

การเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับปีพีเอ็มเอ็น



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MONITORING CALL ACTIVITY AND SERVICE TASK INVOCATIONS FOR BPMN



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

Department of Computer Engineering

FACULTY OF ENGINEERING

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์ สำหรับบีบีเอ็มเอ็น
โดย	นายวรรณัฐ ดวงแก้ว
สาขาวิชา	วิศวกรรมซอฟต์แวร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	
.....	ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมั่นไชยศรี)	
.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์)	

วรรณภูษิต ดวงแก้ว : การเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น. (MONITORING CALL ACTIVITY AND SERVICE TASK INVOCATIONS FOR BPMN) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์

การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงบริการนั้นถูกนำมาใช้งานในการผนวกรวมเซอร์วิสที่มีอยู่เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อลดเวลาและความซ้ำซ้อนในการพัฒนาเซอร์วิสตามกระบวนการทางธุรกิจขององค์กร ซึ่งในกระบวนการทางธุรกิจที่ออกแบบอาจมีการติดต่อเรียกใช้งานกับเซอร์วิสจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้ผู้ออกแบบกระบวนการเห็นถึงองค์ประกอบและภาพรวมการทำงานภายในกระบวนการนั้น องค์กรหลายแห่งจึงออกแบบและจำลองการทำงานของกระบวนการโดยใช้ภาษาบีพีเอ็มเอ็นที่สามารถรองรับกับการออกแบบกระบวนการทางธุรกิจ บีพีเอ็มเอ็นยังประกอบด้วยคอลล์แอคทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์ โดยที่คอลล์แอคทีวิตีจะเรียกใช้บีพีเอ็มเอ็นอื่นที่อยู่ภายในเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเดียวกัน ในขณะที่เซอร์วิสทาสก์จะเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิสที่อยู่ภายนอก

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแนวทางและเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น โดยผู้ทดสอบนำเข้าไฟล์บีพีเอ็มเอ็นกรณีทดสอบเดิมและเส้นทางการทดสอบ จากนั้นดำเนินการตรวจสอบกรณีทดสอบเดิมกับเส้นทางการทดสอบ และเมื่อพบว่ามีเส้นทางที่ยังไม่ถูกทดสอบ กรณีทดสอบใหม่จะถูกสร้างขึ้นแบบสุ่มของเส้นทางการทดสอบแบบกึ่ง โดยสุ่มข้อมูลนำเข้าตามข้อจำกัดของตัวแปร สุดท้ายแล้วกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ส่งผลให้กรณีทดสอบที่ได้มีความครอบคลุมทุก ๆ คอลล์แอคทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6070965821 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORD: BPMN, call activity, service task, Software Testing

Worranut Duangkaew : MONITORING CALL ACTIVITY AND SERVICE TASK INVOCATIONS FOR BPMN. Advisor: Assoc. Prof. TARATIP SUWANNASART, Ph.D.

Service-Oriented Architectures are used in developing services of business process to reduce time and redundancy by combining existed services. Designing business process, many service calls may be involved. Therefore, the process designer can see the components and the overall picture of the work within that process. Most organizations design approach to responds changing business needs. A business process can be designed and simulated using Business Process Modeling and Notation, which describes the sequence of operations and related business information. BPMN also consists of a call service and a service task. The call activity invokes other BPMN diagrams that are executed within the same BPMN engine, while the service task uses external web service.

This thesis proposes an approach to monitor call activity and service task invocations for BPMN. A tester imports BPMN files, existing test cases, and test paths. Therefore, existing test cases are tested to check the coverage of all feasible paths in BPMN. If untested paths are discovered, new test cases are generated all branch coverage. Finally, generated test cases are stored in the database. Resulting in test case the coverage of call activities and service tasks.

Field of Study: Software Engineering

Student's Signature

Academic Year: 2020

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ เสียสละเวลา ให้คำแนะนำ คำปรึกษา เกี่ยวกับการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตลอดจนคอย ชี้แนะแนวทาง ตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ และความเชื่อมั่นที่อาจารย์มีให้ผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถ ดำเนินงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์ ประธานกรรมการสอบ รอง ศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ หมั่นไชยศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ คณะกรรมการ สอบ ที่กรุณาสละเวลาช่วยชี้แนะและให้คำแนะนำ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความรู้ซึ่งจำเป็นและเป็นประโยชน์ในการทำวิจัย รวมถึงบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ข้อมูล คำแนะนำ และความช่วยเหลือในระหว่างที่ผู้วิจัย ศึกษาและสอบวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และให้กำลังใจเป็นอย่างมากในระหว่างการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่สนับสนุนข้าพเจ้าในทุก ๆ ด้านและเป็นกำลังใจให้ ผู้วิจัยเสมอมาตลอดจนจบการศึกษา

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจไม่มากนักน้อย และหากมี ข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น ผู้วิจัยขออภัยผู้เดียว และยินดีรับฟังคำแนะนำเพื่อนำไป ปรับปรุงและพัฒนางานวิจัยต่อไป

วรรณัฐ ดวงแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 ปีพีเอ็มเอ็ม	5
2.1.2 เครื่องมือคามาปูนดาปีพีเอ็ม	10
2.1.3 การทดสอบให้มีความครอบคลุมแบบกิ่ง (Branch Coverage Testing).....	11
2.1.4 กรณีทดสอบ (Test Case).....	12
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.2.1 งานวิจัย “Design of a tool for generating test cases from BPMN”	13

2.2.2 งานวิจัย “An Approach for Monitoring Partner Link Invocations under WS-BPEL”	13
2.2.3 งานวิจัย “Test Case Generation from BPMN Diagram with BPEL Diagrams”	14
บทที่ 3 การเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น	15
3.1 แผนภาพการทำงานของเครื่องมือ	15
3.1.1 การนำเข้าข้อมูลตั้งต้นและสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ	16
3.1.2 การวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร	20
3.1.3 การสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซึนเนอร์และแทรกชุดคำสั่งในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น	24
3.1.4 การทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม	27
3.1.5 การสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม	31
3.1.6 การสร้างรายงานผลการทดสอบ	35
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ	36
4.1 การออกแบบเครื่องมือ	36
4.1.1 แผนภาพยูสเคส	36
4.1.2 แผนภาพกิจกรรม	37
4.1.3 แผนภาพแพ็คเกจ	41
4.1.4 แผนภาพลำดับ	50
4.1.5 โครงสร้างฐานข้อมูล	52
4.1.6 แผนภาพการติดตั้ง	53
4.2 การพัฒนาเครื่องมือ	54
4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ	54
4.2.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	54
4.2.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	54
4.2.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานและเครื่องมือ	55
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือ	63

5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ	63
5.2 ขั้นตอนในการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนา	63
5.3 กรณีศึกษาที่ใช้สำหรับการทดสอบ	63
5.3.1 กรณีศึกษาที่ 1 ปีพีเอ็มเอ็นการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน.....	64
5.3.2 กรณีศึกษาที่ 2 ปีพีเอ็มเอ็นการสมัครสมาชิกเว็บไซต์	70
5.3.2 กรณีศึกษาที่ 3 ปีพีเอ็มเอ็นการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า.....	75
5.3.3 กรณีศึกษาที่ 4 ปีพีเอ็มเอ็นการสมัครบัตรเครดิต.....	81
5.4 ผลการทดสอบเครื่องมือ.....	89
5.5 สรุปผลการทดสอบ	89
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	91
6.1 สรุปผลการวิจัย	91
6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย	91
6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาเครื่องมือ	92
บรรณานุกรม.....	93
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก.....	96
ประวัติผู้เขียน.....	99

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 กรณีทดสอบเดิม หมายเลขกรณีทดสอบ TC_01	19
ตารางที่ 3-1 กรณีทดสอบเดิม หมายเลขกรณีทดสอบ TC_01 (ต่อ).....	20
ตารางที่ 3-2 กรณีทดสอบหมายเลข TC_01	29
ตารางที่ 3-3 ข้อมูลที่นำเข้าไปในยูสเซอร์ทาสก์	30
ตารางที่ 3-4 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_02.....	33
ตารางที่ 3-5 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_03.....	33
ตารางที่ 3-5 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_03 (ต่อ)	34
ตารางที่ 3-6 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_04.....	34
ตารางที่ 5-1 ผลการทดสอบเครื่องมือ	89
ตารางที่ ก-1 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น.....	96
ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม	97
ตารางที่ ก-3 รายละเอียดยูสเคสร่างกรณีทดสอบเพิ่มเติม	97
ตารางที่ ก-4 รายละเอียดยูสเคสรายงานกรณีทดสอบ	98

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2-1 สัญลักษณ์กลุ่มของกิจกรรม	5
รูปที่ 2-2 ประเภทของทาสกีในเครื่องมือคามุนดาบีพีเอ็ม	6
รูปที่ 2-3 รูปแบบการเลือกใช้เซอร์วิสของเซอร์วิสทาสกี	6
รูปที่ 2-4 เซอร์วิสภายนอกที่เชื่อมต่อกับคามุนดา	7
รูปที่ 2-5 การเรียกใช้เซอร์วิสของเซอร์วิสทาสกี	7
รูปที่ 2-6 ตัวอย่างของซัปโพรเซส	7
รูปที่ 2-7 สัญลักษณ์ของคอลล์แอนด์ทีวิตี	8
รูปที่ 2-8 การเรียกใช้คอลล์แอนด์ทีวิตีผ่านโพรเซสไอดี	8
รูปที่ 2-9 สัญลักษณ์ของกลุ่มของอีเวนต์	9
รูปที่ 2-10 สัญลักษณ์กลุ่มของเกตเวย์	9
รูปที่ 2-11 สัญลักษณ์กลุ่มของคอนเนคติ้งโพลว์	10
รูปที่ 2-12 ตัวอย่างบีพีเอ็มเอ็นที่ถูกประมวลผลบนเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น คามุนดา	10
รูปที่ 2-13 เครื่องมือคามุนดาโมเดลเลอร์	11
รูปที่ 2-14 การทดสอบให้มีความครอบคลุมแบบกึ่ง	12
รูปที่ 3-1 แผนภาพการทำงานของเครื่องมือ	15
รูปที่ 3-2 บีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า	17
รูปที่ 3-3 บีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้าในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล	17
รูปที่ 3-4 บีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือ	18
รูปที่ 3-5 บีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล	18
รูปที่ 3-6 เส้นทางการทดสอบของบีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า	19
รูปที่ 3-7 แผนภาพกิจกรรมการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร	21

รูปที่ 3-8 ยูสเซอร์ทาสกีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล.....	22
รูปที่ 3-9 เอกซ์คลูซีฟเกตเวย์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล.....	22
รูปที่ 3-10 ซีควนซ์โพลวี่ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล.....	23
รูปที่ 3-11 เซอร์วิสทาสกีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล.....	23
รูปที่ 3-12 คอลล์แอ็คทีวิตีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล.....	23
รูปที่ 3-13 แผนภาพกิจกรรมการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่นเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์ ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น.....	25
รูปที่ 3-14 ยูสเซอร์ทาสกีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์.....	25
รูปที่ 3-15 โหนดเริ่มต้นในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์.....	26
รูปที่ 3-16 เกตเวย์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์.....	26
รูปที่ 3-17 คอลล์แอ็คทีวิตีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์.....	26
รูปที่ 3-18 โหนดสิ้นสุดในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์.....	27
รูปที่ 3-19 ซีควนซ์โพลวี่ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์.....	27
รูปที่ 3-20 แผนภาพกิจกรรมการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม.....	28
รูปที่ 3-21 เส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม (เส้นทางที่ 1).....	30
รูปที่ 3-22 ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมในรูปแบบไฟล์ เอกซ์เอ็มแอล.....	31
รูปที่ 3-23 แผนภาพกิจกรรมการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม.....	32
รูปที่ 4-1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ.....	36
รูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น.....	38
รูปที่ 4-3 แผนภาพกิจกรรมการสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ.....	38
รูปที่ 4-4 แผนภาพกิจกรรมการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร.....	39
รูปที่ 4-5 แผนภาพกิจกรรมการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่นเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์ ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น.....	39
รูปที่ 4-6 แผนภาพกิจกรรมการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม.....	40

รูปที่ 4-7 แผนภาพกิจกรรมการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม.....	41
รูปที่ 4-8 แผนภาพแพ็คเกจ.....	42
รูปที่ 4-9 คลาส ReadBPMNController.....	42
รูปที่ 4-10 คลาส ReadTestCaseController.....	43
รูปที่ 4-11 คลาส ReadPathAllController.....	43
รูปที่ 4-12 คลาส StartProcessController.....	43
รูปที่ 4-13 คลาส DeployController.....	43
รูปที่ 4-14 คลาส ComparePathController.....	44
รูปที่ 4-15 คลาส GenerateTestCaseController.....	44
รูปที่ 4-16 คลาส FileController.....	44
รูปที่ 4-17 คลาส CreateAndInsertListenerController.....	44
รูปที่ 4-18 คลาส FileStorageService.....	45
รูปที่ 4-19 คลาส StorageException.....	45
รูปที่ 4- 20 คลาส ImportFiles.....	45
รูปที่ 4-21 คลาส Analysis.....	46
รูปที่ 4-22 คลาส GenTestCase.....	46
รูปที่ 4-23 คลาส Report.....	46
รูปที่ 4-24 คลาส WebProcessApplication.....	46
รูปที่ 4-25 คลาส TaskListener.....	47
รูปที่ 4-26 คลาส UserTaskListener.....	47
รูปที่ 4-27 คลาส SequenceFlowListener.....	47
รูปที่ 4-28 คลาส BPMNEntity.....	48
รูปที่ 4-29 คลาส PathEntity.....	48
รูปที่ 4-30 คลาส TestCaseEntity.....	48

รูปที่ 4-31 คลาส SequenceEntity	49
รูปที่ 4-32 คลาส UserTaskVarEntity.....	49
รูปที่ 4-33 คลาส UploadDetailsResponse.....	49
รูปที่ 4-34 แผนภาพลำดับการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น	50
รูปที่ 4-35 แผนภาพลำดับการทดสอบบีบีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม	51
รูปที่ 4-36 แผนภาพลำดับการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม	52
รูปที่ 4-37 แผนภาพอีอาร์ของเครื่องมือ	53
รูปที่ 4-38 แผนภาพดีพลอยเมนต์ของเครื่องมือ	54
รูปที่ 4-39 แผนภาพแผนภาพวินโดว์ในเว็บบราวเซอร์ของเครื่องมือ.....	55
รูปที่ 4-40 หน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้น	56
รูปที่ 4-41 หน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้นในกรณีอัปโหลดบีบีเอ็มเอ็นมากกว่า 1 ไฟล์	57
รูปที่ 4-42 หน้าจอเมื่อนำเข้าบีบีเอ็มเอ็นไม่ครบถ้วน	57
รูปที่ 4-43 หน้าจอรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นของไฟล์บีบีเอ็มเอ็น.....	58
รูปที่ 4-44 หน้าจอรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นของไฟล์เส้นทางการทดสอบ	58
รูปที่ 4-45 หน้าจอรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นของไฟล์กรณีทดสอบ	59
รูปที่ 4-46 หน้าจอรายละเอียดของข้อมูลตั้งต้นที่ถูกลบ	60
รูปที่ 4-47 หน้าจอสร้างกรณีทดสอบ.....	60
รูปที่ 4-48 หน้าจอรายละเอียดของกรณีทดสอบ	61
รูปที่ 4-49 กรณีทดสอบในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เซล	62
รูปที่ 4-50 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ	62
รูปที่ 5-1 บีบีเอ็มเอ็นการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน	64
รูปที่ 5-2 เลือกไฟล์บีบีเอ็มเอ็น	65
รูปที่ 5-3 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ.....	66
รูปที่ 5-4 เลือกไฟล์กรณีทดสอบ.....	66

รูปที่ 5-5 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล	67
รูปที่ 5-6 รายละเอียดของกรณีทดสอบ	67
รูปที่ 5-7 รายละเอียดของการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม	68
รูปที่ 5-8 รายละเอียดของกรณีทดสอบ	69
รูปที่ 5-9 ไฟล์กรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล	69
รูปที่ 5-10 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ	70
รูปที่ 5-11 บีพีเอ็มเอ็นการสมัครสมาชิกเว็บไซต์	71
รูปที่ 5-12 บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบอีเมล	71
รูปที่ 5-13 บีพีเอ็มเอ็นการยอมรับข้อตกลง	71
รูปที่ 5-14 บีพีเอ็มเอ็นการเข้าสู่ระบบ	71
รูปที่ 5-15 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น	72
รูปที่ 5-16 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ	73
รูปที่ 5-17 เลือกไฟล์กรณีทดสอบ	73
รูปที่ 5-18 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล	74
รูปที่ 5-19 รายละเอียดของกรณีทดสอบ	74
รูปที่ 5-20 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ	75
รูปที่ 5-21 บีพีเอ็มเอ็นการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า	76
รูปที่ 5-22 บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบคลังสินค้า	76
รูปที่ 5-23 บีพีเอ็มเอ็นการส่งข้อมูลไปยังผู้ให้บริการจัดส่งสินค้า	76
รูปที่ 5-24 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น	77
รูปที่ 5-25 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ	78
รูปที่ 5-26 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล	78
รูปที่ 5-27 รายละเอียดของการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม	79
รูปที่ 5-28 รายละเอียดของกรณีทดสอบ	79

รูปที่ 5-29 ไฟล์กรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล	80
รูปที่ 5-30 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ	80
รูปที่ 5-31 บีพีเอ็มเอ็นการสมัครบัตรเครดิต	81
รูปที่ 5-32 บีพีเอ็มเอ็นการแยกประเภทบัตรเครดิต	81
รูปที่ 5-33 บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบข้อมูลเครดิตบูโร	82
รูปที่ 5-34 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น	83
รูปที่ 5-35 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ	84
รูปที่ 5-36 เลือกไฟล์กรณีทดสอบ	84
รูปที่ 5-37 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล	85
รูปที่ 5-38 รายละเอียดของกรณีทดสอบ	86
รูปที่ 5-39 รายละเอียดของการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม	86
รูปที่ 5-40 รายละเอียดของกรณีทดสอบ	87
รูปที่ 5-41 ไฟล์กรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล	87
รูปที่ 5-42 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ	88

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงบริการ (SOA - Service-Oriented Architecture) นั้นถูกนำมาใช้งานในการผนวกรวมเซอร์วิสที่มีอยู่เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อลดเวลาและความซ้ำซ้อนในการพัฒนาเซอร์วิสตามกระบวนการทางธุรกิจขององค์กร ซึ่งในกระบวนการทางธุรกิจที่ออกแบบอาจมีการติดต่อเรียกใช้งานกับเซอร์วิสจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้ผู้ออกแบบกระบวนการเห็นถึงองค์ประกอบและภาพรวมการทำงานภายในกระบวนการนั้น องค์กรหลายแห่งมีการออกแบบและจำลองการทำงานของกระบวนการ โดยใช้บีพีเอ็มเอ็น (BPMN - Business Process Model and Notation) [1] ซึ่งเป็นสัญลักษณ์กระบวนการสร้างแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจและเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ในรูปแบบของเซอร์วิส โดยข้อดีของเซอร์วิส คือ องค์กรสามารถแบ่งทีมในการพัฒนาเซอร์วิส แล้วนำแต่ละเซอร์วิสเข้ามาใช้งานร่วมกันกับระบบงานขององค์กรได้ โดยเครื่องมือที่สนับสนุนการทำงานดังกล่าว เช่น เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น (BPMN Engine) [2] ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถต่าง ๆ เช่น การแสดงภาพโดยรวมของกระบวนการทางธุรกิจ การออกแบบกระบวนการ การใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานในการสื่อสาร การเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับบีพีเอ็มเอ็น เป็นต้น ความสามารถของเครื่องมืออาจจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาเครื่องมือรายนั้น ๆ

เนื่องจากรูปแบบการพัฒนาแบบเซอร์วิสมีการนำมาใช้งานในองค์กรมากขึ้น จึงทำให้การทดสอบเซอร์วิสมีความสำคัญต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าซอฟต์แวร์ในส่วนต่าง ๆ สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง ในการทดสอบการทำงานร่วมกันของเซอร์วิสที่ดีควรมีการทดสอบที่ครอบคลุมการเรียกใช้ทุกเซอร์วิสที่ปรากฏในกระบวนการทางธุรกิจนั้น ๆ เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการนำระบบไปใช้งานจริง นอกจากการทดสอบการทำงานร่วมกันแล้ว ควรแสดงผลข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกของเซอร์วิสที่อยู่ในกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสามารถรับข้อมูลนำเข้าและคืนข้อมูลส่งออกได้อย่างถูกต้อง

จากการนำบีพีเอ็มเอ็นเข้ามามีบทบาทในธุรกิจ จึงทำให้เกิดการแข่งขันเพื่อพัฒนาความสามารถของเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นในด้านต่าง ๆ เช่น การออกแบบและใช้งานเครื่องมือที่ง่าย การตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการธุรกิจที่ได้ออกแบบ การช่วยติดตั้งไฟล์บีพีเอ็มเอ็นเพื่อเข้าไปทำงานในเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นได้ง่ายขึ้น เป็นต้น เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น ถูกพัฒนาโดยองค์กรต่าง ๆ เช่น คาmunดาบีพีเอ็ม (Camunda BPM) [3] เป็นเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ถูกพัฒนาโดยบริษัทคาmunดา เซอร์วิสจีเอ็มบีเอช (Camunda Services GmbH) โดยมีความสามารถในการสร้างกระบวนการทางธุรกิจและสามารถทำงานตามกระบวนการทางธุรกิจได้ ทั้งนี้ได้มีงานวิจัยที่ได้นำเสนอแนวคิดในการออกแบบเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากบีพีเอ็มเอ็น [4] ซึ่งเป็นการสร้างกรณีทดสอบที่ทดสอบกับกระบวนการทางธุรกิจปกติ แต่ไม่รองรับกับบีพีเอ็มเอ็นที่มีการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตี (Call Activity) หรือเซอร์วิสทาสก์ (Service Task) ซึ่งคอลล์แอคทีวิตีในความหมายของบีพีเอ็มเอ็นคือการเรียกใช้งานบีพีเอ็มเอ็นอื่นที่อยู่ภายในเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเดียวกัน โดยที่คอลล์แอคทีวิตีเป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยแยกออกมาจากกระบวนการหลัก ส่วนเซอร์วิสทาสก์คือการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิส (Web Service) ที่อยู่ภายนอก ดังนั้น จะส่งผลให้การทดสอบไม่ครอบคลุมกับบีพีเอ็มเอ็นที่มีการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีและการเรียกใช้งานเซอร์วิสทาสก์ อีกทั้งมีงานวิจัยที่ได้ทำการวิจัยการตรวจจับการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสสำหรับทดสอบดับเบิลยูเอส-บีเพล [5] โดยได้นำเสนอวิธีการแทรกรหัสต้นทางเพื่อตรวจจับความครอบคลุมในการทดสอบการทำงานภายในดับเบิลยูเอส-บีเพล ซึ่งเป็นวิธีที่จะตรวจหาเส้นทางเว็บเซอร์วิสที่ถูกทดสอบแล้ว

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น เพื่อให้ทราบได้ว่ามีเซอร์วิสหรือการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีใดบ้างที่ยังไม่ผ่านการทดสอบ และสามารถแสดงผลข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกของการเรียกใช้เซอร์วิสได้ โดยใช้วิธีการแทรกชุดคำสั่งลิสซึนเนอร์ (Listener) วิธีการที่นำเสนอนี้ยังครอบคลุมถึงการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมสำหรับเซอร์วิสหรือการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีที่ไม่ถูกทดสอบได้ โดยการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมจะต้องเป็นการสร้างกรณีทดสอบ

ให้มีความครอบคลุมแบบกิ่ง (Branch Coverage) [6] อีกทั้งเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม ตามที่คาดหวังได้ถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น โดยมีความสามารถดังต่อไปนี้ เป็นอย่างน้อย

1.1 สามารถอัปโหลดไฟล์บีพีเอ็มเอ็นได้

1.2 สามารถนำเข้ากรณีทดสอบ ประกอบไปด้วยข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ เพื่อแปรผลและจัดเก็บข้อมูลนำเข้าลงฐานข้อมูล

1.3 สามารถนำเข้าเส้นทางการทดสอบได้

1.4 สามารถจัดเก็บผลการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นได้ โดยจะจัดเก็บข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกของเซอร์วิสทาสก์ในรูปแบบของสายอักขระ เข้าสู่ฐานข้อมูล

1.5 สามารถรายงานคอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์ในเส้นทางการทดสอบของบีพีเอ็มเอ็นที่ยังไม่ถูกทดสอบได้

1.6 การสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม ต้องสามารถสร้างกรณีทดสอบให้มีความครอบคลุมแบบกิ่งได้

2. เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ใช้สำหรับการทดสอบจะต้องเป็นเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นคามุนดาเท่านั้น

3. บีพีเอ็มเอ็นต้องสร้างด้วยคามุนดาโมเดลเลอร์เท่านั้น

4. การทดลองจะทำได้โดยใช้กรณีศึกษาอย่างน้อย 3 กรณีศึกษา โดยกำหนดให้ในแต่ละกรณีศึกษาจะต้องมีเซอร์วิสทาสก์อย่างน้อย 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีอย่างน้อย 2 คอลล์แอ็คทีวิตี รวมไปถึงแบบที่มีกรณีทดสอบเดียวสามารถครอบคลุมเส้นทางทั้งหมด แบบที่ไม่มีกรณีทดสอบนำเข้าเลย และกรณีที่มีการระบุเส้นทางการทดสอบผิด

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาการทำงานของบีพีเอ็มเอ็น
2. ศึกษาการสร้างกรณีทดสอบ
3. ศึกษาการใช้งานเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น
4. กำหนดคุณลักษณะและขอบเขตความสามารถของเครื่องมือ
5. ออกแบบโครงสร้างและหน้าจอของเครื่องมือทดสอบ
6. พัฒนาเครื่องมือทดสอบตามที่ได้ออกแบบไว้
7. ทดสอบเครื่องมือทดสอบตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ ประเมินผลที่ได้จากการทดสอบ
8. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ
9. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อช่วยให้ผู้ทดสอบสามารถตรวจสอบข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกของเซอร์วิสาสก์ได้
2. เพื่อช่วยให้ผู้ทดสอบทราบถึงผลการทดสอบของกรณีทดสอบเดิม ว่ามีการทดสอบครอบคลุมทุกเส้นทางการทดสอบแล้วหรือไม่
3. เพื่อช่วยสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมให้ครอบคลุมทุกเส้นทางการทดสอบ

1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการเรื่อง “Monitoring Call activity and Service Task Invocations for BPMN” โดย Worranut Duangkaew and Taratip Suwannasart ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ “The 2020 Asia Service Sciences and Software Engineering Conference (ASSE 2020)” ระหว่างวันที่ 13-15 พฤษภาคม 2563 ณ เมืองนาโกย่า ประเทศญี่ปุ่น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

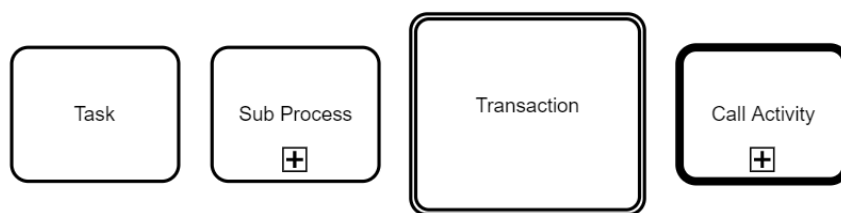
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์นี้ได้อ้างอิงถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี ดังนี้

2.1.1 บีพีเอ็มเอ็น

บีพีเอ็มเอ็น เป็นมาตรฐานสัญลักษณ์และแสดงแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Model) ที่มีรูปแบบใกล้เคียงกับเวิร์คโฟลว์ (Workflow) โดยมีโครงสร้างภาษา ในรูปแบบของภาษาเอกซ์เอ็มแอล ปัจจุบันบีพีเอ็มเอ็นถูกพัฒนาถึงเวอร์ชัน 2.0 โดยองค์กรชื่อ อ็อบเจกต์ แมเนจเมนต์กรุป หรือ โอเอ็มจี (OMG : Object Management Group) [7] เพื่ออธิบาย กระบวนการทางธุรกิจ และเป็นสื่อกลางที่ทุกคนที่เกี่ยวข้องใช้ในการสื่อสาร ให้เกิดความเข้าใจ ที่ตรงกัน อีกทั้งสัญลักษณ์ที่ใช้ยังเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ ทางด้านยูเอ็มแอล (UML : Unified Modeling Language) [8] ในบีพีเอ็มเอ็นประกอบด้วย สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. กลุ่มของกิจกรรม (Activities) คืองานหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางธุรกิจ โดยประกอบไปด้วยทาสก์ (Task) หรือ ซับโพรเซส (Sub Process) ตั้งแต่ 1 หน่วยขึ้นไป รูปที่ 2-1 แสดงสัญลักษณ์กลุ่มของกิจกรรม



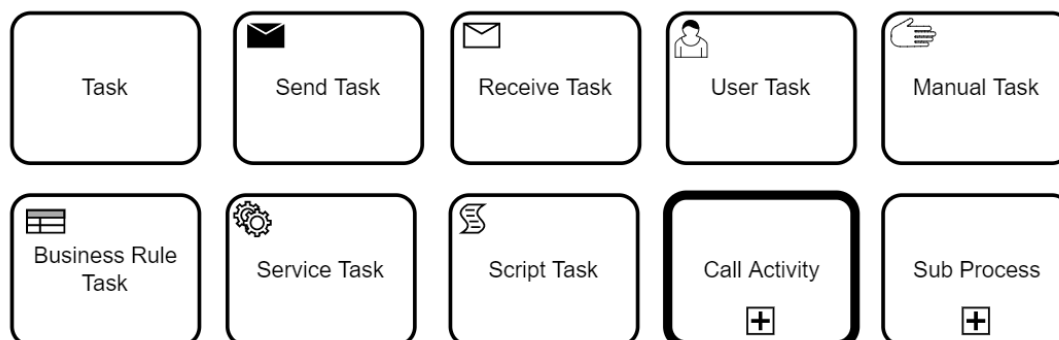
รูปที่ 2-1 สัญลักษณ์กลุ่มของกิจกรรม

จากรูปที่ 2-1 มีกิจกรรมทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่

1.1 ทาสก์ คือ งานใด ๆ ที่สามารถดำเนินการได้ สามารถเชื่อมต่อกับงานอื่น ๆ ได้ตาม กระบวนการเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน

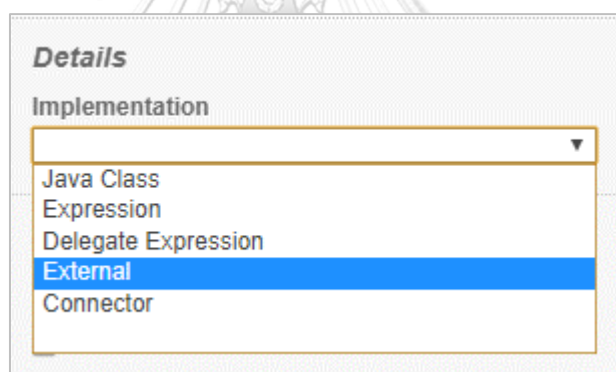
ทั้งนี้สามารถแบ่งประเภทของทาสก์ในบีพีเอ็มเอ็น ดังรูปที่ 2-2 เพื่อนำมาใช้กับกระบวนการทำงานจริงได้ ได้แก่ เซ็นด์ทาสก์ (Send Task) รีซีฟทาสก์ (Receive Task) ยูสเซอร์ทาสก์ (User Task) แมนนวลทาสก์ (Manual Task) บิสเนสรูลทาสก์ (Business Rule Task)

เซอร์วิสทาสก์ (Service Task) สคริปต์ทาสก์ (Script Task) คอลล์แอคทีวิตี (Call Activity) และ ซับโพรเซส แสดงสัญลักษณ์ของทาสก์ในแต่ละประเภทในรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 ประเภทของทาสก์ในเครื่องมือคามุนดาบีพีเอ็ม

ในงานวิจัยนี้มีทาสก์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานหลัก คือ เซอร์วิสทาสก์ ซึ่งเซอร์วิสทาสก์ เป็นงานที่เรียกใช้บริการจากภายนอกที่ทำโดยอัตโนมัติและไม่มีบุคคลเกี่ยวข้องในการทำงาน ในเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นสามารถเลือกรูปแบบการเลือกใช้เซอร์วิสได้ ดังรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 รูปแบบการเลือกใช้เซอร์วิสของเซอร์วิสทาสก์

ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้เซอร์วิสประเภท External [9] ซึ่งเป็นการเรียกใช้เซอร์วิส จากภายนอก โดยที่เซอร์วิสนั้นจะต้องเรียกใช้ไลบรารี (Library) ของคามุนดา เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นคามุนดาได้ จึงต้องมีการกำหนด Topic ของเซอร์วิสด้วย จากตัวอย่างดังรูปที่ 2-4 เซอร์วิสภายนอกได้เรียกใช้ไลบรารีของคามุนดาที่ชื่อว่า “camunda-external-task-client-js” และได้กำหนด Topic ที่ชื่อว่า “charge-credit-card” จากนั้นนำ Topic ไปใส่ในเซอร์วิสทาสก์ประเภท External แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2-5

```

const { Client, logger } = require('camunda-external-task-client-js');
const config = { baseUrl: 'http://localhost:8080/engine-rest', use: logger };
const client = new Client(config);

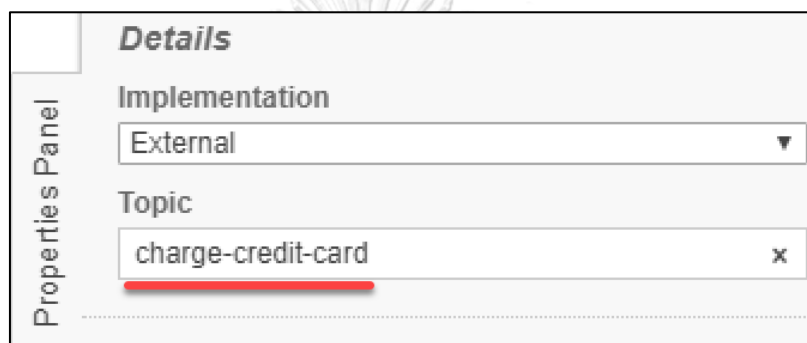
// subscribe to the topic: 'charge-credit-card'
client.subscribe('charge-credit-card', async function({ task, taskService }) {
  const amount = task.variables.get('amount');
  const item = task.variables.get('item');

  console.log(`Charging credit card with an amount of ${amount}€ for the item
'${item}'...`);

  // Complete the task
  await taskService.complete(task);
});

```

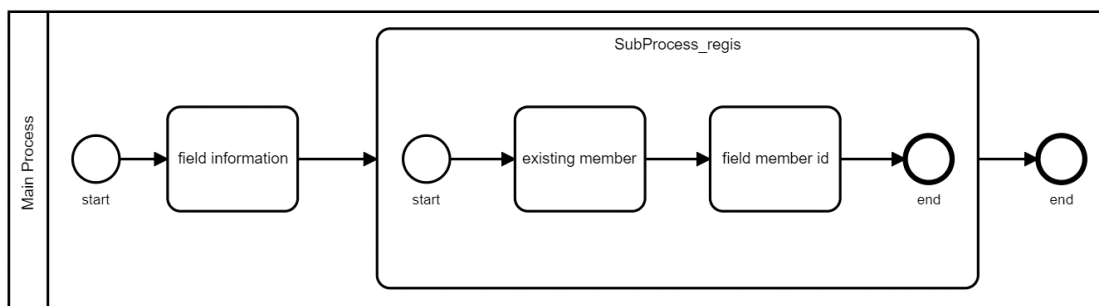
รูปที่ 2-4 เซอร์วิสภายนอกที่เชื่อมต่อกับคามุนดา



รูปที่ 2-5 การเรียกใช้เซอร์วิสของเซอร์วิสทาสก์

1.2 ซับโพรเซส คือ กลุ่มของงานหลาย ๆ งาน ที่รวมเข้าด้วยกัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อ บรรลุวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง ในปีพีเอ็มเอ็นใช้ซับโพรเซสเป็นมุมมองส่วนขยายของ กระบวนการ โดยซับโพรเซสจะอธิบายรายละเอียดของลำดับการทำงาน

ทั้งนี้ทาสก์และซับโพรเซสเป็นส่วนหนึ่งของคลาสกิจกรรม ดังนั้น จึงแสดงเป็นสัญลักษณ์ เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีมุมมน แต่มีข้อแตกต่างเพียงอย่างเดียว คือ ซับโพรเซสมีเครื่องหมายบวกซึ่งระบุ ลำดับโดยละเอียดที่จัดเก็บไว้สำหรับกระบวนการย่อยแสดงดังรูปที่ 2-2 และตัวอย่างของซับโพรเซส ดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 ตัวอย่างของซับโพรเซส

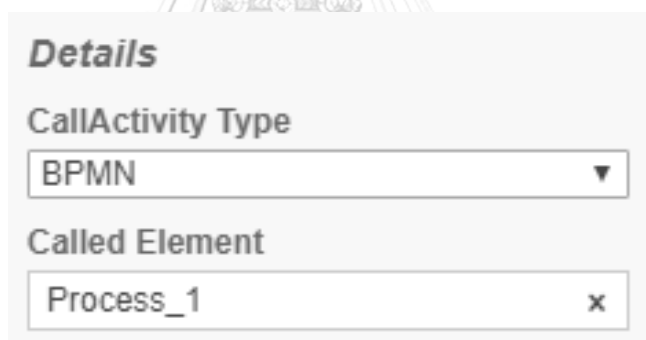
1.3 ทรานแซคชัน (Transaction) คือ กระบวนการย่อย ที่มีลักษณะเป็นกลุ่มของงานหลาย ๆ งาน คล้ายกับซัพโพรเซสแต่ว่า ทรานแซคชันจะต้องดำเนินการทำให้ครบทุกงานที่อยู่ภายใต้กระบวนการย่อยนั้น

1.4 คอลล์แอคทีวิตี (Call Activity) คือ งานที่เรียกใช้บีพีเอ็มเอ็นอื่น ซึ่งคือการเรียกกระบวนการของบีพีเอ็มเอ็นอื่น เพื่อให้ทำงาน ภายใต้บีพีเอ็มเอ็นนั้น ในรูปที่ 2-7 แสดงสัญลักษณ์ของคอลล์แอคทีวิตี



รูปที่ 2-7 สัญลักษณ์ของคอลล์แอคทีวิตี

ในส่วนของคอลล์แอคทีวิตี คือ งานที่เรียกใช้บีพีเอ็มเอ็นอื่นภายใต้เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเดียวกัน โดยเรียกใช้ผ่านโพรเซสไอดี (Process ID) หรือชื่ออ้างอิงบีพีเอ็มเอ็น ดังตัวอย่างในรูปที่ 2-8 ที่มีการเรียกใช้บีพีเอ็มเอ็นหมายเลข Process_1



รูปที่ 2-8 การเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีผ่านโพรเซสไอดี

2. กลุ่มของอีเวนต์ (Events) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการทำงานของกระบวนการ ดังรูปที่ 2-9 แสดงสัญลักษณ์ของกลุ่มของอีเวนต์ ได้แก่

- 2.1 จุดเริ่มต้น (Start)
- 2.2 จุดระหว่างดำเนินการ (Intermediate)
- 2.3 จุดสิ้นสุด (End)



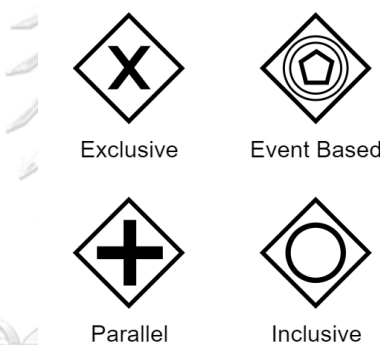
3. กลุ่มของเกตเวย์ (Gateways) เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงจุดต่อเชื่อม เพื่อใช้ในการควบคุมทิศทางการทำงานของกระบวนการ ดังรูปที่ 2-10 แสดงสัญลักษณ์กลุ่มของเกตเวย์ ได้แก่

3.1 การแยกกระบวนการทำงาน (Exclusive)

3.2 การทำงานตามเหตุการณ์ (Event Based)

3.3 การทำงานคู่ขนาน (Parallel)

3.4 การรวมกระบวนการทำงาน (Inclusive)



รูปที่ 2-10 สัญลักษณ์กลุ่มของเกตเวย์

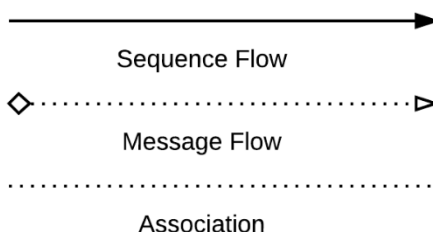
4. กลุ่มของคอนเนคติ้งโฟลว์ (Connecting Flows) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างโหนดต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มของกิจกรรม กลุ่มของอีเวนต์ และกลุ่มของเกตเวย์ ภายในพีเอ็มเอ็น เป็นเหมือนเส้นทางที่กำหนดงานต่อไปที่ต้องทำ ประกอบไปด้วย 3 ชนิด ดังรูปที่ 2-11 กลุ่มของคอนเนคติ้งโฟลว์ประกอบด้วย

4.1 ซีควেনซ์โฟลว์ (Sequence Flow) ใช้แสดงลำดับการทำงานของกิจกรรมในกระบวนการ

ในงานวิจัยนี้มีซีควেনซ์โฟลว์เกี่ยวข้องกับการทำงานหลัก นั่นคือ มีซีควেনซ์โฟลว์เชื่อมต่อระหว่างทาสก์ เป็นการแสดงเส้นทางของการทำงานของพีเอ็มเอ็น

4.2 เมสเสจโฟลว์ (Message Flow) ใช้แสดงลำดับของข้อความระหว่างผู้ส่งและผู้รับ

4.3 การเชื่อมโยง (Association) ใช้เชื่อมโยงข้อมูลและการอธิบาย

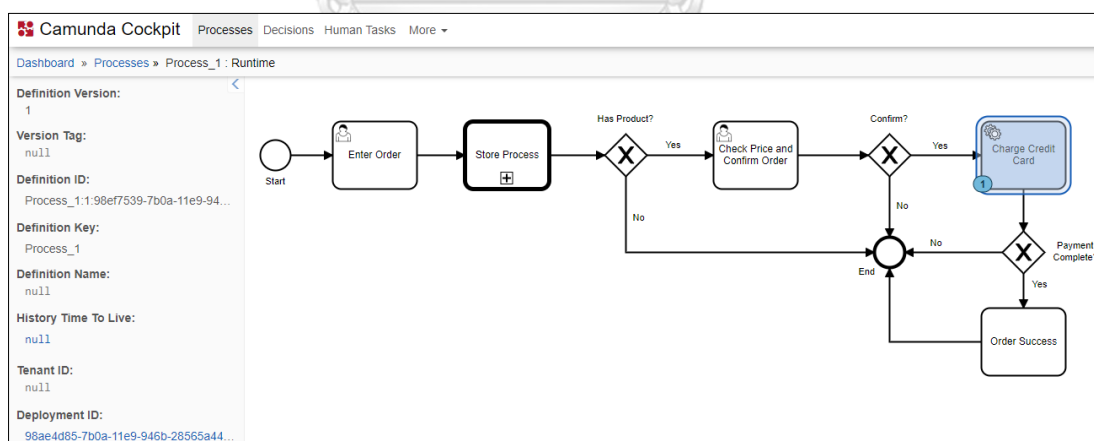


รูปที่ 2-11 สัญลักษณ์กลุ่มของคอนเนคติ้งโพล์

2.1.2 เครื่องมือคามุนดาบีพีเอ็ม

เครื่องมือคามุนดาบีพีเอ็มคือ ชุดของเครื่องมือในการประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ ถูกพัฒนาโดยบริษัทคามุนดาเซอร์วิสเซ็มบีเอช โดยมีความสามารถในการสร้างกระบวนการ ทางธุรกิจและสามารถทำงานตามกระบวนการทางธุรกิจได้ ประกอบด้วย

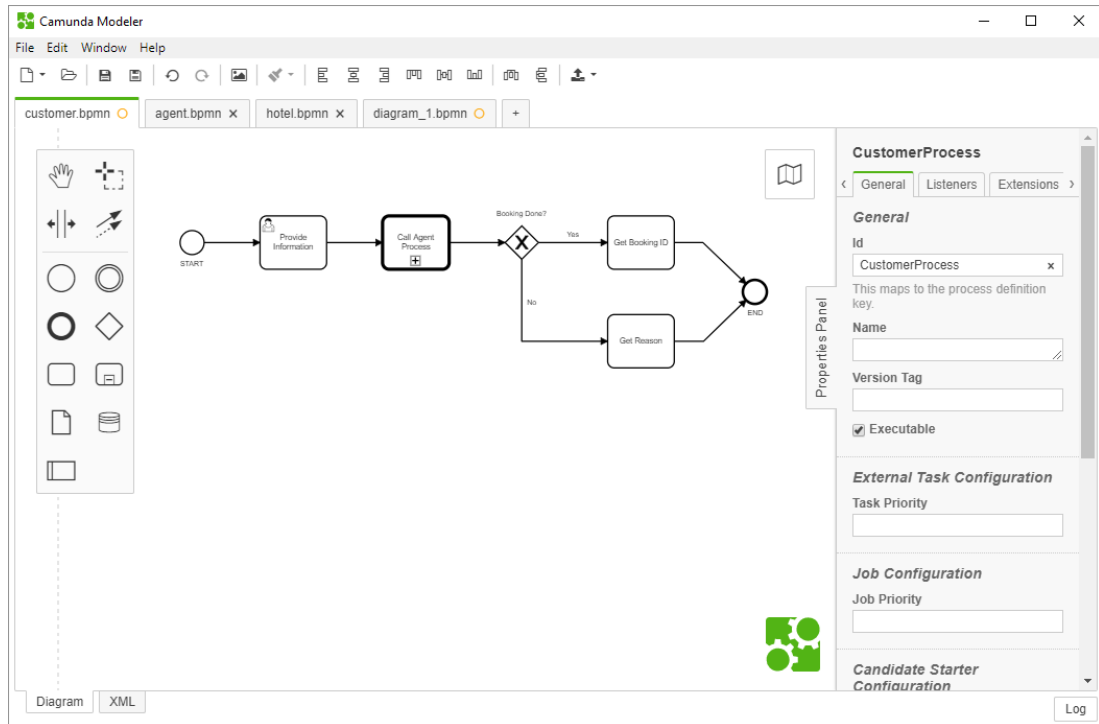
1. เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นคามุนดา (Camunda BPMN Engine) [2] เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น โดยมีความสามารถในการนำ บีพีเอ็มเอ็นเข้าไปประมวลผลให้สามารถทำงานได้ตามการออกแบบ ซึ่งรองรับการออกแบบการทำงาน ร่วมกันระหว่างระบบกับเซอร์วิศภายนอก และรองรับการทำงานกับระบบขององค์กรขนาดใหญ่ได้ ดังรูปที่ 2-12 แสดงตัวอย่างบีพีเอ็มเอ็นที่ถูกประมวลผลบนเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น คามุนดา



รูปที่ 2-12 ตัวอย่างบีพีเอ็มเอ็นที่ถูกประมวลผลบนเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นคามุนดา

2. คามุนดาโมเดลเลอร์ (Camunda Modeler) [10] เป็นเครื่องมือที่ใช้วาดบีพีเอ็มเอ็นตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นสามารถนำบีพีเอ็มเอ็นที่ได้ ไปทำงานบนเครื่องประมวลผล

แบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นความน่าเชื่อถือ ความน่าเชื่อถือโมเดลเลอร์สนับสนุนบีพีเอ็มเอ็น 2.0 ซีเอ็มเอ็มเอ็น 1.1 (CMMN 1.1) และ ดีเอ็มเอ็มเอ็น 1.1 (DMN 1.1) รูปที่ 2-13 แสดงเครื่องมือความน่าเชื่อถือโมเดลเลอร์



รูปที่ 2-13 เครื่องมือความน่าเชื่อถือโมเดลเลอร์

3. ชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ คือ ชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกให้ทำงานเมื่อเครื่องประมวลผลแบบจำลอง บีพีเอ็มเอ็นมีการประมวลผลของโหนดหรือซีควเอนซ์โฟลว์ใด ๆ ที่มีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ไว้ในเครื่องมือความน่าเชื่อถือสามารถแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ได้ ซึ่งชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์มี 2 ชนิด คือ เอกซ์ซีคิวชันลิสซิ่งเนอร์ (Execution Listener) [11] และทาสก์ลิสซิ่งเนอร์ (Task Listener) [12] โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

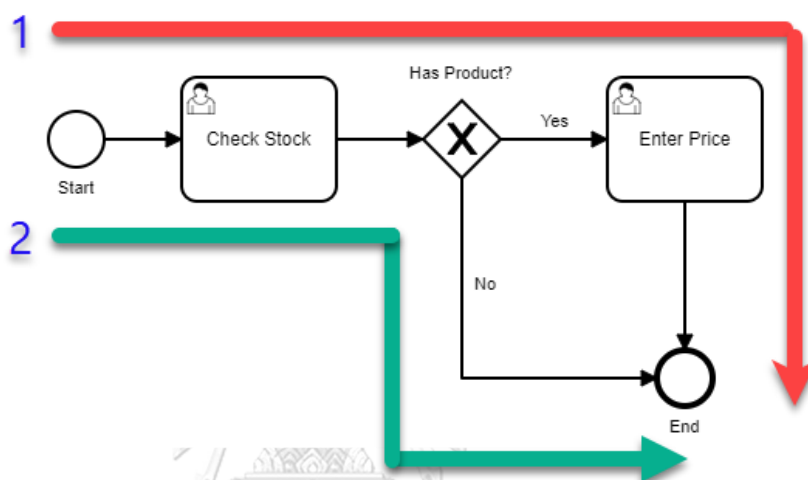
3.1 เอกซ์ซีคิวชันลิสซิ่งเนอร์ คือชุดคำสั่งที่สามารถเข้าถึงข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก จากคอลล์แอ็คทีวิตี้ได้

3.2 ทาสก์ลิสซิ่งเนอร์ คือชุดคำสั่งที่ใช้ทำงานร่วมกับยูสเซอร์ทาสก์ สามารถทำการบันทึกค่าที่มีการรับค่าตัวแปรจากผู้ใช้งานได้

2.1.3 การทดสอบให้มีความครอบคลุมแบบกิ่ง (Branch Coverage Testing)

การทดสอบให้มีความครอบคลุมแบบกิ่ง [6] คือวิธีการทดสอบที่วิเคราะห์และแสดงเส้นทางการทดสอบออกมา ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้มั่นใจว่าแต่ละเส้นทางจากการตัดสินใจแต่ละจุดจะถูก

ดำเนินการอย่างน้อยหนึ่งครั้ง ส่งผลให้การทดสอบจะผ่านไหนดทั้งหมดได้อย่างครอบคลุม จากรูปที่ 2-14 มีเส้นทางเดินทั้งหมด 2 เส้นทาง มีทางแยกกระบวนการทำงานที่จุดตัดสินใจ Has Product ดังนั้นจะเกิดกรณีทดสอบ 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 เงื่อนไขที่ Has Product เป็นค่าจริง (True) เส้นทางทดสอบจะเป็นเส้นทางที่ 1 และกรณีที่ 2 เงื่อนไขที่ Has Product เป็นค่าเท็จ (False) เส้นทางทดสอบจะเป็นเส้นทางที่ 2 ในการทดสอบที่มีความครอบคลุมแบบกิ่งจะต้องทดสอบทั้ง 2 กรณี



รูปที่ 2-14 การทดสอบให้มีความครอบคลุมแบบกิ่ง

2.1.4 กรณีทดสอบ (Test Case)

กรณีทดสอบ [13] เป็นข้อมูลหรือเอกสารที่ออกแบบโดยผู้ทดสอบโปรแกรม เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของโปรแกรมให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปของกรณีทดสอบประกอบด้วยโครงสร้างดังต่อไปนี้

1. หมายเลขกรณีทดสอบ (Test Case id)
2. ลำดับการทดสอบ (Test Step)
3. ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ทดสอบ (Test Variable)
4. ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์นี้ได้อ้างอิงถึงงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยงานวิจัย ดังนี้

2.2.1 งานวิจัย “Design of a tool for generating test cases from BPMN”

งานวิจัยโดย Prat Yotyawilai และ Taratip Suwannasart (2014) [4] ได้นำเสนอแนวคิดในการออกแบบเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบโดยอัตโนมัติจากบีพีเอ็มเอ็น โดยใช้วิธีการอ่านไฟล์บีพีเอ็มเอ็นในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล (XML - Extension Markup Language) จากนั้นเครื่องมือจะวิเคราะห์คุณลักษณะของตัวแปรที่เป็นข้อมูลนำเข้าของทาสก์ในบีพีเอ็มเอ็น ประกอบไปด้วย ชื่อตัวแปร ชนิดของตัวแปร ความยาวของค่าตัวแปร ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ตามข้อกำหนดของเครื่องมือ จะต้องมีการนิยามคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้าให้สมบูรณ์ หากยังไม่มีนิยามคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า เครื่องมือจะให้ผู้ใช้งานเป็นผู้ระบุคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้าให้ครบถ้วน จากนั้นเครื่องมือจะสร้างกราฟทิศทางกรไหล (Flow Graph) แล้วจึงทำการสร้างกรณีทดสอบขึ้นมา ในการสร้างกรณีทดสอบจะใช้การวิเคราะห์หาเส้นทางทดสอบโดยใช้วิธีการค้นหาแบบลึกก่อน (Depth First Search) ซึ่งทำให้เส้นทางที่ได้มีความครอบคลุมทุกโหนดในบีพีเอ็มเอ็น จากนั้นนำกรณีทดสอบที่ได้ส่งกลับให้ผู้ทดสอบ เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

จากแนวคิดของงานวิจัยดังกล่าวเป็นการสร้างกรณีทดสอบที่ทดสอบกับกระบวนการทางธุรกิจปกติ ยังไม่มีการทดสอบที่สามารถทดสอบการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตีหรือเซอร์วิสทาสก์ภายใต้บีพีเอ็มเอ็น ดังนั้นจะส่งผลให้การทดสอบไม่ครอบคลุมกับบีพีเอ็มเอ็นที่มีการเรียกใช้บีพีเอ็มเอ็นอื่นและการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิสภายนอก

2.2.2 งานวิจัย “An Approach for Monitoring Partner Link Invocations under WS-BPEL”

งานวิจัยโดย Nuttaphong Uaphoemkiat และ Taratip Suwannasart (2017) [5] ได้นำเสนอวิธีการและพัฒนาเครื่องมือตรวจจับการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสสำหรับทดสอบดับเบิลยูเอส-บีเพล เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลที่รับส่งระหว่างเว็บเซอร์วิส ช่วยให้ตรวจสอบความครอบคลุมของการทดสอบเว็บเซอร์วิส และสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมทุกเว็บเซอร์วิส วิธีการเริ่มจากนำเข้าไฟล์ดับเบิลยูเอส-บีเพล มาสร้างเส้นทางกรไหลของบีเพล โดยการอ่านโหนดต่าง ๆ ของดับเบิลยูเอส-บีเพล จากนั้นแทรกรหัสต้นทางในไฟล์คอมไพลิตของโครงการดับเบิลยูเอส-บีเพล เพื่อให้โครงการดับเบิลยูเอส-บีเพลสามารถเข้าถึงเว็บเซอร์วิสได้ เมื่อแทรกหัสต้นทางแล้ว จะดำเนินการทดสอบผ่านบีเพลเอนจิน โดยผู้ใช้งานจะต้องระบุกรณีทดสอบที่มีอยู่ผ่านบีเพลเอนจิน ในการทดสอบ เมื่อผ่านจุดที่ได้แทรกหัสต้นทางไว้ จะมีการส่งข้อมูลที่รับส่งระหว่างเว็บเซอร์วิสเพื่อจัดเก็บข้อมูลการทดสอบไว้ จากนั้นทำการค้นหาเว็บเซอร์วิสที่ยังไม่ถูกทดสอบ หากมีเว็บเซอร์วิส

ที่ยังไม่ถูกทดสอบจะทำการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยวิเคราะห์จากข้อมูลนำเข้าและตัวแปรที่ใช้ภายในโหนดเงื่อนไข สุดท้ายเครื่องมือจะสร้างรายงานผลการทดสอบการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสออกมา

จากแนวคิดของงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำหลักการแทรกทรหัสต้นทาง การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าและตัวแปรที่ใช้ภายในโหนดเงื่อนไขมาปรับใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลเส้นทางการทดสอบ เพื่อให้มีความครอบคลุมในการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นได้

2.2.3 งานวิจัย “Test Case Generation from BPMN Diagram with BPEL Diagrams”

งานวิจัยโดย Chaithep Nonchot และ Taratip Suwannasart (2016) [14] ได้นำเสนอแนวคิดและเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบจากบีพีเอ็มเอ็น โดยเริ่มต้นให้ผู้ใช้งานนำเข้าบีพีเอ็มเอ็น เพื่อให้เครื่องมือสกัดข้อมูลที่อยู่ในอีลิเมนต์ของบีพีเอ็มเอ็น เพื่อค้นหาเซอร์วิสภายในบีพีเอ็มเอ็นนั้น จากนั้นให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเพลซึ่งเป็นเอกสารที่ใช้ในการอธิบายการทำงานของเซอร์วิส แล้วจึงสกัดข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเซอร์วิสนั้น จากนั้นสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล (Control Flow Graph) ซึ่งจะต้องสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหลจากบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพล จากนั้นนำกราฟควบคุมทิศทางการไหลของแผนภาพบีเพลมาแทนที่โหนดเซอร์วิสในกราฟควบคุมทิศทางการไหลของบีพีเอ็มเอ็น แล้วจึงทำการสร้างกรณีทดสอบขึ้นมา ซึ่งจะเป็นเส้นทางการทดสอบที่มีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่ง (Statement Coverage) สุดท้ายจะได้กรณีทดสอบให้ผู้ใช้งานนำไปทดสอบต่อไป

จากแนวคิดของงานวิจัยดังกล่าวมีการสร้างกรณีทดสอบของบีพีเอ็มเอ็นให้มีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่ง โดยสามารถนำวิธีการสร้างค่าของข้อมูลนำเข้าที่สามารถทำให้กรณีทดสอบของบีพีเอ็มเอ็นมีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่งมาปรับใช้กับงานวิจัยนี้ได้

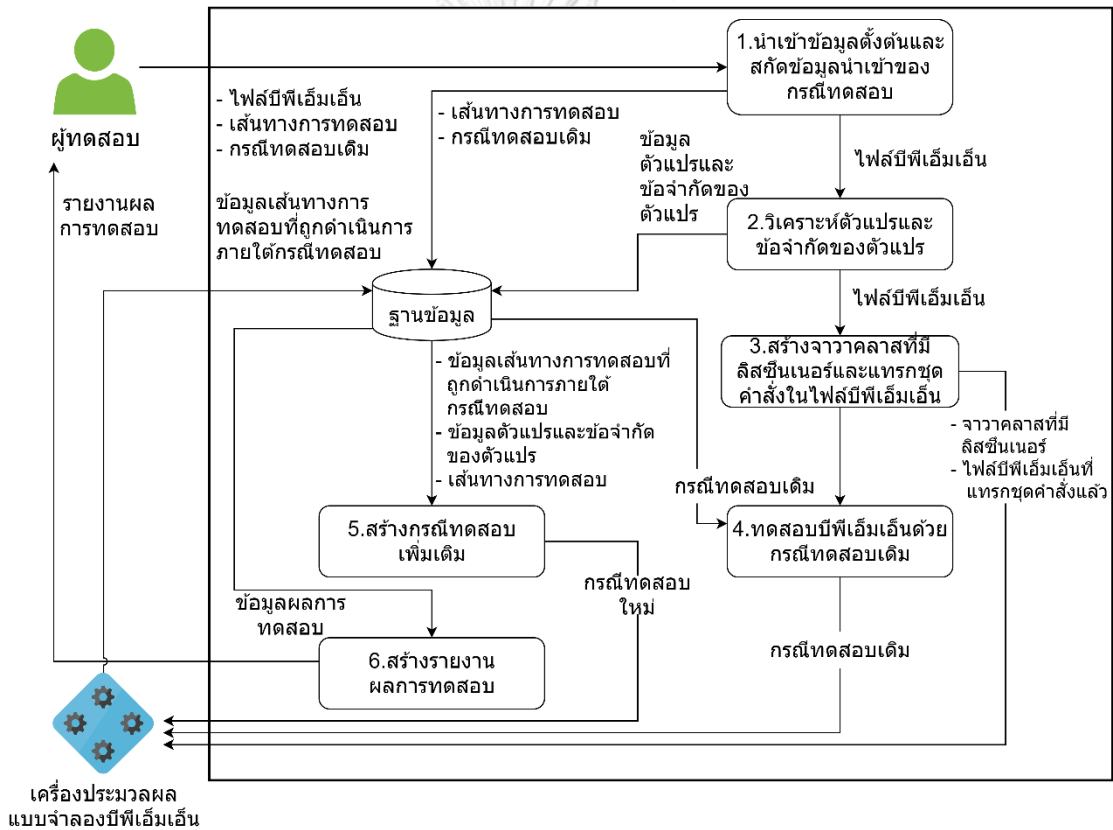
บทที่ 3

การเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับพีพีเอ็มเอ็น

บทนี้จะอธิบายแนวคิดของการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับพีพีเอ็มเอ็น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและออกแบบเครื่องมือ และมีการอธิบายถึงภาพรวมการทำงานของเครื่องมือและขั้นตอนการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แผนภาพการทำงานของเครื่องมือ

แผนภาพการทำงานของเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับพีพีเอ็มเอ็น แสดงดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 แผนภาพการทำงานของเครื่องมือ

จากรูปที่ 3-1 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมการทำงานของเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับพีพีเอ็มเอ็น ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าข้อมูลตั้งต้นและสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ โดยมีข้อมูลตั้งต้น ได้แก่ ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น เส้นทางทดสอบและกรณีทดสอบเดิม ซึ่งกรณีทดสอบเดิมจะประกอบไปด้วย ข้อมูลนำเข้า จากนั้นนำกรณีทดสอบมาสกัดข้อมูลนำเข้าและจัดเก็บลงฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร โดยนำไฟล์บีพีเอ็มเอ็นมาวิเคราะห์ตัวแปร และข้อจำกัดของตัวแปร แล้วนำข้อมูลการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปรที่ได้จัดเก็บลงฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 สร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิงเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิงเนอร์ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น แล้วส่งไฟล์บีพีเอ็มเอ็นที่แทรกชุดคำสั่งลิสซิงเนอร์แล้ว ไปยังเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น เพื่อเฝ้าสังเกตความครอบคลุมของการทดสอบบีพีเอ็มเอ็น

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม จะได้ข้อมูลเส้นทางทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมจากเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น แล้วจึงนำมาจัดเก็บลงฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 สร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยนำข้อมูลเส้นทางทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม ข้อมูลการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร และเส้นทางทดสอบนำไปสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม จึงได้กรณีทดสอบใหม่เพื่อดำเนินการทดสอบกับเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

ขั้นตอนที่ 6 สร้างรายงานผลการทดสอบ โดยนำข้อมูลผลการทดสอบมาสร้างรายงานผลการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบสามารถแสดงข้อมูลนำเข้า และข้อมูลความครอบคลุมของการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นได้

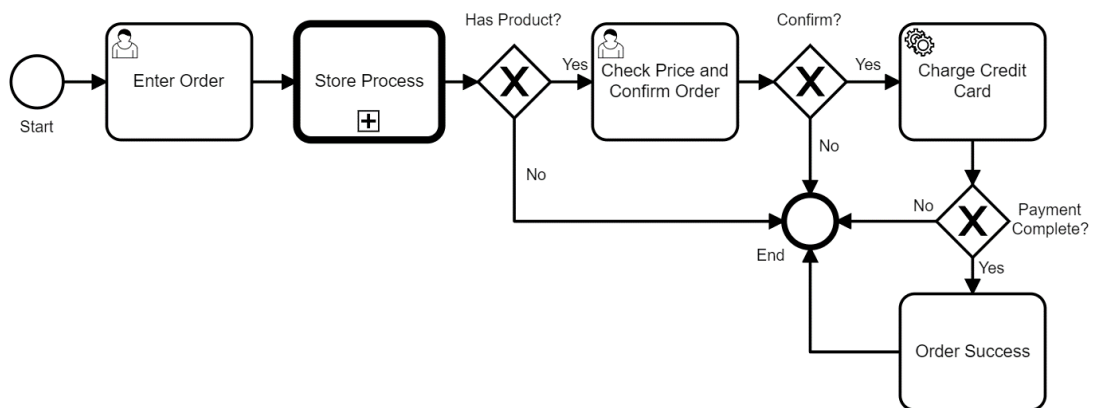
การทำงานของเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น สามารถแสดงรายละเอียดของกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1 การนำเข้าข้อมูลตั้งต้นและสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ

ผู้ทดสอบเป็นผู้นำเข้าข้อมูลตั้งต้น ได้แก่

1. ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น เป็นไฟล์บีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วยไฟล์บีพีเอ็มเอ็นหลัก และไฟล์บีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอ็คทีวิตี โดยแสดงตัวอย่างดังนี้

1.1 บีพีเอ็มเอ็นหลัก รูปที่ 3-2 แสดงบีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า และรูปที่ 3-3 แสดงบีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้าในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล



รูปที่ 3-2 บีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า

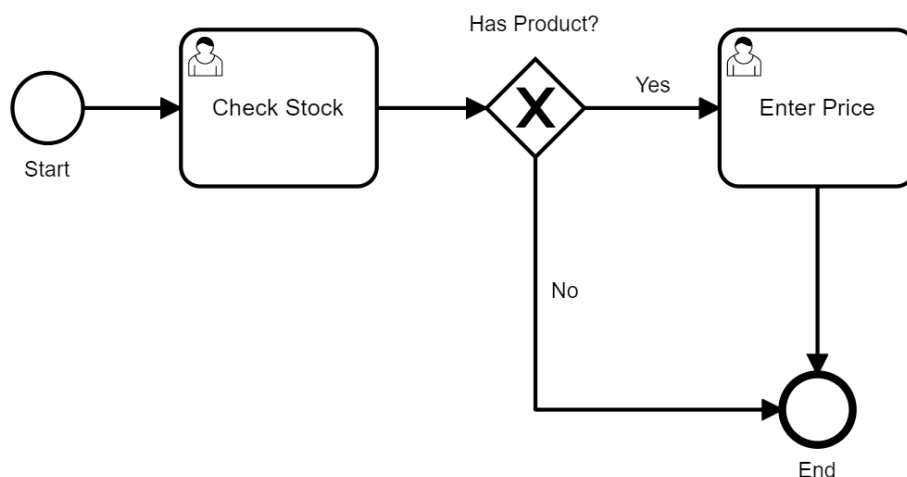
```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<bpmn:definitions xmlns:bpmn="http://www.omg.org/spec/BPMN/MODEL"
xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/DI"
xmlns:di="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI"
xmlns:dc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:camunda="http://camunda.org/schema/1.0/bpmn" id="Definitions"
targetNamespace="http://bpmn.io/schema/bpmn" exporter="Camunda Modeler">
  <bpmn:process id="Process_1" isExecutable="true">
    <bpmn:sequenceFlow id="SequenceFlow_013f54n" name="Yes"
sourceRef="ExclusiveGateway_1mcd9y6" targetRef="Task_13sk0ia">
      <bpmn:conditionExpression
xsi:type="bpmn:tFormalExpression">${confirm}</bpmn:conditionExpression>
    </bpmn:sequenceFlow>
    <bpmn:sequenceFlow id="SequenceFlow_03zxf4" sourceRef="Task_0wbbj4h"
targetRef="ExclusiveGateway_1mcd9y6">
    </bpmn:sequenceFlow>
    <bpmn:sequenceFlow id="SequenceFlow_1si38m1" name="Yes"
sourceRef="ExclusiveGateway_1xqj0j5" targetRef="Task_0wbbj4h">
      <bpmn:conditionExpression
xsi:type="bpmn:tFormalExpression">${hasProduct}</bpmn:conditionExpression>
    </bpmn:sequenceFlow>
    <bpmn:callActivity id="Task_0skrd5u" name="Store Process"
calledElement="Store_Process">
      <bpmn:extensionElements>
        <camunda:in variables="all" />
        <camunda:out variables="all" />
      </bpmn:extensionElements>
      <bpmn:incoming>SequenceFlow_1a8cgv6</bpmn:incoming>
      <bpmn:outgoing>SequenceFlow_0iaz293</bpmn:outgoing>
    </bpmn:callActivity>
    <bpmn:serviceTask id="Task_13sk0ia" name="Charge Credit Card"
camunda:type="external" camunda:topic="charge-credit-card">
      <bpmn:incoming>SequenceFlow_013f54n</bpmn:incoming>
      <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1agksns</bpmn:outgoing>
    </bpmn:serviceTask>
  </bpmn:process>
</bpmn:definitions>

```

รูปที่ 3-3 บีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้าในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล

1.2 บีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอคทีวิตี จากรูปที่ 3-2 บีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า จะมีการเรียกใช้คอลล์แอคทีวิตี ที่มีโพรเซสไอดีคือ “Store_Process” ซึ่งเป็นบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นกระบวนการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือ โดยรูปที่ 3-4 แสดงบีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือ และรูปที่ 3-5 แสดงบีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล



รูปที่ 3-4 บีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือ

```

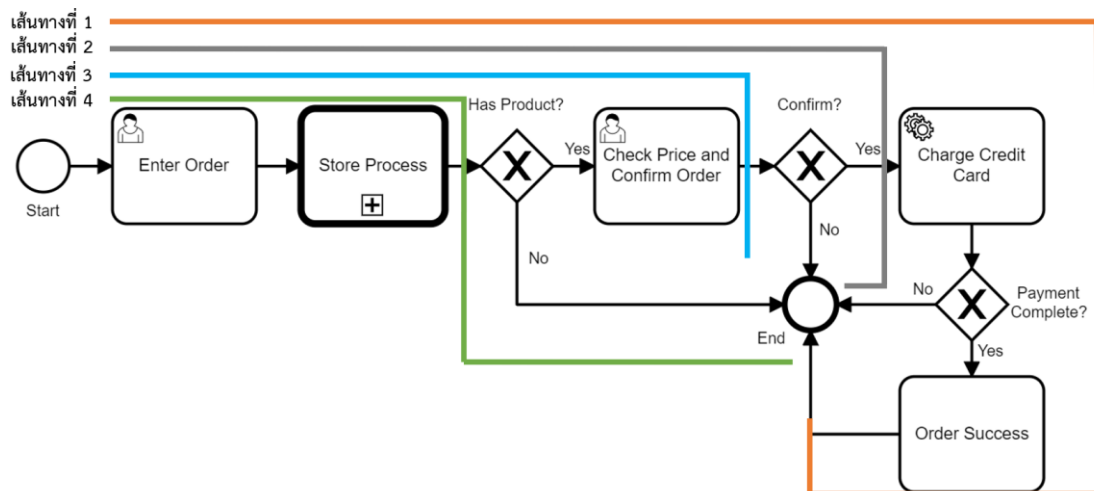
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<bpmn:definitions xmlns:bpmn="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/DI"
xmlns:di="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI"
xmlns:dc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
xmlns:camunda="http://camunda.org/schema/1.0/bpmn"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" id="Definitions_1lpye1i"
targetNamespace="http://bpmn.io/schema/bpmn" exporter="Camunda Modeler"
exporterVersion="2.0.0">
  <bpmn:process id="Store_Process" isExecutable="true">
    <bpmn:startEvent id="StartEvent_1" name="Start">
      <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1m4c2kp</bpmn:outgoing>
    </bpmn:startEvent>
    <bpmn:sequenceFlow id="SequenceFlow_1m4c2kp" sourceRef="StartEvent_1"
targetRef="Task_17S24qc">
    </bpmn:sequenceFlow>
    <bpmn:userTask id="Task_17S24qc" name="Check Stock">
      <bpmn:extensionElements>
        <camunda:formData>
          <camunda:formField id="hasProduct" label="Has Product" type="boolean"
defaultValue="FALSE" />
        </camunda:formData>
      </bpmn:extensionElements>
      <bpmn:incoming>SequenceFlow_1m4c2kp</bpmn:incoming>
      <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1eit0s6</bpmn:outgoing>
    </bpmn:userTask>
  </bpmn:process>

```

รูปที่ 3-5 บีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล

2. เส้นทางการทดสอบ เป็นเส้นทางการทดสอบของปีพีเอ็มเอ็น โดยให้ผู้ทดสอบเป็นผู้นำเข้า

เส้นทางการ ตัวอย่างของเส้นทางการทดสอบของปีพีเอ็มเอ็นดังรูปที่ 3-6 ประกอบด้วย 4 เส้นทาง



รูปที่ 3-6 เส้นทางการทดสอบของปีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า

3. กรณีทดสอบเดิม เป็นกรณีทดสอบที่มีอยู่เดิม ตารางที่ 3-1 แสดงกรณีทดสอบเดิม

มีหมายเลขการทดสอบคือ TC_01 โดยที่เครื่องมือจะนำกรณีทดสอบเดิมมาสกัดข้อมูลนำเข้าและจัดเก็บลงฐานข้อมูล

ตารางที่ 3-1 กรณีทดสอบเดิม หมายเลขกรณีทดสอบ TC_01

Test Case id	TC_01		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
1	Start		
2	Enter Order	Customer Name	Worranut
		Product Name	Iphone XS 64G
3	Store Process		
4	Start		
5	Check Stock	Has Product	TRUE
6	Has Product?		
7	Enter Price	Product Price	39900

ตารางที่ 3-2 กรณีทดสอบเดิม หมายเลขกรณีทดสอบ TC_01 (ต่อ)

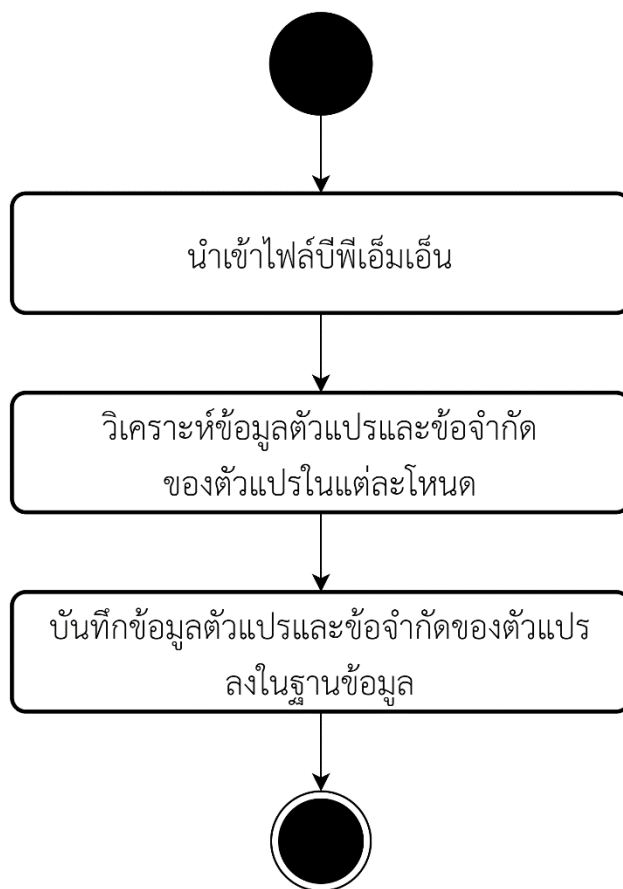
Test Case id	TC_01		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
8	End		
9	Has Product?		
10	Check Price and Confirm Order	Confirm	TRUE
11	Confirm?		
12	Charge Credit Card	Payment Complete	TRUE
13	Payment Complete?		
14	Order Success		
15	End		
Expected output	Valid		

จากตารางที่ 3-1 กรณีทดสอบเดิมประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1 Test Case id คือ หมายเลขของกรณีทดสอบ
- 3.2 Step คือ ลำดับเส้นทางของการทดสอบ
- 3.3 Task name คือ ชื่อของทาสก์
- 3.4 Test Variable คือ ข้อมูลตัวแปร
- 3.5 Test Variable Value คือ ค่าข้อมูลตัวแปร
- 3.6 Expected output คือ ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

3.1.2 การวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร

ในขั้นตอนนี้ นำไฟล์บีบีเอ็มเอ็นมาวิเคราะห์หาตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร โดยจัดเก็บข้อมูลของโหนดและซีควนซ์โฟลว์ลงในฐานข้อมูล ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปรแสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3-7



รูปที่ 3-7 แผนภาพกิจกรรมการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร เริ่มจากการนำเข้าไฟล์พีพีเอ็มเอ็น แล้วอ่านข้อมูลจากไฟล์พีพีเอ็มเอ็น โดยอ่านไปที่โหนด และทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. กรณีที่เป็นยูสเซอร์ทาสก์ จะอยู่ภายใต้แท็ก `<bpmn:userTask>` ซึ่งเป็นทาสก์ที่ต้องมีการรับค่าตัวแปรจากผู้ใช้งาน ให้บันทึกค่าของยูสเซอร์ทาสก์นั้น รูปที่ 3-8 แสดงยูสเซอร์ทาสก์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเครื่องมือมีการสกัดข้อมูล ดังนี้

- 1.1 ชื่อของยูสเซอร์ทาสก์ (User task name) อยู่ในแอตทริบิวต์ `name`
- 1.2 เลขประจำตัวของยูสเซอร์ทาสก์ (User task id) อยู่ในแอตทริบิวต์ `id`
- 1.3 ชื่อของตัวแปร (Form field label) อยู่ภายใต้แท็ก `<camunda:formField>` และอยู่ในแอตทริบิวต์ `label`
- 1.4 เลขประจำตัวของตัวแปร (Form field id) อยู่ภายใต้แท็ก `<camunda:formField>` และอยู่ในแอตทริบิวต์ `id`
- 1.5 ประเภทของตัวแปร (Form field type) อยู่ภายใต้แท็ก `<camunda:formField>` และอยู่ในแอตทริบิวต์ `type`

```

<bpmn:userTask id="Task_1p9sd26" name="Enter Order">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:formData>
      <camunda:formField id="customerName" label="Customer Name" type="string" />
      <camunda:formField id="productName" label="Product Name" type="string" />
    </camunda:formData>
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1tu21qh</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1a8cgv6</bpmn:outgoing>
</bpmn:userTask>

```

รูปที่ 3-8 ยูสเซอร์ทาสกในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล

2. กรณีที่เป็นเกตเวย์ ซึ่งจะเป็นโหนดที่สามารถรวมเส้นทางเข้าด้วยกัน หรือสามารถแยกเส้นทางออกจากกันได้ ในกรณีที่เป็นเอกซ์คลูซีฟเกตเวย์ (Exclusive Gateway) ที่แยกเส้นทางออกจากกัน ให้บันทึกค่าของยูสเซอร์ทาสกนั้น รูปที่ 3-9 แสดงเอกซ์คลูซีฟเกตเวย์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเครื่องมือมีการสกัดข้อมูล ดังนี้

- 2.1 ชื่อของเกตเวย์ อยู่ในแอตทริบิวต์ name
- 2.2 หมายเลขของเกตเวย์ อยู่ในแอตทริบิวต์ id
- 2.3 เอาท์โกลิ่ง (outgoing) เป็นไอดีของซีควนซ์โฟลว์โหนดปลายทาง อยู่ภายใต้แท็ก

```

<bpmn:outgoing>

```

```

<bpmn:exclusiveGateway id="ExclusiveGateway_1qp637v" name="Payment Complete?">
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1agksns</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1hy0oe1</bpmn:outgoing>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1x1ide4</bpmn:outgoing>
</bpmn:exclusiveGateway>

```

รูปที่ 3-9 เอกซ์คลูซีฟเกตเวย์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล

3. กรณีที่เป็นซีควนซ์โฟลว์ ซึ่งแอตทริบิวต์ id ตรงกันกับข้อมูลเอาท์โกลิ่งของเอกซ์คลูซีฟเกตเวย์ ให้บันทึกค่าของซีควนซ์โฟลว์นั้น รูปที่ 3-10 แสดงซีควนซ์โฟลว์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเครื่องมือมีการสกัดข้อมูล ดังนี้

- 3.1 ชื่อของซีควนซ์โฟลว์ อยู่ในแอตทริบิวต์ name
- 3.2 หมายเลขของซีควนซ์โฟลว์ อยู่ในแอตทริบิวต์ id
- 3.3 โหนดต้นทางของซีควนซ์โฟลว์ อยู่ในแอตทริบิวต์ sourceRef
- 3.4 โหนดปลายทางของซีควนซ์โฟลว์ อยู่ในแอตทริบิวต์ targetRef
- 3.5 ข้อจำกัดของตัวแปรเก็บอยู่ภายใต้แท็ก <bpmn:conditionExpression>

```

<bpmn:sequenceFlowid="SequenceFlow_1hy0oe1"name="Yes"
sourceRef="ExclusiveGateway_1qp637v" targetRef="Task_122o2r6">
  <bpmn:conditionExpression
xsi:type="bpmn:tFormalExpression">${paymentComplete}</bpmn:conditionExpression>
</bpmn:sequenceFlow>

```

รูปที่ 3-10 ซีควอนซ์โฟลว์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล

4. กรณีที่เป็นเซอร์วิสทาสก์ ซึ่งจะเป็นโหนดที่เรียกใช้งานเซอร์วิสอื่นภายนอก ให้บันทึกค่าของเซอร์วิสทาสก์นั้น รูปที่ 3-11 แสดงเซอร์วิสทาสก์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเครื่องมือมีการสกัดข้อมูล ดังนี้

4.1 ชื่อของเซอร์วิสทาสก์ อยู่ในแอตทริบิวต์ name

4.2 ไอดีของเซอร์วิสทาสก์ อยู่ในแอตทริบิวต์ id

```

<bpmn:serviceTaskid="Task_13sk0ia" name="Charge Credit Card" camunda:type="external"
camunda:topic="charge-credit-card">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:executionListener
class="org.camunda.bpm.autotest.listener.TaskListener" event="start" />
    <camunda:executionListener
class="org.camunda.bpm.autotest.listener.ServiceTaskListener"event="end" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_013f54n</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1agksns</bpmn:outgoing>
</bpmn:serviceTask>

```

รูปที่ 3-11 เซอร์วิสทาสก์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล

5. กรณีที่เป็นคอลล์แอ็คทีวิตี ซึ่งจะเป็นโหนดที่สามารถเรียกใช้งานบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นไฟล์อื่นได้ ให้บันทึกค่าของคอลล์แอ็คทีวิตีนั้น รูปที่ 3-12 แสดงคอลล์แอ็คทีวิตีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเครื่องมือมีการสกัดข้อมูล ดังนี้

5.1 ชื่อของคอลล์แอ็คทีวิตี อยู่ในแอตทริบิวต์ name

5.2 ไอดีของคอลล์แอ็คทีวิตี อยู่ในแอตทริบิวต์ id

5.3 ไอดีของบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นไฟล์อื่น อยู่ในแอตทริบิวต์ calledElement

```

<bpmn:callActivityid="Task_0skrd5u"name="StoreProcess"
calledElement="Store_Process">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:in variables="all" />
    <camunda:out variables="all" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1a8cgv6</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_0iaz293</bpmn:outgoing>
</bpmn:callActivity>

```

รูปที่ 3-12 คอลล์แอ็คทีวิตีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอล

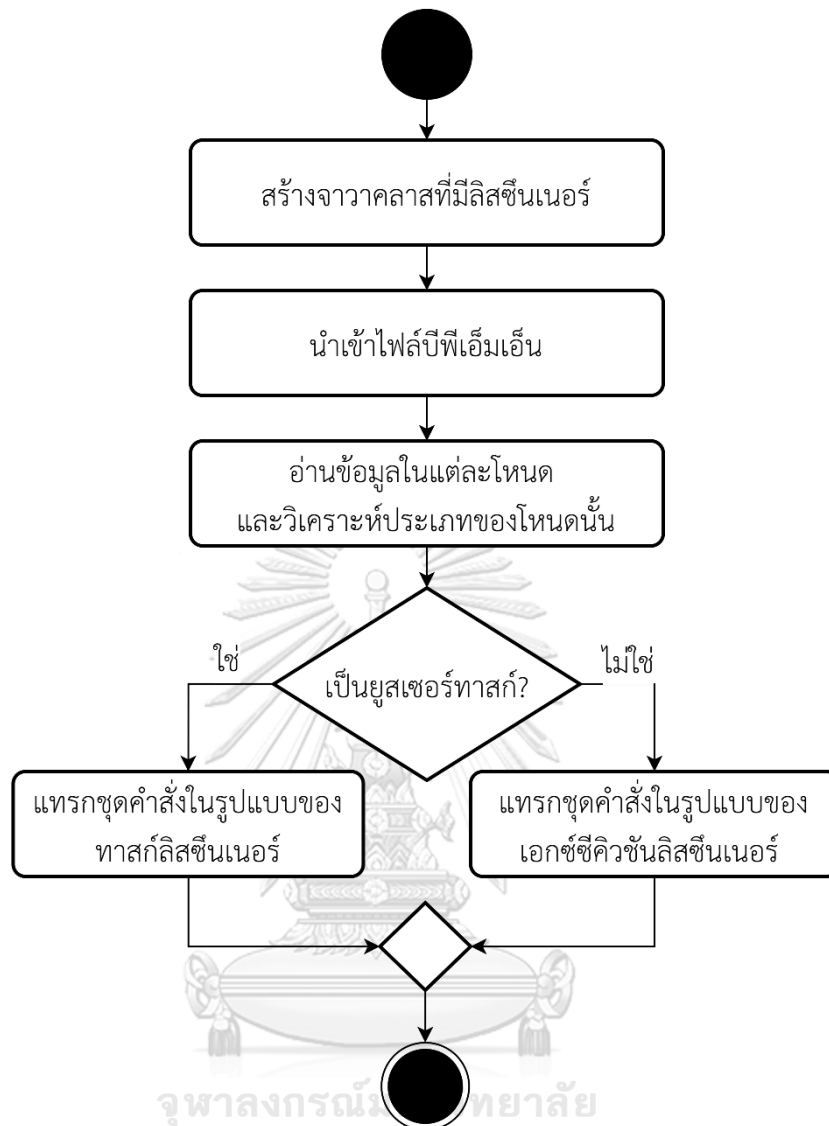
เมื่อวิเคราะห์รูปแบบของแต่ละโหนดเรียบร้อยแล้ว จะบันทึกข้อมูลของโหนดแบ่งตามประเภทดังกล่าวข้างต้นเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อที่จะได้นำไปสร้างกรณีทดสอบต่อไป

3.1.3 การสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่งเนอร์และแทรกชุดคำสั่งในไฟล์พีพีเอ็มเอ็น

การสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่งเนอร์มีวัตถุประสงค์เพื่อรับค่าจากเครื่องประมวลผลแบบจำลองพีพีเอ็มเอ็น เมื่อมีการประมวลผลของโหนดหรือซีควนซ์โพล์ใด ๆ ทำให้ได้เส้นทางการทดสอบในขั้นตอนนี้จะมีการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่งเนอร์ขึ้นมา เพื่อให้สามารถรับการเรียกใช้งานจากเครื่องประมวลผลแบบจำลองพีพีเอ็มเอ็นได้ จากนั้นนำไฟล์พีพีเอ็มเอ็นมาแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ซึ่งชุดคำสั่งนี้จะเป็นในรูปแบบของการแทรกชุดคำสั่งสำหรับเรียกใช้จาวาคลาส ซึ่งจะต้องแทรกทั้งในส่วนที่เป็นโหนดและส่วนที่เป็นซีควนซ์โพล์เพื่อให้มีความครอบคลุมแบบกึ่ง รูปแบบของการแทรกชุดคำสั่งจะแตกต่างกันตามประเภทของโหนดและซีควนซ์โพล์ จากนั้นนำจาวาคลาสที่มีลิสซิ่งเนอร์และไฟล์พีพีเอ็มเอ็นที่แทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์แล้วติดตั้งไปยังเครื่องประมวลผลแบบจำลองพีพีเอ็มเอ็น ขั้นตอนการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่งเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ในไฟล์พีพีเอ็มเอ็นแสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3-13

ในการแทรกแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ในไฟล์พีพีเอ็มเอ็น สามารถแบ่งประเภทของลิสซิ่งเนอร์ตามกรณีดังต่อไปนี้

1. กรณีที่เป็นยูสเซอร์ทาสก์ โดยปกติแล้วยูสเซอร์ทาสก์จะต้องมีการดำเนินการบันทึกค่าเข้ามาโดยผู้ใช้งาน แต่ในการทดสอบตามกรณีทดสอบนั้น จะอ่านค่าจากกรณีทดสอบและบันทึกค่าให้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นในการแทรกชุดคำสั่งจะเป็นการแทรกชุดคำสั่งในรูปแบบของทาสก์ลิสซิ่งเนอร์เนื่องจากทาสก์ลิสซิ่งเนอร์นี้สามารถบันทึกค่าที่มีการรับค่าตัวแปรจากผู้ใช้งานได้ การแทรกชุดคำสั่งจะต้องแทรกชุดคำสั่งทั้งตอนเริ่มสร้าง (Create) และตอนเสร็จสิ้น (Complete) การทำงานของยูสเซอร์ทาสก์นั้น ดังนั้น เมื่อแทรกชุดคำสั่งแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3-14



รูปที่ 3-13 แผนภาพกิจกรรมการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่นเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์
ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

```

<bpmn:userTask id="Task_1p9sdz6" name="Enter Order">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:formData>
      <camunda:formField id="customerName" label="Customer Name" type="string"
    />
      <camunda:formField id="productName" label="Product Name" type="string" />
    </camunda:formData>
    <camunda:taskListener
class="org.camunda.bpm.autotest.listener.UserTaskListener" event="create" />
    <camunda:executionListener
class="org.camunda.bpm.autotest.listener.TaskListener" event="end" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1tu21qh</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1a8cgv6</bpmn:outgoing>
</bpmn:userTask>
  
```

รูปที่ 3-14 ยูสเซอร์ทาสก์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์

2. กรณีที่เป็นโหนดอื่น ๆ ทั่วไป จะเป็นการแทรกชุดคำสั่งในรูปแบบของเอกซ์ซีคิวชัน ลิสซิ่งเนอร์ ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่สามารถเข้าถึงข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกของโหนดนั้นได้ ทั้งนี้จะต้อง แทรกชุดคำสั่งในตอนเริ่มการทำงานของโหนดนั้น ได้แก่

2.1 โหนดเริ่มต้น (Start event) เมื่อแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์แล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3-15

```
<bpmn:startEvent id="StartEvent_1" name="Start">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:executionListener
      class="org.camunda.bpm.autotest.listener.TaskListener" event="start" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1tu21qh</bpmn:outgoing>
</bpmn:startEvent>
```

รูปที่ 3-15 โหนดเริ่มต้นในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์

2.2 เกตเวย์ เมื่อแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์แล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3-16

```
<bpmn:exclusiveGateway id="ExclusiveGateway_1qp637v" name="Payment Complete?">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:executionListener
      class="org.camunda.bpm.autotest.listener.TaskListener" event="start" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1agksns</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1hy0oe1</bpmn:outgoing>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_1x1ide4</bpmn:outgoing>
</bpmn:exclusiveGateway>
```

รูปที่ 3-16 เกตเวย์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์

2.3 คอลล์แอคทีวิตี เมื่อแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์แล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3-17

และโหนดสิ้นสุด (End event)

```
<bpmn:callActivity id="Task_0skrd5u" name="Store Process"
  calledElement="Store_Process">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:executionListener
      class="org.camunda.bpm.autotest.listener.TaskListener" event="start" />
    <camunda:in variables="all" />
    <camunda:out variables="all" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1a8cgv6</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_0iaz293</bpmn:outgoing>
</bpmn:callActivity>
```

รูปที่ 3-17 คอลล์แอคทีวิตีในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์

2.4 โหนดสิ้นสุด เมื่อแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์แล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3-18

```
<bpmn:callActivity id="Task_0skrd5u" name="Store Process"
calledElement="Store_Process">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:executionListener
class="org.camunda.bpm.autotest.listener.TaskListener" event="start" />
    <camunda:in variables="all" />
    <camunda:out variables="all" />
  </bpmn:extensionElements>
  <bpmn:incoming>SequenceFlow_1a8cgv6</bpmn:incoming>
  <bpmn:outgoing>SequenceFlow_0iaz293</bpmn:outgoing>
</bpmn:callActivity>
```

รูปที่ 3-18 โหนดสิ้นสุดในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์

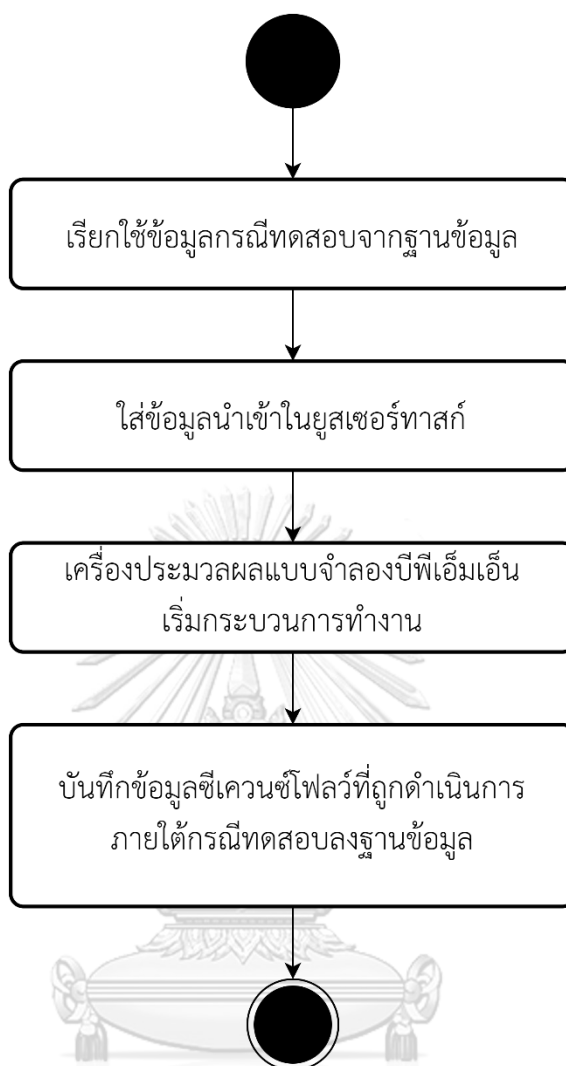
3. กรณีที่เป็นซีควนซ์โฟลว์ จะเป็นการแทรกชุดคำสั่งในรูปแบบของเอกซ์ซีควชันลิสซิ่งเนอร์เช่นกัน เพื่อให้ทราบว่ามีการผ่านเส้นทางนี้ เมื่อแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์แล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3-19

```
<bpmn:sequenceFlow id="SequenceFlow_1tu21qh" sourceRef="StartEvent_1"
targetRef="Task_1p9sd26">
  <bpmn:extensionElements>
    <camunda:executionListener
class="org.camunda.bpm.autotest.listener.SequenceFlowListener" event="take" />
  </bpmn:extensionElements>
</bpmn:sequenceFlow>
```

รูปที่ 3-19 ซีควนซ์โฟลว์ในรูปแบบของเอกซ์เอ็มแอลเมื่อมีการแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์

3.1.4 การทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม

ในขั้นตอนนี้เครื่องมือทดสอบตามกรณีทดสอบเดิมที่ผู้ทดสอบได้นำเข้าจากขั้นตอนที่ 3.1.1 โดยการนำข้อมูลของกรณีทดสอบที่ได้บันทึกไว้ในฐานข้อมูลมาใช้งาน ได้แก่ ข้อมูลนำเข้าและค่าข้อมูลนำเข้า จากนั้นนำค่าที่ได้ใส่ในยูสเซอร์ทาสก์ และเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นจะถูกเครื่องมือสั่งให้เริ่มดำเนินการตามกระบวนการที่ได้กำหนดไว้ในบีพีเอ็มเอ็น ที่สัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้าและค่าข้อมูลนำเข้าจากกรณีทดสอบ จากนั้นจะได้ผลลัพธ์คือข้อมูลเส้นทางทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมและนำมาบันทึกลงฐานข้อมูล ขั้นตอนการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิมแสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3-21 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3-20 แผนภาพกิจกรรมการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม

จากแผนภาพกิจกรรมการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิมที่ได้จาก
ขั้นตอนที่ 3.1.1 มีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

1. การเรียกใช้ข้อมูลนำเข้าและค่าข้อมูลนำเข้าจากกรณีทดสอบเดิม (หมายเลขกรณีทดสอบ
TC_01) โดยตารางที่ 3-2 กรณีทดสอบหมายเลข TC_01 จะได้ข้อมูลดังนี้

1.1 Task name คือ ชื่อของทาสก์

1.2 Test Variable คือ ข้อมูลตัวแปร จะเป็นชื่อของตัวแปรที่จะใส่ในยูสเซอร์ทาสก์

1.3 Test Variable Value คือ ค่าข้อมูลตัวแปร จะเป็นค่าของตัวแปรที่จะใส่ใน
ยูสเซอร์ทาสก์

ตารางที่ 3-3 กรณีทดสอบหมายเลข TC_01

Test Case ID	TC_01		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
1	Start		
2	Enter Order	Customer Name Product Name	Worranut Iphone XS 64G
3	Store Process		
4	Start		
5	Check Stock	Has Product	TRUE
6	Has Product?		
7	Enter Price	Product Price	39900
8	End		
9	Has Product?		
10	Check Price and Confirm Order	Confirm	TRUE
11	Confirm?		
12	Charge Credit Card	Payment Complete	TRUE
13	Payment Complete?		
14	Order Success		
15	End		
Expected Output	Valid		

2. เครื่องมือใส่ข้อมูลนำเข้าไปในยูสเซอร์ทาสก์ โดยเครื่องมือสกัดข้อมูลจากกรณีทดสอบให้เหลือแต่ข้อมูลที่จะนำไปในยูสเซอร์ทาสก์แสดงดังตารางที่ 3-3 โดยมีข้อมูล ดังนี้

2.1 Task name คือ ชื่อของยูสเซอร์ทาสก์

2.2 Test Variable คือ ข้อมูลตัวแปร จะเป็นชื่อของตัวแปรที่จะใส่ในยูสเซอร์ทาสก์

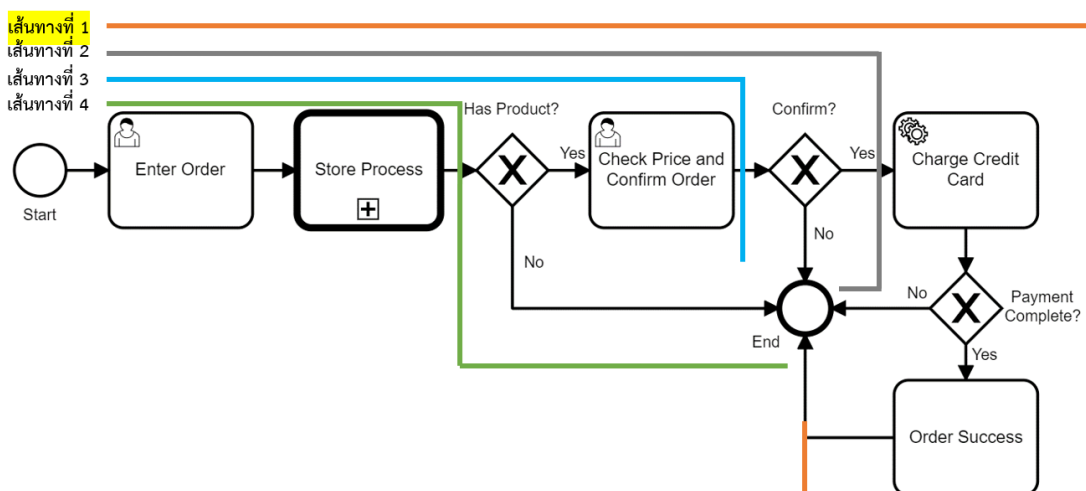
2.3 Test Variable Value คือ ค่าข้อมูลตัวแปร จะเป็นค่าของตัวแปรที่จะใส่ในยูสเซอร์ทาสก์

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลที่นำเข้าไปในยูสเซอร์ทาสก์

Task name	Test Variable	Test Variable Value
Enter Order	Customer Name	Worranut
	Product Name	Iphone XS 64G
Check Stock	Has Product	TRUE
Enter Price	Product Price	39900
Check Price and Confirm Order	Confirm	TRUE
Charge Credit Card	Payment Complete	TRUE

3. เครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นเริ่มกระบวนการทำงาน โดยที่จะถูกเครื่องมือสั่งให้เริ่มดำเนินการตามกรณีทดสอบที่ใช้ในยูสเซอร์ทาสก์ในข้อที่ 2 โดยสัมพันธ์กับข้อมูลนำเข้าไปในยูสเซอร์ทาสก์

4. บันทึกข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมลงฐานข้อมูล หลังจากที่เครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นเริ่มกระบวนการทำงานเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือได้รับข้อมูลซีควีนซ์โฟลว์ ซึ่งเป็นข้อมูลของเส้นทางที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบ เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับเส้นทางการทดสอบ รูปที่ 3-21 แสดงเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม ซึ่งตรงกับ “เส้นทางที่ 1” และรูปที่ 3-22 แสดงข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล



รูปที่ 3-21 เส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม (เส้นทางที่ 1)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<path>
  <StartEvent_1 name="Start"/>
  <Task_1p9sd26 name="Enter Order"/>
  <Task_0skrd5u name="Store Process"/>
  <StartEvent_1 name="Start"/>
  <Task_17s24qc name="Check Stock"/>
  <ExclusiveGateway_1n1uv9a name="Has Product?"/>
  <Task_09homxi name="Enter Price"/>
  <EndEvent_0fk54fo name="End"/>
  <ExclusiveGateway_1xqj0j5 name="Has Product?"/>
  <Task_0wbbj4h name="Check Price and Confirm Order"/>
  <ExclusiveGateway_1mcd9y6 name="Confirm?"/>
  <Task_13sk0ia name="Charge Credit Card"/>
  <ExclusiveGateway_1qp637v name="Payment Complete?"/>
  <Task_122o2r6 name="Order Success"/>
  <EndEvent_01m81ey name="End"/>
</path>

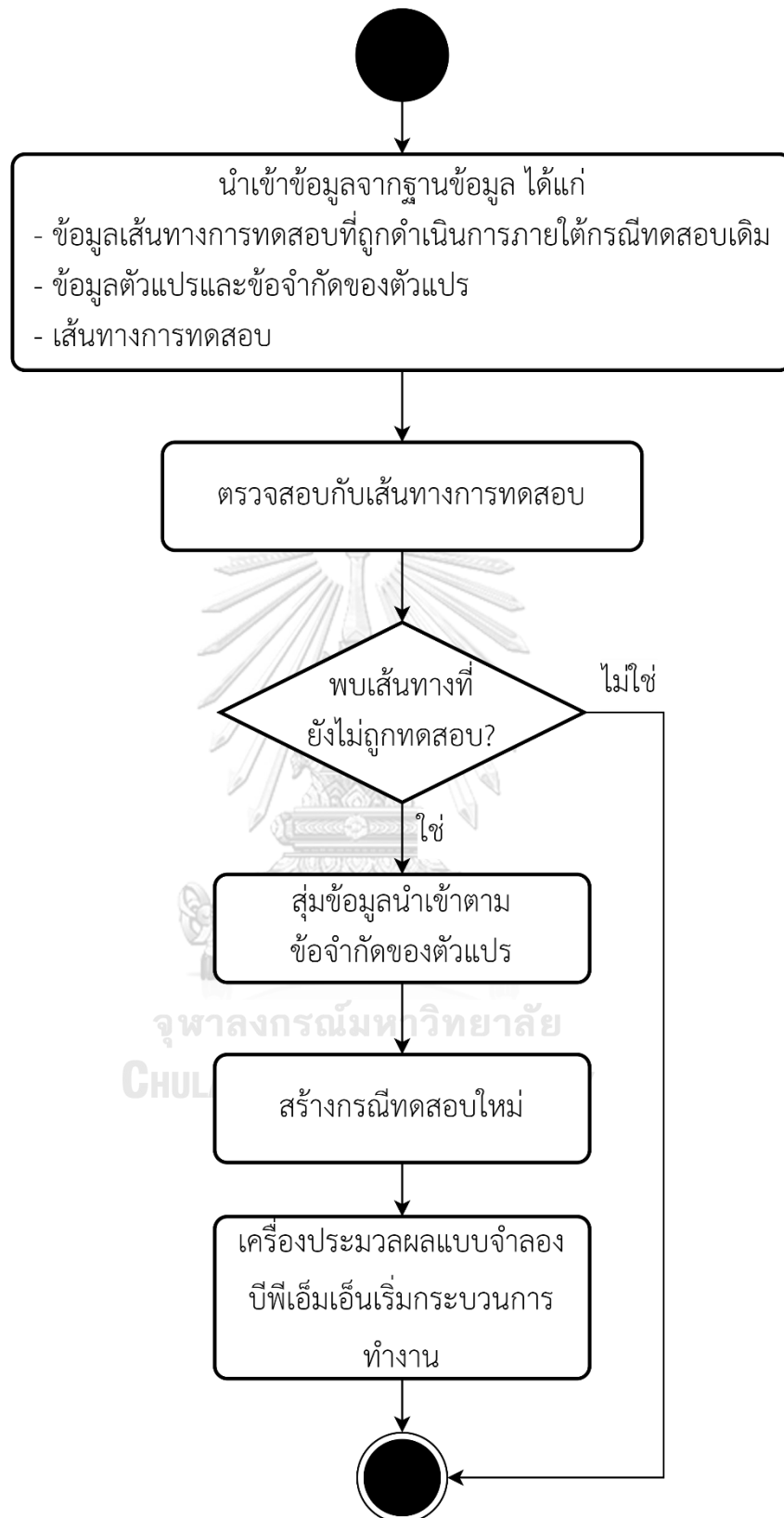
```

รูปที่ 3-22 ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล

3.1.5 การสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

ในขั้นตอนนี้ เครื่องมือดำเนินการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลที่ได้นับที่ไว้ในฐานข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม ข้อมูลตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร และเส้นทางการทดสอบ โดยนำข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมมาค้นหาค้นหาว่าตรงกับเส้นทางการทดสอบใดบ้าง เมื่อตรงกันให้บันทึกว่าเส้นทางการทดสอบเรียบร้อยแล้ว จากนั้นตรวจสอบว่ายังมีเส้นทางใดที่ยังไม่ถูกทดสอบ หากยังพบเส้นทางที่ยังไม่ถูกทดสอบ เครื่องมือจะดำเนินการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยสุ่มข้อมูลนำเข้าตามข้อจำกัดของตัวแปร และสร้างกรณีทดสอบตามข้อมูลนำเข้า แล้วนำกรณีทดสอบใหม่ส่งไปยังเครื่องประมวลผลแบบจำลองพีพีเอ็มเอ็น เพื่อดำเนินการทดสอบต่อไป ขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมแสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3-23

ในการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม ในกรณีตัวอย่าง รูปที่ 3-2 พีพีเอ็มเอ็นของการสั่งซื้อสินค้า และรูปที่ 3-4 พีพีเอ็มเอ็นของการตรวจสอบคลังสินค้าคงเหลือ มีการทดสอบด้วยกรณีทดสอบเดิม ซึ่งตรงกับเส้นทางการทดสอบ “เส้นทางที่ 1” ดังรูปที่ 3-21 โดยที่เส้นทางการทดสอบทั้งหมดมี 4 เส้นทาง ซึ่งเส้นทางที่ 2, 3 และ 4 ยังไม่มีกรณีทดสอบ ทำให้เครื่องมือต้องสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยการสุ่มข้อมูลนำเข้าตามข้อจำกัดของตัวแปร จะได้กรณีทดสอบใหม่แสดงกรณีทดสอบที่สร้างใหม่ของเส้นทางที่ 2 - 4 ตัวอย่างตามตารางที่ 3-4 ถึงตารางที่ 3-6



รูปที่ 3-23 แผนภาพกิจกรรมการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

ตารางที่ 3-5 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_02

Test Case ID	TC_02		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
1	Start		
2	Enter Order	Customer Name Product Name	Johnnie Tim Friend fried Food
3	Store Process		
4	Start		
5	Check Stock	Has Product	TRUE
6	Has Product?		
7	Enter Price	Product Price	199
8	End		
9	Has Product?		
10	Check Price and Confirm Order	Confirm	TRUE
11	Confirm?		
12	Charge Credit Card	Payment Complete	FALSE
13	Payment Complete?		
14	End		
Expected Output	Valid		

ตารางที่ 3-6 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_03

Test Case ID	TC_03		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
1	Start		
2	Enter Order	Customer Name Product Name	Simon Simmonds Eben Hansen
3	Store Process		
4	Start		
5	Check Stock	Has Product	TRUE
6	Has Product?		
7	Enter Price	Product Price	299
8	End		

ตารางที่ 3-7 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_03 (ต่อ)

Test Case ID	TC_03		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
9	Has Product?		
10	Check Price and Confirm Order	Confirm	FALSE
11	Confirm?		
12	End		
Expected Output	Valid		

ตารางที่ 3-8 กรณีทดสอบใหม่ หมายเลขกรณีทดสอบ TC_04

Test Case ID	TC_04		
Step	Task name	Test Variable	Test Variable Value
1	Start		
2	Enter Order	Customer Name Product Name	Olivia-Grace Hoover Beau Wagstaff
3	Store Process		
4	Start		
5	Check Stock	Has Product	FALSE
6	Has Product?		
7	End		
8	Has Product?		
9	End		
Expected Output	Valid		

จากตารางที่ 3-4 ถึงตารางที่ 3-6 กรณีทดสอบใหม่ที่ได้จะเป็นกรณีทดสอบที่เครื่องมือสร้างขึ้นใหม่ และเมื่อนำไปทดสอบแล้วพบว่า

1. หมายเลขกรณีทดสอบ TC_02 ตรงกับเส้นทางที่ 2
2. หมายเลขกรณีทดสอบ TC_03 ตรงกับเส้นทางที่ 3
3. หมายเลขกรณีทดสอบ TC_04 ตรงกับเส้นทางที่ 4

สรุปว่าเส้นทางการทดสอบ ตั้งแต่เส้นทางที่ 1 ถึง เส้นทางที่ 4 ได้มีกรณีทดสอบที่ทดสอบครอบคลุมทุกเส้นทางแล้ว

3.1.6 การสร้างรายงานผลการทดสอบ

ในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างรายงานผลการทดสอบ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกดูผลการทดสอบที่จัดเก็บในฐานข้อมูล และพิมพ์เป็นรายงานสรุปการทดสอบได้ โดยรายงานสรุปมีดังนี้

1. รายงานสรุปความครอบคลุมของการทดสอบ โดยแสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกรณีทดสอบเดิมและกรณีทดสอบใหม่

2. รายงานสรุปผลการทดสอบ โดยจะแสดงข้อมูลการทดสอบ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออกในแต่ละโหนด รวมไปถึงเซอร์วิสทาสก์และคอลล์เอ็คทีวิตีซึ่งจะจำแนกตามกรณีทดสอบ



บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ

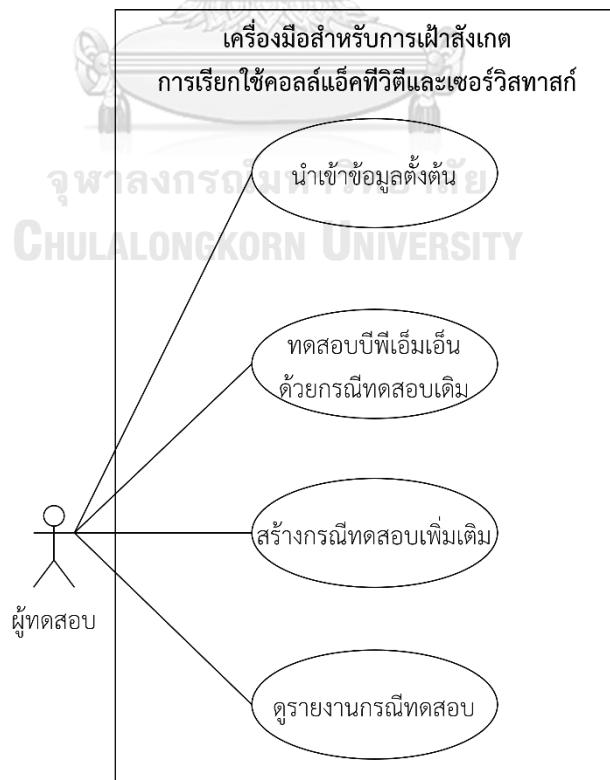
ในบทนี้อธิบายถึงแนวคิดในการสร้างเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี และเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น ตามที่ได้อธิบายในบทที่ 3 มาอธิบายในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) การออกแบบฐานข้อมูล แผนภาพการติดตั้ง (Deployment Diagram) และอธิบายในส่วนของการออกแบบเครื่องมือ สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ และการพัฒนาโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้งานเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การออกแบบเครื่องมือ

การออกแบบเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับ บีพีเอ็มเอ็น จะประกอบไปด้วยการออกแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของเครื่องมือ ซึ่งรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสแสดงการทำงานของเครื่องมือ โดยแสดงตามฟังก์ชันการทำงานของ เครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ

สำหรับยูสเคสแต่ละยูสเคสมี่รายละเอียดการทำงาน ดังนี้

1. ยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น เป็นยูสเคสที่ผู้ทดสอบนำเข้าไฟล์บีบีเอ็มเอ็น ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ

2. ยูสเคสทดสอบบีบีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม เป็นยูสเคสทดสอบบีบีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม เพื่อให้ได้ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิมออกมา

3. ยูสเคสสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม เป็นยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยนำข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม ข้อมูลการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร และเส้นทางการทดสอบ เป็นข้อมูลในการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

4. ยูสเคสดูรายงานกรณีทดสอบ เป็นยูสเคสแสดงผลการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบสามารถแสดงข้อมูลนำเข้า ข้อมูลส่งออก และข้อมูลความครอบคลุมของการทดสอบบีบีเอ็มเอ็น

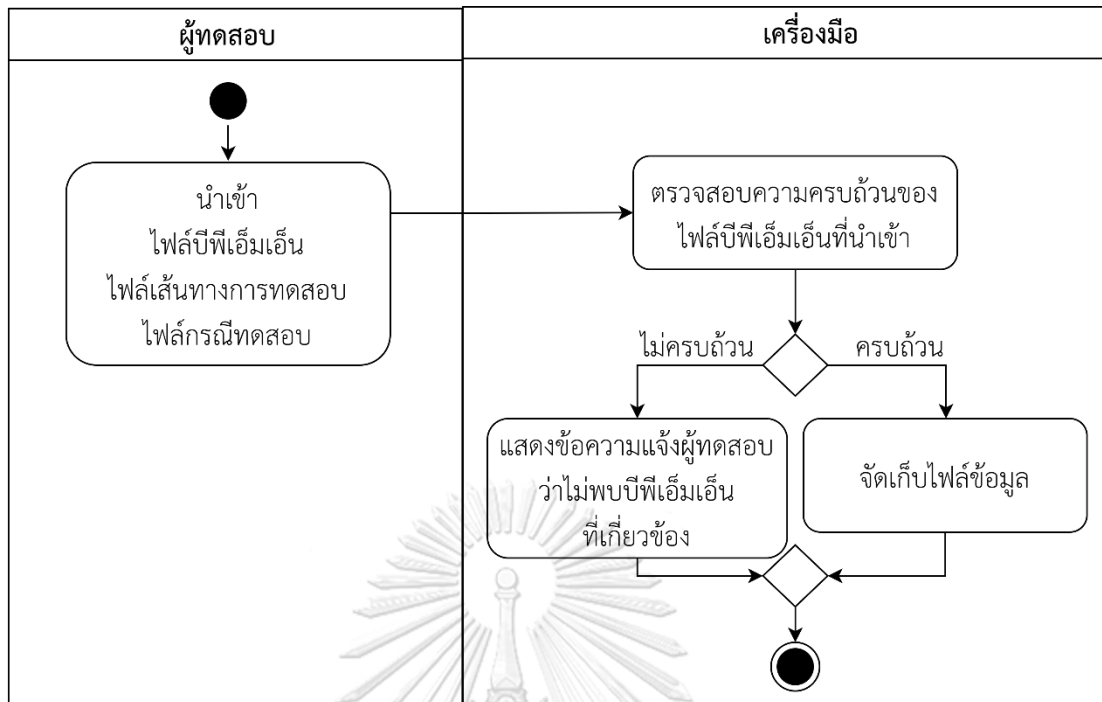
หมายเหตุ คำอธิบายยูสเคส (Use Case description) สามารถดูเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ก.

4.1.2 แผนภาพกิจกรรม

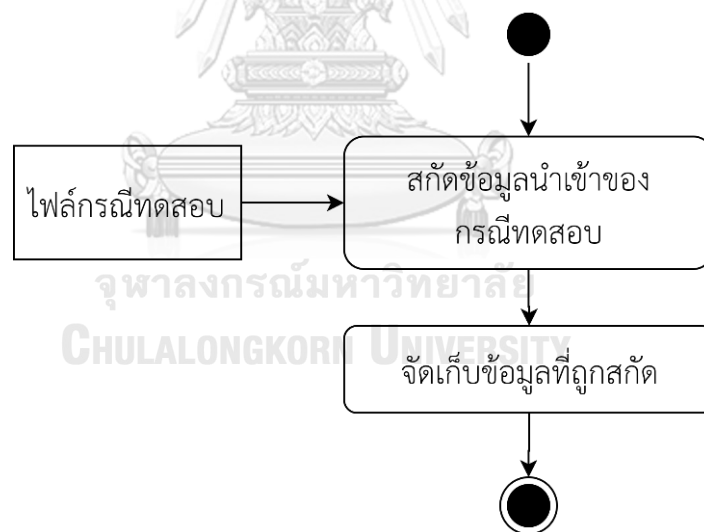
แผนภาพกิจกรรมของเครื่องมือประกอบไปด้วยแผนภาพกิจกรรมหลัก 6 แผนภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนภาพกิจกรรมของการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-2 โดยเริ่มจากผู้ทดสอบเลือกไฟล์บีบีเอ็มเอ็น ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ จากนั้นเครื่องมือจะตรวจสอบความครบถ้วนของไฟล์บีบีเอ็มเอ็นที่นำเข้า กรณีที่ข้อมูลนำเข้าไม่ครบถ้วน เครื่องมือจะแสดงข้อความแจ้งผู้ทดสอบว่าไม่พบบีบีเอ็มเอ็นอะไรบ้าง หากข้อมูลนำเข้าครบถ้วน เครื่องมือจะจัดเก็บข้อมูลนำเข้าดังกล่าว

2. แผนภาพกิจกรรมของการสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ เป็นแผนภาพที่แสดงการสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ จากนั้นเครื่องมือจะเก็บข้อมูลที่สกัดเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-3

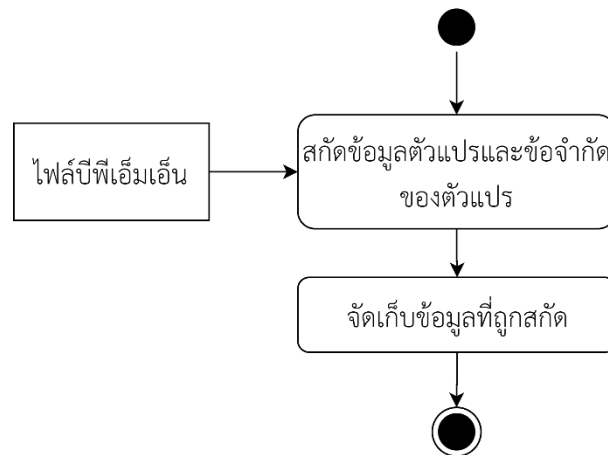


รูปที่ 4-2 แผนภาพกิจกรรมการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น



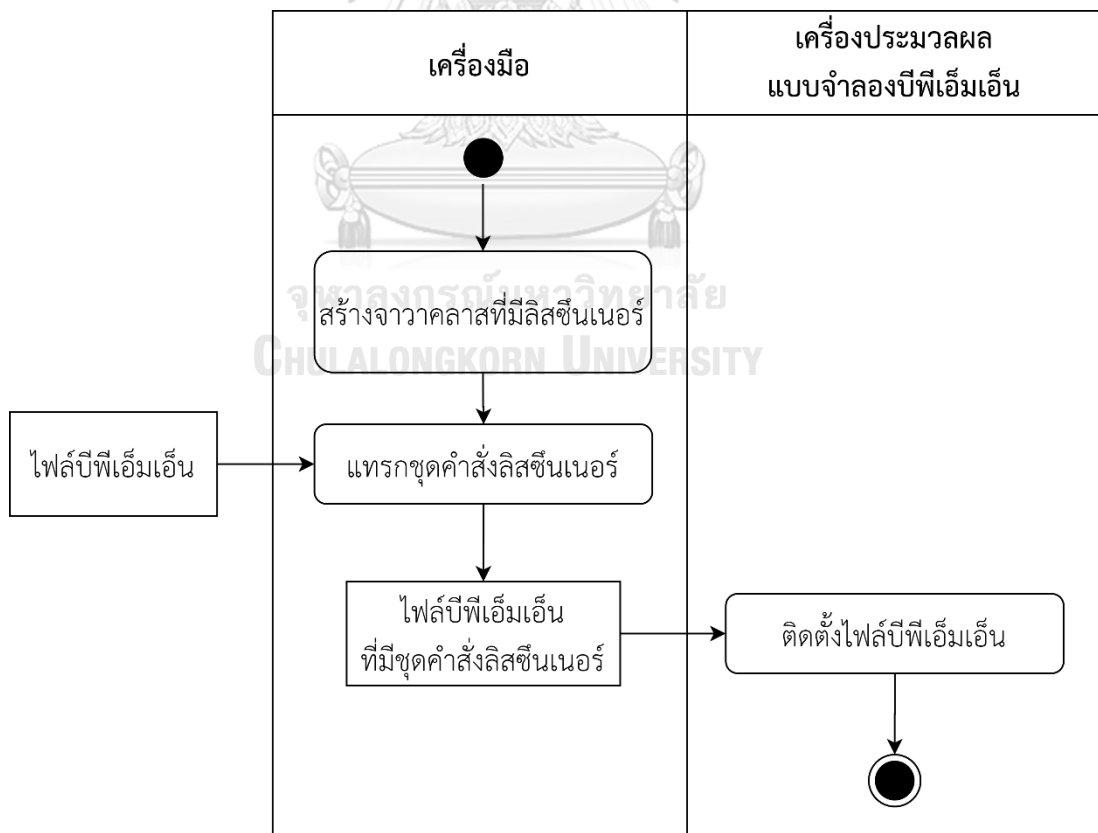
รูปที่ 4-3 แผนภาพกิจกรรมการสกัดข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบ

3. แผนภาพกิจกรรมการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร ทำการวิเคราะห์ว่ามีตัวแปร และข้อจำกัดของตัวแปรในปีพีเอ็มเอ็น จากนั้นเครื่องมือจะเก็บข้อมูลที่ได้เพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-4



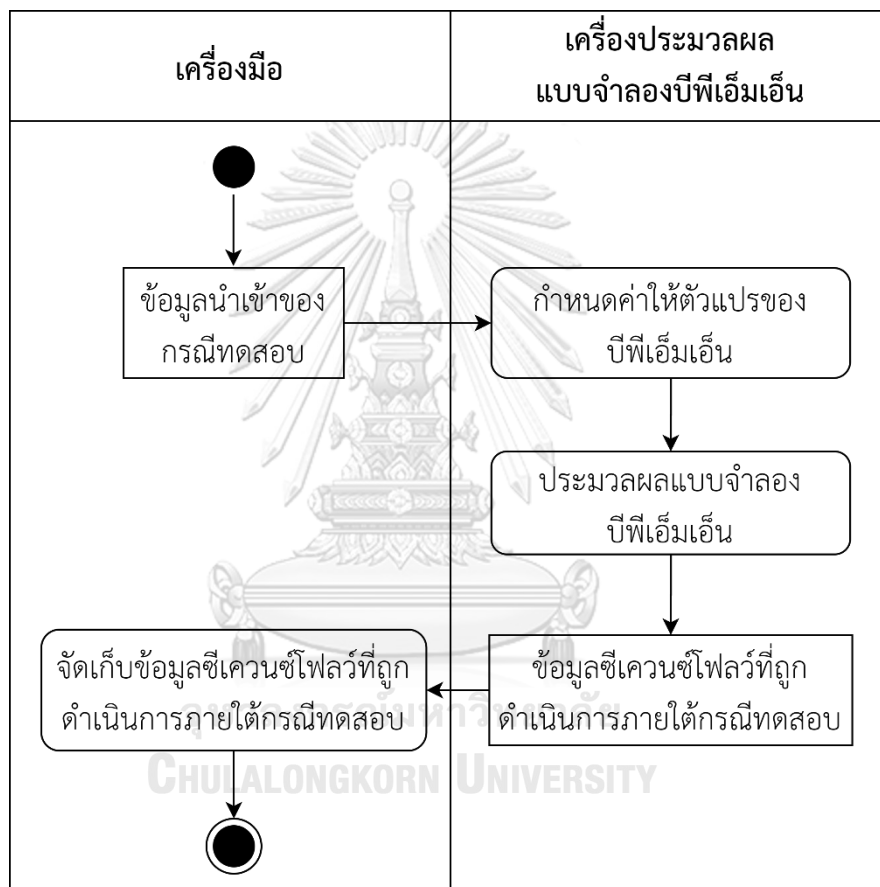
รูปที่ 4-4 แผนภาพกิจกรรมการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร

4. แผนภาพกิจกรรมการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่นเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น โดยเครื่องมือทำการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่นเนอร์ จากนั้นนำชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์แทรกลงไปไฟล์บีพีเอ็มเอ็น แล้วส่งไฟล์บีพีเอ็มเอ็นไปติดตั้งยังเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-5



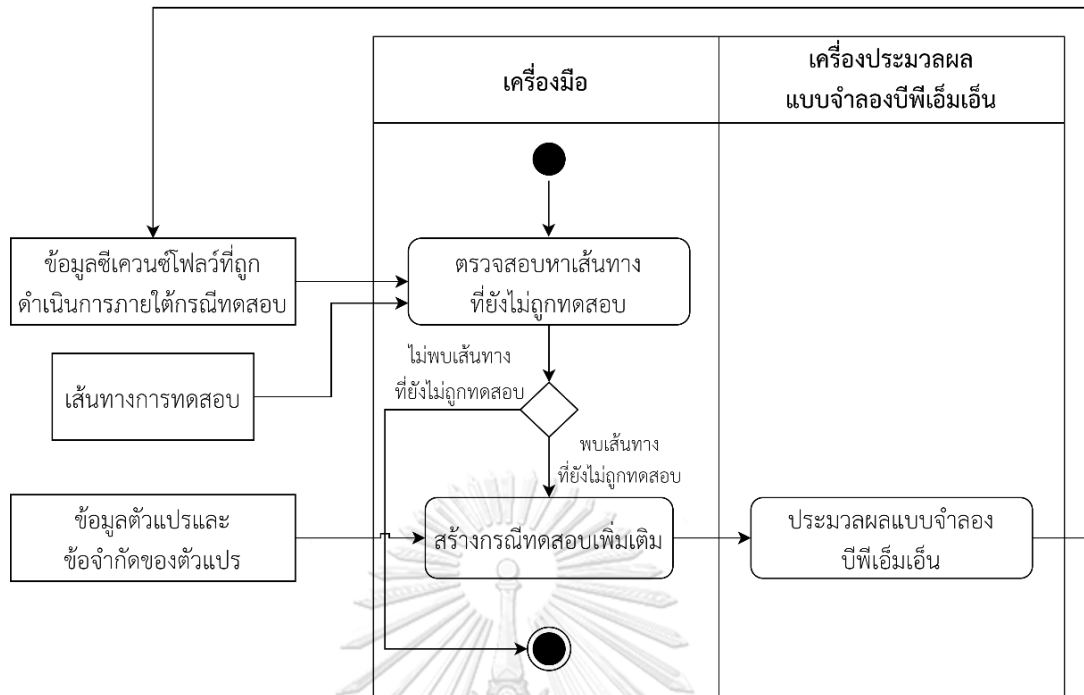
รูปที่ 4-5 แผนภาพกิจกรรมการสร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่นเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่นเนอร์ในไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

5. แผนภาพกิจกรรมการทดสอบปีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม เริ่มจากเครื่องมือส่งค่าข้อมูลนำเข้าของกรณีทดสอบไปยังเครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็น เพื่อให้เครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นกำหนดค่าให้ตัวแปรของปีพีเอ็มเอ็น จากนั้นสั่งให้เครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นเริ่มกระบวนการตามปีพีเอ็มเอ็น จนได้ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบออกมา จึงส่งข้อมูลที่ได้กลับมายังเครื่องมือเพื่อจัดเก็บลงฐานข้อมูล แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-6



รูปที่ 4-6 แผนภาพกิจกรรมการทดสอบปีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม

6. แผนภาพกิจกรรมการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม เครื่องมือจะสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร มาสุ่มค่าเพื่อสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม จากนั้นสั่งให้เครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นเริ่มกระบวนการตามปีพีเอ็มเอ็น จนครอบคลุมทุกเส้นทาง แสดงด้วยแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-7 แผนภาพกิจกรรมการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

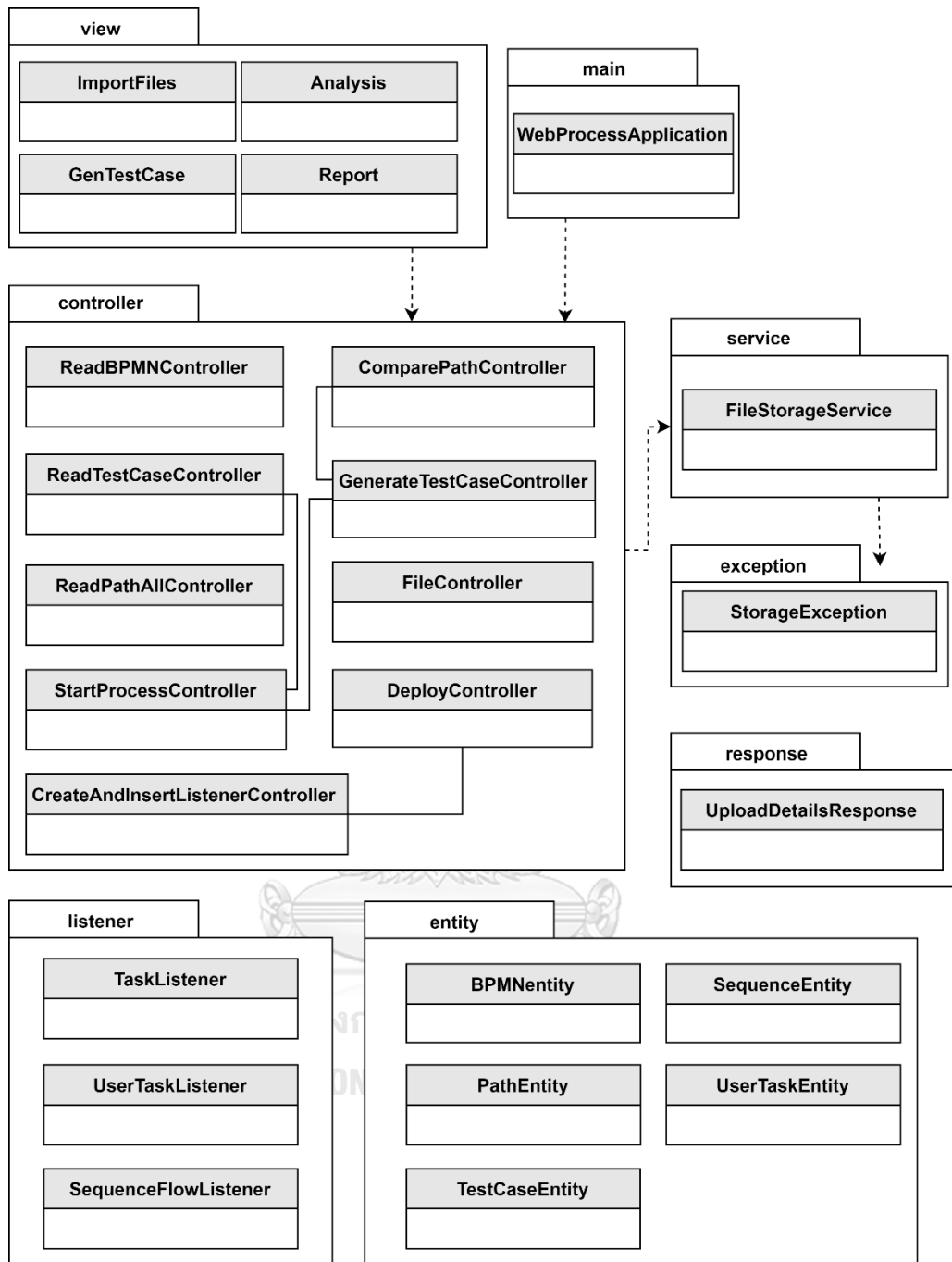
4.1.3 แผนภาพแพ็คเกจ

แผนภาพแพ็คเกจสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของคลาสและความสัมพันธ์ของคลาสในเครื่องมือ แสดงดังรูปที่ 4-8 ประกอบด้วย 8 แพ็คเกจซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

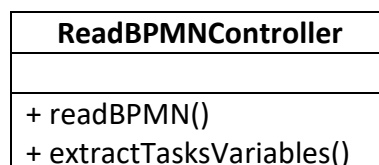
1. แพ็คเกจ controller

แพ็คเกจ controller ทำหน้าที่จัดเก็บคลาสสำหรับรับคำสั่งเพื่อทำการประมวลผล ประกอบด้วยคลาสที่ทำหน้าที่ในการควบคุมและจัดการส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดของแต่ละคลาสดังต่อไปนี้

1.1 คลาส ReadBPMNController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากไฟล์บีพีเอ็มเอ็น เพื่อสกัดข้อมูลของตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปรในบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส ReadBPMNController ดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-8 แผนภาพแพ็คเกจ



รูปที่ 4-9 คลาส ReadBPMNController

1.2 คลาส ReadTestCaseController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลของกรณีทดสอบ ดังรูปที่ 4-10 แสดงรายละเอียดของคลาส ReadTestCaseController

ReadTestCaseController
+ readTestCase() + extractVariables() + exerciscetestCase()

รูปที่ 4-10 คลาส ReadTestCaseController

1.3 คลาส ReadPathAllController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่อ่านไฟล์เส้นทางการทดสอบ ดังรูปที่ 4-11 แสดงรายละเอียดของคลาส ReadPathAllController

ReadPathAllController
+ readPathAll()

รูปที่ 4-11 คลาส ReadPathAllController

1.4 คลาส StartProcessController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สั่งให้เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเริ่มกระบวนการบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส StartProcessController ดังรูปที่ 4-12

StartProcessController
+ startProcess()

รูปที่ 4-12 คลาส StartProcessController

1.5 คลาส DeployController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่นำไฟล์บีเอ็มเอ็นทั้งหมด ที่เป็นข้อมูลตั้งต้นนำไปติดตั้งในเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส DeployController ดังรูปที่ 4-13

DeployController
+ deployBPMN()

รูปที่ 4-13 คลาส DeployController

1.6 คลาส ComparePathController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่วิเคราะห์เส้นทางการทดสอบแล้วหาว่ามีเส้นทางใดที่ยังไม่ถูกทดสอบ แสดงรายละเอียดของคลาส ComparePathController ดังรูปที่ 4-14

ComparePathController
+ findPathNotExercise()

รูปที่ 4-14 คลาส ComparePathController

1.7 คลาส GenerateTestCaseController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมโดยนำข้อมูลของตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปรมาใช้ในการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม แสดงรายละเอียดของคลาส GenerateTestCaseController ดังรูปที่ 4-15

GenerateTestCaseController
+ generateTestCase()
+ generateTestData()

รูปที่ 4-15 คลาส GenerateTestCaseController

1.8 คลาส FileController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่จัดการการอัปโหลดไฟล์ในส่วนต่อประสานของการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น แสดงรายละเอียดของคลาส FileController ดังรูปที่ 4-16

FileController
+ uploadFiles()

รูปที่ 4-16 คลาส FileController

1.9 คลาส CreateAndInsertListenerController เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างจาวาคลาสที่มีลิสซิ่งเนอร์และแทรกชุดคำสั่งลิสซิ่งเนอร์ในไฟล์บีบีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส CreateAndInsertListenerController ดังรูปที่ 4-17

CreateAndInsertListenerController
+ createListener()
+ insertListener()

รูปที่ 4-17 คลาส CreateAndInsertListenerController

2. แพ้คเกจ service

แพ้คเกจ service ทำหน้าที่เกี่ยวกับการให้บริการในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะ ซึ่ง Controller สามารถเรียกใช้งานได้ และมีคลาสที่ทำหน้าที่ภายใต้แพ้คเกจ คือ คลาส FileStorageService เป็นคลาสที่ทำหน้าที่อัปโหลดและจัดเก็บไฟล์ แสดงรายละเอียดของคลาส FileStorageService ดังรูปที่ 4-18

FileStorageService
+ storeFiles() + getBPMNfile() + getTestCaseFile() + getPathFile()

รูปที่ 4-18 คลาส FileStorageService

3. แพ้คเกจ exception

แพ้คเกจ exception ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อผิดพลาด โดยมีรายละเอียดของแต่ละคลาสดังต่อไปนี้

3.1 คลาส StorageException เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ดักจับข้อผิดพลาดของพื้นที่การจัดเก็บไฟล์ แสดงรายละเอียดของคลาส StorageException ดังรูปที่ 4-19

StorageException
+ storageException()

รูปที่ 4-19 คลาส StorageException

4. แพ้คเกจ view

แพ้คเกจ view ทำหน้าที่แสดงผลส่วนต่อประสานให้กับผู้ใช้งาน รายละเอียดของแต่ละคลาสดังต่อไปนี้

4.1 คลาส ImportFiles เป็นคลาสที่แสดงผลส่วนต่อประสานของหน้านำเข้าข้อมูลตั้งต้น แสดงรายละเอียดของคลาส ImportFiles ดังรูปที่ 4-20

ImportFiles
+ doImportFile()

รูปที่ 4- 20 คลาส ImportFiles

4.2 คลาส Analysis เป็นคลาสที่แสดงผลส่วนต่อประสานของรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ แสดงรายละเอียดของคลาส Analysis ดังรูปที่ 4-21

Analysis
+ doAnalysis()

รูปที่ 4-21 คลาส Analysis

4.3 คลาส GenTestCase เป็นคลาสที่แสดงผลส่วนต่อประสานของรายละเอียดการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติมแสดงรายละเอียดของคลาส GenTestCase ดังรูปที่ 4-22

GenTestCase
+ doGenTestCase()

รูปที่ 4-22 คลาส GenTestCase

4.4 คลาส Report เป็นคลาสที่แสดงผลส่วนต่อประสานของรายงานผลการทดสอบ แสดงรายละเอียดของคลาส Report ดังรูปที่ 4-23

Report
+ getReport()

รูปที่ 4-23 คลาส Report

5. แพ้คเกจ main

แพ้คเกจ main ทำหน้าที่เป็นคลาสแรกที่เครื่องมือเรียกใช้ รายละเอียดของคลาส WebProcessApplication แสดงในรูปที่ 4-24

WebProcessApplication
+ main()

รูปที่ 4-24 คลาส WebProcessApplication

6. แพ็คเกจ listener

แพ็คเกจ listener ทำหน้าที่ ติดตามการทำงานของแต่ละโหนดในบีพีเอ็มเอ็น โดยมีรายละเอียดของแต่ละคลาสดังต่อไปนี้

6.1 คลาส TaskListener เป็นคลาสที่ทำหน้าที่รอรับการส่งค่าเมื่อมีการทำงานของทาสก์ในบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส TaskListener ดังรูปที่ 4-25

TaskListener
+ notify()

รูปที่ 4-25 คลาส TaskListener

6.2 คลาส UserTaskListener เป็นคลาสที่ทำหน้าที่รอรับการส่งค่าเมื่อมีการทำงานของยูสเซอร์ทาสก์ในบีพีเอ็มเอ็น ซึ่งสามารถกำหนดค่าข้อมูลของยูสเซอร์ทาสก์ได้ ดังรูปที่ 4-26 แสดงรายละเอียดของคลาส UserTaskListener

UserTaskListener
+ notify()
+ provideVariables()
+ setVariableByType()

รูปที่ 4-26 คลาส UserTaskListener

6.3 คลาส SequenceFlowListener เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ติดตามการทำงานของคอนเนคติ้งโพลวในบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส SequenceFlowListener ดังรูปที่ 4-27

SequenceFlowListener
+ notify()

รูปที่ 4-27 คลาส SequenceFlowListener

7. แพ็คเกจ entity

แพ็คเกจ entity ทำหน้าที่ จัดเก็บคลาสที่ทำหน้าที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล รายละเอียดของแต่ละคลาสมีดังต่อไปนี้

7.1 คลาส BPMNentity เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลของบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส BPMNentity ดังรูปที่ 4-28

BPMNEntity
- bpmn_id: int - bpmn_name: string - bpmn_element_type: int - bpmn_element_id: int - bpmn_element_name: int - bpmn_called_element: string[]
+ BPMNEntity() + getData()

รูปที่ 4-28 คลาส BPMNEntity

7.2 คลาส PathEntity เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลของเส้นทางการทดสอบของบีพีเอ็มเอ็น แสดงรายละเอียดของคลาส PathEntity ดังรูปที่ 4-29

7.3 คลาส TestCaseEntity เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลของกรณีทดสอบ แสดงรายละเอียดของคลาส TestCaseEntity ดังรูปที่ 4-30

PathEntity
- path_id: int - bpmn_id: int - bpmn_element_id: int - bpmn_element_name: int
+ PathEntity() + getData()

รูปที่ 4-29 คลาส PathEntity

TestCaseEntity
- tc_id: int - path_id: int - bpmn_id: int - input_value: string[] - output_value: string[]
+ TestCaseEntity() + getData()

รูปที่ 4-30 คลาส TestCaseEntity

7.4 คลาส SequenceEntity เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลของซีควেনซ์โฟลว์ โดยมีการระบุหมายเลขซีควেনซ์โฟลว์ ชื่อซีควেনซ์โฟลว์ หมายเลขอ้างอิงถึงโหนดต้นทาง หมายเลขอ้างอิงถึงโหนดปลายทาง ประเภทของเงื่อนไข และค่าของเงื่อนไข ดังรูปที่ 4-31 แสดงรายละเอียดของคลาส SequenceEntity

7.5 คลาส UserTaskVarEntity เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลของตัวแปรในยูสเซอร์ทาสก์ แสดงรายละเอียดของคลาส UserTaskVarEntity ดังรูปที่ 4-32

SequenceEntity
- sq_id: int
- sq_name: string
- src_ref_id: int
- target_ref_id: int
- condition_type: string
- condition_value: string
+ SequenceEntity()
+ getData()

รูปที่ 4-31 คลาส SequenceEntity

UserTaskVarEntity
- user_task_id: int
- user_task_name: string
- user_task_type: string[]
- user_task_value: string[]
+ UserTaskVarEntity()
+ getData()

รูปที่ 4-32 คลาส UserTaskVarEntity

8. แพ็คเกจ response

แพ็คเกจ response ทำหน้าที่เกี่ยวกับการส่งค่ากลับไปยังส่วนต่อประสาน และมีคลาสที่ทำหน้าที่ภายใต้แพ็คเกจ คือ คลาส UploadDetailsResponse เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ส่งรายละเอียดของไฟล์ที่อัปโหลดกลับไปยังส่วนต่อประสาน ดังรูปที่ 4-33 แสดงรายละเอียดของคลาส UploadFileResponse

UploadDetailsResponse
+ responseData()

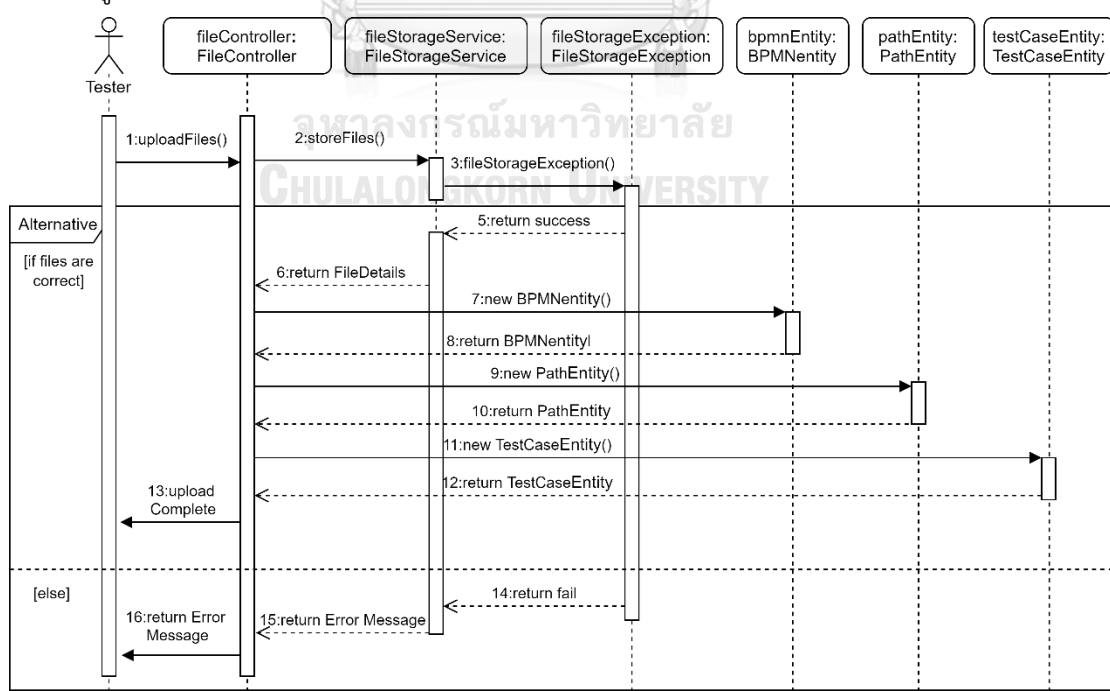
รูปที่ 4-33 คลาส UploadDetailsResponse

4.1.4 แผนภาพลำดับ

แผนภาพลำดับอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างอ็อบเจ็กต์ของคลาสตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยแผนภาพลำดับของเครื่องมือมี 3 แผนภาพ ดังต่อไปนี้

1. แผนภาพลำดับการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

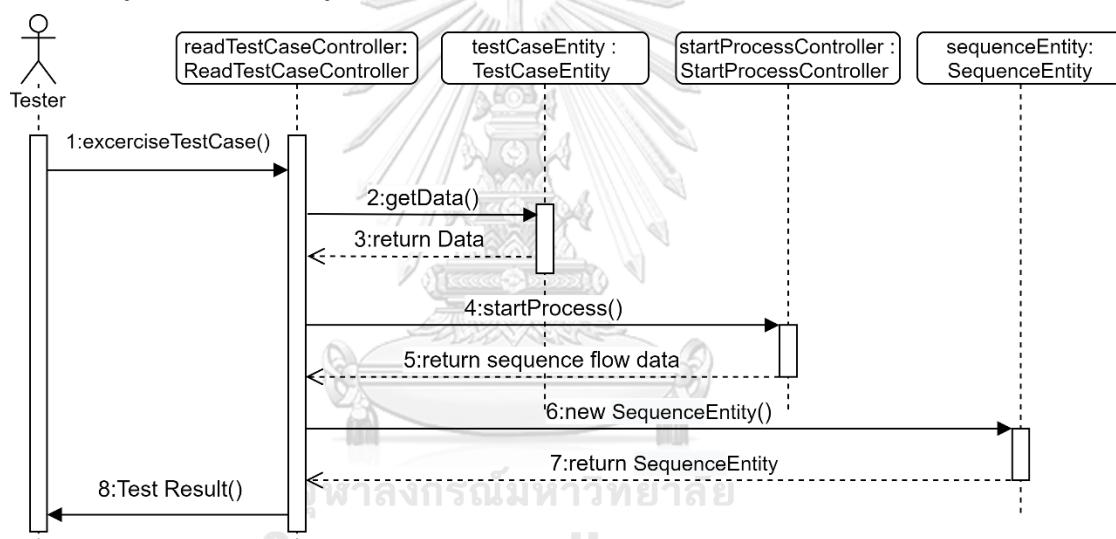
แผนภาพลำดับการนำเข้าข้อมูลตั้งต้นเป็นแผนภาพที่แสดงการอัปโหลดข้อมูลตั้งต้นทั้งหมด ได้แก่ ไฟล์บีบีเอ็มเอ็นหลัก ไฟล์บีบีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอกทีวิตี ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ เพื่อนำไปสร้างกรณีทดสอบ โดยเริ่มจากผู้ทดสอบนำเข้าไฟล์ผ่านส่วนต่อประสาน จากนั้นข้อความจะถูกส่งไปยังคลาส FileController โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน uploadFiles() และ คลาส FileController จะเรียกใช้ ฟังก์ชัน storeFiles() ของ คลาส FileStorageService เพื่อจัดเก็บไฟล์ คลาส FileStorageService จะมีการตรวจสอบไฟล์โดยเรียกใช้ ฟังก์ชัน fileStorageException() ของคลาส FileStorageException ในกรณีที่ไฟล์ตั้งต้นที่นำเข้าถูกต้องครบถ้วน จะได้รับข้อความเป็นรายละเอียดของไฟล์ที่นำเข้า FileController ดำเนินการ สร้างคลาส BPMNEntity PathEntity และ TestCaseEntity ขึ้นมา จากนั้นส่งข้อความถึงผู้ทดสอบ ว่าการนำเข้าไฟล์เสร็จสมบูรณ์ ในกรณีที่ไฟล์ที่นำเข้าไม่ครบถ้วน คลาส FileController จะส่งข้อความแจ้งเตือนให้ผู้ทดสอบทราบว่าการนำเข้าไฟล์ล้มเหลว และระบุไฟล์ตั้งต้นที่ยังไม่ถูกนำเข้า แสดงดังรูปที่ 4-34



รูปที่ 4-34 แผนภาพลำดับการนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

2. แผนภาพลำดับการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม

แผนภาพลำดับการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม เป็นแผนภาพที่แสดงการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิมที่ถูกนำเข้ามาเป็นข้อมูลตั้งต้น โดยเริ่มจากคลาส ReadTestCaseController ถูกเรียกใช้ฟังก์ชัน exerciseTestCase() จากนั้นจึงเรียกใช้ฟังก์ชัน getData() ของคลาส TestCaseEntity เพื่อเรียกข้อมูลข้อมูลตัวแปรและค่าของตัวแปรของกรณีทดสอบ และคลาส TestCaseEntity ส่งค่ากลับมา จากนั้นคลาส ReadTestCaseController เรียกใช้ฟังก์ชัน startProcess() ของคลาส StartProcessController เพื่อเริ่มทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม และได้ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม จึงนำค่าไปสร้างคลาส SequenceEntity จากนั้นคลาส ReadTestCaseController ส่งผลลัพธ์ของการทดสอบกลับไปยังผู้ทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4-35

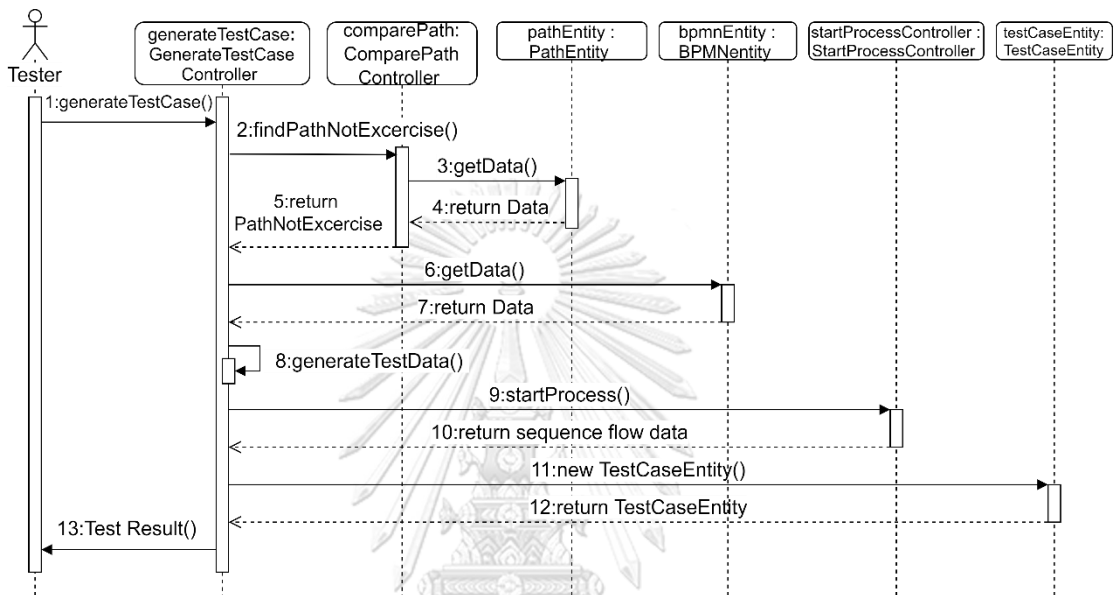


รูปที่ 4-35 แผนภาพลำดับการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม

3. แผนภาพลำดับการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

แผนภาพลำดับการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม เริ่มจากคลาส GenerateTestCaseController ถูกเรียกใช้ฟังก์ชัน generateTestCase() จากนั้นจึงเรียกใช้ฟังก์ชัน findPathNotExercise() จากคลาส ComparePathController โดยคลาส ComparePathController เรียกใช้ฟังก์ชัน getData() ของคลาส PathEntity เพื่อดึงข้อมูลของเส้นทางที่ถูกทดสอบแล้ว และเรียกใช้ฟังก์ชัน getPathFile() ของคลาส FileStorageService เพื่อนำข้อมูลมาหาว่ามีเส้นทางใดที่ยังไม่ผ่านการทดสอบ ในกรณีที่พบเส้นทางที่ยังไม่ถูกทดสอบ คลาส GenerateTestCaseController จะเรียกใช้ฟังก์ชัน getData() ของคลาส BPMNEntity เพื่อดึงข้อมูลตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร เมื่อได้

ข้อมูลแล้วจึงเรียกใช้ฟังก์ชัน generateTestData() เพื่อสุ่มข้อมูลนำเข้าตามข้อจำกัดของตัวแปร และเรียกใช้ฟังก์ชัน startProcess() ของคลาส StartProcessController เพื่อเริ่มทดสอบบีพีเอ็มเอ็น ด้วยกรณีทดสอบเพิ่มเติมและได้ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบเดิม จึงนำค่าไปสร้างคลาส TestCaseEntity จากนั้นคลาส GenerateTestCaseController ส่งผลลัพธ์ของการทดสอบกลับไปยังผู้ทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4-36

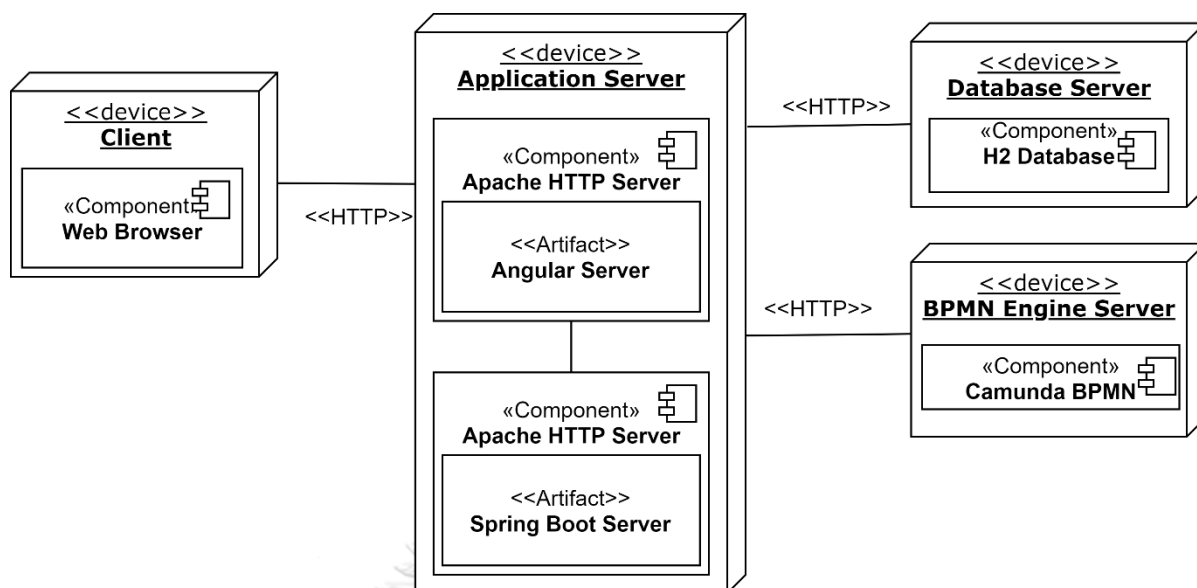


รูปที่ 4-36 แผนภาพลำดับการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

4.1.5 โครงสร้างฐานข้อมูล

โครงสร้างฐานข้อมูลของเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น อธิบายด้วยแผนภาพอีอาร์ (ER-Entity Relationship Diagram) ซึ่งจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังรูปที่ 4-37 ประกอบด้วย 7 ตาราง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เอนทิตี BPMN_Process ใช้เก็บรายละเอียดของข้อมูลภายในบีพีเอ็มเอ็น
2. เอนทิตี BPMN_Node ใช้เก็บรายละเอียดข้อมูลโหนดภายในบีพีเอ็มเอ็น
3. เอนทิตี BPMN_User_Task_Var ใช้เก็บรายละเอียดข้อมูลยูสเซอร์ทาสก์ภายในบีพีเอ็มเอ็น
4. เอนทิตี BPMN_Sequence ใช้เก็บรายละเอียดข้อมูลซีควเอนซ์โฟลว์ภายในบีพีเอ็มเอ็น
5. เอนทิตี BPMN_Path ใช้เก็บรายละเอียดข้อมูลเส้นทางการทดสอบของบีพีเอ็มเอ็น
6. เอนทิตี Test_Case ใช้เก็บรายละเอียดข้อมูลของกรณีทดสอบ
7. เอนทิตี Input_Variable ใช้เก็บรายละเอียดข้อมูลของตัวแปรนำเข้ากรณีทดสอบ



รูปที่ 4-38 แผนภาพดีพลอยเมนต์ของเครื่องมือ

4.2 การพัฒนาเครื่องมือ

การพัฒนาเครื่องมือประกอบด้วยสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ และโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานและเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

4.2.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ไอเซเว่น
- 2.5 กิกะเฮิร์ตซ์ (Inter Core i7 2.50GHz)
2. ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 250 กิกะไบต์ (250 GB)
3. หน่วยความจำ (RAM) 8 กิกะไบต์ (8 GB)

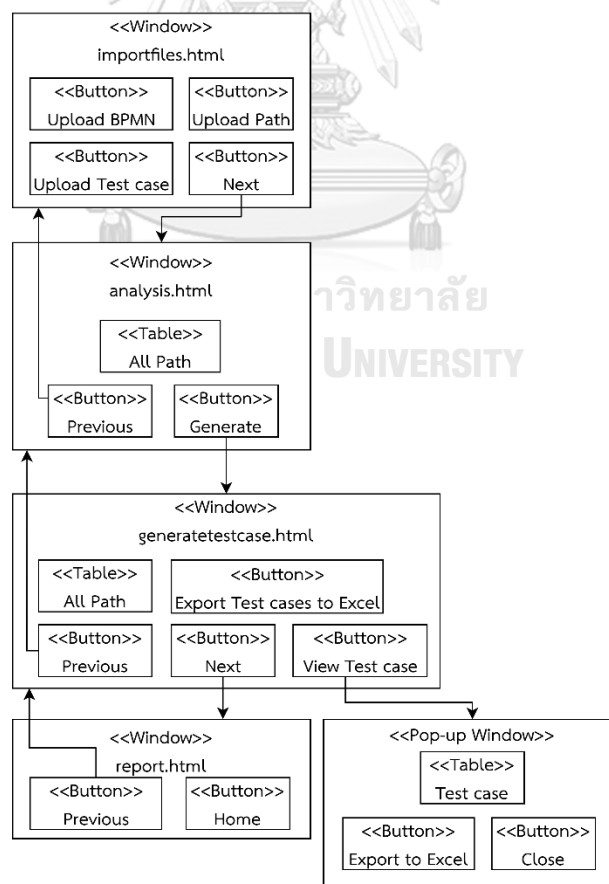
4.2.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

1. ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ไมโครซอฟท์วินโดวส์เท็น (Microsoft window 10)
2. เครื่องมือที่ใช้พัฒนาวิซวลสตูดิโอโค้ด 1.50.1 (Visual Studio Code 1.50.1) และอินเทลลิเจ 2017.1.2 (IntelliJ 2017.1.2)
3. ภาษาที่ใช้พัฒนา คือ ภาษาจาวาสคริปต์ (Java Script) เวอร์ชันอีเอส 6 (ES6) และภาษาจาวา (Java) เวอร์ชัน 8 ขึ้นไป

4. เฟรมเวิร์กที่ใช้พัฒนา คือ แองกูล่า (Angular) เวอร์ชัน 9 และสปริงบูต (Spring Boot) เวอร์ชัน 2.1.1
5. เว็บเซิร์ฟเวอร์อาพาเซ่ทอมแคท 8.0 (Apache Tomcat 8.0)
6. เครื่องมือประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นคามาუნดาเวอร์ชัน 7.10.0 (Camunda BPMN Engine 7.10.0)
7. เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น คือ คามาუნดาโมเดลเลอร์ 2.0.0 (Camunda Modeler 2.0.0)
8. เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) กูเกิลโครม (Google Chrome) เวอร์ชัน 81 ขึ้นไป

4.2.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และเครื่องมือ

โครงสร้างส่วนต่อประสานของเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี และเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น อธิบายด้วยแผนภาพวินโดว์เนวิเกชัน (Window Navigation Diagram) ซึ่งอธิบายส่วนต่อประสานและความสัมพันธ์ของเครื่องมือ โดยอธิบายถึงความสัมพันธ์ดังรูป 4-39 และมีรายละเอียดของหน้าจอต่อไปนี้



รูปที่ 4-39 แผนภาพแผนภาพวินโดว์เนวิเกชันของเครื่องมือ

1. หน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้น (Import Files Page)

หน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้น เป็นหน้าจอที่ให้ผู้ใช้งานเลือกไฟล์ข้อมูลตั้งต้นและทำการอัปโหลดไฟล์ ซึ่งมีไฟล์ที่จำเป็นต้องอัปโหลด 3 ไฟล์ คือ ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น (สามารถอัปโหลดได้มากกว่า 1 ไฟล์) ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ แสดงรายละเอียดของหน้าดังรูปที่ 4-40 และในหน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้นจะมีปุ่ม “Next” สำหรับกดเพื่อไปหน้าถัดไป

The screenshot shows the '1. Import Files' page of the BPMN Tool. The page is divided into four steps: 1. Import files, 2. Analysis, 3. Generate Test case, and 4. Report. The first step, '1. Import Files', is currently active. It contains three sections for file uploads: 'BPMN', 'Path', and 'Test case'. Each section has a green 'Browse' button and a grey 'UPLOAD' button. At the bottom of the page, there is a blue 'Next' button.

รูปที่ 4-40 หน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

ในกรณีที่ต้องการนำเข้าไฟล์บีพีเอ็มเอ็นมากกว่า 1 ไฟล์ ให้กดปุ่ม “Browse” แล้วเลือกไฟล์ที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม “Upload” ถ้าหากต้องการลบไฟล์ที่เพิ่มขึ้นมาให้กดปุ่ม “Delete” แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4-41

BPMN

Browse

UPLOAD

BPMN files

BPMN file name	customer.bpmn	DELETE
BPMN id	Process_1	
called element BPMN id #1	Store_Process	
Service Task #1	Charge Credit Card	

BPMN file name	store.bpmn	DELETE
BPMN id	Store_Process	

รูปที่ 4-41 หน้าจอนำเข้าข้อมูลตั้งต้นในกรณีอัปโหลดบีพีเอ็มเอ็นมากกว่า 1 ไฟล์

ในกรณีที่มีการอัปโหลดไฟล์บีพีเอ็มเอ็นไม่ครบ เครื่องมือจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งผู้ทดสอบว่า บีพีเอ็มเอ็นใดที่ไม่ได้ถูกอัปโหลด ดังรูปที่ 4-42 หน้าจอแสดงไฟล์บีพีเอ็มเอ็นที่มีหมายเลข บีพีเอ็มเอ็น Store_Process ว่ายังไม่ถูกอัปโหลด และกดปุ่ม “OK” เพื่อปิดหน้าจอและเพื่ออัปโหลด ไฟล์ดังกล่าว

localhost:4200 บอกว่า

Not found BPMN id: Store_Process

ตกลง

รูปที่ 4-42 หน้าจอเมื่อนำเข้าบีพีเอ็มเอ็นไม่ครบถ้วน

ในกรณีที่มีการอัปโหลดข้อมูลตั้งต้นถูกต้องและครบถ้วนตามความต้องการของระบบ เครื่องมือจะแสดงรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นดังรูปที่ 4-43 ถึงรูปที่ 4-45 และผู้ทดสอบสามารถกดปุ่ม “Next” เพื่อไปสู่ขั้นตอนถัดไป

1. Import Files

BPMN

Browse

UPLOAD

BPMN files

BPMN file name	customer.bpmn	DELETE
BPMN id	Process_1	
called element BPMN id #1	Store_Process	
Service Task #1	Charge Credit Card	

BPMN file name	store.bpmn	DELETE
BPMN id	Store_Process	

รูปที่ 4-43 หน้าจอรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นของไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

Path

Browse

UPLOAD

All branch coverage path file

All branch coverage path file name	PATH_ALL.xml	DELETE
---	--------------	---------------

Path No	List of element name
1	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kp,Task_17s24qc
2	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kp,Task_17s24qc
3	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kp,Task_17s24qc
4	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kp,Task_17s24qc
5	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kp,Task_17s24qc

รูปที่ 4-44 หน้าจอรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นของไฟล์เส้นทางการทดสอบ

Test case

[Browse](#)

[UPLOAD](#)

Existing test case file

Existing test case file name	TC_01.xml	DELETE
------------------------------	-----------	------------------------

[Next](#)

รูปที่ 4-45 หน้าจอรายละเอียดข้อมูลตั้งต้นของไฟล์กรณีทดสอบ

2. หน้าจอวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis Page)

หน้าจอวิเคราะห์ข้อมูล เป็นหน้าจอที่แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากกรณีทดสอบที่นำเข้ามา เปรียบเทียบกับเส้นทางการทดสอบ ว่ามีเส้นทางใดที่มีการทดสอบแล้ว โดยจะแสดงรายละเอียดดังนี้

2.1 Path id แสดงหมายเลขของเส้นทางการทดสอบ

2.2 Test Case แสดงหมายเลขของกรณีทดสอบที่มีการทดสอบเส้นทางนั้น

2.3 Task name แสดงชื่อทาสก์ที่อยู่ในเส้นทางการทดสอบนั้น

ซึ่งในหน้าจอวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ทดสอบสามารถย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าด้วยปุ่ม “Previous” หรือกดปุ่ม “Generate” เพื่อสั่งให้เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบ ดังรูปที่ 4-46

3. หน้าจอสร้างกรณีทดสอบ (Generate Test Cases Page)

หน้าจอสร้างกรณีทดสอบ เป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดของเส้นทางการทดสอบที่ถูกทดสอบโดยกรณีทดสอบ ทั้งกรณีทดสอบที่นำเข้ามาและกรณีทดสอบที่เครื่องมือสร้างขึ้น แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4-47 ซึ่งในหน้าจอสร้างกรณีทดสอบ มีปุ่ม 2 ปุ่ม คือ ปุ่ม “Previous” เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าและ ปุ่ม “Next” เพื่อแสดงผลหน้าจอรายงาน

BPMN Tool

1 Import files
2 Analysis
3 Generate Test case
4 Report

2. Analysis

All branch coverage path file

Path id	Test case	Task name
1	TC_01	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
2	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
3	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
4	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
5	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq

Previous
Generate

รูปที่ 4-46 หน้าจอรายละเอียดของข้อมูลตั้งต้นที่ถูกสกัด

BPMN Tool

1 Import files
2 Analysis
3 Generate Test case
4 Report

3. Generate Test case

All branch coverage path

Path No	Test case	Path
1	TC_01	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
2	TC_02	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
3	TC_03	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
4	TC_04	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq
5	TC_05	StartEvent_1,SequenceFlow_1tu21qh,Task_1p9sd26,SequenceFlow_1a8cgv6,Task_0skrd5u,StartEvent_1,SequenceFlow_1m4c2kq

Export Test case(s) to Excel

Previous
Next

รูปที่ 4-47 หน้าจอสร้างกรณีทดสอบ

จากตัวอย่างรูปที่ 4-47 หน้าจอสร้างกรณีทดสอบ สามารถกดปุ่มที่หมายเลขของกรณีทดสอบ เพื่อดูรายละเอียดของกรณีทดสอบได้ โดยแสดงรายละเอียดของกรณีทดสอบดังนี้ หมายเลขกรณีทดสอบ ลำดับการทดสอบ ชื่อของทาสก์ ข้อมูลนำเข้า ค่าข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ที่คาดหวัง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4-48

Test Case			
TestCase ID	TC_02		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Enter Order	Customer Name Product Name	Bryce Mccoy Fanatic
3	Store Process	-	-
4	Check Stock	Has Product	TRUE
5	Enter Price	Product Price	100000
6	Check Price and Confirm Order	Confirm	TRUE
7	Charge Credit Card	-	-
8	End	-	-
Expected Output	Valid		

CLOSE POPUP

รูปที่ 4-48 หน้าจอรายละเอียดของกรณีทดสอบ

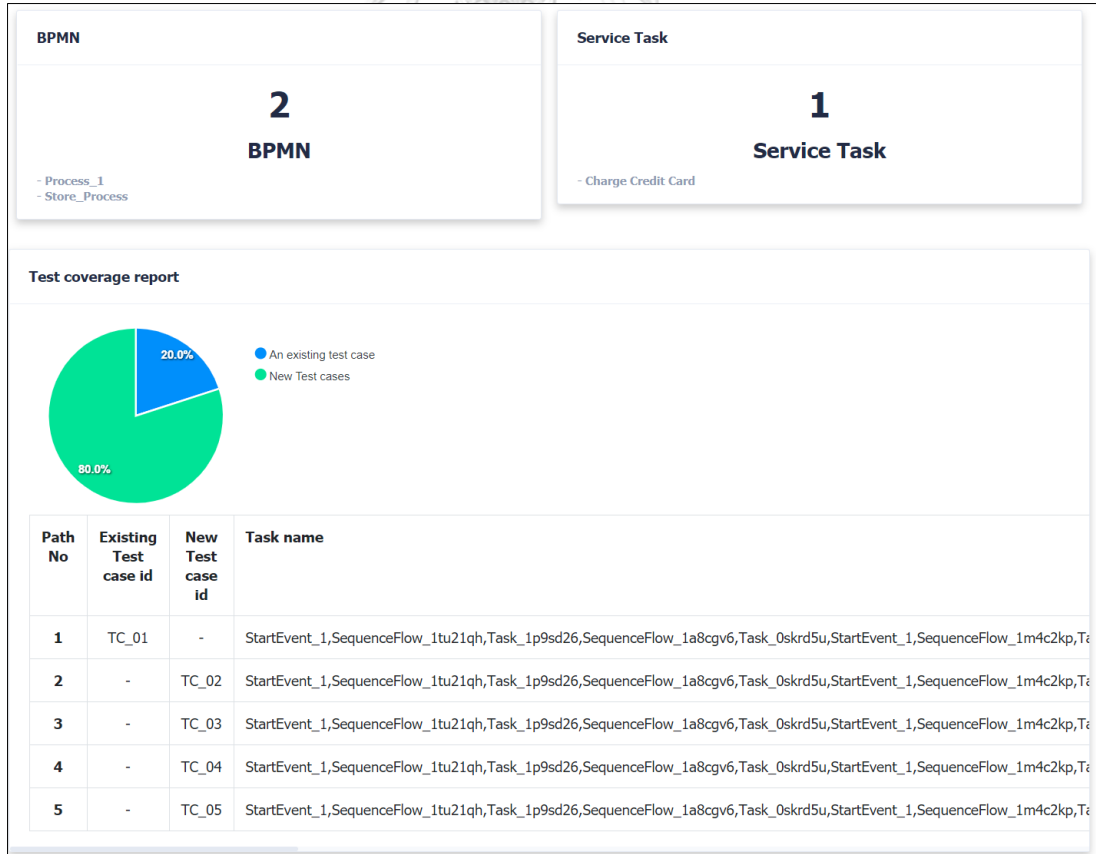
ในกรณีที่กดปุ่ม “Export Test Case to Excel” เครื่องมือส่งออกกรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล (.xlsx) ของกรณีทดสอบทั้งหมด แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4-49

TestCase ID	TC_02	
Test Steps	Required Inputs	Expected Output Service
1. Start	-	
2. Enter Order	Customer Name = Bryce Mccoy	
	Product Name = Fanatic	
3. Store Process	-	
4. Check Stock	Has Product = TRUE	
5. Enter Price	Product Price = 100000	
6. Check Price and Confirm Order	Confirm = TRUE	
7. Charge Credit Card	-	Payment Complete = FALSE
8. End	-	
Expected Output	Valid	

รูปที่ 4-49 กรณีทดสอบในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เซล

4. หน้าจอรายงาน (Report Page)

หน้าจอรายงาน เป็นหน้าจอที่รายงานผลการทดสอบ โดยสรุปความครอบคลุมของการทดสอบ แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกรณีทดสอบเดิมและกรณีทดสอบใหม่ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4-50



รูปที่ 4-50 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

บทที่ 5

การทดสอบเครื่องมือ

บทนี้อธิบายการทดสอบเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น มีรายละเอียดดังนี้

5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบเครื่องมือจะทดสอบโดยใช้สภาพแวดล้อมเดียวกับที่อธิบายไว้ในบทที่ 4 ข้อที่ 4.2.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

5.2 ขั้นตอนในการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนา

5.2.1 ผู้ทดสอบนำแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งเป็นกรณีศึกษาที่ใช้สำหรับการทดสอบ

5.2.2 ผู้ทดสอบนำข้อมูลตั้งต้น ได้แก่ ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น ไฟล์บีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอ็คทีวิตี ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ

5.2.3 เครื่องมือแสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.4 ผู้ทดสอบเรียกใช้เมนู Generate Test Cases เพื่อสร้างกรณีทดสอบ

5.2.5 เครื่องมือแสดงรายละเอียดของกรณีทดสอบที่สร้างใหม่

5.2.6 ผู้ทดสอบเรียกใช้ผ่านเมนู Report ของเครื่องมือ เพื่อตรวจสอบรายงานผลการทดสอบ

5.3 กรณีศึกษาที่ใช้สำหรับการทดสอบ

กรณีศึกษาที่ใช้สำหรับการทดสอบด้วยเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น ซึ่งมีทั้งหมด 4 กรณีศึกษา ดังต่อไปนี้

1. กรณีศึกษาที่ 1 บีพีเอ็มเอ็นการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน โดยมีเงื่อนไขการทดสอบ คือนำเข้าข้อมูลตั้งต้นครบทั้ง 3 ชนิด (ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น ไฟล์เส้นทางการทดสอบและไฟล์กรณีทดสอบ) โดยบีพีเอ็มเอ็นที่นำเข้าไม่มีการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์

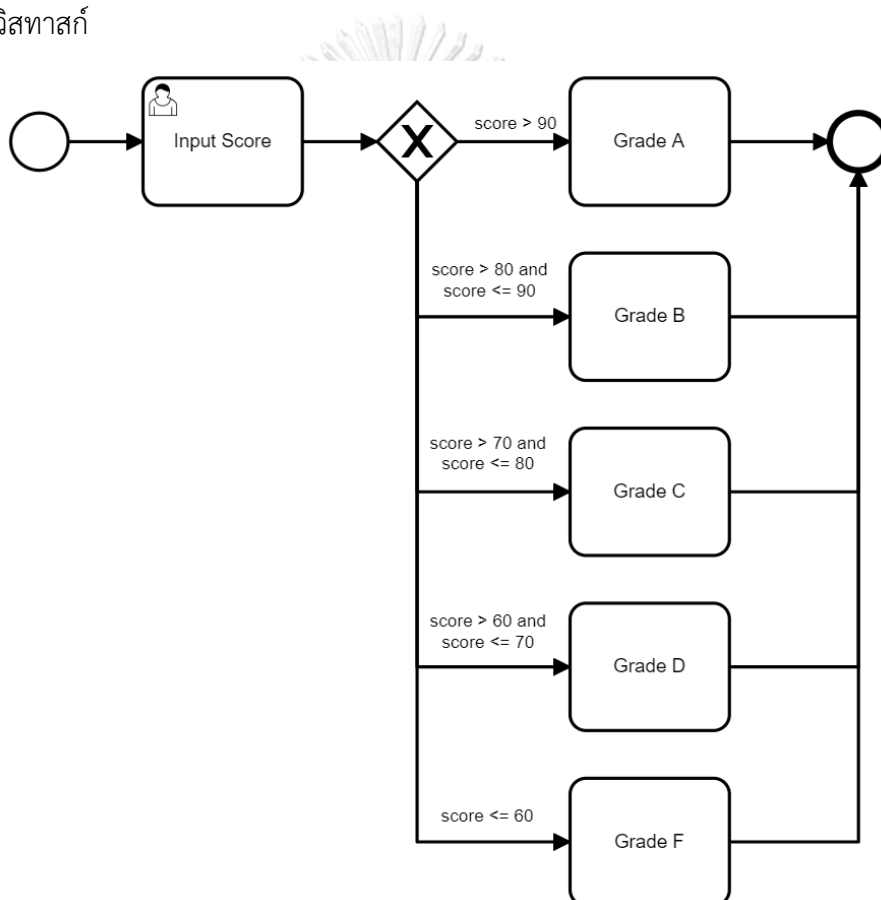
2. กรณีศึกษาที่ 2 บีพีเอ็มเอ็นการสมัครสมาชิกเว็บไซต์ โดยมีเงื่อนไขการทดสอบ คือนำเข้าข้อมูลตั้งต้นครบทั้ง 3 ชนิด (ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น ไฟล์เส้นทางการทดสอบและไฟล์กรณีทดสอบ) โดยบีพีเอ็มเอ็นที่นำเข้ามีการเรียกใช้เซอร์วิสทาสก์ 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี 3 คอลล์แอ็คทีวิตี โดยกรณีทดสอบที่นำเข้าครอบคลุมเส้นทางการทดสอบทั้งหมด

3. กรณีศึกษาที่ 3 บีพีเอ็มเอ็นการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า โดยมีเงื่อนไขการทดสอบ คือมีการเรียกใช้เซอร์วิสทาสก์ 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี 2 คอลล์แอ็คทีวิตี และไม่นำเข้ากรณีทดสอบ

4. กรณีศึกษาที่ 4 บีพีเอ็มเอ็นการสมัครบัตรเครดิต โดยมีเงื่อนไขการทดสอบ คือนำเข้าข้อมูล ตั้งต้นครบทั้ง 3 ชนิด มีการเรียกใช้เซอร์วิสทาสก์ 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี 2 คอลล์แอ็คทีวิตี แต่ไฟล์เส้นทางการทดสอบมีการระบุเส้นทางผิด โดยการระบุข้ามโหนด ทำให้เป็นเส้นทางที่ไม่ต่อเนื่องกัน

5.3.1 กรณีศึกษาที่ 1 บีพีเอ็มเอ็นการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน

บีพีเอ็มเอ็นการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน เป็นบีพีเอ็มเอ็นที่แสดงขั้นตอนของการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน โดยบีพีเอ็มเอ็นแสดงดังรูปที่ 5-1 ซึ่งเป็นบีพีเอ็มเอ็นที่ไม่มีการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี และเซอร์วิสทาสก์



รูปที่ 5-1 บีพีเอ็มเอ็นการจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน

การทำงานของบีพีเอ็มเอ็นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานระบุคะแนน

2. ระบบตรวจสอบคะแนน โดยมีกรณีดังต่อไปนี้

2.1 กรณีที่ได้คะแนนมากกว่า 90 คะแนน จะได้เกรด A

2.2 กรณีที่ได้คะแนนมากกว่า 80 คะแนน และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 คะแนน
จะได้เกรด B

2.3 กรณีที่ได้คะแนนมากกว่า 70 คะแนน และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 คะแนน
จะได้เกรด C

2.4 กรณีที่ได้คะแนนมากกว่า 60 คะแนน และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70 คะแนน
จะได้เกรด D

2.5 กรณีที่ได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 คะแนน จะได้เกรด F

การทดสอบกรณีศึกษาที่ 1 เริ่มด้วยขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนนำเข้าข้อมูลตั้งต้น ผู้ทดสอบ
กดปุ่ม “Browse” เครื่องมือจะให้ผู้ทดสอบเลือกข้อมูลตั้งต้นทั้ง 3 ชนิดที่ต้องการ โดยผู้ทดสอบเลือกดังนี้

1. ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น : main.bpmn แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-2

BPMN

Browse

UPLOAD

BPMN files

BPMN file name	main.bpmn	DELETE
BPMN id	Process_Grade	

รูปที่ 5-2 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

2. ไฟล์เส้นทางการทดสอบ : path.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-3

Path

Browse

UPLOAD

All branch coverage path file

All branch coverage path file name		
path.xml		DELETE

Path No	List of element name
1	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_0gtclj0,Task_0io6lcr,Se
2	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1np1gfk,Task_1a38uv!
3	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1op6nil,Task_0ncbvyh,
4	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1u17tch,Task_10vqo8:
5	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_08z1qnd,Task_1hw3eq

รูปที่ 5-3 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ

3. ไฟล์กรณีทดสอบ : TC_01.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-4

Test case

Browse

UPLOAD

Existing test case file

Existing test case file name		
TC_01.xml		DELETE

รูปที่ 5-4 เลือกไฟล์กรณีทดสอบ

เมื่อผู้ทดสอบเลือกไฟล์ข้างต้นเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม “Next” เพื่อให้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป แสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5-5 ซึ่งจะเห็นว่ากรณีทดสอบที่นำเข้าไปทดสอบเส้นทางการทดสอบที่ 5 แล้ว แต่ยังไม่ได้ทดสอบครบทุกเส้นทางการทดสอบ

2. Analysis		
All branch coverage path file		
Path id	Test case	Task name
1	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_0gtclj0,Task_0io6
2	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1np1gfk,Task_1a
3	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1op6nil,Task_0nc
4	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1u17tch,Task_10
5	TC_01	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_08z1qnd,Task_1f

รูปที่ 5-5 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล
กรณี que ผู้ทดสอบต้องการดูรายละเอียดของกรณีทดสอบ สามารถกดปุ่มที่หมายเลขกรณีทดสอบได้ จะแสดงผลดังรูปที่ 5-6

Test Case			
TestCase ID	TC_01		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Input Score	score	60
3	How much score?	-	-
4	Grade F	-	-
5	End	-	-
Expected Output	Valid		

รูปที่ 5-6 รายละเอียดของกรณีทดสอบ

จากนั้นผู้ทดสอบกดปุ่ม “Generate” เพื่อให้เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-7

3. Generate Test case		
All branch coverage path		
Path No	Test case	Path
1	TC_02	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_0gtclj0,Task_0io6
2	TC_03	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1np1gfk,Task_1a
3	TC_04	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1op6nil,Task_0nc
4	TC_05	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_1u17tch,Task_10
5	TC_01	StartEvent_1,SequenceFlow_1g7z8pe,Task_1llb2es,SequenceFlow_02r5gv9,ExclusiveGateway_0j5lm7t,SequenceFlow_08z1qnd,Task_1h
<div style="text-align: center;"> Export Test case(s) to Excel </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> Previous Next </div>		

รูปที่ 5-7 รายละเอียดของการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่มที่หมายเลขกรณีทดสอบ เครื่องมือจะแสดงรายละเอียดของกรณีทดสอบนั้น แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-8

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Export Test Case to Excel” เครื่องมือจะส่งออกไฟล์กรณีทดสอบทั้งหมดในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-9

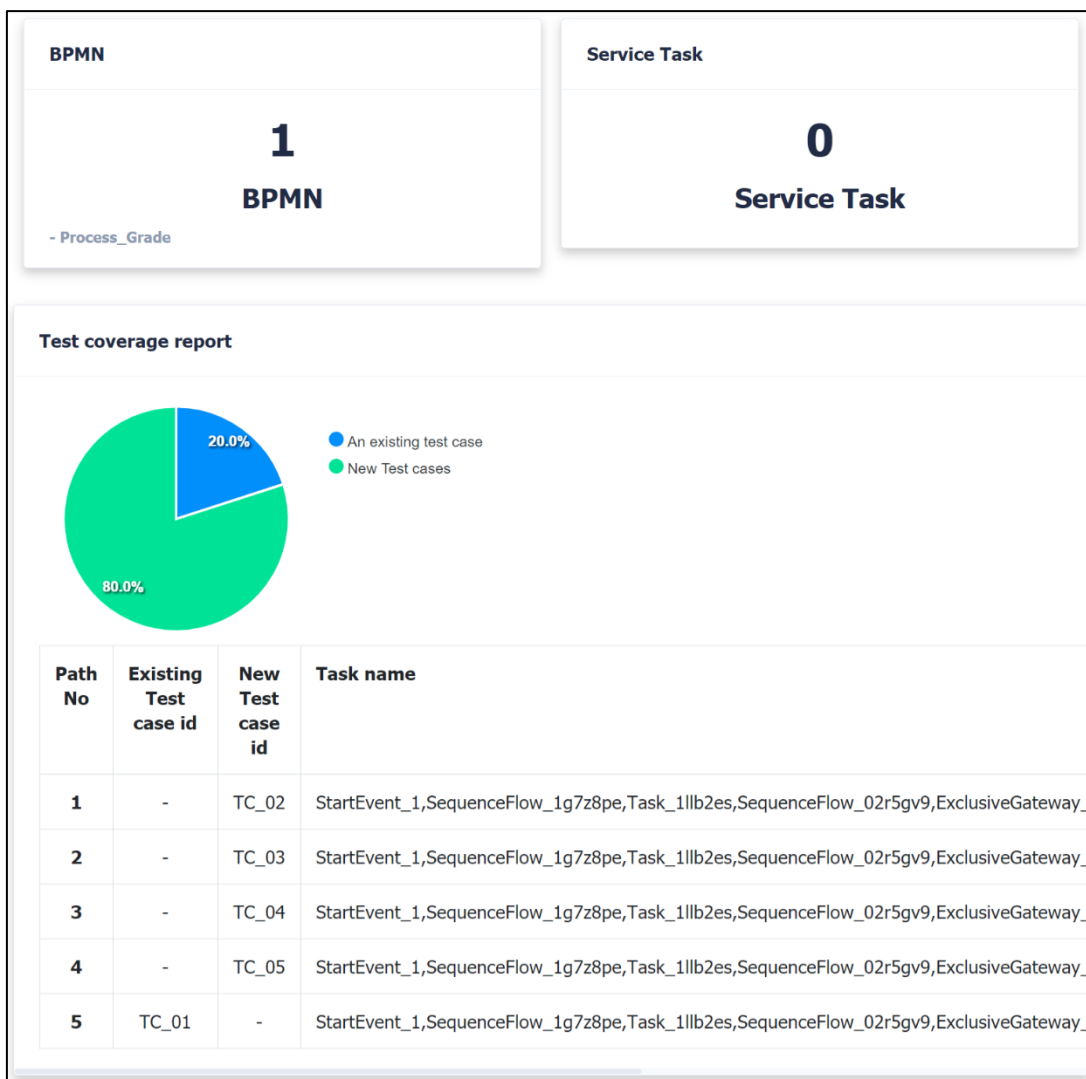
เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Next” จะแสดงหน้าจอรายงานผลการทดสอบ โดยสรุปความครอบคลุมของการทดสอบ แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกรณีทดสอบเดิมและกรณีทดสอบใหม่ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-10

Test Case			
TestCase ID	TC_02		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Input Score	score	91
3	How much score?	-	-
4	Grade A	-	-
5	End	-	-
Expected Output	Valid		

รูปที่ 5-8 รายละเอียดของกรณีทดสอบ

	A	B	C	D
2	TestCase ID	TC_02		
3	Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
4	1	Start	-	-
5	2	Input Score	score	91
6	3	How much score?	-	-
7	4	Grade A	-	-
8	5	End	-	-
9	Expected Output	Valid		

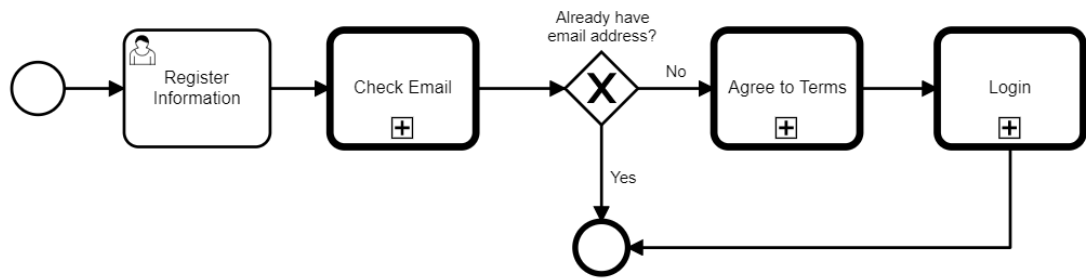
รูปที่ 5-9 ไฟล์กรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล



รูปที่ 5-10 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

5.3.2 กรณีศึกษาที่ 2 ปีพีเอ็มเอ็นการสมัครสมาชิกเว็บไซต์

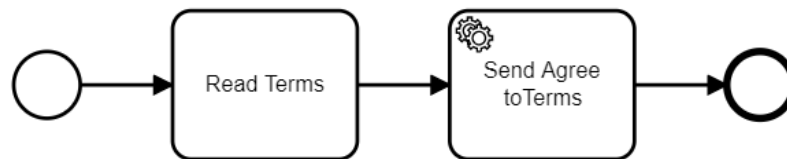
ปีพีเอ็มเอ็นการสมัครสมาชิกเว็บไซต์ เป็นปีพีเอ็มเอ็นที่แสดงขั้นตอนของการสมัครสมาชิกเว็บไซต์ โดยปีพีเอ็มเอ็นหลักแสดงดังรูปที่ 5-11 และมีปีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอ็คทีวิตี ได้แก่ ปีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบอีเมลแสดงดังรูปที่ 5-12 ปีพีเอ็มเอ็นการยอมรับข้อตกลงแสดงดังรูปที่ 5-13 และปีพีเอ็มเอ็นการเข้าสู่ระบบแสดงดังรูปที่ 5-14



รูปที่ 5-11 บีพีเอ็มเอ็นการสมัครสมาชิกเว็บไซต์



รูปที่ 5-12 บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบอีเมล



รูปที่ 5-13 บีพีเอ็มเอ็นการยอมรับข้อตกลง



รูปที่ 5-14 บีพีเอ็มเอ็นการเข้าสู่ระบบ

การทำงานของบีพีเอ็มเอ็นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานระบุข้อมูลอีเมล ชื่อ และรหัสผ่านสำหรับการเข้าสู่ระบบ
2. ระบบตรวจสอบว่าอีเมลที่ใส่ลงทะเบียนมีอยู่ในเว็บไซต์แล้วหรือไม่ ซึ่งอีเมลนี้ต้องไม่เคย

ลงทะเบียนในเว็บไซต์มาก่อน

3. ขั้นตอนของการยอมรับในข้อตกลงของเว็บไซต์
4. ขั้นตอนของการเข้าสู่ระบบ เพื่อใช้งานเว็บไซต์

การทดสอบกรณีศึกษาที่ 2 เริ่มด้วยขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนนำเข้าข้อมูลตั้งต้น ผู้ทดสอบกดปุ่ม “Browse” เครื่องมือจะให้ผู้ทดสอบเลือกข้อมูลตั้งต้นทั้ง 3 ชนิดที่ต้องการ โดยผู้ทดสอบเลือกดังนี้

1. ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น : main.bpmn , check_email.bpmn , agree_terms.bpmn , send_login.bpmn แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-15

BPMN files		
BPMN file name	main.bpmn	DELETE
BPMN id	Main_Process	
called element BPMN id #1	Check_email_process	
called element BPMN id #2	Agree_terms_process	
called element BPMN id #3	Login_process	
BPMN file name	check_email.bpmn	DELETE
BPMN id	Check_email_process	
Service Task #1	Check Email Available	
BPMN file name	agree_terms.bpmn	DELETE
BPMN id	Agree_terms_process	
Service Task #1	Send Agree toTerms	
BPMN file name	send_login.bpmn	DELETE
BPMN id	Login_process	
Service Task #1	send Login	

รูปที่ 5-15 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

2. ไฟล์เส้นทางการทดสอบ : path.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-16

Path

Browse

UPLOAD

All branch coverage path file

All branch coverage path file name	path.xml	DELETE
---	----------	---

Path No	List of element name
1	StartEvent_1,SequenceFlow_11ccs1l,Task_0yoiu9d,SequenceFlow_14p6ydx,Task_1cj9avf,StartEvent_1,SequenceFlow_0ny16b0,Task_006mlpn,S
2	StartEvent_1,SequenceFlow_11ccs1l,Task_0yoiu9d,SequenceFlow_14p6ydx,Task_1cj9avf,StartEvent_1,SequenceFlow_0ny16b0,Task_006mlpn,S

รูปที่ 5-16 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ

3. ไฟล์กรณีทดสอบ : TC_01_02.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-17

Test case

Browse

UPLOAD

Existing test case file

Existing test case file name	TC_01_02.xml	DELETE
-------------------------------------	--------------	---

รูปที่ 5-17 เลือกไฟล์กรณีทดสอบ

เมื่อผู้ทดสอบเลือกไฟล์ข้างต้นเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม “Next” เพื่อให้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป แสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5-18 ซึ่งจะเห็นว่ากรณีทดสอบที่นำเข้าได้ทดสอบครบทุกเส้นทางการทดสอบแล้ว ดังนั้นเครื่องมือจึงไม่แสดงปุ่ม “Generate” แต่จะแสดงปุ่ม “Report” เพื่อไปยังหน้าจอแสดงผลรายงานผลการทดสอบ

2. Analysis		
All branch coverage path file		
Path id	Test case	Task name
1	TC_01	StartEvent_1,SequenceFlow_11ccs1,Task_0yoiu9d,SequenceFlow_14p6ydx,Task_1cj9avf,StartEvent_1,SequenceFlow_0ny16b0,Task_006m
2	TC_02	StartEvent_1,SequenceFlow_11ccs1,Task_0yoiu9d,SequenceFlow_14p6ydx,Task_1cj9avf,StartEvent_1,SequenceFlow_0ny16b0,Task_006m

Previous Report

รูปที่ 5-18 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล

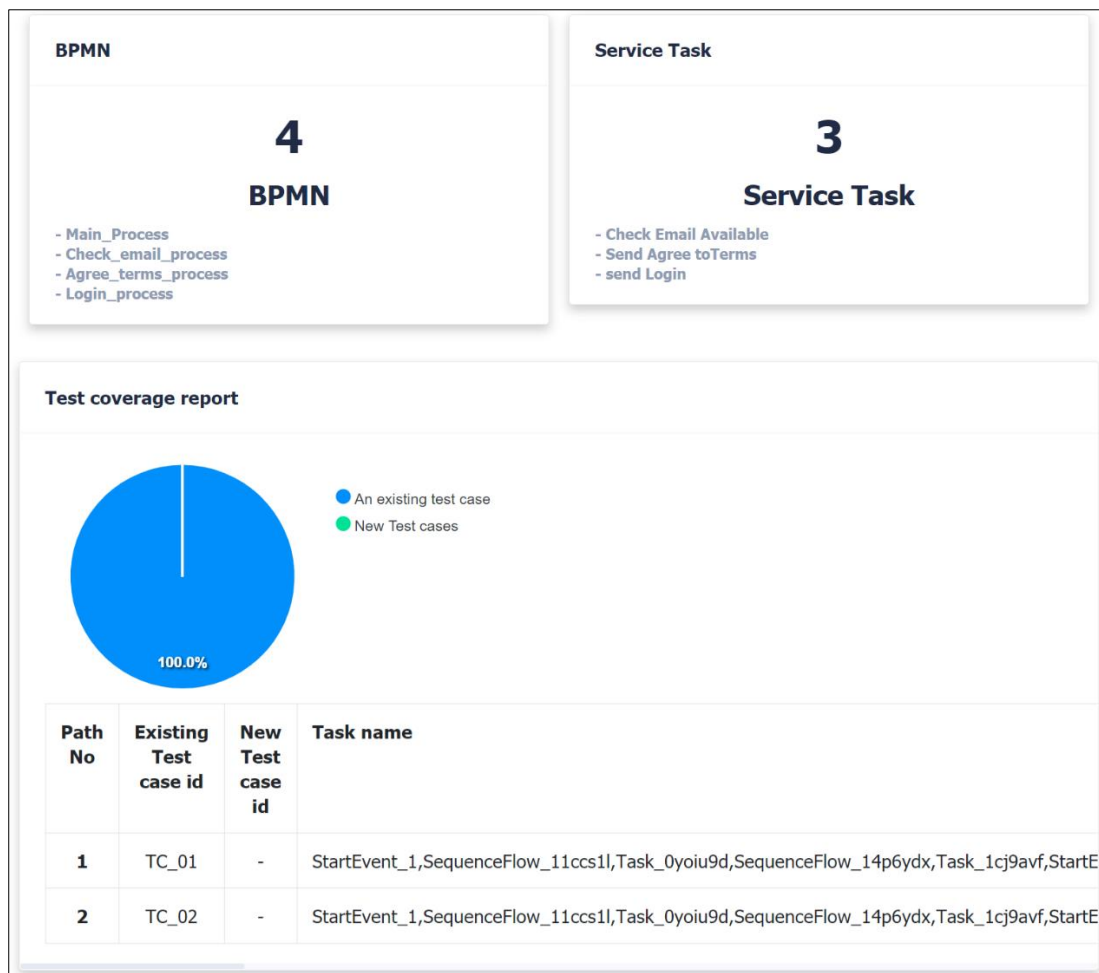
กรณีและผู้ทดสอบต้องการดูรายละเอียดของกรณีทดสอบ สามารถกดปุ่มที่หมายเลขกรณีทดสอบได้ จะแสดงผลดังรูปที่ 5-19

Test Case			
TestCase ID	TC_01		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Register Information	Email Name Password	Worranut.du@gmail.com Worranut Duangkaew sdlw@alsdd125
3	Check Email	-	-
4	Check Email Available	-	-
5	Already have email address?	-	-
6	Agree to Terms	-	-
7	Read Terms	-	-
8	Send Agree to Terms	-	-
9	Login	-	-
10	send Login	-	-
11	End	-	-
Expected Output	Valid		

CLOSE POPUP

รูปที่ 5-19 รายละเอียดของกรณีทดสอบ

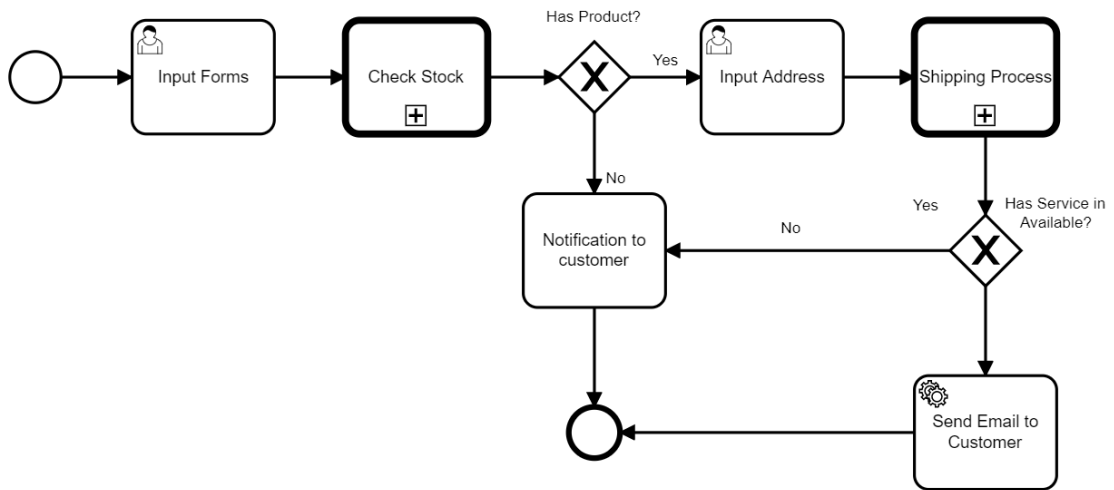
เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Report” จะแสดงหน้าจอรายงานผลการทดสอบ โดยสรุปความครอบคลุมของการทดสอบ แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกรณีทดสอบเดิมและกรณีทดสอบใหม่ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-20



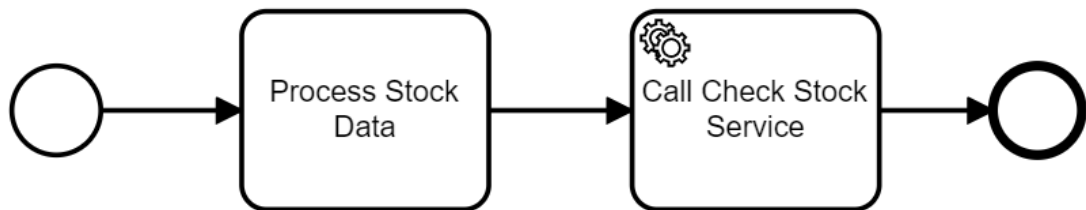
รูปที่ 5-20 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

5.3.2 กรณีศึกษาที่ 3 บีพีเอ็มเอ็นการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า

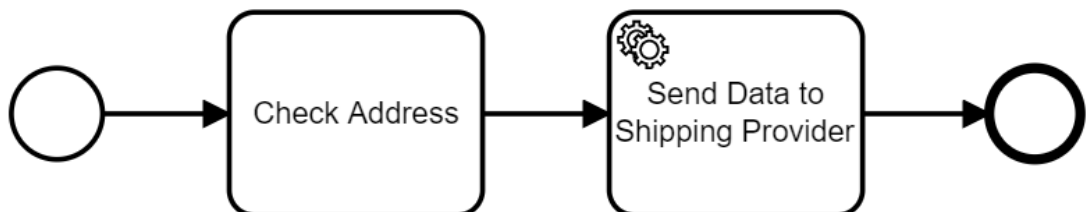
บีพีเอ็มเอ็นการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า เป็นบีพีเอ็มเอ็นที่แสดงขั้นตอนของการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า โดยบีพีเอ็มเอ็นหลักแสดงดังรูปที่ 5-21 และมีบีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอ็คทีวิตี ได้แก่ บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบคลังสินค้าแสดงดังรูปที่ 5-22 และบีพีเอ็มเอ็นการส่งข้อมูลไปยังผู้ให้บริการจัดส่งสินค้าแสดงดังรูปที่ 5-23



รูปที่ 5-21 บีพีเอ็มเอ็นการจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า



รูปที่ 5-22 บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบคลังสินค้า



รูปที่ 5-23 บีพีเอ็มเอ็นการส่งข้อมูลไปยังผู้ให้บริการจัดส่งสินค้า

การทำงานของบีพีเอ็มเอ็นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานระบุซื้อสินค้าและจำนวนของสินค้าที่ต้องการจัดส่ง
2. ระบบดำเนินการตรวจสอบว่ามีสินค้านี้อยู่ในคลังสินค้าหรือไม่ และส่งผลลัพธ์ออกมา
 - 2.1 กรณีที่มีสินค้า ให้ผู้ใช้งานระบุที่อยู่ในการจัดส่งสินค้า
 - 2.2 กรณีที่ไม่มีสินค้า ระบบจะดำเนินการแจ้งไปยังลูกค้า
3. เมื่อผู้ใช้งานระบุที่อยู่ในการจัดส่งสินค้าเรียบร้อยแล้ว จะเป็นขั้นตอนการส่งข้อมูลไปยังผู้ให้บริการจัดส่งสินค้า
4. ระบบตรวจสอบที่อยู่ก่อนและส่งข้อมูลที่อยู่ไปยังผู้ให้บริการจัดส่งสินค้า


5. ทางผู้ให้บริการจัดส่งสินค้าจะส่งข้อมูลกลับมาว่าสามารถให้บริการได้หรือไม่

5.1 กรณีที่ผู้ให้บริการจัดส่งสินค้าสามารถให้บริการได้ ระบบจะส่งรายละเอียดการจัดส่งทางอีเมลไปยังลูกค้า

5.2 กรณีที่ผู้ให้บริการจัดส่งสินค้าไม่สามารถให้บริการได้ ระบบจะดำเนินการแจ้งไปยังลูกค้า

การทดสอบกรณีศึกษาที่ 3 เริ่มด้วยขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนนำเข้าสู่ข้อมูลตั้งต้น ผู้ทดสอบกดปุ่ม Browse เครื่องมือจะให้ผู้ทดสอบเลือกข้อมูลตั้งต้น 2 ชนิด โดยผู้ทดสอบเลือกดังนี้

1. ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น : main.bpmn , check_stock.bpmn , shipping.bpmn แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-24



BPMN files	
BPMN file name	main.bpmn DELETE
BPMN id	Main_Process
called element BPMN id #1	Check_Stock_Process
called element BPMN id #2	Shipping_Process
Service Task #1	Send Email to Customer
BPMN file name	check_stock.bpmn DELETE
BPMN id	Check_Stock_Process
Service Task #1	Call Check Stock Service
BPMN file name	shipping.bpmn DELETE
BPMN id	Shipping_Process
Service Task #1	Send Data to Shipping Provider

รูปที่ 5-24 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

2. ไฟล์เส้นทางการทดสอบ : path.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-25

Path

Browse

UPLOAD

All branch coverage path file

All branch coverage path file name	path.xml	DELETE
------------------------------------	----------	--------

Path No	List of element name
1	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejppj4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lulvp0,
2	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejppj4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lulvp0,
3	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejppj4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lulvp0,

รูปที่ 5-25 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ

เมื่อผู้ทดสอบเลือกไฟล์ข้างต้นเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม “Next” เพื่อให้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป แสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5-26 ซึ่งจะเห็นว่าไม่มีกรณีทดสอบที่นำเข้ามาเลย ดังนั้นเครื่องมือจึงไม่พบเส้นทางการทดสอบที่ถูกทดสอบ

2. Analysis

All branch coverage path file

Path id	Test case	Task name
1	none	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejppj4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lulvp0,
2	none	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejppj4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lulvp0,
3	none	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejppj4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lulvp0,

Previous Generate

รูปที่ 5-26 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล

จากนั้นผู้ทดสอบกดปุ่ม “Generate” เพื่อให้เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-27

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่มที่หมายเลขกรณีทดสอบ เครื่องมือจะแสดงรายละเอียดของกรณีทดสอบนั้น แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-28

3. Generate Test case

All branch coverage path

Path No	Test case	Path
1	TC_01	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejpi4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lu
2	TC_02	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejpi4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lu
3	TC_03	StartEvent_1,SequenceFlow_0vquwmq,Task_1lan9e6,SequenceFlow_0nu3gt0,Task_0tejpi4,StartEvent_1,SequenceFlow_0w4yq4u,Task_0lu

Export Test case to Excel

Previous
Next

รูปที่ 5-27 รายละเอียดของการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

Test Case			
TestCase ID	TC_01		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Input Forms	Product Name Quantity	Hemingway Mablood 2
3	Check Stock	-	-
4	Process Stock Data	-	-
5	Call Check Stock Service	-	-
6	Has Product?	-	-
7	Input Address	Address	Gracie-May Henry
8	Shipping Process	-	-
9	Check Address	-	-
10	Send Data to Shipping Provider	-	-
11	Send Email to Customer	-	-
12	End	-	-
Expected Output	Valid		

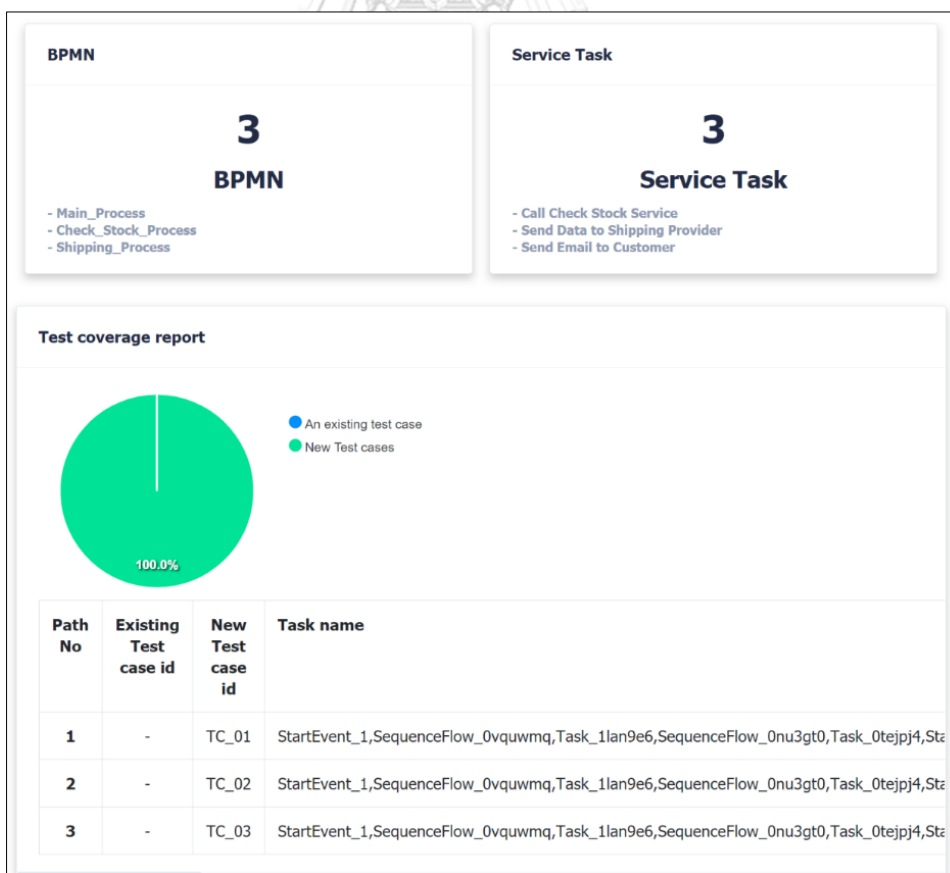
CLOSE POPUP

รูปที่ 5-28 รายละเอียดของกรณีทดสอบ

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Export Test Case to Excel” เครื่องมือจะส่งออกไฟล์กรณีทดสอบทั้งหมดในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-29

	A	B	C	D
1				
2	TestCase ID	TC_01		
3	Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
4	1	Start	-	-
5			Product Name	Hemingway Mablood
6	2	Input Forms	Quantity	2
7	3	Check Stock	-	-
8	4	Process Stock Data	-	-
9	5	Call Check Stock Service	-	-
10	6	Has Product?	-	-
11	7	Input Address	Address	Gracie-May Henry
12	8	Shipping Process	-	-
13	9	Check Address	-	-
14	10	Send Data to Shipping Provider	-	-
15	11	Send Email to Customer	-	-
16	12	End	-	-
17	Expected Output	Valid		

รูปที่ 5-29 ไฟล์กรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล

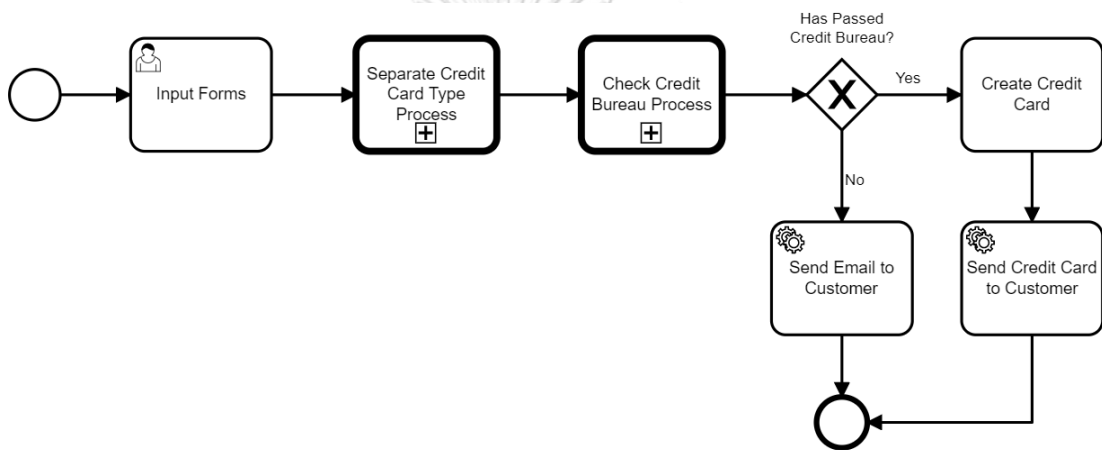


รูปที่ 5-30 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

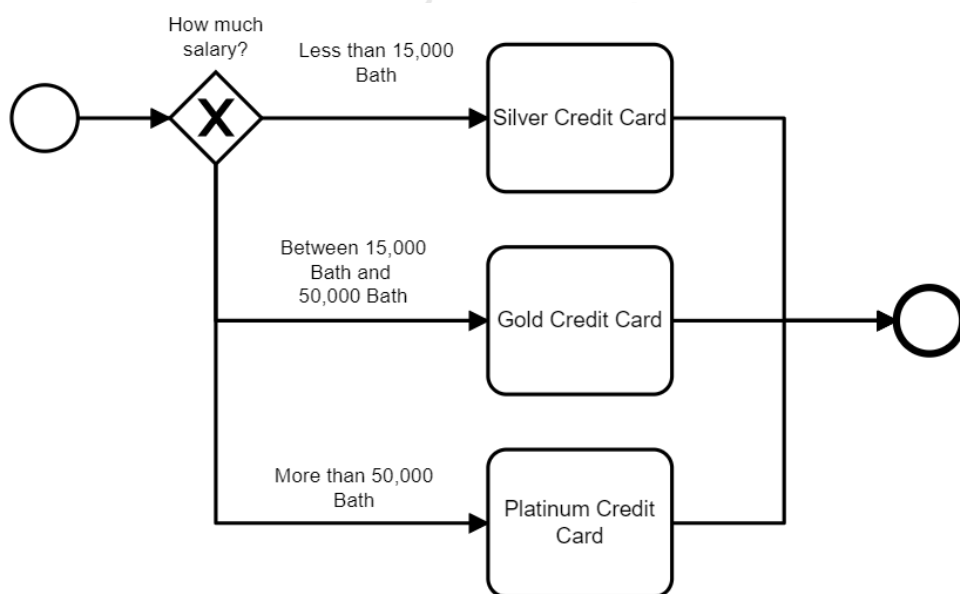
เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Next” จะแสดงหน้าจอรายงานผลการทดสอบ โดยสรุปความครอบคลุมของการทดสอบ แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกรณีทดสอบเดิมและกรณีทดสอบใหม่ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-30

5.3.3 กรณีศึกษาที่ 4 ปีพีเอ็มเอ็มเอ็นการสมัครบัตรเครดิต

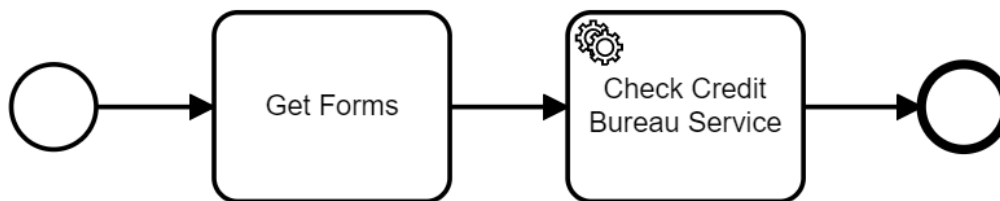
ปีพีเอ็มเอ็มเอ็นการสมัครบัตรเครดิต เป็นปีพีเอ็มเอ็มเอ็นที่แสดงขั้นตอนของการสมัครบัตรเครดิต โดยปีพีเอ็มเอ็มเอ็นหลักแสดงดังรูปที่ 5-31 และมีปีพีเอ็มเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอนด์วีดี ได้แก่ ปีพีเอ็มเอ็มเอ็นการแยกประเภทบัตรเครดิตแสดงดังรูปที่ 5-32 และปีพีเอ็มเอ็มเอ็นการตรวจสอบข้อมูลเครดิตบูโรแสดงดังรูปที่ 5-33



รูปที่ 5-31 ปีพีเอ็มเอ็มเอ็นการสมัครบัตรเครดิต



รูปที่ 5-32 ปีพีเอ็มเอ็มเอ็นการแยกประเภทบัตรเครดิต



รูปที่ 5-33 บีพีเอ็มเอ็นการตรวจสอบข้อมูลเครดิตบูโร

การทำงานของบีพีเอ็มเอ็นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานระบุข้อมูล ชื่อ ที่อยู่ เงินเดือนของตนเอง
2. เข้าสู่ขั้นตอนการแยกประเภทบัตรเครดิต โดยตรวจสอบจากจำนวนเงินเดือนดังนี้
 - 2.1 กรณีที่เงินเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท จะเป็นบัตรเครดิตประเภทซิลเวอร์ (Silver)
 - 2.2 กรณีที่เงินเดือนอยู่ระหว่าง 15,000 บาท และ 50,000 บาท จะเป็นบัตรเครดิตประเภทโกลด์ (Gold)
 - 2.3 กรณีที่เงินเดือนมากกว่า 50,000 บาท จะเป็นบัตรเครดิตประเภทแพลทินัม (Platinum)
3. เข้าสู่ขั้นตอนของการตรวจสอบเครดิตบูโร โดยนำข้อมูลของลูกค้าส่งไปตรวจสอบยังบริการของเครดิตบูโร
4. เช็ผลการตรวจสอบเครดิตบูโรว่าผ่านหรือไม่
 - 4.1 กรณีที่ผ่านจะไปเพิ่มบัตรเครดิต และส่งบัตรเครดิตไปให้ลูกค้า
 - 4.2 กรณีที่ไม่ผ่านจะส่งอีเมลแจ้งไปยังลูกค้า

การทดสอบกรณีศึกษาที่ 4 เริ่มด้วยขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนนำเข้าสู่ข้อมูลตั้งต้น ผู้ทดสอบกดปุ่ม Browse เครื่องมือจะให้ผู้ทดสอบเลือกข้อมูลตั้งต้นทั้ง 3 ชนิดที่ต้องการ โดยผู้ทดสอบเลือกดังนี้

1. ไฟล์บีพีเอ็มเอ็น : main.bpmn , separate_credit_card_type.bpmn , check_credit_bureau.bpmn แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-34

BPMN files	
BPMN file name	main.bpmn DELETE
BPMN id	Main_Process
called element BPMN id #1	Separate_Credit_Card_Type_Process
called element BPMN id #2	Check_Credit_Bureau_Process
Service Task #1	Send Email to Customer
Service Task #2	Send Credit Card to Customer
BPMN file name	separate_credit_card_type.bpmn DELETE
BPMN id	Separate_Credit_Card_Type_Process
BPMN file name	check_credit_bureau.bpmn DELETE
BPMN id	Check_Credit_Bureau_Process
Service Task #1	Check Credit Bureau Service

รูปที่ 5-34 เลือกไฟล์บีพีเอ็มเอ็น

2. ไฟล์เส้นทางการทดสอบ : path.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-35

All branch coverage path file	
All branch coverage path file name	path.xml DELETE
Path No	List of element name
1	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveGatew
2	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveGatew
3	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveGatew
4	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveGatew
5	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveGatew
6	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveGatew

รูปที่ 5-35 เลือกไฟล์เส้นทางการทดสอบ

3. ไฟล์กรณีทดสอบ : TC_01_02.xml แสดงการเลือกไฟล์ดังรูปที่ 5-36

Existing test case file	
Existing test case file name	TC_01_02.xml DELETE

รูปที่ 5-36 เลือกไฟล์กรณีทดสอบ

เมื่อผู้ทดสอบเลือกไฟล์ข้างต้นเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม “Next” เพื่อให้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป แสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5-37 ซึ่งจะเห็นว่ากรณีทดสอบที่นำเข้ายังไม่ได้ทดสอบครบทุกเส้นทางการทดสอบ

2. Analysis		
All branch coverage path file		
Path id	Test case	Task name
1	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,Exclusive
2	TC_01 TC_02	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,Exclusive
3	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,Exclusive
4	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,Exclusive
5	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,Exclusive
6	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,Exclusive

Previous Generate

รูปที่ 5-37 รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล

กรณีและผู้ทดสอบต้องการดูรายละเอียดของกรณีทดสอบ สามารถกดปุ่มที่หมายเลขกรณีทดสอบได้ จะแสดงผลดังรูปที่ 5-38

จากนั้นผู้ทดสอบกดปุ่ม “Generate” เพื่อให้เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-39 จะเห็นว่า Path No 6 แสดงผลเป็น none ซึ่งไม่มีกรณีทดสอบถูกสร้างขึ้นมา เนื่องจากว่าเป็นเส้นทางการทดสอบที่ผิด ทำให้เครื่องมือไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบใหม่ได้

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่มที่หมายเลขกรณีทดสอบ เครื่องมือจะแสดงรายละเอียดของกรณีทดสอบนั้น แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-40

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Export Test Case to Excel” เครื่องมือจะส่งออกไฟล์กรณีทดสอบทั้งหมดในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-41

Test Case			
TestCase ID	TC_01		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Input Forms	Name Address Salary	Worranut Duangkaew 15 Vipha Road, Bangkok 35000
3	Separate Credit Card Type Process	-	-
4	How much salary?	-	-
5	Gold Credit Card	-	-
6	Check Credit Bureau Process	-	-
7	Get Forms	-	-
8	Check Credit Bureau Service	-	-
9	Has Passed Credit Bureau?	-	-
10	Create Credit Card	-	-
11	Send Credit Card to Customer	-	-
12	End	-	-
Expected Output	Valid		

รูปที่ 5-38 รายละเอียดของกรณีทดสอบ

3. Generate Test case		
All branch coverage path		
Path No	Test case	Path
1	TC_03	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveC
2	TC_01 TC_02	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveC
3	TC_04	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveC
4	TC_05	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveC
5	TC_06	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveC
6	none	StartEvent_1,SequenceFlow_1c40lry,Task_0sun5aq,SequenceFlow_0dnmb4g,Task_1y7v4p5,StartEvent_1,SequenceFlow_1idnd96,ExclusiveC
<div style="text-align: center;"> Export Test case to Excel </div> <div style="text-align: center;"> Previous Next </div>		

รูปที่ 5-39 รายละเอียดของการสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

Test Case			
TestCase ID	TC_03		
Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
1	Start	-	-
2	Input Forms	Name Address Salary	Zachary James Vladimir Gordon 14999
3	Separate Credit Card Type Process	-	-
4	How much salary?	-	-
5	Silver Credit Card	-	-
6	Check Credit Bureau Process	-	-
7	Get Forms	-	-
8	Check Credit Bureau Service	-	-
9	Has Passed Credit Bureau?	-	-
10	Create Credit Card	-	-
11	Send Credit Card to Customer	-	-
12	End	-	-
Expected Output	Valid		

รูปที่ 5-40 รายละเอียดของกรณีทดสอบ

	A	B	C	D
15	TestCase ID	TC_03		
16	Steps	Task name	Test Input	Test Input Value
17	1	Start	-	-
18			Name	Zachary James
19			Address	Vladimir Gordon
20	2	Input Forms	Salary	14999
21	3	Separate Credit Card Type Process	-	-
22	4	How much salary?	-	-
23	5	Silver Credit Card	-	-
24	6	Check Credit Bureau Process	-	-
25	7	Get Forms	-	-
26	8	Check Credit Bureau Service	-	-
27	9	Has Passed Credit Bureau?	-	-
28	10	Create Credit Card	-	-
29	11	Send Credit Card to Customer	-	-
30	12	End	-	-
31	Expected Output	Valid		

รูปที่ 5-41 ไฟล์กรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซล

เมื่อผู้ทดสอบกดปุ่ม “Next” จะแสดงหน้าจอรายงานผลการทดสอบ โดยสรุปความครอบคลุมของการทดสอบ แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกรณีทดสอบเดิมและกรณีทดสอบใหม่ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 5-42



รูปที่ 5-42 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

5.4 ผลการทดสอบเครื่องมือ

จากการทดสอบเครื่องมือด้วยกรณีศึกษาทั้ง 4 กรณีศึกษา ผู้ทดสอบใช้เครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น โดยผลการทดสอบสรุปได้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ผลการทดสอบเครื่องมือ

กรณีศึกษา	จำนวนข้อมูลตั้งต้นที่นำเข้า			จำนวนคอลล์แอ็คทีวิตี	จำนวนเซอร์วิสทาสก์	จำนวนกรณีทดสอบที่สร้างใหม่	จำนวนเส้นทางที่ไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบได้
	บีพีเอ็มเอ็น	เส้นทางการทดสอบ	กรณีทดสอบ				
การจัดอันดับสูงต่ำของคะแนน	1	5	1	0	0	4	0
การสมัครสมาชิกเว็บไซต์	4	2	2	3	3	0	0
การจัดส่งสินค้าของร้านขายเสื้อผ้า	3	3	0	2	3	3	0
การสมัครบัตรเครดิต	3	6	2*	2	3	4	1

*หมายเหตุ เป็นกรณีทดสอบที่ทดสอบเส้นทางเดียวกัน

5.5 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบการสร้างกรณีทดสอบของเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็นทั้ง 4 กรณีศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กรณีศึกษาที่ 1 ผู้ทดสอบนำเข้าข้อมูลตั้งต้นครบทั้ง 3 ชนิด โดยที่บีพีเอ็มเอ็นไม่มีการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์ พบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ถูกต้องและรายงานผลการทดสอบได้ถูกต้อง
2. กรณีศึกษาที่ 2 ผู้ทดสอบนำเข้าข้อมูลตั้งต้นครบทั้ง 3 ชนิด โดยที่บีพีเอ็มเอ็นมีการเรียกใช้เซอร์วิสทาสก์ 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี 3 คอลล์แอ็คทีวิตี และมีกรณีทดสอบครอบคลุมเส้นทางการทดสอบทั้งหมด เครื่องมือไม่สร้างกรณีทดสอบเพิ่ม และรายงานผลการทดสอบได้ถูกต้อง
3. กรณีศึกษาที่ 3 ไม่มีการนำเข้ากรณีทดสอบเดิม โดยที่บีพีเอ็มเอ็นมีการเรียกใช้เซอร์วิสทาสก์ 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี 2 คอลล์แอ็คทีวิตี พบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ถูกต้องและครอบคลุมทุกเส้นทางการทดสอบ

4. กรณีศึกษาที่ 4 ผู้ทดสอบนำเข้าข้อมูลตั้งต้นครบทั้ง 3 ชนิด โดยที่ปีพีเอ็มเอ็นมีการเรียกใช้ เซอร์วิสทาสก์ 3 เซอร์วิสทาสก์ และเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตี 2 คอลล์แอ็คทีวิตี แต่ไฟล์เส้นทางการทดสอบมีการระบุเส้นทางผิดเครื่องมือไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบให้ครบทุกเส้นทางการทดสอบได้ และรายงานผลว่ามีเส้นทางใดที่ไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบได้



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา วิจัย ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับปีพีเอ็มเอ็น สามารถสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของเครื่องมือ และแนวทางในการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับปีพีเอ็มเอ็น เริ่มจากผู้ทดสอบนำเข้าไฟล์ปีพีเอ็มเอ็น ไฟล์ปีพีเอ็มเอ็นที่เกี่ยวข้องกับคอลล์แอ็คทีวิตี ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีสอบ จากนั้นเครื่องมือจะวิเคราะห์ข้อมูลว่ามีเส้นทางการทดสอบใด ที่ยังไม่ถูกทดสอบ และแสดงผลออกมา เครื่องมือจะสร้างกรณีสอบโดยใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อจำกัดของตัวแปร และเส้นทางการทดสอบ โดยสร้างกรณีสอบให้ครอบคลุมทุกเส้นทางการทดสอบ และเครื่องมือสามารถส่งออกข้อมูลของกรณีสอบในรูปแบบไฟล์เอกซ์เซลได้ จากการทดสอบเครื่องมือกับการทำงานใน 4 กรณีศึกษา พบว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีสอบให้ครอบคลุมทุกเส้นทางการทดสอบได้ แต่ทั้งนี้ต้องนำเข้าเส้นทางการทดสอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งยังสามารถส่งออกกรณีสอบเพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถนำกรณีสอบไปใช้ต่อได้ โดยเครื่องมือสามารถสร้างกรณีสอบได้ถูกต้องตามที่ได้นำเสนอไว้

6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย

เครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับปีพีเอ็มเอ็น มีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

1. วิทยานิพนธ์นี้ได้ทดสอบปีพีเอ็มเอ็นที่เครื่องประมวลผลแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นคามุนดาเท่านั้น
2. ไฟล์กรณีสอบและไฟล์เส้นทางการทดสอบต้องอยู่ในรูปแบบไฟล์เอกซ์เอ็มแอล
3. ปีพีเอ็มเอ็นย่อยไม่สามารถเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีได้

6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็นสามารถนำไปต่อยอดพัฒนาให้รองรับฟังก์ชันเพิ่มเติมและแก้ไขข้อจำกัดได้ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาเครื่องมือสำหรับการเฝ้าสังเกตการเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีและเซอร์วิสทาสก์สำหรับบีพีเอ็มเอ็น ที่สามารถสร้างเส้นทางการทดสอบได้อัตโนมัติ
2. พัฒนาเครื่องมือให้บีพีเอ็มเอ็นย่อยสามารถเรียกใช้คอลล์แอ็คทีวิตีได้
3. พัฒนาเครื่องมือให้สามารถตรวจสอบเส้นทางการทดสอบที่ผิดได้ตั้งแต่ขั้นตอนที่นำเข้าสู่เส้นทางการทดสอบ



บรรณานุกรม

1. *Business Process Model and Notation*. [cited 2020 3 Nov]; Available from: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>.
2. *Camunda BPMN Engine*. [cited 2019 10 Jan]; Available from: <https://camunda.com/products/bpmn-engine>.
3. *Camunda BPM*. [cited 2020 3 Nov]; Available from: <https://camunda.com/products/camunda-bpm>.
4. Prat Yotyawilai and Taratip Suwannasart, *Design of a Tool for Generating Test Cases from BPMN*, in *International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE)*. 2014.
5. Nuttaphong Uaphoemkiat and Taratip Suwannasart, *An Approach for Monitoring Partner Link Invocations under WS-BPEL*, in *International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS)*. 2017.
6. *Branch Coverage*. [cited 2020 3 Nov]; Available from: <https://www.cs.odu.edu/~cs252/Book/branchcov.html>.
7. *ABOUT OMG*. [cited 2019 10 Jan]; Available from: <https://www.omg.org/about>.
8. Cao, K.S.a.Q., *Unified Modeling Language: A Complexity Analysis*. *Journal of Database Management (JDM)*, 2001: p. 9.
9. *External Tasks*. [cited 2020 8 Nov]; Available from: <https://docs.camunda.org/manual/7.8/reference/bpmn20/tasks/service-task/#external-tasks>.
10. *Camunda Modeler*. [cited 2019 30 Apr]; Available from: <https://camunda.com/products/modeler>.
11. *Execution Listener*. [cited 2019 10 Jan]; Available from: <https://docs.camunda.org/manual/7.8/user-guide/process-engine/delegation-code/#execution-listener>.
12. *Task Listener*. [cited 2019 10 Jan]; Available from: <https://docs.camunda.org/manual/7.8/user-guide/process-engine/delegation-code/#task-listener>.

13. Pezze, M. and M. Young, *Software testing and analysis : process, principles, and techniques*. 2008, New Jersey: Wiley: Hoboken.
14. Chaithep Nonchot and Taratip Suwannasart, *Test Case Generation from BPMN Diagram with BPEL Diagrams*, in *International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS)*. 2016.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รายละเอียดยูสเคสของเครื่องมือ

ในภาคผนวก ก จะแสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคสดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าข้อมูลตั้งต้น

หมายเลขยูสเคส	UC01
ชื่อยูสเคส	นำเข้าข้อมูลตั้งต้น
รายละเอียดของยูสเคส	เพื่อให้ผู้ทดสอบนำเข้าไฟล์บีบีเอ็มเอ็น ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ
ผู้กระทำ	ผู้ทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none">1. ผู้ทดสอบเลือกเมนู Import Files2. เครื่องมือแสดงหน้าจอให้เลือกประเภทของข้อมูลนำเข้า ได้แก่ไฟล์ บีบีเอ็มเอ็น ไฟล์เส้นทางการทดสอบ และไฟล์กรณีทดสอบ3. ผู้ทดสอบเลือกข้อมูลตั้งต้นที่ต้องการนำเข้า4. เครื่องมือนำเข้าและบันทึกข้อมูลตั้งต้น
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-2 รายละเอียดยูสเคสทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม

หมายเลขยูสเคส	UC02
ชื่อยูสเคส	ทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม
รายละเอียดของยูสเคส	เพื่อทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม และได้ข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบออกมาแล้วจัดเก็บลงฐานข้อมูล
ผู้กระทำ	ผู้ทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ทดสอบกดปุ่มเพื่อให้เครื่องมือทำการทดสอบบีพีเอ็มเอ็นด้วยกรณีทดสอบเดิม 2. เครื่องมือส่งไฟล์กรณีทดสอบไปยังเครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น 3. เครื่องมือส่งให้เครื่องประมวลผลแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นทำงาน 4. เครื่องมือได้รับข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบ 5. เครื่องมือจัดเก็บข้อมูลเส้นทางการทดสอบที่ถูกดำเนินการภายใต้กรณีทดสอบลงฐานข้อมูล
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดยูสเคสสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม

หมายเลขยูสเคส	UC03
ชื่อยูสเคส	สร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม
รายละเอียดของยูสเคส	เพื่อสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม
ผู้กระทำ	ผู้ทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ทดสอบกดปุ่มเพื่อให้เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม 2. เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3. เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบเพิ่มเติม
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ ก-4 รายละเอียดของยูสเคสรายงานกรณีทดสอบ

หมายเลขยูสเคส	UC04
ชื่อยูสเคส	รายงานกรณีทดสอบ
รายละเอียดของยูสเคส	เพื่อแสดงรายงานกรณีทดสอบ
ผู้กระทำ	ผู้ทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ทดสอบกดปุ่มเพื่อให้เครื่องมือแสดงรายงานกรณีทดสอบ 2. เครื่องมือแสดงผลการทดสอบ แสดงข้อมูลนำเข้า ข้อมูลส่งออก และข้อมูลความครอบคลุมของการทดสอบบีพีเอ็มเอ็น
เงื่อนไขภายหลัง	-



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวรรณัฐ ดวงแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	13 กุมภาพันธ์ 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรม สารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	51/15 เซ็นจูรีพาร์คคอนโด ถนนวิภาวดี 22 แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ผลงานตีพิมพ์	Worranut Duangkaew and Taratip Suwannasart. 2020. Monitoring Call activity and Service Task Invocations for BPMN. In Proceeding of 2020 The 2020 Asia Service Sciences and Software Engineering Conference (ASSE 2020), May 13-15, 2020, Japan, 151-155