

แบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา



นายชานนทร์ ภัทรธียนนท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

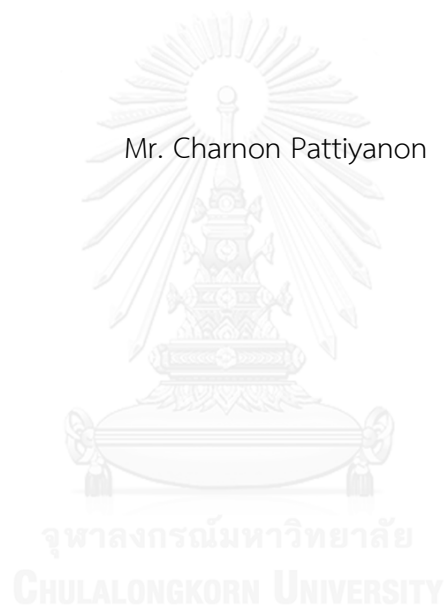
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Quality Assessment Model for Object-Oriented Design Patterns Under Development

Mr. Charnon Pattiyanon



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

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

แบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการ

ออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา

โดย

นายชานนท์ ภัทรชยานนท์

สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ หมั่นไชยศรี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มชูปายาส ทองมาก)

ชานนทร์ ภัทรธียนานท์ : แบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา (Quality Assessment Model for Object-Oriented Design Patterns Under Development) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. ทวีติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา, 216 หน้า.

แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุถูกนำมาใช้สนับสนุนการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในกระบวนการออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ความสำเร็จของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเหตุให้นักวิจัยให้ความสนใจและนำเสนอแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุแบบใหม่ที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละด้านมากขึ้น การประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบที่กำลังพัฒนาจึงเป็นงานที่สำคัญของผู้พัฒนาแบบรูปการออกแบบในการพิจารณาว่าแบบรูปการออกแบบนั้นเป็นประโยชน์และสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ อีกทั้งการประเมินยังช่วยผู้พัฒนาแบบรูปการออกแบบในการพิจารณาว่าส่วนใดในเอกสารคำอธิบายแบบรูปนั้นยังขาดตกบกพร่อง หรือต้องการการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมอย่างไร

ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาจากการประเมินเอกสารคำอธิบายแบบรูป โดยสนใจคุณลักษณะเชิงคุณภาพ 2 ด้าน ได้แก่ คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป และคุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้จะเชื่อมโยงคุณลักษณะเชิงคุณภาพกับคุณสมบัติของคำอธิบายแบบรูปซึ่งสะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูป 4 ประการได้แก่ ความมีประโยชน์ ความครบถ้วน ความต้องกัน และการอ่านได้ง่าย และได้นำเสนอตัววัดใหม่ 4 รายการที่ใช้แสดงคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพแต่ละด้านเป็นคะแนนเชิงปริมาณ โดยตัววัดเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้ในการทดลองที่ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองการประเมินกับแบบรูปการออกแบบที่อยู่ระหว่างการพัฒนา และนำผลการประเมินมาใช้ปรับปรุงแบบรูป จากการประเมินซ้ำอีกครั้งหลังการปรับปรุงพบว่าแบบรูปมีคุณภาพที่ดีขึ้น นอกจากนี้การทดลองอีกส่วนหนึ่งยังพบว่าแบบจำลองการประเมินที่นำเสนอยังสามารถประยุกต์ใช้ในการประเมินแบบรูปที่เป็นที่รู้จักอยู่แล้วภายใต้ข้อจำกัดบางประการ สุดท้ายวิทยานิพนธ์นี้ยังได้นำเสนอเครื่องมือสนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองในรูปแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เพื่อให้ผู้ใช้งานนำแบบจำลองไปใช้งานได้ง่ายอีกด้วย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2559

5870924521 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: ASSESSMENT MODEL / DESIGN PATTERN / OBJECT-ORIENTED DESIGN /
PATTERN DEVELOPMENT

CHARNON PATTIYANON: Quality Assessment Model for Object-Oriented Design
Patterns Under Development. ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. TWITTIE
SENVONGSE, 216 pp.

Object-oriented design patterns are used to solve recurring problems in the design of object-oriented software. The success of existing design patterns encourages researchers and practitioners to propose new design patterns especially for solving recurring design problems in specific domains. Assessing the quality of the design patterns being developed is an important task for a design pattern developer to determine whether the design patterns under development are useful and practical to use or not. The assessment also helps a design pattern developer to determine which parts of the pattern description need improvement.

To that end, this thesis proposes a quality assessment model for object-oriented design patterns under development which assesses on a pattern description manuscript. The model focuses on two quality attributes, i.e. Embedded Knowledge and Pattern Language quality attributes. The model also relates the two quality attributes to four quality-carrying properties of the design pattern description, i.e. usefulness, completeness, consistency, and readability, which can be assessed by four newly proposed metrics. This thesis conducts an experiment to apply the proposed assessment model to a design pattern under development and use the assessment result to revise the design pattern. The post assessment after pattern revision shows that the quality of the pattern is improved accordingly. Another experiment shows that the proposed assessment model can also be applied to a well-known design pattern but with some limitations. Lastly, this thesis proposes a support tool for the assessment model as a web application for facilitating the model users.

Department: Computer Engineering Student's Signature

Field of Study: Software Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีติย์ เสนิงค์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลา ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางการศึกษาวิจัยและการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมื่นไวยศรี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มธุปายาส ทองมาก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณ นางสาวธีราพร ศุภากุล นิสิตหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สำหรับความอนุเคราะห์ที่อนุญาตให้นำข้อมูลแบบรูปการออกแบบความเป็นส่วนตัวมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อการศึกษาในวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคน รวมไปถึงคนใกล้ชิดและครอบครัวของข้าพเจ้า ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านตลอดการศึกษานสามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงต่อไป ความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	6
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	6
1.6 โครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์.....	6
1.7 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์.....	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1.1 แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ.....	8
2.1.2 ภาษายูเอ็มแอล (Unified Modelling Language: UML).....	10
2.1.3 แบบจำลองคุณภาพ.....	11
2.1.4 การตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์	13
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.2.1 Evaluating a Pattern Approach as an Aid for the Development of Organizational Knowledge: An Empirical Study	16

2.2.2 Constructing Pattern Verification Criteria based on Quality Attributes: Web Security Context Patterns Case Study	18
2.2.3 A quantitative approach for evaluating the quality of design patterns	19
2.2.4 How have we evaluated software pattern application? A systematic mapping study of research design practices.....	19
บทที่ 3 แบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ ที่อยู่ระหว่างการ พัฒนา	22
3.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิง วัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา.....	23
3.1.1 ออกแบบภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพ.....	23
3.1.2 ระบุคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการ พัฒนา	25
3.1.3 ระบุคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ และเชื่อมโยง กับคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกัน	27
3.1.4 สร้างตัววัดคุณภาพเชิงปริมาณที่สะท้อนคะแนนของแต่ละคุณสมบัติ	33
3.1.5 ระบุส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ.....	61
3.1.6 สรุปรวมและสร้างโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่ สมบูรณ์.....	62
บทที่ 4 การทดลองและประเมินแบบจำลอง.....	64
4.1 การประเมินแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ เบื้องต้นด้วยการตอบแบบสอบถาม	64
4.2 การทดลองใช้งานแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ	69
4.2.1 ข้อมูลหน่วยทดลอง.....	71
4.2.2 สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง	72
4.2.3 โจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ.....	73
4.2.4 ผลการทดลองในแต่ละตัววัด.....	77

4.2.5 สรุปผลการทดลอง.....	81
บทที่ 5 การออกแบบ พัฒนา และทดสอบเครื่องมือสนับสนุนการประเมิน	83
5.1 การระบุความต้องการของเครื่องมือ	83
5.2 การออกแบบเครื่องมือสนับสนุนการประเมิน	86
5.2.1 แผนภาพยูสเคส.....	87
5.2.2 แผนภาพกิจกรรม	88
5.2.3 แผนภาพคลาส.....	94
5.2.4 แผนภาพลำดับ	100
5.2.5 แผนภาพการติดตั้ง	103
5.3 การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน	104
5.3.1 การกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูล	105
5.3.2 การพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้งานของเครื่องมือ	107
5.4 การทดสอบเครื่องมือสนับสนุน	120
5.4.1 การทวนสอบความครบถ้วนตามความต้องการของเครื่องมือ.....	120
5.4.2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์	126
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ	128
6.1 สรุปผลการวิจัย	128
6.2 อุปสรรคและข้อจำกัด	128
6.3 ข้อเสนอแนะ	129
รายการอ้างอิง	131
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบรูปที่ใช้เป็นกรณีศึกษา	134
ภาคผนวก ข คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ	163
ภาคผนวก ค แบบสอบถามความคิดเห็นต่อแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ และผลลัพธ์	182

ญ

หน้า

ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลลัพธ์การออกแบบตามโจทย์ความต้องการ	188
ภาคผนวก จ รายละเอียดผลลัพธ์การประเมินคุณภาพฯ ของแบบรูปกรณีศึกษา	195
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	216



สารบัญรูปร่างภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ภาพรวมโครงสร้างแบบลำดับชั้นของแบบจำลองคุณภาพของโครมี [11].....	12
รูปที่ 2.2 ภาพรวมโครงสร้างแบบลำดับชั้นของแบบจำลองคุณภาพตามมาตรฐาน ไอเอสโอ 9126 [12].....	12
รูปที่ 2.3 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบ ความต้องกัน [15].....	15
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของการดำเนินงาน	22
รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพ	23
รูปที่ 3.3 ภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพ สำหรับแบบรูป การออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา	25
รูปที่ 3.4 ภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่สมบูรณ์	63
รูปที่ 4.1 แผนภาพกิจกรรมขั้นตอนการทำการทดลอง	70
รูปที่ 4.2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ DKT จากการทดลองสองรอบ	77
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ CRE จากการทดลองสองรอบ.....	78
รูปที่ 4.4 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ CSD จากการทดลองสองรอบ	79
รูปที่ 4.5 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ PAP จากการทดลองสองรอบ.....	80
รูปที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการประเมิน.....	87
รูปที่ 5.2 แผนภาพกิจกรรมสำหรับกลุ่มกิจกรรมการลงชื่อเข้าใช้เพื่อใช้งานตามปกติ	89
รูปที่ 5.3 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่านเมื่อผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน	90
รูปที่ 5.4 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการสมัครเข้าใช้งานและกำหนดสิทธิ์การใช้งาน	90
รูปที่ 5.5 แผนภาพกิจกรรมการนำเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ	91
รูปที่ 5.6 แผนภาพกิจกรรมการประเมินคุณภาพของแบบรูปด้วยเครื่องมือ	92
รูปที่ 5.7 แผนภาพกิจกรรมการออกรายงานประวัติการประเมินด้วยเครื่องมือ	93

รูปที่ 5.8 แผนภาพคลาสโครงสร้างข้อมูลภายในเครื่องมือ	94
รูปที่ 5.9 รายละเอียดของคลาสในชุดที่เกี่ยวกับผู้ใช้งาน	95
รูปที่ 5.10 รายละเอียดของคลาสในชุดที่เกี่ยวกับแบบรูป	96
รูปที่ 5.11 รายละเอียดของคลาสในส่วนที่เกี่ยวกับตัววัดคุณภาพ	97
รูปที่ 5.12 คลาสที่เกี่ยวกับรายงานประวัติการประเมินคุณภาพ	98
รูปที่ 5.13 รายละเอียดของคลาสในส่วนที่เกี่ยวกับผลการประเมิน	99
รูปที่ 5.14 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการสมัครและลงชื่อเข้าใช้ของผู้ใช้งาน	100
รูปที่ 5.15 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการนำเข้าแบบรูป	101
รูปที่ 5.16 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ	102
รูปที่ 5.17 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการออกรายงาน	103
รูปที่ 5.18 แผนภาพการติดตั้งของเครื่องมือ	104
รูปที่ 5.19 แผนภาพอีอาร์ที่กำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลระบบ	106
รูปที่ 5.20 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการลงชื่อเข้าใช้งาน	108
รูปที่ 5.21 หน้าจอการลงชื่อเข้าใช้และเกิดข้อผิดพลาดกรณีที่อยู่อีเมลไม่ถูกรูปแบบ	108
รูปที่ 5.22 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการสมัครเข้าใช้งานเครื่องมือ	109
รูปที่ 5.23 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอสมัครผ่าน	109
รูปที่ 5.24 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดสำหรับผู้ดูแลระบบ	110
รูปที่ 5.25 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดสำหรับผู้พัฒนาแบบรูป	110
รูปที่ 5.26 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดสำหรับผู้ประเมินแบบรูป	111
รูปที่ 5.27 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการบัญชีผู้ใช้งาน	111
รูปที่ 5.28 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน	112
รูปที่ 5.29 หน้าจอรายการบัญชีผู้ใช้งาน หลังจากเพิ่มหรือแก้ไขเรียบร้อยแล้ว มีแสดงข้อความ แจ้งเตือน	112
รูปที่ 5.30 หน้าต่างที่ปรากฏหลังกดที่ไอคอนชื่อผู้ใช้งานด้านบนขวาของหน้าจอ	113

รูปที่ 5.31 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการเปลี่ยนรหัสผ่าน	113
รูปที่ 5.32 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูป	114
รูปที่ 5.33 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดของแบบรูป	114
รูปที่ 5.34 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการคำอธิบายแบบรูป	115
รูปที่ 5.35 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดคำอธิบายแบบรูป	115
รูปที่ 5.36 หน้าจอการอัปโหลดรูปภาพเพื่อใช้ในคำอธิบายแบบรูป พร้อมทั้งลิงก์สำหรับคัดลอก ไปใส่ในรายละเอียด	116
รูปที่ 5.37 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูปที่รอการประเมิน	116
รูปที่ 5.38 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการตัววัดคุณภาพที่ใช้งานได้	117
รูปที่ 5.39 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดการประเมินด้วยตัววัดที่เลือก	118
รูปที่ 5.40 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดการประเมินส่วนแบบฟอร์ม การกรอกคะแนน	118
รูปที่ 5.41 หน้าจอรายการตัววัดคุณภาพที่ใช้งานได้ที่แสดงคะแนนรวมของแต่ละตัววัด	119
รูปที่ 5.42 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายงานประวัติการประเมิน ก่อนการสร้างรายงาน	119
รูปที่ 5.43 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายงานประวัติการประเมิน หลังสร้างรายงานแล้ว	120

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ชื่อและคำอธิบายหัวข้อในโครงสร้างของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นิยามไว้โดย E. Gamma และคณะ [9].....	8
ตารางที่ 2.2 หลักเกณฑ์ที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปภายในแต่ละลักษณะสำคัญ [7].....	16
ตารางที่ 2.3 หลักเกณฑ์การทวนสอบแบบรูปที่อ้างอิงจากคุณลักษณะเชิงคุณภาพ [4].....	18
ตารางที่ 2.4 ผลลัพธ์การสำรวจวิธีการประเมินในงานวิจัยต่าง ๆ และตัววัดที่เกี่ยวข้อง [16].....	20
ตารางที่ 2.5 การสรุปและเปรียบเทียบภาพรวมการประเมินคุณภาพของแบบรูป.....	21
ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเพื่อระบุคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ.....	26
ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ใช้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพ.....	26
ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบนิยามและวิธีการประเมินของคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจากงานวิจัยทั้งสามรายการ ภายใต้คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้.....	28
ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบนิยามของ ความครบถ้วน จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจากตารางที่ 3.3.....	30
ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบนิยามของ การใช้งานได้ง่าย จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจากตารางที่ 3.3.....	31
ตารางที่ 3.6 การเปรียบเทียบนิยามของ ความต้องกัน จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจากตารางที่ 3.3.....	32
ตารางที่ 3.7 การเปรียบเทียบนิยามของ ความมีประโยชน์ จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจากตารางที่ 3.3.....	32
ตารางที่ 3.8 สรุปนิยามของคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ และคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง.....	33
ตารางที่ 3.9 รายการองค์ความรู้ที่พึงมีซึ่งถูกแนะนำไว้.....	34

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างผลการคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อ	38
ตารางที่ 3.11 การเทียบคะแนนการอ่านได้ง่ายกับระดับของผู้อ่าน [17]	40
ตารางที่ 3.12 ตัวอย่างผลการคำนวณคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบาย แบบรูป	43
ตารางที่ 3.13 กฎการตรวจสอบความต้อกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในตัววัดคุณภาพนี้	45
ตารางที่ 3.14 ตัวอย่างการคำนวณค่าคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน	60
ตารางที่ 3.15 สรุปตัววัดคุณภาพที่นำเสนอและคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง	61
ตารางที่ 3.16 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่ถูกวัดโดยตัววัดคุณภาพที่นำเสนอ	61
ตารางที่ 3.17 สรุปส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุกับตัววัดคุณภาพที่เกี่ยวข้อง	62
ตารางที่ 4.1 วัตถุประสงค์การประเมิน และข้อคำถามในแบบสอบถามที่เกี่ยวข้อง	64
ตารางที่ 4.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามในแบบสอบถาม	66
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบที่ร่วมตอบ แบบสอบถาม	67
ตารางที่ 4.4 ผลสรุปคะแนนเฉลี่ยของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถาม	67
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลหน่วยทดลอง	71
ตารางที่ 4.6 วัตถุประสงค์ของแบบรูป และโจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ	73
ตารางที่ 4.7 ผลสรุปคะแนนของตัววัดคุณภาพจากการทดลอง	81
ตารางที่ 4.8 ผลสรุปคะแนนของตัววัดคุณภาพจากการทดลอง ที่ทำให้เป็นบรรทัดฐานแล้ว	82
ตารางที่ 5.1 รายการความต้องการของเครื่องมือสนับสนุนแบบจำลอง	84
ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือเทียบกับรายการความต้องการ	120
ตารางที่ 5.3 การตามรอยความต้องการเมื่อเทียบกับเครื่องมือที่พัฒนา	125
ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การคำนวณด้วยตนเอง กับผลลัพธ์ของเครื่องมือ	126
ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] ..	135
ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] ..	148

ตารางที่ ข.1	คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ.....	164
ตารางที่ ค.1	แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ	183
ตารางที่ ค.2	ผลลัพธ์การทำแบบสอบถามรายชื่อ	186
ตารางที่ ค.3	ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เข้าร่วมในแต่ละข้อสอบถาม	186
ตารางที่ ค.4	ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทำแบบสอบถาม	187
ตารางที่ ง.1	ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยใน รอบที่ 1 โครงการที่ 1	189
ตารางที่ ง.2	ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยใน รอบที่ 1 โครงการที่ 2	190
ตารางที่ ง.3	ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยใน รอบที่ 1 โครงการที่ 3	191
ตารางที่ ง.4	ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยใน รอบที่ 2 โครงการที่ 1	192
ตารางที่ ง.5	ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยใน รอบที่ 2 โครงการที่ 2	193
ตารางที่ ง.6	ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยใน รอบที่ 2 โครงการที่ 3	194
ตารางที่ จ.1	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 1	196
ตารางที่ จ.2	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 2	198
ตารางที่ จ.3	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 1	200
ตารางที่ จ.4	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 2	203
ตารางที่ จ.5	คำอธิบายตัวแปรที่ใช้แสดงในผลการประเมิน.....	205
ตารางที่ จ.6	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 1	206
ตารางที่ จ.7	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 2	208
ตารางที่ จ.8	ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 1	210

ตารางที่ จ.9 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 2.....213



บทที่ 1

บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของงานวิจัย อันประกอบด้วย ที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ประโยชน์ของงานวิจัย ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย โครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ และผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบซอฟต์แวร์ เป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญของ วัฏจักรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) ที่ทีมพัฒนาจะนำความต้องการของระบบที่เก็บรวบรวมได้มาออกแบบและกำหนดฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์อย่างละเอียด เพื่อให้ นักเขียนโปรแกรมนำไปใช้พัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ที่เสร็จสมบูรณ์ตามความต้องการได้ นอกจากนี้การออกแบบซอฟต์แวร์ยังรวมถึงการกำหนดสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ ส่วนประกอบของระบบ ส่วนต่อประสาน และคุณสมบัติอื่น ๆ ของระบบอีกด้วย [1] ดังนั้นจากความสำคัญของขั้นตอนการออกแบบ ทำให้มีผู้ที่สนใจและนำเสนอทางเลือกวิธีการออกแบบซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพขึ้นมากมาย เช่น การออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Object-Oriented Software Design) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม การออกแบบซอฟต์แวร์อย่างมีประสิทธิภาพในความเป็นจริงนั้นเป็นไปได้ยาก และมักจะประสบปัญหาการออกแบบ (Design Problem) ที่นักออกแบบซอฟต์แวร์จำเป็นต้องแก้ไขอยู่เป็นประจำ

ด้วยเหตุที่ปัญหาการออกแบบเหล่านี้มักเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ทำให้จะต้องใช้เวลาและแรงงานของทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ในการค้นคว้าเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาเหล่านั้นในทุกครั้งไป จึงเกิดเป็นแนวคิดในการรวบรวมแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นที่เคยมีและพิสูจน์โดยผู้เชี่ยวชาญแล้วว่าประสบความสำเร็จ สำหรับการแก้ปัญหานั้น ๆ เอาไว้เป็น แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ (Object-Oriented Design Patterns) เพื่อทำให้ทีมงานในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถแก้ปัญหาการออกแบบเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสำเร็จของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นเหตุให้นักวิจัยให้ความสนใจและนำเสนอแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุแบบใหม่ที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละด้านมากขึ้น เช่น แบบรูปการออกแบบเบื้องต้นสำหรับโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมออนไลน์ [2] หรือ แบบรูปการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งานสำหรับแพลตฟอร์มไอโอเอส [3]

ทั้งนี้แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุใหม่เหล่านั้นจะเป็นที่น่าเชื่อถือในมุมมองของผู้ใช้งานหรือไม่นั้น จะขึ้นอยู่กับกระบวนการประเมินแบบรูปว่าสามารถแสดงประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ของแบบรูปได้ชัดเจนและน่าเชื่อถือเพียงใด ซึ่งรวมถึงการประเมินคุณภาพในการสื่อสารเนื้อหาของแบบรูปผ่านเอกสารคำอธิบายแบบรูปอีกด้วย การประเมินจะต้องแสดงให้เห็นให้ผู้วิจัยที่พัฒนาแบบรูปตระหนักได้ว่าการสื่อสารเนื้อหาแบบรูปผ่านเอกสารคำอธิบายแบบรูปนั้นยังขาดตกบกพร่อง หรือต้องการการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมอย่างไร เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสื่อสารเนื้อหาสูงที่สุด

หลายปีที่ผ่านมา มีผู้วิจัยที่เผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเป็นส่วนหนึ่งอยู่เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาผลงานวิจัยเหล่านั้นใน 2 มิติ ได้แก่ มิติของการวัด (Measurement Dimension) และมิติของบริบทการประเมิน (Context Dimension) และพบว่าในมิติของการวัด ขั้นตอนการประเมินในผลงานวิจัยเหล่านั้นจะมีทั้งการประเมินเชิงคุณภาพ (Qualitative Evaluation) และการประเมินเชิงปริมาณ (Quantitative Evaluation) แต่ทว่าในมิติของบริบทการประเมิน พบว่าการประเมินจะเกิดขึ้นใน 4 บริบท คือ

- 1) การประเมินโดยตรงจากเอกสารคำอธิบายแบบรูป เช่น [4]
- 2) การประเมินโดยตรงจากการนำแบบรูปไปใช้ออกแบบซอฟต์แวร์ เช่น [3]
- 3) การประเมินโดยอ้อมจากเอกสารของซอฟต์แวร์ที่มีการนำแบบรูปไปประยุกต์ใช้ เช่น [5], [6]
- 4) การประเมินโดยอ้อมจากกระบวนการสร้างแบบรูปเอง เช่น [7]

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์โดยรวมแล้ว จะพบว่าขั้นตอนการประเมินที่กระทำโดยตรงจากเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นการประเมินเชิงคุณภาพเป็นส่วนใหญ่ จึงมักจะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นหรือการตัดสินใจของผู้ประเมิน (Subjective) ส่วนการประเมินเชิงปริมาณจะกระทำโดยอ้อมด้วยตัววัดเชิงวัตถุต่าง ๆ บนซอฟต์แวร์ที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้วและมีการนำแบบรูปการออกแบบไปประยุกต์ใช้เท่านั้น

จากข้อสรุปข้างต้นนั้น ทำให้พบว่าขั้นตอนการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุยังไม่มีแนวทางที่ครอบคลุมการประเมินเชิงปริมาณที่สามารถกระทำโดยตรงบนเอกสารคำอธิบายแบบรูประหว่างการพัฒนาได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงนำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาบนเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งแบบจำลองจะมีลักษณะเป็นแบบจำลองลำดับขั้น (Hierarchical Model) โดยสนใจคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่จะเชื่อมโยงกับคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูป พร้อมทั้งนำเสนอตัววัดใหม่ที่ใช้แสดงคุณสมบัติแต่ละด้านเป็นคะแนนเชิงปริมาณ สุดท้ายวิทยานิพนธ์เล่มนี้ยังได้นำเสนอเครื่องมือสนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองที่นำเสนอในรูปแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เพื่อให้ผู้ใช้งานนำแบบจำลองไปใช้งานได้ง่ายอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อนำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาที่สามารถสะท้อนคะแนนคุณภาพเชิงปริมาณภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้
2. เพื่อนำเสนอเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนผู้ประเมินในการประเมินแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่นำเสนอ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. พัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาที่มีลักษณะเป็นแบบจำลองลำดับชั้น โดยประยุกต์ใช้บางส่วนของวิธีการพัฒนาแบบจำลองของ J. Bansiya และคณะ [8] ภายใต้ขอบเขตดังนี้

- 1.1. แบบจำลองการประเมินคุณภาพจะแบ่งมุมมองคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาออกเป็น 4 ลำดับชั้น ได้แก่

- 1.1.1. คุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attributes)
- 1.1.2. คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties)
- 1.1.3. ตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics)
- 1.1.4. ส่วนประกอบของแบบรูป (Pattern Components)

- 1.2. คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่สนใจในวิทยานิพนธ์เล่มนี้มี 2 รายการ ได้แก่

- 1.2.1. คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป (Knowledge Embedded Quality Attribute)
- 1.2.2. คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป (Pattern Language Quality Attribute)

- 1.3. คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่สนใจในวิทยานิพนธ์เล่มนี้มี 4 รายการ ได้แก่

- 1.3.1. ความครบถ้วน (Completeness)
- 1.3.2. ความมีประโยชน์ (Usefulness)
- 1.3.3. ความต้องกัน (Consistency)
- 1.3.4. การอ่านได้ง่าย (Readability)

1.4. ตัววัดคุณภาพที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เล่มนี้เพื่อใช้สะท้อนคะแนนคุณภาพในแบบจำลองการประเมินคุณภาพมี 4 รายการ ได้แก่

1.4.1. ตัววัดคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อข้อเอกสารคำอธิบายแบบรูป (DKT)

1.4.2. ตัววัดสัดส่วนการนำเสนอแบบรูปไปใช้งาน (PAP)

1.4.3. ตัววัดคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (CSD)

1.4.4. ตัววัดคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (CRE)

1.5. ตัววัดคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (CSD) ที่จะสะท้อนคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูปจะครอบคลุม 5 แผนภาพที่เขียนด้วยภาษายูเอ็มแอล ได้แก่

1.5.1. แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

1.5.2. แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

1.5.3. แผนภาพคลาส (Class Diagram)

1.5.4. แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram)

1.5.5. แผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม (Behavioral State Machine)

1.6. ส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่สนใจในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะมีทั้งหมด 2 รายการ ได้แก่

1.6.1. ส่วนเนื้อหาของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่เป็นข้อความ

1.6.2. ส่วนการนำเสนอเนื้อหาเป็นแผนภาพ

2. แบบจำลองการประเมินคุณภาพจะถูกประเมินเบื้องต้นด้วยแบบสอบถามที่ทำโดยผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้งานแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ และการใช้งานตัววัดคุณภาพ

3. แบบจำลองการประเมินคุณภาพจะถูกนำไปใช้ในการทดลองในลักษณะเวิร์คช็อป เพื่อทดสอบว่าผลคะแนนคุณภาพที่ได้จากตัววัดคุณภาพในข้อ 1.4. สามารถสะท้อนคุณภาพของแบบรูปการออกแบบที่อยู่ระหว่างการพัฒนาตามคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องทั้งก่อนและหลังการแก้ไขได้หรือไม่

4. แบบจำลองการประเมินคุณภาพจะถูกนำไปใช้ในการทดลองในลักษณะเวิร์คช็อป เพื่อทดสอบว่าผลคะแนนคุณภาพที่ได้จากตัววัดคุณภาพในข้อ 1.4. สามารถสะท้อนคุณภาพของแบบรูปการออกแบบที่เสร็จเรียบร้อยแล้วตามคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องได้หรือไม่ มีข้อจำกัดในการใช้งานหรือไม่ อย่างไร

5. พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่นำเสนอในรูปแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ซึ่งจะมีความสามารถและฟังก์ชันการทำงานภายใต้ขอบเขตดังนี้

5.1. ผู้ใช้งาน (ผู้ประเมิน/ผู้พัฒนาแบบรูป) สามารถนำเข้าแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ต้องการประเมิน เข้าสู่เครื่องมือผ่านแบบฟอร์มที่มีเทมเพลตของเอกสารคำอธิบายแบบรูปตามที่กำหนดไว้ และเครื่องมือสามารถบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้

5.2. ผู้ใช้งาน (ผู้ประเมิน) สามารถทำการประเมินโดยการกรอกคะแนนตามหลักเกณฑ์หรือตัวแปรของตัววัดคุณภาพแต่ละรายการได้

5.3. เครื่องมือจะคำนวณค่าคะแนนของตัววัดคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (CRE) ของเอกสารคำอธิบายแบบรูปแต่ละหัวข้อโดยอัตโนมัติ

5.4. เครื่องมือสามารถสรุปและออกรายงานผลการประเมินเพื่อแจ้งแก่ผู้ใช้งานได้

5.5. เครื่องมือสามารถบันทึกผลการประเมินเข้าสู่ฐานข้อมูล เพื่อเป็นประวัติการประเมินของแต่ละแบบรูป และเรียกดูเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในอนาคตได้ (เครื่องมือไม่สามารถเปรียบเทียบผลการประเมินแบบอัตโนมัติได้)

1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

1. ผู้พัฒนาแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุแบบรูปใหม่ มีแนวทางการประเมินคุณภาพด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพซึ่งเน้นคุณภาพของเอกสารคำอธิบายแบบรูปเป็นหลัก และไม่จำเป็นต้องทำให้แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุนั้นเสร็จเรียบร้อยก่อน

2. ผู้พัฒนาแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุแบบรูปใหม่ สามารถตระหนักถึงคุณภาพของแบบรูปขณะกำลังพัฒนาได้ และสามารถนำคะแนนคุณภาพไปใช้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขได้อย่างทันที่

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. วางแผนและออกแบบการศึกษาวิจัย
2. ศึกษางานวิจัยและผลงานตีพิมพ์เพื่อสรุปมุมมองคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ
3. ศึกษางานวิจัยและผลงานตีพิมพ์เพื่อหาแนวทางการพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพ
4. ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา
5. ออกแบบ ดำเนินการ และสรุปผลการทดลอง
6. พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการใช้งานแบบจำลองการประเมินคุณภาพ
7. สรุปผลการวิจัย
8. จัดทำวิทยานิพนธ์และบทความวิชาการ

1.6 โครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะแบ่งออกเป็น 6 บท คือ บทที่ 1 เป็นบทนำที่กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัย เป็นต้น บทที่ 2 เป็นบทที่กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 เป็นบทที่นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพอย่างละเอียด บทที่ 4 เป็นบทที่กล่าวถึงรายละเอียดการทดลอง และการประเมินแบบจำลองที่นำเสนอ บทที่ 5 กล่าวถึงแนวทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนแบบจำลอง และบทที่ 6 เป็นบทสุดท้ายที่กล่าวสรุปผลของงานวิจัย รวมทั้งข้อจำกัดและข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

1.7 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับการคัดเลือกให้ตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการชื่อ “Quality Model for Assessing Object-Oriented Design Patterns Under Development” ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติชื่อ “18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2017)” ซึ่งจัดขึ้นที่เมืองคานาซาวะ จังหวัดอชิกาวะ ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างวันที่ 26 – 28 มิถุนายน พ.ศ. 2560



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีต่าง ๆ ในทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่วิทยานิพนธ์นี้นำมาใช้ และงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมุมมองคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกเลือกจากการค้นคว้ามาทั้งหมด 4 รายการ ได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่จะอธิบายนิยามและโครงสร้างของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษายูเอ็มแอลที่มักจะถูกใช้ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาการออกแบบในแบบรูป ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลองคุณภาพที่จะอธิบายนิยามและตัวอย่างแบบจำลองคุณภาพที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และสุดท้ายทฤษฎีการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ ซึ่งแต่ละรายการมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ

แนวคิดของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุถูกนำเสนอครั้งแรกโดย E. Gamma. และคณะ [9] เพื่อรวบรวมแนวทางการแก้ไขปัญหาการออกแบบที่เคยมีเอาไว้ ซึ่งเป็นแนวทางที่ถูกพิสูจน์โดยผู้เชี่ยวชาญแล้วว่าประสบความสำเร็จสำหรับการแก้ปัญหานั้น ๆ และโดยปกติแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุมักถูกถ่ายทอดหรือสื่อสารเนื้อหาในลักษณะที่เป็นเอกสารคำอธิบายแบบรูป แต่อย่างไรก็ตามเอกสารลักษณะนี้ยังไม่มีนิยามส่วนประกอบหรือโครงสร้างเอกสารไว้เป็นมาตรฐาน ทำให้เป็นไปได้ที่เอกสารคำอธิบายแบบรูปบางเอกสารมีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป อาทิ แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุของ E. Gamma และคณะ [9] ได้นิยามโครงสร้างส่วนประกอบของเอกสารคำอธิบายแบบรูปของตนเองไว้ 13 หัวข้อ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชื่อและคำอธิบายหัวข้อในโครงสร้างของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นิยามไว้โดย E. Gamma และคณะ [9]

ลำดับที่	ชื่อหัวข้อ	คำอธิบาย
1	ชื่อและหมวดหมู่ของแบบรูป (Pattern Name and Classification)	เป็นหัวข้อที่อธิบายถึงชื่อที่สามารถระบุความแตกต่างของแต่ละแบบรูปได้อย่างกระชับ รวมถึงอธิบายถึงประเภทหรือหมวดหมู่ของแบบรูปนั้น ๆ อีกด้วย

ตารางที่ 2.1 ชื่อและคำอธิบายหัวข้อในโครงสร้างของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นิยามไว้โดย

E. Gamma และคณะ [9] (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหัวข้อ	คำอธิบาย
2	จุดมุ่งหมาย (Intent)	เป็นหัวข้อที่ระบุว่าแบบรูปการออกแบบเชิงวัตุนั้น ๆ ใช้สำหรับทำอะไร เพื่ออะไร หรือปัญหาใดที่แบบรูปต้องการเสนอแนวทางการแก้ไข
3	ชื่ออื่น ๆ (Also Known As)	เป็นหัวข้อที่ระบุชื่ออื่น ๆ ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ
4	เหตุจูงใจ (Motivation)	เป็นหัวข้อที่อธิบายถึงปัญหาของการออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ รวมทั้งอธิบายตัวอย่างการออกแบบที่แก้ปัญหาดังกล่าวได้
5	การนำไปใช้ (Applicability)	เป็นหัวข้อที่ระบุสถานการณ์ที่สามารถนำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้แก้ปัญหาได้
6	โครงสร้าง (Structure)	เป็นหัวข้อที่แสดงโครงสร้างการออกแบบด้วยแบบจำลองซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เช่น แผนภาพคลาส ที่สามารถใช้แก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้
7	ผู้มีส่วนร่วม (Participants)	เป็นหัวข้อที่อธิบายคลาสหรือวัตถุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับแนวทางแก้ปัญหาของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ (ในแผนภาพคลาส) รวมถึงบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหาดังกล่าว
8	การทำงานร่วมกัน (Collaborations)	เป็นหัวข้อที่อธิบายว่า คลาสหรือวัตถุที่เกี่ยวข้องกับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุข้างต้น มีปฏิสัมพันธ์หรือการทำงานร่วมกันอย่างไร
9	ผลลัพธ์ที่ตามมา (Consequences)	เป็นหัวข้อที่อธิบายถึงผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการนำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้ว่า จะสามารถบรรลุเป้าหมาย หรือเกิดผลกระทบเป็นประเด็นอื่น ๆ ตามมาหรือไม่ และอย่างไร
10	การทำให้เกิดผล (Implementation)	เป็นหัวข้อที่อธิบายรายละเอียดวิธีการ ประเด็นที่พึงระวังของการนำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปทำให้เกิดผลหรืออิมพลิเมนต์

ตารางที่ 2.1 ชื่อและคำอธิบายหัวข้อในโครงสร้างของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นิยมไว้โดย E. Gamma และคณะ [9] (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหัวข้อ	คำอธิบาย
11	ตัวอย่างโค้ด (Sample Code)	เป็นหัวข้อที่แสดงตัวอย่างบางส่วนของโค้ดของโปรแกรมที่ออกแบบโดยมีการนำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้ในภาษาใดภาษาหนึ่ง
12	การใช้งานที่เป็นที่รู้จัก (Known Uses)	เป็นหัวข้อที่แสดงตัวอย่างของซอฟต์แวร์หรือระบบที่มีการนำแบบรูปไปใช้ และประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของแบบรูป
13	แบบรูปที่เกี่ยวข้อง (Related Patterns)	เป็นหัวข้อที่ระบุนายการของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับแบบรูปนี้ พร้อมทั้งอธิบายลักษณะความสัมพันธ์

ด้วยโครงสร้างของหัวข้อดังกล่าว ทำให้แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุถูกนำเสนอด้วยข้อมูลที่ครบถ้วนในมุมมองของการนำไปใช้งาน และยังทำให้โครงสร้างดังกล่าวถูกอ้างอิงและนำไปใช้ในแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุอื่น ๆ ในเวลาต่อมาอีกมากมาย แต่อย่างไรก็ตาม แบบรูปที่อ้างอิงโครงสร้างนี้ไปใช้ก็ยังมีโอกาสที่เป็นไปได้ว่าจะเกิดข้อผิดพลาดในการเขียนที่ไม่ตรงตามจุดมุ่งหมายของแต่ละหัวข้อที่นิยมไว้เช่นกัน

2.1.2 ภาษายูเอ็มแอล (Unified Modelling Language: UML)

ภาษายูเอ็มแอล เป็นหนึ่งในภาษาสำหรับสร้างจำลองซอฟต์แวร์ที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายและเป็นมาตรฐานสากล โดยใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างระบบซอฟต์แวร์ รวมถึงการนิยามกระบวนการทางธุรกิจอีกด้วย [10] ภาษายูเอ็มแอลได้ถูกคิดค้นและนิยามเอาไว้ในลักษณะข้อกำหนดการเขียนแผนภาพ (Specification) โดยโอเอ็มจี (Object Management Group: O.M.G.) แต่แผนภาพที่นิยมขึ้นตามข้อกำหนดการเขียนแผนภาพของภาษายูเอ็มแอลนั้นมีจำนวนมาก ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่มแผนภาพ ได้แก่ กลุ่มแผนภาพโครงสร้าง (Structure Diagram) และกลุ่มแผนภาพพฤติกรรม (Behavior Diagram)

ด้วยเหตุที่ภาษายูเอ็มแอลมักถูกนำมาใช้เขียนแผนภาพเพื่ออธิบายแนวทางการออกแบบที่แก้ปัญหาในเอกสารคำอธิบายแบบรูป วิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงนำทฤษฎีของภาษายูเอ็มแอล โดยเฉพาะข้อกำหนดการเขียนแผนภาพมาใช้ในตัวอย่างค่าคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพ แต่จะเลือกใช้เพียง 5 แผนภาพที่ถูกใช้อธิบายแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุในปัจจุบันเท่านั้น ได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพกิจกรรม แผนภาพคลาส แผนภาพลำดับ และแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม

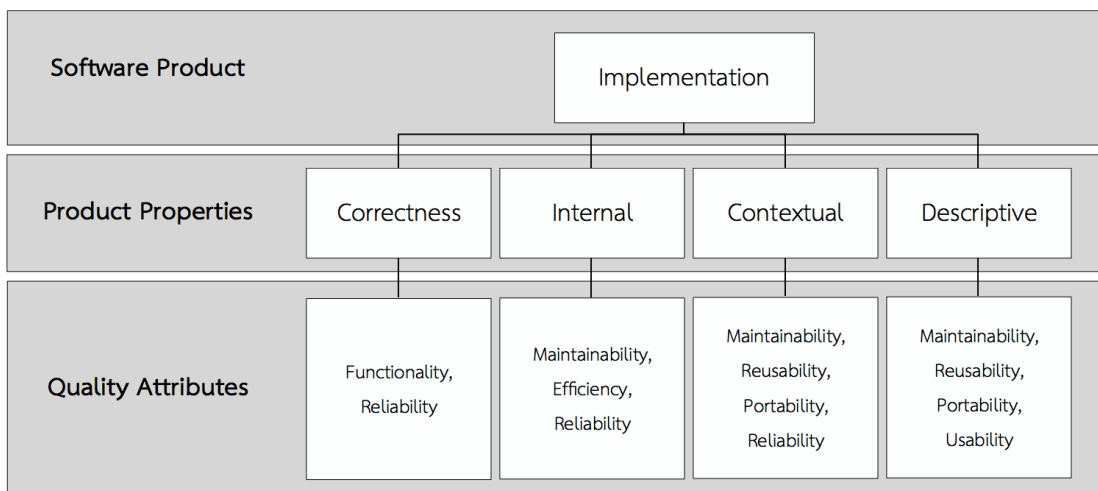
2.1.3 แบบจำลองคุณภาพ

แบบจำลองคุณภาพถูกนิยามขึ้นเพื่อแสดงความเกี่ยวข้องและความเชื่อมโยงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพกับมุมมองคุณภาพของสิ่งที่สนใจเข้าด้วยกัน ซึ่งมักจะแสดงในลักษณะลำดับชั้นเป็นส่วนมาก แบบจำลองคุณภาพจึงมีส่วนช่วยทำให้เห็นภาพรวมของสิ่งที่สนใจได้ชัดเจน เป็นเหตุให้ปัจจุบันมีงานวิจัยและมาตรฐานที่กำหนดแบบจำลองคุณภาพขึ้นมาเพื่อนิยามคุณภาพของหลาย ๆ สิ่ง ยกตัวอย่างเช่น แบบจำลองคุณภาพของโตรมี [11] และแบบจำลองคุณภาพตามมาตรฐานไอเอสโอ 9126 (ISO 9126) [12]

แบบจำลองคุณภาพของโตรมีดังรูปที่ 2.1 ให้ความสนใจกับคุณภาพของการนำผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ไปใช้งานให้เกิดผล (Implementation) ที่จะมุ่งเน้นไปยังคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ 4 ด้าน คือ

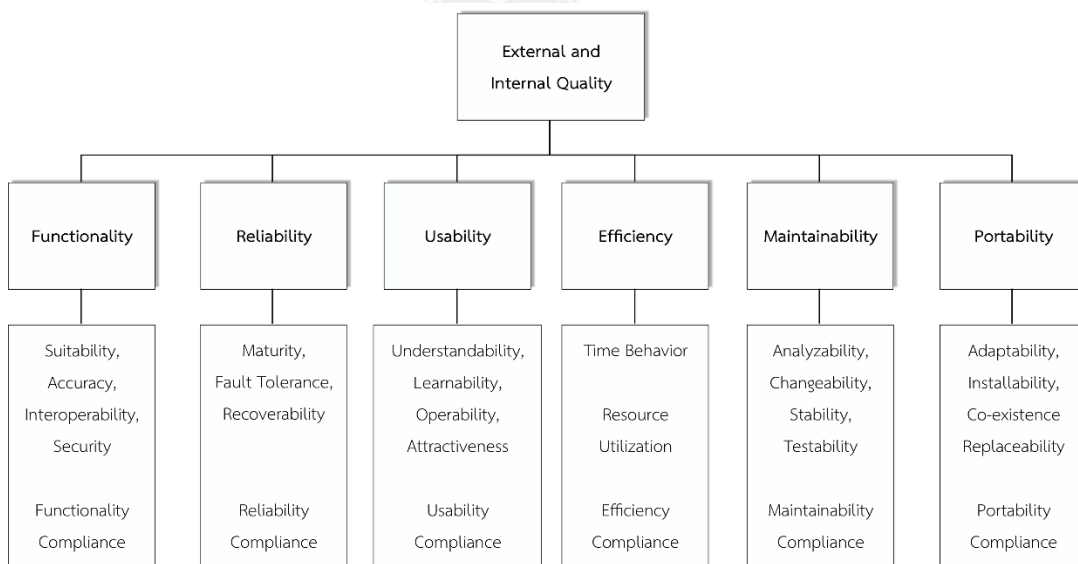
- 1) *ความถูกต้อง (Correctness)* หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ไปใช้งานจะต้องใช้งานได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ หรือได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้
- 2) *คุณสมบัติภายใน (Internal)* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ควรมีคุณสมบัติ หรือรายละเอียดภายในที่ชัดเจน ไม่ซ้ำซ้อน เพื่อให้นำไปใช้ได้สะดวก และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- 3) *คุณสมบัติเกี่ยวกับบริบทการใช้งาน (Contextual)* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะต้องสนับสนุนการใช้งานในหลากหลายบริบท เช่น การดูแลรักษา การนำกลับมาใช้ใหม่ หรือการนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไป
- 4) *คุณสมบัติการอธิบายความ (Descriptive)* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะมีวิธีการใช้งาน หรือส่วนสนับสนุนการใช้งานที่สามารถอธิบายให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย และชัดเจนในทุก ๆ บริบทการใช้งาน

นอกจากคุณสมบัติในแต่ละด้านแล้ว แบบจำลองคุณภาพของโตรมียังได้กำหนดคุณลักษณะเชิงคุณภาพภายในแต่ละคุณสมบัติอีกด้วย เช่น ภายในคุณสมบัติด้านความถูกต้องจะมีคุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านความสามารถเชิงฟังก์ชัน (Functionality) และความเชื่อถือได้ (Reliability) เป็นต้น โดยคุณลักษณะเชิงคุณภาพจะเป็นหน่วยย่อยที่สามารถนำมาใช้ต่อเพื่อประเมินหรือวัดคุณภาพได้ชัดเจนขึ้นอีกด้วย



รูปที่ 2.1 ภาพรวมโครงสร้างแบบลำดับชั้นของแบบจำลองคุณภาพของโดมรี [11]

อีกหนึ่งตัวอย่างของแบบจำลองคุณภาพในด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์นั้นคือ มาตรฐานไอเอสโอ 9126 ที่ได้นิยามแบบจำลองคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล แบบจำลองคุณภาพในมาตรฐานไอเอสโอ 9126 นี้ให้ความสนใจทั้งคุณภาพภายใน (Internal Quality) และคุณภาพภายนอก (External Quality) และมีการเชื่อมโยงเป็นโครงสร้างแบบลำดับชั้นเช่นกัน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ภาพรวมโครงสร้างแบบลำดับชั้นของแบบจำลองคุณภาพตามมาตรฐานไอเอสโอ 9126 [12]

จากรูปข้างต้นแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองคุณภาพตามมาตรฐานไอเอสโอ 9126 นั้นได้ให้ความสนใจคุณสมบัติคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่แบ่งออกเป็น 3 ลำดับชั้น โดยลำดับชั้นแรกได้สนใจที่คุณสมบัติคุณภาพทั้งภายในและภายนอกของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ต่อมาในลำดับชั้นที่สองแบบจำลองได้กำหนดคุณสมบัติคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ไว้ 6 รายการ ได้แก่ ความสามารถ

เชิงฟังก์ชัน เชื่อถือได้ ความสามารถในการใช้งาน ประสิทธิภาพ ความสามารถในการบำรุงรักษา และความสามารถในการโยกย้าย

สุดท้ายในลำดับขั้นที่สามของแบบจำลองคุณภาพตามมาตรฐานไอเอสโอ 9126 ยังได้แบ่งคุณสมบัติออกเป็นคุณสมบัติย่อยอีกลำดับขั้นหนึ่ง ซึ่งลำดับขั้นนี้มาตรฐานได้ระบุตัววัดคุณภาพของแต่ละคุณสมบัติย่อยไว้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ภายใต้คุณสมบัติความสามารถเชิงฟังก์ชัน ได้แบ่งย่อยเป็น ความเหมาะสม (Suitability) ความแม่นยำ (Accuracy) ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability) ความมั่นคง (Security) และการปฏิบัติตามความสามารถเชิงฟังก์ชัน (Functionality Compliance) เป็นต้น ดังนั้นวิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงได้นำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่มีโครงสร้างแบบลำดับขั้นเช่นกัน เพื่อให้สามารถเห็นภาพรวมของคุณภาพในแต่ละลำดับขั้นได้

2.1.4 การตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์

การออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ เป็นวิธีการออกแบบหนึ่งที่ถูกใช้ในปัจจุบัน ซึ่งจะนำแผนภาพต่าง ๆ ตามข้อกำหนดของภาษายูเอ็มแอลมาใช้เป็นแบบจำลอง เพื่ออธิบายถึงฟังก์ชันการทำงานหรือส่วนประกอบต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ แต่อย่างไรก็ตาม แผนภาพจะสามารถสื่อสารและอธิบายอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้น ขึ้นกับว่าแผนภาพเหล่านั้นมีความสอดคล้องต้องกัน มากน้อยเพียงใด ผู้ออกแบบซอฟต์แวร์จึงต้องตรวจสอบความต้องกันระหว่างแผนภาพที่ใช้อีกด้วย โดยนิยามของความต้องกันคือ ระดับความเป็นหนึ่งเดียวกัน ความเป็นมาตรฐาน หรือการปราศจากความขัดแย้งกันระหว่างเอกสาร หรือส่วนต่าง ๆ ของระบบ [1] ดังนั้นความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์จึงหมายถึงความสอดคล้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันระหว่างแผนภาพ ทั้งในเชิงไวยากรณ์ (Syntactic) และเชิงความหมาย (Semantic)

ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยจำนวนหนึ่งจึงได้เสนอแนวทางการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์หรือแผนภาพในภาษายูเอ็มแอล ทั้งนี้ M. Usman และคณะ [13] ได้สำรวจหาแนวทางการตรวจสอบความต้องกันจากงานวิจัยอื่น ๆ โดยเริ่มจากการแบ่งประเภทของความต้องกันระหว่างแบบจำลองซอฟต์แวร์ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1) ความต้องกันระหว่างแบบจำลอง หรือความต้องกันแนวตั้ง (Inter-model Consistency or Vertical Consistency) คือความต้องกันระหว่างแผนภาพที่อธิบายในระดับการกำหนดสาระสำคัญที่แตกต่างกัน (Level of Abstraction) ซึ่งจะรวมทั้งความต้องกันของไวยากรณ์และความหมาย

2) ความต้องกันภายในแบบจำลอง หรือความต้องกันแนวนอน (Intra-model Consistency or Horizontal Consistency) คือความต้องกันระหว่างแผนภาพที่อธิบายระดับการกำหนดสาระสำคัญเดียวกัน

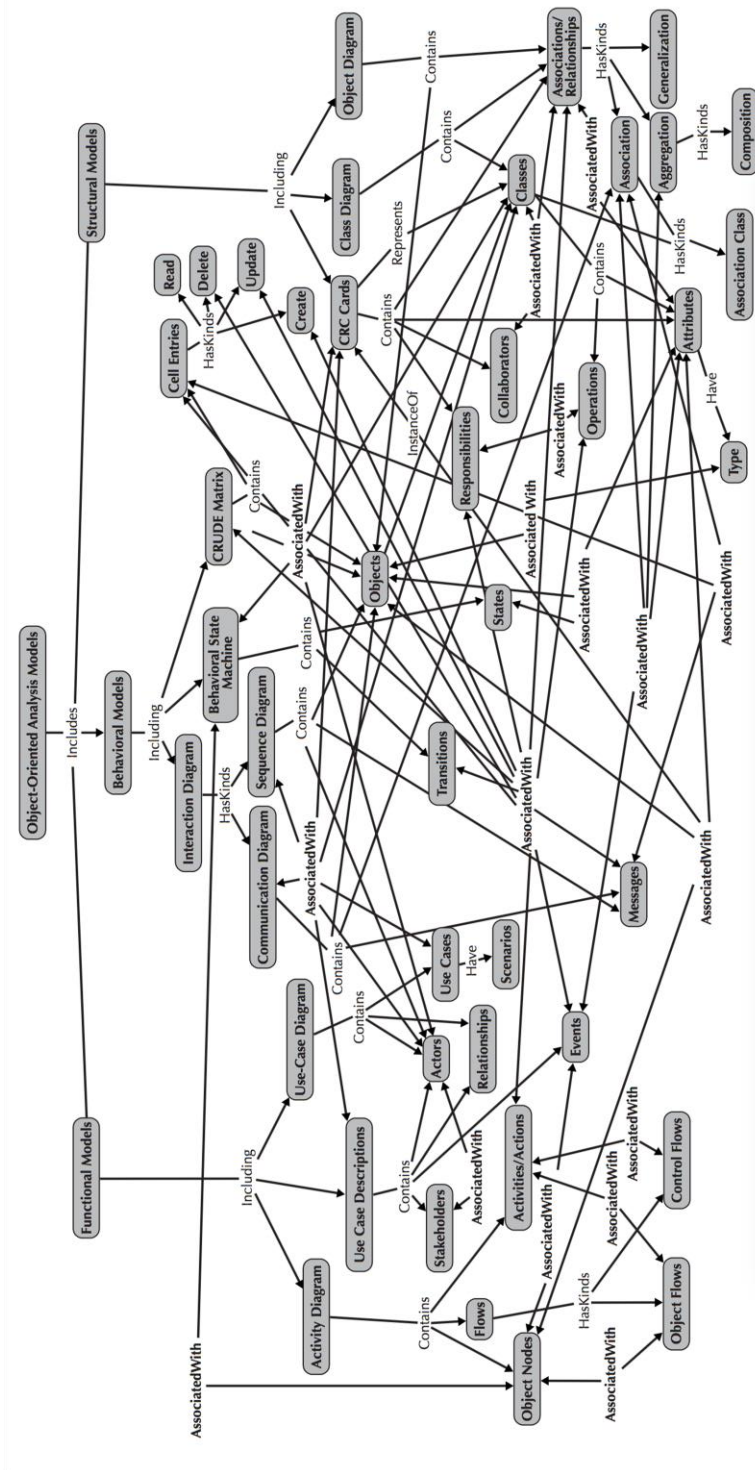
3) ความต้องกันจากการวิวัฒนาการ (Evolution Consistency) คือความต้องกันระหว่างแผนภาพเดียวกันที่วิวัฒนาการเป็นเวอร์ชันใหม่แล้ว

4) ความต้องกันของความหมาย (Semantic Consistency) คือความต้องกันระหว่างความหมายของแผนภาพเทียบกับความหมายของส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนภาพที่ถูกนิยามไว้ เช่น ความสัมพันธ์แบบ Aggregation ของคลาสในแผนภาพคลาส แสดงถึงความสัมพันธ์แบบ whole-part ในความเป็นจริง

5) ความต้องกันของไวยากรณ์ (Syntactic Consistency) คือความต้องกันระหว่างแผนภาพในระดับข้อกำหนดการเขียน เช่น การดำเนินการ (Operation) ของคลาสในแผนภาพคลาส แสดงถึงข้อความ (Message) ในแผนภาพลำดับ เป็นต้น

ผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่า มีการตรวจสอบความต้องกันในหลากหลายรูปแบบ เช่น การตรวจสอบความต้องกันของกลุ่มแผนภาพพฤติกรรม โดยการแปลงให้เป็นเพตริเน็ตสี (Colored Petri-Nets) [14] หรือการทวนสอบด้วยกฎจากหนังสือ “Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML – 5th Edition” ที่เขียนโดย A. Dennis และคณะ [15] ซึ่งกฎดังกล่าวเป็นการพิจารณาว่าส่วนประกอบของแผนภาพคู่ใดควรจะสอดคล้องและต้องกันยกตัวอย่างเช่น คลาสในแผนภาพคลาสจะต้องสัมพันธ์และสอดคล้องกับอ็อบเจกต์ในแผนภาพลำดับหรือกิจกรรม/การกระทำ (Activity/Action) ภายในแผนภาพกิจกรรมควรจะสัมพันธ์และสอดคล้องกับทั้งการดำเนินการของคลาสในแผนภาพคลาส และข้อความในแผนภาพลำดับอีกด้วย ทั้งนี้กฎข้างต้นได้ถูกนำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นดังรูปที่ 2.3

ดังนั้นวิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงเลือกนำแนวคิดการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ของ A. Dennis และคณะ [15] มาใช้วัดคุณภาพด้านความต้องกันของแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป เนื่องจากครอบคลุมแผนภาพที่เขียนด้วยภาษายูเอ็มแอลทุกกลุ่ม และง่ายต่อการนำมาตรวจสอบโดยผู้ประเมิน



รูปที่ 2.3 โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องกัน [15]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ต้องการนำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกค้นคว้างานวิจัยอื่น ๆ ที่กล่าวถึงคุณภาพ และวิธีการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุเพื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่วิทยานิพนธ์เล่มนี้นำเสนอ มีรายละเอียดแต่ละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.2.1 Evaluating a Pattern Approach as an Aid for the Development of Organizational Knowledge: An Empirical Study

งานวิจัยของ C. Rolland และคณะ [7] นำเสนอการประเมินและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบรูปการออกแบบกระบวนการจัดการความเปลี่ยนแปลงสำหรับองค์กรผลิตไฟฟ้าที่เสนอภายใต้โครงการชื่อว่าอิเล็กตรา (ELEKTRA) โดยให้ความสำคัญกับลักษณะสำคัญที่แสดงถึงคุณภาพ (Quality-Indicating Feature) ทั้งหมด 3 มุมมองได้แก่ ลักษณะสำคัญของการฝังองค์ความรู้ในแบบรูป ลักษณะสำคัญของภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป และลักษณะสำคัญของวิธีการพัฒนาแบบรูป นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอรายการหลักเกณฑ์ (Criteria) ที่สะท้อนถึงคุณภาพในแต่ละลักษณะสำคัญอีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 หลักเกณฑ์ที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปภายในแต่ละลักษณะสำคัญ [7]

Feature 1: ESI Knowledge Embedded in Patterns	
Global Hypothesis: “The ESI knowledge base is potentially useful for solving organizational problem with the Distribution and HRM domain in the context of deregulation”	
Criteria	Hypothesis
Usefulness	H1: Usage of the pattern provides a substantial contribution in the context of a real problem-solving application.
Relevance	H2: The pattern addresses a significant problem in the ESI sector.
Usability	H3: The pattern can be used in the context of a real application.
Adaptability	H4: The solution advocated by the pattern can be modified to reflect a particular situation.
Adoptability	H5: Domain experts are likely to use the pattern for resolving a particular problem of interest.
Completeness	H6: The pattern offers a comprehensive and complete view of the problem under consideration and of the proposed solution.
Coherence	H7: The pattern constitutes a coherent unit including correct relationships with other patterns.

ตารางที่ 2.2 หลักเกณฑ์ที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปภายในแต่ละลักษณะสำคัญ [7] (ต่อ)

Criteria	Hypothesis
Consistency	H8: The pattern conforms to existing knowledge and vocabulary used in the ESI sector.
Prescriptiveness	H9: The pattern offers a concrete and tangible proposal for solving a problem, in particular with respect to the steps necessary for its implementation as described in the guideline.
Granularity	H10: The pattern addresses the given problem at an appropriate level of detail.
Feature 2: The Pattern Language	
Global Hypothesis: <i>“The pattern language permits an effective knowledge capture and transfer”</i>	
Criteria	Hypothesis
Usefulness	H11: The language captures and conveys the relevant knowledge for describing patterns.
Comprehensiveness	H12: The different elements of the pattern (formal signature, informal signature, and body) are adequate for understanding its purpose.
Richness	H13: The language is able to describe the different aspects of a pattern one is expecting in such a description.
Ease of Use	H14: The language eases knowledge capture in patterns.
Relevance	H15: The conceptual primitives chosen are appropriate for expressing the respective parts of pattern knowledge.
Feature 3: The Method to Develop Patterns	
Global Hypothesis: <i>“The method is an adequate means for guiding the development of the ELEKTRA patterns”</i>	
Criteria	Hypothesis
Completeness	H16: The method offers a comprehensive and complete view of the activities to be performed for developing patterns.
Coherence	H17: The method is described in a coherent way.
Prescriptiveness	H18: The method offers a concrete and tangible proposal for developing patterns, in particular with respect to the steps necessary for its implementation.
Relevance	H19: The method helps in organizing and guiding pattern development.
Usability	H20: The method can be used in the context of a real application.
Usefulness	H21: The method offers an adequate means for understanding how patterns shall be developed.

จากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่า งานวิจัยนี้ได้ระบุสมมติฐาน (Hypothesis) ที่มีลักษณะเป็นประโยคอธิบายความหมายของแต่ละหลักเกณฑ์ ซึ่งได้ถูกนำไปใช้ในการทดลองที่เชิญผู้ที่เกี่ยวข้องในองค์กรผลิตไฟฟ้าที่ได้ศึกษาแบบรูปการออกแบบกระบวนการจัดการการเปลี่ยนแปลง มาให้คะแนนคุณภาพตั้งแต่ 0 ถึง 5 คะแนนตามหลักเกณฑ์และสมมติฐาน

หลังจากที่ได้ศึกษางานวิจัยนี้ ทำให้พบว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถประยุกต์ใช้ลักษณะสำคัญ รวมถึงหลักเกณฑ์ข้างต้น ร่วมกับมุมมองคุณภาพในงานวิจัยอื่น ๆ เพื่อสะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุได้

2.2.2 Constructing Pattern Verification Criteria based on Quality Attributes: Web Security Context Patterns Case Study

งานวิจัยของ P. Singpant และ N. Prompoon [4] นำเสนอหลักเกณฑ์การทวนสอบแบบรูปที่อ้างอิงคุณลักษณะเชิงคุณภาพทั้งหมด 5 หลักเกณฑ์ ซึ่งแต่ละหลักเกณฑ์จะมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะเชิงคุณภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 หลักเกณฑ์การทวนสอบแบบรูปที่อ้างอิงจากคุณลักษณะเชิงคุณภาพ [4]

หลักเกณฑ์การทวนสอบแบบรูป	คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง
1. ด้านเป้าหมายของแบบรูป (Goal)	ความบรรลุเป้าหมาย (Achievement)
2. ด้านแหล่งต้นทางขององค์ความรู้ (Source)	ความสามารถเชิงฟังก์ชัน (Functionality)
3. ด้านการนำเสนอแบบรูป (Representation)	ความเข้าใจได้ (Understandability)
4. ด้านการแปลงองค์ความรู้ (Transformation)	ความครบถ้วนและต้องกัน (Completeness and Consistency)
5. ด้านการนำแบบรูปไปใช้ (Application)	ความชัดเจนและใช้งานได้ (Clarification and Application)

งานวิจัยนี้ได้นำหลักเกณฑ์เหล่านั้นมาสร้างเป็นรายการตรวจสอบแบบฮิวริสติก (Heuristic Checklist) ที่ประกอบด้วยชุดคำถาม และได้นำไปทำการทดลองกับแบบรูปกรณีศึกษาชื่อ แบบรูปการออกแบบเพื่อปรับความมั่นคงของเว็บ (Web Security Patterns) โดยให้หน่วยทดลองประเมินและให้คะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 คะแนนตามหลักเกณฑ์

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถประเมินคุณภาพของแบบรูปในมุมมองอื่น ๆ ได้ แต่หลักเกณฑ์ในงานวิจัยนี้เป็นเพียงการประเมินแบบรูปโดยรวมเท่านั้น และเป็นการประเมินเชิงคุณภาพที่อาศัยความคิดเห็นหรือการตัดสินใจของผู้ประเมินเป็นสำคัญ ด้วยเหตุนี้ หลักเกณฑ์และคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปจึงถูกเลือกนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพเพียงเท่านั้น

2.2.3 A quantitative approach for evaluating the quality of design patterns

งานวิจัยของ N. Hsueh และคณะ [6] นำเสนอแนวคิดการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบ ด้วยวิธีการเชิงปริมาณ งานวิจัยนี้เป็นหนึ่งในงานวิจัยจำนวนไม่มากนักที่มุ่งเน้นการประเมินคุณภาพแบบเชิงปริมาณบนเอกสารคำอธิบายแบบรูป โดยงานวิจัยนี้ตั้งสมมติฐานว่าในการเขียนเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะมีการแฝงความต้องการทั้งเชิงฟังก์ชันและเชิงคุณภาพของแบบรูปเอาไว้ในหัวข้อจุดมุ่งหมาย ซึ่งความต้องการเหล่านี้จะต้องสามารถพบและทวนสอบได้จากแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้อธิบายแนวทางแก้ปัญหาการออกแบบที่สนใจ เพื่อแสดงให้เห็นได้ว่าแบบรูปการออกแบบเหล่านั้นถูกออกแบบมาได้ถูกต้อง

งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งที่ตีของการประเมินคุณภาพแบบเชิงปริมาณ และไม่จำเป็นต้องขึ้นกับความคิดเห็นหรือการตัดสินใจของผู้ประเมิน แต่อย่างไรก็ตามแนวคิดจากงานวิจัยนี้สนใจเพียงแค่ 2 หัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูปคือ หัวข้อจุดมุ่งหมาย และหัวข้อโครงสร้าง เท่านั้น จึงยังไม่ครอบคลุมเอกสารคำอธิบายแบบรูปในหัวข้ออื่น ๆ

2.2.4 How have we evaluated software pattern application? A systematic mapping study of research design practices

งานวิจัยของ M. Riaz และคณะ [16] ได้ทำการสำรวจว่า ในงานวิจัยที่ผ่านมา มีการประเมินคุณภาพของแบบรูปด้วยวิธีการใดบ้าง รวมทั้งนำมาสรุปเพื่อจัดหมวดหมู่อย่างชัดเจน ซึ่งผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่ามีงานวิจัยทั้งที่นำเสนอแบบรูปใหม่ซึ่งมีขั้นตอนการประเมินอยู่เป็นส่วนหนึ่ง และงานวิจัยที่มุ่งเน้นการประเมินแบบรูปเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่างานวิจัยเหล่านั้นมีวิธีการประเมินและตัววัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นงานวิจัยของ M. Riaz และคณะจึงได้สรุปและเปรียบเทียบดังตารางที่ 2.4

ผลการสำรวจยังชี้ให้เห็นว่า การประเมินคุณภาพของแบบรูปมีการดำเนินการทั้งแบบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ และดำเนินการใน 4 บริบทคือ 1) โดยตรงบนเอกสารคำอธิบายแบบรูป 2) โดยตรงจากบนผลผลิตซอฟต์แวร์ที่นำแบบรูปไปใช้ 3) โดยอ้อมจากเอกสารผลผลิตของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ และ 4) โดยอ้อมจากกระบวนการพัฒนาแบบรูป ดังนั้นผลสรุปจากงานวิจัยนี้จึงถูกนำมารวมและแสดงเป็นตารางเปรียบเทียบได้ว่ายังขาดการประเมินในรูปแบบใดบ้าง ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงให้เห็นว่าการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบซอฟต์แวร์โดยตรงบนเอกสารคำอธิบายแบบรูปยังมีเพียงส่วนน้อยที่ครอบคลุมการประเมินแบบเชิงปริมาณ และไม่จำเป็นต้องใช้ความคิดเห็นของผู้ประเมิน วิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพเชิงปริมาณที่วัดโดยตรงบนเอกสารคำอธิบายแบบรูปของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา

ตารางที่ 2.4 ผลลัพธ์การสำรวจวิธีการประเมินในงานวิจัยต่าง ๆ และตัววัดที่เกี่ยวข้อง [16]

	Quantitative Measure		Qualitative Measure	
Artifact Measure	Completeness	<ul style="list-style-type: none"> Requirement fulfillment (7) Precision/Recall (1) Quantity of results (1) 	Quality	<ul style="list-style-type: none"> Subject matter expert evaluation (6) Perceived by participants (1) Adherence to design principles (1) Atomic design features (1)
	Correctness	<ul style="list-style-type: none"> Number of errors (3) Number of failing tests (1) 	Correctness	<ul style="list-style-type: none"> Useful/Working solution (7)
	Complexity	<ul style="list-style-type: none"> Cyclomatic Complexity (1) 	Complexity	<ul style="list-style-type: none"> Ease of understanding the solution (1)
	Modularity	<ul style="list-style-type: none"> Coupling (1) Cohesion (1) Weighted method per class (1) 	Modularity	<ul style="list-style-type: none"> Architecture decomposition (1)
	Size	<ul style="list-style-type: none"> Line of code (1) Number of classes (1) Number of operations (1) Number of attributes (1) 	Creativity	<ul style="list-style-type: none"> Subject matter expert evaluation (1)
Process Measure	Efficiency	<ul style="list-style-type: none"> Time to complete (15) Pattern selection ratio (1) 	Efficiency	<ul style="list-style-type: none"> Learning efficiency/Ease of understanding (9)
	Complexity	<ul style="list-style-type: none"> Eye focus (1) 	Complexity	<ul style="list-style-type: none"> Cognitive Load (3) Eye focus (1)
			Communicability	<ul style="list-style-type: none"> Oral communication (3) Written documentation (2)
			Usability	<ul style="list-style-type: none"> Pattern selection (4) Pattern application (6) Task satisfaction measure (1)

ตารางที่ 2.5 การสรุปและเปรียบเทียบภาพรวมการประเมินคุณภาพของแบบรูป

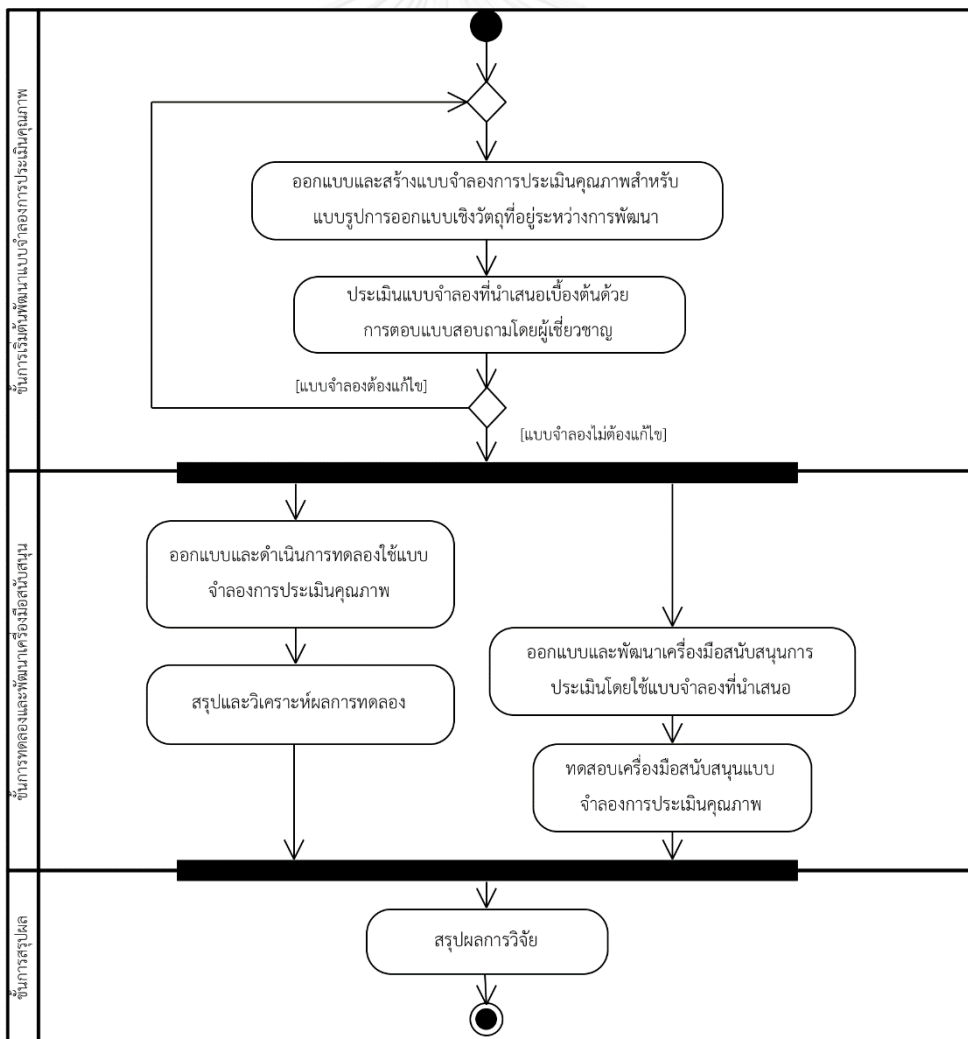
Quality Properties	Context Dimension							
	Direct Evaluation				Indirect Evaluation			
	Pattern Description		DPs-Applied Solution		DPs-Applied Software Artifact		Method to Develop	
	Qualitative	Quantitative	Qualitative	Quantitative	Qualitative	Quantitative	Qualitative	Quantitative
Efficiency in problem solving	✓	✓*				✓		
Quality of solution	✓		✓					
Correctness of solution			✓	✓		✓		
Completeness of solution			✓	✓				
Complexity of application			✓	✓				
Usability of patterns			✓					
Communicability of pattern knowledge	✓						✓	
Creativity of solution					✓			
Modularity of solution						✓		
Size of solution						✓		

หมายเหตุ การประเมินที่มีเครื่องหมายดอกจัน (*) คือการประเมินสัดส่วนการเลือกนำแบบรูปไปใช้ โดยการให้ผู้ใช้งานเลือกแบบรูปจากกลุ่มของแบบรูปที่ใกล้เคียงกัน จึงเป็นการประเมินกึ่งเชิงปริมาณ ที่ขึ้นกับความคิดเห็นของผู้ใช้งานในการเลือกนำแบบรูปไปใช้เท่านั้น

บทที่ 3

แบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ ที่อยู่ระหว่างการพัฒนา

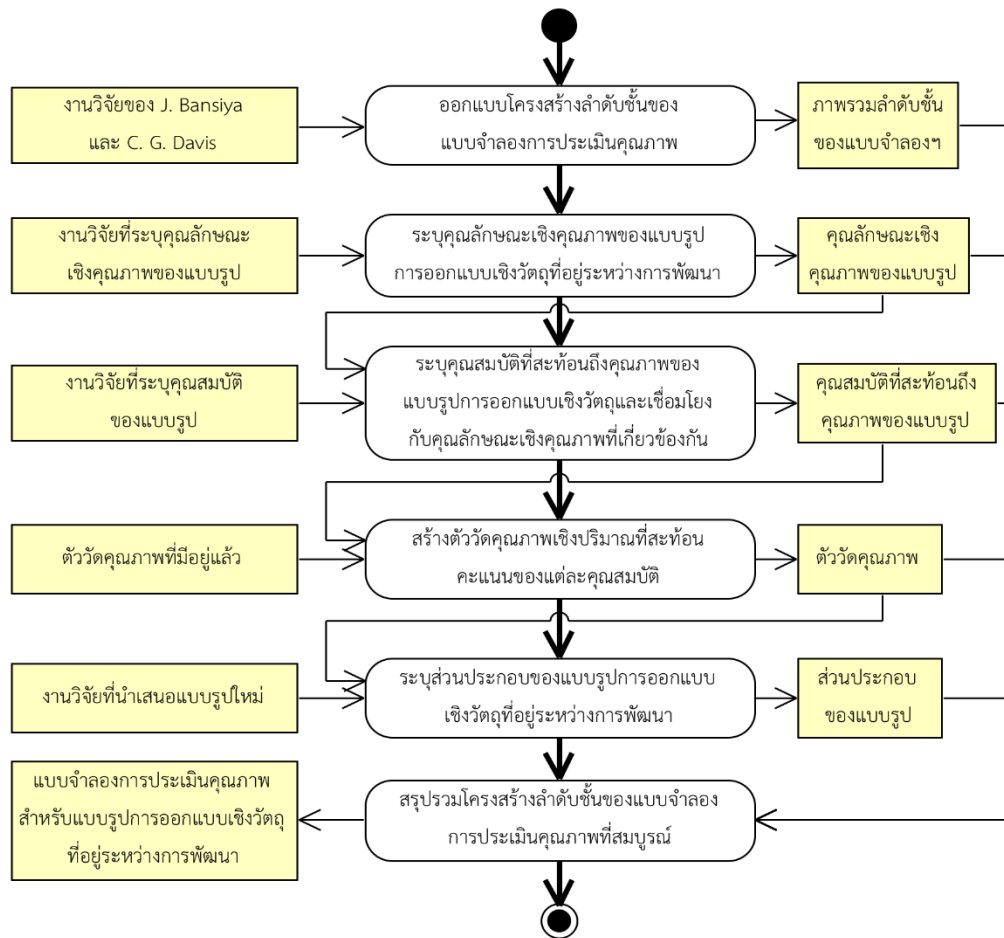
หลังจากที่กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา รวมทั้งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทก่อนหน้าแล้ว วิธีการในการออกแบบและสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพจึงถูกเลือกจากการศึกษางานวิจัยอื่น ๆ ที่นำเสนอแบบจำลองคุณภาพ ซึ่งได้ผลลัพธ์ว่า การพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเลือกนำเสนอส่วนหนึ่งของวิธีการสร้างแบบจำลองคุณภาพสำหรับการออกแบบเชิงวัตถุจากงานวิจัยของ J. Bansiya และ C. G. Davis [8] มาใช้ ดังนั้นบทนี้จึงจะอธิบายวิธีการสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีภาพรวมกิจกรรมแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา

ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น การพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้เลือกนำส่วนหนึ่งของวิธีการสร้างแบบจำลองคุณภาพจากงานวิจัย [8] มาใช้ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพ

รูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาจะถูกออกแบบและพัฒนาแต่ละส่วนแยกกัน และนำมาสรุปรวมสร้างความเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาจะมีรายละเอียดตามที่กล่าวในส่วนถัดไป

3.1.1 ออกแบบภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพ

จากวิธีการสร้างแบบจำลองคุณภาพจากงานวิจัย [8] ซึ่งมีเป้าหมายในการสร้างแบบจำลองคุณภาพของการออกแบบเชิงวัตถุ วิธีดังกล่าวได้แบ่งลำดับชั้นของคุณภาพออกเป็น 4 ลำดับชั้น ได้แก่

คุณลักษณะเชิงคุณภาพ คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ตัววัดคุณภาพ และส่วนประกอบของการออกแบบเชิงวิฤต การแบ่งลำดับชั้นดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับมุมมองคุณภาพของแบบจำลองการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤต เพราะเป็นการออกแบบเชิงวิฤตที่ใช้ภาษายูเอ็มแอลเหมือนกัน และสามารถแยกย่อยมุมมองคุณภาพได้ในมุมมองเดียวกันได้ ด้วยเหตุนี้แบบจำลองการประเมินคุณภาพจึงสามารถใช้ภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นที่แบ่งเป็น 4 ลำดับชั้นได้ โดยมีนิยามของแต่ละลำดับชั้นในมุมมองของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ดังนี้

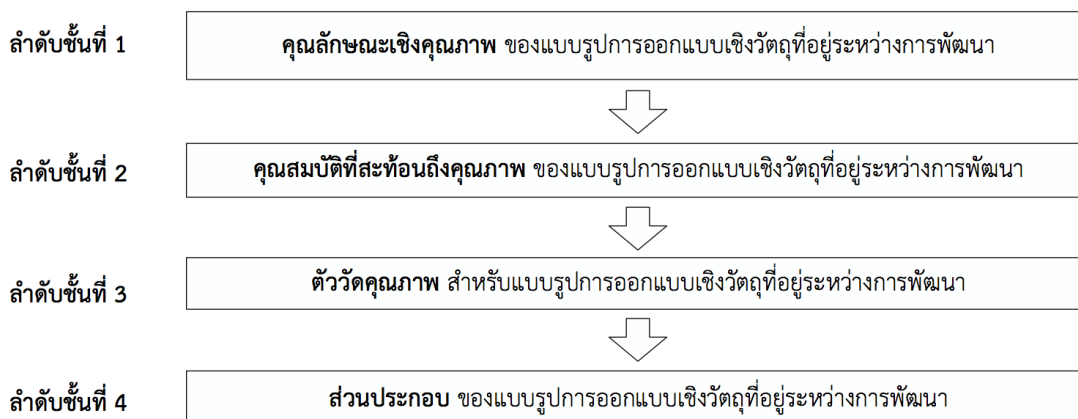
1) ลำดับชั้นคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่อยู่ระหว่างการพัฒนา เป็นลำดับชั้นที่สนใจคุณภาพภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่เป็นคุณภาพในระดับบนสุด ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ยากในการประเมินหรือวัดคุณภาพได้โดยตรง

2) ลำดับชั้นคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่อยู่ระหว่างการพัฒนา เป็นลำดับชั้นที่สนใจคุณภาพภายในของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่แยกย่อยมุมมองจากคุณลักษณะเชิงคุณภาพลงมา เพื่อทำให้ง่ายต่อการประเมินหรือวัดคุณภาพได้โดยตรง

3) ลำดับชั้นตัววัดคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่อยู่ระหว่างการพัฒนา เป็นลำดับชั้นที่ประกอบด้วยตัววัดคุณภาพที่ถูกออกแบบมาเพื่อสะท้อนคะแนนเชิงปริมาณตามคุณสมบัติของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤต และสามารถวัดได้จากเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้โดยตรง

4) ลำดับชั้นส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่อยู่ระหว่างการพัฒนา เป็นลำดับชั้นที่สนใจส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่จะนำตัววัดคุณภาพไปใช้วัดได้

นอกจากนี้แบบจำลองการประเมินคุณภาพจะมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในแต่ละลำดับชั้นของโครงสร้างเข้าด้วยกัน เพื่อแสดงภาพรวมความสัมพันธ์ของแต่ละลำดับชั้นของคุณภาพภายในแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตอีกด้วย ดังนั้นผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้คือภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤตที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ภาพรวมโครงสร้างลำดับขั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพ
สำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา

3.1.2 ระบุคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างพัฒนา

ขั้นตอนนี้จะเป็นการระบุคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาซึ่งเป็นมุมมองคุณภาพในระดับบนสุด แต่เนื่องจากมีงานวิจัยจำนวนไม่มากที่กล่าวถึงมุมมองในระดับนี้ วิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงเลือกนำเพียงงานวิจัยของ C. Rolland และคณะ [7] ที่ระบุลักษณะสำคัญที่แสดงคุณภาพ (Quality-Indicating Feature) ของแบบรูปไว้ 3 ลักษณะสำคัญมาใช้ ได้แก่ การฝังองค์ความรู้ในแบบรูป ภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป และวิธีการพัฒนาแบบรูป ทั้งนี้ด้วยเหตุที่ว่าเป็นงานวิจัยที่มีนิยามที่ชัดเจน และนิยามมีระดับการกำหนดสาระสำคัญที่สอดคล้องกับนิยามของคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า

ด้วยเหตุนี้ ลักษณะสำคัญทั้งสามรายการจึงถูกนำมาวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกันิยามของคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ข้างต้น และเปรียบเทียบเป้าหมายของแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ซึ่งทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ของผู้วิจัยแสดงไว้ดังตารางที่ 3.1

จากผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ลักษณะสำคัญ ทำให้ได้ข้อสรุปความหมายของคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่จะนำมาใช้สำหรับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 2 รายการ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเพื่อระบุคุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ

ลักษณะสำคัญจากงานวิจัย [7]	นำมาใช้ ?	ผลการวิเคราะห์
การฝังองค์ความรู้ในแบบรูป	✓	ลักษณะสำคัญนี้สามารถนำมาใช้เป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพได้ เนื่องจากตรงตามนิยามของคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ และเป็นคุณภาพของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ
ภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป	✓	ลักษณะสำคัญนี้สามารถนำมาใช้เป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพได้ เนื่องจากตรงตามนิยามของคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ และเป็นคุณภาพของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ
วิธีการพัฒนาแบบรูป	✗	ลักษณะสำคัญนี้จะ ไม่ ถูกนำมาใช้เป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพ เนื่องจากแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินกระบวนการพัฒนาแบบรูป

ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ใช้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ

คุณลักษณะเชิงคุณภาพ	คำอธิบาย
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป (Embedded Knowledge Quality Attribute)	คือคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่สื่อความหมายว่า เอกสารคำอธิบายแบบรูปจะต้องมีเนื้อหาที่แสดงถึงองค์ความรู้ที่มีคุณภาพ และมีความครอบคลุมเพียงพอต่อการนำไปใช้แก้ปัญหา
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป (Pattern Language Quality Attribute)	คือคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่สื่อความหมายว่า เอกสารคำอธิบายแบบรูปมีการใช้ภาษาในการสื่อสารองค์ความรู้ที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานในการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายของคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่จะนำมาใช้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับนิยามของคุณลักษณะเชิงคุณภาพในขั้นตอนก่อนหน้า ที่กล่าวไว้ว่า “เป็นคุณภาพในระดับบนสุด ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ยากในการประเมินหรือวัดคุณภาพได้โดยตรง”

3.1.3 ระบุคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ และเชื่อมโยงกับคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกัน

ขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการศึกษางานวิจัยอื่น ๆ เพื่อกำหนดคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ โดยจะใช้คุณลักษณะเชิงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุจากขั้นต้นก่อนหน้าเป็นข้อมูลนำเข้า การศึกษาพบว่า งานวิจัย [4, 7, 16] เป็นงานวิจัย 3 งาน นำเสนอคุณสมบัติของแบบรูปที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เป็นคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุในจำลองการประเมินคุณภาพฯ ได้ ซึ่งแต่ละงานวิจัยนำเสนอคุณสมบัติดังนี้

- งานวิจัยงานแรกเป็นของ C. Rolland และคณะ [7] ได้กล่าวถึงคุณสมบัติคุณภาพไว้ 12 รายการ ได้แก่ Usefulness, Relevance, Usability, Adaptability, Adoptability, Completeness, Coherence, Consistency, Prescriptiveness, Granularity, Richness และ Ease of Use
- งานวิจัยของ P. Singpant และ N. Prompoon [4] ได้ระบุคุณสมบัติคุณภาพไว้ 5 รายการ ได้แก่ Achievement, Functionality, Clarification & Application, Completeness & Consistency และ Understandability
- งานวิจัยของ M. Riaz และคณะ [16] ได้จัดหมวดหมู่มุมมองและวิธีการประเมินคุณภาพของแบบรูปจากการสำรวจเอาไว้ ยกตัวอย่างเช่น Correctness, Usability และ Completeness เป็นต้น

ในขั้นตอนนี้จะนำนิยามหรือวิธีการประเมินคุณภาพของคุณสมบัติมาเปรียบเทียบกัน โดยนำคุณสมบัติที่มีนิยามหรือวิธีการประเมินคุณภาพที่เหมือนและสอดคล้องกันมาจัดหมวดหมู่ไว้ด้วยกัน ภายใต้คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ ยกตัวอย่างเช่น ในงานวิจัย [7] ได้นิยาม ความสามารถใช้งานได้ (Usability) ไว้ว่า “องค์ความรู้ของแบบรูปต้องสามารถนำไปใช้ได้ในสถานการณ์จริงได้” ซึ่งจะตรงกับนิยามของการนำไปใช้งาน (Application) ของงานวิจัย [4] ที่ว่า “แบบรูปต้องสามารถนำไปใช้งานได้

ในบริบทหรือสถานการณ์จริงที่ระบุไว้” อีกทั้งยังตรงกับวิธีการประเมินคุณภาพด้านความสามารถใช้งานได้ในงานวิจัย [16] ที่ว่า “แบบรูปต้องถูกเลือกให้นำไปใช้ และมีตัวอย่างที่ช่วยให้สนับสนุนการนำแบบรูปไปใช้ตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้” ดังนั้นจากตัวอย่างจะเห็นได้ว่านิยามและวิธีการประเมินในทั้งสามงานวิจัยสอดคล้องกัน คุณสมบัติทั้งสามจึงถือว่าเป็นเทียบเท่ากัน ทั้งนี้ผลสรุปการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 3.3 โดยให้ความสำคัญกับงานวิจัย [7] เป็นหลัก เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ก่อนหน้า

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบนิยามและวิธีการประเมินของคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจากงานวิจัยทั้งสามรายการ ภายใต้คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้

คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้	คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจากงานวิจัยที่คัดเลือกมา		
	งานวิจัย [7] ของ C. Rolland และคณะ	งานวิจัย [4] ของ P. Singpant และ N. Prompoon	งานวิจัย [16] ของ M. Riaz และคณะ
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป	Completeness – แบบรูปเสนอมุมมองที่ครบถ้วนและครอบคลุมของทั้งปัญหา และแนวทางแก้ไขปัญหานำเสนอ	Completeness – แบบรูปเสนอเนื้อหาที่ครบถ้วนตามที่พึงมี และตรงกับแหล่งข้อมูลต้นทางของแบบรูป	Completeness of solution (Requirements Fulfillment) – ประเมินว่าแบบรูปนำเสนอองค์ความรู้ได้อย่างครบถ้วนตามที่ต้องการหรือไม่
	Consistency – แบบรูปสอดคล้องและต่อกันกับองค์ความรู้หรือคำศัพท์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันในโดเมนที่เกี่ยวข้อง	Consistency – เนื้อหาของแบบรูปมีความต่อกันในทุก ๆ ส่วน/หัวข้อ	Quality of solution (Adherence to design principles) – การออกแบบที่เป็นแนวทางการแก้ปัญหาสอดคล้องและต่อกันกับหลักการออกแบบที่ดี
	Usefulness – แบบรูปสามารถแก้ปัญหาตามบริบทเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้	Achievement – แบบรูปบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้	Correctness of solution (Useful / Working / Accurate Solution) – ประเมินว่าแนวทางที่แบบรูปใช้แก้ปัญหาตามเป้าหมายที่ตั้งไว้มีประโยชน์
	Relevance – แบบรูประบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโดเมนที่สนใจ	Functionality – แบบรูปมีความสามารถเชิงฟังก์ชันเพื่อแก้ปัญหาตามโดเมนที่สนใจได้	-
	Usability – องค์ความรู้ของแบบรูปสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้	Application – แบบรูปมีการอธิบายตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานในสถานการณ์จริงได้	Usability of patterns (Task Satisfaction Measure) – ประเมินว่าแบบรูปสามารถนำไปใช้ในงานที่กำหนดได้ และทำให้ผู้ใช้พึงพอใจเพียงใด
	Adaptability – องค์ความรู้ที่เป็นแนวทางแก้ปัญหของแบบรูป สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ที่นำไปใช้	-	-
	Adoptability – แบบรูปมักถูกเลือกไปใช้เพื่อใช้แก้ปัญหาโดยผู้เชี่ยวชาญ	Clarification – แบบรูปอธิบายตัวอย่างการใช้งานอย่างชัดเจนเพื่อสนับสนุนการเลือกนำไปใช้	-
	Coherence – แบบรูปประกอบด้วยหน่วยย่อยที่แสดงถึงความสอดคล้องกัน เช่น แสดงความสัมพันธ์กับแบบรูปอื่น ๆ	-	-

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบนิยามและวิธีการประเมินของคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจากงานวิจัยทั้งสามรายการ ภายใต้คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ (ต่อ)

คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้	คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจากงานวิจัยที่คัดเลือกมา		
	งานวิจัย [7] ของ C. Rolland และคณะ	งานวิจัย [4] ของ P. Singpant และ N. Prompoon	งานวิจัย [16] ของ M. Riaz และคณะ
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป	Prescriptiveness – แบบรูปนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นรูปธรรมและชัดเจน พร้อมด้วยขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการใช้งาน	-	-
	Granularity –แบบรูประบุปัญหาละเอียดในระดับที่เหมาะสม	-	Modularity of solution – แบบรูปมีการใช้การออกแบบที่เป็นส่วนย่อย และเหมาะสมกับขนาดของปัญหา
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป	Ease of Use – ภาษาที่ใช้ต้องอธิบายให้องค์ความรู้ที่รวบรวมไว้ในแบบรูปใช้ง่าย	Understandability – แบบรูปถูกนำเสนอในโครงสร้างที่สามารถแสดงเนื้อหาและความสัมพันธ์กับแบบรูปอื่นที่ทำให้ใช้งานได้ง่าย	Complexity of application (Ease of Understanding) – ภาษาที่ใช้ต้องไม่ซับซ้อนจนยากต่อการทำความเข้าใจและนำองค์ความรู้ไปใช้งาน
	Usefulness – ภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูปรวบรวมและถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้	-	Communicability of pattern knowledge – ภาษาที่ใช้สามารถสื่อสารองค์ความรู้ของแบบรูปตามที่ต้องการได้
	Richness – ภาษาที่ใช้ต้องอธิบายแบบรูปสามารถอธิบายได้ตามที่คาดหวัง	-	-
	Relevance – ภาพรวมแนวคิดพื้นฐานของแบบรูปถูกเลือกได้อย่างเหมาะสมในการสื่อสารส่วนอื่น ๆ	-	-

ตารางเปรียบเทียบข้างต้นแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติจำนวนมากที่อยู่ภายใต้คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ คุณสมบัติเหล่านั้นจึงถูกเลือกมาใช้ในแบบจำลองฯ เพียงบางส่วนด้วยหลักการคัดเลือก 2 ประการ คือ 1) เป็นคุณสมบัติคุณภาพที่ถูกกล่าวถึงในทั้งสามงานวิจัยที่ยกมา และ 2) เป็นคุณสมบัติคุณภาพที่มีความเป็นไปได้ในการสร้างตัววัดเชิงปริมาณได้ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ได้คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจำนวน 4 คุณสมบัติ ที่ผ่านหลักการคัดเลือกข้างต้น ได้แก่ คุณสมบัติความครบถ้วน (Completeness) การใช้งานได้ง่าย (Ease of Use) ความต้อ

(Consistency) และความมีประโยชน์ (Usefulness) โดยมีรายละเอียดแต่ละคุณสมบัติที่ถูกคัดเลือกดังต่อไปนี้

1) คุณสมบัติความครบถ้วน (Completeness)

คุณสมบัติความครบถ้วน ถูกเลือกจากการเทียบนิยามคุณสมบัติ Completeness จากงานวิจัย [4, 7] และวิธีการประเมิน Completeness of Solution จากงานวิจัย [16] ซึ่งผลลัพธ์การเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่านิยามและวิธีการประเมินที่กล่าวไว้ว่า แบบรูปควรมีเนื้อหาที่ครบถ้วนตามที่ต้องการมีหรือตามที่พึงมี มีความสอดคล้องกันดังแสดงในตารางที่ 3.4 ดังนั้นแบบจำลองการประเมินคุณภาพจึงนำคุณสมบัติความครบถ้วนมาใช้ภายใต้นิยามว่า

“ความครบถ้วน หมายถึงการที่แบบรูป หรือเอกสารคำอธิบายแบบรูปแสดงเนื้อหาที่ครบถ้วนตามที่ต้องการ หรือตามที่พึงมีได้”

ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบนิยามของ ความครบถ้วน จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจาก ตารางที่ 3.3

คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้	คุณสมบัติคุณภาพจากงานวิจัยที่คัดเลือกมา		
	งานวิจัย [7] ของ C. Rolland และคณะ	งานวิจัย [4] ของ P. Singpant และ N. Prompoon	งานวิจัย [16] ของ M. Riaz และคณะ
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป	Completeness – แบบรูปเสนอมุมมองที่ครบถ้วนและครอบคลุมของทั้งปัญหา และแนวทางแก้ไขปัญหานั้นเสนอ	Completeness – แบบรูปเสนอเนื้อหาที่ครบถ้วนตามที่พึงมี และตรงกับแหล่งข้อมูลต้นทางของแบบรูป	Completeness of solution (Requirements Fulfillment) – ประเมินว่าแบบรูปนำเสนอองค์ความรู้ได้อย่างครบถ้วนตามที่ต้องการหรือไม่

2) คุณสมบัติการใช้งานได้ง่าย (Ease of Use) ในแง่การอ่านได้ง่าย (Readability)

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติ Ease of Use ของงานวิจัย [7] คุณสมบัติ Understandability ของงานวิจัย [4] และวิธีการประเมิน Complexity of Application ในส่วนของการประเมิน Ease of Understanding จากงานวิจัย [16] มีความสอดคล้องกันของนิยามคือ เนื้อหาของแบบรูป ต้องอธิบายด้วยภาษาที่เข้าใจได้ง่าย และสามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ดังแสดงในตารางที่ 3.5 แต่อย่างไรก็ตาม การประเมินความเข้าใจได้แบบเชิงปริมาณนั้นทำได้ยาก คุณสมบัติการอ่านได้ง่าย [17] เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจได้ กล่าวคือ ถ้าเนื้อหาของแบบรูปสามารถอ่านได้ง่ายจะช่วยให้ผู้ใช้แบบรูปสามารถทำความเข้าใจแบบรูปได้ง่ายขึ้น และเนื่องจากคุณสมบัติการอ่านได้ง่ายจะสามารถประเมินเชิงปริมาณบนเอกสารคำอธิบายแบบรูปโดยไม่ต้องอาศัยความคิดเห็นของผู้ประเมิน ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเน้นที่คุณสมบัติการอ่านได้ง่ายเท่านั้น

ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบนิยามของ การใช้งานได้ง่าย จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจาก ตารางที่ 3.3

คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้	คุณสมบัติคุณภาพจากงานวิจัยที่คัดเลือกมา		
	งานวิจัย [7] ของ C. Rolland และคณะ	งานวิจัย [4] ของ P. Singpant และ N. Prompoon	งานวิจัย [16] ของ M. Riaz และคณะ
คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป	Ease of Use – ภาษาที่ใช้ต้องอธิบายทำให้องค์ความรู้ที่รวบรวมไว้ในแบบรูปใช้ง่าย	Understandability – แบบรูปถูกนำเสนอในโครงสร้างที่สามารถแสดงเนื้อหาและความสัมพันธ์กับแบบรูปอื่นที่ทำให้ใช้งานได้ง่าย	Complexity of application (Ease of Understanding) – ภาษาที่ใช้ต้องไม่ซับซ้อนจนยากต่อการทำความเข้าใจและนำองค์ความรู้ไปใช้งาน

เพราะฉะนั้น คุณสมบัติการอ่านได้ง่าย จึงนำมาใช้เป็นคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพในแบบจำลองการประเมินคุณภาพ ภายใต้นิยามว่า

“การอ่านได้ง่าย คือการที่เนื้อหาของแบบรูปถูกอธิบายด้วยภาษาหรือวิธีการเขียนที่อ่านได้ง่าย และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานของแบบรูป”

3) คุณสมบัติความต้องกัน (Consistency)

คุณสมบัติความต้องกัน ถูกเลือกมาจากการเปรียบเทียบนิยามของคุณสมบัติ Consistency ของงานวิจัย [4, 7] และวิธีการประเมิน Quality of Solution (ที่ประเมินความสอดคล้องของการออกแบบในแบบรูปกับหลักการออกแบบที่ดี) จากงานวิจัย [16] ซึ่งแสดงให้เห็นว่านิยามมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยเนื้อหาของแบบรูปควรมีความสอดคล้องต้องกันทั้งระหว่างเนื้อหาแต่ละหัวข้อในแบบรูป และกับองค์ความรู้ภายนอกอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.6 อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเน้นที่การวัดคุณภาพจากเอกสารคำอธิบายแบบรูปเพียงอย่างเดียว คุณสมบัติความต้องกันจึงถูกเลือกนำมาใช้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพภายใต้นิยามที่ว่า

“ความต้องกัน คือการที่เนื้อหาของแบบรูปแต่ละส่วน หรือแต่ละหัวข้อ สอดคล้องต้องกันภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป”

ตารางที่ 3.6 การเปรียบเทียบนิยามของ ความต้องกัน จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจาก ตารางที่ 3.3

คุณลักษณะเชิง คุณภาพ ที่กำหนดไว้	คุณสมบัติคุณภาพจากงานวิจัยที่คัดเลือกมา		
	งานวิจัย [7] ของ C. Rolland และคณะ	งานวิจัย [4] ของ P. Singpant และ N. Prompoon	งานวิจัย [16] ของ M. Riaz และคณะ
คุณลักษณะเชิงคุณภาพ ด้านองค์ความรู้ที่ฝัง ภายในแบบรูป	Consistency – แบบ รูป สอดคล้องและต้องกันกับองค์ความรู้หรือคำศัพท์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันในโดเมนที่เกี่ยวข้อง	Consistency – เนื้อหาของแบบรูปมีความต้องกันในทุก ๆ ส่วน/หัวข้อ	Quality of solution (Adherence to design principles) – การออกแบบที่เป็นแนวทางการแก้ปัญหา สอดคล้องและต้องกันกับหลักการออกแบบที่ดี

4) คุณสมบัติความมีประโยชน์ (Usefulness)

คุณสมบัติความมีประโยชน์ ถูกเลือกมาจากการเปรียบเทียบคุณสมบัติ Usefulness ของงานวิจัย [7] คุณสมบัติ Achievement ของงานวิจัย [4] และวิธีการประเมิน Correctness of Solution ที่มีส่วนย่อยเป็นการประเมิน Useful/Working/Accurate Solution จากงานวิจัย [16] ซึ่งแสดงความสอดคล้องกันในส่วนที่ว่า แบบรูปสามารถบรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ตามที่ต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 3.7 ดังนั้นคุณสมบัติความมีประโยชน์จึงถูกเลือกนำมาใช้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพภายใต้นิยามว่า

“ความมีประโยชน์ คือการที่แนวทางการแก้ปัญหาของแบบรูปสามารถบรรลุเป้าหมายตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้”

ตารางที่ 3.7 การเปรียบเทียบนิยามของ ความมีประโยชน์ จากงานวิจัยทั้งสามรายการ ซึ่งยกมาจาก ตารางที่ 3.3

คุณลักษณะเชิง คุณภาพ ที่กำหนดไว้	คุณสมบัติคุณภาพจากงานวิจัยที่คัดเลือกมา		
	งานวิจัย [7] ของ C. Rolland และคณะ	งานวิจัย [4] ของ P. Singpant และ N. Prompoon	งานวิจัย [16] ของ M. Riaz และคณะ
คุณลักษณะเชิงคุณภาพ ด้านองค์ความรู้ที่ฝัง ภายในแบบรูป	Usefulness – แบบ รูป สามารถแก้ปัญหาตามบริบทเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้	Achievement – แบบ รูป บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้	Correctness of solution (Useful / Working / Accurate Solution) – ประเมินว่าแนวทางที่แบบรูปใช้แก้ปัญหา ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้มีประโยชน์

จากการเปรียบเทียบและคัดเลือกข้างต้น ทำให้สามารถสรุปคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่นำมาใช้ พร้อมทั้งคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 สรุปนิยามของคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ และคุณลักษณะเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง

ชื่อคุณสมบัติ	นิยามของคุณสมบัติ	คุณลักษณะเชิงคุณภาพ
ความครบถ้วน	การที่แบบรูป หรือเอกสารคำอธิบายแบบรูปแสดงเนื้อหาที่ครบถ้วนตามที่ต้องการ หรือตามที่พึงมีได้	ด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป
การอ่านได้ง่าย	การที่เนื้อหาของแบบรูปถูกอธิบายด้วยภาษาหรือวิธีการเขียนที่อ่านได้ง่าย และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานของแบบรูป	ด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป
ความต้องกัน	การที่เนื้อหาของแบบรูปแต่ละส่วน หรือแต่ละหัวข้อ สอดคล้องต้องกันภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	ด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป
ความมีประโยชน์	การที่แนวทางการแก้ปัญหาของแบบรูปสามารถบรรลุเป้าหมายตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้	ด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป

3.1.4 สร้างตัววัดคุณภาพเชิงปริมาณที่สะท้อนคะแนนของแต่ละคุณสมบัติ

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างตัววัดคุณภาพขึ้นมาใหม่โดยอิงตามคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพจากขั้นตอนก่อนหน้าด้วยวิธีการค้นคว้าหาแนวทางจากตัววัดในงานวิจัยอื่น ๆ หรือนำตัววัดอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ โดยมีเป้าหมายว่า ตัววัดจะต้องสามารถสะท้อนคะแนนคุณภาพตามคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง ออกเป็นจำนวนเชิงปริมาณได้ และตัววัดจะต้องใช้งานได้โดยไม่ต้องอาศัยความคิดเห็นของผู้ประเมินตามนิยามของคุณสมบัติที่กำหนดไว้ ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงได้ผลลัพธ์เป็นตัววัดคุณภาพทั้งหมด 4 รายการ ได้แก่

- 1) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้าน**ความครบถ้วน**
- 2) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้าน**การอ่านได้ง่าย**
- 3) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้าน**ความต้องกัน**
- 4) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้าน**ความมีประโยชน์**

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาตัววัดทั่วไปสามารถทำได้หลากหลายแนวทาง แต่ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสนับสนุนให้ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถนำผลการวัดไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบรูปในส่วนที่ยังบกพร่องได้ ในส่วนถัดไปจะแสดงผลลัพธ์การสร้างตัววัดคุณภาพและรายละเอียดของแต่ละตัววัดดังต่อไปนี้

1) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้านความครบถ้วน

รหัสตัววัด:	M-1
ชื่อตัววัด:	คะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อของแบบรูป (Completeness Score of the Desired Knowledge in Topics of the Pattern)
ตัวย่อ:	DKT
คุณสมบัติ:	ความครบถ้วน
วัตถุประสงค์:	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าเอกสารคำอธิบายแบบรูปในแต่ละหัวข้อแสดงเนื้อหาที่พึงมีได้ครบถ้วนมากน้อยเพียงใด

ตัววัดคุณภาพนี้ถูกสร้างขึ้นจากนิยามของความครบถ้วนในขั้นตอนก่อนหน้า โดยนำนิยามไปศึกษาเพิ่มเติมในประเด็น “จะทราบได้อย่างไรว่าเนื้อหาที่เขียนในแบบรูปหรือเอกสารคำอธิบายแบบรูปครบถ้วนตามที่ต้องการ หรือที่พึงมี” ซึ่งผลจากการศึกษางานวิจัยอื่น ๆ พบว่า มีหนังสือที่นำเสนอแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุบางเล่มได้ให้คำแนะนำว่า ในแต่ละหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูปควรเขียนเนื้อหาในประเด็นใดบ้าง หรือมีองค์ความรู้ที่พึงมีใดบ้าง โดยองค์ความรู้เหล่านี้ได้ถูกรวบรวมและสรุปมาจากหนังสือ 3 เล่ม คือหนังสือแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุของ E. Gamma และคณะ [9] หนังสือแบบรูปความมั่นคงของ M. Schumacher และคณะ [18] และหนังสือ Head First Design Patterns ของ E. Freeman และคณะ [19] ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 รายการองค์ความรู้ที่พึงมีซึ่งถูกแนะนำไว้

หัวข้อของแบบรูป	ตัวแปร	คำอธิบายเกณฑ์
1. ชื่อและหมวดหมู่ของแบบรูป	$a_{1,1}$	หัวข้อนี้อธิบายถึงชื่อของแบบรูปซึ่งถ่ายทอดแก่นของแบบรูปได้อย่างกระชับ (This topic describes the name of the pattern which conveys the essence of the pattern succinctly.) [9, 18]
	$a_{1,2}$	หัวข้อนี้ระบุการจัดหมวดหมู่ของแบบรูปซึ่งเป็นการจัดกลุ่มแบบรูปที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน (This topic identifies the classification of the pattern which groups up similar patterns together.) [9]
2. จุดมุ่งหมาย	$a_{2,1}$	หัวข้อนี้อธิบายจุดมุ่งหมายของแบบรูป (This topic describes the intent of the pattern.) [9]
	$a_{2,2}$	หัวข้อนี้อธิบายความเป็นมาของแบบรูปหรือประเด็นการออกแบบหรือปัญหาที่แบบรูปต้องการแก้ไข (This topic describes the rationale behind the pattern or the design issue or problem that the pattern intends to solve.) [9]
	$a_{2,3}$	หัวข้อนี้อธิบายแรงกระตุ้นที่ก่อให้เกิดปัญหาการออกแบบ (This topic discusses the associated forces that cause the problem.) [18]

ตารางที่ 3.9 รายการองค์ความรู้ที่พึงมีซึ่งถูกแนะนำไว้ (ต่อ)

หัวข้อของแบบรูป	ตัวแปร	คำอธิบายเกณฑ์
3. ชื่ออื่น ๆ	<i>a_{3,1}</i>	หัวข้อนี้แสดงชื่ออื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับของแบบรูป (This topic provides other well-known names for the pattern.) [9, 18]
4. เหตุจูงใจ	<i>a_{4,1}</i>	หัวข้อนี้อธิบายสถานการณ์ที่แสดงตัวอย่างปัญหาการออกแบบที่แบบรูปต้องการแก้ไขอย่างน้อย 1 สถานการณ์ (This topic describes at least one scenario that illustrates the design problem.) [9]
	<i>a_{4,2}</i>	หัวข้อนี้อธิบายสถานการณ์ปัญหาที่เป็นรูปธรรมด้วยสัญลักษณ์กราฟิก หรือนำเสนอด้วยแผนภาพ (This topic describes the concrete problem scenario with graphical notation or diagrammatic representation.) [9]
	<i>a_{4,3}</i>	หัวข้อนี้อธิบายว่าคลาส อ็อบเจกต์ หรือสัญลักษณ์กราฟิกในแบบรูปสามารถแก้ไขปัญหาการออกแบบได้อย่างไร (This topic describes how the class, object, or graphical notation in the pattern solve the problem.) [9]
	<i>a_{4,4}</i>	หัวข้อนี้อธิบายตัวอย่างของการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมด้วยสัญลักษณ์กราฟิก หรือนำเสนอด้วยแผนภาพ สำหรับการนำไปทำให้เกิดผลในการใช้งานจริง (This topic describes at least one concrete example of the solution with graphical notation or diagrammatic representation in implementation aspect of the real application. [18]
5. การนำไปใช้	<i>a_{5,1}</i>	หัวข้อนี้อธิบายถึงสถานการณ์ที่สามารถนำแบบรูปไปใช้งานได้ (This topic describes the situation in which the design pattern can be applied.) [9, 18]
	<i>a_{5,2}</i>	หัวข้อนี้อธิบายถึงตัวอย่างของการออกแบบที่ไม่ดีที่ก่อให้เกิดปัญหาตามทีแบบรูประบุ (This topic describes the example of poor design that the pattern can address.) [9]
	<i>a_{5,3}</i>	หัวข้อนี้อธิบายว่าผู้ใช้งานแบบรูปสามารถรู้ได้อย่างไร ว่าเกิดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น ซึ่งสามารถนำแบบรูปไปใช้แก้ไขปัญหานั้นได้ (This topic describes how the pattern user can recognize the situation for using patterns.) [9]
6. โครงสร้าง	<i>a_{6,1}</i>	หัวข้อนี้แสดงสัญลักษณ์กราฟิกของคลาสในแบบรูปด้วยภาษายูเอ็มแอล (This topic provides a graphical notation of classes in the pattern using UML.) [9, 18]
	<i>a_{6,2}</i>	คลาสที่แสดงในหัวข้อนี้ถูกอธิบายในระดับนามธรรม คือเป็นระดับสูง หรือไม่ได้เฉพาะเจาะจงไปยังโดเมนใด ๆ (The class provided in this topic is described in an abstract level - High-level/Non-specific to domain.) [9]
	<i>a_{6,3}</i>	หัวข้อนี้อธิบายลำดับการร้องขอ และการทำงานร่วมกันของอ็อบเจกต์ของคลาสในแบบรูปด้วยสัญลักษณ์กราฟิก (This topic describes the sequence of requests and collaboration of objects of the classes in the pattern using a graphical notation.) [9, 18, 19]

ตารางที่ 3.9 รายการองค์ความรู้ที่พึงมีซึ่งถูกแนะนำไว้ (ต่อ)

หัวข้อของแบบรูป	ตัวแปร	คำอธิบายเกณฑ์
7. ผู้มีส่วนร่วม	<i>a7,1</i>	หัวข้อนี้อธิบายว่ามีคลาสหรืออ็อบเจกต์ของคลาสใดที่เกี่ยวข้องกับแบบรูปการออกแบบ รวมทั้งส่วนประกอบของคลาสเหล่านั้นด้วย (This topic describes the classes and/or objects participating in the design pattern along with its elements.) [9]
	<i>a7,2</i>	หัวข้อนี้อธิบายหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคลาสหรือแต่ละอ็อบเจกต์ (This topic describes the responsibilities of each class and/or each object.) [9]
8. การทำงานร่วมกัน	<i>a8,1</i>	หัวข้อนี้อธิบายว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในหัวข้อก่อนหน้า มีการทำงานร่วมกันเพื่อทำตามความรับผิดชอบได้อย่างไร (This topic describes how participants collaborate to carry out their responsibilities.) [9]
9. ผลลัพธ์ที่ตามมา	<i>a9,1</i>	หัวข้อนี้อธิบายว่าแบบรูปสนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างไร (This topic describes how the pattern supports its objectives.) [9]
	<i>a9,2</i>	หัวข้อนี้อธิบายสิ่งที่ต้องแลกเมื่อนำแบบรูปไปใช้ (This topic describes the trade-offs of using the pattern.) [9]
	<i>a9,3</i>	หัวข้อนี้อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานแบบรูป (This topic describes the results of using the pattern.) [9]
9. ผลลัพธ์ที่ตามมา (ต่อ)	<i>a9,4</i>	หัวข้อนี้อธิบายมุมมองโครงสร้างของระบบที่ทำให้การใช้งานแบบรูปต้องปรับเปลี่ยนไป (This topic describes the aspects of the system structure that make the use of the pattern vary independently.) [9]
10. การทำให้เกิดผล	<i>a10,1</i>	หัวข้อนี้ระบุข้อควรระวัง คำแนะนำ หรือเทคนิคที่ผู้ใช้งานแบบรูปควรตระหนักถึงเมื่อนำแบบรูปไปใช้งาน (This topic identifies pitfalls, hints, or techniques that the pattern user should be aware of when implementing the pattern.) [9]
	<i>a10,2</i>	หัวข้อนี้อธิบายว่ามีประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับภาษาการเขียนโปรแกรมหรือไม่ ในการนำแบบรูปไปใช้ (This topic describes whether there are programming-language-specific issues or not.) [9]
	<i>a10,3</i>	หัวข้อนี้แสดงขั้นตอนการใช้งานหรือคำแนะนำสำหรับการนำแบบรูปไปใช้งาน (This topic provides a guideline or recommended steps to implement the pattern.) [18]
	<i>a10,4</i>	หัวข้อนี้อธิบายถึงความหลากหลาย หรือกรณีพิเศษของแบบรูป (This topic describes the variants or specialization of the pattern.) [9, 18]
11. ตัวอย่างโค้ด	<i>a11,1</i>	หัวข้อนี้ระบุบางส่วนของโค้ดที่แสดงวิธีการที่ผู้ใช้งานนำแบบรูปไปใช้ด้วยภาษาการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุที่เป็นที่รู้จัก (This topic provides code fragments that illustrate how the pattern user might implement the pattern in a well-known object-oriented programming language.) [9]

ตารางที่ 3.9 รายการองค์ความรู้ที่พึงมีซึ่งถูกแนะนำไว้ (ต่อ)

หัวข้อของแบบรูป	ตัวแปร	คำอธิบายเกณฑ์
11. ตัวอย่างโค้ด (ต่อ)	$a_{11,2}$	หัวข้อนี้อธิบายรายละเอียดว่าบางส่วนของโค้ดที่ระบุไว้เกี่ยวข้องกับคลาสในแบบรูปอย่างไร (This topic describes the code fragment in detail where it relates to the classes in the pattern.) [19]
12. การใช้งานที่เป็นที่รู้จัก	$a_{12,1}$	หัวข้อนี้อธิบายตัวอย่างการใช้งานแบบรูปในระบบจริงอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง (This topic describes at least one example of the pattern found in real systems.) [9]
13. แบบรูปที่เกี่ยวข้อง	$a_{13,1}$	หัวข้อนี้อธิบายว่ามีแบบรูปอื่นใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับแบบรูปนี้ (This topic describes which other patterns are closely related to this pattern.) [9]
	$a_{13,2}$	หัวข้อนี้อธิบายข้อแตกต่างที่สำคัญจากแบบรูปอื่น ๆ (This topic describes the important differences from the other patterns.) [9]
	$a_{13,3}$	หัวข้อนี้อธิบายว่าสามารถใช้งานแบบรูปนี้กับแบบรูปอื่น ๆ ได้อย่างไร (This topic describes how to use this pattern with others.) [9]

ด้วยเหตุนี้ สมการคำนวณสำหรับใช้เป็นตัววัดค่าคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีจึงถูกสร้างจากคำแนะนำในตารางข้างต้น ได้ดังนี้

$$DKT = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (E_t \times \frac{1}{K_t} \sum_{k=1}^{K_t} a_{t,k}) \quad (1)$$

โดยที่ DKT คือค่าคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นำมาประเมิน โดยจะมีค่าเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

T คือจำนวนหัวข้อที่มีทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ($T = 13$)

K_t คือจำนวนองค์ความรู้ที่พึงมีตามคำแนะนำ ในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป (อ้างอิงตามตารางที่ 3.9)

E_t คือค่าการปรากฏของหัวข้อที่ t ในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งจะมีค่าเป็น 1 หากเอกสารคำอธิบายแบบรูปมีหัวข้อที่ t ปรากฏ แต่ถ้าหัวข้อที่ t ไม่ปรากฏ จะมีค่าเป็น 0 เสมอ

$a_{t,k}$ คือค่าการปรากฏขององค์ความรู้ที่ k ในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป โดยตัวแปรนี้จะมีค่าเป็น 1 เมื่อองค์ความรู้ที่ k ปรากฏในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป แต่จะมีค่าเป็น 0 หากองค์ความรู้ที่ k ไม่ปรากฏ ซึ่งคำอธิบายองค์ความรู้ที่จะใช้เป็นเกณฑ์สำหรับตัวแปรนี้จะแสดงในตารางที่ 3.9 เช่นเดียวกัน

จากสมการข้างต้น ทำให้เห็นว่าส่วนการคำนวณผลรวม $\frac{1}{K_t} \sum_{k=1}^{K_t} a_{t,k}$ เป็นการหาค่า สัดส่วนขององค์ความรู้ที่ปรากฏต่อจำนวนองค์ความรู้ทั้งหมดตามหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ทำให้ทราบว่ายังมีองค์ความรู้ขาดหายไปเท่าใดในหัวข้อนั้น ๆ ซึ่งเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) จากทุก ๆ หัวข้อ จะทำให้ทราบถึงคะแนนเฉลี่ยของทั้งแบบรูปได้ นอกจากนี้ยังมี การใช้ค่า E_t เพื่อช่วยให้ผู้ประเมินไม่จำเป็นต้องคำนวณผลรวมองค์ความรู้ในหัวข้อที่ไม่ปรากฏได้ใน เอกสารคำอธิบายแบบรูป

ทั้งนี้ตัววัดคุณภาพค่าคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อจะมีค่า คะแนนเป็นเลขทศนิยมตั้งแต่ 0 ถึง 1 คะแนน โดยหากค่าคะแนนของตัววัดนี้ยิ่งมาก หมายความว่า เอกสารคำอธิบายแบบรูปนั้นมีความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีมาก โดยคะแนนค่าที่คาดหวังคือ 1 คะแนน แต่ถ้าหากค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้ต่ำกว่า 1 ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณา เกณฑ์ ($a_{t,k}$) แต่ละข้อได้ว่ายังขาดองค์ความรู้ส่วนใดในแต่ละหัวข้อ และนำไปแก้ไขปรับปรุงต่อไปได้ ทั้งนี้ การทำให้คะแนนของตัววัดคุณภาพนี้เป็น 1 นั้นอาจจะทำได้ยาก ดังนั้นผู้พัฒนาแบบรูปสามารถ พิจารณายอมรับค่าคะแนนตามความเห็นของตนเอง หรือตามระเบียบการควบคุมคุณภาพขององค์กร ได้ เช่น ยอมรับหากคะแนนมากกว่า 0.8 คะแนนขึ้นไป เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 3.1 การคำนวณคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อ

จากตัวอย่างแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาซึ่งเป็นกรณีศึกษาของ วิทยานิพนธ์เล่มนี้ (ในภาคผนวก ก.) ผู้วิจัยนำตัววัดคุณภาพนี้ไปประเมินแบบรูปการออกแบบตาม หลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection Limitation Pattern) เวอร์ชัน 1.0 และได้ผลการ ประเมินค่าตัววัดคุณภาพ DKT ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างผลการคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อ

หัวข้อ	ค่า E_t	จำนวนองค์ความรู้ทั้งหมดในหัวข้อ	จำนวนองค์ความรู้ที่ปรากฏ	ผลรวมในหัวข้อ
1. ชื่อและหมวดหมู่	1	2	$1 + 1 = 2$	$2/2 = 1$
2. จุดมุ่งหมาย	1	3	$1 + 0 + 0 = 1$	$1/3 = 0.33$
3. ชื่ออื่น ๆ	0	-	-	-
4. เหตุจูงใจ	1	4	$1 + 0 + 0 + 0 = 1$	$1/4 = 0.25$
5. การนำไปใช้	1	3	$1 + 0 + 1 = 2$	$2/3 = 0.67$
6. โครงสร้าง	1	3	$1 + 1 + 1 = 3$	$3/3 = 1$
7. ผู้มีส่วนร่วม	1	2	$1 + 1 = 2$	$2/2 = 1$
8. การทำงานร่วมกัน	1	1	1	$1/1 = 1$

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างผลการคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อ (ต่อ)

หัวข้อ	ค่า E_t	จำนวนองค์ความรู้ทั้งหมดในหัวข้อ	จำนวนองค์ความรู้ที่ปรากฏ	ผลรวมในหัวข้อ
9. ผลที่ตามมา	1	4	$1 + 0 + 1 + 0 = 2$	$2/4 = 0.50$
10. การทำให้เกิดผล	1	4	$1 + 0 + 1 + 1 = 3$	$3/4 = 0.75$
11. ตัวอย่างโค้ด	1	2	$1 + 1 = 2$	$2/2 = 1$
12. การใช้งานที่เป็นที่รู้จัก	1	1	1	$1/1 = 1$
13. แบบรูปที่เกี่ยวข้อง	1	3	$1 + 0 + 0 = 1$	$1/3 = 0.33$

ดังนั้น ค่าคะแนนของตัววัด DKT ของแบบรูปกรณีศึกษา จะได้ผลลัพธ์คือ

$$DKT = \frac{(1 * 1) + (1 * 0.33) + 0 + (1 * 0.25) + (1 * 0.67) + (1 * 1) + \dots + (1 * 0.33)}{13}$$

$$DKT = \frac{8.83}{13} = 0.6792$$

ผลคะแนนที่คำนวณในข้างต้น ทำให้พบว่าแบบรูปกรณีศึกษาได้คะแนนตัววัดคุณภาพนี้เท่ากับ 0.6792 คะแนนหรือร้อยละ 67.92 หมายความว่าแบบรูปดังกล่าวยังขาดองค์ความรู้ที่พึงมีเป็นร้อยละ 32.08 โดยประมาณ ดังนั้นเมื่อผู้พัฒนาแบบรูปสามารถเข้าไปดูรายการองค์ความรู้ที่พึงมีเพื่อแก้ไขแบบรูปให้ครบถ้วนได้ ยกตัวอย่างเช่น ในหัวข้อจุดมุ่งหมายได้คะแนนเพียง 0.33 คะแนนจากทั้งหมด 1 คะแนน และพบว่ายังขาดการระบุที่มาที่ไปของปัญหาการออกแบบที่แบบรูปต้องการแก้ไขไป ผู้วิจัยจึงสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปแก้ไขเพิ่มเติมในเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้

2) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้านการอ่านได้ง่าย

รหัสตัววัด:	M-2
ชื่อตัววัด:	คะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (Content Reading-Ease Score of the Pattern Description)
ตัวย่อ:	CRE
คุณสมบัติ:	การอ่านได้ง่าย
วัตถุประสงค์:	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าเอกสารคำอธิบายแบบรูปในแต่ละหัวข้อมีการเขียนคำอธิบายที่อ่านได้ง่ายเพียงใด และเหมาะสมกับผู้อ่านระดับใด

จากนิยามของการอ่านได้ง่ายที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ ตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปนี้จึงถูกสร้างขึ้น โดยใช้วิธีการศึกษาเพิ่มเติมด้วยข้อคำถามว่า “จะทราบได้อย่างไรว่าเนื้อหาของแบบรูปอ่านได้ง่าย และเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานของแบบ

รูป” ผลการศึกษาเพิ่มเติมทำให้พบว่า มีงานวิจัยที่นำเสนอแนวทางการประเมินการอ่านได้ง่ายของข้อความไว้หลายแนวทาง แต่สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกแนวทางการประเมินจากงานวิจัยของ R. Flesch และคณะ [17] ที่ได้นำเสนอตัววัดคะแนนการอ่านได้ง่ายของเฟลช (Flesch Reading-Ease Score - *FRES*) มาใช้งาน เนื่องจากเป็นตัววัดที่มีผลการทดลองใช้และพิสูจน์แล้วว่าได้ผลลัพธ์ที่ตรงตามความเป็นจริง ตัววัดการอ่านได้ง่ายของเฟลชสามารถคำนวณจากเนื้อหาที่เป็นข้อความด้วยสมการต่อไปนี้

$$FRES = 206.835 - 1.015 \left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}} \right) - 86.4 \left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}} \right) \quad (2)$$

โดยที่ *FRES* คือค่าคะแนนการอ่านได้ง่ายของเฟลช ซึ่งจะมีค่าในช่วง $(-\infty, 100]$

N_{word} คือจำนวนคำในภาษาอังกฤษทั้งหมดในเนื้อหาที่สนใจ

N_{sentence} คือจำนวนประโยคในภาษาอังกฤษทั้งหมดในเนื้อหาที่สนใจ

N_{syllable} คือจำนวนพยางค์ในภาษาอังกฤษทั้งหมดในเนื้อหาที่สนใจ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง เช่น Entertainment มีสระ 5 ตัว แต่ออกเสียงเพียงแค่ 4 ตัว ค่าตัวแปรนี้จึงเป็น 4 ตัว)

ทั้งนี้ ผลคะแนนของตัววัดการอ่านได้ง่ายของเฟลชนี้ยังสามารถนำไปเปรียบเทียบเป็นระดับการศึกษาของผู้อ่านที่เหมาะสมกับเนื้อหานั้น ๆ เพื่อนำมาใช้แนะนำกลุ่มเป้าหมายของผู้อ่านได้อีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การเทียบคะแนนการอ่านได้ง่ายกับระดับของผู้อ่าน [17]

ช่วงคะแนน	ระดับการศึกษาของผู้อ่านที่เหมาะสม	คำอธิบาย
100.00 – 90.00	เหมาะกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป	เนื้อหาค่อนข้างอ่านได้ง่ายมาก เหมาะสมนักเรียนที่มีอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป
90.00 – 80.00	เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขึ้นไป	เนื้อหาอ่านได้ง่าย เป็นภาษาอังกฤษตามประเพณีนิยมสำหรับผู้อ่านทั่วไป
80.00 – 70.00	เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้นไป	เนื้อหาอ่านได้ง่ายพอสมควร
70.00 – 60.00	เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 - 4 ขึ้นไป	เนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษทั่วไป เหมาะกับเด็กนักเรียนอายุ 13 – 15 ปี หรือมากกว่านั้น
60.00 – 50.00	เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 – 6 ขึ้นไป	เนื้อหาอ่านได้ยากพอสมควร

ตารางที่ 3.11 การเทียบคะแนนการอ่านได้ง่ายกับระดับของผู้อ่าน [17] (ต่อ)

ช่วงคะแนน	ระดับการศึกษาของผู้อ่านที่เหมาะสม	คำอธิบาย
50.00 – 30.00	เหมาะกับนิสิต นักศึกษา ระดับอุดมศึกษา ขึ้นไป	เนื้อหาอ่านได้ยาก
30.00 – 0.00	เหมาะกับผู้ที่จบการศึกษา ระดับอุดมศึกษาหรือมากกว่า	เนื้อหาอ่านได้ยากมาก เหมาะสำหรับผู้ที่จบการศึกษาในระดับอุดมศึกษาแล้ว

เนื่องด้วยผลลัพธ์ที่ได้จากตัววัดคะแนนการอ่านได้ง่ายของเฟลซนั้น สะท้อนคุณสมบัติที่ตรงตามนิยาม การอ่านได้ง่าย ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้ แต่ด้วยวัตถุประสงค์ของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่ต้องการสะท้อนให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าควรจะแก้ไขคำอธิบายส่วนใด ทำให้การนำตัววัดคะแนนการอ่านได้ง่ายของเฟลซมาใช้โดยตรงจึงไม่ตอบโจทย์ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องประยุกต์โดยการคำนวณจากคะแนนการอ่านได้ง่ายของเฟลซในทุก ๆ หัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูปแทน เพื่อให้ทราบถึงคะแนนการอ่านได้ง่ายในรายหัวข้อได้ ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถทราบส่วนที่ควรแก้ไขได้ ซึ่งสมการสำหรับคำนวณค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้ที่ประยุกต์แล้วเป็นดังนี้

$$CRE = \frac{1}{T \times 100} \sum_{t=1}^T FRES_t \quad (3)$$

หรือ

$$CRE = \frac{1}{T \times 100} \sum_{t=1}^T \left(206.835 - 1.015 \left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}} \right)_t - 86.4 \left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}} \right)_t \right) \quad (4)$$

โดยที่ CRE คือค่าคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็เลขทศนิยมในช่วง $(-\infty, 1]$

$FRES_t$ คือค่าคะแนนการอ่านได้ง่ายของเฟลซที่คำนวณจากหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป

T คือจำนวนหัวข้อในเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่มีการอธิบายเนื้อหาเป็นตัวอักษร

N_{word} คือจำนวนคำในภาษาอังกฤษทั้งหมดในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป

$N_{sentence}$ คือจำนวนประโยคในภาษาอังกฤษทั้งหมดในหัวข้อที่ t ของเอกสาร คำอธิบายแบบรูป (คำนวณโดยการนับเครื่องหมายคั่นประโยค ซึ่งประกอบด้วย full-stop, question mark และ exclamation mark)

$N_{syllable}$ คือจำนวนพยางค์ในภาษาอังกฤษ ทั้งหมดในหัวข้อที่ t ของเอกสาร คำอธิบายแบบรูป (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง เช่น Entertainment มีสระ 5 ตัว แต่ออกเสียงเพียงแค่ 4 ตัว คำตัวแปรนี้จึงเป็น 4 ตัว)

สมการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตัววัดคุณภาพนี้ นำตัววัดการอ่านได้ง่ายของเพลชมาใช้โดยคำนวณจากเนื้อหาที่เป็นตัวอักษรในแต่ละหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูป พร้อมทั้งทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) โดยการหารด้วยจำนวนเต็ม 100 เพื่อให้คะแนนสูงสุดปรับเป็น 1 คะแนน และนำมาคิดค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากทุก ๆ หัวข้อเพื่อสรุปเป็นคะแนนค่าเดียว

ค่าของตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปจะมีค่าคะแนนเป็นเลขทศนิยมในช่วงตั้งแต่ $-\infty$ ถึง 1 คะแนน ดังนั้นช่วงคะแนนที่เหมาะสมของเอกสารคำอธิบายแบบรูปจึงถูกกำหนดจากกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานของแบบรูปและจากการที่ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุเริ่มถูกกล่าวถึง หรือใช้สอนในระดับอุดมศึกษา กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานหลักของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุจึงเป็นนิสิต นักศึกษาระดับอุดมศึกษาขึ้นไป

ดังนั้นเมื่อนำคะแนนจากรายการเทียบคะแนนการอ่านได้ง่ายกับระดับการศึกษาของผู้อ่าน (ดังตารางที่ 3.11) มาเทียบโดยการหารด้วย 100 เพื่อให้มีฐานคะแนนเต็มที่เป็น 1 พบว่า ช่วงคะแนนที่เหมาะสมคือคะแนนในช่วงตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.5 ขึ้นไป เพราะฉะนั้นช่วงคะแนนที่คาดหวังของตัววัดคุณภาพนี้จึงถูกกำหนดให้เป็นช่วง $[0.3, 0.5]$ แต่อย่างไรก็ดี หากเนื้อหาของเอกสารคำอธิบายแบบรูปสามารถเขียนให้อ่านได้ง่ายขึ้นกว่านั้น จะยิ่งเป็นผลดีต่อผู้ที่นำแบบรูปการออกแบบนั้น ๆ ไปใช้งาน ดังนั้นจึงทำการเพิ่มช่วงคะแนนที่ง่ายขึ้นหนึ่งระดับคือ $[0.5, 0.6]$ เข้าไปในช่วงคะแนนที่คาดหวังอีกด้วย ทำให้ช่วงคะแนนที่คาดหวังของตัววัดคุณภาพนี้คือ $[0.3, 0.6]$

ในท้ายที่สุด หากผลคะแนนของตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปนี้ไม่อยู่ในช่วง $[0.3, 0.6]$ ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณาแก้ไขรูปแบบการเขียนให้อ่านง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การลดการเขียนประโยคต่อเนื่องที่ยาวจนเกินไป การเลือกใช้คำที่อ่านเข้าใจง่าย เพื่อให้คะแนนของตัววัดปรับเปลี่ยนไปได้ รวมทั้งสามารถพิจารณาแก้ไขจากผลคะแนนรายหัวข้อได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ช่วงคะแนนของตัววัดการอ่านได้ง่ายของเพลชนี้เทียบกับระดับของผู้อ่านภาษาอังกฤษทั่วไป ดังนั้นในอนาคต สามารถพัฒนาตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่าย

ของเนื้อหาในเอกสารคำอธิบายให้ครอบคลุมนิสิต นักศึกษาที่ในระดับและสาขาวิชาเรียนที่เหมาะสมกับการอ่านเอกสารคำอธิบายแบบรูปต่อไปได้

ตัวอย่างที่ 3.2 การคำนวณคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป

จากตัวอย่างแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาที่เป็นกรณีศึกษาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ (ในภาคผนวก ก.) สมการ (3) ในตัววัดคุณภาพนี้ถูกนำไปประเมินเนื้อหาของแบบรูปการออกแบบตามหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection Limitation Pattern) เวอร์ชัน 1.0 และได้ผลการประเมินค่าตัววัดคุณภาพนี้ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ตัวอย่างผลการคำนวณคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป

หัวข้อของแบบรูป	ตัวแปรที่ใช้			ค่า $FRES_t$
	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	
1. ชื่อและหมวดหมู่	-	-	-	-
2. จุดมุ่งหมาย	31	1	47	44
3. ชื่ออื่น ๆ	-	-	-	-
4. เหตุจูงใจ	103	3	161	37
5. การนำไปใช้	66	2	122	14
6. โครงสร้าง	-	-	-	-
7. ผู้มีส่วนร่วม	199	13	365	33
8. การทำงานร่วมกัน	195	13	399	15
9. ผลที่ตามมา	26	1	36	61
10. การทำให้เกิดผล	576	21	1001	29
11. ตัวอย่างโค้ด	288	10	512	24
12. การใช้งานที่เป็นที่รู้จัก	95	4	158	39
13. แบบรูปที่เกี่ยวข้อง	-	-	-	-

ดังนั้นค่าคะแนนตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปกรณีศึกษา จะได้ผลรวมดังนี้

$$CRE = \frac{44 + 37 + 14 + 33 + 15 + 61 + 29 + 24 + 39}{9 \times 100}$$

$$CRE = \frac{296}{9 \times 100} = 0.3288$$

จากตัวอย่างข้างต้น แบบรูปกรณีสึกษาจะมีคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสาร คำอธิบายแบบรูปกรณีสึกษาโดยรวมอยู่ที่ 0.3288 ซึ่งอยู่ในช่วง [0.3, 0.6] ที่เป็นช่วงที่คาดหวังสำหรับ แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้พัฒนาแบบรูปอาจพิจารณาแต่ละหัวข้อของ เอกสารคำอธิบายแบบรูป และอาจแก้ไขหัวข้อที่คะแนนไม่อยู่ในช่วง [0.3, 0.6] เช่น หัวข้อการ นำไปใช้ หรือหัวข้อการทำงานร่วมกัน ให้สามารถอ่านได้ง่ายยิ่งขึ้นได้

3) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติด้านความต้องกัน

รหัสตัววัด:	M-3
ชื่อตัววัด:	คะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (Consistency Score Between Diagrams in the Pattern Description)
ตัวย่อ:	CSD
คุณสมบัติ:	ความต้องกัน
วัตถุประสงค์:	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าแผนภาพหรือแบบจำลอง ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้มีความสอดคล้องต้องกันเพียงใด

ด้วยนิยามของคุณสมบัติความต้องกันของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่กำหนดไว้แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาของแบบรูปแต่ละส่วนหรือแต่ละหัวข้อควรจะมี ความสอดคล้องต้องกัน แต่การประเมินว่าเนื้อหาสอดคล้องต้องกันหรือไม่นั้นจำเป็นต้องใช้ความคิดเห็นของผู้ประเมิน อีกทั้งยังตรวจสอบได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นตัววัดคุณภาพนี้จึงมุ่งเน้นในการตรวจสอบความต้องกันของการใช้งานแผนภาพต่าง ๆ ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปเป็นหลัก โดยจากการสำรวจวิธีการตรวจสอบหรือประเมินความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ดังกล่าวไว้ในบท ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่ามีวิธีการหลายวิธี แต่ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะกำหนดวิธีการตรวจสอบความต้องกันโดยอิงจากกฎการตรวจสอบความต้องกันของ A. Dennis และคณะ [15] เท่านั้น เนื่องจากสามารถตรวจสอบได้โดยตรง จากการพิจารณาส่วนประกอบของแผนภาพต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับสร้างเป็นตัววัดเชิงปริมาณได้

นอกจากนี้ ตัววัดคุณภาพนี้ยังกำหนดขอบเขตให้สามารถใช้กับเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่มีการใช้งานแผนภาพยูเอ็มแอลอย่างน้อย 2 แผนภาพจากทั้งหมด 5 แผนภาพเท่านั้น ได้แก่ แผนภาพ ยูสเคส แผนภาพกิจกรรม แผนภาพคลาส แผนภาพลำดับ และแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพลวัตกรรม ตัววัดคุณภาพคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูปนี้จะสามารถคำนวณได้โดย

$$CSD = \sum_{i=1}^I \frac{R_i}{R_{used}} \quad (5)$$

โดยที่ CSD คือค่าคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

I คือจำนวนกฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ ($I = 12$)

R_{used} คือจำนวนกฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่สามารถนำมาใช้ได้กับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่กำลังประเมิน

R_i คือค่าคะแนนความต้องกันตามกฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ข้อที่ i โดยอ้างอิงกฎแต่ละข้อดังตารางที่ 3.13 สำหรับกฎข้อที่ไม่สามารถใช้งานได้ (ไม่มีแผนภาพในกฎข้อนั้น ๆ ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป) คะแนนสำหรับกฎข้อนั้นจะเป็น 0 คะแนนเสมอ และหากเป็นกฎที่สามารถใช้งานได้แต่แผนภาพของแบบรูปไม่มีส่วนประกอบของแผนภาพที่ระบุไว้ในกฎข้อนั้น ๆ ปรากฏอยู่ จะให้คะแนนของกฎข้อนั้นเป็น 1 คะแนนเสมอ เนื่องจากเป็นไปได้ว่าส่วนประกอบนั้น ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้อธิบายในบริบทของแบบรูปดังกล่าว

ตารางที่ 3.13 กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในตัววัดคุณภาพนี้

รหัส	ใช้เมื่อมีแผนภาพ	คำอธิบาย [15]
R_1	CD, UCD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every class on a CD must be associated with at least one use case.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_1 = \frac{\#Classes\ Associated\ With\ Any\ Use\ Case\ in\ UCD}{\#Classes\ in\ CD} \quad (5.1)$ <p>โดยที่ R_1 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 1</p> <p>$\#Classes\ Associated\ with\ Any\ Use\ Case\ in\ UCD$ คือ จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับยูสเคสใด ๆ อย่างน้อย 1 ยูสเคสในแผนภาพยูสเคส</p> <p>$\#Classes\ in\ CD$ คือ จำนวนคลาสทั้งหมดในแผนภาพคลาส</p>
R_2	AD, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every object node on an activity diagram must be associated with an instance of a class on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_2 = \frac{\#Object\ Nodes\ in\ AD\ Associated\ with\ Any\ Class\ in\ CD}{\#Object\ Nodes\ in\ AD} \quad (5.2)$ <p>โดยที่ R_2 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 2</p> <p>$\#Object\ Nodes\ in\ AD\ Associated\ with\ Any\ Class\ in\ CD$ คือ จำนวนโหนดอ็อบเจกต์ภายในแผนภาพกิจกรรมที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับคลาสใด ๆ 1 คลาสในแผนภาพคลาส</p> <p>$\#Object\ Nodes\ in\ AD$ คือ จำนวนโหนดอ็อบเจกต์ทั้งหมดภายในแผนภาพกิจกรรม</p>

ตารางที่ 3.13 กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในตัววัดคุณภาพนี้ (ต่อ)

รหัส	ใช้เมื่อมีแผนภาพ	คำอธิบาย [15]
R_3	AD, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวว่า “Every activity or action contained in an activity diagram should be related to one or more operations in a class on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_3 = \frac{\#Activities\ or\ Actions\ in\ AD\ Associated\ with\ Any\ Operation\ in\ CD}{\#Activities\ or\ Actions\ in\ AD} \quad (5.3)$ <p>โดยที่ R_3 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 3</p> <p><i>#Activities or Actions in AD Associated with Any Operation in CD</i> คือ จำนวนกิจกรรมหรือการกระทำในแผนภาพกิจกรรมที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับการดำเนินการใด ๆ อย่างน้อย 1 การดำเนินการของคลาสในแผนภาพคลาส</p> <p><i>#Activities or Actions in AD</i> คือ จำนวนกิจกรรมหรือการกระทำทั้งหมดในแผนภาพกิจกรรม</p>
R_4	SD, UCD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวว่า “Every actor on sequence diagrams must be associated with an actor in the use case diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_4 = \frac{\#Actors\ in\ SD\ Associated\ with\ Any\ Actor\ in\ UCD}{\#Actors\ in\ SD} \quad (5.4)$ <p>โดยที่ R_4 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 4</p> <p><i>#Actors in SD Associated with Any Actor in UCD</i> คือ จำนวนผู้กระทำในแผนภาพลำดับที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับผู้กระทำใด ๆ 1 คน/ระบบในแผนภาพยูสเคส</p> <p><i>#Actors in SD</i> คือ จำนวนผู้กระทำทั้งหมดในแผนภาพลำดับ</p>
R_5	SD, AD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวว่า “Every message on sequence diagrams must be related to any activity and action on an activity diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_5 = \frac{\#Messages\ in\ SD\ Associated\ with\ Any\ Activity\ and\ Action\ in\ AD}{\#Messages\ in\ SD} \quad (5.5)$ <p>โดยที่ R_5 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 5</p> <p><i>#Messages in SD Associated with Any Activity and Action in AD</i> คือ จำนวนข้อความในแผนภาพลำดับที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือการกระทำใด ๆ อย่างน้อย 1 รายการในแผนภาพกิจกรรม</p> <p><i>#Messages in SD</i> คือจำนวนข้อความทั้งหมดในแผนภาพลำดับ</p>

ตารางที่ 3.13 กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในตัววัดคุณภาพนี้ (ต่อ)

รหัส	ใช้เมื่อมีแผนภาพ	คำอธิบาย [15]
R_6	BSM, AD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every transition on behavioral state machines must be related to any activity and action on an activity diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_6 = \frac{\#Transitions\ in\ BSM\ Associated\ with\ Any\ Activity\ and\ Action\ in\ AD}{\#Transitions\ in\ BSM} \quad (5.6)$ <p>โดยที่ R_6 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 6</p> <p><i>#Transitions in BSM Associated with Any Activity and Action in AD</i> คือ จำนวนการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือการกระทำใด ๆ อย่างน้อย 1 รายการในแผนภาพกิจกรรม</p> <p><i>#Transitions in BSM</i> คือจำนวนการเปลี่ยนสถานะทั้งหมดในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม</p>
R_7	AD, BSM	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every complex object represented by an object node in an activity diagram must have a behavioral state machine that represents the object’s lifecycle.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_7 = \frac{\#Complex\ Object\ Nodes\ in\ AD\ Having\ BSM}{\#Complex\ Object\ Nodes\ in\ AD} \quad (5.7)$ <p>โดยที่ R_7 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 7</p> <p><i>#Complex Object Nodes in AD Having BSM</i> คือ จำนวนโหนดอ็อบเจกต์ที่ซับซ้อนในแผนภาพกิจกรรมที่สามารถระบุได้ว่ามีการเขียนแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม 1 แผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรชีวิตของอ็อบเจกต์นั้น</p> <p><i>#Complex Object Nodes in AD</i> คือ จำนวนโหนดอ็อบเจกต์ที่ซับซ้อนทั้งหมดในแผนภาพกิจกรรม</p>
R_8	BSM, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every behavioral state machine must be associated with any instance (object) of a class on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_8 = \frac{\#BSMs\ Associated\ with\ Any\ Class\ in\ CD}{\#BSMs} \quad (5.8)$ <p>โดยที่ R_8 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 8</p> <p><i>#BSMs Associated with Any Class in CD</i> คือ จำนวนแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับคลาส หรืออินสแตนซ์ของคลาส (อ็อบเจกต์) ใด ๆ 1 รายการในแผนภาพคลาส</p> <p><i>#BSMs</i> คือ จำนวนแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมทั้งหมดที่มีในเอกสารคำอธิบายแบบรูป</p>

ตารางที่ 3.13 กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในตัววัดคุณภาพนี้ (ต่อ)

รหัส	ใช้เมื่อมีแผนภาพ	คำอธิบาย [15]
R_9	SD, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวว่า “Every object contained on a sequence diagram must be an instantiation of a class that is located on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_9 = \frac{\#Objects\ in\ SD\ Associated\ with\ Any\ Class\ in\ CD}{\#Objects\ in\ SD} \quad (5.9)$ <p>โดยที่ R_9 คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 9</p> <p><i>#Objects in SD Associated with Any Class in CD</i> คือ จำนวนอ็อบเจกต์ในแผนภาพลำดับที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับการสร้างอินสแตนซ์ของคลาส (อ็อบเจกต์) ไต ๆ 1 รายการในแผนภาพคลาส</p> <p><i>#Objects in SD</i> คือ จำนวนอ็อบเจกต์ทั้งหมดในแผนภาพลำดับ</p>
R_{10}	SD, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวว่า “Every message contained on sequence diagrams must be associated with one operation in a class and one association connecting classes on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_{10} = \frac{\#Messages\ in\ SD\ Associated\ with\ Any\ Operation\ and\ Association\ in\ CD}{\#Messages\ in\ SD} \quad (5.10)$ <p>โดยที่ R_{10} คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 10</p> <p><i>#Messages in SD Associated with Any Operation or Association in CD</i> คือ จำนวนข้อความในแผนภาพลำดับที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับการดำเนินการในคลาส 1 รายการ และเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสใด ๆ 1 รายการในแผนภาพคลาส</p> <p><i>#Messages in SD</i> คือจำนวนข้อความทั้งหมดในแผนภาพลำดับ</p>
R_{11}	BSM, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวว่า “Every Transition on behavioral state machines must be associated with an operation in a class and an association connecting classes on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_{11} = \frac{\#Transitions\ in\ BSM\ Associated\ with\ Any\ Operation\ and\ Association\ in\ CD}{\#Transitions\ in\ BSM} \quad (5.11)$ <p>โดยที่ R_{11} คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 11</p> <p><i>#Transitions in BSM Associated with Any Operation or Association in CD</i> คือ จำนวนการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับการดำเนินการในคลาส 1 รายการ และเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสใด ๆ 1 รายการในแผนภาพคลาส</p> <p><i>#Transitions in BSM</i> คือจำนวนการเปลี่ยนสถานะทั้งหมดในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม</p>

ตารางที่ 3.13 กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่ใช้ในตัววัดคุณภาพนี้ (ต่อ)

รหัส	ใช้เมื่อมีแผนภาพ	คำอธิบาย [15]
R_{12}	BSM, CD	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every state in a behavioral state machine must be associated with a value of an attribute or a set of attributes that describes an object (of a class).” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_{12} = \frac{\#States\ in\ BSM\ Associated\ with\ Any\ Attribute\ Value\ or\ a\ Set\ of\ Attributes\ in\ CD}{\#States\ in\ BSM} \quad (5.12)$ <p>โดยที่ R_{12} คือ ค่าคะแนนของกฎข้อที่ 12</p> <p><i>#States in BSM Associated with Any Attribute Value or a Set of Attributes in CD</i> คือ จำนวนสถานะในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับค่าของคุณลักษณะ หรือเซตของคุณลักษณะใด ๆ ในคลาสของแผนภาพคลาส</p> <p><i>#States in BSM</i> คือ จำนวนสถานะทั้งหมดในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม</p>

หมายเหตุ UCD หมายถึงแผนภาพยูสเคส, AD หมายถึงแผนภาพกิจกรรม, CD หมายถึงแผนภาพคลาส, SD หมายถึงแผนภาพลำดับ และ BSM หมายถึง แผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม

สมการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตัววัดคุณภาพนี้ได้นำกฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์มาสร้างเป็นสมการย่อย (5.1) – (5.12) เพื่อใช้ในการนับโดยตรงจากแผนภาพต่าง ๆ ที่ใช้อธิบายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์ของสมการย่อยแต่ละสมการจะเป็นสัดส่วนจำนวนที่มีความต้องกันต่อจำนวนทั้งหมด จึงมีค่าเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ทั้งหมด โดยที่คะแนนย่อยของสัดส่วนจะทำให้เห็นว่ามีส่วนประกอบกี่ส่วนที่ไม่ต้องกัน เช่น มีเพียง 2 คลาสจาก 5 คลาสที่ ต้องกัน จากนั้นจึงใช้คะแนนของสมการย่อยทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากทุก ๆ กฎที่มี

ดังนั้นค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูปนี้จะเป็นเลขทศนิยมระหว่าง 0 ถึง 1 คะแนนเช่นกัน ทำให้หากค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้ยิ่งเข้าใกล้ 1 คะแนน จะยิ่งหมายความว่า แผนภาพทั้งหมดที่นำมาใช้ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปสอดคล้องต้องกันมาก แต่ถ้าหากคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้น้อยกว่า 1 คะแนนนั้น จะเป็นการชี้ให้ผู้พัฒนาทราบว่า แผนภาพที่นำมาใช้อธิบายยังไม่สอดคล้องต้องกันในส่วนใด ทั้งนี้ การทำให้คะแนนของตัววัดคุณภาพนี้เป็น 1 นั้นอาจจะทำได้ยาก ดังนั้นผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณายอมรับค่าคะแนนตามความเห็นของตนเอง หรือตามระเบียบการควบคุมคุณภาพขององค์กรได้ เช่น ยอมรับหากคะแนนมากกว่า 0.8 คะแนนขึ้นไป เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 3.3 การคำนวณคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป

จากตัวอย่างแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาที่เป็นกรณีศึกษาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ (ในภาคผนวก ก.) พบว่ามีการใช้แผนภาพ 3 รายการ คือแผนภาพกิจกรรม แผนภาพคลาส และแผนภาพลำดับ จึงสามารถใช้งานกฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์ข้อที่ 2, 3, 5, 9 และ 10 ได้ ตัววัดคุณภาพนี้จึงถูกนำไปประเมินเอกสารคำอธิบายแบบรูปในเวอร์ชัน 1.0 จนกระทั่งได้ผลการประเมินค่าคะแนนตัววัด CSD ดังนี้

- กฎข้อที่ 1, 4, 6, 7, 8, 11 และ 12 ได้ 0 คะแนน เนื่องจากไม่มีแผนภาพที่ระบุไว้ตามกฎข้อนั้น ๆ

- กฎข้อที่ 2 ได้ 1 คะแนน เนื่องจากมีทั้งแผนภาพกิจกรรม และแผนภาพคลาส แต่ไม่มีการใช้งานโหนดอ็อบเจกต์ในแผนภาพกิจกรรมเลย จึงไม่สามารถคำนวณตามสมการได้ แต่จะได้คะแนนเต็ม เนื่องจากโหนดอ็อบเจกต์อาจไม่จำเป็นต้องใช้ในการอธิบายแบบรูปนี้ และไม่ได้แสดงถึงความไม่ต้องกัน

- กฎข้อที่ 3 ได้ 0.33 คะแนน เนื่องจากมีเพียง 3 กิจกรรมหรือการกระทำในแผนภาพคลาสเท่านั้น ที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับการดำเนินการภายในคลาสของแผนภาพคลาส จากทั้งหมด 9 กิจกรรมหรือการกระทำ

- กฎข้อที่ 5 ได้ 0.78 คะแนน เนื่องจากมีเพียง 7 ข้อความในแผนภาพลำดับเท่านั้นที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือการกระทำในแผนภาพกิจกรรมได้ จากทั้งหมด 9 ข้อความ

- กฎข้อที่ 9 ได้ 0.75 คะแนน เนื่องจากมีเพียง 3 อ็อบเจกต์ในแผนภาพลำดับเท่านั้นที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับคลาสในแผนภาพคลาสได้ จากทั้งหมด 4 อ็อบเจกต์

- กฎข้อที่ 10 ได้ 0.375 คะแนน เนื่องจากมีเพียง 3 ข้อความในแผนภาพลำดับเท่านั้นที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับการดำเนินการภายในคลาสหรือเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแผนภาพคลาสได้ จากทั้งหมด 4 ข้อความ

ดังนั้นค่าคะแนนตัววัดคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพของแบบรูปกรณีศึกษา ที่คิดจากกฎทั้ง 5 ข้อจะได้ผลรวมดังนี้

$$CSD = \frac{1 + 0.33 + 0.78 + 0.75 + 0.375}{5} = \frac{3.235}{5} = 0.647$$

จากตัวอย่างข้างต้น ผลคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูปของแบบรูปกรณีศึกษา จะได้คะแนนโดยรวมเป็น 0.647 หมายความว่าแผนภาพในแบบรูปยังไม่

สอดคล้องและต้องกันคิดเป็นร้อยละ 35.30 ซึ่งผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณาผลคะแนนและเลือกคูกฎแต่ละข้อที่ไม่ได้คะแนนเต็ม 1 คะแนน เพื่อนำไปแก้ไขแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้ ยกตัวอย่างเช่น กฎข้อที่ 5 ที่แสดงให้เห็นว่ามีเพียง 7 ข้อความจากทั้งหมด 9 ข้อความ ที่สามารถระบุได้ว่าสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือการกระทำ ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถแก้ไข อีก 2 ข้อความให้สัมพันธ์และสอดคล้องกับกิจกรรมหรือการกระทำได้

4) ตัววัดคุณภาพที่สะท้อนถึงคุณสมบัติความมีประโยชน์

รหัสตัววัด:	M-4
ชื่อตัววัด:	คะแนนความมีประโยชน์จากสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน (Usefulness Score from the Pattern Application Proportion)
ตัวย่อ:	PAP
คุณสมบัติ:	ความมีประโยชน์
วัตถุประสงค์:	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าแผนภาพที่อธิบายในเอกสารคำอธิบายมีประโยชน์สำหรับนำมาใช้ในมุมมองของผู้ใช้งานหรือไม่

ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปมักมีการใช้แผนภาพต่าง ๆ ในการอธิบาย ตัววัดคุณภาพนี้จึงสร้างด้วยเป้าหมายว่า “แผนภาพต่าง ๆ ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปสามารถนำไปใช้งานได้จริงตามที่ผู้ใช้งานคาดหวังหรือไม่” ทำให้เกิดเป็นแนวคิดที่ว่า เมื่อผู้ใช้งานแบบรูปเลือกนำแผนภาพต่าง ๆ ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้งาน ได้มีการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ถูกออกแบบอยู่ในแผนภาพไปใช้อย่างครบถ้วนหรือไม่ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวถูกนำมาใช้สร้างตัววัดคุณภาพสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานที่คำนวณได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$PAP = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P PAP_{d,p} \quad (6)$$

โดยที่ PAP คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานเฉลี่ยจากทุก ๆ โครงการที่นำไปทดลองใช้

P คือจำนวนโครงการที่นำแผนภาพในแบบรูปไปทดลองใช้ออกแบบ (หากยังนำไปทดลองใช้ในหลายโครงการเท่าใด จะยิ่งทำให้ผลการประเมินชัดเจนยิ่งขึ้นเท่านั้น)

$PAP_{d,p}$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปแผนภาพ d ไปใช้งานของโครงการที่ p ซึ่งตัวแปรนี้สามารถนำไปใช้งานได้กับแผนภาพ 5 แผนภาพเช่นเดียวกับตัววัดคุณภาพคะแนนความต้องกัน โดยการคำนวณค่าคะแนนตัวแปรนี้จะแตกต่างกันออกไปตามแผนภาพที่นำมาทดลองใช้ มีรายละเอียดวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ก) แผนภาพคลาส

สำหรับแผนภาพคลาส เป็นแผนภาพหลักที่ถูกใช้ในการออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์ มีส่วนประกอบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดของภาษายูเอ็มแอล เช่น คลาส คุณลักษณะของคลาส การดำเนินการของคลาส และความสัมพันธ์ระหว่างคลาสแบบต่าง ๆ ทำให้สามารถคำนวณสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานสำหรับแผนภาพคลาสได้ดังสมการต่อไปนี้

$$PAP_{class,p} = \frac{CP_p + AP_p + OP_p + AscP_p + GenP_p + AgrP_p + ComP_p}{N_{element}} \quad (7)$$

โดยที่ $PAP_{class,p}$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแผนภาพคลาสของแบบรูปไปใช้งานในโครงการที่ p ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

CP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนคลาสทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (คลาสในที่นี้รวมทั้ง Abstract Class, Concrete Class และ Interface) ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$CP_p = \frac{\#Classes \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Classes \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (7.1)$$

AP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำคุณลักษณะของคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนคุณลักษณะของคลาสทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$AP_p = \frac{\#Attributes \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Attributes \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (7.2)$$

OP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำการดำเนินการของคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนการดำเนินการทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นตัวเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$OP_p = \frac{\#Operations \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Operations \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (7.3)$$

$AscP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Association ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$AscP_p = \frac{\#Association \ Relationships \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Association \ Relationships \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (7.4)$$

$GenP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Generalization ระหว่างคลาส หรือความสัมพันธ์แบบ Realization ระหว่าง Interface กับคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$GenP_p = \frac{\#Generalization/Realization Relationships Applied in Project p}{\#Generalization/Realization Relationships in the Pattern Description} \quad (7.5)$$

$AgrP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Aggregation ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$AgrP_p = \frac{\#Aggregation Relationships Applied in Project p}{\#Aggregation Relationships in the Pattern Description} \quad (7.6)$$

$ComP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Composition ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ComP_p = \frac{\#Composition Relationships Applied in Project p}{\#Composition Relationships in the Pattern Description} \quad (7.7)$$

$N_{element}$ คือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดที่ถูกใช้อธิบายอยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส การดำเนินการ ความสัมพันธ์แบบ Association และความสัมพันธ์แบบ Generalization ค่าของตัวแปรนี้จะ เป็น 4

ข) แผนภาพยูสเคส

สำหรับแผนภาพยูสเคส ในบางครั้งถูกนำมาใช้อธิบายฟังก์ชันการทำงานของแบบรูป มีส่วนประกอบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดการเขียนแผนภาพ 6 ส่วนคือ ผู้กระทำ ยูสเคส ความสัมพันธ์แบบ Association ความสัมพันธ์แบบ Generalization ความสัมพันธ์แบบ include และความสัมพันธ์แบบ extend ซึ่งสามารถคำนวณค่าคะแนนสัดส่วนการนำไปใช้งานของแผนภาพยูสเคสได้ดังสมการต่อไปนี้

$$PAP_{use\ case,p} = \frac{ActP_p + UCP_p + AscP_p + GenP_p + IncP_p + ExtP_p}{N_{element}} \quad (8)$$

โดยที่ $PAP_{use\ case,p}$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแผนภาพยูสเคสของแบบรูปไปใช้งานในโครงการที่ p ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะ เป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

$ActP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำสัญลักษณ์ผู้กระทำที่อยู่ในแผนภาพไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนสัญลักษณ์ผู้กระทำทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ActP_p = \frac{\#Actors \text{ Applied in Project } p}{\#Actors \text{ in the Pattern Description}} \quad (8.1)$$

UCP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำสัญลักษณ์ยูสเคสที่อยู่ในแผนภาพไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนสัญลักษณ์ยูสเคสทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$UCP_p = \frac{\#Use \text{ Cases Applied in Project } p}{\#Use \text{ Cases in the Pattern Description}} \quad (8.2)$$

$AscP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Association ระหว่างผู้กระทำกับยูสเคสที่อยู่ในแผนภาพไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$AscP_p = \frac{\#Association \text{ Relationships Applied in Project } p}{\#Association \text{ Relationships in the Pattern Description}} \quad (8.3)$$

$GenP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Generalization ระหว่างผู้กระทำและระหว่างยูสเคสที่อยู่ในแผนภาพไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$GenP_p = \frac{\#Generalization \text{ Relationships Applied in Project } p}{\#Generalization \text{ Relationships in the Pattern Description}} \quad (8.4)$$

$IncP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Include ระหว่างยูสเคสที่อยู่ในแผนภาพไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$IncP_p = \frac{\#Include \text{ Relationships Applied in Project } p}{\#Include \text{ Relationships in the Pattern Description}} \quad (8.5)$$

$ExtP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Extend ระหว่างยูสเคสที่อยู่ในแผนภาพไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนความสัมพันธ์เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ExtP_p = \frac{\#Extend \text{ Relationships Applied in Project } p}{\#Extend \text{ Relationships in the Pattern Description}} \quad (8.6)$$

$N_{element}$ คือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดที่ถูกใช้อธิบายอยู่ในแผนภาพยูสเคสของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนภาพยูสเคสประกอบด้วย สัญลักษณ์ผู้กระทำ สัญลักษณ์ยูสเคส ความสัมพันธ์แบบ Association และความสัมพันธ์แบบ Include ค่าของตัวแปรนี้จะเป็น 4

ค) แผนภาพกิจกรรม

แผนภาพกิจกรรมซึ่งมักถูกนำมาใช้เขียนเพื่ออธิบายกิจกรรมหรือกระบวนการทำงานของแบบรูป มีส่วนประกอบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดการเขียนแผนภาพ 8 ส่วนคือ กิจกรรม/การกระทำ เส้นเชื่อมการไหลของการควบคุม เส้นเชื่อมการไหลของอ็อบเจกต์ โหนดตัดสินใจ (Decision Node) โหนดผสาน (Merge Node) โหนดทางแยก (Fork Node) โหนดเชื่อม (Join Node) และโหนดอ็อบเจกต์ (Object Node) ทำให้สามารถคำนวณสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานสำหรับแผนภาพกิจกรรมได้ดังสมการต่อไปนี้

$$PAP_{activity,p} = \frac{ActP_p + CtrlFP_p + ObjFP_p + DP_p + MP_p + FP_p + JP_p + ObjP_p}{N_{element}} \quad (9)$$

โดยที่ $PAP_{activity,p}$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแผนภาพกิจกรรมของแบบรูปไปใช้งานในโครงการที่ p ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

$ActP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำกิจกรรม/การกระทำที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องเป็นกิจกรรมที่อยู่ถูกลำดับตามที่อธิบายไว้ในแบบรูปด้วย) ต่อจำนวนกิจกรรม/การกระทำทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ActP_p = \frac{\#Activities/Actions Applied in Project p}{\#Activities/Actions in the Pattern Description} \quad (9.1)$$

$CtrlFP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำเส้นเชื่อมการไหลของการควบคุมที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีกิจกรรม/การกระทำต้นทาง และปลายทางที่ระบุได้ว่าตรงกับที่อธิบายไว้ในแบบรูปด้วย) ต่อจำนวนเส้นเชื่อมเหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$CtrlFP_p = \frac{\#Control Flow Edges Applied in Project p}{\#Control Flow Edges in the Pattern Description} \quad (9.2)$$

$ObjFP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำเส้นเชื่อมการไหลของอ็อบเจกต์ที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีกิจกรรม/การกระทำหรือโหนดอ็อบเจกต์ทั้งต้นทาง และปลายทางที่ระบุได้ว่าตรงกับที่อธิบายไว้ในแบบรูปด้วย) ต่อจำนวนเส้นเชื่อม

เหล่านั้นทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ObjFP_p = \frac{\#Object\ Flow\ Edges\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Object\ Flow\ Edges\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (9.3)$$

DP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำโหนดตัดสินใจที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีเงื่อนไขการตัดสินใจที่ระบุได้ว่าตรงกับที่อธิบายไว้ในแบบรูป) ต่อจำนวนโหนดตัดสินใจทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$DP_p = \frac{\#Decision\ Nodes\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Decision\ Nodes\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (9.4)$$

MP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำโหนดผสมที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนโหนดผสมทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$MP_p = \frac{\#Merge\ Nodes\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Merge\ Nodes\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (9.5)$$

FP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำโหนดทางแยกที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนโหนดทางแยกทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$FP_p = \frac{\#Fork\ Nodes\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Fork\ Nodes\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (9.6)$$

JP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำโหนดเชื่อมที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนโหนดเชื่อมทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$JP_p = \frac{\#Join\ Nodes\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Join\ Nodes\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (9.6)$$

$ObjP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำโหนดอ็อบเจกต์ที่อยู่ในแผนภาพกิจกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนโหนดอ็อบเจกต์ทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ObjP_p = \frac{\#Object\ Nodes\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Object\ Nodes\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (9.6)$$

$N_{element}$ คือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดที่ถูกใช้อธิบายอยู่ในแผนภาพกิจกรรมของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนภาพกิจกรรมประกอบด้วย กิจกรรม/การกระทำ เส้นเชื่อมการไหลการควบคุม โหนดตัดสินใจ และโหนดผสาน ค่าของตัวแปรนี้จะเป็น 4

ง) แผนภาพลำดับ

แผนภาพลำดับถูกนำมาใช้อธิบายพฤติกรรมการทำงานร่วมกันของอ็อบเจกต์ของคลาส ที่เป็นผลลัพธ์ของการออกแบบตามแบบรูป ซึ่งแผนภาพลำดับจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดการเขียนแผนภาพ 6 ส่วนคือ ผู้กระทำ เส้นชีวิตอ็อบเจกต์ของคลาส (Life Line) เส้นข้อความ (Message) เส้นตอบสนอง (Response) ส่วนทางเลือก (Alternative Fragment) และส่วนการวนซ้ำ (Loop Fragment) ทำให้สามารถคำนวณสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานสำหรับแผนภาพกิจกรรมได้ดังสมการต่อไปนี้

$$PAP_{sequence,p} = \frac{ActP_p + LLP_p + MsgP_p + ResP_p + AltFragP_p + LoopFragP_p}{N_{element}} \quad (10)$$

โดยที่ $PAP_{sequence,p}$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแผนภาพลำดับของแบบรูปไปใช้งานในโครงการที่ p ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

$ActP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำสัญลักษณ์ผู้กระทำที่อยู่ในแผนภาพลำดับไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนสัญลักษณ์ผู้กระทำทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูปผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ActP_p = \frac{\#Actors \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Actors \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (10.1)$$

LLP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำเส้นชีวิตอ็อบเจกต์ของคลาสที่อยู่ในแผนภาพลำดับไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p ต่อจำนวนเส้นชีวิตอ็อบเจกต์ของคลาสทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$LLP_p = \frac{\#Object \ Life \ Lines \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Object \ Life \ Lines \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (10.2)$$

$MsgP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำเส้นข้อความที่อยู่ในแผนภาพลำดับไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องเป็นเส้นข้อความที่มีทั้งต้นทางและปลายทางตรงกับที่ระบุไว้ในแบบรูป รวมทั้งอยู่ในลำดับที่ตรงกัน) ต่อจำนวนเส้นข้อความทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูปผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$MsgP_p = \frac{\#Messages \ Applied \ in \ Project \ p}{\#Messages \ in \ the \ Pattern \ Description} \quad (10.3)$$

$ResP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำเส้นตอบสนองที่อยู่ในแผนภาพลำดับไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องเป็นเส้นตอบสนองที่มีทั้งต้นทางและปลายทางตรงกับที่ระบุไว้ในแบบรูป รวมทั้งอยู่ในลำดับที่ตรงกัน) ต่อจำนวนเส้นตอบสนองทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$ResP_p = \frac{\#Responses\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Responses\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (10.4)$$

$AltFragP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำส่วนทางเลือกที่อยู่ในแผนภาพลำดับไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีเงื่อนไขทางเลือกที่ระบุได้ว่าตรงกัน) ต่อจำนวนส่วนทางเลือกทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$AltFragP_p = \frac{\#Alternate\ Fragments\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Alternate\ Fragments\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (10.5)$$

$LoopFragP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำส่วนการวนซ้ำที่อยู่ในแผนภาพลำดับไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีเงื่อนไขการวนซ้ำที่ระบุได้ว่าตรงกัน) ต่อจำนวนส่วนการวนซ้ำทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก

$$LoopFragP_p = \frac{\#Loop\ Fragments\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Loop\ Fragments\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (10.6)$$

$N_{element}$ คือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดที่ถูกใช้อธิบายอยู่ในแผนภาพลำดับของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนภาพลำดับประกอบด้วย ผู้กระทำ เส้นข้อความ และเส้นชีวิตอ็อบเจกต์ของคลาส ค่าของตัวแปรนี้จะ เป็น 3

จ) แผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม

แผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมสามารถถูกนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของอ็อบเจกต์ที่ซับซ้อนของคลาส โดยแผนภาพจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดการเขียนแผนภาพ 2 ส่วนคือ สถานะ (State) และการเปลี่ยนสถานะ (Transition) ทำให้สามารถคำนวณสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานสำหรับแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมได้ดังสมการต่อไปนี้

$$PAP_{state,p} = \frac{StateP_p + TransP_p}{N_{element}} \quad (11)$$

โดยที่ $PAP_{state,p}$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมของแบบรูปไปใช้งานในโครงการที่ p ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะ เป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$

$StateP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำสถานะที่อยู่ในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีชื่อของสถานะที่ระบุได้ว่าตรงกับแบบรูป) ต่อ

จำนวนสถานะทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ที่จะคำนวณได้จาก

$$StateP_p = \frac{\#States\ Applied\ in\ Project\ p}{\#States\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (11.1)$$

$TransP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำการเปลี่ยนสถานะที่อยู่ในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมไปใช้ออกแบบระบบของโครงการที่ p (ต้องมีเงื่อนไขการเปลี่ยนที่ระบุได้ว่าตรงกับแบบรูป) ต่อจำนวนการเปลี่ยนสถานะทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผลลัพธ์จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ที่จะคำนวณได้จาก

$$TransP_p = \frac{\#Transitions\ Applied\ in\ Project\ p}{\#Transitions\ in\ the\ Pattern\ Description} \quad (11.2)$$

$N_{element}$ คือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดที่ถูกใช้อธิบายอยู่ในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรมประกอบด้วย สถานะ และการเปลี่ยนสถานะ ค่าของตัวแปรนี้จะเป็น 2

ในท้ายที่สุด ค่าคะแนนของตัววัดสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานนี้ ไม่ว่าจะนำไปใช้กับแผนภาพใดจะเป็นเลขทศนิยมตั้งแต่ 0 ถึง 1 คะแนน ผลที่คาดหวังคือแผนภาพในแบบรูปควรจะมีประโยชน์และทำให้ผู้ใช้งานนำไปใช้งานได้ทั้งหมด ทำให้ได้ 1 คะแนนเต็ม แต่การที่ได้คะแนนน้อยกว่า 1 คะแนน จะเป็นการชี้ให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบว่า มีบางส่วนประกอบที่ไม่ถูกนำไปใช้งานในการออกแบบตามโครงการของผู้ใช้งาน ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณาได้ว่าส่วนประกอบนั้น ๆ จำเป็นต้องคงไว้ในแบบรูปหรือไม่ หรือควรตัดส่วนประกอบนั้น ๆ ออก ทั้งนี้ การทำให้คะแนนของตัววัดคุณภาพนี้เป็น 1 นั้นอาจจะทำได้ยาก ดังนั้นผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณายอมรับค่าคะแนนตามความเห็นของตนเอง หรือตามระเบียบการควบคุมคุณภาพขององค์กรได้ เช่น ยอมรับหากคะแนนมากกว่า 0.8 คะแนนขึ้นไป เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 3.4 การคำนวณคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน

จากตัวอย่างแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาที่เป็นกรณีศึกษาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ (ในภาคผนวก ก.) และสมมติให้มีการนำแผนภาพคลาสในเอกสารคำอธิบายแบบรูปกรณีศึกษาไปใช้ออกแบบตามความต้องการ 1 โครงการ และเมื่อนำแผนภาพคลาสที่เป็นผลลัพธ์การออกแบบจากโครงการดังกล่าว มาคำนวณค่าแต่ละตัวแปรได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 ตัวอย่างการคำนวณค่าคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน

ตัวแปร	ตัวแปรย่อย		ผลลัพธ์สัดส่วน
	จำนวนส่วนประกอบ ที่ถูกนำไปใช้	จำนวนส่วนประกอบ ในเอกสารคำอธิบาย แบบรูป	
คลาส	8	10	8/10 = 0.80
คุณลักษณะของคลาส	-	-	-
การดำเนินการของคลาส	14	16	14/16 = 0.875
ความสัมพันธ์แบบ Association	4	8	4/8 = 0.50
ความสัมพันธ์แบบ Generalization	0	1	0/1 = 0
ความสัมพันธ์แบบ Aggregation	-	-	-
ความสัมพันธ์แบบ Composition	-	-	-

ดังนั้นค่าคะแนนตัววัดสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานของแบบรูปกรณีศึกษา จะได้ผลรวมดังนี้

$$PAP_1 = \frac{0.80 + 0.875 + 0.5 + 0}{4} = \frac{2.175}{4} = 0.5435$$

ผลลัพธ์ของตัววัดคุณภาพคะแนนความมีประโยชน์จากสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานข้างต้น ทำให้เห็นได้ว่าผลคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานถูกคิดจากทั้งหมด 4 ส่วนประกอบที่ปรากฏในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูป และได้คะแนนผลรวมเป็น 0.5435 คะแนน ซึ่งหมายความว่าร้อยละ 45.65 ของส่วนประกอบของแผนภาพคลาสในเอกสารคำอธิบายแบบรูปไม่ถูกนำมาใช้ ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถนำผลคะแนนไปพิจารณาได้ว่า ส่วนประกอบใดของแผนภาพคลาสที่ไม่ถูกเลือกนำไปใช้ประโยชน์ หรือผู้ใช้งานไม่เข้าใจการใช้งานส่วนประกอบนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น พิจารณาที่ตัวแปร CP_p ที่ได้ 0.8 คะแนน พบว่าคลาส ConcreteOnBehalfManager และอินเทอร์เฟซ OnBehalfManager ไม่ถูกเลือกนำไปใช้ แต่เมื่อพิจารณาที่ความต้องการของโครงการนั้น ๆ แล้วพบว่าไม่ต้องการใช้งานคลาสดังกล่าว ดังนั้นผู้พัฒนาแบบรูปสามารถพิจารณาได้ว่าควรระงับคลาสและอินเทอร์เฟซทั้งสองไว้ในกรณีที่มีความต้องการที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้งาน

ขั้นตอนนี้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายเป็นรายการตัววัดคุณภาพทั้งหมด 4 รายการที่สามารถสะท้อนคะแนนคุณภาพของแต่ละคุณสมบัติที่ระบุไว้ในขั้นตอนก่อนหน้าได้ ดังสรุปเป็นความเชื่อมโยงได้ตามตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 สรุปตัววัดคุณภาพที่นำเสนอและคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง

ตัววัดคุณภาพ	คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ	คุณลักษณะเชิงคุณภาพ
M-1: ตัววัดคุณภาพคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูป – DKT	ความครบถ้วน	ด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป
M-2: ตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป – CRE	การอ่านได้ง่าย	ด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป
M-3: ตัววัดคุณภาพคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป – CSD	ความต้องกัน	ด้านองค์ความรู้ที่ฝังภายในแบบรูป
M-4: ตัววัดคุณภาพคะแนนความมีประโยชน์จากสัดส่วนการนำเสนอแบบรูปไปใช้งาน – PAP	ความมีประโยชน์	ภายในแบบรูป

3.1.5 ระบุส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ

หลังจากที่สร้างตัววัดคุณภาพในขั้นตอนก่อนหน้าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นารระบุส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ (บนเอกสารคำอธิบายแบบรูป) ซึ่งจะใช้ตัววัดที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วในการวัดคุณภาพ

จากการศึกษาผลงานตีพิมพ์ หนังสือ และงานวิจัยที่นำเสนอแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุประกอบด้วยงานวิจัย [2, 3, 5, 9, 18-21] พบว่าแต่ละงานมีส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่แตกต่างกัน และสามารถจัดกลุ่มส่วนประกอบเหล่านั้นเข้าด้วยกันได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ส่วนของเนื้อหาที่เป็นข้อความ (Textual Content) และส่วนการนำเสนอที่เป็นแผนภาพ (Diagrammatic Representation) จากนั้นจึงวิเคราะห์ตัววัดคุณภาพที่นำเสนอไปก่อนหน้านี้ว่ามีการวัดบนส่วนประกอบใดบ้าง ดังแสดงในตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่ถูกวัดโดยตัววัดคุณภาพที่นำเสนอ

ตัววัดคุณภาพ	ส่วนประกอบที่ถูกวัด	คำอธิบายการวิเคราะห์
M-1: DKT	ทั้งสองส่วน	ตัววัด DKT วัดบนทุก ๆ หัวข้อที่อยู่ในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งรวมทั้งที่เป็นเนื้อหาข้อความและการนำเสนอด้วยแผนภาพว่ามีองค์ความรู้ครบถ้วนหรือไม่ จึงสรุปว่าวัดทั้งสองส่วน

ตารางที่ 3.16 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่ถูกวัดโดยตัววัดคุณภาพที่นำเสนอ (ต่อ)

ตัววัดคุณภาพ	ส่วนประกอบที่ถูกวัด	คำอธิบายการวิเคราะห์
M-2: CRE	ส่วนเนื้อหาที่เป็นข้อความ	ตัววัด CRE สนใจความอ่านง่ายของเนื้อหาที่เป็นข้อความเท่านั้น โดยไม่สามารถคำนวณจากแผนภาพได้ จึงสรุปว่าวัดได้บนส่วนเนื้อหาที่เป็นข้อความเท่านั้น
M-3: CSD	ส่วนการนำเสนอเป็นแผนภาพ	ตัววัด CSD มุ่งเน้นสะท้อนคะแนนความตึงกันระหว่างแผนภาพเป็นหลัก ดังนั้นจึงเป็นการวัดบนส่วนการนำเสนอที่เป็นแผนภาพเท่านั้น
M-4: PAP	ส่วนการนำเสนอเป็นแผนภาพ	ตัววัด PAP เป็นการวัดสัดส่วนการนำแผนภาพคลาสไปใช้ออกแบบในโครงการเท่านั้น ไม่ครอบคลุมส่วนอื่น ๆ จึงเป็นการวัดบนส่วนการนำเสนอที่เป็นแผนภาพเท่านั้น

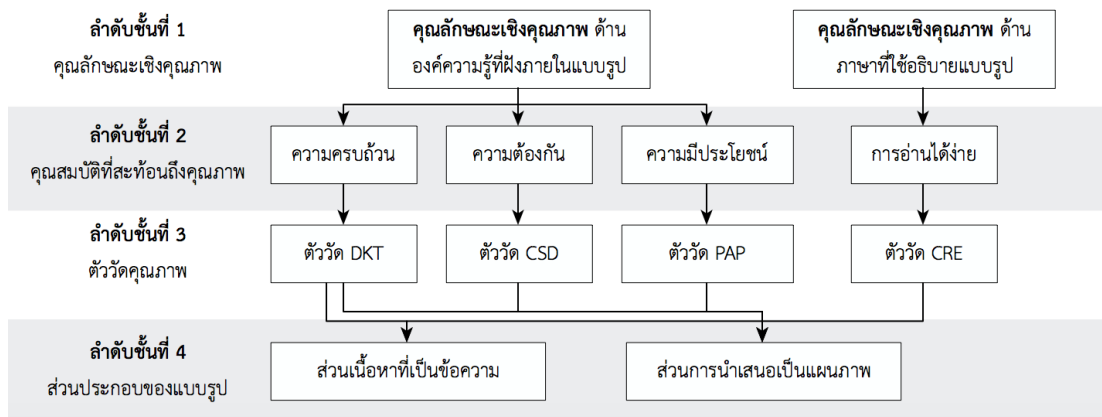
ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้างต้น ทำให้สามารถสรุปส่วนประกอบของเอกสารคำอธิบายแบบรูปและตัววัดคุณภาพที่ใช้วัดในส่วนประกอบนั้น ๆ ได้ดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 สรุปส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤกษ์กับตัววัดคุณภาพที่เกี่ยวข้อง

ส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวิฤกษ์	คำอธิบาย	ตัววัดคุณภาพที่เกี่ยวข้อง
ส่วนเนื้อหาที่เป็นข้อความ	คือส่วนเนื้อหาแต่ละหัวข้อที่ถูกอธิบายด้วยข้อความ	DKT, CRE
ส่วนการนำเสนอเป็นแผนภาพ	คือส่วนเนื้อหาแนวทางการแก้ปัญหาการออกแบบที่ถูกนำเสนอโดยแผนภาพต่าง ๆ	DKT, CSD, PAP

3.1.6 สรุปรวมและสร้างโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่สมบูรณ์

ในขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ นี้ ผลลัพธ์ของแต่ละขั้นตอนก่อนหน้านี้จึงถูกนำมาสรุปรวมเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นตามที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.3 และทำการเชื่อมลูกศรจากส่วนที่สัมพันธ์กันในลำดับชั้นที่อยู่ติดกัน ได้ภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่สมบูรณ์ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ภาพรวมโครงสร้างลำดับชั้นของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่สมบูรณ์

แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการประเมินคุณภาพด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอมีรายละเอียดปลีกย่อยจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้นำรายละเอียดของแบบจำลองการประเมินคุณภาพนี้ไปจัดทำเป็นคู่มือการประเมินที่สนับสนุนการประเมินและจัดลำดับการให้คะแนนที่ชัดเจนและง่ายต่อผู้ประเมิน (รายละเอียดของคู่มือแสดงไว้ในภาคผนวก ข.)

จากรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่ได้กล่าวถึงไปแล้ว ในบทถัดไปจะกล่าวถึงการประเมินคุณภาพของแบบจำลอง

บทที่ 4

การทดลองและประเมินแบบจำลอง

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการนำแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่พัฒนาในบทก่อนหน้านี้ มาทำการประเมิน และใช้ในการทดลองเพื่อแสดงถึงความสามารถ และความแม่นยำของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ โดยในบทนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการประเมินเบื้องต้นด้วยแบบสอบถามที่ทำโดยผู้เชี่ยวชาญ และส่วนการทดลองใช้งานแบบจำลองบนตัวอย่างแบบรูปกรณีศึกษา ซึ่งทั้งสองส่วนจะเป็นการประเมินแบบจำลองการประเมินฯ ที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามลำดับ มีรายละเอียดและขั้นตอนในแต่ละส่วนดังนี้

4.1 การประเมินแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ เบื้องต้นด้วยการตอบแบบสอบถาม

การประเมินเบื้องต้นในส่วนนี้ใช้การตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ตามมุมมองของผู้มีประสบการณ์ด้านการใช้งานแบบรูปการออกแบบ และการใช้งานตัววัดคุณภาพ โดยวัตถุประสงค์ของการประเมินส่วนนี้ได้ถูกกำหนดและนำมาตั้งเป็นรายการคำถามของแบบสอบถามดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วัตถุประสงค์การประเมิน และข้อคำถามในแบบสอบถามที่เกี่ยวข้อง

ข้อที่	วัตถุประสงค์การประเมิน
1	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ว่า คุณลักษณะเชิงคุณภาพ ที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสมในมุมมองของผู้ใช้งานหรือไม่ และสามารถสะท้อนคุณภาพของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่อยู่ระหว่างการพัฒนาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้หรือไม่ ข้อคำถาม: คุณคิดว่าคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attribute) ของแบบ รูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มี ความเหมาะสม และทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพของแบบรูปได้
2	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า คุณลักษณะเชิงคุณภาพ ที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ควรจะต้องมีเพิ่มเติมจากที่นำเสนอหรือไม่ ข้อคำถาม: คุณคิดว่าคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attribute) ของแบบ รูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ครบถ้วนและเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมจากนี้

ตารางที่ 4.1 วัตถุประสงค์การประเมิน และข้อคำถามในแบบสอบถามที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ข้อที่	วัตถุประสงค์การประเมิน
3	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ว่า คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสมในมุมมองของผู้ใช้งาน และสามารถสะท้อนคุณภาพของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่อยู่ระหว่างการพัฒนาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้หรือไม่
	ข้อคำถาม: คุณคิดว่าคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสม และทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพ ของแบบรูปได้
4	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ควรจะต้องมีเพิ่มเติมจากที่นำเสนอหรือไม่
	ข้อคำถาม: คุณคิดว่าคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ครบถ้วนและเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมจากนี้
5	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเชิงคุณภาพและคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสมในการแสดงความเชื่อมโยงคุณภาพในสองลำดับชั้นดังกล่าวหรือไม่
	ข้อคำถาม: คุณคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) กับ คุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attributes) มีความเหมาะสมและถูกต้องแล้ว
6	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า ตัววัดคุณภาพ ที่นำเสนอเพื่อสะท้อนคะแนนของคุณสมบัติที่ สามารถสะท้อนคะแนนได้เพียงพอหรือไม่
	ข้อคำถาม: คุณคิดว่าตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) ที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 ตัววัด เพียงพอต่อการสะท้อนคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกันในเชิงปริมาณได้
7	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า ตัววัดคุณภาพ มีการอธิบายรายละเอียดและเกณฑ์การให้คะแนนที่ทำให้สามารถใช้งานได้หรือไม่
	ข้อคำถาม: คุณคิดว่าตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) ที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 ตัวสามารถใช้งานได้ และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน
8	เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า ผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ สามารถสะท้อนถึงคุณภาพด้านนั้น ๆ ได้หรือไม่
	ข้อคำถาม: คุณคิดว่าคะแนนที่เป็นผลลัพธ์ของตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) ที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 ตัววัด สามารถสื่อถึงคุณภาพตามที่คาดหวังได้

ตารางที่ 4.1 วัตถุประสงค์การประเมิน และข้อคำถามในแบบสอบถามที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ข้อที่	วัตถุประสงค์การประเมิน
9	<p>เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัววัดคุณภาพและส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่นำเสนอ แสดงให้เห็นว่าตัววัดคุณภาพสามารถวัดคะแนนได้จากส่วนประกอบนั้นจริงหรือไม่</p> <p>ข้อคำถาม: คุณคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) กับส่วนประกอบ (Components) ของ แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ เหมาะสมและสามารถวัดได้จากส่วนประกอบนั้นได้จริง</p>
10	<p>เพื่อแสดงความคิดเห็นของผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบว่า แบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ โดยรวม สามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่</p> <p>ข้อคำถาม: คุณคิดว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอ ถ่ายทอด ข้อมูลวิธีใช้งาน วิธีการตีความผลลัพธ์ และอื่น ๆ ที่สามารถทำให้นำไปใช้งานได้จริง</p>

รายการคำถามข้างต้นได้ถูกนำไปเรียบเรียงเป็นแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค. เพื่อให้ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการใช้งานแบบรูปการออกแบบและการใช้งานตัววัดคุณภาพอย่างน้อย 2 ปีได้แสดงความคิดเห็นโดยการให้คะแนนคำถามแต่ละข้อในช่วง 0 ถึง 4 คะแนนตามหลักเกณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามในแบบสอบถาม

คะแนน	คำอธิบาย	หลักเกณฑ์การให้คะแนน
0	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	คุณเห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ อย่างยิ่ง แบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีคุณภาพตามข้อคำถามนั้น ๆ และไม่จำเป็นต้องแก้ไขใด ๆ
1	ค่อนข้างเห็นด้วย	คุณค่อนข้างเห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ ว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีคุณภาพตามข้อคำถาม แต่ยังไม่ชัดเจน อาจจะต้องพิจารณาแก้ไขเพิ่มเติม (โปรดแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม)
2	ค่อนข้างไม่เห็นด้วย	คุณค่อนข้างไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ ว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีคุณภาพตามข้อคำถาม ผู้วิจัยควรต้องแก้ไขตามข้อคำถามนั้น ๆ (โปรดแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม)
3	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	คุณไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ อย่างยิ่ง ว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีคุณภาพตามข้อคำถาม ผู้วิจัยจำเป็นต้องแก้ไขตามข้อคำถามนั้น ๆ อย่างเร่งด่วน (โปรดแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม)
4	ไม่ออกความคิดเห็น	ผู้ประเมินไม่ทราบ หรือไม่ขอออกความคิดเห็นตามข้อคำถาม

ทั้งนี้ ผู้ที่มีประสบการณ์ได้ถูกเรียนเชิญมาร่วมตอบแบบสอบถามด้วยหลักเกณฑ์ข้างต้น จำนวน 6 คน โดยมีรายละเอียดของผู้เข้าร่วมแต่ละคนดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบที่ร่วมตอบแบบสอบถาม

ที่	อายุ	ประสบการณ์	แหล่งที่มาของประสบการณ์
1	มากกว่า 30 ปี	2 - 3 ปี	การศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบและตัววัดคุณภาพในโรงเรียน/มหาวิทยาลัย/อื่น ๆ, ทำงานในองค์กรที่นำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้
2	26 - 30 ปี	2 - 3 ปี	การศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบและตัววัดคุณภาพในโรงเรียน/มหาวิทยาลัย/อื่น ๆ, ทำงานวิจัยเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ, ทำงานในองค์กรที่นำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้
3	มากกว่า 30 ปี	มากกว่า 3 ปี	การศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบและตัววัดคุณภาพในโรงเรียน/มหาวิทยาลัย/อื่น ๆ, ทำงานในองค์กรที่นำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้
4	มากกว่า 30 ปี	มากกว่า 3 ปี	ทำงานในองค์กรที่นำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้
5	มากกว่า 30 ปี	มากกว่า 3 ปี	ทำงานในองค์กรที่นำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้
6	26 - 30 ปี	มากกว่า 3 ปี	การศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบและตัววัดคุณภาพในโรงเรียน/มหาวิทยาลัย/อื่น ๆ, ทำงานในองค์กรที่นำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้

ต่อมา ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ให้แก่ผู้เข้าร่วมทั้งหมดก่อนการตอบแบบสอบถาม อีกทั้งได้ทำการชี้แจงข้อสงสัยเกี่ยวกับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ของผู้เข้าร่วมแต่ละคน หลังจากนั้นจึงให้ผู้เข้าร่วมทุกคนตอบแบบสอบถามและเก็บรวบรวมผลมาสรุปเป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละข้อคำถามดังตารางที่ 4.4 (รายละเอียดคะแนนรายข้อสามารถดูเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ค.)

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปคะแนนเฉลี่ยของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถาม

ข้อที่	ข้อคำถาม	คะแนนเฉลี่ย (0 - 4)
1	คุณคิดว่าคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attribute) ของแบบ รูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุ ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสม และทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพของแบบรูปได้	3.667
2	คุณคิดว่าคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attribute) ของแบบ รูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุ ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ครบถ้วนและเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมจากนี้	3.167
3	คุณคิดว่าคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสม และทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพ ของแบบรูปได้	3.333
4	คุณคิดว่าคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ครบถ้วนและเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมจากนี้	2.667

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปคะแนนเฉลี่ยของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถาม (ต่อ)

ข้อที่	ข้อคำถาม	คะแนนเฉลี่ย (0 - 4)
5	คุณคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) กับ คุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attributes) มีความเหมาะสมและถูกต้องแล้ว	3.000
6	คุณคิดว่าตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) ที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 ตัววัด เพียงพอต่อการสะท้อนคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกันในเชิงปริมาณได้	3.333
7	คุณคิดว่าตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) ที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 ตัวสามารถใช้งานได้ และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน	3.333
8	คุณคิดว่าคะแนนที่เป็นผลลัพธ์ของตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) ที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 ตัววัด สามารถสื่อถึงคุณภาพตามที่คาดหวังได้	3.000
9	คุณคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัววัดคุณภาพ (Quality Metrics) กับ ส่วนประกอบ (Components) ของ แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุไว้ในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ เหมาะสมและสามารถวัดได้จากส่วนประกอบนั้นได้จริง	3.167
10	คุณคิดว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอ ถ่ายทอด ข้อมูลวิธีใช้งาน วิธีการตีความ ผลลัพธ์ และอื่น ๆ ที่สามารถทำให้นำไปใช้งานจริงได้	3.000

จากตารางข้างต้น แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยรายข้อส่วนมากจะมากกว่า 3 คะแนนจากคะแนนเต็ม 4 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 75 ขึ้นไป แต่มีเพียงข้อคำถามข้อที่ 4 เท่านั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 3 คะแนน ผู้วิจัยจึงนำความคิดเห็นเพิ่มเติมที่ได้รับจากผู้เข้าร่วมเกี่ยวกับข้อคำถามข้อที่ 4 นี้มาวิเคราะห์ (รายละเอียดความคิดเห็นเพิ่มเติมอยู่ในภาคผนวก ค.) แล้วพบว่า ผู้เข้าร่วมมีความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นจากข้อคำถามที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ

- 1) คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพทั้ง 4 รายการตามที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ อาจจะไม่เพียงพอต่อการสะท้อนคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ
- 2) สำหรับความมีประโยชน์ ผู้เข้าร่วมเห็นว่าควรครอบคลุมความสามารถในการใช้งานได้ (Usability) ที่สะท้อนว่าแบบรูปสามารถตอบสนองการนำไปใช้งานของผู้ใช้งานได้จริง

ในประเด็นแรก ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมสอดคล้องกับการประเมินโดยผู้วิจัย เนื่องจากแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์ที่จะนำเสนอคะแนนคุณภาพบนเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังพัฒนาที่เป็นคะแนนเชิงปริมาณ จึงเป็นเพียงมุมมองหนึ่งของคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุเท่านั้น ในขณะที่มุมมองอื่น ๆ จะยากในการสร้างตัววัดคุณภาพเชิงปริมาณที่ไม่ขึ้นกับความคิดเห็นของผู้ประเมิน แต่อย่างไรก็ตาม แบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ นี้ไม่สามารถทดแทนวิธีการประเมินอื่น ๆ ได้ทั้งหมด เนื่องจากพิจารณาคุณภาพในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นผู้ที่นำแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ นี้ไปใช้งาน สามารถเลือกใช้งานวิธีการประเมินอื่น ๆ ร่วมกับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ นี้ได้ ซึ่งในอนาคตอาจจะนำ

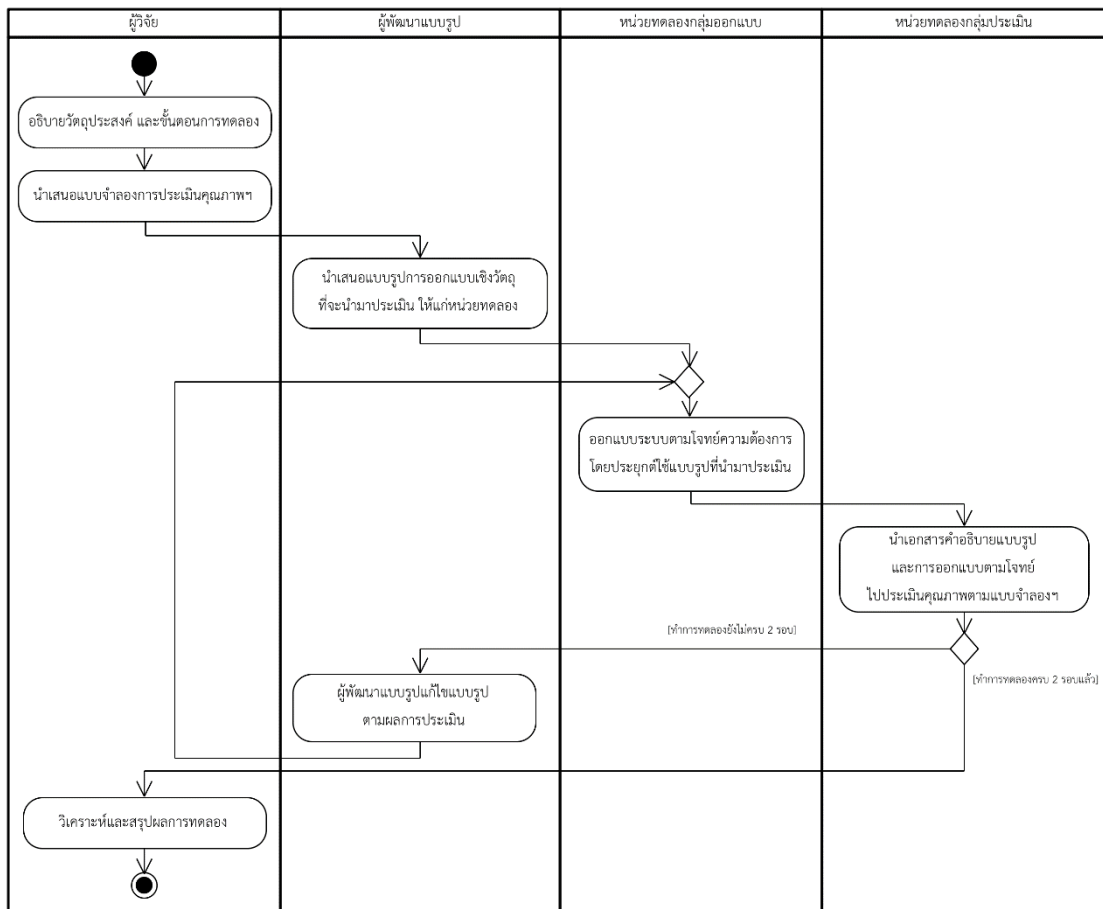
แบบจำลองการประเมินฯ นี้ไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มเติมการประเมินเชิงปริมาณในมุมมองอื่นที่ครอบคลุมมากขึ้นได้

ความคิดเห็นประเด็นที่สองของผู้เข้าร่วมสามารถยอมรับได้เช่นกัน แต่เนื่องจากความสามารถในการใช้งานได้ มักจะต้องทำตอนที่แบบรูปพัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว และต้องมีความคิดเห็นหรือความรู้สึกและประสบการณ์ของผู้ใช้งานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการประเมินว่าแบบรูปสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้มากน้อยเพียงใดจึงไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของแบบจำลองซึ่งต้องการเน้นที่การวัดเชิงปริมาณ อีกทั้งความสามารถในการใช้งานได้ยังขึ้นกับโจทย์หรือความต้องการในการใช้งานที่เป็นการประเมินเชิงคุณภาพอีกด้วย

ผลการประเมินเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมที่กล่าวมานั้น จึงเป็นประเด็นที่นอกเหนือจากวัตถุประสงค์ของแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่นำเสนอ ดังนั้นผลประเมินจึงไม่ทำให้จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขแบบจำลองการประเมินคุณภาพแต่อย่างใด

4.2 การทดลองใช้งานแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ

การทดลองใช้งานแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ได้ถูกออกแบบตามวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นว่าการประเมินคุณภาพด้วยแบบจำลองสามารถสะท้อนคะแนนได้จริงหรือไม่ โดยจะทดลองกับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา 3 แบบรูปและแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว 1 แบบรูป และสำหรับกรณีแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาจะทำการประเมิน 2 ครั้ง โดยต้องการทราบผลว่าเมื่อผู้พัฒนาแบบรูปนำคำแนะนำจากผลคะแนนของแบบจำลองการประเมินฯ ไปพิจารณาแก้ไขแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ แล้วผลคะแนนมีการเปลี่ยนไปตามการแก้ไขหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบการทดลองเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ซึ่งการทดลองมีขั้นตอนที่แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภาพกิจกรรมขั้นตอนการทำการทดลอง

แผนภาพกิจกรรมข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการทดลองมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ของการทดลอง และขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียดให้แก่หน่วยทดลองฟัง เพื่อให้หน่วยทดลองเข้าใจและสามารถดำเนินตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ได้
- 2) ผู้วิจัยนำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพ ให้แก่หน่วยทดลองทุกคนฟัง เพื่อให้เข้าใจความเป็นมา โครงสร้าง และวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง
- 3) ผู้พัฒนาแบบรูปนำเสนอรายละเอียดของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นำมาประเมินแต่ละหัวข้ออย่างละเอียด และตอบข้อซักถามของหน่วยทดลองเมื่อหน่วยทดลองมีข้อสงสัย
- 4) หน่วยทดลองกลุ่มออกแบบ ศึกษาโจทย์รายการความต้องการ (ดังแสดงตัวอย่างในภาคผนวก ง) และทำการออกแบบแผนภาพคลาสตามโจทย์นั้น ๆ โดยสามารถเลือกประยุกต์ใช้แนวทางการออกแบบตามแบบรูปได้ โดยแบ่งหน่วยทดลองกลุ่มออกแบบ ออกเป็น 4 กลุ่มย่อย มีสมาชิกกลุ่มละ 3 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ออกแบบตามโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับ 1 แบบรูปเท่านั้น แต่หน่วยทดลองแต่ละคนจะได้โจทย์ที่แตกต่างกัน

5) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลการออกแบบ และนำไปให้หน่วยทดลองกลุ่มประเมินทั้งหมด 4 คน ทำการประเมินคุณภาพด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (คู่มือประเมินแสดงในภาคผนวก ข.) โดยมอบหมายให้หน่วยทดลองทั้ง 4 คนทำการประเมินคนละ 1 แบบรูป

6) หลังจากที่ได้รับผลการประเมินคุณภาพจากหน่วยทดลองแล้ว ผู้วิจัยจึงนำมาสรุปเป็น ข้อเสนอแนะ และส่งให้ผู้พัฒนาแบบรูปทำการแก้ไขแบบรูปตามคำแนะนำดังกล่าว โดยผู้พัฒนาแบบรูป สามารถพิจารณาเลือกแก้ไขแค่บางข้อตามที่เห็นสมควรได้ จากนั้นจึงนำแบบรูปที่แก้ไขแล้ว มาทำการ ทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 4 และ 5 อีกครั้ง เพื่อเก็บข้อมูลผลคะแนนคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไป

7) สุดท้าย ผู้วิจัยจะนำผลการทดลองทั้ง 2 ครั้งมาเปรียบเทียบว่าแบบจำลองการประเมิน คุณภาพฯ สามารถสะท้อนคะแนนคุณภาพของแบบรูปทั้งก่อนและหลังการแก้ไขได้หรือไม่ และมี ข้อจำกัดอย่างไร

ส่วนถัดไปจะกล่าวถึงรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญในการทดลอง ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูล หน่วยทดลอง สมมติฐานและตัวแปรของการทดลอง โจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ ผลการ ทดลองในแต่ละตัววัดคุณภาพ และสรุปผลของการทดลอง ตามลำดับ ที่มีรายละเอียดที่แสดงต่อไปนี้

4.2.1 ข้อมูลหน่วยทดลอง

หน่วยทดลองได้ถูกเชิญมาเข้าร่วมจำนวนทั้งหมด 16 คน โดยกำหนดคุณสมบัติของหน่วย ทดลองกลุ่มออกแบบว่า จะต้องมีการประสบการณ์ในการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแผนภาพคลาสน้อย น้อย 1 ปี ส่วนหน่วยทดลองกลุ่มประเมินจะต้องมีการประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้แบบรูปการออกแบบ เองอย่างน้อย 1 ปี มีรายละเอียดของหน่วยทดลองแต่ละคนดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลหน่วยทดลอง

กลุ่มหน่วย ทดลอง	หลักเกณฑ์	ช่วงข้อมูล	จำนวน (คน)
กลุ่ม ออกแบบ	อายุ	24 - 26 ปี	2
		27 - 29 ปี	7
		30 ปีขึ้นไป	3
	เพศ	ชาย	7
		หญิง	5
	ประสบการณ์	1 - 2 ปี	9
		3 - 4 ปี	2
		5 ปีขึ้นไป	1

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลหน่วยทดลอง (ต่อ)

กลุ่มหน่วยทดลอง	หลักเกณฑ์	ช่วงข้อมูล	จำนวน (คน)
กลุ่ม ออกแบบ (ต่อ)	มีประสบการณ์ จาก...	ออกแบบในที่ทำงาน	6
		ออกแบบในการเรียน	7
กลุ่มประเมิน	อายุ	25 – 29 ปี	3
		30 ปีขึ้นไป	1
	เพศ	ชาย	2
		หญิง	2
	อาชีพ	โปรแกรมเมอร์	4
		นักวิเคราะห์ระบบ	1
		นิสิตปริญญาโท	4
	ประสบการณ์	1 – 2 ปี	4
3 ปีขึ้นไป		0	

ตารางข้างต้นแสดงให้เห็นว่า หน่วยทดลองกลุ่มออกแบบ มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ข้างต้น และมีประสบการณ์ทั้งที่เคยได้ออกแบบในวิชาเรียน และออกแบบในการทำงานขององค์กรที่ตนเองสังกัด ส่วนหน่วยทดลองกลุ่มประเมิน มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดไว้ข้างต้นเช่นกัน กล่าวคือ มีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้งานแบบรูปการออกแบบอย่างน้อย 1 ปีขึ้นไป

4.2.2 สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง

การทดลองใช้งานเริ่มต้นด้วยการกำหนดสมมติฐานของการทดลอง และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ที่มีรายละเอียดดังนี้

สมมติฐาน: ผลคะแนนการประเมินของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุจะสามารถสะท้อนความเปลี่ยนแปลง เมื่อผู้พัฒนาแบบรูปแก้ไขตามคำแนะนำจากผลลัพธ์ของการประเมินโดยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ

ตัวแปรต้น: แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา 3 แบบรูป (แบบรูปการออกแบบเพื่อความเป็นส่วนตัว ดังตัวอย่างในภาคผนวก ก.) เวอร์ชันดั้งเดิม (เวอร์ชันที่ 1) และเวอร์ชันที่แก้ไขตามคำแนะนำ (เวอร์ชันที่ 2) และแบบรูปที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว 1 แบบรูป

ตัวแปรตาม: ผลคะแนนการประเมินคุณภาพใน 4 ตัววัดคุณภาพที่นำเสนอในรูปแบบจำลอง การประเมินคุณภาพฯ โดยสำหรับตัววัดคุณภาพคะแนนความมีประโยชน์จากสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน จะเป็นผลคะแนนเฉพาะการนำแผนภาพคลาสไปใช้เท่านั้น

ตัวแปรควบคุม:

1. หน่วยทดลองที่ทำการออกแบบโครงการตัวอย่างของแบบรูป
2. หน่วยทดลองที่ทำการประเมินด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ
3. โจทย์ความต้องการของระบบที่สามารถประยุกต์ใช้แบบรูปที่ทำการประเมินได้

สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลองดังกล่าวข้างต้นถูกกำหนดขึ้นเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมการทดลองให้คงที่และช่วยให้ความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองมีโอกาสเกิดน้อยลงได้

4.2.3 โจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ

โจทย์ความต้องการจะถูกกำหนดขึ้นตามวัตถุประสงค์ของแบบรูปแต่ละแบบรูป โดย วัตถุประสงค์ของแบบรูปเหล่านั้นถูกตั้งว่าจากเป้าหมายของแบบรูปที่ผู้พัฒนาแบบรูปอ้างอิงมา ซึ่ง โจทย์จะถูกกำหนดขึ้นแบบรูปละ 1 โจทย์ อย่างไรก็ตาม โจทย์ได้ถูกกำหนดเพิ่มเติมอีกแบบรูปละ 1 โจทย์เพื่อแสดงประเด็นว่า หากความต้องการของระบบไม่ได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของแบบรูป หน่วยทดลองจะเลือกออกแบบตามแนวทางที่อธิบายในแบบรูปหรือไม่ มีรายละเอียดของวัตถุประสงค์ และโจทย์ความต้องการแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 วัตถุประสงค์ของแบบรูป และโจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ

แบบรูป	รายละเอียดวัตถุประสงค์ และโจทย์
แบบรูปที่ 1 (Collection Limitation Pattern)	<p>วัตถุประสงค์:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบมีการร้องขอการยินยอมการเก็บข้อมูล 2. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบจำกัดการเก็บข้อมูลส่วนตัวเท่าที่ต้องการ หรือเท่าที่เจ้าของข้อมูลยินยอมเท่านั้น 3. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบรองรับการยินยอมให้เก็บข้อมูลส่วนตัวโดยตัวแทนในกรณีที่เป็น <p>โจทย์ข้อที่ 1:</p> <p>“บริษัทซอฟต์แวร์ เอพีซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้าทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า</p>

ตารางที่ 4.6 วัตถุประสงค์ของแบบรูป และโจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ (ต่อ)

แบบรูป	รายละเอียดวัตถุประสงค์ และโจทย์
แบบรูปที่ 1 (Collection Limitation Pattern) (ต่อ)	<p>การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่จัดส่ง หรือผู้ใช้งานสามารถร้องขอข้อมูลเหล่านี้จากเว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องอนุญาต และยินยอมเงื่อนไขการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลในทั้งสองกรณี เพื่อระบบจะนำข้อมูลดังกล่าว รวมทั้งการคลิกดูรายละเอียดสินค้ามาใช้ในการแนะนำสินค้าได้”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. และ 2.</p> <p>โจทย์ข้อที่ 2:</p> <p>“ธนาคารเดคาซี ต้องการจัดทำระบบธุรกรรมออนไลน์ใหม่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ ประชาชนได้เท่าเทียมกับธนาคารอื่น ๆ โดยระบบจะมีฟังก์ชันงานหลักในการทำธุรกรรมทางการเงิน (การฝาก/ถอน/โอน/ชำระ ค่าบริการ) ดังนั้นธนาคารเดคาซี จึงว่าจ้าง บริษัท เอบีซี จำกัด ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ส่วนแรกที่จะพัฒนาคือ ระบบการลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบ ที่จะให้ผู้ใช้งาน (ลูกค้า) กรอกข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ และบัญชีธนาคาร ทั้งนี้ผู้ใช้งานจะต้องยินยอมให้ธนาคาร แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ โดยการคลิกเครื่องหมายถูก (v) ในช่องยอมรับข้อกำหนด นอกจากนี้ระบบจะต้องรองรับการสมัครสมาชิกโดยการมอบ ดัชนีในกรณีที่ทำธุรกรรมแทน เช่น เด็ก หรือผู้สูงอายุอีกด้วย ซึ่งจะต้องมีช่องคลิกเครื่องหมายในการยอมรับ กรณีมอบดัชนีอีกด้วย”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. 2. และ 3.</p>
แบบรูปที่ 2 (Data Quality Pattern)	<p>วัตถุประสงค์:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบมีการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลส่วนบุคคลที่จำเป็นต้องเก็บรวบรวม 2. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลส่วนบุคคลที่เก็บรวบรวม เพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำ 3. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลส่วนบุคคลที่เก็บรวบรวม เพื่อไม่ให้ข้อมูลส่วนตัวเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์ 4. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถเก็บข้อมูลส่วนบุคคลที่เป็นปัจจุบัน และทันสมัยตลอดเวลา <p>โจทย์ข้อที่ 1:</p> <p>“บริษัทซอฟต์แวร์ เอบีซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้าทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือ ข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า</p>

ตารางที่ 4.6 วัตถุประสงค์ของแบบรูป และโจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ (ต่อ)

แบบรูป	รายละเอียดวัตถุประสงค์ และโจทย์
<p>แบบรูปที่ 2 (Data Quality Pattern) (ต่อ)</p>	<p>การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่ จัดส่ง อีเมล หรือผู้ใช้งาน สามารถร้องขออีเมล ชื่อ และนามสกุลจากส่วนต่อประสานของเว็บไซต์หรือสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้อง กรอกข้อมูลดังกล่าวให้ครบถ้วนทั้งหมด มิเช่นนั้น ระบบจะต้องไม่อนุญาตให้ผู้ใช้งานดำเนินการต่อไปได้ เพื่อระบบจะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวรวมทั้งการคลิกดูรายละเอียดสินค้ามาใช้ในการแนะนำสินค้าได้”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. 2. และ 3.</p> <p>โจทย์ข้อที่ 2:</p> <p>“ธนาคารเคเคซี ต้องการจัดทำระบบธุรกรรมออนไลน์ใหม่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ ประชาชนได้เท่าเทียมกับธนาคารอื่น ๆ โดยระบบจะมีฟังก์ชันงานหลักในการทำธุรกรรมทางการเงิน (การฝาก/ถอน/โอน/ชำระ ค่าบริการ) ดังนั้นธนาคารเคเคซี จึงว่าจ้าง บริษัท เอบีซี จำกัด ในการออกแบบและพัฒนาระบบ</p> <p>ส่วนแรกที่จะพัฒนาคือ ระบบการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ ที่จะให้ผู้ใช้งาน (ลูกค้า) กรอกข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ และบัญชีธนาคาร ทั้งนี้ระบบจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของบัญชีธนาคาร โดยเทียบ ข้อมูลที่ผู้สมัครกรอกกับข้อมูลในฐานข้อมูลกลางของธนาคาร หากข้อมูลไม่ถูกต้อง ระบบจะต้องไม่อนุญาตให้ดำเนินการลงทะเบียนต่อไปได้”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. 2. 3. และ 4.</p>
<p>แบบรูปที่ 3 (Openness Pattern)</p>	<p>วัตถุประสงค์:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับนโยบายความเป็นส่วนตัวซึ่งประกอบด้วย การมีอยู่ของข้อมูลส่วนบุคคล จุดประสงค์หลักในกาเก็บรวบรวมและใช้ข้อมูล รวมถึงการระบุที่อยู่ของตัวควบคุมข้อมูลอีกด้วย 2. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถทำให้เจ้าของข้อมูลทราบถึงนโยบายความเป็นส่วนตัว 3. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถทำให้เจ้าของข้อมูลทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของนโยบายความเป็นส่วนตัว 4. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถทำให้เจ้าของข้อมูลเข้าถึงนโยบายความเป็นส่วนตัวได้ <p>โจทย์ข้อที่ 1:</p> <p>“บริษัทซอฟต์แวร์ เอบีซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้า ทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงินและส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือ ข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า</p>

ตารางที่ 4.6 วัตถุประสงค์ของแบบรูป และโจทย์ความต้องการที่ใช้ในการออกแบบ (ต่อ)

แบบรูป	รายละเอียดวัตถุประสงค์ และโจทย์
แบบรูปที่ 3 (Openness Pattern) (ต่อ)	<p>การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่ จัดส่ง อีเมล หรือผู้ใช้งาน สามารถร้องขออีเมล ชื่อ และนามสกุลจากส่วนต่อประสานของเว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ นอกจากนี้ระบบ จะต้องแสดงนโยบายความเป็นส่วนตัว ส่วนตัว เงื่อนไข ข้อบังคับ และกฎกติกาการใช้งานไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. 2. และ 4.</p> <p>โจทย์ข้อที่ 2:</p> <p>“ธนาคารเดคาซี ต้องการจัดทำระบบธุรกรรมออนไลน์ใหม่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ประชาชนได้เท่าเทียมกับธนาคารอื่น ๆ โดยระบบจะมีฟังก์ชันงานหลักในการทำธุรกรรมทางการเงิน (การฝาก/ถอน/โอน/ชำระ ค่าบริการ) ดังนั้นธนาคารเดคาซี จึงว่าจ้าง บริษัท เอปซี จำกัด ในการออกแบบและพัฒนาระบบ</p> <p>ส่วนแรกที่จะพัฒนาคือ ระบบการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ ที่จะให้ผู้ใช้งาน (ลูกค้า) กรอกข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ และบัญชีธนาคาร ซึ่งระบบจะต้องแจ้งนโยบายความเป็นส่วนตัว และระเบียบการใช้งานที่ระบุ ถึง การเก็บรักษาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานที่กำลังลงทะเบียนอยู่สามารถเข้าถึงได้ นอกจากนี้ระบบจะต้อง แจ้งเตือนผู้ใช้งานทุกคนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายความเป็นส่วนตัวและ/หรือระเบียบการใช้งานทุกครั้ง ทั้งผ่านทางแจ้งเตือนของแอปพลิเคชัน หรือทางอีเมล”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. 2. 3. และ 4.</p>
แบบรูปที่ 4 (Strategy Pattern)	<p>วัตถุประสงค์:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถมีพฤติกรรมการทำงานได้หลายแบบ โดยสามารถเพิ่มในภายหลังและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบมากนัก 2. เพื่อให้ระบบที่ต้องการออกแบบสามารถเลือกพฤติกรรมการทำงานได้ในขณะทำงาน โดยไม่จำเป็นต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า <p>โจทย์ข้อที่ 1:</p> <p>“ธนาคารเดคาซี ต้องการจัดทำระบบธุรกรรมออนไลน์ใหม่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ประชาชนได้เท่าเทียมกับธนาคารอื่น ๆ โดยระบบจะมีฟังก์ชันงานหลักในการทำธุรกรรมทางการเงิน (การฝาก/ถอน/โอน/ชำระค่าบริการ) ดังนั้นธนาคารเดคาซี จึงว่าจ้าง บริษัท เอปซี จำกัด ในการออกแบบและพัฒนาระบบ</p> <p>สำหรับส่วนการชำระค่าบริการ ระบบของธนาคารเดคาซีจะต้องรองรับการชำระค่าบริการหลายที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับความสะดวกสบายที่สุด แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาพัฒนา ในการเปิดให้บริการครั้งแรก จึงจะเปิดให้ใช้บริการชำระค่าบริการเพียง 4 รูปแบบเท่านั้น ได้แก่ 1) ชำระค่าบัตรเครดิต 2) ชำระค่ามือถือ 3) ชำระค่าสาธารณูปโภค และ 4) ชำระค่าบริการอินเทอร์เน็ต ซึ่งการชำระค่าบริการแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการคำนวณและการติดต่อไปยังระบบภายนอกที่แตกต่างกัน และระบบของธนาคารเดคาซีนีจะต้องรองรับการชำระบริการรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติมในภายหลังได้ง่ายอีกด้วย”</p> <p>โจทย์ข้อนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่: 1. และ 2.</p>

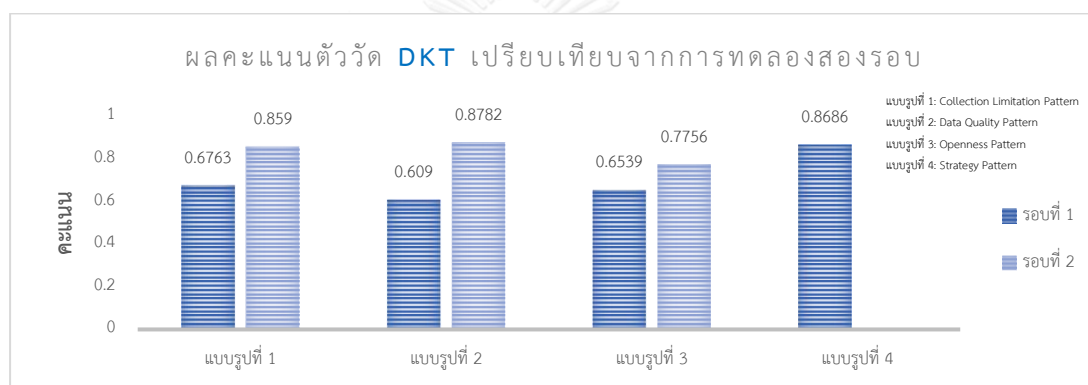
โจทย์ความต้องการเหล่านี้จึงถูกนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบการออกแบบที่จะให้หน่วยทดลองออกแบบเป็นแผนภาพคลาสได้ผลลัพธ์ดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ง. จากนั้นจึงนำแผนภาพคลาสที่เป็นผลลัพธ์ไปใช้ในกระบวนการประเมินคุณภาพของแบบรูป

4.2.4 ผลการทดลองในแต่ละตัววัด

ในส่วนนี้ ผลการทดลองแต่ละรอบจะถูกแจกแจงรายละเอียด และวิเคราะห์ผลตามตัววัดคุณภาพที่เลือกใช้ ได้ดังต่อไปนี้

1) ตัววัดคุณภาพ DKT

ผลคะแนนเฉลี่ยของตัววัดคุณภาพ DKT จากทดลองทั้งสองรอบ (รายละเอียดคะแนนย่อยแสดงในภาคผนวก จ.) สามารถแสดงให้เห็นภาพด้วยแผนภูมิแท่งดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ DKT จากการทดลองสองรอบ

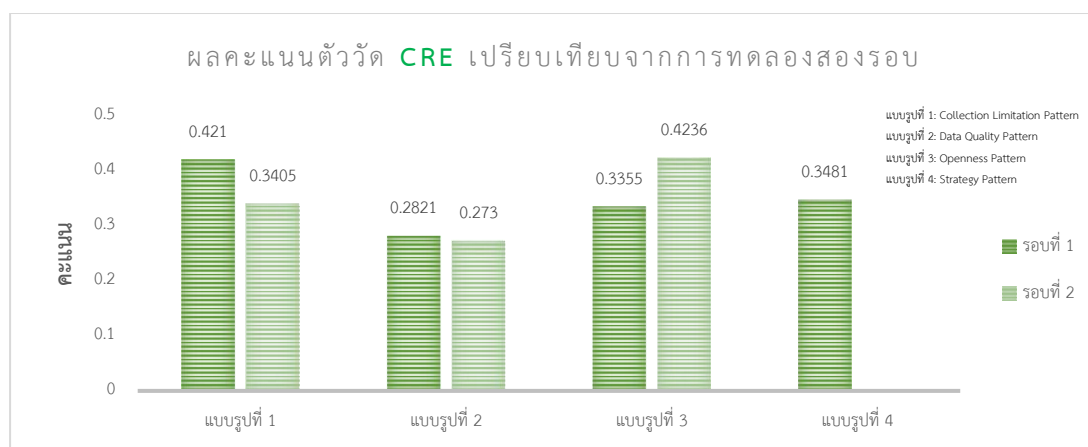
ผลการทดลองในรอบที่ 1 ทำให้เห็นว่า แบบรูปที่อยู่ระหว่างการพัฒนาทั้งสามแบบรูปมีคะแนนของตัววัด DKT ในการทดลองรอบแรกโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 65 ซึ่งหมายความว่าแบบรูปขาดองค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อไปประมาณร้อยละ 35 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดแต่ละหลักเกณฑ์ของตัววัด DKT ทำให้สามารถสรุปเป็นข้อแนะนำให้แก่ผู้พัฒนาแบบรูปได้ ยกตัวอย่างเช่น แบบรูปที่ 1 ในหัวข้อจุดมุ่งหมายยังขาดการระบุที่มาที่ไปของปัญหาการออกแบบที่ต้องการแก้ไข และในหัวข้อแบบรูปที่เกี่ยวข้องยังขาดการอธิบายว่ามีความเกี่ยวข้องกับแบบรูปอื่น ๆ อย่างไร หรือแบบรูปที่ 2 ยังขาดการระบุตัวอย่างการออกแบบที่ไม่ดีและก่อให้เกิดปัญหาการออกแบบได้ เป็นต้น

จากนั้น คำแนะนำทั้งหมดจึงถูกส่งไปให้ผู้พัฒนาแบบรูปเพื่อให้พิจารณาเลือกนำไปแก้ไขโดยการเพิ่มเติมเนื้อหาส่วนที่ยังขาดตกบกพร่องให้ครอบคลุมองค์ความรู้ที่พึงมีได้มากยิ่งขึ้น และเมื่อนำมาออกแบบและประเมินอีกครั้ง พบว่าคะแนนคุณภาพของตัววัด DKT เพิ่มขึ้นได้ตามสมมติฐาน อย่างไรก็ตามสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ 4 ซึ่งเป็นแบบรูปที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว จึงไม่สามารถแก้ไขตามคำแนะนำได้ เนื่องจากไม่มีผู้พัฒนาแบบรูปที่จะเข้ามาแก้ไขได้ แต่ถึงกระนั้น แบบรูปการ

ออกแบบเชิงวัตถุที่ 4 นั้นมีคะแนนของตัววัด DKT ที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแบบรูปที่ 1 - 3 กล่าวคือ มีคะแนนร้อยละ 86 โดยประมาณ ดีความได้ว่า แบบรูปที่เสร็จเรียบร้อยและเผยแพร่ให้สามารถใช้งานได้จริงจนได้รับการยอมรับนั้น จะมีความครบถ้วนในเนื้อหาแล้ว

2) ตัววัดคุณภาพ CRE

ผลคะแนนเฉลี่ยของตัววัดคุณภาพ CRE จากทดลองทั้งสองรอบ (รายละเอียดคะแนนย่อยแสดงในภาคผนวก จ.) สามารถแสดงให้เห็นภาพด้วยแผนภูมิแท่งดังรูปที่ 4.3



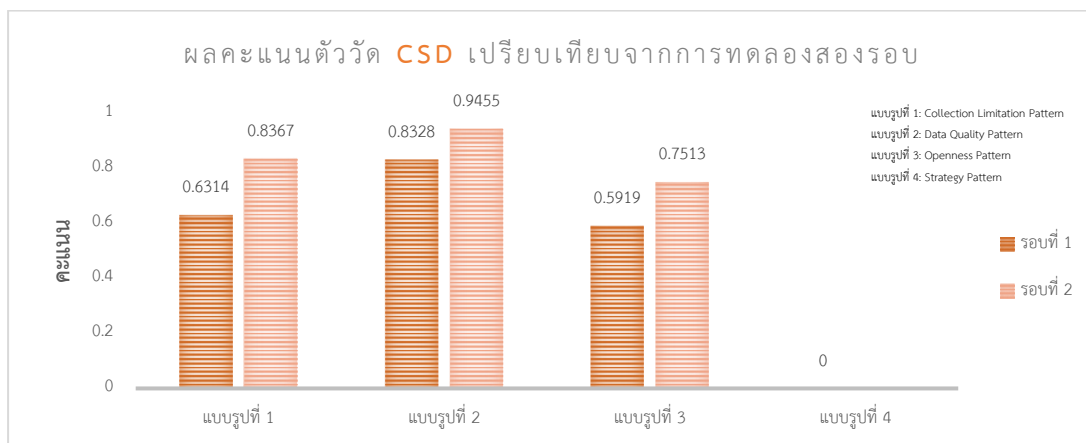
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ CRE จากการทดลองสองรอบ

ผลการเปรียบเทียบคะแนนของตัววัดคุณภาพ CRE ข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในการทดลองรอบแรก เอกสารคำอธิบายแบบรูปของแบบรูปที่ 1 แบบรูปที่ 3 และแบบรูปที่ 4 มีคะแนนความอ่านง่ายอยู่ในช่วงคะแนน 0.3 ถึง 0.6 คะแนนตามช่วงคะแนนที่คาดหวังไว้ตามแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ แต่แบบรูปที่ 2 ค่อนข้างจะอ่านได้ยากกว่าแบบรูปอื่น ๆ ผลคะแนนนี้จึงถูกสรุปเป็นคำแนะนำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบและนำไปแก้ไข โดยการลดการใช้ประโยคต่อเนืองที่ยาวเกินไป และลดการใช้คำที่อ่านยาก แต่เนื่องจากการเพิ่มเนื้อหาในหลาย ๆ ส่วนเพื่อแก้ไขคำอธิบายแบบรูปตามคำแนะนำของตัววัดอื่น ๆ และผู้พัฒนาแบบรูปไม่สามารถทราบได้ว่าในขณะที่แก้ไขคำอธิบายแบบรูปนั้น คะแนนของตัววัด CRE เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ทำให้ผลการประเมินในการทดลองรอบที่สองได้ผลว่า แบบรูปที่ 1 และแบบรูปที่ 2 มีความอ่านง่ายน้อยลงเล็กน้อย และแบบรูปที่ 2 ยังไม่อยู่ในช่วงคะแนนที่คาดหวัง

การทดลองสำหรับตัววัด CRE นี้จึงสรุปได้ว่า ในการปรับปรุงคะแนนของตัววัด CRE แม้ว่าจะมีการคำนึงรูปแบบการเขียนและการใช้คำแล้ว แต่มีข้อจำกัดว่าผู้พัฒนาแบบรูปไม่สามารถทราบได้ว่าผลคะแนนเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใดจากการแก้ไขในปัจจุบัน อีกทั้งยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้ผลคะแนนของตัววัด CRE ได้เช่น ผลกระทบจากการปรับปรุงค่าตัววัดอื่น เป็นต้น

3) ตัววัดคุณภาพ CSD

ผลคะแนนเฉลี่ยของตัววัดคุณภาพ CSD จากทดลองทั้งสองรอบ (แสดงรายละเอียดคะแนนในภาคผนวก จ.) สามารถแสดงให้เห็นภาพด้วยแผนภูมิแท่งดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ CSD จากการทดลองสองรอบ

ผลการเปรียบเทียบในแผนภูมิแท่งข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในการทดลองรอบแรกแบบรูปที่อยู่ระหว่างการพัฒนาทั้งสามรายการ มีคะแนนอยู่ในระดับปานกลาง กล่าวคือ มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ที่กฎตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์แต่ละข้อจึงพบว่า แผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่อยู่ระหว่างการพัฒนาทั้งสามแบบรูปหลายส่วนยังไม่ต้องกันยกตัวอย่างเช่น ในแบบรูปที่ 2 ตามกฎข้อที่ 5 บ่งบอกว่า ข้อความในแผนภาพลำดับต้องกันกับกิจกรรมหรือการกระทำในแผนภาพกิจกรรมเพียงร้อยละ 40 โดยประมาณเท่านั้น จึงสามารถนำรายละเอียดไปสรุปเป็นคำแนะนำ และนำไปให้ผู้พัฒนาแบบรูปตรวจสอบและแก้ไขให้แบบรูปนั้นต้องกันมากยิ่งขึ้นได้

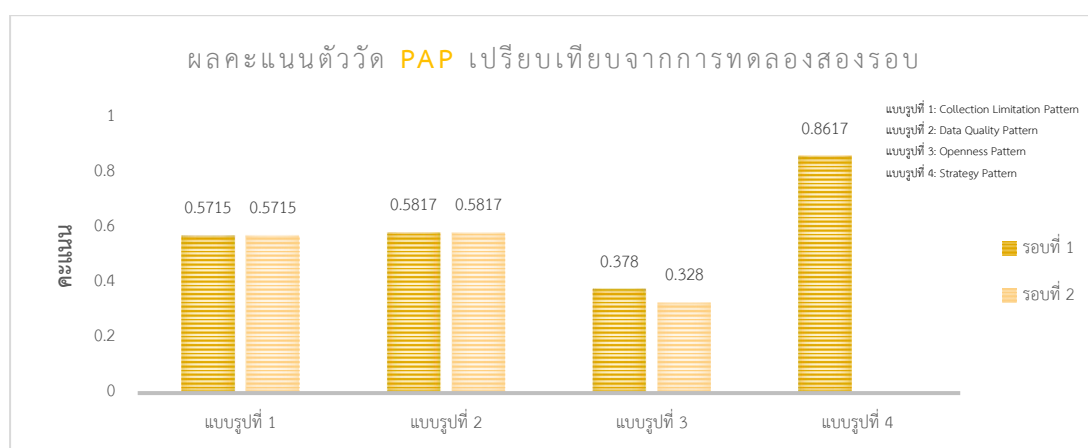
เมื่อผู้พัฒนาแบบรูปได้ทราบถึงคำแนะนำและได้แก้ไขแผนภาพต่าง ๆ ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปให้ต้องกันตามคำแนะนำ เช่น ในแบบรูปที่ 2 ผู้พัฒนาแบบรูปปรับเปลี่ยนชื่อข้อความในแผนภาพลำดับให้มีชื่อที่เหมือนกับกิจกรรมหรือการกระทำในแผนภาพกิจกรรมเพื่อป้องกันความเข้าใจผิดของผู้ประเมิน และเพิ่มกิจกรรมหรือการกระทำที่ตรงกับข้อความในแผนภาพลำดับให้ครบถ้วนและต้องกันกับกิจกรรมหรือการกระทำทั้งหมดในแผนภาพกิจกรรม ด้วยเหตุนี้ทำให้การทดลองในรอบที่สอง แผนภาพในแบบรูปทั้งสามมีคะแนนของตัววัดคุณภาพ CSD ที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

ทั้งนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นประเด็นที่น่าสนใจอีกว่า แบบรูปที่ 4 ซึ่งเป็นแบบรูปที่เสร็จสมบูรณ์แล้วไม่สามารถใช้งานตัววัดคุณภาพ CSD นี้ได้ เนื่องจากมีการใช้เพียงแผนภาพคลาสเพียง

แผนภาพเดียว แต่ยังเปิดช่องทางในการวิจัยในอนาคตให้สามารถพัฒนาตัววัดคุณภาพนี้ต่อไปเพื่อใช้ตรวจสอบความต้องกันระหว่างเนื้อหาที่เป็นข้อความกับแผนภาพได้

4) ตัววัดคุณภาพ PAP

ผลคะแนนเฉลี่ยของตัววัดคุณภาพ PAP จากการทดลองทั้งสองรอบ (แสดงรายละเอียดคะแนนในภาคผนวก จ.) สามารถแสดงให้เห็นภาพด้วยแผนภูมิแท่งดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ PAP จากการทดลองสองรอบ

ผลคะแนนเฉลี่ยในแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบทำให้เห็นว่า ในการทดลองรอบแรกแบบรูปที่ 1 แบบรูปที่ 2 และแบบรูปที่ 4 ได้คะแนนปานกลางไปจนถึงดี กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 50 แต่แบบรูปที่ 3 ได้คะแนนน้อยเพียงร้อยละ 37 โดยประมาณ ผลคะแนนสัดส่วนของแต่ละส่วนประกอบในแผนภาพคลาสจึงถูกวิเคราะห์ พร้อมทั้งมีการสอบถามความคิดเห็นของหน่วยทดลองกลุ่มออกแบบเกี่ยวกับแผนภาพคลาสในแบบรูป เพื่อสรุปเป็นข้อแนะนำในการแก้ไขให้กับผู้พัฒนาแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น แบบรูปที่ 1 หน่วยทดลองกลุ่มออกแบบส่วนมากไม่เลือกใช้คลาส OnBehalfManager เนื่องจากไม่มีความต้องการที่จะระบุการยินยอมแทนในจอทย์ หรือแบบรูปที่ 3 หน่วยทดลองกลุ่มออกแบบที่ทำการออกแบบแผนภาพคลาสที่ประยุกต์ใช้แผนภาพคลาสในแบบรูปนี้ เลือกไม่ใช้ Interface และเขียนเป็นคลาส Concrete เพียงอย่างเดียว เนื่องจากเห็นว่าบางคลาส นั้น ๆ ไม่มีพฤติกรรมที่ซับซ้อนและหลากหลายจนต้องมีการใช้คลาส Interface เช่น คลาส PrivacyPolicyManager เป็นต้น อีกทั้งหน่วยทดลองกลุ่มออกแบบยังเห็นว่าเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์แบบ Association มีจำนวนค่อนข้างเยอะและทำให้สับสนเมื่อนำมาประยุกต์ใช้

หลังจากที่ได้ทราบถึงคำแนะนำ ผู้พัฒนาแบบรูปได้พิจารณาคำแนะนำแล้วได้ข้อสรุปว่า สำหรับแบบรูปที่ 1 ยังจำเป็นต้องมีคลาส OnBehalfManager อยู่เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานทั้งหมด ถึงจะไม่ใช้ในบางโครงการก็ตาม และสำหรับแบบรูปที่ 3 มีการแก้ไขแผนภาพคลาสในการตัด

คุณลักษณะของคลาสออก และเพิ่มการดำเนินการบางส่วนขึ้นมาที่ใช้สำหรับการสร้างนโยบายความเป็นส่วนตัว

ต่อมาแบบรูปการออกแบบที่แก้ไขได้ถูกนำไปออกแบบใหม่อีกครั้งโดยหน่วยทดลองกลุ่มออกแบบ ผลลัพธ์การออกแบบแสดงให้เห็นว่า สำหรับแผนภาพคลาสของแบบรูปที่ 1 แบบรูปที่ 2 และแบบรูปที่ 4 ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากหน่วยทดลองเลือกที่จะออกแบบในลักษณะเดิม ทำให้ผลคะแนนไม่ได้แตกต่างจากเดิม แต่สำหรับแบบรูปที่ 3 มีการแก้ไขแผนภาพคลาส หน่วยทดลองกลุ่มออกแบบจึงออกแบบระบบตามโจทย์ความต้องการเดิมที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตาม ผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ PAP ของแบบรูปที่ 3 มีค่าน้อยลง เนื่องจากหน่วยทดลองคนหนึ่งให้ความคิดเห็นว่า ยังไม่เหมาะสมและเลือกออกแบบใหม่ตามความคิดเห็นของตนเองมากกว่านำแผนภาพคลาสในแบบรูปไปประยุกต์ใช้ จึงส่งผลต่อคะแนนในรอบการทดลองนี้

ดังนั้นผลคะแนนของตัววัดคุณภาพ PAP ทำให้สรุปได้ว่า ตัววัดคุณภาพนี้สามารถสะท้อนคะแนนการนำแผนภาพคลาสในแบบรูปไปใช้งานของหน่วยทดลองกลุ่มออกแบบได้ แต่ผลคะแนนที่มากขึ้นหรือน้อยลง ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ออกแบบว่าแผนภาพคลาสในแบบรูปมีประโยชน์ และตัดสินใจเลือกนำแผนภาพคลาสไปใช้มากน้อยเพียงใด

4.2.5 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองในแต่ละตัววัดคุณภาพของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอสามารถนำมาสรุปรวมเพื่อดูความแตกต่างของผลคะแนนได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลสรุปคะแนนของตัววัดคุณภาพจากการทดลอง

ตัววัดคุณภาพ	แบบรูปที่ 1		แบบรูปที่ 2		แบบรูปที่ 3		แบบรูปที่ 4
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ผลการประเมิน
ตัววัดคุณภาพ DKT	0.6763	0.8590	0.6090	0.8782	0.6539	0.7756	0.8686
ตัววัดคุณภาพ CRE	0.4210	0.3405	0.2821	0.2730	0.2255	0.3236	0.3481
ตัววัดคุณภาพ CSD	0.6314	0.8367	0.8328	0.9455	0.5919	0.7513	-
ตัววัดคุณภาพ PAP	0.5715	0.5715	0.5817	0.5817	0.3780	0.3280	0.8617

คะแนนในตารางที่ 4.7 เป็นคะแนนดิบซึ่งทำให้เห็นความแตกต่างได้ยาก ผู้วิจัยจึงนำคะแนนเหล่านี้มาทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalization) ก่อน ได้ผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลสรุปคะแนนของตัววัดคุณภาพจากการทดลอง ที่ทำให้เป็นบรรทัดฐานแล้ว

ตัววัดคุณภาพ	แบบรูปที่ 1		แบบรูปที่ 2		แบบรูปที่ 3		ผลการประเมิน
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
ตัววัดคุณภาพ DKT	1	1.27	1	1.44	1	1.19	1
ตัววัดคุณภาพ CRE	1	0.81	1	0.97	1	1.44	1
ตัววัดคุณภาพ CSD	1	1.33	1	1.14	1	1.27	-
ตัววัดคุณภาพ PAP	1	1	1	1	1	0.87	1

ผลคะแนนที่ทำให้เป็นบรรทัดฐานแล้วข้างต้นสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า การทดลองประเมินโดยใช้ตัววัดคุณภาพในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ สามารถสะท้อนคะแนนที่เกิดจากการปรับปรุงแก้ไขได้ตามสมมติฐานการทดลองที่ตั้งไว้ ยกตัวอย่างเช่น ตัววัด DKT ที่ผู้พัฒนาแก้ไขโดยเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ขาดไป มีผลคะแนนที่มากขึ้นอย่างชัดเจน แต่ตัววัดคุณภาพ PAP แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้พัฒนาไม่ได้แก้ไขเอกสารคำอธิบายแบบรูป ทำให้คะแนนของตัววัดคุณภาพ PAP ของแบบรูปที่ 1 และแบบรูปที่ 2 ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม และแสดงให้เห็นว่าผลคะแนนของตัววัด CRE มีโอกาสลดลงได้ เนื่องจากผลกระทบจากการปรับปรุงแบบรูปตามตัววัดคุณภาพอื่น ๆ

บทที่ 5

การออกแบบ พัฒนา และทดสอบเครื่องมือสนับสนุนการประเมิน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วมาพัฒนาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการประเมินคุณภาพด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยใช้การออกแบบเชิงวัตถุด้วยภาษายูเอ็มแอลเพื่ออธิบายฟังก์ชันการทำงาน ส่วนประกอบต่าง ๆ รวมถึงโครงสร้างของเครื่องมือ ดังนั้นเนื้อหาภายในบทนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก อันประกอบด้วยส่วนการระบุความต้องการของเครื่องมือเพื่อให้สามารถกำหนดขอบเขตของฟังก์ชันการทำงานได้ ส่วนการออกแบบเครื่องมือด้วยภาษายูเอ็มแอลในมุมมองต่าง ๆ ส่วนการพัฒนาเครื่องที่จะอธิบายส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน และส่วนการทดสอบเครื่องมือทั้งด้านความถูกต้อง ครบถ้วน และประสิทธิภาพ โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การระบุความต้องการของเครื่องมือ

ก่อนการระบุความต้องการของเครื่องมือได้ กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานเครื่องจะต้องถูกกำหนดเสียก่อน โดยจากความเป็นมาของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่มตามบทบาทหน้าที่ คือ ผู้พัฒนาแบบรูป ผู้ประเมินแบบรูป และผู้ดูแลระบบ จากนั้นจึงระบุความต้องการของเครื่องมือได้เป็น 4 กลุ่มฟังก์ชันงานหลักได้แก่

- 1) ฟังก์ชันงานการกำหนดสิทธิ์การใช้งานและจัดการบัญชีผู้ใช้งาน
- 2) ฟังก์ชันงานการนำเข้าเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ
- 3) ฟังก์ชันงานการประเมินคุณภาพตามตัววัดของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ
- 4) ฟังก์ชันงานการออกรายงานประวัติการประเมินและส่งออกรายงาน

หลังจากนั้นความต้องการกลุ่มฟังก์ชันงานข้างต้นจึงถูกนำมาแจกแจงรายละเอียดเพื่อให้ได้เป็นความต้องการทั้งเชิงฟังก์ชันและเชิงคุณภาพที่มีถูกต้อง ครบถ้วน ไม่กำกวม และสามารถทดสอบได้ พร้อมทั้งระบุความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อไว้อีกด้วย รายละเอียดความต้องการของแต่ละกลุ่มฟังก์ชันงานถูกแสดงไว้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 รายการความต้องการของเครื่องมือสนับสนุนแบบจำลอง

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	ประเภทความต้องการ	ความสำคัญ
RQ-1	ฟังก์ชันงานการกำหนดสิทธิ์การใช้งานและการจัดการบัญชีผู้ใช้งาน		
RQ-1.1	ผู้ใช้งานใหม่สามารถสมัครเข้าใช้งานเครื่องมือโดยการยื่นคำร้องขอ (Request) ด้วยการกรอกแบบฟอร์มสมัครใช้งาน เพื่อให้ผู้ดูแลระบบตรวจสอบและกำหนดสิทธิ์การใช้งานก่อน จึงจะสามารถลงชื่อเข้าใช้เครื่องมือได้	เชิงฟังก์ชัน	ปานกลาง
RQ-1.2	ผู้ใช้งานสามารถลงชื่อเข้าใช้เครื่องมือด้วยชื่อที่อยู่อีเมล (Email Address) และรหัสผ่าน (Password)	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-1.3	เครื่องมือสามารถส่งอีเมลเพื่อตั้งรหัสผ่านใหม่ในกรณี que ผู้ใช้งานลืมรหัสผ่านได้	เชิงฟังก์ชัน	ปานกลาง
RQ-1.4	ผู้ใช้งานสามารถออกจากระบบหลังใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-1.5	ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขข้อมูลบัญชีผู้ใช้งาน และกำหนดบทบาทและสิทธิ์ในการใช้งานเครื่องมือได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-1.6	ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของตนเองได้จากเมนู “Change Password” หลังลงชื่อเข้าใช้แล้ว	เชิงฟังก์ชัน	น้อย
RQ-1.7	ผู้ใช้งานที่ไม่ลงชื่อเข้าใช้ต้องไม่สามารถเข้าใช้งานเครื่องมือได้	เชิงคุณภาพ (ความมั่นคง)	มาก
RQ-2	ฟังก์ชันงานการนำเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ		
RQ-2.1	ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถนำเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ โดยกรอกรายละเอียดตามหัวข้อที่แสดงในแบบฟอร์มการนำเข้าแบบรูป และระบบจะบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด
RQ-2.2	ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถอัปโหลดรูปภาพแผนภาพเพื่อนำไปใส่ในคำอธิบายแบบรูปได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-2.3	ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถอัปโหลดรูปภาพการออกแบบตัวอย่าง ที่ใช้งานร่วมกับตัววัด PAP ได้	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด

ตารางที่ 5.1 รายการความต้องการของเครื่องมือสนับสนุนแบบจำลอง (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	ประเภทความต้องการ	ความสำคัญ
RQ-2.4	ผู้พัฒนาสามารถกำหนดเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่จะประเมินได้ และจำกัดจำนวนครั้งของการประเมินในแต่ละเวอร์ชันได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-3	ฟังก์ชันงานการประเมินคุณภาพตามตัววัดของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ		
RQ-3.1	เครื่องมือจะแสดงรายการแบบรูปที่รอการประเมินให้ผู้ประเมินแบบรูปเข้าถึงได้ผ่านหน้า “Assessment List” ได้	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด
RQ-3.2	ผู้ประเมินสามารถเลือกว่าจะประเมินแบบรูปใดได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-3.3	เมื่อผู้ประเมินกดเลือกแบบรูปที่ต้องการประเมินแล้ว เครื่องมือจะแสดงรายการตัววัดคุณภาพให้เลือกได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-3.4	เครื่องมือจะแสดงคำอธิบายวิธีการใช้งานตัววัด พร้อมทั้งแบบฟอร์มของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัววัด เพื่อให้ผู้ประเมินกรอกคะแนนตามตัวแปรดังกล่าวได้	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด
RQ-3.5	เครื่องมือจะแสดงเอกสารคำอธิบายแบบรูปคู่กับแบบฟอร์มของตัวแปร	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-3.6	เครื่องมือสามารถคำนวณคะแนนรวมสุดท้ายของตัววัดโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งบันทึกผลคะแนนรวมและคะแนนในแต่ละตัวแปรเข้าสู่ฐานข้อมูลได้	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด
RQ-3.7	เครื่องมือสามารถคำนวณคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปตามตัววัด CRE ให้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งบันทึกผลคะแนนเข้าสู่ฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้เลือกประเมินด้วยตัววัด CRE	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด
RQ-4	ฟังก์ชันงานการออกรายงานประวัติการประเมินและส่งออกรายงาน		
RQ-4.1	ผู้ใช้งานสามารถสร้างรายงานประวัติการประเมินแบบรูป ที่แสดงเป็นเส้นเวลา (Timeline) ของผลประเมินทั้งหมด พร้อมกับรายละเอียดตัวแปรย่อยของผลประเมินได้	เชิงฟังก์ชัน	มากที่สุด

ตารางที่ 5.1 รายการความต้องการของเครื่องมือสนับสนุนแบบจำลอง (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	ประเภทความต้องการ	ความสำคัญ
RQ-4.2	ผู้ใช้งานสามารถเลือกคัดกรองรายงานตามแบบรูปและเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-4.3	ผู้ใช้งานสามารถส่งออกรายงานประวัติการประเมินเป็นไฟล์ PDF ที่มีข้อมูลเช่นเดียวกับเส้นเวลาของรายงานที่สร้างไว้ได้	เชิงฟังก์ชัน	มาก
RQ-4.4	ระบบต้องส่งออกรายงานเป็นไฟล์ PDF ด้วยเวลาไม่เกิน 5 นาที สำหรับข้อมูลผลการประเมินไม่เกิน 20 รายการ	เชิงคุณภาพ (ประสิทธิภาพ)	ปานกลาง

หมายเหตุ การประเมินระดับความสำคัญของความต้องการจากเวลาที่ใช้พัฒนาฟังก์ชันงานนั้น ๆ ด้วยประสบการณ์ของผู้วิจัย โดยระดับมากที่สุดเทียบเท่ากับเวลาที่ใช้ 8 ชั่วโมง-คน ระดับมากเทียบเท่ากับเวลาที่ใช้ 4 ชั่วโมง-คน ระดับปานกลางเทียบเท่ากับเวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง-คน และระดับน้อยเทียบเท่ากับเวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง-คน

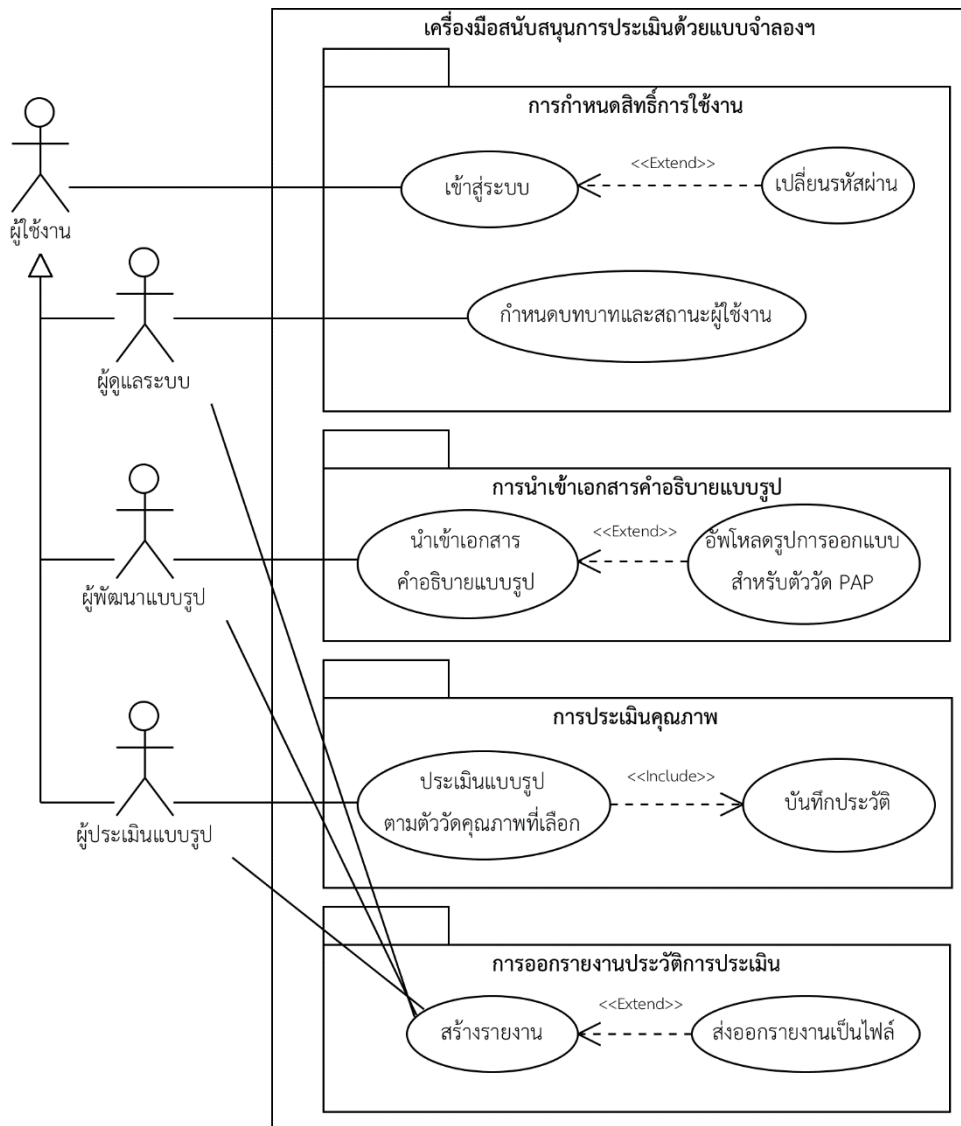
รายการความต้องการทั้งเชิงฟังก์ชันและเชิงคุณภาพข้างต้นแสดงให้เห็นถึงภาพรวมฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือที่จะเป็นผลลัพธ์สุดท้าย และช่วยให้สามารถวางแผนการพัฒนาเครื่องมือได้ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการออกแบบเครื่องมือสนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองฯ ด้วยภาษายูเอ็มแอล เพื่อให้เป็นสื่อกลางที่ทำให้สามารถพัฒนาเครื่องมือได้ถูกต้องตามความต้องการ

5.2 การออกแบบเครื่องมือสนับสนุนการประเมิน

ส่วนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองซอฟต์แวร์ตามภาษายูเอ็มแอล ด้วยแนวทางแบบบนลงล่าง (Top-Down Approach) ซึ่งจะเริ่มจากออกแบบภาพรวมของเครื่องมือตามยูสเคสด้วยแผนภาพยูสเคสก่อน จากนั้นจึงระบุรายละเอียดกิจกรรมภายในยูสเคสด้วยแผนภาพกิจกรรม แล้วจึงออกแบบรายละเอียดโครงสร้างของข้อมูลเพื่อรองรับการทำงานในแต่ละกิจกรรมด้วยแผนภาพคลาส รวมถึงแสดงแนวทางที่คลาสแต่ละคลาสทำงานร่วมกันด้วยแผนภาพลำดับ และสุดท้ายลงลึกสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบของเครื่องมือที่เขียนอธิบายด้วยแผนภาพการติดตั้ง ทั้งนี้แต่ละส่วนมีรายละเอียดการออกแบบด้วยแผนภาพดังนี้

5.2.1 แผนภาพยูสเคส

การวิเคราะห์รายการความต้องการและกำหนดกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานทำให้สามารถเขียนแผนภาพยูสเคสเพื่อแสดงภาพรวมของฟังก์ชันงานของเครื่องมือได้ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการประเมิน

แผนภาพยูสเคสแสดงให้เห็นว่า ยูสเคสของเครื่องมือสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 4 กลุ่ม โดยสำหรับกลุ่มแรก คือกลุ่มยูสเคสเกี่ยวกับการกำหนดสิทธิ์ที่แสดงว่าผู้ใช้งานทุกบทบาทสามารถลงชื่อเข้าใช้งานเครื่องมือตามบทบาทของตนเองได้ นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของตนเองได้ในกรณีที่ลืมรหัสผ่านเดิม แผนภาพยูสเคสยังแสดงให้เห็นอีกว่า ผู้ดูแลระบบจะเป็นเพียงบทบาทเดียวที่สามารถกำหนดสิทธิ์แก่ผู้ใช้งานทุกคนได้ กลุ่มยูสเคสถัดไปคือกลุ่มการนำเข้าเอกสารคำอธิบายแบบรูป ผู้ใช้งานที่มีบทบาทเป็นผู้พัฒนาแบบรูปสามารถนำเข้าเอกสารคำอธิบายแบบรูปตาม

แบบฟอร์มที่กำหนด และสามารถเลือกอัปโหลดรูปภาพการออกแบบสำหรับใช้ในการประเมินด้วยตัววัด PAP ได้ ต่อมากลุ่มยูสเคสเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ ผู้ใช้งานที่มีบทบาทหน้าที่เป็นผู้ประเมินสามารถประเมินแบบรูปโดยการให้คะแนนตามตัววัดคุณภาพ ซึ่งเมื่อทำการประเมินทุกครั้งจะมีการบันทึกประวัติผลการประเมินคุณภาพเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบเสมอ และสุดท้ายกลุ่มกรณีการใช้งานเกี่ยวกับการออกรายงานประวัติการประเมิน ผู้ใช้งานทุกบทบาทสามารถสั่งให้เครื่องมือออกรายงานประวัติการประเมินและส่งออกรายงานเป็นไฟล์ได้

5.2.2 แผนภาพกิจกรรม

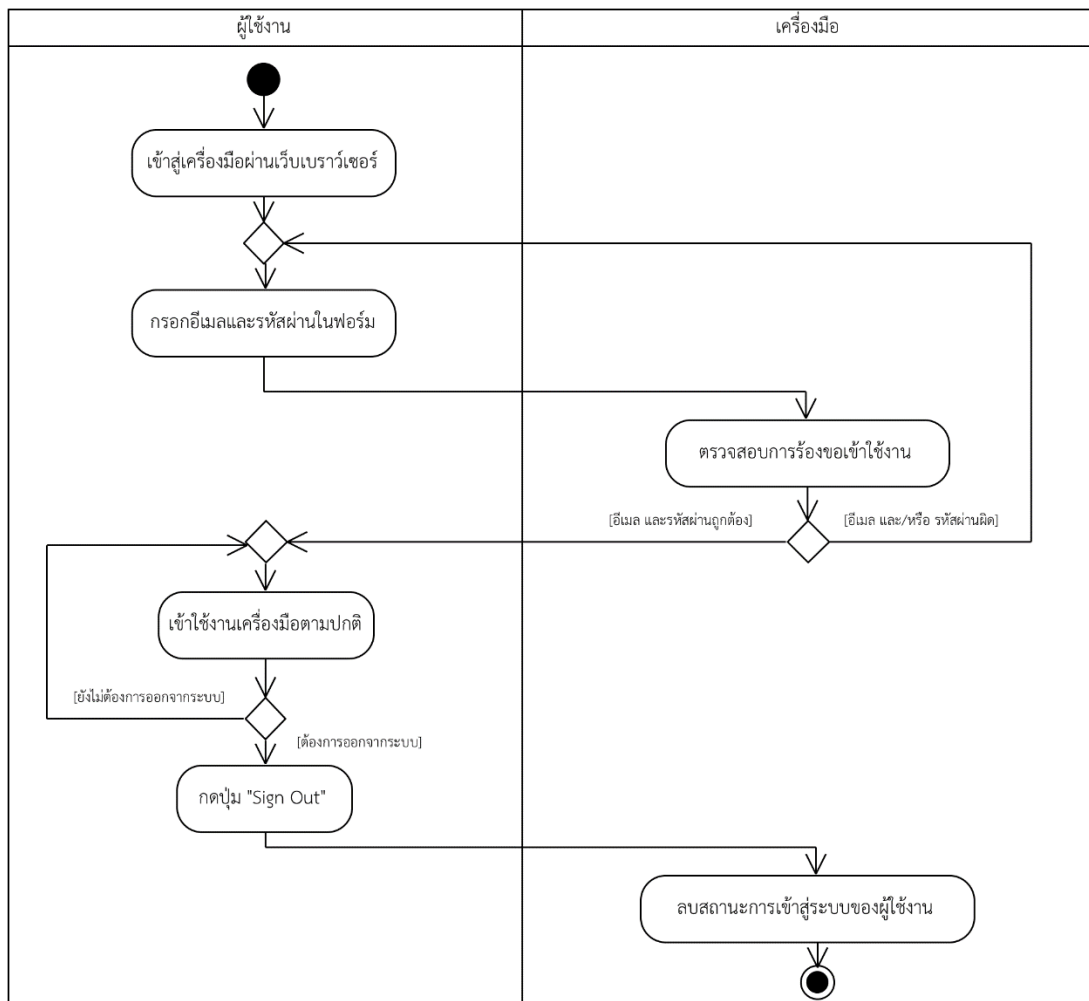
หลังจากที่เห็นภาพรวมยูสเคสจากแผนภาพยูสเคสในหัวข้อก่อนหน้านี้ การวิเคราะห์รายละเอียดภายในกลุ่มยูสเคสแต่ละกลุ่มอย่างละเอียดจึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้สามารถระบุขั้นตอน/กระบวนการใช้งานเครื่องมือได้ชัดเจน ดังนั้นแผนภาพกิจกรรมจึงถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายการทำงานของแต่ละกลุ่มอย่างละเอียดดังต่อไปนี้

1) กลุ่มยูสเคสเกี่ยวกับการกำหนดสิทธิ์การใช้งาน

กลุ่มยูสเคสนี้จะสามารถแบ่งขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือได้เป็น 3 กลุ่มของกิจกรรม คือการลงชื่อเข้าใช้เพื่อใช้งานตามปกติ การเปลี่ยนรหัสผ่านเมื่อผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน และการสมัครเข้าใช้งาน และกำหนดสิทธิ์การใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดของกลุ่มกิจกรรมแต่ละกลุ่มดังนี้

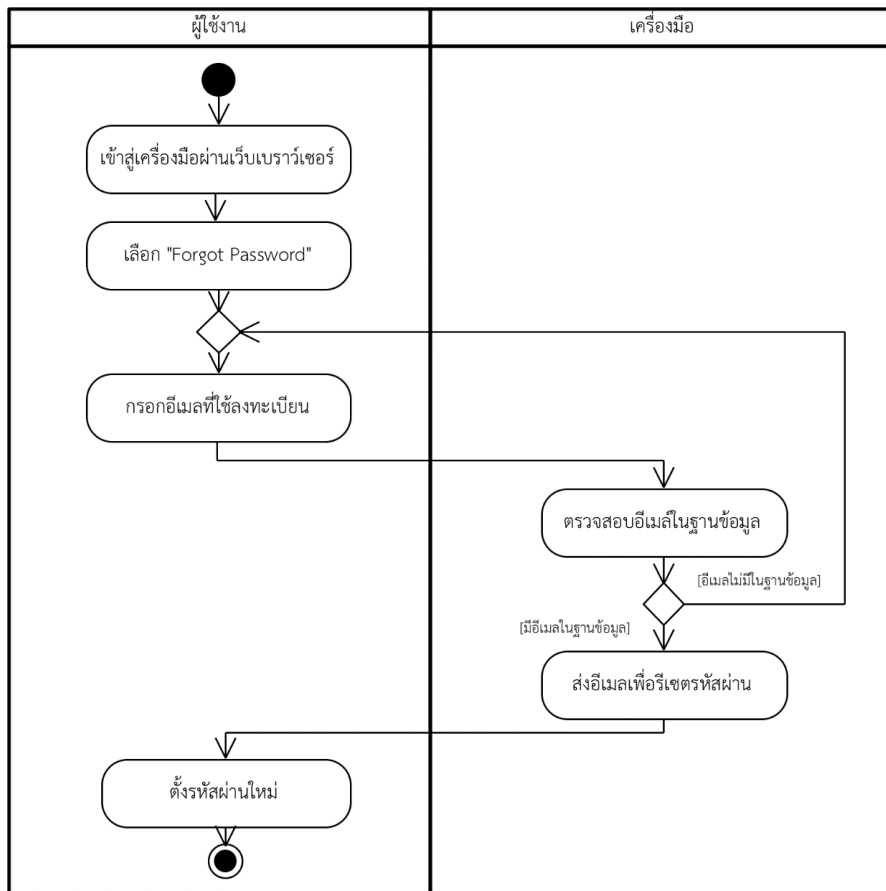
สำหรับการลงชื่อเข้าใช้เพื่อใช้งานปกติ (แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 5.2) จะเริ่มเมื่อผู้ใช้งานเข้ามาใช้งานเครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และได้ทำการกรอกอีเมลและรหัสผ่านเพื่อลงชื่อเข้าใช้ โดยเครื่องมือจะนำทั้งอีเมลและรหัสผ่านที่เข้ารหัสแล้วไปตรวจสอบกับฐานข้อมูลบัญชีผู้ใช้งาน หากอีเมลและ/หรือรหัสผ่านผิด ผู้ใช้งานจะต้องกรอกใหม่อีกครั้ง แต่หากข้อมูลทั้งสองถูกต้อง เครื่องมือจะยินยอมให้ผู้ใช้งานเข้าใช้งานได้ตามปกติ หลังจากนั้นเมื่อผู้ใช้งานต้องการออกจากระบบ ผู้ใช้งานสามารถกดที่ปุ่ม “Sign Out” เพื่อให้เครื่องมือลบสถานะการเข้าใช้งาน (Session) ของผู้ใช้และออกจากระบบอย่างสมบูรณ์

ต่อมาคือ การเปลี่ยนรหัสผ่านเมื่อผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน (แสดงแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 5.3) ที่จะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้งานคลิกเลือกที่ลิงก์ “Forgot Password” เมื่อต้องการเข้าใช้งานแต่ลืมรหัสผ่าน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกที่อยู่อีเมลที่ใช้ในการสมัครหรือที่อยู่อีเมลที่ตรงกับที่กำหนดไว้ในบัญชีผู้ใช้งานเดิม จากนั้นเครื่องมือจะตรวจสอบว่าที่อยู่อีเมลนั้นมีอยู่ในฐานข้อมูลระบบหรือไม่ หากมี เครื่องมือจะส่งอีเมลสำหรับรีเซตรหัสผ่านไปยังที่อยู่อีเมลที่ผู้ใช้งานกรอก เพื่อให้ผู้ใช้งานตั้งรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง

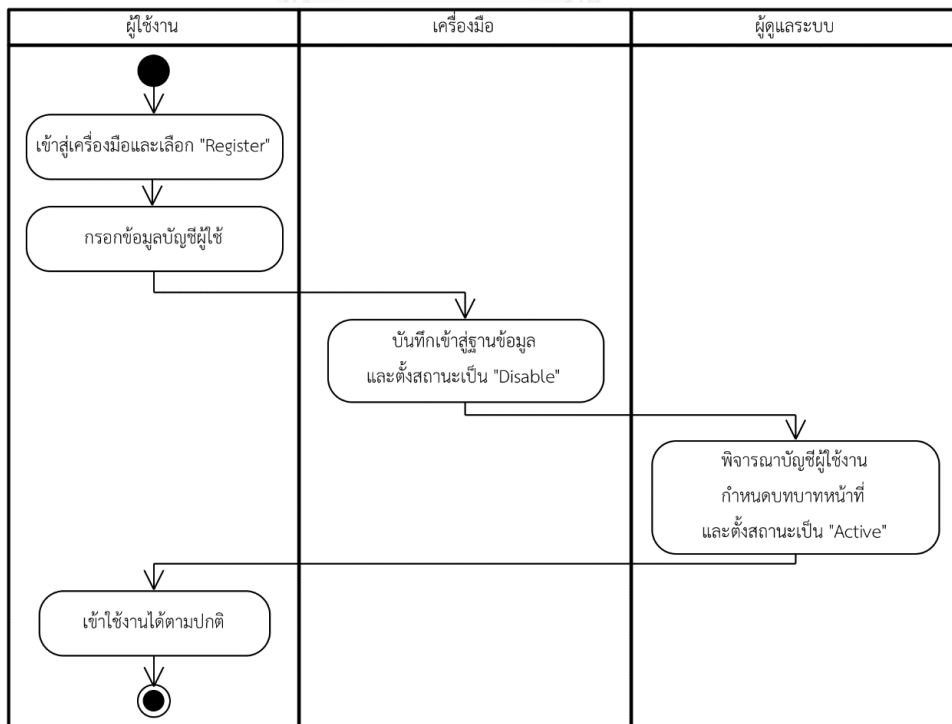


รูปที่ 5.2 แผนภาพกิจกรรมสำหรับกลุ่มกิจกรรมการลงชื่อเข้าใช้เพื่อใช้งานตามปกติ

สำหรับการสมัครเข้าใช้งานและกำหนดสิทธิ์การใช้งาน (แสดงแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 5.4) คือกิจกรรมเมื่อผู้ใช้งานใหม่เข้าสู่เครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์และต้องการสมัครเข้าใช้งานเครื่องมือเป็นครั้งแรก ผู้ใช้งานสามารถกดเลือกลิงก์ “Register” และกรอกข้อมูลตามแบบฟอร์มที่กำหนดไว้ แล้วจึงส่งแบบฟอร์มดังกล่าวให้บันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล แต่ผู้ใช้งานที่สมัครใหม่จะยังไม่สามารถใช้งานเครื่องมือได้ เนื่องจากจะต้องรอนกว่าผู้ดูแลระบบจะตรวจสอบแบบฟอร์มการสมัคร และกำหนดบทบาทของผู้ใช้งาน รวมทั้งตั้งสถานะผู้ใช้งานเป็น “Active” เสียก่อน ผู้ใช้งานจึงจะสามารถเข้าใช้งานเครื่องมือได้ตามปกติได้



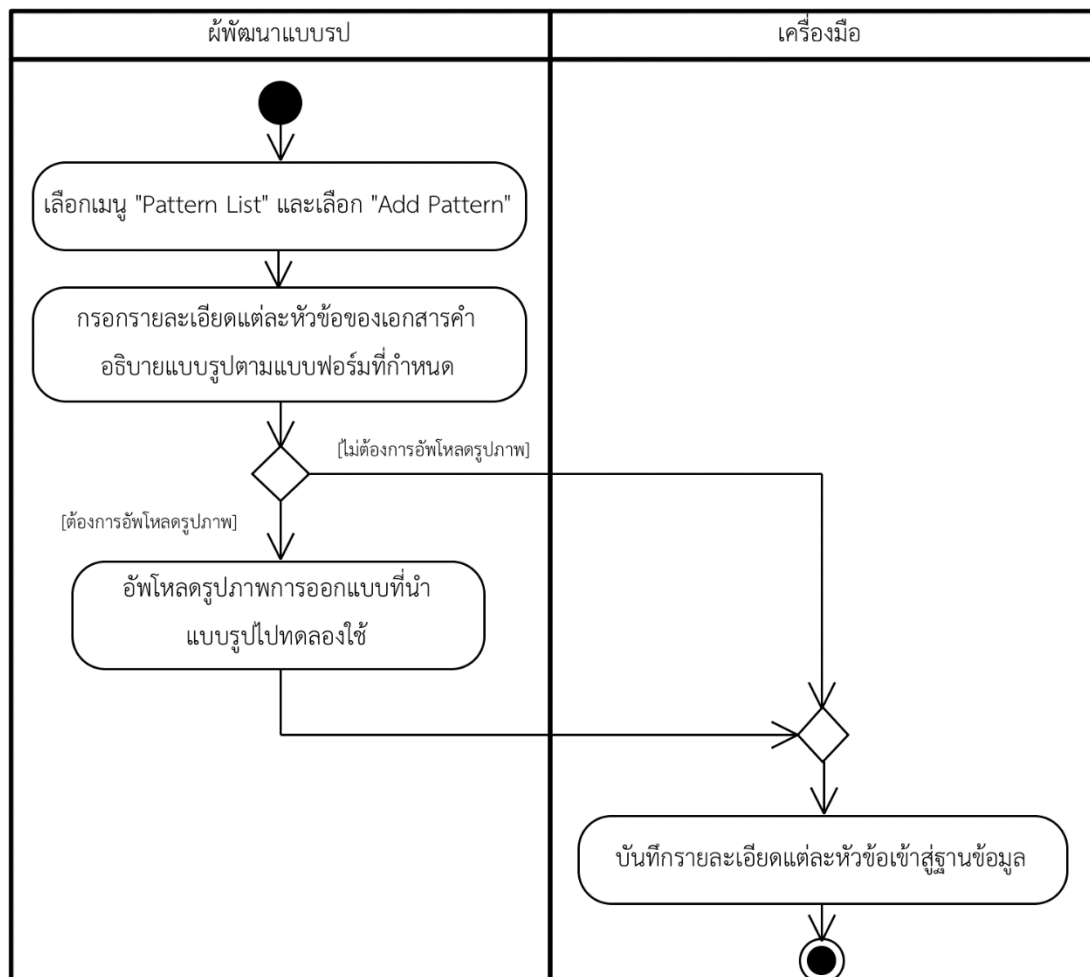
รูปที่ 5.3 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่านเมื่อผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน



รูปที่ 5.4 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการสมัครเข้าใช้งานและกำหนดสิทธิ์การใช้งาน

2) กลุ่มยูสเคสเกี่ยวกับการนำเข้าเอกสารคำอธิบายแบบรูป

สำหรับกลุ่มยูสเคสนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้งานที่มีบทบาทเป็นผู้พัฒนาแบบรูปจะนำเข้าข้อมูลเอกสารคำอธิบายแบบรูป (รายละเอียดขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 5.5) โดยจะเริ่มจากผู้พัฒนาแบบรูปเข้าไปยังเมนู “Pattern List” และเลือกที่ปุ่ม “Add Pattern” เพื่อเพิ่มแบบรูปใหม่ แล้วจึงกรอกข้อมูลรายละเอียดของแบบรูปแต่ละหัวข้อตามเอกสารคำอธิบายแบบรูปลงในแบบฟอร์มที่เครื่องมือแสดงไว้ให้ นอกจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกที่จะอัปโหลดรูปภาพการออกแบบที่มีการนำแบบรูปไปใช้งานเพื่อใช้ในตัววัดคุณภาพ PAP ได้อีกด้วย และสุดท้ายเมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือจึงจะบันทึกรายละเอียดในแต่ละหัวข้อเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบต่อไปได้

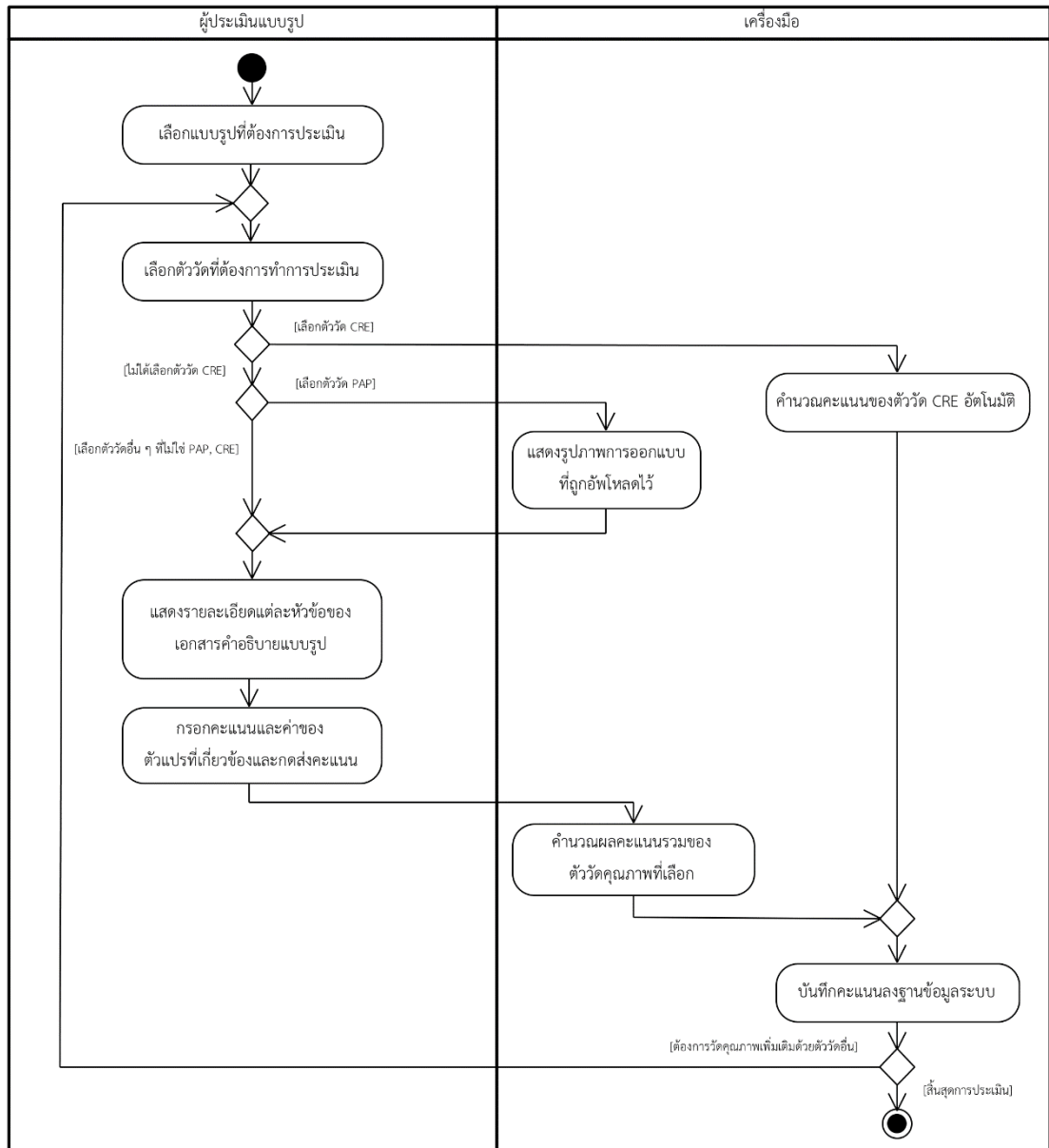


รูปที่ 5.5 แผนภาพกิจกรรมการนำเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ

3) กลุ่มยูสเคสเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ

กลุ่มกรณีการใช้งานนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้ประเมินแบบรูปจะประเมินคุณภาพของแบบรูปที่ได้นำเข้ามาแล้วด้วยตัววัดคุณภาพที่นำเสนอในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ทั้ง 4 รายการ ทั้งนี้ผู้

ประเมินสามารถเลือกประเมินที่ละตัววัดได้จนกระทั่งประเมินครบทั้งหมด ซึ่งเครื่องมือจะแสดงตัวแปรในแต่ละตัววัดเพื่อให้ผู้ประเมินแบบรูปกรอกคะแนนของตัวแปรแต่ละตัว และเครื่องมือจะคำนวณคะแนนสุดท้ายให้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงคะแนนเป็นร้อยละ ดังรูปที่ 5.6



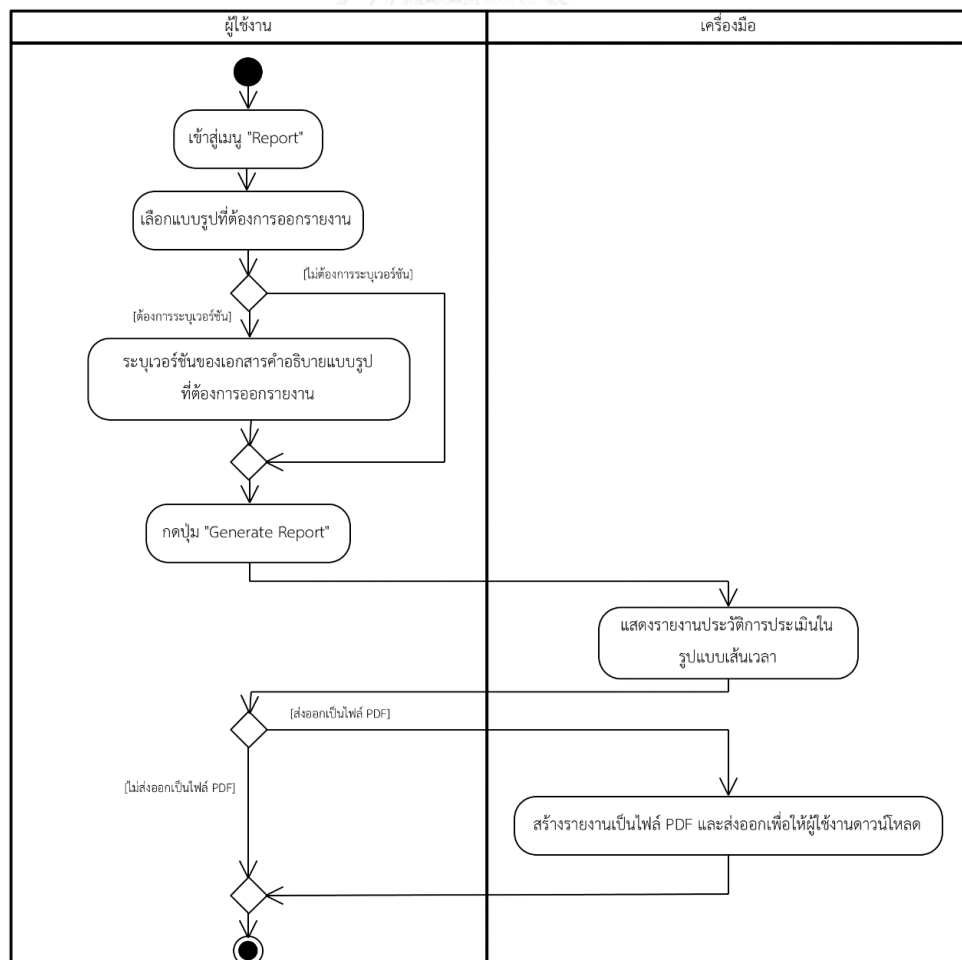
รูปที่ 5.6 แผนภาพกิจกรรมการประเมินคุณภาพของแบบรูปด้วยเครื่องมือ

นอกจากนั้นแผนภาพกิจกรรมข้างต้นแสดงให้เห็นอีกว่า หากผู้ประเมินเลือกประเมินด้วยตัววัดคุณภาพ CRE หรือตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาในเอกสารคำอธิบายแบบรูป เครื่องมือจะช่วยนับจำนวนค่า ประโยค และพยางค์ในแต่ละหัวข้อ อีกทั้งยังคำนวณค่าคะแนนให้โดยอัตโนมัติอีกด้วย และหากผู้ประเมินเลือกประเมินด้วยตัววัดคุณภาพ PAP หรือตัววัดคุณภาพสัดส่วน

การนำแบบรูปไปใช้งาน เครื่องมือจะแสดงรูปภาพการออกแบบที่นำแบบรูปไปใช้งานมาแสดงควบคู่กับรายละเอียดแต่ละหัวข้ออีกด้วย

4) กลุ่มยูสเคสเกี่ยวกับการออกรายงานประวัติการประเมิน

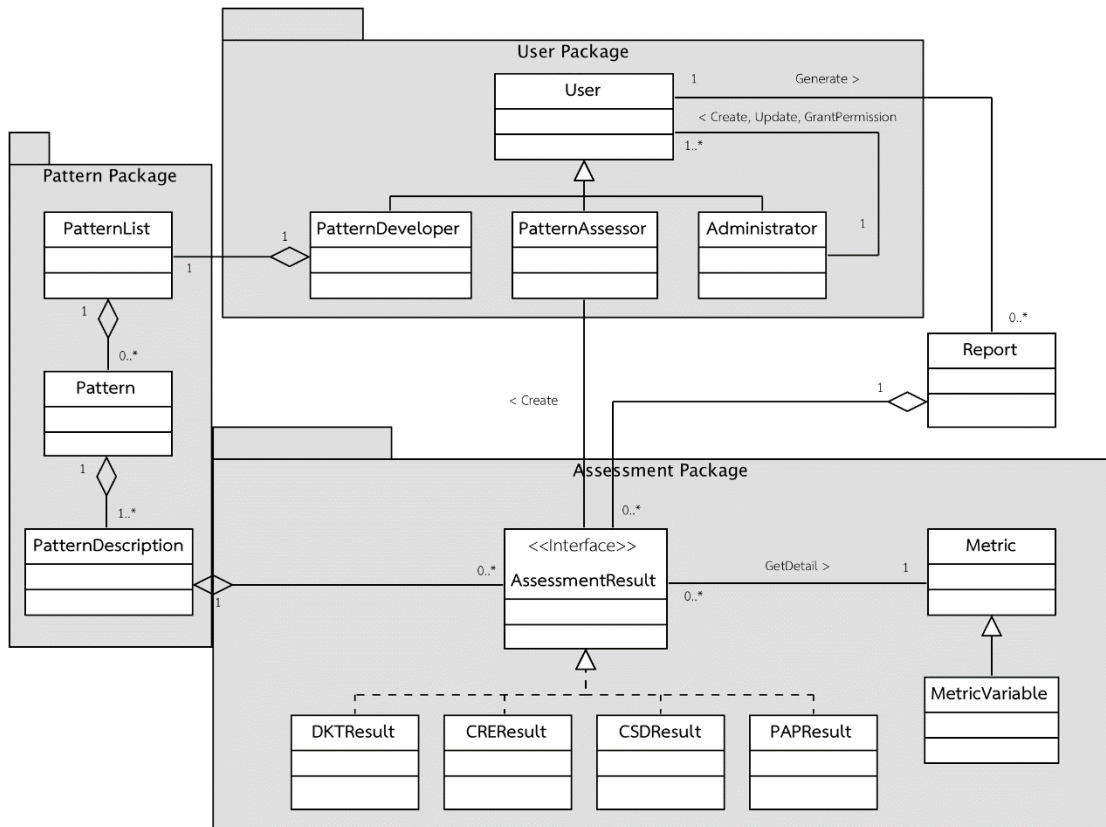
กลุ่มยูสเคสนี้เป็นขั้นตอนหลังจากที่แบบรูปถูกประเมินเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานทุกบทบาทสามารถสร้างรายงานประวัติการประเมินคุณภาพของแบบรูปได้ โดยผู้ใช้งานจะต้องระบุแบบรูปที่ต้องการ และเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูป แต่ผู้ใช้งานสามารถเลือกที่จะไม่ระบุเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้ ซึ่งเครื่องมือจะสร้างรายการของแบบรูปที่ระบุจากทุก ๆ เวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่มีในระบบโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้รายงานประวัติการประเมินคุณภาพจะแสดงในรูปแบบของเส้นเวลา แยกตามตัววัดและผู้ประเมินแบบรูป พร้อมกับแสดงรายละเอียดค่าคะแนนของตัวแปรย่อยภายในตัววัดนั้น ๆ ควบคู่กันไปด้วย นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถเลือกส่งออกรายงานประวัติการประเมินคุณภาพนี้เป็นไฟล์ PDF ที่สามารถดาวน์โหลดมาเก็บไว้ได้ ขั้นตอนการทำงานของกลุ่มยูสเคสนี้แสดงได้ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แผนภาพกิจกรรมการออกรายงานประวัติการประเมินด้วยเครื่องมือ

5.2.3 แผนภาพคลาส

หลังจากการวิเคราะห์ฟังก์ชันงาน และออกแบบขั้นตอนกิจกรรมภายในยูสเคสเรียบร้อยแล้ว ซึ่งทำให้ทราบถึงภาพรวมของระบบในระดับหนึ่ง จากนั้นผู้วิจัยจึงเริ่มออกแบบโครงสร้างของข้อมูลภายในระบบที่จะรองรับการทำงานตามฟังก์ชันงานและขั้นตอนกิจกรรมต่าง ๆ ที่ระบุไว้ข้างต้นได้ดังแสดงในรูปที่ 5.8

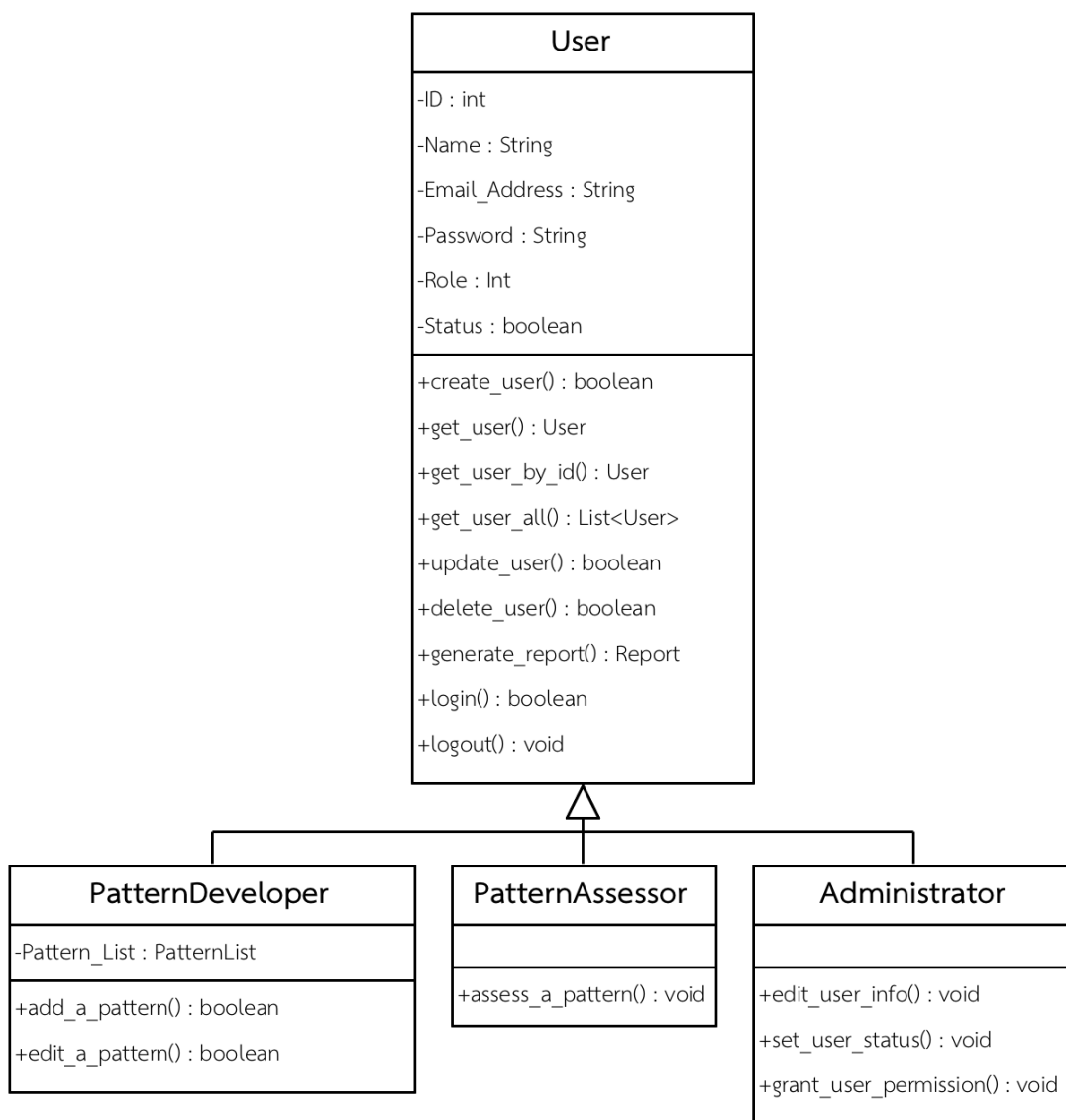


รูปที่ 5.8 แผนภาพคลาสโครงสร้างข้อมูลภายในเครื่องมือ

จากรูปข้างต้นจะเห็นได้ว่า คลาสที่จะใช้แสดงโครงสร้างของข้อมูลภายในเครื่องมือจะถูกรวมเป็นชุดได้ทั้งหมด 3 ชุด คือ ชุดของคลาสที่เกี่ยวกับผู้ใช้งาน (User Package) ชุดของคลาสที่เกี่ยวกับแบบรูป (Pattern Package) และชุดของคลาสเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ (Assessment Package) ทั้งนี้แผนภาพคลาสได้แสดงให้เห็นอีกว่า ผู้ใช้งานของระบบจะถูกแบ่งเป็นผู้พัฒนาแบบรูป ผู้ประเมินแบบรูป และผู้ดูแลระบบ ด้วยการสืบทอดคุณสมบัติ โดยผู้พัฒนาแบบรูปจะมีรายการของแบบรูปของตนเองที่จะประกอบด้วยแบบรูป พร้อมทั้งคำอธิบายแบบรูปแต่ละเวอร์ชันของแบบรูป นั้น ๆ อีกด้วย ส่วนผู้ประเมินแบบรูปจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับคลาสของผลการประเมินคุณภาพที่เกิดจากการให้คะแนนตามตัวแปรต่าง ๆ ภายในตัววัดคุณภาพ สำหรับผู้ดูแลระบบจะมีความสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน

ทุกคนในการสร้าง แก้ไข และกำหนดสิทธิ์ของบัญชีผู้ใช้งานแต่ละบัญชี สุดท้ายผู้ใช้งานทุกบทบาทจะสามารถสร้างรายงานประวัติการประเมินได้

ในท้ายที่สุด การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแต่ละคลาสจึงถูกทำขึ้นเพื่อให้เห็นส่วนประกอบและฟังก์ชันการทำงานที่เกี่ยวข้องกันของแต่ละคลาสได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเริ่มจากรายละเอียดของคลาสในชุดของคลาสที่เกี่ยวกับผู้ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 5.9



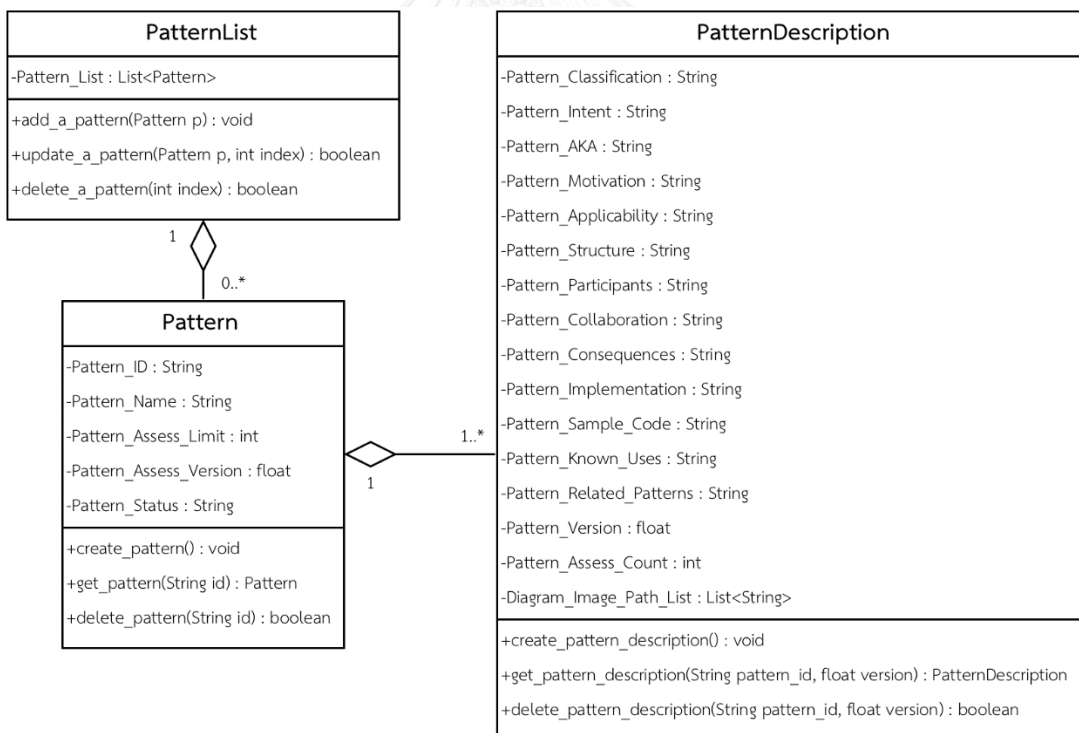
รูปที่ 5.9 รายละเอียดของคลาสในชุดที่เกี่ยวกับผู้ใช้งาน

คลาส User จะเป็นคลาสต้นกำหนด (Parent) ของคลาสผู้ใช้งานแต่ละบทบาท โดยจะมีระบุรหัสอ้างอิง (ID) ชื่อ ที่อยู่อีเมล รหัสผ่าน รหัสบทบาทหน้าที่ และสถานะของบัญชีผู้ใช้งาน นอกจากนี้ คลาส User จะมีการดำเนินการทั่วไปคือการสร้าง เรียกดูข้อมูล แก้ไข และลบบัญชีผู้ใช้นั้น ๆ ได้ อีก

ทั้งจะมีการดำเนินการเกี่ยวกับการลงชื่อเข้าใช้ การออกจากระบบ และการสร้างรายงาน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคลาส Report อีกด้วย

คลาส User ยังมีการสืบทอดคุณสมบัติไปยังคลาสที่แยกตามบทบาทของผู้ใช้งาน เพื่อให้มีคุณลักษณะและการดำเนินการที่ทำได้เฉพาะบทบาทนั้น ๆ เช่น คลาส PatternDeveloper สำหรับผู้ใช้งานบทบาทผู้พัฒนาแบบรูป จะมีรายการของแบบรูปของตนเอง และสามารถเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลแบบรูปได้ หรือคลาส PatternAssessor สำหรับผู้ใช้งานบทบาทผู้ประเมินแบบรูปที่จะมีการดำเนินการที่เกี่ยวกับการประเมินแบบรูป เป็นต้น

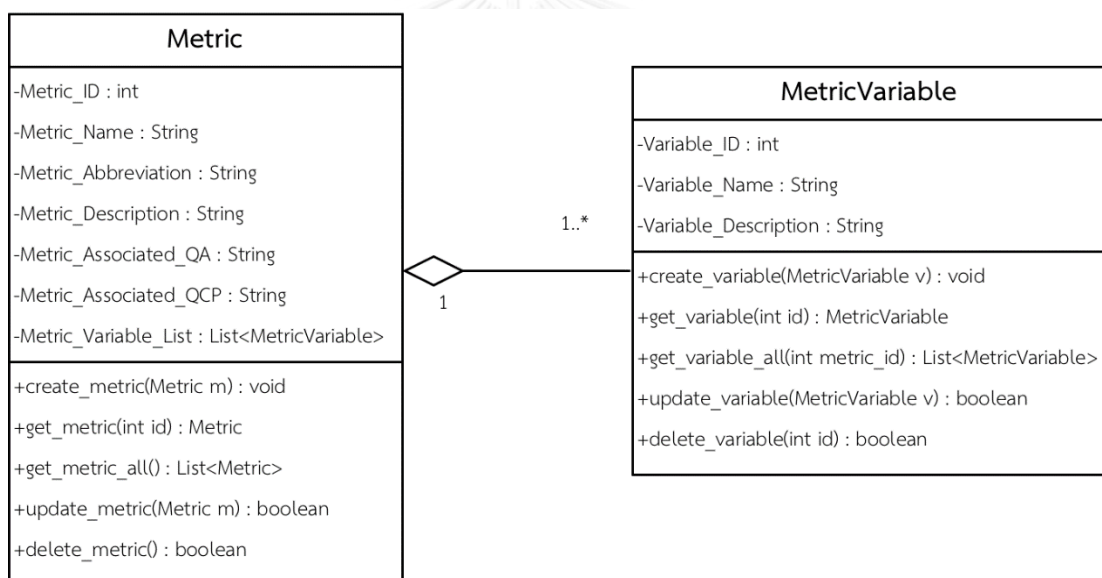
ต่อมาเป็นชุดของคลาสที่เกี่ยวข้องกับแบบรูป ดังแสดงในรูปที่ 5.10 ซึ่งจะประกอบด้วยคลาสทั้งหมด 3 คลาส คือ คลาส PatternList คลาส Pattern และคลาส PatternDescription โดยคลาส PatternList จะเป็นคลาสตัวแทนรายการแบบรูปที่เป็นส่วนหนึ่งของคลาส PatternDeveloper (ผู้พัฒนาแบบรูป) ซึ่งการดำเนินการภายในคลาสของผู้พัฒนาแบบรูปสามารถมาเรียกใช้การดำเนินการของคลาสนี้ในการเพิ่ม แก้ไข หรือลบแบบรูปออกจากรายการแบบรูปได้



รูปที่ 5.10 รายละเอียดของคลาสในชุดที่เกี่ยวข้องกับแบบรูป

นอกจากนี้คลาส PatternList จะประกอบไปด้วยรายการของคลาส Pattern ที่มีระบุรหัสอ้างอิงแบบรูป (Pattern ID) ชื่อของแบบรูป จำนวนครั้งการประเมินที่จำกัด เวอร์ชันของเอกสาร คำอธิบายแบบรูปที่ต้องการประเมิน และสถานะของแบบรูป โดยข้อมูลของแบบรูปข้างต้นจะคงไว้เมื่อมีการเปลี่ยนเวอร์ชัน และจะมีรายการของคำอธิบายแบบรูป (คลาส PatternDescription) ที่ขึ้นกับเวอร์ชัน อันประกอบด้วยรายละเอียดของเอกสารคำอธิบายแต่ละหัวข้อ เช่น จุดมุ่งหมาย ชื่ออื่น ๆ หรือเหตุจูงใจ เป็นต้น ซึ่งเมื่อผู้พัฒนาแบบรูปนำเข้าเอกสารคำอธิบายแบบรูปนั้น ๆ เวอร์ชันใหม่ จะต้องมาแก้ไขค่าของคุณลักษณะเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่ต้องการประเมินในคลาส Pattern อีกด้วย

ชุดของคลาสถัดมาที่จะกล่าวถึงคือ ชุดของคลาสเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ ซึ่งจะแบ่งย่อยได้อีกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของคลาสเกี่ยวกับตัววัดคุณภาพ และส่วนของคลาสเกี่ยวกับผลการประเมิน โดยส่วนของคลาสที่เกี่ยวกับตัววัดคุณภาพจะแสดงดังรูปที่ 5.11

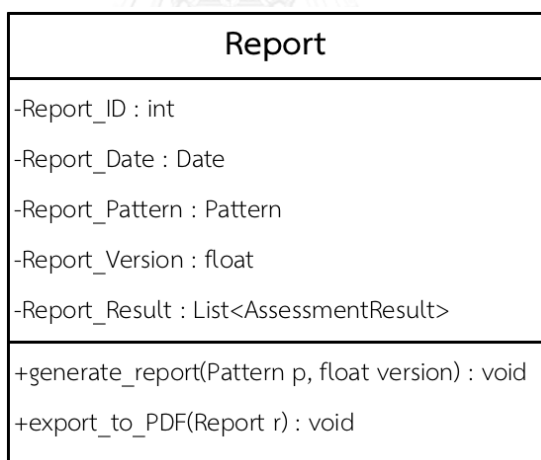


รูปที่ 5.11 รายละเอียดของคลาสในส่วนที่เกี่ยวกับตัววัดคุณภาพ

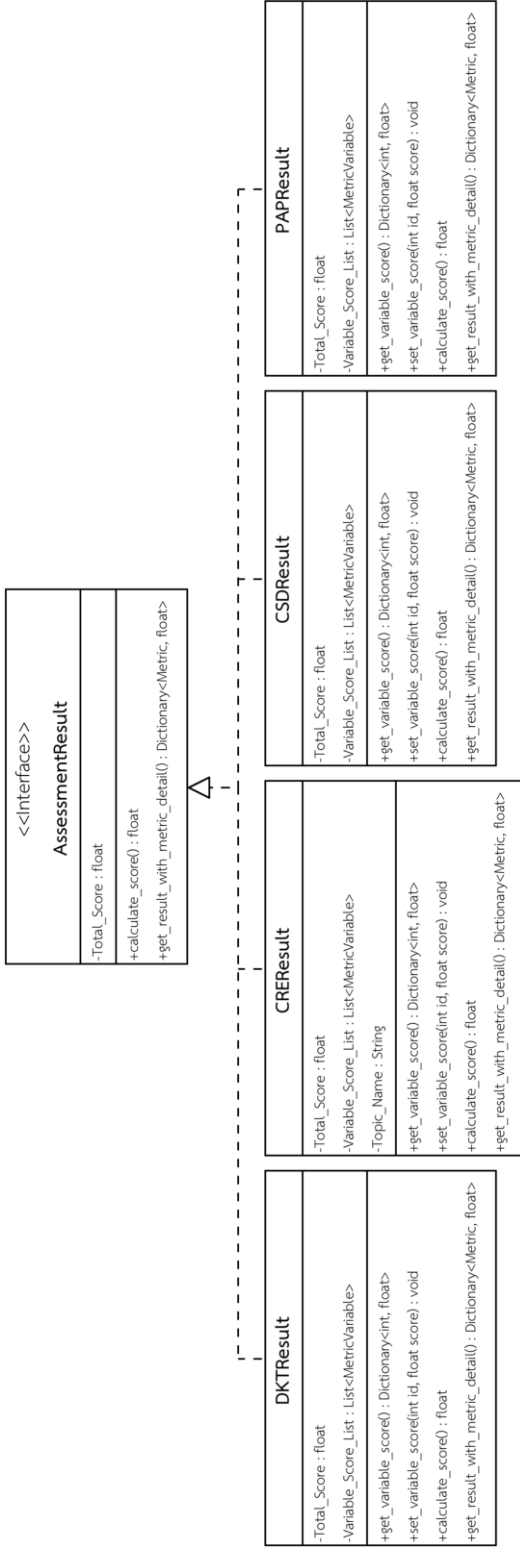
รูปข้างต้นแสดงว่าส่วนของคลาสที่เกี่ยวข้องกับตัววัดคุณภาพมี 2 คลาส คือ คลาส Metric และคลาส MetricVariable โดยคลาส Metric จะมีคุณลักษณะที่ระบุถึงข้อมูลทั่วไปของตัววัดคุณภาพนั้น ๆ ได้แก่ รหัสอ้างอิงตัววัด (Metric ID) ชื่อของตัววัด อักษรย่อของตัววัด คำอธิบายตัววัด คุณลักษณะเชิงคุณภาพและคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับตัววัด นอกจากนี้ตัววัดคุณภาพแต่ละตัวจะมีรายการของตัวแปรที่เกี่ยวข้องซึ่งแสดงด้วยคลาส MetricVariable อีกด้วย

ทั้งนี้ส่วนของคลาสที่เกี่ยวข้องกับตัววัดคุณภาพยังนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสร้างคลาสในส่วนของการประเมิน ดังรูปที่ 5.13 โดยส่วนนี้ผู้วิจัยมีการประยุกต์ใช้แบบรูปกลยุทธ์ (Strategy Pattern) จากหนังสือของ E. Gamma และคณะ [9] เพื่อกำหนดพฤติกรรมของการคำนวณคะแนนในแต่ละตัววัดเพื่อใช้สร้างผลการประเมิน ผู้วิจัยกำหนดคลาส AssessmentResult เป็นคลาสส่วนต่อประสาน (Interface Class) เพื่อทำให้เกิดความยืดหยุ่นหากมีการเพิ่มตัววัดคุณภาพอื่น ๆ ในอนาคต โดยผลการประเมินคุณภาพของแต่ละตัววัดคุณภาพในปัจจุบันทั้ง 4 รายการ จะอิมพลิเมนต์คลาส AssessmentResult นี้ด้วยการกำหนดการดำเนินการ calculate_score() และการดำเนินการ get_result_with_metric_detail() ที่แตกต่างกันออกไปตามแนวทางของตัววัดนั้น ๆ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นคลาส DKTResult คลาส CREResult คลาส CSDResult และคลาส PAPResult สำหรับตัววัด DKT ตัววัด CRE ตัววัด CSD และตัววัด PAP ตามลำดับ

และสุดท้ายคือคลาส Report ซึ่งไม่ถูกจัดอยู่ในชุดของคลาสใด ๆ ซึ่งจะมีหน้าที่เก็บข้อมูลของรายงานที่ถูกสร้างขึ้น เช่น รหัสรายงาน วันที่ออกรายงาน หรือแบบรูปที่เลือก เป็นต้น พร้อมทั้งมีการกำหนดขั้นตอนการสร้างรายงานด้วยการดำเนินการชื่อ generate_report() และการส่งออกรายงานเป็นไฟล์ด้วยการดำเนินการชื่อ export_to_pdf() ดังแสดงในรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 คลาสที่เกี่ยวข้องกับรายงานประวัติการประเมินคุณภาพ



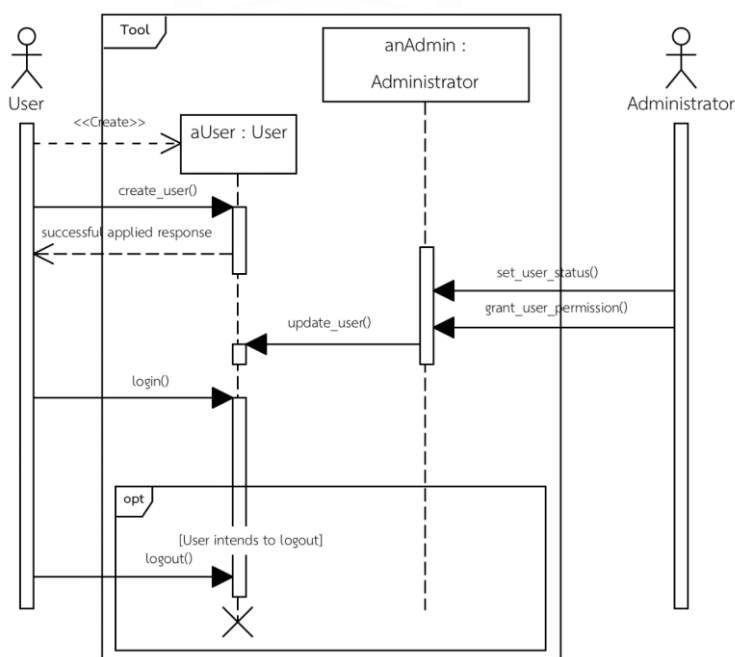
รูปที่ 5.13 รายละเอียดของคลาสในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลการประเมิน

5.2.4 แผนภาพลำดับ

หลังจากที่กำหนดโครงสร้างของข้อมูลด้วยแผนภาพคลาสได้แล้ว การออกแบบโดยใช้แผนภาพลำดับเพื่อขยายความขั้นตอนการทำงานร่วมของคลาสที่ออกแบบจึงถูกนำมาใช้ รวมทั้งความสัมพันธ์กับผู้กระทำ (ผู้ใช้งาน) ของเครื่องมือได้อีกด้วย โดยการออกแบบขั้นตอนการทำงานด้วยแผนภาพลำดับในส่วนนี้จะแบ่งตามชุดของคลาสเช่นเดียวกัน ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละชุดดังต่อไปนี้

1) แผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับผู้ใช้งาน

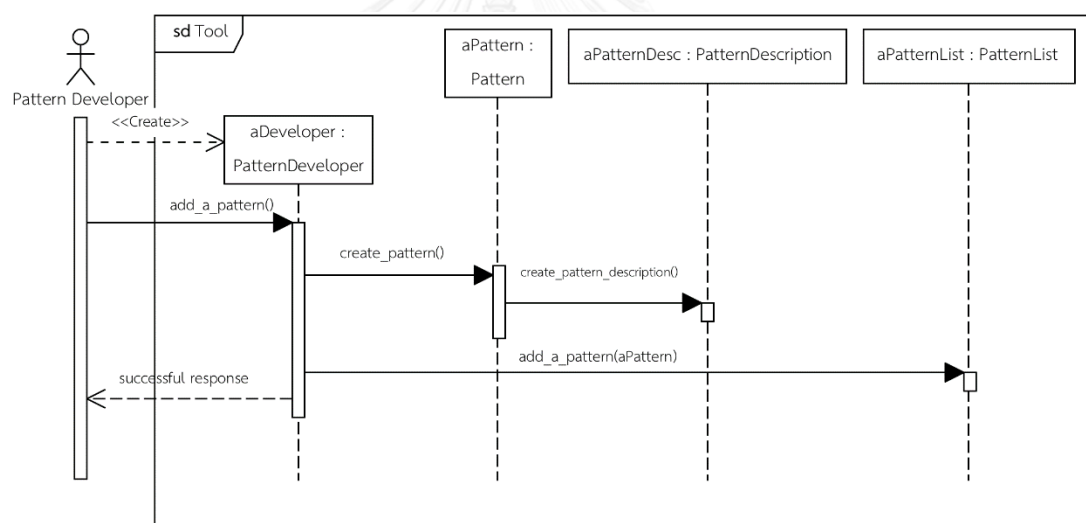
สำหรับแผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับผู้ใช้งานนั้นจะแสดงขั้นตอนการทำงานร่วมกันของคลาสในการสมัครเข้าใช้งาน และการลงชื่อเข้าใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 5.14 โดยขั้นตอนแรกของแผนภาพลำดับแสดงว่า ผู้กระทำ (ผู้ใช้งาน) สามารถเข้ามาสร้างอ็อบเจกต์ User ซึ่งเป็นตัวแทนของคลาส User ได้โดยการส่งข้อความเรียก (Call Message) เพื่อใช้งานการดำเนินการ `create_user()` และกรอกข้อมูลตามแบบฟอร์ม พร้อมทั้งบันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล จากนั้นเมื่อบันทึกเรียบร้อยแล้วจะมีการตอบสนองไปยังผู้ใช้งานถึงความสำเร็จในการบันทึกการสมัครอีกด้วย และเมื่อสมัครเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องรอผู้ดูแลระบบเพื่อตรวจสอบการสมัครและกำหนดสิทธิ์การใช้งานด้วยการส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `set_user_status()` และ `grant_user_permission()` ของคลาส Administrator หลังจากนั้นผู้ใช้งานจึงจะสามารถลงชื่อเข้าใช้งานเครื่องมือด้วยการส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `login()` ของคลาส User เพื่อเข้าใช้งานตามปกติได้ จนกระทั่งผู้ใช้งานต้องการเสร็จสิ้นการใช้งาน ผู้ใช้งานจึงส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `logout()` ของคลาส User เพื่อออกจากระบบได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 5.14 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการสมัครและลงชื่อเข้าใช้ของผู้ใช้งาน

2) แผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับแบบรูป

แผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับแบบรูปนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานร่วมกันของคลาสในการนำเข้าข้อมูลแบบรูปจากเอกสารคำอธิบายแบบรูปผ่านทางแบบฟอร์มที่กำหนด โดยจะเริ่มจากผู้กระทำ (ผู้พัฒนาแบบรูป) สร้างอ็อบเจกต์ PatternDeveloper เพื่อเป็นตัวแทนบัญชีผู้ใช้งานของตนเอง แล้วจึงส่งข้อความเรียกการดำเนินการ add_a_pattern() เพื่อกรอกรายละเอียดของแบบรูปตามคุณลักษณะของคลาส Pattern รวมทั้งกรอกรายละเอียดภายในแต่ละหัวข้อของแบบรูปเพื่อใช้เป็นคุณลักษณะของคลาส PatternDescription อีกด้วย โดยการส่งข้อความเรียกการดำเนินการ create_pattern() ของคลาส Pattern และให้อ็อบเจกต์ของคลาส Pattern ส่งข้อความเรียกการดำเนินการ create_pattern_description() ของคลาส PatternDescription ตามลำดับ โดยหลังจากที่ผู้พัฒนาแบบรูปกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือจะบันทึกข้อมูลเหล่านั้นลงสู่ฐานข้อมูลระบบ และตอบสนองไปยังผู้ใช้งานถึงความสำเร็จในการบันทึกแบบรูป ดังแสดงแผนภาพดังรูปที่ 5.15



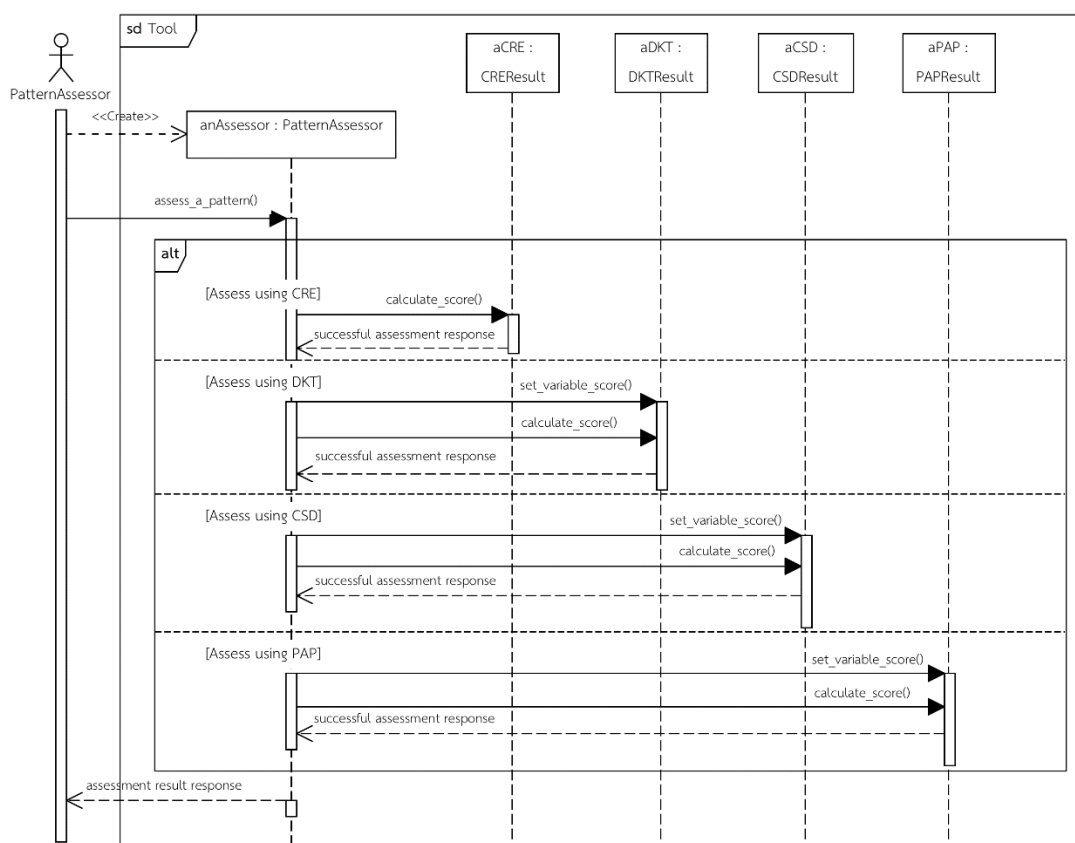
รูปที่ 5.15 แผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับการนำเข้าแบบรูป

3) แผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ

แผนภาพลำดับที่เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพนี้จะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานร่วมกันของคลาสที่ผู้กระทำ (ผู้ประเมินแบบรูป) สร้างอ็อบเจกต์ของคลาส PatternAssessor เพื่อเป็นตัวแทนบัญชีผู้ใช้งานของตนเองในการประเมินแบบรูปด้วยตัววัดคุณภาพต่าง ๆ ดังรูปที่ 5.16

จากรูปข้างต้นแสดงว่า ผู้ประเมินแบบรูปจะส่งข้อความเรียกการดำเนินการ assess_a_pattern() ของคลาส PatternAssessor เพื่อเริ่มการประเมินแบบรูปโดยเลือกที่จะประเมินด้วยตัววัดคุณภาพใด หากผู้ประเมินเลือกประเมินด้วยตัววัด CRE อ็อบเจกต์ของคลาส

PatternAssessor จะส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `calculate_score()` ของคลาส `CREResult` โดยทันที เพื่อให้เครื่องมือนับจำนวนคำ ประโยค และพยางค์ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปแต่ละหัวข้อ และคำนวณคะแนนของตัววัด CRE ให้โดยอัตโนมัติ แต่หากผู้ประเมินเลือกประเมินด้วยตัววัดอื่น ๆ ผู้ประเมินจะต้องกำหนดค่าของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัววัดคุณภาพนั้น ๆ โดยให้อ็อบเจกต์ของคลาส `PatternAssessor` ส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `set_variable_score()` ของคลาส `DKTResult` หรือคลาส `CSDResult` หรือคลาส `DKTResult` ตามที่ผู้ประเมินเลือก และส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `calculate_score()` ของคลาสเหล่านั้นเมื่อผู้ประเมินยืนยันการกรอกคะแนนแต่ละตัวแปรเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้เครื่องมือทำการคำนวณคะแนนตามแต่ละตัววัดคุณภาพได้ ก่อนจะตอบสนองผลคะแนนให้ผู้ประเมินได้ทราบ



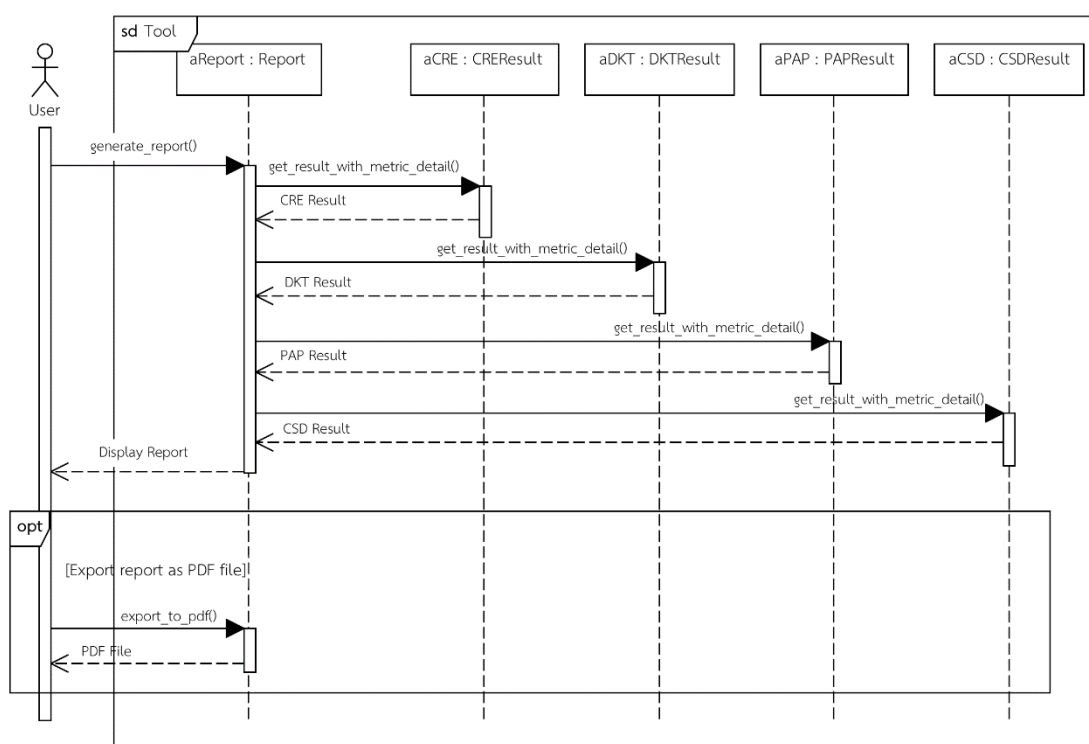
รูปที่ 5.16 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ

4) แผนภาพลำดับที่เกี่ยวข้องกับรายงาน

แผนภาพลำดับที่เกี่ยวข้องกับรายงานนี้จะแสดงขั้นตอนการทำงานร่วมกันของคลาสที่ผู้กระทำ (ผู้ใช้งาน) สร้างส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `generate_report()` ของคลาส `Report` เพื่อให้เครื่องมือสร้างเส้นเวลาซึ่งเป็นรายงานประวัติการประเมินตามแบบรูปและ/หรือเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่คัดกรองไว้ได้ จากนั้นอ็อบเจกต์ของคลาส `Report` ที่ถูกเรียกนั้นจะส่งข้อความ

เรียกต่อไปยังอ็อบเจกต์ของผลการประเมินแต่ละตัววัด เพื่อเรียกคือผลการประเมินพร้อมทั้งรายละเอียดของตัววัดคุณภาพ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องอีกด้วย จากนั้นจึงนำผลการประเมินทั้งหมดมาแสดงให้ผู้ใช้ผ่านหน้าจอ

อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานสามารถเลือกให้เครื่องมือส่งออกรายงานประวัติการประเมินเป็นไฟล์ PDF ได้โดยการส่งข้อความเรียกการดำเนินการ `export_to_PDF` ของคลาส `Report` เพื่อให้เครื่องมือ นำรายงานที่สร้างไว้ไปทำให้เป็นไฟล์ PDF และส่งออกให้ผู้ใช้งานเพื่อดาวน์โหลดต่อไปได้ ดังแสดงแผนภาพลำดับตามที่กล่าวมาข้างต้นในรูปที่ 5.17

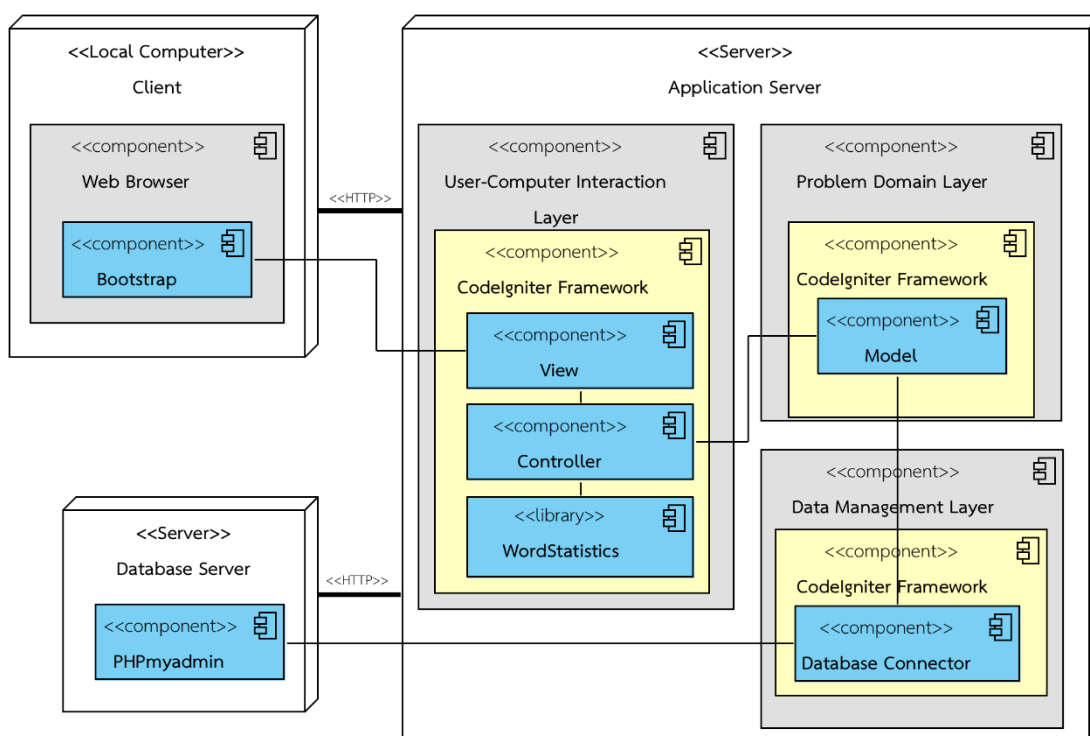


รูปที่ 5.17 แผนภาพลำดับเกี่ยวกับการออกรายงาน

5.2.5 แผนภาพการติดตั้ง

เมื่อผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างของข้อมูลและขั้นตอนการทำงานร่วมกันของคลาสด้วยแผนภาพคลาสและแผนภาพลำดับข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยจึงนำมาออกแบบโครงสร้างข้อมูลเหล่านั้น เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือและติดตั้งลงบนสภาพแวดล้อมการทำงานด้วยแผนภาพการติดตั้งหรือ Deployment Diagram นอกจากนั้นแผนภาพการติดตั้งยังช่วยให้เห็นภาพรวมของส่วนประกอบภายในเครื่องมืออีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 5.18 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า เนื่องจากผู้วิจัยวางแผนไว้ว่าจะพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการประเมินเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้งานสถาปัตยกรรมระบบแบบทรีเทียร์ (3-Tiers Architecture) ซึ่งแบ่งระบบของเครื่องมือเป็นทั้งหมด 3

ระดับชั้น ได้แก่ ระดับชั้นของ Client ระดับชั้นของ Application Server และระดับชั้นของ Database Server นอกจากนั้นส่วนประกอบในแต่ละระดับชั้นนั้นยังมีการประยุกต์แนวคิดการออกแบบด้วยแบบรูป เอ็มวีซี (MVC Pattern) อีกด้วย จากรูปจะเห็นได้ว่าในระดับชั้นของ Client จะใช้งานกรอบงานบูตสเตรป (Bootstrap Framework) ในการกำหนดรูปร่างลักษณะหน้าจอสถิตภาพให้สวยงาม และในระดับชั้นของ Application Server จะมีการใช้งานกรอบงานโค้ดอิกไนต์เทอร์ (CodeIgniter Framework) สำหรับเป็นกรอบงานการพัฒนาเว็บอีกด้วย



รูปที่ 5.18 แผนภาพการติดตั้งของเครื่องมือ

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนประกอบและโครงสร้างของข้อมูลสำหรับเป็นตัวช่วยในการพัฒนาระบบด้วยแผนภาพต่าง ๆ ที่เขียนจากภาษายูเอ็มแอลแล้ว ผู้วิจัยพิจารณาแล้วเล็งเห็นว่าเพียงพอต่อการนำไปใช้พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ แล้ว ในส่วนถัดไปจึงจะกล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือโดยละเอียดต่อไป

5.3 การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนที่ผู้วิจัยใช้ในการพัฒนาเครื่องมืออย่างละเอียด โดยเริ่มจากการนำโครงสร้างของข้อมูลในแผนภาพคลาสที่ออกแบบไว้ ไปสร้างเป็นแผนภาพอีอาร์ (Entity-Relationship Diagram) และนำแผนภาพดังกล่าวไปสร้างโครงสร้างฐานข้อมูลต่อไป จากนั้นจะเป็น

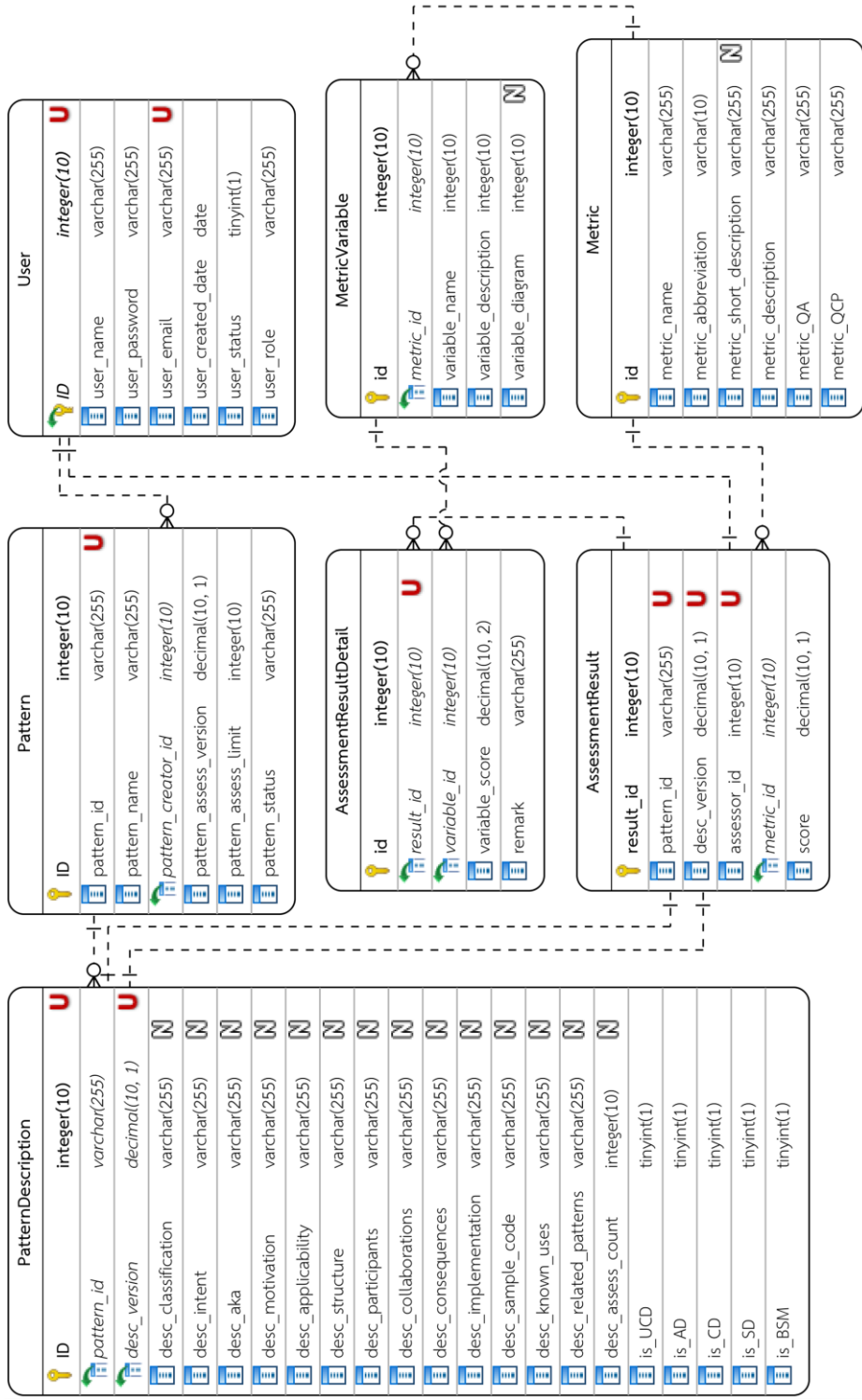
การพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้งานแต่ละหน้าจอตตามรายการความต้องการที่ได้ระบุไว้ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

5.3.1 การกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแผนภาพคลาสที่ได้ออกแบบไว้ (รูปที่ 5.8) มาวิเคราะห์และแก้ไขให้เป็นแบบของโครงสร้างของฐานข้อมูลระบบด้วยการแปลงแผนภาพคลาสดังกล่าวให้เป็นแผนภาพอีอาร์ ดังแสดงในรูปที่ 5.19

แผนภาพอีอาร์ในรูปที่ 5.19 แสดงให้เห็นว่า มีการนำคลาสต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ในแผนภาพคลาสมาพัฒนาเป็นโครงสร้างของฐานข้อมูลระบบได้ครบถ้วน โดยนำคลาส User มาสร้างเป็นตาราง User โดยตรง แต่ไม่นำคลาสที่สืบทอดคุณสมบัติมาใช้ เนื่องจากมีความแตกต่างเพียงแค่การดำเนินการที่ไม่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลจึงใช้คอลัมน์ user_role เพื่อแสดงถึงบทบาทหน้าที่ของผู้ใช้งานเพียงอย่างเดียว ต่อมานำคลาส Pattern และ PatternDescription มาสร้างเป็นตาราง Pattern และ PatternDescription ตามลำดับได้โดยตรง แต่มีการเพิ่มคอลัมน์ is_UCD คอลัมน์ is_AD คอลัมน์ is_CD คอลัมน์ is_SD และคอลัมน์ is_BSM ขึ้นมา เพื่อใช้เก็บข้อมูลว่าคำอธิบายแบบรูปนั้น ๆ มีการใช้งานแผนภาพใดบ้าง ทั้งนี้ตาราง Pattern และตาราง PatternDescription มีความสัมพันธ์กันแบบหนึ่งต่อหลาย เนื่องจากแบบรูป 1 รายการมีคำอธิบายได้หลายเวอร์ชัน ต่อมาคลาสผลประเมินตามตัววัดต่าง ๆ เช่น CSResult ไม่ได้นำมาสร้างเป็นตารางโดยตรง แต่สร้างเป็นตาราง AssessmentResult และตาราง AssessmentResultDetail แทน แต่จะมีการเก็บตัววัดคุณภาพที่เกี่ยวข้องในคอลัมน์ metric_id แทน ซึ่งจะเชื่อมโยงกับตาราง Metric และ MetricVariable ต่อไป

หลังจากที่ได้ออกแบบแผนภาพอีอาร์ดังที่กล่าวข้างต้นได้แล้ว จึงนำไปสร้างเป็นตารางในฐานข้อมูลของระบบ โดยใช้เครื่องมือ PHPMyAdmin ในการสร้าง และเชื่อมต่อกับโปรแกรมของเครื่องมือที่จะพัฒนาต่อไป



รูปที่ 5.19 แผนภาพอ็อบเจกต์ที่กำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลระบบ

5.3.2 การพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้งานของเครื่องมือ

ในขั้นตอนนี้เป็นนำความต้องการของเครื่องมือ การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ ด้วยแผนภาพต่าง ๆ รวมทั้งโครงสร้างของฐานข้อมูลระบบ มาพัฒนาเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน และเครื่องมือโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่สมบูรณ์ตามที่ต้องการด้วยภาษาพีเอชพี โดยผู้วิจัยได้พัฒนา ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานทั้งหมด 11 หน้าจอ ได้แก่

- 1) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการลงชื่อเข้าใช้งาน
- 2) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการสมัครเข้าใช้งาน
- 3) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการลืมหรหัสผ่าน
- 4) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ด
- 5) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน
- 6) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการเปลี่ยนรหัสผ่าน
- 7) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดแบบรูป
- 8) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดของคำอธิบายแบบรูป
- 9) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูปประเมิน และรายการตัววัดที่เกี่ยวข้อง
- 10) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอประเมินคุณภาพตามตัววัดคุณภาพ
- 11) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายงานประวัติการประเมิน

ดังนั้นในส่วนถัดไปจะอธิบายถึงลักษณะการทำงานในหน้าจอต่าง ๆ รวมถึงความต้องการของ เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับหน้าจอนั้น ๆ ดังนี้

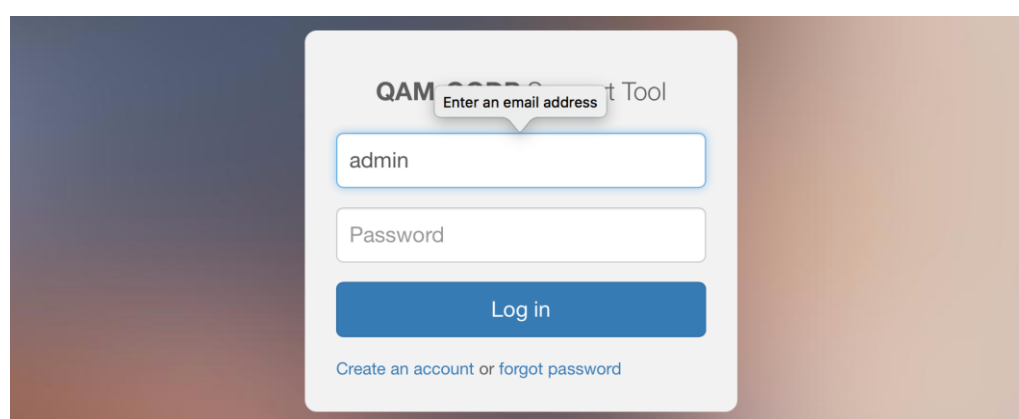
- 1) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการลงชื่อเข้าใช้งาน

สำหรับส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการเข้าสู่ระบบ จะเป็นหน้าจอแรกที่ผู้ใช้งานทุกคนจะ พบเมื่อเข้าสู่เครื่องมือด้วยโดเมนเนมที่ติดตั้งเครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 5.20

ในหน้าจอนี้จะมีจะมีกล่องข้อความ (Textbox) 2 กล่อง เพื่อกรอกที่อยู่อีเมลและรหัสผ่าน สำหรับใช้ตรวจสอบในการลงชื่อเข้าใช้ว่า ที่อยู่อีเมลและรหัสผ่านตรงกับบัญชีผู้ใช้งานในฐานข้อมูล หรือไม่ ซึ่งกล่องข้อความที่อยู่อีเมลจะมีการตรวจสอบรูปแบบของที่อยู่อีเมลอีกด้วย หากไม่ถูกต้อง จะมีข้อความแจ้งเตือนดังแสดงในรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.20 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอลงชื่อเข้าใช้งาน



รูปที่ 5.21 หน้าจอลงชื่อเข้าใช้และเกิดข้อผิดพลาดกรณีที่อยู่อีเมลไม่ถูกรูปแบบ

2) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอลงชื่อสมัครเข้าใช้งาน

ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอลงชื่อเข้าใช้งานจะมีลิงก์สำหรับสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ (Create an account) ให้ผู้ใช้งานที่ยังไม่มีบัญชีสามารถยื่นคำร้องขอสมัครเข้าใช้งานเครื่องมือได้ ซึ่งหากกดที่ลิงก์สร้างบัญชีใหม่จะนำไปสู่หน้าจอแบบฟอร์มการสมัครเข้าใช้งานดังรูปที่ 5.22 โดยผู้ใช้งานใหม่จะต้องกรอกข้อมูลได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่อีเมล รหัสผ่าน และยืนยันรหัสผ่านอีกครั้ง จากนั้นจึงกดปุ่ม “Register” เพื่อให้ข้อมูลคำร้องขอสมัครเข้าใช้งานถูกบันทึกลงฐานข้อมูล และรอผู้ดูแลระบบตรวจสอบเพื่อกำหนดสิทธิ์ต่อไป

3) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอลืมรหัสผ่าน

ในกรณีที่ผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน ผู้ใช้งานสามารถกดเข้าที่ลิงก์ลืมรหัสผ่าน (Forgot Password) จากหน้าจอลงชื่อเข้าใช้งาน จากนั้นเครื่องมือจะแสดงหน้าจอลืมรหัสผ่านดังรูปที่ 5.23 ที่มีกล่องข้อความให้ผู้ใช้งานกรอกที่อยู่อีเมลที่ตรงกับบัญชีผู้ใช้งานเดิม โดยเครื่องมือจะนำอีเมลดังกล่าวไปตรวจสอบ และหากพบว่า มีบัญชีผู้ใช้งานที่มีที่อยู่อีเมลตรงกับที่ผู้ใช้งานกรอกเข้ามา เครื่องมือจะส่งอีเมลสำหรับเปลี่ยนรหัสผ่านไปยังที่อยู่อีเมลดังกล่าวในทันที

รูปที่ 5.22 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการสมัครเข้าใช้งานเครื่องมือ

รูปที่ 5.23 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอลืมรหัสผ่าน

4) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ด

หลังจากผู้ใช้งานสามารถลงชื่อเข้าใช้ได้สำเร็จแล้ว เครื่องมือจะแสดงหน้าจอแดชบอร์ด (Dashboard) ที่จะสรุปข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับจำนวนแบบรูปที่อยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด จำนวนแบบรูปที่รอการประเมิน (มีสถานะ “Ready” แต่ยังไม่มีการประเมิน) จำนวนแบบรูปที่ถูกประเมินแล้วแต่ยังไม่มีจำนวนครั้งที่ถูกประเมินถึงจำนวนที่กำหนดไว้ และจำนวนแบบรูปที่ถูกประเมินครบตาม

จำนวนที่จำกัดไว้แล้ว เป็นกล่องอยู่ด้านบนของหน้าจอ โดยส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดนี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามบทบาทของผู้ใช้งานขณะนั้น ได้แก่

- สำหรับผู้ดูแลระบบจะสามารถเห็นข้อมูลทั้งหมด รวมถึงจะสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ในทุกฟังก์ชันงาน (มีเมนูด้านซ้ายครบทั้งหมด) และยังมีเมนูการจัดการบัญชีผู้ใช้งานที่สามารถใช้งานได้เฉพาะผู้ดูแลระบบอีกด้วย (ดังรูปที่ 5.24)
- สำหรับผู้พัฒนาแบบรูปจะเห็นกล่องข้อมูลด้านบนเป็นจำนวนแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น และสามารถใช้งานเมนูได้เพียงเมนูรายการแบบรูป และเมนูรายงานเท่านั้น (ดังรูปที่ 5.25)
- สำหรับผู้ประเมินแบบรูปจะเห็นรายการแบบรูปที่รอการประเมิน กล่องด้านบนจะแสดงจำนวนแบบรูปทั้งหมด (ไม่จำกัดแค่แบบรูปของผู้ใช้งานคนใดคนหนึ่ง) และจะมีเมนูรายการประเมินคุณภาพที่สามารถใช้งานได้แตกต่างจากผู้พัฒนาแบบรูป (ดังรูปที่ 5.26)

Dashboard Control Panel

Summary

PATTERNS 0 No. of Patterns	PENDING 0 / 0 0% are pending	ASSESSED 0 / 0 0% are assessed	COMPLETED 0 / 0 0% completed
----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

Pending-for-Assessing Pattern List +

Assessed Pattern List +

Your Pattern List +

รูปที่ 5.24 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดสำหรับผู้ดูแลระบบ

Dashboard Control Panel

Summary

PATTERNS 1 No. of Patterns	PENDING 0 / 1 0% are pending	ASSESSED 1 / 1 100% are assessed	COMPLETED 0 / 1 0% completed
----------------------------------	------------------------------------	--	------------------------------------

Your Pattern List

Pattern ID	Name	Creator Name	Assess on Version	Status
P-01	Collection Limitation Pattern	Theeraporn Suphakul	1.0	Pattern Assessed

รูปที่ 5.25 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดสำหรับผู้พัฒนาแบบรูป

Dashboard Control Panel

Summary

- PATTERNS**: 1 (No. of Patterns)
- PENDING**: 0 / 1 (0% are pending)
- ASSESSED**: 1 / 1 (100% are assessed)
- COMPLETED**: 0 / 1 (0% completed)

Pending-for-Assessing Pattern List

Pattern ID	Pattern Name	Pattern Version	
P-01	Collection Limitation Pattern	1.0	Assess

Assessed Pattern List

Pattern ID	Pattern Name	Pattern Version
------------	--------------	-----------------

รูปที่ 5.26 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอแดชบอร์ดสำหรับผู้ประเมินแบบรูป

5) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน

ในส่วนของส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน จะเป็นหน้าจอที่สามารถเข้าถึงและใช้งานได้โดยผู้ดูแลระบบเท่านั้น ซึ่งหน้าจอนี้จะแสดงรายการของบัญชีผู้ใช้งานทั้งหมด อันประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่อีเมล บทบาทหน้าที่ และสถานะของบัญชีผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถเลือกที่ปุ่ม “Edit” ด้านข้างของแต่ละบัญชีผู้ใช้เพื่อเข้าไปแก้ไขข้อมูลของบัญชีนั้น ๆ ได้ นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบยังสามารถเพิ่มบัญชีผู้ใช้ใหม่ด้วยการกดที่ปุ่ม “Add a user” ด้านบนได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 5.27

User Management

[+ Add a user](#)

No.	Username	Email Address	Role	Status	
1	admin	admin@qam.com	System Administrator	Active	Edit Delete

รูปที่ 5.27 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการบัญชีผู้ใช้งาน

โดยเมื่อผู้ดูแลระบบเลือกที่ปุ่ม “Add a user” หรือเลือกที่ปุ่ม “Edit” ของบัญชีผู้ใช้งานใด ๆ เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นแบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูล เช่นเดียวกับแบบฟอร์มร้องขอสมัครใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 5.28 ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขข้อมูลทั่วไป แต่หน้าจอนี้จะมีส่วนที่แตกต่างจากแบบฟอร์มร้องขอสมัครใช้งานคือ ช่องตัวเลือก

(Dropdown) ให้เลือกบทบาทหน้าที่ของผู้ใช้งาน และสถานะของผู้ใช้งาน (สถานะของบัญชีผู้ใช้งาน มี 2 สถานะคือ เปิดใช้งาน และปิดใช้งาน) ที่ผู้ดูแลระบบจะมีสิทธิ์กำหนดข้อมูลส่วนนี้เท่านั้น

User Detail

Add/Edit User Details

Full Name
e.g. John Doe

Email address
e.g. John@Doe.com

Password
Password

Confirm Password
Password

Status
Disable

Role
Select Role

Submit Reset

รูปที่ 5.28 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน

หลังจากที่ผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลเพื่อสร้างบัญชีผู้ใช้งานใหม่ หรือแก้ไขข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานเดิมเรียบร้อยแล้ว ผู้ดูแลระบบต้องกดที่ปุ่ม “Submit” ด้านล่าง เพื่อให้เครื่องมือทำการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล และเครื่องมือจะแสดงหน้าจอรายการบัญชีผู้ใช้งาน พร้อมทั้งแสดงข้อความแจ้งเตือนการแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 5.29

User Management

Saved! A user (developer1@qam.com) has been added successfully!

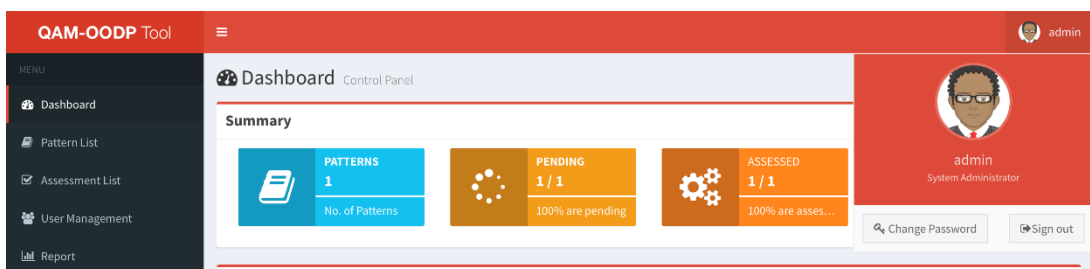
+ Add a user

No.	Username	Email Address	Role	Status	
1	admin	admin@qam.com	System Administrator	Active	Edit Delete
2	Theeraporn Suphakul	developer1@qam.com	Pattern Developer	Disable	Edit Delete

รูปที่ 5.29 หน้าจอรายการบัญชีผู้ใช้งาน หลังจากเพิ่มหรือแก้ไขเรียบร้อยแล้ว มีแสดงข้อความแจ้งเตือน

6) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการเปลี่ยนรหัสผ่าน

สำหรับส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอเปลี่ยนรหัสผ่านนี้สามารถใช้งานได้โดยผู้ใช้งานทุกบทบาทเมื่อต้องการที่จะเปลี่ยนรหัสผ่านบัญชีผู้ใช้งานของตนเอง โดยสามารถเลือกที่ไอคอน (Icon) ชื่อผู้ใช้งานของตนเองด้านบนขวาของหน้าจอ แล้วเลือกที่ปุ่ม “Change Password” ดังรูปที่ 5.30 จากนั้นหน้าจอจะแสดงแบบฟอร์มการเปลี่ยนรหัสผ่านที่ผู้ใช้งานจะต้องกรอกรหัสผ่านเดิม และรหัสผ่านใหม่ 2 ครั้ง จึงจะสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.31



รูปที่ 5.30 หน้าต่างที่ปรากฏหลังกดที่ไอคอนชื่อผู้ใช้งานด้านบนขวาของหน้าจอ

รูปที่ 5.31 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอการเปลี่ยนรหัสผ่าน

7) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดแบบรูป

ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดแบบรูปจะเป็นหน้าจอที่มีผู้พัฒนาแบบรูปเป็นผู้ใช้งานหลัก โดยหน้าจอนี้มีหน้าที่แสดงรายการของแบบรูปที่เกี่ยวข้องกับผู้พัฒนาแบบรูปคนนั้น ๆ และสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้พัฒนาแบบรูป เพิ่มหรือแก้ไข รายละเอียดแบบรูปได้ โดยการกดที่ปุ่ม “Add a pattern” ด้านขวาบน หรือปุ่ม “Edit” ด้านข้างแบบรูปที่ต้องแก้ไขตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.32

โดยเมื่อผู้พัฒนาแบบรูปเลือกเพิ่มหรือแก้ไขแบบรูปแล้วนั้น เครื่องมือจะแสดงฟอร์มรายละเอียดของแบบรูป อันประกอบด้วย รหัสอ้างอิง ชื่อ ผู้สร้าง สถานะ เวอร์ชันที่จะประเมิน และจำนวนการประเมินที่จำกัดของแบบรูป ซึ่งค่าของจำนวนการประเมินที่จำกัดไว้สามารถระบุได้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ขึ้นไป แต่ผู้พัฒนาสามารถหกรอกเป็นเลข 0 ได้เพื่อเลือกไม่จำกัดจำนวนครั้งของการประเมิน ดังแสดงในรูปที่ 5.33

Pattern ID	Name	Creator Name	Assess on Version	Status
P-01	Collection Limitation Pattern	Theeraporn Suphakul	1.0	Ready to be Assessed

รูปที่ 5.32 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูป

Add/Edit Pattern Details

Pattern ID:

Pattern Name:

Creator:

Status:

Assess on Version:

Assess Limit Count:

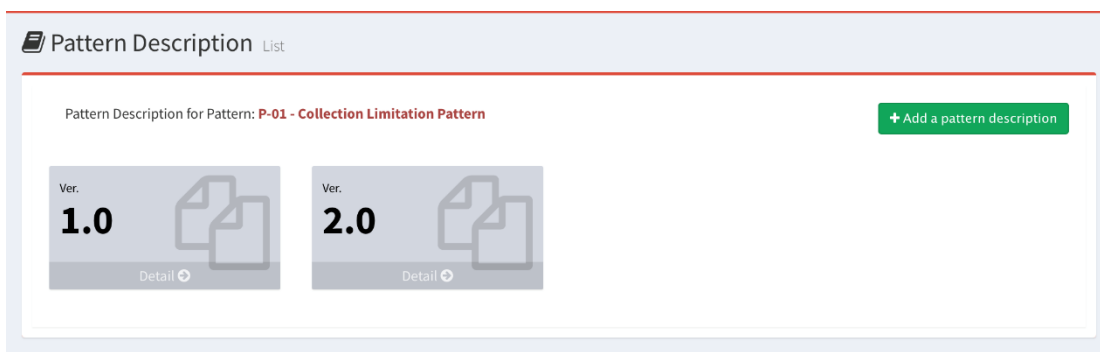
Enter '0' if you want to 'Unlimit' the number of assessment

รูปที่ 5.33 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดของแบบรูป

ทั้งนี้เมื่อผู้พัฒนาแบบรูปกรอกรายละเอียดของแบบรูปใหม่ หรือแก้ไขรายละเอียดเรียบร้อยแล้ว ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถกดที่ปุ่ม “Submit” ด้านล่าง เพื่อให้เครื่องทำการบันทึกรายละเอียดดังกล่าวเข้าสู่ฐานข้อมูล และกลับไปยังหน้าจอรายการแบบรูปอีกครั้ง

8) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการ และรายละเอียดของคำอธิบายแบบรูป

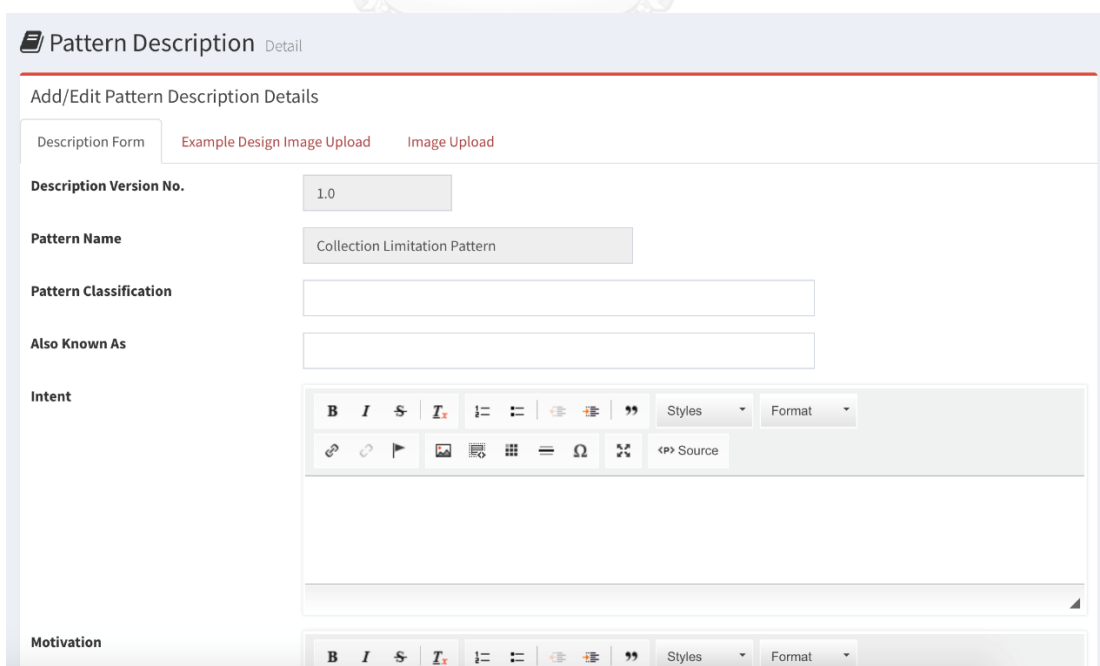
หลังจากที่สามารถกำหนดรายละเอียดของแบบรูปได้แล้วในหน้าจอก่อนหน้า แต่รายละเอียดของคำอธิบายแบบรูปจะต้องนำมาใส่ในส่วนต่อประสานหน้าจอรายการ และรายละเอียดของคำอธิบายแบบรูปนี้ที่เข้าโดยกดปุ่ม “Description” ในรายการแบบรูปแทน ซึ่งแบบรูปใด ๆ สามารถมีคำอธิบายแบบรูปที่แตกต่างกันออกไปได้หลายเวอร์ชันเพื่อสามารถใช้ในการวิเคราะห์การพัฒนาปรับปรุงได้ โดยรูปที่ 5.34 แสดงรายการเวอร์ชันของคำอธิบายแบบรูปของแบบรูปที่เลือก



รูปที่ 5.34 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการคำอธิบายแบบรูป

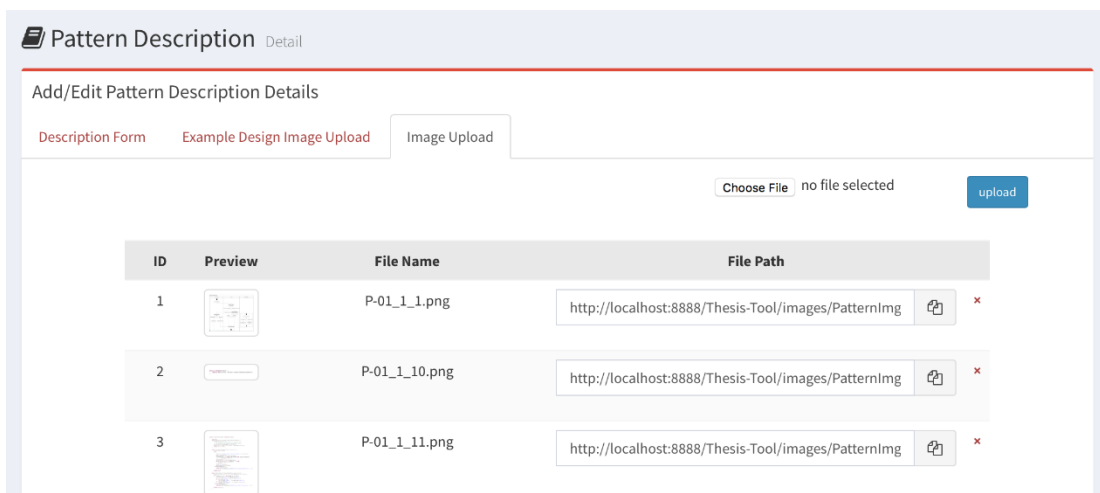
ในกรณีนี้แสดงให้เห็นว่า แบบรูปการออกแบบตามหลักข้อจำกัดการจัดเก็บข้อมูล มีคำอธิบายแบบรูปทั้งหมด 2 เวอร์ชัน ซึ่งผู้พัฒนาแบบรูปสามารถเลือกเข้าไปดูรายละเอียดด้วยการกดที่ปุ่ม “Detail” ได้เวอร์ชันที่ต้องการ หรือเพิ่มคำอธิบายแบบรูปใหม่ด้วยการกดที่ปุ่ม “Add a pattern description” ได้อีกด้วย

โดยหลังจากที่กดเพิ่ม หรือแก้ไขคำอธิบายแบบรูปแล้ว เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรายละเอียดของคำอธิบายแบบรูป ซึ่งจะเป็นแบบฟอร์มให้กรอกแยกตามหัวข้อต่าง ๆ ของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่ถูกแนะนำไว้ นอกจากนี้ผู้พัฒนาแบบรูปจะต้องระบุในแบบฟอร์มอีกด้วยว่า แบบรูปดังกล่าวมีการใช้งานแผนภาพใดบ้าง โดยการเลือกที่กล่องสี่เหลี่ยม ดังแสดงหน้าจอรายละเอียดคำอธิบายแบบรูปในรูปที่ 5.35



รูปที่ 5.35 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดคำอธิบายแบบรูป

แต่ตามปกติ เอกสารคำอธิบายแบบรูปมักมีการใช้งานรูปภาพกราฟฟิก ตลอดจนแผนภาพต่าง ๆ ในแต่ละหัวข้อของเอกสารอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถใส่รูปในคำอธิบายแต่ละหัวข้อได้นั้น เครื่องมือจึงอนุญาตให้ผู้พัฒนาแบบรูปอัปโหลดรูปภาพขึ้นสู่เซิร์ฟเวอร์ของเครื่องมือ และแสดงลิงก์สำหรับนำไปใส่ในฟอร์มรายละเอียดคำอธิบายแบบรูปได้อีกด้วย ดังแสดงตัวอย่างหลังจากอัปโหลดรูปภาพเสร็จเรียบร้อยแล้วในรูปที่ 5.36



รูปที่ 5.36 หน้าจอการอัปโหลดรูปภาพเพื่อใช้ในคำอธิบายแบบรูป พร้อมทั้งลิงก์สำหรับคัดลอกไปใส่ในรายละเอียด

9) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูปประเมิน และรายการตัววัดที่เกี่ยวข้อง

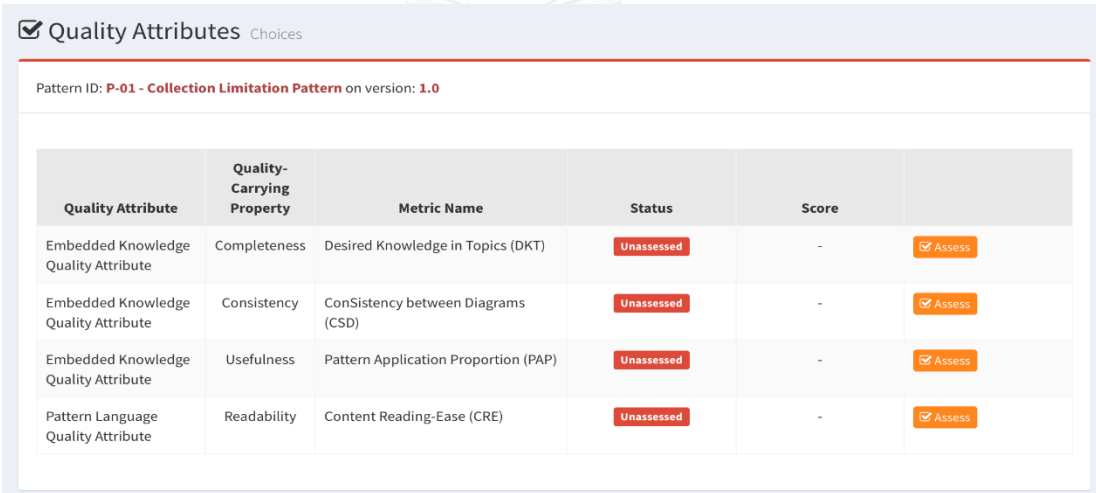
สำหรับส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูปประเมิน และรายตัววัดตัวที่เกี่ยวข้องนี้ จะเป็นหน้าจอที่มีผู้ประเมินแบบรูปเป็นผู้ใช้งานหลัก โดยเมื่อผู้ประเมินแบบรูปกดเข้ามาที่เมนู “Assessment List” หน้าจอจะแสดงรายการแบบรูปที่รอการประเมิน และจะมีปุ่ม “Assess” ให้เลือกว่าต้องการประเมินแบบรูปใด ดังแสดงในรูปที่ 5.37



รูปที่ 5.37 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการแบบรูปที่รอการประเมิน

และเมื่อแบบรูปที่ถูกประเมินครบตามจำนวนที่จำกัดไว้แล้ว แบบรูปดังกล่าวจะถูกย้ายมาแสดงในรายการแบบรูปที่ประเมินเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Assessed Pattern List) และจะไม่สามารถประเมินต่อไปได้อีก

หลังจากที่ผู้ประเมินแบบรูปเลือกว่าจะประเมินแบบรูปใด และกดเลือกปุ่ม “Assess” จากหน้าจอรายการแบบรูปที่รอการประเมินแล้ว เครื่องมือจะแสดงรายการตัววัดคุณภาพที่สามารถใช้งานได้ (ในกรณีนี้คือ 4 ตัววัดคุณภาพตามแบบจำลองฯ) ให้ผู้ประเมินเลือกประเมินตามที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 5.38 ซึ่งรายการตัววัดดังกล่าวจะแสดงข้อมูลคุณลักษณะเชิงคุณภาพ คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ที่เกี่ยวข้องกับตัววัดดังกล่าวตามแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ อีกด้วย ดังนั้นเมื่อผู้ประเมินเลือกตัววัดคุณภาพที่ต้องการประเมินเรียบร้อยแล้ว สามารถกดที่ปุ่ม “Assess” ด้านข้างตัววัดที่ต้องการได้



Quality Attributes Choices

Pattern ID: P-01 - Collection Limitation Pattern on version: 1.0

Quality Attribute	Quality-Carrying Property	Metric Name	Status	Score	
Embedded Knowledge Quality Attribute	Completeness	Desired Knowledge in Topics (DKT)	Unassessed	-	Assess
Embedded Knowledge Quality Attribute	Consistency	ConSistency between Diagrams (CSD)	Unassessed	-	Assess
Embedded Knowledge Quality Attribute	Usefulness	Pattern Application Proportion (PAP)	Unassessed	-	Assess
Pattern Language Quality Attribute	Readability	Content Reading-Ease (CRE)	Unassessed	-	Assess

รูปที่ 5.38 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายการตัววัดคุณภาพที่ใช้งานได้

10) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอประเมินคุณภาพตามตัววัดคุณภาพ

หลังจากที่ผู้ประเมินแบบรูปเลือกตัววัดที่ต้องการประเมินจากหน้าจอรายการตัววัดที่ใช้งานได้ก่อนหน้านี้ หากผู้ประเมินแบบรูปเลือกที่ตัววัด CRE เครื่องมือจะทำการคำนวณค่าคะแนนให้โดยอัตโนมัติจากการนับจำนวนคำ พยางค์ และประโยคในภาษาอังกฤษ แต่หากผู้ประเมินแบบรูปเลือกใช้งานตัววัดคุณภาพอื่น ๆ เครื่องมือจะแสดงหน้าจอรายละเอียดการประเมินด้วยตัววัดที่เลือกดังแสดงในรูปที่ 5.39 โดยส่วนบนสุดจะเป็นรายละเอียด และคำอธิบายของตัววัดคุณภาพนั้น ๆ พร้อมหลักเกณฑ์และวิธีการใช้งานตัววัด

Assessment Details

Pattern ID: **P-01 - Collection Limitation Pattern** on version: **1.0**

Desired Knowledge in Topics (DKT)

The Desired Knowledge in Topics - *DKT*

The DKT metric reflects whether each topic in the OODP description contains the desired knowledge. The metric considers 13 common topics found in pattern templates in the Design Pattern books, i.e. Pattern Name and Classification, Intent, Also Known As, Motivation, Applicability, Structure, Participants, Collaborations, Consequences, Implementation, Sample Code, Known Uses, and Related Patterns. We extract knowledge about design patterns from those books and define a set of desired knowledge elements that should be embedded in each of the 13 topics. Altogether there are 33 knowledge elements for all 13 topics. The DKT score can be computed by

$$DKT = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (E_t \times \frac{1}{K_t} \sum_{k=1}^{K_t} a_{t,k}) \quad (1)$$

Where	T	= number of topics expected in pattern description = 13 .
	E_t	= existence value of topic t in the pattern description, i.e. 1 if t exists and 0 otherwise.
	K_t	= number of desired knowledge elements in topic t .

รูปที่ 5.39 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดการประเมินด้วยตัววัดที่เลือก

ต่อมาในด้านล่างของหน้าจอรายละเอียดการประเมิน จะแสดงรายละเอียดคำอธิบายของแบบรูปที่กำลังประเมินในกรอบด้านซ้าย และจะมีแบบฟอร์มรายการหลักเกณฑ์หรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัววัดนั้น ๆ เพื่อให้ผู้ประเมินแบบรูปทำการกรอกคะแนนในแต่ละตัวแปรให้ครบถ้วนดังแสดงในรูปที่ 5.40 จากนั้นผู้ประเมินต้องกดที่ปุ่ม “Save/Update” ด้านล่างของแบบฟอร์มการกรอกคะแนนหลังจากกรอกคะแนนเรียบร้อยแล้วทุกครั้ง เพื่อให้เครื่องมือบันทึกผลการประเมินเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ และช่วยคำนวณคะแนนรวมของตัววัดนั้น ๆ ให้โดยอัตโนมัติ

Pattern Description

Pattern Name: Collection Limitation Pattern
Classification:
 Collection Limitation Principle

Also Known As:
 -

Intent:
 This pattern assures that the personal data that the system of the data controller will collect should be limited and are collected with the knowledge or consent of the data subject.

Motivation:
 When a data subject (or user) is about to use a service of a data controller on the Internet, the service may need to collect certain personal data of the data subject for the processing of the service, and he/she should be aware

Assessment Criteria

Please enter the scores and scroll down until reach the add/save button.

Criteria 1:
Name: a_{1,1}
Description:
Pattern Name describes the name of the pattern which conveys the essence of the pattern succinctly.
Score:

Criteria 2:
Name: a_{1,2}
Description:
Pattern Classification identifies the classification of the pattern which groups up similar patterns together.
Score:

รูปที่ 5.40 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายละเอียดการประเมินส่วนแบบฟอร์มการกรอกคะแนน

เมื่อผู้ประเมินแบบรูปคดบันทึกผลการประเมินเรียบร้อยแล้วนั้น เครื่องมือจะกลับมาแสดงหน้ารายการตัววัดที่ใช้งานได้อีกครั้ง และจะแสดงผลการประเมินเป็นคะแนนรวม (ร้อยละ) ในรายการตัววัดคุณภาพอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 5.41

Quality Attribute	Quality-Carrying Property	Metric Name	Status	Score	
Embedded Knowledge Quality Attribute	Completeness	Desired Knowledge in Topics (DKT)	Assessed	67.95%	Detail
Embedded Knowledge Quality Attribute	Consistency	ConSistency between Diagrams (CSD)	Assessed	67.33%	Detail
Embedded Knowledge Quality Attribute	Usefulness	Pattern Application Proportion (PAP)	Assessed	54.38%	Detail
Pattern Language Quality Attribute	Readability	Content Reading-Ease (CRE)	Assessed	28.69%	Detail

รูปที่ 5.41 หน้าจอรายการตัววัดคุณภาพที่ใช้งานได้ที่แสดงคะแนนรวมของแต่ละตัววัด

11) ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายงานประวัติการประเมิน

ส่วนต่อประสานหน้าจอสุดท้ายคือ หน้าจอรายงานประวัติการประเมิน โดยผู้ใช้งานทุกบทบาทสามารถเข้าได้จากเมนู “Report” จากนั้นเครื่องมือจะแสดงแบบฟอร์มการสร้างรายงาน (Report Generation Form) ดังแสดงในรูปที่ 5.42 ผู้ใช้งานสามารถเลือกแบบรูปที่ต้องการดูรายงาน และ/หรือเลือกเฉพาะเจาะจงเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่ต้องการดูรายงานได้

รูปที่ 5.42 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งานหน้าจอรายงานประวัติการประเมิน ก่อนการสร้างรายงาน

เมื่อผู้ใช้งานเลือกแบบรูป และ/หรือเวอร์ชันของแบบรูปที่ต้องการสร้างรายงานแล้ว ผู้ใช้งานจะสามารถกดที่ปุ่ม “Generate” ด้านข้างเพื่อให้เครื่องมือสร้างรายงานตามข้อมูลดังกล่าวได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.43 ซึ่งรายงานประวัติการประเมินจะแสดงในลักษณะเส้นเวลา ที่จะแสดงทั้งคะแนนรวมของตัววัดคุณภาพที่แบ่งตามผู้ประเมิน และคะแนนย่อยที่ถูกประเมินในตัววัดคุณภาพนั้น ๆ

Item ID	Description	Score
a _{1,1}	Pattern Name describes the name of the pattern which conveys the essence of the pattern succinctly.	1.00
a _{1,2}	Pattern Classification identifies the classification of the pattern which groups up similar patterns together.	1.00
a _{2,1}	Intent describes the intent of the pattern.	1.00
a _{2,2}	Intent describes the rationale behind the pattern or the design issue or problem that the pattern intends to solve.	0.00
a _{2,3}	Intent discusses the associated forces that cause the problem.	0.00

รูปที่ 5.43 ส่วนต่อประสานผู้ใช้หน้าจอรายงานประวัติการประเมิน หลังสร้างรายงานแล้ว

หลังจากที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้งานทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ในส่วนต่อไปผู้วิจัยจะกล่าวถึงการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนา

5.4 การทดสอบเครื่องมือสนับสนุน

สำหรับการทดสอบเครื่องมือ ผู้วิจัยจะดำเนินการใน 2 มุมมอง คือการทวนสอบความครบถ้วนตามความต้องการของเครื่องมือ และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์และการทำงานของเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดของการทดสอบเครื่องมือในแต่ละมุมมอง ดังนี้

5.4.1 การทวนสอบความครบถ้วนตามความต้องการของเครื่องมือ

ในขั้นตอนการทดสอบในมุมมองนี้ เป็นการนำรายการความต้องการทั้งเชิงฟังก์ชันและเชิงคุณภาพจากตารางที่ 5.1 มาวิเคราะห์ว่าตรงกับผลลัพธ์เครื่องมือที่พัฒนาได้ส่วนใด ดังแสดงการวิเคราะห์ในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือเทียบกับรายการความต้องการ

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	บทวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือ
RQ-1	ฟังก์ชันงานการกำหนดสิทธิ์การใช้งานและการจัดการบัญชีผู้ใช้งาน	
RQ-1.1	ผู้ใช้งานใหม่สามารถสมัครเข้าใช้งานเครื่องมือโดยการยื่นคำร้องขอ (Request) ด้วย การ กร อ ก แบบฟอร์มสมัครใช้งาน เพื่อให้ผู้ดูแลระบบตรวจสอบและกำหนดสิทธิ์การใช้งานก่อน จึงจะสามารถลงชื่อเข้าใช้เครื่องมือได้	<p>หน้าจอ: การสมัครเข้าใช้งาน</p> <p>ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีการพัฒนาส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสมัครเพื่อยื่นแบบฟอร์มร้องขอการเข้าใช้งาน</p>

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือเทียบกับรายการความต้องการ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	บทวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือ
RQ-1.2	ผู้ใช้งานสามารถลงชื่อเข้าใช้เครื่องมือด้วยชื่อที่อยู่อีเมล (Email Address) และรหัสผ่าน (Password)	หน้าจอ: การลงชื่อเข้าใช้ ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีหน้าจอลงชื่อเข้าใช้งานให้ผู้ใช้งานทุกครั้งที่เข้าใช้งานครั้งแรก
RQ-1.3	เครื่องมือสามารถส่งอีเมลเพื่อตั้งรหัสผ่านใหม่ในกรณีที่ผู้ใช้งานลืมรหัสผ่านได้	หน้าจอ: ลืมรหัสผ่าน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีฟังก์ชันลืมรหัสผ่านที่เข้าได้จากหน้าลงชื่อเข้าใช้ และจะส่งอีเมลเพื่อตั้งรหัสผ่านใหม่ได้
RQ-1.4	ผู้ใช้งานสามารถออกจากระบบหลังใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว	หน้าจอ: ทุกหน้าจอ ผลการวิเคราะห์: ในทุก ๆ หน้าของเครื่องมือจะมีแถบด้านบนที่ผู้ใช้งานสามารถกดเปิดหน้าต่างเพื่อเลือกออกจากระบบได้
RQ-1.5	ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขข้อมูลบัญชีผู้ใช้งาน และกำหนดบทบาทและสิทธิ์ในการใช้งานเครื่องมือได้	หน้าจอ: รายการ และรายละเอียดบัญชีผู้ใช้งาน ผลการวิเคราะห์: ผู้ดูแลระบบจะมีเมนูการจัดการบัญชีผู้ใช้งานที่เข้าถึงได้จากเมนูด้านซ้าย
RQ-1.6	ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของตนเองได้จากเมนู “Change Password” หลังลงชื่อเข้าใช้แล้ว	หน้าจอ: ทุกหน้าจอ ผลการวิเคราะห์: ในทุก ๆ หน้าของเครื่องมือจะมีแถบด้านบนที่ผู้ใช้งานสามารถกดเปิดหน้าต่างเพื่อเลือกเปลี่ยนรหัสผ่านของตนเองได้
RQ-1.7	ผู้ใช้งานที่ไม่ลงชื่อเข้าใช้ต้องไม่สามารถเข้าใช้งานเครื่องมือได้	หน้าจอ: ทุกหน้าจอ ผลการวิเคราะห์: ในการพัฒนาระบบ ก่อนการเรียกแสดงหน้าจอทุกครั้ง จะมีการตรวจสอบสถานะการเข้าสู่ระบบก่อนทุกครั้ง หากไม่มีสถานะการลงชื่อเข้าใช้ จะแสดงหน้าจอการลงชื่อเข้าใช้ในทันที

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือเทียบกับรายการความต้องการ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	บทวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือ
RQ-2	ฟังก์ชันงานการนำเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ	
RQ-2.1	ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถนำเอกสารคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือ โดยกรอกรายละเอียดตามหัวข้อที่แสดงในแบบฟอร์มการนำเข้าแบบรูป และระบบจะบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้	หน้าจอ: รายละเอียดแบบรูปและคำอธิบายแบบรูป ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือจะมีรายการแบบรูปที่สามารถนำเข้ารายละเอียดของแบบรูป และคำอธิบายแบบรูปเข้าสู่เครื่องมือได้
RQ-2.2	ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถอัปโหลดรูปภาพแผนภาพเพื่อนำไปใส่ในคำอธิบายแบบรูปได้	หน้าจอ: รายละเอียดคำอธิบายแบบรูป ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีแถบในการอัปโหลดรูปภาพในหน้ารายละเอียดคำอธิบายแบบรูป
RQ-2.3	ผู้พัฒนาแบบรูปสามารถอัปโหลดรูปภาพการออกแบบตัวอย่าง ที่ใช้งานร่วมกับตัววัด PAP ได้	หน้าจอ: รายละเอียดคำอธิบายแบบรูป ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีแถบในการอัปโหลดรูปภาพการออกแบบแยกเฉพาะในหน้ารายละเอียดคำอธิบายแบบรูป
RQ-2.4	ผู้พัฒนาสามารถกำหนดเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่จะประเมินได้ และจำกัดจำนวนครั้งของการประเมินในแต่ละเวอร์ชันได้	หน้าจอ: รายละเอียดแบบรูป ผลการวิเคราะห์: ในฟอร์มการเพิ่มหรือแก้ไขแบบรูป สามารถกรอกข้อมูลเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่ต้องการประเมิน และจำนวนการประเมินที่จำกัดได้
RQ-3	ฟังก์ชันงานการประเมินคุณภาพตามตัววัดของแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ	
RQ-3.1	เครื่องมือจะแสดงรายการแบบรูปที่รอการประเมินให้ผู้ประเมินแบบรูปเข้าถึงได้ผ่านหน้า “Assessment List” ได้	หน้าจอ: รายการแบบรูปที่รอการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีเมนู Assessment List ที่สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ประเมินแบบรูปได้
RQ-3.2	ผู้ประเมินสามารถเลือกที่จะประเมินแบบรูปได้	หน้าจอ: รายการแบบรูปที่รอประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีปุ่ม “Assess” ด้านข้างของแบบรูปที่รอประเมินแต่ละรายการ ที่ผู้ประเมินสามารถเลือก เพื่อเข้าไปประเมินได้

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือเทียบกับรายการความต้องการ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	บทวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือ
RQ-3.3	เมื่อผู้ประเมินกดเลือกแบบรูปที่ต้องการประเมินแล้ว เครื่องมือจะแสดงรายการตัววัดคุณภาพให้เลือกได้	หน้าจอ: รายการตัววัดคุณภาพที่ใช้งานได้ ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือสามารถแสดงรายการตัววัดคุณภาพที่ใช้งานได้ให้ผู้ประเมินเลือก หลังจากผู้ประเมินกดเลือกแบบรูปที่ต้องการประเมินแล้วได้
RQ-3.4	เครื่องมือจะแสดงคำอธิบายวิธีการใช้งานตัววัด พร้อมทั้งแบบฟอร์มของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัววัด เพื่อให้ผู้ประเมินกรอกคะแนนตามตัวแปรดังกล่าวได้	หน้าจอ: รายละเอียดการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือแสดงคำอธิบาย พร้อมทั้งหลักเกณฑ์ของตัววัดแต่ละตัวในหน้าจอรายละเอียดการประเมินได้ถูกต้อง
RQ-3.5	เครื่องมือจะแสดงเอกสารคำอธิบายแบบรูปคู่กับแบบฟอร์มของตัวแปร	หน้าจอ: รายละเอียดการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือแสดงคำอธิบายแบบรูปคู่กับแบบฟอร์มของตัวแปรเพื่อให้ผู้ประเมินในหน้าจอรายละเอียดการประเมินตามความต้องการ
RQ-3.6	เครื่องมือสามารถคำนวณคะแนนรวมสุดท้ายของ ตัววัดโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งบันทึกผลคะแนนรวมและคะแนนในแต่ละตัวแปรเข้าสู่ฐานข้อมูลได้	หน้าจอ: รายการตัววัดที่ใช้งานได้ ผลการวิเคราะห์: หลังจากที่ถูกประเมินผลการประเมิน เครื่องมือจะคำนวณคะแนนรวมสุดท้ายและแสดงหน้าจอรายการตัววัดที่ใช้งานได้ ซึ่งจะแสดงคะแนนรวมที่คำนวณดังกล่าวอีกด้วย
RQ-3.7	เครื่องมือสามารถคำนวณคะแนนความอ่านง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปตามตัววัด CRE ให้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งบันทึกผลคะแนนเข้าสู่ฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้เลือกประเมินด้วยตัววัด CRE	หน้าจอ: รายการตัววัดที่ใช้งานได้ ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือจะคำนวณคะแนนความอ่านง่ายของเนื้อหาให้โดยอัตโนมัติ เมื่อผู้ประเมินกดเลือกปุ่ม “Assess” ที่หน้าจอรายการตัววัดที่ใช้งานได้ และแสดงคะแนนที่คำนวณได้ในรายการตามที่ต้องการระบุ

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือเทียบกับรายการความต้องการ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดความต้องการ	บทวิเคราะห์ผลการพัฒนาเครื่องมือ
RQ-4	ฟังก์ชันงานการออกรายงานประวัติการประเมินและส่งออกรายงาน	
RQ-4.1	ผู้ใช้งานสามารถสร้างรายงานประวัติการประเมินแบบรูป ที่แสดงเป็นเส้นเวลา (Timeline) ของผลประเมินทั้งหมด พร้อมกับรายละเอียดตัวแปรย่อยของผลประเมินได้	หน้าจอ: รายงานประวัติการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีหน้าจอรายงานประวัติการประเมินที่จะสร้างรายงานเป็นเส้นเวลาตามที่ต้องการกำหนด
RQ-4.2	ผู้ใช้งานสามารถเลือกคัดกรองรายงานตามแบบรูป และเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้	หน้าจอ: รายงานประวัติการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมืออนุญาตให้ผู้ใช้งานคัดกรองผลของรายงานตามแบบรูป และเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้จากแบบฟอร์มในหน้าจอรายงานประวัติการประเมินได้ตามความต้องการ
RQ-4.3	ผู้ใช้งานสามารถส่งออกรายงานประวัติการประเมินเป็นไฟล์ PDF ที่มีข้อมูลเช่นเดียวกับเส้นเวลาของรายงานที่สร้างไว้ได้	หน้าจอ: รายงานประวัติการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือมีปุ่ม “Create PDF File” แสดงหลังจากสร้างรายการแบบเส้นเวลาแล้ว ซึ่งสามารถนำรายงานไปสร้างและส่งออกเป็นไฟล์ PDF ได้ตามความต้องการ
RQ-4.4	ระบบต้องส่งออกรายงานเป็นไฟล์ PDF ด้วยเวลาไม่เกิน 5 นาทีสำหรับข้อมูลผลการประเมินไม่เกิน 20 รายการ	หน้าจอ: รายงานประวัติการประเมิน ผลการวิเคราะห์: เครื่องมือสามารถออกรายงานในเวลาไม่เกิน 5 นาทีได้ตามความต้องการ

รายการวิเคราะห์ข้างต้น ถูกใช้เพื่อทวนสอบความครบถ้วนของฟังก์ชันการพัฒนาเครื่องมือเมื่อเทียบกับรายการความต้องการของเครื่องมือที่กำหนดไว้แต่แรก ซึ่งพบว่ามีการพัฒนาเครื่องมือที่ครบถ้วนตามความต้องการทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ทุก ๆ ความต้องการของเครื่องมือที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ได้มีส่วนต่อประสานผู้ใช้งานที่มารองรับทั้งหมด โดยรายการความต้องการรหัส RQ-1.4 RQ-1.6 และ RQ-1.7 มีปรากฏบริเวณแถบด้านบนของเครื่องมือจึงเปรียบเทียบแสดงในทุก ๆ หน้าจออีกด้วย

หลังจากที่สามารถตรวจสอบและทวนสอบความครบถ้วนของเครื่องมือว่าเป็นไปตามความต้องการที่กำหนดไว้ก่อนหน้าได้ทั้งหมดแล้ว ในส่วนถัดไปจะเป็นทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือในการทำงานที่สนับสนุนการประเมินด้วยแบบจำลองคุณภาพฯ ต่อไป

5.4.2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์

เครื่องมือสนับสนุนการประเมินที่พัฒนาขึ้นถูกทดสอบโดยการทดลองนำค่าคะแนนของแต่ละตัวแปรในตัววัดคุณภาพเดียวกันไปคำนวณด้วยตนเอง และเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของเครื่องมือ โดยจะเปรียบเทียบผลคะแนนของตัววัดทั้ง 4 รายการจากการประเมินเอกสาร คำอธิบายแบบรูป 2 เวอร์ชัน ดังแสดงผลลัพธ์ในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การคำนวณด้วยตนเอง กับผลลัพธ์ของเครื่องมือ

รายการตัววัด คุณภาพ	แบบรูปที่นำมาทดสอบ						ค่าความคลาด เคลื่อนสัมพัทธ์ เฉลี่ยของผลลัพธ์ (M.R.E)
	เวอร์ชันที่ 1			เวอร์ชันที่ 2			
	คำนวณ โดย ผู้วิจัย	คำนวณ โดย เครื่องมือ	ความคลาด เคลื่อน สัมพัทธ์(R.E.)	คำนวณ โดย ผู้วิจัย	คำนวณ โดย เครื่องมือ	ความคลาด เคลื่อน สัมพัทธ์ (R.E.)	
ตัววัด DKT	0.6795	0.6795	0.0000	0.8590	0.8590	0.0000	0.0000
ตัววัด CRE	0.4245	0.2869	0.3241	0.3405	0.2595	0.2379	0.2810
ตัววัด CSD	0.6733	0.6733	0.0000	0.8367	0.8367	0.0000	0.0000
ตัววัด PAP	0.5438	0.5438	0.0000	0.5438	0.5438	0.0000	0.0000

ตารางข้างต้นแสดงผลคะแนนของแต่ละตัววัดที่คำนวณได้ด้วยตัวผู้วิจัยเองซึ่งมาเทียบกับผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากเครื่องมือ แล้วนำมาคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Errors) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การคำนวณค่าคะแนนของตัววัด DKT ตัววัด CSD และตัววัด PAP โดยเครื่องมือได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับการคำนวณโดยผู้วิจัยเอง (ไม่มีความคลาดเคลื่อน) แต่มีเพียงการคำนวณค่าคะแนนของตัววัด CRE เท่านั้นที่เกิดความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.28

ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวถูกตรวจสอบจากเครื่องมือในส่วนของ การคำนวณผลคะแนนสุดท้ายของตัววัด CRE อีกครั้ง ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่า สูตรการคำนวณในเครื่องมือนั้นถูกต้องทั้งหมด แต่เนื่องจากผลจำนวนการนับคำ พยางค์ และประโยค ซึ่งเป็นตัวแปรภายในตัววัด CRE ในเครื่องมือ ไม่เท่ากับที่นับด้วยตัวผู้วิจัยเอง ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจจะเป็นความผิดพลาดในการนับจำนวนคำ พยางค์ และประโยคของผู้วิจัยได้ ผู้วิจัยจึงได้ทดลองนำจำนวนคำ พยางค์ และประโยคที่นับด้วย

อัลกอริทึมของเครื่องมือ มาทดลองคำนวณเอง และพบว่าได้ผลลัพธ์ที่เท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า ความคลาดเคลื่อนข้างต้นจึงเป็นที่ยอมรับได้ในการใช้งาน



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้นำเสนอแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ซึ่งจะมีโครงสร้างของมุมมองคุณภาพ 4 ลำดับชั้นคือ คุณลักษณะเชิงคุณภาพ คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ตัววัดคุณภาพ และส่วนประกอบของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ ซึ่งวิทยานิพนธ์นี้ยังได้นำเสนอตัววัดคุณภาพใหม่ 4 รายการที่จะช่วยให้สามารถสะท้อนคะแนนคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาตามคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องได้

การประเมินแบบจำลองการประเมินคุณภาพได้ถูกทำโดยการเปรียบเทียบผลคะแนนระหว่างก่อนและหลังการแก้ไขแบบรูปเชิงวัตถุกรณีศึกษาทั้งหมด 4 แบบรูป ซึ่งแบ่งเป็นแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา 3 แบบรูป และแบบรูปที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว 1 แบบรูป ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อตัววัดคุณภาพ DKT และ CSD สามารถสะท้อนคะแนนที่เพิ่มมากขึ้น หลังจากปรับปรุงแก้ไขจากคำแนะนำของผลลัพธ์ในการทดลองรอบแรก แต่ตัววัด CRE และ PAP มีผลคะแนนที่แตกต่างไม่ชัดเจน เนื่องจากผู้พัฒนาแบบรูปพิจารณาไม่แก้ไขตามคำแนะนำของผลลัพธ์ในการทดลองรอบแรก

นอกจากนี้เครื่องมือสนับสนุนการประเมินคุณภาพด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาได้ถูกออกแบบและพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เพื่อสนับสนุนให้ผู้ประเมินสามารถกรอกคะแนนได้สะดวกยิ่งขึ้น และผลการทดสอบเครื่องมือพบว่าสามารถคำนวณผลคะแนนของตัววัด DKT ตัววัด CSD และตัววัด PAP ได้ตรงกับการคำนวณด้วยตัวผู้วิจัยเอง แต่สำหรับตัววัด CRE เกิดความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย (ร้อยละ 0.2 โดยประมาณ) เนื่องจากอัลกอริทึมในการนับจำนวนค่า พยางค์ และประโยค ไม่เท่ากับการนับโดยผู้วิจัยเอง

6.2 อุปสรรคและข้อจำกัด

ในการทำวิจัย ผู้วิจัยพบอุปสรรคและข้อจำกัดดังนี้

- 1) ในการพัฒนาเครื่องมือ พบว่าเครื่องมือคำนวณค่าคะแนนรวมของตัววัดคุณภาพ CRE คลาดเคลื่อนไปจากที่คำนวณได้โดยผู้วิจัย ซึ่งคาดว่าเกิดจากอัลกอริทึมในการนับจำนวนของคำ

พยางค์ และประโยคของไลบรารีโอเพ่นซอร์สที่ถูกเลือกนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ ไม่ตรงกับวิธีการในการนับจำนวนโดยผู้วิจัย

2) ในขณะการปรับปรุงแก้ไขจากผลคะแนนของตัววัด CRE ผู้พัฒนาแบบรูปไม่สามารถทราบได้ว่าการปรับปรุงแก้ไขนั้น ทำให้ผลคะแนนของตัววัด CRE เปลี่ยนไปในทิศทางใด จึงพิจารณาแก้ไขให้คะแนนดีขึ้นได้ยาก

3) การนับจำนวนส่วนประกอบของแผนภาพคลาสเพื่อประเมินด้วยตัววัด PAP มีโอกาสเกิดความผิดพลาดในการนับของผู้ประเมินได้ เช่น การใช้ชื่อคลาสไม่ตรงกันกับแบบรูปแต่ความหมายเหมือนกัน ทำให้ผู้ประเมินเลือกไม่นับคลาสนั้น ๆ เป็นต้น

4) การนิยามตัววัด PAP ในงานวิจัยนี้ คำนึงถึงส่วนประกอบของแผนภาพต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลัก ๆ ที่ถูกใช้งานบ่อย จึงอาจยังไม่ครอบคลุมส่วนประกอบทั้งหมดตามข้อกำหนดของยูเอ็มแอล ตัวอย่างเช่น สำหรับแผนภาพลำดับ นิยามของตัววัด *PAP_{sequence, p}* ยังไม่ครอบคลุม ส่วนทางเลือกเดียว (Option Fragment) และส่วนอ้างอิง (Reference Fragment) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผู้ประเมินแบบรูปสามารถทำการปรับขยายนิยามของตัววัดให้ครอบคลุมทุกส่วนประกอบที่ปรากฏในแบบรูปที่ต้องการประเมินได้เอง

5) ตัววัดคุณภาพค่าคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพ หรือตัววัด CSD จำเป็นต้องใช้กับเอกสารแบบรูปที่มีการใช้งานแผนภาพที่เขียนด้วยภาษายูเอ็มแอล อย่างน้อย 2 แผนภาพขึ้นไปเท่านั้น ถ้ามีใช้เพียงแผนภาพเดียวจะใช้งานตัววัดนี้ไม่ได้

6) แบบจำลองการประเมินคุณภาพสามารถบอกได้เพียงว่า เอกสารคำอธิบายแบบรูปของแบบรูปที่กำลังพัฒนานั้นยังขาดตกบกพร่อง และควรแก้ไขในส่วนใดเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบว่าแบบรูปใด ดีกว่าหรือมีคุณภาพมากกว่าแบบรูปอื่นได้

7) การเปรียบเทียบคะแนนการอ่านได้ง่ายกับระดับการศึกษาที่เหมาะสมของผู้อ่านซึ่งตัววัดคุณภาพคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาในเอกสารคำอธิบายแบบรูปนำมาใช้ เป็นการเปรียบเทียบกับภาษาอังกฤษทั่วไป แต่ยังไม่ครอบคลุมว่าเป็นการอ่านได้ง่ายที่เฉพาะเจาะจงกับสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องด้วย

6.3 ข้อเสนอแนะ

แบบจำลองการประเมินคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ และเครื่องมือสนับสนุนการประเมินที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ สามารถนำไปต่อยอดพัฒนาให้ครอบคลุมและใช้งานได้ดียิ่งขึ้นได้ด้วยประเด็นเช่น

- 1) สามารถพัฒนาเพิ่มเติมคุณลักษณะเชิงคุณภาพ คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ และตัววัดคุณภาพที่สะท้อนคุณภาพของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนาอื่น ๆ ได้
- 2) สามารถพัฒนาความเชื่อมโยงภายในแบบจำลองการประเมินคุณภาพเพิ่มเติมที่สามารถรวมคะแนนคุณภาพในแต่ละคุณสมบัติเป็นคะแนนสุดท้ายคะแนนเดียวได้
- 3) สามารถพัฒนาตัววัดคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาในเอกสารคำอธิบายแบบรูป โดยมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสามารถเปรียบเทียบได้ครอบคลุมทั้งระดับการศึกษา และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องอีกด้วย
- 4) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถเปรียบเทียบผลการประเมินของแต่ละตัววัด ในแต่ละเวอร์ชันของเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้
- 5) พัฒนาเครื่องมือที่สามารถนำเข้าข้อมูลเอกสารคำอธิบายแบบรูปได้ง่ายยิ่งขึ้น เช่น นำเข้าด้วยไฟล์ CSV เป็นต้น



รายการอ้างอิง

- [1] *IEEE Std 610.12-1990: IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, 1990.
- [2] P. Pongpradit and N. Prompoon, "Constructing Initial Design Patterns for Online Social Network-based Application," 2016.
- [3] T. Wetchakorn and N. Prompoon, "Method for Mobile User Interface Design Patterns Creation for iOS Platform," *12th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, pp. 150-155, 2015.
- [4] P. Singpant and N. Prompoon, "Constructing Patterns Verification Criteria based on Quality Attributes : Web Security Context Patterns Case Study," pp. 689-696, 2016.
- [5] S. Trudel and J.-M. Desharnais, "Functional Size Measurement Patterns : A Proposed Approach," pp. 23-34, 2016.
- [6] N.-L. Hsueh, P.-H. Chu, and W. Chu, "A quantitative approach for evaluating the quality of design patterns," *Journal of Systems and Software*, vol. 81, no. 8, pp. 1430-1439, 2008.
- [7] C. Rolland, J. Stirna, N. Prekas, P. Loucopoulos, A. Persson, and G. Grosz, "Evaluating a Pattern Approach as an Aid for the Development of Organisational Knowledge: An Empirical Study," vol. 1789, ed, 2000, pp. 176-191.
- [8] J. Bansiya and C. G. Davis, "A hierarchical model for object-oriented design quality assessment," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 28, no. 1, pp. 4-17, 2002.
- [9] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, "Design Patterns," *Book*, 1995.
- [10] "OMG Unified Modeling Language TM (OMG UML), Superstructure v.2.3," *InformatikSpektrum*, vol. 21, no. May, pp. 758-758, 2010.
- [11] R. G. Dromey, "A model for software product quality," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 21, no. 2, pp. 146-162, 1995.
- [12] "ISO/IEC 9126-1:2001, Software Engineering - Product Quality - Part 1: Quality Model."

- [13] A. N. Muhammad Usman, Tai-hoon Kim, Eun-suk Cho, "A Survey of Consistency Checking Techniques for UML Models," presented at the 2008 Advanced Software Engineering & Its Applications, 2008.
- [14] G. Engels, J. M. K. #252, ster, R. Heckel, and L. Groenewegen, "A methodology for specifying and analyzing consistency of object-oriented behavioral models," presented at the Proceedings of the 8th European software engineering conference held jointly with 9th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering, Vienna, Austria, 2001.
- [15] A. Dennis, B. H. Wixom, and D. Tegarden, *Systems analysis and design: An object-oriented approach with UML*. 2015.
- [16] M. Riaz, T. Breaux, and L. Williams, "How have we evaluated software pattern application? A systematic mapping study of research design practices," *INFORMATION AND SOFTWARE TECHNOLOGY*, vol. 65, pp. 14-38, 2015.
- [17] J. P. Kincaid, R. L. Rogers, R. P. Fishburne Jr, and B. S. Chissom, "Derivation of New Readability Formulas (Automated Readability Index, Fog Count and Flesch Reading-Ease Formula) For Navy Enlisted Personnel," 1975.
- [18] M. Schumacher and E. Fernandez-buglioni, *Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering*. Wiley, 2006.
- [19] E. Freeman, E. Freeman, K. Sierra, and B. Bates, *Head First Design Patterns*. O' Reilly & Associates, Inc., 2004.
- [20] P. Singpant and N. Prompoon, "A Method for Web Security Context Patterns Development from User Interface Guidelines Based on Structural and Textual Analysis," J. K. Kim, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015, pp. 541-550.
- [21] S. Bouraga, I. Jureta, and S. Faulkner, "Requirements engineering patterns for the modeling of Online Social Networks features," *2014 IEEE 4th International Workshop on Requirements Patterns, RePa 2014 - Proceedings*, pp. 33-38, 2014.
- [22] T. S. Theeraporn Suphakul, "Development of Privacy Design Pattern Based on Privacy Principles and UML," presented at the Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2017), 2017.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบรูปที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

สำหรับในภาคผนวก ก. นี้จะแสดงถึงตัวอย่างแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ซึ่งเป็นรายละเอียดเอกสารคำอธิบายแบบรูปของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวม (Collection Limitation Pattern) ทั้งสองเวอร์ชัน โดยเวอร์ชันที่สอง (หลังปรับปรุงแก้ไข) ผู้วิจัยได้เน้นสีส่วนที่ปรับปรุงแก้ไขไว้อีกด้วย ดังต่อไปนี้



ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22]

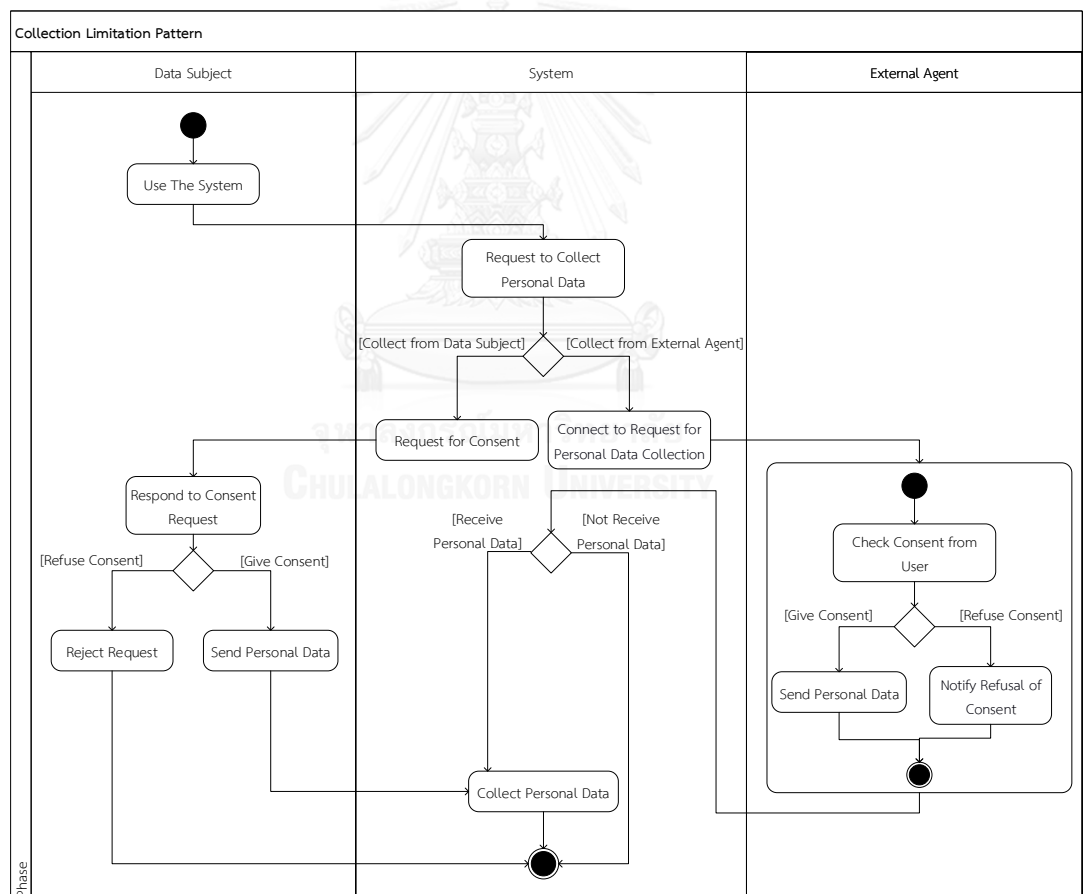
เวอร์ชันที่ 1.0	
Pattern Name	Collection Limitation Pattern
Pattern Principle	Collection Limitation Principle
Intent	This pattern assures that the personal data that the system of the data controller will collect should be limited and are collected with the knowledge or consent of the data subject.
Motivation	When a data subject (or user) is about to use a service of a data controller on the Internet, the service may need to collect certain personal data of the data subject for the processing of the service, and he/she should be aware of what, when, and how personal data are collected. Thus, the system of the data controller should collect only the personal data that are necessary for use, and let the data subject know about personal data collection and give consent. Sometimes it may be the case that consent is given by a representative on behalf of the data subject.
Applicability	<p>Use the Collection Limitation pattern whenever the system is about to collect personal data, i.e. any information relating to an identified or identifiable individual (data subject) [1]. According to [11], the system should use the Collection Limitation pattern when collecting any of the following categories of personal data:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Preference data i.e. Preferences on books, music, cities, friends, wish list, and so forth. ● Communication record i.e. SMS text, phone records, address book, and so forth. ● Web footprint i.e. Visited websites, search keywords, social comment logs and social graph, and so forth ● Personal profile i.e. Height, weight, published papers, education/career experiences, exam performance, and so forth. ● Consumption service record i.e. Bank account and transaction records, flight and hotel orders, car rental orders, supermarket records, e-commerce transaction record, and so forth. <p>Public service record Personal salary records, household energy record, personal credit, and so forth.</p>

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

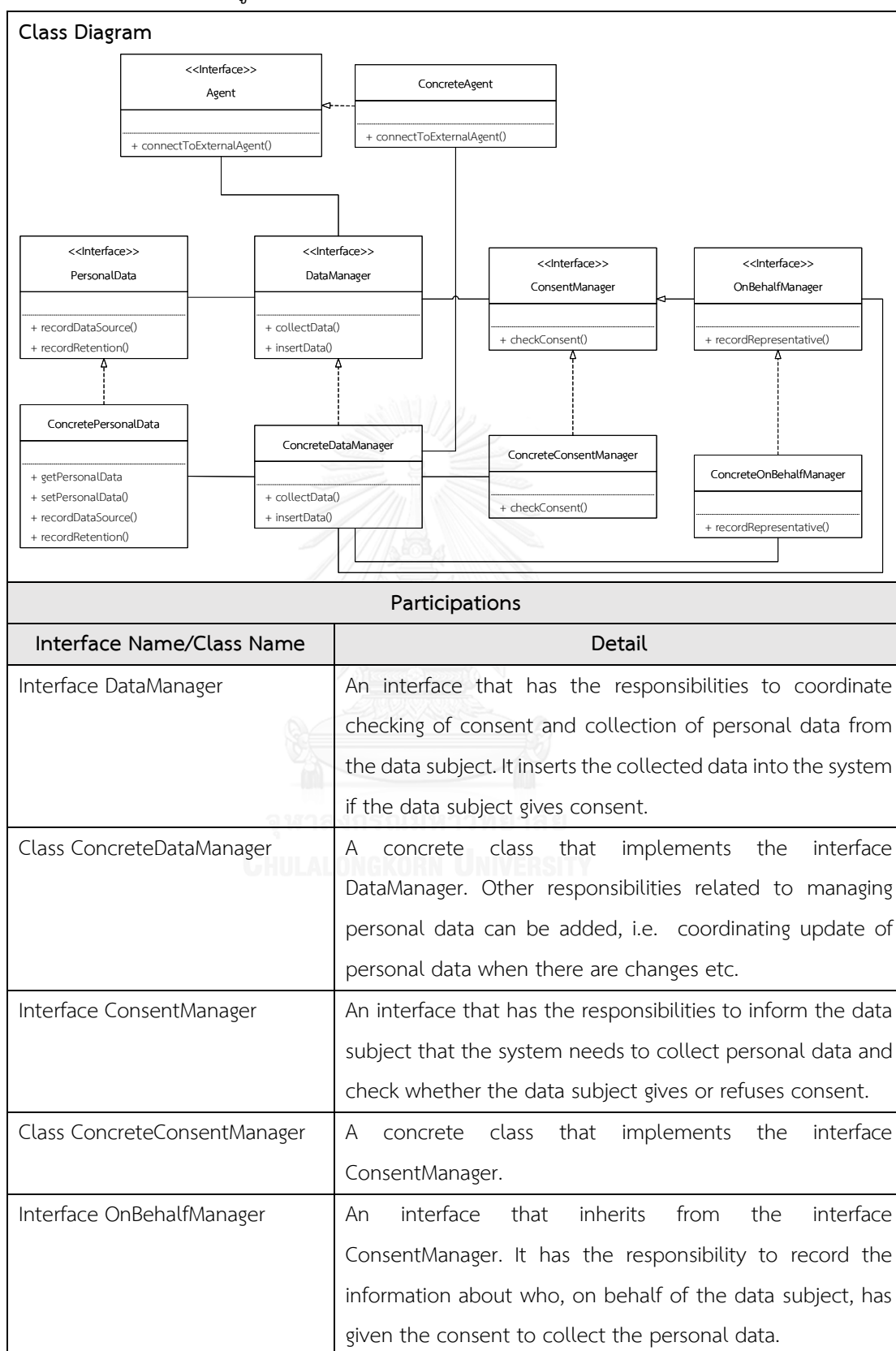
Applicability (Cont.)	<p>Also, the system should use the Collection Limitation pattern no matter where such personal data are collected from [11]:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Personal device i.e. PC, smart phones, mobile devices, tablet, and so forth. ● Services i.e. Web applications, and so forth. ● Social network i.e. Facebook, Twitter, blogs, and so forth. ● Sensors i.e. GPS, thermometer, wearable devices, and so forth. ● The data subject itself i.e. Email, work schedule, documents, pictures, video, audio.
------------------------------	--

Behavior and Structure

Activity Diagram



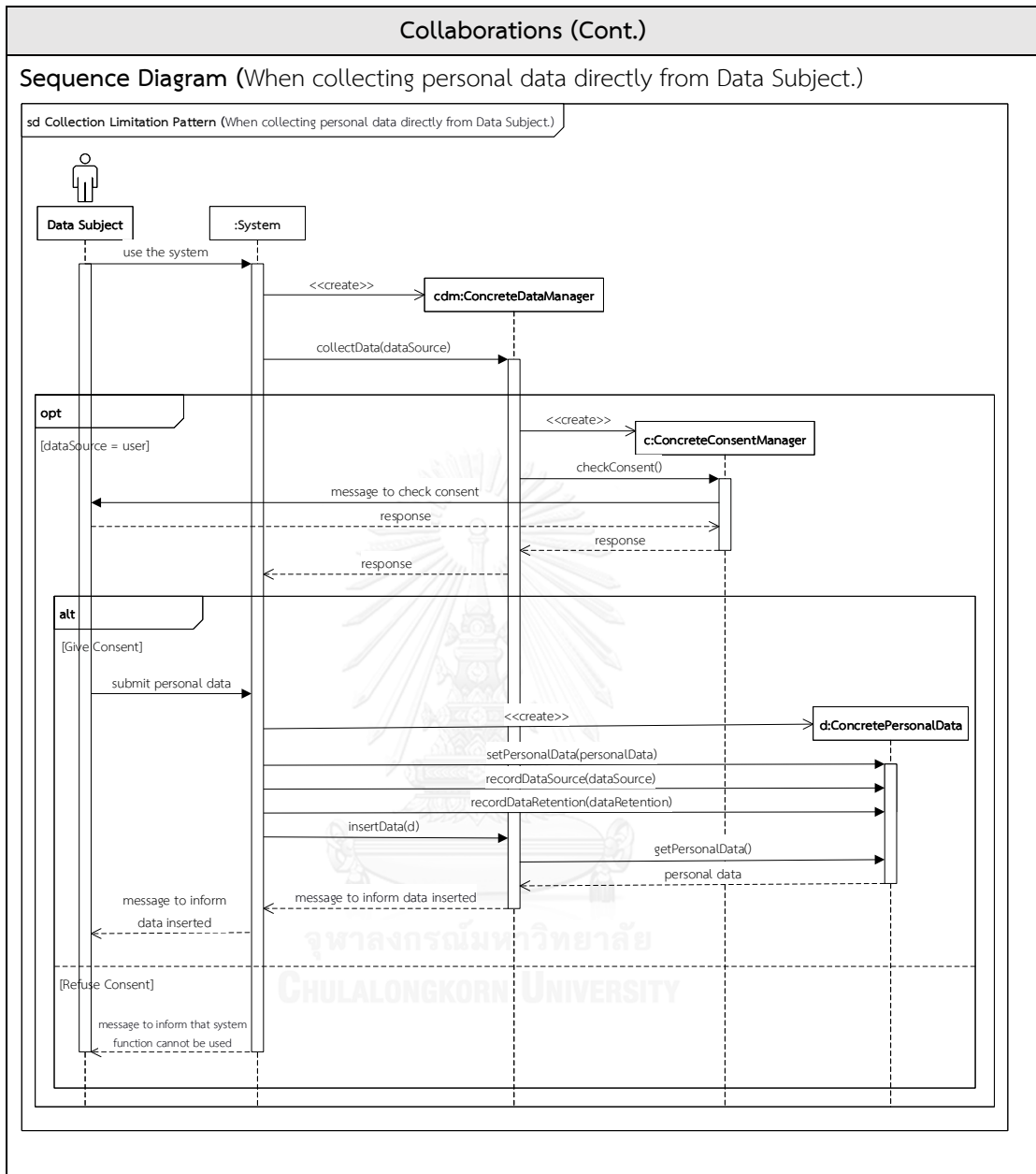
ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)



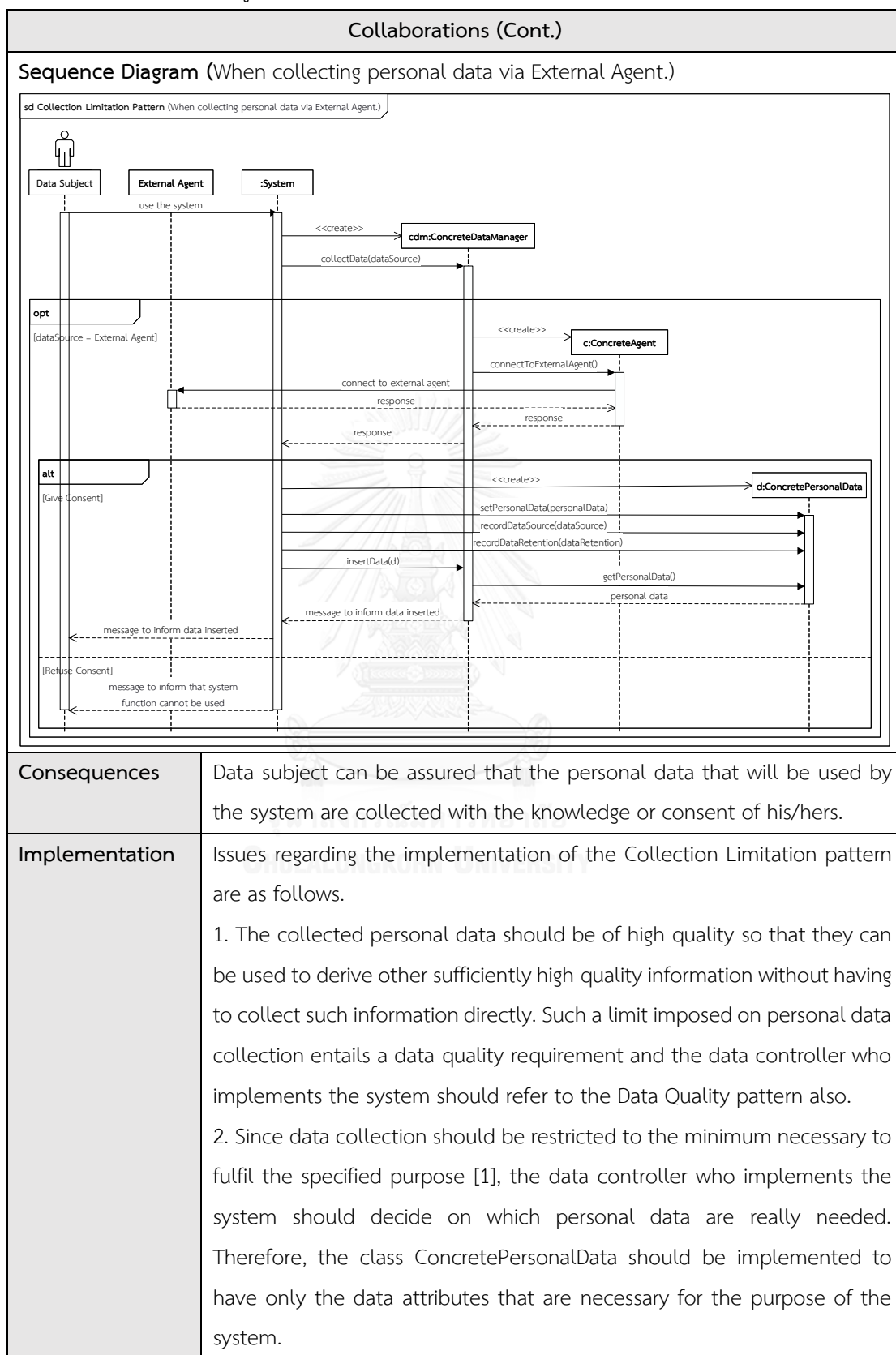
ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

Participants (Cont.)	
Interface Name/Class Name	Detail
Class ConcreteOnBehalfManager	A concrete class that implements the interface OnBehalfManager.
Interface Agent	An interface that has the responsibilities to connect to an external agent to collect personal data of the data subject on behalf of the system, and obtain personal data via the external agent if consent is given.
Class ConcreteAgent	A concrete class that implements the interface Agent.
Interface PersonalData	An interface that represents the collected personal data.
Class ConcretePersonalData	A concrete class with the data attributes that are necessary for the purpose of the system.
Collaborations	
<ol style="list-style-type: none"> 1. When the data subject requests to use a system function, the system creates a ConcreteDataManager object to collect personal data. The data source where personal data will be collected (i.e. data subject or external agent) and data retention detail (e.g. retention time, format) should be determined by the data controller. 2. If personal data will be collected directly from the data subject, <ol style="list-style-type: none"> 2.1. The ConcreteDataManager object creates a ConcreteConsentManager object to check whether the data subject gives or refuse consent to personal data collection. 2.2. The ConcreteDataManager object notifies the system of the consent checking result. 2.3. If consent is given, the system creates a ConcretePersonalData object and calls the ConcreteDataManager to insert the ConcretePersonalData object into a data store. 3. If personal data will be collected via an external agent, <ol style="list-style-type: none"> 3.1. The ConcreteDataManager object creates a ConcreteAgent object to connect to an external agent. 3.2. If the external agent is given the consent to collect personal data, the ConcreteAgent object creates a ConcretePersonalData object and calls the ConcreteDataManager to insert the ConcretePersonalData object into a data store. 4. In the case that consent is given by a representative on behalf of the data subject and the system needs to record such a fact, the ConcreteDataManager can create an OnBehalfManager object, instead of a ConcreteConsentManager object, to check consent and also record the representative information. 	

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)



ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)



ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

<p>Implementation (Cont.)</p>	<p>3. Even though OECD defines that there should be limits to the collection of personal data, the detail about which data are prohibited from collection are left out because it depends on the traditions and attitudes in each country where the system operates. For example [1], personal data such as race, religious beliefs, criminal records, health, sex life, and so forth are sensitive and the collection of which should be restricted or even prohibited by European legislation. On the other hand, for the United States privacy legislation, no data are specified as being more private or sensitive than others as sensitivity may depend on the context and use of the data.</p> <p>Therefore, the data controller who implements the system should decide on which personal data attributes should be included in the class ConcretePersonalData while not violating the privacy legislation and traditions that apply to the system.</p> <p>4. OECD defines that there should be limits to data collection activities of the data controller. For example [1], hidden devices should not be used and the data subject should not be deceived to provide personal information. However, the control of such limits cannot be captured completely by the structural model of this design pattern. To help address this issue, the data controller should record the source of the data collection, i.e. whether the data are collected from the data subject directly or an external agent. The class ConcretePersonalData should be implemented to record the source of the collected personal data. This could help to deal with data collection misconduct if such a case arises. In addition, the data controller should be open with the data subject about what data are collected and for what purposes. The data controller should refer to the Openness pattern also.</p> <p>5. OECD defines that there should be limits to the collection of personal data in such a way that the civil rights of the data subject should be of concern and the data collection should not violate civil rights of the data subject. Since the data subject should be entitled to his/her civil rights including the right to his/her collected personal data, the data controller should also refer to the Individual Participation pattern.</p>
--	--

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

<p>Implementation (Cont.)</p>	<p>6. It is possible that the data subject may be represented by another party who gives consent to the collection of the data subject's personal data, e.g. in the case of minors, mentally disabled person etc. If the data controller needs to record this fact, e.g. for legal purpose, the interface OnBehalfManager that inherits from the interface ConsentManager can be implemented (i.e. class ConcreteOnBehalfManager) to also record the information about who, on behalf of the data subject, has given the consent to collect the personal data.</p>
<p>Sample Design and Code</p>	
<p>An example of a user registration system that applies the Collection Limitation pattern is shown below. The system collects personal data of any user who requests to use the system and the collection can be done either by the system or via Facebook.</p>	
<pre> classDiagram class Agent { <<interface>> +connectToExternalAgent() } class FacebookAgent { +connectToExternalAgent() +getFBGraph(accessToken) +getGraphData(fbGraph) } class PersonalData { <<interface>> +recordDataSource(dataSource) +recordRetention(dataRetention) } class RegistrationPersonalData { +getPersonalData() +setPersonalData() +recordDataSource(dataSource) +recordRetention(dataRetention) } class DataManager { <<interface>> +collectData(dataSource) +insertData(data) } class RegistrationDataManager { +collectData(dataSource) +insertData(data) } class ConsentManager { <<interface>> +checkConsent() } class RegistrationConsentManager { +checkConsent() } class OnBehalfManager { <<interface>> +recordRepresentative() } class RegistrationConsentOnBehalf { +recordRepresentative() } Agent < .. FacebookAgent PersonalData < .. RegistrationPersonalData DataManager < .. RegistrationDataManager ConsentManager < .. RegistrationConsentManager OnBehalfManager < .. RegistrationConsentOnBehalf FacebookAgent ..> ConsentManager RegistrationDataManager ..> PersonalData RegistrationDataManager ..> ConsentManager RegistrationDataManager ..> OnBehalfManager RegistrationConsentManager ..> OnBehalfManager </pre>	
<p>When a user (data subject) is required to register with the system to use its service, the system uses the class RegistrationDataManager that implements the interface DataManager to collect personal data (name, email, tel) as shown in the sample code below. If the data source of collection is “User”, the data are collected directly from the user. Otherwise they are collected via Facebook.</p>	
<pre> interface DataManager{ public Map<String, String> collectData(String dataSource); public void insertData(RegistrationPersonalData pd); } </pre>	

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)
<pre> public class RegistrationDataManager implements DataManager{ @Override public Map<String, String> collectData(String dataSource) { Map<String,String> data = new HashMap<String, String>(); if(dataSource.equalsIgnoreCase("User")){ RegistrationConsentManager rcm = new RegistrationConsentManager(); if(rcm.checkConsent()){ data.put("consent", "accept"); }else{ data.put("consent", "refuse"); } }else{ FacebookAgent fa = new FacebookAgent(); data.putAll(fa.connectToExternalAgent()); } return data; } @Override public void insertData(RegistrationPersonalData data) { System.out.println("Name :: "+data.getName()); System.out.println("Email :: "+data.getEmail()); System.out.println("Tel. :: "+data.getTel()); System.out.println("Data Source :: "+data.getDataSource()); System.out.println("Data Retention :: "+data.getDataRetention()); System.out.println("Data inserted!!"); } } </pre> <p>If personal data are collected directly from the user, the class RegistrationConsentManager that implements the interface ConsentManager is used to check whether the user gives or refuse consent to personal data collection as shown in the sample code below.</p> <pre> public interface ConsentManager { public boolean checkConsent(); } public class RegistrationConsentManager implements ConsentManager{ private Scanner scan; @Override public boolean checkConsent() { scan = new Scanner(System.in); System.out.println("Give Consent Please Enter 'Y' " + "and Refuse Consent Please Enter 'N'"); String accept = scan.next(); if(accept.equalsIgnoreCase("Y")) return true; else return false; } } </pre> <p>The class RegistrationPersonalData that implements the interface PersonalData is implemented to have only the data attributes that are necessary for the purpose of the system as shown in the sample code below. The system requires only the attributes name, email, and telephone number to use its service. In addition, it records the source of collection of these data as well as the end of the retention period which varies by different types of data that the system collects during the use of its service, i.e. registration data, location data, and others.</p>

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)
<pre> public interface PersonalData { public String recordDatasource(String dataSource); public String recordRetention(String dataRetention); } public class RegistrationPersonalData implements PersonalData{ private String name; private String email; private String tel; private String dataSource; private String dataRetention; public String getName() { return name; } public void setName(String name) { this.name = name; } public String getEmail() { return email; } public void setEmail(String email) { this.email = email; } public String getTel() { return tel; } public void setTel(String tel) { this.tel = tel; } public String getDataSource() { return dataSource; } public String getDataRetention() { return dataRetention; } @Override public String recordDatasource(String dSource) { dataSource = dSource; return dataSource; } @Override public String recordRetention(String dRetention) { if(dRetention.equalsIgnoreCase("Registration")) dataRetention = "When deleting account"; else if(dRetention.equalsIgnoreCase("Location")) dataRetention = "When ending program"; else dataRetention = "When deleting data"; return dataRetention; } } </pre>
<p>In the case that the user registers via Facebook, the class FacebookAgent that implements the interface Agent is used to collect personal data as shown in the sample code below.</p>
<pre> public interface Agent { public Map<String, String> connectToExternalAgent(); } </pre>

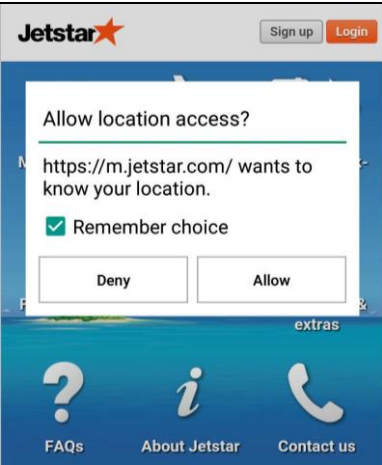
ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)
<pre> public class FacebookAgent implements Agent{ @Override public Map<String, String> connectToExternalAgent() { String accessToken = ""; /* TODO Add your code to connect to external agent, * i.e. Facebook, to obtain an access token here */ String graph = getFBGraph(accessToken); Map<String, String> fbProfileData = getGraphData(graph); return fbProfileData; } public String getFBGraph(String accessToken) { String graph = null; try { String g = "https://graph.facebook.com/me?" + accessToken; URL u = new URL(g); URLConnection c = u.openConnection(); BufferedReader in = new BufferedReader(new InputStreamReader(c.getInputStream())); String inputLine; StringBuffer b = new StringBuffer(); while ((inputLine = in.readLine()) != null) b.append(inputLine + "\n"); in.close(); graph = b.toString(); System.out.println(graph); } catch (Exception e) { e.printStackTrace(); throw new RuntimeException("ERROR in getting FB graph data. " + e); } return graph; } public Map<String, String> getGraphData(String fbGraph) { Map<String, String> fbProfile = new HashMap<String, String>(); try { JSONObject json = new JSONObject(fbGraph); fbProfile.put("id", json.getString("id")); fbProfile.put("name", json.getString("name")); if (json.has("email")) fbProfile.put("email", json.getString("email")); if (json.has("gender")) fbProfile.put("gender", json.getString("gender")); } catch (JSONException e) { e.printStackTrace(); throw new RuntimeException("ERROR in parsing FB graph data. " + e); } return fbProfile; } } </pre>
<p>In the case that that the system needs to record, e.g. for legal purpose, who gives consent on behalf of the user, the class RegistrationConsentOnBehalf that implements the interface OnBehalfManager as shown in the sample code below would be called by the class RegistrationDataManager instead of the class RegistrationConsentManager.</p>
<pre> public interface OnBehalfManager extends ConsentManager { public String recordRepresentative(); } </pre>

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)	
<pre> public class RegistrationConsentOnBehalf implements OnBehalfManager{ private Scanner scan; @Override public boolean checkConsent() { scan = new Scanner(System.in); System.out.println("Give Consent Please Enter 'Y' " + "and Refuse Consent Please Enter 'N'"); String accept = scan.next(); if(accept.equalsIgnoreCase("Y")) return true; else return false; } @Override public String recordRepresentative() { scan = new Scanner(System.in); System.out.println("Enter name of representative"); String representative = scan.next(); return representative; } } </pre>	
<p>Known Uses</p>	<p>Examples of existing systems that take the Collection Limitation principle into account include:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● AliExpress (Website): When a user creates an account, the system will collect personal data. If the user gives consent to the system to collect and use personal data, the user should check the agreement checkbox.  <p>JetStar (Website): While a user is using a web service on a mobile phone, the system requires further access to the user location and will ask for user consent. The user can then give or refuse consent to the collection of his/her location data.</p>

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 1 [22] (ต่อ)

Known Use (Cont.)	
Related Patterns	Data Quality, Openness, Individual Participation



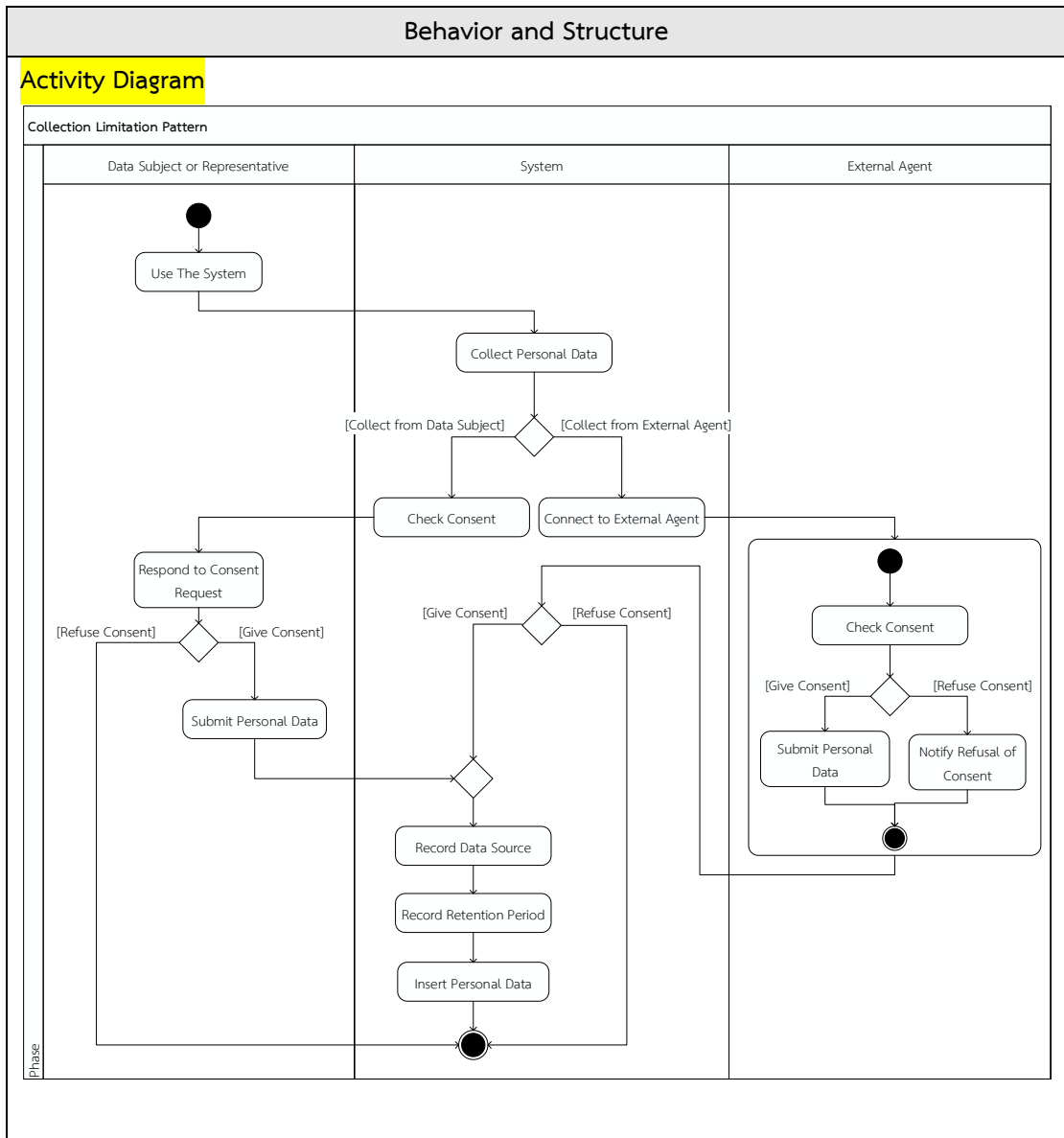
ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22]

เวอร์ชันที่ 2.0	
Pattern Name	Collection Limitation Pattern
Pattern Principle	Collection Limitation Principle
Intent	This pattern assures that the personal data that the system of the data controller will collect should be limited and are collected with the knowledge or consent of the data subject. As personal data are attributes of the data subject, it is necessary to assure that he/she is still in control of the personal data and the collection does not violate his/her civil right as the owner of the collected data.
Motivation	When a data subject (or user) is about to use a service of a data controller on the Internet, the service may need to collect certain personal data of the data subject for the processing of the service. For example, a cosmetic online shopping web site needs to collect a customer's personal data at registration time. Among the collected personal data (such as name, email, and phone number), the web site also collects national ID and does not ask the customer to give consent to the collection. In this scenario, sensitive information (i.e. national ID) that is not used in the processing of the online shop is unnecessarily disclosed. If the online shop neither asks the customer to give consent to the collection nor handles data privacy well, the customer's sensitive information may leak and be misused in a way that causes harm to the customer. Thus, the data subject should be aware of what, when, and how personal data are collected. The system of the data controller should collect only the personal data that are necessary for use, and let the data subject know about personal data collection and give consent. Sometimes it may be the case that consent is given by a representative on behalf of the data subject.
Applicability	Use the Collection Limitation pattern whenever the system is about to collect personal data, i.e. any information relating to an identified or identifiable individual (data subject) [1]. According to [11], the system should use the Collection Limitation pattern when collecting any of the following categories of personal data: <ul style="list-style-type: none"> ● Preference data i.e. Preferences on books, music, cities, friends, wish list, and so forth.

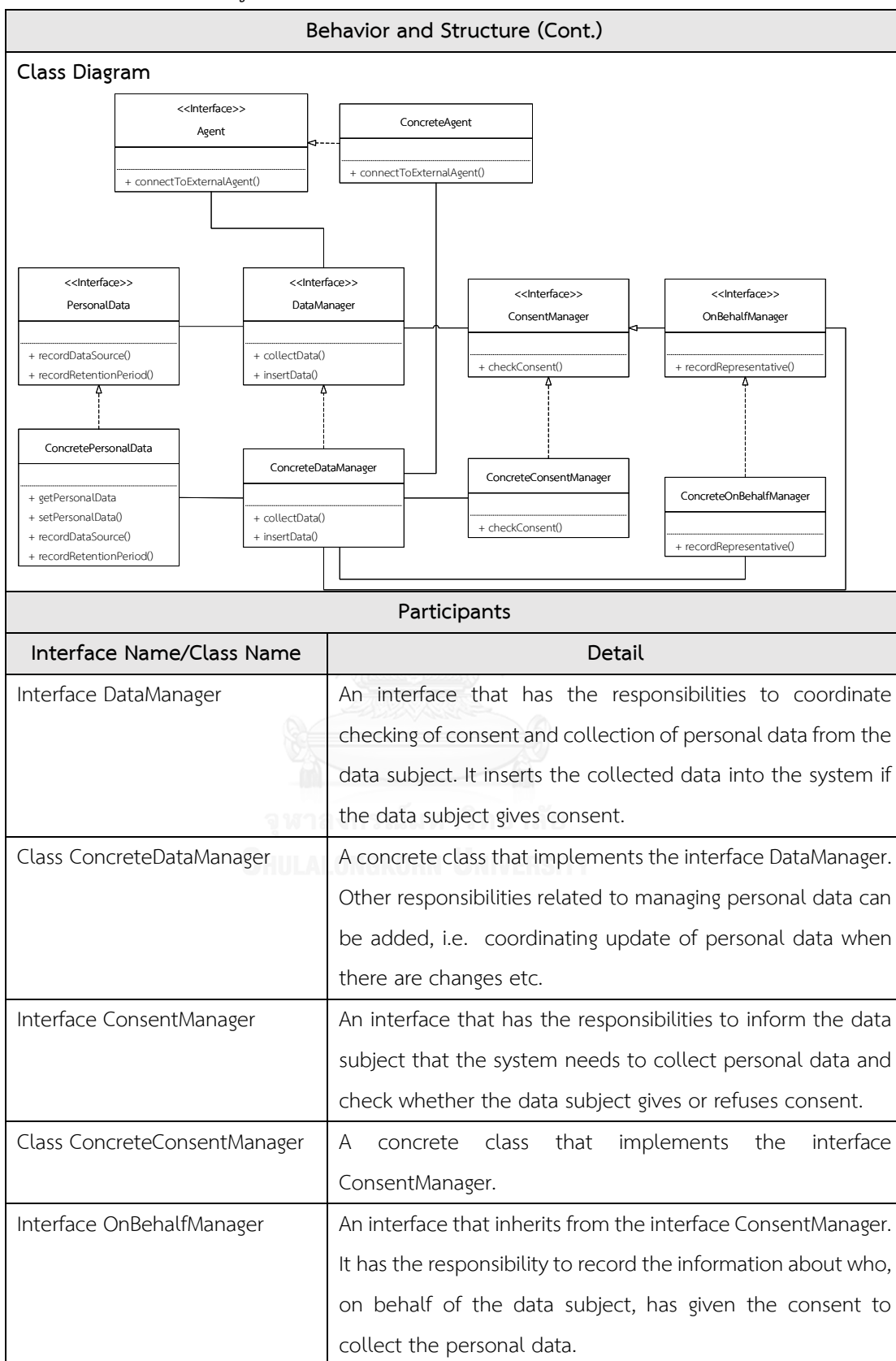
ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

<p>Applicability (Cont.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Communication record i.e. SMS text, phone records, address book, and so forth. ● Web footprint i.e. Visited websites, search keywords, social comment logs and social graph, and so forth. ● Personal profile i.e. Height, weight, published papers, education/career experiences, exam performance, and so forth. ● Consumption service record i.e. Bank account and transaction records, flight and hotel orders, car rental orders, supermarket records, e-commerce transaction record, and so forth. ● Public service record Personal salary records, household energy record, personal credit, and so forth. <p>Also, the system should use the Collection Limitation pattern no matter where such personal data are collected from [11]:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Personal device i.e. PC, smart phones, mobile devices, tablet, and so forth. ● Services i.e. Web applications, and so forth. ● Social network i.e. Facebook, Twitter, blogs, and so forth. ● Sensors i.e. GPS, thermometer, wearable devices, and so forth. ● The data subject itself i.e. Email, work schedule, documents, pictures, video, audio.
-------------------------------------	--

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)



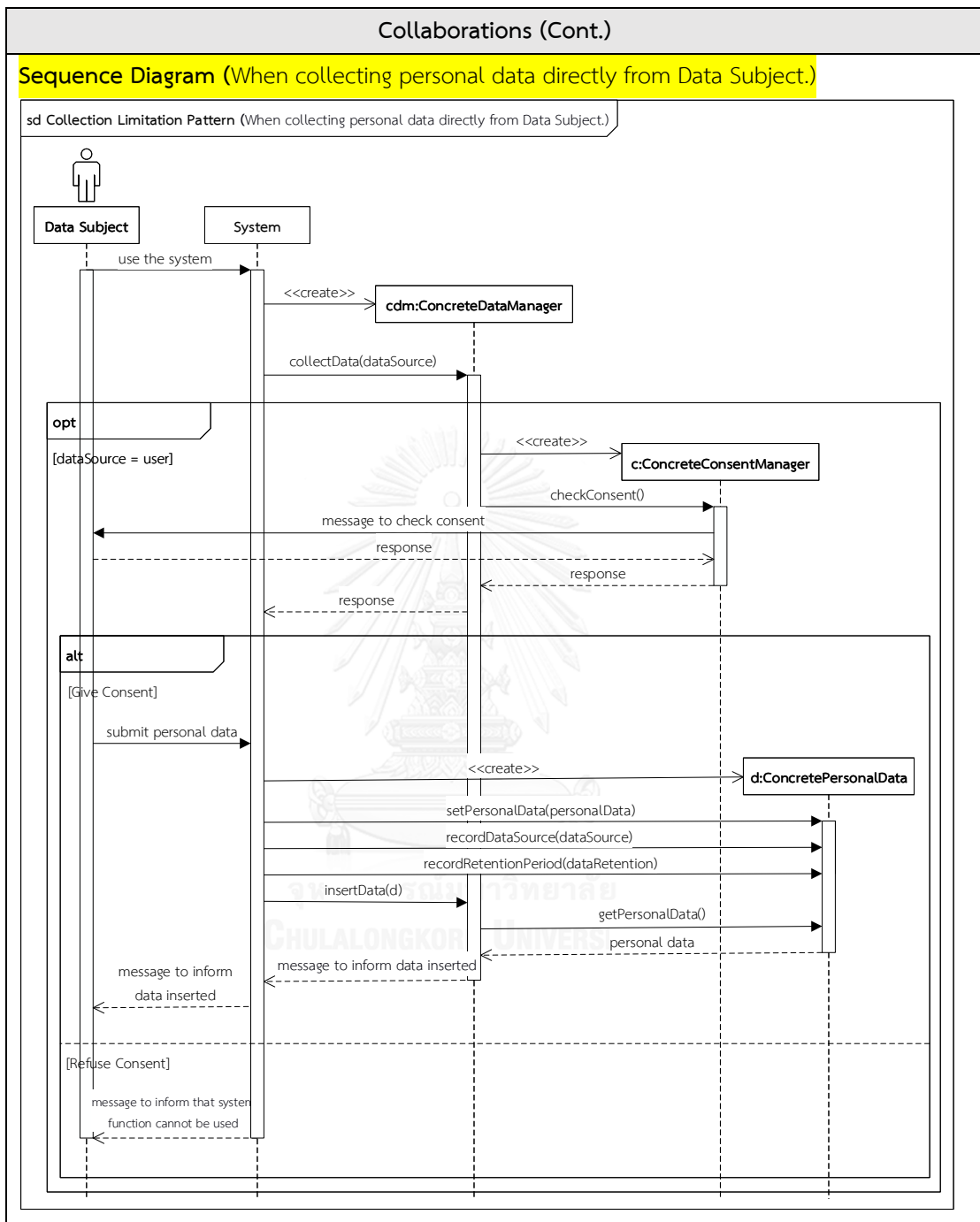
ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)



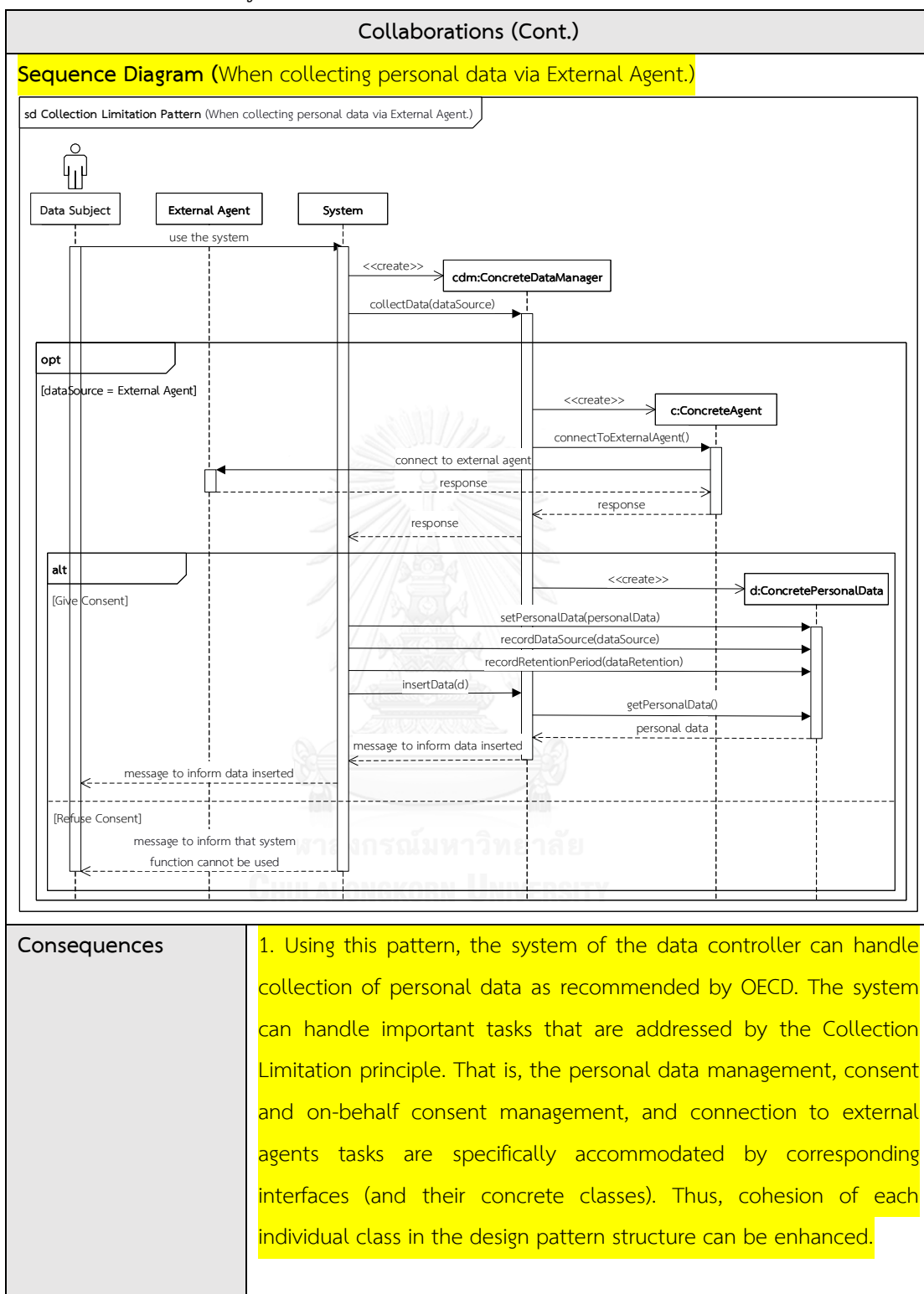
ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

Participants (Cont.)	
Interface Name/Class Name	Detail
Class ConcreteOnBehalfManager	A concrete class that implements the interface OnBehalfManager.
Interface Agent	An interface that has the responsibilities to connect to an external agent to collect personal data of the data subject on behalf of the system, and obtain personal data via the external agent if consent is given.
Class ConcreteAgent	A concrete class that implements the interface Agent.
Interface PersonalData	An interface that represents the collected personal data.
Class ConcretePersonalData	A concrete class with the data attributes that are necessary for the purpose of the system.
Collaborations	
<ol style="list-style-type: none"> 1. When the data subject requests to use a system function, the system creates a ConcreteDataManager object to collect personal data. The data source where personal data will be collected (i.e. data subject or external agent) and data retention detail (e.g. retention time, format) should be determined by the data controller. 2. If personal data will be collected directly from the data subject, <ol style="list-style-type: none"> 2.1. The ConcreteDataManager object creates a ConcreteConsentManager object to check whether the data subject gives or refuse consent to personal data collection. 2.2. The ConcreteDataManager object notifies the system of the consent checking result. 2.3. If consent is given, the system creates a ConcretePersonalData object and calls the ConcreteDataManager to insert the ConcretePersonalData object into a data store. 3. If personal data will be collected via an external agent, <ol style="list-style-type: none"> 3.1. The ConcreteDataManager object creates a ConcreteAgent object to connect to an external agent. 3.2. If the external agent is given the consent to collect personal data, the ConcreteAgent object creates a ConcretePersonalData object and calls the ConcreteDataManager to insert the ConcretePersonalData object into a data store. 4. In the case that consent is given by a representative on behalf of the data subject and the system needs to record such a fact, the ConcreteDataManager can create an OnBehalfManager object, instead of a ConcreteConsentManager object, to check consent and also record the representative information. 	

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)



ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)



ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

<p>Consequences (Cont.)</p>	<p>2. The data subject can be assured that the personal data that will be used by the system are collected with the knowledge or consent of his/hers. The data subject can be informed of what data are about to be collected and can decide whether such data are necessary for the processing of the system. The data subject has the right to reject the collection and, as a result, the service, if he/she does not want to disclose such requested personal information.</p>
<p>Implementation</p>	<p>Issues regarding the implementation of the Collection Limitation pattern are as follows.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The collected personal data should be of high quality so that they can be used to derive other sufficiently high quality information without having to collect such information directly. Such a limit imposed on personal data collection entails a data quality requirement and the data controller who implements the system should refer to the Data Quality pattern also. 2. Since data collection should be restricted to the minimum necessary to fulfill the specified purpose [1], the data controller who implements the system should decide on which personal data are really needed. Therefore, the class ConcretePersonalData should be implemented to have only the data attributes that are necessary for the purpose of the system. 3. Even though OECD defines that there should be limits to the collection of personal data, the detail about which data are prohibited from collection are left out because it depends on the traditions and attitudes in each country where the system operates. For example [1], personal data such as race, religious beliefs, criminal records, health, sex life, and so forth are sensitive and the collection of which should be restricted or even prohibited by European legislation. On the other hand, for the United States privacy legislation, no data are specified as being more private or sensitive than others as sensitivity may depend on the context and use of the data.

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

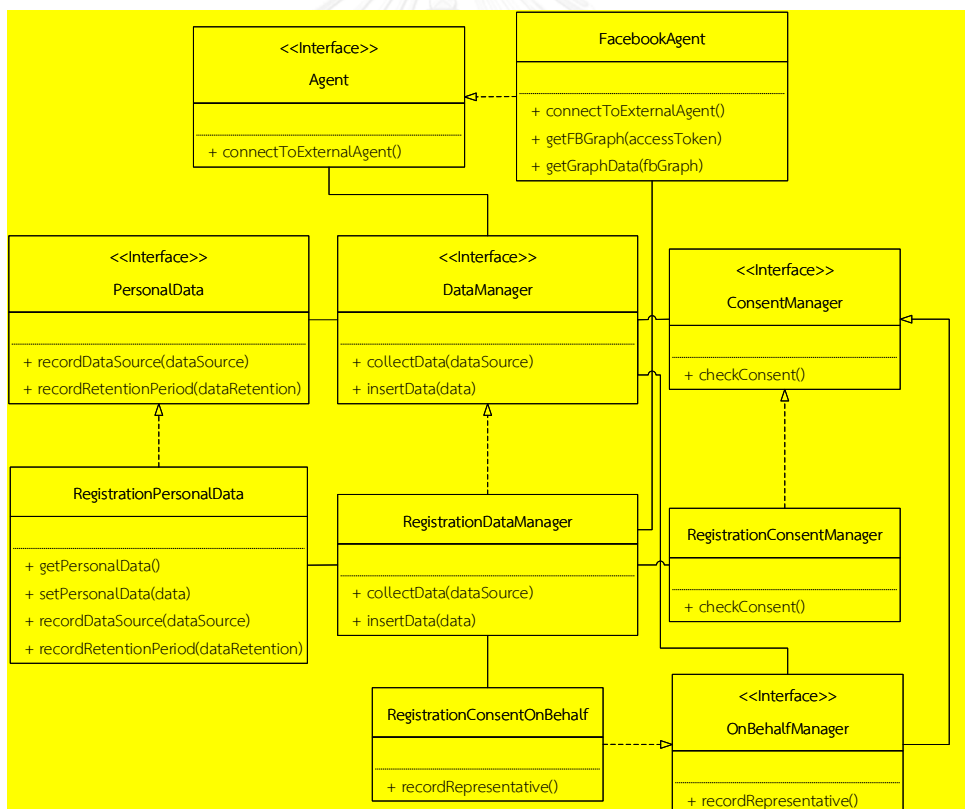
<p>Implementation (Cont.)</p>	<p>Therefore, the data controller who implements the system should decide on which personal data attributes should be included in the class ConcretePersonalData while not violating the privacy legislation and traditions that apply to the system.</p> <p>4. OECD defines that there should be limits to data collection activities of the data controller. For example [1], hidden devices should not be used and the data subject should not be deceived to provide personal information. However, the control of such limits cannot be captured completely by the structural model of this design pattern. To help address this issue, the data controller should record the source of the data collection, i.e. whether the data are collected from the data subject directly or an external agent. The class ConcretePersonalData should be implemented to record the source of the collected personal data. This could help to deal with data collection misconduct if such a case arises. In addition, the data controller should be open with the data subject about what data are collected and for what purposes. The data controller should refer to the Openness pattern also.</p> <p>5. OECD defines that there should be limits to the collection of personal data in such a way that the civil rights of the data subject should be of concern and the data collection should not violate civil rights of the data subject. Since the data subject should be entitled to his/her civil rights including the right to his/her collected personal data, the data controller should also refer to the Individual Participation pattern.</p>
--	--

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

Implementation (Cont.)	<p>6. It is possible that the data subject may be represented by another party who gives consent to the collection of the data subject's personal data, e.g. in the case of minors, mentally disabled person etc. If the data controller needs to record this fact, e.g. for legal purpose, the interface OnBehalfManager that inherits from the interface ConsentManager can be implemented (i.e. class ConcreteOnBehalfManager) to also record the information about who, on behalf of the data subject, has given the consent to collect the personal data.</p>
-----------------------------------	--

Sample Design and Code

An example of a user registration system that applies the Collection Limitation pattern is shown below. The system collects personal data of any user who requests to use the system and the collection can be done either by the system or via Facebook.



When a user (data subject) is required to register with the system to use its service, the system uses the class RegistrationDataManager that implements the interface DataManager to collect personal data (name, email, tel) as shown in the sample code below. If the data source of collection is "User", the data are collected directly from the user. Otherwise they are collected via Facebook.

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)
<pre> interface DataManager{ public Map<String, String> collectData(String dataSource); public void insertData(RegistrationPersonalData pd); } public class RegistrationDataManager implements DataManager{ @Override public Map<String, String> collectData(String dataSource) { Map<String,String> data = new HashMap<String, String>(); if(dataSource.equalsIgnoreCase("User")){ RegistrationConsentManager rcm = new RegistrationConsentManager(); if(rcm.checkConsent()){ data.put("consent", "accept"); }else{ data.put("consent", "refuse"); } }else{ FacebookAgent fa = new FacebookAgent(); data.putAll(fa.connectToExternalAgent()); } return data; } @Override public void insertData(RegistrationPersonalData data){ //TODO Add your code to insert personal data into data store. DatabaseConnection dbConnection = new DatabaseConnection(); Connection connection = dbConnection.getDBConnection(); try { String insert = "INSERT INTO personaldata " + "(name, email, tel, dataSource, dataRetention) " + "VALUES (?, ?, ?, ?, ?)"; PreparedStatement stmt = connection.prepareStatement(insert); int parameterIndex = 1; stmt.setString(parameterIndex++, data.getName()); stmt.setString(parameterIndex++, data.getEmail()); stmt.setString(parameterIndex++, data.getTel()); stmt.setString(parameterIndex++, data.getDataSource()); stmt.setString(parameterIndex++, data.getDataRetention()); stmt.execute(); stmt.close(); } catch (SQLException e) {e.printStackTrace();} } } </pre>
<p>If personal data are collected directly from the user, the class RegistrationConsentManager that implements the interface ConsentManager is used to check whether the user gives or refuse consent to personal data collection as shown in the sample code below.</p> <pre> public interface ConsentManager { public boolean checkConsent (); } public class RegistrationConsentManager implements ConsentManager{ private Scanner scan; @Override public boolean checkConsent() { scan = new Scanner(System.in); System.out.println("Give Consent Please Enter 'Y' " + "and Refuse Consent Please Enter 'N'"); String accept = scan.next(); if(accept.equalsIgnoreCase("Y")) return true; else return false; } } </pre>

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)
<p>The class RegistrationPersonalData that implements the interface PersonalData is implemented to have only the data attributes that are necessary for the purpose of the system as shown in the sample code below. The system requires only the attributes name, email, and telephone number to use its service. In addition, it records the source of collection of these data as well as the end of the retention period which varies by different types of data that the system collects during the use of its service, i.e. registration data, location data, and others.</p> <pre> public interface PersonalData { public String recordDatasource(String dataSource); public String recordRetentionPeriod(String dataRetention); } public class RegistrationPersonalData implements PersonalData{ private String name; private String email; private String tel; private String dataSource; private String dataRetention; public String getName() { return name; } public void setName(String name) { this.name = name; } public String getEmail() { return email; } public void setEmail(String email) { this.email = email; } public String getTel() { return tel; } public void setTel(String tel) { this.tel = tel; } public String getDataSource() { return dataSource; } public String getDataRetention() { return dataRetention; } @Override public String recordDatasource(String dSource) { dataSource = dSource; return dataSource; } @Override public String recordRetentionPeriod(String dRetention) { if(dRetention.equalsIgnoreCase("Registration")) dataRetention = "When deleting account"; else if(dRetention.equalsIgnoreCase("Location")) dataRetention = "When ending program"; else dataRetention = "When deleting data"; return dataRetention; } } </pre>

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)

In the case that the user registers via Facebook, the class FacebookAgent that implements the interface Agent is used to collect personal data as shown in the sample code below.

```
public interface Agent {
    public Map<String, String> connectToExternalAgent();
}

public class FacebookAgent implements Agent{

    @Override
    public Map<String, String> connectToExternalAgent() {
        String accessToken = "";
        /* TODO Add your code to connect to external agent,
        * i.e. Facebook, to obtain an access token here */
        String graph = getFBGraph(accessToken);
        Map<String, String> fbProfileData = getGraphData(graph);
        return fbProfileData;
    }

    public String getFBGraph(String accessToken) {
        String graph = null;
        try {

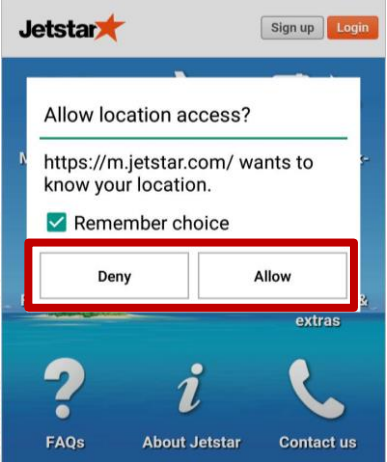
            String g = "https://graph.facebook.com/me?" + accessToken;
            URL u = new URL(g);
            URLConnection c = u.openConnection();
            BufferedReader in = new BufferedReader(new InputStreamReader(
                c.getInputStream()));
            String inputLine;
            StringBuffer b = new StringBuffer();
            while ((inputLine = in.readLine()) != null)
                b.append(inputLine + "\n");
            in.close();
            graph = b.toString();
            System.out.println(graph);
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
            throw new RuntimeException("ERROR in getting FB graph data. " + e);
        }
        return graph;
    }

    public Map<String, String> getGraphData(String fbGraph) {
        Map<String, String> fbProfile = new HashMap<String, String>();
        try {
            JSONObject json = new JSONObject(fbGraph);
            fbProfile.put("id", json.getString("id"));
            fbProfile.put("name", json.getString("name"));
            if (json.has("email"))
                fbProfile.put("email", json.getString("email"));
            if (json.has("gender"))
                fbProfile.put("gender", json.getString("gender"));
        } catch (JSONException e) {
            e.printStackTrace();
            throw new RuntimeException("ERROR in parsing FB graph data. " + e);
        }
        return fbProfile;
    }
}
```

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

Sample Design and Code (Cont.)	
<p>In the case that that the system needs to record, e.g. for legal purpose, who gives consent on behalf of the user, the class RegistrationConsentOnBehalf that implements the interface OnBehalfManager as shown in the sample code below would be called by the class RegistrationDataManager instead of the class RegistrationConsentManager.</p> <pre> public interface OnBehalfManager extends ConsentManager { public String recordRepresentative(); } public class RegistrationConsentOnBehalf implements OnBehalfManager{ private Scanner scan; @Override public boolean checkConsent() { scan = new Scanner(System.in); System.out.println("Give Consent Please Enter 'Y' " + "and Refuse Consent Please Enter 'N'"); String accept = scan.next(); if(accept.equalsIgnoreCase("Y")) return true; else return false; } @Override public String recordRepresentative() { scan = new Scanner(System.in); System.out.println("Enter name of representative"); String representative = scan.next(); return representative; } } </pre>	
<p>Known Uses</p>	<p>Examples of existing systems that take the Collection Limitation principle into account include:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● AliExpress (Website): When a user creates an account, the system will collect personal data. If the user gives consent to the system to collect and use personal data, the user should check the agreement checkbox. 

ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักข้อจำกัดการเก็บรวบรวมเวอร์ชัน 2 [22] (ต่อ)

<p>Known Uses (Cont.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● JetStar (Website): While a user is using a web service on a mobile phone, the system requires further access to the user location and will ask for user consent. The user can then give or refuse consent to the collection of his/her location data. 
<p>Related Patterns</p>	<p>Data Quality</p> <p>The Data Quality pattern can be used with the Collection Limitation pattern to ensure that the personal data that are collected are accurate, complete, and up-to-date for the processing of the system.</p> <p>Openness</p> <p>The Openness pattern can be used with the Collection Limitation pattern to ensure that the collection of personal data is for the real benefit of the data subject in the use of the system service. The data subject should be informed of what personal data are collected and for what purposes.</p> <p>Individual Participation</p> <p>In addition to the Collection Limitation pattern, the Individual Participation pattern can be used so that the data subject remains entitled to the right to participate in the use of the collected personal data by the system and be informed of the issues related to the collected personal data.</p>

ภาคผนวก ข

คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ

ในภาคผนวกส่วนนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอ มาจัดทำเป็นคู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ เพื่อช่วยให้ผู้ประเมินแบบรูปสามารถใช้งานในการกรอกคะแนน เพื่อประเมินงานได้ง่าย โดยจะนำตัววัดคุณภาพแต่ละรายการ มาแจกแจงเกณฑ์ในการให้คะแนน และ/หรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ประเมินสามารถกรอกคะแนนรายหลักเกณฑ์ และ/หรือรายตัวแปรได้อย่างสะดวก คู่มือการประเมินที่จัดทำขึ้นจะมีรายละเอียดดังนี้



ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ที่	หัวข้อ	คำอธิบาย	คะแนน
E ₂	Intent	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{2,1}		This topic describes the intent of the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{2,2}		This topic describes the rationale behind the pattern or the design issue or problem that the pattern intends to solve. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{2,3}		This topic discusses the associated forces that cause the problem. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₃	Also Known As	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{3,1}		This topic provides other well-known names for the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₄	Motivation	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{4,1}		This topic describes at least one scenario that illustrates the design problem. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{4,2}		This topic describes the concrete problem scenario with graphical or diagrammatical notation. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{4,3}		This topic describes how the class, object, graphical representation in the pattern solve the problem. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{4,4}		This topic describes at least one concrete example of the solution (with graphical or diagrammatical notation) in implementation aspect of the real application. [คะแนน 1 หรือ 0]	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ที่	หัวข้อ	คำอธิบาย	คะแนน
E ₅	Applicability	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{5,1}		This topic describes the situation in which the design pattern can be applied. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{5,2}		This topic describes the example of poor design that the pattern can address. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{5,3}		This topic describes how the pattern user can recognize the situation for using patterns. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₆	Structure	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{6,1}		This topic provides a graphical representation of classes in the pattern using UML. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{6,2}		The class representation provided in this topic is described in an abstract level (Not concrete class structure). [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{6,3}		This topic describes the sequence of requests and the collaboration of objects of the classes in the pattern using a graphical representation. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₇	Participants	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{7,1}		This topic describes the classes and/or objects participating in the design pattern along with its attributes. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{7,2}		This topic describes the responsibilities of each class and/or each object. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₈	Collaborations	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{8,1}		This topic describes how participants collaborate to carry out their responsibilities. [คะแนน 1 หรือ 0]	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ที่	หัวข้อ	คำอธิบาย	คะแนน
E ₉	Consequences	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{9,1}		This topic describes how the pattern supports its objectives. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{9,2}		This topic describes the trade-offs of using the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{9,3}		This topic describes the results of using the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{9,4}		This topic describes the aspects of the system structure that make the use of the pattern vary independently. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₁₀	Implementation	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{10,1}		This topic identifies pitfall(s), hint(s), or technique(s) that the pattern user should be aware of when implementing the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{10,2}		This topic describes whether there are programming-language-specific issues or not. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{10,3}		This topic provides a guideline or recommended steps to implement the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{10,4}		This topic describes the variants or specialization of the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ที่	หัวข้อ	คำอธิบาย	คะแนน
E ₁₁	Sample Code	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{11,1}		This topic provides code fragments that illustrate how the pattern user might implement the pattern in a well-known object-oriented programming language. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{11,2}		This topic describes the code fragment in detail where it relates to the classes in the pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₁₂	Known Uses	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{12,1}		This topic describes at least one example of the pattern found in real systems. [คะแนน 1 หรือ 0]	
E ₁₃	Related Patterns	เอกสารคำอธิบายแบบรูปที่กำลังประเมินนั้น มีหัวข้อนี้หรือไม่ [มี = 1, ไม่มี = 0]	
a _{13,1}		This topic describes which other patterns are closely related to this pattern. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{13,2}		This topic describes the important differences from other patterns. [คะแนน 1 หรือ 0]	
a _{13,3}		This topic describes how to use this pattern with other patterns. [คะแนน 1 หรือ 0]	
$DKT = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (E_t \times \frac{1}{K_t} \sum_{k=1}^{K_t} a_{t,k})$			
<p>โดยที่ DKT คือค่าคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่นำมาประเมิน โดยจะมีค่าเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>T คือจำนวนหัวข้อที่มีทั้งหมดในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (ในสมการนี้คือ 13)</p> <p>K_t คือจำนวนองค์ความรู้ที่พึงมีตามคำแนะนำ ในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป</p> <p>E_t คือค่าการปรากฏของหัวข้อที่ t ในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งจะมีค่าเป็น 1 หากเอกสารคำอธิบายแบบรูปมีหัวข้อที่ t ปรากฏ แต่ถ้าหัวข้อที่ t ไม่ปรากฏ จะมีค่าเป็น 0 เสมอ</p> <p>$a_{t,k}$ คือค่าการปรากฏขององค์ความรู้ที่ k ในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป โดยตัวแปรนี้จะมีความเป็น 1 เมื่อองค์ความรู้ที่ k ปรากฏในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป แต่จะมีค่าเป็น 0 หากองค์ความรู้ที่ k ไม่ปรากฏ</p>			

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ที่	หัวข้อ	คำอธิบาย	คะแนน
ความมีประโยชน์ (Usefulness) เป็นคุณสมบัติที่สะท้อนว่าองค์ความรู้ภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูปมีประโยชน์ในการนำมาใช้แก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้			
รหัส / ชื่อของตัววัดคุณภาพ	M-2: สัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน (Pattern Application Proportion)		
วัตถุประสงค์ของตัววัด	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าเมื่อแผนภาพคลาส ซึ่งเป็นการออกแบบที่ใช้แก้ไขปัญหาการออกแบบที่แบบรูปนำเสนอ มีประโยชน์และถูกเลือกนำมาใช้โดยผู้ใช้งานหรือไม่ ตามบริบทของโครงการของผู้ใช้งาน		
คำชี้แจง ให้กรอกคะแนนแต่ละหลักเกณฑ์ และ/หรือ ตัวแปรต่าง ๆ ในแต่ละข้อตามความเป็นจริงที่พบในเอกสารคำอธิบายแบบรูป			
ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน	
<i>#Classes Applied in Project p</i>	จำนวนคลาสที่ถูกนำไปใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ <i>p</i> และสามารถระบุได้ว่าตรงกับคลาสในแผนภาพคลาสแนวทางแก้ปัญหาการออกแบบของแบบรูป		
<i>#Classes in the Pattern Description</i>	จำนวนคลาสทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (รวมทั้ง Abstract Class, Concrete Class และ Interface Class)		
CP_p	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ <i>p</i> จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก $CP_p = \frac{\text{\#Classes Applied in Project } p}{\text{\#Classes in the Pattern Description}}$		

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
<i>#Attributes Applied in Project p</i>	จำนวนคุณลักษณะของคลาสที่ถูกนำมาใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ <i>p</i> และสามารถระบุได้ว่าตรงกับคุณลักษณะของคลาสแนวทางแก้ไขปัญหาการออกแบบของแบบรูป	
<i>#Attributes in the Pattern Description</i>	จำนวนคุณลักษณะของคลาสทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
AP_p	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำคุณลักษณะของคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ <i>p</i> จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ที่จะคำนวณได้จาก $AP_p = \frac{\text{\#Attributes Applied in Project } p}{\text{\#Attributes in the Pattern Description}}$	
<i>#Operations Applied in Project p</i>	จำนวนการดำเนินการของคลาสที่ถูกนำไปใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ <i>p</i> และสามารถระบุได้ว่าตรงกับการดำเนินการของคลาสในแผนภาพคลาสแนวทางแก้ไขปัญหาการออกแบบของแบบรูป	
<i>#Operations in the Pattern Description</i>	จำนวนการดำเนินการของคลาสทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
OP_p	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำการดำเนินการของคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ <i>p</i> จะเป็นตัวเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ที่จะคำนวณได้จาก $OP_p = \frac{\text{\#Operations Applied in Project } p}{\text{\#Operations in the Pattern Description}}$	
<i>#Association Relationships Applied in Project p</i>	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Association ระหว่างคลาสที่ถูกนำไปใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ <i>p</i> และสามารถระบุได้ว่าตรงกับความสัมพันธ์แบบ Association ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสแนวทางแก้ไขปัญหาการออกแบบของแบบรูป	
<i>#Association Relationships in the Pattern Description</i>	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Association ทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
$AscP_p$	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Association ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ <i>p</i> จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ที่จะคำนวณได้จาก $AscP_p = \frac{\text{\#Association Relationships Applied in Project } p}{\text{\#Association Relationships in the Pattern Description}}$	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
<i>#Generalization Relationships Applied in Project p</i>	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Generalization ระหว่างคลาสที่ถูกนำไปใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ p และสามารถระบุได้ว่าตรงกับความสัมพันธ์แบบ Generalization ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสแนวทางแก้ปัญหาการออกแบบของแบบรูป	
<i>#Generalization Relationships in the Pattern Description</i>	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Generalization ทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
$GenP_p$	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Generalization ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก $GenP_p = \frac{\#Generalization Relationships Applied in Project p}{\#Generalization Relationships in the Pattern Description}$	
<i>#Aggregation Relationships Applied in Project p</i>	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Aggregation ระหว่างคลาสที่ถูกนำไปใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ p และสามารถระบุได้ว่าตรงกับความสัมพันธ์แบบ Aggregation ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสแนวทางแก้ปัญหาการออกแบบของแบบรูป	
<i>#Aggregation Relationships in the Pattern Description</i>	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Aggregation ทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
$AgrP_p$	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Aggregation ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $[0,1]$ ที่จะคำนวณได้จาก $AgrP_p = \frac{\#Aggregation Relationships Applied in Project p}{\#Aggregation Relationships in the Pattern Description}$	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
#Composition Relationships Applied in Project p	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Composition ระหว่างคลาสที่ถูกนำไปใช้ออกแบบคลาสในโครงการที่ p และสามารถระบุได้ว่าตรงกับความสัมพันธ์แบบ Composition ระหว่างคลาสในแผนภาพคลาสแนวทางแก้ปัญหาการออกแบบของแบบรูป	
#Composition Relationships in the Pattern Description	จำนวนความสัมพันธ์แบบ Composition ทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
$ComP_p$	ค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Composition ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1] ที่จะคำนวณได้จาก $ComP_p = \frac{\#Composition Relationships Applied in Project p}{\#Composition Relationships in the Pattern Description}$	
$PAP_{class,p} = \frac{CP_p + AP_p + OP_p + AscP_p + GenP_p + AgrP_p + ComP_p}{N_{element}}$ <p>โดยที่ PAP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำแบบรูปไปใช้งานของโครงการที่ p ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>CP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>AP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำคุณลักษณะของคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>OP_p คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำการดำเนินการของคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นตัวเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>$AscP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Association ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>$GenP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Generalization ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>$AgrP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Aggregation ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>$ComP_p$ คือค่าคะแนนสัดส่วนการนำความสัมพันธ์แบบ Composition ระหว่างคลาสที่อยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูปไปใช้ออกแบบคลาสของโครงการที่ p จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]</p> <p>$N_{element}$ คือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดที่ถูกใช้อธิบายอยู่ในแผนภาพคลาสของเอกสารคำอธิบายแบบรูป ยกตัวอย่างเช่น ในแผนภาพคลาสประกอบด้วย คลาส การดำเนินการ ความสัมพันธ์แบบ Association และความสัมพันธ์แบบ Generalization ค่าของตัวแปรนี้จะเป็น 4</p>		

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ความต้งกัน (Consistency) เป็นคุณสมบัติที่สะท้อนว่าองค์ความรู้ที่อยู่ในลักษณะแผนภาพต่าง ๆ ในเอกสารคำอธิบายแบบรูป มีความสอดคล้องและต้งกันมากน้อยเพียงใด	
รหัส / ชื่อของตัววัดคุณภาพ	M-3: คะแนนความต้งกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (Consistency Score Between Diagrams in the Pattern Description)
วัตถุประสงค์ของตัววัด	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่าแผนภาพหรือแบบจำลองซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้อธิบายแนวทางแก้ปัญหาการออกแบบในเอกสารคำอธิบายแบบรูปมีความสอดคล้องและต้งกันเพียงใด หากแผนภาพต้งกัน จะช่วยให้หลีกเลี่ยงโอกาสที่ทำให้ผู้ใช้งานแบบรูปเกิดความสับสนในการใช้งานได้
คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเลือกว่าแผนภาพที่ถูกใช้ในกรณีอธิบายหัวข้อต่าง ๆ ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป จากนั้นเลือกดูตารางการเลือกหลักเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ และประเมินตามหลักเกณฑ์ที่ใช้งานได้	
โปรดเลือกแผนภาพที่ถูกนำมาใช้อธิบายหัวข้อต่าง ๆ ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป	
1. <input type="checkbox"/> แผนภาพยูสเคส	(Use Case Diagram) UCD
2. <input type="checkbox"/> แผนภาพกิจกรรม	(Activity Diagram) AD
3. <input type="checkbox"/> แผนภาพคลาส	(Class Diagram) CD
4. <input type="checkbox"/> แผนภาพลำดับ	(Sequence Diagram) SD
5. <input type="checkbox"/> แผนภาพเครื่องสถานะเชิงพฤติกรรม	(Behavioral State Machine) BSM
ตารางการเลือกหลักเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้	
แผนภาพที่ถูกนำมาใช้อธิบาย	หลักเกณฑ์ที่ใช้งานได้
มีแผนภาพอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น	ไม่สามารถใช้งานตัววัดนี้ได้
มี UCD และ CD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₁ ได้
มี UCD และ SD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₄ ได้
มี AD และ CD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₂ , R ₃ ได้
มี AD และ SD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₅ ได้
มี CD และ SD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₉ , R ₁₀ ได้
มี BSM และ AD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₆ , R ₇ ได้
มี BSM และ CD	ใช้งานหลักเกณฑ์ R ₈ , R ₁₁ , R ₁₂ ได้
โปรดกรอรายการหลักเกณฑ์ที่ใช้งานได้ :	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเลือกประเมินตามหลักเกณฑ์ที่ได้เลือกไว้ข้างต้น ตามตารางต่อไปนี้			
รหัส	คำอธิบาย	ตัวแปร	คะแนน
R ₁	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every class on a CD must be associated with at least one use case.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_1 = \frac{\#Classes\ Associated\ With\ Any\ Use\ Case\ in\ UCD}{\#Classes\ in\ CD}$	#Classes Associated with Any Use Case in UCD	
		#Classes in CD	
		คะแนน R ₁	
R ₂	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every object node on an activity diagram must be associated with an instance of a class on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_2 = \frac{\#Object\ Nodes\ in\ AD\ Associated\ with\ Any\ Class\ in\ CD}{\#Object\ Nodes\ in\ AD}$	#Object Nodes in AD Associated with Any Class in CD	
		#Object Nodes in AD	
		คะแนน R ₂	
R ₃	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every activity or action contained in an activity diagram should be related to one or more operations in a class on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_3 = \frac{\#Activities\ or\ Actions\ in\ AD\ Associated\ with\ Any\ Operation\ in\ CD}{\#Activities\ or\ Actions\ in\ AD}$	#Classes Associated with Any Use Case in UCD	
		#Classes in CD	
		คะแนน R ₃	
R ₄	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every actor on sequence diagrams must be associated with an actor in the use case diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_4 = \frac{\#Actors\ in\ SD\ Associated\ with\ Any\ Actor\ in\ UCD}{\#Actors\ in\ SD}$	#Actors in SD Associated with Any Actor in UCD	
		#Actors in SD	
		คะแนน R ₄	
R ₅	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every message on sequence diagrams must be related to any activity and action on an activity diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_5 = \frac{\#Messages\ in\ SD\ Associated\ with\ Any\ Activity\ and\ Action\ in\ AD}{\#Messages\ in\ SD}$	#Messages in SD Associated with Any Activity and Action in AD	
		#Message in SD	
		คะแนน R ₅	
R ₆	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every transition on behavioral state machines must be related to any activity and action on an activity diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_6 = \frac{\#Transitions\ in\ BSM\ Associated\ with\ Any\ Activity\ and\ Action\ in\ AD}{\#Transitions\ in\ BSM}$	#Transitions in BSM Associated with Any Activity and Action in AD	
		#Transitions in BSM	
		คะแนน R ₆	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

รหัส	คำอธิบาย	ตัวแปร	คะแนน
R_7	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every complex object represented by an object node in an activity diagram must have a behavioral state machine that represents the object’s lifecycle.”</p> <p>ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_7 = \frac{\#Complex Object Nodes in AD Having BSM}{\#Complex Object Nodes in AD}$	<i>#Complex Object Nodes in AD Having BSM</i>	
		<i>#Complex Object Nodes</i>	
		คะแนน R_7	
R_8	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every behavioral state machine must be associated with any instance (object) of a class on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_8 = \frac{\#BSMs Associated with Any Class in CD}{\#BSMs}$	<i>#BSMs Associated with Any Class in CD</i>	
		<i>#BSMs</i>	
		คะแนน R_8	
R_9	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every object contained on a sequence diagram must be an instantiation of a class that is located on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_9 = \frac{\#Objects in SD Associated with Any Class in CD}{\#Objects in SD}$	<i>#Objects in SD Associated with Any Class in CD</i>	
		<i>#Objects in SD</i>	
		คะแนน R_9	
R_{10}	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every message contained on sequence diagrams must be associated with one operation in a class and one association connecting classes on a class diagram.” ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_{10} = \frac{\#Messages in SD Associated with Any Operation and Association in CD}{\#Messages in SD}$	<i>#Message in SD Associated with Any Operation and Association in CD</i>	
		<i>#Message in SD</i>	
		คะแนน R_{10}	
R_{11}	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every Transition on behavioral state machines must be associated with an operation in a class and an association connecting classes on a class diagram.”</p> <p>ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_{11} = \frac{\#Transitions in BSM Associated with Any Operation and Association in CD}{\#Transitions in BSM}$	<i>#Transitions in BSM Associated with Any Operation and Association in CD</i>	
		<i>#Transitions in BSM</i>	
		คะแนน R_{11}	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

รหัส	คำอธิบาย	ตัวแปร	คะแนน
R_{12}	<p>กฎการตรวจสอบความต้องกันของแบบจำลองซอฟต์แวร์กล่าวไว้ว่า “Every state in a behavioral state machine must be associated with a value of an attribute or a set of attributes that describes an object (of a class).”</p> <p>ดังนั้นสามารถคำนวณคะแนนของกฎข้อนี้ได้จาก</p> $R_{12} = \frac{\#States\ in\ BSM\ Associated\ with\ Any\ Attribute\ Value\ or\ a\ Set\ of\ Attributes\ in\ CD}{\#States\ in\ BSM}$	#States in BSM Associated with Any Attribute Value or a Set of Attributes in CD	
		#States in BSM	
		คะแนน R_{11}	
$CSD = \sum_{i=1}^I \frac{R_i}{R_{used}} \quad (5)$			
โดยที่	CSD	คือค่าคะแนนความต้องกันระหว่างแผนภาพในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง [0,1]	
	I (ในสมการนี้คือ 12)	คือจำนวนกฎการทวนสอบและตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองซอฟต์แวร์	
	R_{used}	คือจำนวนกฎการทวนสอบและตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่สามารถนำมาใช้ได้กับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่กำลังประเมิน	
	R_i	คือค่าคะแนนความต้องกันตามกฎการทวนสอบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองซอฟต์แวร์ข้อที่ i สำหรับกฎข้อที่ไม่สามารถใช้งานได้ (ไม่มีแผนภาพในกฎข้อนั้น ๆ ปรากฏในเอกสารคำอธิบายแบบรูป) คะแนนสำหรับกฎข้อนั้นจะเป็น 0 คะแนนเสมอ และหากเป็นกฎที่สามารถใช้งานได้ แต่แผนภาพของแบบรูปไม่มีส่วนประกอบของแผนภาพที่ระบุไว้ในกฎข้อนั้น ๆ ปรากฏอยู่ จะให้คะแนนของกฎข้อนั้นเป็น 1 คะแนนเสมอ	
<p>QA-2: คุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูป (Pattern Language Quality Attribute)</p> <p>เป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพด้านภาษาที่ใช้อธิบายแบบรูปจะให้ความสนใจกับแนวทางหรือภาษาที่ใช้เขียนเอกสารคำอธิบายแบบรูปว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด หรืออ่านแล้วเข้าใจง่ายเพียงใด ประกอบด้วยคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ ได้แก่</p>			
<p>การอ่านได้ง่าย (Readability) เป็นคุณสมบัติที่สะท้อนว่าภาษาที่ใช้ในเอกสารคำอธิบายแบบรูปแต่ละหัวข้อนั้นสามารถอ่านได้ง่ายหรือไม่ และเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่นำแบบรูปไปใช้หรือไม่</p>			
รหัส / ชื่อของตัววัดคุณภาพ	M-4: คะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาในเอกสารคำอธิบายแบบรูป (Content Reading-Ease Score in the Pattern Description)		
วัตถุประสงค์ของตัววัด	เพื่อแสดงคะแนนที่ทำให้ผู้พัฒนาแบบรูปทราบได้ว่า เนื้อหาที่เป็นข้อความของแบบรูปสามารถอ่านได้ง่ายเพียงใด และเหมาะสมกับระดับของกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานแบบรูปหรือไม่		

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินกรอกคะแนนตามตัวแปรต่าง ๆ โดยแยกตามหัวข้อ โดยมีเงื่อนไขว่า หัวข้อนั้น ๆ ต้องมีเนื้อหาที่เป็น ตัวอักษรและมีความยาวไม่น้อยกว่า 10 คำ		
ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
หัวข้อที่ 1 Pattern Name		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_1	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 2 Intent		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_2	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 3 Also Known As		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_3	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
หัวข้อที่ 4 Motivation		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_4	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 5 Applicability		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_5	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 6 Structure		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_6	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 7 Participants		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_7	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
หัวข้อที่ 8 Collaborations		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_8	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 9 Consequences		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_9	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 10 Implementation		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_{10}	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 11 Sample Code		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_{11}	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	

ตารางที่ ข.1 คู่มือการประเมินแบบรูปด้วยแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย	คะแนน
หัวข้อที่ 12 Known Uses		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_{12}	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
หัวข้อที่ 13 Related Patterns		
N_{word}	จำนวนคำในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว	
$N_{sentence}$	จำนวนประโยคในภาษาอังกฤษที่สามารถนับได้จากหัวข้อดังกล่าว โดยแบ่งประโยคด้วยจุด (.) หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เช่น ? ! เป็นต้น	
$N_{syllable}$	จำนวนพยางค์ที่ออกเสียง ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง)	
CRE_{13}	$CRE_t = \frac{\left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right) - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)\right)}{100}$	
$CRE = \frac{1}{T \times 100} \sum_{t=1}^T \left(206.835 - 1.015\left(\frac{N_{word}}{N_{sentence}}\right)_t - 86.4\left(\frac{N_{syllable}}{N_{word}}\right)_t\right)$ <p>โดยที่ CRE คือค่าคะแนนความอ่านง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป ซึ่งค่าคะแนนของตัววัดคุณภาพนี้จะเป็นเลขทศนิยมในช่วง $(-\infty, 1]$</p> <p>T คือจำนวนหัวข้อในเอกสารคำอธิบายแบบรูปที่มีการอธิบายเนื้อหาเป็นตัวอักษร</p> <p>N_{word} คือจำนวนคำในภาษาอังกฤษทั้งหมดในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป</p> <p>$N_{sentence}$ คือจำนวนประโยคในภาษาอังกฤษ (คำนวณโดยการนับเครื่องหมายคั่นประโยคซึ่งประกอบด้วย full-stop, question mark และ exclamation mark) ทั้งหมดในหัวข้อ ที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป</p> <p>$N_{syllable}$ คือจำนวนพยางค์ในภาษาอังกฤษ (นับจากตัวอักษรสระในภาษาอังกฤษในแต่ละคำที่มีการออกเสียง เช่น Entertainment มีสระ 5 ตัว แต่ออกเสียงเพียงแค่ 4 ตัว คำตัวแปรนี้จึงเป็น 4 ตัว) ทั้งหมดในหัวข้อที่ t ของเอกสารคำอธิบายแบบรูป</p>		

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความคิดเห็นต่อแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ และผลลัพธ์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำแบบฟอร์มของแบบสอบถามความคิดเห็นที่ใช้ในการประเมินแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอเบื้องต้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านแบบรูปการออกแบบที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 2 ปีขึ้นไป ซึ่งแนวทางการสร้างแบบสอบถามได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 ส่วนถัดไปจะแสดงแบบสอบถาม รวมถึงตารางสรุปผลลัพธ์ทั้งหมดที่เก็บรวบรวมได้ต่อไป



ตารางที่ ค.1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ

แบบสอบถามความคิดเห็นต่อแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ที่นำเสนอ			
<p>คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ถูกจัดทำเพื่อให้ประเมินแบบจำลองการประเมินคุณภาพอันเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง “แบบจำลองการประเมินคุณภาพสำหรับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่อยู่ระหว่างการพัฒนา” โดยมุ่งหวังจะสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อสรุปภาพรวมคุณภาพของแบบจำลองการประเมินคุณภาพที่นำเสนอว่ามีความถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผลหรือไม่ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะไปพิจารณาแก้ไขแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ต่อไป ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถแสดงความคิดเห็นตามรายการข้อคำถามตามเกณฑ์การให้คะแนนที่แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้</p>			
ระดับ 4 (เห็นด้วยอย่างยิ่ง)	ผู้ประเมินเห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ อย่างยิ่ง แบบจำลองการประเมินคุณภาพมีคุณภาพตามข้อคำถามนั้น ๆ และไม่จำเป็นต้องแก้ไขใด ๆ		
ระดับ 3 (ค่อนข้างเห็นด้วย)	ผู้ประเมินค่อนข้างเห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ ว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพมีคุณภาพตามข้อคำถาม แต่ยังไม่ชัดเจน อาจจะต้องพิจารณาแก้ไขเพิ่มเติม (โปรดแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม)		
ระดับ 2 (ค่อนข้างไม่เห็นด้วย)	ผู้ประเมินค่อนข้างไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ ว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพมีคุณภาพตามข้อคำถาม ผู้วิจัยควรต้องแก้ไขตามข้อคำถามนั้น ๆ (โปรดแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม)		
ระดับ 1 (ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง)	ผู้ประเมินไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามนั้น ๆ อย่างยิ่ง ว่าแบบจำลองการประเมินคุณภาพมีคุณภาพตามข้อคำถาม ผู้วิจัยจำเป็นต้องแก้ไขตามข้อคำถามนั้น ๆ อย่างเร่งด่วน (โปรดแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม)		
ระดับ 0 (ไม่ออกความคิดเห็น)	ผู้ประเมินไม่ทราบ หรือไม่ขอออกความคิดเห็นตามข้อคำถาม		
0. ข้อมูลทั่วไป			
คำชี้แจง โปรดกรอกเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่าง [] ที่ตรงตามข้อมูลของคุณตามความเป็นจริง			
เพศ	[] ชาย [] หญิง		
อายุ	[] ต่ำกว่า 20 ปี [] 21 – 25 ปี [] 26 – 30 ปี [] มากกว่า 30 ปี	ประสบการณ์เกี่ยวกับ แบบรูปการออกแบบ เชิงวัตถุ	[] 2 - 3 ปี [] มากกว่า 3 ปี
มีประสบการณ์เกี่ยวกับ แบบรูปการออกแบบเชิง วัตถุจาก	[] การศึกษาในโรงเรียน/มหาวิทยาลัย/อื่น ๆ [] ทำงานวิจัยเกี่ยวกับแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุ [] ทำงานในองค์กรที่มีการนำแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุไปใช้ [] อื่น ๆ (โปรดระบุ)		

ตารางที่ ค.1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ (ต่อ)

1. รายการข้อคำถาม					
โปรดศึกษาคำอธิบาย และรายละเอียดของข้อคำถามแต่ละข้อ จากนั้นจึงกรอกเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างด้านขวา ตามระดับที่ท่านคิดเห็น หากมีความคิดเห็นเพิ่มเติมกรุณากรอกในที่ว่างที่เว้นไว้ หรือกรอกในช่องความคิดเห็นเพิ่มเติมท้ายรายการข้อคำถาม					
คำอธิบายข้อคำถาม	ความคิดเห็น				
	4	3	2	1	0
1. คุณคิดว่า คุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attribute) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสม และทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพของแบบรูปได้ ความคิดเห็น					
2. คุณคิดว่า คุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Quality Attribute) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ครบถ้วนและเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมจากนี้ ความคิดเห็น					
3. คุณคิดว่า คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ มีความเหมาะสม และทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพของแบบรูปได้ ความคิดเห็น					
4. คุณคิดว่า คุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพ (Quality-Carrying Properties) ของแบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่ระบุในแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ ครบถ้วนและเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมจากนี้ ความคิดเห็น					
5. คุณคิดว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติที่สะท้อนถึงคุณภาพกับคุณลักษณะเชิงคุณภาพ มีความเหมาะสมและถูกต้องแล้ว ความคิดเห็น					

ผลลัพธ์การทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองการประเมินคุณภาพฯ

ตารางที่ ค.2 ผลลัพธ์การทำแบบสอบถามรายข้อ

ผู้เข้าร่วมคนที่	คะแนนรายข้อ									
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10
1	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
2	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3
3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3
4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3
5	3	3	2	2	1	3	3	2	2	3
6	4	3	3	2	3	3	3	2	3	3
คะแนนเฉลี่ย	3.667	3.167	3.333	2.667	3.000	3.333	3.333	3.000	3.167	3.000

ตารางที่ ค.3 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เข้าร่วมในแต่ละข้อสอบถาม

ข้อที่	ผู้เข้าร่วมคนที่	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
2	3	ประเด็นลำดับของหัวข้อในแบบรูป และ Notation ที่จะนำมาใช้ในแบบรูป
4	2	ควรเพิ่มเติมว่าหมวดองค์ความรู้ use ability เพราะแม้ว่าต่อให้ตีมีประโยชน์ครบ แต่ไม่สามารถเอาไปใช้ได้จริง หรือเกี่ยวข้องกับพื่อที่จะนำไปใช้ได้ ก็ไม่มีประโยชน์
	4	Readability should be added to Pattern Language Quality Attribute because eventually human should read and understand it easily.
5	5	หัวข้อ usefulness ควรจะตั้งชื่อให้สื่อถึงการนำไปประยุกต์ใช้ได้เลยมากกว่า
6	3	หากจะพิจารณาเรื่องความเข้าใจ เราควรมองในมุมมองของการเรียงลำดับหัวข้อด้วยหรือไม่
8	3	ในแบบจำลองครบถ้วนตามกรอบงานของ Thesis ทั้งนี้หากพิจารณาในมุมมองของลำดับหัวข้อและการใช้ Notation ต่าง ๆ เพิ่มเติม จะทำให้งานน่าสนใจขึ้น แต่อาจจะเป็นการเพิ่มกรอบงานขึ้น
9	5	บางส่วนประกอบอาจไม่จำเป็นต่อการนำไปใช้งานจริง
10	2	แต่ค่อนข้างยากต่อการใช้งาน เพราะด้วยที่ว่า ถ้าหากคนที่พัฒนาระบบ มีแต่ตัวเครื่องมือที่สนับสนุนการใช้ pattern และไม่มีเอกสารหรือ pattern ที่ละเอียดมากพอ อาจจะทำให้วัดได้ยาก และก็ทำให้ผลคะแนนอาจจะเบี่ยงเบนได้
	3	ส่วนใหญ่นำไปใช้งานได้จริง แต่อาจจะต้องมีขั้นตอนที่ผู้ใช้จะต้องทำการพิจารณาเพิ่มเติม ในประเด็นที่แบบจำลองการประเมินยังไม่ครอบคลุม
	4	Future work, we should add more quality factors to create more evaluation model. For example Security, Maintainability

ตารางที่ ค.4 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทำแบบสอบถาม

ผู้เข้าร่วมคนที่	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
2	เนื่องจาก input เป็น ภาพ และ text อาจจะทำให้วัดในเชิงของคุณภาพได้ในขอบเขตตามนั้น แต่อยากให้ออกแบบ concern ถึงว่า คนที่จะใช้สมการนี้มาวัด แล้วอยากให้ออกได้ว่า pattern แบบนี้เอาไปใช้งานได้จริง (usability) ด้วย เพราะความคิดเห็นส่วนตัวมองว่า pattern ต้องใช้งานได้จริง ไม่ใช่แค่ ตาม prop. แค่นั้น
6	พื้มีแค่เรื่อง usefulness ชื่อหัวข้อนี้ดูเหมือนว่า pattern ที่นำมาประเมินนี้มีประโยชน์ใหม่ ซึ่งจริง ๆ แล้วที่คิดว่าที่น้องจะวัดคือ pattern นี้ นำไปใช้จริงได้เลยไหม ต้องทำอะไรก่อนหรือเปล่า แล้วถ้าเป็นความหมายอย่างนี้โอเคจะถูกต้อง แต่ส่วนตัวที่คิดถ้าจะวัดค่า usefulness จริง ๆ ก็ทำได้นะแต่ควรวัดจากจุดประสงค์ที่ออกแบบแบบนั้น ๆ ออกมามากกว่า ยกตัวอย่าง เช่น J2EE pattern โอเคมันออกแบบมา มีประโยชน์นะเพื่อเป็น guideline ในการป้องกันปัญหาที่เราต้องเจอแต่ที่ก็ไม่ได้มีทุกอย่าง (Class, object, relation) ตามนั้นเปะนะเพราะมันมี library ที่แก้ไขปัญหาให้อยู่แล้ว ฉะนั้นโครงสร้างที่ก็จะเปลี่ยนไปบ้าง ซึ่งเบื้องหลังของ library อาจจะเหมือนหรือแตกต่างก็ได้ แต่สุดท้ายมันก็แก้ไขปัญหาที่ pattern ตั้งต้น concern ได้อยู่ดี ดังนั้นพี่เลยเสนอว่า pattern นั้นยัง usefulness อยู่ แต่ก่อนที่จะดึงมาเปรียบเทียบกับนั้นควรมีการปรับให้เข้ากับ ลักษณะงาน, เทคโนโลยีที่นำมาใช้, ข้อจำกัดของระบบเสียก่อน จึงค่อยนำมาเปรียบเทียบและหาค่า usefulness

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างผลลัพธ์การออกแบบตามโจทย์ความต้องการ

ในการทดลองที่ผู้วิจัยออกแบบ มีส่วนที่มอบหมายให้หน่วยทดลองออกแบบระบบตามโจทย์ความต้องการโดยประยุกต์ใช้แบบรูปการออกแบบเชิงวัตถุที่นำมาทดลอง โดยในส่วนถัดไปนี้จะแสดงตัวอย่างการออกแบบคลาสของโครงการที่นำแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผย ไปประยุกต์ใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้



ตารางที่ ง.1 ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยในรอบที่ 1
โครงการที่ 1

โจทย์ ให้ออกแบบแผนภาพคลาส ตามรายละเอียดความต้องการดังนี้

“บริษัทซอฟต์แวร์ เอบีซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้า ทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำ สินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือ ข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า

การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่จัดส่ง อีเมล หรือผู้ใช้งาน สามารถร้องขออีเมล ชื่อ และนามสกุลจากส่วนต่อประสานของเว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ นอกจากนี้ระบบ จะต้องแสดงนโยบายความเป็นส่วนตัว เงื่อนไขข้อบังคับ และกฎกติกาการใช้ งานไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้”

คำชี้แจง ออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสตามความต้องการของระบบข้างต้น ในส่วนของการลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งานใน ที่ว่างด้านล่าง

```

classDiagram
    class PrivacyPolicy {
        -dateCreation
        -dataUpdate
        +getPrivacyPolicy()
        +record Purpose()
        +SetPrivacyPolicy()
        +UsePersonalData()
        +Record ResidentOfController()
    }
    class PurposeOfPersonalData {
        -id
        -purpose
        +getPurpose()
        +Set Purpose()
    }
    class ConcretePersonalData {
        +getPersonalData()
        +set PersonalData()
    }
    class Data Manager {
        +collect Data()
        +insert()
    }
    class ConsentManager {
        +checkConsent()
    }
    class PrivacyPolicyManager {
        +showPolicy()
        +update Policy()
    }
    class PolicyChangeNotify {
        +notifyChangeDelay()
    }
    PrivacyPolicy --> PurposeOfPersonalData
    PrivacyPolicy --> ConcretePersonalData
    PrivacyPolicy --> Data Manager
    PrivacyPolicy --> ConsentManager
    PrivacyPolicy --> PrivacyPolicyManager
    PrivacyPolicy --> PolicyChangeNotify
  
```

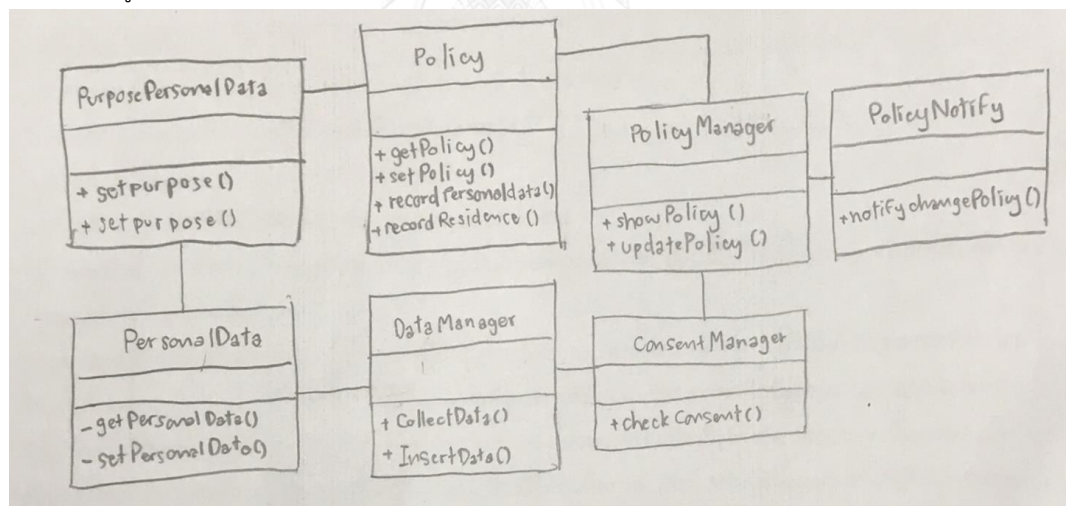
ตารางที่ ง.2 ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยในรอบที่ 1
โครงการที่ 2

โจทย์ ให้ออกแบบแผนภาพคลาส ตามรายละเอียดความต้องการดังนี้

“บริษัทซอฟต์แวร์ เอบีซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้า ทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำ สินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือ ข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า

การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่จัดส่ง อีเมล หรือผู้ใช้งาน สามารถร้องขออีเมล ชื่อ และนามสกุลจากส่วนต่อประสานของเว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ นอกจากนี้ระบบ จะต้องแสดงนโยบายความเป็นส่วนตัว เงื่อนไขข้อบังคับ และกฎกติกาการใช้ งานไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้”

คำชี้แจง ออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสตามความต้องการของระบบข้างต้น ในส่วนของการลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งานใน ที่ว่างด้านล่าง



ตารางที่ ง.3 ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยในรอบที่ 1
โครงการที่ 3

โจทย์ ให้ออกแบบแผนภาพคลาส ตามรายละเอียดความต้องการดังนี้

“ธนาคารเดคาศี ต้องการจัดทำระบบธุรกรรมออนไลน์ใหม่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ประชาชนได้เท่าเทียมกับธนาคารอื่น ๆ โดยระบบจะมีฟังก์ชันงานหลักในการทำธุรกรรมทางการเงิน (การฝาก/ถอน/โอน/ชำระค่าบริการ) ดังนั้นธนาคารเดคาศี จึงว่าจ้างบริษัท เอบีซี จำกัด ในการออกแบบและพัฒนาระบบ

ส่วนแรกที่จะพัฒนาคือ ระบบการลงทะเบียนเพื่อใช้งานระบบ ที่จะให้ผู้ใช้งาน (ลูกค้า) กรอกข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ และบัญชีธนาคาร ซึ่งระบบจะต้องแจ้งนโยบายความเป็นส่วนตัว และระเบียบการใช้งานที่ระบุถึง การเก็บรักษาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานที่กำลังลงทะเบียนอยู่สามารถเข้าถึงได้ นอกจากนี้ระบบจะต้องแจ้งเตือนผู้ใช้งานทุกคนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายความเป็นส่วนตัวและ/หรือระเบียบการใช้งานทุกครั้ง ทั้งผ่านทางแจ้งเตือนของแอปพลิเคชัน หรือทางอีเมล”

คำชี้แจง ออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสตามความต้องการของระบบข้างต้น ในส่วนของการลงทะเบียนดังกล่าว ในพื้นที่ว่างด้านล่าง

```

classDiagram
    class ConcretePersonalData {
        +get Personal Data()
        +set Personal Data()
    }
    class PurposeOfPersonalData {
        - id
        - purpose
        +get Purpose()
        +set Purpose()
    }
    class DataManager {
        +collec Data()
        +Insert Data()
    }
    class ConsentManager {
        +Check Consent()
    }
    class PrivacyPolicy {
        - date Create
        - date Update
        + get Policy
        + set Policy
        + record PurposeOfPersonalData
        + record Collect Of Personal Data
        + record Use Of Data (user)
        + record Resident of Collection()
    }
    class PrivacyPolicyNotify {
        +noti Policy
    }
    class PrivacyPolicyManager {
        +show Privacy()
        +update Privacy (policy)
    }
    ConcretePersonalData --> DataManager
    PurposeOfPersonalData --> DataManager
    DataManager --> ConsentManager
    ConsentManager --> PrivacyPolicy
    PrivacyPolicyManager --> PrivacyPolicy
    PrivacyPolicyManager --> PrivacyPolicyNotify
    
```

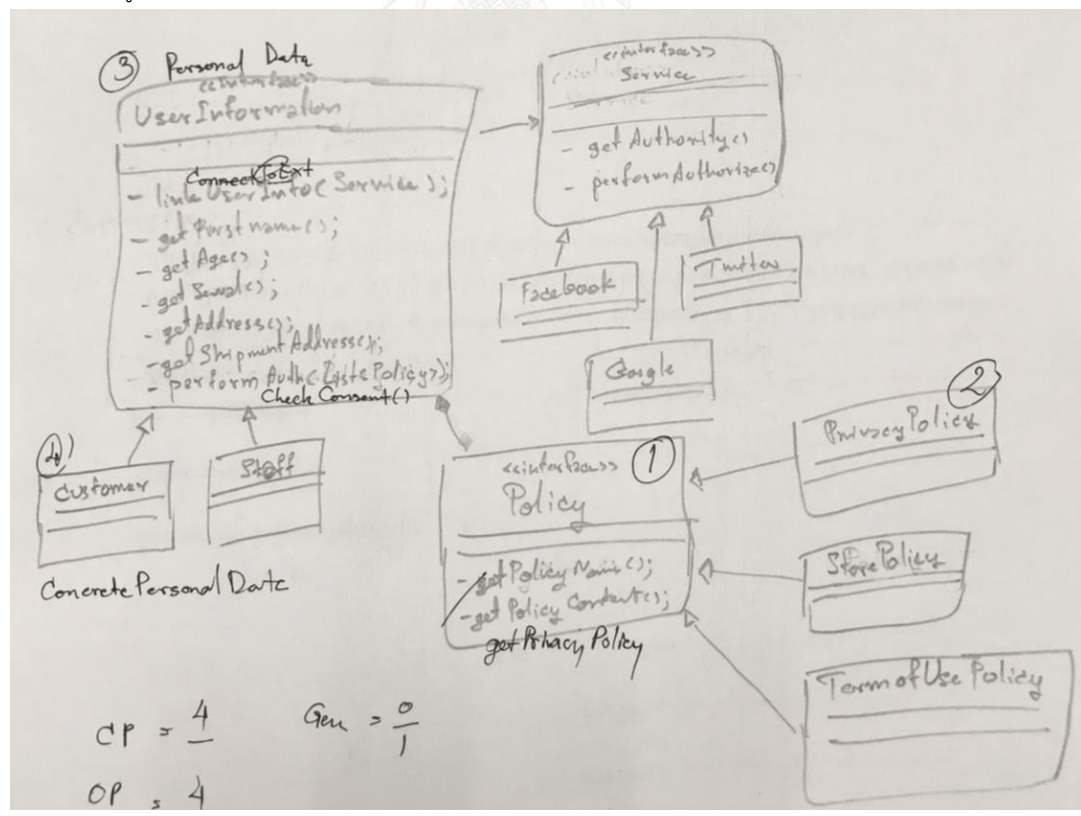

ตารางที่ ง.4 ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยในรอบที่ 2
โครงการที่ 1

โจทย์ ให้ออกแบบแผนภาพคลาส ตามรายละเอียดความต้องการดังนี้

“บริษัทซอฟต์แวร์ เอบีซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้า ทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำ สินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือ ข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า

การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่จัดส่ง อีเมล หรือผู้ใช้งาน สามารถร้องขออีเมล ชื่อ และนามสกุลจากส่วนต่อประสานของเว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ นอกจากนี้ระบบ จะต้องแสดงนโยบายความเป็นส่วนตัว เงื่อนไขข้อบังคับ และกฎกติกาการใช้งานไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้”

คำชี้แจง ออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสตามความต้องการของระบบข้างต้น ในส่วนของการลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งานใน ที่ว่างด้านล่าง



ตารางที่ ง.5 ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยในรอบที่ 2
โครงการที่ 2

โจทย์ ให้ออกแบบแผนภาพคลาส ตามรายละเอียดความต้องการดังนี้

“บริษัทซอฟต์แวร์ เอปซี จำกัด ได้รับพัฒนาระบบของลูกค้ากลุ่มธุรกิจรายย่อย (SME) รายหนึ่ง โดยลูกค้าต้องการระบบขายของออนไลน์ เพื่อใช้สำหรับขายผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ลูกค้าต้องการระบบที่มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงรายการสินค้า ทั้งหมดที่มีขาย ส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำสินค้า ซึ่งทีมพัฒนาได้วางแผนการพัฒนาระบบด้วยระเบียบวิธีแบบเอจิล (Agile Development) ซึ่งในช่วงแรก จะพัฒนาส่วนจัดการสินค้าก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นส่วนการชำระเงิน และส่วนแนะนำ สินค้า ตามลำดับ แต่สำหรับทุก ๆ ส่วนของระบบ จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเพื่อสามารถยืนยันตัวตน และนำพฤติกรรมหรือ ข้อมูลลูกค้ามาใช้แนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับลูกค้า

การลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ ที่อยู่จัดส่ง อีเมล หรือผู้ใช้งาน สามารถร้องขออีเมล ชื่อ และนามสกุลจากส่วนต่อประสานของเว็บไซต์สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook ได้ นอกจากนี้ระบบ จะต้องแสดงนโยบายความเป็นส่วนตัว เงื่อนไขข้อบังคับ และกฎกติกาการใช้งานไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้”

คำชี้แจง ออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสตามความต้องการของระบบข้างต้น ในส่วนของการลงทะเบียนสมาชิกของผู้ใช้งานใน ที่ว่างด้านล่าง

```

classDiagram
    class PersonalData {
        <<interface>>
        - name
        - lastname
        - age
        - gender
        - address
        - delivery
        - email
        + recordDataCategory()
    }
    class ConcretePersonalData {
        + getPersonalData()
        + setPersonalData()
        + recordDataCategory()
    }
    class DataManager {
        <<interface>>
        + collectData()
        + insertData()
    }
    class ConcreteDataManager {
        + collectData()
        + insertData()
    }
    class ConsentManager {
        <<interface>>
        + checkConsent()
    }
    class ConcreteConsentManager {
        + checkConsent()
    }
    class PrivacyPolicyManager {
        + showPrivacyPolicy()
        + insertPrivacyPolicy()
        + updatePrivacyPolicy()
    }
    class ConcretePolicyManager {
        + showPrivacyPolicy()
        + insertPrivacyPolicy()
        + updatePrivacyPolicy()
    }
    class ConsentManager <|-- ConcreteConsentManager
    class PrivacyPolicyManager <|-- ConcretePolicyManager
    PersonalData <|.. ConcretePersonalData
    DataManager <|.. ConcreteDataManager
    ConsentManager <|.. ConcreteConsentManager
    PrivacyPolicyManager <|.. ConcretePolicyManager
    ConcretePersonalData ..> ConcreteDataManager
    ConcreteDataManager ..> ConcreteConsentManager
    ConcreteConsentManager ..> ConcretePolicyManager
    
```

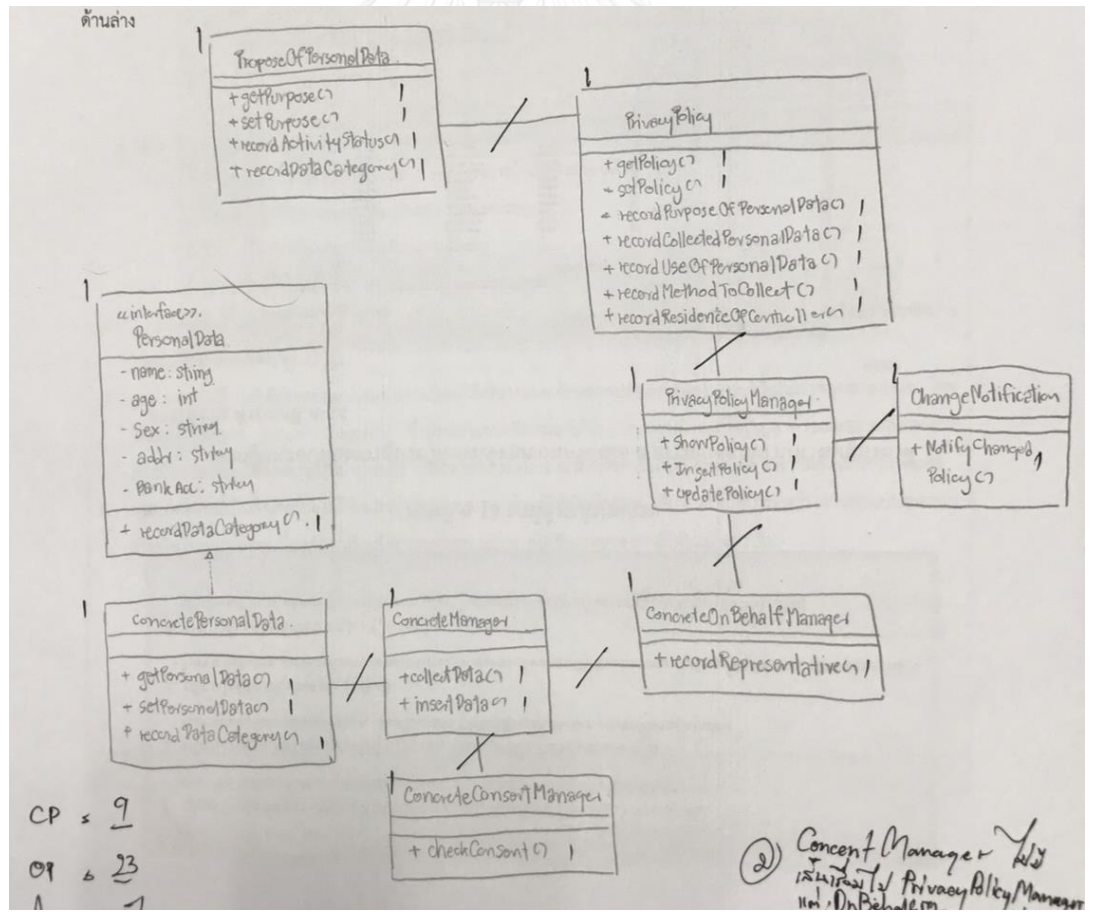
ตารางที่ ง.6 ตัวอย่างผลการออกแบบของแบบรูปการออกแบบสำหรับหลักการเปิดเผยในรอบที่ 2
 โครงการที่ 3

โจทย์ ให้ออกแบบแผนภาพคลาส ตามรายละเอียดความต้องการดังนี้

“ธนาคารเดคาศี ต้องการจัดทำระบบธุรกรรมออนไลน์ใหม่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อให้สามารถให้บริการแก่ประชาชนได้เท่าเทียมกับธนาคารอื่น ๆ โดยระบบจะมีฟังก์ชันงานหลักในการทำธุรกรรมทางการเงิน (การฝาก/ถอน/โอน/ชำระค่าบริการ) ดังนั้นธนาคารเดคาศี จึงว่าจ้างบริษัท เอบีซี จำกัด ในการออกแบบและพัฒนาระบบ

ส่วนแรกที่จะพัฒนาคือ ระบบการลงทะเบียนเพื่อใช้งานระบบ ที่จะให้ผู้ใช้งาน (ลูกค้า) กรอกข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ที่อยู่ และบัญชีธนาคาร ซึ่งระบบจะต้องแจ้งนโยบายความเป็นส่วนตัว และระเบียบการใช้งานที่ระบุถึง การเก็บรักษาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานที่กำลังลงทะเบียนอยู่สามารถเข้าถึงได้ นอกจากนี้ระบบจะต้องแจ้งเตือนผู้ใช้งานทุกคนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายความเป็นส่วนตัวและ/หรือระเบียบการใช้งานทุกครั้ง ทั้งผ่านทางแจ้งเตือนของแอปพลิเคชัน หรือทางอีเมล”

คำชี้แจง ออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสตามความต้องการของระบบข้างต้น ในส่วนของกรลงทะเบียนดังกล่าว ในพื้นที่ว่างด้านล่าง



ภาคผนวก จ**รายละเอียดผลลัพธ์การประเมินคุณภาพฯ ของแบบรูปกรณีศึกษา**

ในส่วนนี้จะแสดงผลลัพธ์การประเมินแยกย่อยแต่ละตัววัดคุณภาพที่ทำบนเอกสารคำอธิบายแบบรูปกรณีศึกษา โดยผู้วิจัยได้สรุปผลคะแนนไว้แล้วในบทที่ 4 ที่แสดงผลการทดลอง ดังนั้นในส่วนนี้จึงจะเป็นรายละเอียดรายชื่อที่ไม่ได้รวมไว้ในบทนั้น ดังต่อไปนี้



ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพค่าคะแนนความครบถ้วนขององค์ความรู้ที่พึงมีในแต่ละหัวข้อของเอกสารคำอธิบายแบบรูป หรือตัววัดคุณภาพ DKT

ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 1

ข้อมูลนำเข้า	Pattern Name & Classification				Intent				Also Known As				Motivation				Applicability				Structure								
	หน่วยทดลองที่	E_1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	A_1	E_2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	A_2	E_3	$a_{3,1}$	A_3	E_4	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$	A_4	E_5	$a_{5,1}$	$a_{5,2}$	$a_{5,3}$	A_5	E_6	$a_{6,1}$	$a_{6,2}$	$a_{6,3}$	A_6
แบบรูปที่ 1	UA-01	1	1	1	1	1	0	0	1/3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1/3	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	0	0	1/3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1/4	1	1	0	2/3	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 2	UA-02	1	1	0	1/2	1	1	0	1/3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1/4	1	1	0	1/3	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	0	1/3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1/4	1	1	0	1/3	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 3	UA-03	1	0	1	1/2	1	1	1	2/3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1/4	1	1	0	2/3	1	1	1	0	1	2/3
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	0	1/3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1/4	1	1	0	2/3	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 4	UA-04	1	1	1	1	1	1	0	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2/3	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	0	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2/3	1	1	1	1	1	0

ตารางที่ จ.1 ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า		Participants				Collaborations			Consequences					Implementation				Sample Code			Known Uses						
แบบรูป	หน่วยทดลองที่	E_7	$a_{7,1}$	$a_{7,2}$	A_7	E_8	$a_{8,1}$	A_8	E_9	$a_{9,1}$	$a_{9,2}$	$a_{9,3}$	$a_{9,4}$	A_9	E_{10}	$a_{10,1}$	$a_{10,2}$	$a_{10,3}$	$a_{10,4}$	A_{10}	E_{11}	$a_{11,1}$	$a_{11,3}$	A_{11}	E_{12}	$a_{12,1}$	A_{12}
แบบรูปที่ 1	UA-01	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	$3/4$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	$1/2$	1	1	0	1	1	$3/4$	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 2	UA-02	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	$1/2$	1	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	$1/4$	1	1	0	1	1	$3/4$	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 3	UA-03	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	$1/4$	1	1	0	1	1	$3/4$	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 4	UA-04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	$1/4$	1	1	1	1	1	1	1
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า		Related Patterns				ผลรวมคะแนน			คะแนนเฉลี่ยของแบบรูป			
แบบรูป	หน่วยทดลองที่	E_{13}	$a_{13,1}$	$a_{13,2}$	$a_{13,3}$	A_3						
แบบรูปที่ 1	UA-01	1	1	0	0	$1/3$	0.6731			0.6763		
	ผู้วิจัย	1	1	0	0	$1/3$	0.6795					
แบบรูปที่ 2	UA-02	1	1	0	0	$1/3$	0.5577			0.6090		
	ผู้วิจัย	1	1	0	1	$2/3$	0.6603					
แบบรูปที่ 3	UA-03	1	1	0	0	$1/3$	0.6218			0.6539		
	ผู้วิจัย	1	1	0	1	$2/3$	0.6859					
แบบรูปที่ 4	UA-04	1	1	0	0	$1/3$	0.8397			0.8686		
	ผู้วิจัย	1	1	0	1	$2/3$	0.8974					

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 2

ข้อมูลนำเข้า	Pattern Name & Classification			Intent			Also Known As			Motivation				Applicability				Structure									
	หน่วยทดลองที่	A_1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	E_1	A_2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	A_3	$a_{3,1}$	E_3	A_4	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$	A_5	$a_{5,1}$	$a_{5,2}$	$a_{5,3}$	E_5	A_6	$a_{6,1}$	$a_{6,2}$	$a_{6,3}$	E_6
แบบรูปที่ 1	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	UA-01	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 2	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2/3	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	UA-02	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2/3	1	0	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 3	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1/2	1	0	1	1	2/3	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	UA-03	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1/2	1	0	1	1	2/3	1	0	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 3	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1/2	1	0	1	1	2/3	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	UA-03	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1/2	1	0	1	1	2/3	1	0	1	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า	Participants			Collaborations			Consequences			Implementation				Sample Code			Known Uses									
	หน่วยทดลองที่	A_7	$a_{7,1}$	$a_{7,2}$	E_7	A_8	$a_{8,1}$	E_8	A_9	$a_{9,1}$	$a_{9,2}$	$a_{9,3}$	$a_{9,4}$	E_{10}	$a_{10,1}$	$a_{10,2}$	$a_{10,3}$	$a_{10,4}$	A_{10}	E_{11}	$a_{11,1}$	$a_{11,3}$	A_{11}	E_{12}	$a_{12,1}$	A_{12}
แบบรูปที่ 1	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
	UA-01	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 2	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
	UA-02	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 3	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
	UA-03	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
แบบรูปที่ 3	หน่วยทดลองที่	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1
	UA-03	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3/4	1	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ DKT ในการทดลองรอบที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า		Related Patterns					ผลรวมคะแนน	คะแนนเฉลี่ยของแบบรูป
แบบรูป	หน่วยทดลองที่	E_{13}	$a_{13,1}$	$a_{13,2}$	$a_{13,3}$	A_3		
แบบรูปที่ 1	UA-01	1	1	1	1	1	0.8590	0.8590
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	0.8590	
แบบรูปที่ 2	UA-02	1	1	1	1	1	0.8782	0.8782
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	0.8782	
แบบรูปที่ 3	UA-03	1	1	1	1	1	0.7756	0.7756
	ผู้วิจัย	1	1	1	1	1	0.7756	

ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพค่าคะแนนการอ่านได้ง่ายของเนื้อหาภายในเอกสารคำอธิบายแบบรูป หรือตัววัดคุณภาพ CRE

ตารางที่ จ.3 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 1

ชื่อผู้นำเข้า	คะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																				
	หน่วยทดลองที่	หัวข้อ Pattern Name & Classification				หัวข้อ Intent				หัวข้อ Also Known As				หัวข้อ Motivation				หัวข้อ Applicability			
แบบรูปที่		N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 4	UA-04	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ตารางที่ จ.3 ผลการประเมินของตัวคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า		คะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																			
แบบรูปที่	หน่วยทดลองที่	หัวข้อ Structure				หัวข้อ Participants				หัวข้อ Collaborations				หัวข้อ Consequences				หัวข้อ Implementation			
		N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	0.27	235	13	439	0.34	26	1	36	0.61	585	17	904	0.38	585	17	904	0.38
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.44	211	13	358	0.28	26	1	36	0.61	578	20	904	0.42	578	20	904	0.42
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	0.14	298	15	597	0.17	27	1	43	0.42	290	10	464	0.39	290	10	464	0.39
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.14	269	18	554	0.07	27	1	43	0.42	277	18	533	0.25	277	18	533	0.25
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	0.19	308	18	608	0.36	24	1	38	0.46	207	8	336	0.40	207	8	336	0.40
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.21	174	12	345	0.24	24	1	38	0.46	201	8	336	0.37	201	8	336	0.37
แบบรูปที่ 4	UA-04	x	x	x	0.20	55	6	113	0.43	450	34	785	0.43	335	21	519	0.57	335	21	519	0.57
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.20	55	6	113	0.43	450	35	785	0.43	336	22	518	0.58	336	22	518	0.58

ตารางที่ จ.3 ผลการประเมินของตัวคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 1 (ต่อ)

แบบรูปที่	หน่วยทดลองที่	คะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																ค่าคะแนน CRE ของแบบรูป	คะแนนเฉลี่ย
		หัวข้อ Sample Code				หัวข้อ Known Uses				หัวข้อ Related Patterns				CRE					
		N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE						
แบบรูปที่ 1	UA-01	326	7	400	0.54	93	5	154	0.45	x	x	x	x	0.4174	0.4210				
	ผู้วิจัย	315	11	577	0.20	93	5	154	0.45	x	x	x	x	0.4245					
แบบรูปที่ 2	UA-02	280	11	486	0.31	73	3	125	0.34	x	x	x	x	0.3079	0.2821				
	ผู้วิจัย	278	11	554	0.09	73	3	125	0.34	x	x	x	x	0.2563					
แบบรูปที่ 3	UA-03	333	11	551	0.33	83	4	137	0.43	x	x	x	x	0.3501	0.3355				
	ผู้วิจัย	332	16	636	0.20	83	4	137	0.43	x	x	x	x	0.3209					
แบบรูปที่ 4	UA-04	107	7	201	0.29	389	29	759	0.25	x	x	x	x	0.3509	0.3481				
	ผู้วิจัย	430	26	766	0.36	389	29	759	0.25	x	x	x	x	0.3452					

ตารางที่ จ.4 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 2

ข้อมูลนำเข้า		คะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																			
แบบรูปที่	หน่วยทดลอง ชื่อ	หัวข้อ Pattern Name & Classification				หัวข้อ Intent				หัวข้อ Also Known As				หัวข้อ Motivation				หัวข้อ Applicability			
		N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	0.3841	73	2	111	0.3841	x	x	x	x	211	8	344	0.3920	211	22	394	0.3577
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.3841	73	2	111	0.3841	x	x	x	x	211	8	344	0.3920	211	22	394	0.3577
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	0.4035	58	2	92	0.4035	x	x	x	x	96	4	176	0.2408	117	5	196	0.3835
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.4035	58	2	92	0.4035	x	x	x	x	96	4	176	0.2408	117	5	196	0.3835
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	0.3239	57	2	96	0.3239	x	x	x	x	78	2	94	0.6313	65	5	95	0.6736
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.3239	57	2	96	0.3239	x	x	x	x	78	2	94	0.6313	65	5	95	0.6736

ตารางที่ จ.4 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า		คะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																			
แบบรูปที่	หน่วยทดลอง ชื่อ	หัวข้อ Structure				หัวข้อ Participants				หัวข้อ Collaborations				หัวข้อ Consequences				หัวข้อ Implementation			
		N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	0.3245	210	13	384	0.3245	219	9	397	0.2551	157	7	262	0.3989	571	21	996	0.2853
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.3245	210	13	384	0.3245	219	9	397	0.2551	157	7	262	0.3989	571	21	996	0.2853
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	0.2280	275	19	539	0.2280	258	14	539	0.0763	162	9	277	0.4083	276	13	495	0.3033
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.2280	275	19	539	0.2280	258	14	539	0.0763	162	9	277	0.4083	276	13	495	0.3033
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	0.4242	273	17	468	0.4242	349	15	666	0.1834	70	3	111	0.4615	204	8	336	0.3865
	ผู้วิจัย	x	x	x	0.4242	273	17	468	0.4242	349	15	666	0.1834	70	3	111	0.4615	204	8	336	0.3865

ตารางที่ จ.4 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CRE ในการทดลองรอบที่ 2 (ต่อ)

แบบรูปที่	หน่วยทดลองที่	คะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร												ค่าคะแนน CRE ของแบบรูป	คะแนนเฉลี่ย
		หัวข้อ Sample Code				หัวข้อ Known Uses				หัวข้อ Related Patterns					
		N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE	N_{word}	$N_{sentence}$	$N_{syllable}$	CRE		
แบบรูปที่ 1	UA-01	315	11	554	0.2581	93	5	154	0.4489	132	4	219	0.2999	0.3405	0.3405
	ผู้วิจัย	315	11	554	0.2581	93	5	154	0.4489	132	4	219	0.2999		
แบบรูปที่ 2	UA-02	278	11	538	0.1398	73	3	125	0.3419	96	3	171	0.2046	0.2730	0.2730
	ผู้วิจัย	278	11	538	0.1398	73	3	125	0.3419	96	3	171	0.2046		
แบบรูปที่ 3	UA-03	295	11	495	0.3464	83	3	118	0.5592	87	2	139	0.2464	0.4236	0.4236
	ผู้วิจัย	295	11	495	0.3464	83	3	118	0.5592	87	2	139	0.2464		

ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพค่าคะแนนความต้องกันระหว่างแบบรูปในเอกสารคำอธิบายแบบรูป หรือตัววัดคุณภาพ CSD

ตารางที่ จ.5 คำอธิบายตัวแปรที่ใช้แสดงในผลการประเมิน

ตัวแปรสำหรับตัววัด	ตัวแปรย่อย	คำอธิบาย	ตัวแปรสำหรับตัววัด	ตัวแปรย่อย	คำอธิบาย
R ₁	R _{1,1}	Number of Classes in CD that are associated with any use case.	R ₇	R _{7,1}	Number of complex objects in AD that are having a BSM.
	R _{1,2}	Number of Classes in CD.		R _{7,2}	Number of complex objects in AD.
R ₂	R _{2,1}	Number of object nodes in AD that are associated with a class.	R ₈	R _{8,1}	Number of BSMs that are associated with a class in CD.
	R _{2,2}	Number of Object Nodes in AD.		R _{8,2}	Number of BSMs.
R ₃	R _{3,1}	Number of activities or actions in AD that are associated with any operation in CD.	R ₉	R _{9,1}	Number of objects in SD that are associated with a class.
	R _{3,2}	Number of activities or actions in AD.		R _{9,2}	Number of objects in SD.
R ₄	R _{4,1}	Number of actors on SD that are associated with any actor in UCD.	R ₁₀	R _{10,1}	Number of messages in SD that are associated with any operation and/or association in CD.
	R _{4,2}	Number of actors on SD.		R _{10,2}	Number of messages in SD.
R ₅	R _{5,1}	Number of messages in SD that are associated with any activity or action in AD.	R ₁₁	R _{11,1}	Number of transitions in BSM that are associated with any operation and/or association in CD.
	R _{5,2}	Number of messages in SD.		R _{11,2}	Number of transitions in BSM.
R ₆	R _{6,1}	Number of transactions in BSM that are associated with any activity or action in AD.	R ₁₂	R _{12,1}	Number of states in BSM that are associated with any attribute value or a set of attributes in CD.
	R _{6,2}	Number of transactions in BSM.		R _{12,2}	Number of states in BSM.

ตารางที่ จ.6 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 1

แบบรูปที่	หน่วยทดลอง	ผลคะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																	
		กฎข้อที่ 1			กฎข้อที่ 2			กฎข้อที่ 3			กฎข้อที่ 4			กฎข้อที่ 5			กฎข้อที่ 6		
		$R_{1,1}$	$R_{1,2}$	R_1	$R_{2,1}$	$R_{2,2}$	R_2	$R_{3,1}$	$R_{3,2}$	R_3	$R_{4,1}$	$R_{4,2}$	R_4	$R_{5,1}$	$R_{5,2}$	R_5	$R_{6,1}$	$R_{6,2}$	R_6
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	0	0	1	4	11	0.36	x	x	x	3	8	0.38	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	0	0	1	4	8	0.50	x	x	x	4	10	0.40	x	x	x
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	0	0	1	8	10	0.80	x	x	x	3	8	0.38	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	0	0	1	7	9	0.78	x	x	x	5	10	0.50	x	x	x
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	0	0	1	3	11	0.27	x	x	x	5	26	0.19	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	0	0	1	3	11	0.27	x	x	x	5	15	0.33	x	x	x
แบบรูปที่ 4	UA-04	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ตารางที่ จ.6 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 1 (ต่อ)

แบบรูปที่	หน่วยทดลองที่	ผลคะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร														
		กฎข้อที่ 7		กฎข้อที่ 8		กฎข้อที่ 9		กฎข้อที่ 10		กฎข้อที่ 11		กฎข้อที่ 12				
		$R_{7,1}$	$R_{7,2}$	$R_{8,1}$	$R_{8,2}$	$R_{9,1}$	$R_{9,2}$	R_9	$R_{10,1}$	$R_{10,2}$	R_{10}	$R_{11,1}$	$R_{11,2}$	R_{11}	$R_{12,1}$	$R_{12,2}$
แบบรูปที่ 1	UA-01	X	X	X	X	X	X	0.33	7	8	0.88	X	X	X	X	X
	ผู้วิจัย	X	X	X	X	4	6	0.67	8	10	0.80	X	X	X	X	X
แบบรูปที่ 2	UA-02	X	X	X	X	7	7	1.00	8	8	1.00	X	X	X	X	X
	ผู้วิจัย	X	X	X	X	7	8	0.88	10	10	1.00	X	X	X	X	X
แบบรูปที่ 3	UA-03	X	X	X	X	8	8	1.00	11	26	0.42	X	X	X	X	X
	ผู้วิจัย	X	X	X	X	5	8	0.63	12	15	0.80	X	X	X	X	X
แบบรูปที่ 4	UA-04	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ผู้วิจัย	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ตารางที่ จ.6 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 1

แบบรูปที่	หน่วยทดลองที่	A_{used}	ค่าคะแนน CSD ของแบบรูป	คะแนนเฉลี่ย
แบบรูปที่ 1	UA-01	5	0.5894	0.6314
	ผู้วิจัย	5	0.6733	
แบบรูปที่ 2	UA-02	5	0.8350	0.8328
	ผู้วิจัย	5	0.8306	
แบบรูปที่ 3	UA-03	5	0.5776	0.5919
	ผู้วิจัย	5	0.6062	
แบบรูปที่ 4	UA-04	-	-	-
	ผู้วิจัย	-	-	

ตารางที่ จ.7 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 2

แบบรูปที่	ผลคะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																		
	หน่วย ทดลอง ที่	กฎข้อที่ 1			กฎข้อที่ 2			กฎข้อที่ 3			กฎข้อที่ 4			กฎข้อที่ 5			กฎข้อที่ 6		
		$R_{1,1}$	$R_{1,2}$	R_1	$R_{2,1}$	$R_{2,2}$	R_2	$R_{3,1}$	$R_{3,2}$	R_3	$R_{4,1}$	$R_{4,2}$	R_4	$R_{5,1}$	$R_{5,2}$	R_5	$R_{6,1}$	$R_{6,2}$	R_6
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	0	0	1	6	10	0.60	x	x	x	10	12	0.83	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	0	0	1	6	10	0.60	x	x	x	10	12	0.83	x	x	x
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	0	0	1	9	9	1.00	x	x	x	8	11	0.73	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	0	0	1	9	9	1.00	x	x	x	8	11	0.73	x	x	x
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	0	0	1	12	20	0.60	x	x	x	20	32	0.63	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	0	0	1	12	20	0.60	x	x	x	20	32	0.63	x	x	x

ตารางที่ จ.7 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 2

แบบรูปที่	ผลคะแนนการประเมินคุณภาพแต่ละตัวแปร																		
	หน่วย ทดลอง ที่	กฎข้อที่ 7			กฎข้อที่ 8			กฎข้อที่ 9			กฎข้อที่ 10			กฎข้อที่ 11			กฎข้อที่ 12		
		$R_{7,1}$	$R_{7,2}$	R_7	$R_{8,1}$	$R_{8,2}$	R_8	$R_{9,1}$	$R_{9,2}$	R_9	$R_{10,1}$	$R_{10,2}$	R_{10}	$R_{11,1}$	$R_{11,2}$	R_{11}	$R_{12,1}$	$R_{12,2}$	R_{12}
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	x	x	4	4	0.33	9	12	0.75	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	4	4	0.67	9	12	0.75	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	x	x	8	8	1.00	11	11	1.00	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	8	8	0.88	11	11	1.00	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	x	x	7	7	1.00	17	32	0.53	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	7	7	0.63	17	32	0.53	x	x	x	x	x	x	x

ตารางที่ จ.7 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ CSD ในการทดลองรอบที่ 2 (ต่อ)

แบบรูปที่	หน่วยทดลอง ที่	<i>A_{used}</i>	ค่าคะแนน CSD ของแบบรูป	คะแนนเฉลี่ย
แบบรูปที่ 1	UA-01	5	0.8367	0.8367
	ผู้วิจัย	5	0.8367	
แบบรูปที่ 2	UA-02	5	0.9455	0.9455
	ผู้วิจัย	5	0.9455	
แบบรูปที่ 3	UA-03	5	0.7513	0.7513
	ผู้วิจัย	5	0.7513	

ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ส่วนการนำแบบรูปไปใช้งาน หรือตัววัดคุณภาพ PAP

ตารางที่ จ.8 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 1

ชื่อผู้นำเข้า	ผลการประเมินของแต่ละตัวแปร																											
	หน่วยทดลองที่	คลาส						คุณลักษณะของคลาส						การดำเนินการของคลาส														
		#Classes Applied			#Classes in the Pattern			CP _p			#Attributes Applied			#Attributes in the Pattern			AP _p			#Operations Applied			#Operations in the Pattern			OP _p		
แบบรูปที่	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	
แบบรูปที่ 1	UA-01	8	4	8	10	10	10	0.80	0.40	0.80	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	ผู้วิจัย	8	4	8	10	10	10	0.80	0.40	0.80	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 2	UA-02	6	12	8	13	13	13	0.46	0.92	0.62	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	ผู้วิจัย	6	12	8	13	13	13	0.46	0.92	0.62	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แบบรูปที่ 3	UA-03	7	7	7	15	15	15	0.47	0.47	0.47	4	0	4	5	5	5	0.80	0	0.80	15	14	16	35	35	35	0.43	0.40	0.46
	ผู้วิจัย	7	7	7	15	15	15	0.47	0.47	0.47	4	0	4	5	5	5	0.80	0	0.80	15	14	16	35	35	35	0.43	0.40	0.46
แบบรูปที่ 4	UA-04	3	3	3	3	3	3	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	0	2	3	3	3	0.67	0	0.67
	ผู้วิจัย	3	3	3	3	3	3	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	0	2	3	3	3	0.67	0	0.67

ตารางที่ จ.8 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 1 (ต่อ)

แบบรูปที่	ข้อมูลนำเข้า	ผลการประเมินของแต่ละตัวแปร																	
		หน่วยทดลองที่	Composition Relationship								จำนวนส่วนประกอบที่ใช้ (N _{element})	ค่าคะแนนของตัววัด PAP							
			#Composition Applied				#Composition in the Pattern					Comp _P			p1	p2	p3	คะแนนเฉลี่ย	
p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3								
แบบรูปที่ 1	UA-01	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	0.5600	0.3200	0.8275	0.5692
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	0.5438	0.3200	0.8575	0.5738
แบบรูปที่ 2	UA-02	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	0.4533	0.7300	0.5233	0.5689	
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	0.4533	0.7767	0.5533	0.5944	
แบบรูปที่ 3	UA-03	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5	0.4220	0.2560	0.4160	0.3647	
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5	0.4620	0.2560	0.4560	0.3913	
แบบรูปที่ 4	UA-04	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	0.9175	0.7500	0.9175	0.8617	
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	0.9175	0.7500	0.9175	0.8617	

ตารางที่ จ.9 ผลการประเมินของตัวคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 2

ข้อมูลนำเข้า	ผลการประเมินของแต่ละตัวแปร																								
	คลาส						คุณลักษณะของคลาส						การดำเนินการของคลาส												
	#Classes Applied		#Classes in the Pattern		CP _p		#Attributes Applied		#Attributes in the Pattern		AP _p		#Operations Applied		#Operations in the Pattern		OP _p								
แบบรูปที่	หน่วยทดลองที่	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3						
1	UA-01	8	4	8	10	10	10	0.80	0.40	0.80	x	x	x	x	x	x	11	8	14	16	16	16	0.69	0.50	0.88
	ผู้วิจัย	8	4	8	10	10	10	0.80	0.40	0.80	x	x	x	x	x	x	14	8	14	16	16	16	0.88	0.50	0.88
2	UA-02	6	12	8	13	13	13	0.46	0.92	0.62	x	x	x	x	x	x	10	18	11	22	22	22	0.45	0.82	0.50
	ผู้วิจัย	6	12	8	13	13	13	0.46	0.92	0.62	x	x	x	x	x	x	10	19	13	22	22	22	0.45	0.86	0.59
3	UA-03	11	9	4	15	15	15	0.73	0.60	0.27	x	x	x	x	x	x	19	23	4	37	37	37	0.51	0.62	0.11
	ผู้วิจัย	11	9	4	15	15	15	0.73	0.60	0.27	x	x	x	x	x	x	19	23	4	37	37	37	0.51	0.62	0.11

ตารางที่ จ.9 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า	ผลการประเมินของแต่ละตัวแปร																																		
	Association Relationship												Generalization Relationship						Aggregation Relationship																
	#Association in the Pattern						AscP _p						#Generalization in the Pattern			GenP _p			#Aggregation Applied			#Aggregation in the Pattern			AgrP _p										
	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3								
แบบรูปที่ 1	UA-01	6	3	5	8	8	8	8	0.75	0.38	0.63	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	ผู้วิจัย	4	3	6	8	8	8	8	0.50	0.38	0.75	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
แบบรูปที่ 2	UA-02	5	5	5	11	11	11	11	0.45	0.45	0.45	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	ผู้วิจัย	5	6	5	11	11	11	11	0.45	0.55	0.45	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
แบบรูปที่ 3	UA-03	7	7	0	13	13	13	13	0.54	0.54	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	ผู้วิจัย	7	7	0	13	13	13	13	0.54	0.54	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ตารางที่ จ.9 ผลการประเมินของตัววัดคุณภาพ PAP ในการทดลองรอบที่ 2(ต่อ)

แบบรูปที่	ข้อมูลนำเข้า	ผลการประเมินของแต่ละตัวแปร														
		หน่วยทดลองที่	Composition Relationship						จำนวนส่วนประกอบที่ใช้ (Nelement)	ค่าคะแนนของตัววัด PAP						
			#Composition Applied		#Composition in the Pattern			Comp _p		p1	p2	p3	คะแนนเฉลี่ย			
p1	p2	p3	p1	p2	p3	p1	p2	p3								
1	UA-01	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	0.5600	0.3200	0.8275	0.5692
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	0.5438	0.3200	0.8575	0.5738
2	UA-02	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	0.4533	0.7300	0.5233	0.5689
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	0.4533	0.7767	0.5533	0.5944
3	UA-03	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5	0.5560	0.3520	0.0760	0.3280
	ผู้วิจัย	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5	0.5560	0.3520	0.0760	0.3280

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชานนทร์ ภัทรธียนนท์ เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2556 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2558 อีเมลล์ charnon.pat@gmail.com

