

วิธีการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้



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 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONSTRAINED PAIRWISE TEST CASE GENERATION APPROACH BASED ON STATISTICAL
USER PROFILE

Mr. Sompong Nakornburi



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

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

วิธีการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีแฟร็กไวส์แบบมีเงื่อนไข

บังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้

โดย

นายสมพงษ์ นครบุรี

สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมาทิพย์ สุวรรณศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมาทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์)

สมพงษ์ นครบุรี : วิธีการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ (CONSTRAINED PAIRWISE TEST CASE GENERATION APPROACH BASED ON STATISTICAL USER PROFILE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์, 67 หน้า.

การทดสอบแบบแพร์ไวส์ เป็นเทคนิคการทดสอบเชิงผสมที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายสำหรับทดสอบซอฟต์แวร์ที่สามารถช่วยลดจำนวนกรณีทดสอบได้ โดยจะพิจารณาการรวมกันของข้อมูลนำเข้าทุกคู่ที่เป็นไปได้เท่านั้น ในการทดสอบซอฟต์แวร์บางครั้งการรวมกันระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์มักพบปัญหาการทับคู่ผิดพลาดบ่อยครั้ง นักทดสอบจำเป็นต้องพิจารณาชุดกรณีทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นเอง เนื่องจากการสร้างกรณีทดสอบแบบแพร์ไวส์ไม่ได้รองรับการจัดการกับเงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า นักทดสอบมีหน้าที่เตรียมข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างกรณีทดสอบ จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องมีการช่วยวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า เนื่องด้วยนักทดสอบแต่ละคนมีวิธีการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และความสามารถ

ผู้วิจัยจึงนำเสนอวิธีการสำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ โดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้มาช่วยวิเคราะห์และลดจำนวนข้อมูลนำเข้าในการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ ใช้วิธีการกำหนดเงื่อนไขบังคับมาช่วยลดและป้องกันจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่อาจจับคู่ผิดพลาด และลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือสามารถลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยวิธีการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

5771012221 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: PAIRWISE TESTING / TEST CASE GENERATION / TEST CASE SELECTION / TEST CASE PRIORITIZATION

SOMPONG NAKORNBURI: CONSTRAINED PAIRWISE TEST CASE GENERATION APPROACH BASED ON STATISTICAL USER PROFILE. ADVISOR: ASSOC. PROF. TARATIP SUWANNASART, Ph.D., 67 pp.

Pairwise testing is the most widely used of combinatorial technique for software testing that can reduce the size of test cases by considering combinations of all possible input value pairs only. In software testing, there are frequency invalid combinations between input parameters and values. The tester need to review a test case set by themselves as pairwise testing does not handle the constraints between input parameters and values. Testers have responsible for selecting input data to generate test cases. It is important to have an approach to select an optimal set of input parameters and values. Each individual tester may come up with different model to select input parameters and values depends on experience and ability.

We propose an approach to generate test platforms for constrained pairwise testing by using statistical user profile for analyzing and reducing input parameters and values for test platform generation. Applying the constraints handling between parameters and values to deal with bad pair test platforms and reduce the number of test platforms. The experimental results of a tool demonstrated that the tool can reduce markedly in the number of generated test platforms compared with the number of generated test platforms from exhaustive testing.

Department: Computer Engineering Student's Signature

Field of Study: Software Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมาทิพย์ สุวรรณศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการทำงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนด้วยดีเสมอมา และด้วยความเชื่อมั่นที่อาจารย์มีให้ผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยได้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจและทุ่มเทของอาจารย์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาในการให้คำแนะนำและชี้แจงเกณฑ์ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ และเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ และเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความรัก ความห่วงใยและกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1.1 การทดสอบแบบเพอร์ไวส์.....	5
2.1.2 การจัดการเงื่อนไขบังคับ.....	6
2.1.2.1 พารามิเตอร์นามธรรม.....	8
2.1.2.2 ตัวแบบย่อย.....	8
2.1.2.3 การหลีกเลี่ยง.....	10
2.1.2.4 การแทนที่.....	11
2.1.3 ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้.....	13

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.2.1 งานวิจัย “Using Combinatorial Approaches for Testing Mobile Applications” [6].....	13
2.2.2 งานวิจัย “An Efficient Algorithm for Constraint Handling in Combinatorial Test Generation” [10].....	14
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ	15
3.1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ.....	15
3.1.1 การเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า (Select Input Parameters and Values).....	16
3.1.2 การกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Define Parameters Constraint Values).....	18
3.1.3 การสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ (Generate Test Platform).....	19
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ	20
3.2.1 แผนภาพยูสเคส.....	20
3.2.2 แผนภาพกิจกรรม	25
3.2.3 แผนภาพลำดับ	30
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ.....	34
4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ	34
4.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	34
4.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	34
4.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือ.....	34
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือ.....	43
5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ	43
5.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	43
5.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	43

5.2 การทดสอบเครื่องมือ	43
5.2.1 การเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์	44
5.2.1.1 ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก ข้อมูลผู้ใช้.....	44
5.2.1.2 ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก งานวิจัย	44
5.3 ผลการทดสอบ	44
5.3.1 ผลการเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วน สมบูรณ์.....	44
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	47
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	47
6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย.....	47
6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ	48
รายการอ้างอิง	49
ภาคผนวก ก ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับ.....	52
ภาคผนวก ข แพลตฟอร์มทดสอบและกรณีทดสอบจากการทดสอบเครื่องมือ	64
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	67

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกล็อก	17
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลางให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า.....	18
ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า.....	19
ตารางที่ 3-4 รายละเอียดของยูสเคส Upload User Profile	21
ตารางที่ 3-5 รายละเอียดของยูสเคส Select Input Parameters and Values	22
ตารางที่ 3-6 รายละเอียดของยูสเคส Define Parameters and Constraint Values	22
ตารางที่ 3-6 รายละเอียดของยูสเคส Define Parameters and Constraint Values (ต่อ).....	23
ตารางที่ 3-7 รายละเอียดของยูสเคส Generate Test Platform	23
ตารางที่ 3-7 รายละเอียดของยูสเคส Generate Test Platform (ต่อ).....	24
ตารางที่ 3-8 รายละเอียดของยูสเคส Export Test Platform	24
ตารางที่ 3-9 รายละเอียดของยูสเคส View Report	24
ตารางที่ 3-9 รายละเอียดของยูสเคส View Report (ต่อ).....	25
ตารางที่ 5-1 สรุปผลการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากข้อมูลผู้ใช้	45
ตารางที่ 5-2 สรุปผลการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนกรณีทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัย.....	46
ตารางที่ ก-1 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 1.....	52
ตารางที่ ก-2 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 1	52
ตารางที่ ก-3 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 2.....	52
ตารางที่ ก-4 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 2	52

ตารางที่ ก-20 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 10 (ต่อ).....	61
ตารางที่ ก-21 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Options	61
ตารางที่ ก-22 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Options	61
ตารางที่ ก-23 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Cruise Control.....	61
ตารางที่ ก-24 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Cruise Control	62
ตารางที่ ก-25 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Hotel Guide System	62
ตารางที่ ก-26 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Hotel Guide System.....	62
ตารางที่ ก-27 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Problem.....	62
ตารางที่ ก-28 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Problem.....	63
ตารางที่ ข-1 แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Options	64
ตารางที่ ข-2 กรณีทดสอบของ Cruise Control	64
ตารางที่ ข-2 กรณีทดสอบของ Cruise Control (ต่อ).....	65
ตารางที่ ข-3 กรณีทดสอบของ Hotel Guide System.....	65
ตารางที่ ข-4 แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Problem.....	65
ตารางที่ ข-4 แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Problem (ต่อ)	66

สารบัญรูป

รูปที่ 2-1 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า [11].....	5
รูปที่ 2-2 การจับคู่พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า [11].....	6
รูปที่ 2-3 กรณีทดสอบที่สร้างด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์ [11]	6
รูปที่ 2-4 ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรม [12]	7
รูปที่ 2-5 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า ของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีพารามิเตอร์นามธรรม [12]	8
รูปที่ 2-6 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า ของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีตัวแบบย่อย [12].....	9
รูปที่ 2-7 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสุดท้าย ของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีตัวแบบย่อย [12].....	10
รูปที่ 2-8 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีหลีกเลี่ยง [12].....	10
รูปที่ 2-9 ชุดกรณีทดสอบของระบบแนะนำโรงแรมที่มีกรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด [12]	11
รูปที่ 2-10 ชุดกรณีทดสอบของระบบแนะนำโรงแรมที่ใช้วิธีการแทนที่ [12].....	12
รูปที่ 2-11 ผลการทดลองวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับในแต่ละวิธี [12]	12
รูปที่ 3-1 ภาพรวมของเครื่องการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ ด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ.....	15
รูปที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลจากฐานข้อมูล.....	16
รูปที่ 3-3 ตัวอย่างชุดแพลตฟอร์มทดสอบที่ถูกสร้างขึ้น	20
รูปที่ 3-4 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ	21
รูปที่ 3-5 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลาง.....	26
รูปที่ 3-6 แผนภาพกิจกรรมบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้.....	26
รูปที่ 3-7 แผนภาพกิจกรรมเลือกพารามิเตอร์นำเข้า.....	27

รูปที่ 3-8 แผนภาพกิจกรรมเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้า	27
รูปที่ 3-9 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะ	28
รูปที่ 3-10 แผนภาพกิจกรรมสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ	29
รูปที่ 3-11 แผนภาพกิจกรรมแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด	30
รูปที่ 3-12 แผนภาพลำดับการบรรจุข้อมูลผู้ใช้	31
รูปที่ 3-13 แผนภาพลำดับการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า	31
รูปที่ 3-15 แผนภาพลำดับการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ	33
รูปที่ 4-1 แผนภาพ Windows Navigation	35
รูปที่ 4-2 หน้าจอ Main Page.....	36
รูปที่ 4-3 หน้าจอ Identify Bad Pairs	37
รูปที่ 4-4 หน้าจอ Select Input Parameters	38
รูปที่ 4-5 หน้าจอ Select Input Values.....	39
รูปที่ 4-6 หน้าจอ Define Parameters and Constraint Values.....	40
รูปที่ 4-7 หน้าจอ Generate Test Platform.....	41
รูปที่ 4-8 หน้าจอ Report	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมากระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่คำนึงถึงความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญมีแนวโน้มถูกนำมาใช้มากขึ้น เพื่อส่งมอบงานที่มีคุณภาพอย่างรวดเร็วต่อเนื่องและทำให้ลูกค้าพึงพอใจกับงานที่ส่งมอบ ในทางกลับกันการพัฒนาซอฟต์แวร์ยังคงประสบปัญหาในการส่งมอบงานที่ไม่มีคุณภาพและยังมีข้อบกพร่อง (Defect) ดังนั้นการทดสอบซอฟต์แวร์จึงเป็นส่วนสำคัญและเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ที่จะช่วยให้ส่งมอบซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพและลดจำนวนข้อบกพร่องให้กับซอฟต์แวร์ก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า แต่การทดสอบซอฟต์แวร์โดยทั่วไปมีค่าใช้จ่ายสูงราว 30% ถึง 60% ของค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ทั้งหมด [1] ดังนั้นแนวคิดที่จะทดสอบซอฟต์แวร์ด้วยวิธีการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์ (Exhaustive Testing) จึงเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ [2, 3]

ซอฟต์แวร์ในปัจจุบันมีความต้องการทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน ต้องรองรับการทำงานบนหลายแพลตฟอร์ม (Platform) ที่มีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์และโปรแกรมอื่นที่เกี่ยวข้องอีกมากมาย เพื่อให้การทดสอบครอบคลุมทุกความเป็นไปได้ของทุกแพลตฟอร์มที่รองรับนั้นทำให้มีความต้องการทรัพยากรและค่าใช้จ่ายสูง ทั้งค่าใช้จ่ายในส่วนของการซื้อฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ค่าใช้จ่ายในส่วนของการบริหารจัดการและบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในส่วนของนักทดสอบ (Tester) เพื่อเตรียมระบบให้ตรงกับความต้องการและทำการทดสอบ [4] อีกทั้งเนื่องจากระยะเวลาที่มีจำกัดทำให้ไม่สามารถทดสอบซอฟต์แวร์ได้อย่างครบถ้วนจากความเป็นไปได้ของทุกแพลตฟอร์มทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลของแพลตฟอร์มให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และช่วยตรวจจับข้อผิดพลาดก่อนส่งมอบซอฟต์แวร์ เพื่อช่วยลดจำนวนข้อผิดพลาดที่อาจพบโดยผู้ใช้

การทดสอบเชิงผสม (Combinatorial Testing) เป็นวิธีที่สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพของการทดสอบซอฟต์แวร์ เนื่องจากทุกข้อบกพร่องที่พบไม่ได้เกิดจากพารามิเตอร์ (Parameter) ทุกตัว ข้อบกพร่องส่วนใหญ่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างพารามิเตอร์บางตัวเท่านั้น จากข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่าข้อบกพร่องส่วนใหญ่เกิดจากความสัมพันธ์กันระหว่างหนึ่งหรือสองพารามิเตอร์เท่านั้น [5] ดังนั้นการทดสอบแบบเพอร์โวล (Pairwise Testing) จึงเป็นวิธีการทดสอบที่สามารถช่วยลดจำนวนกรณีทดสอบได้ โดยจะพิจารณาการรวมกันของข้อมูลนำเข้าทุกคู่ที่เป็นไปได้เท่านั้น ในการทดสอบซอฟต์แวร์บางครั้งการรวมกันระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์มัก

พบปัญหาการกับคู่ผิดพลาด (Bad Pair) บ่อยครั้ง นักทดสอบจำเป็นต้องพิจารณาชุดกรณีทดสอบ (Test Case Set) ที่ถูกสร้างขึ้นเอง เนื่องจากการสร้างกรณีทดสอบแบบแพร่ไวรัสไม่ได้รองรับการจัดการกับเงื่อนไขบังคับ (Constraint Handling) ระหว่างพารามิเตอร์

นักทดสอบมีหน้าที่เตรียมข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างกรณีทดสอบ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบวนการในการช่วยวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า เนื่องด้วยนักทดสอบแต่ละคนมีวิธีการเลือกข้อมูลนำเข้าแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และความสามารถ [6, 7] การนำข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ (User Profile) มาช่วยวิเคราะห์และลดจำนวนข้อมูลนำเข้า [8] จึงเป็นเทคนิคสำคัญที่ช่วยให้สามารถหาจำนวนข้อมูลนำเข้าได้อย่างเหมาะสมและนำเชื่อถือเพื่อนำไปสร้างเป็นกรณีทดสอบต่อไป

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการสำหรับออกแบบแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร่ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับ โดยใช้ข้อมูลทางสถิติของแพลตฟอร์มของผู้ใช้มาช่วยวิเคราะห์และลดจำนวนข้อมูลนำเข้าในการสร้างแพลตฟอร์มสำหรับทดสอบ และใช้วิธีการกำหนดเงื่อนไขบังคับมาช่วยลดและป้องกันจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่อาจจับคู่ผิดพลาด เพื่อช่วยออกแบบการทดสอบให้ครอบคลุมทุกความเป็นไปได้ที่มีผู้ใช้งานจริง และลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อเสนอวิธีการวิเคราะห์และลดจำนวนข้อมูลนำเข้าสำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ โดยใช้ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้
- 2) เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับออกแบบแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการแพร่ไวรัส โดยใช้เงื่อนไขบังคับเข้ามาช่วยลดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) เครื่องมือรองรับข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกสารซีเอสวี (CSV) เท่านั้น และไม่รวมการกรองข้อมูล (Data Cleaning)
- 2) เครื่องมือจะวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ โดยทำการจัดกลุ่ม คำนวณหาผลรวม และเรียงลำดับข้อมูลเท่านั้น ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเลือกข้อมูลที่สนใจเพื่อนำไปสร้างแพลตฟอร์มทดสอบเอง
- 3) เงื่อนไขบังคับจะต้องกำหนดขึ้นก่อนกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ
- 4) เงื่อนไขบังคับจะอยู่ในรูปแบบของคำสั่งและชุดของนิพจน์ตรรกะ ดังต่อไปนี้
 - 4.1) คำสั่ง: AND, OR

คำสั่ง AND คือ เงื่อนไขบังคับที่กำหนดขึ้นต้องเป็นจริงเท่านั้นถึงจะเปลี่ยนค่าตามเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนด เช่น IF (Country = Japan) AND (Browser = "Internet Explorer 11") THEN (OS = "Windows 10 Pro 64-bit ") ประเทศที่เป็นประเทศญี่ปุ่น และ เว็บไซต์เบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ 11 จะคู่กับระบบปฏิบัติการแมคอินทอช OS X 10.11.1 (15B42) และคำสั่ง OR คือ เงื่อนไขบังคับที่กำหนดขึ้นต้องมีอย่างน้อยหนึ่งตัวที่เป็นจริงถึงจะเปลี่ยนค่าตามเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนด เช่น IF (Browser = "Internet Explorer 7") OR (Browser = "Internet Explorer 8") THEN (OS != "OS X 10.11.1 (15B42)") เว็บไซต์เบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ 7 หรือ เว็บไซต์เบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ 8 จะไม่คู่กับระบบปฏิบัติการแมคอินทอช OS X 10.11.1 (15B42)

4.2) นิพจน์ตรรกะ: =, !=

นิพจน์ตรรกะ = หรือ EQUAL คือ เงื่อนไขบังคับที่กำหนดขึ้นจะต้องถูกจับคู่กันเท่านั้น เช่น IF (OS = "Windows 7 Professional 32-bit") THEN (Browser = "Internet Explorer 11") ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ Windows 7 Professional 32 จะคู่กับเว็บไซต์เบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ เวอร์ชัน 11 เท่านั้น และนิพจน์ตรรกะ != หรือ NOT EQUAL คือ เงื่อนไขบังคับที่กำหนดขึ้นจะต้องไม่ถูกจับคู่กัน เช่น IF (OS = "Windows 8 Pro 32-bit") THEN (Browser != "Internet Explorer 8 ") ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ Windows 8 Pro 32 บิต จะไม่คู่กับเว็บไซต์เบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ เวอร์ชัน 8

5) ใช้ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้จากบริษัทแห่งหนึ่ง เป็นตัวอย่างข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

- 1) ศึกษาข้อมูลทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยความรู้ต่างๆ ดังนี้
 - 1.1) การทดสอบแบบแพร์ไวส์
 - 1.2) การจัดการเงื่อนไขบังคับ
 - 1.3) ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้
 - 1.4) ความรู้ และเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือในงานวิจัย

- 2) วิเคราะห์และออกแบบหน้าที่การทำงานของเครื่องมือ
- 3) พัฒนาเครื่องมือสำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ
- 4) ทดสอบและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
- 5) จัดทำบทความทางวิชาการและนำเสนอบทความ
- 6) สรุปลผลการวิจัย และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- 1) เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้น
- 2) ชุดแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นไม่มีแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดจากเงื่อนไขบังคับที่ถูกระบุขึ้น
- 3) ชุดแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นครอบคลุมความเป็นไปได้จากข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้

1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการดังต่อไปนี้

- 1) บทความวิชาการเรื่อง "Constrained Pairwise Test Case Generation Approach based on Statistical User Profile" โดย Sompong Nakornburi and Taratip Suwannasart ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ "The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2016)" ระหว่างวันที่ 16 - 18 มีนาคม 2559 ณ โรงแรมเดอะรอยัลการ์เดน ประเทศฮ่องกง
- 2) บทความวิชาการเรื่อง "A Tool for Constrained Pairwise Test Case Generation Using Statistical User Profile Based Prioritization" โดย Sompong Nakornburi and Taratip Suwannasart ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ "The 13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE2016)" ระหว่างวันที่ 13 - 15 กรกฎาคม 2559 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การทดสอบแบบแพร์ไวส์

การทดสอบแบบแพร์ไวส์หรือการทดสอบแบบสองทาง เป็นเทคนิคการทดสอบเชิงผสมที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายสำหรับทดสอบระบบ โดยที่ทุกคู่ของพารามิเตอร์นำเข้า (Input Parameter) จะต้องถูกทดสอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการรวมกันของข้อมูลนำเข้าทั้งหมดและช่วยลดจำนวนชุดกรณีทดสอบซึ่งจะพิจารณาการรวมกันของข้อมูลนำเข้าทุกคู่ที่เป็นไปได้เท่านั้น จากการศึกษาพบว่าซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจากเพียงหนึ่งพารามิเตอร์หรือการรวมกันของสองพารามิเตอร์เท่านั้น [5] โดยทั่วไปกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นมาด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์จะครอบคลุมอย่างน้อย 1 คู่ของการจับคู่ระหว่างแต่ละค่าที่เป็นไปได้ของพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าต่อ 1 กรณีทดสอบ [9] เพื่อแสดงให้เห็นแนวความคิดของการทดสอบแบบแพร์ไวส์โดยพิจารณาระบบที่มีพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า ดังรูปที่ 2-1 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ A จำนวน 2 ค่า พารามิเตอร์ B จำนวน 2 ค่า และพารามิเตอร์ C จำนวน 3 ค่าตามลำดับ

A	B	C
0	0	0
1	1	1
		2

รูปที่ 2-1 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า [11]

จากรูปที่ 2-1 เมื่อนำพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าไปสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์ กระบวนการสร้างกรณีทดสอบแบบแพร์ไวส์ คือ การที่พารามิเตอร์ทุกตัวมีความสัมพันธ์แบบพบกันหมด ดังนั้นจะได้คู่พารามิเตอร์ (A,B), (AC) และ (BC) โดยเริ่มจับคู่ค่าของพารามิเตอร์ AB จะได้ (A0, B0), (A0, B1), (A1, B0) และ (A1, B1) จากนั้นจับคู่ค่าของพารามิเตอร์ AC จะได้ (A0, C0), (A0, C1), (A0, C2), (A1, C0), (A1, C1), (A1, C2) และจับคู่ค่าของพารามิเตอร์คู่สุดท้าย BC จะได้ (B0, C0), (B0, C1), (B0, C2), (B1, C0), (B1, C1), (B1, C2) ดังรูปที่ 2-2

AB	AC	BC
00	00	00
01	01	01
10	02	02
11	10	10
	11	11
	12	12

รูปที่ 2-2 การจับคู่พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า [11]

จากรูปที่ 2-2 การจับคู่พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า สามารถนำไปสร้างกรณีทดสอบที่สร้างด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์ โดยเริ่มต้นจากการพิจารณาพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า เริ่มจับคู่ค่าของพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์แรกจนครบทุกค่า จากนั้นจึงเพิ่มพารามิเตอร์ตัวที่ 3 เข้าไป ทำกระบวนการนี้จนครบทุกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจะได้กรณีทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นทั้งหมด 6 กรณีทดสอบ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-3 กรณีทดสอบที่สร้างด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์

Test Case	A	B	C
1	0	1	0
2	1	0	0
3	0	0	1
4	1	1	1
5	0	0	2
6	1	1	2

รูปที่ 2-3 กรณีทดสอบที่สร้างด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์ [11]

จากรูปที่ 2-3 กรณีทดสอบที่สร้างด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร์ไวส์ ถูกสร้างขึ้นครอบคลุมการจับคู่พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าทั้งหมดจากรูปที่ 2-2

2.1.2 การจัดการเงื่อนไขบังคับ

ในการทดสอบซอฟต์แวร์ บางครั้งการรวมกันระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์มักพบความผิดพลาดบ่อยครั้ง ดังนั้นถ้าการทดสอบแบบแพร์ไวส์ไม่ได้จัดการกับเงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์ นักทดสอบจำเป็นต้องพิจารณาชุดกรณีทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีการแบบแพร์ไวส์ที่มีกรณีทดสอบผิดพลาดเอง ในปี 2011 Changhai Nie และ Hareton Leung [2] ได้นำเสนอผลสำรวจเกี่ยวกับการทดสอบเชิงผสม และได้ให้เหตุผลว่าการมีเงื่อนไขบังคับเพิ่มความยากและซับซ้อนในการใช้วิธีการทดสอบเชิงผสม เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

- 1) วิธีการสร้างกรณีทดสอบส่วนใหญ่ในปัจจุบันไม่สามารถจัดการกับเงื่อนไขบังคับและละเว้นกับเงื่อนไขบังคับเหล่านั้น การละเว้นเงื่อนไขบังคับจะนำไปสู่การสร้างกรณีทดสอบที่

ไม่ถูกต้องออกมา และนำไปสู่การวางแผนการทดสอบที่ไม่มีประสิทธิภาพนำมาซึ่งความสูญเสียแรงงานในการทดสอบ

- 2) การสร้างและออกแบบขั้นตอนวิธีทั่วไปในการสร้างกรณีทดสอบที่สามารถจัดการกับเงื่อนไขบังคับได้นั้นเป็นเรื่องยาก
- 3) แม้จำนวนเงื่อนไขบังคับที่มีจำนวนน้อยยังสามารถก่อให้เกิดกรณีทดสอบที่ไม่ถูกต้องได้จำนวนมาก ซึ่งทำให้ความครอบคลุมของกรณีทดสอบลดลง
- 4) เงื่อนไขบังคับที่ซับซ้อนสามารถเกิดขึ้นได้ภายใต้ระบบที่ใช้ทดสอบจริง ทั้งนี้เงื่อนไขบังคับที่หลากหลายสามารถทำให้เกิดเงื่อนไขบังคับอื่นเพิ่มขึ้นตามมา ซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการจัดการเงื่อนไขบังคับในการสร้างชุดกรณีทดสอบ และมีแนวโน้มทำให้เกิดข้อผิดพลาดเพิ่มมากขึ้น

แม้ว่าการจัดการกับเงื่อนไขบังคับทำให้จำนวนกรณีทดสอบที่สร้างด้วยวิธีแพร์ไวส์เพิ่มขึ้น แต่ก็มีข้อดีมากกว่าการที่ไม่ได้สนใจกับเงื่อนไขบังคับเลย ในทางปฏิบัติการทดสอบซอฟต์แวร์จะต้องมีเงื่อนไขบังคับเข้ามาเกี่ยวข้อง และต้องคำนึงเกี่ยวกับการนำพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์มารวมเข้าในการทดสอบด้วย ดังนั้นเงื่อนไขบังคับจะต้องถูกกำหนดโดยนักทดสอบก่อนที่จะถูกจัดการระหว่างการสร้างกรณีทดสอบ หรือเงื่อนไขบังคับสามารถกำหนดให้อยู่ในรูปแบบชุดของนิพจน์ตรรกะ (Logical Expression) ที่ไว้อธิบายเงื่อนไขและข้อบังคับที่จะต้องทำในทุกกรณีทดสอบที่จะถูกสร้างขึ้น [10, 11]

ในปี 2006 Mats Grindal, Jeff Offutt และ Jonas Mellin [12] ได้นำเสนอวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับภายใต้การสร้างกรณีทดสอบเชิงผสม จำนวนทั้งสิ้น 4 วิธี คือ (1) พารามิเตอร์นามธรรม (Abstract Parameters) (2) ตัวแบบย่อย (Sub-Models) (3) การหลีกเลี่ยง (Avoid) และ (4) การแทนที่ (Replace) โดยแต่ละวิธีจะพิจารณาระบบแนะนำโรงแรมเป็นตัวอย่างข้อมูลที่มีพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-4

A (Destination) = {1:Aspen, 2:Miami, 3:Los Angeles}
B (Type of room) = {1:Single, 2:Double, 3:Suite}
C (Activity) = {1:Beach, 2:Skiing, 3:Shopping}
D (Cost Level) = {1:Budget, 2:Bronze, 3:Silver, 4:Gold }
Invalid sub-combinations: (A1,C1), (A2,C2), (A3,C2)

รูปที่ 2-4 ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรม [12]

จากรูปที่ 2-4 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า ประกอบด้วยจุดหมายปลายทาง (Destination) ประเภทห้อง (Type of room) กิจกรรม (Activity) และระดับราคา (Cost Level)

อีกทั้งยังได้กำหนดเงื่อนไขที่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาดคือ (A1,C1) (A2,C2) และ (A3,C3) วิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับทั้ง 4 วิธี สามารถอธิบายวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับแต่ละวิธีได้ดังนี้

2.1.2.1 พารามิเตอร์นามธรรม

แนวคิดการจัดการเงื่อนไขบังคับด้วยวิธีพารามิเตอร์นามธรรม เป็นวิธีการจัดการกับเงื่อนไขบังคับตั้งแต่ขั้นตอนของการเตรียมพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าก่อนสร้างชุดกรณีทดสอบ โดยเริ่มต้นจากระบุหาพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าที่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาดและแทนที่ด้วยการสร้างพารามิเตอร์นามธรรม โดยนำพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดปัญหารวมกันเป็นพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าเดียวกัน จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจากรูปที่ 2-4 เริ่มต้นพิจารณาพารามิเตอร์ A และ C ที่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด นำทั้งสองพารามิเตอร์มารวมกันเป็นพารามิเตอร์ใหม่ AC จะได้คู่กรณีทดสอบที่ไม่เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาดคือ $AC = \{(A1, C2), (A1, C3), (A2, C1), (A2, C3), (A3, C1), (A3, C3)\}$ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-5

**AC (Dest, Act) = {1:(Aspen, Skiing), 2:(Aspen, Shopping),
3:(Miami, Beach), 4:(Miami, Shopping),
5:(Los Angeles, Beach), 6:(Los Angeles, Shopping)}**

B (Type of room) = {1:Single, 2:Double, 3:Suite}

D (Cost Level) = {1:Budget, 2:Bronze, 3:Silver, 4:Gold }

รูปที่ 2-5 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า

ของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีพารามิเตอร์นามธรรม [12]

จากรูปที่ 2-5 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีพารามิเตอร์นามธรรม ค่าของพารามิเตอร์ A และ C จับคู่กันแล้วจะทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด ดังนั้นจึงถูกนำมารวมกันด้วยวิธีพารามิเตอร์นามธรรมเป็น AC ที่ไม่มีการจับคู่ระหว่าง (A1,C1) (A2,C2) และ (A3,C3) ที่จะทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด

2.1.2.2 ตัวแบบย่อย

แนวคิดการจัดการเงื่อนไขบังคับด้วยวิธีตัวแบบย่อย เป็นวิธีการจัดการกับเงื่อนไขบังคับตั้งแต่ขั้นตอนของการเตรียมพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าก่อนสร้างชุดกรณีทดสอบ โดยพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดกรณีการจับคู่ผิดพลาดจะถูกสร้างขึ้นใหม่เป็นชุดของพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าอีกอย่างน้อย 2 ชุด เพื่อลดจำนวนของกรณีจับคู่ผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจากรูปที่ 2-4 พารามิเตอร์ A และ C ที่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด ทั้งสองพารามิเตอร์มีจำนวนค่าของพารามิเตอร์เท่ากัน ดังนั้น

สามารถเลือกพารามิเตอร์ใดก็ได้แยกออกมาสร้างเป็นตัวย่อย เมื่อพิจารณาเลือกพารามิเตอร์ C แยกออกมาสร้างเป็นตัวย่อยจะได้ 3 ตัวย่อยที่ในแต่ละตัวย่อยมีค่าของพารามิเตอร์ C เพียงตัวย่อยละ 1 ค่า ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-6

sub-IPM 1

- A (Destination) = {1:Aspen, 2:Miami, 3:Los Angeles}
 B (Type of room) = {1:Single, 2:Double, 3:Suite}
 C (Activity) = {1:Beach}
 D (Cost Level) = {1:Budget, 2:Bronze, 3:Silver, 4:Gold }

sub-IPM 2

- A (Destination) = {1:Aspen, 2:Miami, 3:Los Angeles}
 B (Type of room) = {1:Single, 2:Double, 3:Suite}
 C (Activity) = {2:Skiing}
 D (Cost Level) = {1:Budget, 2:Bronze, 3:Silver, 4:Gold }

sub-IPM 3

- A (Destination) = {1:Aspen, 2:Miami, 3:Los Angeles}
 B (Type of room) = {1:Single, 2:Double, 3:Suite}
 C (Activity) = {3:Shopping}
 D (Cost Level) = {1:Budget, 2:Bronze, 3:Silver, 4:Gold }

รูปที่ 2-6 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า
 ของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีตัวย่อย [12]

จากรูปที่ 2-6 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีตัวย่อย ตัวย่อย 1 (sub-IPM1) และตัวย่อย 2 (sub-IPM2) ยังคงมีค่าของพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดกรณีผิดพลาดอยู่จึงจำเป็นต้องลบออกจากทั้งสองตัวย่อย จนได้ตัวย่อยสุดท้ายที่ไม่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-7

จากรูปที่ 2-7 ทั้งสามตัวย่อยมีค่าของพารามิเตอร์ B1 และ D1 อยู่ การสร้างกรณีทดสอบแบบแพร่ไวรัสจะทำให้เกิดกรณีทดสอบที่มีค่า B1 และ D1 ขึ้น 3 กรณีทดสอบ การใช้วิธีตัวย่อยอาจทำให้เกิดกรณีทดสอบที่ไม่จำเป็นขึ้นมาและวิธีการนี้สามารถทำได้กับกรณีที่มีพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าที่มีกรณีจับคู่ผิดพลาดเพียง 2 พารามิเตอร์เท่านั้น และไม่สามารถทำได้หากมีกรณีจับคู่ผิดพลาดมากกว่า 2 พารามิเตอร์ขึ้นไป

sub-IPM 1'

- A** (Destination) = {2: Miami, 3: Los Angeles}
B (Type of room) = {1: Single, 2: Double, 3: Suite}
C (Activity) = {1: Beach}
D (Cost Level) = {1: Budget, 2: Bronze, 3: Silver, 4: Gold }

sub-IPM 2'

- A** (Destination) = {1: Aspen}
B (Type of room) = {1: Single, 2: Double, 3: Suite}
C (Activity) = {2: Skiing}
D (Cost Level) = {1: Budget, 2: Bronze, 3: Silver, 4: Gold }

sub-IPM 3

- A** (Destination) = {1: Aspen, 2: Miami, 3: Los Angeles}
B (Type of room) = {1: Single, 2: Double, 3: Suite}
C (Activity) = {3: Shopping}
D (Cost Level) = {1: Budget, 2: Bronze, 3: Silver, 4: Gold }

รูปที่ 2-7 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่สุดท้าย
 ของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีตัวแบบย่อย [12]

2.1.2.3 การหลีกเลี่ยง

แนวความคิดการจัดการเงื่อนไขบังคับด้วยวิธีการหลีกเลี่ยง เป็นวิธีการจัดการกับเงื่อนไขบังคับตั้งแต่ขั้นตอนของการเตรียมพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าก่อนสร้างชุดกรณีทดสอบ โดยพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดการจับคู่ผิดพลาดจะไม่ถูกจับคู่ ใช้วิธีการเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์เป็นค่าอื่นที่ไม่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาดแทน ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-8

sub-IPM 1'

- A** (Destination) = {2: Miami, 3: Los Angeles}
B (Type of room) = {1: Single, 2: Double, 3: Suite}
C (Activity) = {1: Beach}
D (Cost Level) = {1: Budget, 2: Bronze, 3: Silver, 4: Gold }

sub-IPM 2'

- A** (Destination) = {1: Aspen}
B (Type of room) = {1: Single, 2: Double, 3: Suite}
C (Activity) = {2: Skiing}
D (Cost Level) = {1: Budget, 2: Bronze, 3: Silver, 4: Gold }

sub-IPM 3

- A** (Destination) = {1: Aspen, 2: Miami, 3: Los Angeles}
B (Type of room) = {1: Single, 2: Double, 3: Suite}
C (Activity) = {3: Shopping}
D (Cost Level) = {1: Budget, 2: Bronze, 3: Silver, 4: Gold }

รูปที่ 2-8 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีหลีกเลี่ยง [12]

จากรูปที่ 2-8 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมโดยใช้วิธีหลักเฉียง ถูกสร้างขึ้นภายใต้ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมจากรูปที่ 2-4 ค่าของพารามิเตอร์ A และ C จับคู่กันแล้วจะทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด พิจารณาพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ (A1, B1, C1, D1) ค่าของพารามิเตอร์ (A1, C1) ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด ดังนั้นเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็น (A1, B1, C2, D1) ทำให้ไม่เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาดขึ้น

2.1.2.4 การแทนที่

แนวความคิดการจัดการเงื่อนไขบังคับด้วยวิธีการแทนที่ เป็นวิธีการจัดการกับกรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหลังจากชุดกรณีทดสอบถูกสร้างขึ้นมาแล้ว และคงความครอบคลุมของชุดกรณีทดสอบเอาไว้ เพื่อแสดงให้เห็นแนวความคิดของการจัดการเงื่อนไขบังคับด้วยวิธีการแทนที่ โดยพิจารณาตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าของระบบแนะนำโรงแรมจากรูปที่ 2-4

เริ่มต้นโดยพิจารณากรณีทดสอบ (A1, B1, C1) ข้อมูลคู่ (A1, C1) เป็นคู่ที่ทำให้เกิดกรณีจับคู่ผิดพลาด การลบกรณีทดสอบที่มีข้อมูลคู่นี้จะทำให้ชุดกรณีทดสอบไม่ครอบคลุมเนื่องจากข้อมูลคู่ (A1, B1) ที่ถูกต้องจะถูกกลับไปด้วย ดังนั้นแทนที่จะลบกรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด ใช้วิธีการโคลนกรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดขึ้นมาอีกหนึ่งชุด และเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็นค่าอื่นที่ไม่ได้อยู่ในเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ จำนวนกรณีทดสอบที่ถูกโคลนขึ้นมาแล้วยังคงความครอบคลุมของชุดกรณีทดสอบเอาไว้ได้ จากรูปที่ 2-9 ชุดกรณีทดสอบถูกสร้างขึ้นโดยมีกรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดทั้งหมด 5 กรณีทดสอบคือ TC1, TC3, TC6, TC11 และ TC12

Test Case	Parameters			
	A	B	C	D
TC1	1	1	1	1
TC2	1	2	3	3
TC3	1	3	1	4
TC4	1	2	2	2
TC5	2	1	1	2
TC6	2	2	2	4
TC7	2	3	1	3
TC8	2	2	3	1
TC9	3	1	3	4
TC10	3	2	1	2
TC11	3	3	2	1
TC12	3	1	2	3
TC13	1	3	3	2

รูปที่ 2-9 ชุดกรณีทดสอบของระบบแนะนำโรงแรมที่มีกรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด [12]

จากรูปที่ 2-9 กรณีทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดถูกโคลนขึ้นมาเพิ่มและเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็นค่าอื่นที่ไม่ได้อยู่ในเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-10

Step 1 - Clone					Step 2 - Replace				
Test Case	Parameters				Test Case	Parameters			
	A	B	C	D		A	B	C	D
TC1a	*	1	1	1	TC1a	2	1	1	1
TC1b	1	1	*	1	TC1b	1	1	3	1
TC2	1	2	3	3	TC2	1	2	3	3
TC3a	*	3	1	4	TC3a	3	3	1	4
TC3b	1	3	*	4	TC3b	1	3	2	4
TC4	1	2	2	2	TC4	1	2	2	2
TC5	2	1	1	2	TC5	2	1	1	2
TC6a	*	2	2	4	TC6a	1	2	2	4
TC6b	2	2	*	4	TC6b	2	2	1	4
TC7	2	3	1	3	TC7	2	3	1	3
TC8	2	2	3	1	TC8	2	2	3	1
TC9	3	1	3	4	TC9	3	1	3	4
TC10	3	2	1	2	TC10	3	2	1	2
TC11a	*	3	2	1	TC11a	1	3	2	1
TC11b	3	3	*	1	TC11b	3	3	3	1
TC12a	*	1	2	3	TC12a	1	1	2	3
TC12b	3	1	*	3	TC12b	3	1	1	3
TC13	1	3	3	2	TC13	1	3	3	2

รูปที่ 2-10 ชุดกรณีทดสอบของระบบแนะนำโรงแรมที่ใช้วิธีการแทนที่ [12]

จากรูปที่ 2-10 ชุดกรณีทดสอบของระบบแนะนำโรงแรมที่ใช้วิธีการแทนที่เข้ามาจัดการเงื่อนไขบังคับ ยังคงความครอบคลุมของชุดกรณีทดสอบเอาไว้ไม่ทำให้ลดน้อยลง แต่มีจำนวนกรณีทดสอบที่เพิ่มขึ้นอีก 5 กรณีทดสอบ

จากผลการทดลองวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับทั้ง 4 วิธี ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2-11 ผลการทดลองวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับในแต่ละวิธี

Category	Sub-Models		Abstract Parameter		Avoid	Replace	
	regular	reduced	regular	reduced	regular	regular	reduced
Small test suites	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Little preparations	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Short execution time	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes
Easy to use	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Generally applicable	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes

รูปที่ 2-11 ผลการทดลองวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับในแต่ละวิธี [12]

จากรูปที่ 2-11 สรุปได้ว่าวิธีพารามิเตอร์นามธรรมและวิธีตัวแบบย่อย สร้างกรณีทดสอบออกมาเป็นจำนวนมากกว่าวิธีอื่น วิธีการหลีกเลี่ยงและวิธีการแทนที่สร้างกรณีทดสอบออกมามีจำนวนใกล้เคียงกัน ในแง่ของการพัฒนาวิธีการหลีกเลี่ยงและวิธีการแทนที่ง่ายต่อการนำไปสร้างกรณีทดสอบ

แบบอัตโนมัติ แต่วิธีการหลักเกี่ยวข้องจำเป็นต้องสร้างในส่วนของการรวมกันระหว่างพารามิเตอร์ย่อยเพิ่มเติม วิธีพารามิเตอร์นามธรรมและวิธีตัวแบบย่อยค่อนข้างยากต่อการนำไปสร้างกรณีทดสอบแบบอัตโนมัติ เนื่องจากจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าก่อนการสร้างกรณีทดสอบ วิธีการแทนที่ใช้ระยะเวลาในการสร้างกรณีทดสอบน้อยที่สุดในทางกลับกันวิธีพารามิเตอร์นามธรรมใช้ระยะเวลาในการสร้างกรณีทดสอบมากที่สุดอย่างเห็นได้ชัด วิธีการหลักเกี่ยวข้องและวิธีการแทนที่เป็นวิธีที่ง่ายต่อการใช้งานมากที่สุด ดังนั้นวิธีการแทนที่จึงมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากสามารถสร้างชุดทดสอบขนาดเล็ก เตรียมการน้อย ใช้เวลาสร้างน้อย ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป

2.1.3 ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้

ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ คือ ชุดข้อมูลของการตั้งค่าและข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ ซึ่งสามารถกำหนดให้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการทำงาน เช่น ระบบปฏิบัติการ ซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ เป็นต้น ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ช่วยในการเชื่อมโยงกับลักษณะการใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ ของผู้ใช้ [13, 14]

ในงานวิจัยนี้ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ คือ ข้อมูลสภาพแวดล้อมการทำงานของซอฟต์แวร์ของผู้ใช้ เช่น รายละเอียดของแพลตฟอร์ม รายละเอียดของระบบปฏิบัติการ รายละเอียดของซอฟต์แวร์ และรายละเอียดของโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้จำเป็นต้องถูกกำหนดและทำการจัดเก็บไว้ในระบบ เพื่อนำข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้มาวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของการทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินงานที่ถูกใช้ส่วนใหญ่จะถูกทดสอบมากที่สุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดเวลา เพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการทดสอบ และนำไปเป็นพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบต่อไป ดังนั้นแพลตฟอร์มทดสอบสามารถเลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะข้อมูลที่ถูกใช้งานมากที่สุดจะถูกทำการทดสอบมากที่สุด อีกทั้งข้อมูลผู้ใช้นี้ยังสามารถช่วยคาดการณ์พฤติกรรมของผู้ใช้ได้บนพื้นฐานของข้อมูลทางสถิติที่มี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัย “Using Combinatorial Approaches for Testing Mobile Applications”

[6]

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการทดสอบเชิงผสมในการทดสอบแอปพลิเคชันมือถือ (Mobile Application) โดยใช้แนวคิดของการทดสอบบนอุปกรณ์มือถือที่ถูกใช้งานบ่อยที่สุด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานบ่อยจะสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนข้อมูลของผู้ใช้สามารถช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ที่จะต้องทำการทดสอบลงได้ ผลการทดสอบพบว่า การเลือกอุปกรณ์มือถือเพื่อทดสอบจากข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกใช้

งานบ่อย นำมาสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบเชิงผสมสามารถช่วยดักจับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในจำนวนกรณีทดสอบที่น้อยกว่าวิธีการสุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ การใช้ข้อมูลของผู้ใช้เพื่อเลือกข้อมูลที่สนใจมาเป็นข้อมูลนำเข้าไปในการสร้างกรณีทดสอบ

2.2.2 งานวิจัย “An Efficient Algorithm for Constraint Handling in Combinatorial Test Generation” [10]

งานวิจัยนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับในการสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบเชิงผสมที่เรียกว่า IPOG-C โดยกำหนดให้เงื่อนไขบังคับจะต้องถูกกำหนดจากผู้ใช้ก่อนเริ่มต้นกระบวนการสร้างกรณีทดสอบ ในงานวิจัยนี้เงื่อนไขบังคับสามารถระบุเป็นชุดของนิพจน์ตรรกะได้ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดรายการเงื่อนไขจากชุดของนิพจน์ตรรกะที่รับเข้ามาและเริ่มต้นสร้างกรณีทดสอบ ระหว่างสร้างกรณีทดสอบจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของกรณีทดสอบทันที ผลการทดสอบพบว่าขั้นตอนวิธีการจัดการเงื่อนไขบังคับที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนั้นสามารถเพิ่มความเร็วในการจัดการกับเงื่อนไขบังคับ ลดจำนวนการตรวจสอบกรณีทดสอบตามเงื่อนไขบังคับ ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ การจัดการเงื่อนไขบังคับโดยใช้ชุดนิพจน์ตรรกะ

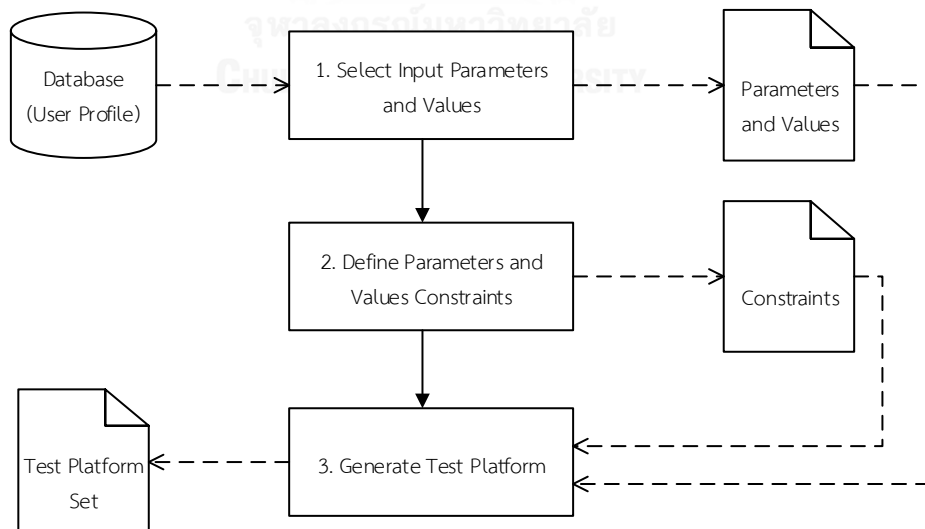
บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ โดยใช้ความรู้ที่ได้จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ โดยอธิบายถึงภาพรวมของเครื่องมือและอธิบายการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) และแผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดวิธีการสร้างเครื่องมือสำหรับออกแบบแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ (Constrained Pairwise Testing) โดยใช้ข้อมูลทางสถิติของแพลตฟอร์มของผู้ใช้ (User Platform Profile) มาช่วยวิเคราะห์และลดจำนวนข้อมูลนำเข้าสำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ และใช้วิธีการกำหนดเงื่อนไขบังคับมาช่วยลดและป้องกันจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด เพื่อที่จะออกแบบการทดสอบให้ครอบคลุมทุกความเป็นไปได้ภายใต้ทุกแพลตฟอร์มที่มีการใช้งานจริงและลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเดิม โดยภาพรวมการทำงานของเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 ภาพรวมของเครื่องการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ
ด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ

จากรูปที่ 3-1 งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ

- 1) การเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า (Select Input Parameters and Values)
- 2) การกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Define Parameters and Constraint Values) และ 3) การสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ (Generate Test Platform) โดยแต่ละขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า (Select Input Parameters and Values)

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับเครื่องมือออกแบบแพลตฟอร์มทดสอบ โดยเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจากข้อมูลแพลตฟอร์มของผู้ใช้จากฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลแพลตฟอร์มของผู้ใช้ทั้งหมดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ดังรูปที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้มาจากฐานข้อมูลของบริษัทแห่งหนึ่ง จากตัวอย่างข้อมูลประกอบด้วย ภูมิภาค (Region) ประเทศ (Country) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) เว็บเบราว์เซอร์ (Browser Version) ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ (Microsoft Office) และ โปรแกรมป้องกันไวรัส (Antivirus)

	A	B	C	D	E	F
1	Region	Country	Operating System	Browser Version	Microsoft Office	Antivirus
2	Americas	United States	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 365 (2013) 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
3	Americas	United States	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2013 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
4	UKI	United Kingdom	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 365 (2013) 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
5	Americas	Canada	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 SP2 32-bit	Symantec Endpoint Protection
6	Americas	United States	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 10	Office 2007 SP3	Symantec Endpoint Protection
7	UKI	United Kingdom	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2013 32-bit	Symantec Endpoint Protection
8	UKI	United Kingdom	Windows 7 Home Premium 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2013 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
9	Asia	Singapore	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2013 32-bit	ESET Endpoint Security 5.0
10	Asia	Singapore	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 10	Office 2013 32-bit	ESET Endpoint Security 5.0
11	Asia	Singapore	Windows 7 Home Premium 64-bit	Internet Explorer 10	Office 2013 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
12	Asia	Singapore	Windows 7 Home Premium 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 SP1 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
13	Asia	Singapore	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 SP2 32-bit	AhnLab V3 Internet Security 8.0
14	Asia	Singapore	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 SP2 32-bit	AhnLab V3 Internet Security 8.0
15	Asia	Singapore	Windows 7 Ultimate 32-bit	Internet Explorer 9	Office 2007 SP3	McAfee VirusScan Enterprise
16	CEMA	Belgium	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 9	Office 2007 SP3	Symantec Endpoint Protection
17	CEMA	Germany	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 SP2 32-bit	Trend Micro OfficeScan Antivirus
18	CEMA	Germany	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 9	Office 2010 SP2 32-bit	Trend Micro OfficeScan Antivirus
19	CEMA	Switzerland	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2013 32-bit	Symantec Endpoint Protection
20	UKI	United Kingdom	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2013 32-bit	Trend Micro OfficeScan Antivirus
21	CEMA	Germany	Windows 7 Home Premium 64-bit	Internet Explorer 9	Office 365 (2013) 32-bit	AVG Anti-Virus Free Edition 2014
22	Asia	Singapore	Windows 7 Professional 32-bit	Internet Explorer 9	Office 2010 SP2 32-bit	AVG Anti-Virus Free Edition 2014
23	UKI	United Kingdom	Windows 8.1 64-bit	Internet Explorer 8	Office 2013 64-bit	Trend Micro OfficeScan Antivirus
24	CEMA	Germany	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 9	Office 2010 SP2 32-bit	Trend Micro OfficeScan Antivirus
25	CEMA	Germany	Windows 7 Professional 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 SP2 32-bit	AhnLab V3 Internet Security 8.0

รูปที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลจากฐานข้อมูล

ข้อมูลแพลตฟอร์มของผู้ใช้ที่ได้มาจากฐานข้อมูลมีจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องทำการเลือกข้อมูลโดยเลือกเฉพาะชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้องและสนใจ เป็นปัจจัยหลักและมีผลต่อการทดสอบเท่านั้น ดังนั้นจากตัวอย่างข้อมูลจึงมีข้อมูลที่น่าสนใจเพียง 4 ชุดข้อมูล คือ ระบบปฏิบัติการ เว็บเบราว์เซอร์ ไมโครซอฟท์ออฟฟิศและโปรแกรมป้องกันไวรัส ซึ่งจะถูกนำไปเป็นพารามิเตอร์นำเข้าเพื่อสร้าง

แพลตฟอร์มทดสอบ ในส่วนของชุดข้อมูลประเทศและภูมิภาคเป็นชุดข้อมูลที่ไม่ถูกเลือกเพราะเป็นชุดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องและไม่มีผลต่อการทดสอบ หลังจากได้พารามิเตอร์ที่สนใจแล้วเพื่อให้น้ำหนักความสำคัญและกำหนดขอบเขตของจำนวนข้อมูล โดยตัดข้อมูลที่มีการซ้ำซ้อนกันออก จากนั้นทำการหาผลรวมของจำนวนผู้ใช้ในแต่ละข้อมูลและจัดอันดับด้วยจำนวนผู้ใช้ในแต่ละเวอร์ชัน เรียงลำดับจากจำนวนผู้ใช้มากที่สุดไปยังจำนวนที่มีใช้น้อยที่สุดจากจำนวนผู้ใช้ทั้งหมดตามลำดับ นักทดสอบมีหน้าที่เลือกชุดข้อมูล โดยเลือกจากข้อมูลที่มีจำนวนผู้ใช้มากที่สุดตามจำนวนอันดับของชุดข้อมูลที่สนใจ เพื่อนำไปเป็นค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่สำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ ดังแสดงได้ตามตารางที่ 3-1 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกเลือกตามจำนวนที่มีผู้ใช้ตั้งแต่ร้อยละ 10 ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมดขึ้นไปในแต่ละชุดข้อมูลและเวอร์ชันที่นักทดสอบได้พิจารณาเลือกเป็นชุดข้อมูลที่สนใจ เพื่อนำไปเป็นพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่สำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ ผลลัพธ์ในขั้นตอนนี้คือพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่สำหรับเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบจากชุดข้อมูลที่ถูกเลือก

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกเลือก

พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์	จำนวนผู้ใช้	%
ระบบปฏิบัติการ	Windows 7 Enterprise 64-bit	58,991	38.44
	Windows 8 Pro 32-bit	25,328	16.43
	OS X 10.11.1 (15B42)	9,137	11.74
เว็บเบราว์เซอร์	Internet Explorer 10	58,949	38.27
	Internet Explorer 11	50,057	32.17
	Internet Explorer 9	19,258	12.92
	Internet Explorer 8	17,207	11.58
ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ	Office 2010 SP2 32-bit	21,191	37.24
	Office 2007 SP3	8,811	16.45
	Office 2013 64-bit	7,613	13.32
โปรแกรมป้องกันไวรัส	McAfee VirusScan Enterprise	2,735	31.96
	Symantec Endpoint Protection	2,264	28.14

3.1.2 การกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Define Parameters Constraint Values)

หลังจากที่ได้เลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปเป็นพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่สำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบแล้ว (ผลลัพธ์ขั้นตอนที่ 3.1.1) เพื่อช่วยลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่จะสร้างขึ้นและป้องกันแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด นักทดสอบจึงจำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่ โดยการกำหนดเงื่อนไขบังคับแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- 1) เงื่อนไขบังคับส่วนกลาง (Global Constraint) คือการกำหนดเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหรือกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ หรือเป็นเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่มาจากความต้องการทางธุรกิจ (Business Requirements) หรือข้อกำหนดคุณลักษณะระบบ (System Specifications) เช่น ซอฟต์แวร์บางตัวต้องทำงานร่วมกับบางระบบปฏิบัติการเท่านั้น ซอฟต์แวร์บางตัวไม่สามารถติดตั้งลงบนบางระบบปฏิบัติการได้ บางซอฟต์แวร์ไม่รองรับหรือสามารถทำงานร่วมกับบางซอฟต์แวร์ได้ เป็นต้น ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่ ดังแสดงได้ตามตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลางให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสู่

#	เงื่อนไขบังคับ	คำอธิบาย
1	IF (OS = "Windows 7 Professional 32-bit") THEN (OFFICE != "Office 2013 64-bit")	ระบบปฏิบัติการที่เป็น Windows 7 Professional 32 บิต ไม่สามารถติดตั้งไมโครซอฟท์ออฟฟิศ 2013 ที่เป็น 64 บิตได้
2	IF (Browser = "Internet Explorer") THEN (OS != "OS X 10.11.1 (15B42)")	เว็บเบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ ไม่สามารถติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการแมคอินทอช OS X 10.11.1 (15B42) ได้

- 2) เงื่อนไขบังคับเฉพาะ (Specific Constraint) คือการกำหนดเงื่อนไขที่ต้องการให้สร้างเป็นแพลตฟอร์มทดสอบหรือไม่ต้องการให้สร้างเป็นแพลตฟอร์มทดสอบ โดยพิจารณาข้อมูลที่ต้องการให้สร้างแพลตฟอร์มทดสอบเพื่อช่วยลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่จะถูก

สร้างขึ้นและแพลตฟอร์มทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นมาจะตรงตามความต้องการ เป็นต้น ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้ ดังแสดงได้ตามตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้

#	เงื่อนไขบังคับ	คำอธิบาย
1	IF (OS = "Windows 8 Pro 32-bit") THEN (Browser != "Internet Explorer 8")	ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ Windows 8 Pro 32 บิต จะไม่คู่กับเว็บเบราว์เซอร์ที่เป็น อินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ เวอร์ชัน 8
2	IF (OS = "Windows 7 Professional 32-bit") THEN (Browser = "Internet Explorer 11")	ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ Windows 7 Professional 32 จะคู่กับเว็บเบราว์เซอร์ที่เป็นอินเทอร์เน็ต เอ็กพลอเรอร์ เวอร์ชัน 11 เท่านั้น

3.1.3 การสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ (Generate Test Platform)

เมื่อได้พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้ (ผลลัพธ์ขั้นตอนที่ 3.1.1) ภายใต้ข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับที่ถูกกำหนดให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้ (ผลลัพธ์ขั้นตอนที่ 3.1.2) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพรวัวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ กระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพรวัวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ เริ่มต้นจากการพิจารณาพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้ (ผลลัพธ์ขั้นตอนที่ 3.1.1) โดยเริ่มจับคู่ค่าของพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์แรกจนครบทุกค่าแล้วจึงเพิ่มพารามิเตอร์ตัวที่ 3 เข้าไป ทำกระบวนการนี้จนครบทุกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้ ผลลัพธ์แรกที่ได้คือชุดแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพรวัวส์ ที่ถูกสร้างขึ้นจากพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้ทั้งหมด ขั้นตอนถัดไปนำชุดแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพรวัวส์ที่ถูกสร้างขึ้นไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ (ผลลัพธ์ขั้นตอนที่ 3.1.2) หากพบแพลตฟอร์มทดสอบที่ตรงกับเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ แพลตฟอร์มทดสอบนั้นถือเป็นแพลตฟอร์มทดสอบที่เกิดการจับคู่ผิดพลาดจะถูกนำเข้าสู่วิธีการเปลี่ยนการจับคู่ผิดพลาด (Replace Bad Pair) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการกับแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหลังจากชุดแพลตฟอร์มทดสอบถูกสร้างขึ้นแล้วเพื่อคงความครอบคลุมของชุดแพลตฟอร์มทดสอบ [12] โดยใช้วิธีการโคลนแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดขึ้นมาอีกหนึ่งชุด และเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็นค่าอื่นที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นวิธีการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบใหม่แทนแพลตฟอร์มทดสอบเดิมที่มีปัญหาการจับคู่ผิดพลาด หลังจากนั้นลบแพลตฟอร์มทดสอบที่มีปัญหาการจับคู่

ผิดพลาดเดิมออกจากชุดแพลตฟอร์มทดสอบที่ถูกสร้างขึ้น ทำกระบวนการนี้จนครบทุกแพลตฟอร์มทดสอบในชุดแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพร์ไวส์ ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้คือชุดแพลตฟอร์มทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับที่ถูกสร้างขึ้นจากพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าภายใต้เงื่อนไขบังคับที่กำหนด ตัวอย่างชุดแพลตฟอร์มทดสอบที่ถูกสร้างขึ้น แสดงได้ดังรูปที่ 3-3

#PF	OPERATING SYSTEM	BROWSER VERSION	MICROSOFT OFFICE	ANTIVIRUS
1	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
2	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 9	Office 2013 64-bit	Symantec Endpoint Protection
3	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 10	Office 2007 SP3	McAfee VirusScan Enterprise
4	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 9	Office 2010 32-bit	Symantec Endpoint Protection
5	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 10	Office 2013 64-bit	Symantec Endpoint Protection
6	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 9	Office 2007 SP3	McAfee VirusScan Enterprise
7	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 10	Office 2010 32-bit	Symantec Endpoint Protection
8	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 8	Office 2013 64-bit	McAfee VirusScan Enterprise
9	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 32-bit	McAfee VirusScan Enterprise
10	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2007 SP3	Symantec Endpoint Protection
11	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 8	Office 2007 SP3	Symantec Endpoint Protection
12	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 8	Office 2013 64-bit	McAfee VirusScan Enterprise

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างชุดแพลตฟอร์มทดสอบที่ถูกสร้างขึ้น

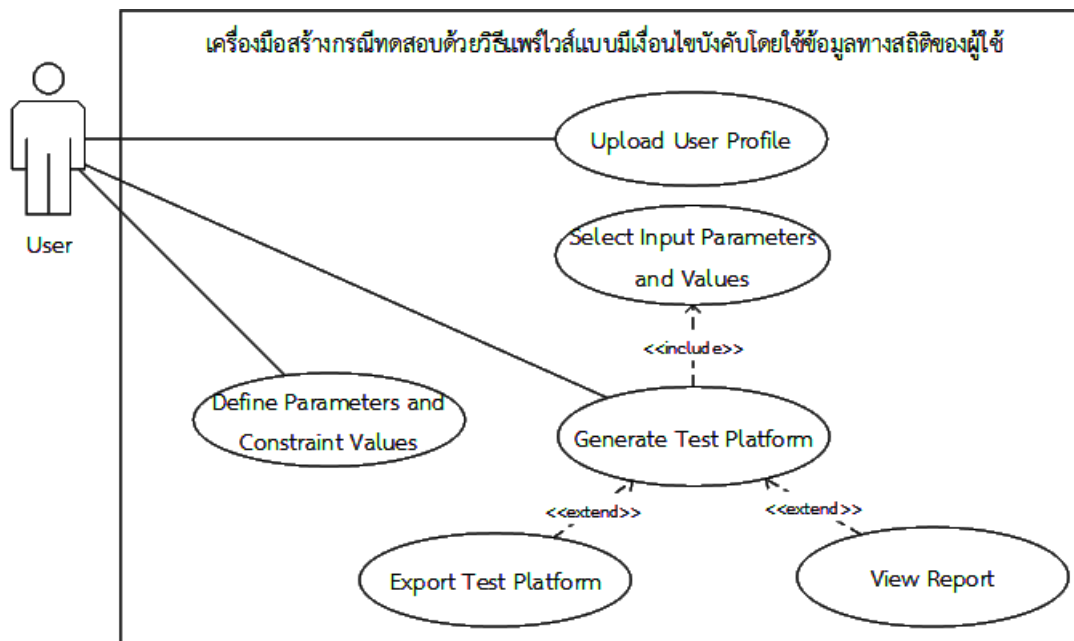
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ

สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ สามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพยูเอ็มแอล (UML Diagram) โดยใช้แผนภาพยูสเคสนำเสนอฟังก์ชันของเครื่องมือ แผนภาพกิจกรรมนำเสนอขั้นตอนการทำงานของผู้ใช้งานกับเครื่องมือ และแผนภาพลำดับเสนอพฤติกรรมการทำงานของฟังก์ชัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสแสดงการทำงานของเครื่องมือที่ผู้ใช้เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ด้วย โดยแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับประกอบไปด้วย 6 ยูสเคส คือ ยูสเคสบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ (Upload User Profile) ยูสเคสเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า (Select Input Parameters and Values) ยูสเคสกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Define Parameters and Constraint Values) ยูสเคสสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ (Generate Test Platform) ยูสเคสนำออกแพลตฟอร์มทดสอบ (Export Test Platform) และ ยูสเคสดูรายงาน (View Report) แสดงได้ดังรูปที่ 3-4 โดยรายละเอียดของยูสเคสบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้แสดงได้ดังตารางที่ 3-4 รายละเอียดของยูสเคสเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า แสดงได้ดังตารางที่ 3-5 รายละเอียดของยูสเคสกำหนดเงื่อนไขบังคับ แสดงได้ดังตารางที่ 3-6 รายละเอียดของยูสเคสสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ แสดงได้ดังตารางที่ 3-7 รายละเอียดของยูสเคสนำออก

แพลตฟอร์มทดสอบ แสดงได้ดังตารางที่ 3-8 และรายละเอียดของยูสเคสดูรายงาน แสดงได้ดังตารางที่ 3-9



รูปที่ 3-4 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ

ตารางที่ 3-4 รายละเอียดของยูสเคส Upload User Profile

ชื่อยูสเคส	Upload User Profile
แอกเตอร์	ผู้ใช้
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือ
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include เลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เข้าสู่หน้าแรกของเครื่องมือ แล้วจึงกดปุ่มเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้ 2. เครื่องมือแสดงหน้าจอเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้ 3. ผู้ใช้เลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้ แล้วจึงกดปุ่มบรรจุขึ้น
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-5 รายละเอียดของยูสเคส Select Input Parameters and Values

ชื่อยูสเคส	Select Input Parameters and Values
แอกเตอร์	ผู้ใช้
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า เพื่อนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับเครื่องมือเพื่อออกแบบแพลตฟอร์มทดสอบ
ยูสเคสที่สัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้ได้บรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้แล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เลือกพารามิเตอร์นำเข้าที่สนใจ 2. ระบบแสดงผลรวมของผู้ใช้ในแต่ละพารามิเตอร์และจัดอันดับด้วยจำนวนผู้ใช้ โดยเรียงลำดับจากจำนวนผู้ใช้มากที่สุดไปยังจำนวนที่มีผู้ใช้น้อยที่สุดจากจำนวนผู้ใช้ทั้งหมดตามลำดับ 3. ผู้ใช้เลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจากข้อมูลพารามิเตอร์ที่มีผู้ใช้งานมากที่สุดตามอันดับของข้อมูลที่สนใจ
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-6 รายละเอียดของยูสเคส Define Parameters and Constraint Values

ชื่อยูสเคส	Define Parameters and Constraint Values
แอกเตอร์	ผู้ใช้
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ที่เลือก
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include เลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้ได้ทำการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าอย่างน้อย 2 พารามิเตอร์ และอย่างน้อยพารามิเตอร์ละ 1 ค่าของพารามิเตอร์

ตารางที่ 3-6 รายละเอียดของยูสเคส Define Parameters and Constraint Values (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้พิจารณาความเป็นไปได้ของพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า 2. ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขบังคับที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า 3. ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขบังคับในกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า 4. ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขที่ต้องการให้สร้างเป็นแพลตฟอร์มทดสอบหรือไม่ ต้องการให้สร้างเป็นแพลตฟอร์มทดสอบระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือเปิดหน้าจอสร้างแพลตฟอร์มทดสอบเพื่อสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแปรโวลส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ

ตารางที่ 3-7 รายละเอียดของยูสเคส Generate Test Platform

ชื่อยูสเคส	Generate Test Platform
แอกเตอร์	ผู้ใช้
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแปรโวลส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ
ยูสเคสที่สัมพันธ์	<p>Include</p> <p style="padding-left: 40px;">เลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า</p> <p>Extend</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นำออกแพลตฟอร์มทดสอบ 2. คู่มือรายงาน

ตารางที่ 3-7 รายละเอียดของยูสเคส Generate Test Platform (ต่อ)

เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้ได้ทำการเลือกเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าอย่างน้อย 2 พารามิเตอร์ และอย่างน้อยพารามิเตอร์ละ 1 ค่าของพารามิเตอร์
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ 2. เครื่องมือแสดงรายการแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้น
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ

ตารางที่ 3-8 รายละเอียดของยูสเคส Export Test Platform

ชื่อยูสเคส	Export Test Platform
แอกเตอร์	ผู้ใช้
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อนำออกแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพรวไวัสแบบมีเงื่อนไขบังคับ เป็นไฟล์เอกสารสำหรับการนำไปใช้ในงานทดสอบต่อไป
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include สร้างแพลตฟอร์มทดสอบ
เงื่อนไขก่อนหน้า	แพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพรวไวัสแบบมีเงื่อนไขบังคับต้องถูกสร้างมาแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดปุ่มนำออก 2. เครื่องมือสร้างไฟล์เอกสารแพลตฟอร์มทดสอบ
เงื่อนไขภายหลัง	ไฟล์เอกสารแพลตฟอร์มทดสอบถูกสร้างขึ้น

ตารางที่ 3-9 รายละเอียดของยูสเคส View Report

ชื่อยูสเคส	View Report
แอกเตอร์	ผู้ใช้

ตารางที่ 3-9 รายละเอียดของยูสเคส View Report (ต่อ)

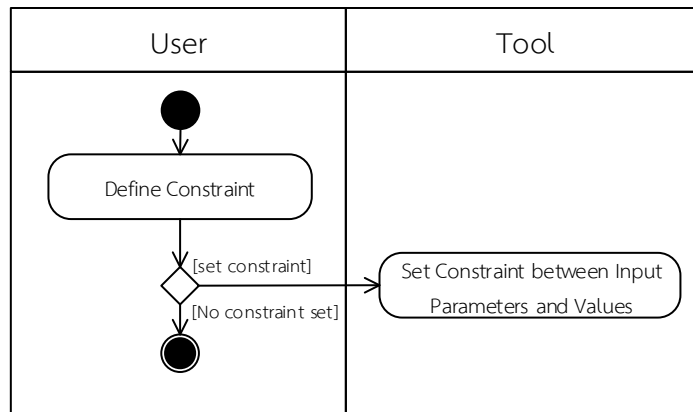
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อดูรายงานผลของแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับที่สร้างขึ้น
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include สร้างแพลตฟอร์มทดสอบ
เงื่อนไขก่อนหน้า	แพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับต้องถูกสร้างมาแล้ว
ขั้นตอน	ผู้ใช้กดปุ่มรายงาน
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือแสดงผลรายงาน

3.2.2 แผนภาพกิจกรรม

แผนภาพกิจกรรมเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมของกระบวนการทำงานของเครื่อง โดยเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร์ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับสามารถอธิบายด้วยแผนภาพกิจกรรม 7 แผนภาพ คือ แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-5 แผนภาพกิจกรรมบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ แสดงได้ดังรูปที่ 3-6 แผนภาพกิจกรรมเลือกพารามิเตอร์นำเข้า แสดงได้ดังรูปที่ 3-7 แผนภาพกิจกรรมเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้า แสดงได้ดังรูปที่ 3-8 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะ แสดงได้ดังรูปที่ 3-9 แผนภาพกิจกรรมสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 3-10 แผนภาพกิจกรรมแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด แสดงได้ดังรูปที่ 3-11

1) แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลาง

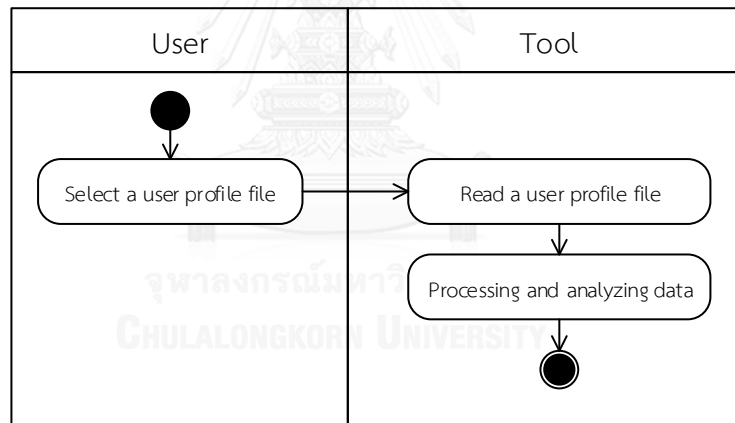
จากรูปที่ 3-5 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลาง แสดงขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลางให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหรือกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลางให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าก่อนเริ่มต้นกระบวนการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้หรือไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลางก็ได้



รูปที่ 3-5 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับส่วนกลาง

2) แผนภาพกิจกรรมบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้

จากรูปที่ 3-6 แผนภาพกิจกรรมบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ แสดงขั้นตอนการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ โดยผู้ใช้งานจะต้องเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือ จากนั้นเครื่องมือจะอ่านค่าไฟล์ข้อมูลผู้ใช้งานดังกล่าว เริ่มต้นการประมวลผลและวิเคราะห์ผลข้อมูลที่ได้รับ

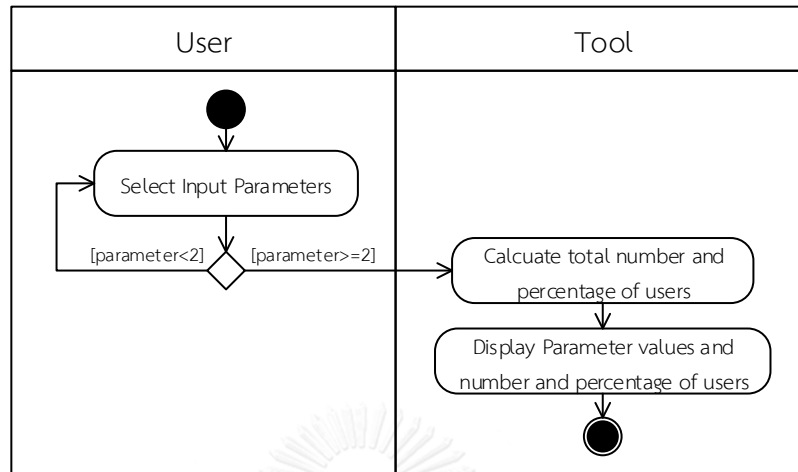


รูปที่ 3-6 แผนภาพกิจกรรมบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้

3) แผนภาพกิจกรรมเลือกพารามิเตอร์นำเข้า

จากรูปที่ 3-7 แผนภาพกิจกรรมเลือกพารามิเตอร์นำเข้า แสดงขั้นตอนการเลือกพารามิเตอร์นำเข้าที่ผ่านการประมวลผลและวิเคราะห์ผลจากเครื่องมือแล้ว จากนั้นแสดงผลออกมาเป็นรายการพารามิเตอร์ โดยผู้ใช้งานจะเลือกพารามิเตอร์ที่สนใจและเกี่ยวข้องกับการทดสอบ จำนวนพารามิเตอร์นำเข้าที่ถูกเลือกจะต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 2 พารามิเตอร์ขึ้นไป เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกพารามิเตอร์แล้ว เครื่องมือจะคำนวณหาผลรวมของจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละพารามิเตอร์ที่เลือก แสดงผลโดย

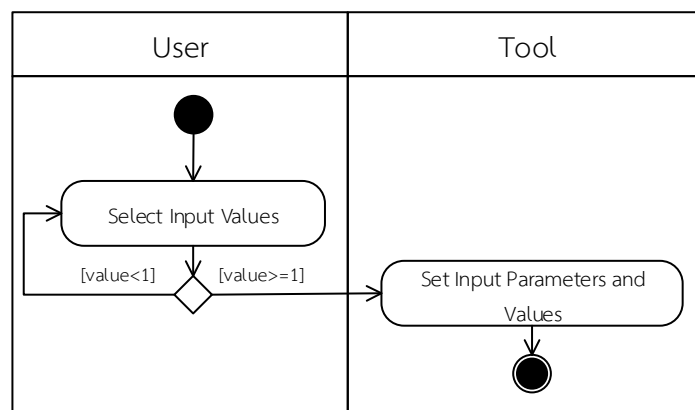
เรียงลำดับจากจำนวนที่มีผู้ใช้มากที่สุดไปยังจำนวนที่มีผู้ใช้น้อยที่สุดจากจำนวนที่มีผู้ใช้มากที่สุดตามลำดับ



รูปที่ 3-7 แผนภาพกิจกรรมเลือกพารามิเตอร์นำเข้า

4) แผนภาพกิจกรรมเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้า

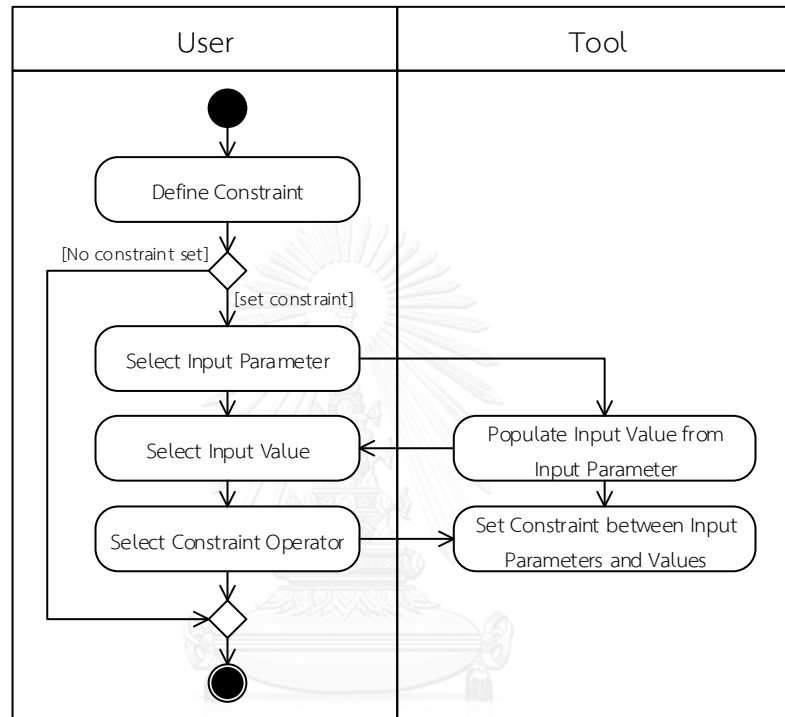
จากรูปที่ 3-8 แผนภาพกิจกรรมเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้า แสดงขั้นตอนการเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้าหลังจากผ่านการคำนวณหาผลรวมของจำนวนผู้ใช้ในแต่ละพารามิเตอร์ที่เลือก และแสดงผลโดยเรียงลำดับจากจำนวนที่มีผู้ใช้มากที่สุดไปยังจำนวนที่มีผู้ใช้น้อยที่สุดจากจำนวนที่มีผู้ใช้มากที่สุดตามลำดับ ผู้ใช้จะเลือกค่าของพารามิเตอร์ตามจำนวนที่มีผู้ใช้มากที่สุดตามจำนวนที่สนใจ เพื่อนำไปเป็นค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสำหรับสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ โดยค่าของพารามิเตอร์นำเข้าที่ถูกเลือกจะต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ค่าของพารามิเตอร์ขึ้นไป



รูปที่ 3-8 แผนภาพกิจกรรมเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้า

5) แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะ

จากรูปที่ 3-9 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะ แสดงขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าไปป้องกันแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด โดยผู้สามารถกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าไปหรือไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะก็ได้

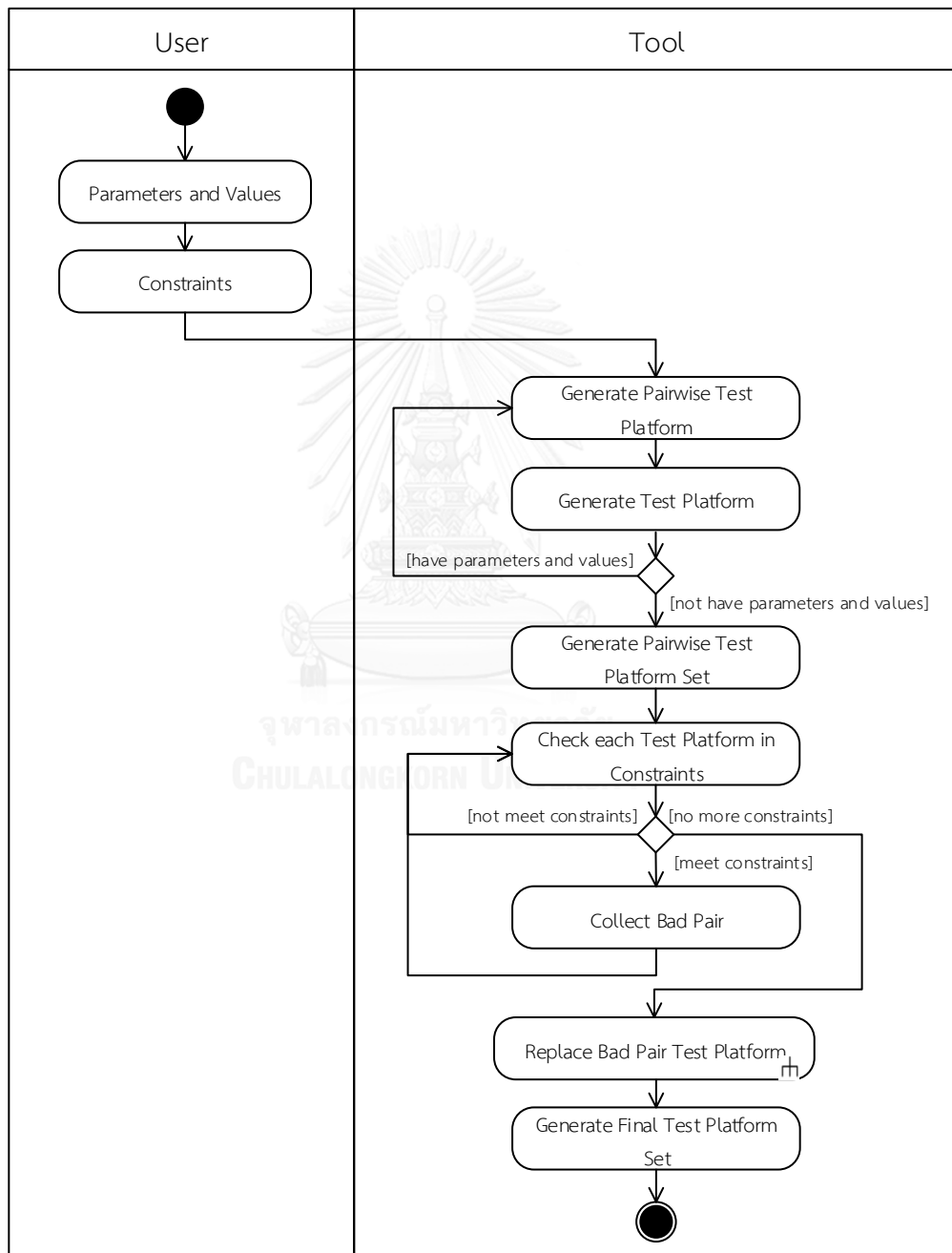


รูปที่ 3-9 แผนภาพกิจกรรมกำหนดเงื่อนไขบังคับเฉพาะ

6) แผนภาพกิจกรรมสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ

จากรูปที่ 3-10 แผนภาพกิจกรรมสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ แสดงขั้นตอนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ เริ่มต้นจากการพิจารณาพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าไป โดยเริ่มจับคู่ค่าของพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์แรกจนครบทุกค่าแล้วจึงเพิ่มพารามิเตอร์ตัวที่ 3 เข้าไป ทำกระบวนการนี้จนครบทุกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าไปทั้งหมด ผลลัพธ์แรกที่ได้คือแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพร์ไวส์ที่ถูกสร้างขึ้นจากพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าไปทั้งหมด ขั้นตอนถัดไปนำแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพร์ไวส์ที่ถูกสร้างขึ้นไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ หากพบแพลตฟอร์มทดสอบที่ตรงกับเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้แพลตฟอร์มทดสอบนั้นถือเป็นแพลตฟอร์มทดสอบที่เกิดการจับคู่ผิดพลาดจะถูกทำการจัดเก็บรวบรวมแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดไว้ ทำกระบวนการนี้กับทุกแพลตฟอร์ม

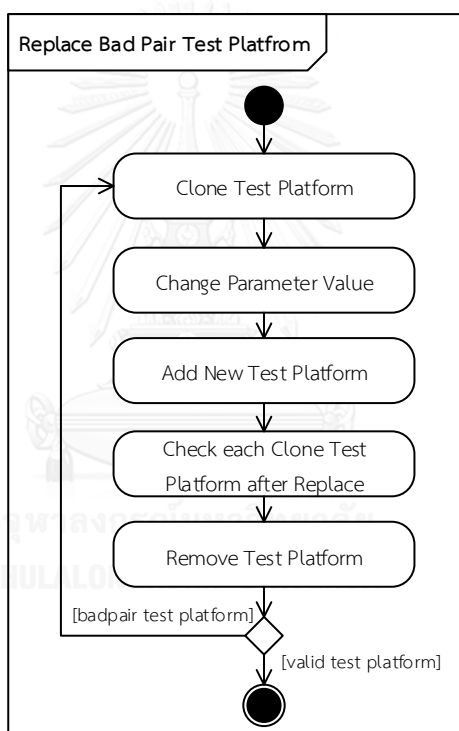
ทดสอบและเงื่อนไขบังคับ จากนั้นแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดที่ถูกจัดเก็บไว้จะถูกนำเข้าสู่วิธีการแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด แสดงได้ดังรูปที่ 3-11 แผนภาพกิจกรรมแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้คือชุดแพลตฟอร์มทดสอบแปรโวลส์แบบมีเงื่อนไขบังคับ ที่ถูกสร้างขึ้นจากพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าภายใต้เงื่อนไขบังคับที่กำหนด



รูปที่ 3-10 แผนภาพกิจกรรมสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ

7) แผนภาพกิจกรรมแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด

จากรูปที่ 3-11 แผนภาพกิจกรรมแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด แสดงขั้นตอนการแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด โดยทำการโคลนแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดขึ้นมาอีกหนึ่งชุด และเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็นค่าอื่นที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้ แพลตฟอร์มทดสอบใหม่จะถูกสร้างขึ้นแทนแพลตฟอร์มทดสอบเดิมที่มีปัญหาการจับคู่ผิดพลาด หลังจากที่ได้แพลตฟอร์มทดสอบใหม่แล้วจะทำการตรวจสอบกับเงื่อนไขบังคับอีกครั้งหนึ่ง หากพบว่าแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่มีปัญหาจับคู่ผิดพลาดจะกลับไปทำขั้นตอนการเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็นค่าอื่นอีกครั้งจนกว่าแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่จะไม่มีปัญหาการจับคู่ผิดพลาด ทำกระบวนการนี้จนครบทุกแพลตฟอร์มทดสอบในชุดแพลตฟอร์มทดสอบแบบแพร่ไวรัส

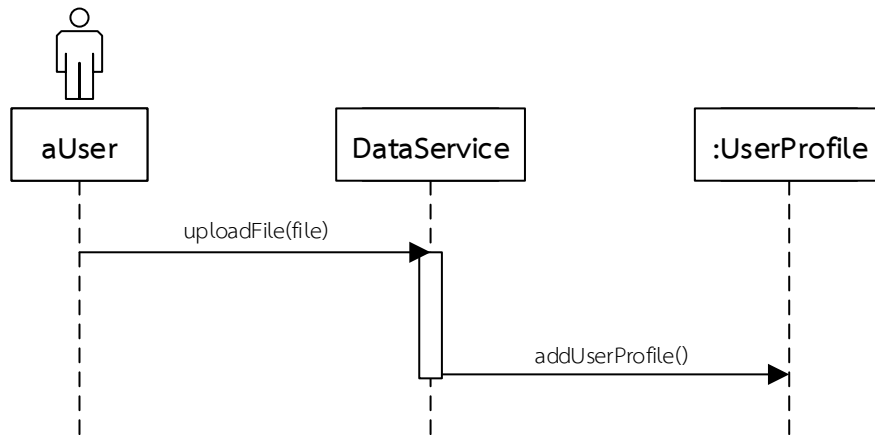


รูปที่ 3-11 แผนภาพกิจกรรมแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด

3.2.3 แผนภาพลำดับ

แผนภาพลำดับใช้เพื่ออธิบายลำดับการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุของเครื่องมือ โดยแผนภาพลำดับของเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร่ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ประกอบด้วย 4 แผนภาพลำดับคือ แผนภาพลำดับการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ แสดงได้ดังรูปที่ 3-12 แผนภาพลำดับการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า แสดงได้ดังรูปที่ 3-13 แผนภาพลำดับการกำหนดเงื่อนไขบังคับ แสดงได้ดังรูปที่ 3-14 และแผนภาพลำดับการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 3-15

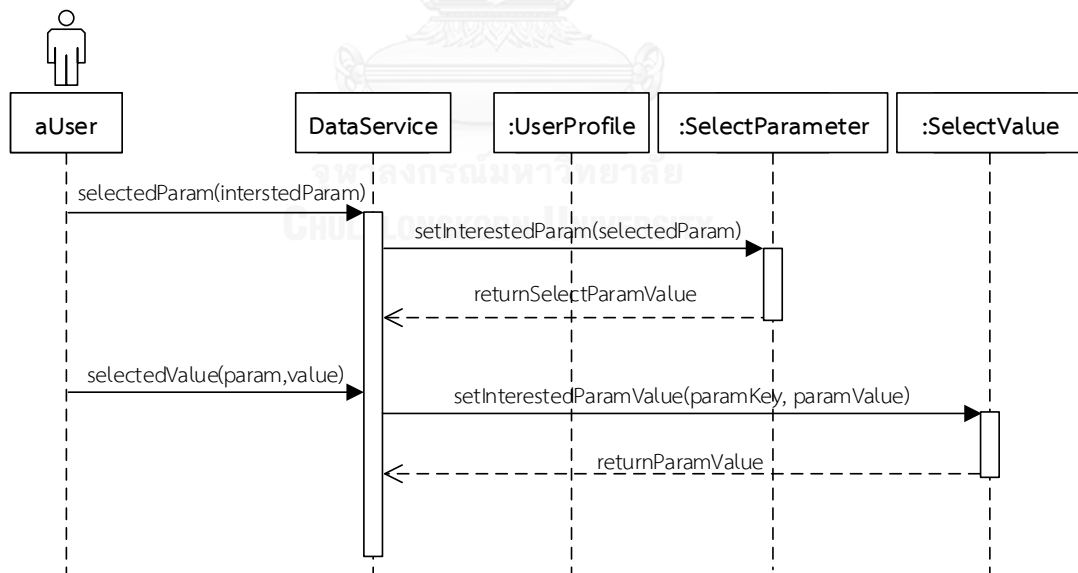
1) แผนภาพลำดับการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้



รูปที่ 3-12 แผนภาพลำดับการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้

จากรูปที่ 3-12 แผนภาพลำดับการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ เริ่มต้นการทำงานจากผู้ใช้เครื่องมือทำการเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้เพื่อบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้ เครื่องมือจะรับไฟล์ข้อมูลผู้ใช้เป็นพาธเต็มผ่าน DataService เพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลผู้ใช้

2) แผนภาพลำดับการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า

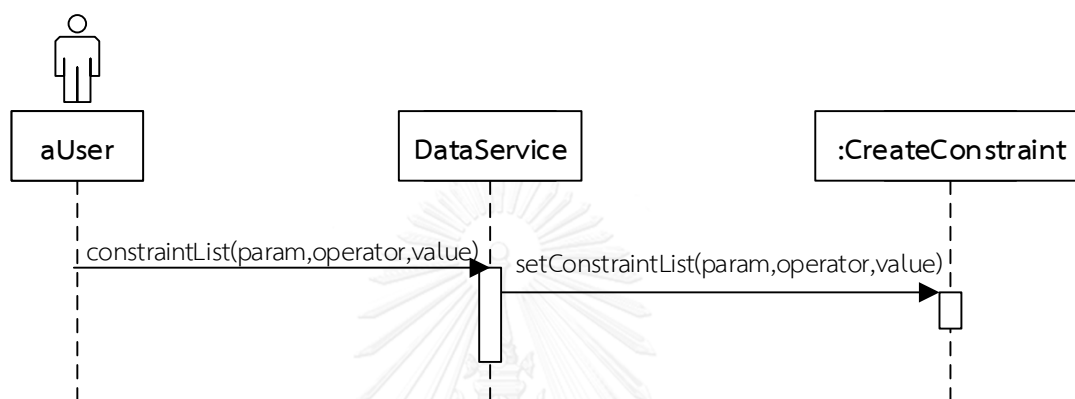


รูปที่ 3-13 แผนภาพลำดับการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า

จากรูปที่ 3-13 แผนภาพลำดับการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า เริ่มต้นการทำงานหลังจากผู้ใช้เครื่องมือทำการเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้เพื่อบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เสร็จเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือจะรับไฟล์ข้อมูลผู้ใช้เป็นพาธเต็มผ่าน DataService เพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลผู้ใช้

จากนั้นส่งเป็นรายการพารามิเตอร์ให้แก่ผู้ใช้เพื่อทำการเลือกข้อมูลที่น่าสนใจนำไปเป็นพารามิเตอร์นำเข้า เมื่อผู้ใช้เลือกพารามิเตอร์ที่สนใจแล้ว เครื่องมือจะส่งรายการค่าของพารามิเตอร์ภายใต้พารามิเตอร์ที่ถูกเลือกมายังผู้ใช้เพื่อทำการเลือกค่าของพารามิเตอร์ หลังจากที่ได้พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าแล้ว ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ตามคำสั่งและนิพจน์ตรรกะที่เครื่องมือกำหนดให้

3) แผนภาพลำดับการกำหนดเงื่อนไขบังคับ



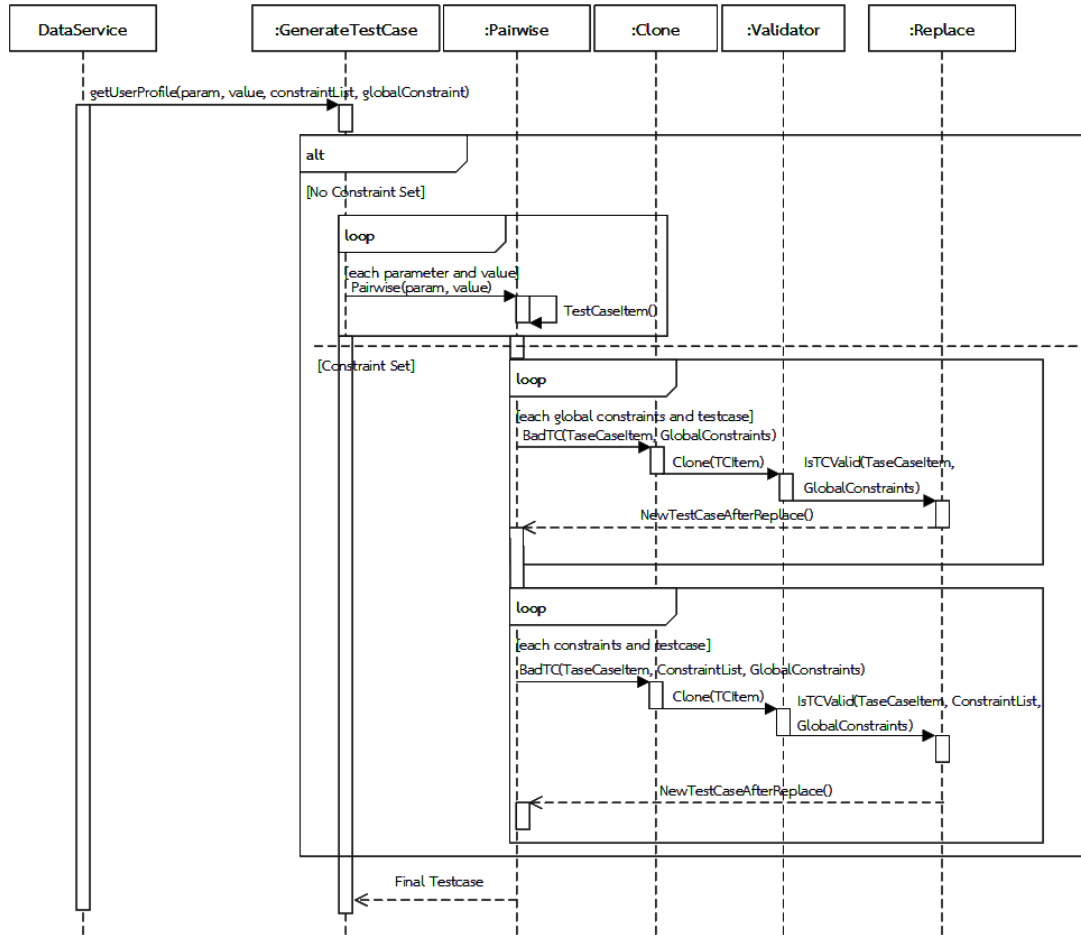
รูปที่ 3-14 แผนภาพลำดับการกำหนดเงื่อนไขบังคับ

จากรูปที่ 3-14 แผนภาพลำดับการกำหนดเงื่อนไขบังคับ เริ่มต้นการทำงานหลังจากที่ได้พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าแล้ว ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ตามคำสั่งและนิพจน์ตรรกะที่เครื่องมือกำหนดให้

4) แผนภาพลำดับการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ

จากรูปที่ 3-15 แผนภาพลำดับการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ เริ่มต้นการทำงานจาก DataService ส่งค่าข้อมูลผู้ใช้ที่ประกอบไปด้วย พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า และรายการเงื่อนไขบังคับที่กำหนดโดยผู้ใช้งาน GenerateTestCase เพื่อเริ่มต้นการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ ถ้าค่าข้อมูลผู้ใช้ที่ GenerateTestCase ได้รับเข้ามาไม่มีรายการเงื่อนไขบังคับ เครื่องมือจะสร้างแพลตฟอร์มทดสอบแบบแปรไวส์ทันที แต่ถ้าค่าข้อมูลผู้ใช้ที่ GenerateTestCase ได้รับเข้ามามีรายการเงื่อนไขบังคับด้วย เครื่องมือจะสร้างแพลตฟอร์มทดสอบแบบแปรไวส์แล้วทำการตรวจสอบแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นกับเงื่อนไขบังคับที่มี หากพบว่ามีแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดขึ้น จะเข้าสู่กระบวนการแทนที่แพลตฟอร์มทดสอบ โดยเริ่มต้นโคลนแพลตฟอร์มทดสอบที่เกิดการจับคู่ผิดพลาด และเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ให้เป็นค่าอื่นที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขบังคับตามที่กำหนดไว้

สร้างแพลตฟอร์มทดสอบใหม่ขึ้นมาแทนแพลตฟอร์มทดสอบเดิมที่มีปัญหาการจับคู่ผิดพลาด ทำกระบวนการนี้จนครบทุกแพลตฟอร์มทดสอบจนไม่มีแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด



รูปที่ 3-15 แผนภาพลำดับการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ

บทที่ 4

การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ และโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้งานของเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีเพอร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ที่พัฒนาตามการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีเพอร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

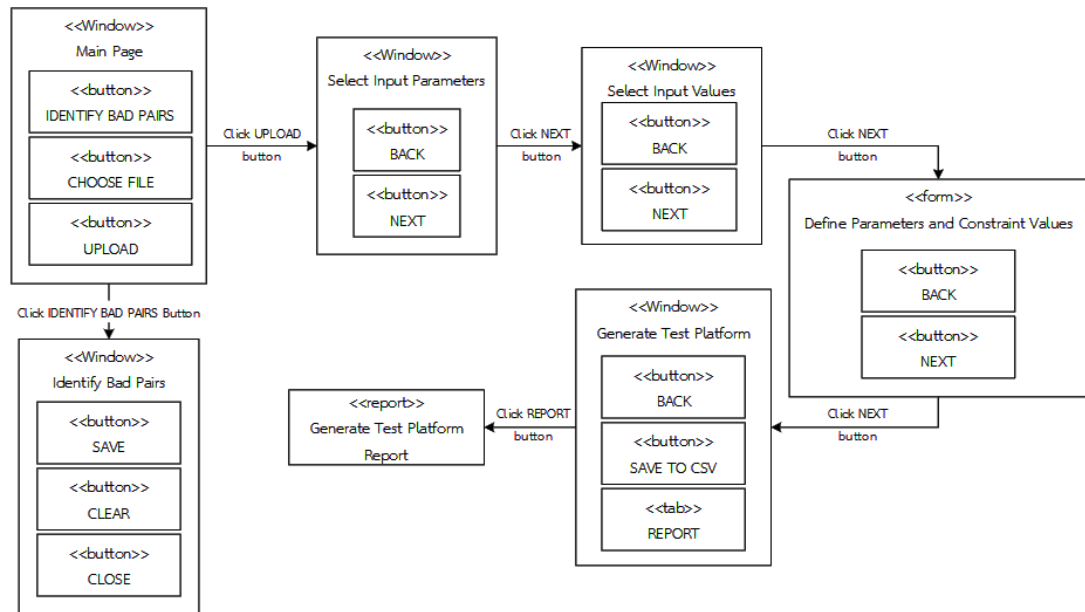
- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ไอเซเว่น 2.10 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel Core i7 2.10 GHz)
- 2) ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 1 เทระไบต์ (1 TB)
- 3) หน่วยความจำ (RAM) 12 กิกะไบต์ (12 GB)

4.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

- 1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์เซเว่น (Microsoft Windows 7)
- 2) เครื่องมือพัฒนาโปรแกรมไมโครซอฟท์วิชวลสตูดิโอ 2013 (Microsoft Visual Studio 2013)
- 3) เจควีรี่จาวาสคริปท์ไลบรารี 1.12.0 (jQuery JavaScript Library 1.12.0)
- 4) แองกูล่าเจเอส 1.4.8 (AngularJS 1.4.8)

4.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือ

โครงสร้างส่วนต่อประสานของเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีเพอร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ สามารถอธิบายด้วยแผนภาพ Windows Navigation โดยอธิบายถึงความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานในเครื่องมือทั้งหมดแบ่งตามหน้าที่ต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แผนภาพ Windows Navigation

จากรูปที่ 4-1 แผนภาพ Windows Navigation แสดงส่วนประกอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือ รวมถึงแสดงทิศทางการเปลี่ยนหน้าจอแต่ละหน้าของเครื่องมือที่สัมพันธ์ต่อการทำงานของแต่ละส่วนประกอบต่างๆ ในแต่ละหน้าจอ โดยแต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) หน้าจอ Main Page แสดงดังรูปที่ 4-2 เป็นหน้าจอแรกของเครื่องมือเมื่อเปิดมา ผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาด หรือกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ โดยกดปุ่ม IDENTIFY BAD PAIRS และสามารถเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้สำหรับบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เพื่อเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าในการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบต่อไป โดยกดปุ่ม CHOOSE FILE หลังจากผู้ใช้เลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้เสร็จเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม UPLOAD เพื่อบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือ โดยหน้าจอ Main Page ประกอบไปด้วย

1.1) ปุ่ม IDENTIFY BAD PAIRS กดปุ่มนี้เพื่อไปยังหน้าจอ Identify Bad Pairs เพื่อกำหนดเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหรือกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ

1.2) ปุ่ม CHOOSE FILE กดปุ่มนี้เพื่อเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้สำหรับบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เพื่อเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าในการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ หาก

รูปแบบไฟล์ข้อมูลผู้ใช้ที่ถูกเลือกไม่ตรงกับรูปแบบไฟล์ที่เครื่องมือรองรับ เครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ให้ดำเนินการเลือกไฟล์ข้อมูลผู้ใช้ใหม่

1.3) ปุ่ม UPLOAD กดปุ่มนี้เพื่อบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือและไปยังหน้าจอ Select Input Parameters

CONSTRAINED PAIRWISE TEST CASE GENERATION SYSTEM

Upload User Profile

IDENTIFY BAD PAIRS 

CHOOSE FILE

User Profile must be comma-separated values (CSV) format.

UPLOAD 

รูปที่ 4-2 หน้าจอ Main Page

- 2) หน้าจอ Identify Bad Pairs แสดงดังรูปที่ 4-3 เป็นหน้าจอสำหรับกำหนดเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหรือกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ โดยหน้าจอ Identify Bad Pairs ประกอบไปด้วย
 - 2.1) เขตข้อมูล Bad Pair เป็นเขตข้อมูลที่รับเงื่อนไขบังคับของกลุ่มพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ที่จะทำให้เกิดแพลตฟอร์มทดสอบที่จับคู่ผิดพลาดหรือกรณีที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมจริงระหว่างกระบวนการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบ
 - 2.2) ปุ่ม SAVE กดปุ่มนี้เพื่อบันทึกเงื่อนไขบังคับที่กำหนดเข้าสู่เครื่องมือ หากการกำหนดเงื่อนไขบังคับไม่ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้ เครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ให้ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
 - 2.3) ปุ่ม CLEAR กดปุ่มนี้เพื่อล้างเงื่อนไขบังคับที่กำหนดในเขตข้อมูลและในเครื่องมือ
 - 2.4) ปุ่ม CLOSE กดปุ่มนี้เพื่อปิดหน้าจอ Identify Bad Pairs แล้วไปยังหน้าจอ Main Page

Identify Bad Pairs

Bad Pair

Identify Bad Pairs page allows you to identify bad pair(s) so that invalid combination can be excluded from the resulting of test platform set. Below is the formal syntax that can be used to specify a constraint (each row represent one constraint):

```
[parameter name]:[parameter value];[parameter name]:[parameter value]
[parameter name]:[parameter value];[parameter name]:[parameter value]
[parameter name]:[parameter value];[parameter name]:[parameter value]
```

Using the colon (:) for separating a parameter and value and using semi-colon (;) for separating a pair of input parameter and value.

SAVE

CLEAR

CLOSE

รูปที่ 4-3 หน้าจอ Identify Bad Pairs

- 3) หน้าจอ Select Input Parameters แสดงดังรูปที่ 4-4 เป็นหน้าจอสำหรับการเลือกพารามิเตอร์เพื่อนำไปเป็นพารามิเตอร์นำเข้าสำหรับเครื่องมือ เป็นหน้าจอที่แสดงหลังจากที่ผู้ใช้ทำการบรรจุขึ้นข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่เครื่องมือเสร็จสมบูรณ์ โดยหน้าจอ Select Input Parameters ประกอบไปด้วย
 - 3.1) ปุ่ม BACK กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Main Page
 - 3.2) ปุ่ม NEXT กดปุ่มนี้เมื่อทำการเลือกพารามิเตอร์นำเข้าเรียบร้อยแล้วและไปยังหน้าจอ Select Input Values หากพารามิเตอร์ที่ถูกเลือกมีจำนวนน้อยกว่า 2 พารามิเตอร์ เครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ให้ดำเนินการเลือกพารามิเตอร์เพิ่มเติม
 - 3.3) กล่องเลือก (Checkbox) เพื่อเลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการ
 - 3.4) รายการเลือกแบบดึงลง (Dropdown Menu) เพื่อให้เครื่องมือทำการเลือกค่าของพารามิเตอร์เริ่มต้นให้อัตโนมัติ

Select Input Parameters

Imported user profile: GLOBAL_ALL_REGION.csv

Step: 1 Select Input Parameters and Values

BACK
NEXT

NO.	<input type="checkbox"/> SELECT	PARAMETER	DEFAULT SELECT VALUE
1	<input type="checkbox"/>	Region	_____ ▾
2	<input type="checkbox"/>	Operating System	_____ ▾
3	<input type="checkbox"/>	Browser Version	_____ ▾
4	<input type="checkbox"/>	Microsoft Office	_____ ▾
5	<input type="checkbox"/>	Antivirus	_____ ▾

BACK
NEXT

รูปที่ 4-4 หน้าจอ Select Input Parameters

- 4) หน้าจอ Select Input Values แสดงดังรูปที่ 4-5 เป็นหน้าจอสำหรับเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้าสำหรับเครื่องมือ เป็นหน้าจอที่แสดงหลังจากที่ผู้ใช้ทำการเลือกพารามิเตอร์นำเข้าเรียบร้อยแล้ว โดยหน้าจอ Select Input Values ประกอบไปด้วย
- 4.1) ปุ่ม BACK กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Select Input Parameters เพื่อทำการเลือกพารามิเตอร์นำเข้าใหม่
 - 4.2) ปุ่ม NEXT กดปุ่มนี้เมื่อทำการเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้าในแต่ละพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้วและไปยังหน้าจอ Define Parameters and Constraint Values หากมีพารามิเตอร์ที่ไม่ได้ถูกเลือกค่าของพารามิเตอร์ เครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ให้ดำเนินการเลือกค่าของพารามิเตอร์

Select Input Values

Imported user profile: GLOBAL_ALL_REGION.csv

Step: 1 Select Input Parameters and Values

		REGION	OPERATING SYSTEM	BROWSER VERSION	
NO.	<input type="checkbox"/> SELECT	REGION		NUMBER OF USERS	% OF USERS
1	<input type="checkbox"/>	CEMA		13031	43.44
2	<input type="checkbox"/>	Asia		6429	21.43
3	<input type="checkbox"/>	Americas		5925	19.75
4	<input type="checkbox"/>	UKI		4615	15.38

รูปที่ 4-5 หน้าจอ Select Input Values

- 5) หน้าจอ Define Parameters and Constraint Values แสดงดังรูปที่ 4-6 เป็นหน้าจอสำหรับการกำหนดเงื่อนไขที่ต้องการให้สร้างเป็นแพลตฟอร์มทดสอบหรือไม่ต้องการให้สร้างเป็นแพลตฟอร์มทดสอบให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์ เป็นหน้าจอที่แสดงหลังจากที่ผู้ใช้ทำเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้าเรียบร้อยแล้ว หากเงื่อนไขบังคับไม่ได้ถูกกำหนดครบทุกเขตข้อมูลที่มี เครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ให้ดำเนินการกำหนดเงื่อนไขบังคับให้ครบทุกเขตข้อมูล โดยหน้าจอ Define Parameters and Constraint Values ประกอบไปด้วย
- 5.1) ปุ่ม BACK กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Select Input Values เพื่อทำการเลือกค่าของพารามิเตอร์นำเข้าใหม่
 - 5.2) ปุ่ม NEXT กดปุ่มนี้เมื่อทำการกำหนดเงื่อนไขบังคับเรียบร้อยแล้วและไปยังหน้าจอ Generate Test Platform
 - 5.3) ปุ่ม + กดปุ่มนี้เมื่อต้องการกำหนดเงื่อนไขบังคับเพิ่ม
 - 5.4) ปุ่ม - กดปุ่มนี้เมื่อต้องการลบเงื่อนไขบังคับที่กำหนดไว้

Define Parameters and Constraint Values

Imported user profile: GLOBAL_ALL_REGION.csv

Step: 1 Select Input Parameters and Values > Step: 2 Define Parameters and Constraint Values

BACK NEXT

+

IF	Parameter	Operator	Value
		= (Equal To)	

Operator Parameter Operator Value

THEN ▾ = (Equal To) ▾

BACK NEXT

รูปที่ 4-6 หน้าจอ Define Parameters and Constraint Values

6) หน้าจอ Generate Test Platform แสดงดังรูปที่ 4-7 เป็นหน้าจอแสดงผลการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับจากพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าภายใต้ข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับที่ถูกกำหนด โดยหน้าจอ Generate Test Platform ประกอบไปด้วย

6.1) ปุ่ม SAVE TO CSV กดปุ่มนี้เพื่อนำออกแพลตฟอร์มทดสอบเป็นไฟล์เอกสารเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ไฟล์แพลตฟอร์มทดสอบจะถูกนำไปอยู่ในตำแหน่งปริยายของแอปพลิเคชันที่ใช้งานเครื่องมืออยู่โดยอัตโนมัติ

6.2) ปุ่ม BACK กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Define Parameters and Constraint Values เพื่อทำการกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าใหม่

Generate Test Platform

Imported user profile: GLOBAL_ALL_REGION.csv

Step: 1 Select Input Parameters and Values > Step: 2 Define Parameters and Constraint Values > Step: 3 Generate Test Platform

TEST PLATFORMS
REPORT

SAVE TO CSV Totally 9 test platforms generated.

#PF	REGION	OPERATING SYSTEM	BROWSER VERSION	MICROSOFT OFFICE
1	Asia	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 32-bit
2	Americas	Windows 10 Pro 64-bit	Internet Explorer 9	Office 2013 32-bit
3	UKI	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 10	Office 365 64-bit
4	Asia	Windows 10 Pro 64-bit	Internet Explorer 9	Office 2013 32-bit
5	Americas	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 10	Office 365 64-bit
6	UKI	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 32-bit
7	Asia	Windows 8 Pro 32-bit	Internet Explorer 10	Office 365 64-bit
8	Americas	Windows 7 Enterprise 64-bit	Internet Explorer 11	Office 2010 32-bit
9	UKI	Windows 10 Pro 64-bit	Internet Explorer 9	Office 2013 32-bit

SAVE TO CSV

BACK

รูปที่ 4-7 หน้าจอ Generate Test Platform

7) หน้าจอ Report แสดงดังรูปที่ 4-8 เป็นหน้าจอแสดงรายงานผลการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพริไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับ โดยหน้าจอ Report ประกอบไปด้วย

7.1) ปุ่ม BACK กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Define Parameters and Constraint Values เพื่อทำการกำหนดเงื่อนไขบังคับให้กับพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าใหม่

Generate Test Platform

Imported user profile: GLOBAL_ALL_REGION.csv

Step: 1 Select Input Parameters and Values > Step: 2 Define Parameters and Constraint Values > Step: 3 Generate Test Platform

TEST PLATFORMS

Exhaustive Testing

Constrained Pairwise

Reduction

REPORT

81 test platforms

9 test platforms

88.89 %

BACK

รูปที่ 4-8 หน้าจอ Report



บทที่ 5

การทดสอบเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น โดยกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องมือ รายละเอียดของการทดสอบเครื่องมือ และผลการทดสอบเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ไอเซเว่น 2.10 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel Core i7 2.10 GHz)
- 2) ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 1 เทระไบต์ (1 TB)
- 3) หน่วยความจำ (RAM) 12 กิกะไบต์ (12 GB)

5.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

- 1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์เซเว่น (Microsoft Windows 7)
- 2) กูเกิลโครม เว็บเบราว์เซอร์ 50.0.2661.102 m (Google Chrome Web Browser 50.0.2661.102 m)

5.2 การทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบเครื่องมือนี้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร์ไวส์แบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ ว่ามีความสามารถในการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบโดยใช้เงื่อนไขบังคับมาช่วยลดจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่อาจจับคู่ผิดพลาดตามเงื่อนไขบังคับที่ถูกระบุขึ้น และจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นลดลง โดยจะเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่ได้จากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่ได้จากการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งการทดสอบเครื่องมือนี้จะใช้ข้อมูล

แพลตฟอร์มของการใช้งานของผู้ใช้จากบริษัทแห่งหนึ่ง ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้า และเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัยเป็นตัวอย่างข้อมูลในการทดสอบ

5.2.1 การเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์

การเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบระหว่างวิธีการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์กับเครื่องมือที่พัฒนานั้นจะใช้ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก 2 แหล่งข้อมูล คือ ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากข้อมูลแพลตฟอร์มของผู้ใช้ และตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1.1 ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากข้อมูลผู้ใช้

ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากข้อมูลแพลตฟอร์มของผู้ใช้ โดยการทดสอบเครื่องมือนี้ใช้ข้อมูลแพลตฟอร์มการใช้งานของผู้ใช้จริงจากบริษัทแห่งหนึ่ง จำนวน 30,000 ระเบียบ เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการเลือกพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับเพื่อทดสอบเครื่องมือนี้โดยเฉพาะ ประกอบไปด้วยตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจำนวน 10 ตัวอย่าง สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก.

5.2.1.2 ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัย

ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัย โดยการทดสอบเครื่องมือนี้จะใช้ตัวอย่างจากงานวิจัยที่ถูกเผยแพร่แล้วจำนวน 4 ตัวอย่าง สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก.

5.3 ผลการทดสอบ

หลังจากทดสอบเครื่องมือด้วยวิธีต่างๆ ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

5.3.1 ผลการเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์

รายละเอียดของการทดสอบและแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้น โดยการเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่ได้จากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่ได้จากการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์ ที่ได้อธิบายในหัวข้อ 5.2.1.2 สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ข.

ผลลัพธ์ของการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากข้อมูล

ผู้ใช้ แสดงได้ดังตารางที่ 5-1 จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือสามารถสร้างแพลตฟอร์มทดสอบได้อย่างถูกต้องตามพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าภายใต้เงื่อนไขบังคับที่กำหนด และจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นจากเครื่องมือมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นจากการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์

ตารางที่ 5-1 สรุปผลการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากข้อมูลผู้ใช้

ตัวอย่าง	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนค่าของพารามิเตอร์	จำนวนเงื่อนไขบังคับ	จำนวนแพลตฟอร์มแบบครบถ้วนสมบูรณ์	จำนวนแพลตฟอร์มจากเครื่องมือ		จำนวนแพลตฟอร์มที่ลดลง (%)
					ไม่มีเงื่อนไขบังคับ	มีเงื่อนไขบังคับ	
1	4	2-2-2-2	1	16	4	4	75.00%
2	3	5-5-5	2	125	25	25	80.00%
3	5	3-3-3-2-2	3	108	9	8	92.59%
4	6	5-5-5-4-4-4	4	8,000	25	24	99.70%
5	4	6-6-8-4	5	1,152	48	53	95.40%
6	8	5-5-4-4-3-3-2-2	6	14,400	25	25	99.83%
7	7	4-4-4-7-7-8-8	7	200,704	64	64	99.97%
8	8	4-3-3-10-2-2-7-7	8	70,560	70	73	99.91%
9	8	4-4-4-3-7-8-10-10	9	1,075,200	100	99	99.99%
10	6	10-5-5-3-2-2	10	3,000	25	25	99.17%

ผลลัพธ์ของการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนกรณีทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัย แสดงได้ดังตารางที่ 5-2

จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบได้อย่างถูกต้องตามพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าภายใต้เงื่อนไขบังคับที่กำหนด และจำนวนกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนกรณีทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์

ตารางที่ 5-2 สรุปผลการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนกรณีทดสอบกับการทดสอบแบบครบถ้วน สมบูรณ์จากตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจากงานวิจัย

ระบบตัวอย่าง	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนค่าของพารามิเตอร์	จำนวนเงื่อนไขบังคับ	จำนวนกรณีทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์	จำนวนกรณีทดสอบจากเครื่องมือ	จำนวนกรณีทดสอบที่ลดลง (%)
Configuration Options	5	3-3-2-2-2	1	72	6	91.67%
Cruise Control	6	4-3-2-2	2	192	15	92.19%
Hotel Guide System	4	3-3-3-4	3	108	12	88.89%
Configuration Problem	4	3-4-4-2	5	96	13	86.46%

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร่ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ สามารถสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของเครื่องมือ และแนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการสำหรับออกแบบแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแพร่ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ จากนั้นจึงดำเนินการสร้างเครื่องมือตามวิธีการที่ได้นำเสนอไว้ ซึ่งเครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร่ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ทำงานได้อย่างถูกต้องตามวิธีการที่ได้นำเสนอไว้ โดยข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้สามารถช่วยวิเคราะห์และลดจำนวนข้อมูลนำเข้าในการสร้างแพลตฟอร์มทดสอบลง การกำหนดเงื่อนไขบังคับสามารถช่วยลดและป้องกันจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่อาจจับคู่ผิดพลาดได้ตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้ได้ระบุไว้ แพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นครอบคลุมความเป็นไปได้และสอดคล้องกับข้อมูลที่มีผู้ใช้งานจริง และสามารถนำแพลตฟอร์มทดสอบไปใช้ในการทดสอบได้จริง

จากผลการทดลองจะพบว่าจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยวิธีการทดสอบแบบแพร่ไวรัส จะน้อยกว่าจำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยการทดสอบแบบครบถ้วนสมบูรณ์ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลทำให้จำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นมามีจำนวนมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและจำนวนเงื่อนไขบังคับที่ถูกกำหนดขึ้น หากจำนวนพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและจำนวนเงื่อนไขบังคับที่ถูกกำหนดขึ้นมีมาก ก็จะทำให้จำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่จะถูกสร้างขึ้นมามีจำนวนมาก หากจำนวนพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและจำนวนเงื่อนไขบังคับที่ถูกกำหนดขึ้นมีน้อย ก็จะทำให้จำนวนแพลตฟอร์มทดสอบที่จะถูกสร้างขึ้นมีจำนวนลดลงตามลำดับ

6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย

เครื่องมือสร้างแพลตฟอร์มทดสอบด้วยวิธีแพร่ไวรัสแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้ข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้มีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

- 1) เครื่องมือรองรับไฟล์ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกสารซีเอสวีรูปแบบเดียวเท่านั้น

- 2) เครื่องมือไม่สามารถรองรับข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ได้ แพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นอาจมีข้อผิดพลาดหากใช้ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ที่ยังไม่ถูกกลั่นกรองข้อมูล
- 3) เครื่องมือจะนำออกแพลตฟอร์มทดสอบเป็นไฟล์เอกสารเพื่อนำไปใช้งานต่อไปในไฟล์เอกสารแบบซีเอสวีรูปแบบเดียวเท่านั้น
- 4) เครื่องมือไม่สามารถบันทึกข้อมูลผู้ใช้ เงื่อนไขบังคับ และแพลตฟอร์มทดสอบที่สร้างขึ้นลงบนฐานข้อมูลได้
- 5) งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของแพลตฟอร์มของผู้ใช้เป็นตัวอย่างข้อมูลในการทดสอบเท่านั้น

6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

- 1) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถรองรับไฟล์ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกสารอื่นเพิ่ม
- 2) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถช่วยกรองข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้
- 3) พัฒนาเครื่องมือให้สามารถรองรับเงื่อนไขบังคับที่เป็นนิพจน์ตรรกะอื่นเพิ่ม
- 4) ทดสอบเครื่องมือให้สร้างกรณีทดสอบจริงที่นอกเหนือจากแพลตฟอร์มทดสอบ

รายการอ้างอิง

- [1] M. Utting and B. Legeard, *Practical model-based testing: a tools approach*: Morgan Kaufmann, 2010.
- [2] C. Nie and H. Leung, "A survey of combinatorial testing," *ACM Computing Surveys*, vol. 43, pp. 1-29, 2011.
- [3] D. R. Kuhn, R. N. Kacker, and Y. Lei, "Practical Combinatorial Testing," National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce SP 800-142, October, 2010 2010.
- [4] S. Popović, "Effective Selection of a Testing Environment using Combinatorial Testing and Virtualization," in *The IPSI BgD Transactions on Internet Research*.
- [5] C. B. A. L. Monteiro, L. A. V. Dias, and A. M. d. Cunha, "A Case Study on Pairwise Testing Application," presented at the 2014 11th International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG), Las Vegas, NV, 2014.
- [6] S. Vilkomir and B. Amstutz, "Using Combinatorial Approaches for Testing Mobile Applications," presented at the 2014 IEEE International Conference on Software Testing, Verification, and Validation Workshops, Cleveland, OH, 2014.
- [7] M. N. Borazjany, L. Yu, Y. Lei, R. Kacker, and R. Kuhn, "Combinatorial Testing of ACTS: A Case Study," presented at the 2012 IEEE Fifth International Conference on Software Testing, Verification and Validation, Montreal, QC, 2012.
- [8] A. W. Williams and R. L. Robert, "A Measure for Component Interaction Test Coverage," presented at the Computer Systems and Applications, ACS/IEEE International Conference on. 2001, Beirut, 2001.
- [9] J. Bach and P. J. Schroeder, "Pairwise Testing: A Best Practice That isn't," in *Pairwise Testing: A Best Practice That isn't*, 2014, pp. 180 - 196.
- [10] L. Yu, Y. Lei, M. Nourozborazjany, R. N. Kacker, and D. R. Kuhn, "An Efficient Algorithm for Constraint Handling in Combinatorial Test Generation,"

presented at the 2013 IEEE Sixth International Conference on Software Testing, Verification and Validation, Luembourg, 2013.

- [11] S. Gao, B. Du, Y. Jiang, J. Lv, and S. Ma, "An Efficient Algorithm for Pairwise Test Case Generation in Presence of Constraints," presented at the 2014 2nd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2014), Shanghai, 2014.
- [12] M. Grindal, J. Offutt, and J. Mellin, "Handling Constraints in the Input Space when Using Combination Strategies for Software Testing," School of Humanities and Informatics, University of Skvde2006-01-27 2006.
- [13] Techopedias. (September 27). *What Is a User Profile? - Definition from Techopedia*. Available: <https://www.techopedia.com/definition/16137/user-profile>
- [14] M. B. Tracker. (September 27). *User Profiles*. Available: <http://www.mantisbt.org/manual/admin.user.profiles.html>
- [15] B. P. Lamancha, M. Polo, and M. Piattini, "PROW: A Pairwise algorithm with constRaints, Order and Weight," *Journal of Systems and Software*, vol. 99, pp. 1-19, 2015.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับ

1) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ ก-1 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 1

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	Asia, Americas
2	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit
3	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8
4	Color Depth	32-bit, 16-bit

ตารางที่ ก-2 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 1

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Region = Americas THEN Operating System = Windows 10 Pro 64-bit

2) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ ก-3 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 2

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, Windows 8.1 Enterprise 64-bit, Windows 8 Pro 32-bit
2	Microsoft Office	Office 2010 32-bit, Office 2007 SP3, Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit
3	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Trend Micro OfficeScan Antivirus, Windows Defender, System Center Endpoint Protection

ตารางที่ ก-4 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 2

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = Windows 7 Enterprise 64-bit AND Operating System = Windows 7 Professional 64-bit THEN Microsoft Office = Office 2007 SP3

ตารางที่ ก-4 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
2	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Microsoft Office = Office 365 32-bit

3) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ ก-5 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 3

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	Asia, Americas, UKI
2	Operating System	Windows 10 Pro 64-bit, Windows 8 Pro 32-bit, Windows Server 2012 R2 64-bit
3	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9
4	Color Depth	32-bit, 8-bit
5	User Rights	Standard Account, Administrator account (elevated privileges)

ตารางที่ ก-6 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 3

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Region = Asia THEN Operating System != Windows Server 2012 R2 64-bit
2	IF Operating System = Server 2012 R2 64-bit THEN User Rights = Administrator account (elevated privileges)
3	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit OR Operating System = Windows 8 Pro 32-bit THEN Color Depth = 32-bit

4) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ ก-7 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 4

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	CEMA, Asia, Americas, UKI
2	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, OS X 10.11.1 (15B42), Windows 7 Enterprise 32-bit
3	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9, Internet Explorer 10

ตารางที่ ก-7 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
4	Microsoft Office	Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit, Office 2013 64-bit, Office 365 64-bit
5	Color Depth	32-bit, 16-bit, 24-bit, 8-bit
6	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Trend Micro OfficeScan Antivirus, Microsoft Security Essentials, Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows

ตารางที่ ก-8 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 4

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 11
2	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 8
3	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 9
4	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 10

5) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 5

ตารางที่ ก-9 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 5

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Country	United Kingdom, United States, Germany, Singapore, Italy, Switzerland
2	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, Windows 7 Enterprise 32-bit, Windows 8.1 Enterprise 64-bit, Windows 8 Pro 32-bit
3	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9, Internet Explorer 10

ตารางที่ ก-9 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
4	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Trend Micro OfficeScan Antivirus, Windows Defender, System Center Endpoint Protection, Sophos Anti-Virus, Microsoft Security Essentials, Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows

ตารางที่ ก-10 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 5

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Country = United Kingdom OR Country = Switzerland THEN Browser Version = Internet Explorer 9
2	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit AND Browser Version = Internet Explorer 11 THEN Antivirus = Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows
3	IF Operating System = Windows 7 Enterprise 64-bit THEN Antivirus = Sophos Anti-Virus
4	IF Country = Singapore THEN Operating System = Windows 8.1 Enterprise 64-bit
5	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Browser Version != Internet Explorer 8

6) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 6

ตารางที่ ก-11 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 6

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	Asia, Americas, UKI
2	Country	United Kingdom, Germany, Singapore, Japan, Hong Kong
3	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, OS X 10.11.1 (15B42)
4	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8
5	Microsoft Office	Office 2010 32-bit, Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit
6	Color Depth	16-bit, 24-bit, 8-bit

ตารางที่ ก-11 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 6 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
7	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Trend Micro OfficeScan Antivirus, Windows Defender, System Center Endpoint Protection
8	User Rights	Standard Account, Administrator account (restricted)

ตารางที่ ก-12 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 6

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = Windows 7 Enterprise 64-bit THEN Country = United Kingdom
2	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Region = Americas
3	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Antivirus = Trend Micro OfficeScan Antivirus
4	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Color Depth = 24-bit
5	IF Antivirus = Windows Defender THEN Microsoft Office = Office 365 32-bit
6	IF Antivirus = System Center Endpoint Protection THEN User Rights = Administrator account (restricted)

7) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 7

ตารางที่ ก-13 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 7

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	CEMA, Asia, Americas, UKI
2	Country	United Kingdom, United States, Germany, Singapore, Italy, Switzerland, Australia, Japan
3	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, Windows 7 Enterprise 32-bit, Windows 8.1 Enterprise 64-bit, Windows 8 Pro 32-bit, Windows Server 2008 R2 64-bit
4	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9, Internet Explorer 10
5	Microsoft Office	Office 2010 32-bit, Office 2007 SP3, Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit, Office 2013 64-bit, Office 365 64-bit

ตารางที่ ก-13 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
6	Color Depth	32-bit, 16-bit, 24-bit, 8-bit
7	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Trend Micro OfficeScan Antivirus, Windows Defender, System Center Endpoint Protection, Sophos Anti-Virus, Microsoft Security Essentials, Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows

ตารางที่ ก-14 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 7

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Microsoft Office = Office 365 64-bit
2	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Antivirus = Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows
3	IF Operating System = Windows Server 2008 R2 64-bit THEN Antivirus = System Center Endpoint Protection
4	IF Operating System = Windows Server 2008 R2 64-bit THEN Browser Version = Internet Explorer 8
5	IF Region = CEMA THEN Color Depth = 32-bit
6	IF Region = Asia THEN Color Depth = 8-bit
7	IF Country = Japan THEN Browser Version = Internet Explorer 10

8) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 8

ตารางที่ ก-15 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 8

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	Asia, Americas, UKI
2	Country	United Kingdom, United States, Germany, Singapore, Italy, Switzerland, Australia, Japan, Canada, Spain
3	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, Windows 7 Enterprise 32-bit, Windows 8.1 Enterprise 64-bit, Windows 8 Pro 32-bit, Windows Server 2012 R2 64-bit

ตารางที่ ก-15 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
4	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9, Internet Explorer 10
5	Microsoft Office	Office 2010 32-bit, Office 2007 SP3, Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit, Office 2013 64-bit, Office 365 64-bit
6	Color Depth	32-bit, 16-bit
7	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows
8	User Rights	Standard Account, Administrator account (elevated privileges)

ตารางที่ ก-16 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 8

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Country = Singapore THEN Region = Asia
2	IF Country = Japan THEN Region = Asia
3	IF Country = Canada THEN Region = Americas
4	IF Country = United States THEN Region = Americas
5	IF Country = United Kingdom THEN Region = UKI
6	IF Operating System = Windows Server 2012 R2 64-bit THEN Browser Version != Internet Explorer 8
7	IF Antivirus = McAfee VirusScan Enterprise THEN Browser Version != Internet Explorer 8
8	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Browser Version = Internet Explorer 11

9) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 9

ตารางที่ ก-17 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 9

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Region	CEMA, Asia, Americas, UKI
2	Country	United Kingdom, United States, Germany, Singapore, Italy, Switzerland, Australia, Japan, Canada, Spain

ตารางที่ ก-17 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
3	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, Windows 7 Enterprise 32-bit, Windows 8.1 Enterprise 64-bit, Windows 8 Pro 32-bit, Windows Server 2008 R2 64-bit, Windows Server 2012 R2 64-bit
4	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9, Internet Explorer 10
5	Microsoft Office	Office 2010 32-bit, Office 2007 SP3, Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit, Office 2013 64-bit, Office 365 64-bit
6	Color Depth	32-bit, 16-bit, 24-bit, 8-bit
7	Antivirus	McAfee VirusScan Enterprise, Symantec Endpoint Protection, Trend Micro OfficeScan Antivirus, Windows Defender, System Center Endpoint Protection, Sophos Anti-Virus, Microsoft Security Essentials, Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows, eScan Corporate for Windows, ESET Endpoint Antivirus 5.0
8	User Rights	Standard Account, Administrator account (restricted), Administrator account (elevated privileges)

ตารางที่ ก-18 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 9

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Country = United States THEN Region = Americas
2	IF Country = United Kingdom THEN Region = UKI
3	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN Antivirus = Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows
4	IF Operating System = Windows Server 2008 R2 64-bit THEN User Rights = Administrator account (elevated privileges)
5	IF Operating System = Windows Server 2008 R2 64-bit THEN Color Depth = 32-bit
6	IF Region = CEMA THEN Antivirus != eScan Corporate for Windows
7	IF Microsoft Office = Office 365 32-bit THEN Color Depth = 32-bit

ตารางที่ ก-18 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
8	IF Antivirus = Symantec Endpoint Protection THEN User Rights = Administrator account (restricted)
9	IF Color Depth = 8-bit THEN Browser Version = Internet Explorer 8

10) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับตัวอย่างที่ 10

ตารางที่ ก-19 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 10

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Country	United Kingdom, United States, Germany, Singapore, Italy, Switzerland, Australia, Japan, Canada, Spain
2	Operating System	Windows 7 Enterprise 64-bit, Windows 7 Professional 64-bit, Windows 10 Pro 64-bit, OS X 10.11.1 (15B42), Windows 7 Enterprise 32-bit
3	Browser Version	Internet Explorer 11, Internet Explorer 8, Internet Explorer 9
4	Microsoft Office	Office 2010 32-bit, Office 2007 SP3, Office 2013 32-bit, Office 365 32-bit, Office 2010 64-bit
5	Color Depth	32-bit, 8-bit
6	User Rights	Standard Account, Administrator account (restricted)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-20 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 10

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 11
2	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 8
3	IF Operating System = OS X 10.11.1 (15B42) THEN Browser Version != Internet Explorer 9
4	IF Operating System = Windows 10 Pro 64-bit THEN User Rights = Administrator account (restricted)
5	IF Microsoft Office = Office 2007 SP3 THEN Browser Version = Internet Explorer 8
6	IF Browser Version = Internet Explorer 8 THEN Color Depth = 8-bit
7	IF Country = Switzerland THEN Operating System = Windows 7 Enterprise 32-bit

ตารางที่ ก-20 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าตัวอย่างที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
8	IF Country = Switzerland THEN Microsoft Office = Office 365 32-bit
9	IF Country = Japan THEN Color Depth = 32-bit
10	IF Country = Japan THEN Browser Version = Internet Explorer 11

11) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก Configuration Options [3]

ตารางที่ ก-21 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Options

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Operating System	XP, OS X, RHL
2	Browser	IE, Firefox
3	Protocol	IPv4, IPv6
4	CPU	Intel, AMD
5	DBMS	MySQL, Sybase, Oracle

ตารางที่ ก-22 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Options

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = XP THEN Browser = Firefox

12) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก Cruise Control [15]

ตารางที่ ก-23 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Cruise Control

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Cruise Control	Off, Inactive, Cruise, Override
2	Emmum1	Activate, Deactivate, Resume
3	Ignited	0, 1
4	EngRunning	0, 1
5	Toofast	0, 1
6	Brake	0, 1

ตารางที่ ก-24 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Cruise Control

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Cruise Control = Off THEN Ignited = 0
2	IF Cruise Control = Inactive THEN EngRunning != 1

13) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก Hotel Guide System [12]

ตารางที่ ก-25 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Hotel Guide System

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	A (Destination)	1:Aspen, 2:Miami, 3:Los Angeles
2	B (Type of room)	1: Single, 2:Double, 3:Suite
3	C (Activity)	1:Beach, 2:Skiing, 3:Shopping
4	D (Cost Level)	1:Budget, 2:Bronze, 3:Silver, 4:Gold

ตารางที่ ก-26 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Hotel Guide System

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF A (Destination) = 1:Aspen THEN C (Activity) = 1:Beach
2	IF A (Destination) = 2:Miami THEN C (Activity) = 2:Skiing
3	IF A (Destination) = 3:Los Angeles THEN C (Activity) = 2:Skiing

14) ตัวอย่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าและเงื่อนไขบังคับจาก Configuration Problem [15]

ตารางที่ ก-27 พารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Problem

ลำดับ	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
1	Operating System	Linux, Windows, Mac OS
2	Browser	Firefox, IExplorer, Opera, Chrome
3	Word Processor	Microsoft Word, Open Office, Feng Office, Google Docs
4	Database	SQL, Oracle

ตารางที่ ก-28 เงื่อนไขบังคับระหว่างพารามิเตอร์และค่าของพารามิเตอร์นำเข้าจาก Configuration Problem

ลำดับ	เงื่อนไขบังคับ
1	IF Operating System = Linux THEN Browser != IExplorer
2	IF Operating System = Mac OS THEN Browser != IExplorer
3	IF Operating System = Windows THEN Browser != Opera
3	IF Operating System = Windows THEN Browser != Opera
4	IF Operating System = Linux THEN Word Processor != Microsoft Word
5	IF Operating System = Mac OS THEN Word Processor != Microsoft Word



ภาคผนวก ข

แพลตฟอร์มทดสอบและกรณีทดสอบจากการทดสอบเครื่องมือ

1) แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Options

แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Options จำนวน 6 แพลตฟอร์มทดสอบ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Options

#	OPERATING SYSTEM	BROWSER	PROTOCOL	CPU	DBMS
1	OS X	FireFox	IPv6	AMD	Oracle
2	RHL	FireFox	IPv6	AMD	Sybase
3	OS X	IE	IPv4	Intel	MySQL
4	RHL	IE	IPv4	Intel	Oracle
5	XP	FireFox	IPv6	AMD	Sybase
6	XP	FireFox	IPv4	Intel	MySQL

2) กรณีทดสอบของ Cruise Control

กรณีทดสอบของ Cruise Control จำนวน 15 กรณีทดสอบ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ข-2

ตารางที่ ข-2 กรณีทดสอบของ Cruise Control

#	CRUISECONTROL	EMMUM1	IGNITED	ENGRUNNING	TOOFAST	BRAKE
1	Cruise	Activate	0	1	0	1
2	Override	Deactivate	1	0	1	0
3	Off	Resume	0	0	1	0
4	Cruise	Resume	0	1	0	1
5	Override	Activate	1	0	1	0
6	Cruise	Resume	0	0	1	0
7	Cruise	Deactivate	0	1	0	1
8	Override	Activate	1	0	1	0
9	Off	Deactivate	0	0	1	0
10	Inactive	Deactivate	0	1	0	1
11	Override	Deactivate	0	1	0	1
12	Inactive	Activate	0	1	0	1

ตารางที่ ข-2 กรณีทดสอบของ Cruise Control (ต่อ)

#	CRUISECONTROL	EMMUM1	IGNITED	ENGRUNNING	TOOFAST	BRAKE
13	Off	Activate	0	1	0	1
14	Inactive	Resume	0	1	0	1
15	Override	Resume	0	1	0	1

3) กรณีทดสอบของ Hotel Guide System

กรณีทดสอบของ Hotel Guide System จำนวน 12 กรณีทดสอบ สามารถแสดงได้ดัง
ตารางที่ ข-3

ตารางที่ ข-3 กรณีทดสอบของ Hotel Guide System

#	A (DESTINATION)	B TYPE OF ROOM	C ACTIVITY	D COST LEVEL
1	1 Aspen	1 Single	1 Beach	1 Budget
2	3 Los Angeles	2 Double	2 Skiing	4 Gold
3	2 Miami	3 Suite	2 Skiing	2 Bronze
4	3 Los Angeles	2 Double	2 Skiing	3 Silver
5	2 Miami	3 Suite	2 Skiing	1 Budget
6	1 Aspen	1 Single	1 Beach	4 Gold
7	3 Los Angeles	3 Suite	2 Skiing	2 Bronze
8	1 Aspen	1 Single	1 Beach	3 Silver
9	3 Los Angeles	2 Double	2 Skiing	1 Budget
10	1 Aspen	1 Single	1 Beach	4 Gold
11	3 Los Angeles	2 Double	2 Skiing	2 Bronze
12	2 Miami	3 Suite	2 Skiing	3 Silver

4) แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Problem

แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Problem จำนวน 13 แพลตฟอร์มทดสอบ
สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ข-4

ตารางที่ ข-4 แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Problem

#	OS	BROWSER	WORDPROCESS	DATABASE
1	Linux	Chrome	Google Docs	SQL
2	Windows	Iexplorer	Microsoft Word	SQL
3	Windows	Chrome	Feng Office	Oracle

ตารางที่ ข-4 แพลตฟอร์มทดสอบของ Configuration Problem (ต่อ)

#	OS	BROWSER	WORDPROCESS	DATABASE
4	Linux	Firefox	Feng Office	Oracle
5	Windows	Iexplorer	Google Docs	SQL
6	Windows	Firefox	Open Office	Oracle
7	Mac OS	Opera	Open Office	Oracle
8	Linux	Opera	Open Office	Oracle
9	Mac OS	Firefox	Google Docs	SQL
10	Windows	Firefox	Google Docs	SQL
11	Mac OS	Chrome	Open Office	Oracle
12	Linux	Chrome	Open Office	Oracle
13	Windows	Iexplorer	Feng Office	Oracle



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสมพงษ์ นครบุรี เกิดวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2531 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมซอฟต์แวร์) สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เมื่อปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557

หลังจากสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตได้เริ่มทำงานที่บริษัท รอยเตอร์ ซอฟต์แวร์ (ประเทศไทย) จำกัด จนถึงปัจจุบัน ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง Senior QA Engineer

