กรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสด้วยแนวคิดการรวมกันระหว่างการสร้างข้อมูลทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก

An Impact Analysis Framework of Test Cases Based on Changes of Use Case Based Requirement Specification with the Hybrid Testing Generation Approach of Equivalence Class Partitioning with Classification Tree Method

ทิวาทิพย์ ศรีรักษา

Thiwatip Sriraksa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Information Technology
Prince of Songkla University
2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสด้วยแนวคิดการรวมกันระหว่างการสร้างข้อมูลทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก

An Impact Analysis Framework of Test Cases Based on Changes of Use Case Based Requirement Specification with the Hybrid Testing Generation Approach of Equivalence Class Partitioning with Classification Tree Method

ทิวาทิพย์ ศรีรักษา

Thiwatip Sriraksa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Information Technology
Prince of Songkla University
2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ กรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสด้วยแนวคิดการรวมกันระหว่างการสร้างข้อมูลทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก

ผู้เขียน นางสาวทิวาทิพย์ ศรีรักษา

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ดร.อดิศักดิ์ อินทนา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อซีส นันทอมรพงศ์)

.....กรรมการ

(ดร.อดิศักดิ์ อินทนา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมาศ ปักเข็ม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ดร.อดิศักดิ์ อินทนา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นางสาวทิวาทิพย์ ศรีรักษา)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นางสาวทิวาทิพย์ ศรีรักษา)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ กรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสด้วยแนวคิดการรวมกันระหว่างการสร้างข้อมูลทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก

ผู้เขียน นางสาวทิวาทิพย์ ศรีรักษา

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

กระบวนการการทวนสอบและทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Verification and Validation) ถือว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพของซอฟต์แวร์ โดยปกติกระบวนการนี้จะสร้างกรณีทดสอบจากผลลัพธ์ที่ได้ตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการพัฒนาระบบ คือ การวิศวกรรมความต้องการ (Requirement Engineering) จนถึงขั้นตอนสุดท้าย คือ การโปรแกรมระบบ (System Programming) การสร้างกรณีทดสอบจากเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ (Software Requirement Specification) ถือว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการทวนสอบและทดสอบนี้ เนื่องจากจะช่วยให้การทดสอบระบบสามารถยืนยันกับผู้ใช้ให้มั่นใจได้ว่าระบบที่พัฒนานั้นตรงตามความต้องการอย่างแท้จริง

การปรับเปลี่ยนความต้องการของระบบสามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างที่มีการพัฒนาระบบ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดผลกระทบกับการทดสอบระบบเสมอ เพราะว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น กรณีทดสอบเดิมบางส่วนจะไม่สามารถนำมาใช้ทดสอบระบบได้ ซึ่งการแก้ปัญหาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระบบในปัจจุบัน คือ การสร้างกรณีทดสอบขึ้นมาใหม่ทั้งหมดจากข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการฉบับใหม่ ทำให้ผู้ทดสอบจะต้องใช้เวลารวมทั้งทรัพยากรอย่างมากในการสร้างกรณีทดสอบและนำมาทดสอบระบบใหม่ทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจได้ว่าทุก ๆ ส่วนประกอบในระบบที่เชื่อมต่อกันสามารถทำงานได้ปกติปราศจากข้อผิดพลาด

งานวิจัยนี้เสนอกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคส (Use Case Based Requirement Specification) โดยกรอบแนวคิดนี้จะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความต้องการที่ถูกอธิบายอยู่ในรูปแบบยูสเคสบนเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อกรณีทดสอบเดิมและปรับปรุงกรณีทดสอบให้เป็นรูปแบบใหม่โดยอัตโนมัติด้วยการรวมกันระหว่างเทคนิคของการทดสอบแบบแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก นอกเหนือจากนั้นการประยุกต์ใช้แนวคิดการรวมกันระหว่าง 2 เทคนิค การสร้าง

ข้อมูลทดสอบดังกล่าวยังช่วยให้ผู้ทดสอบมีความมั่นใจว่าข้อมูลทดสอบที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถใช้ในการการทดสอบได้อย่างครอบคลุม

คำสำคัญ: กรณีทดสอบ วิเคราะห์ผลกระทบ การแบ่งชั้นสมมูล ต้นไม้การจำแนก การทดสอบแบบแบล็กบอกซ์

Thesis Title An Impact Analysis Framework of Test Cases Based on Changes of Use Case Based Requirement Specification with the Hybrid Testing Generation Approach of Equivalence Class Partitioning with Classification Tree Method

Author Ms. Thiwatip Sriraksa

Major Program Information Technology

Academic Year 2018

ABSTRACT

Software Verification and Validation (V&V) is one of the most important processes for software quality control. This process normally generates test cases from the result achieved in the first phase of development process, requirement engineering process to the last phase, system coding. Test case generation from software requirement specification (SRS) document is one of the most necessary phases in this software V&V, as it helps software testing to be able to confirm that the developed system meets system users' real requirements and satisfaction.

Changes of requirements can occur during software development. These changes always affect software testing because some parts of the existing test cases may not be used to test the software/application. Recently, the solution to solve this problem is to generate new test cases from all functions of the system. However, this causes a considerable amount of time and effort to generate new test cases and use them to re-test the modified system to ensure that every component in the software/application can work correctly.

This research proposes an impact analysis framework of test cases based on changes of use case based requirement specification to strengthen the current practice for software V&V. This framework contributes the benefits in which the impact on changes of test cases is analysed when use case based requirement is changed. Then, the modified version of test cases is generated automatically with the hybrid testing generation approach of equivalence class partitioning with classification tree. Furthermore, the other benefit of deploying the combination between these two

testing generation approaches in this framework is that more increasing in testing coverage is enabled for the software tester.

Keywords: Test Case, Impact analysis, Equivalence Class Partitioning, Classification Tree Method, Black-box Testing

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.อดิศักดิ์ อินทนา ที่กรุณาให้ความรู้ที่มีคุณค่า ชี้แนะแนวทาง ให้กำลังใจ และสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาทั้งในเวลาราชการและนอกเวลาราชการ ซึ่งเป็นการสร้างพลังให้ผู้วิจัยมีความอดทนและพยายามทำการศึกษาอย่างเต็มความสามารถ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา กรุณา และเสียสละของอาจารย์ในการประสิทธิ์ประสาทวิชา จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อชีส นันทอมรพงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมาศ ปักเข็ม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์ทุกท่าน ที่สละเวลาเพื่อช่วยให้กำลังใจ ให้ความรู้ คำแนะนำ การสั่งสอนในรายวิชา และแนวทางที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณวิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่มอบโอกาสในการศึกษาและทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณวรนุช ญาณศักดิ์ เจ้าหน้าที่งานวิจัยและพัฒนานักศึกษา และคุณฐิติมา วศินพัฒนวิศิษฎ์ เจ้าหน้าที่งานบัณฑิตศึกษาที่คอยชี้แนะแนวทางให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านการติดต่อประสานงานต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงบุคลากรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณคุณภาวิณี มหิมา ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร บริษัท โอเพนซอร์สเทคโนโลยี จำกัด ที่มอบโอกาสและให้การสนับสนุนผู้วิจัยในการศึกษาปริญญาในครั้งนี้ ตลอดถึงเพื่อน ๆ ร่วมงานทุกท่านที่ให้กำลังใจ และแบ่งเบาภาระงาน ในช่วงระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปริญญาในครั้งนี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับกำลังใจจากบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุน ส่งเสริมและความห่วงใยตลอดมา ตลอดจนกัลยาณมิตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลในทุกด้าน รวมทั้งให้กำลังใจที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่าน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ทิวาทิพย์ ศรีรักษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษไทย)	(5)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพประกอบ	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
2.3 เปรียบเทียบผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบกรอบแนวคิดงานวิจัย	33
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	33
3.2 ภาพรวมกรอบแนวคิดงานวิจัย	37
บทที่ 4 กรณีศึกษา	55
4.1 รายละเอียดกรณีศึกษา	55
บทที่ 5 การพัฒนาต้นแบบ	95
5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบ	95
5.2 การวิเคราะห์และออกแบบต้นแบบ	96
5.3 ฐานข้อมูลของต้นแบบ	120
5.4 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และต้นแบบที่พัฒนา	122

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การทดสอบและประเมินผลต้นแบบ	128
6.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบและประเมินผลต้นแบบ	128
6.2 การทดสอบต้นแบบ	129
6.3 การประเมินผลต้นแบบ	136
6.4 ผลการประเมินต้นแบบ	143
บทที่ 7 อภิปรายและบทสรุปผลการวิจัย	146
7.1 อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)	146
7.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	148
7.3 ผลสรุปงานวิจัย	148
เอกสารอ้างอิง	150
ภาคผนวก	153
ประวัติผู้เขียน	160

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างการกำหนดชั้นสมมูล 8
2.2 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มัล 10
2.3 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มัล 10
2.4 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส 11
2.5 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มัล 11
2.6 อธิบายสัญลักษณ์ในจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนก 13
2.7 แนวทางการสร้างกรณีทดสอบจากการแบ่งชั้นสมมูล 15
2.8 แสดงสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ในการออกแบบยูสเคส 20
2.9 ตัวอย่างรายละเอียดของยูสเคสของระบบการนัดหมายคนไข้ 22
2.10 อธิบายรายละเอียดของยูสเคส 23
2.11 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
3.1 ตัวอย่างยูสเคสการคำนวณค่า GFR 39
3.2 พจนานุกรมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรจากยูสเคส 40
3.3 รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อกรณีทดสอบ 43
3.4 ตัวอย่างการปรับปรุงค่าของตัวแปรเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง 47
3.5 กรณีทดสอบเวอร์ชันใหม่ 48
4.1 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC001 58
4.2 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC002 59
4.3 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC003 60
4.4 พจนานุกรมข้อมูลระบบคำนวณค่าไต เวอร์ชัน 1 61
4.5 แสดงสูตรการคำนวณ GFR 62
4.6 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC001 63
4.7 พจนานุกรมข้อมูลระบบคำนวณค่าไต เวอร์ชัน 2 64
4.8 รายละเอียดกรณีจำนวนกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง เมื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 65

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.9 ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการกรณีศึกษาที่ 1 66
4.10 ช่วงชั้นสมมูลของตัวแปรจากกรณีศึกษาที่ 1 70
4.11 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC001 70
4.12 ข้อมูลการรักษา 71
4.13 รายละเอียดระดับโภชนาการ 72
4.14 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC01 74
4.15 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC02 75
4.16 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC021 76
4.17 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC022 77
4.18 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC023 78
4.19 พจนานุกรมข้อมูลระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ เวอร์ชัน 1 79
4.20 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC01 81
4.21 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC02 82
4.22 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC021 83
4.23 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC022 84
4.24 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC023 85
4.25 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC011 86
4.26 พจนานุกรมข้อมูลระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ เวอร์ชัน 2 87
4.27 รายละเอียดกรณีจำนวนกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง เมื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 88
4.28 ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการกรณีศึกษาที่ 2 89
4.29 ช่วงชั้นสมมูลของตัวแปรจากกรณีศึกษาที่ 2 92
4.30 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC01 93
4.31 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC02 93
4.32 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC011 94

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.1 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการเพิ่มระบบ 98
5.2 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการลบระบบ 99
5.3 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสอัปโหลดเอกสาร 100
5.4 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการลบเอกสาร 101
5.5 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสแสดงผลเอกสาร 102
5.6 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการจัดการตัวแปร 104
5.7 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการเพิ่มตัวแปร 105
5.8 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการแก้ไขตัวแปร 106
5.9 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการลบตัวแปร 107
5.10 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสจัดการข้อมูลตัวแปร 108
5.11 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสเพิ่มข้อมูลตัวแปร 109
5.12 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสแก้ไขข้อมูลตัวแปร 110
5.13 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสลบข้อมูลตัวแปร 111
5.14 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสเปรียบเทียบตัวแปร 112
5.15 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง 113
5.16 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสค้นหากรณีทดสอบ 114
5.17 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ 115
5.18 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการปรับปรุงกรณีทดสอบ 116
5.19 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ 117
5.20 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ 118
5.21 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ 119
6.1 สรุปข้อมูลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบของต้นแบบ 144

รายการภาพประกอบ

รูปที่ **หน้า**

2.1 อธิบายกระบวนการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Black-box Testing) 7
2.2 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูล 9
2.3 การจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนก 12
2.4 ตัวอย่างกรณีศึกษาด้วยวิธีต้นไม้การจำแนกของระบบนัดหมายคนไข้ 14
2.5 การวิเคราะห์ผลกระทบ 16
2.6 กระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบ 17
2.7 อธิบายความสัมพันธ์แบบอินคลูด 19
2.8 อธิบายความสัมพันธ์แบบเอ็กเทนด์ 19
2.9 ตัวอย่างของการเขียนแผนภาพยูสเคสของระบบการนัดหมายคนไข้ 20
2.10 อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ 21
2.11 ตัวอย่างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล 25
3.1 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัย 34
3.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย 37
3.3 ตัวอย่างพจนานุกรมข้อมูลจากไฟล์เอกซ์เอ็มแอล 40
3.4 แผนภาพกิจกรรมแสดงการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง 42
3.5 แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง 46
3.6 กระบวนการสร้างกรณีทดสอบ 49
3.7 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 1 50
3.8 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 2 50
3.9 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 3 50
3.10 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 4 51
3.11 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 5 51
3.12 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 6 52
3.13 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 7 52
3.14 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 8 53
3.15 ตัวอย่างข้อมูลข้อมูลทดสอบที่ได้จากเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูล 53

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1	ยูสเคสของระบบการวิเคราะห์คำนวณค่าไต	57
4.2	ต้นไม้การจำแนกจากสูตรการคำนวณค่า GFR แยกตามเพศหญิง	68
4.3	ต้นไม้การจำแนกจากสูตรการคำนวณค่า GFR แยกตามเพศชาย	68
4.4	การรวมกันของต้นไม้การจำแนกของระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไตหลังการเปลี่ยนแปลง	69
4.5	ยูสเคสของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์	72
4.6	ต้นไม้การจำแนกของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์หลังการเปลี่ยนแปลง	91
5.1	แผนภาพยูสเคสอธิบายการทำงานของต้นแบบ	97
5.2	แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยจัดการระบบ	98
5.3	แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยการอัปโหลดไฟล์เอกสาร	100
5.4	แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยการจัดการตัวแปรของยูสเคส	103
5.5	ระบบย่อยการเปรียบเทียบตัวแปรจากยูสเคส 2 เวอร์ชัน	112
5.6	แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ	114
5.7	แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ	117
5.8	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตี้ของต้นแบบ	121
5.9	แผนภาพส่วนประกอบของต้นแบบ	122
5.10	หน้าจอหลักของต้นแบบ	122
5.11	ตัวอย่างหน้าจอรายละเอียดระบบ	123
5.12	ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลเวอร์ชันเอกซ์เอ็มแอล	123
5.13	ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลเวอร์ชันเอกซ์เอ็มแอล	124
5.14	หน้าจอการเพิ่มข้อมูลตัวแปรที่ได้จากยูสเคส	125
5.15	หน้าจอการสร้างต้นไม้การจำแนกของระบบ	125
5.16	หน้าจอการแบ่งชั้นสมมูล	126
5.17	ตัวอย่างหน้าจอการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยูสเคส	127
5.18	ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลกรณีทดสอบที่ส่งออก	127
6.1	หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 1	130
6.2	หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 2	130

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

6.3 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 3 131
6.4 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 6 132
6.5 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 7 133
6.6 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 8 134
6.7 หน้าจอผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงตัวแปร 2 เวอร์ชัน 134
6.8 หน้าจอฟังก์ชันการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ 135
6.9 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC001 การคำนวณค่าไต 137
6.10 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC002 การแปลผลค่าไต 137
6.11 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC003 การแสดงผลระดับค่าไต 138
6.12 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC01 139
6.13 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC02 140
6.14 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC021 141
6.15 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC022 141
6.16 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC023 142
6.17 ผลการตรวจสอบผลกระต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC011 143

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในยุคเริ่มต้นของการพัฒนาซอฟต์แวร์ เป็นการพัฒนาระบบในแบบของการพัฒนาและแก้ไขไปพร้อม ๆ กัน (Code and Fix) โดยไม่มีรูปแบบหรือกระบวนการที่แน่นอน ซึ่งทำให้เกิดปัญหาจากการทำงานของทีมพัฒนาและตัวของซอฟต์แวร์เองที่มักเกิดข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไขอยู่เสมอ (Benington, 1983) ในปลายปี ค.ศ. 1960 ได้เกิดวิกฤตการณ์ซอฟต์แวร์ (Software Crisis) ขึ้น ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่บริษัทพัฒนาซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ประสบปัญหาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาไม่มีคุณภาพ (Gibbs, 1994) โดยมักพบปัญหา เช่น นักพัฒนาส่งงานซอฟต์แวร์โดยที่ไม่มีการตรวจสอบค้นหาข้อผิดพลาดระหว่างการพัฒนาระบบ ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพด้านความมั่นคง (Security) หรือไม่มีการทวนสอบและทดสอบความถูกต้อง (Verification and Validation) และมีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ที่สูงขึ้น จากปัญหาที่พบดังกล่าวทำให้ระบบเกิดข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องระหว่างการพัฒนาระบบจำนวนมาก ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของซอฟต์แวร์ เช่น ระบบที่พัฒนาไม่มีคุณภาพ การทำงานล้มเหลว ไม่สามารถทำงานได้ตรงกับความต้องการ มีกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด ทำให้ข้อมูลที่ออกมาไม่ถูกต้อง ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 ได้เกิดข้อตกลงทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ในการประชุมวิศวกรรมซอฟต์แวร์นาโต (NATO) (Naur and Randell, 1968) ซึ่งเล็งเห็นความสำคัญในเรื่องของวิกฤตการณ์ซอฟต์แวร์ในขณะนั้น จึงได้นำหลักการของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) มาประยุกต์ใช้ในเรื่องของการวิเคราะห์และออกแบบตั้งแต่นั้นมา และกระบวนการที่จะทำให้วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เข้าใจและเข้าถึงความต้องการของลูกค้าได้อย่างอย่างแท้จริง ด้วยการระบุความต้องการตรวจสอบและให้ความหมายกับความต้องการ เพื่อนำไปสร้างเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ (Software Requirement Specification) ที่จะใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อไป (Jawadekar, 2004) ก็คือ วิศวกรรมความต้องการ (Requirement Engineering)

ในกระบวนการของวิศวกรรมความต้องการนั้น มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ การสร้างและปรับปรุงเอกสารข้อกำหนดความต้องการทั้งทางด้านการออกแบบและด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เป็นเอกสารที่ทุกคนสามารถอ่านแล้วเข้าใจ สามารถวิเคราะห์และเขียนโค้ดตามเอกสารความต้องการที่กำหนดไว้ได้เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่ผลิตออกมา สามารถแก้ปัญหาหรือช่วยสนับสนุนการทำงานของลูกค้าได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการที่แท้จริง ซึ่งในเอกสารข้อกำหนดความต้องการด้านระบบหรือซอฟต์แวร์นั้น จะประกอบไปด้วยส่วนของความต้องการของระบบที่แบ่งออกเป็นความต้องการที่ระบบควรมีหรือควรทำ (Functional Requirements) และความต้องการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่หน้าที่หลักหรือประสิทธิภาพการในการทำงานของระบบ (Non-Functional Requirements) ใช้วิธีการเขียนโดยใช้ภาษามนุษย์ในการอธิบายความต้องการต่าง ๆ เพื่อทำให้อ่านเข้าใจง่าย แต่มักจะพบปัญหาในเรื่องของความกำกวมจากภาษาธรรมชาติที่ใช้ (Bures, Hnetynka,Kroha and Simko, 2012) ทำให้อาจจะตีความผิดไปได้ ต่อมาจึงมีวิวัฒนาการในการพัฒนามาให้เป็นในรูปแบบกึ่งทางการ (Semi-Formal Language) เช่น การใช้สัญลักษณ์ แผนภาพยูสเคส (Use Case) ที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจ จากวิธีดังกล่าวก็ยังไม่สามารถทำให้นักพัฒนาสามารถเข้าใจรายละเอียดความต้องการของระบบได้ทั้งหมด จึงได้มีการใช้วิธีการออกแบบโดยใช้ข้อกำหนดของความต้องการแตกมาออกเป็นขั้นตอน (Scenario-Based Requirement Engineering) (Sutcliffe, 1998) เพื่อช่วยอธิบายสถานการณ์ที่เป็นไปได้มีการทำงานเป็นขั้นตอน (Step by Step) ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ และการพัฒนาซอฟต์แวร์ก็สามารถพัฒนาได้ตรงกับความต้องการของลูกค้า รวมไปถึงการออกแบบระบบจากเอกสารคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ ให้ครอบคลุมความเป็นไปได้ทั้งหมดอีกด้วย ทั้งนี้ยังคงพบปัญหาเรื่องของความเปลี่ยนแปลงจากความต้องการของลูกค้าอยู่เสมอ การเปลี่ยนแปลงจากความต้องการดังกล่าวทำให้เกิดผลกระทบกับการทดสอบระบบ (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Raengkla and Suwannasart, 2013; Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) เพราะว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระบบ การทดสอบระบบเดิมจะไม่สามารถใช้กรณีทดสอบ (Test Cases) เดิมบางส่วนมาทดสอบได้ ซึ่งการแก้ปัญหาที่ทำได้ คือ นักทดสอบระบบจะต้องสร้างกรณีทดสอบขึ้นมาใหม่ทั้งหมดจากการระบุข้อกำหนดซอฟต์แวร์เวอร์ชันใหม่ ทำให้ผู้ทดสอบจะต้องใช้เวลา รวมทั้งทรัพยากรในการสร้างกรณีทดสอบและนำมาทดสอบระบบใหม่ทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจได้ว่าทุก ๆ ส่วนประกอบในระบบเชื่อมต่อกันและสามารถทำงานได้ปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรณีทดสอบ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะสนใจเรื่องของการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความต้องการ (Requirement Changing) (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Raengkla and Suwannasart, 2013; Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) ต่อกรณีทดสอบ

โดยงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการเปลี่ยนแปลงจากความต้องการของระบบ เช่น การเพิ่ม การลบ การแก้ไขเปลี่ยนค่าต่าง ๆ จะส่งผลต่อกรณีทดสอบเสมอ และพบว่างานวิจัยเหล่านี้ (สุภาพร หมั่นเพียรสุข, 2546; สุชาดา ศุภผล, 2547; สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Fang and Li, 2015) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคของการทดสอบแบบชั้นสมมูล (Equivalence Class Partitioning) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) มาช่วยในการสร้างข้อมูลทดสอบ และมีการตรวจสอบความต้องการแบบเมทริกซ์ (Requirement Traceability Matrix) (Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) มาใช้งานเพื่อจัดการกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้งานวิจัยบางส่วน (Ramadoss and Prema, 2009; Thaikerd and Kansomkeat, 2010; Ramadoss, et al., 2011; Fang and Li, 2015) ยังมีการใช้เทคนิคต้นไม้การจำแนก (Classification Tree Method) และ (Fang and Li, 2015) ได้ใช้เทคนิคการเลือกกรณีทดสอบด้วยการลำดับความสำคัญ (Prioritization) รวมถึงการจัดกลุ่มหรือเลือกเฉพาะจุด (Minimization) เพื่อพิจารณาสำหรับการเลือกกรณีทดสอบด้วย นอกเหนือจากนั้นยังพบว่ามีงานวิจัย (Ramadoss, et al., 2011) ได้นำวิธีการผสมผสานระหว่างเทคนิคของการทดสอบแบบชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนกเข้าด้วยกันเพื่อมานำมาลดจำนวนของชุดทดสอบและความครอบคลุมของกรณีทดสอบอีกด้วย

อย่างไรก็ตามจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการสร้างข้อมูลทดสอบจากคุณลักษณะส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (GUI Specification) (สุภาพร หมั่นเพียรสุข, 2546; สุชาดา ศุภผล, 2547; สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Ramadoss and Prema, 2009; Thaikerd and Kansomkeat, 2010; Fang and Li, 2015) เช่น ในงานวิจัยของสุชาดา (สุชาดา ศุภผล, 2547) ได้สร้างข้อมูลทดสอบจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (GUI) จากเว็บประยุกต์ (Web Application) โดยใช้เทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและการใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis) และมีบางส่วนสนใจการสร้างข้อมูลทดสอบจากคุณลักษณะความต้องการแบบฟอร์มอล (Formal Specification) เช่น Fang and Li (Fang and Li, 2015) สร้างข้อมูลทดสอบจากโมเดลฟอร์มอลที่ถูกอธิบายโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา PROMELA (Holzmann, 1989) มีงานวิจัยของ Isamail Ibrahim Raengkla Sakkarinkul และ Suwannasart (Ismail and Ibrahim, 2007; Raengkla and Suwannasart, 2013; Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) ที่พยายามจัดทำกรณีทดสอบจากคุณลักษณะความต้องการแบบกึ่งทางการ (Semi-Formal Requirement Specification) ที่ถูกอธิบายด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) เนื่องจากเป็นการอธิบายความต้องการได้ละเอียดและมีความซับซ้อนมากกว่าการอธิบายจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก

งานวิจัยนี้เสนอกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคส (Use Case Specification) โดยงานวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการนำเสนอวิธีเปรียบเทียบคุณลักษณะความต้องการ 2 เวอร์ชัน ระหว่างเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์เวอร์ชันเดิมและการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่ระบุในเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์เวอร์ชันใหม่ที่ส่งผลต่อกรณีทดสอบ สำหรับการสร้างกรณีทดสอบ จะสร้างโดยใช้เทคนิคการรวมกันสำหรับการทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก โดยประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (Healthcare System) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์ส โดยมีกระบวนการดังนี้

1) ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของของความต้องการบนเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์

2) วิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อกรณีทดสอบเดิม โดยเปรียบเทียบระหว่างคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ 2 เวอร์ชัน

3) ปรับปรุงกรณีทดสอบให้เป็นรูปแบบใหม่โดยอัตโนมัติ ด้วยการรวมกันระหว่างเทคนิคการสร้างข้อมูลทดสอบแบบแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก โดยแบ่งกรณีทดสอบใหม่ออกเป็น 4 กรณี ดังนี้ กรณีทดสอบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง กรณีทดสอบที่ต้องลบ กรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข และกรณีทดสอบที่สร้างใหม่

ซึ่งกรอบแนวคิดดังกล่าวจะถูกพัฒนามาในรูปแบบของเครื่องมือที่สามารถเปรียบเทียบเอกสารจากแผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบเพื่อเปรียบเทียบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของความต้องการได้ และสร้างชุดทดสอบอัตโนมัติเพื่อความสะดวกรวดเร็วแม่นยำและครอบคลุมความเปลี่ยนแปลงความต้องการทั้งหมดได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดสำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างของกรณีทดสอบหลังจากเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคส

2) เพื่อสร้างต้นแบบ (Prototype) ในการออกแบบกรณีทดสอบอัตโนมัติโดยเทคนิคการรวมกันระหว่างเทคนิคชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนกที่ครอบคลุมต่อความเปลี่ยนแปลงของระบบ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1) สามารถวิเคราะห์ได้ว่าหากมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการของระบบ จะส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบ โดยเปรียบเทียบจากยูสเคส 2 เวอร์ชันที่แตกต่างกัน บนสมมติฐานที่ว่ายูสเคสก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเกิดจากวิศวกรซอฟต์แวร์คนเดียวกัน

2) สามารถพัฒนาต้นแบบสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบที่เกิดจากยูสเคสคนละเวอร์ชัน บนสมมติฐานที่ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเขียนอธิบายโดยนักวิเคราะห์และออกแบบระบบคนเดียวกัน

3) สามารถวิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล 5 รูปแบบ ดังนี้ (1) ชื่อตัวแปร (2) ชนิดของตัวแปร (3) ค่าตัวแปร (4) จำนวนตัวแปร และ (5) ลำดับตัวแปร

4) การสร้างกรณีทดสอบ สามารถทำได้เพียงเทคนิคการรวมกันระหว่างเทคนิคต้นไม้การจำแนกและการแบ่งชั้นสมมูลเท่านั้น

5) การประเมินความถูกต้องของต้นแบบ ดำเนินการโดยการเปรียบเทียบระหว่างการดำเนินการด้วยมือกับดำเนินการด้วยต้นแบบอัตโนมัติ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นคนประเมินและตรวจสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้กรอบแนวคิดที่สนับสนุนให้นักทดสอบระบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความต้องการต่อกรณีทดสอบโดยใช้ยูสเคส

2) นักทดสอบระบบสามารถลดระยะเวลาในการสร้างกรณีทดสอบของระบบเนื่องจากสามารถนำกรณีทดสอบบางส่วนนำกลับมาใช้งานได้

3) ต้นแบบช่วยลดความผิดพลาด ระยะเวลา และต้นทุนในการสร้างกรณีทดสอบได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นส่วนของการนำเสนอเนื้อหา แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ และวรรณกรรมซึ่งมีความเกี่ยวข้องและสำคัญต่องานวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษา เนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Black-box Testing Techniques)

เทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์เป็น “เทคนิคการทดสอบจากกรณีทดสอบที่อ้างอิงจากความต้องการที่ระบุไว้ของซอฟต์แวร์ โดยไม่ได้พิจารณาโครงสร้างภายในของซอฟต์แวร์ (Jorgensen, 2002) เป็นการทดสอบโดยดูค่าข้อมูลผลลัพธ์ (Output) จากข้อมูลนำเข้า (Input) ที่ป้อนให้กับโปรแกรมต้องมีความสอดคล้องกันหรือทดสอบการทำงานของฟังก์ชันต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ตามความต้องการของระบบ (Requirement) “การทดสอบแบบแบล็กบอกซ์นั้น นักทดสอบระบบ เรียนรู้เฉพาะสถาปัตยกรรมของระบบ ไม่จำเป็นจะต้องเข้าถึงรหัสคำสั่งของซอฟต์แวร์ (Source Code) ” (Khan, 2011) กระบวนการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์สามารถแสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 อธิบายกระบวนการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Black-box Testing)

สำหรับการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์มีข้อดี ข้อเสีย (Khan and Khan, 2012) ดังนี้

2.1.1.1 ข้อดีของการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์

เนื่องจากการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ จะเป็นการทดสอบในเชิงของผู้ใช้งาน ดังนั้นจะสามารถลดความอคติในมุมมองของนักพัฒนาได้

1) นักทดสอบระบบไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ รู้แค่ฟังก์ชันในการทำงานให้ระบบสามารถทำงานได้

2) การออกแบบกรณีทดสอบสามารถทำได้สมบูรณ์และรวดเร็วจากข้อมูลความต้องการที่ระบุไว้สมบูรณ์

3) เป็นเทคนิคที่ใช้ได้ดีสำหรับซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่

2.1.1.2 ข้อเสียของการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์

1) เนื่องจากการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์จะหยิบข้อมูลนำเข้าที่มีลักษณะเหมือนกันบางส่วนมาทดสอบ เพราะฉะนั้นจะเหลือข้อมูลบางส่วนที่จะไม่ถูกนำมาทดสอบ

2) การทดสอบแบบแบล็กบอกซ์จะพิจารณากรณีทดสอบจากข้อมูลความต้องการที่ระบุไว้โดยภาษาธรรมชาติ ดังนั้นอาจจะเกิดความกำกวมหรือตีความผิดพลาดในความหมายของความต้องการนั้นได้

3) การทดสอบบางส่วนอาจจะซ้ำซ้อนกับกระบวนการทดสอบที่นักพัฒนาทดสอบแล้วซึ่งอาจจะเสียเวลาในการทดสอบซ้ำในบางฟังก์ชันการทำงาน

2.1.2 การสร้างกรณีทดสอบจากข้อมูลความต้องการที่ระบุไว้ (Test Case Generation Methods from Specification)

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการสร้างกรณีทดสอบที่ได้จากความต้องการที่ระบุไว้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่ทางผู้วิจัยได้ศึกษามาดังต่อไปนี้

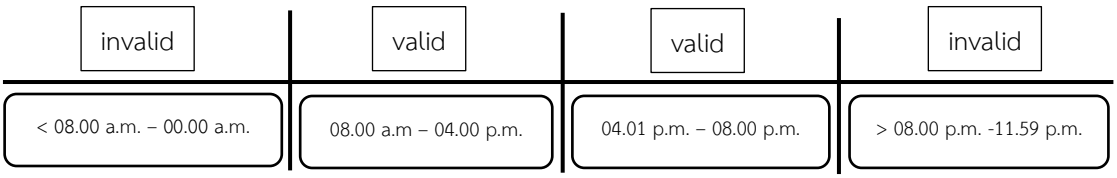
2.1.2.1 การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล หรือการแยกชั้นสมมูล (Equivalence Class Partitioning Techniques)

การทดสอบโดยชั้นสมมูล เป็นเทคนิคการออกแบบกรณีทดสอบเพื่อให้สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดของระบบอย่างครอบคลุม (Jorgensen, 2002) โดยแบ่งข้อมูลนำเข้าเป็นชั้นหรือกลุ่ม (Class) และพิจารณาเป็นช่วงที่เรียกว่าชั้นสมมูล (Equivalence Class) ซึ่งแต่ละชั้นจะไม่มีข้อมูลที่ซ้ำกัน โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดชั้นสมมูล คือ นำเข้าข้อมูลที่ถูกต้อง (Valid) และข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง (Invalid) การแบ่งชั้นของข้อมูลจะสามารถแยกย่อยไปได้อีกว่าเป็นข้อมูลนำเข้าประเภทไหน เช่น เป็นข้อมูลประเภทช่วงของข้อมูล ข้อมูลที่ถูกต้องจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชั้นสมมูล เช่น ข้อมูลช่วงของการรับบริการของคนไข้ ซึ่งแบ่งออกเป็นนอกเวลาและในเวลา โดยข้อมูลในเวลาจะอยู่ในช่วง 08.00 a.m. - 04.00 p.m. และข้อมูลนอกเวลาจะอยู่ในช่วงของ 04.01 p.m. - 08.00 p.m. แสดงดังตัวอย่างตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการกำหนดชั้นสมมูล

รายละเอียดข้อมูล	ชั้น	ข้อมูลนำเข้า	ประเภทข้อมูล	ค่าของข้อมูล
การรับบริการ	1	การรับบริการ(ในเวลา,นอกเวลา)	valid	0,1
	2	การรับบริการไม่อยู่ในช่วง	invalid	ค่าว่าง
ช่วงเวลาของการรับบริการ	1	ในเวลา {08.00 a.m. – 04.00 p.m.}	valid	09.30 a.m.
	2	นอกเวลา {04.01 p.m. – 08.00 p.m.}	valid	05.30 p.m.
	3	น้อยกว่า {08.00 a.m.}	invalid	07.30 a.m.
	4	มากกว่า {08.00 p.m.}	invalid	09.00 p.m.

จากตารางที่ 2.1 ข้อมูลการรับบริการประกอบไปด้วย 2 ชั้นสมมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง โดยที่ค่าชั้นสมมูลที่ถูกต้อง คือ 0,1 ส่วนชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง คือ ค่าว่าง และข้อมูลช่วงเวลาของการรับบริการ จะสามารถแบ่งชั้นสมมูลได้ทั้งหมด 4 ชั้นสมมูล ประกอบด้วย 2 ชั้นสมมูลที่ถูกต้อง คือ ค่าเวลาที่อยู่ช่วง {08.00 a.m. - 04.00 p.m.}, {04.01 p.m. - 08.00 p.m.} และ 2 ชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง คือ ค่าเวลาที่อยู่ในช่วง {< 08.00 a.m.} และ {> 08.00 p.m.} ดังนั้นข้อมูลที่จะถูกนำมาสร้างกรณีทดสอบจะมี 4 ข้อมูลจากการแบ่งชั้นสมมูลของทุกชั้น แสดงดังตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูล

จากตัวอย่างด้านล่าง สามารถอธิบายวิธีการแบ่งชั้นสมมูลแบ่งออกเป็นวิธีย่อย ๆ ได้ 4 วิธี ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง: โปรแกรมแสดงการคัดกรองโรคของประชากรวัยทำงานที่เป็นเพศชาย (M) และหญิง (F) ในช่วงอายุระหว่าง 15-60 ปี เพื่อสร้างกรณีทดสอบโดยวิธีการทดสอบโดยชั้นสมมูล โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

กำหนดให้ชั้นสมมูลที่มีค่าที่ถูกต้องดังนี้

ECP1 = {F: 15 <= F <= 60}

ECP2 = {M: 15 <= M <= 60}

และกำหนดให้ชั้นสมมูลที่มีค่าไม่ถูกต้องดังนี้

ECP3 = {F: 0 <= F < 15}

ECP4 = {F: F < 0}

ECP5 = {F: F > 60}

ECP6 = {M: 0 <= M < 15}

ECP7 = {M: M < 0}

ECP8 = {M: M > 60}

1) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มัล (Weak Normal)

การออกแบบกรณีทดสอบโดยวิธีนี้จะพิจารณาจากสมมติฐานว่าความล้มเหลวของโปรแกรมจะเกิดจากข้อผิดพลาดที่ไม่ได้เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปพร้อมกัน หรือสามารถเกิดจากข้อผิดพลาดอันเดียวเท่านั้น (Single Fault Assumption) โดยจะพิจารณาเฉพาะชั้นสมมูลที่ถูกต้องเท่านั้น แล้วนำมาทดสอบอย่างน้อยเพียงหนึ่งครั้ง แต่กรณีทดสอบนั้นจะครอบคลุมทุกชั้นสมมูล จากโปรแกรมแสดงการคัดกรองโรคของประชากรวัยทำงาน โดยการพิจารณาตัวแปร 2 ตัว คือ เพศและอายุ โดยค่าที่ถูกต้องของเพศ คือ หญิงและชาย ส่วนค่าที่ถูกต้องของช่วงอายุ คือ 15-60 ปี

ซึ่งการออกแบบกรณีทดสอบแบบนี้จะได้กรณีทดสอบที่พิจารณาเฉพาะชั้นที่ถูกต้องเป็นเพศหญิงและชายที่มีอายุในช่วง 15-60 ปี เท่านั้น สามารถแสดงตัวอย่างการแบ่งชั้นแบบวีคนอร์มัลได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มัล

Test Case ID	M	F	Expected Output
T001	43	35	Valid

2) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มัล (Strong Normal)

การออกแบบกรณีทดสอบโดยวิธีนี้จะพิจารณาสมมุติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเกิดจากผิดพลาดที่เกิด 2 อันพร้อม ๆ กัน (Multiple Fault Assumption) และจะพิจารณาเฉพาะชั้นสมมูลที่ถูกต้องเท่านั้น จำนวนของกรณีทดสอบวิธีการนี้จะต้องครอบคลุมทุกการรวมกันของชั้นที่เป็นไปได้ทั้งหมดหรือทุก ๆ ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) ซึ่งเป็นความน่าจะเป็นของจำนวนทดสอบที่จะเป็นไปได้ทั้งหมด เช่น ตัวแปรที่เป็นไปได้ในเซตของเพศ คือ {F,M} อายุที่เป็นไปได้แบ่งช่วงชั้นในเซต คือ {< 15,15-60,>60} แต่เนื่องจากการออกแบบกรณีทดสอบโดยใช้วิธีนี้จะพิจารณาเฉพาะชั้นข้อมูลที่ถูกต้อง จึงได้เป็นเพศหญิงและชายที่มีอายุในช่วง 15-60 ปี เท่านั้น สามารถแสดงตัวอย่างการแบ่งชั้นแบบสตรองนอร์มัลได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มัล

Test Case ID	M	F	Expected Output
T001	43	35	Valid

3) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส (Weak Robust)

การออกแบบกรณีทดสอบวิธีนี้จะออกแบบโดยสมมติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักเกิดจากข้อผิดพลาดเพียงข้อเดียวเท่านั้น และจะพิจารณาจากชั้นของข้อมูลที่ถูกต้องและชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง (Invalid Equivalence Class) และกรณีทดสอบจะต้องครอบคลุมทุกชั้น แสดงตัวอย่างการแบ่งชั้นแบบวีคโรบัส ได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบวีคโรบัส

Test Case ID	M	F	Expected Output
T001	43	35	Valid
T002	13	35	Invalid
T003	-2	35	Invalid
T004	43	-7	Invalid
T005	55	12	Invalid

4) การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส (Strong Robust)

การออกแบบกรณีทดสอบวิธีนี้จะออกแบบจากสมมุติฐานที่ว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน และจะพิจารณาทั้งชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งกรณีทดสอบที่เป็นไปได้จะครอบคลุมผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ของชั้นทั้งหมด สามารถแสดงตัวอย่างการแบ่งชั้นแบบวีคโรบัส ได้ดังตารางที่ 2.5 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาเทคนิคการสร้างกรณีทดสอบแบบชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัสรวมกันกับเทคนิคต้นไม้การจำแนก

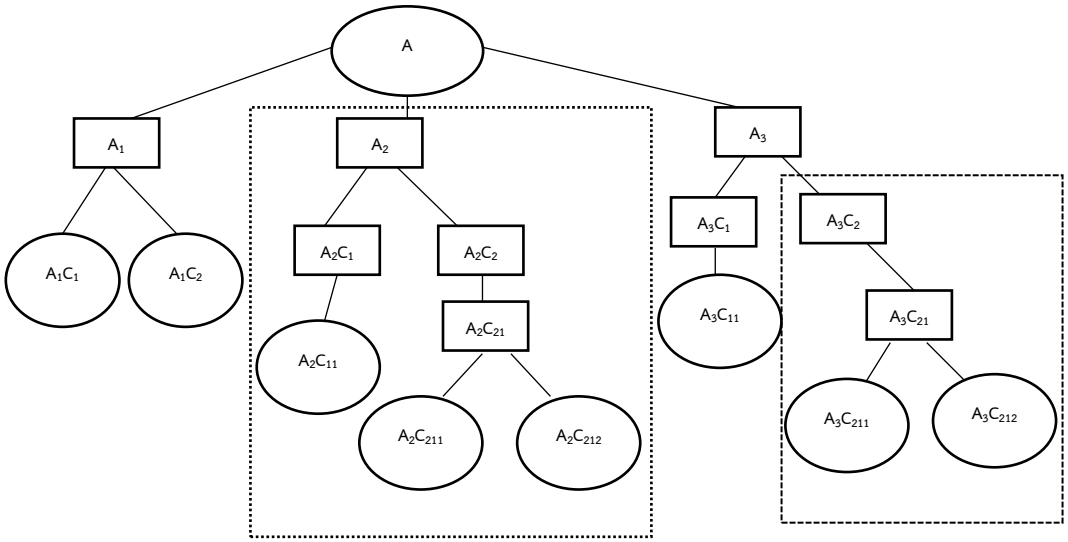
ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างการแบ่งชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มัล

Test Case ID	M	F	Expected Output
T001	43	35	Valid
T002	43	-7	Invalid
T003	43	68	Invalid
T004	13	35	Invalid
T005	13	-7	Invalid
T006	13	68	Invalid
T007	-2	35	Invalid
T008	-2	-7	Invalid
T009	-2	68	Invalid

2.1.2.2 ต้นไม้การจำแนก (Classification Tree Method)

เทคนิคต้นไม้การจำแนก (Grochtmann, et al., 1993) เป็นวิธีการหนึ่งของเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ โดยเทคนิคของวิธีการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนกนั้น คือ การแบ่งโดเมนของข้อมูลนำเข้าออกเป็นชั้น (Class) ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

โดยจะเขียนออกมาในรูปของต้นไม้ที่ที่แตกกิ่งก้านออกมาเป็นย่อย ๆ หลังจากนั้นการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีนี้จะพิจารณาการรวมโหนดของต้นไม้แต่ละกิ่ง โดยพิจารณาเลือกกรณีทดสอบที่เป็นไปได้ โดยที่แต่ละกรณีทดสอบจะประกอบไปด้วยโหนดใบจากต้นไม้การจำแนกทุกหมวดหมู่ หมวดหมู่ละ 1 โหนด เป็น 1 กรณีทดสอบ (Ramadoss, et al., 2011) ได้ให้คำจำกัดความการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนกไว้ ดังรูปที่ 2.3

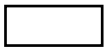
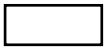


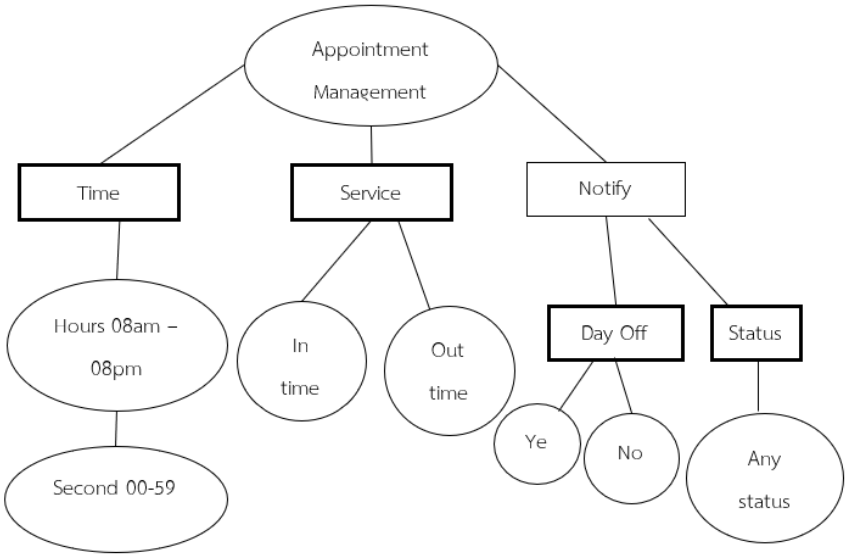
รูปที่ 2.3 การจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนก

จากรูปที่ 2.3 แสดงต้นไม้การจำแนกและอธิบายสัญลักษณ์ในการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนก ดังตารางที่ 2.6 โดยเริ่มต้นจากภาพรวมของระบบ (Root) แตกย่อยลงมาเป็นข้อมูลความต้องการที่อยู่ในกลุ่มย่อย ๆ ภายใต้กลุ่มเดียวกัน (Class) และจะแตกย่อยความต้องการของระบบ ที่สามารถแตกย่อยได้เป็นข้อมูลที่จำแนกหมวดย่อยสุด (Terminal Classification) ไปตลอดจนข้อมูลความต้องการช่วงสุดท้ายของต้นไม้ที่ไม่สามารถแตกย่อยได้อีก (Terminal Class) โดยข้อมูลส่วนนี้ จะถูกนำไปพิจารณาสร้างเป็นข้อมูลทดสอบเป็นลำดับถัดไป

นอกจากนี้ยังสามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูลความต้องการให้เป็นประเภทเดียวกันที่สามารถแตกย่อยออกไปเป็นข้อมูลความต้องการย่อย ๆ ซึ่งสามารถแตกรายละเอียดได้อีก (Sub-Tree) และข้อมูลความต้องการที่ถูกจัดหมวดหมู่ให้เป็นประเภทเดียวกันอยู่ภายใต้หมวดหมู่เดียวกันที่สามารถแตกออกมาได้เป็นข้อมูลรายละเอียดความต้องการที่จัดเก็บลำดับสุดท้าย (Terminal Sub-Tree) เพื่อพิจารณาข้อมูลทดสอบได้

ตารางที่ 2.6 อธิบายสัญลักษณ์ในการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนก

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	ความหมาย	ข้อมูลตัวอย่าง
	Root	ภาพรวมของระบบทั้งหมด	A
	Class	การทำงานหลักจากข้อมูลความต้องการที่สามารถแตกออกเป็นความต้องการย่อย ๆ ได้ภายใต้กลุ่มเดียวกัน	A_2, A_3, A_2C_2, A_3C_2
	Terminal Classification	ความต้องการของระบบที่สามารถแตกย่อยได้เป็นข้อมูลที่จำแนกหมวดย่อยสุดได้เท่านั้น	A_1, A_2C_1, A_2C_{21}, A_3C_1, A_3C_{21}
	Terminal Class	ข้อมูลความต้องการช่วงสุดท้ายของต้นไม้ ที่ไม่สามารถแตกย่อยได้อีก โดยข้อมูลส่วนนี้จะถูกนำไปพิจารณาสร้างเป็นข้อมูลทดสอบ	A_1C_1, A_1C_2, A_2C_{11}, A_2C_{211}, A_2C_{212}, A_3C_{11}, A_3C_{211}, A_3C_{212}
	Sub-Tree	ข้อมูลความต้องการที่ถูกจัดหมวดหมู่ให้เป็นประเภทเดียวกันได้ และสามารถแตกย่อยออกไปเป็นข้อมูลความต้องการย่อย ๆ ที่สามารถแตกรายละเอียดได้อีกที่เป็นเรื่องราวที่ต่อเนื่องเป็นประเภทเดียวกัน	ข้อมูลภายใน Sub-Tree ได้แก่ node ของ A_2 ซึ่งจะเรียกว่า Sub-Class
	Terminal Sub-Tree	ข้อมูลความต้องการที่ถูกจัดหมวดหมู่ให้เป็นประเภทเดียวกันอยู่ภายใต้หมวดหมู่เดียวกัน และสามารถแตกออกมาได้เป็นข้อมูลรายละเอียดความต้องการที่จัดเก็บลำดับสุดท้าย เพื่อพิจารณาข้อมูลทดสอบได้	ข้อมูลภายในคลาสที่สามารถแตกออกเป็น Terminal Classification ได้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างกรณีศึกษาด้วยวิธีต้นไม้การจำแนกของระบบนัดหมายคนไข้

จากรูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการนำกรณีศึกษา การนำความต้องการจากระบบการนัดหมายคนไข้ มาแบ่งความต้องการจัดเป็นหมวดหมู่ด้วยเทคนิคการใช้ต้นไม้การจำแนก ซึ่งข้อมูลความต้องการจะถูกแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ ตามประเภทของข้อมูลที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน และมีความต่อเนื่องกันภายใต้หมวดหมู่เดียวกัน โดยกรณีตัวอย่างระบบการนัดหมายคนไข้ ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่หลัก ๆ ได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเวลา (Time) ข้อมูลที่เป็นข้อมูลการรับบริการ (Service) และข้อมูลการเตือนการนัด (Notify)

ซึ่งในแต่ละหมวดหมู่หลัก ๆ ก็จะมีข้อมูลที่เชื่อมโยงและอธิบายถึงหมวดหมู่นั้น ๆ เป็นลำดับสุดท้ายของทุกหมวดหมู่ โดยข้อมูลรายละเอียดความต้องการลำดับท้ายสุดนั้น จะนำไปพิจารณาเป็นข้อมูลทดสอบ

2.1.2.3 การรวมเทคนิคแบบชั้นสมมูลและการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนก (Combination of Equivalence and Classification Tree Methods)

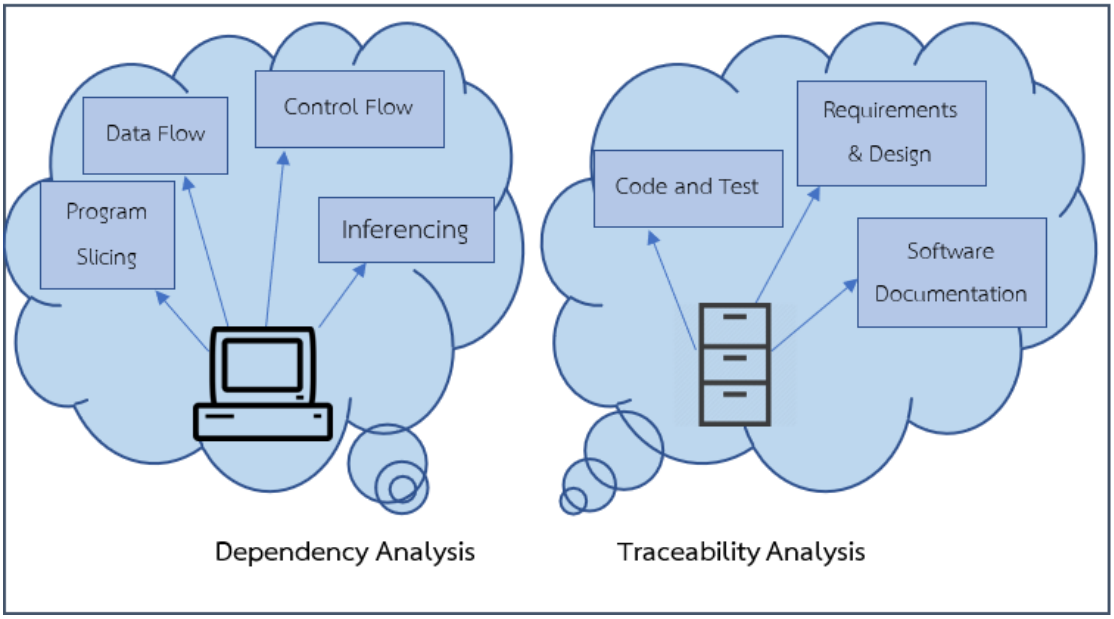
การรวมเทคนิคแบบชั้นสมมูลและการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนกเป็นการรวมเทคนิคการออกแบบกรณีทดสอบทั้ง 2 แบบเข้าด้วยกัน เพื่อพิจารณาความครอบคลุมในการออกแบบกรณีทดสอบของซอฟต์แวร์รวมไปถึงการลดจำนวนชุดทดสอบ (Ramadoss, et al., 2011) การรวมเทคนิคการจำแนกโดยใช้ต้นไม้การจำแนกจะพิจารณาจากข้อมูลของโหนดที่แตกต่างกันของเทคนิคการจำแนกแบบต้นไม้ โดยข้อมูลคลาสที่ไม่สามารถแบ่งออกได้แล้วหรือที่เรียกว่าเทอร์มินัลคลาสจะมีลักษณะเป็นช่วงของข้อมูล ที่สามารถนำมาแตกเป็นชั้นสมมูล โดยช่วงของข้อมูลสามารถแบ่งเป็น 4 ลักษณะ แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แนวทางการสร้างกรณีทดสอบจากการแบ่งชั้นสมมูล

ค่าที่ถูกต้อง	จำนวนชั้น	จำนวนชั้นของค่าที่ไม่ถูกต้อง	ตัวอย่างข้อมูล
ค่าที่เป็นช่วง	1 เฉพาะในช่วง	2 ข้อมูลที่อยู่นอกช่วง 2 ฝั่ง	เวลาที่รับบริการ
ค่าที่เป็นจำนวน	1	2 คือไม่มีค่าและมากกว่าจำนวนค่าใดค่าหนึ่ง	แพทย์ ,จุดบริการ ,เลือกมากกว่า 2 อย่าง เช่น เลือกคลินิกด้วย
ค่าที่เป็นเซตหรือกลุ่มที่ถูกกำหนดไว้	1	1 ค่านอกจากเซต	เพศ (ชาย,หญิง)
ค่าที่จำเป็นต้องมี	1	1	สถานะของการนัดหมาย

2.1.3 การวิเคราะห์ผลกระทบ (Impact Analysis)

การเปลี่ยนแปลงของซอฟต์แวร์มักพบบ่อยในวงจรการพัฒนาระบบ (Software Development Life Cycle) ในบางครั้งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยซึ่งสามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขได้ไม่ยุ่งยาก แต่บางครั้งการเปลี่ยนแปลงอาจจะยุ่งยากซับซ้อน อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรในการจัดการทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นบุคลากรหรือเวลาก็ตาม ซึ่งหากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาไม่มีระบบการจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการ (Requirement Change Management) ที่ดี อาจจะส่งผลกระทบต่าง ๆ ตามมา อาทิ การพัฒนาล่าช้า ซอฟต์แวร์ไม่น่าเชื่อถือ การประมวลผลผิดพลาด แสดงผลผิดพลาด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่มีต่อกรณีทดสอบ โดยพิจารณาตั้งแต่เอกสารกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ไปจนถึงเอกสารการเปลี่ยนแปลงความต้องการ เพื่อพิจารณาถึงกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบตามลำดับ การวิเคราะห์และการตรวจสอบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเป็นหน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญ หรือในองค์กรบางที่จะให้เจ้าหน้าที่นักวิเคราะห์ธุรกิจ (Business Analyst) เป็นผู้ติดตามการเปลี่ยนแปลงโดยตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบกับส่วนใดของซอฟต์แวร์บ้าง ค่อนข้างจะใช้เวลาในการประมวลผลหากซอฟต์แวร์นั้น มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนสูง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจะกระทบไปยังเอกสารระบุความต้องการของซอฟต์แวร์ การออกแบบ การเขียนชุดคำสั่ง การทดสอบ และเอกสารคู่มือที่เกี่ยวข้อง ด้วยสาเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นที่จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีความถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และน่าเชื่อถือที่สุด



รูปที่ 2.5 การวิเคราะห์ผลกระทบ

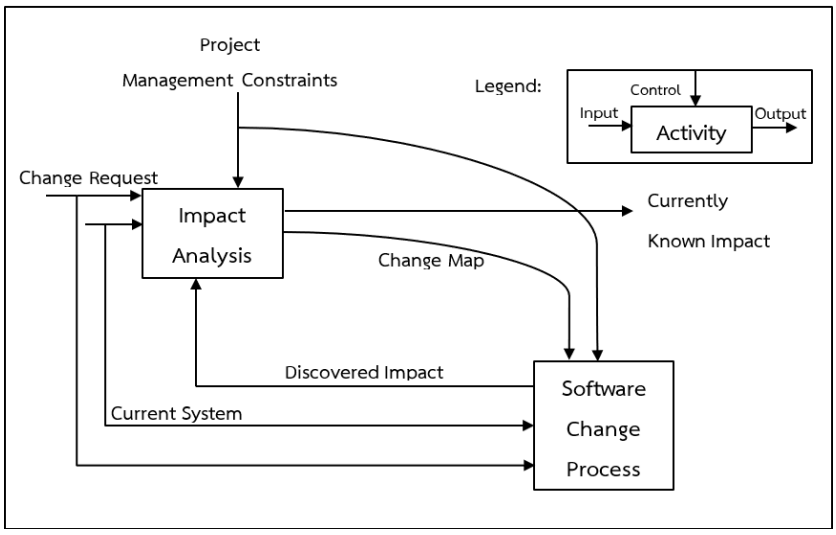
จากรูปที่ 2.5 การวิเคราะห์ผลกระทบ เป็นกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการระบุถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การวิเคราะห์การขึ้นต่อกัน (Dependency Analysis) และการวิเคราะห์การตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability Analysis) (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Bohner and Arnold, 1996) ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียด ดังนี้

1) การวิเคราะห์การขึ้นต่อกัน เป็นการวิเคราะห์ตรวจสอบรายละเอียดความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถประเมินรายละเอียดการขึ้นต่อกันในระดับล่าง (Low-Level Dependency) เป็นการวิเคราะห์จากรหัสคำสั่งของซอฟต์แวร์ ซึ่งจะมีวิธีการที่ได้รับความนิยมที่นำมาใช้ ได้แก่ การย่อยโปรแกรมออกเป็นส่วน ๆ (Program Slicing) การวิเคราะห์จากแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) การวิเคราะห์จากกราฟควบคุมกระแส (Control Flow Graph) และการอนุมาน (Inferencing)

2) การวิเคราะห์ตรวจสอบแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ตรวจสอบรายละเอียดความสัมพันธ์ถึงระดับของส่วนประกอบของซอฟต์แวร์และเอกสารที่ได้จากกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ได้แก่ เอกสารกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์และการออกแบบซอฟต์แวร์ (Requirement and Design) รหัสคำสั่งของซอฟต์แวร์และกรณีทดสอบ (Code and Test) และเอกสารอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ (Software Documentation) ในวิธีการนี้ความสัมพันธ์ระหว่างซอฟต์แวร์และเอกสารที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีความสอดคล้องกัน ถูกต้องและครบถ้วน

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเองได้นำหลักการวิเคราะห์แบบย้อนกลับมาใช้งาน เนื่องจากเป็นการอธิบายในส่วนของเอกสารกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์และเอกสารการออกแบบซอฟต์แวร์ เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ผลกระทบ เป็นขั้นตอนเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของซอฟต์แวร์ โดยเริ่มจากประเมินคำขอเปลี่ยนแปลง (Change Request) ของซอฟต์แวร์ หลังจากนั้นจึงตรวจสอบกับระบบที่มีอยู่ในเวอร์ชันปัจจุบัน (Current System) ในระหว่างนั้นนักวิเคราะห์ระบบจะสามารถจะค้นหาผลกระทบ (Discovered Impact) อันเกิดความเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ และทำการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเพื่อนำไปใช้ในการประมาณการในการบริหารโครงการ (Project Management Contraints) ส่วนกระบวนการการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ (Software Change Process) จะพิจารณานำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่ทำการบันทึกไว้มาใช้งานต่อไปจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ของกระบวนการ หลังจากนั้นจะดำเนินการทดสอบผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลง (Change Map) เพื่อตรวจสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ต่อไป โดยกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบจะดำเนินการควบคู่ไปกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 กระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบ (ปรับปรุงจาก (Bohner and Arnold, 1996))

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการของซอฟต์แวร์ โดยพิจารณาจากเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะของระบุความต้องการที่ถูกเขียนอธิบายในลักษณะของแผนภาพอธิบายการทำงานของระบบ เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเอกสารทั้ง 2 เวอร์ชัน ว่ามีผลกระทบในแง่ใดบ้างดังต่อไปนี้

1) ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของของความต้องการบนข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์

2) วิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อกรณีทดสอบเดิม

3) ปรับปรุงกรณีทดสอบให้เป็นรูปแบบใหม่โดยอัตโนมัติ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาของสุรศักดิ์ Raengkla Sakkarinkul และ Suwannasart (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Raengkla and Suwannasart, 2013; Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ผลกระทบโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยดังกล่าว พิจารณาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในระบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ไม่ได้พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในระบบความต้องการจากผู้ใช้ และยังไม่ได้พิจารณาการรวมเทคนิคของการออกแบบกรณีทดสอบใหม่หลังจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้นอีกด้วย

2.1.4 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

ยูสเคสเป็นเทคนิคการออกพื้นฐานสำหรับการออกแบบยูเอ็มแอล (UML : Unified Modeling Language) หรือภาษาที่ใช้ในการแสดงแบบการทำงานของโปรแกรม (Cockburn, 2000) โดยที่ยูสเคสระดับสูงสุดจะแสดงสิ่งที่ระบบควรมีทั้งหมด หลังจากนั้นก็จะสามารถใช้ยูเอ็มแอลแบบต่าง ๆ อธิบายฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์โดยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไปแล้วแต่บริบท โดยลักษณะของยูสเคสจะแสดงความสัมพันธ์และลำดับการปฏิบัติการของผู้กระทำ ใช้อธิบายการกระทำที่เกิดขึ้น โดยเรียกผู้กระทำว่าแอคเตอร์ (Actor) สำหรับชื่อของยูสเคสมักจะเป็นชื่อของกิจกรรมที่ต้องทำในระบบ เช่น การลงทะเบียน การยืม การคืน เป็นต้น ซึ่งในการออกแบบยูสเคส จะต้องประกอบด้วย

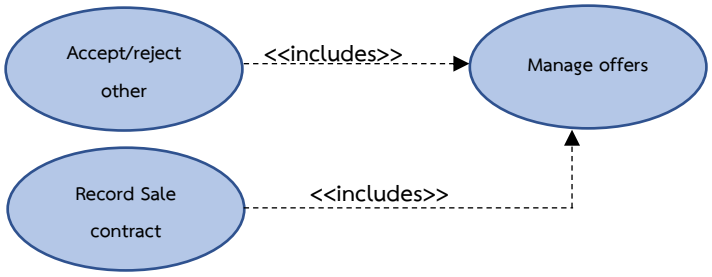
1) ยูสเคส (Use Case) คือ ความสามารถ กิจกรรม หรือหน้าที่ของระบบ

2) แอคเตอร์ (Actor) คือ ผู้กระทำหรือผู้ใช้งานยูสเคส โดยที่ยูสเคสหนึ่งอาจเป็นแอคเตอร์ของอีกยูสเคสหนึ่งก็ได้

3) ความสัมพันธ์ (Relationship) คือ เส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสกับแอคเตอร์ โดยแบ่งเป็นลักษณะความสัมพันธ์ได้ดังนี้

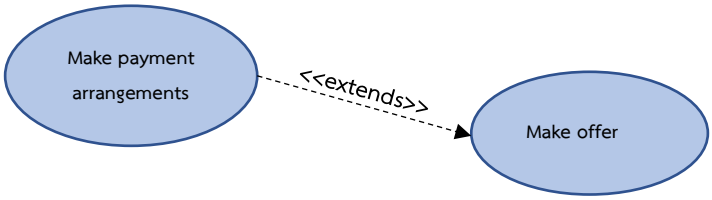
อินคลูด (Includes) คือ ความสัมพันธ์ของยูสเคสที่เรียกหรือดึงกิจกรรมของอีกยูสเคสหนึ่งมาใช้เพื่อให้กิจกรรมนั้นเกิดขึ้นจริงในยูสเคสของตัวเอง โดยยูสเคสที่ทำหน้าที่ดึงกิจกรรมมาจากยูสเคสอื่น ๆ เรียกว่า ยูสเคสเริ่มต้น (Base Use Case) ในขณะที่ยูสเคสที่ถูกเรียกหรือถูกดึงกิจกรรมมาใช้ เรียกว่า อินคลูดยูสเคส (Included Use Case) อธิบายได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7 โดยที่หัวลูกศรจะอยู่ที่ยูสเคสเริ่มต้นเสมอ

จากรูปที่ 2.7 จะมียูสเคสเริ่มต้นเป็นการจัดการข้อเสนอ โดยมีกิจกรรมการยอมรับหรือปฏิเสธข้อเสนอและการบันทึกสัญญาซื้อขายเป็นอินคลูดยูสเคส หรืออธิบายได้ว่าการจัดการข้อเสนอจะประกอบไปด้วยกิจกรรมการปฏิเสธหรือยอมรับข้อเสนอและกิจกรรมการบันทึกสัญญาซื้อขาย



รูปที่ 2.7 อธิบายความสัมพันธ์แบบอินคลูด

เอ็กเทนด์ (Extend) คือ ความสัมพันธ์ของยูสเคสในกรณีที่เป็นส่วนขยาย เกิดขึ้นในกรณีที่บางยูสเคสดำเนินกิจกรรมของตนเองไปตามปกติ แต่อาจจะมีเงื่อนไขหรือสิ่งกระตุ้นบางอย่างที่ส่งผลให้กิจกรรมตามปกตินั้นถูกรบกวนหรือเบี่ยงเบนไป ซึ่งสามารถแสดงเงื่อนไขหรือสิ่งกระตุ้นเหล่านั้นได้ในรูปของยูสเคส โดยที่ยูสเคสที่ดำเนินกิจกรรมตามปกติจะเรียกว่า ยูสเคสหลัก และเรียกยูสเคสที่ทำหน้าที่รบกวนหรือกระตุ้นยูสเคสหลักว่า ยูสเคสส่วนขยาย (Extending Use Case) อธิบายได้ดังตัวอย่างรูปที่ 2.8 โดยที่หัวของลูกศรจะอยู่ที่ยูสเคสหลักของระบบ จากรูปจะมีกิจกรรมการทำข้อเสนอเป็นยูสเคสหลักและมีกิจกรรมการจัดเรียงลำดับการจ่ายเงินเป็นยูสเคสส่วนขยาย หรืออธิบายได้ว่าเมื่อมีกิจกรรมการทำข้อเสนอเกิดขึ้น อาจจะมีกิจกรรมการจัดเรียงลำดับการจ่ายเงินเกิดขึ้นด้วย



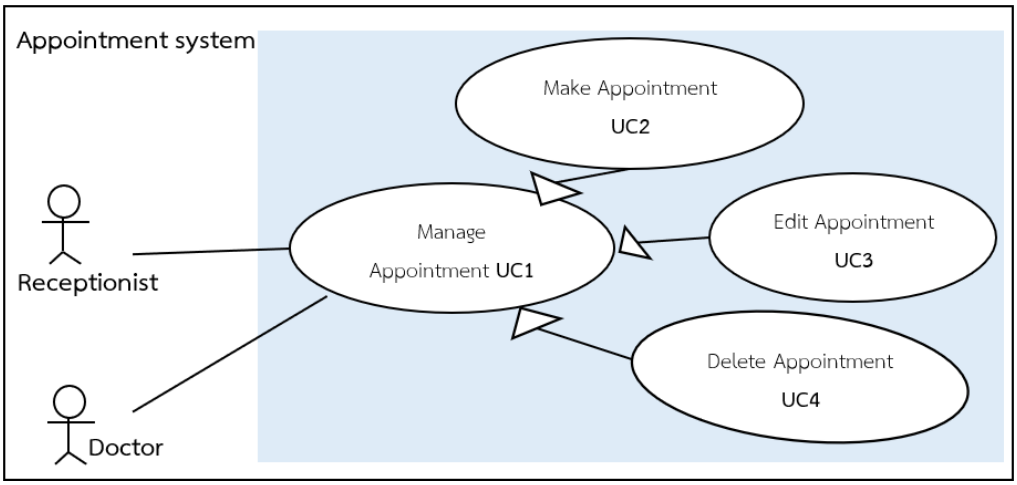
รูปที่ 2.8 อธิบายความสัมพันธ์แบบเอ็กเทนด์

4) System Boundary ขอบเขตของระบบ คือ เส้นแบ่งขอบเขตระหว่างระบบกับผู้กระทำกับระบบ รูปแบบสัญลักษณ์และนิยามต่าง ๆ ของยูสเคสสามารถอธิบายได้ตามตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ในการออกแบบยูสเคส

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	แอคเตอร์ คือ ผู้กระทำกับระบบ
	ยูสเคส คือ ความสามารถ กิจกรรมหรือหน้าที่ของระบบ
	ขอบเขตของระบบ คือ เส้นแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้กระทำกับระบบ
	เส้นความสัมพันธ์ คือ ส่วนที่แสดงความสำพันธ์ระหว่างยูสเคสหนึ่งไปอีกยูสเคสหนึ่ง โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละกิจกรรม

ตัวอย่างการเขียนแผนภาพยูสเคส เขียนอธิบายตามรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นระบบการนัดหมายคนไข้ โดยจะมีพนักงานต้อนรับและแพทย์เป็นผู้กระทำกับระบบ และประกอบด้วย 3 ยูสเคสที่เป็นอินคลูดยูสเคส คือ ยูสเคสการสร้างการนัดหมาย ยูสเคสการแก้ไขการนัดหมาย และยูสเคสการลบการนัดหมาย ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบอินคลูดกับระบบการจัดการการนัดหมายคนไข้

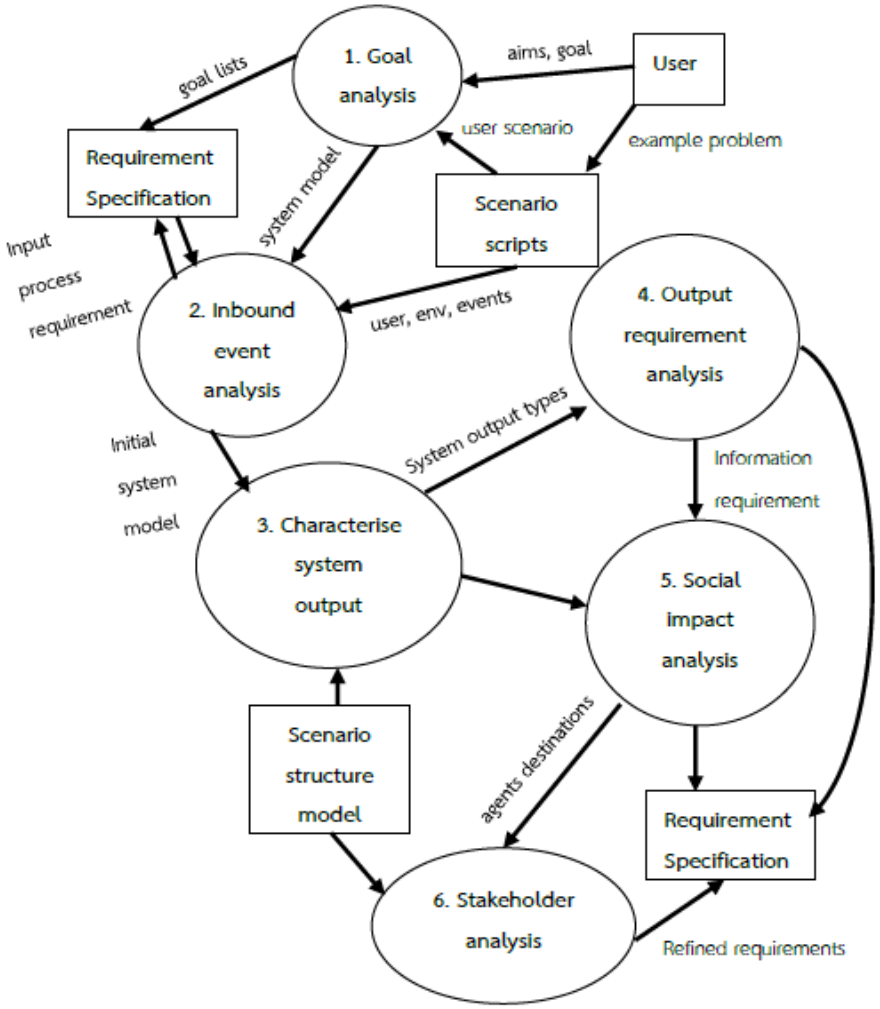


รูปที่ 2.9 ตัวอย่างของการเขียนแผนภาพยูสเคสของระบบการนัดหมายคนไข้

ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะนำความต้องการมาเขียนอธิบายในรูปแบบของแผนภาพยูสเคสเป็นลำดับแรก โดยที่ยูสเคสที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะพัฒนาจากยูเอ็มแอลเวอร์ชัน 2.0

2.1.5 ความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ (Scenario-based Requirements)

ความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์เป็นลักษณะของการอธิบายความต้องการของระบบออกมาเป็นเหตุการณ์ย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ โดยอธิบายเป็นภาษาธรรมชาติ เป็นลำดับขั้นตอน โดยพิจารณารายละเอียดที่ได้มาจากยูเอ็มแอล แล้วมาอธิบายเพิ่มเติมในลักษณะของแต่ละเหตุการณ์ไปจนจบหนึ่งเหตุการณ์นั้น (Sutcliffe, 1998) โดยที่เหตุการณ์แต่ละอันจะสามารถอธิบายและสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจในระบบ ๆ นั้นได้ โดยรูปที่ 2.10 จะอธิบายเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์



รูปที่ 2.10 อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ (Sutcliffe, 1998)

อีกนัยหนึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์สามารถนำมาเขียนอธิบายในลักษณะของรายละเอียดยูสเคส ที่อธิบายเพิ่มเติมมาจากแผนภาพยูสเคส แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 2.9

แต่ละแผนภาพยูสเคสจะมีการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งรายละเอียดยูสเคสแต่ละอันจะอธิบายลักษณะจากแผนภาพยูสเคสเป็นลำดับเหตุการณ์ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดที่อธิบายตามตารางที่ 2.9 ซึ่งแสดงเป็นตาราง 1 คอลัมน์ ได้ดังต่อไปนี้ (Cockburn, 2000)

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างรายละเอียดของยูสเคสของระบบการนัดหมายคนไข้

Use Case ID:	UC1
Use Case Name:	สร้างการนัดหมาย
Primary Actor:	พนักงานต้อนรับ แพทย์
Priority:	สูง
Stakeholders and Interests:	พนักงานต้อนรับ – ต้องการสร้างหรือแก้ไขการนัด แพทย์ – ดูตารางการนัดว่ามีใครบ้าง Admin – จัดการตารางการนัด
Pre-conditions:	ต้องเลือกคนไข้จากระบบก่อน
Post-conditions:	ระบบแสดงข้อมูลชื่อคนไข้
Flow of Events:	1) ระบบแสดงหน้าจอการค้นหาข้อมูลคนไข้ 2) พนักงานต้อนรับกรอกรหัส HN และชื่อ-สกุลคนไข้ 3) ระบบค้นหาและแสดงชื่อคนไข้ที่ต้องการ [A1] [A2] [A3] [E1]
Alternative of Events:	[A1] กรณีที่พนักงานต้อนรับต้องการนัดหมาย [UC2] พนักงานต้อนรับดำเนินการนัดหมาย [A2] กรณีคนไข้มีนัดแล้วต้องการเปลี่ยนแปลงการนัด [UC3] พนักงานต้อนรับดำเนินการเปลี่ยนแปลงการนัด [A3] กรณีคนไข้มีนัดแล้วต้องการยกเลิกการนัด [UC4] พนักงานต้อนรับดำเนินการยกเลิกการนัด
Exception Flow:	[E1] กรณีที่ไม่มีรหัส HN ที่ค้นหาในระบบ ระบบจะแสดงข้อความผิดพลาดทางหน้าจอ

จากตารางที่ 2.9 เป็นตัวอย่างการอธิบายแผนภาพยูสเคสเพิ่มเติมจากรูปที่ 2.9 ซึ่งนำมาเขียนอธิบายเป็นความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ของกิจกรรมการสร้างการนัดหมาย โดยมีรายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้กระทำกับระบบจากตารางก็คือ แพทย์และพนักงานต้อนรับซึ่งจะทำหน้าที่บันทึกกิจกรรมการสร้างการนัด และมีผู้ดูแลระบบเป็นคนจัดการระบบเวลาการนัด วันหยุดต่าง ๆ และมีลำดับขั้นตอนของการสร้างการนัดอย่างละเอียดจนจบกิจกรรม โดยสามารถอธิบายรายละเอียดของแต่ละลำดับได้ดังตารางที่ 2.10 ดังนี้

ตารางที่ 2.10 อธิบายรายละเอียดของยูสเคส

รายละเอียด	ความหมาย
Use Case ID:	ลำดับของยูสเคส
Use Case Name:	ชื่อของยูสเคส
Primary Actor:	ผู้กระทำหลัก
Priority:	ความสำคัญของยูสเคส
Stakeholders and Interests:	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและความสนใจ
Pre-conditions:	เงื่อนไขก่อนหน้า
Post-conditions:	เงื่อนไขหลังจากทำกิจกรรม
Flow of Events:	ลำดับการทำงาน
Alternative of Events:	ลำดับทางเลือก
Exception Flow:	ลำดับอื่น ๆ นอกเหนือจากเหตุการณ์ปกติ

2.1.6 เอกซ์เอ็มแอล (XML)

เอกซ์เอ็มแอล หรือ XML-eXtensible Markup Language (Bray, Paoli, Sperberg, C. M, Maler, E and Yergeau, 2008) โดยเอกซ์เอ็มแอลเป็นภาษา Markup ชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนาโดย W3C (World Wide Web Consortium) เป็นเซ็ตย่อยของภาษาเอสจีเอ็มแอล (SGML : Standard Generalized Markup Language) ซึ่งเอสจีเอ็มแอลเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่แสดงทั้งข้อมูล และข้อมูลรูปแบบเข้าด้วยกัน ถูกสร้างขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่อให้สามารถใช้เอสจีเอ็มแอลในการให้บริการข้อมูล รับข้อมูล และประมวลผลข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) โดยเอกซ์เอ็มแอลเป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการอธิบายข้อมูลและอธิบายการจัดเก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นลำดับขั้น (Hierarchy) ซึ่งถูกนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมต่าง ๆ เนื่องจากข้อมูลมักจะผูกติดกับซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันจึงทำได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นเอกซ์เอ็มแอลจึงถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อให้เป็นภาษากลางที่เป็นมาตรฐานที่ทำให้การจัดการข้อมูลจากซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน เข้าสู่มาตรฐานเดียวกัน โดยกฎพื้นฐานและโครงสร้างของเอกซ์เอ็มแอล มีรายละเอียดดังนี้

2.1.6.1 กฎพื้นฐานของเอกซ์เอ็มแอล

1) เอกสารต้องมีอีลีเมนต์ราก (Root Element) หรืออีลีเมนต์ระดับบนสุดเพียงอันเดียวเท่านั้น โดยอีลีเมนต์ (Element) อื่น ๆ ทั้งหมดจะต้องซ้อนอยู่ภายใน

2) การซ้อนกันของอีลีเมนต์ต้องเป็นไปอย่างมีลำดับ เช่น

<group>

<subgroup>appoint</ subgroup>

< /group >

3) แต่ละอีลีเมนต์ต้องมีแท็ก (Tag) เริ่มต้น และแท็กปิดท้าย โดยชื่อของอีลีเมนต์ในแท็กเริ่มต้นจะต้องเป็นชื่อที่ตรงกับชื่อแท็กที่ปิดท้ายทุกประการเท่านั้น (Case Sensitive) เช่น <name>...</name> แต่ถ้าเป็นอีลีเมนต์ว่าง (Empty-element Tag) เขียนได้ 2 แบบ เช่น <image src =" pic.jpg"></image> หรือ <image src =" pic.jpg"/>

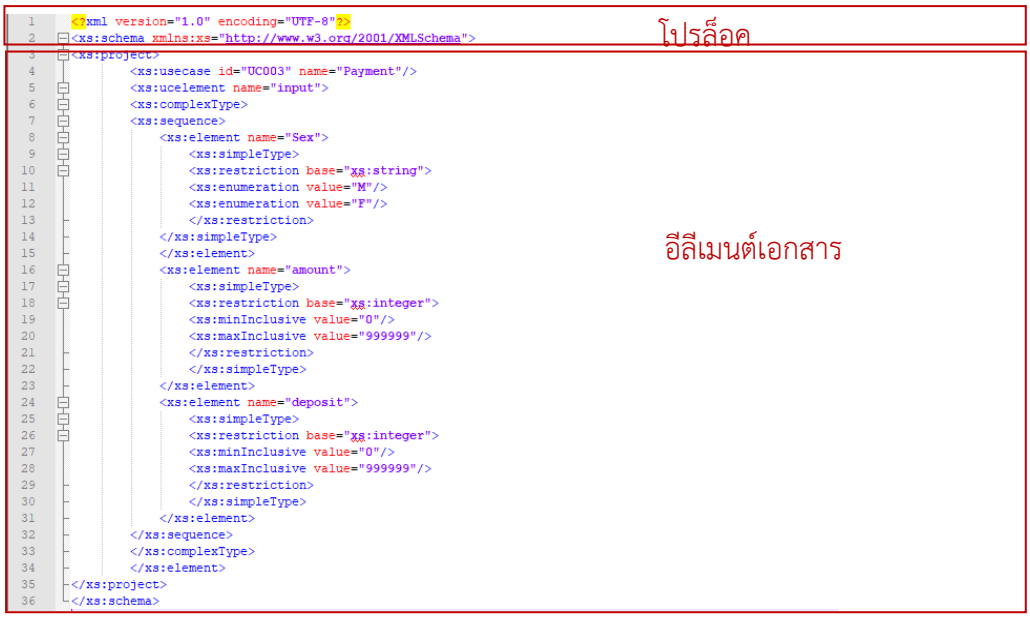
4) แอททริบิวท์ (Attribute) คือ การระบุค่า (Value) ของลักษณะพิเศษของอีลีเมนต์ เช่น ขนาด สี เป็นต้น โดยค่าของอีลีเมนต์นั้นต้องอยู่ภายได้เครื่องหมาย “ ” หรือ ‘’

2.1.6.2 โครงสร้างของเอกซ์เอ็มแอล

เอกสารเอกซ์เอ็มแอล ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ โปรล็อค (Prolog) และอีลีเมนต์เอกสาร (Document Element) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) โปรล็อค เป็นองค์ประกอบส่วนแรกของโครงสร้างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งมีองค์ประกอบที่เรียกว่า การประกาศเอกซ์เอ็มแอล (XML Declaration) จัดเก็บอยู่โดยการประกาศเอกซ์เอ็มแอลนั้น เพื่อให้ทราบว่านี่คือเอกสารเอกซ์เอ็มแอล และเป็นเวอร์ชันอะไร

2) อีลีเมนต์เอกสาร สามารถบรรจุอีลีเมนต์เพิ่มเติมในเอกสารเอกซ์เอ็มแอลได้ โดยในเอกสารสารเอกซ์เอ็มแอลนั้น อีลีเมนต์จะแสดงลักษณะโครงสร้างของเอกสารและจะแสดงส่วนประกอบของเนื้อหา (Content) เอกสารอยู่ภายในสัญลักษณ์อีลีเมนต์ ซึ่งประกอบด้วยแท็กเริ่มต้น เนื้อหาภายใน และแท็กปิดท้าย ในส่วนของเนื้อหาภายในสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลหรืออีลีเมนต์อื่น ๆ ที่ซ้อนอยู่ภายใน แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 2.11




```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
<xs:project>
        <xs:usecase id="UC003" name="Payment"/>
        <xs:ucelement name="input">
        <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="Sex">
                <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:enumeration value="M"/>
                <xs:enumeration value="F"/>
                </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
            </xs:element>
            <xs:element name="amount">
                <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:integer">
                <xs:minInclusive value="0"/>
                <xs:maxInclusive value="999999"/>
                </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:element>
            <xs:element name="deposit">
                <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:integer">
                <xs:minInclusive value="0"/>
                <xs:maxInclusive value="999999"/>
                </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:element>
        </xs:sequence>
        </xs:complexType>
        </xs:element>
</xs:project>
</xs:schema>
```

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

จากรูปที่ 2.11 เป็นตัวอย่างของการอธิบายความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ในรูปแบบของภาษาของเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งจะอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของยูสเคสหรือกิจกรรมนั้น ๆ ว่าจะต้องมีลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง มีตัวแปรอะไรบ้างที่มาเกี่ยวข้อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะนำเอกสารเอกซ์เอ็มแอลนี้ไปวิเคราะห์เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อกรณีทดสอบเป็นลำดับถัดไป

ส่วนเอกซ์เอ็มแอลสคีมา เป็นวิธีการนิยามหรือกำหนดโครงสร้างข้อมูลของเอกสาร โดยที่เอกซ์เอ็มแอลสคีมาจะใช้ไวยากรณ์ของภาษาเอกซ์เอ็มแอล เอกซ์เอ็มแอลสคีมาสามารถกำหนดค่าข้อมูลในอีลีเมนต์ได้ อีกทั้งเอกซ์เอ็มแอลสคีมาสามารถแตกออกมาเป็นซีนารีโอได้ งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดของ (สุภาพร หมั่นเพียรสุข, 2546; สุชาดา ศุภผล, 2547; สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556) มาเป็นตัวอย่างในการศึกษารูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล ตามรูปแบบมาตรฐานที่ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษา และเป็นตัวอธิบายการทำงานของยูสเคสซึ่งเป็นแผนภาพออกมาในรูปแบบของภาษาโปรแกรมโดยใช้เอกสารเอกซ์เอ็มแอลเป็นตัวกลาง โดยในงานวิจัยนี้จะทำการอธิบายความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ ออกมาในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มไอ (Metadata Interchange : XMI) ด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเอกซ์เอ็มไอจะเป็นตัวแลกเปลี่ยนแผนภาพยูเอ็มแอลให้ออกมาในรูปแบบของภาษาเอกซ์เอ็มแอล โดยพิจารณาเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มไอที่ใช้ คือ เวอร์ชัน 1.0 โดยในงานวิจัยนี้จะทำการจัดเก็บพจนานุกรมข้อมูลตัวแปรในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลไฟล์ เพื่อนำไปพิจารณาเป็นข้อมูลทดสอบและใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัย “การเลือกกรณีทดสอบจากการแบ่งชั้นสมมูล (Test Selection with Equivalence Class Partitioning)”

งานวิจัยของ Fang และ Li (Fang and Li, 2015) นำเสนอแนวคิดสำหรับการเลือกชุดทดสอบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระบบที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาถึงการทดสอบแบบถดถอย (Regression Testing) ร่วมด้วย โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้เทคนิคการเลือกกรณีทดสอบโดยการแบ่งชั้นสมมูล และต้นไม้การจำแนกโดยกรณีทดสอบจะสร้างมาจากโมเดลฟอร์มอลที่ถูกอธิบายโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา PROMELA (Sutcliffe, 1998) พิจารณาจากชุดทดสอบเดิมที่มีอยู่แล้วจากโปรแกรมจำลอง (Simulation) การทดสอบนิวเคลียร์ โดยนำเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก เพื่อลดชุดทดสอบเดิมที่ต้องทำการทดสอบระบบใหม่หลังการเปลี่ยนแปลง

แต่งานวิจัยชิ้นนี้ไม่ได้กล่าวถึงผลกระทบต่อชุดทดสอบเดิมในกรณีที่ระบบมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงต่อกรณีทดสอบและนำมาทดสอบบนโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล เนื่องจากเป็นกรณีตัวอย่างที่เกิดขึ้นจริง และสามารถเข้าถึงข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ได้

2.2.2 งานวิจัย “การรวมกันของวิธีการต้นไม้การจำแนกเพื่อลดชุดทดสอบ (Combined Classification Tree Method for Test Suite Reduction)”

งานวิจัยของ Ramdoss และคณะ (Ramadoss, et al., 2011) นำเสนอแนวคิดสำหรับลดชุดทดสอบระบบโดยใช้เทคนิควิธีการต้นไม้การจำแนก โดยทดลองกับกรณีศึกษาในระบบความปลอดภัยของบ้าน โดยในงานวิจัยได้นำเสนอข้อมูลการจำแนกกิ่งของต้นไม้ออกเป็น 4 หลัก ๆ ดังนี้ รูทหรือรากของต้นไม้ เป็นระบบโดยรวมทั้งหมด และจะแยกออกเป็นคลาสแต่ละกิ่งก้านย่อย ส่วนที่เป็นกิ่งที่สามารถแตกออกเป็นคลาสย่อยได้อีกจะเรียกว่า เทอมินัลคลาสสิฟิเคชัน โดยท้ายสุดจะเป็นเทอมินัลคลาส เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถแตกย่อยลงไปได้อีก ข้อมูลเทอมินัลคลาสจะแบ่งเป็นลักษณะ ๆ ดังนี้ ข้อมูลที่เป็นเซต ข้อมูลที่เป็นช่วง ข้อมูลที่เป็นจำนวน และข้อมูลที่จำเป็นต้องมีอย่างน้อย 1 ค่าในระบบ

จากงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าในส่วนของเทอมินัลคลาส เป็นข้อมูลที่สามารถนำมาพิจารณาเป็นลักษณะของชั้นสมมูลได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการนำเสนอกรอบแนวคิดในการรวมกันของ 2 เทคนิค ระหว่างวิธีการต้นไม้การจำแนกและการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลเข้าด้วยกัน เพื่อออกแบบกรณีทดสอบ

2.2.3 วิทยานิพนธ์ “การสร้างกรณีทดสอบสาหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Test Case Generation for Web Application Using Black-Box Testing Technique)”

วิทยานิพนธ์ของสุภาพร (สุภาพร หมั่นเพียรสุข, 2546) ได้เสนอวิธีการและพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบเพื่อทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดยการนำเข้าจากไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอล และไฟล์เอกซ์เอ็มแอลสคีมา เพื่อมาสร้างเป็นกรณีทดสอบโดยใช้เทคนิคการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล คือ การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มัล แบบสตรองนอร์มัล แบบวีคโรบัส และแบบสตรองโรบัส และผสมผสานกับวิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต คือ การวิเคราะห์ค่าขอบเขต การทดสอบแบบโรบัสเนส แบบเวิสต์เคส แบบโรบัสเวิสต์เคส โดยไม่สนใจตำแหน่งของแท็กต่าง ๆ บนหน้าจอ และสามารถนำผลลัพธ์ออกมาแสดงในรูปแบบของเอกสารได้

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทางผู้วิจัยจะพิจารณาเฉพาะความครอบคลุมของการสร้างกรณีทดสอบโดยการนำ 2 เทคนิคมาใช้ คือ การแบ่งชั้นสมมูลและการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขตจากโปรแกรมประยุกต์ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบหากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

2.2.4 วิทยานิพนธ์ “การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Impact Analysis of Test Cases Based on Changes of a Web Application)”

วิทยานิพนธ์ของสุรศักดิ์ (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดและเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์ โดยการนำโปรแกรมประยุกต์ 2 เวอร์ชันมาเปรียบเทียบกัน และวิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ และสร้างกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมาแทนกรณีทดสอบเดิมโดยการนำเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์แบบชั้นสมมูล (Equivalence Class Testing) และการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Testing) มาออกแบบกรณีทดสอบเพื่อทดสอบระบบ โดยคุณลักษณะของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนั้น สามารถนำเข้าจากไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอลและไฟล์เอกซ์เอ็มแอลสคีมาเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์ 2 เวอร์ชันได้ เมื่อนำเข้าไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอลและไฟล์เอกซ์เอ็มแอลสคีมาของทั้ง 2 เวอร์ชันเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือจะสามารถวิเคราะห์ผลกระกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์ 2 เวอร์ชันที่แตกต่างกันได้ ว่ามีผลกระทบกับโปรแกรมประยุกต์ส่วนใด และกระทบกับกรณีทดสอบเดิมอย่างไรบ้าง หลังจากนั้นก็จะสร้างกรณีทดสอบใหม่โดยอัตโนมัติและเข้าสู่กระบวนการทดสอบต่อไป

วิทยานิพนธ์นี้ ทางผู้วิจัยนำเสนอรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงจากโปรแกรมประยุกต์สำหรับการพิจารณาออกมาเป็น 7 รูปแบบ คือ (1) ชื่อของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (2) ชนิดของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง (3) ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (4) จำนวนของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (5) ลำดับของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (6) ชื่อแท็กของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (7) การเชื่อมต่อมีการเปลี่ยนแปลง ในส่วนของโปรแกรมประยุกต์

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทางผู้วิจัยจะเลือกกรณีตัวอย่างที่พิจารณาความเปลี่ยนแปลง เพียง 5 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ (1) ถึง (5) สาเหตุที่ผู้วิจัยไม่ได้ใช้รูปแบบที่ (6) ถึง (7) เนื่องจากเหตุผล 2 ข้อด้วยกัน คือ 1) เนื่องจากผู้วิจัยใช้กรณีศึกษาที่เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่มีการทำงานแบบออฟไลน์ จึงไม่ได้ใช้รูปแบบที่ (6) ถึง (7) ที่สามารถใช้กับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application) เท่านั้น และ 2) งานวิจัยนี้พิจารณาจากยูสเคสซึ่งไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงจากหน้าจอผู้ใช้งาน โดยนำยูสเคส 2 เวอร์ชันที่แตกต่างกัน นำมาวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง และสร้างกรณีทดสอบชุดใหม่โดยใช้การรวมกันระหว่างเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและเทคนิคต้นไม้การจำแนกเข้าด้วยกัน

2.2.5 งานวิจัย “การเลือกกรณีทดสอบจากการใช้การเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของยูสเคส (A Test Case Selection from Using Use Case Description Changes)”

งานวิจัยของ Raengkla และ Suwannasart (Raengkla and Suwannasart, 2013) จะนำเสนอแนวคิดสำหรับการเลือกกรณีทดสอบที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงของรายละเอียดยูสเคส 2 เวอร์ชันที่ต่างกัน โดยการแปลงค่ารายละเอียดยูสเคสออกเป็นไฟล์เอกสารเอกซ์เอ็มแอลและสร้างกรณีทดสอบด้วยเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูล นอกเหนือจากนั้นยังติดตามความเปลี่ยนแปลงโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความต้องการแบบเมทริกซ์ เพื่อมาวิเคราะห์ว่ามีกรณีทดสอบใดบ้างที่ยังสามารถนำมาใช้งานได้หรือกรณีสอบใดที่ต้องทำการปรับปรุงก่อนนำมาใช้งาน แล้วจึงสร้างกรณีทดสอบออกมาหลังจากที่ได้เปรียบเทียบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเรียบร้อยแล้ว แต่ไม่ได้วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่เกิดขึ้น

2.2.6 งานวิจัย “การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดยูสเคสต่อกรณีทดสอบ (Test case Impact Analysis from Use case description changes)”

งานวิจัยของ Raengkla และ Suwannasart (Raengkla and Suwannasart, 2013) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการ โดยใช้รายละเอียดยูสเคส 2 เวอร์ชันเป็นตัวเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง

วิธีการของวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การตรวจสอบความต้องการแบบเมทริกซ์ (Requirement Validation Matrix) และการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของยูสเคส อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยของ Sutcliffe (Sutcliffe, 2003) ที่ได้อธิบายในหัวข้อก่อนหน้าในเรื่องของการวิเคราะห์ผลกระทบ งานวิจัยฉบับนี้จะอธิบายในเรื่องของการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงออกเป็นประเภท ๆ โดยมีการแสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงแต่ละกรณี โดยผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะได้รายละเอียดของการวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของรายละเอียดยูสเคส ส่งผลกระทบอะไรกับกรณีทดสอบในแง่มุมใดบ้าง เช่น ชื่อของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง และผลลัพธ์ของของเงื่อนไขมีการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่ได้พูดถึงการสร้างกรณีทดสอบใหม่หลังจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

2.2.7 งานวิจัย “การสร้างกรณีทดสอบอัตโนมัติจากแผนภาพยูสเคส (Automatic Generation of Test Cases from Use-Case Diagram)”

งานวิจัยของ Isamail และ Ibrahim (Ismail and Ibrahim, 2007) นำเสนอเครื่องมือที่ชื่อว่า GenTCase สำหรับการสร้างกรณีทดสอบอัตโนมัติจากแผนภาพยูสเคส ที่ได้จากความต้องการ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ออกแบบแผนภาพยูสเคส 2) สร้างกรณีทดสอบอัตโนมัติจากแผนภาพยูสเคสที่ได้ โดยผู้วิจัยอธิบายโดยใช้กรณีศึกษาของระบบร้านหนังสือออนไลน์ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำการสร้างกรณีทดสอบหลังจากที่ได้ออกแบบแผนภาพยูสเคสเสร็จสิ้นแล้ว โดยทางผู้วิจัยจะสร้างฐานข้อมูลเก็บคำไว้ เพื่อประมวลผลคำค้นอัจฉริยะที่ตรวจสอบกับคำในแผนภาพยูสเคส แล้วสร้างออกมาเป็นกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือตัวนี้จะเป็นรายการตรวจสอบสำหรับโปรแกรมเมอร์ในการพัฒนาระบบตามรายการ และตรวจสอบระบบว่าตรงกับความต้องการหรือไม่ โดยงานวิจัยนี้ไม่ได้สร้างออกมาเป็นเอกสารสำหรับทดสอบระบบสำหรับนักทดสอบระบบโดยตรงและไม่ได้พิจารณาถึงความเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความต้องการ ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยในหัวข้อ 2.2.5 (Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) ซึ่งผู้วิจัยจะพิจารณาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากรายละเอียดยูสเคสที่แตกต่างกัน 2 เวอร์ชัน เพื่อมาสร้างกรณีทดสอบชุดใหม่ที่ได้หลังจากการเปลี่ยนแปลง และเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยชิ้นนี้สามารถใช้ได้เฉพาะกับความต้องการที่เป็นความต้องการหลักของระบบเท่านั้น

ตารางที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

	วิเคราะห์ผลกระทบ	เทคนิคการสร้างข้อมูลทดสอบ			ความครอบคลุมของกรณีทดสอบ	ประเภทของแหล่งสร้างข้อมูลทดสอบ			ข้อมูลนำเข้า				โดเมน
		การแบ่งชั้นสมมูล	การให้ค่าขอบเขต	ต้นไม้การจำแนก		GUI Spec.	Semi formal specification	formal specification	HTML	XML	Use Case	Sequence Diagram	
งานวิจัยที่นำเสนอ	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	โปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศในโรงพยาบาล
B. Ramadoss, P. Prema and S. R. Balasundaram [15] อธิบายใน 2.2.2	-	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	ระบบความปลอดภัยของบ้าน
สุชาดา ศุภผล. [11] อธิบายใน 2.2.3	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
S.Petchmanee,T.Suwannasart [7] อธิบายใน 2.2.4	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
T.Sakkarinkul,T.Suwannasart [9] อธิบายใน 2.2.5	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
M.Raengkla,T.Suwannasart [8] อธิบายใน 2.2.6	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
Noraida Ismail, Rosziati Ibrahim, and Noraini Ibrahim [17] อธิบายใน 2.2.7	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-		✓	-	ระบบร้านหนังสือออนไลน์
Ling Fang and Guoqiang Li [12] อธิบายใน 2.2.1	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	แบบจำลองอาร์ทีโอเอส(RTOS Model)

2.3 เปรียบเทียบผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 2.11 แสดงการเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยเสนอกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้พิจารณาปัจจัยในการแบ่งกลุ่มสำหรับการเปรียบเทียบไว้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.3.1 แบ่งตามลักษณะของการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความเปลี่ยนแปลงของความต้องการ

จากงานวิจัยของสุรศักดิ์ Raengkla Suwannasart และ Sakkarinkul (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556; Raengkla and Suwannasart, 2013; Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) เน้นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความต้องการของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดย (สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี, 2556) พิจารณาจากหน้าจอการใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลงและพิจารณาใช้เอกสารเอกซ์เอ็มแอลและเอกสารเอชทีเอ็มแอลเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อเปรียบเทียบระหว่างหน้าจอ 2 เวอร์ชันที่มีการเปลี่ยนแปลง

ในขณะที่งานวิจัยของ Raengkla และ Suwannasart และ Sakkarinkul (Raengkla and Suwannasart, 2013; Sakkarinkul and Suwannasart, 2015) วิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบหลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงแผนภาพยูสเคส

เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ พบว่างานวิจัยนี้เน้นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแผนภาพยูสเคสของระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล เนื่องจากเป็นกรณีตัวอย่างที่เกิดขึ้นจากระบบจริง และผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลเอกสารที่จะนำมาพิจารณาได้ โดยในงานวิจัยนี้ใช้เอกสารเอกซ์เอ็มแอลของแผนภาพยูสเคสเป็นตัวนำเข้าสำหรับวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงว่ามีผลกระทบกับกรณีทดสอบเดิมอย่างไรบ้าง

2.3.2 แบ่งตามลักษณะของเทคนิคในการสร้างกรณีทดสอบ

งานวิจัยของ Ismail และ Ibrahim (Ismail and Ibrahim, 2007) เน้นการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้เทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลจากยูสเคสเท่านั้น ในขณะที่งานวิจัยอีกส่วนหนึ่ง (Ramadoss, et al., 2011; Fang and Li, 2015) ใช้ 2 เทคนิคจากการรวมกันระหว่างการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนกในการสร้างข้อมูลการทดสอบ โดยงานวิจัย (Ramadoss, et al., 2011) สร้างจากแผนภาพซีเควนซ์ (Sequence Diagram) และงานวิจัยของ Fang และ Li (Fang and Li, 2015) สร้างข้อมูลทดสอบจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

นอกเหนือจากนั้นงานวิจัยทั้ง 2 งานวิจัยจะเน้นเฉพาะความครอบคลุมของข้อมูลทดสอบเพียงอย่างเดียว แต่ไม่ได้พิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงจากความต้องการ เช่นเดียวกันกับวิทยานิพนธ์ของสุชาดา (สุชาดา ศุภผล, 2547) ที่เน้นออกแบบความครอบคลุมของการสร้างข้อมูลทดสอบจากเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและการใช้ค่าขอบเขตจากโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

งานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นต่างจากงานวิจัยที่นำเสนอซึ่งใช้วิธีการรวมกันระหว่าง 2 เทคนิค คือ เทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก เพื่อมาสร้างกรณีทดสอบหลังจากที่พิจารณาความเปลี่ยนแปลงของความต้องการต่อกรณีทดสอบเดิมเรียบร้อยแล้ว

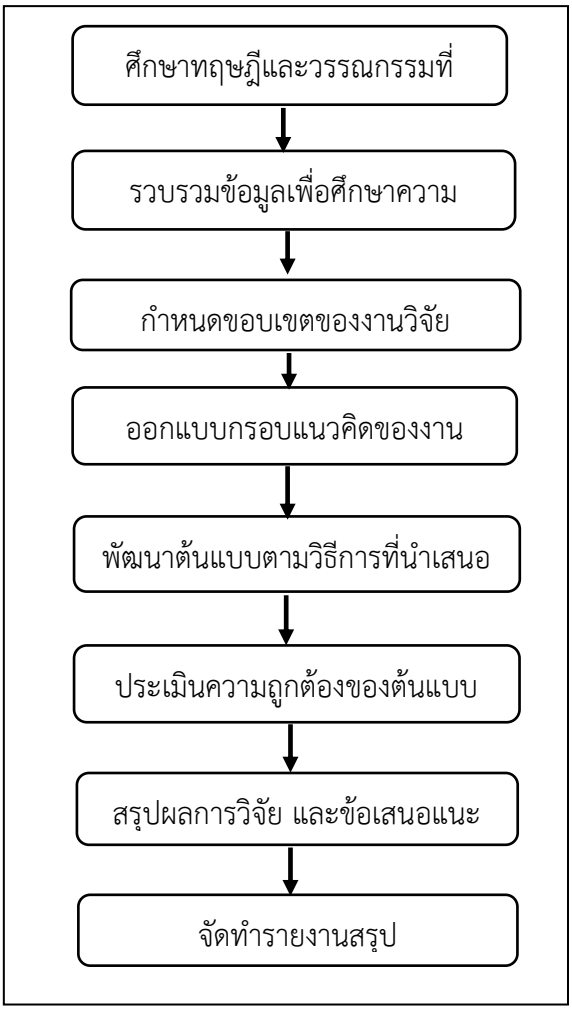
บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบกรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในเรื่องของการตรวจสอบความถูกต้องสำหรับการทำงานของซอฟต์แวร์ (Verification and Validation) ซึ่งจะพิจารณาถึงผลกระทบของกรณีทดสอบที่ใช้ในกระบวนการทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงของความต้องการ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่า หากเกิดการเปลี่ยนแปลงจากความต้องการเกิดขึ้นจะส่งผลต่อกรณีทดสอบเดิมอย่างไรบ้าง และสร้างต้นแบบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงของความต้องการจากเวอร์ชันยูสเคสทั้ง 2 เวอร์ชัน และสร้างกรณีทดสอบหลังจากการวิเคราะห์ผลกระทบออกมาแบบอัตโนมัติ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ทางผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานในขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 7 ขั้นตอน โดยเริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ กำหนดขอบเขตของงานวิจัย ออกแบบกรอบแนวคิดของงานงานวิจัย พัฒนาต้นแบบตามวิธีการที่นำเสนอ ประเมินความถูกต้องของต้นแบบ สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานสรุป แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัย

จากรูปที่ 3.1 เป็นภาพรวมการทำงานทั้งหมดทุกขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย โดยสามารถอธิบายขั้นตอนทั้งหมด ดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่สนใจ หลังจากนั้นจึงศึกษาหรือทบทวนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ หลังจากนั้นจึงศึกษางานวิจัยหรือทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องต่อไปเพื่อใช้ในการพัฒนากรอบแนวคิดสำหรับงานวิจัยนี้

3.1.2 รวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความเป็นไปได้

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การศึกษาความเป็นเป็นไปได้ของงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้ทำการค้นหาเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งหมด รวมไปถึงการศึกษาถึงข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดกรณีศึกษาจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล ที่สามารถครอบคลุมกับกรอบแนวคิดที่ต้องการเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้และความเสี่ยงต่าง ๆ ในงานวิจัย

3.1.3 กำหนดขอบเขตของงานวิจัย

ในส่วนนี้จะเป็นการกำหนดขอบเขตของงานวิจัยในเรื่องของการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการในรูปแบบของยูสเคส โดยการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความต้องการในรูปแบบของยูสเคส 2 เวอร์ชัน และสามารถสร้างกรณีทดสอบใหม่ได้โดยการพิจารณาการรวมกันของ 2 เทคนิค คือ เทคนิคการทดสอบแบบชั้นสมมูลและเทคนิคต้นไม้การจำแนก เพื่อนำมาออกแบบกรณีทดสอบใหม่หลังจากตรวจสอบความเป็นไปได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบจากความเปลี่ยนแปลงความต้องการต่อกรณีทดสอบ รวมไปถึงกำหนดความสามารถของต้นแบบในการวิเคราะห์และออกแบบกรณีทดสอบจากกรอบแนวคิดที่นำเสนอ

3.1.4 ออกแบบกรอบแนวคิดของงานวิจัย

กรอบแนวคิดของงานวิจัยที่ผู้วิจัยนำเสนอในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เสนอกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการเกิดขึ้น โดยจะพิจารณาผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงของความต้องการโดยใช้ยูสเคสในการเปรียบเทียบระหว่างความแตกต่างระหว่างยูสเคส 2 เวอร์ชันที่ได้มาจากข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ ซึ่งจะพิจารณารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรออกมาเป็น 5 รูปแบบ คือ (1) ชื่อตัวแปร (2) ชนิดของตัวแปร (3) ค่าตัวแปร (4) จำนวนตัวแปร และ (5) ลำดับตัวแปร และแบ่งกลุ่มกรณีทดสอบออกเป็น 4 กลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คือ กลุ่มกรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องลบ และกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่ สำหรับการออกแบบกรณีทดสอบใหม่จะพิจารณา 2 เทคนิคการทดสอบระบบเข้าด้วยกัน คือ เทคนิคการทดสอบแบบชั้นสมมูลและเทคนิคต้นไม้การจำแนก

3.1.5 พัฒนาต้นแบบตามวิธีการที่นำเสนอ

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาต้นแบบตามกรอบแนวคิดที่ได้นำเสนอ เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่กระทบต่อกรณีทดสอบและสามารถสร้างกรณีทดสอบใหม่ได้อย่างอัตโนมัติ สำหรับต้นแบบที่พัฒนาจะใช้เอกสารเอกซ์เอ็มแอลเป็นข้อมูลนำเข้าในการเปรียบเทียบระหว่างความต้องการของยูสเคสทั้ง 2 เวอร์ชัน หลังจากเปรียบเทียบความแตกต่างและสามารถวิเคราะห์ผลกระทบ ระบบจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลกรณีทดสอบมาเพื่อพิจารณาถึงผลกระทบต่อกรณีทดสอบเดิม โดยพิจารณาถึงการปรับปรุงกรณีทดสอบให้เป็นรูปแบบใหม่โดยอัตโนมัติ

3.1.6 การประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องของต้นแบบ

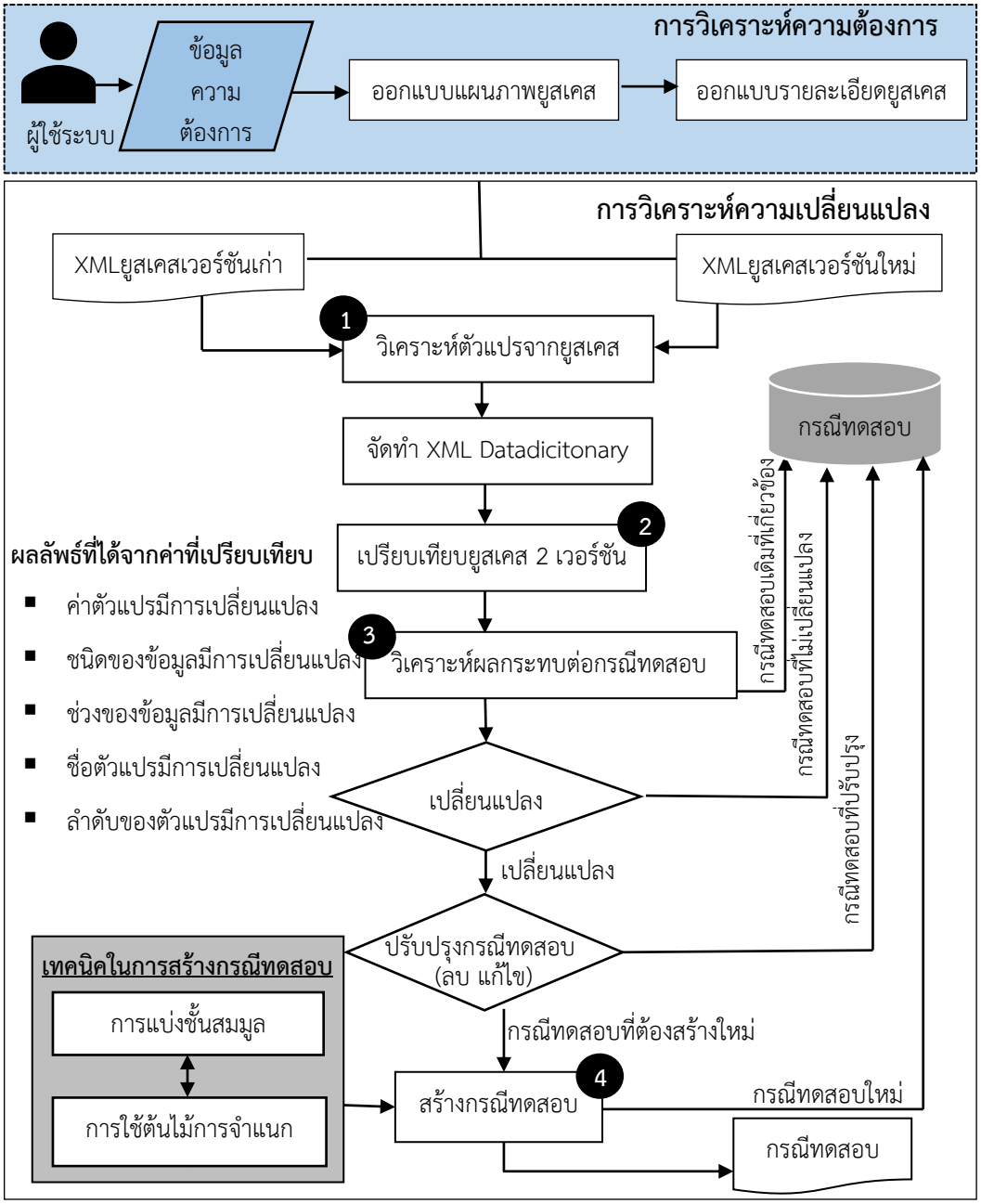
สำหรับการประเมินความถูกต้องของต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น เป็นการทดสอบว่าแนวคิดที่นำเสนอมานั้นถูกต้องตามที่ที่ออกแบบหรือพัฒนาหรือไม่ โดยทดสอบว่าการทำงานถูกต้องครบถ้วน ครอบคลุมรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศโรงพยาบาลทั้ง 5 รูปแบบ ดังนี้ (1) ชื่อตัวแปร (2) ชนิดของตัวแปร (3) ค่าตัวแปร (4) จำนวนตัวแปร และ (5) ลำดับตัวแปร โดยทำการเปรียบเทียบกับการดำเนินการด้วยมือ โดยทำการตรวจสอบผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตามขั้นตอนของกรอบแนวคิดงานวิจัย ในส่วนของการทดสอบหรือการประเมินความถูกต้องนั้น จะทดสอบบนโปรแกรมประยุกต์ระบบสามารถสนเทศของโรงพยาบาล 2 โมดูล คือ 1) โมดูลการคำนวณผลค่าไตของคนไข้ 2) โมดูลการบันทึกข้อมูลทางการพยายาบาลออนไลน์ โดยโมดูลที่นำมาทดสอบทั้ง 2 โมดูล เป็นโมดูลที่ใช้งานจริงในปัจจุบันของระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล ซึ่งเป็นโอเพนซอร์ส และความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากความต้องการของผู้ใช้งานจริง

3.1.7 จัดทำรายงานสรุป

หลังจากทำการออกแบบกรอบแนวคิดและพัฒนาเครื่องมือตามกรอบแนวคิดที่นำเสนอเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องมือกับกรณีทดสอบที่ได้ออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและน่าเชื่อถือของเครื่องมือ หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาสรุปผลงานวิจัย

3.2 ภาพรวมกรอบแนวคิดงานวิจัย

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงภาพรวมทั้งหมดของกรอบแนวคิดงานวิจัย โดยทางผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

จากรูปที่ 3.2 แสดงภาพรวมการทำงานของกรอบแนวคิดงานวิจัย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของระบบ ซึ่งจะมีผู้ใช้ระบบเป็นผู้ให้ข้อมูลความต้องการ และความต้องการดังกล่าวจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์ ซึ่งจะรวมไปถึงยูสเคสในรูปแบบต่าง ๆ ของระบบด้วย หลังจากนั้นความต้องการของระบบที่อยู่ในรูปแบบของยูสเคสจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของความต้องการแต่ละเวอร์ชัน

2) ส่วนการทำงานของต้นแบบ โดยจะเริ่มต้นจากการนำเข้าเอกสารเอกซ์เอ็มแอล แล้วนำมาวิเคราะห์หาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกรณีทดสอบ และนำมาทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง โดยการเปรียบเทียบเวอร์ชันของยูสเคส 2 เวอร์ชัน เพื่อหาผลกระทบเป็นลำดับถัดไป

กรอบแนวคิดงานวิจัย มีการทำงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) เริ่มต้นจะดำเนินการวิเคราะห์ตัวแปรที่ได้จากความต้องการในรูปแบบยูสเคสแต่ละเวอร์ชัน หลังจากนั้น (2) จะเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรที่ได้จากยูสเคสแต่ละเวอร์ชัน ลำดับต่อไป (3) จะดำเนินการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ และท้ายที่สุด (4) กรณีทดสอบใหม่จะถูกสร้างขึ้นมา โดยผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการเกิดขึ้นในส่วนการทำงานต่าง ๆ ทั้ง 5 รูปแบบ ได้แก่ (1) การเปลี่ยนแปลงชื่อตัวแปร (2) การเปลี่ยนแปลงชนิดตัวแปร (3) การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร (4) การเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปร และ (5) การเปลี่ยนแปลงลำดับของตัวแปร ดังเช่น การปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงาน การแก้ไขฟังก์การทำงานเดิม ลบความต้องการเดิม โดยระบบจะสามารถวิเคราะห์ตัวแปรที่ได้จากยูสเคส และทำการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ส่งผลต่อกรณีทดสอบเดิม โดยที่นักทดสอบระบบเอง จะสามารถทราบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ส่งผลกระทบอย่างไรกับกรณีทดสอบเดิม และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มีกรณีทดสอบจำนวนเท่าไหร่ที่ยังคงใช้งานได้อยู่โดยที่ไม่ต้องสร้างขึ้นใหม่ และสามารถนำกรณีทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้ทดสอบระบบได้อย่างรวดเร็วและประหยัดเวลา สำหรับรายละเอียดของแนวคิดและวิธีดำเนินการทั้ง 4 ขั้นตอน สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ตัวแปรจากยูสเคส

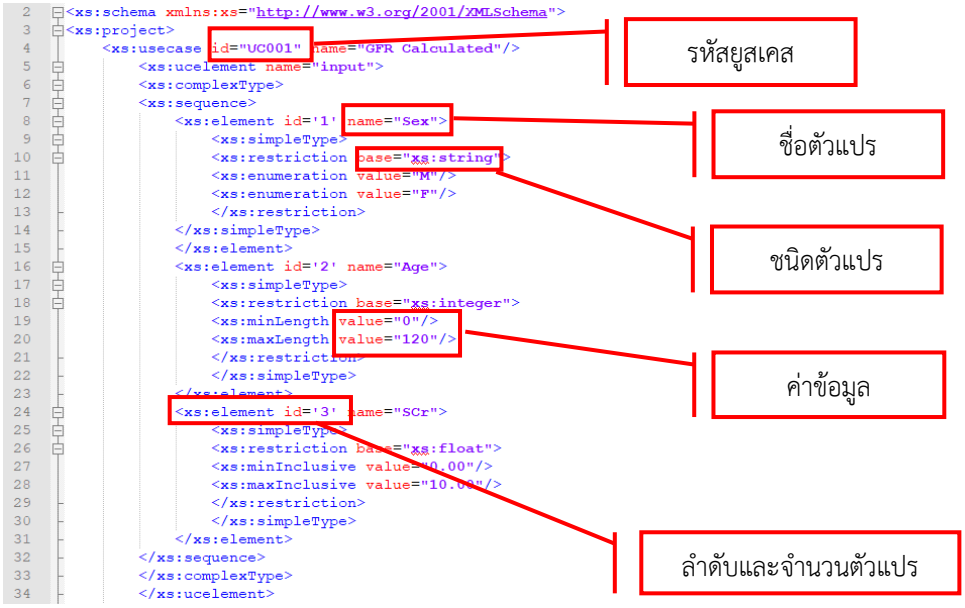
โดยปกติในกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ หลังจากที่ได้คุณลักษณะความต้องการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้พัฒนาจะดำเนินการออกแบบรายละเอียดของระบบ ผลลัพธ์ในขั้นตอนการออกแบบระดับรายละเอียดนี้ ได้แก่ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) และฐานข้อมูลที่รวมถึงพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ที่แสดงถึงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในระบบ แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 3.2

ซึ่งในพจนานุกรมข้อมูลจะมีรายละเอียดของตัวแปรในแต่ละยูสเคส ได้แก่ รหัสยูสเคส ชื่อตัวแปร ชนิดตัวแปร ค่าข้อมูล จำนวนตัวแปร และลำดับของตัวแปร ซึ่งจะพิจารณาข้อมูลเหล่านี้นำไปสร้างเป็นข้อมูลทดสอบและใช้ในการวิเคราะห์ในกรอบแนวคิดงานวิจัย

ในกรอบแนวคิดงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวแปรจากยูสเคส โดยพิจารณาวิเคราะห์ตัวแปรจากพจนานุกรมข้อมูลที่สอดคล้องกับยูสเคสที่ระบุไว้ในเอกสารคุณลักษณะความต้องการ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างยูสเคสการคำนวณค่า GFR

รหัสยูสเคส	UC001	
ชื่อยูสเคส	การคำนวณค่า GFR	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	คำนวณค่า GFR จากข้อมูลนำเข้า	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>พยาบาล</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ดึงข้อมูลคนไข้จากระบบเลือกหน้าจอการบันทึกข้อมูล GFR	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลการคำนวณ GFR ลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าจอการบันทึกข้อมูล 2. พยาบาลระบุข้อมูล เพศ อายุ SCr 3. เพศที่สนใจ คือ ชาย (M) และหญิง (F) อายุในช่วง 1-120 ปี และผลแลป ในช่วง 0.0-10.0 4. พยาบาลบันทึกข้อมูล [A1]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลกดปุ่มยกเลิก ระบบจะไม่บันทึกข้อมูลทางการแพทย์ [E1]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบเตือน “การคำนวณ GFR ผิดพลาด”	



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างพจนานุกรมข้อมูลจากไฟล์เอกซ์เอ็มแอล

ตารางที่ 3.2 พจนานุกรมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรจากยูสเคส

ลำดับ	ชื่อตัวแปร	ชนิดของตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ช่วงข้อมูล
1	Sex	String (3)	เพศ	F/M
2	Age	Integer	อายุ	0-120
3	SCr	Float	ผลแลปครีเอตินีน	0.0-10.0

จากตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างยูสเคสการคำนวณค่าไต รูปที่ 3.3 แสดงพจนานุกรมข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เอ็มแอล และตารางที่ 3.2 แสดงพจนานุกรมข้อมูลที่ประกอบไปด้วยโครงสร้างข้อมูลที่สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานของยูสเคส เมื่อพิจารณายูสเคส UC001 และพจนานุกรมข้อมูลสำหรับการคำนวณค่าไต จะสามารถวิเคราะห์และสร้างตัวแปรสำหรับการสร้างกรณีทดสอบที่สัมพันธ์กันได้ 3 ตัวแปร คือ เพศ (Sex) , อายุ (Age) และผลแลปครีเอตินีน (SCr) ซึ่งตัวแปร Sex มีชนิดของข้อมูลเป็น string โดยมีข้อมูลนำเข้าที่สนใจ 2 ช่วง ก็คือ F,M ตัวแปร Age มีชนิดของข้อมูลเป็น integer โดยมีข้อมูลนำเข้าที่สนใจอยู่ในช่วง 1-120 และตัวแปร SCr มีชนิดของข้อมูลเป็น float มีข้อมูลนำเข้าที่สนใจอยู่ในช่วง 0.0-10.0

3.2.2 การเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรที่ได้จากยูสเคสแต่ละเวอร์ชัน

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หลังจากการจัดเก็บรายละเอียดความต้องการในรูปแบบของยูสเคสและพจนานุกรมข้อมูล ซึ่งจัดเก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เอ็มแอล เพื่อนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากตัวแปร โดยขั้นตอนของการเปรียบเทียบยูสเคสนั้น ทำได้โดยการนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรจากยูสเคส 2 เวอร์ชัน มาเปรียบเทียบเพื่อหาส่วนที่แตกต่างกัน โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบประกอบไปด้วยค่าต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเวอร์ชันเดิมทั้ง 5 รูปแบบ ดังนี้

1) ชื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง
2) ชนิดตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง
3) จำนวนตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง
4) ค่าตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง
5) ลำดับตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเป็นการเพิ่ม การลบ การแก้ไขเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ของตัวแปร จากขั้นตอนนี้จะทราบได้ว่ามีรายละเอียดความต้องการส่วนใดที่เปลี่ยนแปลงไปบ้าง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยจะบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลแยกออกมาเป็นเวอร์ชัน 2 และยังคงเก็บข้อมูลเวอร์ชันเดิมไว้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลเวอร์ชัน 1 ย้อนหลังได้ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบกรณีทดสอบต่อไป

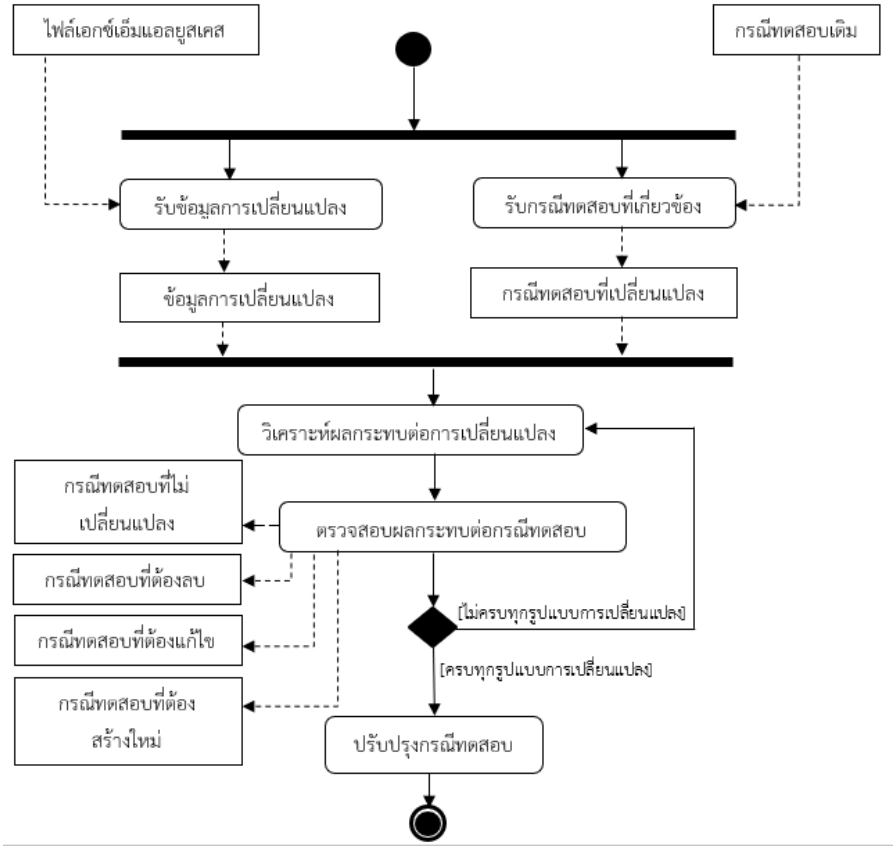
3.2.3 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ

3.2.3.1 ค้นหากรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงกรณีทดสอบทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งก็คือ กรณีทดสอบที่ได้จากเอกสารคุณลักษณะความต้องการของระบบเวอร์ชันที่ 1 ก่อนการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลกรณีทดสอบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยรูปแบบของกรณีทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยหมายเลขกรณีทดสอบ ชื่อตัวแปร ค่าของตัวแปร ลำดับของตัวแปร และค่าผลลัพธ์ที่คาดหวัง ซึ่งค่าผลลัพธ์ที่คาดหวังมี 2 กรณี คือ ถูกต้อง (Valid) และไม่ถูกต้อง (Invalid)

3.2.3.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

การวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องมีกิจกรรมตามแผนภาพกิจกรรม แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมแสดงการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อกรณีทดสอบ โดยเริ่มต้นจากการรับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรจากโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในแต่ละตัวแปร และรับข้อมูลกรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้องจากฐานข้อมูลจากขั้นตอนที่ผ่านมา จากนั้นนำมาวิเคราะห์และตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ ซึ่งข้อมูลทดสอบจะถูกแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มกรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องลบ และกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่ โดยต้นแบบสามารถรองรับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงพร้อม ๆ กัน ได้หลายรูปแบบในเวลาเดียวกัน โดยจะทำการวิเคราะห์และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงไปจนกว่าจะครบทุกรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จะส่งผลอย่างไรกับกรณีทดสอบอย่างไรบ้าง

โดยมีรายละเอียดและหลักการวิเคราะห์ผลกระทบ ดังตารางที่ 3.3 ซึ่งจะถูกวิเคราะห์ออกมาเป็น 5 รูปแบบที่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ (1) ชื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (2) ชนิดตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (3) จำนวนตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (4) ค่าตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง และ (5) ลำดับตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงครบถ้วนแล้ว ต้นแบบจะทำการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และทำการตรวจสอบว่ามีว่ามีกรณีทดสอบใดที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงต่อกลุ่มกรณีทดสอบ 4 กลุ่มข้างต้น เช่น เมื่อเกิดการแก้ไขชนิดของตัวแปร จำเป็นต้องปรับปรุงกรณีทดสอบให้กับกลุ่มกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้ถูกต้องเป็นเวอร์ชันปัจจุบัน

ตารางที่ 3.3 รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

รูปแบบของการเปลี่ยนแปลง	**กรณี**	**แก้ไขกรณีทดสอบ**	**ลบกรณีทดสอบ**	**สร้างกรณีทดสอบใหม่**	**กรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง**
1. ชื่อตัวแปร	แก้ไข	-	-	-	*
2. ชนิดตัวแปร	แก้ไข	*	-	-	-
3. จำนวนตัวแปร	เพิ่ม	-	*	*	-
	ลบ		*	*	-
4. ค่าของตัวแปร	เพิ่ม	*		*	-
	ลบ	*	*	-	-
	แก้ไข	*	-	*	*
5. ลำดับของตัวแปร	แก้ไข	*	-	-	-

3.2.3.3 รูปแบบของการวิเคราะห์และตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

จากตารางที่ 3.3 แสดงรูปแบบของการวิเคราะห์และตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ ซึ่งต้นแบบจะดำเนินการประมวลผลอ้างอิงตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบที่นำเสนอ โดยมีรายละเอียดและหลักการในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) ชื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

การแก้ไขตัวแปร เป็นการแก้ไขชื่อของตัวแปร ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ ชื่อของตัวแปรในกรณีทดสอบมีการเปลี่ยนแปลง ต้นแบบจะทำการปรับปรุงชื่อของตัวแปรเดิมให้ถูกต้องตรงกับชื่อตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง

พบว่าไม่ส่งผลกับข้อมูลทดสอบในแต่ละกรณีทดสอบ ดังนั้นในกรณีนี้พบว่ากรณีทดสอบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง สามารถนำกรณีทดสอบเดิมมาใช้งานได้ทั้งหมด

2) ชนิดของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

แก้ไขชนิดของข้อมูล เป็นการแก้ไขชนิดของตัวแปร ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบแต่ละกรณีอาจจะมีค่าข้อมูลทดสอบที่ถูกต้องของตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้นในกรณีนี้เมื่อมีการแก้ไขชนิดของตัวแปร ต้นแบบจะตรวจสอบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ตามชนิดของตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง และทำการปรับปรุงค่าให้ถูกต้องตามชนิดที่เปลี่ยนแปลง

3) จำนวนตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

จำนวนตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ เมื่อมีการเพิ่มหรือลบจำนวนตัวแปรเกิดขึ้น ต้นแบบจะทำการลบกรณีทดสอบเดิมและสร้างกรณีทดสอบใหม่ทั้งหมด เนื่องจากว่าเทคนิคการสร้างกรณีทดสอบของต้นแบบ จะได้มาจากผลคูณคาร์ทีเซียนของทุกตัวแปรคูณกันจนครบทุกตัว ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนตัวแปรเกิดขึ้น ต้นแบบต้องทำการตรวจสอบว่า มีกรณีทดสอบใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง และจะทำการลบกรณีทดสอบที่มีตัวแปรเหล่านั้น และทำการสร้างกรณีทดสอบใหม่

4) ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

กรณีที่ 1 ค่าของตัวแปรมีการเพิ่ม เป็นการเพิ่มค่าของตัวแปรโดยมีจำนวนชั้นหรือช่วงของข้อมูลเพิ่มขึ้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบเดิมที่มีอยู่จะไม่ครอบคลุมค่าช่วงของข้อมูลที่เพิ่มมาใหม่ ดังนั้นต้นแบบจะทำการสร้างกรณีทดสอบใหม่ในส่วนของค่าช่วงของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมา และทำการปรับปรุงกรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้องกับช่วงของข้อมูลเดิมที่ให้เป็นค่าที่ถูกต้องตามที่มีการเปลี่ยนแปลง

กรณีที่ 2 ค่าของตัวแปรมีการลบ เป็นการลบค่าของตัวแปร โดยมีชั้นหรือช่วงของข้อมูลลดลง ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบเดิมจะมีจำนวนเกินกว่าช่วงข้อมูลของตัวแปรที่ตามที่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากจะมีกรณีทดสอบที่ยังมีค่าของตัวแปรที่ได้มีการลบไปแล้วในแต่ละกรณีทดสอบ ดังนั้นต้นแบบจะทำการลบกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง ที่มีเกินกว่าจำนวนกรณีทดสอบที่ต้องการและทำการแก้ไขกรณีทดสอบตามช่วงข้อมูลเดิมให้มีความถูกต้องตามที่มีการเปลี่ยนแปลง

กรณีที่ 3 ค่าของตัวแปรมีการแก้ไข เป็นการแก้ไขค่าของตัวแปรโดยมีชั้นหรือช่วงข้อมูลของตัวแปรจำนวนเท่าเดิม แต่ค่าจะถูกเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรูปแบบที่แตกต่างกัน ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบเดิมมีค่าภายในช่วงเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นต้นแบบจะทำการปรับปรุงแก้ไขค่าช่วงของตัวแปรในแต่ละกรณีทดสอบให้ถูกต้องตามที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะแบ่งย่อยออกเป็น 5 กรณีที่เป็นไปได้ ดังนี้

<u>กรณีที่ 1</u> ข้อมูลถูกแบ่งช่วง โดยที่ปรับเปลี่ยนค่าที่อยู่ในช่วง แต่ค่าต่ำสุดและสูงสุดเดิม

กรณีที่ 2 ข้อมูลถูกแบ่งช่วง โดยที่ค่าสูงสุดเท่าเดิม แต่ค่าต่ำสุดเปลี่ยนแปลง

กรณีที่ 3 ข้อมูลถูกแบ่งช่วง โดยที่ค่าต่ำสุดเท่าเดิม แต่ค่าสูงสุดเปลี่ยนแปลง

กรณีที่ 4 ข้อมูลถูกแบ่งช่วง โดยที่ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดเปลี่ยนแปลง

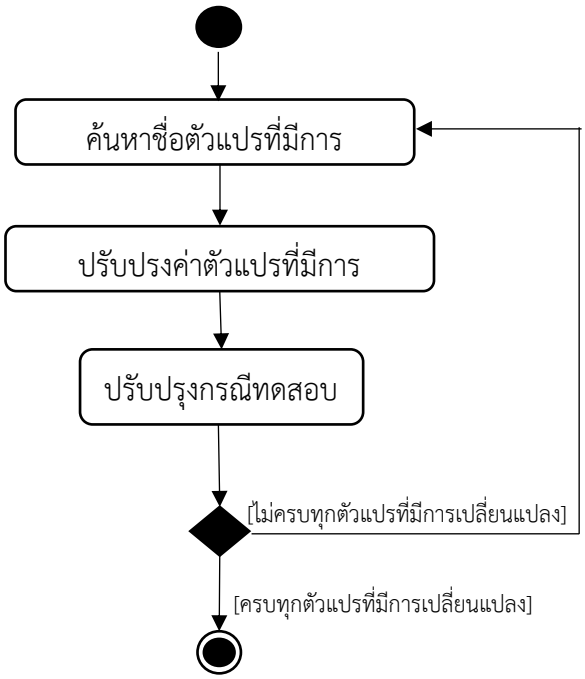
กรณีที่ 5 ข้อมูลถูกแบ่งช่วง โดยที่ต่ำสุดและค่าสูงสุดไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนตัวแปรจากข้อที่ 4)

5) ลำดับของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

ลำดับของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ การเปลี่ยนแปลงลำดับของตัวแปร มีผลต่อการพิจารณาระบุลำดับข้อมูลนำเข้าสำหรับข้อมูลทดสอบในแต่ละกรณีทดสอบของทุกตัวแปร ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปร ส่งผลให้กรณีทดสอบที่สร้างขึ้นจากทุก ๆ ตัวแปร จำเป็นต้องปรับปรุงให้ถูกต้องด้วย เนื่องจากผลลัพธ์ของยูสเคสหนึ่ง สามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในอีกยูสเคสหนึ่งได้ เช่น ข้อมูล GFR ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณค่าไตจากเพศ อายุ และผลแลปครีเอตินิน สามารถนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในยูสเคสการแปลผลระดับค่าไตควบคู่กับผลยูรีนครีเอตีนิน

3.2.3.4 ปรับปรุงกรณีทดสอบ

การปรับปรุงกรณีทดสอบ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นสำหรับกลุ่มของกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข และกลุ่มของกรณีทดสอบที่ต้องลบ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเข้าไปปรับปรุงกรณีทดสอบโดยวิธีการรวมกันของเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก โดยจะมีกิจกรรมการปรับปรุงกรณีทดสอบแสดงตามแผนภาพกิจกรรม ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 3.5 แสดงกิจกรรมของการปรับปรุงกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการของตัวแปรเกิดขึ้น โดยเริ่มต้นจากการค้นหาตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง โดยการเปรียบเทียบกันระหว่างเวอร์ชันเดิม หลังจากนั้นต้นแบบจะทำการปรับปรุงค่าตัวแปรให้ถูกต้องตามค่าที่เปลี่ยนแปลง และทำการค้นหาและปรับปรุงกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้องเป็นลำดับถัดไป โดยการค้นหาและปรับปรุงกรณีทดสอบจะดำเนินการไปจนครบทุกตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะแสดงตัวอย่างการปรับปรุงค่าช่วงของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตัวอย่างตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการปรับปรุงค่าของตัวแปรเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

ตัวแปรก่อนการเปลี่ยนแปลง					**ตัวแปรหลังการเปลี่ยนแปลง**				
ชั้นสมมูล	**ตัวแปร**	**ค่าต่ำสุด**	**ค่าสูงสุด**	**ชนิดข้อมูล**	**ชั้นสมมูล**	**ตัวแปร**	**ค่าต่ำสุด**	**ค่าสูงสุด**	**ชนิดข้อมูล**
1	**Sex**	F	F	Valid	1	**Sex**	F	F	Valid
2		M	M	Valid	2		M	M	Valid
3		N/A	N/A	Invalid	3		N/A	N/A	Invalid
4	**Age**	minimum	11	Invalid	4	**Age**	minimum	17	Invalid
5		**12**	**60**	**Valid**	**5**		**18**	**60**	**Valid**
6		61	maximum	Invalid	6		61	maximum	Invalid

จากตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างของกรณีทดสอบหลังการปรับปรุงข้อมูลให้ถูกต้องเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จากตัวอย่างแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าช่วงของตัวแปร Age มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิม คือ พิจารณาข้อมูลที่อยู่ในช่วงอายุ 12-60 ปี ในเวอร์ชันเดิม ต่อมามีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร โดยข้อมูลที่สนใจจะถูกพิจารณาให้เป็นช่วงอายุ 18-60 ปี ดังนั้นพบว่าจำนวนช่วงของข้อมูลของตัวแปร Age แบ่งออกเป็น 2 ช่วงข้อมูลหลัก ๆ คือ ช่วงข้อมูลที่ถูกต้องและช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง โดยช่วงข้อมูลที่ถูกต้องมีจำนวน 1 ช่วง คือ 18-60 และช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้องมีจำนวน 2 ช่วง คือ >18 และ < 60 หลังจากนั้นเมื่อทำการปรับปรุงค่าช่วงข้อมูลของตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว ต้นแบบจะทำการปรับปรุงกรณีทดสอบ และสร้างเป็นกรณีทดสอบเวอร์ชันใหม่ ดังที่แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กรณีทดสอบเวอร์ชันใหม่

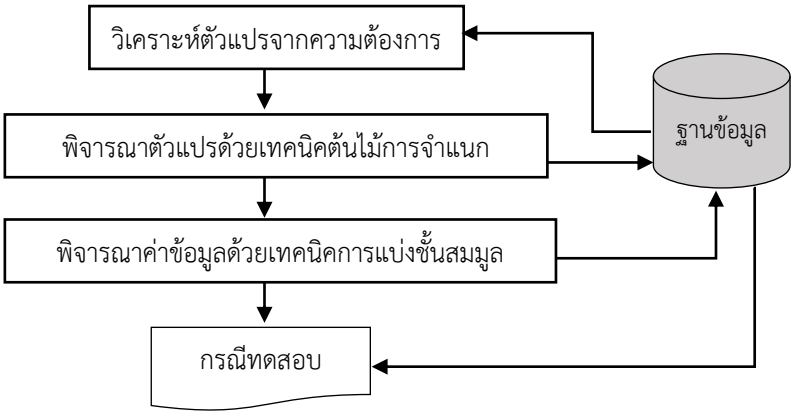
หมายเลขกรณีทดสอบ	ชั้นสมมูล	ชื่อตัวแปร		ลำดับตัวแปร		ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
		Sex (F, M)	*Age (18-60)*	*Sex*	*Age*	
1	**1,4**	**F**	**12**	**1**	**2**	**Invalid**
2	1,5	F	45	1	2	Valid
3	1,6	F	65	1	2	Invalid
4	**2,4**	**M**	**12**	**1**	**2**	**Invalid**
5	2,5	M	45	1	2	Valid
6	2,6	M	65	1	2	Invalid
7	**3,4**	**N/A**	**12**	**1**	**2**	**Invalid**
8	3,5	N/A	45	1	2	Valid
9	3,6	N/A	65	1	2	Invalid

จากตารางที่ 3.5 แสดงกรณีทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงในเวอร์ชันใหม่ หลังจากการค้นหาและปรับปรุงค่าช่วงข้อมูลของตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว พบว่าค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องที่เป็นช่วงข้อมูลที่น้อยกว่า 18 ดังนั้นในกรณีนี้พบว่ามี 3 กรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบที่ 1,4 และ 7 ดังที่ไฮไลท์ (Hightlight) ในตารางที่ 3.5 จำเป็นต้องปรับปรุงข้อมูลกรณีทดสอบใหม่ให้ถูกต้อง เนื่องจากมีช่วงข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และมีกรณีทดสอบเดิมที่ไม่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด 6 กรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบที่ 2,3,5,8 และ 9 ตามลำดับ

3.2.4 สร้างกรณีทดสอบ

ในขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบจะพิจารณาจากกรณีทดสอบที่มีการเพิ่มมาจากเดิม โดยที่ต้นแบบจะทำการตรวจสอบและรับคำสั่งจากการพิจารณาจากขั้นตอนที่แล้วว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น มีกลุ่มกรณีทดสอบใดบ้างที่จำเป็นต้องสร้างใหม่ จากนั้นจะสร้างกรณีทดสอบใช้หลักการการรวมกันระหว่างสองเทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ คือ การรวมกันระหว่างเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลและเทคนิคต้นไม้การจำแนกโดยอ้างอิงจาก (Ramadoss and Prema, 2009)

ในส่วนของการสร้างกรณีทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลที่นำมาใช้ คือ แบบสตรองโรบัส ซึ่งจะพิจารณาชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นกรณีทดสอบที่เป็นไปได้จะครอบคลุมผลคูณคาร์ทีเซียนที่เป็นไปได้ของชั้นทั้งหมด สำหรับกระบวนการสร้างกรณีทดสอบ มีกระบวนการ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กระบวนการสร้างกรณีทดสอบ

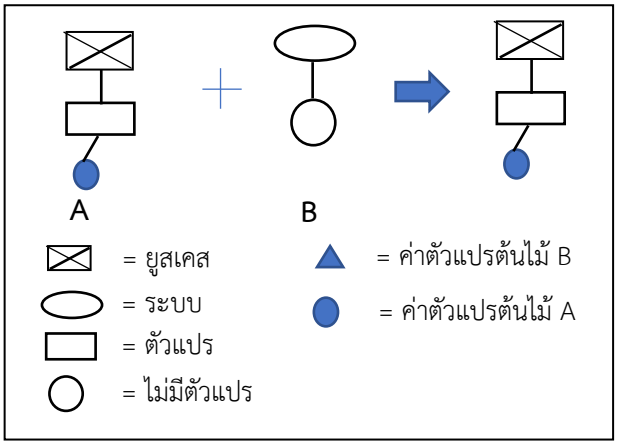
จากรูปที่ 3.6 แสดงกระบวนการสร้างกรณีทดสอบโดยเริ่มจากการพิจารณาตัวแปรจากความต้องการของระบบจากโครงสร้างข้อมูล หลังจากนั้นจึงพิจารณาความต้องการของตัวแปรที่ได้จากความต้องการมาพิจารณาด้วยเทคนิคต้นไม้การจำแนกเพื่อลดความซ้ำซ้อนของความต้องการในการสร้างกรณีทดสอบ และเมื่อได้ตัวแปรที่ครบถ้วนครอบคลุมทุกความต้องการของระบบแล้ว จะนำเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูลมาพิจารณาชั้นสมมูลของตัวแปร เพื่อเป็นข้อมูลทดสอบและจัดเก็บในฐานข้อมูลกรณีทดสอบเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งกระบวนการสร้างกรณีทดสอบโดย 2 เทคนิคจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.4.1 การรวมกันของตัวแปรจากต้นไม้การจำแนก

เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวแปรที่ได้จากยูสเคสแต่ละยูสเคสเรียบร้อยแล้ว ทางผู้วิจัยได้พิจารณานำหลักการการรวมกันระหว่างต้นไม้การจำแนก (Ramadoss and Prema, 2009) ที่มีความต้องการเหมือนกันมารวมกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของตัวแปรในการสร้างกรณีทดสอบ

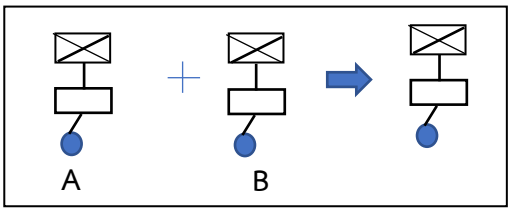
ซึ่งในงานวิจัยนี้พิจารณาส่วนของต้นไม้ในรูปแบบของระบบที่ใช้งานอยู่บนสุดของต้นไม้และซับทรี คือ ยูสเคสในระบบ เทอมินัลคลาสสิฟิเคชัน คือ ตัวแปร และเทอมินัลคลาส คือ ค่าของตัวแปร โดยมีหลักการ 8 กรณี ในการรวมกันดังต่อไปนี้

1) <u>กรณีที่ 1</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งมีลำดับชั้นจากบนลงล่าง คือ ยูสเคส ตัวแปรและค่าของตัวแปรตามลำดับ โดยที่ยูสเคส A มีตัวแปรและค่าของตัวแปรครบถ้วน รวมกันกับยูสเคส B ที่ไม่มีตัวแปรร่วมกัน ผลลัพธ์จะได้เป็น 1 ต้นไม้ของระบบ ที่ได้จากยูสเคส A เท่านั้น แสดงดังรูปที่ 3.7



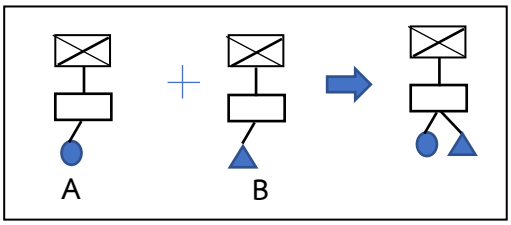
รูปที่ 3.7 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 1 (ปรับปรุงจาก Ramadoss and Prema, 2009)

2) <u>กรณีที่ 2</u> การรวมกันระหว่างต้นไม้ของยูสเคส A และยูสเคส B โดยที่ทั้งยูสเคส A และ B มีลำดับชั้นเหมือนกัน มีตัวแปรและค่าของตัวแปรเหมือนกันทุกประการ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ต้นไม้ 1 ต้นที่มียูสเคสและตัวแปรเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3.8



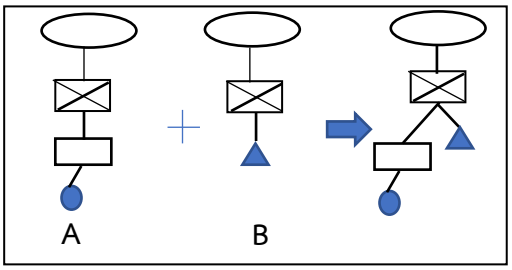
รูปที่ 3.8 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 2

3) <u>กรณีที่ 3</u> การรวมกันระหว่างระบบ 1 ระบบที่มียูสเคส A และยูสเคส B โดยที่ทั้งยูสเคส A และ B มีชื่อเหมือนกัน มีลำดับชั้นและตัวแปรเหมือนกัน แต่มีค่าช่วงตัวแปรที่แตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ต้นไม้ 1 ต้นที่มียูสเคส 1 ยูสเคสและตัวแปรเดียวกัน แต่มีค่าของตัวแปร 2 ค่าที่นำมารวมกัน แสดงดังรูปที่ 3.9



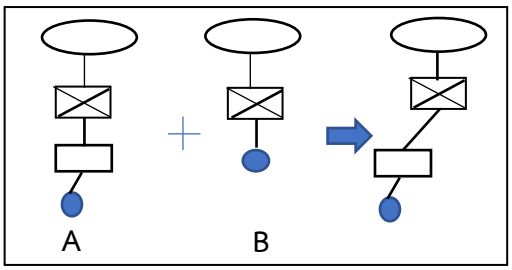
รูปที่ 3.9 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 3

4) <u>กรณีที่ 4</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งยูสเคส A มียูสเคสย่อย 1 ยูสเคส ซึ่งมีลำดับชั้นต่างกัน ตัวแปรและค่าตัวแปรไม่ซ้ำกับยูสเคส B ซึ่งมีเฉพาะยูสเคสหลักและตัวแปรที่ไม่ซ้ำกับยูสเคส A ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกัน คือ 1 ต้นไม้ที่มียูสเคสหลักรวมกัน 1 ยูสเคสและค่าตัวแปรที่ได้จากยูสเคส B และยูสเคสย่อยกับตัวแปรที่แตกจากยูสเคส A ที่ไม่ซ้ำกัน แสดงดังรูปที่ 3.10



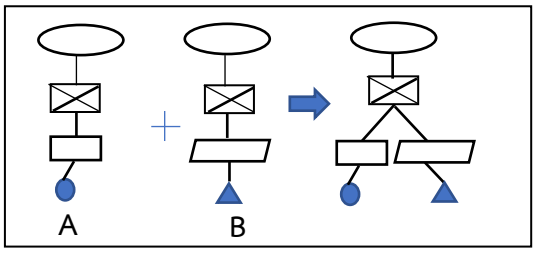
รูปที่ 3.10 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 4

5) <u>กรณีที่ 5</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งยูสเคส A มียูสเคสย่อย 1 ยูสเคส ซึ่งมีตัวแปรและค่าตัวแปรซ้ำกับยูสเคส B ซึ่งมีเฉพาะยูสเคสหลักและค่าตัวแปรที่ซ้ำกับยูสเคส A ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกัน คือ 1 ต้นไม้ที่มียูสเคสและยูสเคสย่อยหลักและค่าตัวแปร 1 ค่าที่ซ้ำกันทั้งยูสเคส A และยูสเคส B แสดงดังรูปที่ 3.11



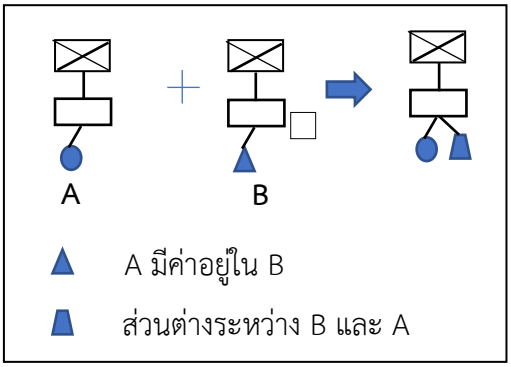
รูปที่ 3.11 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 5

6) <u>กรณีที่ 6</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งมียูสเคสย่อยที่ซ้ำกัน แต่ไม่มีตัวแปรและค่าของตัวแปรที่ซ้ำกันเลย ผลลัพธ์ที่ได้จะได้เป็น 1 ต้นไม้ของระบบที่มียูสเคสย่อย 1 ยูสเคสที่ซ้ำกัน และมีตัวแปรและค่าตัวแปรแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 3.12



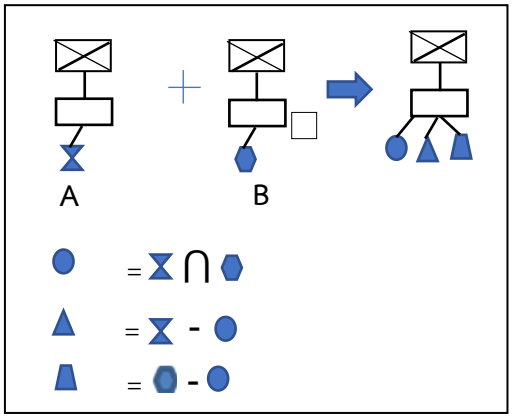
รูปที่ 3.12 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 6

7) กรณีที่ 7 การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งมีลำดับชั้นและตัวแปรเหมือนกัน และมีค่าของตัวแปรบางส่วนในยูสเคส A เป็นส่วนหนึ่งในยูสเคส B ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกันของต้นไม้ระหว่างยูสเคส A และ B คือ 1 ต้นไม้ที่มีค่าของตัวแปรในยูสเคส A และมีค่าตัวแปรอีก 1 ช่วงที่ได้จากส่วนต่างของตัวแปรในยูสเคส B ลบด้วยค่าของตัวแปรในยูสเคส A แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 7

8) กรณีที่ 8 การรวมกันระหว่างยูสเคสของต้นไม้ A และยูสเคสต้นไม้ B ซึ่งมีตัวแปรเหมือนกัน และมีค่าของตัวแปรบางส่วนในยูสเคส A เป็นส่วนหนึ่งในยูสเคส B ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกันของต้นไม้ระหว่างยูสเคส A และ B โดยที่มีค่าของตัวแปรต้นไม้ A และต้นไม้ B แสดงดังรูปที่ 3.14

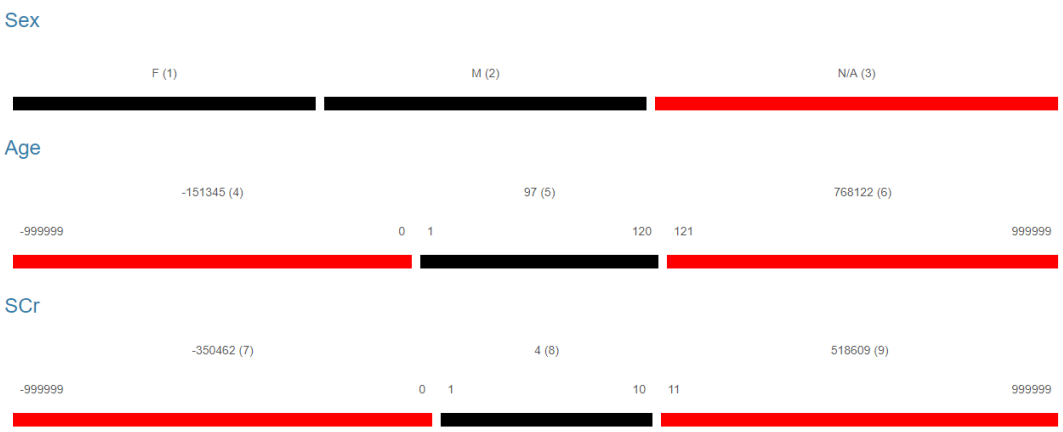


รูปที่ 3.14 การรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 8

เมื่อได้ตัวแปรที่รวมกันเรียบร้อยแล้ว จะทำการเก็บแบ่งชั้นสมมูลของตัวแปรและจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์และสร้างกรณีทดสอบเป็นลำดับถัดไป

3.2.4.2 แบ่งข้อมูลออกเป็นชั้นสมมูล

เมื่อได้ข้อมูลตัวแปรที่ได้จากเทคนิคการรวมกันของต้นไม้การจำแนกแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากเทอมินอลคลาสของตัวแปร มาแบ่งเป็นชั้น ๆ โดยใช้เทคนิคการแบ่งชั้นสมมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกแบ่งเป็นตัวแปรของแต่ละยูสเคส เพื่อนำมาพิจารณาสร้างกรณีทดสอบ โดยรายละเอียดมีดังนี้ ข้อมูลที่ได้จากเทอมินัลคลาสจากตัวแปร จะถือเป็นช่วงข้อมูลที่ถูกต้องตามจำนวนช่วงที่ได้จากความต้องการ และต้นแบบจะทำการสร้างช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้องของแต่ละตัวแปรที่ครอบคลุมทุก ๆ ช่วงชั้นของตัวแปร หลังจากนั้นจะจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยแบ่งเป็นชั้น ๆ ทั้งช่วงข้อมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบที่ได้จากเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูล

จากรูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างข้อมูลทดสอบที่ได้จากเทคนิคการแบ่งชั้นสมมูล ซึ่งจะเป็นกระบวนการหลังจากที่พิจารณาความต้องการจากยูสเคส และใช้เทคนิคต้นไม้การจำแนกในการพิจารณารวมความต้องการของตัวแปรที่วิเคราะห์ โดยจากยูสเคสตัวอย่างจะประกอบไปด้วย 3 ตัวแปรด้วยกัน คือ เพศ (Sex) , อายุ (Age) และผลแลปครีเอตินีน (SCr) ตัวแปร Sex ประกอบด้วยข้อมูลทดสอบ 3 ช่วง คือ (1) F (2) M ซึ่งเป็นช่วงข้อมูลที่ถูกต้อง และ (3) N/A เป็นชั้นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ตัวแปร Age ประกอบด้วยข้อมูลทดสอบ 3 ช่วง คือ (1) ช่วงอายุ 1-120 ปี เป็นช่วงของข้อมูลที่ถูกต้อง (2) ช่วงอายุน้อยกว่า 1 ปี และ (3) ช่วงอายุมากกว่า 120 ปี ซึ่งเป็นช่วงของข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ตัวแปร SCr ประกอบด้วยข้อมูลทดสอบ 3 ช่วง คือ (1) ผลแลปอยู่ในช่วง (1-10 เป็นช่วงของข้อมูลที่ถูกต้อง) (2) ผลแลปอยู่ในช่วงน้อยกว่า 1 และ (3) ผลแลปอยู่ในช่วงมากกว่า 10 เป็นช่วงของข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

บทที่ 4

กรณีศึกษา

จากการวิเคราะห์และออกแบบกรอบแบบแนวคิดงานวิจัยจากบทที่ผ่านมา วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้ในรูปแบบของยูสเคส ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้จากกรอบแนวคิดที่ได้ออกแบบ ซึ่งได้นำกรณีศึกษามาประเมินกรอบแนวคิดที่ออกแบบทุกกระบวนการ โดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ คือ (1) รายละเอียดกรณีศึกษา (2) ผลลัพธ์ที่ได้จากกรอบแนวคิด

4.1 รายละเอียดกรณีศึกษา

ในการประเมินผลกรอบแนวคิดนั้น ทางผู้วิจัยได้นำกรณีศึกษาจากระบบโอเพนซอร์ส (Opensource) ที่ใช้งานจริง 2 ระบบย่อย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (Hospital Information System : HIS) ที่มีชื่อว่า “HospitalOS” ซึ่งถูกติดตั้งและใช้งานจริงในโรงพยาบาลชุมชนและคลินิกกว่า 100 แห่งในประเทศไทย โดยที่ระบบ HospitalOS จะประกอบด้วยโมดูล (Module) ที่หลากหลายด้วยกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถดำเนินการต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามเป้าหมายหลักของโรงพยาบาลหรือคลินิก พร้อมทั้งสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องในทุกขั้นตอน ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างเกิดประโยชน์สูงสุด โดยผู้วิจัยเป็นหนึ่งในทีมงานของบริษัท ซึ่งได้ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของทีมในการเก็บความต้องการจากผู้ใช้งานและออกแบบระบบ

โดยระบบย่อยที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยระบบ ดังนี้ ระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไต และระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ โดยแต่ละระบบมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 กรณีศึกษาที่ 1 ระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไต (GFR module)

4.1.1.1 รายละเอียดทั่วไปของระบบ

ระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไต ซึ่งระบบนี้จะเพิ่มเติมมาจากระบบบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ (Medical Record System) ที่มีการบันทึกประวัติข้อมูลการรักษาของคนไข้ โดยระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไตจะช่วยเป็นแนวทางในการรักษาคนไข้ที่มีภาวะไตไม่ปกติให้กับแพทย์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รักษาคนไข้ให้ถูกต้องและเหมาะสม โดยที่ผล (Glomerular Filtration Rate : GFR) ของคนไข้ขึ้นอยู่กับเพศ อายุ และผลครีเอตินีน (SCr) ของคนไข้ โดยที่ระบบจะช่วยแปลผลระยะความล้มเหลวของไตคนไข้โดยการพิจารณาค่า GFR ร่วมกับผลของยูรีน ครีเอตีนิน (UO) เพื่อแสดงให้แพทย์ทราบว่าคนไข้มีระยะความล้มเหลวของไตอยู่ที่ระยะไหน และควรจะพิจารณาการรักษาอย่างไร ซึ่งเจ้าหน้าที่พยาบาลจะทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในระบบ เพื่อให้ระบบทำงานและแสดงผลให้กับแพทย์เป็นลำดับถัดไป

4.1.1.2 รายละเอียดความต้องการ

ความต้องการ 1: ระบบสามารถคำนวณค่า GFR ให้คนไข้อัตโนมัติจากข้อมูลนำเข้า ดังนี้ เพศ อายุ ผล SCr

ความต้องการ 2: ระบบสามารระบบสามารถแสดงแปลผลระยะความล้มเหลวของไตได้ 5 ระยะ ซึ่งได้จากการจับคู่ผล GFR กับ UO ดังนี้

ก. ระยะที่ 1 GFR เริ่มลดลง อยู่ระหว่าง 90 มิลลิเมตรต่อนาที ขึ้นไปและ UO มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อกรัม อยู่ในระยะเสี่ยง (Risk)

ข. ระยะที่ 2 GFR ลดลงต่อจากระยะที่ 1 อยู่ระหว่าง 60-89 มิลลิเมตรต่อนาที และ UO มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อกรัม อยู่ในระยะไตเริ่มเสียหาย (Injury)

ค. ระยะที่ 3 GFR อยู่ระหว่าง 30-59 มิลลิเมตรต่อนาที และ UO 30 มิลลิกรัมต่อกรัม ขึ้นไป อยู่ในระยะไตล้มเหลว (Failure)

ง. ระยะที่ 4 GFR ลดลงจนมาอยู่ที่ 15-29 มิลลิเมตรต่อนาที และ UO ตั้งแต่ 0 มิลลิกรัมต่อกรัม ขึ้นไป อยู่ในระยะสูญเสียการทำงานของไต (Loss)

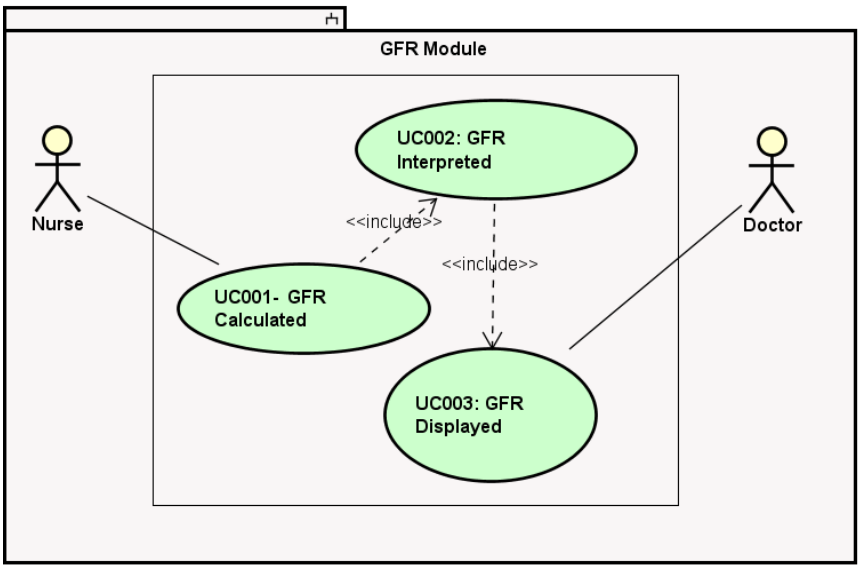
จ. ระยะที่ 5 GFR จะลดลงจน <15 มิลลิเมตรต่อนาที และ UO ตั้งแต่ 0 มิลลิกรัมต่อกรัม ขึ้นไป อยู่ในระยะไตวายระยะสุดท้าย (End-Stage Renal Disease, ESRD)

ความต้องการ 3: การแปลผลระยะความล้มเหลวของไตของคนไข้ 1 คน สามารถมีผลได้ระยะเดียวเท่านั้น

4.1.1.3 การอธิบายความต้องการในรูปแบบของยูสเคสและวิเคราะห์ตัวแปร

1) การอธิบายความต้องการในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส

หลังจากรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว ทางผู้วิจัยได้นำความต้องการดังกล่าวมาเขียนอธิบายในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส เพื่อให้มองเห็นภาพการทำงานของระบบในมุมมองของภาพรวมระดับบนสุด ซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1 แสดงยูสเคสของระบบการวิเคราะห์คำนวณค่าไต ซึ่งระบบดังกล่าวจะประกอบด้วย 3 ฟังก์ชันการทำงานหลัก ทำให้สามารถอธิบายเป็นแผนภาพยูสเคสได้ 3 ยูสเคส คือ UC001: ฟังก์ชันการคำนวณค่า GFR UC002: ฟังก์ชันการแปลผลระยะความล้มเหลวของไต และ UC003: ฟังก์ชันการแสดงผลระยะความล้มเหลวของไต



รูปที่ 4.1 ยูสเคสของระบบการวิเคราะห์คำนวณค่าไต

2) การอธิบายความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์

หลังจากที่ผู้วิจัยได้เขียนอธิบายความต้องการในรูปแบบของแผนภาพยูสเคสเสร็จสิ้นแล้ว หลังจากนั้นจะนำแต่ละยูสเคสมาเขียนอธิบายในรูปแบบความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์หรือรายละเอียดยูสเคส ดังตารางที่ 4.1 - 4.3 ซึ่งจะเป็นการอธิบายแผนภาพยูสเคสของแต่ละยูสเคสตั้งแต่ UC001- UC003 โดยจะมีลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละฟังก์ชันรวมไปถึงอธิบายเงื่อนไข และข้อผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้จากระบบได้อีกด้วย

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเครื่องมือในการอธิบายความต้องการจากแผนภาพยูสเคส และรายละเอียดยูสเคสแต่ละขั้นตอน แสดงดังตารางที่ 4.1- 4.3 เพื่อให้สามารถจัดเก็บในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล เพื่อนำไปวิเคราะห์ในต้นแบบ เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรจากความต้องการเพื่อสร้างเป็นข้อมูลทดสอบเป็นลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC001

รหัสยูสเคส	**UC001**	
ชื่อยูสเคส	การคำนวณค่า GFR	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	คำนวณค่า GFR จากข้อมูลนำเข้า	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>พยาบาล</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ดึงคนไข้จากระบบเลือกหน้าจอการบันทึกข้อมูล GFR	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลการคำนวณ GFR ลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าจอการบันทึกข้อมูล 2. พยาบาลระบุข้อมูล เพศ อายุ SCr 3. พยาบาลบันทึกข้อมูล [A1] 4. ระบบคำนวณค่า GFR จากข้อมูลนำเข้า [UC002] [A2] 5. ระบบแปลผลระยะความล้มเหลวของไตของคนไข้ [E1] 6. ระบบแสดงผลระยะความล้มเหลวของไตของคนไข้ [UC003]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลกดปุ่มยกเลิก ระบบจะไม่บันทึกข้อมูลทางการแพทย์ [E1] [A2] กรณีที่ระบบจับคู่ระยะการความล้มเหลวของไตผิดพลาด [E2] [E3]	
ขั้นตอนการ ผิดพลาด	[E1] ระบบเตือน “ยืนยันการยกเลิก” [E2] ระบบเตือน “การจับคู่ระยะความล้มเหลวของไตผิดพลาด” [E3] ระบบแจ้งเตือน “ระยะความล้มเหลวของไตผิดพลาด”	
เวอร์ชัน	01	

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC002

รหัสยูสเคส	**UC002**	
ชื่อยูสเคส	การแปลผลระดับความล้มเหลวของไต	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	การแปลผลระยะความล้มเหลวของไต	
ความสัมพันธ์	แอสโซซิเอชัน	
	<u>อินคลูด</u>	**<u>UC001</u>**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบบันทึกผล GFR และ UO เรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลระยะความล้มเหลวของไตลงในฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบดึงรายละเอียดผลของ UO จากฐานข้อมูลมาแสดง 2. ระบบจับคู่ GFR กับ UO ตามเงื่อนไข [E1] [E2] 3. ระบบแปลผลระยะความล้มเหลวของไตและบันทึกลงฐานข้อมูล 4. ระบบแสดงผลระยะความล้มเหลวของไต [UC003]	
เหตุการทางเลือก	[A2] กรณีที่ระบบจับคู่ระยะการความล้มเหลวของไตผิดพลาด [E2] [E3]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบเตือน “การจับคู่ระยะความล้มเหลวของไตผิดพลาด” [E2] ระบบแจ้งเตือน “ระยะความล้มเหลวของไตผิดพลาด”	
เวอร์ชัน	01	

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC003

รหัสยูสเคส	**UC003**	
ชื่อยูสเคส	การแสดงผลระยะความล้มเหลวของไต	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	การแสดงผลระยะความล้มเหลวของไต	
ความสัมพันธ์	แอสโซซิเอชัน	แพทย์
	<u>อินคลูด</u>	**<u>UC002</u>**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบบันทึกข้อมูลระยะความล้มเหลวของไตลงในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงผลระยะความล้มเหลวของไต	
ขั้นตอนการทำงาน	1. แพทย์ดึงคนไข้ขึ้นมาจากระบบ 2. ระบบดึงรายละเอียดระยะความล้มเหลวของไตจากฐานข้อมูลมาแสดง	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	01	

3) พจนานุกรมข้อมูลของตัวแปรจากกรณีศึกษา

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายตัวแปรต่าง ๆ ของระบบที่ได้จากพจนานุกรมข้อมูลของกรณีศึกษา เมื่อพิจารณาแผนภาพเชิงเหตุการณ์ของแต่ละยูสเคสของระบบการวิเคราะห์คำนวณค่าไต ผู้วิจัยได้นำตัวแปรที่ได้จากพจนานุกรมข้อมูลของระบบเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าได้ทั้งหมดดังตารางที่ 4.4 โดยในตารางประกอบด้วยชื่อตัวแปร ความหมายของตัวแปร ชนิดตัวแปร และช่วงข้อมูล

ตารางที่ 4.4 พจนานุกรมข้อมูลระบบคำนวณค่าไต เวอร์ชัน 1

ชื่อตัวแปร	ชนิดของตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ช่วงข้อมูล
Sex	Varchar (3)	เพศ	F/M
Age	Integer	อายุ	0-120
SCr	Float	ผลแลปครีเอตินีน	0-10.0
UO	Integer	ผลยูรีนครีเอตินีน	0-∞
GFR	Integer	ค่า GFR	0-∞
Stage	Varchar (255)	ระยะความล้มเหลวของไต	Stage 1- Stage 5

4) การวิเคราะห์ตัวแปรจากกรณีศึกษา

เมื่อพิจารณาแผนภาพเชิงเหตุการณ์และพจนานุกรมข้อมูลในหัวข้อ 2) และ 3) ตามลำดับผู้วิจัยสามารถตีความตัวแปรได้ดังนี้ ตัวแปรที่จะพิจารณามาเป็นข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ตัวแปรเพศ (Sex) อายุ (Age) ผลแลปครีเอตีนีน (SCr) ผลยูรีนครีเอตินีน (UO) ค่า GFR และระยะความล้มเหลวของไต (Stage) โดยจะมีการกำหนดชนิดของตัวแปรและค่าช่วงของข้อมูลของแต่ละตัวแปร เพื่อนำไปพิจารณาสร้างข้อมูลทดสอบ เช่น ตัวแปรเพศ มีช่วงตัวแปรที่ถูกต้อง คือ F และ M ซึ่งเป็นข้อมูลเพศชายและเพศหญิง ตัวแปรอายุ จะมีค่าช่วงข้อมูลที่ถูกต้อง คือ 0-120 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงอายุที่สนใจ

4.1.1.4 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

เมื่อเก็บความต้องการจากผู้ใช้และนำมาอธิบายความต้องการในรูปแบบของแผนภาพยูสเคสและรายละเอียดยูสเคสในหัวข้อที่ 3 พบว่าผู้ใช้งานมีการแจ้งขอเปลี่ยนแปลงความต้องการดังต่อไปนี้

1) รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

<u>ความต้องการ 1</u>: ระบบสามารถคำนวณค่า GFR ให้คนไข้อัตโนมัติจากสูตรการคำนวณที่แตกต่างกันระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ดังตารางที่ 5.5 ซึ่งสูตรการคำนวณหาค่า GFR ของผู้ใหญ่จะใช้ข้อมูลเพศ (Sex) อายุ (Age) และผลแลปครีเอตีนีน (SCr) นำมาคำนวณ ส่วนสูตรการคำนวณค่า GFR ของเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี จะพิจารณาส่วนสูงมาคำนวณเพิ่มเติมด้วย

ตารางที่ 4.5 แสดงสูตรการคำนวณ GFR

Age	Sex	Serum creatinine result	Formula
>=18	Female	SCr <= 0.7	GFR=144 x (SCr/0.7) $^{-0.329}$ (0.993) ^{Age} (1)
		SCr > 0.7	GFR=144 x (SCr/0.7) $^{-1209}$ (0.993) ^{Age} (2)
	Male	SCr <= 0.9	GFR=141 x (SCr/0.9) $^{-0.411}$ (0.993) ^{Age} (3)
		SCr > 0.9	GFR=141 x (SCr/0.9) $^{-1.209}$ (0.993) ^{Age} (4)
< 18	Female/Male	GFR = 0.413 x (Height (cm)) / SCr (mg/dL) (5)	

จากตารางที่ 4.5 อธิบายสูตรการคำนวณค่า GFR โดยแบ่งเป็นช่วงเด็ก 0-18 ปี และผู้ใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 18 ปีขึ้นไป เช่น ผู้ป่วยที่เป็นเด็กอายุ 0-18 ปี สูตรของการคำนวณค่า GFR พิจารณาจากส่วนสูง ผลของแลปครีเอตินีนคูณกับค่าคงที่ 0.413

2) รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของแผนภาพเชิงเหตุการณ์

หลังจากที่ทราบรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดความต้องการของผู้ใช้ ทำให้ทางผู้วิจัยทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความต้องการ หรือขั้นตอนการทำงานอย่างไรบ้าง ถัดมาจึงเป็นการนำรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงความต้องการดังกล่าว มาเขียนอธิบายในรูปแบบของแผนภาพเชิงเหตุการณ์ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งมีลำดับที่ 4 จะมีการพิจารณาการคำนวณ GFR จากสูตรเพิ่มเติม เพื่อนำไปวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงต่อไป

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC001

รหัสยูสเคส	**UC001**	
ชื่อยูสเคส	การคำนวณค่า GFR	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	คำนวณค่า GFR จากข้อมูลนำเข้า	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>พยาบาล</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ดึงคนไข้จากระบบเลือกหน้าจอการบันทึกข้อมูล GFR	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลการคำนวณ GFR ลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าจอการบันทึกข้อมูล 2. พยาบาลระบุข้อมูล เพศ อายุ SCr และส่วนสูง 3. พยาบาลบันทึกข้อมูล [A1] 4. ระบบคำนวณค่า GFR ตามสูตรจากตารางที่ 4.5 จากข้อมูลนำเข้า [UC002] [A2] 5. ระบบแปลผลระยะความล้มเหลวของไตของคนไข้ [E1] 6. ระบบแสดงผลระยะความล้มเหลวของไตของคนไข้โดยแก้ไขชื่อเป็น [UC003]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลกดปุ่มยกเลิก ระบบจะไม่บันทึกข้อมูลทางการแพทย์ [E1] [A2] กรณีที่ระบบจับคู่ระยะการความล้มเหลวของไตผิดพลาด [E2] [E3]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบเตือน “ยืนยันการยกเลิก” [E2] ระบบเตือน “การจับคู่ระยะความล้มเหลวของไตผิดพลาด” [E3] ระบบแจ้งเตือน “ระยะความล้มเหลวของไตผิดพลาด”	
เวอร์ชัน	02	

3) รายละเอียดตัวแปรจากระบบที่เปลี่ยนแปลง

จากข้อกำหนดความต้องการที่มีการเปลี่ยนแปลงในหัวข้อที่ 4 สูตรของการคำนวณ GFR ที่ถูกนำมาคำนวณ จะพิจารณาตามเพศ อายุ ผล SCr โดยมีการพิจารณาช่วงของอายุที่แตกต่างกันตามเพศ และผล SCr สำหรับผู้ใหญ่ และเมื่อพิจารณาเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี จะนำส่วนสูงมาเป็นข้อมูลนำเข้าในการคำนวณค่า GFR ด้วย ดังนั้นตารางที่ 4.7 จะแสดงรายละเอียดของตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.7 พจนานุกรมข้อมูลระบบคำนวณค่าไต เวอร์ชัน 2

ชื่อตัวแปร	ชนิดของตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ช่วงข้อมูล
Sex	Varchar (3)	เพศ	F/M
Age	*Integer*	*อายุ*	*<18, ≥ 18*
SCr	*Float*	*ผลแลปครีเอตินีน*	*≤ 0.7, > 0.7, ≤ 0.9, > 0.9*
Height	*Float*	*ส่วนสูง*	*30 – 251*
UO	*Float*	*ผลยูรีน ครีเอตินีน*	*0-∞*
GFR	*Float*	*ค่า GFR*	*0-∞*
Stages	Varchar (255)	ระยะความล้มเหลวของไต	Stage 1- Stage 5

จากตารางที่ 4.7 อธิบายรายละเอียดพจนานุกรมตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงจากความต้องการ ซึ่งจากสูตรการคำนวณที่แตกต่างกัน แปรผลตามเพศและช่วงอายุ ทำให้ผล SCr จะถูกแบ่งช่วงเป็น เพศหญิง (≤ 0.7, > 0.7) และเพศชาย (0.9, > 0.9) และช่วงอายุเป็นเด็ก (อายุ < 18 ปี) และผู้ใหญ่ (อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป) และมีการเปลี่ยนชนิดของตัวแปรให้เป็นแบบ Float เนื่องจากตัวแปร GFR และ UO สามารถมีค่าเป็นทศนิยมได้

4.1.1.5 การวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ

หลังจากกระบวนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความต้องการดังกล่าวที่เกิดขึ้น โดยในกรณีนี้จะนำตัวแปรจากโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากยูสเคสทั้งในเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 มาพิจารณาวิเคราะห์ผลกระทบที่ได้จากกรณีทดสอบเดิมว่ามีผลกระทบอย่างไรบ้าง ด้วยการดำเนินการด้วยมือ (Manual) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากต้นแบบแบบอัตโนมัติ โดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1) การค้นหากรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายการค้นหากรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดความต้องการของระบบ ซึ่งกรณีทดสอบเดิม หมายถึง กรณีทดสอบที่ได้จากเอกสารข้อกำหนดความต้องการที่อธิบายในรูปแบบของยูสเคส ซึ่งจากหัวข้อที่ 4.1.1.4 อธิบายตัวแปรจากโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากยูสเคส ที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้า เพื่อสร้างกรณีทดสอบในการทดสอบระบบ

โดยรูปแบบของกรณีทดสอบที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้ หมายเลขกรณีทดสอบ (#TC) ชื่อตัวแปร (Variable Name) ค่าของตัวแปร (Input) ลำดับของตัวแปร และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expect Result) ซึ่งผลลัพธ์ที่คาดหวังจะถูกแบ่งเป็น 2 กรณี คือ ถูกต้องและไม่ถูกต้อง ซึ่งในเวอร์ชันที่ 1 จะมีกรณีทดสอบเดิมในที่ถูกจัดเก็บไว้อยู่แล้ว ดังนั้นการค้นหากรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้อง จะพิจารณาจากตัวแปร 2 เวอร์ชัน ตามโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากยูสเคสดังที่นักวิเคราะห์และออกแบบระบบได้กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลไว้ ซึ่งในกรณีศึกษาที่ 1 นั้นจากยูสเคส UC001-UC003 พบว่ามีกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องและได้รับผลกระทบตามรายละเอียด ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดกรณีจำนวนกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง เมื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

ยูสเคส	ตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง	จำนวนกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง
UC001	Age, SCr, Height	27
UC002	GFR, UO	35
UC003	Stages	6

2) การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงต่อกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง เริ่มจากการรับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรและรับข้อมูลกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องจากขั้นตอนที่ผ่านมา จากนั้นนำมาวิเคราะห์และตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ โดยกรณีทดสอบจะถูกแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง กรณีทดสอบที่ต้องลบ กรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข และกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่ โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบของตัวแปร คือ ชื่อของตัวแปรเปลี่ยนแปลง ชนิดของตัวแปรเปลี่ยนแปลง จำนวนของตัวแปรเปลี่ยนแปลง ค่าของตัวแปรเปลี่ยนแปลง และลำดับของตัวแปรเปลี่ยนแปลง

จากกรณีศึกษาที่ 1 เมื่อพิจารณถึงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบของตัวแปร พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 รูปแบบ คือ จำนวนตัวแปร ค่าของตัวแปร ซึ่งส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบในทั้ง 4 กลุ่มที่แตกต่างกัน เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของของจำนวนตัวแปร กรณีทดสอบเดิมจะไม่ครอบคลุมตัวแปรที่เพิ่มเข้ามา ดังนั้นจำเป็นจะต้องสร้างกรณีทดสอบใหม่

ในส่วนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เพิ่มเข้ามาด้วย และจะต้องมีการแก้ไขกรณีทดสอบเดิม โดยการเพิ่มตัวแปรในแต่ละกรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อให้กรณีทดสอบนั้นครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถทดสอบได้ครบทุกฟังก์ชัน

ตารางที่ 4.9 ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการกรณีศึกษาที่ 1

รูปแบบการเปลี่ยนแปลง		**จำนวนต่อกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ**			
		สร้างใหม่	**ลบ**	**แก้ไข**	**ไม่เปลี่ยนแปลง**
1. ชื่อตัวแปรเปลี่ยนแปลง	แก้ไข	-	-	-	**6**
	เพิ่ม	-	-	-	-
	ลบ	-	-	-	
2. ชนิดของตัวแปร	เพิ่ม	-	-	-	-
	แก้ไข	-	-	35	-
	ลบ	-	-	-	-
3. ค่าตัวแปร	เพิ่ม	-	-	-	-
	ลบ	-	-	-	-
	แก้ไข	-	-	-	-
4. จำนวนตัวแปร	เพิ่ม	144	27	-	-
	ลบ	-	-	-	-
5. ลำดับของตัวแปร	แก้ไข	-	-	185	-

จากตารางที่ 4.9 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง 3 รูปแบบของตัวแปร จะส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบดังนี้ จากกรณีศึกษาที่ 1 จากยูสเคส UC001 พบว่ามีช่วงตัวแปรอายุ (Age) เปลี่ยนแปลงจาก 0-120 เป็น < 18 ,≥18 และผลแลปครีเอตินีน (SCr) มีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 0-10.0 เป็น ≤ 0.7, 0.7, ≤ 0.9, > 0.9 และมีการเพิ่มตัวแปรส่วนสูง (Height) ขึ้นมา ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ ต้องทำการลบกรณีทดสอบเดิมทั้งหมด 27 กรณีทดสอบ และสร้างกรณีทดสอบใหม่ทั้งหมด 144 กรณีทดสอบ เพื่อให้ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรและช่วงข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมา จากยูสเคส UC002 พบว่ามีกรณีการเปลี่ยนแปลงชนิดของตัวแปร คือ ผลแลปยูรีนครีเอตินีน (UO) และค่า GFR สามารถบันทึกผลจากจำนวนเต็มเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่งได้ ทำให้ต้องแก้ไขกรณีทดสอบในกรณีทดสอบเดิมที่ได้เปลี่ยนแปลงค่าไปจำนวน 35 กรณีทดสอบ เพื่อให้เป็นค่าที่ถูกต้องตามลำดับ และยูสเคส UC003 มีการแก้ไขชื่อตัวแปรของระยะความล้มเหลวของไต Stage เป็น Stages แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ไม่ส่งผลต่อกรณีทดสอบเดิม เนื่องจากไม่มีการปรับเปลี่ยนแก้ไขข้อมูลทดสอบ

ดังนั้นกรณีทดสอบเดิมทั้ง 6 กรณีทดสอบ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง และยังพบว่าจากการเพิ่มตัวแปรดังกล่าว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับตัวแปร ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงกรณีทดสอบให้มีลำดับการระบุข้อมูลให้ถูกต้องทั้งหมด 185 กรณีทดสอบ

3) ปรับปรุงกรณีทดสอบ

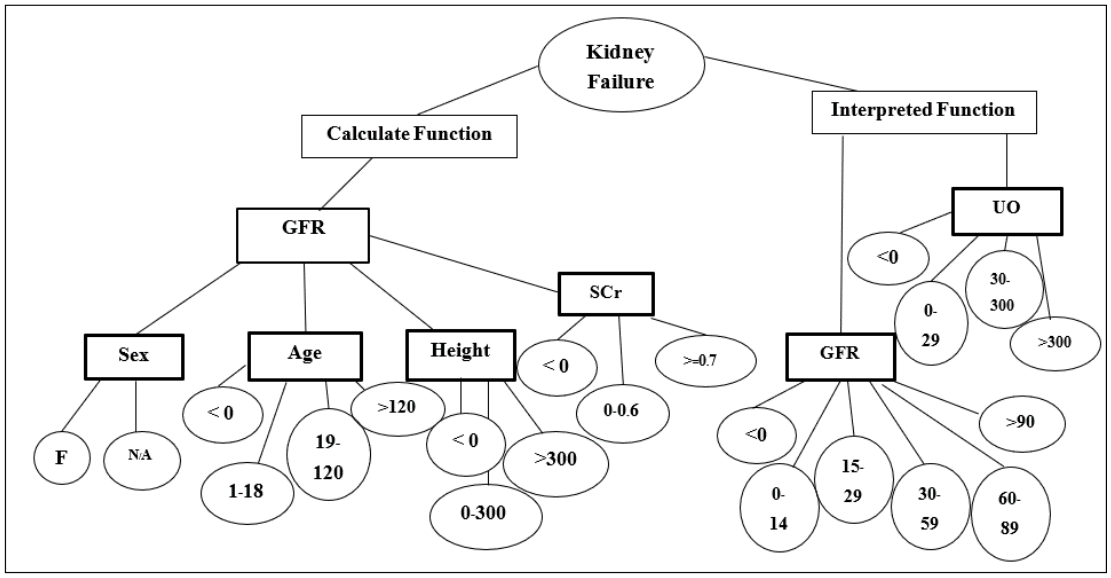
สำหรับขั้นตอนนี้ คือ การปรับปรุงกรณีทดสอบที่อยู่ในกลุ่มที่ต้องแก้ไข และกลุ่มที่ต้องลบ ซึ่งขั้นตอนนี้กรณีทดสอบจะถูกปรับปรุงค่าโดยใช้เทคนิคการรวมกันระหว่างชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก ซึ่งจะทำการปรับปรุงกรณีทดสอบเดิมให้มีความถูกต้องตรงกันกับข้อมูลชั้นสมมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยเริ่มต้นจากการค้นหาชื่อตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเจอชื่อตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว จึงปรับปรุงค่าที่ถูกต้องของตัวแปรของกรณีทดสอบนั้น ไม่ว่าจะเป็น เพิ่ม ลบ หรือแก้ไข จนครบทุกตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังที่แสดงในตารางที่ 4.9

4.1.1.6 การสร้างกรณีทดสอบใหม่

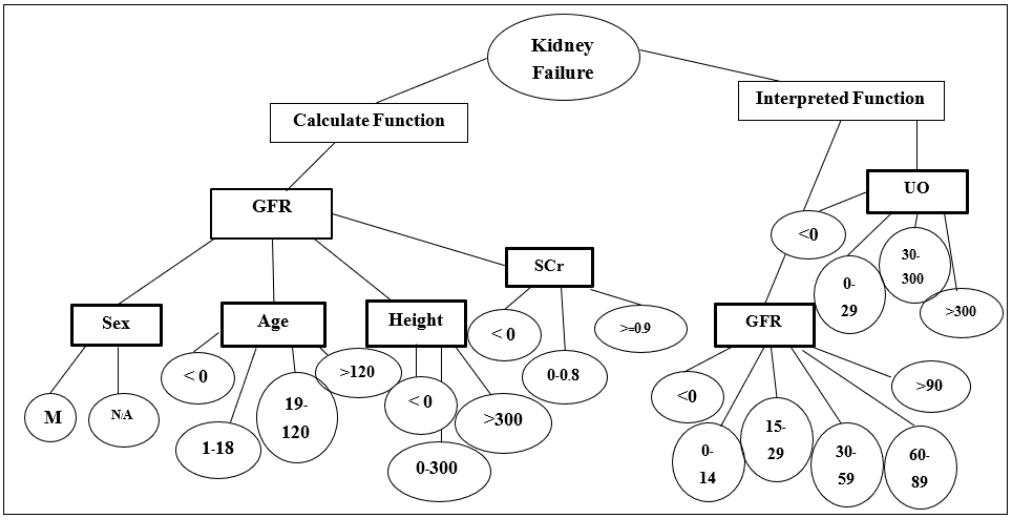
ในการสร้างกรณีทดสอบใหม่ ทางผู้วิจัยได้นำเทคนิคการการรวมกันของการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนกมาพิจารณาสร้างกรณีทดสอบ เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานของทุก ๆ ฟังก์ชันตามความต้องการ โดยการสร้างกรณีทดสอบจะพิจารณาเฉพาะกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่เท่านั้น โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ความต้องการโดยใช้ต้นไม้การจำแนก

จากรายละเอียดกรณีศึกษาในหัวข้อที่ 4.1.1.4 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดความต้องการ โดยมีการเพิ่มข้อมูลสูตรในการคำนวณหาค่า GFR ซึ่งจะพิจารณาตามเพศและช่วงอายุของคนไข้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะสามารถแบ่งต้นไม้การจำแนกของระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไตได้ออกเป็น 2 ต้นที่แตกต่างกัน ตามความต้องการที่สามารถจัดหมวดหมู่ได้ตามเพศ ดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 โดยรูปที่ 4.2 จะอธิบายต้นไม้การจำแนกของฟังก์ชันการคำนวณหาค่า GFR จากความต้องการพบว่า เมื่อพิจารณาจากสูตรการคำนวณช่วงของข้อมูลอายุ (Age) และข้อมูลช่วงผลของแลปครีเอตีนีน (SCr) จะแตกต่างกันตามเพศ (Sex) และยังพบว่าหากผู้ป่วยเป็นเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี จะนำส่วนสูงของคนไข้มาพิจารณาสูตรในการคำนวณอีกด้วย ดังนั้นเราสามารถสร้างต้นไม้การจำแนกจากเพศหญิงได้ตามรูปที่ 4.2 ซึ่งมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ เพศ (Sex) อายุ (Age) ผลแลปครีเอตินีน (SCr) และส่วนสูง (Height)



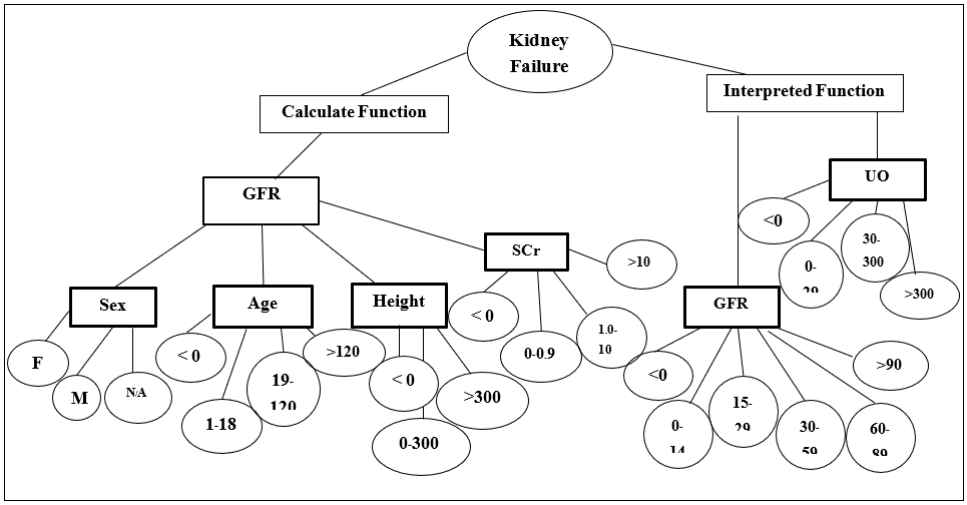
รูปที่ 4.2 ต้นไม้การจำแนกจากสูตรการคำนวณค่า GFR แยกตามเพศหญิง



รูปที่ 4.3 ต้นไม้การจำแนกจากสูตรการคำนวณค่า GFR แยกตามเพศชาย

เมื่อพิจารณาจากส่วนของต้นไม้การจำแนกจากรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 ทำให้ทราบว่ามีบางส่วนของเทอมินัลคลาสสิฟิเคชันของระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไต ที่สามารถนำมารวมกันได้ เนื่องจากมีบางช่วงของข้อมูลที่ทับซ้อนกัน เช่น ข้อมูลเทอมินัลคลาสของ SCr ซึ่งจะมีช่วงของข้อมูลที่ต้องพิจารณาต่างกัน

โดยเพศหญิงจะพิจารณา SCr 3 ช่วงข้อมูล คือ < 0 , 0-0.75 และ >=0.7 ส่วนเพศชายจะพิจารณาช่วงข้อมูล SCr ที่ <0 , 0-0.8 และ >= 0.9 ด้วยเหตุนี้เราจึงสามารถรวมต้นไม้จำแนกทั้งสองต้นเข้าด้วยกัน ด้วยเทคนิคการรวมกันของต้นไม้การจำแนก ซึ่งจะพิจารณาเทอมินัลคลาสสิฟิเคชันที่ซ้ำกันและครอบคลุมถึงค่าที่เป็นไปได้ของเทอมินัลคลาสทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การรวมกันของต้นไม้การจำแนกของระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไตหลังการเปลี่ยนแปลง

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรณีทดสอบจากชั้นสมมูล

เมื่อพิจารณาตัวแปรและช่วงของข้อมูลทั้งหมดหลังการเปลี่ยนแปลงความต้องการจากรูปที่ 4.4 ข้อมูลนำเข้าทุกข้อมูลจะถูกนำมาพิจารณาสร้างกรณีทดสอบ โดยจะพิจารณาทั้งข้อมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง โดยการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้นจะส่งผลการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปร 3 กรณี คือ ตัวแปรที่มีช่วงที่เปลี่ยนแปลง คือ Age ซึ่งจะมีการแบ่งช่วงของข้อมูลเป็น <0,0-18,19-120 และ >120 และ SCr โดยพิจารณาช่วงข้อมูลที่ครอบคลุมต้นไม้การจำแนกระหว่างสูตรการคำนวณเพศชายและหญิง จะได้เป็น 4 ช่วง คือ <0, -0.9,1.0-10.0 และ >10 และเมื่อพิจารณาสูตรการคำนวณของเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี จะต้องพิจารณาส่วนสูงของเด็กด้วย ดังนั้นจึงมีตัวแปร Height เพิ่มขึ้นมา ประกอบด้วยข้อมูล 3 ช่วง ดังนี้ <0,0-300 และ >300 แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ช่วงชั้นสมมูลของตัวแปรจากกรณีศึกษาที่ 1

Input Partition	# of partition	Valid Input data					Invalid Input data	
Sex	3	M (1)	F (2)				N/A (3)	
Age	4	0-18 (4)	19-120 (5)				< 0 (6)	>120 (7)
Height	3	0-300 (8)					< 0 (9)	> 300 (10)
SCr	4	0-0.9 (11)	1.0-10.0 (12)				< 0 (13)	> 10.0 (14)
GFR	6	0-14 (15)	15-29 (16)	30-59 (17)	60-89 (18)	>=90 (19)	< 0 (20)	
UO	4	0-29 (21)	30-300 (22)	>300 (23)			< 0 (24)	
Stage (Output)	6	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	"Invalid Stage"	

จากตารางที่ 4.10 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ได้จากการแบ่งชั้นสมมูลของกรณีศึกษาที่ 1 โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของการเพิ่มจำนวนตัวแปร และเพิ่มช่วงค่าของตัวแปร ทำให้ส่งผลต่อกรณีทดสอบที่ต้องสร้างเพิ่มขึ้นมา ซึ่งจะได้กรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพิ่มขึ้นมาดังต่อไปนี้ ยูสเคส UC001 มีการเปลี่ยนแปลง 2 ตัวแปร คือ มีตัวแปรที่เพิ่มขึ้น คือ ตัวแปร Age และ SCr ที่มีค่าช่วงของข้อมูลเพิ่มขึ้น และพบว่าจากสูตรการคำนวณ GFR ของเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี ต้องพิจารณาค่าของตัวแปร Height ทำให้ส่งผลต่อกรณีทดสอบ คือ ต้องทำการลบกรณีทดสอบเดิม 27 กรณีทดสอบ และทำการสร้างกรณีทดสอบใหม่ทั้งหมด 144 (3*4*4*3) กรณีทดสอบที่ได้จากผลคูณคาร์ทีเซียนของ 4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC001

หมายเลขกรณีทดสอบ	ชื่อตัวแปร/ค่าตัวแปร			ลำดับของตัวแปร			ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
	Sex	Age	SCr	Sex	Age	SCr	
1	F	45	0.75	1	2	3	valid
2	N/A	15	-6.70	1	2	3	invalid
...	...	...	...	...	...	...	...
143	N/A	137	0.75	1	2	3	invalid
144	N/A	137	11.5.5	1	2	3	invalid

4.1.2 กรณีศึกษาที่ 2 ระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ (Online Nursing assessment)

4.1.2.1 รายละเอียดทั่วไปของระบบ

ระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล เป็นการบันทึกข้อมูลหลังจากที่คนไข้มาเข้ารับบริการในสถานพยาบาล เพื่อเป็นการประเมินอาการของคนไข้เบื้องต้น และนำไปใช้พิจารณาการรักษาสำหรับแพทย์ รวมไปถึงการจ่ายยาให้กับคนไข้ เพื่อการรักษาที่ถูกต้องและแม่นยำ

4.1.2.2 รายละเอียดความต้องการ

ความต้องการ 1: เจ้าหน้าที่พยาบาลสามารถบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ (Vital Sign: V/S) ซึ่งประกอบไปด้วยชีพจร (Pulse) อัตราการหายใจ (Respiratory: RR) อุณภูมิของร่างกาย (Body Temperature: Temp) และความดันโลหิต (Blood Pressure: BP) รวมไปถึงน้ำหนัก (Weight) ส่วนสูง (Height) และรอบเอว (Waistline: WL) ให้กับคนไข้ได้มากกว่า 1 ครั้ง โดยค่าปกติของแต่ละช่วงแสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการรักษา

ข้อมูล	จำนวน
Pulse	60-100 ครั้งต่อนาที
PR	12-18 ครั้งต่อนาที
Temp	36.5 – 37.5 องศาเซลเซียส
BP	90/60-120/80 มิลลิเมตรปรอท

ความต้องการ 2: ระบบสามารถบันทึกข้อมูลบันทึกข้อมูลการประเมินผลทางการพยาบาล ได้แก่ ระดับความรุนแรงของคนไข้ (Triage) ประเภทการมารับบริการ (VisitType) สถานะการรับบริการ (VisitStatus) การแพ้ยา (Allergy) การตั้งครรภ์ (Preg) และการให้นมบุตร (Lactation)

ความต้องการ 3: ระบบสามารถคำนวณดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ให้กับคนไข้อัตโนมัติ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ดัชนีมวลกาย (BMI)} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{(\text{ส่วนสูง (เมตร)})^2} \quad (1)$$

ความต้องการ 4: การแปลผลระดับโภชนาการ แบ่งเป็น 5 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.13

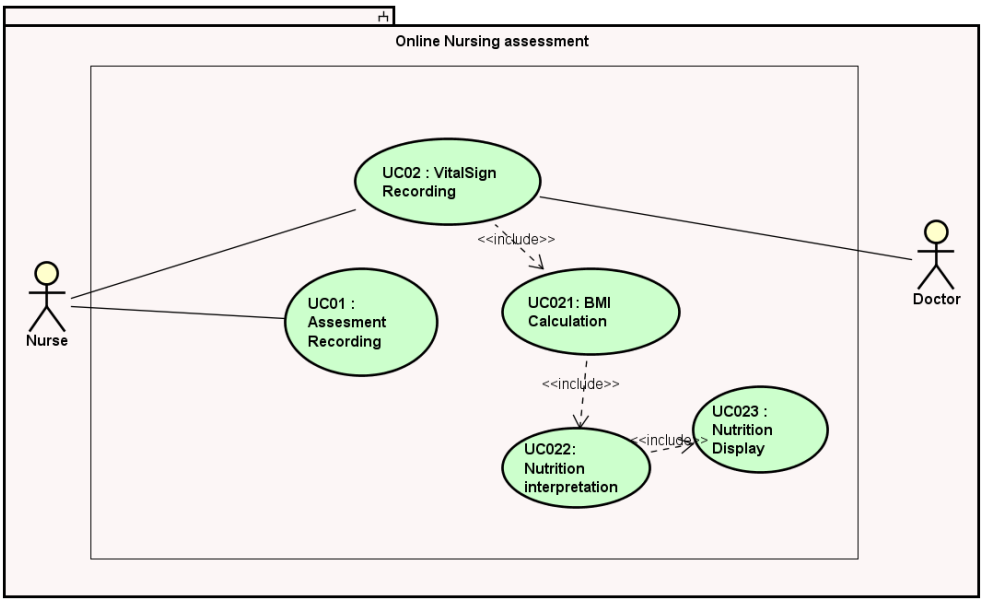
ตารางที่ 4.13 รายละเอียดระดับโภชนาการ (World Health Organization, 2018)

BMI มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก	การแปลผล
< 18.5	ระดับที่ 1 น้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน
18.5 – 24.9	น้ำหนักปกติ
25 – 29.9	อ้วน ระดับที่ 1
30 – 34.9	อ้วน ระดับที่ 2
35 – 39.9	อ้วน ระดับที่ 3
> 40	อ้วน ระดับที่ 4

4.1.2.3 การอธิบายความต้องการในรูปแบบของยูสเคสและการวิเคราะห์ตัวแปร

1) การอธิบายความต้องการในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ ซึ่งจะนำความต้องการจากหัวข้อ 4.1.2.2 มาเขียนอธิบายเป็นภาพรวมของระบบโดยใช้แผนภาพยูสเคส ซึ่งมีพยาบาลและแพทย์เป็นผู้กระทำในระบบ โดยแบ่งระบบหลัก ๆ ออกเป็น UC01 การบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล UC02 การบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ UC021 การคำนวณค่า BMI UC022 การแปลผลระดับโภชนาการ และ UC023 การแสดงผลระดับโภชนาการ แสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ยูสเคสของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์

2) การอธิบายความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์

ความต้องการเชิงบทภาพเหตุการณ์ของระบบการบันทึกข้อมูลทางกาพยาบาลออนไลน์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย UC01 UC02 และ UC021-UC023 โดยอธิบายแต่ละขั้นตอนการทำงานของระบบ มีรายละเอียดของแต่ละยูสเคสที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.14 – 4.18

ตารางที่ 4.14 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC01

รหัสยูสเคส	UC01	
ชื่อยูสเคส	การบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการทำงานของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล ประกอบข้อมูล ระดับความรุนแรง ประเภทการมารับบริการ สถานะการรับบริการ ข้อมูลการแพ้ยา ข้อมูลการตั้งครรภ์ ภาวะให้นมบุตร และระดับความเจ็บปวด	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>พยาบาล</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลเลือกคนไข้จากระบบและเลือกเมนูการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าต่างการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล 2. พยาบาลระบุรายละเอียดข้อมูลทางการพยาบาล ได้แก่ ระดับความรุนแรง (Triage) ประเภทการรับบริการ (VisitType) สถานการณ์รับบริการ (VisitStatus) การแพ้ยา (Allergy) การตั้งครรภ์ (Preg) การให้นมบุตร (Lactation) และระดับความเจ็บปวด (PainScore) ของคนไข้ 3. พยาบาลกดปุ่ม “บันทึก” เพื่อบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล [A1]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลกดปุ่ม “ยกเลิก” [E1]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบเคลียร์หน้าจอ	
เวอร์ชัน	01	

ตารางที่ 4.15 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC02

รหัสยูสเคส	UC02	
ชื่อยูสเคส	การบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการทำงานของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล ประกอบข้อมูล V/S น้ำหนัก ส่วนสูง อุณภูมิ ความดัน อัตราการหายใจ ชีพจร รอบเอว และรอบศีรษะ ของคนไข้	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**พยาบาล**
	อินคลูด	**UC021**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลเลือกคนไข้จากระบบและเลือกเมนูการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าต่างการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล 2. พยาบาลระบุรายละเอียดข้อมูลสัญญาณชีพ (V/S) ได้แก่ ชีพจร (Pulse) อัตราการหายใจ (RR) อุณหภูมิ (Temp) ความดัน (BP) น้ำหนัก (Weight) ส่วนสูง (Height) และรอบเอว (WL) ของคนไข้ [A1] [A2] 3. ระบบคำนวณ BMI และแปลผลให้คนไข้ [UC021] [A3] 4. พยาบาลกดปุ่ม “บันทึก” เพื่อบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล [A4]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ [E1] [A2] กรณีที่พยาบาลบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ ไม่อยู่ในช่วงที่เป็นไปได้ [E2] [A3] กรณีที่พยาบาลไม่ได้บันทึกข้อมูลข้อมูลส่วนสูงหรือน้ำหนัก ระบบแสดงข้อมูล BMI “ไม่ระบุ” [A4] กรณีที่พยาบาลกดปุ่ม “ยกเลิก” [E3]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบแจ้งเตือน “ข้อมูลสัญญาณชีพเกินกว่า/ต่ำกว่าค่าปกติ” [E2] ระบบแจ้งเตือน “ข้อมูลสัญญาณชีพอยู่ในช่วงที่ไม่ถูกต้อง” [E3] ระบบเคลียร์หน้าจอ	
เวอร์ชัน	01	

ตารางที่ 4.16 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC021

รหัสยูสเคส	**UC021**	
ชื่อยูสเคส	การคำนวณค่า BMI	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาลและแพทย์	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการคำนวณ	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**พยาบาลและแพทย์**
	อินคลูด	UC022
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลหรือแพทย์เลือกคนไข้จากระบบและเลือกเมนูระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงข้อมูลการแปลผล BMI	
ขั้นตอนการทำงาน	1. แพทย์หรือพยาบาลระบุข้อมูล ส่วนสูงและน้ำหนักของคนไข้ [A1] 2. ระบบคำนวณค่า BMI	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่แพทย์หรือพยาบาลบันทึกข้อมูลส่วนสูงและน้ำหนักไม่ครบ ระบบแสดงผลค่า BMI “ไม่ระบุ”	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	01	

ตารางที่ 4.17 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC022

รหัสยูสเคส	UC022	
ชื่อยูสเคส	การแปลผลระดับโภชนาการ	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	การแปลผลระดับโภชนาการ	
ความสัมพันธ์	แอสโซซิเอชัน	-
	อินคลูด	UC023
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบบันทึกค่า BMI ลงฐานข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลผลของระดับโภชนาการของคนไข้ลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบดึงข้อมูล BMI จากฐานข้อมูลประมวลผลตามสูตรระดับโภชนาการตามเพศ 2. ระบบบันทึกข้อมูลการแปรผลระดับโภชนาการลงฐานข้อมูล	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	01	

ตารางที่ 4.18 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC023

รหัสยูสเคส	**UC023**	
ชื่อยูสเคส	การแสดงผลข้อมูลระดับโภชนาการ	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาลและแพทย์	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการแสดงผลข้อมูลระดับโภชนาการของคนไข้	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>พยาบาลและแพทย์</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบบันทึกข้อมูลการแปลผลโภชนาการลงฐานเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงข้อมูลการแปลผลระดับโภชนาการ	
ขั้นตอนการทำงาน	1. แพทย์หรือพยาบาลดึงคนไข้จากระบบ 2. ระบบแสดงระดับโภชนาการของคนไข้ตามระดับที่มีการแปรผล (ระดับ 1-5)	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	01	

3) พจนานุกรมข้อมูลของตัวแปรจากกรณีศึกษา

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายตัวแปรต่าง ๆ ของระบบที่ได้จากพจนานุกรมข้อมูลของกรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพิจารณาแผนภาพเชิงเหตุการณ์ของแต่ละยูสเคสของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ ผู้วิจัยได้นำตัวแปรที่ได้จากพจนานุกรมข้อมูลของระบบเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าได้ทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.19 โดยในตารางประกอบด้วยชื่อตัวแปร ความหมายของตัวแปร ชนิดตัวแปร และช่วงข้อมูล

ตารางที่ 4.19 พจนานุกรมข้อมูลระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ เวอร์ชัน 1

ชื่อตัวแปร	ชนิดของตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ช่วงข้อมูล
Sex	String	เพศของผู้ป่วย	F, M
Age	Integer	อายุของผู้ป่วย	1-120
Pulse	Integer	ชีพจร	0-201
RR	Integer	อัตราการหายใจ	0-120
Temp	Integer	อุณภูมิ	35-46
BP_upper	Integer	ความดันบน	0-350
BP_lower	Integer	ความดันล่าง	0-350
WL	Integer	รอบเอว	5-80”
Weight	Integer	น้ำหนัก	0-200
Height	Integer	ส่วนสูง	30-251
BMI	Float	ค่า BMI	18.50-30.00
VisitType	Varchar (255)	ประเภทการรับบริการ	Self, Relative, Other
VisitStatus	Varchar (255)	สถานะการรับบริการ	Walk, Wheelchair, Other
Triage	String	ระดับความรุนแรง	1-5
Allergy	Varchar (255	การแพ้ยา	Y, N
Preg	Varchar (255	การตั้งครรภ์	Y, N
Lactation	Varchar (255	การให้นมบุตร	Y, N
Pain Score	Integer	ระดับความเจ็บปวด	0-10
NT Level	String	ระดับโภชนาการ	L1-L5

4) การวิเคราะห์ตัวแปรจากกรณีศึกษา

เมื่อพิจารณาแผนภาพเชิงเหตุการณ์และพจนานุกรมข้อมูลในหัวข้อ 2) และ 3) ตามลำดับผู้วิจัยสามารถตีความตัวแปรได้ดังนี้ ตัวแปรที่จะพิจารณามาเป็นข้อมูลนำเข้า ได้แก่ เพศ (Sex) อายุ (Age) ระดับความรุนแรง (Triage) ประเภทการรับบริการ (VisitType) สถานการณ์รับบริการ (VisitStatus) การแพ้ยา (Allergy) การตั้งครรภ์ (Preg) การให้นมบุตร (Lactation) ระดับความเจ็บปวด (PainScore) ค่า BMI และระดับโภชนาการ (NT Level)

โดยมีการกำหนดชนิดของตัวแปรและค่าช่วงของข้อมูลของแต่ละตัวแปร เพื่อนำไปพิจารณาสร้างข้อมูลทดสอบ เช่น ตัวแปรระดับความรุนแรง (Triage) มีช่วงตัวแปรที่ถูกต้อง คือ 1-5 ตัวแปรประเภทการรับบริการ (VisitType) จะมีค่าช่วงข้อมูลที่ถูกต้อง คือ Self, Relative, Other

4.1.2.4 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

หลังจากเก็บความต้องการ ทางทีมงานวิเคราะห์และออกแบบระบบจะทำการรวบรวมความต้องการทั้งหมดของผู้ใช้ และนำมาออกแบบระบบ สร้างเอกสารทดสอบที่ได้จากความต้องการ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการพัฒนาและทดสอบระบบถัดไป ทั้งนี้จากการเก็บความต้องการครั้งแรกพบว่า ทางผู้ใช้งานได้มีการขอแจ้งเปลี่ยนแปลงความต้องการบางประเด็นตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

ความต้องการ 1: ลบรายละเอียดการบันทึกข้อมูลการตั้งครรภ์และภาวะให้นมบุตรออก

ความต้องการ 2: ระบบสามารถแสดงข้อมูลการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลตามวันที่เลือกได้

ความต้องการ 3: ปรับแก้ช่วงค่าปกติของคนไข้ เพื่อให้ครอบคลุมช่วงเด็กและผู้ใหญ่ คือ ค่า Pulse: เด็กอายุตั้งแต่ 18 ปีลงมา 90-130 ครั้งต่อนาที ผู้ใหญ่มากกว่า 18 ปี 60-100 ครั้งต่อนาที และค่า RR: เด็กอายุตั้งแต่ 18 ปีลงมา 18-20 ครั้งต่อนาที ผู้ใหญ่มากกว่า 18 ปี 14-30 ครั้งต่อนาที

ความต้องการ 4: เปลี่ยนการแสดงผลระดับโภชนาการ เป็น BMI Level

2) รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของแผนภาพเชิงเหตุการณ์

หลังจากที่ทางผู้วิจัยได้นำการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดความต้องการของผู้ใช้งานมาเขียนอธิบายในหัวข้อด้านบน หลังจากนั้นจะนำการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมาปรับปรุงรายละเอียดยูสเคสใหม่เป็นอีกเวอร์ชัน ดังตารางที่ 4.20 – 4.25 ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดของยูสเคสที่เปลี่ยนแปลงในส่วนของลำดับการทำงานของระบบ โดยที่เวอร์ชัน 2 จะมียูสเคส UC011 แสดงข้อมูลรายละเอียดการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลเพิ่มเติม

ตารางที่ 4.20 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC01

รหัสยูสเคส	UC01	
ชื่อยูสเคส	การบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการทำงานของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล ประกอบข้อมูล ระดับความรุนแรง ประเภทการมารับบริการ สถานะการรับบริการ ข้อมูลการแพ้ยา และระดับความเจ็บปวด	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**พยาบาล**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลเลือกคนไข้จากระบบและเลือกเมนูการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าต่างการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล 2. ระดับความรุนแรง (Triage) ประเภทการรับบริการ (VisitType) สถานการณ์รับบริการ (VisitStatus) การแพ้ยา (Allergy) และระดับความเจ็บปวด (PainScore) ของคนไข้ 3. พยาบาลกดปุ่ม “บันทึก” เพื่อบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล [A1]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลกดปุ่ม “ยกเลิก” [E1]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบเคลียร์หน้าจอ	
เวอร์ชัน	02	

ตารางที่ 4.21 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC02

รหัสยูสเคส	UC02	
ชื่อยูสเคส	การบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการทำงานของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล ประกอบข้อมูล V/S น้ำหนัก ส่วนสูง อุณภูมิ ความดัน อัตราการหายใจ ชีพจร รอบเอว และรอบศีรษะ ของคนไข้	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**พยาบาล**
	อินคลูด	**UC021**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลเลือกคนไข้จากระบบและเลือกเมนูการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบแสดงหน้าต่างการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล 2. พยาบาลระบุรายละเอียดข้อมูลสัญญาณชีพ (V/S) ได้แก่ ชีพจร (Pulse) อัตราการหายใจ (RR) อุณหภูมิ (Temp) ความดัน (BP) น้ำหนัก (Weight) ส่วนสูง (Height) และรอบเอว (WL) ของคนไข้ [A1] [A2] 3. ระบบคำนวณ BMI [UC021] [A3] 4. พยาบาลกดปุ่ม “บันทึก” เพื่อบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ [A4]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่พยาบาลบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ ไม่อยู่ในช่วงค่าปกติ [E1] [A2] กรณีที่พยาบาลบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ ไม่อยู่ในช่วงที่เป็นไปได้ [E2] [A3] กรณีที่พยาบาลไม่ได้บันทึกข้อมูลข้อมูลส่วนสูงหรือน้ำหนัก ระบบแสดงข้อมูล BMI “ไม่ระบุ” [A4] กรณีที่พยาบาลกดปุ่ม “ยกเลิก” [E3]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	[E1] ระบบแจ้งเตือน “ข้อมูลสัญญาณชีพ เกินกว่า/ต่ำกว่าค่าปกติ” [E2] ระบบแจ้งเตือน “ข้อมูลสัญญาณชีพ อยู่ในช่วงที่ไม่ถูกต้อง” [E3] ระบบเคลียร์หน้าจอ	
เวอร์ชัน	02	

ตารางที่ 4.22 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC021

รหัสยูสเคส	UC021	
ชื่อยูสเคส	การคำนวณค่า BMI	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาลและแพทย์	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการคำนวณ	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**พยาบาลและแพทย์**
	อินคลูด	UC022
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลหรือแพทย์เลือกคนไข้จากระบบและเลือกเมนูระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงข้อมูลการแปลผล BMI	
ขั้นตอนการทำงาน	1. แพทย์หรือพยาบาลระบุข้อมูล ส่วนสูงและน้ำหนักของคนไข้ [A1] 2. ระบบคำนวณค่า BMI	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีที่แพทย์หรือพยาบาลบันทึกข้อมูลส่วนสูงและน้ำหนักไม่ครบ ระบบแสดงผลค่า BMI “ไม่ระบุ”	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	02	

ตารางที่ 4.23 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC022

รหัสยูสเคส	UC022	
ชื่อยูสเคส	การแปลผลระดับความโภชนาการ	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาล	
รายละเอียดยูสเคส	การแปลผลระดับโภชนาการ	
ความสัมพันธ์	แอสโซซิเอชัน	-
	อินคลูด	UC023
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบบันทึกค่า BMI ลงฐานข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกข้อมูลผลของระดับโภชนาการของคนไข้ลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบดึงข้อมูล BMI จากฐานข้อมูลประมวลผลตามสูตรระดับโภชนาการตามเพศ 2. ระบบบันทึกข้อมูลการแปรผลระดับโภชนาการลงฐานข้อมูล	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	02	

ตารางที่ 4.24 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC023

รหัสยูสเคส	UC023	
ชื่อยูสเคส	การแสดงผลข้อมูลระดับโภชนาการ	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาลและแพทย์	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการแสดงผลข้อมูลระดับโภชนาการของคนไข้	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>พยาบาลและแพทย์</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบบันทึกข้อมูลการแปลผลโภชนาการลงฐานเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงข้อมูลการแปลผลระดับโภชนาการ	
ขั้นตอนการทำงาน	1. แพทย์หรือพยาบาลดึงคนไข้จากระบบ 2. ระบบแสดงระดับโภชนาการของคนไข้ตามระดับที่มีการแปรผล (ระดับ 1-5)	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	02	

ตารางที่ 4.25 รายละเอียดความต้องการของยูสเคส UC011

รหัสยูสเคส	UC011	
ชื่อยูสเคส	การแสดงผลข้อมูลทางการพยาบาล	
ผู้กระทำ	เจ้าหน้าที่พยาบาลและแพทย์	
รายละเอียดยูสเคส	ฟังก์ชันการแสดงผลข้อมูลทางการพยาบาลของคนไข้ที่ถูกบันทึก	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**พยาบาลและแพทย์**
	อินคลูด	**UC011**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	พยาบาลบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลเรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงข้อมูลทางการพยาบาล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. แพทย์หรือพยาบาลดึงคนไข้จากระบบ 2. เลือกเมนูระบบบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล 3. เลือกข้อมูลของวันที่ต้องการแสดงผล 4. ระบบแสดงผลข้อมูลการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	
เวอร์ชัน	02	

3) การวิเคราะห์ตัวแปรจากกรณีศึกษาที่เปลี่ยนแปลง

จากกรณีศึกษาที่ 2 หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดความต้องการพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงความต้องการ เพิ่มความต้องการ และลบข้อมูลความต้องการบางส่วน ทำให้ทางผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ความต้องการออกมาเป็นตัวแปรได้ แสดงดังตารางที่ 4.26 ซึ่งเป็นตัวแปรทั้งหมดที่ได้จากความต้องการหลังการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการมีข้อมูลบางส่วนถูกลบไป เช่น ข้อมูลตัวแปร Preg และ Lactation ซึ่งเป็นข้อมูลการตั้งครรภ์และภาวะให้นมบุตร และมีข้อมูลค่าปกติของตัวแปรบางส่วนถูกเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.26 พจนานุกรมข้อมูลระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ เวอร์ชัน 2

ชื่อตัวแปร	ชนิดของตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ช่วงข้อมูล
Gender	***String***	***เพศของผู้ป่วย***	***F, M***
Age	Integer	อายุของผู้ป่วย	1-120
Pulse	***Integer***	***ชีพจร***	***0-201***
RR	***Integer***	***อัตราการหายใจ***	***0-120***
Temp	Integer	อุณภูมิ	35-46
BP_upper	Integer	ความดันบน	0-350
BP_lower	Integer	ความดันล่าง	0-350
Weight	***Integer***	***น้ำหนัก***	***0.00-200.00***
Height	***Integer***	***ส่วนสูง***	***30.00-251.00***
WL	Integer	รอบเอว	5-80”
BMI	Float	ค่า BMI	18.50-30.00
VisitType	Varchar (255)	ประเภทการรับบริการ	Self, Relative, Other
VisitStatus	Varchar (255)	สถานะการรับบริการ	Walk, Wheelchair, Other
Normal	***Boolean***	***มีค่าปกติ***	***1***
Datetime	***String***	***เซ็ตวันที่***	***CD, UD***
Triage	String	ระดับความรุนแรง	1-5
Pain Score	Integer	ระดับความเจ็บปวด	0-10
BMI Level	***String***	***ระดับโภชนาการ***	***L1-L5***

4.1.2.5 การวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ

จากหัวข้อ 4.1.2.2 และ 4.1.2.4 อธิบายในส่วนของรายละเอียดความต้องการของกรณีศึกษาทั้ง 2 กรณี ทั้งเวอร์ชันของการเปลี่ยนแปลงและหลังการเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้มีการนำตัวแปรจากโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากยูสเคสแต่ละเวอร์ชัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างกรณีทดสอบ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงวิธีการตามกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสด้วยแนวคิดการรวมกันระหว่างการสร้างข้อมูลทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก ซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1) การค้นหากรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายการค้นหากรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดความต้องการของระบบของกรณีศึกษาที่ 2 โดยที่ในเวอร์ชันที่ 1 จะมีกรณีทดสอบเดิมในที่ถูกจัดเก็บไว้อยู่แล้ว ดังนั้นการค้นหากรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้อง จะพิจารณาจากตัวแปร 2 เวอร์ชันตามโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากยูสเคส ดังที่นักวิเคราะห์และออกแบบระบบได้กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลไว้ ซึ่งในกรณีศึกษาที่ 1 นั้น จากยูสเคส UC001-UC003 พบว่ามีกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องและได้รับผลกระทบตามรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 รายละเอียดกรณีจำนวนกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง เมื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง

ยูสเคส	ตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง	จำนวนกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง
UC01	Preg, Lactation	2592
UC02	Pules, Age, RR	26244
UC021	Weight, Height	9
UC022	-	-
UC023	Gender, BMI	6
UC011	Datetime, Normal	9

2) การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

จากกรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบของตัวแปร พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.28 ซึ่งพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบ คือ ชนิดตัวแปร ชื่อตัวแปร จำนวนตัวแปร ค่าของตัวแปร และลำดับตัวแปร ซึ่งส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบในทั้ง 4 กลุ่มที่แตกต่างกัน เช่น จากความต้องการมีการลบข้อมูลการตั้งครรภ์และภาวะให้นมบุตรออก ทำให้ส่งผลต่อกรณีทดสอบ คือ ต้องลบข้อมูลตัวแปรทั้ง 2 ออก ทำให้กรณีทดสอบเดิมที่มีตัวแปรทั้ง 2 ต้องถูกลบออกไปด้วย เพื่อปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันที่ถูกต้อง และนอกจากนั้นส่งผลให้ลำดับของตัวแปรเปลี่ยนแปลง ทำให้ต้องปรับปรุงกรณีทดสอบตามลำดับที่เปลี่ยนแปลงด้วยเช่นเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการกรณีศึกษาที่ 2

รูปแบบการเปลี่ยนแปลง		จำนวนกรณีทดสอบที่มีผลกระทบ			
		เพิ่ม	ลบ	แก้ไข	ไม่เปลี่ยนแปลง
1.ชื่อตัวแปรเปลี่ยนแปลง	แก้ไข	-	-	-	6
	เพิ่ม	-	-	-	-
	ลบ	-	-	-	-
2.ชนิดของตัวแปร	เพิ่ม	-	-	-	-
	แก้ไข	-	-	9	-
	ลบ	-	-	-	-
3.ค่าตัวแปร	เพิ่ม	17496	-	-	4374
	ลบ	-	-	-	-
	แก้ไข	-	-	4374	-
4.จำนวนตัวแปร	เพิ่ม	9	-	-	-
	ลบ	288	2592	-	-
5.ลำดับของตัวแปร	แก้ไข	-	-	26547	-

จากตารางที่ 4.28 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบของตัวแปรจากกรณีศึกษาที่ 2 ซึ่งจะส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบ โดยที่ยูสเคส UC01 การบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล มีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในรูปแบบของการลบตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรการตั้งครรภ์ (Preg) และให้นมบุตรออก (Lactation) ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ มีกรณีทดสอบบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ถูกลบไป จำเป็นต้องลบออกจำนวน 2,592 กรณีทดสอบ และสร้างใหม่ให้ครอบคลุมตัวแปรที่คงเหลือจำนวน 288 กรณีทดสอบ ยูสเคส UC02 การบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ มีการเปลี่ยนแปลงค่าช่วงของข้อมูลของตัวแปรที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ตัวแปรชีพจร (Pulse) เปลี่ยนแปลงค่าโดยการเพิ่มช่วงข้อมูลเป็น 2 ช่วงจาก 60-100 เป็น 90-130, 60-100 ตัวแปร RR เปลี่ยนแปลงค่าโดยการเพิ่มช่วงข้อมูลเป็น 2 ช่วงจาก 12-18 เป็น 18-20, 14-30 และตัวแปร Age มีการเปลี่ยนแปลงโดยการแก้ไขค่าข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง จาก 1-120 เป็น > 18 , ≥ 18 ซึ่งจะส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบเดิมที่มีช่วงของตัวแปรที่มีอยู่จะต้องทำการปรับปรุงให้ถูกต้องจำนวน 4,374 กรณีทดสอบ และมีกรณีทดสอบบางส่วนที่ไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลง

เนื่องจากยังใช้งานช่วงข้อมูลเดิมได้อยู่จำนวน 4,374 กรณีทดสอบ และเพิ่มกรณีทดสอบในกรณีที่มีช่วงข้อมูลเพิ่มขึ้นมาจำนวน 17,496 กรณีทดสอบ เพื่อให้ครอบคลุมทุกกรณีทดสอบที่เป็นไปได้ ยูสเคส UC021

การคำนวณค่า BMI มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการเปลี่ยนแปลงชนิดของตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรน้ำหนัก (Weight) และส่วนสูง(Height) จากจำนวนเต็มให้เป็นทศนิยม ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ ต้องทำการปรับปรุงกรณีทดสอบทุกกรณีทดสอบให้เป็นปัจจุบันจำนวน 9 กรณีทดสอบ ยูสเคส UC023 การแสดงผลระดับโภชนาการ มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของการเปลี่ยนชื่อตัวแปรจาก NTLevel เป็น BMI Level ซึ่งพบว่าไม่ส่งผลต่อกรณีทดสอบ เนื่องจากว่าชื่อของตัวแปรไม่ได้มีผลต่อข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ ดังนั้นกรณีทดสอบเดิมยังสามารถนำมาใช้ได้ทั้งหมด 6 กรณีทดสอบ และพบว่า UC011 การแสดงผลการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของการเพิ่มจำนวนตัวแปร ได้แก่ ค่าปกติ (Normal) มีค่าข้อมูล 2 ช่วง คือ Y,N และตัวแปรวันที่และเวลา มีค่าข้อมูล 2 ช่วง คือ CD,UD ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ ต้องสร้างกรณีทดสอบใหม่ทั้งหมดจำนวน 9 กรณีทดสอบ เนื่องจากไม่มีกรณีทดสอบเดิมที่ใช้ตัวแปรอยู่ในยูสเคสนี้ เนื่องจากเป็นยูสเคสที่เพิ่มใหม่ในเวอร์ชันที่ 2

3) ปรับปรุงกรณีทดสอบ

สำหรับขั้นตอนนี้ คือ การปรับปรุงกรณีทดสอบที่อยู่ในกลุ่มที่ต้องแก้ไข และกลุ่มที่ต้องลบ ซึ่งขั้นตอนนี้กรณีทดสอบจะถูกปรับปรุงค่าโดยใช้เทคนิคการรวมกันระหว่างชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก ซึ่งจะทำการปรับปรุงกรณีทดสอบเดิมให้มีความถูกต้องตรงกันกับข้อมูลชั้นสมมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยเริ่มต้นจากการค้นหาชื่อตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเจอชื่อตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว จึงปรับปรุงค่าที่ถูกต้องของตัวแปรของกรณีทดสอบนั้น ไม่ว่าจะเป็นเพิ่ม ลบ หรือแก้ไข จนครบทุกตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงดังตารางที่ 4.27

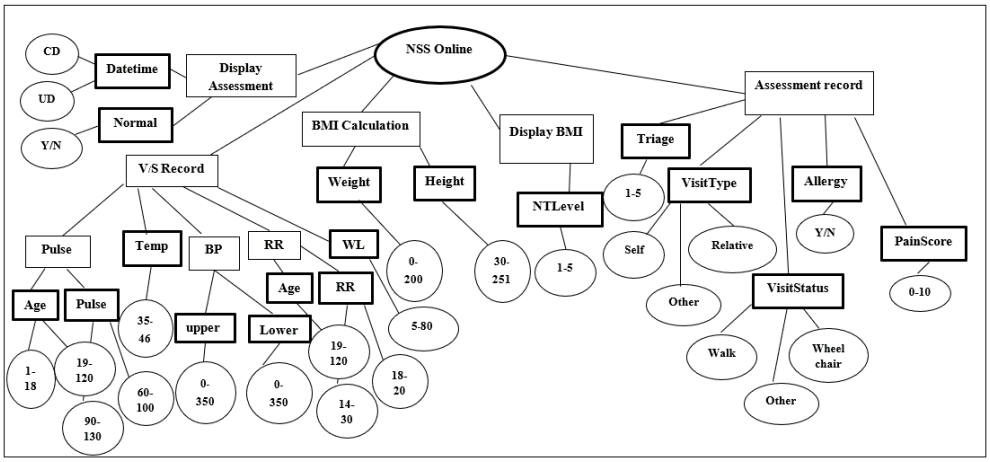
4.1.2.6 การสร้างกรณีทดสอบใหม่

ในการสร้างกรณีทดสอบใหม่ของกรณีศึกษาที่ 2 จะประกอบด้วย 3 ยูสเคสที่ได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง คือ UC01 UC02 และ UC011 โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ความต้องการโดยใช้ต้นไม้การจำแนก</u>

จากขั้นตอน 4.1.2.4 หัวข้อรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงจากกรณีศึกษาที่ 2 พบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือ ในกรณีศึกษาที่ 2 คือ มีช่วงค่าปกติของตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยมีการนำอายุของคนไข้มาพิจารณาร่วมด้วย ทำให้มีตัวแปร Age เพิ่มขึ้นมาให้ส่วนของเวอร์ชันที่ 2 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ อายุ <19 ปี และ 19 ปีขึ้นไป และช่วงค่า Pulse และ RR จะเปลี่ยนแปลงเป็น 60-100 , 90-130 และ 14-30 , 18-20 ตามลำดับ

ในเวอร์ชัน 2 ความต้องการในหัวข้อภาวะให้นมบุตรและภาวะการตั้งครรภ์ถูกตัดออกไป และมีฟังก์ชันของการแสดงผลการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลเพิ่มขึ้นมาโดยสามารถเลือกจากวันที่ได้ ดังนั้นสามารถนำมาสร้างต้นไม้การจำแนกได้ แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ต้นไม้การจำแนกของระบบการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์หลังการเปลี่ยนแปลง

<u>ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรณีทดสอบจากชั้นสมมูล</u>

เมื่อพิจารณาตัวแปรและช่วงของข้อมูลทั้งหมดหลังการเปลี่ยนแปลงความต้องการ จากรูปที่ 4.6 ข้อมูลนำเข้าทุกข้อมูลจะถูกนำมาพิจารณาสร้างกรณีทดสอบ โดยจะพิจารณาทั้งข้อมูลที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง ซึ่งข้อมูลของตัวแปรจะถูกแบ่งเป็นช่วงของข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.29 พบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร 4 กรณี คือ ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มช่วงขึ้น คือ อายุ (Age) ซึ่งจะมีการแบ่งออกเป็น 4 ช่วง คือ > 1 ปี , >120 ปี เป็น 2 ช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง และ 1-18 ปี , 19-120 ปี เป็นช่วงของข้อมูลที่ถูกต้อง ตัวแปร Datetime มีค่าข้อมูล UD , CD เป็นช่วงข้อมูลที่ถูกต้องและ N/A เป็นช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ตัวแปร Normal มี 3 ช่วง คือ ช่วงข้อมูลที่ถูกต้อง Y , N และ 1 ช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง คือ N/A

และจากการเปลี่ยนแปลงของกรณีศึกษาที่ 2 ข้างต้น พบตัวแปรที่มีช่วงของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงจากความต้องการที่เปลี่ยนไป คือ ตัวแปร Pulse เมื่อพิจารณาช่วงข้อมูลที่ครอบคลุมต้นไม้การจำแนก จะถูกรวมข้อมูลเป็น 3 ช่วง คือ < 60 , > 130 ซึ่งเป็นช่วงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ช่วงข้อมูล 60-130 เป็นช่วงข้อมูลที่ถูกต้อง และตัวแปร RR โดยพิจารณาช่วงข้อมูลที่ครอบคลุมต้นไม้การจำแนก จะแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ <14 , 14-30 และ >30

นอกจากนี้พบว่าตัวแปร NTLevel มีการเปลี่ยนชื่อจากเดิมเป็น BMI Level ซึ่งแสดงรายละเอียดของทุกตัวแปรของกรณีศึกษาที่ 2 แสดงดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ช่วงชั้นสมมูลของตัวแปรจากกรณีศึกษาที่ 2

Input Partition	Test Condition	Number of partitions	Valid Input data					Invalid Input data	
Age	*1-120*	*3*	*1-18,19-120*					*<1*	*>120*
Pulse	*60-130*	*3*	*60-130*					*< 60*	*>130*
RR	*14-30*	*3*	*14-30*					*< 14*	*>30*
Temp	35-46	3	35-46					< 35	>46
BP_upper	0-350	3	0-350					< 0	>350
BP_lower	0-350	3	0-350					< 0	>350
WL	5-80	3	5-80					< 5	>80
Height	*35.00-251.00*	*3*	*35.00-251.00*					*< 35*	*>251*
Weight	*0.00-200.00*	*3*	*0.00-200.00*					*< 0*	*>200*
BMI	18.50-30.00	3	18.50-30.00					< 18.50	>30.00
VisitType	Self, Relative, Other	4	Self, Relative, Other					N/A	
VisitStatus	Walk, Wheelchair, Other	4	Walk, Wheelchair, Other					N/A	
Triage	1-5	6	1	2	3	4	5	N/A	
Allergy	Y/N	3	Y			N		N/A	
Pain Score	0-10	11	0-10					N/A	
Datetime	*CD, UD*	*3*	*CD*			*UD*		*N/A*	
Normal	*Y/N*	*3*	*Y*			*N*		*N/A*	
BMI Level	*1-5*	*6*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*N/A*	

ตารางที่ 4.30 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC01

หมายเลขกรณีทดสอบ	ชื่อตัวแปร				ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
	Triage (1)	VisitType (2)	VisitStatus (3)	Preg (4)	
1	1	Self	Wheelchair	Y	valid
2	2	Relative	Walk	Y	valid
...	...	...	...	...	...
287	5	Self	N/A	N/A	invalid
288	N/A	N/A	N/A	N/A	invalid

ตารางที่ 4.31 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC02

หมายเลขกรณีทดสอบ	ชื่อตัวแปร									ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
	Age (1)	Pulse (2)	RR (3)	Temp (4)	BP_upper (5)	BP_lower (6)	WL (7)	Weight (8)	Height (9)	
1	0.4	111	0	33	90	117	4	-6	25	invalid
2	18	111	33	37.5	90	117	55	55	165	valid
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
17495	134	127	33	44	90	198	55	55	165	invalid
17496	134	127	167	44	333	256	55	359	389	invalid

ตารางที่ 4.32 ตัวอย่างกรณีทดสอบใหม่ของยูสเคส UC011

หมายเลขกรณีทดสอบ	ชื่อตัวแปร		ผลลัพท์ที่คาดหวัง
	Datetime (1)	Normal (2)	
1	CD	Y	valid
2	CD	N	valid
...	...	...	...
8	UD	N	valid
9	N/A	N/A	invalid

จากตารางที่ 4.30-4.32 แสดงตัวอย่างของกรณีทดสอบใหม่ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกรณีศึกษาที่ 2 โดยพบว่ายูสเคส UC01 มีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในรูปแบบของการลบตัวแปร Preg และ Lactation ทำให้ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ มีกรณีทดสอบจำนวน 2592 กรณีทดสอบถูกลบไปและสร้างใหม่จำนวน 288 กรณีทดสอบ ยูสเคส UC02 การบันทึกข้อมูลสัญญาณชีพ มีการเปลี่ยนแปลงค่าช่วงของข้อมูลของตัวแปร Age ที่เพิ่มขึ้น 1 ช่วงข้อมูล และแก้ไขค่าข้อมูล Pulse และ RR ซึ่งจะส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบ คือ กรณีทดสอบเดิมที่มีช่วงของตัวแปรที่มีอยู่จะต้องทำการปรับปรุงให้ถูกต้อง จำนวน 4,374 กรณีทดสอบ และมีกรณีทดสอบบางส่วนที่ไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลงจำนวน 4,374 เนื่องจากยังใช้งานช่วงข้อมูลเดิมได้อยู่ และเพิ่มกรณีทดสอบในกรณีที่มีช่วงข้อมูลเพิ่มขึ้นมา เพื่อให้ครอบคลุมทุกกรณีทดสอบที่เป็นไปได้จำนวน 17,496 กรณีทดสอบ และพบว่า UC011 การแสดงผลการบันทึกข้อมูลทางการพยาบาล มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของการเพิ่มจำนวนตัวแปร ส่งผลกระทบต่อกรณีทดสอบ คือ ต้องสร้างกรณีทดสอบใหม่ทั้งหมด จำนวน 9 กรณีทดสอบ

บทที่ 5

การพัฒนาต้นแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการพัฒนาต้นแบบตามกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสด้วยแนวคิดการรวมกันระหว่างการสร้างข้อมูลทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนกที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ซึ่งจะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบ การวิเคราะห์และออกแบบต้นแบบ ฐานข้อมูลของต้นแบบ และโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของต้นแบบที่ใช้วิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบ

สภาพแวดล้อมสำหรับพัฒนาต้นแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาต้นแบบ

5.1.1 ฮาร์ดแวร์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ก

ก. หน่วยประมวลผล Intel Corei5 2.3 GHz

ข. หน่วยความจำหลัก 8 GB

ค. ฮาร์ดดิสก์ 500 GB

5.1.2 ซอฟต์แวร์

1) ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ (Microsoft Windows)

2) โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล เวอร์ชัน 5.7.22 (MySQL 5.7.22)

3) โปรแกรมมายเอสคิวแอล เวิร์คเบนช์ เวอร์ชัน 6.3 (MySQL Workbench 6.3)

4) โปรแกรมวิชวล สตูดิโอ โค๊ด เวอร์ชัน 1.17.2 (Visual Studio Code 1.17.2)

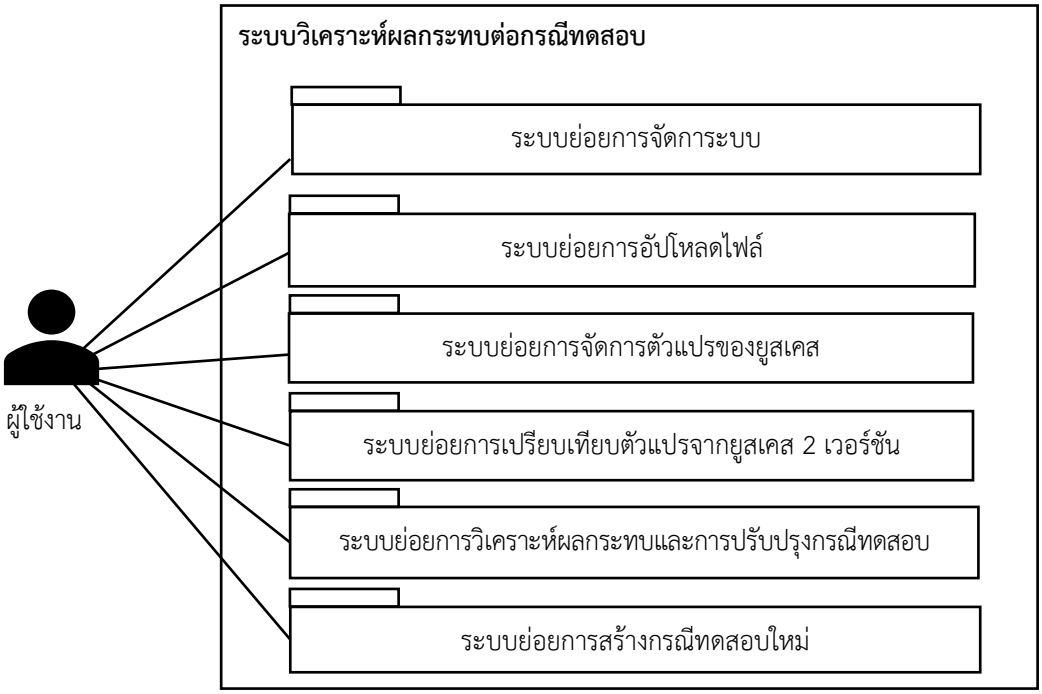
5) โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์กูเกิลโครม เวอร์ชัน 63.0.3239.132 (Google chrome version 63.0.3239.132)

5.2 การวิเคราะห์และออกแบบต้นแบบ

การวิเคราะห์และออกแบบต้นแบบในวิทยานิพนธ์นี้ อธิบายด้วยแผนภาพยูสเคส ซึ่งเป็นสัญลักษณ์มาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบประเภทหนึ่งในภาษายูเอ็มแอล โดยจะมองเห็นภาพรวมของต้นแบบกรอบ

5.2.1 แผนภาพยูสเคส

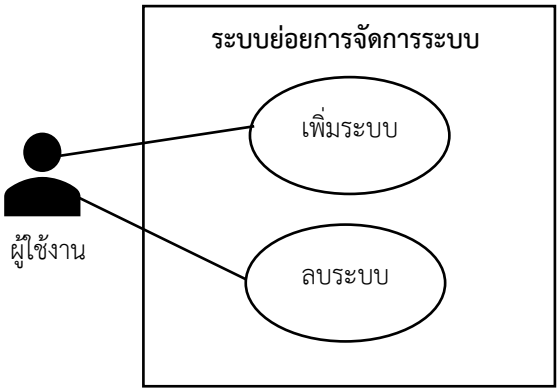
แผนภาพยูสเคส เป็นแผนภาพที่ใช้อธิบายการทำงานโดยรวมของต้นแบบทั้งหมดในมุมมองของผู้ใช้งาน โดยจะสามารถมองเห็นได้ว่าผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานระบบในฟังก์ชันการทำงานส่วนใดบ้างของต้นแบบ ซึ่งแผนภาพยูสเคสอธิบายการทำงานของต้นแบบ แสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสอธิบายการทำงานของต้นแบบ

จากรูปที่ 5.1 แผนภาพยูสเคสอธิบายการทำงานของต้นแบบ ประกอบด้วยระบบย่อยจำนวน 6 ระบบด้วยกัน คือ ระบบย่อยจัดการระบบ ระบบย่อยการอัปโหลดไฟล์เอกสาร ระบบย่อยการเปรียบเทียบตัวแปรจากยูสเคส 2 เวอร์ชัน ระบบย่อยวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ และระบบย่อยสร้างกรณีทดสอบใหม่ ซึ่งในแต่ละระบบย่อยจะประกอบไปด้วยยูสเคสที่แตกต่างกันไป ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ระบบย่อยจัดการระบบ ประกอบไปด้วย 2 ยูสเคส คือ ยูสเคสการเพิ่มระบบและยูสเคสการลบระบบ แสดงดังรูปที่ 5.2 และอธิบายรายละเอียดยูสเคส แสดงดังตารางที่ 5.1-5.2



รูปที่ 5.2 แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยจัดการระบบ

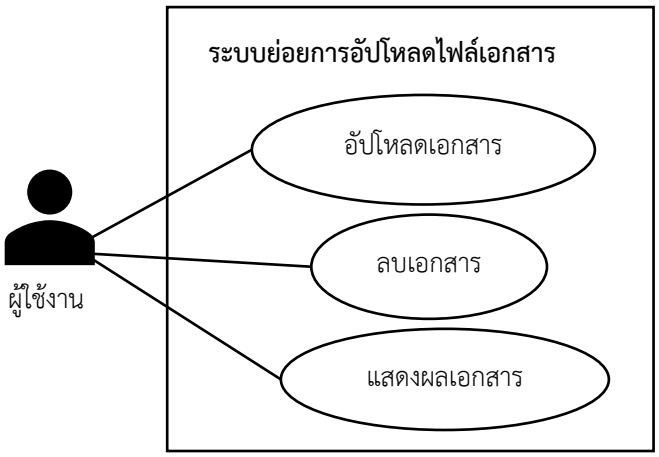
ตารางที่ 5.1 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการเพิ่มระบบ

รหัสยูสเคส	1.1	
ชื่อยูสเคส	การเพิ่มระบบ	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	เพิ่มระบบลงในฐานข้อมูล	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**ผู้ใช้งาน**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ชื่อระบบไม่ซ้ำกับระบบที่มีอยู่เดิม	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกระบบลงในฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานระบุชื่อระบบ 2. บันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล 3. ระบบแสดงผลลัพธ์เป็นชื่อระบบ วันที่เวลาบันทึกระบบ	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการลบระบบ

รหัสยูสเคส	1.2	
ชื่อยูสเคส	การลบระบบ	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	ลบระบบออกจากฐานข้อมูล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ชื่อระบบไม่ซ้ำกับระบบที่มีอยู่เดิม	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกระบบลงในฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกระบบที่จะทำการลบ 2. ระบบทำการลบข้อมูลระบบออกจากฐานข้อมูล 3. ระบบแสดงผลลัพธ์การลบชื่อระบบ	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

2) ระบบย่อยการอัปโหลดไฟล์เอกสาร ประกอบด้วย 3 ยูสเคส คือ ยูสเคสการอัปโหลดเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ยูสเคสการแสดงผลเอกซ์เอ็มแอล และยูสเคสการลบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล แสดงดังรูปที่ 5.3 และแสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคส ดังตารางที่ 5.3 – 5.5



รูปที่ 5.3 แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยการอัปโหลดไฟล์เอกสาร

ตารางที่ 5.3 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสอัปโหลดเอกสาร

รหัสยูสเคส	2.1	
ชื่อยูสเคส	อัปโหลดเอกสาร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	อัปโหลดเอกสารเอกซ์เอ็มแอลลงฐานข้อมูล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกระบบลงในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกเอกสารเอกซ์เอ็มแอลลงในฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกระบบที่ต้องการอัปโหลดเอกสาร 2. เลือกเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่ต้องการอัปโหลด 3. กดปุ่มอัปโหลดไฟล์ 4. ระบบแสดงผลการอัปโหลดเอกสาร พร้อมเวอร์ชันที่อัปโหลด	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

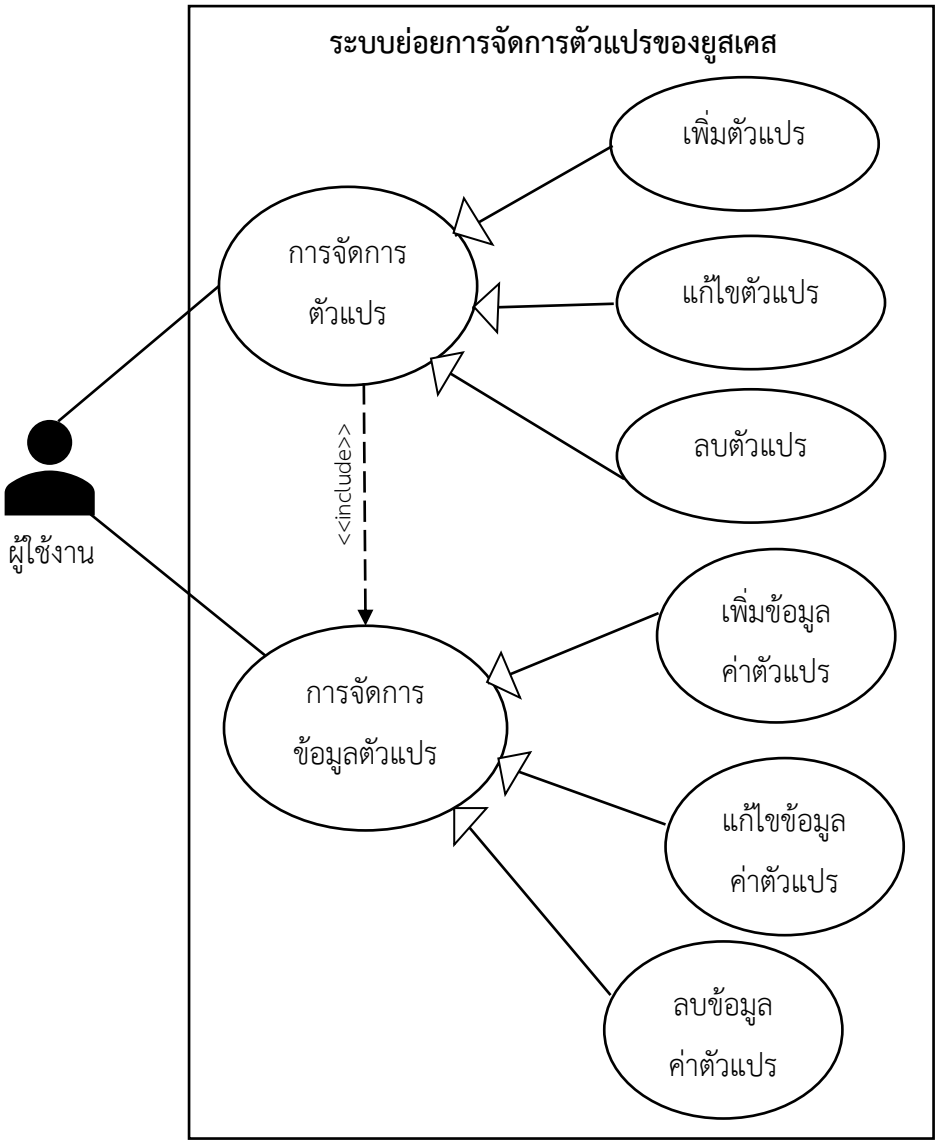
ตารางที่ 5.4 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการลบเอกสาร

รหัสยูสเคส	2.2	
ชื่อยูสเคส	ลบเอกสาร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	ลบเอกสารเอกซ์เอ็มแอลจากฐานข้อมูล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกเอกสารเอกซ์เอ็มแอลลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบลบข้อมูลเอกสารเอกซ์เอ็มแอลจากฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกระบบที่ต้องการลบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล 2. เลือกเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่ต้องการลบ 3. กดปุ่มลบ 4. ระบบแสดงผลการลบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสแสดงผลเอกสาร

รหัสยูสเคส	2.3	
ชื่อยูสเคส	แสดงผลเอกสาร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	แสดงผลรายละเอียดเอกสารเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกเอกสารเอกซ์เอ็มแอลลงฐานข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบแสดงรายละเอียดของยูสเคสจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกระบบที่ต้องการแสดงผลเอกสารเอกซ์เอ็มแอล 2. เลือกเวอร์ชันของเอกสารที่ต้องการแสดงผล 3. กดปุ่มแสดงผล (view) 4. ระบบแสดงผลรายละเอียดยูสเคสของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

3) ระบบย่อยการจัดการตัวแปรของยูสเคส ประกอบด้วยยูสเคส 2 ยูสเคสหลัก คือ ยูสเคสจัดการตัวแปร และยูสเคสจัดการข้อมูลตัวแปร ซึ่งยูสเคสจัดการตัวแปรจะประกอบด้วยยูสเคสย่อย 3 ยูสเคส ได้แก่ ยูสเคสการเพิ่มตัวแปร ยูสเคสการลบตัวแปร ยูสเคสการแก้ไขตัวแปร โดยยูสเคสจัดการข้อมูลตัวแปร จะประกอบด้วยยูสเคสย่อย 3 ยูสเคส ได้แก่ ยูสเคสการเพิ่มข้อมูลของตัวแปร ยูสเคสการแก้ไขข้อมูลตัวแปร ยูสเคสการลบข้อมูลตัวแปร แสดงดังรูปที่ 5.4 และแสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคส ดังตารางที่ 5.6 – 5.13



รูปที่ 5.4 แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยการจัดการตัวแปรของยูสเคส

ตารางที่ 5.6 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการจัดการตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.1	
ชื่อยูสเคส	การจัดการตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	จัดการตัวแปรที่ตีความจากเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	การจัดการข้อมูลตัวแปร
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	แก้ไขตัวแปร , ลบตัวแปร, เพิ่มตัวแปร
เงื่อนไขก่อนหน้า	เลือกเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอลมาแสดงผล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอล 2. เลือกตัวแปรที่ต้องการจัดการ เพิ่ม แก้ไข ลบ [A1] [A2] [A3] 3. กดปุ่มเพิ่ม/ลบ/แก้ไข	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีต้องการเพิ่มตัวแปร [UC3.12] [A2] กรณีมีตัวแปรเดิมอยู่แล้วต้องการแก้ไข กดปุ่มแก้ไขตัวแปร [UC3.12] [A3] กรณีมีตัวแปรเดิมอยู่แล้วต้องการลบ กดปุ่มลบตัวแปร [UC3.13]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการเพิ่มตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.11	
ชื่อยูสเคส	เพิ่มตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	เพิ่มตัวแปรที่ตีความจากเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เลือกเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอลมาแสดงผล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอล 2. ระบุชื่อตัวแปร ชนิดตัวแปร เงื่อนไขของตัวแปร 3. กดปุ่มสร้างตัวแปร [A1] [A2] [A3]	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีมีตัวแปรเดิมอยู่แล้วต้องการแก้ไข กดปุ่มแก้ไขตัวแปร [UC3.12] [A2] กรณีมีตัวแปรเดิมอยู่แล้วต้องการลบ กดปุ่มลบตัวแปร [UC3.13]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.8 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการแก้ไขตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.12	
ชื่อยูสเคส	แก้ไขตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	แก้ไขตัวแปรเดิมที่บันทึกไว้	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เลือกเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอลมาแสดงผล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกการแก้ไขตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกตัวแปรที่ต้องการแก้ไข 2. กดปุ่มแก้ไข 3. กรณีต้องการแก้ไขชื่อ [A1] 4. ผู้ใช้งานแก้ไขชื่อตัวแปร กดปุ่มบันทึก	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีต้องการแก้ไขชนิดของตัวแปร ผู้ใช้งานระบุชนิดตัวแปร	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.9 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการลบตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.13	
ชื่อยูสเคส	ลบตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	แก้ไขตัวแปรเดิมที่บันทึกไว้	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เลือกเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอลมาแสดงผล	
เงื่อนไขภายหลัง	ระบบบันทึกการแก้ไขตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกตัวแปรที่ต้องการลบ 2. กดปุ่มลบ	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.10 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสจัดการข้อมูลตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.2	
ชื่อยูสเคส	จัดการข้อมูลตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	จัดการข้อมูลตัวแปรที่ตีความจากเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	แก้ไขข้อมูลตัวแปร , ลบข้อมูลตัวแปร, เพิ่มข้อมูลตัวแปร
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกข้อมูลตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกตัวแปรที่ต้องการจัดการข้อมูล (เพิ่ม แก้ไข ลบ) [A1] [A2] [A3] 2. กดปุ่มเพิ่ม/ลบ ข้อมูลตัวแปร	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีต้องการเพิ่มข้อมูลตัวแปร กดปุ่มปุ่มเพิ่ม/ลบ [UC3.21] [A2] กรณีมีข้อมูลตัวแปรเดิมอยู่แล้วต้องการแก้ไข กดปุ่มปุ่มเพิ่ม/ลบ [UC3.22] [A3] กรณีมีข้อมูลตัวแปรเดิมอยู่แล้วต้องการลบ กดปุ่มปุ่มเพิ่ม/ลบ [UC3.23]	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.11 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสเพิ่มข้อมูลตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.21	
ชื่อยูสเคส	เพิ่มข้อมูลตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	เพิ่มข้อมูลตัวแปรที่ตีความจากเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกข้อมูลตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกตัวแปรที่ต้องการเพิ่มข้อมูลตัวแปร 2. ระบุเงื่อนไขตัวแปร partition ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด 3. กดปุ่มบวก	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

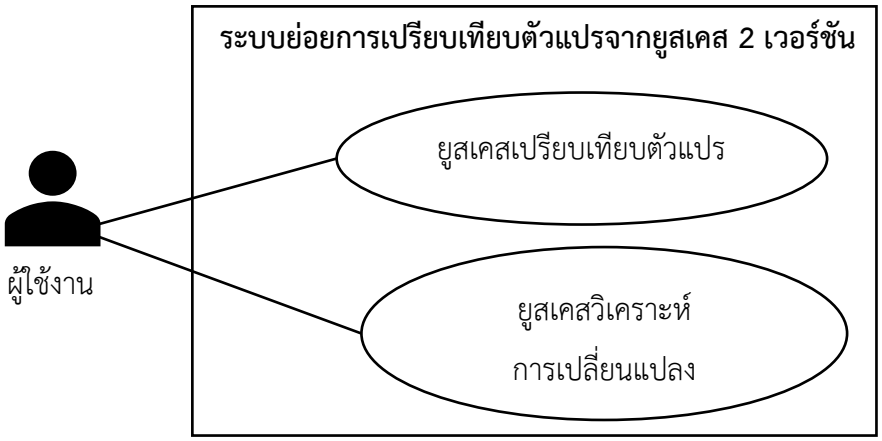
ตารางที่ 5.12 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสแก้ไขข้อมูลตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.22	
ชื่อยูสเคส	แก้ไขข้อมูลตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	แก้ไขข้อมูลตัวแปรที่ตีความจากเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกข้อมูลตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกตัวแปรที่ต้องการแก้ไขข้อมูลตัวแปร 2. กรณีต้องการแก้ไขช่วงตัวแปร แก้ไขค่าสูงสุด ต่ำสุด 3. ระบุค่าต่ำสุด สูงสุด 4. กดปุ่มบันทึก	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.13 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสลบข้อมูลตัวแปร

รหัสยูสเคส	3.23	
ชื่อยูสเคส	ลบข้อมูลตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	ลบข้อมูลตัวแปรที่ตีความจากเอกซ์เอ็มแอล	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกข้อมูลตัวแปรลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกตัวแปรที่ต้องการลบข้อมูลตัวแปร 2. เลือกช่วงข้อมูลตัวแปรที่ต้องการลบ 3. กดปุ่มลบ	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

4) ระบบย่อยการเปรียบเทียบตัวแปรจากยูสเคส 2 เวอร์ชัน ประกอบด้วยยูสเคส 2 ยูสเคส คือ ยูสเคสเปรียบเทียบตัวแปร และยูสเคสวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง โดยแผนภาพยูสเคสของระบบ แสดงดังรูปที่ 5.5 และแสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคส ดังตารางที่ 5.14 - 5.15



รูปที่ 5.5 ระบบย่อยการเปรียบเทียบตัวแปรจากยูสเคส 2 เวอร์ชัน

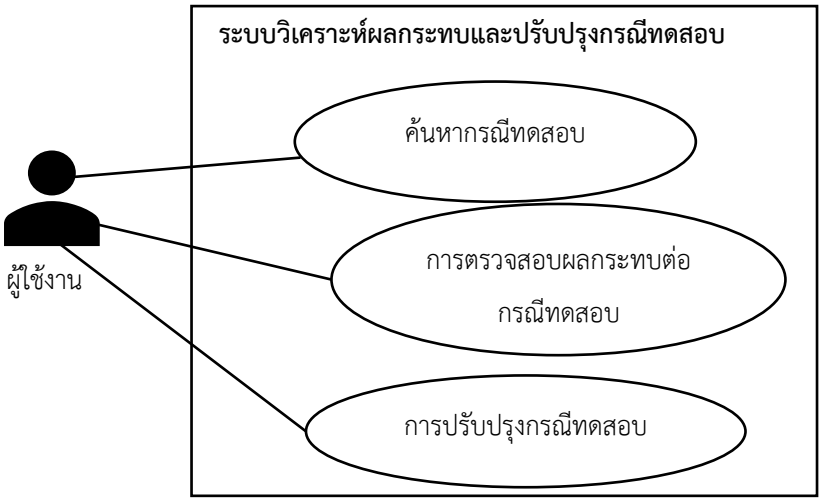
ตารางที่ 5.14 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสเปรียบเทียบตัวแปร

รหัสยูสเคส	4.1	
ชื่อยูสเคส	เปรียบเทียบตัวแปร	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	เปรียบเทียบตัวแปรที่ตีความจากไฟล์เอกซ์เอ็มแอลของยูสเคส 2 เวอร์ชัน	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**ผู้ใช้งาน**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	บันทึกตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปร	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบตรวจสอบตัวแปรจากยูสเคสเวอร์ชันเดิมในฐานข้อมูลว่ามีหรือไม่ 2. ระบบดึงตัวแปรเวอร์ชันเดิมจากฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบหาการเปลี่ยนแปลง 3. ดำเนินการเปรียบเทียบตัวแปร 2 เวอร์ชัน	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.15 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

รหัสยูสเคส	4.2	
ชื่อยูสเคส	วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง และแสดงรายงานว่ามีการเปลี่ยนแปลง	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เปรียบเทียบตัวแปรจาก 2 เวอร์ชันเรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	แสดงผลรายงานการเปลี่ยนแปลงที่วิเคราะห์	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบทำการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงจากตัวแปร 5 รูปแบบ คือ ชื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง, ชนิดของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง, จำนวนตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง และลำดับของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 2. แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบ	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

5) ระบบย่อยวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ ประกอบด้วย 3 ยูสเคส คือ ยูสเคสการค้นหากรณีทดสอบ ยูสเคสการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ และยูสเคสการปรับปรุงกรณีทดสอบ แสดงดังรูปที่ 5.6 และแสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคส ดังตารางที่ 5.16 – 5.18



รูปที่ 5.6 แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ

ตารางที่ 5.16 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสค้นหากรณีทดสอบ

รหัสยูสเคส	5.1	
ชื่อยูสเคส	ค้นหากรณีทดสอบ	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	ค้นหากรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาตรวจสอบ วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเสร็จสิ้นแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	พบกรณีทดสอบที่ต้องการค้นหา	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงจากตัวแปรของยูสเคส 2 เวอร์ชัน 2. ระบบค้นหากรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง 3. แสดงผลการค้นหา	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

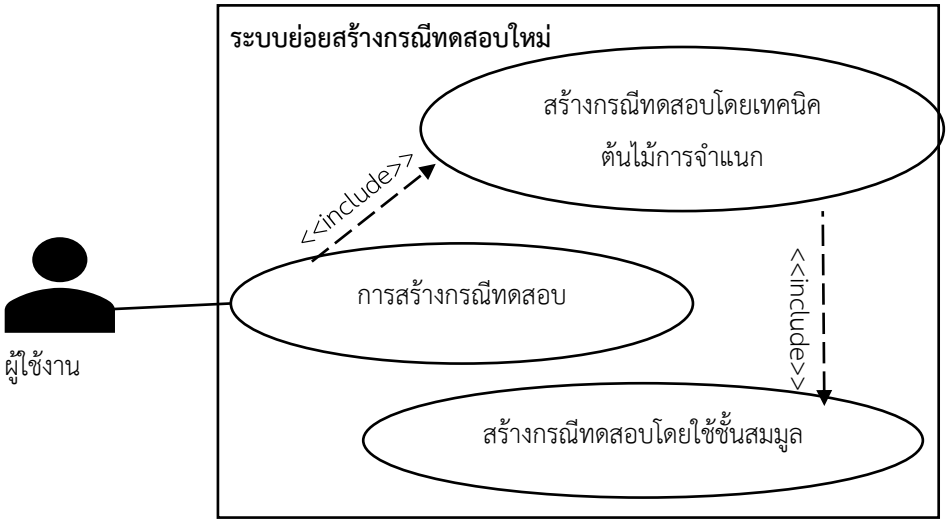
ตารางที่ 5.17 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

รหัสยูสเคส	5.2	
ชื่อยูสเคส	การตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	ตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ โดยกรณีทดสอบจะถูกแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มกรณีทดสอบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง, กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องลบ, กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข, และกลุ่มที่ต้องสร้างกรณีทดสอบใหม่	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีข้อมูลกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลการเปลี่ยนแปลง	
เงื่อนไขภายหลัง	พบกรณีทดสอบที่ต้องการค้นหา	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงมาตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเดิม 2. ระบบนับจำนวนกรณีทดสอบและแบ่งกลุ่มกรณีทดสอบ ออกเป็น 4 กลุ่ม 3. แสดงจำนวนกรณีทดสอบที่เปลี่ยนแปลงทั้ง 4 กลุ่ม	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.18 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการปรับปรุงกรณีทดสอบ

รหัสยูสเคส	5.3	
ชื่อยูสเคส	การปรับปรุงกรณีทดสอบ	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	ปรับปรุงกรณีทดสอบ จากกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องลบ และกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**ผู้ใช้งาน**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ	
เงื่อนไขภายหลัง	ปรับปรุงกรณีทดสอบและบันทึกลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ระบบปรับปรุงกรณีทดสอบ 2. ตรวจสอบกรณีทดสอบที่ต้องปรับปรุง 3. ระบบแสดงผลกรณีทดสอบที่ปรับปรุง	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

6) ระบบย่อยสร้างกรณีทดสอบใหม่ ประกอบด้วย 3 ยูสเคส คือ ยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ ยูสเคสสร้างกรณีทดสอบโดยเทคนิคต้นไม้การจำแนก และยูสเคสสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล แสดงดังรูปที่ 5.7 และแสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคส ดังตารางที่ 5.19 – 5.21



รูปที่ 5.7 แผนภาพยูสเคสของระบบย่อยวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ

ตารางที่ 5.19 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ

รหัสยูสเคส	6.1	
ชื่อยูสเคส	การสร้างกรณีทดสอบ	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	สร้างกรณีทดสอบใหม่ เพื่อทดแทนกรณีทดสอบเดิม และเพื่อให้ครอบคลุมจำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน**	**ผู้ใช้งาน**
	อินคลูด	**สร้างกรณีทดสอบโดยเทคนิคต้นไม้การจำแนก**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบเรียบร้อยแล้ว	
เงื่อนไขภายหลัง	สร้างกรณีทดสอบและบันทึกลงฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานกดปุ่มส่งออกกรณีทดสอบ 2. ระบบทำการสร้างกรณีทดสอบและบันทึกลงฐานข้อมูล	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.20 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ

รหัสยูสเคส	6.11	
ชื่อยูสเคส	การสร้างกรณีทดสอบด้วยเทคนิคต้นไม้การจำแนก	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	สร้างกรณีทดสอบ โดยการแบ่งตัวแปรจากความต้องด้วยเทคนิคต้นไม้การจำแนก	
ความสัมพันธ์	**<u>แอสโซซิเอชัน</u>**	**<u>ผู้ใช้งาน</u>**
	<u>อินคลูด</u>	**<u>สร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล</u>**
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	กดปุ่มสร้างกรณีทดสอบ	
เงื่อนไขภายหลัง	แสดงตัวแปรที่ได้จากความต้องการด้วยเทคนิคต้นไม้การจำแนก	
ขั้นตอนการทำงาน	1. ผู้ใช้งานเลือกระบบที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบใหม่ 2. ผู้ใช้งานเลือกสร้างกรณีทดสอบ 3. ผู้ใช้งานกดเลือกสร้างต้นไม้ 4. กดปุ่มรวมต้นไม้ [A1] 5. ระบบแสดงต้นไม้การจำแนก	
เหตุการทางเลือก	[A1] กรณีระบบมีต้นไม้ที่เป็นเงื่อนไขซ้ำกัน ระบบทำการรวมต้นไม้เป็น 1 ต้น	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

ตารางที่ 5.21 รายละเอียดความต้องการของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ

รหัสยูสเคส	6.12	
ชื่อยูสเคส	สร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล	
ผู้กระทำ	ผู้ใช้งาน	
รายละเอียดยูสเคส	สร้างกรณีทดสอบใหม่ตามวิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล	
ความสัมพันธ์	**แอสโซซิเอชัน2**	**ผู้ใช้งาน**
	อินคลูด	-
	เอ็กซ์เทนด์	-
	เจนเนอรัลไลเซชัน	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	แสดงตัวแปรที่ได้จากความต้องการด้วยเทคนิคต้นไม้การจำแนก	
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกชั้นสมมูลลงในฐานข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงาน	1. สร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล 2. ระบบแสดงชั้นสมมูลของตัวแปร 3. บันทึกกรณีทดสอบลงฐานข้อมูลกรณีทดสอบ	
เหตุการทางเลือก	-	
ขั้นตอนการผิดพลาด	-	

5.3 ฐานข้อมูลของต้นแบบ

ฐานข้อมูลของต้นแบบในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงความต้องการ สามารถอธิบายโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตี้ ซึ่งเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละตารางในระบบ โดยแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตี้ของต้นแบบในงานวิจัยนี้ แสดงดังรูปที่ 5.8 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ตาราง md_system เป็นตารางที่ใช้จัดเก็บข้อมูลระบบ โดยมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (one-to-many-relationship) กับตาราง md_system_schematic

2) ตาราง md_system_schematic เป็นที่ตารางที่ใช้จัดเก็บเวอร์ชันของไฟล์เอกซ์เอ็มแอลที่อัปโหลดขึ้นไปในระบบ โดยมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มกับตาราง md_usecase

3) ตาราง md_usecase เป็นตารางที่ใช้จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดยูสเคสจากไฟล์เอกซ์เอ็มแอลของยูสเคสแต่ละเวอร์ชัน โดยมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มกับตาราง md_variable มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มกับตาราง md_equivalence_class และมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มกับตาราง md_testcase

4) ตาราง md_variable เป็นตารางที่ใช้จัดเก็บข้อมูลตัวแปรของแต่ละยูสเคส มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มกับตาราง md_variable_detail และมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มกับตาราง md_equivalence_class

5) ตาราง md_variable_detail เป็นตารางที่ใช้จัดเก็บรายละเอียดของแต่ละตัวแปร

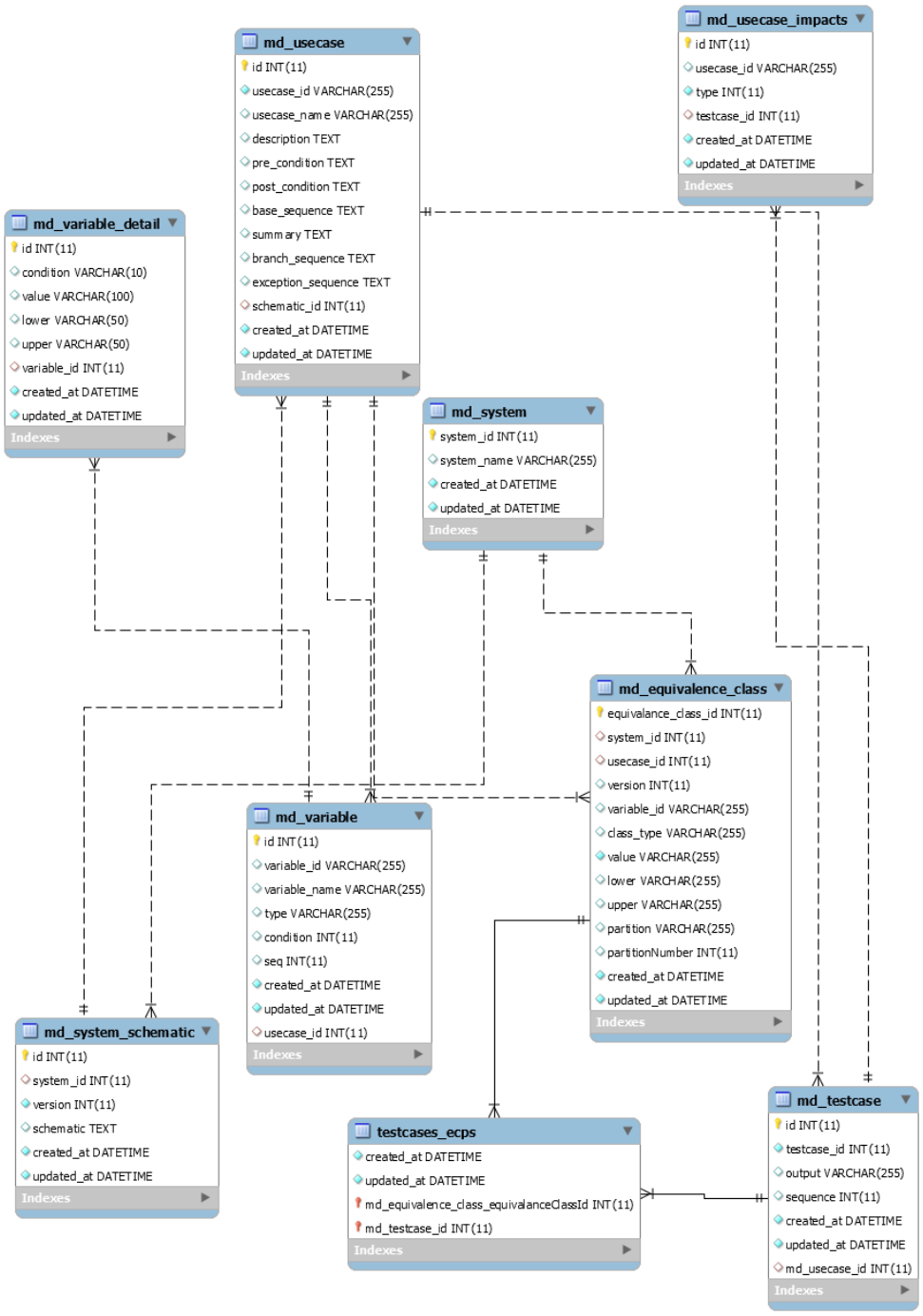
6) ตาราง md_equivalence_class เป็นตารางที่ใช้จัดเก็บค่าของตัวแปรแต่ละ partition ของแต่ละตัวแปร

7) ตาราง md_testcase เป็นตารางใช้เก็บข้อมูลกรณีทดสอบ

8) ตาราง testcases_ecps เป็นตารางใช้เก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างช่วงข้อมูลตัวแปรกับกรณีทดสอบ

9) ตาราง md_usecase_impacts เป็นตารางใช้เก็บข้อมูลกรณีทดสอบที่มีผลกระทบ

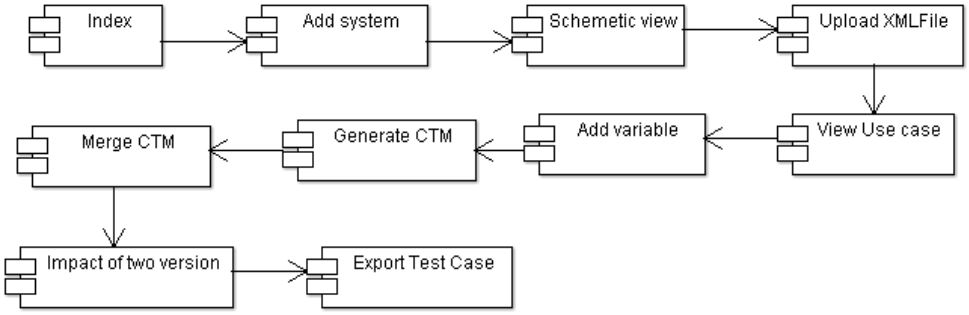
ในส่วนของพจนานุกรมข้อมูล แต่ละตารางของต้นแบบ อธิบายไว้ในภาคผนวก ก



รูปที่ 5.8 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตี้ของต้นแบบ

5.4 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และต้นแบบที่พัฒนา

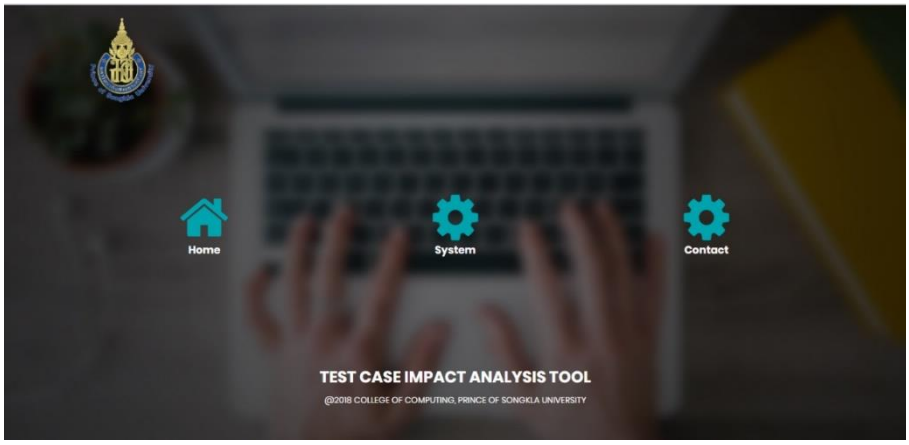
โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของต้นแบบวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการ อธิบายด้วยแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของต้นแบบ คือ แผนภาพส่วนประกอบ (Component Diagram) แสดงดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แผนภาพส่วนประกอบของต้นแบบ

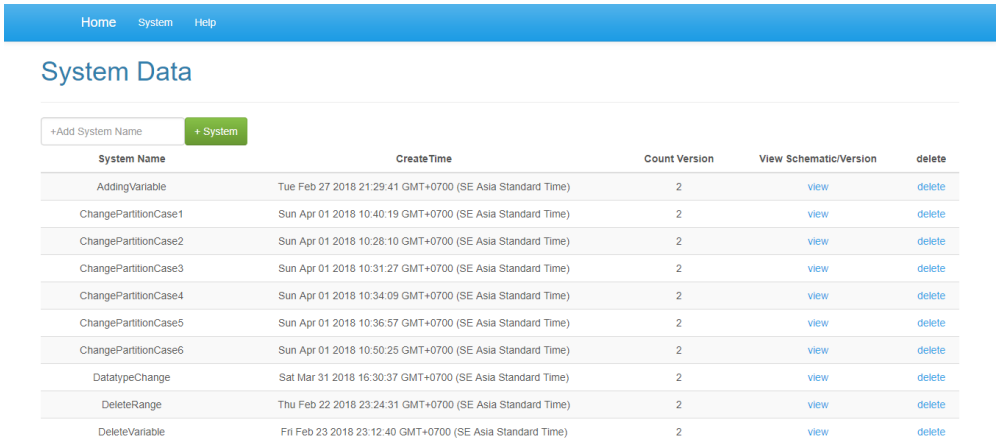
จากรูปที่ 5.9 แต่ละส่วนจะแสดงฟังก์ชันการทำงานของต้นแบบตามลำดับขั้นตอนต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) หน้าหลัก เป็นส่วนเริ่มต้นของระบบ ประกอบไปด้วยปุ่มสำหรับเมนูสำหรับการเข้าหน้าแรก (Home) เมนูสำหรับรายละเอียดระบบ (System) และเมนูการติดต่อ (Contact) โดยมีลักษณะหน้าจอ แสดงดังรูปที่ 5.10



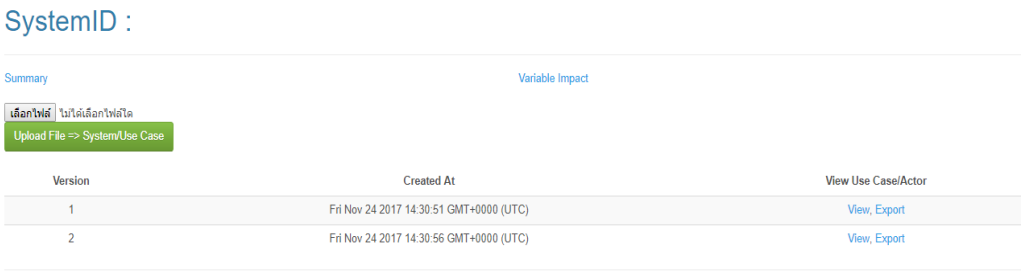
รูปที่ 5.10 หน้าจอหลักของต้นแบบ

2) หน้าจอแสดงรายละเอียดระบบ แสดงรายละเอียดของระบบที่มีทั้งหมดในฐานข้อมูล วันที่เวลาที่สร้างระบบ จำนวนเวอร์ชันของเอกซ์เอ็มแอลที่อัปโหลด และสามารถสร้างระบบเพิ่มเติมได้ โดยมีลักษณะหน้าจอ แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 5.11



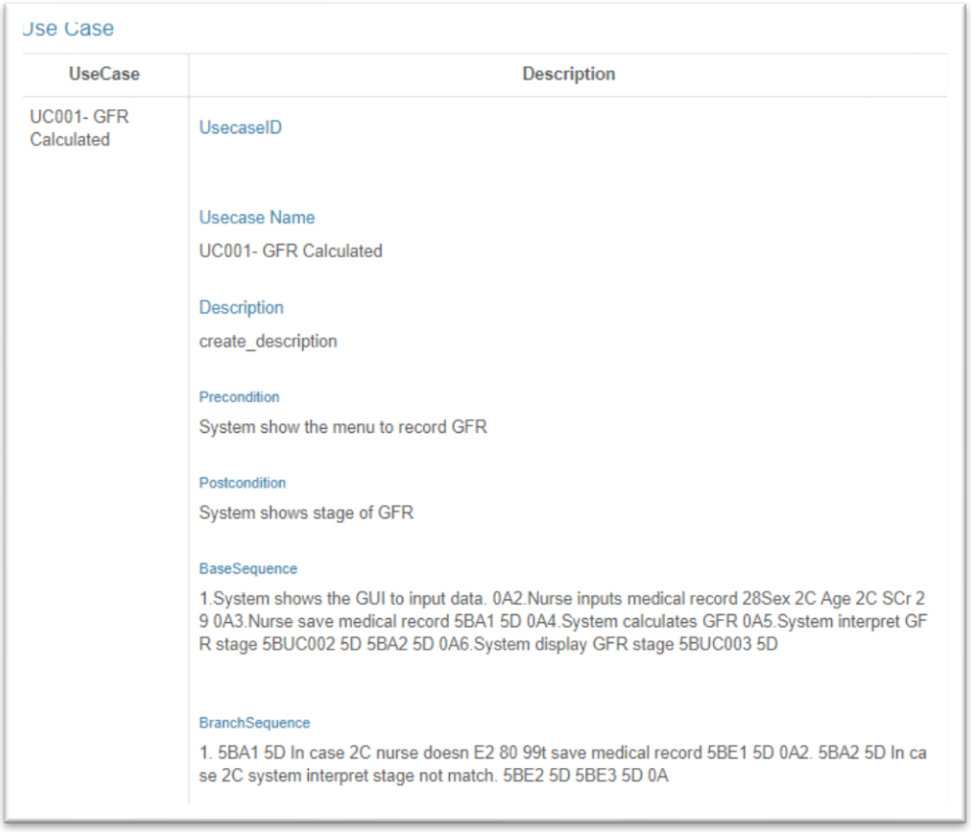
รูปที่ 5.11 ตัวอย่างหน้าจอรายละเอียดระบบ

3) หน้าจอแสดงข้อมูลเวอร์ชันของไฟล์เอกซ์เอ็มแอลที่ทำการอัปโหลดขึ้นไปในระบบ แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 5.12 ซึ่งจะแสดงข้อมูลเวอร์ชันของไฟล์เอกซ์เอ็มแอลของยูสเคสแต่ละเวอร์ชันที่ถูกอัปโหลดขึ้นไป และมีปุ่มให้สามารถแสดงข้อมูลรายละเอียดแต่ละยูสเคส



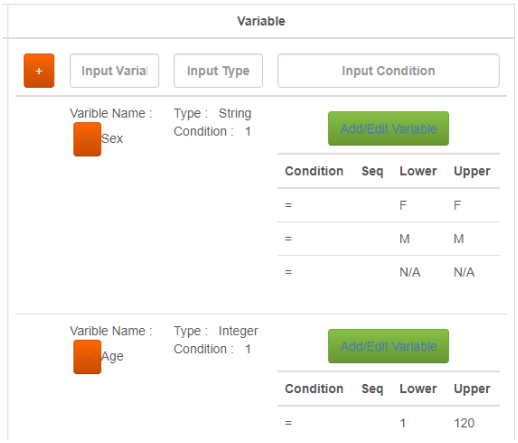
รูปที่ 5.12 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลเวอร์ชันเอกซ์เอ็มแอล

4) หน้าจอแสดงยูสเคส เมื่อมีการอัปโหลดไฟล์เอกซ์เอ็มแอลขึ้นไปในระบบ ผู้ใช้งานสามารถแสดงรายละเอียดยูสเคสได้จากหน้าจอ แสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 5.13 ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดของยูสเคสแต่ละยูสเคสที่มีรายละเอียดความต้องการครบถ้วนตามขั้นตอน



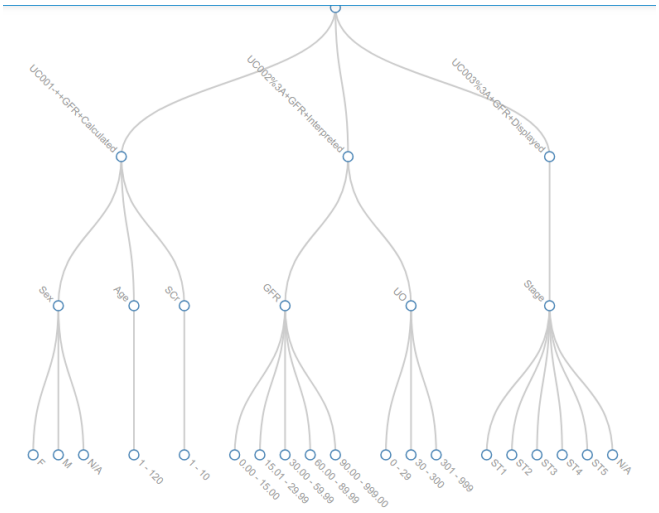
รูปที่ 5.13 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลเวอร์ชันเอกซ์เอ็มแอล

5) หน้าจอการเพิ่มข้อมูลตัวแปรที่ได้จากยูสเคส เมื่อมีการอ่านข้อมูลจากไฟล์เอกซ์เอ็มแอลเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดมา คือ การตีความตัวแปรจากความต้องการที่แสดงในรายละเอียดยูสเคส เพื่อประเมินว่าตัวแปรอะไรบ้างที่จะพิจารณานำมาสร้างกรณีทดสอบ เพื่อให้ครอบคลุมกรณีทดสอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 5.14 เป็นการระบุตัวแปรของแต่ละยูสเคส ซึ่งประกอบด้วย ชื่อตัวแปร ชนิดของตัวแปร และค่าของตัวแปรแต่ละตัวแปรจนครบถ้วน



รูปที่ 5.14 หน้าจอการเพิ่มข้อมูลตัวแปรที่ได้จากยูสเคส

6) หน้าจอการสร้างต้นไม้การจำแนกของระบบ ดังรูปที่ 5.15 แสดงตัวอย่างต้นไม้การจำแนกที่ได้จากต้นแบบ โดยการพัฒนาต้นแบบได้นำคำสั่งในการสร้างต้นไม้จาก Kanesee (Kanesee, 2014) มาปรับปรุงใช้งาน ซึ่งขั้นตอนนี้จะได้จากการนำตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรจากความต้องการซึ่งแบบตามยูสเคสแต่ละยูสเคส เพื่อมาพิจารณาสร้างต้นไม้ตามเงื่อนไขของความต้องการ และในหน้าจอนี้จะสามารถรวมต้นไม้การจำแนกที่มีรายละเอียดซ้อนทับหรือซ้ำกันตามเงื่อนไข โดยการพิจารณาจากบนลงล่าง เพื่อรวมต้นไม้ให้เหลือเพียงต้นเดียวในแต่ละระบบ เพื่อพิจารณานำข้อมูลในส่วนของเทอมินัลไปสร้างเป็นชั้นสมมูลเพื่อสร้างกรณีทดสอบ



รูปที่ 5.15 หน้าจอการสร้างต้นไม้การจำแนกของระบบ

7) หน้าจอการแบ่งชั้นสมมูล หน้าจอนี้ผู้ใช้งานจะกดปุ่มสร้างชั้นสมมูล หลังจากที่ได้ต้นไม้ของระบบเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 5.16 แสดงตัวอย่างชั้นสมมูลของยูสเคส GFR Calculate ซึ่งจะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวแปร คือ Sex Age และ SCr โดยที่แต่ละตัวแปรก็จะมีการแบ่งชั้นสมมูลของข้อมูลแตกต่างกันไปตามความต้องการที่ถูกระบุมา เช่น ตัวแปร Sex มี 3 ชั้นสมมูล สีดำ คือ ชั้นสมมูลที่เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง และสีแดง คือ ชั้นสมมูลที่เป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

รูปที่ 5.16 หน้าจอการแบ่งชั้นสมมูล

8) หน้าจอการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยูสเคส ดังรูปที่ 5.17 แสดงตัวอย่างหน้าจอของการแสดงผลรวมของการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงยูสเคส ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของการนับการเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบที่นำเสนอ และ 2) การสรุปจำนวนกรณีทดสอบที่กระทบตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้ง 5 รูปแบบ

UC001-++GFR+Calculated

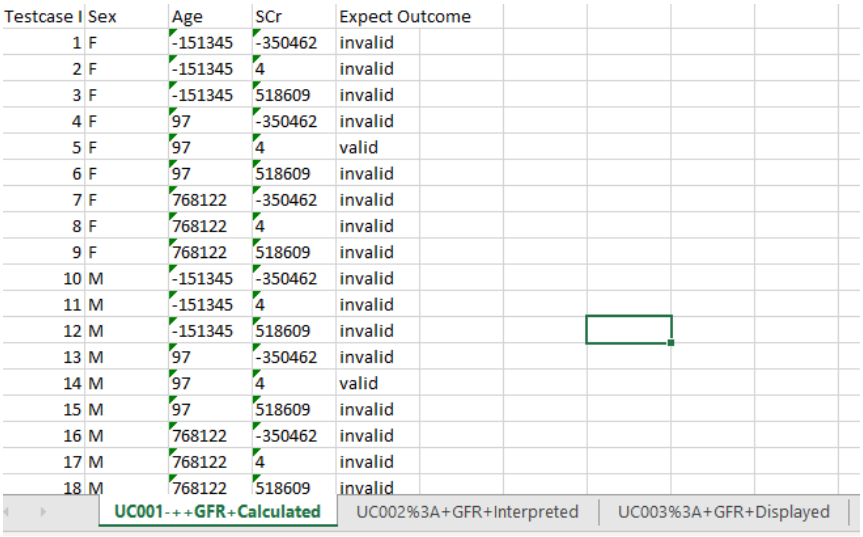
The change of variable name	0
The change of data type	1
The change of variable value	5
The change of variable number	1
The change of order	1
Reuse (%)	0.00%

Detail

Total	144
No Change	0
Delete	27
Update	0
New	144

รูปที่ 5.17 ตัวอย่างหน้าจอการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยูสเคส

9) หน้าจอแสดงข้อมูลกรณีทดสอบที่ส่งออก ดังรูปที่ 5.18 แสดงตัวอย่างกรณีทดสอบที่สร้างจากระบบและส่งออกเป็นไฟล์เอ็กซ์เซลล์ เพื่อนำไปทดสอบระบบ



Testcase I	Sex	Age	SCr	Expect Outcome
1	F	-151345	-350462	invalid
2	F	-151345	4	invalid
3	F	-151345	518609	invalid
4	F	97	-350462	invalid
5	F	97	4	valid
6	F	97	518609	invalid
7	F	768122	-350462	invalid
8	F	768122	4	invalid
9	F	768122	518609	invalid
10	M	-151345	-350462	invalid
11	M	-151345	4	invalid
12	M	-151345	518609	invalid
13	M	97	-350462	invalid
14	M	97	4	valid
15	M	97	518609	invalid
16	M	768122	-350462	invalid
17	M	768122	4	invalid
18	M	768122	518609	invalid

UC001-++GFR+Calculated | UC002%3A+GFR+Interpreted | UC003%3A+GFR+Displayed

รูปที่ 5.18 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลกรณีทดสอบที่ส่งออก

บทที่ 6

การทดสอบและประเมินผลต้นแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการถึงการทดสอบและประเมินผลต้นแบบ ซึ่งเป็นการทดสอบความถูกต้องและประเมินผลการทำงานของต้นแบบ โดยจะประเมินผลต้นแบบเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้วยมือที่อธิบายไว้ในบทที่ 4 ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะประกอบด้วย สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบและประเมินผล การทดสอบต้นแบบ การประเมินผลต้นแบบ และสรุปผลของการประเมินผลต้นแบบ

6.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบและประเมินผลต้นแบบ

สภาพแวดล้อมสำหรับพัฒนาต้นแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาต้นแบบ

6.1.1 ฮาร์ดแวร์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ก

ก. หน่วยประมวลผล Intel Corei5 2.3 GHz

ข. หน่วยความจำหลัก 8 GB

ค. ฮาร์ดดิสก์ 500 GB

6.1.2 ซอฟต์แวร์

1) ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ (Microsoft Windows)

2) โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล เวอร์ชัน 5.7.22 (MySQL 5.7.22)

3) โปรแกรมมายเอสคิวแอล เวิร์คเบนซ์ เวอร์ชัน 6.3 (MySQL Workbench 6.3)

4) โปรแกรมวิชวล สตูดิโอ โค๊ด เวอร์ชัน 1.17.2 (Visual Studio Code 1.17.2)

5) โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์กูเกิลโครม เวอร์ชัน 63.0.3239.132 (Google chrome version 63.0.3239.132)

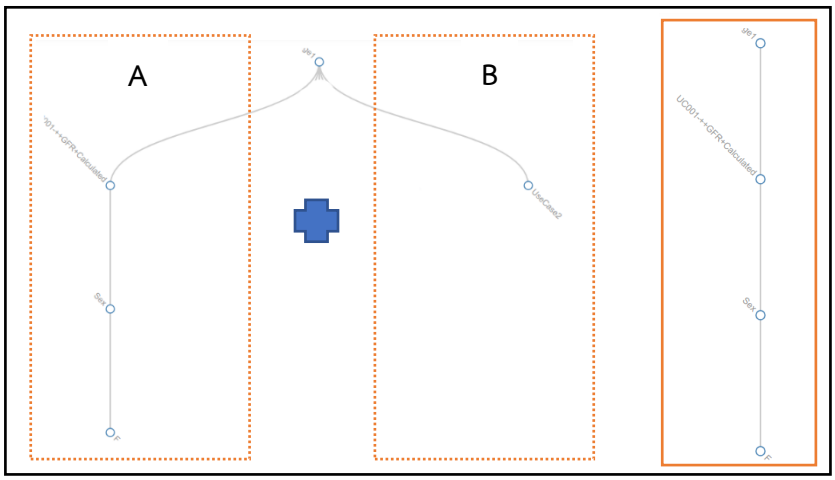
6.2 การทดสอบต้นแบบ

เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของต้นแบบ ทางผู้วิจัยจึงได้มีการทดสอบต้นแบบทุกฟังก์ชันการทำงานของระบบดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 5 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยยืนยันความถูกต้องของต้นแบบตามกรอบแนวคิดที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 3 โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็นฟังก์ชันการทำงานย่อย ๆ ดังนี้

6.2.1 การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการสร้างต้นไม้การจำแนกและการรวมกันของต้นไม้การจำแนก

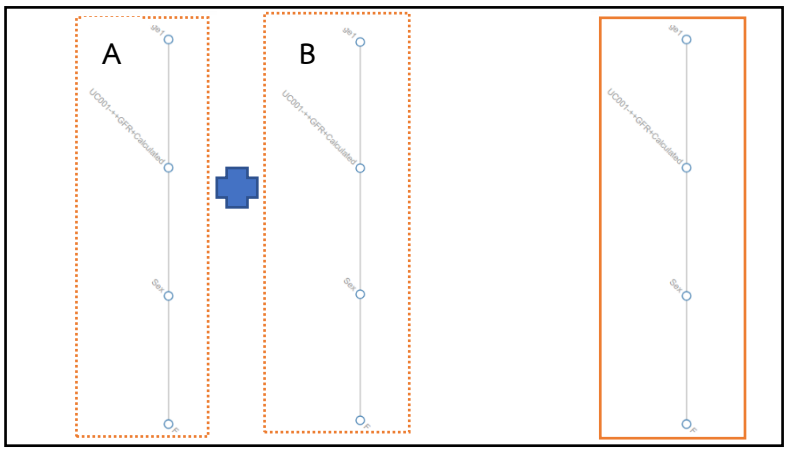
สำหรับฟังก์ชันการทำงานของต้นไม้การจำแนกซึ่งได้นำเทคนิคของ Ramadoss และ Prema (Ramadoss and Prema, 2009) มาใช้งานทั้ง 8 รูปแบบ ในการรวมต้นไม้ที่มีส่วนของความต้องการที่ซ้ำกันและสามารถรวมกันได้ เพื่อลดความซ้ำซ้อนของกรณีทดสอบและยังคงความครอบคลุมทุกฟังก์ชันการทำงานเช่นเดิม โดยแบ่งออกเป็น 8 กรณีที่นำเสนอในบทที่ 3 ซึ่งผลการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของต้นแบบทั้ง 8 กรณีได้ผลลัพธ์ ดังนี้

1) <u>กรณีที่ 1</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งยูสเคส A มีตัวแปรและค่าของตัวแปรครบถ้วน รวมกันกับระบบที่ไม่มียูสเคสและไม่มีตัวแปร ผลลัพธ์จะได้เป็น 1 ต้นไม้ของระบบ ที่ได้จากยูสเคส A เท่านั้น แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 6.1 ประกอบด้วย ยูสเคส A ที่มีค่าตัวแปร Sex มีค่าของตัวแปร คือ F รวมกันกับยูสเคส B ที่ไม่มีตัวแปร จะได้เป็นยูสเคส A เท่านั้น



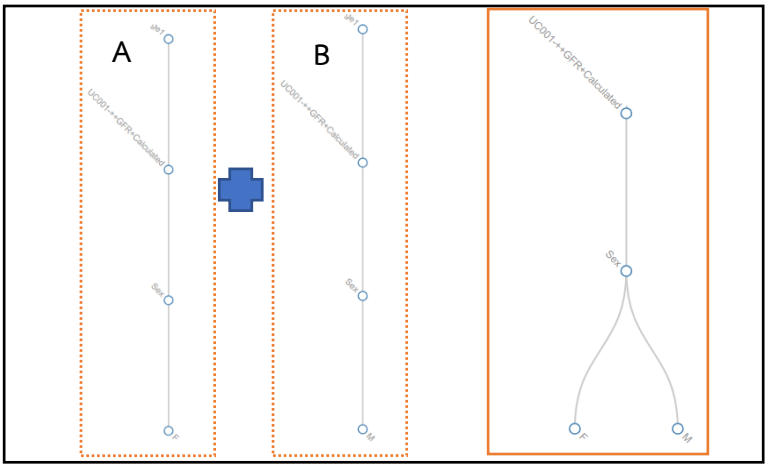
รูปที่ 6.1 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 1

2) <u>กรณีที่ 2</u> การรวมกันของระบบที่มียูสเคส A และยูสเคส B โดยที่ทั้งยูสเคส A และ B มีชื่อเหมือนกัน มีตัวแปรและค่าของตัวแปรเหมือนกันทุกประการ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ต้นไม้ 1 ต้น ที่มียูสเคสและตัวแปรเดียวกัน ดังรูปที่ 6.2 เช่น ยูสเคส A และ B มีตัวแปร Sex และค่าของตัวแปร คือ F เหมือนกันทั้งสองยูสเคส ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากกรณีนี้ คือ ต้นไม้เพียง 1 ต้นที่มีตัวแปรและค่าของตัวแปรเหมือนกันทุกประการ



รูปที่ 6.2 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 2

3) <u>กรณีที่ 3</u> การรวมกันระหว่างระบบ 1 ระบบที่มียูสเคส A และยูสเคส B โดยที่ทั้งยูสเคส A และ B มีชื่อเหมือนกัน มีตัวแปรเหมือนกัน แต่มีค่าช่วงตัวแปรที่แตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ต้นไม้ 1 ต้นที่มียูสเคส 1 ยูสเคสและตัวแปรเดียวกัน แต่มีค่าของตัวแปร 2 ค่าที่นำมารวมกัน แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 6.3 โดยที่ยูสเคส A จะมีตัวแปร Sex และมีค่าตัวแปร คือ F รวมกันกับยูสเคส B ซึ่งมีตัวแปร Sex ที่มีค่าตัวแปร คือ M ดังนั้นเมื่อรวมกันแล้ว ในกรณีนี้จะได้เป็น 1 ต้นไม้ที่มีตัวแปร Sex และค่าของตัวแปร คือ F และ M

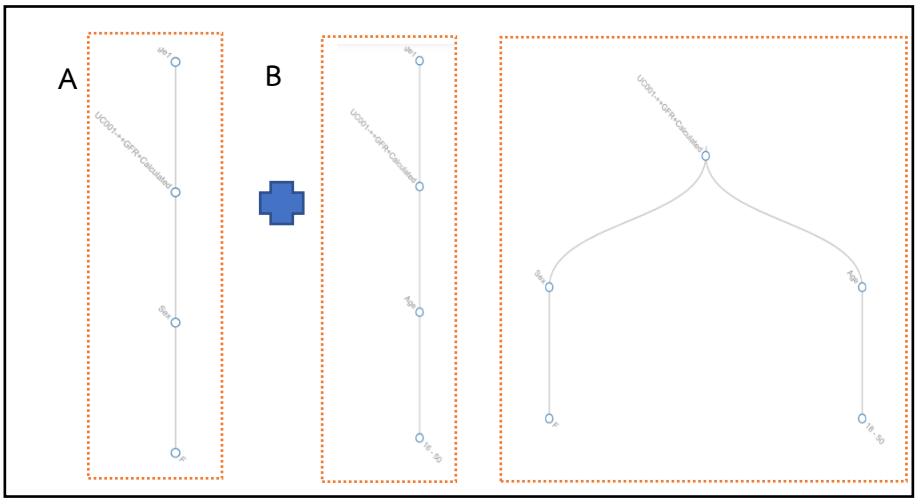


รูปที่ 6.3 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 3

4) <u>กรณีที่ 4</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งยูสเคส A มียูสเคสย่อย 1 ยูสเคส ซึ่งมีตัวแปรและค่าตัวแปรไม่ซ้ำกับยูสเคส B ซึ่งมีเฉพาะยูสเคสหลักและตัวแปรที่ไม่ซ้ำกับยูสเคส A ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกัน คือ 1 ต้นไม้ที่มียูสเคสหลักรวมกัน 1 ยูสเคสและค่าตัวแปรที่ได้จากยูสเคส B และยูสเคสย่อยกับตัวแปรที่แตกจากยูสเคส A ที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะไม่พิจารณารูปแบบของการรวมกันในลักษณะนี้ เนื่องจากยูสเคสที่นำมาพิจารณาสร้างกรณีทดสอบจะเป็นยูสเคสลำดับย่อยสุดเท่านั้น

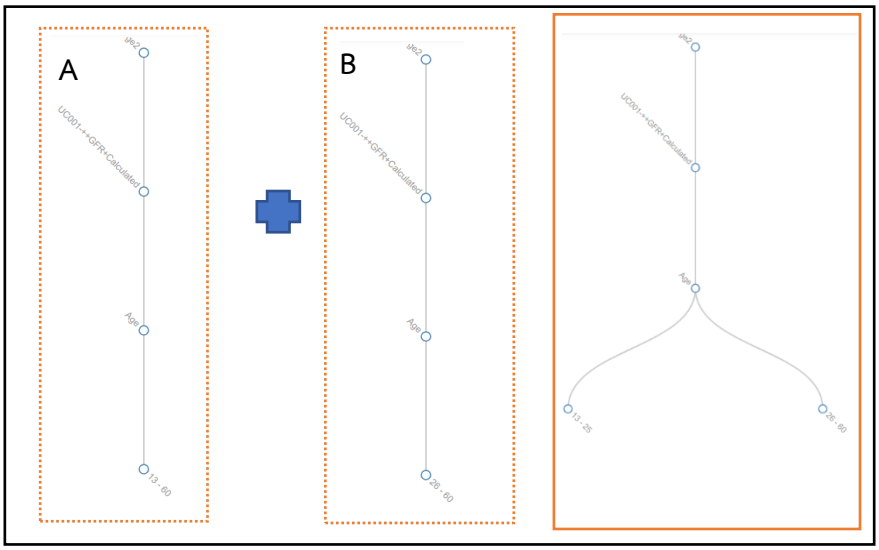
5) <u>กรณีที่ 5</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B โดยที่ยูสเคส A มียูสเคสย่อย 1 ยูสเคส มีตัวแปรและค่าตัวแปรซ้ำกับยูสเคส B ซึ่งมีเฉพาะยูสเคสหลักและค่าตัวแปรที่ซ้ำกับยูสเคส A ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกัน คือ 1 ต้นไม้ที่มียูสเคสหลัก ยูสเคสย่อย และค่าตัวแปร 1 ค่าที่ซ้ำกันทั้งยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งในงานวิจัยนี้จะไม่พิจารณารูปแบบของการรวมกันในลักษณะนี้ เนื่องจากยูสเคสที่นำมาพิจารณาสร้างกรณีทดสอบจะเป็นยูสเคสลำดับย่อยสุดเท่านั้น

6) <u>กรณีที่ 6</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งมียูสเคสย่อยที่ซ้ำกัน แต่ไม่มีตัวแปรและค่าของตัวแปรที่ซ้ำกันเลย ผลลัพธ์ที่ได้จะได้เป็น 1 ต้นไม้ของระบบที่มียูสเคสย่อย 1 ยูสเคสที่ซ้ำกัน และมีตัวแปรและค่าตัวแปรแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 6.4 ซ้ายมือ คือ ยูสเคส A ประกอบด้วยตัวแปร Sex ซึ่งมีค่าของตัวแปร 1 ช่วง คือ F และ ยูสเคส B มีค่าของตัวแปร คือ Age มีค่าของตัวแปร 1 ช่วง คือ 16-50 ดังนั้นเมื่อรวมกันแล้วจะได้เป็น 1 ต้นไม้ ที่มีตัวแปร Sex และ Age ซึ่งมีค่าของตัวแปร คือ F และ 16-50 ตามลำดับ



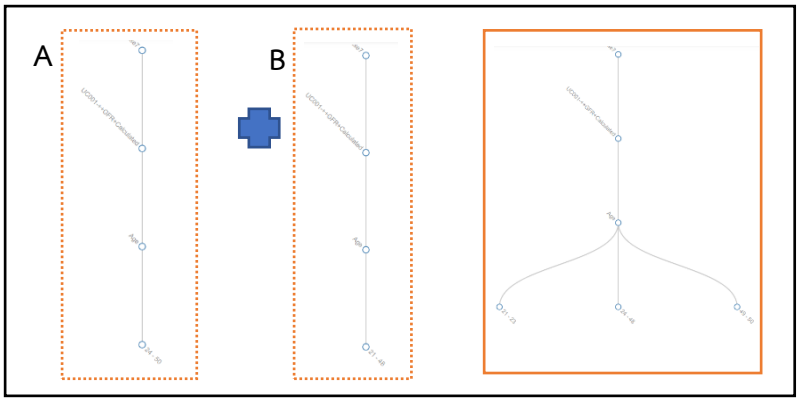
รูปที่ 6.4 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 6

7) <u>กรณีที่ 7</u> การรวมกันระหว่างยูสเคส A และยูสเคส B ซึ่งมีตัวแปรเหมือนกัน และมีค่าของตัวแปรบางส่วนในยูสเคส A เป็นส่วนหนึ่งในยูสเคส B ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกันของต้นไม้ระหว่างยูสเคส A และ B คือ 1 ต้นไม้ที่มีค่าของตัวแปรในยูสเคส A และมีค่าตัวแปรอีก 1 ช่วงที่ได้จากส่วนต่างของตัวแปรในยูสเคส B ลบด้วยค่าของตัวแปรในยูสเคส A แสดงดังรูปที่ 6.5 ซ้ายมือ คือ ต้นไม้ก่อนการรวมกันซึ่งจะมีตัวแปรชื่อ Age เหมือนกัน โดยที่ตัวแปร Age ของยูสเคส A จะมีค่าตัวแปร คือ 13-60 และตัวแปร Age ของยูสเคส B มีค่าของตัวแปร คือ 26-60 และขวามือ คือ ต้นไม้หลังจากผ่านกระบวนการรวมกันแล้ว ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วพิจารณาจากตัวแปรที่ซ้ำกัน คือ Age เพราะว่าฉะนั้นจะสามารถรวมกันได้เป็น 1 ตัวแปร และมีค่าของตัวแปรในยูสเคส A บางส่วนอยู่ในยูสเคส B คือ 26 - 60 และมีค่าของตัวแปรที่เกิดจากส่วนต่างระหว่างตัวแปร Age ของยูสเคส A และยูสเคส B คือ 13-25



รูปที่ 6.5 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 7

8) <u>กรณีที่ 8</u> การรวมกันระหว่างยูสเคสของต้นไม้ A และยูสเคสต้นไม้ B ซึ่งมีตัวแปรเหมือนกัน และมีค่าของตัวแปรบางส่วนในยูสเคส A เป็นส่วนหนึ่งในยูสเคส B ผลลัพธ์ที่ได้จากการรวมกันของต้นไม้ระหว่างยูสเคส A และ B โดยที่มีค่าของตัวแปรต้นไม้ A และต้นไม้ B แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (1) ค่าของตัวแปรในยูสเคส A บางส่วนซ้ำกับค่าของตัวแปรในยูสเคส B (2) ค่าของตัวแปรในยูสเคส A ลบด้วยค่าของตัวแปรที่ได้จาก (1) และ (3) ค่าของตัวแปรในยูสเคส B ลบด้วยค่าตัวแปรที่อยู่ในยูสเคส A แสดงดังรูปที่ 6.6 ยูสเคส A จะประกอบด้วยตัวแปร Age ซึ่งจะมีค่าของตัวแปรอยู่ในช่วง 24-50 และยูสเคส B มีค่าของตัวแปรอยู่ในช่วง 21-48 หลังจากใช้เทคนิคการรวมกันในกรณีนี้ค่าของตัวแปรจะรวมกันได้เป็น 3 ช่วง ตามประเภท (1) – (3) ดังที่กล่าวไปข้างต้น คือ 24-48 49-50 และ 21 -23 ตามลำดับ



รูปที่ 6.6 หน้าจอผลการทดสอบการรวมกันของต้นไม้การจำแนก กรณีที่ 8

6.2.2 การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการเปรียบเทียบตัวแปร 2 เวอร์ชัน

ฟังก์ชันการเปรียบเทียบตัวแปร เป็นการพิจารณาตัวแปรที่ได้จากพจนานุกรมข้อมูลของตัวแปรที่ได้จากยูสเคส 2 เวอร์ชันก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนตัวแปรที่เปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบ คือ ชื่อตัวแปรเปลี่ยนแปลง (The Change of Variable Name) ชนิดของตัวแปรเปลี่ยนแปลง (The Change of Data Type) จำนวนตัวแปรเปลี่ยนแปลง (The Change of Variable Number) ค่าของตัวแปรเปลี่ยนแปลง (The Change of Variable Value) และลำดับตัวแปรเปลี่ยนแปลง (The Change of Order) ซึ่งผลของการทดสอบต้นแบบ แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 6.7 ยูสเคส UC001 GFR Calculated เมื่อทำการเปรียบเทียบเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงชื่อของตัวแปร ชนิดตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 1 ตัวแปร ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 5 ช่วง จำนวนตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 1 ตัวแปร และลำดับตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง 1 ตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้วยมือของกรณีศึกษาที่ 1 ในหัวข้อ 4.1.1

UC001-++GFR+Calculated

The change of variable name	0
The change of data type	1
The change of variable value	5
The change of variable number	1
The change of order	1
Reuse (%)	0.00%

รูปที่ 6.7 หน้าจอผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงตัวแปร 2 เวอร์ชัน

6.2.3 การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ

หลังจากที่ได้พิจารณาพจนานุกรมข้อมูลของตัวแปร 2 เวอร์ชันมาเปรียบเทียบ เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้ง 5 รูปแบบแล้ว ต้นแบบต้องสามารถตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดขึ้นจากความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากฟังก์ชันนี้ก็คือ จำนวนกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง กรณีทดสอบที่ต้องลบ กรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข และกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่ แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 6.8 ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 6.7 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปรที่เพิ่มขึ้น 1 ตัวแปร และค่าช่วงข้อมูลของตัวแปรเพิ่มขึ้นมา 4 ตัวแปร ทำให้จำเป็นต้องลบกรณีทดสอบเดิมจำนวน 27 (3*3*3) กรณีทดสอบเพื่อทำการสร้างกรณีทดสอบใหม่ เพื่อให้ครอบคลุมกรณีตัวแปรทั้งหมด จึงได้เป็นกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่จำนวน 144 (3*4*4*3) กรณีทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของกรณีศึกษาที่ 1 ในหัวข้อ 4.1.1

Detail

Total	144
No Change	0
Delete	27
Update	0
New	144

รูปที่ 6.8 หน้าจอฟังก์ชันการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ

6.3 การประเมินผลต้นแบบ

เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของต้นแบบที่พัฒนา และเพื่อตรวจสอบความครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบที่เกิดขึ้น คือ (1) ชื่อตัวแปรเปลี่ยนแปลง (2) ชนิดของตัวแปรเปลี่ยนแปลง (3) ค่าตัวแปรเปลี่ยนแปลง (4) จำนวนตัวแปรเปลี่ยนแปลง และ (5) ลำดับตัวแปรเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการทดสอบต้นแบบเพื่อทดสอบว่าต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องหรือไม่นั้น จึงได้ทำการประเมินผลการทดสอบด้วยกรณีศึกษา 2 กรณีแบบอัตโนมัติจากต้นแบบ เพื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการด้วยการดำเนินการด้วยมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.3.1 กรณีศึกษาที่ใช้ในการประเมินผลต้นแบบ

จากบทที่ 4 ได้กล่าวถึงกรณีศึกษาที่นำมาใช้ประเมินต้นแบบโดยละเอียด เพื่อยืนยันการทำงานของต้นแบบที่เกิดขึ้น ทางผู้วิจัยได้นำกรณีศึกษาที่อธิบายไว้ในบทที่ 4 มาประเมินการทำงานของต้นแบบ ประกอบไปด้วย 2 กรณีศึกษา ดังต่อไปนี้

6.3.1.1 กรณีศึกษาที่ 1 ระบบวิเคราะห์คำนวณค่าไต (GFR module)

หลังจากทำการอัปโหลดเอกซ์เอ็มแอลไฟล์ของยูสเคส นักทดสอบระบบจะทำการสร้างตัวแปรที่ได้จากยูสเคสดังกล่าวในต้นแบบข้อมูล รวมถึงการสร้างช่วงข้อมูลที่ได้จากตัวแปรแต่ละตัวตามรูปแบบของพจนานุกรมข้อมูลและจัดเก็บในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามลำดับ หลังจากนั้นต้นแบบจะทำการค้นหาตัวแปรเวอร์ชันที่ 1 ในฐานข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวแปรในเวอร์ชัน 1 และ 2 หากเป็นเวอร์ชัน 1 ต้นแบบจะไม่นับจำนวนความเปลี่ยนแปลงของกรณีทดสอบออกมาเป็น 0 ทั้ง 5 รูปแบบที่เปลี่ยนแปลง ในส่วนนี้ผู้วิจัยประเมินบนสมมุติฐานที่ว่ามีกรณีทดสอบเวอร์ชันที่ 1 ในฐานข้อมูลครบถ้วนแล้ว ดังนั้นในการประเมินระบบจะเริ่มต้นตั้งแต่การอัปโหลดข้อมูลไฟล์เอกซ์เอ็มแอลเวอร์ชัน 2 สร้างตัวแปรและช่วงของข้อมูลเวอร์ชัน 2 จนครบถ้วน และทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างตัวแปรในเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 ดังรูปที่ 6.9 – 6.11 แสดงจำนวนสรุปผลของกรณีทดสอบที่ได้จากยูสเคส UC001- UC003 ที่ได้จากต้นแบบ

UC001-++GFR+Calculated

The change of variable name	0
The change of data type	1
The change of variable value	5
The change of variable number	1
The change of order	1
Reuse (%)	0.00%

Detail

Total	144
No Change	0
Delete	27
Update	0
New	144

รูปที่ 6.9 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC001 การคำนวณค่าไต

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในยูสเคส UC001 ต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 5 รูปแบบ แสดงดังรูปที่ 6.9 โดยพบว่ามีจำนวนกรณีทดสอบที่ได้จากเวอร์ชัน 2 ทั้งหมด 144 กรณีทดสอบที่เกิดจากการสร้างใหม่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใน UC001 มีการเพิ่มตัวแปรและช่วงข้อมูลตัวแปรเข้ามา ทำให้จำเป็นต้องลบกรณีทดสอบเดิมและสร้างใหม่ทั้งหมด ดังนั้นกรณีทดสอบที่จะสามารถนำมาใช้ได้คิดเป็น 0 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.1 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.9

UC002%3A+GFR+Interpreted

The change of variable name	0
The change of data type	1
The change of variable value	0
The change of variable number	0
The change of order	0
Reuse (%)	100.00%

Detail

Total	35
No Change	0
Delete	0
Update	35
New	0

รูปที่ 6.10 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC002 การแปลผลค่าไต

จากรูปที่ 6.10 แสดงสรุปกลุ่มกรณีทดสอบที่ได้จากต้นแบบของยูสเคส UC002 โดยที่ต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 5 รูปแบบ โดยพบว่ามีจำนวนกรณีทดสอบที่ได้จากเวอร์ชัน 2 ทั้งหมด 35 กรณีทดสอบที่เกิดจากการปรับปรุงกรณีทดสอบเดิม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใน UC002 มีเพียงการเปลี่ยนชนิดของตัวแปรที่เกิดขึ้น ทำให้จำเป็นต้องทำการปรับปรุงกรณีทดสอบเดิมให้เป็นค่าที่ถูกต้องและจำนวนยูสเคสดังกล่าวสามารถนำมาใช้งานได้ ดังนั้นกรณีทดสอบหลังจากปรับปรุงค่าให้ถูกต้องโดยต้นแบบ สามารถใช้งานได้คิดเป็น 100 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.1 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.9

UC003%3A+GFR+Displayed

The change of variable name	1
The change of data type	0
The change of variable value	0
The change of variable number	0
The change of order	0
Reuse (%)	100.00%

Detail

Total	6
No Change	6
Delete	0
Update	0
New	0

รูปที่ 6.11 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC003 การแสดงผลระดับค่าไต

จากรูปที่ 6.11 แสดงสรุปกลุ่มกรณีทดสอบที่ได้จากต้นแบบของยูสเคส UC003 โดยที่ต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 5 รูปแบบ โดยพบว่ามีจำนวนกรณีทดสอบที่ได้จากเวอร์ชัน 2 ทั้งหมด 6 กรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลงและสามารถนำมาใช้งานได้เลย เนื่องจากพบการเปลี่ยนแปลงแค่ชื่อตัวแปร ทำให้ไม่ส่งผลกระทบใด ๆ กับกรณีทดสอบเดิม ดังนั้นในยูสเคสนี้สามารถนำกรณีทดสอบเดิมมาใช้งานได้ทั้งหมด 100 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.1 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.9

6.3.1.2 กรณีศึกษาที่ 2 การบันทึกข้อมูลทางการพยาบาลออนไลน์ (Nursing Online Assessment)

การประเมินต้นแบบโดยใช้กรณีศึกษาที่ 2 โดยสมมติฐานที่ว่า มีกรณีทดสอบเวอร์ชัน 1 ที่ถูกสร้างไว้ในฐานข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้ว ดังนั้นต้นแบบจะพิจารณาส่วนของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 โดยพิจาณาจากตัวแปรและส่วนของข้อมูลนำเข้าทั้งหมดในระบบของเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นกลุ่มกรณีทดสอบตามออกเป็น 4 ประเภทของยูสเคส UC01 UC011 UC02 และ UC021-UC023 แสดงดังรูปที่ 6.12 – 6.17

UC01+%3A++Assesment++Recording

The change of variable name	0
The change of data type	0
The change of variable value	12
The change of variable number	4
The change of order	4
Reuse (%)	0.00%

Detail

Total	288
No Change	0
Delete	2592
Update	0
New	288

รูปที่ 6.12 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC01

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในยูสเคส UC01 ต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 5 รูปแบบ แสดงดังรูปที่ 6.12 โดยพบว่ามีจำนวนกรณีทดสอบที่ได้จากเวอร์ชัน 2 ทั้งหมด 288 กรณีทดสอบที่เกิดจากการสร้างใหม่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใน UC01 มีการลบตัวแปรและช่วงข้อมูลตัวแปรนั้น ๆ ทำให้จำเป็นต้องลบกรณีทดสอบเดิมและสร้างใหม่ทั้งหมด ดังนั้นจำนวนกรณีทดสอบที่สามารถนำกลับมาใช้งานได้คิดเป็น 0 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.2 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28

UC02+%3A+VitalSign+Recording

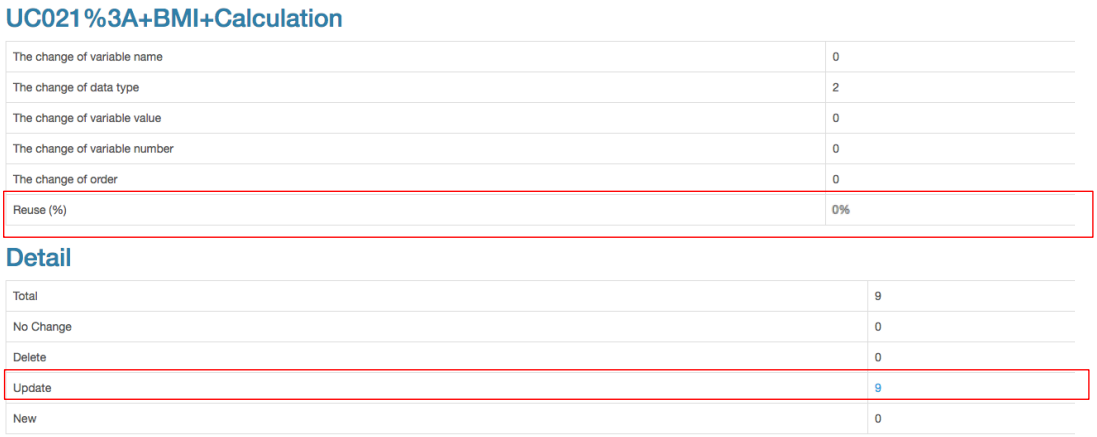
The change of variable name	0
The change of data type	0
The change of variable value	1
The change of variable number	0
The change of order	0
Reuse (%)	44.44%

Detail

Total	26244
No Change	4374
Delete	0
Update	4374
New	17496

รูปที่ 6.13 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC02

จากรูปที่ 6.13 เป็นสรุปผลจากต้นแบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ UC02 โดยการเปรียบเทียบยูสเคส 2 เวอร์ชัน ซึ่งในยูสเคสนี้จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 26,244 กรณีทดสอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเวอร์ชัน 2 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าช่วงข้อมูลของตัวแปร ส่งผลให้มีกรณีทดสอบเดิมที่ต้องปรับปรุงให้ถูกต้องเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงค่าช่วงข้อมูลจำนวน 4,374 กรณีทดสอบ และมีกรณีทดสอบที่ไม่เปลียนแปลงเลยจำนวน 4,374 กรณีทดสอบ และมีจำนวนกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่จำนวน 17,496 กรณีทดสอบ เพื่อให้ครอบคลุมช่วงของข้อมูลที่เพิ่มมา ดังนั้นในยูสเคสนี้จะมีกรณีทดสอบเดิมที่สามารถนำมาใช้งานได้เลยคิด 44.44 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.2 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28



UC021%3A+BMI+Calculation

The change of variable name	0
The change of data type	2
The change of variable value	0
The change of variable number	0
The change of order	0
Reuse (%)	0%

Detail

Total	9
No Change	0
Delete	0
Update	9
New	0

รูปที่ 6.14 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC021

จากรูปที่ 6.14 เป็นสรุปผลจากต้นแบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ UC021 โดยการเปรียบเทียบยูสเคส 2 เวอร์ชัน ซึ่งในยูสเคสนี้จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 9 กรณีทดสอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเวอร์ชัน 2 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงชนิดของตัวแปร 2 ตัวแปร ส่งผลให้จำเป็นต้องปรับปรุงกรณีทดสอบเดิมทั้งหมดให้ถูกต้องก่อนนำมาใช้งาน ดังนั้นจะไม่มีกรณีทดสอบเดิมที่สามารถนำมาใช้งานได้เลย การนำกรณีทดสอบที่นำมาใช้ได้คิดเป็น 0 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.2 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28

UC022%3A+Nutrition+interpretation

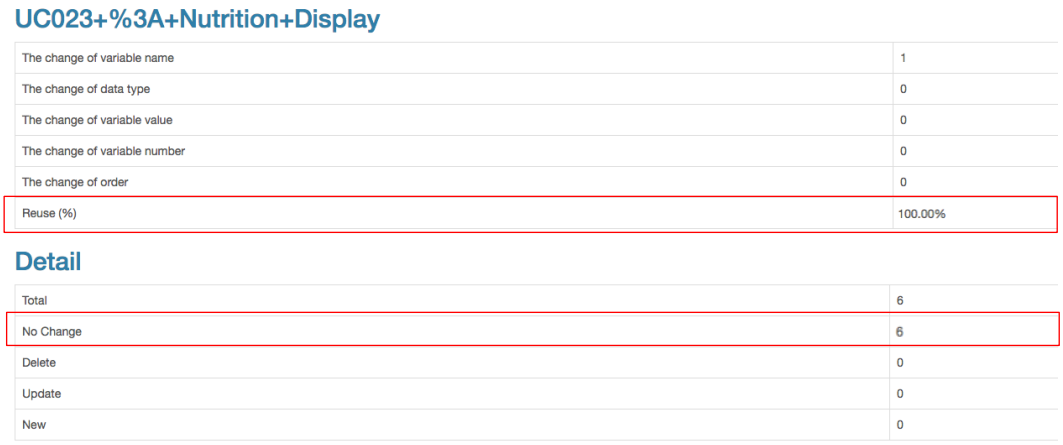
The change of variable name	0
The change of data type	0
The change of variable value	0
The change of variable number	0
The change of order	0
Reuse (%)	100.00%

Detail

Total	21
No Change	21
Delete	0
Update	0
New	0

รูปที่ 6.15 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC022

จากรูปที่ 6.15 เป็นสรุปผลจากต้นแบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ UC022 โดยการเปรียบเทียบยูสเคส 2 เวอร์ชัน ซึ่งในยูสเคสนี้จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 21 กรณีทดสอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเวอร์ชัน 2 ไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของตัวแปร ดังนั้นกรณีทดสอบเดิมที่มีอยู่จะสามารถนำกลับมาใช้งานได้ทั้งหมด 100 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.2 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28



UC023+%3A+Nutrition+Display

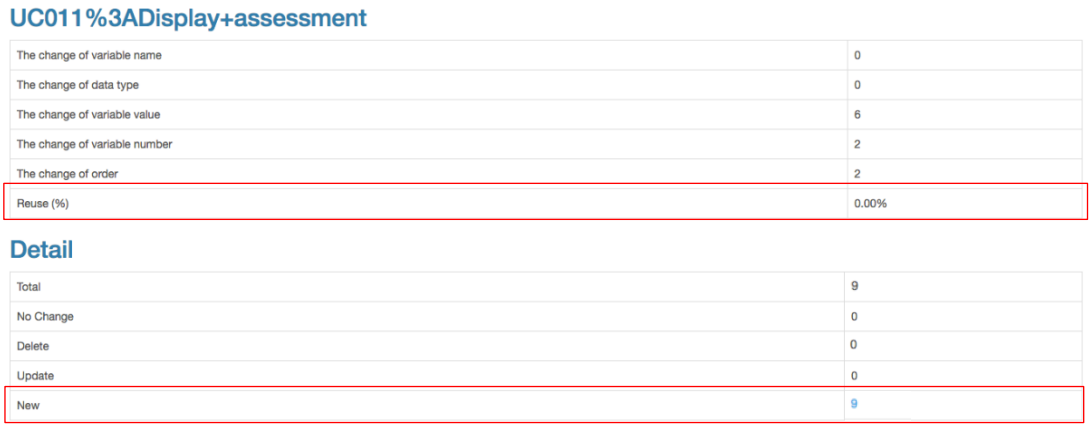
The change of variable name	1
The change of data type	0
The change of variable value	0
The change of variable number	0
The change of order	0
Reuse (%)	100.00%

Detail

Total	6
No Change	6
Delete	0
Update	0
New	0

รูปที่ 6.16 ผลการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC023

จากรูปที่ 6.16 เป็นสรุปผลจากต้นแบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ UC023 โดยการเปรียบเทียบยูสเคส 2 เวอร์ชัน ซึ่งในยูสเคสนี้จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 6 กรณีทดสอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเวอร์ชัน 2 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงชื่อของตัวแปร 1 ตัวแปร แต่ไม่ส่งผลกับกลุ่มกรณีทดสอบทั้ง 4 กลุ่มใด ๆ ดังนั้นกรณีทดสอบเดิมที่มีอยู่จะสามารถนำกลับมาใช้งานได้ทั้งหมดคิดเป็น 100 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.2 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28



UC011%3ADisplay+assessment

The change of variable name	0
The change of data type	0
The change of variable value	6
The change of variable number	2
The change of order	2
Reuse (%)	0.00%

Detail

Total	9
No Change	0
Delete	0
Update	0
New	9

รูปที่ 6.17 ผลการตรวจสอบผลกระต่อกรณีทดสอบเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงความต้องการ UC011

จากรูปที่ 6.17 เป็นสรุปผลจากต้นแบบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ UC011 โดยการเปรียบเทียบยูสเคส 2 เวอร์ชัน ซึ่งในยูสเคสนี้จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 9 กรณีทดสอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเวอร์ชัน 2 พบว่ามียูสเคสที่เพิ่มขึ้นมา ดังนั้นเมื่อต้นแบบทำการตรวจสอบในฐานข้อมูล ไม่พบกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นในกรณีนี้จึงจำเป็นต้องสร้างกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมา 100 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำด้วยมือในหัวข้อ 4.1.2 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28

6.4 ผลการประเมินต้นแบบ

จากการทดสอบต้นแบบ โดยการนำกรณีศึกษาจากข้อ 6.3 ทั้ง 2 กรณี มาประเมินการทดสอบต้นแบบแบบอัตโนมัติ เพื่อทดสอบว่าต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องหรือไม่นั้น สามารถสรุปผลการประเมินการทดสอบได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สรุปข้อมูลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบของต้นแบบ

ระบบ	จำนวนกรณีทดสอบ	กลุ่มกรณีทดสอบ	จำนวนกรณีทดสอบตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงด้วยมือ								จำนวนกรณีทดสอบตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแบบอัตโนมัติ							
			ชื่อตัวแปร	ชนิดตัวแปร	จำนวนตัวแปร		ค่าตัวแปร			ลำดับตัวแปร	ชื่อตัวแปร	ชนิดตัวแปร	จำนวนตัวแปร		ค่าตัวแปร			ลำดับตัวแปร
					เพิ่ม	ลบ	เพิ่ม	ลบ	แก้ไข				เพิ่ม	ลบ	เพิ่ม	ลบ	แก้ไข	
กรณีศึกษาที่ 1	185/185	ไม่เปลี่ยนแปลง	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
		ลบ	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-
		แก้ไข	-	-	-	-	-	-	-	185	-	-	-	-	-	-	-	185
		สร้างใหม่	-	-	144	-	-	-	-	-	-	-	144	-	-	-	-	-
กรณีศึกษาที่ 2	26,547/26,547	ไม่เปลี่ยนแปลง	21	-	-	-	4,374	-		-	21	-	-	-	4,374	-		-
		ลบ	-	-	-	2,592	-	-	-	-	-	-	-	2,592	-	-	-	-
		แก้ไข	-	9	-	-	4,374	-	-	26,547	-	9	-	-	4,374	-	-	26,547
		สร้างใหม่	-	-	6	288	17,496	-	-	-	-	-	6	288	17,496	-	-	-

จากตารางที่ 6.1 ผลการประเมินต้นแบบกับทั้งกรณีศึกษา 2 กรณี โดยกรณีทดสอบที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ กรณีทดสอบที่ได้จากกรณีทดสอบเดิมที่ไม่เปลี่ยนแปลง รวมกับกรณีทดสอบที่ปรับปรุงให้ถูกต้องและกรณีทดสอบใหม่ที่สร้างด้วยเทคนิคการรวมกันด้วยวิธีการใช้ค่าสมมูลและต้นไม้การจำแนก ภายในตารางจะแสดงจำนวนกรณีทดสอบทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์ด้วยการดำเนินการด้วยมือและการดำเนินการวิเคราะห์ด้วยต้นแบบอัตโนมัติ

โดยพบว่ากรณีศึกษาที่ 1 จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 185 กรณีทดสอบ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลง 3 รูปแบบ ดังนี้ การเปลียนแปลงชื่อตัวแปร 6 กรณีทดสอบ การเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปรที่ต้องลบกรณีทดสอบออก 27 กรณีทดสอบ และต้องสร้างกรณีทดสอบใหม่จำนวน 144 กรณีทดสอบ และจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปร ส่งผลให้ลำดับตัวแปรเปลี่ยนแปลง ทำให้ต้องแก้ไขกรณีทดสอบทั้งหมด 185 กรณีทดสอบ ตามลำดับ และกรณีศึกษาที่ 2 จะเกิดกรณีทดสอบทั้งหมด 26,547 กรณีทดสอบ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงชื่อตัวแปร 21 กรณีทดสอบ การเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปรที่ต้องลบกรณีทดสอบออก 2,592 กรณีทดสอบ และกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่จำนวน 288 กรณีทดสอบ การเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรที่เพิ่มขึ้น พบว่ามีกรณีทดสอบเดิมที่สามารถนำมาใช้ได้จำนวน 4,374 กรณีทดสอบ และต้องปรับปรุงกรณีทดสอบเดิมให้ถูกต้องจำนวน 4,374 กรณีทดสอบ รวมกันกับกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่จำนวน 17,496 และจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนตัวแปรส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับตัวแปร ดังนั้นต้องปรับปรุงกรณีทดสอบให้มีลำดับที่ถูกต้องทั้งหมดจำนวน 26,547 กรณีทดสอบ

สรุปผลการประเมินต้นแบบกับกรณีศึกษาทั้ง 2 กรณี ด้วยการดำเนินการด้วยมือแสดงให้เห็นว่าต้นแบบสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการในรูปแบบของยูสเคสทั้ง 5 รูปแบบ คือ ชื่อตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง ชนิดของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง จำนวนของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงได้ ค่าของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง และลำดับของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้องตรงกับการสร้างกรณีทดสอบของนักทดสอบระบบด้วยการดำเนินการด้วยมือ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้

บทที่ 7

อภิปรายและบทสรุปผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง การอภิปรายผลการวิจัย ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะที่ได้จากกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคส และสรุปผลงานวิจัย โดยมีรายละเอียดในแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

7.1 อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การอภิปรายผลของงานวิจัยนี้มาจากการเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสและการประเมินต้นแบบที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

จากกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคสนั้น ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความต้องการแบบยูสเคสทั้ง 5 รูปแบบ ที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนั้น กรอบแนวคิดสามารถวิเคราะห์ได้ว่าส่งผลกระทบอย่างไรกับกรณีทดสอบทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องลบ และกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่ ซึ่งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงต่อกรณีทดสอบดังกล่าว ทำให้นักทดสอบระบบสามารถทราบได้ว่า จะมีกรณีทดสอบจำนวนเท่าไหร่ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการสร้างกรณีทดสอบใหม่ทั้งหมดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ทั้งนี้ทางผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดที่นำเสนอเป็นต้นแบบเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบและสร้างกรณีทดสอบใหม่ได้อัตโนมัติ เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ผลกระทบและสร้างกรณีทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้ว กรณีทดสอบใหม่ที่สร้างขึ้น ทางผู้วิจัยได้พิจารณาการรวมเทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ 2 เทคนิค เข้าด้วยกันเพื่อลดความต้องการที่ซ้ำซ้อนกันในการนำมาพิจารณาสร้างข้อมูลทดสอบแต่ยังคงครอบคลุมทุก ๆ ฟังก์ชันการทำงานของระบบ

สำหรับการทดสอบต้นแบบ ทางผู้วิจัยแบ่งการทดสอบเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการสร้างต้นไม้การจำแนกและการรวมกันของต้นไม้การจำแนก 2) การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการเปรียบเทียบตัวแปร 2 เวอร์ชัน และ 3) การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันการตรวจสอบผลกระทบต่อกรณีทดสอบ โดยที่การทดสอบการทำงานทั้ง 3 ฟังก์ชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของต้นแบบในแต่ละฟังก์ชัน และผลการทดสอบทั้ง 3 ฟังก์ชันพบว่า ฟังก์ชัน 2) และ 3) ไม่พบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น แต่จากการทดสอบการทำงานในฟังก์ชันการรวมกันของต้นไม้การจำแนก 1) พบว่าการออกแบบการทำงานของต้นแบบที่ได้ตอนเริ่มต้นไม่สามารถติดตามความสัมพันธ์ระหว่างพจนานุกรมข้อมูลในเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 ส่งผลให้ต้นแบบไม่สามารถตรวจสอบความซ้ำซ้อนของความต้องการที่เกิดขึ้น ต้นแบบจึงไม่สามารถรวมความต้องการออกเป็นต้นไม้ 1 ต้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ปรับกระบวนการออกแบบให้สามารถตรวจสอบเงื่อนไขของตัวแปรที่ได้จากความต้องการที่จัดเก็บในรูปแบบของพจนานุกรมข้อมูล เพื่อนำไปพิจารณาการรวมกันของตัวแปรแต่ละตัวได้ นอกจากนั้นในกระบวนการของการวิเคาะห์ตัวแปรที่ได้จากยูสเคสเวอร์ชัน 1 และเวอร์ชัน 2 จำเป็นต้องจัดเก็บในพจนานุกรมข้อมูลให้มีไอดีเดียวกัน ในกรณีที่เป็นตัวแปรเดียวกัน เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่า ตัวแปรใดที่มีการเปลี่ยนแปลง และเปลี่ยนแปลงอย่างไร

การประเมินผลความถูกต้องของต้นแบบ เริ่มต้นทางผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลความถูกต้องขึ้นมาด้วยตัวเอง โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการการดำเนินการด้วยมือกับผลลัพธ์ที่ได้จากต้นแบบโดยอัตโนมัติด้วยกรณีศึกษาจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล 2 กรณีศึกษา ที่เป็นกรณีศึกษาจริง จากนั้นจึงให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกับผลลัพธ์จากการประเมินที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ นอกจากนี้ทางผู้เชี่ยวชาญได้นำกรณีศึกษาอื่นนอกเหนือจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกรณีศึกษาที่ทางผู้วิจัยได้นำมาใช้ประเมินกรอบแนวคิดในงานวิจัยนี้ โดยทางผู้เชี่ยวชาญดำเนินการตามกระบวนการจากกรอบแนวคิดที่ได้นำเสนอในงานวิจัย ซึ่งพบว่าผลลัพธ์ของกรณีศึกษาที่ดำเนินการด้วยมือและการสร้างโดยอัตโนมัติจากต้นแบบมีความถูกต้องเหมือนกัน และเป็นการยืนยันได้ว่า กรอบแนวคิดที่ทางผู้วิจัยได้นำเสนอสามารถใช้กับกรณีศึกษาอื่น ๆ นอกเหนือจากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล ที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบ ที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน คือ (1) ชื่อตัวแปร (2) ชนิดของตัวแปร (3)

ค่าตัวแปร (4) จำนวนตัวแปร และ (5) ลำดับตัวแปร โดยสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบ 4 กลุ่มเช่นเดียวกัน

7.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

1) ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นจะรองรับไฟล์เอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบที่กำหนดไว้ในงานวิจัยนี้เท่านั้น

2) ความเร็วในการทำงานของต้นแบบขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละระบบ

3) กรณีศึกษาที่นำมาใช้กับกรอบแนวคิดงานวิจัยนี้ จำเป็นต้องมีลักษณะความต้องการคล้ายคลึงกับกรณีศึกษาที่ทางผู้วิจัยได้นำมาใช้ในงานวิจัย เนื่องจากจำเป็นต้องให้เห็นความสามารถของกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทั้ง 5 รูปแบบ และการรวมกันของความต้องการที่เหมือนกันด้วยเทคนิคต้นไม้การจำแนก

4) ในงานวิจัยนี้ กำหนดรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงชนิดของตัวแปรในลักษณะของตัวเลขเพียง 2 รูปแบบที่เป็นไปได้ คือ จากตัวเลขจำนวนเต็มเปลี่ยนเป็นทศนิยม จากจำนวนตัวเลขทศนิยมเปลี่ยนเป็นจำนวนเต็ม และจำกัดหลักของทศนิยมไว้เพียง 2 หลักเท่านั้น

7.3 ผลสรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความต้องการแบบยูสเคส เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่ามีกรณีทดสอบจำนวนเท่าไหร่ ที่จะสามารถนำมาใช้ทดสอบระบบได้โดยที่ไม่ต้องสร้างใหม่ขึ้นมาทั้งหมด โดยเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวิธีเปรียบเทียบคุณลักษณะความต้องการ 2 เวอร์ชัน ระหว่างเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์เวอร์ชันเดิมและการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่ระบุในเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะความต้องการของซอฟต์แวร์เวอร์ชันใหม่ที่ส่งผลต่อกรณีทดสอบ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงออกมาเป็น 5 รูปแบบที่สนใจ คือ (1) ชื่อตัวแปร (2) ชนิดของตัวแปร (3) ค่าตัวแปร (4) จำนวนตัวแปร และ (5) ลำดับตัวแปร และแบ่งกลุ่มกรณีทดสอบ

ออกเป็น 4 กลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คือ กลุ่มกรณีทดสอบที่ไม่เปลี่ยนแปลง กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องแก้ไข กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องลบ และกลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่

โดยที่กลุ่มกรณีทดสอบที่ต้องสร้างใหม่ จะสร้างโดยใช้เทคนิคการรวมกันสำหรับการทดสอบแบบการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนก และได้นำกรณีศึกษาจริงมาประเมินกรอบแนวคิดของงานวิจัยเพื่อยืนยันความถูกต้องของกรอบแนวคิดที่นำเสนอ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความต้องการจากระบบในส่วนที่เกี่ยวกับฟังก์ชันใดบ้าง มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นส่งผลกระทบกับกรณีทดสอบเดิมที่ถูกสร้างไว้แล้วอย่างไรบ้าง ยังมีกรณีทดสอบใดบ้างที่ยังคงใช้งานได้อยู่ กรณีทดสอบใดบ้างที่ต้องสร้างใหม่ รวมถึงกรณีทดสอบที่ต้องปรับปรุงให้ถูกต้องเพื่อนำไปใช้ทดสอบระบบ สำหรับเทคนิคในการสร้างกรณีทดสอบผู้วิจัยได้นำสองเทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ คือ เทคนิคการรวมกันระหว่างต้นไม้การจำแนกและการแบ่งชั้นสมมูล เพื่อให้ลดความซ้ำซ้อนของความต้องการที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นข้อมูลทดสอบและยังคงครอบคลุมการทดสอบทุก ๆ ฟังก์ชันให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต จีรทีปติสุนทร. (2543). *XML Step- by-Step ฉบับภาษาไทย*, ศูนย์การศึกษาทางไกล, กรุงเทพฯ.

สุชาดา ศุภผล. (2547). “การสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยเทคนิคการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพร หมั่นเพียรสุข. (2546). "เครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแฟ้มเอกสารเอชทีเอ็มแอลและเอกซ์เอ็มแอลสคีมา.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรศักดิ์ เพ็ชรมณี. (2556). “การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Alan, D., Barbara, B., and David, T. (2015). *Systems Analysis and Design with UML: An Object-Oriented Approach*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, U.S.A.

Bohner, S and Arnold, R. (1996). Software Change Impact Analysis, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, U.S.A.

Benington, H. D. (1983). “Production of large computer programs.” *Annals of the History of Computing*, 5(4), 350-361.

Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C. M., Maler, E., and Yergeau, F. (2008). “Extensible markup language (XML) 1.0" (Online) Available on https://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/

Bures, T., Hnetynka, P., Kroha, P., and Simko, V. (2012). *Requirement Specifications Using Natural Languages,* Technical Report, Charles University, Prague.

Cockburn, A. (2000). *Writing Effective Use Cases,* Addison-Wesley, U.S.A.

Fang, L. and Li, G. (2015). “Test Selection with Equivalence Class Partitioning.”, *Proceedings of the Second International Symposium on Dependable Computing and Internet of Thing (DCIT),* Wuhan, Hubei, China: 16-18 November, 2015.

Gibbs, W. W. (1994). "Software’s chronic crisis." *Scientific American,* 271(3), 86-95.

Grochtmann, M., Grimm, K., and Wegener, J. (1993). “Tool – Supported Test Case Design for Black-Box Testing by Means of the Classification – Tree Editor.” *Proceedings of the EuroSTAR’93*, London, Great Britain: 28 October, 1993.

Holzmann, G. J. (1997). “The Model checker SPIN.” *IEEE Transactions on Software Engineering,* 23(5), 279–295.

Ismail, N., Ibrahim, R., and Ibrahim, N. (2007). “Automatic Generation of Test Cases from Use-Case Diagram.” *Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Institute Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia: 17-19 June, 2007.

Jawadekar, W. S. (2004). *Software Engineering Principles and Practice*, Tata McGraw-Hill Education, New Delhi, India.

Kanesee. (2014). “concept-graph.” (Online) Available on https://gist.github.com , 20 Dec 2014.

Jorgensen, P. C. (2002). *Software Testing: A Craftsman’s Approach second edition*, CRC Press LLC, U.S.A.

Khan, M. E. (2011). "Different approaches to black box testing technique for finding errors." *International Journal of Software Engineering & Applications*, 2(4), 31.

Khan, M. E. and Khan, F. (2012). “A comparative study of white box, black box and grey box testing techniques.” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA),* 3(6), 12-15.

Naur, P. and Randell, B. (1968). “Software Engineering.”, *Proceedings of the NATO Conference on Software Engineering,* NATO Science Committee Garmisch, Germany: 7-11 October 1968.

Phanjhan, T. and Tangwannawit, S. (2015). “The guidelines for Test Cases and Scenarios by Analysis Matrix.”, *Proceedings of the Eleventh National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2015),* Hong Kong: 18-20 March, 2015.

Raengkla, M. and Suwannasart, T. (2013) “A Test Case Selection from Using Use Case Description Changes.” *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists,* Hong Kong: 18-20 March, 2015.

Ramadoss, B. and Prema, P. (2009). “An Approach for Merging Two Classification-Trees.” *Proceedings of the IEEE International Advance Computing Conference,* Patiala, India: 6-7 March, 2009.

Ramadoss, B., Prema, P., and Balasundaram, S. R. (2011). “Combined classification tree method for test suite reduction.” *Proceedings of the ICWET '11 International Conference & Workshop on Emerging Trends in Technology*, Mumbai, Maharashtra, India: 25-26 February, 2011.

Sakkarinkul, T. and Suwannasart, T. (2015) “Test Case Impact Analysis from Use Case Description Changes.” *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, Hong Kong: 18-20 March, 2015.

Sutcliffe, A. (1998). *Requirements Eng,* Springer-Verlag London Limited, London, UK.

Sutcliffe, A. (2003) “Scenario-based Requirements Engineering.”, *Proceedings of the 11th IEEE International Requirements Engineering Conference,* Department of Computation University of Manchester Institute of Science & Technology (UMIST), UK: 8-12 September, 2003.

Thaikerd, P. and KansomKeat, S. (2010) “Automatic Test Case Generation for UML Activity Diagrams using Classification Tree Method (CTM).” *Proceedings of the 6TH National Conference on Computing and Information Technology,* Bangkok, Thailand: 3-5 June, 2010.

World Health Organization. (2018). “Mean Body Mass Index” (Online) Available on http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi, 2018.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

พจนานุกรมข้อมูลของต้นแบบ

ตารางที่ ก1 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_system

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
System_id	รหัสระบบ	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
System_name	ชื่อระบบ	VARCHAR (255)		ไม่ว่าง	
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME		ไม่ว่าง	
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME		ไม่ว่าง	

ตารางที่ ก2 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_system_schematic

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
Id	รหัสไฟล์เอกซ์เอ็มแอล	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
System_id	รหัสระบบ	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_system
Version	เวอร์ชันไฟล์	VARCHAR (255)		ไม่ว่าง	
Schematic	ชื่อไฟลฺ	TEXT			
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME		ไม่ว่าง	
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME		ไม่ว่าง	

ตารางที่ ก3 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_usecase

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
id	รหัสตาราง	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
Usecase_id	รหัสยูสเคส	INT (11)		ไม่ว่าง	
Usecase_name	ชื่อยูสเคส	VARCHAR (255)		ไม่ว่าง	
Description	รายละเอียดยูสเคส	TEXT		ไม่ว่าง	
Pre_condition	เงื่อนไขก่อนหน้า	TEXT			
Post_condition	เงื่อนไขภายหลัง	TEXT			
Base_sequence	ขั้นตอนการทำงาน	TEXT			
Summary	สรุปรายละเอียดยูสเคส	TEXT			
Branch_sequence	เหตุการทางเลือก	TEXT			
Exception_sequence	ขั้นตอนการผิดพลาด	TEXT			
Schematic_id	รหัสระบบ	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_system_schematic
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME		ไม่ว่าง	
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME		ไม่ว่าง	

ตารางที่ ก4 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_variable

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
Id	รหัสระบบ	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
Variable_id	รหัสตัวแปร	INT (11)			
Variable_name	ชื่อตัวแปร	VARCHAR (255)			
Type	ชนิดตัวแปร	VARCHAR (255)			
Condition	เงื่อนไขตัวแปร	INT (11)			
Seq	ลำดับของตัวแปร	INT (11)			
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME			
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME			
Usecase_id	รหัสยูสเคส	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_usecase

ตารางที่ ก5 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_variable_detail

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
Id	รหัสรายละเอียดตัวแปร	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
Condition	เงื่อนไขตัวแปร	INT (11)			
Value	ลำดับ	INT (11)			
Lower	ค่าต่ำสุด				
Upper	ค่าสูงสุด				
Variable_id	รหัสตัวแปร	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_variable
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME			
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME			

ตารางที่ ก6 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_equivalence_class

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
Equivalence_class_id	รหัสชั้นสมมูล	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
System_id	รหัสระบบ	VARCHAR (255)	FK	ไม่ว่าง	md_system
Usecase_id	รหัสยูสเคส	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_usecase
Version	เวอร์ชัน	INT (11)			
Variable_id	รหัสตัวแปร	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_variable
Class_type	ชนิดค่าตัวแปร	VARCHAR (255)			
value	ค่าข้อมูล	VARCHAR (255)			
Lower	ค่าต่ำสุดของชั้นสมมูล	VARCHAR (255)			
Upper	ค่าสูงสุดของชั้นสมมูล	VARCHAR (255)			
Partition	ชั้นสมมูล	VARCHAR (255)			
PartitionNumber	หมายเลขชั้นสมมูล	INT (11)			
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME			
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME			

ตารางที่ ก7 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_testcase

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
ID	รหัสตาราง	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
Testcase_id	รหัสกรณีทดสอบ	VARCHAR (255)		ไม่ว่าง	
Output	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	VARCHAR (255)			
Sequence	ลำดับ	INT (11)			
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME			
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME			
Md_usecase_id	รหัสยูสเคส	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_usecase

ตารางที่ ก8 พจนานุกรมข้อมูลตาราง testcases_ecps

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
Id	รหัสชั้นสมมูล	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
Testcase_id	รหัสกรณีทดสอบ	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_testcase
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME		ไม่ว่าง	
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME		ไม่ว่าง	

ตารางที่ ก9 พจนานุกรมข้อมูลตาราง md_usecase_impacts

ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ค่าว่าง	ตารางอ้างอิง
Id	รหัสระบบ	INT (11)	PK	ไม่ว่าง	
Usecase_id	รหัสยูสเคส	INT (11)	FK		md_usecase
Type	ชนิดของกรณีทดสอบ	INT (11)			
Testcase_id	รหัสกรณีทดสอบ	INT (11)	FK	ไม่ว่าง	md_testcase
Created_at	วันที่และเวลาบันทึก	DATETIME		ไม่ว่าง	
Updated_at	วันที่และเวลาแก้ไข	DATETIME		ไม่ว่าง	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวทิวาทิพย์ ศรีรักษา

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5930223004

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2551

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยวิทยาลัยการคอมพิวเตอร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ทิวาทิพย์ ศรีรักษา, และ อดิศักดิ์ อินทนา. (2560). “เพิ่มขีดความสามารถในเทคนิคการทดสอบแบบการรวมกันระหว่างการแบ่งชั้นสมมูลและต้นไม้การจำแนกด้วยเทคนิควิเคราะห์ฟอล์ททรี.”, *The 21st International Computer Science and Engineering Conference 2017*, Swissotel Le Concorde Hotel กรุงเทพมหานคร: 15-18 พฤศจิกายน 2560.