

การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพพีเพล



นายไชยเทพ นนท์โชติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)

are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case Generation from a BPMN Diagram with BPEL Diagrams

Mr. Chaithep Nonchot



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

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

ไชยเทพ นนท์โชติ : การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล (Test Case Generation from a BPMN Diagram with BPEL Diagrams) อ.ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์, 115 หน้า.

แผนภาพจำลองกระบวนการทางธุรกิจหรือแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเป็นแผนภาพที่ใช้อธิบายการทำงานของซอฟต์แวร์ซึ่งแผนภาพดังกล่าวสามารถสร้างได้ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ ทำให้สามารถสร้างกรณีทดสอบควบคู่ไปกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ แต่การพัฒนาซอฟต์แวร์ในปัจจุบันได้นำเซอร์วิสสำเร็จรูปมาใช้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อลดระยะเวลาในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งงานวิจัยการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นในปัจจุบันยังไม่ได้มุ่งเน้นหรือสนใจการนำเซอร์วิสสำเร็จรูปเข้ามาใช้ควบคู่กับแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นในการออกแบบพฤติกรรมการทำงานของซอฟต์แวร์

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดและเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น โดยเครื่องมือจะสกัดข้อมูลที่อยู่ในอีลีเมนต์ของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น จากนั้นจึงนำอีลีเมนต์ที่สกัดได้ทั้งหมดจากแผนภาพมาวิเคราะห์หาเซอร์วิสที่นำมาใช้ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น จากนั้นเครื่องมือจะให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเพลซึ่งเป็นเอกสารที่ใช้ในการอธิบายการทำงานของเซอร์วิสเพื่อสกัดข้อมูลที่อยู่ภายในอีลีเมนต์ของแผนภาพบีเพล ต่อมาเครื่องมือจึงนำอีลีเมนต์ที่ได้จากสองแผนภาพมาสร้างเส้นทางทดสอบและให้ผู้ใช้งานนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดีเพื่อกำหนดขอบเขตของข้อมูลทดสอบ สุดท้ายจะได้กรณีทดสอบที่ผู้ใช้งานนำไปใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2559

5670173321 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: TEST CASE GENERATION / BPMN DIAGRAM / BPEL DIAGRAM / SOFTWARE TESTING

CHAITHEP NONCHOT: Test Case Generation from a BPMN Diagram with BPEL Diagrams. ADVISOR: ASSOC. PROF. TARATIP SUWANNASART, Ph.D., 115 pp.

Business Process Model and Notation diagram or BPMN diagram is a diagram that explains functional behaviors of a software. This diagram is usually created in early phase of software development life cycle. Thus, test case generation can be made parallel to software development. To date, services from third parties are used in software development in order to shorten the duration of software development. Unfortunately, researches for test case generation haven't focused on BPMN diagram with instant services from the third parties in software development.

This research presents a concept and implementation of a tool for generating a test cases from a BPMN diagram with BPEL diagrams. The tool extracts elements stored in a BPMN diagram. Next, the tool analyses services used in the BPMN diagram from a list of BPMN's elements. Then, the tool allows a user to import BPEL diagrams that explain functional behaviors of services used in the BPMN diagram and extract elements are stored in the BPEL diagram. After that, the tool uses elements from those diagrams to create a control flow graph, test paths and allow users to import a XSD schema which defines boundary values of inputs in this research. Finally, the tool generates test cases which are ready for testing later.

Department: Computer Engineering Student's Signature

Field of Study: Software Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่สละเวลา ให้ความกรุณาในการแนะนำและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ กรรมการสอบที่สละเวลาและให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ บิดา มารดา สำหรับกำลังใจ และแรงผลักดันที่ทำให้การทำวิจัยสามารถดำเนิน และลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มอบความรู้ในการทำวิจัย และบุคลากรทุกท่านในภาควิชา ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในระหว่างที่ผู้วิจัยศึกษาอยู่

สุดท้ายขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด มุมมอง และความช่วยเหลือที่มีให้ ระหว่างที่ผู้ทำวิจัยกำลังศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3. ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	3
1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1.1. การทดสอบซอฟต์แวร์.....	5
2.1.2. กราฟระบุทิศทางและกราฟควบคุมทิศทางไหล (Directed Graph and Control flow graph).....	5
2.1.3. แผนภาพกระบวนการทางธุรกิจ (BPMN).....	7
2.1.4. แผนภาพบีเพล (BPEL).....	9
2.1.5. เค้ร่างเอกซ์เอสดี	11
2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11

2.2.1. Contract-based test generation for data flow of business processes using constraint programming.....	11
2.2.2. Generating Test Cases from UML Activity Diagrams using the Condition Classification Tree Method.....	12
2.2.3. Test Cases Generation from UML Activity Diagrams.....	13
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ	14
3.1. ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ.....	14
3.1.1. สกัดข้อมูลจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น	15
3.1.2. ค้นหาเซอร์วิสจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น	17
3.1.4. การสร้างโฟลว์กราฟ	20
3.1.4.1. การสร้างโฟลว์กราฟจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น.....	20
3.1.4.2. การสร้างโฟลว์กราฟจากแผนภาพบีเพล	22
3.1.4.3 การแทรกโฟลว์กราฟบีเพลในโฟลว์กราฟของพีพีเอ็มเอ็น.....	23
3.1.5. การสร้างกรณีทดสอบ.....	25
3.1.5.1 การเพิ่มคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า.....	25
3.1.5.2 สร้างข้อมูลนำเข้า	26
3.2. การวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือ	29
3.2.1. แผนภาพยูสเคส	29
3.2.2. แผนภาพคลาส.....	38
3.2.3. แผนภาพกิจกรรม	47
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ	51
4.1. สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์.....	51
4.1.1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	51
4.1.2. ซอฟต์แวร์ (Software)	51

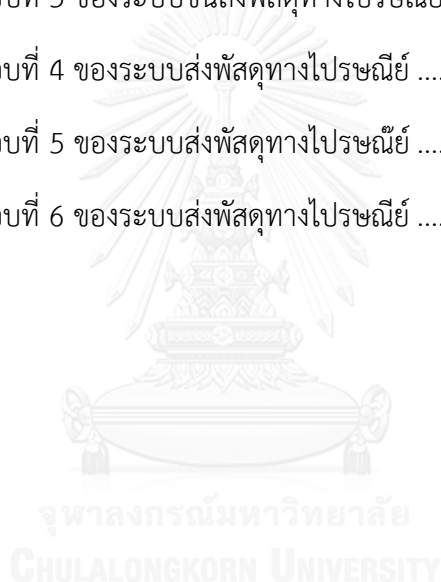
4.2. โครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือ.....	51
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือ.....	58
5.1. สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ	58
5.1.1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	58
5.1.2. ซอฟต์แวร์ (Software)	58
5.2. การทดสอบเครื่องมือ	58
5.3 ผลการทดสอบเครื่องมือ.....	68
บทที่ 6 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	73
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	73
6.2 ข้อจำกัดของเครื่องมือ	73
6.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	74
รายการอ้างอิง	75
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างกรณีศึกษาและกรณีทดสอบ	77
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	115

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3-1	โครงสร้างข้อมูลของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น	16
ตารางที่ 3-2	โครงสร้างข้อมูลของแผนภาพบีเพล	20
ตารางที่ 3-3	ตัวอย่างกรณีทดสอบ	28
ตารางที่ 3-4	รายละเอียดของยูสเคสสร้างโปรเจค	31
ตารางที่ 3-5	รายละเอียดยูสเคสนำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น	31
ตารางที่ 3-6	รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น	32
ตารางที่ 3-7	รายละเอียดยูสเคสนำเข้าแผนภาพบีเพล	32
ตารางที่ 3-8	รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพล	33
ตารางที่ 3-9	รายละเอียดยูสเคสสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล	33
ตารางที่ 3-10	รายละเอียดยูสเคสแทรกกราฟควบคุมทิศทางการไหล	34
ตารางที่ 3-11	รายละเอียดยูสเคสนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี	34
ตารางที่ 3-12	รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากเค้าร่างเอกซ์เอสดี	35
ตารางที่ 3-13	รายละเอียดของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ	35
ตารางที่ 3-14	รายละเอียดของยูสเคสส่งออกกรณีทดสอบ	37
ตารางที่ 5-1	รายละเอียดแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้	59
ตารางที่ 5-3	รายละเอียดแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	62
ตารางที่ 5-4	รายละเอียดแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส Pincode	63
ตารางที่ 5-5	รายละเอียดแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	65
ตารางที่ 5-6	รายละเอียดแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส normalShiptype	66
ตารางที่ 5-7	รายละเอียดแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype	67
ตารางที่ 5-8	ผลการทดสอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้	68
ตารางที่ 5-9	ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส CheckLoan	69

ตารางที่ 5-10 ผลการทดสอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	69
ตารางที่ 5-11 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส Pincode.....	70
ตารางที่ 5-12 ผลการทดสอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	70
ตารางที่ 5-13 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส normalShiptype	71
ตารางที่ 5-14 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype.....	71
ตารางที่ ก-1 รายละเอียดแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	79
ตารางที่ ก-2 รายละเอียดแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส CheckLoan.....	80
ตารางที่ ก-3 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	81
ตารางที่ ก-4 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	81
ตารางที่ ก-5 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	82
ตารางที่ ก-6 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	83
ตารางที่ ก-7 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	83
ตารางที่ ก-8 รายละเอียดของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	86
ตารางที่ ก-9 รายละเอียดแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส Pincode	87
ตารางที่ ก-10 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	89
ตารางที่ ก-11 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	91
ตารางที่ ก-12 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	92
ตารางที่ ก-13 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	93
ตารางที่ ก-14 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	95
ตารางที่ ก-15 กรณีทดสอบที่ 6 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	96
ตารางที่ ก-16 กรณีทดสอบที่ 7 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	98
ตารางที่ ก-17 กรณีทดสอบที่ 8 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	99
ตารางที่ ก-18 กรณีทดสอบที่ 9 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	100
ตารางที่ ก-19 กรณีทดสอบที่ 10 ของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	101

ตารางที่ ก-20	กรณีทดสอบที่ 11 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	102
ตารางที่ ก-21	กรณีทดสอบที่ 12 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	103
ตารางที่ ก-22	รายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	107
ตารางที่ ก-23	รายละเอียดแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส NormalShiptype	108
ตารางที่ ก-24	รายละเอียดแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส EMSShiptype.....	109
ตารางที่ ก-25	กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	110
ตารางที่ ก-26	กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	111
ตารางที่ ก-27	กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบขนส่งพัสดุทางไปรษณีย์.....	112
ตารางที่ ก-28	กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	112
ตารางที่ ก-29	กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	113
ตารางที่ ก-30	กรณีทดสอบที่ 6 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์	114



สารบัญรูป

รูปที่ 2-1 ตัวอย่างกราฟพระพุทธรูปทิศทาง.....	6
รูปที่ 2-2 ตัวอย่างกราฟควบคุมทิศทางการไหล.....	6
รูปที่ 2-3 สัญลักษณ์ของกลุ่มวัตถุกระแส.....	7
รูปที่ 2-4 สัญลักษณ์ของกลุ่มข้อมูล.....	8
รูปที่ 2-5 สัญลักษณ์ของกลุ่มวัตถุเชื่อมโยง.....	8
รูปที่ 2-6 สัญลักษณ์ของสวิมเลน.....	9
รูปที่ 2-7 สัญลักษณ์ของอาร์ทีแฟก.....	9
รูปที่ 2-8 องค์ประกอบบีเฟล.....	10
รูปที่ 2-9 การทำงานของ TCDGP.....	12
รูปที่ 2-10 การทำงานของ Condition Classification Tree Method.....	13
รูปที่ 3-1 แผนภาพแนวคิดโดยรวมของเครื่องมือ.....	14
รูปที่ 3-2 ตัวอย่างระบบ Loan Credit Limit ที่ออกแบบโดยแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น.....	15
รูปที่ 3-3 ตัวอย่างของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล.....	16
รูปที่ 3-4 ตัวอย่าง tag เซอร์วิสในเอกสารบีพีเอ็มเอ็น.....	17
รูปที่ 3-5 เซอร์วิสในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น.....	17
รูปที่ 3-6 ตัวอย่างแผนภาพบีเฟลอธิบายการทำงานของเซอร์วิส.....	18
รูปที่ 3-7 ตัวอย่างแผนภาพบีเฟลที่อยู่ในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล.....	19
รูปที่ 3-8 โพล์กราฟของระบบ Loan credit limit.....	21
รูปที่ 3-9 โพล์กราฟของเซอร์วิส “calculateLoanLimit”.....	23
รูปที่ 3-10 โพล์กราฟจากการแทรกโพล์กราฟบีเฟลเข้าไปในโพล์กราฟบีพีเอ็มเอ็น.....	24
รูปที่ 3-11 เคำร้งเอกซ์เอสดีของระบบ Loan credit Limit.....	26
รูปที่ 3-12 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ.....	30

รูปที่ 3-13 แผนภาพคลาสของเครื่องมือ.....	39
รูปที่ 3-14 แผนภาพคลาส bpmnNode.....	40
รูปที่ 3-15 แผนภาพคลาส bpmnSqFlow.....	40
รูปที่ 3-16 แผนภาพคลาส bpmnExtractElement.....	41
รูปที่ 3-17 แผนภาพคลาส bpmnEdge.....	41
รูปที่ 3-18 แผนภาพคลาส bpmnGraph.....	42
รูปที่ 3-19 แผนภาพคลาส bpmnPath.....	42
รูปที่ 3-20 แผนภาพคลาส bpmnGenGraph.....	43
รูปที่ 3-21 แผนภาพคลาส bpelNode.....	43
รูปที่ 3-22 แผนภาพคลาส bpelGraph.....	44
รูปที่ 3-23 แผนภาพคลาส bpelPath.....	44
รูปที่ 3-24 แผนภาพคลาส bpelExtractElement.....	45
รูปที่ 3-25 แผนภาพคลาส mergeGraph.....	45
รูปที่ 3-26 แผนภาพคลาส main.....	46
รูปที่ 3-27 แผนภาพคลาส InputData.....	46
รูปที่ 3-28 แผนภาพคลาส xsdReader.....	46
รูปที่ 3-29 แผนภาพคลาส genTestCase.....	47
รูปที่ 3-30 แผนภาพคลาส exportTestcase.....	47
รูปที่ 3-31 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ.....	48
รูปที่ 4-1 แผนภาพ Windows Navigation.....	52
รูปที่ 4-2 หน้าต่าง หน้าจอหลัก.....	52
รูปที่ 4-3 หน้าต่าง New Project.....	53
รูปที่ 4-4 หน้าต่าง Contact.....	54
รูปที่ 4-5 หน้าต่าง How to Use.....	54

รูปที่ 4-6	ผังหน้าจอ BPMN.....	55
รูปที่ 4-7	ผังหน้าจอ BPEL	56
รูปที่ 4-8	ผังหน้าจอรายละเอียดกรณีทดสอบ	57
รูปที่ 4-9	ข้อความตอบกลับผลลัพธ์การส่งออกกรณีทดสอบ	57
รูปที่ 5-1	แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้	59
รูปที่ 5-2	แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส checkLoan	60
รูปที่ 5-3	เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้	61
รูปที่ 5-4	แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	62
รูปที่ 5-5	แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส Pincode	63
รูปที่ 5-6	เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	64
รูปที่ 5-7	แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์.....	65
รูปที่ 5-8	แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส normalShiptype	66
รูปที่ 5-9	แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype	67
รูปที่ 5-10	เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์.....	68
รูปที่ ก-1	แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	77
รูปที่ ก-2	แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส CheckLoan.....	78
รูปที่ ก-3	กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้.....	78
รูปที่ ก-4	กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีเพลของเซอร์วิส CheckLoan	79
รูปที่ ก-5	เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้	81
รูปที่ ก-6	แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	84
รูปที่ ก-7	แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส Pincode	85
รูปที่ ก-8	กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม	85
รูปที่ ก-9	กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีเพลของเซอร์วิส Pincode.....	86
รูปที่ ก-10	เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม.....	89

รูปที่ ก-11 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุดทางไปรษณีย์	104
รูปที่ ก-12 แผนภาพบีเพลของเซอร์วิส NormalShiptype	105
รูปที่ ก-13 แผนภาพบีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype	106
รูปที่ ก-14 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุดทางไปรษณีย์.....	106
รูปที่ ก-15 ควบคุมทิศทางการไหลควบคุมแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส NormalShiptype.....	107
รูปที่ ก-16 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype.....	108
รูปที่ ก-17 เค้ร่ร่่งเอกซ์เอสดีของระบบส่งพัสดุดทางไปรษณีย์	110



บทที่ 1

บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผน (Planning) การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนาโปรแกรม (Development) การทดสอบ (Testing) การนำไปใช้งาน (Implementation) และการซ่อมบำรุง (Maintenance) การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างมากซึ่งมีค่าใช้จ่ายอย่างน้อยร้อยละ 50 ของต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยจัดทำขึ้นเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ซอฟต์แวร์ ค้นหาข้อผิดพลาดก่อนส่งมอบให้ลูกค้า และลดค่าใช้จ่ายของลูกค้าที่เกิดจากการแก้ไขซอฟต์แวร์หลังการส่งมอบ[1]

จากวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์ข้างต้นจะเห็นว่าขั้นตอนการทดสอบซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการก่อนจบวงจรของการพัฒนาซอฟต์แวร์ ส่งผลให้การทดสอบซอฟต์แวร์ไม่ครอบคลุมทุกกรณีทดสอบจากระยะเวลาที่ไม่เพียงพอ ทำให้ซอฟต์แวร์ที่ได้ไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้า มีข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไขและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ในปัจจุบันมีแผนภาพจำนวนมากซึ่งอยู่ในขั้นตอนเริ่มต้นของวงจรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งใช้แสดงถึงความต้องการและทำความเข้าใจกับลูกค้า หรือใช้อธิบายกระบวนการทางธุรกิจ โดยเป็นส่วนสำคัญต่อการทดสอบซอฟต์แวร์ทำให้สามารถสร้างกรณีทดสอบได้ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นของวงจรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์

การอธิบายลำดับการทำงานของเว็บเซอร์วิสโดยภาษาบีเพล (BPEL) ใช้รูปแบบตามหลักไวยากรณ์ของภาษาเอกซ์เอ็มแอลซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการธุรกิจเพราะช่วยลดระยะเวลาและลดภาระงานที่ต้องทำในการบวนการธุรกิจหลัก ถ้าเว็บเซอร์วิสไม่ได้รับการตรวจสอบที่ดีพออาจทำให้ซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการใช้เว็บเซอร์วิส จึงส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการแก้ไขหรือการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์เพิ่มขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีการใช้แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพที่ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้อธิบายการทำงานซอฟต์แวร์มาใช้สร้างกรณีทดสอบ[2, 3] และมีการวิจัยใช้แผนภาพกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Model and Notation) มาใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ โดยเพิ่มการใช้เอกสารอธิบายกระบวนการ (Business contract) เพื่อเพิ่มรายละเอียดในกรณีทดสอบ[4] ซึ่งเอกสารอธิบายกระบวนการเป็นภาษาที่ไม่มีมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมา

โดยเฉพาะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้แผนภาพบีพีเอ็มและใช้แผนภาพบีเพล ที่มีตรรกะทางธุรกิจ (Business logic) ของเซอร์วิส (Service Task) อยู่ภายใน ใช้เป็นข้อมูลนำเข้า และสเก็ทเอกซ์เอ็มแอล (Extension Markup Language: XML) จากทั้งสองแผนภาพ เพื่อสร้างกราฟ ควบคุมทิศทางการไหล (Control Flow Graph) และใช้เค้าร่างเอกซ์เอสดี (XSD Schema) เป็นตัวกำหนดคุณลักษณะประเภทของข้อมูลนำเข้า

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อออกแบบวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพลและ พัฒนาเครื่องมือจากวิธีการดังกล่าว

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

1. ระบุส่วนนำเข้าของข้อมูลมีดังต่อไปนี้
 - 1.1. แผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
 - 1.2. แผนภาพบีเพล
 - 1.3. เค้าร่างเอกซ์เอสดี
2. เครื่องมือนี้เป็นจาวาแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา
3. มาตรฐานของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นต้องเป็นเวอร์ชัน 2.0
4. มาตรฐานของแผนภาพบีเพลต้องเป็นเวอร์ชัน 2.0
5. เครื่องมือที่ใช้สร้างแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นต้องมาจาก magic draw
6. เครื่องมือที่ใช้สร้างแผนภาพบีเพลต้องมาจาก JBoss Developer Studio
7. แผนภาพบีเพลใช้ในการอธิบายการทำงานของเซอร์วิสเท่านั้น
8. ไม่รองรับสัญลักษณ์พฤติกรรมการทำงานแบบคู่ขนาน (parallel)
9. เครื่องมือที่พัฒนาด้วยวิธีดังกล่าวถูกทดสอบ อย่างน้อย 3 กรณีศึกษา โดยแต่ละกรณีศึกษา จะประกอบไปด้วย แผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แผนภาพบีเพล และเค้าร่างเอกซ์เอสดี

1.4. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาโครงสร้างของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
2. ศึกษาโครงสร้างของแผนภาพบีเพล
3. ศึกษาการเก็บข้อมูลจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอล
4. ศึกษาโครงสร้างเค้าร่างเอกซ์เอสดี
5. ศึกษาวิธีการสร้างกราฟกระแสการไหลของการทำงาน
6. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กำหนดขอบเขตและความสามารถของเครื่องมือ
8. ออกแบบส่วนต่อประสานการใช้งานของเครื่องมือ
9. พัฒนาเครื่องมือการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นโดยใช้แผนภาพบีเพล
10. ทดสอบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นโดยใช้แผนภาพบีเพล
11. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
12. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพลได้
2. กรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือสามารถนำไปใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์

1.6. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์

งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการดังต่อไปนี้

1. บทความวิชาการเรื่อง “Test Case Generation From BPMN Diagram with BPEL Diagrams ” โดย Chaithep Nonchot and Taratip Suwannasart ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ “ International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC2015) : Thai Track” ระหว่างวันที่ 23-26 พฤศจิกายน 2558 ณ โรงแรมดวงตะวัน จังหวัด เชียงใหม่ ประเทศไทย

2. บทความวิชาการเรื่อง “A Tool for Generating Test Case from BPMN Diagram with a BPEL Diagram” โดย Chaithep Nonchot and Taratip Suwannasart ได้รับคัดเลือกและตีพิมพ์ในในการประชุมวิชาการ “International MultiConference Engineerings and Computer Scientists (IMECS2016)” ระหว่างวันที่ 16-18 มีนาคม 2559 ณ โรงแรมรอยัลการ์เด้น เกาะเกาลูน ประเทศฮ่องกง



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1. การทดสอบซอฟต์แวร์ [5]

การทดสอบซอฟต์แวร์ เป็นขั้นตอนการค้นหาข้อผิดพลาด เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ซอฟต์แวร์ก่อนการส่งมอบให้ลูกค้า รวมถึงช่วยลดค่าใช้จ่ายของลูกค้าที่เกิดจากการแก้ไขซอฟต์แวร์หลังการส่งมอบ โดยการทดสอบซอฟต์แวร์ประกอบด้วย การทดสอบ 3 ระดับ ดังนี้

1. การทดสอบระดับหน่วย เป็นการทดสอบระดับเมธอดหรือคลาส เพื่อดูว่าโปรแกรมที่พัฒนาสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งทดสอบโดยผู้พัฒนาที่ได้รับมอบหมาย
2. การทดสอบระดับบูรณาการ เป็นการทดสอบระหว่างคลาสที่เกี่ยวข้องกัน เป็นขั้นตอนต่อจากการทดสอบระดับหน่วย
3. การทดสอบระดับระบบ เป็นการทดสอบการทำงานทั้งหมดของซอฟต์แวร์ เพื่อดูว่าเป็นไปตามข้อตกลงหรือความต้องการของลูกค้าหรือไม่

2.1.2. กราฟระบุทิศทางและกราฟควบคุมทิศทางการไหล (Directed Graph and Control flow graph) [5]

2.1.2.1. กราฟระบุทิศทาง[5]

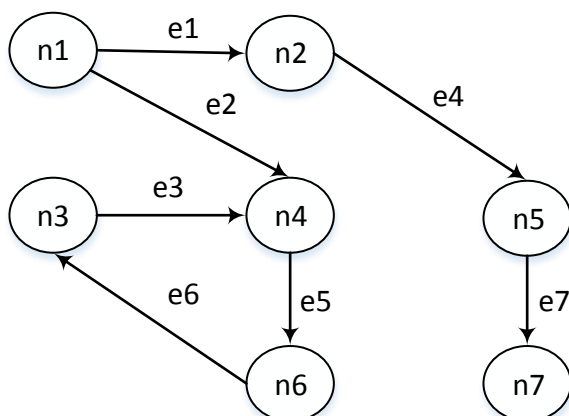
กราฟระบุทิศทาง หรือ ไดกราฟ (Digraph) มีนิยามคือ $D = (V, E)$ โดยที่

$V =$ เซตของจุดหรือโหนด $V = \{n_1, n_2, n_3, \dots, n_m\}$

$E =$ เซตของเส้นเชื่อมระหว่างโหนด $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_p\}$

แต่ละเส้นเชื่อมจะประกอบด้วยคู่อันดับของโหนด $e_k = \langle n_i, n_j \rangle$ โดยโหนด

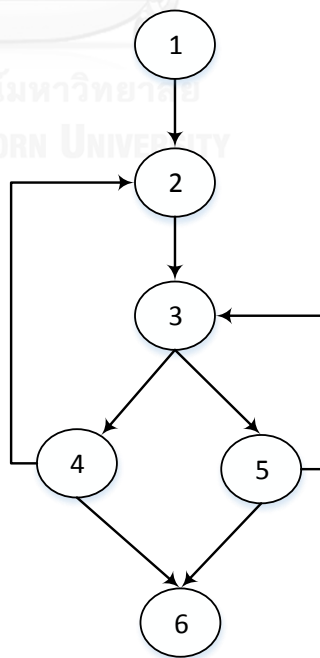
ทั้งสองเป็นสมาชิกของเซต V ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ตัวอย่างกราฟระบุทิศทาง

2.1.2.2. กราฟควบคุมทิศทางไหล [5]

กราฟควบคุมทิศทางไหล หรือกราฟกระแสการไหล (Flow Graph) ประกอบด้วยโหนดและเส้นเชื่อม โดยโหนดเป็นตัวแทนของข้อความคำสั่ง และเส้นเชื่อมเป็นตัวแทนของทิศทางควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างจากกราฟระบุทิศทางในด้านของการต้องมีโหนดเริ่มต้น (start node) และโหนดสิ้นสุด (end node) ดังรูปที่ 2-2



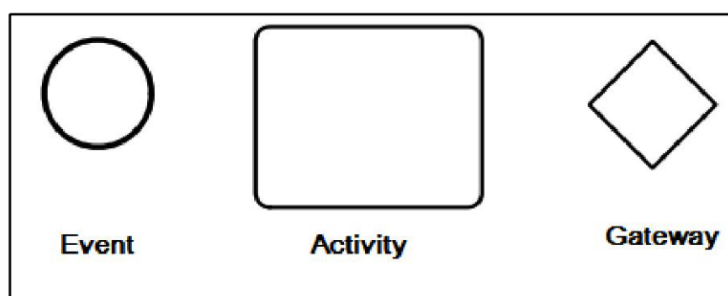
รูปที่ 2-2 ตัวอย่างกราฟควบคุมทิศทางไหล

2.1.3. แผนภาพกระบวนการทางธุรกิจ (BPMN) [6]

แผนภาพกระบวนการทางธุรกิจเป็นแผนภาพที่ได้รับการรับรองจาก โอเอ็มจี (OMG : Object Management Group) ใช้สำหรับสร้างแผนภาพกระบวนการทางด้านธุรกิจ ซึ่งมีรูปแบบสัญลักษณ์เป็นรูปภาพ ประกอบด้วยกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการบวนการแสดงตามลำดับ และเงื่อนไขการทำงาน ทำให้สะดวก ต่อการทำความเข้าใจทั้งสำหรับผู้วิเคราะห์ระบบ (System Analyst) และลูกค้าทางด้านธุรกิจ ส่งผลให้ระบบที่ได้จากการวิเคราะห์มีความสมบูรณ์ รวมถึงผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เห็นกระบวนการและรายละเอียดก่อนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อวางแผนพัฒนาซอฟต์แวร์ต่อไป

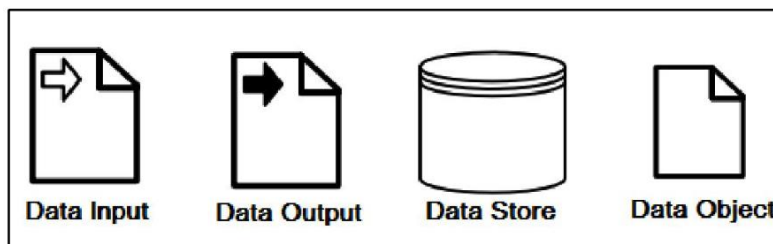
องค์ประกอบของแผนภาพกระบวนการทางธุรกิจแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ดังนี้

1.3.1 วัตถุกระแส (Flow Object) ใช้สำหรับอธิบายพฤติกรรมของกระบวนการ ประกอบด้วย 3 ประเภท ได้แก่ อีเวนต์ (Event) คือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการทำงานของกระบวนการ สามารถเกิดขึ้นได้ในตอนเริ่มต้น ในระหว่างขณะดำเนินการหรือตอนสุดท้ายของกระบวนการ กิจกรรม (Activity) คืองานหรือกิจกรรมที่เกิดในกระบวนการทางธุรกิจ เกตเวย์ (Gateway) ใช้ในการควบคุมการทิศทางการทำงานของกระบวนการ ดังรูปที่ 2-3



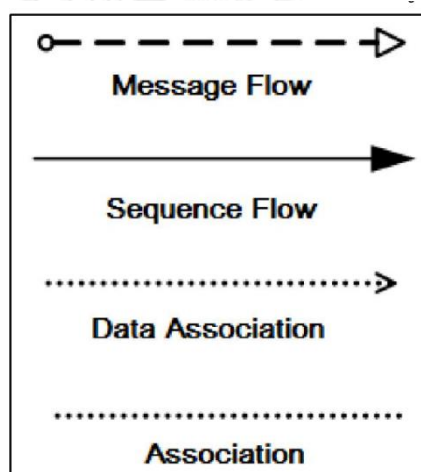
รูปที่ 2-3 สัญลักษณ์ของกลุ่มวัตถุกระแส

1.3.2 ข้อมูล (Data) ใช้อธิบายข้อมูลที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมหรืออธิบายข้อมูลที่เกิดขึ้นจากกิจกรรม ประกอบด้วย 4 ชนิด ได้แก่ ข้อมูลนำเข้า (Data Input) ข้อมูลส่งออก (Data Output) ที่จัดเก็บข้อมูล (Data Store) วัตถุข้อมูล (Data Object) ดังรูปที่ 2-4



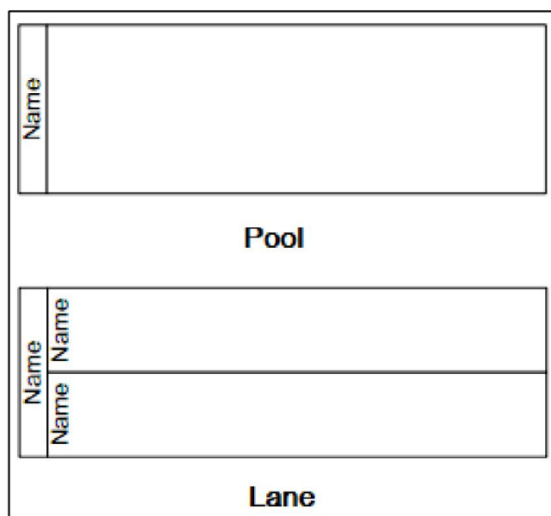
รูปที่ 2-4 สัญลักษณ์ของกลุ่มข้อมูล

1.3.3 วัตถุเชื่อมโยง (Connecting Object) คือเส้นเชื่อมโยงระหว่างวัตถุกระแสด้วยกันหรือวัตถุกระแสและวัตถุสารสนเทศอื่นๆ ประกอบด้วย 4 ชนิด ได้แก่ กระแสข้อความ (Message Flow) ใช้แสดงลำดับของข้อความระหว่างผู้ส่งและผู้รับ กระแสลำดับ (Sequence Flow) ใช้แสดงลำดับการทำงานของกิจกรรมในกระบวนการ การเชื่อมโยงข้อมูล (Data Association) และการเชื่อมโยง (Association) ใช้เชื่อมโยงข้อมูลและอาร์ทิแฟก ดังรูปที่ 2-5



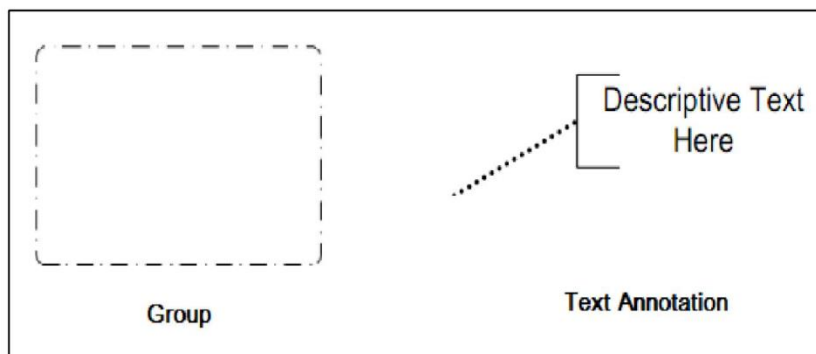
รูปที่ 2-5 สัญลักษณ์ของกลุ่มวัตถุเชื่อมโยง

1.3.4 สวิมเลน (Swimlane) ใช้จัดกลุ่มวัตถุของแผนภาพ ประกอบด้วย พูล (Pool) และเลน (Lane) ดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 สัญลักษณ์ของสวิมเลน

1.3.5 อาร์ทิแฟก (Artifact) ใช้อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเพิ่มเติม มี 2 ประเภทคือ การจัดกลุ่ม (Group) และข้อความหมายเหตุ (Text Annotation) ดังรูปที่ 2-7



รูปที่ 2-7 สัญลักษณ์ของอาร์ทิแฟก

2.1.4. แผนภาพบีเพล (BPEL) [7]

แผนภาพบีเพลคือแผนภาพที่มีโครงสร้างเป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลใช้สำหรับพัฒนากระบวนการทางธุรกิจ โดยได้รับการรับรองจากองค์กรโอเอซิส (OASIS : Organization for the Advancement of Structured Information Standards) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มเว็บเซอร์วิส

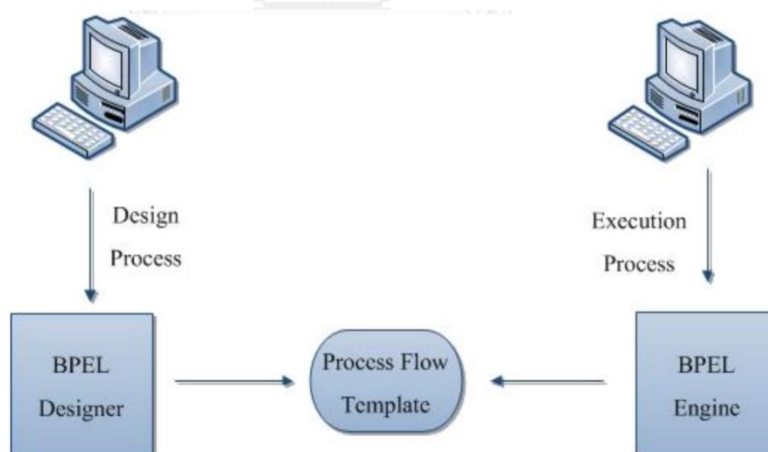
แผนภาพบีเพลมาจากการพัฒนาภาษา 2 ภาษาคือ เอกซ์แลง (XLANG) และ ดับเบิลยูเอสเอฟแอล (WSFL : Web Service Flow Language) โดยปัจจุบันมาตรฐานสำหรับแผนภาพบีเพลคือ เวอร์ชัน 2.0

บีเพลจะมีองค์ประกอบหลักที่เกี่ยวข้อง 3 ส่วน ดังรูปที่ 2-8 คือ

1.4.1 เครื่องมือแบบบีเพล (BPEL Designer) เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการธุรกิจสามารถจำลองกระบวนการทางธุรกิจโดยใช้สัญลักษณ์เพื่อสร้างไฟล์แผ่นแบบกระแสกระบวนการ โดยทั่วไปเครื่องมือเหล่านี้จะอิงตามมาตรฐาน BPMN (Business Process Modelling Notation) ในการเขียนสัญลักษณ์

1.4.2 แผ่นแบบกระแสกระบวนการ (Process Flow Template) เป็นไฟล์แผ่นแบบที่ระบุกระบวนการทางธุรกิจตามข้อกำหนดของบีเพล โดยสร้างมาจากตัวออกแบบบีเพลและใช้ตัวจักรบีเพลในการประมวลผล

1.4.3 เครื่องประมวลผลบีเพล (BPEL Engine) เป็นตัวประมวลผลไฟล์แผ่นแบบกระแสกระบวนการตามมาตรฐานบีเพล โดยจะทำงานต่าง ๆ เช่น เรียกใช้เว็บเซอร์วิส กำหนดเนื้อหาของข้อมูล จัดการข้อผิดพลาด หรือ ควบคุมลำดับการทำงาน



รูปที่ 2-8 องค์ประกอบบีเพล

แผนภาพพีเพิลมีชุดคำสั่งที่ใช้ในการประกอบเว็บเซอร์วิส ดังนี้

1. <invoke> ใช้สำหรับเรียกโอเปอเรชันที่อยู่ใน tag porttype
2. <receive> ใช้สำหรับคำสั่งจาก client ในการเรียกใช้เว็บเซอร์วิส
3. <assign> ใช้สำหรับจัดการค่าหรือข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
4. <reply> ใช้สำหรับส่งค่าที่ได้จากเว็บเซอร์วิสกลับไปให้ client หลังจากเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิส
5. <if> ใช้สำหรับกำหนดทางเลือกในการทำงานของกระบวนการ

2.1.5. เค้ร่า่งเอกซ์เอสดี [8]

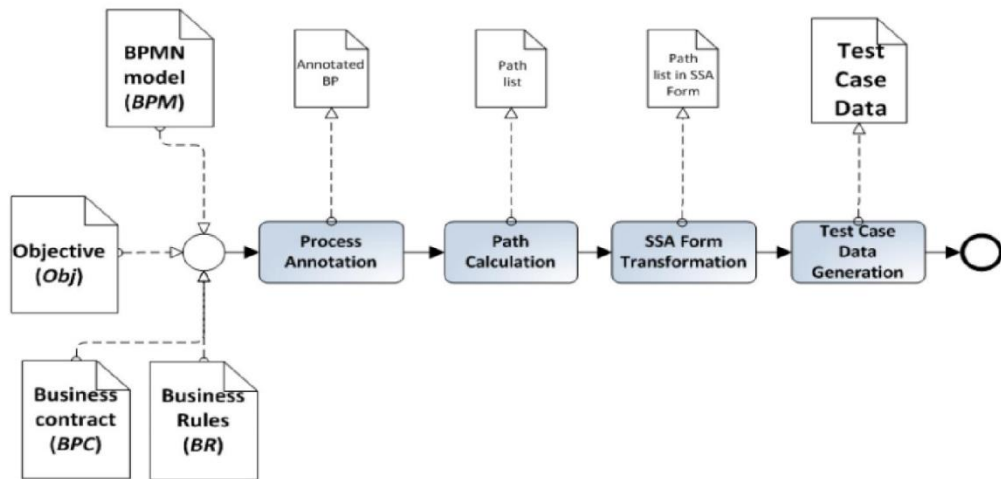
เค้ร่า่งเอกซ์เอสดี เป็นการนิยามหรือการกำหนดไวยากรณ์โครงสร้างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล โดยสนับสนุนการกำหนดชนิด และขอบเขตของข้อมูล ซึ่งสามารถใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้

งานวิจัยนี้นำเค้ร่า่งเอกซ์เอสดี มาใช้ในการตรวจสอบชื่อ กำหนดชนิด และขอบเขตของข้อมูลนำเข้า เพื่อสร้างข้อมูลทดสอบ (Test Data) ให้สอดคล้องกับเส้นทางทดสอบ ซึ่งการกำหนดค่าของข้อมูลสามารถกำหนดได้ 3 แบบ คือ ค่าเริ่มต้น (default) ค่าคงที่ (fixed) และค่าข้อจำกัด (restriction)

2.2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1. Contract-based test generation for data flow of business processes using constraint programming [4]

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Model) ที่เรียกว่า TCDGP (Test-Case Data Generator Process) โดยรับข้อมูลเป็นแผนภาพกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งมีการระบุเอกสารอธิบายกระบวนการไว้ด้วย จากนั้นคำนวณหาเส้นทางไหลของข้อมูล (Data Flow Path) ที่เป็นไปได้และแปลงเส้นทางไหลของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ SSA (Static Single Assignment) สุดท้ายสร้างกรณีทดสอบโดยใช้พันธกรณีของกระบวนการทางธุรกิจเป็นข้อกำหนดในการสร้างข้อมูลทดสอบ แนวคิดของงานวิจัย ดังรูปที่ 2-9

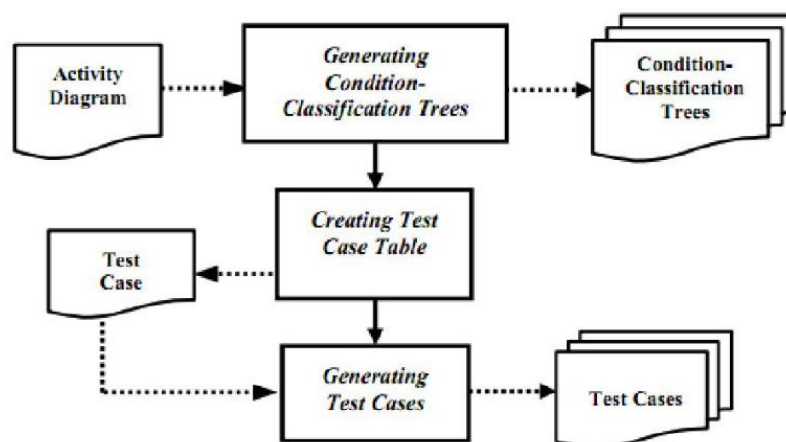


รูปที่ 2-9 การทำงานของ TCDGP

งานวิจัยนี้เป็นการแสดงถึงการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพกระบวนการทางธุรกิจโดยใช้ฟังก์ชันของกระบวนการทางธุรกิจในการสร้างข้อมูลทดสอบให้กับกรณีทดสอบ

2.2.2. Generating Test Cases from UML Activity Diagrams using the Condition Classification Tree Method [3]

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) โดยใช้จุดตัดสินใจ (Condition Point) และ การ์ดคอนดิชัน (Guard Condition) มาวิเคราะห์หาเส้นทางการทำงานของกิจกรรม หลังจากนั้นจึงนำเส้นทางการทำงานของกิจกรรมที่ได้มาสร้างคอนดิชันคลาสซิฟิเคชันทรี (Condition Classification Trees) ซึ่งจะนำไปใช้สร้างข้อมูลทดสอบในแต่ละกรณีทดสอบ แนวคิดของงานวิจัย ดังรูปที่ 2-10



รูปที่ 2-10 การทำงานของ Condition Classification Tree Method

จากงานวิจัยการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพกิจกรรมโดยใช้วิธีการคอนดิชันคลาสซิฟิเคชันทรี จะเห็นได้ว่าสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งช่วยให้ออกแบบกรณีทดสอบสามารถทำได้ในขั้นตอนแรกของการพัฒนาซอฟต์แวร์

2.2.3. Test Cases Generation from UML Activity Diagrams [2]

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพกิจกรรม โดยอยู่ในรูปของ Input Output explicit Activity Diagram (IOAD) นำมาสร้างกราฟแบบระบุทิศทาง จากนั้นจึงใช้กราฟค้นหาสถานการณ์ทดสอบและกรณีทดสอบ โดยความครอบคลุมของการทดสอบจะเป็นแบบ ออลพาท โคฟเวอร์เรจ (all-path coverage) ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับการทดสอบซอฟต์แวร์

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการค้นหาแบบลึกก่อน (Depth First Search) ในการหาเส้นทางทดสอบโดยเริ่มจากจุดเริ่มต้นและจบที่จุดสิ้นสุดเพื่อให้ได้เส้นทางทดสอบแบบออลพาทโคฟเวอร์เรจ โดยจะท่อง (traverse) เข้าไปในทุกโหนดของกราฟแบบไม่มีการวนกลับ

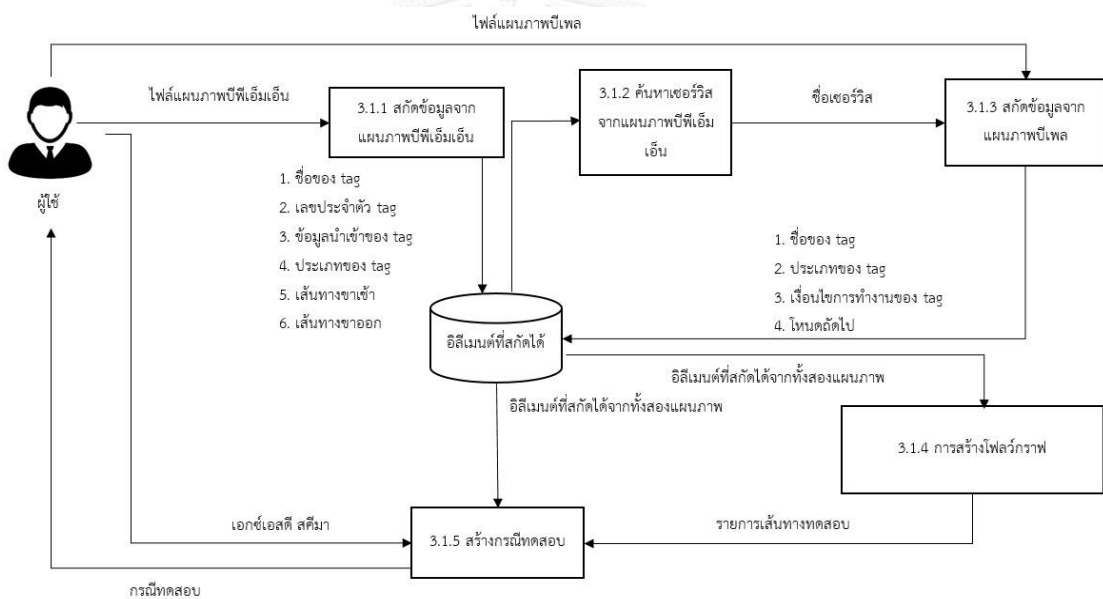
บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล ประกอบด้วยภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ ส่วนวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือจะอธิบายด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) รวมถึงแผนภาพคลาส (Class Diagram) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1. ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ

ภาพรวมการทำงานของงานวิจัยการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 แผนภาพแนวคิดโดยรวมของเครื่องมือ

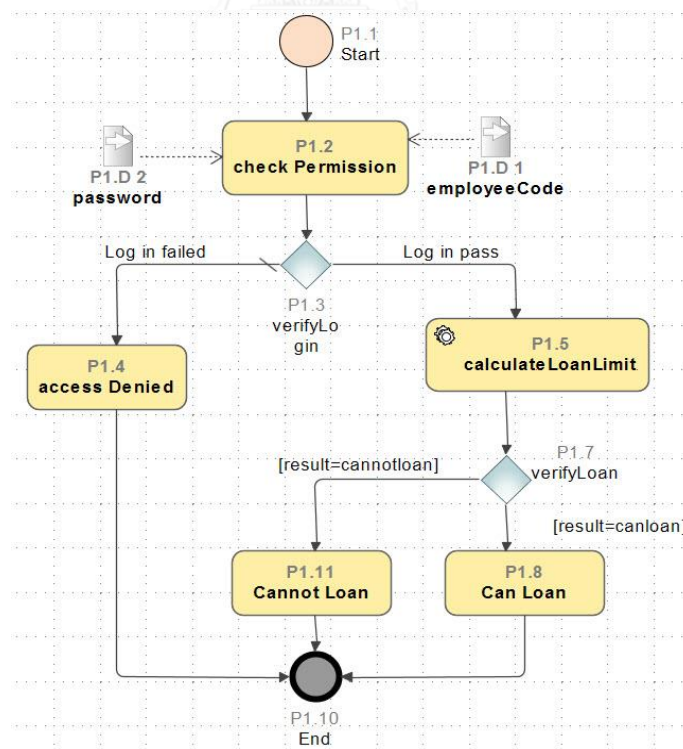
จากรูปที่ 3-1 คือแผนภาพแนวคิดการทำงานของวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน โดยเริ่มต้นผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบเข้าสู่ระบบ ซึ่งอยู่ในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล หลังจากนั้นระบบจะสกัดข้อมูลที่ต้องการจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น เพื่อให้เครื่องมือค้นหาเซอรัวิส ในขั้นตอนถัดไป ซึ่งอยู่ภายในแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น และใช้แผนภาพบีเพลที่อยู่ในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล อธิบายการทำงานของเซอรัวิส จากนั้นผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเพล เพื่อสกัดข้อมูลที่ต้องการสำหรับข้อมูลที่สกัดได้จากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพลจะนำมาสร้างกราฟเพื่อสร้างเส้นทางทดสอบของแผนภาพบี

พีเอ็มเอ็นให้มีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่ง (Statement Coverage) และสร้างข้อมูลทดสอบจากข้อมูลที่สกัดจากแผนภาพพีเอ็มเอ็น แผนภาพปีเพล และเอกสารเค้าร่างเอกซ์เอสดี ซึ่งเป็นเอกสารที่กำหนดประเภท และขอบเขตของข้อมูลนำเข้า สุดท้ายจะได้กรณีทดสอบที่สามารถนำไปใช้ทดสอบซอฟต์แวร์

3.1.1. สกัดข้อมูลจากแผนภาพพีเอ็มเอ็น

จากรูปที่ 3-2 เป็นตัวอย่างระบบ “Loan Credit Limit” ที่ออกแบบโดยใช้แผนภาพ พีเอ็มเอ็นซึ่งอยู่ในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลดังรูปที่ 3-3 โดยข้อมูลนำเข้าจะต้องมีการนิยามคุณลักษณะ ดังนี้

1. ชื่อของตัวแปร
2. เลขประจำตัวของตัวแปร
3. ข้อมูลนำเข้า
4. ประเภทของตัวแปร
5. เส้นทางขาเข้า (incoming)
6. เส้นทางขาออก (outgoing)



รูปที่ 3-2 ตัวอย่างระบบ Loan Credit Limit ที่ออกแบบโดยแผนภาพพีเอ็มเอ็น

```

<startEvent name="Start" id="_17_0_4_2_fe4035d_1422165305827_204556_11726">
  <outgoing>_17_0_4_2_fe4035d_1422165332896_680537_11791</outgoing>
</startEvent>
<task isForCompensation="false" startQuantity="1" completionQuantity="1" name="check Permission"
id="_17_0_4_2_fe4035d_1422165312113_321985_11745">
  <incoming>_17_0_4_2_fe4035d_1422165332896_680537_11791</incoming>
  <outgoing>_17_0_4_2_fe4035d_1422165698605_310292_11917</outgoing>
  <property name="check Permission_pin_out"
id="_17_0_4_2_fe4035d_1422165312113_321985_11745_pin_out"/>
  <dataInputAssociation id="_18_2_fe4035d_1457578971784_856779_14477">
    <sourceRef>_18_2_fe4035d_1457578969159_213618_14452</sourceRef>
    <targetRef>_17_0_4_2_fe4035d_1422165312113_321985_11745_pin_out</targetRef>
  </dataInputAssociation>
  <dataInputAssociation id="_17_0_4_2_fe4035d_1422166151447_45185_12107">
    <sourceRef>_17_0_4_2_fe4035d_1422166147990_449711_12083</sourceRef>
    <targetRef>_17_0_4_2_fe4035d_1422165312113_321985_11745_pin_out</targetRef>
  </dataInputAssociation>
</task>

```

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

งานวิจัยนี้ใช้ เอกซ์เอ็มแอล พาร์ซเซอร์ (XML Parser) ในการอ่านข้อมูลจากเอกซ์เอ็มแอล โดย ID incoming และ outgoing เครื่องมือวาดแผนภาพจะสร้างให้อัตโนมัติ ซึ่งในการสกัดข้อมูลที่อยู่ใน tag ของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นมีรูปแบบ ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 โครงสร้างข้อมูลของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

สิ่งที่ต้องสกัดจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น	ค่าที่สกัดได้จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
Node name	check Permission
ID	_17_0_4_2_fe4035d_1422165312113_321985_11745
Input Data	employeeCode , password , creditBuro,OfficialAge , SalaryRemain , depositMoney
Node type	task
Incoming	_17_0_4_2_fe4035d_1422165332896_680537_11791
Outgoing	_17_0_4_2_fe4035d_1422165698605_310292_11917

จากตารางที่ 3-1 ข้อมูลที่สกัดได้จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. Node name คือ ชื่อของอีลีเมนต์ที่อยู่ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
2. ID คือ เลขประจำตัวของอีลีเมนต์
3. Input Data คือ ข้อมูลนำเข้าของอีลีเมนต์นั้น (ถ้ามี)
4. Node type คือ ประเภทของอีลีเมนต์ที่อยู่ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
5. Incoming คือ เส้นเชื่อมที่มีทิศทางพุ่งเข้าสู่อีลีเมนต์
6. Outgoing คือ เส้นเชื่อมที่มีทิศทางพุ่งออกจากอีลีเมนต์เพื่อไปสู่อีลีเมนต์ถัดไป

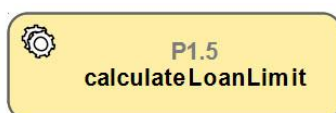
3.1.2. ค้นหาเซอร์วิสจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

ในขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาเซอร์วิสในเอกสารบีพีเอ็มเอ็น ซึ่งอธิบายการทำงานด้วยแผนภาพบีเพล โดยใช้เอกซ์เอ็มแอล พาร์ซเซอร์ ในการค้นหาประเภทของโหนด (Node type) ชื่อของโหนด (Node name) และเลขประจำตัวของโหนด (ID) ซึ่งอยู่ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น ดังรูปที่ 3-4 จากนั้นผู้ใช้งานป้อนแผนภาพบีเพล

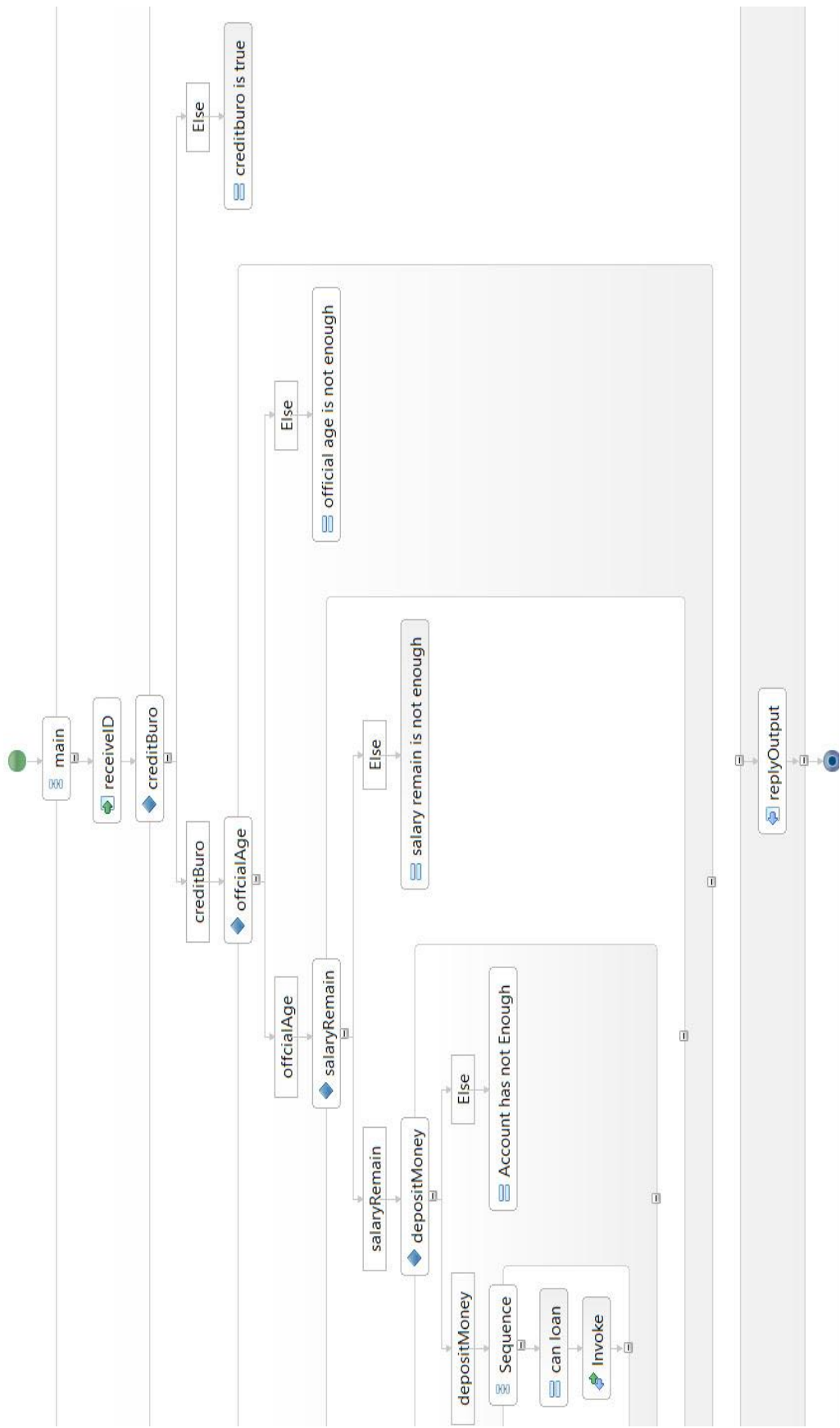
```
<serviceTask implementation="##WebService" isForCompensation="false" startQuantity="1"
completionQuantity="1" name="calculateLoanLimit" id="_17_0_4_2_fe4035d_1422165635578_630720_11836">
  <incoming>_17_0_4_2_fe4035d_1422165653899_107641_11873</incoming>
  <outgoing>_17_0_4_2_fe4035d_1422165941006_100775_11936</outgoing>
</serviceTask>
```

รูปที่ 3-4 ตัวอย่าง tag เซอร์วิสในเอกสารบีพีเอ็มเอ็น

ตัวอย่างแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบ “Loan credit Limit” จะมีเซอร์วิส ที่ชื่อว่า “calculateLoanLimit” ดังรูปที่ 3-5 จากนั้นผู้ใช้งานป้อนแผนภาพบีเพลที่ใช้ในการอธิบายการทำงานของเซอร์วิส ดังรูปที่ 3-6



รูปที่ 3-5 เซอร์วิสในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น



รูปที่ 3-6 ตัวอย่างแผนภาพเพื่อบรรยายการทำงานของเซิร์ฟเวอร์

3.1.3. สกัดข้อมูลจากแผนภาพบีเพล

ในขั้นตอนนี้เป็นการสกัดข้อมูลแผนภาพบีเพล จากการค้นหาข้อมูลในแผนภาพบีเพลเอ็มเอ็ม และพบ tag <serviceTask> จากนั้นผู้ใช้งานป้อนแผนภาพบีเพลเข้าสู่เครื่องมือ โดยในแผนภาพบีเพลเอ็มเอ็ม ชื่อของserviceTaskจะต้องมีค่าตรงกับชื่อเซอร์วิสของแผนภาพบีเพล

จากรูปที่ 3-6 เป็นแผนภาพบีเพลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิสชื่อว่า “calculateLoanLimit” ซึ่งอยู่ในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ดังรูปที่ 3-7 โดยข้อมูลนำเข้าของแผนภาพบีเพลต้องมีการนิยามคุณลักษณะ ดังนี้

1. ชื่อของอิลีเมนต์
2. ประเภทของอิลีเมนต์
3. เงื่อนไขของอิลีเมนต์
4. โหนดถัดไปของอิลีเมนต์

.....

```

<![CDATA[creditBuro=false]]></bpel:condition><bpel:if name="officialAge"> <bpel:condition
expressionLanguage="urn:oasis:names:tc:wsbpel:2.0:sublang:xpath1.0"><![CDATA[officialAge>=5]]>
</bpel:condition>
    <bpel:if name="salaryRemain"> <bpel:condition
expressionLanguage="urn:oasis:names:tc:wsbpel:2.0:sublang:xpath1.0"><![CDATA[salaryRemain>=6000]]>
</bpel:condition>
        <bpel:if name="depositMoney">
        <bpel:condition
expressionLanguage="urn:oasis:names:tc:wsbpel:2.0:sublang:xpath1.0"><![CDATA[depositMoney>=100000]]>
</bpel:condition>
            <bpel:assign validate="yes" name="can loan">
            <bpel:copy>
            <bpel:from>
                <bpel:literal xml:space="preserve">canloan</bpel:literal>
            </bpel:from>
            <bpel:to variable="result"></bpel:to>
            </bpel:copy>
        </bpel:assign> .....

```

รูปที่ 3-7 ตัวอย่างแผนภาพบีเพลที่อยู่ในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

งานวิจัยนี้ใช้ เอกซ์เอ็มแอล พาร์ซเซอร์ ในการสกัดข้อมูลของแผนภาพบีเพล โดยมีรูปแบบ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 โครงสร้างข้อมูลของแผนภาพบีเพล

สิ่งที่ต้องสกัดจากแผนภาพบีเพล	ค่าที่สกัดได้จากแผนบีเพล
Node name	receiveID
Node type	receive
Condition	-
Target element	creditburo

จากตารางที่ 3-2 ข้อมูลที่สกัดได้จากแผนภาพบีเพล ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. Node name คือ ชื่อของอีลีเมนต์ที่อยู่ภายในแผนภาพบีเพล
2. Node type คือ ประเภทของอีลีเมนต์
3. Condition คือ เงื่อนไขการทำงานของอีลีเมนต์
4. Target element คือ อีลีเมนต์ถัดไป

3.1.4. การสร้างโพลีกราฟ

การสร้างโพลีกราฟจะนำข้อมูลที่สกัดได้จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น และแผนภาพ บีเพลมาสร้างกราฟ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1.4.1. การสร้างโพลีกราฟจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

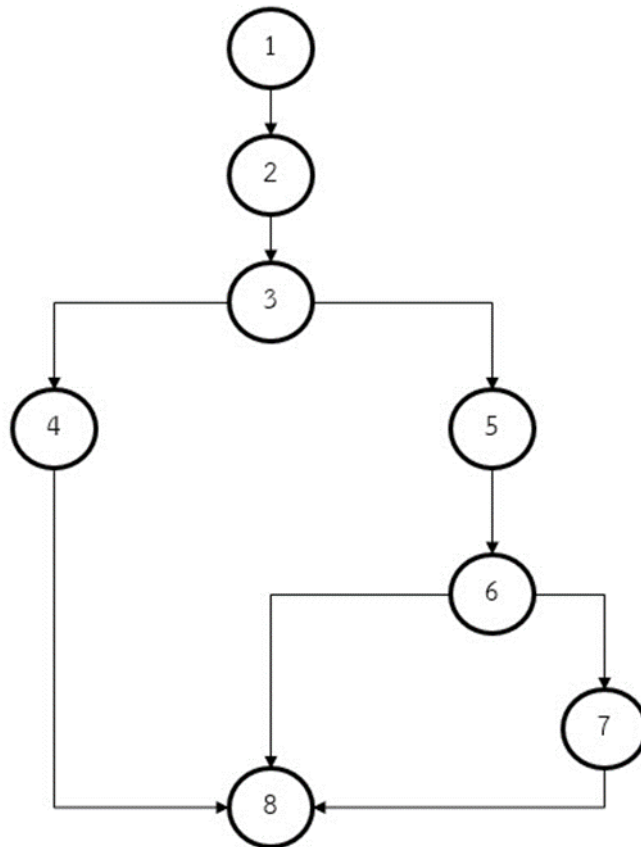
การสร้างกราฟจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการนำ ข้อมูลที่สกัดได้จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นมาสร้างเป็นโหนด และนำข้อมูลที่สกัดได้จาก Incoming และ Outgoing มาสร้างเส้นเชื่อมในแต่ระหว่างโหนด (edge)

จากรูปที่ 3-2 เป็นระบบการคำนวณเงินกู้ “Loan credit limit” ซึ่ง อธิบายโดยใช้แผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่ได้รับการสกัดข้อมูลจากแผนภาพ โดยหลังการสกัดข้อมูล เรียบร้อยแล้วจะได้จำนวนโหนดทั้งหมด 8 โหนด ดังนี้

1. Start
2. Check Permission
3. verifyLogin
4. access Denied
5. calculateLoanLimit

6. verifyLoan
7. customerType
8. End

ในการสร้างโฟลว์กราฟจะใช้ข้อมูลที่สกัดได้จากแผนภาพพีซีเอ็มเอ็น ซึ่งอยู่ในขั้นตอนที่ 3.1.1. ได้โฟลว์กราฟ ดังรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 โฟลว์กราฟของระบบ Loan credit limit

จากรูปที่ 3-8 นำมาวิเคราะห์หาเส้นทางโดยใช้วิธีการค้นหาแบบลึกก่อน (Depth First Search) จะได้เส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง ดังนี้

1. 1 → 2 → 3 → 4 → 8
2. 1 → 2 → 3 → 5 → 6 → 8
3. 1 → 2 → 3 → 5 → 6 → 7 → 8

3.1.4.2. การสร้างโพล์กราฟจากแผนภาพบีเพล

การสร้างกราฟจากแผนภาพบีเพล สามารถสร้างจากได้การนำอิลีเมนต์ที่สกัดได้จากขั้นตอนที่ 3.1.3 โดยอิลีเมนต์ที่สกัดได้จากแผนภาพบีเพลจะแทนด้วยโหนด และลำดับการทำงานของอิลีเมนต์จะแทนด้วยเส้นเชื่อม

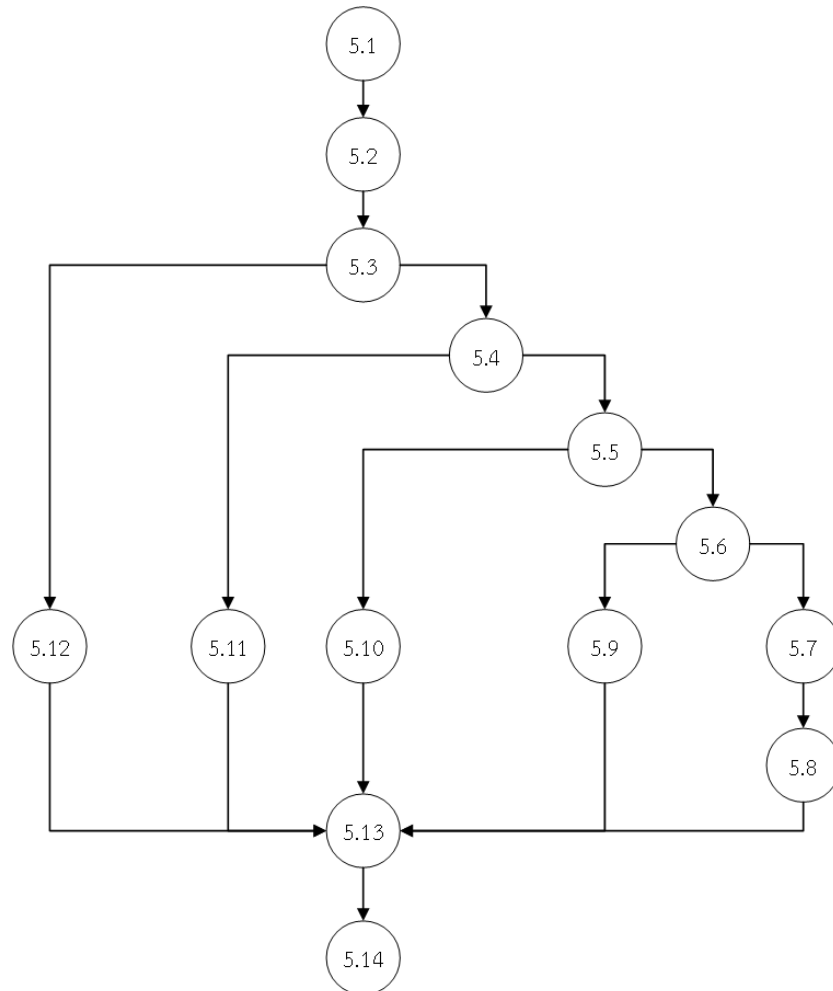
จากรูปที่ 3-6 เป็นเซอร์วิสของระบบ “calculateLoanLimit” ในรูปที่ 3-8 คือ โหนดลำดับที่ 5 ซึ่งหลังจากสกัดอิลีเมนต์จากแผนภาพบีเพลแล้วจะได้ ทั้งหมด 14 โหนด ดังนี้

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 5.1. start | 5.10. salaryRemain is not enough |
| 5.2. receiveID | 5.11. official age is not enough |
| 5.3. creditBuro | 5.12. creditburo is true |
| 5.4. officialAge | 5.13. replyOutput |
| 5.5. salaryRemain | 5.14. end |
| 5.6. depositMoney | |
| 5.7. can loan | |
| 5.8. invoke | |
| 5.9. Account has not Enough | |

จากรูปที่ 3-6 เป็นแผนภาพบีเพลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิส “calculateLoanLimit” ซึ่งจะนำอิลีเมนต์มาสร้างโพล์กราฟได้ดังรูป 3-9

จากรูปที่ 3-9 นำมาวิเคราะห์หาเส้นทางโดยใช้วิธีแบบค้นหาแนวลึกก่อน (Depth First Search) จะได้เส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด 5 เส้นทางดังนี้

1. 5.1 → 5.2 → 5.3 → 5.12 → 5.13 → 5.14
2. 5.1 → 5.2 → 5.3 → 5.4 → 5.11 → 5.13 → 5.14
3. 5.1 → 5.2 → 5.3 → 5.4 → 5.5 → 5.10 → 5.13 → 5.14
4. 5.1 → 5.2 → 5.3 → 5.4 → 5.5 → 5.6 → 5.9 → 5.13 → 5.14
5. 5.1 → 5.2 → 5.3 → 5.4 → 5.5 → 5.6 → 5.7 → 5.8 → 5.13 → 5.14

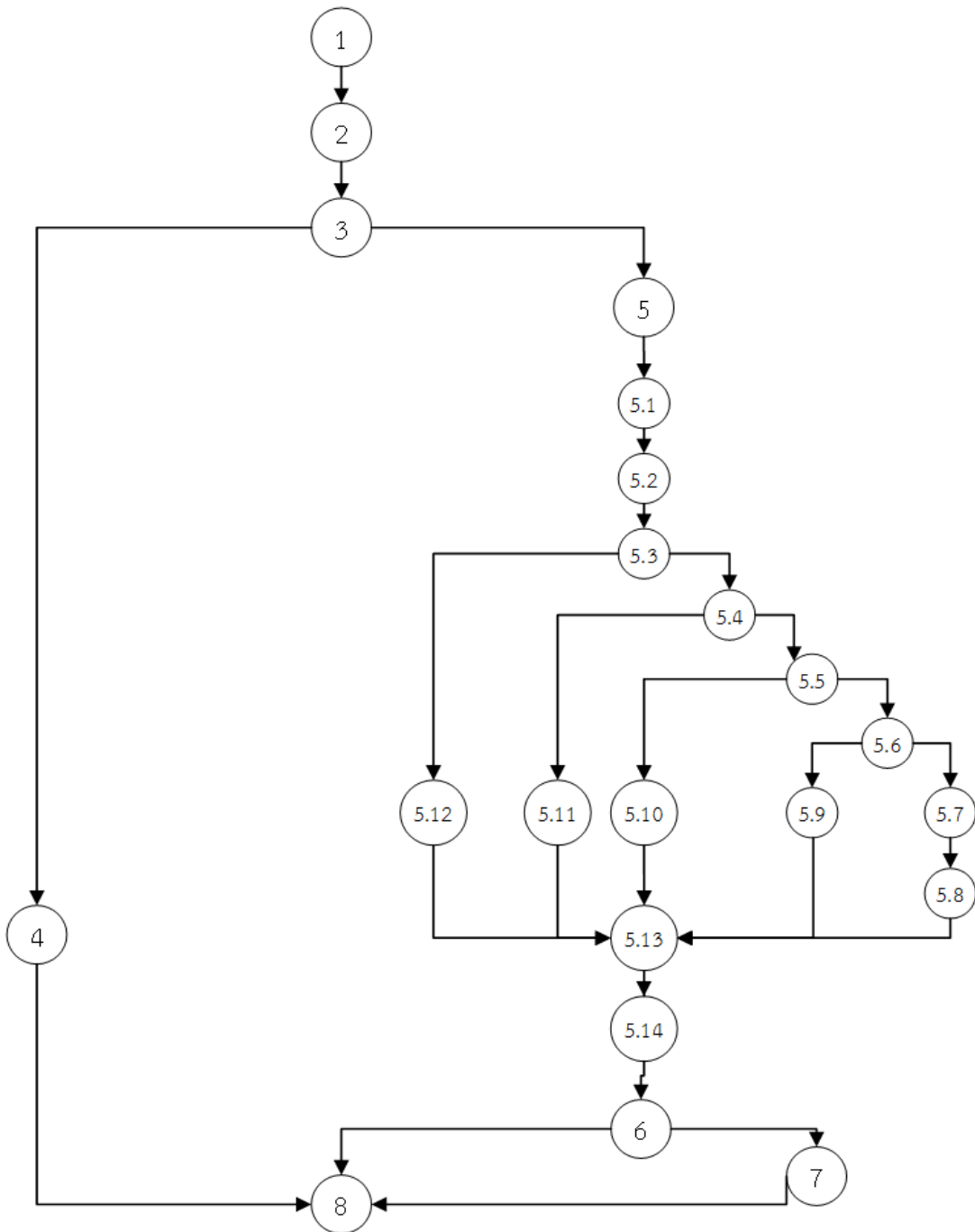


รูปที่ 3-9 โพล์กราฟของเซอร์วิส “calculateLoanLimit”

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.4.3 การแทรกโพล์กราฟปีเพลในโพล์กราฟของบีพีเอ็มเอ็น

หลังจากได้โพล์กราฟจากทั้งสองแผนภาพแล้ว จะนำโพล์กราฟที่ได้จากแผนภาพปีเพลแทรกเข้าไปในโพล์กราฟของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น โดยมีการตรวจสอบระหว่างชื่อของ service task ที่อยู่ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น และชื่อของเซอร์วิสของแผนภาพปีเพลเอ็น หากมีชื่อตรงกันจึงแทรกโพล์กราฟของแผนภาพปีเพลเข้าไป จากรูปที่ 3-8 service task ที่อยู่ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นคือ โหนดหมายเลข 5 หลังจากแทรกโพล์กราฟแล้วสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-10



รูปที่ 3-10 โพล์กราฟจากการแทรกโพล์กราฟปีเพลเข้าไปในโพล์กราฟปีพีเอ็มเอ็น

หลังจากวิเคราะห์เส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดซึ่งครอบคลุมทุกข้อความคำสั่งของแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นเรียบร้อยแล้ว จะได้เส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด 11 เส้นทางดังนี้

1. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 8$

2. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.12 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 8$
3. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.11 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 8$
4. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.5 \rightarrow 5.10 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 8$
5. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.5 \rightarrow 5.6 \rightarrow 5.9 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 8$
6. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.5 \rightarrow 5.6 \rightarrow 5.7 \rightarrow 5.8 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 8$
7. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.12 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$
8. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.11 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$
9. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.5 \rightarrow 5.10 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$
10. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.5 \rightarrow 5.6 \rightarrow 5.9 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$
11. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 5.1 \rightarrow 5.2 \rightarrow 5.3 \rightarrow 5.4 \rightarrow 5.5 \rightarrow 5.6 \rightarrow 5.7 \rightarrow 5.8 \rightarrow 5.13 \rightarrow 5.14 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$

3.1.5. การสร้างกรณีทดสอบ

โดยสำหรับการสร้างกรณีทดสอบนั้นจะประกอบไปด้วย ดังนี้

3.1.5.1 การเพิ่มคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า

ในขั้นตอนนี้จะให้ผู้ใช้งานนำเข้าเอกซ์เซลสปีดชีมาซึ่งได้ระบุ ประเภท และขอบเขตของข้อมูลนำเข้า โดยเอกซ์เซลสปีดชีมาจะแสดงได้ดังรูปที่ 3-11

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.omg.org/loanLimit"
xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xs:element name="employeeCode" type="xs:string" Length="10" />
<xs:element name="Password" type="xs:string" Length="10" />
<xs:element name="creditBuro" type="xs:boolean" default="true"/>
<xs:element name="officialAge" type="xs:integer" minInclusive="1" maxInclusive="10" />
<xs:element name="salaryRemain" type="xs:integer" minInclusive="1000" maxInclusive="500000"/>
<xs:element name="depositMoney" type="xs:integer" minInclusive="1000" maxInclusive="1000000"/>

</xs:schema>

```

รูปที่ 3-11 เค้ร่า่งเอกซ์เอสตีของระบบ Loan credit Limit

จากรูปที่ 3-11 เป็นเค้ร่า่งเอกซ์เอสตีที่ใช้ระบุข้อมูลนำเข้า โดยข้อมูลนำเข้าในแต่ละประเภท จะมีการระบุคุณลักษณะที่ต่างกัันดังนี้

1. ข้อมูลนำเข้าประเภทตัวเลข (Integer) จะต้องมีการระบุประเภทของข้อมูลนำเข้าเป็น xs:integer และมีการระบุค่าสูงสุด ต่ำสุด เช่น จากรูปที่ 3-11 ข้อมูลนำเข้าที่มีชื่อว่า salaryRemain จะมีประเภทของข้อมูลนำเข้าเป็น integer ค่าต่ำสุดคือ 1000 และค่าสูงสุดคือ 500000
2. ข้อมูลนำเข้าประเภทอักขระ (String) จะต้องมีการระบุประเภทของข้อมูลนำเข้าเป็น xs:string และมีการระบุความยาวของสายอักขระเอาไว้ เช่น จากรูปที่ 3-11 ข้อมูลนำเข้าที่มีชื่อว่า employeeCode จะมีประเภทข้อมูลเป็น String และมีความยาวของสายอักขระคือ 10
3. ข้อมูลนำเข้าประเภทบูลีน (Boolean) จะต้องมีการระบุประเภทของข้อมูลนำเข้าเป็น xs:Boolean

3.1.5.2 สร้างข้อมูลนำเข้า

ในขั้นตอนนี้ จะนำเส้นทางทดสอบที่ได้มาสร้างข้อมูลทดสอบ ซึ่งเส้นทางทดสอบนี้ที่นำเสนอ นี้จะเป็นเส้นทางทดสอบที่ 5 จากจำนวนเส้นทางทดสอบทั้งหมด 11 เส้นทางทดสอบ ซึ่งการสร้าง ข้อมูลทดสอบจะมีขั้นตอนดังนี้

1. หาข้อมูลนำเข้าทั้งหมดจากเส้นทางทดสอบ โดยจะนำเส้นทางทดสอบซึ่งประกอบไปด้วย รายการของอีลิเมนต์ที่ได้สกัดไว้จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพล โดยจากการค้นหาข้อมูล ทดสอบจากเส้นทางทดสอบนั้น พบว่า โหนดที่ 2 “check Permission ” จะมีข้อมูลนำเข้าคือ employeeCode Password creditBuro officialAge salaryRemain และ depositMoney

2. หาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางทดสอบ โดยจากเส้นทางทดสอบที่ 5 จะพบว่า โหนดที่ 5.3 “creditBuro” จะมีเงื่อนไขคือ `creditBuro==false` โหนดที่ 5.4 “officialAge” จะมีเงื่อนไขคือ `officialAge>=5` โหนดที่ 5.5 “salaryRemain” จะมีเงื่อนไขคือ `salaryRemain>5000` และ โหนดที่ 5.6 “depositMoney” จะมีเงื่อนไขคือ `depositMoney<100000`

3. สร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อมูลนำเข้าไม่ปรากฏอยู่ในโหนดที่เป็นเงื่อนไข สามารถจำแนกได้ตามประเภทของข้อมูลนำเข้า ดังนี้

1.1 ข้อมูลนำเข้าประเภทตัวเลข จะสร้างค่าแบบสุ่มโดยอยู่ในขอบเขตค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด เช่น ข้อมูลนำเข้า a มีค่าต่ำสุดคือ 0 และค่าสูงสุด 50 การสร้างค่าจะสุ่มค่าในช่วง 0-50

1.2 ข้อมูลนำเข้าประเภทอักขระ จะสร้างค่าแบบสุ่มตามความยาวของอักขระ เช่น ข้อมูลนำเข้า `employeeCode` และ `password` มีความยาวอักขระ 10 การสร้างค่าจะสุ่มค่าให้อักขระมีความยาวทั้งหมด 10 อักขระ

1.3 ข้อมูลนำเข้าประเภทบูลีน การสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้านั้นจะสุ่มค่าเป็น true หรือ false

2. ข้อมูลนำเข้าปรากฏอยู่ในโหนดที่เป็นเงื่อนไข สามารถจำแนกได้ตามประเภทของข้อมูลนำเข้า ดังนี้

2.1 ข้อมูลนำเข้าประเภทตัวเลข จะสร้างค่าโดยนำเงื่อนไขมาสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้า และค่าของข้อมูลนำเข้าต้องไม่เกินค่าขอบเขตซึ่งได้กำหนดไว้ในเค้าร่างเอกซ์เอสดี เช่น ข้อมูลนำเข้า `officialAge` มีเงื่อนไขคือ `officialAge >5` และค่าขอบเขตคือ 0-10 ค่าที่สร้างให้กับข้อมูลนำเข้าจะเป็นการสุ่มโดยที่ค่าจะมากกว่า 5 แต่ไม่เกิน 10

2.2 ข้อมูลนำเข้าประเภทอักขระ จะสร้างค่าโดยนำเงื่อนไขมาสร้างให้กับข้อมูลนำเข้า เช่น ข้อมูลนำเข้า `Ptype` มีเงื่อนไขคือ `pType=="EMS"` ข้อมูลนำเข้าที่สร้างได้จะมีค่าคือ EMS หากเงื่อนไขของ `Ptype` มีเงื่อนไขคือ `pType!="EMS"` และมีความยาวอักขระคือ 10 การสร้างค่าจะสร้างแบบสุ่มโดยมีความยาวอักขระ 10 และมีค่าไม่เท่ากับ EMS

2.3 ข้อมูลนำเข้าประเภทบูลีน จะสร้างค่าโดยนำเงื่อนไขมาสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้า เช่น ข้อมูลนำเข้า `creditBuro` มีเงื่อนไขคือ `creditBuro==false` จะสร้างค่าให้ข้อมูลนำเข้ามีค่าเป็น false หากเงื่อนไขคือ `creditBuro!=false` จะสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้ามีค่าเป็น true

หลังจากที่สร้างค่าให้กับข้อมูลทดสอบให้กับทุกๆเส้นทางทดสอบแล้ว สามารถแสดงแต่ละกรณีทดสอบได้ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3-3 ซึ่งกรณีทดสอบในแต่ละเส้นทางทดสอบ ประกอบด้วย ดังนี้

1. หมายเลขกรณีทดสอบ (TestCase ID)
2. ขั้นตอนการทดสอบ (Test Step)
3. ข้อมูลนำเข้าที่ต้องใช้ในแต่ละเส้นทาง (Input) ใช้ข้อมูลที่เก็บไว้ในแต่ละโหนดของแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น และเอกซ์เอสดีในการกำหนดประเภท ค่าขอบเขตของข้อมูลนำเข้า
4. ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Output)

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ

TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
1. start		
2. check Permission	password=uGjApowizM employeeCode=ByfBSripVx creditBuro=false officialAge=7 salaryRemain=73271 depositMoney=99837	
3. verifyLogin		Log in pass
4. calculateLoanLimit		
5. start		

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ (ต่อ)

Test Case ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
6. receiveID		
7. creditBuro		
8. officialAge		
9. salaryRemain		
10. depositMoney		
11. Account has not Enough		
12. replyOutput		
13. end		
14. verifyLoan		The user cannot loan a money
15. End		

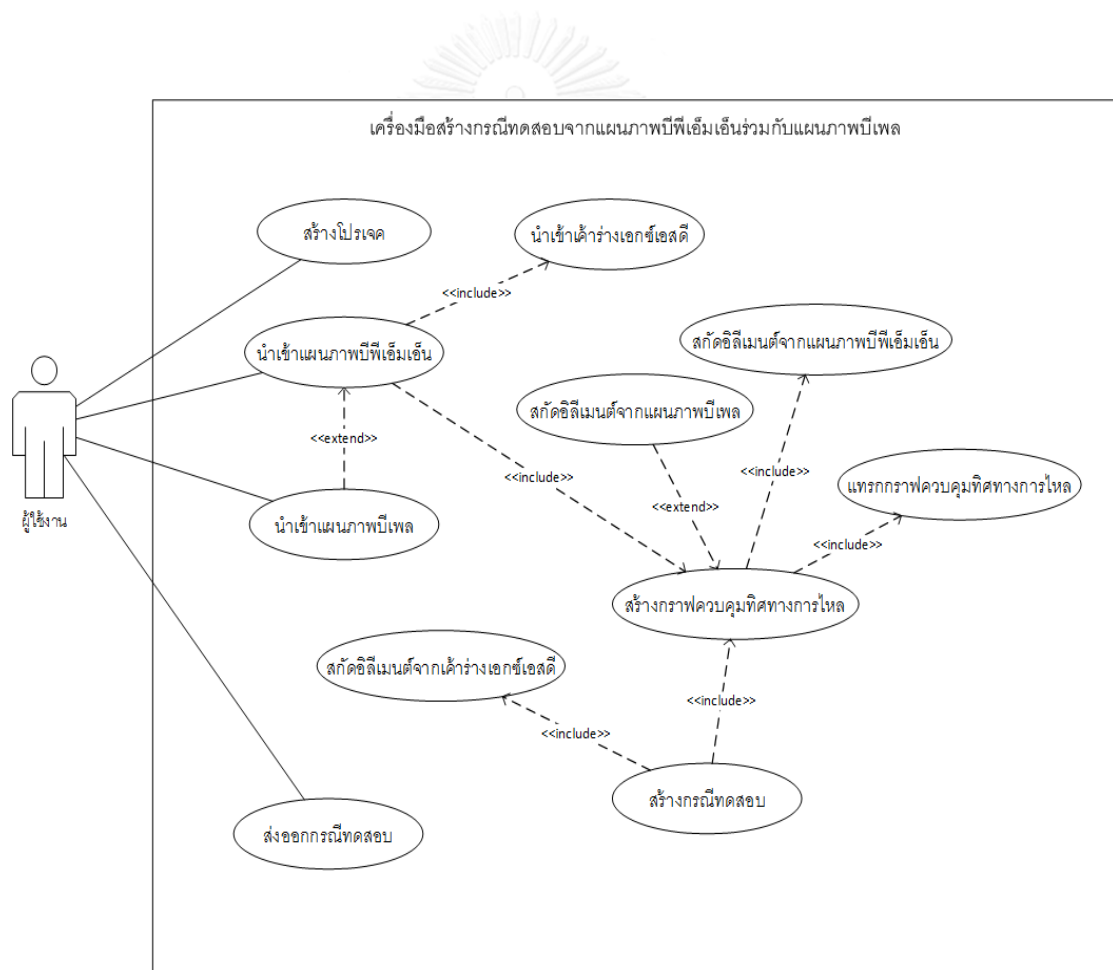
3.2. การวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือ

การวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพพีเพลสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพกิจกรรม และแผนภาพคลาส

3.2.1. แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพที่แสดงถึงฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือที่ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์ โดยแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพพีเพลประกอบไปด้วย 11 ยูสเคส คือ สร้างโปรเจค นำเข้าแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น สกัดอิลิเมนต์จากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็น นำเข้าแผนภาพพีเพล สกัดอิลิเมนต์จากแผนภาพพีเพล สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล แทรกรูปควบคุมทิศทางการไหล นำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี สกัดอิลิเมนต์จากเค้าร่างเอกซ์เอสดี สร้างกรณีทดสอบ และ ส่งออกกรณีทดสอบ ดังรูปที่ 3-12 โดย รายละเอียดของยูสเคสสร้างโปรเจคสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-4 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าแผนภาพพีพีเอ็ม

เอ็นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-5 รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-6 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าแผนภาพบีเพลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-7 รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-8 รายละเอียดยูสเคสสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-9 รายละเอียดยูสเคสแทรกกราฟควบคุมทิศทางการไหลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-10 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดีสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-11 รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากเค้าร่างเอกซ์เอสดีสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-12 รายละเอียดยูสเคสสร้างกรณีทดสอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-13 และรายละเอียดของยูสเคสส่งออกกรณีทดสอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-14



รูปที่ 3-12 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ

ตารางที่ 3-4 รายละเอียดของยูสเคสสร้างโปรเจค

ยูสเคส	สร้างโปรเจค
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อสร้างโปรเจคใหม่
ยูสเคสที่สัมพันธ์	
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานเปิดหน้าต่างหลักของเครื่องมือ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องมือสร้างหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเติมชื่อโปรเจคและผู้สร้างโปรเจค 2. ผู้ใช้งานเติมชื่อโปรเจคที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ 3. ผู้ใช้งานเติมชื่อผู้สร้างโปรเจค 4. เครื่องมือทำการบันทึกชื่อโปรเจคที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบและชื่อผู้สร้างโปรเจค
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือทำการกำหนดชื่อโปรเจคและผู้สร้างโปรเจค

ตารางที่ 3-5 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

ยูสเคส	นำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	นำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเพื่อสร้างกรณีทดสอบ
ยูสเคสที่สัมพันธ์	<p>Include: นำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล</p> <p>Extend: นำเข้าแผนภาพบีเพล</p>
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานสร้างโปรเจคเรียบร้อยแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Browse BPMN” 2. เครื่องมือแสดงหน้าต่าง select File เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ 3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Ok
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-6 รายละเอียดยูสเคสสกัดอิเลิเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

ยูสเคส	สกัดอิเลิเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูสเคส	เครื่องมือสกัดอิเลิเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include : สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นแล้ว
ขั้นตอน	1. เครื่องมือเรียกใช้งานไลบรารีแฉงส่วนของดอม 2. เครื่องมืออ่านไฟล์เอกซ์เอ็มแอล และใช้ไลบรารีแฉงส่วนของดอมเพื่อสกัดอิเลิเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นให้อยู่ในโครงสร้างของโหนด
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือนำโครงสร้างของโหนดมาใช้ในการสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล

ตารางที่ 3-7 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าแผนภาพบีเพล

ยูสเคส	นำเข้าแผนภาพบีเพล
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	นำเข้าแผนภาพบีเพลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
ยูสเคสที่สัมพันธ์	extend : นำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
ขั้นตอน	1. ผู้ใช้งานเลือก ชื่อเซอร์วิส จากรายชื่อเซอร์วิสทั้งหมด 2. ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Browse File” 3. เครื่องมือแสดงหน้าต่าง select File เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีเพลที่ต้องการ 4. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Ok
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-8 รายละเอียดยูสเคสสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพล

ยูสเคส	สกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพล
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูสเคส	เครื่องมือสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพล
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Extend : สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเพล
ขั้นตอน	1. เครื่องมือเรียกใช้งานไลบรารีแฉงส่วนของดอม 2. เครื่องมืออ่านไฟล์เอกซ์เอ็มแอล และใช้ไลบรารีแฉงส่วนของดอมเพื่อสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพลให้อยู่ในโครงสร้างของโหนด
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือนำโครงสร้างของโหนดมาใช้ในการสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล

ตารางที่ 3-9 รายละเอียดยูสเคสสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล

ยูสเคส	สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูสเคส	เครื่องมือนำโครงสร้างของโหนดที่สกัดได้มาทำการสร้างกราฟ
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include : สกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น สร้างกรณีทดสอบ แทรกกราฟควบคุมทิศทางการไหล นำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น Extend: สกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพล
เงื่อนไขก่อนหน้า	เครื่องมือสกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพล
ขั้นตอน	1. เครื่องมือนำแต่ละโหนดมาพิจารณาหาลำดับโหนดถัดไปจากโหนดที่ เครื่องมือนำมาพิจารณาเพื่อสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-10 รายละเอียดยูสเคสแทรกกราฟควบคุมทิศทางการไหล

ยูสเคส	แทรกกราฟควบคุมทิศทางการไหล
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูสเคส	เครื่องมือแทรกกราฟของแผนภาพบีเพลเข้าไปในกราฟของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include : สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล
เงื่อนไขก่อนหน้า	เครื่องมือสร้างกราฟจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและกราฟจากแผนภาพบีเพล
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องมือนำกราฟที่สร้างจากโครงสร้างของโหนดแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นมาพิจารณาว่า โหนดใดบ้างที่มีประเภทเป็นเซอร์วิส 2. เครื่องมือนำชื่อโหนดดังกล่าวมาพิจารณากับชื่อแผนภาพบีเพล หากมีชื่อที่ตรงกันเครื่องมือจะแทรกกราฟจากแผนภาพบีเพลเข้าไปที่ตำแหน่งถัดไปจากโหนดจากกราฟแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่มีประเภทเป็นเซอร์วิส
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือนำกราฟที่ได้ทำการแทรกเรียบร้อยแล้วมาหาเส้นทางทดสอบทั้งหมดโดยมีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่ง

ตารางที่ 3-11 รายละเอียดยูสเคสนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี

ยูสเคส	นำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	ผู้ใช้งานนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดีเพื่อกำหนดขอบเขตของข้อมูลนำเข้า
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include : นำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานสร้างโปรเจคเรียบร้อยแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Browse XSD” 2. เครื่องมือแสดงหน้าต่าง select File เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกเค้าร่างเอกซ์เอสดีที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเพื่อใช้ในการกำหนดประเภทและขอบเขตของข้อมูลนำเข้า 3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม Ok

ตารางที่ 3-11 รายละเอียดยูนิตยูสเคสนำเข้าเคำร่างเอกซ์เอสดี (ต่อ)

เงื่อนไขภายหลัง	-
-----------------	---

ตารางที่ 3-12 รายละเอียดยูนิตยูสเคสสกัดอิเลิเมนต์จากเคำร่างเอกซ์เอสดี

ยูสเคส	สกัดอิเลิเมนต์จากเคำร่างเอกซ์เอสดี
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูนิตยูสเคส	เครื่องมือสกัดอิเลิเมนต์จากเคำร่างเอกซ์เอสดี
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include : สร้างกรณีทดสอบ
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้งานนำเคำร่างเอกซ์เอสดี
ขั้นตอน	1. เครื่องมือเรียกใช้งานไลบรารีแองส่วนของคอม 2. เครื่องมืออ่านไฟล์เอกซ์เอ็มแอล และใช้ไลบรารีแองส่วนของคอมเพื่อสกัดอิเลิเมนต์จากเคำร่างเอกซ์เอสดีให้อยู่ในรูปของโครงสร้างข้อมูล
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือนำโครงสร้างข้อมูลที่สกัดได้จากเคำร่างเอกซ์เอสดี มาใช้ในการกำหนดประเภท ขอบเขต ของข้อมูลนำเข้า

ตารางที่ 3-13 รายละเอียดของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ

ยูสเคส	สร้างกรณีทดสอบ
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูนิตยูสเคส	เพื่อสร้างกรณีทดสอบ
ยูสเคสที่สัมพันธ์	Include : สร้างกราฟควบคุมทิศทางไหล สกัดอิเลิเมนต์จากเคำร่างเอกซ์เอสดี
เงื่อนไขก่อนหน้า	เครื่องมือค้นหาเส้นทางทดสอบและสกัดข้อมูลจากเคำร่างเอกซ์เอสดีแล้ว
ขั้นตอน	1. เครื่องมือเลือกเส้นทางทดสอบซึ่งในเส้นทางทดสอบไปด้วยอิเลิเมนต์ที่ได้จากการสกัดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพล

ตารางที่ 3-13 รายละเอียดของยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

ขั้นตอน	<p>2. เครื่องมือค้นหาข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางทดสอบ โดยสามารถค้นหาได้จากแอดทริบิวท์ Input ของแต่ละอิลีเมนต์ในเส้นทางทดสอบนั้น</p> <p>3. เครื่องมือค้นหาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางทดสอบ โดยสามารถค้นหาได้จากแอดทริบิวท์ condition ของแต่ละอิลีเมนต์ในเส้นทางทดสอบนั้น โดยใช้วิธีแบบย้อนกลับจากโหนดสุดท้ายมายังโหนดเริ่มต้น</p> <p>4. เครื่องมือสร้างค่าให้ข้อมูลนำเข้าโดยสอดคล้องกับเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางทดสอบ โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ</p> <p>4.1 ข้อมูลนำเข้าไม่ปรากฏอยู่ในโหนดที่เป็นเงื่อนไข สามารถแบ่งได้ตามประเภทของข้อมูลนำเข้าดังนี้</p> <p>4.1.1 ข้อมูลนำเข้าประเภทตัวเลข จะสร้างค่าข้อมูลนำเข้าโดยสุ่มค่าโดยค่าที่ได้จะอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดซึ่งได้จากเคำร่างเอกซ์เอสดี</p> <p>4.1.2 ข้อมูลนำเข้าประเภทอักขระ จะสร้างค่าข้อมูลนำเข้าโดยสุ่มค่าตามความยาวของอักขระ ซึ่งค่าความยาวของอักขระจะได้จากเคำร่างเอกซ์เอสดี</p> <p>4.1.3 ข้อมูลนำเข้าประเภทบูลีน การสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้านั้นจะสุ่มค่าเป็น true หรือ false</p> <p>4.2 ข้อมูลนำเข้าปรากฏอยู่ในโหนดที่เป็นเงื่อนไข สามารถแบ่งได้ตามประเภทของข้อมูลนำเข้าดังนี้</p> <p>4.2.1 ข้อมูลนำเข้าประเภทตัวเลข จะสร้างค่าข้อมูลนำเข้าโดยนำเงื่อนไขที่ค้นหาได้จากขั้นตอนที่ 2 และขอบเขตที่ได้จากเคำร่างเอกซ์เอสดีมาสร้างค่า เช่น ข้อมูลนำเข้า a มีเงื่อนไขคือ $a > 15$ และมีค่าขอบเขตคือ 0-30 ค่าที่ได้จากการสุ่มค่าจะต้องมากกว่า 15 และน้อยกว่า 30</p> <p>4.2.2 ข้อมูลนำเข้าประเภทอักขระ จะสร้างค่าข้อมูลนำเข้าโดยนำเงื่อนไขที่ค้นหาได้จากขั้นตอนที่ 2 มาสร้างค่า เช่น b มีเงื่อนไขคือ $b = \text{"Thailand"}$ ค่าที่ได้ b จะเท่ากับ Thailand แต่หาก เงื่อนไขของ b คือ $b \neq \text{"Thailand"}$ จะนำเงื่อนไขและค่าความยาวอักขระของ b</p>
---------	---

ตารางที่ 3-13 รายละเอียดของยูสเคสสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

ขั้นตอน	<p>มาสุ่มค่าโดยค่าที่ได้จะต้องไม่เท่ากับ thailand</p> <p>4.2.3 ข้อมูลนำเข้าประเภทบูลีน จะสร้างค่าข้อมูลนำเข้าโดยนำเงื่อนไขที่ค้นหาได้จากขั้นตอนที่ 2 มาสร้างค่า เช่น c มีเงื่อนไข คือ $c==true$ ค่าที่ได้ c จะมีค่าเท่ากับ true</p> <p>5.เครื่องมือพิจารณาว่าเส้นทางทดสอบถูกเลือกมาสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้าครบทุกเส้นทางหรือไม่ หากยังไม่ครบจะเลือกเส้นทางทดสอบถัดไป มาสร้างค่าให้กับข้อมูลนำเข้าของเส้นทางทดสอบนั้น หากครบแล้วจึงสิ้นสุดการสร้างกรณีทดสอบ</p>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-14 รายละเอียดของยูสเคสส่งออกกรณีทดสอบ

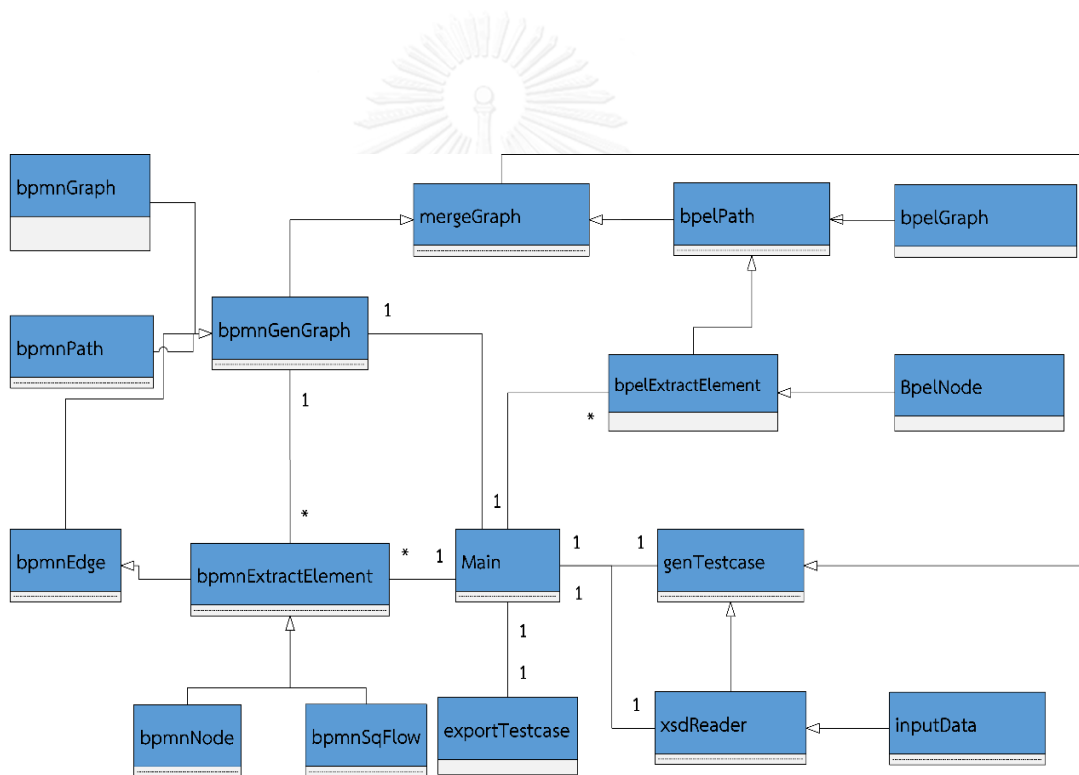
ยูสเคส	ส่งออกกรณีทดสอบ
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	เพื่อบันทึกกรณีทดสอบเพื่อนำไปใช้งาน
ยูสเคสที่สัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	สร้างกรณีทดสอบแล้ว
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องมือแสดงหน้าจอรายละเอียดการส่งออกกรณีทดสอบ 2. ผู้ใช้งานเลือกโพลเดอร์ที่ต้องการบันทึกกรณีทดสอบ 3. ผู้ใช้งานกดปุ่ม export test case 4. เครื่องมือบันทึกกรณีทดสอบลงในโพลเดอร์ที่ผู้ใช้งานเลือกไว้ 5. เครื่องมือแสดงป๊อปอัพ export test cases complete
เงื่อนไขภายหลัง	เครื่องมือส่งออกกรณีทดสอบ โดยอยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุลเอกซ์แอลเอส

3.2.2. แผนภาพคลาส

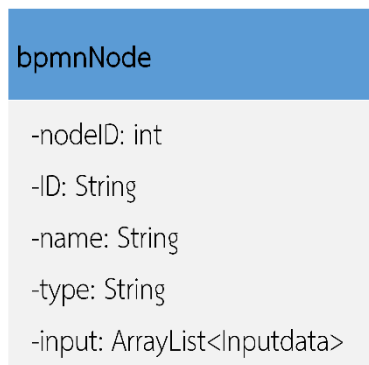
แผนภาพคลาสเป็นแผนภาพที่แสดงรายละเอียดของคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาส สำหรับแผนภาพคลาสของวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล ประกอบด้วยทั้งหมด 17 คลาส สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-13 ซึ่งแต่ละคลาสสามารถแสดงได้ดังนี้

1. คลาส bpmnNode คือคลาสที่ใช้จัดการโครงสร้างของอีลีเมนต์ที่สกัดได้จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-15
2. คลาส bpmnSqlflow คือคลาสที่กำหนดลำดับการทำงานภายในของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-15
3. คลาส bpmnExtractElement คือคลาสที่ใช้ในการสกัดข้อมูลจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-16
4. คลาส bpmnEdge คือคลาสที่ใช้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างโหนดต่างภายในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-17
5. คลาส bpmnGraph คือคลาสที่ใช้สร้างกราฟของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-18
6. คลาส bpmnPath คือคลาสที่ใช้สร้างเส้นทางทดสอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-19
7. คลาส bpmnGenGraph คือคลาสที่ใช้ค้นหาเส้นทางทดสอบของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น แสดงได้ดังรูปที่ 3-20
8. คลาส bpelNode คือคลาสที่ใช้จัดการโครงสร้างของอีลีเมนต์ที่สกัดแผนภาพบีเพล แสดงได้ดังรูปที่ 3-21
9. คลาส bpelGraph คือคลาสที่ใช้สร้างกราฟของแผนภาพบีเพล แสดงได้ดังรูปที่ 3-22
10. คลาส bpelPath คือคลาสที่ใช้สร้างและค้นหาเส้นทางทดสอบของแผนภาพบีเพล แสดงได้ดังรูปที่ 3-23
11. คลาส bpelExtractElement คือคลาสที่สกัดข้อมูลจากแผนภาพบีเพล แสดงได้ดังรูปที่ 3-24
12. คลาส mergeGraph คือคลาสที่ใช้แทรกกราฟระหว่างแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพล แสดงได้ดังรูปที่ 3-25

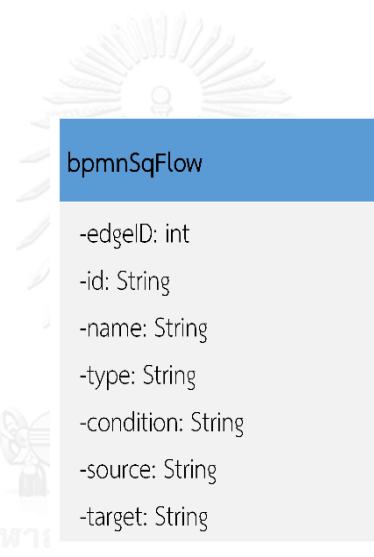
13. คลาส main คือคลาสหลักของเครื่องมือ ที่เรียกใช้คลาสต่างๆทำงานด้วยกัน แสดงได้ดังรูปที่ 3-26
14. คลาส inputData คือคลาสที่ใช้จัดการโครงสร้างอิลีเมนต์ที่สกัดจากเค้าร่างเอกซ์เอสดี แสดงได้ดังรูปที่ 3-27
15. คลาส xsdReader คือคลาสที่ใช้สกัดข้อมูลจากเค้าร่างเอกซ์เอสดี แสดงได้ดังรูปที่ 3-28
16. คลาส genTestcase คือคลาสที่ใช้สร้างกรณีทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 3-29
17. คลาส exportTestcase คือคลาสที่ทำหน้าที่ส่งออกกรณีทดสอบไปยังโฟลเดอร์ที่ผู้ใช้งานได้ระบุไว้ แสดงดังรูปที่ 3-30



รูปที่ 3-13 แผนภาพคลาสของเครื่องมือ



รูปที่ 3-14 แผนภาพคลาส bpmnNode



รูปที่ 3-15 แผนภาพคลาส bpmnSqFlow

bpmnExtractElement

```

-nodeList: List<bpmnNode>
-edgeList: List<bpmnSqFlow>
-tmpNode: bpmnNode
-tmpEdge: bpmnSqFlow
+getProcessID(File file): String
+showAllNode(File file): void
+sequenFlow(Node node): void
+checkNode(Node node): boolean
+getNodeList(): List<bpmnNode>
+getEdgeList: List<bpmnSqFlow>

```

รูปที่ 3-16 แผนภาพคลาส bpmnExtractElement

bpmnEdge

```

-id: String
-type: String
-name: String
-condition: String
-bpelPath: ArrayList<bpelNode>
-source: bpmnNode
-target: bpmnNode
-bpmnEdge(id,type,name,condition,source,target)

```

รูปที่ 3-17 แผนภาพคลาส bpmnEdge

bpmnGraph

```

-processID: int
-root: bpmnNode
-nodeOutEdges: HashMap<bpmnNode, List<bpmnEdge>>
-nodeInEdges: HashMap<bpmnNode, List<bpmnEdge>>
-edgeCount: int
-----
+AddNode(boolean): boolean
+getRoot(): bpmnNode
+setRoot(bpmnNode): void
+countEdge(): int
+containEdge(bpmnNode source, bpmnNode target): boolean
+containNode(bpmnNode): boolean
+getOutEdge(bpmnNode source): List<bpmnEdge>
+getInEdge(bpmnNode target): List<bpmnEdge>
+addEdge(bpmnEdge): boolean
+addVerticesAndEdge(bpmnEdge): boolean
+removeEdge(bpmnEdge): boolean

```

รูปที่ 3-18 แผนภาพคลาส bpmnGraph
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

bpmnPath

```

-path : ArrayList<bpmnEdge>
-stack: Stack<bpmnEdge>
-----
+bpmnPath()
+getEnumerator() : ArrayList<bpmnEdge>
+getLastEdge(): bpmnEdge
+addPath(int depth, bpmnEdge e): void
+contains(bpmnEdge e): boolean
+finish(): void

```

รูปที่ 3-19 แผนภาพคลาส bpmnPath

bpmnGenGraph
-bpmnPathList: bpmnPath
-bpmnPath: List<bpmnEdge>
-bpmnPathList: List<List<bpmnEdge>>
-bpmnNodeList: List<bpmnNode>
-bpmnSqFlowList: List<bpmnSqFlow>
+loadAllNode(): HashMap<String, bpmnNode>
+loadAllEdge(bpmnGraph<bpmnNode, bpmnEdge> graph, HashMap<String, bpmnNode> nodeList): bpmnGraph<bpmnNode, bpmnEdge>
+generateGraph(HashMap<String, bpmnNode> nodeList): bpmnGraph<bpmnNode, bpmnEdge>
+loadRootNode(): bpmnNode
+showBpmnGraph(): void
+savePath(bpmnPath path): void

รูปที่ 3-20 แผนภาพคลาส bpmnGenGraph

bpelNode
-id: int
-name: String
-type: String
-condition: String
-variable: String
-result: String
-target: ArrayList<String>

รูปที่ 3-21 แผนภาพคลาส bpelNode

bpelGraph

```

-bpelNodeList: ArrayList<bpelNode>
-MAX_VERTS: int
-vertexList: array[int]
-adjMat: array[int][int]
-adjMatCopy: array[int][int]
-nVerts: int
-stack: Stack
-path: List<ArrayList<String>>
-adj: LinkedList<Vertex>
-----
+bpelGraph(int maxvert)
+addVertex(String lab): void
+addEdge(int source, int target): void
+displayVertex(int current): void
+dfs(): List<ArrayList<String>>
+findAllPaths(int [] [] graph, List<String> visited, List<ArrayList<String>> paths,
vertex currentNode)
+adjajentNode(int [] [] Vertex): LinkedList<Vertex>

```

รูปที่ 3-22 แผนภาพคลาส bpelGraph

bpelPath

```

-bpelNodeList: ArrayList<bpelNode>
-----
+bpelPathList(): List<ArrayList<bpelNode>>

```

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3-23 แผนภาพคลาส bpelPath

bpelExtractElement

```

-result: ArrayList<String>
-list: ArrayList<bpelNode>

+getBpelElement(String file): ArrayList<bpelNode>
+getNode(Node node): bpelNode
+getReceiveNode(Node node): bpelNode
+getReplyNode(Node node): bpelNode
+getInvokeNode(Node node): bpelNode
+getAssignNode(Node node): bpelNode
+getIfNode(Node node): bpelNode
+getElseifNode(Node node): bpelNode
+getElseNode(Node node): bpelNode
+condition(String oldCondition): String
+nextNode(Node node): Node
+getParentNex(Node node) void
+bpelFileID(String file): String

```

รูปที่ 3-24 แผนภาพคลาส bpelExtractElement



mergeGraph

```

+feasiblepath(ArrayList<bpmnEdge> bpmnpathList, List<ArrayList<bpelNode>>): List<List<bpmnEdge>>
+step(ArrayList<List<List<bpmnEdge>>> groupsetList, List<List<bpmnEdge>> groupset, int totalset): void

```

รูปที่ 3-25 แผนภาพคลาส mergeGraph

main

```

-cards: CardLayout
-projectlb: JLabel
-ownerlb: JLabel
-cardPanel: JPanel
-----
-main(String[] args): void
-main()

```

รูปที่ 3-26 แผนภาพคลาส main

**inputData**

```

-name: String
-type: String
-length: String
-default: String
-max: String
-min: String

```

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3-27 แผนภาพคลาส inputData

xsdReader

```

+getXSElement(String file): ArrayList<inputdata>
+xsdTargetName(String file): String

```

รูปที่ 3-28 แผนภาพคลาส xsdReader

genTestcase

```
-inputList: ArrayList<inputdata>
+testcase(List<bpmnEdge> testStep): void
+random(String con): String
+data(String name): InputData
```

รูปที่ 3-29 แผนภาพคลาส genTestcase

exportTestcase

```
+export(String pathFolder, String projectName,
String User, ArrayList<testCase> tcList): void
+insertTeststep(WritableSheet sheet, int line,
List<bpmnEdge> testcase): void
```

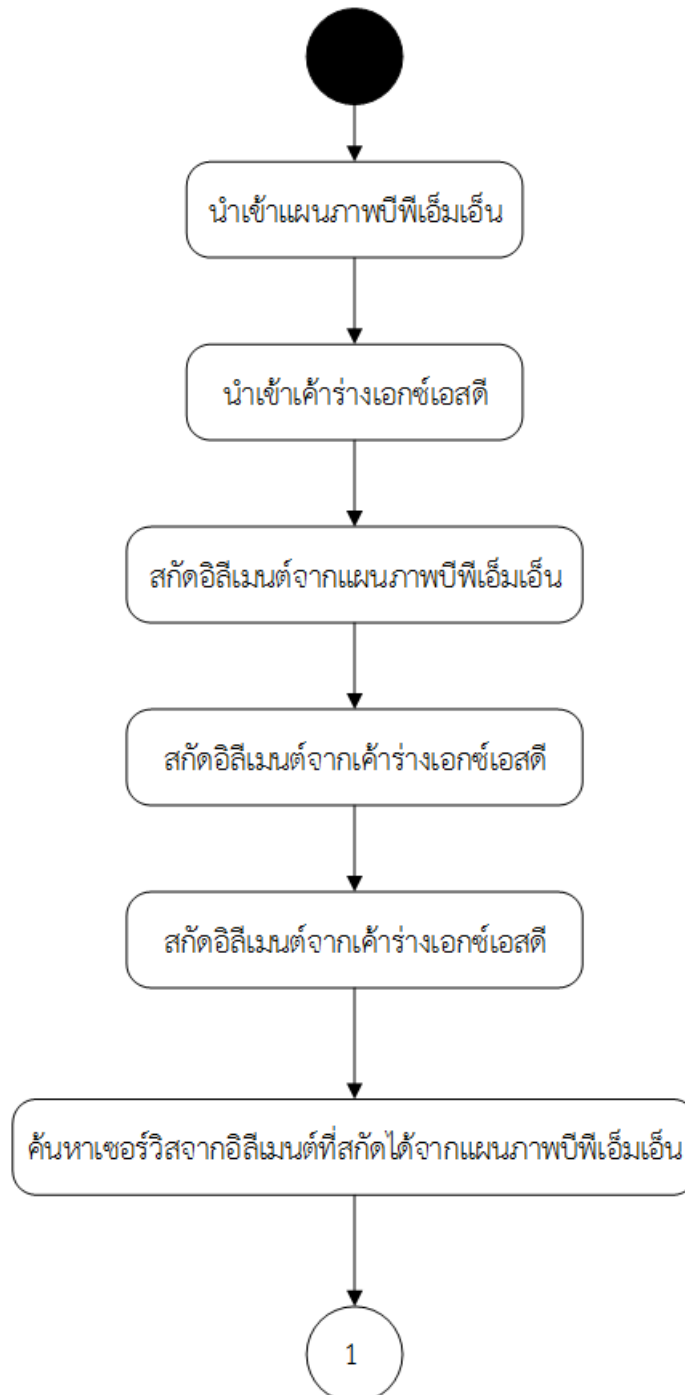
รูปที่ 3-30 แผนภาพคลาส exportTestcase

3.2.3. แผนภาพกิจกรรม

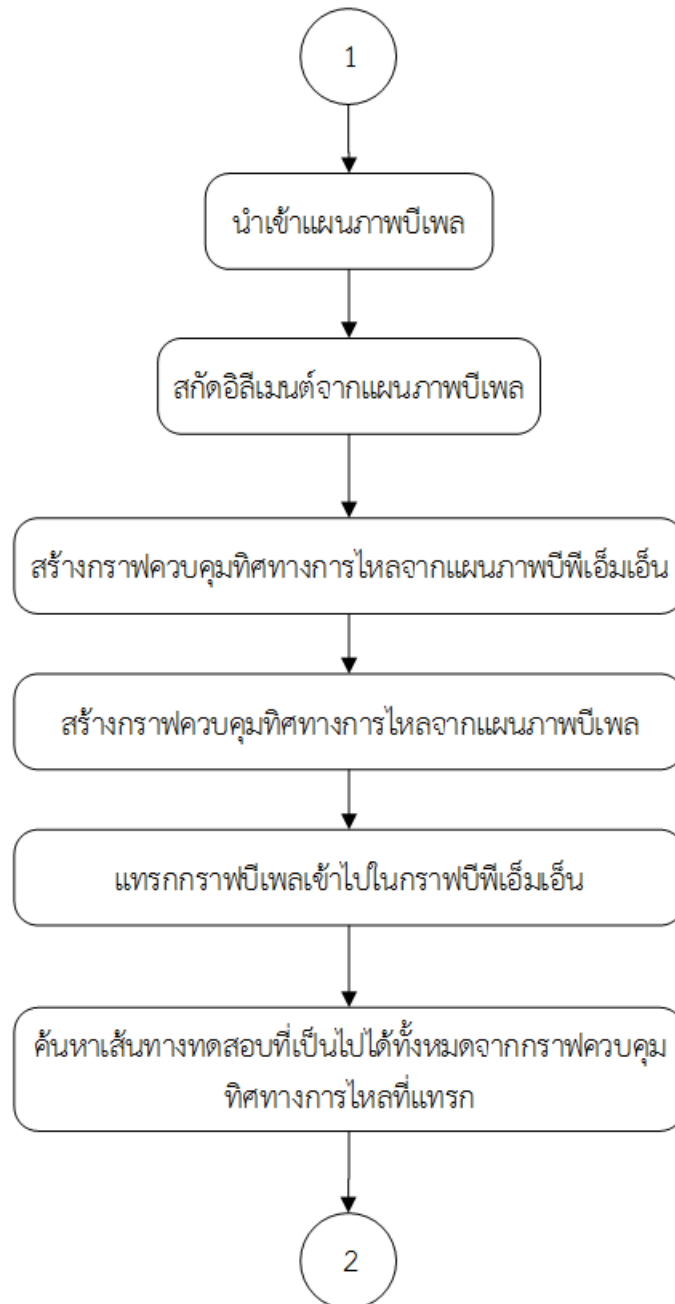
แผนภาพกิจกรรมเป็นแผนภาพที่แสดงขั้นตอนกิจกรรมและกระบวนการการทำงานของเครื่องมือ โดยแผนภาพกิจกรรมหลักของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-31

จากรูปที่ 3-31 เป็นแผนภาพกิจกรรมที่แสดงขั้นตอนการทำงานหลักของเครื่องมือ เริ่มต้นให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ โดยแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นได้อยู่ในรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล จากนั้นเครื่องมือจึงใช้เอกซ์เอ็มแอลพาร์ซเซอร์สกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นเพื่อใช้ในการสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหลและค้นหากิจกรรมใดบ้างที่เป็นเซอร์วิสและให้ผู้ใช้งานนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดีซึ่งกำหนดประเภท ขอบเขต ของข้อมูลนำเข้า ต่อมาเครื่องมือจะให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเพลโดยอยู่ในรูปของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลซึ่งอธิบายการทำงานของเซอร์วิสและใช้เอกซ์เอ็มแอลพาร์ซเซอร์สกัดอีลีเมนต์จากแผนภาพบีเพลเพื่อใช้สร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหล หลังจากที่ได้กราฟจากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพลแล้ว เครื่องมือนำกราฟจากแผนภาพบีเพลไปแทรกไว้ที่ตำแหน่งถัดไปจากโหนดที่เป็นเซอร์วิสของกราฟ

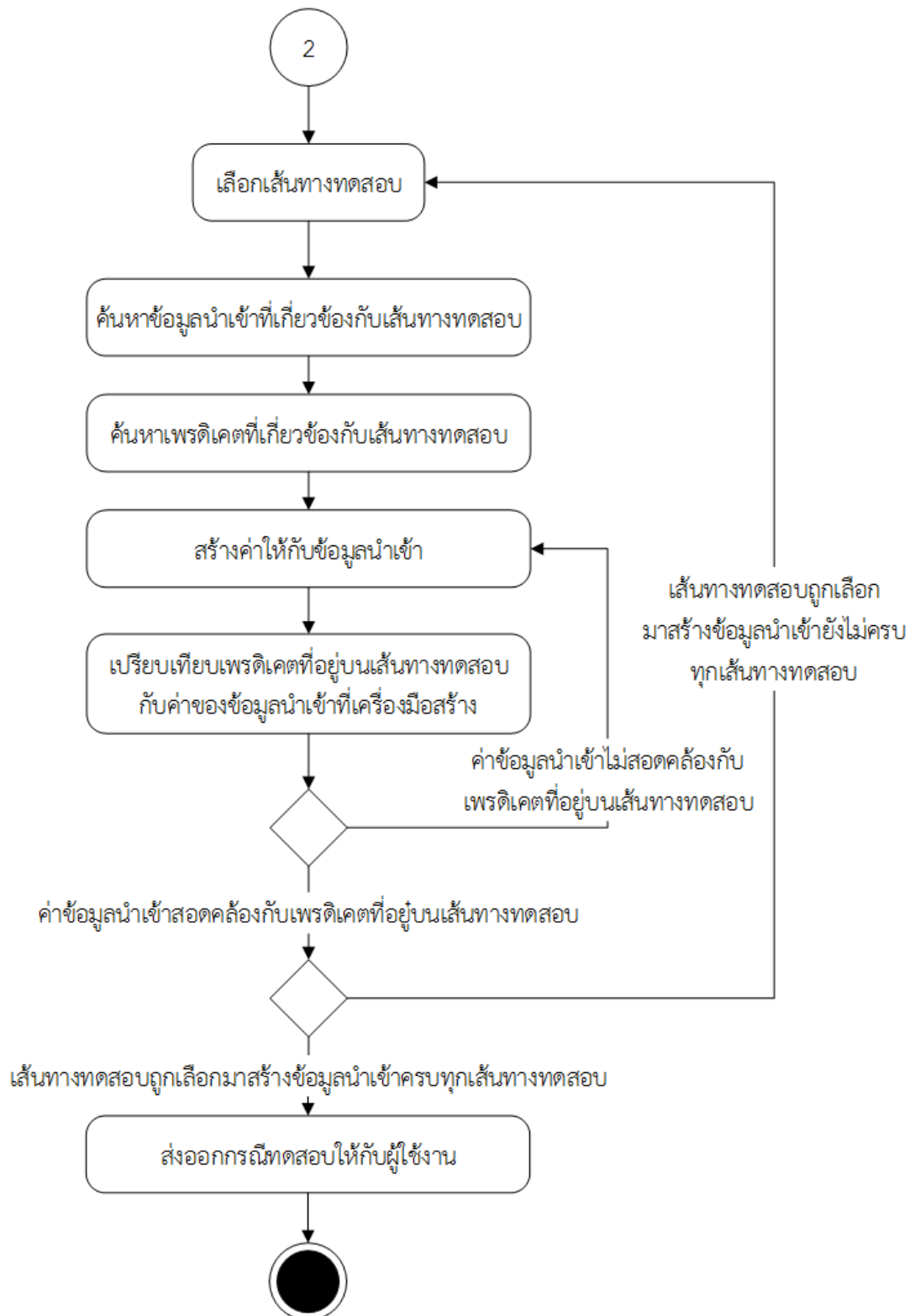
จากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นและค้นหาเส้นทางทดสอบทั้งหมดที่ครอบคลุมข้อความคำสั่ง จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างกรณีทดสอบและส่งออกกรณีทดสอบเพื่อให้ผู้ใช้งานนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 3-31 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ



รูปที่ 3-31 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ (ต่อ)



รูปที่ 3-31 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ (ต่อ)

บทที่ 4

การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ รวมทั้งโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้งานของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1. สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือมีดังต่อไปนี้

4.1.1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

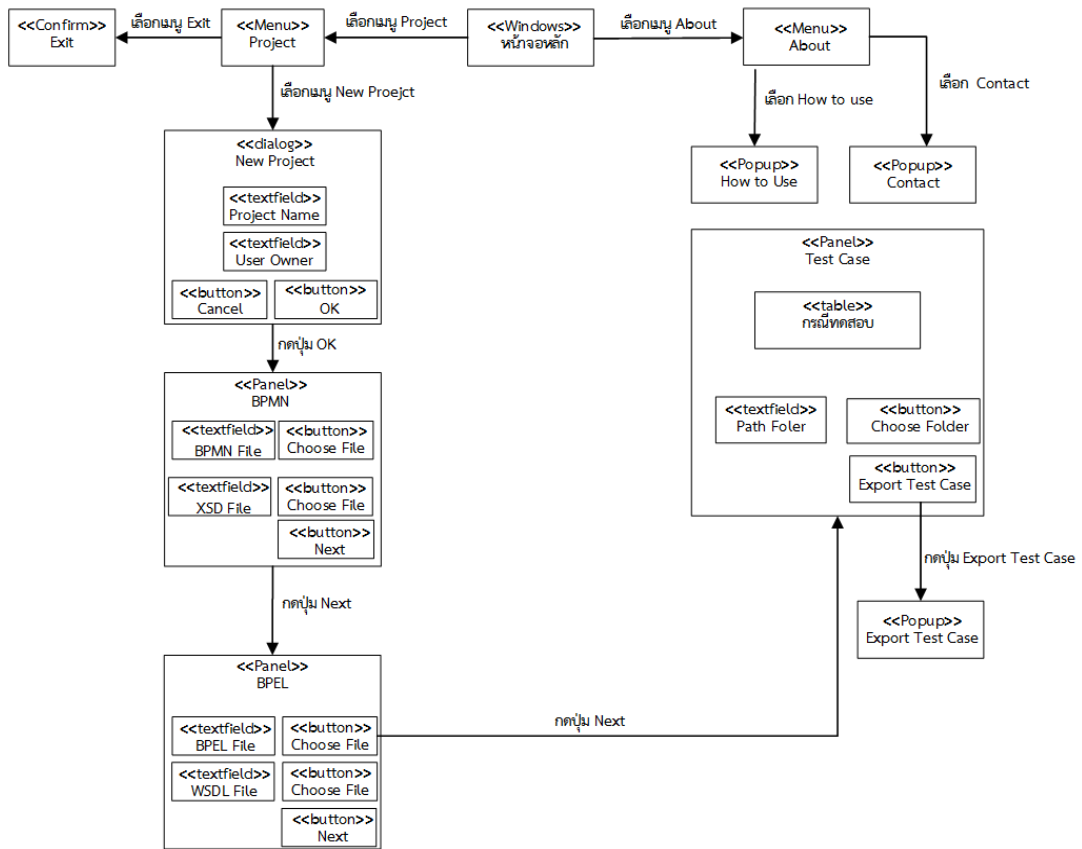
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Notebook) หน่วยประมวลผลกลางอินเทลคอร์ ไอเซเว่น 2.3 กิกะเฮิร์ต (intel core i7 2.3 GHz)
2. หน่วยความจำหลัก 8.0 กิกะไบต์ (8.0 GB)
3. หน่วยความจำสำรอง 256 กิกะไบต์ (256 GB)

4.1.2. ซอฟต์แวร์ (Software)

1. ระบบปฏิบัติการ (Operation System) ไมโครซอฟต์วินโดวส์แปดจุดหนึ่ง (Microsoft Windows 8.1)
2. Eclipse IDE Luna version
3. วินโดวส์บิวเดอร์โปร เวอร์ชัน 4.2 (Windows Builder Pro 4.2)

4.2. โครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือ

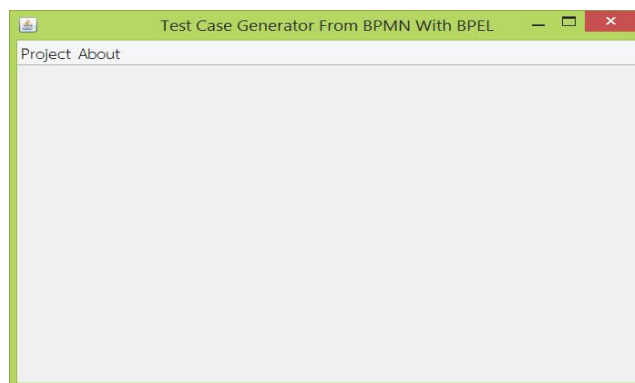
โครงสร้างส่วนต่อประสานของเครื่องมือการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพล สามารถอธิบายด้วยแผนภาพ Windows Navigation โดยอธิบายถึงความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานผู้ใช้งานทั้งหมดเครื่องมือ ดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แผนภาพ Windows Navigation

จากรูปที่ 4-1 เป็นแผนภาพ Windows Navigation ที่แสดงส่วนประกอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้งานกับเครื่องมือ เช่น หน้าจอโต้ตอบ เมนู หน้าต่าง เป็นต้น ซึ่งแต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หน้าต่าง หน้าจอหลัก คือหน้าจอหลักของเครื่องมือ ประกอบด้วยหน้าจอและ เมนูบาร์ ซึ่งเมนูบาร์ประกอบด้วย 2 เมนู คือ เมนู project และ เมนู About



รูปที่ 4-2 หน้าต่าง หน้าจอหลัก

1.1.เมนู project ประกอบด้วย 2 เมนูย่อย คือ

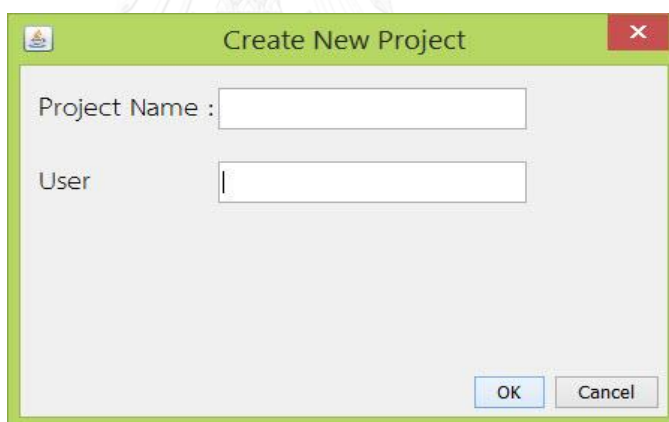
1.1.1. เมนู New Project เมื่อเลือกเมนู New Project จะปรากฏหน้าต่าง เพื่อให้ผู้ใช้งานระบุ Project Name และ User แสดงได้ดังรูปที่ 4-3

1.1.2. เมนู Exit เมื่อเลือกเมนู Exit จะปรากฏหน้าต่างโต้ตอบแบบยืนยัน เพื่อให้ผู้ใช้งานปิดการใช้งานเครื่องมือ

1.2. เมนู About ประกอบด้วย 2 เมนูย่อย คือ

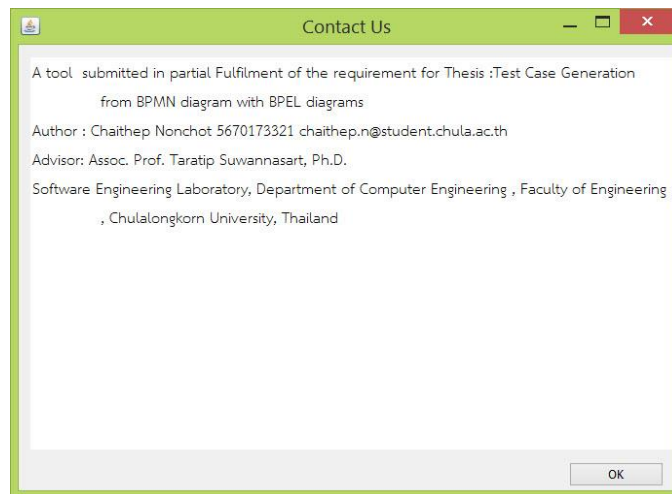
1.2.1. เมนู Contact เมื่อเลือกเมนู Contact จะปรากฏหน้าต่างแสดง รายละเอียดเกี่ยวกับผู้พัฒนา แสดงได้ดังรูปที่ 4-4

1.2.2. เมนู How to Use เมื่อเลือกเมนู How to Use จะปรากฏ หน้าต่างที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือ แสดงได้ดังรูปที่ 4-5

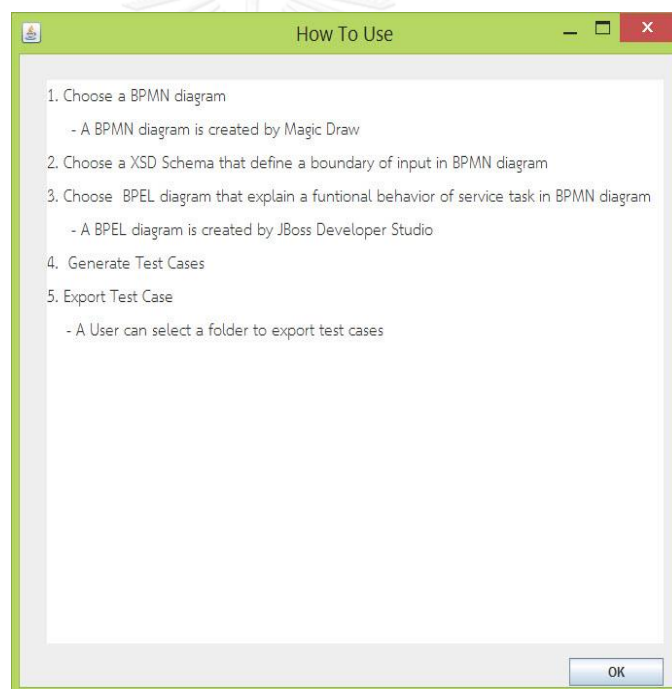


The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Create New Project". The dialog has a light green border and a red close button in the top right corner. It contains two text input fields: "Project Name :" and "User". At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons. The background of the page features a faint watermark of a Thai royal emblem.

รูปที่ 4-3 หน้าต่าง New Project



รูปที่ 4-4 หน้าต่าง Contact



รูปที่ 4-5 หน้าต่าง How to Use

2. ผังหน้าจอ BPMN เป็นแผงหน้าจอที่ให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 4-6 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ปุ่มดังนี้

2.1. ปุ่ม Browse BPMN เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Browse BPMN จะปรากฏหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นที่ต้องการสร้างกรณีทดสอบ

2.2. ปุ่ม Browse XSD เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Browse XSD จะปรากฏหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเลือกเค้าร่างเอกซ์เอสดีซึ่งกำหนดคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้าในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

2.3. ปุ่ม Next เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Next เครื่องมือจะเรียกแผงหน้าจอ BPEL เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีเพลที่ต้องการอธิบายการทำงานของเซอร์วิสในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น

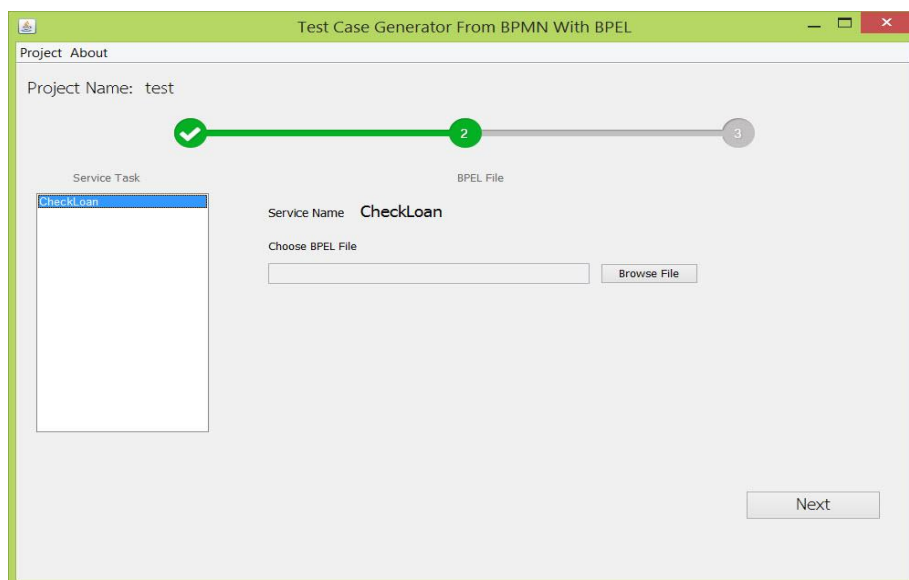


รูปที่ 4-6 ผังหน้าจอ BPMN

3. แผงหน้าจอ BPEL เป็นแผงหน้าจอที่ให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีเพลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิสที่อยู่ในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็น และแสดงรายละเอียดของเซอร์วิสเมื่อผู้ใช้งานคลิกที่รายการ Service Task สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-7 ซึ่งมีทั้งหมด 2 ปุ่ม ดังนี้

3.1. ปุ่ม Browse File เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Browse File จะปรากฏหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเลือกแผนภาพบีเพลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิสตามที่แสดงในรายละเอียดของเซอร์วิส

3.2. ปุ่ม Next เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Next เครื่องมือจะเรียกแผงหน้าจอรายละเอียดกรณีทดสอบเพื่อใช้ดูรายละเอียดเกี่ยวกับกรณีทดสอบ

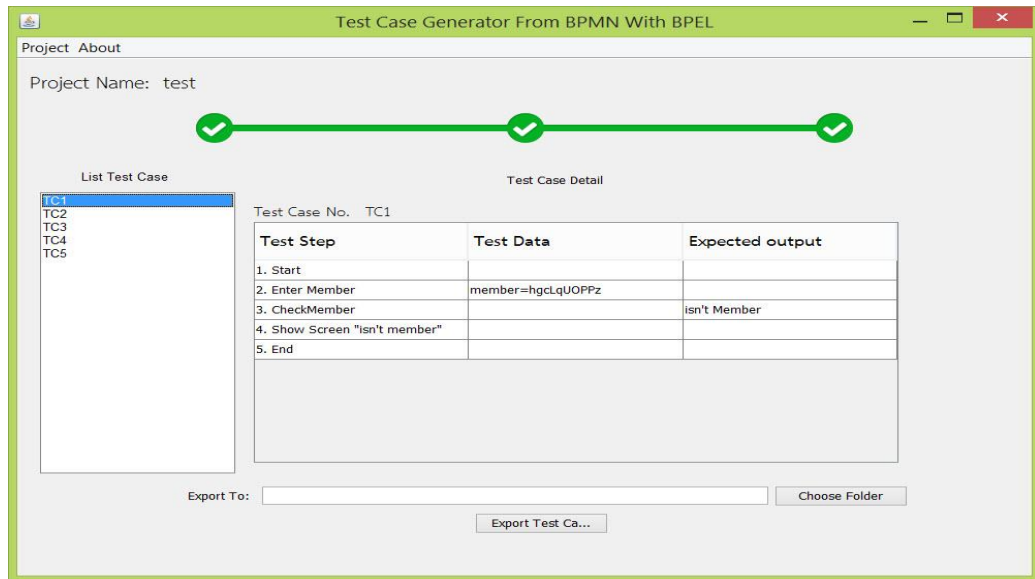


รูปที่ 4-7 แผงหน้าจอ BPEL

4. แผงหน้าจอรายละเอียดกรณีทดสอบ เป็นแผงหน้าจอที่แสดงรายละเอียดรายการกรณีทดสอบทั้งหมดที่สร้างขึ้น และแสดงรายละเอียดแต่ละกรณีทดสอบเมื่อผู้ใช้งานคลิกที่รายการกรณีทดสอบ แสดงได้ดังรูปที่ 4-8 ซึ่งประกอบด้วย 2 ปุ่ม ดังนี้

5.1. ปุ่ม Choose Folder เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Choose Folder จะปรากฏหน้าต่างให้ผู้ใช้งานเลือก Folder ที่ต้องการจะส่งออกกรณีทดสอบ

5.2. ปุ่ม Export Test Case เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Export Test Case เครื่องมือจะส่งออกกรณีทดสอบไปยัง Folder ที่ผู้ใช้งานได้เลือกเอาไว้ และแสดงข้อความตอบกลับให้ผู้ใช้งานได้รับรู้ผลลัพธ์การส่งออกกรณีทดสอบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-8 แผงหน้าจอรายละเอียดกรณีทดสอบ



รูปที่ 4-9 ข้อความตอบกลับผลลัพธ์การส่งออกกรณีทดสอบ

บทที่ 5

การทดสอบเครื่องมือ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดสอบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพพีเพล เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือ ซึ่งจะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ รายละเอียดการทดสอบเครื่องมือ และผลลัพธ์การทดสอบเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1. สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ

5.1.1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Labtop) หน่วยประมวลผลกลางอินเทลคอร์ไอ เซเว่น 2.3 กิกะเฮิร์ต (intel core i7 2.3 GHz)
2. หน่วยความจำหลัก 8.0 กิกะไบต์ (8.0 GB)
3. หน่วยความจำสำรอง 256 กิกะไบต์ (256 GB)

5.1.2. ซอฟต์แวร์ (Software)

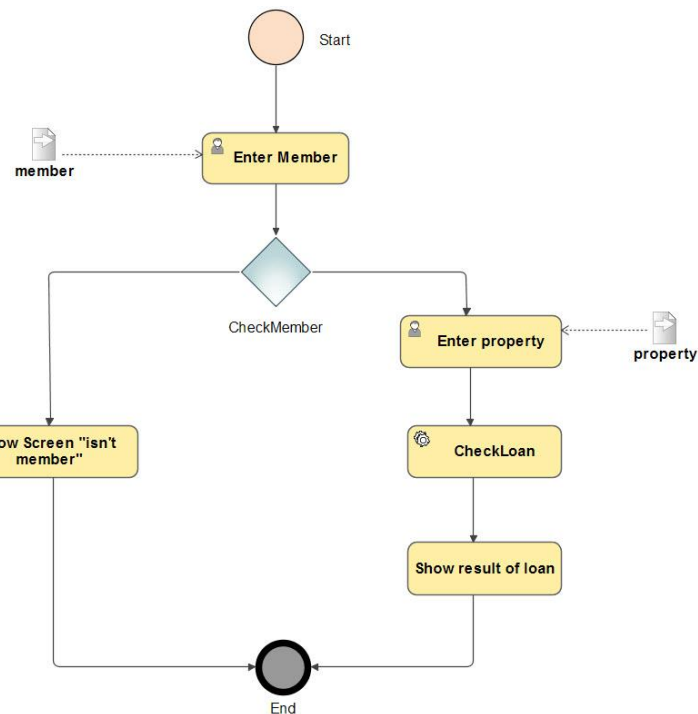
1. ระบบปฏิบัติการ (Operation System) ไมโครซอฟต์วินโดวส์แปดจุดหนึ่ง (Microsoft Windows 8.1)
2. Eclipse IDE Luna version

5.2. การทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบเครื่องมือได้จัดทำขึ้นเพื่อต้องการตรวจสอบ เครื่องมือที่ได้สร้างจากวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพพีเพล โดยกรณีทดสอบที่ได้จากเครื่องมือจะมีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่งหรือไม่ โดยการทดสอบนี้จะใช้กรณีศึกษาทั้งหมด 3 กรณีศึกษา ในแต่ละกรณีศึกษาจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ แผนภาพพีพีเอ็มเอ็น แผนภาพพีเพล และเค้าร่างเอกซ์เอสดี ซึ่งแต่ละกรณีศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

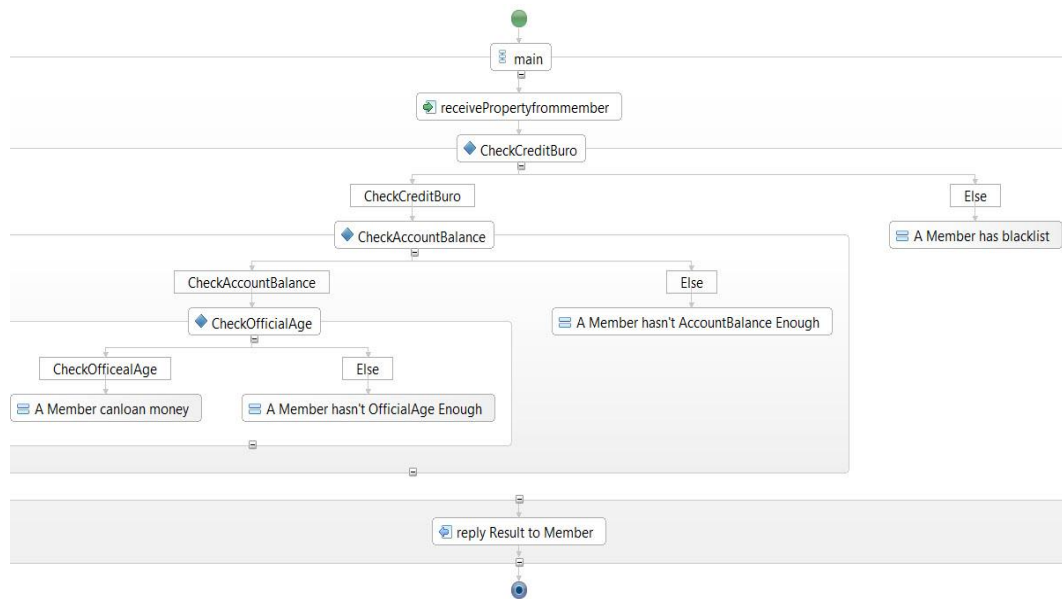
1. กรณีศึกษาที่ 1 ระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้ ระบบนี้จะแสดงขั้นตอนการตรวจคุณสมบัติของผู้กู้ โดยเริ่มต้นจากให้ผู้ใช้กรอกรหัสสมาชิกเพื่อตรวจสอบว่าเป็นสมาชิกหรือไม่ หากเป็นสมาชิกจะให้ผู้ใช้กรอกคุณสมบัติ เพื่อให้ระบบตรวจสอบ

จากนั้นระบบเรียกใช้เซอรัวิสที่มีชื่อว่า “checkLoan” เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของผู้กู้ และส่งผลลัพธ์ให้ผู้ใช้งานทราบ แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้และรายละเอียดของแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-1 และ ตารางที่ 5-1 แผนภาพปีเพลของเซอรัวิส checkLoan และรายละเอียดแผนภาพปีเพลของเซอรัวิส checkLoan สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-2 และ ตารางที่ 5-2 คำร่างเอกซ์เอสดีของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-3



รูปที่ 5-1 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้
ตารางที่ 5-1 รายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้

ลำดับ	ชื่ออีลิเมนต์	ข้อมูลนำเข้า
1	Start	-
2	Enter Member	Member
3	CheckMember	-
4	Show Screen “isn’t member”	-
5	Enter property	Property
6	CheckLoan	-
7	Show result of loan	-
8	End	-



รูปที่ 5-2 แผนภาพปีเพลของเซอร์วิส checkLoan

ตารางที่ 5-2 รายละเอียดแผนภาพปีเพลของเซอร์วิส checkLoan

ลำดับ	ชื่ออีลิเมนต์
1	start
2	receivePropertyfrommember
3	CheckCreditBuro
4	CheckAccountBalance
5	CheckOfficialAge
6	A member can loan money
7	A Member Hasn't OfficialAge Enough
8	A Member hasn't AccountBalance Enough
9	A Member has blacklist
10	reply Result to Member
11	end

```

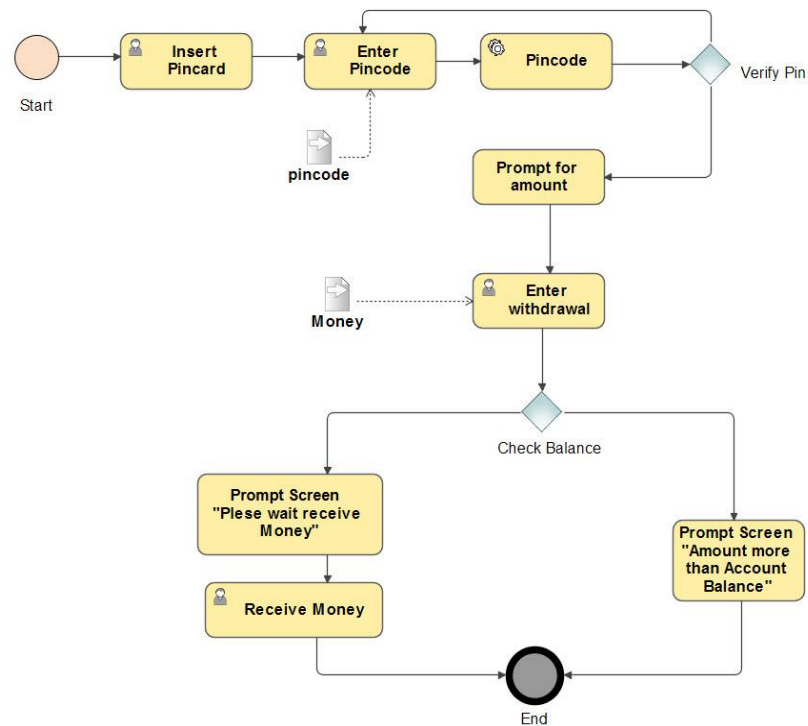
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.omg.org/Loan" xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xs:element name="member" type="xs:String" Length="10" />
<xs:element name="property">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="creditBuro" type="xs:Boolean" default="true"/>
      <xs:element name="accountBalance" type="xs:Integer" minInclusive="1" maxInclusive="1000000"/>
      <xs:element name="officialAge" type="xs:Integer" minInclusive="1" maxInclusive="40" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>

```

รูปที่ 5-3 เค้ร่างเอกซ์เอสดีของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้

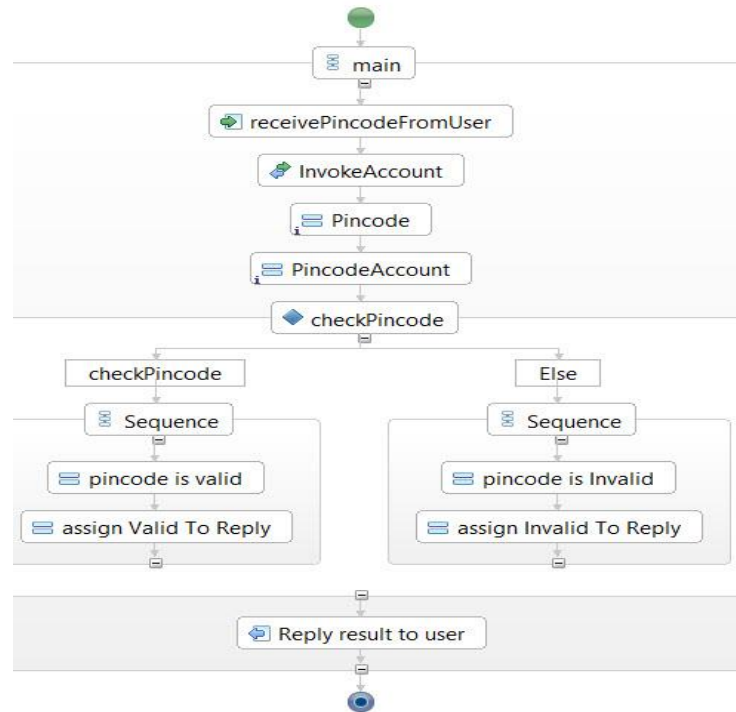
- กรณีศึกษาที่ 2 ระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม โดยระบบนี้จะแสดงขั้นตอนการถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม เริ่มต้นจะให้ผู้ใช้งานใส่บัตรเอทีเอ็มเข้าไปในตู้เอทีเอ็ม ต่อมาผู้ใช้งานกดรหัสบัตรเอทีเอ็มเพื่อเข้าใช้งาน หลังจากนั้นระบบจะเรียกใช้เซอร์วิส “Pincode” เพื่อตรวจสอบรหัสเอทีเอ็มจากผู้ใช้งานว่าถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องจะให้ผู้ใช้งานกดรหัสบัตรเอทีเอ็มอีกครั้ง จากนั้นระบบจะแสดงหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้งานกดจำนวนเงินที่ต้องการถอนจากบัญชี หากยอดเงินในบัญชีมีมากกว่ายอดเงินที่ต้องการถอน ระบบจะแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้งานรรับเงินที่ถอนจากตู้เอทีเอ็ม โดยแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็มและรายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็มสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-4 และ ตารางที่ 5-3 แผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส Pincode และรายละเอียดแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส Pincode สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-5 และตารางที่ 5-4 เค้ร่างเอกซ์เอสดีของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็มสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5-4 แผนภาพพีซีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

ตารางที่ 5-3 รายละเอียดแผนภาพพีซีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

ลำดับ	ชื่ออีลีเมนต์	ข้อมูลนำเข้า
1.	Start	-
2.	Insert Pincard	-
3.	Enter Pincard	Pincode
4.	Pincode	-
5.	Verify Pin	-
6.	Prompt for amount	-
7.	Enter withdrawal	Money
8.	Check Balance	-
9.	Prompt Screen “plese wait receive Money ”	-
10.	Receive Money	-
11.	Prompt Screen “Amount more than AccountBalance”	-
12.	End	-



รูปที่ 5-5 แผนภาพปีเพลของเซอร์วิส Pincode

ตารางที่ 5-4 รายละเอียดแผนภาพปีเพลของเซอร์วิส Pincode

ลำดับ	ชื่ออ็อบเจกต์
1	start
2	receivePincodeFromUser
3	InvokeAccount
4	Pincode
5	PincodeAccount
6	checkPincode
7	pincode is valid
8	assign Valid To Reply
9	pincode is Invalid
10	assign Invalid To Reply
11	Reply result to user
12	end

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.omg.org/withdrawalMoney" xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xs:element name="pincode">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="pincode" type="xs:Integer" minOccurs="0" maxInclusive="9999" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>

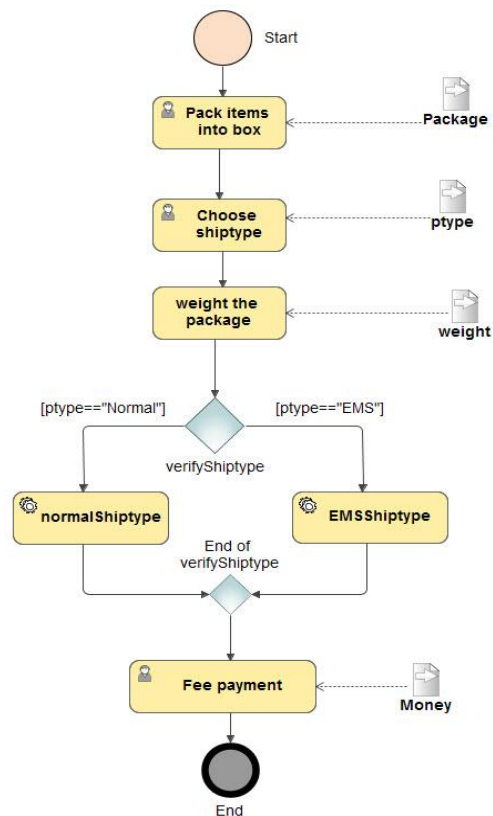
<xs:element name="Money" type="xs:Integer" minOccurs="100" maxInclusive="20000"/>

</xs:schema>

```

รูปที่ 5-6 คำร่างเอกซ์เอสดีของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

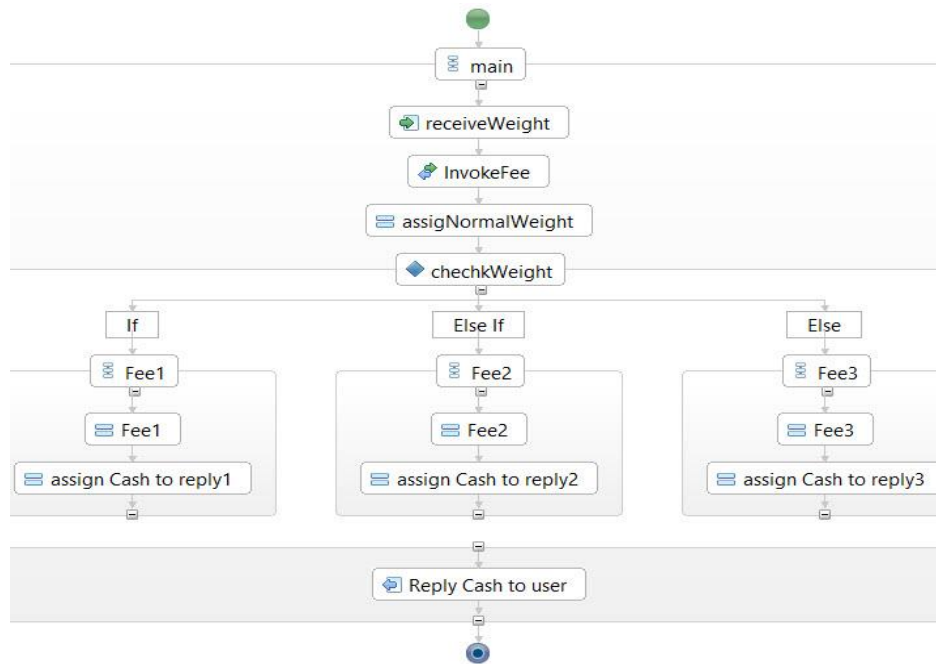
3. กรณีที่ 3 ระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์ โดยระบบนี้แสดงขั้นตอนการส่งพัสดุทางไปรษณีย์ โดยเริ่มต้นผู้ใช้งานนำพัสดุลงกล่อง ต่อมาผู้ใช้งานเลือกประเภทของการส่งทางไปรษณีย์ จากนั้นจึงชั่งน้ำหนักพัสดุที่ต้องการส่งทางไปรษณีย์ ซึ่งระบบจะเรียกใช้ เซอร์วิส “normalShiptype” หรือ “EMSShiptype” สำหรับคำนวณน้ำหนักของพัสดุ สุดท้ายผู้ใช้งานจึงชำระเงินค่าพัสดุ โดยแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์และรายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์สามารถแสดงได้ดังรูป 5-7 และตารางที่ 5-5 แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส normalShiptype และรายละเอียดแผนภาพพีเพลของเซอร์วิส normalShiptype สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-8 และตารางที่ 5-6 แผนภาพพีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype และรายละเอียดของเซอร์วิส EMSShiptype สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-9 และตารางที่ 5-7 คำร่างเอกซ์เอสดีของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-10



รูปที่ 5-7 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

ตารางที่ 5-5 รายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

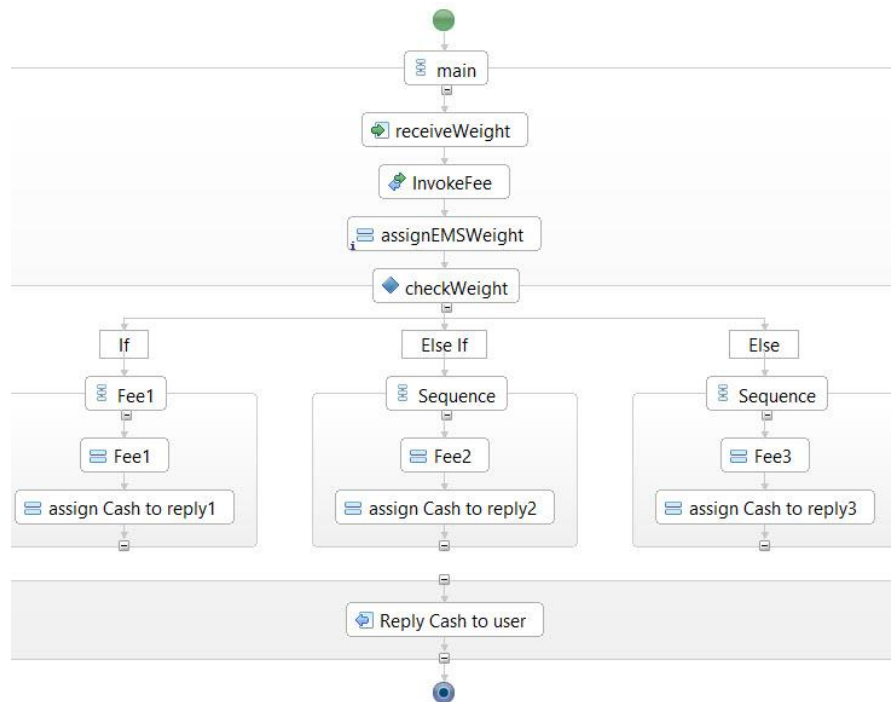
ลำดับ	ชื่ออิลิเมนต์	ข้อมูลนำเข้า
1	Start	-
2	Pack Item into box	Package
3	Choose shiptype	Ptype
4	weight the package	Weight
5	verifyShiptype	-
6	normalShiptype	-
7	EMSShiptype	-
8	End of verifyShiptype	-
9	Fee Payment	Money
10	End	-



รูปที่ 5-8 แผนภาพปีเพิลของเซอร์วิส normalShiptype

ตารางที่ 5-6 รายละเอียดแผนภาพปีเพิลของเซอร์วิส normalShiptype

ลำดับ	ชื่ออติเมนต์
1	start
2	receiveWeight
3	InvokeFee
4	assignEMSWeight
5	checkWeight
6	else if checkWeight
7	Fee1
8	assign Cash to reply1
9	Fee2
10	assign Cash to reply2
11	Fee3
12	assign Cash to reply3
13	Reply Cash to user
14	End



รูปที่ 5-9 แผนภาพบีเฟลของเซอร์วิส EMSShiptype

ตารางที่ 5-7 รายละเอียดแผนภาพบีเฟลของเซอร์วิส EMSShiptype

ลำดับ	ชื่ออีลิเมนต์
1	start
2	receiveWeight
3	InvokeFee
4	assignEMSWeight
5	checkWeight
6	else if checkWeight
7	Fee1
8	assign Cash to reply1
9	Fee2
10	assign Cash to reply2
11	Fee3
12	assign Cash to reply3
13	Reply Cash to user
14	End

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.omg.org/postOffice" xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xs:element name="Package" type="xs:String" Length="20" />
<xs:element name="ptype" type="xs:String" Length="10" />
<xs:element name="weight">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="weight" type="xs:Integer" minOccurs="1" maxInclusive="1000" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="Money" type="xs:Integer" minOccurs="20" maxInclusive="500"/>

</xs:schema>

```

รูปที่ 5-10 เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

5.3 ผลการทดสอบเครื่องมือ

ผลการทดสอบหลังจากนำกรณีศึกษาจำนวน 3 กรณีศึกษาไปทดสอบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพพีเพล โดยทั้งแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพพีเพลสามารถสรุปผลการทดสอบได้ในรูปแบบของตารางประกอบด้วย 2 คอลัมน์ดังนี้ 1. ชื่ออีลีเมนต์แสดงชื่อของอีลีเมนต์ในแผนภาพ 2. กรณีทดสอบที่ครอบคลุม แสดงกรณีทดสอบที่มีเส้นทางทดสอบผ่านอีลีเมนต์นี้

โดยผลการทดสอบในแต่ละกรณีศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้ ผลการทดสอบได้กรณีทดสอบจากกรณีศึกษาทั้งหมด 5 กรณีทดสอบ ตามที่อธิบายในภาคผนวก ก. สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 5-8 และตาราง 5-9

ตารางที่ 5-8 ผลการทดสอบแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
Start	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5
Enter Member	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5
CheckMember	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5
Show Screen "isn't member"	TC1
Enter property	TC2,TC3,TC4,TC5
CheckLoan	TC2,TC3,TC4,TC5
Show result of loan	TC2,TC3,TC4,TC5
End	TC2,TC3,TC4,TC5

ตารางที่ 5-9 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส CheckLoan

ชื่ออีลิเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
start	TC2,TC3,TC4,TC5
receivePropertyfrommember	TC2,TC3,TC4,TC5
CheckCreditBuro	TC2,TC3,TC4,TC5
CheckAccountBalance	TC2,TC3,TC4
CheckOfficialAge	TC2,TC3
A member can loan money	TC2
A Member Hasn't OfficialAge Enough	TC3
A Member hasn't AccountBalance Enough	TC4
A Member has blacklist	TC5
reply Result to Member	TC2,TC3,TC4,TC5
end	TC2,TC3,TC4,TC5

2. ระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม ผลการทดสอบได้กรณีทดสอบจากกรณีศึกษาทั้งหมด 12 กรณีทดสอบ ตามที่อธิบายในภาคผนวก ก. สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5-10 และ ตารางที่ 5-11

ตารางที่ 5-10 ผลการทดสอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

ชื่ออีลิเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
Start	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Insert Pincard	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Enter Pincard	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Pincode	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Verify Pin	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Prompt for amount	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Enter withdrawal	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Check Balance	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Prompt Screen “please wait receive Money ”	TC1,TC2,TC3,TC4TC9,TC10
Receive Money	TC1,TC2,TC3,TC4TC9,TC10

ตารางที่ 5-10 ผลการทดสอบแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
Prompt Screen “Amount more than AccountBalance”	TC5,TC6,TC7,TC8, TC11,TC12
End	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12

ตารางที่ 5-11 ผลการทดสอบแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส Pincode

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
start	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
receivePincodeFromUser	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
InvokeAccount	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
Pincode	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
PincodeAccount	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
checkPincode	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
pincode is valid	TC1,TC2,TC3,TC5,TC6,TC7,TC9,TC11
assign Valid To Reply	TC1,TC2,TC3,TC5,TC6,TC7,TC9,TC11
pincode is Invalid	TC2,TC3,TC4,TC6,TC7,TC8,TC10,TC12
assign Invalid To Reply	TC2,TC3,TC4,TC6,TC7,TC8,TC10,TC12
Reply result to user	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12
end	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6,TC7,TC8,TC9,TC10,TC11,TC12

3. ระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์ ผลการทดลองได้กรณีทดสอบจากกรณีศึกษาทั้งหมด 6 กรณีทดสอบ ตามที่อธิบายในภาคผนวก ก. สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5-12 ตารางที่ 5-13 และตารางที่ 5-14

ตารางที่ 5-12 ผลการทดสอบแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
Start	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6
Pack Item into box	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6
Choose shiptype	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6
normalShiptype	TC1,TC2,TC3
EMSShiptype	TC4,TC5,TC6

ตารางที่ 5-12 ผลการทดสอบแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์ (ต่อ)

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
End of verifyShiptype	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6
Fee Payment	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6
End	TC1,TC2,TC3,TC4,TC5,TC6

ตารางที่ 5-13 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส normalShiptype

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
start	TC1,TC2,TC3
receiveWeight	TC1,TC2,TC3
InvokeFee	TC1,TC2,TC3
assignNormalWeight	TC1,TC2,TC3
checkWeight	TC1,TC2,TC3
else if checkWeight	TC2,TC3
Fee1	TC1
assign Cash to reply1	TC1
Fee2	TC2
assign Cash to reply2	TC2
Fee3	TC3
assign Cash to reply3	TC3
Reply Cash to user	TC1,TC2,TC3
End	TC1,TC2,TC3

ตารางที่ 5-14 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype

ชื่ออีลีเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
start	TC4,TC5,TC6
receiveWeight	TC4,TC5,TC6
InvokeFee	TC4,TC5,TC6
assignEMSWeight	TC4,TC5,TC6
checkWeight	TC4,TC5,TC6
else if checkWeight	TC5,TC6
Fee1	TC4
assign Cash to reply1	TC4

ตารางที่ 5-14 ผลการทดสอบแผนภาพบีเพลของเซอร์วิส EMSShiptype

ชื่ออิลิเมนต์	กรณีทดสอบที่ครอบคลุม
Fee2	TC5
assign Cash to reply2	TC5
Fee3	TC6
assign Cash to reply3	TC6
Reply Cash to user	TC4,TC5,TC6
End	TC4,TC5,TC6

จากตารางที่ 5-8 ถึง ตารางที่ 5-14 ผลการทดลองจากเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพ บีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพบีเพลด้วยกรณีศึกษาทั้งหมด 3 กรณีศึกษา สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าเครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ความครอบคลุมทุกอิลิเมนต์ของแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพลตามที่ได้กำหนดไว้ และสามารถสร้างข้อมูลทดสอบได้ครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดตามที่ปรากฏทั้งในแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นและแผนภาพบีเพล

บทที่ 6

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา วิจัย วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพปีเพล สามารถสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของเครื่องมือ และแนวทางในการพัฒนาต่อได้ดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพปีเพล โดยแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นสร้างจากเครื่องมือ Magic Draw และแผนภาพปีเพลสร้างจากเครื่องมือ JBoss Developer Studio โดยให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพปีพีเอ็มเอ็น แผนภาพปีเพล และเค้าร่างเอกซ์เอสดีเพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตของข้อมูลนำเข้า จากนั้นจึงดำเนินการสร้างกรณีทดสอบตามวิธีการที่ได้เสนอไว้ ซึ่งกรณีทดสอบจากแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพปีเพลสามารถสร้างกรณีทดสอบได้ถูกต้องตามวิธีการที่ได้นำเสนอ ซึ่งเส้นทางทดสอบมีความครอบคลุมแบบทุกข้อความคำสั่ง นอกจากนี้ข้อมูลทดสอบที่เครื่องมือได้สร้างขึ้นมีความครบถ้วนตามขอบเขตที่ได้ระบุไว้ สุดท้ายส่งออกกรณีทดสอบได้ซึ่งอยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เซลเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปทดสอบซอฟต์แวร์ได้ต่อไป

6.2 ข้อจำกัดของเครื่องมือ

เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นร่วมกับแผนภาพปีเพลมีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

1. แผนภาพปีพีเอ็มเอ็นที่เครื่องมือรองรับ จะมี Start event และ End Event อย่างละ 1 โหนดเท่านั้น
2. เครื่องมือรองรับสัญลักษณ์จากแผนภาพปีพีเอ็มเอ็นเพียง 7 ชนิด คือ Start Event , End Event, Sequence Flow, Exclusive Gateway, Task, User Task, Service Task
3. เครื่องมือไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบที่มีเส้นทางทดสอบวนซ้ำมากกว่า 1 รอบ
4. เครื่องมือไม่รองรับสัญลักษณ์จากแผนภาพปีเพลที่ทราบค่าได้ก็ต่อเมื่อสั่งกระทำการระบบ
5. ในแต่ละแผนภาพปีเพลจะอธิบายแค่การทำงานภายในเท่านั้น ไม่มีการเรียกใช้เซอร์วิสอื่น

6. ข้อมูลนำเข้าประเภทตัวเลขต้องระบุขอบเขตค่าสูงและขอบเขตค่าต่ำสุด
7. เครื่องมือไม่รองรับข้อมูลนำเข้าของแผนภาพบีเพลผ่านทางหน้าจอ
8. ข้อมูลทดสอบที่ได้จากเครื่องมือจะได้ค่าแบบสุ่มจากค่าขอบเขตอาจไม่สมจริง เนื่องจากไม่ได้ใช้ข้อมูลทดสอบจริง จากฐานข้อมูลในระบบนั้นๆ

6.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาเครื่องมือให้รองรับสัญลักษณ์จากแผนภาพบีพีเอ็มเอ็นได้หลากหลายมากขึ้น
2. พัฒนาเครื่องมือให้รองรับสัญลักษณ์จากแผนภาพบีเพลที่สามารถทราบค่าขณะที่ระบบถูกกระทำได้
3. พัฒนาเครื่องมือให้สามารถสร้างข้อมูลทดสอบให้สมจริงได้



รายการอ้างอิง

- [1] B. Beizer, *Software Testing Techniques*, 2 ed.: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- [2] K. Hyungchoul, K. Sungwon, B. Jongmoon, and K. Inyoung, "Test Cases Generation from UML Activity Diagrams," in *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing, 2007. SNPD 2007. Eighth ACIS International Conference on*, 2007, pp. 556-561.
- [3] S. Kansomkeat, P. Thiket, and J. Offutt, "Generating test cases from UML activity diagrams using the Condition-Classification Tree Method," in *Software Technology and Engineering (ICSTE), 2010 2nd International Conference on*, 2010, pp. V1-62-V1-66.
- [4] A. Jimenez-Ramirez, R. M. Gasca, and A. J. Varela-Vaca, "Contract-based test generation for data flow of business processes using constraint programming," in *Research Challenges in Information Science (RCIS), 2011 Fifth International Conference on*, 2011, pp. 1-12.
- [5] P. C. Jorgensen, *SOFTWARE TESTING A Craftsman's Approach*, 3 ed. New York: Auerbach Publications, 2008.
- [6] H. Völzer, *An Overview of BPMN 2.0 and Its Potential Use*, in *Business Process Modeling Notation*, 2010.
- [7] OASIS. (2010). *Web Services Business Process Execution Language 2.0*[Online]. Organization for the Advancement of Structured Information Standards. Available: <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.html>
- [8] W3Schools. "Introduction to XSD Schema." [Online]. Available: <http://www.w3schools.com/schema/default.asp>



ภาคผนวก

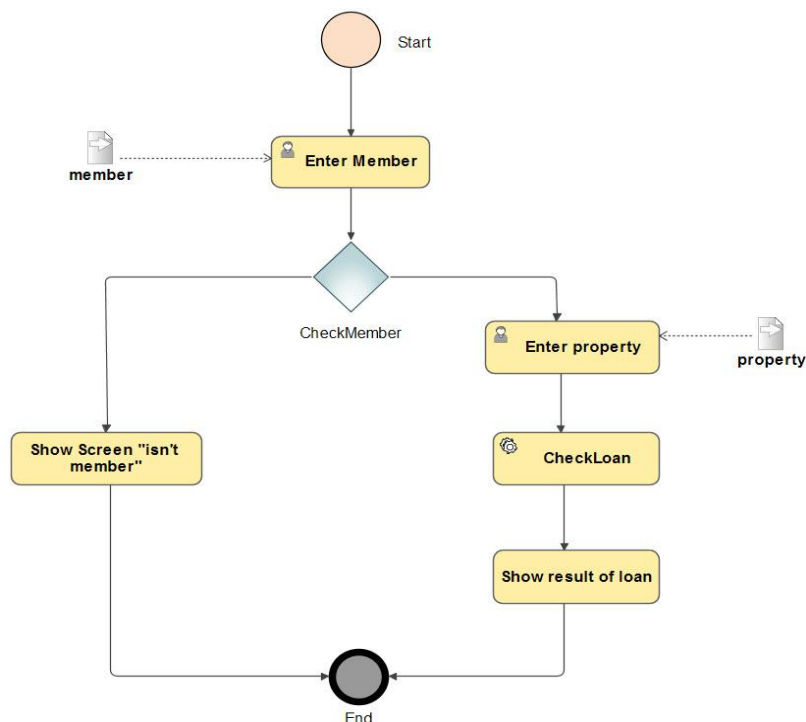
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างกรณีศึกษาและกรณีทดสอบ

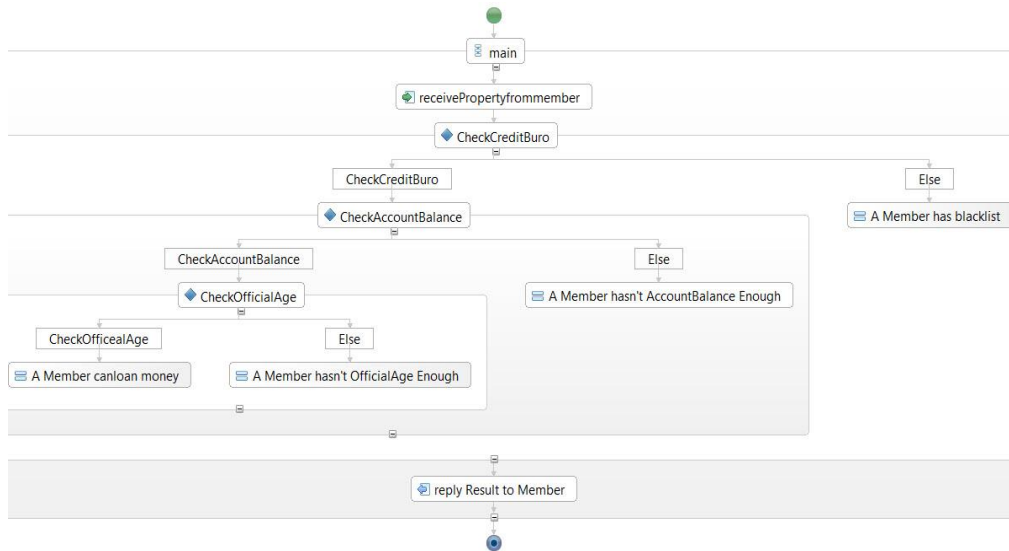
1. กรณีศึกษาที่ 1 ระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้

ระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้นี้ สามารถแสดงพฤติกรรมและขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ ก-1 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้

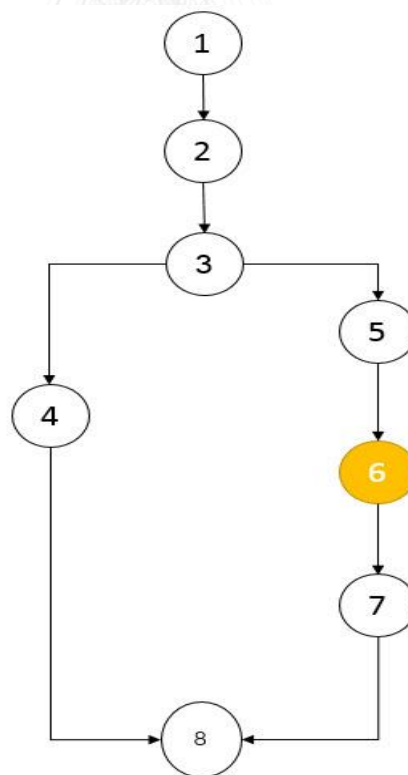


รูปที่ ก-1 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบคุณสมบัติคำขอกู้

จากภาพที่ ก-1 นี้ เครื่องมือจะตรวจสอบว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่มีการเรียกใช้เซอร์วิส ซึ่งจากรูปที่ ก-1 นี้จะมีกิจกรรมที่มีชื่อว่า “CheckLoan” ต่อมาเครื่องมือจะให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพพีเพิลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิสสามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-2 จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนด จากรูป ก-1 โดยสามารถแสดงควบคุมทิศทางการไหลควบคุมได้ดังรูปที่ ก-3 และรายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-1 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-1 ซึ่งจากรูปที่ ก-3 กิจกรรม CheckLoan จะแสดงด้วยหมายเลขที่ 6



รูปที่ ก-2 แผนภาพปีเพิลของเซอร์วิส CheckLoan

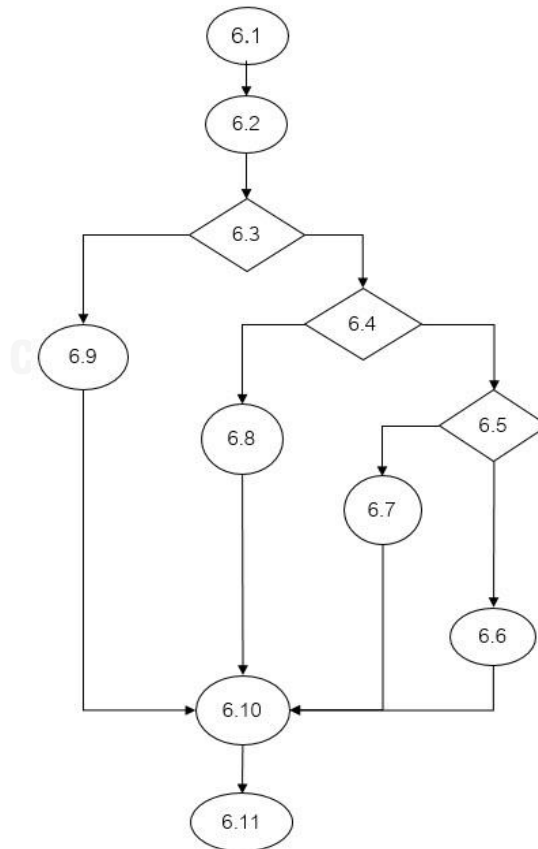


รูปที่ ก-3 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพปีเพิลของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้

Order	Element Name	Input	Predicate
1.	Start	-	-
2.	Enter Member	Member	-
3.	CheckMember	-	-
4.	Show Screen “isn’t member”	-	-
5.	Enter property	Property	-
6.	CheckLoan	-	-
7.	Show result of loan	-	-
8.	End	-	-

จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนดจากรูปที่ ก-2 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-4 และรายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-2 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-2



รูปที่ ก-4 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส CheckLoan

ตารางที่ ก-2 รายละเอียดแผนภาพปีเพลของเซอร์วิส CheckLoan

Order	Element Name	Predicate
6.1	start	-
6.2	receivePropertyfrommember	-
6.3	CheckCreditBuro	creditBuro == false
6.4	CheckAccountBalance	AccountBalance >= 100000
6.5	CheckOfficialAge	OfficialAge >=5
6.6	A member can loan money	-
6.7	A Member Hasn't OfficialAge Enough	-
6.8	A Member hasn't AccountBalance Enough	-
6.9	A Member has blacklist	-
6.10	reply Result to Member	-
6.11	end	-

จากนั้นเครื่องมือจึงแทรกควบคุมทิศทางการไหลควบคุมที่ได้จากรูปที่ ก-4 เข้าไป ระหว่างโหนดหมายเลขที่ 6 และหมายเลขที่ 7 ของรูปที่ ก-3 จากนั้นเครื่องมือจึงค้นหาเส้นทางทดสอบทั้งหมด จะได้เส้นทางทั้งหมด 5 เส้นทาง ดังต่อไปนี้

1. 1 → 2 → 3 → 4 → 8
2. 1 → 2 → 3 → 5 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.5 → 6.6 → 6.10 → 6.11 → 7 → 8
3. 1 → 2 → 3 → 5 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.5 → 6.7 → 6.10 → 6.11 → 7 → 8
4. 1 → 2 → 3 → 5 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.8 → 6.10 → 6.11 → 7 → 8
5. 1 → 2 → 3 → 5 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.9 → 6.10 → 6.11 → 7 → 8

จากนั้นเครื่องมือจึงให้ผู้ใช้งานนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี ซึ่งกำหนดขอบเขตของข้อมูล นำเข้าไว้เพื่อใช้ในการสร้างข้อมูลทดสอบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-5 ซึ่งรายละเอียดของกรณีทดสอบทั้งหมดสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ ก-3 ตารางที่ ก-4 ตารางที่ ก-5 ตารางที่ ก-6 ตารางที่ ก-7


```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.omg.org/Loan" xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xs:element name="member" type="xs:String" Length="10" />
<xs:element name="property">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="creditBuro" type="xs:Boolean" default="true"/>
      <xs:element name="accountBalance" type="xs:Integer" minInclusive="1" maxInclusive="1000000"/>
      <xs:element name="officialAge" type="xs:Integer" minInclusive="1" maxInclusive="40" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>

```

รูปที่ ก-5 เค้ร่า่งเอกซ์เอเอสดีของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้

ตารางที่ ก-3 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้

TestCase ID	TC1	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Enter Member	member=JEOIMysHTW	
3. CheckMember		isn't Member
4. Show Screen "isn't member"		
5. End		

ตารางที่ ก-4 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบตรวจคุณสมบัติคำขอกู้

TestCase ID	TC2	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Enter Member	member=NtsWHyZOma	
3. CheckMember		is Member
4. Enter property	creditBuro=false accountBalance=100000 officialAge=38	
5. CheckLoan		
6. start		

ตารางที่ ก-4 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้ (ต่อ)

TestCase ID	TC2	
Test Step	Input	Expected Output
7.receivePropertyfrommember		
8. CheckCreditBuro		
9. CheckAccountBalance		
10. CheckOfficialAge		
11. A Member Canloan Money		
12. reply Result to Member		
13. end		
14. Show result of loan		
15. End		

ตารางที่ ก-5 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้

TestCase ID	TC3	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Enter Member	member=kwqeCLeOqO	
3. CheckMember		is Member
4. Enter property	creditBuro=false accountBalance=754456 officialAge=2	
5. CheckLoan		
6. start		
7. receivePropertyfrommember		
8. CheckCreditBuro		
9. CheckAccountBalance		
10. CheckOfficialAge		
11. A Member Hasn't OfficialAge Enough		
12. reply Result to Member		
13. end		

ตารางที่ ก-5 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้ (ต่อ)

TestCase ID	TC3	
Test Step	Input	Expected Output
14. Show result of loan		
15. End		

ตารางที่ ก-6 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้

TestCase ID	TC4	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Enter Member	member=McyKngJywP	
3. CheckMember		is Member
4. Enter property	creditBuro=false accountBalance=62267 officialAge=36	
5. CheckLoan		
6. start		
7. receivePropertyfrommember		
8. CheckCreditBuro		
9. CheckAccountBalance		
10. A Member hasn't AccountBalance Enough		
11. reply Result to Member		
12. end		
13. Show result of loan		
14. End		

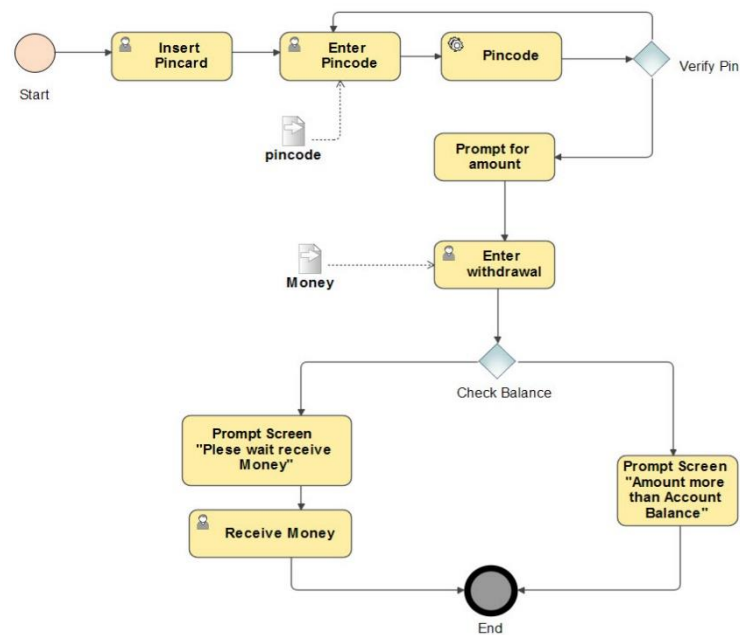
ตารางที่ ก-7 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้

TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Enter Member	member=YRwJaujCbH	

ตารางที่ ก-7 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบตรวจสอบสมบัติคำขอกู้ (ต่อ)

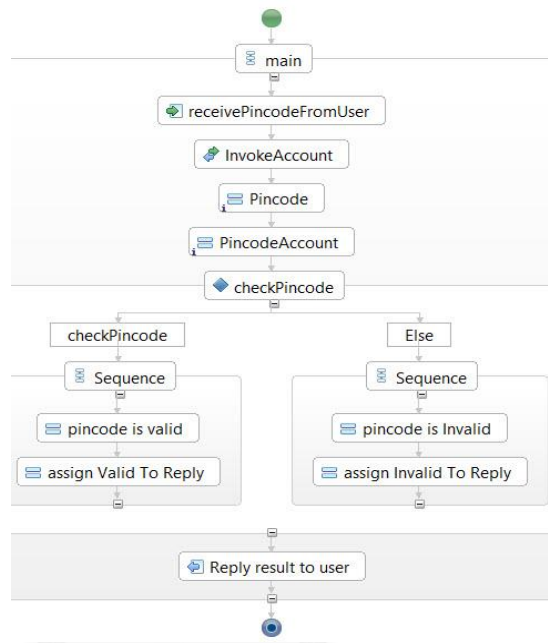
TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
3. CheckMember		is Member
4. Enter property	creditBuro=true accountBalance=711258 officialAge=14	
5. CheckLoan		
6. start		
7. receivePropertyfrommember		
8. CheckCreditBuro		
9. A Member has blacklist		
10. reply Result to Member		
11. end		
12. Show result of loan		
13. End		

2. กรณีศึกษาที่ 2 ระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม
ระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็มนี้ สามารถแสดงพฤติกรรมและขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ ก-6 แผนภาพพีซีเอ็มเอ็นระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

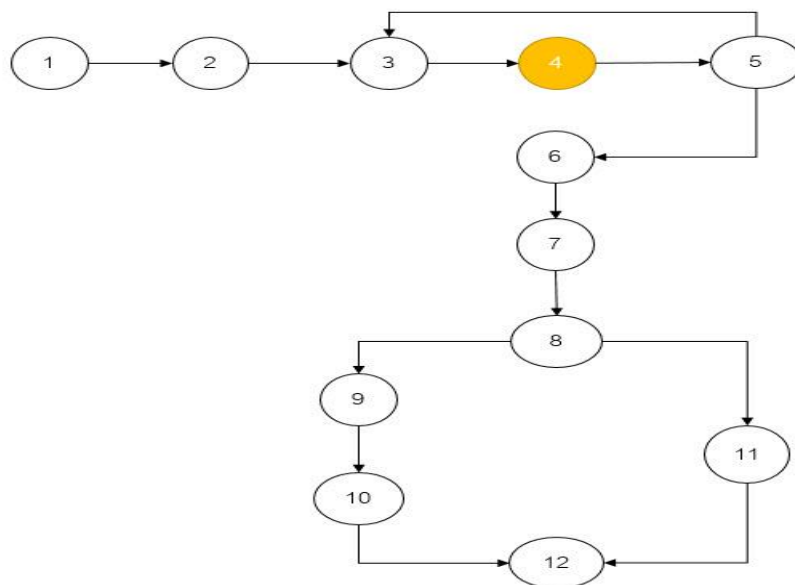


รูปที่ ก-6 แผนภาพพีซีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

จากภาพที่ ก-6 นี้ เครื่องมือจะตรวจสอบว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่มีการเรียกใช้เซอร์วิส ซึ่งจากรูปที่ ก-6 นี้จะมีกิจกรรมที่มีชื่อว่า “Pincode” ต่อมาเครื่องมือจะให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเฟลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิสสามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-7 จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างกราฟควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนด จากรูป ก-6 โดยสามารถแสดงควบคุมทิศทางการไหลได้ดังรูปที่ ก-8 และรายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-6 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-8 ซึ่งจากรูปที่ ก-7 กิจกรรม Pincode จะแสดงด้วยหมายเลขที่ 4



รูปที่ ก-7 แผนภาพบีเฟลของเซอร์วิส Pincode

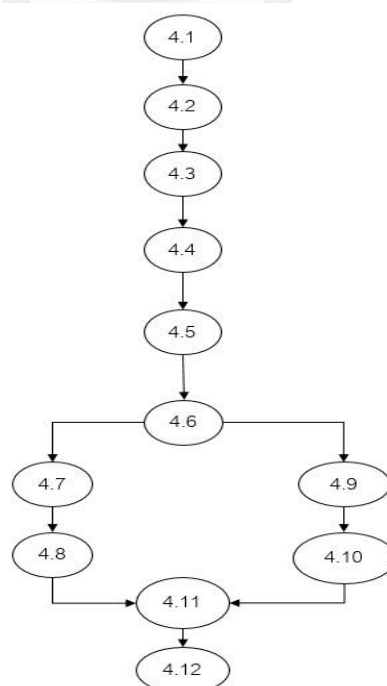


รูปที่ ก-8 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพบีเฟลของระบบโอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

ตารางที่ ก-8 รายละเอียดของแผนภาพพีซีเอ็มเอ็นของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

Order	Element Name	Input	Predicate
1.	Start	-	-
2.	Insert Pincard	-	-
3.	Enter Pincard	Pincode	-
4.	Pincode	-	-
5.	Verify Pin	-	-
6.	Prompt for amount	-	-
7.	Enter withdrawal	Money	-
8.	Check Balance	-	-
9.	Prompt Screen “plese wait receive Money ”	-	-
10.	Receive Money	-	-
11.	Prompt Screen “Amount more than AccountBalance”	-	-
12.	End	-	-

จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนดจากรูปที่ ก-7 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-9 และรายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-7 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-9



รูปที่ ก-9 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพปีเพลของเซอร์วิส Pincode

ตารางที่ ก-9 รายละเอียดแผนภาพปีเพลของเซอร์วิส Pincode

Order	Element Name	Predicate
4.1	start	-
4.2	receivePincodeFromUser	-
4.3	InvokeAccount	-
4.4	Pincode	-
4.5	PincodeAccount	-
4.6	checkPincode	Pincode=PincodeAccount
4.7	pincode is valid	-
4.8	assign Valid To Reply	-
4.9	pincode is Invalid	-
4.10	assign Invalid To Reply	-
4.11	Reply result to user	-
4.12	end	-

จากนั้นเครื่องมือจึงแทรกกราฟควบคุมทิศทางการไหลที่ได้จากรูปที่ ก-9 เข้าไป ระหว่างโหนดหมายเลขที่ 4 และหมายเลขที่ 5 ของรูปที่ ก-8 จากนั้นเครื่องมือจึงค้นหาเส้นทางทดสอบทั้งหมด จะได้เส้นทางทั้งหมด 12 เส้นทาง ดังต่อไปนี้

- 1 → 2 → 3 → 4 → 4.1 → 4.2 → 4.3 → 4.4 → 4.5 → 4.6 → 4.7 → 4.8 → 4.11 → 4.12 → 5 → 3 → 4 → 4.1 → 4.2 → 4.3 → 4.4 → 4.5 → 4.6 → 4.7 → 4.8 → 4.11 → 4.12 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → 10 → 12
- 1 → 2 → 3 → 4 → 4.1 → 4.2 → 4.3 → 4.4 → 4.5 → 4.6 → 4.7 → 4.8 → 4.11 → 4.12 → 5 → 3 → 4 → 4.1 → 4.2 → 4.3 → 4.4 → 4.5 → 4.6 → 4.9 → 4.10 → 4.11 → 4.12 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → 10 → 12
- 1 → 2 → 3 → 4 → 4.1 → 4.2 → 4.3 → 4.4 → 4.5 → 4.6 → 4.9 → 4.10 → 4.11 → 4.12 → 5 → 3 → 4 → 4.1 → 4.2 → 4.3 → 4.4 → 4.5 → 4.6 → 4.7 → 4.8 → 4.11 → 4.12 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → 10 → 12

จากนั้นเครื่องมือจึงให้ผู้ใช้งานนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี ซึ่งกำหนดขอบเขตของข้อมูล นำเข้าไว้เพื่อใช้ในการสร้างข้อมูลทดสอบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-10 ซึ่งรายละเอียดของ กรณีทดสอบทั้งหมดสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ ก-10 ตารางที่ ก-11 ตารางที่ ก-12 ตาราง ที่ ก-13 ตารางที่ ก-14 ตารางที่ ก-15 ตารางที่ ก-16 ตารางที่ ก-17 ตารางที่ ก-18 ตารางที่ ก-19 ตารางที่ ก-20 ตารางที่ ก-21

```
</xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.org/withdrawalMoney" xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xs:element name="pincode">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element name="pincode" type="xs:Integer" minOccurs="0" maxInclusive="9999" />
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>

<xs:element name="Money" type="xs:Integer" minOccurs="100" maxInclusive="20000"/>

</xs:schema>
```

รูปที่ ก-10 เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

ตารางที่ ก-10 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC1	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard	pincode=1234	
3. Enter Pincode		
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is valid		
12. assign Valid To Reply		
13. Reply result to user		

ตารางที่ ก-10 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC1	
Test Step	Input	Expected Output
14. end		
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again
16. Enter Pincode	pincode=1234	
17. Pincode		
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		
23. checkPincode		
24. pincode is valid		
25. assign Valid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=1234	
31. Check Balance		Account balance more than amount
32. Prompt Screen "Plese wait receive Money"		
33. Receive Money		
34. End		

ตารางที่ ก-11 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC2	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=1234	
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is valid		
12. assign Valid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again
16. Enter Pincode	pincode=8701	
17. Pincode		
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		
23. checkPincode		
24. pincode is Invalid		
25. assign Invalid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=17730	

ตารางที่ ก-11 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC2	
Test Step	Input	Expected Output
31. Check Balance		Account balance more than amount
32. Prompt Screen "Plese wait receive Money"		
33. Receive Money		
34. End		

ตารางที่ ก-12 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC3	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard	pincode=4017	
3. Enter Pincode		
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is Invalid		
12. assign Invalid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again

ตารางที่ ก-12 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC3	
Test Step	Input	Expected Output
16. Enter Pincode	pincode=1234	
17. Pincode		
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		
23. checkPincode		
24. pincode is valid		
25. assign Valid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=50000	
31. Check Balance		Account balance more than amount
32. Prompt Screen "Plese wait receive Money"		
33. Receive Money		
34. End		

ตารางที่ ก-13 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC4	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=6536	
4. Pincode		

ตารางที่ ก-13 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC4	
Test Step	Input	Expected Output
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is Invalid		
12. assign Invalid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again
16. Enter Pincode	pincode=2838	
17. Pincode		
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		
23. checkPincode		
24. pincode is Invalid		
25. assign Invalid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=8000	
31. Check Balance		Account balance more than amount

ตารางที่ ก-13 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC4	
Test Step	Input	Expected Output
32. Prompt Screen "Plese wait receive Money"		
33. Receive Money		
34. End		

ตารางที่ ก-14 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=1234	
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is valid		
12. assign Valid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again
16. Enter Pincode	pincode=1234	
17. Pincode		

ตารางที่ ก-14 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		
23. checkPincode		
24. pincode is valid		
25. assign Valid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=7500	
31. Check Balance		Account Balance less than Amount
32. Prompt Screen "Amount more than Account Balance"		
33. End		

ตารางที่ ก-15 กรณีทดสอบที่ 6 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC6	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=1234	
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		

ตารางที่ ก-15 กรณีทดสอบที่ 6 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC6	
Test Step	Input	Expected Output
7. InvokeAccount		
8. Pincod		
9. PincodAccount		
10. checkPincod		
11. pincod is valid		
12. assign Valid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincod is invalid plese try again
16. Enter Pincod	pincod=4064	
17. Pincod		
18. start		
19. receivePincodFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincod		
22. PincodAccount		
23. checkPincod		
24. pincod is Invalid		
25. assign Invalid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincod is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=13855	
31. Check Balance		Account Balance less than Amount
32. Prompt Screen "Amount more than Account Balance"		

ตารางที่ ก-15 กรณีทดสอบที่ 6 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC6	
Test Step	Input	Expected Output
33. End		

ตารางที่ ก-16 กรณีทดสอบที่ 7 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC7	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=7672	
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is Invalid		
12. assign Invalid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again
16. Enter Pincode	pincode=1234	
17. Pincode		
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		

ตารางที่ ก-16 กรณีทดสอบที่ 7 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC7	
Test Step	Input	Expected Output
23. checkPincode		
24. pincode is valid		
25. assign Valid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=4500	
31. Check Balance		Account Balance less than Amount
32. Prompt Screen "Amount more than Account Balance"		
33. End		

ตารางที่ ก-17 กรณีทดสอบที่ 8 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC8	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=1738	
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is Invalid		
12. assign Invalid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		

ตารางที่ ก-17 กรณีทดสอบที่ 8 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC8	
Test Step	Input	Expected Output
15. Verify Pin		pincode is invalid plese try again
16. Enter Pincode	pincode=4601	
17. Pincode		
18. start		
19. receivePincodeFromUser		
20. InvokeAccount		
21. Pincode		
22. PincodeAccount		
23. checkPincode		
24. pincode is Invalid		
25. assign Invalid To Reply		
26. Reply result to user		
27. end		
28. Verify Pin		pincode is valid
29. Prompt for amount		
30. Enter withdrawal	Money=8357	
31. Check Balance		Account Balance less than Amount
32. Prompt Screen "Amount more than Account Balance"		
33. End		

ตารางที่ ก-18 กรณีทดสอบที่ 9 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC9	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=1234	
4. Pincode		

ตารางที่ ก-18 กรณีทดสอบที่ 9 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC9	
Test Step	Input	Expected Output
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is valid		
12. assign Valid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is valid
16. Prompt for amount		
17. Enter withdrawal	Money=1234	
18. Check Balance		Account balance more than amount
19. Prompt Screen "Plese wait receive Money"		
20. Receive Money		
21. End		

ตารางที่ ก-19 กรณีทดสอบที่ 10 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC10	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=3219	

ตารางที่ ก-19 กรณีทดสอบที่ 10 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC10	
Test Step	Input	Expected Output
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is Invalid		
12. assign Invalid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is valid
16. Prompt for amount		
17. Enter withdrawal	Money=9361	
18. Check Balance		Account balance more than amount
19. Prompt Screen "Plese wait receive Money"		
20. Receive Money		
21. End		

ตารางที่ ก-20 กรณีทดสอบที่ 11 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

TestCase ID	TC11	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=1234	
4. Pincode		
5. start		

ตารางที่ ก-20 กรณีทดสอบที่ 11 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC11	
Test Step	Input	Expected Output
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		
11. pincode is valid		
12. assign Valid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is valid
16. Prompt for amount		
17. Enter withdrawal	Money=12000	
18. Check Balance		Account Balance less than Amount
19. Prompt Screen "Amount more than Account Balance"		
20. End		

ตารางที่ ก-21 กรณีทดสอบที่ 12 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม

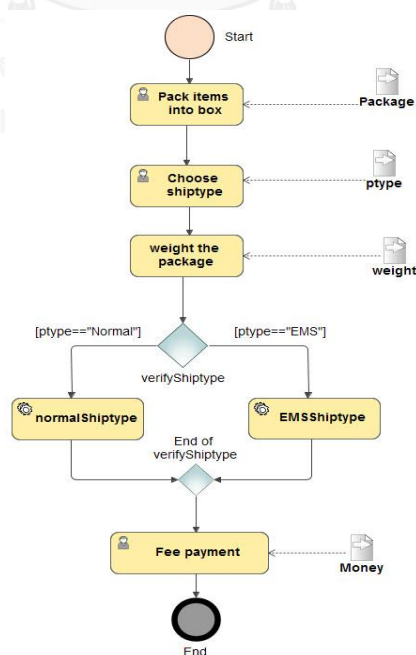
TestCase ID	TC12	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Insert Pincard		
3. Enter Pincode	pincode=9984	
4. Pincode		
5. start		
6. receivePincodeFromUser		
7. InvokeAccount		
8. Pincode		
9. PincodeAccount		
10. checkPincode		

ตารางที่ ก-21 กรณีทดสอบที่ 12 ของระบบถอนเงินจากตู้เอทีเอ็ม (ต่อ)

TestCase ID	TC12	
Test Step	Input	Expected Output
11. pincode is Invalid		
12. assign Invalid To Reply		
13. Reply result to user		
14. end		
15. Verify Pin		pincode is valid
16. Prompt for amount		
17. Enter withdrawal	Money=7225	
18. Check Balance		Account Balance less than Amount
19. Prompt Screen "Amount more than Account Balance"		
20. End		

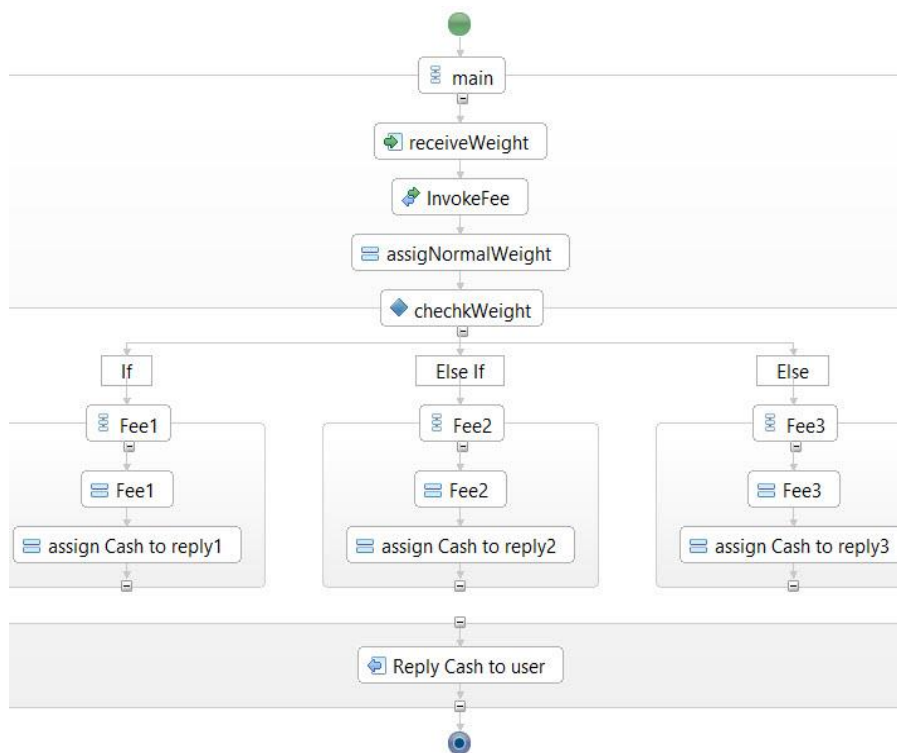
3. กรณีศึกษาที่ 3 ระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

ระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์นี้ สามารถแสดงพฤติกรรมและขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ ก-11 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

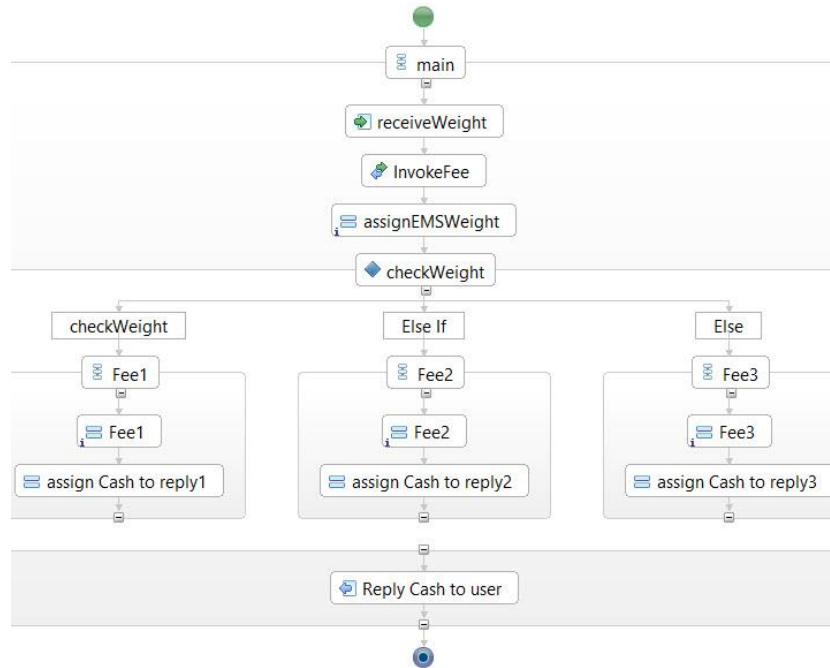


รูปที่ ก-11 แผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

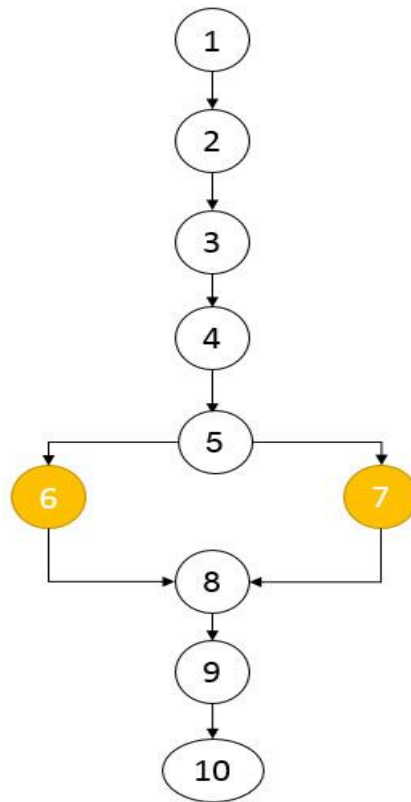
จากรูปที่ ก-11 เครื่องมือจะตรวจสอบว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่มีการเรียกใช้เซอร์วิส ซึ่งจากรูปที่ ก-11 จะมีกิจกรรมที่ชื่อว่า “NormalShiptype” และ “EMSShiptype” ต่อมาเครื่องมือจะให้ผู้ใช้งานนำเข้าแผนภาพบีเฟลที่อธิบายการทำงานของเซอร์วิสของ NormalShiptype และ EMSShiptype สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-12 และ รูปที่ ก-13 ตามลำดับ จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนดจากรูปที่ ก-11 โดยสามารถแสดงควบคุมทิศทางการไหลได้ดังรูปที่ ก-14 และรายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-11 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-22 ซึ่งจากรูปที่ ก-11 กิจกรรม NormalShiptype และ กิจกรรม EMSShiptype จะแสดงด้วยหมายเลข 6 และ 7 ตามลำดับ



รูปที่ ก-12 แผนภาพบีเฟลของเซอร์วิส NormalShiptype



รูปที่ ก-13 แผนภาพบีเฟลของเซอร์วิส EMSShippye

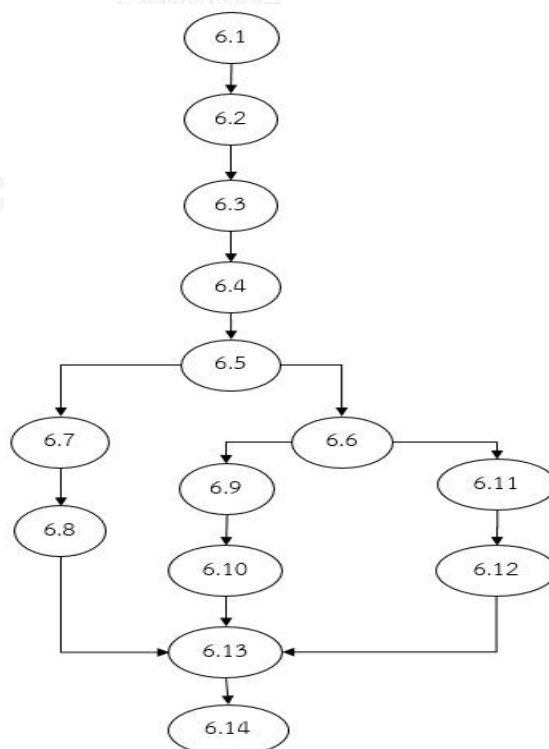


รูปที่ ก-14 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพบีเฟลเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

ตารางที่ ก-22 รายละเอียดแผนภาพพีพีเอ็มเอ็นของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

Order	Element Name	Input	Predicate
1.	Start	-	-
2.	Pack Item into box	Package	-
3.	Choose shiptype	Ptype	-
4.	weight the package	Weight	-
5.	checkShiptype	-	Ptype=="Normal",Ptype=="EMS"
6.	normalShiptype	-	-
7.	EMSShiptype	-	-
8.	End of checkShiptype	-	-
9.	Fee Payment	Money	-
10.	End	-	-

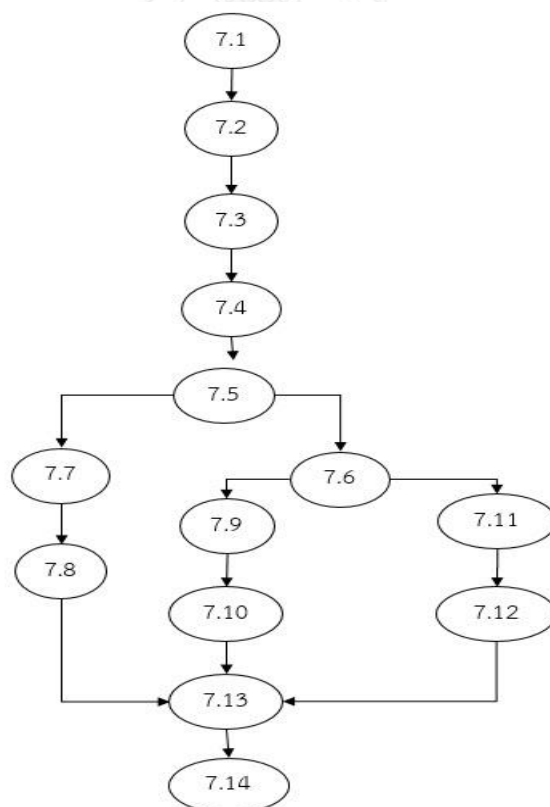
จากนั้นเครื่องมือจึงสร้างควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนดจากรูปที่ ก-12 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-15 รายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-12 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-23 และสร้างควบคุมทิศทางการไหลระหว่างโหนดจากรูปที่ ก-13 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-16 รายละเอียดของโหนดจากรูปที่ ก-13 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ก-24



รูปที่ ก-15 ควบคุมทิศทางการไหลควบคุมแผนภาพพีเพลของเซอร์วิส NormalShiptype

ตารางที่ ก-23 รายละเอียดแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส NormalShiptype

Order	Element Name	Predicate
6.1	start	
6.2	receiveWeight	
6.3	InvokeFee	
6.4	AssignNormalWeight	
6.5	checkWeight	Weight>100 && Weight <=200
6.6	else if checkWeight	Weight>0 && Weight<=100
6.7	Fee1	
6.8	assign Cash to reply1	
6.9	Fee2	
6.10	assign Cash to reply2	
6.11	Fee3	
6.12	assign Cash to reply3	
6.13	Reply Cash to user	
6.14	End	



รูปที่ ก-16 กราฟควบคุมทิศทางการไหลแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส EMSShiptype

ตารางที่ ก-24 รายละเอียดแผนภาพพีเพิลของเซอร์วิส EMSShiptype

Order	Element Name	Predicate
7.1	start	
7.2	receiveWeight	
7.3	InvokeFee	
7.4	assignEMSWeight	
7.5	checkWeight	Weight>20 && Weight <=100
7.6	else if checkWeight	Weight>0 && Weight<=20
7.7	Fee1	
7.8	assign Cash to reply1	
7.9	Fee2	
7.10	assign Cash to reply2	
7.11	Fee3	
7.12	assign Cash to reply3	
7.13	Reply Cash to user	
7.14	End	

จากนั้นเครื่องมือจึงแทรกควบคุมทิศทางการไหลควบคุมที่ได้จากรูปที่ ก-15 เข้าไประหว่างโหนดหมายเลขที่ 6 และหมายเลขที่ 8 ของรูปที่ ก-14 และแทรกกราฟควบคุมที่ได้จากรูปที่ ก-16 เข้าไประหว่างโหนดหมายเลขที่ 7 และหมายเลขที่ 8 ของรูปที่ ก-14 จากนั้นเครื่องมือจึงค้นหาเส้นทางทดสอบทั้งหมด จะได้เส้นทางทั้งหมด 6 เส้นทาง ดังต่อไปนี้

- 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.5 → 6.7 → 6.8 → 6.13 → 6.14 → 8 → 9 → 10
- 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.5 → 6.6 → 6.9 → 6.10 → 6.13 → 6.14 → 8 → 9 → 10
- 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.5 → 6.6 → 6.11 → 6.12 → 6.13 → 6.14 → 8 → 9 → 10
- 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 7 → 7.1 → 7.2 → 7.3 → 7.4 → 7.5 → 7.7 → 7.8 → 7.13 → 7.14 → 8 → 9 → 10
- 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7.1 → 7.2 → 7.3 → 7.4 → 7.5 → 7.6 → 7.9 → 7.10 → 7.13 → 7.14 → 8 → 9 → 10

6. 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 6.1 → 6.2 → 6.3 → 6.4 → 6.5 →
6.6 → 6.11 → 6.12 → 6.13 → 6.14 → 8 → 9 → 103

จากนั้นเครื่องมือจึงให้ผู้ใช้งานนำเข้าเค้าร่างเอกซ์เอสดี ซึ่งกำหนดขอบเขตของข้อมูล นำเข้าไว้เพื่อใช้ในการสร้างข้อมูลทดสอบ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก-17 ซึ่งรายละเอียดของกรณีทดสอบทั้งหมดสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ ก-25 ตารางที่ ก-26 ตารางที่ ก-27 ตารางที่ ก-28 ตารางที่ ก-29 ตารางที่ ก-30

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<xs:schema version="1.0" targetNamespace="http://example.org/postOffice" xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <xs:element name="Package" type="xs:String" Length="20" />
  <xs:element name="ptype" type="xs:String" Length="10" />
  <xs:element name="weight">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="weight" type="xs:integer" minOccurs="1" maxInclusive="1000" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="Money" type="xs:integer" minOccurs="20" maxInclusive="500"/>
</xs:schema>
```

รูปที่ ก-17 เค้าร่างเอกซ์เอสดีของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

ตารางที่ ก-25 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

TestCase ID	TC1	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Pack items into box	Package=fdfsdrdafdpoifkdfdif	
3. Choose shiptype	ptype=Normal	
4. weight the package	weight=200	
5. verifyShiptype		The shiptype is Normal
6. normalShiptype		
7. start		
8. receiveWeight		
9. InvokeFee		
10. assigNormalWeight		
11. chechkWeight		
12. Fee1		

ตารางที่ ก-25 กรณีทดสอบที่ 1 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์ (ต่อ)

TestCase ID	TC1	
Test Step	Input	Expected Output
13. assign Cash to reply1		
14. Reply Cash to user		
15. end		
16. End of verifyShiptype		
17. Fee payment	Money=154	
18. End		

ตารางที่ ก-26 กรณีทดสอบที่ 2 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

TestCase ID	TC2	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Pack items into box	Package=fhdkfdadkfdkutekfsjf	
3. Choose shiptype	ptype=Normal	
4. weight the package	weight=3	
5. verifyShiptype		The shiptype is Normal
6. normalShiptype		
7. start		
8. receiveWeight		
9. InvokeFee		
10. assigNormalWeight		
11. checkkWeight		
12. else if checkWeight		
13. Fee2		
14. assign Cash to reply2		
15. Reply Cash to user		
16. end		
17. End of verifyShiptype		
18. Fee payment	Money=22	
19. End		

ตารางที่ ก-27 กรณีทดสอบที่ 3 ของระบบขนส่งพัสดุทางไปรษณีย์

TestCase ID	TC3	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Pack items into box	Package=wriaghtsogdjitoedshg	
3. Choose shiptype	ptype=Normal	
4. weight the package	weight=266	
5. verifyShiptype		The shiptype is Normal
6. normalShiptype		
7. start		
8. receiveWeight		
9. InvokeFee		
10. assigNormalWeight		
11. checkkWeight		
12. else if checkWeight		
13. Fee3		
14. assign Cash to reply3		
15. Reply Cash to user		
16. end		
17. End of verifyShiptype		
18. Fee payment	Money=224	
19. End		

ตารางที่ ก-28 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบขนส่งพัสดุทางไปรษณีย์

TestCase ID	TC4	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Pack items into box	Package=fhdktoerhfjotietplbc	
3. Choose shiptype	ptype=EMS	
4. weight the package	weight=100	
5. verifyShiptype		The shiptype is EMS
6. EMSShiptype		

ตารางที่ ก-28 กรณีทดสอบที่ 4 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์ (ต่อ)

TestCase ID	TC4	
Test Step	Input	Expected Output
7. start		
8. receiveWeight		
9. InvokeFee		
10. assignEMSWeight		
11. checkWeight		
12. Fee1		
13. assign Cash to reply1		
14. Reply Cash to user		
15. end		
16. End of verifyShiptype		
17. Fee payment	Money=105	
18. End		

ตารางที่ ก-29 กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Pack items into box	Package=kjjhdaeuwifoixm vb	
3. Choose shiptype	p type=EMS	
4. weight the package	weight=3	
5. verifyShiptype		The shiptype is EMS
6. EMSShiptype		
7. start		
8. receiveWeight		
9. InvokeFee		
10. assignEMSWeight		
11. checkWeight		
12. else if checkWeight		
13. Fee2		
14. assign Cash to reply2		

กรณีทดสอบที่ 5 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์ (ต่อ)

TestCase ID	TC5	
Test Step	Input	Expected Output
15. Reply Cash to user		
16. end		
17. End of verifyShiptype		
18. Fee payment	Money=20	
19. End		

ตารางที่ ก-30 กรณีทดสอบที่ 6 ของระบบส่งพัสดุทางไปรษณีย์

TestCase ID	TC6	
Test Step	Input	Expected Output
1. Start		
2. Pack items into box	Package=uiaqwt dhcbdsktoidg	
3. Choose shiptype	ptype=EMS	
4. weight the package	weight=253	
5. verifyShiptype		The shiptype is EMS
6. EMSShiptype		
7. start		
8. receiveWeight		
9. InvokeFee		
10. assignEMSWeight		
11. checkWeight		
12. else if checkWeight		
13. Fee3		
14. assign Cash to reply3		
15. Reply Cash to user		
16. end		
17. End of verifyShiptype		
18. Fee payment	Money=220	
19. End		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ไชยเทพ นนท์โชติ เกิดวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2533 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต เมื่อปีการศึกษา 2555 หลังจากนั้นจึงได้ เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

