหน้าที่ใส่ธนบัตรและป้อนค่าจำนวนเงินสดที่มีในเครื่อง</li> <li>4. ระบบเชื่อมต่อกับธนาคาร</li> <li>5. ระบบพร้อมให้บริการ</li> </ol>

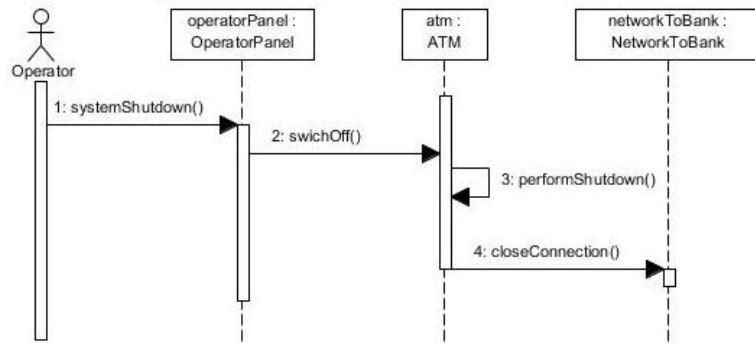


รูปที่ ค.2 แผนภาพซีควเอนซ์การเปิดระบบ

ตารางที่ ค.2 รายละเอียดยูสเคสการปิดระบบ

Use Case : System Shutdown	
Goal	ปิดระบบ
Actor	เจ้าหน้าที่ (Operator)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	ระบบสิ้นสุดการให้บริการ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจ้าหน้าที่ปิดสวิตช์</li> <li>2. ระบบปิดการเชื่อมต่อกับธนาคาร</li> <li>3. ระบบสิ้นสุดการให้บริการ</li> </ol>

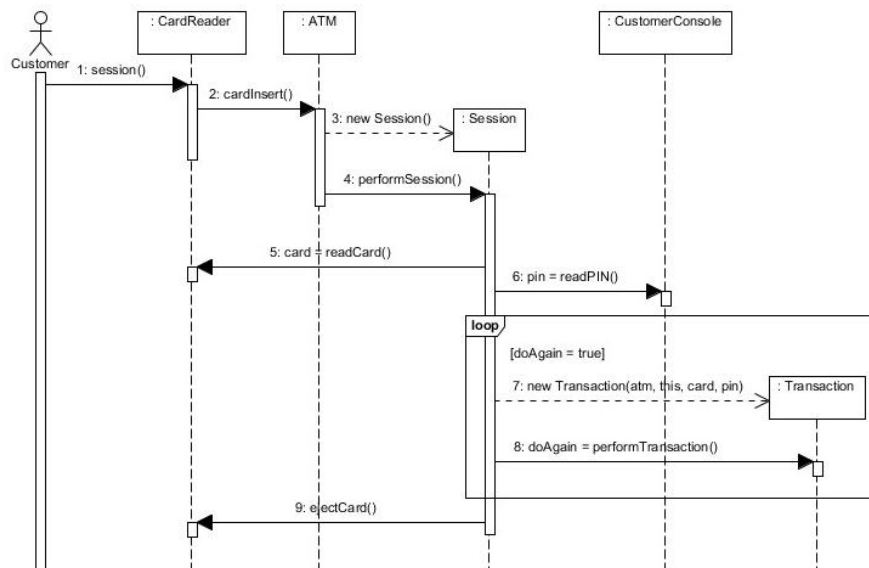




รูปที่ ค.3 แผนภาพซีควเอนซ์การปิดระบบ

ตารางที่ ค.3 รายละเอียดยุดยสเคสการทำเซสชัน

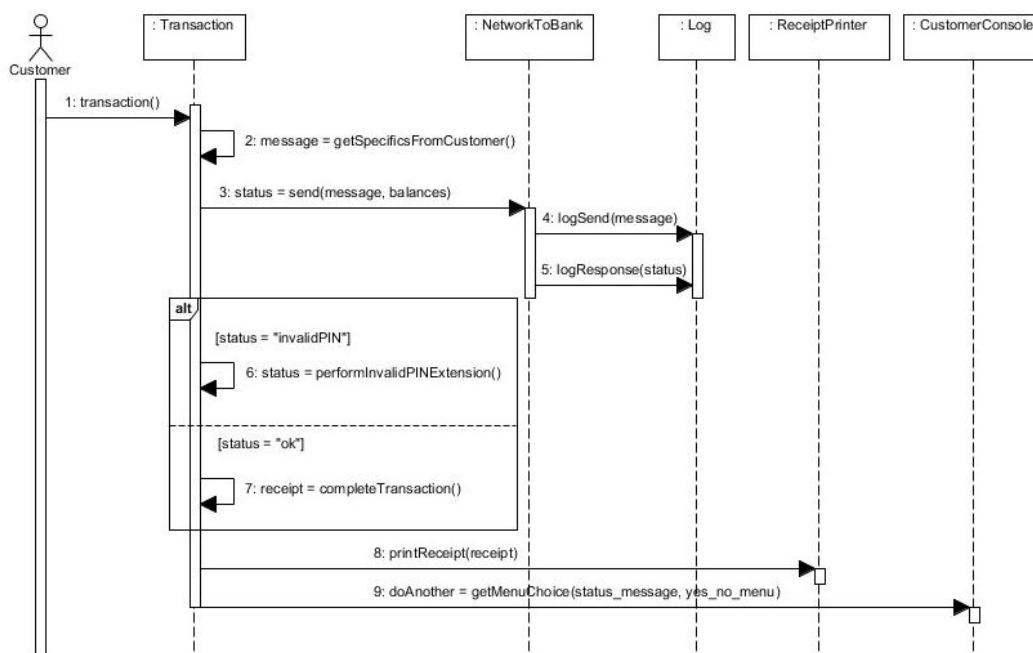
Use Case : Session	
Goal	สร้างเซสชัน
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	เซสชันถูกสร้าง
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลูกค้าสอดบัตรเอทีเอ็มเข้ามาในเครื่องเอทีเอ็ม</li> <li>2. ระบบอ่านบัตรเอทีเอ็ม</li> <li>3. ลูกค้ากรอกรหัส</li> <li>4. ระบบแสดงเมนูให้เลือก</li> <li>5. ลูกค้าเลือกทำรายการ</li> <li>6. ระบบทำรายการตามที่ลูกค้าเลือก</li> <li>7. เมื่อลูกค้าไม่ต้องการทำรายการแล้ว ระบบจะคืนบัตร</li> </ol>



รูปที่ ค.4 แผนภาพซีควเอนซ์การทำเซสชัน

ตารางที่ ค.4 รายละเอียดของสเคสการทำรายการ

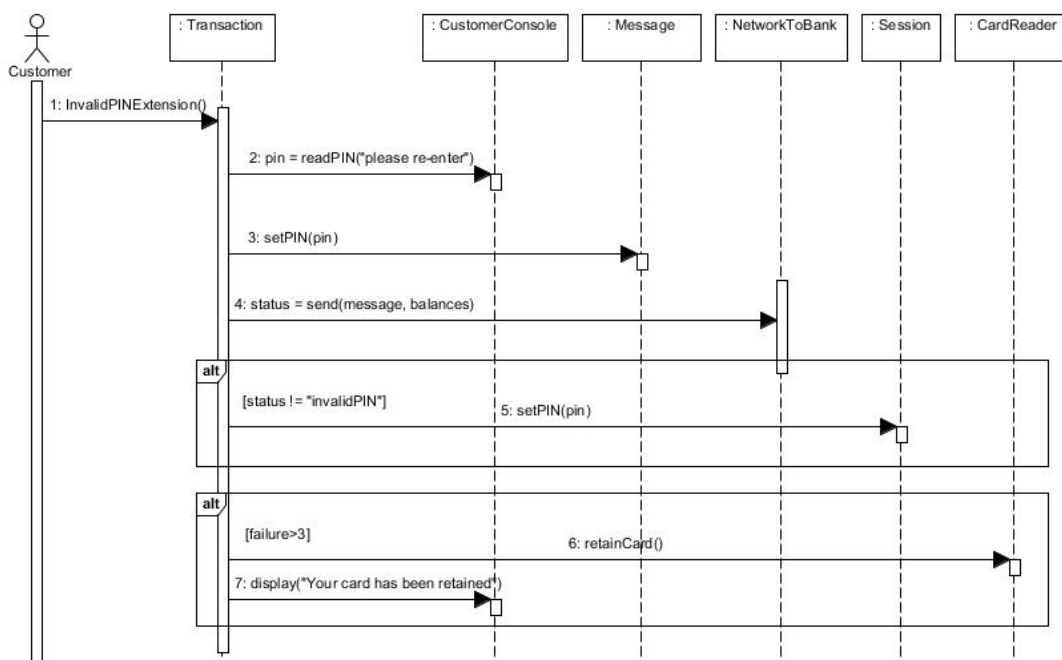
Use Case : Transaction	
Goal	ทำรายการ
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	-
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลูกค้าเลือกทำรายการที่ต้องการ</li> <li>2. ระบบส่งข้อมูลลูกค้าไปยังธนาคาร</li> <li>3. ระบบตรวจสอบสถานะ</li> </ol> <p>กรณีสถานะเป็น “invalidPIN” จะทำงานตามยูสเคสการใส่รหัสไม่ถูกต้อง</p> <p>กรณีสถานะเป็น “ok” ระบบจะดำเนินการตามรายการที่เลือกและพิมพ์ใบเสร็จ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. ลูกค้าเลือกว่าต้องการทำรายการอื่นอีกหรือไม่</li> </ol>



รูปที่ ค.5 แผนภาพซีเควนซ์การทำรายการ

ตารางที่ ค.5 รายละเอียดของสเคสการใส่รหัสไม่ถูกต้อง

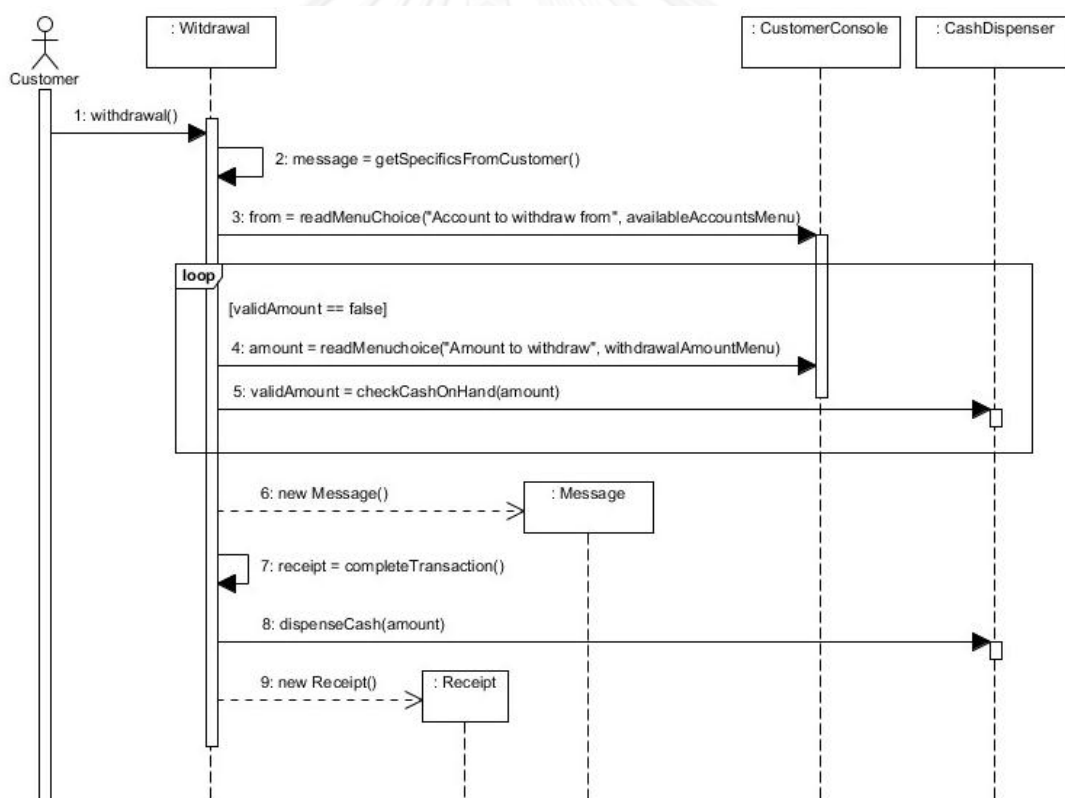
Use Case : Invalid PIN Extension	
Goal	รับรหัสอีกครั้ง และตรวจสอบรหัส
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	-
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>ระบบแจ้งลูกค้าให้กรอกรหัสใหม่อีกครั้ง</li> <li>ระบบส่งข้อมูลลูกค้าไปที่ธนาคาร</li> <li>ระบบตรวจสอบสถานะกรณีสถานะไม่ใช่ "invalidPIN" ระบบจะบันทึกข้อมูลลงเซสชันกรณีกรอกรหัสผิดไม่ถูกต้องมากกว่า 3 ครั้ง ระบบจะอายัดบัตร ระบบแสดงข้อความว่าบัตรถูกอายัด</li> </ol>



รูปที่ ค.6 แผนภาพซีควเอนซ์การใส่รหัสไม่ถูกต้อง

## ตารางที่ ค.6 รายละเอียดของเคสการถอนเงิน

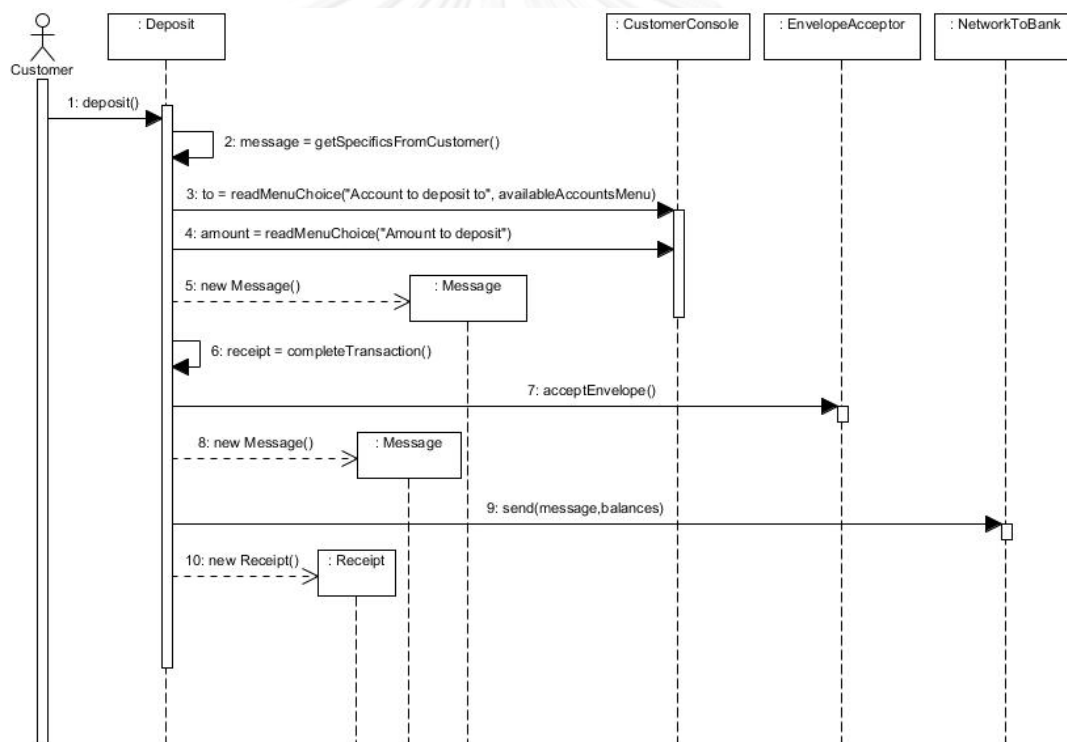
Use Case : Withdrawal	
Goal	ถอนเงิน
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	ใบเสร็จถูกต้องพิมพ์
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลูกค้าป้อนประเภทบัญชีและจำนวนเงินที่ต้องการถอนเงิน</li> <li>2. ระบบตรวจสอบจำนวนเงินที่มีในเครื่องเอทีเอ็ม หากจำนวนเงินไม่เพียงพอให้ลูกค้าถอน ลูกค้าจะต้องกรอกจำนวนเงินใหม่</li> <li>3. ระบบจ่ายเงินให้ลูกค้า</li> <li>4. ระบบพิมพ์ใบเสร็จ</li> </ol>



รูปที่ ค.7 แผนภาพซีควเอนซ์การถอนเงิน

ตารางที่ ค.7 รายละเอียดของสเคสการฝากเงิน

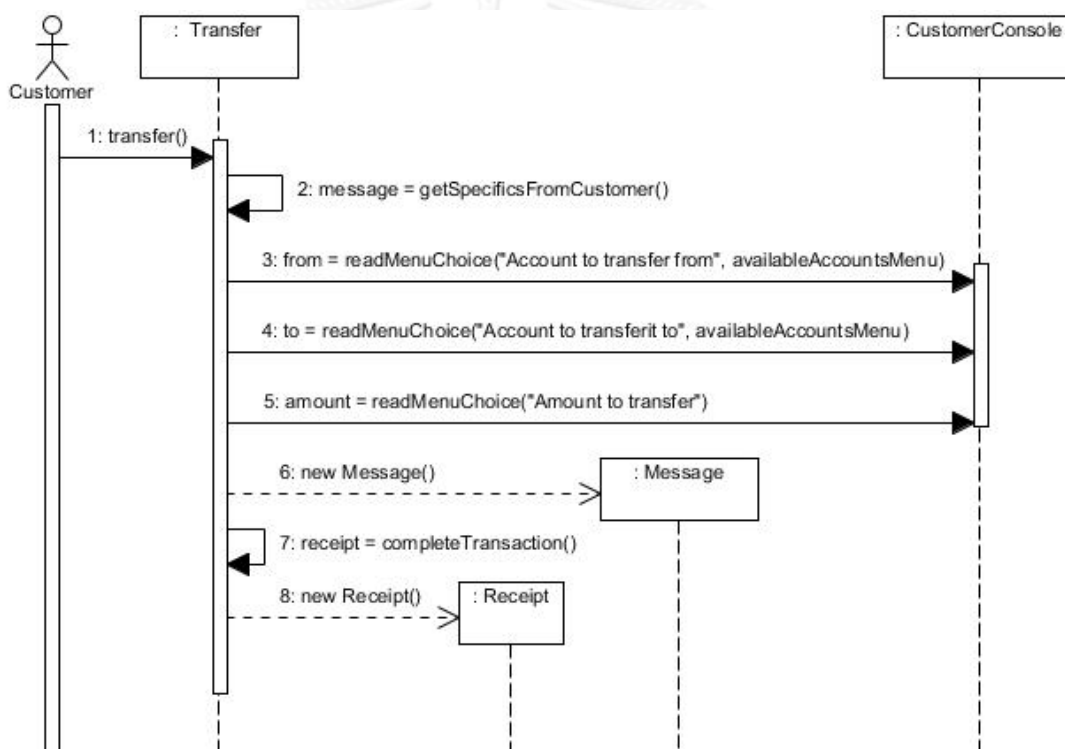
Use Case : Deposit	
Goal	ฝากเงิน
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	ใบเสร็จถูกพิมพ์
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลูกค้าป้อนประเภทบัญชีและจำนวนเงินที่ต้องการฝาก</li> <li>2. ลูกค้าใส่ธนบัตรลงเครื่องเอทีเอ็ม</li> <li>3. ระบบส่งข้อมูลประเภทบัญชีและจำนวนเงินไปให้ธนาคาร</li> <li>4. ระบบพิมพ์ใบเสร็จ</li> </ol>



รูปที่ ค.8 แผนภาพซีควเอนซ์การฝากเงิน

ตารางที่ ค.8 รายละเอียดคุณสเคสการโอนเงิน

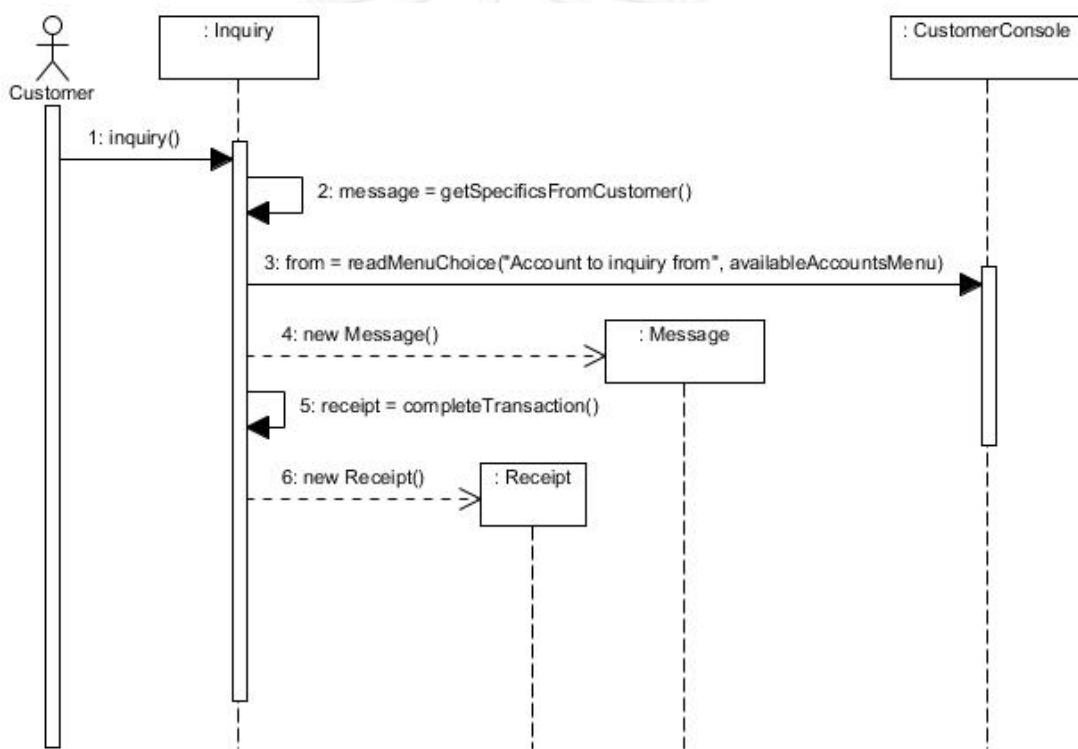
Use Case : Transfer	
Goal	ถอนเงิน
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	ใบเสร็จถูกพิมพ์
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลูกค้าป้อนบัญชีที่ต้องการโอน บัญชีที่ต้องการฝาก และจำนวนเงินที่ต้องการฝาก</li> <li>2. ระบบพิมพ์ใบเสร็จ</li> </ol>



รูปที่ ค.9 แผนภาพซีควเอนซ์การโอนเงิน

ตารางที่ ค.9 รายละเอียดของสเคสการสอบถามยอดเงิน

Use Case : Inquiry	
Goal	สอบถามยอดเงิน
Actor	ลูกค้า (Customer)
Precondition	ระบบพร้อมให้บริการ
Postcondition	ใบเสร็จถูกพิมพ์
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ลูกค้าป้อนบัญชีที่ต้องการสอบถามยอดเงินคงเหลือ</li> <li>2. ระบบทำรายการให้ตามที่ต้องการ</li> <li>3. ระบบพิมพ์ใบเสร็จ</li> </ol>



รูปที่ ค.10 แผนภาพซีเควนซ์การสอบถามยอดเงิน

ภาคผนวก ง

กรณีทดสอบระดับหน่วยและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยเครื่องมือ

1. ระบบขายสินค้า

1) กรณีทดสอบระดับหน่วย

ตารางที่ ง.1 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเข้าสู่ระบบ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	authen.isDefined()	valid = false	result = valid result = "Invalid Username or Password"
2.	authen.isDefined() user.isDefined() authen->include(user)	valid = true userRole != "cashier" userRole != "manager"	result = valid result = user result = userRole
3.	authen.isDefined() user.isDefined() authen->include(user)	valid = true userRole != "cashier" userRole == "manager"	result = valid, result = user result = userRole createProductVisible=true updateProductVisible=true deleteProductVisible=true generateSalesReportVisible=true
4.	authen.isDefined() user.isDefined() authen->include(user)	valid = true userRole == "cashier"	result = valid, result = user result = userRole saleVisible=true salePromotion=true paymentVisible=true returnVisible=true

ตารางที่ ง.2 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเปิดการขาย

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier"	ไม่มีคอมบายด์แพรกเมนต์ จึงไม่มีตัวแปรเงื่อนไขให้ สร้างข้อมูลทดสอบ	sale.isDefined() pos->include(sale) result = orderid



ตารางที่ ง.3 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการขายสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result = sale result = product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice=totalPrice+subtotal result = totalPrice
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product = null	result = sale result = product result="product id not found"

ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 19999	result = promotion result = type result = "Can't get promotion"
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type != "discount" type != "giftVoucher"	result = promotion result = type
3.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type != "discount" type = "giftVoucher"	result = promotion result = type, gv.isDefined() value = 0.05*totalPrice expireDate = today + 30 result = value result = "giftvoucher value: " + value
4.	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include(promotion)	totalPrice = 20000 type = "discount"	result = promotion result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice*0.95 result = buyTotalPrice

ตารางที่ ง.5 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการชำระเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()	amount >= totalPrice	result = sale change = amount- totalPrice result = change receipt.isDefined() result = totalPrice result = change
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()	amount < totalPrice	result = sale result = ("an amount is lower than total price"

ตารางที่ ง.6 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการรับคืนสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "cashier" sale->include(receipt) sale.isDefined()	isOver7Days = false	result = sale result = date result = isOver7Days result = product return,isDefined()
2.	userRole == "cashier" sale->include(receipt) sale.isDefined()	isOver7Days = true	result = sale result = date result = isOver7Days result = "Can not return"

ตารางที่ ง.7 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเพิ่มสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == "manager"	isDuplicate==false	product.isDefined() pos->include(product)
2.	userRole == "manager"	isDuplicate != false	result = "product is duplicate"

ตารางที่ ง.8 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการแก้ไขสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == “manager” pos->include(product) product.isDefined()	product != null	result = product
2.	userRole == “manager” pos->include(product)	product = null	result = product result = “product id is not found”

ตารางที่ ง.9 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการลบสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == “manager” pos->include(product) product.isDefined()	product != null	result = product product.isDestroyed()
2.	userRole == “manager” pos->include(product) product.isDefined()	product == null	result = product result = “product id is not found”

ตารางที่ ง.10 กรณีทดสอบระดับหน่วยของรายงานการขาย

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	userRole == “manager”	ไม่มีคอมบายด์แฟรกเมนต์ จึงไม่มีตัวแปรเงื่อนไขให้ สร้างข้อมูลทดสอบ	result = salesOrderList result = saleOrderList

## 2) กรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ตารางที่ ง.11 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเปิดการขายและการขายสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "cashier"	ไม่มีคอมบายด์แฟรก เมนูจึงไม่มีตัวแปร เงื่อนไขให้สร้างข้อมูล ทดสอบ	sale.isDefined() pos->include(sale) result = orderid	เปิดการขายได้
	userRole == "cashier" pos-> include(sale)	product != null	result = sale, result = product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice = totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึกรายการ ขาย คำนวณ ราคารวม

ตารางที่ ง.12 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result=sale, result=product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice = totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึก รายการขาย จำนวน ราคารวม
	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include (promotion)	totalPrice = 20000 type = "discount"	result = promotion result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice*0.95 result = buyTotalPrice	ยอดซื้อ มากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result=sale, result=product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice= totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึก รายการขาย จำนวน ราคารวม
	userRole == "cashier" pos->include(sale) pos->include (promotion)	totalPrice = 19999	result=promotion,result=t ype result = "Can't get promotion"	ยอดซื้อน้อย กว่า 20000 ไม่สามารถ ใช้โปรโมชั่น

ตารางที่ ง.13 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการขายสินค้าและการชำระเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result = sale result = product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice = totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึกการขาย ขาย จำนวน ราคารวม
	userRole == "cashier" pos->include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()	amount >= totalPrice	result = sale change = amount- totalPrice result = change receipt.isDefined() result=totalprice, result=change	ชำระเงิน มากกว่าราคา รวมที่ลูกค้าต้อง ชำระ จำนวน เงินทอน
2.	userRole == "cashier" pos->include(sale)	product != null	result = sale, result = product item.isDefined() result = price subtotal = price*quantity result = subtotal totalPrice= totalPrice + subtotal result = totalPrice	บันทึกการขาย ขาย จำนวน ราคารวม
	userRole == "cashier" pos->include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()	amount < totalPrice	result = sale result = ("an amount is lower than total price")	ชำระเงินน้อย กว่าราคารวมที่ ลูกค้าต้องชำระ

ตารางที่ ง.14 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	<pre>userRole == "cashier" pos-&gt;include(sale) pos-&gt;include(promotion)</pre>	<pre>totalPrice = 20000 type = "discount"</pre>	<pre>result = promotion result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice- (buyTotalPrice*0.05) result = buyTotalPrice</pre>	<p>ยอดซื้อ มากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโม ชัน discount</p>
	<pre>userRole == "cashier" pos-&gt;include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()</pre>	<pre>amount &gt;= totalPrice</pre>	<pre>result = sale change = amount- totalPrice result = change receipt.isDefined() result = totalprice result = change</pre>	<p>ชำระเงิน มากกว่า หรือเท่ากับ ราคารวมที่ ลูกค้าต้อง ชำระ จำนวนเงิน ทอน</p>
2.	<pre>userRole == "cashier" pos-&gt;include(sale) pos-&gt;include(promotion)</pre>	<pre>totalPrice = 20000 type = "discount"</pre>	<pre>result = promotion result = type buyTotalPrice = buyTotalPrice- (buyTotalPrice*0.05) result = buyTotalPrice</pre>	<p>ยอดซื้อ มากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้ โปรโมชั่น discount</p>
	<pre>userRole == "cashier" pos-&gt;include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()</pre>	<pre>amount &lt; totalPrice</pre>	<pre>result = sale result = ("an amount is lower than total price")</pre>	<p>ชำระเงิน น้อยกว่า ราคารวมที่ ลูกค้าต้อง ชำระ</p>

ตารางที่ ง.15 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการชำระเงินและการรับคืนสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "cashier" pos->include(sale) sale.isDefined() cal.isDefined()	amount >= totalPrice	result = sale change = amount- totalPrice result = change receipt.isDefined() result = totalprice result = change	ชำระเงิน มากกว่าหรือ เท่ากับราคา รวมที่ลูกค้า ต้องชำระ จำนวนเงิน ทอน
	userRole == "cashier" sale-> >include(receipt) sale.isDefined()	isOver7Days = false	result = sale result = date result = isOver7Days result = product return,isDefined()	คืนภายใน 7 วัน รับคืน สินค้า

ตารางที่ ง.16 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "manager"	isDuplicate == false	product.isDefined() pos-> >include(product)	เพิ่มสินค้าได้
	userRole == "manager" pos-> >include(product) product.isDefined()	product != null	result = product	แก้ไขสินค้า ได้



ตารางที่ ง.17 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "manager"	isDuplicate == false	product.isDefined() pos->include(product)	เพิ่มสินค้า ได้
	userRole == "manager" pos->include(product) product.isDefined()	product != null	result = product product.isDestroyed()	ลบสินค้าได้

ตารางที่ ง.18 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้า

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	userRole == "manager" pos->include(product) product.isDefined()	product != null	result = product	แก้ไขสินค้า ได้
	userRole == "manager" pos->include(product) product.isDefined()	product != null	result = product product.isDestroyed()	ลบสินค้าได้
2.	userRole == "manager" pos->include(product) product.isDefined()	product != null	result = product	แก้ไขสินค้า ได้
	userRole == "manager" pos->include(product) product.isDefined()	product == null	result = product result = "product id is not found"	ไม่พบสินค้า ที่จะลบ

## 2. ระบบเอทีเอ็ม

## 1) กรณีทดสอบระดับหน่วย

ตารางที่ ง.19 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการเปิดระบบ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	atm.isDefined() cashDispenser.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	systemStatus = "on"

ตารางที่ ง.20 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการปิดระบบ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" atm.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	systemStatus = "off"

ตารางที่ ง.21 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการทำเซสชัน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" atm.isDefined() session.isDefined() customerConsole.isDefined() transaction.isDefined()	doAgain == true	session.isDefined() result = card result = pin transaction.isDefined() result = doAgain
2.	systemStatus = "on" atm.isDefined() session.isDefined() customerConsole.isDefined()	doAgain != true	session.isDefined() result = card result = pin

ตารางที่ ง.22 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการทำรายการ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status == "invalidPIN"	result = message result = status result = status result = doAnother
2.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status != "invalidPIN" status == "ok"	result = message result = status result = receipt result = doAnother
3.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status != "invalidPIN" status != "ok"	result = message result = status result = doAnother

ตารางที่ ง.23 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการใส่รหัสไม่ถูกต้อง

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() message.isDefined() networkToBank.isDefined() session.isDefined()	status != "invalidPIN"	result = pin result = status
2.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() message.isDefined() networkToBank.isDefined() cardReader.isDefined()	status = "invalidPIN" failure=4	result = pin result = status result = "Your card has been retains"
3.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() message.isDefined() networkToBank.isDefined()	status = "invalidPIN" failure=3	result = pin result = status

ตารางที่ ง.24 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการถอนเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() cashDispenser.isDefined()	validAmount == false	result = message result = from result = amount result = validAmount message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()
2.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() cashDispenser.isDefined()	validAmount != false	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()

ตารางที่ ง.25 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการฝากเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() envelopeAcceptor.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	result = message result = to result = amount message.isDefined() result = receipt message.isDefined() receipt.isDefined()

ตารางที่ ง.26 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการโอนเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from result = to result = amount message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()

ตารางที่ ง.27 กรณีทดสอบระดับหน่วยของการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()

## 2) กรณีทดสอบระดับบูรณาการ

ตารางที่ ง.28 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำเซสชันและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" atm.isDefined() session.isDefined() customerConsole.isDefined() transaction.isDefined()	doAgain == true	session.isDefined() result = card result = pin transaction.isDefined() ( result = doAgain	ต้องการทำ รายการ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() message.isDefined() networkToBank.isDefined() session.isDefined()	status != "invalidPIN"	result = pin result = status	ป้อนรหัส ใหม่ และ รหัส ถูกต้อง

ตารางที่ ง.29 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้อง

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status == "invalidPIN"	result = message result = status result = status result = doAnother	ทำรายการและ ป้อนรหัสไม่ ถูกต้อง
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() message.isDefined() networkToBank.isDefined() session.isDefined()	status != "invalidPIN"	result = pin result = status	ป้อนรหัสใหม่ และรหัส ถูกต้อง
2.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status == "invalidPIN"	result = message result = status result = status result = doAnother	ทำรายการและ ป้อนรหัสไม่ ถูกต้อง
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() message.isDefined() networkToBank.isDefined()	status = "invalidPIN" failure=3	result = pin result = status	ป้อนรหัสใหม่ และป้อนไม่ ถูกต้อง 3 ครั้ง

ตารางที่ ง.30 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการถอนเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status != "invalidPIN" status == "ok"	result = message result = status result = receipt result = doAnother	สถานะ ok ดำเนินการ ตาม รายการที่ เลือก
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() cashDispenser.isDefined()	validAmount != false	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	จำนวนเงิน พอ ถอน เงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.31 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการฝากเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status != "invalidPIN" status == "ok"	result = message result = status result = receipt result = doAnother	สถานะ ok ดำเนินการ ตาม รายการที่ เลือก
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() envelopeAcceptor.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	result = message result = to result = amount message.isDefined() result = receipt message.isDefined() receipt.isDefined()	ฝากเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.32 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการโอนเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status != "invalidPIN" status == "ok"	result = message result = status result = receipt result = doAnother	สถานะ ok ดำเนินการ ตาม รายการที่ เลือก
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from result = to result = amount message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	โอนเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.33 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการทำรายการและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" networkToBank.isDefined() log.isDefined() log.isDefined() receiptPrinter.isDefined() customerConsole.isDefined()	status != "invalidPIN" status == "ok"	result = message result = status result = receipt result = doAnother	สถานะ ok ดำเนินการ ตาม รายการที่ เลือก
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	พิมพ์ ใบเสร็จ



ตารางที่ ง.34 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนและการฝากเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() cashDispenser.isDefined()	validAmount != false	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	จำนวนเงิน พอ ถอน เงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() envelopeAcceptor.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	result = message result = to result = amount message.isDefined() result = receipt message.isDefined() receipt.isDefined()	ฝากเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.35 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการโอนเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() cashDispenser.isDefined()	validAmount != false	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	จำนวนเงิน พอ ถอน เงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result=from,result= to result = amount message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	โอนเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.36 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() cashDispenser.isDefined()	validAmount != false	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	จำนวนเงิน พอ ถอน เงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.37 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการโอนเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() envelopeAcceptor.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	result = message result= to,result=amount message.isDefined() result = receipt message.isDefined() receipt.isDefined()	ฝากเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from,result = to result = amount message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	โอนเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.38 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined() envelopeAcceptor.isDefined() networkToBank.isDefined()	-	result = message result = to, result = amount message.isDefined() result = receipt message.isDefined() receipt.isDefined()	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ง.39 กรณีทดสอบระดับบูรณาการของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงิน

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from,result = to result = amount message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	systemStatus = "on" customerConsole.isDefined()	-	result = message result = from message.isDefined() result = receipt receipt.isDefined()	พิมพ์ใบเสร็จ

## ภาคผนวก จ

### คู่มือและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากการสอบถามนักทดสอบซึ่งมีประสบการณ์ด้านการออกแบบกรณีทดสอบระดับหน่วย และระดับบูรณาการ ให้กับบริษัทผลิตซอฟต์แวร์ ตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน สามารถจับคู่มือและสร้างกรณีทดสอบระดับบูรณาการได้ดังนี้

#### 1. ระบบขายสินค้า

ตารางที่ จ.1 คู่มือและกรณีทดสอบของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

คู่มือ	คู่มือและกรณีทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า
2.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย
3.	การขายสินค้า	การชำระเงิน
4.	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	การชำระเงิน
5.	การชำระเงิน	การรับคืนสินค้า
6.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า
7.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า
8.	การแก้ไขสินค้า	การลบสินค้า

ตารางที่ จ.2 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	-	Orderid = 01	Orderid = 01	เปิดการขายได้
	Orderid = 01 Productid = p01 Qty = 1	Productid = p01 Qty = 1	บันทึกการขาย การแสดง ราคารวม	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
2	-	Orderid = 01	Orderid = 01	เปิดการขายได้
	Productid = p01 Qty = 1	Productid = p02 Qty = 1	แสดง Productid not found	ไม่มีสินค้า

ตารางที่ จ.3 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Orderid = 01 Productid = p01 price = 10,000	Productid = p01 Qty = 2	บันทึกรายการ แสดง Totalprice=20,000	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	Promotion id = 1,2	Promotion id =1 Totalprice = 20,000	คำนวณราคารวม+ คิดส่วนลด 5%+ บันทึก	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	Orderid = 01 Productid = p01 price = 10,000	Productid = p01 Qty = 1	บันทึกการขาย แสดง Totalprice=10,000	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	Promotion id = 1,2	Promotion id =2 Totalprice = 10,000	แสดง can't get promotion	ยอดซื้อน้อยกว่า 20000 ไม่สามารถใช้โปร โมชั่น

ตารางที่ จ.4 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการชำระเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Orderid = 01 Productid = p01 price = 10,000	Productid = p01 Qty = 2	บันทึกการขาย แสดง Totalprice=20,000	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	Orderid = 01	Orderid = 01 Amount= 20000,	คำนวณเงินทอน change = 0 พิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่า หรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้อง ชำระ จำนวนเงิน ทอน
2	Orderid = 01 Productid = p01 price = 10,000	Productid = p01 Qty = 2	บันทึกการขาย แสดง Totalprice=20,000	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	Orderid = 01	Orderid = 01 Amount= 9000,	แสดง An amount is lower than totalPrice	ชำระเงินน้อยกว่า ราคารวมที่ลูกค้า ต้องชำระ

ตารางที่ จ.5 กรณีทดสอบของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Promotion id = 1,2	Promotion id =1 Totalprice = 20,000	คำนวณราคา รวม+คิดส่วนลด 5%+ บันทึกลง	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
	Orderid = 01	Orderid = 01 Amount= 20000,	คำนวณเงินทอน change = 0 พิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ลูกค้า ต้องชำระ จำนวนเงินทอน
2	Promotion id = 1,2	Promotion id =1 Totalprice = 20,000	คำนวณราคา รวม+คิดส่วนลด 5%+ บันทึกลง	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
	Orderid = 01	Orderid = 01 Amount= 9000,	แสดง An amount is lower than totalPrice	ชำระเงินน้อยกว่าราคารวม ที่ลูกค้าต้องชำระ

ตารางที่ จ.6 กรณีทดสอบของการชำระเงินและการรับคืนสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Orderid = 01 Totalprice = 17,000 P01 , Qty = 2	Orderid = 01 จ่าย 20,000	ระบบคิดเงินทอน ให้+พิมพ์ ใบเสร็จ+บันทึก เข้าระบบ	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ลูกค้า ต้องชำระ จำนวนเงินทอน
	Pay date =01-04-2014	ใบเสร็จ 01 date 02-04-2014 Product 01 Qty = 1	ระบบคำนวณเงิน คืน,บันทึกการคืน สินค้า	คืนภายใน 7 วัน รับคืน สินค้า
2	Orderid = 01 Totalprice = 17,000 P01 , Qty = 2	Orderid = 01 จ่าย 20,000	ระบบคิดเงินทอน ให้+พิมพ์ ใบเสร็จ+บันทึก เข้าระบบ	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ลูกค้า ต้องชำระ จำนวนเงินทอน
	Pay date =01-04-2014	ใบเสร็จ 01 date 09-04-2014	ไม่สามารถคืนได้ เกินวัน	คืนเกิน 7 วัน ไม่รับคืน สินค้า

ตารางที่ จ.7 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	เข้าระบบ	Productid = p01 Name = AAA Amount = 10	สินค้าถูกเพิ่มเข้าระบบ	เพิ่มสินค้าได้
		Productid = p01 Name = BBB	สินค้า p01 ถูกแก้ไขชื่อเป็น BBB	แก้ไขสินค้าได้

ตารางที่ จ.8 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	เข้าระบบ	Productid = p01 Name = AAA Amount = 10	สินค้าถูกเพิ่มเข้าระบบ	เพิ่มสินค้าได้
		ลบ Productid = p01	สินค้า p01 ถูกลบ	ลบสินค้าได้
2	เข้าระบบ p01 Name = AAA Amount = 10	Productid = p01 Name = AAA Amount = 10	ไม่สามารถเพิ่ม p01 (ซ้ำ)	รหัสสินค้าซ้ำ เพิ่มสินค้าไม่ได้
		ลบ p02	ไม่สามารถลบ p02	ไม่พบสินค้าที่จะลบ

ตารางที่ จ.9 กรณีทดสอบของการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Productid = p01 ,Name = AAA Amount = 4	Productid p01 Name ABC	สินค้า p01 เปลี่ยนชื่อเป็น AB	แก้ไขสินค้าได้
	Productid = p02 ,Name = BBB Amount = 5	ลบ p02	สินค้า p02 ออกจากระบบ	ลบสินค้าได้
2	Productid = p01 ,Name = AAA Amount = 4	Productid p01 Name ABC	สินค้า p01 เปลี่ยนชื่อเป็น ABC	แก้ไขสินค้าได้
	Productid = p02 ,Name = BBB Amount = 5	ลบ p04	ไม่สามารถลบได้	ไม่พบสินค้าที่จะลบ

## 2. ระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ จ.10 คิวสเคสของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	คิวสเคสที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ	
	คิวสเคสที่ 1	คิวสเคสที่ 2
1.	การทำเซสชัน	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง
2.	การทำรายการ	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง
3.	การทำรายการ	การถอนเงิน
4.	การทำรายการ	การฝากเงิน
5.	การทำรายการ	การโอนเงิน
6.	การทำรายการ	การสอบถามยอดเงิน
7.	การถอนเงิน	การฝากเงิน
8.	การถอนเงิน	การโอนเงิน
9.	การถอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน
10.	การฝากเงิน	การโอนเงิน
11.	การฝากเงิน	การสอบถามยอดเงิน
12.	การโอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน

ตารางที่ จ.11 กรณีทดสอบของการทำเซสชันและการใส่รหัสไม่ถูกต้องที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 0011 Pin =1234	Account = 0011 Pin = 1111 เลือกรายการที่จะ ทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินตามรายการที่ทำ บันทึก Session	ต้องการทำ รายการ
	Account = 0011 Pin =1234	Account = 0011 Pin = 1234	ระบบแจ้งใส่รหัสไม่ ถูกต้อง ใส่รหัสใหม่	ป้อนรหัส ใหม่ และ รหัส ถูกต้อง



ตารางที่ จ.12 กรณีทดสอบของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้องที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 0011 Pin = 1234	Account = 0011 Pin = 1111 เลือกรายการที่จะทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินการตามรายการที่ ทำ	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก
	Account = 0011 Pin = 1234	Account = 0011 Pin = 1234	ระบบแจ้งใส่รหัสไม่ ถูกต้อง ใส่รหัสใหม่	ป้อนรหัสใหม่ และรหัสถูกต้อง
2.	Account = 0011 Pin = 1234	Account = 0011 Pin = 1111 เลือกรายการที่จะทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินการตามรายการที่ ทำ	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก
	Account = 0011 Pin = 1234	Account = 0011 Pin = 1111 Failure = 3	ระบบแจ้งใส่รหัสไม่ ถูกต้อง อายุบัตร	ป้อนรหัสใหม่ และป้อนไม่ ถูกต้อง 3 ครั้ง

ตารางที่ จ.13 กรณีทดสอบของการทำรายการและการถอนเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 0123 Pin = 1234	Account = 0123 Pin = 1234 เลือกรายการที่จะทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินการตามรายการที่ ทำ	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก
	Account=0123 Amount=10,000	Account=0123 Withdraw=4,000	ระบบจ่ายเงิน 4,000 พิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.14 กรณีทดสอบของการทำรายการและการฝากเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 0123 Pin = 1234	Account = 0123 Pin = 1234 เลือกรายการที่จะ ทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินการตามรายการที่ทำ	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก
	Account=0123	Account=0123 Deposit=10,000	ระบบส่งข้อมูล จำนวนเงินฝาก 10,000 ไปให้ธนาคาร พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.15 กรณีทดสอบของการทำรายการและการโอนเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 0123 Pin = 1234	Account = 0123 Pin = 1234 เลือกรายการที่จะ ทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินการตามรายการที่ทำ	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก
	Account = 0123 Amount = 40,000	Account = 123 To acc = 1111 Transfer = 3,000	ระบบโอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.16 กรณีทดสอบของการทำรายการและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 0123 Pin = 1234	Account = 0123 Pin = 1234 เลือกรายการที่จะ ทำ	ระบบส่งข้อมูล ดำเนินการตามรายการที่ทำ	สถานะ ok ดำเนินการตาม รายการที่เลือก
	Account = 0123 Amount = 10,000	Account = 0123	แสดงยอดเงินคงเหลือ 10,000 พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.17 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการฝากเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account=0123 Amount=10,000	Account=0123 Withdraw=4,000	ระบบจ่ายเงิน 4,000 พิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	Account=0123	Account=0123 Deposit=10,000	ระบบส่งข้อมูล จำนวนเงินฝาก 10,000 ไปให้ธนาคาร พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.18 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 011 Amount = 42,000	Account = 011 ถอน = 2,000	ระบบส่งข้อมูล ถอน 2000	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	Amount = 40,000	โอน = 4,000 Transfer to acc. 12300	ส่งข้อมูลโอน 4,000 เงินคงเหลือ 34,000 พิมพ์ ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.19 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account = 011 Amount = 42,000	Account = 011 ถอน = 2,000	ระบบส่งข้อมูล ถอน 2,000	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	Account = 0111 Amount = 40,000	Account = 0111	แสดงยอดเงินคงเหลือ 40,000 พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.20 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account=0123	Account=0123 Deposit=10,000	ระบบส่งข้อมูลจำนวนเงิน ฝาก 10,000 ไปให้ ธนาคาร พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	Amount = 40,000	โอน = 4,000 Transfer to acc. 12300	ส่งข้อมูลโอน 4,000 เงินคงเหลือ 34,000 พิมพ์ ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.21 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Account=0123	Account=0123 Deposit=10,000	ระบบส่งข้อมูลจำนวนเงิน ฝาก 10,000 ไปให้ ธนาคาร พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	Account = 0111 Amount = 40,000	Account = 0111	แสดงยอดเงินคงเหลือ 40,000 พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ จ.22 กรณีทดสอบของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Amount = 40,000	โอน = 4,000 Transfer to acc. 12300	ส่งข้อมูลโอน 4,000 เงินคงเหลือ 34,000 พิมพ์ ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	Account = 0111 Amount = 34,000	Account = 0111	แสดงยอดเงินคงเหลือ 34,000 พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ภาคผนวก ฉ

คู่มือสเคสและกรณีทดสอบระดับบูรณาการที่สร้างโดยนักทดสอบ

1. คู่มือสเคสและกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

1.1 ระบบขายสินค้า

ตารางที่ ฉ.1 คู่มือสเคสของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

คู่มือ	คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า
2.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย
3.	การขายสินค้า	การชำระเงิน
4.	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	การชำระเงิน
5.	การชำระเงิน	การรับคืนสินค้า
6.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า
7.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า
8.	การแก้ไขสินค้า	การลบสินค้า

ตารางที่ ฉ.2 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	พนักงานขายเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว	พนักงานขายเปิดการขายใหม่ พนักงานขายบันทึก รหัสการขาย = 1	ระบบบันทึกการขายใหม่ รหัสการขาย = 1	เปิดการขายได้
	มีข้อมูลสินค้ารหัส 1 ราคา 20 อยู่ในระบบ	รหัสสินค้า=1 จำนวนสินค้า = 2	ระบบบันทึกการขาย รหัสสินค้า 1 จำนวน 2 ชิ้น เข้าสู่ระบบ และแสดงราคารวม 40 ออกทางหน้าจอ	บันทึกการขายจำนวนราคารวม

ตารางที่ ฉ.3 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	พนักงานขายเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว มีสินค้ารหัส 1 ราคา 50,000 อยู่ในระบบ	พนักงานขายบันทึก รหัสการขาย = 1 รหัสสินค้า = 1 จำนวนสินค้า = 2	ระบบบันทึกการขาย รหัสสินค้า 1 แสดงราคารวม 100,000 ออกทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย จำนวนราคารวม
	มีโปรโมชั่น 001 ประเภท discount มีใช้โปรโมชั่น 002 ประเภท gift voucher	รหัสการขาย = 1 รหัสโปรโมชั่น = 001	ระบบคำนวณส่วนลด 5% และแสดงราคาที่ลดแล้ว เป็น 95,000 ออกทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount

ตารางที่ ฉ.4 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	พนักงานขายเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว มีสินค้ารหัส 1 ราคา 50,000 อยู่ในระบบ	พนักงานขายบันทึก รหัสการขาย = 1 รหัสสินค้า = 1 จำนวนสินค้า = 2	ระบบบันทึกการขาย รหัสสินค้า 1 แสดงราคารวม 100,000 ออกทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย จำนวนราคารวม
	มีรหัสการขาย = 1	พนักงานขายกรอกรายการขาย 1 และราคาที่ลูกค้าชำระ 100,000	ระบบคำนวณเงินทอนได้เท่ากับ 0 ออกทางหน้าจอ และพิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ จำนวนเงินทอน

ตารางที่ ฉ.5 กรณีทดสอบของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	มีโปรโมชั่น 001 ประเภท discount มีโปรโมชั่น 002 gift voucher	พนักงานขายกรอก ราคารวม 100,000 และรหัสโปรโมชั่น 001 เข้าสู่ระบบ	ระบบคำนวณส่วนลด 5% และแสดงราคา ที่ลดแล้วเป็น 95,000 ออกทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปร โมชั่น discount
	มีรหัสการขาย = 1	พนักงานขายกรอก รายการขาย 1 และ ราคาที่ลูกค้าชำระ 100,000	ระบบคำนวณเงินทอน ได้เท่ากับ 5,000 ออก ทางหน้าจอ และพิมพ์ ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ ลูกค้าต้องชำระ คำนวณเงินทอน

ตารางที่ ฉ.6 กรณีทดสอบของการชำระเงินและการรับคืนสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	มีรหัสการขาย = 1	พนักงานขายกรอก รายการขาย 1 และ ราคาที่ลูกค้าชำระ 100,000	ระบบคำนวณเงินทอน ได้เท่ากับ 5,000 ออก ทางหน้าจอ และพิมพ์ ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ ลูกค้าต้องชำระ คำนวณเงินทอน
	รหัสการขาย 1 ซื้อเมื่อ 3 วันที่แล้ว	พนักงานขายป้อน เลขที่ใบเสร็จ 001	ระบบแจ้งเตือนว่าไม่ สามารถคืนสินค้าได้ ออกทางหน้าจอ และ ไม่บันทึกรายการคืน สินค้า	คืนภายใน 7 วัน รับ คืนสินค้า

ตารางที่ ฉ.7 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบ แล้ว	ผู้จัดการป้อน รหัสสินค้า 1 ชื่อ สินค้า P1 จำนวน 2 เข้าสู่ระบบ	ระบบบันทึกข้อมูล สินค้านี้รหัส 1 ชื่อ P1 จำนวน 2 เข้าสู่ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบ แล้ว	ผู้จัดการป้อน รหัสสินค้า 1 ชื่อ สินค้า P2 จำนวน 3	ระบบแก้ไขข้อมูล สินค้านี้รหัส 1 เป็น P2 จำนวน 3 เข้าสู่ระบบ	แก้ไขสินค้าได้

ตารางที่ ฉ.8 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว	ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า 1 ชื่อสินค้า P1 จำนวน 2 เข้าสู่ระบบ	ระบบบันทึกข้อมูลสินค้ารหัส 1 ชื่อ P1 จำนวน 2 เข้าสู่ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว	ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า 1 เข้าสู่ระบบลบสินค้า	ระบบลบข้อมูลสินค้ารหัส 1 จากระบบ	ลบสินค้าได้

ตารางที่ ฉ.9 กรณีทดสอบของการแก้ไขสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	ผู้จัดการเข้าสู่ระบบแล้ว มีรหัสสินค้า 1 ชื่อสินค้า P1 จำนวน 2 อยู่ในระบบ	ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า 1 ชื่อสินค้า P2 จำนวน 3 เข้าสู่ระบบแก้ไข	ระบบแก้ไขข้อมูลสินค้ารหัส 1 เป็น P2 จำนวน 3 เข้าสู่ระบบ	แก้ไขสินค้าได้
	มีรหัสสินค้า 1 ชื่อสินค้า P1 จำนวน 2 อยู่ในระบบ	ผู้จัดการป้อนรหัสสินค้า 1 เข้าสู่ระบบลบสินค้า	ระบบลบข้อมูลสินค้ารหัส 1 จากระบบ	ลบสินค้าได้

## 1.2 ระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ ฉ.10 คู่มือสเคสของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

คู่มือ	คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1	
	คู่มือลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การทำรายการ	ใส่รหัสไม่ถูกต้อง
2.	การถอนเงิน	การฝากเงิน
3.	การถอนเงิน	การโอนเงิน
4.	การถอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน
5.	การฝากเงิน	การโอนเงิน
6.	การฝากเงิน	การสอบถามยอดเงิน
7.	การโอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน



ตารางที่ ฉ.11 กรณีทดสอบของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้องที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ	ลูกค้าเลือกทำรายการ	ระบบทำรายการที่ลูกค้าเลือก โดยส่งข้อมูลไปยังธนาคาร	สถานะ ok ดำเนินการตามรายการที่เลือก
	ระบบอ่านบัตรเอทีเอ็มของลูกค้าแล้ว	ลูกค้ากรอกรหัสผ่านเข้าระบบครั้งที่ 1 รหัสผ่านถูกต้อง ครั้งที่ 2 รหัสผ่านถูกต้อง	ระบบแจ้งเตือนให้กรอกรหัสอีกครั้ง โดยมีการส่งข้อมูลไปที่ธนาคาร	ป้อนรหัสใหม่ และรหัสถูกต้อง
2.	ระบบพร้อมให้บริการ	ลูกค้าเลือกทำรายการ	ระบบทำรายการที่ลูกค้าเลือก โดยส่งข้อมูลไปยังธนาคาร	สถานะ ok ดำเนินการตามรายการที่เลือก
	ระบบอ่านบัตรเอทีเอ็มของลูกค้าแล้ว	ลูกค้ากรอกรหัสผ่านเข้าระบบด้วยรหัสผ่านที่ไม่ถูกต้อง	ระบบทำการอายัดบัตรและแสดงข้อความว่า บัตรถูกอายัด	ป้อนรหัสใหม่ และป้อนไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง

ตารางที่ ฉ.12 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการฝากเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมบริการลูกค้ากรอกรหัสผ่านถูกต้องแล้ว บัญชีของลูกค้ามีเงินอยู่ 300,000 บาท เครื่องเอทีเอ็มมีเงินอยู่ 300,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูถอนเงินและป้อนประเภทบัญชี จำนวนเงิน 300,000 บาทเข้าสู่ระบบ	ระบบจ่ายเงินให้ลูกค้าและพิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	ระบบพร้อมให้บริการ	ลูกค้าเลือกเมนูฝากเงินและป้อนบัญชีที่ต้องการฝาก ลูกค้าใส่ธนบัตร 100,000 บาท ลงเครื่องเอทีเอ็ม	ระบบแจ้งให้ใส่ธนบัตรใส่เครื่องเอทีเอ็ม ระบบส่งข้อมูลบัญชีและจำนวนเงิน 100,000 ไปที่ธนาคาร และพิมพ์ใบเสร็จ จำนวนเงินเหลืออยู่ 100,000 บาท	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.13 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการบัญชีของลูกค้ามีเงินอยู่ 300,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูถอนเงินและป้อนประเภทบัญชี จำนวนเงิน 100,000 บาทเข้าสู่ระบบ	ระบบจ่ายเงินให้ลูกค้าและพิมพ์ใบเสร็จ จำนวนเงินในบัญชีเหลืออยู่ 200,000 บาท	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	ระบบพร้อมให้บริการบัญชีของลูกค้ามีเงินอยู่ 200,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูโอนเงินและป้อนบัญชีที่ต้องการโอน จำนวนเงิน 100,000 บาท	ระบบส่งโอนเงินไปที่บัญชีโอน จำนวนเงิน 100,000 บาทไปที่ธนาคาร และพิมพ์ใบเสร็จ จำนวนเงินในบัญชีเหลืออยู่ 100,000 บาท	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.14 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการลูกค้ากรอกรหัสผ่านถูกต้องแล้ว บัญชีของลูกค้ามีเงินอยู่ 300,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูถอนเงินและป้อนประเภทบัญชี จำนวนเงิน 100,000 บาทเข้าสู่ระบบ	ระบบจ่ายเงินให้ลูกค้าและพิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	ระบบพร้อมให้บริการ	ลูกค้าเลือกเมนูสอบถามยอด	ระบบแสดงยอดเงิน 200,000 บาท และพิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.15 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ ลูกค้ารอกหรือรหัสผ่าน ถูกต้องแล้ว บัญชีของลูกค้ามีเงิน อยู่ 300,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูฝาก เงินและป้อนบัญชีที่ ต้องการฝากที่ถูกต้อง ลูกค้าใส่ธนบัตร 100,000 บาท ที่ ถูกต้อง ลงเครื่อง เอทีเอ็ม	ระบบแจ้งให้ใส่ธนบัตรใส่ เครื่องเอทีเอ็ม ระบบส่งข้อมูลบัญชีและ จำนวนเงิน 100,000 บาท ไปที่ธนาคาร และพิมพ์ ใบเสร็จ โดยจำนวนเงินใน บัญชีจะมีเหลืออยู่ 400,000 บาท	ฝากเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	ระบบพร้อมให้บริการ บัญชีของลูกค้ามีเงิน อยู่ 400,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูโอน เงินและป้อนบัญชีที่ ต้องการโอน จำนวน เงิน 200,000 บาท	ระบบส่งโอนเงินไปที่บัญชี โอน จำนวนเงิน 200,000 บาทไปที่ธนาคาร และ พิมพ์ใบเสร็จ จำนวนเงิน ในบัญชีเหลืออยู่ 200,000 บาท	โอนเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.16 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ ลูกค้ารอกหรือรหัสผ่าน ถูกต้องแล้ว บัญชีของลูกค้ามีเงิน อยู่ 300,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูฝาก เงินและป้อนบัญชีที่ ต้องการฝากที่ถูกต้อง ลูกค้าใส่ธนบัตร 100,000 บาท ที่ ถูกต้อง ลงเครื่อง เอทีเอ็ม	ระบบแจ้งให้ใส่ธนบัตรใส่ เครื่องเอทีเอ็ม ระบบส่งข้อมูลบัญชีและ จำนวนเงิน 100,000 บาท ไปที่ธนาคาร และพิมพ์ ใบเสร็จ โดยจำนวนเงินใน บัญชีจะมีเหลืออยู่ 400,000 บาท	ฝากเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	ระบบพร้อมให้บริการ บัญชีของลูกค้ามีเงิน อยู่ 400,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนู สอบถามยอด	ระบบแสดงยอดเงิน 400,000 บาท และพิมพ์ ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.17 กรณีทดสอบของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 1

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ บัญชีของลูกค้ามีเงินอยู่ 300,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนูโอน เงินและป้อนบัญชี ที่ต้องการโอน จำนวนเงิน 200,000 บาท	ระบบส่งโอนเงินไปที่บัญชี โอน จำนวนเงิน 200,000 บาทไปที่ธนาคาร และ พิมพ์ใบเสร็จ โดยจำนวน เงินในบัญชีจะมีเหลืออยู่ 100,000 บาท	โอนเงิน สำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	ระบบพร้อมให้บริการ บัญชีของลูกค้ามีเงินอยู่ 100,000 บาท	ลูกค้าเลือกเมนู สอบถามยอด	ระบบแสดงยอดเงิน 100,000 บาท และพิมพ์ ใบเสร็จ	พิมพ์ ใบเสร็จ

## 2. คู่ผู้สแกนและกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

## 2.1 ระบบขายสินค้า

ตารางที่ ฉ.18 คู่ผู้สแกนของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

คู่ที่	คู่ผู้สแกนที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า
2.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย
3.	การขายสินค้า	การชำระเงิน
4.	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย	การชำระเงิน
5.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า
6.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า

ตารางที่ ฉ.19 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	userid = 01	userid = 01 orderid = A01	orderid = A01	เปิดการขายได้
	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม

ตารางที่ ฉ.20 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	promotionid = D	promotionid = D totalprice = 20,000	แสดงราคาที่ลดแล้ว ทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	orderid = B01 productid = AA quantity = 10	orderid = B01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	promotionid = G	promotionid = G totalprice = 20,000	ระบบพิมพ์เช็ค ของขวัญ	ยอดซื้อมากกว่า หรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น gift voucher

ตารางที่ ฉ.21 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	orderid = A01 totalprice = 500	orderid = A01 amount = 500	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่า หรือเท่ากับราคา รวมที่ลูกค้าต้อง ชำระ จำนวนเงิน ทอน
2	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	orderid = A01 productid = AA quantity = 10	แสดงราคารวมออก ทางหน้าจอ	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	orderid = A01 totalprice = 500	orderid = A01 amount = 200	แสดงหน้าจอ error	ชำระเงินน้อยกว่า ราคารวมที่ลูกค้า ต้องชำระ

ตารางที่ ฉ.22 กรณีทดสอบของการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	promotionid = D	promotionid = D totalprice = 20,000	แสดงราคาที่ลดแล้วทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
	orderid = A01 buytotprice = 19,000	orderid = A01 amount = 20,000	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ คำนวณเงินทอน
2	promotionid = D	promotionid = D totalprice = 20,000	แสดงราคาที่ลดแล้วทางหน้าจอ	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
	orderid = A01 buytotprice = 19,000	orderid = A01 amount = 18,000	แสดงหน้าจอ error	ชำระเงินน้อยกว่าราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ

ตารางที่ ฉ.23 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	productid = X01 productname = xxx amount = 5	productid = Z01 productname = zzz amount = 2	สินค้าถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
		productid = Z01 productname = zzz amount = 5	สินค้าถูกแก้ไข	แก้ไขสินค้าได้

ตารางที่ ฉ.24 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	productid = A01	productid = B01 productname = BBB amount = 2	สินค้าถูกเพิ่มเข้าสู่ ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
	productid = B01 productname = BBB amount = 2	productid = B01	สินค้าถูกลบออกจาก ระบบ	ลบสินค้าได้

## 2.2 ระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ ฉ.25 คู่มือสเคสของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

คู่มือ	คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การทำรายการ	ใส่รหัสไม่ถูกต้อง
2.	การถอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน
3.	การฝากเงิน	การโอนเงิน
4.	การโอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน

ตารางที่ ฉ.26 กรณีทดสอบของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้องที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบเปิดแล้ว	Status = invalidPIN	ทำยูสเคส การใส่รหัส ไม่ถูกต้อง	สถานะ okดำเนินการ ตามรายการที่เลือก
	PIN = 1234	PIN = 1111 PIN = 2222 PIN = 1234	ระบบบันทึกข้อมูลลง เซสชัน	ป้อนรหัสใหม่ และรหัส ถูกต้อง
2.	ระบบเปิดแล้ว	Status = invalidPIN	ทำยูสเคส การใส่รหัส ไม่ถูกต้อง	สถานะ invalidPIN ดำเนินการตามรายการ ที่เลือก
	PIN = 1234	PIN = 1111 PIN = 2222 PIN = 3333	ระบบอายัดบัตรและ แสดงข้อความว่าบัตร ถูกอายัด	ป้อนรหัสใหม่ และป้อน ไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง

ตารางที่ ฉ.27 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	account = A	account = A amount = 300	ระบบจ่ายเงินและ พิมพ์ใบเสร็จให้ลูกค้า	จำนวนเงินพอ ถอน เงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	cashOnHand = 500	account = A	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.28 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	account = A	account = A amount = 300	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	cashOnHand = 500	account = A amount = 500	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.29 กรณีทดสอบของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 2

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	account = A	account = A amount = 300	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	cashOnHand = 500	account = A	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ



### 3. คู่มือสเคสและกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

#### 3.1 ระบบขายสินค้า

ตารางที่ ฉ.30 คู่มือสเคสของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

คู่มือ	คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า
2.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย
3.	การขายสินค้า	การชำระเงิน
4.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า
5.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า

ตารางที่ ฉ.31 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Userid=01	Orderid=001	ระบบบันทึก Orderid=001	เปิดการขายได้
	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	แสดงราคารวม totalPrice=20,000	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
2	Userid=01	Userid=01	ระบบบันทึก Orderid=001	เปิดการขายได้
	Orderid=001 Productid=01A Quantity=1	Orderid=001 Productid=01B Quantity=4	Error แสดง Productid not found	ไม่มีสินค้า

ตารางที่ ๓.32 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	แสดงราคารวม totalPrice=20,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	Orderid=001 Promotionid=A	Promotionid=A	แสดงรายการที่ ลัดแล้ว	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	Orderid=001 Productid=01A Quantity=10	Orderid=001 Productid=01A Quantity=10	แสดงราคารวม totalPrice=10,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	Ordered=001 Promotionid=A	Ordered=001 Promotionid=A Totalprice=10,000	Error ไม่สามารถ ใช้ promotion ได้	ยอดซื้อน้อยกว่า 20000 ไม่สามารถใช้โปรโมชั่น

ตารางที่ 33 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	แสดงราคารวม totalPrice=20,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	Ordered=001 Totalprice=20,000	Ordered=001 Amount=20,000	พิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ลูกค้า ต้องชำระ จำนวนเงิน ทอน
2	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	Orderid=001 Productid=01A Quantity=20	แสดงราคารวม totalPrice=20,000	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	Ordered=001 Totalprice=20,000	Ordered=001 Amount=19,000	Error ชำระเงินไม่ ครบ	ชำระเงินน้อยกว่าราคา รวมที่ลูกค้าต้องชำระ

ตารางที่ ฉ.34 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Productid=001 Productname=xxx Amount=1	Productid=001 Productname=xxx Amount=1	สินค้าถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
	Productid=002 Productname=yyy Amount=2	Productid=002 Productname=xyy Amount=2	สินค้าถูกแก้ไข	แก้ไขสินค้าได้

ตารางที่ ฉ.35 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	Productid=001 Productname=ppp Amount=10	Productid=001 Productname=ppp Amount=10	สินค้าถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
	Productid=002 Productname=xxx Amount=10	Productid=002	สินค้าถูกลบออกจากระบบ	ลบสินค้าได้
2.	Productid=001 Productname=ppp Amount=10	Productid=001 Productname=ppp Amount=10	Error สินค้าไม่ถูกเพิ่มเข้าสู่ระบบ	รหัสสินค้าซ้ำ เพิ่มสินค้าไม่ได้
	Productid=003 Productname=xxx Amount=10	Productid=004	Error	ไม่พบสินค้าที่จะลบ

### 3.2 ระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ ฉ.36 คู่มือสเคสของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

คู่มือ	คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การถอนเงิน	การฝากเงิน
2.	การถอนเงิน	การโอนเงิน
3.	การถอนเงิน	การสอบถามยอดเงิน
4.	การฝากเงิน	การโอนเงิน
5.	การฝากเงิน	การสอบถามยอด
6.	การโอนเงิน	การสอบถามยอด

ตารางที่ ฉ.37 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการฝากเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	เลขที่บัญชี 1111 รหัสบัตร 2222 จำนวนเงินในบัญชี 5000 บาท	ใส่เลขที่บัญชี1111 ใส่รหัสบัตร2222 จำนวน1000บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	บัญชีออมทรัพย์	ใส่เลขที่บัญชี1111 จำนวนเงินที่ฝาก500 ใส่ธนบัตร	พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
2	เลขที่บัญชี 1111 รหัสบัตร 2222 จำนวนเงินในบัญชี 500 บาท	ใส่เลขที่บัญชี1111 ใส่รหัสบัตร2222 จำนวน3000บาท	ให้ลูกค้ากรอก จำนวนเงินใหม่	จำนวนเงินไม่พอ ถอนเงินไม่สำเร็จ
	บัญชีออมทรัพย์	ใส่เลขที่บัญชี1111 จำนวนเงินที่ฝาก500 ใส่ธนบัตร	พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.38 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	เลขที่บัญชี 1111 รหัสบัตร 2222 จำนวนเงินในบัญชี 5000 บาท	ใส่เลขที่บัญชี1111 ใส่รหัสบัตร2222 จำนวน1000บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	เลขที่บัญชี 1111 เลขที่บัญชี 1112	โอนจากบัญชี 1111 ไปบัญชี 1112 จำนวน500 บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
2.	เลขที่บัญชี 1111 รหัสบัตร 2222 จำนวนเงินในบัญชี 500 บาท	ใส่เลขที่บัญชี1111 ใส่รหัสบัตร2222 จำนวน3000บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินไม่พอ ถอนเงินไม่สำเร็จ
	เลขที่บัญชี 1111 เลขที่บัญชี 1112	โอนจากบัญชี 1111 ไปบัญชี 1112 จำนวน500 บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.39 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	เลขที่บัญชี 1111 รหัสบัตร 2222 จำนวนเงินในบัญชี 5000 บาท	ใส่เลขที่บัญชี1111 ใส่รหัสบัตร2222 จำนวน1000บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	เลขที่บัญชี 1111	ใส่เลขที่บัญชี 1111 เลือกรายการ สอบถามยอดเงิน	พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ
2.	เลขที่บัญชี 1111 รหัสบัตร 2222 จำนวนเงินในบัญชี 500 บาท	ใส่เลขที่บัญชี1111 ใส่รหัสบัตร2222 จำนวน3000บาท	แจ้งว่าถอนเงิน มากกว่าเงินใน บัญชี	จำนวนเงินไม่พอ ถอนเงินไม่สำเร็จ
	เลขที่บัญชี 1111	ใส่เลขที่บัญชี 1111 เลือกรายการ สอบถามยอดเงิน	พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.40 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	เลขที่บัญชี1111	ใส่เลขที่บัญชี1111 จำนวนเงินที่ฝาก500 ใส่ธนบัตร	พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	เลขที่บัญชี 1111 เลขที่บัญชี 1112	โอนจากบัญชี 1111 ไปบัญชี 1112 จำนวน500 บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.41 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	เลขที่บัญชี1111	ใส่เลขที่บัญชี1111 จำนวนเงินที่ฝาก500	พิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	เลขที่บัญชี 1111	ใส่เลขที่บัญชี 1111 เลือกรายการสอบถาม ยอดเงิน	พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.42 กรณีทดสอบของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 3

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	เลขที่บัญชี 1111 เลขที่บัญชี 1112	โอนจากบัญชี 1111 ไปบัญชี 1112 จำนวน500 บาท	พิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ
	เลขที่บัญชี 1111	ใส่เลขที่บัญชี 1111 เลือกรสอบถามยอดเงิน	พิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

## 4. กลุ่มสเคสและกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

## 4.1 ระบบขายสินค้า

ตารางที่ ฉ.43 กลุ่มสเคสของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

คู่มือ	กลุ่มสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การเข้าสู่ระบบ	การเปิดการขาย
2.	การเข้าสู่ระบบ	รายงานการขาย
3.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย
4.	การขายสินค้า	การชำระเงิน
5.	การชำระเงิน	การคืนสินค้า
6.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า

ตารางที่ ฉ.44 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	OrderID:001 productID:001	OrderID:001 productID:001	รวมยอดขายใน Order ได้ถูกต้อง	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	PromotionID:01	PromotionID:01 totalPrice:20000	ได้รับโปรโมชั่น ส่วนลด	ยอดซื้อมากกว่าหรือ เท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	OrderID:001 productID:001	OrderID:001 productID:001	รวมยอดขายใน Order ได้ถูกต้อง	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม
	PromotionID:01	PromotionID:02 totalPrice:10000	ไม่ได้รับโปรโมชั่น	ยอดซื้อน้อยกว่า 20000 ไม่สามารถใช้โปรโมชั่น

ตารางที่ ฉ.45 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	OrderID:001 productID:001	OrderID:001 productID:001	รวมยอดขายใน Order ได้ถูกต้อง	บันทึกรายการขาย คำนวณราคารวม
	OrderID:001 ProductID:001 Total:15000	OrderID:001 amount:15000	ยอดเงินที่ต้อง ชำระคำนวณได้ ถูกต้อง	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ ลูกค้าต้องชำระ คำนวณเงินทอน

ตารางที่ ฉ.46 กรณีทดสอบของการชำระเงินและการรับคืนสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	OrderID:001 ProductID:001 Total:15000	OrderID:001 amount:15000	ยอดเงินที่ต้องชำระ คำนวณได้ถูกต้อง	ชำระเงินมากกว่าหรือ เท่ากับราคารวมที่ ลูกค้าต้องชำระ คำนวณเงินทอน
	ใบเสร็จจาก order:001	Order:001 product:001 quantity:1 remark:-	ใบเสร็จมีข้อมูลการ ขาย และข้อมูลอ้างอิง เพื่อใช้ในการคืนสินค้า ได้ถูกต้อง	คืนภายใน 7 วัน รับ คืนสินค้า

ตารางที่ ฉ.47 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ProductID:000	ProductID:001 ProductName:A Amount:1	ProductID:001 ถูก บันทึก	เพิ่มสินค้าได้
	ProductID:001	ProductID:001 ProductName:A Amount:2	สามารถแก้ไขได้	แก้ไขสินค้า ได้

## 4.2 ระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ ๔.48 ยูสเคสของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

คู่ที่	ยูสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การทำรายการ	ใส่รหัสไม่ถูกต้อง
2.	การถอนเงิน	การสอบถามยอด
3.	การฝากเงิน	การโอนเงิน
4.	การฝากเงิน	การสอบถามยอด
5.	การโอนเงิน	การสอบถามยอด

ตารางที่ ๔.49 กรณีทดสอบของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้องที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Card:001 pin:001	Card:001 pin:001	สามารถอ่านข้อมูลจากบัตรและ ทำรายการได้ ,เมื่อทำรายการเสร็จจะต้องคืน บัตร	สถานะ ok ดำเนินการ ตามรายการ ที่เลือก
	Card:001 pin:001	Card:001 pin:002,001 ใส่ผิดก่อน แล้วใส่ pin ที่ถูกต้องในครั้งที่ 2	ครั้งแรกต้องแจ้งเตือน ครั้งที่สองต้องเข้าใช้งานได้ ตามปกติ	ป้อนรหัสใหม่ และรหัส ถูกต้อง
2.	Card:001 pin:001	Card:001 pin:001	สามารถอ่านข้อมูลจากบัตรและ ทำรายการได้ ,เมื่อทำรายการเสร็จจะต้องคืน บัตร	สถานะ ok ดำเนินการ ตามรายการ ที่เลือก
	Card:001 pin:001	Card:001 pin:002	แจ้ง invalidPin และ ให้ใส่ Pin ใหม่เรื่อยๆจนกว่าจะ ถูก แต่หากผิดครบ 3 ครั้งบัตร จะถูกอายัดพร้อมแจ้งเตือน	ป้อนรหัสใหม่ และป้อนไม่ ถูกต้อง 3 ครั้ง



ตารางที่ ฉ.50 กรณีทดสอบของการถอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Acc:001 Balance:100 0	Withdrawal:400	Balance:600	จำนวนเงินพอ ถอน เงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	Acc:001 Balance:600	Acc:001	Balance:600 แสดงยอดเงินถูกต้อง	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.51 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Acc:001 Bal:1000	Acc:001 deposit:400	Acc:001 Bal:700	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	Acc:002 Bal:700	Acc:001 Transfer:500	Acc:002 Bal:200	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.52 กรณีทดสอบของการฝากเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Acc:001 Bal:1000	deposit:400	Balance:1400 แสดงยอดเงินถูกต้อง	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	Acc:001 Balance:1400	Acc:001	Balance:1400 แสดงยอดเงินถูกต้อง	พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.53 กรณีทดสอบของการโอนเงินและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 4

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	Acc:002 Bal:700	Acc:001 Transfer:500	Acc:002 Bal:200	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ ใบเสร็จ
	Acc:001 Balance:200	Acc:001	Balance:200 แสดงยอดเงินถูกต้อง	พิมพ์ใบเสร็จ

## 5. คู่มือสเคสและกรณีทดสอบที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

## 5.1 ระบบขายสินค้า

ตารางที่ ฉ.54 คู่มือสเคสของระบบขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

คู่มือที่	คู่มือสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การเข้าสู่ระบบ	การเปิดการขาย
2.	การเข้าสู่ระบบ	การเพิ่มสินค้า
3.	การเข้าสู่ระบบ	รายงานการขาย
4.	การเปิดการขาย	การขายสินค้า
5.	การขายสินค้า	การใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขาย
6.	การขายสินค้า	การชำระเงิน
7.	การชำระเงิน	การรับคืนสินค้า
8.	การเพิ่มสินค้า	การแก้ไขสินค้า
9.	การเพิ่มสินค้า	การลบสินค้า

ตารางที่ ฉ.55 กรณีทดสอบของการเปิดการขายและการขายสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	-	พนักงานสร้างการขาย	ระบบบันทึกการเปิดการขาย	เปิดการขายได้
	มีรหัสสินค้า SL1	พนักงานขายป้อนรหัสสินค้า SL1 และจำนวนที่ลูกค้าต้องการ	ระบบบันทึกการขาย คำนวณราคารวม ราคารวม = 100,000 และแสดงออกทางหน้าจอ	บันทึกการขาย คำนวณราคารวม

ตารางที่ ฉ.56 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการใช้โปรโมชั่นร่วมกับการขายที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	มีรหัสสินค้า SL1	พนักงานขายป้อนรหัสสินค้า SL1 และจำนวนที่ลูกค้าต้องการ	ระบบบันทึกการขายคำนวณราคารวม ราคารวม = 100,000 และแสดงออกทางหน้าจอ	บันทึกการขายคำนวณราคารวม
	มีข้อมูลโปรโมชั่นประเภท discount	ใส่รหัสโปรโมชั่นประเภท discount	ระบบคำนวณราคาสินค้า ใช้โปรโมชั่น discount แสดงราคา 95,000 บาท	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น discount
2	มีรหัสสินค้า SL1	พนักงานขายป้อนรหัสสินค้า SL1 และจำนวนที่ลูกค้าต้องการ	ระบบบันทึกการขายคำนวณราคารวม ราคารวม = 100,000 และแสดงออกทางหน้าจอ	บันทึกการขายคำนวณราคารวม
	มีข้อมูลโปรโมชั่นประเภท gift voucher	ใส่รหัสโปรโมชั่นประเภท gift voucher	ระบบพิมพ์ gift voucher ให้ลูกค้าเพื่อใช้ครั้งหน้า	ยอดซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 20000 ใช้โปรโมชั่น gift voucher

ตารางที่ ฉ.57 กรณีทดสอบของการขายสินค้าและการชำระเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	มีรหัสสินค้า SL1 ราคา 700 บาท	พนักงานขายป้อนรหัสสินค้า SL1 และจำนวนที่ลูกค้าต้องการ 5 หน่วย	ระบบบันทึกการขายคำนวณราคารวม ราคารวม = 3,500 และแสดงออกทางหน้าจอ	บันทึกการขายคำนวณราคารวม
	ราคารวม = 3,500	ลูกค้าชำระเงิน 4,000 บาท	ระบบคำนวณเงินทอนแสดงออกทางหน้าจอ 500 บาท และพิมพ์ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับราคารวมที่ลูกค้าต้องชำระ จำนวนเงินทอน

ตารางที่ ฉ.58 กรณีทดสอบของการชำระเงินและการรับคืนสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	ราคารวม = 3,500	ลูกค้าชำระเงิน 4,000 บาท	ระบบคำนวณเงินทอน แสดงออกทางหน้าจอ 500 บาท และพิมพ์ ใบเสร็จ	ชำระเงินมากกว่า หรือเท่ากับราคา รวมที่ลูกค้าต้อง ชำระ คำนวณเงิน ทอน
	ลูกค้าต้องการคืน สินค้า SL1 ราคา 700 บาท 1 หน่วย เมื่อวันที่ 1/1/2556	พนักงานกรอก รหัสสินค้าที่ลูกค้า ต้องการคืน วันที่คืน 2/1/2556	ระบบแสดงรายการคืน สินค้า SL1 จำนวนหนึ่ง ชิ้น ระบบคำนวณเงิน ทอน 700 บาท ระบบ พิมพ์ใบเสร็จให้ลูกค้า	คืนภายใน 7 วัน รับคืนสินค้า

ตารางที่ ฉ.59 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการแก้ไขสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	-	ผู้จัดการเพิ่มข้อมูล สินค้า SL5 ใน ระบบจำนวน 6 หน่วย	ระบบบันทึกรายการ สินค้า SL5 ในระบบ จำนวน 6 หน่วย	เพิ่มสินค้าได้
	มีข้อมูล ข้อมูลสินค้า SL5	ผู้จัดการเปลี่ยน จำนวนสินค้า SL5 จาก 6หน่วย เป็น 5หน่วย ทำ	ระบบทำการแก้ไข ข้อมูลสินค้า SL5 จาก จำนวน 6 หน่วย เป็น 5 หน่วย ระบบ	แก้ไขสินค้าได้

ตารางที่ ฉ.60 กรณีทดสอบของการเพิ่มสินค้าและการลบสินค้าที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1	-	ผู้จัดการเพิ่มข้อมูล สินค้า SL5 ใน ระบบจำนวน 5 หน่วย	ระบบบันทึกการเพิ่ม ข้อมูลสินค้า SL5 ใน ระบบ	เพิ่มสินค้าได้
	มีข้อมูล ข้อมูลสินค้า SL5	ผู้จัดการทำการลบ สินค้า SL5 และทำ การบันทึก	ระบบทำการลบข้อมูล สินค้า SL5 ออกจาก ระบบ	ลบสินค้าได้

## 5.2 ระบบเอทีเอ็ม

ตารางที่ ฉ.61 คู่ยูสเคสของระบบเอทีเอ็มที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

คู่ที่	คู่ยูสเคสที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1.	การทำรายการ	การใส่รหัสไม่ถูกต้อง
2.	การทำรายการ	การถอนเงิน
3.	การทำรายการ	การฝากเงิน
4.	การทำรายการ	การโอนเงิน
5.	การทำรายการ	การสอบถามยอดเงิน

ตารางที่ ฉ.62 กรณีทดสอบระดับของการทำรายการและการใส่รหัสไม่ถูกต้องที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001 รหัสผ่าน 1234	ลูกค้าป้อนรหัสผ่าน 0000	ระบบเรียกใช้ยูสเคสการใส่รหัสไม่ถูกต้อง	ทำรายการและป้อนรหัสไม่ถูกต้อง
	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001 รหัสผ่าน 1234	ลูกค้าป้อนรหัสผิด 1 ครั้ง และป้อนรหัสผ่านอีกครั้ง 1234	ระบบให้เข้าใช้งานได้	ป้อนรหัสใหม่และรหัสถูกต้อง
2.	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001 รหัสผ่าน 1234	ลูกค้าป้อนรหัสผ่าน 0000	ระบบเรียกใช้ยูสเคสการใส่รหัสไม่ถูกต้อง	ทำรายการและป้อนรหัสไม่ถูกต้อง
	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001 รหัสผ่าน 1234	ลูกค้าป้อนรหัสผิด 2 ครั้ง และป้อนรหัสผ่านอีกครั้ง 0000	ระบบอายัดบัตร	ป้อนรหัสใหม่และป้อนไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง

ตารางที่ ฉ.63 กรณีทดสอบของการทำรายการและการถอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ	เลือกเมนูถอนเงิน	ระบบทำยูสเคสการถอนเงิน	สถานะ ok ดำเนินการตามรายการที่เลือก
	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001	ถอนเงิน 100 บาท	ระบบจ่ายเงิน 100 บาท และพิมพ์ใบเสร็จ	จำนวนเงินพอ ถอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.64 กรณีทดสอบของการทำรายการและการฝากเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ	เลือกเมนูฝากเงิน	ระบบทำยูสเคสการฝากเงิน	สถานะ ok ดำเนินการตามรายการที่เลือก
	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001	ฝากเงิน 100 บาท เข้าบัญชีเลขที่ 0001	ระบบรับธนบัตร จำนวนเงิน 100 บาท และพิมพ์ใบเสร็จ	ฝากเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.65 กรณีทดสอบของการทำรายการและการโอนเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ	เลือกเมนูโอนเงิน	ระบบทำยูสเคสการโอนเงิน	สถานะ ok ดำเนินการตามรายการที่เลือก
	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001	โอนเงิน 100 บาท จากบัญชีเลขที่ 0001 เข้าบัญชีเลขที่ 0002	ระบบถอนเงินจากบัญชีเลขที่ 0001 ไปฝากในบัญชีเลขที่ 0002 จำนวนเงิน 100 บาท และพิมพ์ใบเสร็จ	โอนเงินสำเร็จ พิมพ์ใบเสร็จ

ตารางที่ ฉ.66 กรณียกสอบของการทำรายการและการสอบถามยอดเงินที่สร้างโดยนักทดสอบคนที่ 5

ลำดับ	ข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ความหมาย
1.	ระบบพร้อมให้บริการ	เลือกเมนูสอบถามยอดเงิน	ระบบทำยูสเคสการสอบถามยอดเงิน	สถานะ ok ดำเนินการตามรายการที่เลือก
	มีข้อมูลบัญชีเลขที่ 0001	ป้อนบัญชีเลขที่ 0001	ระบบพิมพ์ใบเสร็จ	พิมพ์ใบเสร็จ

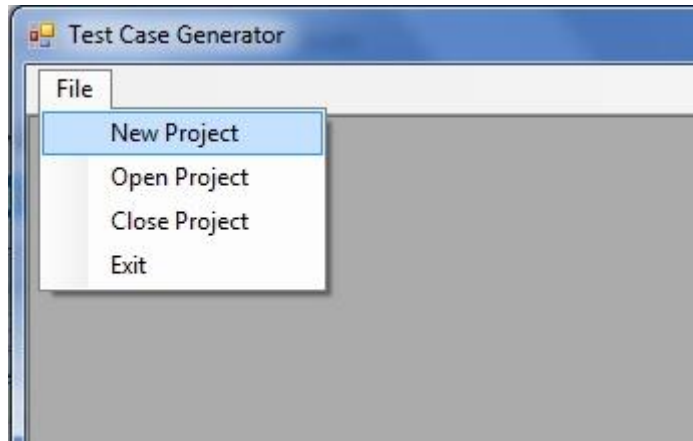


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ภาคผนวก ข ตัวอย่างการใช้เครื่องมือ

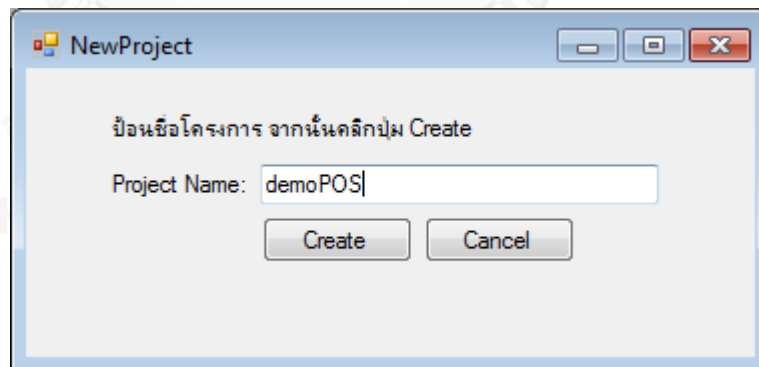
เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. เปิดเครื่องมือ คลิกปุ่ม File และเลือก New Project เพื่อสร้างโครงการใหม่



รูปที่ ข.1 การสร้างโครงการใหม่

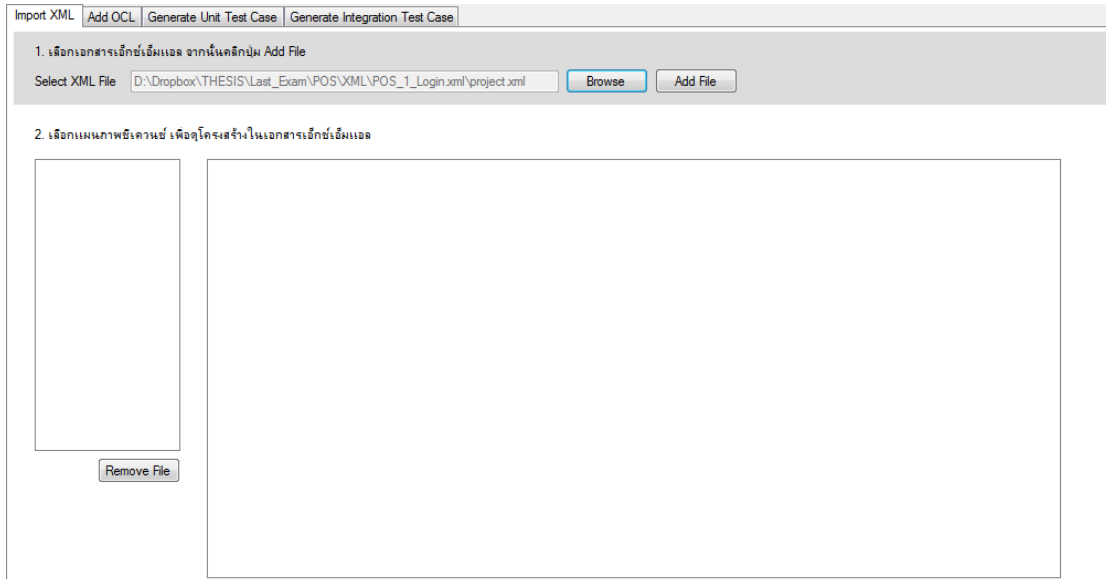
2. เมื่อปรากฏหน้าต่าง New Project ป้อนชื่อโครงการ จากนั้นคลิกปุ่ม Create เพื่อตั้งชื่อให้โครงการ



รูปที่ ข.2 การป้อนชื่อโครงการ

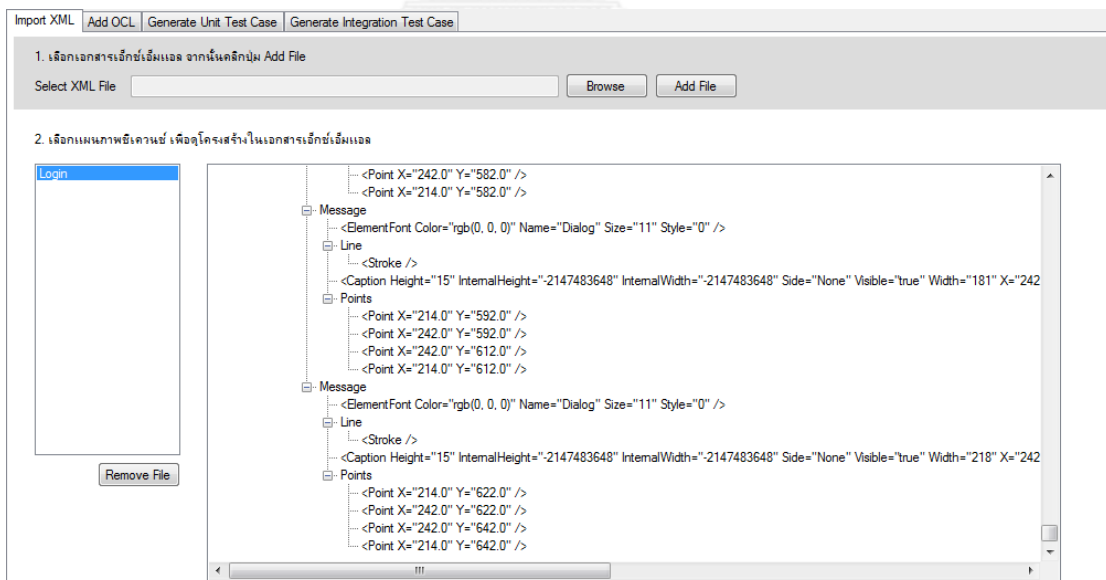


3. ในแท็บ Import XML คลิกปุ่ม Browse เพื่อเลือกเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากในเครื่อง จากนั้นคลิกปุ่ม Add File เพื่อนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล



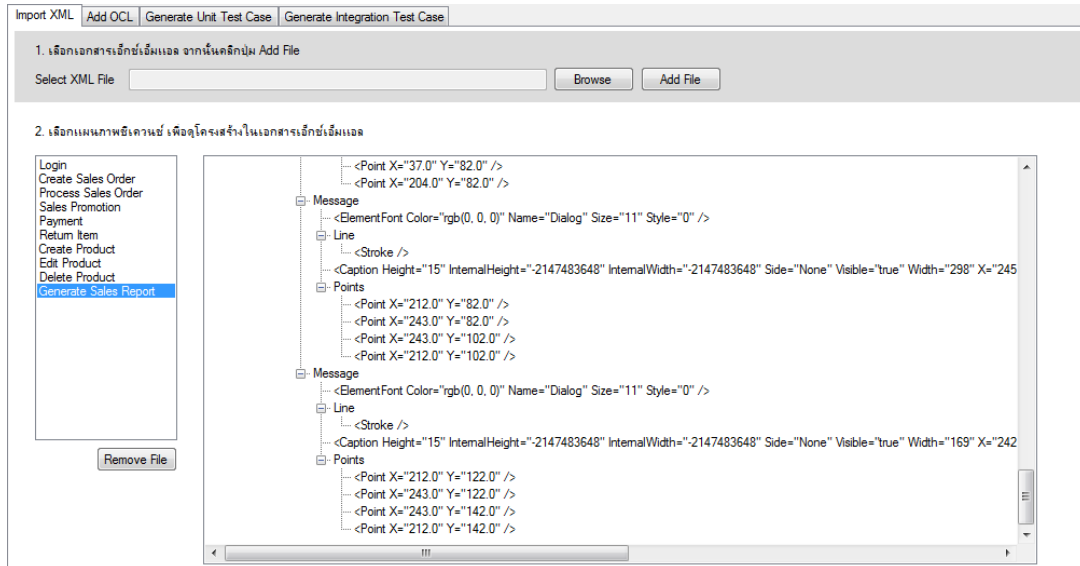
รูปที่ ข.3 การเลือกเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากในเครื่อง

4. ลิสต์บ็อกซ์จะแสดงชื่อของแผนภาพซีควเอนซ์ ตามเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่ถูกนำเข้ามา และทรีวิวจะแสดงข้อมูลที่อยู่ภายในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล



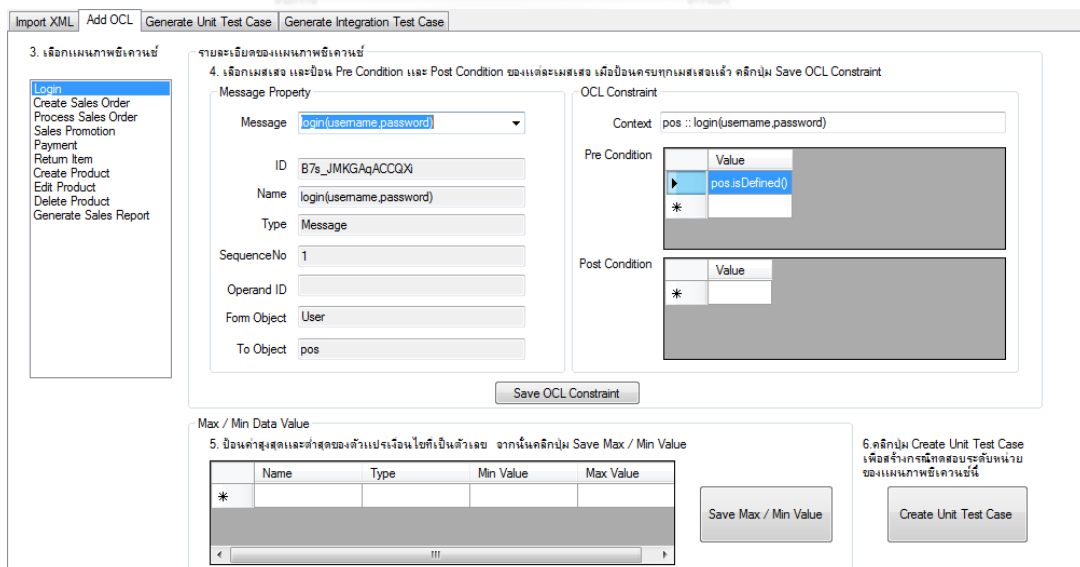
รูปที่ ข.4 การนำเข้าเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล

5. นำเข้าข้อมูลเอกสารเอกซ์เอ็มแอล จนครบทุกแผนภาพซีควเอนซ์ทั้งหมดที่มีในระบบขายสินค้า



รูปที่ ข.5 การนำเข้าแผนภาพซีควเอนซ์ทั้งหมดที่มีในระบบขายสินค้า

6. คลิกแท็บ Add OCL ในลิสต์บ็อกซ์จะแสดงชื่อของแผนภาพซีควเอนซ์ เมื่อคลิกเลือกแผนภาพซีควเอนซ์ จะแสดงรายการเมสเสจทั้งหมดในแผนภาพซีควเอนซ์ เมื่อเลือกเมสเสจจะแสดงข้อมูลรายละเอียดของเมสเสจดังกล่าว ได้แก่ รหัสเมสเสจ ชื่อเมสเสจ ประเภทของเมสเสจ ลำดับที่ของเมสเสจ อีอบเจกต์ที่ส่งเมสเสจ อีอบเจกต์ที่ได้รับเมสเสจ เงื่อนไขก่อนการทำงานและเงื่อนไขหลังการทำงานของเมสเสจ โดยเครื่องมือจะสร้างโอซีแอลของเงื่อนไขก่อนการทำงานและเงื่อนไขหลังการทำงานของเมสเสจให้โดยอัตโนมัติ



รูปที่ ข.6 การแสดงรายละเอียดของแผนภาพซีควเอนซ์

## 7. ผู้ใช้สามารถป้อนโอซีแอลเข้ามาในเครื่องมือได้

3. เลือกแผนภาพซีเคานซ์

4. เลือกแผนภาพซีเคานซ์

4. เลือกเมสเสจ และป้อน Pre Condition และ Post Condition ของแต่ละเมสเสจ เพื่อป้อนครบทุกเมสเสจแล้ว คลิกปุ่ม Save OCL Constraint

Message Property

Message: new Sale(date.time.userid)

ID: vVHGVMKGAqACZQwz

Name: new Sale(date.time.userid)

Type: Create Message

SequenceNo: 2

Operand ID:

Form Object: pos

To Object: sale

OCL Constraint

Context: sale :: new Sale(date.time.userid)

Pre Condition:

Value
*

Post Condition:

Value
sale isDefined()
pos->include(sale)
*

Save OCL Constraint

5. ป้อนค่าสูงสุดและต่ำสุดของตัวแปรเงื่อนไขที่เป็นตัวเลข จากนั้นคลิกปุ่ม Save Max / Min Value

Name	Type	Min Value	Max Value
*			

Save Max / Min Value

6. คลิกปุ่ม Create Unit Test Case เพื่อสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยของแผนภาพซีเคานซ์

Create Unit Test Case

รูปที่ ซ.7 การป้อนโอซีแอล

8. เมื่อป้อนโอซีแอลครบทุกเมสเสจแล้ว คลิกปุ่ม Save OCL Constraint จะปรากฏหน้าต่างแจ้งว่า OCL are saved. หมายความว่าเครื่องมือได้บันทึกโอซีแอลแล้ว

3. เลือกแผนภาพซีเคานซ์

4. เลือกแผนภาพซีเคานซ์

4. เลือกเมสเสจ และป้อน Pre Condition และ Post Condition ของแต่ละเมสเสจ เพื่อป้อนครบทุกเมสเสจแล้ว คลิกปุ่ม Save OCL Constraint

Message Property

Message: login(username.password)

ID: B7s\_JMKGAqACCQXi

Name: login(username.password)

Type: Message

SequenceNo: 1

Operand ID:

Form Object: User

To Object: pos

OCL Constraint

Context: pos :: login(username.password)

Pre Condition:

Value
pos isDefined()
*

Post Condition:

Value
*

Save OCL Constraint

5. ป้อนค่าสูงสุดและต่ำสุดของตัวแปรเงื่อนไขที่เป็นตัวเลข จากนั้นคลิกปุ่ม Save Max / Min Value

Name	Type	Min Value	Max Value
*			

Save Max / Min Value

6. คลิกปุ่ม Create Unit Test Case เพื่อสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยของแผนภาพซีเคานซ์

Create Unit Test Case

รูปที่ ซ.8 การบันทึกโอซีแอล

9. หากแผนภาพใดมีคอมบายด์แพรกแมนต์และมีตัวแปรในเงื่อนไขเป็นประเภทตัวเลข จะปรากฏชื่อตัวแปรดังกล่าวในตารางที่ ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปร และกดปุ่ม Save Max / Min Value เพื่อบันทึกค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปรได้

3. เลือกแผนภาพคิวเคอร์รี่

4. เลือกเมสเสจ และป้อน Pre Condition และ Post Condition ของแต่ละเมสเสจ เมื่อป้อนครบทุกเมสเสจแล้ว คลิกปุ่ม Save OCL Constraint

Message Property

Message enterPromotion(promotionid,totalPrice)

ID WVsBVMKGAqACZR5

Name enterPromotion(promotionid,t

Type Message

SequenceNo 1

Operand ID

Form Object Cashier

To Object pos

OCL Constraint

Context pos :: enterPromotion(promotionid,totalPrice)

Pre Condition

Value
pos isDefined()
sale include {totalPrice}
*

Save OCL Constraint

Max / Min Data Value

5. ป้อนค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปรเงื่อนไขที่เป็นตัวเลข จากนั้นคลิกปุ่ม Save Max / Min Value

Name	Type	Min Value	Max Value
totalPrice	integer	0	1000000
*			

Save Max / Min Value

6.คลิกปุ่ม Create Unit Test Case เพื่อสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยของแผนภาพคิวเคอร์รี่

Create Unit Test Case

รูปที่ ข.9 การบันทึกค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปร

10. เมื่อป้อนข้อมูลไอซีแอลและค่าค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปรแล้ว คลิกปุ่ม Create Unit Test Case เพื่อสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

3. เลือกแผนภาพคิวเคอร์รี่

4. เลือกเมสเสจ และป้อน Pre Condition และ Post Condition ของแต่ละเมสเสจ เมื่อป้อนครบทุกเมสเสจแล้ว คลิกปุ่ม Save OCL Constraint

Message Property

Message login(username,password)

ID B7rs\_JMKGAqACQXj

Name login(username,password)

Type Message

SequenceNo 1

Operand ID

Form Object User

To Object pos

OCL Constraint

Context pos :: login(username,password)

Pre Condition

Value
pos isDefined()
*

Save OCL Constraint

Max / Min Data Value

5. ป้อนค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของตัวแปรเงื่อนไขที่เป็นตัวเลข จากนั้นคลิกปุ่ม Save Max / Min Value

Name	Type	Min Value	Max Value
*			

Save Max / Min Value

6.คลิกปุ่ม Create Unit Test Case เพื่อสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วยของแผนภาพคิวเคอร์รี่

Create Unit Test Case

รูปที่ ข.10 การสร้างกรณีทดสอบระดับหน่วย

11. คลิปแท็บ Generate Unit Test Case ในลิสต์บ็อกซ์จะแสดงชื่อของแผนภาพซีเควนซ์ เมื่อคลิกเลือกแผนภาพซีเควนซ์ จะแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอพี และกรณีทดสอบระดับหน่วยในตาราง

7. เลือกแผนภาพซีเควนซ์

ตารางแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอพี (Path)

Path No.	IRCFG Complete Path
1	start.validate({username,password}),start.valid = checkUserPass({username,password}),start.end.valid = true<F>.showError
2	start.validate({username,password}),start.valid = checkUserPass({username,password}),start.end.valid = true<T>.user = get
3	start.validate({username,password}),start.valid = checkUserPass({username,password}),start.end.valid = true<T>.user = get
4	start.validate({username,password}),start.valid = checkUserPass({username,password}),start.end.valid = true<T>.user = get

ตารางแสดงกรณีทดสอบระดับหน่วย (Unit Test Case)

Path No.	Method Name	Sending Object	Receiving Object	Initial Data	Condition	Test Data
1	showError("Invali...	authen	pos	pos.isDefined()		
	valid = checkUse...	authen	authen			
	validate({usemam...	pos	authen		valid = true	{valid = true =
2	userRole = getUs...	authen	user	user.isDefined()		
	user = getUse(us...	authen	authen			
	valid = checkUse...	authen	authen			
	validate({usemam...	pos	authen		userRole == "ma...	{userRole = n
					userRole == "cas...	{userRole = c
					valid = true	{valid = true =

รูปที่ ข.11 หน้าจอแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอพี และกรณีทดสอบระดับหน่วย

12. คลิปแท็บ Generate Integration Test Case ในลิสต์บ็อกซ์จะแสดงชื่อของแผนภาพซีเควนซ์ เมื่อคลิกเลือกแผนภาพซีเควนซ์ ในตารางด้านซ้ายล่าง จะแสดงรายการตัวแปรที่ใช้ร่วมกัน และข้อความบอกประเภทความสัมพันธ์ของคู่ยูสเคส ด้านขวาจะแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอพีของคู่ยูสเคส และกรณีทดสอบระดับบูรณาการในตารางที่ หากเป็นความสัมพันธ์ประเภทตัวแปรในยูสเคส ลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรเงื่อนไขในยูสเคสลำดับที่ 2 จะมีจำนวนเส้นทางไออาร์ซีเอพีของคู่ยูสเคสจำนวน 2 เส้นทาง ดังรูปที่ ข.12

8. เลือกคู่ยูสเคส

ตารางแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอพีของคู่ยูสเคส Integration Path

pathNo.	First Sequence Diagram Path
1	start.sale = getSale({orderid}),start.end.product = getProduct({productid}),start.end.product != "null"<T>.enteritem({product,
2	start.sale = getSale({orderid}),start.end.product = getProduct({productid}),start.end.product != "null"<T>.enteritem({product,

ตารางแสดงกรณีทดสอบระดับบูรณาการ (Integration Test Case)

Path No.	Method Name	Sending Object	Receiving Object	Initial Data	Condition	Test Data
	new SalesLineite...	sale	item			
	product = getPro...	pos	pos			
	sale = getSale(or...	pos	pos			
	enteritem({orderid}...	Cashier	pos	pos.isDefined()	product != "null"	{product = In
					userRole = "cashier"	
					pos->include(sale)	
	type = get Type()	pos	promotion	promotion.isDefn...		
	promotion = getPr...	pos	pos			
	enterPromotion(pr...	Cashier	pos	pos.isDefined()	totalPrice >= 20000	{totalPrice =
				sale.include({total	totalPrice >= 20000	{totalPrice =

รูปที่ ข.12 หน้าจอแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอพี และกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

13. หากเป็นความสัมพันธ์ประเภทตัวแปรในยูสเคสลำดับที่ 1 ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคั่นค่าในยูสเคสลำดับที่ 2 จะมีจำนวนเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคสจำนวน 2 เส้นทาง ดังรูปที่ ข.13

8. เลือกยูสเคส

- Create Sales Order - Process Sales Ord
- Process Sales Order - Sales Promotion
- Process Sales Order - Payment
- Sales Promotion - Payment
- Payment - Return Item
- Create Product - Edit Product
- Create Product - Delete Product**
- Edit Product - Delete Product

ตารางแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจีของยูสเคส Integration Path

pathNo.	First Sequence Diagram Path
1	start.isDuplicate = checkDuplicate(productid).start_end.isDuplicate == false<T>.new Product(productid,productname,...
*	

ตารางแสดงกรณีทดสอบระดับบูรณาการ (Integration Test Case)

Path No.	Method Name	Sending Object	Receiving Object	Initial Data	Condition	Test Data
1	new Product(pro...	pos	product			
1	new Product(pro...	pos	product			
	createProduct(pr...	Manager	pos	pos.isDefined()	isDuplicate == false	(false = 0).isDupli
	deleteProduct(pr...	Manager	pos	pos.isDefined()	product != "null"	(product = Inull)
				pos->include(pro...		
*						

ตัวแปร productid ถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรพารามิเตอร์หรือตัวแปรคั่นค่าในยูสเคส 2

รูปที่ ข.13 หน้าจอแสดงเส้นทางไออาร์ซีเอฟจี และกรณีทดสอบระดับบูรณาการ

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววิวิกา เชาวณาพรรณ เกิดวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2552 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้ได้ตีพิมพ์ในบทความวิจัยของการประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 6 เรื่องการสร้างกรณีทดสอบระดับอินทิเกรชันโดยอัตโนมัติจากแผนภาพยูเอ็มแอล หน้าที่ 512



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**