

การทวนสอบความต้องกันระหว่งการออกแบบโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองการ
ออกแบบซอฟต์แวร์จากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ

นายศัลภัทร ชาญเชี่ยว



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)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONSISTENCY VERIFICATION BETWEEN USER INTERFACE DESIGN PROGRAM AND
SOFTWARE DESIGN MODELS BASED ON DESIGN COMPONENTS RELATIONSHIPS

Mr. Sinlapat Chancheaw



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 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การทวนสอบความต้องกันระหว่างการออกแบบโปรแกรมส่วนต่อ
ประสานผู้ใช้และแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์จาก
ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ

โดย

นายศีลภัทร ชาญเขียว

สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์)

ศीलภัทร ชาญเขียว : การทวนสอบความต้องกันระหว่างการออกแบบโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์จากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ (CONSISTENCY VERIFICATION BETWEEN USER INTERFACE DESIGN PROGRAM AND SOFTWARE DESIGN MODELS BASED ON DESIGN COMPONENTS RELATIONSHIPS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. นครทิพย์ พร้อมพูล, 291 หน้า.

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญของการออกแบบซอฟต์แวร์ ซึ่งปรากฏเป็นส่วนหนึ่งของผลลัพธ์ภายในเอกสารข้อกำหนดการออกแบบสำหรับนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรม โดยการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้นำข้อมูลของแบบจำลองการออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้า มาสร้างเป็นซิงนารีโอของการใช้งานเพื่อกำหนดโครงสร้างการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งมักประสบปัญหาเรื่องความไม่ต้องกันของแบบจำลองการออกแบบ และการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการทวนสอบความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบ เพื่อให้ได้การออกแบบที่เป็นไปตามข้อกำหนดการออกแบบ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการทวนสอบความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบด้วยกฎที่สร้างจากรความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อย พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนเพื่อการทวนสอบความต้องกันอย่างอัตโนมัติ กฎที่นำเสนอได้นั้นได้สร้างจากรความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองที่ได้เลือกมา ประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันและส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งสร้างเป็น 4 ความสัมพันธ์หลัก และ 2 ความสัมพันธ์ย่อย เพื่อนำไปสร้างเป็นกฎการทวนสอบความต้องกันได้ 76 รายการ การประเมินความครบถ้วนของความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ และความถูกต้องในการระบุข้อผิดพลาดของกฎนั้น ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการประยุกต์ใช้กฎกับกรณีศึกษา การประเมินประสิทธิผลของเครื่องมือสำหรับการทวนสอบความต้องกันที่ได้นำกฎไปประยุกต์ใช้นั้น ดำเนินการโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากเครื่องมือ และจากการให้ผู้เชี่ยวชาญประยุกต์ใช้กฎด้วยการทำงานมือ ผลการทดลองพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือสามารถสนับสนุนให้ผู้ใช้งานทวนสอบความต้องกันของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ และระบุประเภทข้อผิดพลาดได้เหมือนกับการทวนสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิติต

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

5670968021 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: USER INTERFACE / SOFTWARE MOD / SOFTWARE DESIGN / CONSISTENCY / VERIFICATION

SINLAPAT CHANCHEAW: CONSISTENCY VERIFICATION BETWEEN USER INTERFACE DESIGN PROGRAM AND SOFTWARE DESIGN MODELS BASED ON DESIGN COMPONENTS RELATIONSHIPS. ADVISOR: ASST. PROF. NAKORNTHIP PROMPOON, 291 pp.

User interface design is an important process in a software development. It is a part of results in a design specification document for further use in a program development. Designing the user interface will bring design specification information from an early stage usually presented as design models to create use scenario development to determine user interface design structure. This usually results in the problem of the inconsistency between the design models and the user interface design. Therefore, this research provides a concept to verify consistency between design models and user interface design that fulfill the design specification.

This research aims to propose a method for verifying the consistency between user interface designs and design models from the proposed rules construct from components relationships. In addition, a software tool was developed from the application of the rules for an automated consistency verification. The proposed rules were created from design model components and their relationships. The selected design models were consisted of a Use Case Diagram, a Class Diagram, a Use Case Description, a CRC Card, a Windows Navigation Diagram and user interface elements. The components of design modes and the components of user interface design elements were used to create four primary-relationships and two sub-relationships. Both were used to create 76 rules. The effectiveness evaluation of the developed software tool based on the proposed rules was performed by comparing the results from tool application and from manually done by experts. From the experiment, the result from the developed tool that supports the components consistency verification of the design models and defect identification was the same as experts.

Department: Computer Engineering

Student's Signature

Field of Study: Software Engineering

Advisor's Signature

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาช่วยเหลือและให้คำปรึกษาที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวิจัย และความรู้เชิงวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งยังให้คำแนะนำด้านการใช้ชีวิต คอยเตือนสติ ให้มองเห็นการมีคุณธรรมและจริยธรรมเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต ความเชื่อมั่น ความเมตตาและการมี ศรัทธาในการให้โอกาส เป็นแรงผลักดันและกำลังใจทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยจนกระทั่งประสบความสำเร็จและมีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร. เบญจพร ลิ้มธรรมมาภรณ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ คำแนะนำเกี่ยวกับการทำวิจัย และตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาทางวิชาการ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้ความรู้ทั้งในเชิงวิชาการในด้านงานวิจัยและด้านการใช้ชีวิต รวมถึงบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ข้อมูลและความช่วยเหลือตลอดที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาจนกระทั่งสอบ วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนรุ่นสาขาศึกษาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ทุกคน ทุกชั้นปี กลุ่มนักเรียนภาคนอกที่อยู่ในที่ปรึกษา เดียวกัน สมาชิกในห้องปฏิบัติการวิศวกรรม รุ่นพี่ รุ่นน้อง เพื่อนทุกคนที่ได้รู้จักตลอดการใช้ชีวิตในรั้วจุฬา สำหรับน้ำใจ ความห่วงใย ความตั้งใจดีที่มีเสมอมา รวมถึงความช่วยเหลือในการเป็นหน่วยทดลองในการทำการ ทดลองเพื่อให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณเพื่อนๆจากบริษัท ซอฟต์แวร์ เอฟเวอร์ จำกัดที่ให้คำปรึกษาใน ความรู้เชิงเทคนิคในการพัฒนาเครื่องมือและเป็นกำลังใจเสมอมา

ความสำเร็จครั้งนี้ผู้วิจัยขออุทิศให้คุณยายนันทา ทัพพะกุล ณ อยุธยา ผู้ล่วงลับ แล้วงานวิจัยนี้จะ สำเร็จไม่ได้หากขาดกำลังใจที่สำคัญ คุณพ่อ ต่อศักดิ์ ชาญเขียว และคุณแม่ ศิริลักษณ์ ชาญเขียว และน้องชายฝาแฝดทั้งสองคน พร้อมสมาชิกครอบครัวที่ให้ความรัก ความอบอุ่นทั้งในยามทุกข์และสุขแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณนางสาวพรทิพา เอี่ยมแพรที่คอยสนับสนุนผู้วิจัยในทุกด้าน เป็นกำลังใจที่สำคัญ และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นหนึ่งในตัวแทนของแรงบันดาลใจ ที่ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้าน วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2. วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3. ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4. ประโยชน์ของงานวิจัย	4
1.5. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1. ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1.1. แบบจำลองยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML)	7
2.1.2. แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram)	19
2.1.3. คลังโปรแกรมจาวาสวิง (Java Swing Library)	29
2.1.4. มาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติเกี่ยวกับข้อกำหนดความ ต้องการ ในหัวข้อคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องการ (IEEE830 Recommended Practice for Software Requirements Specification: Characteristics of a Good Software Requirements Specification).....	30
2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33

2.2.1. แบบจำลองและเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยอัตโนมัติด้วยยูสเคสและแบบจำลองข้อมูล (Model and software tool for automatic generation of user interface based on use case and data model)[12]	33
2.2.2. การออกแบบองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกจากยูเอ็มแอลยูสเคส (Designing GUI components from UML use cases)[13]	37
2.2.3. ระเบียบวิธีสำหรับการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติด้วยเมตาโมเดล (A Metamodel-Based Approach for Automatic User Interface Generation) [14]	41
2.2.4. การขยายการทำแบบจำลองยูสเคสเพื่อรองรับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Extending UML use case modelling to support graphical user interface design) [15].....	43
บทที่ 3 แนวคิดและวิธีการดำเนินงานวิจัย.....	51
3.1. การศึกษาส่วนประกอบย่อยของส่วนที่ใช้ออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้	55
3.2. การศึกษาส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ	58
3.2.1. การสร้างแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน	59
3.2.2. การกำหนดรูปแบบการเขียนคำอธิบายแบบจำลองการออกแบบให้สอดคล้องกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	60
3.3. การสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	63
3.3.1. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	64
3.3.2. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	68
3.3.3. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง และแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	72

3.3.4. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง และแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	74
3.4. การประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน..	76
3.4.1. การประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างกฎโดยผู้วิจัย	76
3.4.2. การประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	77
3.5. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดที่ใช้ในการทวนสอบคุณลักษณะความ ต้องกัน	83
3.5.1. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	84
3.5.2. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	90
3.5.3. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	96
3.5.4. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	99
3.6. การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	102
3.6.1. การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันโดยผู้วิจัย.....	103
3.6.2. การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันโดยผู้เชี่ยวชาญ	103
บทที่ 4 การประยุกต์ใช้กฎในการทวนสอบ	128
4.1. การสกัดส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองและส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อใช้ในการทวนสอบ ความต้องกัน.....	128
4.2. ข้อมูลในการทวนสอบความต้องกันของระบบจัดการห้องสมุด	134
บทที่ 5 การพัฒนาเครื่องมือ.....	166

5.1. ความต้องการเชิงฟังก์ชัน	166
5.2. การวิเคราะห์ความต้องการและแผนภาพฟังก์ชันงานของระบบ	167
5.3. สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน	170
5.3.1. สภาพแวดล้อมในการพัฒนาเครื่องมือด้านฮาร์ดแวร์	170
5.3.2. สภาพแวดล้อมในการพัฒนาเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์	170
5.4. ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือและภาพส่วนต่อประสานผู้ใช้	171
บทที่ 6 การทดลองและการวิเคราะห์ผล	175
6.1. วัตถุประสงค์การทดลอง	175
6.2. การวางแผนการทดลอง	176
6.3. การดำเนินการทดลอง การทวนสอบ และการทดสอบ	177
6.4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	180
6.4.1. ผลการทดลอง	180
6.4.2. การวิเคราะห์ผล	183
6.5. สรุปผลการทดลอง	183
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย	185
7.1. สรุปงานวิจัย	185
7.2. ข้อจำกัดของงานวิจัย	187
7.3. งานวิจัยในอนาคต	189
7.4. บทความวิชาการที่ตีพิมพ์	189
รายการอ้างอิง	190
ภาคผนวก ก ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับ โปรแกรม ส่วนต่อประสานผู้ใช้	193
ภาคผนวก ข รายการข้อผิดพลาดสำหรับระบุข้อผิดพลาดของความไม่ตรงกันของการ ออกแบบ	230

ภาคผนวก ค แบบสอบถามที่ใช้ในการทวนสอบกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	242
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	291



สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพยูสเคส	7
ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพคลาส.....	10
ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคส	12
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างคำอธิบายยูสเคส	14
ตารางที่ 2.5 ส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายคลาส.....	16
ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างของคำอธิบายคลาส.....	18
ตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน.....	19
ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้	23
ตารางที่ 2.9 นิยามคุณลักษณะความต้องกันของไอทริปเปิ้ลอี 830 พร้อมตัวอย่างการประยุกต์ใช้ ..	30
ตารางที่ 2.10 แบบชนิดการกระทำที่สัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ [12]	34
ตารางที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ	48
ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้กับกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้คลังโปรแกรมสวิง	56
ตารางที่ 3.2 คำสงวนสำหรับเขียนคำอธิบายยูสเคสแบ่งตามประเภทการกระทำ.....	61
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดผู้เชี่ยวชาญและข้อความสัมพันธ์.....	77
ตารางที่ 3.4 รายการความสัมพันธ์ของส่วนประกอบที่ใช้ในการสอบถาม	79
ตารางที่ 3.5 ระดับความคิดเห็นต่อรายการความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อย.....	81
ตารางที่ 3.6 ตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเก ชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	85
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบ ย่อยยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	86
ตารางที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	88

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	89
ตารางที่ 3.10 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	91
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	92
ตารางที่ 3.12 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	94
ตารางที่ 3.13 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	95
ตารางที่ 3.14 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	97
ตารางที่ 3.15 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	98
ตารางที่ 3.16 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	100
ตารางที่ 3.17 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	101
ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การเลือกกฎสำหรับผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบกฎ	104
ตารางที่ 3.19 รายการนำเข้าและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	105
ตารางที่ 3.20 ผลการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อเกณฑ์ในการเลือกกฎการทวนสอบความต้องกัน	106
ตารางที่ 3.21 สรุปจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างจากความสัมพันธ์	107
ตารางที่ 3.22 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพยูสเคสกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ .	108
ตารางที่ 3.23 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	109

ตารางที่ 3.24 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้น กับส่วนต่อประสานผู้ใช้	110
ตารางที่ 3.25 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้น กับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	111
ตารางที่ 3.26 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชั้นกับส่วนต่อ ประสานผู้ใช้.....	113
ตารางที่ 3.27 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิง โครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชั้นกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	114
ตารางที่ 3.28 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกัน	115
ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกันโดยภาพรวม.....	121
ตารางที่ 3.30 สรุปจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่ได้รับการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญ	123
ตารางที่ 4.1 คำอธิบายยูสเคส Borrow loan book ของระบบจัดการห้องสมุด	137
ตารางที่ 4.2 คำอธิบายยูสเคส Return loan book ของระบบจัดการห้องสมุด	140
ตารางที่ 4.3 คำอธิบายยูสเคส View loan book ของระบบจัดการห้องสมุด.....	142
ตารางที่ 4.4 คำอธิบายยูสเคส Add book ของระบบจัดการห้องสมุด	143
ตารางที่ 4.5 คำอธิบายยูสเคส Edit book detail ของระบบจัดการห้องสมุด	145
ตารางที่ 4.6 คำอธิบายยูสเคส login ของระบบจัดการห้องสมุด	147
ตารางที่ 4.7 คำอธิบายคลาส Borrower ของระบบจัดการห้องสมุด	149
ตารางที่ 4.8 คำอธิบายคลาส Librarian ของระบบจัดการห้องสมุด	150
ตารางที่ 4.9 คำอธิบายคลาส Student ของระบบจัดการห้องสมุด	151
ตารางที่ 4.10 คำอธิบายคลาส Loan ของระบบจัดการห้องสมุด.....	152
ตารางที่ 4.11 คำอธิบายคลาส Loan Item ของระบบจัดการห้องสมุด	153
ตารางที่ 4.12 คำอธิบายคลาส Book ของระบบจัดการห้องสมุด.....	154
ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทวนสอบความต้องกันด้วยกฎจากข้อมูลนำเข้าที่มีประเด็นในการทวน สอบ	163

ตารางที่ 6.1 รายละเอียดหน่วยทดลองและปัจจัยที่ใช้สำหรับการทดลอง	176
ตารางที่ 6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทวนสอบความต้องกันของระบบจัดการห้องสมุด	180
ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	194
ตารางที่ ก.2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	199
ตารางที่ ก. 3 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	218
ตารางที่ ก. 4 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	222
ตารางที่ ก. 5 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้.....	226
ตารางที่ ก. 6 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพ คลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	229
ตารางที่ ข.1 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อย แผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	230
ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อย คำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	232
ตารางที่ ข.3 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อย แผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	237
ตารางที่ ข.4 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อย คำอธิบายคลาส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	239
ตารางที่ ข.5 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อย แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	240
ตารางที่ ข. 6 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อย แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้... 241	

สารบัญญภาพ

ภาพที่ 2.1 แผนภาพเมตาโมเดลของแผนภาพยูสเคส	9
ภาพที่ 2.2 แผนภาพเมตาโมเดลของแผนภาพคลาส	11
ภาพที่ 2.3 แผนภาพเมตาโมเดลของคำอธิบายยูสเคส	14
ภาพที่ 2.4 แผนภาพเมตาโมเดลของคำอธิบายคลาส	19
ภาพที่ 2.5 แผนภาพเมตาโมเดลของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	21
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	21
ภาพที่ 2.7 แผนภาพเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ [3, 10].....	22
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างลำดับชั้นของจาวาสวิงคอมโพเนนท์ [10]	29
ภาพที่ 2.9 เมตาโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แบบจำลอง ข้อมูลกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ [12]	36
ภาพที่ 2.10 แผนภาพยูสเคสแสดงระบบสั่งซื้อสินค้าหนังสือทางอินเทอร์เน็ต [13].....	37
ภาพที่ 2.11 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Purchase [13]	38
ภาพที่ 2.12 แผนภาพคลาสสำหรับการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ [13].....	39
ภาพที่ 2.13 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ของลูกค้า [13]	40
ภาพที่ 2.14 แผนภาพกิจกรรมแสดงกระบวนการพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14].....	41
ภาพที่ 2.15 แผนภาพเมตาโมเดลของแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14].....	42
ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองข้อมูลกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14]	43
ภาพที่ 2.17 แผนภาพยูสเคสของระบบสารบัญแฟ้มห้องสมุดออนไลน์ [15]	44
ภาพที่ 2.18 รายละเอียดยูสเคสแบบตารางสำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) [15]....	45
ภาพที่ 2.19 ตารางเปรียบเทียบของยูสเคสทั้ง 3 รูปแบบ [15].....	45
ภาพที่ 2.20 รายละเอียดยูสเคสแบบตารางส่วนขยายส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ สำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) [15].....	46
ภาพที่ 2.21 กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	47

ภาพที่ 2.22 ภาพร่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกสำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) [15].....	47
ภาพที่ 3.1 ภาพรวมงานวิจัย	52
ภาพที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมระบุขั้นตอนการวิจัย.....	53
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	58
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันโดยใช้สเตอริโอไทป์จากเมตาโมเดลส่วนต่อ ประสานผู้ใช้.....	59
ภาพที่ 3.5 ภาพรวมความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วน ต่อประสานผู้ใช้	64
ภาพที่ 3.6 แผนภาพคลาสของความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันกับแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชัน.....	65
ภาพที่ 3.7 แผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันกับเมตาโมเดลส่วน ต่อประสานผู้ใช้	67
ภาพที่ 3.8 แผนภาพคลาสของความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้างกับแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชัน.....	69
ภาพที่ 3.9 แผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้างกับเมตาโมเดล ส่วนต่อประสานผู้ใช้	71
ภาพที่ 3.10 แผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับเมตาโมเดล ส่วนต่อประสานผู้ใช้	73
ภาพที่ 3.11 แผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิง โครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	75
ภาพที่ 3.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อรายการความสัมพันธ์ส่วนประกอบ	83
ภาพที่ 3.13 ภาพรวมของการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกัน	102
ภาพที่ 3.14 รหัสต้นฉบับของเมธอด initComponents() ที่ใช้สกัดส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	129
ภาพที่ 3.15 รหัสต้นฉบับส่วนที่เป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	129
ภาพที่ 3.16 รหัสต้นฉบับส่วนที่เป็นกรอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	130

ภาพที่ 3.17 รหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ในส่วนชื่อของส่วนควบคุมนำทาง	130
ภาพที่ 3.18 รหัสต้นฉบับส่วนชื่อของกรอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	130
ภาพที่ 3.19 รหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ของส่วนที่เชื่อมกับหน้าจออื่นๆ	131
ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างของแผนภาพยูสเคสกับไฟล์เอกซ์เอ็มแอล	132
ภาพที่ 3.21 รหัสต้นฉบับของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลไฟล์	133
ภาพที่ 3.22 แผนภาพคลาสแสดงการเก็บค่าของข้อมูลแบบจำลอง	133
ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบแผนภาพยูสเคส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพยูสเคส (ข) ที่ แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของยูสเคสระบบจัดการห้องสมุด	135
ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบแผนภาพคลาส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพคลาส (ข) ที่แก้ไข เพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของคลาสระบบจัดการห้องสมุด	136
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบคำอธิบายยูสเคส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และคำอธิบายยูสเคส (ข) ที่ แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของคำอธิบายยูสเคสระบบจัดการห้องสมุด	148
ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบแผนภาพคลาส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพคลาส (ข) ที่แก้ไข เพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของคำอธิบายคลาสระบบจัดการห้องสมุด	155
ภาพที่ 4.5 แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของระบบจัดการห้องสมุด	156
ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชัน (ข) ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน ระบบจัดการห้องสมุดในส่วนการคืนหนังสือ (Return loan book).....	157
ภาพที่ 4.7 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Borrow loan book.....	158
ภาพที่ 4.8 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Return loan book.....	158
ภาพที่ 4.9 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน View loan book	159
ภาพที่ 4.10 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Add book.....	159
ภาพที่ 4.11 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Edit book detail	160
ภาพที่ 4.12 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Login.....	160
ภาพที่ 4.13 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Home Menu.....	161

ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ข) ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้ของระบบจัดการห้องสมุด ... 163

ภาพที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสระบบทวนสอบความต้องกันของการออกแบบ 167

ภาพที่ 5. 2 แผนภาพคลาสของเครื่องมือการทวนสอบความต้องกัน..... 169

ภาพที่ 5.3 แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของเครื่องมือทวนสอบความต้องกัน 171

ภาพที่ 5.4 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ในการสร้างโครงการ 172

ภาพที่ 5.5 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ส่วนนำเข้าข้อมูล..... 172

ภาพที่ 5.6 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ของส่วนนำเข้าคำอธิบายยูสเคส..... 173

ภาพที่ 5.7 หน้าจอส่วนนำเข้าข้อมูลการกระทำของคำอธิบายยูสเคส..... 173

ภาพที่ 5.8 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงข้อมูลนำเข้า 174

ภาพที่ 5.9 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ส่วนแสดงผลลัพธ์การทวนสอบ 174

ภาพที่ 6.1 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง 176

ภาพที่ 6.2 แผนภาพกิจกรรมแสดงการดำเนินการทดลอง 178

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงภาพรวมของงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วยที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์งานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ประโยชน์ของงานวิจัย ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ขั้นตอนการออกแบบซอฟต์แวร์เป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เนื่องจากจะได้เอกสารข้อกำหนดการออกแบบในการนำไปพัฒนาโปรแกรมต่อไป เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน [1] การออกแบบซอฟต์แวร์มักจะสร้างเป็นแบบจำลอง ในหลายแบบจำลองเพื่อให้ครอบคลุมมุมมองต่างๆ ของการออกแบบระบบ ยูเอ็มแอล [2] เป็นภาษาที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ โดยแผนภาพยูสเคสใช้ในการออกแบบแบบจำลองเชิงฟังก์ชันที่แสดงถึงความสามารถของระบบที่ให้บริการแก่ผู้ใช้งาน แผนภาพคลาสใช้ในการออกแบบแบบจำลองเชิงโครงสร้างเพื่อแสดงข้อมูลของระบบ พร้อมทั้งมีคำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาสเพื่อให้รายละเอียดของแต่ละแบบจำลองตามลำดับ นอกจากนี้ในขั้นตอนการออกแบบยังได้ทำการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดย [3] ได้สร้างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram) ด้วยการสร้างสเตอริโอไทป์ (Stereotype) จากการขยายส่วนประกอบของยูเอ็มแอล เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสำหรับแสดงส่วนต่อประสานผู้ใช้ในแต่ละส่วนที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้โดยตรง และการนำทางจากหน้าจอหนึ่งไปยังอีกหน้าจอหนึ่ง จากการออกแบบวินโดวส์เนวิเกชันจะทำให้ผู้ออกแบบซอฟต์แวร์สามารถออกแบบหน้าจอของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในการออกแบบซอฟต์แวร์โดยใช้แบบจำลองการออกแบบมักจะมีลำดับของการออกแบบ ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ของแบบจำลอง หนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญของการออกแบบคือ ความสอดคล้องกันของแบบจำลอง ซึ่งหมายถึงการใช้รูปแบบและมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบ ตลอดจนไม่มีความขัดแย้งกันระหว่างส่วนประกอบของแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์กัน [4] หากการออกแบบที่ได้มีความขัดแย้งกันหรือไม่ต้องกันระหว่างแบบจำลอง ย่อมส่งผลกระทบต่อการใช้งานผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบไปใช้ในขั้นตอนถัดไป ซึ่งอาจทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความขัดแย้งกันและอาจไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน จากการสำรวจข้อมูลพบว่า 48% ของรหัสต้นฉบับซอฟต์แวร์เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานผู้ใช้และใช้เวลามากกว่า 50% ในการพัฒนาเพื่อนำไปใช้จริง [5] ดังนั้น

การทวนสอบความต้องกันของแบบจำลองในการออกแบบซอฟต์แวร์จึงเป็นปัญหาที่สำคัญในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ ปัจจุบันมีวิธีการหรือเทคนิคที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันของแบบจำลองการออกแบบได้หลากหลายวิธี แต่หนึ่งวิธีการที่ได้รับความนิยมคือการทวนสอบจากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยในการสร้างกฎที่ทำการทวนสอบทั้งความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองและระหว่างแบบจำลอง [6]

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์ และส่วนต่อประสานผู้ใช้ จากกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบและความสัมพันธ์ของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยประยุกต์ใช้คุณลักษณะความต้องกัน อ้างอิงตามมาตรฐาน ไอทีริปเปิ้ลอี 830 [7] ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องกันมาใช้ในการทวนสอบการออกแบบ รวมถึงการสร้างเครื่องมือการทวนสอบความต้องกันอย่างอัตโนมัติ : เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถทวนสอบความต้องกันของการออกแบบนำไปสู่การสร้างซอฟต์แวร์อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี[8]ต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

- 1) เพื่อนำเสนอวิธีการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์จากกฎการทวนสอบที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบและความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์ พร้อมระบุประเภทข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทวนสอบด้วยกฎดังกล่าว
- 2) พัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์จากกฎที่นำเสนอเพื่อทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) กฎที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันนั้นสร้างจากความสัมพันธ์ทั้ง 4 ความสัมพันธ์หลักและ 2 ความสัมพันธ์ย่อยดังต่อไปนี้
 - 1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 1.1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 1.1.2. ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

- 1.2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 1.2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 1.2.2. ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 1.3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 1.4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง และแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 2) เครื่องมือสนับสนุนจะนำเข้าสู่ข้อมูลเอกสารในรูปแบบดังต่อไปนี้
 - 2.1. ข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้ต้องอยู่ในรูปแบบไฟล์รหัสต้นฉบับชนิดจาวา (นามสกุลไฟล์เรียก .JAVA) โดยจะต้องเป็นไปตามรูปแบบของโปรแกรมเน็ตเบินส์ (Net Bean)
 - 2.2. ข้อมูลแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องอยู่ในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล (นามสกุลไฟล์เรียก .xml) โดยจะต้องเป็นไปตามรูปแบบของโปรแกรมสตาร์ยูเอ็มแอล (StarUML)[9]
 - 2.3. ข้อมูลคำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาสอยู่ในรูปแบบสายอักขระ (String) นำเข้าผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือสนับสนุน และจะต้องใช้คำกริยาตามตารางคำสั่งงานที่ผู้วิจัยกำหนดไว้เท่านั้น
 - 2.4. ส่วนประกอบย่อยที่เครื่องมือสามารถทวนสอบได้จะต้องเป็นไปตามข้อมูลแผนภาพเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่สร้างในงานวิจัยนี้เท่านั้น
- 3) การสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้จะต้องใช้ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่กำหนดภายในงานวิจัยนี้เท่านั้น ซึ่งข้อมูลส่วนประกอบย่อยถูกสรุปแผนภาพเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้ทำการศึกษาส่วนประกอบย่อยจากหนังสือ System Analysis and Design [3] และคลังโปรแกรมจาวาสวิง[10]
- 4) การเขียนคำอธิบายยูสเคส คำนามที่เป็นประธาน (Subject) จะต้องเขียนตามแอคเตอร์ที่ปรากฏในแผนภาพยูสเคสเท่านั้น คำกริยา (Verb) จะต้องเขียนตามที่กำหนดไว้ในตารางคำสั่งงานเท่านั้น และคำนามที่ทำหน้าที่เป็นกรรม (Object) จะต้องเลือกส่วนประกอบย่อยส่วน

ต่อประสานผู้ใช้ตามตารางคำสงวนในตารางที่ 3.2 และข้อมูลจากแผนภาพเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้เท่านั้น

- 5) การทวนสอบความสัมพันธ์ระหว่างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองเชิงฟังก์ชันแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันเพื่อสร้างกฎการทวนสอบจะไม่พิจารณาการทวนสอบคำกริยาที่ปรากฏในส่วนการกระทำอ็อบเจกต์ของคำอธิบายยูสเคสตัวดำเนินการ (Operation) ที่อยู่ในแผนภาพคลาสและคำอธิบายคลาส รวมถึงการส่งผ่าน (Transition) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน
- 6) การทวนสอบความสัมพันธ์ระหว่างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้กับ แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันเพื่อสร้างกฎการทวนสอบจะไม่พิจารณาการทวนสอบคำที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของยูสเคสของการรับทอดคุณสมบัติ (Generalization) ทั้งในกรณีของยูสเคสรับทอดคุณสมบัติกับยูสเคสและแอกเตอร์รับทอดคุณสมบัติกับแอกเตอร์
- 7) แบบจำลองเชิงโครงสร้างจะทวนสอบเฉพาะความสัมพันธ์รูปแบบแอสโซซิเอชัน (Association) เท่านั้น โดยไม่รองรับการกำหนดมัลติพลิซิติ์
- 8) การสร้างความสัมพันธ์ส่งผ่าน (Transition) จะพิจารณาประเภททางเดียว (Single Head) เท่านั้น

1.4. ประโยชน์ของงานวิจัย

- 1) นำเสนอกฎสำหรับทวนสอบระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์พร้อมคำอธิบายแบบจำลอง ซึ่งช่วยให้ทราบถึงการออกแบบว่ามีคุณลักษณะความต้องกันเป็นไปตามข้อกำหนดการออกแบบซอฟต์แวร์
- 2) จากการประยุกต์ใช้กฎการทวนสอบสามารถแสดงประเภทของข้อผิดพลาดจากกฎที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันระหว่างรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์ พร้อมคำอธิบายแบบจำลอง
- 3) เครื่องมือที่สนับสนุนแนวคิดของงานวิจัยซึ่งช่วยทวนสอบคุณลักษณะมีความต้องกันระหว่างรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์ พร้อมคำอธิบายแบบจำลอง

1.5. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

- 1) ศึกษาความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
 - 1.1. โครงสร้างแบบจำลองและความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน
 - 1.2. โครงสร้างส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ในปัจจุบัน และกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ของภาษาจาวาซึ่งใช้คลังโปรแกรมจาวาสวิง
 - 1.3. คุณลักษณะความต้องกันตามมาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830
- 2) วิเคราะห์และสร้างกฎที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันจากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์
 - 2.1. ออกแบบแนวคิดการวิจัยในภาพรวม
 - 2.2. ออกแบบขั้นตอนการสร้างแผนภาพและวิธีการเขียนคำอธิบายของแบบจำลองซอฟต์แวร์ และการสร้างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram) เพื่อให้สอดคล้องต่อการทวนสอบความต้องกันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 2.3. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์
 - 2.4. สร้างกฎการทวนสอบระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์ให้มีคุณลักษณะมีความต้องกัน
 - 2.5. ประเมินกฎการทวนสอบระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นสามารถตรวจสอบคุณสมบัติที่นำเสนอได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องตามความสัมพันธ์ของส่วนประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์
- 3) วิเคราะห์และออกแบบวิธีการสกัดข้อมูลที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์
 - 3.1. ออกแบบขั้นตอนการสกัดคำและหน้าที่จากระหัสต้นฉบับซอฟต์แวร์ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 3.2. ออกแบบขั้นตอนการสกัดคำและหน้าที่ของคำจากแบบจำลองซอฟต์แวร์
 - 3.3. ออกแบบขั้นตอนการสกัดคำและหน้าที่ของคำจากคำอธิบายแบบจำลอง

- 4) ออกแบบกรณีทดสอบให้ครอบคลุมตามความสัมพันธ์ที่ใช้ในการทดสอบความต้องกัน
- 5) สร้างและประเมินเครื่องมือสนับสนุนการทดสอบความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์
- 6) ตรวจสอบและทำการทดสอบเครื่องมือ พร้อมแก้ไข สรุปลผลการทดลอง
- 7) จัดทำบทความวิชาการและเผยแพร่ผลงานทางวิชาการสู่สาธารณะชน
- 8) สรุปลการวิจัยและจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงองค์ความรู้พื้นฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการ ออกแบบด้วยกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบโดยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนความรู้และทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

2.1. ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง


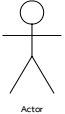
2.1.1. แบบจำลองยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML)

ยูเอ็มแอล[3]เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับนักพัฒนา รวมถึงภายใน นักพัฒนาด้วยตนเอง ซึ่งยูเอ็มแอลได้นำแนวทางเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้ นำไปสู่การใช้หลักการ การออกแบบเชิงวัตถุ (Object-oriented System Development) มีการนำเสนอด้วย แผนภาพที่ประกอบด้วยเครื่องหมาย กฎที่ระบุความหมายที่มีต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดย งานวิจัยนี้สนใจแผนภาพเชิงฟังก์ชันประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส และแผนภาพเชิงโครงสร้าง ประกอบด้วยแผนภาพคลาส ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

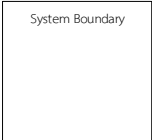
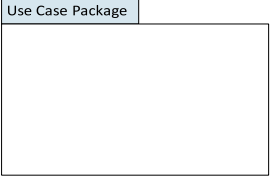

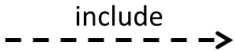
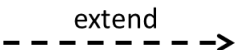
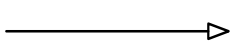
1) แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคส คือแผนภาพแสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบ และความสัมพันธ์ ของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องกับระบบ มีส่วนประกอบตามตารางที่ 2.1กับตารางที่ 2.2

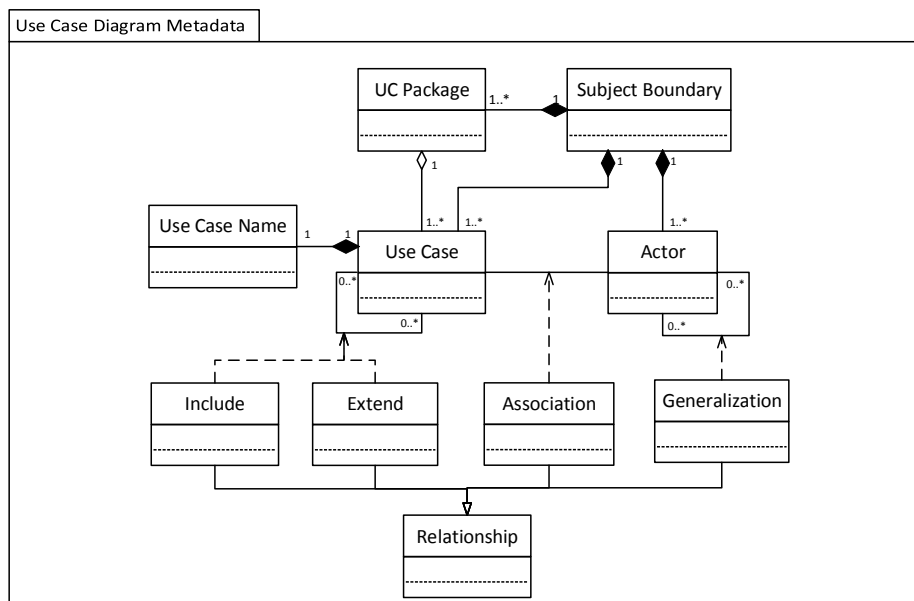
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพยูสเคส

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	ยูสเคส (A Use Case)	- ระบุหน้าที่หรือนำเสนอฟังก์ชันที่ สำคัญของระบบ
	แอกเตอร์ (An Actor)	- ผู้กระทำหรือระบบภายนอกที่ เกี่ยวข้อง ที่ได้รับประโยชน์จาก ระบบ

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพยูสเคส (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	ขอบเขตระบบ (A System Boundary)	-ใช้นำเสนอขอบเขตของระบบ
	ยูสเคสแพ็คเกจ (A Use Case Package)	-ใช้จัดกลุ่มของยูสเคสเพื่อแบ่งระบบใหญ่เป็นระบบย่อย
	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (An Association Relationship)	-เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอกเตอร์กับยูสเคส
	ความสัมพันธ์แบบอินคลูด (An Include Relationship)	-ความสัมพันธ์ผนวกรวมระหว่างเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่ผนวกรวมฟังก์ชันกับยูสเคสที่ถูกใช้ (Used Use Case) ที่เกี่ยวข้องในการเรียกใช้งาน
	ความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เท็นด์ (An Extend Relationship)	-ความสัมพันธ์ส่วนขยายระหว่างเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่เป็นพฤติกรรมทางเลือกของเอ็กซ์เท็นด์ชันยูสเคส
	ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน (A Generalization Relationship)	-ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสย่อยที่แยกย่อยมาจากยูสเคสหลัก หรือนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างแอกเตอร์ในการรับทอดคุณสมบัติ

ซึ่งส่วนประกอบย่อยของข้อมูลภายในแผนภาพยูสเคสสามารถอธิบายเป็นแผนภาพเมตาโมเดลที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยดังภาพที่ 2.1

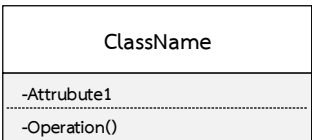






ภาพที่ 2.1 แผนภาพเมตาโมเดลของแผนภาพยูสเคส

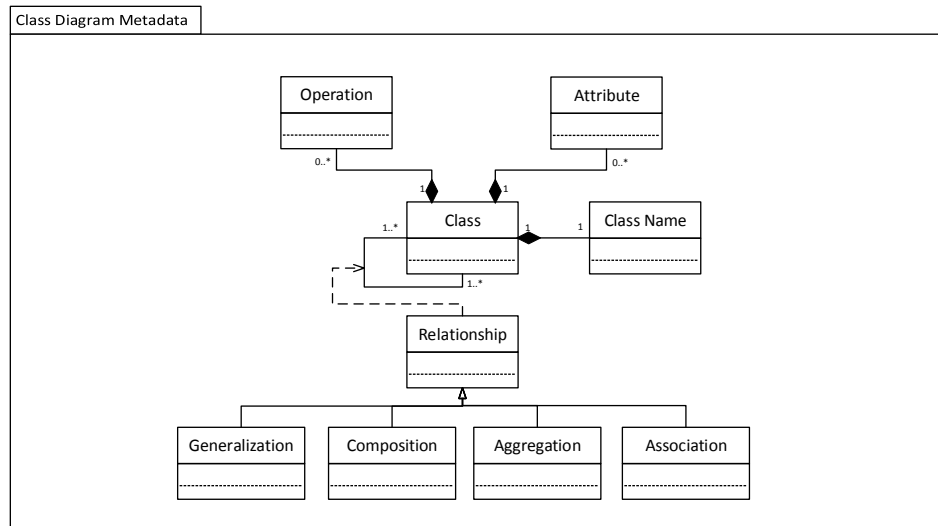
2) แผนภาพคลาส (Class Diagram)

แผนภาพคลาสคือ แบบจำลองเชิงสถิติซึ่งแสดงคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่เป็นข้อมูลที่จะต้องใช้ในระบบ โดยที่คลาสเป็นแม่แบบที่ใช้ระบุอ็อบเจกต์ภายในโดเมน มีลักษณะประจำทำหน้าที่แทนข้อมูลของระบบและโอเปอเรชันเป็นการกระทำหรือฟังก์ชันที่คลาสนั้นสามารถทำงานได้ โดยมีส่วนประกอบย่อยดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพคลาส

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	คลาส (A Class)	-ใช้นำเสนอประเภทของคน สถานที่ หรือสิ่งของ ที่ระบบจำเป็นต้องเก็บลงในฐานข้อมูล
Attribute name / derived attribute name	ลักษณะประจำ (An Attribute)	-ใช้นำเสนอคุณสมบัติที่อธิบายถึงสภาพหรือสถานะของวัตถุ
An Operation	โอเปอเรชัน (An Operation)	-ใช้เสนอการกระทำหรือฟังก์ชันที่ประกอบอยู่ในคลาส
	ความสัมพันธ์แบบ แอสโซซิเอชัน (An Association Relationship)	-ใช้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างคลาส รวมถึงคลาสตัวเอง
	ความสัมพันธ์แบบ เจเนอรัลไลเซชัน (A Generalization Relationship)	-ใช้เสนอความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นชนิดของวัตถุระหว่างคลาสหลายคลาส
	ความสัมพันธ์แบบ แอกกรีเกชัน (An Aggregation Relationship)	-ใช้เสนอความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นส่วนหนึ่งของคลาสในเชิงตรรกะระหว่างคลาสหลายคลาส
	ความสัมพันธ์แบบ คอมโพสิชัน (An Composition Relationship)	-ใช้เสนอความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นส่วนหนึ่งของคลาสในเชิงกายภาพระหว่างคลาสหลายคลาส

โดยส่วนประกอบย่อยของข้อมูลภายในคำอธิบายยูสเคสสามารถอธิบายเป็นแผนภาพเมตาโมเดลที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนภาพเมตาโมเดลของแผนภาพคลาส

3) คำอธิบายยูสเคส

คำอธิบายยูสเคสคือเอกสารบรรยายฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานของระบบ ซึ่งระบุกิจกรรมที่ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ฟังก์ชันงานของระบบและระบบตอบสนองการทำงานต่อผู้ใช้ มีส่วนประกอบย่อยดังตารางที่ 2.3

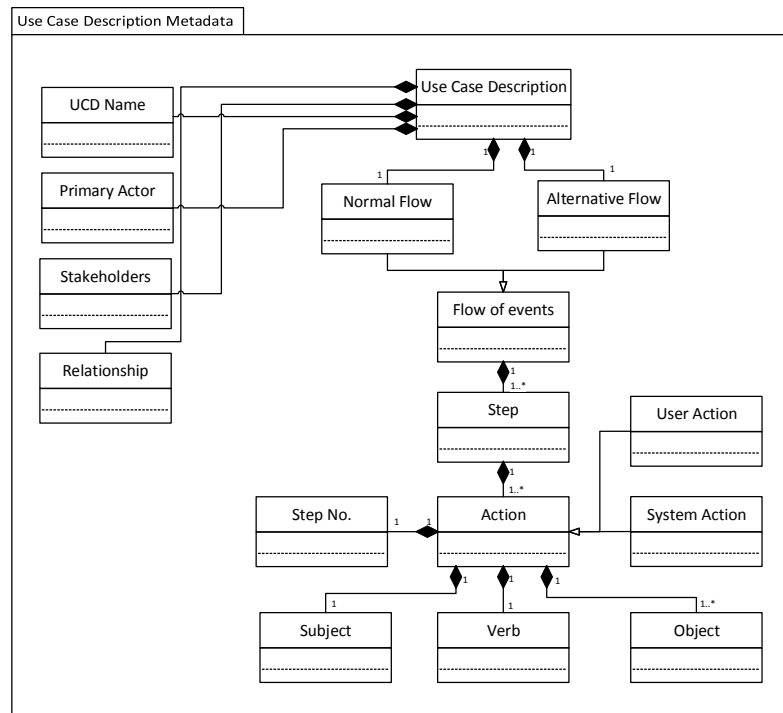
ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคส

ชื่อ	รายละเอียด		
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	- ชื่อยูสเคส		
ผู้กระทำหลัก (Primary Actor)	- ผู้ได้รับประโยชน์โดยตรงกับยูสเคส		
ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders)	- ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ		
ความสัมพันธ์ (Relationships)	- ความสัมพันธ์ของยูสเคส ประกอบด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับแอกเตอร์ ความสัมพันธ์แบบอินคลูด ความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เทนด และความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชันกับยูสเคสอื่น		
กระแสงานหลัก (Normal Flow) -กิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดการดำเนินงานของยูสเคส	การกระทำผู้ใช้หลัก (User Action) - การกระทำของผู้ใช้งานที่กระทำต่อระบบ	ประธาน (Subject)	- ประธานในประโยคการกระทำผู้ใช้หลัก
		กริยา (Verb)	- คำกริยาในประโยคการกระทำผู้ใช้หลัก
		กรรม (Object)	- กรรมในประโยคการกระทำผู้ใช้หลัก
	การกระทำระบบหลัก (System Action) - การกระทำของระบบที่ตอบสนองของผู้ใช้งาน	ประธาน (Subject)	- ประธานในประโยคการกระทำระบบหลัก
		กริยา (Verb)	- คำกริยาในประโยคการกระทำระบบหลัก
		กรรม (Object)	- กรรมในประโยคการกระทำระบบหลัก

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคส (ต่อ)

ชื่อ	รายละเอียด		
กระแสงาน ทางเลือก (Alternative Flow) -กิจกรรมทางเลือกที่ทำให้เกิดการดำเนินงานของยูสเคส	การกระทำผู้ใช้ ทางเลือก (User Action) - การกระทำของผู้ใช้งานที่กระทำต่อระบบ	ประธาน (Subject)	- ประธานในประโยคการกระทำผู้ใช้ทางเลือก
		กริยา (Verb)	- คำกริยาในประโยคการกระทำผู้ใช้ทางเลือก
		กรรม (Object)	- กรรมในประโยคการกระทำผู้ใช้ทางเลือก
	การกระทำระบบ ทางเลือก (System Action) - การกระทำของผู้ใช้งานที่กระทำต่อระบบ	ประธาน (Subject)	- ประธานในประโยคการกระทำระบบทางเลือก
		กริยา (Verb)	- คำกริยาในประโยคการกระทำระบบทางเลือก
		กรรม (Object)	- กรรมในประโยคการกระทำระบบทางเลือก

ซึ่งส่วนประกอบย่อยของข้อมูลภายในคำอธิบายยูสเคสสามารถอธิบายเป็นแผนภาพเมตาโมเดลที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยดังภาพที่ 2.3 โดยรูปแบบการเขียนและแสดงตัวอย่างของคำอธิบายยูสเคสดังตารางที่ 2.4



ภาพที่ 2.3 แผนภาพเมตาโมเดลของคำอธิบายยูสเคส

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างคำอธิบายยูสเคส

Use Case Name							
Primary Actor							
Stakeholders							
Relationships		Association:					
		Include:					
		Extend:					
		Generalization:					
Normal Flows							
User action				System action			
Step No.	Subject	Verb	Object	Step No.	Subject	Verb	Object

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างคำอธิบายยูสเคส (ต่อ)

Use Case Name							
Primary Actor							
Stakeholders							
Relationships				Association:			
				Include:			
				Extend:			
				Generalization:			
Alternative Flow							
User action				System action			
Step No.	Subject	Verb	Object	Step No.	Subject	Verb	Object

4) คำอธิบายคลาส (CRC Card)

คำอธิบายคลาสคือเอกสารบรรยายโครงสร้างข้อมูลปรากฏภายในระบบ บันทึกหน้าที่และการติดต่อกันระหว่างคลาสต่างๆ สำหรับรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับคลาส ดังตารางที่ 2.5 และตัวอย่างของการเขียนคำอธิบายคลาสเป็นตามตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 ส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายคลาส

ชื่อ	รายละเอียด		
ชื่อคลาส (Class Name)	- ชื่อคลาส		
ความรับผิดชอบ ของคลาส (Responsibilities)	- หน้าที่ของคลาสหรือการกระทำที่คลาสสามารถทำได้		
คลาสที่ทำงาน ร่วมกัน (Collaborators)	- รายละเอียดของคลาสที่ทำงานร่วมกัน		
ลักษณะประจำของ คลาส (Attribute) - แสดงถึงข้อมูลที่ถูกใช้ในระบบซึ่งจะนำไปสู่การบรรจุลงฐานข้อมูลต่อไป โดยรายละเอียดของลักษณะประจำของคลาสโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนประกอบ	ข้อมูลลักษณะประจำของคลาส (CRC Attribute) - เป็นข้อมูลที่ถูกใช้ในระบบ	ชื่อเอนทิตี (Entity Name)	- ชื่อลักษณะประจำ
		ชนิดข้อมูล (Data Type)	- ชนิดข้อมูลของลักษณะประจำ
		ขนาดเอนทิตี (Entity Size)	- ขนาดข้อมูลลักษณะประจำ
	ลักษณะประจำที่ใช้ นำเสนอข้อมูลส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (UI Design Attribute) - เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	ป้ายชื่อลักษณะ ประจำส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	- ชื่อลักษณะประจำที่ปรากฏเป็นข้อมูลบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้เช่น ชื่อพื้นที่ข้อความ (Text field) รับข้อมูลชื่อนามสกุล บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ เป็นต้น

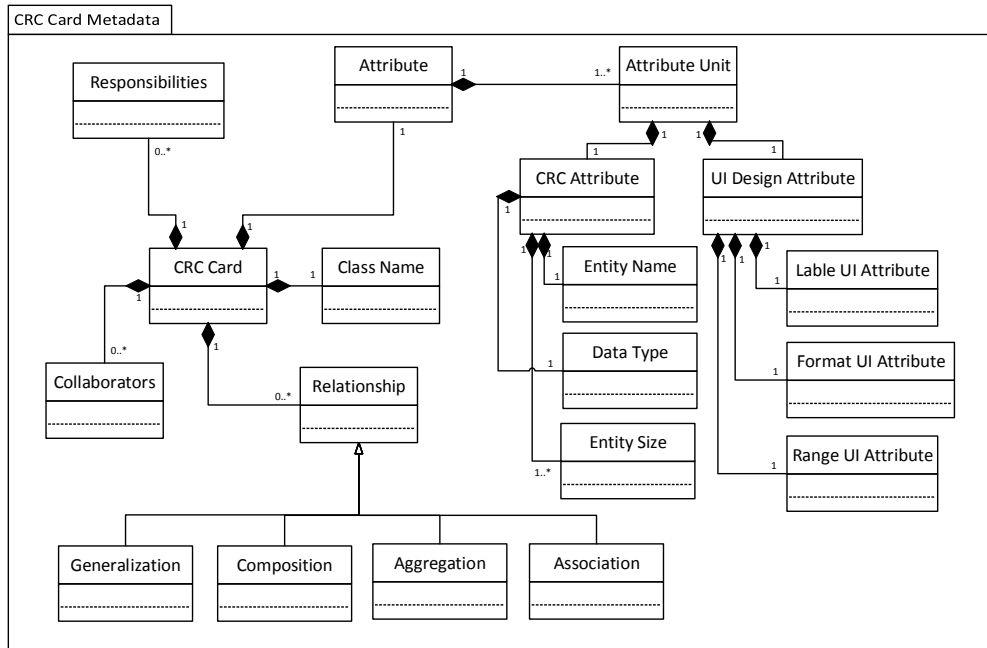
ตารางที่ 2.5 ส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายคลาส (ต่อ)

ชื่อ	รายละเอียด		
ลักษณะประจำของ คลาส (Attribute)	ลักษณะประจำที่ใช้ นำเสนอข้อมูลส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (UI Design Attribute) - เป็นข้อมูลที่ใช้แสดง บนส่วนต่อประสานผู้ใช้	รูปแบบลักษณะ ประจำส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute)	- รูปแบบการเก็บข้อมูล ของลักษณะประจำบน ส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น การกรอกข้อมูลที่มี รูปแบบ DD-MM-YYYY เป็นต้น
		ค่าขอบเขตพิสัย ของลักษณะ ประจำส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute)	- ขอบเขตของข้อมูล ลักษณะประจำที่สามารถ รับข้อมูลได้บนส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ เช่น ข้อมูล ตัวเลขของอายุกรอกไม่ เกิน 3 หลัก เป็นต้น
ความสัมพันธ์ของ คลาส (Relationship)	- ความสัมพันธ์ของคลาส ประกอบด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน และ ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันระหว่างคลาส		

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างของคำอธิบายคลาส

Type	Description					
Class Name						
Responsibilities						
Collaborators						
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
Relation	Generalization					
	Aggregation					
	Association					

ซึ่งส่วนประกอบย่อยภายในคำอธิบายคลาสสามารถอธิบายเป็นแผนภาพเมตาโมเดลที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยซึ่งปรากฏดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แผนภาพเมตาโมเดลของคำอธิบายคลาส

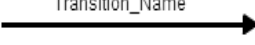
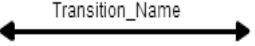
2.1.2. แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram)

แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน [11] เป็นเครื่องมือที่แสดงถึงผังหน้าจอ ฟอรัมและรายงานภายในระบบ ระบุถึงความสัมพันธ์ทรานซิชั่นที่แสดงการกระทำของผู้ใช้งานกระทำต่อคอมโพเนนท์เพื่อเปลี่ยนสถานะจากหน้าจอหนึ่งไปยังอีกหน้าจอหนึ่ง ปรากฏส่วนประกอบย่อยดังตารางที่ 2.7

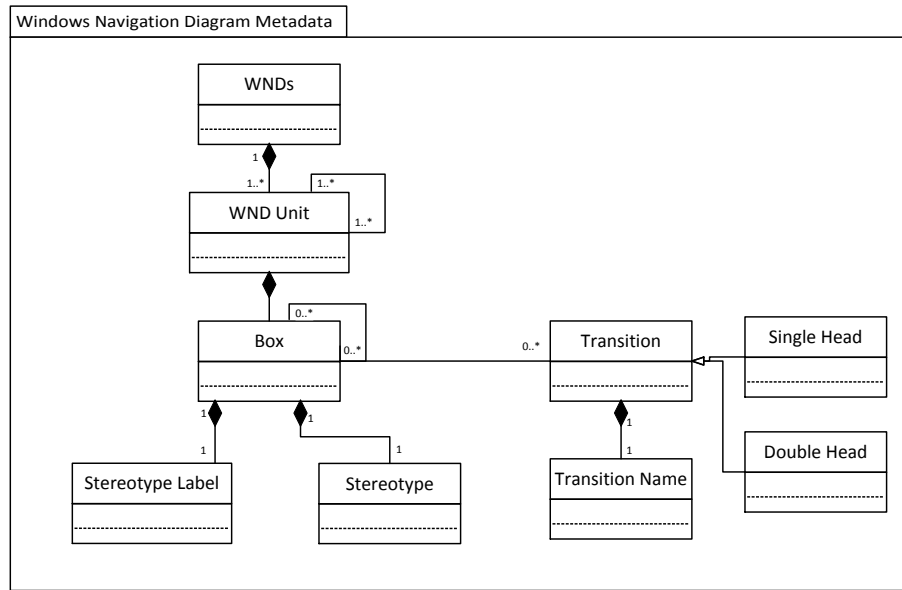
ตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	กล่อง (A box)	- ทำหน้าที่แทนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงกรอบ (Frame) หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้แบ่งเป็น 2 ประเภท 1. หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ทำหน้าที่แทนคอนเทนเนอร์ (Container)

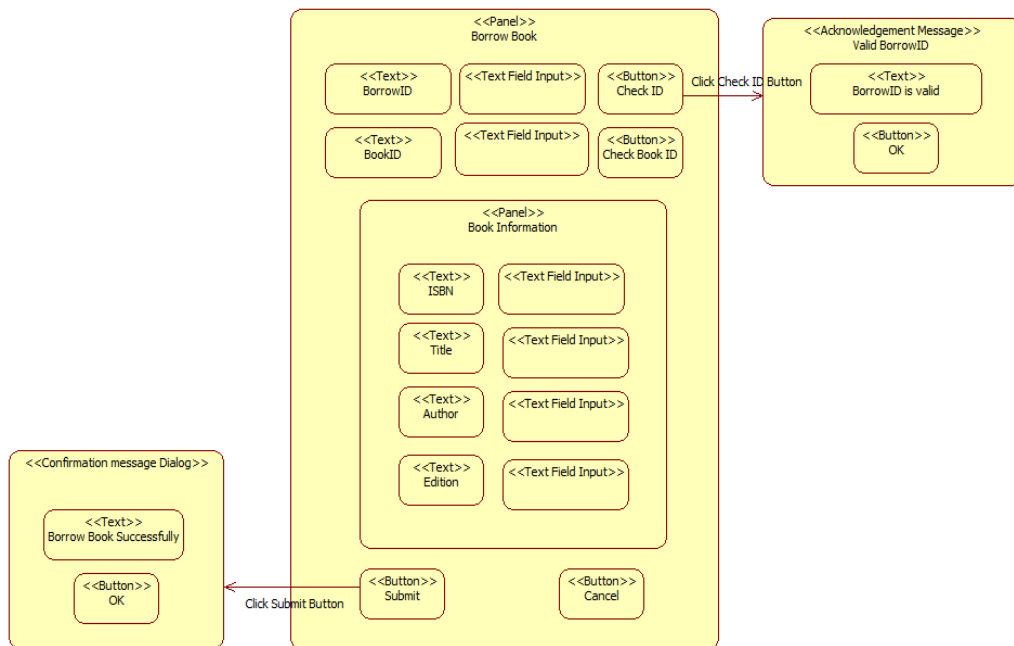
ตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	กล่อง (A Box)	2.กล่อง (Box) ทำหน้าที่แทนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Component)
<<Stereotype>>	สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	-ทำหน้าที่แทนประเภทของส่วนประกอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้ของกล่องบนแผนภาพ
Stereotype Label	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label)	-ป้ายชื่อแสดงของแต่ละองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้บนแผนภาพ
 Transition_Name	ความสัมพันธ์ทรานซิชันประเภททางเดียว (Single-headed)	-การเปลี่ยนสถานะไปยังหน้าจออื่นโดยที่ไม่คืนสถานะกลับมายังหน้าจอเดิม
 Transition_Name	ความสัมพันธ์ทรานซิชันประเภทสองทาง (Double-headed)	-การเปลี่ยนสถานะไปยังหน้าจออื่นโดยคืนสถานะมายังหน้าจอเดิม

ซึ่งส่วนประกอบย่อยภายในแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันสามารถอธิบายเป็นแผนภาพเชิงโครงสร้างที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยดังภาพที่ 2.5 และตัวอย่างของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันดังภาพที่ 2.6

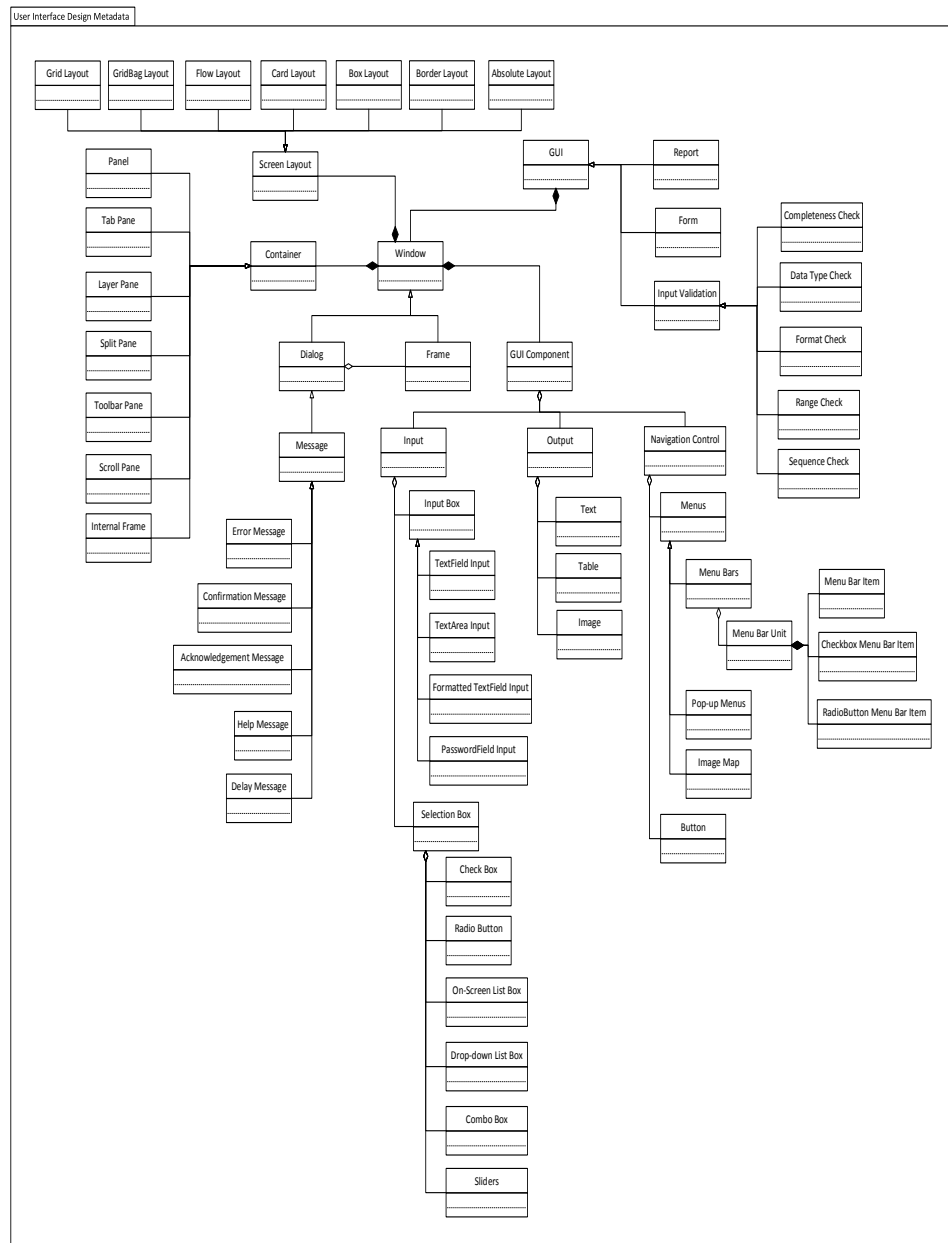


ภาพที่ 2.5 แผนภาพเมตาโมเดลของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน

โดยองค์ประกอบที่ปรากฏบนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันสามารถจำแนกประเภทได้ด้วย สเตอริโอไทป์ (Stereotypes) ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพเมตาโมเดล (Meta model) ของส่วน ต่อประสานผู้ใช้งานที่ 2.7 พร้อมคำอธิบายของเมตาโมเดลส่วนต่อประสานใน ตารางที่ 2.8



ภาพที่ 2.7 แผนภาพเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ [3, 10]

ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ประเภท	คำอธิบาย
ฟอร์ม (Form)	-การแสดงผลของหน้าจอในลักษณะของการนำเข้าสู่ข้อมูล
รายงาน (Report)	-การแสดงผลของหน้าจอในลักษณะของการส่งออกข้อมูล
การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลนำเข้า (Input Validation)	
การตรวจสอบความครบถ้วน (Completeness Check)	-การตรวจสอบถึงการนำเข้าสู่ข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด รวมถึงการตรวจสอบว่าเขตข้อมูลใดที่ผู้ใช้ไม่ได้ป้อนข้อมูล
การตรวจสอบชนิดข้อมูล (Data Type Check)	-การตรวจสอบชนิดของข้อมูลนำเข้าว่าตรงกับชนิดที่ระบุไว้หรือไม่เช่น เลขจำนวนเต็ม (Integer) ตัวอักษร (String) เป็นต้น
การตรวจสอบรูปแบบ (Format Check)	-การตรวจสอบรูปแบบของข้อมูลนำเข้าว่าตรงกับที่ระบุไว้หรือไม่เช่น รูปแบบของวันที่ (dd/mm/yyyy) เป็นต้น
การตรวจสอบพิสัย (Range Check)	-การตรวจสอบช่วงของข้อมูลนำเข้าซึ่งมีการกำหนดขอบเขตค่าที่น้อยที่สุดและค่าที่มากที่สุด
การตรวจสอบแบบเรียงลำดับ (Sequence Check)	-การตรวจสอบว่าข้อมูลนำเข้า มีการเรียงลำดับถูกต้องหรือไม่
หน้าต่าง (Window)	
กรอบ (Frame)	-กรอบที่ใช้สร้างหน้าต่างฟอร์มหลักของซอฟต์แวร์
คำโต้ตอบ (Dialog)	-หน้าต่างแบบคำโต้ตอบซึ่งจะทำหน้าที่เป็นฟอร์มย่อยที่ถูกเปิดจากกรอบ (Frame)
สาร (Message)	
สารข้อผิดพลาด (Error Message)	-สารแจ้งเตือนผู้ใช้ว่ากระทำบางอย่างซึ่งระบบไม่สามารถตอบสนองได้
สารการยืนยัน (Confirmation Message)	-สารแสดงคำถามเพื่อยืนยันความต้องการของผู้ใช้ที่จะดำเนินการกระทำที่ได้ทำการเลือกไว้

ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
สารการตอบรับ (Acknowledgement Message)	-สารการแจ้งผู้ใช้ถึงการดำเนินการของระบบที่ได้กระทำ ตามที่ผู้ใช้ส่งคำร้องขอ
สารการหน่วง (Delay Message)	-สารการแจ้งผู้ใช้ถึงการทำงาน of ระบบ
สารคำอธิบายช่วยเหลือ (Help Message)	-สารการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบและส่วนประกอบของระบบ
คอนเทนเนอร์ (Container)	
แผง (Panel)	-เป็นคอนเทนเนอร์ (Container) สำหรับจัดการกลุ่มขององค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผลและนำไปใช้งาน
กรอบภายใน (Internal Frame)	-เป็นคอนเทนเนอร์ (Container) สำหรับหน้าจอที่แสดงเหมือน เดสก์ท็อปซึ่งภายในหน้าต่างนี้จะมีกรอบย่อยหลายๆกรอบ แสดงการทำงานที่แตกต่างกันออกไป
เลย์เออร์เพน (Layer Pane)	-เป็นคอนเทนเนอร์ (Container) สำหรับสร้างการวางผัง (Layout) ซึ่งจะควบคุมหลายๆชั้น (Layer) แสดงทับซ้อนกัน
แท็บเพน (Tab Pane)	-เป็นคอนเทนเนอร์ (Container) สำหรับสร้างแท็บเพนและ ภายในแต่ละแถบก็สามารถประกอบด้วยการวางผัง (Layout) อีกหลายๆผัง ด้วยการใส่แผง (Panel) มาแสดงผลในแต่ละ แถบ (Tab) ได้
สปลิตเพน (Split Pane)	-เป็นคอนเทนเนอร์ (Container) สำหรับสร้างขอบควบคุมการ แสดงผลระหว่างองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ 2 ตัว โดย สามารถย่อ ขยายและเลื่อนซ้าย-ขวา ระหว่าง 2 ตัวควบคุมได้

ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
คอนเทนเนอร์ (Container)	
ทูลบาร์เพน (Toolbar Pane)	-เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้างแถบเครื่องมือบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้
สโครลเพน (Scroll Pane)	-เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้าง-แถบเลื่อนกับองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
ผังหน้าจอ (Screen Layout)	
การวางผังแบบสัมบูรณ์ (Absolute Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยอ้างอิงแกน X และแกน Y ซึ่งทำให้จัดวางองค์ประกอบได้อย่างอิสระในกรอบ (Frame) หรือแผง (Panel) สามารถมีได้หลายๆ การวางผัง (Layout)
การวางผังแบบกรอบ (Border Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่กำหนดตำแหน่งแบบแน่นอนคือประกอบด้วยด้านบน (NORTH) ,ด้านล่าง (SOUTH) ,ด้านขวา(EAST) ,ด้านซ้าย (WEST) และตรงกลาง (CENTER)
การวางผังแบบกล่อง (Box Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบกล่องซึ่งสามารถจัดเรียงได้ในแนวตั้งหรือแกน X และแนวนอนหรือแกน Y เรียงลำดับกันไป
การวางผังแบบบัตร (Card Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบหลายผังที่ทับซ้อนกันและสามารถสลับการแสดงผลแต่ละผังกลับไปกลับมาได้
การวางผังแบบการไหล (Flow Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบเรียงลำดับเช่น 1,2,3,4,5 ในรูปแบบของการไหลการทำงานซึ่งอาจจะเรียงจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้าย

ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
การวางผังแบบกริด (Grid Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้แบบกริดที่เป็นรูปแบบตารางมีแถวและ หลักที่แน่นอนโดยสามารถนำองค์ประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ไปวางในตำแหน่งเซลล์ของกริดและ องค์ประกอบจะถูกปรับขนาดให้เท่ากับช่องตารางกริด
การวางผังแบบกริดแบ็ก (Grid Bag Layout)	-การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้แบบกริดที่เป็นตารางสำหรับการจัดวาง องค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยไม่จำเป็นต้องมีความ สูงและความกว้างมีขนาดเท่ากับช่องตารางกริดซึ่งแต่ละ เซลล์ตารางจะถูกปรับขนาดให้เท่ากับองค์ประกอบส่วน ต่อประสานผู้ใช้
กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component)	
การนำเข้า (Input)	
กล่องนำเข้า (Input Box)	
เขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความ (Text Field Input)	-การนำเข้าข้อมูลแบบข้อความสตริง (String) ซึ่งจะเป็น กล่องสี่เหลี่ยมสำหรับการกรอกข้อมูลแบบข้อความ
พื้นที่ข้อมูลนำเข้าแบบข้อความ (Text Area Input)	-การนำเข้าข้อมูลแบบข้อความที่รองรับรูปแบบข้อความ ที่มีหลายบรรทัด ปริมาณมากและสามารถกำหนดความ กว้างและยาวของกล่องรับข้อมูล
เขตข้อมูลนำเข้าแบบกำหนด รูปแบบข้อความ (Formatted Text Field Input)	-การนำเข้าข้อมูลแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Format) ของข้อมูลนำเข้าต่างๆ เช่น รูปแบบข้อมูลแบบวันที่ (Date Format) รูปแบบข้อมูลตัวเลข (Number Format) เป็นต้น

ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

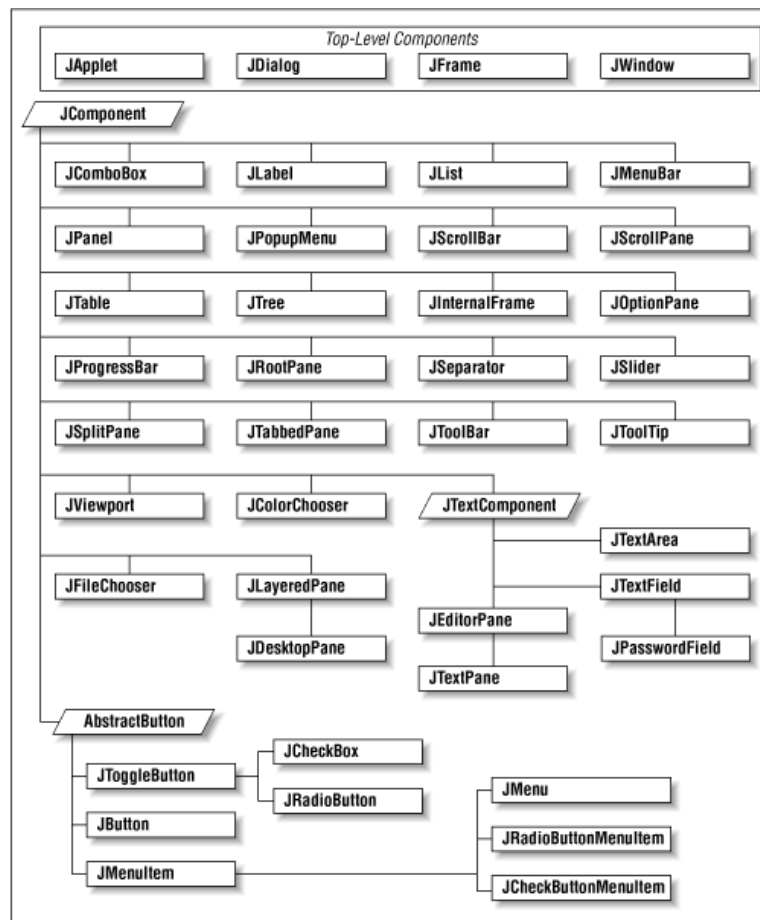
ประเภท	คำอธิบาย
เขตข้อมูลนำเข้าแบบรหัสผ่าน (Password Field Input)	-การนำเข้าข้อมูลรูปแบบของรหัสผ่าน (Password) ซึ่ง จะแสดงเป็นเครื่องหมายรหัสแทนการแสดงรหัสผ่านที่ แท้จริง
กล่องตัวเลือก (Selection Box)	
กล่องเลือก (Check Boxes)	-รายการทั้งหมดของตัวเลือก โดยแต่ละรายการจะมี กล่องสี่เหลี่ยมวางด้านหน้ารายการ
เรดิโอบอกซ์ (Radio Box)	-รายการที่เป็นทางเลือกพิเศษทั้งหมดของตัวเลือก โดย แต่ละรายการจะมีวงกลมวางด้านหน้ารายการ
ออนสกรีนลิสต์บอกซ์ (On-screen List Boxes)	-รายการของตัวเลือกภายในกล่อง
ดรอปดาวน์ลิสต์บอกซ์ (Drop-down List Boxes)	-รายการที่สามารถเลื่อนลงเพื่อแสดงรายการตัวเลือก อื่นๆที่ซ่อนอยู่ในหนึ่งรายการ
คอมโบบอกซ์ (Combo Boxes)	-รายการแบบเลื่อนลงที่อนุญาตให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลนำเข้า เพื่อเลือกรายการที่แสดงอยู่แล้วได้
สไลเดอร์ (Sliders)	-มาตราส่วนเชิงกราฟิกที่มีตัวชี้เลื่อนสำหรับเลือกตัวเลข
การนำออก (Output)	
ข้อความ (Text)	-การแสดงผลบนหน้าจอด้วยรูปแบบของข้อความ
ตาราง (Table)	-การแสดงผลบนหน้าจอด้วยรูปแบบของตาราง
รูปภาพ (Image)	-การแสดงผลบนหน้าจอด้วยรูปแบบของรูปภาพกราฟิก

ตารางที่ 2.8 คำอธิบายเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
ส่วนควบคุมนำทาง (Navigation Control)	
ปุ่ม (button)	-จุดเชื่อมโยงที่มีลักษณะเป็นปุ่มซึ่งสามารถกดแล้วเชื่อมโยงไปยังหน้าจออื่นได้
เมนู (Menus)	
แถบเมนู (Menu Bars)	-รายการเลือกแสดงคำสั่งที่ปรากฏอยู่ส่วนแรกสุดบนของหน้าจอ ซึ่งจะอยู่บนหน้าจอให้เห็นตลอดเวลา โดยทำหน้าที่สร้างปุ่มและแถบเมนู
หน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit)	-เมนูหลักที่แสดงบนพื้นของเมนูแถบเมนู ซึ่งเป็นพื้นสำหรับบรรจุแถบเมนูย่อย
แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	-เมนูย่อยของแต่ละหน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit) ซึ่งแต่ละแถบเมนูย่อยสามารถบรรจุเมนูย่อยลงไปได้อีก
แถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item)	-เมนูย่อยของแต่ละหน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit) แบบกล่องเลือก สามารถตรวจสอบว่ามีการคลิกเลือกหรือไม่
แถบเมนูย่อยแบบปุ่มเรดิโอ (Radio Button Menu Bar Item)	-เมนูย่อยของแต่ละหน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit) แบบปุ่มรูปแบบเรดิโอซึ่งจะต้องทำการจัดกลุ่มเพื่อให้เลือกได้เพียงหนึ่งรายการเท่านั้น โดยจะมีการตรวจสอบว่ามีการเลือกไอเท็มหรือเมนูย่อยนั้นหรือไม่
เมนูแบบผุดขึ้น (Pop-up Menus)	-เมนูแสดงคำสั่งเมื่อผู้ใช้กดเลือกวัตถุใดๆในจอภาพ คำสั่งหรือคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับวัตถุนั้นจะถูกแสดงออกมา
แผนที่รูปภาพ (Image Map)	-รูปภาพเชิงกราฟิกที่ปรากฏอยู่บางพื้นที่ ซึ่งเชื่อมโยงไปยังการกระทำหรือเมนูอื่น

2.1.3. คลังโปรแกรมจาวาสวิง (Java Swing Library)

คลังโปรแกรมจาวาสวิง (Java Swing Library) [10] ซึ่งเป็นส่วนโปรแกรมชุดหนึ่งของภาษาจาวา เพื่อใช้สำหรับสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกผู้ใช้ โดยเป็นส่วนหนึ่งในคลาสพื้นฐานของภาษาจาวา (Java Foundation Classes: JFC) ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆที่ใช้ในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ ได้แก่ ปุ่ม รูปภาพ ตัวอักษร ฯลฯ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวาเท่านั้น โครงสร้างลำดับชั้นของคอมโพเนนต์แสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างลำดับชั้นของจาวาสวิงคอมโพเนนต์ [10]

2.1.4. มาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติเกี่ยวกับข้อกำหนดความต้องการ ในหัวข้อคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องการ (IEEE830 Recommended Practice for Software Requirements Specification: Characteristics of a Good Software Requirements Specification)

คุณลักษณะความต้องกันของเอกสารการออกแบบ ภายในงานวิจัยนี้ได้้นำคุณลักษณะความต้องกันที่บรรจุไว้ในมาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 [7] มาประยุกต์ใช้ โดยมาตรฐานดังกล่าวระบุถึงข้อเสนอแนะในการปฏิบัติเกี่ยวกับข้อกำหนดความต้องการ ซึ่งในหัวข้อคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องการเพื่อให้เอกสารข้อกำหนดความต้องการมีคุณภาพที่ดี ได้นิยามคุณลักษณะความต้องกันไว้ โดยผู้วิจัยมีแนวคิดว่าการข้อกำหนดความต้องการ ได้รับการสร้างอย่างมีคุณภาพที่ดีตามคุณลักษณะของมาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 ย่อมนำไปสู่การมีเอกสารการออกแบบที่ดีด้วย จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนการนำคุณลักษณะความต้องกันภายในคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องการ มาประยุกต์ใช้กับเอกสารการออกแบบ โดยคุณลักษณะความต้องกันที่ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นไปตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 นิยามคุณลักษณะความต้องกันของไอทีริปเปิ้ลอี 830 พร้อมตัวอย่างการประยุกต์ใช้

คุณลักษณะ	นิยามตามไอทีริปเปิ้ลอี 830	ตัวอย่างกฎการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
1. ความต้องกัน (Consistent)	ข้อกำหนดความต้องการจะมีความต้องกัน ถ้าไม่ปรากฏความขัดแย้งดังต่อไปนี้ 1.1) ความขัดแย้งของคุณลักษณะของวัตถุจริง เช่น ในความต้องการหนึ่งปรากฏสถานะของสีของไฟเป็นสีเขียว แต่ความต้องการอื่นแสดงสถานะเป็นสีฟ้าเป็นต้น	1) ความขัดแย้งความสัมพันธ์ของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคสที่ชื่อ Borrow book ที่บังคับเรียกไปยังกรอบ (Frame) ที่มีชื่อยูสเคสที่ถูกใช้มีชื่อ Bill Payment ภายในหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) แต่ส่วนต่อประสานผู้ใช้ไม่ปรากฏการบังคับเรียกใช้งานจากกรอบ Borrow Book ไปยังกรอบ Bill Payment

ตารางที่ 2.9 นิยามคุณลักษณะความต้องกันของไอทริปเปิ้ลอี 830 พร้อมตัวอย่างการประยุกต์ใช้

คุณลักษณะ	นิยามตามไอทริปเปิ้ลอี 830	ตัวอย่างกฎการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
1. ความต้องกัน (Consistent)	<p>1.2) ความขัดแย้งของตรรกะ(Logic) หรือข้อกำหนด (Temporal) เช่น ในความต้องการหนึ่งปรากฏการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ระบุว่า ผลลัพธ์ของตัวแปร A จะได้จากผลต่างระหว่างตัวแปร B และตัวแปร C ($A = B - C$) แต่ในอีกความต้องการหนึ่งปรากฏการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นผลลัพธ์ตัวแปร A ได้มาจากผลหารระหว่างตัวแปร B และตัวแปร C ($A=B/C$)</p>	<p>1) ความขัดแย้งของการเรียกใช้งานของคำอธิบายยูสเคสและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น คำอธิบายยูสเคสระบุลำดับการกระทำของการยืมหนังสือโดยจะต้องป้อนข้อมูล Book ID ผ่านกล่องนำเข้าข้อมูลข้อความ (Text Field Input) แล้วจึงกดปุ่ม (Button) ชื่อ Check BookID ก่อนจะทำการยืมหนังสือจากห้องสมุดเสมอ โดยลำดับดังกล่าวปรากฏเป็นลำดับของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน (WND Box) แต่ไม่ปรากฏลำดับการป้อนข้อมูล Book ID ผ่านกล่องข้อมูลนำเข้าแล้วทำการกดปุ่ม Check BookID เพื่อตรวจสอบรหัสหนังสือก่อนการยืมบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>
	<p>ข้อกำหนดความต้องการจะมีความต้องกัน ถ้าไม่ปรากฏความขัดแย้งดังต่อไปนี้</p> <p>1.3) ความขัดแย้งของค่านิยามของวัตถุในความต้องการ 2 ความต้องการหรือมากกว่าเช่น ค่านิยามของข้อมูลนำเข้าของความต้องการ A เรียกว่า “Prompt” แต่ในความต้องการ B เรียกว่า “Cue” เป็นต้น</p>	<p>1) ความขัดแย้งของค่านิยามของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ชื่อยูสเคส (Use Case) คำอธิบายยูสเคส (UCD Name) และชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันระบุชื่อ Borrow Book แต่ไม่ปรากฏเป็นป้ายชื่อของแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) ที่มีชื่อ Borrow Book บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ เป็นต้น</p>

ตารางที่ 2.9 นิยามคุณลักษณะความต้องกันของไอทริปเปิ้ลอี 830 พร้อมตัวอย่างการประยุกต์ใช้

คุณลักษณะ	นิยามตามไอทริปเปิ้ลอี 830	ตัวอย่างกฎการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
1. ความต้องกัน (Consistent)	<p>1.3) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุในความต้องการ 2 ความต้องการหรือมากกว่าเช่น คำนิยามของข้อมูลนำเข้าของความต้องการ A เรียกว่า “Prompt” แต่ในความต้องการ B เรียกว่า “Cue” เป็นต้น</p>	<p>2) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ชนิดข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) ปรากฏชนิดข้อมูลของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันได้ระบุเป็น int แต่ชนิดข้อมูลของกล่องข้อมูลนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้กลับแสดงเป็น float เป็นต้น</p> <p>3) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันระบุเตอร์ไอทีเป็นกรอบ (Frame) ที่ชื่อ View Book แต่ไม่ปรากฏเป็นกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อ View Book เป็นต้น</p> <p>4) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เช่น ชื่อแอกเตอร์ (Actor) บนแผนภาพยูสเคส ชื่อแอกเตอร์หลัก (Primary Actor) ของคำอธิบายยูสเคส ชื่อของแผนภาพคลาสและคำอธิบายคลาส (Class Name) ชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันระบุชื่อ Doctor แต่ป้ายชื่อของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏเป็น Therapist ทำให้เกิดความขัดแย้ง เป็นต้น</p>

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1. แบบจำลองและเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยอัตโนมัติด้วยยูสเคสและแบบจำลองข้อมูล (Model and software tool for automatic generation of user interface based on use case and data model)[12]

งานวิจัย[12]มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแบบจำลองของข้อกำหนดความต้องการซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติ ผู้ประพันธ์นำเสนอถึงปัญหาในการระบุข้อกำหนดความต้องการที่มักเกิดข้อผิดพลาด นำไปสู่การขาดข้อมูลที่สำคัญในขั้นตอนการออกแบบระบบ ซึ่งส่งผลต่อขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ไม่สามารถสร้างระบบซอฟต์แวร์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นหนึ่งในข้อกำหนดความต้องการที่มักไม่ถูกระบุถึงลักษณะรูปร่าง ส่วนของเนื้อหา ประเภทของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ ในขณะที่แบบจำลองยูสเคสได้ทำการอธิบายการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไป มีเป้าหมายให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ จึงทำให้เกิดแนวคิดในการสร้างข้อกำหนดความต้องการผู้ใช้ด้วยแบบจำลองยูสเคส แบบจำลองข้อมูลที่มีรายละเอียดที่จำเป็นต่อการใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของซอฟต์แวร์สร้างรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติต่อไป โดยทำการพิจารณาถึงความสัมพันธ์กันของข้อกำหนดความต้องการผู้ใช้ประกอบด้วยแบบจำลองยูสเคส แบบจำลองข้อมูลกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ข้อกำหนดความต้องการผู้ใช้ ผู้ประพันธ์เลือกเทคนิคด้วยการใช้แบบจำลองสำหรับเก็บข้อมูลซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองยูสเคสและแบบจำลองข้อมูล แบบจำลองยูสเคสในรูปแบบคำอธิบายยูสเคสระบุกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ โดยมักจะมีโครงสร้างของรูปประโยคเป็นคำนามแทนประธาน คำกริยาแทนการกระทำที่จะต้องดำเนินการ ตามด้วยคำนามแทนวัตถุหรือส่วนประกอบที่ถูกกระทำ โดยความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองยูสเคสกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ระบุได้ 2 ความสัมพันธ์ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์ของขั้นตอนที่มีผู้ใช้งานเป็นผู้เริ่มกระทำบนคำอธิบายยูสเคสกับลำดับในการจัดวางของส่วนต่อประสานผู้ใช้

2. ความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับขั้นตอนการกระทำของผู้ใช้งาน คำอธิบายยูสเคส จะมีการกำหนดค่าสวงวนของการกระทำที่เป็นคำกริยาระบุการกระทำซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับชนิดของส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกที่ถูกกำหนดไว้ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 แบบชนิดการกระทำที่สัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ [12]

แบบชนิดการกระทำ (Action type)	แบบชนิดส่วนประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (Graphical component type)
ส่วนนำเข้า (input)	เขตข้อมูลข้อความ (Text Field) เขตข้อมูลตรวจสอบ (Check Field) เขตข้อมูลนำเข้าวันที่ (Date Entry Field) ตาราง (Table)
ส่วนการเลือก (Selection)	ดรอปดาวลิสต์บอกซ์ (Drop down list) ตาราง (Table) ปุ่มรูปแบบเรดิโอ (Radio Button) รายการ (List) รายการรูปแบบต้นไม้ (Tree)
ส่วนการส่งคำร้องขอข้อมูลไปยังระบบ (Sending request and information to the system)	ปุ่ม (Button) รายการเลือก (Menu) หรือ รายการเลือกนำเข้าเหตุการณ์ตามที่ส่วนประกอบกำหนดไว้ (Menu entry event defined for a component)

ในส่วนแบบจำลองข้อมูลนำเสนอในรูปแบบแผนภาพคลาส พิจารณาลักษณะประจำทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่สำคัญของผู้ใช้ ซึ่งจะมีบางลักษณะประจำที่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยชนิดลักษณะประจำจะเป็นตัวแปรที่จะกำหนดว่าควรเลือกคอมโพเนนต์ชนิดใดเช่น ลักษณะประจำเป็นตัวแปรบูลีนควรใช้กล่องเลือก (Check Box) หรือกล่องคอมโบ (Combo Box) เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์การนำข้อมูลไปแสดง และส่วนสุดท้ายคือเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ซึ่งผู้ประพันธ์ระบุความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มและแบบกลุ่มต่อหนึ่ง โดยความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มซึ่งในส่วนด้านจำนวนที่หนึ่งจะทำหน้าที่เป็นแม่ ในมุมมองส่วนต่อประสานผู้ใช้จะเป็นส่วนประกอบย่อยฟอร์มหลัก (Form) ส่วนด้านที่มีจำนวนกลุ่มจะทำหน้าที่เป็นลูกซึ่งจะเป็นส่วนประกอบย่อยฟอร์มย่อยในกรณีแบบกลุ่มต่อหนึ่ง ส่วนด้านจำนวนที่หนึ่งมักจะแสดงเป็นส่วนประกอบย่อยชนิดตัวเลือกเช่นกล่องคอมโบ (Combo Box) หรือตาราง (Table)

และด้านจำนวนกลุ่มจะเป็นข้อมูลในส่วนประกอบย่อยข้างต้น การระบุส่วนต่อประสานผู้ใช้ผู้ประพันธ์ได้ทำการวิเคราะห์จากระบบงานจริงของหน่วยงานของกระทรวงการจัดการวิทยาศาสตร์ของประเทศเซอร์เบีย โดยแบ่งเป็นแผนแบบ (Template) ที่มีส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ 12 ประเภท แบ่งแผนแบบ 5 ชนิดประกอบด้วย

1. ฟอร์มเขตข้อมูล (Field/Form) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้หลักชนิดเขตข้อมูลข้อความ (Text Field) กล่องเลือก (Check Box) ปุ่ม (Button) รวมถึงส่วนประกอบย่อยที่เป็นทางเลือกเพิ่มเติมประกอบด้วยเขตข้อมูลนำเข้าวันที่ (Date Entry Field) และกล่องเลือก (Check Box)

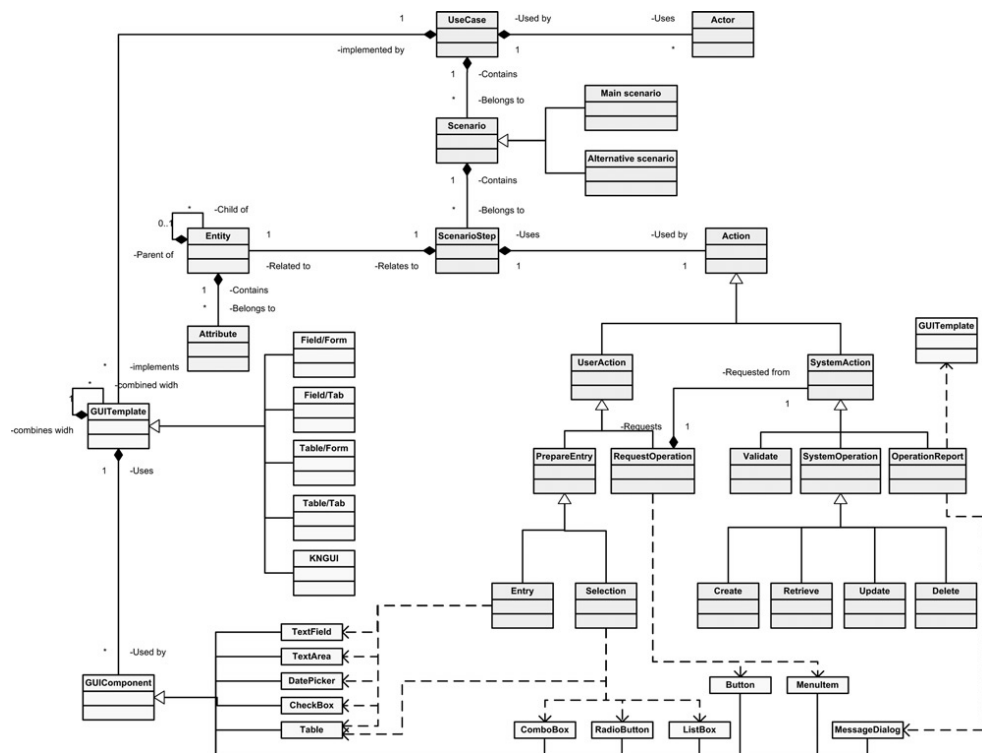
2. เขตข้อมูลแบบแถบ (Field/Tab) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ชนิดแท็บเพน (Tabbed-Pane) ที่บรรจุส่วนประกอบย่อยเขตข้อมูลข้อความ (Text Field) กล่องเลือก (Check Box) ปุ่ม (Button) ไว้ภายในเขตข้อมูลแบบแถบ

3. ตารางฟอร์ม (Table/Form) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ชนิดตาราง (Table) เก็บข้อมูลรูปแบบตาราง

4. ตารางแบบแถบ (Table/Tab) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ชนิดตาราง (Table) ที่บรรจุไว้ในแท็บเพน (Tabbed-Pane) เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลตารางหลายข้อมูลให้อยู่ในฟอร์มเดียวกัน

5. KKGUI ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ประยุกต์ใช้จากส่วนประกอบย่อยของจาวาสวิง โดยจะแสดงส่วนประกอบย่อยชนิดตาราง (Table) มุ่งเน้นไปยังการรับเข้าและแสดงออกข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล รวมถึงการดำเนินการเพื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ตารางแล้วส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปยังฐานข้อมูล

เมื่อได้ทำการศึกษาส่วนประกอบในส่วนของแบบจำลองและส่วนต่อประสานผู้ใช้แล้วจึงทำการสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองยูสเคส แบบจำลองข้อมูลและส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างภาพที่ 2.9 แล้วนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าของเครื่องมือสร้างรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไป



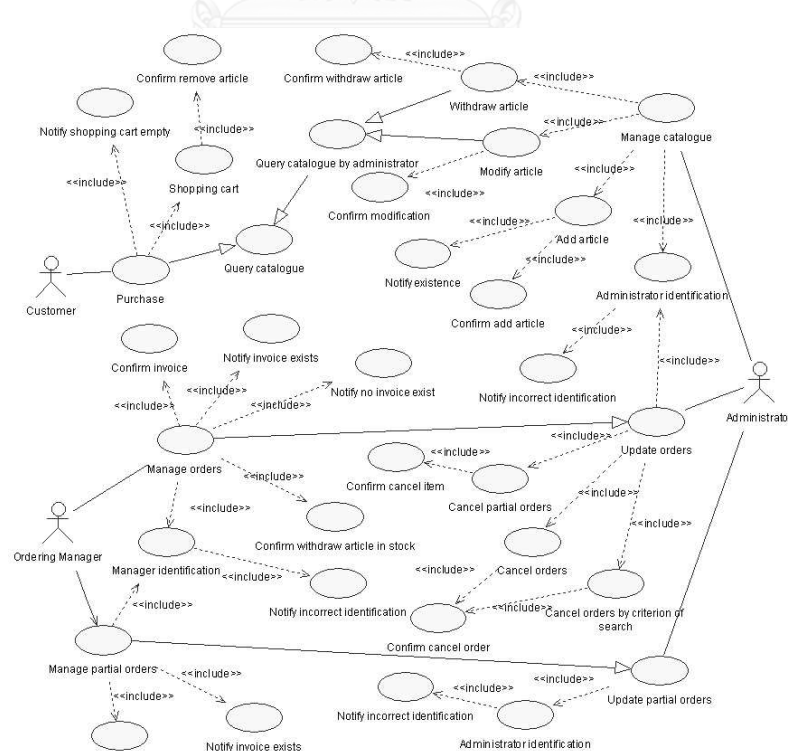
ภาพที่ 2.9 เมตาโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แบบจำลองข้อมูลกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ [12]

สิ่งที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยคือวิธีการร้อยเรียงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแบบจำลองยูสเคสแบบจำลองข้อมูลและกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งข้อมูลจะถูกนำมาร้อยเรียงสร้างความสัมพันธ์นำไปสู่แนวคิดในการทำการศึกษาร้อยเรียงส่วนประกอบที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ การออกแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์กับส่วนต่อประสานเพื่อสร้างกฎสำหรับการทวนสอบต่อไป อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ [12] ผู้วิจัยได้ทำการเสนอแนวทางพัฒนาในงานต่อไปประกอบด้วย 4 ข้อ 1. ทำการทดสอบเมตาโมเดลที่สร้างขึ้นกับหลายเทคโนโลยีและแพลตฟอร์มเช่น เดสก์ท็อป และเว็บแอปพลิเคชัน 2. ปรับปรุงเมตาโมเดลและตัวสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติ (Generator) ให้เหมาะสมกับสถาปัตยกรรมของแต่ละโปรแกรมประยุกต์ 3. เพิ่มประสิทธิภาพให้กับแบบจำลองเท่าที่ทำได้เพื่อกฎการตรวจสอบที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น 4. สร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ในการนำเมตาโมเดลไปปรับใช้กับส่วนต่อประสาน ซึ่งในสิ่งที่เสนอในข้อ 3 สนับสนุนแนวคิดของการตรวจสอบแบบจำลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพซึ่งส่งผลต่อการสนับสนุนในงานวิจัยนี้ที่จะทำการสร้างกฎสำหรับการทวนสอบความต้องกันระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์

2.2.2. การออกแบบองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกจากยูเอ็มแอลยูสเคส (Designing GUI components from UML use cases)[13]

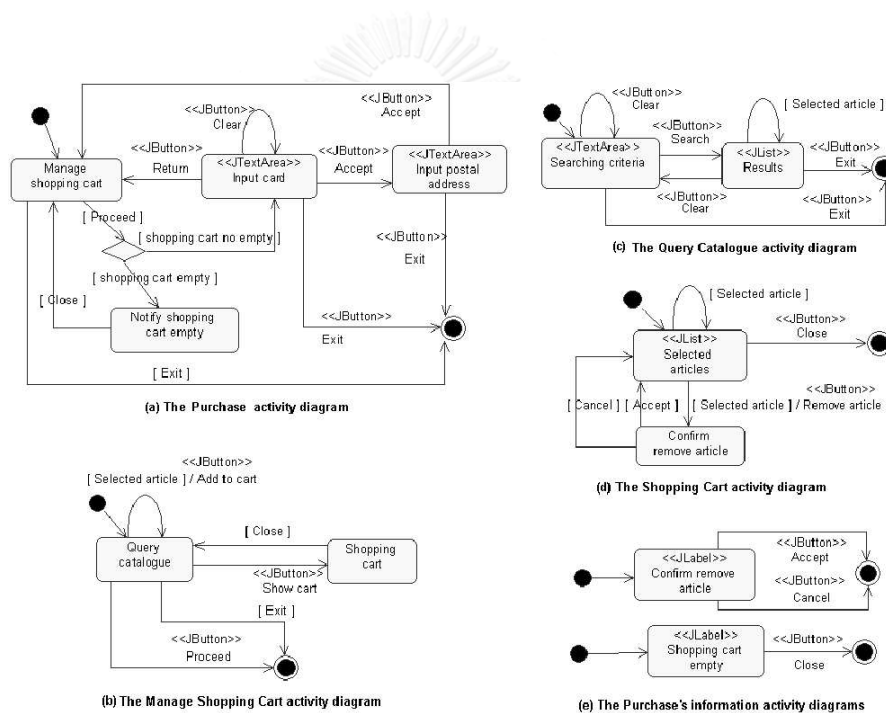
งานวิจัย [13] มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกจากแบบจำลองยูสเคสและแผนภาพลำดับ ซึ่งทั้งสองแบบจำลองถูกออกแบบให้สอดคล้องกับการสร้างต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก มีการสร้างกฎสำหรับการออกแบบหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กับแบบจำลองยูสเคสและแผนภาพลำดับ โดยตัวอย่างของกฎของการออกแบบเช่น 1. ผู้กระทำ(Actor) ในแผนภาพยูสเคสจะเป็นแอปเพล็ต (Applet) หรือกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ 2. ความสัมพันธ์แบบรวม (Include) ระหว่างสองยูสเคสประกอบด้วยยูสเคส u และ w มีความสัมพันธ์โดยที่กรอบ (Frame) หรือแอปเพล็ตย่อย (Sub applet) ของยูสเคส w จะถูกเรียกใช้โดยกรอบ (Frame) หรือฝั่งแอปเพล็ตย่อยไว้บนกรอบ (Frame) ของยูสเคส u เป็นต้น โดยขั้นตอนของการนำวิธีการนี้ไปใช้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยใช้กรณีศึกษาของระบบสั่งซื้อหนังสือทางอินเทอร์เน็ต

1. สร้างแผนภาพยูสเคสซึ่งระบุฟังก์ชันงานของระบบประกอบด้วย ผู้กระทำ (Actor) และยูสเคส พร้อมกับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจะทำการพิจารณาเพียงความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนประกอบ (<<include>>) ความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่อง (Association) และความสัมพันธ์แบบรับทอด (generalization) ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แผนภาพยูสเคสแสดงระบบสั่งซื้อสินค้าหนังสือทางอินเทอร์เน็ต [13]

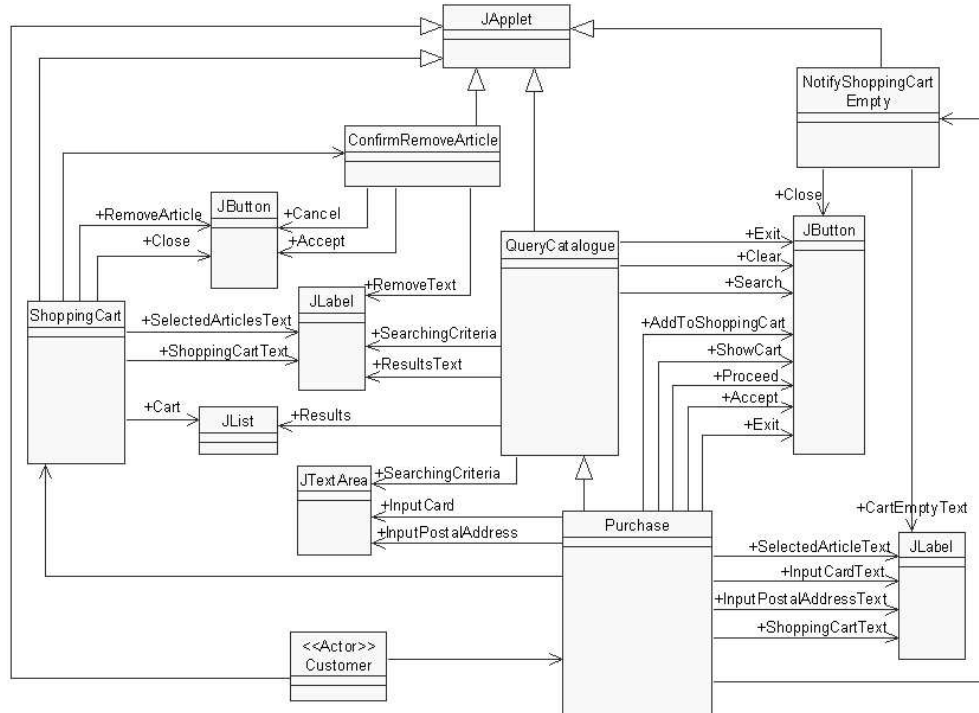
2. ทำการอธิบายแต่ละแผนภาพยูสเคสด้วยแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ซึ่งจะแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน (User) กับระบบ (System) โดยเพิ่มรายละเอียดประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ 1.สถานะ (State) กำกับด้วยสเตอริโอไทป์ (Stereotype) แทนคอมโพเนนท์ที่ใช้แสดงส่วนรับเข้า นำออกบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก 2.ส่วนของการส่งผ่าน (Transition) เป็นเส้นเชื่อมระหว่างแผนภาพกิจกรรมที่แสดงถึงการเปลี่ยนสถานะซึ่งจะทำการกำหนดป้ายชื่อโดยสามารถระบุสเตอริโอไทป์กำกับพร้อมป้ายชื่อหรือเพียงใส่เงื่อนไขโดยไม่ต้องกำหนดสเตอริโอไทป์ไว้ก็ได้ 3.ส่วนของเงื่อนไข (Condition) เป็นส่วนแสดงทางเลือกในการตัดสินใจของผู้ใช้หรือตรรกะทางธุรกิจเช่น แผนภาพกิจกรรม Manage shopping card มีทางเลือกระหว่างปุ่ม [Exit] กับปุ่ม [Proceed] เป็นต้น ดังตัวอย่างที่ในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Purchase [13]

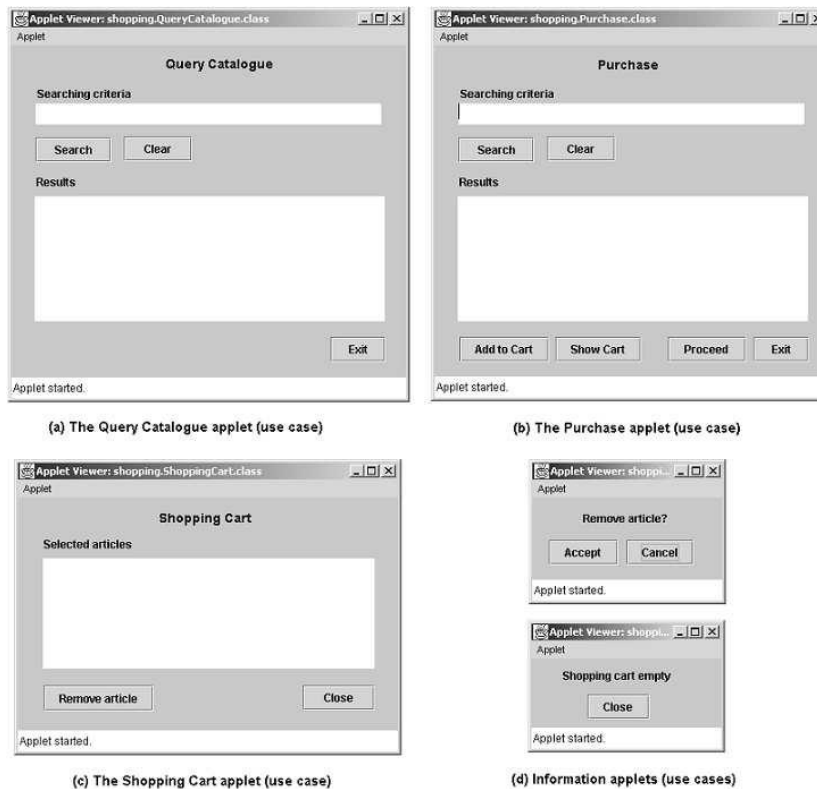
3. ทำการแปลงยูสเคสและแผนภาพกิจกรรมไปเป็นแผนภาพคลาส ซึ่งต้องใช้กฎของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นมาระบุว่ายูสเคสใดจะเป็นคลาสแอปเพล็ต (Applet) หรือเป็นคลาสเฟรม (Frame) โดยแผนภาพคลาสที่ได้ทำการแปลงมาจะใช้ชื่อเดียวกับแผนภาพยูสเคสข้างต้น ส่วนแผนภาพกิจกรรมที่ระบุสเตอริโอไทป์จะทำการแปลงเป็นคลาสของจาวาสวิงตัวอย่างเช่น แผนภาพกิจกรรมที่ระบุสเตอริโอไทป์ `<<JTextArea>>` จะถูกแปลงเป็นคลาส `JTextArea` ในแผนภาพคลาส ส่วนแผนภาพกิจกรรมที่ไม่ระบุสเตอริโอไทป์จะถูกแปลงเป็น

คลาสนามธรรม (Abstraction Class) ในขณะที่ชื่อของสเตอริโอไทป์จะถูกแปลงเป็นเส้นความสัมพันธ์ระหว่างจาวาสวิงคลาสกับแอปเพล็ต (Applet) คลาส ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 แผนภาพคลาสสำหรับการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ [13]

- นำแผนภาพคลาสในขั้นตอนที่ 3 มาสร้างรหัสต้นฉบับสำหรับการสร้างต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไปดังตัวอย่างในภาพที่ 2.13



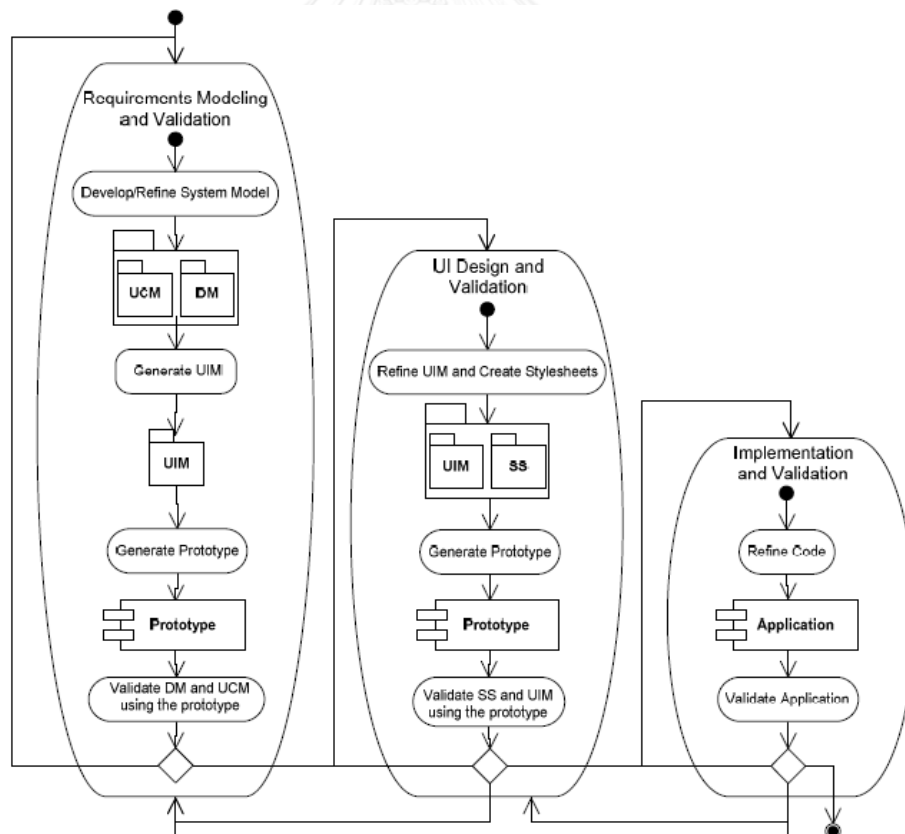
ภาพที่ 2.13 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ของลูกค้า [13]

สิ่งที่นำมาใช้พิจารณาในงานวิจัยคือการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสเตอริโอไทป์ที่ปรากฏในแผนภาพกิจกรรมกับคลังจาวาสวิง รวมไปถึงการออกแบบกฎสำหรับการทวนสอบในส่วนของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองยูสเคสว่าต้องทำการร้อยเรียงความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนประกอบย่อยเป็นแบบใด อย่างไรก็ตามในงานวิจัย [13] ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอข้อจำกัดในเรื่องของความสัมพันธ์แบบส่วนขยายในแผนภาพยูสเคสที่ยังไม่ได้ทำ รวมไปถึงในอนาคตที่จะนำวิธีการนี้ผนวกเข้ากับเครื่องมือ Case Tool แล้วสร้างมาได้อัตโนมัติ

2.2.3. ระเบียบวิธีสำหรับการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติด้วยเมตาโมเดล (A Metamodel-Based Approach for Automatic User Interface Generation) [14]

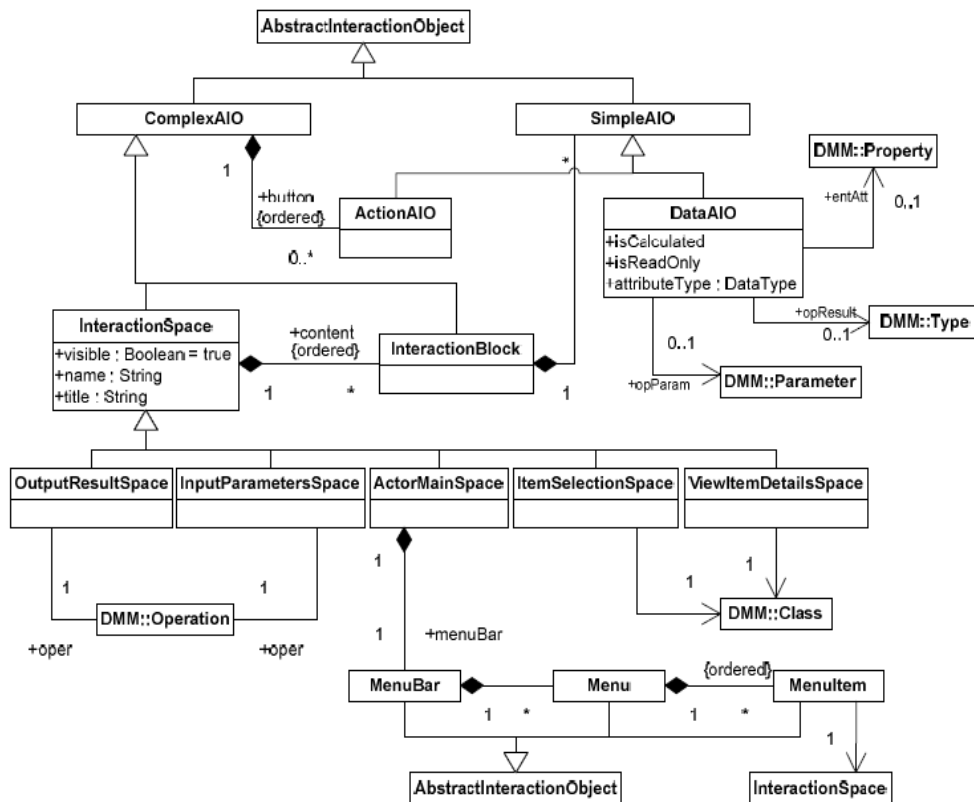
งานวิจัย[14]มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอระเบียบวิธีในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติด้วยแบบจำลองส่วนต่อประสานที่เป็นแพลตฟอร์มอิสระสำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก โดยใช้ข้อมูลตั้งต้นจากแบบจำลองข้อมูล (Domain Model) ซึ่งเป็นการปรับปรุงส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองคลาสในแบบจำลองยูเอ็มแอลและแบบจำลองยูสเคส (Use Case Model) ซึ่งทำการปรับปรุงส่วนประกอบย่อยที่เป็นมาตรฐานแบบจำลองยูสเคสที่อยู่ในแบบจำลองยูเอ็มแอล โดยงานวิจัยนี้ [14] สนับสนุนมี 4 แนวทางประกอบด้วย

1. การนิยามของกระบวนการสำหรับการสร้างได้อย่างอัตโนมัติของแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้และสร้างต้นแบบส่วนต่อประสานโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูล (Domain Model) และแบบจำลองยูสเคส (Use Case Model) ซึ่งกระบวนการแสดงได้ดังภาพที่ 2.14



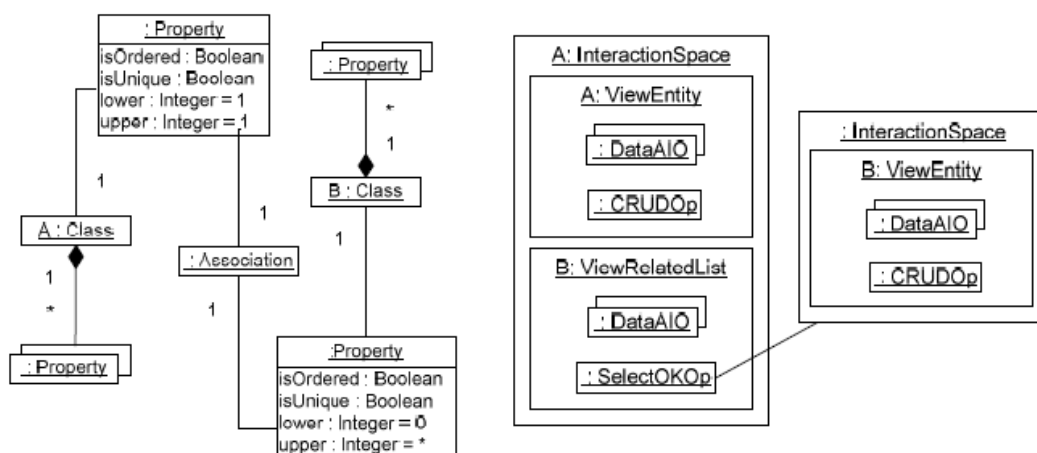
ภาพที่ 2.14 แผนภาพกิจกรรมแสดงกระบวนการพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14]

2. การนิยามของเมตาโมเดลส่วนต่อประสานที่ช่วยให้การสร้างแบบจำลองที่เป็นแพลตฟอร์มอิสระจากโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์กับแบบจำลองข้อมูล (Domain Model) เพราะฉะนั้นจะต้องมีการนำเสนอชุดข้อมูลของแบบจำลองที่บรรจุข้อมูลสำหรับการสร้างตัวต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างสมบูรณ์เป็นไปตามภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 แผนภาพเมตาโมเดลของแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14]

3. การเพิ่มเติมส่วนขยายของแบบจำลองยูเอ็มแอลเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้
4. การระบุรายละเอียดชุดของกฎที่ใช้ในการแปลงจากแบบจำลองข้อมูล แบบจำลองยูสเคส และแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้ไปสู่การสร้างต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองข้อมูลกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ [14]

สิ่งที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้คือการนำแนวคิดของการออกแบบโครงสร้างข้อมูลของเมตาโมเดลของแบบจำลองยูสเคส แบบจำลองข้อมูลและแบบจำลองส่วนต่อประสานมาร้อยเรียงความสัมพันธ์นำไปสู่กฎที่ใช้สำหรับการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมไปถึงวิธีการนำเสนอเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างตัวแบบจำลองซอฟต์แวร์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2.2.4. การขยายการทำแบบจำลองยูสเคสเพื่อรองรับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

(Extending UML use case modelling to support graphical user interface design) [15]

งานวิจัยนี้ [15] มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแบบจำลองยูสเคสเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าช่วงต้นของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบยูสเคส 3 รูปแบบ และนำเสนอตารางแบบขยาย (Extended Tabular) เพื่อช่วยระบุองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งระยะก่อนที่จะทำการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลักได้แก่

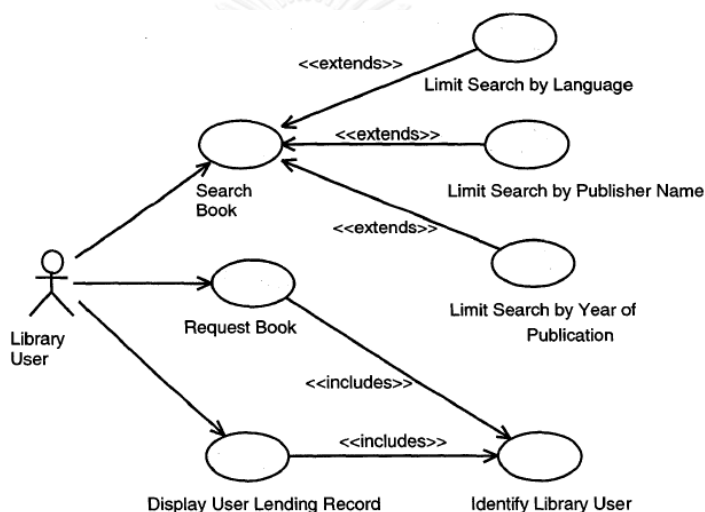
1. การวิเคราะห์ความต้องการและกำหนดความต้องการ

ในกิจกรรมนี้ประกอบด้วยการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ (Object Modeling) และการสร้างแบบจำลองภารกิจ (Task Modeling) ซึ่งจะถูกนิยามความต้องการเชิงสถิต (Static Requirements) และความต้องการเชิงพลวัต (Dynamic Requirements) ของระบบ

2. การออกแบบของระบบภายนอกที่มองเห็นได้

ในกิจกรรมนี้ประกอบด้วยการสร้างแบบจำลองโต้ตอบ (Dialogue modeling) และการพัฒนาของแบบจำลองหน้าจอ (Screen modeling) ซึ่งทั้งสองแบบจำลองเกี่ยวข้องกับการออกแบบของ look and feel ของส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก

สำหรับกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ [15] นำเสนอระบบสารบัญเพิ่มห้องสมุดออนไลน์ (Online library Catalogue System) ซึ่งผู้ใช้ห้องสมุด (Library User) ค้นหาหนังสือ และทำการร้องขอเพื่อจองหนังสือ และแสดงบันทึกการยืม โดยภาพที่ 2.17 จะแสดงแผนภาพยูสเคสของระบบสารบัญเพิ่มห้องสมุดออนไลน์ โดยมีผู้กระทำระบบคือผู้ใช้งานห้องสมุดมีปฏิสัมพันธ์กับสามยูสเคสหลักซึ่งประกอบด้วย ค้นหาหนังสือ (Search Book) ร้องขอหนังสือ (Request Book) และแสดงบันทึกการยืมผู้ใช้ (Display User Lending Record) ส่วนยูสเคสจำกัดการค้นหา (Limit Search) ทั้ง 3 ยูสเคสเป็นความสัมพันธ์แบบส่วนขยายของยูสเคสค้นหาหนังสือ (Search Book) แทนด้วย <<extend>> ในส่วนของฟังก์ชันของยูสเคสระบุตัวตนผู้ใช้ห้องสมุด (Identify Library User) มีความสัมพันธ์แบบส่วนประกอบกับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) และยูสเคสแสดงบันทึกการยืมผู้ใช้ (Display User Lending Record) แทนด้วย <<include>>



ภาพที่ 2.17 แผนภาพยูสเคสของระบบสารบัญเพิ่มห้องสมุดออนไลน์ [15]

รายละเอียดยูสเคสแบบคำอธิบายในภาพที่ 2.17 จะแสดงให้เห็นว่ายูสเคสจะเริ่มต้นจนถึงจบการทำงานเมื่อใด โดยมีการเพิ่มในส่วนที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้ใช้งานออกจากกัน และยังคงใส่คำอธิบายได้เหมือนคำอธิบายยูสเคสปกติ

Use case: Request Book Actor: Library User Goal: Permits a library user to request an unavailable book. Preconditions: Book details are being displayed and book status is "unavailable" Postconditions: None	
Library User	System
Main Flow At any time, may - request a printout of book details (S1) - cancel the book request (S2) Selects a copy of the book, enters a last date , and submits the request	<i>Identify Library User (E1)</i> Confirms the request and informs the library user to check lending record twice weekly to see whether the book is available. The use case ends
Subflows S1 Requests a printout of book details	Prints book details. The use case continues.
S2 Cancels the book request. The use case ends	
Exception Flows E1 Enters an invalid ID.	Displays a message. The use case ends.

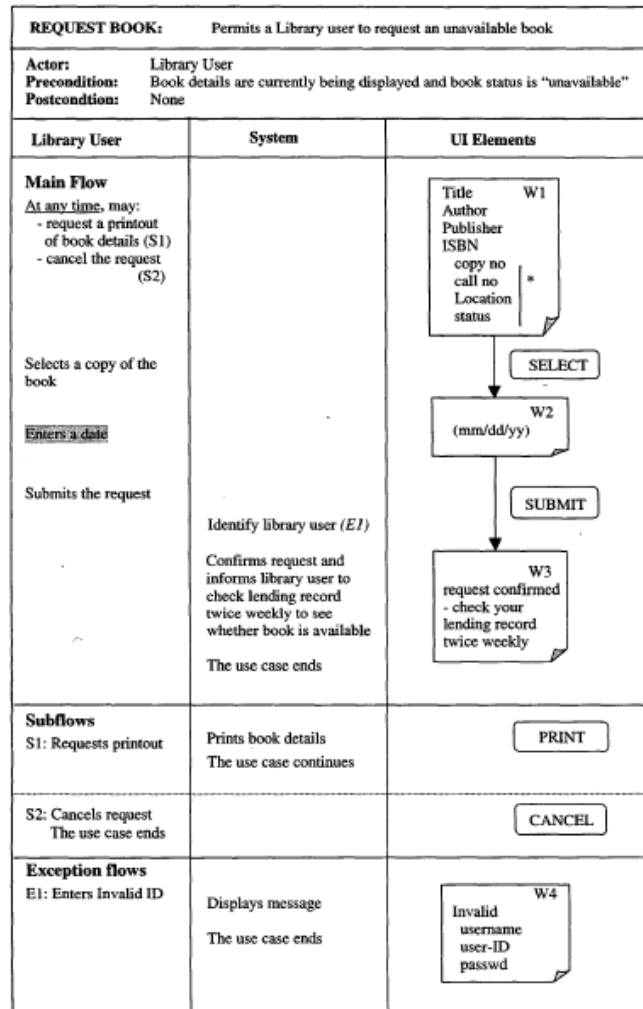
ภาพที่ 2.18 รายละเอียดยูสเคสแบบตารางสำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) [15]

โดยงานวิจัยนี้ทำการประเมินจากมุมมองของจำนวนและระดับของข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าในช่วงเฟสเริ่มต้นของการออกแบบส่วนต่อประสานเพื่อสนับสนุนกิจกรรมที่เกิดขึ้น โดยแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) จะแสดงลำดับที่มีปฏิสัมพันธ์อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามไม่มีการระบุผู้กระทำลงไปด้วย ในขณะที่รายละเอียดยูสเคสแบบข้อความเก็บรายละเอียดได้ดีกว่าแผนภาพกิจกรรม มีการระบุถึงผู้กระทำแต่ข้อมูลมีความยาวและไม่ได้มีการแบ่งส่วนระหว่างการทำงานของผู้ใช้งานกับระบบ ส่วนรายละเอียดยูสเคสแบบตารางได้แบ่งส่วนการทำงานระหว่างผู้ใช้งานกับระบบอย่างชัดเจนแต่ว่าจำนวนข้อมูลมีความยาวเช่นเดียวกับรายละเอียดยูสเคสแบบข้อความ ซึ่งรายละเอียดยูสเคสทั้ง 3 ถูกนำเสนอผ่านตารางเปรียบเทียบดังภาพที่ 2.19

Notation	Interaction Sequence	Actor	User/system separation	Level of detail	Exceptions	Other aspects
Activity diagram	explicit	not shown	poor	fair	in situ	visual
Textual	implicit	shown	fair	good	out of line	can be lengthy
Tabular	explicit	shown	good	good	out of line	can be lengthy

ภาพที่ 2.19 ตารางเปรียบเทียบของยูสเคสทั้ง 3 รูปแบบ [15]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ [15] จึงได้ทำการนำเสนอรายละเอียดยูสเคสแบบตารางขยายซึ่งแบ่งการทำงานของผู้กระทำ ระบบและองค์ประกอบหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ ทำให้สามารถเก็บรายละเอียดข้อมูลยูสเคสที่สนับสนุนการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 รายละเอียดยูสเคสแบบตารางส่วนขยายส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) [15]

จากภาพที่ 2.20 คอลัมน์กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Element) ซึ่งแบ่งเป็นส่วนของพื้นที่ทำงาน (Workspace: W) และกลุ่มองค์ประกอบฟังก์ชัน (Function Element) ซึ่งจะถูกนำมาจัดกลุ่มและเรียงองค์ประกอบให้เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มองเห็นได้ ซึ่งแต่ละส่วนพื้นที่ทำงานจะใช้กระดาษโน้ต (Sticky note) เป็นตัวแทนของพื้นที่แสดงข้อมูล และกล่องสี่เหลี่ยมเป็นองค์ประกอบฟังก์ชันดังภาพที่ 2.21

ภาพที่ 2.21 กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้

งานวิจัยนี้ [15] แสดงภาพร่างส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) ซึ่งได้มาจากกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้จากภาพที่ 2.21 ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ทำงาน (workspace: w) ตั้งแต่ w1-w4 ดังที่แสดงในภาพที่ 2.22

No	Call Number	Location	Status	
1.	004.21019 Hum	Campus A	On loan	Select
2.	004.21019 Hum	Campus C	On loan	Select
3.	004.21019 Hum	Campus A	On loan	Select

ภาพที่ 2.22 ภาพร่างส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกสำหรับยูสเคสร้องขอหนังสือ (Request Book) [15]

สิ่งที่นำมาพิจารณาเพื่อใช้ในงานวิจัยคือรายละเอียดของยูสเคสแบบตาราง ซึ่งจะถูกนำมาปรับใช้สำหรับการสร้างการเขียนคำอธิบายยูสเคส เนื่องจากในส่วนของขั้นตอนการทำงานมีการแยกส่วนการกระทำของผู้ใช้และระบบ ทำให้สามารถระบุได้ว่าใครเป็นผู้มีปฏิสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ

รายการที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				งานวิจัยที่นำเสนอ
	งานวิจัยหัวข้อ 3.1	งานวิจัยหัวข้อ 3.2	งานวิจัยหัวข้อ 3.3	งานวิจัยหัวข้อ 3.4	
1.วัตถุประสงค์งานของงานวิจัย	1.1 นำเสนอวิธีการพัฒนาแบบจำลองสำหรับข้อกำหนดความต้องการเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติ	1.1 นำเสนอวิธีการพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกจากแบบจำลองยูเอ็มแอล 2 แบบจำลองประกอบด้วยแบบจำลองยูเอสเคและแผนภาพลำดับ	1.1 นำเสนอระเบียบวิธีในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติด้วยแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่เป็นแพลตฟอร์มอิสระสำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก	1.1 นำเสนอรายละเอียดแบบจำลองยูเอสเคที่แสดงองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องอยู่ภายใน	1.1 นำเสนอวิธีการและเครื่องมือในการทวนสอบความต้องกันระหว่างการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์จากส่วนประกอบและความสัมพันธ์ของการออกแบบ พร้อมระบุประเภทข้อผิดพลาด
2. วิธีการ	2.1 ศึกษาเทคนิคการออกแบบข้อกำหนดความต้องการโดยใช้แบบจำลองยูเอ็มแอลเป็นพื้นฐาน	2.1 สร้างแผนภาพยูเอสเคซึ่งระบุฟังก์ชันงานของระบบ	2.1 ทำการนิยามของกระบวนการสำหรับการสร้างได้อย่างอัตโนมัติของแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้	2.1 ทำการนิยามด้วยตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์	2.1 ศึกษาส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์

ตารางที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ (ต่อ)

รายการที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				งานวิจัยที่นำเสนอ
	งานวิจัยหัวข้อ 3.1	งานวิจัยหัวข้อ 3.2	งานวิจัยหัวข้อ 3.3	งานวิจัยหัวข้อ 3.4	
2. วิธีการ	<p>2.2 ระบุโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองยูสเคสและแบบจำลองข้อมูลและแผนผังส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>กราฟิก(GUI Template) ซึ่งแสดงในรูปแบบภาพเมตาโมเดล</p> <p>2.3 สร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติจากเครื่องมือซอฟต์แวร์เพื่อการแปลงต้นฉบับของส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>	<p>2.2 สร้างแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ซึ่งจะแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน (User) กับระบบ (System) โดยจะมีการเพิ่มรายละเอียดประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.สถานะ (State) 2. ส่วนของการส่งผ่าน (Transition) 3.ส่วนเงื่อนไข (Condition) 	<p>(ต่อ) สร้างต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูล (Domain Model) และแบบจำลองยูสเคส (Use Case Model)</p> <p>2.2 ทำการนิยามเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ช่วยให้การสร้างแบบจำลองที่เป็นแพลตฟอร์มอิสระจากโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงการสร้างความสัมพันธ์กับแบบจำลองข้อมูล (Domain Model)</p>	<p>2.3 อธิบายตัวอย่างยูสเคสด้วยการนำเสนอใน 3 รูปแบบพร้อมทำตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียทั้ง 3 รูปแบบ</p> <p>2.4 นำเสนอส่วนขยายของยูสเคสซึ่งเป็นส่วนของคำอธิบายยูสเคสที่มีการเพิ่มตารางที่ระบุส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>	<p>2.2 ระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์</p> <p>2.3 สร้างกฎการทดสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองซอฟต์แวร์</p> <p>2.4 กำหนดประเภทข้อผิดพลาดตามกฎที่ใช้ในการทดสอบ</p>

ตารางที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ (ต่อ)

รายการที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				งานวิจัยที่นำเสนอ
	งานวิจัยหัวข้อ 3.1	งานวิจัยหัวข้อ 3.2	งานวิจัยหัวข้อ 3.3	งานวิจัยหัวข้อ 3.4	
2. วิธีการ		<p>2.3 ทำการแปลงยูสเคสและแผนภาพกิจกรรมไปเป็นแผนภาพคลาส ซึ่งต้องใช้กฎของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้น</p> <p>2.4 สร้างรหัสต้นฉบับสำหรับการสร้างต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>	<p>2.3 ทำการนิยามเมตาโมเดลของแบบจำลองยูเอ็มแอลและเพิ่มเติมส่วนขยายของเมตาโมเดลแบบจำลองยูเอ็มแอลมาตรฐาน เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>2.4 ทำการสร้างพร้อมระบุรายละเอียดของกฎที่ใช้ในการแปลงจากแบบจำลองข้อมูลแบบจำลองยูสเคสและแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้ไปสู่การสร้างต้นแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติ</p>		<p>2.5 สร้างระบบการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองซอฟต์แวร์</p> <p>2.6 ตัวอย่างการนำกฎการทวนสอบไปใช้งาน</p>

บทที่ 3

แนวคิดและวิธีการดำเนินงานวิจัย

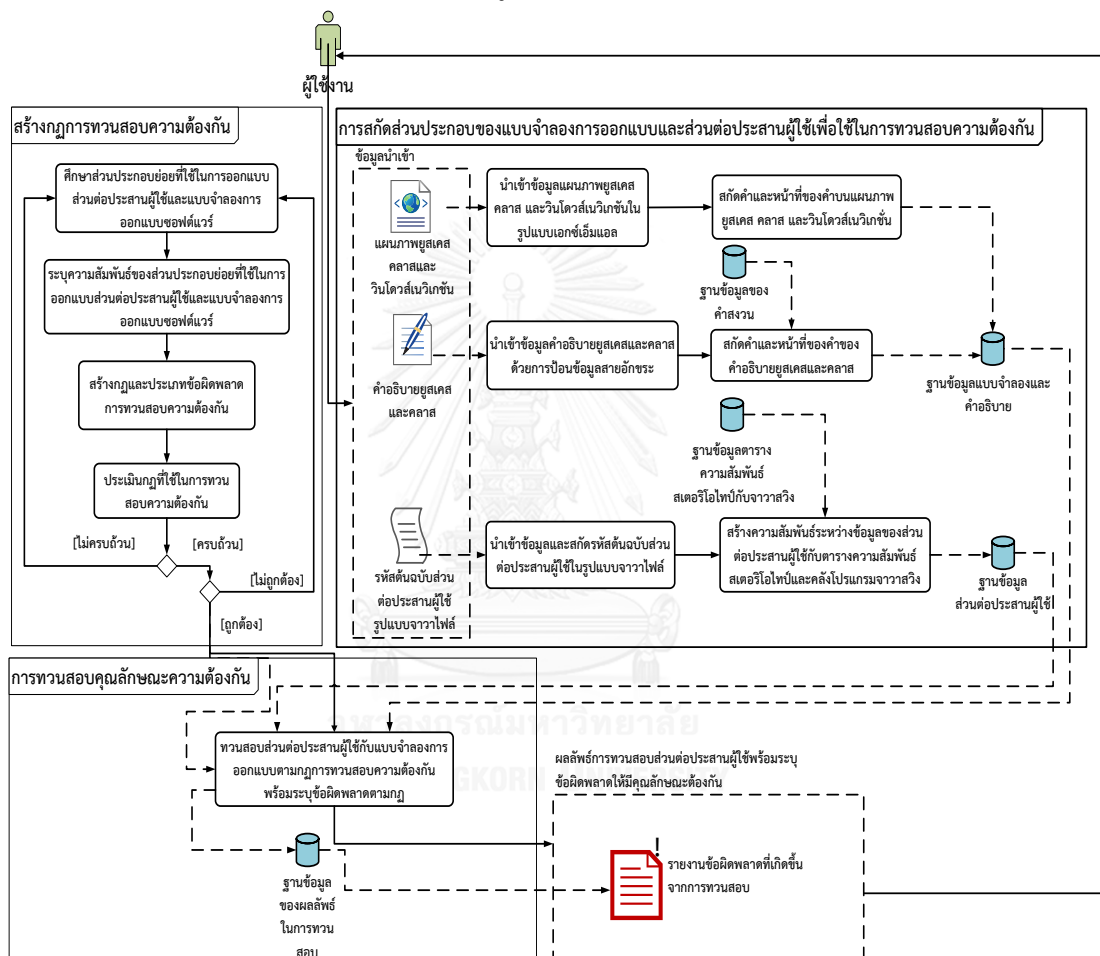
ในบทนี้กล่าวถึงแนวคิดและวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยแนวคิดและวิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์และส่วนต่อประสานผู้ใช้ การสกัดคำและหน้าที่ของคำจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ และการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

โดยเริ่มจากศึกษาส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์นำเสนอด้วยแผนภาพยูเอ็มแอล (UML) ซึ่งประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน พร้อมทั้งการกำหนดวิธีการเขียนคำอธิบายยูสเคสและคลาสเพื่อให้สอดคล้องกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ จากนั้นทำการศึกษาส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้แล้วจึงนำข้อมูลของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่กล่าวมาทำการสร้างเป็นแผนภาพคลาสแสดงข้อมูลในลักษณะเมตาโมเดลเพื่อระบุถึงส่วนประกอบย่อยที่เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบของทั้งแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้

ซึ่งนำไปสู่ขั้นตอนถัดไปคือการสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบของแบบจำลองการออกแบบที่มีความสัมพันธ์ภายในของแบบจำลอง รวมถึงความสัมพันธ์ภายนอกระหว่างส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยแบ่งเป็น 4 ความสัมพันธ์หลักได้แก่ 1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ 3. ความสัมพันธ์ระหว่าง วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ พร้อมทำการประเมินแนวทางสร้างกฎจากความสัมพันธ์ข้างต้นเพื่อวัดความครบถ้วนและถูกต้องทั้งส่วนประกอบย่อยที่นำมาใช้สร้างความสัมพันธ์ รวมถึงความเป็นเหตุผลในเชิงความหมายของความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น

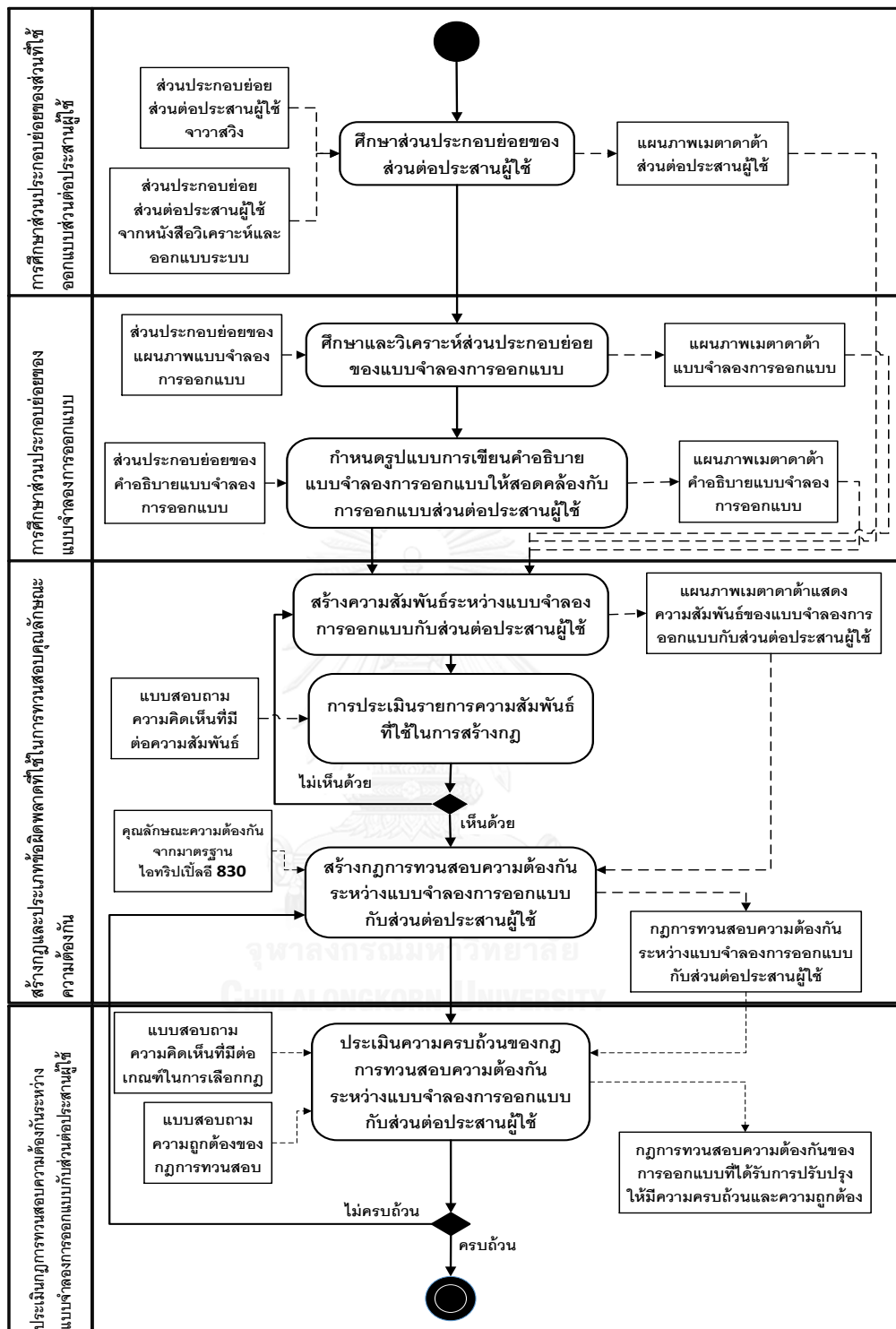
ขั้นตอนถัดมาคือการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบการออกแบบพร้อมการประเมินความครบถ้วนของกฎการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันซึ่งประยุกต์ใช้คุณลักษณะความต้องกันจากมาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 เมื่อได้ทำการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบแล้วผู้วิจัยได้ทำการระบุตัวอย่างของการประยุกต์การใช้งานของการออกแบบซึ่งจะกำหนดรายละเอียดของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพ

วินโดวส์เนวิเกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ในมุมมองการออกแบบจริงเพื่อใช้สำหรับการทดสอบความต้องกันต่อไป จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเครื่องมือทดสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบและนำเข้ากฎที่สร้างขึ้นเข้าสู่เครื่องมือ แล้วทำการประเมินเครื่องมือทดสอบความต้องกันจากผลลัพธ์ประเภทข้อผิดพลาดเปรียบเทียบกับกรทดสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญเพื่อวัดความถูกต้อง จากนั้นสรุปผลการดำเนินงานภาพรวมของการทดสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบแสดงได้ดังภาพที่ 3.1

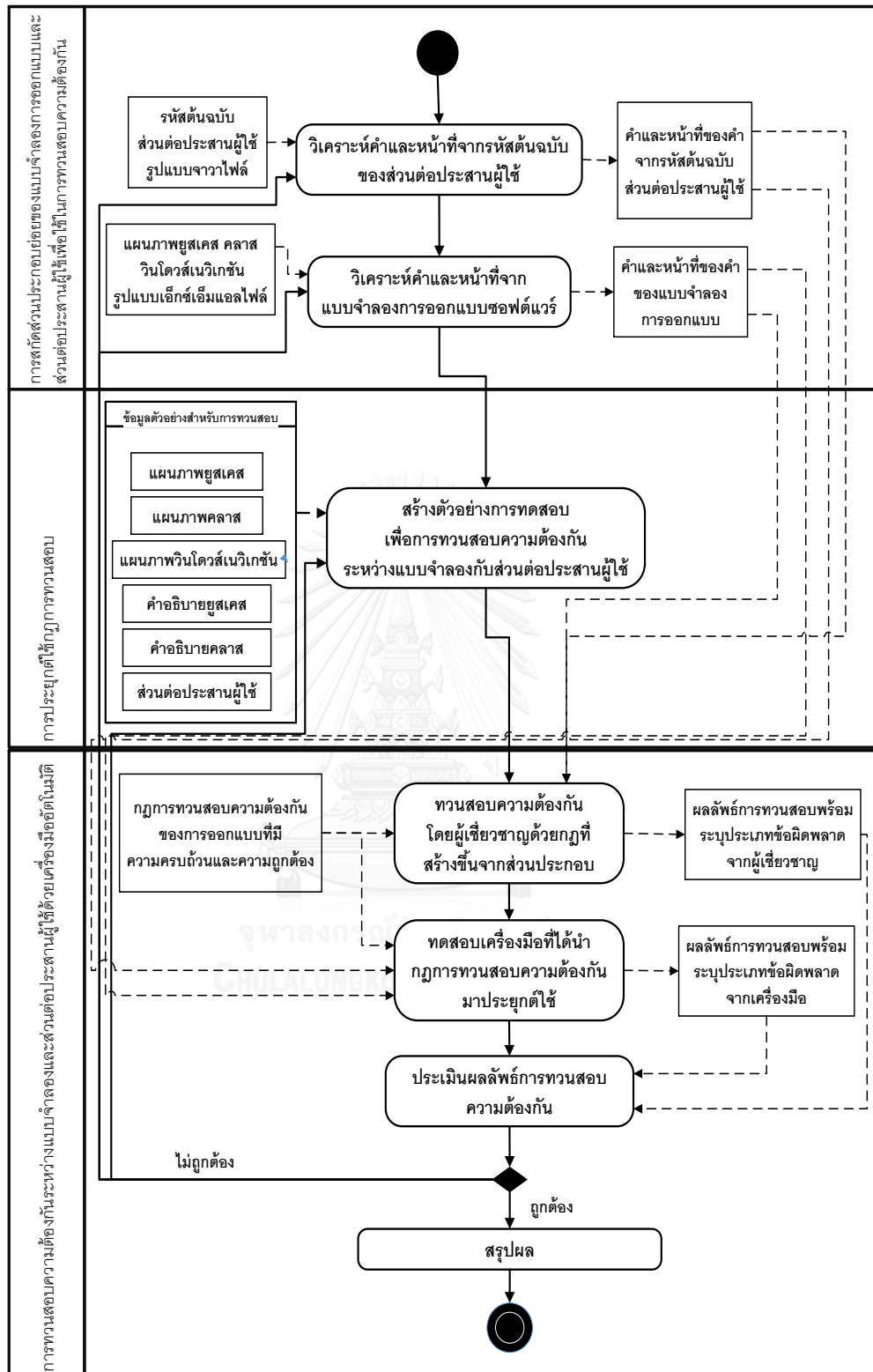


ภาพที่ 3.1 ภาพรวมงานวิจัย

จากภาพที่ 3.1 แสดงภาพรวมของงานวิจัยประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1.สร้างกฎการทดสอบคุณลักษณะความต้องกัน 2.การสกัดค่าและหน้าที่ของคำของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ 3.การทดสอบคุณลักษณะความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์เพื่อท้ายที่สุดจะได้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการทดสอบซึ่งสามารถระบุวิธีการดำเนินงานวิจัยดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมระบุขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมระบุขั้นตอนการวิจัย (ต่อ)

3.1. การศึกษาส่วนประกอบย่อยของส่วนที่ใช้ออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface Element) โดยผู้วิจัยทำการศึกษาจากหนังสือ System Analysis and Design with UML [11] ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับหลักการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่เป็นมาตรฐานโดยแบ่งชนิดของส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ไว้ดังต่อไปนี้

1. ส่วนออกแบบเพื่อการนำเข้าข้อมูล (Input Design) มีส่วนประกอบย่อยได้แก่ กล่องข้อความ (Text Box) กล่องตัวเลข (Number Box) กล่องตัวเลือก (Selection Box) เป็นต้น
2. ส่วนออกแบบเพื่อการนำออกข้อมูล (Output Design) มีส่วนประกอบได้แก่ ข้อความ (Text) ตาราง (Table) รูปภาพ (Image) ข้อความ (Message) เป็นต้น
3. ส่วนออกแบบเพื่อควบคุมนำทาง (Navigation Control) มีส่วนประกอบได้แก่ เมนู (Menu) ปุ่ม (Button) เป็นต้น

นอกจากส่วนประกอบย่อยข้างต้นแล้วภายในหนังสือยังได้ระบุประเภทของการนำเสนอหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นหน้าจอรายงาน (Report) หน้าจอชนิดฟอร์ม (Form) หน้าจอตรวจสอบข้อมูลนำเข้า (Input Validation) ซึ่งจะถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไป และเพื่อให้ได้ความครบถ้วนขององค์ประกอบในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้างโปรแกรมจาวาสวิง (Java Swing) [10] เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ซึ่งส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่สมบูรณ์ โดยเพิ่มรายละเอียดในส่วนของหน้าต่าง (Window) ซึ่งภายในประกอบด้วยกรอบ (Frame) คำโต้ตอบ (Dialog) คอนเทนเนอร์ (Container) และส่วนที่เป็นกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Component)

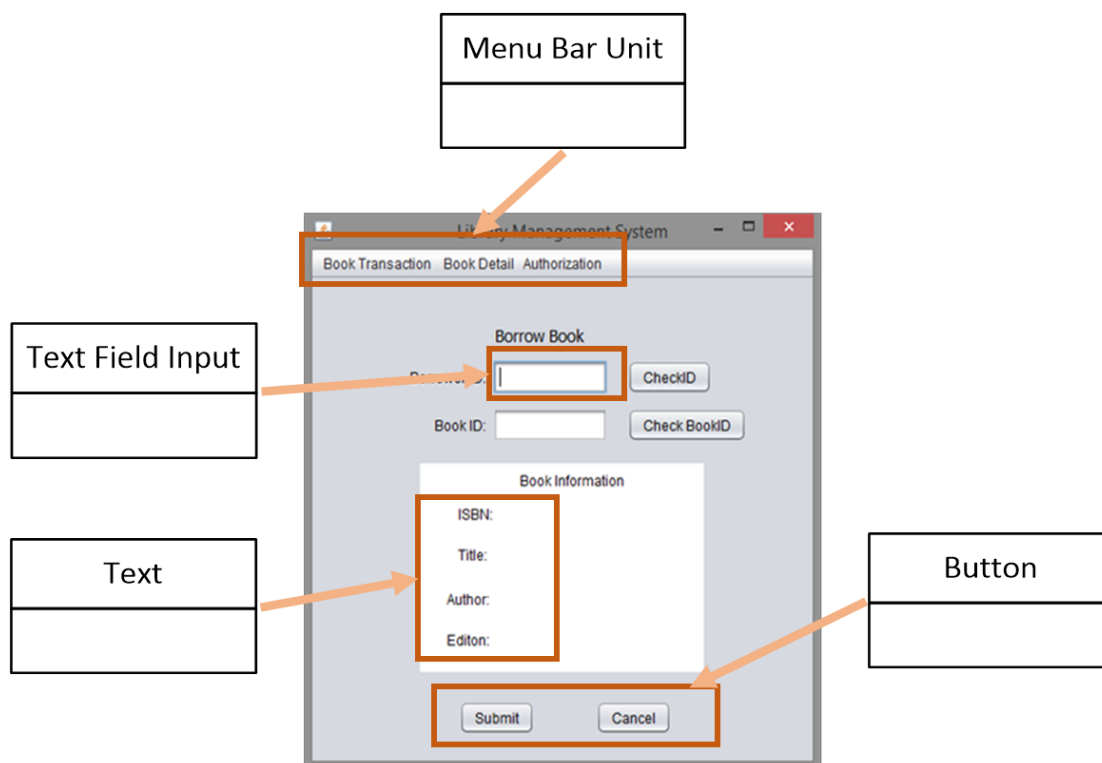
จากส่วนประกอบย่อยที่ได้ทำการศึกษามาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมสิ่งที่ศึกษาแล้วทำการสร้างเป็นแผนภาพคลาสแสดงข้อมูลเมตาโมเดลของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างที่ 2.7 ซึ่งข้อมูลเมตาโมเดลจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสร้างความสัมพันธ์กับแบบจำลองการออกแบบ เป็นคำสั่งสำหรับการเขียนคำอธิบายยูสเคสและใช้เป็นสตอรี่โอท็อปของวินโดวส์เนวิเกชัน ทั้งนี้เนื่องจากการนำส่วนประกอบย่อยของคลังโปรแกรมจาวาสวิงมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ จึงต้องทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของจาวาสวิงกับองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ผู้วิจัยทำการสร้างขึ้นดังตารางที่ 3.1 รวมถึงแสดงตัวอย่างของส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้กับกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อ
 ประสานผู้ใช้คลังโปรแกรมสวิง

ประเภทองค์ประกอบในเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้	ประเภทองค์ประกอบในคลังโปรแกรมสวิง
Window	
Frame	JFrame
Dialog	JDialog
Screen Layout	
Absolute Layout	setLayout(null)
Border Layout	BorderLayout
Box Layout	BoxLayout
Card Layout	CardLayout
Flow Layout	FlowLayout
Grid Layout	GridLayout
Grid Bag Layout	GridBagLayout
Container	
Panel	JPanel
Layer Pane	JLayeredPane
Toolbar Pane	JToolBar
Scroll Pane	JScrollPane
Tab Pane	JTabbedPane
Split Pane	JSplitPane
Internal Frame	JInternalFrame
Input	
Input Box	
Text Field Input	JTextField
Text Area Input	JTextArea
Formatted Text Field Input	JFormattedTextField
Password Field Input	JPasswordField

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้กับกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อ
 ประสานผู้ใช้คลังโปรแกรมสวิง (ต่อ)

ประเภทองค์ประกอบในเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้	ประเภทองค์ประกอบในคลังโปรแกรมสวิง
Selection Box	
Check Box	JCheckBox
Radio Box	JRadioButton
On-Screen List Boxes	JList
Drop-down List Boxes	JComboBox
Combo Boxes	JComboBox
Sliders	JSlider
Output	
Text	JLabel
Table	JTable
Navigation Control	
Menu	
Menu Bars	JMenuBar
Menu Bar Unit	JMenu
Menu Bar Item	JMenuItem
CheckBox Menu Bar Item	JCheckBoxMenuItem
RadioButton Menu Bar Item	JRadioButtonMenuItem
Pop-up Menus	JPopupMenu
Image Map	JPanel, JLabel, ImageIcon
Button	JButton, JToggleButton



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.2. การศึกษาส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและกำหนดส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ ซึ่งแบบจำลองการออกแบบที่นำเสนอภายในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดดังกล่าวได้ระบุไว้ในบทที่ 2 หัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อ 1.1.1 แบบจำลองยูเอ็มแอล โดยผู้วิจัยได้นำส่วนประกอบย่อยของแต่ละแบบจำลองและคำอธิบายแบบจำลอง มาทำการสร้างความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไป

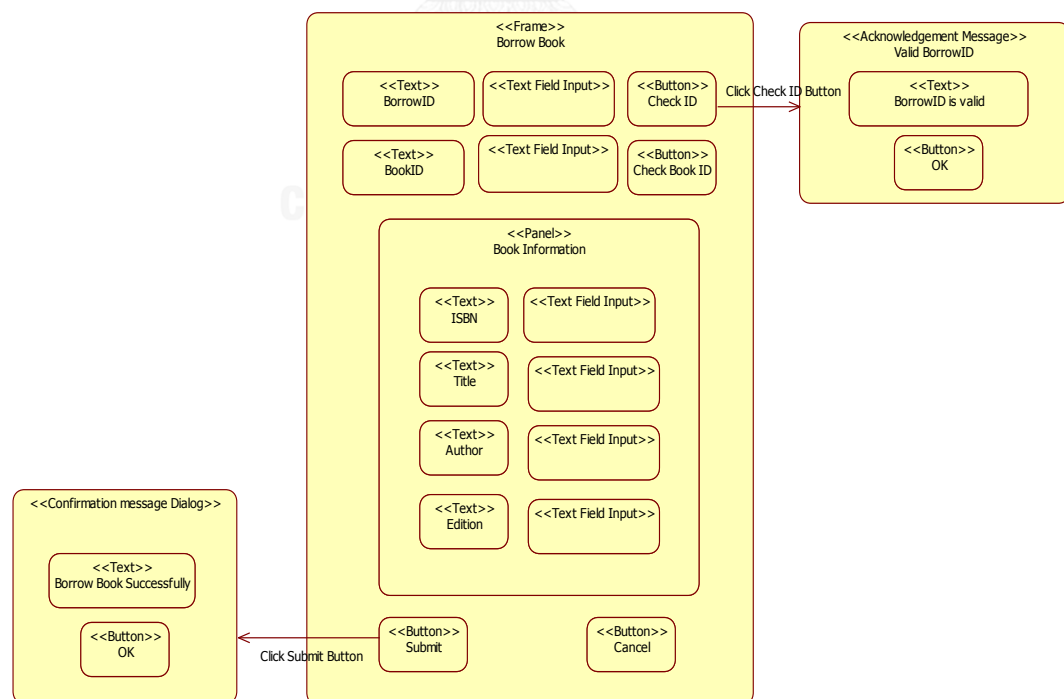
แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบย่อยของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ เป็นตัวกลางระหว่างแบบจำลองอื่นๆกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มเติมในส่วนสตอรี่ไอทีที่ใช้ซึ่งได้มาจากเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่สร้างขึ้นในหัวข้อที่ 3.1 และมีการระบุสมาชิกเพิ่มเติมเช่น หน่วยวินโดวส์เนวิกชัน (WND Unit) เพื่อแทนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ประเภทบรรจุองค์ประกอบอื่นๆ เป็นต้น

จากนั้นเพื่อให้การทวนสอบมีความต้องการระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องทำการกำหนดส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายแบบจำลองยูสเคสและคำอธิบายคลาสเพิ่มเติม เนื่องจากแต่ละกิจกรรมที่ปรากฏบน

คำอธิบายยુสเคสจะถูกใช้สร้างเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ และข้อมูลที่ปรากฏบนคำอธิบายคลาสจะถูกใช้เป็นข้อมูลที่แสดงบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ แต่เนื่องจากรูปแบบของการเขียนคำอธิบายยุสเคสหรือคำอธิบายคลาสมักจะไม่ระบุวิธีการเขียนคำอธิบายซึ่งส่งผลต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยตรง จึงทำให้ผู้วิจัยต้องกำหนดการเขียนคำอธิบายยุสเคสและคำอธิบายคลาสเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกันการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.2.1. การสร้างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดรูปแบบในการสร้างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน ซึ่งส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันถูกระบุไว้ในบทที่ 2 หัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อ แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน โดยการเลือกใช้สเตอริโอไทป์ (Stereotype) จะเลือกใช้จากเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้ระบุไว้ในภาพที่ 2.7 หน้าที่ 22 ในขณะที่ส่วนที่แทนองค์ประกอบของหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้จะมี 2 ประเภทได้แก่ 1.หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) แทนพื้นที่บรรจุส่วนประกอบต่างๆ เช่น คอนเทนเนอร์ (Container) เป็นต้น 2.กล่อง (A box) แทนส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานซึ่งจะต้องเป็นวัตถุที่ทำงานภายใต้หน่วยวินโดวส์เนวิเกชันเช่น ปุ่ม (Button) เมนู (Menu) เป็นต้น ตัวอย่างการสร้างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันปรากฏดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันโดยใช้สเตอริโอไทป์จากเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.2.2. การกำหนดรูปแบบการเขียนคำอธิบายแบบจำลองการออกแบบให้สอดคล้องกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดรูปแบบส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาสให้สอดคล้องกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อนำไปสู่การทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความครบถ้วนและความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำการกำหนดเพิ่มขึ้นของคำอธิบายแบบจำลองจะถูกสร้างเป็นแผนภาพเมตาโมเดลสำหรับสร้างความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไป โดยคำอธิบายที่ถูกกำหนดรูปแบบและวิธีการเขียนในงานวิจัยนี้มี 2 ชนิดประกอบด้วยคำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาส

1) การกำหนดรูปแบบและวิธีการเขียนคำอธิบายยูสเคส

การเขียนคำอธิบายยูสเคสภายในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดรูปแบบการเขียนเพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยขั้นตอนการทำงาน (Flow of events) ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานปกติ (Normal Flow) และขั้นตอนการทำงานทางเลือก/ข้อยกเว้น (Alternative Flow) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนถูกแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย 1.ส่วนการกระทำของผู้ใช้ (User Action) 2.ส่วนการกระทำของระบบ(System Action) ซึ่งในแต่ละการกระทำมีโครงสร้างประกอบด้วย 1.เลขลำดับการทำงาน (Step No) 2.คำที่ทำหน้าที่ประธานของประโยค (Subject) 3.คำที่ทำหน้าที่กริยาของประโยค (Verb) 4.คำที่ทำหน้าที่กรรมของประโยค (Object) ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดดังกล่าวได้ระบุไว้ในบทที่ 2 หัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อ คำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาส

เพื่อให้คำอธิบายยูสเคสมีขอบเขตให้มีความชัดเจนในการระบุการกระทำของผู้ใช้หรือระบบที่มีต่อส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ จึงทำให้ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดคำสงวนของคำกริยาที่ใช้สำหรับจำกัดส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่การกระทำของทั้งส่วนการกระทำผู้ใช้หรือระบบ ดังตัวอย่างเช่น คำกริยา Type สามารถเลือกใช้ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้เพียง เขตข้อมูลข้อความ (Text Field) พื้นที่ข้อมูลข้อความ (Text Area) เขตข้อมูลแบบรหัสผ่าน (Password Field) เป็นต้น ซึ่งปรากฏดัง ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คำสงวนสำหรับเขียนคำอธิบายยูสเคสแบ่งตามประเภทการกระทำ

ประเภทการกระทำ	คำสงวน	ความหมาย	ประเภทคอมโพเนนต์ที่ถูกกระทำ
การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	type	การกดแป้นพิมพ์ข้อมูลลงในคอมโพเนนต์	Text Field, Text Area,Formatted Text Field, Password Field, Table
	click	การกดปุ่มเมาส์ 1 ครั้งแล้วปล่อย	Menus Bar, Menu Bar Unit, Menu Bar Item, Checkbox Menu Bar Item, Radio Menu Bar Item, Button, Image, Pop-up Menu, Toolbars, Text field, Text Area,Formatted Text Field, Password Field, Table
	choose	การเลือกข้อมูลของคอมโพเนนต์ที่มีการกำหนดข้อมูลแล้ว	Checkbox, Radio Box, ListBox,Combo Box, Sliders, Menus
	close	การปิดหน้าต่างคอมโพเนนต์ประเภทหน้าต่างหรือกล่องข้อความ	Frame,Dialog,Form,Report,Message
	start	การเริ่มการทำงานด้วยการเปิดหน้าต่างหรือกล่องข้อความ	Frame,Dialog,Form

ตารางที่ 3.2 คำสงวนสำหรับเขียนคำอธิบายยูสเคสแบ่งตามประเภทการกระทำ (ต่อ)

ประเภทการกระทำ	คำสงวน	ความหมาย	ประเภทคอมโพเนนต์ที่ถูกกระทำ
การกระทำของระบบ(System Action)	display	การแสดงผลหน้าต่างคอมโพเนนต์ประเภทหน้าต่าง หน้าจอนำเข้าข้อมูล หรือ กล่องข้อความ	Frame,Dialog,Form,Report, Text,Table,Image,Message Dialog
	return	การย้อนกลับของหน้าต่างคอมโพเนนต์ก่อนหน้า ประเภทหน้าต่าง หน้าจอนำเข้าข้อมูล	Window,Dialog,Form
	validate	การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล	-
	create	การสร้างการดำเนินการของระบบ	-
	update	การปรับปรุงข้อมูลของระบบให้เป็นปัจจุบัน	-
	delete	การลบข้อมูลของระบบ	-
	retrieve	การค้นคืนข้อมูลของระบบ	-

2) การกำหนดรูปแบบและวิธีการเขียนคำอธิบายคลาส

การเขียนคำอธิบายคลาสภายในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดรูปแบบการเขียนเพิ่มเติม โดยส่วนข้อมูลลักษณะประจำของคำอธิบายคลาสเดิมจะมีเพียงการเก็บข้อมูลซีอาร์ซี (CRC Attribute) ที่เก็บข้อมูลประเภท ชื่อเอนทิตี (Entity Name) ชนิดข้อมูล (Data Type) ขนาดเอนทิตี (Entity Size) เท่านั้นแต่ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เพิ่มส่วนที่ใช้นำเสนอข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Design Attribute) ซึ่งเพิ่มข้อมูลป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) ที่แสดงเป็นป้ายชื่อข้อมูลบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ รูปแบบข้อมูลของลักษณะประจำ (Format UI Attribute) รูปแบบของการนำเข้าสู่ข้อมูลของลักษณะประจำตัวอย่างเช่น รูปแบบข้อมูลแสดงวันที่ dd/mm/yyyy และช่วงข้อมูลลักษณะประจำที่ใช้บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute) ระบุถึงขอบเขตข้อมูลที่ลักษณะประจำสามารถรับค่าเพื่อนำเข้าสู่ข้อมูลได้ ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดดังกล่าวได้ระบุไว้ในตารางที่ 2.5

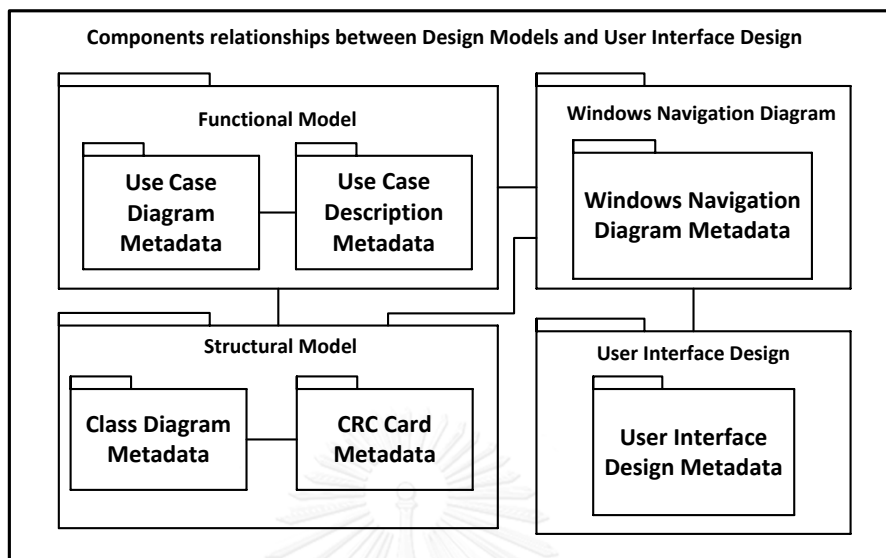
3.3. การสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับ

ส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ ประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันกับส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยเริ่มจากนำแผนภาพเมตาโมเดลของแต่ละแบบจำลองการออกแบบและส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ทำการศึกษาและสร้างขึ้นก่อนหน้า มาทำการสร้างความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบแบ่งเป็น 4 ความสัมพันธ์ ประกอบด้วย

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 3) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 4) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

โดยภาพรวมความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของการออกแบบทั้ง 4 ความสัมพันธ์ที่ใช้สร้างเป็นเมตาโมเดลสามารถจำแนกประเภทด้วยคลาสแพ็คเกจที่มีความสัมพันธ์กันดังภาพที่ 3.5



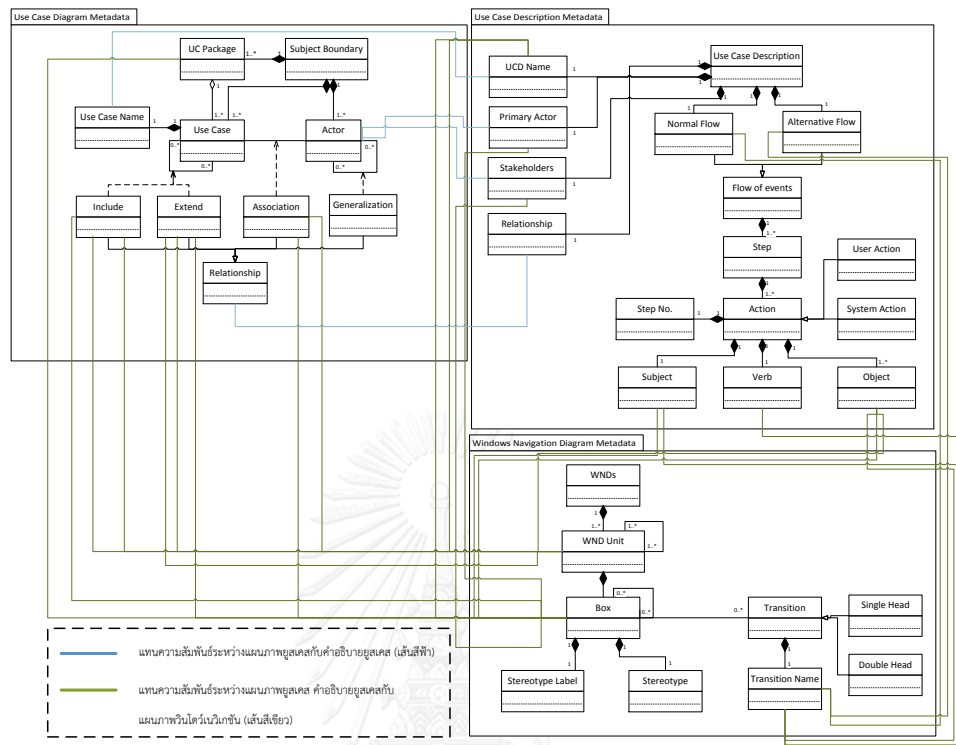
ภาพที่ 3.5 ภาพรวมความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากนั้นทำการสอบถามความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ สรุปผลการประเมินพร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุงความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แล้วจึงทำการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์

3.3.1. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองเชิงฟังก์ชันประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส รวมไปถึงแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน เนื่องจากส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้สามารถออกแบบได้หลายรูปแบบ จึงต้องทำการเลือกตามการจัดกลุ่มของเมตาโมเดลที่ได้สร้างขึ้น โดยคำนึงถึงการทำงานของส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งในส่วนใดที่มักจะมีข้อมูลของฟังก์ชันงานหลักของแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส รวมถึงข้อมูลที่ปรากฏเป็นกล่องบนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันแสดงอยู่ เนื่องจากส่วนประกอบย่อยของทั้งแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความซับซ้อน จึงต้องทำการแตกเป็นความสัมพันธ์ภายในกับความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบความสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยได้นำคำและหน้าที่ของคำจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลอง

เชิงฟังก์ชันกับแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันมาสร้างความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองการออกแบบดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 แผนภาพคลาสของความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันกับแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน

เมื่อทราบถึงความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองแล้ว ต่อไปผู้วิจัยจะนำส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้มาสร้างความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยของแบบจำลอง โดยความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้สามารถแบ่งความสัมพันธ์ย่อยเป็น 2 ความสัมพันธ์ย่อยได้แก่

1) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

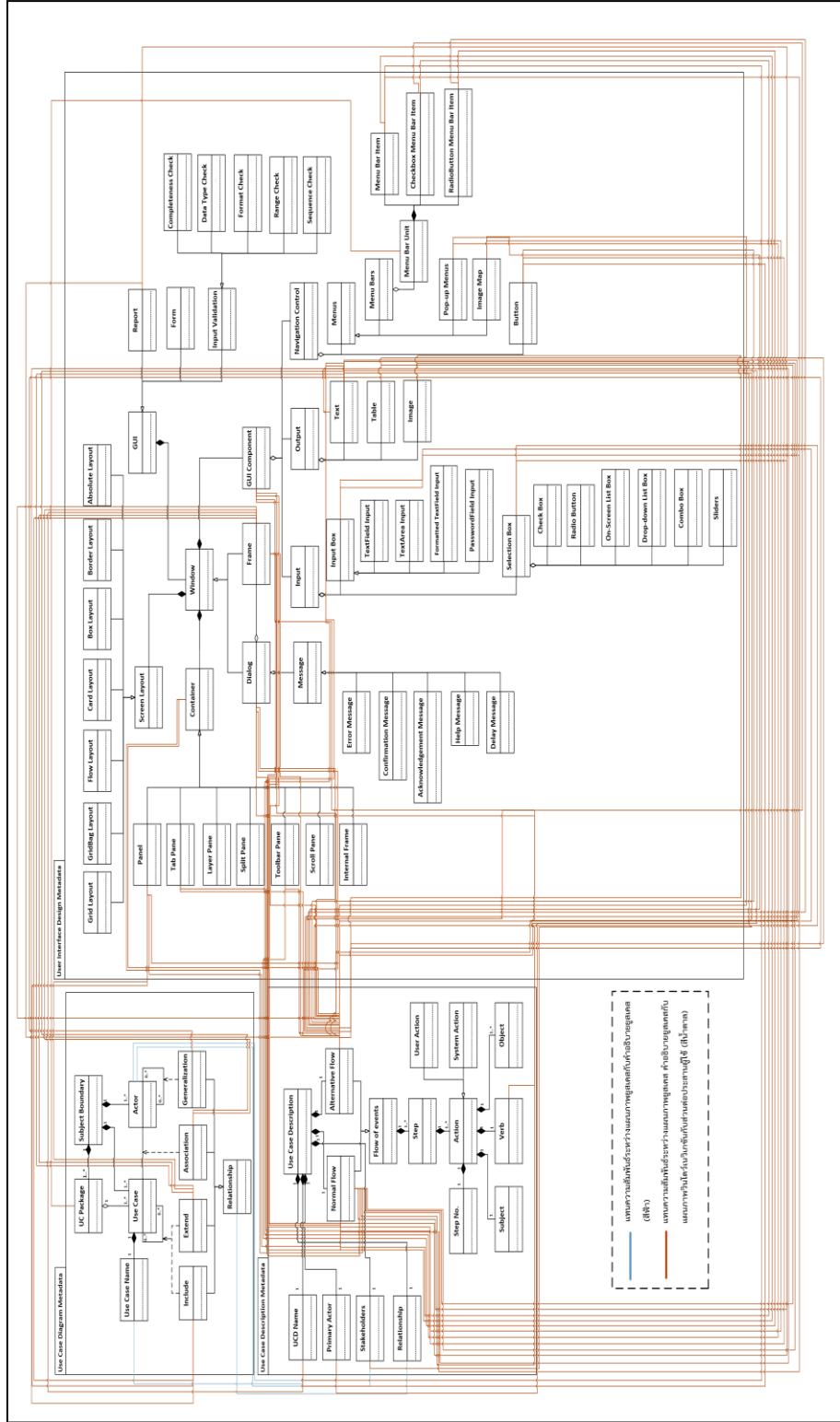
ขั้นตอนนี้จะระบุความสัมพันธ์ของคำและหน้าที่ของคำของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคสและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน โดยเลือกส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความเกี่ยวข้องกับแผนภาพยูสเคสนั้นคือ ส่วนควบคุมนำทาง (Navigation Control) ประกอบด้วยปุ่ม (Button) แถบเมนู (Menu Bar) ซึ่งมักจะปรากฏชื่อของยูสเคสทำหน้าที่แสดงฟังก์ชันงานของระบบให้กับผู้ใช้งานมาทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับแผนภาพยูสเคสและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน รวมไปถึงความสัมพันธ์

ระหว่างหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับยูสเคสหนึ่งการเรียกใช้งานไปยังอีกหน้าจอหนึ่งที่มีชื่อยูสเคสอื่น เป็นไปตามความสัมพันธ์ที่ปรากฏภายในแผนภาพยูสเคสและความสัมพันธ์ของกล่องของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน ส่งผลให้เกิดความเชื่อมโยงของส่วนประกอบย่อยประเภทกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยความสัมพันธ์ของแผนภาพยูสเคส

2) ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้จะระบุความสัมพันธ์ของคำและหน้าที่ของคำของส่วนประกอบย่อยที่ใช้การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคส โดยเลือกส่วนกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Component) ซึ่งจะต้องปรากฏเป็นคำที่ทำหน้าที่เป็นกรรมภายในคำอธิบายยูสเคสทั้งในส่วนการกระทำของผู้ใช้และระบบ ทำให้สามารถเชื่อมโยงกับทุกๆ รายการภายใต้กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น คำอธิบายยูสเคสระบุว่า มีเขตข้อมูลนำเข้า (Text Field Input) ที่ชื่อ Name รวมถึงปรากฏเป็นกล่องที่มีชื่อ Name ที่มีสเตอริโอไทป์ที่ชื่อ Text Field Input ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน ดังนั้นบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้จะต้องปรากฏส่วนประกอบย่อยเขตข้อมูลนำเข้าที่ชื่อ Name เช่นเดียวกัน

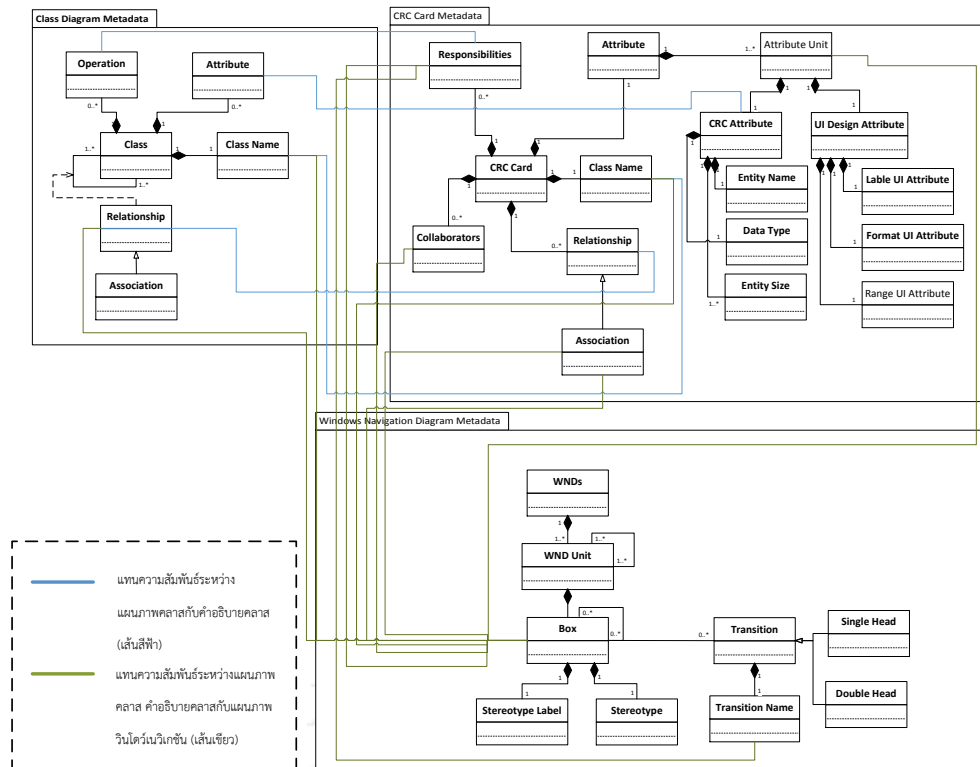
จากทั้งความสัมพันธ์ทั้ง 2 ความสัมพันธ์ดังกล่าวนำไปสู่การสร้างแผนภาพคลาสเมตาโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการสร้างความสัมพันธ์ภายในของแบบจำลองเชิงฟังก์ชันกับแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันปรากฏดังภาพที่ 3.6 ดังนั้นแผนภาพเชิงโครงสร้างของความสัมพันธระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้จะปรากฏเพียงความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคสกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เท่านั้นดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันกับเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.3.2. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงโครงสร้าง ประกอบด้วยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส รวมไปถึงส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน โดยเลือกกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ส่วนการนำเข้าข้อมูล การนำออกข้อมูลและส่วนควบคุมนำทางอันเนื่องมาจากภายในแผนภาพเชิงโครงสร้างจะประกอบด้วยข้อมูลที่ใช้เก็บในระบบซอฟต์แวร์ รวมไปถึงข้อมูลที่จะใช้แสดงบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ ผ่านการเรียกใช้งานของตัวดำเนินการ จึงทำให้ส่วนข้อความ (Text) ตาราง (Table) จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะประจำ (Attribute) ของแบบจำลองเชิงโครงสร้าง รวมไปถึงส่วนควบคุมนำทาง (Navigation Control) เช่นปุ่ม (Button) ที่มักจะมีความสัมพันธ์กับตัวดำเนินการ (Operation) เพื่อสั่งให้เกิดการกระทำบนส่วนต่อประสานผู้ใช้แต่ในส่วนของตัวดำเนินการของคลาสภายในงานวิจัยนี้จะไม่ได้นำมาพิจารณาสร้างความสัมพันธ์เนื่องจากในแต่ละตัวดำเนินการสามารถมีได้หลายพฤติกรรม ซึ่งทุกพฤติกรรมไม่จำเป็นต้องปรากฏอยู่บนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ตัวอย่างเช่น ชื่อของตัวดำเนินการไม่จำเป็นต้องปรากฏเป็นชื่อของปุ่มบนส่วนต่อประสานผู้ใช้เสมอไป ในหนึ่งคลาสสามารถปรากฏตัวดำเนินการประเภทเรียกค่า (Get) หรือกำหนดค่า (Set) แต่กลับไม่ปรากฏชื่อของตัวดำเนินการดังกล่าวบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ จึงเป็นเหตุผลให้ตัวดำเนินการไม่ถูกนำมาพิจารณาในการสร้างความสัมพันธ์ เมื่อพิจารณาส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบเป็นที่เรียบร้อย อยู่ เนื่องจากส่วนประกอบย่อยของทั้งแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความซับซ้อน จึงต้องทำการแตกเป็นความสัมพันธ์ภายในกับความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้นำคำและหน้าที่ของคำจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชันกับแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันมาสร้างความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองการออกแบบดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แผนภาพคลาสของความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้างกับแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน

เมื่อทราบถึงความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองแล้ว ต่อไปผู้วิจัยจะนำส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้มาสร้างความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ โดยความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้สามารถแบ่งความสัมพันธ์ย่อยเป็น 2 ความสัมพันธ์ย่อยได้แก่

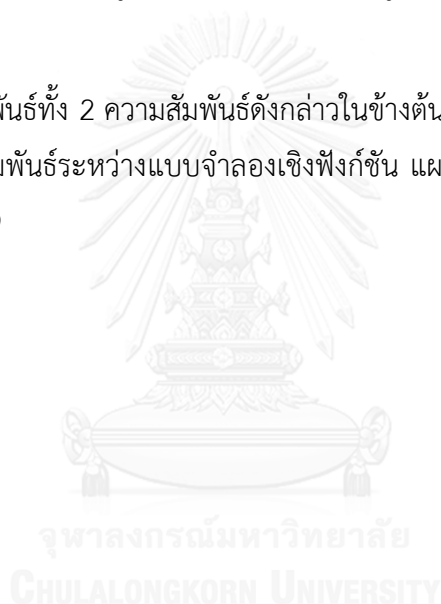
1) การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

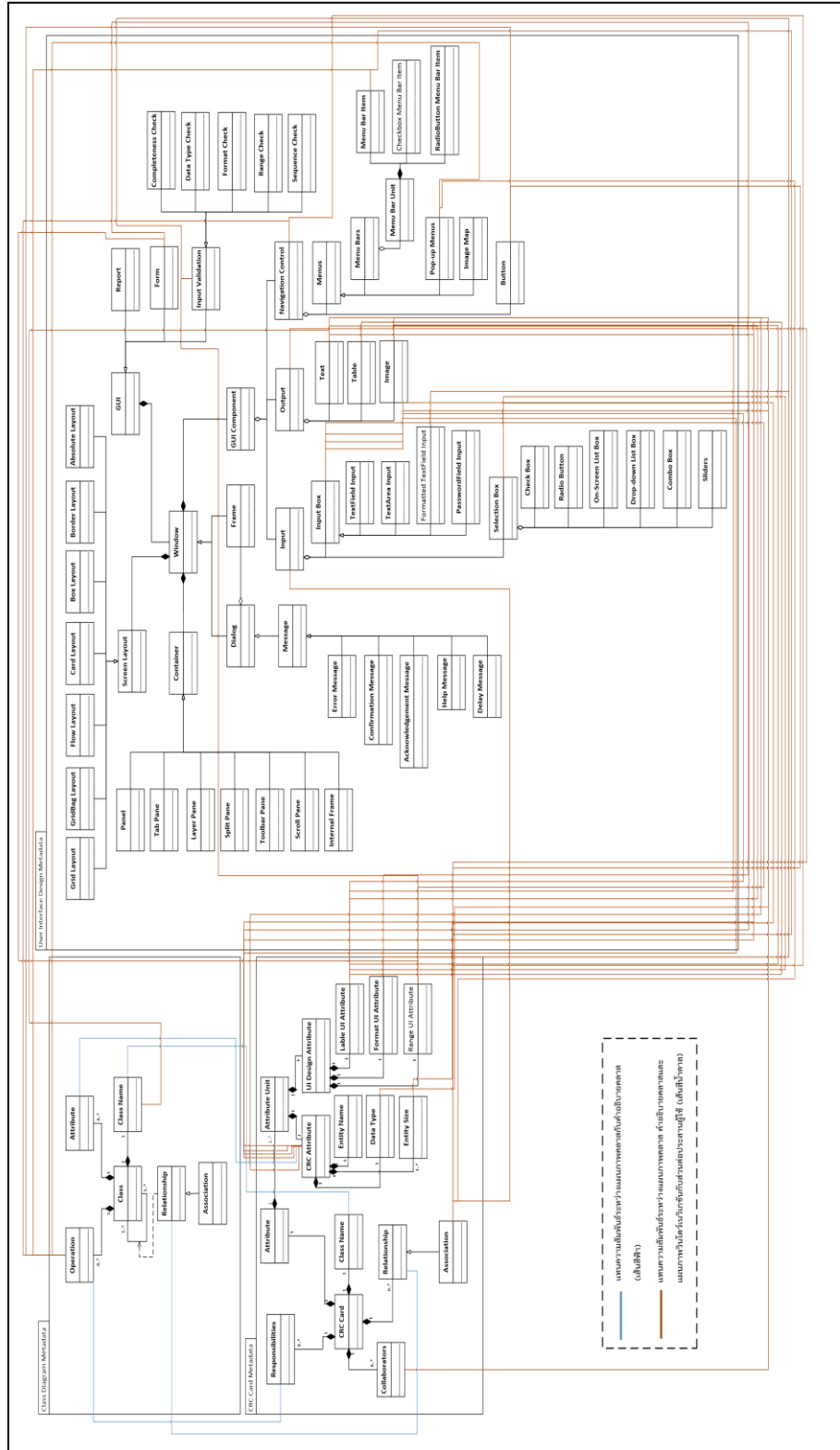
ขั้นตอนนี้ระบุความสัมพันธ์ของคำและหน้าที่ของคำของส่วนประกอบย่อยที่ใช้การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยของแผนภาพคลาส และกล่องของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน โดยเลือกกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่เป็นส่วนการนำเข้าข้อมูล การนำออกข้อมูล และส่วนควบคุมนำทางเช่น ชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) ที่มีความสัมพันธ์ชื่อตัวดำเนินการเพื่อทำให้เกิดการกระทำบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ หรือข้อความ (Text) ที่ปรากฏบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่แสดงข้อมูลบนคลาสที่ชื่อ คลาส A ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับคลาสที่ชื่อ คลาส B ดังนั้นข้อความแสดงข้อมูลบนส่วนต่อประสานผู้ใช้จะต้องมีบางข้อมูลของคลาส B ไปแสดงบนหน้าจอที่แสดงป้ายข้อความข้อมูลคลาส A ด้วย

2) การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้ระบุความสัมพันธ์ของคำและหน้าที่ของคำของส่วนประกอบย่อยที่ใช้การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายคลาสและกล่องของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน โดยเลือกกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่เป็นส่วนการนำเข้าข้อมูล การนำออกข้อมูลและส่วนควบคุมนำทางเช่น เขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความจัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input) จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของลักษณะประจำ (Format of Attribute) ที่เป็นส่วนเพิ่มเติมคำอธิบายคลาสภายในงานวิจัยนี้ โดยค่าการจัดรูปแบบของเขตข้อมูลนำเข้าข้อความที่ได้รับข้อมูลของลักษณะประจำบนส่วนต่อประสานผู้ใช้จะต้องมีค่าที่ตรงกับรูปแบบลักษณะประจำที่ได้กำหนดไว้ในคำอธิบาย

จากทั้งความสัมพันธ์ทั้ง 2 ความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้น จึงนำไปสู่การสร้างแผนภาพคลาสเมตาโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ดังภาพที่ 3.9



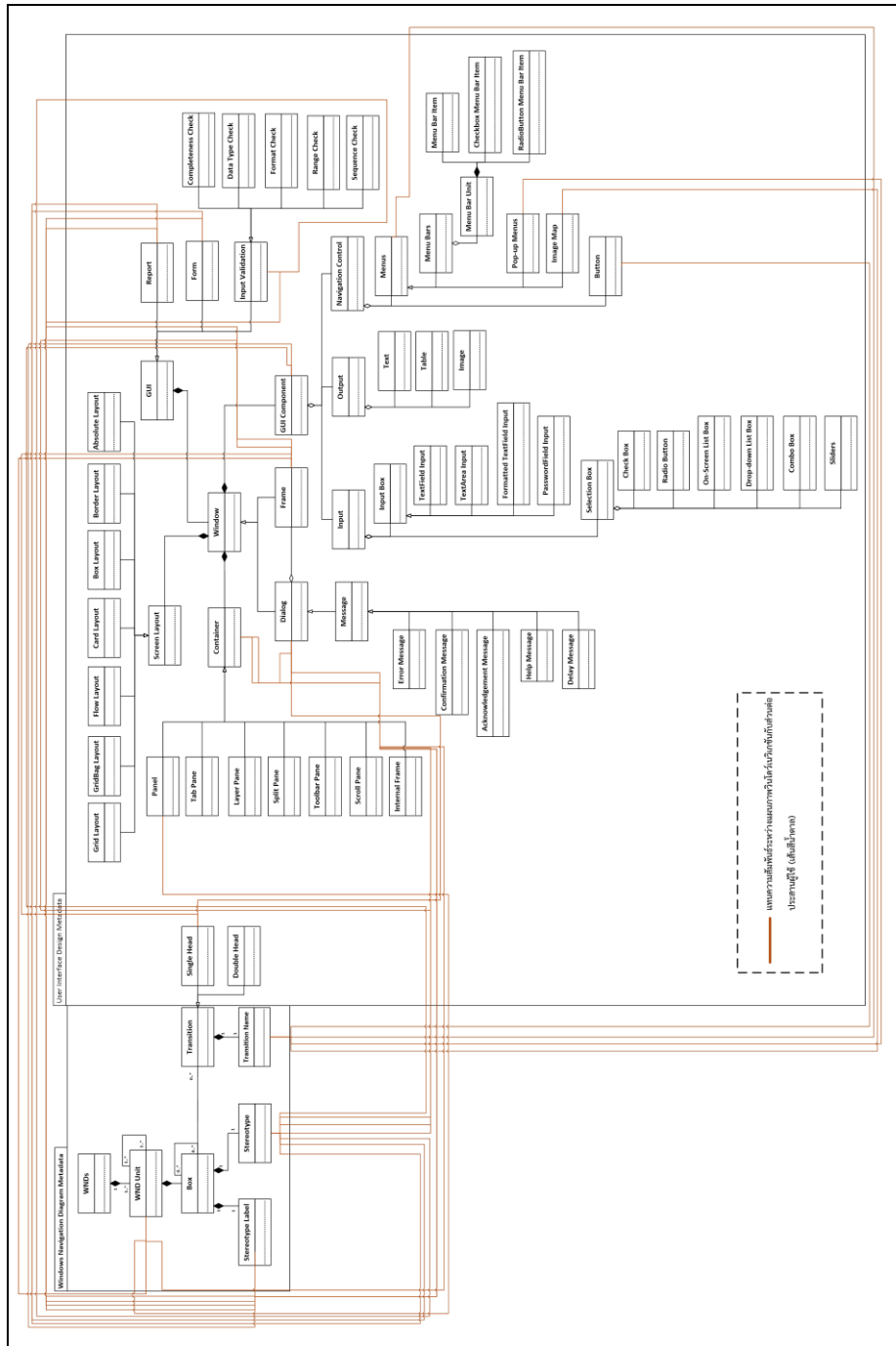


ภาพที่ 3.9 แผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้างกับแบบจำลองส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.3.3. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและ แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน โดยเลือกกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ส่วนการนำเข้าข้อมูล การนำออกข้อมูลและส่วนควบคุมนำทาง ซึ่งวินโดวส์เนวิเกชันภายในงานวิจัยนี้จะมีความใกล้เคียงต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้จริง ด้วยการกำหนดสตอรี่บอร์ดที่ระบุตามส่วนประกอบย่อยเมตาโมเดลที่ได้ทำการศึกษา จึงทำให้สามารถตรวจได้ในส่วนประกอบหลักของหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ตัวอย่างเช่น หน่วยวินโดวส์เนวิเกชันจะมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั้งกรอบ (Frame) หรือคอนเทนเนอร์ (Container) รวมถึงการเปลี่ยนหน้าจอของส่วนต่อประสานผู้ใช้สามารถเทียบได้กับความสัมพันธ์ส่งผ่าน (Transition) ที่ระบุถึงหน้าจอต้นทางเปลี่ยนสถานะด้วยส่วนควบคุมนำทางไปยังหน้าจอปลายทาง

จากทั้งความสัมพันธ์ดังกล่าวมา จึงนำไปสู่การสร้างแผนภาพคลาสเมตาโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างภาพที่ 3.10

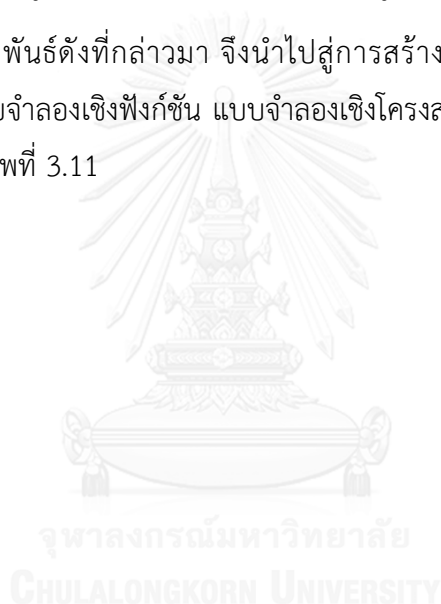


ภาพที่ 3.10 แผนภาพพลศาสตร์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.3.4. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ กับส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชันประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แบบจำลองเชิงโครงสร้างประกอบด้วยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาสรวมถึงส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน โดยเลือกเพียงส่วนประกอบย่อยข้อความ (Text) ของส่วนการนำออกมาใช้เพียงเท่านั้น เนื่องจากส่วนที่ปรากฏในทุกความสัมพันธ์ก็คือชื่อของแอกเตอร์ (Actor) ซึ่งปรากฏในทุกแบบจำลองที่ได้นำเสนอในข้างต้น ซึ่งชื่อของแอกเตอร์มักจะปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความระบุชื่อผู้ใช้งานบนหน้าส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากทั้งความสัมพันธ์ดังกล่าวมา จึงนำไปสู่การสร้างแผนภาพคลาสเมตาโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ดังภาพที่ 3.11



3.4. การประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน

ในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่สร้างขึ้นสำหรับการนำไปสร้างเป็นกฎการทวนสอบความต้องกันเพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยได้ทำการเลือกส่วนประกอบย่อยที่ใช้สำหรับการทวนสอบความต้องกันได้อย่างครบถ้วน ทั้งในส่วนของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมไปถึงประเด็นของความถูกต้องในแต่ละส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่จะปรากฏข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการออกแบบทั้งการระบุความสัมพันธ์โดยตรง หรือการมีความสัมพันธ์ในเชิงความหมาย โดยแบ่งวิธีการประเมินเป็น 2 วิธีได้แก่ การประเมินโดยผู้วิจัยและการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1. การประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างกฎโดยผู้วิจัย

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่สร้างขึ้นในหัวข้อ 3.3 ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวถูกนำไปสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันต่อไป โดยการประเมินผู้วิจัยคำนึงถึงคุณภาพใน 2 ด้านประกอบด้วย

- 1) ด้านความครบถ้วนของความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อย ผู้วิจัยทำการทวนสอบเส้นความสัมพันธ์ของแผนภาพเมตาโมเดลที่สร้างขึ้นว่ามีครบถ้วนตามส่วนประกอบย่อยที่ได้ทำการศึกษาและกำหนดเป็นขอบเขตในงานวิจัยนี้ โดยพิจารณาทั้งความสัมพันธ์ภายใน [6] แบบจำลองการออกแบบ (Intra-model) และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Inter-model) เปรียบเทียบกับข้อมูลแบบจำลองการออกแบบทั้งแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสที่ได้ทำการศึกษาจากหนังสือ [3] และข้อมูลส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้จากหนังสือและคลังโปรแกรมจาวาสวิง โดยทุกส่วนประกอบย่อยที่ปรากฏตามขอบเขตของงานวิจัยนี้ได้รับการสร้างความสัมพันธ์อย่างครบถ้วน นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันที่มีคุณภาพด้านความครบถ้วนต่อไป
- 2) ด้านความถูกต้องของความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อย ผู้วิจัยพิจารณาจากข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันในแต่ละเส้นความสัมพันธ์โดยการสังเกตหน้าที่ของส่วนประกอบย่อยของการออกแบบจะปรากฏเป็นส่วนใดของส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ ในทำนองเดียวกันข้อมูลส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ส่วนใดที่จะสามารถปรากฏข้อมูลของแบบจำลองการออกแบบได้ จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินโดยพิจารณาตามหลักการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ [3] และประสบการณ์ด้านการออกแบบของผู้วิจัย แล้วจึง

ตัดสินใจว่าความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยใดมีความถูกต้อง ซึ่งทำให้การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันมีคุณภาพด้านถูกต้องต่อไป

3.4.2. การประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการสร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้ทำการสร้างขึ้นจากหัวข้อที่ 3.3 โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ความคิดเห็นที่มีต่อความสัมพันธ์ที่มีส่วนประกอบที่ได้ทำการสร้างขึ้นว่ามีความครบถ้วนและใช้ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเหมาะสมต่อการใช้ในการทวนสอบระหว่างสองการออกแบบ ส่งผลถึงการสร้างกฎที่มีคุณภาพต่อไป ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงข้อมูลรายการสำหรับประเมินความสัมพันธ์ของทั้งส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดผู้เชี่ยวชาญและข้อความสัมพันธ์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
1	กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	<p>กำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่มที่มีอาชีพ Project Manager, Business Analyst/System Analyst, Developer. โดยแบ่งประสบการณ์เป็น 3 ช่วง</p> <p>1.1 มีประสบการณ์ 6-10 ปีในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลองยูเอ็มแอลกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้จำนวน 9 คน</p> <p>1.2 มีประสบการณ์ 3-5 ปีในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลองยูเอ็มแอลกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ 4 คน</p> <p>1.3 มีประสบการณ์ 0-3 ปีในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลองยูเอ็มแอลกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ 7 คน</p>

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดผู้เชี่ยวชาญและข้อความสัมพันธ์ (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
2	องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการสร้างความสัมพันธ์	1. ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองยูเอ็มแอลซึ่งประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน 2. ส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้
3	ความสัมพันธ์และตัวอย่างกฎการทวนสอบความต้องกัน	1. แผนภาพเมตาโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบ 2. ตารางเชื่อมโยงส่วนประกอบย่อยกับกฎการทวนสอบความต้องกัน
4	แบบสอบถาม	แบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ค.

ต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อให้การสอบถามแนวทางกับผู้เชี่ยวชาญสัมฤทธิ์ผล โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองยูเอ็มแอลประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันและทำการระบุรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองว่าความหมายอย่างไร พร้อมทั้งศึกษาส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้พร้อมระบุรายละเอียดของการนำไปใช้ แล้วจึงทำการสร้างเป็นแผนภาพเมตาโมเดลของแต่ละแบบจำลองและส่วนประกอบย่อยที่ใช้ออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้
2. ผู้วิจัยสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบแสดงเป็นแผนภาพเมตาโมเดล พร้อมสร้างตารางเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่อประกอบพร้อมเตรียมตัวอย่างกฎการทวนสอบความต้องกัน
3. ผู้วิจัยกำหนดรายการคำถามที่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 รายการความสัมพันธ์ของส่วนประกอบที่ใช้ในการสอบถาม

ลำดับ	รายการประเมินตามความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ
1	ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน กับแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ
2	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงฟังก์ชันงานจากแบบจำลองได้อย่างครบถ้วน
3	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน
4	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น ยูสเคส (Use Case) มีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)
5	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
6	ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงโครงสร้าง กับแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ
7	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลจากแบบจำลองได้อย่างครบถ้วน
8	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน
9	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น คุณลักษณะของแผนภาพคลาส (Attribute) มีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยข้อความ (Text) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)
10	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 3.4 รายการความสัมพันธ์ของส่วนประกอบที่ใช้ในการสอบถาม (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมินตามความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ
11	ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ
12	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามการออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานได้อย่างครบถ้วน
13	ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน
14	ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น กล่อง (A box) บนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยปุ่มส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)
15	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
16	ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างกับแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ
17	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงฟังก์ชันงาน นำเสนอข้อมูลที่จำเป็นและออกแบบตามโครงสร้างส่วนต่อประสานได้อย่างครบถ้วน
18	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน
19	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น ชื่อของแอคเตอร์ (Actor) และชื่อคลาส (Class Name) มีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยข้อความ (Text) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)
20	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

4. ผู้วิจัยนำเสนอความสัมพันธ์ส่วนประกอบที่ใช้ในการสร้างกฎพร้อมตัวอย่างกฎ อธิบายที่มาขององค์ความรู้ที่ทำให้เกิดเป็นแต่ละความสัมพันธ์ และบริบทของการนำกฎไปใช้
5. ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามระดับความคิดเห็นที่แสดงถึงความครบถ้วนขององค์ประกอบของแต่ละความสัมพันธ์ที่ใช้ในการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน รวมไปถึงความพึงพอใจในแนวทางการสร้างกฎ
6. ผู้วิจัยสรุปผลที่ได้จากแบบสอบถาม

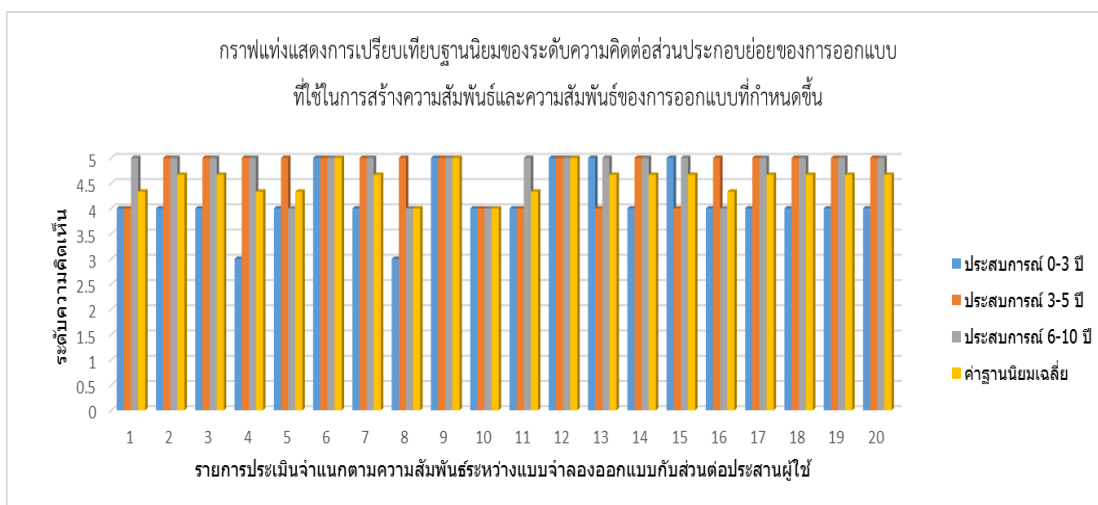
เมื่อทราบผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว ต่อไปผู้วิจัยจะต้องทำการประเมินระดับความคิดเห็นของความครบถ้วนและความเหมาะสมของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองยูเอ็มแอลกับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่จะถูกนำมาใช้สร้างความสัมพันธ์เพื่อการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันต่อไป โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบโดยใช้ค่านิยามของระดับความครบถ้วนและความเหมาะสมของความสัมพันธ์ส่วนประกอบจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่ม พร้อมระบุค่าเฉลี่ยของฐานนิยามดังตารางที่ 3.5 และภาพที่ 3.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.5 ระดับความคิดเห็นต่อรายการความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อย

รายการประเมินความสัมพันธ์จากตารางที่ 3.4	ฐานนิยามของระดับความคิดเห็น			
	ประสบการณ์ 0-3 ปีในด้าน การออกแบบ ซอฟต์แวร์	ประสบการณ์ 3-5 ปีในด้าน การออกแบบ ซอฟต์แวร์	ประสบการณ์ 6-10 ปีใน ด้านการ ออกแบบ ซอฟต์แวร์	ค่าเฉลี่ย ฐานนิยาม
1	4	4	5	4.33
2	4	5	5	4.67
3	4	5	5	4.67
4	3	5	5	4.33
5	4	5	4	4.33

ตารางที่ 3.5 ระดับความคิดเห็นต่อรายการความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อย (ต่อ)

รายการประเมิน ความสัมพันธ์จาก ตารางที่ 3.4	ฐานนิยมของระดับความคิดเห็น			
	ประสบการณ์ 0-3 ปีในด้าน การออกแบบ ซอฟต์แวร์	ประสบการณ์ 3-5 ปีในด้าน การออกแบบ ซอฟต์แวร์	ประสบการณ์ 6-10 ปีใน ด้านการ ออกแบบ ซอฟต์แวร์	ค่าเฉลี่ย ฐานนิยม
6	5	5	5	5.00
7	4	5	5	4.67
8	3	5	4	4.00
9	5	5	5	5.00
10	4	4	4	4.00
11	4	4	5	4.33
12	5	5	5	5.00
13	5	4	5	4.67
14	4	5	5	4.67
15	5	4	5	4.67
16	4	5	4	4.33
17	4	5	5	4.67
18	4	5	5	4.67
19	4	5	5	4.67
20	4	5	5	4.67



ภาพที่ 3.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อรายการความสัมพันธ์ส่วนประกอบ

ผลที่ได้จากการสอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าฐานนิยมเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นที่มีต่อส่วนประกอบย่อยของการออกแบบที่ใช้ในการสร้างความสัมพันธ์และความสัมพันธ์ของการออกแบบที่สร้างขึ้นในทุกกลุ่มมีค่ามากกว่าระดับ 3 ขึ้นไปในทุกรายการ หมายความว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญสะท้อนความคิดเห็นว่าส่วนประกอบย่อยที่นำมาใช้สร้างความสัมพันธ์ของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงความสัมพันธ์ที่กำหนดขึ้นโดยผู้วิจัยมีความครบถ้วนและมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เพื่อการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ผู้วิจัยจึงสรุปส่วนประกอบย่อยของการออกแบบที่ใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ และความสัมพันธ์ที่ได้กำหนดขึ้นทั้งหมดเพื่อใช้สำหรับทำการสร้างกฎการทวนสอบต่อไป

3.5. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดที่ใช้ในการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นตามหัวข้อ 3.3.1-3.3.4 และมีการประยุกต์ใช้นิยามของคุณลักษณะความต้องกันตามมาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 ใน 3 ความขัดแย้ง คือ 1.ความขัดแย้งคุณลักษณะของวัตถุจริง 2.ความขัดแย้งของตรรกะหรือข้อกำหนด 3.ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุในความต้องการ 2 ความต้องการหรือมากกว่า โดยกฎจะต้องระบุถึงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์ทั้ง 4 ความสัมพันธ์ ซึ่งจะต้องไม่เกิดความขัดแย้งตามนิยามความต้องกันของไอทีริปเปิ้ลอี 830 ซึ่งมีกฎเป็นจำนวน 120 ข้อ โดยแบ่งตามรายการความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

3.5.1. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในการสร้างกฎการทวนสอบความต้อกันจากความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีจำนวนของกฎที่สร้างขึ้น 51 ข้อ สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทความสัมพันธ์ตามความสัมพันธ์ที่ได้สร้างขึ้นก่อนหน้าได้แก่

1) การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คําอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงแผนภาพ คลาส

การสร้างกฎการทวนสอบความต้อกันจากส่วนประกอบย่อยของแผนภาพยูสเคส คําอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนกฎที่ได้เป็น 12 ข้อซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่มีชื่อหรือชื่อองค์ประกอบที่ตรงกัน เนื่องจากแผนภาพเมตาโมเดลแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.7 ในหัวข้อ 3.3.1 มีความซับซ้อน เพราะแต่ละความสัมพันธ์ต่างมีเส้นความสัมพันธ์หลายเส้นเชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยจึงทำการจำแนกส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันออกเป็นตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยพร้อมระบุกฎที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ยูสเคสแพ็คเกจ (UC Package)		กล่อง (Box)	หน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit)	1. ชื่อยูสเคสแพ็คเกจที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดหน่วยแถบเมนูของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏชื่อหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	ชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name)	กล่อง (Box)	แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	2. ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดแถบเมนูย่อยบนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
แอสโซซิเอชัน (Association)	แอสโซซิเอชัน (Association)	หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit)	กรอบ (Frame)	3. แอคเตอร์กับยูสเคสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ชื่อยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบที่มีชื่อแอคเตอร์แสดงอยู่ต้องปรากฏเป็นชื่อของกรอบ (Frame) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อของแอคเตอร์แสดงอยู่

จากตารางที่ 3.6 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งจะนำกฎดังกล่าวมาสร้างรายการข้อผิดพลาดสำหรับใช้ในการระบุข้อผิดพลาดของความไม่ต้องกันเพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงข้อผิดพลาด นำไปสู่การแก้ไขการออกแบบที่ถูกต้องและมีความครบถ้วนของส่วนประกอบย่อยต่อไปดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UC-WND-UI-01	ชื่อยูสเคสแพจเกจที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดหน่วยแถบเมนูของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-03	ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดแถบเมนูย่อยบนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-05	แอคเตอร์กับยูสเคสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ชื่อยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบที่มีชื่อแอคเตอร์แสดงอยู่ต้องปรากฏเป็นชื่อของกรอบ (Frame) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อของแอคเตอร์แสดงอยู่

ตัวอย่างเช่น ชื่อของแผนภาพยูสเคสและคำอธิบายยูสเคส และกล่องที่ระบุเตอรืโอโทป์แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) ปรากฏคำว่า Add book แต่ในส่วนประกอบย่อยแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ไม่ปรากฏคำว่า Add book จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด UC-WND-UI-03 ที่ไม่มีแถบเมนูย่อย Add book ทั้งที่ทำการระบุไว้บนแบบจำลองการออกแบบ เป็นต้น

2) การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันจากส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนกฎที่ได้เป็น 39 ข้อซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่มีชื่อหรือชื่อองค์ประกอบที่ตรงกันรวมถึงในส่วนนี้จะให้ความสำคัญไปยังส่วนประกอบที่เป็นขั้นตอนการทำงานในคำอธิบายยูสเคส ทั้งในส่วนการกระทำของผู้ใช้และระบบที่ภายในแบ่งส่วนเป็นคำที่ทำหน้าที่เป็นประธาน คำที่ทำหน้าที่เป็นกริยาและคำนามที่ทำหน้าที่กรรมซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ระบุส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เนื่องจากแผนภาพเมตาโมเดลแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.7 ในหัวข้อ 3.3.1 มีความซับซ้อน เพราะแต่ละความสัมพันธ์ต่างมีเส้นความสัมพันธ์หลายเส้นเชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยจึงทำการจำแนกส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันออกเป็นตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยพร้อมระบุกฎที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 1 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 2 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ วินโดวส์เนวิ เกชัน	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงาน หลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box)	ปุ่ม (Button)	1. กรรมในประโยคการกระทำหลักของ ผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นช่องกล่อง (Box) ชนิดปุ่ม ต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วน ต่อประสานผู้ใช้
กระแสงาน หลัก (Normal Flow)	การกระทำ ระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	2. กรรมในประโยคการกระทำหลักของ ระบบ ที่ปรากฏเป็นช่องกล่อง (Box) ชนิด ข้อความ (Text) ต้องปรากฏเป็นชื่อ ข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากตารางที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่าง คำอธิบายยูสเคส แผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งจะนำกฎดังกล่าวมาสร้างรายการข้อผิดพลาดสำหรับใช้ในการระบุข้อผิดพลาดของความไม่ต้องกัน เพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงข้อผิดพลาด เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ไขการออกแบบที่ถูกต้องและมีความครบถ้วนของส่วนประกอบย่อยต่อไป ดัง ตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-11	กรรมในประโยชน์การกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดปุ่มของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-18	กรรมในประโยชน์การกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตัวอย่างเช่น กรรมในประโยชน์การกระทำหลักของผู้ใช้ในคำอธิบายยูสเคสและชื่อกกล่องของวินโดวส์เนวิเกชันที่มีสเตอริโอไทป์ชนิดปุ่มปรากฏชื่อ Submit แต่บนส่วนต่อประสานผู้ใช้กลับไม่ปรากฏส่วนประกอบย่อยชนิดปุ่ม (Button) ที่ชื่อ Submit จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด UCD-WND-UI-11 ที่ไม่มีปุ่มที่ชื่อ Submit ทั้งที่ทำการระบุไว้บนแบบจำลองการออกแบบ เป็นต้น

3.5.2. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันจากความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีจำนวนกฎที่ได้เป็น 15 ข้อ สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทความสัมพันธ์ตามความสัมพันธ์ที่ได้สร้างขึ้นก่อนหน้าได้แก่

1) การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ คลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันจากส่วนประกอบย่อยของแผนภาพคลาส คำอธิบายยคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกซ์กับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนกฎที่ได้เป็น 8 ข้อซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่มีชื่อหรือชื่อองค์ประกอบที่ตรงกัน เนื่องจากแผนภาพเมตาโมเดลแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.9 ในหัวข้อ 3.3.2 มีความซับซ้อน เพราะแต่ละความสัมพันธ์ต่างมีเส้นความสัมพันธ์หลายเส้นเชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยจึงทำการจำแนกส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันออกเป็นตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยพร้อมระบุกฎที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์ทีกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพ คลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบาย คลาส	แผนภาพ วินโดวส์เนกซ์ ที	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะ ประจำ (Attribute)	1. ลักษณะประจำคำอธิบาย คลาส (CRC Attribute) 2. ลักษณะประจำที่ใช้การ ออกแบบส่วนต่อประสาน (UI Design Attribute)	1. ชื่อเอนทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อ ลักษณะประจำส่วน ต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้า	กล่องนำเข้า (Input Box)	1. ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบาย คลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏ เป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าของ แผนภาพวินโดวส์เนกซ์ที จะต้องปรากฏเป็นชื่อ กล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสาน ผู้ใช้
ความสัมพันธ์ แอสโซซิเอชัน (Association)	ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน (Association)	1. ชื่อเอนทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อ ลักษณะประจำส่วน ต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดการนำออก ข้อมูล (Output)	การนำออก ข้อมูล (Output)	2. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส กับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ลักษณะประจำคลาส และชื่อเอนทิตีที่กำหนดลักษณะประจำส่วนต่อ ประสานจะต้องปรากฏเป็นลักษณะประจำส่วนต่อ คลาสที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกล่อง ชนิดการนำออกข้อมูลต้องปรากฏความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่แสดงด้วยกล่องการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากตารางที่ 3.10 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งจะนำกฎดังกล่าวมาสร้างรายการข้อผิดพลาดสำหรับใช้ในการระบุข้อผิดพลาดของความไม่ต้องกันเพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงข้อผิดพลาด เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ไขการออกแบบที่ถูกต้องและมีความครบถ้วนต่อไปดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
CL-WND-UI-03	ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกำหนด (Box) ชนิดกล่องนำเข้าของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกำหนดนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-08	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ลักษณะประจำคลาสและชื่อเอนทิตีที่กำหนดลักษณะประจำส่วนต่อประสานจะต้องปรากฏเป็นลักษณะประจำส่วนต่อประสานของคลาสที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกำหนดชนิดการนำออกข้อมูลแต่ไม่ปรากฏความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แสดงด้วยกล่องการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตัวอย่างเช่น คลาส A มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับคลาส B ดังนั้นจะมีบางลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute) ของคลาส A ที่ชื่อ Age ปรากฏเป็นข้อมูลลักษณะประจำส่วนต่อประสานบนคลาส B ซึ่งจะต้องปรากฏเป็นชื่อกำหนด (Box) ที่มีสแตอริโอไทป์ชนิดการนำออกข้อมูลของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อการนำออกข้อมูลบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่เรียกใช้ข้อมูลจากคลาส A หรือคลาส B จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด CL-WND-UI-08 ที่ไม่มีการนำออกข้อมูลที่ชื่อ Age ทำการระบุไว้บนแบบจำลองการออกแบบ เป็นต้น

2) การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

การสร้างกฎการทวนสอบความต้อกันจากส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนกฎที่ได้เป็น 7 ข้อซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่มีชื่อหรือชื่อองค์ประกอบที่ตรงกัน รวมไปถึงในส่วนนี้จะให้ความสำคัญไปยังส่วนประกอบที่เป็นลักษณะประจำที่ใช้นำเสนอข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Design Attribute) ที่เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งเป็นที่เพิ่มเติมเข้าไปในคำอธิบายคลาสมายในงานวิจัยนี้ โดยจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อยป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) รูปแบบลักษณะประจำ (Format UI Attribute) ค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำ (Range UI Attribute) กับส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ เนื่องจากแผนภาพเมตาโมเดลแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.9 ในหัวข้อ 3.3.2 มีความซับซ้อน เพราะแต่ละความสัมพันธ์ต่างมีเส้นความสัมพันธ์หลายเส้นเชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยจึงทำการจำแนกส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันออกเป็นตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยพร้อมระบุกฎที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.12



ตารางที่ 3.12 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจนกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำของคลาส (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	1. .ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจนต้องปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำของคลาส (Attribute)	รูปแบบของลักษณะประจำ (Format UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ	เขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input)	2. รูปแบบของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจนต้องปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบบนส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากตารางที่ 3.12 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งจะนำกฎดังกล่าวมาสร้างรายการข้อผิดพลาดสำหรับใช้ในการระบุข้อผิดพลาดของความไม่ต้องกันเพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงข้อผิดพลาด เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ไขการออกแบบที่ถูกต้องและมีความครบถ้วนต่อไปดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
CRC-WND-UI-03	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อก่อนชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-06	รูปแบบของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อก่อนชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบบนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตัวอย่างเช่น ปรากฏป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ชื่อ Author แสดงบนกล่อง (Box) ที่มีสเตอริโอไทป์ชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน แต่ไม่ปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด CRC-WND-UI-03 ที่ไม่มีข้อความที่ชื่อ Author ทั้งที่ทำการระบุไว้บนแบบจำลองการออกแบบ เป็นต้น

3.5.3. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันจากส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนกฎที่ได้เป็น 8 ข้อซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่มีชื่อหรือชื่อองค์ประกอบที่ตรงกัน เนื่องจากแผนภาพเมตาโมเดลแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.10 ในหัวข้อ 3.3.3 มีความซับซ้อน เพราะแต่ละความสัมพันธ์ต่างมีเส้นความสัมพันธ์หลายเส้นเชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยจึงทำการจำแนกส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันออกเป็นตารางความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยพร้อมระบุกฎที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.14



ตารางที่ 3.14 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์จันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพวินโดวส์เนกซ์จัน	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์จัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์จัน (WND Unit)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) 2. สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	กรอบ (Frame)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์จัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์กรอบ (Frame) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กล่อง (A Box)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) 2. สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	องค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component)	2. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (A Box) ระบุองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ต้องปรากฏเป็นชื่อองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากตารางที่ 3.14 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน และส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งจะนำกฎดังกล่าวมาสร้าง รายการข้อผิดพลาดสำหรับใช้ในการระบุข้อผิดพลาดของความไม่ต้องกันเพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึง ข้อผิดพลาด เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ไขการออกแบบที่ถูกต้องและมีความครบถ้วนต่อไปดัง ตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบ ย่อยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
WND-UI-02	ปรากฏชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ชนิดกรอบของ หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-04	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (A Box) ระบุ องค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ต้องปรากฏเป็นชื่อองค์ประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตัวอย่างเช่น ในแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันปรากฏป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ชนิดกรอบ (Frame) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อของกรอบ (Frame) ใดๆบนส่วนต่อประสาน ผู้ใช้จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด WND-UI-04 ที่ไม่มีข้อความที่ชื่อ Author ทั้งที่ทำการระบุไว้บน แบบจำลองการออกแบบ เป็นต้น

3.5.4. การสร้างกฎและการกำหนดประเภทข้อผิดพลาดจากความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบ ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันมีจำนวนกฎที่ได้เป็น 2 ข้อซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่มีชื่อหรือ ชื่อองค์ประกอบที่ตรงกัน เนื่องจากแผนภาพเมตาโมเดลแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3.11 ในหัวข้อ 3.3.3 มีความซับซ้อนเพราะแต่ละความสัมพันธ์ต่างมีเส้นความสัมพันธ์หลายเส้น เชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยจึงทำการจำแนกส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์กันออกเป็นตาราง ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยพร้อมระบุกฎที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์



ตารางที่ 3.16 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพ ยูสเคส	คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ คลาส	คำอธิบาย คลาส	แผนภาพ วินโดวส์เนกซ์	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
แอกเตอร์ (Actor)	แอกเตอร์หลัก (Primary Actor)	คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	1.ชื่อของแอกเตอร์และแอกเตอร์หลัก ชื่อคลาส และคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิด ข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ต้อง ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อ ประสานผู้ใช้
แอกเตอร์ (Actor)	ผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder)	คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	2.ชื่อของแอกเตอร์และผู้ที่เกี่ยวข้อง ชื่อคลาส และคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิด ข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ต้อง ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อ ประสานผู้ใช้

จากตารางที่ 3.16 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยระหว่างแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำไปสู่การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งจะนำกฎดังกล่าวมาสร้างรายการข้อผิดพลาดสำหรับการระบุข้อผิดพลาดของความไม่ต้องกันเพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงข้อผิดพลาด เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ไขการออกแบบที่ถูกต้องและมีความครบถ้วนต่อไปดังตารางที่ 3.17

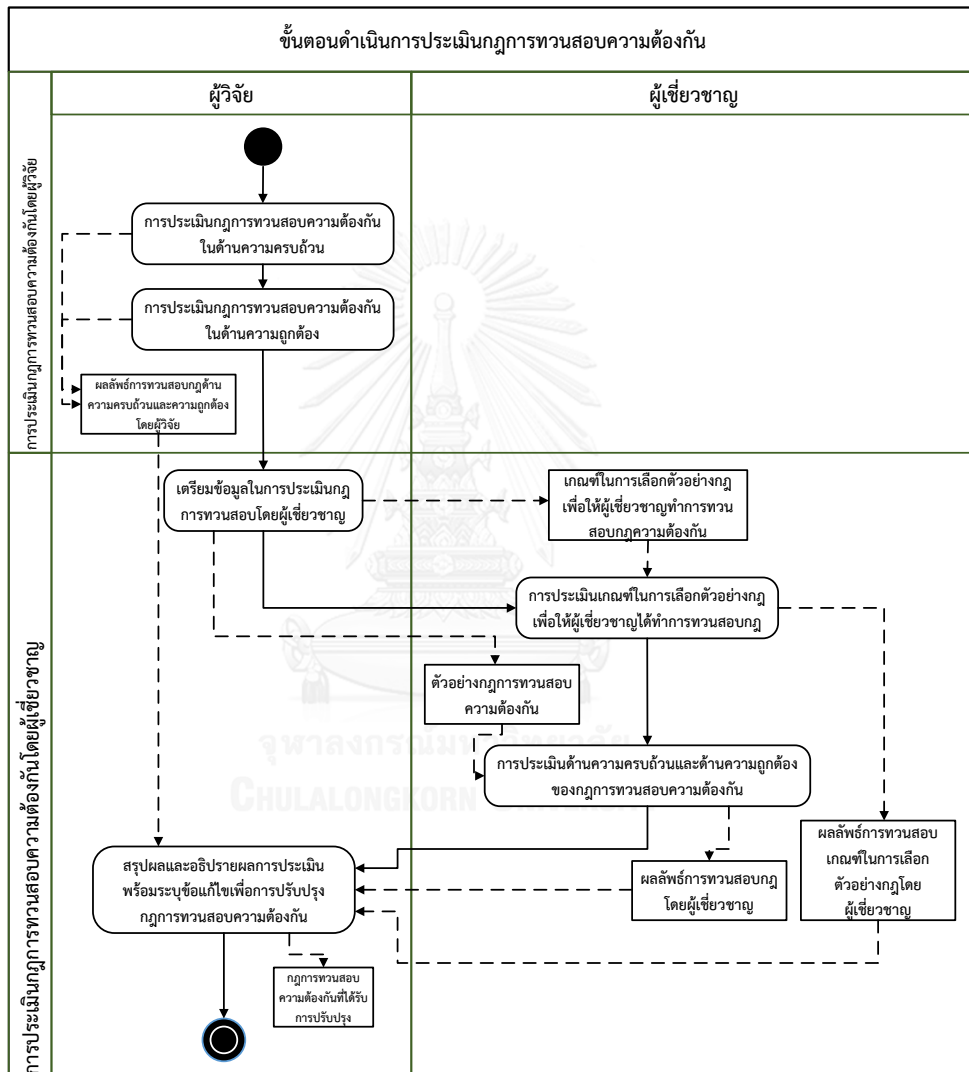
ตารางที่ 3.17 รายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
MD-WND-UI-01	ชื่อของแอคเตอร์และแอคเตอร์หลัก ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
MD-WND-UI-02	ชื่อของแอคเตอร์และผู้ที่เกี่ยวข้อง ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตัวอย่างเช่น ในแผนภาพยูสเคสและคำอธิบายยูสเคสจะปรากฏชื่อของแอคเตอร์ที่ชื่อ Client ซึ่งจะต้องปรากฏเป็นชื่อของแผนภาพและคำอธิบายคลาส และแสดงเป็นชื่อกล่องที่มีสเตอริโอไทป์ข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน แต่ไม่ปรากฏส่วนประกอบย่อยป้ายชื่อที่มีชื่อ Client แสดงอยู่บนส่วนต่อประสานผู้ใช้จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด MD-WND-UI-01 ที่ไม่มีข้อความที่ชื่อ Client ทั้งที่ทำการระบุไว้บนแบบจำลองการออกแบบ เป็นต้น

3.6. การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในขั้นตอนนี้อธิบายถึงการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ใน 2 ด้านคือด้านความครบถ้วนกับด้านความถูกต้องสามารถสรุปภาพรวมของการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันดังตารางที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 ภาพรวมของการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกัน

3.6.1. การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันโดยผู้วิจัย

ขั้นตอนนี้อธิบายถึงการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันโดยวิจัย ซึ่งประเมินคุณภาพใน 2 ด้านคือด้านความครบถ้วนและด้านความถูกต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ด้านความครบถ้วนของกฎ ผู้วิจัยประเมินด้านความครบถ้วนโดยทวนสอบกฎที่สร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองการออกแบบ (Intra model) และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Inter model) [6] โดยดูตามเส้นความสัมพันธ์ภายในแผนภาพเมตาโมเดลในหัวข้อ 3.5 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือจำนวนเส้นความสัมพันธ์ตรงกับจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกัน ในกาลนี้จะนับเฉพาะส่วนที่มีความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อลดการซ้ำซ้อนของกฎที่ได้ทำการสร้างขึ้นและสามารถสรุปจำนวนดังตารางที่ 3.21 ในคอลัมน์ของจำนวนกฎทั้งหมด
- 2) ด้านความถูกต้องของกฎ ผู้วิจัยประเมินด้านความถูกต้องด้วยการใช้กฎที่สร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ไปทำการทวนสอบกับกรณีศึกษาระบบจัดการห้องสมุดที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 4 การประยุกต์ใช้กฎในการทวนสอบ โดยกฎสามารถระบุรายการข้อผิดพลาดได้ตรงตามประเด็นการทวนสอบที่ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขไว้

3.6.2. การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนนี้อธิบายถึงการประเมินความครบถ้วนและความถูกต้องของกฎที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งกฎสร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ เพื่อให้กฎที่สร้างขึ้นมีความครบถ้วนสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากกฎการทวนสอบที่สร้างขึ้นมีจำนวนมากถึง 120 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการสร้างเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎเพื่อให้หน่วยทดลองได้ทำการทวนสอบกฎได้ภายในเวลาที่มีจึงต้องสอบถามความคิดเห็นแก่หน่วยทดลองเพื่อทราบถึงการเลือกกฎมาทำการทวนสอบนั้นมีความครบถ้วนและมีความถูกต้องหรือไม่ จากนั้นจึงทำการประเมินความครบถ้วนของกฎที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกัน

1) การประเมินเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการทวนสอบกฎการ
ทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเกณฑ์ในการเลือก
ตัวอย่างกฎที่ใช้ทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้เข้ามาให้
หน่วยทดลองได้ทำการทวนสอบ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎที่ให้ทำการทวนสอบนั้น
จะต้องเลือกทุกส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสาน
ผู้ใช้ ซึ่งแต่ละส่วนประกอบย่อยจะต้องส่งผลต่อการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การเลือกกฎสำหรับผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบกฎ

ลำดับ	เกณฑ์ในการพิจารณา
1	ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทวนสอบต้องมาจากทุกรายการ ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชันและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน ที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างละ 1 กฎ
2	ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทวนสอบต้องมาจากทุกรายการ ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเก ชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างละ 1 กฎ
3	ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทวนสอบต้องมาจากทุก ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ในทุกรายการของกฎ
4	ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทวนสอบต้องมาจากทุก ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและ แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ในทุก รายการของกฎ

โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้เข้าร่วมการประเมินและรายการนำเข้าสำหรับการประเมินดังตาราง
ที่ 3.19

ตารางที่ 3.19 รายการนำเข้าและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
1.	กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	<p>กำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่มที่มีอาชีพ Project Manager, Business Analyst/System Analyst, Developer. โดยแบ่งประสบการณ์เป็น 3 ช่วง</p> <p>1.1 มีประสบการณ์ 6-10 ปีในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลองยูเอ็มแอลกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ จำนวน 9 คน</p> <p>1.2 มีประสบการณ์ 3-5 ปีในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลองยูเอ็มแอลกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ 4 คน</p> <p>1.3 มีประสบการณ์ 0-3 ปีในด้านการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยแบบจำลองยูเอ็มแอลกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ 7 คน</p> <p>กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นกลุ่มเดียวกันที่ใช้ในการทดลองเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของความเข้าใจส่งผลถึงการได้ซึ่งผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากที่สุด</p>
2	แบบสอบถาม	แบบสอบถามเพื่อประเมินกฎและเกณฑ์การเลือกกฎในภาคผนวก ค.

ในการประเมินจะใช้แบบสอบถามถามไปยังผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นต่อเกณฑ์ในการเลือกกฎมาเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบกฎ ซึ่งสรุปผลการประเมินเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎเพื่อให้หน่วยทดลองได้ทำการทวนสอบกฎโดยใช้ค่านิยามดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 ผลการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อเกณฑ์ในการเลือกกฎการทวนสอบความต้องกัน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			
	ประสบการณ์ 0-3 ปีในด้าน การออกแบบ ซอฟต์แวร์	ประสบการณ์ 3-5 ปีในด้าน การออกแบบ ซอฟต์แวร์	ประสบการณ์ 6-10 ปีใน ด้านการ ออกแบบ ซอฟต์แวร์	เฉลี่ย
ความคิดเห็นที่มีต่อเกณฑ์การเลือก ตัวอย่างกฎเพื่อให้ทำการทวนสอบ	4.00	5.00	5.00	4.67

ผลที่ได้จากการสอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นที่มีต่อเกณฑ์การเลือกตัวอย่างกฎเพื่อให้ทำการทวนสอบกฎการทวนสอบความต้องกันในทุกกลุ่มมีค่ามากกว่าระดับ 3 ขึ้นไปหมายความว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับเกณฑ์ในการเลือกกฎเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบ ทำให้กฎการทวนสอบความต้องกันที่ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบนั้นมีความครบถ้วนและความถูกต้อง ซึ่งสามารถสรุปเป็นจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันสำหรับทำการประเมินความครบถ้วนและความถูกต้องได้ดังตารางที่ 3.21

ตารางที่ 3.21 สรุปจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างจากความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ที่ใช้ในการสร้างกฎ	จำนวนกฎทั้งหมด	จำนวนกฎตัวอย่างที่ใช้ในการทวนสอบ
1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	66	12
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	16	6
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	50	6
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	30	10
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	19	4
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	11	6
3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	22	7
4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2	2
รวม	120	31

2) การประเมินด้านความครบถ้วนและด้านความถูกต้องของกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทวนสอบกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบด้วยแบบสอบถาม โดยจะเป็นการสอบถามความคิดเห็นที่ระบุว่าแต่ละกฎที่นำเสนอมีความถูกต้องเหมาะสมในการนำไปใช้ทำการทวนสอบความต้องกันโดยการกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและขั้นตอนดังตารางที่ 3.19 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกฎการทวนสอบความต้องกันตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ของแบบสอบถามในหัวข้อที่ 3.6 ซึ่งมีรายการกฎการทวนสอบความต้องกันเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบซึ่งแบ่งเป็น 4 ความสัมพันธ์ที่มี 2 ความสัมพันธ์ย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงรายการกฎการทวนสอบความต้องกันดัง ตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.22 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพยูสเคสกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
1	ชื่อยูสเคสแพ็คเกจ (UC Package) ของแผนภาพยูสเคส และชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit) (เพื่อแสดงเมนูที่จัดกลุ่มฟังก์ชันงานหลักบนส่วนต่อประสานผู้ใช้)
2	ชื่อยูสเคส (Use Case Name) กับชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name) ของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน และชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อของแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
3	แอกเตอร์ (Actor) กับยูสเคส (Use Case) มีความสัมพันธ์แบบแอซซิซิเอชันต้องปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) ที่ระบุตรงกับชื่อของแอกเตอร์ (Actor) แสดงบนกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันและกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับยูสเคส (Use Case Name)

ตารางที่ 3.22 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพยูสเคสกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
(ต่อ)

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
4	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนชันต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่มีส่วนนำทางเป็นทางเลือกในการเรียกไปยังกรอบ (Frame) ที่มีชื่อเอ็กซ์เทนชันยูสเคส (Extension Use Case) ระดับที่หนึ่งเท่านั้น ภายในหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้
5	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุแผง (Panel) ที่มีชื่อตรงกับยูสเคสที่ถูกใช้ (Used Use Case) ระดับที่หนึ่งเท่านั้น ภายในหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้
6	ความสัมพันธ์ระหว่างสองแอกเตอร์แบบเจเนอรัลไลต์ต้องปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) ที่ระบุชื่อตรงกับข้อมูลแอกเตอร์เฉพาะด้าน (Specialized Actor) ระดับที่หนึ่ง ภายในหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้

1.2. ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อ
ประสานผู้ใช้แสดงรายการกฎการทวนสอบความต้องกัน ตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเก
ชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
1	ประธานในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อ ประสานผู้ใช้
2	กริยาในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ ของคำอธิบายยูสเคสต้องปรากฏเป็นคำกริยา ของชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันซึ่งเป็นการ กระทำที่ทำให้กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บน ส่วนต่อประสานผู้ใช้ทำงาน

ตารางที่ 3.24 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
3	กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
4	กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นป้ายข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ซึ่งแสดงผลด้วยรูปแบบของข้อความ)
5	กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
6	กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยแสดงรูปภาพและชื่อรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงรายการกฎการทวนสอบความต้องกันดัง ตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.24 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
1	ชื่อของโอเปอเรชัน (Operation) และความรับผิดชอบคลาส (Responsibilities) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
2	ชื่อของโอเปอเรชัน (Operation) และความรับผิดชอบคลาส (Responsibilities) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 3.24 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
3	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ชื่อ ลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) แสดงเป็นชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทการนำเข้าข้อมูล (Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน
4	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ชื่อ ลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) แสดงเป็นชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน

2.2. ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงรายการกฎการทวนสอบความต้องกันดัง ตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
1	ชื่อของลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชื่อเอนทิตีของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 3.25 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
2	ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชนิดข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน ต้องปรากฏเป็นชนิดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
3	ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และขนาดเอนทิตี (Entity Size) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นขนาดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
4	ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) ของคำอธิบายส่วนที่ใช้แสดงข้อมูล ส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน ต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
5	ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดรูปแบบของลักษณะประจำ (Format of Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน ต้องปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
6	ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงรายการกฎการทวนสอบความต้องกันดังตารางที่ 3.26

ตารางที่ 3.26 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
1	ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
2	สเตอริโอไทป์ (Stereotype) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยคำโต้ตอบ (Dialog) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
3	ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นชื่อของทุกๆกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
4	ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นทุกๆกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
5	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ต้องปรากฏเป็นชื่อของส่วนประกอบย่อยประเภทเมนู (Menus) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
6	ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภททางเดียว (Single Head) แสดงการเปลี่ยนสถานะไปยังอีกกรอบ (Frame) หนึ่งโดยไม่คืนสถานะกลับมาที่กรอบ (Frame) เดิมด้วยส่วนควบคุมนำทาง ต้องปรากฏส่วนควบคุมนำทางเปลี่ยนไปยังอีกกรอบ (Frame) หนึ่งบนส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยไม่ย้อนกลับไปยังกรอบ (Frame) เดิมเมื่อทำงานสำเร็จ
7	ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภทสองทาง (Double Head) แสดงการเปลี่ยนสถานะไปยังอีกคำโต้ตอบ (Dialog) หนึ่งโดยคืนสถานะกลับมาคำโต้ตอบ (Dialog) เดิมด้วยส่วนควบคุมนำทาง ต้องปรากฏส่วนควบคุมนำทางเปลี่ยนไปยังอีกคำโต้ตอบ (Dialog) หนึ่งบนส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยย้อนกลับไปยังคำโต้ตอบ (Dialog) เดิมเมื่อทำงานสำเร็จ

4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงรายการกฎการทวนสอบความต้องกันดังตารางที่ 3.27

ตารางที่ 3.27 รายการกฎการทวนสอบความต้องกันของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ลำดับ	รายการกฎการทวนสอบความต้องกัน
1	ชื่อของแอกเตอร์ (Actor) และแอกเตอร์ หลัก (Primary Actor) บนแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน ชื่อของคลาส (Class) และคำอธิบายคลาสบนแบบจำลองเชิงโครงสร้างต้องปรากฏเป็นชื่อของป้ายข้อความ (Text) (แสดงข้อมูลผู้ที่ใช้งานรูปแบบข้อความบนส่วนต่อประสานผู้ใช้)
2	ชื่อของแอกเตอร์ (Actor) และผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder) บนแบบจำลองเชิงฟังก์ชันชื่อของคลาส (Class) และคำอธิบายคลาสบนแบบจำลองเชิงโครงสร้างต้องปรากฏเป็นชื่อของป้ายข้อความ (Text) (แสดงข้อมูลผู้ที่ใช้งานรูปแบบข้อความบนส่วนต่อประสานผู้ใช้)

เมื่อได้รับผลแบบสอบถามจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินเพื่อทำการทวนสอบกฎที่สร้างขึ้น ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะให้ความคิดเห็นต่อกฎที่นำเสนอมี 2 แบบคือ

- 1) เห็นด้วย หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ากฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความถูกต้องหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
- 2) ไม่เห็นด้วย หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ากฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ไม่มีความถูกต้องหรือไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

ซึ่งในการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกัน ผู้เชี่ยวชาญจะได้รับรายการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันแบ่งตาม 4 ความสัมพันธ์หลัก 2 ความสัมพันธ์ย่อยซึ่งประเมินตามประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญแสดงผลลัพธ์ของการประเมินแสดงความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันดังตารางที่ 3.28

ตารางที่ 3.28 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกัน

รายการประเมินกฎการ ทวนสอบความต้องกัน จากตารางที่ 3.22	ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันจำแนกตามประสบการณ์						เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎจากทุกอายุประสบการณ์
	ประสบการณ์ 0-3 ปี (n=9)	ประสบการณ์ 3-5 ปี (n=4)	ประสบการณ์ 6-10 ปี (n=7)	ค่าเฉลี่ย	ผลรวมความถี่ของ ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย	เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎจากทุกอายุประสบการณ์	
1.ความถี่ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
1	8	4	6	6	18	90%	
2	8	4	7	6.33	19	95%	
3	9	4	5	6	18	90%	
4	9	4	7	6.67	20	100%	
5	9	4	7	6.67	20	100%	
6	8	4	5	5.67	17	85%	
เฉลี่ย	8.50	4.00	6.17	6.22	18.67	93.33%	
เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎแบ่งตามอายุประสบการณ์	94.44%	100%	88.10%				

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกัน (ต่อ)

รายการประเมินกฎการ ทวนสอบความต้องกัน จากตารางที่ 3.23	ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันตามประเภทการประเมิน						เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎจากทุกอายุประสบการณ์
	ประสบการณ์ 0-3 ปี (n=9)	ประสบการณ์ 3-5 ปี (n=4)	ประสบการณ์ 6-10 ปี (n=7)	ค่าเฉลี่ย	ผลรวมความถี่ของ ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย		
1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เมทริกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เมทริกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
1	9	4	7	6.67	20		100%
2	9	4	7	6.67	20		100%
3	8	3	7	6.00	18		90%
4	9	4	7	6.67	20		100%
5	9	4	6	6.33	19		95%
6	7	4	7	6.00	18		90%
เฉลี่ย	8.50	3.83	6.83	6.39	19.17		95.85%
เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎแบ่งตามอายุประสบการณ์	94.44%	95.83%	97.62%				

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกัน (ต่อ)

รายการประเมินกฎการ ทวนสอบความต้องกัน จากตารางที่ 3.24	ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันจำแนกตามประสบการณ์					
	ประสบการณ์ 0-3 ปี (n=9)	ประสบการณ์ 3-5 ปี (n=4)	ประสบการณ์ 6-10 ปี (n=7)	ค่าเฉลี่ย		
2.ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
1	7	4	6	5.67	17	85%
2	9	4	6	6.33	19	95%
3	9	4	5	6.00	18	90%
4	9	4	6	6.33	19	95%
เฉลี่ย	8.50	4.00	5.75	6.08	18.25	91.25%
เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎแบ่งตามอายุประสบการณ์	94.44%	100%	82.14%			

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎหมายต้องกัน (ต่อ)

รายการประเมินกฎการ ทวนสอบความต้องกัน จากตารางที่ 3.25	ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันจำแนกตามประสบการณ์				ค่าเฉลี่ย	ผลรวมความถี่ของ ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย	เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎจากทุกอายุประสบการณ์
	ประสบการณ์ 0-3 ปี (n=9)	ประสบการณ์ 3-5 ปี (n=4)	ประสบการณ์ 6-10 ปี (n=7)	ประสบการณ์ มากกว่า 10 ปี (n=7)			
2.ความล้มเหลวแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เน็ทกับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
2.2 ความล้มเหลวค้างค้ำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เน็ทกับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
1	9	4	6	6.33	19	95%	
2	9	4	6	6.33	19	95%	
3	9	4	6	6.33	19	95%	
4	9	4	5	6.00	18	90%	
5	9	4	6	6.33	19	95%	
6	8	4	6	6.00	18	90%	
เฉลี่ย	8.83	4.00	5.83	6.22	18.66	93.33%	
เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎแบ่งตามอายุประสบการณ์	98.15%	100%	83.33%				

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบคุณภาพความต้องกัน (ต่อ)

รายการประเมินคุณภาพ ทวนสอบความต้องกัน จากตารางที่ 3.26	ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันจำแนกตามประสิทธิภาพ					
	ประสบการณ์ 0-3 ปี (n=9)	ประสบการณ์ 3-5 ปี (n=4)	ประสบการณ์ 6-10 ปี (n=7)	ค่าเฉลี่ย	ผลรวมความถี่ของ ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย	เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎจากทุกอายุประสิทธิภาพ
3.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
1	6	4	5	5.00	15	75%
2	7	4	5	5.33	16	80%
3	9	4	6	6.33	19	95%
4	9	4	6	6.33	19	95%
5	9	4	6	6.33	19	95%
6	9	4	6	6.33	19	95%
7	8	4	6	6.00	18	80%
เฉลี่ย	8.14	4.00	5.71	5.95	17.86	89.29%
เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎแบ่งตามอายุประสิทธิภาพ	90.48%	100%	81.63%			

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกัน (ต่อ)

รายการประเมินกฎการ ทวนสอบความต้องกัน จากตารางที่ 3.27	ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันจำแนกตามประสบการณ์				ค่าเฉลี่ย	ผลรวมความถี่ของผู้ เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย	เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎจากทุกอายุประสบการณ์
	ประสบการณ์ 0-3 ปี (n=9)	ประสบการณ์ 3-5 ปี (n=4)	ประสบการณ์ 6-10 ปี (n=7)	ประสบการณ์ มากกว่า 10 ปี (n=7)			
4.ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้							
1	9	4	6	6.33	19	95%	
2	8	2	6	5.33	16	80%	
เฉลี่ย	8.50	3.00	6.00	5.83	17.50	87.50%	
เปอร์เซ็นต์ผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย กับกฎแบ่งตามอายุประสบการณ์	94.44%	75.00%	85.71%				

จากผลการประเมินซึ่งได้ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกัน จำแนกตามประสบการณ์ดังตารางที่ 3.28 สามารถนำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุปผลโดยแบ่งตาม ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ใน 4 ความสัมพันธ์เพื่อใช้ สำหรับการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกัน ที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดังตารางที่ 3.29

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกันโดยภาพรวม

รายการความสัมพันธ์ ที่ใช้ในการสร้างกฎ	เปอร์เซ็นต์ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับ กฎการทวนสอบความต้องกัน			เปอร์เซ็นต์ รวมจาก ค่าความถี่ เฉลี่ย
	ประสบการณ์ 0-3 ปี	ประสบการณ์ 3-5 ปี	ประสบการณ์ 6-10 ปี	
1.ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้				
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ ยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	94.44%	100%	88.10%	93.33%
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบาย ยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้	94.44%	95.83%	97.62	95.85%
2.ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้				
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ คลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	94.44%	100%	82.14%	91.25%
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบาย คลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	98.15%	100%	83.33%	93.33%

ตารางที่ 3.30 ผลลัพธ์การประเมินการทวนสอบกฎความต้องกันโดยภาพรวม (ต่อ)

รายการความสัมพันธ์ ที่ใช้ในการสร้างกฎ	เปอร์เซ็นต์ความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยกับ กฎการทวนสอบความต้องกัน			เปอร์เซ็นต์ รวมจาก ค่าความถี่ เฉลี่ย
	ประสบการณ์ 0-3 ปี	ประสบการณ์ 3-5 ปี	ประสบการณ์ 6-10 ปี	
3.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ วินโดวส์เนวิกซ์กับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	90.48%	100%	81.63%	89.29%
4.ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง เชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง และแผนภาพวินโดวส์เนวิกซ์กับ ส่วนต่อประสานผู้ใช้	94.44%	75.00%	85.71	87.50%

จากตารางที่ 3.29 ซึ่งสรุปผลการประเมินพบว่าผู้เชี่ยวชาญในทั้ง 3 กลุ่มเห็นด้วยกับกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั้ง 4 ความสัมพันธ์ที่มีความถูกต้องและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มากกว่า 80% โดยดูจากเปอร์เซ็นต์รวมจากค่าความถี่เฉลี่ยของแต่ละความสัมพันธ์ซึ่งมีค่ามากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งหากแบ่งตามประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญผลของการประเมินส่วนใหญ่ให้เปอร์เซ็นต์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน มีเพียงในความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ ที่ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การออกแบบ 3-5 ปีที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วยมีค่าน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์อันเนื่องมาจากผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยกับประเภทข้อผิดพลาด MD-WND-UI-02 ที่ระบุว่าผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ปรากฏเป็นชื่อของคลาส แสดงเป็นชื่อกล่องที่มีสเตอริโอไทป์ชนิดข้อความของวินโดวส์เนวิกซ์จะต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งโดยสรุปกฎการทวนสอบที่สร้างขึ้นผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่ามีความถูกต้องตามส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างครบถ้วน รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับทวนสอบความต้องกันได้

เนื่องจากมีคำแนะนำเพิ่มเติมในการแต่งรูปประโยคของกฎ ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อย ความเป็นเหตุผลของส่วนประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์ จึงทำให้กฎที่นำเสนอภายในงานวิจัยนี้กับรายการกฎการทวนสอบมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน รวมไปถึงจำนวนกฎจากเดิมที่มี 120 ข้อเมื่อทำการปรับปรุงแล้วได้เป็นจำนวน 76 ข้อซึ่งสามารถแสดงเป็นตารางจำนวนกฎที่ได้รับการปรับปรุงดังตารางที่ 3.30

ตารางที่ 3.30 สรุปจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่ได้รับการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญ

ความสัมพันธ์ที่ใช้ในการสร้างกฎ	จำนวนกฎก่อนปรับปรุง	จำนวนกฎหลังปรับปรุง
1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	66	51
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	16	12
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	50	39
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	30	15
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	19	8
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	11	7
3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	22	8
4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2	2
รวม	120	76

เมื่อทำการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว พร้อมผลลัพธ์ของการปรับปรุงกฎการทวนสอบความต้องกันดังตารางที่ 3.30 ต่อไป จะทำการอธิบายปราชัยผลของการปรับปรุงกฎการทวนสอบโดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญซึ่งกฎก่อนการปรับปรุงมีกฎเป็นจำนวน 120 ข้อแต่เมื่อภายหลังทำการปรับปรุงจำนวนกฎมีจำนวนเป็น 76 ข้อ มีจำนวนที่ลดลง จึงต้องมีการอธิบายรายละเอียดของการปรับปรุงของกฎการทวนสอบความต้องกัน แบ่งตามรายการความสัมพันธ์ 4 ความสัมพันธ์หลักและ 2 ความสัมพันธ์ย่อยดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในภาพรวมของความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงจำนวนกฎจากเดิมมีกฎ 66 ข้อภายหลังปรับปรุง เหลือเป็นกฎจำนวน 50 ข้อซึ่งรายละเอียดการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 ความสัมพันธ์ต่อไปนี้

1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในรายการของความสัมพันธ์นี้มีจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นก่อนการประเมินเป็นจำนวน 16 ข้อและเมื่อได้รับการปรับปรุงมีจำนวนกฎเป็น 12 ข้อโดยในความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงในประเด็นของการทวนสอบแอกเตอร์ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เนื่องจากเป็นการทวนสอบที่ซ้ำกันกับประเภทข้อผิดพลาด MD-WND-UI-01 และ MD-WND-UI-02 จึงทำการปรับลดไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในการทวนสอบ

1.2. ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในรายการของความสัมพันธ์นี้มีจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นก่อนการประเมินเป็นจำนวน 50 ข้อและเมื่อได้รับการปรับปรุงมีจำนวนกฎเป็น 39 ข้อโดยในความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงในประเด็น ประธานในประโยคการกระทำจะปรากฏเป็นข้อความบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งส่วนนี้ได้รับข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในทุกช่วงว่าอาจซ้ำซ้อนกับการทวนสอบด้วยชื่อแอกเตอร์ รวมถึงชื่อของประธานในประโยคไม่จำเป็นต้องถูกปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ จึงทำให้ต้องมีการตัดกฎข้อนี้ออก

ต่อมาในประเด็นของกรรมในประโยคการกระทำจะต้องปรากฏเพน (Pane) ทั้งประเภทแท็บเพน (Tap Pane) กับทูลบาร์เพน (Toolbar Pane) ที่ได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 6-10 ปีในด้านการออกแบบว่าการแบ่งกลุ่มพื้นที่ด้วยแท็บอาจจะไม่ต้องใช้สำหรับระบุฟังก์ชันงานจากคำอธิบายยูสเคสก็ได้ ในขณะที่พื้นเครื่องมือส่วนใหญ่ถูกแสดงเป็นรูปภาพและในคำอธิบายคงไม่ได้รับรายละเอียดถึงชื่อรูปภาพภายในพื้นที่

เครื่องมือ จึงทำให้ต้องมีการตัดกฎข้อนี้ออก และไม่มีการพิจารณาส่วนของคำกริยาการกระทำหลักของระบบ แม้ว่าในงานวิจัยนี้จะกำหนดคำสงวนเพื่อใช้ในการเขียนคำอธิบายยูสเคสในส่วนนี้แต่ในการนำไปพิจารณาสร้างเป็นกฎเนื่องจากส่วนที่ระบบแสดงผลนั้นมีการทำงานอยู่เบื้องหลัง ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองไม่รองรับการตรวจสอบในส่วนนี้

ส่วนสุดท้ายคือการตัดส่วนประกอบย่อยระบุหน้าจอนิรายนงานเนื่องจากมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 3-5 ปีระบุว่ากรอกแบบหน้าจอนิรายนงานมีความหลากหลาย อีกทั้งในหนึ่งหน้าจอก็จะประกอบด้วยคอมโพเนนต์แตกต่างกันไปในหน้าจอประเภทรายงานจึงทำให้เกิดความซับซ้อนต่อการนำไปทดสอบ จึงทำให้ต้องตัดกฎในข้อนี้ออก และเนื่องด้วยในแผนภาพยูสเคสงานวิจัยนี้ได้แบ่งการกระทำเป็นส่วนผู้ใช้และระบบทั้งในกระแสนงานหลักและรองจึงทำให้กฎที่ทำการตัดออกในข้างต้นจะต้องตัดในทุกกระแสนงานและทุกส่วนการกระทำด้วยจึงทำให้กฎลดลง 50 ข้อเหลือเพียง 39 ข้อคิดเป็นร้อยละ 22 ของทั้งหมด

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในภาพรวมของความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงจำนวนกฎจากเดิมมี 30 ข้อภายหลังปรับปรุงเหลือเป็นจำนวน 15 ข้อซึ่งรายละเอียดการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 ความสัมพันธ์ต่อไปนี้

2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในรายการของความสัมพันธ์นี้มีจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นก่อนการประเมินเป็นจำนวน 19 ข้อและเมื่อได้รับการปรับปรุงมีจำนวนกฎเป็น 8 ข้อโดยในความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงในประเด็น ชนิดข้อมูลของลักษณะประจำที่ปรากฏในส่วนการนำเข้าข้อมูลเนื่องจากได้รับข้อเสนอแนะว่าในการใช้ชนิดข้อมูลลักษณะประจำและขนาดข้อมูลของลักษณะประจำ เนื่องจากในเขียนโปรแกรมจริงๆสามารถเช็คได้หลายรูปแบบและไม่มีส่วนที่กำหนดตายตัวสำหรับเขตข้อมูลนำเข้าซึ่งทำให้ยากต่อที่ทวนสอบความต้องกัน

ประเด็นถัดมาคือส่วนของตัวดำเนินการหรือหน้าที่ความรับผิดชอบไม่ปรากฏเป็นส่วนควบคุมนำทางเนื่องจากชื่อของตัวดำเนินการไม่จำเป็นต้องปรากฏเป็นชื่อของส่วนควบคุมนำทางเสมอไป ตัวดำเนินการบางตัวเช่น Getter/Setter จะถูกเรียกใช้อยู่เบื้องหลังการทำงานของส่วนต่อประสานผู้ใช้ จึงทำให้ต้องมีการตัดกฎที่ทวนสอบตัวดำเนินการกับส่วนควบคุมนำทางบนส่วน

ต่อประสานผู้ใช้ ออก ซึ่งในส่วนนี้เป็นข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบ 3-5 ปี

2.2. ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในรายการของความสัมพันธ์นี้มีจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นก่อนการประเมินเป็นจำนวน 11 ข้อและเมื่อได้รับการปรับปรุงมีจำนวนกฎเป็น 7 ข้อโดยในความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงในประเด็น การทวนสอบลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้กับหน้าจอที่เป็นการตรวจสอบข้อมูลนำเข้า เนื่องจากการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าในมุมมองผู้เชี่ยวชาญประสบการณ์ 0-3 ปีให้ข้อเสนอแนะว่าสามารถออกแบบได้หลากหลาย และงานวิจัยนี้ไม่ได้ระบุถึงสิ่งหน้าจอประเภทการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าควรมีส่วนประกอบย่อยใดบ้าง จึงเห็นถึงปัญหาและความไม่สมเหตุสมผลของกฎการทวนสอบ

รวมถึงประเด็นในการทวนสอบค่าขอบเขตพิสัยที่ใช้ระบุค่าขอบเขตที่ตัวแปรของลักษณะประจำนั้นสามารถนำเข้าค่าได้กับส่วนประกอบย่อยการนำเข้าข้อมูล ในมุมมองผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในทุกกลุ่มเห็นพ้องว่าไม่เห็นด้วยเนื่องจากในการเช็คค่าขอบเขตของกล่องเนื่องจากการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้จริง ไม่มีรูปแบบของการกำหนดค่าขอบเขตกับคอมโพเนนท์ไว้อย่างชัดเจน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในรายการของความสัมพันธ์นี้มีจำนวนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นก่อนการประเมินเป็นจำนวน 11 ข้อและเมื่อได้รับการปรับปรุงมีจำนวนกฎเป็น 7 ข้อโดยในความสัมพันธ์นี้มีการปรับปรุงในประเด็น หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันปรากฏเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ชนิดรายงาน แบบฟอร์ม หรือการตรวจสอบข้อมูลนำเข้า โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 6-10 ปีให้ความเห็นว่า เนื่องจากส่วนต่อประสานผู้ใช้ชนิดรายงาน แบบฟอร์มหรือตรวจสอบข้อมูลนำเข้าสามารถออกแบบได้หลายรูปแบบ ไม่มีการระบุตายตัวว่าจะต้องมีส่วนประกอบย่อยชนิดใดบ้างสร้างความสับสนต่อการออกแบบทั้งในส่วนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันและส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งจะส่งผลต่อการทวนสอบความต้องกัน

ประเด็นถัดมาคือ การตัดประเภทการส่งผ่าน (Transition) ประเภทสองทางเนื่องจากผู้วิจัยพบว่าพฤติกรรมของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันจะมีการส่งผ่านจากกล่อง (A Box) ไปยังหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันมากกว่าการส่งผ่านจากหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันไปยังอีกแผนภาพหนึ่งโดยตรง จึงเป็นเหตุผลในการตัดกฎในข้อนี้

4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในรายการของความสัมพันธ์นี้มีจำนวนกฎการทวนสอบความต้งกันที่สร้างขึ้นเป็นจำนวน 2 ข้อ แม้ว่าจะไม่มีการตัดแต่มีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญในทุกประสบการณ์ว่าผู้ที่เกี่ยวข้องไม่ควรปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้เนื่องจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอาจจะไม่ใช้งานระบบโดยตรง อาจมีผู้ใช้คนอื่นเป็นตัวแทนในการใช้งานระบบโดยตรงแทนผู้ที่เกี่ยวข้อง



บทที่ 4

การประยุกต์ใช้กฎในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอวิธีการทดสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของการออกแบบ ในขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงวิธีการสกัดส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเพื่อใช้ในการทดสอบความต้องกัน รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาของระบบจัดการห้องสมุดซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1. การสกัดส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองและส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อใช้ในการทดสอบความต้องกัน

ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดคำและหน้าที่ของคำจากรหัสต้นฉบับของส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงการสกัดคำและหน้าที่ของคำจากแบบจำลองการออกแบบประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน เพื่อนำมาทดสอบความต้องกันของการออกแบบซึ่งแบ่งวิธีการสกัดประเภทของการออกแบบดังต่อไปนี้

1. การออกแบบในรูปแบบรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้

การออกแบบในรูปแบบรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้จะนำเข้าข้อมูลจาวาไฟล์ โดยใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า เน็ตบีนส์ (NetBeans) ในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ และนำข้อมูลออกในรูปแบบจาวาไฟล์ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสกัดคำที่หมายถึงชื่อส่วนประกอบย่อยที่เป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Component Name) และหน้าที่ของคำก็คือองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Component) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ขั้นตอนในการเตรียมการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในการเตรียมไฟล์ส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อใช้ในการทดสอบความต้องกันนั้นจะต้องทำการกำหนดในไฟล์ส่วนต่อประสานผู้ใช้มาจากซอฟต์แวร์ที่ชื่อเน็ตบีน โดยจะนำข้อมูลที่สกัดได้มาทำการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อให้ได้ส่วนประกอบเพื่อใช้ในการสกัดต่อไป ซึ่งภายในโครงสร้างภาษาจาวาที่ใช้สร้างหน้าจอที่ได้จากเน็ตบีนจะมีเมธอดมาตรฐานได้แก่ เมธอดที่เป็น Contractor สำหรับเรียกใช้งานหน้าจอและเมธอดที่ชื่อ initComponents() เป็นที่เก็บองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ภายในหน้าจอทั้งหมด และเมธอดที่เป็นการกระทำของเหตุการณ์ (Action Event) ต่างๆเพื่อให้ใช้สั่งการให้องค์ประกอบทำงาน ซึ่งข้อจำกัดในการเตรียมไฟล์นำเข้าคือผู้ใช้ไม่สามารถสร้างเมธอดในบรรทัดระหว่างเมธอด Contractor กับเมธอด initComponents() ได้และ

จะต้องเรียกใช้งานจากเมธอด initComponents() เท่านั้นเนื่องจากตัวพาซเซอร์จะอ่านไม่ได้ส่งผลให้นำเข้าข้อมูลไม่ได้

- ขั้นตอนในการสกัดค่าและหน้าที่ของค่า

ขั้นตอนนี้เป็นการสกัดค่าและหน้าที่ของค่าของรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า จาวาพาซเซอร์ (Java Parser) [16] โดยจะทำการสกัดโครงสร้างเอกสารชนิดจาวาโดยตัวพาซเซอร์จะทำการสร้างอ็อบเจกต์เอกสารจากคลาสที่ชื่อว่า CompilationUnit :เป็นอ็อบเจ็กต์สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้ทำการแปลงจากไฟล์นำเข้า แล้วจากนั้นจะมีคลาสที่ชื่อ TypeDeclaration ในเก็บข้อมูลเอกสารภายใน Compilation Unit อีกที โดยอ็อบเจกต์ของ TypeDeclaration จะประกอบไปด้วยข้อมูลชื่อ Class และทุกๆ method ในคลาส ซึ่งในการอ่านข้อมูลเข้าไปจะใช้คลาสที่ชื่อ BodyDeclaration เพื่ออ่านส่วนที่เป็น method ทั้งหมดในคลาสนั้น ดังนั้นจึงทำให้เราสามารถสกัดส่วนที่ต้องการก็คือเมธอด initComponents() ดังภาพที่ 3.14

```
// <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
private void initComponents() {

    libSystem_jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    borrowID_jLabel2 = new javax.swing.JLabel();
    bookID_jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
    borrowID_jTextField1 = new javax.swing.JTextField();
    bookID_jTextField2 = new javax.swing.JTextField();
    bookInfo_jPanel1 = new javax.swing.JPanel();
    bookInfo_jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
    isbn_jLabel5 = new javax.swing.JLabel();
    title_jLabel6 = new javax.swing.JLabel();
    title_jTextField4 = new javax.swing.JTextField();
    author_jLabel7 = new javax.swing.JLabel();
}
```

ภาพที่ 3.14 รหัสต้นฉบับของเมธอด initComponents() ที่ใช้สกัดส่วนต่อประสานผู้ใช้

เมื่อได้เมธอด initComponents() จากนั้นจะทำการสกัดค่าและหน้าที่ของค่า โดยในการสกัดค่าหมายถึงชื่อขององค์ประกอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งในการสกัดค่าก็แบ่งเป็นส่วนที่เป็นองค์ประกอบ (Component) กับส่วนกรอบ (Frame) ของระบบ โดยส่วนที่เป็นองค์ประกอบจะสกัดส่วนที่เนตบีนส์ทำการสร้างอัตโนมัติดังภาพที่ 3.15

```
libSystem_jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
borrowID_jLabel2 = new javax.swing.JLabel();
bookID_jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
```

ภาพที่ 3.15 รหัสต้นฉบับส่วนที่เป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้

จากภาพที่ 3.15 เป็นการสกัดคำที่ระบุถึงองค์ประกอบที่ชื่อ JLabel ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับ ส่วนประกอบย่อยชนิดข้อความ (Text) บนเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยจะเลือกส่วนที่เป็นการ สร้างอ็อบเจกต์ใหม่ที่ระบุคำว่า new ซึ่งเน็ตปีนส์ทำการสร้างขึ้นอย่างอัตโนมัติพร้อมเก็บชื่อตัวแปร สำหรับใช้ในการค้นหาหน้าที่ของคำ ในส่วนของการสกัดส่วนกรอบ (Frame) ของระบบจะทำการสกัด และทำการอ่านข้อมูลอ็อบเจกต์ TypeDeclaration แล้วทำการหาข้อความสตริงที่เป็นส่วนชื่อคลาส ที่อิมพลิเมนต์กับคลาสที่ชื่อ JFrame แล้วสกัดคำว่า JFrame ออกมาดังภาพที่ 3.16

```
public class MyFormApp extends javax.swing.JFrame {
```

ภาพที่ 3.16 รหัสต้นฉบับส่วนที่เป็นกรอบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ต่อไปจะเป็นการสกัดหน้าที่ของคำ ขั้นตอนนี้จะเป็นการสกัดชื่อขององค์ประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ และชื่อของกรอบ (Frame) ของซอฟต์แวร์นั้นๆ เช่น ปุ่มชื่อ Submit ในขั้นตอนนี้จะเป็น การหาแล้วทำการสกัดคำว่า Submit ออกมาเพื่อใช้ในการทวนสอบความต้องกันต่อไป โดยจะเลือก ในข้อความสตริงที่ระบุถึงชื่อองค์ประกอบ ถ้าเป็นส่วนขององค์ประกอบชนิดส่วนนำออก (Output) เช่น TextField และส่วนควบคุมนำทาง (Navigation Control) เช่น Button จะสกัดสตริงที่มีคำว่า setText ซึ่งจะได้ชื่อขององค์ประกอบพร้อมเมธอด setText ระบุชื่อภายในกรอบดังภาพที่ 3.17 ซึ่ง จะทำให้ได้หน้าที่ของคำที่เป็นชื่อองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้

```
submit_jButton3.setText("Submit");
submit_jButton3.addActionListener() {
public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```

ภาพที่ 3.17 รหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ในส่วนชื่อของส่วนควบคุมนำทาง

จากนั้นจะทำการสกัดหน้าที่ของคำในส่วนชื่อกรอบ (Frame) เพื่อรู้ว่าหน้าจอนี้มีกรอบชื่อ อะไร โดยดูเมธอดที่ชื่อว่า setTitle ก็จะทำให้ได้ชื่อของกรอบ (Frame) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้รับ การออกแบบมาดังภาพที่ 3.18

```
setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
setTitle("Borrow Book");
```

ภาพที่ 3.18 รหัสต้นฉบับส่วนชื่อของกรอบส่วนต่อประสานผู้ใช้

เมื่อสกัดคำและหน้าที่ของคำได้แล้วก็ต้องทำการสกัดความสัมพันธ์ของหน้าจอที่เรียกไปยังหน้าจออื่น โดยจะทำการสกัดในส่วนที่เป็นการกระทำเหตุการณ์ (Action Event) ในส่วนของชื่อเหตุการณ์ (Event) จากนั้นสกัดข้อความสั่ง (Statement) ภายในคลาสเหตุการณ์จะทำให้ทราบถึงหน้าจอที่เชื่อมโยงกับกรอบ (Frame) ที่เราทำการสกัดในปัจจุบัน ดังภาพที่ 3.19

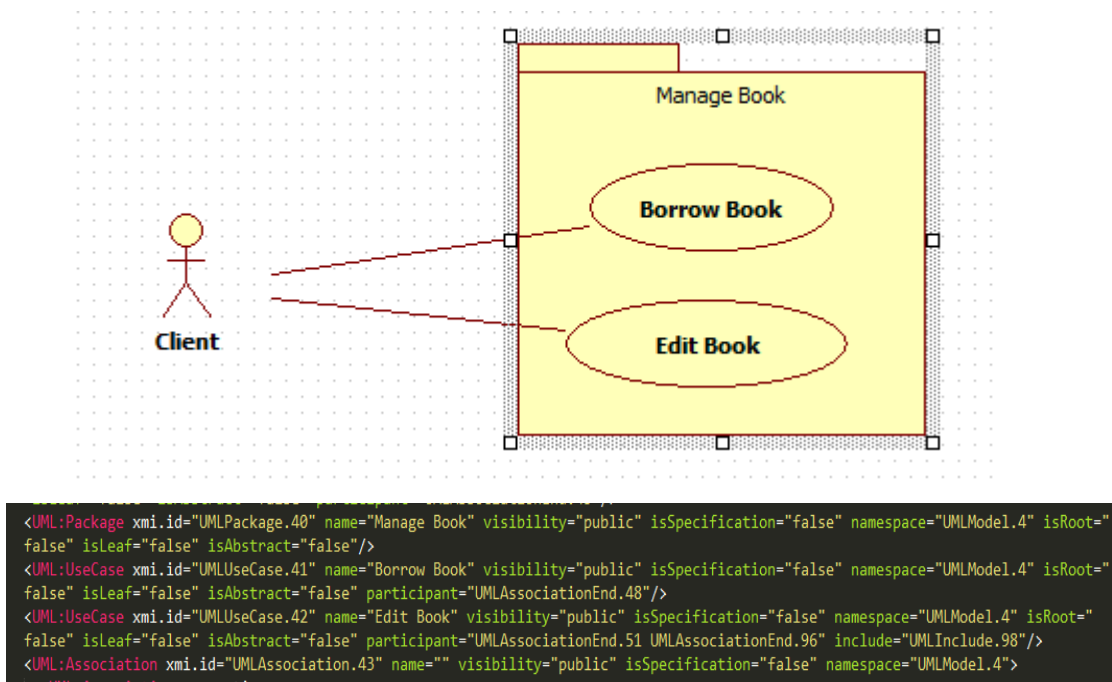
```
private void addBook_jMenuItemActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt)
// TODO add your handling code here:
messageDialog msgNew = new messageDialog();
msgNew.setVisible(true);
} //GEN-LAST:event_addBook_jMenuItemActionPerformed
```

ภาพที่ 3.19 รหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ของส่วนที่เชื่อมกับหน้าจออื่นๆ

ในการสกัดข้อความสตริงที่ได้จากการแปลของจาวาพาสเซอร์ (Java Parser) จะใช้ regular expression (Regex) ในการตัดคำหรือตัดเครื่องหมายทางภาษาต่างๆ เพื่อให้ได้คำและหน้าที่ของคำที่ต้องการ ซึ่งเมื่อได้คำที่ต้องการแล้วจะนำคำเหล่านั้นไปทำการเปรียบเทียบกับพจนานุกรมข้อมูลเพื่อแปลงให้คำที่อยู่รูปแบบจาวาสวิงเป็นองค์ประกอบตามนิยามของเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่งานวิจัยนี้สร้างขึ้นเช่นคำว่า JLabel จะกลายเป็นคำว่า Text หรือ JTextField จะกลายเป็น Text Field Input เป็นต้น

2. การออกแบบในรูปแบบแบบจำลองและคำอธิบายแบบจำลอง

การออกแบบซอฟต์แวร์ที่ในรูปแบบแบบจำลองจะทำการนำเข้าข้อมูลเป็นไฟล์เอกซ์เอ็มแอลผ่านเครื่องมือมือที่ชื่อว่า สตาร์ยูเอ็มแอล ในการสร้างแบบจำลองให้อยู่ในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล ซึ่งตัวอย่างไฟล์ดังภาพที่ 3.20 ปรากฏตัวอย่างแผนภาพยูสเคสเมื่อนำออกข้อมูลเป็นไฟล์เอกซ์เอ็มแอล



ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างของแผนภาพยูสเคสกับไฟล์เอกซ์เอ็มแอล

จากภาพที่ 3.20 สามารถสกัดค่าและหน้าที่ของค่าได้ โดยใช้เจดอมพาซเซอร์ (JDOM Parser) ในการอ่านเอกสารแล้วทำการเลือกโหนด (Node) ที่เราต้องการตัวอย่างเช่น UML: Usecase โหนดซึ่งจะมีลักษณะประจำ (Attribute) ภายในแต่ละโหนดทำให้เราสามารถทำการสกัดค่าที่เป็นลักษณะประจำในแต่ละโหนดและหน้าที่ของค่าได้จากชื่อโหนด

ในส่วนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันที่ทำการประยุกต์ใช้ภายในงานวิจัยนี้ ได้ทำการประยุกต์ใช้จากแผนภาพสเตตแมชชีน (State Machine) เนื่องจากโครงสร้างของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันมีความคล้ายคลึงทั้งส่วนประกอบ ความสัมพันธ์ของแบบจำลอง ซึ่งทำการสร้างผ่านเครื่องมือชื่อสตาร์ยูเอ็มแอล (StarUML) [9] เช่นเดียวกัน โดยวิธีการในการสกัดเหมือนกับแบบจำลองชนิดอื่นๆ เพียงแต่จะต้องระบุสตอรีโอไทป์ตามเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้ทำการสร้างขึ้น รวมไปถึงในการสกัดจะต้องแบ่งประเภทของกล่อง (A box) ที่แสดงสถานะว่ากล่องใดทำหน้าที่เป็นคอนเทนเนอร์ (Container) ที่เรียกว่าหน่วยวินโดวส์เนวิกชัน (WND Unit) หรือกล่องที่ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Component) ซึ่งการสกัดส่วนที่เป็น WND Unit จะสกัดโหนดที่เรียกว่า UML: CompositeState และส่วนที่เป็น UI Component จะสกัดส่วนที่เรียกว่า UML: SimpleState ดังภาพที่ 3.21

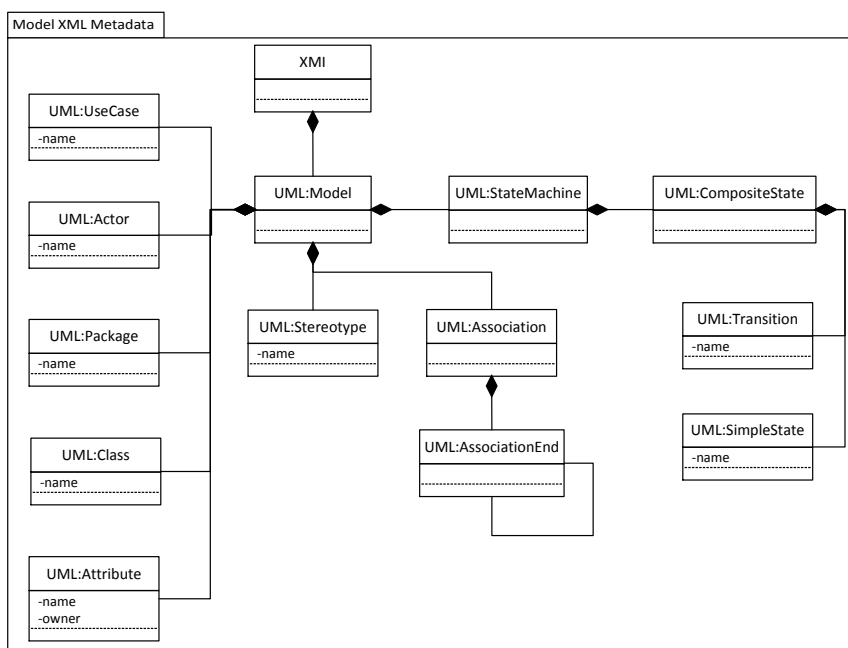
```

<UML:CompositeState xmi.id="UMLCompositeState.10" name="Book Information" visibility="public" isSpecification="false"
container= UMLCompositeState.7" isConcurrent="false">
  <UML:CompositeState.subvertex>
    <UML:SimpleState xmi.id="UMLCompositeState.11" name="ISBN" visibility="public" isSpecification="false" container="
UMLCompositeState.10"/>
    <UML:SimpleState xmi.id="UMLCompositeState.12" name="Title" visibility="public" isSpecification="false" container=
UMLCompositeState.10"/>
  </UML:CompositeState.subvertex>
</UML:CompositeState>

```

ภาพที่ 3.21 รหัสต้นฉบับของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลไฟล์

โดยสามารถนำสรุปข้อมูลแบบจำลองภายในของไฟล์เอกซ์เอ็มแอล เป็นแผนภาพคลาสที่แสดงข้อมูลของแบบจำลองที่เก็บไว้ในไฟล์ข้างต้นดังภาพ



ภาพที่ 3.22 แผนภาพคลาสแสดงการเก็บค่าของข้อมูลแบบจำลอง

ในส่วนการออกแบบในรูปแบบคำอธิบายผู้ใช้จะนำเข้าข้อมูลผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้กำหนดส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาส ซึ่งในกรณีของคำอธิบายยูสเคสในการเขียนแต่ละขั้นตอนจะใช้สัญลักษณ์วงเล็บเหลี่ยมแทนชื่อคอมโพเนนต์และจะใช้สัญลักษณ์วงเล็บสามเหลี่ยมแทนตัวคอมโพเนนต์เพื่อช่วยในการสกัดค่าเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อใช้ทำการทวนสอบความถูกต้องต่อไป

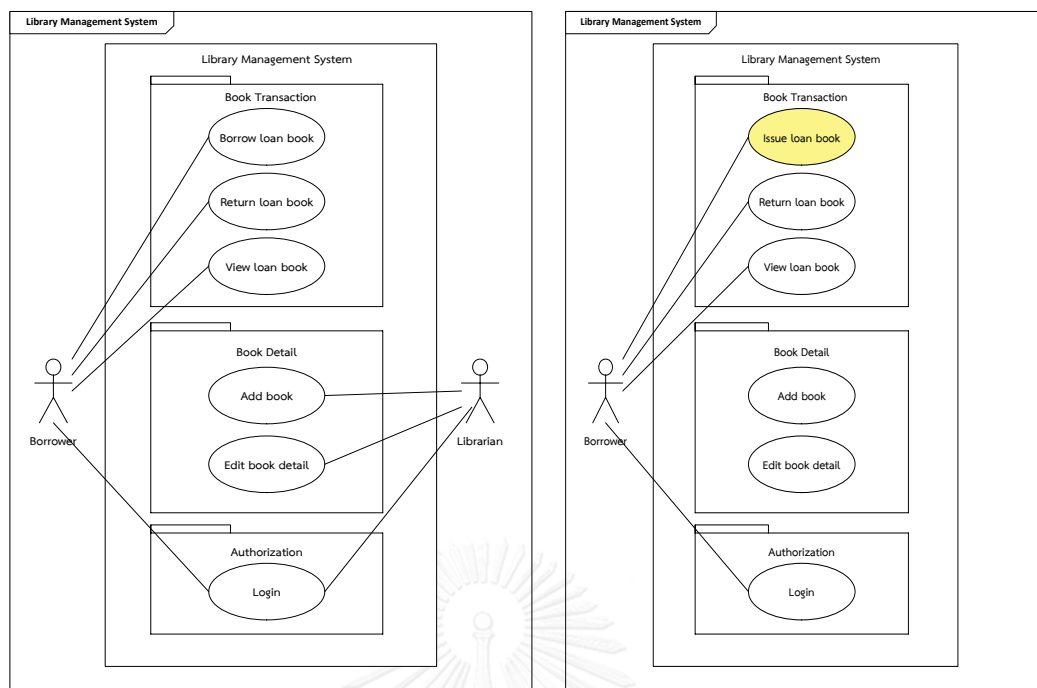
4.2. ข้อมูลในการทวนสอบความต้องกันของระบบจัดการห้องสมุด

ระบบจัดการห้องสมุดแห่งหนึ่งในมหาวิทยาลัย โดยจุดประสงค์ของการพัฒนาซอฟต์แวร์นี้เพื่อช่วยลดภาระงานของผู้ดูแลและบรรณารักษ์ในการอำนวยความสะดวกในการให้ยืม-คืนหนังสือแก่ผู้มาใช้บริการ ผู้วิจัยทำการสร้างประเด็นสำหรับการทวนสอบความต้องกันจากการแก้ไขส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อให้ได้เห็นถึงวิธีการประยุกต์ใช้กฎได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1. แผนภาพยูสเคสของระบบจัดการห้องสมุด

แผนภาพยูสเคสจะแสดงฟังก์ชันงานของระบบแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งจะต้องปรากฏเป็นส่วนควบคุมนำทางบนส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำการเลือกเพื่อใช้งานได้ต่อไป โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในการทวนสอบของแผนภาพยูสเคสเปรียบเทียบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อให้เห็นถึงข้อผิดพลาดจากการออกแบบ ซึ่งระบุเป็นซินาโรไอของการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการออกแบบแผนภาพยูสเคสของระบบจัดการห้องสมุดดังภาพที่ 4.1 (ก)
- 2) ผู้วิจัยนำแผนภาพยูสเคสที่ได้รับการออกแบบมาทำการแก้ไขเพื่อกำหนดประเด็นในการทวนสอบ โดยทำการลบยูสเคสที่ชื่อ Borrow Book จากนั้นเพิ่มยูสเคสที่ชื่อ Issue Book เพิ่มเข้าไปในแผนภาพยูสเคสดังภาพที่ 4.1 (ข)
- 3) ผู้วิจัยนำแผนภาพยูสเคสที่ได้รับการออกแบบมาทำการแก้ไขเพื่อกำหนดประเด็นในการทวนสอบโดยการลบแอกเตอร์ที่ชื่อ Librarian
- 4) ผู้วิจัยได้นำส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 4.7 มาทำการทวนสอบกับแผนภาพยูสเคสที่ได้ทำการกำหนดประเด็นเพื่อการทวนสอบด้วยกฎการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบที่สร้างขึ้น



แผนภาพยูสเคสที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ก)

แผนภาพยูสเคสที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นการทวนสอบ (ข)

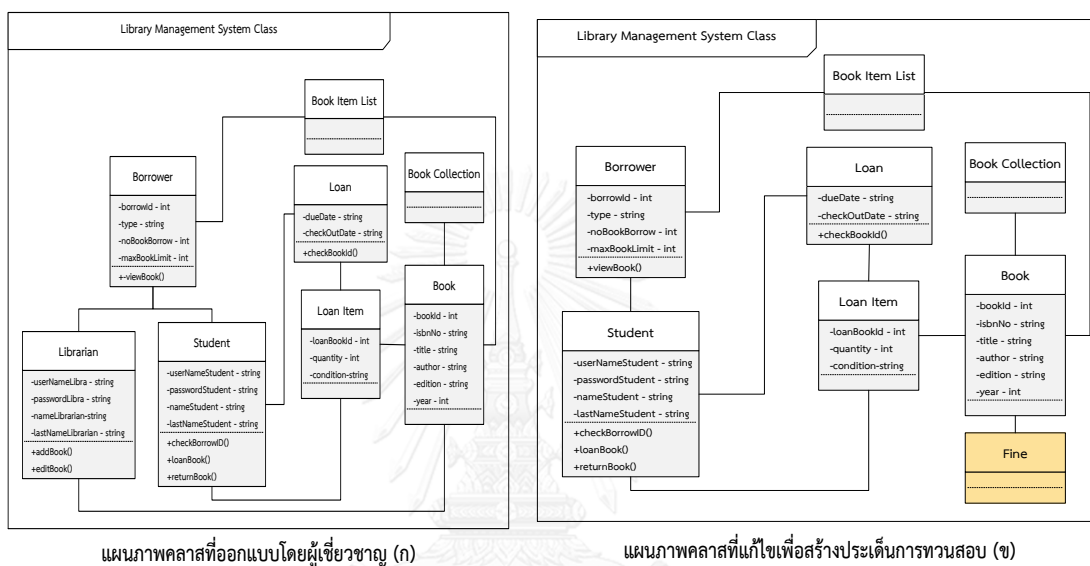
ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบแผนภาพยูสเคส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพยูสเคส (ข) ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของยูสเคสระบบจัดการห้องสมุด

2. แผนภาพคลาสของระบบจัดการห้องสมุด

แผนภาพคลาสจะแสดงสิ่งที่เป็นข้อมูลที่เก็บไว้ภายในระบบ ซึ่งจำเป็นต้องปรากฏเป็นส่วนการนำเข้าตามเมตาโมเดลหรือป้ายชื่อข้อความแสดงข้อมูลบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ต่อไป โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในการทวนสอบของแผนภาพคลาสเปรียบเทียบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อให้เห็นถึงข้อผิดพลาดจากการออกแบบ ซึ่งระบุเป็นชิ้นส่วนของความต้องกันของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการออกแบบแผนภาพคลาสของระบบจัดการห้องสมุดดังภาพที่ 4.2 ภาพที่ 4.1 (ก)
- 2) ผู้วิจัยนำแผนภาพคลาสที่ได้รับการออกแบบมาทำการแก้ไขเพื่อกำหนดประเด็นในการทวนสอบ โดยทำการลบคลาสที่ชื่อ Librarian จากนั้นเพิ่มคลาสที่ชื่อ Fine ให้มีความสัมพันธ์แอสโซซิเอชันกับคลาสที่ชื่อ Book เพิ่มเข้าไปในแผนภาพคลาสดังภาพที่ 4.2 (ข)

- 3) ผู้วิจัยนำแผนภาพคลาสที่ได้รับการออกแบบมาทำการแก้ไขเพื่อกำหนดประเด็นในการทวนสอบ โดยทำการลบลักษณะประจำคลาสของคลาส Book ที่ชื่อ isbnNo ดังภาพที่ 4.2 (ข)
- 4) ผู้วิจัยได้นำส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 4.7 มาทำการทวนสอบกับแผนภาพคลาสที่ได้ทำการกำหนดประเด็นเพื่อการทวนสอบ ด้วยกฎการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบที่สร้างขึ้น



แผนภาพคลาสที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ก)

แผนภาพคลาสที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นการทวนสอบ (ข)

ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบแผนภาพคลาส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพคลาส (ข) ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของคลาสระบบจัดการห้องสมุด

3. คำอธิบายยูสเคสของระบบจัดการห้องสมุด

คำอธิบายยูสเคสเป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของยูสเคสเพิ่มเติมของแต่ละยูสเคส ภายในขั้นตอนการทำงานของยูสเคสในงานวิจัยนี้ได้แบ่งส่วนเป็นคำนามที่เป็นประธาน (Subject) คำกริยา (Verb) คำนามที่ทำหน้าที่เป็นกรรม (Object) ซึ่งในทั้ง 3 ส่วนจะต้องปรากฏองค์ประกอบทั้งหมดของส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการออกแบบคำอธิบายยูสเคสของแต่ละยูสเคส โดยข้อมูลคำอธิบายยูสเคสของระบบจัดการห้องสมุดถูกออกแบบตามแผนภาพยูสเคสในภาพที่ 4.1 แผนภาพยูสเคส มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

- แผนภาพยูสเคส Borrow loan book

ตารางที่ 4.1 คำอธิบายยูสเคส Borrow loan book ของระบบจัดการห้องสมุด

Use Case Name		Borrow loan book					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association		Borrower			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No	Subject	Verb	Object
1	Borrower	click	Book Transaction Menu Bar				
2	Borrower	choose	Borrow loan book Menu				
				3	System	display	Borrow loan book Frame
4	Borrower	click	Check BookID Button				
				5	System	validate	Book ID data
				6	System	display	Book ID in Text Field Input

ตารางที่ 4.1 คำอธิบายยูสเคส Borrow loan book ของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

Use Case Name		Borrow loan book					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association		Borrower			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
				7	System	display	ISBN, Title, Author, Edition Text Field. Input
				8	System	display	year Combo boxes
9	Borrower	type	Check out date Formatted Text Field Input				
10	Borrower	type	Due date Text Field Input				
11	Borrower	choose	Quantity sliders				
12	Borrower	click	Add Book Item Button				

ตารางที่ 4.1 คำอธิบายยูสเคส Borrow loan book ของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

Use Case Name		Borrow loan book					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association		Borrower			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
				13	System	display	Book ID, Title, Condition, Due date data in Table
14	Borrower	choose	Approved by borrower radio box.				
15	Borrower	click	Submit Button				
Alternative Flow							
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
11a	Borrower	choose	Condition List				
11b	Borrower	click	Critical Damage Checkbox				
15a	Borrower	click	Submit Cancel				

- คำอธิบายยูสเคส Return loan book

ตารางที่ 4.2 คำอธิบายยูสเคส Return loan book ของระบบจัดการห้องสมุด

Use Case Name		Return loan book					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association		Borrower			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
1	Borrower	click	Book Transaction Menu Bar				
2	Borrower	choose	Borrow loan book Menu				
				3	System	display	Return loan book Frame
4	Borrower	type	Book ID Text Field Input				
5	Borrower	click	Check ID Button				
				6	System	display	Data on Table
7	Borrower	click	Data on Table				
8	Borrower	click	Return Button				

ตารางที่ 4.2 คำอธิบายยูสเคส Return loan book ของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

Use Case Name		Return loan book					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association		Borrower			
		Include					
		Extend					
Alternative Flow							
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
8a	Librarian	click	Cancel Button				

- คำอธิบายยูสเคส View loan book

ตารางที่ 4.3 คำอธิบายยูสเคส View loan book ของระบบจัดการห้องสมุด

Use Case Name		View loan book					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association		Borrower			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No	Subject	Verb	Object
1	Borrower	click	Book Transaction Menu Bar				
2	Borrower	choose	View loan book Menu				
				3	System	display	View loan book Frame
4	Borrower	type	Title Text Field Input				
5	Borrower	click	Search Button				
				6	System	display	Data Table
7	Borrower	click	Back Button				
				8	System	return	Home Menu Frame

- คำอธิบายยูสเคส Add book

ตารางที่ 4.4 คำอธิบายยูสเคส Add book ของระบบจัดการห้องสมุด

Use Case Name		Add book					
Primary Actor		Librarian					
Stakeholder							
Relation		Association		Librarian			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
1	Librarian	click	BookDetail Menu Bar				
2	Librarian	choose	Add Book Menu				
				3	System	display	Add Book Frame
4	Librarian	type	Book ID Text Field Input				
5	Librarian	type	ISBN Text Field Input				
6	Librarian	type	Title Text Field Input				
7	Librarian	type	Author Text Field Input				
8	Librarian	type	Edition Field Input				

ตารางที่ 4.4 คำอธิบายยูสเคส Add book ของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

Use Case Name		Add book					
Primary Actor		Librarian					
Stakeholder							
Relation		Association		Librarian			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
9	Librarian	choose	Year Combo Box				
10	Librarian	click	Add Button				
				11	System	create	Book data
Alternative Flow							
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
10a	Librarian	click	Cancel Button				

- คำอธิบายยูสเคส Edit book detail

ตารางที่ 4.5 คำอธิบายยูสเคส Edit book detail ของระบบจัดการห้องสมุด

Use Case Name		Edit book detail					
Primary Actor		Librarian					
Stakeholder							
Relation		Association		Librarian			
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
1	Librarian	click	BookDetail Menu Bar				
2	Librarian	choose	Edit Book Detail Menu				
				3	System	display	Edit Book Detail Frame
4	Librarian	type	Book ID Text Field Input				
				5	System	display	ISBN, Title, Author, Edition, Year Text Field Input
6	Librarian	click	Submit Button				

ตารางที่ 4.5 คำอธิบายยูสเคส Edit book detail ของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

Use Case Name		Edit book detail					
Primary Actor		Librarian					
Stakeholder							
Relation		Association		Librarian			
		Include					
		Extend					
Alternative Flow							
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
6a	Librarian	click	Cancel Button				

- คำอธิบายยูสเคส Login

ตารางที่ 4.6 คำอธิบายยูสเคส login ของระบบจัดการห้องสมุด

Use Case Name		Login					
Primary Actor		Borrower					
Stakeholder							
Relation		Association					
		Include					
		Extend					
Normal Flow							
User Action				System Action			
No.	Subject	Verb	Object	No	Subject	Verb	Object
1	Borrower	click	Authorization Menu Bar				
2	Borrower	choose	Login Menu				
				3	System	display	Login Frame
4	Borrower	type	Username Text Field Input				
5	Borrower	type	Password Text Field Input				
6	Borrower	click	Login Button				
Alternative Flow							
No.	Subject	Verb	Object	No	Subject	Verb	Object
6a	Borrower	click	Cancel Button				

จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขคำอธิบายยูสเคสเพื่อให้เกิดประเด็นการแก้ไขในการทวนสอบความ
 ต้องกัน ซึ่งระบุเป็นชิ้นวีโอของการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้วิจัยเลือกคำอธิบายยูสเคส Add book ที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญมาทำการแก้ไข
 เพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบดังภาพที่ 4.3 (ก)
- 2) ผู้วิจัยทำการแก้ไขคำอธิบายยูสเคส Add book โดยเปลี่ยนชื่อแอกเตอร์จาก Librarian
 เป็น Admin ในช่องความสัมพันธ์แอสโซซิเอชันดังภาพที่ 4.3 (ข)
- 3) ผู้วิจัยทำการแก้ไขคำอธิบายยูสเคส Add book โดยเปลี่ยนคำนามในช่องกระทำที่เป็น
 กรรมซึ่งเปลี่ยนจากคำว่า Title เป็นคำว่า Name Book ภาพที่ 4.3 (ข)
- 4) ผู้วิจัยได้นำส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 4.7 มาทำ
 การทวนสอบกับคำอธิบายยูสเคสที่ได้ทำการกำหนดประเด็นเพื่อการทวนสอบ ด้วยกฎ
 การทวนสอบความต้องกันของการออกแบบที่สร้างขึ้น

Use-Case-Name		Add-book					
Primary-Actor		Librarian					
Stakeholder		□					
Relation	Association	Librarian					
	Include	□					
	Extend	□					
Normal-Flow							
User-Action				System-Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
1a	Librarian	click	BookDetail Menu-Bar	□	□	□	□
2a	Librarian	choose	Add-Book- Menu	□	□	□	□
□	□	□	□	3a	System	display	Add-Book- Frame
4a	Librarian	type	Book-ID-Text- Field-Input	□	□	□	□
5a	Librarian	type	ISBN-Text- Field-Input	□	□	□	□
6a	Librarian	type	Title-Text- Field-Input	□	□	□	□
7a	Librarian	type	Author-Text- Field-Input	□	□	□	□
8a	Librarian	type	Edition-Field- Input	□	□	□	□

คำอธิบายยูสเคสที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ก)

Use-Case-Name		Add-book					
Primary-Actor		Librarian					
Stakeholder		□					
Relation	Association	Admin					
	Include	□					
	Extend	□					
Normal-Flow							
User-Action				System-Action			
No.	Subject	Verb	Object	No.	Subject	Verb	Object
1a	Librarian	click	BookDetail Menu-Bar	□	□	□	□
2a	Librarian	choose	Add-Book- Menu	□	□	□	□
□	□	□	□	3a	System	display	Add-Book- Frame
4a	Librarian	type	Book-ID-Text- Field-Input	□	□	□	□
5a	Librarian	type	ISBN-Text- Field-Input	□	□	□	□
6a	Librarian	type	Name-Book- Text-Field- Input	□	□	□	□

คำอธิบายยูสเคสที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นการทวนสอบ (ข)

ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบคำอธิบายยูสเคส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และคำอธิบายยูสเคส (ข) ที่แก้ไข
 เพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของคำอธิบายยูสเคสระบบจัดการห้องสมุด

4. คำอธิบายคลาสของระบบจัดการห้องสมุด

คำอธิบายคลาสเป็นส่วนที่ใช้อธิบายรายละเอียดของคลาสเพิ่มเติมของแต่ละคลาส ซึ่งงานวิจัยนี้เพิ่มส่วนที่เป็นลักษณะประจำของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในคำอธิบายคลาส เพื่อระบุส่วนของลักษณะประจำที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั้งในส่วนการนำเข้าข้อมูลและการนำออกข้อมูล

- คำอธิบายคลาส Borrower

ตารางที่ 4.7 คำอธิบายคลาส Borrower ของระบบจัดการห้องสมุด

Type	Description					
Class Name	Borrower					
Responsibilities	viewBook					
Collaborator	Librarian					
	Student					
	Book item List					
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
	borrowerId	Int	-	-	-	-
	type	String				
	noBook Borrow	Int				
	maxBookLimit	int				
Relation	Association	Book Item List				
		Librarian				
		Student				

- คำอธิบายคลาส Librarian

ตารางที่ 4.8 คำอธิบายคลาส Librarian ของระบบจัดการห้องสมุด

Type	Description					
Class Name	Librarian					
Responsibilities	addBook					
	editBook					
Collaborator	Borrower					
	Book					
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
	userNameLibra	string	-	Username		8
	passwordLibra	string		Password		8
	nameLibrarian	string				
	lastNameLibrarian	String				
Relation	Association		Borrower			
			Book			

- คำอธิบายคลาส Student

ตารางที่ 4.9 คำอธิบายคลาส Student ของระบบจัดการห้องสมุด

Type	Description					
Class Name	Student					
Responsibilities	checkBorrow					
	loanBook					
	returnBook					
Collaborator	Borrower					
	Loan					
	Loan Item					
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
	username Student	string		Username		
	Password Student	string		Password		
	nameStudent	string				
	lastNameStudent	string				
Relation	Association	Borrower				
		Loan				
		Loan Item				

- คำอธิบายคลาส Loan

ตารางที่ 4.10 คำอธิบายคลาส Loan ของระบบจัดการห้องสมุด

Type	Description					
Class Name	Loan					
Responsibilities	checkBookId					
Collaborator	Student					
	Loan Item					
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
	dueDate	string		Due Date	-	-
	checkOutDate	string		Check out date	DD/MM/YY YY	-
Relation	Association	Student				
		Loan Item				

- คำอธิบายคลาส Loan Item

ตารางที่ 4.11 คำอธิบายคลาส Loan Item ของระบบจัดการห้องสมุด

Type	Description					
Class Name	Loan Item					
Responsibilities						
Collaborator	Loan					
	Book					
	Student					
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
	loanBookId	Int	-	-	-	-
	quantity	int	-	Quantity	-	5
	condition	string	-	Condition	-	-
Relation	Association	Book				
		Loan				
		Student				

- คำอธิบายคลาส Book

ตารางที่ 4.12 คำอธิบายคลาส Book ของระบบจัดการห้องสมุด

Type	Description					
Class Name	Book					
Responsibilities						
Collaborator	Book Collection					
	Book Item List					
	Loan Item					
	Librarian					
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
	bookId	int		Book ID		
	isbnNo	string		ISBN		
	title	string		Title		
	author	string		Author		
	edition	string		Edition		
	year	string		Year		
Relation	Association	Book Collection				
		Book Item List				
		Loan Item				
		Librarian				

จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขคำอธิบายคลาสเพื่อให้เกิดประเด็นการแก้ไขในการทวนสอบความ
 ต้องกัน ซึ่งระบุเป็นชิ้นาริโอของการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้วิจัยเลือกคำอธิบายคลาส Book ที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญมาทำการแก้ไขเพื่อให้เกิด
 ประเด็นในการทวนสอบดังภาพที่ 4.4 (ก)
- 2) ผู้วิจัยทำการแก้ไขคำอธิบายคลาส Book โดยเปลี่ยนชื่อลักษณะประจำที่ใช้นำเสนอ
 ข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Design Attribute) จาก Edition เป็น Version ดังภาพ
 ที่ 4.4 (ข)
- 3) ผู้วิจัยทำการแก้ไขคำอธิบายคลาส Book โดยลบลักษณะประจำที่ชื่อ Year ออกดังภาพ
 ที่ 4.4 (ข)
- 4) ผู้วิจัยได้นำส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 4.7 มาทำ
 การทวนสอบกับคำอธิบายคลาสที่ได้ทำการกำหนดประเด็นเพื่อการทวนสอบ ด้วยกฎ
 การทวนสอบความต้องกันของการออกแบบที่สร้างขึ้น

Type	Description					
Class-Name	Book					
Responsibilities						
Collaborator	Book-Collection					
	Book-Item-List					
	Loan-Item					
	Librarian					
Attribute	CRC Attribute			UI-Design-Attribute		
	Entity-Name	Data-Type	Entity-Size	Label-UI-Attribute	Format-UI-Attribute	Range-UI-Attribute
	bookID	int	๑	Book-ID	๑	๑
	isbnNo	string	๑	ISBN	๑	๑
	title	string	๑	Title	๑	๑
	author	string	๑	Author	๑	๑
	edition	string	๑	Edition	๑	๑
	year	string	๑	Year	๑	๑
Relation	Association					
	Book-Collection					
	Book-Item-List					
	Loan-Item					
Librarian						

คำอธิบายคลาสที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ก)

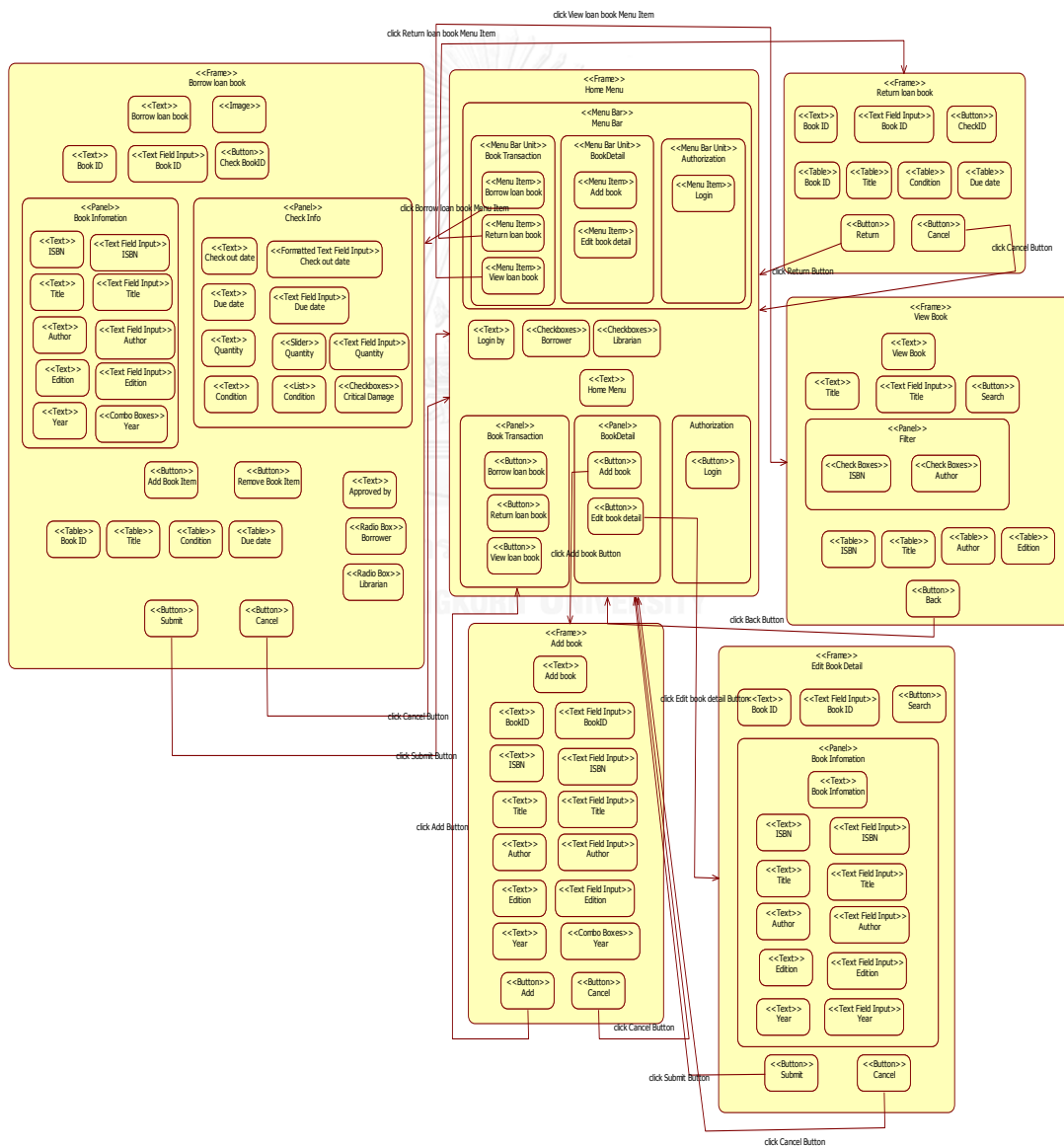
Type	Description					
Class-Name	Book					
Responsibilities						
Collaborator	Book-Collection					
	Book-Item-List					
	Loan-Item					
	Librarian					
Attribute	CRC Attribute			UI-Design-Attribute		
	Entity-Name	Data-Type	Entity-Size	Label-UI-Attribute	Format-UI-Attribute	Range-UI-Attribute
	bookID	int	๑	Book-ID	๑	๑
	isbnNo	string	๑	ISBN	๑	๑
	title	string	๑	Title	๑	๑
	author	string	๑	Author	๑	๑
	edition	string	๑	Version	๑	๑
	year	string	๑			
Relation	Association					
	Book-Collection					
	Book-Item-List					
	Loan-Item					
Librarian						

คำอธิบายคลาสที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นการทวนสอบ (ข)

ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบแผนภาพคลาส (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพคลาส (ข) ที่แก้ไขเพื่อ
 สร้างประเด็นในการทวนสอบของคำอธิบายคลาสระบบจัดการห้องสมุด

5. แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของระบบจัดการห้องสมุด

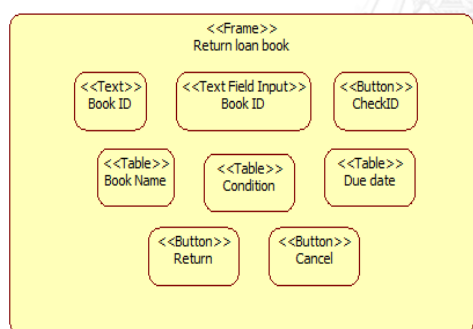
แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันจะระบุโครงสร้างส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยความสัมพันธ์ของสตอรี่โอท็อปที่แสดงองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้หรือการส่งผ่าน (Transition) จะต้องมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนหน้าจอของส่วนต่อประสานผู้ใช้ข้อมูล โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในการทวนสอบเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นถึงข้อผิดพลาดจากการออกแบบ และเมื่อนักฎมาใช้งานจะต้องสามารถทวนสอบความต้งกันตามข้อผิดพลาดดังกล่าวได้ ซึ่งแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของระบบจัดการห้องสมุดเป็นดังภาพที่ 4.5



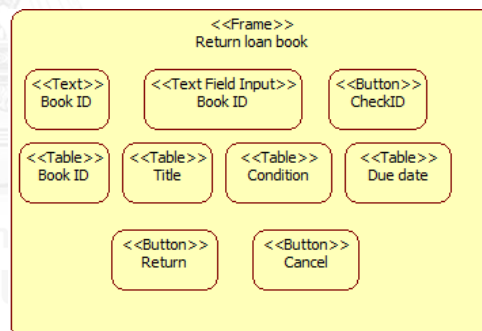
ภาพที่ 4.5 แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของระบบจัดการห้องสมุด

จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันเพื่อให้เกิดประเด็นการแก้ไขในการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งระบุเป็นซีนารีโอของการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้วิจัยเลือกแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันในส่วนการคืนหนังสือ (Return loan book) ที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญมาทำการแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบดังภาพที่ 4.6 (ก)
- 2) ผู้วิจัยทำการแก้ไขแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันในส่วนการคืนหนังสือ (Return loan book) โดยทำการลบกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Box) ระบุสตอรี่โอท็อป Table ชื่อ Book ID ดังภาพที่ 4.6 (ข)
- 3) ผู้วิจัยทำการแก้ไขแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันในส่วนการคืนหนังสือ (Return loan book) โดยทำการเปลี่ยนชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Box) ระบุสตอรี่โอท็อป Table จากชื่อ Book ID เป็น Book Name ดังภาพที่ 4.6 (ข)
- 4) ผู้วิจัยได้นำส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญดังภาพที่ 4.7 มาทำการทวนสอบกับแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่ได้ทำการกำหนดประเด็นเพื่อการทวนสอบ ด้วยกฎการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบที่สร้างขึ้น



แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ก)



แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นการทวนสอบ (ข)

ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (ข) ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันระบบจัดการห้องสมุดในส่วนการคืนหนังสือ (Return loan book)

6. ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของระบบจัดการห้องสมุด

การสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งใช้ข้อมูลของแบบจำลองการออกแบบทั้งแผนภาพและคำอธิบายของงานวิจัยนี้มาใช้ในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยใช้กรณีศึกษาของระบบจัดการห้องสมุด ซึ่งแบ่งหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามฟังก์ชันที่ปรากฏบนแบบจำลองยูสเคส ยกเว้นส่วนต่อประสานผู้ใช้ Home Menu รวมถึงข้อมูลที่ใช้นำเสนอจะมาจากแบบจำลองคลาสและ

ทุกๆส่วนประกอบย่อยที่ใช้สร้างเป็นหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้จะต้องนำส่วนประกอบของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันมาใช้ทั้งหมด

- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Borrow loan book

Book Transaction BookDetail Authorizaiton

Login by Borrower Librarian

Borrow loan book

Book ID

Book Management System

Book Information

ISBN

Title

Author

Edition

Year

Checkout Info

Check out date

Due date

Quantity

Condition Critical Damage

1.Damage Cover
2.Damage Spine
3.Highlighting

Book ID	Title	Condition	Due date

Approved by

Borrower

Librarian

ภาพที่ 4.7 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Borrow loan book

- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Return loan book

Book Transaction BookDetail Authorization

Login by Borrower Librarian

Return loan book

Book ID

Book ID	Title	Condition	Due date

ภาพที่ 4.8 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Return loan book

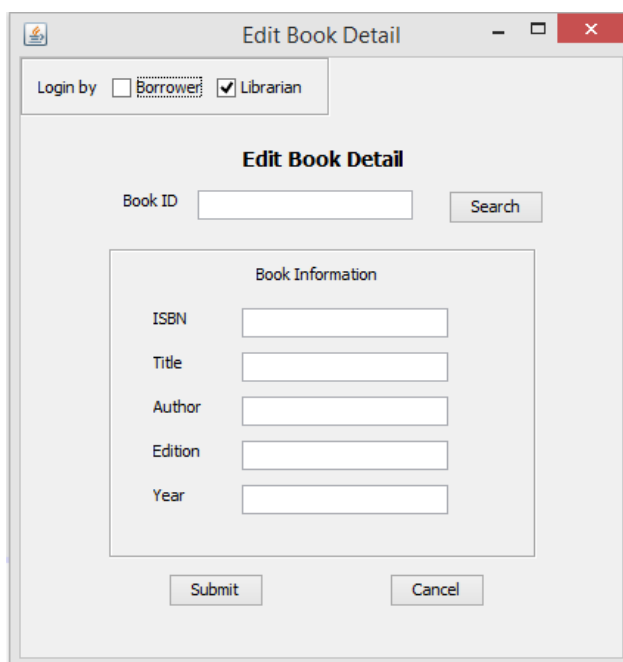
- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน View loan book

ภาพที่ 4.9 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน View loan book

- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Add book

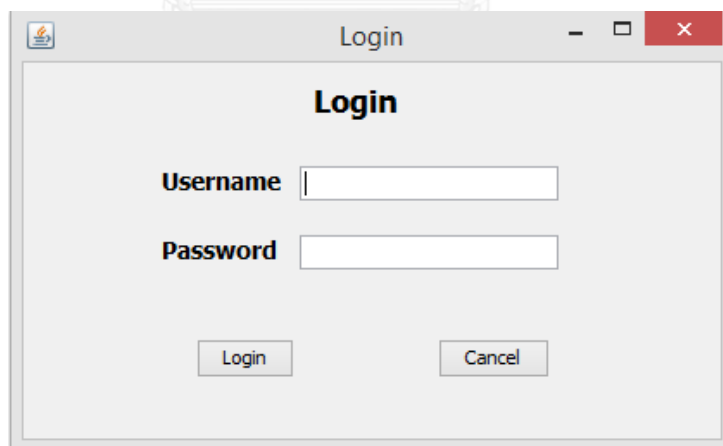
ภาพที่ 4.10 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Add book

- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Edit book detail



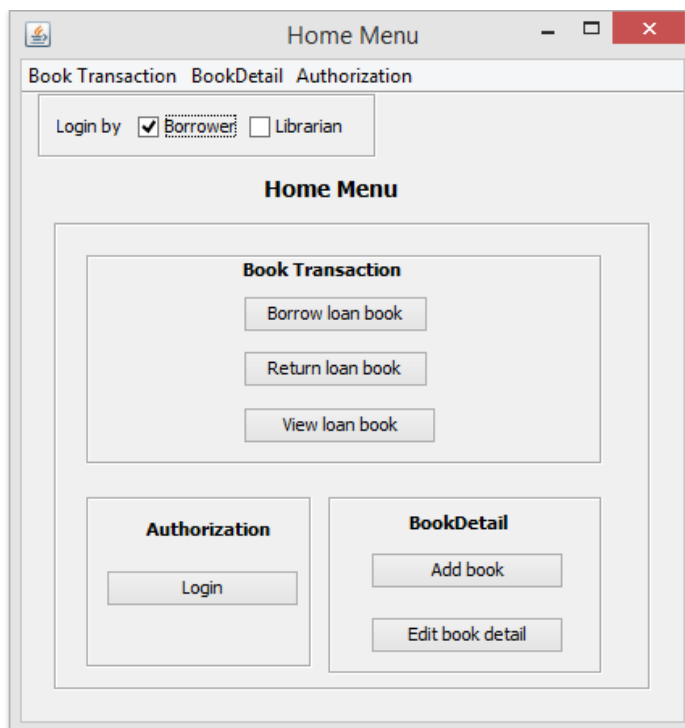
ภาพที่ 4.11 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Edit book detail

- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Login



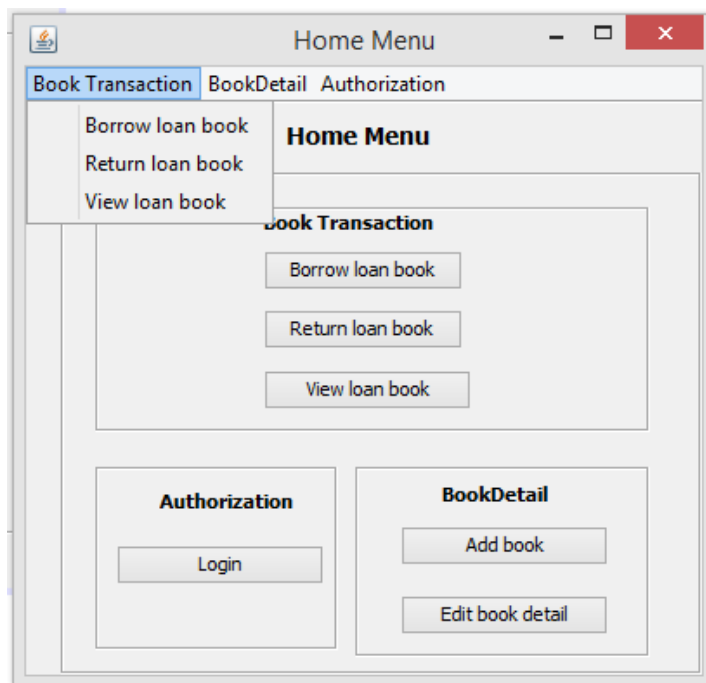
ภาพที่ 4.12 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Login

- ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Home Menu



ภาพที่ 4.13 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Home Menu

ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่แสดงฟังก์ชัน Home Menu ในการเลือกส่วนควบคุมนำทางเพื่อเชื่อมโยงไปยังหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้นำจออื่น ซึ่งผู้เชี่ยวชาญออกแบบตามแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันที่ได้สร้างไว้ก่อนหน้า ซึ่งเลือกใช้ได้จากแถบเมนู (Menu Bars)

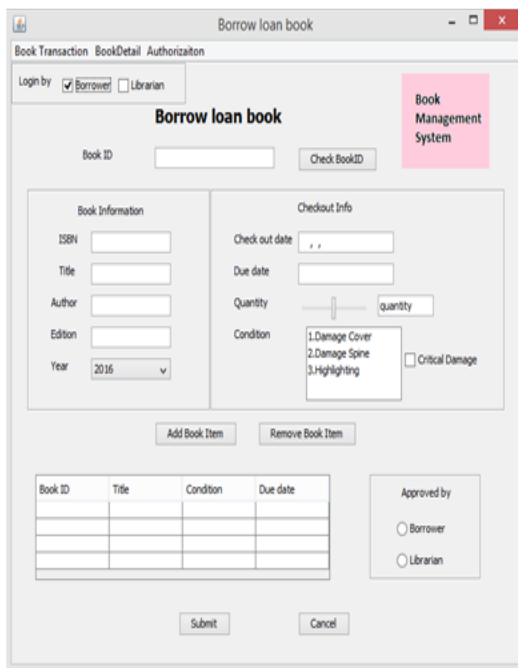


ภาพที่ 4.13 ส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Home Menu

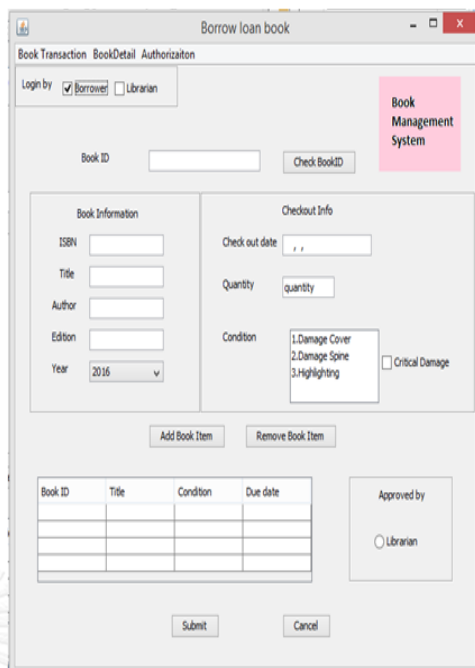
จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อให้เกิดประเด็นการแก้ไขในการทวนสอบความ
 ต้องกัน ในกรณีนี้ได้ทำการเลือกส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงฟังก์ชันงาน Borrow loan book โดยทำ
 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้หรือคอมโพเนนต์ดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนชื่อคอมโพเนนต์ชนิดข้อความ (Text) จากชื่อ Borrow loan book เป็นชื่อ Issue loan book
2. ลบคอมโพเนนต์ชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความ (Text Field Input) ชื่อ Due date
3. ลบคอมโพเนนต์ชนิดแถบเลื่อนชื่อ Quantity
4. ลบคอมโพเนนต์ชนิดปุ่มรูปแบบวิทยุชื่อ Borrower
5. ผู้วิจัยนำส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ทำการแก้ไขไปทวนสอบกับแบบจำลองเชิงฟังก์ชันแบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ที่ได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญในทุกแบบจำลองดังที่ปรากฏในข้างต้น

ซึ่งส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้ทำการแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นการทวนสอบความต้องกัน สามารถ
 แสดงได้ดังภาพที่ 4.14



ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ก)



ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นการทวนสอบ (ข)

ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ก) ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ และส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ข) ที่แก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้ของระบบจัดการห้องสมุด

เมื่อผู้วิจัยนำส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงแบบจำลองการออกแบบที่ถูกแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบความต้องกันมาทำการทดสอบกฎที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถสรุปการทวนสอบความต้องกันได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทวนสอบความต้องกันด้วยกฎจากข้อมูลนำเข้าที่มีประเด็นในการทวนสอบ

ความสัมพันธ์ของการออกแบบ	ผลลัพธ์
1.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	<p>UC-WND-UI-03: ยูสเคสและคำอธิบายยูสเคสชื่อ Borrow loan book ปรากฏเป็นแถบเมนูย่อยบนกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>UC-WND-UI-04: ยูสเคสและคำอธิบายยูสเคสชื่อ Borrow loan book ปรากฏเป็นปุ่มบนกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>

ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทวนสอบความต้งกันด้วยกฎจากข้อมูลนำเข้าที่มีประเด็นในการทวนสอบ (ต่อ)

ความสัมพันธ์ของการออกแบบ	ผลลัพธ์
<p>2.ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบาย ยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>	<p>UCD-WND-UI-12: กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏคำว่า Title เป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกล่องข้อมูลนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>UCD-WND-UI-12: กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏคำว่า Due date เป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกล่องข้อมูลนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>UCD-WND-UI-13: กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏคำว่า Quantity เป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกล่องข้อมูลตัวเลือกแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>
<p>3.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>	<p>CL-WND-UI-01: คลาสที่ชื่อ Fine ปรากฏเป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>CL-WND-UI-03: ลักษณะประจำคลาสและชื่อเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดชื่อ Due date เป็นป้ายชื่อลักษณะประจำปรากฏเป็นกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>
<p>4.ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>	<p>CRC-WND-UI-01: ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Due date เป็นกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>

ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทวนสอบความต้องกันด้วยกฎจากข้อมูลนำเข้าที่มีประเด็นในการทวนสอบ (ต่อ)

ความสัมพันธ์ของการ ออกแบบ	ผลลัพธ์
4.ความสัมพันธ์ระหว่าง คำอธิบายคลาส แผนภาพ วินโดวส์เนวิกซ์กับส่วน ต่อประสานผู้ใช้	<p>CRC-WND-UI-01: ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของ คำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Edition เป็นกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้นชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>CRC-WND-UI-01: ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของ คำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Year เป็นกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชั้น ชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>
5.ความสัมพันธ์ระหว่าง แผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้นกับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	<p>WND-UI-04: ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้นระบุงกล่องชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Borrow loan book แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบندوقประกอบส่วนต่อ ประสานผู้ใช้</p> <p>WND-UI-04: ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้นระบุงกล่องชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Due date แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบندوقประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>WND-UI-04: ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้นระบุงกล่องชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Quantity แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบندوقประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้</p> <p>WND-UI-04: ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องระบุงกล่องแผนภาพ วินโดวส์เนวิกชั้นชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Borrower แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบندوقประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>
6.ความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง และแผนภาพวินโดวส์เนวิ กซ์กับส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	<p>MD-WND-UI-01: ชื่อแอคเตอร์และแอคเตอร์หลัก ชื่อคลาสและ คำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Borrower บนกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิ กซ์ชนิดข้อความแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความบนส่วนต่อประสานผู้ใช้</p>

บทที่ 5

การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้กล่าวถึงวิธีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบโดยใช้กฎที่สร้างจากส่วนประกอบย่อยของการออกแบบ โดยจะกล่าวถึงโครงสร้างของซอฟต์แวร์และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

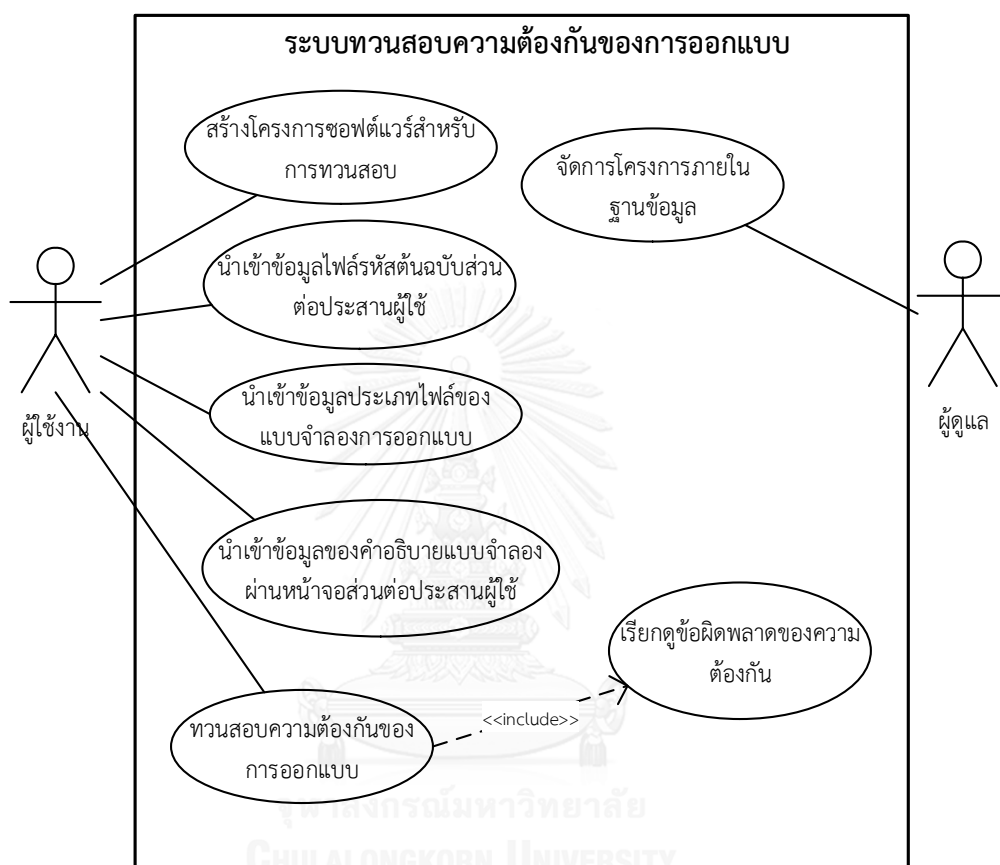
5.1. ความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ในการทวนสอบความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง พร้อมคำอธิบายแบบจำลองและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันสามารถทำการพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนแนวคิดและวิธีการดำเนินวิจัยข้างต้นพร้อมการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ต่อไปจึงเป็นขั้นตอนของการนำกฎไปประยุกต์ใช้กับเครื่องมือซอฟต์แวร์อัตโนมัติ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความต้องการเชิงฟังก์ชันซึ่งรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ระบบจะต้องสามารถสร้างโครงการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกัน พร้อมระบุชื่อโครงการ
2. ระบบจะต้องสามารถนำเข้าข้อมูลแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลไฟล์
3. ระบบจะต้องสามารถรับข้อมูลด้วยแบบฟอร์มผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อทำการกรอกข้อมูลคำอธิบายยูสเคสและคำอธิบายคลาส
4. ระบบจะต้องสามารถวิเคราะห์คำและหน้าที่ของคำที่ได้จากระหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองการออกแบบและคำอธิบายได้
5. ระบบจะต้องสามารถจัดเก็บคำและหน้าที่ของคำที่ได้ทำการวิเคราะห์ได้
6. ระบบจะต้องสามารถทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันของการออกแบบตามกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของการออกแบบ
7. ระบบจะต้องสามารถแสดงข้อผิดพลาดแก่ผู้ใช้งานทางส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้
8. ระบบจะต้องสามารถจัดเก็บข้อผิดพลาดการทวนสอบแต่ละโครงการได้

5.2. การวิเคราะห์ความต้องการและแผนภาพฟังก์ชันงานของระบบ

จากความต้องการเชิงฟังก์ชันสามารถวิเคราะห์และสร้างเป็นแบบจำลองเชิงฟังก์ชันเพื่อใช้สำหรับการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์ ซึ่งได้เลือกแผนภาพยูสเคสในการนำเสนอแบบจำลองเชิงฟังก์ชันดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสระบบทวนสอบความต้องกันของการออกแบบ

จากแผนภาพเชิงฟังก์ชันแสดงให้เห็นความสามารถของเครื่องมือสนับสนุนที่มีต่อผู้ใช้แต่ละประเภทโดยรายละเอียดของแต่ละฟังก์ชันงานมีดังต่อไปนี้

1. สร้างโครงการซอฟต์แวร์สำหรับการทวนสอบ

ผู้ใช้สามารถสร้างโครงการสำหรับการทวนสอบความต้องกันลงในระบบ โดยระบุชื่อโครงการผ่านหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อใช้สำหรับเป็นตัวอ้างอิงกับข้อมูลที่ได้จากรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองการออกแบบและคำอธิบายแบบจำลองสำหรับการทวนสอบความต้องกันต่อไป

2. นำเข้าข้อมูลประเภทไฟล์รหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ผู้ใช้สามารถทำการนำเข้าข้อมูลนามสกุลจาวาไฟล์ (JAVA) ด้วยการอัปโหลด (Upload) ไฟล์เข้าสู่ระบบเพื่อทำการจัดเก็บข้อมูล โดยขั้นตอนนี้ระบบจะทำการสกัดคำที่ต้องการจากไฟล์ส่วนต่อประสานผู้ใช้ข้างต้นลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการทวนสอบความต้องกันต่อไป

3. นำเข้าข้อมูลประเภทไฟล์ของแบบจำลองการออกแบบ

ผู้ใช้สามารถทำการนำเข้าข้อมูลไฟล์นามสกุลเอกซ์เอ็มแอล (.xml) ด้วยการอัปโหลด (Upload) ไฟล์เข้าสู่ระบบเพื่อทำการจัดเก็บข้อมูล โดยขั้นตอนนี้ระบบจะทำการสกัดคำและหน้าที่ของคำเพื่อจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการทวนสอบความต้องกันต่อไป

4. นำเข้าข้อมูลของคำอธิบายแบบจำลองผ่านหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้

ผู้ใช้สามารถระบุข้อมูลของคำอธิบายในแต่ละแบบจำลองผ่านการกรอกทางหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ ตามแบบฟอร์มที่มีเขตนำเข้าข้อมูลที่ระบบกำหนดไว้

5. ทวนสอบความต้องกันของการออกแบบ

ระบบมีความสามารถในการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันประกอบไปด้วยคำและหน้าที่ของคำของรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองการออกแบบ และคำอธิบายแบบจำลอง จากนั้นจะทำการระบุรายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกัน

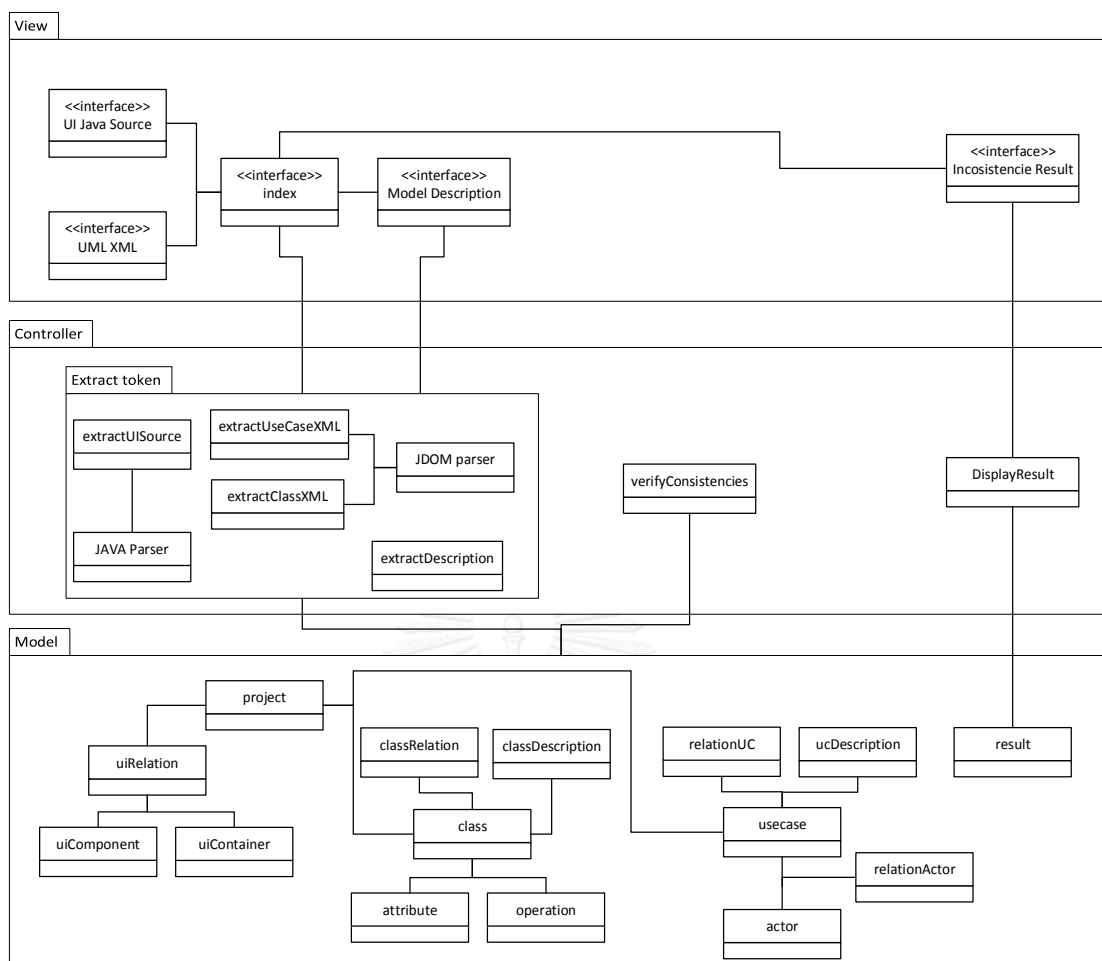
6. เรียกดูข้อผิดพลาดของความต้องกัน

ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อผิดพลาดของความต้องกันที่เป็นผลลัพธ์ของการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งผลลัพธ์ของความต้องกันจะมีรายละเอียดประกอบด้วย รหัสข้อผิดพลาดและรายละเอียด ในส่วนของรายละเอียดจะระบุความไม่ต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบ

7. จัดการโครงการภายในฐานข้อมูล

ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการโครงการที่ใช้สร้างไว้ซึ่งประกอบด้วยการเพิ่มโครงการ การลบโครงการ

เมื่อทำการสร้างแผนภาพยูสเคสแล้วจึงนำความต้องการและฟังก์ชันงานที่วิเคราะห์มาทำการออกแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์สนับสนุนเอ็มวีซี (Model View Controller:MVC) ดังภาพที่ 5. 2



ภาพที่ 5. 2 แผนภาพคลาสของเครื่องมือการทวนสอบความต้องกัน

จากแผนภาพสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ใช้สำหรับแสดงโครงสร้างของเครื่องมือสนับสนุนสถาปัตยกรรมแบบโมเดล วิว คอนโทรลเลอร์ (Model View Controller:MVC) ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบได้ดังต่อไปนี้

1) วิว (View)

วิวทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีการเรียกใช้งานของผู้ใช้ โดยส่วนต่อประสานทำหน้าที่รับข้อมูลได้แก่ รหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองการออกแบบและคำอธิบายแบบจำลอง รวมถึงการแสดงผลลัพธ์ของการทวนสอบความต้องกันด้วย

2) คอนโทรลเลอร์ (Controller)

คอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วย ฟังก์ชันในการสกัดค่าและหน้าที่ของคำของรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองการออกแบบและคำอธิบายแบบจำลอง ฟังก์ชันการทวนสอบความถูกต้องตามกฎหมายที่ได้สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยการออกแบบ รวมถึงผลลัพธ์ที่ได้รับจากการทวนสอบ

3) โมเดล (Model)

โมเดลทำหน้าที่ติดต่อกับฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูล ปรับปรุงข้อมูล และการลบข้อมูล โดยฐานข้อมูลจะจัดเก็บค่าและหน้าที่ของคำจากระหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ ส่วนประกอบย่อยและความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงแบบจำลองและคำอธิบายแบบจำลองการออกแบบ ทั้งยังเก็บความสัมพันธ์ของค่าและหน้าที่ของคำ รวมถึงทำการเก็บผลลัพธ์ทวนสอบความถูกต้อง

5.3. สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสนับสนุน

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบอ้างอิงมาจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา โดยประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1. สภาพแวดล้อมในการพัฒนาเครื่องมือด้านฮาร์ดแวร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบควรมีส่วนประกอบขั้นต่ำดังต่อไปนี้

- หน่วยการประมวลผล (CPU) ซีพียูอินเทลคอร์ไอ 3 ความเร็ว 2.13 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel® Core™ i3 CPU 2.13 GHz)
- หน่วยความจำสำรอง (Memory) ขนาด 8 กิกะไบต์ (Ram 8 GB)
- งานบันทึกแบบแข็ง (Hardisk) ความจุ 320 กิกะไบต์ (Hardisk 320 GB)

5.3.2. สภาพแวดล้อมในการพัฒนาเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบมีซอฟต์แวร์ดังต่อไปนี้

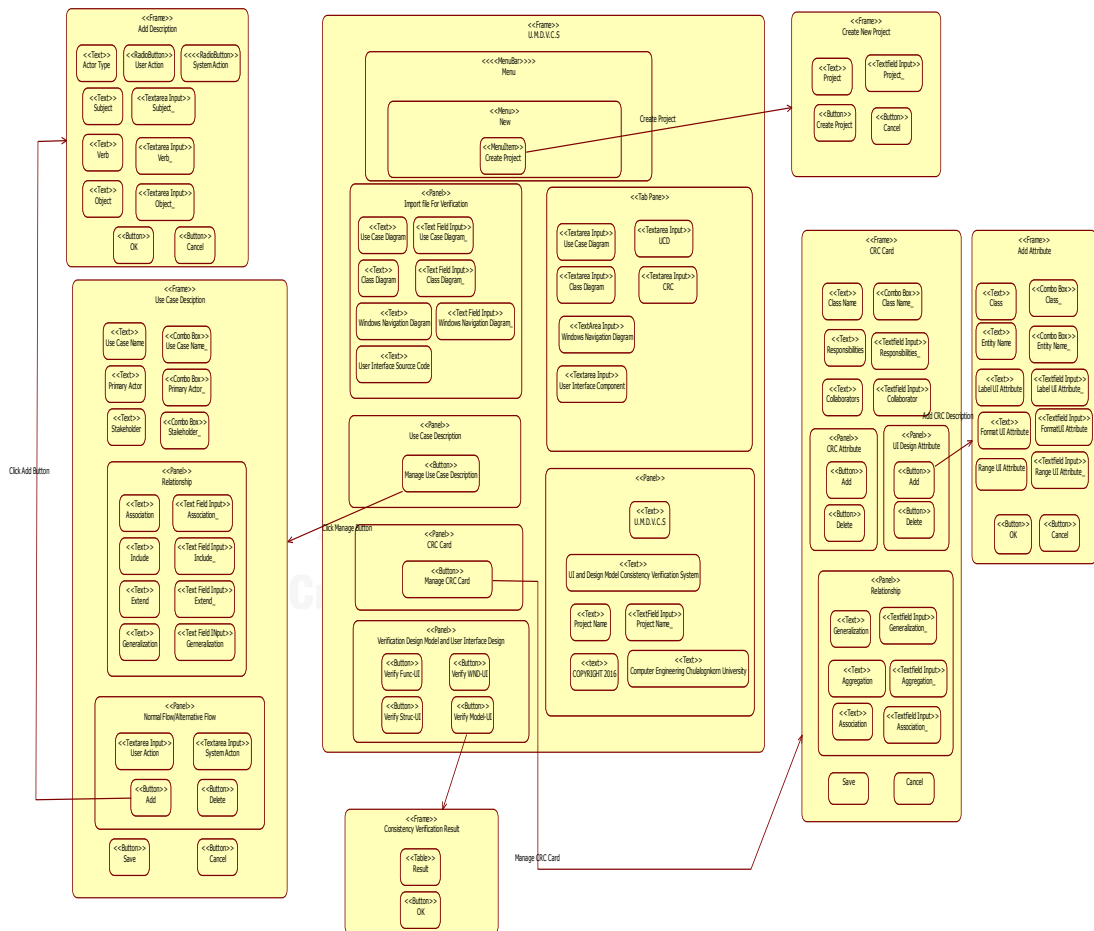
- ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ 8.1 โพรเฟสชันนอล 64 บิต (Microsoft Windows 8.1 Pro x64 Bit)
- โปรแกรมจัดการข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) เวอร์ชัน 5.6

- เครื่องมือสร้างแบบจำลองการออกแบบสตาร์ยูเอ็มแอล (StarUML)[9]
- โปรแกรมอีคลิปส์เวอร์ชัน 4.4.2 (Eclipse Luna Version 4.4.2)
- โปรแกรมแกรมนีตบีนส์เวอร์ชัน 8.0.2 (NetBeans IDE Version 8.0.2)

5.4. ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือและภาพส่วนต่อประสานผู้ใช้

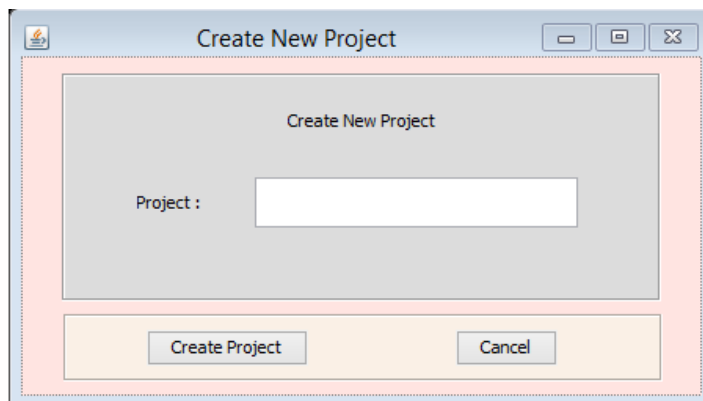
เครื่องมือสนับสนุนขั้นตอนการทำงาน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันและภาพส่วนต่อประสานผู้ใช้ดังต่อไปนี้

1. แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเครื่องมือ



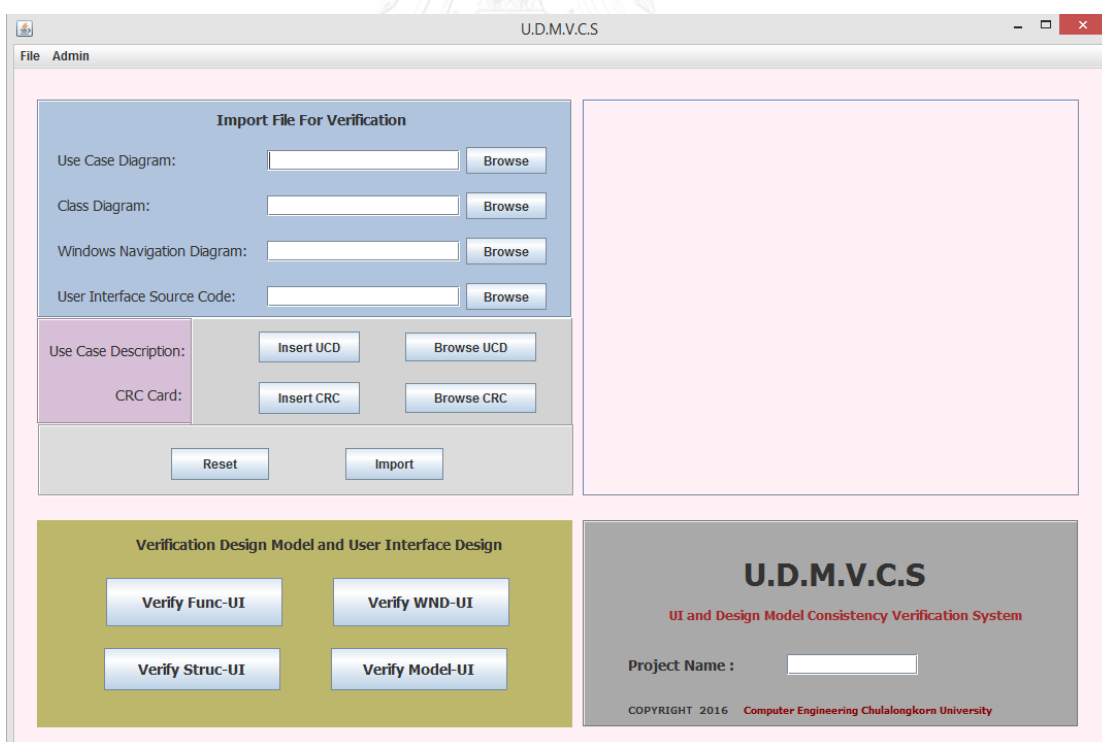
ภาพที่ 5.3 แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของเครื่องมือทวนสอบความต้องกัน

2. ผู้ใช้ทำการสร้างโครงการเพื่อใช้สำหรับทวนสอบความต้องกันของการออกแบบ ดังส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ปรากฏในภาพที่ 5.3 โดยจะต้องนำเข้าสู่ข้อมูลที่เป็นชื่อโครงการดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ในการสร้างโครงการ

3. ผู้ใช้เปิดการใช้งานเครื่องมือ ซึ่งปรากฏหน้าเริ่มต้นแสดงพาแนลที่รวบรวมการนำเข้าไฟล์จาวาของข้อมูลรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้และไฟล์เอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองการออกแบบ รวมทั้งหมด 4 เอกสาร แสดงหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ส่วนนำเข้าข้อมูล

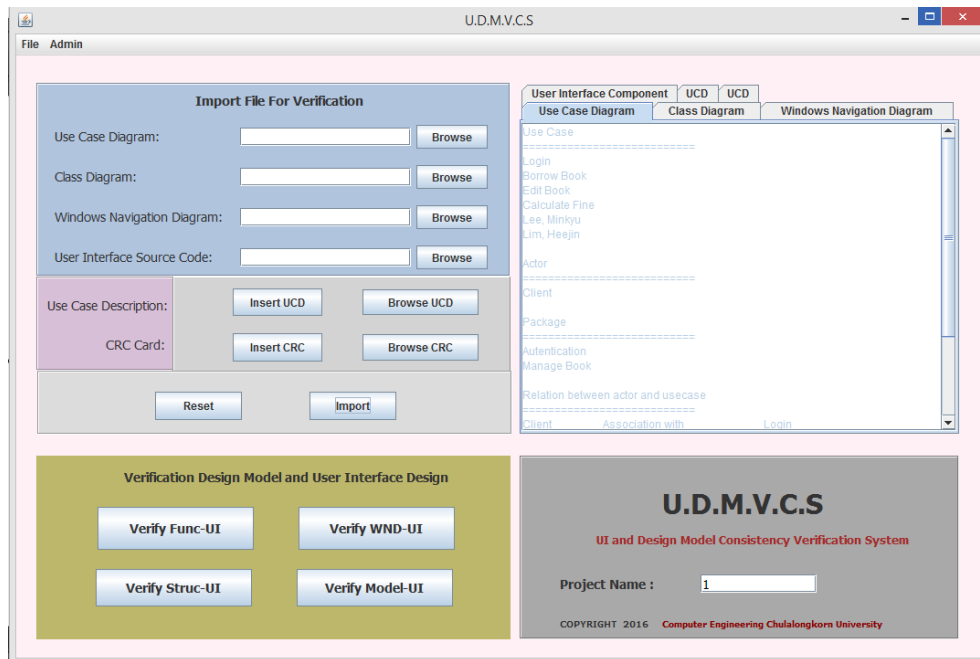
ในส่วนของการอธิบายแบบจำลอง ผู้ใช้สามารถนำเข้าผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งกำหนดฟอร์ม เพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลตามที่ระบบกำหนดไว้ โดยคำอธิบายยูสเคสดังภาพที่ 5.6

ภาพที่ 5.6 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ของส่วนนำเข้าคำอธิบายยูสเคส

ในการเพิ่มขั้นตอนการกระทำทั้งส่วนการกระทำผู้ใช้และระบบจะมีปุ่ม add ที่แสดงไอคอนรูปเครื่องหมายบวก เมื่อทำการกดเลือกจะแสดงหน้าจอการนำเข้าข้อมูลส่วนของคำนามที่ทำหน้าที่เป็นประธาน (Subject) คำกริยา (Verb) และคำนามที่ทำหน้าที่เป็นกรรม (Object) ดังภาพที่ 5.7

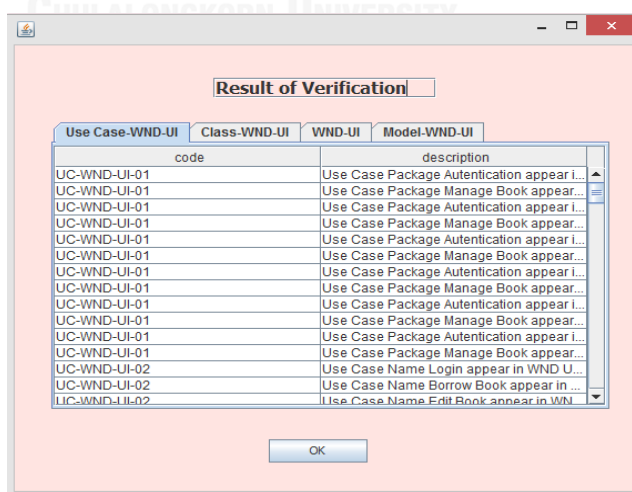
ภาพที่ 5.7 หน้าจอส่วนนำเข้าข้อมูลการกระทำของคำอธิบายยูสเคส

จากนั้นทำการกดปุ่ม Import บนหน้าแรกของส่วนต่อประสานผู้ใช้ระบบจะทำการสกัดคำและหน้าที่ของคำ พร้อมความสัมพันธ์แล้วแสดงผลบนพื้นที่แถบด้านขวาดังภาพที่ 5.8



ภาพที่ 5.8 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงข้อมูลนำเข้า

4. เมื่อทำการสกัดคำและหน้าที่ของคำจากรหัสต้นฉบับส่วนต่อประสานผู้ใช้ ไฟล์เอกซ์เอ็มแอลจากแบบจำลองและการกรอกข้อมูลคำอธิบายแล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกกดปุ่มเพื่อทำการทวนสอบได้ทันทีโดยจะมี 4 ปุ่มแบ่งตามประเภทการทวนสอบความต้อกันแสดงผลลัพธ์ดังภาพที่ 5.9



ภาพที่ 5.9 หน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ส่วนแสดงผลการทวนสอบ

บทที่ 6

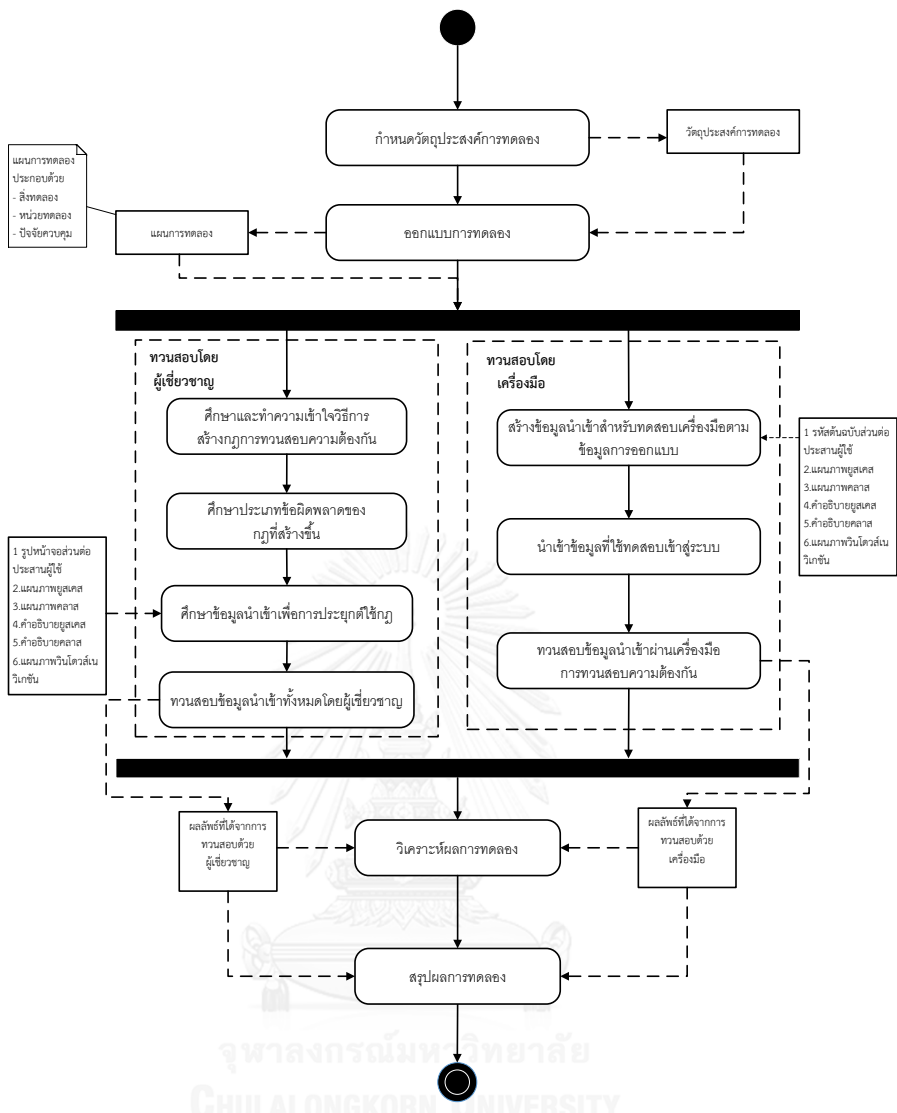
การทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการทวนสอบกฎและการทดสอบเครื่องมือที่นำไปใช้สนับสนุนแนวคิดในการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันด้วยกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบของการออกแบบ โดยผู้วิจัยได้จัดทำลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานดังแสดงในแผนภาพกิจกรรมในภาพที่ 6.1

6.1. วัตถุประสงค์การทดลอง

วัตถุประสงค์การทดลองเพื่อใช้ในการประเมินความครบถ้วนและความถูกต้องของกฎ รวมถึงเครื่องมือการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบ คำอธิบายและส่วนต่อประสานผู้ใช้อัตโนมัติ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพื่อทวนสอบความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้น ซึ่งจะต้องสามารถทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันในทุกส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วยแผนภาพยูสเคสพร้อมคำอธิบาย แบบจำลองเชิงโครงสร้างประกอบด้วยแผนภาพคลาสพร้อมคำอธิบาย แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน
2. เพื่อทวนสอบความถูกต้องของกฎที่สร้าง ซึ่งจะต้องระบุรายการข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นตรงตามสิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขเพื่อเกิดประเด็นสำหรับการทวนสอบ
3. เพื่อวัดประสิทธิผลของเครื่องมือในการใช้กฎทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน โดยเครื่องมือจะต้องสามารถระบุประเภทข้อผิดพลาดได้จากข้อมูลนำเข้าที่สิ่งที่ผู้วิจัยได้แก้ไขเพื่อเกิดประเด็นสำหรับการทวนสอบ



ภาพที่ 6.1 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

6.2. การวางแผนการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดหน่วยทดลองและปัจจัยที่ใช้ในการทดลองดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 รายละเอียดหน่วยทดลองและปัจจัยที่ใช้สำหรับการทดลอง

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
1	หน่วยทดลอง	หน่วยทดลองที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบซอฟต์แวร์โดยใช้แบบจำลองยูเอ็มแอลและมีประสบการณ์ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยจาวาสวิง

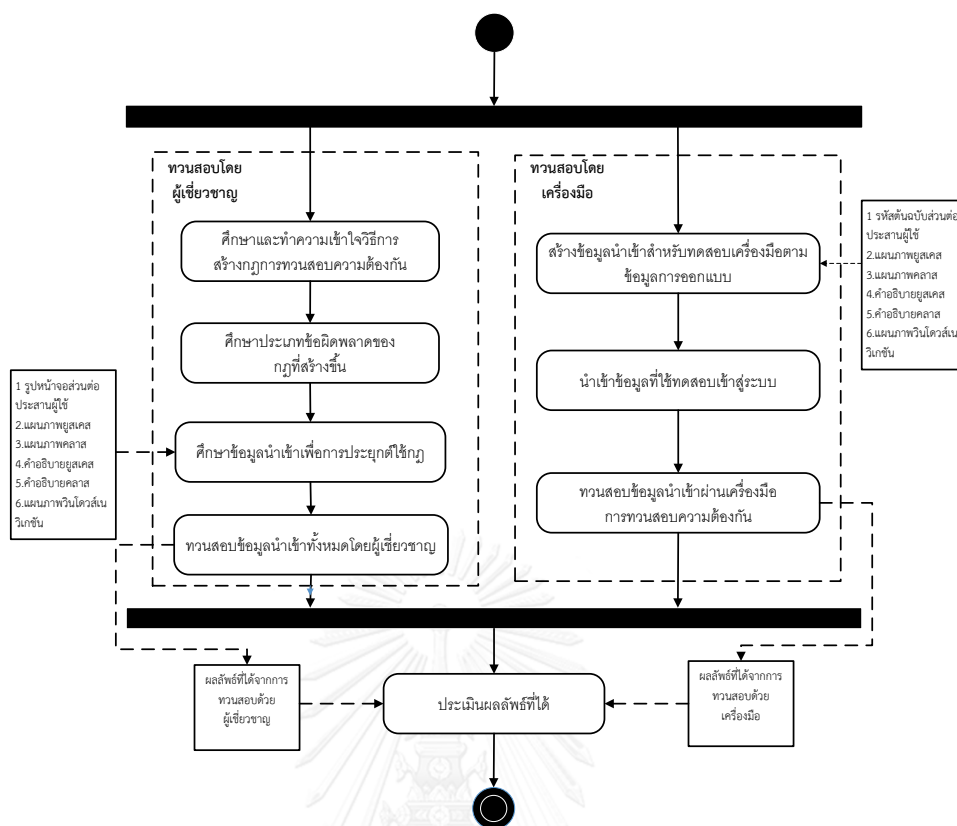
ตารางที่ 6.1 รายละเอียดหน่วยทดลองและปัจจัยที่ใช้สำหรับการทดลอง (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
2	ข้อมูลของการออกแบบ	ข้อมูลของการออกแบบที่ใช้ในการทดลองจะใช้ระบบจัดการห้องสมุดที่ผู้วิจัยได้ระบุประเด็นไว้ในการทวนสอบ
3	กฎการทวนสอบความ ต้องกัน	กฎการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบพร้อมระบุรายการประเภทข้อผิดพลาด
4	ปัจจัยควบคุม	ในการทดลองได้ทำการกำหนดปัจจัยควบคุมดังต่อไปนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อมูลแผนภาพแบบจำลองการออกแบบจะต้องสร้างจากเครื่องมือสตาร์ยูเอ็มแอลเท่านั้น 2. ข้อมูลรหัสต้นฉบับจะสร้างจากเครื่องมือเนตปีนส์เท่านั้นและจะใช้ส่วนประกอบย่อยภายในโปรแกรมเท่ากับที่ได้นิยามไว้ในเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ 3. การเขียนคำอธิบายยูสเคสจะต้องเป็นไปตามคำสงวนของคำกริยาที่ถูกกำหนดไว้เท่านั้น 4. ในการทวนสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญกับเครื่องมือจะใช้ข้อมูลเดียวกันในการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบ

6.3. การดำเนินการทดลอง การทวนสอบ และการทดสอบ

การทดลองจะเป็น 2 กรณีคือ

- 1) ผู้เชี่ยวชาญทวนสอบกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของการออกแบบ
- 2) การทดลองเครื่องมือสนับสนุนสำหรับการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งมีรายละเอียดของการทวนสอบและทดสอบดังแผนภาพกิจกรรมในภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 แผนภาพกิจกรรมแสดงการดำเนินการทดลอง

1. การทวนสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

การทวนสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจะทำการสอบกฎที่สร้างขึ้น จะทำการทวนสอบกับกรณีศึกษาที่ระบุในบทที่ 4 การประยุกต์ใช้กฎในการทวนสอบ โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาและทำความเข้าใจวิธีการสร้างกฎการทดสอบความต้องกัน

ขั้นตอนนี้เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการศึกษาส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองและส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงวิธีการสร้างความสัมพันธ์นำไปสู่การสร้างกฎ โดยผู้วิจัยจะเป็นคนนำเสนอและอธิบายข้อมูลของการออกแบบแก่ผู้เชี่ยวชาญ

2) ศึกษาประเภทข้อผิดพลาด

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอกฎการทวนสอบพร้อมประเภทข้อผิดพลาดของการทวนสอบให้กับผู้เชี่ยวชาญทำความเข้าใจ

3) ศึกษาข้อมูลนำเข้าเพื่อประยุกต์ใช้กฎ

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลการประยุกต์ใช้ที่ผู้วิจัยทำการแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นการทวนสอบความต้องกันที่ปรากฏตามบทที่ 4 การประยุกต์ใช้กฎในการทวนสอบในหน้าที่ 130 แก่ผู้เชี่ยวชาญ

4) ทวนสอบข้อมูลนำเข้าทั้งหมดโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะทำการทวนสอบข้อมูลการประยุกต์ใช้ที่ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นำเสนอใน 2 ด้านคือ

1) ด้านความครบถ้วน ซึ่งกฎจะมีความครบถ้วนก็ต่อเมื่อได้สร้างขึ้นจากทุกความสัมพันธ์ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ และส่วนประกอบย่อยของคำอธิบายแบบจำลองได้อย่างครบถ้วน ซึ่งได้ผลลัพธ์การทวนสอบกฎในบทที่ 3 หัวข้อ 3.6.2 ซึ่งระบุถึงความครบถ้วนของกฎที่สร้างจากความสัมพันธ์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่ากฎมีความครบถ้วนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

2) ด้านความถูกต้อง กล่าวคือกฎที่สร้างจะมีความถูกต้องได้ กฎดังกล่าวจะต้องสามารถระบุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทวนสอบได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญศึกษาแนวทางในการสร้างกฎ ศึกษาประเภทข้อผิดพลาดของกฎ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทำการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบบจำลองการออกแบบและคำอธิบายแบบจำลองการออกแบบ จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบดังปรากฏในบทที่ 4 การประยุกต์ใช้กฎในการทวนสอบ ซึ่งกฎสามารถระบุข้อผิดพลาดเป็นไปตามที่ผู้วิจัยแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบ

2. การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทวนสอบ

การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันของการออกแบบซึ่งจะทำการสอบกับกรณีศึกษาที่ระบุในบทที่ 4 การประยุกต์ใช้กฎในการทวนสอบซึ่งสุดท้ายจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนสร้างข้อมูลนำเข้าสำหรับทดสอบเครื่องมือตามข้อมูลการออกแบบ

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างข้อมูลที่ใช้การทวนสอบความต้องกัน โดยผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ของแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันแล้วสร้างเป็นหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยเครื่องมือเนตปีนส์ จากนั้นผู้วิจัยจะนำส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างกล่าวมาทำการแก้ไขเพื่อสร้างประเด็นในการทวนสอบ แล้วทดสอบ

ว่าเครื่องมือแสดงข้อผิดพลาดหรือไม่ ซึ่งจะเป็นการวัดผลความถูกต้องของเครื่องมือ โดยประยุกต์ใช้กรณีศึกษาของระบบห้องสมุดมาทำการทดสอบกับเครื่องมือ

2) ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลทดสอบเข้าสู่ระบบ

เมื่อทำการสร้างข้อมูลสำหรับการทดสอบจากขั้นตอนที่ 1) จากนั้นจะนำข้อมูลดังกล่าวมาทดสอบโดยเครื่องมือการทดสอบโดยใช้กฎที่สร้างขึ้น ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือ

3) ขั้นตอนการทดสอบข้อมูลนำเข้าผ่านเครื่องมือการทดสอบความต้อกัน

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณลักษณะความต้อกันของโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบ ซึ่งจะแสดงผลลัพธ์ของการทดสอบแสดงประเภทข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นผ่านหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้

6.4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

6.4.1. ผลการทดลอง

ขั้นตอนนี้จะเป็นแสดงผลการทดลองที่ได้จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญกับผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องทดสอบความต้อกัน เพื่อระบุการทำงานของเครื่องมือมีความถูกต้องจากการทดสอบกรณีศึกษาระบบจัดการห้องสมุดดังตารางที่ 6.2 (เครื่องหมาย ✓ หมายถึงเครื่องมือทดสอบความต้อกันได้ผลลัพธ์ที่สามารถระบุข้อผิดพลาดได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ เครื่องหมาย × หมายถึงเครื่องมือไม่สามารถทดสอบความต้อกันได้ผลลัพธ์ที่สามารถระบุข้อผิดพลาดได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบความต้อกันของระบบจัดการห้องสมุด

รหัส	รายละเอียด	ผลลัพธ์
UC-WND-UI-03	ยูสเคสและคำอธิบายยูสเคสชื่อ Borrow loan book ปรากฏเป็นแถบเมนูย่อยบนกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
UC-WND-UI-04	ยูสเคสและคำอธิบายยูสเคสชื่อ Borrow loan book ปรากฏเป็นปุ่มบนกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓

ตารางที่ 6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทวนสอบความต้องกันของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

รหัส	รายละเอียด	ผลลัพธ์
UCD-WND-UI-12	กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏคำว่า Title เป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกอล่งข้อมูลนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
UCD-WND-UI-12	กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏคำว่า Due date เป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกอล่งข้อมูลนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
UCD-WND-UI-13	กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏคำว่า Quantity เป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกอล่งข้อมูลตัวเลือกแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
CL-WND-UI-01	คลาสที่ชื่อ Fine ปรากฏเป็นชื่อกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
CL-WND-UI-03	ลักษณะประจำคลาสและชื่อเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดชื่อ Due date เป็นป้ายชื่อลักษณะประจำปรากฏเป็นกอล่งแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกอล่งนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
CRC-WND-UI-01	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Due date เป็นกอล่งแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกอล่งนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
CRC-WND-UI-01	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Edition เป็นกอล่งแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกอล่งนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓

ตารางที่ 6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทวนสอบความต้องกันของระบบจัดการห้องสมุด (ต่อ)

รหัส	รายละเอียด	ผลลัพธ์
CRC-WND-UI-01	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Year เป็นกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
WND-UI-04	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องระบุดอกแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Borrow loan book แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
WND-UI-04	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันระบุดอกชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Due date แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
WND-UI-04	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันระบุดอกชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Quantity แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
WND-UI-04	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ของกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันระบุดอกชนิดองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏชื่อ Borrower แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อบนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓
MD-WND-UI-01	ชื่อแอคเตอร์และแอคเตอร์หลัก ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสปรากฏชื่อ Borrower บนกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันชนิดข้อความแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความบนส่วนต่อประสานผู้ใช้	✓

6.4.2. การวิเคราะห์ผล

จากตารางที่ 6.2 เมื่อทำการพิจารณาผลลัพธ์การทวนสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบด้วยกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อย ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทวนสอบความต้องกันของกรณีศึกษาของระบบจัดการห้องสมุด ทั้งการทวนสอบด้วยวิธีการทำมือของผู้เชี่ยวชาญและการทดสอบด้วยเครื่องมือทวนสอบความต้องกันอัตโนมัติพบว่าให้ผลลัพธ์การทวนสอบที่สามารถระบุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ตรงกันตัวอย่างเช่น การแสดงข้อผิดพลาด CRC-WND-UI-01 ระบุว่าป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ชื่อ Due date ปรากฏเป็นกล่องแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันแต่กลับไม่ปรากฏเป็นชื่อของกล่องนำเข้าสู่ข้อมูลหรือป้ายชื่อข้อมูลบนส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นไปตามที่ผู้วิจัยแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบในบทที่ 4 นอกจากนี้ตัวอย่างในข้างต้นแล้วกฎการทวนสอบความต้องกันยังสามารถระบุข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ครบถ้วนใน 4 ความสัมพันธ์หลัก 2 ความสัมพันธ์ย่อย และมีความถูกต้องตามที่ผู้วิจัยแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบจากกรณีศึกษาในข้างต้น

6.5. สรุปผลการทดลอง

ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของการทดลองได้ดังต่อไปนี้

- 1) ความครบถ้วนของกฎการทวนสอบความต้องกัน ซึ่งมีกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยภายในงานวิจัยนี้บรรจุไว้ในบทที่ 3 มีจำนวน 120 ข้อ โดยเลือกมาให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการทวนสอบกฎเป็นจำนวน 31 ข้อด้วยเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขึ้นพร้อมทำการออกแบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน โดยผลลัพธ์การผลประเมินโดยเฉลี่ยเป็น 4.67 ซึ่งมีค่าเกิน 3 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับเกณฑ์ที่เลือก โดยก่อนที่จะทำการทวนสอบกฎความต้องกัน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญถึงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่นำมาใช้สร้างกฎการทวนสอบเปรียบด้วยค่าฐานนิยม ซึ่งมีค่าฐานนิยมเฉลี่ยเกิน 3 ในทุกรายการความสัมพันธ์ส่วนประกอบ แสดงว่าความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นได้นำทุกส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบมาสร้างได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง และจากนั้นทำการทวนสอบกฎความต้องกันซึ่งประเมินโดยมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เชี่ยวชาญโดยเฉลี่ยระบุว่ากฎที่สร้างขึ้นมีความครบถ้วนถูกต้องตามความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น

- 2) ความถูกต้องของกฎการทวนสอบความต้งกัน ซึ่งทำการทดลองด้วยการใช้กรณีศึกษาห้องสมุดที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างประเด็นสำหรับการทวนสอบมาทำการทวนสอบด้วยกฎการทวนสอบ โดยจะให้ผู้เชี่ยวชาญออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามแบบจำลองที่เตรียมไว้ จากนั้นทวนสอบด้วยกฎการทวนสอบความต้งกันซึ่งกฎสามารถระบุรายการประเภทข้อผิดพลาดได้ตรงตามประเด็นการทวนสอบที่ผู้วิจัยทำการแก้ไขไว้
- 3) ประสิทธิภาพในการทวนสอบความต้งกันของการออกแบบของเครื่องมือ โดยผู้วิจัยทำการทดลองด้วยการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทวนสอบความต้งกันด้วยกฎที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญกับเครื่องมือ ซึ่งเครื่องมือสามารถให้ผลลัพธ์ได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ แต่การสกัดค่าและหน้าที่ของค่าของส่วนต่อประสานผู้ใช้นั้นจะต้องดำเนินตามที่คุณวิจัยกำหนดไว้ หากไม่เป็นไปตามการกำหนดของผู้วิจัยอาจจะมีข้อมูลอย่างเช่น ชื่อขององค์ประกอบป้ายข้อความจะต้องกำหนดชื่อด้วยเมธอด `setText` หรือชื่อขององค์ประกอบการนำเข้าข้อมูลจะต้องกำหนดชื่อด้วยเมธอด `setName` เป็นต้น



บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดงานวิจัย งานวิจัยในอนาคต และบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.1. สรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการทวนสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้และแบบจำลองการออกแบบด้วยกฎที่สร้างจากส่วนประกอบย่อยของความสัมพันธ์ รวมถึงการประยุกต์ใช้กฎกับเครื่องมือสนับสนุนการทวนสอบ จึงแบ่งวิธีการในการนำเสนอเป็น 3 ส่วนดังนี้

1) การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน

การสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน เริ่มจากการศึกษาส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ทำการศึกษาจากหนังสือ System Analysis and Design และจากคลังโปรแกรมจาวาสวิง (Java Swing) ในขณะที่ข้อมูลแบบจำลองการออกแบบ ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า ยูเอ็มแอล ประกอบด้วยแบบจำลองเชิงฟังก์ชันเช่นแผนภาพยูสเคสและคำอธิบายยูสเคส แบบจำลองเชิงโครงสร้างเช่นแผนภาพคลาสและคำอธิบายคลาส แต่เนื่องจากในการระบุความสัมพันธ์จากส่วนประกอบย่อยจากแบบจำลองยูเอ็มแอลไปยังส่วนต่อประสานผู้ใช้มีการตีความได้หลากหลายและมีความซับซ้อนในการออกแบบ จึงทำให้งานวิจัยนี้ได้นำแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันประยุกต์ใช้เพื่อเป็นข้อมูลในการทวนสอบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อใช้ระบุโครงสร้างหน้าจอสวนต่อประสานผู้ใช้ทั้งองค์ประกอบที่ใช้และชื่อองค์ประกอบที่มีข้อมูลตรงกับแบบจำลองที่ถูกออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้า จากนั้นจึงทำการสร้างความสัมพันธ์จากส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบซึ่งประกอบด้วย 4 ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 3) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 4) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แล้วจึงทำการประเมินความสัมพันธ์เปรียบเทียบค่าฐานนิยมเพื่อวัดความครบถ้วนของส่วนประกอบย่อยทั้งแบบจำลองกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่นำมาสร้างความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้คือทุกรายการส่วนประกอบย่อยมีระดับความคิดเห็นที่มีค่าฐานนิยมเฉลี่ยเกิน 3 จึงทำให้ส่วนประกอบย่อยที่นำมาใช้มีความครอบคลุมและครบถ้วน แล้วจึงทำการสร้างกฎการทวนสอบซึ่งมีจำนวน 120 ข้อแบ่งตามความสัมพันธ์

2) การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกัน

การประเมินกฎการทวนสอบความต้องกัน เนื่องจากกฎการทวนสอบมีจำนวน 120 ข้อเป็นการยากที่จะสามารถทวนสอบความครบถ้วนและความถูกต้องในเวลาอันจำกัดได้ จึงต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อเลือกตัวอย่างกฎมาให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบเป็นจำนวน 31 ข้อ พร้อมประเมินเกณฑ์ในการเลือกกฎเปรียบเทียบกับค่าฐานนิยมซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีค่าฐานนิยมเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 มีค่าเกิน 3 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับเกณฑ์ในการเลือกกฎที่นำมาให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทวนสอบ จากนั้นทำการประเมินกฎการทวนสอบความต้องกันโดยค่านึงใน 2 ด้านคือ ด้านความครบถ้วนและด้านความถูกต้อง โดยด้านความครบถ้วนผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยการออกแบบพร้อมแนบเอกสารตารางระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยของการออกแบบ เพื่อระบุว่ากฎการทวนสอบที่สร้างขึ้นสามารถทวนสอบได้ทุกรายการความสัมพันธ์ ในด้านความถูกต้องผู้วิจัยนำเสนอหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบย่อยของการออกแบบตัวอย่างเช่น แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) จะปรากฏข้อมูลที่อยู่สแกนเพื่อแสดงฟังก์ชันงานที่ส่วนต่อประสานผู้ใช้สามารถให้บริการได้ รวมถึงประเด็นในเชิงความหมายที่ส่วนประกอบย่อยที่นำเสนอไม่ได้มีความสัมพันธ์ตรงตามหน้าที่แต่สามารถปรากฏข้อมูลระหว่างกันได้ จากนั้นจึงทำการประเมินเพื่อวัดความครบถ้วนของกฎซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือมากกว่า 80% ของผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่ากฎมีความถูกต้องเหมาะสมเพื่อใช้ในการทวนสอบความสัมพันธ์ได้อย่างครบถ้วนรวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ แม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ที่สูงในการประเมินแต่ทว่าในส่วนของการข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงกฎการทวนสอบนั้นมีค่อนข้างมาก จึงทำให้สุดท้ายกฎที่ได้รับการปรับปรุงแล้วมีเป็นจำนวน 76 ข้อมีการลดส่วนที่ซ้ำซ้อนกันของการทวนสอบ รวมถึงบางส่วนที่ในสภาพการใช้งานจริงไม่สามารถดึงข้อมูลมาทำการทวนสอบได้

3) การประยุกต์ใช้กฎการทวนสอบความต้องกัน

ในขั้นตอนนี้จะนำกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของทั้งแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้เข้ามาทำการประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาที่ได้กำหนดประเด็นเพื่อการทวนสอบ ดังนั้นจะต้องระบุชนิดข้อมูลนำเข้าของกรณีศึกษาพร้อมวิธีการสกัดข้อมูลส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองและส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยข้อมูลแบบจำลองเป็นรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล (XML) ซึ่งถูกสร้างจาก

เครื่องมือสตาร์ยูเอ็มแอล (StarUML) [9] โดยการสกัดคำและหน้าที่ของคำจากลักษณะประจำของแต่ละโหนดในเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ในขณะที่การสกัดคำส่วนที่เป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ และหน้าที่ของคำคือชื่อขององค์ประกอบ โดยส่วนต่อประสานผู้ใช้ทำการสร้างจากเครื่องมือเน็ตบีนส์ (Net Bean) ในรูปแบบไฟล์จาวา (JAVA) เมื่อทราบถึงข้อมูลนำเข้าและวิธีการสกัดข้อมูลแล้วจึงทำการสร้างกรณีศึกษาเพื่อเป็นตัวอย่างระบบงานสำหรับการนำไปแก้ไขเพื่อให้เกิดประเด็นในการทวนสอบซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ระบบจัดการห้องสมุดเป็นกรณีศึกษา

4) การทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน

ในการทวนสอบความต้องกันระหว่างโปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้กับแบบจำลองการออกแบบ ซึ่งทำการทดลองด้วยการนำกฎที่สร้างขึ้นมาทวนสอบความต้องกันโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญทำการสร้างแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยเครื่องมือที่ผู้วิจัยกำหนด โดยใช้กรณีศึกษาระบบจัดการห้องสมุด จากนั้นผู้วิจัยจะกำหนดประเด็นให้เกิดการทวนสอบความต้องกันด้วยการแก้ไขบางส่วนของส่วนต่อประสานผู้ใช้แล้วเมื่อทำการทวนสอบด้วยกฎจากการให้ผู้เชี่ยวชาญทวนสอบหรือใช้เครื่องมือทวนสอบอัตโนมัติ จะต้องสามารถแสดงข้อผิดพลาดตามที่กฎระบุไว้ได้ ซึ่งกฎและเครื่องมือดังกล่าวได้ระบุข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้อง ทำให้เห็นออกแบบมั่นใจได้ว่าการออกแบบซอฟต์แวร์มีความสอดคล้องและมีความต้องกันของการออกแบบ ทำให้สามารถนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์จริงที่ดีและมีคุณภาพต่อไป

7.2. ข้อจำกัดของงานวิจัย

- 1) ระบบจะทวนสอบได้เพียงการออกแบบของส่วนต่อประสานผู้ใช้ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายยูสเคส คำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันเท่านั้น
- 2) ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกันจะต้องเป็นไปตามเมตาโมเดลส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นภายในงานวิจัยนี้เท่านั้น
- 3) ในการทวนสอบส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้จะไม่มี การทวนสอบส่วนประกอบย่อยผังหน้าจอ (Screen Layout) โดยข้อมูลนำเข้าส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่สร้างจากเครื่องมือเน็ตบีนส์จะกำหนดเป็นการวางผังแบบสัมบูรณ์ (Absolute Layout) เท่านั้น
- 4) ไฟล์จาวาส่วนต่อประสานผู้ใช้จะต้องสร้างจากเครื่องมือเน็ตบีนส์ (Net Bean) เท่านั้น

- 5) ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาสและแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันจะต้องสร้างจากเครื่องมือสตาร์ยูเอ็มแอลเท่านั้น
- 6) ส่วนประกอบย่อยของประเภทความสัมพันธ์ของแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคสที่ใช้ ทวนสอบความต้องกัน จะไม่ทำการพิจารณาเฉพาะความสัมพันธ์เจเนอรัลไลเซชัน (Generalization)
- 7) การเขียนคำอธิบายยูสเคสจะต้องใช้คำกริยาตามตารางคำสงวนที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ เท่านั้น รวมถึงในการระบุประโยคการกระทำส่วนของคำนามที่หน้าที่เป็นกรรม ซึ่งในการระบุองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ในกรณีของคำอธิบายยูสเคสในการเขียนแต่ละขั้นตอนจะใช้สัญลักษณ์วงเล็บเหลี่ยมแทนชื่อคอมโพเนนต์และจะใช้สัญลักษณ์วงเล็บสามเหลี่ยมแทนตัวคอมโพเนนต์เท่านั้น
- 8) ส่วนประกอบย่อยของประเภทความสัมพันธ์ของแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาสที่ใช้ ทวนสอบความต้องกันจะรวมการทวนสอบความสัมพันธ์แอกริเกชัน คอมโพสิชัน และเจเนอรัลไลเซชันเป็นความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน
- 9) สเตอริโอไทป์ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันจะต้องอ้างอิงจากเมตาโมเดลของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ได้ทำการสร้างขึ้นในงานวิจัยนี้เท่านั้น
- 10) กฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างลักษณะประจำของแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาสกับส่วนต่อประสานผู้ใช้จะไม่รองรับการทวนสอบความต้องกันในกรณีที่ส่วนต่อประสานผู้ใช้ตั้งแต่ 2 หน้าจอขึ้นไปดึงข้อมูลลักษณะประจำจากคลาสเดียวกัน แต่นำข้อมูลไปแสดงผลลัพธ์บนหน้าจอไม่เท่ากัน แล้วให้แสดงข้อผิดพลาดกรองตามข้อมูลที่ปรากฏบนแต่ละส่วนต่อประสานผู้ใช้
- 11) คุณลักษณะความต้องกัน (Consistent) ตามนิยามของมาตรฐานไอทีริปเปิ้ลอี 830 จะไม่พิจารณานิยามในหัวข้อ ความขัดแย้งกันของตรรกะ (Logic) หรือข้อกำหนด (Temporal) มาใช้ในการสร้างกฎการทวนสอบความต้องกัน

7.3. งานวิจัยในอนาคต

- 1) การนำแนวทางสร้างกฎการทวนสอบไปประยุกต์ใช้กับส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในภาษาโปรแกรมอื่นๆ รวมถึงแพลตฟอร์มอื่นเช่น การออกแบบซอฟต์แวร์ที่เป็นเว็บเพจ การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับอุปกรณ์พกพาทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส
- 2) นำกฎที่สร้างขึ้นไปใช้งานจริงกับภาคอุตสาหกรรมและรับฟังความคิดเห็นจากการใช้งานของนักออกแบบภายในอุตสาหกรรม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือต่อไป
- 3) ประยุกต์ใช้งานกฎการทวนสอบกับการสร้างกรณีทดสอบสำหรับนักทดสอบซอฟต์แวร์ เพื่อทำเป็นรายการข้อผิดพลาดที่จำเป็นต่อการทดสอบซอฟต์แวร์

7.4. บทความวิชาการที่ตีพิมพ์

ชื่อหัวข้องานวิจัย “การทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์และส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยใช้พื้นฐานของความสัมพันธ์ส่วนประกอบของการออกแบบ (Consistency Verification between Software Design Models and User Interface Design based on Design Components Relationships)” ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ “International Conference on Information Science and Security 2015 (ICISS2015)” ซึ่งจัดขึ้นที่โรงแรม Best Western Premier Seoul Garden Hotel ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ในวันที่ 14-16 ธันวาคม 2558

รายการอ้างอิง

1. Pressman, R. and B. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 8 ed. 2014: McGraw-Hill, Inc. 976.
2. Booch, G., J. Rumbaugh, and I. Jacobson, *The Unified Modeling Language user guide*. 1999: Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc. 482.
3. Dennis, A., B.H. Wixom, and D. Tegarden, *Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML*. 2015: Wiley Publishing. 544.
4. *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. IEEE Std 610.12-1990, 1990: p. 1-84.
5. Myers, B.A. and M.B. Rosson, *Survey on user interface programming*, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1992, ACM: Monterey, California, USA. p. 195-202.
6. Usman, M., et al. *A Survey of Consistency Checking Techniques for UML Models*. in *Advanced Software Engineering and Its Applications, 2008. ASEA 2008*. 2008.
7. *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. IEEE Std 830-1998, 1998: p. 1-40.
8. Phanthanithilerd, N. and N. Prompoon. *Requirements Characteristics Verification Method and Tool Based on Rules Constructed Form Software Component Relationships*. in *Trustworthy Systems and Their Applications (TSA), 2015 Second International Conference on*. 2015.
9. StarUML. *StarUML*. Available from: <http://staruml.io/support>.
10. Eckstein, R., M. Loy, and D. Wood, *Java Swing*. 1998: O'Reilly & Associates, Inc. 1221.
11. Dennis, A.R., B.H. Wixom, and D. Tegarden, *Systems Analysis and Design with UML Version 2.0: An Object-Oriented Approach*. 2007: John Wiley & Sons, Inc.

12. Antovic, et al., *Model and software tool for automatic generation of user interface based on use case and data model*. Software, IET, 2012. **6**(6): p. 559-573.
13. Almendros, J., et al. *Designing GUI components from UML use cases*. in *Engineering of Computer-Based Systems, 2005. ECBS '05. 12th IEEE International Conference and Workshops on the*. 2005.
14. da Cruz, A. and J. Faria, *A Metamodel-Based Approach for Automatic User Interface Generation*, in *Model Driven Engineering Languages and Systems*, D. Petriu, N. Rouquette, and Ø. Haugen, Editors. 2010, Springer Berlin Heidelberg. p. 256-270.
15. Phillips, C., E. Kemp, and K. Sai Mei. *Extending UML use case modelling to support graphical user interface design*. in *Software Engineering Conference, 2001. Proceedings. 2001 Australian*. 2001.
16. License, L. *JavaParser*. 2016; Available from: <https://github.com/javaparser/javaparser>.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับ

โปรแกรมส่วนต่อประสานผู้ใช้

ภาคผนวก ก กล่าวถึงตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั้งหมดภายในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะสรุปแต่ละความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยที่เกิดขึ้นของทั้งแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ พร้อมระบุกฎที่ใช้ในการทดสอบความต้องกันซึ่งทดสอบตามความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบ่งเป็นความสัมพันธ์ย่อย 2 ความสัมพันธ์ได้แก่

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบ่งเป็นความสัมพันธ์ย่อย 2 ความสัมพันธ์ได้แก่

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนกซ์	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ยูสเคสแพ็คเกจ (UC Package)		กล่อง (Box) ชนิดหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit)	หน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit)	1.ชื่อยูสเคสแพ็คเกจที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดหน่วยแถบเมนูของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ต้องปรากฏชื่อหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	ชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name)	หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ (WIND Unit)ชนิดกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	2.ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ชนิดกรอบต้องปรากฏชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	ชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	แถบเมนูย่อย (Menu bar Item)	3.ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดแถบเมนูย่อยบนแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เทคนิคขั้นต้นกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เทคนิคขั้นต้น	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	ชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	ปุ่ม (Button)	4.ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดปุ่มบนแผนภาพวินโดวส์เทคนิคขั้นต้นต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ชื่อความสัมพันธ์ (Association) ของแอคเตอร์กับยูสเคส	ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน (Association) ของแอคเตอร์กับยูสเคส	หน่วยแผนภาพวินโดวส์เทคนิคขั้นต้น (WIND Unit) ชนิดกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	5.แอคเตอร์กับยูสเคสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ชื่อยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เทคนิคขั้นต้นที่กรอบที่มีชื่อแอคเตอร์แสดงอยู่ต้องปรากฏเป็นชื่อของกรอบ (Frame) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อของแอคเตอร์แสดงอยู่
ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน (Association) ของแอคเตอร์กับยูสเคส	ความสัมพันธ์แอสโซซิเอชัน (Association) ของแอคเตอร์กับยูสเคส	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text)	ข้อความ (Text)	6.แอคเตอร์กับยูสเคสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันชื่อแอคเตอร์ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดข้อความที่แสดงบนหน่วยแผนภาพวินโดวส์เทคนิคขั้นต้นที่กรอบ ต้องปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) แสดงบนกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ความสัมพันธ์ เอ็กซ์เทนด์ (Extend) ระหว่างสองยูส เคส	ความสัมพันธ์ เอ็กซ์เทนด์ (Extend) ระหว่างสอง ยูสเคส	หน่วยแผนภาพ วินโดวส์เนก ชัน (WIND Unit) ชนิด กรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	7. ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนด์ในระดับ ที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกชัน ชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) มี ตัวเลือกนำไปยังกรอบที่ระบุชื่อตรงกับเอ็กซ์เทนด์ชั้นยูส เคส (Extension Use Case) ซึ่งจะต้องปรากฏ ความสัมพันธ์ของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ความสัมพันธ์ เอ็กซ์เทนด์ (Extend) ระหว่างสองยูส เคส	ความสัมพันธ์ เอ็กซ์เทนด์ (Extend) ระหว่างสอง ยูสเคส	หน่วยแผนภาพ วินโดวส์เนก ชัน (WIND Unit) ชนิด (Panel) และ กรอบ (Frame)	แผง (Panel) และกรอบ (Frame)	8. ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนด์ในระดับ ที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกชัน ชนิดกรอบ (Frame) ระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกชันชนิดแผง (Panel) ที่มีชื่อตรงกับเอ็กซ์เทนด์ชั้นยูสเคส (Extension Use Case) ซึ่งจะต้องปรากฏแผง (Panel) ที่บรรจุอยู่ใน กรอบ (Frame) ดังกล่าวบนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์ทีนกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนกซ์ทีน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ความสัมพันธ์เอ็กซ์เทนด (Extend) ระหว่างสองยูสเคส	ความสัมพันธ์เอ็กซ์เทนด (Extend) ระหว่างสองยูสเคส	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text)	ข้อความ (Text)	9. ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนดั้นั้นระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏกล่อง (Box) ชนิดข้อความระบุชื่อตรงกับแอคเตอร์ที่แสดงบนหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ทีนชนิดกรอบ (Frame) ที่มีชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) และชื่อเอ็กซ์เทนดั้นั้นยูสเคส (Extension Use Case) ซึ่งจะต้องปรากฏข้อความ (Text) บนกรอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้
ความสัมพันธ์อินคลูด (Include)	ความสัมพันธ์อินคลูด (Include)	หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ทีน (WIND) Unit ชนิดกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	10. ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดั้นั้นระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ทีนชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) บังคับเรียกไปยังกรอบระบุชื่อตรงกับยูสเคสที่เรียกใช้ (Used Use Case) ซึ่งจะต้องปรากฏความสัมพันธ์ของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์ในวิกิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์ในวิกิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ความสัมพันธ์อินคลูดู (include)	ความสัมพันธ์อินคลูดู (include)	หน่วยแผนภาพวินโดวส์ในวิกิเกชัน (WIND Unit) ชนิดกรอบ (Frame)	แผง (Panel) และกรอบ (Frame)	1.1.ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดูในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์ในวิกิเกชันชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุแผง (Panel) ระบุชื่อตรงกับยูสเคสที่เรียกใช้ (Used Use Case) ซึ่งจะตรงกับรากแผง (Panel) ที่บรรจุอยู่ในกรอบ (Frame) ดังกล่าวเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้
ความสัมพันธ์อินคลูดู (include)	ความสัมพันธ์อินคลูดู (include)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text)	ข้อความ (Text)	1.2.ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดูในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏกล่อง (Box) ชนิดข้อความระบุชื่อตรงกับแอดคเตอร์ที่แสดงบนหน่วยแผนภาพวินโดวส์ในวิกิเกชันชนิดกรอบ (Frame) ที่มีชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) และชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ (Used Use Case) ซึ่งจะต้องปรากฏข้อความ (Text) บนกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 1 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 2 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ วินโดวส์เนกซ์	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	ประธาน (Subject)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	1. ประทานนโยบายการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏ เป็นชื่อกล่องซึ่งข้อความบนแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ ต้องปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กริยา (Verb)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component)	2. กริยาในนโยบายการกระทำหลักของผู้ใช้ ที่ปรากฏ เป็นคำกริยาของชื่อทรานซิชัน จะต้องปรากฏ องค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามที่กำหนดค่า ส่วนคำกริยาที่กำหนดไว้เท่านั้น

ตารางที่ ก.2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 1 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 2 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ วินโดวส์เนกซ์	ส่วนประกอบย่อย ส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงาน หลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนกซ์ วิเกชั่น (WIND Unit) ซนิตกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	3. กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ (WIND Unit) ซนิตกรอบ (Frame) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงาน หลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนกซ์ วิเกชั่น (WIND Unit) ซนิตแผง (Panel)	แผง (Panel)	4. กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์ (WIND Unit) ซนิตแผง (Panel) ต้องปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 1 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 2 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ วินโดวส์เนวิก ชัน	ส่วนประกอบย่อย ส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงาน หลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เน วิกชัน (WND Unit) ชนิดคำ โต้ตอบ (Dialog)	คำโต้ตอบ (Dialog)	5.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน (WND Unit) ชนิดคำโต้ตอบ (Dialog) ต้อง ปรากฏเป็นชื่อคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อ ประสานผู้ใช้
กระแสงาน หลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนู ย่อย	แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	6.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อย ต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 1 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 2 ของ คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ วินโดวส์เนวิกชัน	ส่วนประกอบย่อย ส่วนต่อประสาน ผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนู ย่อยแบบกล่อง เลือก	แถบเมนูย่อยแบบ กล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item)	7.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือกต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนู ย่อยแบบปุ่ม รูปแบบวิทย์	แถบเมนูย่อยแบบ ปุ่มรูปแบบวิทย์ (Radio Button Menu Bar Item)	8.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบวิทย์ต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบวิทย์ (Radio Button Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนกซ์	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบป๊อปอัพ	เมนูแบบป๊อปอัพ (Pop-up Menu)	9.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบป๊อปอัพ ต้องปรากฏเป็นชื่อเมนูแบบป๊อปอัพ (Pop-up Menu) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพ	แผนที่รูปภาพ (Image Map)	10.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพ ต้องปรากฏเป็นชื่อแผนที่รูปภาพ (Image Map) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบผุดขึ้น	ปุ่ม (Button)	11.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นช่องกล่อง (Box) ชนิดปุ่มต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพ	กล่องนำเข้า (Input Box)	12.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นช่องกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้า ต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดกล่อง ตัวเลือก	กล่องตัวเลือก (Selection Box)	13.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือก ต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	กล่องประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component)	14.กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องประกอบ (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก.2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ซินิตกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	15.กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ซินิตกรอบ (Frame) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ซินิตคำโต้ตอบ (Dialog)	คำโต้ตอบ (Dialog)	16.กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ซินิตคำโต้ตอบ (Dialog) ต้องปรากฏเป็นชื่อคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ชนิดแผง (Panel)	แผง (Panel)	17.กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ชนิดแผง (Panel) ต้องปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text)	ข้อความ (Text)	18.กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text) ต้องปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เมวิเกชัน แผนภาพวินโดวส์เมวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เมวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดตาราง (Table)	ตาราง (Table)	19.กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดตาราง (Table) ต้องปรากฏเป็นชื่อตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ (Image)	รูปภาพ (Image)	20.กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ (Image) ต้องปรากฏเป็นชื่อรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กริยา (Verb)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component)	21. กริยาในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นคำกริยาของชื่อทรานซิชันจะต้องปรากฏองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามที่กำหนดค่าวงคำกริยาที่กำหนดไว้เท่านั้น
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ชนิดกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	22. กรอบนโยบายการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ชนิดกรอบ (Frame) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ซินเดแมง (Panel)	แผง (Panel)	23.กรรมในโปรแกรมกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ซินเดแมง (Panel) ต้องปรากฏเป็นชื่อแมง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ซินเดแมงโต้ตอบ (Dialog)	คำโต้ตอบ (Dialog)	24.กรรมในโปรแกรมกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WIND Unit) ซินเดแมงโต้ตอบ (Dialog) ต้องปรากฏเป็นชื่อคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสนทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อย	แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	25.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสนทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก	แถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item)	26.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือกต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันโต้ตอบสถานะผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแถบเมนู ย่อยแบบปุ่ม รูปแบบวิทยู	แถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบเรดิโอ (Radio Button Menu Bar Item)	27.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบวิทยูต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบปุ่มเรดิโอ (Radio Button Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบป๊อปอัพ ขึ้น	เมนูแบบป๊อปอัพ (Pop-up Menu)	28.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบป๊อปอัพต้องปรากฏเป็นชื่อเมนูแบบป๊อปอัพ (Pop-up Menu) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำที่ผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพ	แผนที่รูปภาพ (Image Map)	29.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นช่องกล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพต้องปรากฏเป็นชื่อแผนที่รูปภาพ (Image Map) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำที่ผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดปุ่ม	ปุ่ม (Button)	30.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นช่องกล่อง (Box) ชนิดปุ่มต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสนทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำที่ผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้า	กล่องนำเข้า (Input Box)	31.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสนทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำที่ผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือก	กล่องตัวเลือก (Selection Box)	32.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือกต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำของผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component)	33.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ต้องปรากฏเป็นชื่อกลุ่มองค์ประกอบ (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ขนิดกรอบ (Frame)	กรอบ (Frame)	34.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ขนิดกรอบ (Frame) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนกชัน (WIND Unit) ชนิดคำโต้ตอบ	คำโต้ตอบ (Dialog)	35.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกชัน (WIND Unit) ชนิดคำโต้ตอบ (Dialog) ต้องปรากฏเป็นชื่อคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	หน่วยวินโดวส์เนกชัน (WIND Unit) ชนิดแผง	แผง (Panel)	36.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยวินโดวส์เนกชัน (WIND Unit) ชนิดแผง (Panel) ต้องปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 2 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิก ชั้นโดเมนวิเคชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดวส์เนวิกชั้น	ส่วนประกอบย่อยต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
กระแสนงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text)	ข้อความ (Text)	37.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text) ต้องปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสนงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดตาราง (Table)	ตาราง (Table)	38.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดตาราง (Table) ต้องปรากฏเป็นชื่อตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสนงานทางเลือก (Alternative Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ (Image)	รูปภาพ (Image)	39.กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ (Image) ต้องปรากฏเป็นชื่อรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 3 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส คำอธิบายวิเคาะห์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพ คลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 1 ของ คำอธิบาย คลาส	แผนภาพ วิเคาะห์ วิเคาะห์	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)		กล่อง (Box) ชนิด ข้อความ	ข้อความ (Text)	1. ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาส ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิด ข้อความของแผนภาพวิเคาะห์วิเคาะห์ต้องปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
คลาส (Class)	คลาสที่ทำงาน ร่วมกัน (Collaborator)		กล่อง (Box) ชนิด ข้อความ	ข้อความ (Text)	2. ชื่อคลาสและคลาสที่ทำงานร่วมกัน ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความของแผนภาพวิเคาะห์วิเคาะห์ต้องปรากฏข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 3 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพคลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	1. ลักษณะประจำ คำอธิบายคลาส (CRC Attribute) 2. ลักษณะประจำที่ใช้การออกแบบส่วนต่อประสาน (UI Design Attribute)	1. ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อ ลักษณะประจำส่วนต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้า	กล่องนำเข้า (Input Box)	3. ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอ็นทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน จะต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	1. ลักษณะประจำ คำอธิบายคลาส (CRC Attribute) 2. ลักษณะประจำที่ใช้การออกแบบส่วนต่อประสาน (UI Design Attribute)	1. ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อ ลักษณะประจำส่วนต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเล็ก	กล่องตัวเล็ก (Selection Box)	4. ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอ็นทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเล็กของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน จะต้องปรากฏเป็นชื่อกล่องตัวเล็ก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 3 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพ คลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 1 ของ คำอธิบายคลาส	แผนภาพ วินโดวส์เนวิ เกชัน	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะ ประจำ (Attribute)	1. ลักษณะประจำ คำอธิบายคลาส (CRC Attribute) 2. ลักษณะ ประจำที่ใช้การออกแบบ ส่วนต่อประสาน (UI Design Attribute)	1. ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อ ลักษณะจำส่วน ต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text) ประสานผู้ใช้	5. ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอ็นทิตีคำอธิบาย คลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏ เป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความของแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันจะต้องปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะ ประจำ (Attribute)	1. ลักษณะประจำ คำอธิบายคลาส (CRC Attribute) 2. ลักษณะ ประจำที่ใช้การออกแบบ ส่วนต่อประสาน (UI Design Attribute)	1. ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อ ลักษณะจำส่วน ต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ	รูปภาพ (Image)	6. ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอ็นทิตีคำอธิบาย คลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏ เป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดรูปภาพของแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันจะต้องปรากฏเป็นรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 3 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพคลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อย ที่ 1 ของ คำอธิบายคลาส	แผนภาพ วินโดวส์เน วิเกชัน	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	1. ลักษณะประจำ คำอธิบายคลาส (CRC Attribute) 2. ลักษณะ ประจำที่ใช้การออกแบบ ส่วนต่อประสาน (UI Design Attribute)	1. ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อลักษณะจำ ส่วนต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิด ตาราง	ตาราง (Table)	7. ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอ็นทิตีคำอธิบาย คลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏ เป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดตารางของแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชันจะต้องปรากฏเป็นตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ความสัมพันธ์ (Association)	ความสัมพันธ์แอสโซซิเอ ชัน (Association)	1. ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name) 2. ป้ายชื่อลักษณะจำ ส่วนต่อประสาน (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิด การนำออก ข้อมูล (Output)	การนำออก ข้อมูล (Output)	8. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาส กับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ลักษณะประจำคลาส และชื่อเอ็นทิตีที่กำหนดลักษณะประจำส่วนต่อ ประสานจะต้องปรากฏเป็นลักษณะประจำของ คลาสที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกล่อง ชนิดการนำออกข้อมูลต้องปรากฏความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่แสดงด้วยกล่องการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 4 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าข้อมูล	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	1. ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดนำเข้าข้อมูลของแผนวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือก	กล่องตัวเลือก (Selection Box)	2. ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดนำเข้าตัวเลือกของแผนวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 4 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	3. ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดตาราง	ตาราง (Table)	4. ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดตารางข้อมูลของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 4 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนวิกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ	รูปภาพ (Image)	5. ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดรูปภาพของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	รูปแบบลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ	เขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input)	6. รูปแบบของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบของแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบบนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 4 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกะ กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนวิกะ	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	ค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute)	กล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าข้อมูล	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	7. ลักษณะประจำคลาส (Attribute) ที่กำหนดค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ ที่ปรากฏเป็นขอบเขตของกล่องชนิดนำเข้าข้อมูลต้องกำหนดเป็นขอบเขตพิสัยกล่องนำเข้าข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 5 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน (WND Unit)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) 2. สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	กรอบ (Frame)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์กรอบ (Frame) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน (WND Unit)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) 2. สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	คำโต้ตอบ (Dialog)	2. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์คำโต้ตอบ (Dialog) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน (WND Unit)	1. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) 2. สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	แผง (Panel)	3. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนกซ์เจเนชัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์แผง (Panel) ต้องปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 5 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit)	1.ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) 2.สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	องค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component)	4. ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ระบุองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ต้องปรากฏเป็นชื่อองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ทรานซิชัน (Transition)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	เมนู (Menus)	5.ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทเมนู (Menu) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
ทรานซิชัน (Transition)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	ปุ่ม (Button)	6.ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทปุ่ม (Button) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 5 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
ทรานซิชัน (Transition)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	แผนที่รูปภาพ (Image Map)	7.ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทแผนที่รูปภาพ (Image Map) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
ทรานซิชัน (Transition)	ประเภททางเดียว (Single Head)	กรอบ (Frame)	8.ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภททางเดียวแสดงการเปลี่ยนสถานะจากกล่อง (Box) ต้นทางชนิดแถบเมนูย่อยไปยังหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ปลายทางชนิดกรอบ (Frame) จะต้องปรากฏความสัมพันธ์ดังกล่าวในส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ก. 6 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพคลาส	คำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
แอกเตอร์ (Actor)	แอกเตอร์หลัก (Primary Actor)	คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	1.ชื่อของแอกเตอร์และแอกเตอร์หลัก ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
แอกเตอร์ (Actor)	ผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder)	คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)	กล่อง (Box) ชนิดข้อความ	ข้อความ (Text)	2.ชื่อของแอกเตอร์และผู้ที่เกี่ยวข้อง ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ภาคผนวก ข

รายการข้อผิดพลาดสำหรับระบุข้อผิดพลาดของความไม่ตรงกันของการออกแบบ

ภาคผนวก ข กล่าวถึงตารางแสดงรายละเอียดรายการข้อผิดพลาดของความไม่ตรงกันเพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงข้อผิดพลาด รายละเอียดรายการความสัมพันธ์ทั้ง 4 ความสัมพันธ์หลักและ 2 ความสัมพันธ์ย่อย

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.1 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความตรงกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UC-WND-UI-01	ชื่อยูสเคสแพ็คเกจที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดหน่วยแถบเมนูของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-02	ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-03	ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดแถบเมนูย่อยบนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-04	ชื่อยูสเคสกับชื่อคำอธิบายยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดปุ่มบนแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-05	แอคเตอร์กับยูสเคสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ชื่อยูสเคสที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบที่มีชื่อแอคเตอร์แสดงอยู่แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อของกรอบ (Frame) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อของแอคเตอร์แสดงอยู่

ตารางที่ ข.1 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องการระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดเมนวิเคชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UC-WND-UI-06	แอคเตอร์กับยูสเคสมีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ชื่อแอคเตอร์ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดข้อความที่แสดงบนหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบ แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) แสดงบนกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-07	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนดิในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) มีตัวเลือกนำไปยังกรอบที่ระบุชื่อตรงกับเอ็กซ์เทนดิชันยูสเคส (Extension Use Case) แต่ไม่ปรากฏเป็นความสัมพันธ์ของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-08	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนดิในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบ (Frame) ระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดแผง (Panel) ที่มีชื่อตรงกับเอ็กซ์เทนดิชันยูสเคส (Extension Use Case) แต่ไม่ปรากฏแผง (Panel) ที่บรรจุอยู่ในกรอบ (Frame) ดังกล่าวบนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-09	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนดิในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏกล่อง (Box) ชนิดข้อความระบุชื่อตรงกับแอคเตอร์ที่แสดงบนหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบ (Frame) ที่มีชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) และชื่อเอ็กซ์เทนดิชันยูสเคส (Extension Use Case) แต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) ระบุแอคเตอร์บนกรอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-10	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) บังคับเรียกไปยังกรอบระบุชื่อตรงกับยูสเคสที่เรียกใช้ (Used Use Case) แต่ไม่ปรากฏความสัมพันธ์ของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.1 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UC-WND-UI-11	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุแผง (Panel) ระบุชื่อตรงกับยูสเคสที่เรียกใช้ (Used Use Case)) แต่ไม่ปรากฏเป็นแผง (Panel) ที่บรรจุอยู่ในกรอบ (Frame) ดังกล่าวบนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UC-WND-UI-12	ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนดิในระดับที่หนึ่งเท่านั้น ที่ปรากฏหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันชนิดกรอบระบุชื่อตรงกับเบสยูสเคส (Base Use Case) มีตัวเลื่อนำทางไปยังกรอบที่ระบุชื่อตรงกับเอ็กซ์เทนดิชันยูสเคส (Extension Use Case) แต่ไม่ปรากฏเป็นความสัมพันธ์ของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

2) ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-01	ประธานในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดข้อความบนแผนภาพวินโดวส์เนวิกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-02	กริยาในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ ที่ปรากฏเป็นคำกริยาของชื่อทรานซิชั่น แต่ไม่ปรากฏเป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามที่กำหนดค่าสงวนคำกริยาที่กำหนดไว้เท่านั้น

ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องการกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-03	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดกรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-04	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดแผง (Panel) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-05	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพ วินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดคำโต้ตอบ (Dialog) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-06	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-07	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือกแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-08	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบวิทยูแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบเรดิโอ (Radio Button Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-09	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบผุดขึ้นแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อเมนูแบบผุดขึ้น (Pop-up Menu) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-10	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแผนที่รูปภาพ (Image Map) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องการกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิกั้นกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-11	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดปุ่ม แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-12	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-13	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือกแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-14	กรรมในโครงการกระทำหลักของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกทรานซิชัน (Transition Name) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกลุ่มองค์ประกอบ (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-15	กรรมในโครงการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกั้น (WND Unit) ชนิดกรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-16	กรรมในโครงการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิกั้น (WND Unit) ชนิดคำโต้ตอบ (Dialog) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกคำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-17	กรรมในโครงการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกหน่วยวินโดวส์เนวิกั้น (WND Unit) ชนิดแผง (Panel) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-18	กรรมในโครงการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text) ของแผนภาพวินโดวส์เนวิกั้นแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-19	กรรมในประกอบการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดตาราง (Table) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อตาราง (Table)บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-20	กรรมในประกอบการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ (Image) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-21	กริยาในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ ที่ปรากฏเป็นคำกริยาของชื่อทรานซิชั่นไม่ปรากฏเป็นองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามที่กำหนดคำสั่งกริยาที่กำหนดไว้เท่านั้น
UCD-WND-UI-22	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดกรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-23	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดแผง (Panel) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-24	กรรมในประกอบการกระทำหลักของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดกรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-25	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-26	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือกแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้งกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-27	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบวิทยูแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบเรดิโอ (Radio Button Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-28	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดเมนูแบบผุดขึ้นแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อเมนูแบบผุดขึ้น (Pop-up Menu) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-29	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดแผนที่รูปภาพแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแผนที่รูปภาพ (Image Map) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-30	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดปุ่มแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-31	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-32	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ที่ปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือกแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-33	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วย แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดกรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-34	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วย แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดคำโต้ตอบ (Dialog) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกำโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.2 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
UCD-WND-UI-35	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อหน่วยวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ชนิดแผง (Panel) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-36	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความ (Text) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-37	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดตาราง (Table) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
UCD-WND-UI-38	กรรมในประกอบการกระทำทางเลือกของระบบ ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดรูปภาพ (Image) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

3) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.3 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
CL-WND-UI-01	ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาส ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-02	ชื่อคลาสและคลาสที่ทำงานร่วมกัน ที่ปรากฏเป็นชื่อกล่อง (Box) ชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.3 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้งกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพ
คลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
CL-WND-UI-03	ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดกล่องนำเข้าของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-04	ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดกล่องตัวเลือกของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-05	ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-06	ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดรูปภาพของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-07	ชื่อลักษณะประจำคลาสและเอนทิตีคำอธิบายคลาสที่กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกกล่อง (Box) ชนิดตารางของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CL-WND-UI-08	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ลักษณะประจำคลาสและชื่อเอนทิตีที่กำหนดลักษณะประจำส่วนต่อประสานจะต้องปรากฏเป็นลักษณะประจำส่วนต่อประสานของคลาสที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งปรากฏเป็นชื่อกกล่องชนิดการนำออกข้อมูล แต่ไม่ปรากฏเป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แสดงด้วยกล่องการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

4) ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนกับส่วนต่อประสาน
ผู้ใช้

ตารางที่ ข.4 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้งกันระหว่างส่วนประกอบย่อยคำอธิบาย
คลาส แผนภาพโดว์เนวิกเชนกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
CRC-WND-UI-01	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดนำเข้าสู่ข้อมูลของแผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนแต่ไม่ปรากฏเป็นกล่องนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-02	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดนำตัวเลือกของแผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนแต่ไม่ปรากฏเป็นกล่องตัวเลือก (Selection Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-03	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-04	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดตารางข้อมูลของแผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนแต่ไม่ปรากฏเป็นตาราง (Table) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-05	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดรูปภาพของแผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนแต่ไม่ปรากฏเป็นรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-06	รูปแบบของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นชื่อกล่องชนิดเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบของแผนภาพวินโดวส์เนวิกเชนแต่ไม่ปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบบนส่วนต่อประสานผู้ใช้
CRC-WND-UI-07	ลักษณะประจำคลาส (Attribute) ที่กำหนดค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ ที่ปรากฏเป็นขอบเขตของกล่องชนิดนำเข้าสู่ข้อมูลแต่ไม่ปรากฏการกำหนดเป็นขอบเขตพิสัยกล่องนำเข้าสู่ข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้

5) ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.5 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความตึงกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
WND-UI-01	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์กรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-02	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์คำโต้ตอบ (Dialog) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-03	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ระบุสเตอริโอไทป์แผง (Panel) แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อแผง (Panel) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-04	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (A Box) ระบุองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แต่ไม่ปรากฏเป็นชื่อองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-05	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) แต่ไม่ปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทเมนู (Menus) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-06	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) แต่ไม่ปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทปุ่ม (Button) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข.5 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
WND-UI-07	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) แต่ไม่ปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทแผนที่รูปภาพ (Image Map) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
WND-UI-08	ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภททางเดียวแสดงการเปลี่ยนสถานะจากกล่อง (Box) ต้นทางชนิดแถบเมนูย่อยไปยังหน่วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (WND Unit) ปลายทางชนิดกรอบ (Frame) แต่ไม่ปรากฏเป็นความสัมพันธ์ดังกล่าวบนส่วนต่อประสานผู้ใช้

- 6) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ ข. 6 รายการข้อผิดพลาดของคุณลักษณะความต้องกันระหว่างส่วนประกอบย่อยแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

รหัส	รายละเอียดข้อผิดพลาด
MD-WND-UI-01	ชื่อของแอคเตอร์และแอคเตอร์หลัก ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
MD-WND-UI-02	ชื่อของแอคเตอร์และผู้ที่เกี่ยวข้อง ชื่อคลาสและคำอธิบายคลาสที่ปรากฏเป็นกล่องชนิดข้อความของแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันแต่ไม่ปรากฏเป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามที่ใช้ในการทวนสอบกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวกส่วนนี้แสดงแบบสอบถามที่ใช้ในการทวนสอบกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างจากส่วนประกอบย่อยการออกแบบ โดยมีรายละเอียดแบบสอบถามต่อไปนี้

- 1) แบบสอบถามองค์ความรู้พื้นฐานในสร้างกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างจากส่วนประกอบย่อยของการออกแบบ



แบบสอบถามงานวิจัย

เรื่อง การทวนสอบความครบถ้วนของกฎที่ได้สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบซอฟต์แวร์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

1. เพื่อให้หน่วยทดลองได้ทำการทวนสอบกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อใช้ในการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันว่ามีความครบถ้วนหรือไม่ โดยที่กฎจะมีความครบถ้วนได้ก็ต่อเมื่อกฎดังกล่าวถูกสร้างเพื่อทวนสอบทุกส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบและส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำชี้แจงของแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามมีจำนวนทั้งหมด 47 หน้า แบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้
 - ส่วนที่ 1 องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกฎที่สร้างจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อให้ทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน
 - ส่วนที่ 2 รายละเอียดและวิธีการในการสร้างกฎจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อให้ทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน
 - ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ส่วนที่ 4 คำถามเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างกฎจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อให้ทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน
 - ส่วนที่ 5 คำถามเกี่ยวกับกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - ส่วนที่ 5.1 ความเห็นที่มีต่อเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎเพื่อให้หน่วยทดลองได้ทำการทวนสอบกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - ส่วนที่ 5.2 ประโยชน์ในการนำไปใช้และประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทวนสอบของกฎการทวนสอบความต้องกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
2. แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อประกอบการทำวิจัย โดยต้องการทราบความคิดเห็นของท่านที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งความคิดเห็นของท่านจะถูกนำไปใช้และพัฒนากฎให้มีประสิทธิภาพอย่างที่สุด

ขอคุณที่ให้ความร่วมมือในการกรอกแบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 องค์กรความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกฎที่สร้างจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อใช้ทดสอบคุณลักษณะความต้องการ

1. คุณลักษณะความต้องการของเอกสารการออกแบบซอฟต์แวร์

คุณลักษณะความต้องการของเอกสารการออกแบบ ภายในงานวิจัยนี้ได้นำคุณลักษณะความต้องการที่บรรจุไว้ในมาตรฐานไอที 830 มาประยุกต์ใช้ โดยมาตรฐานดังกล่าวระบุถึงข้อเสนอแนะในการปฏิบัติเกี่ยวกับข้อกำหนดความต้องการซึ่งในหัวข้อคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องการเพื่อให้เอกสารข้อกำหนดความต้องการมีคุณภาพที่ดีได้นิยามคุณลักษณะความต้องการไว้ โดยผู้วิจัยมีแนวคิดที่เชื่อว่าเอกสารข้อกำหนดความต้องการได้รับการสร้างอย่างมีคุณภาพที่ดีตามคุณลักษณะของมาตรฐานไอที 830 ย่อมนำไปสู่การมีเอกสารการออกแบบที่ดีด้วย จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนการนำคุณลักษณะความต้องการภายในคุณลักษณะที่ดีของข้อกำหนดความต้องการมาประยุกต์ใช้กับเอกสารการออกแบบ โดยคุณลักษณะความต้องการที่ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 นิยามของคุณลักษณะความต้องการในไอที 830 และตัวอย่างกฎการทดสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้

คุณลักษณะ	นิยามตามไอที 830	ตัวอย่างกฎการทดสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
1. ความต้องการที่สอดคล้องกัน (Consistent)	ข้อกำหนดความต้องการจะมีความต้องการที่ถ้าไม่ปรากฏความขัดแย้งดังต่อไปนี้ 1.1) ความขัดแย้งของคุณลักษณะของวัตถุจริง เช่น ในความต้องการหนึ่งปรากฏสถานะของไฟเป็นสีเขียว แต่ความต้องการอื่นแสดงสถานะเป็นสีฟ้า เป็นต้น	1) ความขัดแย้งความสัมพันธ์ของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชันและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคสที่ชื่อ Borrow book ที่บังคับเรียกไปยังกรอบ (Frame) ที่มีชื่อยูสเคสที่ถูกใช้มีชื่อ Bill Payment ภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน (WND Unit) แต่ส่วนต่อประสานผู้ใช้ไม่ปรากฏการบังคับเรียกใช้งานจากกรอบ Borrow Book ไปยังกรอบ Bill Payment
	1.2) ความขัดแย้งของตรรกะ (Logic) หรือข้อกำหนด (Temporal) เช่น ในความต้องการหนึ่งปรากฏการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ระบุว่าผลลัพธ์ของตัวแปร A จะได้จากผลต่างระหว่างตัวแปร B และตัวแปร C ($A = B - C$) แต่ในอีกความต้องการหนึ่งปรากฏการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นผลลัพธ์ตัวแปร A ได้มาจากผลหารระหว่างตัวแปร B และตัวแปร C ($A = B/C$)	1) ความขัดแย้งของการเรียกใช้งานของคำอธิบายคลาสและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดรูปแบบของลักษณะประจำ (Format of Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันได้กำหนดรูปแบบของเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input) เป็น (DD/MM/YYYY) แต่ส่วนต่อประสานผู้ใช้ระบุเป็น (MM/DD/YYYY)

ตารางที่ 1 นิยามของคุณลักษณะความต้องการนับในโททิงเบิ้ลอี 830 และตัวอย่างกฎการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

คุณลักษณะ	นิยามตามไอทีบีบีอี 830	ตัวอย่างกฎการทวนสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
1. ความต่อเนื่อง (Consistent)	<p>ข้อกำหนดความต้องการจะมี ความต่อเนื่อง ถ้าไม่ปรากฏความขัดแย้งต่อไปนี้</p> <p>1.3) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุในความต้องการ 2 ความต้องการหรือมากกว่าเช่น คำนิยามของข้อมูลนำเข้า ของความต้องการ A เรียกว่า "Prompt" แต่ในความต้องการ B เรียกว่า "Cue" เป็นต้น</p>	<p>1) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน และแผนภาพวินโดว์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ชื่อยูสเคส (Use Case) คำอธิบายยูสเคส (UCD Name) และชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดว์เนกซ์ระบุชื่อ Borrow Book แต่ไม่ปรากฏเป็นป้ายชื่อของแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) ที่มีชื่อ Borrow Book บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ เป็นต้น</p> <p>2) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น ชนิดข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) ปรากฏชนิดข้อมูลของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดว์เนกซ์ได้ระบุเป็น int แต่ชนิดข้อมูลของกล่องข้อมูลนำเข้า (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้กลับแสดงเป็น float เป็นต้น</p> <p>3) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแผนภาพวินโดว์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น หน่วยแผนภาพวินโดว์เนกซ์ระบุสตอว์ไอโธปเป็นกรอบ (Frame) ที่มีชื่อ View Book แต่ไม่ปรากฏเป็นกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อ View Book เป็นต้น</p> <p>4) ความขัดแย้งของคำนิยามของวัตถุระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนกซ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้เช่น ชื่อแอกเตอร์ (Actor) บนแผนภาพยูสเคส ชื่อแอกเตอร์หลัก (Primary Actor) ของคำอธิบายยูสเคส ชื่อของแผนภาพคลาสและคำอธิบายคลาส (Class Name) ชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนกซ์ระบุชื่อ Doctor แต่ป้ายชื่อของกรอบ (Frame) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ปรากฏเป็น Therapist ทำให้เกิดความขัดแย้ง เป็นต้น</p>




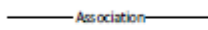
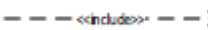
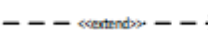

2. ขอบเขตของส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบ

แผนภาพที่ใช้ในการสร้างกรุปประกอบด้วยแบบจำลองเชิงฟังก์ชันประกอบด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) คำอธิบายยูสเคส (Use Case Description) และแบบจำลองเชิงโครงสร้างประกอบด้วยแผนภาพคลาส (Class Diagram) และคำอธิบายคลาส (Class Responsibilities and Collaboration card: CRC Card) นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ได้นำแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram) มาประยุกต์ใช้เพิ่มเติมสำหรับการออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสาน เพื่อให้ทราบถึงผังหน้าจอส่วนต่อประสานที่ปรากฏภายในซอฟต์แวร์ โดยส่วนประกอบที่ใช้ในการสร้างกรุปจะอ้างอิงจากหนังสือ System Analysis and Design with UML Version 4.0 ซึ่งแต่ละแบบจำลองมีส่วนประกอบย่อยดังต่อไปนี้

(1) แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคส คือแผนภาพแสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบ และความสัมพันธ์ของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องกับระบบ มีส่วนประกอบตามตารางที่ 2

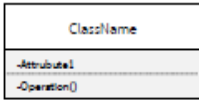
ตารางที่ 2 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพยูสเคสที่ใช้ในการสร้างกรุปในการทบทวนวิจัย

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	ยูสเคส (A use case)	ระบุหน้าที่หรือนำเสนอฟังก์ชันที่สำคัญของระบบ
	แอกเตอร์ (An actor)	ผู้กระทำหรือระบบภายนอกที่เกี่ยวข้อง ที่ได้รับประโยชน์จากระบบ
	ขอบเขตระบบ (System Boundary)	ใช้นำเสนอขอบเขตของระบบ
	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (An association relationship)	เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอกเตอร์กับยูสเคส
	ความสัมพันธ์แบบอินคลูด (An include relationship)	ความสัมพันธ์ผนวกรวมระหว่างเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่ผนวกรวมฟังก์ชันกับยูสเคสที่ถูกใช้ (Used Use Case) ที่เกี่ยวข้องในการเรียกใช้งานระดับที่หนึ่งเท่านั้น
	ความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เทนด (An extend relationship)	ความสัมพันธ์ส่วนขยายระหว่างเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่เป็นพฤติกรรมทางเลือกของเอ็กซ์เทนชันยูสเคสระดับที่หนึ่งเท่านั้น
	ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัไลเซชัน (A generalization relationship)	ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสย่อยที่แยกออกมาจากยูสเคสหลัก หรือนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างแอกเตอร์ในการรับผิดชอบต่อคนเล่นปติ

(2) แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาสคือ แบบจำลองเชิงสถิติซึ่งแสดงคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่เป็นข้อมูลที่ต้องใช้ในระบบ โดยที่คลาสเป็นแม่แบบที่ใช้ระบุย่อยเจ็ดภายในโดเมน มีลักษณะประจำทำหน้าที่แทนข้อมูลของระบบและโอเปอเรชันเป็นการกระทำหรือฟังก์ชันที่คลาสนั้นสามารถทำงานได้ โดยมีส่วนประกอบย่อยดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพคลาสที่ใช้ในการอ้างอิงในทางทวิคูณ

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	คลาส (A class)	ใช้นำเสนอประเภทของคน สถานที่ หรือสิ่งของที่ระบบจำเป็นต้องเก็บลงในฐานข้อมูล
Attribute name / derived attribute name	ลักษณะประจำ (An attribute)	ใช้นำเสนอคุณสมบัติที่อธิบายถึงสภาพหรือสถานะของวัตถุ
An Operation	โอเปอเรชัน (An operation)	ใช้นำเสนอการกระทำหรือฟังก์ชันที่ประกอบอยู่ในคลาส
— Association —	ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (An association relationship)	ใช้นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างคลาส รวมถึงคลาสตัวเอง
— Generalization —>	ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัไลเซชัน (A generalization relationship)	ใช้นำเสนอความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นชนิดของวัตถุระหว่างคลาสหลายคลาส
— Aggregation —◇	ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน (An aggregation relationship)	ใช้นำเสนอความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นส่วนหนึ่งของคลาสในเชิงตรรกะระหว่างคลาสหลายคลาส
— Composition —◆	ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน (An composition relationship)	ใช้นำเสนอความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นส่วนหนึ่งของคลาสในเชิงกายภาพระหว่างคลาสหลายคลาส

(3) คำอธิบายยูสเคส

คำอธิบายยูสเคสคือเอกสารบรรยายฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานของระบบ ซึ่งระบุกิจกรรมที่ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ฟังก์ชันงานของระบบและระบบตอบสนองการทำงานต่อผู้ใช้ มีส่วนประกอบย่อยดังตารางที่ 4 และตัวอย่างของคำอธิบายยูสเคสเป็นไปตามตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบย่อยคำอธิบายยูสเคสที่ใช้ในการสร้างยูสเคสที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ชื่อ	รายละเอียด		
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	ชื่อยูสเคส		
ผู้กระทำหลัก (Primary Actor)	ผู้ได้รับประโยชน์โดยตรงกับยูสเคส		
ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders and Interests)	ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ		
ความสัมพันธ์ (Relationships)	ความสัมพันธ์ของยูสเคสประกอบด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันกับแอกเตอร์ ความสัมพันธ์แบบอินคลูดี ความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์เทนดี และความสัมพันธ์แบบเจเนอรัไลเซชันกับยูสเคสอื่น		
กระแสนงานหลัก (Normal Flow) - กิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดการดำเนินงานของยูสเคส	การกระทำผู้ใช้หลัก (User Action) - การกระทำของผู้ใช้งานที่กระทำต่อระบบ	ประธาน (Subject)	ประธานในประโยคการกระทำผู้ใช้หลัก
		กริยา (Verb)	คำกริยาในประโยคการกระทำผู้ใช้หลัก
	การกระทำระบบหลัก (System Action) - การกระทำของระบบที่ตอบสนองผู้ใช้งาน	กรรม (Object)	กรรมในประโยคการกระทำผู้ใช้หลัก
		ประธาน (Subject)	ประธานในประโยคการกระทำระบบหลัก
		กริยา (Verb)	คำกริยาในประโยคการกระทำระบบหลัก
		กรรม (Object)	กรรมในประโยคการกระทำระบบหลัก
กระแสนงานทางเลือก (Alternative Flow) - กิจกรรมทางเลือกที่ทำให้เกิดความทำงานของยูสเคส	การกระทำผู้ใช้ทางเลือก (User Action) - การกระทำของผู้ใช้งานที่กระทำต่อระบบ	ประธาน (Subject)	ประธานในประโยคการกระทำผู้ใช้ทางเลือก
		กริยา (Verb)	คำกริยาในประโยคการกระทำผู้ใช้ทางเลือก
		กรรม (Object)	กรรมในประโยคการกระทำผู้ใช้ทางเลือก
	การกระทำระบบทางเลือก (System Action) - การกระทำของผู้ใช้งานที่กระทำต่อระบบ	ประธาน (Subject)	ประธานในประโยคการกระทำระบบทางเลือก
		กริยา (Verb)	คำกริยาในประโยคการกระทำระบบทางเลือก
		กรรม (Object)	กรรมในประโยคการกระทำระบบทางเลือก

ตารางที่ 5 ตัวอย่างแบบฟอร์มเขียนคำอธิบายยูสเคส

Use Case Name							
Primary Actor							
Stakeholders and Interests							
Relationships		Association:					
		Include:					
		Extend:					
		Generalization:					
Normal Flows							
User action				System action			
Step No.	Subject	Verb	Object	Step No.	Subject	Verb	Object
Alternative/Exceptional Flow							
User action				System action			
Step No.	Subject	Verb	Object	Step No.	Subject	Verb	Object

(4) คำอธิบายคลาส

คำอธิบายคลาสคือเอกสารบรรยายโครงสร้างข้อมูลปรากฏภายในระบบ บันทึกหน้าที่และการติดต่อกันระหว่างคลาสต่างๆสำหรับรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับคลาสดังตารางที่ 6 และตัวอย่างของการเขียนคำอธิบายคลาสเป็นตามตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบย่อยคำอธิบายคลาสที่ใช้ในการสร้างยูทิลิตี้ในการทบทวน

ชื่อ	รายละเอียด		
ชื่อคลาส (Class Name)	ชื่อคลาส		
ความรับผิดชอบของ คลาส (Responsibilities)	หน้าที่ของคลาสหรือการกระทำที่คลาสสามารถทำได้		
คลาสที่ทำงาน ร่วมกัน (Collaborators)	รายละเอียดของคลาสที่ทำงานร่วมกัน		
ลักษณะประจำของ คลาส (Attribute) - แสดงถึงข้อมูลที่ถูกใช้ใน ระบบซึ่งนำไปสู่การบรรจุ ของฐานข้อมูลต่อไป โดย รายละเอียดของลักษณะ ประจำของคลาสโดย แบ่งเป็น 2 ส่วนประกอบ	ชื่อคุณลักษณะ ประจำของคลาส (CRC Attribute) - เป็นข้อมูลที่ถูกใช้ใน ระบบ	ชื่อเอนทิตี (Entity Name)	ชื่อลักษณะประจำ
		ชนิดข้อมูล (Data Type)	ชนิดข้อมูลของลักษณะประจำ
		ขนาดเอนทิตี (Entity Size)	ขนาดข้อมูลลักษณะประจำ
	ลักษณะประจำที่ ใช้นำเสนอข้อมูล ส่วนต่อประสาน ผู้ใช้ (UI Design Attribute) - เป็นข้อมูลที่ใช้แสดง บนส่วนต่อประสานผู้ใช้	ป้ายชื่อลักษณะประจำส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (Label UI Attribute)	ชื่อลักษณะประจำที่ปรากฏเป็น ข้อมูลบนหน้าจอส่วนต่อประสาน ผู้ใช้เช่น ชื่อพื้นที่ข้อความ (Text field) รับข้อมูลชื่อ นามสกุล บน ส่วนต่อประสานผู้ใช้ เป็นต้น
	รูปแบบลักษณะประจำส่วนต่อ ประสานผู้ใช้ (Format UI Attribute)	รูปแบบการเก็บข้อมูลของลักษณะ ประจำบนส่วนต่อประสานผู้ใช้เช่น การกรอกข้อมูลที่มีรูปแบบ DD- MM-YYYY เป็นต้น	
	ค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำ ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute)	ขอบเขตของข้อมูลลักษณะประจำที่ สามารถรับข้อมูลได้บนส่วนต่อ ประสานผู้ใช้เช่น ข้อมูลตัวเลขของ อายุกรอกไม่เกิน 3 หลัก เป็นต้น	
ความสัมพันธ์ของ คลาส (Relationship)	ความสัมพันธ์ของคลาส ประกอบด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน ความสัมพันธ์แบบคอมโพสิชัน และความสัมพันธ์แบบแยกกันระหว่างคลาส		



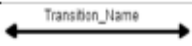
ตารางที่ 7 ตัวอย่างแผนงานการเขียนคำอธิบายคลาส

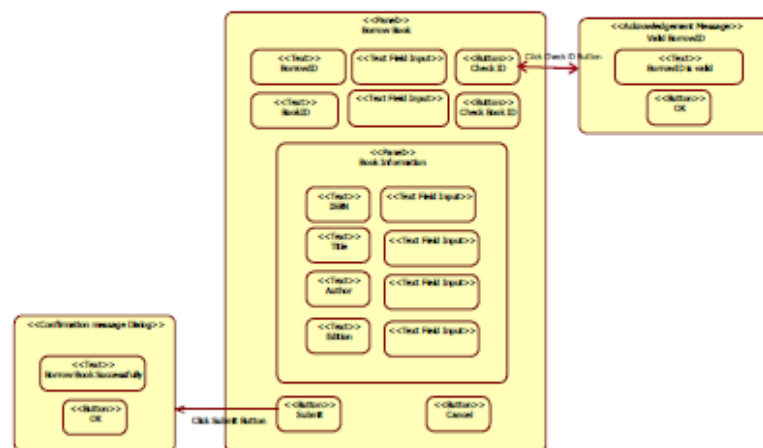
Type	Description					
Class Name						
Responsibilities						
Collaborators						
Attribute	CRC Attribute			UI Design Attribute		
	Entity Name	Data Type	Entity Size	Label UI Attribute	Format UI Attribute	Range UI Attribute
Relation	Generalization					
	Aggregation					
	Association					

(5) แผนภาพวินโดวเนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram)

แผนภาพวินโดวเนวิเกชันใช้สำหรับแสดงถึงผังหน้าจอ ฟอรัมและรายงานภายในระบบ ระบุถึงความสัมพันธ์ทรานซิชันที่แสดงการกระทำของผู้ใช้งานกระทำต่อคอมพิวเตอร์เพื่อเปลี่ยนสถานะจากหน้าจอหนึ่งไปยังอีกหน้าจอหนึ่ง ปรากฏส่วนประกอบย่อยดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ส่วนประกอบย่อยแผนภาพวินโดวเนวิเกชันที่ใช้ในการอธิบายกฎที่ใช้ในการทรานซิชัน

สัญลักษณ์	ชื่อ	รายละเอียด
	กล่อง (A box)	ทำหน้าที่แทนองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ รวมถึงกรอบหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้
<<Stereotype>>	สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	ทำหน้าที่แทนประเภทของส่วนประกอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้ของกล่องบนแผนภาพ
Stereotype Label	ป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label)	ป้ายชื่อแสดงของแต่ละองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้บนแผนภาพ
	ความสัมพันธ์ทรานซิชันประเภททางเดียว (Single-headed)	การเปลี่ยนสถานะไปยังหน้าจออื่น โดยที่ไม่คืนสถานะกลับมาหน้าจอเดิม
	ความสัมพันธ์ทรานซิชันประเภทสองทาง (Double-headed)	การเปลี่ยนสถานะไปยังหน้าจออื่น โดยคืนสถานะมาหน้าจอเดิม



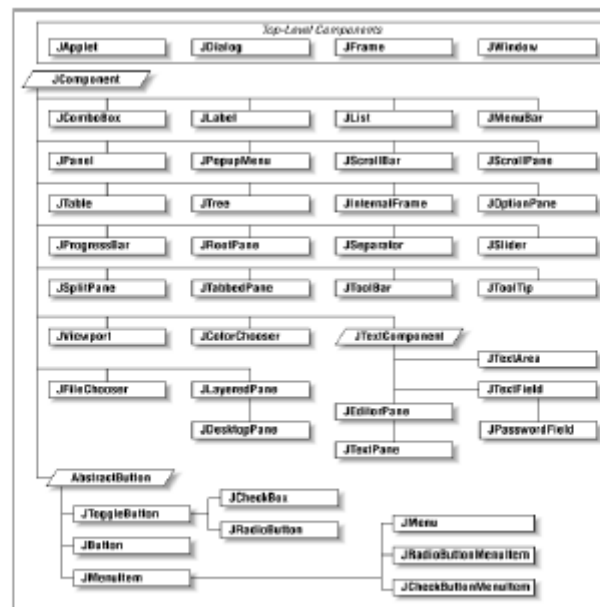
ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนภาพวินโดวเนวิเกชัน

3. ขอบเขตของส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface Element) ผู้วิจัยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ System Analysis and Design with UML Version 4.0 ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับหลักการในการสร้างรวมถึงมาตรฐานของส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยแบ่งส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ดังนี้

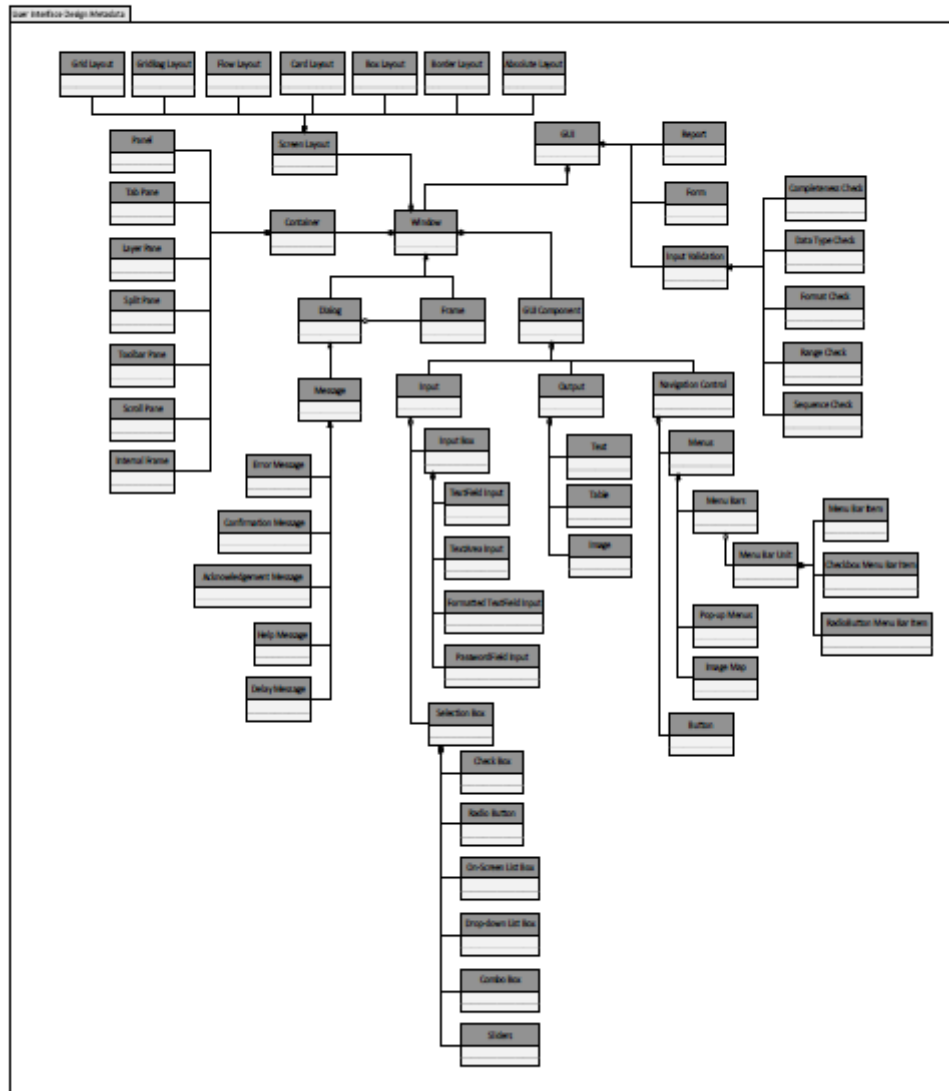
1. ส่วนที่ออกแบบมาเพื่อนำเข้าข้อมูล (Input Design) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยได้แก่ กล่องข้อความ (Text box) กล่องตัวเลข (Number box) กล่องตัวเลือก (Selection Box) เป็นต้น
2. ส่วนที่ออกแบบมาเพื่อส่งออกข้อมูล (Output Design) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยได้แก่ ข้อความ (Text) ตาราง (Table) รูปภาพ (Image) ข้อความ (Message) เป็นต้น
3. ส่วนที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมนำทาง (Navigation Control) ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยได้แก่ เมนู (Menus) ปุ่ม (Button) เป็นต้น

นอกจากส่วนประกอบย่อยที่ดังกล่าวข้างต้นรวมถึงส่วนผังหน้าจอ (Screen Layout) หน้าต่าง (Window) φόρม (Form) และรายงาน (Report) เพื่อให้ได้การสร้างหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีองค์ประกอบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเพื่อให้เกิดความครบถ้วนของส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคลังโปรแกรมจาวาสวิงเพิ่มเติม โดยส่วนประกอบย่อยที่ใช้ในการออกแบบที่เพิ่มขึ้นประกอบด้วยกรอบ (Frame) หน้าจอโต้ตอบ (Dialog) พื้นที่ยกยอควบคุม (Container) และกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) โดยจาวาสวิงเป็นส่วนโปรแกรมชุดหนึ่งของจาวา ใช้สำหรับสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก โดยโครงสร้างลำดับชั้นของคอมโพเนนต์หรือส่วนประกอบย่อยสำหรับสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างลำดับชั้นของคอมโพเนนต์ในจาวาสวิง

เมื่อได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แล้ว จึงได้ทำการสร้างเมตาไดต้าส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งแสดงเป็นแผนภาพคลาสของข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ดังภาพที่ 3 รวมถึงระบุคำอธิบายของแต่ละส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างตารางที่ 9



ภาพที่ 3 แผนภาพคลาสของข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 9 คำอธิบายโครงสร้างข้อมูลที่จะเป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ประเภท	คำอธิบาย
ฟอร์ม (Form)	การแสดงผลของหน้าจอในลักษณะของการนำเข้าข้อมูล
รายงาน (Report)	การแสดงผลของหน้าจอในลักษณะของการส่งออกข้อมูล
การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลนำเข้า (Input Validation)	
การตรวจสอบความครบถ้วน (Completeness Check)	การตรวจสอบถึงการนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด รวมถึงการตรวจสอบว่าเขตข้อมูลใดที่ผู้ใช้ไม่ได้ป้อนข้อมูล
การตรวจสอบชนิดข้อมูล (Data Type Check)	การตรวจสอบชนิดของข้อมูลนำเข้าว่าตรงกับชนิดที่ระบุไว้หรือไม่ เช่น เลขจำนวนเต็ม (Integer) ตัวอักษร (String) เป็นต้น
การตรวจสอบรูปแบบ (Format Check)	การตรวจสอบรูปแบบของข้อมูลนำเข้าว่าตรงกับที่ระบุไว้หรือไม่ เช่น รูปแบบของวันที่ (dd/mm/yyyy) เป็นต้น
การตรวจสอบพิสัย (Range Check)	การตรวจสอบช่วงของข้อมูลนำเข้าซึ่งมีการกำหนดขอบเขตค่าที่น้อยที่สุดและค่าที่มากที่สุด
การตรวจสอบแบบเรียงลำดับ (Sequence Check)	การตรวจสอบว่าข้อมูลนำเข้า มีการเรียงลำดับถูกต้องหรือไม่
หน้าต่าง (Window)	
กรอบ (Frame)	กรอบที่ใช้สร้างหน้าต่างฟอร์มหลักของซอฟต์แวร์
หน้าจอโต้ตอบ (Dialog)	หน้าต่างแบบหน้าจอโต้ตอบซึ่งจะทำให้หน้าต่างเป็นฟอร์มย่อยที่ถูกเปิดจากกรอบ (Frame)
สาร (Message)	
สารข้อผิดพลาด (Error Message)	หน้าจอโต้ตอบแบบการแจ้งเตือนผู้ใช้ว่ากระทำการบางอย่างซึ่งระบบไม่สามารถตอบสนองได้
สารการยืนยัน (Confirmation Message)	หน้าจอโต้ตอบแบบการแสดงคำถามเพื่อยืนยันความต้องการของผู้ใช้ที่จะดำเนินการกระทำที่ได้ทำการเลือกไว้
สารการตอบรับ (Acknowledgement Message)	หน้าจอโต้ตอบแบบการแจ้งผู้ใช้ถึงการดำเนินการของระบบที่ได้กระทำตามผู้ใช้ส่งคำร้องขอ
สารการหน่วง (Delay Message)	หน้าจอโต้ตอบแบบการแจ้งผู้ใช้ถึงการทำงานของระบบ
สารช่วยเหลือ (Help Message)	หน้าจอโต้ตอบแบบการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบและส่วนประกอบของระบบ

ตารางที่ 9 คำอธิบายโครงสร้างข้อมูลที่จะเป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
พื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container)	
แผง (Panel)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับจัดการกลุ่มของกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผลและนำไปใช้งาน
กรอบภายใน (Internal Frame)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับหน้าจอที่แสดงเหมือนเดสก์ท็อปซึ่งภายในหน้าต่างนี้จะมีกรอบย่อยหลายๆกรอบแสดงการทำงานที่แตกต่างกันออกไป
พื้นที่ลำดับชั้น (Layer Pane)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้างการวางผัง (Layout) ซึ่งจะควบคุมหลายๆชั้น (Layer) แสดงทับซ้อนกัน
พื้นที่แบบแถบ (Tap Pane)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้างแถบแบบแท็บและภายในแต่ละแถบก็สามารถประกอบด้วยการวางผัง (Layout) อีกหลายๆผัง ด้วยการใส่แผง (Panel) มาแสดงผลในแต่ละแถบ (Tab) ได้
พื้นที่แยกส่วน (Split Pane)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้างขอบควบคุมการแสดงผลระหว่างองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ 2 ตัว โดยสามารถย่อ ขยายและเลื่อนซ้าย-ขวา ระหว่าง 2 ตัวควบคุมได้
พื้นที่เครื่องมือ (Toolbar Pane)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้างแถบเครื่องมือบนหน้าจอส่วนต่อประสานผู้ใช้
พื้นที่แถบเลื่อน (Scroll Pane)	เป็นพื้นที่บรรจุตัวควบคุม (Container) สำหรับสร้างแถบเลื่อนกับองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
ผังหน้าจอ (Screen Layout)	
การวางผังแบบสัมบูรณ์ (Absolute Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยอ้างอิงแกน X และแกน Y ซึ่งทำให้จัดวางองค์ประกอบได้อย่างอิสระในกรอบ (Frame) หรือแผง (Panel) สามารถทำได้หลายๆ การวางผัง (Layout)
การวางผังแบบกรอบ (Border Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่กำหนดตำแหน่งแบบแน่นอนคือประกอบด้วย ด้านบน (NORTH), ด้านล่าง (SOUTH), ซวา (EAST), ซ้าย (WEST) และตรงกลาง (CENTER)
การวางผังแบบกล่อง (Box Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบกล่องซึ่งสามารถจัดเรียงได้ในแนวตั้งหรือแกน X และแนวนอนหรือแกน Y เรียงลำดับกันไป

ตารางที่ 9 คำอธิบายโครงสร้างข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
การวางผังแบบการ์ด (Card Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบหลายผังที่ทับซ้อนกันและสามารถสลับการแสดงผลแต่ละผังกลับไปกลับมาได้
การวางผังแบบไหลเวียน (Flow Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบเรียงลำดับ เช่น 1,2,3,4,5 ในรูปแบบของการไหลการทำงานซึ่งอาจจะเรียงจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้าย
การวางผังแบบกริด (Grid Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบกริดที่เป็นรูปแบบตารางมีแถวและหลักที่แน่นอนโดยสามารถนำองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้ไปวางในตำแหน่งเซลล์ของกริดและองค์ประกอบจะถูกปรับขนาดให้เท่ากับช่องตารางกริด
การวางผังแบบกริดแบ็ก (Grid Bag Layout)	การจัดรูปแบบการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบกริดที่เป็นตารางสำหรับการจัดวางองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยไม่จำเป็นต้องเป็นถึงความสูงและความกว้างมีขนาดเท่ากับช่องตารางกริดซึ่งแต่ละเซลล์ตารางจะถูกปรับขนาดให้เท่ากับองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้
กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component)	
การนำเข้า (Input)	
กล่องนำเข้า (Input Box)	
เขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความ (Text Field Input)	การนำเข้าข้อมูลแบบข้อความสตริง (String) ซึ่งจะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมสำหรับการกรอกข้อมูลแบบข้อความ
พื้นที่ข้อมูลนำเข้าแบบข้อความ (Text Area Input)	การนำเข้าข้อมูลแบบข้อความที่รองรับรูปแบบข้อความที่มีหลายบรรทัด ปริมาณมาก และสามารถกำหนดความกว้างและยาวของกล่องรับข้อมูล
เขตข้อมูลนำเข้าแบบกำหนดรูปแบบข้อความ (Formatted Text Field Input)	การนำเข้าข้อมูลแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Format) ของข้อมูลนำเข้าต่างๆ เช่น รูปแบบข้อมูลแบบวันที่ (Date Format) รูปแบบข้อมูลตัวเลข (Number Format) เป็นต้น
เขตข้อมูลนำเข้าแบบรหัสผ่าน (Password Field Input)	การนำเข้าข้อมูลรูปแบบของรหัสผ่าน (Password) ซึ่งจะแสดงเป็นเครื่องหมายรหัสแทนการแสดงรหัสผ่านที่แท้จริง
กล่องตัวเลือก (Selection Box)	
กล่องเลือก (Check Boxes)	รายการทั้งหมดของตัวเลือก โดยแต่ละรายการจะมีกล่องสี่เหลี่ยมวางด้านหน้ารายการ

ตารางที่ 9 คำอธิบายโครงสร้างข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

ประเภท	คำอธิบาย
ปุ่มรูปแบบวิทยุ (Radio Box)	รายการที่เป็นทางเลือกพิเศษทั้งหมดของตัวเลือก โดยแต่ละรายการจะมีวงกลมวางคั่นหน้ารายการ
ช่องเลือกแบบปรากฏบนจอ (On-screen List Boxes)	รายการของตัวเลือกภายในกล่อง
ช่องเลือกแบบดึงลง (Drop-down List Boxes)	รายการที่สามารถเลื่อนลงเพื่อแสดงรายการตัวเลือกอื่นๆที่ซ่อนอยู่ในหนึ่งรายการ
กล่องคอมโบ (Combo Boxes)	รายการแบบเลื่อนลงที่อนุญาตให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลนำเข้าเพื่อเลือกรายการที่แสดงอยู่แล้วได้
แถบเลื่อน (Sliders)	มาตราส่วนเชิงกราฟิกที่มีตัวชี้เลื่อนสำหรับเลือกตัวเลข
การนำออก (Output)	
ข้อความ (Text)	การแสดงผลบนหน้าจอด้วยรูปแบบของข้อความ
ตาราง (Table)	การแสดงผลบนหน้าจอด้วยรูปแบบของตาราง
รูปภาพ (Image)	การแสดงผลบนหน้าจอด้วยรูปแบบของรูปภาพกราฟิก
เนวิเกชันคอนโทรล (Navigation Control)	
ปุ่ม (button)	จุดเชื่อมโยงที่มีลักษณะเป็นปุ่มซึ่งสามารถกดแล้วเชื่อมโยงไปยังหน้าจออื่นได้
เมนู (Menus)	
แถบเมนู (Menu Bars)	เมนูแสดงรายการคำสั่งที่ปรากฏอยู่ส่วนแรกสุดบนหน้าจอ ซึ่งจะอยู่บนหน้าจอให้เห็นตลอดเวลา โดยทำหน้าที่สร้างปุ่มและแถบเมนู
หน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit)	เมนูหลักที่แสดงบนพื้นของเมนูแถบเมนู ซึ่งเป็นพื้นสำหรับบรรจุแถบเมนูย่อย
แถบเมนูย่อย (Menu Item)	เมนูย่อยของแต่ละหน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit) ซึ่งภายในของแถบเมนูย่อยได้ยึด
แถบเมนูย่อยแบบกล่องเลือก (Checkbox Menu Item)	เมนูย่อยของแต่ละหน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit) แบบกล่องเลือก สามารถตรวจสอบว่ามีการคลิกเลือกหรือไม่
แถบเมนูย่อยแบบปุ่มรูปแบบวิทยุ (Radio Button Menu Item)	เมนูย่อยของแต่ละหน่วยแถบเมนู (Menu Bar Unit) แบบปุ่มรูปแบบวิทยุซึ่งจะต้องทำการจัดกลุ่มเพื่อให้เลือกได้เพียงหนึ่งรายการเท่านั้น โดยจะมีการตรวจสอบว่ามีการเลือกไอเท็มหรือเมนูย่อยนั้นหรือไม่

ตารางที่ 9 คำอธิบายโครงสร้างเมนูที่จำเป็นต่อการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

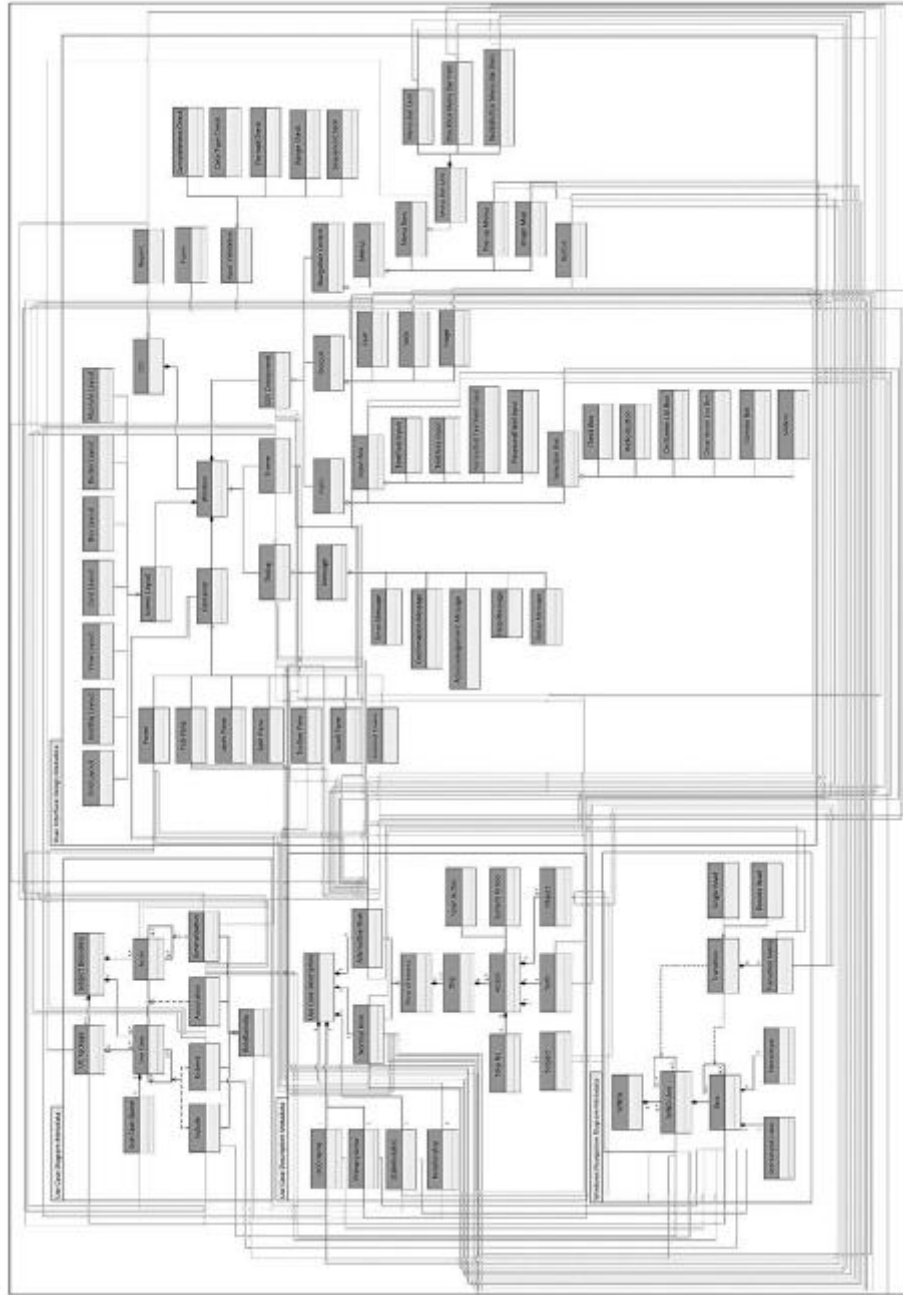
ประเภท	คำอธิบาย
เมนูแบบผุดขึ้น (Pop-up Menus)	เมนูแสดงคำสั่งเมื่อผู้ใช้คลิกเลือกวัตถุใดๆในจอภาพ คำสั่งหรือคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับวัตถุนั้นจะถูกแสดงออกมา
แผนที่รูปภาพ (Image Map)	รูปภาพเชิงกราฟิกที่ปรากฏอยู่บางพื้นที่ ซึ่งเชื่อมโยงไปยังการ กระทำหรือเมนูอื่น

ส่วนที่ 2 รายละเอียดและวิธีการในการสร้างกฎจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อใช้ทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน

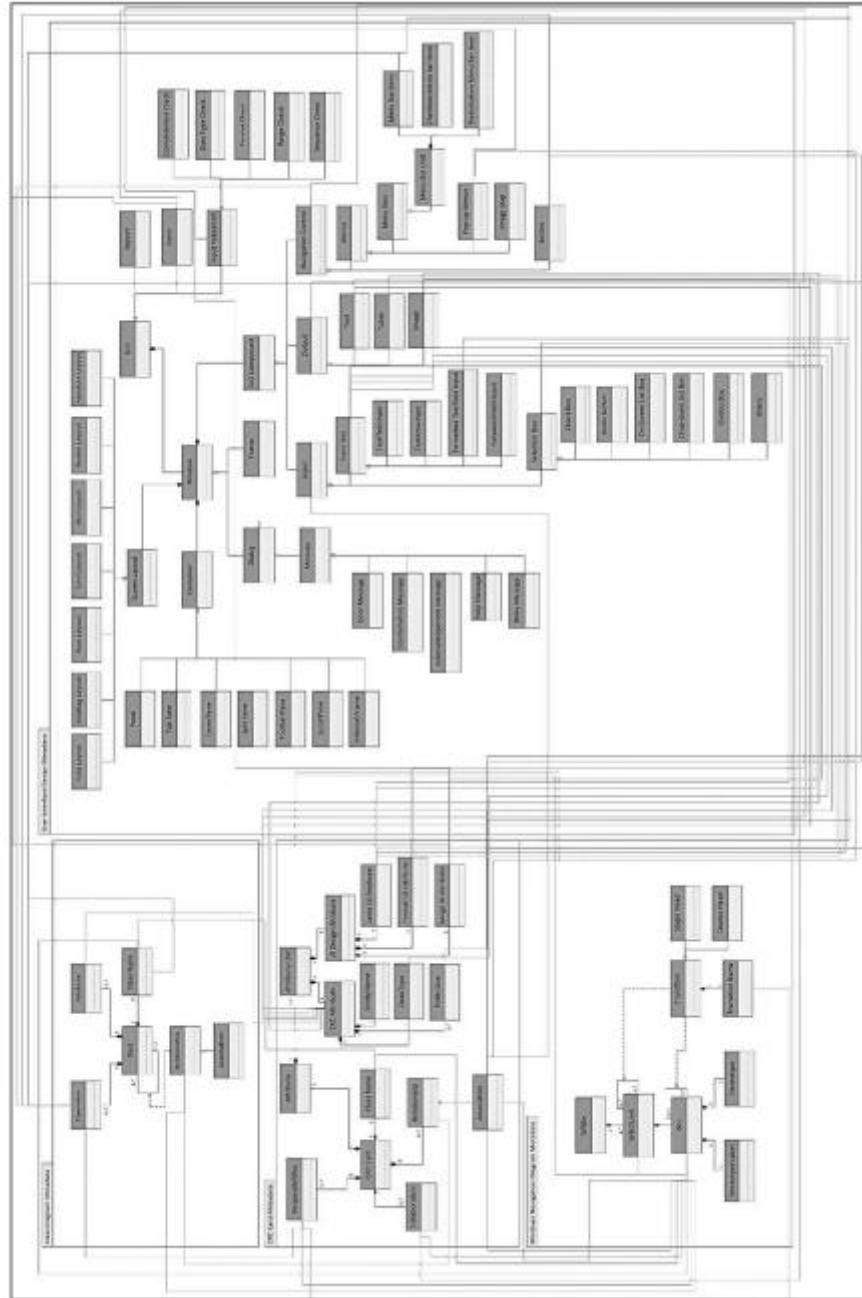
เมื่อทำการศึกษารายละเอียดของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ จากนั้นทำการสร้างความสัมพันธ์ส่วนประกอบเป็นแผนภาพคลาสแสดงข้อมูลของแต่ละส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีความสัมพันธ์กันดังภาพที่ 4-7 ซึ่งแต่ละความสัมพันธ์จะถูกนำไปสร้างเป็นกฎที่ใช้ในการทวนสอบคุณลักษณะความต้องกันต่อไป โดยแบ่งความสัมพันธ์ 4 ความสัมพันธ์ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบ่งเป็นความสัมพันธ์ย่อย 2 ความสัมพันธ์ได้แก่
 - 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แสดงแผนภาพคลาส ซึ่งทำการระบุกฎตามความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 10
 - 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งทำการระบุกฎตามความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 11
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ แบ่งเป็นความสัมพันธ์ย่อย 2 ความสัมพันธ์ได้แก่
 - 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งทำการระบุกฎตามความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 12
 - 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งทำการระบุกฎตามความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 13
3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งทำการระบุกฎตามความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 14
4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ซึ่งทำการระบุกฎตามความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 15

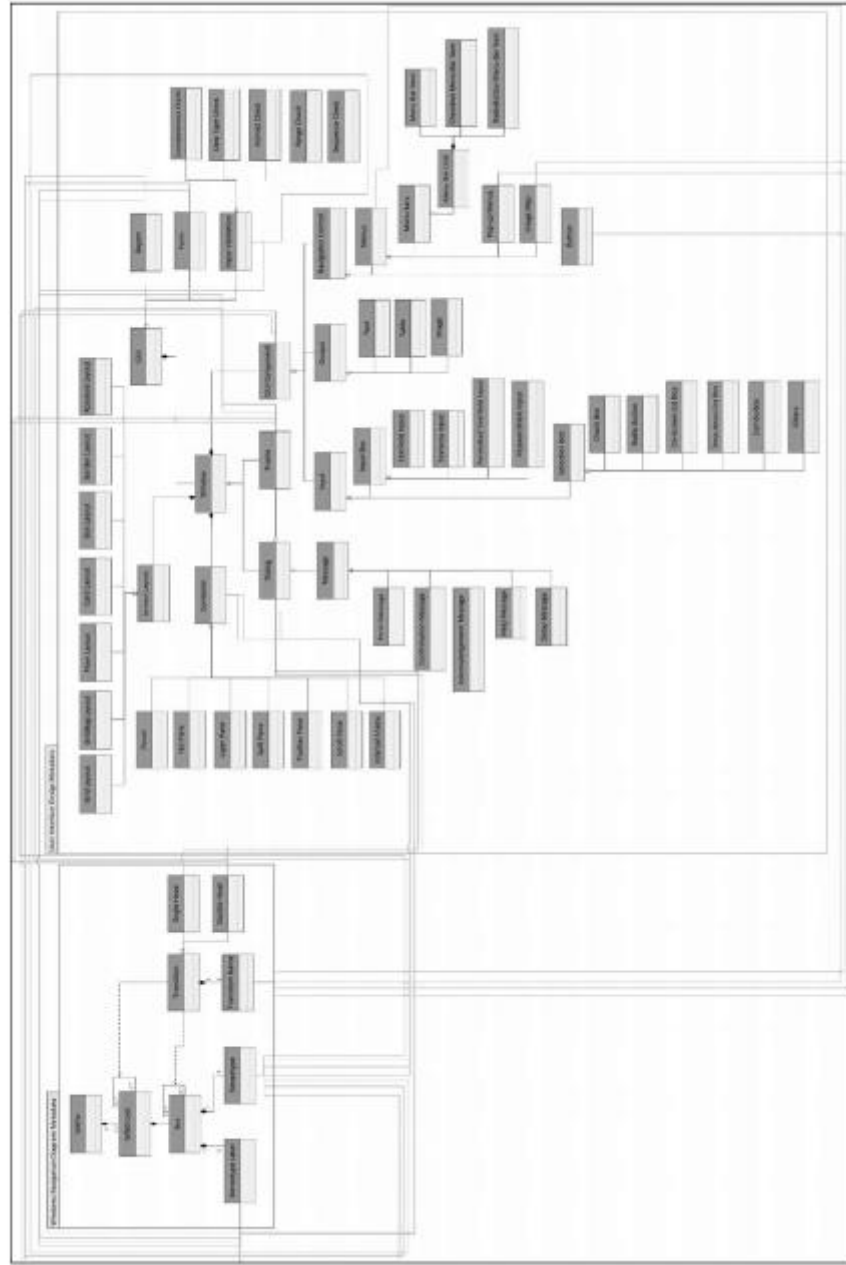
ภาพที่ 4 แผนภาพสถาปัตยกรรมระบบคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานราชการ



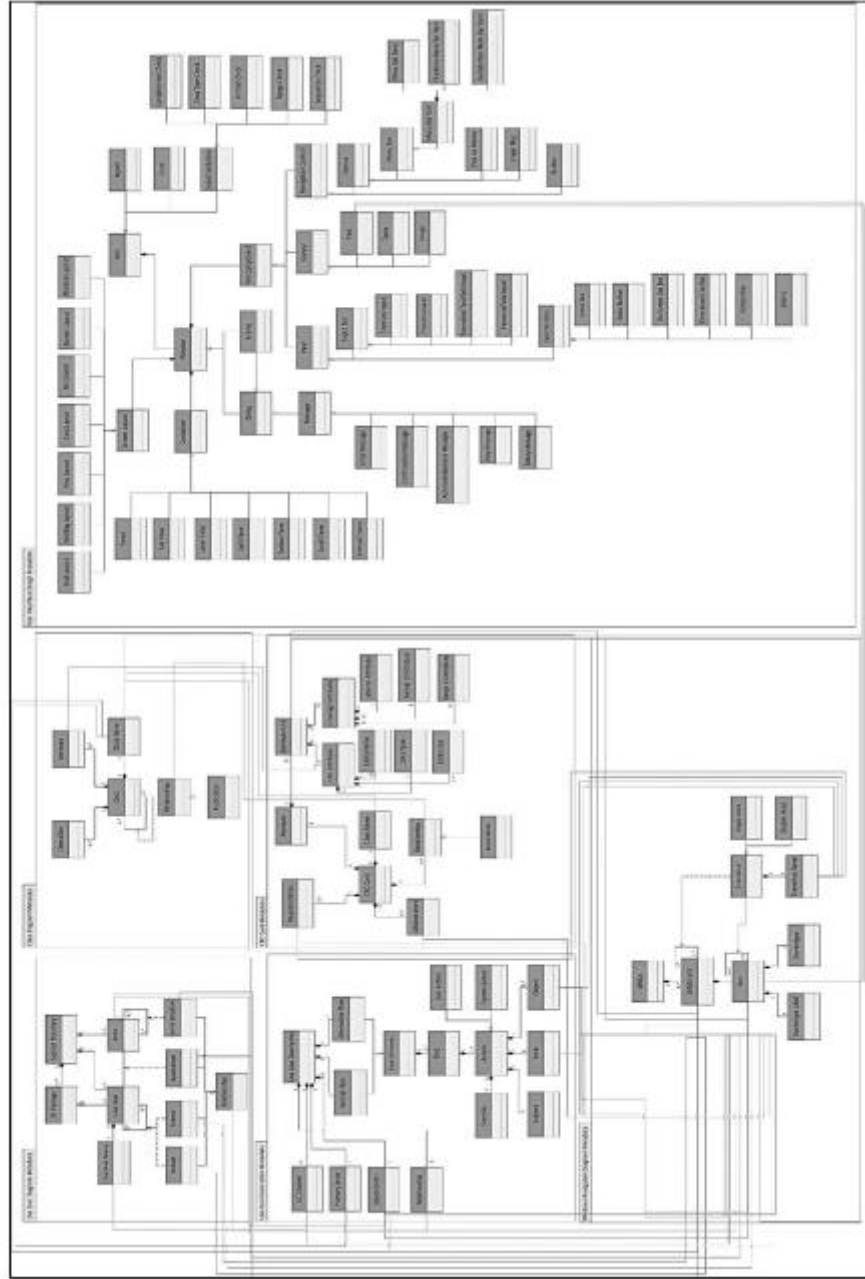
ภาพที่ 5 แผนภาพสถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบของแบบจำลองคลังสินค้า แผนภาพนี้แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบต่างๆ



ภาพที่ 6 แผนภาพสถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในชั้นเริ่มต้นของสถานีผู้ใช้



ภาพที่ 7 แผนภาพแสดงการเชื่อมโยงระหว่างส่วนราชการย่อยของหน่วยงานราชการกับหน่วยงานต้นสังกัดที่เกี่ยวข้อง โดยอิงตามผู้ใช้



ตารางที่ 10 กฎตามความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดว์เนวิกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการตรวจสอบ
ยูสเคสแพ็คเกจ (UC Package)		กล่อง (Box)	หน่วยเมนู (Menu Bar Unit)	1. ชื่อยูสเคสแพ็คเกจ (UC Package) ของแผนภาพยูสเคส และชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อหน่วยเมนู (Menu Bar Unit) (เพื่อแสดงเมนูที่จัดกลุ่มฟังก์ชันหลักกับส่วนต่อประสานผู้ใช้)
ชื่อยูสเคส (Use Case Name)	ชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name)	กล่อง (Box)	เมนูย่อย (Menu Bar Item)	2. ชื่อยูสเคส (Use Case Name) กับชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name) ของเมนูย่อยต้องซิงค์กัน และชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อของเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
แอสโซซิเอชัน (Association)	แอสโซซิเอชัน (Association)	กล่อง (Box)	กรอบ (Frame)	3. แอสเตอร์ (Actor) กับยูสเคส (Use Case) มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันต้องปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) ที่ระบุตรงกับชื่อของแอสเตอร์ (Actor) แสดงบนกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันและกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับยูสเคส (Use Case Name)
เอ็กซ์เทนชัน (Extend)	เอ็กซ์เทนชัน (Extend)	หน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน (WIND Unit)	กรอบ (Frame)	4. ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนชันต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่มีส่วนนำทางเป็นทางเลือกในการเรียกไปยังกรอบ (Frame) ที่มีชื่อเอ็กซ์เทนชันยูสเคส (Extension Use Case) ระดับที่หนึ่งเท่านั้น ภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน (WIND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 10 กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพยูสเคส	คำอธิบายยูสเคส	แผนภาพวินโดว์วิงจစ်	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
อินสลูต (Include)	อินสลูต (Include)	หน่วยแผนภาพวินโดว์วิงจစ် (WIND Unit)	แผง (Panel)	5. ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินสลูตต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุแผง (Panel) ที่มีชื่อตรงกับยูสเคสที่ถูกใช้ (Used Use Case) ระดับที่หนึ่งเท่านั้น ภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์วิงจစ် (WIND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้
เจเนอรัไลเซชัน (Generalization)	เจเนอรัไลเซชัน (Generalization)	หน่วยแผนภาพวินโดว์วิงจစ် (WIND Unit)	ข้อความ (Text)	6. ความสัมพันธ์ระหว่างสองแอคเตอร์แบบเจเนอรัไลเซชันต้องปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) ที่จะชี้ตรงไปที่ยูสเคสแอคเตอร์เฉพาะด้าน (Specialized Actor) ระดับที่หนึ่งภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์วิงจစ် (WIND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 11 กฎตามความถี่สัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวิเคราะหวิเคราะหส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบาย ยูสเคส	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพวิเคราะหวิเคราะหส่วนต่อประสานผู้ใช้	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎภาพทวนสอบ
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	ประธาน (Subject)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	1. ประธานในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวิเคราะหวิเคราะหส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กริยา (Verb)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component)	2. กริยาในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสต้องปรากฏเป็นคำกริยาของชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของแผนภาพวิเคราะหวิเคราะหส่วนต่อประสานผู้ใช้ ทำให้กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ทำงาน
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box)	ปุ่ม (Button)	3. กรอบในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหวิเคราะหส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานหลัก (Normal Flow)	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	4. กรอบในประโยคการกระทำหลักของระบบของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหวิเคราะหส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ซึ่งแสดงด้วยรูปแบบของข้อความ)

ตารางที่ 11: กฎตามความสัมพันธ์ที่จะทำให้อินเตอร์เฟซ แขนงภาพวินโดว์มีความสัมพันธ์ส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อไป)

กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	คำอธิบายยูนิต		ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายยูนิต	ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคำอธิบายยูนิต	แผนภาพวินโดว์ที่เกี่ยวข้อง	กฎการทดสอบ
	กระแส	ยูนิต	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยแผนภาพวินโดว์ที่เกี่ยวข้อง (WIND Unit)	
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	กระแส	ยูนิต	การกระทำผู้ใช้ (User Action)	กรรม (Object)	หน่วยแผนภาพวินโดว์ที่เกี่ยวข้อง (WIND Unit)	5. กรรรมในโปรแกรมการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ของคำอธิบายยูนิตและชื่อหน่วยแผนภาพวินโดว์ที่เกี่ยวข้อง (WIND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อหน้าจอดีตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กระแสงานทางเลือก (Alternative Flow)	กระแส	ยูนิต	การกระทำระบบ (System Action)	กรรม (Object)	กล่อง (Box)	6. กรรรมในโปรแกรมการกระทำทางเลือกของระบบของคำอธิบายยูนิตและชื่อกล่อง Box ของแผนภาพวินโดว์นั้นจะต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยแสดงรูปภาพและชื่อรูปภาพ (image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 12. กฎความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายของ แผนภาพความสัมพันธ์ที่ใช้ในส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพ คลาส	คำอธิบาย คลาส	ส่วนประกอบ ย่อยที่ 1 ของ คำอธิบาย คลาส	แผนภาพ วิเคราะหวิ เกษณ์		ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
			กล่อง (Box)	แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)		
โอเปอเรชัน (Operation)	ความ รับผิดชอบ คลาส (Responsibilities)		กล่อง (Box)	แถบเมนูย่อย (Menu Bar Item)	1. ชื่อของโอเปอเรชัน (Operation) และความรับผิดชอบคลาส (Responsibilities) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหวิเกษณ์ต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้	
โอเปอเรชัน (Operation)	ความ รับผิดชอบ คลาส (Responsibilities)		กล่อง (Box)	ปุ่ม (Button)	2. ชื่อของโอเปอเรชัน (Operation) และความรับผิดชอบคลาส (Responsibilities) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหวิเกษณ์ต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้	
แอสโซซิเอชัน (Association)	แอสโซซิเอชัน (Association)	ลักษณะ ประจำ (Attribute)	กล่อง (Box)	การนำเข้า (Input)	3. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ชื่อลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) แสดงเป็นชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหวิเกษณ์ต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทการนำเข้าข้อมูล (Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน	
แอสโซซิเอชัน (Association)	แอสโซซิเอชัน (Association)	ลักษณะ ประจำ (Attribute)	กล่อง (Box)	การนำออก (Output)	4. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ชื่อลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) แสดงเป็นชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหวิเกษณ์ต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน	

ตารางที่ 12. กฎตามความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพคลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	ลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute)	ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	1. ชื่อของลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชื่อเอ็นทิตีของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	ลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute)	ชนิดข้อมูล (Data Type)	กล่อง (Box)	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	2. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชนิดข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นชนิดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	ลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute)	ขนาดของเอ็นทิตี (Entity Size)	กล่อง (Box)	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	3. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และขนาดเอ็นทิตี (Entity Size) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นขนาดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 12. กฎตามความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพคลาส	คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ลักษณะประจำ (Attribute)	ลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute)	ชื่อเอ็นทิตี (Entity Name)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	1. ชื่อของลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชื่อเอ็นทิตีของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	ลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute)	ชนิดข้อมูล (Data Type)	กล่อง (Box)	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	2. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชนิดข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นชนิดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำ (Attribute)	ลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute)	ขนาดของเอ็นทิตี (Entity Size)	กล่อง (Box)	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	3. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และขนาดเอ็นทิตี (Entity Size) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวิเคราะหืกับส่วนต่อประสานผู้ใช้เป็นขนาดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 13 กฎความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดวส์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

คำอธิบายคลาส	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคำอธิบายคลาส	แผนภาพวินโดวส์	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎความสัมพันธ์
ลักษณะประจำของคลาส (Attribute)	ป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	4. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) ของคำอธิบายส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์วินโดวส์ต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำของคลาส (Attribute)	รูปแบบของลักษณะประจำ (Format UI Attribute)	กล่อง (Box)	เขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input)	5. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดรูปแบบของลักษณะประจำ (Format of Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์วินโดวส์ ต้องปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ลักษณะประจำของคลาส (Attribute)	กำหนดค่าของเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute)	กล่อง (Box)	กล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box)	6. ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดค่าของเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวส์วินโดวส์ ต้องปรากฏเป็นกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 14 กฎตามความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดวส์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพวินโดวส์เรีกกัน	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของแผนภาพวินโดวส์เรีกกัน	ส่วนประกอบย่อยผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เรีกกัน (WND Unit)	ชื่อของสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label)	กรอบ (Frame)	1. ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เรีกกัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
หน่วยแผนภาพวินโดวส์เรีกกัน (WND Unit)	สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	หน้าต่างโต้ตอบ (Dialog)	2. สเตอริโอไทป์ (Stereotype) ของหน่วยแผนภาพวินโดวส์เรีกกัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยหน้าต่างโต้ตอบ (Dialog) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้
กล่อง (Box)	ชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label)	กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component)	3. ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นชื่อของทุกกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
กล่อง (Box)	สเตอริโอไทป์ (Stereotype)	กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component)	4. ชื่อของสเตอริโอไทป์ (Stereotype) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นชื่อขององค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
ทรานซิชัน (Transition)	ชื่อทรานซิชัน (Transition Name)	เมนู (Menus)	5. ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความล้มพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ต้องปรากฏเป็นชื่อของส่วนประกอบย่อยประเภทเมนู (Menus) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้

ตารางที่ 14 กฎการตามขึ้นกับระหว่างแผนภาพวินโดวกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ต่อ)

แผนภาพวินโดววิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของแผนภาพวินโดววิเกชัน	ส่วนประกอบย่อยส่วนต่อประสานผู้ใช้	กฎการทวนสอบ
ทรานซิชัน (Transition)	ทางเดี่ยว (Single Head)	กรอบ (Frame)	6. ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภททางเดี่ยว (Single Head) แสดงการเปลี่ยนสถานะไปยังอีกกรอบ (Frame) หนึ่งโดยไม่คืนสถานะกลับมาที่กรอบ (Frame) เดิมด้วยส่วนควบคุมนำทาง ต้องปรากฏส่วนควบคุมนำทางไปยังอีกกรอบ (Frame) หนึ่งจนส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้โยนย้อนกลับไปยังกรอบ (Frame) เดิมเมื่อกำหนดสำเร็จ
ทรานซิชัน (Transition)	สองทาง (Double Head)	หน้าจอโต้ตอบ (Dialog)	7. ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภทสองทาง (Double Head) แสดงการเปลี่ยนสถานะไปยังอีกหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) หนึ่งโดยคืนสถานะกลับมาที่หน้าจอโต้ตอบ (Dialog) เดิมด้วยส่วนควบคุมนำทาง ต้องปรากฏส่วนควบคุมนำทางไปยังอีกหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) หนึ่งจนส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้โยนย้อนกลับไปยังหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) เดิมเมื่อกำหนดสำเร็จ

ตารางที่ 15 กฎเกณฑ์ความสัมพันธ์แบบจำลองเชิงฟังก์ชันแบบจำลองเชิงวัตถุ พหุสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้

แผนภาพ ยูสเคส	คำอธิบาย ยูสเคส	แผนภาพ คลาส	คำอธิบาย คลาส	แผนภาพ วินโดว์ เนวิเกชัน	ส่วนประกอบ ย่อยส่วนต่อ ประสานผู้ใช้	กฎการทดสอบ
แอกเตอร์ (Actor)	แอกเตอร์หลัก (Primary Actor)	คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)	กล่อง (Box) ขึ้น	ข้อความ (Text)	4.1.1 ชื่อของแอกเตอร์ (Actor) และแอกเตอร์หลัก (Primary Actor) บนแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน ชื่อของ คลาส (Class) และคำอธิบายคลาสบนแบบจำลอง เชิงโครงสร้างต้องปรากฏเป็นชื่อของป้ายข้อความบน (Text) (แสดงข้อมูลผู้ใช้ใช้งานรูปแบบข้อความบน ส่วนต่อประสานผู้ใช้)
แอกเตอร์ (Actor)	ผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder)	คลาส (Class)	ชื่อคลาส (Class Name)	กล่อง (Box)	ข้อความ (Text)	4.1.2 ชื่อของแอกเตอร์ (Actor) และผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder) บนแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน ชื่อของ คลาส (Class) และคำอธิบายคลาสบนแบบจำลอง เชิงโครงสร้างต้องปรากฏเป็นชื่อของป้ายข้อความบน (Text) (แสดงข้อมูลผู้ใช้ใช้งานรูปแบบข้อความบน ส่วนต่อประสานผู้ใช้)

2) แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงส่วนที่ 3 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ที่ตรงตามความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่านมากที่สุด

1. สถานภาพนิสิต
 - 1) นิสิตภาคในเวลาราชการ
 - 2) นิสิตภาคนอกเวลาราชการ
 - 3) ไม่มีสถานภาพเป็นนิสิต
2. นิสิตระดับปริญญาโทชั้นปีที่ (ไม่ต้องเลือกสำหรับผู้ไม่มีสถานภาพเป็นนิสิต)
 - 1) ปี 1
 - 2) ปี 2
 - 3) ปี 3
 - 4) ปี 4
3. องค์ความรู้ (Domain Knowledge) ด้านที่ท่านเชี่ยวชาญ (เลือกได้มากกว่าหนึ่งรายการ)
 - 1) Unified Modeling Language: UML (Use Case Diagram, Use Case Description, Class Diagram, CRC Card)
 - 2) Windows Navigation Diagram
 - 3) User Interface Design
 - 4) Java Graphic User Interface (Java GUI)
4. ประสบการณ์การทำงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) ของท่าน
 - 1) น้อยกว่า 3 ปี
 - 2) 3 - 5 ปี
 - 3) 6 - 10 ปี
5. ประสบการณ์การทำงานด้านการระบุการออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยการใช้แบบจำลองยูเอ็มแอล (UML)
 - 1) น้อยกว่า 3 ปี
 - 2) 3 - 5 ปี
 - 3) 6 - 10 ปี
6. ประสบการณ์การทำงานด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 1) น้อยกว่า 3 ปี
 - 2) 3 - 5 ปี
 - 3) 6 - 10 ปี
7. ตำแหน่งงานปัจจุบันด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) ของท่านที่รับผิดชอบหลัก (เลือกเพียงหนึ่งรายการ)
 - 1) Project Manager
 - 2) Business Analyst
 - 3) System Analyst
 - 4) Programmer
 - 5) Full-stack Developer
 - 6) UX/UI Designer
 - 7) Database Designed Administrator
 - 8) อื่นๆ โปรดระบุ.....
8. ตำแหน่งงานในอดีตด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) ของท่าน (เลือกได้มากกว่าหนึ่งรายการ)
 - 1) Project Manager
 - 2) Business Analyst
 - 3) System Analyst
 - 4) Programmer
 - 5) Full-stack Developer
 - 6) UX/UI Designer
 - 7) Database Designed Administrator
 - 8) อื่นๆ โปรดระบุ.....

3) แบบสอบถามเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างกฎความต้องกันของการออกแบบ

ส่วนที่ 4 คำถามเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างกฎจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อให้ทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน

วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

1. เพื่อสำรวจความคิดเห็นของหน่วยทดลองที่มีต่อแนวทางในการสร้างกฎที่ได้สร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ เพื่อให้ทวนสอบคุณลักษณะความต้องกัน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ (เครื่องหมายถูก) ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด (5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 = เห็นด้วย 3 = เห็นด้วยปานกลาง 2 = ไม่เห็นด้วย 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง)

ตารางที่ 16 ตารางแสดงความสัมพันธ์ที่มีต่อแนวทางในการสร้างกฎการทวนความต้องกัน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
1	ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน กับแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ					
2	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่เป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงฟังก์ชันงานจากแบบจำลองได้อย่างครบถ้วน					
3	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน					
4	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น ยูสเคส (Use Case) มีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)					
5	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้					
ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
1	ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงโครงสร้าง กับแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ					
2	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่เป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลจากแบบจำลองได้อย่างครบถ้วน					
3	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน					

ตารางที่ 16 ตารางแสดงความคิดเห็นที่มีต่อแนวทางในการสร้างกฎเกณฑ์ความต้องกัน (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
4	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น คุณลักษณะของแผนภาพคลาส (Attribute) มีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยข้อความ (Text) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)					
5	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้					
ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
1	ส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ					
2	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ตามการออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานได้อย่างครบถ้วน					
3	ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน					
4	ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความเหมาะสมในการอธิบายเชิงความหมาย (ตัวอย่างเช่น กล่อง (A box) บนแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบย่อยปุ่มส่วนต่อประสานผู้ใช้ในเชิงความหมาย)					
5	ความพึงพอใจต่อแนวทางในการสร้างกฎจากความสัมพันธ์ส่วนประกอบระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้					
ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้						
1	ส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างกับแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน มีความเหมาะสมและครบถ้วนในการอธิบายถึงการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ได้อย่างเพียงพอ					
2	ส่วนประกอบย่อยของส่วนต่อประสานผู้ใช้ มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อแสดงฟังก์ชันงาน นำเสนอข้อมูลที่จำเป็นและออกแบบตามโครงสร้างส่วนต่อประสานได้อย่างครบถ้วน					
3	ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างกับแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน กับส่วนต่อประสานผู้ใช้มีความครบถ้วน					

ส่วนที่ 5 คำถามเกี่ยวกับกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความครบถ้วนของกฎที่นิยามจากส่วนประกอบย่อยของการออกแบบเพื่อทดสอบคุณลักษณะความต้องการ โดยความต้องการจะทดสอบกับความสัมพันธ์ของคำและหน้าที่ของคำหากทดสอบแล้วพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือข้อกำหนดการออกแบบใดที่หายไปหรือไม่มีความต้องการ จะสามารถระบุได้ว่ากรออกแบบดังกล่าวขาดคุณลักษณะความต้องการ โดยกฎการทดสอบสร้างตาม 4 ความสัมพันธ์ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แบ่งเป็นความสัมพันธ์ย่อย 2 ความสัมพันธ์ได้แก่
 - 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้แบ่งเป็นความสัมพันธ์ย่อย 2 ความสัมพันธ์ได้แก่
 - 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
 - 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้
4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

ส่วนที่ 5.1 ความเห็นที่มีต่อเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎเพื่อให้หน่วยทดลองได้ทำการทดสอบกฎการทดสอบความต้องการระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของหน่วยทดลองที่มีต่อเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎที่ใช้ทดสอบความต้องการระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มาให้หน่วยทดลองได้ทำการทดสอบ โดยเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างกฎที่ให้ทำการทดสอบนั้นจะต้องเลือกทุกส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ ซึ่งแต่ละส่วนประกอบย่อยจะต้องส่งผลต่อการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ โดยเกณฑ์ที่ใช้พิจารณามีรายการดังต่อไปนี้

1. ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทดสอบต้องมาจากทุกรายการส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชันและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ร้อยละ 1 กฎ
2. ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทดสอบต้องมาจากทุกรายการส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ร้อยละ 1 กฎ
3. ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทดสอบต้องมาจากทุกส่วนประกอบย่อยของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ในทุกรายการของกฎ
4. ตัวอย่างกฎที่ถูกเลือกมาให้หน่วยทดลองทดสอบต้องมาจากทุกส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองเชิงฟังก์ชันแบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานผู้ใช้ในทุกรายการของกฎ

ค่าชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ (เครื่องหมายถูก) ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
(5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 = เห็นด้วย 3 = เห็นด้วยปานกลาง 2 = ไม่เห็นด้วย 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง)

ตารางที่ 17 ความคิดเห็นต่อเกณฑ์ในการเลือกกฎเพื่อทำการทวนสอบกฎโดยหน่วยงานเอง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
ท่านมีความเห็นต่อวิธีการนี้เป็นอย่างไ					

โดยจำนวนของกฎการทวนสอบความต้องการที่สร้างจากความสัมพันธ์ทั้งหมดและจำนวนตัวอย่างกฎที่เลือกตามเกณฑ์ในข้างต้นสรุปได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 จำนวนกฎการทวนสอบความต้องการที่สร้างจากความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ที่ใช้ในการสร้างกฎ	จำนวนกฎทั้งหมด	จำนวนกฎตัวอย่างที่ใช้ในการทวนสอบ
1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	66	12
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	16	6
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	50	6
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	30	10
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	19	4
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	11	6
3. ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	22	7
4. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้างและแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2	2
รวม	120	31

4) แบบสอบถามการทวนสอบกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยการออกแบบ

ข้อแนะนำในการตอบข้อคำถาม หน่วยทดลองใช้เครื่องหมาย ✓ (เครื่องหมายถูก) ในช่องถูกต้องสำหรับกฎที่สร้างมาอย่างเหมาะสมในการทวนสอบ และหน่วยทดลองใช้เครื่องหมาย ✗ (เครื่องหมายผิด) ในช่องไม่ถูกต้องสำหรับกฎที่สร้างมาไม่เหมาะสมสำหรับการทวนสอบ หากหน่วยทดลองต้องการให้คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับกฎ หน่วยทดลองสามารถระบุคำแนะนำลงในช่อง คำแนะนำเพิ่มเติม ดังตารางที่ 19 แสดงการประเมินความครบถ้วนกฎการทวนสอบความต้องกันที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ว่าทวนสอบตามความสัมพันธ์ส่วนประกอบได้อย่างถูกต้องหรือไม่

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทวนสอบความต้องกัน

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทวนสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
1. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้				
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	1.1.1 ชื่อยูสเคสแพ็คเกจ (UC Package) ของแผนภาพยูสเคส และชื่อกกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นชื่อหน่วยแถบเมนู (Menu bar Unit) (เพื่อแสดงเมนูที่จัดกลุ่มฟังก์ชันหลักบนส่วนต่อประสานผู้ใช้)			
	1.1.2 ชื่อยูสเคส (Use Case Name) กับชื่อคำอธิบายยูสเคส (UCD Name) ของแบบจำลองเชิงฟังก์ชัน และชื่อกกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นชื่อของแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทบทวนความถูกต้องกัน (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทบทวน	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดว์เนกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	1.1.3 แอคเตอร์ (Actor) กับยูสเคส (Use Case) มีความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันต้องปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) ที่ระบุตรงกับชื่อของแอคเตอร์ (Actor) แสดงบนกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนกชันและกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับยูสเคส (Use Case Name)			
	1.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบเอ็กซ์เทนด์ต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่มีส่วนนำทางเป็นทางเลือกในการเรียกไปยังกรอบ (Frame) ที่มีชื่อเอ็กซ์เทนด์ยูสเคส (Extension Use Case) ระดับที่หนึ่งเท่านั้น ภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์เนกชัน (WND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	1.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสองยูสเคสแบบอินคลูดต้องปรากฏกรอบ (Frame) ที่มีชื่อของเบสยูสเคส (Base Use Case) ที่บรรจุแผง (Panel) ที่มีชื่อตรงกับยูสเคสที่ถูกใช้ (Used Use Case) ระดับที่หนึ่งเท่านั้น ภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์เนกชัน (WND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	1.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสองแอคเตอร์แบบเจเนอรัลไลต์ต้องปรากฏป้ายชื่อข้อความ (Text) ที่ระบุชื่อตรงกับข้อมูลแอคเตอร์เฉพาะด้าน (Specialized Actor) ระดับที่หนึ่ง ภายในหน่วยแผนภาพวินโดว์เนกชัน (WND Unit) และส่วนต่อประสานผู้ใช้			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการประเมินความต้องการกับ (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทดสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายยูสเคส แผนภาพวินโดวเนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	1.2.1 ประสิทธิภาพการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อของกล่อง (Box) บนแผนภาพวินโดวเนวิเกชันต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	1.2.2 กริยาในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสต้องปรากฏเป็นคำกริยาของชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของแผนภาพวินโดวเนวิเกชัน (ซึ่งเป็นการกระทำที่ทำให้กลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ทำงาน)			
	1.2.3 กรรมในประโยคการกระทำหลักของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวเนวิเกชันต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	1.2.4 กรรมในประโยคการกระทำหลักของระบบของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวเนวิเกชันต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ (ซึ่งแสดงผลด้วยรูปแบบของข้อความ)			
	1.2.5 กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของผู้ใช้ของคำอธิบายยูสเคสและชื่อหน่วยแผนภาพวินโดวเนวิเกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อหน้าต่างโต้ตอบ (Dialog) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	1.2.6 กรรมในประโยคการกระทำทางเลือกของระบบของคำอธิบายยูสเคสและชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดวเนวิเกชันต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยแสดงรูปภาพและชื่อรูปภาพ (Image) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทบทวนสอบความดีงกัน (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทวนสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
2.ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเชิงโครงสร้าง แผนภาพวินโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้				
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพคลาส คำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2.1.1 ชื่อของโอเปอเรชัน (Operation) และความรับผิดชอบคลาส (Responsibilities) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อแถบเมนูย่อย (Menu Bar Item) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.1.2 ชื่อของโอเปอเรชัน (Operation) และความรับผิดชอบคลาส (Responsibilities) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นชื่อปุ่ม (Button) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.1.3 ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ชื่อลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) แสดงเป็นชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทการนำเข้าข้อมูล (Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน			
	2.1.4 ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันระหว่างคลาสกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน ชื่อลักษณะประจำ (Attribute) และป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) แสดงเป็นชื่อกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยประเภทการนำออกข้อมูล (Output) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีชื่อตรงกับคลาสที่ทำงานร่วมกัน			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทวนสอบความถูกต้องกัน (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทวนสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2.2.1 ชื่อของลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชื่อเอนทิตีของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.2.2 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และชนิดข้อมูล (Data Type) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน ต้องปรากฏเป็นชนิดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.2.3 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) และขนาดเอนทิตี (Entity Size) ของลักษณะประจำของคำอธิบายคลาส (CRC Attribute) บนแบบจำลองเชิงโครงสร้างและกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันต้องปรากฏเป็นขนาดข้อมูลของส่วนประกอบย่อยประเภทกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.2.4 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดป้ายชื่อลักษณะประจำ (Label UI Attribute) ของคำอธิบายส่วนที่ผู้ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน ต้องปรากฏเป็นป้ายชื่อข้อความ (Text) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่อธิบายถึงส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทวนสอบความต้องการ (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทวนสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายวินโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2.2.5 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดรูปแบบของลักษณะประจำ (Format of Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน ต้องปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.2.6 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
3.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	3.1.1 ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.2 สเตอริโอไทป์ (Stereotype) ของหน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยหน้าต่างโต้ตอบ (Dialog) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.3 ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นชื่อของทุกๆกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.4 ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นทุกๆกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากส่วนประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในภาพรวมสัปดาห์ความต้องการ (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทดสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายคลาส แผนภาพวินโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	2.2.5 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดรูปแบบของลักษณะประจำ (Format of Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ผู้ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน ต้องปรากฏเป็นเขตข้อมูลนำเข้าแบบข้อความที่ใช้จัดรูปแบบ (Formatted Text Field Input) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	2.2.6 ลักษณะประจำของคลาส (Attribute) กำหนดค่าขอบเขตพิสัยของลักษณะประจำส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Range UI Attribute) ของคำอธิบายคลาสส่วนที่ผู้ใช้แสดงข้อมูลส่วนต่อประสานผู้ใช้และกล่อง (Box) ของแผนภาพวินโดว์เนวิกชันต้องปรากฏเป็นกล่องนำเข้าข้อมูล (Input Box) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
3.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	3.1.1 ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของหน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นชื่อกรอบ (Frame) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.2 สเตอริโอไทป์ (Stereotype) ของหน่วยแผนภาพวินโดว์เนวิกชัน (WND Unit) ต้องปรากฏเป็นส่วนประกอบย่อยหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.3 ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นชื่อของทุกๆกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.4 ชื่อของป้ายชื่อสเตอริโอไทป์ (Stereotype Label) ของกล่อง (Box) ต้องปรากฏเป็นทุกๆกลุ่มองค์ประกอบส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก (GUI Component) บนส่วนต่อประสานผู้ใช้			

ตารางที่ 19 ประเมินความครบถ้วนของกฎที่สร้างขึ้นจากระดับประกอบย่อยของแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ใช้ในการทวนสอบความถูกต้องกับ (ต่อ)

ความสัมพันธ์	ตัวอย่างรายละเอียดกฎการทวนสอบ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	คำแนะนำเพิ่มเติม
3.ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันกับส่วนต่อประสานผู้ใช้	3.1.5 ชื่อทรานซิชัน (Transition Name) ของความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ต้องปรากฏเป็นชื่อของส่วนประกอบย่อยประเภทเมนู (Menus) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้			
	3.1.6 ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภททางเดี่ยว (Single Head) แสดงการเปลี่ยนสถานะไปยังอีกรอบ (Frame) หนึ่งโดยไม่มีคืนสถานะกลับมาที่กรอบ (Frame) เดิมด้วยส่วนควบคุมนำทาง ต้องปรากฏส่วนควบคุมนำทางที่เปลี่ยนไปยังอีกรอบ (Frame) หนึ่งบนส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยไม่มีย้อนกลับไปยังกรอบ (Frame) เดิมเมื่อทำงานสำเร็จ			
	3.1.7 ความสัมพันธ์ทรานซิชัน (Transition) ประเภทสองทาง (Double Head) แสดงการเปลี่ยนสถานะไปยังอีกหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) หนึ่งโดยคืนสถานะกลับมาหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) เดิมด้วยส่วนควบคุมนำทาง ต้องปรากฏส่วนควบคุมนำทางที่เปลี่ยนไปยังอีกหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) หนึ่งบนส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยย้อนกลับไปยังหน้าจอโต้ตอบ (Dialog) เดิมเมื่อทำงานสำเร็จ			

ส่วนที่ 5.2 ประโยชน์ในการนำไปใช้และประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทวนสอบของกฎการทวนสอบ ความต้องการกันระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้

มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของหน่วยทดลองที่มีต่อประโยชน์ในการนำกฎการทวนสอบความต้องการกัน ระหว่างแบบจำลองการออกแบบกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ไปใช้งาน รวมถึงประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทวนสอบว่า เกิดความคุ้มค่ามากน้อยเพียงใด รวมถึงการสอบถามถึงบริบทของการนำไปประยุกต์ใช้

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย \checkmark (เครื่องหมายถูก) ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับระดับของประโยชน์ตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

(5 = มีประโยชน์มากที่สุด 4 = มีประโยชน์มาก 3 = มีประโยชน์ปานกลาง 2 = มีประโยชน์น้อย
1 = มีประโยชน์น้อยที่สุด)

ตารางที่ 20 ความคิดเห็นที่มีต่อประโยชน์ของการนำกฎไปใช้และประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบกับเวลา

ประเด็น	ระดับของประโยชน์				
	1	2	3	4	5
1. ประโยชน์ในการนำไปใช้ของกฎการทวนสอบความต้องการกัน เช่น เพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน การสร้างแบบจำลองการออกแบบเพื่อช่วยให้การออกแบบซอฟต์แวร์มีคุณภาพที่ดี เป็นต้น					
2. ประโยชน์ที่ได้รับเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทวนสอบ (ในมุมมองของความคุ้มค่าของเวลาที่ใช้ในการทวนสอบด้วยกฎ)					

1. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของประโยชน์การนำไปใช้ของกฎการทวนสอบความต้องการกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายศีลภัทร ชาญเขียว เกิดเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2531 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร แล้วย้ายภูมิลำเนาอยู่ที่จังหวัดกำแพงเพชร สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เมื่อปีการศึกษา 2554 และเข้ารับการศึกษาคือต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

