

การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแผนภาพคลาส
แผนภาพซีคอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท



นางสาวกนิษฐา บุญคุ้ม

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A TOOL FOR CONSISTENCY CHECKING AMONG
CLASS DIAGRAMS, SEQUENCE DIAGRAMS, AND STATECHART DIAGRAMS



Miss. Khanittha Boonkoom

สภามหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง
แผนภาพคลาส แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

โดย

นางสาวกนิษฐา บุญคุ้ม


สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

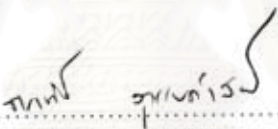
อาจารย์ที่ปรึกษา

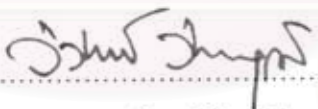
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ


คณะกรรมการศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศธีรวงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


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


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ นามินไชยศรี)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทัช)

กนิษฐา บุญคุ้ม : การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง
แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท. (DESIGN AND
DEVELOPMENT OF A TOOL FOR CONSISTENCY CHECKING AMONG CLASS
DIAGRAMS, SEQUENCE DIAGRAMS, AND STATECHART DIAGRAMS)
อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ, 179 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง
ของแผนภาพยูเอ็มแอลได้แก่ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ในการ
ตรวจสอบความสอดคล้องจะพิจารณาลักษณะสำคัญของแผนภาพโดยครอบคลุม ชื่อคลาส ชื่อ
แอททริบิวต์ ชื่อโอเปอเรชัน ชื่อพารามิเตอร์ ชื่อสถานะ ชื่อการกระทำ ชื่อตัวแปรในเงื่อนไข ชนิด
ของการคืนค่าของโอเปอเรชัน ชนิดแอททริบิวต์ ชนิดพารามิเตอร์ ลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน
ของแผนภาพซีควเอนซ์ ลำดับของชื่อการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ท การทำงานร่วมกันระหว่าง
คลาส ได้แก่ ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์คอมโพสิชัน
ความสัมพันธ์เจนเนอรัลไลเซชัน และความสัมพันธ์ดีเพนเดนซี

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอขั้นตอนและกฎในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ 3
แผนภาพ มีกฎทั้งหมด 17 กฎ สำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง ข้อมูลที่นำเข้าสู่เครื่องมือ
นี้คือแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ถูกส่งออกจากเครื่องวาดแผนภาพยูเอ็มแอล ก่อนที่จะทำการ
ตรวจสอบจะต้องสกัดข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการตรวจสอบ จากนั้นจะตรวจสอบความสอดคล้อง
โดยจะตรวจสอบเป็นคู่ของแผนภาพ ได้แก่ แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ แผนภาพคลาส
กับแผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท เครื่องมือนี้จะใช้ภาษา
C# ในการพัฒนา และในการทดสอบจะใช้กรณีศึกษา 3 กรณี ซึ่งผลที่ได้จะแสดงความไม่
สอดคล้องระหว่างแผนภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบซอฟต์แวร์ทำการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
การออกแบบให้มีคุณภาพ

ภาควิชา...วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต..... กนิษฐา บุญคุ้ม
สาขาวิชา...วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... วิวัฒน์
ปีการศึกษา...2550.....

4770204021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: CONSISTENCY CHECKING / CLASS DIAGRAM / SEQUENCE DIAGRAM / STATECHART DIAGRAM

KHANITTHA BOONKOOM: DESIGN AND DEVELOPMENT OF A TOOL FOR CONSISTENCY CHECKING AMONG CLASS DIAGRAMS, SEQUENCE DIAGRAMS, AND STATECHART DIAGRAMS. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. WIWAT VATANAWOOD, Ph.D., 179 pp.

This thesis describes design and development a tool for consistency checking of UML diagrams such as Class diagram, Sequence diagram and Statechart diagram. Consistency is checked in 4 topics. Firstly, name of class, attribute, operation, parameter, state, action and variable in guard, are checked. Secondly, return type of operation, type of attribute and type of parameter, are checked. Thirdly, order to call operation of Sequence diagram and order action of Statechart diagram, are focused. Finally, the relationship between class such as association, aggregation, composition, generalization and dependency are considered as well.

This thesis describes a rule-based solution to check among diagrams. There are 17 consistency checking rules. Input data is XMI file format is exported which from UML editing. The XMI file is considers and the necessary information concerning, the consistency of diagrams will be extracted. We check consistency for diagrams by matching Class diagram with Sequence diagram, Class diagram with Statechart diagram and Sequence diagram with Statechart diagram. This tool which includes procedures and rules is also implemented using C# and has been tested by 3 case studies. The result shows the verification of inconsistency among diagrams. It helps s/w designer adjust or improve the quality of their design.

Department...Computer Engineering..... Student's signature.....*Khanittha*
Field of study...Computer Science..... Advisor's signature.....*Wiwat*
Academic year...2007.....

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และสละเวลาในการให้คำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์ ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณพรรณนิภา แซ่อึ้ง คุณสุพรรณษา เนคมานุรักษ์ ที่คอยเตือนสติและให้ข้อคิดดี ๆ ในการทำงาน รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่คอยส่งแรงใจมาให้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ให้การอุปการะ และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ รวมถึงท่านอื่นๆแต่ไม่ได้กล่าวถึงที่ให้ความช่วยเหลือ ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำเล็กๆน้อยๆในการจัดทำวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1.1 แผนภาพคลาส [1,8,14,15,21,22].....	6
2.1.2 แผนภาพซีควเอนซ์ [1,8,14,15,21,22].....	12
2.1.3 แผนภาพสเตทชาร์ท [1,8,14,15,21,22].....	15
2.1.4 เอกสารเอ็กซ์เอ็มไอ [20].....	17
2.1.5 เอ็กซ์เอสแอลที (XSL Transformations :XSLT) [16,17]	17
2.1.6 ความสอดคล้อง	18
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
2.2.1 Consistency in Multiple-view UML Models: A Case Study.....	21
2.2.2 Methodology for checking Well-formedness of UML elements.....	23
2.2.3 Transformation of Multiple-Sequence Diagrams into Operation Level Behavior of Java Code.....	24
2.2.4 Transformation of UML Class diagrams and sequence diagrams into B abstract machine	24
บทที่ 3 การออกแบบขั้นตอนและแสดงกฎการตรวจสอบความสอดคล้อง.....	26

3.1 การตรวจสอบความสอดคล้อง.....	26
3.2 การแสดงกฎและขั้นตอนสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง.....	27
3.2.1 กฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์..	27
3.2.2 กฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพ สเตทชาร์ท	69
3.2.3 กฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์..	81
3.3 การขึ้นต่อกันของกฎที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง.....	95
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท	97
4.1 การออกแบบเครื่องมือ	97
4.1.1 การออกแบบการใช้งานเครื่องมือ	97
4.1.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมของเครื่องมือ.....	98
4.1.3 แผนภาพคลาสของเครื่องมือ.....	98
4.1.4 การออกแบบโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลที่ใช้ในเครื่องมือ.....	101
4.2 การพัฒนาเครื่องมือ	103
4.2.1 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องมือ	103
4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	105
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือด้วยกรณีศึกษา.....	106
5.1 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ.....	106
5.2 ขั้นตอนการทดสอบ	106
5.3 กรณีศึกษาที่ 1 ระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด	108
5.3.1 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท	108
5.3.2 ผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	109
5.3.3 อภิปรายผลการตรวจสอบความสอดคล้อง	116
5.4 กรณีศึกษาที่ 2 ระบบเอทีเอ็ม	121
5.4.1 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท	122
5.4.2 ผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	122
5.4.3 อภิปรายผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	130
5.5 กรณีศึกษาที่ 3 ระบบการลงทะเบียน	135
5.5.1 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท	135
5.5.2 ผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	136

5.5.3 อภิปรายผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	142
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	148
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	148
6.2 ประโยชน์ของเครื่องมือ	150
6.3 ปัญหาและอุปสรรค	150
6.4 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	151
รายการอ้างอิง.....	152
ภาคผนวก.....	154
ภาคผนวก ก การใช้งานเครื่องมือ	155
ภาคผนวก ข รูปแบบของรายการที่แสดงผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	163
ภาคผนวก ค รายละเอียดของคลาสที่ใช้ในการออกแบบ.....	166
ภาคผนวก ง ตัวอย่างของรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ	176
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	179

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงประเภทของการส่งเมสเสจ	14
ตารางที่ 3.1 ตารางการขึ้นต่อกันของกฎสำหรับคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์	95
ตารางที่ 3.2 ตารางการขึ้นต่อกันของกฎสำหรับคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท	96
ตารางที่ 3.3 ตารางการขึ้นต่อกันของกฎสำหรับคู่แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท	96
ตารางที่ ค.1 รายละเอียดของคลาส CCMain	164
ตารางที่ ค.2 รายละเอียดของคลาส ConsistencyTool	164
ตารางที่ ค.3 รายละเอียดของคลาส Extract	165
ตารางที่ ค.4 รายละเอียดของคลาส Check	166
ตารางที่ ค.5 รายละเอียดของคลาส ExtractClassDiagram	167
ตารางที่ ค.6 รายละเอียดของคลาส ExtractSequenceDiagram	168
ตารางที่ ค.7 รายละเอียดของคลาส ExtractStatechartDiagram	168
ตารางที่ ค.8 รายละเอียดของคลาส ClassDiagramRoot	169
ตารางที่ ค.9 รายละเอียดของคลาส SequenceInfo	169
ตารางที่ ค.10 รายละเอียดของคลาส StateDiagramInfo	170
ตารางที่ ค.11 รายละเอียดของคลาส CheckClassAndSequence	170
ตารางที่ ค.12 รายละเอียดของคลาส CheckClassAndStateDiagram	172
ตารางที่ ค.13 รายละเอียดของคลาส CheckSequenceAndStateDiagram	173

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะของแผนภาพคลาส[14].....	6
รูปที่ 2.2 ลักษณะของคลาส.....	7
รูปที่ 2.3 แสดงทิศทางของเส้นความสัมพันธ์[22].....	8
รูปที่ 2.4 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน [14]	9
รูปที่ 2.5 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี [14].....	10
รูปที่ 2.6 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน [14]	10
รูปที่ 2.7 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน [14].....	11
รูปที่ 2.8 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน [14].....	12
รูปที่ 2.9 ลักษณะของแผนภาพซีควเอนซ์ [14].....	12
รูปที่ 2.10 ลักษณะของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์.....	13
รูปที่ 2.11 ลักษณะของลำดับเวลาในแผนภาพซีควเอนซ์ [8]	13
รูปที่ 2.12 ลักษณะของแผนภาพสเตทชาร์ท [14].....	15
รูปที่ 2.13 ลักษณะของสถานะ [14]	16
รูปที่ 2.14 ลักษณะของสัญลักษณ์แทนการเปลี่ยนสถานะ	16
รูปที่ 2.15 ตัวอย่างของการเปลี่ยนรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ไปเป็นเอกสารเอชทีเอ็มแอล ด้วยภาษาเอ็กซ์เอสแอลที่	18
รูปที่ 2.16 ความไม่สอดคล้องกันระหว่างแผนภาพยูเอ็มแอลที่มีมุมมองแตกต่างกัน	19
รูปที่ 3.1 แบ่งการตรวจสอบเป็นคู่ของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพ สเตทชาร์ท	27
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์.....	28
รูปที่ 3.3 รูปแบบของคลาสในแผนภาพคลาส	29
รูปที่ 3.4 รูปแบบของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์	29
รูปที่ 3.5 แผนภาพซีควเอนซ์ที่ชื่อคลาสของอ็อบเจกต์ไม่สอดคล้องกับคลาสในแผนภาพคลาส	30
รูปที่ 3.6 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.1.....	31
รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง และความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทางระหว่างคลาส ClassA กับ คลาส ClassB ของความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน	32
รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง และความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทาง ระหว่างคลาส WholeClass และคลาส PartClass ของความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน.....	32

รูปที่ 3.9 ความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง และความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทาง ระหว่างคลาส WholeClass และ คลาส PartClass ของความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน	33
รูปที่ 3.10 ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี ระหว่างคลาส Supplier กับคลาส Consumer.....	33
รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชันระหว่างคลาส SuperClass กับ คลาส SubClass.....	34
รูปที่ 3.12 ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชันระหว่างซูปเปอร์คลาสกับคลาสอื่น.....	34
รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์แอกกรีเกชันระหว่างซูปเปอร์คลาสกับคลาสอื่น โดยซูปเปอร์คลาสเป็น คลาสหลัก.....	35
รูปที่ 3.14 ความสัมพันธ์แอกกรีเกชันระหว่างคลาสอื่นกับซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสเป็น คลาสย่อย.....	35
รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์คอมโพสิชันระหว่างซูปเปอร์คลาสกับคลาสอื่น โดยซูปเปอร์คลาสเป็น คลาสหลัก.....	35
รูปที่ 3.16 ความสัมพันธ์คอมโพสิชันระหว่างคลาสอื่นกับซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสเป็น คลาสย่อย.....	35
รูปที่ 3.17 ความสัมพันธ์ดีเพนเดนซีระหว่างซูปเปอร์คลาสกับคลาสอื่น โดยซูปเปอร์คลาสเป็น คลาสที่เรียกใช้	36
รูปที่ 3.18 ความสัมพันธ์ดีเพนเดนซีระหว่างคลาสอื่นกับซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสเป็น คลาสที่ถูกเรียกใช้.....	36
รูปที่ 3.19 การส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ของแผนภาพซีเควนซ์.....	37
รูปที่ 3.20 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ที่สอดคล้องเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่าง คลาส	38
รูปที่ 3.21 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ที่สอดคล้อง โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส เป็นความสัมพันธ์โดยปริยาย	39
รูปที่ 3.22 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.....	40
รูปที่ 3.23 การส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีเควนซ์.....	41
รูปที่ 3.24 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ที่มีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์จาก คลาสย่อยไปยังคลาสหลัก โดยคลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน	42
รูปที่ 3.25 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.1.....	43
รูปที่ 3.26 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ที่มีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์จาก คลาสย่อยไปยังคลาสหลัก โดยคลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน.....	44
รูปที่ 3.27 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.2.....	45

รูปที่ 3.28 การส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์.....	46
รูปที่ 3.29 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ของ คลาสย่อยไปยังคลาสหลักของคลาส 2 คลาส ที่มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน	47
รูปที่ 3.30 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ในกรณีที่มีคลาสอื่นส่งเมสเสจแบบทำลาย อ็อบเจกต์มายังอ็อบเจกต์ของคลาสหลัก	48
รูปที่ 3.31 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ในกรณีที่มีคลาสย่อยส่งเมสเสจแบบทำลาย อ็อบเจกต์ มายังอ็อบเจกต์ของคลาสหลัก	49
รูปที่ 3.32 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.3.....	50
รูปที่ 3.33 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ จากคลาสผู้ให้บริการ ไปยังคลาสผู้ให้บริการ โดยมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี.....	51
รูปที่ 3.34 แผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี และแผนภาพซีควเอนซ์ของการส่ง เมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังคลาสผู้ให้บริการ.....	52
รูปที่ 3.35 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.4.....	54
รูปที่ 3.36 รูปแบบของเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์	55
รูปที่ 3.37 ลักษณะชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ โดยเป็นชื่อโอเปอเรชันของ คลาส	55
รูปที่ 3.38 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.3.....	57
รูปที่ 3.39 ชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจที่มีพารามิเตอร์.....	57
รูปที่ 3.40 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการรับพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบน เมสเสจ.....	58
รูปที่ 3.41 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอดคล้องในเรื่องของจำนวน ลำดับ และ ชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจ.....	59
รูปที่ 3.42 แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสเรื่องจำนวนพารามิเตอร์.....	60
รูปที่ 3.43 แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสของลำดับของพารามิเตอร์ และชนิดของพารามิเตอร์.....	60
รูปที่ 3.44 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.4	62
รูปที่ 3.45 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ตรวจสอบเรื่องตัวแปรในเงื่อนไข.....	64
รูปที่ 3.46 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.5	65
รูปที่ 3.47 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน.....	66
รูปที่ 3.48 แผนภาพซีควเอนซ์ที่ขัดแย้งในเรื่องของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน.....	67
รูปที่ 3.49 แผนภาพซีควเอนซ์ที่ 1 และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ 2 ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.6	69

รูปที่ 3.50	ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท.	70
รูปที่ 3.51	ลักษณะของแผนภาพสเตทชาร์ท	71
รูปที่ 3.52	แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassExample	72
รูปที่ 3.53	แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 2.1	72
รูปที่ 3.54	ลักษณะของแอททริบิวต์ที่มีการประกาศค่าเริ่มต้น.....	73
รูปที่ 3.55	แผนภาพคลาสที่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทของ คลาส ClassExample.....	74
รูปที่ 3.56	แผนภาพคลาสที่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ท	75
รูปที่ 3.57	แผนภาพคลาสที่คลาสไม่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ และแผนภาพสเตทชาร์ท	75
รูปที่ 3.58	แผนภาพคลาสที่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ และแผนภาพสเตทชาร์ทที่มีชื่อสถานะ บางตัวที่ไม่สอดคล้องกับค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส.....	75
รูปที่ 3.59	ลักษณะของเส้นทราวนิชันในแผนภาพสเตทชาร์ท.....	76
รูปที่ 3.60	แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ทที่ตรวจสอบเรื่องชื่อการกระทำกับชื่อ โอเปอเรชัน.....	77
รูปที่ 3.61	แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 2.3	78
รูปที่ 3.62	ลักษณะของเงื่อนไขในแผนภาพสเตทชาร์ท	79
รูปที่ 3.63	เงื่อนไขของแผนภาพสเตทชาร์ท กับแอททริบิวต์ของคลาสในแผนภาพคลาส.....	79
รูปที่ 3.64	แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส TrainControllor ที่ตรวจสอบเรื่อง ชื่อตัวแปร และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข.....	81
รูปที่ 3.65	ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควেনซ์ กับแผนภาพ สเตทชาร์ท	82
รูปที่ 3.66	แผนภาพซีควেনซ์ที่มีแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส B และ คลาส C.....	83
รูปที่ 3.67	แผนภาพซีควেনซ์มีเรื่องจำนวนของแผนภาพสเตทชาร์ทอย่างน้อย 1 แผนภาพขึ้นไป.	84
รูปที่ 3.68	แผนภาพซีควেনซ์ที่มีชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำของแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบาย พฤติกรรมของคลาส.....	86
รูปที่ 3.69	แผนภาพซีควেনซ์และแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Stock ไม่สอดคล้องตาม กฎข้อที่ 3.1.....	87
รูปที่ 3.70	แผนภาพซีควেনซ์ ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassB และคลาส ClassC	89

รูปที่ 3.71 แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทซาร์ทที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.2	90
รูปที่ 3.72 การจัดกลุ่มลำดับของโอเปอเรชันในแผนภาพซีเควนซ์.....	91
รูปที่ 3.73 แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทซาร์ทของคลาส B ตรวจสอบเรื่องลำดับ	93
รูปที่ 3.74 แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทซาร์ทของคลาส Stock สอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.3	94
รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทซาร์ท.....	97
รูปที่ 4.2 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ	98
รูปที่ 4.3 แผนภาพคลาสของเครื่องมือการตรวจสอบความสอดคล้อง.....	98
รูปที่ 4.4 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลสำหรับแผนภาพคลาส	101
รูปที่ 4.5 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลสำหรับแผนภาพซีเควนซ์	102
รูปที่ 4.6 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลสำหรับแผนภาพสเตทซาร์ท	103
รูปที่ 4.7 ภาพรวมของขั้นตอนในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทซาร์ท.....	103
รูปที่ 5.1 หน้าจอของเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง	107
รูปที่ 5.2 แผนภาพคลาสของระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด.....	110
รูปที่ 5.3 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือ	111
รูปที่ 5.4 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์จองหนังสือ.....	111
รูปที่ 5.5 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การคืนหนังสือ	112
รูปที่ 5.6 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือที่จอง	112
รูปที่ 5.7 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การตรวจสอบหนังสือที่ค้างส่ง.....	113
รูปที่ 5.8 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การยกเลิกหนังสือที่จอง.....	113
รูปที่ 5.9 แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การสั่งซื้อหนังสือ.....	114
รูปที่ 5.10 แผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส BorrowReturnTransaction.....	114
รูปที่ 5.11 แผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ReservationTransaction.....	115
รูปที่ 5.12 แผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Member.....	115
รูปที่ 5.13 แผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Book.....	115
รูปที่ 5.14 แผนภาพซีเควนซ์ของเหตุการณ์การยืมหนังสือที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส	116
รูปที่ 5.15 แผนภาพซีเควนซ์ของเหตุการณ์การยืมหนังสือที่ได้ทำการแก้ไขแล้ว	118
รูปที่ 5.16 แผนภาพสเตทซาร์ทของคลาส Member ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส	118
รูปที่ 5.17 แผนภาพสเตทซาร์ทของคลาส Member ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว	119

รูปที่ 5.18 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การจองหนังสือ ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพ สแตทซาร์ทของคลาส Book และคลาส ReservationTransaction	120
รูปที่ 5.19 แผนภาพซีเควอนซ์ของการจองหนังสือได้รับการแก้ไขแล้ว	121
รูปที่ 5.20 แผนภาพคลาสของระบบเอทีเอ็ม	124
รูปที่ 5.21 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การถอนเงิน	125
รูปที่ 5.22 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การใส่รหัสบัตรผิดพลาด	125
รูปที่ 5.23 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การทำงานในช่วงเวลา	126
รูปที่ 5.24 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การฝากเงิน	126
รูปที่ 5.25 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การโอนเงิน	127
รูปที่ 5.26 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การตรวจสอบยอดเงิน	127
รูปที่ 5.27 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Transaction.....	128
รูปที่ 5.28 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Session.....	128
รูปที่ 5.29 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส CashDispenser.....	128
รูปที่ 5.30 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส CustomerConsole.....	129
รูปที่ 5.31 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส ATM.....	129
รูปที่ 5.32 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส CardReader.....	129
รูปที่ 5.33 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การใส่รหัสผิดที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส...	130
รูปที่ 5.34 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การใส่รหัสผิด ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว	131
รูปที่ 5.35 แผนภาพสแตทซาร์ทของคลาส CashDispenser ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส.	131
รูปที่ 5.36 แผนภาพสแตทซาร์ทของคลาส CashDispenser ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว.....	132
รูปที่ 5.37 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การฝากเงินที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสแตทซาร์ท ของคลาส ATM และคลาส CustomerConsole	133
รูปที่ 5.38 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การฝากเงินที่ได้รับการแก้ไขแล้ว	134
รูปที่ 5.39 แผนภาพคลาสของระบบการลงทะเบียน	137
รูปที่ 5.40 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์ขั้นตอนการลงทะเบียน	138
รูปที่ 5.41 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การแสดงใบเสร็จค่าลงทะเบียน	138
รูปที่ 5.42 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้า.....	139
รูปที่ 5.43 แผนภาพซีเควอนซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร	139
รูปที่ 5.44 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Receipt.....	140
รูปที่ 5.45 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส StudentData.....	140
รูปที่ 5.46 แผนภาพสแตทซาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส StudentAccount.....	140

รูปที่ 5.47 แผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส UniversityAccount	141
รูปที่ 5.48 แผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Registra	141
รูปที่ 5.49 แผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Registration	141
รูปที่ 5.50 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร ที่ไม่ สอดคล้องกับแผนภาพคลาส	142
รูปที่ 5.51 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคารที่ได้รับ การแก้ไขแล้ว	142
รูปที่ 5.52 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส UniversityAccount ที่ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพ คลาส	144
รูปที่ 5.53 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส UniversityAccount ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว	145
รูปที่ 5.54 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้า ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพ สเตทชาร์ทของคลาส Registra และคลาส StudentData.....	145
รูปที่ 5.55 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้าที่ได้รับการแก้ไขแล้ว	147
รูปที่ ก.1 หน้าจอของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง.....	155
รูปที่ ก.2 แสดงหน้าจอสำหรับเลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล	156
รูปที่ ก.3 แสดงหน้าจอสำหรับเก็บเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่สกัดข้อมูลแล้ว	156
รูปที่ ก.4 หน้าจอเมื่อทำการสกัดข้อมูลของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของข้อมูลทั้ง 3 แผนภาพ .	157
รูปที่ ก.5 หน้าจอแสดงข้อความเตือนการเลือกเพิ่มข้อมูลเข้า และเพิ่มข้อมูลออก	157
รูปที่ ก.6 แผนภาพคลาสของกรณีศึกษาของการสั่งซื้อสินค้า	158
รูปที่ ก.7 แผนภาพซีควเอนซ์ของที่แสดงสถานการณ์เตรียมการจัดส่งสินค้าได้สำเร็จ	158
รูปที่ ก.8 แผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Stock	159
รูปที่ ก.9 แผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Order.....	159
รูปที่ ก.10 หน้าจอเตือนสำหรับไม่ได้เลือกคู่สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง.....	159
รูปที่ ก.11 ทำการเลือกคู่ของแผนภาพสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง.....	160
รูปที่ ก.12 แสดงการสรุปผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง	160
รูปที่ ก.13 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้อง	161
รูปที่ ก.14 โปรแกรม notepad มาใช้ในการแสดงผลของไฟล์ที่เก็บผลการตรวจสอบ.....	161
รูปที่ ก.15 ผลที่ได้จากการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการสั่งซื้อสินค้า ของคู่แผนภาพ คลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์.....	162
รูปที่ ค.1 แสดงคลาส CCMain	166
รูปที่ ค.2 แสดงคลาส ConsistencyTool	166

รูปที่ ค.3 แสดงคลาส Extract	167
รูปที่ ค.4 แสดงคลาส Check	168
รูปที่ ค.5 แสดงคลาส ExtractClassDiagram.....	169
รูปที่ ค.6 แสดงคลาส ExtractSequenceDiagram	169
รูปที่ ค.7 แสดงคลาส ExtractStatechartDiagram	170
รูปที่ ค.8 แสดงคลาส ClassDiagramRoot	171
รูปที่ ค.9 แสดงคลาส SequenceInfo	171
รูปที่ ค.10 แสดงคลาส StateDiagramInfo.....	172
รูปที่ ค.11 แสดงคลาส CheckClassAndSequence	172
รูปที่ ค.12 แสดงคลาส CheckClassAndStateDiagram	173
รูปที่ ค.13 แสดงคลาส CheckSequenceAndStateDiagram	174
รูปที่ ง.1 รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของคลาส	176
รูปที่ ง.2 รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพซีควเอนซ์	177
รูปที่ ง.3 รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพสเตทชาร์ท	178

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุกวันนี้หลักการของการเขียนโปรแกรมเชิงอ็อบเจกต์ (Object-oriented programming) ได้เข้ามามีบทบาทกับกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างแพร่หลาย อีกทั้งมีภาษาอ็อบเจกต์ (Unified Modeling Language: UML) ใช้เป็นมาตรฐานการออกแบบที่ยอมรับกันในปัจจุบัน อ็อบเจกต์จะมีแผนภาพ (Diagram) ที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของหลักเกณฑ์และมุมมองของระบบ ดังนั้นถ้าจะสร้างแบบจำลอง (Model) ที่สมบูรณ์จะต้องประกอบด้วยแผนภาพหลายแผนภาพ โดยพิจารณาในเรื่องของหน้าที่ปฏิบัติ (Functionality) โครงสร้างคงที่ (Static structure) พฤติกรรมภายใน (Internal behavior) และการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับแบบจำลองอื่น

แผนภาพที่แสดงในมุมมองและหลักเกณฑ์ที่ต่างกันใน ต้องตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency) ของแผนภาพเพื่อไม่ให้แผนภาพแต่ละแผนภาพมีความขัดแย้งกัน โดยพิจารณาจากขั้นตอนการวิเคราะห์ และออกแบบโดยใช้แผนภาพของอ็อบเจกต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกมา 3 แผนภาพ คือ แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram) และแผนภาพสเตตชาร์ต (Statechart Diagram) เนื่องจากทั้ง 3 แผนภาพนี้เป็นตัวแทนของระบบที่มีความสัมพันธ์ทั้งในเรื่องของการออกแบบโครงสร้างคงที่ การแสดงการติดต่อกันของอ็อบเจกต์ (Object) ตามลำดับเวลา และแสดงถึงพฤติกรรมภายในของแต่ละอ็อบเจกต์ด้วย โดยยังมีอีกหนึ่งแผนภาพที่สำคัญสำหรับแสดงความต้องการของระบบ แสดงการติดต่อกันระหว่างผู้ใช้กับระบบ และระบบกับระบบ อีกทั้งยังเป็นการช่วยในเรื่องของการกำหนดขอบเขตให้กับระบบอีกด้วยคือ แผนภาพยูสเคส (Use case Diagram) แต่ในงานวิจัยนี้จะไม่กล่าวถึง เนื่องจากแผนภาพยูสเคสไม่ได้แสดงถึงพฤติกรรม หรือโครงสร้างที่สามารถนำมาตรวจสอบได้ ดังนั้นจึงไม่นำแผนภาพยูสเคสมาตรวจสอบร่วมกับแผนภาพทั้ง 3 นี้

แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างคงที่ของระบบ ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าอ็อบเจกต์หนึ่ง ๆ ที่จะเกิดขึ้นมาจะประกอบด้วยแอตทริบิวต์ (Attribute) โอเปอเรชัน (Operation) และความสัมพันธ์ (Relationship) โดยมีแผนภาพซีควเอนซ์แสดงการติดต่อกันระหว่างอ็อบเจกต์ แสดงลำดับ (Sequence) และเวลา (Time) ของอ็อบเจกต์ที่ผ่านทางารส่งเมสเสจ (Message) และ

แผนภาพสเตทชาร์ทเป็นการแสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในของแต่ละอ็อบเจกต์ ทั้ง 3 แผนภาพนี้ มีความสัมพันธ์กันถึงแม้ว่าจะต่างมุมมอง และหลักเกณฑ์

จากเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยได้มีความสนใจที่ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพยูเอ็มแอล โดยใช้ 3 แผนภาพนี้ คือแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท แผนภาพที่ใช้ทั้งหมดเป็นการมองภาพรวมของระบบในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบ แต่ถ้าแผนภาพที่อยู่ในระบบเดียวกันไม่สอดคล้องกัน จะทำให้การออกแบบและวิเคราะห์ระบบเกิดความสับสน เสียเวลาและค่าใช้จ่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ว่า ถ้าเราสามารถทำให้แผนภาพทั้งหมดภายในระบบเดียวกันมีความสอดคล้องกันแล้ว ก็จะทำให้ขั้นตอนของการวิเคราะห์ และออกแบบของระบบนั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น อีกทั้งช่วยในขั้นตอนต่อไปของการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์อีกด้วย

จากการสำรวจงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพในยูเอ็มแอลอย่างมากมาย อย่างเช่น งานวิจัยของ Hassan Gomaa และ Duminda Wijesekera [9] เสนอวิธีการตรวจสอบความสอดคล้อง และความสมบูรณ์ของแผนภาพระหว่างมุมมองหลาย ๆ มุมมองของการออกแบบซอฟต์แวร์ของแผนภาพยูเอ็มแอล โดยใช้แผนภาพยูเอสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพแสดงการโต้ตอบ (Interaction diagram) กฎสำหรับการอธิบายการแมป (Map) ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกันจากการใช้วิธีการแบบคอมเม็ต (Concurrent Object Modeling and Architectural Design Method :COMET) ที่มีการใช้ข้อบังคับของภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ (Object Constraint Language :OCL) กับอนุประโยคที่กระทำ (Action clause) และงานวิจัยนี้ได้ยกกรณีศึกษาขึ้นมาเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย แต่จะมีความยากในเรื่องของข้อบังคับของภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ ส่วนงานวิจัยของ บุญประเสริฐ สุรักษ์รัตนสกุล [3] เสนอวิธีการตรวจสอบวากยสัมพันธ์ของแผนภาพยูเอ็มแอลโดยใช้กฎที่ใช้ในการตรวจสอบที่สร้างจากภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ ซึ่งผู้ใช้ต้องทำการแปลงกฎการตรวจสอบจากภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ไปเป็นกฎในรูปแบบของภาษาโปรล็อก (Prolog Language) โดยใช้เวลาและความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ที่ทำการแปลงกฎเองอาจทำให้ผิดพลาดได้ และในการเพิ่มกฎการตรวจสอบนั้น ผู้ที่ทำการเพิ่มกฎต้องมีความรู้เรื่องภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์และภาษาโปรล็อก และเรื่องนี้เป็นเพียงการตรวจสอบในเรื่องของวากยสัมพันธ์ของแผนภาพยูเอ็มแอล แต่ไม่ได้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแผนภาพต่าง ๆ เป็นต้น

จากงานวิจัยที่ผ่านมาการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพของยูเอ็มแอลจะใช้ภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์มาใช้ในการสร้างกฎสำหรับตรวจสอบซึ่งเป็นวิธีที่ยุ่งยาก ดังนั้นผู้วิจัยจึง

เสนอการศึกษาและออกแบบขั้นตอนในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพยูเอ็มแอล โดยไม่ใช้ภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ แต่จะอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพต่าง ๆ ในยูเอ็มแอลรุ่น 2.0 มาตรวจสอบ โดยจะพิจารณา 3 แผนภาพ คือ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์และแผนภาพสเตทชาร์ท เนื่องจากทั้ง 3 แผนภาพเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนของการวิเคราะห์และออกแบบ อีกทั้งยังสามารถอธิบายภาพรวมของระบบได้เป็นอย่างดี โดยได้มีเป้าหมายเพื่อที่จะนำผลที่ได้จากการวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้กับงานจริงซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบได้อย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 แผนภาพยูเอ็มแอลที่นำมาใช้เป็นไปตามมาตรฐานยูเอ็มแอล รุ่น 2.0 และถูกต้องตามวากยสัมพันธ์ของแต่ละแผนภาพ

1.3.2 การตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพยูเอ็มแอล 3 แผนภาพ คือ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท สามารถตรวจสอบได้ดังต่อไปนี้เป็นอย่างดี

1.3.2.1 สามารถตรวจสอบความสอดคล้องชื่อในการเรียกใช้ของทั้ง 3 แผนภาพ คือ

- ชื่อคลาส
- ชื่อโอเปอเรชัน
- ชื่อแอททริบิวต์
- ชื่อพารามิเตอร์
- ชื่อสถานะ
- ชื่อการกระทำ
- ชื่อเงื่อนไข

1.3.2.2 สามารถตรวจสอบความสอดคล้องชนิดตัวแปรของทั้ง 3 แผนภาพ คือ

- ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน
- ชนิดของพารามิเตอร์
- ชนิดของแอททริบิวต์

1.3.2.3 สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของลำดับในการเรียกใช้โอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

1.3.2.4 สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของการทำงานร่วมกันระหว่างคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ โดยพิจารณาการทำงานร่วมกันระหว่างคลาสดังต่อไปนี้

- ความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน
- ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน
- ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน
- ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน
- ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี

1.3.2.5 สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของการกระทำที่ใช้ในแผนภาพสเตทชาร์ท กับการทำงานร่วมกันที่ถูกอธิบายในแผนภาพซีควเอนซ์

1.3.3 แผนภาพสเตทชาร์ท 1 แผนภาพ เป็นการอธิบายสถานะของคลาสในแผนภาพคลาส 1 คลาสเท่านั้น

1.3.4 ออกแบบและพัฒนาเครื่องซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องโดยมีความสามารถดังต่อไปนี้

1.3.4.1 สามารถรับข้อมูลแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ ได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐานยูเอ็มแอล รุ่น 2.0 ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ (XML Metadata Interchange: XMI)

1.3.4.2 สามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องทั้ง 3 แผนภาพได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้

1.3.4.3 สามารถทำรายงานผลของการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

1.3.5 มีการทดสอบโดยนักกรณีสึกษามาทดสอบอย่างน้อย 3 ระบบ

1.3.6 ใช้ภาษาซีชาร์ป (C# Language) ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท รวมทั้งศึกษาตัวอย่าง วิธีการเขียน และความสัมพันธ์ของแผนภาพดังกล่าว

- 1.4.2 ศึกษางานวิจัยและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ
- 1.4.3 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวาดแผนภาพ และศึกษาวิธีการใช้ โดยพิจารณาเรื่องความสามารถ และข้อจำกัด รวมทั้งการนำเข้า จัดเก็บ และส่งออกของรูปแบบแฟ้มข้อมูล
- 1.4.4 ศึกษาวิธีการในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ
- 1.4.5 ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ
- 1.4.6 ทดสอบการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น และปรับปรุงเครื่องมือที่พัฒนาแล้ว
- 1.4.7 สรุปผลการวิจัยและ ข้อเสนอแนะ
- 1.4.8 จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1.5.1 สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพได้
- 1.5.2 สามารถพัฒนาเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพเพื่อช่วยในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทั้งในเรื่องของเวลาและค่าใช้จ่าย
- 1.5.3 ทำให้ภาพรวมของระบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สะดวกต่อการนำไปพัฒนาต่อไป

บทที่ 2

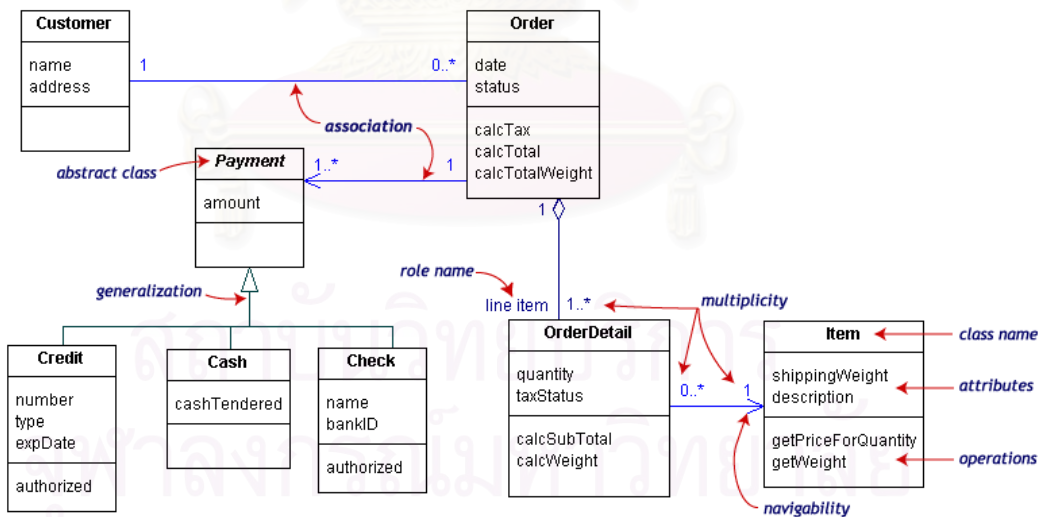
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้แก่ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ แผนภาพสเตทชาร์ท เอ็กซ์เอ็มไอ เอ็กซ์เอสแอลที และความสอดคล้อง รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แผนภาพคลาส [1, 8, 14, 15, 21, 22]

แผนภาพคลาส เป็นแผนภาพที่แสดงถึงชนิดของอ็อบเจกต์ในระบบ และความสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาสเหล่านั้น โดยแผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส (Class) และความสัมพันธระหว่างคลาส โดยคลาสหนึ่งคลาสจะประกอบด้วย แอททริบิวต์ โอเปอเรชัน รวมทั้งชื่อคลาส (Class name) ซึ่งบนเส้นความสัมพันธ์จะประกอบด้วย มัลติพลิซิตี (Multiplicity) ชื่อของหน้าที่ (Role name) และทิศทางของเส้นความสัมพันธ์ได้ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะของแผนภาพคลาส [14]

2.1.1.1 คลาส

คลาสเป็นการอธิบายคุณลักษณะของชนิดของอ็อบเจกต์ สัญลักษณ์ของคลาสเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือชื่อคลาส จะอยู่ส่วนบน ส่วนที่สองคือแอททริบิวต์ จะอยู่ตรงกลาง และส่วนสุดท้ายคือ โอเปอเรชัน จะอยู่ส่วนล่าง ดังรูปที่ 2.2

Class Name
-attribute : Type = Initial Value
+operation(Parameter : Type) : Return Type

รูปที่ 2.2 ลักษณะของคลาส

1. ชื่อคลาส

เป็นการบอกชนิดของอ็อบเจกต์ การตั้งชื่อคลาสมี 2 ลักษณะคือ การตั้งชื่อแบบธรรมดา (Simple name) คือเป็นชนิดอักษรทั่วไป และอีกแบบหนึ่ง คือ การตั้งชื่อคลาสโดยมีชื่อแพ็กเกจ (Path name) ของคลาสนั้นเป็นคำนำหน้า เช่น `java::awt::Rectangle` เป็นต้น

2. แอททริบิวต์

แสดงคุณลักษณะของคลาส โดยคลาสหนึ่ง ๆ มีแอททริบิวต์ได้ตั้งแต่ 1 ค่าขึ้นไปหรือ ไม่มีแอททริบิวต์ก็ได้ นอกจากนี้ แอททริบิวต์ยังสามารถระบุชนิดของข้อมูล (Data type) การเข้าถึง (Visibility) และค่าเริ่มต้น (Initial value) ซึ่งค่าเริ่มต้นไม่จำเป็นต้องกำหนดให้กับแอททริบิวต์ทุกตัว รูปแบบของแอททริบิวต์ คือ `Visibility attribute_name:type = Initial_value`

- การเข้าถึง แบ่งเป็นการเข้าถึงแบบสาธารณะ (Public) ของแอททริบิวต์ โดยมีสัญลักษณ์คือ '+' สามารถมองเห็นได้และสามารถเรียกใช้ได้โดยตรงจากภายนอกสามารถเปลี่ยนค่าได้ อ่านค่าได้หรือเรียกใช้งานได้ทันทีโดยอิสระจากภายนอก การเข้าถึงแบบส่วนตัว (Private) ของแอททริบิวต์ โดยมีสัญลักษณ์คือ '-' ไม่สามารถเห็นได้จากภายนอก ทางเดียวที่จะทำการเข้าถึงแอททริบิวต์พวกนี้ได้คือต้องใช้ผ่านทางโอเปอเรชันที่คลาสนี้ไว้เพื่อการเข้าถึงแอททริบิวต์เหล่านั้นเท่านั้น และการเข้าถึงแบบป้องกัน(Protected) ของแอททริบิวต์ โดยมีสัญลักษณ์คือ '#' ไม่สามารถเห็นได้จากภายนอก แต่เป็นส่วนที่สามารถทำการส่งต่อให้กับคลาสที่ถูกสืบทอด (Inherit) ได้เท่านั้น โดยเฉพาะแอททริบิวต์ และโอเปอเรชันเหล่านี้จะเป็นของซูเปอร์คลาส (Super class) เมื่อทำการสืบทอดคุณลักษณะแล้ว แอททริบิวต์ ที่มีการเข้าถึงแบบนี้จะกลายเป็นการเข้าถึงแบบส่วนตัวของแอททริบิวต์
- ชื่อแอททริบิวต์ (Attribute name) เป็นชนิดอักษร (String) ทั่วไป
- ชนิดแอททริบิวต์ (Attribute Type) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ชนิดของข้อมูลแบบดั้งเดิม (Primitive type) เช่น ชนิดตรรกะ (Boolean) ตัวเลขจำนวนเต็ม (int) ตัวเลขทศนิยม (double) ชนิดอักษร เป็นต้น และแบบผู้ใช้กำหนดเอง (User Define) เช่น คลาส อะเรย์ (Array) เป็นต้น
- ค่าเริ่มต้น เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับแอททริบิวต์

3. โอเปอเรชัน

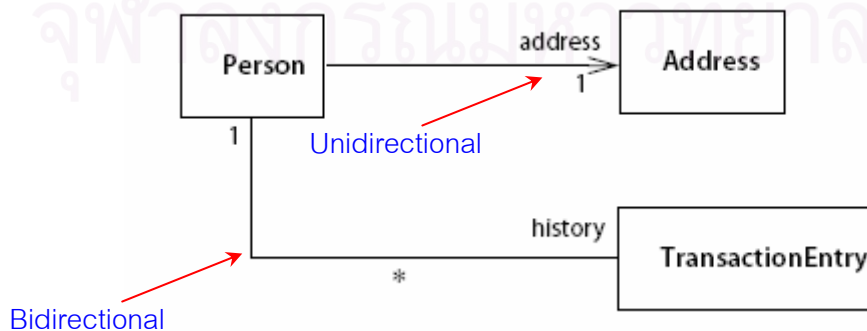
แสดงถึงพฤติกรรมของอ็อบเจกต์ในคลาส โดยคลาสหนึ่ง ๆ สามารถมีจำนวนโอเปอเรชันได้ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไปหรือ ไม่มีโอเปอเรชันก็ได้ นอกจากนี้โอเปอเรชันสามารถระบุถึง ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน (Return type) รวมทั้งระบุถึงพารามิเตอร์ (Parameter) โดยพารามิเตอร์สามารถมีจำนวนพารามิเตอร์ได้ตั้งแต่ 0 ตัวขึ้นไปและชนิดของพารามิเตอร์ (Parameter type) รูปแบบของโอเปอเรชันคือ *Visibility operation_name(parameter_list):return_type*

- การเข้าถึงของโอเปอเรชัน จะมีลักษณะเหมือนกับแอสทริค
- ชื่อโอเปอเรชัน เป็นชนิดอักขระทั่วไป
- ชนิดของการคืนค่า สามารถมีได้หลายแบบทั้งแบบที่ผู้ใช้กำหนดเอง หรือแบบข้อมูลดั้งเดิม เช่น ชนิดอักขระ ตัวเลข เป็นต้น
- พารามิเตอร์ ประกอบด้วย ชื่อของพารามิเตอร์ (Parameter Name) และชนิดของพารามิเตอร์ ซึ่งจะคั่นด้วยเครื่องหมายโคลอน (:) และในแต่ละตัวของพารามิเตอร์ ในกรณีที่มีหลายตัวจะคั่นด้วยเครื่องหมายคอมม่า (,)

2.1.1.2 ความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเกิดจากการติดต่อกันของคลาส ซึ่งแสดงด้วยเส้นที่เชื่อมต่อระหว่าง 2 คลาส โดยปลายเส้นของความสัมพันธ์ จะมีการระบุลักษณะของความสัมพันธ์โดยมีชื่อของหน้าที่ มัลติพลิซิติ แสดงไว้ที่ส่วนปลายทั้ง 2 ข้างของเส้นความสัมพันธ์เพื่อบอกจำนวนที่เป็นไปได้ของจำนวนอ็อบเจกต์ของคลาสที่มีความสัมพันธ์ด้วย ตัวอย่างของมัลติพลิซิติ เช่น 1...* คือ มีอย่างน้อยหนึ่งอ็อบเจกต์ เป็นต้น

นอกจากนี้ความสัมพันธ์ยังมีทิศทางของเส้นความสัมพันธ์ด้วย โดยจะแบ่งออกเป็นเส้นความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง (Unidirectional) โดยจะมีหัวลูกศรอยู่ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งของเส้นความสัมพันธ์ และเส้นความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทาง (Bidirectional) แสดงได้ดังรูปที่ 2.3

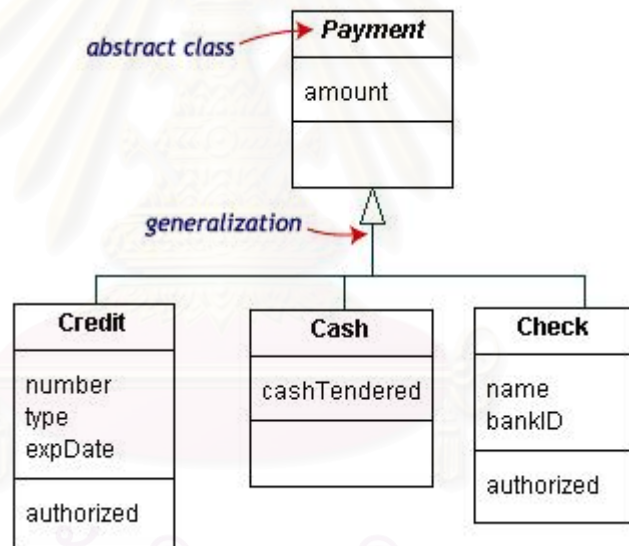


รูปที่ 2.3 แสดงทิศทางของเส้นความสัมพันธ์ [22]

ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสมีได้หลายแบบ โดยแบ่งเป็นความสัมพันธ์เจเนอรัลไลเซชัน (Generalization) ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี (Dependency) ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (Association) ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน (Aggregation) และความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน (Composition) โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน

เป็นความสัมพันธ์ที่แสดงการสืบทอดคุณลักษณะจากคลาสแม่ (Parent class) หรือ ซุปเปอร์คลาส ไปยังคลาสลูก (Child class) หรือซับคลาส (Sub class) ซึ่งสัญลักษณ์แสดงด้วย รูปสามเหลี่ยมมุมอยู่ที่ปลายของเส้นความสัมพันธ์ที่ชี้ไปยังคลาสแม่ โดยที่ข้อมูลในคลาสแม่ คลาสลูกสามารถนำมาใช้ได้ นอกจากนี้โอเปอเรชันในคลาสแม่ คลาสลูกก็จะสามารถนำมาใช้ได้โดยผ่านวิธีการโอเวอร์ไรด์ (Override) ของโอเปอเรชันในคลาสแม่ แต่การอิมพลีเมนต์ (Implement) ในคลาสลูกจะเป็นของคลาสลูกเอง การโอเวอร์ไรด์ในคลาสลูกนั้น คลาสแม่จะกำหนดโอเปอเรชันเป็นแอ็บสแตร็ค (Abstract)

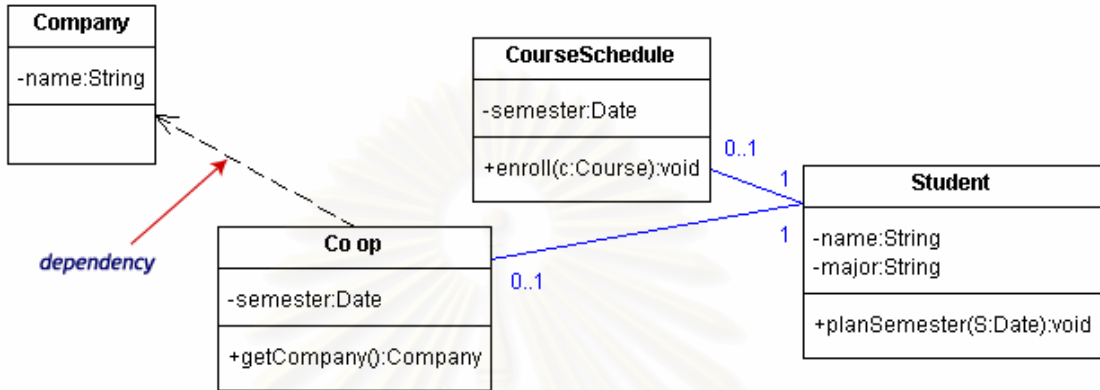


รูปที่ 2.4 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน [14]

จากรูปที่ 2.4 เป็นแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน โดยจะมี ซุปเปอร์คลาส คือ คลาส Payment และซับคลาส ได้แก่ คลาส Credit Cash และ Check ซึ่ง ซุปเปอร์คลาสนี้จะเป็นแอ็บสแตร็คคลาส (Abstract class) โดยแอ็บสแตร็คคลาส เป็นคลาสที่มี โอเปอเรชันเป็นแอ็บสแตร็คทั้งหมด ถ้าต้องการอิมพลีเมนต์โอเปอเรชันที่เป็นแอ็บสแตร็คนี้ ซับคลาสจะต้องทำการโอเวอร์ไรด์โอเปอเรชันที่เป็นแอ็บสแตร็ค แล้วจะสามารถนำมาอิมพลีเมนต์ โอเปอเรชันตัวนี้ได้

2. ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี

เป็นความสัมพันธ์แบบมีการเรียกใช้ โดยที่การเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดของสิ่งของหนึ่ง อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งของอื่นที่ใช้สิ่งของนี้ แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดผลกระทบในทางกลับกัน ความสัมพันธ์ชนิดนี้จะแสดงได้ด้วยเส้นประชี้ตรงไปยังสิ่งของที่ถูกใช้ โดยจะใช้ความสัมพันธ์แบบนี้ในกรณีที่ต้องการแสดงว่าสิ่งของหนึ่งมีการใช้สิ่งของอื่น

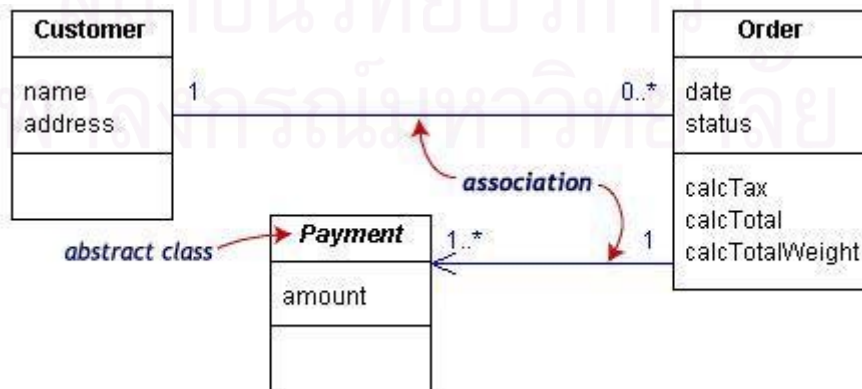


รูปที่ 2.5 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี [14]

จากรูปที่ 2.5 แผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีระหว่างคลาส Company กับคลาส Coop โดยคลาส Coop ไปเรียกใช้ คลาส Company ซึ่งคลาส Company เป็นคลาสที่ถูกเรียกใช้

3. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน

เป็นความสัมพันธ์ที่แสดงว่าอ็อบเจกต์ชนิดหนึ่งเชื่อมต่อกับอ็อบเจกต์อีกชนิดหนึ่ง โดยสามารถที่จะนำอ็อบเจกต์จากคลาสหนึ่งไปยังอ็อบเจกต์อีกคลาสหนึ่งได้ หรือในทางกลับกันก็ได้ ความสัมพันธ์นี้จะแสดงด้วยเส้นทึบเชื่อมต่อระหว่างคลาสที่มีความสัมพันธ์กัน

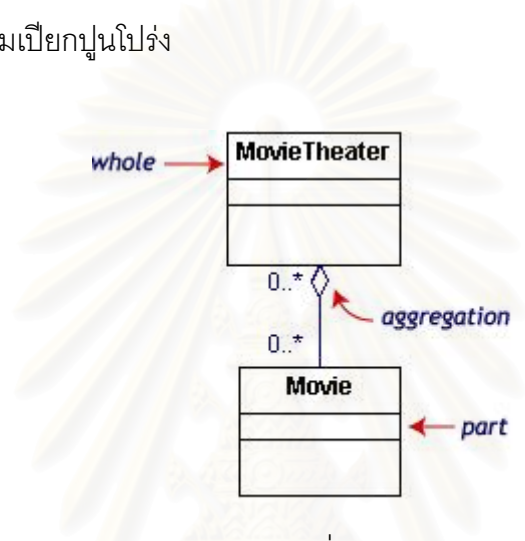


รูปที่ 2.6 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน [14]

จากรูปที่ 2.6 แผนภาพคลาสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน โดยคลาส Customer มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันแบบ 2 ทิศทางไปยังคลาส Order หรือจากคลาส Order ไปยังคลาส Customer และ คลาส Order มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันแบบ 1 ทิศทางไปยังคลาส Payment

4. ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน

เป็นความสัมพันธ์แบบประกอบด้วย โดยจะมีคลาสซึ่งแสดงถึงสิ่งของที่ใหญ่กว่าที่ประกอบไปด้วยสิ่งของที่เล็กกว่า โดยแสดงด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันที่ซึ่งสิ่งของที่ใหญ่กว่าเป็นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนโปร่ง

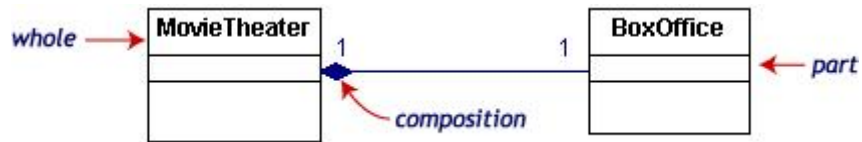


รูปที่ 2.7 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน [14]

จากรูปที่ 2.7 แผนภาพคลาสมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน โดยมีคลาส MovieTheater เป็นคลาสหลัก (Whole class) และมีคลาส Movie เป็นคลาสย่อย (Part class) โดยความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันสามารถมีทิศทางของเส้นความสัมพันธ์ได้

5. ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

เป็นความสัมพันธ์แสดงถึงความเป็นเจ้าของที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และช่วงชีวิตของอ็อบเจกต์ที่เล็กกว่าที่จะขึ้นกับอ็อบเจกต์ที่ใหญ่กว่า โดยในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง อ็อบเจกต์ที่เล็กกว่าตัวหนึ่งสามารถเป็นส่วนประกอบให้กับอ็อบเจกต์ที่ใหญ่กว่าได้เพียงอ็อบเจกต์เดียวเท่านั้น ซึ่งแตกต่างไปกับความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันที่อ็อบเจกต์ที่เล็กกว่าตัวหนึ่งเป็นส่วนประกอบให้กับอ็อบเจกต์ที่ใหญ่กว่าได้หลายอ็อบเจกต์ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ในความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน อ็อบเจกต์ที่ใหญ่กว่าจะมีหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการสร้าง และการทำลายอ็อบเจกต์ที่เล็กกว่า ดังนั้นเมื่อมีการทำลายอ็อบเจกต์ที่ใหญ่กว่า อ็อบเจกต์ที่ใหญ่กว่านั้นจะไปทำลายอ็อบเจกต์ที่เป็นองค์ประกอบด้วย โดยสามารถแสดงได้ด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันที่มีปลายด้านที่เป็นสิ่งของที่ใหญ่กว่าเป็นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนทึบ

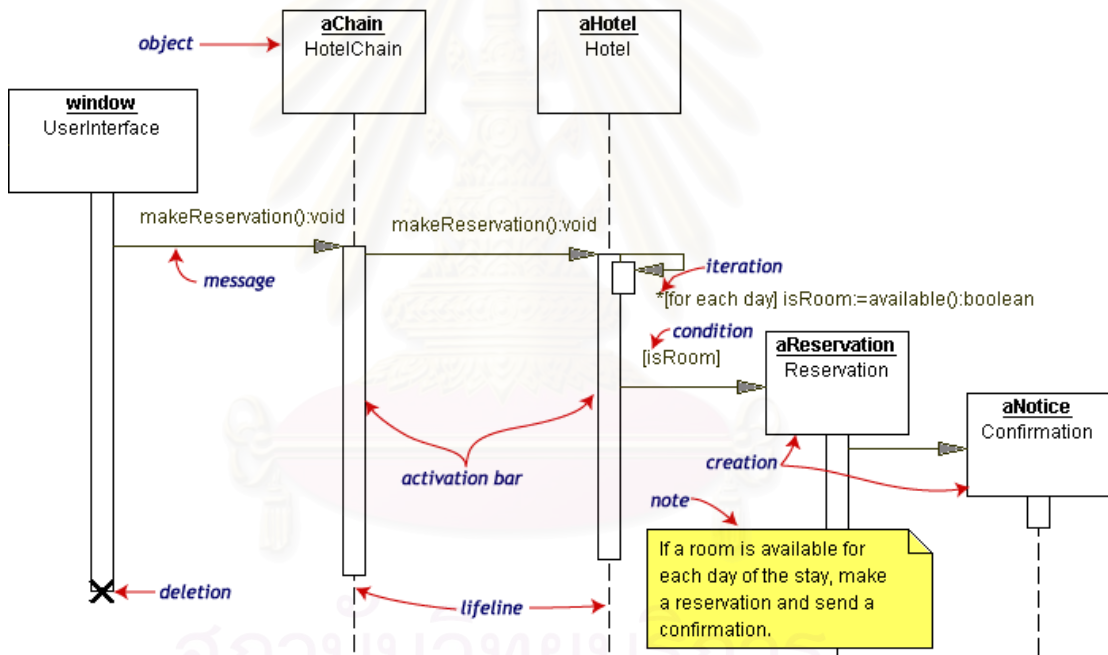


รูปที่ 2.8 ลักษณะของแผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน [14]

จากรูปที่ 2.8 แผนภาพคลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน โดยมีคลาส MovieTheater เป็นคลาสหลัก และมีคลาส BoxOffice เป็นคลาสย่อย โดยความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันสามารถมีทิศทางของเส้นความสัมพันธ์ได้

2.1.2 แผนภาพซีควเอนซ์ [1,8,14,15,21,22]

แผนภาพซีควเอนซ์ เป็นแผนภาพที่ประกอบไปด้วยคลาสหรืออ็อบเจกต์ โดยมีเส้นที่ใช้เพื่อแสดงลำดับเวลา และเส้นที่ใช้เพื่อแสดงกิจกรรมที่เกิดขึ้นของอ็อบเจกต์หรือคลาส

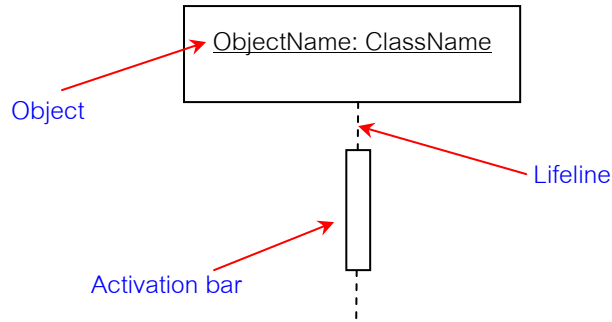


รูปที่ 2.9 ลักษณะของแผนภาพซีควเอนซ์ [14]

จากรูปที่ 2.9 แผนภาพซีควเอนซ์จะประกอบด้วย อ็อบเจกต์ เวลา (Time) และเมสเสจ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.2.1 อ็อบเจกต์

ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ชื่ออ็อบเจกต์ (Object name) เส้นชีวิต (Lifeline) และแถบช่วงเวลา (Activation bar) ที่อ็อบเจกต์ดำเนินการอยู่ แสดงได้ดังรูปที่ 2.10

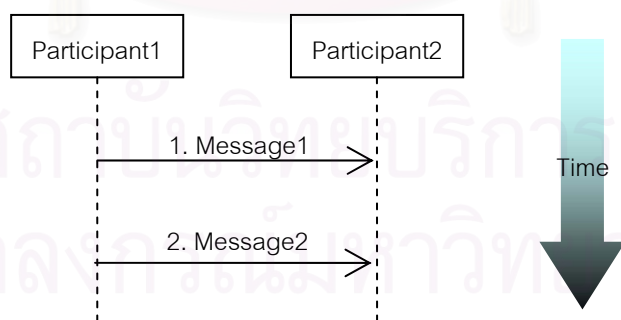


รูปที่ 2.10 ลักษณะของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์

- ชื่ออ็อบเจกต์ เป็นส่วนที่แสดงว่าอ็อบเจกต์ชื่ออะไร และเป็นอ็อบเจกต์ของคลาสอะไร โดยเรียงลำดับจากทางซ้ายไปขวาตามลำดับการทำงานของระบบ กล่าวคือ อ็อบเจกต์ที่อยู่ทางด้านซ้ายมือจะทำงานก่อนอ็อบเจกต์ที่อยู่ทางด้านขวามือ
- เส้นชีวิต ส่วนที่เป็นเส้นประที่ลากในแนวตั้งจากอ็อบเจกต์
- แถบช่วงเวลา เป็นสี่เหลี่ยมที่อยู่บนเส้นชีวิต ซึ่งแทนช่วงเวลาการทำงานที่อ็อบเจกต์นั้นต้องกระทำ นอกจากนี้ความยาวของแถบนี้ยังบอกถึงระยะเวลาการทำงานของอ็อบเจกต์ด้วย

2.1.2.2 เวลา

ลักษณะของการแสดงเวลาของแผนภาพซีควเอนซ์นั้นจะเป็นลักษณะแนวตั้ง คือ จากบนลงล่าง เมสเสจที่อยู่ด้านบนจะเป็นส่วนที่เกิดขึ้นก่อนเมสเสจที่อยู่ด้านล่าง



รูปที่ 2.11 ลักษณะของลำดับเวลาในแผนภาพซีควเอนซ์ [8]

จากรูปที่ 2.11 เป็นการแสดงลำดับของเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ โดยทิศทางของลำดับเมสเสจ คือจากบน ลงล่าง ซึ่งเมสเสจที่อยู่บนจะเริ่มดำเนินการก่อน โดย Message1 จะเริ่มดำเนินการเป็นลำดับที่ 1 ต่อมาจะเป็น Message2 ที่เริ่มดำเนินการเป็นลำดับที่ 2

2.1.2.3 เมสเสจ



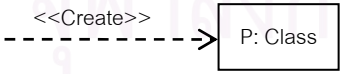
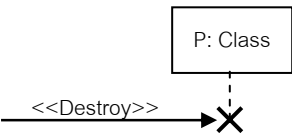
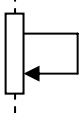
จะอยู่บนเส้นที่ส่งจากอ็อบเจกต์หนึ่งไปยังอีกอ็อบเจกต์หนึ่ง หรืออาจจะส่งกลับมาหาตัวเองก็ได้ รูปแบบของเมสเสจ มีดังนี้

[guard][iteration] return variable:=operation_name(parameter_list):return_type*

- เงื่อนไข (Guard) เป็นส่วนที่เป็นตัวกำหนดเงื่อนไข ก่อนที่จะมีดำเนินการของโอเปอเรชัน ซึ่งผลของเงื่อนไขจะมี 2 กรณี คือ จริง หรือ เท็จ
- สัญลักษณ์ "*" (Iteration) เป็นการบอกว่ามีการทำงานซ้ำหลายรอบ
- ตัวแปรรับค่า (Return variable) เป็นตัวแปรสำหรับรับค่าคืนจากโอเปอเรชัน
- ชื่อโอเปอเรชัน (Operation name) เป็นชื่อของโอเปอเรชันที่ดำเนินการ
- พารามิเตอร์ เป็นการแสดงชื่อพารามิเตอร์ของโอเปอเรชัน
- ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชันเป็นการบอกว่าโอเปอเรชันนี้มีการคืนค่าของโอเปอเรชันเป็นชนิดอะไร

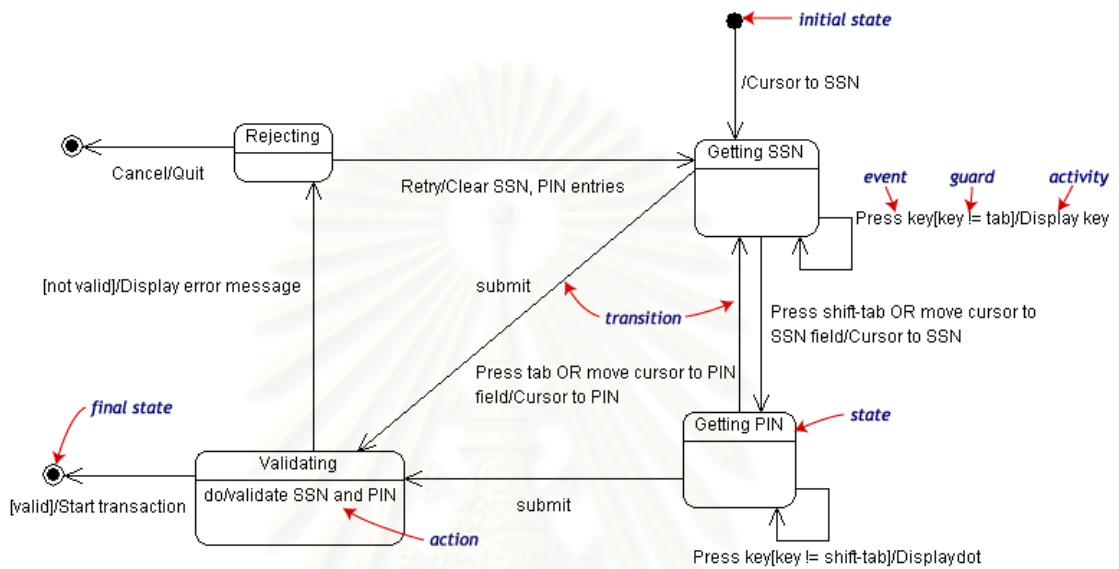
ประเภทของการส่งเมสเสจแบ่งออกเป็น 5 ประเภทได้แก่ การส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ (Send message) การส่งเมสเสจย้อนกลับอ็อบเจกต์ (Return message) การส่งเมสเสจภายในอ็อบเจกต์ (Self message) การส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ (Create message) และการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ (Destroy message) รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงประเภทของการส่งเมสเสจ

ลักษณะของเมสเสจ	คำอธิบาย
	เป็นการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ ตัวส่งเมสเสจไม่ต้องรอผลตอบกลับจากตัวที่รับเมสเสจ
	เป็นการส่งเมสเสจย้อนกลับอ็อบเจกต์ การส่งผลจากตัวที่รับเมสเสจ กลับไปยังตัวที่เป็นผู้ส่งเมสเสจ
	เป็นการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ โดยตัวที่ทำหน้าที่ส่งเมสเสจ จะไปสร้างอ็อบเจกต์ของตัวรับเมสเสจ
	เป็นการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ โดยตัวที่ทำหน้าที่ส่งเมสเสจ จะไปทำลายอ็อบเจกต์ของตัวรับเมสเสจ
	เป็นการส่งเมสเสจภายในอ็อบเจกต์ ตัวส่งเมสเสจ กับ ตัวรับเมสเสจเป็นอ็อบเจกต์ตัวเดียวกัน

2.1.3 แผนภาพสเตตชาร์ท[1,8,14,15,21,22]

แผนภาพสเตตชาร์ทแสดงถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในอ็อบเจกต์ โดยเกิดจาก 2 สิ่งประกอบกัน คือ สถานะ (State) และทรานซิชัน (Transition) หรือการเปลี่ยนสถานะ การที่อ็อบเจกต์ใด ๆ เปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง เกิดจากเหตุการณ์ (Event) ที่เข้ามาเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ



รูปที่ 2.12 ลักษณะของแผนภาพสเตตชาร์ท [14]

จากรูปที่ 2.13 แผนภาพสเตตชาร์ทประกอบด้วย สถานะ เส้นการเปลี่ยนสถานะ สถานะ เริ่มต้น (Initial state) และสถานะสิ้นสุด (Final state) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.3.1 สถานะเริ่มต้น

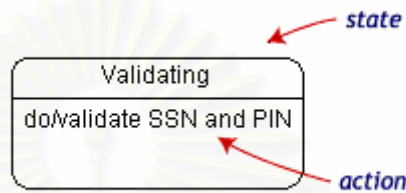
เป็นสถานะที่เป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรมต่าง ๆ ของแผนภาพสเตตชาร์ท โดยมีสัญลักษณ์เป็นวงกลมทึบ

2.1.3.2 สถานะ

แสดงถึงพฤติกรรมที่อ็อบเจกต์ของคลาสสามารถเป็นไปได้ โดยมีสัญลักษณ์ของสถานะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมมน (Round rectangle) โดยมีชื่อของสถานะระบุอยู่ที่ด้านบน และภายในสถานะมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นแสดงลักษณะของสถานะในรูปที่ 2.13 และกิจกรรมภายในสถานะสามารถแบ่งได้ดังนี้

- กิจกรรมที่ทำเมื่อเข้ามาในสถานะ (Entry action) หมายถึง เมื่อมายังสถานะนี้ ให้ทำกิจกรรม เช่น entry/count =0 เมื่อเข้ามายังสถานะนี้ให้ค่า count เป็น 0

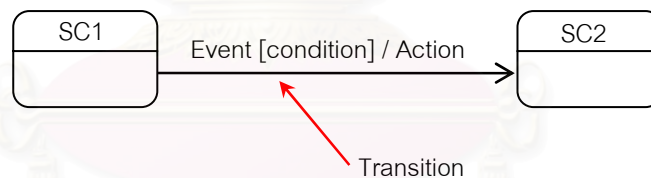
- กิจกรรมที่ทำระหว่างอยู่ในสถานะ (Do action) หมายถึง หลังจากเข้ามายังสถานะนี้ หากไม่มีเงื่อนไขอื่นใด ให้ทำกิจกรรมนั้น เช่น do/count: =count+1 หมายถึงเมื่อเข้ามายังสถานะนี้ ให้เพิ่มค่า count ที่ละ 1
- กิจกรรมที่ทำก่อนที่จะออกจากสถานะ (Exit action) หมายถึง ขณะที่ออกจากสถานะนี้ ให้ทำกิจกรรมนั้น เช่น Exit/show "good bye" message หมายถึง หากออกจากสถานะนี้ ให้แสดงข้อความ "Good bye"



รูปที่ 2.13 ลักษณะของสถานะ [14]

2.1.3.3 เส้นทรานซิชัน

ในการเปลี่ยนสถานะ จะใช้สัญลักษณ์เส้นตรงมีหัวลูกศร โดยลากจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง



รูปที่ 2.14 ลักษณะของสัญลักษณ์แทนการเปลี่ยนสถานะ

จากรูปที่ 2.14 บนเส้นของการเปลี่ยนสถานะ จะมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ โดยเงื่อนไขจะอยู่ในเครื่องหมายปีกกา “[]” จากนั้นค้นด้วยเครื่องหมายสแลช (/) แล้วตามด้วยส่วนของกรกระทำ (Action) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ

2.1.3.4 สถานะสิ้นสุด

เป็นสถานะที่บอกถึงจุดสิ้นสุดของกิจกรรมทั้งหมด ซึ่งมีสัญลักษณ์คือ วงกลมที่บิในวงกลมโปร่ง

2.1.4 เอกสารเอ็กซ์เอ็มไอ [20]

เป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนเมตาเดตา (Metadata) ระหว่างเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำแบบจำลองที่มีพื้นฐานมาจาก ยูเอ็มแอล กับที่เก็บเมตาเดตา (Metadata repositories) ที่มีพื้นฐานมาจากเอ็มโอเอฟ (Meta Object Facility: MOF) ในสภาพแวดล้อมแบบการกระจายและมีความหลากหลาย โดยเอ็กซ์เอ็มไอเป็นการรวมเอามาตรฐาน 3 มาตรฐานดังต่อไปนี้เข้าไว้ด้วยกัน

1. เอ็กซ์เอ็มแอล(Extensible Markup Language: XML) ซึ่งเป็นมาตรฐานของดับเบิลยูทีซี (World Wide Web Consortium: W3C)
2. ยูเอ็มแอล เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยโอเอ็มจี (Object Management Group : OMG) เพื่อใช้ในการทำแบบจำลอง
3. เอ็มโอเอฟ เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยโอเอ็มจี เพื่อใช้ในการทำเมตาแบบจำลองและที่เก็บเมตาเดตา

การรวมกันของมาตรฐานทั้ง 3 นี้ จึงถือเป็นการรวมเอาเทคโนโลยีเกี่ยวกับเมตาเดตา และการทำแบบจำลองที่ดีที่สุดของโอเอ็มจี และดับเบิลยูทีซีเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งทำให้นักพัฒนาสามารถทำการแลกเปลี่ยนแบบจำลองของวัตถุ หรือเมตาเดตาชนิดอื่น ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตเป็นที่แพร่หลายจึงจำเป็นสำหรับใช้ในการแลกเปลี่ยนกันของสิ่งที่เป็นมาตรฐานเช่นนี้

2.1.5 เอ็กซ์เอสแอลที (XSL Transformations :XSLT) [16,17]

เอ็กซ์เอสแอลทีเป็นมาตรฐานของดับเบิลยูทีซี สำหรับนำมาใช้ในการเปลี่ยนรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากรูปแบบหนึ่ง ไปเป็นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลอีกแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลไปเป็นเอกสารประเภทอื่น เช่นเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) เอกสารข้อความ (Text) เอกสารพีดีเอฟ (PDF) เป็นต้น โดยในส่วนของภาษาเอ็กซ์เอสแอลทีจะถูกกระบุอยู่ในรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ซึ่งจะทำการแปลโดยใช้เอ็กซ์เอสแอลทีโพรเซสเซอร์ (XSLT Processor)

ลักษณะของภาษาเอ็กซ์เอสแอลทีนั้น จะเป็นภาษาที่ประกอบด้วยเทมเพลต (Template) ต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละเทมเพลตจะทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ตัวอย่างของภาษาเอ็กซ์เอสแอลที สำหรับทำการแปลงเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลไปเป็นเอกสารเอชทีเอ็มแอล ดังรูปที่ 2.15 โดยจะมีเทมเพลตของรูปแบบเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่เขียนโดยภาษาเอ็กซ์เอสแอลที และมีเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ต้องการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ โดยทั้งจะทำางานผ่านเอ็กซ์เอสแอลที

โปรเซสเซอร์ จะได้เป็นเอกสารเลขที่เอ็มแอล ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบจากเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล

XML Source	XSLT Style sheet
<pre><source> <employee> <firstName>Joe</firstName> <surname>Smith</surname> </employee> </source></pre>	<pre><xsl:stylesheet version = '1.0' xmlns:xsl='http://www.w3.org/1999/XSL/Transform'> <xsl:template match="employee"> <xsl:apply-templates select="firstName"/> <xsl:apply-templates select="surname"/> </xsl:template></pre>
Output	
<pre>Joe <i>Smith</i> </pre>	<pre><xsl:template match="surname"> <i> <xsl:value-of select="."/> </i> </xsl:template></pre>
HTML View	
Joe Smith	</xsl:stylesheet>

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ไปเป็นเอกสารเลขที่เอ็มแอล ด้วยภาษาเอ็กซ์เอสแอลที่

2.1.6 ความสอดคล้อง

ในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ คุณภาพของซอฟต์แวร์เป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะการมีคุณภาพที่สูงสามารถช่วยลดค่าใช้จ่าย ในการทดสอบซอฟต์แวร์การบำรุงรักษา และการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ โดยในขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ การวิเคราะห์ และออกแบบซอฟต์แวร์ ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการลดค่าใช้จ่าย และลดเวลา ทำให้คุณภาพของซอฟต์แวร์เพิ่มขึ้น ในปัจจุบันมีภาษาเอ็มแอลที่ช่วยในการออกแบบซอฟต์แวร์ที่มีหลักการของการเขียนโปรแกรมเชิงอ็อบเจกต์ซึ่งเป็นมาตรฐานการออกแบบที่เป็นที่ยอมรับกัน การจะทำให้ซอฟต์แวร์มีคุณภาพ เราจะต้องทำให้ขั้นตอนการออกแบบซอฟต์แวร์นั้นมีคุณภาพ เมื่อเรานำไปพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ จะสามารถช่วยทำให้ซอฟต์แวร์นั้นมีคุณภาพเพิ่มขึ้น

โดย McCall [12] ที่ได้เสนอคุณลักษณะของคุณภาพไว้จำนวน 11 ชนิด โดยมีเกณฑ์ที่ได้กำหนดให้เข้ากับคุณลักษณะของคุณภาพทั้ง 11 ชนิด ประกอบด้วยเกณฑ์ 22 ชนิด ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดให้เข้ากับคุณลักษณะของคุณภาพนั้น โดยความสอดคล้อง ก็เป็นหนึ่งในเกณฑ์ที่กำหนดให้เข้ากับคุณลักษณะของคุณภาพได้แก่ ความถูกต้อง (Correctness) ความเชื่อถือได้ (Reliability) ความสามารถการบำรุงรักษา (Maintainability) และ ความสามารถการยืดหยุ่นได้ (Flexibility)

ซึ่งความหมายทั่วไปของคำว่า ความไม่สอดคล้องนั้น คือ

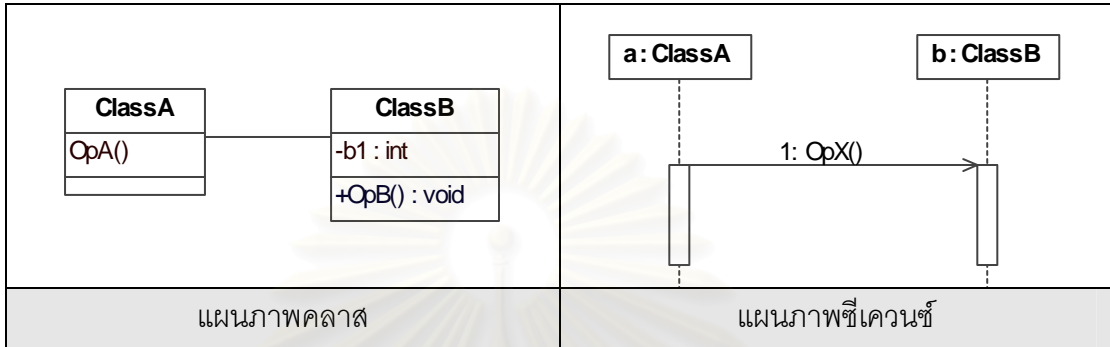
- “The relation between propositions that cannot be true at the same time, or the lack of harmonious uniformity among parts” หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อเสนอ ที่ไม่สามารถเป็นจริงในเวลาเดียวกัน หรือ ขาดความคล้องจอง กลมกลืนกัน ระหว่างส่วนต่าง ๆ [13]

ส่วนความไม่สอดคล้องสามารถเกิดขึ้นได้ในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยนิยามของคำว่าความไม่สอดคล้องของซอฟต์แวร์ได้แก่

- “An inconsistency occurs if and only if a (consistency) rule has been broken“ หมายความว่า ความไม่สอดคล้องจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อกฎความสอดคล้อง นั้นได้ถูกทำลาย ของ Basher Nuseibeh[18]
- “any situation in which two descriptions do not obey some relationship that is prescribed to hold between them.” หมายความว่า สถานการณ์ใด ๆ ที่มี 2 รายละเอียด ที่ไม่ยอมตามความสัมพันธ์บางอย่าง ซึ่งถูกกำหนดสำหรับ ควบคุมสิ่งที่รวมกันของ 2 รายละเอียดนั้น ของ Basher Nuseibeh และคณะ [19] ซึ่งเงื่อนไขแรกของความไม่สอดคล้อง คือมีพื้นที่บางส่วนที่คาบเกี่ยวกัน ซึ่ง ความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น จะสามารถควบคุมด้วยกฎ โดยเป็นกฎสำหรับ ความสอดคล้อง ถ้ารายละเอียดไหนที่ขัดแย้ง กับกฎนั้น แสดงว่ารายละเอียดนั้น ไม่สอดคล้อง

จากการที่ระบบซอฟต์แวร์ใช้แผนภาพยูเอ็มแอลสำหรับออกแบบระบบนั้น โดยแผนภาพต่าง ๆ ของยูเอ็มแอลจะมีมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละแผนภาพ ซึ่งจะมาช่วยในการออกแบบซอฟต์แวร์ที่มีมุมมองของระบบแตกต่างกัน เมื่อใช้แผนภาพยูเอ็มแอลที่มีความแตกต่างกันด้าน มุมมอง แต่จะมีบางส่วนที่มีข้อมูลคาบเกี่ยวกันซึ่งจะนำไปสู่ความเสี่ยงสำหรับทำให้เกิดความ ไม่สอดคล้อง (Inconsistency) กันระหว่างแผนภาพเหล่านั้น เมื่อพิจารณาตัวอย่างในรูปที่ 2.16 เป็นความไม่สอดคล้องของแผนภาพยูเอ็มแอลที่มีมุมมองแตกต่างกัน แต่จะมีข้อมูลบางส่วนคาบ

เกี่ยวกับ ในการส่งเมสเสจของแผนภาพซีควเอนซ์ อ็อบเจกต์ของคลาส ClassA ไปร้องขออ็อบเจกต์ของคลาส ClassB ให้ทำโอเปอเรชัน OpX() ซึ่งแผนภาพซีควเอนซ์จะไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส เพราะโอเปอเรชัน OpX() ไม่ได้เป็นโอเปอเรชันของคลาส ClassB เพราะฉะนั้นจะต้องพิจารณาในเรื่องความความไม่สอดคล้องกันระหว่างแผนภาพ ถ้าเกิดความไม่สอดคล้องกันระหว่างแผนภาพแล้ว จะทำให้การออกแบบซอฟต์แวร์มีคุณภาพลดลง



รูปที่ 2.16 ความไม่สอดคล้องกันระหว่างแผนภาพยูเอ็มแอลที่มีมุมมองแตกต่างกัน

โดย Lange และคณะ [11] ได้เสนอคำจำกัดความของคำว่า ความไม่สอดคล้องในแผนภาพยูเอ็มแอล คือ

- "if diagrams of design specify solutions that imply contradictory design decisions, then there is an inconsistency between these diagrams" หมายความว่า ถ้าแผนภาพของวิธีการเหล่านั้น ที่มีความหมายขัดแย้งกันในการออกแบบ แล้วจะมีความไม่สอดคล้องระหว่างแผนภาพเหล่านั้น

การออกแบบซอฟต์แวร์โดยใช้แผนภาพยูเอ็มแอล ถ้าใช้แผนภาพที่มีความหมายขัดแย้งกันระหว่างแผนภาพแล้ว จะทำให้การออกแบบซอฟต์แวร์นั้นมีคุณภาพลดลง เมื่อแผนภาพเหล่านั้นที่ไม่มีความสอดคล้องระหว่างกัน และไม่ได้ทำการแก้ไขความไม่สอดคล้องนั้น อาจจะไปสู่ความเข้าใจผิด และทำให้เกิดปัญหาในการออกแบบ เพราะฉะนั้นต้องมีแผนภาพหนึ่งในแผนภาพเหล่านั้น ที่ต้องมีการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงให้เกิดความสอดคล้องกันขึ้น

ซึ่งแผนภาพที่มีความหลากหลายของการออกแบบ จะมีข้อมูลบางส่วนที่คาบเกี่ยวกัน ซึ่งข้อมูลที่คาบเกี่ยวกันนี้ จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่สอดคล้องกันระหว่างแผนภาพได้ ในการระบุถึงความไม่สอดคล้อง จะต้องทำการกำหนดรูปแบบ หรือเงื่อนไข ที่ทำให้การออกแบบนั้นสอดคล้องกันระหว่างแผนภาพ ซึ่งก็คือการตั้งกฎขึ้น เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบความไม่สอดคล้องซึ่งแผนภาพไหนที่ขัดแย้งกับกฎ จะถือว่าแผนภาพนั้นไม่สอดคล้อง

ดังนั้นภาษายูเอ็มแอลที่ใช้ในการออกแบบซอฟต์แวร์ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ขั้นตอนการออกแบบมีคุณภาพเพิ่มขึ้น เมื่อนำกรณีในเรื่องของความสอดคล้องมาใช้ตรวจสอบสำหรับการออกแบบซอฟต์แวร์ของแผนภาพยูเอ็มแอล จะสามารถทำให้การออกแบบซอฟต์แวร์นั้นมีคุณภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งนิยามของคำว่าความสอดคล้องของซอฟต์แวร์ คือความสอดคล้องกันระหว่างเอกสารการออกแบบ และซอฟต์แวร์ที่พัฒนา รวมถึงความสอดคล้องที่เกิดขึ้นตลอดทั้งกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เมื่อเรานำเอามาใช้ในการตรวจสอบการออกแบบซอฟต์แวร์ของแผนภาพยูเอ็มแอลจะมีคำจำกัดความ ของคำว่าความสอดคล้องสำหรับแผนภาพยูเอ็มแอล อย่างเช่น Lange และคณะ [11] ได้ให้นิยามของคำว่าความสอดคล้องคือ “การร่วมมือกันหรือร่องจอกันระหว่างแผนภาพที่มีมุมมองที่แตกต่างกัน”

ดังนั้น นิยามของคำว่า สอดคล้องในงานวิจัยนี้ คือ แผนภาพนั้นจะต้องไม่ขัดแย้งกับกฎความสอดคล้องของแผนภาพ ซึ่งถ้าเกิดความสอดคล้องกันของแผนภาพที่มีมุมมองแตกต่างกัน ได้ ไม่ได้บอกว่าแผนภาพนั้นจะถูกต้องตามความต้องการของผู้ออกแบบ แต่เป็นการบอกว่า การทำให้แผนภาพมีความสอดคล้องกัน ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละแผนภาพนั้นทำให้การออกแบบซอฟต์แวร์นั้นมีคุณภาพเพิ่มขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัย Consistency in Multiple-view UML Models: A Case Study โดย Hassan Gomaa และ Duminda Wijesekera [9]

งานวิจัยเรื่องนี้ เป็นการอธิบายวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องและความสมบูรณ์ของแผนภาพระหว่างมุมมองหลาย ๆ มุมมองของการออกแบบซอฟต์แวร์ของแผนภาพยูเอ็มแอลโดยแผนภาพยูเอสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพแสดงการโต้ตอบ กฎสำหรับการอธิบายการแมป ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกันจากนำมาจากวิธีคอมเมนต์ซึ่งมีการใช้ข้อบังคับของภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ กับอนุประโยคที่กระทำ และงานวิจัยเรื่องนี้ได้ยกกรณีศึกษาขึ้นมา เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย

การพิจารณากฎสำหรับการตรวจสอบ โดยมีการพิจารณากฎเป็นคู่ ๆ คือแผนภาพยูเอสเคส กับ แผนภาพแสดงการโต้ตอบ แผนภาพคลาสกับแผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพแสดงการโต้ตอบ กับแผนภาพสเตทชาร์ทมีกฎดังนี้

1. ระหว่างแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

- แต่ละแผนภาพสแตทซาร์ทต้องสอดคล้องกับสถานะที่ขึ้นอยู่กับคลาสควบคุมบนแผนภาพคลาส
- รายละเอียดของคลาสสำหรับสถานะที่ขึ้นอยู่กับคลาสควบคุมบนแผนภาพคลาสต้องมีแอททริบิวต์ สำหรับสถานะ การกระทำ และกิจกรรม ที่จะต้องสอดคล้องกับลักษณะของแผนภาพสแตทซาร์ท ค่าในปัจจุบันของสถานะ เหตุการณ์ การกระทำ และกิจกรรม ที่ปรากฏอยู่บนแผนภาพสแตทซาร์ทต้องถูกประกาศค่าของแอททริบิวต์ตามลำดับสำหรับสถานะที่ขึ้นอยู่กับคลาสควบคุม
- เหตุการณ์บนแผนภาพสแตทซาร์ท สอดคล้องกับโอเปอเรชันของสถานะที่ขึ้นอยู่กับคลาสควบคุมบนแผนภาพคลาส
- ตัวแปรที่ถูกใช้กำหนดเงื่อนไขในแผนภาพสแตทซาร์ทใด ๆ ต้องเป็นแอททริบิวต์ของสถานะที่ขึ้นอยู่กับคลาสควบคุมที่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

2. ระหว่างแผนภาพแสดงการโต้ตอบ กับแผนภาพสแตทซาร์ท

- แต่ละเหตุการณ์บนแผนภาพสแตทซาร์ทต้องสอดคล้อง กับข้อความที่เข้ามา (Incoming message) บนสถานะที่ขึ้นอยู่กับ อ็อบเจกต์ควบคุมที่อธิบายอยู่ในแผนภาพแสดงการโต้ตอบที่ซึ่งดำเนินการบนแผนภาพสแตทซาร์ทนั้น
- แต่ละการกระทำบนแผนภาพสแตทซาร์ทต้องสอดคล้องกับข้อความที่ออกไป (Outgoing message) บนสถานะที่ขึ้นอยู่กับ อ็อบเจกต์ควบคุมที่อธิบายในแผนภาพแสดงการโต้ตอบที่ซึ่งดำเนินการบนแผนภาพสแตทซาร์ทนั้น

3. ระหว่างแผนภาพยูสเคสกับแผนภาพแสดงการโต้ตอบ

- ยูสเคสหนึ่งยูสเคสต้องสอดคล้อง กับอย่างน้อยที่สุดหนึ่งเหตุการณ์ที่อธิบายโดย แผนภาพแสดงการโต้ตอบ

จากงานวิจัยเรื่องนี้ได้นำกฎมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยโดยที่จำนวนของแผนภาพไม่ได้ใช้ทุกตัวแต่จะทำการเลือกมาเพียง 3 แผนภาพ คือ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสแตทซาร์ท และจะไม่ใช้ข้อบังคับของภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ มาใช้สำหรับการสร้างกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพตัวอย่างของกฎสำหรับนำมาใช้

2.2.2 งานวิจัยเรื่อง Methodology for checking Well-formedness of UML elements โดย นายบุญประเสริฐ สุวัชรรัตนสกุล [3]

งานวิจัยเรื่องนี้ เสนอวิธีการตรวจสอบวากยสัมพันธ์ของแผนภาพยูเอ็มแอลโดยใช้กฎที่ใช้ในการตรวจสอบ คือ กฎสำหรับการตรวจสอบรูปแบบที่ถูกต้องของแผนภาพยูเอ็มแอลที่ระบุในมาตรฐานของภาษายูเอ็มแอล รุ่น 1.4 ด้วยภาษานิยามกฎเชิงอ็อบเจกต์ วิธีการตรวจสอบประกอบด้วยขั้นตอนการแปลงแผนภาพยูเอ็มแอล ให้อยู่ในรูปของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากนั้นนำข้อมูลที่ต้องการตรวจสอบมาสร้างเป็นคิวรี เพื่อตรวจสอบร่วมกับชุดของกฎการตรวจสอบรูปแบบที่ถูกต้อง ซึ่งได้เขียนเป็นกฎในภาษาโปรลอก การสร้างกฎการตรวจสอบด้วยภาษาโปรลอก ทำให้สามารถเพิ่มกฎการตรวจสอบรูปแบบที่ถูกต้องเพื่อทำการตรวจสอบวากยสัมพันธ์ของแผนภาพยูเอ็มแอล หรือกฎที่ต้องการตรวจสอบประเภทต่าง ๆ ได้ง่าย

จากงานวิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ผู้ใช้ยังมีความยุ่งยากที่ต้องแปลงแผนภาพยูเอ็มแอลไปอยู่ในรูปเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลก่อน ทำให้การตรวจสอบต้องมีขั้นตอนที่ซับซ้อน
- ผู้ใช้ต้องทำการแปลงกฎการตรวจสอบจากภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ไปเป็นกฎการตรวจสอบในรูปของภาษาโปรลอกด้วยตนเอง ซึ่งตรงจุดนี้ ณ ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานใด ๆ มารองรับการแปลงในส่วนดังกล่าว ซึ่งการแปลงกฎการตรวจสอบดังกล่าวต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ที่ทำการแปลงกฎเอง ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้
- ผู้ใช้สามารถเพิ่มกฎการตรวจสอบเข้าไปด้วยตนเองได้ ผู้ที่ทำการเพิ่มกฎต้องมีความรู้ความเข้าใจในภาษานิยามกฎเชิงอ็อบเจกต์ และการสร้างกฎด้วยโปรแกรมภาษาโปรลอกเพื่อให้กฎที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามจุดประสงค์ที่ต้องการ
- ปัญหาที่เกิดขึ้นเรื่องชุดข้อมูลเนื่องจากกฎแต่ละกฎการตรวจสอบทำการตรวจสอบในรายละเอียดที่ต่าง ๆ กัน ชุดของข้อมูลจึงมีเป็นจำนวนมาก และการทำงานในการเข้าถึงข้อมูลจะทำทุกครั้งเมื่อมีการเรียกการตรวจสอบซึ่งทำให้การทำงานของเครื่องมือล่าช้า

จากงานวิจัยเรื่องนี้ การแปลงกฎการตรวจสอบจากภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์ไปเป็นกฎการตรวจสอบในรูปของภาษาโปรลอกด้วยตนเองนั้นเกิดความยุ่งยาก เนื่องจากภาษานิยามเชิงอ็อบเจกต์นั้นต้องนำมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำประยุกต์ใช้ในเรื่อง

ของการนำกฎที่นิยามขึ้นในงานวิจัยนี้มาทำการประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับงานวิจัยที่จะทำ และรูปแบบของการแปลงแผนภาพยูเอ็มแอลให้อยู่ในรูปแบบของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

2.2.3 งานวิจัยเรื่อง Transformation of Multiple-Sequence Diagrams into Operation Level Behavior of Java Code โดยนายชัชวีร์ ตั้งสายัณห์ [2]

งานวิจัยเรื่องนี้กล่าวถึงการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์หลายแผนภาพไปเป็นพฤติกรรมในระดับปฏิบัติการของรหัสคำสั่งภาษาจาวา โดยสามารถที่จะแปลงแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการส่งข้อความซ้อนกันหลายระดับ และรวมพฤติกรรมของโอเปอเรชันเดียวกันจากแผนภาพซีควเอนซ์หลายแผนภาพได้

จากงานวิจัยเรื่องนี้ได้นำมาอ้างอิงในส่วนของการทำการสร้างกฎสำหรับการแปลงแผนภาพซีควเอนซ์ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรบ้างเช่น กฎข้อที่ 1 พฤติกรรมของโอเปอเรชันใด ๆ จะประกอบไปด้วยกลุ่มลำดับการส่งข้อความที่มีกระตุ้นที่มีความสัมพันธ์อยู่กับโอเปอเรชันนั้น เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยที่ผู้วิจัยจะทำนี้ ต้องดูความสัมพันธ์เป็นคู่ของแผนภาพ จึงนำกฎในงานวิจัยของนายชัชวีร์ มาประยุกต์ใช้สำหรับกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของงานวิจัยนี้

2.2.4 งานวิจัยเรื่อง Transformation of UML Class diagrams and sequence diagrams into B abstract machine โดยนายไวยยะ ศรีจรูณรัตน์ [4]

วัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการแปลง การออกแบบ และการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแปลงชุดของแผนภาพคลาสและเหตุการณ์แผนภาพซีควเอนซ์หลาย ๆ เหตุการณ์เป็นแอ็บสแตรคแมชชีน โดยแอ็บสแตรคแมชชีนที่ได้สามารถอธิบายความหมายของระบบในเชิงโครงสร้าง ได้แก่ คลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาส คือความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์คอมโพสิชัน และความสัมพันธ์เจเนอรัลไลเซชัน และความหมายของระบบในเชิงพฤติกรรม คือ โอเปอเรชันทั้งหมดจากการสื่อสารกันระหว่างอ็อบเจกต์ของคลาสในหลาย ๆ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากแผนภาพซีควเอนซ์

ตัวอย่างกฎที่นำมาประยุกต์ใช้ซึ่งเป็นกฎที่ทำการสร้างสำหรับแอ็บสแตรคแมชชีนมีดังต่อไปนี้

- กฎข้อที่ 1 การสร้างแอ็บสแตรคแมชชีนบีเบสิคคลาสที่แสดงคุณลักษณะและชนิดของคุณลักษณะทั้งหมดของคลาส

- กฎข้อที่ 4 การสร้างแอมป์สแตร์คแมชชีนปีของความสัมพันธ์แอสซิซิเอชันแบบทวิภาค
- กฎข้อที่ 5 การสร้างแอมป์สแตร์คแมชชีนปีของความสัมพันธ์แอกกรีเกชันของคลาสหลักและคลาสย่อย
- กฎข้อที่ 6 การสร้างแอมป์สแตร์คแมชชีนปีของความสัมพันธ์คอมโพสิชันของคลาสหลักและคลาสย่อย
- กฎข้อที่ 7 การสร้างแอมป์สแตร์คแมชชีนปีซึบคลาสและเบสิคซึบคลาสที่รับการถ่ายทอดคุณลักษณะมาจากซูเปอร์คลาส
- กฎข้อที่ 8 การสร้างแอมป์สแตร์คแมชชีนปีของความสัมพันธ์โดยปริยายของซึบคลาสจากความสัมพันธ์ระหว่างซูเปอร์คลาสกับคลาสอื่น ๆ
- กฎข้อที่ 9 การระบุของโอเปอเรชันเบสิคในแอมป์สแตร์คแมชชีนปีเบสิคคลาสและการระบุของโอเปอเรชันนอนเบสิคในแอมป์สแตร์คแมชชีนปีคลาส
- กฎข้อที่ 10 การสร้างแอมป์สแตร์คแมชชีนปีอินเทอร์มิตีทคลาสจากโอเปอเรชันนอนเบสิคที่ถูกเรียกจากโอเปอเรชันภายในคลาสเดิม
- กฎข้อที่ 11 การระบุโอเปอเรชันในแอมป์สแตร์คแมชชีนปีซึบคลาสและเบสิคซึบคลาสโดยอาศัยคุณสมบัติการถ่ายทอดโอเปอเรชันจากซูเปอร์คลาส
- กฎข้อที่ 14 การระบุเงื่อนไขที่เป็นจริงของโอเปอเรชันของคลาสที่แสดงในรูปแบบการรับส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ในเหตุการณ์จากแผนภาพซีควเอนซ์ในอิมพลีเม้นเตชัน แอมป์สแตร์คแมชชีนปี

จากงานวิจัยเรื่องนี้ได้นำมาอ้างอิงในส่วนของสร้างกฎการตรวจสอบ โดยนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับการกำหนดกฎสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

บทที่ 3

การออกแบบขั้นตอนและแสดงกฎการตรวจสอบความสอดคล้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบขั้นตอนของการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท และแสดงกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของทั้ง 3 แผนภาพ ได้แก่ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท รวมทั้งแสดงการขึ้นต่อกันของกฎที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของทั้ง 3 แผนภาพด้วย

3.1 การตรวจสอบความสอดคล้อง

การตรวจสอบความสอดคล้องในงานวิจัยนี้ สามารถทำการตรวจสอบในเรื่องดังต่อไปนี้

3.1.1 ชื่อในการเรียกใช้ของทั้ง 3 แผนภาพ คือ

- ชื่อคลาส
- ชื่อแอททริบิวต์
- ชื่อพารามิเตอร์
- ชื่อสถานะ
- ชื่อการกระทำ
- ชื่อเงื่อนไข

3.1.2 ชนิดของแอททริบิวต์ ชนิดของพารามิเตอร์ ชนิดของเงื่อนไข ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน ทั้ง 3 แผนภาพ ชนิดสามารถแบ่งเป็นชนิดดั้งเดิม เช่น ตัวเลขจำนวนเต็ม ชนิดอักขระ เป็นต้น กับชนิดที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด

3.1.3 ลำดับในการเรียกใช้โอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

3.1.4 การทำงานร่วมกันระหว่างคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ โดยพิจารณาการทำงานร่วมกันระหว่างคลาส ดังต่อไปนี้

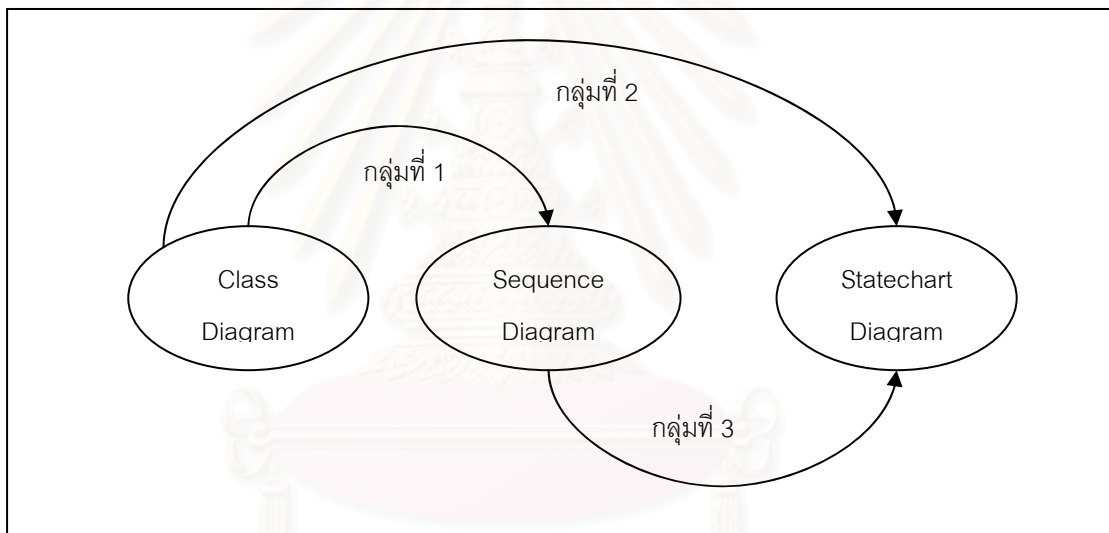
- ความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน
- ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน
- ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน

- ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน
- ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี

3.1.5 การกระทำที่ใช้ในแผนภาพสเตทชาร์ท กับการทำงานร่วมกันที่ถูกอธิบายในแผนภาพซีควเอนซ์

3.2 การแสดงกฎและขั้นตอนสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง

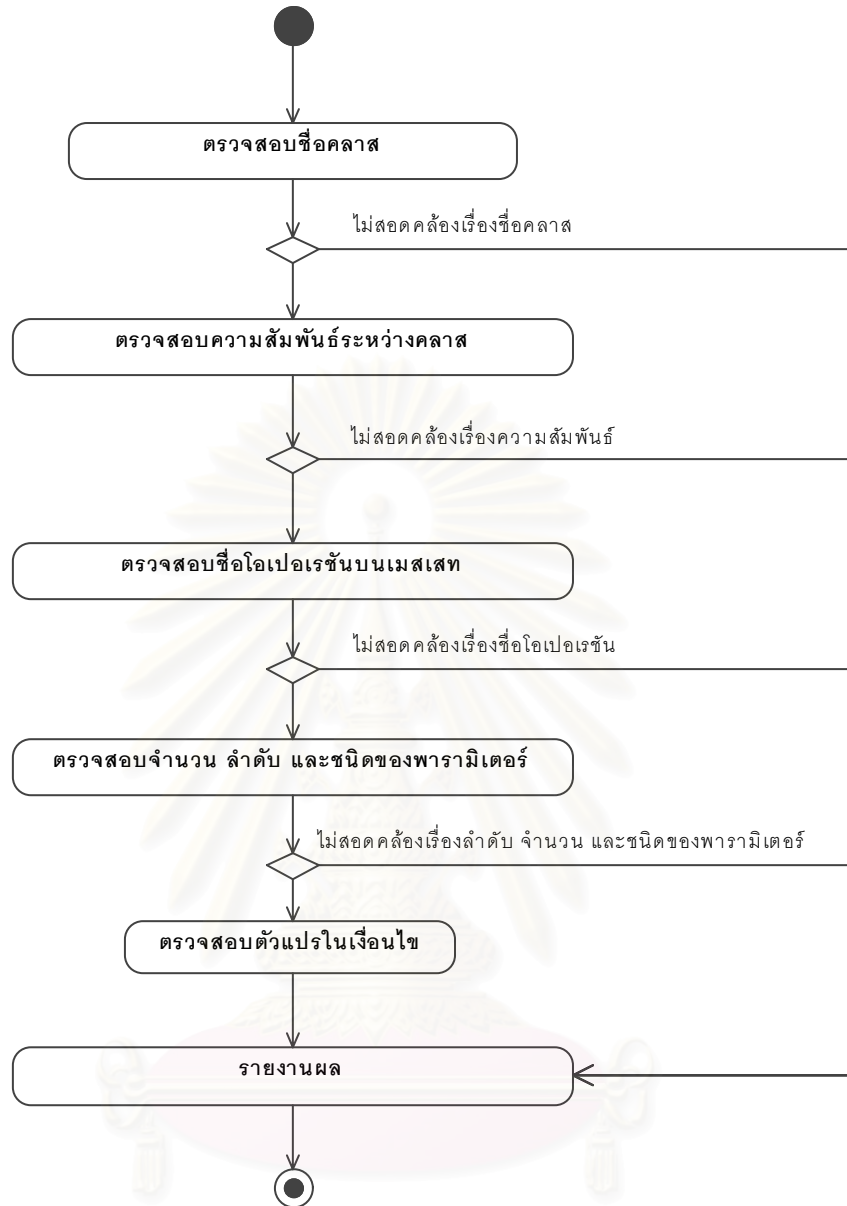
การตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ จะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 จะเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ ซึ่งกลุ่มที่ 1 จะเป็นกลุ่มหลักที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ กลุ่มที่ 2 เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท และกลุ่มที่ 3 เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท แสดงได้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบ่งการตรวจสอบเป็นคู่ของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

3.2.1 กฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ จะตรวจสอบความสอดคล้องชื่อคลาส ชื่อโอเปอเรชัน ชื่อแอททริบิวต์ ชื่อพารามิเตอร์ ชื่อของตัวแปร ในเงื่อนไข ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน ชนิดของพารามิเตอร์ ชนิดของแอททริบิวต์ ชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข และตรวจสอบความสอดคล้องของการทำงานร่วมกันระหว่างคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ โดยพิจารณาการทำงานร่วมกันระหว่างคลาส ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี และ ความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน



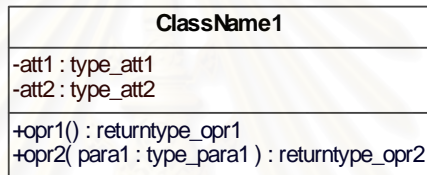
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

จากรูปที่ 3.2 เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ ซึ่งจะเป็นคู่หลักในการตรวจสอบความสอดคล้อง เริ่มต้นจะตรวจสอบชื่อคลาสของแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อคลาสในแผนภาพคลาส ผลที่ได้จะแบ่งออกเป็นสอดคล้อง และไม่สอดคล้องของแผนภาพซีควเอนซ์ ถ้าไม่สอดคล้องจะไปที่ส่วนรายงานผล ถ้าสอดคล้องจะตรวจสอบเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างคลาส กับการส่งเมสเสทระหว่างอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ ถ้าสอดคล้องจะตรวจสอบความสอดคล้องของชื่อไอเปอเรชันบนเมสเสทในแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อไอเปอเรชันของคลาสที่เป็นตัวรับเมสเสท ถ้าสอดคล้องจะตรวจสอบจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของไอเปอเรชันบนเมสเสทในแผนภาพซีควเอนซ์ กับจำนวน ลำดับ และชนิด

พารามิเตอร์ ของโอเปอเรชันของคลาสที่มีชื่อโอเปอเรชันตรงกัน ถ้าสอดคล้องจะตรวจสอบเรื่องตัวแปรในเงื่อนไข แต่จะมีการตรวจสอบเพิ่มเติมสำหรับแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพซีควเอนซ์ คือ ตรวจสอบลำดับในการเรียกใช้โอเปอเรชัน เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องเสร็จจะรายงานผลการตรวจสอบความสอดคล้อง

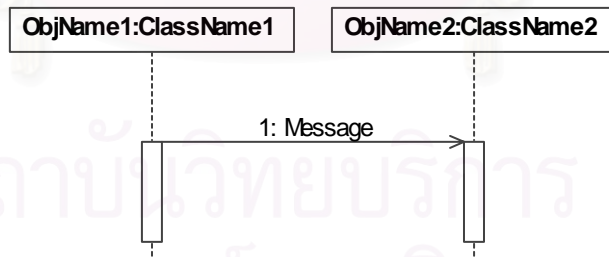
3.2.1.1. ชื่อคลาส

คลาส 1 คลาสในแผนภาพคลาส ประกอบด้วย ชื่อคลาส คือ ClassName1 แอททริบิวต์ ได้แก่ att1 และ att2 ชนิดของแอททริบิวต์ ได้แก่ type_att1 และ type_att2 โอเปอเรชัน ได้แก่ opr1() และ opr2() ชนิดของการคืนค่าโอเปอเรชัน ได้แก่ returntype_opr1 และ returntype_opr2 พารามิเตอร์ คือ para1 ของโอเปอเรชัน opr2() ชนิดของพารามิเตอร์ คือ type_para1 รูปแบบของคลาส ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 รูปแบบของคลาสในแผนภาพคลาส

แผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพ ประกอบด้วยอ็อบเจกต์หลาย ๆ อ็อบเจกต์ โดย 1 อ็อบเจกต์ ประกอบด้วย ชื่ออ็อบเจกต์ ได้แก่ ObjName1 และObjName2 ชื่อคลาสได้แก่ ClassName1 และ ClassName2 รูปแบบของอ็อบเจกต์ ดังรูปที่ 3.4



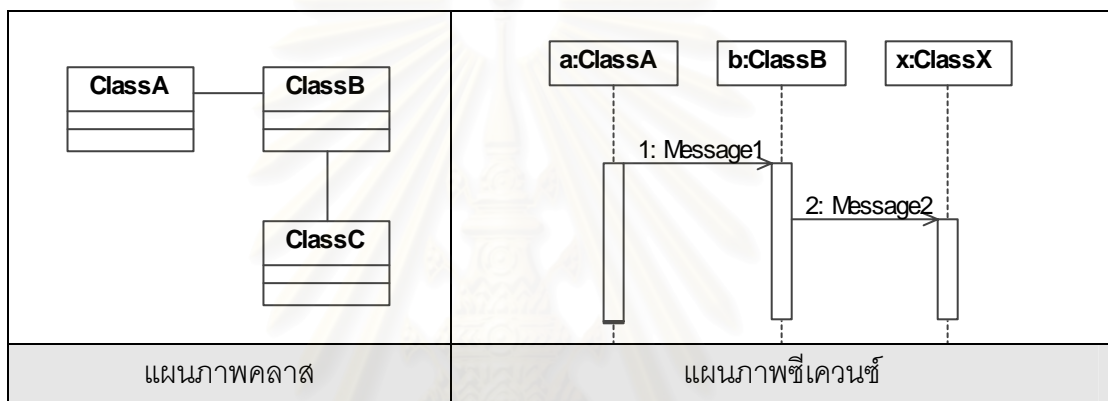
รูปที่ 3.4 รูปแบบของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์

ชื่อคลาสในแผนภาพคลาสไม่สามารถมีชื่อซ้ำกันได้ ดังนั้นในการเขียนแผนภาพซีควเอนซ์ จะมีการอ้างถึงชื่อคลาสในส่วนที่เป็นอ็อบเจกต์ของแผนภาพซีควเอนซ์ ดังนั้นจะทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างชื่อคลาสของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อคลาสทั้งหมดในแผนภาพคลาสว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องกับชื่อคลาสในแผนภาพคลาส แสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์ ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส จะได้กฎข้อที่ 1.1 คือ

กฎข้อที่ 1.1

ทุก ๆ อ็อบเจกต์ หรือคลาส ในแผนภาพซีควเอนซ์ จะต้องปรากฏเป็นคลาสหนึ่ง ๆ ในแผนภาพคลาส

อ็อบเจกต์ใดๆ ในแผนภาพซีควเอนซ์ จะประกอบไปด้วย ชื่ออ็อบเจกต์ และชื่อคลาสของอ็อบเจกต์ หรือจะมีเฉพาะชื่อคลาสของอ็อบเจกต์ โดยระหว่างชื่ออ็อบเจกต์ กับชื่อคลาสของอ็อบเจกต์จะถูกคั่นด้วยเครื่องหมายโคลอน (:). โดยกฎข้อนี้เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของชื่อคลาสของอ็อบเจกต์แต่ละตัวในแผนภาพซีควเอนซ์ ว่าได้ประกาศเป็นคลาสในแผนภาพคลาสหรือไม่ ถ้าไม่ได้มีการประกาศไว้ แสดงว่าชื่อคลาสของอ็อบเจกต์นั้นไม่สอดคล้องกับคลาสในแผนภาพคลาสแล้ว ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส



รูปที่ 3.5 แผนภาพซีควเอนซ์ที่ชื่อคลาสของอ็อบเจกต์ไม่สอดคล้องกับคลาสในแผนภาพคลาส

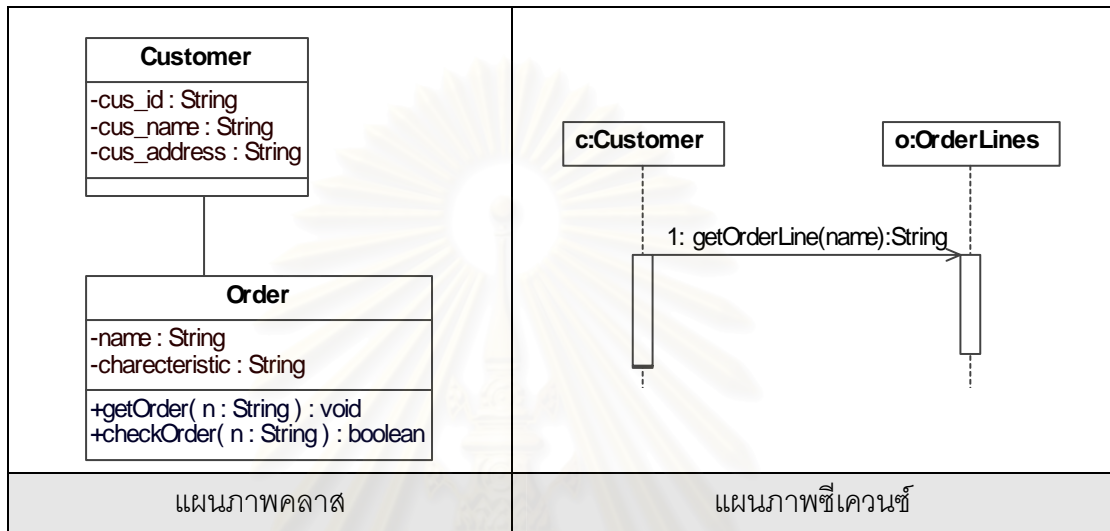
จากรูปที่ 3.5 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส ClassA, ClassB และ ClassC ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์ ประกอบด้วย อ็อบเจกต์ a ของคลาส ClassA, อ็อบเจกต์ b ของคลาส ClassB และ อ็อบเจกต์ x ของคลาส ClassX เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.1 จะได้ว่าอ็อบเจกต์ x มีชื่อคลาสคือ ClassX นั้นไม่ได้เป็นชื่อคลาสในแผนภาพคลาส ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จากกฎข้อที่ 1.1 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. นำชื่อคลาสของแต่ละอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพมาตรวจสอบกับชื่อคลาสทั้งหมดในแผนภาพคลาส
2. ถ้ามีชื่อคลาสของอ็อบเจกต์สอดคล้องกับชื่อคลาสในแผนภาพคลาส จะทำการนับจำนวนที่สอดคล้องไว้
3. เมื่อทำการตรวจสอบเสร็จทั้งหมดใน 1 แผนภาพซีควเอนซ์ นำจำนวนของส่วนที่สอดคล้อง กับจำนวนอ็อบเจกต์ทั้งหมดในแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพ มาทำการ

เปรียบเทียบว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่ากันแสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้ สอดคล้องกับแผนภาพคลาส แต่ถ้าไม่เท่าแสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.1 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง



รูปที่ 3.6 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.1

จากรูปที่ 3.6 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส Customer และ คลาส Order ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วย อ็อบเจกต์ c โดยมีชื่อคลาสของอ็อบเจกต์เป็น Customer และ อ็อบเจกต์ o โดยมีชื่อคลาสของอ็อบเจกต์เป็น OrderLines เมื่อนำกฎข้อที่ 1.1 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้ ชื่อคลาสของอ็อบเจกต์ o คือ OrderLines ในแผนภาพซีควเอนซ์ ไม่ได้ประกาศเป็นชื่อคลาสในแผนภาพคลาส ดังนั้นแผนภาพซีควเอนซ์นี้จึงไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

3.2.1.2. การทำงานร่วมกันระหว่างคลาสในแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

ลักษณะของการทำงานร่วมกันระหว่างคลาส ในแผนภาพคลาสของงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แบบเอกกริกัน ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี และความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน

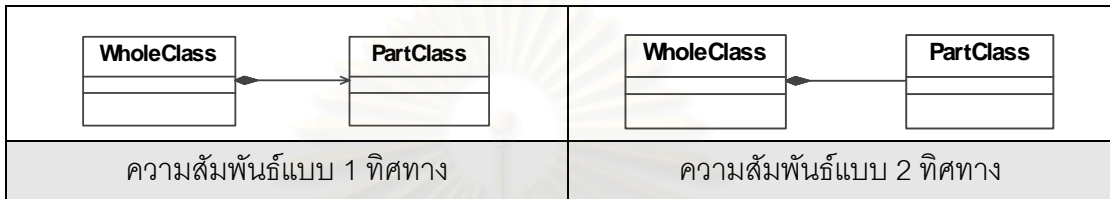
1. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน

คลาส 2 คลาสในแผนภาพคลาส มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส โดยความสัมพันธ์สามารถมีทิศทางได้ คือ ความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง และความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทาง โดยสามารถสังเกตที่ปลายเส้นความสัมพันธ์ว่ามีหัวลูกศรหรือไม่ ถ้ามีหัวลูกศรอยู่ปลาย

ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันไปยัง คลาส PartClass และจากคลาส PartClass มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันไปยังคลาส WholeClass

3. ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

คลาส 2 คลาสในแผนภาพคลาส มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันระหว่างคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก และอีกคลาสเป็นคลาสย่อย สามารถมีทิศทางของความสัมพันธ์ได้คือแบบ 1 ทิศทาง และแบบ 2 ทิศทาง สามารถสังเกตได้จากที่ปลายเส้นความสัมพันธ์ถ้ามีหัวลูกศรจะเป็นความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง แต่ถ้าไม่มีหัวลูกศรจะเป็นความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทาง



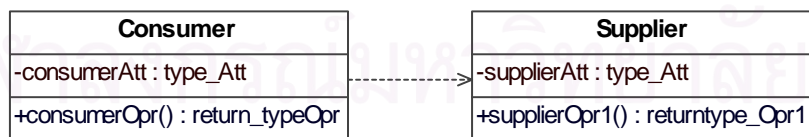
รูปที่ 3.9 ความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง และความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทาง ระหว่างคลาส

WholeClass กับคลาส PartClass ของความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

จากรูปที่ 3.9 เป็นความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันระหว่างคลาส WholeClass กับคลาส PartClass โดยคลาส WholeClass เป็นคลาสหลัก และ คลาส PartClass เป็นคลาสย่อย โดยมีทิศทางความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทางคือ จากคลาส WholeClass มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันไปยัง คลาส PartClass และมีทิศทางความสัมพันธ์แบบ 2 ทิศทางคือ จากคลาส WholeClass มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันไปยัง คลาส PartClass และจากคลาส PartClass มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันไปยังคลาส WholeClass

4. ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี

คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีระหว่างคลาส โดยคลาสหนึ่งเป็นคลาสผู้ให้บริการ และอีกคลาสหนึ่งเป็นผู้ใช้บริการ ซึ่งทิศทางของความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีคือ จากคลาสผู้ให้บริการ ไปยังคลาสผู้ให้บริการ จะมีทิศทางความสัมพันธ์แบบ 1 ทิศทาง

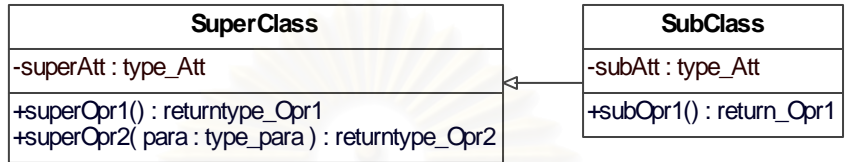


รูปที่ 3.10 ความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี ระหว่างคลาส Supplier กับ คลาส Consumer

จากรูปที่ 3.10 ประกอบด้วยคลาส Consumer กับคลาส Supplier ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสแบบดีเพนเดนซี โดยที่คลาส Consumer เป็นคลาสผู้ให้บริการ และคลาส Supplier เป็นคลาสผู้ให้บริการ ซึ่งทิศทางของความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีจะเป็นแบบ 1 ทิศทางเท่านั้น

5. ความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน

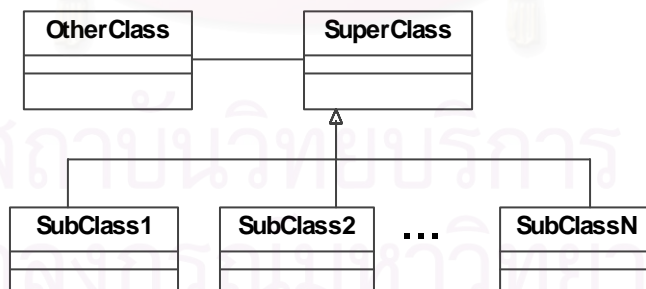
คลาส 2 คลาสในแผนภาพคลาส มีความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชันระหว่างคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสแม่ หรือซูเปอร์คลาส และอีกคลาสหนึ่งเป็นคลาสลูก หรือซับคลาส โดยทิศทางของความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน จะมีทิศทางทางเดียว คือ จากคลาสลูกไปยังคลาสแม่ ซึ่งคลาสลูกสามารถรับการถ่ายทอดคุณลักษณะจากคลาสแม่ได้



รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน ระหว่างคลาส SuperClass กับคลาส SubClass

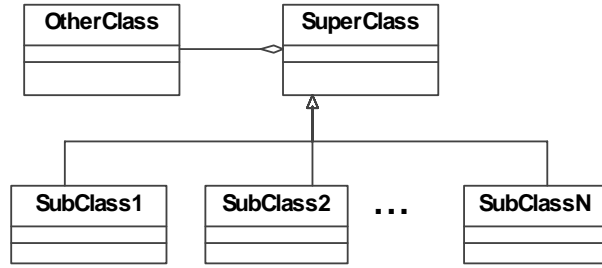
จากรูปที่ 3.11 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส SuperClass และคลาส SubClass โดยทั้ง 2 คลาส มีความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน ทิศทางของความสัมพันธ์เป็นแบบ 1 ทิศทางคือ จากคลาส SubClass ไปยังคลาส SuperClass โดยคลาส SuperClass เป็นคลาสแม่ และคลาส SubClass เป็นคลาสลูกซึ่งสามารถรับการถ่ายทอดคุณลักษณะจากคลาสแม่ได้

เมื่อซูเปอร์คลาสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน และความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี กับคลาสอื่น (Other class) แล้ว ซูเปอร์คลาสสามารถถ่ายทอดความสัมพันธ์ให้กับซับคลาสได้ทั้งหมด

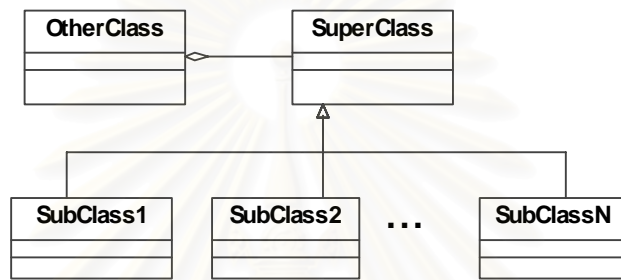


รูปที่ 3.12 ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชันระหว่างซูเปอร์คลาสกับคลาสอื่น

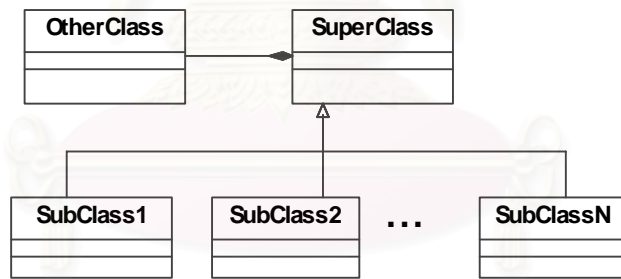
จากรูปที่ 3.12 คลาสอื่นมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับซูเปอร์คลาส ซึ่งซับคลาส สามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์ จากซูเปอร์คลาสได้ ดังนั้นซับคลาส ได้แก่ SubClass1, SubClass2, ..., SubClassN สามารถมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับคลาสอื่นได้



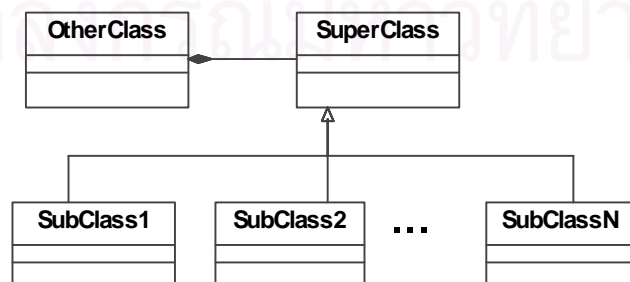
รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์แอกกรีเกชันระหว่างซูเปอร์คลาสกับคลาสอื่น โดยซูเปอร์คลาสเป็น
 คลาสหลัก



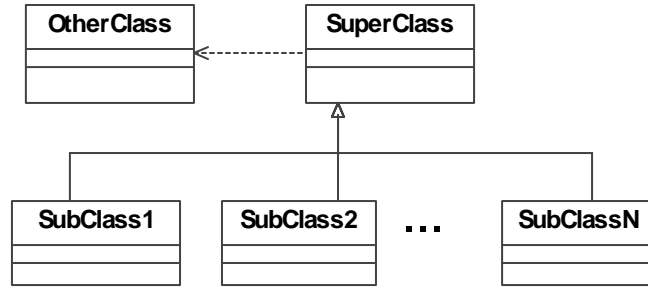
รูปที่ 3.14 ความสัมพันธ์แอกกรีเกชันระหว่างคลาสอื่นกับซูเปอร์คลาส โดยซูเปอร์คลาสเป็น
 คลาสย่อย



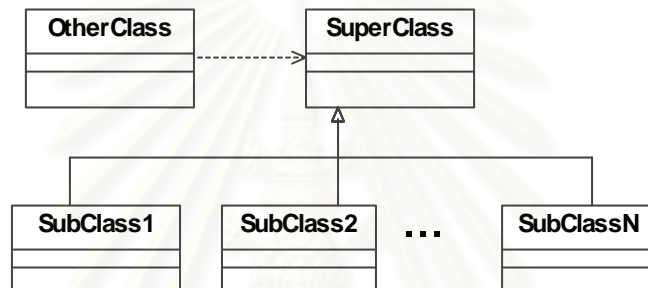
รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์คอมโพสิชันระหว่างซูเปอร์คลาสกับคลาสอื่น โดยซูเปอร์คลาสเป็น
 คลาสหลัก



รูปที่ 3.16 ความสัมพันธ์คอมโพสิชันระหว่างคลาสอื่นกับซูเปอร์คลาส โดยซูเปอร์คลาสเป็น
 คลาสย่อย



รูปที่ 3.17 ความสัมพันธ์ดีเพนเดนซีระหว่างซูปเปอร์คลาสกับคลาสอื่น โดยซูปเปอร์คลาสเป็น
คลาสผู้ให้บริการ



รูปที่ 3.18 ความสัมพันธ์ดีเพนเดนซีระหว่างคลาสอื่นกับซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสเป็น
คลาสผู้ให้บริการ

จากรูปที่ 3.13 และ 3.14 คลาสอื่นมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน กับซูปเปอร์คลาส ซึ่ง
ซูปเปอร์คลาสสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์ และคุณลักษณะจากซูปเปอร์คลาสได้ ดังนั้น
ซูปเปอร์คลาส ได้แก่ SubClass1, SubClass2, ..., SubClassN จะมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน
กับคลาสอื่นได้ โดยที่รูปที่ 3.13 ซูปเปอร์คลาสจะเป็นคลาสหลัก ส่วนคลาสอื่นจะเป็นคลาสย่อย
ดังนั้นซูปเปอร์คลาสจะสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์จากซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสจะเป็น
คลาสหลักด้วย และรูปที่ 3.14 ซูปเปอร์คลาสจะเป็นคลาสย่อย และคลาสอื่นจะเป็นคลาสหลัก
ดังนั้นซูปเปอร์คลาสจะสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์จากซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสจะเป็น
คลาสย่อยด้วย

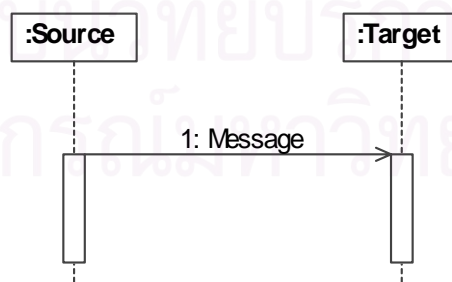
จากรูปที่ 3.15 และ 3.16 คลาสอื่นมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน กับซูปเปอร์คลาส ซึ่ง
ซูปเปอร์คลาสสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์ และคุณลักษณะจากซูปเปอร์คลาสได้ ดังนั้น
ซูปเปอร์คลาส ได้แก่ SubClass1, SubClass2, ..., SubClassN จะมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันกับ
คลาสอื่นได้ โดยที่รูปที่ 3.15 ซูปเปอร์คลาสจะเป็นคลาสหลัก ส่วนคลาสอื่นจะเป็นคลาสย่อย
ดังนั้นซูปเปอร์คลาสจะสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์จากซูปเปอร์คลาส โดยซูปเปอร์คลาสจะเป็น
คลาสย่อยด้วย

คลาสหลักด้วย และรูปที่ 3.16 ชูเปอร์คลาสจะเป็นคลาสย่อย และคลาสอื่นจะเป็นคลาสหลัก ดังนั้นซับคลาสจะสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์จากชูเปอร์คลาส โดยซับคลาสจะเป็นคลาสย่อยด้วย

จากรูปที่ 3.17 และ 3.18 คลาสอื่นมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี กับชูเปอร์คลาส ซึ่งซับคลาสสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์ และคุณลักษณะจากชูเปอร์คลาสได้ ดังนั้นซับคลาส ได้แก่ SubClass1, SubClass2, ..., SubClassN จะมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี กับคลาสอื่นได้ โดยที่รูปที่ 3.17 ชูเปอร์คลาสเป็นคลาสผู้ให้บริการ ส่วนคลาสอื่นเป็นคลาสผู้ให้บริการ ดังนั้นซับคลาสจะสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์จากชูเปอร์คลาส โดยซับคลาสจะเป็นคลาสผู้ให้บริการด้วย และรูปที่ 3.18 ชูเปอร์คลาสจะเป็นคลาสผู้ให้บริการ และคลาสอื่นจะเป็นคลาสผู้ให้บริการ ดังนั้นซับคลาสจะสามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์จากชูเปอร์คลาส โดยซับคลาสจะเป็นคลาสผู้ให้บริการด้วย

ชูเปอร์คลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน และความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี กับคลาสอื่น ซึ่งสามารถถ่ายทอดความสัมพันธ์ และคุณลักษณะของชูเปอร์คลาส ไปยังซับคลาสได้ โดยจะเรียกความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างคลาสอื่น กับซับคลาสว่า ความสัมพันธ์โดยปริยาย ดังนั้นในการตรวจสอบความสอดคล้องของความสัมพันธ์จะต้องตรวจสอบว่า ถ้าในกรณีที่คุณของคลาสนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน จะต้องตรวจสอบว่าคลาสนั้นมีความสัมพันธ์โดยปริยายหรือไม่

แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วย อ็อบเจกต์ และเมสเสจ อ็อบเจกต์หนึ่ง ๆ จะไปร้องขอให้ อื่นอ็อบเจกต์หนึ่งทำงานนั้น คลาสของอ็อบเจกต์เหล่านั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างคลาส



รูปที่ 3.19 การส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ของแผนภาพซีควเอนซ์

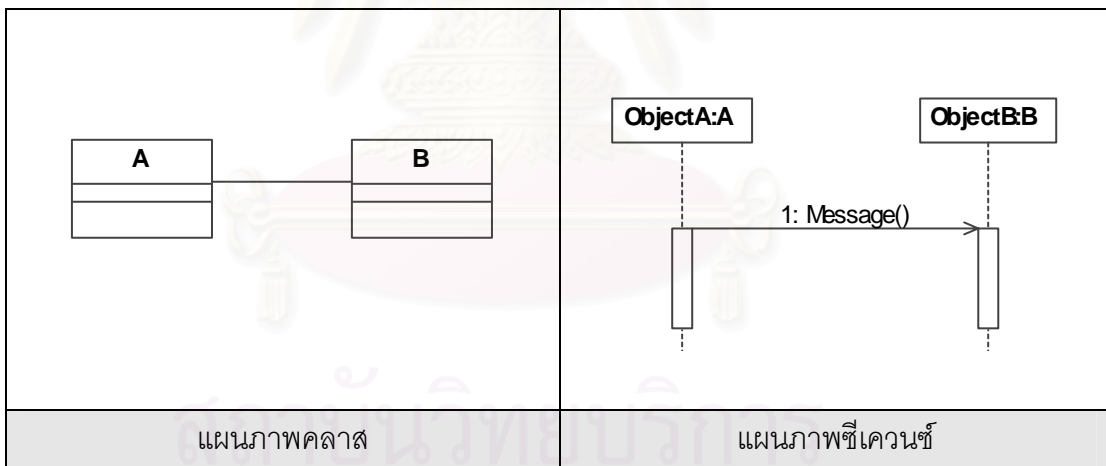
จากรูปที่ 3.19 การส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ของคลาส Source ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาส Target นั้น ทั้งคลาส Source และคลาส Target จะต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างคลาส ใน

แผนภาพคลาส จึงจะสามารถส่งเมสเสจได้ แต่ถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Source และคลาส Target ให้ตรวจสอบว่า คลาส Source และคลาส Target นั้นมีความสัมพันธ์ โดยปริยายหรือไม่ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันและสามารถส่งเมสเสจได้ ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคลาส กับการส่งเมสเสจระหว่างคลาสในแผนภาพซีควเอนซ์ จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.2 คือ

กฎข้อที่ 1.2

ถ้าปรากฏเมสเสจ จากอ็อบเจกต์หรือคลาสใด ไปยังอ็อบเจกต์หรือคลาสอื่นในแผนภาพซีควเอนซ์ จะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสนั้นในแผนภาพคลาส

ในกฎข้อนี้ จะทำการตรวจสอบความสอดคล้องของอ็อบเจกต์หรือคลาสของตัวส่งเมสเสจ กับอ็อบเจกต์หรือคลาสของตัวรับเมสเสจนั้น สามารถทำการส่งเมสเสจถึงกันได้หรือไม่ โดยจะพิจารณาจากการทำงานร่วมกันระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจ กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจนั้น มีความสัมพันธ์กันระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสหรือไม่ ถ้าพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของตัวส่งเมสเสจ กับคลาสของตัวรับเมสเสจไม่เป็นความสัมพันธ์กัน จะทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาส

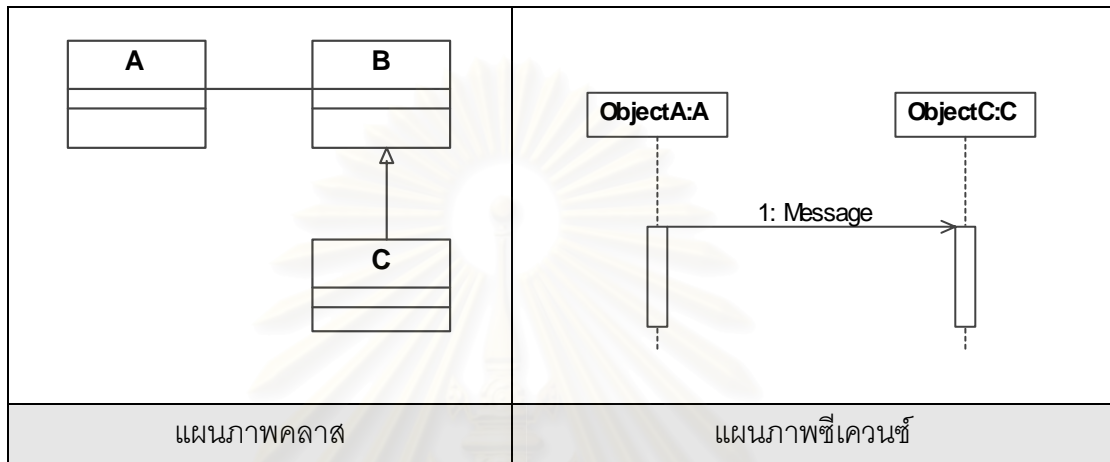


รูปที่ 3.20 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอดคล้องเรื่องของการความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

จากรูปที่ 3.20 แผนภาพคลาสมีความสัมพันธ์ระหว่างคลาส A กับคลาส B โดยคลาส A มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ไปยังคลาส B หรือ คลาส B มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ไปยังคลาส A ได้ทั้งสองทางเพราะว่า เส้นความสัมพันธ์นี้เป็นแบบ 2 ทิศทาง ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์ มีการส่งเมสเสจจากอ็อบเจกต์ของคลาส A ไปยัง อ็อบเจกต์ของคลาส B โดยอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจ กับอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจนั้นเป็นการส่งเมสเสจของคลาส A ไปยังคลาส

B เมื่อพิจารณาในแผนภาพคลาส คลาส A มีความสัมพันธ์ไปยัง คลาส B ดังนั้นจึงสามารถทำการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ ทั้ง 2 นี้ได้ ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2

นอกจากนี้ยังตรวจสอบในกรณีทีคลาสของอ็อบเจกต์ของตัวส่งเมสเสจ และคลาสของอ็อบเจกต์ของตัวรับเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ ซึ่งคลาสของตัวส่งเมสเสจ และคลาสของตัวรับเมสเสจนั้นมีความสัมพันธ์โดยปริยายระหว่างคลาส



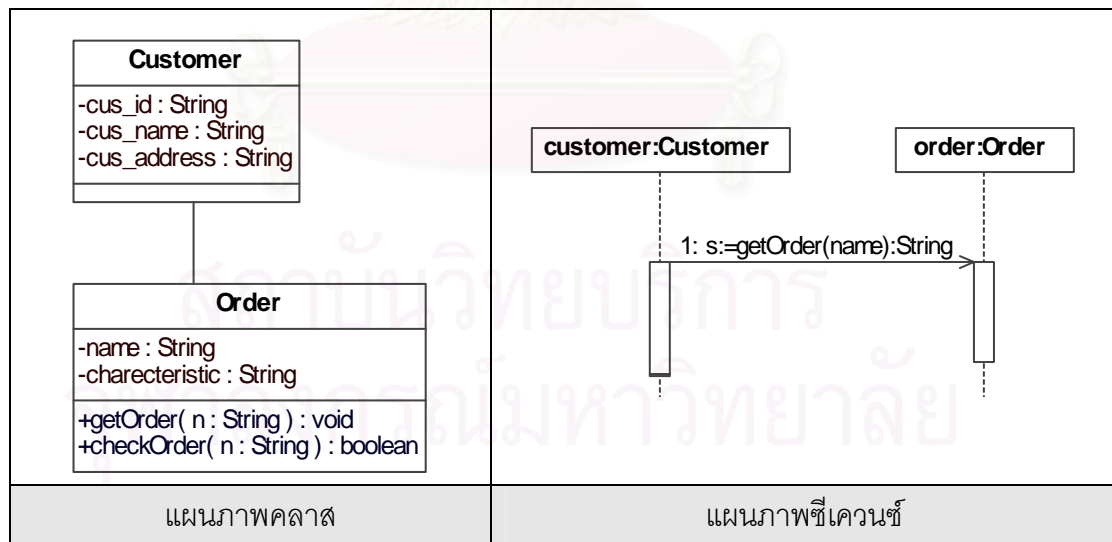
รูปที่ 3.21 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอดคล้องกันโดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเป็นความสัมพันธ์โดยปริยาย

จากรูปที่ 3.21 แผนภาพคลาสประกอบด้วยด้านคลาส A , B และ C โดยคลาส A มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ไปยังคลาส B หรือ คลาส B มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันไปยังคลาส A ส่วนคลาส C มีความสัมพันธ์แบบเจนเนอรัลไลเซชัน กับคลาส B โดยคลาส C เป็นชั้นคลาส เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์โดยปริยาย จะได้ว่า คลาส C สามารถรับการถ่ายทอดความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน และคุณลักษณะจากซูเปอร์คลาสได้ ดังนั้นคลาส A จะมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันไปยังคลาส C หรือ คลาส C มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันไปยังคลาส A ในแผนภาพซีควเอนซ์มีการส่งเมสเสจจากอ็อบเจกต์ของคลาส A ไปยัง อ็อบเจกต์ของคลาส C จะเห็นว่า อ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจ กับอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจนั้น คือการส่งเมสเสจของคลาส A ไปยังคลาส C เมื่อพิจารณาในแผนภาพคลาส คลาส A มีความสัมพันธ์โดยปริยายกับ คลาส C โดยคลาส A มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันไปยังคลาส C ดังนั้นจะสามารถทำการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ ทั้ง 2 นี้ได้ ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2

จากกฎข้อที่ 1.2 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าในแต่ละเมสเสจ อ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจมีคลาสเป็นอะไร และอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจมีคลาสเป็นอะไร ในแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพ
2. จากนั้นนำคลาสของตัวที่เป็นตัวส่งเมสเสจไปตรวจสอบในความสัมพันธ์ของแผนภาพคลาส ว่าคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจนี้ มีความสัมพันธ์กับคลาสอะไรบ้าง ซึ่งในการตรวจสอบนี้จะทำการพิจารณาคลาสที่ความสัมพันธ์โดยปริยาย กับคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจด้วย
3. เมื่อได้คลาสที่มีความสัมพันธ์ กับคลาสของตัวส่งเมสเสจทั้งหมดแล้ว จะนำคลาสเหล่านั้น มาทำการตรวจสอบ กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจ ว่ามีคลาสไหนที่สอดคล้องบ้าง
4. ถ้าสอดคล้องกัน แสดงว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่ง กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจนั้นมีความความสัมพันธ์กัน ทำให้อ็อบเจกต์สามารถส่งเมสเสจถึงกันได้
5. นำจำนวนเมสเสจที่สอดคล้อง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับจำนวนของเมสเสจทั้งหมดในแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพ ถ้าจำนวนเมสเสจที่สอดคล้อง กับจำนวนเมสเสจทั้งหมดมีค่าเท่ากัน แสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้สอดคล้อง กับแผนภาพคลาส

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.2 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง



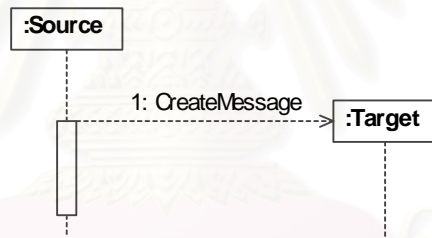
รูปที่ 3.22 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2

จากรูปที่ 3.22 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส Customer และคลาส Order และในแผนภาพซีควเอนซ์มีการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ จากอ็อบเจกต์ customer โดยมีชื่อคลาสของอ็อบเจกต์เป็น Customer ไปยัง อ็อบเจกต์ order โดยมีชื่อคลาสของอ็อบเจกต์เป็น Order จะ

เห็นว่าเมื่อนำกฎข้อที่ 1.2 มาทำการตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2 เพราะว่า เมสเสจที่ส่งระหว่างอ็อบเจกต์นั้น คลาสของอ็อบเจกต์ของตัว ส่ง และคลาสของอ็อบเจกต์ของตัวรับเมสเสจนั้น มีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาส

จากการตรวจสอบความสัมพันธ์ที่ได้กล่าวมาจะเป็นการตรวจสอบชนิดของเมสเสจที่เป็นแบบการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ แต่ยังมีรูปแบบของเมสเสจอื่น คือ การส่งเมสเสจย้อนกลับของอ็อบเจกต์ การส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ การส่งเมสเสจภายในอ็อบเจกต์ และการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ ซึ่งการส่งเมสเสจย้อนกลับอ็อบเจกต์ และการส่งเมสเสจภายในอ็อบเจกต์ จะดำเนินการคล้ายกับ การส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ แต่การส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ และการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์นั้นจะต้องมีการตรวจสอบความสอดคล้องเพิ่มเติมในเรื่อง ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสเป็นความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์คอมโพสิชัน และความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี นั้นจะต้องพิจารณาไปอีกว่า สามารถสร้างหรือทำลายอ็อบเจกต์ได้หรือไม่

3.2.1.2.1 ลักษณะของการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์



รูปที่ 3.23 การส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์

จากรูปที่ 3.23 อ็อบเจกต์ของคลาส Source นั้นได้ส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ของคลาส Target ลักษณะของการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์นี้ ก็จะคล้ายการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ทั่วไป โดยคลาสของอ็อบเจกต์ที่สร้างอ็อบเจกต์ กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่ถูกสร้างอ็อบเจกต์ จะต้องมีความสัมพันธ์กันในแผนภาพคลาส แต่จะมีการทำงานร่วมกันระหว่างคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน และความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน นั้นจะแตกต่างออกไป เพราะว่า ในความสัมพันธ์เหล่านี้จะมีการระบุถึงคลาสหลัก และคลาสย่อย ซึ่งในการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์นั้น ถ้าอ็อบเจกต์ที่เป็นของคลาสย่อยสร้างอ็อบเจกต์ที่เป็นของคลาสหลักแล้ว จะไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ได้

1. การทำงานร่วมกันระหว่างคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน

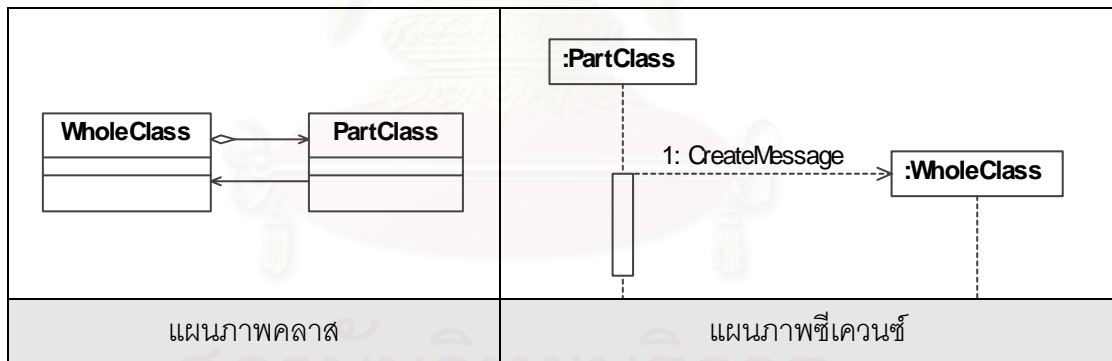
ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างคลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน จะแบ่งเป็นคลาสหลัก กับคลาสย่อย ซึ่งคลาสหลักคือตัวที่อยู่ด้านที่มีสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดไปรุ่งอยู่ของเส้น

ความสัมพันธ์ ส่วนคลาสย่อยก็จะเป็นด้านที่ไม่มีสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดอยู่ของเส้นความสัมพันธ์ โดยการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์นั้น คลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังคลาสหลักได้ เพราะว่าคลาสย่อยเป็นส่วนประกอบของคลาสหลัก ถ้าสร้างตัวที่เป็นคลาสย่อยก่อนแล้ว คลาสย่อยนั้นมีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังคลาสหลัก จะไม่สอดคล้องกับความสัมพันธะระหว่างคลาส 2 คลาสที่เป็นแบบแอกกรีเกชันได้ จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.2.1 คือ

กฎข้อที่ 1.2.1

คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันในแผนภาพคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก และอีกคลาสเป็นคลาสย่อย ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์หรือคลาสในแผนภาพซีควเอนซ์ คลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสหลักได้

ในกฎข้อนี้จะตรวจสอบความสอดคล้อง โดยถ้ามีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ระหว่างอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ ต้องตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ทั้ง 2 นั้นมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันหรือไม่ ถ้าเป็นจะต้องตรวจสอบว่า คลาสที่เป็นตัวส่งนั้นเป็นคลาสย่อยหรือไม่ ถ้าเป็นคลาสย่อย แล้วคลาสที่เป็นตัวรับเป็นคลาสหลัก แสดงว่าไม่สอดคล้องในเรื่องการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ของ คลาส 2 คลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน



รูปที่ 3.24 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์จากคลาสย่อยไปยังคลาสหลัก โดยคลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน

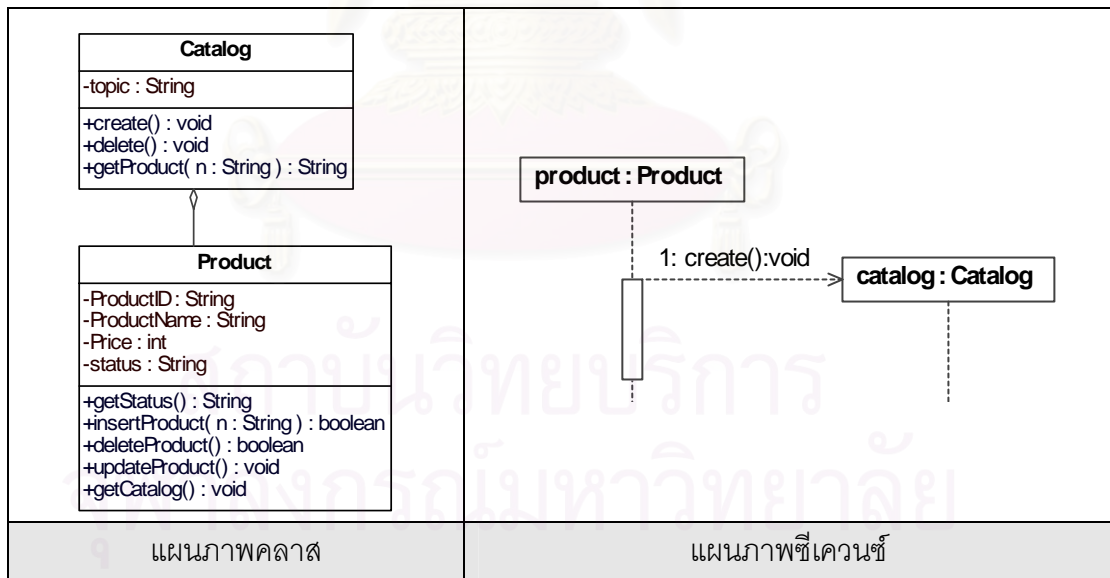
จากรูปที่ 3.24 แผนภาพคลาส ประกอบด้วยคลาส WholeClass และคลาส PartClass และมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน และความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน โดย WholeClass เป็นคลาสหลัก และ PartClass เป็นคลาสย่อย และแผนภาพซีควเอนซ์ เป็นการส่งเมสเสจแบบการสร้างอ็อบเจกต์ จากอ็อบเจกต์ของคลาส PartClass ไปยัง อ็อบเจกต์ของคลาส WholeClass เมื่อนำกฎข้อที่ 1.2.1 มาทำการตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้จะไม่สอดคล้องเพราะ คลาสของอ็อบเจกต์ ที่มีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์นั้นมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันทำ

ให้การส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์นี้ คลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสหลักได้

จากกฎข้อที่ 1.2.1 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. ถ้าเมสเสจที่นำมาพิจารณานั้นมีชนิดของเมสเสจเป็นเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์
2. ทำการตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ กับ คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวถูกสร้างนั้น มีความสัมพันธ์ชนิดไหนในแผนภาพคลาส
3. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน จะตรวจสอบว่า ถ้าคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์เป็นคลาสย่อย และคลาสของอ็อบเจกต์ที่ถูกสร้างนั้นเป็นคลาสหลักแล้ว แสดงว่าไม่สอดคล้อง
4. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน จะตรวจสอบว่าอ็อบเจกต์ของคลาสที่ถูกสร้างนั้นเป็นคลาสหลักหรือไม่ ถ้าเป็นก็จะตรวจสอบต่อว่า อ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจไปสร้างอ็อบเจกต์นั้นเป็นคลาสย่อยหรือไม่ ถ้าเป็นแสดงว่าไม่สอดคล้อง

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.2.1 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง



รูปที่ 3.25 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.1

จากรูปที่ 3.25 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส Catalog และคลาส Product ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเป็นความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน โดยที่ คลาส Catalog เป็นคลาสหลัก และ คลาส Product เป็นคลาสย่อย ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์ มีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ จากอ็อบเจกต์ product ของคลาส Product ไปยังอ็อบเจกต์ catalog ของคลาส

Catalog ซึ่งเป็นการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์จากคลาสที่เป็นคลาสย่อยไปยังคลาสหลัก เมื่อนำกฎข้อที่ 1.2.1 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้จะไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสตามกฎข้อที่ 1.2.1

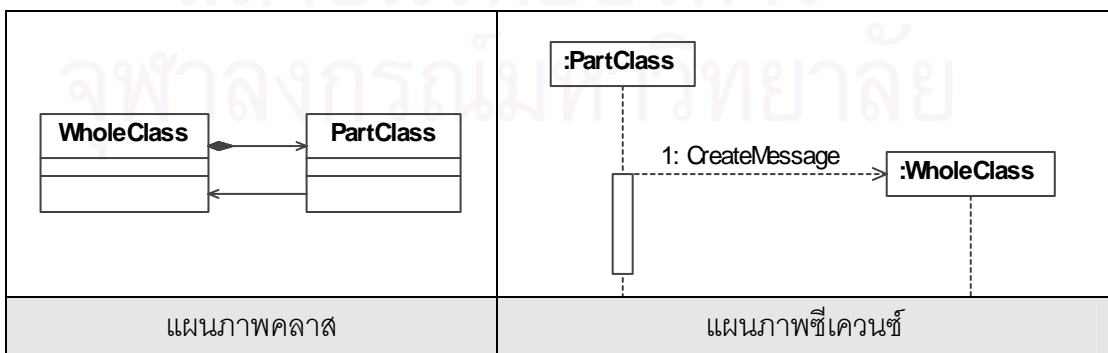
2. การทำงานร่วมกันระหว่างคลาส มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างคลาส 2 คลาส มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน จะให้คลาสที่มีด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหลี่ยมข้าวหลามตัดที่ขอบของเส้นความสัมพันธ์เป็นคลาสหลัก และอีกด้านหนึ่งเป็นคลาสย่อย โดยการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์นั้น คลาสหลักสามารถที่จะส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสย่อยได้ แต่ถ้าคลาสย่อยมีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสหลักนั้น จะไม่สามารถสร้างอ็อบเจกต์ได้ เพราะว่า คลาสย่อยเป็นส่วนประกอบของคลาสหลัก ทำให้ไม่สามารถให้อ็อบเจกต์ที่เป็นของคลาสย่อยส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสหลักได้ จะได้กฎข้อที่ 1.2.2 คือ

กฎข้อที่ 1.2.2

คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันในแผนภาพคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก อีกคลาสหนึ่งเป็นคลาสย่อย ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์หรือคลาสในแผนภาพซีควเอนซ์ คลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังคลาสหลักได้

ในกฎข้อนี้ การตรวจสอบความสอดคล้องของการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ โดยคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่ง กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน จากนั้นจะตรวจสอบว่า ถ้าอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจเป็นของคลาสย่อย และอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจเป็นคลาสหลัก จะไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.2 แต่ถ้าอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจเป็นของคลาสหลักแล้ว แสดงว่าการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์นี้ สอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสแบบคอมโพสิชันในแผนภาพคลาส



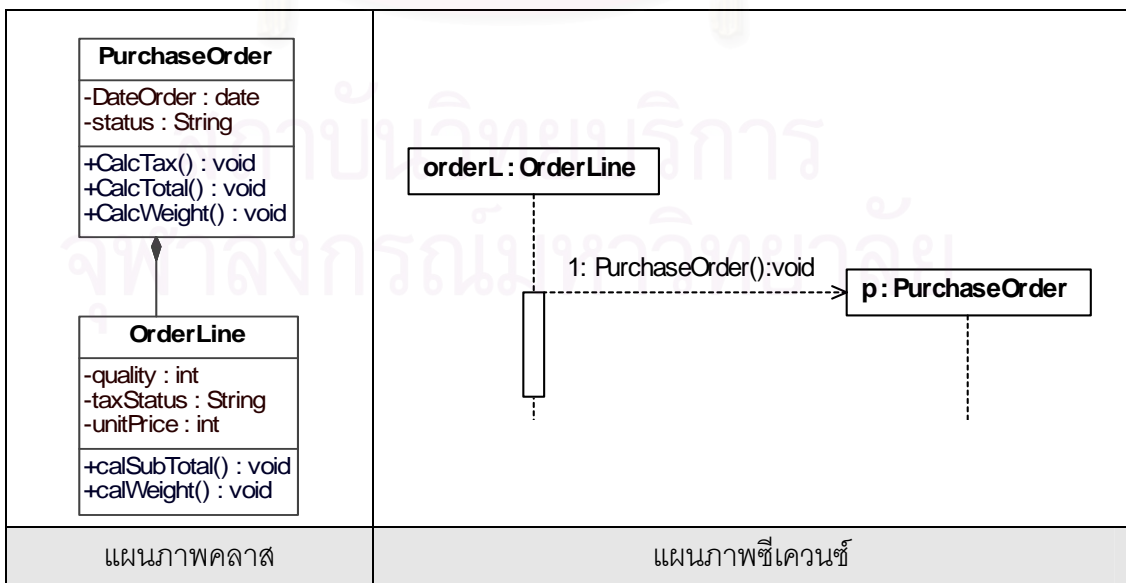
รูปที่ 3.26 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์จากคลาสย่อยไปยังคลาสหลัก โดยคลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

จากรูปที่ 3.26 แผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส WholeClass และ PartClass ระหว่าง คลาส 2 คลาสนี้ มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน โดยที่ คลาส WholeClass เป็นคลาสหลัก และ PartClass เป็นคลาสย่อย และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน จากคลาส PartClass ไปยัง คลาส WholeClass ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์ เป็นการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ของคลาส PartClass ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาส WholeClass เมื่อนำกฎข้อที่ 1.2.2 มาตรวจสอบความ สอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ จะไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.2

จากกฎข้อที่ 1.2.2 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่ แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. ถ้าเมสเสจที่นำมาพิจารณานั้นมีชนิดของเมสเสจเป็นแบบสร้างอ็อบเจกต์
2. ทำการตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ กับ คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวถูกสร้างนั้น มีความสัมพันธ์ชนิดไหนในแผนภาพคลาส
3. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน จะตรวจสอบว่า ถ้าคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจแบบ สร้างอ็อบเจกต์เป็นคลาสย่อย และคลาสของอ็อบเจกต์ที่ถูกสร้างนั้นเป็นคลาสหลัก แล้ว แสดงว่าไม่สอดคล้อง
4. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน จะตรวจสอบว่าอ็อบเจกต์ของคลาสที่ถูกสร้าง นั้นเป็นคลาสหลักหรือไม่ ถ้าเป็นก็จะตรวจสอบต่อว่า อ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นตัวส่ง เมสเสจไปสร้างอ็อบเจกต์นั้นเป็นคลาสย่อยหรือไม่ ถ้าเป็น แสดงว่าไม่สอดคล้อง

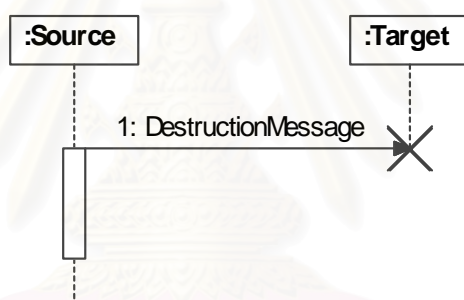
ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.2.2 มาประยุกต์ ใช้ใน การตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ



รูปที่ 3.27 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.2

จากรูปที่ 3.27 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส PurchaseOrder และ OrderLine โดยที่ทั้ง 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันกัน โดยที่คลาส PurchaseOrder เป็นคลาสหลัก ส่วนคลาส OrderLine เป็นคลาสย่อย ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์จะเป็นการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ โดยอ็อบเจกต์ orderL ของคลาส OrderLine ส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ p ของคลาส PurchaseOrder เมื่อนำกฎข้อที่ 1.2.2 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้ แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาส เพราะว่าคลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังคลาสหลักได้ โดยในแผนภาพซีควเอนซ์ อ็อบเจกต์ของคลาส OrderLine ได้ส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังคลาส PurchaseOrder ซึ่งจะไม่สามารถทำการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ได้ เนื่องจากคลาส OrderLine เป็นคลาสย่อย และคลาส PurchaseOrder เป็นคลาสหลัก

3.2.1.2.2 ลักษณะของการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์

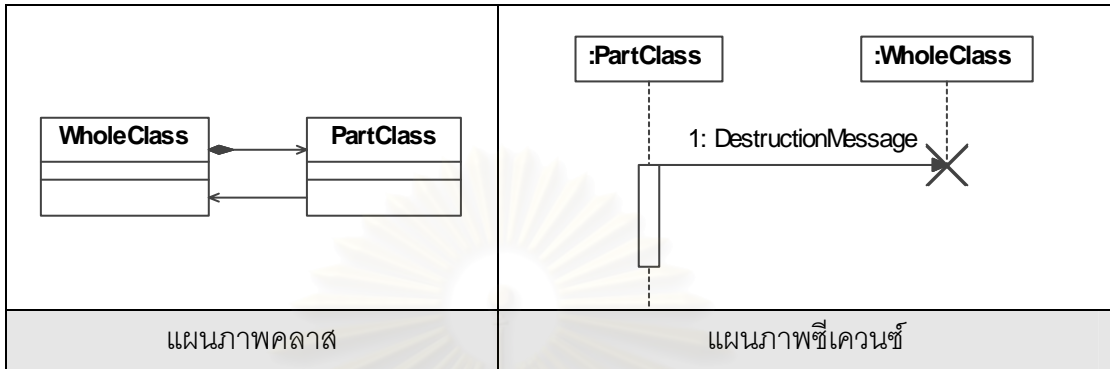


รูปที่ 3.28 การส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์

จากรูปที่ 3.28 จะเห็นว่าอ็อบเจกต์ของคลาส Source นั้นได้มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาส Target ลักษณะของการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์นั้นมีลักษณะคล้ายกับการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์โดยทั่วไป ซึ่งต้องให้คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ กับตัวที่ถูกทำลาย จะต้องมีความสัมพันธ์กันในแผนภาพคลาส แต่ถ้ามีการทำงานร่วมกันระหว่างคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน และความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีนั้นจะแตกต่างออกไป เพราะว่าในความสัมพันธ์เหล่านี้ จะมีคลาสหลัก คลาสย่อย กับคลาสผู้ให้บริการ กับคลาสผู้ใช้บริการ ซึ่งในการทำลายอ็อบเจกต์ ถ้าอ็อบเจกต์ที่เป็นของคลาสย่อยทำลายอ็อบเจกต์ที่เป็นของคลาสหลักแล้ว หรือ อ็อบเจกต์ของคลาสหลัก ถูกทำลายไปก่อนที่ จะมีการดำเนินการใด ๆ ของคลาสย่อย จะเกิดความขัดแย้งกันขึ้น หรือคลาสผู้ให้บริการถูกทำลายไปก่อนที่ จะมีการเรียกใช้จากคลาสผู้ใช้บริการ ทำให้เกิดความขัดแย้งกันขึ้น

1. การทำงานร่วมกันระหว่างคลาส ที่มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างคลาส 2 คลาส มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน จะให้คลาสที่มีด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมสีเหลี่ยมข้าวหลามตัดที่ขอบของเส้นความสัมพันธ์เป็นคลาสหลัก และอีกด้านหนึ่งเป็นคลาสย่อย



รูปที่ 3.29 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ของคลาสย่อยไปยังคลาสหลักของคลาส 2 คลาส ที่มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

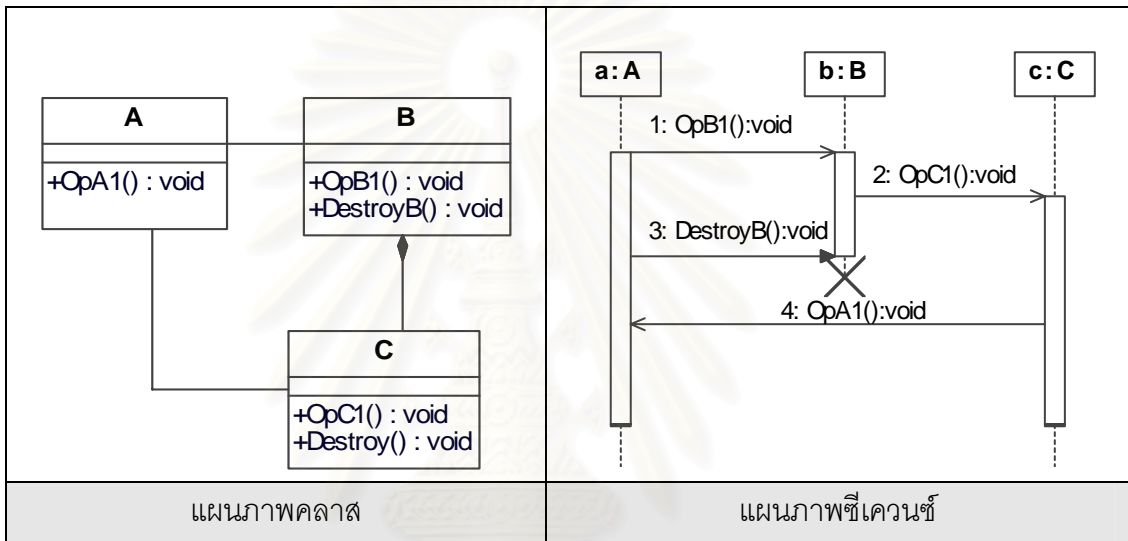
จากรูปที่ 3.29 อ็อบเจกต์ของคลาส PartClass ได้ส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาส WholeClass ซึ่งคลาส WholeClass และคลาส PartClass ในแผนภาพคลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน โดยคลาส WholeClass เป็นคลาสหลัก และคลาส PartClass เป็นคลาสย่อย แผนภาพซีควเอนซ์ส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ จากอ็อบเจกต์ของคลาส PartClass ไปยัง อ็อบเจกต์ของคลาส WholeClass ซึ่งไม่สามารถส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์ของคลาส WholeClass ได้ เพราะถ้าคลาส WholeClass ถูกทำลาย คลาส PartClass จะถูกทำลายไปด้วย

ซึ่งการที่อ็อบเจกต์ของคลาสย่อยส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสหลัก หรือมีอ็อบเจกต์ของคลาสใด ๆ ส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสหลักก่อนที่จะมีการดำเนินการใด ๆ กับอ็อบเจกต์ของคลาสย่อย ไม่สามารถส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ได้ เพราะเมื่ออ็อบเจกต์ของคลาสหลักถูกทำลายไปแล้ว อ็อบเจกต์ของคลาสย่อยก็ต้องถูกทำลายไปด้วย ทำให้เมสเสจที่ดำเนินการกับอ็อบเจกต์ของคลาสย่อย หลังจากที่มีเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ของคลาสหลักไปแล้ว เกิดความขัดแย้งขึ้น จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.2.3 คือ

กฎข้อที่ 1.2.3

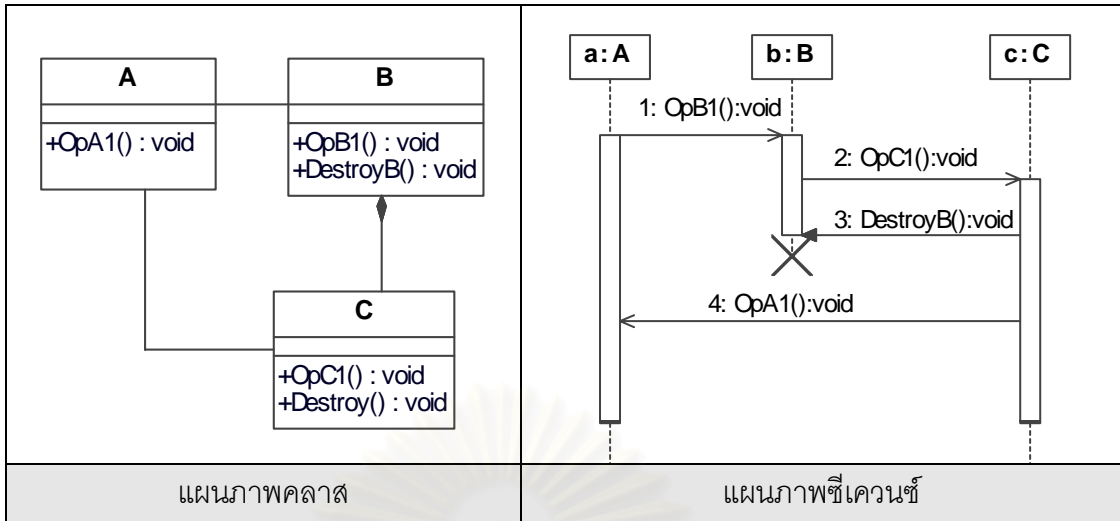
คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันในแผนภาพคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก อีกคลาสหนึ่งเป็นคลาสย่อย ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์หรือคลาสที่เป็นคลาสหลักไม่สามารถทำลายได้

ในกฎข้อนี้การตรวจสอบความสอดคล้องว่าอ็อบเจกต์ของคลาสที่ส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ กับอ็อบเจกต์ของคลาสที่ถูกทำลายนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเป็นความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันหรือไม่ ถ้าเป็น จะตรวจสอบว่าอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจนั้นเป็นอ็อบเจกต์ของคลาสน้อย แล้วอ็อบเจกต์ของคลาสที่รับเมสเสจแบบทำลายเป็นอ็อบเจกต์ของคลาสหลักหรือไม่ ถ้าเป็น ในการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์นี้จะไม่สามารถทำการส่งเมสเสจได้ หรือในกรณีมีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์มายังอ็อบเจกต์ของคลาสหลัก โดยหลังจากนั้นมีการส่งเมสเสจไปยังคลาสน้อย จะไม่สามารถทำดำเนินการได้ เพราะว่าเมื่อคลาสหลักถูกทำลายคลาสน้อยก็จะถูกทำลายด้วย



รูปที่ 3.30 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ในกรณีที่มีคลาสอื่นส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์มายังอ็อบเจกต์ของคลาสหลัก

จากรูปที่ 3.30 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส A, B และ C ซึ่ง คลาส A กับคลาส B มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน และคลาส B และคลาส C มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน โดยคลาส B เป็นคลาสหลัก และคลาส C เป็นคลาสน้อย แผนภาพซีควเอนซ์เมสเสจลำดับที่ 1 อ็อบเจกต์ a ของคลาส A ส่งเมสเสจไปยัง อ็อบเจกต์ b ของคลาส B เมสเสจลำดับที่ 2 อ็อบเจกต์ b ส่งเมสเสจไปยังอ็อบเจกต์ c ของคลาส C เมสเสจลำดับที่ 3 อ็อบเจกต์ a ของคลาส A ได้ส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ b และเมสเสจลำดับที่ 4 อ็อบเจกต์ c ของคลาส C ได้ส่งเมสเสจไปยังอ็อบเจกต์ a ของคลาส A จะเห็นว่ามีการส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์ b ซึ่งคลาสของอ็อบเจกต์คือ คลาส B และคลาส B มีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันกับคลาส C โดยคลาส B เป็นคลาสหลัก และคลาส C เป็นคลาสน้อย เมื่อมีการทำลายอ็อบเจกต์ของคลาส B แล้วแต่มีการดำเนินการกับอ็อบเจกต์ของคลาส C ไปยังอ็อบเจกต์ a ของคลาส A ทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้น



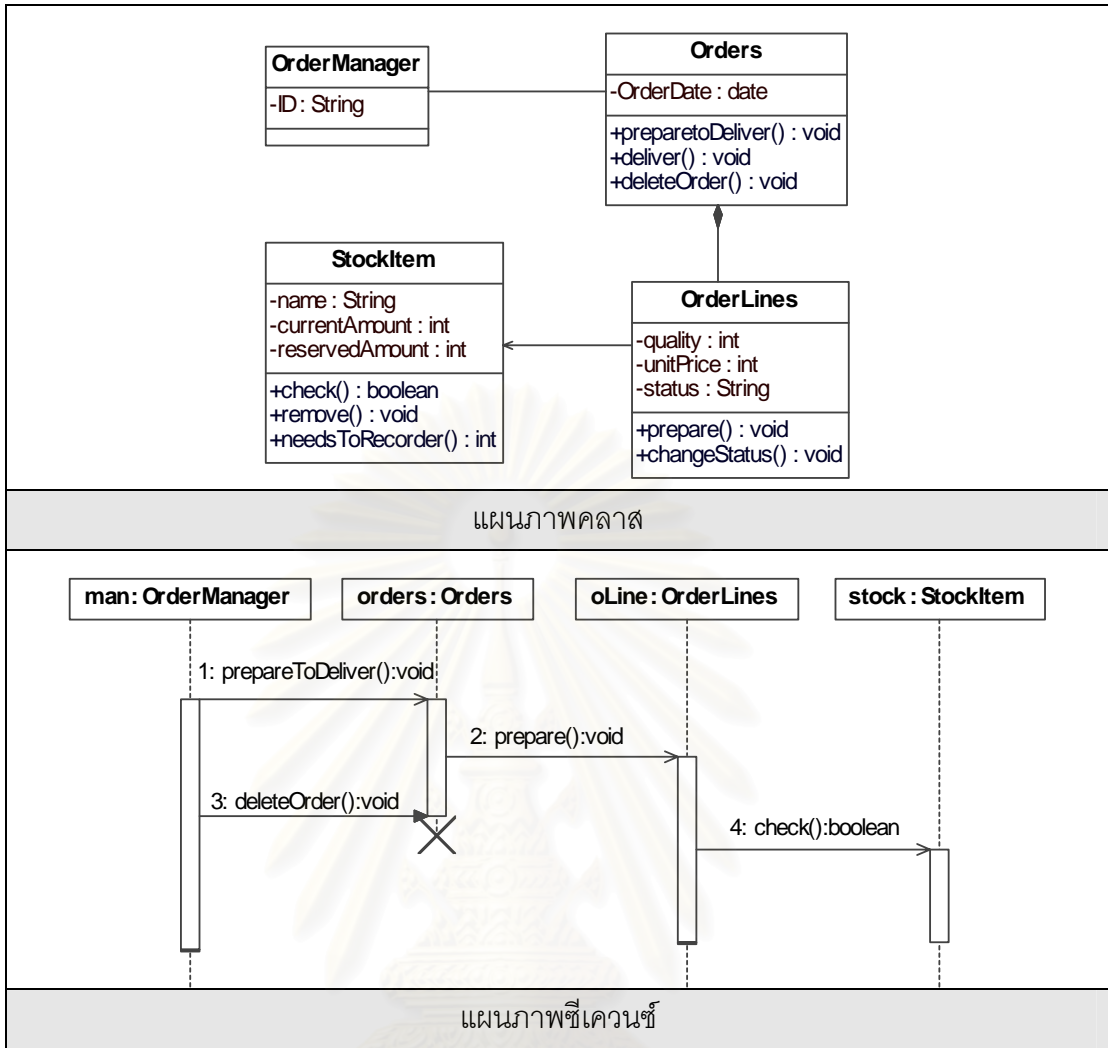
รูปที่ 3.31 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ในกรณีที่มีคลาสย่อยส่งเมสเสจแบบทำลาย
 อ็อบเจกต์มายังอ็อบเจกต์ของคลาสหลัก

ส่วนในรูปที่ 3.31 เป็นกรณีที่ อ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นคลาสย่อยได้ส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นคลาสหลัก ซึ่งกรณีนี้จะเกิดการขัดแย้งขึ้นเหมือนกัน

จากกฎข้อที่ 1.2.3 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. ถ้าเมสเสจที่นำมาพิจารณานั้นมีชนิดของเมสเสจเป็นแบบทำลายอ็อบเจกต์
2. จะตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจทำลายอ็อบเจกต์ กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวถูกทำลายนั้น มีความสัมพันธ์แบบไหนในแผนภาพคลาส
3. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน จะตรวจสอบว่า ถ้าคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์เป็นคลาสย่อยหรือไม่ ถ้าเป็นจะตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่ถูกสร้างนั้นเป็นคลาสหลักหรือไม่ ถ้าเป็น แสดงว่าไม่สอดคล้อง
4. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน จะตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ของตัวที่ถูกทำลายนั้นเป็นคลาสหลักหรือไม่ ถ้าเป็นจะต้องตรวจสอบว่ามีเมสเสจอื่นที่ดำเนินการกับอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นคลาสย่อยหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์นั้น ไม่สามารถทำลายอ็อบเจกต์ของคลาสหลักได้ เพราะถ้าอ็อบเจกต์ของคลาสหลักถูกทำลาย อ็อบเจกต์ของคลาสย่อยก็ถูกทำลายตามไปด้วย

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.2.3 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง



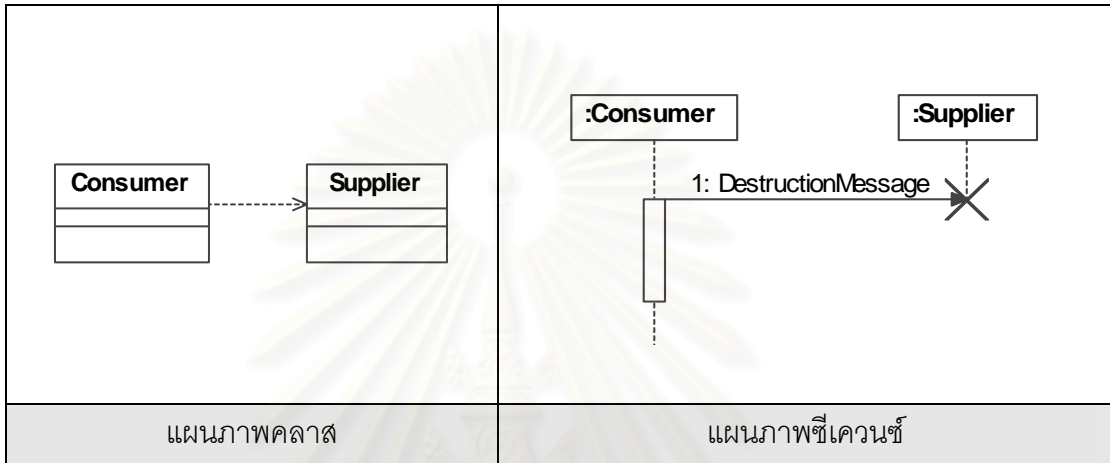
รูปที่ 3.32 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.3

จากรูปที่ 3.32 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส OrderManager, OrderLines และ StockItem โดยที่คลาส OrderManager มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส Orders ส่วนคลาส Orders มีความสัมพันธ์คอมโพสิชัน กับคลาส OrderLines โดยที่คลาส Orders เป็นคลาสหลัก และคลาส OrderLines เป็นคลาสย่อย และคลาส OrderLines มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันแบบทิศทางเดียว กับคลาส StockItem โดยจะมีทิศทางจากคลาส OrderLines ไปยังคลาส StockItem ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์มีสเตพลำดับที่ 1 อ็อบเจกต์ man ของคลาส OrderManager ได้ส่งเมสเสจไปยัง อ็อบเจกต์ order ของคลาส Orders เมสเสพลำดับที่ 2 อ็อบเจกต์ order ได้ส่งเมสเสจไปยังอ็อบเจกต์ oLine ของคลาส OrderLines เมสเสพลำดับที่ 3 อ็อบเจกต์ man ได้ส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ order เมสเสพลำดับที่ 4 มีการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ oLine ไปยังอ็อบเจกต์ stock ของคลาส StockItem เมื่อนำกฎข้อที่ 1.2.3 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้จะไม่สอดคล้อง เพราะว่าได้มีการส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังคลาสหลัก หรือคลาส Orders ก่อน แล้วมีการดำเนินการต่อของคลาส

ย่อย หรือคลาส OrderLines ซึ่งไม่สามารถที่จะดำเนินการได้ เพราะว่าคลาสหลักได้ถูกทำลาย อ็อบเจกต์ไปแล้ว ซึ่งคลาสย่อยต้องถูกทำลายไปด้วยตามความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน

2. การทำงานร่วมกันระหว่างคลาส ที่มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี

คลาส 2 คลาส มีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเป็นแบบดีเพนเดนซี โดยมีคลาสหนึ่งเป็นผู้เรียกใช้คลาสอีกคลาสหนึ่ง จะใช้สัญลักษณ์ เส้นประที่ปลายมีหัวลูกศร โดยปลายที่มีหัวลูกศรจะเป็นคลาสที่ถูกเรียกใช้จะเรียกว่า คลาสผู้ให้บริการ ส่วนคลาสที่เรียกใช้จะเรียกว่า คลาสผู้ให้บริการ



รูปที่ 3.33 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ ที่มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการไปยังคลาสผู้ให้บริการ โดยมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี

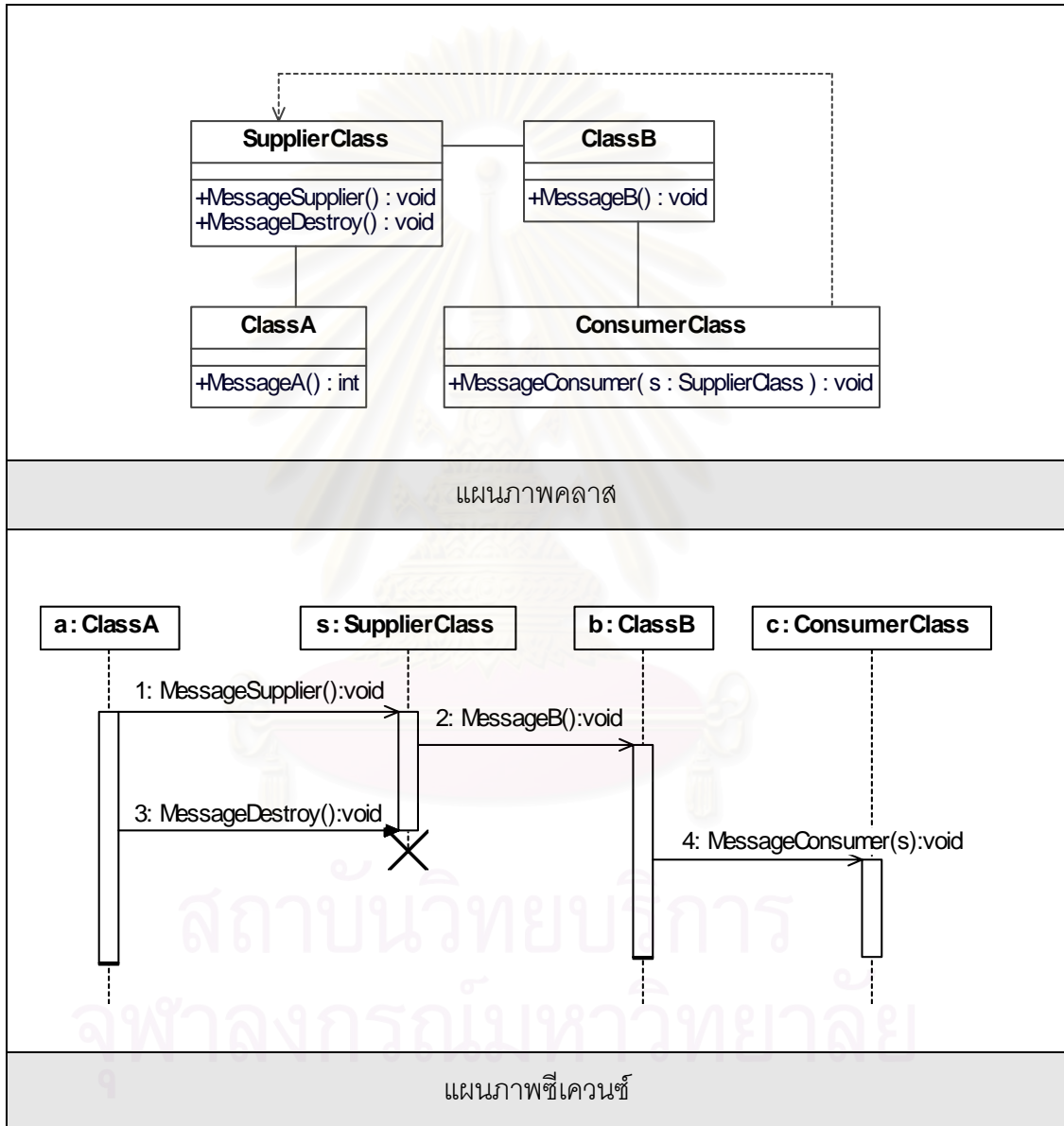
จากรูปที่ 3.33 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส Supplier กับ Consumer โดยทั้งสองคลาส มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี ซึ่งคลาส Supplier เป็นคลาสผู้ให้บริการ และคลาส Consumer เป็นคลาสผู้ให้บริการ ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์ มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์จากอ็อบเจกต์ของคลาส Consumer ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาส Supplier

ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นที่คลาสผู้ให้บริการแล้ว สิ่งที่เราเรียกใช้ใน คลาสผู้ให้บริการก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นในการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นผู้ให้บริการนั้น จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดที่อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการด้วย ดังนั้นจะต้องไม่มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์มายังอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นผู้ให้บริการ จะได้กฎข้อที่ 1.2.4 คือ

กฎข้อที่ 1.2.4

คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีในแผนภาพคลาส ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์หรือคลาสของคลาสผู้ให้บริการแล้ว จากนั้นมีการเรียกใช้คลาสของผู้ให้บริการจากคลาสที่เป็นผู้ให้บริการแล้ว ไม่สามารถเรียกใช้ได้

ในกฎข้อนี้จะตรวจสอบความสอดคล้อง โดยในแผนภาพที่ควอนซ์มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์หรือไม่ ถ้ามีจะทำการตรวจสอบว่าอ็อบเจกต์ของคลาสที่ถูกทำลายนั้นเป็นของคลาสเป็นผู้ให้บริการหรือไม่ ถ้าเป็นจะตรวจสอบว่า ในเมสเสจที่เกิดขึ้นหลังจากนั้น มีเมสเสจไหนที่มีการเรียกใช้อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการหรือไม่ หรือมีอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นผู้ให้บริการที่มีการเรียกใช้อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการ ซึ่งจะทำให้การส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังคลาสผู้ให้บริการนั้นไม่สามารถทำได้



รูปที่ 3.34 แผนภาพคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี และแผนภาพซีควเอนซ์ของการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังคลาสผู้ให้บริการ

จากรูปที่ 3.34 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส ClassA ClassB SupplierClass และ ConsumerClass โดยมีคลาส ConsumerClass มีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี กับคลาส

SupplierClass ซึ่งคลาส ConsumerClass เป็นคลาสผู้เรียกใช้ ส่วนคลาส SupplierClass เป็นคลาสผู้ให้บริการ ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์ มีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์จากอ็อบเจกต์ a ของคลาส ClassA ไปยัง อ็อบเจกต์ s ของคลาส SupplierClass ในเมสเสจลำดับที่ 3 ซึ่งคลาส SupplierClass จะมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี กับคลาส ConsumerClass ซึ่งคลาส ConsumerClass เป็นตัวที่เรียกใช้ คลาส SupplierClass เมื่อมีการส่งเมสเสจมาทำลายคลาสที่เป็นคลาสผู้ให้บริการจะมีผลกระทบต่อคลาสผู้ให้บริการด้วย หลังจากที่คลาส SupplierClass ถูกทำลาย จะมีการส่งเมสเสจไปยังคลาสที่เป็นผู้ให้บริการคือ เมสเสจลำดับที่ 4 อ็อบเจกต์ c ของคลาส ConsumerClass ดังนั้นเมื่อนำกฎข้อที่ 1.2.4 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องกันกับแผนภาพคลาส

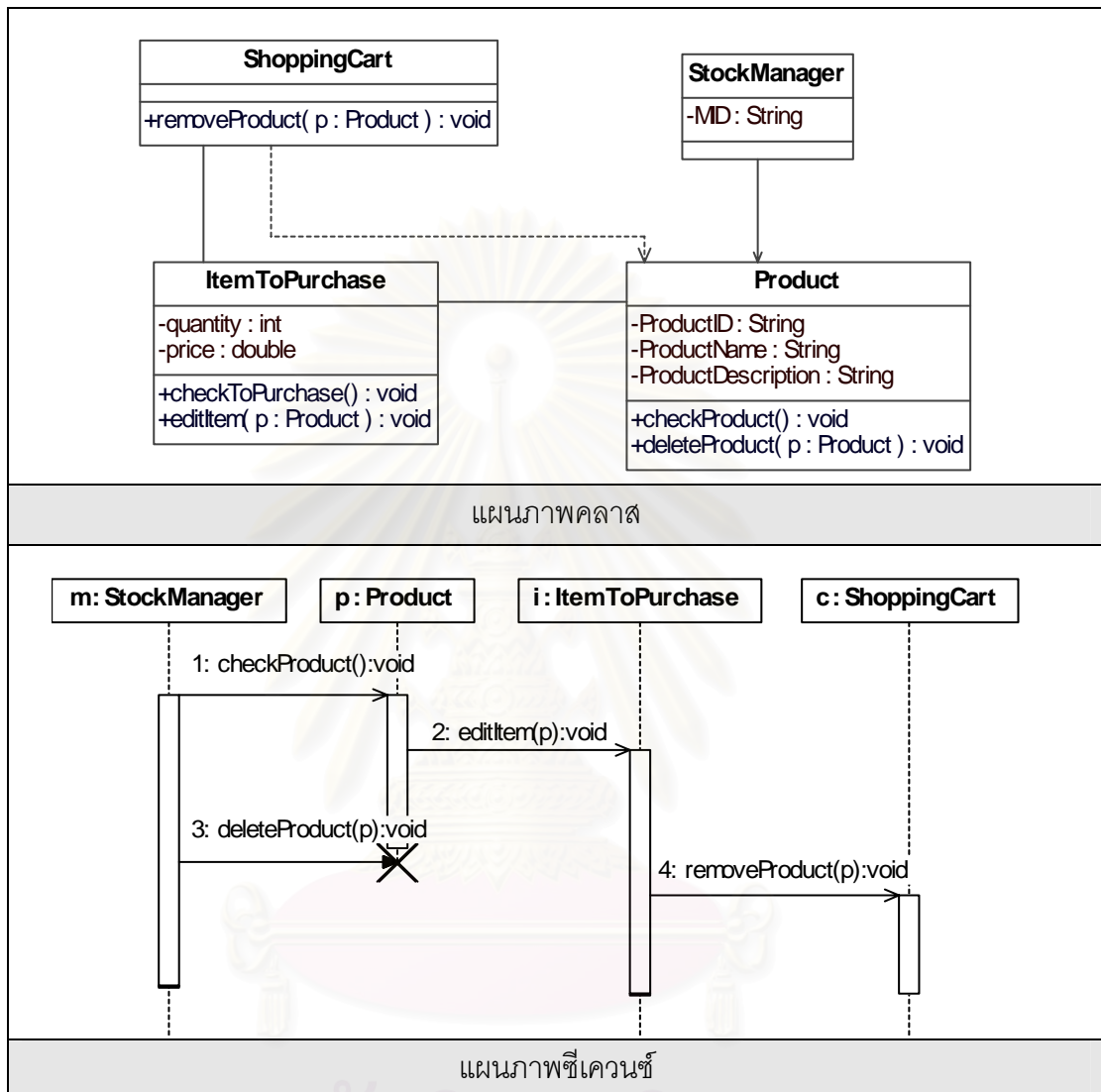
จากกฎข้อที่ 1.2.4 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. ถ้าเมสเสจที่นำมาพิจารณานั้นมีชนิดของเมสเสจเป็นแบบทำลายอ็อบเจกต์
2. จะตรวจสอบว่า คลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวส่งเมสเสจทำลายอ็อบเจกต์ กับคลาสของอ็อบเจกต์ที่ถูกทำลายนั้น มีความสัมพันธ์ชนิดไหนในแผนภาพคลาส
3. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซี จะตรวจสอบว่า ถ้าอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นตัวถูกทำลายเป็นคลาสของคลาสผู้ให้บริการ และอ็อบเจกต์ที่เป็นของคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์เป็นคลาสของผู้ให้บริการ แล้วจะไม่สามารถส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการได้
4. ถ้ามีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน จะตรวจสอบว่า ถ้าอ็อบเจกต์ของคลาสที่เป็นตัวถูกทำลายเป็นคลาสของผู้ให้บริการ จะทำการตรวจสอบต่อ โดยพิจารณาว่าหลังจากที่มีเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์แล้ว มีการใช้อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการหรือไม่ โดยที่อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการต้องมีการเรียกใช้อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการด้วย ถ้ามีแสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้ ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.2.4 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง

แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส StockManager, Product, ItemToPurchase และ ShoppingCart โดยมีคลาส ShoppingCart เป็นคลาสผู้ให้บริการ และ คลาส Product เป็นคลาสผู้ให้บริการ เมื่อมีการนำกฎข้อที่ 1.2.4 มาทำการตรวจสอบความสอดคล้องผลที่ได้ ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์นี้จะไม่สอดคล้องเพราะว่ามีการส่งเมสเสจแบบทำลายอ็อบเจกต์ไปยังคลาสที่

เป็นผู้ให้บริการคือคลาส Product จากนั้นมีการเรียกใช้คลาส Product ที่เมสเสจลำดับที่ 4 คือ remove(p):void ซึ่งเป็นเมสเสจที่เกิดกับอ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการโดยมีการเรียกใช้อ็อบเจกต์ของคลาสผู้ให้บริการด้วย ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.2.4

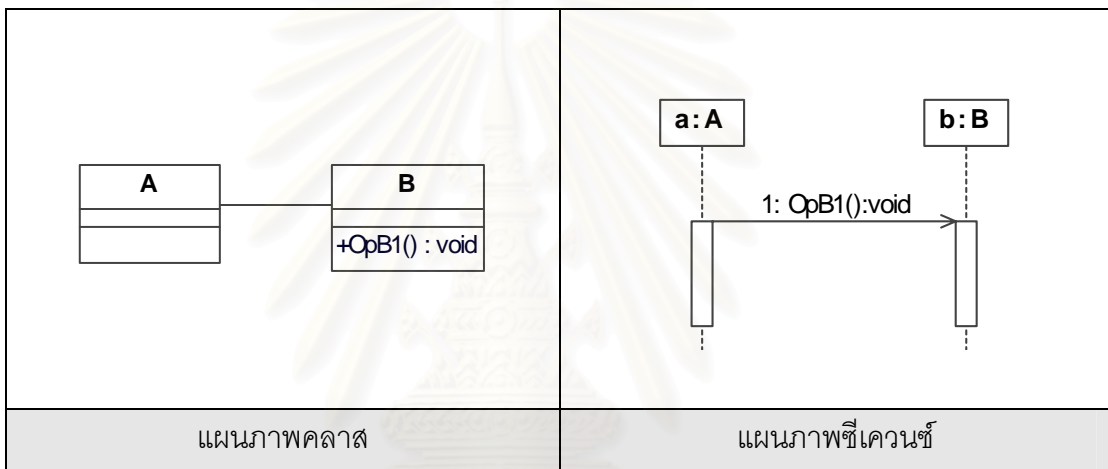
3.2.1.3. ชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อโอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาส

ในการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ ได้จะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของอ็อบเจกต์นั้นด้วย ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบในเรื่องชื่อคลาส และความสัมพันธ์ระหว่างคลาสมาก่อน ดังนั้นเมื่ออ็อบเจกต์สามารถส่งเมสเสจถึงกันได้ จะพิจารณาถึงลักษณะของเมสเสจโดยลักษณะของเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ แสดงในรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 รูปแบบของเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์

ส่วนของเมสเสจ จะเป็นชื่อของโอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาส โดยที่คลาสนี้เป็นคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจ



รูปที่ 3.37 ลักษณะชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ โดยเป็นชื่อโอเปอเรชันของคลาส

จากรูปที่ 3.37 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส A ที่มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับคลาส B โดยคลาส B มีโอเปอเรชันคือ OpB1 และในแผนภาพซีควเอนซ์ มีการส่งเมสเสจระหว่างอ็อบเจกต์ a ของคลาส A กับอ็อบเจกต์ b ของคลาส B ซึ่งบนเมสเสจจะมีชื่อโอเปอเรชันปรากฏอยู่คือ OpB1():void ซึ่งจะเป็นชื่อโอเปอเรชันของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสจ ดังนั้นจะต้องทำการตรวจสอบเรื่องชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์กับชื่อโอเปอเรชันของคลาสที่เป็นตัวรับเมสเสจในแผนภาพคลาส ว่าสอดคล้องกับหรือไม่ จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.3 คือ

กฎข้อที่ 1.3

ถ้าอ็อบเจกต์หรือคลาส A ไปร้องขออ็อบเจกต์หรือคลาส B ให้ทำโอเปอเรชัน X โดยการส่งเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์แล้ว คลาสของอ็อบเจกต์ B ในแผนภาพคลาสจะต้องมีโอเปอเรชัน X ปรากฏอยู่เสมอ

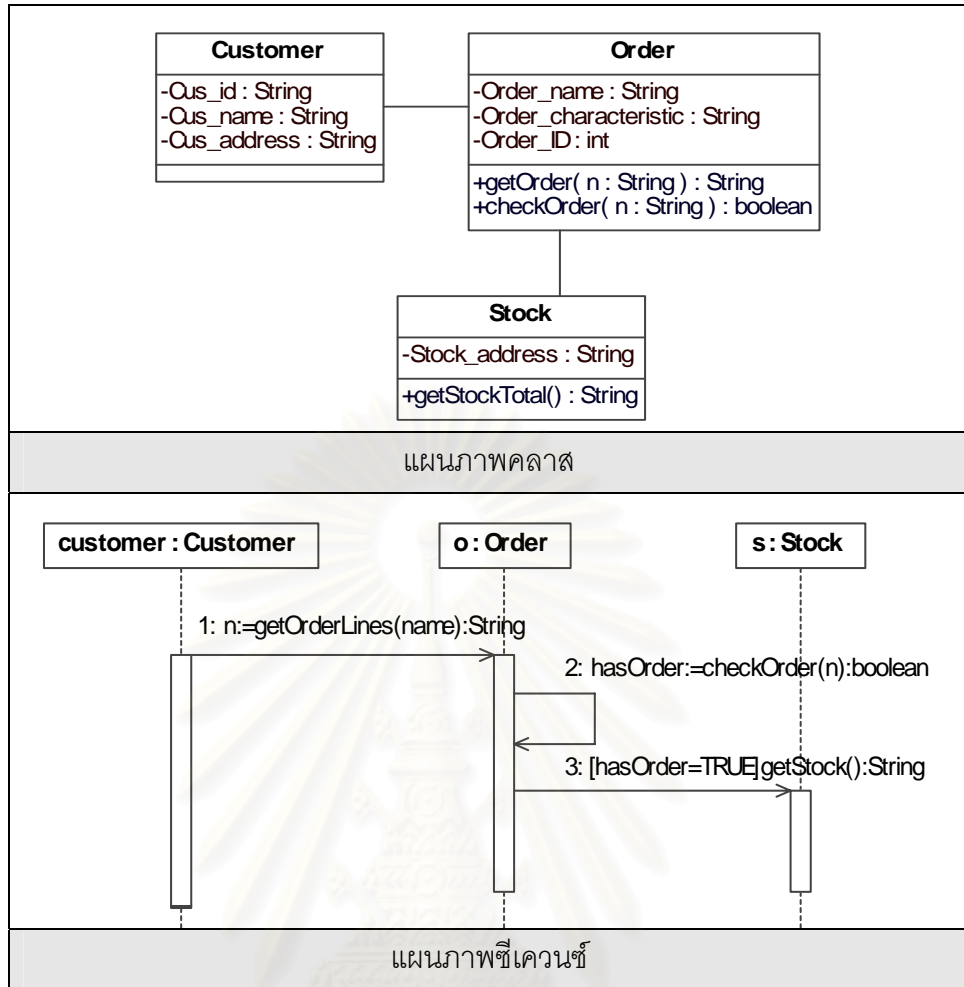
ในกฎข้อนี้ จะเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องชื่อไอเปอเรชันบนเมสเสทในแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อไอเปอเรชันของคลาสที่เป็นตัวรับเมสเสทในแผนภาพคลาส ซึ่งถ้าชื่อไอเปอเรชันของเมสเสท กับชื่อของไอเปอเรชันของคลาส สอดคล้องกัน แสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้สอดคล้องกับแผนภาพคลาส และจะทำการตรวจสอบในเรื่องของชนิดของการคืนค่าของไอเปอเรชันบนเมสเสทกับชนิดของการคืนค่าของไอเปอเรชันที่มีชื่อตรงกันของคลาส

จากกฎข้อที่ 1.3 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. นำไอเปอเรชันของแต่ละเมสเสทมาตรวจสอบ โดยนำรหัสของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์ที่เป็นตัวรับเมสเสท
2. นำรหัสของคลาสที่ได้จากข้อ 1 มาเปรียบเทียบกับรหัสคลาสทั้งหมดในแผนภาพคลาสเพื่อทำการเลือกคลาสที่จะนำไอเปอเรชันมาตรวจสอบกับชื่อไอเปอเรชันบนเมสเสท
3. นำชื่อไอเปอเรชันบนเมสเสทในข้อ 1 มาตรวจสอบกับชื่อไอเปอเรชันทั้งหมดในแผนภาพคลาส ซึ่งถ้าตรงกัน แสดงว่าสอดคล้องในเรื่องชื่อไอเปอเรชัน
4. จากนั้นตรวจสอบว่าชนิดของการคืนค่าของไอเปอเรชันบนเมสเสทกับ ชนิดการคืนค่าของไอเปอเรชันในคลาส ถ้าตรงกันแสดงว่าสอดคล้อง

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.3 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

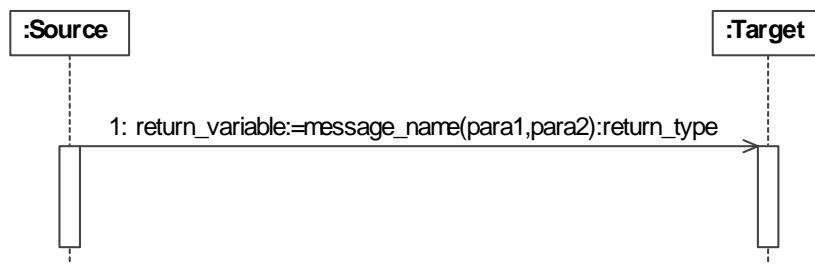
แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส Customer, Order และ Stock โดยที่คลาส Order ประกอบด้วยไอเปอเรชัน getOrder() และ checkOrder() คลาส Stock ประกอบด้วยไอเปอเรชัน getStockTotal() และแผนภาพซีควเอนซ์ อ็อบเจกต์ customer ของคลาส Customer ไปร้องขอให้อ็อบเจกต์ o ของคลาส Order ทำไอเปอเรชัน getOrderLines() จากนั้น อ็อบเจกต์ o ได้ทำไอเปอเรชัน checkOrder() จากนั้น อ็อบเจกต์ o ได้ร้องขอให้อ็อบเจกต์ s ของคลาส Stock ทำไอเปอเรชัน getStock() โดยมีเงื่อนไขว่า hasOrder = TRUE เมื่อได้ทำการตรวจสอบตามกฎข้อที่ 1.3 ผลที่ได้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสในเรื่องของชื่อไอเปอเรชัน เพราะว่าการส่งเมสเสทระหว่างอ็อบเจกต์ customer กับ อ็อบเจกต์ o นั้น ชื่อไอเปอเรชันบนเมสเสทคือ getOrderLines() ซึ่งไม่สอดคล้องกับชื่อไอเปอเรชันของคลาส Order ทำให้เมสเสทนี้ไม่สอดคล้อง จึงสรุปได้ว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องในเรื่องชื่อไอเปอเรชัน ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.3

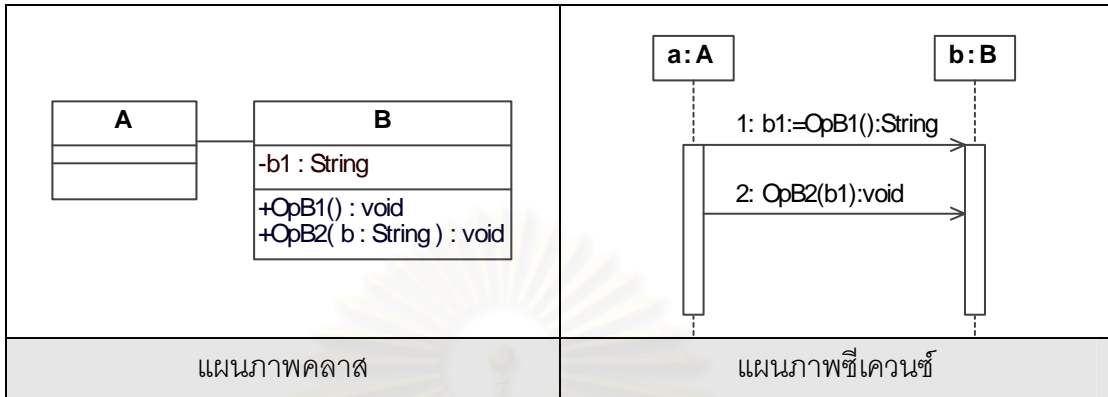
3.2.1.4. จำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชั่นบนเมสเสทในแผนภาพซีควเอนซ์

ในการตรวจสอบจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์นั้น ต้องผ่านการตรวจสอบเรื่องชื่อคลาส ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ชื่อของโอเปอเรชั่น และชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชั่นก่อน เพราะการตรวจสอบเรื่องของลำดับ จำนวน และชนิดของพารามิเตอร์นั้น จะต้องสอดคล้องในเรื่องของชื่อโอเปอเรชั่นก่อน ซึ่งจะรู้ว่าควรจะตรวจสอบจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์กับโอเปอเรชั่นไหนของคลาสในแผนภาพคลาส



รูปที่ 3.39 ชื่อโอเปอเรชั่นบนเมสเสทที่มีพารามิเตอร์

จากรูปที่ 3.39 ลักษณะของเมสเสจที่มีพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์ ประกอบด้วย ชื่อพารามิเตอร์ ถ้ามีหลายตัวจะคั่นด้วยเครื่องหมายคอมม่า (',') ได้แก่ para1, para2



รูปที่ 3.40 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีการรับพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจ

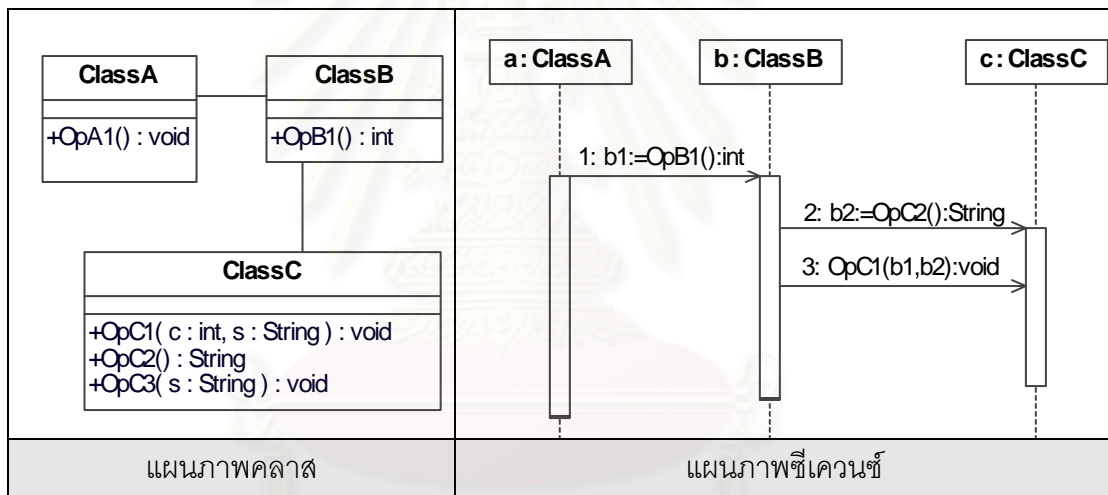
จากรูปที่ 3.40 แผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส A ที่มีความสัมพันธ์ กับ คลาส B โดยที่ คลาส B มีโอเปอเรชัน OpB1():String ,OpB2(b:String):void และในแผนภาพซีควเอนซ์ มีการส่ง เมสเสจลำดับที่ 1 ระหว่าง อ็อบเจกต์ a กับอ็อบเจกต์ b โดยชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจเป็นชื่อ โอเปอเรชัน ของคลาส B คือ OpB1() และ การส่งเมสเสจลำดับที่ 2 ระหว่างอ็อบเจกต์ a กับ อ็อบเจกต์ b โดยชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจจะเป็นชื่อโอเปอเรชันของคลาส B คือ OpB2() ใน เมสเสจลำดับที่ 2 มีการรับพารามิเตอร์ของโอเปอเรชัน OpB2() ด้วย ก็คือ b1

จะเห็นว่าคลาส A มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส B โดยคลาส B จะ ประกอบด้วย แอททริบิวต์ได้แก่ b1 มีชนิดเป็น String มีโอเปอเรชันได้แก่ OpB1 มีชนิดของการคืน ค่าของโอเปอเรชันเป็น String ไม่มีพารามิเตอร์ และ OpB2 ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชันเป็น void มีพารามิเตอร์ได้แก่ b ที่มีชนิดพารามิเตอร์เป็น String ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์ จะมีการส่ง เมสเสจจากอ็อบเจกต์ a ของคลาส A ไปยังอ็อบเจกต์ b ของคลาส B ทั้งเมสเสจในลำดับที่ 1 และ ลำดับที่ 2 เมสเสจลำดับที่ 1 จะมีโอเปอเรชันOpB1 ซึ่งจะมีชนิดของการคืนค่าเป็น String โดยจะ มีตัวแปรมารับค่าของโอเปอเรชันด้วย นั่นคือ b1 จากนั้นเป็นเมสเสจลำดับที่ 2 ซึ่งจะส่งเมสเสจ จากอ็อบเจกต์ a ไปยังอ็อบเจกต์ b เหมือนกัน โดยมีโอเปอเรชัน คือ OpB2 ซึ่งต้องการ พารามิเตอร์ด้วย ก็คือ นำตัวแปร b1 มาเป็นพารามิเตอร์ด้วย ซึ่งชนิดของตัวแปร b1 จะต้องตรงกับ ชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชัน OpB2 ด้วย จึงจะสอดคล้อง นอกจากนั้น ยังต้องตรวจสอบ ในเรื่องของจำนวนของพารามิเตอร์ และลำดับของพารามิเตอร์ด้วย โดยการตรวจสอบจำนวน พารามิเตอร์เพื่อที่จะสามารถนำไปตรวจสอบชนิดของพารามิเตอร์ต่อได้ รวมทั้งลำดับของ พารามิเตอร์ก็จะช่วยในการตรวจสอบชนิดของพารามิเตอร์ด้วย จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.4 คือ

กฎข้อที่ 1.4

จำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันที่ปรากฏบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ จะมีจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชัน เหมือนกับ โอเปอเรชันที่ประกาศไว้ในคลาส ของแผนภาพคลาส

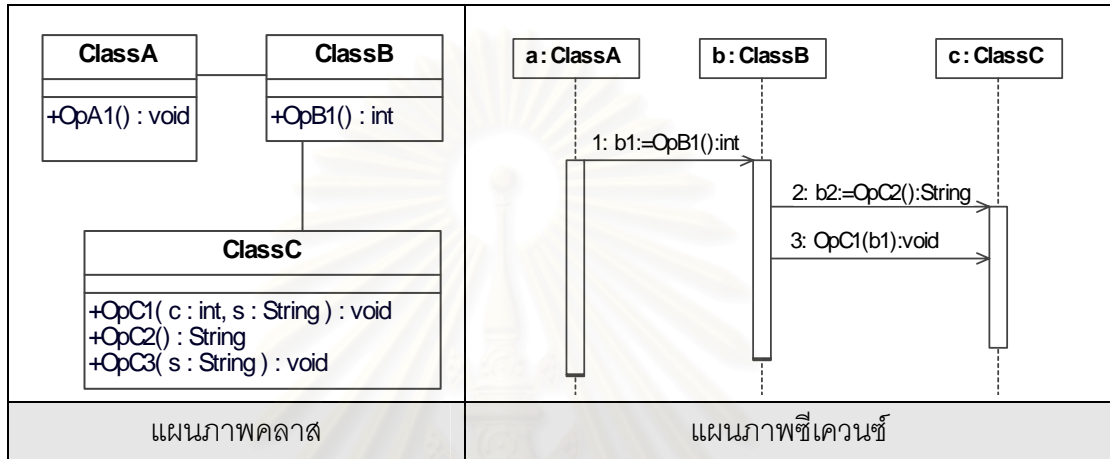
ในกฎข้อนี้จะตรวจสอบจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ โดยเริ่มจากการพิจารณา จำนวนของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจ กับโอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาส ถ้า จำนวนของพารามิเตอร์เท่ากัน จากนั้นตรวจสอบในเรื่องของลำดับของพารามิเตอร์ ซึ่งจะ ตรวจสอบไปพร้อมกับชนิดของพารามิเตอร์ โดยจะตรวจสอบว่าลำดับของพารามิเตอร์ที่ตำแหน่งนี้ มีชนิดของพารามิเตอร์เป็นชนิดอะไร เมื่อมีพารามิเตอร์เข้ามาในโอเปอเรชันบนเมสเสจ ใน แผนภาพคลาสที่ตำแหน่งเดียวกันมีชนิดเป็นอะไร ซึ่งจะนำมาเปรียบเทียบชนิดของพารามิเตอร์กัน ถ้าตรงกัน แสดงว่าชนิดของพารามิเตอร์บนเมสเสจสอดคล้อง กับชนิดของพารามิเตอร์ของ โอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาส



รูปที่ 3.41 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอดคล้องในเรื่องของจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจ

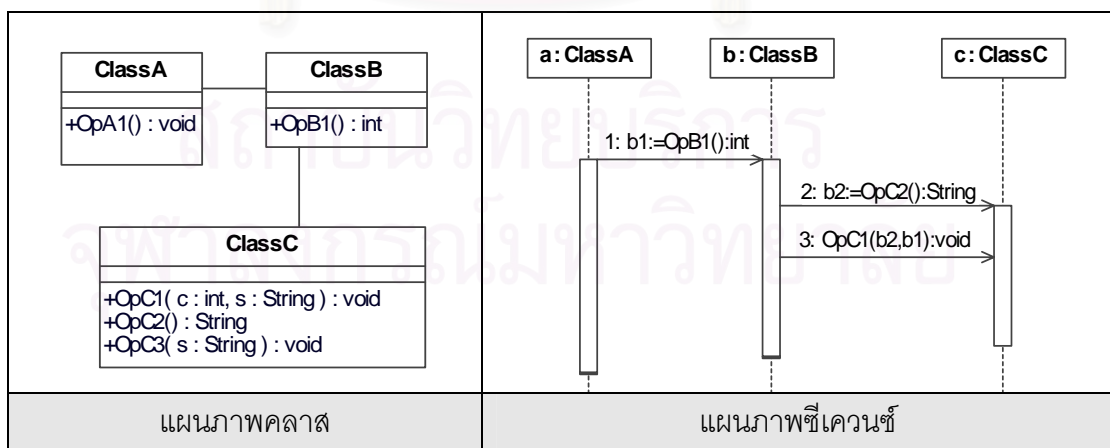
จากรูปที่ 3.41 แผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส ClassA, ClassB และ ClassC โดย คลาส ClassA มีโอเปอเรชันได้แก่ OpA1 มีชนิดของการคืนค่าโอเปอเรชันเป็น void คลาส ClassB มีโอเปอเรชันได้แก่ OpB1 มีชนิดของการคืนค่าโอเปอเรชันเป็น int และคลาส ClassC โอเปอเรชันได้แก่ OpC1 มีชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชันเป็น void และมีพารามิเตอร์ได้แก่ c ซึ่งมีชนิดพารามิเตอร์เป็น int เป็นลำดับที่ 1 และ s ซึ่งมีชนิดพารามิเตอร์เป็น String เป็นลำดับที่ 2 ต่อมา โอเปอเรชัน OpC2 มีชนิดของการคืนค่าโอเปอเรชันเป็น String ไม่มีพารามิเตอร์ และโอเปอเรชัน OpC3 มีชนิดของการคืนค่าโอเปอเรชันเป็น void มีพารามิเตอร์ได้แก่ s มีชนิดพารามิเตอร์เป็น String และแผนภาพซีควเอนซ์มีการส่งเมสเสจลำดับที่ 1 จากอ็อบเจกต์ a ของคลาส Class A ไป

ยังอีกบเจกต์ b ของคลาส ClassB มีโอเปอเรชั่นคือ OpB1 และมีตัวแปรมารับค่า คือ b1 ที่มีชนิดเป็น int ต่อมาเป็นการส่งเมสเสทลำดับที่ 2 จากอีกบเจกต์ b ไปยังอีกบเจกต์ c ของคลาส ClassC มีโอเปอเรชั่นคือ OpC2 และมีตัวแปรมารับค่าคือ b2 ที่มีชนิดเป็น String และการส่งเมสเสทลำดับที่ 3 จากอีกบเจกต์ b ไปยังอีกบเจกต์ c มีโอเปอเรชั่นคือ OpC1 มีการรับพารามิเตอร์ได้แก่ b1 และ b2 ซึ่งเมื่อนำกฎข้อที่ 1.4 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควენซ์นี้จะสอดคล้องกับแผนภาพคลาส



รูปที่ 3.42 แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสเรื่องจำนวนพารามิเตอร์

จากรูปที่ 3.42 แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องในเรื่องจำนวนของพารามิเตอร์ โดยในแผนภาพซีควเอนซ์ เมสเสทลำดับที่ 3 นั้นมีโอเปอเรชั่นคือ OpC1 ซึ่งมีการรับพารามิเตอร์ 1 ตัวได้แก่ b1 แต่ในแผนภาพคลาสจำนวนพารามิเตอร์ของโอเปอเรชั่น OpC1 นั้นมีการรับพารามิเตอร์ 2 ตัว ทำให้ไม่สอดคล้องในเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบชนิดของพารามิเตอร์ต่อไปได้



รูปที่ 3.43 แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสเรื่องของลำดับของพารามิเตอร์และชนิดของพารามิเตอร์

จากรูปที่ 3.43 แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องในเรื่องลำดับพารามิเตอร์และชนิดของพารามิเตอร์ ในเมสเสจลำดับที่ 3 นั้นมีโอเปอเรชัน OpC1 ซึ่งมีการรับพารามิเตอร์ 2 ตัว โดยลำดับที่ 1 เป็น b2 และลำดับที่ 2 เป็น b1 เมื่อตรวจสอบชนิดของพารามิเตอร์ทั้ง 2 ในแผนภาพซีควเอนซ์ จะได้ b2 มีชนิดเป็น String และ b1 มีชนิดพารามิเตอร์เป็น int ซึ่งเมื่อตรวจสอบโอเปอเรชัน OpC1 ในคลาสของแผนภาพคลาส ชนิดของพารามิเตอร์ลำดับที่ 1 นั้นมีชนิดเป็น int ซึ่งไม่สอดคล้องกับชนิดของพารามิเตอร์ b2 ที่มีชนิดเป็น String ในแผนภาพซีควเอนซ์ และชนิดของพารามิเตอร์ลำดับที่ 2 มีชนิดเป็น String ซึ่งไม่สอดคล้องกับชนิดของพารามิเตอร์ b1 ที่มีชนิดพารามิเตอร์เป็น int ในแผนภาพซีควเอนซ์

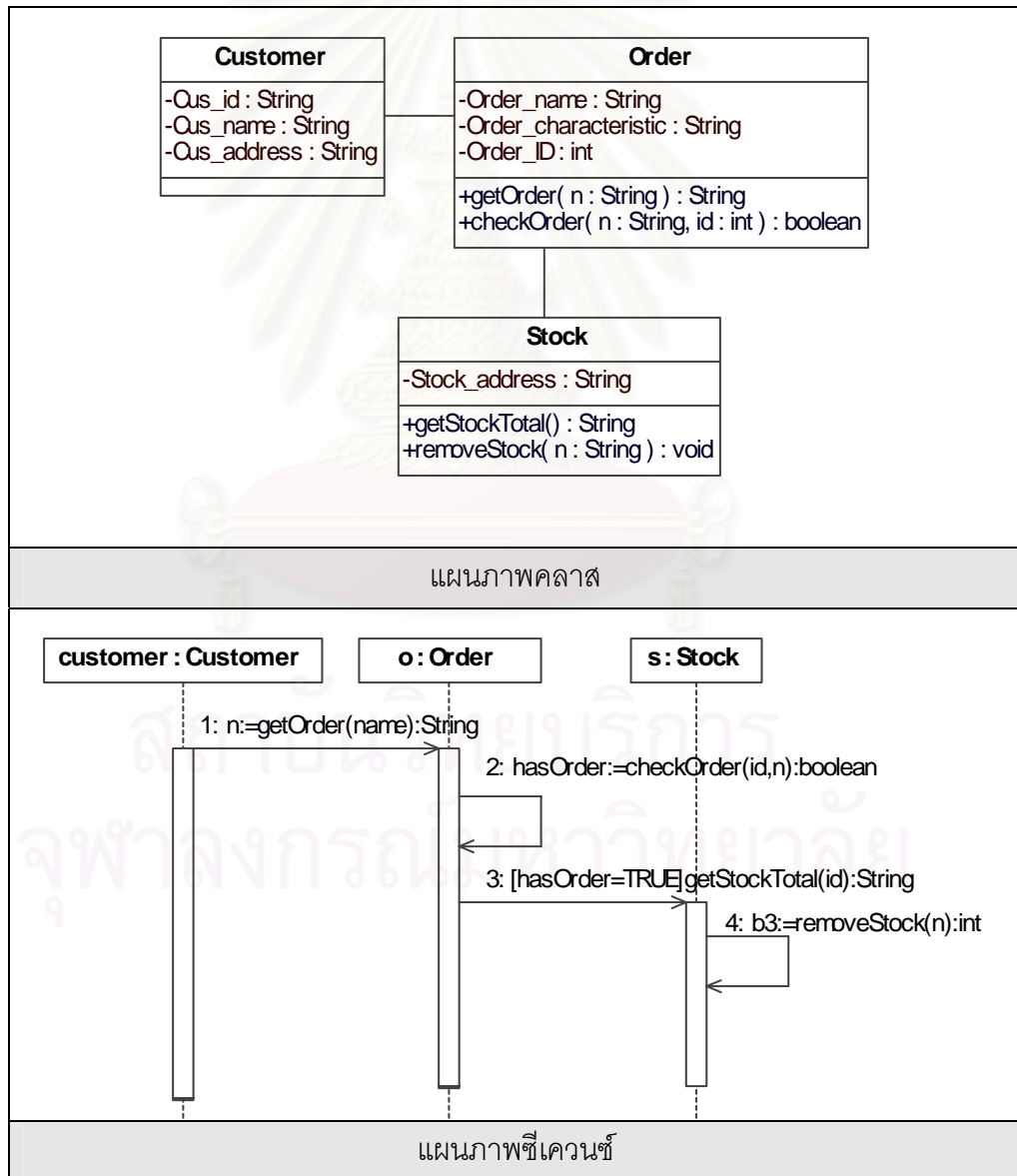
จากกฎข้อที่ 1.4 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นจะตรวจสอบจำนวนของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจ 1 เมสเสจ กับจำนวนของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันในคลาส ที่มีชื่อโอเปอเรชัน และชนิดของการคืนค่าตรงกัน
2. เมื่อตรวจสอบจำนวนพารามิเตอร์แล้วเท่านั้น จะตรวจสอบชนิดของพารามิเตอร์ แต่ในกรณีที่ไม่มีพารามิเตอร์ ก็ไม่ต้องตรวจสอบชนิดของพารามิเตอร์
3. นำพารามิเตอร์ทุกตัวของโอเปอเรชันบนเมสเสจมาตรวจสอบกับพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันในคลาส โดยจะตรวจสอบตามลำดับของพารามิเตอร์ ถ้าที่ลำดับที่ 1 พารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจมีชนิดเป็นอะไร ก็นำไปตรวจสอบกับพารามิเตอร์ลำดับที่ 1 ของโอเปอเรชันในคลาส ถ้าชนิดของพารามิเตอร์ตรงกันเก็บไว้แล้วเมื่อตรวจสอบครบทุกตัวของพารามิเตอร์ ก็นำมาเปรียบเทียบว่า ถ้าจำนวนชนิดของพารามิเตอร์ที่สอดคล้องเท่ากับ จำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดของโอเปอเรชันบนเมสเสจแล้ว แสดงว่าเมสเสจนั้นสอดคล้องเรื่องของชนิดพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันบนเมสเสจ

ตัวอย่างของแผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.4 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

แผนภาพคลาส ประกอบด้วยคลาส Customer Order และ Stock และแผนภาพซีควเอนซ์ เมื่อนำมาตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.4 ผลที่ได้ เมสเสจที่ไม่สอดคล้องได้แก่ `hasOrder:=checkOrder(id,n):boolean` ไม่สอดคล้องเรื่องของชนิดของพารามิเตอร์ พารามิเตอร์ `id` ไม่สามารถตรวจสอบชนิดได้ ซึ่งในตำแหน่งของโอเปอเรชันนี้ในแผนภาพคลาส จะมีชนิดของ

พารามิเตอร์เป็น String และพารามิเตอร์ n ในแผนภาพซีเควนซ์มีชนิดเป็น String แต่เมื่อตรวจสอบโอเปอเรชั่นที่เหมือนกันในแผนภาพคลาสที่ตำแหน่งนี้ จะมีชนิดพารามิเตอร์เป็น int ซึ่งไม่สอดคล้องกับชนิดของพารามิเตอร์ในแผนภาพซีเควนซ์ ทำให้เมสเสจนี้ไม่สอดคล้องในเรื่องชนิดของพารามิเตอร์ เมสเสจ `getStockTotal(id):String` ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อของจำนวนพารามิเตอร์ ซึ่งในแผนภาพคลาส โอเปอเรชั่น `getStockTotal():String` ของคลาส ไม่มีพารามิเตอร์ แต่ในแผนภาพซีเควนซ์ที่เมสเสจ `getStockTotal(id):String` มีพารามิเตอร์ ทำให้ไม่สอดคล้องกันในเรื่องของจำนวนพารามิเตอร์ เมสเสจ `b3:=removeStock(n):int` ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชั่น ซึ่งโอเปอเรชั่น `removeStock` ของคลาสในแผนภาพคลาส นั้นมีชนิดเป็น void ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แผนภาพซีเควนซ์นี้ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส ในเรื่องของจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีเควนซ์ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.4

3.2.1.5 ตัวแปร และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไขของแผนภาพซีเควนซ์

เงื่อนไข เป็นการบอกกว่าก่อนที่จะมีการดำเนินการของโอเปอเรชันใดในเมสเสท จะต้องทำการทดสอบเงื่อนไขก่อน ซึ่งเงื่อนไขค่าที่เป็นไปได้จะเป็น จริง หรือเท็จ เท่านั้น ซึ่งถ้าค่าความจริงของเงื่อนไขออกมาเป็นจริง ก็จะสามารถดำเนินการกับโอเปอเรชันที่อยู่ต่อจากเงื่อนไขได้ ซึ่งลักษณะของเงื่อนไขมีความหลากหลาย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะยึดเอารูปแบบ ที่ว่า ตัวแปร+เครื่องหมาย+ค่า ซึ่งเราจะทำการตรวจสอบว่าตัวแปรในเงื่อนไขนั้นได้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาสหรือไม่ แต่ถ้าไม่ได้ประกาศไว้ ตัวแปรในเงื่อนไขที่เกิดขึ้นในแผนภาพซีเควนซ์ ซึ่งจะเป็นตัวแปรแบบท้องถิ่น (Local variable) ไม่ต้องตรวจสอบความสอดคล้องแต่จะบอกได้ว่าตัวแปรในเงื่อนไขนั้นควรมีชนิดเป็นอะไร

ในการตรวจสอบชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข จะนำตัวแปรในเงื่อนไขไปทำการตรวจสอบว่าชื่อของตัวแปร กับชื่อของแอททริบิวต์ของคลาสนั้นตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงกันแสดงว่าตัวแปรนี้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาส แล้วตรวจสอบชนิดของตัวแปร โดยนำชนิดของแอททริบิวต์ในคลาส มาทำการตรวจสอบกับชนิดของตัวแปรที่เป็นการรับค่ามาจากโอเปอเรชันที่มีชื่อตรงกันกับชื่อตัวแปรในเงื่อนไข ว่ามีชนิดเดียวกันหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ชนิดเดียวกันแสดงว่าไม่สอดคล้องกัน แต่ถ้าชื่อตัวแปรในเงื่อนไข กับชื่อของแอททริบิวต์ในคลาสไม่ตรงกัน จะสามารถบอกได้ว่า ตัวแปรนั้นควรมีชนิดเป็นอะไร โดยนำตัวแปรที่เป็นตัวรับค่าของโอเปอเรชันบอกว่าควรมีชนิดเป็นอะไร จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.5

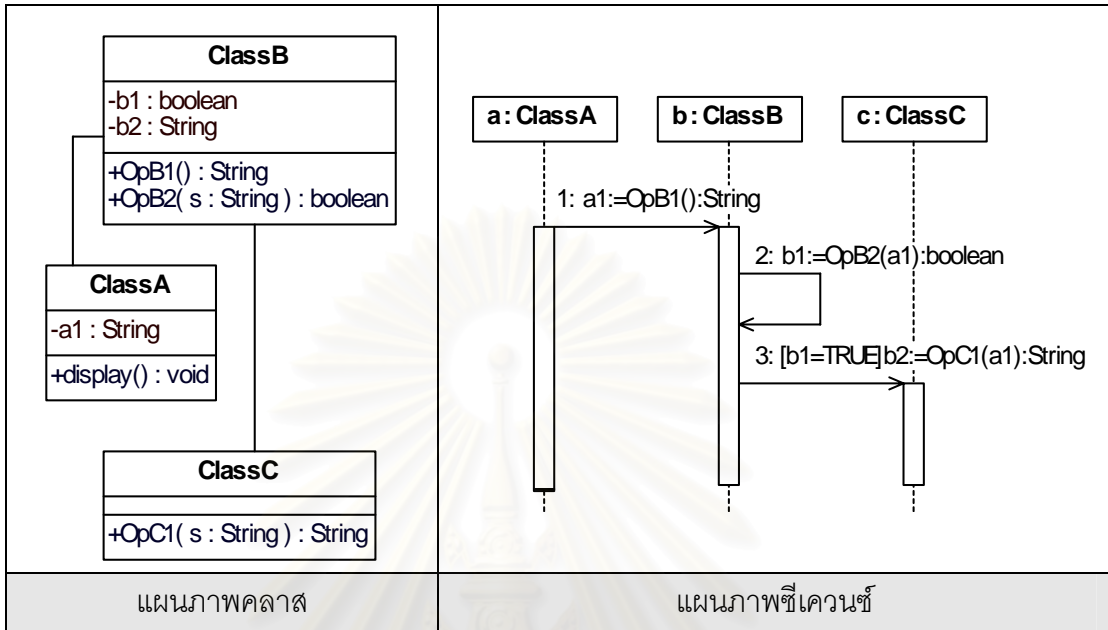
กฎข้อที่ 1.5

ตัวแปร และชนิดของตัวแปรที่เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในเครื่องหมาย [] บนเมสเสทในแผนภาพซีเควนซ์ จะประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาส

ในกฎข้อนี้เป็นการตรวจสอบตัวแปรในเงื่อนไขบนเมสเสทในแผนภาพซีเควนซ์ ว่าตัวแปรที่อยู่ในเงื่อนไขนั้นได้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาสหรือไม่ ถ้าเป็น จะทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข โดยบนเมสเสทตัวแปรที่รับค่าจากโอเปอเรชัน ที่มีชื่อตรงกับชื่อตัวแปรในเงื่อนไข มีชนิดเป็นอะไร จะตรวจสอบกับชนิดของแอททริบิวต์ที่ได้จากคลาส ถ้าตรงกันแสดงว่าสอดคล้อง

แผนภาพคลาสจะประกอบด้วยคลาส ClassA, ClassB และ ClassC ในแผนภาพซีเควนซ์ อ็อบเจกต์ a ของคลาส ClassA ได้ส่งเมสเสทลำดับที่ 1 ไปยังอ็อบเจกต์ b ของคลาส ClassB จากนั้นอ็อบเจกต์ b มีการส่งเมสเสทภายในอ็อบเจกต์ คือเมสเสทลำดับที่ 2 จากนั้นอ็อบเจกต์ b ได้ส่งเมสเสทลำดับที่ 3 ไปยังอ็อบเจกต์ c ของคลาส ClassC ซึ่งในเมสเสทลำดับที่ 3 จะมีเงื่อนไขคือ

b1=TRUE ซึ่งตัวแปรในเงื่อนไขคือ b1 เมื่อนำกฎข้อที่ 1.5 มาตรวจสอบความสอดคล้องของผลที่ได้ b1 สอดคล้องกับแอททริบิวต์ในคลาส ทำให้แผนภาพซีควენซ์นี้สอดคล้องกับแผนภาพคลาส ดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.45 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ตรวจสอบเรื่องตัวแปรในเงื่อนไข

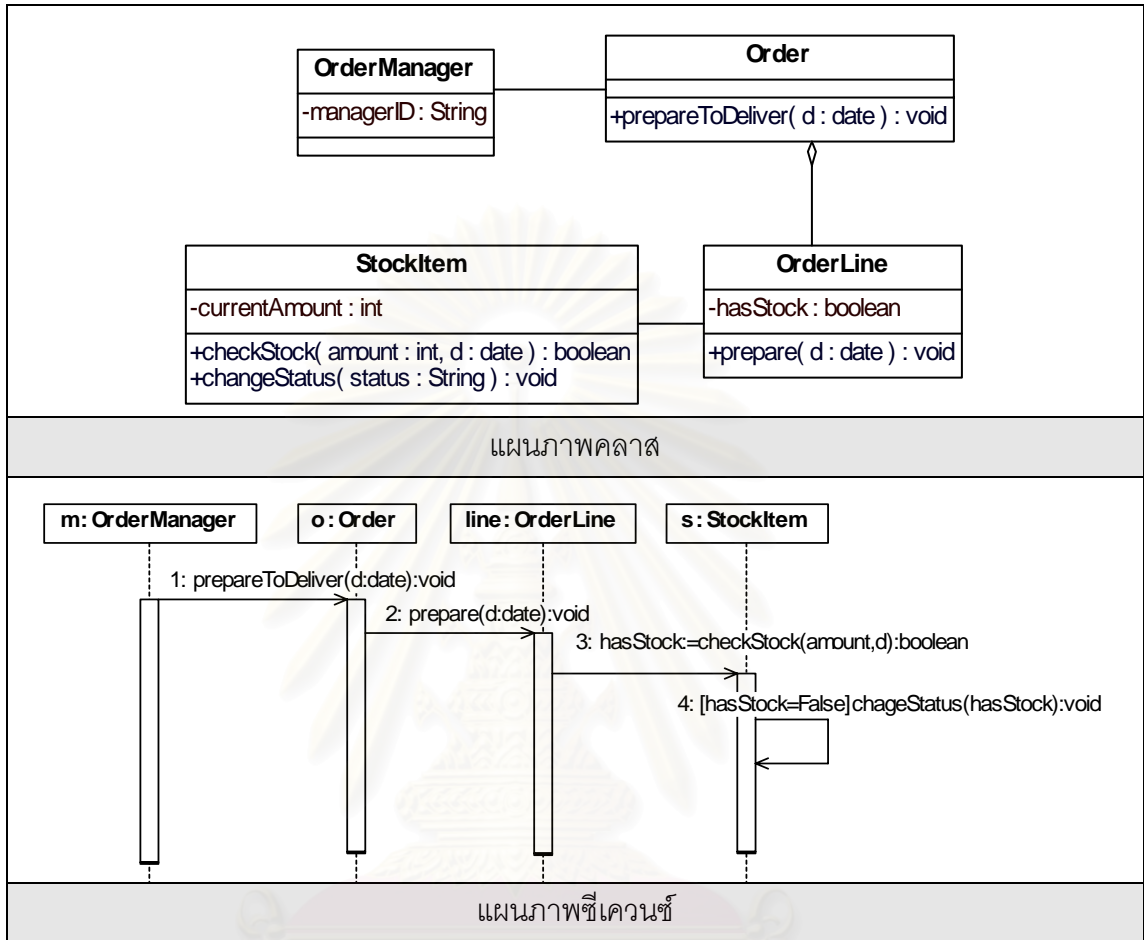
จากกฎข้อที่ 1.5 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ได้ดังต่อไปนี้

- นำตัวแปรในเงื่อนไขไปตรวจสอบ กับแอททริบิวต์ของคลาสที่เป็นตัวส่งเมสเสจที่มีเงื่อนไขอยู่
- ถ้าตรงกัน แสดงว่าตัวแปรในเงื่อนไขได้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ของคลาส แต่ถ้าไม่ตรงกัน อาจจะเป็นไปได้ว่าเป็นตัวแปรท้องถิ่น ซึ่งไม่ต้องตรวจสอบชนิดของตัวแปร
- ทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปร โดยนำชนิดที่ได้จากแอททริบิวต์ในคลาส กับชนิดของตัวแปรที่รับค่าจากโอเปอเรชั่นที่มีชื่อตัวแปรเหมือนกันชื่อตัวแปรในเงื่อนไข
- ถ้าตรง แสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์สอดคล้อง

ตัวอย่างของแผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ ที่นำกฎข้อที่ 1.5 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส OrderManager, Order, OrderLine และ StockItem ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์จะมีอ็อบเจกต์ m ของคลาส OrderManager ส่งเมสเสจลำดับที่ 1 ไปยังอ็อบเจกต์ o ของคลาส Order จากนั้น อ็อบเจกต์ o ส่งเมสเสจลำดับที่ 2 ไปยังอ็อบเจกต์ line ของคลาส OrderLine จากนั้นที่อ็อบเจกต์ line ส่งเมสเสจลำดับที่ 3 ไปยังอ็อบเจกต์ s ของคลาส

StockItem และเมสเสจลำดับที่ 4 อ็อบเจกต์ s ส่งเมสเสจภายในอ็อบเจกต์ ซึ่งในเมสเสจลำดับที่ 4 นั้นมีเงื่อนไข คือ hasStock=False เมื่อนำกฎข้อที่ 1.5 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้แผนภาพซีควเรนซ์ที่สอดคล้อง ดังรูปที่ 3.46



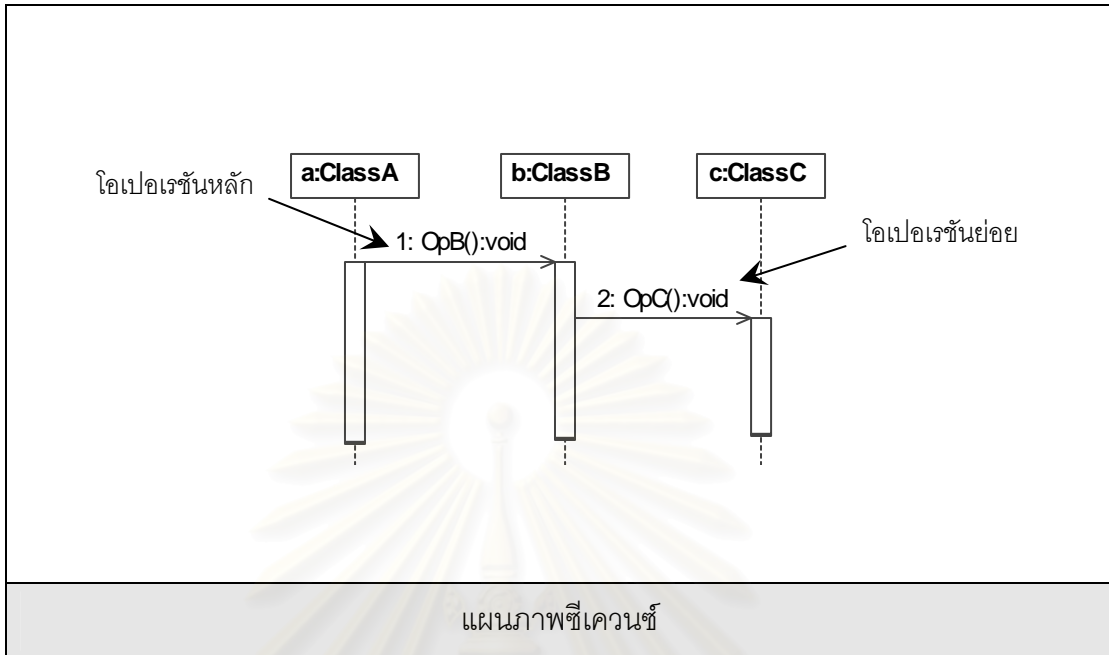
รูปที่ 3.46 แผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเรนซ์ที่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.5

จากการตรวจสอบความสอดคล้องดังที่กล่าวมา จะเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเรนซ์ ซึ่งเมื่อได้แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเรนซ์ที่สอดคล้องกันแล้ว จะเพิ่มการตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องของลำดับการเรียกโอเปอเรชัน ซึ่งจะตรวจสอบเพราะแผนภาพซีควเรนซ์ กับแผนภาพซีควเรนซ์

3.2.1.6. ลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันในแผนภาพซีควเรนซ์

ลำดับของการเรียกใช้โอเปอเรชันในแผนภาพซีควเรนซ์ เป็นการเรียงลำดับของการเรียกใช้โอเปอเรชันที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยจะแบ่งเป็นโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันย่อย โดยในส่วนของโอเปอเรชันหลักนั้นเป็นเมสเสจแรกของกลุ่ม และส่วนของโอเปอเรชันย่อย คือโอเปอเรชันที่ถูกเรียกใช้ในการดำเนินการต่อจากโอเปอเรชันหลัก ซึ่งโอเปอเรชันย่อย สามารถมีได้หลายตัว แต่

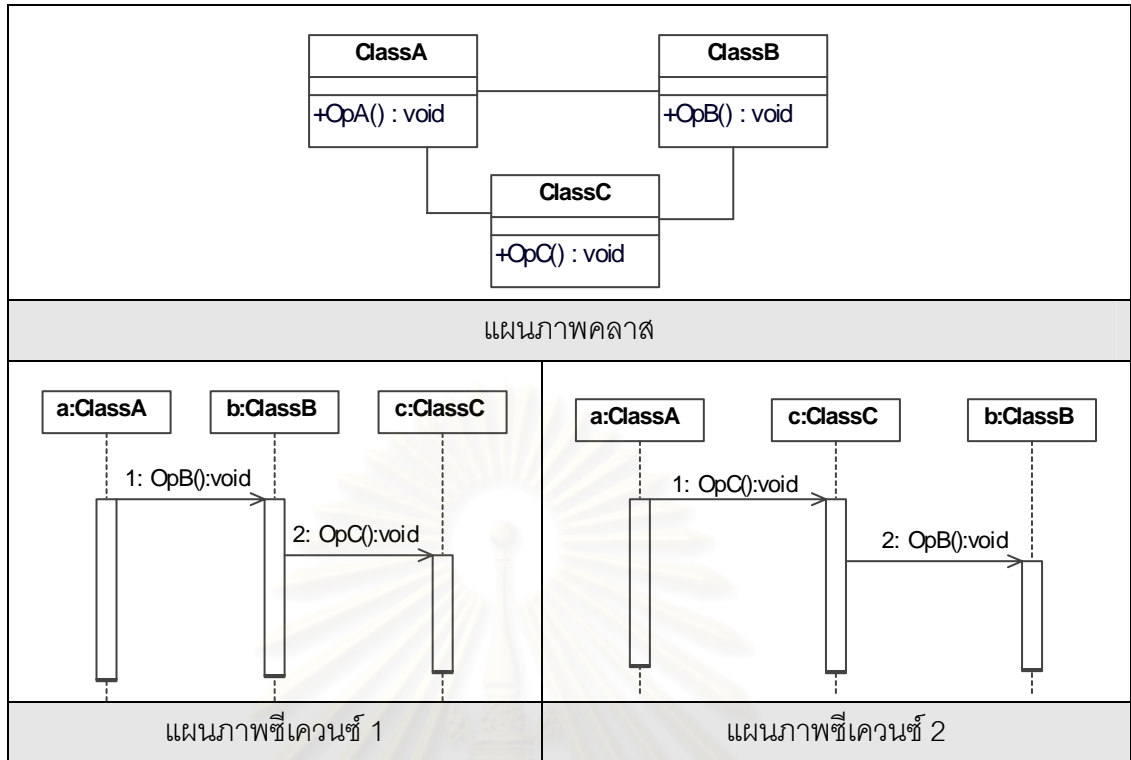
จะต้องมาจากเมสเสจหลักตัวเดียว จึงจะถือว่าโอเปอเรชั่นย่อยเหล่านั้นมีลำดับต่อจากโอเปอเรชั่นหลัก



รูปที่ 3.47 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่น

จากรูปที่ 3.47 แผนภาพซีควเอนซ์นี้ จะสามารถแสดงลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่นโดยแบ่งเป็นโอเปอเรชั่นหลัก และโอเปอเรชั่นย่อย โดย เมสเสจลำดับที่ 1 OpB():void จะมี OpB() เป็นโอเปอเรชั่นหลัก จากนั้นเมสเสจลำดับที่ 2 คือ OpC():void จะมี OpC() เป็นโอเปอเรชั่นย่อย โดยโอเปอเรชั่นย่อยจะต้องดำเนินการต่อจากโอเปอเรชั่นหลัก ที่แสดงในแผนภาพซีควเอนซ์ นั้น และโอเปอเรชั่นย่อยจะต้องถูกส่งออกจากแถบกระตุ้นของโอเปอเรชั่นหลักด้วย จึงจะถือว่าเป็นโอเปอเรชั่นย่อยเป็นของโอเปอเรชั่นหลักตัวนั้น ซึ่งโอเปอเรชั่นย่อยสามารถมีได้หลายตัว คือถ้ามีเมสเสจหลายตัวที่ถูกส่งออกจากแถบกระตุ้นของโอเปอเรชั่นหลักตัวเดียวกัน ก็จะเป็นกลุ่มเดียวกันด้วย

จากการที่มีการเรียงลำดับของการเรียกใช้โอเปอเรชั่นที่แบ่งเป็นโอเปอเรชั่นหลัก และโอเปอเรชั่นย่อย นั้นอาจจะเกิดความขัดแย้งขึ้นกับแผนภาพซีควเอนซ์อื่น ที่เรียกใช้โอเปอเรชั่นตัวเดียวกันได้ อย่างเช่น ถ้ามีแผนภาพซีควเอนซ์อื่นที่มีการเรียงลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่น โดยที่ตัวที่เป็นโอเปอเรชั่นย่อยในแผนภาพซีควเอนซ์แรก มาเป็นโอเปอเรชั่นหลักในแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอง และ โอเปอเรชั่นหลักในแผนภาพซีควเอนซ์แรก มาเป็นโอเปอเรชั่นย่อยในแผนภาพซีควเอนซ์ที่สอง ซึ่ง จะเกิดการเรียกกันไปเรื่อย ๆ คล้ายกับการทำงานของการเวียนเกิด (Recursive) ซึ่งจะทำให้เกิดความขัดแย้งกันเกิดขึ้นในแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพซีควเอนซ์



รูปที่ 3.48 แผนภาพซีควเอนซ์ที่ขัดแย้งในเรื่องของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน

จากรูปที่ 3.48 แผนภาพซีควเอนซ์ 1 ลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันคือ OpB เป็นโอเปอเรชันหลัก และ OpC เป็นโอเปอเรชันย่อย ส่วนในแผนภาพซีควเอนซ์ 2 OpC เป็นโอเปอเรชันหลัก และ OpB เป็นโอเปอเรชันย่อย ดังนั้นจะเกิดการเรียกโอเปอเรชันที่เป็นการเวียนเกิด ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ 2 ขัดแย้งกับแผนภาพซีควเอนซ์ 1 เราจะบอกว่าแผนภาพซีควเอนซ์ที่นำมาพิจารณาเป็นตัวแรกจะเป็นหลัก และแผนภาพซีควเอนซ์ที่มาทีหลังจะเป็นรอง ดังนั้นเมื่อทำการตรวจสอบเรื่องลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์นั้น ถ้าแผนภาพซีควเอนซ์ทั้ง 2 เกิดขัดแย้งกันแล้ว จะให้แผนภาพซีควเอนซ์ที่ 2 ไม่สอดคล้อง จะได้เป็นกฎข้อที่ 1.6

กฎข้อที่ 1.6

โอเปอเรชันบนเมสเสจที่ส่งระหว่างอ็อบเจกต์หรือคลาส ในแผนภาพซีควเอนซ์ โดยให้โอเปอเรชันที่เรียกโอเปอเรชันอื่น เป็นโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันที่ถูกเรียกเป็นโอเปอเรชันย่อย ถ้ามีแผนภาพซีควเอนซ์แผนภาพหนึ่ง ส่งเมสเสจโดยมีโอเปอเรชันหลัก และ โอเปอเรชันย่อยแล้ว ถ้ามีแผนภาพซีควเอนซ์อื่นที่มีโอเปอเรชันตัวเดียวกัน กับแผนภาพซีควเอนซ์แรก โอเปอเรชันย่อย ไม่สามารถเรียกใช้โอเปอเรชันหลักได้

ในกฎข้อนี้ เป็นการตรวจสอบลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน โดยจะทำการตรวจสอบระหว่างแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพซีควเอนซ์ ว่ามีความขัดแย้งที่เกิดจากลำดับการเรียกใช้

โอเปอเรชันของแผนภาพซีเควนซ์หรือไม่ โดยโอเปอเรชันหลัก ของแผนภาพซีเควนซ์แรก ไม่ควรจะเป็นโอเปอเรชันย่อย ของแผนภาพซีเควนซ์ที่สอง เพราะจะทำให้เกิดการเรียกการเวียนเกิดขึ้น

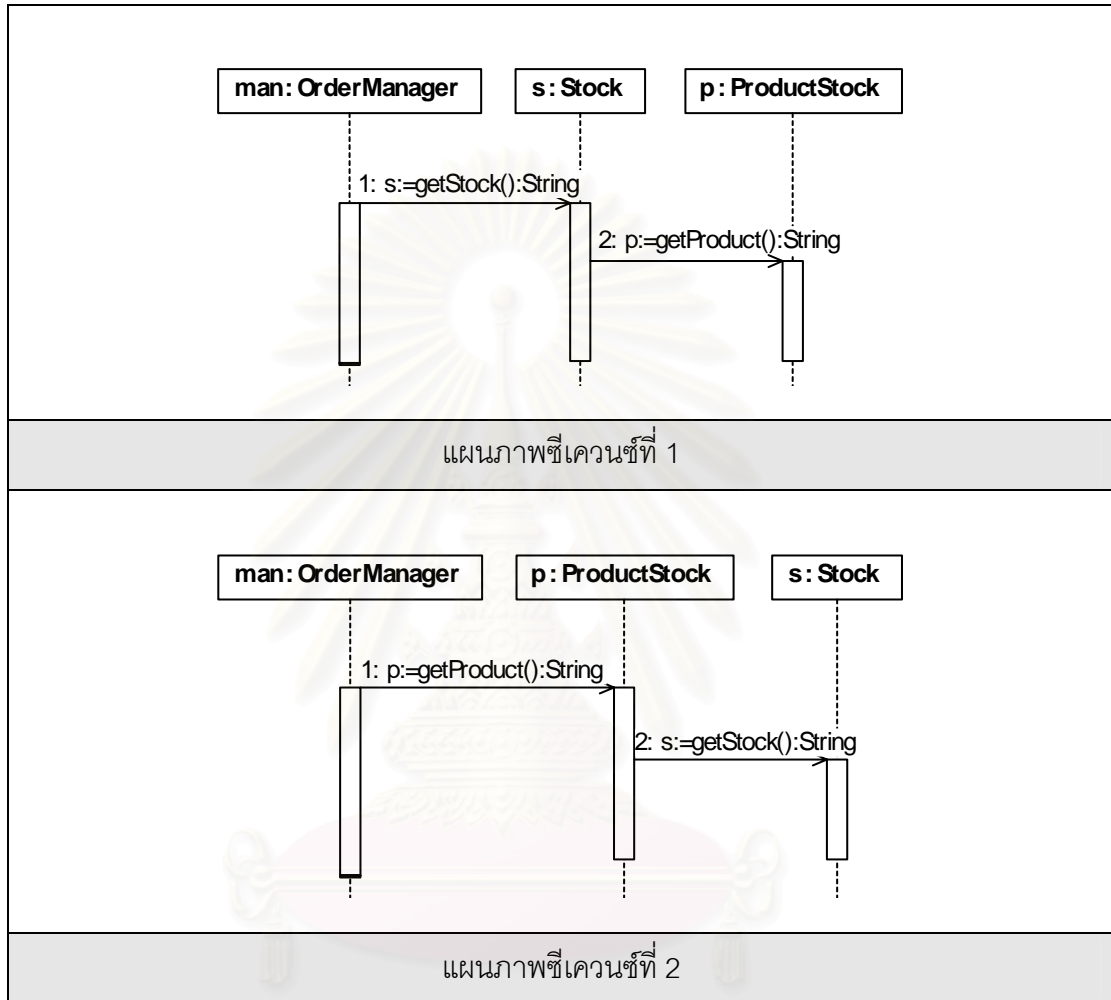
จากกฎข้อที่ 1.6 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีเควนซ์ได้ดังต่อไปนี้

1. นำเมสเสจทั้งหมดในแผนภาพซีเควนซ์ 1 แผนภาพมาทำการหากลุ่มของโอเปอเรชันที่เป็นโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันย่อย
2. โดยกำหนดให้เมสเสจแต่ละตัวที่มีโอเปอเรชันอยู่เป็นโอเปอเรชันหลักก่อน จากนั้นจะทำการหาโอเปอเรชันย่อย โดยการพิจารณาจากเมสเสจที่มีลำดับมากกว่าลำดับของเมสเสจที่มีโอเปอเรชันหลัก เป็นเมสเสจที่ถูกส่งออกจากแถบกระดุนของโอเปอเรชันหลักหรือไม่ ถ้าเป็นก็มาพิจารณาต่อว่าเมสเสจนั้นมีลำดับย่อยที่มาจากลำดับหลักตัวเดียวกันหรือไม่ ถ้าเป็นตัวเดียวกันก็จะรวมเข้าไว้เป็นโอเปอเรชันย่อยเดียวกัน โดยมีโอเปอเรชันหลักตัวเดียวกัน
3. เมื่อได้กลุ่มโอเปอเรชันที่เป็นโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันย่อยในแผนภาพซีเควนซ์แรกแล้ว จะนำมาเปรียบเทียบกับแผนภาพซีเควนซ์ที่ 2 โดยจะทำการพิจารณาว่าโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันย่อยในแผนภาพซีเควนซ์แรก ได้ปรากฏอยู่ในแผนภาพซีเควนซ์หรือไม่
4. ถ้ามีแผนภาพเหล่านี้ปรากฏ จะทำการตรวจสอบว่า ถ้าโอเปอเรชันหลักในแผนภาพซีเควนซ์แรก เป็นโอเปอเรชันย่อยในแผนภาพซีเควนซ์ที่ 2 และ โอเปอเรชันย่อยในแผนภาพซีเควนซ์แรก เป็นโอเปอเรชันหลักในแผนภาพซีเควนซ์ที่ 2 แล้ว แผนภาพซีเควนซ์ที่ 2 ไม่สอดคล้องในเรื่องของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน กับแผนภาพซีเควนซ์ที่ 1

ตัวอย่างของแผนภาพซีเควนซ์ที่นำกฎข้อที่ 1.6 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

แผนภาพซีเควนซ์ที่ 1 มีการส่งเมสเสจดังนี้ เมสเสจลำดับที่ 1 อ็อบเจกต์ man ของคลาส OrderManager ส่งเมสเสจ s:=getStock():String ไปยังอ็อบเจกต์ s ของคลาส Stock จากนั้นอ็อบเจกต์ s ได้ส่งเมสเสจ p:=getProduct():String ไปยังอ็อบเจกต์ p ของคลาส ProductStock ซึ่งเราจะจัดกลุ่มของเมสเสจที่เป็นโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันย่อยคือ เมสเสจลำดับที่ 1 เป็นโอเปอเรชันหลัก และเมสเสจลำดับที่ 2 เป็นโอเปอเรชันย่อย และในแผนภาพซีเควนซ์ที่ 2 มีการส่งเมสเสจดังนี้ เมสเสจลำดับที่ 1 อ็อบเจกต์ man ของคลาส OrderManager ส่งเมสเสจ

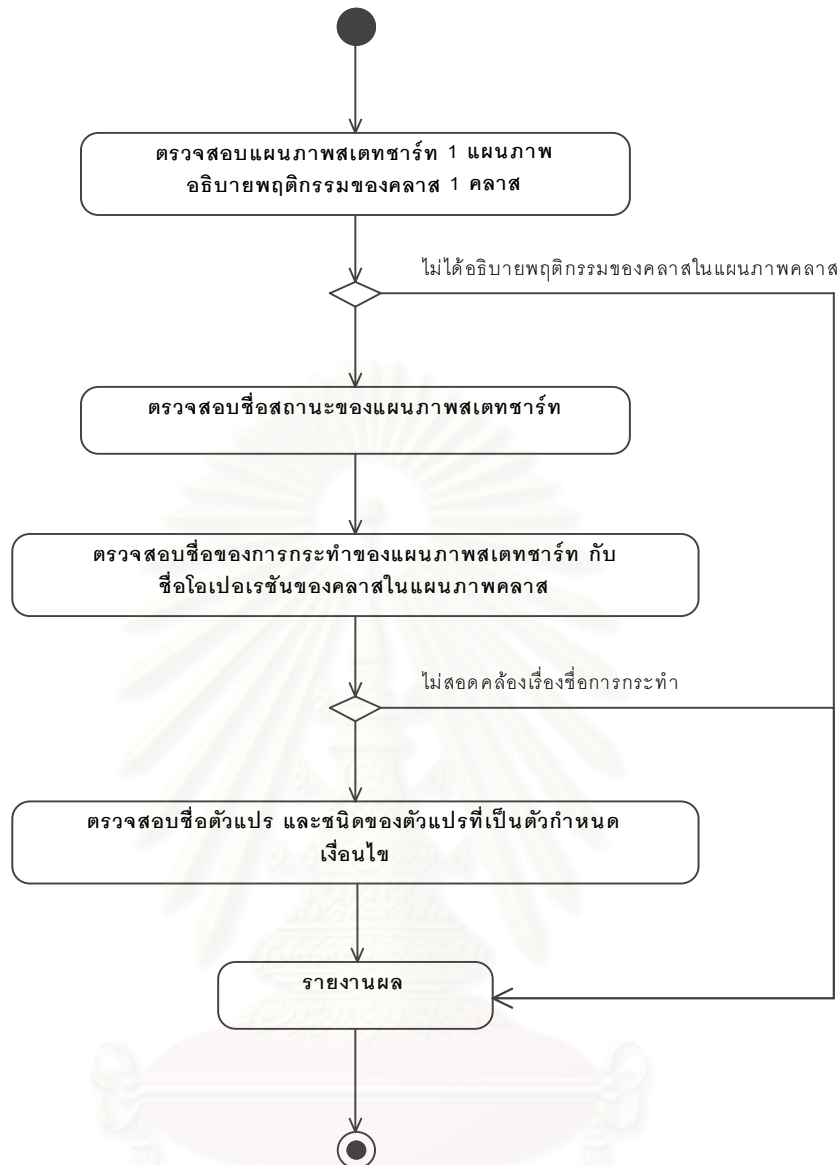
`p:=getProduct():String` ไปยังอ็อบเจกต์ `p` ของคลาส `ProductStock` จากนั้น อ็อบเจกต์ `p` ส่ง
 เมสเสจ `s:=getStock():String` ไปยังอ็อบเจกต์ `s` ของคลาส `Stock` เมื่อทำการตรวจสอบความ
 สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.6 ผลที่ได้ แผนภาพซีควเอนซ์ที่ 2 ไม่สอดคล้องกับแผนภาพซีควเอนซ์ที่ 1 ใน
 เรื่องของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน ดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 แผนภาพซีควเอนซ์ที่ 1 และแผนภาพซีควเอนซ์ที่ 2 ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 1.6

3.2.2 กฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

สำหรับคู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ทนี้ จะทำการตรวจสอบความ
 สอดคล้องเรื่องของแผนภาพสเตทชาร์ท 1 แผนภาพ แสดงพฤติกรรมของคลาส 1 คลาสเท่านั้น ใน
 แผนภาพคลาส ตรวจสอบชื่อสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ท กับค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของ
 คลาสที่แผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมอยู่ ตรวจสอบชื่อของการกระทำบนเส้นทวนชีขึ้น
 กับชื่อของโอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาสที่แผนภาพสเตทชาร์ทนี้อธิบายพฤติกรรม และ
 ตรวจสอบชื่อของตัวแปร และชนิดของตัวแปรของตัวที่กำหนดเงื่อนไข

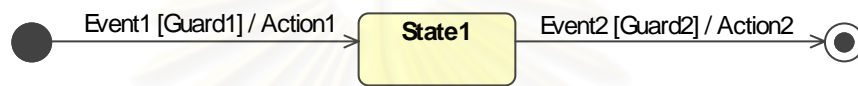


รูปที่ 3.50 ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสแตทชาร์ท

จากรูปที่ 3.50 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสแตทชาร์ท เริ่มต้นจะตรวจสอบแผนภาพสแตทชาร์ทว่าได้อธิบายพฤติกรรมของคลาสในแผนภาพคลาสนี้หรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องจะรายงานผลออกมา แต่ถ้าสอดคล้องจะทำการตรวจสอบชื่อสถานะของแผนภาพสแตทชาร์ท ว่าได้ประกาศเป็นค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาสในแผนภาพคลาสหรือไม่ จากนั้นทำการตรวจสอบชื่อการกระทำในแผนภาพสแตทชาร์ท กับชื่อโอเปอเรชันในคลาสที่แผนภาพสแตทชาร์ทได้อธิบายพฤติกรรม โดยจะทำการตรวจสอบทั้งชื่อการกระทำ ชนิดของการคืนค่าของการกระทำ จำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ ถ้าสอดคล้องก็จะทำการตรวจสอบตัวแปรในเงื่อนไข ว่าได้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ของคลาสที่แผนภาพสแตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมหรือไม่ จากนั้นรายงานผลการตรวจสอบความสอดคล้อง

3.2.2.1 แผนภาพสเตตชาร์ท 1 แผนภาพ จะแสดงพฤติกรรมของคลาส 1 คลาสในแผนภาพคลาส

จากทฤษฎีของแผนภาพสเตตชาร์ท ซึ่งแผนภาพสเตตชาร์ทเป็นการอธิบายสถานะของคลาสหนึ่ง ๆ ในแผนภาพคลาส โดยมีการเปลี่ยนสถานะไปตามสิ่งที่มากกระตุ้น ให้ดำเนินการบางอย่างเพื่อที่จะเปลี่ยนจากสถานะหนึ่ง ไปยังอีกสถานะหนึ่งภายในคลาส 1 คลาส ดังนั้นแผนภาพสเตตชาร์ท 1 แผนภาพ จะอธิบายพฤติกรรมของการเปลี่ยนสถานะของคลาส 1 คลาสเท่านั้น โดยทั่วไปแผนภาพสเตตชาร์ท จะประกอบไปด้วย ชื่อสถานะ ได้แก่ State1 เส้นทรานซิชัน ได้แก่ Event1 [Guard1]/Action1, Event2 [Guard2]/Action2 สถานะเริ่มต้น และสถานะสิ้นสุด ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.51



รูปที่ 3.51 ลักษณะของแผนภาพสเตตชาร์ท

สำหรับคลาส 1 คลาสในแผนภาพคลาส จะมีแผนภาพสเตตชาร์ทมาอธิบายพฤติกรรมของการเปลี่ยนสถานะ โดย 1 คลาสในแผนภาพคลาส จะมีแผนภาพสเตตชาร์ทมาอธิบายพฤติกรรม 1 แผนภาพ ซึ่งในการเขียนแผนภาพสเตตชาร์ทนั้นไม่จำเป็นต้องเขียนแผนภาพสเตตชาร์ทสำหรับคลาสทุกคลาสในแผนภาพคลาส จะเขียนเพียงคลาสที่ต้องการอธิบายการเปลี่ยนสถานะภายในคลาสเท่านั้น ดังนั้นจะทำการตรวจสอบว่า แผนภาพสเตตชาร์ทนี้ได้อธิบายการเปลี่ยนสถานะของคลาส ในแผนภาพคลาสนี้หรือไม่ ถ้าเป็นของคลาสอื่น ที่ไม่ใช่ของคลาสในแผนภาพคลาสนี้ที่พิจารณา ก็จะไม่ต้องนำมาตรวจสอบ จะได้เป็นกฎข้อที่ 2.1 คือ

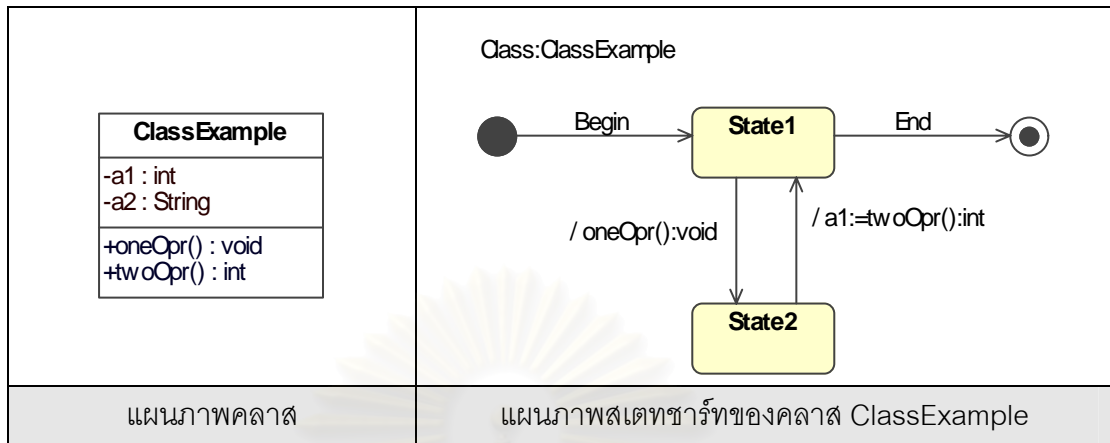
กฎข้อที่ 2.1

แผนภาพสเตตชาร์ท 1 แผนภาพ จะแสดงพฤติกรรมของคลาส 1 คลาส ในแผนภาพคลาสเสมอ

ในกฎข้อนี้ การตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพสเตตชาร์ท กับแผนภาพคลาสนั้น จะตรวจสอบว่า แผนภาพสเตตชาร์ท 1 แผนภาพ ได้อธิบายพฤติกรรมของคลาส ในแผนภาพคลาสนี้ หรือไม่

แผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส ClassExample และแผนภาพสเตตชาร์ทเป็นแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassExample จากนั้นนำมาตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎข้อที่ 2.1 ผลที่ได้ แผนภาพสเตตชาร์ทได้อธิบายพฤติกรรมของคลาส

ClassExample ซึ่งคลาส ClassExample เป็นคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสนี้ ดังนั้นแผนภาพสแตทชาร์ทนี้สอดคล้องกับแผนภาพคลาสนี้ ตามกฎข้อที่ 2.1 ดังรูปที่ 3.52

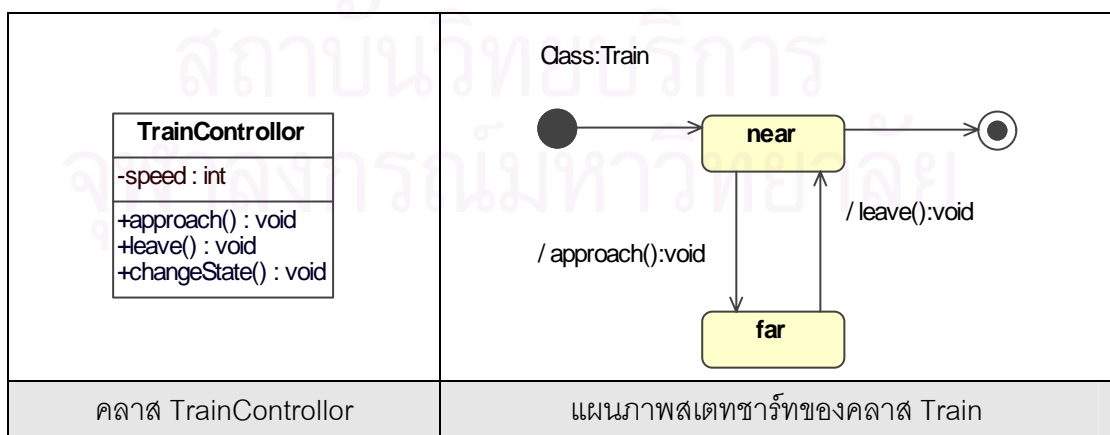


รูปที่ 3.52 แผนภาพคลาสนี้ และแผนภาพสแตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสนี้ ClassExample

จากกฎข้อที่ 2.1 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาสนี้ กับแผนภาพสแตทชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. ในแผนภาพสแตทชาร์ท นำชื่อคลาสนี้ที่แผนภาพสแตทชาร์ทนี้ได้อธิบายพฤติกรรม มาตรวจสอบกับชื่อคลาสนี้ทั้งหมดในแผนภาพคลาสนี้
2. ถ้าตรงกัน แสดงว่า แผนภาพสแตทชาร์ทของคลาสนี้ได้อธิบายพฤติกรรมของคลาสนี้ในแผนภาพคลาสนี้
3. ถ้าไม่ตรง แสดงว่าแผนภาพสแตทชาร์ทของคลาสนี้ ไม่ได้อธิบายพฤติกรรมของคลาสนี้ในแผนภาพคลาสนี้

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาสนี้ กับแผนภาพสแตทชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 2.1 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ



รูปที่ 3.53 แผนภาพคลาสนี้ และแผนภาพสแตทชาร์ทที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 2.1

จากรูปที่ 3.53 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส TrainControllor และในส่วนของแผนภาพสเตตชาร์ท อธิบายพฤติกรรมของคลาส Train เมื่อนำมาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตตชาร์ทตามกฎข้อที่ 2.1 ผลที่ได้ แผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Train ซึ่งชื่อคลาส Train ไม่ได้สอดคล้อง กับชื่อคลาสในแผนภาพคลาสนี้ ดังนั้นแผนภาพสเตตชาร์ทนี้ไม่ได้อธิบายพฤติกรรมของคลาสในแผนภาพคลาสนี้ ทำให้แผนภาพสเตตชาร์ทนี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาส

3.2.2.2 ชื่อสถานะ กับค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาส

ClassA
-name : Enumeration = state1, stae2

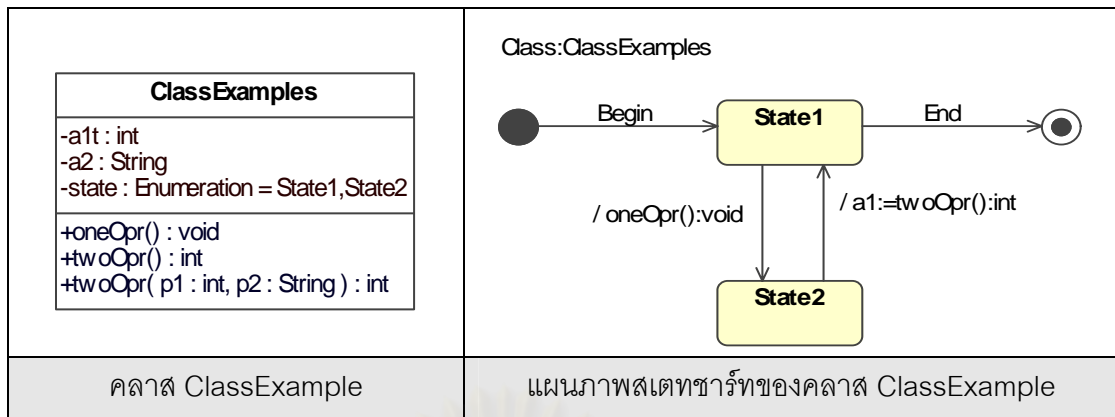
รูปที่ 3.54 ลักษณะของแอททริบิวต์ที่มีการประกาศค่าเริ่มต้น

จากรูปที่ 3.54 คลาส ClassA จะมีแอททริบิวต์ชื่อ name ที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้ก็คือ state1 และ state2 ซึ่งค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ จะนำไปเป็นชื่อของสถานะในแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนสถานะของคลาสนี้ ในการตรวจสอบเรื่องนี้เป็นารแสดงว่า ชื่อสถานะควรจะมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาส ซึ่งในการตั้งชื่อสถานะของแผนภาพ สเตตชาร์ท ไม่จำเป็นต้องมาจากค่าเริ่มต้นของตัวแปรของคลาสในแผนภาพคลาสทุกตัว ซึ่งจะได้เป็นกฎข้อที่ 2.2 สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

กฎข้อที่ 2.2

ชื่อสถานะของแผนภาพสเตตชาร์ท ควรจะมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาสที่แผนภาพสเตตชาร์ทนี้อธิบายพฤติกรรม

ในกฎข้อนี้ ทำการตรวจสอบชื่อสถานะของแผนภาพสเตตชาร์ท ว่าได้นำมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ที่ประกาศไว้ในคลาสของแผนภาพคลาสมานี้เป็นชื่อสถานะหรือไม่ ถ้าในคลาสนั้นไม่มีแอททริบิวต์ที่มีค่าเริ่มต้นแล้ว ไม่ต้องนำมาตรวจสอบในเรื่องของชื่อสถานะ แต่ถ้ามี จะนำชื่อสถานะในแผนภาพสเตตชาร์ทมาทำการตรวจสอบกับค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาส โดยถ้าชื่อสถานะบางตัวไม่ได้ประกาศเป็นค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ ก็ไม่ได้หมายความว่า ชื่อสถานะไม่สอดคล้อง แต่เป็นการบอกว่า ชื่อสถานะนั้นควรจะมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาสนั้น



รูปที่ 3.55 แผนภาพคลาสที่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทของ
 คลาส ClassExample

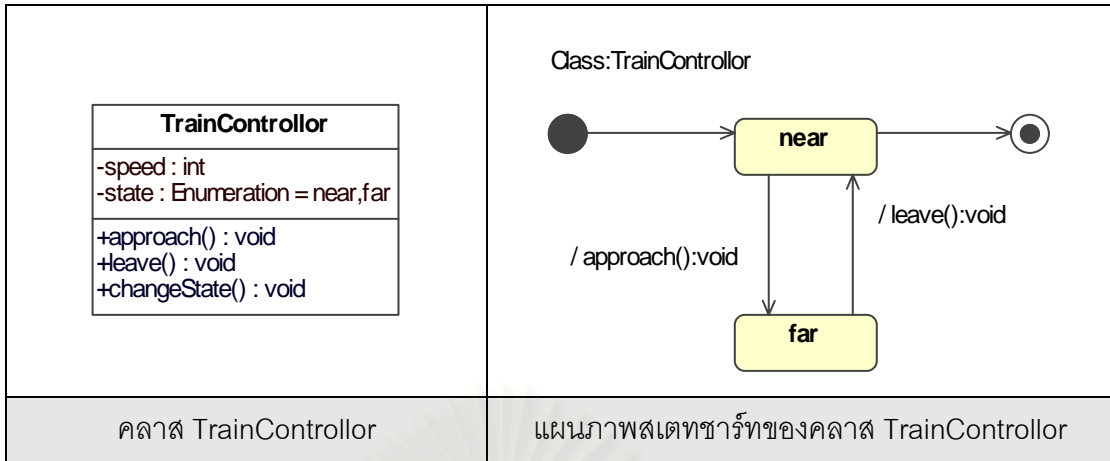
จากรูปที่ 3.55 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส ClassExample ซึ่งมีแอททริบิวต์ที่มีชนิด Enumeration คือแอททริบิวต์ state โดยมีค่าเริ่มต้นคือ State1 และ State2 ส่วนแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassExample เมื่อมาตรวจสอบตามกฎข้อที่ 2.1 ผลที่ได้ ชื่อสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ทมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ state แต่ถ้าชื่อสถานะไม่ได้มาจากค่าเริ่มต้น ผลที่ได้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ก็จะสอดคล้องเหมือนเดิม

จากกฎข้อที่ 2.2 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

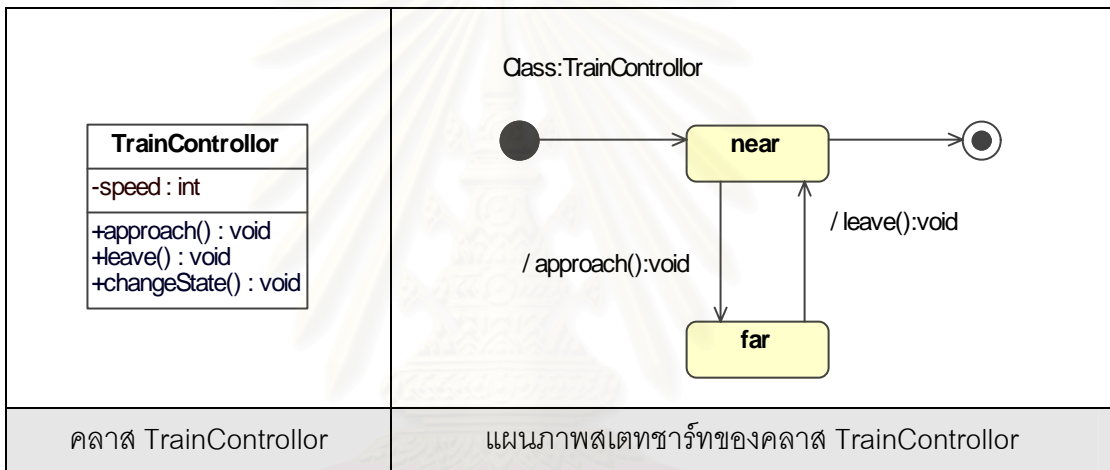
1. โดยจะนำชื่อสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ท มาทำการตรวจสอบกับค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์
2. ถ้าตรงกัน แสดงว่า ชื่อสถานะมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาสที่แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ได้อธิบายพฤติกรรมอยู่
3. ถ้าไม่ตรงกัน ก็ไม่ได้หมายความว่าไม่สอดคล้อง แต่เป็นการบอกว่า ชื่อสถานะควรจะมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 2.2 มาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

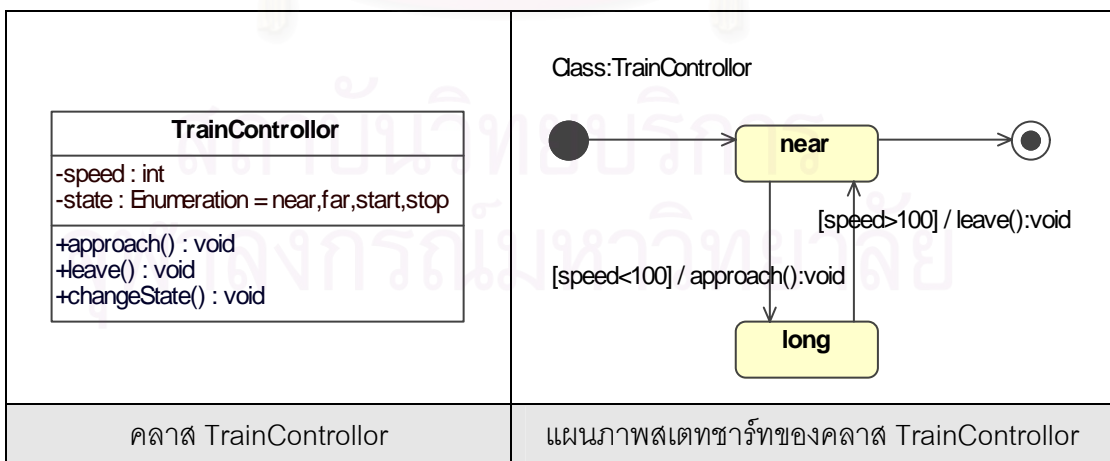
แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส TrainController ซึ่งมีแอททริบิวต์ชนิด Enumeration ที่มีค่าเริ่มต้นคือ far และ near แผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส TrainController ซึ่งชื่อสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ทนี้คือ far กับ near นำมาตรวจสอบกฎข้อที่ 2.2 ผลที่ได้ ชื่อสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ทตรงกับ ค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส TrainController ดังรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 แผนภาพคลาสที่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส และแผนภาพสแตตชาร์ท



รูปที่ 3.57 แผนภาพคลาสที่คลาสไม่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ และแผนภาพสแตตชาร์ท



รูปที่ 3.58 แผนภาพคลาสที่มีค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ และแผนภาพสแตตชาร์ทที่มีชื่อสถานะบางตัวที่ไม่สอดคล้องกับค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ในคลาส

จากรูปที่ 3.57 แผนภาพคลาสจะประกอบด้วยคลาส TrainControllor ส่วนในแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส TrainControllor มีชื่อสถานะคือ near และ far ซึ่งเมื่อนำกฎข้อที่ 2.2 มาตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้ แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ก็ยังสอดคล้องกับแผนภาพคลาส ถึงแม้ว่าในคลาส TrainControllor จะไม่มีแอททริบิวต์ชนิด Enumeration ที่สามารถนำค่าเริ่มต้นมาตรวจสอบกับชื่อสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ทได้ก็ตาม

จากรูปที่ 3.58 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส TrainControllor ที่มีแอททริบิวต์ชนิด Enumeration โดยมีค่าเริ่มต้นคือ far near stop และ start ส่วนแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส TrainControllor นั้นมีชื่อสถานะคือ near และ long เมื่อนำกฎข้อที่ 2.2 มาตรวจสอบความสอดคล้องผลที่ได้ แผนภาพสเตทชาร์ทนี้จะสอดคล้อง แต่จะมีข้อความเตือนบอก ว่า ชื่อสถานะ long ไม่ได้ประกาศเป็นค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ และควรมีชื่อสถานะเป็น stop กับ start ด้วย

3.2.2.3 ชื่อของการกระทำของแผนภาพสเตทชาร์ท กับชื่อโอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาส

ในแผนภาพสเตทชาร์ท 1 แผนภาพ เป็นการอธิบายพฤติกรรมของคลาสในแผนภาพคลาส ซึ่งพฤติกรรมของคลาสนี้คือ ลักษณะที่โอเปอเรชันของคลาสนั้นมีการดำเนินการอย่างไร และมีการเปลี่ยนสถานะอย่างไรหรืออาจจะกล่าวได้ว่า พฤติกรรมของคลาสนี้คือพฤติกรรมการทำงานของโอเปอเรชันของคลาสนั้น โดยในแผนภาพสเตทชาร์ทจะมีเส้นทรานซิชัน ที่เป็นตัวบอกว่า เมื่อมีตัวกระตุ้นให้ทำเหตุการณ์หนึ่งตามเงื่อนไข แล้วดำเนินการกระทำบางอย่างเพื่อเปลี่ยนสถานะลักษณะของเส้นทรานซิชัน ดังรูปที่ 3.59



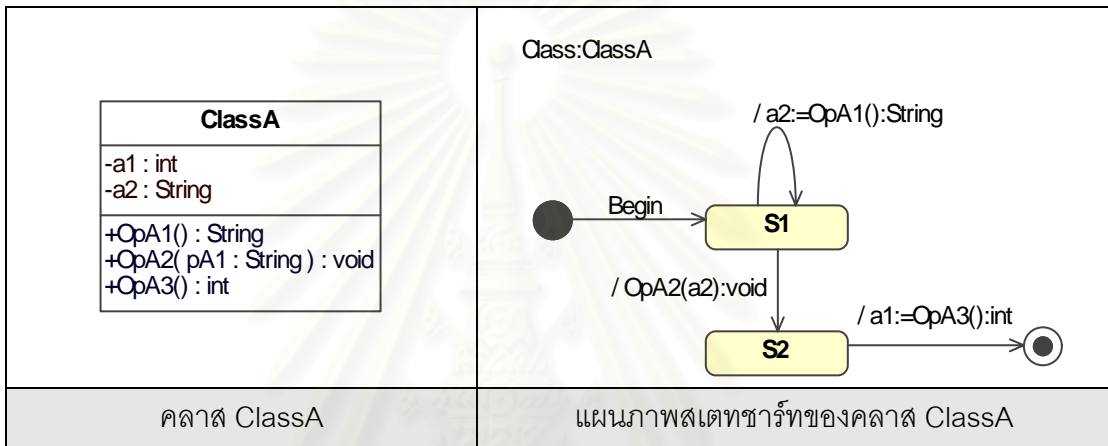
รูปที่ 3.59 ลักษณะของเส้นทรานซิชันในแผนภาพสเตทชาร์ท

ในส่วนแผนภาพสเตทชาร์ท การกระทำที่เกิดขึ้นบนเส้นทรานซิชัน คือการดำเนินการของโอเปอเรชันที่ได้จากคลาสนั้นที่แผนภาพสเตทชาร์ทได้อธิบายพฤติกรรมอยู่ ดังนั้นจะต้องมีการตรวจสอบความสอดคล้องของชื่อการกระทำ กับชื่อของโอเปอเรชันของคลาส ซึ่งในการตรวจสอบนี้ ถ้าชื่อตรงกันแล้ว ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ จะต้องสอดคล้องด้วย จะได้เป็นกฎข้อที่ 2.3 คือ

กฎข้อที่ 2.3

ชื่อการกระทำบนเส้นทรานซิชั่นที่ส่งจากสถานะหนึ่ง ไปยังอีกสถานะหนึ่ง ในแผนภาพสแตทชาร์ท ควรจะมาจากชื่อโอเปอเรชันของคลาสที่แผนภาพสแตทชาร์ทนั้นได้อธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนสถานะ

ในกฎข้อนี้เป็นการตรวจสอบชื่อการกระทำในแผนภาพสแตทชาร์ท กับชื่อโอเปอเรชัน ของคลาสที่แผนภาพสแตทชาร์ทได้อธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนสถานะ ว่าสอดคล้องกันหรือไม่ นอกจากนี้ชื่อจะตรงกันแล้ว ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จำนวนพารามิเตอร์ และชนิดของพารามิเตอร์ต้องสอดคล้องด้วย



รูปที่ 3.60 แผนภาพคลาส กับแผนภาพสแตทชาร์ทที่ตรวจสอบเรื่องชื่อการกระทำกับชื่อโอเปอเรชัน

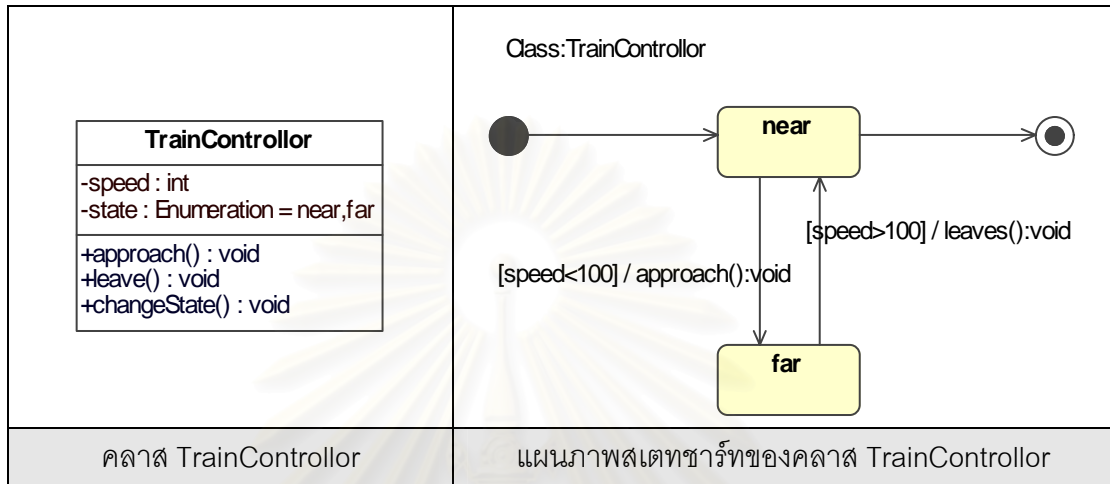
จากรูปที่ 3.60 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส ClassA และมีแผนภาพสแตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassA เมื่อนำกฎข้อที่ 2.3 มาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส และแผนภาพสแตทชาร์ท ผลที่ได้ แผนภาพสแตทชาร์ทนี้สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จากกฎข้อที่ 2.3 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสแตทชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. นำชื่อการกระทำในแผนภาพสแตทชาร์ทไปเทียบกับชื่อของโอเปอเรชันของคลาสในแผนภาพคลาส
2. ถ้าชื่อตรงกัน จะมาตรวจสอบที่ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน ถ้าชนิดของการคืนค่าของการกระทำ ตรงกับชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชันของคลาส แล้วทำการตรวจสอบจำนวนพารามิเตอร์ ว่าจำนวนพารามิเตอร์ของการกระทำ กับจำนวนพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันเท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่า จะทำการตรวจสอบชนิดของ

พารามิเตอร์ โดยถ้าพารามิเตอร์สอดคล้องหมด แสดงว่าการกระทำ กับโอเปอเรชัน สอดคล้องกัน

ตัวอย่างของคลาสในแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตตชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 2.3 มา ประยุกต์ใช้ในตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ



รูปที่ 3.61 แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตตชาร์ทที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 2.3

จากรูปที่ 3.61 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส TrainController มีโอเปอเรชันได้แก่ leave():void approach():void และ changeState():void และแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบาย พฤติกรรมของคลาส TrainController มีชื่อของการกระทำได้แก่ approach():void และ leaves():void เมื่อนำกฎข้อที่ 2.3 มาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส และ แผนภาพสเตตชาร์ท ผลที่ได้ แผนภาพสเตตชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส ในส่วนของชื่อ การกระทำ leaves():void ซึ่งไม่สอดคล้องกับชื่อโอเปอเรชันในคลาส TrainController

3.2.2.4 ชื่อตัวแปร และชนิดตัวแปรในเงื่อนไขของแผนภาพสเตตชาร์ท กับชื่อแอททริบิวต์ ของคลาสในแผนภาพคลาส

ในเส้นทรานซิชันของแผนภาพสเตตชาร์ท เส้นทรานซิชันบางเส้นจะมีเงื่อนไขของ เหตุการณ์ปรากฏอยู่ ผลของการทดสอบเงื่อนไขจะเป็นไปได้ 2 กรณีคือ จริง กับเท็จ โดยเงื่อนไข นี้จะอยู่ในเครื่องหมาย '[']' ซึ่งลักษณะข้อความในเงื่อนไขก็จะมีหลากหลาย เช่น [OK] โดย OK เป็นบูลีน, [Payment > 1000] โดย Payment เป็นตัวเลข เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะยึดเอารูปแบบ ที่ว่า ตัวแปร+เครื่องหมาย+ค่า ซึ่งเราจะทำการตรวจสอบว่าตัวแปรในเงื่อนไขนั้นได้ประกาศเป็น แอททริบิวต์ในคลาสที่แผนภาพสเตตชาร์ทนั้นได้อธิบายพฤติกรรมหรือไม่ แต่ถ้าไม่ใช่ อาจจะเป็น ตัวแปรที่เกิดขึ้นในแผนภาพสเตตชาร์ทก็ได้ซึ่งจะเรียกว่าเป็นตัวแปรท้องถิ่น ซึ่งจะต้องทำการ ตรวจสอบในแผนภาพสเตตชาร์ท ลักษณะของเงื่อนไขแสดงได้ดังรูปที่ 3.62



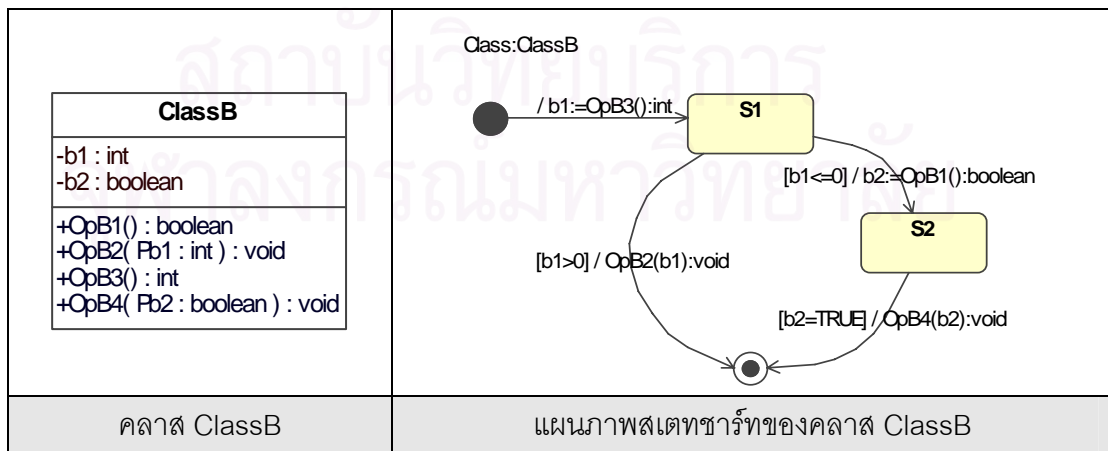
รูปที่ 3.62 ลักษณะของเงื่อนไขในแผนภาพสเตตชาร์ท

ในการตรวจสอบความสอดคล้องของชื่อตัวแปรของเงื่อนไขในแผนภาพสเตตชาร์ท ได้มีการประกาศเป็นชื่อแอททริบิวต์ของคลาสในแผนภาพคลาสหรือไม่ การตรวจสอบนี้จะเป็นการบอกว่า ตัวแปรนี้จะประกาศเป็นแอททริบิวต์ของคลาส และควรมีชนิดเป็นอะไร จะได้เป็นกฎข้อที่ 2.4 สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

กฎข้อที่ 2.4

ตัวแปร และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไขที่อยู่ในเครื่องหมาย “[]” ที่แสดงอยู่บนเส้นทรานซิชันในแผนภาพสเตตชาร์ท จะประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาสที่แผนภาพสเตตชาร์ทนี้แสดงพฤติกรรมอยู่

ในกฎข้อนี้ จะตรวจสอบชื่อของตัวแปรที่เป็นตัวทดสอบเงื่อนไขของแผนภาพสเตตชาร์ทได้ ประกาศเป็นชื่อแอททริบิวต์ของคลาสในแผนภาพคลาสหรือไม่ ถ้าชื่อตรงกัน จะทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข โดยนำชนิดของแอททริบิวต์ในคลาส ตรวจสอบกับ ชนิดของตัวแปรรับค่าของการกระทำที่มีชื่อตัวแปร ตรงกับชื่อตัวแปรในเงื่อนไขในแผนภาพสเตตชาร์ท ถ้าตรงกันแสดงว่าสอดคล้อง แต่ถ้าไม่ได้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาส จะสามารถบอกชนิดตัวแปรได้ โดยนำมาจากชนิดของตัวแปรที่เป็นตัวรับค่าของการกระทำ ที่มีชื่อตรงกับชื่อตัวแปรในเงื่อนไข



รูปที่ 3.63 เงื่อนไขของแผนภาพสเตตชาร์ท กับแอททริบิวต์ของคลาสในแผนภาพคลาส

จากรูปที่ 3.63 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส ClassB ส่วนแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassB ชื่อของการกระทำที่มีเงื่อนไข ได้แก่ เงื่อนไข $[b1 \leq 0]$ ของโอเปอเรชัน OpB1(), $[b1 > 0]$ ของโอเปอเรชัน OpB2() และ $[b2 = \text{TRUE}]$ ของโอเปอเรชัน OpB4() เมื่อนำกฎข้อที่ 2.4 มาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ทผลที่ได้ คือ ตัวแปรในเงื่อนไขของชื่อการกระทำ OpB1() คือ b1 สอดคล้องกับแอททริบิวต์ที่ประกาศในคลาส ClassB และชนิดของตัวแปรก็สอดคล้องก็คือมีชนิดเป็น int ส่วนตัวแปรในเงื่อนไขของชื่อการกระทำ OpB2() เหมือนกับชื่อการกระทำ OpB1() และตัวแปรในเงื่อนไขของชื่อการกระทำ OpB4() คือ b2 มีชนิดเป็น boolean ในแผนภาพสเตทชาร์ท แต่เมื่อตรวจสอบแอททริบิวต์ในคลาส ClassB ปรากฏว่ามี ซึ่งมีชนิดเป็น boolean เหมือนกัน ดังนั้น ตัวแปรในเงื่อนไขนี้สอดคล้องกับแอททริบิวต์ที่ประกาศไว้ในคลาส ClassB

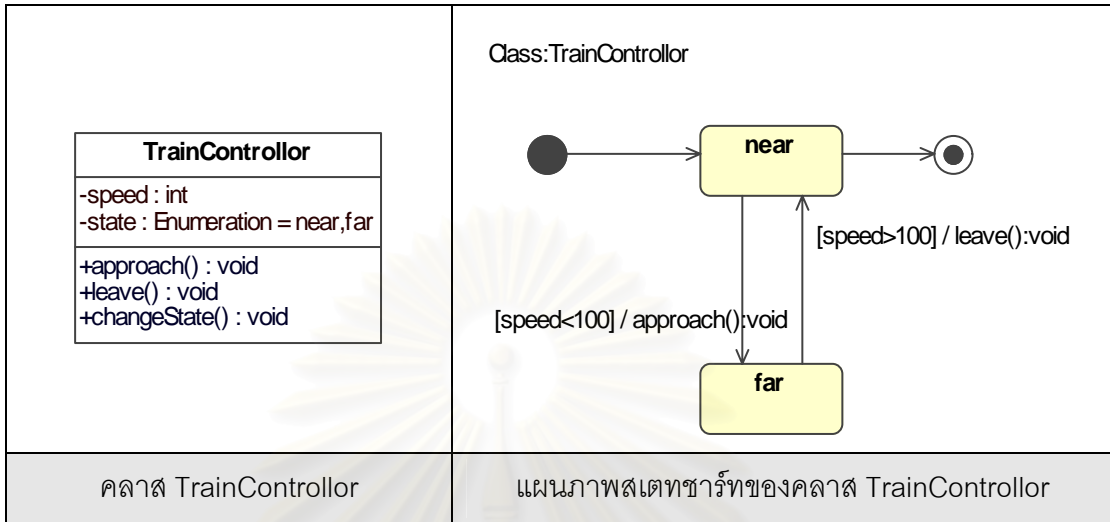
จากกฎข้อที่ 2.4 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. นำชื่อตัวแปรที่อยู่ในเงื่อนไขมาเปรียบเทียบกับชื่อของแอททริบิวต์ของคลาสนั้น
2. ถ้าตรงกัน สามารถบอกได้ว่า ตัวแปรนั้นมาจากแอททริบิวต์ และทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข
3. โดยชนิดของตัวแปรของเงื่อนไขที่อยู่ในแผนภาพสเตทชาร์ท นำมาจากชนิดของการคืนค่าที่มีตัวแปรรับค่าของการกระทำ นำมาเปรียบเทียบกับชนิดของแอททริบิวต์ของคลาส ในแผนภาพคลาส
4. ถ้าตรงกันจะสามารถบอกได้ว่า ชื่อตัวแปร และชนิดของตัวแปรนั้นสอดคล้องกัน ในการตรวจสอบชนิดของตัวแปร จะตรวจสอบในกรณีที่ตัวแปรนั้นประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาส แต่บางครั้งตัวแปรของตัวกำหนดเงื่อนไข ไม่จำเป็นต้องมาจากแอททริบิวต์ของคลาสในแผนภาพคลาส ซึ่งจะไม่สามารถนำมาตรวจสอบชนิดของตัวแปรในเงื่อนไขได้

ตัวอย่างของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 2.4 มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ

แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส TrainControllor ประกอบด้วยแอททริบิวต์ ชื่อ speed มีชนิดเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม และแผนภาพสเตทชาร์ท มีตัวทดสอบเงื่อนไขคือ $[\text{speed} > 100]$ และ $[\text{speed} < 100]$ ซึ่งมีตัวแปรคือ speed เมื่อนำกฎข้อที่ 2.4 มาตรวจสอบความสอดคล้องผลที่ได้ ตัวแปร speed ได้ประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาส TrainControllor ของแผนภาพคลาส ซึ่งใน

แผนภาพสเตตชาร์ทนี้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่า ตัวแปร speed นั้นมีชนิดเป็นอะไร แต่สามารถบอกได้ว่า ตัวแปรนี้ควรมีชนิดเป็นอะไรตามชนิดของแอททริบิวต์ speed ของคลาส TrainControllor ดังรูปที่ 3.64

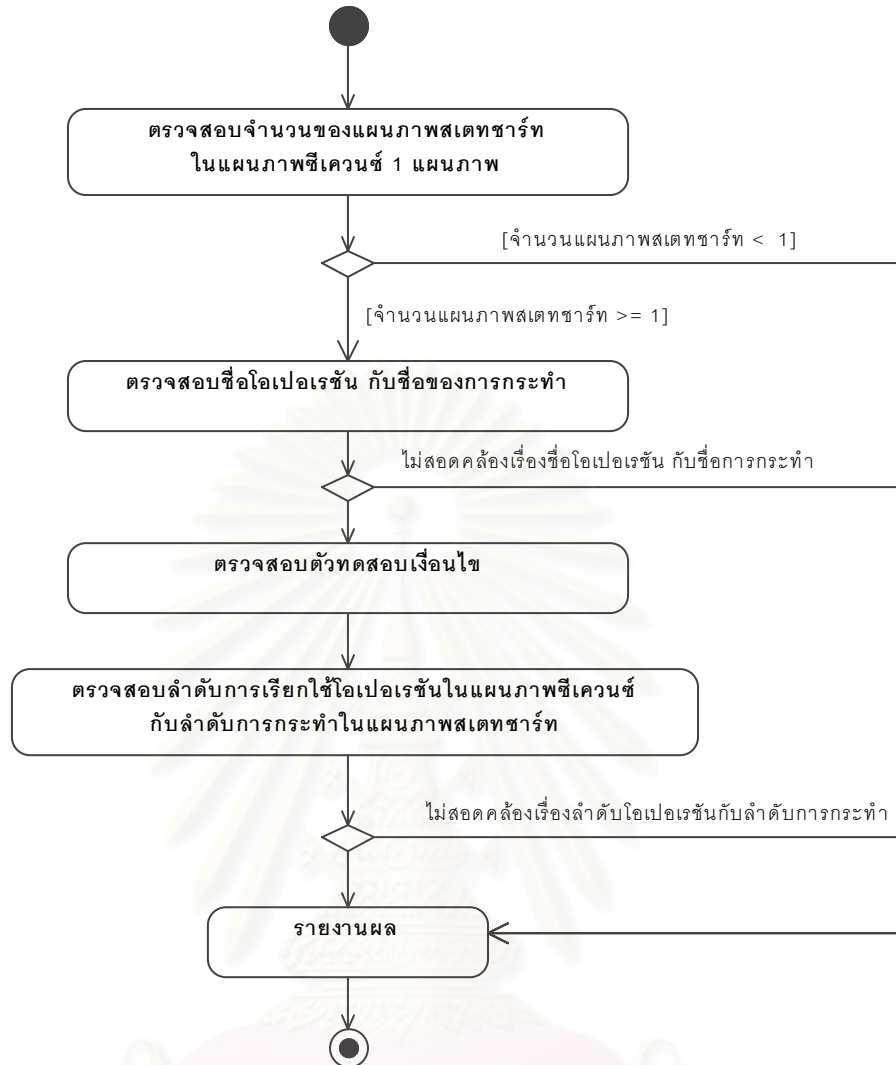


รูปที่ 3.64 แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตตชาร์ทของคลาส TrainControllor ที่ตรวจสอบเรื่องชื่อตัวแปร และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข

3.2.3 กฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องคู่ของแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตตชาร์ท

สำหรับคู่ของแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตตชาร์ทนี้ จะทำการตรวจสอบความสอดคล้องเรื่องชื่อของโอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อการกระทำของแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมคลาสของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ มีความสอดคล้องกันหรือไม่ รวมถึงตรวจสอบเรื่องเงื่อนไข และลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์ กับลำดับของการกระทำในแผนภาพสเตตชาร์ท

ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตตชาร์ท เริ่มต้นจากการตรวจสอบในแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพ ได้มีแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์หรือไม่ ถ้ามีแผนภาพสเตตชาร์ทอย่างน้อย 1 แผนภาพขึ้นไป จากนั้นจะตรวจสอบในเรื่องของชื่อของการกระทำในแผนภาพสเตตชาร์ท กับชื่อโอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์ เมื่อสอดคล้องก็จะตรวจสอบเรื่องของตัวแปร และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข จากนั้นจะนำมาตรวจสอบเรื่องของลำดับโอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์ กับลำดับการกระทำในแผนภาพสเตตชาร์ท จากนั้นจะทำการรายงานผลการตรวจสอบความสอดคล้อง แสดงได้ดังรูปที่ 3.65

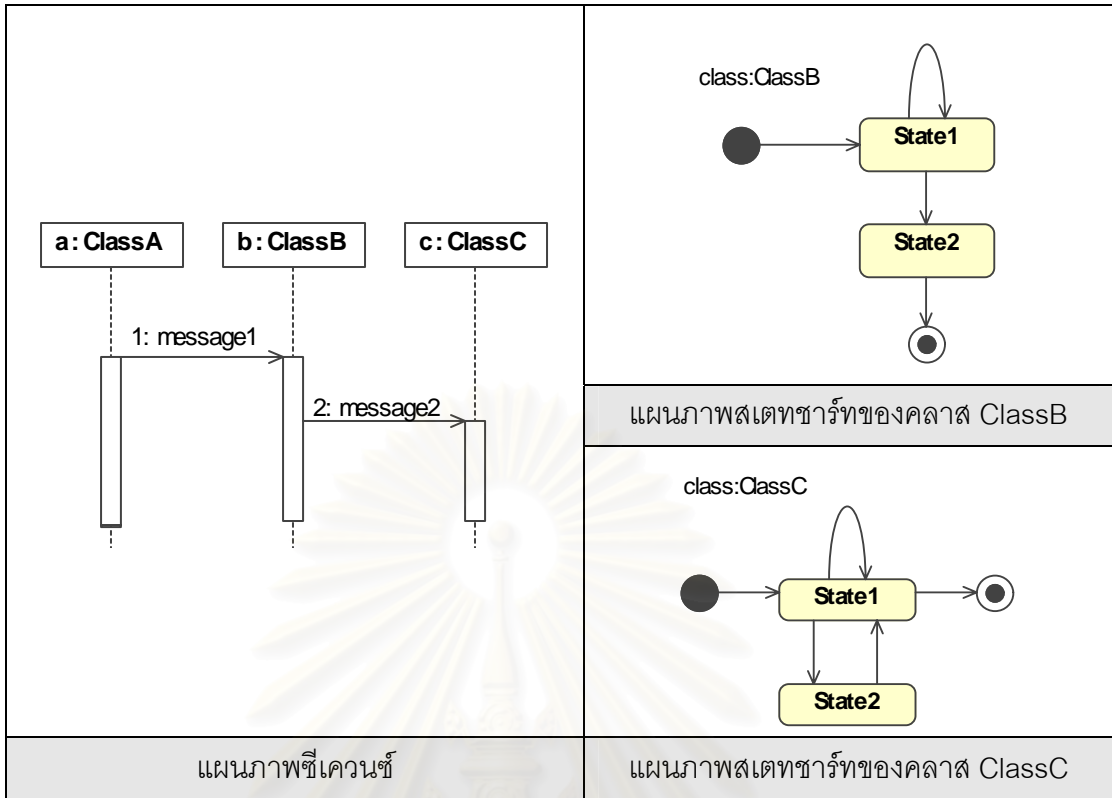


รูปที่ 3.65 ขั้นตอนการตรวจสอบความสอดคล้องของกลุ่มแผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท

ก่อนจะเริ่มตรวจสอบความสอดคล้องของกลุ่มแผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท จะต้องทำการตรวจสอบว่า ในแผนภาพซีเควนซ์ 1 แผนภาพนั้น จะมีแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีเควนซ์หรือไม่

3.2.3.1 อ็อบเจกต์หรือคลาสใด ๆ ในแผนภาพซีเควนซ์ จะต้องมีอ็อบเจกต์หรือคลาสอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสนั้น

ในแผนภาพซีเควนซ์ 1 แผนภาพ จะมีอ็อบเจกต์ของคลาสอย่างน้อย 1 ตัวที่มีแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสนั้นอยู่ โดยอ็อบเจกต์หรือคลาสในแผนภาพซีเควนซ์ ไม่จำเป็นต้องมีแผนภาพสเตทชาร์ทมาอธิบายพฤติกรรมของคลาสนั้นทุกตัว แต่ควรมีอย่างน้อย 1 คลาสของอ็อบเจกต์ เพื่อที่จะสามารถนำมาตรวจสอบความสอดคล้องต่อไปได้



รูปที่ 3.66 แผนภาพซีควเอนซ์ที่มีแผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส B และคลาส C

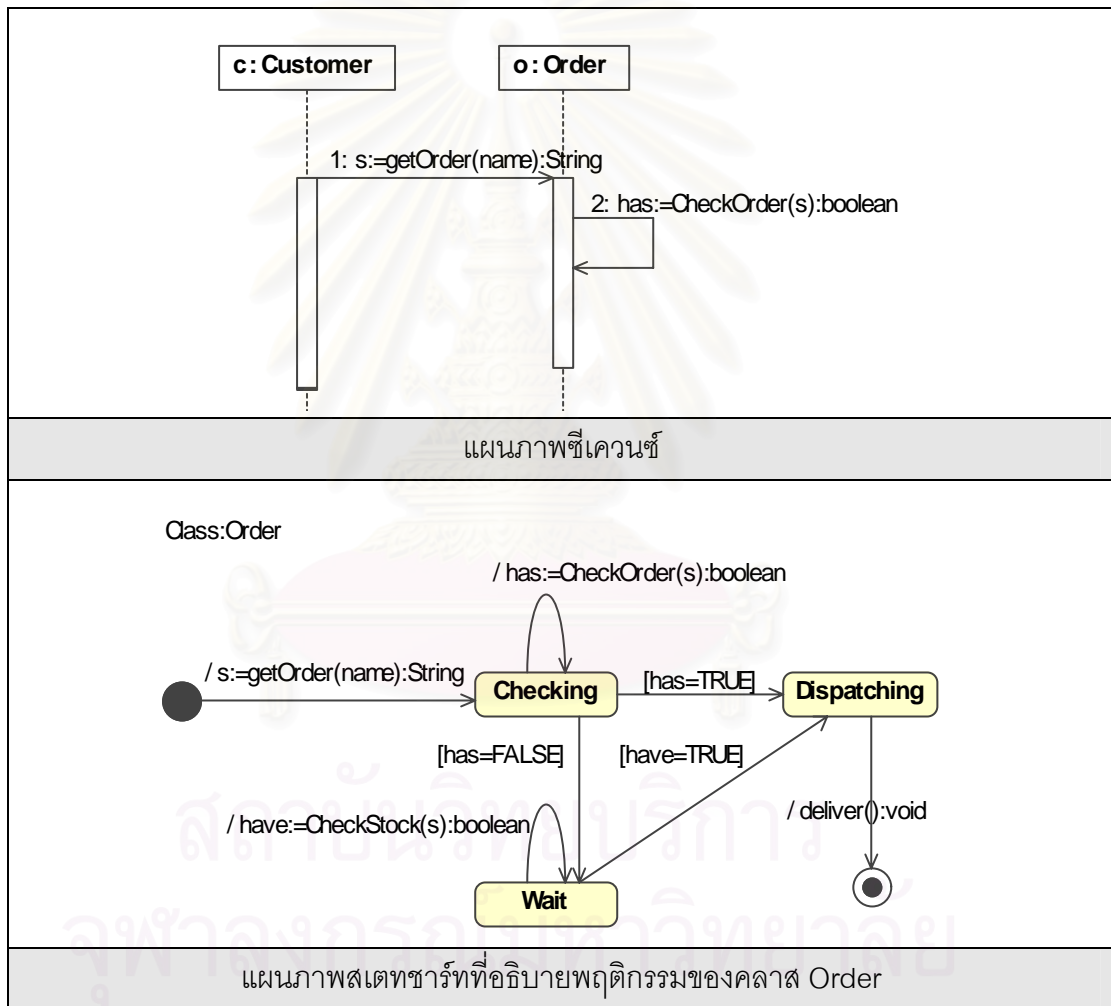
จากรูปที่ 3.66 แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ a ของคลาส ClassA อ็อบเจกต์ b ของคลาส ClassB และอ็อบเจกต์ c ของคลาส ClassC ซึ่งจะมีแผนภาพสแตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสได้แก่ แผนภาพสแตตชาร์ทของคลาส B และแผนภาพสแตตชาร์ทของคลาส C จะเห็นว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้มีแผนภาพสแตตชาร์ทที่เกี่ยวข้อง 2 แผนภาพ ซึ่งจะสามารถนำไปตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องต่อไปได้ แต่ถ้าแผนภาพซีควเอนซ์ไม่มีแผนภาพสแตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์แล้ว จะไม่สามารถนำแผนภาพซีควเอนซ์นี้ไปตรวจสอบความสอดคล้องกับแผนภาพสแตตชาร์ทได้ ซึ่งจะทำให้การรายงานแผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สามารถนำไปตรวจสอบความสอดคล้องกับแผนภาพสแตตชาร์ทได้

จากการตรวจสอบว่าแผนภาพซีควเอนซ์นั้นมีแผนภาพสแตตชาร์ทที่เกี่ยวข้องหรือไม่ สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสแตตชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. นำแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพมาทำการตรวจสอบว่าอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์นี้เป็นของคลาสอะไร
2. เมื่อได้คลาสจากข้อที่ 1 ก็นำไปตรวจสอบกับแผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาสอยู่

3. ถ้ามีคลาสตรงกันแล้ว ก็แสดงว่าแผนภาพสเตทชาร์ทนั้นอธิบายคลาส ของอ็อบเจกต์ตัวนั้น แต่ถ้าไม่ตรงกันก็แสดงว่า คลาสของอ็อบเจกต์นั้นไม่มีแผนภาพสเตทชาร์ทมาอธิบายพฤติกรรมของคลาส
4. ถ้าจำนวนของแผนภาพสเตทชาร์ทที่เกี่ยวข้องไม่มีเลย แสดงแผนภาพซีควენซ์ไม่สามารถนำไปตรวจสอบความสอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ทได้ จากนั้นจะทำการรายงานผลการตรวจสอบความสอดคล้อง

ตัวอย่างของแผนภาพซีควენซ์และแผนภาพสเตทชาร์ท ที่ตรวจสอบจำนวนของแผนภาพสเตทชาร์ทที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพซีควენซ์



รูปที่ 3.67 แผนภาพซีควเอนซ์มีเรื่องจำนวนของแผนภาพสเตทชาร์ทอย่างน้อย 1 แผนภาพขึ้นไป

จากรูปที่ 3.67 แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ หรือคลาส ได้แก่ อ็อบเจกต์ c ของคลาส Customer และ อ็อบเจกต์ o ของคลาส Order ซึ่งแผนภาพสเตทชาร์ททั้งหมด ได้แก่ แผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Order เมื่อทำการตรวจสอบเรื่องจำนวนของแผนภาพสเตทชาร์ทที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพซีควเอนซ์ ผลที่ได้ แผนภาพซีควเอนซ์นี้จะมีแผนภาพ

สเตทซาร์ทที่เกี่ยวข้อง 1 แผนภาพคือ แผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Order ซึ่งแผนภาพซีควเอนซ์มีจำนวนแผนภาพสเตทซาร์ทที่เกี่ยวข้องจึงสามารถนำแผนภาพซีควเอนซ์นี้ไปตรวจสอบความสอดคล้องต่อไปได้

3.2.3.2 ชื่อของโอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อการกระทำในแผนภาพสเตทซาร์ท

เมื่อได้แผนภาพสเตทซาร์ทที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพซีควเอนซ์แล้ว ต่อไปก็จะทำการตรวจสอบในเรื่องของชื่อโอเปอเรชันที่อยู่บนเมสเสทในแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อการกระทำที่อยู่ในแผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์ ซึ่งในการตรวจสอบเรื่องนี้เป็นตรวจสอบว่าในแผนภาพซีควเอนซ์ ในแต่ละอ็อบเจกต์นั้นมีชื่อโอเปอเรชัน ไปปรากฏในแผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์นี้หรือไม่ เพื่อเป็นการนำไปสู่การตรวจสอบในเรื่องของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทซาร์ท โดยในการตรวจสอบจะตรวจสอบด้วยว่า จำนวนของพารามิเตอร์ ชนิดของพารามิเตอร์ ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน และการกระทำนั้นตรงกันหรือไม่ ซึ่งจะได้เป็นกฎข้อที่ 3.1 คือ

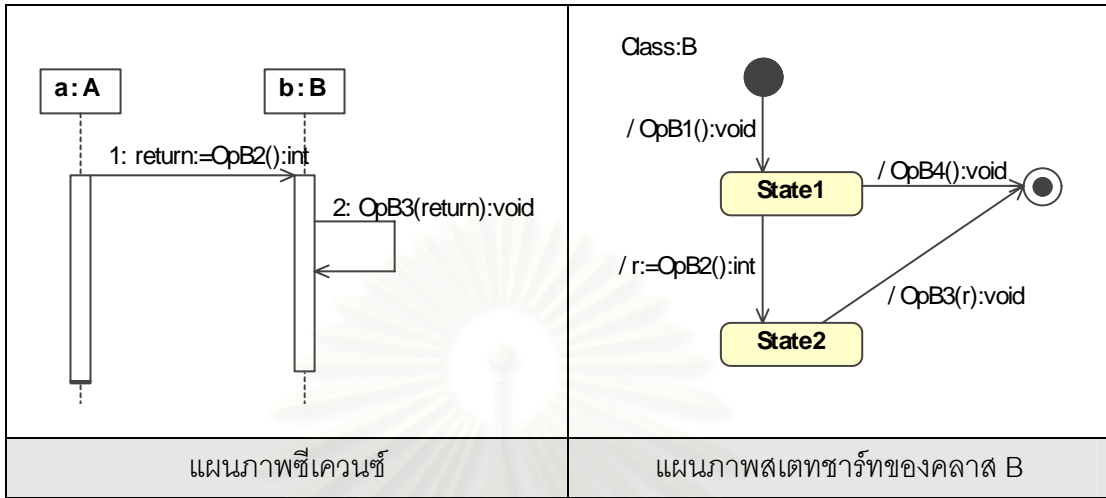
กฎข้อที่ 3.1

ชื่อโอเปอเรชันที่ปรากฏในเมสเสทที่เป็นของอ็อบเจกต์หรือคลาสหนึ่งในแผนภาพซีควเอนซ์ จะปรากฏเป็นชื่อการกระทำของแผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของอ็อบเจกต์ หรือคลาสนั้น

ในกฎข้อนี้ เป็นการตรวจสอบในแผนภาพซีควเอนซ์ 1 แผนภาพ จะประกอบด้วยอ็อบเจกต์หรือคลาส โดยที่เมสเสทของแต่ละอ็อบเจกต์นั้น จะปรากฏอยู่ในแผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์นั้นหรือไม่ โดยถ้าโอเปอเรชันทุกตัวของอ็อบเจกต์นั้นปรากฏทุกตัวแสดงว่าสอดคล้อง แต่ถ้าไม่ทุกตัวแสดงว่าไม่สอดคล้อง ซึ่งจะรวมถึงการตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องของชนิดของพารามิเตอร์ ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน และจำนวนของพารามิเตอร์ รวมถึงลำดับของพารามิเตอร์ด้วย

แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วย อ็อบเจกต์ a ของคลาส A และ อ็อบเจกต์ b ของคลาส B ซึ่งในอ็อบเจกต์ b นั้นมีเมสเสท ได้แก่ `return:=OpB1():int` และ `OpB2(return):void` แผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส B ซึ่งเป็นคลาสของอ็อบเจกต์ b นั้นมีชื่อของการกระทำอยู่บนเส้นทรานซิชัน ได้แก่ `OpB0():void`, `r:=OpB1():int`, `OpB2(r):void` และ `OpB4():void` เมื่อนำกฎข้อที่ 3.1 มาประยุกต์ในการตรวจสอบความสอดคล้อง ผลที่ได้ แผนภาพซีควเอนซ์นี้สอดคล้อง กับแผนภาพสเตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส B เพราะชื่อโอเปอเรชันทุกตัวของ

อ็อบเจกต์ b ของคลาส B นั้นสอดคล้องกับชื่อการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส B ซึ่งถ้าไม่สอดคล้องทุกตัวก็แสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ทนี้ด้วย ดังรูปที่ 3.68



รูปที่ 3.68 แผนภาพซีควเอนซ์ที่มีชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำของแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส

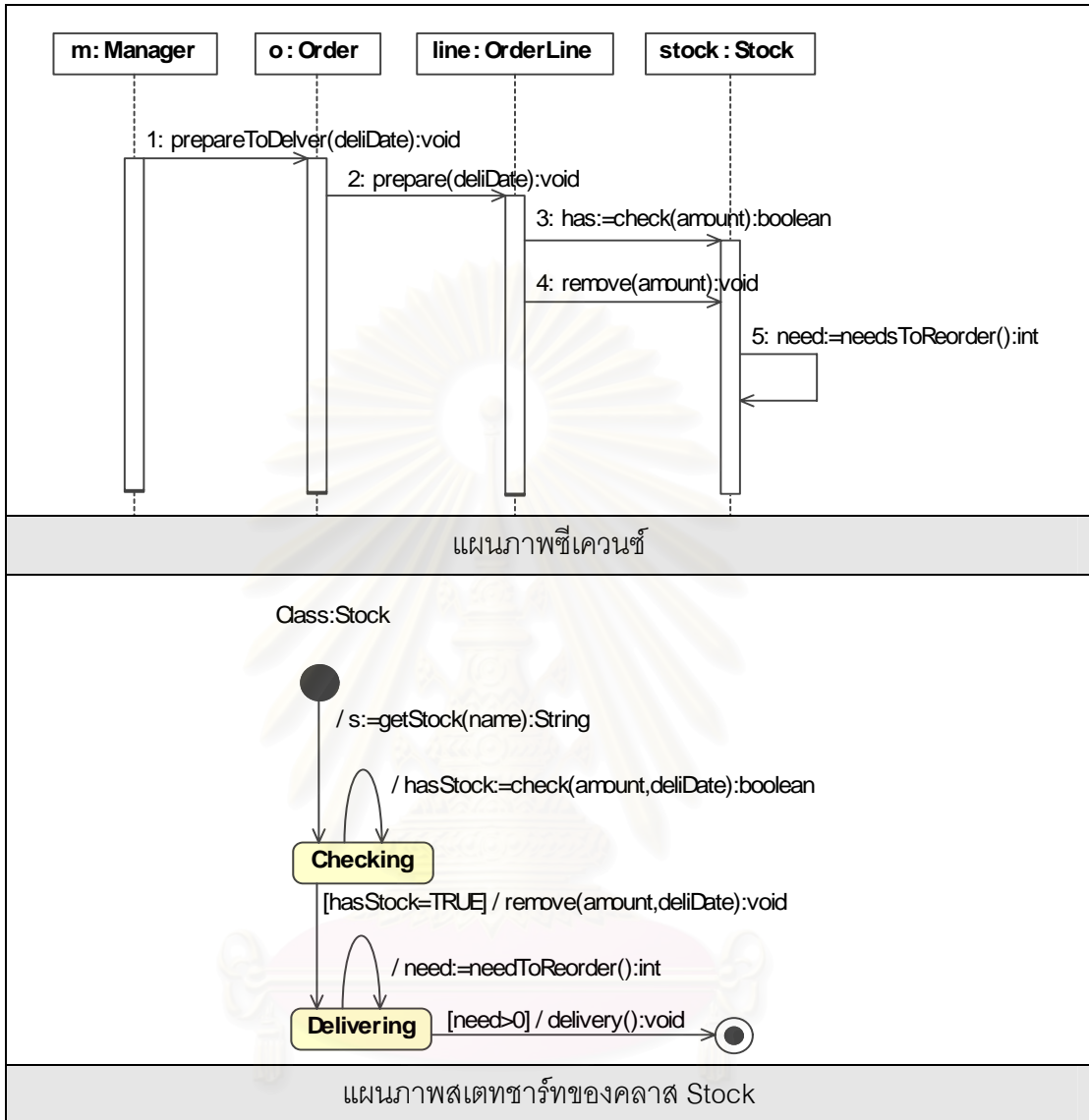
ซึ่งในการตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.1 นี้ แผนภาพซีควเอนซ์ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ทตามกฎข้อที่ 3.1 นั้นจะเป็นการบอกว่าไม่สามารถทำการตรวจสอบในเรื่องของลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งการตรวจสอบเรื่องลำดับจำเป็นต้องมีชื่อของโอเปอเรชันปรากฏในแผนภาพสเตทชาร์ทด้วย จึงจะสามารถทำการตรวจสอบในเรื่องลำดับได้

จากกฎข้อที่ 3.1 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. นำชื่อโอเปอเรชันทุกตัวที่อยู่บนเมสเสจในอ็อบเจกต์หรือคลาส แต่ละตัวในแผนภาพซีควเอนซ์
2. นำชื่อการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์นั้นมาทำการตรวจสอบกับชื่อโอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์
3. ถ้าชื่อของโอเปอเรชันทุกตัวของแผนภาพซีควเอนซ์ สอดคล้องกับชื่อการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ท แล้วแสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ทนี้ แต่ถ้าไม่สอดคล้องทุกตัวแสดงว่าแผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 3.1 มาตรวจสอบ

ความสอดคล้องของแผนภาพ



รูปที่ 3.69 แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Stock ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.1

จากรูปที่ 3.69 แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ m อ็อบเจกต์ o อ็อบเจกต์ line และอ็อบเจกต์ stock และ แผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Stock เมื่อนำกฎข้อที่ 3.1 มาตรวจสอบความสอดคล้องผลที่ได้ ในอ็อบเจกต์ stock จะมีชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสจได้แก่ check(), remove() และ needToOrder() ซึ่งโอเปอเรชัน has:=check(amount):boolean นั้นไม่สอดคล้องในเรื่องของจำนวนพารามิเตอร์ และโอเปอเรชัน remove(amount):void นั้นไม่สอดคล้องในเรื่องของจำนวนพารามิเตอร์ ดังนั้นแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ทนี้ ไม่สอดคล้องกัน

3.2.3.3 เงื่อนไขในของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

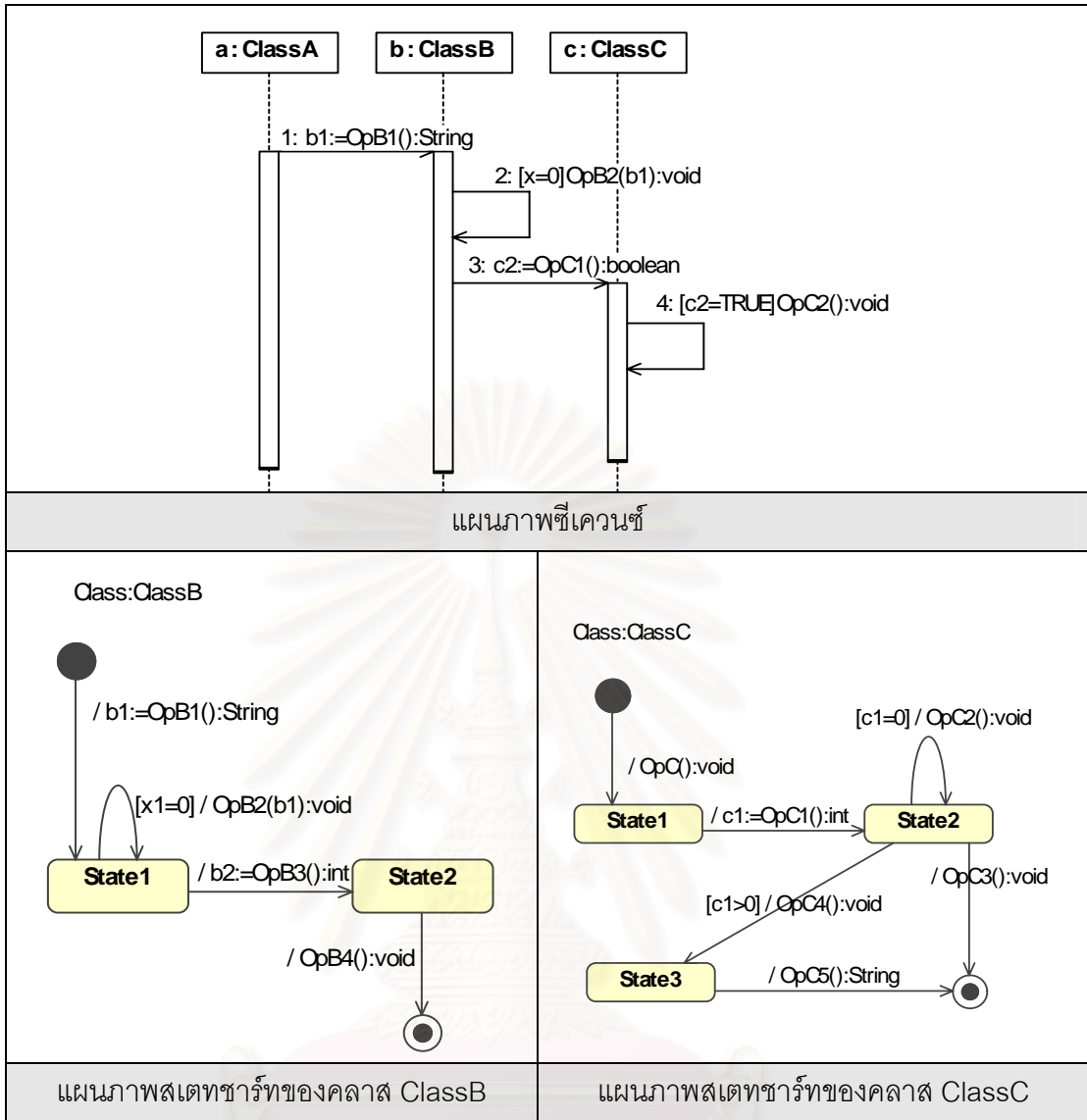
เงื่อนไข เป็นตัวทดสอบก่อนที่จะเริ่มทำโอเปอเรชันบนเมสเสจ และเงื่อนไขที่อยู่บนเส้นทรานซิชันก็เป็นตัวทดสอบก่อนที่จะเริ่มทำการกระทำ ซึ่งถ้าในแผนภาพซีควเอนซ์มีเงื่อนไขบนเมสเสจที่มีชื่อโอเปอเรชันสอดคล้อง กับชื่อการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ทโดยที่เส้นทรานซิชันที่มีชื่อการกระทำ สอดคล้องกับชื่อโอเปอเรชันนั้นควรจะมีความหมายเหมือนกัน ซึ่งเราจะทำการตรวจสอบด้วยว่า ชนิดของตัวแปรที่อยู่ในเงื่อนไขนั้น มีชนิดของตัวแปร สอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งจะได้เป็นกฎข้อที่ 3.2

กฎข้อที่ 3.2

ถ้าบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์มีตัวทดสอบเงื่อนไข แล้วในแผนภาพสเตทชาร์ทที่มีชื่อการกระทำ ตรงกับชื่อโอเปอเรชัน ควรจะมีตัวทดสอบเงื่อนไขเหมือนกัน

ในกฎข้อนี้ เป็นการตรวจสอบว่าบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์มีเงื่อนไข แล้วบนเส้นทรานซิชันในแผนภาพสเตทชาร์ทก็จะมีเงื่อนไขด้วย โดยชื่อโอเปอเรชันต้องสอดคล้องกับชื่อการกระทำ ถ้ามีเงื่อนไขเหมือนกัน แสดงว่าสอดคล้องที่ว่ามีเงื่อนไข เหมือนกัน จากนั้นก็ทำการตรวจสอบตัวแปรในเงื่อนไขทั้งบนเมสเสจ และบนเส้นทรานซิชันนั้นมีชนิดเดียวกันหรือไม่ ถ้ามีชนิดเดียวกันแสดงแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ทสอดคล้องกัน

แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ของคลาส ClassA, ClassB และ ClassC และมีแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassB และ ClassC เมื่อเราทำการตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องเงื่อนไข ตามกฎข้อที่ 3.2 โดยจะเริ่มที่ในแผนภาพซีควเอนซ์ที่อ็อบเจกต์ b ของคลาส ClassB ในเมสเสจลำดับที่ 2 มีเงื่อนไขคือ $x=0$ โดยมี โอเปอเรชันคือ OpB2 เมื่อนำมาตรวจสอบกับแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของ คลาส ClassB ที่ชื่อการกระทำ OpB2 มีเงื่อนไขคือ $x1=0$ ซึ่งก็คือมีเงื่อนไขเหมือนกัน แสดงว่าสอดคล้องในเรื่องที่มีเงื่อนไขเหมือนกัน แต่ในการตรวจสอบชนิดของตัวแปรนั้นไม่สามารถตรวจสอบได้เพราะไม่สามารถทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปร x กับตัวแปร x1 เมื่อมาดูที่อ็อบเจกต์ c ของคลาส ClassC จะมีเมสเสจลำดับที่ 4 ที่มีเงื่อนไขคือ $c2=TRUE$ เมื่อมาตรวจสอบกับแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassC ที่ชื่อโอเปอเรชัน สอดคล้องกับชื่อของการกระทำ คือ OpC2 มีเงื่อนไขคือ $c1=0$ เมื่อทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปร ตัวแปร c2 ของเมสเสจ มีชนิดเป็น boolean และ ตัวแปร c1 ของเส้นทรานซิชันมีชนิดเป็น int จะเห็นว่าไม่สอดคล้องกัน ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องกัน ดังรูปที่ 3.70



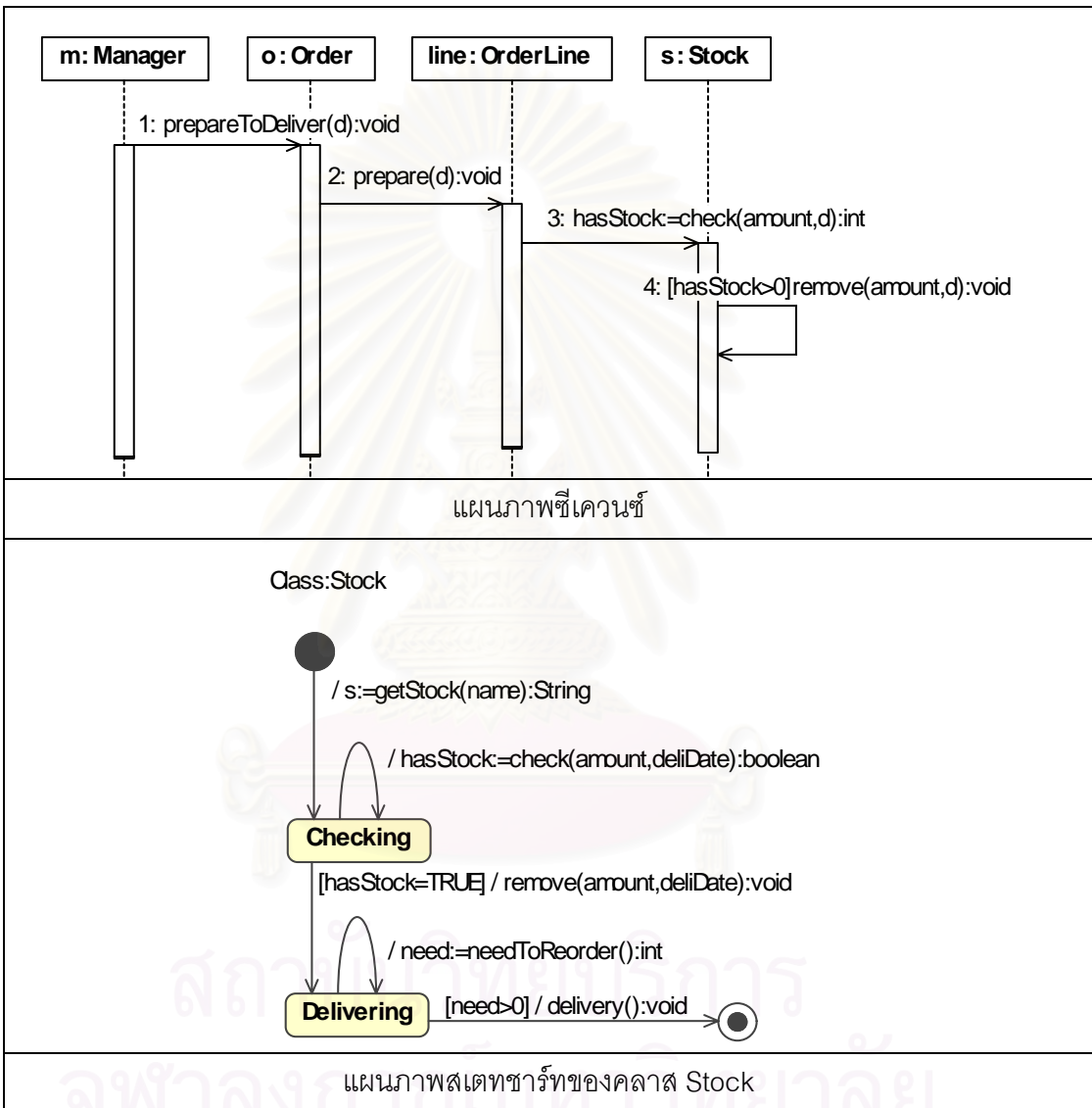
รูปที่ 3.70 แผนภาพซีควენซ์ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสแตทซาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ClassB และคลาส ClassC

จากกฎข้อที่ 3.2 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควენซ์ กับแผนภาพสแตทซาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบว่าในแผนภาพซีควენซ์ที่มีชื่อโอเปอเรชัน ตรงกับชื่อของการกระทำในแผนภาพสแตทซาร์ทนั้น มีเงื่อนไขหรือไม่
2. ถ้ามีเงื่อนไขก็จะนำตัวแปรในเงื่อนไขมาตรวจสอบชนิดของตัวแปร โดยนำชนิดของตัวแปรมาจากชนิดของการคืนค่าของชื่อโอเปอเรชันที่มีชื่อตรงกันกับชื่อตัวแปรในเงื่อนไข
3. นำเงื่อนไขที่อยู่บนเส้นทรานซิชันที่มีชื่อของการกระทำสอดคล้อง กับชื่อโอเปอเรชันในแผนภาพซีควเ็นซ์ มาทำการตรวจสอบชนิดของตัวแปร โดยนำมาจากชนิดของการคืนค่าของชื่อการกระทำที่มีชื่อตัวแปรตรงกัน

- นำชนิดของตัวแปรในข้อที่ 3 และ 4 มาทำการเปรียบเทียบกัน ถ้าตรงกันแสดงว่าชนิดของเงื่อนไขสอดคล้องกัน แต่ถ้าไม่ตรงกันแสดงว่าชนิดของตัวแปรในเงื่อนไขไม่สอดคล้องกัน

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 3.2 มาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ



รูปที่ 3.71 แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทที่ไม่สอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.2

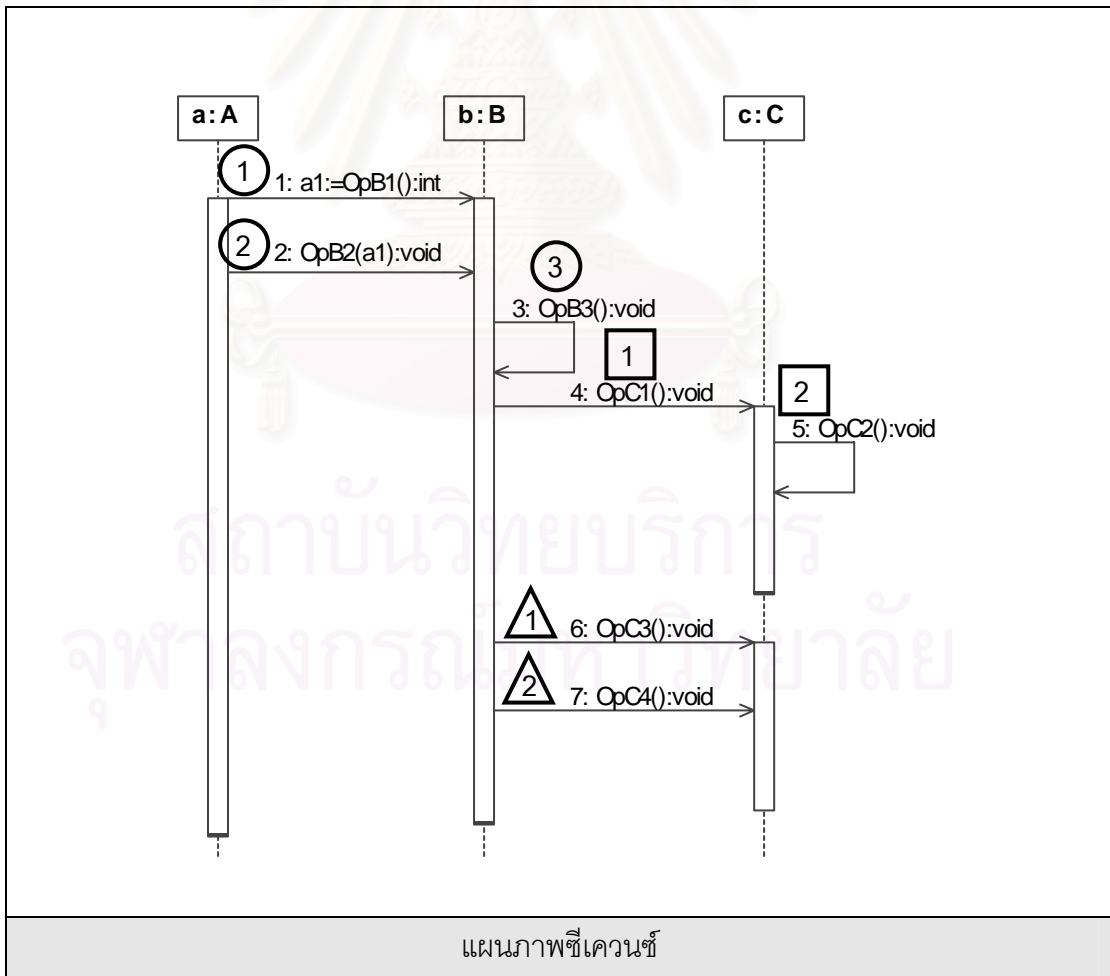
จากรูปที่ 3.71 ในส่วนของแผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ m ของคลาส Manager อ็อบเจกต์ o ของคลาส Order อ็อบเจกต์ line ของคลาส OrderLine และอ็อบเจกต์ s ของคลาส Stock ซึ่งจะมีแผนภาพสเตทชาร์ทที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพซีควเอนซ์ คือ แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Stock เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.2 ผลที่ได้เงื่อนไขของโอเปอเรชัน remove จะไม่สอดคล้องกันในเรื่องของชนิดของตัวแปร โดยตัวแปรใน

เงื่อนไขของแผนภาพซีเควนท์ มีชนิดเป็น int และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไขของการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Stock มีชนิดเป็น boolean ทำให้ชนิดของตัวแปรไม่สอดคล้องกันในเรื่องของชนิดของตัวแปรในเงื่อนไข

3.2.3.3 ลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่นของแผนภาพซีเควนท์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ท

ก่อนที่จะตรวจสอบในเรื่องนี้ จะต้องผ่านการตรวจสอบที่ว่าชื่อของโอเปอเรชั่นที่อยู่ในแผนภาพซีเควนท์ ของแต่ละอ็อบเจกต์ จะต้องปรากฏอยู่ในแผนภาพสเตทชาร์ทนั้นทุกตัวจึงจะสามารถทำการตรวจสอบลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่นในแผนภาพซีเควนท์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะได้

ลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่นในแผนภาพซีเควนท์ จะเรียงตามลำดับของเมสเสจก่อน หลังจากลำดับที่เรียงบนแถบช่วงเวลาของอ็อบเจกต์หนึ่ง ๆ เมสเสจที่อยู่บนสุดจะเป็นลำดับแรกแล้วไล่ลำดับลงมาในแถบช่วงเวลาตัวเดียวกัน



รูปที่ 3.72 การจัดกลุ่มลำดับของโอเปอเรชั่นในแผนภาพซีเควนท์

จากรูปที่ 3.72 แผนภาพซีเควณซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ a ของคลาส A อ็อบเจกต์ b ของคลาส B และอ็อบเจกต์ c ของคลาส C โดยอ็อบเจกต์ b จะมีเมสเสจได้แก่ `a1:=OpB1():int`, `OpB2(a1):void` และ `OpB3():void` ซึ่งจะจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เนื่องจากอยู่บนแถบช่วงเวลาตัวเดียวกันบนเส้นชีวิตของอ็อบเจกต์ b และทำการเรียงลำดับโดยให้เมสเสจที่อยู่บนสุดเป็นลำดับแรกไล่ลงมา โดยจะใช้สัญลักษณ์วงกลมแทนกลุ่มของกลุ่มเมสเสจนี้ของอ็อบเจกต์ b ในอ็อบเจกต์ c จะเห็นว่ามีแถบช่วงเวลา 2 แถบด้วยกัน ซึ่งเราจะถือว่าเป็นคนละกลุ่มกัน โดยแบ่งเป็นสัญลักษณ์สี่เหลี่ยม กับสัญลักษณ์สามเหลี่ยม ในกลุ่มที่เป็นสี่เหลี่ยมจะมีเมสเสจได้แก่ `OpC1():void` และ `OpC2():void` เมื่อทำการเรียงลำดับจะได้ เมสเสจ `OpC1():void` เป็นลำดับที่ 1 และตามด้วย `OpC2():void` เป็นลำดับที่ 2 และในกลุ่มที่เป็นสามเหลี่ยม จะทำการเรียงลำดับได้ เมสเสจ `OpC3():void` เป็นลำดับที่ 1 และ `OpC4():void` เป็นลำดับที่ 2

เมื่อได้ลำดับของโอเปอเรชันบนแต่ละอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีเควณซ์แล้ว ก็จะมีการตรวจสอบลำดับเหล่านี้ กับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ทของแต่ละอ็อบเจกต์ คลาสที่มีแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาสนั้น ในการตรวจสอบความสอดคล้องของเรื่องลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชัน กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ทนั้น ซึ่งจะได้เป็นกฎข้อที่ 3.3

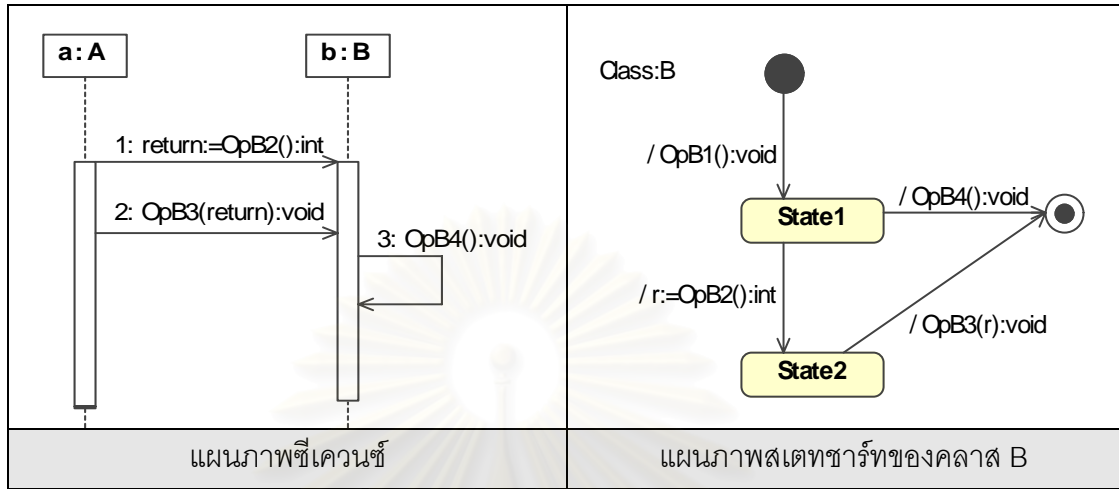
กฎข้อที่ 3.3

ลำดับในการเรียกใช้โอเปอเรชันในแผนภาพซีเควณซ์ของอ็อบเจกต์หรือคลาสจะต้องมีความสัมพันธ์ กับเส้นทางในการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ทของอ็อบเจกต์หรือคลาสนั้นอย่างน้อย 1 เส้นทาง

ในกฎข้อนี้ จะทำการตรวจสอบลำดับของการเรียกใช้โอเปอเรชันของอ็อบเจกต์ ในแผนภาพซีเควณซ์ กับเส้นทางในการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส ที่เป็นคลาสของอ็อบเจกต์นั้นในแผนภาพซีเควณซ์ การที่จะทำการตรวจสอบกฎข้อนี้ จะต้องผ่านการตรวจสอบในเรื่องของชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อของการกระทำก่อน จึงนำมาตรวจสอบในเรื่องนี้ได้เพราะถ้าไม่มีชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำที่ตรงกันแล้ว จะไม่สามารถนำมาตรวจสอบลำดับของโอเปอเรชันในแผนภาพซีเควณซ์ กับลำดับของการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ทได้ ดังนั้นจะต้องทำการตรวจสอบเรื่องชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำก่อน

การตรวจสอบลำดับของการเรียกใช้โอเปอเรชันของแต่ละอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีเควณซ์ เพื่อตรวจสอบกับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาสของแต่ละอ็อบเจกต์ที่มีแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาสนั้น จะทำการตรวจสอบเป็นกลุ่มของเมสเสจ ซึ่ง

จะจัดกลุ่มโดยเมสเสทที่ไหนดที่อยู่บนแถบกระตุ้นตัวเดียวกันจะถือว่าเป็นกลุ่มเดียวกัน จากนั้นเมื่อได้กลุ่มของเมสเสทที่ต้องการเปรียบเทียบแล้ว ก็จะนำไปเทียบกับแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสนั้น



รูปที่ 3.73 แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตตชาร์ทของคลาส B ตรวจสอบเรื่องลำดับ

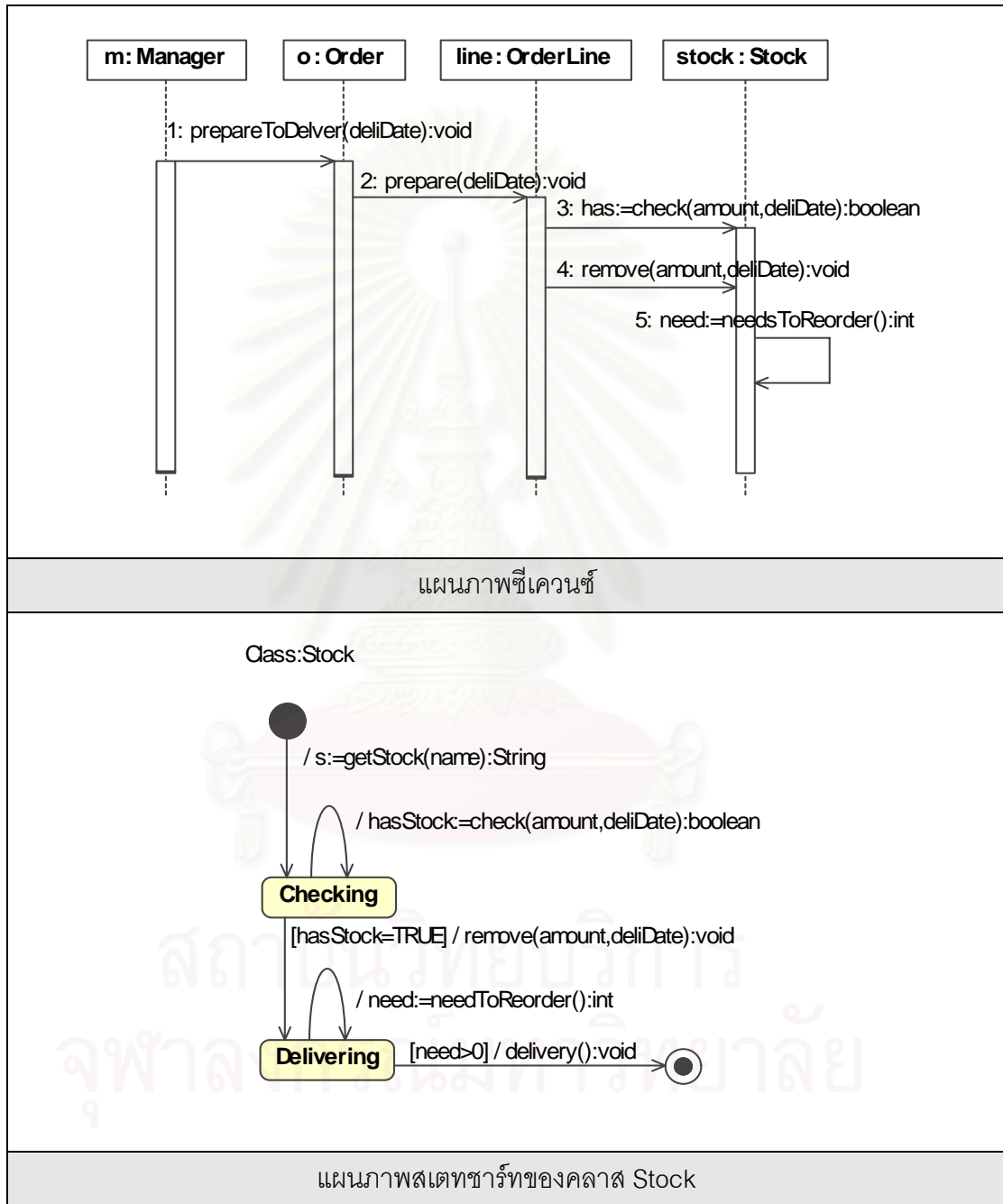
จากรูปที่ 3.73 แผนภาพซีควเอนซ์จะแบ่งกลุ่มของเมสเสทของอ็อบเจกต์ b:B ได้ 1 กลุ่ม คือกลุ่มของเมสเสท return:=OpB1():int เป็นลำดับที่ 1 , OpB2(return):void เป็นลำดับที่ 2 และ OpB3():void เป็นลำดับที่ 3 ส่วนแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส B นั้น เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 3.3 ผลที่ได้ แผนภาพสเตตชาร์ทของคลาส B จะไม่สอดคล้องกับแผนภาพซีควเอนซ์ เพราะว่า ลำดับของโอเปอเรชัน กับลำดับการเปลี่ยนสถานะไม่ตรงกัน ก็คือ ในแผนภาพสเตตชาร์ทที่ชื่อการกระทำ OpB3():void นั้นไม่เป็นลำดับที่ต่อจาก OpB1():void ทำให้ไม่สอดคล้องกัน

จากกฎข้อที่ 3.3 สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตตชาร์ทได้ดังต่อไปนี้

1. หากกลุ่มลำดับของชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสทที่เป็นโอเปอเรชันของอ็อบเจกต์ของคลาสเดียวกันว่ามีลำดับโอเปอเรชันเป็นอย่างไร
2. เมื่อได้กลุ่มลำดับของชื่อโอเปอเรชันบนเมสเสทแล้ว นำไปตรวจสอบกับแผนภาพสเตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาสที่เป็นคลาสเดียวกับคลาสของอ็อบเจกต์ในแผนภาพซีควเอนซ์
3. นำกลุ่มของโอเปอเรชันมาตรวจสอบว่า โอเปอเรชันทั้งหมดในกลุ่มนั้น สอดคล้องกับชื่อการกระทำในแผนภาพสเตตชาร์ททั้งหมดหรือไม่ ถ้าสอดคล้องหมดนำโอเปอเรชันลำดับแรกในกลุ่มของโอเปอเรชันมาตรวจสอบ กับชื่อการกระทำในแผนภาพสเตตชาร์ท แล้วก็นำลำดับต่อไปมาตรวจสอบเรื่อย ๆ เมื่อลำดับสอดคล้องกันหมด

แสดงว่าแผนภาพสเตทชาร์ทสอดคล้อง กับแผนภาพซีควเอนซ์เรื่องลำดับโอเปอเรชัน กับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ที่นำกฎข้อที่ 3.3 มาตรวจสอบ ความสอดคล้องของแผนภาพ



รูปที่ 3.74 แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Stock สอดคล้องตามกฎข้อที่ 3.3

จากรูปที่ 3.74 ในส่วนของแผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วยอ็อบเจกต์ m ของคลาส Manager อ็อบเจกต์ o ของคลาส Order อ็อบเจกต์ line ของคลาส OrderLine และ อ็อบเจกต์

3.3.2 คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

มีกฎที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความสอดคล้องทั้งหมด 4 ข้อ โดยจะแสดงด้วยตารางการขึ้นต่อกัน

ตารางที่ 3.2 ตารางการขึ้นต่อกันของกฎสำหรับคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

From \ To	R2.1	R2.2	R2.3	R2.4
R2.1				
R2.2	*			
R2.3	*			
R2.4	*			

3.3.3 คู่ของแผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท

มีกฎที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความสอดคล้องทั้งหมด 3 ข้อ โดยจะแสดงด้วยตารางการขึ้นต่อกัน

ตารางที่ 3.3 ตารางการขึ้นต่อกันของกฎสำหรับคู่แผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท

From \ To	R3.1	R3.2	R3.3
R3.1			
R3.2	*		
R3.3	*		

บทที่ 4

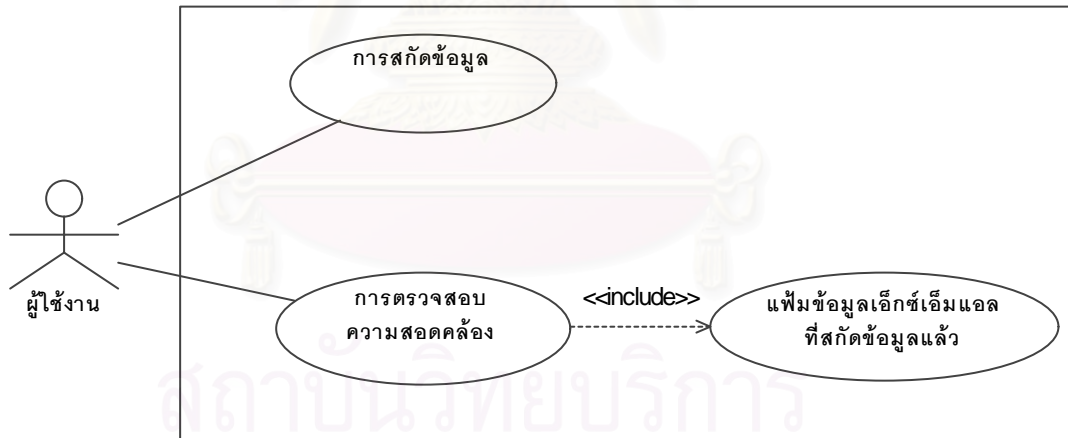
การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของ แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

ในบทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบเครื่องมือ

4.1.1 การออกแบบการใช้งานเครื่องมือ

แผนภาพยูสเคสสำหรับเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท มีฟังก์ชันการทำงานหลักอยู่ 2 ฟังก์ชัน คือ การสกัดข้อมูลของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ และการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

1. ฟังก์ชันของการสกัดข้อมูล รับข้อมูลเข้าเป็นแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของทั้ง 3 แผนภาพที่ได้จากการส่งออกของเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอลมาทำการสกัดข้อมูล เอาเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นต่อการนำมาตรวจสอบความสอดคล้อง จะได้ แฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพที่สกัดข้อมูลแล้ว

2. ฟังก์ชันของการตรวจสอบความสอดคล้อง รับข้อมูลเข้าเป็นแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ได้รับการสกัดข้อมูลแล้วของทั้ง 3 แผนภาพ จากนั้นนำมาตรวจสอบความสอดคล้องกับกฎที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 ผลที่ได้ จะแสดงแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง และแผนภาพที่สอดคล้อง

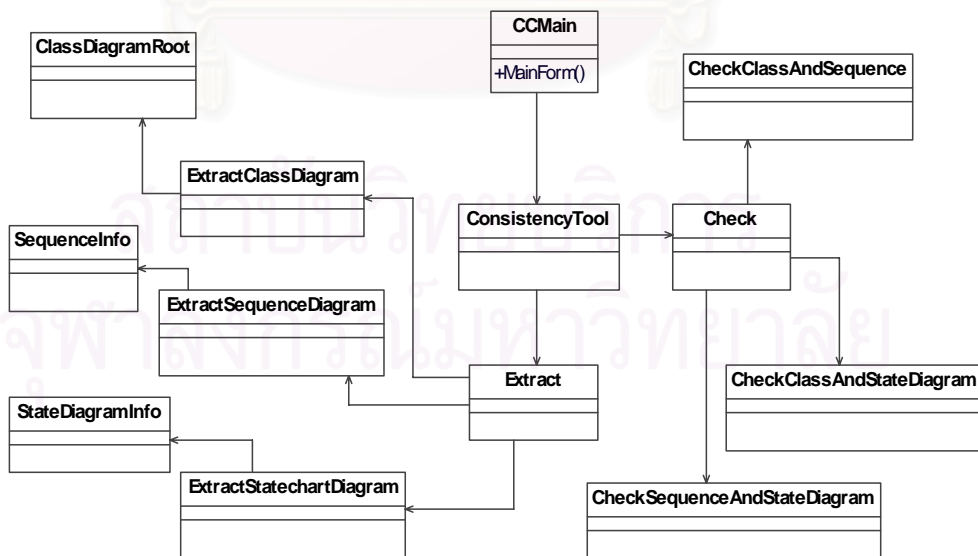
4.1.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมของเครื่องมือ

ชั้นประยุกต์การใช้งาน	โปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นด้วยไมโครซอฟท์ วิซวล ซีชาร์ป 2005
ชั้นการเก็บข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล	ไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เอ็มแอล พาสเซอร์ รุ่น 6
ชั้นของกฎการตรวจสอบ	กฎการตรวจสอบความสอดคล้องในรูปของภาษาซีชาร์ป

รูปที่ 4.2 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ

จากรูปที่ 4.2 แสดงสถาปัตยกรรมของเครื่องมือที่มีการใช้ไมโครซอฟท์เอ็กซ์เอ็มแอล พาสเซอร์ รุ่น 6 (MSXML 6.0 Parser) ในการทำการเก็บข้อมูลของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีข้อมูลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพลงโครงสร้างข้อมูลเพื่อนำมาตรวจสอบ กับกฎที่ถูกเขียนด้วยภาษาซีชาร์ป และใช้ไมโครซอฟท์ วิซวล ซีชาร์ป รุ่น 2005 (MS Visual C# 2005) ในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์วินโดวส์ (Windows application)

4.1.3 แผนภาพคลาสของเครื่องมือ



รูปที่ 4.3 แผนภาพคลาสของเครื่องมือการตรวจสอบความสอดคล้อง

จากรูปที่ 4.3 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาสทั้งหมด 13 คลาส ได้แก่ CCMain, ConsistencyTool, Extract, Check, ExtractClassDiagram, ExtractSequenceDiagram, ExtractStatechartDiagram, SequenceInfo, ClassDiagramRoot, StateDiagramInfo, CheckSequenceAndStateDiagram, CheckClassAndStateDiagram และ CheckClassAndSequence

4.1.3.1 คลาส CCMain

เป็นคลาสหลักของโปรแกรม ประกอบด้วยโอเปอเรชัน MainForm() เพื่อเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส ConsistencyTool

4.1.3.2 คลาส ConsistencyTool

เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอหลักของเครื่องมือการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท มีโอเปอเรชัน ExtractFileXML() สำหรับทำการสกัดข้อมูลของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ส่งออกจากเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล และโอเปอเรชัน ConsistencyChecking() สำหรับทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส Extract และ คลาส Check

4.1.3.3 คลาส Extract

เป็นคลาสสำหรับทำการสกัดข้อมูลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ โดยจะจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของทั้ง 3 แผนภาพ และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส ExtractClassDiagram, ExtractSequenceDiagram และ ExtractStatechartDiagram

4.1.3.4 คลาส Check

เป็นคลาสสำหรับทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพโดยแบ่งออกเป็นคู่คือ แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควেনซ์, แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพซีควেনซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับคลาส CheckClassAndSequence, CheckClassAndStateDiagram และ CheckSequenceAndStateDiagram

4.1.3.5 คลาส ClassDiagramRoot

เป็นคลาสที่เป็นรากสำหรับโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล ของแผนภาพคลาส

4.1.3.6 คลาส SequenceInfo

เป็นคลาสที่เป็นรากสำหรับโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควเอนซ์

4.1.3.7 คลาส StateDiagramInfo

เป็นคลาสที่เป็นรากสำหรับโครงสร้างแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพสเตทชาร์ท

4.1.3.8 คลาส ExtractClassDiagram

เป็นคลาสสำหรับสกัดข้อมูลของแผนภาพคลาส แล้วทำการจัดเก็บในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส ClassDiagramRoot

4.1.3.9 คลาส ExtractSequenceDiagram

เป็นคลาสสำหรับสกัดข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์ แล้วทำการจัดเก็บในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส SequenceInfo

4.1.3.10 คลาส ExtractStatechartDiagram

เป็นคลาสสำหรับสกัดข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ท แล้วทำการจัดเก็บในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล และมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน กับคลาส StateDiagramInfo

4.1.3.11 คลาส CheckClassAndSequence

เป็นคลาสที่ใช้สำหรับทำการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

4.1.3.12 คลาส CheckClassAndStateDiagram

เป็นคลาสที่ใช้สำหรับทำการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

4.1.3.13 คลาส CheckSequenceAndStateDiagram

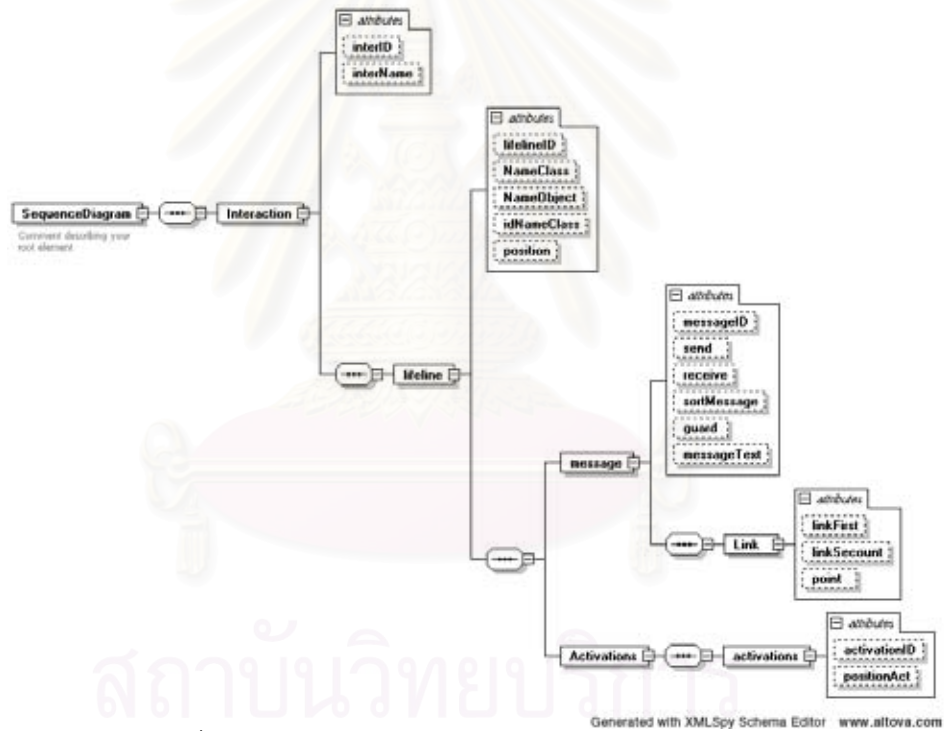
เป็นคลาสที่ใช้สำหรับทำการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควเอนซ์กับแผนภาพสเตทชาร์ท

ซึ่งรายละเอียดของแอสทริบิวต์ และโอเปอเรชันของคลาสทั้ง 13 คลาสนี้จะแสดงไว้ในภาคผนวก ค

โหนด Association จะมีโหนดลูก 3 โหนด คือ associations, generalization และ dependency ส่วนโหนด Class นั้นจะมีโหนดลูก 2 โหนด คือ Attribute และ Operation โดยโหนด Operation มีโหนดลูกคือ Parameter โดยแต่ละโหนดจะสามารถมีแอททริบิวต์ภายในได้

4.1.4.2 โครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควเอนซ์

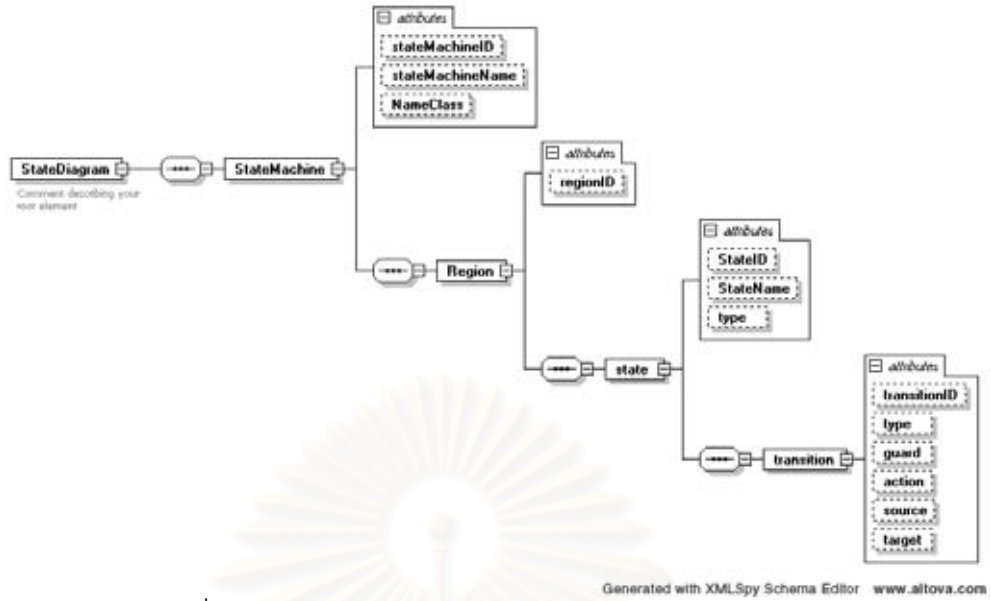
จากรูปที่ 4.5 จะแสดงโครงสร้างข้อมูลของเอ็กซ์เอ็มแอลที่ได้จากการสกัดข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์ที่ส่งออกจากเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล โดยมี SequenceDiagram เป็นรากของโครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลนี้ จากนั้นมีโหนดลูกคือ Interaction โดยโหนด Interaction จะมีโหนดลูกคือ lifeline และโหนด lifeline จะมีโหนดลูกอีกคือ message และ Activations โดยโหนด message มีโหนดลูกคือ Link และโหนด Activations มีโหนดลูกคือ activations โดยในแต่ละโหนดสามารถมีแอททริบิวต์ภายในได้



รูปที่ 4.5 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลสำหรับแผนภาพซีควเอนซ์

4.1.4.3 โครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพสเตทชาร์ท

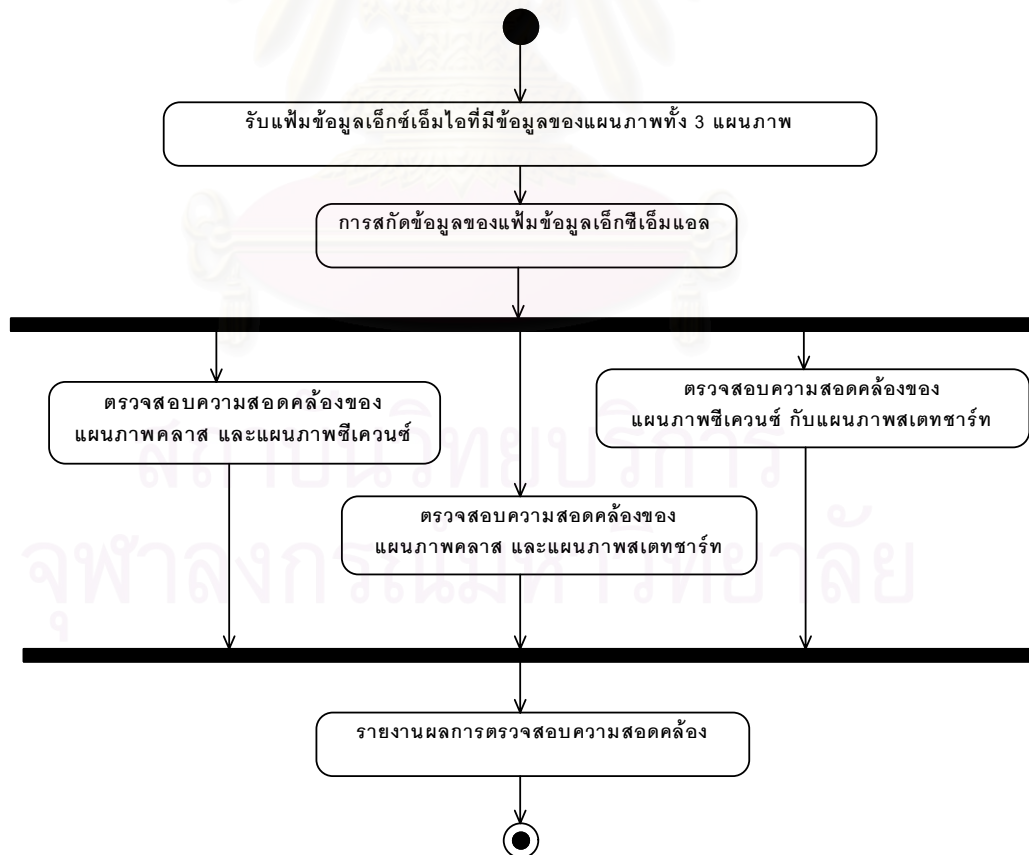
จากรูปที่ 4.6 จะแสดงโครงสร้างข้อมูลของเอ็กซ์เอ็มแอลที่ได้จากการทำการสกัดข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ทที่ส่งออกจากเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล โดยมี StateDiagram เป็นรากของโครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลนี้ โดยโหนดลูกคือ StateMachine โดยโหนด StateMachine จะมีโหนดลูกคือ Region และโหนด Region จะมีโหนดลูกอีกคือ state และโหนด state มีโหนดลูกคือ transition โดยแต่ละโหนดสามารถมีแอททริบิวต์ภายในได้



รูปที่ 4.6 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลสำหรับแผนภาพสเตตชาร์ท

4.2 การพัฒนาเครื่องมือ

4.2.1 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องมือ



รูปที่ 4.7 ภาพรวมของขั้นตอนในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตตชาร์ท

จากรูปที่ 4.7 เป็นภาพรวมของขั้นตอนในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ที่ได้นำกฎที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3 มาประยุกต์ในการตรวจสอบความสอดคล้อง

4.2.1.1 ส่วนของการรับข้อมูล

ส่วนของการรับข้อมูลนี้ ข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นข้อมูลของเอ็กซ์เอ็มไอ โดยจะอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยเป็นส่วนเริ่มต้นในการใช้งานเครื่องมือ ซึ่งจะรับชื่อของแฟ้มข้อมูลแบบเอ็กซ์เอ็มแอล ที่มีข้อมูลของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท สำหรับแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลในงานวิจัยนี้ มาจากการส่งออกเป็นแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของโปรแกรมแมจิกดรอว์ (MagicDraw Program) โดยจะมีข้อมูลของเอ็กซ์เอ็มไออยู่

4.2.1.2 การสกัดข้อมูลของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการส่งออกจากเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอลที่ชื่อแมจิกดรอว์ ข้อมูลของเอ็กซ์เอ็มไอที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลของแผนภาพต่าง ๆ มากมาย ซึ่งบางส่วนไม่มีส่วนสำคัญในการนำมาตรวจสอบความสอดคล้อง บางส่วนมีความซับซ้อนยากต่อการนำมาใช้ ดังนั้นจะทำการสกัดเอาเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยจะทำการสกัดโดยใช้ภาษาเอ็กซ์เอสแอลที่ มาช่วยในการแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยมีโครงสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 4.1.4

4.2.1.3 ส่วนของการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

ในส่วนของการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทนี้ จะนำแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ได้จากการสกัดเอาเฉพาะข้อมูลที่ต่อนำมาใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง การตรวจสอบความสอดคล้องนี้จะทำการตรวจสอบเป็นคู่ของแผนภาพ คือ แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควেনซ์ แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพซีควেনซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท ภาษาที่ใช้ในการอิมพลีเมนต์กฎสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องคือ ภาษาซีชาร์ป เนื่องจากเป็นภาษาที่สนับสนุน และรองรับแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยขั้นตอนของการตรวจสอบความสอดคล้องจะอธิบายดังต่อไปนี้

1. อ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เซลที่ผ่านการสกัดเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการเก็บลงโครงสร้างข้อมูล
2. จากนั้นจะทำการเลือกว่าต้องการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคู่ใดได้แก่ คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีเควนซ์ แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท และแผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท หรือจะตรวจสอบทั้งหมดพร้อมกัน 3 คู่
3. จากนั้นก็จะตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพ ตามกฎที่แสดงไว้ในบทที่ 3

4.2.1.4 ส่วนของการแสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้อง

การแสดงผลของการตรวจสอบความสอดคล้องของทั้ง 3 แผนภาพนี้ จะเป็นไปได้ 2 กรณี คือ แผนภาพไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสอดคล้อง โดยในส่วนของผลการตรวจสอบความสอดคล้องนี้จะแบ่งออกเป็นคู่ที่ทำการตรวจสอบ โดยถ้าแผนภาพไหนที่ไม่สอดคล้องจะแสดงรายการที่ทำให้แผนภาพนั้นไม่สอดคล้องด้วย ซึ่งในส่วนของรูปแบบของผลในการตรวจสอบจะแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข

ส่วนของการแสดงผลการตรวจสอบ จะแสดงได้ 2 ทาง คือ แสดงผลออกทางหน้าจอ และจะบันทึกผลการตรวจสอบลงแฟ้มข้อมูลลักษณะเป็นเท็กซ์ไฟล์ โดยจะมีนามสกุลเป็น .txt ซึ่งข้อมูลในการแสดงผลจะเหมือนกัน ทั้ง 2 ทาง

4.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

4.2.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา ดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์ในรุ่น Intel Pentium M ความเร็ว 1.30 กิกะเฮิร์ต
- หน่วยความจำหลัก 512 เมกะไบต์
- ฮาร์ดิสก์ความจุ 80 กิกะไบต์

4.2.2.2 ระบบปฏิบัติการ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา ดังนี้

- ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ XP Professional
- โปรแกรม Visual Studio 2005
- โปรแกรม MagicDraw Community Edition 11.0

บทที่ 5

การทดสอบเครื่องมือด้วยกรณีศึกษา

การทดสอบเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท โดยทดสอบกับกรณีศึกษา 3 กรณี ได้แก่ ระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด ระบบเอทีเอ็ม และระบบการลงทะเบียน โดยจะสามารถทำการทดสอบความสอดคล้องของแผนภาพ ได้ตามขอบเขตของงานวิจัย

5.1 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ

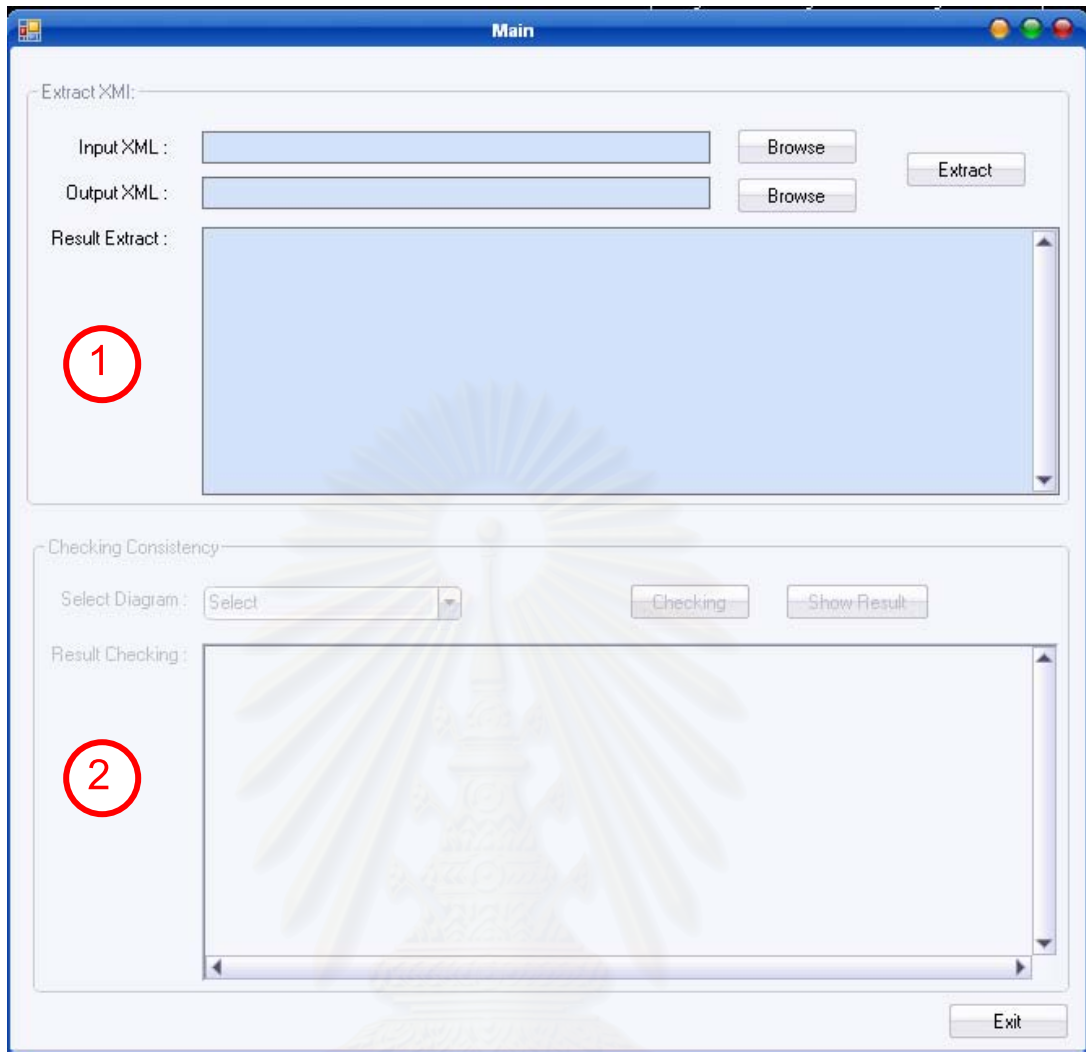
เครื่องคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการที่ใช้ในการทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค Intel Pentium M ความเร็ว 1.30 กิกะเฮิร์ตซ์
- หน่วยความจำหลัก 512 เมกะไบต์
- ฮาร์ดิสก์ความจุ 80 กิกะไบต์
- ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ XP Professional

5.2 ขั้นตอนของการทดสอบ

การทดสอบเครื่องมือ จะทำโดยใช้เครื่องมือนี้ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทของกรณีศึกษา 3 กรณี โดยในแต่ละกรณีจะตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 ซึ่งกรณีศึกษาเป็นแผนภาพยูเอ็มแอลที่เป็นไปตามมาตรฐานยูเอ็มแอลรุ่น 2.0 และถูกต้องตามวากยสัมพันธ์ของแต่ละแผนภาพในแต่ละกรณี เมื่อทำการส่งออกจากเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล คือ โปรแกรมเมจิกดรอว์ กรณีศึกษาเหล่านี้จะรูปแบบของแฟ้มเอ็กซ์เอ็มแอล ที่มีข้อมูลของเอ็กซ์เอ็มไอรุ่น 2.1

เริ่มต้นการใช้เครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง จะแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นการนำแฟ้มข้อมูลเข้าโดยแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ และทำการสกัดข้อมูลได้เป็นแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีโครงสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และส่วนที่ 2 จะเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ โดยจะทำการตรวจสอบกับกฎที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 และรายงานผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยหน้าจอของเครื่องมือการตรวจสอบความสอดคล้อง จะแสดงได้ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 หน้าจอของเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง

เริ่มที่ส่วนที่ 1 ผู้ใช้จะทำการเลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยกดปุ่ม **Browse** เพื่อเลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ที่วาดขึ้นโดยโปรแกรมเมจิกดรอว์ ซึ่งโปรแกรมเมจิกดรอว์นี้ ข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ส่งออกมาจะอยู่ในรูปแบบของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล และผู้ใช้สามารถกำหนดตำแหน่งที่จะเก็บบันทึกข้อมูลที่ได้สกัดออกมา โดยการกดปุ่ม **Browse** เพื่อเลือกตำแหน่งเก็บเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล ที่ได้จากการสกัดข้อมูลจากเพิ่มข้อมูลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ จากนั้นกดปุ่ม **Extract** เพื่อทำการสกัดข้อมูล

ส่วนที่ 2 ซึ่งในส่วนนี้จะสามารถดำเนินการได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการสกัดข้อมูลแล้ว จากนั้นจะนำเพิ่มที่สกัดข้อมูลแล้ว มาทำการตรวจสอบความสอดคล้องโดยจะเลือกคู่ที่ต้องการจะตรวจสอบความสอดคล้อง จากนั้นกดปุ่ม **Checking** เพื่อเริ่มดำเนินการทดสอบ โดยผลของการทดสอบจะแสดงในส่วนของ Result Checking หรือสามารถเรียกดูจากไฟล์ โดยกดปุ่ม **Show Result** จะ

แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพได้ ซึ่งขั้นตอนในการใช้โปรแกรมสามารถดูรายละเอียดได้ที่ ภาคผนวก ก

5.3 กรณีศึกษาที่ใช้ในการทดสอบ

กรณีศึกษาที่นำมาตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ ได้แก่ ระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด ระบบเวทีเอ็ม และระบบการลงทะเบียน

5.3.1 กรณีศึกษาที่ 1 ระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด

ระบบการยืมคืนหนังสือในห้องสมุด เป็นระบบที่ใช้ในการบริหารงานภายในห้องสมุด โดยห้องสมุดหนึ่งห้องสมุดจะมีบรรณารักษ์ได้ตั้งแต่หนึ่งคน สมาชิกของห้องสมุดจะสามารถใช้บริการเกี่ยวกับการยืม การคืน และการจองหนังสือได้ นั่นคือ บรรณารักษ์หนึ่งคนจะสามารถทำรายการการยืมและรายการการคืนหนังสือให้แก่สมาชิก โดยสามารถกระทำผ่านทางรายการการยืมคืนตั้งแต่ศูนย์รายการ และบรรณารักษ์หนึ่งคนจะสามารถทำรายการจองหนังสือให้แก่สมาชิก ซึ่งสามารถกระทำผ่านทางรายการจองหนังสือตั้งแต่ศูนย์รายการเช่นกัน ทั้งนี้รายการจองหนังสือหนึ่งรายการจะประกอบด้วย รายชื่อของหนังสือที่จองตั้งแต่หนึ่งเล่มขึ้นไป ส่วนสมาชิกของห้องสมุดแต่ละคนจะทำการยืม การจอง การคืน และเสียค่าปรับเหล่านี้ โดยตรวจสอบจากรายการการยืมคืนหนังสือตั้งแต่ศูนย์รายการ ซึ่งสมาชิกของห้องสมุดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ นิสิต และผู้สอน นอกจากนี้บรรณารักษ์หนึ่งคนจะสามารถทำการตกลงซื้อหนังสือกับผู้ขายตั้งแต่หนึ่งคนขึ้นไป ในขณะที่เดียวกันบรรณารักษ์จะสั่งซื้อหนังสือผ่านใบสั่งซื้อหนังสือตั้งแต่หนึ่งใบขึ้นไป โดยใบสั่งซื้อจะประกอบด้วยหนังสือที่จะสั่งซื้อได้ตั้งแต่หนึ่งเล่ม จากนั้นบรรณารักษ์สามารถทำการตรวจสอบหนังสือที่ค้างส่งของสมาชิกได้ รวมทั้งทำการยกเลิกการจองหนังสือตามที่สมาชิกต้องการได้ ทำการออกแบบระบบการยืมคืนหนังสือในห้องสมุดนี้ โดยใช้แผนภาพคลาสแสดงระบบโดยรวม แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์ของระบบนี้ และแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่ 5.13

5.3.1.1 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

1. แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาสของระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด ประกอบด้วยคลาส Supplier, SupplierBook, PurchaseOrder, BookToOrder, Member, Student, Instructor, Librarian, Library, BorrowReturnTransaction, ReservationTransaction, ReservationBookList และ Book แสดงได้ดังรูปที่ 5.2

2. แผนภาพซีเควนซ์

แผนภาพซีเควนซ์ที่แสดงเหตุการณ์ในระบบของการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุดดังมีเหตุการณ์ดังต่อไปนี้ และแสดงได้ดังรูปที่ 5.3 ถึง 5.9 ตามลำดับ

- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือ
- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การจองหนังสือ
- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การคืนหนังสือ
- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือที่จอง
- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การตรวจสอบหนังสือที่ค้างส่ง
- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การยกเลิกหนังสือที่จอง
- แผนภาพซีเควนซ์แสดงเหตุการณ์การสั่งซื้อหนังสือ

3. แผนภาพสเตทชาร์ท

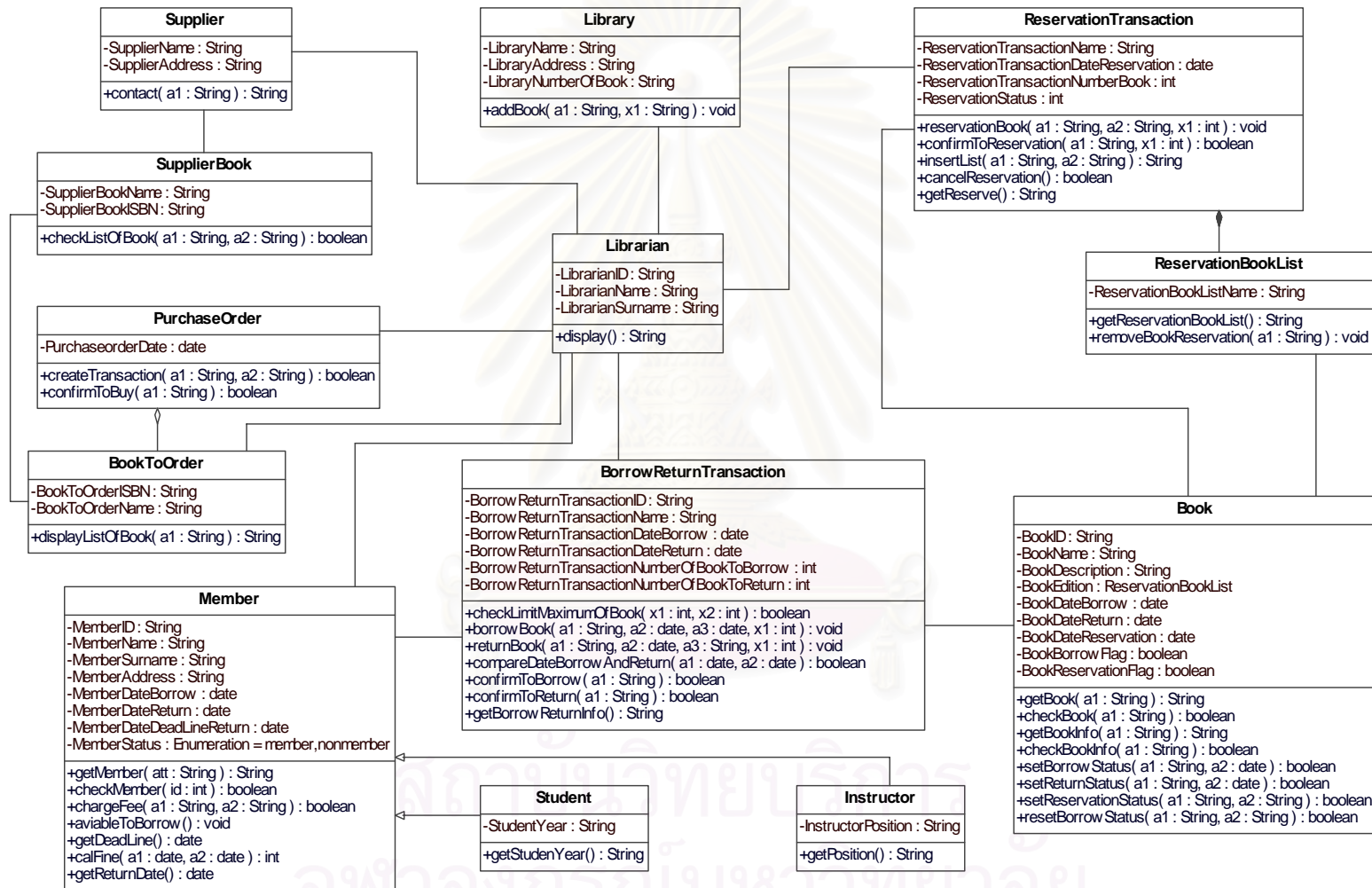
แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาสต่าง ๆ ได้แก่ Member, Book, BorrowReturnTransaction และ ReservationTransaction แสดงได้ดังรูปที่ 5.10 ถึง 5.13 ตามลำดับ

5.3.1.2 ผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง

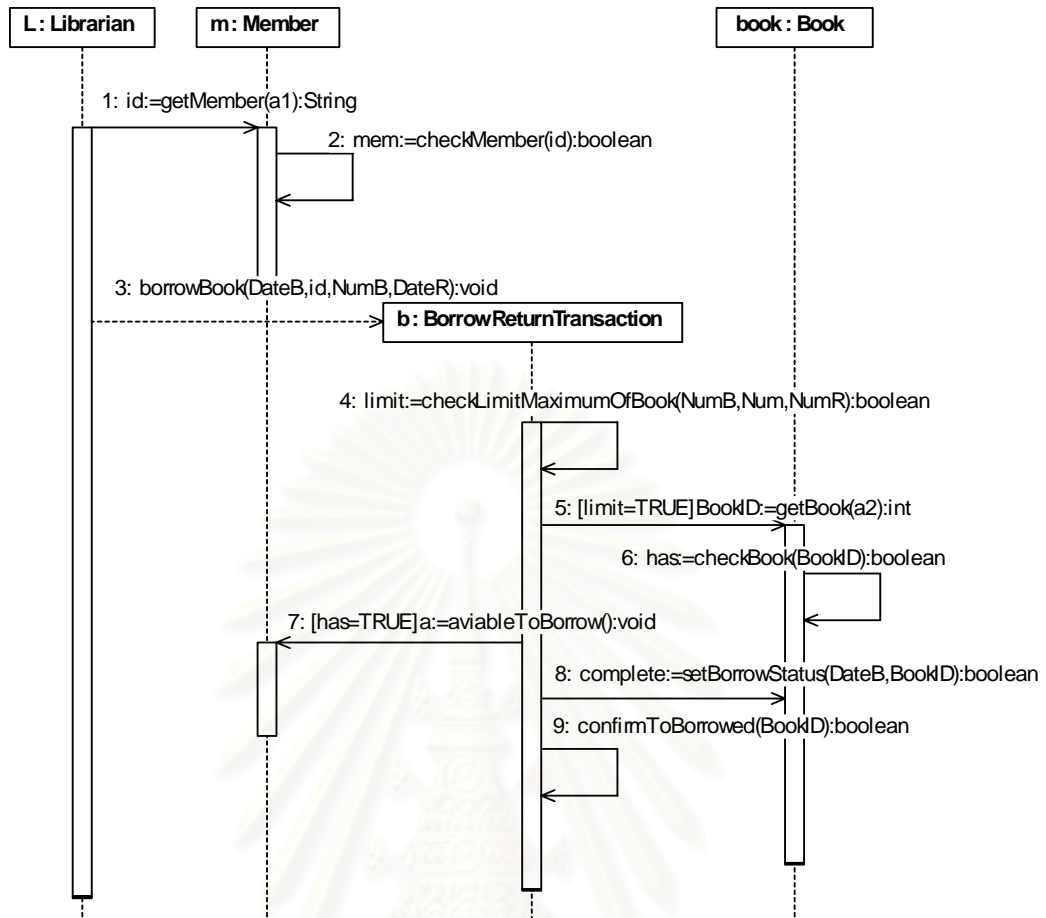
จากรูปที่ 5.2 ถึง 5.13 สามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด โดยเพิ่มข้อมูลนำเข้าในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล

เครื่องมือนี้สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของ ระบบการยืมและคืนหนังสือห้องสมุด โดยกรณีศึกษาในแผนภาพคลาส จะมีจำนวนคลาส คือ 13 คลาส มีความสัมพันธ์แบ่งเป็น ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์คอมโพสิชัน และ ความสัมพันธ์เจนเนอรัลไลเซชัน ส่วนแผนภาพซีเควนซ์มีทั้งหมด 7 แผนภาพ และแผนภาพสเตทชาร์ทมีทั้งหมด 4 แผนภาพ ซึ่งจะพบว่าในการตรวจสอบความสอดคล้องเป็นไปตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องในบทที่ 3

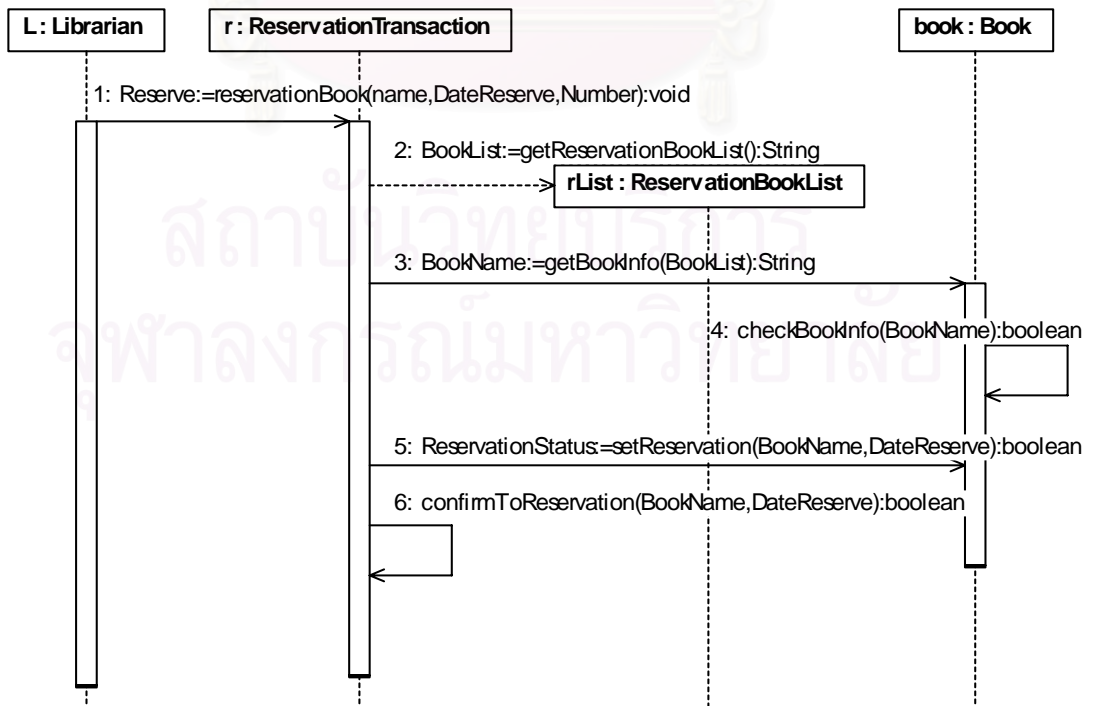
จากการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการยืมและคืนหนังสือห้องสมุด สรุปได้ว่า คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีเควนซ์ มีแผนภาพซีเควนซ์ไม่สอดคล้องจำนวน 6 แผนภาพ สอดคล้อง 1 แผนภาพ คู่ของแผนภาพคลาส และแผนสเตทชาร์ท มีแผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องจำนวน 4 แผนภาพ และคู่ของแผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท มีแผนภาพซีเควนซ์ไม่สอดคล้องจำนวน 5 แผนภาพ และสอดคล้อง 2 แผนภาพ



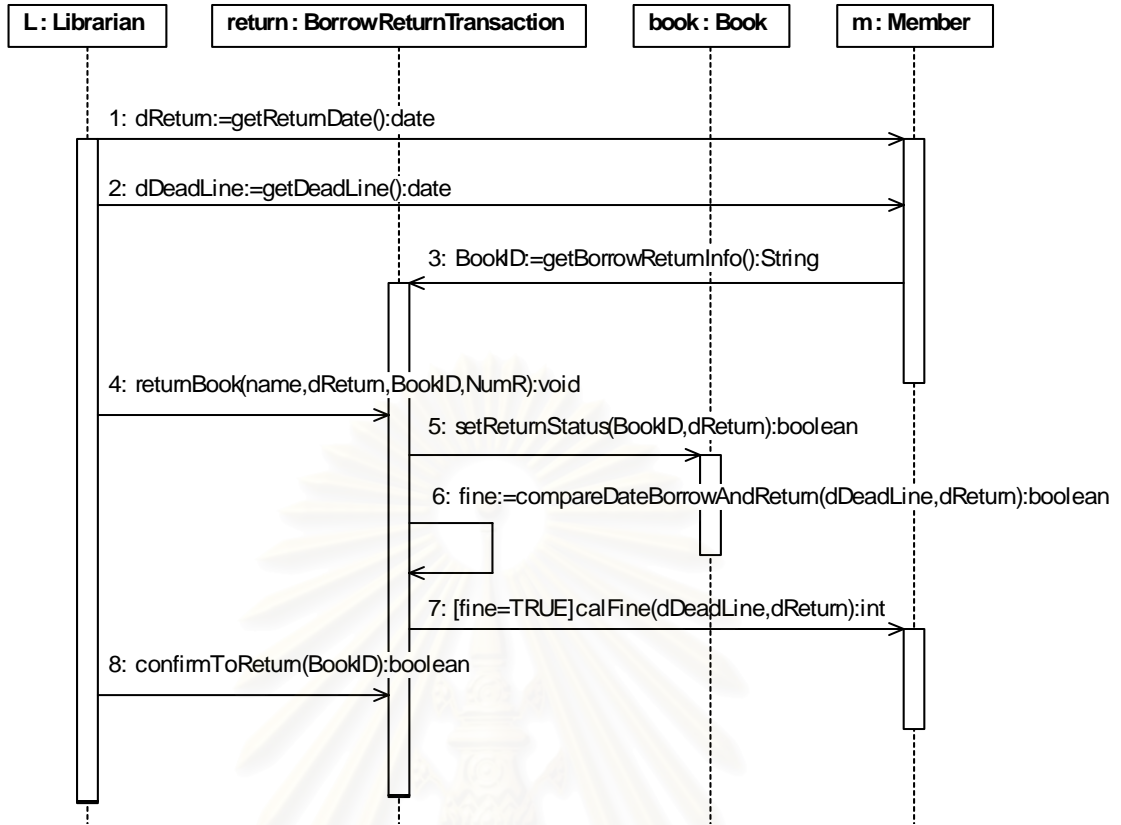
รูปที่ 5.2 แผนภาพคลาสของระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุด



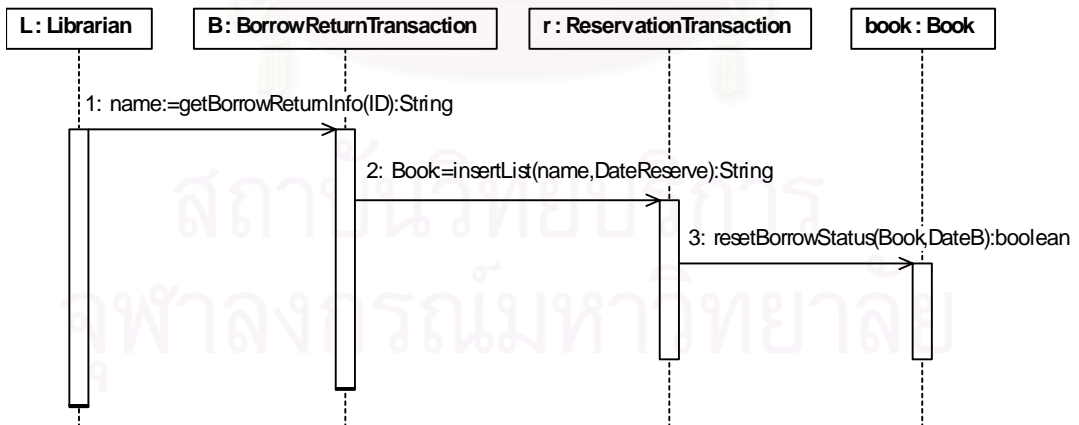
รูปที่ 5.3 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือ



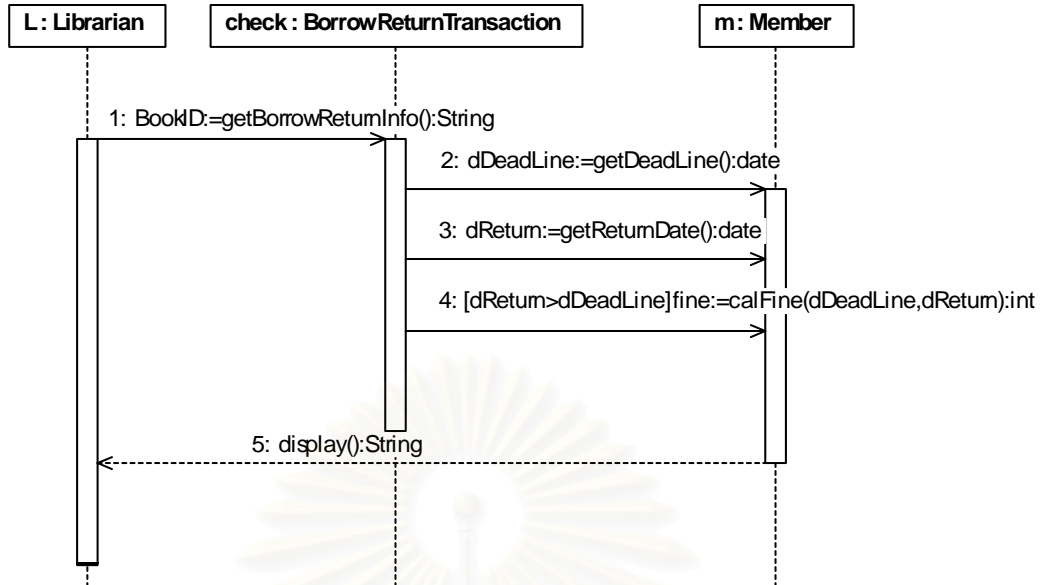
รูปที่ 5.4 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การจองหนังสือ



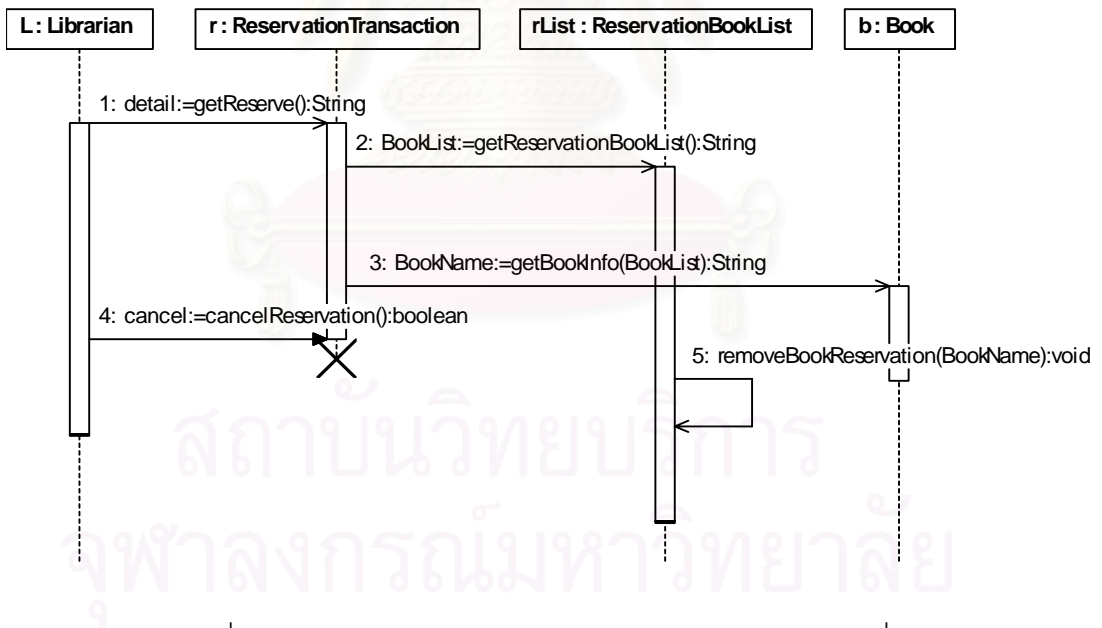
รูปที่ 5.5 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การคืนหนังสือ



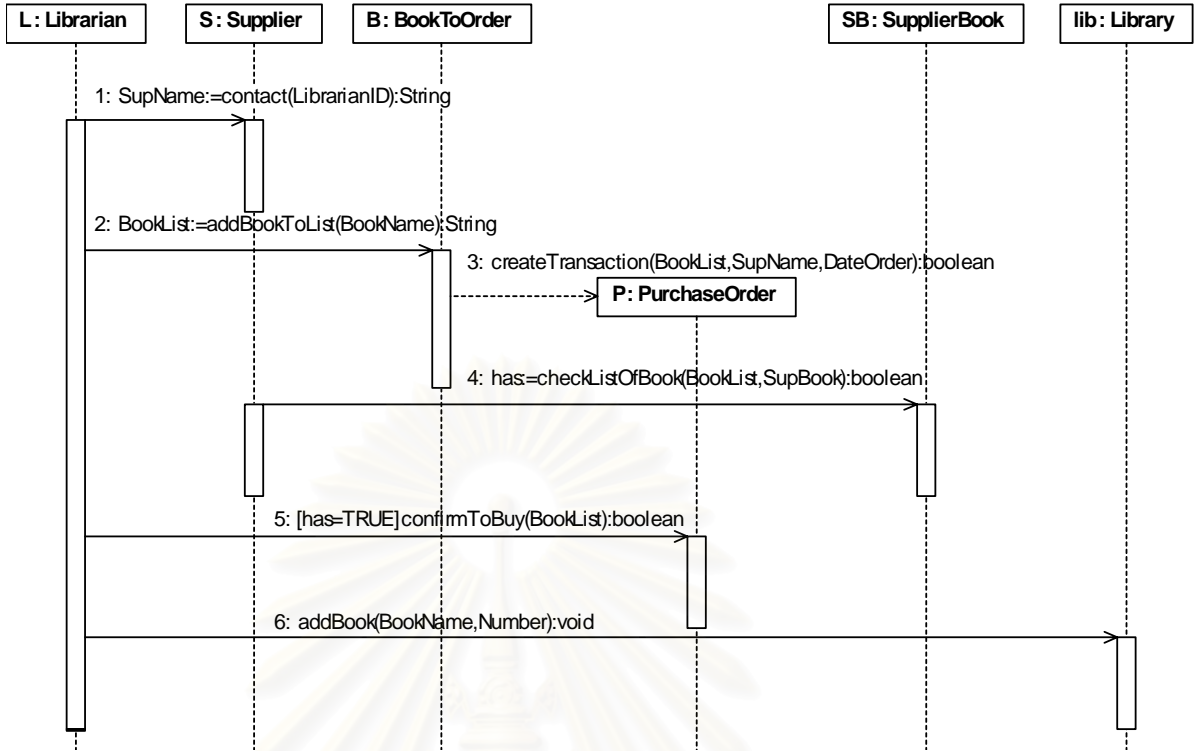
รูปที่ 5.6 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือที่จอง



รูปที่ 5.7 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การตรวจสอบหนังสือที่ค้างส่ง

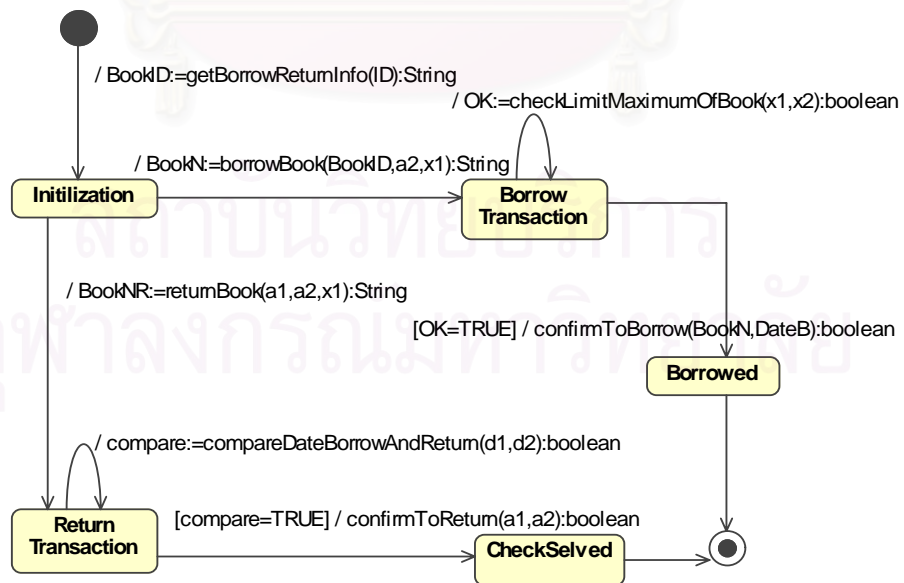


รูปที่ 5.8 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การยกเลิกหนังสือที่จอง



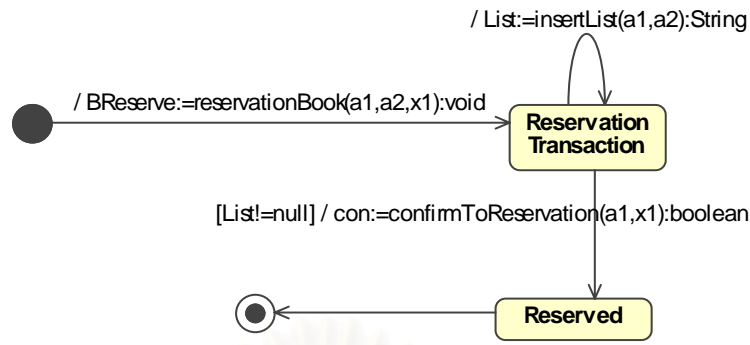
รูปที่ 5.9 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การสั่งซื้อหนังสือ

Class:BorrowReturnTransaction



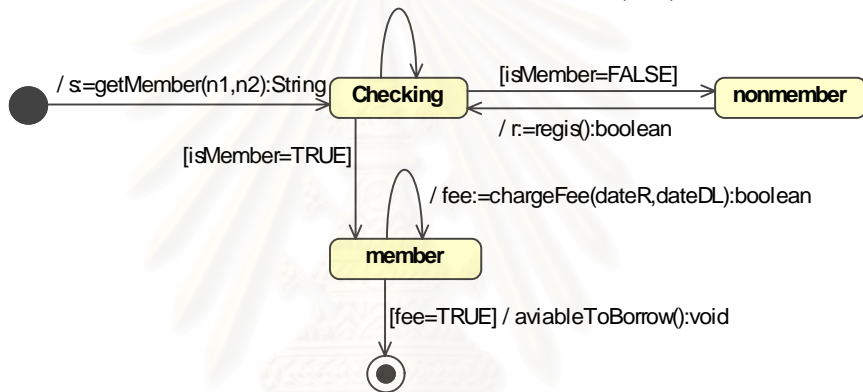
รูปที่ 5.10 แผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส BorrowReturnTransaction

Class:ReservationTransaction



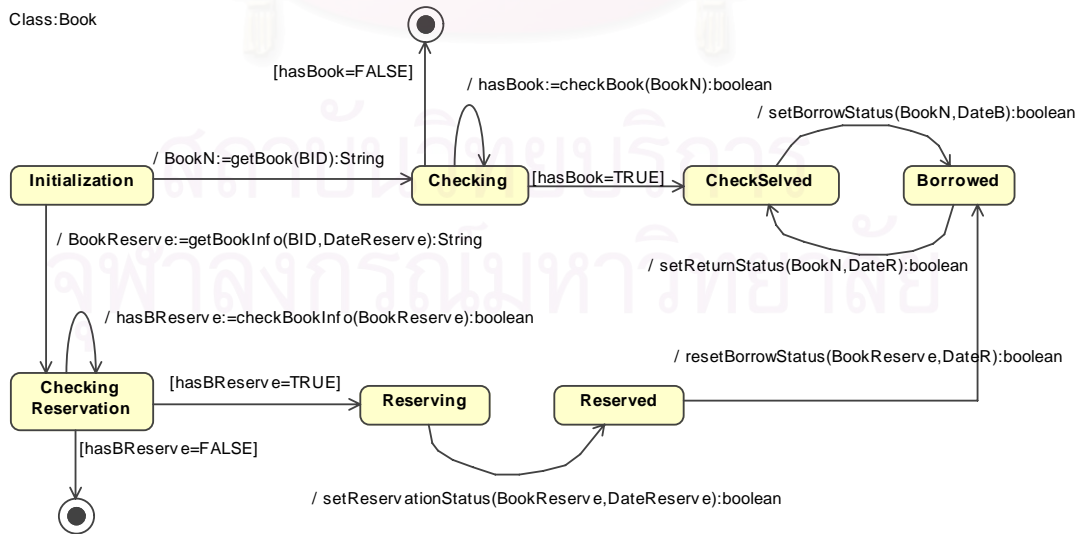
รูปที่ 5.11 แผนภาพสแตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส ReservationTransaction

Class:Member



รูปที่ 5.12 แผนภาพสแตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Member

Class:Book



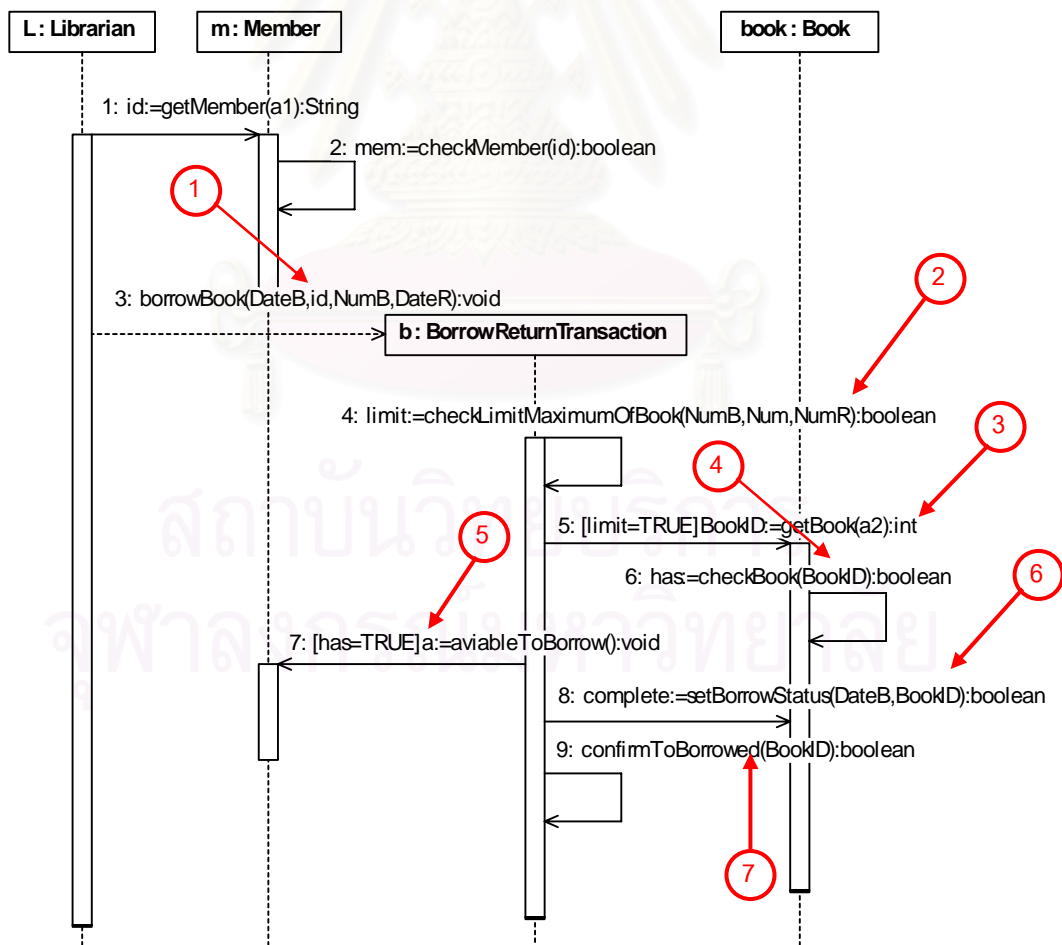
รูปที่ 5.13 แผนภาพสแตตชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Book

5.3.1.3 อภิปรายผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง

เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องกรณีศึกษาของระบบการยืมและคืนหนังสือในห้องสมุดแล้ว ผลลัพธ์จะได้ทั้งแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง และแผนภาพที่สอดคล้อง โดยแผนภาพที่ไม่สอดคล้องจะแสดงรายการของส่วนที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้อง ดังนั้นถ้าทำการแก้ไขรายการเหล่านี้ จากนั้นทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ รายการของส่วนที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องเหล่านี้ จะไม่ปรากฏ ทำให้แผนภาพสอดคล้อง โดยจะทำการยกตัวอย่างของแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง เมื่อได้รับการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้แผนภาพนั้นจะสอดคล้องหรือไม่ ซึ่งจะยกตัวอย่างของทั้ง 3 คู่ที่ทำการตรวจสอบความสอดคล้อง

1. คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การยืมหนังสือ ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องทั้งหมด 7 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.14

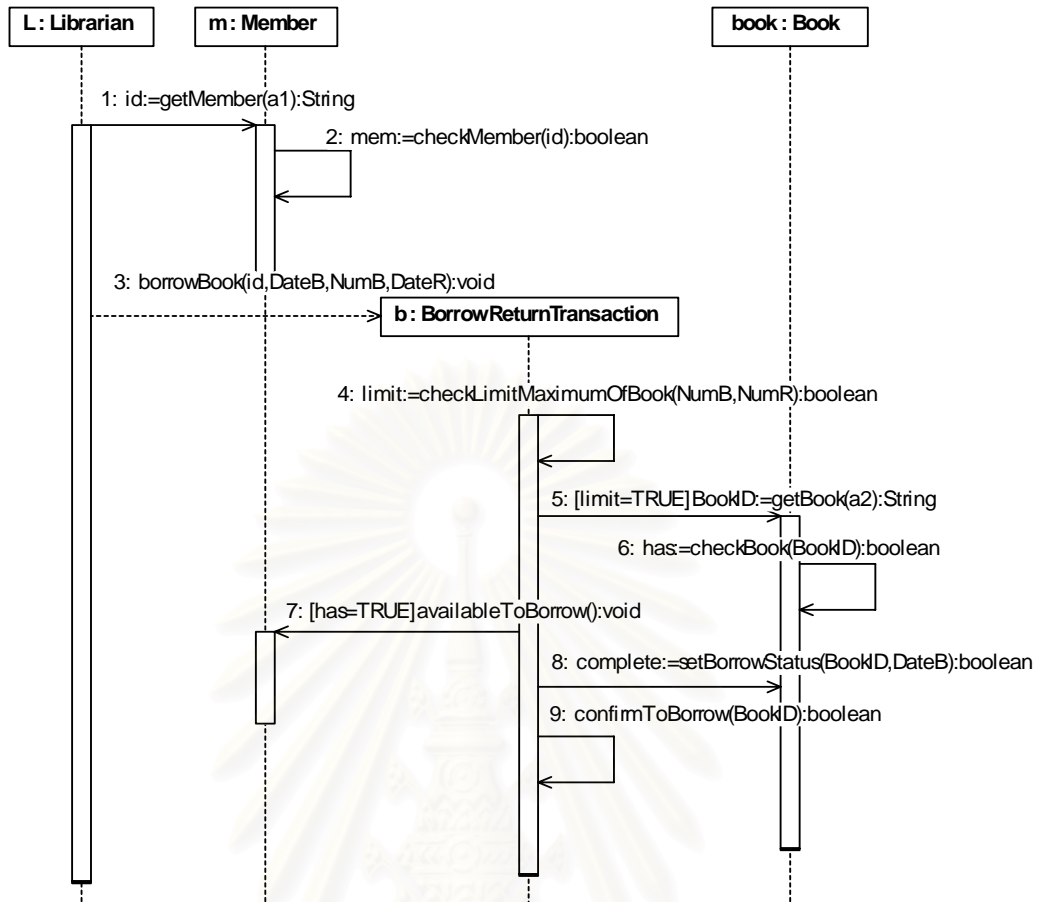


รูปที่ 5.14 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จะทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องของชนิด และลำดับของพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก `borrowBook(DateB,id,NumB,DateR):void` เป็น `borrowBook(id,DateB,NumB,DateR):void`
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก `checkLimitMaximumOfBook(NumB,Num,NumR):boolean` เป็น `checkLimitMaximumOfBook(NumB,NumR):boolean`
- รายการที่ 3 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขจาก `BookID:=getBook(a2):int` เป็น `BookID:=getBook(a2):String`
- รายการที่ 4 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของพารามิเตอร์ ซึ่งเมื่อทำการแก้ไขรายการที่ 3 รายการที่ 4 จะถูกแก้ไขด้วย
- รายการที่ 5 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขจาก `a:=availableToBorrow():void` เป็น `availableToBorrow():void`
- รายการที่ 6 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก `complete:=setBorrowStatus(DateB,BookID):boolean` เป็น `complete:=setBorrowStatus(BookID,DateB):boolean`
- รายการที่ 7 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขจาก `confirmToBorrowed(BookID):boolean` เป็น `confirmToBorrow(BookID):boolean`

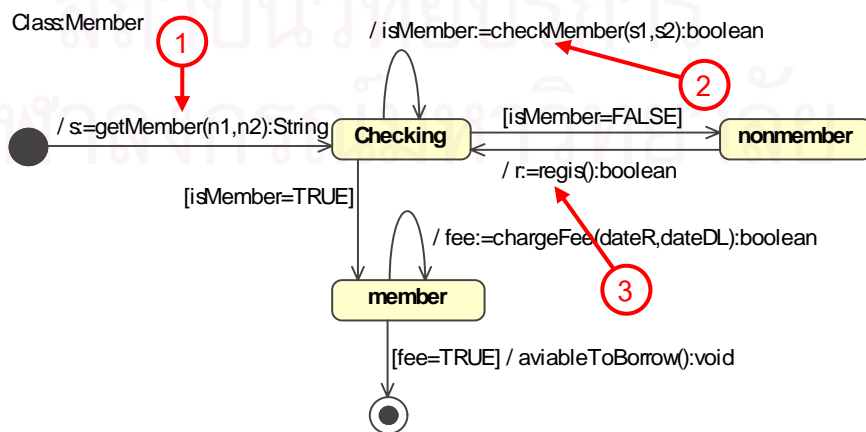
เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การยืมหนังสือ จะสอดคล้องกับแผนภาพคลาส แสดงได้ดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.15 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การยืมหนังสือที่ได้ทำการแก้ไขแล้ว

2. คู่ของแผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Member ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องทั้งหมด 3 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.16

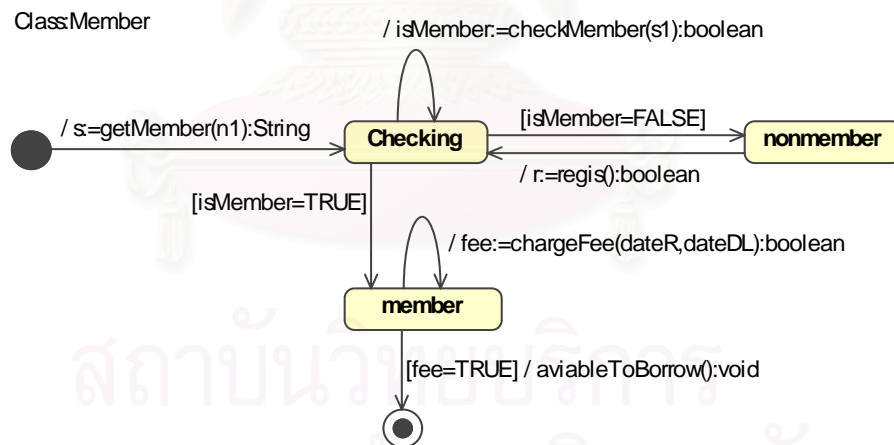


รูปที่ 5.16 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Member ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จะทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก
s:=getMember(n1,n2):String เป็น s:=getMember(n1):String
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก
isMember:=checkMember(s1,s2):boolean เป็น
isMember:=checkMember(s1):boolean
- รายการที่ 3 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อการกระทำ จะทำการแก้ไขโดยเพิ่มโอเปอเรชั่น
regis():boolean

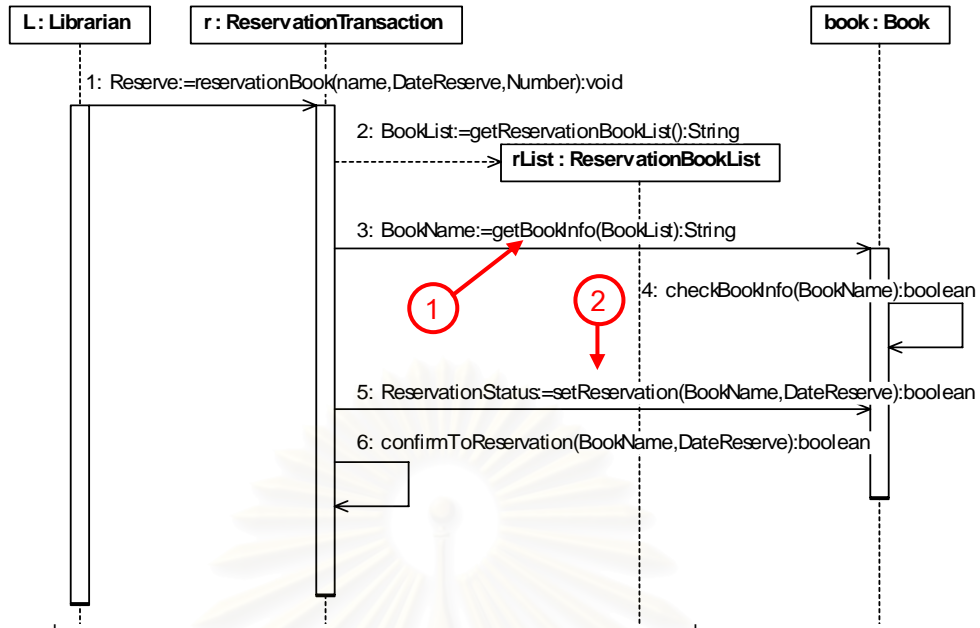
เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Member จะสอดคล้องกับแผนภาพคลาสตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งแผนภาพสเตทชาร์ทที่ได้ทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องแสดงได้ดังรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Member ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

3. คู่ของแผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพซีควেনซ์ของเหตุการณ์การจองหนังสือ ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Book และคลาส ReservationTransaction จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพซีควেনซ์นี้ไม่สอดคล้องทั้งหมด 3 รายการ ซึ่งมี 2 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.18

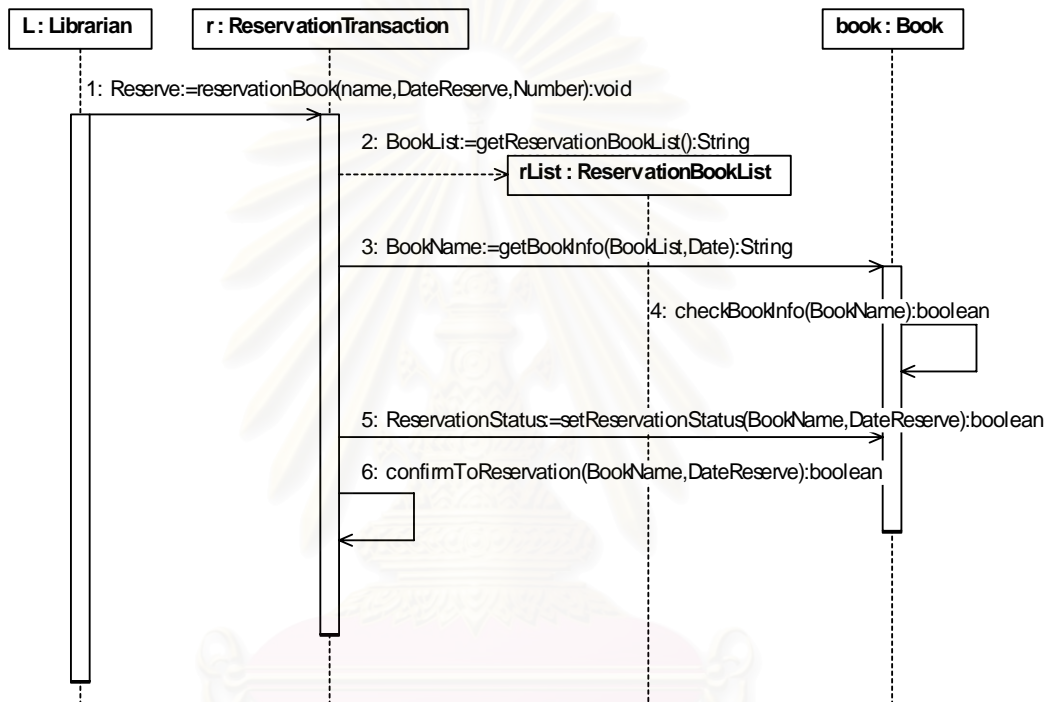


รูปที่ 5.18 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การจองหนังสือที่ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสแตทชาร์ทของคลาส Book และคลาส ReservationTransaction

จะทำการแก้ไขรายการ 2 รายการ ที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การจองหนังสือที่ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสแตทชาร์ทของคลาส Book กับคลาส ReservationTransaction มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก
BookName:=getBookInfo(BookList):String เป็น
BookName:=getBookInfo(BID,Date):String
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อการกระทำของแผนภาพสแตทชาร์ท จะทำการแก้ไขจาก
setReservation(book,date):boolean เป็น
setReservationStatus(book,date):boolean
- รายการที่ 3 จะเป็นการบอกว่า แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สามารถนำไปตรวจสอบในเรื่องของลำดับของโอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสแตทชาร์ท เพราะว่าในแผนภาพซีควเอนซ์ ชื่อโอเปอเรชัน ไม่สอดคล้อง กับชื่อการกระทำในแผนภาพสแตทชาร์ท ดังนั้นทำการแก้ไขในส่วน
ของรายการที่ 1 และ รายการที่ 2 แล้ว รายการที่ 3 ก็จะสอดคล้องด้วย จะทำให้สามารถทำการตรวจสอบในเรื่องลำดับของโอเปอเรชัน กับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสแตทชาร์ทได้

เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ 1 และ รายการที่ 2 แล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การจองหนังสือ จะสอดคล้อง กับแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส Book และคลาส ReservationTransaction และสามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ทได้ ตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งแผนภาพซีควเอนซ์ที่ได้ทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องแสดงได้ดังรูปที่ 5.19



รูปที่ 5.19 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การจองหนังสือได้รับการแก้ไขแล้ว

5.3.2 กรณีศึกษาที่ 2 ระบบเอทีเอ็ม

ระบบเอทีเอ็ม เป็นระบบสำหรับให้ผู้ใช้ทำการถอนเงิน ฝากเงิน โอนเงิน และตรวจสอบยอดเงินคงเหลือในเครื่องเอทีเอ็มได้ โดยไม่จำเป็นต้องมาทำรายการที่ธนาคาร ซึ่งธนาคาร 1 ธนาคารสามารถมีเอทีเอ็มได้หลายเครื่อง ซึ่งตู้เอทีเอ็ม 1 เครื่องประกอบด้วย ช่องใส่บัตร ส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ หรือเป็นความคุ้มครองการทำรายการ ช่องสำหรับจ่ายเงิน และฝากเงิน เครื่องพิมพ์ใบรายการ เริ่มต้นการทำงานของเครื่องเอทีเอ็ม ผู้ใช้ทำการสอดบัตรเอทีเอ็มในช่องใส่บัตร จากนั้นทำการกดรหัส ถ้ารหัสไม่ผ่านสามารถที่จะใส่รหัสใหม่ได้ไม่เกิน 3 ครั้งไม่เช่นนั้น เครื่องเอทีเอ็มจะยึดบัตร เมื่อรหัสผ่านก็เริ่มทำรายการ โดยในการสอดบัตรหนึ่งครั้ง สามารถทำได้หลายรายการ เช่น ในการใช้เอทีเอ็ม 1 ครั้งสามารถทำรายการได้มากกว่า 1 รายการ อย่างเช่น การถอนเงิน หรือจะดูยอดเงินคงเหลือเป็นต้น เมื่อทำรายการเสร็จก็จะทำการพิมพ์ใบรายการที่ได้ทำไว้ จากนั้นก็รับบัตร

คืนที่ช่องสลิปบัตร ทำการออกแบบระบบเอทีเอ็มนี้ โดยใช้แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์ของระบบนี้ และแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.20 ถึงรูปที่ 5.32

5.3.2.1 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

1. แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาสของระบบเอทีเอ็ม ประกอบด้วยคลาส Money, CustomerConsole, Bank, EnvelopAcceptor, CardReader, ATM, ReceiptPrinter, CashDispenser, Receipt, Session, Transaction, Card, Inquiry, Transfer, WithDraw และ Deposit ดังรูปที่ 5.20

2. แผนภาพซีควเอนซ์

แผนภาพซีควเอนซ์ที่แสดงเหตุการณ์ในระบบเอทีเอ็มดังมีเหตุการณ์ดังต่อไปนี้ และแสดงได้ดังรูปที่ 5.21 ถึง 5.26 ตามลำดับ

- แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การถอนเงิน
- แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การใส่รหัสบัตรผิด
- แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การทำงานในช่วงเวลา
- แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การฝากเงิน
- แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การโอนเงิน
- แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การตรวจสอบยอดเงิน

3. แผนภาพสเตทชาร์ท

แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาสต่าง ๆ ได้แก่ Transaction, CardReader, Session, CashDispenser, CustomerConsole และ ATM แสดงได้ดังรูปที่ 5.27 ถึง 5.32 ตามลำดับ

5.3.2.2 ผลการของการตรวจสอบความสอดคล้อง

จากรูปที่ 5.20 ถึง 5.32 สามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบเอทีเอ็ม โดยเพิ่มข้อมูลนำเข้าอยู่ในรูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล

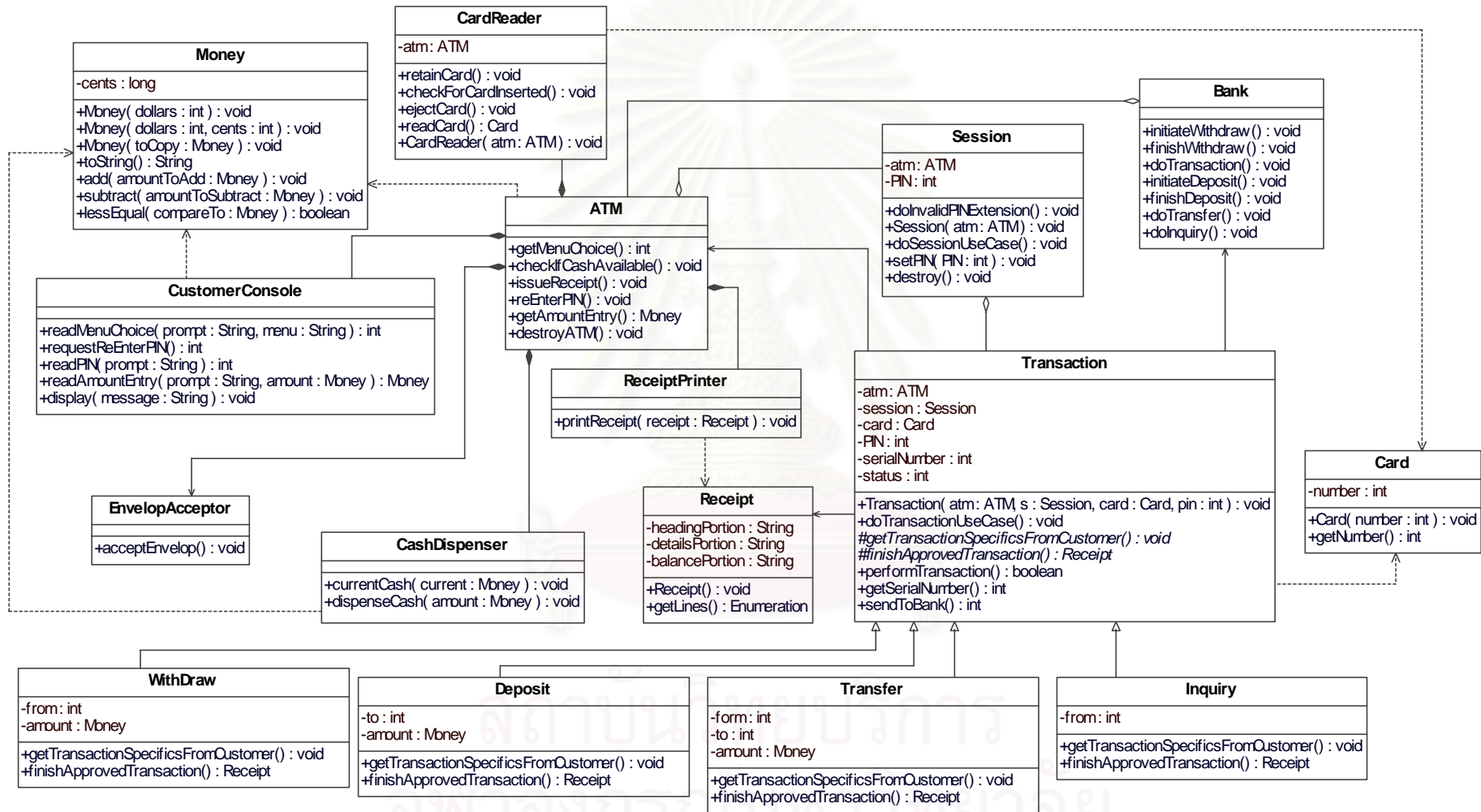
โดยเครื่องมือนี้สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของระบบเอทีเอ็ม ซึ่งในแผนภาพคลาส จะมีจำนวนคลาส คือ 16 คลาส มีความสัมพันธ์แบ่งเป็นความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์คอมโพสิชัน ความสัมพันธ์เจนเนอรัลไลเซชัน และความสัมพันธ์ดีเพนเดนซี ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์มีทั้งหมด 6 แผนภาพ และแผนภาพสเตทชาร์ทมี

ทั้งหมด 6 แผนภาพ ซึ่งจะพบว่าการตรวจสอบความสอดคล้องเป็นไปตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องในบทที่ 3

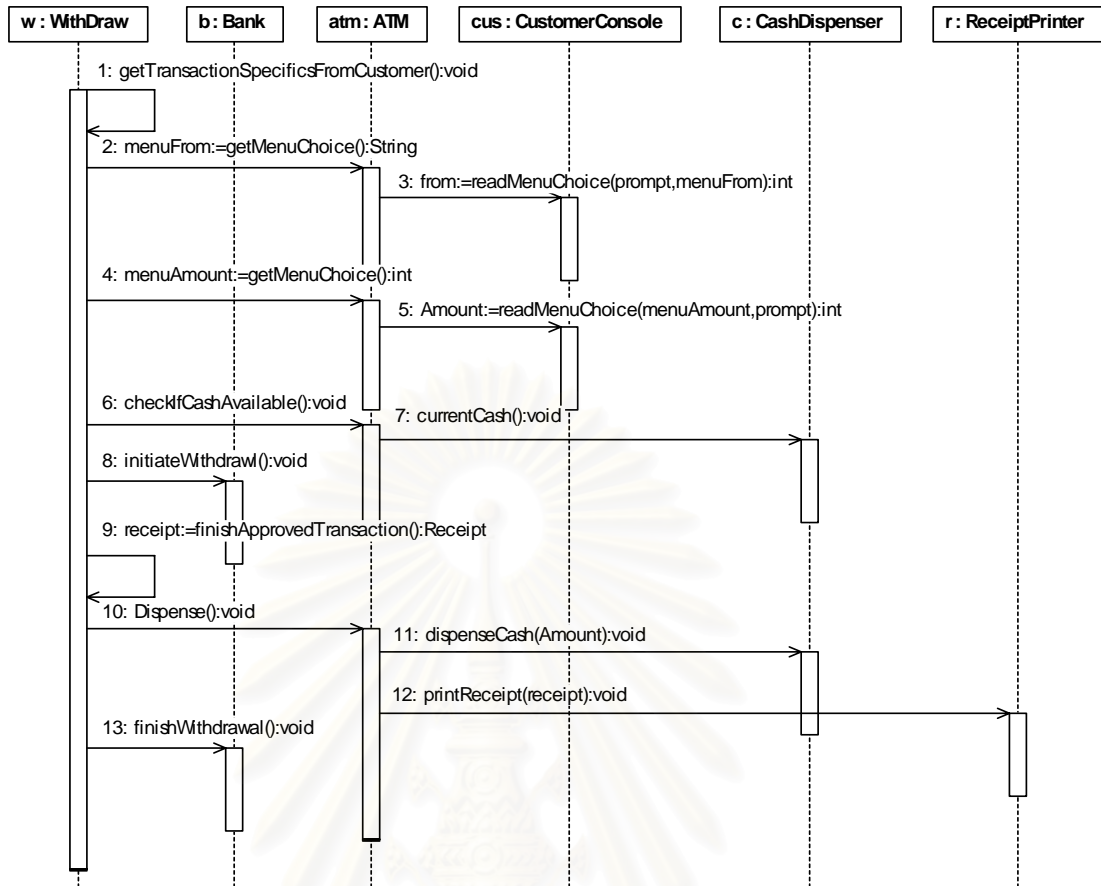
จากการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบเอทีเอ็ม สรุปได้ว่า คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีเควนซ์ มีแผนภาพซีเควนซ์ไม่สอดคล้องจำนวน 6 แผนภาพ คู่ของแผนภาพคลาส และแผนสเตทซาร์ท มีแผนภาพสเตทซาร์ทไม่สอดคล้องจำนวน 5 แผนภาพ สอดคล้อง 1 แผนภาพ และคู่ของแผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทซาร์ท มีแผนภาพซีเควนซ์ไม่สอดคล้องจำนวน 5 แผนภาพ และสอดคล้อง 1 แผนภาพ



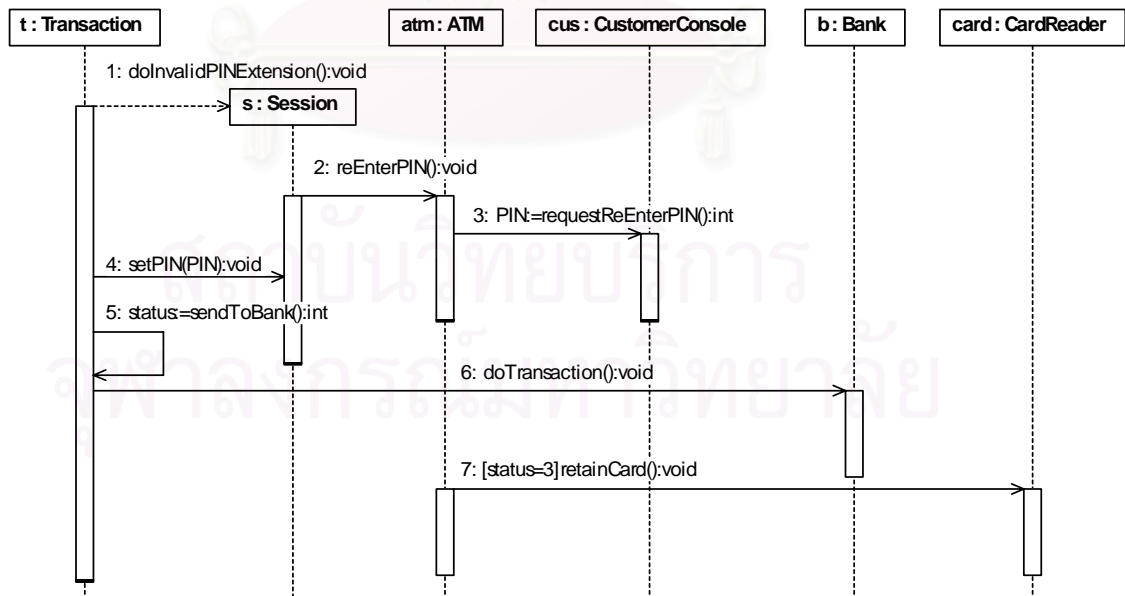
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



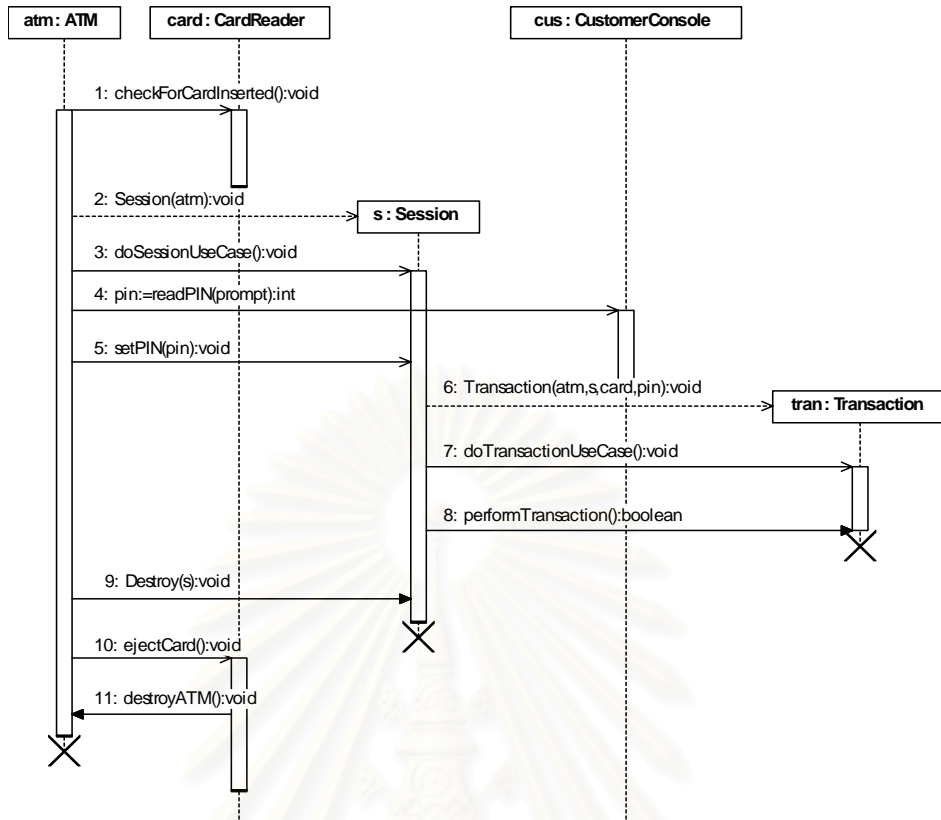
รูปที่ 5.20 แผนภาพคลาสของระบบเอทีเอ็ม



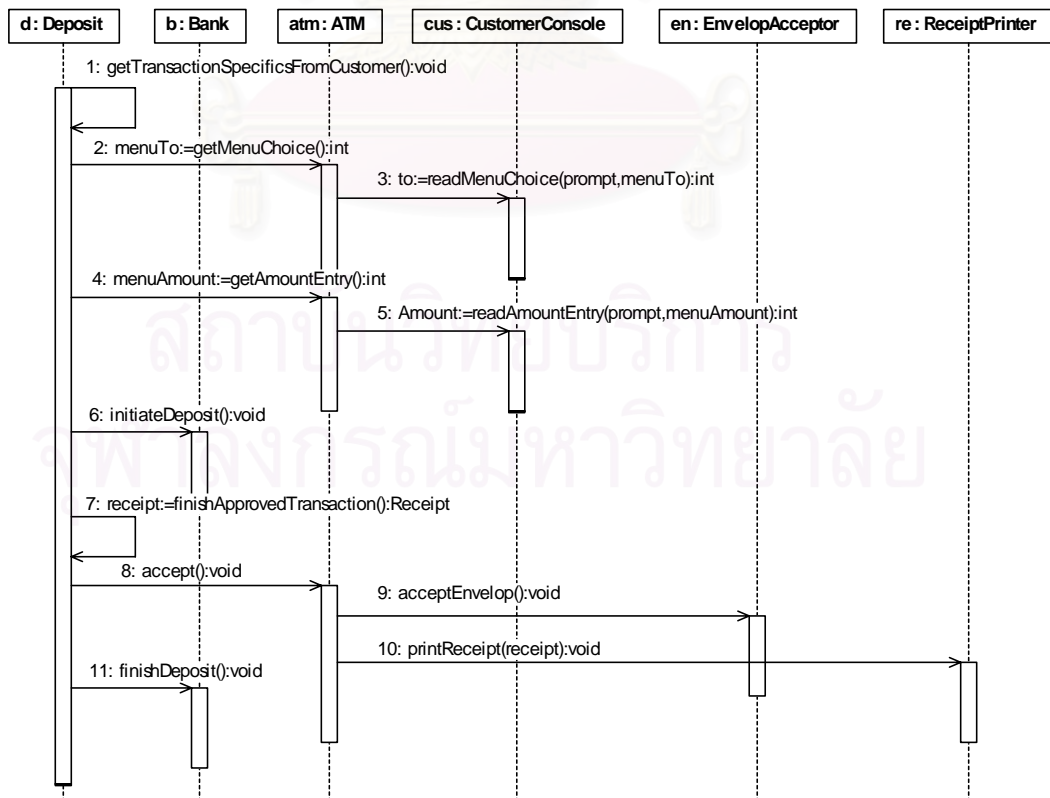
รูปที่ 5.21 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การถอนเงิน



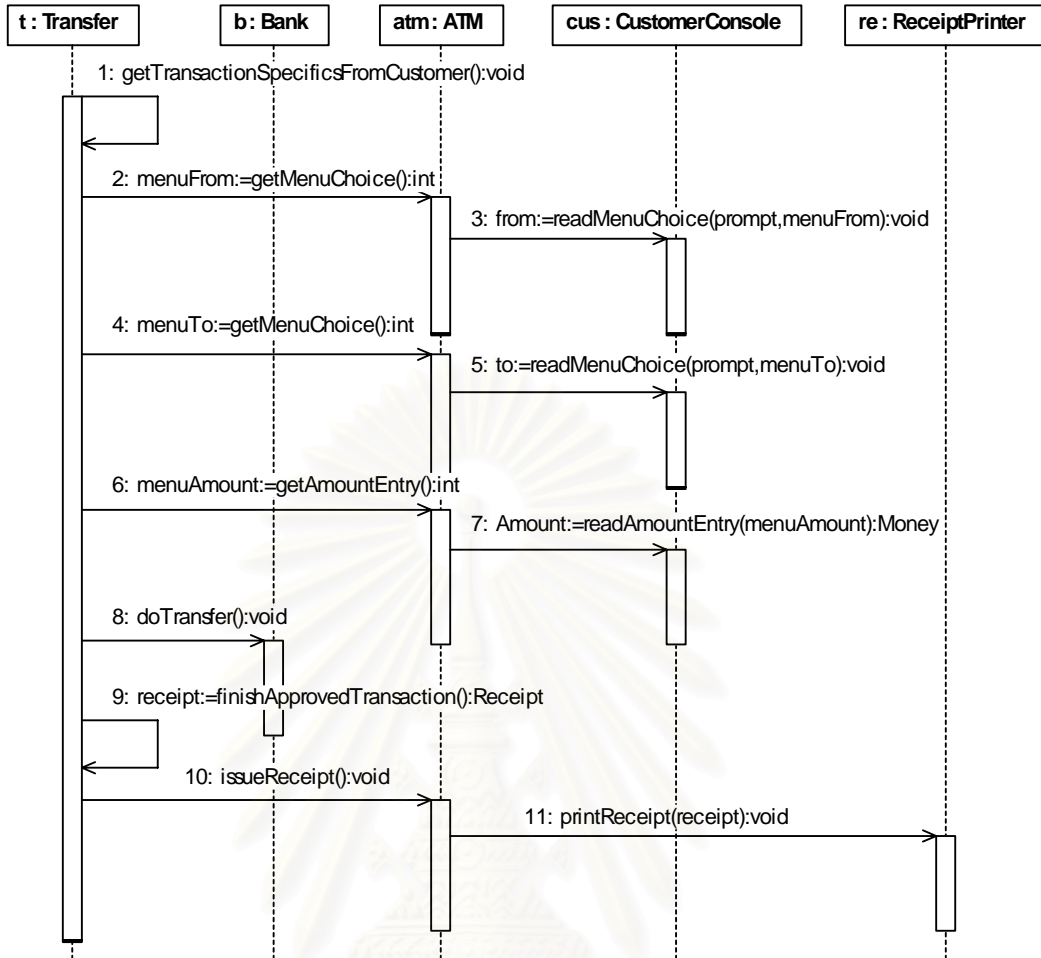
รูปที่ 5.22 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การใส่รหัสบัตรพิด



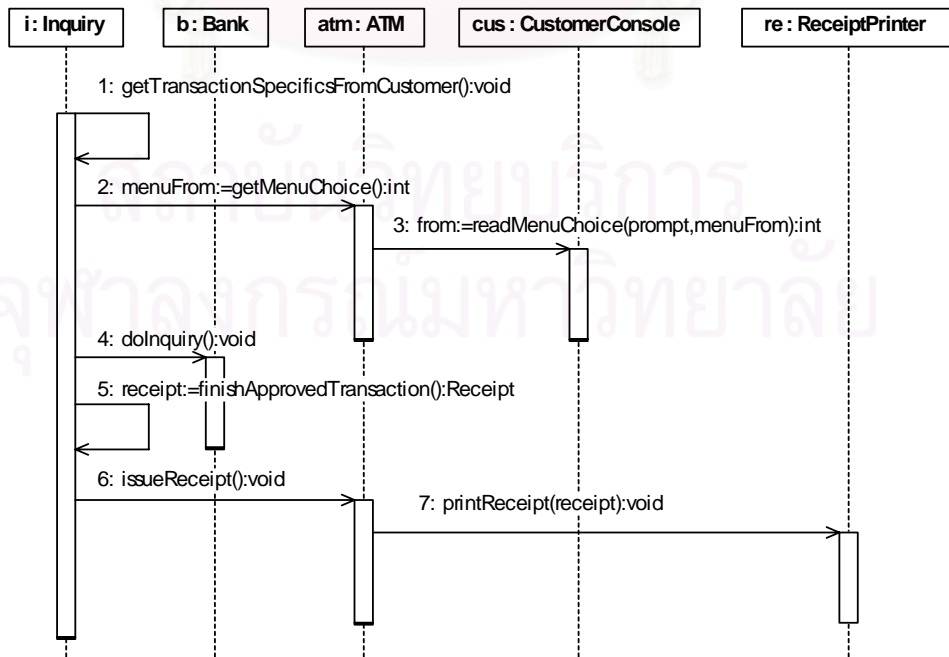
รูปที่ 5.23 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การทำงานในช่วงเวลา



รูปที่ 5.24 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การฝากเงิน

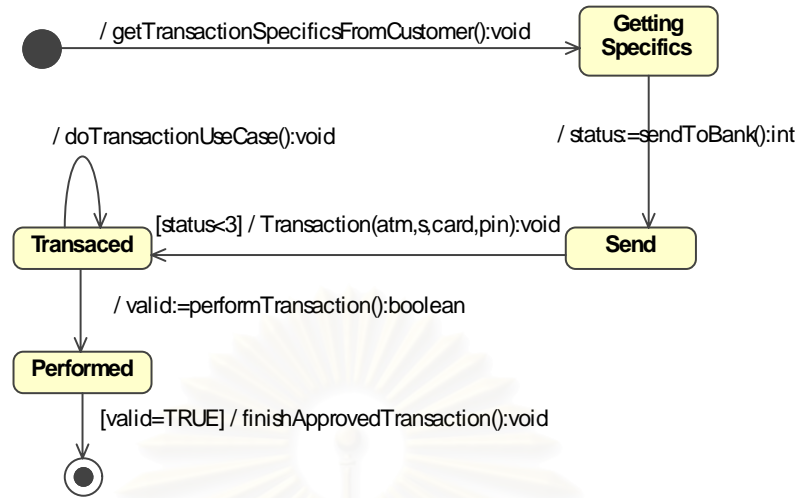


รูปที่ 5.25 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การโอนเงิน



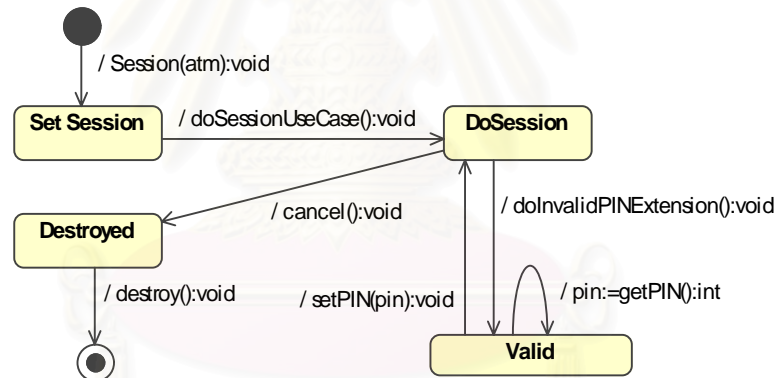
รูปที่ 5.26 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การตรวจสอบยอดเงิน

Class:Transaction



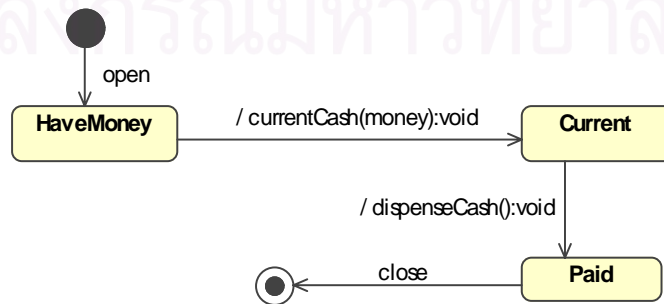
รูปที่ 5.27 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Transaction

Class:Session

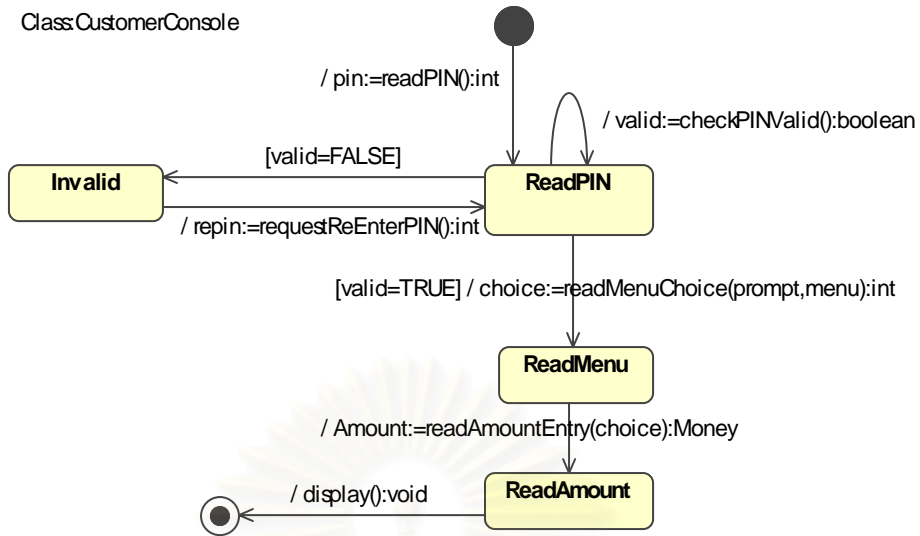


รูปที่ 5.28 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Session

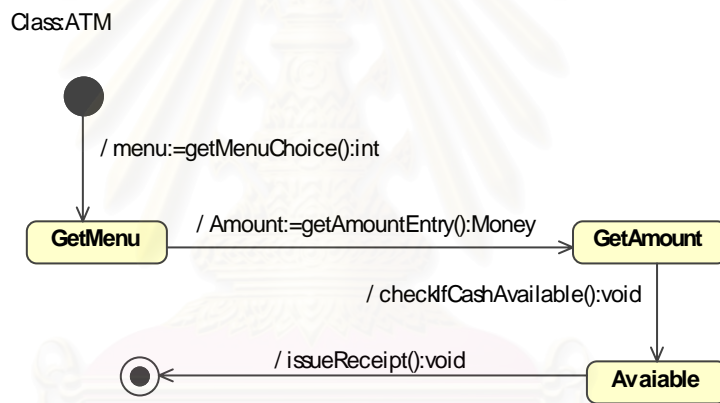
Class:CashDispenser



รูปที่ 5.29 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส CashDispenser

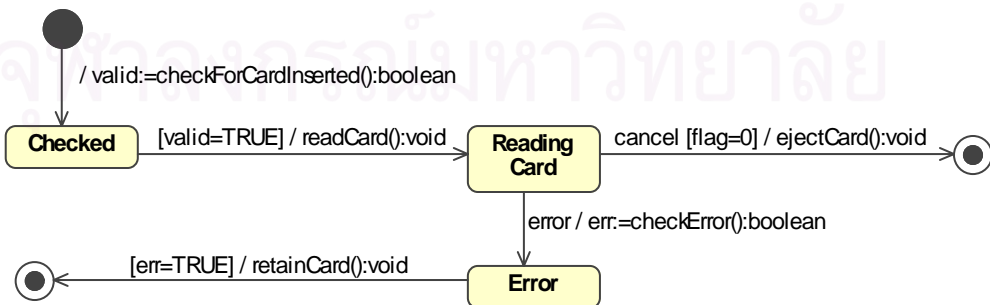


รูปที่ 5.30 แผนภาพสแตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส CustomerConsole



รูปที่ 5.31 แผนภาพสแตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส ATM

Class:CardReader



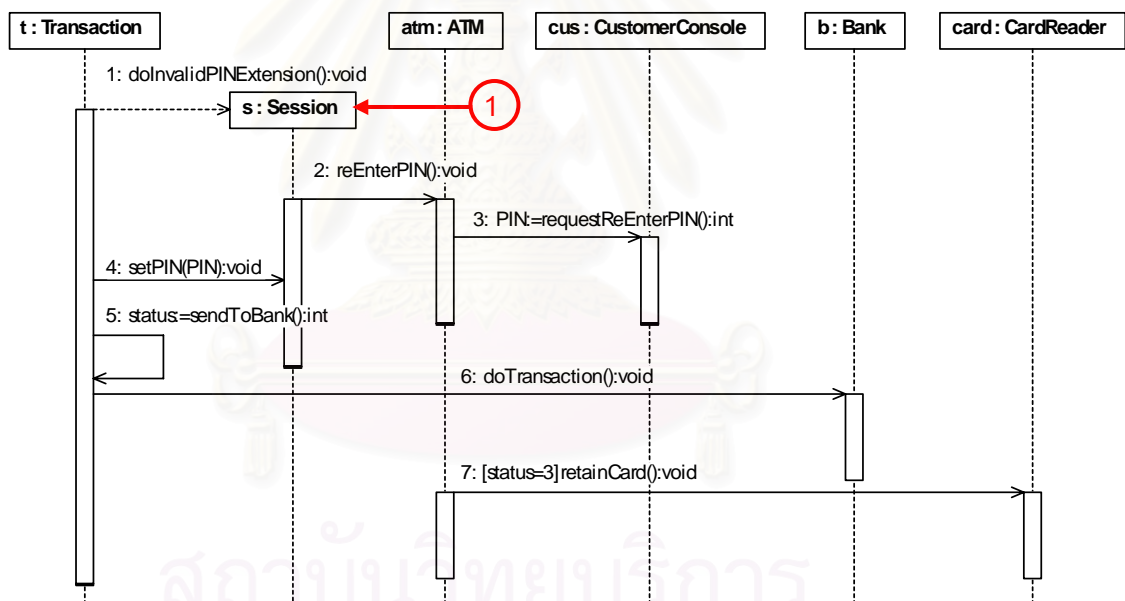
รูปที่ 5.32 แผนภาพสแตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส CardReader

5.3.2.3 อภิปรายผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง

เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องกรณีศึกษาของระบบเอทีเอ็มแล้ว ผลลัพธ์จะได้ทั้งแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง และแผนภาพที่สอดคล้อง โดยแผนภาพที่ไม่สอดคล้องจะแสดงรายการของส่วนที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้อง ดังนั้นถ้าทำการแก้ไขรายการเหล่านี้ จากนั้นทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ รายการของส่วนที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องเหล่านี้ จะไม่ปรากฏทำให้แผนภาพสอดคล้อง โดยจะทำการยกตัวอย่างของแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง เมื่อได้รับการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้แผนภาพนั้นจะสอดคล้องหรือไม่ ซึ่งจะยกตัวอย่างทั้ง 3 คู่ที่ทำการตรวจสอบความสอดคล้อง

1. คู่ของแผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การใส่รหัสผิด ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ ไม่สอดคล้องทั้งหมด 1 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.33

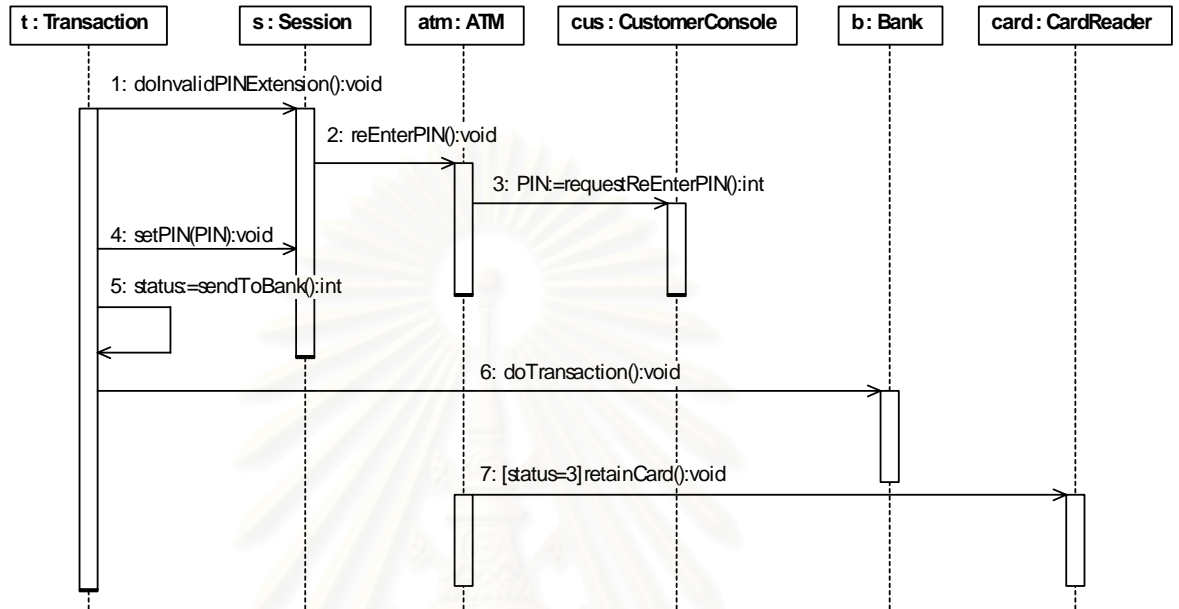


รูปที่ 5.33 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การใส่รหัสบัตรผิดที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จะทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ ระหว่างคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน จะทำแก้ไข โดยเปลี่ยนเป็นการส่งเมสเสจระหว่างคลาส หรือ จะทำการสลับตำแหน่งของอ็อบเจกต์ของคลาส Session กับอ็อบเจกต์ของคลาส Transaction เพื่อไม่ให้คลาสย่อยส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังคลาสหลักได้

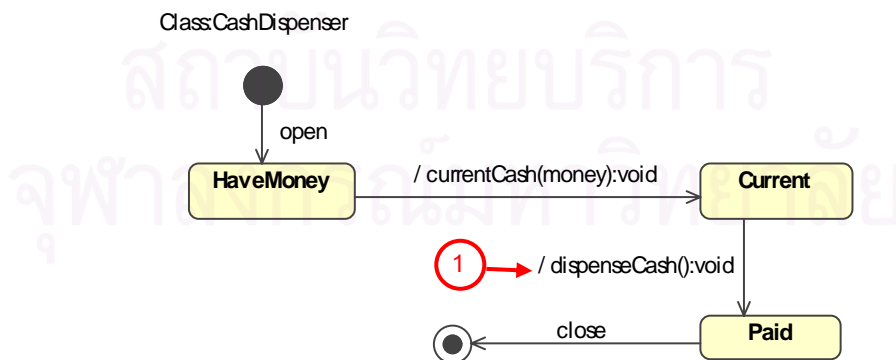
เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การใส่รหัสผิดจะสอดคล้องกับแผนภาพคลาส แสดงได้ดังรูปที่ 5.34



รูปที่ 5.34 แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การใส่รหัสผิดที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

2. คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส CashDispenser ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องทั้งหมด 1 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.35

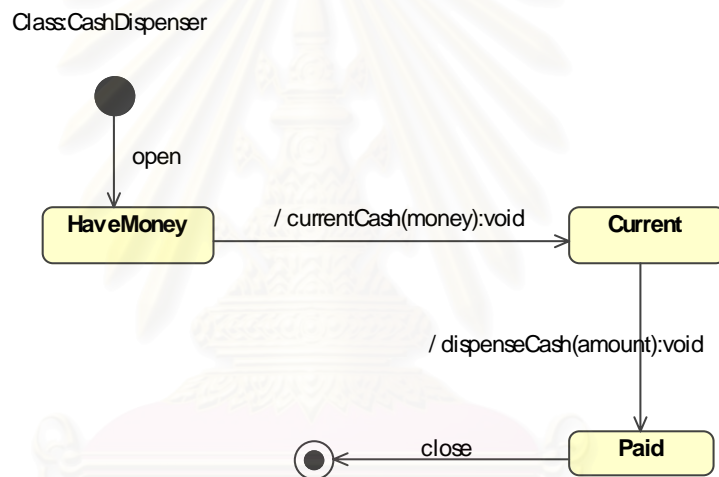


รูปที่ 5.35 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส CashDispenser ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จะทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก `dispenseCash():void` เป็น `dispenseCash(amount):void`

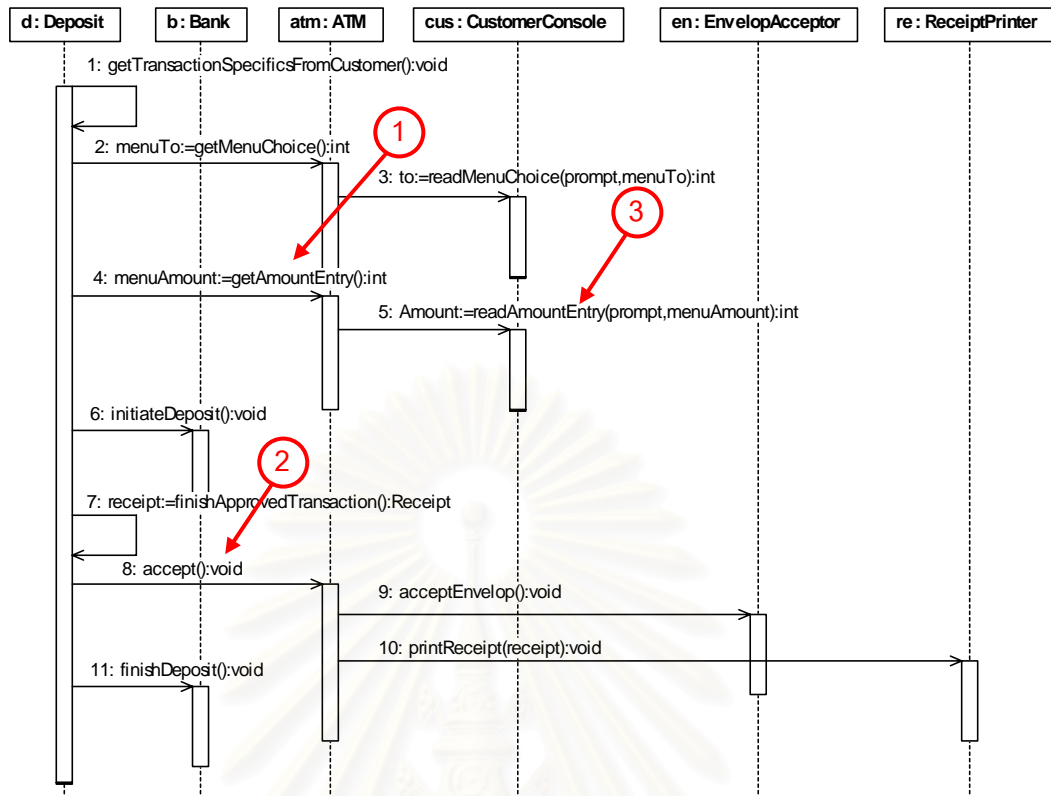
เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส `CashDispenser` จะสอดคล้องกับแผนภาพคลาส ตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับ แผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งแผนภาพสเตทชาร์ทที่ได้ทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องแสดงได้ดังรูปที่ 5.36



รูปที่ 5.36 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส `CashDispenser` ที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

3. คู่ของแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การฝากเงิน ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส `ATM` และคลาส `CustomerConsole` ตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง ทั้งหมด 4 รายการ ซึ่งมี 3 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.37



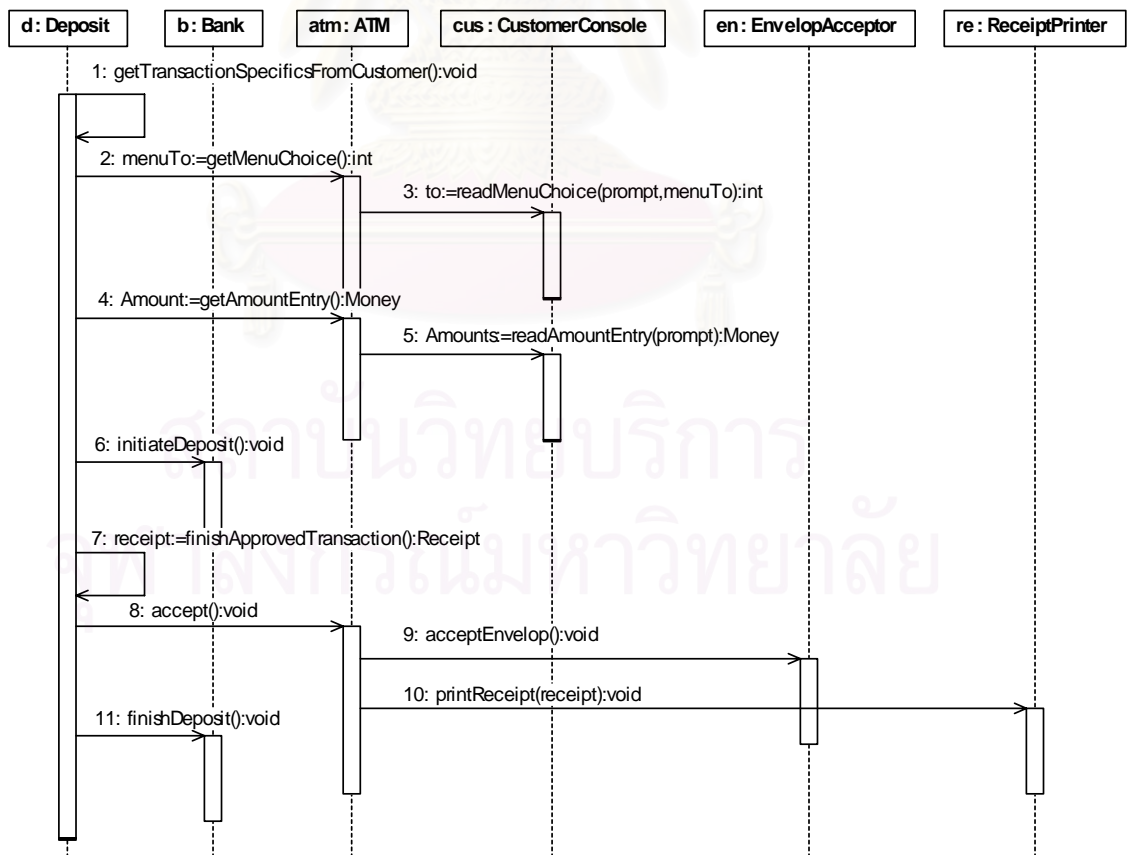
รูปที่ 5.37 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การฝากเงินที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพ
สเตทชาร์ทของคลาส ATM และคลาส CustomerConsole

จะทำการแก้ไขรายการ 3 รายการ ที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การฝากเงินไม่
สอดคล้อง กับแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส ATM กับคลาส CustomerConsole มีรายละเอียด
ดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไข
จาก menuAmount:=getAmountEntry():int เป็น
Amount:=getAmountEntry():Money
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชันของแผนภาพซีควเอนซ์ กับชื่อการ
กระทำของแผนภาพสเตทชาร์ท จะทำการแก้ไขโดยเพิ่มชื่อการกระทำใน
แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส ATM คือ accept():void
- รายการที่ 3 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน และจำนวน
พารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก
Amount:=readAmountEntry(prompt,menuAmount):int เป็น
Amounts:=readAmountEntry(choice):Money

- รายการที่ 4 จะเป็นการบอกว่า แผนภาพซีเควน์ซ์นี้ไม่สามารถนำไปตรวจสอบในเรื่องของลำดับของโอเปอเรชั่นของแผนภาพซีเควน์ซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสแตทชาร์ท เพราะว่าในแผนภาพซีเควน์ซ์ที่โอเปอเรชั่นไม่สอดคล้อง กับซีการกระทำในแผนภาพสแตทชาร์ท ดังนั้นทำการแก้ไขในส่วน of รายการที่ 1, รายการที่ 2 และรายการที่ 3 แล้ว รายการที่ 4 ก็จะไม่สอดคล้องด้วย จะทำให้สามารถทำการตรวจสอบในเรื่องลำดับของโอเปอเรชั่น กับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสแตทชาร์ทได้

เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีเควน์ซ์ไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพซีเควน์ซ์ของเหตุการณ์การฝากเงิน จะสอดคล้อง กับแผนภาพสแตทชาร์ทของคลาส ATM และคลาส CustomerConsole และสามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชั่นของแผนภาพซีเควน์ซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสแตทชาร์ทได้ ตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนซีเควน์ซ์ กับแผนภาพสแตทชาร์ท ซึ่งแผนภาพซีเควน์ซ์ที่ได้ทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีเควน์ซ์ไม่สอดคล้อง แสดงได้ดังรูปที่ 5.38



รูปที่ 5.38 แผนภาพซีเควน์ซ์แสดงเหตุการณ์การฝากเงินที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

5.3.3 กรณีศึกษาที่ 3 ระบบการลงทะเบียน

ระบบการลงทะเบียนของนิสิต ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการลงทะเบียนภายในมหาวิทยาลัย นิสิตจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ นิสิตระดับปริญญาตรี และนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา นิสิตสามารถชำระค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร โดยธนาคารหนึ่งธนาคารจะประกอบด้วยบัญชีเงินฝากของนิสิตและบัญชีเงินฝากของมหาวิทยาลัยตั้งแต่หนึ่งบัญชีขึ้นไป นิสิตแต่ละคนสามารถแจ้ง ความจำเป็นการชำระค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคารได้ตั้งแต่หนึ่งธนาคารขึ้นไป นิสิตแต่ละคนจะสามารถลงทะเบียนได้ ซึ่งนายทะเบียนสามารถเรียกดูข้อมูลนิสิตตั้งแต่หนึ่งคนขึ้นไป โดยในการลงทะเบียนจะออกใบเสร็จรับเงินของนิสิตตั้งแต่หนึ่งใบขึ้นไป และสามารถดูใบรายการที่ลงทะเบียนได้ การลงทะเบียนนี้จะเกี่ยวข้องกับรายวิชาทั้งหมดที่ได้รับการประเมินและรายวิชาทั้งหมดที่เปิดสอนในภาคการศึกษาตั้งแต่หนึ่งรายวิชาขึ้นไปและรายวิชาทั้งหมดที่เปิดสอนในภาคการศึกษาจะประกอบไปด้วยรายวิชาที่เปิดสอนในภาค การศึกษาตั้งแต่หนึ่งรายวิชาขึ้นไป ทำการออกแบบระบบการลงทะเบียนของนิสิตนี้ โดยใช้แผนภาพคลาส แสดงเหตุการณ์ของระบบนี้โดยใช้แผนภาพซีควเอนซ์. และแผนภาพสเตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาสสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 5.39 ถึงรูปที่ 5.49

5.3.3.1 แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

1. แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาสของระบบการลงทะเบียนประกอบด้วยคลาส Bank, UniversityAccount, StudentAccount, UnderGraduateStudent, GraduateStudent, Registra, StudentData, Registration, TotalAttendedCourse, TotalOfferingCourse, OfferingCourse และ Student ดังรูปที่ 5.39

2. แผนภาพซีควเอนซ์

แผนภาพซีควเอนซ์ที่แสดงเหตุการณ์ในระบบเอทีเอ็มดังมีเหตุการณ์ดังต่อไปนี้ และแสดงได้ ดังรูปที่ 5.40 ถึง 5.43 ตามลำดับ

- แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์ขั้นตอนการลงทะเบียน
- แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนชำระเงินค่าลงทะเบียน
- แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้า
- แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร

3 แผนภาพสเตทชาร์ท

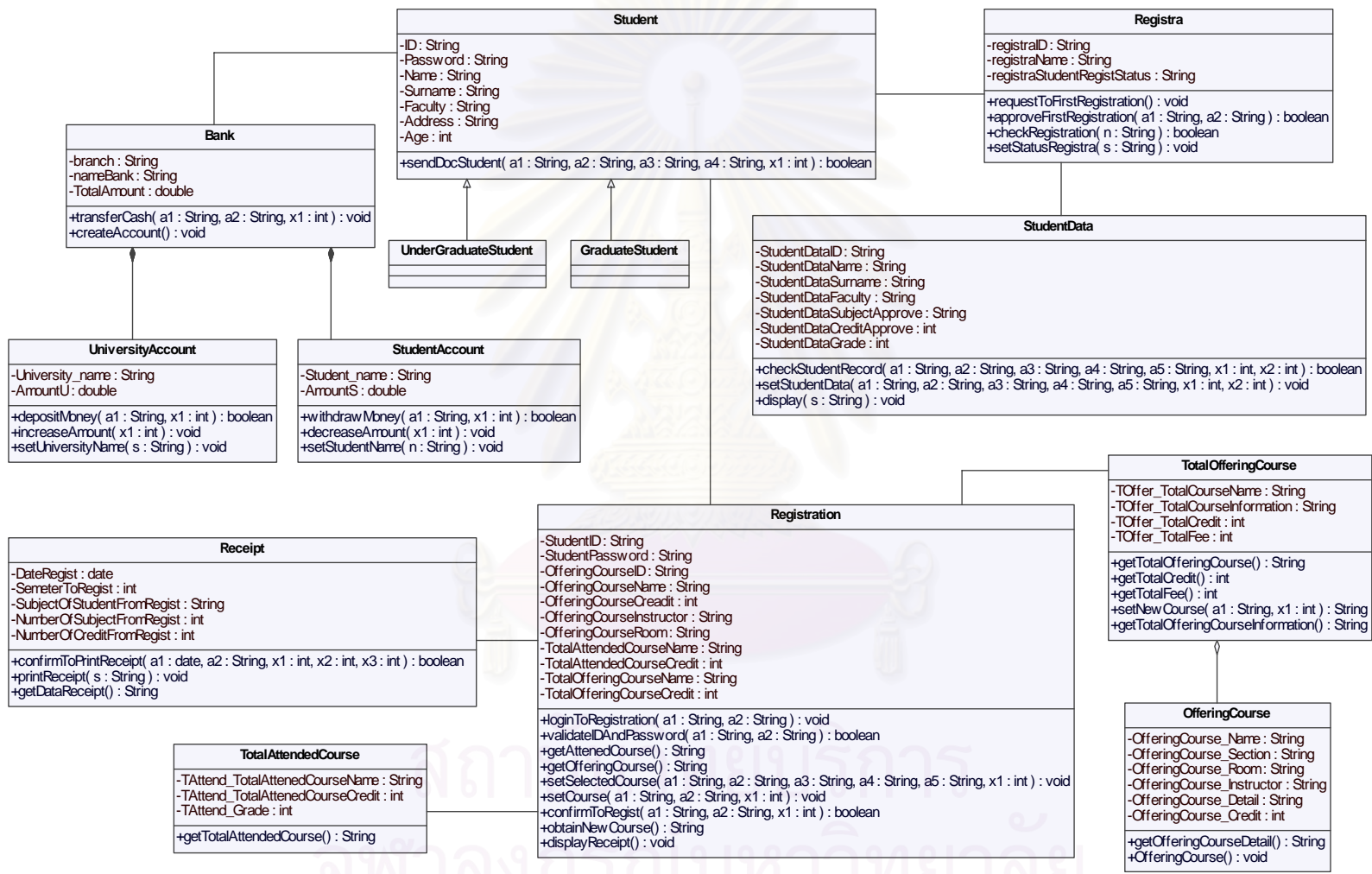
แผนภาพสเตทชาร์ทประกอบด้วย คลาส Receipt, UniversityAccount, StudentData StudentAccount, Registra และ Registration
 ดังแสดงในรูปที่ 5.44 ถึง 5.49

5.3.3.2 ผลการของการตรวจสอบความสอดคล้อง

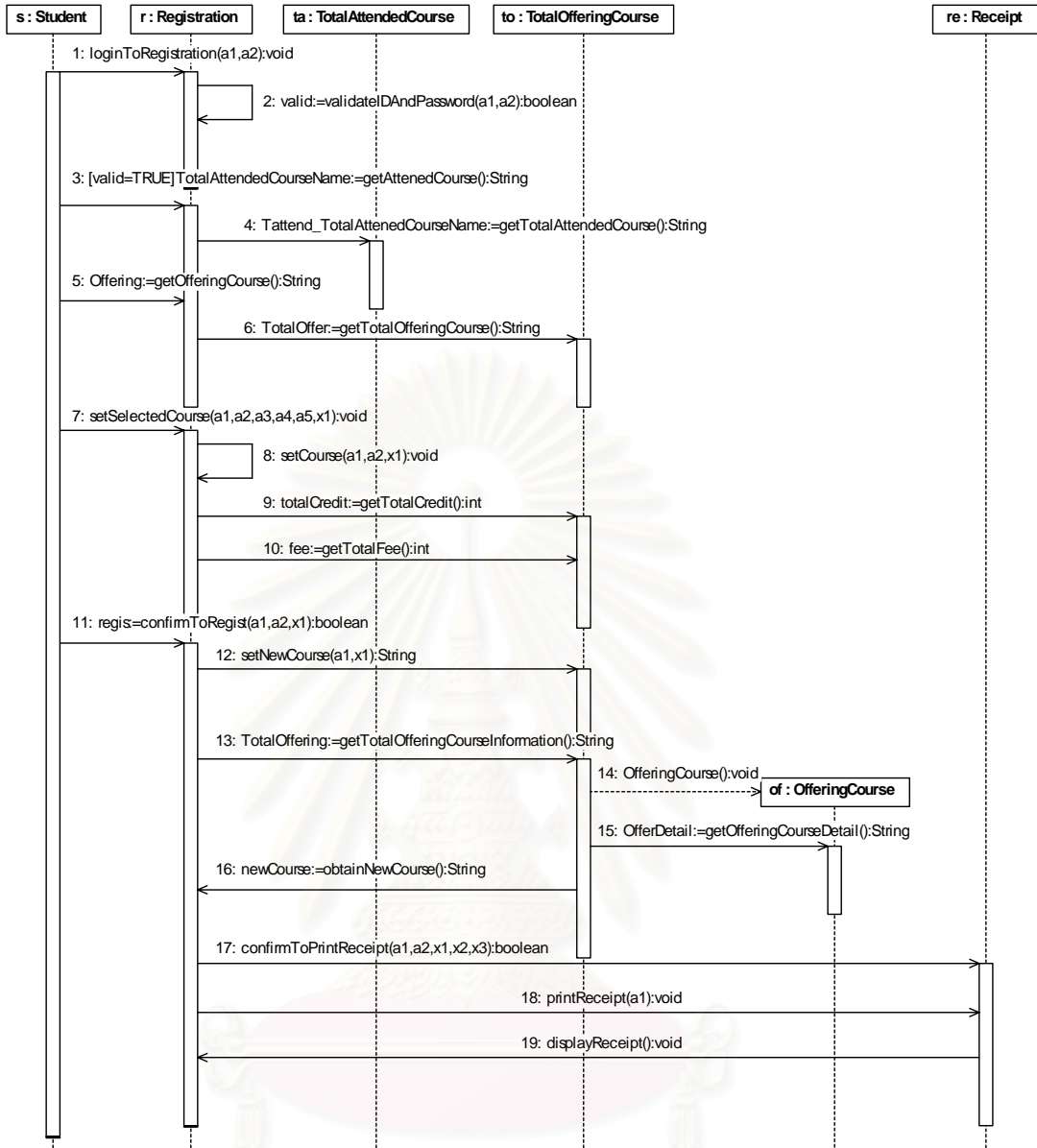
จากรูปที่ 5.39 ถึง 5.49 สามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการลงทะเบียน โดยเพิ่มข้อมูลนำเข้าในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล

เครื่องมือนี้สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการลงทะเบียนโดยกรณีศึกษาในแผนภาพคลาส จะมีจำนวนคลาส คือ 13 คลาส มีความสัมพันธ์แบ่งเป็นความสัมพันธ์แบบ แอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน ความสัมพันธ์คอมโพสิชัน และความสัมพันธ์เจเนอรัลไลเซชัน ส่วนแผนภาพซีควเอนซ์มีทั้งหมด 4 แผนภาพ และแผนภาพสเตทชาร์ทมีทั้งหมด 6 แผนภาพ ซึ่งจะพบว่าการตรวจสอบความสอดคล้องเป็นไปตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องในบทที่ 3

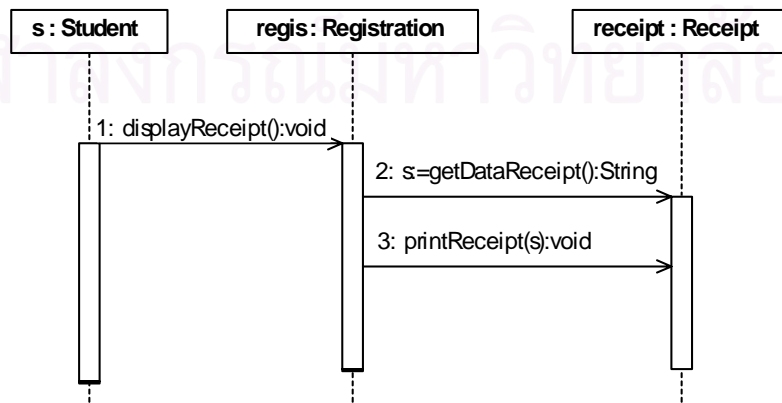
จากการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการลงทะเบียน สรุปได้ว่า คู่ของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ มีแผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องจำนวน 3 แผนภาพ สอดคล้อง 1 แผนภาพ คู่ของแผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ท มีแผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องจำนวน 6 แผนภาพ และคู่ของแผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท มีแผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องจำนวน 3 แผนภาพ และสอดคล้อง 1 แผนภาพ



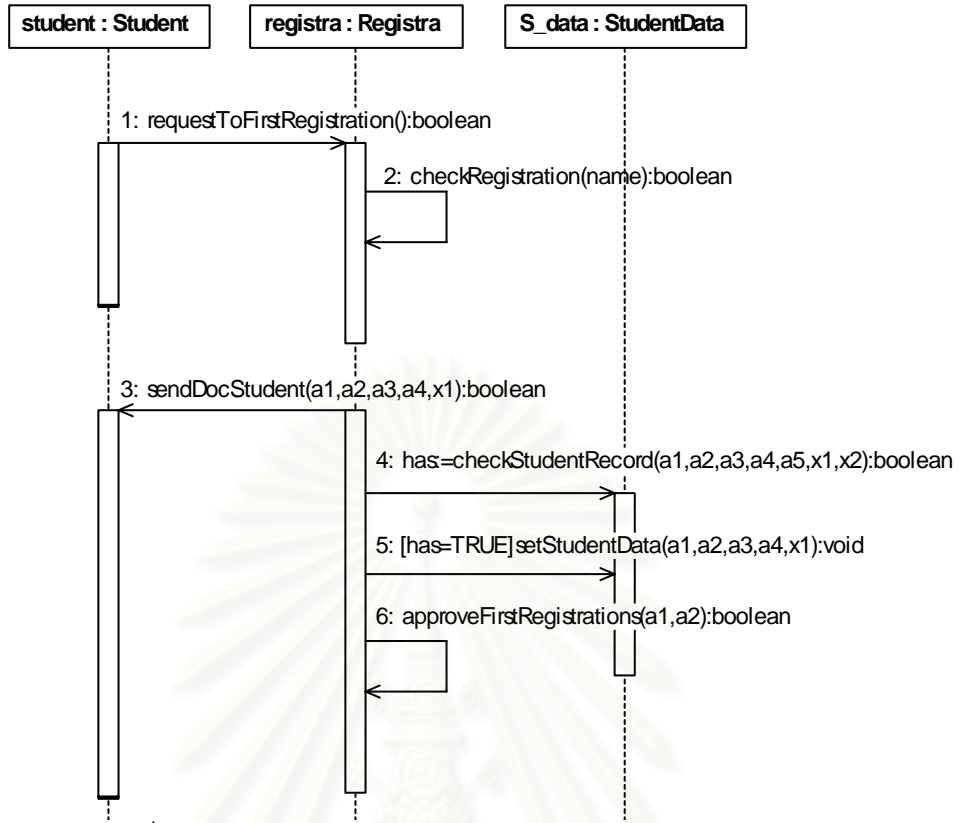
รูปที่ 5.39 แผนภาพคลาสของระบบการลงทะเบียน



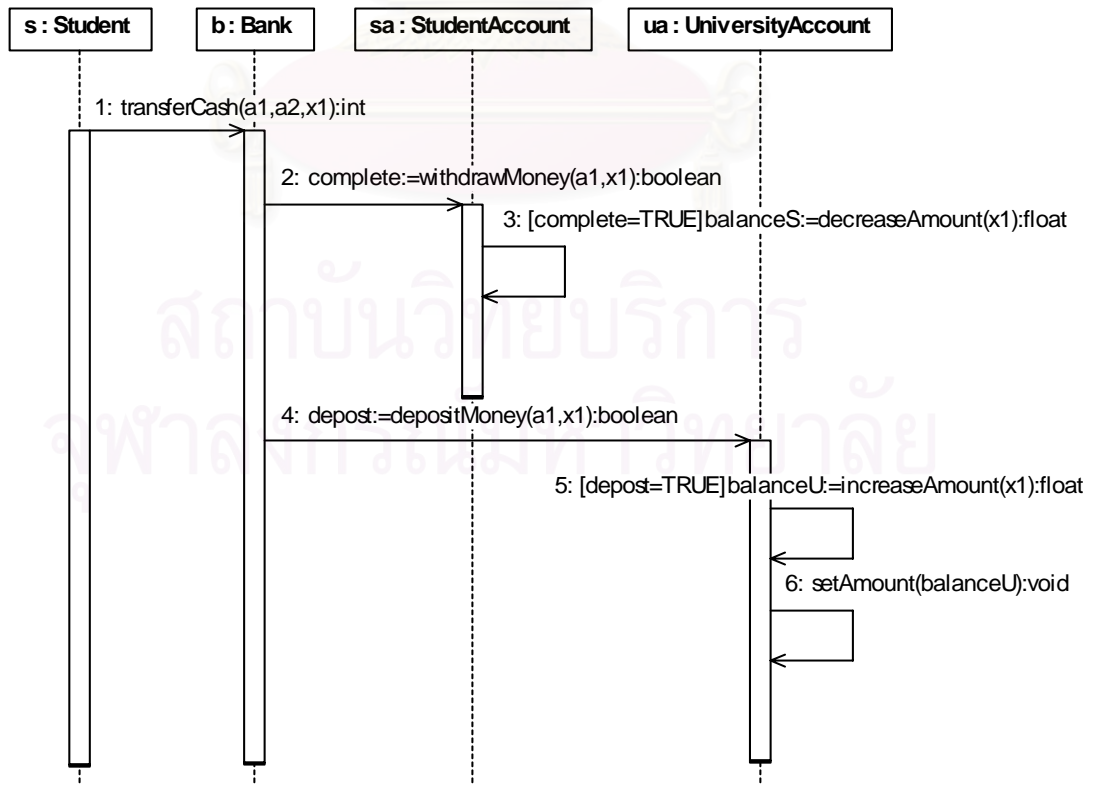
รูปที่ 5.40 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์ขั้นตอนการลงทะเบียน



รูปที่ 5.41 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การแสดงผลใบเสร็จค่าลงทะเบียน



รูปที่ 5.42 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนครั้งแรก



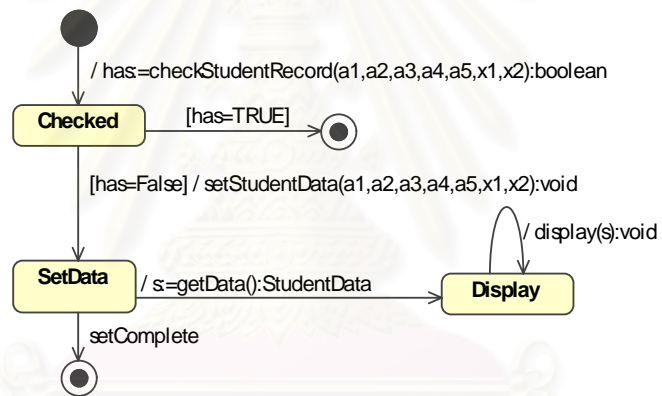
รูปที่ 5.43 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร

Class:Receipt



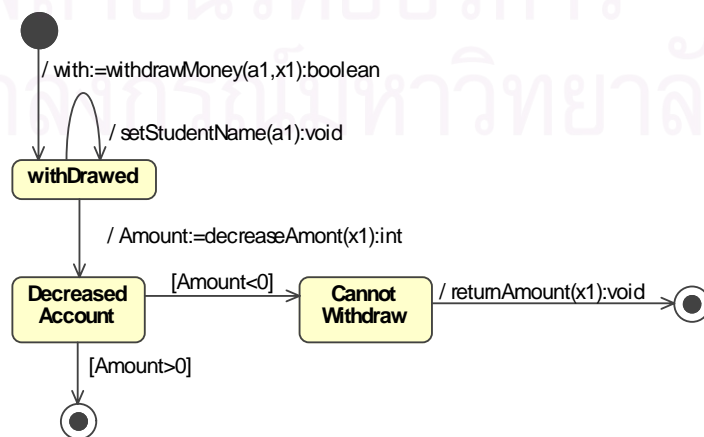
รูปที่ 5.44 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Receipt

Class:StudentData



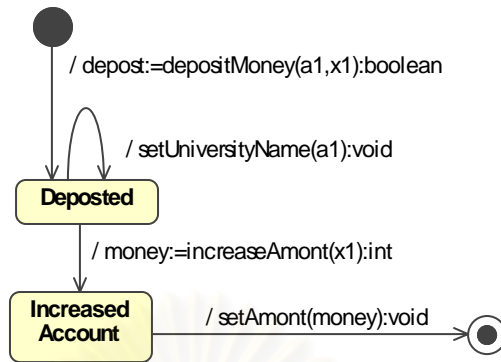
รูปที่ 5.45 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส StudentData

Class:StudentAccount



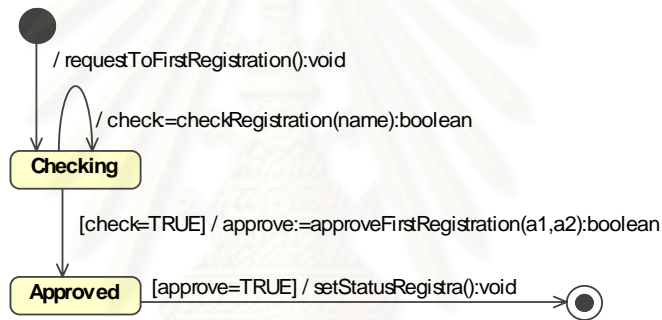
รูปที่ 5.46 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส StudentAccount

Class:UniversityAccount



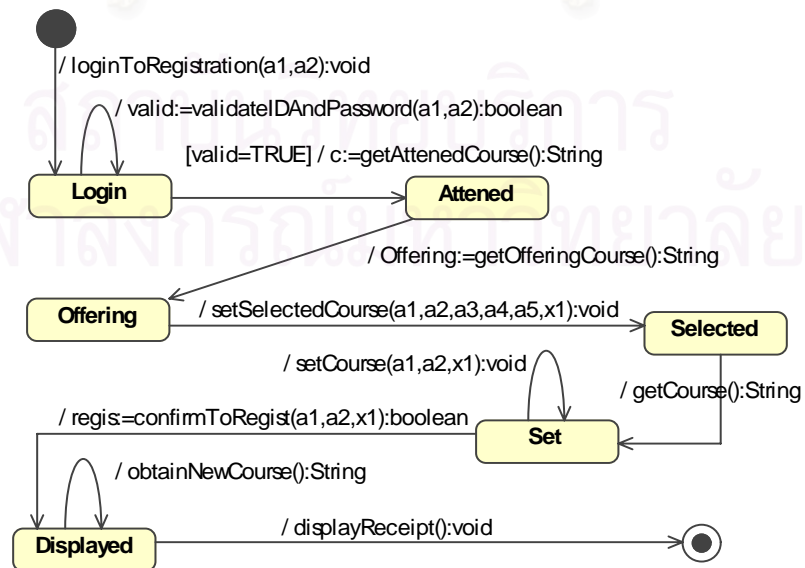
รูปที่ 5.47 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส UniversityAccount

Class:Registra



รูปที่ 5.48 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Registra

Class:Registration



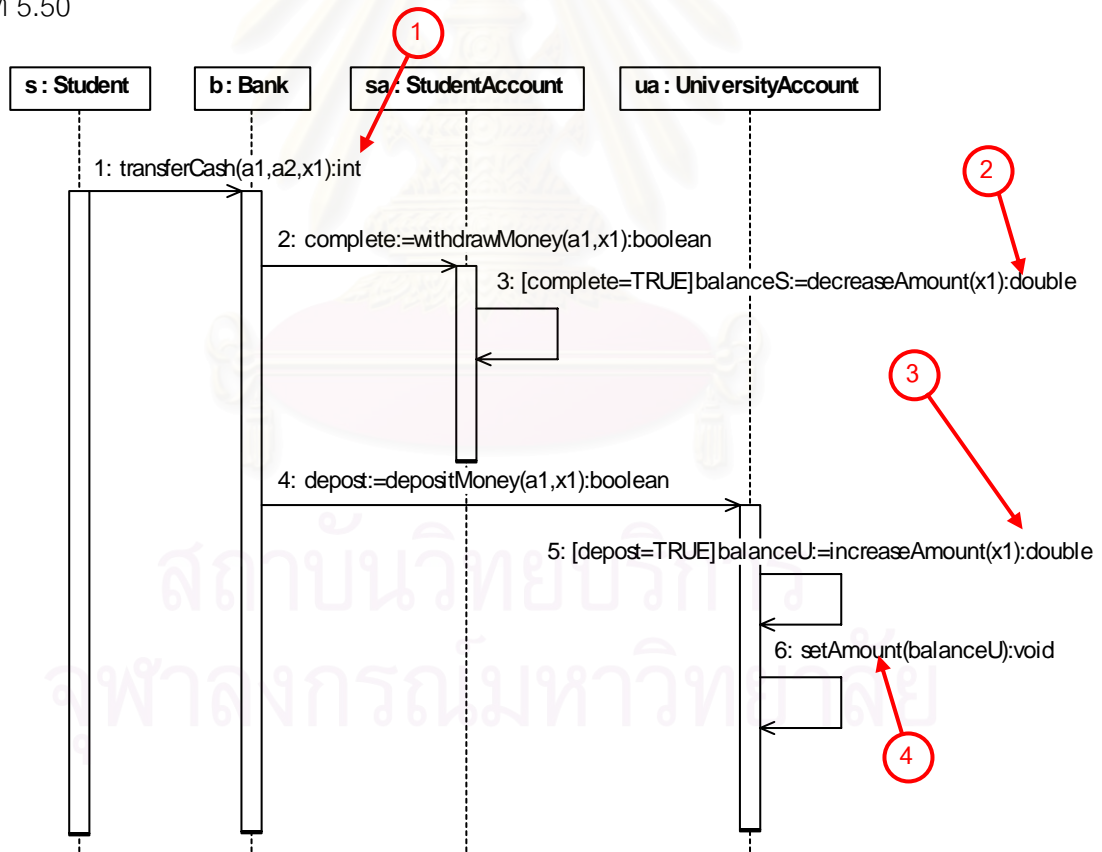
รูปที่ 5.49 แผนภาพสแตตชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Registration

5.3.1.3 อภิปรายผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง

เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องของกรณีศึกษาระบบลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์จะได้ทั้งแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง และแผนภาพที่สอดคล้อง โดยแผนภาพที่ไม่สอดคล้องจะแสดงรายการของส่วนที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้อง ดังนั้นถ้าทำการแก้ไขรายการเหล่านี้ จากนั้นทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ รายการของส่วนที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องเหล่านี้ จะไม่ปรากฏ ทำให้แผนภาพสอดคล้อง โดยจะทำการยกตัวอย่างของแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง เมื่อได้รับการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องหรือไม่ ซึ่งจะยกตัวอย่างทั้ง 3 คู่ที่ทำการตรวจสอบความสอดคล้อง

1. แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควেনซ์

ตัวอย่างของแผนภาพซีควেনซ์ของเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาส จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพซีควেনซ์ไม่สอดคล้องทั้งหมด 4 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.50

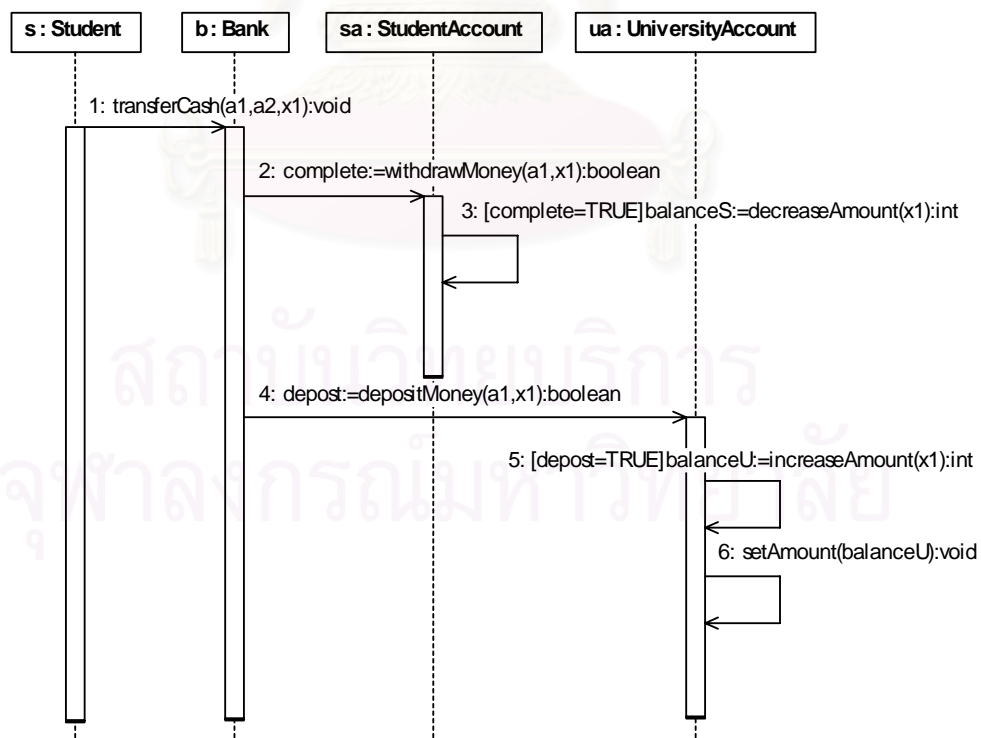


รูปที่ 5.50 แผนภาพซีควেনซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคารที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จะทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขจาก `transferCash(a1,a2,x1):int` เป็น `transferCash(a1,a2,x1):void`
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขจาก `balanceS:=decreaseAmount(x1):double` เป็น `balanceS:=decreaseAmount(x1):int`
- รายการที่ 3 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขจาก `balanceU:=increaseAmount(x1):double` เป็น `balanceU:=increaseAmount(x1):int`
- รายการที่ 4 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชัน จะทำการแก้ไขโดยการเพิ่มโอเปอเรชัน `setAmount(balanceU):void` ในคลาส `UniversityAccount`

เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้อง ทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคาร จะสอดคล้องกับแผนภาพคลาส แสดงได้ดังรูปที่ 5.51

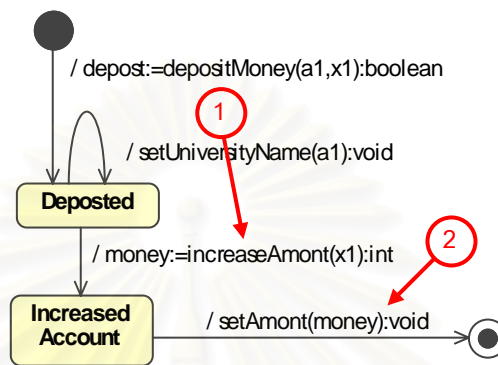


รูปที่ 5.51 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การชำระเงินค่าลงทะเบียนผ่านทางธนาคารที่ได้รับ การแก้ไขแล้ว

2. แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

ตัวอย่างของแผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส UniversityAccount ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องทั้งหมด 2 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.52

ClassUniversityAccount



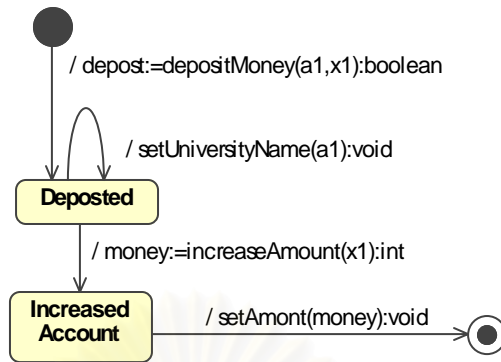
รูปที่ 5.52 แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส UniversityAccount ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส

จะทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพคลาสดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำ จะทำการแก้ไข จาก `increaseAmont(x1):int` เป็น `increaseAmount(x1):int`
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำ จะทำการแก้ไข โดยการเพิ่มโอเปอเรชัน `setAmount(money):void` ในคลาสของแผนภาพ UniversityAccount

เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพสเตทชาร์ทของคลาส UniversityAccount จะสอดคล้องกับแผนภาพคลาสตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งแผนภาพสเตทชาร์ทที่ได้ทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทนี้ไม่สอดคล้องแล้ว แสดงได้ดังรูปที่ 5.53

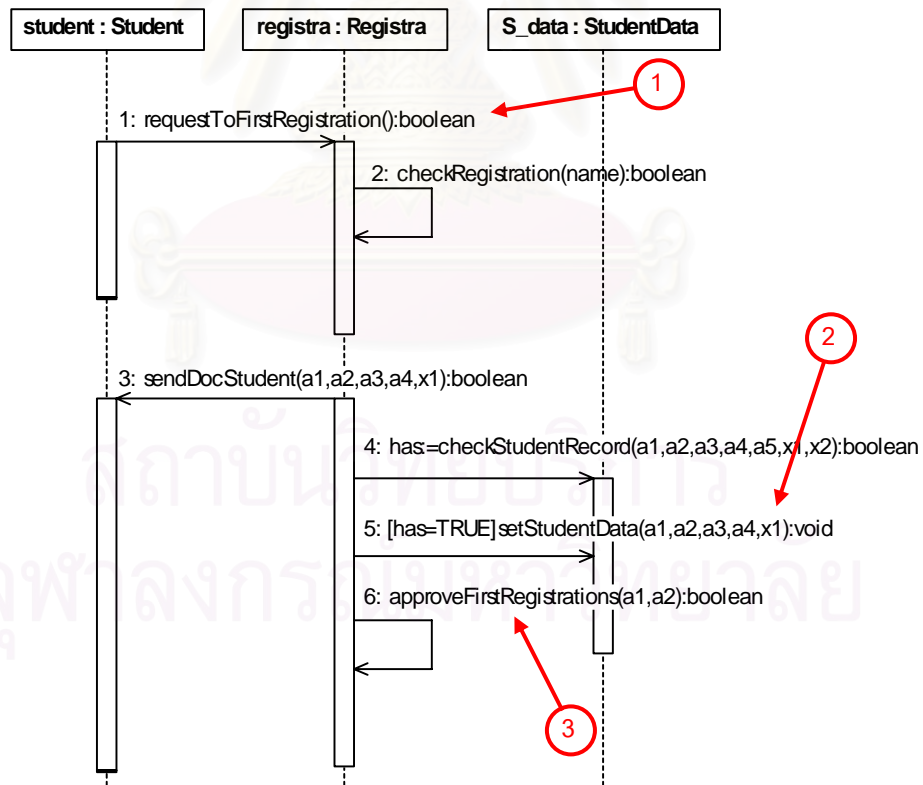
Class:UniversityAccount



รูปที่ 5.53 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส UniversityAccount ที่ได้ทำการแก้ไขแล้ว

3. แผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตตชาร์ต

ตัวอย่างของแผนภาพซีควเอนซ์ของเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้า ซึ่งเป็นแผนภาพที่ไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส Registra และคลาส StudentData จากการทำการตรวจสอบความสอดคล้องครั้งแรก โดยจะปรากฏรายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์นี้ไม่สอดคล้องทั้งหมด 4 รายการ ซึ่งมี 3 รายการ แสดงได้ดังรูปที่ 5.54

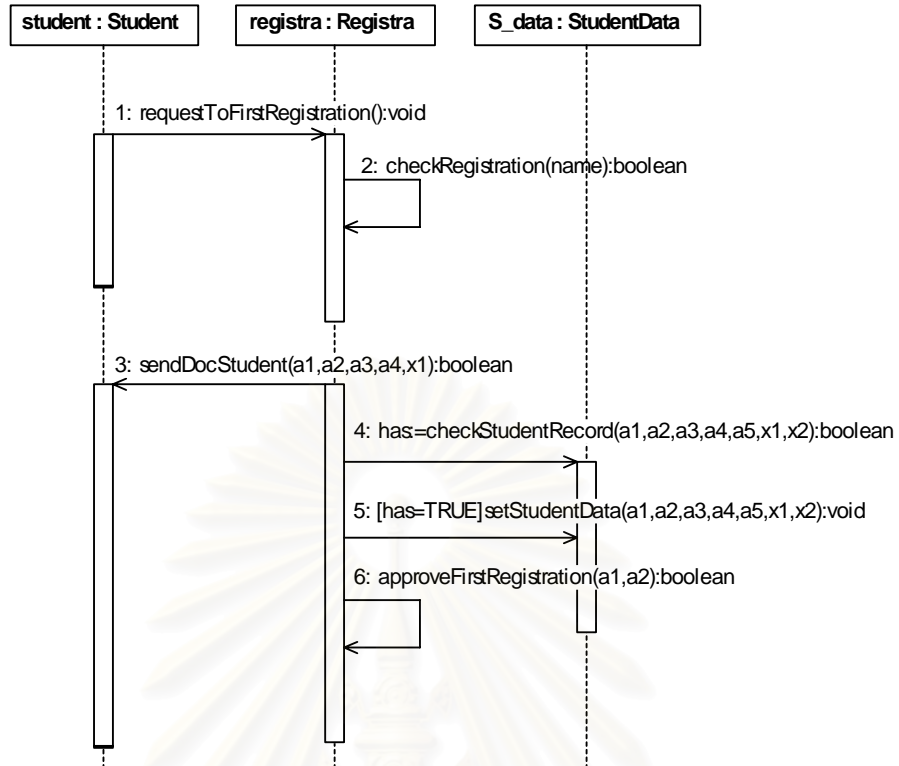


รูปที่ 5.54 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้า ที่ไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส Registra และคลาส StudentData

จะทำการแก้ไขรายการ 3 รายการ ที่ทำให้แผนภาพซีเควนซ์ของเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้าไม่สอดคล้อง กับแผนภาพสแตทซาร์ทของคลาส Registra และคลาส StudentData มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายการที่ 1 ไม่สอดคล้องเรื่องชนิดของการคืนค่าโอเปอเรชัน จะทำแก้ไขจาก `requestToFirstRegistration():boolean` เป็น `requestToFirstRegistration():void`
- รายการที่ 2 ไม่สอดคล้องเรื่องจำนวนพารามิเตอร์ จะทำการแก้ไขจาก `setStudentData(a1,a2,a3,a4,x1):void` เป็น `setStudentData(a1,a2,a3,a4,a5,x1,x2):void`
- รายการที่ 3 ไม่สอดคล้องเรื่องชื่อโอเปอเรชัน กับชื่อการกระทำ จะทำการแก้ไขจาก `approveFirstRegistrations(a1,a2):boolean` เป็น `approveFirstRegistration(a1,a2):boolean`
- รายการที่ 4 จะเป็นการบอกว่า แผนภาพซีเควนซ์นี้ไม่สามารถนำไปตรวจสอบในเรื่องของลำดับของโอเปอเรชันของแผนภาพซีเควนซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสแตทซาร์ท เพราะว่าในแผนภาพซีเควนซ์ ชื่อโอเปอเรชัน ไม่สอดคล้อง กับชื่อการกระทำในแผนภาพสแตทซาร์ท ดังนั้นทำการแก้ไขในส่วน ของรายการที่ 1, รายการที่ 2 และรายการที่ 3 แล้ว รายการที่ 4 ก็จะไม่สอดคล้องด้วย จะทำให้สามารถทำการตรวจสอบในเรื่องลำดับของโอเปอเรชัน กับลำดับการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสแตทซาร์ทได้

เมื่อทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีเควนซ์ไม่สอดคล้องทั้งหมดแล้ว ทำการตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง แผนภาพซีเควนซ์ของเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้า จะสอดคล้อง กับแผนภาพสแตทซาร์ทของคลาส Registra และคลาส StudentData และสามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องในเรื่องลำดับการเรียกใช้โอเปอเรชันของแผนภาพซีเควนซ์ กับลำดับการเปลี่ยนสถานะของแผนภาพสแตทซาร์ทได้ ตามกฎการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสแตทซาร์ท ซึ่งแผนภาพซีเควนซ์ที่ได้ทำการแก้ไขรายการที่ทำให้แผนภาพซีเควนซ์นี้ไม่สอดคล้อง แสดงได้ดังรูปที่ 5.55



รูปที่ 5.55 แผนภาพซีควเอนซ์แสดงเหตุการณ์การลงทะเบียนแรกเข้าที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง การสรุปผลของงานวิจัยในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท รวมทั้งประโยชน์ของเครื่องมือ ปัญหาและอุปสรรค ข้อจำกัดของโปรแกรมที่พบ และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย ได้นำเสนอกฎต่าง ๆ ในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท รวมทั้งได้ออกแบบขั้นตอนสำหรับนำกฎเหล่านั้นมาทำการตรวจสอบความสอดคล้องของทั้ง 3 แผนภาพ ซึ่งกฎทั้งหมดที่ได้จากการวิจัยนี้มีทั้งหมด 17 ข้อ โดยจะแบ่งตามคู่ของแผนภาพที่ทำการตรวจสอบความสอดคล้อง แต่จะมีกฎ 1 ข้อที่ไม่ได้ตรวจสอบคู่ของแผนภาพที่มีมุมมองแตกต่างกัน คือกฎข้อที่ 1.6 ที่ไว้สำหรับตรวจสอบเพิ่มเติม

6.1.1 สรุปกฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควেনซ์

- **กฎข้อที่ 1.1** ทุก ๆ อ็อบเจกต์ หรือคลาส ในแผนภาพซีควেনซ์ จะต้องปรากฏเป็นคลาสหนึ่ง ๆ ในแผนภาพคลาส
- **กฎข้อที่ 1.2** ถ้าปรากฏเมสเสจ จากอ็อบเจกต์หรือคลาสใด ไปยังอ็อบเจกต์หรือคลาสอื่นในแผนภาพซีควেনซ์ จะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสคู่หนึ่งในแผนภาพคลาส
- **กฎข้อที่ 1.2.1** คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันในแผนภาพคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก และอีกคลาสเป็นคลาสย่อย ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์หรือคลาส ในแผนภาพซีควেনซ์ คลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยังอ็อบเจกต์ ของคลาสหลักได้
- **กฎข้อที่ 1.2.2** คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันในแผนภาพคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก อีกคลาสหนึ่งเป็นคลาสย่อย ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์หรือคลาสในแผนภาพซีควেনซ์ คลาสย่อยไม่สามารถส่งเมสเสจแบบสร้างอ็อบเจกต์ไปยัง คลาสหลักได้

- **กฎข้อที่ 1.2.3** คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชันในแผนภาพคลาส โดยมีคลาสหนึ่งเป็นคลาสหลัก อีกคลาสหนึ่งเป็นคลาสย่อย ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์หรือคลาสที่เป็นคลาสหลักไม่สามารถทำลายได้
- **กฎข้อที่ 1.2.4** คลาส 2 คลาสมีความสัมพันธ์แบบดีเพนเดนซีในแผนภาพคลาส ถ้ามีการส่งเมสเสจแบบทำลายไปยังอ็อบเจกต์หรือคลาสของคลาสผู้ให้บริการแล้ว จากนั้นมีการเรียกใช้คลาสของผู้ให้บริการจากคลาสที่เป็นผู้ใช้บริการแล้ว ไม่สามารถเรียกใช้ได้
- **กฎข้อที่ 1.3** ถ้าอ็อบเจกต์ หรือคลาส A ไปร้องขออ็อบเจกต์ หรือคลาส B ให้ทำโอเปอเรชัน X โดยการส่งเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์แล้ว คลาสของอ็อบเจกต์ B ในแผนภาพคลาสจะต้องมี โอเปอเรชัน X ปรากฏอยู่เสมอ
- **กฎข้อที่ 1.4** จำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันที่ปรากฏบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ จะมีจำนวน ลำดับ และชนิดของพารามิเตอร์ของโอเปอเรชันเหมือนกับ โอเปอเรชันที่ประกาศไว้ในคลาส ของแผนภาพคลาส
- **กฎข้อที่ 1.5** ตัวแปร และชนิดของตัวแปรที่เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในเครื่องหมาย '['] บนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์ จะประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาส
- **กฎข้อที่ 1.6** โอเปอเรชันบนเมสเสจที่ส่งระหว่างอ็อบเจกต์หรือคลาส ในแผนภาพซีควเอนซ์ โดยให้โอเปอเรชันที่เรียกโอเปอเรชันอื่น เป็นโอเปอเรชันหลัก และโอเปอเรชันที่ถูกเรียกเป็นโอเปอเรชันย่อย ถ้ามีแผนภาพซีควเอนซ์แผนภาพหนึ่ง ส่งเมสเสจโดยมีโอเปอเรชันหลัก และ โอเปอเรชันย่อยแล้ว ถ้ามีแผนภาพซีควเอนซ์อื่นที่มีโอเปอเรชันตัวเดียวกัน กับแผนภาพซีควเอนซ์แรก โอเปอเรชันย่อย ไม่สามารถเรียกใช้โอเปอเรชันหลักได้

6.1.2 สรุปกฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

- **กฎข้อที่ 2.1** แผนภาพสเตทชาร์ท 1 แผนภาพ จะแสดงพฤติกรรมของคลาส 1 คลาส ในแผนภาพคลาสเสมอ
- **กฎข้อที่ 2.2** ชื่อสถานะของแผนภาพสเตทชาร์ท ควรจะมาจากค่าเริ่มต้นของแอททริบิวต์ของคลาสที่แผนภาพสเตทชาร์ทนี้อธิบายพฤติกรรม
- **กฎข้อที่ 2.3** ชื่อการกระทำบนเส้นทรานซิชันที่ส่งจากสถานะหนึ่ง ไปยังอีกสถานะหนึ่ง ในแผนภาพสเตทชาร์ท ควรจะมาจากชื่อโอเปอเรชันของคลาสที่แผนภาพสเตทชาร์ทนั้นได้อธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนสถานะ

- **กฎข้อที่ 2.4** ตัวแปร และชนิดของตัวแปรในเงื่อนไขที่อยู่ในเครื่องหมาย “[]” ที่แสดงอยู่บนเส้นทรานซิชันในแผนภาพสเตทชาร์ท จะประกาศเป็นแอททริบิวต์ในคลาสที่แผนภาพสเตทชาร์ทนี้แสดงพฤติกรรมอยู่

6.1.3 สรุปกฎสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพซีควเอนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท

- **กฎข้อที่ 3.1** ชื่อโอเปอเรชันที่ปรากฏในเมสเสจที่เป็นของอ็อบเจกต์หรือคลาสหนึ่งในแผนภาพซีควเอนซ์ จะปรากฏเป็นชื่อการกระทำของแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของอ็อบเจกต์ หรือคลาสนั้น
- **กฎข้อที่ 3.2** ถ้าบนเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์มีตัวทดสอบเงื่อนไข แล้วในแผนภาพสเตทชาร์ทที่มีชื่อการกระทำ ตรงกับชื่อโอเปอเรชัน ควรจะมีตัวทดสอบเงื่อนไขเหมือนกัน
- **กฎข้อที่ 3.3** ลำดับในการเรียกใช้โอเปอเรชันในแผนภาพซีควเอนซ์ของอ็อบเจกต์หรือคลาสจะต้องมี ความสัมพันธ์ กับเส้นทางในการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสเตทชาร์ทของอ็อบเจกต์หรือคลาสนั้นอย่างน้อย 1 เส้นทาง

จากกฎต่างๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท โดยข้อมูลนำเข้าของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพจะอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ และระบบที่นำมาทดสอบทั้งหมด 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการยืมคืนหนังสือในห้องสมุด ระบบเอทีเอ็ม และระบบลงทะเบียนผลการตรวจสอบความสอดคล้องเป็นไปกฎที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3

6.2 ประโยชน์ของเครื่องมือ

เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท

6.3 ปัญหาและอุปสรรค

- 6.3.1 ในการกำหนดมาตรฐานของเอ็กซ์เอ็มไอ เป็นการอำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลของแผนภาพยูเอ็มแอลมาใช้กับเครื่องมือต่าง ๆ แต่ในเครื่องมือที่สร้างแผนภาพยูเอ็มแอลนั้น แต่ละเครื่องมือมาตรฐานของเอ็กซ์เอ็มไอแตกต่างกัน ทำให้การพัฒนาเครื่องมือนี้มีข้อจำกัดที่ว่า จะต้องเป็นแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอจากเครื่องมือสร้างแผนภาพยูเอ็มแอลที่กำหนด คือมาจากโปรแกรมเมจิกดรอว์เท่านั้น

- 6.3.2 จากการเขียนแผนภาพต่าง ๆ ของยูเอ็มแอล ผู้เขียนแต่ละคนมีความละเอียดในการออกแบบแผนภาพแตกต่างกัน ทำให้ในการวาดแผนภาพแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นในการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพยูเอ็มแอล ผลที่ได้อาจจะไม่ถูกต้องเสมอไป
- 6.3.3 ในการตรวจสอบลำดับของโอเปอเรชันในแผนภาพซีควেনซ์ กับลำดับการกระทำในแผนภาพสเตทชาร์ทนั้น ไม่สามารถตรวจสอบในเรื่อง ถ้าหากเส้นทรานซิชันบางเส้นไม่มีชื่อการกระทำแล้ว จะไม่สามารถตรวจสอบความสอดคล้องได้

6.4 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

- 6.4.1 เครื่องมือในการตรวจสอบความสอดคล้องนี้ อาจจะสามารถทำการแก้ไขในส่วนที่เป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมาแก้ไขเอง
- 6.4.2 ในงานวิจัยนี้เครื่องมือสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องสามารถตรวจสอบแค่แผนภาพคลาส แผนภาพซีควেনซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งอาจจะมีการพัฒนาเพิ่มขึ้น โดยสามารถทำการตรวจสอบความสอดคล้องครบทุกแผนภาพในยูเอ็มแอล

รายการอ้างอิง

1. กิตติ ภัคดีวัฒนระกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม. ยูเอ็มแอล วิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2544.
2. ชัชวีร์ ตั้งสายัณห์. การแปลงแผนภาพซีควเอนซ์หลายแผนภาพไปเป็นพฤติกรรมในระดับปฏิบัติการของรหัสคำสั่งภาษาจาวา. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
3. บุญประเสริฐ สุรภัชรัตน์สกุล. วิธีการตรวจสอบวากยสัมพันธ์ของแผนภาพยูเอ็มแอล. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2546.
4. ไททยะ ศรีจรุณรัตน์. การแปลงแผนภาพคลาส และแผนภาพซีควเอนซ์ของยูเอ็มแอลเป็นแอบสแตร็คแมชชีนบี. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
5. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. คู่มือ Visual C# 2005 ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, 2550.
6. Alexander, F. Egyed. UML/Analyzer Guide. California: University of southern California, 2000.
7. Bjork, R. C. Requirements Statement for Example ATM System. [online] Available from: <http://www.cs.gordon.edu/courses/cs211/ATMExample/Intro.html> [03/09/2007]
8. Fowler, M. and Scott, K. UML Distilled Second Edition A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. Massachusetts: Addison Wesley, 1999.
9. Gomaa, H. and Wijesekera, D. Consistency in Multiple-View UML Models: A Case Study. Workshop on Consistency problems in UML-based Software Development II, (2003): 1-8.
10. Gryce, C., Finkelstein, A. and Nentwich, C. Lightweight Checking for UML Based Software Development. Workshop on Consistency problems in UML-based Software Development I, (2002):124-132

11. Lange, C., Chaudron, M.R.V., Muskens, J., Somers, L.J. and Dortmans, H.M. An Empirical Investigation in Quantifying Inconsistency and Incompleteness of UML designs. Workshop on Consistency problems in UML-based Software Development II, (2003): 26-34.
12. McCall, J. A. An Introduction to Software Quality Metrics. New York: A Petrocelli Book, 1977.
13. Mertz, A. Inconsistency. [online] Available form: <http://www.websters-online-dictionaray.org> [22/08/2007]
14. Miller, R. Practical UML: A Hands-On Introduction for Developer. [online] Available from: <http://bdn.borland.com/article/0,1410,31863,00.html> [22/07/2007]
15. Miles, R. and Hamilton, K. Learning UML 2.0. California: O'Reilly, 2006.
16. Miloslav, N. XSLT Tutorial. [online] Available from: <http://www.zvon.org> [01/07/2007]
17. Miloslav, N. XSLT Reference. [online] Available from: <http://www.zvon.org> [01/07/2007]
18. Nuseibeh, B. To Be and Not to Be: On Managing Inconsistency in Software Development. IEEE Computer (1996): 164-169.
19. Nuseibeh, B., Easterbrook, S. and Russo, A. Making Inconsistency respectable in software development. The journal of Systems and software (2001):171-180.
20. Object Management Group. XML Metadata Interchange (XMI) Home Page. [online] Available from: <http://www.omg.org/technology/xml> [01/06/2006]
21. Object Management Group. Unified Modeling Language (UML) Home Page. [online] Available from: <http://www.omg.org/technology/uml> [02/06/2006]
22. Rumbaugh, J., Jacobson, I. and Booch, G. The Unified Modeling Language Reference Manual. Massachusetts: Addison-Wesley, 1999.
23. Straeten, R. V., Mens, T. and Simmonds, J. Maintaining Consistency between UML Models Using Description Logic. Workshop on Consistency problems in UML-based Software Development II, (2003): 71-77.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

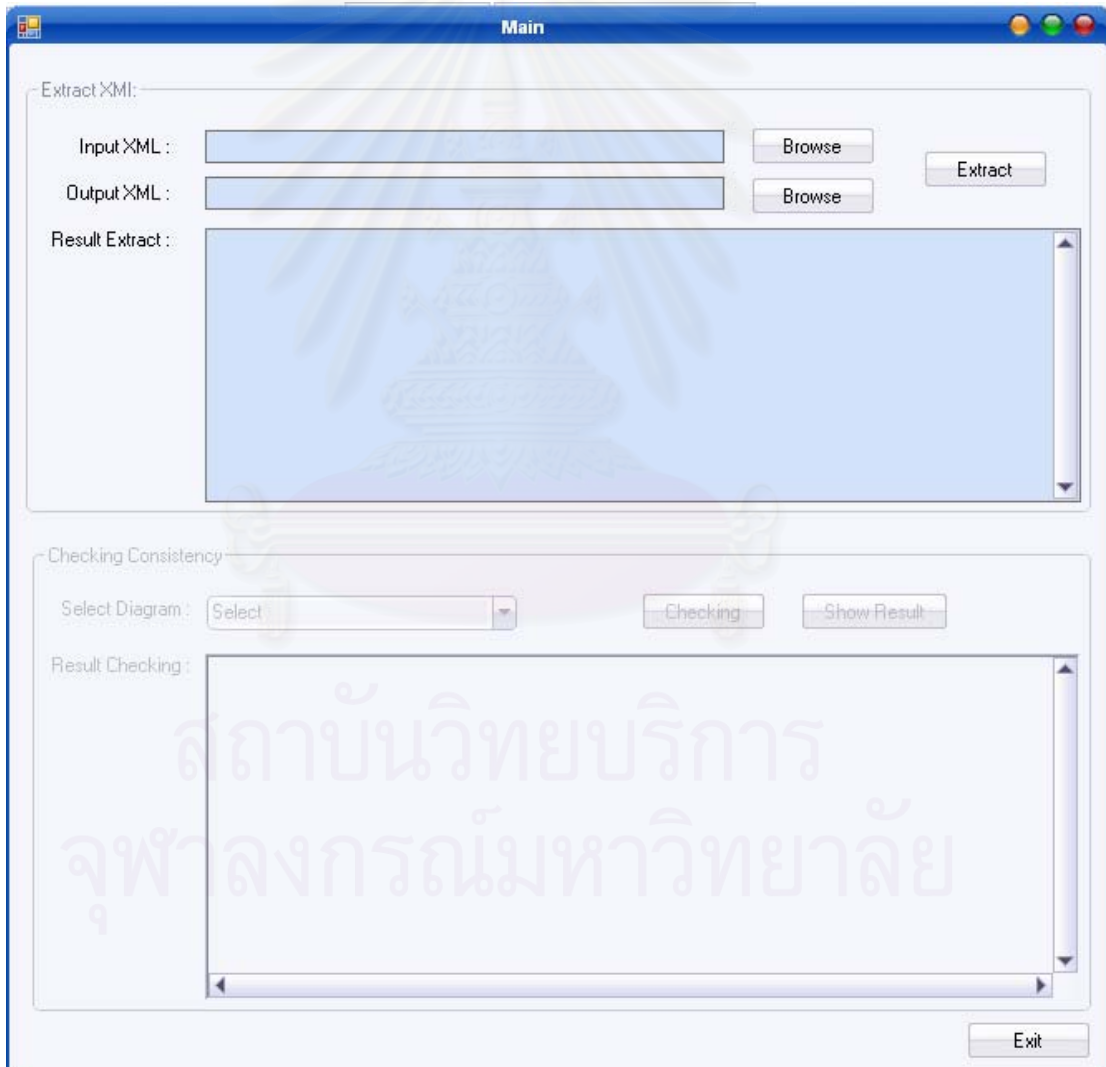
ภาคผนวก ก

การใช้งานเครื่องมือ

ในภาคผนวกนี้ จะเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ทที่พัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้

1. เริ่มต้นการใช้โปรแกรม

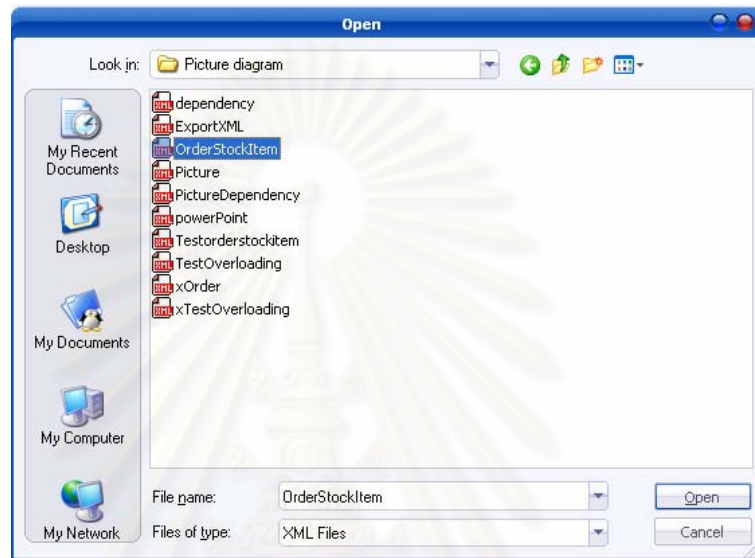
เมื่อเปิดโปรแกรม เพื่อเริ่มต้นการใช้โปรแกรม จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 หน้าจอของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง

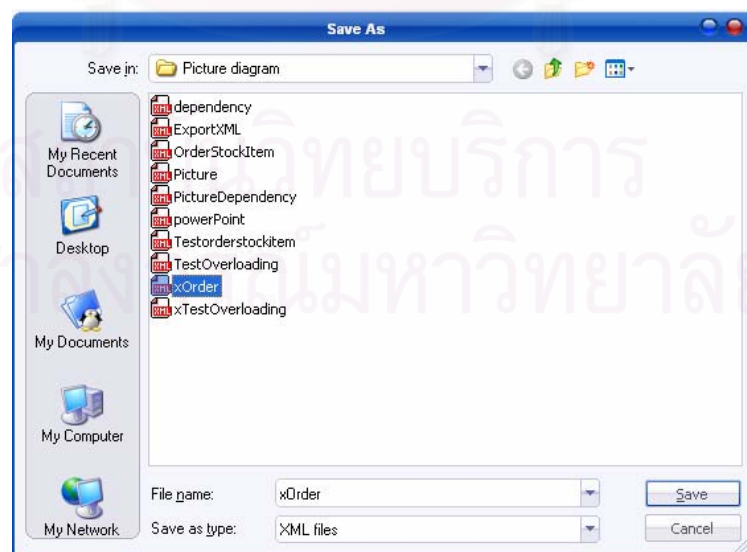
2. การสกัดเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีข้อมูลของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตซาร์ท

ในส่วนนี้จะต้องทำการเลือกเพิ่มข้อมูลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพที่อยู่ในรูปแบบของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยกดที่ปุ่ม Browse ตรงช่อง Input XML แสดงหน้าจอสำหรับเลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลดังรูปที่ ก.2



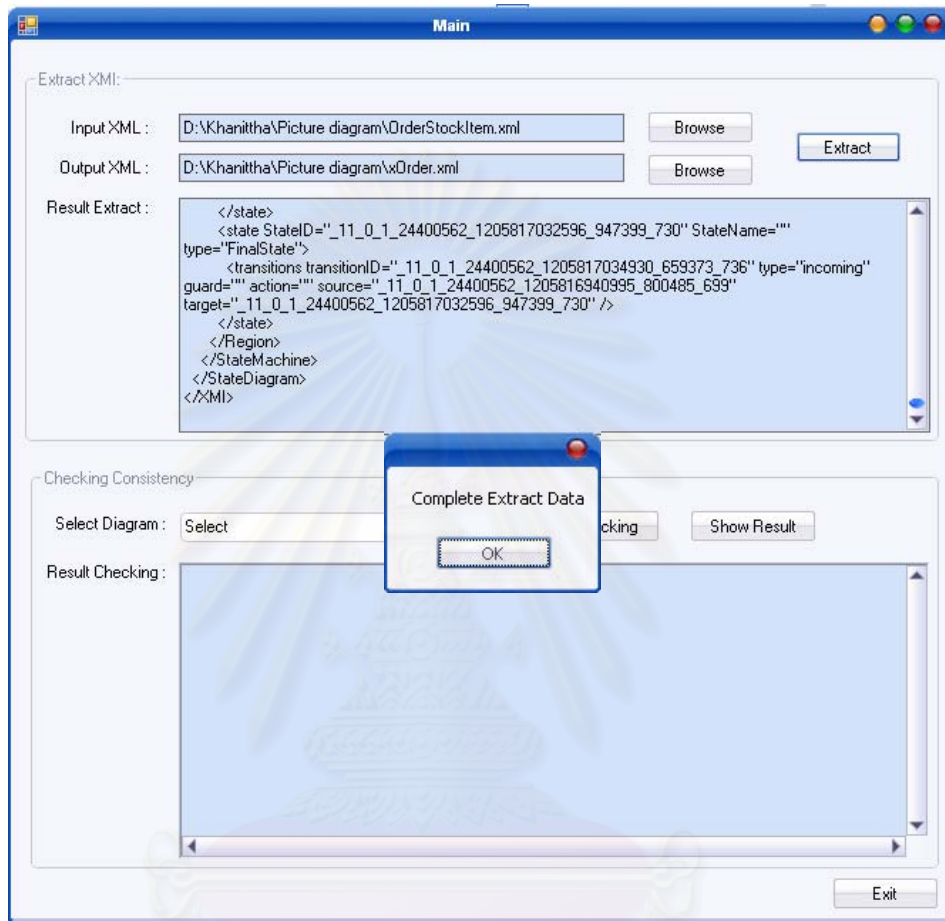
รูปที่ ก.2 แสดงหน้าจอสำหรับเลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล

จากนั้นจะทำการเลือกที่เก็บสำหรับเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ได้หลังจากการสกัดข้อมูล โดยกดปุ่ม Browse ที่ช่อง Output XML แสดงหน้าจอสำหรับเลือกที่เก็บเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลดังรูปที่ ก.3

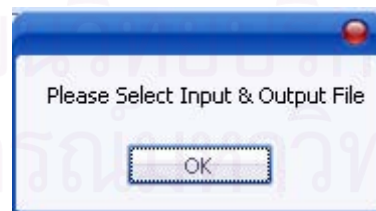


รูปที่ ก.3 แสดงหน้าจอสำหรับเก็บเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่สกัดข้อมูลแล้ว

จากรูปที่ ก.4 แสดงหน้าจอสำหรับการแสดงข้อมูลของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ได้สกัดข้อมูลแล้ว เมื่อทำการกดปุ่ม Extract แล้ว จะแสดงหน้าจอบอกว่า การสกัดข้อมูลสำเร็จ แต่ถ้าในยังไม่ได้เลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของข้อมูลแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ และไม่ได้เลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลสำหรับเก็บข้อมูลของที่ได้จากการสกัดข้อมูล ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.4 หน้าจอเมื่อทำการสกัดข้อมูลของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลของข้อมูลทั้ง 3 แผนภาพ

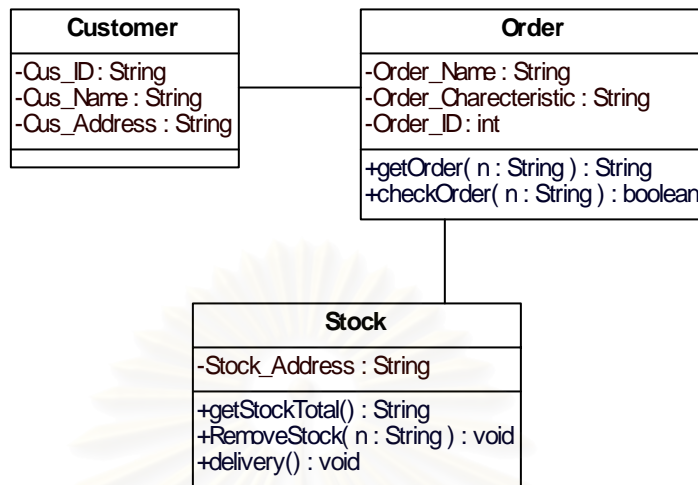


รูปที่ ก.5 หน้าจอแสดงข้อความเตือนการเลือกเพิ่มข้อมูลเข้า และเพิ่มข้อมูลออก

ตัวอย่างของกรณีศึกษาของการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าที่ได้ออกแบบโดยใช้แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ท ด้วยโปรแกรมเมจิกดรอว์ มาแสดงขั้นตอนของการตรวจสอบความสอดคล้องของทั้ง 3 แผนภาพ

■ แผนภาพคลาส

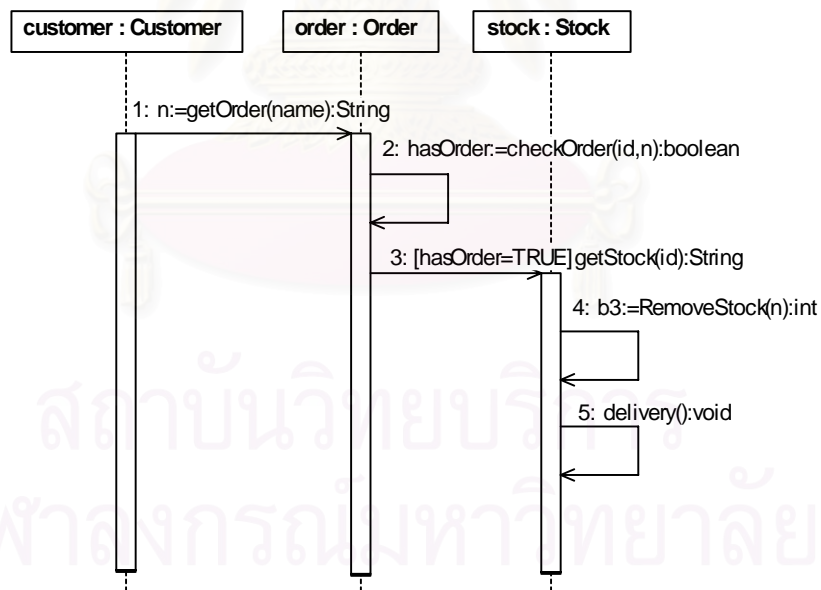
จากรูปที่ ก.6 แผนภาพคลาสประกอบด้วยคลาส Customer Order และ Stock



รูปที่ ก.6 แผนภาพคลาสของกรณีศึกษาของการสั่งซื้อสินค้า

■ แผนภาพซีควเอนซ์

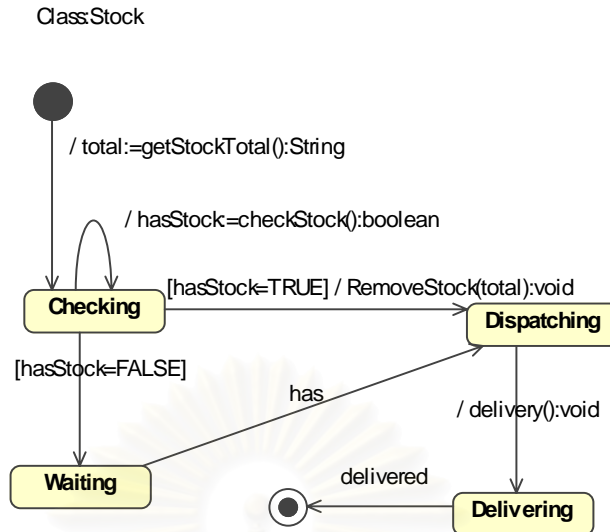
จากรูปที่ ก.7 แผนภาพซีควเอนซ์ประกอบด้วย แผนภาพซีควเอนซ์ของกรณีศึกษาของการสั่งซื้อสินค้า ที่แสดงสถานการณ์เตรียมการจัดส่งสินค้าได้สำเร็จ



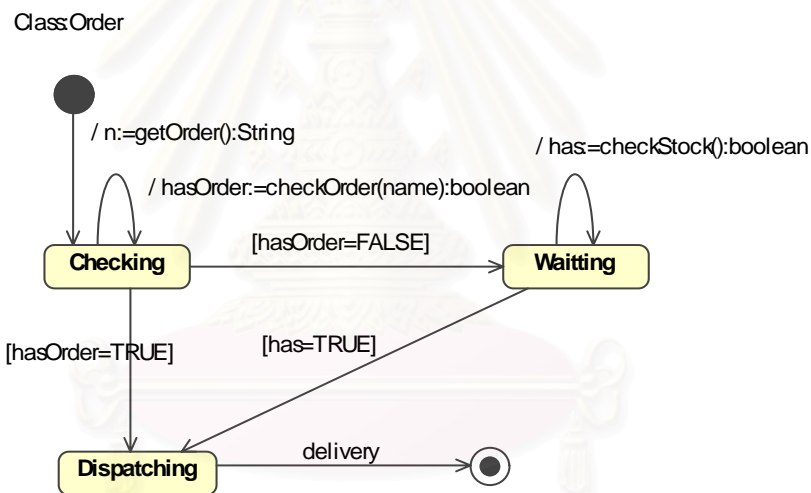
รูปที่ ก.7 แผนภาพซีควเอนซ์ของที่แสดงสถานการณ์เตรียมการจัดส่งสินค้าได้สำเร็จ

■ แผนภาพสเตทชาร์ท

แผนภาพสเตทชาร์ทประกอบด้วย แผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Stock และแผนภาพสเตทชาร์ทที่อธิบายพฤติกรรมของคลาส Order ดังรูปที่ ก.8 และ ก.9



รูปที่ ก.8 แผนภาพสแตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Stock

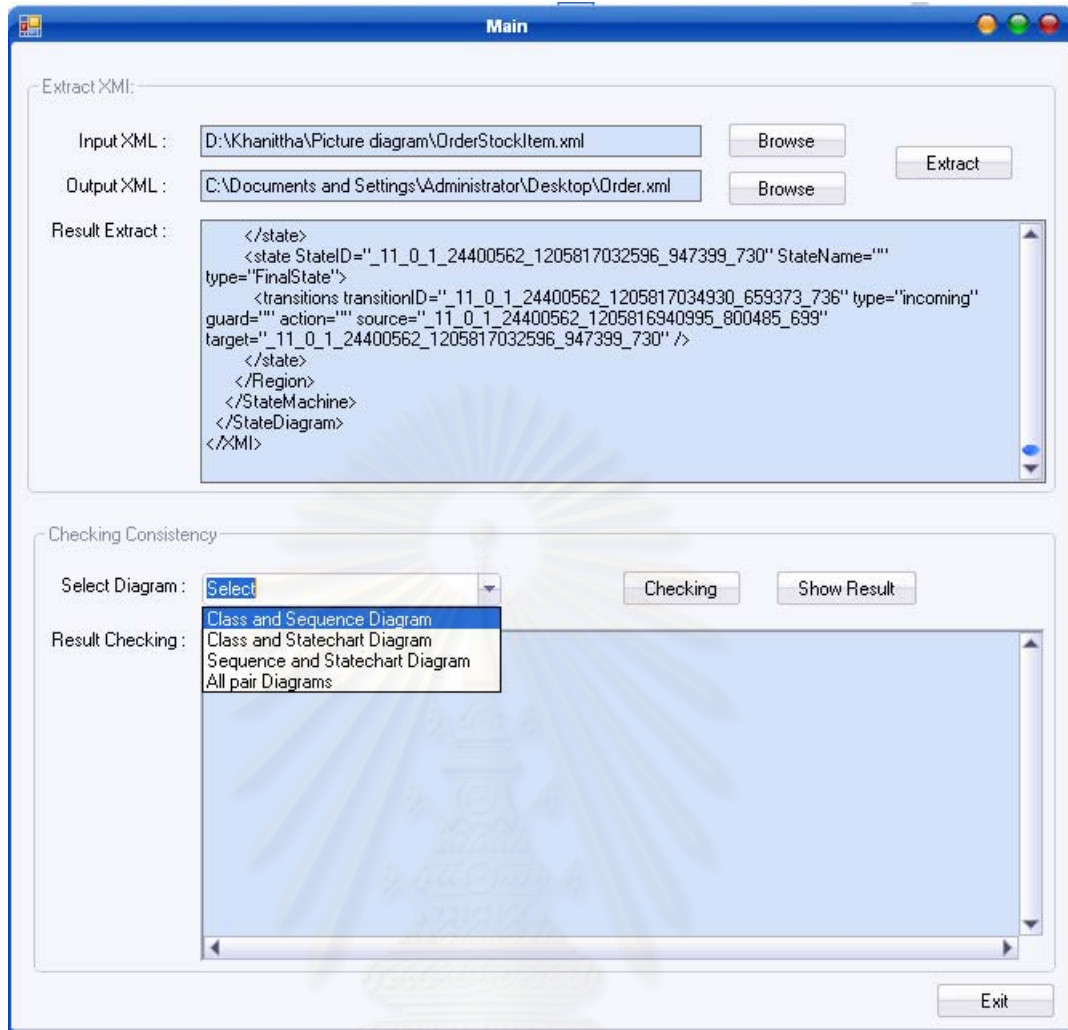


รูปที่ ก.9 แผนภาพสแตทชาร์ทอธิบายพฤติกรรมของคลาส Order

3. เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกคู่สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง (Select Diagram) ของตัวอย่างกรณีศึกษา ดังรูปที่ ก.11 และถ้าไม่ได้เลือกคู่สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องจะมีหน้าจอเตือนว่า จะต้องทำการเลือกคู่สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องก่อน ดังรูปที่ ก.10

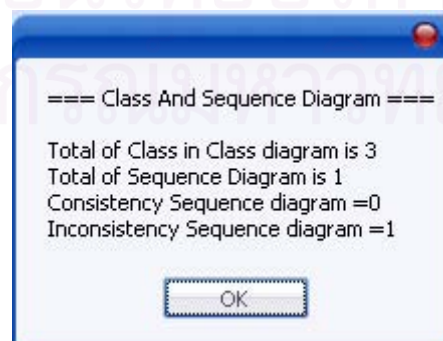


รูปที่ ก.10 หน้าจอเตือนสำหรับไม่ได้เลือกคู่สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้อง

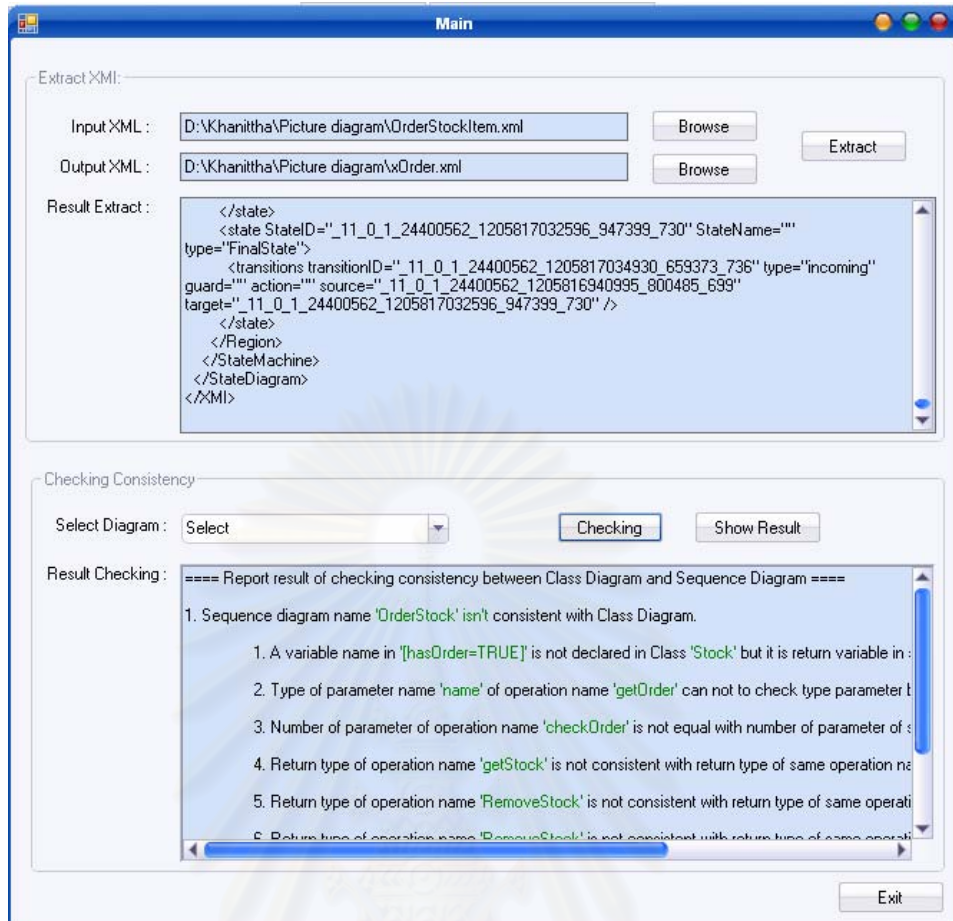


รูปที่ ก.11 ทำการเลือกคู่ของแผนภาพสำหรับตรวจสอบความสอดคล้อง

4. จากนั้นผู้ใช้ทำการกดปุ่ม Checking เพื่อเริ่มดำเนินการตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพที่ผู้ใช้ทำการเลือกไว้ จากนั้นผลที่ได้จะมีการสรุปการตรวจสอบดังรูปที่ ก.12 และแสดงผลที่ Result Checking ดังรูปที่ ก.13

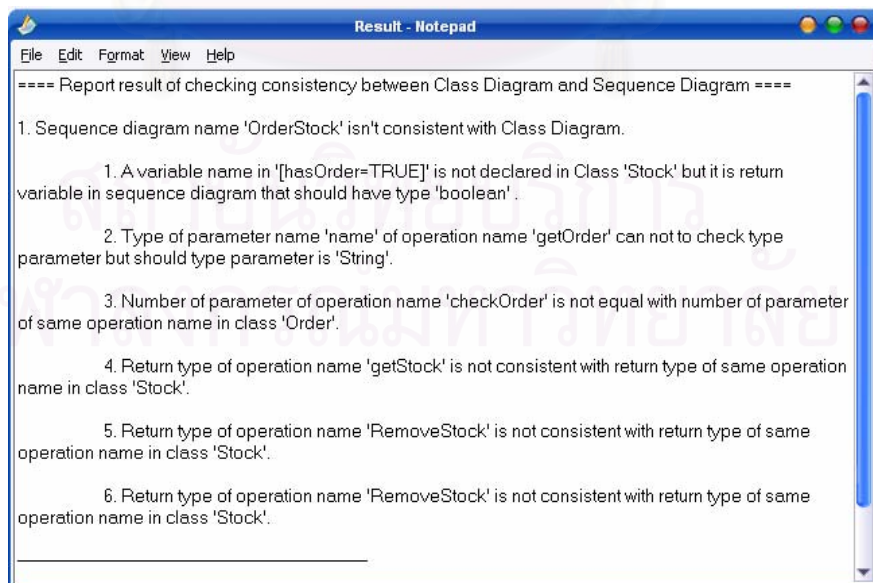


รูปที่ ก.12 แสดงการสรุปผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง



รูปที่ ก.13 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้อง

ซึ่งในการผลการตรวจสอบความสอดคล้องจะสามารถดูที่ไฟล์ที่ทำการเก็บผลการตรวจสอบไว้ได้ โดยกดปุ่ม Show Result ก็จะได้ผลได้เหมือนกัน ดังรูปที่ ก.14



รูปที่ ก.14 โปรแกรม notepad มาใช้ในการแสดงผลของไฟล์ที่เก็บผลการตรวจสอบ

เมื่อนำกรณีศึกษามาทำการตรวจสอบในโปรแกรมนี้ ซึ่งจะเลือกตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์ ผลที่ได้คือ

==== Report result of checking consistency between Class Diagram and Sequence Diagram ====

1. Sequence diagram name 'OrderStock' isn't consistent with Class Diagram.
 1. A variable name in '[hasOrder=TRUE]' is not declared in Class 'Stock' but it is return variable in sequence diagram that should have type 'boolean' .
 2. Type of parameter name 'name' of operation name 'getOrder' can not to check type parameter but should type parameter is 'String'.
 3. Number of parameter of operation name 'checkOrder' is not equal with number of parameter of same operation name in class 'Order'.
 4. Return type of operation name 'getStock' is not consistent with return type of same operation name in class 'Stock'.
 5. Return type of operation name 'RemoveStock' is not consistent with return type of same operation name in class 'Stock'.
 6. Return type of operation name 'RemoveStock' is not consistent with return type of same operation name in class 'Stock'.

รูปที่ ก.15 ผลที่ได้จากการตรวจสอบความสอดคล้องของระบบการสั่งซื้อสินค้า ของคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

5. เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมกดปุ่ม Exit โปรแกรมก็จะสิ้นสุดการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

รูปแบบของรายการที่แสดงผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง

ในส่วนของการแสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องจะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ สอดคล้อง และ ไม่สอดคล้อง โดยในส่วนของแผนภาพที่ไม่สอดคล้องจะแสดงรายการที่ทำให้แผนภาพนั้นไม่สอดคล้องด้วย ซึ่งในการตรวจสอบความสอดคล้องจะตรวจสอบเป็นคู่ของแผนภาพ ดังนั้นจะแสดงรายการที่ทำให้แผนภาพไม่สอดคล้องจะแสดงเป็นคู่ของแผนภาพเหมือนกัน ซึ่งมีข้อความที่แสดงรายการดังต่อไปนี้

1. คู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีควเอนซ์

การแสดงผลใช้แผนภาพซีควเอนซ์เป็นตัวแสดงผล ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส รายการที่ทำให้แผนภาพซีควเอนซ์ไม่สอดคล้องแสดงได้ดังต่อไปนี้

- Class name of Object 'ชื่ออ็อบเจกต์' is not consistent with class name in Class Diagram.
- The Object 'ตัวส่ง' cannot send message type 'ชนิดของเมสเสจ' to object 'ตัวรับ' because it is not consistent with association of class in Class Diagram.
- Return type of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not consistent with return type of same operation name in class 'ชื่อคลาส' in Class Diagram.
- Number of parameters of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not equal with number of parameters of same operation name in class 'ชื่อคลาส'.
- Operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not consistent because return type of this operation is 'void' but it has return variable.
- Operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not consistent with operation name in class 'ชื่อคลาส'.
- Return type of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' should have return variable.
- Type of parameter name 'ชื่อพารามิเตอร์' is 'ชนิดของพารามิเตอร์' of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' but it is not consistent with type parameter 'ชนิดพารามิเตอร์ของคลาส' of same operation name in class 'ชื่อคลาส'.

- Type of parameter name 'ชื่อพารามิเตอร์' of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' cannot to check type parameter but should have type parameter is 'ชนิดของพารามิเตอร์ตามคลาส'.
- Sequence diagram name 'ชื่อแผนภาพซีควเอนซ์ตัวที่ 2' is not consistent with Sequence diagram name 'ชื่อแผนภาพซีควเอนซ์ตัวที่ 1' that is one operation is 'ชื่อโอเปอเรชันตัวหลัก' and two operations is 'ชื่อโอเปอเรชันรอง'.
- A variable name in 'ชื่อการ์ด' is declared in Class 'ชื่อคลาส' and type of variable 'ชนิดของแอททริบิวต์' But this type is not consistent with type of same variable in sequence diagram.
- A variable name in '['ชื่อการ์ด'] is not declared in Class 'ชื่อคลาส' but it is return variable in sequence diagram that should have type 'ชนิดของตัวแปรในแผนภาพซีควเอนซ์' .

2. คู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท

การแสดงผลใช้แผนภาพสเตทชาร์ทเป็นตัวแสดงผล ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับแผนภาพคลาส รายการที่ทำให้แผนภาพสเตทชาร์ทไม่สอดคล้องแสดงได้ดังต่อไปนี้

- Statechart Diagram name 'ชื่อแผนภาพสเตทชาร์ท' is not consistent with class in Class Diagram.
- State name 'ชื่อสถานะ' of this Statechart Diagram is not consistent with default value of attribute in class 'ชื่อคลาส' in Class Diagram.
- Type of parameter name 'ชื่อพารามิเตอร์' of action name 'ชื่อของการกระทำ' in this statechart diagram is not consistent type of parameter of operation of class 'ชื่อคลาส' in class diagram.
- Number of parameter of action name 'ชื่อของการกระทำ' is not equal number of parameter of operation of class 'ชื่อคลาส' in class diagram.
- Return type of action name 'ชื่อของการกระทำ' is not consistent with return type of operation of class 'ชื่อคลาส' in class diagram.
- Action name 'ชื่อของการกระทำ' is not consistent because return type of this operation is 'void' but it has return variable .
- This action name 'ชื่อของการกระทำ' is not consistent with operation name of class 'ชื่อคลาส' in class diagram.

- A parameter name 'ชื่อพารามิเตอร์' of action name 'ชื่อของการกระทำ' cannot to check type of parameter but type parameter should have 'ชนิดของพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้'.
- Type of variable in guard is not consistent with type of attribute in class 'ชื่อคลาส'.
- A variable name in guard '[ชื่อการ์ด]' should have type of variable is '=ชนิดของตัวแปรที่ควรจะเป็น'.

3. คู่ของแผนภาพซีควেনซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท

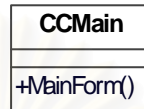
การแสดงผลใช้แผนภาพซีควেনซ์เป็นตัวแสดงผลว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ท รายการที่ทำให้แผนภาพซีควেনซ์ไม่สอดคล้องแสดงได้ดังต่อไปนี้

- Cannot check consistency because it does not have statechart diagram.
- A operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' of object 'ชื่ออ็อบเจกต์กับชื่อคลาส' in sequence diagram is not consistent with action name in statechart name 'ชื่อแผนภาพสเตทชาร์ท'
- Type of parameter name 'ชื่อพารามิเตอร์' of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not consistent with type of parameter of action in statechart diagram name 'ชื่อแผนภาพสเตทชาร์ท'.
- Number of parameter of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not equal number of parameter of action in statechart diagram name 'ชื่อแผนภาพสเตทชาร์ท'.
- Return type of operation name 'ชื่อโอเปอเรชัน' is not consistent with return type of action in statechart diagram name 'ชื่อแผนภาพสเตทชาร์ท'.
- Cannot check order to call operation in sequence diagram with order of action in statechart diagram.
- Order to call operation in sequence diagram is not consistent with order action in statechart diagram.
order to call message {ลิสต์ชื่อโอเปอเรชัน ที่เป็นลำดับ} in sequence diagram with order in statechart diagram name 'ชื่อแผนภาพสเตทชาร์ท'
- Type of variable in guard '[ชื่อการ์ด]' is not consistent and variable type should have 'ชนิดของตัวแปรที่ควรจะเป็น' type of variable.
- Guard in Sequence diagram and Statechart diagram is not consistent.

ภาคผนวก ค

รายละเอียดของคลาสที่ใช้ในการออกแบบเครื่องมือ

1. คลาส CCMain

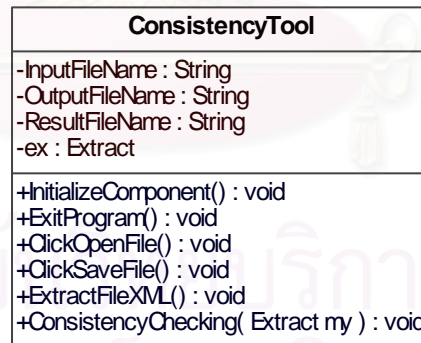


รูปที่ ค.1 แสดงคลาส CCMain

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดของคลาส CCMain

ชื่อคลาส	CCMain
คำอธิบาย	เป็นคลาสหลักสำหรับเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม
โอเปอเรชัน	
MainForm()	ทำหน้าที่เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม

2. คลาส ConsistencyTool



รูปที่ ค.2 แสดงคลาส ConsistencyTool

ตารางที่ ค.2 รายละเอียดของคลาส ConsistencyTool

ชื่อคลาส	ConsistencyTool
คำอธิบาย	เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอหลักของเครื่องมือการตรวจสอบความสอดคล้อง
แอททริบิวต์	

InputFileName	เก็บชื่อเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล
OutputFileName	เก็บชื่อเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลหลังจากสกัดข้อมูล
ResultFileName	เก็บชื่อเพิ่มที่เก็บผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง
ex	เก็บข้อมูลหลังจากสกัดเพิ่มเอ็กซ์เอ็มแอล
โอเปอเรชัน	
InitializeComponent()	ทำหน้าที่เริ่มต้นสร้างหน้าจอ
ExitProgram()	ทำหน้าที่ออกจากโปรแกรม
ClickOpenFile()	ทำหน้าที่เปิดเพิ่มข้อมูล
ClickSaveFile()	ทำหน้าที่เก็บเพิ่มข้อมูล
ExtractFileXML()	ทำหน้าที่สกัดข้อมูลของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล
ConsistencyChecking()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ

3. คลาส Extract

Extract
-ex_c : ExtractClassDiagram -ex_s : ExtractSequenceDiagram -ex_sd : ExtractStatechartDiagram
+OpenfileExtract() : void +KeepData() : void +InitialXslTransform() : void

รูปที่ ค.3 แสดงคลาส Extract

ตารางที่ ค.3 รายละเอียดของคลาส Extract

ชื่อคลาส	Extract
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับการสกัดข้อมูลของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ
แอสทริบิวต์	
ex_c	เก็บข้อมูลของเพิ่มเอ็กซ์เอ็มแอลหลังสกัดข้อมูลของแผนภาพคลาส
ex_s	เก็บข้อมูลของเพิ่มเอ็กซ์เอ็มแอลหลังสกัดข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์
ex_sd	เก็บข้อมูลของเพิ่มเอ็กซ์เอ็มแอลหลังสกัดข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ท
โอเปอเรชัน	
OpenfileExtract()	ทำหน้าที่เปิดเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลหลังจากสกัดข้อมูลแล้ว
KeepData()	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลลงโครงสร้างข้อมูลของทั้ง 3 แผนภาพ
InitialXslTransform()	ทำหน้าที่เริ่มต้นการใช้งานภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล

4. คลาส Check

Check
-check_1 : CheckClassAndSequence -check_2 : CheckClassAndStateDiagram -check_3 : CheckSequenceAndStateDiagram
+ClassAndSequence() : void +ClassAndState() : void +SequenceAndState() : void +PrintResult() : void

รูปที่ ค.4 แสดงคลาส Check

ตารางที่ ค.4 รายละเอียดของคลาส Check

ชื่อคลาส	Check
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพทั้ง 3 แผนภาพ
แอสทริบิวต์	
check_1	เก็บข้อมูลการตรวจสอบความสอดคล้องคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพซีเควนซ์
check_2	เก็บข้อมูลการตรวจสอบความสอดคล้องคู่แผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท
check_3	เก็บข้อมูลการตรวจสอบความสอดคล้องคู่แผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท
โอเปอเรชัน	
ClassAndSequence()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพซีเควนซ์
ClassAndState()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพคลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท
SequenceAndState()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนภาพซีเควนซ์ กับแผนภาพสเตทชาร์ท
PrintResult()	ทำหน้าที่แสดงรายการของการตรวจสอบความสอดคล้อง

5. คลาส ExtractClassDiagram

ExtractClassDiagram
-extract_c : ClassDiagramRoot
+setRoot(XPathNavigator my) : void +getClassDiagramName() : String +getTableAssociationClass() : ArrayList +getDataClass() : ArrayList +getRoot() : ClassDiagramRoot +setClassDiagramName(String name) : void +setCreateAssoTable(XPathNavigator my) : ArrayList +setDataClass(XPathNavigator my) : ArrayList

รูปที่ ค.5 แสดงคลาส ExtractClassDiagram

ตารางที่ ค.5 รายละเอียดของคลาส ExtractClassDiagram

ชื่อคลาส	ExtractClassDiagram
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับการสกัดข้อมูลของแผนภาพคลาส
แอททริบิวต์	
extract_c	เก็บข้อมูลเริ่มต้นของโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาส
โอเปอเรชัน	
setRoot()	ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นของแผนภาพคลาส
getClassDiagramName()	ทำหน้าที่เรียกชื่อของแผนภาพคลาส
getTableAssociationClass()	ทำหน้าที่เรียกความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแผนภาพคลาส
getDataClass()	ทำหน้าที่เรียกข้อมูลของคลาสในแผนภาพคลาส
getRoot()	ทำหน้าที่เรียกใช้ค่าเริ่มต้นของแผนภาพคลาส
setClassDiagramName()	ทำหน้าที่กำหนดชื่อแผนภาพคลาส
setCreateAssoTable()	ทำหน้าที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส
setDataClass()	ทำหน้าที่กำหนดข้อมูลของคลาสในแผนภาพคลาส

6. คลาส ExtractSequenceDiagram

ExtractSequenceDiagram
-extract_s : SequenceInfo
+setSequence(XPathNavigator my) : void +getSequenceData() : SequenceInfo +keepDataSequence(XPathNavigator my) : SequenceInfo +setOrderMessage(String SID, XPathNavigator my) : ArrayList

รูปที่ ค.6 แสดงคลาส ExtractSequenceDiagram

ตารางที่ ค.6 รายละเอียดของคลาส ExtractSequenceDiagram

ชื่อคลาส	ExtractSequenceDiagram
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับการสกัดข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์
แอสโทริบิวต์	
extract_s	เก็บข้อมูลเริ่มต้นของโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควเอนซ์
โอเปอเรชัน	
setSequence()	ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นของแผนภาพซีควเอนซ์
GetSequenceData()	ทำหน้าที่เรียกข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์
KeepDataSequence()	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์
setOrderMessage()	ทำหน้าที่กำหนดลำดับให้กับเมสเสจในแผนภาพซีควเอนซ์

7. คลาส ExtractStatechartDiagram

ExtractStatechartDiagram
-extract_sd : StateDiagramInfo
+setStateDiagram(XPathNavigator my) : void +getStateDiagram() : StateDiagramInfo +keepDataStateDiagram(XPathNavigator my) : StateDiagramInfo

รูปที่ ค.7 แสดงคลาส ExtractStatechartDiagram

ตารางที่ ค.7 รายละเอียดของคลาส ExtractStatechartDiagram

ชื่อคลาส	ExtractStatechartDiagram
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับการสกัดข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ท
แอสโทริบิวต์	
extract_sd	เก็บข้อมูลเริ่มต้นของโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพสเตทชาร์ท
โอเปอเรชัน	
setStateDiagram()	ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นของแผนภาพสเตทชาร์ท
getStateDiagram()	ทำหน้าที่เรียกข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ท
keepDataStateDiagram()	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ท

8. คลาส ClassDiagramRoot

ClassDiagramRoot
-ClassDiagramName : String
-TableAssociation : ArrayList
-DataClass : ArrayList

รูปที่ ค.8 แสดงคลาส ClassDiagramRoot

ตารางที่ ค.8 รายละเอียดของคลาส ClassDiagramRoot

ชื่อคลาส	ClassDiagramRoot
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับทำหน้าที่เป็นรากของโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาส
แอททริบิวต์	
ClassDiagramName	เก็บชื่อคลาส
TableAssociation	เก็บความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาส
DataClass	เก็บข้อมูลของคลาสในแผนภาพคลาส

9. คลาส SequenceInfo

SequenceInfo
-sInfo : ArrayList

รูปที่ ค.9 แสดงคลาส SequenceInfo

ตารางที่ ค.9 รายละเอียดของคลาส SequenceInfo

ชื่อคลาส	SequenceInfo
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับทำหน้าที่เป็นรากของโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพซีควเอนซ์
แอททริบิวต์	
sInfo	เก็บข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์

10. คลาส StateDiagramInfo

StateDiagramInfo
-a1 : ArrayList

รูปที่ ค.10 แสดงคลาส StateDiagramInfo

ตารางที่ ค.10 รายละเอียดของคลาส StateDiagramInfo

ชื่อคลาส	StateDiagramInfo
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับทำหน้าที่เป็นรากของโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพสเตตชาร์ท
แอททริบิวต์	
sdInfo	เก็บข้อมูลของแผนภาพสเตตชาร์ท

11. คลาส CheckClassAndSequence

CheckClassAndSequence
-r1List : ArrayList -r2List : ArrayList -r3List : ArrayList -r4List : ArrayList -r5List : ArrayList -DataClass : ClassDiagramRoot -DataSequence : SequenceInfo
+CheckClassAndSequence(ClassDiagramRoot c, SequenceInfo s) : void +RuleConsistR1_1() : ArrayList +RuleConsistR1_2(ArrayList R1_1) : ArrayList +RuleConsistR1_3(ArrayList R1_2) : ArrayList +RuleConsistR1_4(ArrayList R1_3) : ArrayList +RuleconsistR1_5(ArrayList R1_4) : ArrayList +getResult1() : ArrayList +getResult2() : ArrayList +getResult3() : ArrayList +getResult4() : ArrayList +getResult5() : ArrayList

รูปที่ ค.11 แสดงคลาส CheckClassAndSequence

ตารางที่ ค.11 รายละเอียดของคลาส CheckClassAndSequence

ชื่อคลาส	CheckClassAndSequence
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพคลาสกับแผนภาพซีควเอนซ์
แอททริบิวต์	

r1List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 1.1
r2List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 1.2
r3List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 1.3
r4List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 1.4
r5List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 1.5
DataClass	เก็บข้อมูลของแผนภาพคลาส
DataSequence	เก็บข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์
โอเปอเรชัน	
CheckClassAndSequence()	ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นการตรวจสอบความสอดคล้อง
RuleConsistR1_1()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 1.1
RuleConsistR1_2()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 1.2
RuleConsistR1_3()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 1.3
RuleConsistR1_4()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 1.4
RuleConsistR1_5()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 1.5
getResult1()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบของกฎข้อที่ 1.1
getResult2()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบของกฎข้อที่ 1.2
getResult3()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบของกฎข้อที่ 1.3
getResult4()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบของกฎข้อที่ 1.4
getResult5()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบของกฎข้อที่ 1.5

12. คลาส CheckClassAndStateDiagram

CheckClassAndStateDiagram
-r1List : ArrayList -r2List : ArrayList -r3List : ArrayList -r4List : ArrayList -DataClass : ClassDiagramRoot -DataState : StateDiagramInfo
+CheckClassAndStateDiagram(ClassDiagramRoot c, StateDiagramInfo sd) : void +RuleConsistR2_1() : ArrayList +RuleConsistR2_2(ArrayList R2_1) : ArrayList +RuleConsistR2_3(ArrayList R2_2) : ArrayList +RuleConsistR2_4(ArrayList R2_3) : ArrayList +GetClassNameResult() : ArrayList +GetStateNameResult() : ArrayList +GetResult() : ArrayList

รูปที่ ค.12 แสดงคลาส CheckClassAndStateDiagram

ตารางที่ ค.12 รายละเอียดของคลาส CheckClassAndStateDiagram

ชื่อคลาส	CheckClassAndStateDiagram
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของคู่มโนทัศน์ คลาส กับแผนภาพสเตทชาร์ท
แอสโทริวิวด์	
r1List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 2.1
r2List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 2.2
r3List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 2.3
r4List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 2.4
DataClass	เก็บข้อมูลของแผนภาพคลาส
DataState	เก็บข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ท
โอเปอเรชัน	
CheckClassAndStateDiagram()	ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นการตรวจสอบความสอดคล้อง
RuleConsistR2_1()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 2.1
RuleConsistR2_2()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 2.2
RuleConsistR2_3()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 2.3
RuleConsistR2_4()	ทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องของกฎข้อที่ 2.4
GetClassNameResult()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบชื่อคลาส
GetStateNameResult()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบชื่อสถานะ
GetResult()	ทำหน้าที่เรียกผลของการตรวจสอบความสอดคล้อง

13. คลาส CheckSequenceAndStateDiagram

CheckSequenceAndStateDiagram
-r1List : ArrayList -r2List : ArrayList -r3List : ArrayList -DataSequence : SequenceInfo -DataState : StateDiagramInfo
+CheckSequenceAndStateDiagram(SequenceInfo s, StateDiagramInfo sd) : void +CheckQualityOfStateDiagram() : ArrayList +CheckActionWithOperation(ArrayList R1) : ArrayList +CheckOrderMessageWithAction(ArrayList R2) : ArrayList +GetR1result() : ArrayList +GetR2result() : ArrayList +GetR3result() : ArrayList

รูปที่ ค.13 แสดงคลาส CheckSequenceAndStateDiagram

ตารางที่ ค.13 รายละเอียดของคลาส CheckSequenceAndStateDiagram

ชื่อคลาส	CheckSequenceAndStateDiagram
คำอธิบาย	เป็นคลาสสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของคู่แผนภาพซีควেনซ์ กับแผนภาพสเตตชาร์ท
แอสโทริบิวต์	
r1List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 3.1
r2List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 3.2
r3List	รับค่าย้อนกลับของกฎข้อที่ 3.3
DataSequence	เก็บข้อมูลของแผนภาพซีควেনซ์
DataState	เก็บข้อมูลของแผนภาพสเตตชาร์ท
โอเปอเรชัน	
CheckSequenceAndStateDiagram()	ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นการตรวจสอบความสอดคล้อง
CheckQualityOfStateDiagram()	ทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนของแผนภาพสเตตชาร์ท
CheckActionWithOperation()	ทำหน้าที่ตรวจสอบชื่อการกระทำ
CheckOrderMessageWithAction()	ทำหน้าที่ตรวจสอบเรื่องลำดับ
GetR1result()	ทำหน้าที่เรียกผลการตรวจสอบของกฎข้อที่ 3.1
GetR2result()	ทำหน้าที่เรียกผลการตรวจสอบของกฎข้อที่ 3.2
GetR3result()	ทำหน้าที่เรียกผลการตรวจสอบของกฎข้อที่ 3.3

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างของรูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ

1. รูปแบบของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพคลาส

รูปแบบเพิ่มข้อมูลแบบเอ็กซ์เอ็มไอส่วนของคลาส โดยมีชื่อคลาส ชื่อแอททริบิวต์ ชนิดของแอททริบิวต์ ชื่อโอเปอเรชัน ชื่อพารามิเตอร์ ชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชัน และชนิดของพารามิเตอร์ แสดงดังรูปที่ ง.1

```
<ownedMember xmi:type='uml:Class' xmi:id='C001 รหัสของคลาส' name='ClassA ชื่อคลาส'>
  <ownedAttribute xmi:type='uml:Property' xmi:id='A001 รหัสของแอททริบิวต์' name='a1 ชื่อแอททริบิวต์'>
    <type xmi:type='uml:DataType' href='แสดงที่เก็บข้อมูลของชนิด'>
      <xmi:Extension xmi:Extender='ส่งออกด้วยโปรแกรมอะไร' xmi:ExtenderID='เวอร์ชันอะไร'>
        <referenceExtension referentPath='int ชนิดของข้อมูล' referentType='ประเภทของข้อมูล'/>
      </xmi:Extension>
    </type>
  </ownedAttribute>
  <ownedAttribute xmi:type='uml:Property' xmi:id='A002 รหัสของแอททริบิวต์' name='a2 ชื่อแอททริบิวต์' type='C002
รหัสของคลาส'> //กรณีชนิดของแอททริบิวต์เป็นคลาส
  <ownedOperation xmi:type='uml:Operation' xmi:id='O1 รหัสของโอเปอเรชัน' name='opr1 ชื่อโอเปอเรชัน'>
    <ownedParameter xmi:type='uml:Parameter' xmi:id='P01 รหัสของพารามิเตอร์' name='p1 ชื่อพารามิเตอร์' >
      <type xmi:type='uml:DataType' href='แสดงที่เก็บข้อมูลของชนิด'>
        <xmi:Extension xmi:Extender='ส่งออกด้วยโปรแกรมอะไร' xmi:ExtenderID='เวอร์ชันอะไร'>
          <referenceExtension referentPath='void ชนิดข้อมูล' referentType='ประเภทของข้อมูล'/>
        </xmi:Extension>
      </type>
    </ownedParameter>
    //ส่วนนี้จะบอกถึงชนิดของการคืนค่าของโอเปอเรชันซึ่งจะมีแอททริบิวต์ direction = 'return' อยู่
    <ownedParameter xmi:type='uml:Parameter' xmi:id='P02 รหัสของพารามิเตอร์' direction='return'>
      <type xmi:type='uml:DataType' href='แสดงที่เก็บข้อมูลของชนิด'>
        <xmi:Extension xmi:Extender='ส่งออกด้วยโปรแกรมอะไร' xmi:ExtenderID='เวอร์ชันอะไร'>
          <referenceExtension referentPath='int ชนิดของข้อมูล' referentType='ประเภทของข้อมูล'/>
        </xmi:Extension>
      </type>
    </ownedParameter>
  </ownedOperation>
</ownedMember>
```

รูปที่ ง.1 รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของคลาส

2. รูปแบบของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพซีควเอนซ์

รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพซีควเอนซ์ที่มีอ็อบเจกต์ เส้นชีวิต และเมสเสจ มีลักษณะของข้อมูลของแผนภาพซีควเอนซ์ภายใต้แท็กที่เปิด และปิดโดย แสดงได้ดังรูปที่ ง.2

```
<ownedMember xmi:type='uml:Interaction' xmi:id='SE472' รหัสขอแผนภาพซีควเอนซ์
name='ObjectLifelineMessage' ชื่อแผนภาพซีควเอนซ์ >
<xmi:Extension xmi:Extender='MagicDraw UML 11.0' xmi:ExtenderID='MagicDraw UML 11.0'>
  <modelExtension>
    <event xmi:idref='T509' รหัสประเภทของเมสเสจ/>
  </modelExtension>
</xmi:Extension>
<lifeline xmi:type='uml:Lifeline' เส้นชีวิต xmi:id='L476' รหัสของเส้นชีวิต coveredBy='F505' รหัสของ แฟ
รกเมนต์ represents='A478' รหัสของอ็อบเจกต์/>
<lifeline xmi:type='uml:Lifeline' xmi:id='L490' coveredBy='F506' represents='A492' />
<message xmi:type='uml:Message' เมสเสจ xmi:id='M504' รหัสเมสเสจ
messageSort='asynchSignal' ชนิดของเมสเสจ name='Message()' ชื่อเมสเสจ receiveEvent='F506' รหัส
ของแฟรกเมนต์ของตัวรับ sendEvent='F505' รหัสของแฟรกเมนต์ของตัวส่ง/>
<fragment xmi:type='uml:MessageOccurrenceSpecification' xmi:id='F505' รหัสแฟรกเมนต์
message='M504' รหัสเมสเสจ covered='L476' รหัสเส้นชีวิต/>
<fragment xmi:type='uml:MessageOccurrenceSpecification' xmi:id='F506' event='T509' รหัสของ
ประเภทเมสเสจ message='M504' covered='L490' />
<ownedAttribute xmi:type='uml:Property' xmi:id='A478' รหัสของอ็อบเจกต์ name='a' ชื่ออ็อบเจกต์
type='C6' รหัสของคลาส/>
<ownedAttribute xmi:type='uml:Property' xmi:id='A492' name='b' type='C24' />
</ownedMember>
<ownedMember xmi:type='uml:SendSignalEvent' xmi:id='T509' รหัสประเภทของเมสเสจ />
```

รูปที่ ง.2 รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพซีควเอนซ์

3. รูปแบบของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพสเตทชาร์ท

รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอของแผนภาพสเตทชาร์ท มีลักษณะของข้อมูลของสถานะ และเส้นทรานซิชันภายใต้แท็กที่เปิด และปิดโดย แสดงได้ดังรูปที่ ง.3


```

<ownedMember xmi:type='uml:StateMachine' xmi:id='SM275' รหัสของแผนภาพสเตตชาร์ท
name='StateName' ชื่อแผนภาพสเตตชาร์ท>
  <region xmi:type='uml:Region' xmi:id='R276'>
    <subvertex xmi:type='uml:Pseudostate' สถานะเริ่มต้น xmi:id='S282' รหัสสถานะ kind='initial' ชนิดของ
สถานะoutgoing='T290' รหัสของทรานซิชันที่ออกจากสถานะนี้/>
      <subvertex xmi:type='uml:State' สถานะ xmi:id='S288' รหัสสถานะ name='State1' ชื่อสถานะ
outgoing='T314' รหัสของทรานซิชันที่ออกจากสถานะนี้ incoming='T290' รหัสของทรานซิชันที่มายังสถานะนี้/>
        <subvertex xmi:type='uml:State' xmi:id='S312' name='State2' outgoing='T342'
incoming='T314' />
          <subvertex xmi:type='uml:FinalState' สถานะสุดท้าย xmi:id='S336' incoming='T342' />
            <transition xmi:type='uml:Transition' เส้นทรานซิชัน xmi:id='T290' รหัสทรานซิชัน kind='external'
source='S282' รหัสของสถานะของตัวส่ง target='S288' รหัสของสถานะตัวรับ>
              <effect xmi:type='uml:StateMachine' xmi:id='E357' รหัสของชื่อการกระทำ name='a3:=OpA2():int' />
            </transition>
            <transition xmi:type='uml:Transition' xmi:id='T314' kind='external' source='S288'
target='S312'>
              <guard xmi:type='uml:Constraint' xmi:id='G355' รหัสของการ์ด name='unnamed1' ชื่อการ์ด >
                <specification xmi:type='uml:OpaqueExpression' xmi:id='B356' รหัสของข้อมูลการ์ด body='a3=0'
ข้อมูลการ์ด language='English' เป็นภาษาอังกฤษ />
              </guard>
              <effect xmi:type='uml:StateMachine' xmi:id='E353' name='a1:=OpA1(a2):void' />
            </transition>
            <transition xmi:type='uml:Transition' xmi:id='T342' kind='external' source='S312'
target='S336' />
          </region>
</ownedMember>

```

รูปที่ 3 รูปแบบเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอลของแผนภาพสเตตชาร์ท

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกนิษฐา บุญคุ้ม เกิดเมื่อวันศุกร์ที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2546 จนกระทั่งได้เข้ามาศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2547



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย