

การวิเคราะห์ผลกระทบอินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิง  
ฟังก์ชัน



นายกฤษฎา แก่นเฉลียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Impact Analysis on Database Instance from Functional Requirements' Input Changes



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

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University



กฤษฎา แก่นเฉลียว : การวิเคราะห์ผลกระทบอินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน (Impact Analysis on Database Instance from Functional Requirements' Input Changes) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์, 127 หน้า.

ความต้องการเชิงฟังก์ชันถูกนำมากำหนดฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์ ซึ่งความต้องการดังกล่าวสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ทุกช่วงของการพัฒนาซอฟต์แวร์ บางฟังก์ชันสัมพันธ์ฐานข้อมูล หากข้อมูลนำเข้าของฟังก์ชันเกิดการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อไปยังสคีมาฐานข้อมูล เมื่อสคีมาฐานข้อมูลได้รับผลกระทบอาจจะเกิดผลกระทบกับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลด้วย ในการทดสอบฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล กรณีทดสอบจะถูกสร้างขึ้นโดยมีรายการข้อมูลนำเข้าเป็นไปตามฟังก์ชัน และมีค่าข้อมูลทดสอบที่มาจากอินสแตนซ์ฐานข้อมูล และตารางการตามรอยจะถูกนำมาใช้เพื่อบอกความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบ ดังนั้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล อินสแตนซ์ฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ

วิทยานิพนธ์จึงเสนอวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล อินสแตนซ์ฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน 3 ประเภทคือ เพิ่ม ลบ แก้ไข โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบตามที่นำเสนอ โดยเครื่องมือมีความสามารถนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ อีกทั้งผู้ใช้ยังสามารถร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งเครื่องมือสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวและสามารถปรับปรุงสิ่งที่กระทบได้อย่างอัตโนมัติ สุดท้ายเครื่องมือถูกนำไปทดสอบความถูกต้องกับกรณีศึกษาที่แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 กรณี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือเครื่องมือสามารถวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสิ่งที่ได้รับผลกระทบได้อย่างถูกต้อง

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

# # 5870111621 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: IMPACT ANALYSIS / FUNCTIONAL REQUIREMENTS / DATABASE SCHEMA /  
DATABASE INSTANCES / TEST CASES

KRITSADA KANCHALIAO: Impact Analysis on Database Instance from Functional Requirements' Input Changes. ADVISOR: ASSOC. PROF. TARATIP SUWANNASART, Ph.D., 127 pp.

Functional requirements are used for specifying software functions. These functions can be changed during the software development. Some functions are associated with a database. If inputs of functional requirements are changed, the database schema must be affected. When the database schema is affected, database instances which are generated from database schema must be affected as well. To test functions which are associated with databases, test cases will be created by functional requirement inputs and test data come from database instances. In addition, the requirement traceability matrix is used for tracking between functional requirements and test cases. When inputs of the functional requirement are changed, database schema, database instances, functional requirements, test cases, and requirement traceability matrix must be analyzed to find the impact.

This thesis proposes an approach to analyze the impact to the database schema, database instances, functional requirements, test cases, and requirement traceability matrix from functional requirements' input changes: add, delete and edit. This thesis also presents the development of a supporting tool for impact analysis. This tool allows users to import relevant data, and create change requests. In addition, the supporting tool can automatically analyze the impact and update items which are affected. Lastly, the supporting tool is validated through a case study that divided testing cases into four cases and the result shows that the supporting tool is able to analyze the impact and update items which are affected correctly.

Department: Computer Engineering      Student's Signature .....

Field of Study: Software Engineering      Advisor's Signature .....

Academic Year: 2017

## กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือ แนะนำแนวทางและให้คำปรึกษาทางการทำงานวิจัย ตลอดจนตรวจทานปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในงานวิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ และทำให้ผู้วิจัยสามารถสอบวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาและให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และครบถ้วนยิ่งขึ้น

ขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้มอบวิชาความรู้ที่เป็นประโยชน์ ระหว่างที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา ตลอดจนสอบวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอบคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยเสมอมา จนจบการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป .....	ฎ
สารบัญตาราง .....	ต
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย .....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย .....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 บทความวิซการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1.1 สคีมาฐานข้อมูล [2, 3] .....	6
2.1.2 แบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Data Model) [3] .....	6
2.1.3 อินสแตนซ์ฐานข้อมูล [3].....	8
2.1.4 ภาษาแอสคิวแอล [3] .....	8
2.1.5 กรณีทดสอบ [4].....	9
2.1.6 ความต้องการเชิงฟังก์ชัน [5, 6].....	10
2.1.7 ตารางการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix).....	10

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	10
2.2.1 งานวิจัย “Impact Analysis to Database Schema and Test Case From Inputs Functional Requirement Changes” [1] .....	10
2.2.2 งานวิจัย “A source code and test cases impact analysis tool for database schema changes” [8] .....	11
2.2.3 งานวิจัย “A Tool for Generating Test Case for Relational Database Constraints Testing” [9] .....	12
2.2.4 งานวิจัย “A Framework for Test Case Impact Analysis Schema Changes Using Use Case” [10] .....	12
บทที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของ ความต้องการเชิงฟังก์ชัน และการออกแบบพัฒนาเครื่องมือ .....	14
3.1 วิธีการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของ ความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	14
3.1.1 ภาพรวมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบฯ .....	14
3.1.2 นำเข้าข้อมูลตั้งต้น .....	15
3.1.3 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูล .....	15
3.1.4 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	25
3.1.5 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบกับตารางการตามรอยความต้องการ ...	27
3.1.5.1 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ .....	27
3.1.5.2 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการ .....	30
3.1.1 รายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง .....	31
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ .....	32
4.1 การออกแบบเครื่องมือสนับสนุน .....	32
4.1.1 แผนภาพยูสเคส .....	32



4.1.2 แผนภาพกิจกรรม.....	33
4.1.3 แผนภาพแพ็คเกจ.....	41
4.1.4 แผนภาพลำดับ.....	48
4.1.4.1 แผนภาพลำดับในการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการ เชิงฟังก์ชัน.....	48
4.1.4.2 แผนภาพลำดับการสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมและ อินสแตนซ์ฐานข้อมูล.....	49
4.1.4.3 แผนภาพการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแยก ตามประเภทการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการ เชิงฟังก์ชัน.....	50
4.1.5 แผนภาพดีพลอย (Deployment Diagram).....	51
4.1.6 โครงสร้างข้อมูล.....	52
4.2 การพัฒนาเครื่องสนับสนุน.....	55
4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ.....	55
4.2.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	55
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือ.....	71
5.1 กรณีศึกษา.....	71
5.2 การทดสอบที่ 1.....	71
5.3 การทดสอบที่ 2.....	73
5.4 การทดสอบที่ 3.....	75
5.5 การทดสอบที่ 4.....	76
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	78
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	78
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	79

6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินงานต่อ .....	80
รายการอ้างอิง .....	83
ภาคผนวก ก รายละเอียดคุณสมบัติและคลาสของเครื่องมือ .....	82
ภาคผนวก ข ตัวอย่างข้อมูลทดสอบเครื่องมือ .....	120
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	127



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2-1 ตัวอย่างรีเลย์ชั้น STUDENT.....	7
รูปที่ 3-1 ภาพรวมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบ.....	14
รูปที่ 3-2 แผนภาพอาร์แสดงคอลัมน์และความสัมพันธ์ระหว่างตาราง STUDENT กับ DEPARTMENT ในฐานข้อมูล .....	22
รูปที่ 3-3 โครงสร้างข้อมูลต้นไม้ออกจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง STUDENT กับ DEPARTMENT .....	22
รูปที่ 4-1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบ.....	32
รูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมนำเข้าข้อมูลตั้งต้น .....	35
รูปที่ 4-3 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบโดยรวม .....	36
รูปที่ 4-4 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล การดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทเพิ่ม .....	37
รูปที่ 4-5 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล การดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทลบ .....	37
รูปที่ 4-6 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล การดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทแก้ไข .....	38
รูปที่ 4-7 แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลการดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทแก้ไข .....	39
รูปที่ 4-8 แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลัมน์ .....	40
รูปที่ 4-9 แผนภาพแพ็คเกจแสดงโครงสร้างของเครื่องมือ.....	41
รูปที่ 4-10 แพ็คเกจ UI.....	42
รูปที่ 4-11 แพ็คเกจ UIControl .....	43
รูปที่ 4-12 แพ็คเกจ Api.....	43

รูปที่ 4-13 แฟ้มเอกสาร Project.....	44
รูปที่ 4-14 แฟ้มเอกสาร Functional Requirement .....	44
รูปที่ 4-15 แฟ้มเอกสาร Test Case & RTM.....	45
รูปที่ 4-16 แฟ้มเอกสาร Change Request.....	45
รูปที่ 4-17 แฟ้มเอกสาร DBConnector.....	46
รูปที่ 4-18 แฟ้มเอกสาร Database.....	46
รูปที่ 4-19 แฟ้มเอกสาร Change Analysis .....	47
รูปที่ 4-20 แฟ้มเอกสาร Impact.....	48
รูปที่ 4-21 แผนภาพลำดับในการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	49
รูปที่ 4-22 แผนภาพลำดับการสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ ฐานข้อมูล.....	50
รูปที่ 4-23 แผนภาพการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแยกตามประเภทการ เปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน.....	51
รูปที่ 4-24 แผนภาพตีพิมพ์เครื่องวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล .....	52
รูปที่ 4-25 แผนภาพอีอาร์ของเครื่องมือ .....	54
รูปที่ 4-26 แผนภาพวินโดว์เนวิเกชันของเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบอินสแตนซ์ ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	56
รูปที่ 4-27 หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้.....	57
รูปที่ 4-28 หน้าต่างหลัก.....	57
รูปที่ 4-29 เมนูจัดการโครงการ.....	58
รูปที่ 4-30 เมนูจัดการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	58
รูปที่ 4-31 เมนูลงชื่อออก.....	58
รูปที่ 4-32 หน้าต่างสร้างโครงการใหม่.....	59

รูปที่ 4-33 หน้าต่างเลือกโครงการ .....	59
รูปที่ 4-34 หน้าต่างข้อมูลล่าสุดของโครงการ .....	60
รูปที่ 4-35 เนื้อหาแสดงข้อมูลของฐานข้อมูล .....	60
รูปที่ 4-36 เมนูของตาราง .....	61
รูปที่ 4-37 เนื้อหาของคอลัมน์ .....	61
รูปที่ 4-38 เนื้อหาเงื่อนไขบังคับของตาราง .....	62
รูปที่ 4-39 เนื้อหาอินสแตนซ์ฐานข้อมูล .....	62
รูปที่ 4-40 เนื้อหาความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	63
รูปที่ 4-41 φόρμสำหรับอัปโหลดไฟล์ .....	63
รูปที่ 4-42 เนื้อหากรณีทดสอบ .....	63
รูปที่ 4-43 เนื้อหาความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	64
รูปที่ 4-44 เนื้อหาประวัติคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	64
รูปที่ 4-45 หน้าต่างสร้างคำร้องใหม่ .....	65
รูปที่ 4-46 φόρμสำหรับเพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่ .....	66
รูปที่ 4-47 φόρμสำหรับแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลนำเข้า .....	66
รูปที่ 4-48 หน้าต่างรายละเอียดคำร้อง และผลกระทบ .....	67
รูปที่ 4-49 เนื้อหาผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชัน .....	68
รูปที่ 4-50 เนื้อหาผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล .....	68
รูปที่ 4-51 เนื้อหาผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล .....	69
รูปที่ 4-52 เนื้อหาผลกระทบต่อกรณีทดสอบ .....	69
รูปที่ 4-53 เนื้อหาผลกระทบต่อตารางการร่อยความต้องการ .....	70
รูปที่ 5-1 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 1 .....	72

รูปที่ 5-2 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 2 ตาราง SentOrder .....	74
รูปที่ 5-3 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 2 ตาราง SentStaff.....	74
รูปที่ 5-4 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 2 ตาราง OrderDetail .....	74
รูปที่ 5-5 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 3.....	76
รูปที่ 5-6 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 4.....	77
ภาคผนวก	
รูปที่ ก-1 รายละเอียดคลาส UI.....	92
รูปที่ ก-2 รายละเอียดคลาส HomeUI.....	92
รูปที่ ก-3 รายละเอียดคลาส ProjectUI .....	92
รูปที่ ก-4 รายละเอียดคลาส ChangeRequestUI.....	93
รูปที่ ก-5 รายละเอียดคลาส LoginController.....	93
รูปที่ ก-6 รายละเอียดคลาส HomeController .....	93
รูปที่ ก-7 รายละเอียดคลาส ProjectController.....	94
รูปที่ ก-8 รายละเอียดคลาส ChangeRequestController .....	94
รูปที่ ก-9 รายละเอียดคลาส ProjectController (api).....	94
รูปที่ ก-10 รายละเอียดคลาส FunctionalRequirementContoller (api).....	95
รูปที่ ก-11 รายละเอียดคลาส TestCaseController (api).....	95
รูปที่ ก-12 รายละเอียดคลาส RtmController (api).....	95
รูปที่ ก-13 รายละเอียดคลาส DatabaseController (api) .....	95
รูปที่ ก-14 รายละเอียดคลาส ChangeRequestController (api).....	96
รูปที่ ก-15 รายละเอียดคลาส Project.....	96
รูปที่ ก-16 รายละเอียดคลาส User .....	97
รูปที่ ก-17 รายละเอียดคลาส FunctionalRequirement.....	97

รูปที่ ก-18 รายละเอียดคลาส FunctionalRequirementInput .....	98
รูปที่ ก-19 รายละเอียดคลาส TestCase .....	98
รูปที่ ก-20 รายละเอียดคลาส TestCaseInput.....	99
รูปที่ ก-21 รายละเอียดคลาส RequirementTraceabilityMatrix.....	99
รูปที่ ก-22 รายละเอียดคลาส ChangeRequest .....	100
รูปที่ ก-23 รายละเอียดคลาส ChangeRequestInput.....	100
รูปที่ ก-24 รายละเอียดคลาส ChangeAnalysis.....	101
รูปที่ ก-25 รายละเอียดคลาส ConstraintFactory.....	101
รูปที่ ก-26 รายละเอียดคลาส DbTargetConnectionInterface.....	102
รูปที่ ก-27 รายละเอียดคลาส DatabaseBuilder .....	102
รูปที่ ก-28 รายละเอียดคลาส SqlServer.....	103
รูปที่ ก-29 รายละเอียดคลาส Database .....	104
รูปที่ ก-30 รายละเอียดคลาส Column .....	104
รูปที่ ก-31 รายละเอียดคลาส Table .....	105
รูปที่ ก-32 รายละเอียดคลาส Node.....	106
รูปที่ ก-33 รายละเอียดคลาส DataTypeFactory .....	106
รูปที่ ก-34 รายละเอียดคลาส DatatypeInterface .....	106
รูปที่ ก-35 รายละเอียดคลาส Char.....	107
รูปที่ ก-36 รายละเอียดคลาส Float .....	107
รูปที่ ก-37 รายละเอียด คลาส Decimal.....	107
รูปที่ ก-38 รายละเอียดคลาส OtherType .....	108
รูปที่ ก-39 รายละเอียดคลาส ConstraintInterface .....	108
รูปที่ ก-40 รายละเอียดคลาส PrimaryKey.....	108

รูปที่ ก-41 รายละเอียดคลาส ForeignKey.....	109
รูปที่ ก-42 รายละเอียดคลาส StateInterface.....	109
รูปที่ ก-43 รายละเอียดคลาส Check.....	109
รูปที่ ก-44 รายละเอียดคลาส Unique.....	110
รูปที่ ก-45 รายละเอียดคลาส AnalyzeImpactDBState.....	110
รูปที่ ก-46 รายละเอียดคลาส AnalyzeImpactFRState .....	110
รูปที่ ก-47 รายละเอียดคลาส AnalyzeImpactTCState.....	111
รูปที่ ก-48 รายละเอียดคลาส AnalyzeImpactRtmState .....	111
รูปที่ ก-49 รายละเอียดคลาส AbstractAnalyzeDBMethod .....	111
รูปที่ ก-50 รายละเอียดคลาส AnalyzeDBAdd .....	111
รูปที่ ก-51 รายละเอียดคลาส AnalyzeDBDel .....	112
รูปที่ ก-52 รายละเอียดคลาส RandomContext .....	112
รูปที่ ก-53 รายละเอียดคลาส AnalyzeDBEdit.....	112
รูปที่ ก-54 รายละเอียดคลาส RandomInterface.....	113
รูปที่ ก-55 รายละเอียดคลาส RandomString.....	113
รูปที่ ก-56 รายละเอียดคลาส RandomNString.....	113
รูปที่ ก-57 รายละเอียดคลาส RandomInteger .....	113
รูปที่ ก-58 รายละเอียดคลาส RandomFloat .....	114
รูปที่ ก-59 รายละเอียดคลาส RandomDecimal.....	114
รูปที่ ก-60 รายละเอียดคลาส RandomDate .....	114
รูปที่ ก-61 รายละเอียดคลาส RandomDateTime .....	115
รูปที่ ก-62 รายละเอียดคลาส RecordImpact.....	115
รูปที่ ก-63 รายละเอียดคลาส PkRecord.....	115



รูปที่ ก-64 รายละเอียดคลาส InstanceImpact .....	116
รูปที่ ก-65 รายละเอียดคลาส FRInputImpact .....	116
รูปที่ ก-66 รายละเอียดคลาส ColumnImpact.....	117
รูปที่ ก-67 รายละเอียดคลาส TCImpact.....	117
รูปที่ ก-68 รายละเอียดคลาส TCInputImpact.....	118
รูปที่ ก-69 รายละเอียดคลาส RtmlImpact.....	118
รูปที่ ก-70 รายละเอียดคลาส ImpactResult.....	119
รูปที่ ข-1 แผนภาพอีอาร์ของระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน .....	120



## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ เชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบ .....	10
ตารางที่ 3-1 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการแก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า .....	17
ตารางที่ 3-2 ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 .....	20
ตารางที่ 3-3 คำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้งเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01.....	21
ตารางที่ 3-4 ผลกระทบต่อสคีมารฐานข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้งเชิง ฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 .....	23
ตารางที่ 3-5 อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ตาราง STUDENT ก่อนถูกปรับปรุง .....	24
ตารางที่ 3-6 อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ตาราง DEPARTMENT ก่อนถูกปรับปรุง .....	24
ตารางที่ 3-7 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสคีมารฐานข้อมูล .....	25
ตารางที่ 3-8 ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้งเชิงฟังก์ชัน .....	26
ตารางที่ 3-9 ความต้งเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 ที่ถูกปรับปรุง .....	27
ตารางที่ 3-10 ตารางการตามรอยความต้ง .....	28
ตารางที่ 3-11 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-01 .....	28
ตารางที่ 3-12 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-02 .....	29
ตารางที่ 3-13 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-03 .....	29
ตารางที่ 3-14 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-04 .....	30
ตารางที่ 3-15 ตารางการตามรอยที่ถูกปรับปรุง .....	30
ตารางที่ 3-16 ผลกระทบตารางการตามรอยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกรณีทดสอบ .....	31
ตารางที่ 5-1 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้งเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-2 .....	71

ตารางที่ 5-2 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-3 สำหรับการทดสอบที่ 2 .....	73
ตารางที่ 5-3 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-1 .....	75
ภาคผนวก	
ตารางที่ ก-1 รายละเอียดยูสเคสลงชื่อเข้าใช้งาน .....	82
ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสจัดการโครงการ.....	83
ตารางที่ ก-3 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น.....	83
ตารางที่ ก-4 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น (ต่อ).....	84
ตารางที่ ก-5 รายละเอียดยูสเคสอัปโหลดไฟล์ข้อมูล.....	84
ตารางที่ ก-6 รายละเอียดยูสเคสอัปโหลดไฟล์ข้อมูล (ต่อ) .....	85
ตารางที่ ก-7 รายละเอียดยูสเคสร้องขอการเปลี่ยนแปลง .....	85
ตารางที่ ก-8 รายละเอียดยูสเคสร้องขอการเปลี่ยนแปลง (ต่อ) .....	86
ตารางที่ ก-9 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง .....	86
ตารางที่ ก-10 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง (ต่อ) .....	87
ตารางที่ ก-11 รายละเอียดยูสเคสปรับปรุงสิ่งที่กระทบ .....	87
ตารางที่ ก-12 รายละเอียดยูสเคสปรับปรุงสิ่งที่กระทบ (ต่อ).....	88
ตารางที่ ก-13 รายละเอียดยูสเคสบันทึกผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง.....	89
ตารางที่ ก-14 รายละเอียดยูสเคสรายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง.....	89
ตารางที่ ก-15 รายละเอียดยูสเคสประวัติการเปลี่ยนแปลง.....	90
ตารางที่ ก-16 รายละเอียดยูสเคสดูข้อมูลล่าสุด .....	90
ตารางที่ ก-17 รายละเอียดยูสเคสดูข้อมูลล่าสุด (ต่อ).....	91
ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสคีมารฐานข้อมูลของระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน.....	120

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสคีมาฐานข้อมูลของระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน (ต่อ).....	121
ตารางที่ ข-3 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง Staff.....	121
ตารางที่ ข-4 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง SentStaff.....	122
ตารางที่ ข-5 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง SentOrder .....	122
ตารางที่ ข-6 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง OrderDetail .....	122
ตารางที่ ข-7 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง GasBrand .....	122
ตารางที่ ข-8 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงานใหม่.....	123
ตารางที่ ข-9 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับปรับปรุงข้อมูลพนักงาน .....	123
ตารางที่ ข-10 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับเพิ่มข้อมูลรายการส่งก๊าซ .....	123
ตารางที่ ข-11 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับปรับปรุงข้อมูลที่อยู่ลูกค้า .....	124
ตารางที่ ข-12 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับเพิ่มข้อมูลพนักงานแบบที่หนึ่ง .....	124
ตารางที่ ข-13 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับเพิ่มข้อมูลพนักงานแบบที่สอง .....	124
ตารางที่ ข-14 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับปรับปรุงข้อมูลพนักงานแบบที่หนึ่ง.....	125
ตารางที่ ข-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับปรับปรุงข้อมูลพนักงานแบบที่สอง .....	125
ตารางที่ ข-16 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับเพิ่มข้อมูลรายการส่งก๊าซ.....	125
ตารางที่ ข-17 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับปรับปรุงข้อมูลที่อยู่ลูกค้า.....	126
ตารางที่ ข-18 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน .....	126

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาซอฟต์แวร์ตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์แบ่ง เป็น 4 ช่วงหลักคือ (1) การเก็บความต้องการ (2) วิเคราะห์และออกแบบ (3) พัฒนาและทดสอบ (4) ติดตั้งและปรับปรุง ซึ่งในทุกช่วงการพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการได้ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อซอฟต์แวร์ในส่วนต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์หาผลกระทบที่เกิดขึ้นเพื่อทำการปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้ถูกต้องครบถ้วนก่อนการนำไปใช้งาน ซึ่งการปรับปรุงซอฟต์แวร์ในช่วงการพัฒนาจะมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการปรับปรุงซอฟต์แวร์ในช่วงการใช้งานจริง

การวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์จะนำความต้องการเชิงฟังก์ชัน (Functional Requirement) มาออกแบบฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์ ซึ่งฟังก์ชันมีส่วนประกอบหลักคือ ข้อมูลนำเข้า (Input) ประมวลผล (Process) และผลลัพธ์ (Output) บางฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลเช่น ฟังก์ชันการเรียกดูข้อมูลในฐานข้อมูล (Retrieval) หรือปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูล (Update) เป็นต้น ทำให้การออกแบบโครงสร้างข้อมูลนำเข้ากับสคีมาฐานข้อมูล (Database Schema) จะต้องสอดคล้องกัน ดังนั้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะส่งผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล เมื่อสคีมาฐานข้อมูลได้รับผลกระทบ อาจจะทำให้ข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลหรืออินสแตนซ์ฐานข้อมูล (Database Instance) เกิดผลกระทบด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน [1] พบว่างานวิจัยดังกล่าวมีข้อจำกัดคือ การปรับปรุงสคีมาไม่สามารถทำได้อย่างอัตโนมัติ และไม่รองรับการปรับปรุงอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ซึ่งในการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลเช่น ฟังก์ชันแก้ไข/ลบข้อมูล กรณีทดสอบ (Test Case) จะถูกสร้างขึ้นโดยมีข้อมูลทดสอบ (Test Data) เป็นไปตามข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน และนำอินสแตนซ์ฐานข้อมูลมาเป็นค่าของข้อมูลทดสอบ (Value) ดังนั้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันควรจะต้องปรับปรุงอินสแตนซ์ฐานข้อมูลด้วย

ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสคีมาของฐานข้อมูลซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เกิดขึ้นในช่วงของการทดสอบซอฟต์แวร์ โดยวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอย

ความต้องการ พร้อมทั้งปรับปรุงให้ถูกต้องตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเสนอแนวคิดและพัฒนาเว็บไซต์สำหรับวิเคราะห์หาผลกระทบสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. เว็บไซต์รับข้อมูลนำเข้าคือ
  - 1.1. ความต้องการเชิงฟังก์ชัน
  - 1.2. กรณีทดสอบ
  - 1.3. ตารางการตามรอยความต้องการ
2. เว็บไซต์ส่งออกผลลัพธ์คือ
  - 2.1. ชื่อตารางและคอลัมน์ในฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ
  - 2.2. ความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบ
  - 2.3. กรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ
  - 2.4. ตารางการตามรอยความต้องการที่ได้รับผลกระทบ กรณีเพิ่มหรือลบกรณีทดสอบ
  - 2.5. ความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ปรับปรุง
  - 2.6. กรณีทดสอบที่สร้างใหม่ กรณีที่เพิ่มหรือลบข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
  - 2.7. กรณีทดสอบที่ปรับปรุง กรณีที่แก้ไขข้อมูลนำเข้า
  - 2.8. ตารางการตามรอยความต้องการที่ปรับปรุง กรณีเพิ่มหรือลบกรณีทดสอบ
3. เว็บไซต์รองรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน 3 ประเภท ได้แก่
  - 3.1. เพิ่มข้อมูลนำเข้า
  - 3.2. ลบข้อมูลนำเข้า ยกเว้นกรณีที่ข้อมูลนำเข้านั้นสัมพันธ์กับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลัก
  - 3.3. แก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า ได้แก่

- ชนิดข้อมูล (Data type)
- ความยาว
- ค่าโดยปริยาย (Default)
- ค่าว่าง (Nullable) ยกเว้นกรณีที่ข้อมูลนำเข้านั้นสัมพันธ์กับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลัก
- ค่าไม่ซ้ำ (Unique) ยกเว้นกรณีที่ข้อมูลนำเข้านั้นสัมพันธ์กับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลัก
- ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) กรณีที่ชนิดข้อมูลนำเข้าเป็นตัวเลข (Numeric)

#### 4. เว็บเซิร์ฟเวอร์รองรับการปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูล ได้แก่

- 4.1. เพิ่มคอลัมน์ในฐานข้อมูล
- 4.2. ลบคอลัมน์ในฐานข้อมูล ยกเว้นกรณีที่คอลัมน์ดังกล่าวเป็นคีย์หลัก
- 4.3. แก้ไขคุณลักษณะของคอลัมน์ในฐานข้อมูล ได้แก่
  - ชนิดข้อมูล
  - ความยาว
  - ค่าโดยปริยาย
  - ค่าว่าง ยกเว้นกรณีที่คอลัมน์ดังกล่าวเป็นคีย์หลัก
  - ค่าไม่ซ้ำ ยกเว้นกรณีที่คอลัมน์ดังกล่าวเป็นคีย์หลัก
  - ค่าสูงสุด และ ค่าต่ำสุด กรณีที่ชนิดข้อมูลนำเข้าเป็นตัวเลข

#### 5. เว็บเซิร์ฟเวอร์รองรับการเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูล ได้แก่

- 5.1. ตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เฉพาะ INT เท่านั้น
- 5.2. ตัวเลขจำนวนจริง (Float) ได้แก่ FLOAT, REAL และ DECIMAL
- 5.3. อักขระ (Character-String) ได้แก่ CHAR VARCHAR NCHAR และ NVARCHAR
- 5.4. วันที่และเวลา (Date & Time) ได้แก่ DATE และ DATETIME

#### 6. เว็บเซิร์ฟเวอร์รองรับสร้างอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแบบสุ่มตามชนิดข้อมูล ความยาว ค่าโดยปริยาย ค่าว่าง ค่าไม่ซ้ำ ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของคอลัมน์ในฐานข้อมูลได้

7. เว็บเซอร์วิสรองรับการสร้างกรณีทดสอบ กรณีที่เพิ่มหรือลบข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
  8. เว็บเซอร์วิสรองรับการปรับปรุงกรณีทดสอบ กรณีที่แก้ไขข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
  9. เว็บเซอร์วิสรองรับการปรับปรุงตารางการตามรอยความต้องการ กรณีที่เพิ่มหรือลบกรณีทดสอบ
  10. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันทำได้ทีละ 1 ความต้องการเชิงฟังก์ชัน
  11. ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันทั้งหมดในระบบจะต้องมีชื่อไม่ซ้ำกัน
  12. เว็บเซอร์วิสรองรับการปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันในส่วนของข้อมูลนำเข้าเท่านั้น
  13. เว็บเซอร์วิสรองรับการทำงานกับระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server เท่านั้น
  14. เว็บเซอร์วิสที่พัฒนาจะถูกนำไปทดสอบให้ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงในข้อ 3.
- 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย
1. ศึกษาภาษาแอสคิวแอล (Structured Query Language: SQL) ในการสอบถามและปรับปรุงรายละเอียดสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล
  2. ศึกษาวิธีการปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล
  3. กำหนดความสามารถและขอบเขตของเครื่องมือที่จะพัฒนา
  4. ออกแบบส่วนต่อประสานและโครงสร้างของเครื่องมือที่จะพัฒนา
  5. พัฒนาเครื่องมือและทดสอบเครื่องมือ
  6. แก้ไขข้อผิดพลาดของเครื่องมือ
  7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
  8. จัดทำเล่มวิทยานิพนธ์
- 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
1. สามารถวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้



2. สามารถปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการได้อย่างอัตโนมัติ จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ให้สอดคล้องตามการเปลี่ยนแปลง

#### 1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับการคัดเลือกและตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการเรื่อง “Impact Analysis on Database Instance from Functional Requirements' Input Changes” โดยกฤษฎา แก่นเฉลียว และธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ ในการประชุมวิชาการ “The 25th International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2017)” ระหว่างวันที่ 15 - 17 มีนาคม 2560 ณ โรงแรม เดอะ รอยัล การ์เด้น เมืองเกาลูน เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 สคีมาฐานข้อมูล [2, 3]

สคีมาฐานข้อมูลคือสิ่งที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับฐานข้อมูล ซึ่งตามมาตรฐานสถาปัตยกรรม ANSI-SPARC ได้แบ่งสคีมาฐานข้อมูลออกเป็น 3 ระดับคือ

1) ระดับภายใน (Internal Level) ในระดับภายในจะมีสคีมาภายใน (Internal Schema) ซึ่งจะอธิบายที่เกี่ยวกับโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical) ของฐานข้อมูล เกี่ยวข้องกับการจัดการพื้นที่จัดเก็บข้อมูล รูปแบบโครงสร้างจัดเก็บข้อมูล เช่น แบบเรียงดัชนี (Indexed Sequential) หรือแบบบีทรี (B-Tree) เป็นต้น

2) ระดับแนวคิด (Conceptual Level) ในระดับแนวคิด จะมีสคีมาแนวคิด (Conceptual Schema) ซึ่งจะอธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูลโดยเน้นไปที่การอธิบายเกี่ยวกับ

1. เอนทิตี (Entity) ชนิดข้อมูล
2. ความสัมพันธ์ (Relationship) ระหว่างเอนทิตี
3. เงื่อนไขบังคับ (Constraint)

3) ระดับภายนอก (External Level) ในระดับภายนอกจะมีสคีมาภายนอก (External Schema) เป็นมุมมองของผู้ใช้ โดยสคีมาระดับภายนอกคือบางส่วนของสคีมาระดับแนวคิด ซึ่งเป็นการนำข้อมูลบางส่วนในสคีมาระดับแนวคิดมาแสดงตามข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ

##### 2.1.2 แบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Data Model) [3]

แบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์คือ สิ่งใช้อธิบายสคีมาระดับแนวคิดของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยจะอธิบายฐานข้อมูลเป็นกลุ่มของรีเลชัน (Relation) หรือตาราง (Table) แทนเอนทิตี ซึ่งในแต่ละคอลัมน์ (Column) แทนแอตทริบิวต์ (Attribute) หรือฟิลด์ของเอนทิตี โดยข้อมูลแต่ละแถว เรียกว่า ทูเปิล (Tuple) หรือ เรคคอร์ด (Records) ซึ่งในแต่ละทูเปิลจะประกอบด้วยค่าของคอลัมน์ดังรูปที่ 2-1

Relation Name		Attributes						
STUDENT		Name	Ssn	Home_phone	Address	Office_phone	Age	Gpa
Tuples	Benjamin Bayer	305-61-2435	(817)373-1616	2918 Bluebonnet Lane	NULL	19	3.21	
	Chung-cha Kim	381-62-1245	(817)375-4409	125 Kirby Road	NULL	18	2.89	
	Dick Davidson	422-11-2320	NULL	3452 Elgin Road	(817)749-1253	25	3.53	
	Rohan Panchal	489-22-1100	(817)376-9821	265 Lark Lane	(817)749-6492	28	3.93	
	Barbara Benson	533-69-1238	(817)839-8461	7384 Fontana Lane	NULL	19	3.25	

รูปที่ 2-1 ตัวอย่างรีเลชัน STUDENT

แบบจำลองข้อมูลเชิงสัมพันธ์ แบ่งเงื่อนไขบังคับ (Relational Model Constraint) ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) เงื่อนไขบังคับประจำตัวของแบบจำลอง (Model-based constraint) เช่น ทูเปิลใด ๆ ในรีเลชัน จะต้องไม่ซ้ำกัน เป็นต้น

2) เงื่อนไขบังคับที่สามารถระบุลงสู่มาตรฐานข้อมูลได้โดยตรง (Schema-based constraint) ประกอบไปด้วยเงื่อนไขบังคับดังต่อไปนี้

- เงื่อนไขบังคับของโดเมน (Domain constraint) ค่าของแต่ละแอตทริบิวต์จะต้องเป็นค่าเดี่ยว (Atomic Value) และเป็นไปตามโดเมน โดยในโดเมนจะประกอบด้วยชื่อ ชนิดข้อมูล เงื่อนไขบังคับ เช่น โดเมน GPA ค่าจะต้องเป็นตัวเลขทศนิยม โดยมีช่วงข้อมูลตั้งแต่ 0 – 4 เป็นต้น
- เงื่อนไขบังคับของคีย์และค่าว่าง (Key constraint and Constraint on NULL Value) คีย์จะต้องสามารถระบุถึงทูเปิลในรีเลชันได้เพียงหนึ่งทูเปิล ซึ่งคีย์สามารถประกอบด้วยหลาย ๆ แอตทริบิวต์ได้ หรือเรียกว่าคีย์ประกอบ (Composite key) และเงื่อนไขบังคับของแอตทริบิวต์สามารถระบุได้ว่ายอมรับค่าว่างหรือไม่ก็ได้
- เงื่อนไขบังคับตามกฎความคงสภาพของเอนทิตี (Entity integrity constraint) คือค่าของคีย์หลัก (Primary Key) ไม่สามารถเป็นค่าว่างได้
- เงื่อนไขบังคับตามกฎความคงสภาพของการอ้างอิง (Referential integrity constraint) แอตทริบิวต์ที่เป็นคีย์นอก (Foreign Key) จะต้องมีความสัมพันธ์กับแอตทริบิวต์ที่เป็นคีย์หลัก ที่คีย์นอกนั้นอ้างอิง และค่าของคีย์นอกจะต้องเป็นค่าที่ปรากฏในแอตทริบิวต์ที่เป็นคีย์หลัก ที่คีย์นอกนั้นอ้างอิงหรือเป็นค่าว่าง

3) เงื่อนไขที่ไม่สามารถระบุลงในสคีมารฐานข้อมูลได้โดยตรง (Application-based constraint) เป็นเงื่อนไขบังคับที่ระบุในแอปพลิเคชันหรือโปรแกรม

### 2.1.3 อินสแตนซ์ฐานข้อมูล [3]

อินสแตนซ์ฐานข้อมูลคือกลุ่มของทิวเปิลหรือข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะมีโครงสร้างตามสคีมารฐานข้อมูล ถ้ามีการเพิ่ม ลบทิวเปิล หรือแก้ไขค่าของคอลัมน์ในทิวเปิล จะถือว่าอินสแตนซ์ฐานข้อมูลได้รับผลกระทบ

### 2.1.4 ภาษาแอสคิวแอล [3]

ภาษาแอสคิวแอลคือ ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง ออกแบบและพัฒนาโดยไอบีเอ็ม (IBM) เพื่อใช้สำหรับติดต่อกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ปัจจุบันเป็นภาษามาตรฐานสำหรับระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานโดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาหรือแอนซี (American National Standards Institute : ANSI) และองค์การมาตรฐานสากล (International Standards Organization : ISO) โดยชุดคำสั่งในภาษาแอสคิวแอลจะเป็นชุดคำสั่งสำหรับสอบถาม (Query) ปรับปรุง (Update) ลบข้อมูล (Delete) และการให้สิทธิ์ (Grant) และการนิยาม (Definition) โดยในการนิยามหรือปรับปรุงบางครั้งต้องระบุชนิดข้อมูลลงในชุดคำสั่ง ซึ่งภาษาแอสคิวแอลได้แบ่งชนิดข้อมูลพื้นฐานออกเป็น 7 ชนิด ได้แก่

#### 1) ตัวเลข แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- ตัวเลขจำนวนเต็ม สามารถแบ่งตามช่วงข้อมูลได้ 2 ชนิดคือ INTEGER หรือ INT และ SMALLINT แทนชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม ซึ่ง INTEGER มีช่วงข้อมูลที่กว้างกว่า SMALLINT
- ตัวเลขจำนวนจริงหรือทศนิยม สามารถแบ่งตามจำนวนหลักของข้อมูลได้ 2 ชนิดคือ FLOAT หรือ REAL และ DOUBLE PRECISION เขียนแทนด้วย DECIMAL (i, j) หรือ DEC(i, j) หรือ NUMERIC (i, j) โดยที่ i แทนจำนวนหลัก และ j จำนวนจุดทศนิยม ซึ่ง DOUBLE PRECISION มีจำนวนหลักที่มากกว่า FLOAT

#### 2) อักขระแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- อักขระแบบความยาวคงที่ (Character) เขียนแทนด้วย CHAR(N) หรือ CHARACTER(N) แทนชนิดข้อมูลอักขระที่มีความยาว N ตัวอักขระ

- อักขระแบบความยาวไม่คงที่ (Character Varying) เขียนแทนด้วย VARCHAR(N) แทนชนิดข้อมูลอักขระที่มีความยาวข้อมูล N ตัวอักขระ
- 3) อักขระบิต (Bit-string) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ
- อักขระบิตแบบจำนวนบิตคงที่เขียนแทนด้วย BIT(N) แทนชนิดข้อมูลอักขระบิตที่มีจำนวนบิตสูงสุด N บิต
  - อักขระบิตแบบจำนวนบิตไม่คงที่เขียนแทนด้วย BIT VARYING(N) แทนชนิดข้อมูลอักขระบิตที่มีจำนวน N บิต
- 4) บูลีน (Boolean) แทนชนิดข้อมูลค่าความจริงทางตรรกะได้แก่ จริง (True) และ เท็จ (False) โดยในแอสคิแอลหากเป็นค่า NULL จะถือว่าค่านั้นเป็นค่า UNKNOWN
- 5) วันที่ เขียนแทนด้วย DATE ประกอบด้วยข้อมูล ปี เดือน และวัน ในรูปแบบ YYYY-MM-DD
- 6) เวลา เขียนแทนด้วย TIME ประกอบด้วยข้อมูล ชั่วโมง นาที วินาที แสดงในรูปแบบ HH:MM:SS
- 7) บันทึกเวลา (Timestamp) เขียนแทนด้วย TIMESTAMP ประกอบด้วยข้อมูล วันที่ และเวลา โดยที่ข้อมูลวินาทีสามารถมีจุดทศนิยมได้ 6 หลัก เช่น '2014-09-27 09:12:47.648302'

#### 2.1.5 กรณีทดสอบ [4]

กรณีทดสอบ คือชุดข้อมูลทดสอบที่ใช้สำหรับทดสอบซอฟต์แวร์ โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของระบบหรือความต้องการเชิงธุรกิจ (Business Requirement) ซึ่งกรณีทดสอบมีส่วนประกอบหลักได้แก่ หมายเลขกรณีทดสอบ (Test case ID) ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ทดสอบ (Test input) และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected output)

กรณีทดสอบสามารถมีรูปแบบได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ เพื่อให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ กรณีทดสอบที่ใช้ในการทดสอบอาจจะมีรายละเอียดแตกต่างกันตามประเภทของทดสอบเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่น ขึ้นอยู่กับนักทดสอบ (Tester) ออกแบบตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรมหรือระบบ

### 2.1.6 ความต้องการเชิงฟังก์ชัน [5, 6]

ความต้องการเชิงฟังก์ชัน คือความต้องการที่บอกถึงความสามารถการทำงานของระบบหรือองค์ประกอบของระบบที่จะต้องสามารถทำได้ เพื่อให้ผู้ใช้ทำงานบรรลุตามความต้องการเชิงธุรกิจ

### 2.1.7 ตารางการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix)

ตารางการตามรอยความต้องการ [6, 7] เป็นสิ่งที่ใช้ตามรอยความต้องการกับองค์ประกอบอื่น ๆ ของระบบ โดยความสัมพันธ์ในตารางการตามรอยความต้องการควรจะถูกกำหนดโดยผู้ที่เหมาะสมตามหน้าที่ในโครงการ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสกับความต้องการเชิงฟังก์ชันจะถูกกำหนดโดยนักวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement analyst) หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบจะถูกกำหนดโดยนักทดสอบ ดังนั้นทำให้สามารถรู้ได้ว่าแต่ละความต้องการเกี่ยวข้องกับกรณีทดสอบใดบ้าง สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ถึงผลกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบ

หมายเลข ความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขกรณีทดสอบ				
	TC-01	TC-02	TC-03	TC-04	TC-05
FR-01	x	x			
FR-02			x		
FR-03					x
FR-04				x	

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 งานวิจัย “Impact Analysis to Database Schema and Test Case From Inputs Functional Requirement Changes” [1]

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล และกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยนำเข้าเอกสารความต้องการเชิงฟังก์ชัน และผู้ใช้เปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันในระบบ จากนั้นจะทำการ

วิเคราะห์ผลกระทบและนำผลการกระทบที่ได้ไปสร้างคำสั่งเอสคิวแอลเพื่อใช้ปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูล ปรับปรุงความต้องการเชิงฟังก์ชันและปรับปรุงกรณีทดสอบโดยใช้ตารางการตามรอยความต้องการ

จากงานวิจัยดังกล่าวมีข้อจำกัดคือ

- 1) วิธีการดังกล่าวไม่รองรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล
- 2) วิธีการวิเคราะห์ไม่สามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่สคีมาฐานข้อมูลในส่วนของคอลัมน์ที่เกี่ยวข้องกับคีย์
- 3) วิธีการวิเคราะห์รองรับการแก้ไขเงื่อนไขบังคับเฉพาะค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดเท่านั้น
- 4) ชุดคำสั่งเอสคิวแอลที่สร้างจากวิธีการนี้ยังไม่สามารถกระทำได้อย่างอัตโนมัติต้องกระทำทีละคำสั่ง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำงานวิจัยดังกล่าวนี้ มาพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล พร้อมทั้งทำให้เครื่องมือรองรับการแก้ไขสคีมาฐานข้อมูลในส่วนของคอลัมน์ที่เกี่ยวข้องกับคีย์ อีกทั้งยังรองรับการแก้ไขเงื่อนไขบังคับในส่วนของค่าว่างและค่าไม่ซ้ำ ซึ่งแก้ไขฐานข้อมูลสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติอีกด้วย

#### 2.2.2 งานวิจัย “A source code and test cases impact analysis tool for database schema changes” [8]

งานวิจัยนี้เสนอเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบซอร์สโค้ด และกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงสคีมาของฐานข้อมูล ด้วยการใช้ไฟล์ล็อก (Log File) ที่เก็บชุดคำสั่งเอสคิวในการแก้ไขสคีมาฐานข้อมูล โดยเครื่องมือจะวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสคีมาฐานข้อมูลผ่านไฟล์ล็อก เพื่อใช้เปรียบเทียบกับเอกสารสคีมาฐานข้อมูลก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลง และวิเคราะห์การทำงานภายในซอฟต์แวร์เพื่อตรวจหาผลกระทบต่อซอร์สโค้ดแบบฝังตัว (A Source Code with Embedded SQL in JAVA) โดยทำการแบ่งประเภทการเปลี่ยนแปลงจากชุดคำสั่งเอสคิวแอลเป็น 5 ประเภทคือ

- 1) การเปลี่ยนแปลงแบบเพิ่มคอลัมน์
- 2) การเปลี่ยนแปลงแบบลบคอลัมน์
- 3) การเปลี่ยนแปลงแบบแก้ไขชื่อคอลัมน์
- 4) การเปลี่ยนแปลงแบบแก้ไขชนิดข้อมูลของคอลัมน์
- 5) การเปลี่ยนแปลงแบบแก้ไขขนาดของคอลัมน์

โดยเครื่องมือจะสร้างกรณีทดสอบใหม่ให้สอดคล้องกับสคีมาฐานข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง ทำให้ผู้ทดสอบสามารถนำกรณีทดสอบไปใช้ได้ทันที

จากงานวิจัยดังกล่าวไม่ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงสคีมาฐานข้อมูลในส่วนของเงื่อนไข บังคับตามกฎความคงสภาพ แต่สามารถนำวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบต่อซอร์สโค้ด โดยนำการแบ่งประเภทการเปลี่ยนแปลงจากชุดคำสั่งเอสคิวแอลมาปรับใช้ในวิธีการวิเคราะห์รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการความต้องการเชิงฟังก์ชันเพื่อหาผลกระทบต่ออินสแตนซ์ ฐานข้อมูลได้

### 2.2.3 งานวิจัย “A Tool for Generating Test Case for Relational Database Constraints Testing” [9]

งานวิจัยนี้เสนอเครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบเพื่อใช้ในการทดสอบเงื่อนไขของ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยที่สามารถสร้างกรณีทดสอบโดยให้นักทดสอบหรือผู้ใช้เครื่องมือระบุข้อมูล ของคอลัมน์ที่ต้องการทดสอบ อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงเงื่อนไขของสคีมาฐานข้อมูลได้ ซึ่งเครื่องมือ รองรับเงื่อนไขบังคับได้แก่ เงื่อนไขบังคับของโดเมน เงื่อนไขบังคับตามกฎความคงสภาพของเอนทิตี และเงื่อนไขบังคับตามกฎความคงสภาพของการอ้างอิง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือกรณีทดสอบที่อยู่ในรูปแบบ ของชุดคำสั่งเอสคิวแอล โดยเป็นชุดคำสั่งสำหรับการเพิ่ม ลบ และแก้ไขอินสแตนซ์ฐานข้อมูล

สามารถนำแนวคิดจากงานวิจัยดังกล่าวมาปรับใช้ในการจำกัดการเปลี่ยนแปลงข้อมูล นำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้ โดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข บังคับของโดเมน เงื่อนไขบังคับตามกฎความคงสภาพของเอนทิตี และเงื่อนไขบังคับตามกฎความคง สภาพของการอ้างอิง

### 2.2.4 งานวิจัย “A Framework for Test Case Impact Analysis Schema Changes Using Use Case” [10]

งานวิจัยนี้เสนอกรอบงานสำหรับการวิเคราะห์หากรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบเมื่อมี การเปลี่ยนแปลงสคีมาฐานข้อมูล โดยนำเข้าไฟล์ Create-script.sql และ Alter-script.sql ซึ่งในไฟล์ Create-script.sql จะประกอบด้วยข้อมูล ชื่อตาราง ชื่อแอตทริบิวต์ ขนาดของแอตทริบิวต์ ค่าว่าง ค่าไม่ซ้ำ และคีย์หลัก ในไฟล์ Alter-script.sql จะประกอบด้วยชุดคำสั่งในการปรับปรุงสคีมา ฐานข้อมูลได้แก่ ADD, DROP และ CHANGE จากนั้นทำการวิเคราะห์และปรับปรุงยูสเคส (Use Case) ที่ได้รับผลกระทบ สุดท้ายสร้างกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมาแทนกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ โดย วิเคราะห์ได้จากคำอธิบายยูสเคส (Use Case Description) ซึ่งจะบอกถึงเงื่อนไขบังคับของสคีมา ฐานข้อมูลได้แก่ ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) หากกรณีทดสอบใดมีข้อมูลทดสอบไม่เป็นไปตาม



เงื่อนไขบังคับในคำอธิบาย ยูสเคสจะถือว่ากรณีทดสอบนั้นได้รับผลกระทบ และจะทำการสร้างกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมาแทน โดยในการวิเคราะห์นั้นจะต้องสกัดข้อมูลชุดคำสั่งแอสคิวแอลได้แก่ ประเภท คำสั่ง ชนิดข้อมูล ขนาดของข้อมูล เปรียบเทียบกับข้อมูลทดสอบของกรณีทดสอบ

งานวิจัยดังกล่าวสามารถนำวิธีการวิเคราะห์ถึงกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบมาปรับใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลได้

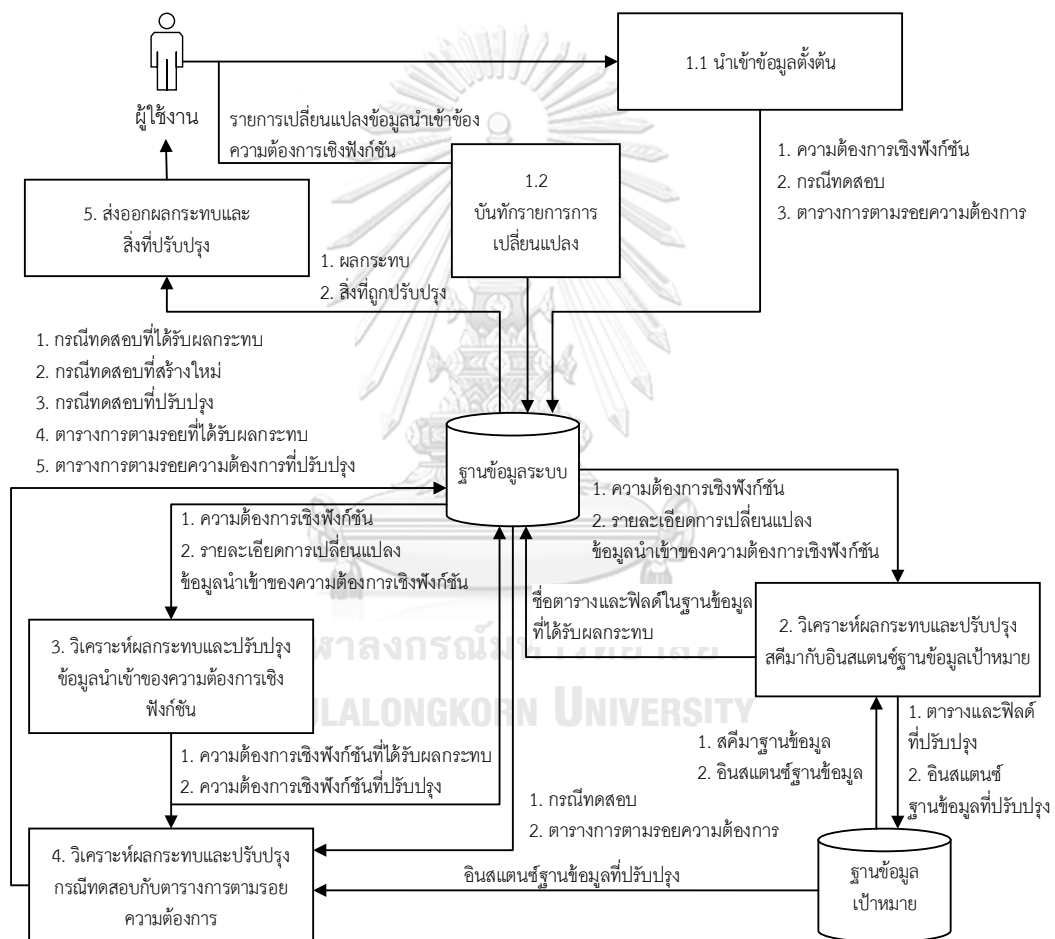


### บทที่ 3

## วิธีการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า ของความต้อการเชิงฟังก์ชัน และการออกแบบพัฒนาเครื่องมือ

### 3.1 วิธีการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้อการเชิงฟังก์ชัน

#### 3.1.1 ภาพรวมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบฯ



รูปที่ 3-1 ภาพรวมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบฯ

จากรูปที่ 3-1 แสดงถึงภาพรวมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบฯ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก โดยเริ่มต้น (1) นำเข้าข้อมูลตั้งต้นได้แก่ ความต้อการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ ตารางการตามรอยความต้อการ จากนั้นเมื่อมีการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้อการเชิงฟังก์ชัน (Change Request) จะบันทึกรายการเปลี่ยนแปลง นำข้อมูลมา (2) วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุง

สคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเป้าหมาย เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนจะ (3) วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน (4) กรณีทดสอบและตารางการตามรอยความต้องการตามลำดับ สุดท้าย (5) ส่งผลการวิเคราะห์และสิ่งที่ปรับปรุงกลับไปให้ระบบควบคุมเวอร์ชัน

### 3.1.2 นำเข้าข้อมูลตั้งต้น

ผู้ใช้นำข้อมูลนำเข้าตั้งต้น ได้แก่

- 1) ความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วย หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน และรายการข้อมูลนำเข้าซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อข้อมูลนำเข้า ชื่อตาราง และคอลัมน์ของฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน
- 2) กรณีทดสอบ ประกอบด้วย หมายเลขกรณีทดสอบ ประเภทของกรณีทดสอบ และรายการข้อมูลทดสอบ ซึ่งแต่ละรายการประกอบไปด้วย ชื่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน และข้อมูลทดสอบ
- 3) ตารางการตามรอยความต้องการ ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบ

### 3.1.3 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูล

สำหรับงานวิจัยนี้ครอบคลุม การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันโดยความต้องการฟังก์ชันจะประกอบด้วยรายการข้อมูลนำเข้าที่ชื่อไม่ซ้ำกัน ซึ่งประเภทการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือการเพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่ การลบข้อมูลนำเข้าออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน และการแก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งจะดำเนินการได้ที่ละหนึ่งความต้องการเชิงฟังก์ชันแต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายข้อมูลนำเข้า

เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันจะต้องสร้างคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งประกอบด้วย หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการเปลี่ยนแปลง และรายการข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย

- 1) ชื่อข้อมูลนำเข้าที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง
- 2) ประเภทการเปลี่ยนแปลง และรายละเอียดการเปลี่ยนแปลง

- การเพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่ โดยจะต้องระบุ ชื่อข้อมูลนำเข้า ชนิดข้อมูล ความยาว จำนวนหลัก ตำแหน่งทศนิยม ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าไม่ซ้ำ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และชื่อตารางกับคอลัมน์ในฐานข้อมูลเป้าหมายที่สัมพันธ์กัน
- การลบข้อมูลนำเข้าออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน จะต้องระบุชื่อข้อมูลนำเข้าที่ต้องการจะลบ
- การแก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า คือ การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ชนิดข้อมูล ความยาว จำนวนหลัก ตำแหน่งทศนิยม ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าไม่ซ้ำ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด

จากนั้นจะนำรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเข้าของคำร้องดังกล่าวมาวิเคราะห์ตามประเภทการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

- 1) การเพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่ ถ้าหากคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้ายังไม่ปรากฏในฐานข้อมูล จะต้องทำการเพิ่มคอลัมน์ดังกล่าวลงในฐานข้อมูลและสร้างอินสแตนซ์ใหม่ โดยมีรายละเอียดของ ชนิดข้อมูล ความยาว จำนวนหลัก ตำแหน่งทศนิยม ค่าว่าง ค่าโดยปริยาย ค่าไม่ซ้ำ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดตามรายการข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- 2) การลบข้อมูลนำเข้าออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน ถ้าหากข้อมูลนำเข้าดังกล่าวปรากฏอยู่ในความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ จะไม่ทำการลบคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้า แต่ถ้าไม่ปรากฏจะทำการตรวจสอบว่าคอลัมน์ดังกล่าวเป็นคีย์หลักหรือไม่ ถ้าไม่ใช่จะทำการลบคอลัมน์ทิ้ง
- 3) การแก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า จะต้องทำการแก้ไขสคีมาฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า ดังนั้นอาจจะทำให้เกิดผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล โดยจะวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตามการแก้ไขคุณลักษณะดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการแก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า

การแก้ไขคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน	ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล
เปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูล	อินสแตนซ์ฐานข้อมูลทั้งหมด *ยกเว้นกรณีที่เปลี่ยนจาก CHAR เป็น VARCHAR ไม่เกิดผลกระทบ
เพิ่มความยาว	ไม่กระทบ
ลดความยาว	อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ความยาวเกินค่าความยาวใหม่
เปลี่ยนแปลงค่าโดยปริยาย	ไม่กระทบ
เปลี่ยนแปลงค่าว่างจาก ใช่ (Y) เป็น ไม่ใช่ (N)	อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่เป็นค่าว่าง
เปลี่ยนแปลงค่าว่างจาก ไม่ใช่ เป็น ใช่	ไม่กระทบ
เปลี่ยนแปลงค่าไม่ซ้ำจาก ใช่ เป็น ไม่ใช่	ไม่กระทบ
เปลี่ยนแปลงค่าไม่ซ้ำจาก ไม่ใช่ เป็น ใช่	อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่เป็นค่าซ้ำกัน
เพิ่มค่าต่ำสุด	อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่น้อยกว่าค่าต่ำสุด
ลดค่าต่ำสุด	ไม่กระทบ
เพิ่มค่าสูงสุด	ไม่กระทบ
ลดค่าสูงสุด	อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่มากกว่าค่าสูงสุด

จากตารางที่ 3-1 อธิบายผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

- (1) เปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูล ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งชนิดข้อมูลออกเป็น 8 กลุ่มดังต่อไปนี้
  - (1.1) อักขระภาษาอังกฤษ ประกอบด้วยชนิดข้อมูล char และ varchar
  - (1.2) อักขระที่เป็นยูนิโค้ดหรือรองรับหลาย ๆ ภาษา ประกอบด้วยชนิดข้อมูล nchar และ nvarchar

- (1.3) ตัวเลขจำนวนเต็ม คือชนิดข้อมูล int
- (1.4) ตัวเลขทศนิยม 7 หลัก คือชนิดข้อมูล real
- (1.5) ตัวเลขทศนิยม 15 หลัก คือชนิดข้อมูล float
- (1.6) ตัวเลขทศนิยมที่กำหนดจำนวนหลัก และทศนิยมได้ คือชนิดข้อมูล decimal(n,s) เมื่อ n คือจำนวนหลัก มีค่าตั้งแต่ 1 – 38 และ s คือจุดทศนิยมมีค่าตั้งแต่ 0 - n
- (1.7) เวลา คือชนิดข้อมูล date ถูกจัดในรูปแบบ YYYY-MM-DD เช่น 2015-01-25
- (1.8) วันที่และเวลา คือชนิดข้อมูล datetime ถูกจัดในรูปแบบ YYYY-MM-DD HH:MM:SS.sss เช่น 2016-01-30 23:56:20.000

ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลข้ามกลุ่มเช่น int เป็น char ทุก ๆ เรคคอร์ดจะที่ปรากฏคอลัมน์ดังกล่าวจะถือว่าได้รับผลกระทบ เนื่องจากไม่สอดคล้องกับสคีมาฐานข้อมูล

- (2) เพิ่มความยาว ไม่ส่งผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล เนื่องจากอินสแตนซ์ฐานข้อมูลจะต้องสอดคล้องกับสคีมาฐานข้อมูล เช่น คอลัมน์ studentName มีความยาวเดิมคือ 30 ค่าของคอลัมน์ดังกล่าวในทุกเรคคอร์ด จะมีความยาวไม่เกิน 30 เมื่อเพิ่มความยาวจาก 30 เป็น 35 ค่าของคอลัมน์ดังกล่าวก็จะมีมีความยาวไม่เกิน 35 ทำให้ไม่เกิดผลกระทบ
- (3) ลดความยาว เนื่องจากอาจจะมีบางเรคคอร์ดที่ค่าของคอลัมน์มีความยาวมากกว่า ความยาวที่ลดลง ทำให้เรคคอร์ดนั้นไม่สอดคล้องกับความยาวใหม่ จึงจำเป็นต้องสุ่มข้อมูลขึ้นมาแทนที่ค่าของคอลัมน์ที่ไม่สอดคล้อง
- (4) เปลี่ยนแปลงค่าโดยปริยาย เนื่องจากค่าโดยปริยายเกี่ยวข้องกับกับการเพิ่มข้อมูลใหม่ลงในฐานข้อมูล ดังนั้นอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเดิมจึงไม่เกิดผลกระทบ
- (5) เปลี่ยนแปลงค่าว่างจาก ใช่ เป็น ไม่ใช่ คือการไม่ยอมให้คอลัมน์เป็นค่าว่างได้ เนื่องจากอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเดิม ในบางเรคคอร์ดที่ปรากฏค่าของคอลัมน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงค่าว่าง อาจจะมีค่าเป็นค่าว่าง ดังนั้นเรคคอร์ดดังกล่าวจะต้องถูกสุ่มข้อมูลขึ้นมาแทนที่

- (6) เปลี่ยนแปลงค่าว่างจาก ไม่ใช่ เป็น ใช่ คือการยอมให้มีคอลัมน์เป็นค่าว่างจากเดิมที่ไม่สามารถเป็นค่าว่างได้ จึงไม่เกิดผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล
- (7) เปลี่ยนแปลงค่าไม่ซ้ำจาก ใช่ เป็น ไม่ใช่ คือการยอมให้มีค่าของคอลัมน์ที่ปรากฏในเรคคอร์ดสามารถซ้ำกันได้ จึงไม่เกิดผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล
- (8) เปลี่ยนแปลงค่าไม่ซ้ำจาก ไม่ใช่ เป็น ใช่ คือการไม่ยอมให้มีค่าของคอลัมน์ที่ปรากฏในเรคคอร์ดสามารถซ้ำกันได้ ดังนั้นเรคคอร์ดใดที่มีค่าของคอลัมน์ที่ซ้ำกันจะต้องถูกสุ่มข้อมูลมาแทนที่ไม่ให้ซ้ำกัน
- (9) เพิ่มค่าต่ำสุด เปรียบเสมือนการลดช่วงของข้อมูลเช่น จาก 4 ถึง 8 เป็น 5 ถึง 8 ดังนั้นเรคคอร์ดใดที่ค่าของคอลัมน์น้อยกว่าค่าต่ำสุดค่าใหม่ จะต้องถูกสุ่มข้อมูลใหม่ขึ้นมาแทน
- (10) ลดค่าต่ำสุด เปรียบเสมือนการขยายช่วงของข้อมูลเช่น จากเดิม 4 ถึง 8 เป็น 1 ถึง 8 จึงไม่เกิดผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล
- (11) เพิ่มค่าสูงสุด เปรียบเสมือนการขยายช่วงของข้อมูลเช่น จากเดิม 4 ถึง 8 เป็น 4 ถึง 20 จึงไม่เกิดผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล
- (12) ลดค่าสูงสุด เปรียบเสมือนการลดช่วงของข้อมูลเช่น จากเดิม 4 ถึง 8 เป็น 4 ถึง 5 ดังนั้นเรคคอร์ดใดที่ค่าของคอลัมน์มากกว่าค่าสูงสุดค่าใหม่ จะต้องถูกสุ่มข้อมูลใหม่ขึ้นมาแทน

เนื่องจากในฐานข้อมูลคอลัมน์ของแต่ละตารางอาจจะเกี่ยวข้องกัน จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ผลกระทบต่อคอลัมน์ในตารางอื่น ๆ ด้วยคีย์นอกของสคีมารฐานข้อมูล โดยถ้าคอลัมน์ที่ได้รับผลกระทบเป็นคีย์นอกหรือถูกคีย์นอกอ้างอิง คอลัมน์ที่เกี่ยวข้องจะต้องปรับปรุงให้สอดคล้องตามกัน ยกเว้นค่าว่าง และค่าไม่ซ้ำ โดยการวิเคราะห์จะนำความสัมพันธ์ของคอลัมน์มาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลที่เป็นต้นไม้ (Tree) ซึ่งโหนดราก (Root Node) จะต้องเป็นคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลักและไม่เป็นคีย์นอก ส่วนโหนดใบ (Leaf Node) จะต้องเป็นคอลัมน์ที่เป็นคีย์นอกแต่จะเป็นคีย์หลักหรือไม่ก็ได้

เมื่อได้ต้นไม้แล้วจะวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมารฐานข้อมูลและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่เกิดขึ้นจากส่วนที่เป็นโหนดราก จากนั้นจะนำผลกระทบที่เกิดขึ้นกับโหนดรากไปวิเคราะห์ผลกระทบกับส่วนที่เป็นโหนดใบดังนี้

- (1) สคีมารฐานข้อมูล ในส่วนของคอลัมน์ที่เป็นโหนดใบ ชนิดข้อมูล ค่าโดยปริยาย จะต้องถูกปรับปรุงให้สอดคล้องกับคอลัมน์ที่เป็นโหนดราก แต่ในส่วนค่าว่าง

และค่าไม่ซ้ำจะปรับปรุงเฉพาะโหนดที่คอลัมน์เกี่ยวข้องกับข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เปลี่ยนแปลงเพียงคอลัมน์เดียวเท่านั้น นอกจากนี้ การแก้ไขหรือกำหนดค่าสูงสุดหรือต่ำสุดจะถือเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับโหนดรากเท่านั้น

- (2) อินสแตนซ์ฐานข้อมูล จะพิจารณาที่โหนดรากว่ามีค่าใดบ้างที่ได้รับผลกระทบ และจะถูกปรับปรุงเป็นค่าใด หากค่าดังกล่าวปรากฏในโหนดใบ ค่านั้นจะต้องถูกปรับปรุงให้เหมือนกับโหนดรากด้วย

### ยกตัวอย่างการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเป้าหมายดังต่อไปนี้

ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 แสดงดังตารางที่ 3-2 ประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า 5 รายการได้แก่

- (1) id สัมพันธ์กับตาราง STUDENT คอลัมน์ stdId
- (2) name สัมพันธ์กับตาราง STUDENT คอลัมน์ stdName
- (3) year สัมพันธ์กับตาราง STUDENT คอลัมน์ stdLName
- (4) lastName สัมพันธ์กับตาราง STUDENT คอลัมน์ stdYear
- (5) deptId สัมพันธ์กับตาราง STUDENT คอลัมน์ stdYear

ตารางที่ 3-2 ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน				FR-ST-01						
คำอธิบาย				"Add a new student information."						
ข้อมูลนำเข้า									ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
ชื่อ	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ทศนิยม	เงื่อนไขบังคับ					ตาราง	คอลัมน์
				ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าไม่ซ้ำ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด		
id	CHAR	10	-	-	N	Y	-	-	STUDENT	stdId
name	VARCHAR	50	-	-	Y	N			STUDENT	stdName
lastName	VARCHAR	50	-	-	Y	N			STUDENT	stdLName
year	INT	-	-	1	N	N	1	4	STUDENT	stdYear
dept	INT	-	-	-	Y	N	-	-	STUDENT	stdDept



มีการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า 4 รายการได้แก่

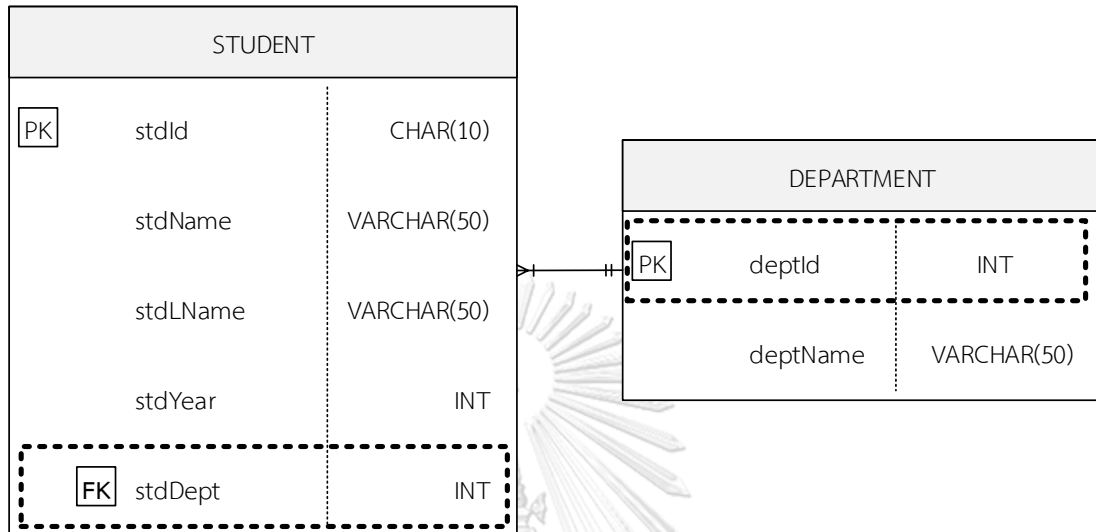
- (1) เพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่ ชื่อ email เป็นชนิดข้อมูล VARCHAR ความยาว 30 ยอมรับค่าว่างและเป็นที่ยึดค่าซ้ำกันได้ สัมพันธ์กับตาราง STUDENT คอลัมน์ stdEmail
- (2) แก้ไขข้อมูลนำเข้า ชื่อ year เปลี่ยนแปลงค่าสูงสุดจาก 4 เป็น 8
- (3) แก้ไขข้อมูลนำเข้า ชื่อ dept เปลี่ยนแปลงชนิดข้อมูลจาก INT เป็น CHAR ความยาว 10
- (4) ลบข้อมูลนำเข้าชื่อ lastName ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 คำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01

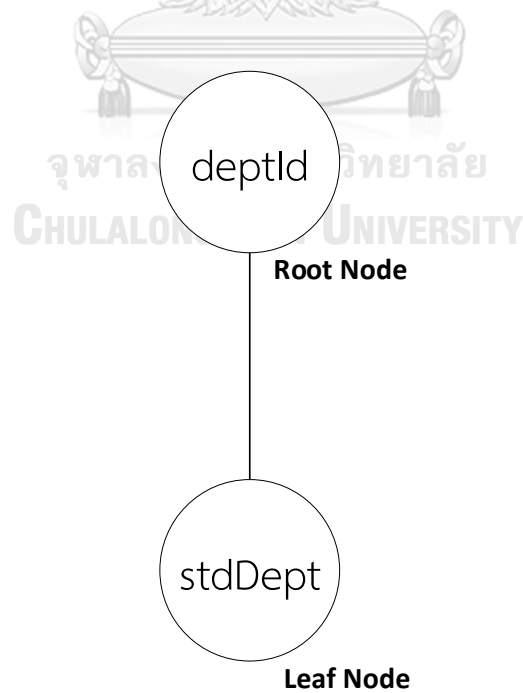
หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน		FR-ST-01
ชื่อข้อมูลนำเข้า	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง
email	เพิ่ม	Datatype ('VARCHAR'), Length('30') Nullable('Y'), Unique('N') TableName('STUDENT') ColumnName('stdEmail')
year	แก้ไข	Max('4', '8')
dept	แก้ไข	Datatype('INT', 'CHAR') Length('', '10')
lastName	ลบ	-

เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงที่คอลัมน์ stdDept ที่ตาราง STUDENT ซึ่งจากรูปที่ 3-2 คอลัมน์ stdDept สัมพันธ์กับคอลัมน์ deptId ที่ตาราง DEPARTMENT เมื่อนำความสัมพันธ์

ดังกล่าวมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลต้นไม้จะได้ดังรูปที่ 3-3 โดยคอลัมน์ deptId เป็นโหนดรากและคอลัมน์ stdDept เป็นโหนดใบ



รูปที่ 3-2 แผนภาพอีอาร์แสดงคอลัมน์และความสัมพันธ์ระหว่างตาราง STUDENT กับ DEPARTMENT ในฐานข้อมูล



รูปที่ 3-3 โครงสร้างข้อมูลต้นไม้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง STUDENT กับ DEPARTMENT

ซึ่งผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 แสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง
STUDENT	stdEmail	เพิ่ม	Datatype ('VARCHAR') Length('30') Nullable('Y') Unique('N')
	stdYear	แก้ไข	Max('4', '8')
	stdDept	แก้ไข	Datatype('INT', 'CHAR') Length('', '10')
	stdLName	ลบ	-
DEPARTMENT	deptId	แก้ไข	Datatype('INT', 'CHAR') Length('', '10')

การวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล โดยใช้ผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลมาพิจารณา ดังนี้

- 2) เพิ่มคอลัมน์ stdEmail ลงในตาราง STUDENT ดังนั้นจะต้องสร้างอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเพิ่มขึ้นมาใหม่
- 3) แก้ไขคอลัมน์ stdYear ในตาราง STUDENT ที่ค่าสูงสุด 4 เป็น 8 เมื่อพิจารณาจากอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเดิมซึ่งแสดงดังตารางที่ 3-5 ไม่พบเรคคอร์ดใดที่ค่ามากกว่า 8 จึงไม่เกิดผลกระทบต่ออินสแตนซ์

- 4) แก้ไขคอลัมน์ stdDept ในตาราง STUDENT ที่ชนิดข้อมูลจาก INT เป็น CHAR(10) เนื่องจากอินสแตนท์เดิมที่คอลัมน์ดังกล่าวข้อมูลเป็นตัวเลข แต่ชนิดข้อมูลใหม่เป็นอักขระ ดังนั้นจะต้องสร้างอินสแตนท์ขึ้นมาแทน
- 5) ลบคอลัมน์ stdLName จากตาราง STUDENT ดังนั้นข้อมูลของคอลัมน์ stdLName จะต้องถูกลบออกจากฐานข้อมูล ซึ่งถือเป็นผลกระทบต่ออินสแตนท์ฐานข้อมูล
- 6) แก้ไขคอลัมน์ deptId ในตาราง DEPARTMENT เนื่องจากคอลัมน์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับคอลัมน์ stdDept ที่ตาราง STUDENT ดังนั้นจึงเกิดผลกระทบเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 3-5 อินสแตนท์ฐานข้อมูลที่ตาราง STUDENT ก่อนถูกปรับปรุง

stdId	stdName	stdLName	stdYear	stdDept
5870111621	Kritsada	Kaenchaliao	3	7
5870123456	Sitdhibong	Laokok	3	7
5470532123	Pariwat	Tongnueasuk	4	7

ตารางที่ 3-6 อินสแตนท์ฐานข้อมูลที่ตาราง DEPARTMENT ก่อนถูกปรับปรุง

deptId	deptName
7	Department of Computer Engineering
8	Department of Nuclear Engineering

เมื่อทราบว่าอินสแตนท์ใดบ้างเกิดผลกระทบ จะทำการสุ่มข้อมูลขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับสคีมาฐานข้อมูล เนื่องจากคอลัมน์ deptId ในตาราง DEPARTMENT เกี่ยวข้องกับคอลัมน์ stdDept ที่ตาราง STUDENT เมื่อพิจารณาตารางที่ 3-5 และ 3-6 แล้ว พบว่าคอลัมน์ deptId ตาราง DEPARTMENT มีค่า = 7 ถูกอ้างอิงจากคอลัมน์ stdDept ตาราง STUDENT ดังนั้นไม่ว่าค่า 7 ที่คอลัมน์ deptId ตาราง DEPARTMENT ถูกปรับปรุงเป็นอะไร ค่า 7 ที่คอลัมน์ stdDept ที่ตาราง STUDENT จะต้องถูกปรับปรุงให้เหมือนกันด้วย โดยผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ผลกระทบต่อ

อินสแตนซ์ฐานข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3-7 เมื่อได้ผลกระทบต่อสคีมามาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแล้วจะ  
ทำปรับปรุงฐานข้อมูลเป้าหมาย จากนั้นจะบันทึกผลกระทบลงในฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3-7 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสคีมารฐานข้อมูล

ชื่อตาราง	ค่าของคีย์หลัก	ชื่อคอลัมน์ ที่ได้รับ ผลกระทบ	ประเภทการ เปลี่ยนแปลง	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง อินสแตนซ์	
				เก่า	ใหม่
STUDENT	stdId = 5870111621	stdEmail	เพิ่ม	-	Swdqw215
		stdLName	ลบ	Kaenchaliao	-
		stdDept	แก้ไข	7	Ggwp1150
	stdId = 5870123456	stdEmail	เพิ่ม	-	Yyuh2
		stdLName	ลบ	Laokok	-
		stdDept	แก้ไข	7	Ggwp1150
	stdId = 5470532123	stdEmail	เพิ่ม	-	lo0i1s
		stdLName	ลบ	Tongnueasuk	-
		stdDept	แก้ไข	7	Ggwp1150
DEPARTMENT	deptId = 7	deptId	แก้ไข	7	Ggwp1150
	deptId = 8	deptId	แก้ไข	8	loxsk1s

#### 3.1.4 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ขั้นตอนนี้จะนำคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันและ  
ผลกระทบต่อสคีมารฐานข้อมูลมาวิเคราะห์หาผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชัน

เนื่องจากข้อมูลนำเข้าที่ร้องขอเปลี่ยนแปลงอาจจะปรากฏในความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ โดยตรวจสอบจากชื่อข้อมูลนำเข้า ถ้ามีชื่อเหมือนกันจะถือว่าเป็นข้อมูลนำเข้าเดียวกัน

นอกจากนั้นในกรณีที่เป็นการแก้ไขข้อมูลนำเข้า เนื่องจากข้อมูลนำเข้าจะต้องสัมพันธ์กับคอลัมน์และตารางในฐานข้อมูล ซึ่งคอลัมน์ดังกล่าวอาจจะเกี่ยวข้องกับคอลัมน์อื่น ๆ ในฐานข้อมูล ดังนั้นจะต้องนำผลกระทบต่อสคีมามาฐานข้อมูลมาพิจารณาร่วมด้วย

ซึ่งจากคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 ความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวได้รับผลกระทบ คือ

- (1) การเพิ่มข้อมูลเข้าชื่อ email
- (2) แก้ไขข้อมูลนำเข้าชื่อ year
- (3) แก้ไขข้อมูลนำเข้าชื่อ dept
- (4) ลบข้อมูลนำเข้าชื่อ lname ที่

ผลลัพธ์การวิเคราะห์ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชันคือ

- (1) ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน แสดงดังตารางที่ 3-8
- (2) ความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 3-9

เมื่อทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแล้วจะทำการบันทึกผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันและความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ปรับปรุงลงในฐานข้อมูลระบบ

ตารางที่ 3-8 ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	ชื่อข้อมูลนำเข้าที่ได้รับผลกระทบ	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	ชื่อตารางที่สัมพันธ์	ชื่อคอลัมน์ที่สัมพันธ์
FR-ST-01	email	เพิ่ม	STUDENT	stdEmail
	year	แก้ไข	STUDENT	stdYear
	dept	แก้ไข	STUDENT	stdDept
	lastName	ลบ	STUDENT	stdLName

ตารางที่ 3-9 ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 ที่ถูกปรับปรุง

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน				FR-ST-01						
คำอธิบาย				"Add a new student information."						
ข้อมูลนำเข้า								ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล		
ชื่อ	ชนิดข้อมูล	ความยาว	ทศนิยม	เงื่อนไขบังคับ					ตาราง	คอลัมน์
				ลบ	ว่าง	เฉพาะ	ต่ำสุด	สูงสุด		
id	CHAR	10	-	-	N	Y	-	-	STUDENT	stdId
name	VARCHAR	50	-	-	Y	N			STUDENT	stdName
year	INT	-	-	1	N	N	1	8	STUDENT	stdYear
dept	CHAR	10	-	-	Y	N	-	-	STUDENT	stdDept
email	VARCHAR	30	-	-	Y	N	-	-	STUDENT	stdEmail

### 3.1.5 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบกับตารางการตามรอยความต้องการ

#### 3.1.5.1 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ

ขั้นตอนนี้จะนำตารางการตามรอยความต้องการและข้อมูลนำเข้าของความ ต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้รับผลกระทบมาตรวจสอบหากรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ งานวิจัยนี้แบ่ง ประเภทผลกระทบต่อกรณีทดสอบออกเป็น 3 ประเภทคือ

- 1) เพิ่ม (เพิ่มกรณีทดสอบ)
- 2) ลบ (ลบกรณีทดสอบ)
- 3) แก้ไข (แก้ไขข้อมูลทดสอบ)

ถ้ามีการเพิ่มหรือลบข้อมูลนำเข้าของความ ต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบที่ เกี่ยวข้องกับความ ต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าวจะถูกลบและสร้างกรณีทดสอบใหม่มาแทน แต่ถ้าเป็น การแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลนำเข้าของความ ต้องการเชิงฟังก์ชันจะปรับปรุงกรณีทดสอบในส่วน ของข้อมูลทดสอบ

ในกรณีที่ข้อมูลทดสอบเป็นประเภท invalid จะทำการปรับค่าข้อมูลทดสอบ ให้เป็นถูกต้องหมดก่อน จากนั้นเลือกข้อมูลทดสอบ 1 รายการ ปรับให้เป็นค่าที่ผิดพลาด ด้วยการสุ่ม ข้อมูลไม่ให้เป็นตามชนิดข้อมูลของสคีมาฐานข้อมูล

ในการสร้างหรือปรับปรุงหรือกรณีทดสอบ จะตรวจสอบว่าความต้องการเชิงฟังก์ชันมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าอะไรบ้าง เพื่อจะนำข้อมูลนำเข้าดังกล่าวมาปรับปรุงข้อมูลทดสอบโดยตรวจสอบว่าข้อมูลนำเข้าดังกล่าวสัมพันธ์กับตารางและคอลัมน์ใดในฐานข้อมูล จะทำการดึงอินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ปรับปรุงแล้วมาเป็นค่าข้อมูลทดสอบถ้าหากเกิดผลกระทบที่อินสแตนซ์ฐานข้อมูลดังกล่าว

### ยกตัวอย่างการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบดังต่อไปนี้

จากตารางที่ 3-8 พบว่าต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 มีการเพิ่มและลบข้อมูลนำเข้า เมื่อพิจารณาตารางการตามรอยความต้องการแสดงดังตารางที่ 3-10 พบว่าความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข FR-ST-01 มีความสัมพันธ์กับกรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-01 และ TC-ST-02 ดังนั้นจะต้องลบกรณีทดสอบดังกล่าวทิ้งไป และสร้างกรณีทดสอบขึ้นมาใหม่

ตารางที่ 3-10 ตารางการตามรอยความต้องการ

หมายเลข ความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขกรณีทดสอบ			
	TC-ST-01	TC-ST-02		
FR-ST-01	x	x		

ตารางที่ 3-11 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-01

หมายเลขกรณีทดสอบ	TC-ST-01
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
id	5870124789
name	Surasak
lastName	lbroham
year	3
dept	7



ตารางที่ 3-12 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-02

หมายเลขกรณีทดสอบ	TC-ST-02
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Invalid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
id	1234567891012345
name	Cerberus
lastName	Monitoring
year	4
dept	7

ในการสร้างกรณีทดสอบใหม่เมื่อพิจารณาจากผลกระทบของความต้องการเชิงฟังก์ชัน FR-ST-01 แล้วพบว่าจะต้องปรับปรุงข้อมูลทดสอบโดย (1) ต้องลบข้อมูลทดสอบชื่อ lastName ทิ้งไป (2) แก้ไขค่าข้อมูลทดสอบของ dept จาก 7 เป็น Ggwp1150 (3) เพิ่มข้อมูลทดสอบชื่อ email โดยมีค่าข้อมูลทดสอบเป็น lo0i1s ซึ่งค่า Ggwp1150 และ lo0i1s เป็นค่าอินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ปรับปรุง ดังนั้น กรณีทดสอบ TC-ST-01 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3-11 ถูกสร้างกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมาแทนเป็นหมายเลขกรณี TC-ST-03 ดังตารางที่ 3-13 และ กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-02 ถูกสร้างกรณีทดสอบหมายเลขกรณี TC-ST-04 ขึ้นมาแทน ดังตารางที่ 3-14

เมื่อทำการวิเคราะห์และปรับปรุงกรณีทดสอบแล้วจะบันทึกผลกระทบและกรณีทดสอบที่ปรับปรุงเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ

ตารางที่ 3-13 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-03

หมายเลขกรณีทดสอบ	TC-ST-03
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
id	5870124789
name	Surasak
year	3
dept	Ggwp1150
email	lo0i1s

## ตารางที่ 3-14 กรณีทดสอบหมายเลข TC-ST-04

หมายเลขกรณีทดสอบ	TC-ST-04
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Invalid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
id	Xasdwxcadsexas77
name	Ceberus
year	4
dept	Ggwp1150
email	lo0i1s

## 3.1.5.2 วิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงตารางตามรอยความต้องการ

ในขั้นตอนนี้จะนำผลกระทบต่อกรณีทดสอบมาตรวจสอบว่ามีการเพิ่มหรือลบกรณีทดสอบหรือไม่ โดยถ้ามีการเพิ่มกรณีทดสอบใหม่จะเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างกรณีทดสอบใหม่กับความต้องการเชิงฟังก์ชัน แต่ถ้าเป็นการลบกรณีทดสอบจะลบความสัมพันธ์ระหว่างกรณีทดสอบกับความต้องการเชิงฟังก์ชันออก

**ยกตัวอย่างการวิเคราะห์และปรับปรุงตารางการตามรอยดังต่อไปนี้**

จากผลกระทบต่อกรณีทดสอบ พบว่ามีการลบ TC-ST-01 TC-ST-02 และเพิ่มกรณีทดสอบ TC-ST-03 TC-ST-04 เข้ามาใหม่ดังนั้นตารางการตามรอยจะถูกปรับปรุงเป็นดังตารางที่ 3-15 และสรุปผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการดังตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-15 ตารางการตามรอยที่ถูกปรับปรุง

หมายเลข ความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขกรณีทดสอบ			
	TC-ST-01	TC-ST-02	TC-ST-03	TC-ST-04
FR-ST-01	×	×	x	x

ตารางที่ 3-16 ผลกระทบตารางการตามรอยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกรณีทดสอบ

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	หมายเลขกรณีทดสอบ	ประเภทการเปลี่ยนแปลง
FR-ST-01	TC-ST-01	ลบ
	TC-ST-02	ลบ
	TC-ST-03	เพิ่ม
	TC-ST-04	เพิ่ม

### 3.1.1 รายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง

เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยระบบจะส่งออกผลลัพธ์การวิเคราะห์และสิ่งที่ปรับปรุง ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ได้แก่
  - ผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูลหรืออินสแตนซ์ฐานข้อมูล (ถ้ามี)
  - ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
  - ผลกระทบต่อกรณีทดสอบหรือตารางการตามรอยความต้องการ (ถ้ามี)
- 2) สิ่งที่ปรับปรุง
  - สคีมาฐานข้อมูลหรืออินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ปรับปรุง (ถ้ามี)
  - ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ปรับปรุง
  - กรณีทดสอบที่แก้ไขข้อมูลทดสอบหรือกรณีทดสอบที่สร้างใหม่ (ถ้ามี)
  - ตารางการตามรอยความต้องการ (ถ้ามี)

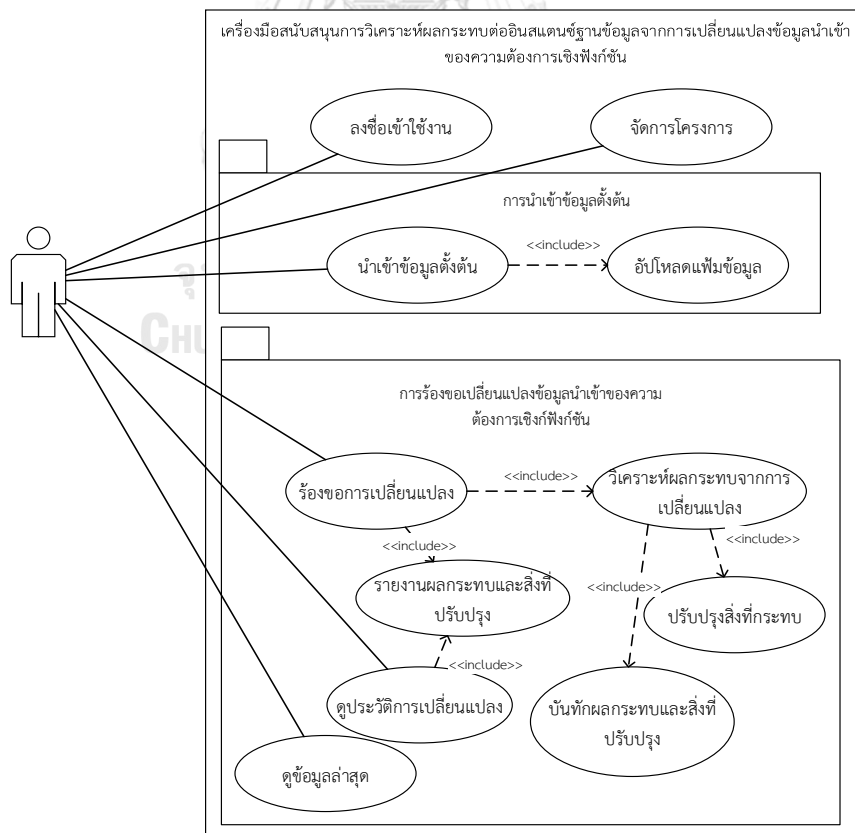
## บทที่ 4

### การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ

#### 4.1 การออกแบบเครื่องมือสนับสนุน

##### 4.1.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4-1 แบ่งออกเป็น 2 แพ็กเกจ โดยแพ็กเกจแรกคือกลุ่มของยูสเคสสำหรับนำเข้าข้อมูลตั้งต้น เพื่อให้ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลผ่านการอัปโหลดไฟล์ข้อมูล แพ็กเกจต่อมาคือกลุ่มยูสเคสที่เกี่ยวข้องกับการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยเครื่องมือจะรับข้อมูลการร้องขอเปลี่ยนแปลงจากผู้ใช้ นำมาทำการวิเคราะห์ผลกระทบกับปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ จากนั้นบันทึกผลกระทบกับสิ่งที่ปรับปรุง และรายงานผลกระทบกับสิ่งที่ปรับปรุง นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถดูประวัติการเปลี่ยนแปลง และข้อมูลล่าสุดได้อีกด้วย



รูปที่ 4-1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบ

#### 4.1.2 แผนภาพกิจกรรม

เครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลทบทวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล ประกอบด้วยแผนภาพกิจกรรมหลัก 7 แผนภาพ ได้แก่

##### 1) แผนภาพกิจกรรมนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

แผนภาพกิจกรรมนำเข้าข้อมูลตั้งต้นแสดงดังรูปที่ 4-2 โดยการนำเข้าข้อมูลตั้งต้นเป็นขั้นตอนแรกที่ใช้จะต้องนำเข้าข้อมูลตั้งต้นของแต่ละโครงการ ได้แก่ ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอย โดยผู้ใช้จะต้องอัปโหลดเป็นไฟล์นามสกุล XLSX ซึ่งเครื่องมือจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าหากข้อมูลถูกต้อง เครื่องมือจะบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ผลกระทบ

##### 2) แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบโดยรวม

แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบโดยรวมแสดงดังรูปที่ 4-3 เมื่อมีการร้องขอการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันผู้ใช้จะต้องเข้าสู่เครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นเลือกโครงการและความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า เครื่องมือจะแสดงรายการข้อมูลนำเข้าให้ผู้ใช้เลือกเปลี่ยนแปลง โดยสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันได้ 3 แบบคือ การเพิ่ม ลบ หรือแก้ไข เมื่อผู้ใช้ยืนยันการเปลี่ยนแปลง เครื่องมือจะบันทึกการเปลี่ยนแปลงลงฐานข้อมูล จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องโดย (1) การแก้ไขคุณลักษณะได้แก่ ค่าว่าง และค่าไม่ซ้ำ หรือการลบข้อมูลนำเข้า ต้องไม่กระทำที่ข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลัก (2) การแก้ไขค่าสูงสุดต่ำสุดต้องไม่กระทำที่ข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลัก (3) การแก้ไขที่ทำให้อินสแตนซ์ไม่เป็นไปตามกฎความคงสภาพของการอ้างอิง ถ้าหากตรวจสอบผ่านจะทำการวิเคราะห์กระทบและปรับปรุงจากนั้นจะรายงานผลออกไปให้ผู้ใช้ทราบ แต่ถ้าตรวจสอบไม่ผ่านจะทำการรายงานข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบแทน

##### 3) แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทเพิ่ม

แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทเพิ่มแสดงดังรูปที่ 4-4 ในขั้นตอนนี้จะตรวจสอบก่อนว่ามีคอลัมน์ดังกล่าวปรากฏอยู่แล้วหรือไม่ ถ้าไม่มีจะทำการสร้างคอลัมน์โดยกำหนดชนิดข้อมูลและรายละเอียดได้แก่ ความยาวหรือจำนวนจุดทศนิยม และกำหนดให้ยอมรับค่าว่าง จากนั้นสุ่ม

ข้อมูลลงในคอลัมน์ดังกล่าว เมื่อนำข้อมูลใส่ลงในคอลัมน์แล้วจะทำการปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลัมน์ สุดท้ายบันทึกผลกระทบต่อสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ

- 4) แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทลบ

แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทลบแสดงดังรูปที่ 4-5 ในขั้นตอนนี้จะตรวจสอบก่อนว่าข้อมูลนำเข้าของความถี่ของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการลบปรากฏอยู่ในหลายความต้องการเชิงฟังก์ชันหรือไม่ ถ้าปรากฏอยู่ในความต้องการเชิงฟังก์ชันเดียวจะทำการลบคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้ดังกล่าวออกจากฐานข้อมูล โดยเริ่มจากการลบเงื่อนไขบังคับที่เกี่ยวข้องได้แก่ เงื่อนไขบังคับค่าโดยปริยาย ค่าไม่ซ้ำ ค่าสูงสุด ต่ำสุด และเงื่อนไขบังคับคีย์นอก จากนั้นทำการลบคอลัมน์ดังกล่าวสุดท้ายบันทึกผลกระทบต่อสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ

- 5) แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทแก้ไข

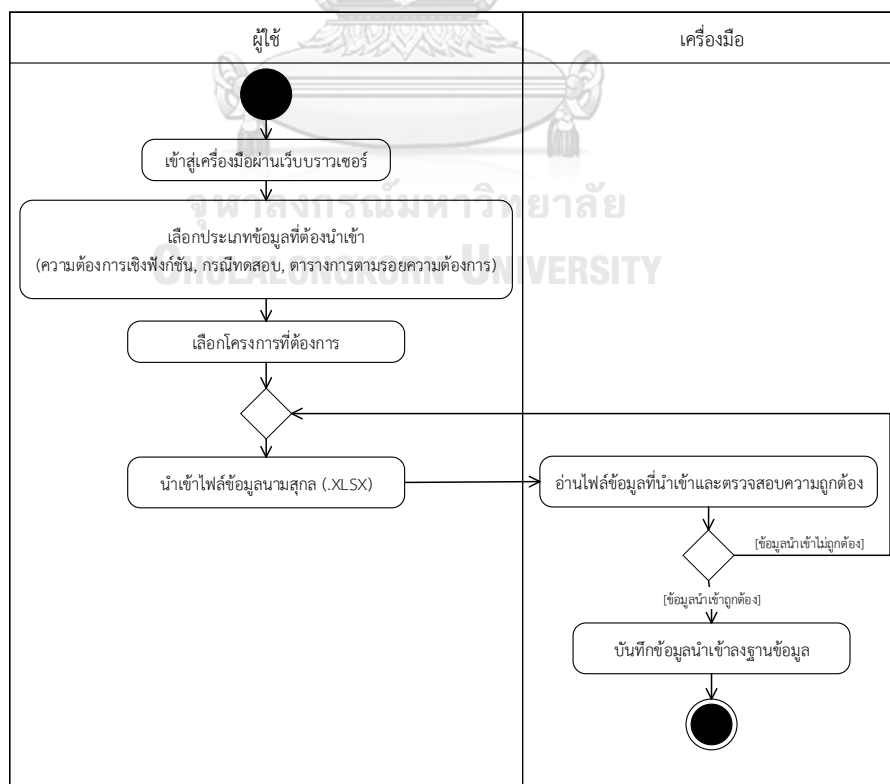
แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทแก้ไขแสดงดังรูปที่ 4-6 ในขั้นตอนนี้จะตรวจสอบก่อนว่าคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้าของความถี่ของความต้องการเชิงฟังก์ชันเป็นคีย์หรือไม่ กรณีที่เป็นคีย์จะทำการตรวจสอบความเชื่อมโยงกับคอลัมน์อื่น ๆ ในฐานข้อมูลด้วยคีย์หลักและคีย์รอง จากนั้นนำมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลต้นไม้ และทำการวิเคราะห์ผลกระทบกับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่โหนดราก โดยเปรียบเทียบสคีม่าฐานข้อมูลเดิมกับรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ชนิดข้อมูล ค่าความยาว จุดทศนิยม ค่าว่าง ค่าไม่ซ้ำ ค่าสูงสุดต่ำสุด หากพบว่ามียินสแตนซ์ที่ต้องปรับปรุง จะทำการสุ่มข้อมูลขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า จากนั้นนำผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่โหนดรากไปวิเคราะห์หาผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่โหนดใบ กรณีที่คอลัมน์ไม่เป็นคีย์ทำการวิเคราะห์ผลกระทบกับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่คอลัมน์ดังกล่าวเพียงคอลัมน์เดียว โดยเปรียบเทียบสคีม่าฐานข้อมูลเดิมกับรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับกรณีที่คอลัมน์เป็นคีย์เมื่อได้ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลแล้วจะปรับปรุงสคีม่าฐานข้อมูลและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลสุดท้ายบันทึกผลกระทบต่อสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ

- 6) แผนกิจกรรมการปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทแก้ไข

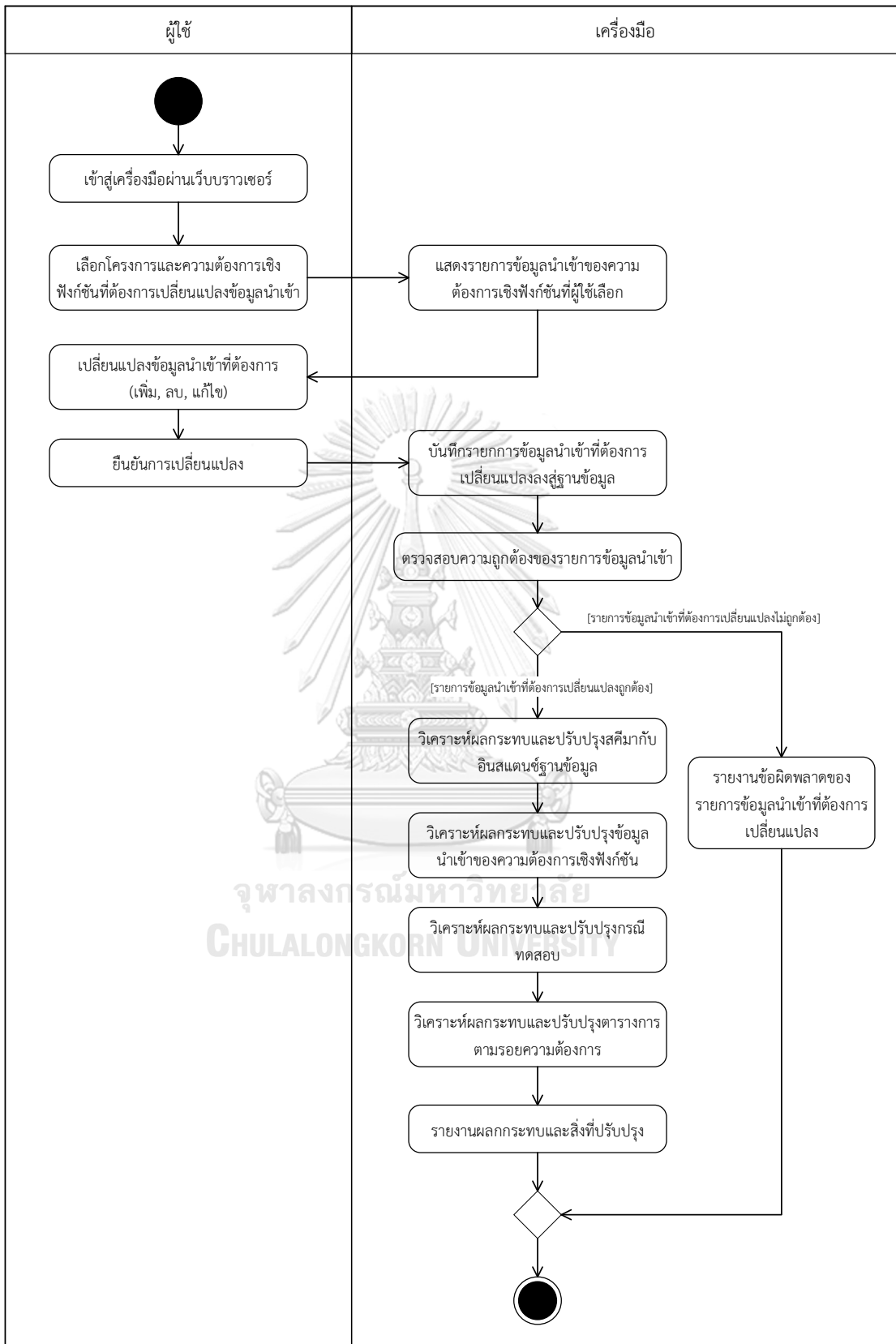
แผนกิจกรรมการปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทแก้ไขแสดงดังรูปที่ 4-7 ในขั้นตอนนี้ เริ่มต้นจะทำการยกเลิกเงื่อนไขบังคับฐานข้อมูลชั่วคราวโดยการลบออกเงื่อนไขของบังคับของคอลัมน์ทั้งหมดออกจากฐานข้อมูลได้แก่ เงื่อนไขบังคับคีย์ เงื่อนไขบังคับค่าโดยปริยาย เงื่อนไขบังคับค่าไม่ซ้ำ และเงื่อนไขบังคับค่าสูงสุดต่ำสุด จากนั้นทำการสร้างคอลัมน์ชั่วคราวที่ยอมรับค่าว่าง และนำข้อมูลที่สุ่มได้ใส่ลงคอลัมน์ดังกล่าว จากนั้นตรวจสอบจำนวนข้อมูลที่สุ่มว่าเท่ากับจำนวนเรคคอร์ดของตารางหรือไม่ ถ้าไม่เท่าแสดงว่าไม่เกิดผลกระทบกับทุกเรคคอร์ด จะนำข้อมูลจากคอลัมน์เดิมมาใส่ลงในคอลัมน์ใหม่ จากนั้นลบคอลัมน์เดิมและเปลี่ยนชื่อคอลัมน์ชั่วคราวให้เหมือนกับคอลัมน์เดิม เมื่อเปลี่ยนชื่อแล้วจะทำการปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลัมน์ดังกล่าวให้สอดคล้องกับรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงและนำเงื่อนไขบังคับฐานข้อมูลที่ลบออกไปในตอนต้นกับมาใช้ใหม่ สุดท้ายบันทึกผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ

#### 7) แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลัมน์

แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลัมน์แสดงดังรูปที่ 4-7 ในขั้นตอนนี้จะปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลัมน์ให้สอดคล้องตามการเปลี่ยนแปลงได้แก่ เงื่อนไขบังคับคีย์ เงื่อนไขบังคับค่าโดยปริยาย เงื่อนไขบังคับค่าไม่ซ้ำ และเงื่อนไขบังคับค่าสูงสุดต่ำสุด

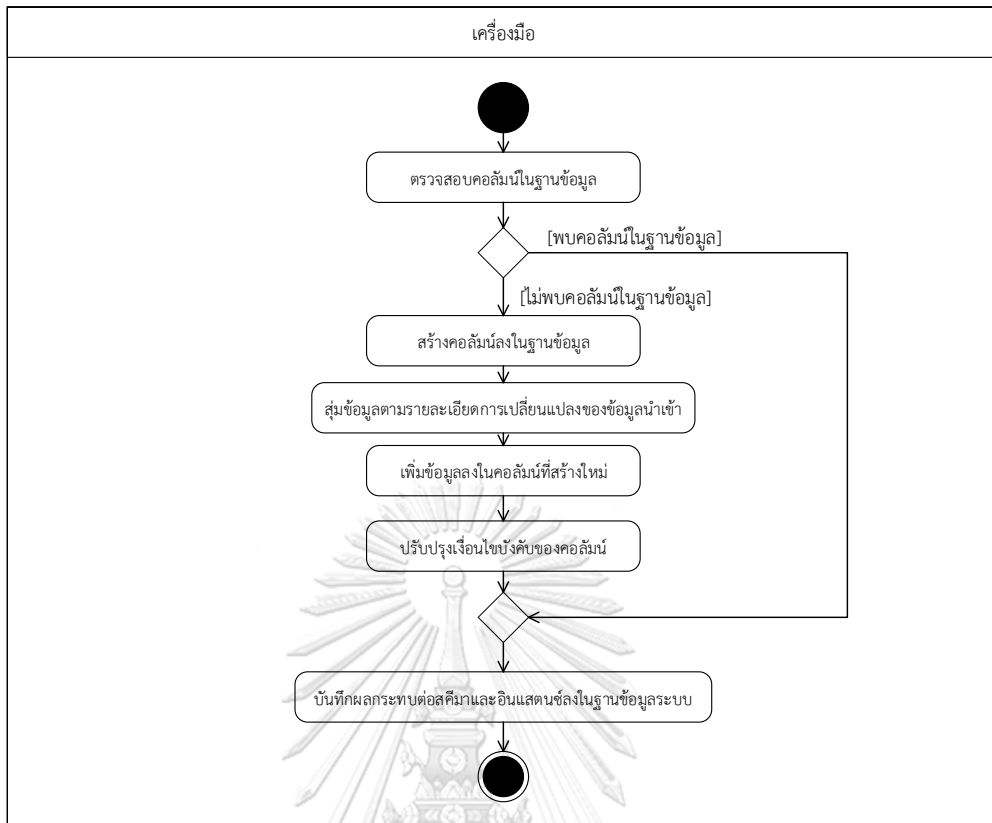


รูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

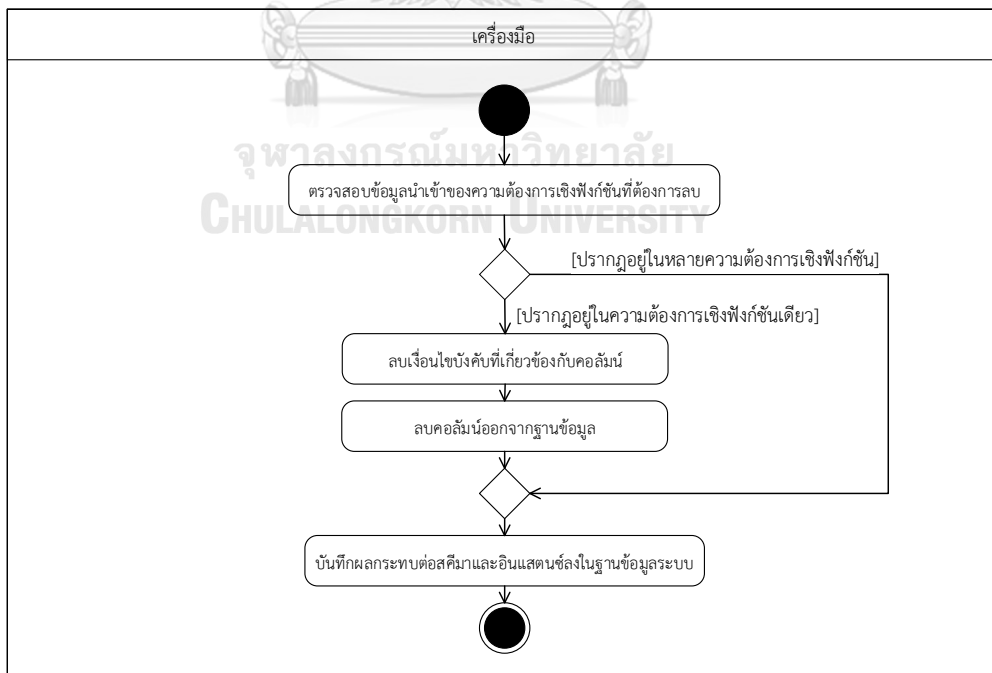


รูปที่ 4-3 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบโดยรวม



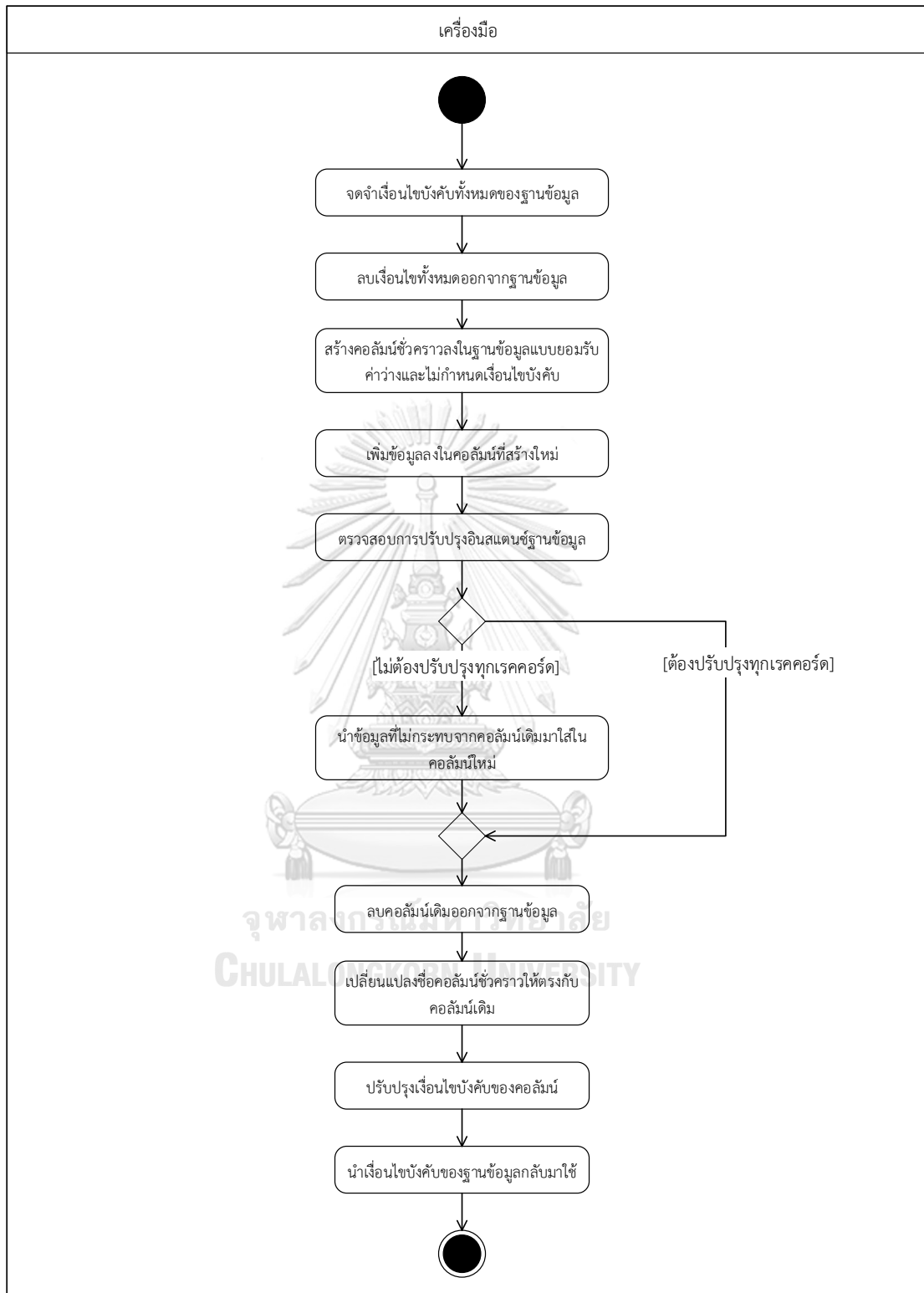


รูปที่ 4-4 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล  
กรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทเพิ่ม

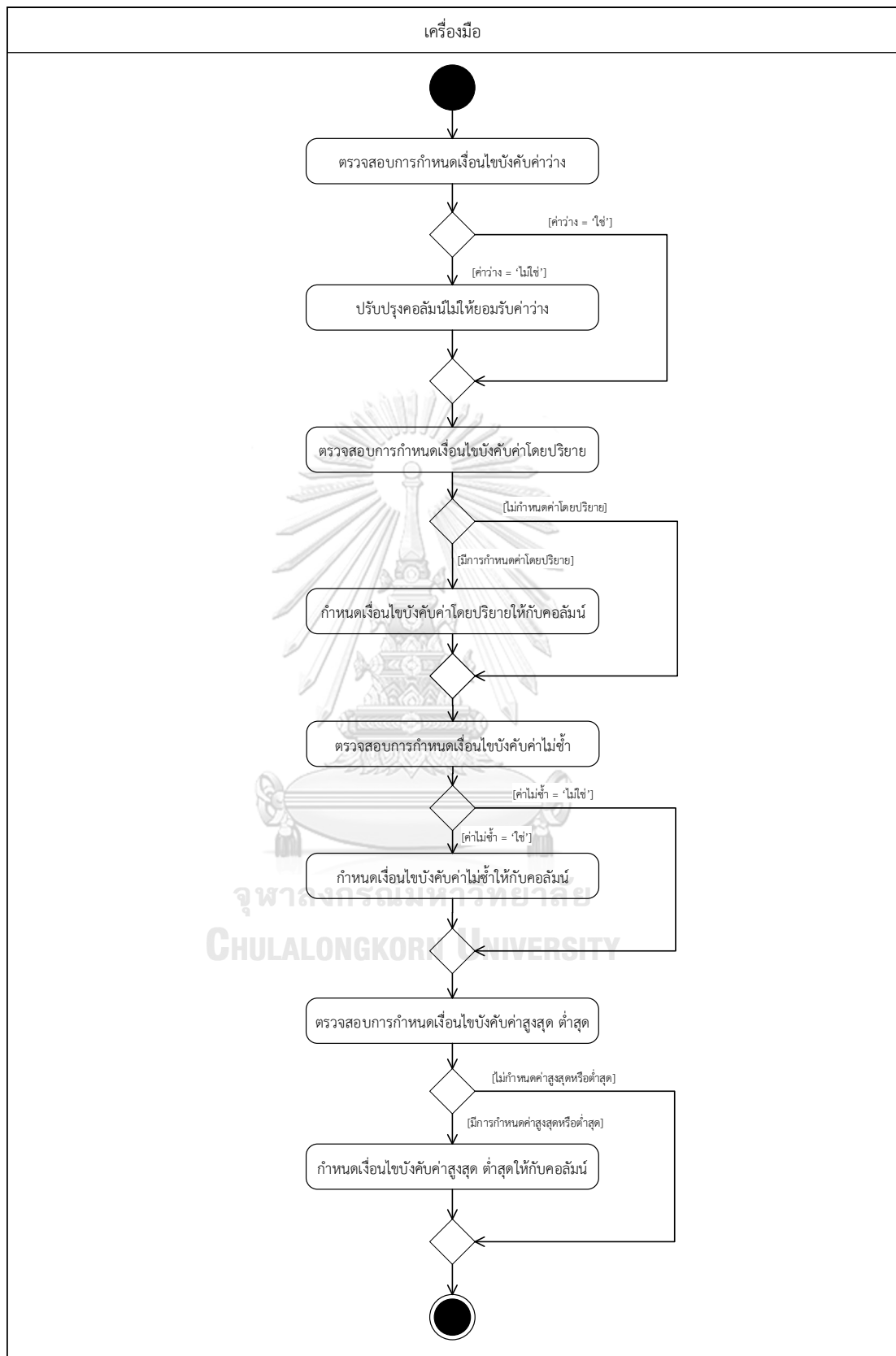


รูปที่ 4-5 แผนภาพกิจกรรมวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีม่าและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล  
กรณีการเปลี่ยนแปลงประเภทลบ



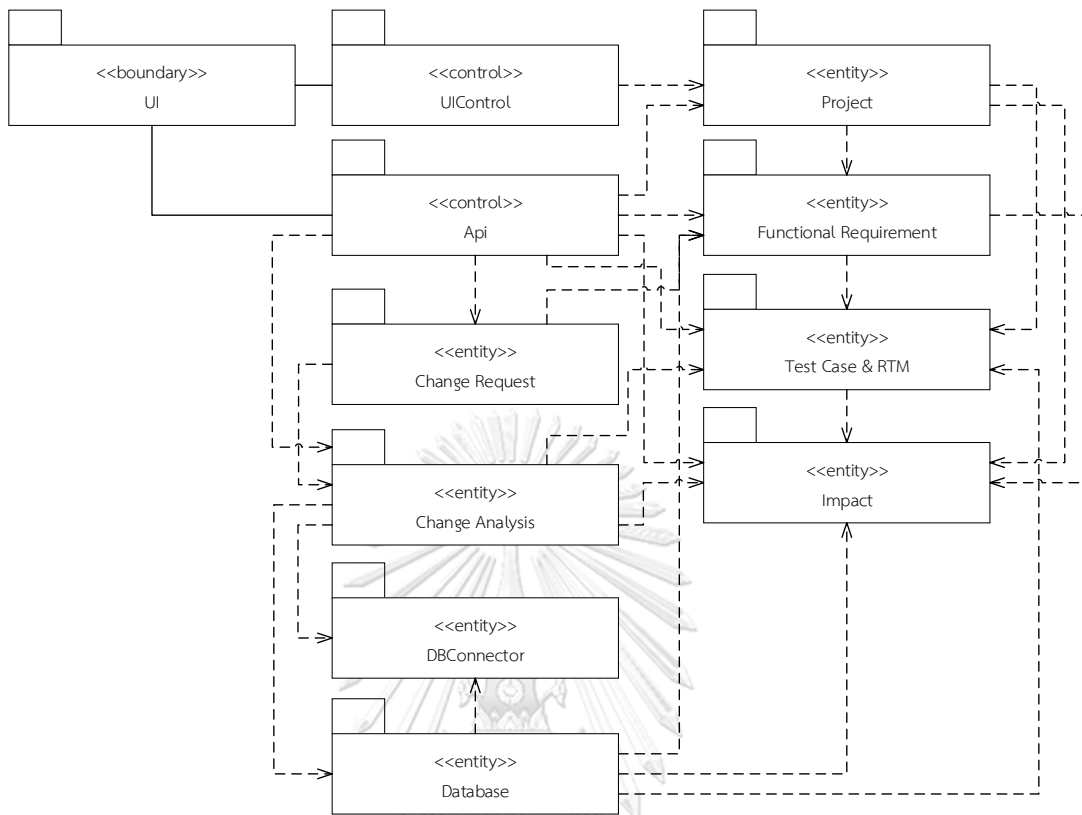


รูปที่ 4-7 แผนกิจกรรมการปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลกรณีการเปลี่ยนแปลงประเภท  
แก้ไข



รูปที่ 4-8 แผนภาพกิจกรรมการปรับปรุงเงื่อนไขบังคับของคอลลัมน์

### 4.1.3 แผนภาพแพ็กเกจ



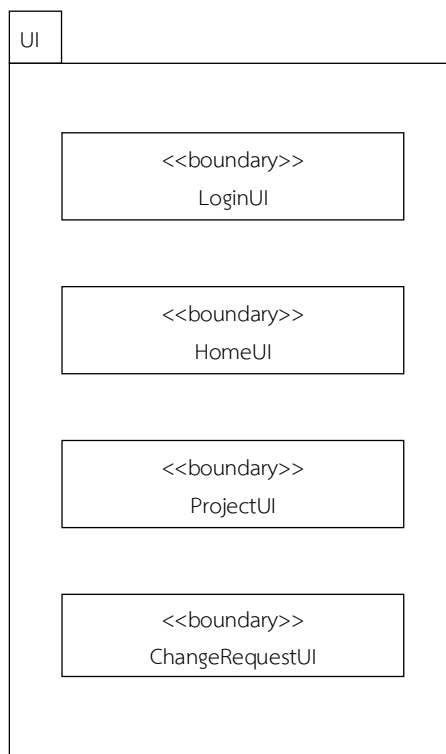
รูปที่ 4-9 แผนภาพแพ็กเกจแสดงโครงสร้างของเครื่องมือ

จากรูปที่ 4-9 ในงานวิจัยนี้จัดกลุ่มคลาสออกเป็น 11 แพ็กเกจ ซึ่งแสดงแผนภาพแพ็กเกจโดยใช้แบบรูปอีซีบี (ECB Pattern) ในการอธิบายซึ่งแบ่งชนิดของคลาสที่อยู่ในแพ็กเกจออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ (1) เอนทิตี คืออ็อบเจกต์ของคลาสที่ใช้เก็บข้อมูล (2) ควบคุม (control) คืออ็อบเจกต์ที่เป็นตัวกลางระหว่างชนิดขอบเขต (Boundary) และเอนทิตี (3) ขอบเขต คืออ็อบเจกต์ที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้กระทำของเครื่องมือ

#### 1) แพ็กเกจ UI

แพ็กเกจ UI แสดงดังรูปที่ 4-10 ประกอบด้วยคลาสชนิดขอบเขต 4 คลาสคือ (1) คลาส LoginUI มีความสัมพันธ์กับคลาส LoginController ในแพ็กเกจ UIControl ใช้สำหรับการลงชื่อเข้าใช้งานเครื่องมือ (2) คลาส HomeUI มีความสัมพันธ์กับคลาส HomeController ในแพ็กเกจ UIControl ใช้สำหรับแสดงข้อมูลหน้าหลักผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (3) คลาส ProjectUI มีความสัมพันธ์กับคลาส ProjectController ในแพ็กเกจ UIControl ใช้สำหรับการแสดงหน้าจัดการโครงการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (4) คลาส ChangeRequetUI มีความสัมพันธ์กับคลาส

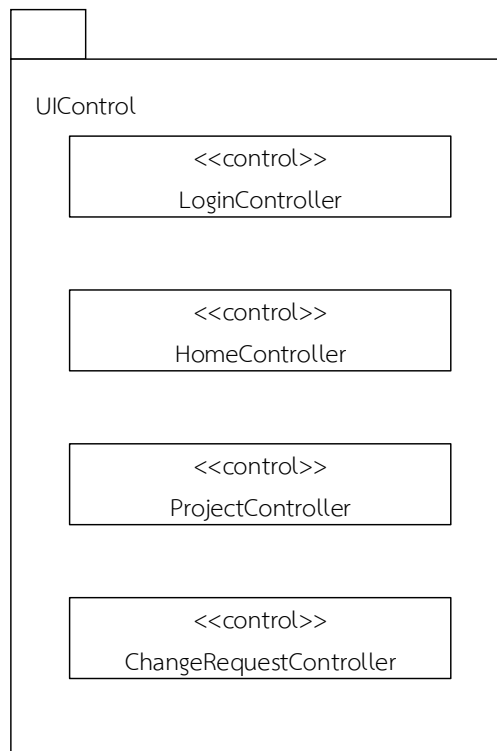
ChangeRequestController ในแพ็คเกจ UIControl ใช้สำหรับการแสดงหน้าคำร้องเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าซึ่งความต้องการเชิงฟังก์ชันผ่านเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 4-10 แพ็คเกจ UI

## 2) แพ็คเกจ UIControl

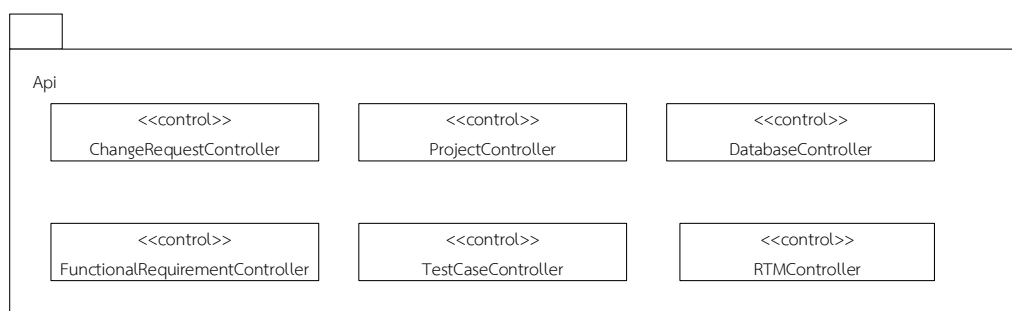
แพ็คเกจ UIControl แสดงดังรูปที่ 4-11 ประกอบด้วยคลาสชนิดควบคุม 4 คลาสคือ (1) คลาส LoginController ทำหน้าที่ควบคุมหน้าจอส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับลงชื่อเข้าใช้โดยจะประมวลผลข้อมูลที่รับมาจากคลาส LoginUI ในแพ็คเกจ UI โดยจะตรวจสอบข้อมูลอีเมล และรหัสผ่าน (password) จากคลาส User ในแพ็คเกจ Project (2) คลาส HomeController ทำหน้าที่ควบคุมส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในหน้าหลัก โดยจะนำข้อมูลของผู้ลงชื่อเข้าใช้จากคลาส User ได้แก่ ชื่อและโทเคน (accessToken) มาไว้สำหรับการเรียกใช้บริการต่าง ๆ ในแพ็คเกจ Api (3) ProjectController ทำหน้าที่ควบคุมส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในหน้าจัดการโครงการโดยจะแสดงส่วนต่อประสานตามเมนูที่ผู้ใช้เลือก (4) คลาส ChangeRequestController ทำหน้าที่ควบคุมส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในหน้าร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้อการเชิงฟังก์ชัน



รูปที่ 4-11 แพ้กเกจ UIControl

### 3) แพ้กเกจ Api

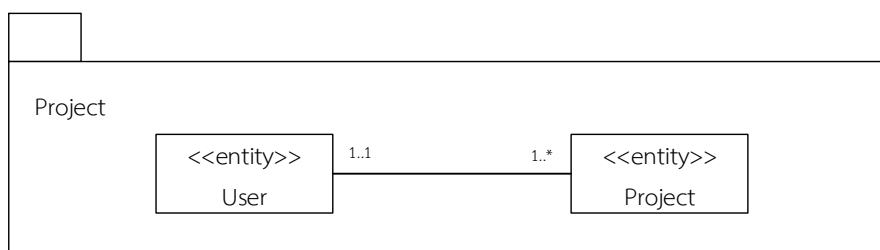
แพ้กเกจ Api แสดงดังรูปที่ 4-12 ประกอบด้วยคลาสชนิดควบคุม 6 คลาส ได้แก่ (1) ProjectController ทำหน้าที่ประมวลผลจากผู้ใช้เกี่ยวโครงการ (2) DatabaseController ทำหน้าที่ประมวลผลเกี่ยวกับฐานข้อมูล (3) คลาส FunctionalRequirementController ทำหน้าที่ประมวลผลเกี่ยวกับความต้องการเชิงฟังก์ชัน (4) คลาส TestCaseController ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งจากผู้ใช้เกี่ยวกับกรณีทดสอบ (5) คลาส RTMController ทำหน้าที่ประมวลผลเกี่ยวกับตารางการตามรอยความต้องการ (6) คลาส ChangeRequestController ทำหน้าที่ประมวลผลเกี่ยวกับตารางการตามรอยความต้องการ สำหรับแพ้กเกจนี้เป็นตัวประมวลผลหลัก โดยจะประมวลผลคำสั่งจากคลาสในแพ้กเกจ UI



รูปที่ 4-12 แพ้กเกจ Api

## 4) แพ้กเกจ Project

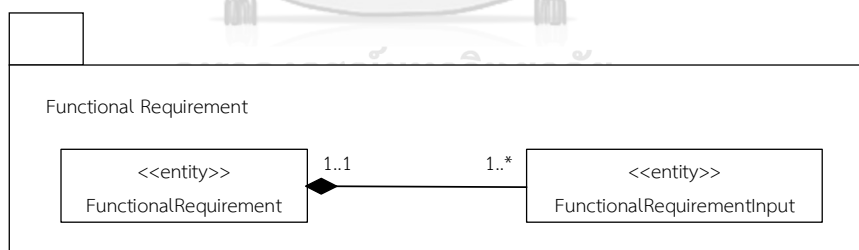
แพ้กเกจ Project แสดงดังรูปที่ 4-13 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 2 คลาส คือ (1) คลาส User ทำหน้าที่จัดเก็บโครงสร้างข้อมูลผู้ใช้ (2) คลาส Project ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลโครงการ



รูปที่ 4-13 แพ้กเกจ Project

## 5) แพ้กเกจ Functional Requirement

แพ้กเกจ Functional Requirement แสดงดังรูป 4-14 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 2 คลาส คือ (1) คลาส FunctionalRequirement ทำหน้าที่จัดเก็บโครงสร้างความต้องการเชิงฟังก์ชัน (2) คลาส FunctionalRequirementInput ทำหน้าที่จัดเก็บโครงสร้างข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

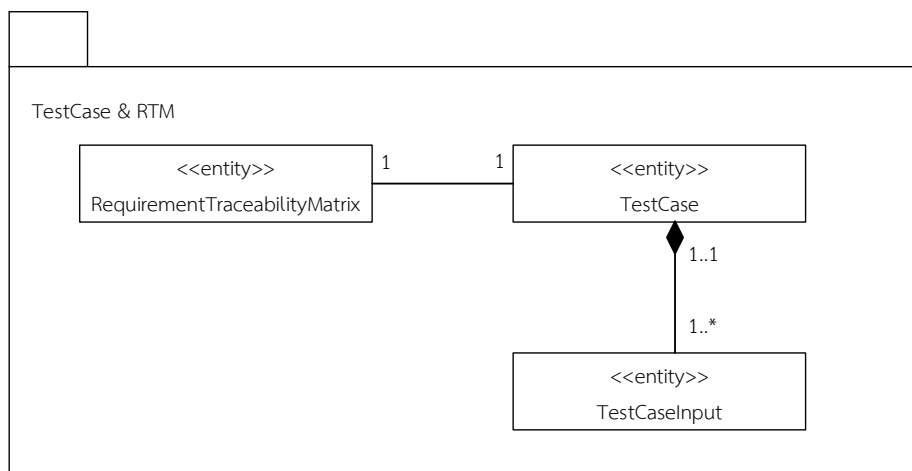


รูปที่ 4-14 แพ้กเกจ Functional Requirement

## 6) แพ้กเกจ Test Case &amp; RTM

แพ้กเกจ Test Case & RTM แสดงดังรูป 4-15 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 3 คลาส คือ (1) คลาส RequirementTraceabilityMatrix ทำหน้าที่จัดเก็บโครงสร้างตารางการตามรอยความต้องการ (2) คลาส TestCase จัดเก็บโครงสร้างกรณีทดสอบ (3) คลาส TestCaseInput จัดเก็บข้อมูลโครงสร้างของข้อมูลทดสอบ

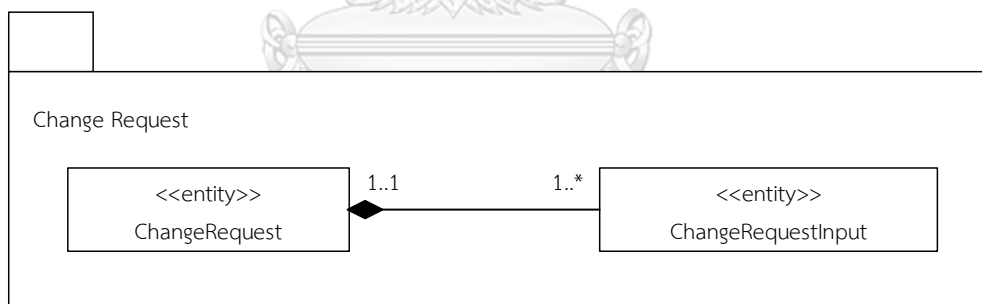




รูปที่ 4-15 แพ้กเกจ Test Case & RTM

#### 7) แพ้กเกจ Change Request

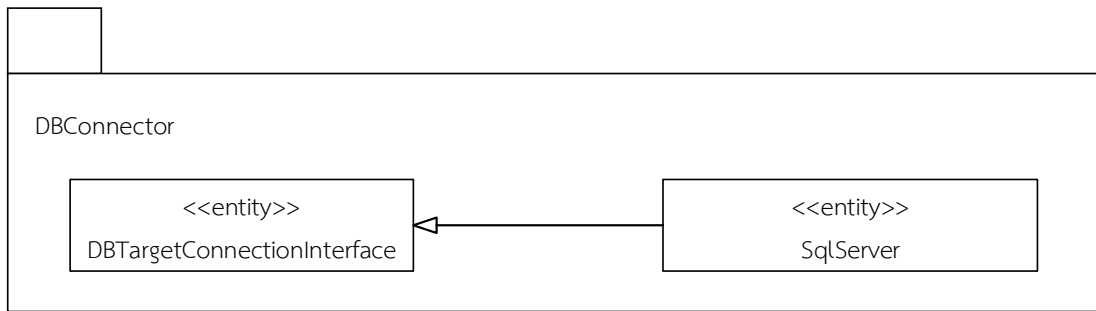
แพ้กเกจ Change Request แสดงดังรูปที่ 4-16 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 2 คลาส คือ (1) คลาส ChangeRequest จัดเก็บโครงสร้างคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน (2) คลาส ChangeRequestInput จัดเก็บโครงสร้างรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4-16 แพ้กเกจ Change Request

#### 8) แพ้กเกจ DBConnector

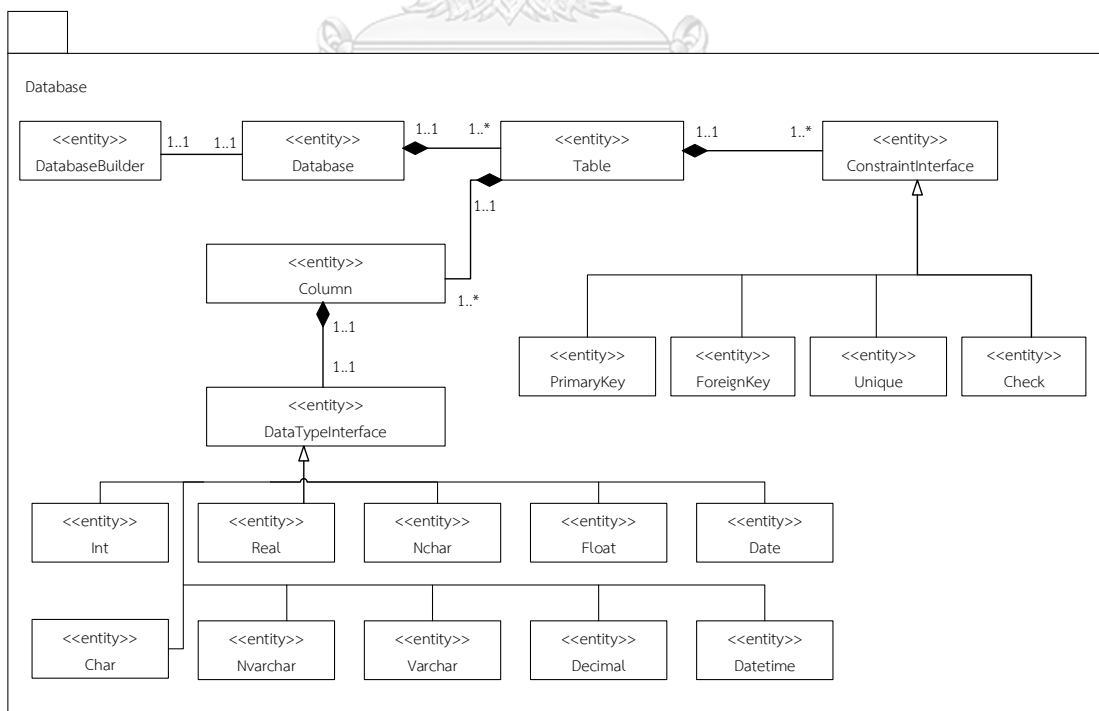
แพ้กเกจ DBConnector แสดงดังรูปที่ 4-17 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 2 คลาส คือ (1) คลาส DBTargetConnectionInterface ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล โดยมีคำสั่งภาษาเอสคิวเอลสำหรับการดึงข้อมูล (2) คลาส SqlServer เป็นคลาสทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลเอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ โดยจะมีภาษาเอสคิวแอลที่มีไวยากรณ์สำหรับดึงข้อมูลหรือปรับปรุงฐานข้อมูลเอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์เท่านั้น



รูปที่ 4-17 แพ็กเกจ DBConnector

## 9) แพ็กเกจ Database

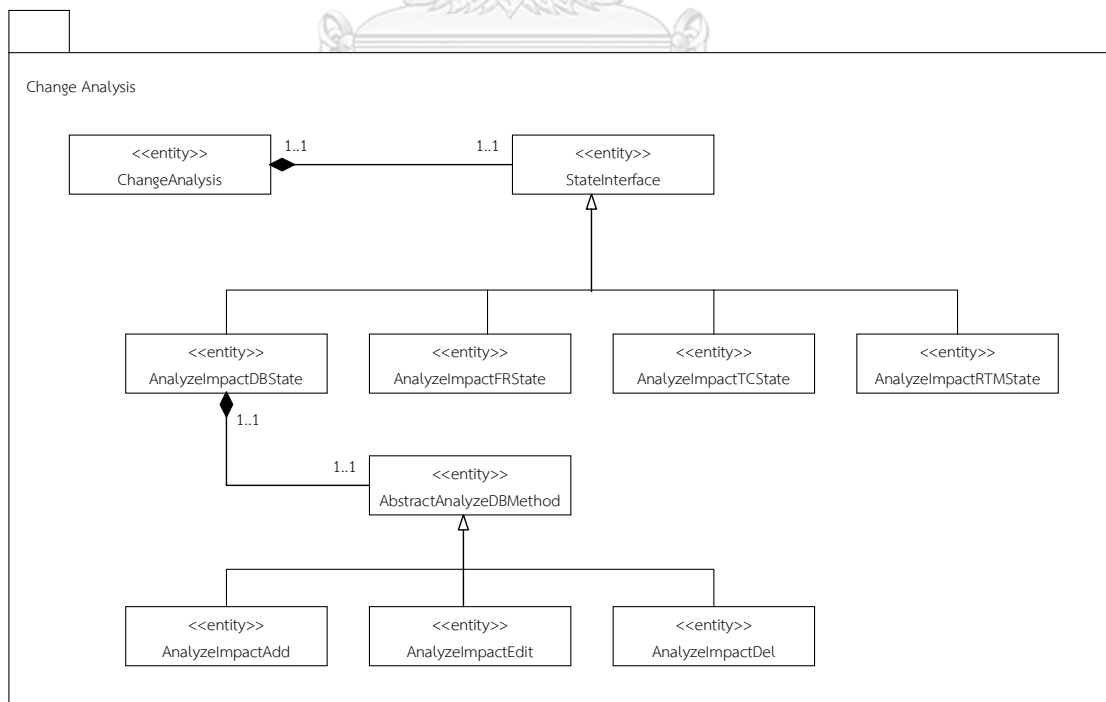
แพ็กเกจ Database แสดงดังรูปที่ 4-18 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตีที่ 19 คลาส ซึ่งมีคลาสหลักได้แก่ (1) DatabaseBuilder ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของคลาส Database เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล (2) คลาส Database เป็นคลาสที่จัดเก็บโครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบ (3) คลาส Table เป็นคลาสที่จัดเก็บโครงสร้างข้อมูลตารางของฐานข้อมูล (4) คลาส Column เป็นคลาสที่จัดเก็บโครงสร้างคอลัมน์ของฐานข้อมูล (5) ConstraintInterface ทำหน้าที่จัดเก็บโครงสร้างเงื่อนไขบังคับของตาราง (6) คลาส DataType ทำหน้าที่จัดเก็บโครงสร้างชนิดข้อมูลของคอลัมน์ในฐานข้อมูล



รูปที่ 4-18 แพ็กเกจ Database

## 10) แพ้กเกจ Change Analysis

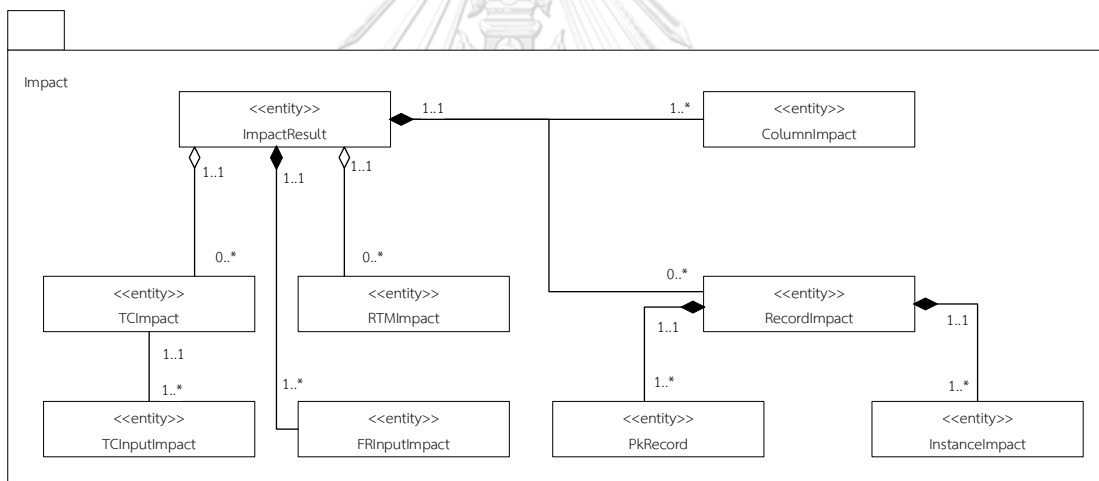
แพ้กเกจ Change Analysis แสดงดังรูปที่ 4-19 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 10 คลาส (1) คลาส Change Analysis ทำหน้าเป็นตัวกลางนำการวิเคราะห์และจัดเก็บข้อมูลผลการวิเคราะห์ของแต่ละขั้นตอนการวิเคราะห์ลงฐานข้อมูล (2) คลาส StateInterface ทำหน้าที่เป็นคลาสวิเคราะห์ผลกระทบ (3) คลาส AnalyzeImpactDBState ทำหน้าที่เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลโดยจะไปเรียกใช้คลาส AbstractAnalyzeMethod เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบแยกตามประเภทการเปลี่ยนแปลง (4) คลาส AnalyzeImpactFRState ทำหน้าที่เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชัน (5) คลาส AnalyzeImpactTCState ทำหน้าที่เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ (6) คลาส AnalyzeImpactRTMState ทำหน้าที่เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ (7) คลาส AbstractAnalyzeMethod ทำหน้าที่เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบแยกตามประเภทการเปลี่ยนแปลง (8) คลาส ImpactAnalyzeAdd เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากข้อมูลนำเข้าประเภทเพิ่ม (9) คลาส ImpactAnalyzeEdit เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากข้อมูลนำเข้าประเภทแก้ไข (10) คลาส ImpactAnalyzeDel เป็นคลาสสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากข้อมูลนำเข้าประเภทลบ



รูปที่ 4-19 แพ้กเกจ Change Analysis

## 11) แพ็กเกจ Impact

แพ็กเกจ Impact แสดงดังรูปที่ 4-20 ประกอบด้วยคลาสชนิดเอนทิตี 9 คลาส ได้แก่ (1) คลาส ImpactResult ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับเก็บข้อมูลผลลัพธ์การวิเคราะห์ของทุกขั้นตอน เพื่อนำไปรายงานให้ผู้ใช้ (2) คลาส ColumnImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล (3) FRInputImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน (4) คลาส TCImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลผลกระทบต่อกรณีทดสอบ (5) คลาส TCInputImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลทดสอบของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ (6) คลาส RTMImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ (7) คลาส RecordImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลเรคคอร์ดในฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ (8) คลาส PkRecord ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลคีย์หลักของเรคคอร์ดที่ได้รับผลกระทบ (9) คลาส InstanceImpact ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างจัดเก็บข้อมูลอินสแตนซ์ที่ได้รับผลกระทบของแต่ละเรคคอร์ด



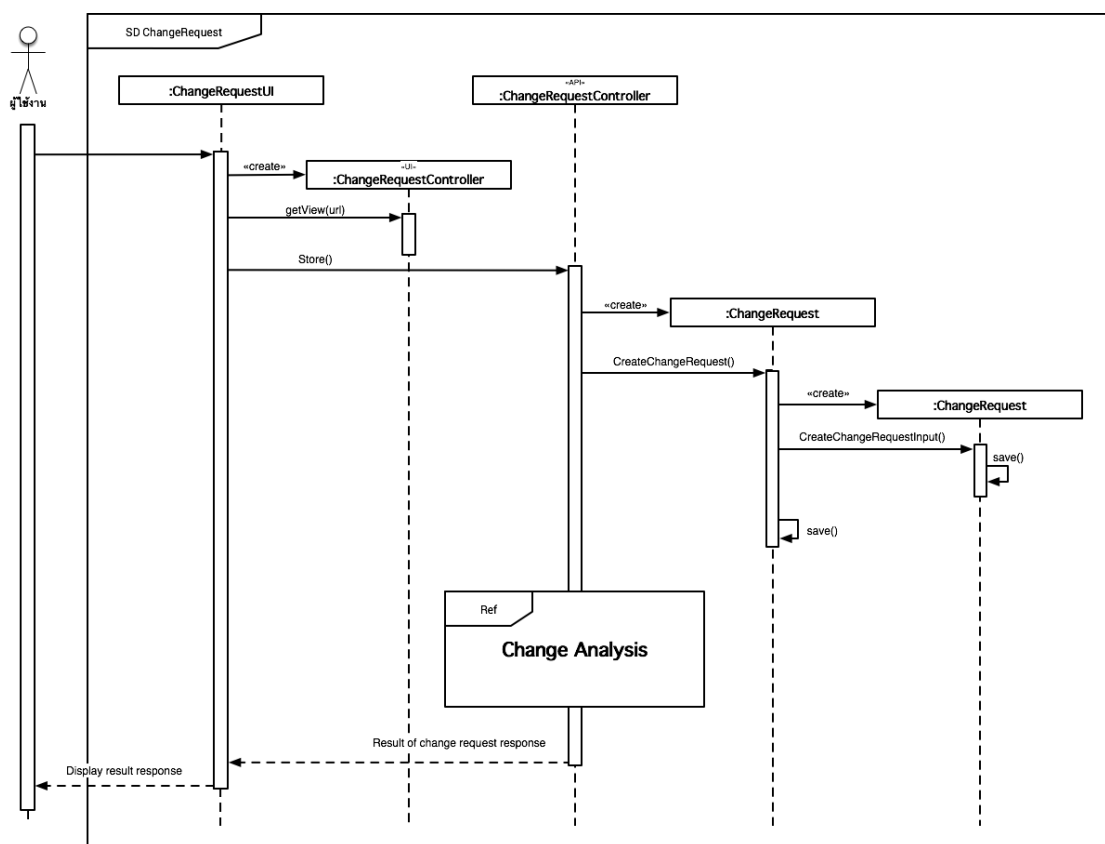
รูปที่ 4-20 แพ็กเกจ Impact

### 4.1.4 แผนภาพลำดับ

#### 4.1.4.1 แผนภาพลำดับในการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

รายละเอียดแผนภาพแสดงดังรูปที่ 4-21 เริ่มต้นจากผู้ใช้งานระบุรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันโดยส่งข้อความ (Message) ไปยังส่วนต่อประสานเพื่อใช้งานตัวดำเนินการ enterChangeList() ของคลาส ChangeRequestUI เมื่อผู้ใช้งานต้องการยืนยันการเปลี่ยนแปลงจะส่งข้อความไปยังส่วนต่อประสานเพื่อใช้งานตัวดำเนินการ

submitChangeRequest() จากนั้นคลาส ChangeRequestUI จะส่งข้อความไปเรียกตัวควบคุม ChangeRequestController (Api) เพื่อใช้งานการตัวดำเนินการ Store() จากนั้นตัวควบคุมจะทำการบันทึกข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลงด้วยการไปเรียกตัวดำเนินการ createChangeRequest() ของคลาส ChangeRequest และบันทึกรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันด้วยการส่งข้อความไปเรียกการดำเนินการ createChangeRequestInput() ของคลาส ChangeRequestInput จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ผลกระทบและรายงานผลลัพธ์ให้ผู้ใช้ได้ทราบ

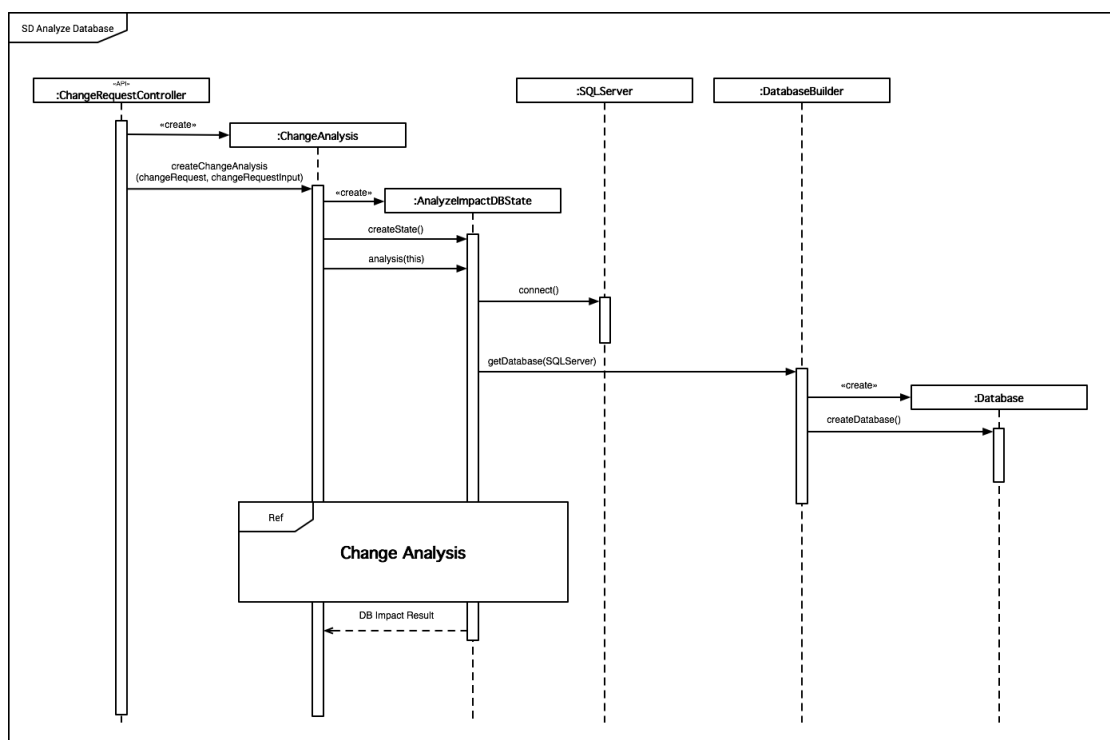


รูปที่ 4-21 แผนภาพลำดับในการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

#### 4.1.4.2 แผนภาพลำดับการสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อและปรับปรุงสคีมากับอินสแตนซ์ฐานข้อมูล รายละเอียดแผนภาพลำดับแสดงดังรูปที่ 4-22 เริ่มต้น สร้างตัวกลางสำหรับการ วิเคราะห์และบันทึกผลลัพธ์ของแต่ละขั้นตอน โดยตัวควบคุมจะเรียกตัวดำเนินการ createChangeAnalysis() จากนั้นจะเริ่มต้นการวิเคราะห์โดยให้ อ็อบเจกต์ของคลาส ChangeAnalysis เรียกตัวดำเนินการ

createState() ของคลาส AnalysisImpactDBState จากนั้นเรียกตัวดำเนินการ analyze() เพื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลเป้าหมาย โดยเริ่มจะทำการเรียกตัวดำเนินการ connect() ของอ็อบเจกต์คลาส SQLServer เพื่อใช้เป็นตัวเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล จากนั้นให้อ็อบเจกต์ของคลาส AnalysisImpactDBState เรียกตัวดำเนินการ getDatabase() ของคลาส DatabaseBuilder เพื่อจะนำข้อมูลสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ผลกระทบ โดยอ็อบเจกต์ของคลาส DatabaseBuilder จะไปเรียกตัวดำเนินการ createDatabase() ของคลาส Database หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล แยกตามประเภทการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

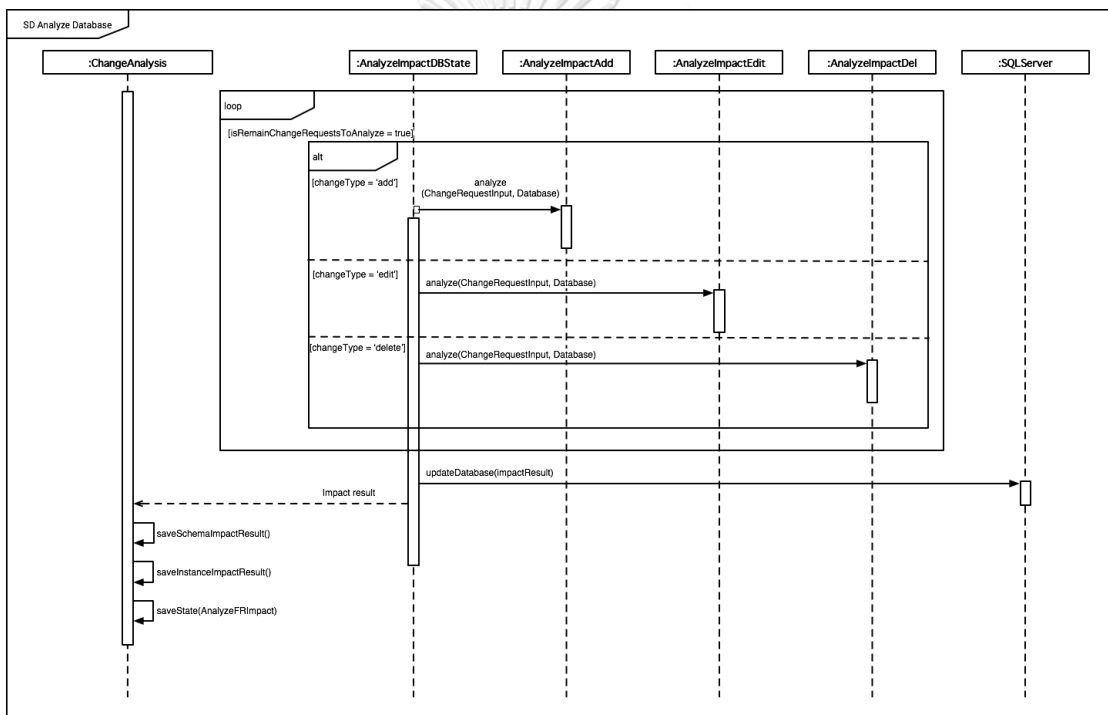


รูปที่ 4-22 แผนภาพลำดับการสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล

#### 4.1.4.3 แผนภาพการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแยกตามประเภทการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

จากแผนภาพแสดงดังรูปที่ 4-23 แผนภาพการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแยกตามประเภทการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน เริ่มต้นอ็อบเจกต์ของคลาส AnalyzeImpactDBState จะตรวจสอบก่อนว่าข้อมูลนำเข้าที่เปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทใด ถ้าเป็นการเพิ่ม จะไปเรียกตัวดำเนินการ

ของ analyze() ของอ็อบเจกต์ AnalyzeImpactAdd ถ้าเป็นการแก้ไขจะเรียกตัวดำเนินการของ analyze() ของอ็อบเจกต์ AnalyzeImpactEdit และถ้าเป็นการลบจะเรียกตัวดำเนินการของ analyze() ของอ็อบเจกต์ AnalyzeImpactDel ทำจนกว่าจะวิเคราะห์ครบทุกรายการข้อมูลนำเข้าที่เปลี่ยนแปลง เมื่อครบแล้วอ็อบเจกต์ของคลาส AnalyzeImpactDBState จะไปเรียกตัวดำเนินการ updateDatabase() ของอ็อบเจกต์คลาส SqlServer เพื่อทำการปรับปรุงสคีมามาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล จากนั้นอ็อบเจกต์ของคลาส ChangeAnalysis จะทำการบันทึกผลกระทบที่เกิดขึ้นด้วยตัวดำเนินการ saveSchemaImpactResult() และ saveInstanceImpactResult() และจะทำการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันต่อไป โดยเรียกตัวดำเนินการ setState()

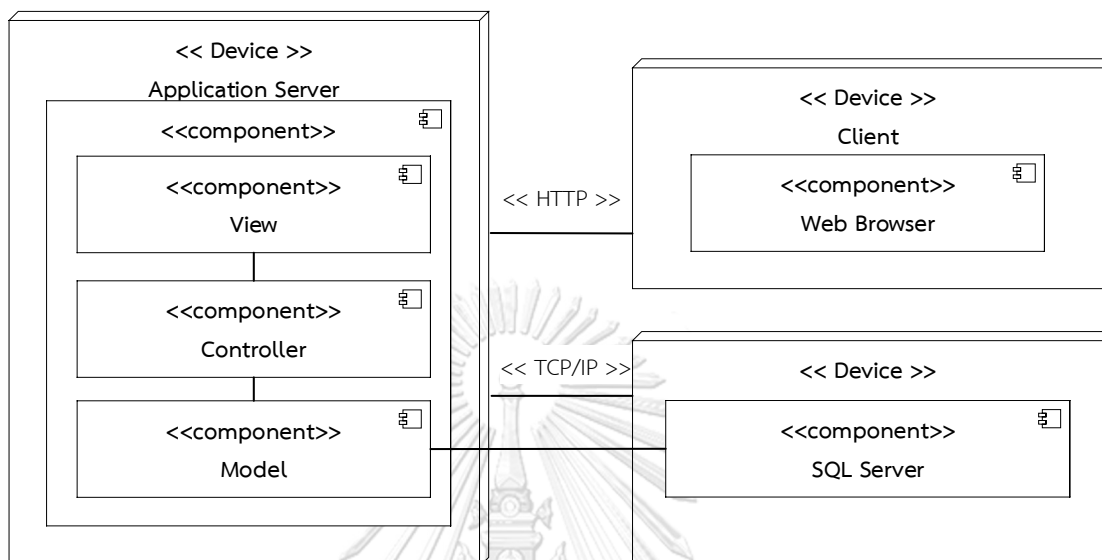


รูปที่ 4-23 แผนภาพการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมามาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูลแยกตามประเภทการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

#### 4.1.5 แผนภาพดีพลอย (Deployment Diagram)

เครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลพัฒนาในรูปแบบของเว็บเซอร์วิสที่รับค่าผ่าน HTTP เป็น JSON และส่งค่าออกเป็น JSON ไปยังผู้เรียกเซอร์วิส เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับเซอร์วิสอื่น ๆ ได้ ดังนั้นสามารถเรียกใช้งานเครื่องมือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) หรือสามารถเรียกใช้งานผ่านเอพีไอของเครื่องมือได้อีกด้วย จากรูปที่ 4-24 แสดงให้เห็นถึง

สถาปัตยกรรมของส่วนต่อประสานและส่วนควบคุมได้ถูกพัฒนาด้วยสถาปัตยกรรมแบบ MVC (Model-View-Controller) ด้วยเฟรมเวิร์คของ Laravel



รูปที่ 4-24 แผนภาพดีพลอยเครื่องวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล

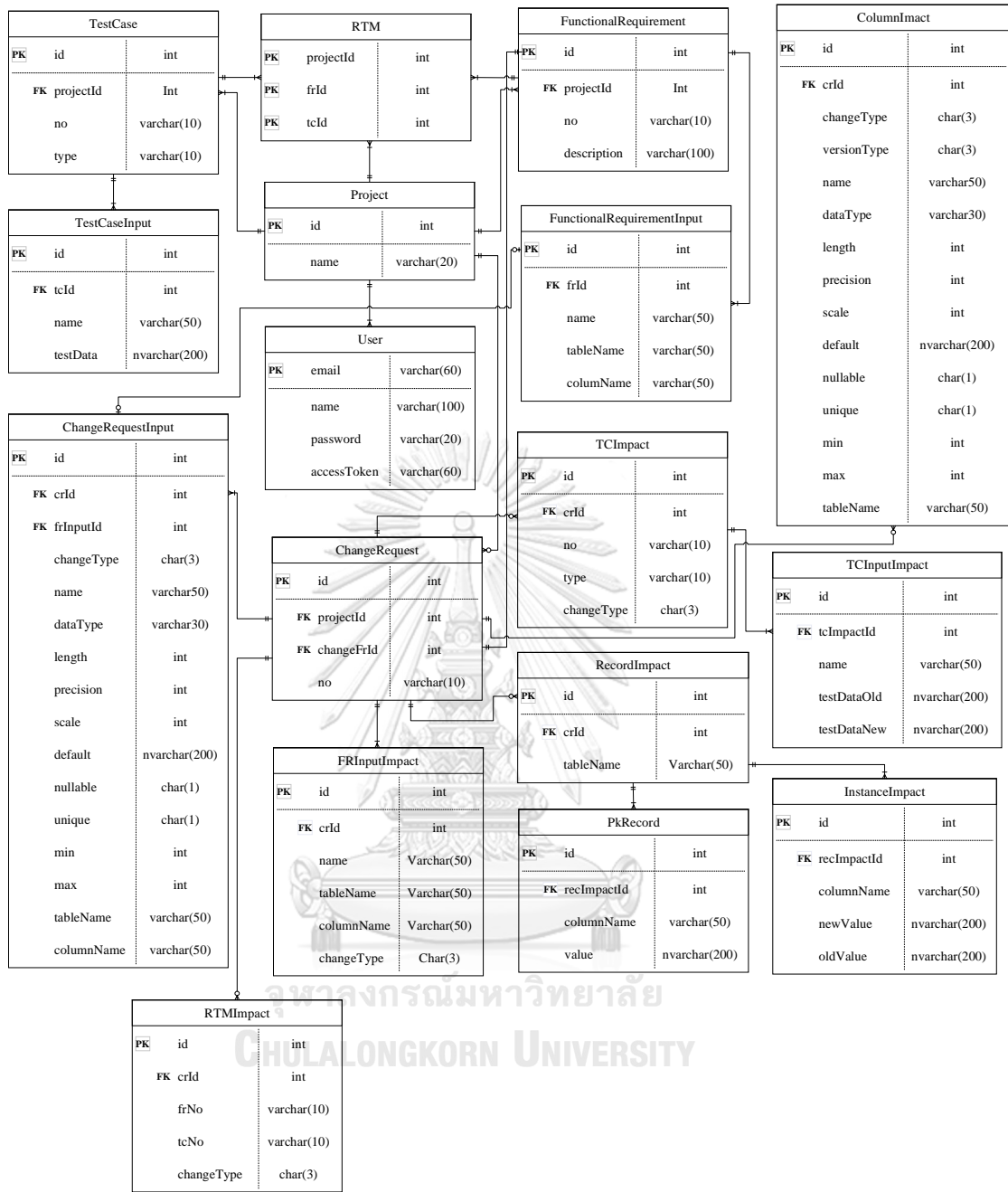
#### 4.1.6 โครงสร้างข้อมูล

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล แสดงดังแผนภาพอีอาร์รูปที่ 4-25 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ตาราง User ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้
- 2) ตาราง Project ใช้สำหรับเก็บข้อมูลโครงการ
- 3) ตาราง FunctionalRequirement ใช้สำหรับเก็บข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันของแต่ละโครงการ
- 4) ตาราง FunctionalRequirementInput ใช้สำหรับเก็บข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ซึ่งจะอธิบายว่าแต่ละความต้องการเชิงฟังก์ชันประกอบด้วยข้อมูลนำเข้าอะไรบ้าง
- 5) ตาราง TestCase ใช้สำหรับเก็บข้อมูลกรณีทดสอบ ใช้สำหรับเก็บข้อมูลกรณีทดสอบของแต่ละโครงการ



- 6) ตาราง TestCaseInput ใช้สำหรับเก็บข้อมูลทดสอบของกรณีทดสอบ ซึ่งจะอธิบายว่าแต่ละกรณีทดสอบมีข้อมูลนำเข้าอะไรบ้างและมีค่าทดสอบเป็นอะไร
- 7) ตาราง RTM ใช้สำหรับเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันและกรณีทดสอบของแต่ละโครงการ
- 8) ตาราง ChangeRequest ใช้สำหรับเก็บข้อมูลคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันของแต่ละโครงการ
- 9) ตาราง ChangeRequestInput ใช้สำหรับเก็บข้อมูลรายการข้อมูลนำเข้าที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะอธิบายว่าแต่ละคำร้องขอเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยข้อมูลนำเข้าอะไรบ้าง
- 10) ตาราง FRInputImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลรายการข้อมูลนำเข้าที่ได้รับผลกระทบ
- 11) ตาราง TCImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ
- 12) ตาราง TCInputImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลรายการข้อมูลทดสอบของกรณีทดสอบที่ได้รับผลกระทบ
- 13) ตาราง ColumnImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลคอลัมน์ที่ได้รับผลกระทบ ว่ากระทบที่คอลัมน์ใด และมีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร
- 14) ตาราง RecordImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของอินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ได้รับผลกระทบ ว่ามีเรคคอร์ดไหนบ้าง
- 15) ตาราง PkRecord ใช้สำหรับเก็บข้อมูลคีย์หลักของเรคคอร์ดที่ได้รับผลกระทบ
- 16) ตาราง InstanceImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผลกระทบของแต่ละเรคคอร์ด ว่ามีคอลัมน์ใดบ้างที่ได้รับผลกระทบ โดยจะบอกถึงข้อมูลเก่า และข้อมูลใหม่
- 17) ตาราง RTMImpact ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ



รูปที่ 4-25 แผนภาพอีอาร์ของเครื่องมือ

## 4.2 การพัฒนาเครื่องสนับสนุน

### 4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

#### 1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ไอเซเว่น 2.50 กิกะเฮิรตซ์ (Intel Core i7 2.50GHz)
- หน่วยความจำหลัก (Ram) 16.0 กิกะไบต์ (16 GB)
- ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 512 กิกะไบต์ (512 GB)

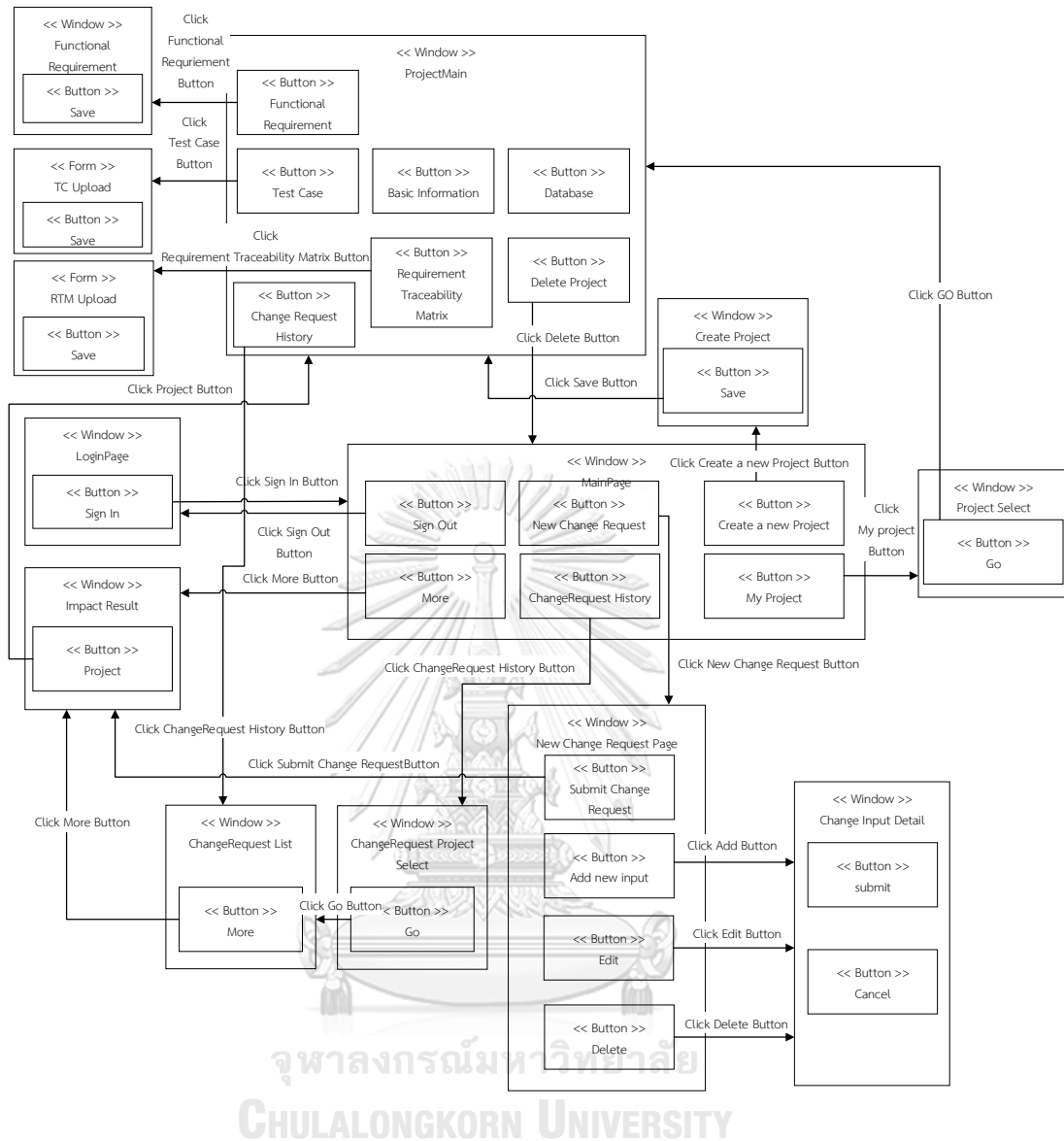
#### 2) ซอฟต์แวร์ (Software)

- ระบบปฏิบัติการ (Operating System) MacOS High Sierra
- Visual Studio Code สำหรับการพัฒนารหัสต้นแบบ (Source Code)
- ฐานข้อมูลเอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ เวอร์ชัน 2016 บน Docker
- ตัวจำลองสภาพแวดล้อม Docker Community Edition 18.05.0-ce-mac67

### 4.2.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

โครงสร้างส่วนต่อประสานของเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน อธิบายด้วยแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน (Window Navigation) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ดังรูปที่ 4-26 ประกอบด้วยหน้าต่างหลักได้แก่

1. หน้าต่างเข้าสู่ระบบ
2. หน้าต่างหลัก
3. หน้าต่างโครงการ
4. หน้าต่างคำร้องขอการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4-26 แผนภาพวินโดว์วิเคราะห์ของเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบอินสแตนซ์  
ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

1) หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้

หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้เป็นหน้าต่างเริ่มต้นของเครื่องมือเพื่อเข้าใช้งาน โดยมี ส่วนประกอบคือ กล่องข้อความสำหรับกรอกอีเมลของผู้ใช้งาน กล่องข้อความสำหรับกรอกรหัสผ่านของผู้ใช้งาน ปุ่ม “Login” เพื่อเข้าใช้งานเครื่องมือ ปุ่ม “Sign Up” สำหรับสมัครใช้งาน และปุ่ม “Forget Your Password” สำหรับเปลี่ยนรหัสผ่าน ดังรูปที่ 4-27

Login

E-Mail Address

Password

Remember Me

[Login](#) | [Sign Up](#)

[Forgot Your Password?](#)

รูปที่ 4-27 หน้าต่างลงชื่อเข้าใช้

## 2) หน้าต่างหลัก

หน้าต่างหลักเป็นหน้าต่างแรกที่ปรากฏหลังจากลงชื่อเข้าใช้งานสำเร็จแสดงดังรูปที่ 4-28 ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบคือ ส่วนหัว (Header) และส่วนเนื้อหา (Content)

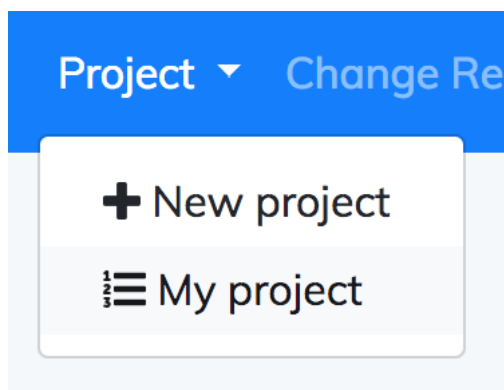
Recent Change Request				
Id	Project Name	Change Functional Requirement No	Status	Action
1	4	Car-Rental	CR-FR-3	success <a href="#">More</a> <a href="#">Cancel</a>

Content

รูปที่ 4-28 หน้าต่างหลัก

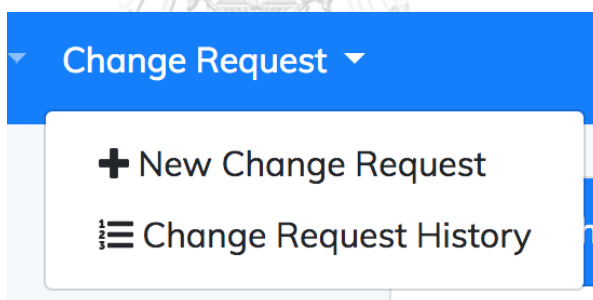
(1) ส่วนหัว (Header) เป็นส่วนบนสุดของหน้าต่าง ประกอบด้วย

- เมนูจัดการโครงการ ประกอบด้วยเมนูย่อย 2 รายการคือ เมนูสร้างโครงการใหม่ “New project” และเมนูดูข้อมูลล่าสุดของแต่ละโครงการ “My project” ดังรูปที่ 4-29



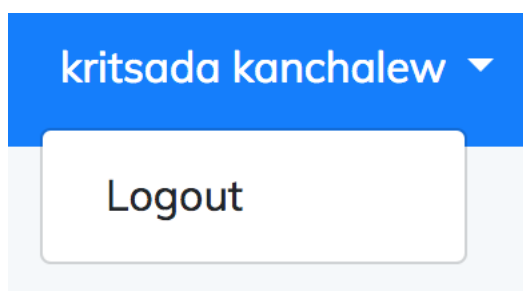
รูปที่ 4-29 เมนูจัดการโครงการ

- เมนูจัดการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วยเมนูย่อย 2 รายการคือ เมนูสร้างคำร้องใหม่ “New Change Request” เมนูดูประวัติรายการคำร้องของแต่ละโครงการ “Change Request History” ดังรูปที่ 4-30



รูปที่ 4-30 เมนูจัดการคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

- เมื่อดึงชื่อออก เมนูนี้จะแสดงชื่อผู้ที่เข้าใช้งาน ซึ่งเมื่อดึงกล่าวว่ามีเมนูย่อย คือ ลงชื่อออก “Logout” ดังรูปที่ 4-31



รูปที่ 4-31 เมื่อดึงชื่อออก

(2) ส่วนเนื้อหา (Content) เป็นส่วนที่ใช้แสดงเนื้อหา สำหรับหน้าหลักจะแสดงรายการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยในส่วนเนื้อหาจะเปลี่ยนแปลงไปตามเมนูที่ใช้เลือก

### 3) หน้าต่างสร้างโครงการใหม่

หน้าต่างสร้างโครงการใหม่ แสดงรูปที่ 4-32 ในการสร้างโครงการใหม่ผู้ใช้จะต้องระบุชื่อโครงการ “Project Name” คำย่อโครงการ “Prefix” ชื่อฐานข้อมูล “Database Name” ชื่อเซิร์ฟเวอร์ของฐานข้อมูล “Database Server” หมายเลขช่องทางของฐานข้อมูล “Database Port” ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านสำหรับเชื่อมต่อฐานข้อมูล

รูปที่ 4-32 หน้าต่างสร้างโครงการใหม่

### 4) หน้าต่างเลือกโครงการ

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูดูข้อมูลล่าสุดของแต่ละโครงการจะปรากฏหน้าต่างเลือกโครงการ ดังรูปที่ 4-33 เมื่อผู้เลือกรายชื่อโครงการ และคลิกปุ่ม “Go” จะนำไปยังหน้าต่างข้อมูลล่าสุดของโครงการ

รูปที่ 4-33 หน้าต่างเลือกโครงการ

## 5) หน้าต่างข้อมูลล่าสุดของโครงการ

หน้าต่างข้อมูลล่าสุดของโครงการแสดงดังรูปที่ 4-34 ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลักคือ เมนูของโครงการ (Project-Menu) และเนื้อหาของโครงการ (Project-Content) โดยเนื้อหาโครงการจะเปลี่ยนไปตามเมนูโครงการที่ผู้ใช้เลือก ซึ่งเมนูโครงการประกอบด้วย 7 เมนูดังนี้

รูปที่ 4-34 หน้าต่างข้อมูลล่าสุดของโครงการ

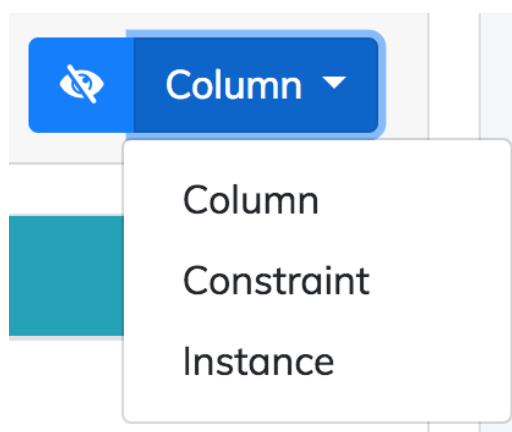
- (1) เมนูข้อมูลพื้นฐาน “Basic Information” เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้ ส่วนเนื้อหาของโครงการแสดงข้อมูลพื้นฐานของโครงการที่ผู้ใช้กรอกในหน้าสร้างโครงการ ดังรูปที่ 4-34
- (2) เมนูฐานข้อมูล “Database” เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้ ส่วนเนื้อหาของโครงการจะแสดงข้อมูลของฐานข้อมูลโดยจะแสดงเป็นรายการของตารางในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4-35 ซึ่งแต่ละตารางจะประกอบด้วย 2 องค์ประกอบคือ เมนูของตาราง (Table-Menu) และเนื้อหาของตาราง (Table-Content) โดยเนื้อหาที่แสดงจะเปลี่ยนไปตามเมนูตารางที่ผู้ใช้เลือก

Column Name	Data Type	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max
id <b>(PK)</b>	int					N	Y		
start_date	date					Y	N		
rent_day_total	int					Y	N	2	5
user_passport <b>(FK)</b>	varchar	4				Y	N		

รูปที่ 4-35 เนื้อหาแสดงข้อมูลของฐานข้อมูล



สำหรับเมนูของตารางจะประกอบด้วย 3 เมนู คือ เมนูคอลัมน์ “Column” เมนูเงื่อนไขบังคับ “Constraint” และเมนูอินสแตนซ์ “Instance” ดังรูปที่ 4-36 โดยมีเนื้อหาที่จะแสดงตามเมนูที่ผู้ใช้เลือกดังต่อไปนี้



รูปที่ 4-36 เมนูของตาราง

- เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูคอลัมน์ “Column” จะแสดงเนื้อหาของคอลัมน์ โดยจะแสดงเป็นรายการของคอลัมน์ในตารางและรายละเอียดของคอลัมน์ดังรูปที่ 4-37

 A screenshot of a table titled 'Rent\_Queue'. The table has a teal header with columns: Column Name, DataType, Length, Precision, Scale, Default, Nullable, Unique, Min, and Max. Below the header, there are four rows of data. The first row is 'id [FK]' with 'int' type, 'N' for Nullable, and 'Y' for Unique. The second row is 'start\_date' with 'date' type, 'Y' for Nullable, and 'N' for Unique. The third row is 'rent\_day\_total' with 'int' type, 'Y' for Nullable, 'N' for Unique, '2' for Min, and '5' for Max. The fourth row is 'user\_passport [FK]' with 'varchar' type, '4' for Length, 'Y' for Nullable, and 'N' for Unique.
 

Column Name	DataType	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max
id [FK]	int					N	Y		
start_date	date					Y	N		
rent_day_total	int					Y	N	2	5
user_passport [FK]	varchar	4				Y	N		

รูปที่ 4-37 เนื้อหาของคอลัมน์

- เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูเงื่อนไขบังคับ “Constraint” จะแสดงเนื้อหาเงื่อนไขบังคับของตาราง แยกตามประเภทเงื่อนไขบังคับ ดังรูปที่ 4-38

Rent_Queue			
<a href="#">Constraint</a>			
<b>Primary Key</b>			
Columns: <b>id</b>			
<b>Foreign Keys</b> 1			
FK_Rent_Queue__user__3B75D760			
Referencing Table	Column	Referenced Table	Column
Rent_Queue	user_passport	Rent_User	passport_no
<b>Check Constraints</b> 1			
Rent_Queue_rent_day_total_CHECK			
Column	Min	Max	
rent_day_total	2	5	

รูปที่ 4-38 เนื้อหาเงื่อนไขบังคับของตาราง

- เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูอินสแตนซ์ “Instance” จะแสดงเนื้อหาอินสแตนซ์ฐานข้อมูล โดยจะแสดงเป็นรายการเรคคอร์ด ดังรูปที่ 4-39

Rent_Queue			
<a href="#">Instance</a>			
id	start_date	rent_day_total	user_passport
1	2018-04-19	2	zp4
2	2018-05-01	5	zp4
3	2018-04-15	4	RTpB

รูปที่ 4-39 เนื้อหาอินสแตนซ์ฐานข้อมูล

- (3) เมนูความต้องการเชิงฟังก์ชัน “Functional Requirement” เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้ เนื้อหาของโครงการจะแสดงรายการความต้องการเชิงฟังก์ชัน ดังรูปที่ 4-40 แต่ถ้ายังไม่มีข้อมูลความต้องการเชิงฟังก์ชันจะแสดงฟอร์มให้ผู้ใช้อัปโหลดไฟล์ ดังรูปที่ 4-41

Car-Rental

No. CR-FR-3

Add a New Rent Queue

Name	Data Type	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	Table name	Column name
1 id	int					N	Y			Rent_Queue	id
2 userPassport	varchar	4				Y	N			Rent_Queue	user_passport
3 startDate	date					Y	N			Rent_Queue	start_date
4 rentDayTotal	int					Y	N	2	5	Rent_Queue	rent_day_total
5 year	int					Y	N			Car	year

Previous 1 2 Next

รูปที่ 4-40 เนื้อหาความต้องการเชิงฟังก์ชัน

Car-Rental

Choose file .xlsx Browse Save

รูปที่ 4-41 ฟอรั่มสำหรับอัปโหลดไฟล์

- (4) เมื่อกดปุ่มทดสอบ “Test Case” เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้ เนื้อหาของโครงการจะแสดงรายการกรณีทดสอบดังรูปที่ 4-42 แต่ถ้าไม่มีข้อมูลกรณีทดสอบจะแสดงฟอรั่มให้อัปโหลดไฟล์

Car-Rental

Input name	Data
id	1
name	honda civic
color	black
licenseNo	AD2912

CR-TC-1 valid

Input name	Data
id	hsxs
name	toyota fortuner
color	white
licenseNo	DE8932

CR-TC-2 invalid

Input name	Data
passportNo	zp4
name	Benedix
phone	0921442253


CR-TC-3 valid

Input name	Data
id	2
passportNo	zp4
startDate	2018-05-01
rentDayTotal	5
year	523714

CR-TC-5 valid

รูปที่ 4-42 เนื้อหากรณีทดสอบ

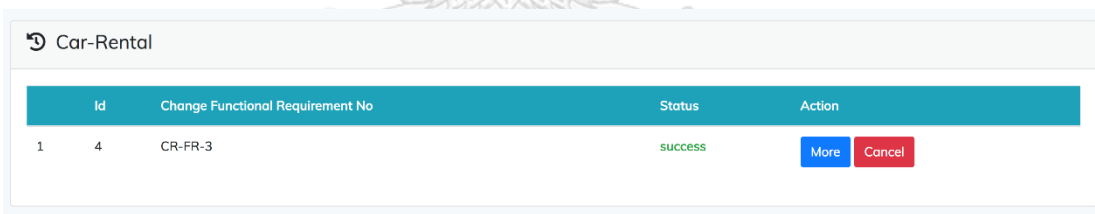
- (5) เมื่อดูรายการตามรอยความต้องการ “Requirement Traceability Matrix” เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้ เนื้อหาของโครงการจะแสดงรายการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบ ดังรูปที่ 4-43



Functional Requirement No	Test Case No
CR-FR-1	CR-TC-1   CR-TC-2
CR-FR-2	CR-TC-3   CR-TC-5

รูปที่ 4-43 เนื้อหาความต้องการเชิงฟังก์ชัน

- (6) เมื่อดูประวัติการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน “Change Request History” เนื้อหาของโครงการจะแสดงประวัติคำร้อง ดังรูปที่ 4-44 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “More” จะแสดงหน้าต่างรายละเอียดคำร้อง และผลกระทบที่เกิดขึ้น



Id	Change Functional Requirement No	Status	Action
1	4 CR-FR-3	success	<a href="#">More</a> <a href="#">Cancel</a>

รูปที่ 4-44 เนื้อหาประวัติคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

- (7) เมื่อดูประวัติการร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้จะแสดงหน้าต่างสำหรับยืนยัน เมื่อผู้ใช้กดปุ่มยืนยันจะทำการลบโครงการทิ้งไป และจะกลับไปหน้าจอหลัก

#### 6) หน้าต่างสร้างคำร้องใหม่

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูสร้างคำร้องใหม่จะปรากฏหน้าต่างสร้างคำร้องใหม่ แสดงดังรูปที่ 4-45 เมื่อผู้ใช้เลือกโครงการ และความต้องการเชิงฟังก์ชัน จะแสดงรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันทำได้ดังนี้

- (13) การเพิ่มข้อมูลนำเข้า คลิกปุ่ม “Add new input” จะปรากฏฟอร์มสำหรับเพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่ดังรูปที่ 4-46 ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องระบุข้อมูลคือ ชื่อข้อมูลนำเข้า ชนิดข้อมูล ความยาว ทศนิยม ชื่อตารางและคอลัมน์ในฐานข้อมูลที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้า ส่วนค่าโดยปริยาย ค่าว่าง ค่าไม่ซ้ำ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดผู้ใช้งานสามารถระบุหรือไม่ก็ได้ หลังจากการระบุข้อมูลเรียบร้อยแล้วคลิกปุ่ม “Submit” เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงลงในตาราง Change Request List
- (14) การลบข้อมูลนำเข้า คลิกปุ่ม “Delete” ตรงข้อมูลนำเข้าที่ต้องการจะลบ จะปรากฏข้อความยืนยัน ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม “Submit” ข้อมูลนำเข้าที่ต้องการลบจะปรากฏในตาราง Change Request List
- (15) การแก้ไขข้อมูลนำเข้า คลิกปุ่ม “Edit” ตรงข้อมูลนำเข้าที่ต้องการแก้ไข จะปรากฏฟอร์มสำหรับแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลนำเข้าดังรูปที่ 4-47 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “Submit” รายละเอียดการแก้ไขจะถูกบันทึกลงในตาราง Change Request List

New Change Request

Project: Car-Rental Functional Requirement: CR-FR-2

Name	DataType	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	Table name	Column name	Add new input
1	passportNo	varchar	4			N	Y			Rent_User	passport_no	Edit Delete
2	name	varchar	25			Y	N			Rent_User	name	Edit Delete
3	phone	char	10			Y	N			Rent_User	phone	Edit Delete

Change Request List

Name	DataType	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	Table name	Column name	ChangeType
1	Year	int				Y	N			Rent_User	year	add

Submit

รูปที่ 4-45 หน้าต่างสร้างคำร้องใหม่

**Add new input** [X]

Name

Data Type

Precision

Default

Nullable  Unique

Min

Max

Table

Column

Cancel Submit

รูปที่ 4-46 ฟอรั่มสำหรับเพิ่มข้อมูลนำเข้าใหม่

**Edit passportNo** [X]

Name passportNo

Data Type

Length

Default

Nullable  Unique

Table Rent\_User

Column passport\_no

Cancel Submit

รูปที่ 4-47 ฟอรั่มสำหรับแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลนำเข้า

## 7) หน้าต่างรายละเอียดคำร้อง และผลกระทบ

หน้าต่างนี้จะแสดงรายละเอียดคำร้องขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าความต้องการเชิงฟังก์ชัน และผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 4-48 ประกอบด้วย 2 องค์กรประกอบหลักดังนี้

- (3) ส่วนเนื้อหาคำร้อง “ChangeRequest-Content” ซึ่งจะแสดงรายละเอียดคำร้อง ได้แก่ ชื่อโครงการ หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง สถานะคำร้อง (Status) และรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- (4) ส่วนเนื้อหาผลกระทบที่เกิดขึ้น “Impact-Content” ประกอบไปด้วย 2 องค์กรประกอบย่อยคือ เมนูสำหรับดูผลกระทบ “Impact-Menu” และเนื้อหาของผลกระทบที่แสดงตามเมนูที่เลือก “Impact-Menu-Content”

Impact Result

Project Name : Car-Rental ChangeRequest-Content

Change Functional Requirement No : CR-FR-3  
Change Request Id : 4  
Status : success

Change Request Input List

Name	DataType	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	Table name	Column name	Change Type
1	carid											delete
2	userPassport	4										add
3	year	int				Y	N			Car	year	add

Impact Information Impact-Content

Functional Requirements 2 Database Schema 3 Database Instance 3 Test Cases 3 Requirement Traceability Matrix 2 Impact-Menu

CR-FR-3 Impact-Menu-Content

Name	Table name	Column name	Change Type
1	Rent_Queue	car_id	delete
2	Rent_Queue	user_passport	add
3	Car	year	add

รูปที่ 4-48 หน้าต่างรายละเอียดคำร้อง และผลกระทบ

สำหรับเมนูที่ใช้ดูผลกระทบประกอบไปด้วย 5 เมนูดังนี้

5. เมนูดูผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชัน เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้จะแสดงเนื้อหา ผลกระทบเป็นรายการความต้องการต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยในแต่ละรายการจะแสดงผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าดังรูปที่ 4-49

Impact Information

Functional Requirements 2 Database Schema 3 Database Instance 3 Test Cases 3 Requirement Traceability Matrix 2

CR-FR-3 3

Name	Table name	Column name	ChangeType	
1	carId	Rent_Queue	car_id	delete
2	userPassport	Rent_Queue	user_passport	edit
3	year	Car	year	add

CR-FR-2 1

Name	Table name	Column name	ChangeType	
1	passportNo	Rent_User	passport_no	edit

รูปที่ 4-49 เนื้อหาผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชัน

6. เมื่อดูผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้จะแสดงเนื้อหาผลกระทบเป็นรายการตารางที่ได้รับผลกระทบ โดยในแต่ละตารางจะแสดงผลกระทบต่อคอลัมน์ดังรูปที่ 4-50

Impact Information

Functional Requirements 2 Database Schema 3 Database Instance 3 Test Cases 3 Requirement Traceability Matrix 2

Rent\_Queue 2

Column Name	Data Type	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	ChangeType
1	car_id					Y	N			delete
2	user_passport	4								edit

Rent\_User 1

Column Name	Data Type	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	ChangeType
1	passport_no	4								edit

Car 1

Column Name	Data Type	Length	Precision	Scale	Default	Nullable	Unique	Min	Max	ChangeType
1	year					Y	N			add

รูปที่ 4-50 เนื้อหาผลกระทบต่อสคีมาฐานข้อมูล

7. เมื่อดูผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้จะแสดงเนื้อหาผลกระทบเป็นรายการตาราง โดยในแต่ละตารางจะแสดงเรคคอร์ดที่ได้รับผลกระทบ และกระทบแบบใด ดังรูปที่ 4-51



Functional Requirements 2 Database Schema 3 Database Instance 1 Test Cases 3 Requirement Traceability Matrix 2

■ Add ■ Edit ■ Delete

Rent\_Queue 3

id	start_date	rent_day_total	user_passport	car_id
1	2018-04-19	2	1234567890123 zp4	1
2	2018-05-01	5	1234567890123 zp4	2
3	2018-04-15	4	1234567890124 RTpB	3

Rent\_User 2

name	phone	passport_no
Benedix	0921442253	1234567890123 zp4
Rafael	0991992999	1234567890124 RTpB

Car 3

id	name	color	license_no	year
1	honda civic	black	AD2912	523714
2	toyota fortuner	white	DE8932	871394
3	nissan march	black	NM1354	530446

รูปที่ 4-51 เนื้อหาผลกระทบท่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล

8. เมนูดูผลกระทบท่อกรณีทดสอบ เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้จะแสดงเนื้อหาผลกระทบท่อกรณีทดสอบ โดยกรณีที่เป็นการแก้ไข จะแสดงค่าทดสอบเก่าและใหม่ของข้อมูลทดสอบ ดังรูปที่ 4-52

Impact Information

Functional Requirements 2 Database Schema 3 Database Instance 3 Test Cases 3 Requirement Traceability Matrix 2

Input Name	Data
id	2
userPassport	1234567890123
carId	1
startDate	2018-05-01
rentDayTotal	5

CR-TC-4 delete

Input Name	Data
passportNo	1234567890123 zp4
name	Benedix
phone	0921442253

CR-TC-3 edit

Input Name	Data
id	2
passportNo	zp4
startDate	2018-05-01
rentDayTotal	5
year	523714

CR-TC-5 add

รูปที่ 4-52 เนื้อหาผลกระทบท่อกรณีทดสอบ

9. เมนูดูผลกระทบท่อตารางการตามรอยความต้องการ เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูนี้จะแสดงเนื้อหาผลกระทบท่อตารางการรอยความต้องการ โดยจะแสดง

เป็นรายการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบ ดังรูปที่ 4-53

#### Impact Information

Functional Requirements 2 Database Schema 3 Database Instance 3 Test Cases 3 Requirement Traceability Matrix 2

	Functional Requirement No		Test Case No	Change Type
1	CR-FR-3	✖	CR-TC-4	delete
2	CR-FR-3	✔	CR-TC-5	add

รูปที่ 4-53 เนื้อหาผลกระท่อตารางการรอยความต้องการ



## บทที่ 5

### การทดสอบเครื่องมือ

#### 5.1 กรณีศึกษา

กรณีศึกษาระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน คือระบบสารสนเทศที่ใช้สำหรับจัดการข้อมูลการขนส่งก๊าซที่ใช้ในครัวเรือน โดยมีข้อมูลตั้งต้นประกอบด้วย ความต้องการเชิงฟังก์ชัน 4 ความต้องการ กรณีทดสอบ 6 กรณีทดสอบ (รายละเอียดดูที่ภาคผนวก ข) โดยจะนำกรณีศึกษามาใช้ทดสอบเครื่องมือทั้งหมด 4 การทดสอบดังต่อไปนี้

#### 5.2 การทดสอบที่ 1

การทดสอบนี้เป็นทดสอบเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันประเภทแก้ไข โดยข้อมูลนำเข้าดังกล่าวไม่ได้เกี่ยวข้องกับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลักหรือคีย์รอง โดยการแก้ไขข้อมูลนำเข้า lname (สัมพันธ์กับคอลัมน์ last\_name ตาราง Staff) และ salary (สัมพันธ์กับคอลัมน์ salary ตาราง Staff) ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-2

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง		GM-FR-2
ชื่อข้อมูลนำเข้า	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง
lname	แก้ไข	Datatype ('varchar', 'char') Length ('25', '30') Nullable ('Y', 'N') Unique ('N', 'Y')
salary	แก้ไข	Default(' ', '20000') Min (' ', '20000') Max(' ', '45000')

### สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. เกิดผลกระทบที่ความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-1 ด้วยเนื่องจากมีข้อมูลนำเข้าชื่อ lname และ salary เหมือนกับ GM-FR-2
2. เกิดผลกระทบกับกรณีทดสอบคือ
  - 2.1 ที่กรณีทดสอบ GM-TC-1 เปลี่ยนค่าข้อมูลทดสอบของข้อมูลนำเข้าชื่อ salary จาก '15000' เป็น '31770'
  - 2.2 ที่กรณีทดสอบ GM-TC-2 เปลี่ยนค่าข้อมูลทดสอบของข้อมูลนำเข้าชื่อ identId จาก '1539900112489111' เป็น 'yG5Acpr7RWc9EAzPKfRHWkw7dzFj'
  - 2.3 ที่กรณีทดสอบ GM-TC-3 เปลี่ยนค่าข้อมูลทดสอบของข้อมูลนำเข้าชื่อ salary จาก '150000' เป็น '30000'
  - 2.4 ที่กรณีทดสอบ GM-TC-4 เปลี่ยนค่าข้อมูลทดสอบของข้อมูลนำเข้าชื่อ salary จาก '15000' เป็น '31770'
3. คอลัมน์ last\_name และ salary ในตาราง Staff ถูกแก้ไขตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
4. อินสแตนซ์ฐานข้อมูลที่ ตาราง Staff เกิดผลกระทบกับคอลัมน์ salary เปลี่ยนค่าจาก '15000' เป็น '31770' และ '50000' เป็น '26196' ดังรูปที่ 5-1
5. เนื่องจากไม่มีการสร้างหรือลบกรณีทดสอบดังนั้นไม่เกิดผลกระทบกับตารางการตามรอยความต้องการ

Staff 2			
ident_id	name	last_name	salary
1539900662989	Surasak	lbroham	15000 → 31710
1539900123567	Kritsada	Kaenchaliao	50000 → 26196

รูปที่ 5-1 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 1

### 5.3 การทดสอบที่ 2

การทดสอบนี้เป็นทดสอบเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันประเภทแก้ไข โดยข้อมูลนำเข้าจะเกี่ยวข้องกับคอลัมน์ที่เป็นคีย์หลักหรือคีย์รอง โดยทำการแก้ไขชนิดข้อมูลของข้อมูลนำเข้า sentid โดยมีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-3 สำหรับการทดสอบที่ 2

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง		GM-FR-3	
ชื่อข้อมูลนำเข้า	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง	
sentid	แก้ไข	Datatype ('int', 'varchar') Length ('', '15')	

สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. ไม่เกิดผลกระทบกับความต้องการเชิงฟังก์ชันอื่น ๆ เนื่องจากข้อมูลนำเข้า sentid ปรากฏอยู่บนความต้องการเชิงฟังก์ชันเดียวเท่านั้น
2. เกิดผลกระทบกับสคีมาฐานข้อมูล 3 คอลัมน์คือ (1) ตาราง SentOrder คอลัมน์ id (2) ตาราง SentStaff คอลัมน์ sent\_id และ (3) ตาราง OrderDetail คอลัมน์ sent\_id โดยทั้ง 3 คอลัมน์ถูกแก้ไขจาก int เป็น varchar(15)
3. ค่าอินสแตนซ์ของทั้ง 3 คอลัมน์ มีการปรับปรุ่ค่าจาก '1' เป็น 'v' และ '2' เป็น '0' เนื่องจากคอลัมน์ sent\_id ที่ตาราง SentStaff และตาราง OrderDetail อ้างถึงคอลัมน์ id ในตาราง SentOrder ดังรูปที่ 5-2 ถึง 5-4
4. ไม่เกิดผลกระทบกับกรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ

SentOrder 3			
cus_loc_id	send_date	discount	id
1	2018-05-25	5.0000001E-2	1 → 0
1	2018-06-01	0.1	2 → V
2	2018-07-02	0.15000001	3 → 5

รูปที่ 5-2 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 2 ตาราง SentOrder

SentStaff 3	
staff_id	sent_id
1539900123567	1 → 0
1539900442223	1 → 0
1539900442223	2 → V

รูปที่ 5-3 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 2 ตาราง SentStaff

OrderDetail 4		
gas_brand_id	amount	sent_id
1	10	1 → 0
1	20	2 → V
2	15	1 → 0
2	1	2 → V

รูปที่ 5-4 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 2 ตาราง OrderDetail

#### 5.4 การทดสอบที่ 3

การทดสอบนี้เป็นทดสอบเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันประเภทเพิ่ม โดยรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันแสดงดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-1

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลง		GM-FR-1
ชื่อข้อมูลนำเข้า	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียดการเปลี่ยนแปลง
staffPhone	เพิ่ม	Datatype ('char') Length ('10') Nullable ('N') Unique ('Y') Table('Staff') ColumnName('phone')

#### สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. เพิ่มข้อมูลนำเข้า staffPhone ลงในความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-1
2. เกิดผลกระทบกับสคีมาฐานข้อมูลคือ สร้างคอลัมน์ขึ้นมาใหม่ชื่อ phone ที่ตาราง Staff โดยมีชนิดข้อมูลเป็น char(10) ไม่ยอมรับค่าว่าง และต้องเป็นค่าที่ไม่ซ้ำ
3. เกิดผลกระทบกับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลคือ ที่คอลัมน์ใหม่ชื่อ phone ได้รับการระบุค่าข้อมูลตามจำนวนเรคคอร์ดที่ปรากฏอยู่ใน ตาราง Staff (3 เรคคอร์ด) ได้แก่ '1CVUmf', 'vMOQP' และ 'QAI2Tf' ดังรูปที่ 5-5
4. กรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-1 และ GM-TC-2 ถูกลบทิ้ง และสร้างกรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-7 และ GM-TC-8 ขึ้นมาแทน โดยกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่มีค่าข้อมูลทดสอบของข้อมูลนำเข้า staffPhone

5. ที่ตารางการตามรอยความต้องการเกิดผลกระทบคือ ลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-1 กับ กรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-1 และ GM-TC-2 และเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-1 กับ กรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-7 และ GM-TC-8 ขึ้นมาแทน

Staff 3

ident_id	name	last_name	salary	phone
1539900442223	John	Carter	30000	1CVUmF
1539900662989	Surasak	Ibroham	31710	vMOQP
1539900123567	Kritsada	Kaenchaliao	26196	QAI2Tf

รูปที่ 5-5 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 3

#### 5.5 การทดสอบที่ 4

การทดสอบนี้เป็นทดสอบเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันประเภทลบ โดยทำการลบข้อมูลนำเข้าชื่อ discount ที่ความต้องการเชิงฟังก์ชันหมายเลข GM-FR-3 ซึ่งข้อมูลนำเข้างดกล่าวสัมพันธ์คอลัมน์ discount ในตาราง SentOrder

สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. ลบมุลนำเข้า discount ออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-3
2. เกิดผลกระทบกับสคีมาฐานข้อมูลคือ ลบคอลัมน์ discount ออกจากตาราง SentOrder
3. เกิดผลกระทบกับอินสแตนซ์ฐานข้อมูลคือ ข้อมูลที่คอลัมน์ discount ในตาราง SentOrder ถูกลบออกไป ดังรูปที่ 5-6



4. กรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-5 ถูกลบทิ้ง และสร้างกรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-9 ขึ้นมาแทน โดยกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่ไม่มีมีค่าข้อมูลทดสอบของข้อมูลนำเข้า discount
5. ที่ตารางการตามรอยความต้องการเกิดผลกระทบคือ ลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-3 กับ กรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-5 และเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชัน GM-FR-1 กับ กรณีทดสอบหมายเลข GM-TC-9 ขึ้นมาแทน

## SentOrder 3

cus_loc_id	send_date	id	discount
1	2018-05-25	0	5.0000001E-2
2	2018-07-02	5	0.15000001
1	2018-06-01	V	0.1

รูปที่ 5-6 ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการทดสอบที่ 4

CHULALONGKORN UNIVERSITY

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา วิจัยและพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูล จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยรองรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า 3 ประเภทคือ

1. การเพิ่ม การเพิ่มข้อมูลนำเข้าจะส่งผลกระทบต่อไปยังฐานข้อมูลคือการเพิ่มคอลัมน์ลงในฐานข้อมูลและสุมอินสแตนซ์ฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่ ลบกรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้องกับความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าว และสร้างกรณีทดสอบใหม่ที่มีข้อมูลนำเข้าที่เพิ่มเข้ามาโดยมีค่าข้อมูลทดสอบเป็นอินสแตนซ์ฐานข้อมูลขึ้นมาแทน
2. การลบ การลบข้อมูลนำเข้าจะส่งผลกระทบต่อไปยังฐานข้อมูลคือทำการลบคอลัมน์ออกจากฐานข้อมูล ลบกรณีทดสอบเดิมที่เกี่ยวข้องกับความต้องการเชิงฟังก์ชันดังกล่าว และสร้างกรณีทดสอบใหม่ที่ไม่มีข้อมูลนำเข้าที่ลบออกจากความต้องการเชิงฟังก์ชัน
3. การแก้ไขคุณลักษณะได้แก่ ชนิดข้อมูล ความยาว จุดทศนิยม ค่าโดยปริยาย ค่าว่าง ค่าไม่ซ้ำ ค่าสูงสุด ต่ำสุด โดยจะเกิดผลกับกรณีทดสอบโดยการปรับปรุงค่าข้อมูลทดสอบของกรณีทดสอบ ซึ่งการแก้ไขแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ
  - (1) การแก้ไขข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับคอลัมน์ที่เป็นคีย์ การแก้ไขดังกล่าวจะนำคีย์หลักและคีย์นอกมาตรวจสอบการเชื่อมโยงกันของคอลัมน์ในฐานข้อมูลโดยนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลต้นไม้ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสคีมามาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล โดยเริ่มวิเคราะห์ผลกระทบที่โหนดรากและนำผลกระทบที่เกิดขึ้นไปวิเคราะห์ผลกระทบกับโหนดใบ เพื่อให้การปรับปรุงสคีมามาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล สอดคล้องกันตามกฎความคงสภาพการอ้างอิงของฐานข้อมูล
  - (2) การแก้ไขข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับคอลัมน์ที่ไม่เป็นคีย์ การแก้ไขประเภทนี้จะเกิดผลกระทบกับคอลัมน์เพียงคอลัมน์เดียวเท่านั้น

การวิเคราะห์ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน จะตรวจสอบที่ชื่อของข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีที่เป็นกรเพิ่มและลบจะถือว่าเกิดผลกระทบต่อความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ร้องขอเปลี่ยนแปลงเท่านั้น แต่สำหรับกรณีการแก้ไข ข้อมูลนำเข้าชื่อเดียวกันจะถือว่าเกิดผลกระทบเหมือนกัน นอกจากนี้จำเป็นต้องวิเคราะห์ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันจากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสคีมาฐานข้อมูล เนื่องจากคอลัมน์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้า อาจจะเป็นคอลัมน์ที่เป็นคีย์ซึ่งถือว่าคอลัมน์ดังกล่าวเชื่อมโยงกับคอลัมน์อื่น ๆ ในฐานข้อมูล

การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบและตารางการตามรอยความต้องการ สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจะตรวจสอบจากผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน ถ้าเป็นการเพิ่มหรือลบข้อมูลนำเข้าจะทำการลบกรณีทดสอบเดิม และสร้างกรณีทดสอบใหม่ขึ้นมาแทนให้มีรายการข้อมูลทดสอบเท่ากับรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน สำหรับการแก้ไขข้อมูลนำเข้าจะปรับปรุงค่าข้อมูลทดสอบตามการเปลี่ยนแปลงของอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ในส่วนของการวิเคราะห์ผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ จะตรวจสอบการผลกระทบต่อกรณีทดสอบ โดยหากมีการเพิ่มหรือลบกรณีทดสอบจะทำการเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่กับความต้องการเชิงฟังก์ชัน และลบความสัมพันธ์ระหว่างกรณีทดสอบเดิมกับความต้องการเชิงฟังก์ชัน

เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถปรับปรุงสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล ความต้องการเชิงฟังก์ชัน ในส่วนของข้อมูลนำเข้า กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการได้อย่างอัตโนมัติ โดยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนี้ให้สามารถเรียกจากเซอร์วิสผ่านเอพีไอของเครื่องมือหรือเข้ามาใช้เครื่องโดยตรงผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้ามาดูประวัติการเปลี่ยนแปลง และข้อมูลล่าสุดได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบเครื่องมือกับการทำงานจริงในกรณีศึกษาและพบว่าเครื่องมือสามารถวิเคราะห์ผลกระทบได้อย่างถูกต้อง

## 6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

เครื่องสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันมีข้อจำกัดดังนี้

- 1) เครื่องมือสามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าได้ที่ละ 1 ความต้องการเชิงฟังก์ชันเท่านั้น
- 2) เครื่องมือรองรับเฉพาะชื่อข้อมูลนำเข้าภาษาอังกฤษเท่านั้น
- 3) เครื่องมือรองรับการนำเข้าไฟล์นามสกุล XLSX เท่านั้น

- 4) เครื่องมือรองรับการวิเคราะห์เฉพาะฐานข้อมูล ไมโครซอฟท์ เอสคิลแอร์เชิร์ฟเวอร์เท่านั้น
- 5) เครื่องมือรองรับการเปลี่ยนแปลงเฉพาะข้อมูลนำเข้าที่สัมพันธ์กับฐานข้อมูลเท่านั้น
- 6) กรณีทดสอบ 1 รายการจะสัมพันธ์กับความต้องการเชิงฟังก์ชันได้เพียง 1 รายการเท่านั้น และจะต้องมีข้อมูลทดสอบเท่ากับรายการข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- 7) เครื่องมือรองรับการแก้ไขชนิดข้อมูล ได้ Int, Varchar, Char, NChar, NVarchar, Float, Real, Decimal, Date และ Datetime เท่านั้น
- 8) เครื่องมือไม่สามารถปรับปรุงคีย์นอกที่เป็นแบบ CASCADE ได้

### 6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินงานต่อ

เครื่องสนับสนุนการวิเคราะห์ผลกระทบต่ออินสแตนซ์ฐานข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันสามารถนำไปพัฒนาเพิ่มต่อหรือประยุกต์ใช้งานได้ดังนี้

- 1) พัฒนาให้เครื่องรองรับการเปลี่ยนข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ไม่สัมพันธ์กับฐานข้อมูล
- 2) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลประเภทอื่น ๆ เช่น MySQL
- 3) พัฒนาให้เครื่องมือรองรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลส่งออกของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
- 4) พัฒนาให้กรณีทดสอบที่สร้างสามารถนำไปทดสอบได้อย่างอัตโนมัติ
- 5) พัฒนาเครื่องให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงกับข้อมูลนำเข้าที่สัมพันธ์คอลัมน์ที่เป็นองค์ประกอบของคีย์ประกอบ
- 6) พัฒนาให้เครื่องสามารถรองรับแก้ไขชนิดข้อมูลอื่น ๆ เช่น Money, DateTime2, Time เป็นต้น
- 7) พัฒนาให้เครื่องมือสามารถปรับปรุงคีย์นอกที่เป็นแบบ CASCASE ได้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## รายการอ้างอิง

- [1] A. Kampeera and T. Suwannasart, "Impact analysis to database schema and test cases from inputs of functional requirements changes," in *The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2016*, 2016, vol. 1, pp. 449-453.
- [2] S. Sumathi and S. Esakkirajan, *Fundamentals of Relational Database Management Systems*. Springer, 2007.
- [3] R. Elmasri and S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, Seven Edition ed. Pearson, 2016.
- [4] P. C. Jorgensen, *Software Testing A Craftsman's Approach Third Edition*. NewYork: Auerbach Publications, 2008.
- [5] *Systems and Software Engineering – Vocabulary*, 2010.
- [6] K. E. Wiegers, *Software Requirements*. 1999.
- [7] S. M. Ooi, R. Lim, and C. C. Lim, "An integrated system for end-to-end traceability and requirements test coverage," in *2014 IEEE 5th International Conference on Software Engineering and Service Science*, 2014, pp. 45-48.
- [8] C. Sriarpanon and T. Suwannasart, "A source code and test cases impact analysis tool for database schema changes," in *Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceedings of The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2015*, Hong Kong, 2015, vol. 1, pp. 466-469.
- [9] P. Tongrak and T. Suwannasart, "A tool for generating test case from relational database constraints testing," in *2009 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology*, 2009, pp. 435-439.
- [10] J. Jainae and T. Suwannasart, "A Framework for Test Case Impact Analysis of Database Schema Changes Using Use Cases," *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 186-189, 2014.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



ภาคผนวก ก  
รายละเอียดยูสเคสและคลาสของเครื่องมือ

ในภาคผนวก ก จะแสดงรายละเอียดของยูสเคส และคลาสดังต่อไปนี้

1. รายละเอียดยูสเคส

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดยูสเคสลงชื่อเข้าใช้งาน

หมายเลขยูสเคส	UC-01
ชื่อยูสเคส	ลงชื่อเข้าใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อให้ผู้ใช้ยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งาน
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"><li>1. ระบบแสดงหน้าจอในการลงชื่อเข้าใช้งาน</li><li>2. ผู้ใช้ระบุอีเมล</li><li>3. ผู้ใช้ระบุรหัสผ่าน</li><li>4. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Login”</li><li>5. เครื่องมือตรวจสอบความถูกต้องของอีเมลและรหัสผ่านของผู้ใช้<ol style="list-style-type: none"><li>5.1. ในกรณีอีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง แสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาด</li></ol></li><li>6. เครื่องมือแสดงหน้าจอหลัก</li></ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสจัดการโครงการ

หมายเลขยูสเคส	UC-02
ชื่อยูสเคส	จัดการโครงการ
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดการโครงการ
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานชื่อเข้าใช้สำเร็จ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู “New project”</li> <li>2. ผู้ใช้ระบุรายละเอียดโครงการ ได้แก่ ชื่อโครงการ ชื่อย่อโครงการ รายละเอียดติดต่อฐานข้อมูล</li> <li>3. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Save”</li> <li>4. ระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล</li> <li>5. บันทึกข้อมูลโครงการลงฐานข้อมูล</li> <li>6. เครื่องมือเปลี่ยนหน้าจอเป็นหน้าจอข้อมูลล่าสุดของโครงการ</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลโครงการถูกบันทึกลงฐานข้อมูล

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

หมายเลขยูสเคส	UC-03
ชื่อยูสเคส	นำเข้าข้อมูลตั้งต้น
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อนำข้อมูลได้แก่ ความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ จากนั้นบันทึกลงฐานข้อมูล
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	- Include : อัปโหลดไฟล์ข้อมูล
เงื่อนไขก่อนหน้า	-

ตารางที่ ก-4 รายละเอียดยુสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู “My project”</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกโครงการ</li> <li>3. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Go”</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกเมนูที่ต้องการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. เลือกเมนู “Functional Requirement”</li> <li>4.2. เลือกเมนู “Test Case”</li> <li>4.3. เลือกเมนู “Requirement Traceability Matrix”</li> </ol> </li> <li>5. เครื่องแสดงหน้าจอนำเข้าไฟล์ข้อมูล</li> <li>6. ผู้ใช้ต้องการนำเข้าไฟล์ข้อมูลหรือไม่             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. ถ้าใช่ อัปโหลดไฟล์ข้อมูล (UC-04)</li> <li>6.2. ถ้าไม่ จบการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น</li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดยุสเคสอัปโหลดไฟล์ข้อมูล

หมายเลขยุสเคส	UC-04
ชื่อยุสเคส	อัปโหลดไฟล์ข้อมูล
รายละเอียดยุสเคส	เพื่อนำข้อมูลตั้งต้นผ่านการอัปโหลดเพิ่มข้อมูล
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-

ตารางที่ ก-6 รายละเอียดยูสเคสอัปโหลดไฟล์ข้อมูล (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Browse”</li> <li>2. เครื่องมือแสดงหน้าต่างเลือกไฟล์</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกไฟล์ นามสกุล XLSX</li> <li>4. เครื่องมือแสดงข้อมูลที่อ่านจากไฟล์</li> <li>5. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Save”</li> <li>6. เครื่องมือตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล</li> <li>7. เครื่องมือแสดงผลการอัปโหลดไฟล์ข้อมูล             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. อัปโหลดสำเร็จ บันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล                 <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1.1. แสดงข้อความแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้</li> </ol> </li> <li>7.2. อัปโหลดไม่สำเร็จ แสดงข้อความบอกข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบ</li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลตั้งต้นถูกบันทึกลงสู่ฐานข้อมูล

ตารางที่ ก-7 รายละเอียดยูสเคสร้องขอการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยูสเคส	UC-05
ชื่อยูสเคส	ร้องขอการเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อร้องขอการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	Include : วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง รายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง
เงื่อนไขก่อนหน้า	นำเข้าข้อมูลตั้งต้นทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ ก-8 รายละเอียดยูสเคสร้องขอการเปลี่ยนแปลง (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู “New Change Request”</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ</li> <li>3. เครื่องแสดงรายการความต้องการเชิงฟังก์ชัน</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ต้องการเปลี่ยนแปลง</li> <li>5. ผู้ใช้ระบุรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. กรณีเพิ่มข้อมูลนำเข้า คลิกปุ่ม “Add new input”                 <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1.1. เครื่องมือแสดงหน้าต่างเพื่อระบุรายละเอียดข้อมูลนำเข้า</li> </ol> </li> <li>5.2. กรณีแก้ไขข้อมูลนำเข้า คลิกปุ่ม “Edit” ที่ข้อมูลนำเข้า                 <ol style="list-style-type: none"> <li>5.2.1. เครื่องมือแสดงหน้าต่างเพื่อแก้ไขรายละเอียดข้อมูลนำเข้า</li> </ol> </li> <li>5.3. กรณีลบข้อมูลนำเข้า คลิกปุ่ม “Delete”                 <ol style="list-style-type: none"> <li>5.3.1. ระบบแสดงข้อความยืนยันการลบข้อมูลนำเข้า</li> </ol> </li> <li>5.4. ระบบแสดงรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า</li> <li>5.5. ผู้ใช้คลิกปุ่ม “Submit Change Request”</li> <li>5.6. เครื่องมือนำรายการเปลี่ยนแปลงไปวิเคราะห์ผลกระทบ</li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ได้รับรายงานผลกระทบ และสิ่งที่ปรับปรุง

ตารางที่ ก-9 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยูสเคส	UC-06
ชื่อยูสเคส	วิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยูสเคส	วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	Include : ปรับปรุงสิ่งกระทบ, บันทึกผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง

ตารางที่ ก-10 รายละเอียดยูสเคสวิเคราะห์ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง (ต่อ)

เงื่อนไขก่อนหน้า	ได้รับรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันจากผู้ใช้
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บันทึกรายการเปลี่ยนแปลงลงสู่ฐานข้อมูล</li> <li>2. เริ่มการวิเคราะห์ผลกระทบและปรับปรุงสคีมาฐานข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. ตรวจสอบความถูกต้องของรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้า</li> <li>2.2. วิเคราะห์ผลกระทบต่อสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. ถ้าเกิดผลกระทบไปปรับปรุง (UC-07)</li> <li>2.2.2. บันทึกผลการวิเคราะห์ (UC-08)</li> </ol> </li> <li>2.3. วิเคราะห์ผลกระทบต่อข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน <ol style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. ถ้าเกิดผลกระทบไปปรับปรุง (UC-07)</li> <li>2.3.2. บันทึกผลการวิเคราะห์ (UC-08)</li> </ol> </li> <li>2.4. วิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบ <ol style="list-style-type: none"> <li>2.4.1. ถ้าเกิดผลกระทบไปปรับปรุง (UC-07)</li> <li>2.4.2. บันทึกผลการวิเคราะห์ (UC-08)</li> </ol> </li> <li>2.5. วิเคราะห์ผลกระทบต่อตารางการตามรอยความต้องการ <ol style="list-style-type: none"> <li>2.5.1. ถ้าเกิดผลกระทบไปปรับปรุง (UC-07)</li> <li>2.5.2. บันทึกผลการวิเคราะห์ (UC-08)</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	วิเคราะห์ผลกระทบครบทุกรายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ตารางที่ ก-11 รายละเอียดยูสเคสปรับปรุงสิ่งที่กระทบ

หมายเลขยูสเคส	UC-07
ชื่อยูสเคส	ปรับปรุงสิ่งที่กระทบ
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อปรับปรุงสิ่งที่กระทบได้แก่ สคีมาฐานข้อมูล อินสแตนซ์ฐานข้อมูล ข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน กรณีทดสอบ และตารางการตามรอยความต้องการ

ตารางที่ ก-12 รายละเอียดยุทธศาสตร์ปรับปรุงสิ่งที่กระทบ (ต่อ)

ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีผลกระทบเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสคีมาและอินสแตนซ์ฐานข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. กรณีที่เป็นการเพิ่มคอลัมน์ในฐานข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. เพิ่มคอลัมน์ลงในฐานข้อมูล</li> <li>1.1.2. เพิ่มข้อมูลใหม่ที่ลงในฐานข้อมูล</li> </ol> </li> <li>1.2. กรณีที่เป็นการแก้ไขรายละเอียดคอลัมน์ในฐานข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. แก้ไขรายละเอียดคอลัมน์ในฐานข้อมูล</li> <li>1.2.2. ปรับปรุงอินสแตนซ์ฐานข้อมูล</li> </ol> </li> <li>1.3. กรณีที่เป็นการลบคอลัมน์จากฐานข้อมูล <ol style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. ลบคอลัมน์ออกจากฐานข้อมูล</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>2. พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. กรณีที่มีการเพิ่มหรือลบข้อมูลนำเข้า <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. ปรับปรุงข้อมูลนำเข้า</li> <li>2.1.2. ลบกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้อง</li> <li>2.1.3. สร้างกรณีทดสอบขึ้นมาใหม่</li> <li>2.1.4. ลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบที่ถูกลบในตารางการตามรอยความต้องการ</li> <li>2.1.5. เพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบใหม่ในตารางการตามรอยความต้องการ</li> </ol> </li> <li>2.2. กรณีที่เป็นการแก้ไขข้อมูลนำเข้า <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. ปรับปรุงค่าข้อมูลทดสอบ</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ปรับปรุงสิ่งที่กระทบครบตามผลกระทบที่เกิดขึ้น

ตารางที่ ก-13 รายละเอียดยુสเคสบันทึกผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง

หมายเลขยુสเคส	UC-08
ชื่อยุสเคส	บันทึกผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง
รายละเอียดยุสเคส	สำหรับบันทึกข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันลงสู่ฐานข้อมูล
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีผลกระทบเกิดขึ้นและทำการปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บันทึกข้อมูลผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุงของสคีมารฐานข้อมูล</li> <li>2. บันทึกข้อมูลผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุงของอินสแตนซ์ฐานข้อมูล</li> <li>3. บันทึกข้อมูลผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุงของข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน</li> <li>4. บันทึกข้อมูลผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุงของกรณีทดสอบ</li> <li>5. บันทึกข้อมูลผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุงของตารางการตามรอยความต้องการ</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	บันทึกผลกระทบที่เกิดขึ้นและสิ่งที่ปรับปรุงทั้งหมดลงสู่ฐานข้อมูล

ตารางที่ ก-14 รายละเอียดยุสเคสสรรายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง

หมายเลขยุสเคส	UC-09
ชื่อยุสเคส	รายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง
รายละเอียดยุสเคส	สำหรับรายการผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุงไปให้ผู้ใช้ทราบ
ผู้กระทำ	-
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชัน</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-



ตารางที่ ก-15 รายละเอียดยูสเคสประวัติการเปลี่ยนแปลง

หมายเลขยูสเคส	UC-10
ชื่อยูสเคส	ดูประวัติการเปลี่ยนแปลง
รายละเอียดยูสเคส	สำหรับดูประวัติคำร้องขอเปลี่ยนแปลงที่ผู้ใช้เคยร้องขอ
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	- include : รายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู “Change Request History”</li> <li>2. เครื่องมือแสดงรายการโครงการของผู้ใช้</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ</li> <li>4. เครื่องมือแสดงรายการคำร้องที่ผู้ใช้เคยร้องขอ</li> <li>5. ผู้ใช้กดปุ่ม “More”</li> <li>6. เครื่องมือแสดงรายละเอียดคำร้องและผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงผ่านยูสเคสหมายเลข UC-09 รายงานผลกระทบและสิ่งที่ปรับปรุง</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

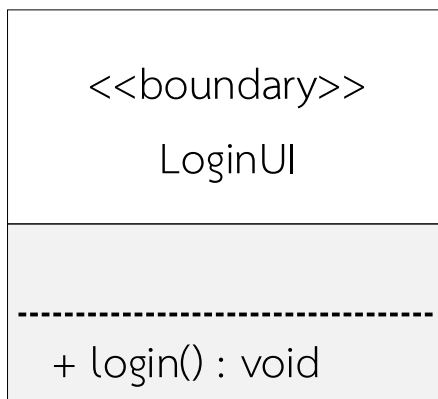
ตารางที่ ก-16 รายละเอียดยูสเคสดูข้อมูลล่าสุด

หมายเลขยูสเคส	UC-10
ชื่อยูสเคส	ดูข้อมูลล่าสุด
รายละเอียดยูสเคส	สำหรับให้ผู้ใช้ดูข้อมูลล่าสุดข้อมูลโครงการ
ผู้กระทำ	ผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้อาจต้องมีการสร้างโครงการขึ้นมาแล้ว

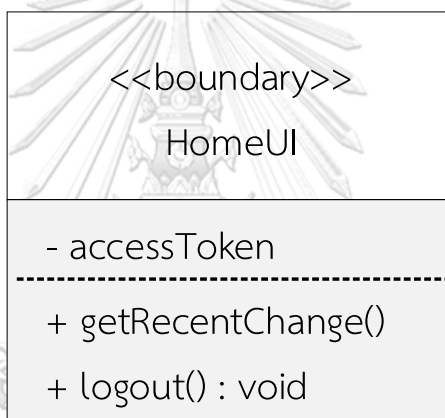
ตารางที่ ก-17 รายละเอียดยูสเคสคู่มือข้อมูลล่าสุด (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนู “My project”</li> <li>2. เครื่องมือแสดงรายการโครงการของผู้ใช้</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกโครงการที่ต้องการ</li> <li>4. เครื่องมือแสดงหน้าข้อมูลล่าสุด</li> <li>5. ผู้ใช้เลือกผู้ใช้ที่ต้องการจะดูข้อมูล       <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. เลือกเมนู “Basic Information”           <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1.1. เครื่องมือแสดงข้อมูลพื้นฐานของโครงการ ได้แก่ชื่อโครงการ ชื่อย่อ และรายละเอียดการเชื่อมต่อฐานข้อมูล</li> </ol> </li> <li>5.2. เลือกเมนู “Database”           <ol style="list-style-type: none"> <li>5.2.1. เครื่องมือแสดงข้อมูลฐานข้อมูลล่าสุด</li> </ol> </li> <li>5.3. เลือกเมนู “Functional Requirement”           <ol style="list-style-type: none"> <li>5.3.1. เครื่องมือแสดงรายการความต้องการเชิงฟังก์ชัน</li> </ol> </li> <li>5.4. เลือกเมนู “Test Case”           <ol style="list-style-type: none"> <li>5.4.1. เครื่องมือแสดงรายการกรณีทดสอบ</li> </ol> </li> <li>5.5. เลือกเมนู “Requirement Traceability Matrix”           <ol style="list-style-type: none"> <li>5.5.1. เครื่องมือแสดงรายการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงฟังก์ชันกับกรณีทดสอบ</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

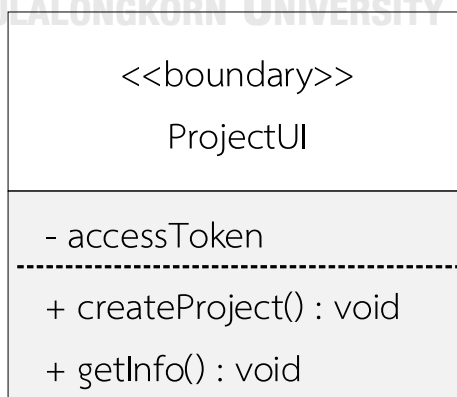
## 2. รายละเอียดคลาส



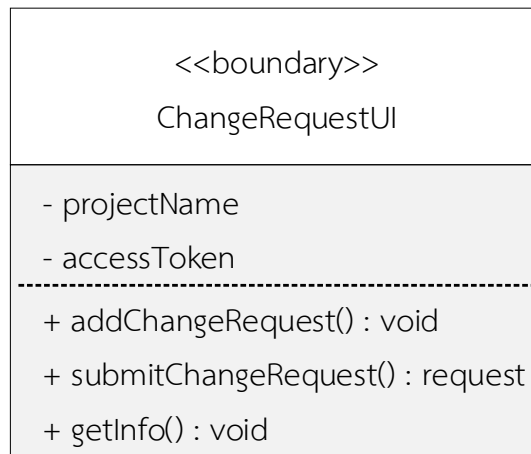
รูปที่ ก-1 รายละเอียดคลาส UI



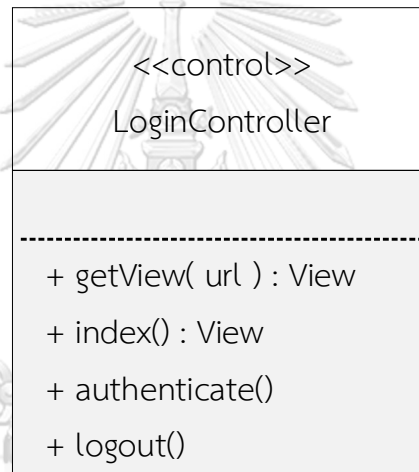
รูปที่ ก-2 รายละเอียดคลาส HomeUI



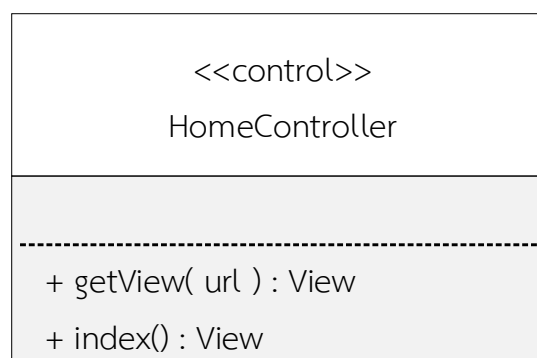
รูปที่ ก-3 รายละเอียดคลาส ProjectUI



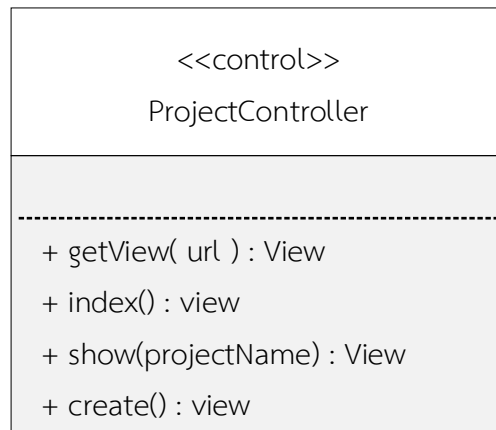
รูปที่ ก-4 รายละเอียดคลาส ChangeRequestUI



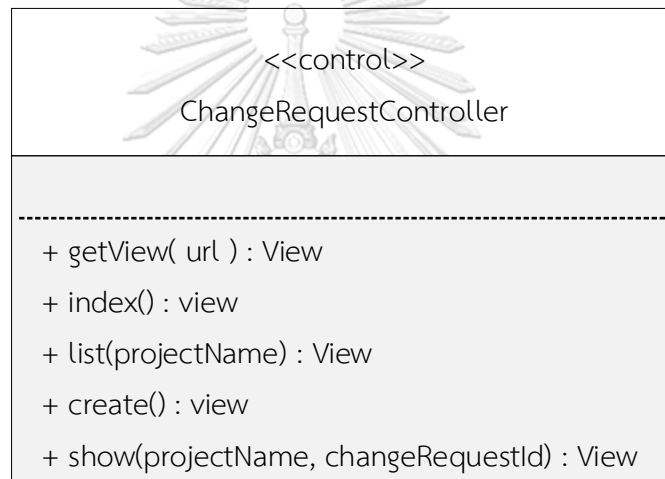
รูปที่ ก-5 รายละเอียดคลาส LoginController



รูปที่ ก-6 รายละเอียดคลาส HomeController



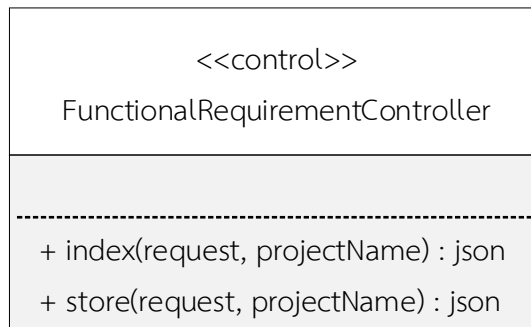
รูปที่ ๓-7 รายละเอียดคลาส ProjectController



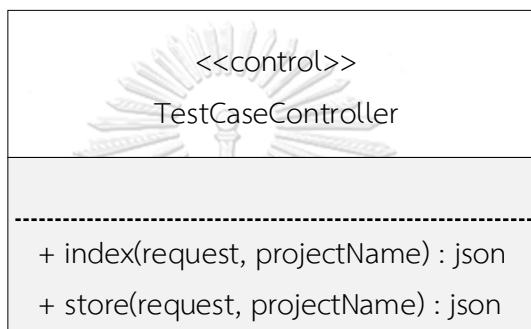
รูปที่ ๓-8 รายละเอียดคลาส ChangeRequestController



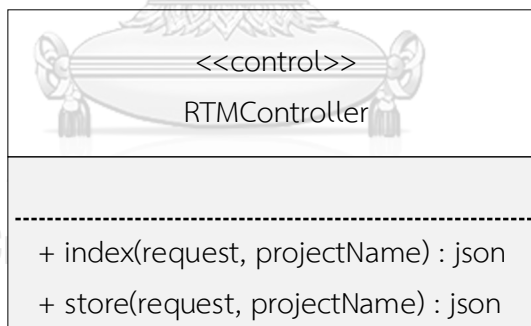
รูปที่ ๓-9 รายละเอียดคลาส ProjectController (api)



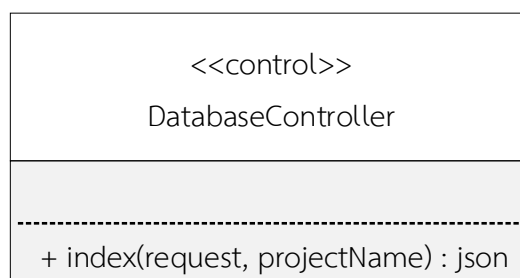
รูปที่ ก-10 รายละเอียดคลาส FunctionalRequirementController (api)



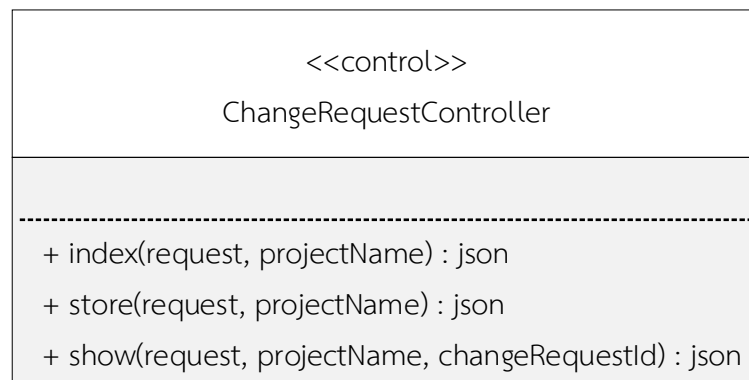
รูปที่ ก-11 รายละเอียดคลาส TestCaseController (api)



รูปที่ ก-12 รายละเอียดคลาส RtmController (api)



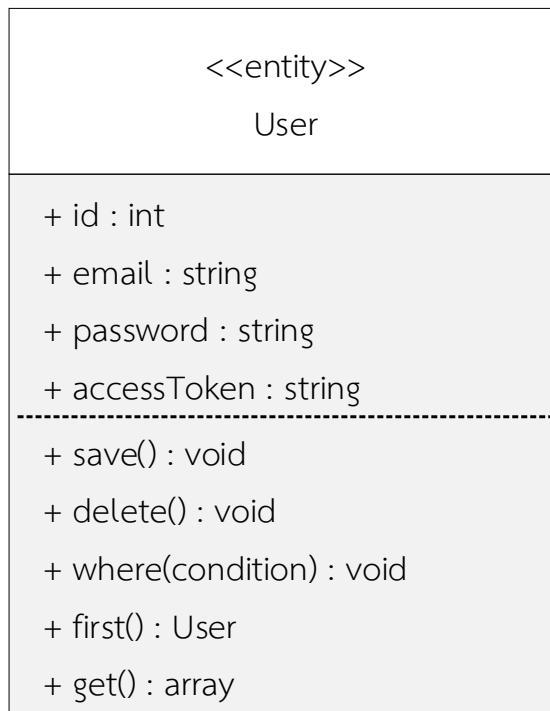
รูปที่ ก-13 รายละเอียดคลาส DatabaseController (api)



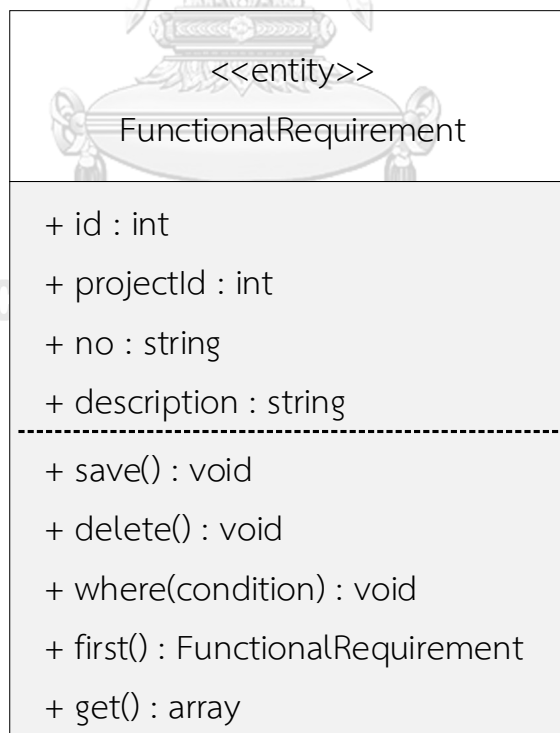
รูปที่ ๓-14 รายละเอียดคลาส ChangeRequestController (api)



รูปที่ ๓-15 รายละเอียดคลาส Project

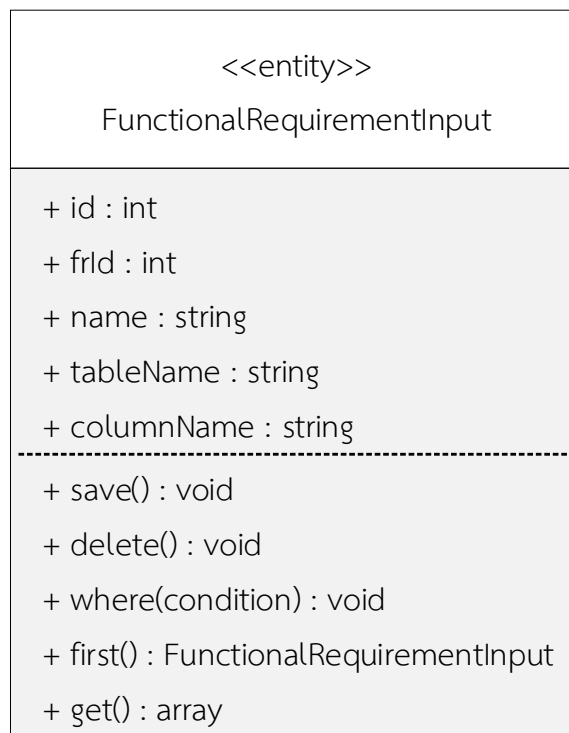


รูปที่ ๓-16 รายละเอียดคลาส User

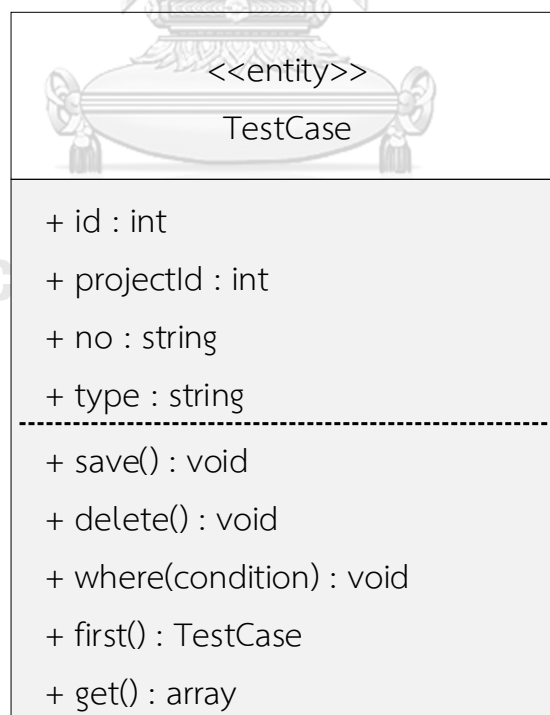


รูปที่ ๓-17 รายละเอียดคลาส FunctionalRequirement

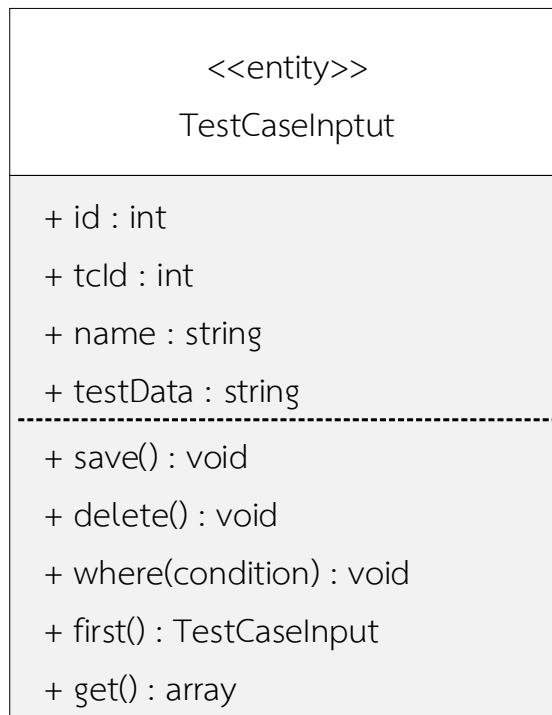




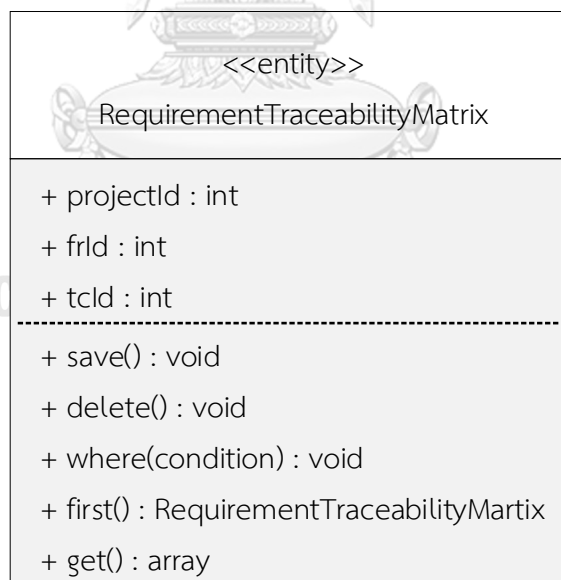
รูปที่ ก-18 รายละเอียดคลาส FunctionalRequirementInput



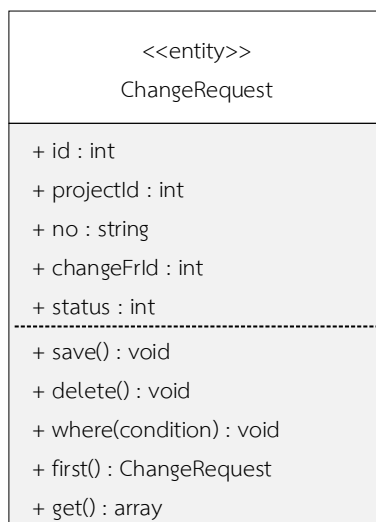
รูปที่ ก-19 รายละเอียดคลาส TestCase



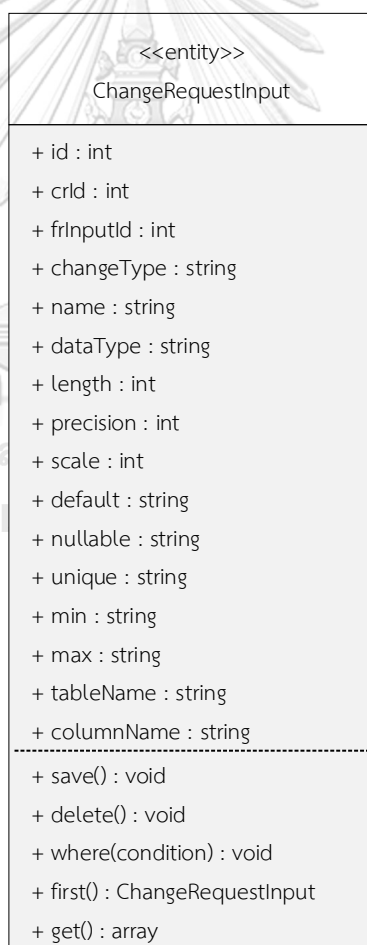
รูปที่ ก-20 รายละเอียดคลาส TestCaseInput



รูปที่ ก-21 รายละเอียดคลาส RequirementTraceabilityMatrix



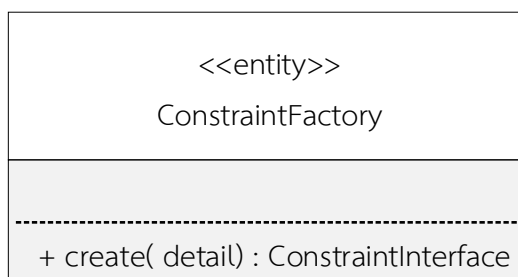
รูปที่ ก-22 รายละเอียดคลาส ChangeRequest



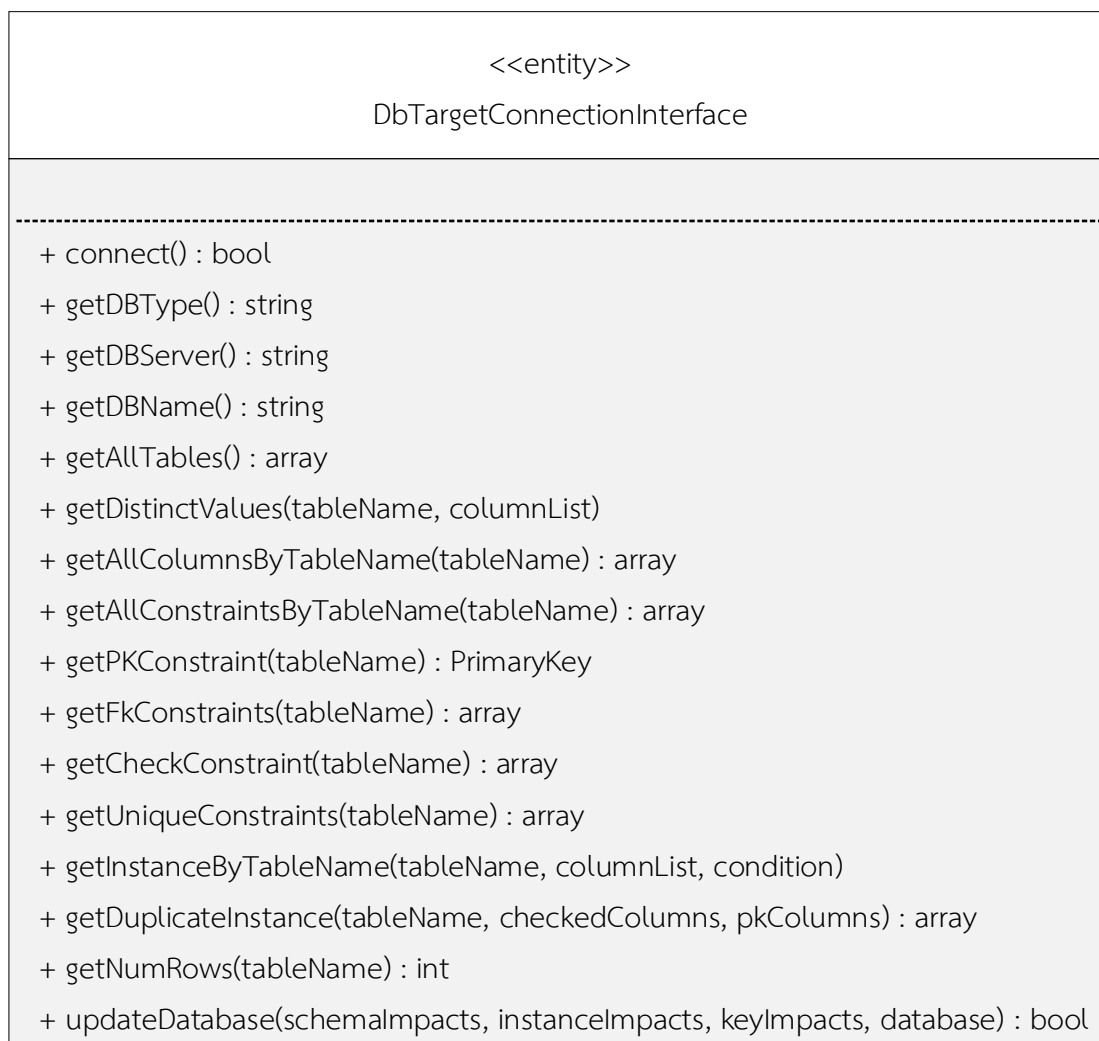
รูปที่ ก-23 รายละเอียดคลาส ChangeRequestInput



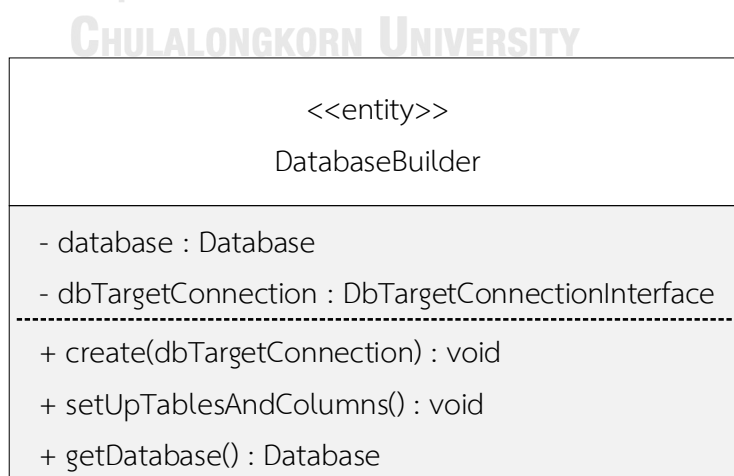
รูปที่ ก-24 รายละเอียดคลาส ChangeAnalysis



รูปที่ ก-25 รายละเอียดคลาส ConstraintFactory



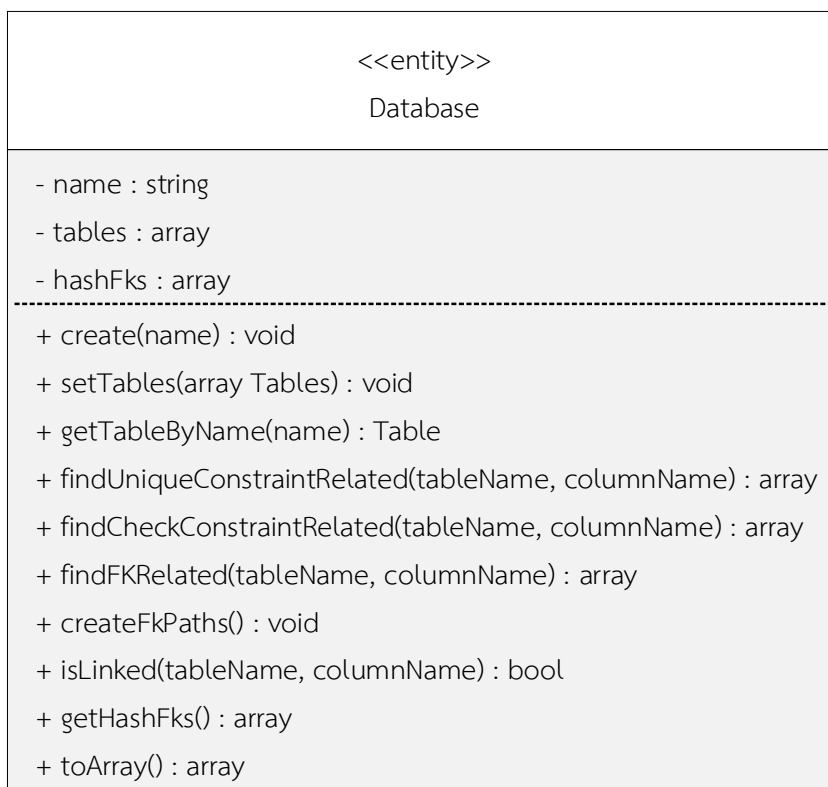
รูปที่ ก-26 รายละเอียดคลาส DbTargetConnectionInterface



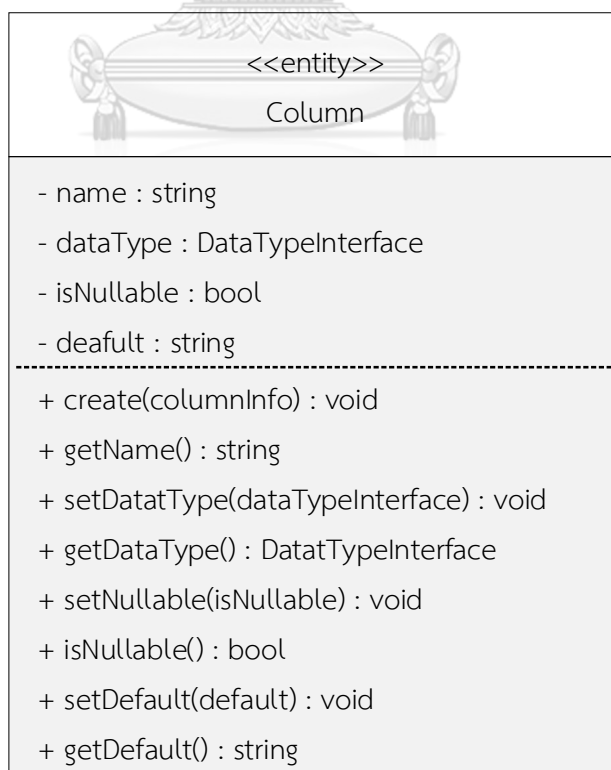
รูปที่ ก-27 รายละเอียดคลาส DatabaseBuilder

<<entity>> SqlServer
- conObject : PDO - server : string - port : int - dbName : string - username : string - password : string <hr/> + create(server, port, dbName, username, password) : void + connect() : bool + getDBType() : string + getDBServer() : string + getDBName() : string + getAllTables() : array + getDistinctValues(tableName, columnList) + getAllColumnsByTableName(tableName) : array + getAllConstraintsByTableName(tableName) : array + getPKConstraint(tableName) : PrimaryKey + getFkConstraints(tableName) : array + getCheckConstraint(tableName) : array + getUniqueConstraints(tableName) : array + getInstanceByTableName(tableName, columnList, condition) + getDuplicateInstance(tableName, checkedColumns, pkColumns) : array + getNumRows(tableName) : int + updateDatabase(schemaImpacts, instanceImpacts, keyImpacts, database) : bool - getDefaultConstraintSQL(tableName, columnName) : string - dropConstraintSQL(tableName, constraintName) : string - dropColumnSQL(tableName, columnName) : string - addColumnSQL(columnDetail) : string - getStrSqlNullable(isNullable) : string - getStrSqlDatatype(dataType, info) : string - updateColumnSQL(columnDetail) : string - updateColumnNameSQL(oldName, newName) : string - addUniqueConstraintSQL(tableName, columnList, constraintName) : string - addCheckConstraintSQL(tableName, columnName, min, max) : string - addPrimaryKeyConstraintSQL(tableName, columnList, constraintName) : string - addForeignKeyConstraintSQL(tableName, links, constraintName) : string - updateInstanceSQL(tableName, pkColumns, newInstanceColumns) : string

รูปที่ ก-28 รายละเอียดคลาส SqlServer



รูปที่ ก-29 รายละเอียดคลาส Database

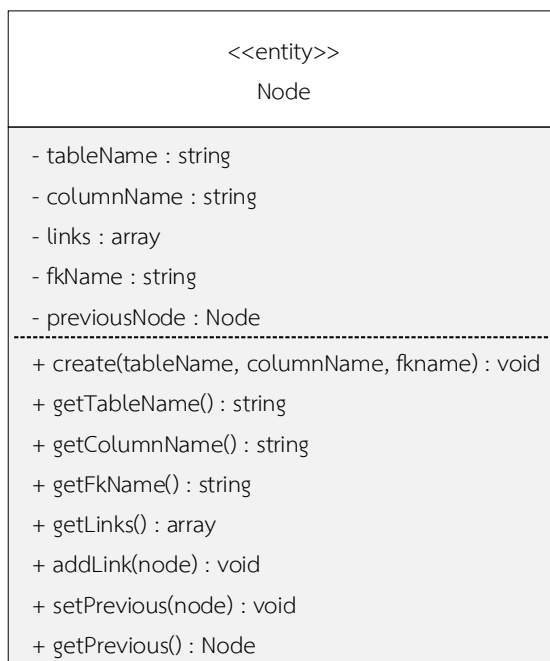


รูปที่ ก-30 รายละเอียดคลาส Column

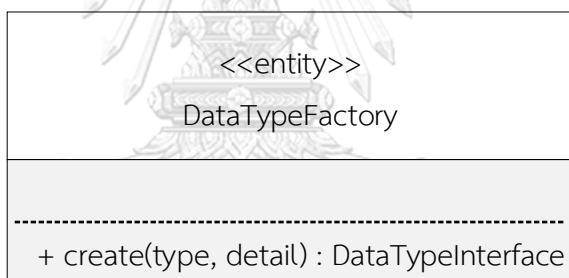
<<entity>> Table
- name : string - columns : array - primaryKey : PrimaryKey - foreignKeys : array - uniqueConstraints : array - checkConstraints : array - instance : array
+ create(name) : void + getName() : string + setColumns(columns) : void + getAllColumns() : array + getColumnByName(name) : Column + setInstance(instance) : void + getInstance() : array + setPK(primaryKey) : void + getPK() : PrimaryKey + setFk(foreignKeys) : void + getFKs() : array + getFkByName(name) : ForeignKey + getAllFK() : array + getFkByColumnName(columnName) : ForeignKey + isPK(columnName) : bool + isFK(columnName) : bool + isUnique(columnName) : bool + getMin(columnName) : string + getMax(columnName) : string + setUniqueConstraints(uniqueConstraints) : void + getUniqueConstraintByName(name) : Unique + getAllUniqueConstraint() : array + setCheckConstraints(checkConstraints) : void + getCheckConstraintByName(name) : Check + getAllCheckConstraint() : array

รูปที่ ๓-31 รายละเอียดคลาส Table

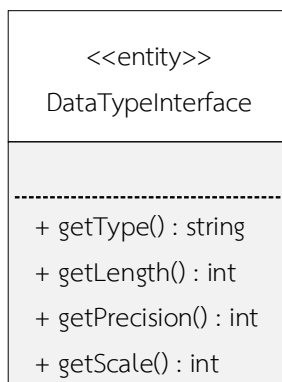




รูปที่ ก-32 รายละเอียดคลาส Node



รูปที่ ก-33 รายละเอียดคลาส DataTypeFactory



รูปที่ ก-34 รายละเอียดคลาส DatatypeInterface

<<entity>> Char
- length : int - type
+ create(type) : void + getType() : string + getLength() : int + getPrecision() : int + getScale() : int

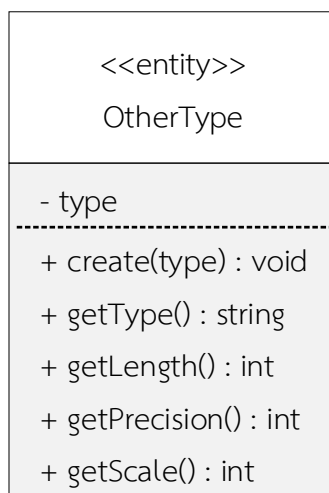
รูปที่ ก-35 รายละเอียดคลาส Char

<<entity>> Float
- n : int - precision : int - type : string
+ create(type) : void + getType() : string + getLength() : int + getPrecision() : int + getScale() : int

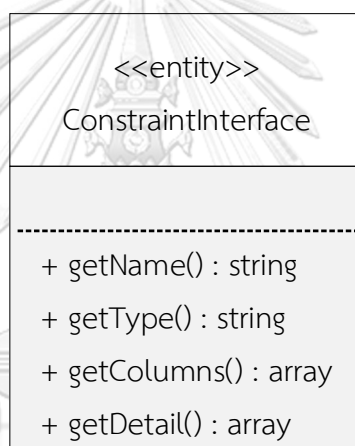
รูปที่ ก-36 รายละเอียดคลาส Float

<<entity>> Decimal
- precision : int - scale : int - type : string
+ create(precision, scale) : void + getType() : string + getLength() : int + getPrecision() : int + getScale() : int

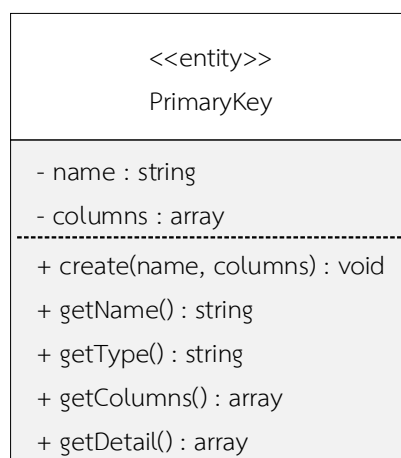
รูปที่ ก-37 รายละเอียด คลาส Decimal



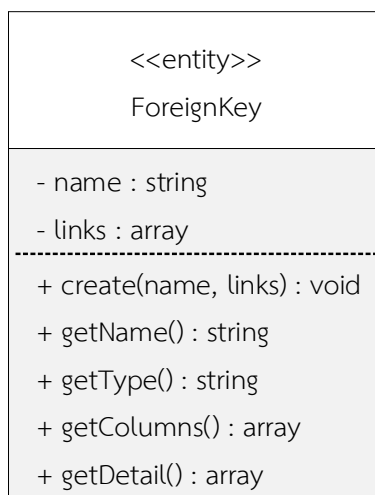
รูปที่ ก-38 รายละเอียดคลาส OtherType



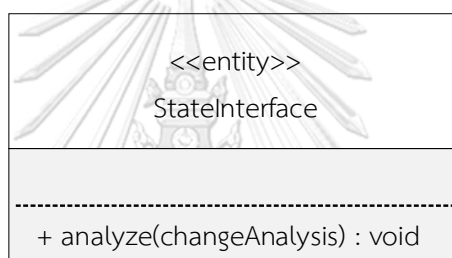
รูปที่ ก-39 รายละเอียดคลาส ConstraintInterface



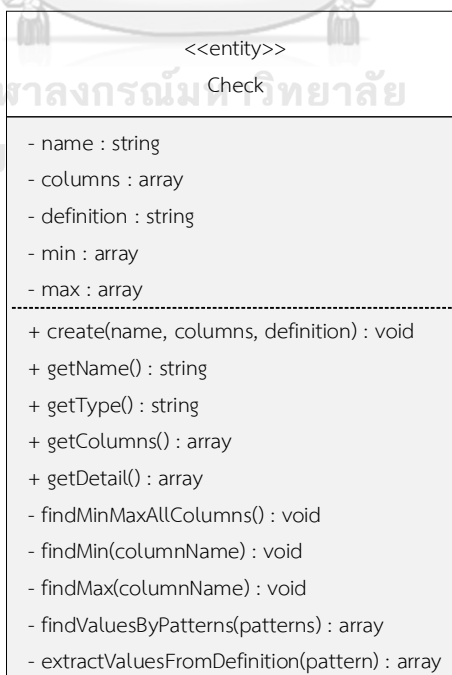
รูปที่ ก-40 รายละเอียดคลาส PrimaryKey



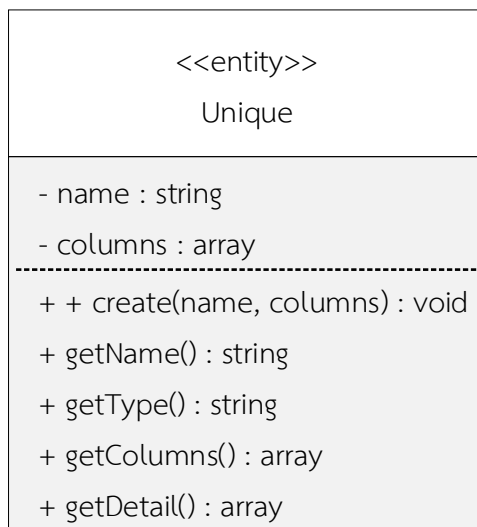
รูปที่ ก-41 รายละเอียดคลาส ForeignKey



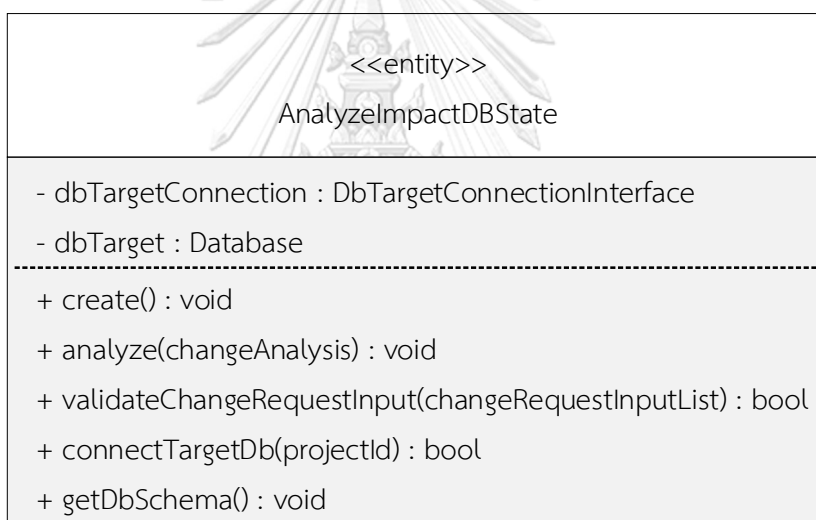
รูปที่ ก-42 รายละเอียดคลาส StateInterface



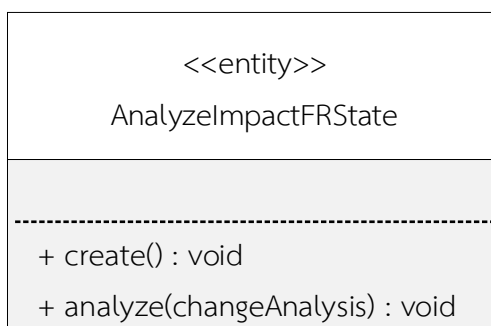
รูปที่ ก-43 รายละเอียดคลาส Check



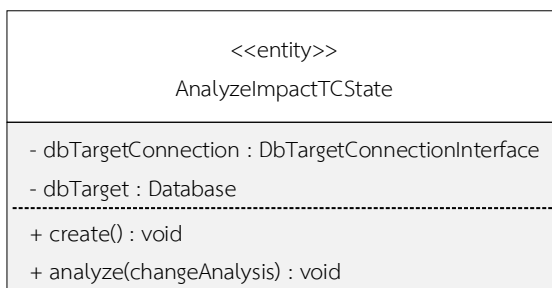
รูปที่ ก-44 รายละเอียดคลาส Unique



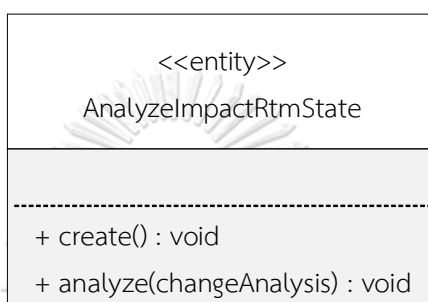
รูปที่ ก-45 รายละเอียดคลาส AnalyzeImpactDBState



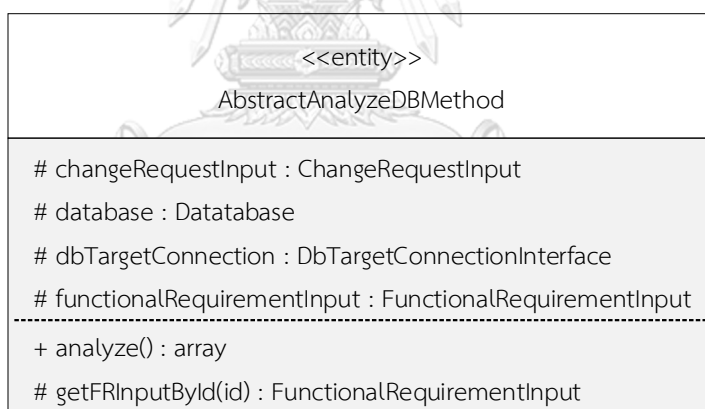
รูปที่ ก-46 รายละเอียดคลาส AnalyzeImpactFRState



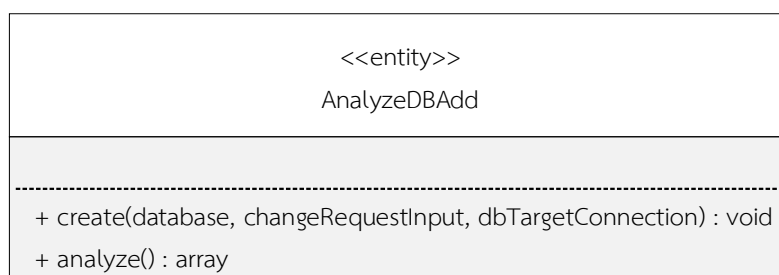
รูปที่ ก-47 รายละเอียดดคลาส AnalyzeImpactTCState



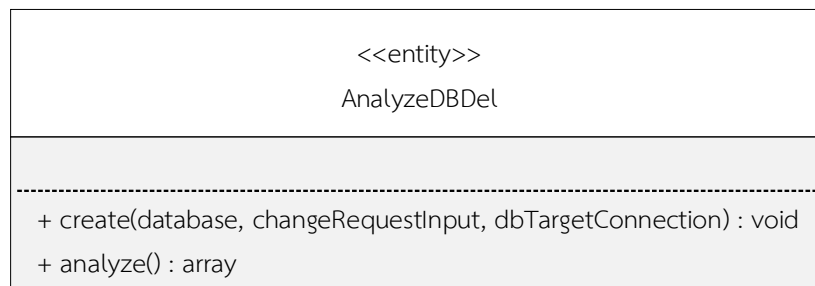
รูปที่ ก-48 รายละเอียดดคลาส AnalyzeImpactRtmState



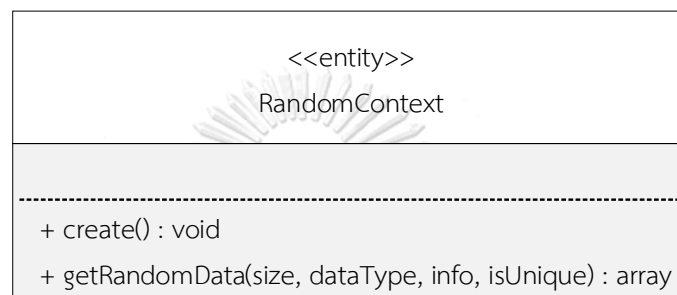
รูปที่ ก-49 รายละเอียดดคลาส AbstractAnalyzeDBMethod



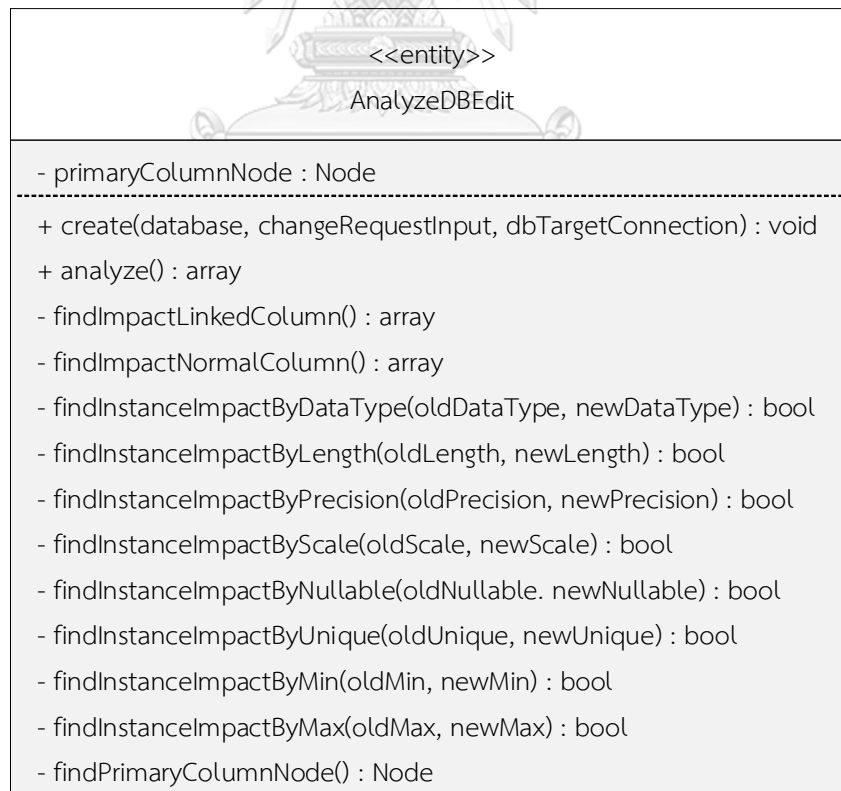
รูปที่ ก-50 รายละเอียดดคลาส AnalyzeDBAdd



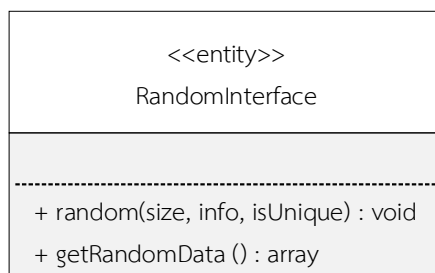
รูปที่ ก-51 รายละเอียดคลาส AnalyzeDBDel



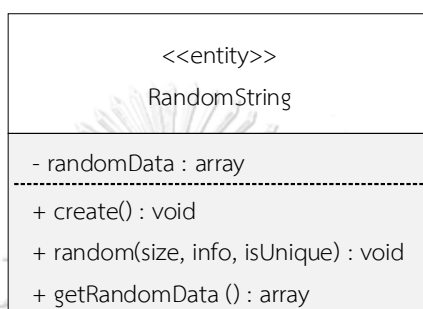
รูปที่ ก-52 รายละเอียดคลาส RandomContext



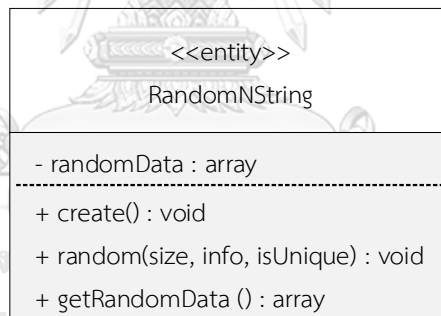
รูปที่ ก-53 รายละเอียดคลาส AnalyzeDBEdit



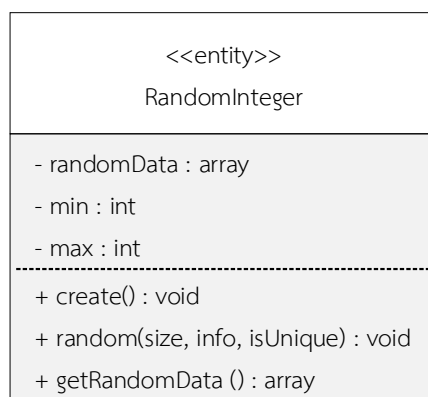
รูปที่ ก-54 รายละเอียดคลาส RandomInterface



รูปที่ ก-55 รายละเอียดคลาส RandomString



รูปที่ ก-56 รายละเอียดคลาส RandomNString



รูปที่ ก-57 รายละเอียดคลาส RandomInteger



<<entity>> RandomFloat
- randomData : array - min : float - max : float
+ create() : void + random(size, info, isUnique) : void + getRandomData () : array + isValid(value, precision) : bool

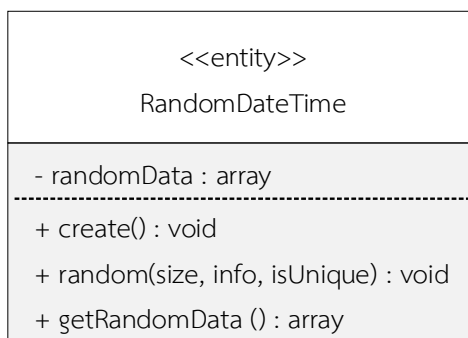
รูปที่ ก-58 รายละเอียดคลาส RandomFloat

<<entity>> RandomDecimal
- randomData : array - min : float - max : float
+ create() : void + random(size, info, isUnique) : void + getRandomData () : array + isValid(value, precision) : bool

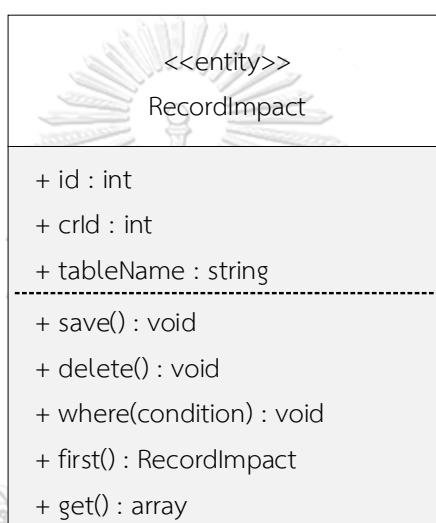
รูปที่ ก-59 รายละเอียดคลาส RandomDecimal

<<entity>> RandomDate
- randomData : array
+ create() : void + random(size, info, isUnique) : void + getRandomData () : array

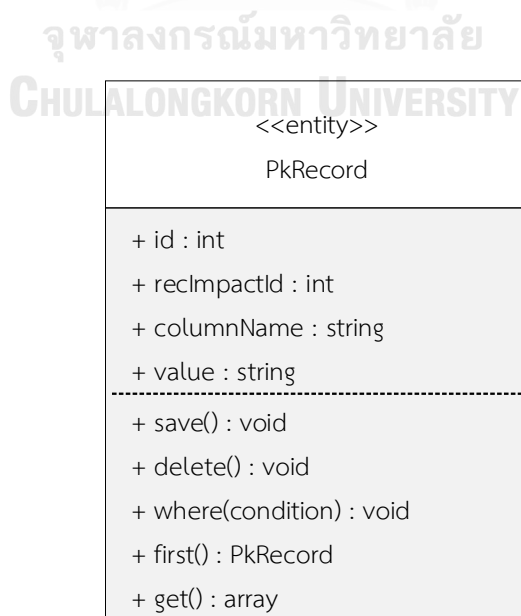
รูปที่ ก-60 รายละเอียดคลาส RandomDate



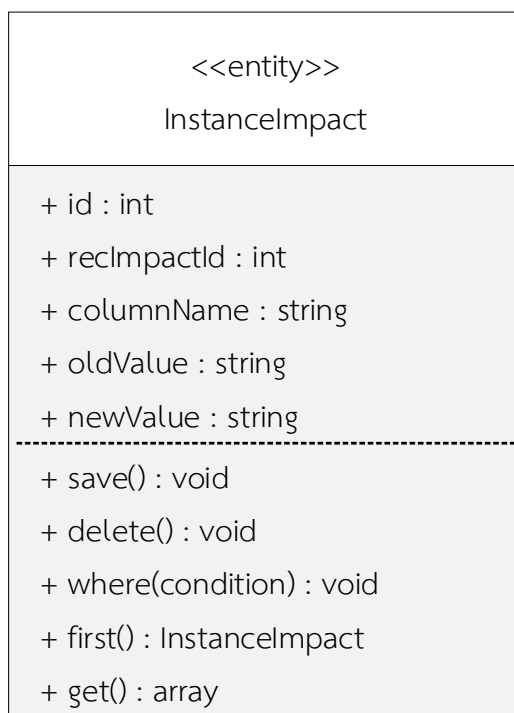
รูปที่ ก-61 รายละเอียดคลาส RandomDateTime



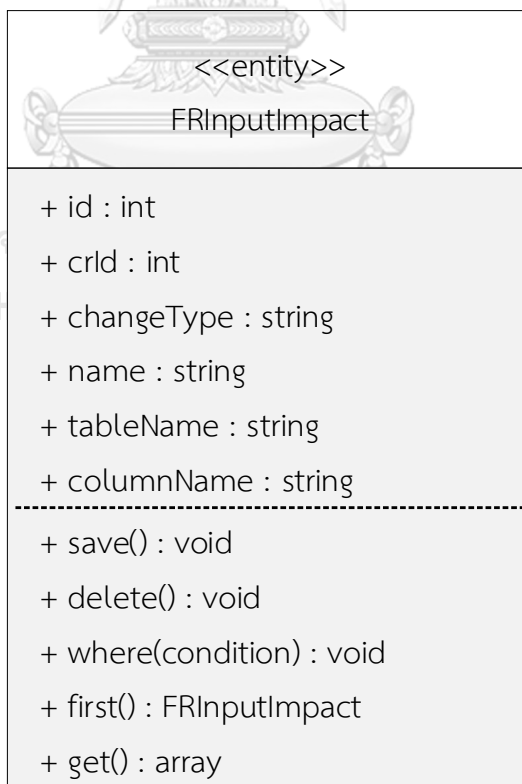
รูปที่ ก-62 รายละเอียดคลาส RecordImpact



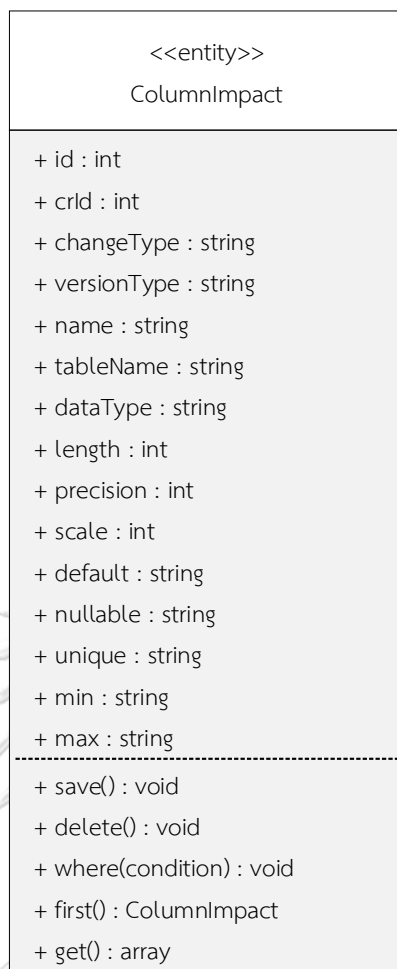
รูปที่ ก-63 รายละเอียดคลาส PkRecord



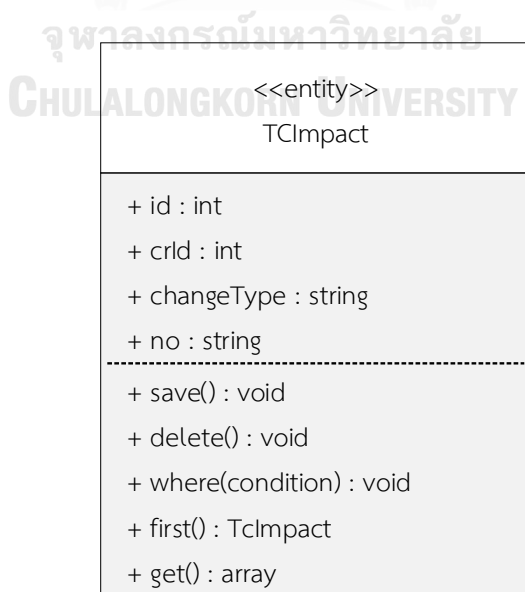
รูปที่ ก-64 รายละเอียดคลาส InstanceImpact



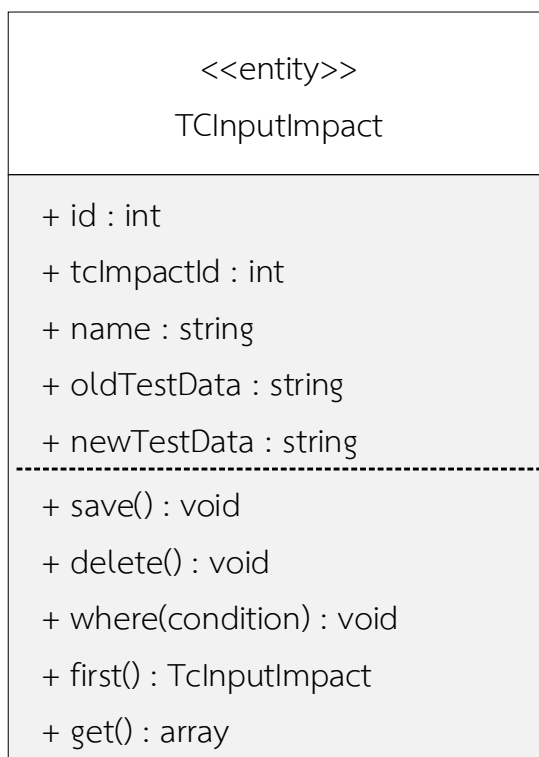
รูปที่ ก-65 รายละเอียดคลาส FRInputImpact



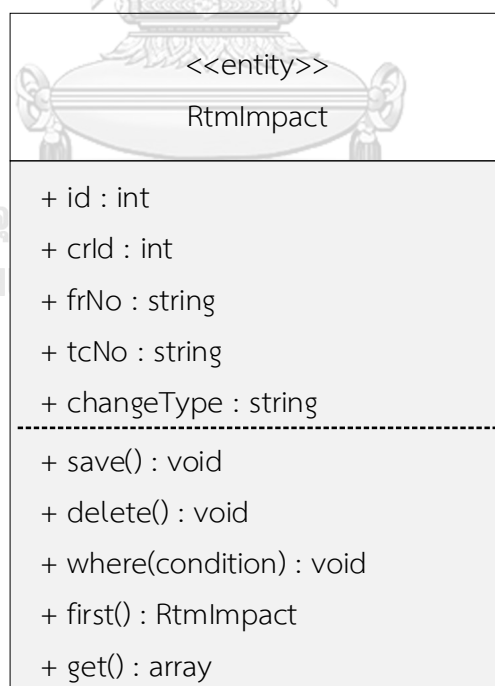
รูปที่ ก-66 รายละเอียดคลาส ColumnImpact



รูปที่ ก-67 รายละเอียดคลาส TCImpact



รูปที่ ก-68 รายละเอียดคลาส TCInputImpact



รูปที่ ก-69 รายละเอียดคลาส RtmlImpact

<code>&lt;&lt;entity&gt;&gt;</code> ImpactResult
- changeRequestId : int
+ create(changeRequestId) : void
+ getImpact(type) : array
- getSchemalImpact() : array
- getInstanceImpact() : array
- getFrImpact() : array
- getTcImpact() : array
- getRtmImpact() : array

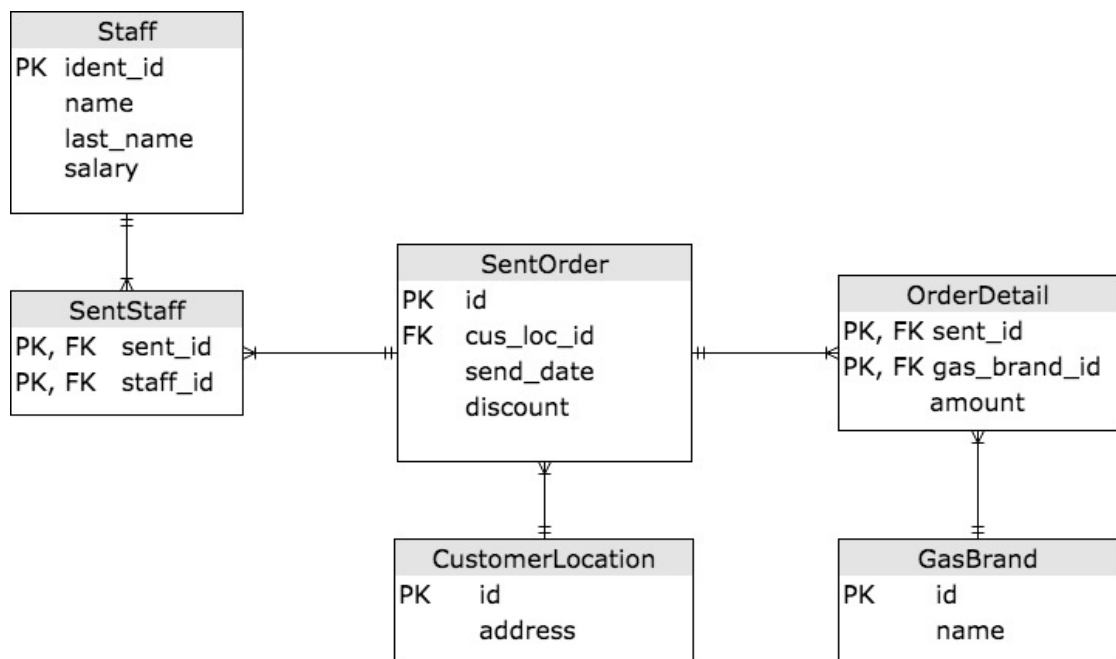
รูปที่ ก-70 รายละเอียดคลาส ImpactResult



**ภาคผนวก ข**  
**ตัวอย่างข้อมูลทดสอบเครื่องมือ**

กรณีศึกษาระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน ซึ่งกรณีศึกษานี้ใช้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงข้อมูลนำเข้าของความต้องการเชิงฟังก์ชันทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การเพิ่ม การแก้ไข และการลบ โดยระบบจะมีรายละเอียดตั้งต้นดังต่อไปนี้

1. ฐานข้อมูลระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน



รูปที่ ข-1 แผนภาพอีอาร์ของระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสคีมาฐานข้อมูลของระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	รายละเอียดชนิดข้อมูล	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าไม่ซ้ำ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
Staff	ident_id	varchar(13)	-	N	Y	-	-
Staff	name	varchar(25)	-	Y	N	-	-
Staff	last_name	varchar(25)		Y	N	-	-
Staff	salary	int	-	Y	N	-	-

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสคีมาฐานข้อมูลของระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน (ต่อ)

ชื่อตาราง	ชื่อคอลัมน์	รายละเอียดชนิดข้อมูล	ค่าโดยปริยาย	ค่าว่าง	ค่าไม่ซ้ำ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
SentStaff	Sent_id	int	-	N	Y	-	-
SentStaff	Staff_id	varchar(13)	-	N	Y	-	-
SentOrder	Id	int	-	N	Y	-	-
SentOrder	cus_loc_id	int	-	Y	N	-	-
SentOrder	Send_date	date	-	Y	N	-	-
SentOrder	discount	real	-	Y	N	-	-
OrderDetail	sent_id	Int	-	N	Y	-	-
OrderDetail	gas_brand_id	Int	-	N	Y	-	-
OrderDetail	amount	int	-	Y	N	1	20
CustomerLocation	id	int	-	N	Y	-	-
CustomerLocation	address	varchar(300)	-	Y	N	-	-
GasBrand	id	int	-	N	Y	-	-
GasBrand	name	varchar(25)	-	Y	N	-	-

ตารางที่ ข-3 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง Staff

ident_id	name	last_name	salary
1539900123567	Kritsada	Kaenchaliao	50000
1539900442223	John	Carter	30000
1539900662989	Surasak	lbroham	15000



ตารางที่ ข-4 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง SentStaff

sent_id	staff_id
1	1539900123567
1	1539900442223
2	1539900442223

ตารางที่ ข-5 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง SentOrder

Id	cus_loc_id	send_date	Discount
1	1	2018-05-25	0.05
2	1	2018-06-01	0.1
3	2	2018-07-02	0.15

ตารางที่ ข-6 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง OrderDetail

sent_id	gas_brand_id	amount
1	1	10
1	2	15
2	1	20
2	2	1

ตารางที่ ข-7 รายละเอียดอินสแตนซ์ฐานข้อมูลตาราง GasBrand

id	name
1	World Gas
2	Siam
3	Picnic
4	Uno
5	Uniuue
6	PTT

## 2. ความต้องการเชิงฟังก์ชัน

ตารางที่ ข-8 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มข้อมูลพนักงานใหม่

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	GM-FR-1	
คำอธิบาย	Add a new staff	
รายการข้อมูลนำเข้า	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
identId	ident_id	Staff
name	name	Staff
lname	last_name	Staff
salary	salary	Staff

ตารางที่ ข-9 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับปรับปรุงข้อมูลพนักงาน

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	GM-FR-2	
คำอธิบาย	Update staff information	
รายการข้อมูลนำเข้า	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
identId	ident_id	Staff
name	name	Staff
lname	last_name	Staff
salary	salary	Staff

ตารางที่ ข-10 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับเพิ่มข้อมูลรายการส่งก๊าซ

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	GM-FR-3	
คำอธิบาย	Add a new sent order	
รายการข้อมูลนำเข้า	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
sentId	id	SentOrder
cusLocation	cus_loc_id	SentOrder
sendDate	send_date	SentOrder
discount	discount	SentOrder
brandId	gas_brand_id	OrderDetail
amount	amount	OrderDetail

ตารางที่ ข-11 ตัวอย่างความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับปรับปรุงข้อมูลที่อยู่ลูกค้า

หมายเลขความต้องการเชิงฟังก์ชัน	GM-FR-4	
คำอธิบาย	Update customer address	
รายการข้อมูลนำเข้า	ความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล	
custId	id	CustomerLocation
address	address	CustomerLocation

## 3. กรณีทดสอบ

ตารางที่ ข-12 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับเพิ่มข้อมูลพนักงานแบบที่หนึ่ง

หมายเลขกรณีทดสอบ	GM-TC-1
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
identId	1539900112489
name	Somsak
lname	Thepsuthin
salary	15000

ตารางที่ ข-13 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับเพิ่มข้อมูลพนักงานแบบที่สอง

หมายเลขกรณีทดสอบ	GM-TC-2
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Invalid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
identId	15399001124891111
name	Panumas
lname	Sankun
salary	25000

ตารางที่ ข-14 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับปรับปรุงข้อมูลพนักงานแบบที่หนึ่ง

หมายเลขกรณีทดสอบ	GM-TC-3
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
identId	1539900123567
name	Kritsada
lname	Kaenchalew
salary	150000

ตารางที่ ข-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับปรับปรุงข้อมูลพนักงานแบบที่สอง

หมายเลขกรณีทดสอบ	GM-TC-4
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
identId	1539900662989
name	Surachet
lname	lbroham
salary	15000

ตารางที่ ข-16 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับเพิ่มข้อมูลรายการส่งก๊าซ

หมายเลขกรณีทดสอบ	GM-TC-5
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
sentId	4
cusLocation	3
sendDate	2018-06-19
discount	0.15
brandId	1
amount	20

ตารางที่ ข-17 ตัวอย่างกรณีทดสอบสำหรับปรับปรุงข้อมูลที่อยู่ลูกค้า

หมายเลขกรณีทดสอบ	GM-TC-6
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	Valid
ชื่อข้อมูลทดสอบ	ค่าข้อมูลทดสอบ
custId	1
address	55/2 m.1 t. bantig srisatchanalai

#### 4. ตารางการตามรอยความต้องการ

ตารางที่ ข-18 ตัวอย่างตารางการตามรอยความต้องการระบบขนส่งก๊าซตามบ้าน

หมายเลข ความต้องการเชิง ฟังก์ชัน	หมายเลขกรณีทดสอบ					
	GM-TC-1	GM-TC-2	GM-TC-3	GM-TC-4	GM-TC-5	GM-TC-6
GM-FR-1	x	x				
GM-FR-2			x	x		
GM-FR-3					x	
GM-FR-4						x

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกฤษฎา แก่นเฉลียวเกิดเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2536 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ปีการศึกษา 2557

ได้เข้าศึกษาในระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิศวกรรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

