

การสร้างสคริปต์แบบวิซวลสำหรับสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็น



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 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VISUAL SCRIPTING FOR SCRIPT TASKS OF BPMN MODELS

Mr. Jessada Wiriyakul



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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างสคริปต์แบบวิซวลสำหรับสคริปต์ทาสก์ของ แบบจำลองพีพีเอ็มเอ็น
โดย	นายเจษฎา วิริยะกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมซอฟต์แวร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์)

เจษฎา วิริยะกุล : การสร้างสคริปต์แบบวิซวลสำหรับสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น (VISUAL SCRIPTING FOR SCRIPT TASKS OF BPMN MODELS) อ.ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. ทวีติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา, 171 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการสร้างสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจและสัญลักษณ์หรือแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น ซึ่งการเขียนสคริปต์โดยปกติทำผ่านโปรแกรมแก้ไขข้อความแบบธรรมดาที่ไม่มีส่วนช่วยเหลือใด ๆ ในการเขียนโค้ดซึ่งทำให้ยากต่อผู้ใช้ ร่วมกับการแก้ปัญหาการขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์มใดแพลตฟอร์มหนึ่งของแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจจากการที่สคริปต์อยู่ในรูปแบบภาษาเฉพาะภาษาใดภาษาหนึ่ง แนวทางที่ใช้แก้ปัญหาคือการใช้ส่วนต่อประสานในการเขียนโปรแกรมสคริปต์ในรูปแบบวิซวล ซึ่งครอบคลุมความหมายการกระทำ การซึ่งพบในภาษาสคริปต์โดยทั่วไป และสามารถสร้างสคริปต์ในภาษาต่าง ๆ ที่นำไปใช้กระทำการได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้คือชุดของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย 1) ภาษาสคริปต์ในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลที่ชื่อว่าเอกซ์บีพีสคริปต์ซึ่งไม่ขึ้นกับภาษาสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ใด ๆ 2) โปรแกรมแก้ไขสคริปต์แบบวิซวลโดยใช้การลากต่อบล็อกของบล็อกสี และ 3) โปรแกรมสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์โดยอาศัยเทมเพลตของภาษาสคริปต์ต่าง ๆ ในการประเมินผลชุดเครื่องมือว่าสามารถใช้งานได้จริง ผู้วิจัยได้บูรณาการชุดเครื่องมือเข้ากับซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สสำหรับจัดการกระบวนการทางธุรกิจที่ชื่อว่าเอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ เพื่อใช้สร้างแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นของกรณีศึกษากระบวนการจัดการร้านค้าออนไลน์ การประเมินผลอื่นจะเกี่ยวข้องกับผลิตภาพและความสามารถในการเรียนรู้ได้ของชุดเครื่องมือ ซึ่งผลที่ได้คือ การเขียนสคริปต์แบบวิซวลมีผลิตภาพดีกว่าการเขียนสคริปต์โดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความแบบธรรมดาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของการเขียนสคริปต์แบบวิซวล ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับกลุ่มผู้ใช้ชุดเครื่องมือซึ่งเป็นโปรแกรมเมอร์ที่ไม่ถนัดในภาษาสคริปต์และกลุ่มผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ซึ่งเป็นตัวแทนของผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการเขียนสคริปต์แต่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจและสคริปต์ทาสก์ ในทั้งสองกรณี ชุดของเครื่องมือมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ในระดับดีที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยที่กลุ่มผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์สามารถสร้างสคริปต์ได้โดยใช้เวลาน้อยลงในระหว่างการทดลองแต่ละครั้ง รวมทั้งอัตราความสำเร็จเฉลี่ยของการสร้างสคริปต์โดยกลุ่มผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์นั้นมากกว่า 60%

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2557

5570479321 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: BPMN / VISUALPROGRAMMING / SCRIPT TASK / CODE GERNERATION / XML-BASED PROGRAMMING LANGUAGE

JESSADA WIRIYAKUL: VISUAL SCRIPTING FOR SCRIPT TASKS OF BPMN MODELS. ADVISOR: ASSOC. PROF. TWITTIE SENIVONGSE, Ph.D., 171 pp.

The objective of this research is to tackle a problem when defining a script for a script task of a Business Process Model and Notation or BPMN model, as scripting is usually done via a plain text editor without any assistance and it is difficult for users when writing scripts. The research also aims to unlock the BPMN model from being dependent on a particular execution platform due to its support for a particular scripting language. The approach taken is to provide a visual programming interface with execution semantics that is common to scripting languages and can be generated into executable scripts of different languages. The result of this research is a tool set that comprises 1) a language-independent XML-based Business Process Scripting language or XBPScript, 2) a visual script editor in a block building style of Blockly which can generate the XBPScript, and 3) a template-based script generator that can generate executable language-specific scripts from the XBPScript. To evaluate whether the tool set is usable, we integrate it with the open source business process management software called Activiti Explorer to build a BPMN model for an online shopping case study. Other evaluations concern productivity and learnability. On productivity, visual scripting is more productive than using a plain text editor at a significance level of 0.05. On learnability of visual scripting, we experiment with a group of programmers who are not familiar with scripting languages and a group of non-programmer users who are unskilled on writing scripts but may have to define business process models and script tasks. In both cases, the tool set shows good learnability at a significance level of 0.05 as the time taken by the programmers to write scripts improves between the experiments, and the average success rate of the non-programmers is over 60%.

Department: Computer Engineering Student's Signature

Field of Study: Software Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากปราศจากการสนับสนุนจาก รศ.ดร.ทวิतीय์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านจนสามารถผ่านพ้นปัญหาต่าง ๆ มาได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน คือ รศ. ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิและ ผศ. ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมาภรณ์ ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ อาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าเพื่อการประเมินผลงานวิจัย

และขอขอบคุณมารดาและนางสาวสิริสุตา เทียงฟักที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนจน วิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 แบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจและสัญลักษณ์หรือบีพีเอ็มเอ็น (Business Process Model and Notation – BPMN)	6
2.2 เอกซ์เอ็มแอลและเอกซ์เอ็มแอลสกีมา.....	8
2.3 การสร้างโค้ด (Code Generation).....	9
2.4 บล็อกลี (Blockly).....	11
2.5 แจกซ์บี (Java Architecture for XML Binding -- JAXB).....	12
2.6 แบบจำลองเคแอลเอ็ม (Keystroke-Level Model -- KLM).....	13
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
2.7.1 งานวิจัยด้านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก	14
2.7.2 งานวิจัยด้านการแปลงภาษาคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอล.....	15

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ.....	16
3.1 นิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์	17
3.2 การพัฒนาเครื่องมือเขียนสคริปต์โดยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก	22
3.3 การพัฒนาเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต	30
3.3.1 การแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นอ็อบเจกต์ภาษาจาวาด้วยแจกซ์บี.....	31
3.3.2 การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต	32
3.3.3 การแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้	35
3.4 การนิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับสคริปต์ทาสก์	37
บทที่ 4 การประเมินผล	42
4.1 การบูรณาการกับเครื่องมือเอกซ์พีทีเอกซ์พลอเลอร์	42
4.1.1 การเพิ่มการสนับสนุนการสร้างสคริปต์ด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับเอกซ์พีที โมเดลเลอร์.....	44
4.1.2 การสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ในแบบจำลอง	46
4.1.3 กรณีศึกษาในการใช้เครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์เพื่อพัฒนากระบวนการทางธุรกิจ.....	48
4.2 การประเมินผลคุณภาพของการใช้งานส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	52
4.2.1 การเปรียบเทียบตัวอย่างสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยบล็อกฟังก์ชันพื้นฐานของการเขียน โปรแกรมแบบบล็อก	57
4.2.2 การเปรียบเทียบโดยเพิ่มเติมตัวอย่างสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยฟังก์ชันเฉพาะของการ เขียนโปรแกรมแบบบล็อก	58
4.3 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมแต่ไม่มี ความถนัดภาษาสคริปต์.....	61
4.4 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์.....	66
4.4.1 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ ครั้งที่ 1.....	67
4.4.2 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ ครั้งที่ 2.....	68

บทที่ 5 บทสรุป	72
5.1 เครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์	72
5.2 เอกซ์บีพีสคริปต์และเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้	72
5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย	73
5.4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นต่อไป.....	74
รายการอ้างอิง	75
ภาคผนวก.....	77
ภาคผนวก ก เอกซ์เอ็มแอลสกีมาของนิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์.....	78
ก.1 นิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์.....	78
ก.2 นิยามแท็กฟังก์ชันเฉพาะของเอกซ์บีพีสคริปต์	93
ภาคผนวก ข การนิยามบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์	98
ข.1 รายการรูปลักษณ์บล็อกสำหรับแท็กฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์	98
ข.2 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อกของบล็อกลี	100
ข.3 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อกลี.....	107
ข.4 แผนภาพคลาสสำหรับรับข้อมูลจากเอกซ์บีพีสคริปต์.....	111
ข.5 รายการบล็อกฟังก์ชันต่อขยายเอกซ์บีพีสคริปต์	114
ภาคผนวก ค การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์	115
ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองบีพีเอ็นเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้	115
ภาคผนวก ง กรณีศึกษาการพัฒนากระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า	120
ง.1 การพัฒนาแบบจำลองกระบวนการ	120
ง.2 การติดตั้งและกระทำการแบบจำลองกระบวนการ.....	133
ง.3 การกระทำการกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า	164
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	170

ญ

หน้า

จ.1 สภาพแวดล้อมด้านฮาร์ดแวร์	170
จ.2 สภาพแวดล้อมด้านซอฟต์แวร์	170
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	171



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าหรือการคำนวณค่าของแต่ละปัจจัยการปฏิบัติการกับระบบ.....	14
ตารางที่ 3.1 รายการแท็กฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์	21
ตารางที่ 3.2 รายการแท็กฟังก์ชันเฉพาะของเอกซ์บีพีสคริปต์.....	38
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างผลลัพธ์การวัดเวลาที่ใช้ จำนวนบรรทัดสคริปต์ และผลผลิตภาพในการทำงาน ส่วนต่อสแกนผู้ใช้ในการเขียนสคริปต์.....	55
ตารางที่ 4.2 ผลผลิตภาพการเขียนสคริปต์วัดโดยแบบจำลองเคแอลเอ็ม.....	55
ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การกระจายข้อมูลโดยใช้แผนภาพกล่องจากผลต่างผลผลิตภาพ	59
ตารางที่ 4.4 เวลาที่ใช้เครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ในการสร้างสคริปต์ให้สำเร็จโดย โปรแกรมเมอร์.....	64
ตารางที่ 4.5 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำโจทย์ให้สำเร็จแต่ละข้อของผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์	65
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบสมมติฐานการเรียนรู้การเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบ บล็อกโดยโปรแกรมเมอร์	66
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบเครื่องมือเขียนสคริปต์โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ครั้งที่ 1	68
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่ โปรแกรมเมอร์.....	71
ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์.....	78
ตารางที่ ก.2 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์	93
ตารางที่ ข.1 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดบล็อกสเตทเมนต์	98
ตารางที่ ข.2 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดสเตทเมนต์	99
ตารางที่ ข.3 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดนิพจน์	99
ตารางที่ ข.4 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดสัญญาณ	100
ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js	100
ตารางที่ ข.6 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อกลี.....	107

ตารางที่ ข.7 รายการบล็อกฟังก์ชันต่อขยายสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์	114
ตารางที่ ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้การทำงานได้	115
ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการ ออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์	120
ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์	133
ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษารูวี	149



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับแก้ไขสคริปต์ของเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์ (Activiti Modeler)	2
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการระดับไปรเวทของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น [1]	6
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างเอกสารเอกซ์เอ็มแอลสำหรับแบบจำลองกระบวนการในภาพที่ 2.1	6
ภาพที่ 2.3 สัญลักษณ์แผนภาพแต่ละชนิดของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น	7
ภาพที่ 2.4 สัญลักษณ์แผนภาพทาสก์ชนิดต่าง ๆ ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น	8
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างซอร์ซโค้ดนิยามเอกซ์เอ็มแอลสกีมาและเอกซ์เอ็มแอลสำหรับข้อมูลบุคคล	9
ภาพที่ 2.6 ข้อมูลนำเข้าและส่งออกในการสร้างโค้ดแบบแอกทีฟในวิธีการต่าง ๆ	11
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของปล็อกลี.....	12
ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสภาษาจาวากับเอกสารเอกซ์เอ็มแอลโดยใช้แจกซ์บี [7].....	12
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับเอกซ์เอ็มแอลในภาพที่ 2.5 ด้วยแอนโนเทชันของแจกซ์บี.....	13
ภาพที่ 3.1 ภาพรวมการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบปล็อกและการสร้างโค้ดสำหรับสคริปต์ทาสก์ของ แบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น.....	16
ภาพที่ 3.2 แผนภาพแสดงการบูรณาการเอกซ์บีพีสคริปต์กับซอฟต์แวร์จัดการกระบวนการทางธุรกิจ	17
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างโครงสร้างของสคริปต์จากภาษาจาวาสคริปต์	18
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการกำหนดเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับสคริปต์ทาสก์และสคริปต์ภาษาจาวาสคริปต์ที่เขียนได้จาก เอกซ์บีพีสคริปต์	19
ภาพที่ 3.5 แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของเอกซ์บีพีสคริปต์.....	20
ภาพที่ 3.6 โครงสร้างการลำดับจัดวางของแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์	20
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการนิยามแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์แต่ละชนิดด้วยเอกซ์เอ็มแอลสกีมา	22
ภาพที่ 3.8 การใช้ปล็อกลีเป็นส่วนต่อประสานเพื่อสร้างหรือแก้ไขเอกซ์บีพีสคริปต์.....	22

ภาพที่ 3.9	รูปลักษณะของบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดต่าง ๆ	23
ภาพที่ 3.10	ตัวอย่างการนิยามบล็อกใหม่ของบล็อกสำหรับแท็ก <code><if></code>	24
ภาพที่ 3.11	การเพิ่มคอมเมนต์ให้กับบล็อกในการเขียนสคริปต์ผ่านบล็อกลี	24
ภาพที่ 3.12	โครงสร้างไคเรททอรีสำหรับการพัฒนานิยามสำหรับการสร้างสคริปต์ของบล็อกลี และไฟล์สำหรับนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์.....	25
ภาพที่ 3.13	ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับบล็อกชื่อ <code>xbpscript_if</code> ซึ่งเป็นบล็อกสำหรับแท็ก <code><if></code>	26
ภาพที่ 3.14	ตัวอย่างแบบจำลองบล็อกลีที่สร้างจากจากเอกซ์บีพีสคริปต์ในภาพที่ 3.4.....	27
ภาพที่ 3.15	ซอร์ซโค้ดนิยามการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์ให้เป็นบล็อกของบล็อกลี.....	27
ภาพที่ 3.16	แสดงการติดตั้งเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับหน้าเว็บ	28
ภาพที่ 3.17	ซอร์ซโค้ดนิยามฟังก์ชันสำหรับเรียกแสดงหน้าจอสําหรับเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์	29
ภาพที่ 3.18	หน้าจอบันทึกโปรแกรมแบบบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์	29
ภาพที่ 3.19	ซอร์ซโค้ดแสดงนิยามฟังก์ชันสำหรับสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อกของบล็อกลี	29
ภาพที่ 3.20	ตัวอย่างโค้ดสำหรับการโหลดบล็อกสำหรับแก้ไขในบล็อกลีจากเอกซ์บีพีสคริปต์.....	30
ภาพที่ 3.21	แผนภาพการสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้ด้วยวิธีการสร้างเทียร์จากเอกซ์บีพีสคริปต์ และเทมเพลต.....	30
ภาพที่ 3.22	แผนภาพคลาสแสดงคลาสสำหรับแท็กแต่ละชนิดของเอกซ์บีพีสคริปต์	31
ภาพที่ 3.23	ซอร์ซโค้ดคลาส <code>ifBlockStatement</code> สำหรับแท็ก <code><if></code> ที่กำกับด้วยแอนโนเทชันของแจกซ์บีแล้ว.....	32
ภาพที่ 3.24	เทมเพลตสำหรับสร้างคริปต์ที่ใช้กระทำการได้สำหรับแท็ก <code><if></code> จากไฟล์ซอร์ซโค้ดชื่อ <code>if.vm</code>	32
ภาพที่ 3.25	โครงสร้างการจัดเก็บเทมเพลตสำหรับใช้ในการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ภาษาต่าง ๆ จากเอกซ์บีพีสคริปต์.....	33
ภาพที่ 3.26	ซอร์ซโค้ดของคลาส <code>ScriptTemplates</code> แสดงการลำดับในการเลือกแหล่งจัดเก็บเทมเพลต.....	33

ภาพที่ 3.27 แผนภาพลำดับการประมวลผลเทมเพลตเพื่อสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำกรได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์	34
ภาพที่ 3.28 ซอร์ซโค้ดของคลาส ScriptExpression ซึ่งเป็นคลาสสำหรับใช้ส่งต่อผลลัพธ์จากการสร้างโค้ด	35
ภาพที่ 3.29 แผนภาพกิจกรรมแสดงการแปลงแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ประกอบด้วยเอกซ์บีพีสคริปต์ให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้กระทำกรได้.....	35
ภาพที่ 3.30 อินเตอร์เฟซ XBPScriptReplacer สำหรับเรียกใช้เพื่อแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำกรได้ในแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น	36
ภาพที่ 3.31 ซอร์ซโค้ดนิยามลำดับขั้นของแปลงโค้ดของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำกรได้.....	36
ภาพที่ 3.32 นิยามเอกซ์เอ็มแอลสกีมาที่อนุญาตให้นิยามฟังก์ชันเพิ่มเติมในระดับสแตทเมนต์	37
ภาพที่ 3.33 แสดงบล็อกของบล็อกที่มีความสามารถมิวเตเตอร์	38
ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างซอร์ซโค้ดนิยามบล็อกด้วยมิวเตเตอร์สำหรับแท็ก <discount-on-total-price>	39
ภาพที่ 3.35 นิยามเทมเพลตสำหรับภาษาจาวาสคริปต์ของแท็ก <discount-on-total-price>.....	39
ภาพที่ 3.36 แผนภาพกิจกรรมแสดงการภาพรวมทำงานของเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์.....	41
ภาพที่ 4.1 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์.....	43
ภาพที่ 4.2 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์.....	43
ภาพที่ 4.3 หน้าจอแสดงเมนูติดตั้งแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเพื่อกระทำกรบนเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์.....	44
ภาพที่ 4.4 แสดงการกำหนดคุณสมบัติ Script format ของสคริปต์ทาสกีให้เป็นรูปแบบภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์	45
ภาพที่ 4.5 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์บนเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับการคำนวณส่วนลดสินค้าจากยอดซื้อรวม	45

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างส่วนของโค้ดเอกซ์เอ็มแอลผลลัพธ์จากการนิยามสคริปต์ทาสก์ด้วยเครื่องมือเขียน เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับการคำนวณส่วนลดสินค้าจากยอดซื้อพร้อม.....	46
ภาพที่ 4.7 แผนภาพแสดงการบูรณาการเครื่องแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์กับเครื่องมือเอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์.....	47
ภาพที่ 4.8 แสดงโค้ดการตั้งค่าของสปริงเฟรมเวิร์คเพื่อการใช้งานเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จาก เอกซ์บีพีสคริปต์.....	48
ภาพที่ 4.9 แผนภาพกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าซึ่งพัฒนาด้วยเครื่องมือเอกทิวิตีโมเดลเลอร์.....	49
ภาพที่ 4.10 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์คำนวณส่วนลดของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า.....	50
ภาพที่ 4.11 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์คำนวณส่วนลดของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า.....	51
ภาพที่ 4.12 เอกซ์บีพีสคริปต์กำหนดอัตราค่าจัดส่งสินค้าตามประเภทและน้ำหนักของบล็อก shipment-cost.....	51
ภาพที่ 4.13 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า.....	51
ภาพที่ 4.14 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ยกเลิกคำสั่งซื้อของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า.....	52
ภาพที่ 4.15 สคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกซึ่งใช้ในการประเมินผลผลิตการใช้งาน	54
ภาพที่ 4.16 สคริปต์ที่เขียนด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความซึ่งใช้ในการประเมินผลผลิตภาพการใช้งาน	54
ภาพที่ 4.17 แผนภาพกล่องแสดงการกระจายข้อมูลของผลต่างผลผลิตภาพของการเขียนสคริปต์แบบบล็อกและแบบแก้ไขข้อความ.....	59
ภาพที่ 4.18 หน้าจอตัวอย่างการสร้างสคริปต์ด้วยเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อก.....	61
ภาพที่ 4.19 หน้าจอทดสอบเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์.....	62

ภาพที่ 4.20 หน้าจอการรายงานผลการตรวจสอบสคริปต์จากระบบการประเมินผลความสามารถในการเรียนรู้	63
ภาพที่ 4.21 กราฟเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสร้างสคริปต์ของการทดสอบโดยโปรแกรมเมอร์.....	65
ภาพที่ 4.22 ปุ่มฟังก์ชันของระบบประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์.....	67
ภาพที่ 4.23 หน้าจอระบบประเมินผลการเรียนรู้ปรับปรุงเพื่อทำการทดสอบครั้งที่ 2	69
ภาพที่ 4.24 หน้าจอการรายงานผลการตรวจสอบสคริปต์สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2	69
ภาพที่ ข.1 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml	111
ภาพที่ ข.2 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.arithmetic	112
ภาพที่ ข.3 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.logic	112
ภาพที่ ข.4 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.loop.....	113
ภาพที่ ข.5 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.text	113
ภาพที่ ข.6 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.array	113
ภาพที่ ง.1 φόρμเริ่มกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า	164
ภาพที่ ง.2 φόρμบันทึกผลการจัดเตรียมสินค้าสำหรับยูสเซอร์ทาสก์ชื่อจัดเตรียมสินค้า	165
ภาพที่ ง.3 อีเมลแจ้งการชำระเงินถูกส่งโดยเซนต์ทาสก์ชื่อส่งอีเมลแจ้งการชำระเงิน.....	166
ภาพที่ ง.4 φόρμบันทึกผลการตรวจสอบการชำระเงินสำหรับยูสเซอร์ทาสก์ชื่อตรวจสอบการชำระเงิน.....	167
ภาพที่ ง.5 φόρμบันทึกผลการจัดส่งสินค้าสำหรับยูสเซอร์ทาสก์ชื่อจัดส่งสินค้า.....	168
ภาพที่ ง.6 อีเมลแจ้งการจัดส่งถูกส่งโดยเซนต์ทาสก์ชื่อส่งอีเมลแจ้งการจัดส่ง	169

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Management -- BPM) [1] เป็นแนวคิดการจัดการกระบวนการทางธุรกิจซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ให้สามารถบรรลุเป้าหมายได้อย่างคุ้มค่า โดยมีวงจรชีวิตประกอบด้วย การออกแบบ (Design) การจำลองแบบ (Modeling) การกระทำการ (Execution) การเฝ้าสังเกต (Monitoring) และการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) แนวคิดนี้ได้รับความนิยมและนำไปใช้เพื่อจัดการกระบวนการทางธุรกิจอย่างแพร่หลาย

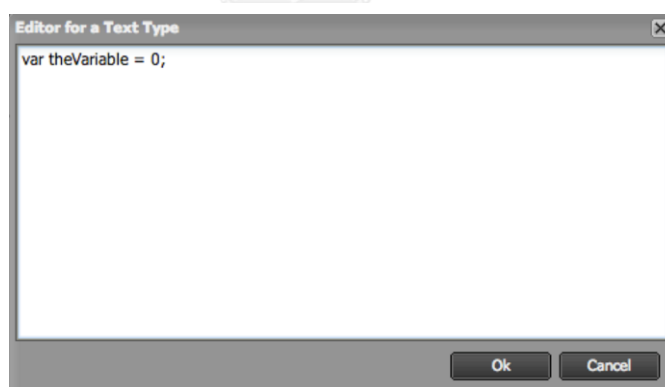
มาตรฐานแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจและสัญลักษณ์หรือบีพีเอ็มเอ็น (Business Process Model and Notation – BPMN) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่สนับสนุนการจัดการกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งได้รับการยอมรับและถูกเผยแพร่เป็นมาตรฐานไอโซ (ISO/IEC 19510:2013) ในเวอร์ชัน 2.0.1 มาตรฐานนี้ได้นิยามแบบจำลองอธิบายกระบวนการทางธุรกิจเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารทำความเข้าใจระหว่างผู้ใช้ทั้งด้านธุรกิจและด้านเทคนิค โดยมีพื้นฐานสัญลักษณ์ของแผนภาพจากผังงาน (Flowchart) ในการวาดแผนภาพกระบวนการแสดงกระแสลำดับของกิจกรรมตามขั้นตอนของธุรกิจ และจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language -- XML)

บีพีเอ็มเอ็นได้นิยามสัญลักษณ์แผนภาพและความหมายเชิงกระทำการที่กำหนดวิธีการประมวลผลโดยซอฟต์แวร์จัดการกระบวนการทางธุรกิจ การออกแบบแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นจะดำเนินการผ่านเครื่องมือจำลองแบบที่มีส่วนต่อประสานผู้ใช้เชิงกราฟิกในการวาดแผนภาพกระบวนการ และสามารถนำแบบจำลองจากแผนภาพกระบวนการนั้นไปกระทำการด้วยซอฟต์แวร์เพื่อการควบคุมการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจให้เป็นไปตามกระแสกระบวนการและความหมายการกระทำการของแต่ละกิจกรรม กลุ่มของกิจกรรมที่สามารถใช้กระทำการได้ คือ ทาสก์ (Task) ตัวอย่างเช่น ทาสก์ชนิดยูสเซอร์ทาสก์ (User Task) เป็นทาสก์ที่กระทำการโดยมอบหมายงานตามที่นิยามไว้กับทาสก์ให้ผู้ใช้เป็นผู้ปฏิบัติการด้วยการสนับสนุนของซอฟต์แวร์ เป็นต้น

ในการนิยามทาสก์แต่ละชนิดนั้น เครื่องมือจำลองแบบบีพีเอ็มเอ็นทั่วไปได้เตรียมส่วนต่อประสานผู้ใช้เชิงกราฟิกผสมผสานกับฟอร์มให้ผู้ใช้ได้ใช้งานอย่างสะดวก แต่ในการนิยามทาสก์ชนิดหนึ่ง คือ สคริปต์ทาสก์ (Script Task) เป็นทาสก์ชนิดที่กำหนดสคริปต์ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ใด ๆ ให้ซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการ (Process Execution Software) นำไปประมวลผล ทาสก์นี้จึงมีความยืดหยุ่นสำหรับใช้นิยามกิจกรรมการประมวลผลที่นอกเหนือจากทาสก์ชนิดอื่นที่บีพีเอ็มเอ็นกำหนดไว้โดยไม่ต้องพัฒนาซอฟต์แวร์หรือเซอร์วิซขึ้นใหม่ เมื่อก้าวถึงสคริปต์ โดยทั่วไปแล้วสคริปต์

จะมีรูปแบบเป็นเอกสารประเภทข้อความที่มีโครงสร้างและสามารถนำไปใช้กระทำการได้ ซึ่งในบรรดาเครื่องมือจำลองแบบบีพีเอ็มเอ็นก็เตรียมส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับการเขียนสคริปต์ให้กับสคริปต์ทาสก์ในรูปแบบของการแก้ไขข้อความ (Text Editing) ดังตัวอย่างในภาพที่ 1.1 จึงเป็นการยากลำบากต่อผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ แม้แต่ผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์ก็อาจต้องเผชิญกับความยุ่งยากได้หากต้องเขียนสคริปต์ด้วยภาษาที่ตนไม่ถนัดผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ดังที่กล่าวมา ดังนั้นปัญหาแรกในการใช้งานสคริปต์ทาสก์ก็คือความยุ่งยากในการเขียนสคริปต์ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบแก้ไขข้อความ

นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการจะสามารถสนับสนุนการประมวลผลสคริปต์ภาษาต่าง ๆ ได้มากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้พัฒนา ตัวอย่างเทคโนโลยีที่สามารถสนับสนุนการประมวลผลสคริปต์หลายภาษาได้ เช่น ภาษาจาวาที่มีไลบรารีสำหรับกระทำการสคริปต์ภาษาอื่น ๆ อย่างเช่น รูบี้ (JRuby¹) ไพธอน (Jython²) และจาวาสคริปต์ (Rhino³) เป็นต้น แต่ถึงแม้จะสามารถสนับสนุนได้หลายภาษาก็ไม่สามารถครอบคลุมทุกภาษาได้ ฉะนั้น การเขียนสคริปต์ที่ต้องเลือกภาษาใดภาษาหนึ่งนั้นจึงเป็นการจำกัดให้แบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นนั้นต้องขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์มใดแพลตฟอร์มหนึ่ง จึงเป็นสาเหตุของปัญหาต่อมาก็คือ แบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นจะถูกจำกัดให้ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์มใดแพลตฟอร์มหนึ่งโดยภาษาสคริปต์ที่กำหนดให้กับสคริปต์ทาสก์นั่นเอง



ภาพที่ 1.1 ส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับแก้ไขสคริปต์ของเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์ (Activiti Modeler)

¹ เอนจินไลบรารีสำหรับภาษารูบี้ (Ruby) บนจาวาเวอร์ชวลแมชชีน (เว็บไซต์ <http://www.jruby.org>)

² เอนจินไลบรารีสำหรับภาษาไพธอน (Python) บนจาวาเวอร์ชวลแมชชีน (เว็บไซต์ <http://www.jython.org>)

³ เอนจินไลบรารีสำหรับภาษาจาวาสคริปต์บนจาวาเวอร์ชวลแมชชีน (เว็บไซต์ <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Rhino>)

งานวิจัยนี้จึงเสนอการนำแนวคิดการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกและการสร้างโค้ด [2] มาใช้ในการพัฒนาสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ เพื่อ 1) ให้สามารถสร้างและแก้ไขสคริปต์ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบวิซวลที่สามารถใช้งานได้ง่ายโดยทุกผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธุรกิจ และ 2) แก้ไขปัญหาความขึ้นต่อกันของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นกับแพลตฟอร์มใดแพลตฟอร์มหนึ่งจากภาษาสคริปต์ที่ใช้กับสคริปต์ทาสก์ โดยใช้แบบจำลองอธิบายฟังก์ชันของสคริปต์ที่สามารถแปลงเป็นภาษาสคริปต์ใด ๆ ได้ การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนแนวคิดประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) นิยามภาษาสคริปต์สำหรับกระบวนการทางธุรกิจในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลโดยใช้ชื่อว่า “เอกซ์บีพีสคริปต์” (XML-Based Business Process Script -- XBPScript) 2) ส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกผ่านเครื่องมือที่ชื่อว่า “บล็อกลี” (Blockly) [3] และ 3) การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ (Executable Script) จากเอกซ์บีพีสคริปต์และชุดเทมเพลตของภาษาเป้าหมาย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการใช้งานสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นโดยการสร้างสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกและไม่ขึ้นกับภาษาสคริปต์ที่ใช้กระทำการ

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1. เครื่องมือสนับสนุนการใช้งานสคริปต์ทาสก์ ประกอบด้วย
 - 1) นิยามเอกซ์บีพีสคริปต์ในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลสกีมา
 - 2) เครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยบล็อกลี
 - 3) เครื่องมือสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์
2. บูรณาการเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์จัดการกระบวนการทางธุรกิจ ชื่อว่า แอกทิวิตี (Activiti) [4]
3. นำเสนอกรณีศึกษาแสดงการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในโดเมนทางธุรกิจ 1 กรณีเป็นอย่างน้อย
4. เอกซ์บีพีสคริปต์สนับสนุนความสามารถของภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นต่ำ ดังนี้
 - 1) การจัดการตัวแปร ได้แก่ การกำหนดค่า และการเรียกคืนค่า
 - 2) การวนลูป ได้แก่ for และ while
 - 3) การควบคุมทางตรรกะ ได้แก่ if, else if และ else

- 4) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ บวก ลบ คูณ และหาร
 - 5) การเปรียบเทียบตรรกะ ได้แก่ เท่ากับ ไม่เท่ากับ มากกว่า น้อยกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ น้อยกว่าหรือเท่ากับ และนิเสธ
 - 6) ชนิดข้อมูล ได้แก่ ข้อความ ตัวเลข บูลีน และอาร์เรย์
 - 7) ฟังก์ชันในการเข้าถึงข้อมูลในระดับกระบวนการ ได้แก่ การนำเข้าสู่ข้อมูลเพื่อใช้ในสคริปต์ และการส่งออกผลลัพธ์จากสคริปต์
 - 8) ฟังก์ชันสำหรับสนับสนุนการสร้างสคริปต์สำหรับโดเมนทางธุรกิจ เช่น ธุรกิจร้านค้าออนไลน์ เป็นต้น จำนวน 1 โดเมน โดยมีฟังก์ชันในระดับธุรกิจอย่างน้อย 5 ฟังก์ชัน (1 ฟังก์ชันต่อบล็อกของบล็อก)
 - 9) ไม่สนับสนุนการเชื่อมต่อกับระบบภายนอกอื่น ๆ เช่น ระบบจัดการฐานข้อมูล เป็นต้น
5. เครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยบล็อก มีคุณสมบัติ ดังนี้
 - 1) ประกอบด้วยนิยามชุดบล็อกสำหรับการเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์
 - 2) สามารถสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อกได้
 - 3) สามารถนำเข้าเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นบล็อกเพื่อแก้ไขได้
 6. เครื่องมือสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์ มีความสามารถ ดังนี้
 - 1) รองรับการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้อย่างน้อย 2 ภาษา
 - 2) สามารถดึงเอกซ์บีพีสคริปต์จากแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น
 - 3) สามารถแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ในแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น
 - 4) สนับสนุนการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้สำหรับแพลตฟอร์มเดียว คือ ซอฟต์แวร์จัดการกระบวนการทางธุรกิจ ชื่อว่า แอกทิวิตี (Activiti) [4] เท่านั้น
 7. ขอบเขตการประเมินผลผลิตภาพการใช้งานส่วนต่อประสานผู้ใช้ ได้แก่
 - 1) ภาษาของสคริปต์ผลลัพธ์สำหรับการประเมิน คือ จาวาสคริปต์ (JavaScript)
 - 2) จำนวนสคริปต์ที่ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินอย่างน้อย 10 รายการ
 8. ขอบเขตการประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรม แต่ไม่ถนัดภาษาสคริปต์ ได้แก่
 - 1) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใช้ที่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมแต่ไม่ถนัดภาษาสคริปต์อย่างน้อย 15 คน

- 2) จำนวนสคริปต์สำหรับใช้ในการทดสอบอย่างน้อย 5 สคริปต์
9. ขอบเขตการประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ ได้แก่
 - 1) กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์อย่างน้อย 15 คน
 - 2) จำนวนข้อกำหนดสคริปต์สำหรับการทดสอบอย่างน้อย 3 รายการ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการใช้งานเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ บล็อกลี อาปาเช่เวโลซิตี และแจกซ์บี
2. ออกแบบและพัฒนาเอกสารนิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์
3. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับเขียนสคริปต์โดยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก
4. พัฒนาเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์
5. วัดผลและประเมินผลการวิจัย
6. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

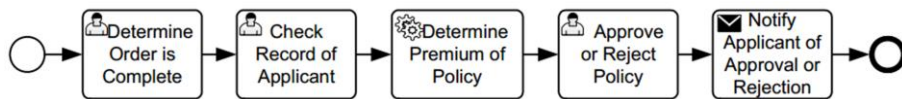
1. ได้เครื่องมือที่จะช่วยให้สคริปต์ทาสก์ใช้งานได้ง่ายขึ้นโดยผ่านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก
2. การกำหนดสคริปต์ให้กับสคริปต์ทาสก์ด้วยเอกซ์บีพีสคริปต์ทำให้สามารถระบุพฤติกรรมของสคริปต์ทาสก์ได้โดยไม่ต้องเฉพาะเจาะจงภาษาใดภาษาหนึ่ง
3. ได้เครื่องมือแปลงเป็นภาษาสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้หลายภาษา ซึ่งช่วยลดภาระการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับกระทำการแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจและสัญลักษณ์หรือบีพีเอ็มเอ็น (Business Process Model and Notation – BPMN)

บีพีเอ็มเอ็น [1] เป็นมาตรฐานแบบจำลองสำหรับนิยามกระบวนการทางธุรกิจสำหรับใช้ทำความเข้าใจกระบวนการระหว่างผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจ และเป็นเครื่องมือเชื่อมโยงขั้นตอนระหว่างการออกแบบและการนำไปใช้งาน แบบจำลองจะถูกจัดเก็บในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล โดยประกอบด้วยแผนภาพสำหรับแสดงกระแสกิจกรรม (Process Flow) ของกระบวนการทางธุรกิจและการสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธุรกิจ ได้แก่ แผนภาพการประสานงาน (Collaboration Diagram) แผนภาพกระบวนการ (Process Diagram) และแผนภาพคอรีโอกราฟี (Choreography Diagram) ทั้งนี้แผนภาพกระบวนการยังสามารถจำลองแบบเพื่อนำไปใช้ในการกระทำ (Execute) โดยซอฟต์แวร์ได้อีกด้วย ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของแผนภาพกระบวนการระดับไพรเวท (Private Process) ซึ่งเป็นระดับที่ใช้กระทำการได้ ส่วนการจัดเก็บเป็นเอกสารเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการ แสดงดังภาพที่ 2.2



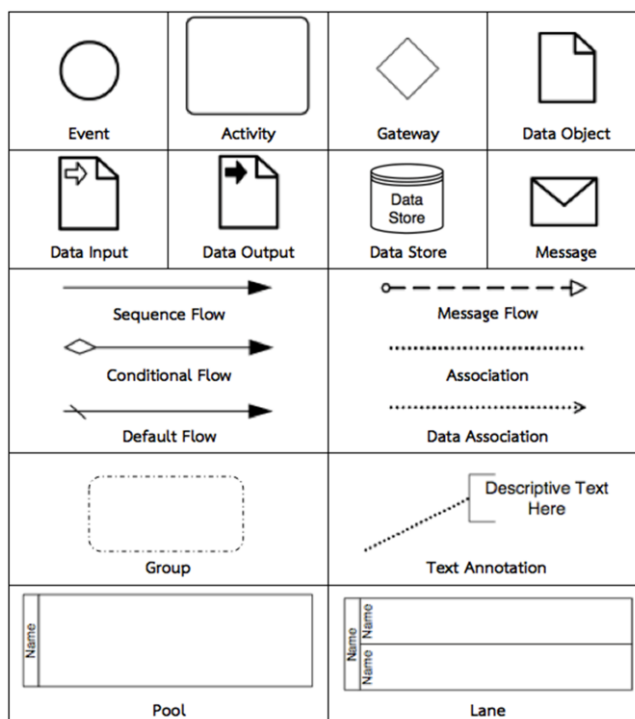
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการระดับไพรเวทของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น [1]

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<definitions xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:omgdc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
  xmlns:omgdi="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI" typeLanguage="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <process id="orderProcess" name="Order Process" isExecutable="true">
    <startEvent id="startevent1" name="Start"></startEvent>
    <sequenceFlow id="flow1" sourceRef="startevent1"
      targetRef="usertask1"></sequenceFlow>
    <userTask id="usertask1" name="Determine Order is Complete"></userTask>
    <sequenceFlow id="flow2" sourceRef="usertask1" targetRef="usertask2"></sequenceFlow>
    <userTask id="usertask2" name="Check Record of Applicant"></userTask>
    <sequenceFlow id="flow3" sourceRef="usertask2" targetRef="servicetask1"></sequenceFlow>
    <serviceTask id="servicetask1" name="Determine Premium of Policy"></serviceTask>
    <sequenceFlow id="flow4" sourceRef="servicetask1" targetRef="usertask3"></sequenceFlow>
    <userTask id="usertask3" name="Approve or Reject Policy"></userTask>
    <sequenceFlow id="flow5" sourceRef="usertask3" targetRef="sendtask1"></sequenceFlow>
    <sendTask id="sendtask1" name="Notify Applicant of Approval or Rejection"></sendTask>
    <sequenceFlow id="flow6" sourceRef="sendtask1" targetRef="endevent1"></sequenceFlow>
    <endEvent id="endevent1" name="End"></endEvent>
  </process>
</definitions>
```

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างเอกสารเอกซ์เอ็มแอลสำหรับแบบจำลองกระบวนการในภาพที่ 2.1

องค์ประกอบของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม สรุปได้ดังภาพที่ 2.3 ประกอบด้วย

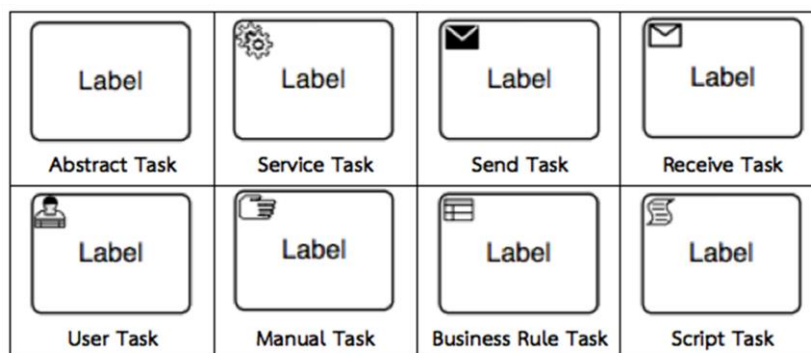
- 1) **วัตถุกระแส (Flow Object)** สำหรับอธิบายพฤติกรรมของกระบวนการมี 3 ชนิด คือ อีเวนต์ (Event) กิจกรรม (Activity) และเกตเวย์ (Gateway)
- 2) **ข้อมูล (Data)** มี 4 ชนิด คือ วัตถุข้อมูล (Data Object) ข้อมูลนำเข้า (Data Input) ข้อมูลส่งออก (Data Output) และที่จัดเก็บข้อมูล (Data Store)
- 3) **วัตถุเชื่อมโยง (Connecting Object)** สำหรับเชื่อมโยงระหว่างวัตถุกระแสด้วยกันและระหว่างวัตถุกระแสกับวัตถุสารสนเทศอื่น ๆ มี 4 ชนิด ได้แก่ กระแสลำดับ (Sequence Flow) กระแสข้อความ (Message Flow) การเชื่อมโยง (Association) และการเชื่อมโยงข้อมูล (Data Association)
- 4) **สวิมเลน (Swimlane)** สำหรับจัดกลุ่มวัตถุของแบบจำลองประกอบด้วย พูล (Pool) และเลน (Lane)
- 5) **อาร์ทิแฟกต์ (Artifact)** สำหรับอธิบายข้อมูลเพิ่มเติม มาตรฐานกำหนดไว้ 2 ชนิด คือ การจัดกลุ่ม (Group) และข้อความหมายเหตุ (Text Annotation)



ภาพที่ 2.3 สัญลักษณ์แผนภาพแต่ละชนิดของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

ทาสก์ (Task) เป็นกลุ่มกิจกรรมหนึ่งของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นซึ่งมีการกำหนดความหมายในการกระทำการไว้สำหรับซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการนำไปใช้พัฒนาเพื่อประมวลผลตามที่กำหนดสรุปได้ดังภาพที่ 2.4 ประกอบด้วย

- 1) เซอร์วิซทาสก์ (Service Task) การเรียกใช้เซอร์วิซใด ๆ โดยมีการรับข้อมูลนำเข้าเพื่อส่งไปยังเซอร์วิซ และรับผลลัพธ์จากเซอร์วิซส่งออกเป็นข้อมูลส่งออก
- 2) เซนดทาสก์ (Send Task) การส่งออกข้อความตามข้อมูลที่รับมาจากข้อมูลนำเข้า
- 3) รีซีฟทาสก์ (Receive Task) การรอรับข้อความจากภายนอก โดยทาสก์นี้จะสำเร็จก็ต่อเมื่อได้รับข้อความแล้ว
- 4) ยูสเซอร์ทาสก์ (User Task) การดำเนินการซึ่งมอบหมายให้ผู้ใช้ปฏิบัติการด้วยการสนับสนุนจากซอฟต์แวร์
- 5) แมนวลทาสก์ (Manual Task) การดำเนินการโดยผู้ใช้ โดยไม่มีการสนับสนุนจากระบบสารสนเทศ และไม่สามารถใช้กระทำการโดยซอฟต์แวร์ได้
- 6) บิสิเนสรูลทาสก์ (Business Rule Task) การเรียกใช้และประมวลผลโดยระบบบิสิเนสรูล
- 7) สคริปต์ทาสก์ (Script Task) การประมวลผลสคริปต์ตามที่กำหนดไว้
- 8) แอบสแทรกททาสก์ (Abstract Task) เป็นทาสก์เพื่อแสดงกิจกรรมในระดับแนวคิดที่ยังไม่ได้กำหนดชนิดของทาสก์ ทาสก์นี้ไม่สามารถนำไปกระทำการได้



ภาพที่ 2.4 สัญลักษณ์แผนภาพทาสก์ชนิดต่าง ๆ ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

2.2 เอกซ์เอ็มแอลและเอกซ์เอ็มแอลสกีมา

เอกซ์เอ็มแอล [5] เป็นภาษามาร์กอัปพัฒนาโดยดับเบิลยูทีริซี (W3C) โดยการวางแท็กครอบเพื่อกำกับข้อความในเอกสารเพื่อบ่งบอกคุณลักษณะหรือความหมายของข้อความนั้น โดยมีรูปแบบเอกสารข้อความที่สามารถอ่านและเข้าใจได้ทั้งโดยมนุษย์และคอมพิวเตอร์ เป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นในการขยายเพิ่มเติมและปรับใช้กับงานด้านต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ การแลกเปลี่ยนข้อมูลทาง

อิเล็กทรอนิกส์ รูปภาพเวกเตอร์ ฯลฯ เนื่องจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอลมีรูปแบบเป็นเอกสารข้อความ จึงสามารถแก้ไขด้วยโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไปได้ ตัวอย่างเอกสารเอกซ์เอ็มแอลแสดงดังภาพที่ 2.5 (ก)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<person xmlns="http://www.example.org/person"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.example.org/person person.xsd">
  <title>Mr.</title>
  <firstname>John</firstname>
  <lastname>Doe</lastname>
</person>
```

(ก)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.example.org/person"
  xmlns:tns="http://www.example.org/person"
  elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="person">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="title" type="xs:string"/>
        <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
        <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

(ข)

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างซอร์ซโค้ดนิยามเอกซ์เอ็มแอลสกีมาและเอกซ์เอ็มแอลสำหรับข้อมูลบุคคล

(ก) เอกซ์เอ็มแอลข้อมูลบุคคล (ข) เอกซ์เอ็มแอลสกีมาสำหรับข้อมูลบุคคล

กรณีการใช้งานเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่ต้องการความถูกต้องของการจัดวางแท็ก เพื่อให้แน่ใจว่าเอกสารนั้นมีความถูกต้องก่อนการนำไปใช้ประมวลผลโดยซอฟต์แวร์ หนึ่งในวิธีการกำหนดรูปแบบการจัดวางแท็กและใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล คือ การนิยามเอกซ์เอ็มแอลสกีมา (XML schema)

เอกซ์เอ็มแอลสกีมา เป็นเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่ประกอบด้วยชุดของแท็กที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลอื่น โดยสามารถกำหนดแท็กที่อนุญาตให้ปรากฏได้ในเอกสาร รวมถึงการกำหนดตำแหน่งและจำนวนของแท็กที่สามารถปรากฏได้ในเอกสาร และสามารถกำหนดขอบเขตของค่าข้อความที่จะเป็นข้อมูลภายในแท็กหรือแอตทริบิวต์ของแท็ก เช่น กำหนดให้แท็กรองรับเฉพาะค่าที่เป็นตัวเลขเท่านั้น เป็นต้น โดยตัวอย่างเอกซ์เอ็มแอลสกีมาแสดงดังภาพที่ 2.5 (ข)

2.3 การสร้างโค้ด (Code Generation)

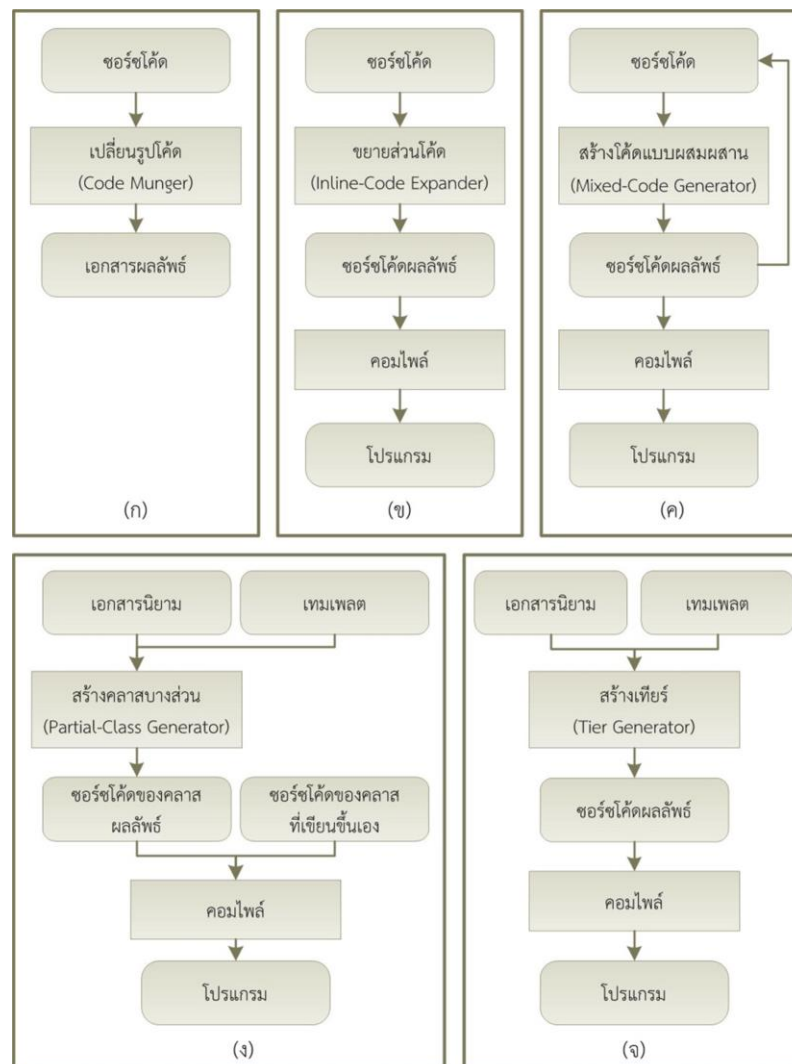
การสร้างโค้ด [2] เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้เขียนอีกโปรแกรมหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วจะสร้างโค้ดในระดับที่ละเอียดขึ้นจากโค้ดหรือข้อมูลที่นำเข้า การสร้างโค้ดจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ พาสซีฟ (Passive) และแอคทีฟ (Active) การสร้างโค้ดแบบพาสซีฟจะเป็นการสร้างโค้ดเพียงครั้งเดียว

จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปแก้ไขและใช้งานต่อไป ตัวอย่างการสร้างโค้ดแบบพาสซีฟเช่น การสร้างโค้ดใหม่โดยใช้วิซาร์ดของเครื่องมือเขียนโปรแกรม เป็นต้น

การสร้างโค้ดแบบแอคทีฟ จะมีคุณลักษณะที่สามารถสร้างโค้ดซ้ำได้หลาย ๆ รอบ โดยผลลัพธ์ที่ได้มักจะสามารนำไปใช้งานต่อได้โดยไม่ต้องแก้ไขเพิ่มเติม หากมีการเปลี่ยนแปลงจะกระทำกับข้อมูลนำเข้าของกระบวนการสร้างโค้ดแทน วิธีการสร้างโค้ดแบบแอคทีฟ มีดังนี้

- 1) **การเปลี่ยนรูปโค้ด (Code Munging)** โดยการเลือกส่วนสำคัญหรือส่วนที่สนใจจากโค้ดต้นทางมาใช้ในการสร้างเป็นเอกสารผลลัพธ์ในรูปแบบอื่น เช่น การสร้างเอกสารการใช้งานส่วนต่อประสานแอปพลิเคชัน (API Reference Documentation) จากคอมเมนต์ของโค้ด เป็นต้น
- 2) **การขยายส่วนโค้ด (Inline-Code Expanding)** โดยการแทนที่โค้ดส่วนขยาย ณ ตำแหน่งที่ระบุเอาไว้โดยเฉพาะในโค้ดต้นทางด้วยวากยสัมพันธ์ (Syntax) พิเศษ เช่น เอสควแอลฝังตัว (Embedded SQL) เป็นต้น
- 3) **การสร้างโค้ดแบบผสมผสาน (Mixed-Code Generation)** โดยมีซอร์ซโค้ดเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างเป็นซอร์ซโค้ดใหม่และนำไปแทนที่ซอร์ซโค้ดเดิม มีความแตกต่างจากการขยายส่วนโค้ด คือ ผลลัพธ์สามารถที่จะนำกลับมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างโค้ดได้อีก
- 4) **การสร้างคลาสบางส่วน (Partial-Class Generation)** การสร้างคลาสโดยมีเอกสารนิยาม (Definition File) หนึ่ง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดสำหรับการสร้างคลาสและเทมเพลต (Template) ของโค้ดเป็นข้อมูลนำเข้า ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นซอร์ซโค้ดของคลาสเฉพาะบางส่วนของระบบซึ่งจะถูกนำไปใช้ร่วมกับคลาสอื่นต่อไป
- 5) **การสร้างเทียร์ (Tier or Layer Generation)** เป็นการสร้างซอร์ซโค้ดทั้งเทียร์หรือระดับ โดยจะสร้างจากเอกสารนิยามและเทมเพลตเช่นเดียวกับการสร้างคลาสบางส่วน
- 6) **ภาษาเฉพาะโดเมน (Full-Domain Language)** เป็นการสร้างโค้ดจากภาษาที่นิยามขึ้นสำหรับโดเมนหนึ่งโดยเฉพาะเพื่อให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรมสำหรับโดเมนนั้น ๆ ซึ่งเป็นลักษณะของภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยกระบวนการสร้างโค้ดก็คือขั้นตอนการคอมไพล์โค้ดนั่นเอง

โดยในภาพที่ 2.6 แสดงแผนภาพอธิบายข้อมูลนำเข้าและส่งออกของการสร้างโค้ดแบบแอคทีฟ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น



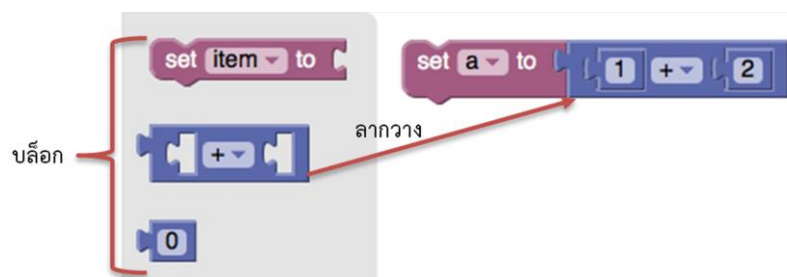
ภาพที่ 2.6 ข้อมูลนำเข้าและส่งออกในการสร้างโค้ดแบบแอดคทีฟในวิธีการต่าง ๆ

(ก) การเปลี่ยนรูปโค้ด (ข) การขยายส่วนโค้ด (ค) การสร้างโค้ดแบบผสมผสาน (ง) การสร้างคลาสบางส่วน และ (จ) การสร้างเทียร์

2.4 บล็อกลี (Blockly)

บล็อกลี [3] เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซที่พัฒนาโดยใช้ภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับใช้เขียนโปรแกรมแบบบล็อกโดยมีส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบเว็บ โดยใช้วิธีการลากบล็อกวางประกอบกันตามตรรกะการประมวลผลต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.7 บล็อกลีเป็นเครื่องมือที่อนุญาตให้นิยามบล็อกฟังก์ชันเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการเขียนกำหนดตรรกะการประมวลผลของโปรแกรมได้ เช่น การสร้างชุดบล็อกฟังก์ชันการเคลื่อนที่ของวัตถุและนำบล็อกเหล่านี้มาต่อกันเพื่อสร้างตรรกะการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นต้น นอกจากนี้ บล็อกลียังสนับสนุนการสร้างสคริปต์จากบล็อกเพื่อใช้การกระทำการ โดยเบื้องต้น

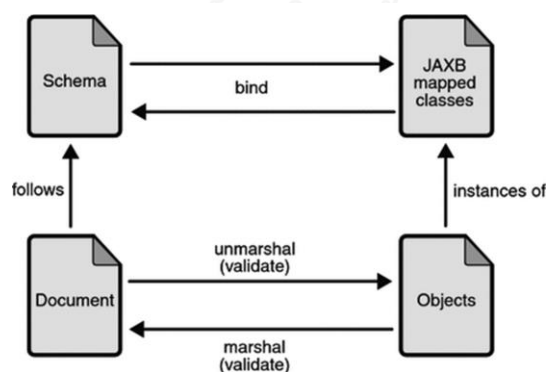
บล็อกีสันับสนุนภาษาสคริปต์ ได้แก่ ภาษาจาวาสคริปต์ และภาษาไพธอน (Python) กรณีที่ต้องการให้บล็อกีสั่งสร้างสคริปต์ภาษาอื่น นักพัฒนาก็สามารถพัฒนาสคริปต์เทมเพลตสำหรับสร้างโค้ดเป็นภาษาที่ต้องการเพิ่มเติมได้



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของบล็อกลี

2.5 แจกซ์บี (Java Architecture for XML Binding -- JAXB)

แจกซ์บี [6, 7] เป็นเทคโนโลยีสำหรับใช้ระบุความสัมพันธ์ระหว่างอ็อบเจกต์ภาษาจาวากับข้อมูลเอกซ์เอ็มแอล โดยการกำหนดความสัมพันธ์กำกับคลาสภาษาจาวาให้เป็นเอกซ์เอ็มแอลสกีมา เพื่อให้สามารถแปลงข้อมูลจากเอกซ์เอ็มแอลเป็นอ็อบเจกต์ภาษาจาวา (Unmarshal) และจากอ็อบเจกต์ภาษาจาวาเป็นเอกซ์เอ็มแอล (Marshal) นักพัฒนาซอฟต์แวร์จึงสามารถจัดการข้อมูลเอกซ์เอ็มแอลได้โดยผ่านการดำเนินการกับอ็อบเจกต์และคลาส โดยความสัมพันธ์ระหว่างคลาสภาษาจาวากับเอกสารเอกซ์เอ็มแอลและการแปลงข้อมูลโดยใช้แจกซ์บีแสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสภาษาจาวากับเอกสารเอกซ์เอ็มแอลโดยใช้แจกซ์บี [7]

ตัวอย่างในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับเอกซ์เอ็มแอลจากภาพที่ 2.5 ด้วยวิธีการกำกับแอนโนเทชัน (Annotation) ให้กับคลาสและสมาชิกของคลาสแสดงดังภาพที่ 2.9

```

@XmlRootElement(name = "person")
@XmlAccessorType(XmlAccessType.FIELD)
public class Person {
    @XmlElement
    private String title;
    @XmlElement
    private String firstname;
    @XmlElement
    private String lastname;

    public Person() {}

    public String getTitle() {}

    public void setTitle(String title) {}

    public String getFirstname() {}

    public void setFirstname(String firstname) {}

    public String getLastname() {}

    public void setLastname(String lastname) {}
}

```

แอนโนเทชัน
ของแจกซ์บี

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับเอ็กซ์เอ็มแอลในภาพที่ 2.5 ด้วยแอนโนเทชันของแจกซ์บี

2.6 แบบจำลองเคแอลเอ็ม (Keystroke-Level Model -- KLM)

แบบจำลองเคแอลเอ็ม [8] เป็นแบบจำลองสำหรับใช้วัดประสิทธิภาพของส่วนต่อประสานผู้ใช้ ด้านเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการเพื่อให้งานหนึ่ง ๆ สำเร็จ โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$T_{execute} = T_K + T_P + T_H + T_D + T_M + T_R$$

โดย $T_{execute}$ เป็นเวลารวมที่ใช้ในการปฏิบัติการ มีค่าเท่ากับผลรวมของเวลาที่ใช้ในแต่ละปัจจัยการปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

T_K คือ เวลารวมการกดปุ่มบนแป้นพิมพ์แต่ละปุ่ม โดยนับทุกการกดแม้ว่าจะกดเป็นชุดอย่างการกดปุ่มลัด

T_P คือ เวลารวมการเลื่อนพอยน์เตอร์ของเมาส์ไปชี้ ณ จุดใดจุดหนึ่งบนจอแสดงผลแต่ละครั้ง

T_H คือ เวลารวมในการเคลื่อนย้ายมือจากอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลหนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่ง

T_D คือ เวลารวมที่ใช้เพื่อวาดรูปร่าง โดยคำนวณจากจำนวนเส้นตรง n_D เส้น และความยาวรวมของทุกเส้นเป็น l_D เซนติเมตร

T_M คือ เวลารวมที่ผู้ใช้หยุดคิดเพื่อการปฏิบัติการแต่ละขั้นตอน

T_R คือ เวลารวมของการตอบสนองจากระบบที่ผู้ใช้ต้องรอก่อนปฏิบัติการกิจกรรมถัดไป

โดยค่าหรือการคำนวณค่าสำหรับแต่ละปัจจัยการปฏิบัติการกับระบบแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าหรือการคำนวณค่าของแต่ละปัจจัยการปฏิบัติกรกับระบบ

ปัจจัย	คำอธิบาย	เวลาที่ใช้ (วินาที)
<i>K</i>	กำหนดเวลาสำหรับการกดปุ่มแต่ละครั้งตามประเภทของผู้ปฏิบัติการ ดังนี้	0.08
	ผู้พิมพ์ชั้นเยี่ยม (Best Typist)	0.12
	ผู้พิมพ์ชั้นดี (Good Typist)	0.20
	ผู้พิมพ์ทั่วไป (Average Skilled Typist)	0.28
	ผู้พิมพ์ทั่วไปที่ไม่ใช่เลขานุการ (Average Non-Secretary Typist)	0.50
	การพิมพ์แบบสุ่ม (Typing Random Letters)	0.75
	การพิมพ์ข้อความที่ซับซ้อน (Typing Complex Codes)	1.20
	ผู้พิมพ์ชั้นแย่ (Worst Typist)	
<i>P</i>	เวลาที่ใช้เลื่อนพอยน์เตอร์ของเมาส์ไปชี้ ณ จุดใดจุดหนึ่งบน จอแสดงผลแต่ละครั้ง	1.10
<i>H</i>	เวลาที่ย้ายมือระหว่างอุปกรณ์นำข้อมูลแต่ละครั้ง	0.40
<i>D</i>	เวลาที่ใช้วาดรูปร่างแต่ละรูป	$0.9n_D + 0.16l_D$
<i>M</i>	เวลาที่ใช้ในช่องของการหยุดคิดแต่ละครั้ง	1.35
<i>R</i>	จำนวน <i>t</i> วินาทีในการประมวลผลตามคำสั่งของระบบ	<i>t</i>

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยด้านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกเป็นแนวคิดที่ใช้ส่วนต่อประสานผู้ใช้เชิงกราฟิกที่แทนฟังก์ชันต่าง ๆ ด้วยบล็อกในลักษณะของจิ๊กซอว์ และนำมาประกอบกันตามตรรกะการประมวลผลเป็นโปรแกรมหรือให้ได้ผลลัพธ์หนึ่งๆ โดยมีการนำเสนองานวิจัยที่นำการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกไปใช้เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ในงานวิจัยของ Msiska และ Van Zijl [9] ได้นำการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกไปใช้เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ในการเขียนสคริปต์สำหรับการพัฒนาโปรแกรม โดยนำบล็อกที่เขียนไปสร้างเป็นสคริปต์ภาษาลูอา (Lua⁴) ในงานวิจัยของ Turbark และคณะ [10] นำการเขียนโปรแกรมแบบ

⁴ ภาษาสคริปต์ที่มีขนาดกะทัดรัด ผังไว้กับโปรแกรมได้ นิยมใช้กับซอฟต์แวร์ด้านเกม (เว็บไซต์: <http://www.lua.org>)

บล็อกโดยกำหนดชุดบล็อกสำหรับเขียนอัลกอริทึมเพื่อสร้างแบบรูปของรูปร่างต่างๆ เพื่อนำไปเป็นแบบให้กับเครื่องยิงเลเซอร์ในการตัดสร้างรูปร่างบนวัตถุ และในงานวิจัยของ Maron และคณะ [11] ได้พัฒนาชุดบล็อกเพิ่มเติมให้กับเครื่องมือบล็อกสำหรับเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบวิซวลเพื่อการเขียนโปรแกรมเชิงพฤติกรรม (Behavioral Programming)

2.7.2 งานวิจัยด้านการแปลงภาษาคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอล

มีงานวิจัยที่ใช้รูปแบบแท็กของเอกซ์เอ็มแอล เป็นส่วนประกอบของภาษาสำหรับการแปลงโค้ดระหว่างภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น งานวิจัยของ Yi [12] ได้นำเสนอภาษาสคริปต์ชื่อว่าโพเอต (POET) ซึ่งเป็นภาษาที่ภายในสคริปต์ประกอบด้วยแท็กรูปแบบเอกซ์เอ็มแอล สำหรับสร้างกฎการแปลงโค้ดในการแปลงซอร์ซโค้ดต้นทางเป็นภาษาต่าง ๆ อย่าง เช่น จาวา ซีพลัสพลัส หรือฟอร์แทรน ให้ได้ซอร์ซโค้ดที่มีความเหมาะสมที่สุดกับภาษาปลายทาง เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นจากการพัฒนาในการแปลงซอร์ซโค้ดให้เป็นภาษาอื่น ๆ แต่โพเอตนั้นไม่ได้เป็นเอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่สมบูรณ์ (Well-Formed) เพียงแต่ใช้ลักษณะแท็กของเอกซ์เอ็มแอลเป็นส่วนประกอบของการนิยามสคริปต์เท่านั้น

งานวิจัยของ Mascolo และคณะ [13] ได้พัฒนาภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอล ชื่อว่า เอกซ์ไมล์ (XMILE) ที่ออกแบบให้สามารถปรับปรุงการเปลี่ยนแปลงโค้ดของโปรแกรมได้โดยไม่ต้องยุติการกระทำของโปรแกรมที่กำลังดำเนินการอยู่ โดยแบ่งการเขียนโค้ดเป็น 2 แบบ คือ โค้ดโปรแกรมที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ติดตั้งครั้งแรก และโค้ดปรับปรุงการเปลี่ยนแปลงสำหรับการปรับปรุงแก้ไขโค้ดที่ติดตั้งไปแล้ว โดยระบุรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงและตำแหน่งที่จะปรับปรุงในรูปแบบเอกซ์พาธ (XPath)

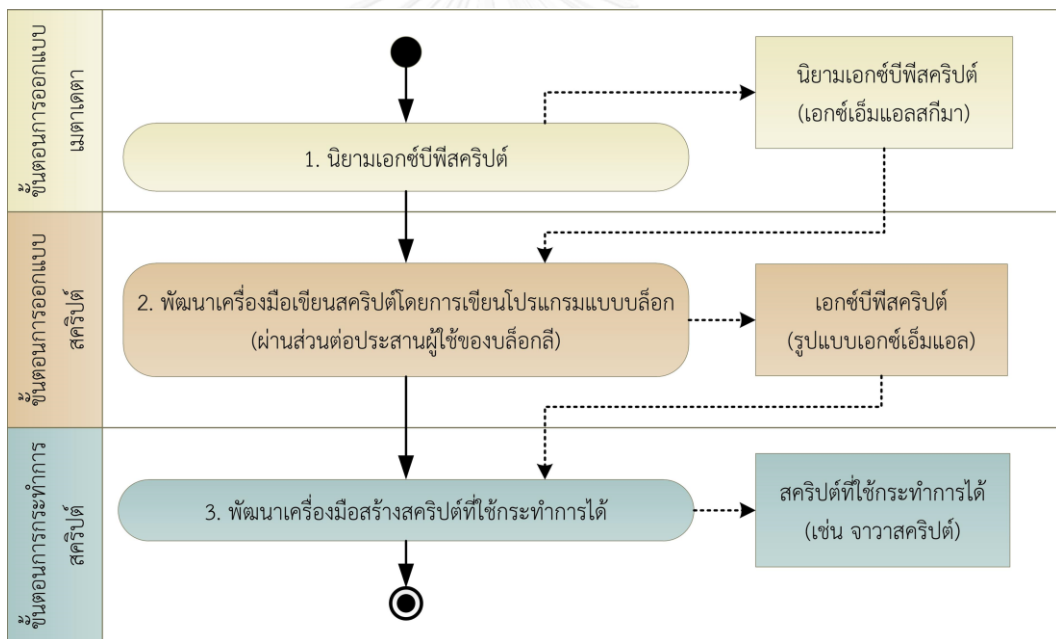
นอกเหนือจากการปรับใช้เอกซ์เอ็มแอลเพื่อเป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมแล้ว ยังมีการนำไปใช้อธิบายโครงสร้างของโค้ดเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์และการแปลงข้อมูล ซึ่งใช้งานได้สะดวกกว่าการใช้โค้ดโดยตรงเพราะมีโครงสร้างที่ชัดเจนและการประมวลผลที่ง่ายโดยเครื่องมือที่สนับสนุนการประมวลผลเอกซ์เอ็มแอลที่มีอยู่แล้ว งานวิจัยที่นำเสนอตามแนวทางนี้ เช่น งานวิจัยของ Atsumi และคณะ [14] ได้กำหนดโครงสร้างเอกสารเอกซ์เอ็มแอลสำหรับแสดงโครงสร้างของโค้ดภาษาซี และงานวิจัยของ Salinas-Mendoza และคณะ [15] ใช้เอกซ์เอ็มแอลสำหรับแสดงโครงสร้างของโค้ดภาษาซีซาร์เจ (CaesarJ) ซึ่งเป็นภาษาที่มีพื้นฐานมาจากภาษาจาวา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกและการสร้างโค้ดจากเอกซ์เอ็มแอลยังไม่พบบางงานวิจัยใดที่ประยุกต์วิธีการทั้งสองเข้ากับการสร้างสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ในปีพีเอ็มเอ็น อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยสามารถนำวิธีการจากงานวิจัยเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยได้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ

งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกและการสร้างโค้ดสำหรับสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น โดยใช้ภาษาสคริปต์สำหรับอธิบายฟังก์ชันและลำดับการทำงานของสคริปต์ในเชิงการกระทำ โดยมึรูปแบบเป็นเอกซ์เอ็มแอลและจัดเก็บไว้กับสคริปต์ทาสก์แทนที่การใช้ภาษาสคริปต์ที่เฉพาะเจาะจง งานวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) การนิยามภาษาสคริปต์ในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลซึ่งมีชื่อว่า “เอกซ์บีพีสคริปต์” 2) การพัฒนาเครื่องมือเขียนสคริปต์โดยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกผ่านเครื่องมือชื่อว่า “บล็อกลี” และ 3) เครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต โดยภาพรวมของการพัฒนาเครื่องมือแสดงดังภาพที่ 3.1

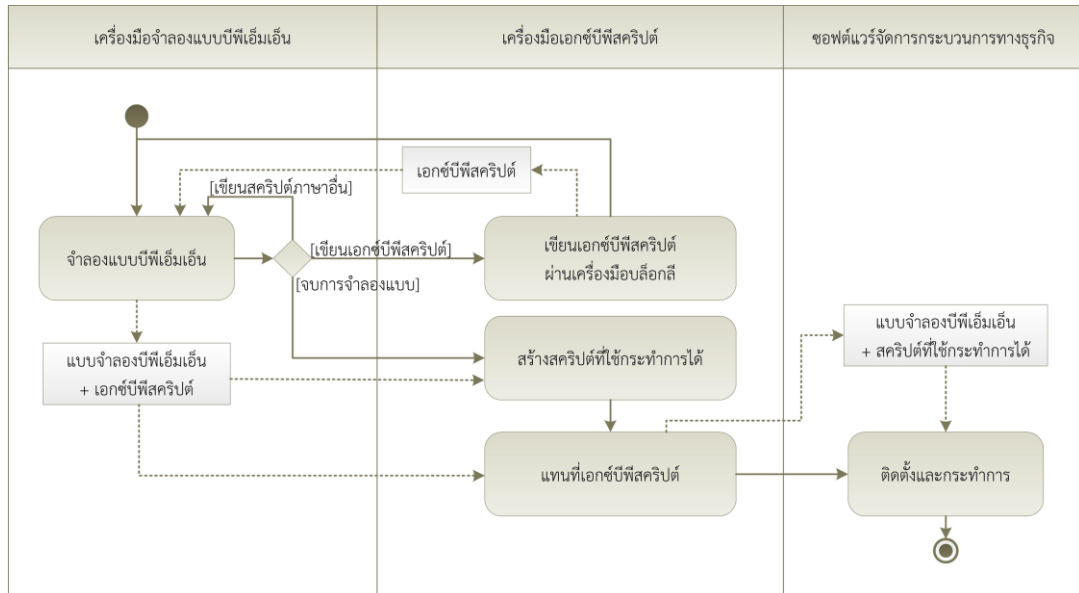


ภาพที่ 3.1 ภาพรวมการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกและการสร้างโค้ดสำหรับสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

ในการใช้งานเครื่องมือนี้เพื่อจัดการสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์โดยผู้ใช้งานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังภาพที่ 3.2 คือ

- 1) ขั้นตอนการออกแบบ ผู้ใช้จะเขียนสคริปต์ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกของเครื่องมือบล็อกลี จากนั้นบล็อกที่เขียนไว้จะถูกแปลงเป็นเอกซ์บีพีสคริปต์และจัดเก็บไว้กับสคริปต์ทาสก์ในแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

- 2) ขั้นตอนการกระทำการ เพื่อการกระทำกรกับสคริปต์ เอกซ์บีพีสคริปต์จะถูกนำไปสร้างเป็นสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ในรูปแบบภาษาที่ซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการสามารถประมวลผลได้



ภาพที่ 3.2 แผนภาพแสดงการบูรณาการเอกซ์บีพีสคริปต์กับซอฟต์แวร์จัดการกระบวนการทางธุรกิจ

จากภาพที่ 3.2 แสดงแนวทางการบูรณาการซอฟต์แวร์จัดการกระบวนการทางธุรกิจ โดยการใช้เครื่องมือเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกในการแก้ไขเพื่อกำหนดเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับสคริปต์ทาสก์ จากนั้นทำการจัดเก็บเอกซ์บีพีสคริปต์ที่ได้ให้กับสคริปต์ทาสก์ผ่านเครื่องมือจำลองแบบบีพีเอ็มเอ็น แล้วแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลโดยเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ โดยสคริปต์ผลลัพธ์จะถูกนำไปแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ในสคริปต์ทาสก์ในแบบจำลองก่อนนำไปกระทำการโดยซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการต่อไป

3.1 นิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์

เอกซ์บีพีสคริปต์ เป็นภาษาที่นิยามขึ้นเพื่อกำหนดให้กับสคริปต์ทาสก์ของบีพีเอ็มเอ็นโดยเฉพาะ ใช้สำหรับอธิบายองค์ประกอบของสคริปต์ในเชิงความหมายการกระทำที่ไม่เฉพาะเจาะจงกับภาษาสคริปต์ใด โดยอยู่ในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอลเพื่อความเข้ากันได้กับเอกสารแบบจำลองของบีพีเอ็มเอ็น

ในการกระทำสคริปต์ทาสก์ การประมวลผลสคริปต์จะไม่มีเกี่ยวข้องจากผู้ใช้จึงไม่ต้องมีการสนับสนุนการจัดการส่วนต่อประสานผู้ใช้ นอกจากนี้ยังเป็นทาสก์ที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลที่จำเป็นต้องเขียนขึ้นใหม่อย่างเช่นฟังก์ชันที่ใช้เฉพาะทางธุรกิจของผู้ใช้เอง ซึ่งสามารถเขียนขึ้นได้ด้วย

ฟังก์ชันพื้นฐานของภาษาคอมพิวเตอร์หรือฟังก์ชันการประมวลผลข้อมูลสำหรับงานทางด้านธุรกิจซึ่งระบบจัดการกระบวนการทางธุรกิจจัดเตรียมไว้ให้

เพื่อสนับสนุนการใช้งานสคริปต์ทาสก์ดังที่กล่าวมา เอกซ์บีพีสคริปต์จะแบ่งกลุ่มแท็กเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ 1) กลุ่มแท็กฟังก์ชันการเขียนสคริปต์ตามพื้นฐานของภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบและควบคุมตรรกะ การจัดการตัวแปร เป็นต้น และ 2) กลุ่มแท็กฟังก์ชันเฉพาะสำหรับสคริปต์ทาสก์ ได้แก่ การสนับสนุนการนำเข้าข้อมูลและส่งออกผลลัพธ์ระหว่างทาสก์ และการสนับสนุนการประมวลผลด้านธุรกิจ

สำหรับโครงสร้างพื้นฐานทางภาษาคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปแล้ว ภาษาสคริปต์จะมีโครงสร้างดังตัวอย่างในภาพที่ 3.3 ซึ่งประกอบด้วย

- 1) **สเตทเมนต์ (Statement)** คือ คำสั่งที่สมบูรณ์หนึ่ง ๆ เช่น การกำหนดค่าตัวแปร การเรียกฟังก์ชัน เป็นต้น
- 2) **บล็อกสเตทเมนต์ (Block Statement)** คือ คำสั่งที่มีขอบเขตกำหนดเพื่อจัดกลุ่มชุดรายการสเตทเมนต์ อาจมีการกำหนดเงื่อนไขการประมวลผลกำกับไว้ด้วย เช่น การวนลูป เป็นต้น
- 3) **นิพจน์ (Expression)** คือ สคริปต์ที่ประกอบขึ้นด้วยสัญลักษณ์ สัญลักษณ์การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบทางตรรกศาสตร์ และการเรียกฟังก์ชัน ซึ่งให้ความหมายการประมวลผลหนึ่ง ๆ แต่ยังไม่ใช่คำสั่งที่สมบูรณ์ โดยจะปรากฏเป็นส่วนย่อยของสเตทเมนต์
- 4) **สัญลักษณ์ (Literal)** คือ ค่าคงที่ ได้แก่ ข้อความ ตัวเลข และบูลีน

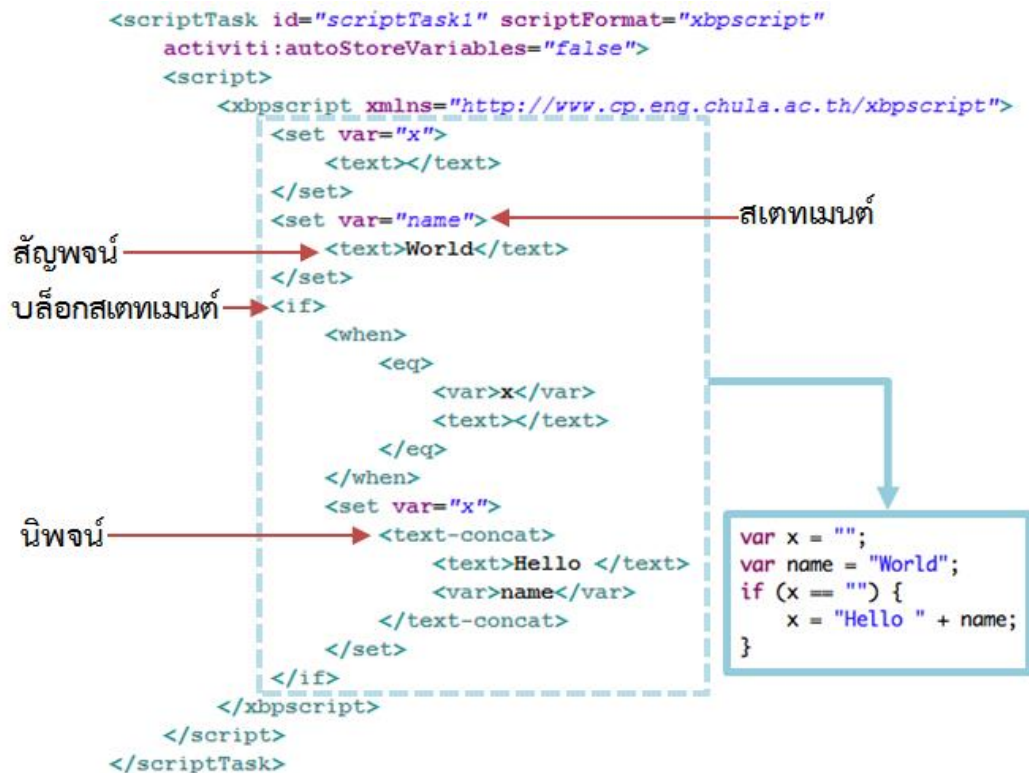
```

var x = "";
var name = "World";
if (x == "") {
  x = "Hello " + name;
}

```

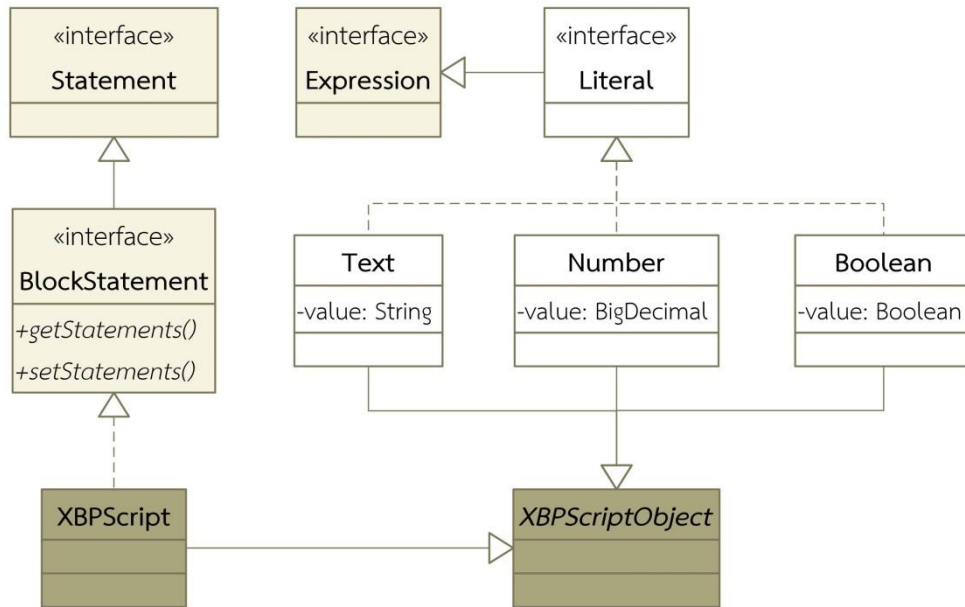
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างโครงสร้างของสคริปต์จากภาษาจาวาสคริปต์

จากโครงสร้างโดยทั่วไปของภาษาสคริปต์จะสามารถนำเสนอโปรแกรมภาษาสคริปต์โดยใช้โครงสร้างของเอกซ์บีพีสคริปต์ ซึ่งจะแทนแต่ละส่วนด้วยแท็กเอกซ์เอ็มแอลดังตัวอย่างในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการกำหนดเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับสคริปต์ทาสก์และสคริปต์ภาษาจาวาสคริปต์ที่เขียนได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์

เอกซ์บีพีสคริปต์ถูกนิยามขึ้นโดยใช้เอกซ์เอ็มแอลสกีมา โดยมีโครงสร้างดังแผนภาพคลาสในภาพที่ 3.5 ซึ่งแท็กสำหรับฟังก์ชันใด ๆ ที่นิยามขึ้นจะต้องเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งระหว่างสแตทเมนต์หรือนิพจน์ ในภาพที่ 3.5 ได้แสดงตัวอย่างการนิยามสัญญาณ ประกอบด้วย ข้อความ (Text) ตัวเลข (Number) และบูลีน (Boolean) ไว้ด้วย



ภาพที่ 3.5 แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของเอกซ์บีพีสคริปต์

โครงสร้างของการวางซ้อนแท็กจะเป็นไปตามภาพที่ 3.6 โดยแสดงลำดับของการจัดวางแท็กจากนอกสุดไปหาในสุดตามลำดับ คือ บล็อกสเตทเมนต์ สเตทเมนต์ นิพจน์ และสัญพจน์ตามลำดับ



ภาพที่ 3.6 โครงสร้างการลำดับจัดวางของแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์

แท็กฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์ทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นสำหรับการวิจัยนี้ แสดงดังรายการแยกตามชนิดแท็กในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายการแท็กฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์

ชนิดแท็ก	ชื่อแท็ก	คำอธิบาย
บล็อกสแตทเมนต์	xbpscript	แท็กประกาศการเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์
	if, else-if, else	การดำเนินการทางตรรกะ
	while, for, for-each	การวนลูป
สแตทเมนต์	comment	คอมเมนต์
	break, continue	ควบคุมการวนลูป
	set, array-set	กำหนดค่าตัวแปร
	import, export	นำเข้าและส่งออกข้อมูลกระบวนการทางธุรกิจ
นิพจน์	var	แทนค่าตัวแปร
	add, subtract, multiply, divide	ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์
	not, and, or	ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์
	eq, neq, gt, gte, lt, lte	ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ
	text-length, text-concat, text-char-at	ตัวดำเนินการกับข้อความ
	array, array-size, array-get	ตัวดำเนินการกับอาร์เรย์
สัญกรณ์	number	ตัวเลข
	text	ข้อความ
	true, false	บูลีน
	null	ค่าว่าง

และตัวอย่างการนิยามแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์แต่ละชนิดแสดงดังภาพที่ 3.7 สำหรับซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์จะแสดงไว้ในภาคผนวก ก ในตารางที่ ก.1

```

<xs:complexType name="IfBlockStatement">
  <xs:sequence>
    <xs:element ref="when" />
    <xs:group ref="blockStatements"
      minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded" />
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
(ก(

<xs:complexType name="SetStatement">
  <xs:choice>
    <xs:group ref="valueExpressions" />
  </xs:choice>
  <xs:attribute name="var" type="VariableName"
    use="required" />
</xs:complexType>
(ข(

<xs:complexType name="ArithmeticOperation"
  abstract="true">
  <xs:group ref="numberValueExpressions"
    maxOccurs="2"
    minOccurs="2" />
</xs:complexType>
(ค(

<xs:complexType name="BooleanLiteral"
  abstract="true" />
(ง(

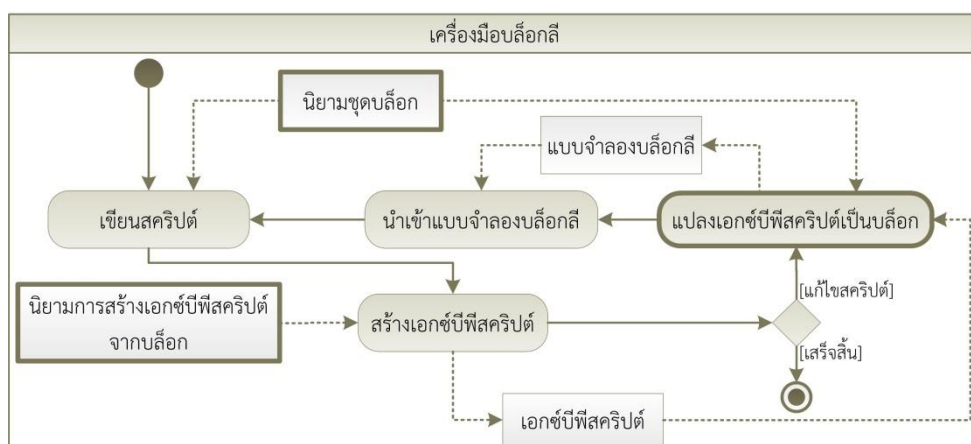
```

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการนิยามแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์แต่ละชนิดด้วยเอกซ์เอ็มแอลสเก็มมา

(ก) บล็อกสเตตเมนต์ (ข) สเตตเมนต์ (ค) นิพจน์ และ (ง) สัญพจน์

3.2 การพัฒนาเครื่องมือเขียนสคริปต์โดยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

ในการเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ ผู้ใช้จะดำเนินการผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ของบล็อกลี ด้วยวิธีการประกอบบล็อกจากชุดบล็อกซึ่งกำหนดจากนิยามเอกซ์บีพีสคริปต์เข้าด้วยกัน และสามารถนำเข้าเอกซ์บีพีสคริปต์ที่มีอยู่แล้วเพื่อแก้ไขผ่านบล็อกลีได้ โดยส่วนที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมสำหรับบล็อกดังกล่าวที่มีเส้นขอบหนาในภาพที่ 3.8



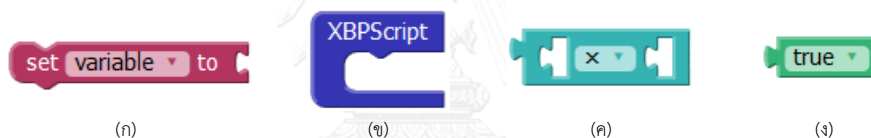
ภาพที่ 3.8 การใช้บล็อกลีเป็นส่วนต่อประสานเพื่อสร้างหรือแก้ไขเอกซ์บีพีสคริปต์

สำหรับส่วนที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติม 3 ส่วน ได้แก่ 1) นิยามชุดบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์
2) นิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อก และ 3) ตัวแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลอง
บล็อก

1) การนิยามชุดบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์

โดยจะเป็นการนิยามรูปลักษณ์ของบล็อกสำหรับแต่ละแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์ซึ่งถูกนิยามขึ้น
ใหม่ทั้งหมด ซึ่งเขียนขึ้นโดยใช้ส่วนต่อประสานแอปพลิเคชันที่เตรียมให้โดยบล็อก โดยแต่ละบล็อก
ของแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์แต่ละชนิดจะมีรูปลักษณ์ ดังนี้

- (1) รอยหยักด้านบนและรอยนูนด้านล่างของบล็อก บล็อกที่มีลักษณะนี้จะเป็นบล็อกสำหรับแท็ก
ชนิดสเตทเมนต์ ตัวอย่างบล็อกแสดงดังภาพที่ 3.9 (ก)
- (2) รอยเว้าลึกด้านขวาของบล็อก แสดงรูปลักษณ์ของบล็อกสำหรับแท็กชนิดบล็อกสเตทเมนต์
ตัวอย่างบล็อกแสดงดังภาพที่ 3.9 (ข)
- (3) รอยนูนด้านซ้ายของบล็อก สำหรับบล็อกชนิดนิพจน์และสัญพจน์ตัวอย่างบล็อกแสดงดัง
ภาพที่ 3.9 (ค) และ (ง)



ภาพที่ 3.9 รูปลักษณ์ของบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดต่าง ๆ

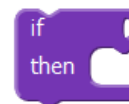
สำหรับแท็กชนิด: (ก) สเตทเมนต์ (ข) บล็อกสเตทเมนต์ (ค) นิพจน์ และ (ง) สัญพจน์

ทุกแท็กฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์ในตารางที่ 3.1 จะถูกนิยามรูปลักษณ์บล็อกตามชนิด
ของแท็กดังแสดงไว้ในภาพที่ 3.9 โดยตัวอย่างการนิยามบล็อกใหม่สำหรับแท็ก `<if>` แสดงดัง
ภาพที่ 3.10 (ก) ซึ่งให้ผลการแสดงรูปร่างของบล็อกในภาพที่ 3.10 (ข) ยกเว้นไว้เพียงแท็ก
`<comment>` ซึ่งถูกใช้เพื่อเขียนคำอธิบายกำกับบล็อกทำให้ไม่ต้องมีรูปลักษณ์บล็อก แต่จะมีวิธีการ
เขียนโดยเพิ่มให้กับแต่ละบล็อกผ่านเมนูคอนเท็กซ์ (Context Menu) ชื่อ “Add Comment” ดัง
แสดงในภาพที่ 3.11 (ก) โดยเมื่อเพิ่มคอมเมนต์แล้วบล็อกจะแสดงไอคอนกลมรูปเครื่องหมายคำถาม
พื้นหลังสีน้ำเงินแสดงอยู่บนด้านมุมบนซ้ายของบล็อก โดยเมื่อคลิกที่ไอคอนจะปรากฏกล่องสำหรับ
พิมพ์คำอธิบายสำหรับบล็อกนั้น ๆ ดังภาพที่ 3.11 (ข)


```

XBPScript.COLOR_LOGIC_BLOCK = 270;
Blockly.Blocks['xbpscript_if'] = {
  init : function() {
    this.setColour(XBPScript.COLOR_LOGIC_BLOCK);
    this.appendValueInput('WHEN').appendTitle('if')
      .setCheck('Boolean');
    this.appendStatementInput('DO').appendTitle('then')
      .setCheck('Statement');
    this.setPreviousStatement(true, [ 'Statement' ]);
    this.setNextStatement(true, [ 'Statement', 'ElseIf', 'Else' ]);
  }
};

```

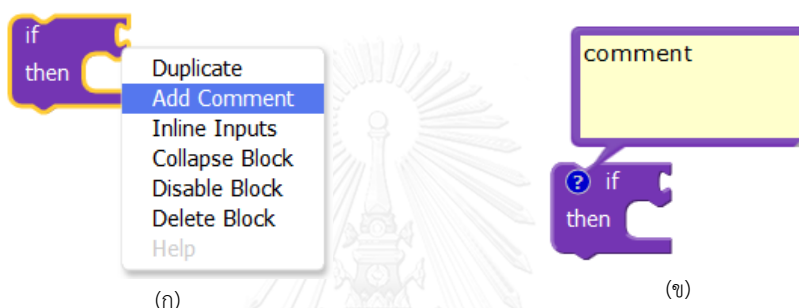


(ข)

(ก)

ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างการนิยามบล็อกใหม่ของบล็อกสำหรับแท็ก <if>

(ก) สคริปต์นิยามบล็อก (ข) การแสดงผลรูปร่างของบล็อก



(ก)

(ข)

ภาพที่ 3.11 การเพิ่มคอมเมนต์ให้กับบล็อกในการเขียนสคริปต์ผ่านบล็อก

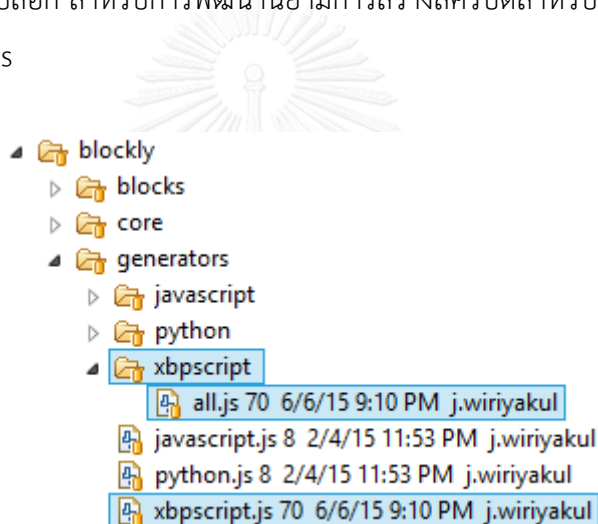
(ก) เมนูเพิ่มคอมเมนต์ให้กับบล็อก (ข) รูปร่างบล็อกที่มีการเพิ่มคอมเมนต์แล้ว

จากซอร์ซโค้ดในภาพที่ 3.10 (ก) แสดงการกำหนดรายละเอียดรูปลักษณ์บล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดบล็อกสเตทเมนต์โดยเพิ่มนิยามของบล็อกไว้กับอาร์เรย์ Blockly.Blocks โดยตัวอย่างเพิ่มบล็อกชื่อ xbpscript_if จากนั้นกำหนดการแสดงรูปลักษณ์ไว้ในฟังก์ชันชื่อ init โดยในตัวอย่างได้กำหนดรูปลักษณ์ ตามลำดับคำสั่ง ดังนี้

1. กำหนดสีของบล็อกเป็นสีม่วงซึ่งจัดให้เป็นกลุ่มบล็อกสำหรับการดำเนินการทางตรรกะ (COLOR_LOGIC_BLOCK)
2. กำหนดการรับค่าบล็อกชนิดบูลีนโดยตัวชื่อว่า “WHEN” ใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขการเข้ากระทำการภายในบล็อก
3. กำหนดให้เป็นชนิดบล็อกสเตทเมนต์โดยกำหนดให้มีรอยเว้าลึกด้านขวาของบล็อก
4. กำหนดการเชื่อมต่อกับบล็อกด้านบนหรือบล็อกที่อยู่ก่อนหน้าโดยกำหนดให้สามารถต่อกับสเตทเมนต์
5. กำหนดการเชื่อมต่อกับบล็อกด้านล่างหรือบล็อกที่อยู่ถัดไปโดยกำหนดให้สามารถต่อกับบล็อกชนิดสเตทเมนต์ และตัวเชื่อมชนิด Elseif และ Else

สำหรับรายการแสดงรูปร่างบล็อกสำหรับแท็กฟังก์ชันพื้นฐานเอกซ์บีพีสคริปต์ทั้งหมดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข หัวข้อ ข.1

2) **นियามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อก** เช่นเดียวกับการนิยามบล็อก บล็อกก็ได้จัดเตรียมฟังก์ชันในการสร้างสคริปต์ภาษาต่าง ๆ ได้โดยที่สามารถกำหนดเพิ่มเติมได้ และเอกซ์บีพีสคริปต์ก็เช่นกันต้องเขียนนิยามการสร้างสคริปต์สำหรับบล็อกแต่ละบล็อกที่ได้นิยามเป็นรูปลักษณะของแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์ โดยเริ่มจากการนิยามตัวสร้างสคริปต์สำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์วางไว้ในไต่เรกทอรีชื่อ generators ซึ่งประกอบด้วยไฟล์จาวาสคริปต์และไต่เรกทอรีชื่อเดียวกันในกรณีของเอกซ์บีพีสคริปต์ก็คือ xbpscript.js และ xbpscript ตามลำดับและจัดวางไว้ตามโครงสร้างไต่เรกทอรีแสดงดังภาพที่ 3.12 โดยภายในไต่เรกทอรีที่สร้างขึ้นนั้นจะเขียนไฟล์จาวาสคริปต์สำหรับนิยามการสร้างโค้ดสำหรับแต่ละบล็อก สำหรับการพัฒนานิยามการสร้างสคริปต์สำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์จะรวมไว้ในไฟล์เดียว คือ all.js



ภาพที่ 3.12 โครงสร้างไต่เรกทอรีสำหรับการพัฒนานิยามสำหรับการสร้างสคริปต์ของบล็อกและไฟล์สำหรับนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์

ในไฟล์ชื่อ xbpscript.js จะเป็นส่วนการนิยามค่าพื้นฐานสำหรับภาษา เช่น คำสงวนของภาษา การจัดการชื่อตัวแปร และส่วนต่อประสานแอปพลิเคชันสำหรับการสร้างโค้ด เป็นต้น โดยซอร์ซโค้ดของไฟล์ xbpscript.js ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข หัวข้อ ข.2

หลังจากนิยามเพิ่มความสามารถการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์แล้วจึงพัฒนานิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับแต่ละบล็อก โดยในภาพที่ 3.13 แสดงตัวอย่างซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อก xbpscript_if ซึ่งจะสร้างแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ตามนิยามโครงสร้างภาษาดังภาพที่ 3.7 (ก) โดยมีเอกซ์เอ็มแอลที่เป็นผลลัพธ์ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.4

```

Blockly.XBPScript['xbpscript_if'] = function(block) {
  var tag = Blockly.XBPScript.TAG_IF;
  var code = '<' + tag;
  code += '>\n';
  var whenTag = Blockly.XBPScript.TAG_WHEN;
  code += ' <' + whenTag + '>\n';
  var condition = Blockly.XBPScript
    .valueToCode(block, 'WHEN', Blockly.XBPScript.ORDER_NONE);
  code += Blockly.XBPScript.prefixLines(condition, '  ') + '\n';
  code += ' </' + whenTag + '>\n';
  code += Blockly.XBPScript.statementToCode(block, 'DO');
  code += '</' + tag + '>\n';
  return code;
};

```

ภาพที่ 3.13 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับบล็อกชื่อ xbpscript_if
ซึ่งเป็นบล็อกสำหรับแท็ก <if>

3) **ตัวแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อก** เพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขเอกซ์บีพีสคริปต์ที่มีอยู่เดิมได้ เอกสารเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบเอกซ์บีพีสคริปต์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลองบล็อกซึ่งมีโครงสร้างตัวอย่างในภาพที่ 3.14 ซึ่งเป็นแบบจำลองบล็อกที่ผลลัพธ์สร้างจากโค้ดเอกซ์บีพีสคริปต์จาก รูปที่ 3.4 โดยตัวแปลงที่ได้พัฒนาขึ้น

โดยตัวแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนจัดการการแปลงสคริปต์ และส่วน
ของนิยามการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์แต่ละแท็กให้เป็นบล็อกของบล็อก โดยส่วนของการจัดการแปลง
สคริปต์จะทำการอ่านเอกสารเอกซ์บีพีสคริปต์ให้อยู่ในรูปแบบดอม (DOM) ก่อน จากนั้นจะท่องไป
ตามแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์ และส่งต่อแต่ละแท็กไปประมวลผลสร้างโค้ดตามนิยามการแปลง
เอกซ์บีพีสคริปต์ของแต่ละแท็กซึ่งนิยามไว้ตามชื่อแท็กและจัดเก็บในอาร์เรย์ชื่อ XBPScriptXml ดัง
ตัวอย่างในภาพที่ 3.15 เป็นนิยามสำหรับแปลงแท็ก <if> ให้เป็นบล็อกชื่อ xbpscript_if โดย
รายละเอียดซอร์ซโค้ดของการจัดการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์แสดงไว้ในภาคผนวก ข หัวข้อ ข.3

```

<xml xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <block type="xbpscript_base" deletable="false" movable="false" x="0"
    y="0">
    <mutation variablesCount="0"></mutation>
    <statement name="STATEMENTS">
      <block type="xbpscript_if" inline="false">
        <value name="WHEN">
          <block type="xbpscript_boolean">
            <title name="BOOL">TRUE</title>
          </block>
        </value>
        <statement name="DO">
          <block type="xbpscript_set" inline="false">
            <title name="VAR">a</title>
            <value name="VALUE">
              <block type="xbpscript_math_arithmetic" inline="true">
                <title name="OP">ADD</title>
                <value name="A">
                  <block type="xbpscript_number">
                    <title name="NUM">1</title>
                  </block>
                </value>
                <value name="B">
                  <block type="xbpscript_number">
                    <title name="NUM">2</title>
                  </block>
                </value>
              </block>
            </value>
          </block>
        </statement>
      </block>
    </statement>
  </block>
</xml>

```

ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างแบบจำลองบล็อกที่สร้างจากจากเอกซ์บีพีสคริปต์ในภาพที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```

XBPScriptXml['if'] = {
  attributes : 'type="xbpscript_if" inline="false"',
  getValue : function(ctx, node) {
    var value = '';
    // process when value
    var condition = null;
    var statements = [];
    for ( var i = 0; i < node.childNodes.length; i++) {
      var child = node.childNodes[i];
      if (child.nodeType == 1) {
        if (child.nodeName == 'when') {
          condition = ctx.firstElement(child);
        } else {
          statements.push(child);
        }
      }
    }
    var whenValue = ctx.valueToBlock(condition);
    value += ctx.createValue('WHEN', whenValue);
    var statementValue = ctx.statementToBlock(statements);
    value += ctx.createStatement('DO', statementValue);
    return value;
  }
};

```

ภาพที่ 3.15 ซอร์ซโค้ดนิยามการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์ให้เป็นบล็อกของบล็อก

ในการนำเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้นั้น สามารถจะติดตั้งให้กับหน้าเว็บใด ๆ ได้โดยการติดตั้งไฟล์จาวาสคริปต์หน้าเว็บดังแสดงในภาพที่ 3.16

```
<head>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
  <title>XBPScript Editor</title>
  <script type="text/javascript" src="blockly/blockly_compressed.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="blockly/blocks_compressed.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="blockly/msg/js/en.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="blockly/xbpscript_compressed.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="xbpscript_blocks.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="xbpscript_xml.js"></script>
  <script type="text/javascript" src="xbpscript.js"></script>
  <style>
    body,html {
      height: 100%;
    }
  </style>
</head>
```

ภาพที่ 3.16 แสดงการติดตั้งเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับหน้าเว็บ

หลังจากการติดตั้งสคริปต์แล้ว จะมีขั้นตอนการใช้งานเบื้องต้นสำหรับการจัดการเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ มีดังนี้

1) การแสดงหน้าจอสำหรับเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ สามารถดำเนินการได้ด้วยฟังก์ชันชื่อว่า loadWorkspace ซึ่งมีนิยามดังภาพที่ 3.17 สำหรับโหลดเพื่อแสดงหน้าจอของเครื่องมือ โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

1. blockXml คือ เอกซ์เอ็มแอลแบบจำลองบล็อกของบล็อกลี กรณีที่ไม่มีค่าที่ต้องการ โหลดสามารถส่งค่าข้อความเปล่าได้
2. blocklyPath คือ พาทที่ติดตั้งบล็อกลี
3. processVars คือ รายการตัวแปรกระบวนการ
4. toolbox คือ การตั้งค่าการแสดงรายการตัวเลือกบล็อกสำหรับการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ โดยค่าปริยายจะไปค้นหาในเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) จากแท็กที่มีค่าคุณลักษณะ (Attribute) ชื่อ id เท่ากับ toolbox

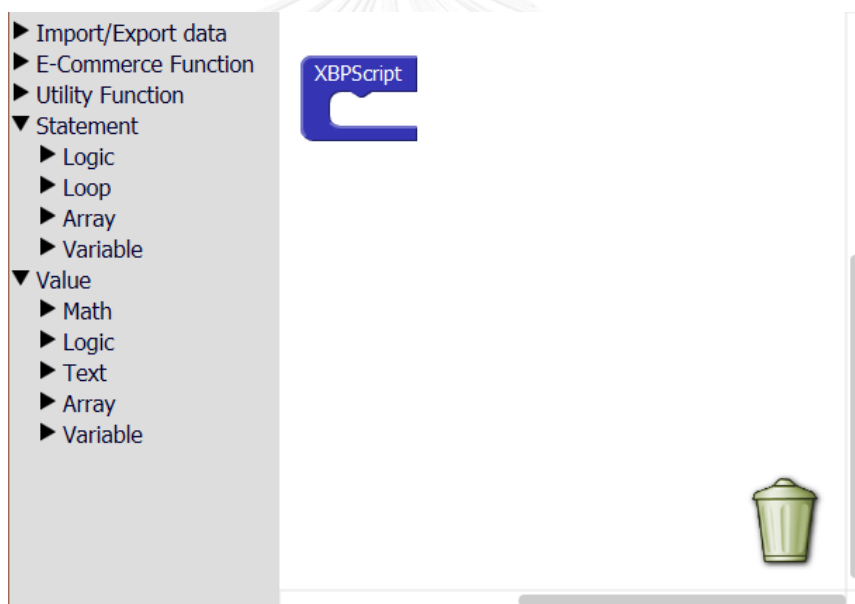
โดยตัวอย่างหน้าหน้าจอของเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์หลังจากเรียกคำสั่ง loadWorkspace แล้วแสดงดังภาพที่ 3.18

```

function loadWorkspace(blockXml, blocklyPath, processVars, toolbox) {
  if(!toolbox){
    toolbox = document.getElementById('toolbox');
  }
  Blockly.inject(document.getElementById('blocklyDiv'), {
    path : blocklyPath ? blocklyPath : './blockly/',
    toolbox : toolbox
  });
  try {
    Blockly.Toolbox.tree_.expandAll();
  } catch (e) {
  }
  if (blockXml == '') {
    if (processVars) {
      initBlocks(processVars);
    } else {
      initBlocks([]);
    }
  } else {
    loadBlockXml(blockXml);
  }
}

```

ภาพที่ 3.17 ซอร์ซโค้ดนิยามฟังก์ชันสำหรับเรียกแสดงหน้าจอสําหรับเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์



ภาพที่ 3.18 หน้าจอเขียนโปรแกรมแบบบล็อกสําหรับเอกซ์บีพีสคริปต์

2) การสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อก เมื่อทำการเขียนสคริปต์เสร็จแล้วและต้องการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์เพื่อนำไปใช้งานต่อ สามารถเรียกใช้ฟังก์ชัน `getXBPScript` ซึ่งจะทำการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากนิยามการสร้างโค้ดของบล็อกได้ โดยนิยามของฟังก์ชันแสดงดังภาพที่ 3.19

```

function getXBPScript() {
  cleanWorkspace();
  return Blockly.XBPScript.workspaceToCode();
}

```

ภาพที่ 3.19 ซอร์ซโค้ดแสดงนิยามฟังก์ชันสําหรับสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อกของบล็อก

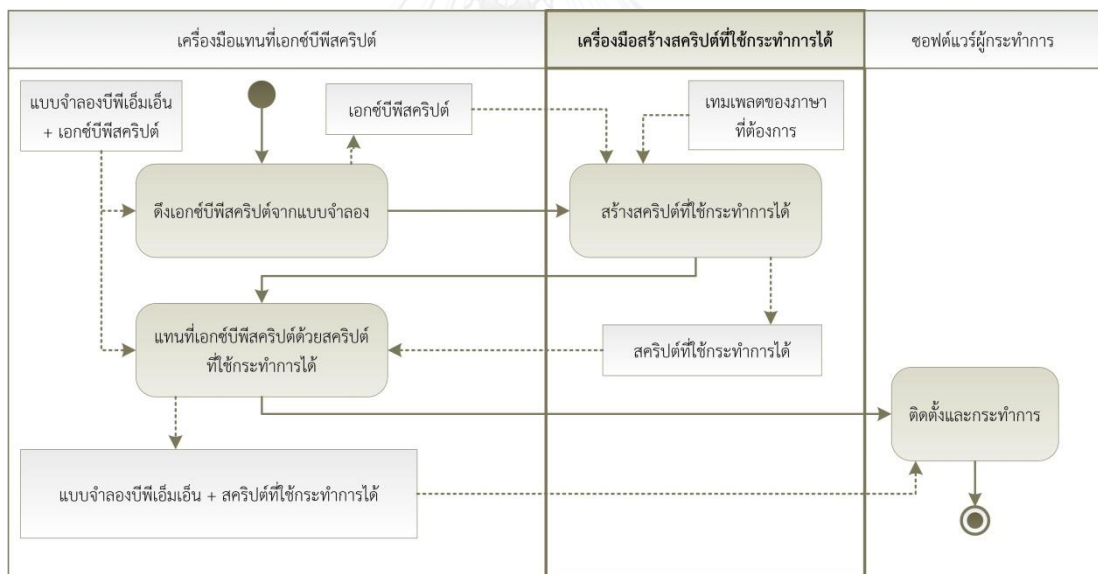
3) การไหลดบล็อกจากเอกซ์บีพีสคริปต์ มี 2 ลำดับขั้นตอนคือ การเรียกใช้ฟังก์ชันแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์ให้เป็นแบบจำลองของบล็อกก่อนดั่งโค้ดบรรทัดแรกในภาพที่ 3.20 และจากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ส่งให้กับฟังก์ชัน loadBlockXml เพื่อแสดงบล็อกออกทางจอภาพเป็นขั้นตอนถัดมา

```
var bxml = new XBPScriptXml().toBlocklyXml(this.value);
loadBlockXml(bxml);
```

ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างโค้ดสำหรับการไหลดบล็อกสำหรับแก้ไขในบล็อกจากเอกซ์บีพีสคริปต์

3.3 การพัฒนาเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต

ในกระบวนการกระทำการนั้น เอกซ์บีพีสคริปต์ต้องถูกนำไปสร้างเป็นสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ในรูปแบบของภาษาที่ซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการสนับสนุนการประมวลผล โดยใช้วิธีการสร้างสคริปต์จากเอกสารนิยามและเทมเพลตซึ่งประยุกต์จากวิธีการสร้างเทียร์ของการสร้างโค้ดแบบแอคทีฟดังภาพที่ 3.21 โดยกำหนดให้เอกซ์บีพีสคริปต์เป็นเอกสารนิยาม และพัฒนาชุดเทมเพลตเพิ่มเติมสำหรับภาษาสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้แต่ละภาษาโดยใช้เครื่องมือ “อาปาเช่เวโลซิตี” (Apache Velocity) [16]



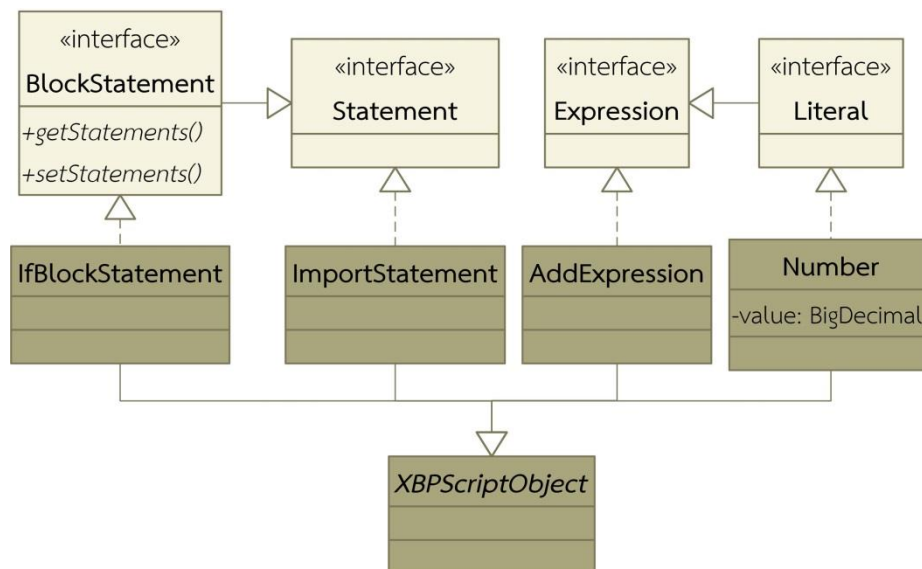
ภาพที่ 3.21 แผนภาพการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ด้วยวิธีการสร้างเทียร์จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต

ขั้นตอนในการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ

1. การแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์ให้อยู่ในรูปแบบอ็อบเจกต์ภาษาจาวาด้วยแจกซ์บี
2. การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต
3. การแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้

3.3.1 การแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นอ็อบเจกต์ภาษาจาวาด้วยแจกซ์บี

ก่อนที่จะดำเนินการสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้นั้น เอกซ์บีพีสคริปต์จะถูกแปลงเป็นอ็อบเจกต์ภาษาจาวาโดยแจกซ์บีก่อน โดยโครงสร้างของความสัมพันธ์ของคลาสจะเป็นดังแผนภาพคลาสในภาพที่ 3.5 โดยทุก ๆ คลาสสำหรับแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์จะต้องเป็นซับคลาสของคลาส XBPScriptObject ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันสำหรับการใช้การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และอินเตอร์เฟซตามชนิดของแท็กนั้น ๆ โดยในภาพที่ 3.22 แสดงแผนภาพคลาสความสัมพันธ์ของคลาสสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์กับคลาสโครงสร้างสำหรับการใช้ในการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้



ภาพที่ 3.22 แผนภาพคลาสแสดงคลาสสำหรับแท็กแต่ละชนิดของเอกซ์บีพีสคริปต์

แต่ละคลาสเรียงจากซ้ายมาขวาสำหรับเป็นอ็อบเจกต์ของแท็ก <if>, <import>, <add> และ <number>

นอกจากนี้แต่ละคลาสจะถูกกำกับด้วยแอนโนเทชันเพื่อแสดงวิธีการรับค่าข้อมูลจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอลของเอกซ์บีพีสคริปต์โดยตัวอย่างซอร์ซโค้ดคลาสที่กำกับด้วยแอนโนเทชันของแจกซ์บีแล้วแสดงดังภาพที่ 3.23 โดยโค้ดส่วนของแอนโนเทชันได้แก่บรรทัดที่ขึ้นต้นด้วย @Xml สำหรับรายการคลาสสำหรับแท็กทั้งหมดได้อธิบายเป็นแผนภาพคลาสในภาคผนวก ข หัวข้อ ข.4


```

package xbpscript.xml.logic;

import java.util.ArrayList;

@XmlType(propOrder = { "condition", "statements" })
public class IfBlockStatement extends XBPScriptObject implements BlockStatement {

    @XmlJavaTypeAdapter(value = ValueExpressionJavaTypeAdapter.class)
    @XmlPath("when")
    private Expression condition = new xbpscript.xml.Boolean.False();

    @XmlJavaTypeAdapter(value = BlockStatementBodyJavaTypeAdapter.class)
    @XmlPath(".")
    private ArrayList<Statement> statements;

    public ArrayList<Statement> getStatements() {

    }

    public void setStatements(ArrayList<Statement> statements) {

    }

    public Expression getCondition() {

    }

    public void setCondition(Expression condition) {

    }

    public String getXBPScriptElementName() {

    }

    public void writeXml(XMLStreamWriter xtw) throws XMLStreamException {

    }
}

```

ภาพที่ 3.23 ซอร์สโค้ดคลาส IfBlockStatement สำหรับแท็ก <if> ที่กำกับด้วยแอนโนเทชันของแจกซ์บีแล้ว

3.3.2 การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์และเทมเพลต

ขั้นตอนถัดจากการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นอ็อบเจกต์เรียบร้อยแล้ว คือ การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ด้วยเทมเพลตที่นิยามการสร้างโค้ดสำหรับแท็กแต่ละแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์ โดยจะใช้ชื่อไฟล์เป็นชื่อเดียวกับชื่อของแท็ก ตัวอย่างในภาพที่ 3.24 เป็นโค้ดของเทมเพลตสำหรับใช้ในการสร้างสคริปต์ภาษาจาวาสคริปต์จากแท็ก <if> ของเอกซ์บีพีสคริปต์ซึ่งนิยามขึ้นด้วยวากยสัมพันธ์ของเครื่องมืออาปาเซเวโลซิตีที่กำหนดการจัดวางโค้ดจากข้อมูลของอ็อบเจกต์ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากหัวข้อ 3.3.1 ตามนิยามคลาสในภาพที่ 3.23

```

if($model.condition) {
  #foreach($smt in $statements)
    $smt
  #end
}

```

ภาพที่ 3.24 เทมเพลตสำหรับสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้สำหรับแท็ก <if> จากไฟล์ซอร์สโค้ดชื่อ if.vm

ชุดไฟล์เทมเพลตที่นิยามขึ้นสำหรับแต่ละภาษาจะถูกจัดเก็บแยกตามไดเรกทอรีที่มีชื่อตามภาษานั้น ๆ และไดเรกทอรีเหล่านี้จัดเก็บอยู่ภายใต้ไดเรกทอรีชื่อ templates ดังโครงสร้างไดเรกทอรีในภาพที่ 3.25 และชุดของเทมเพลตสามารถกำหนดตำแหน่งที่จัดเก็บได้ 2 แห่งจัดเก็บตั้งแอดทริบิวต์ของคลาส ScriptTemplates ในภาพที่ 3.26 ประกอบด้วยคลาสสมาชิกชนิดคลาส VelocityEngine จำนวน 2 อ็อบเจกต์ซึ่งทำหน้าที่ค้นหาเทมเพลตเพื่อประมวลผลสร้างโค้ดจากเทมเพลตนั้น

โดยอ็อบเจกต์สมาชิกแต่ละตัวจะอ่านเทมเพลตจากแหล่งจัดเก็บที่ต่างกัน ได้แก่ คลาสพาธ (Class Path) ซึ่งฝังอยู่ในไลบรารีของภาษาจาวาและจากระบบไฟล์ (File System) ซึ่งจัดเก็บในระบบไฟล์ของระบบปฏิบัติการที่สามารถแก้ไขได้โดยตรงซึ่งสะดวกต่อการปรับปรุงเทมเพลต โดยลำดับการเลือกอ่านเทมเพลตจะเลือกจากแหล่งระบบไฟล์ก่อน หากไม่พบเทมเพลตจึงเลือกใช้จากแหล่งคลาสพาธดังซอร์ซโค้ดของเมทอดชื่อ `getTemplate` ในภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.25 โครงสร้างการจัดเก็บเทมเพลตสำหรับการสร้างสคริปต์ที่ใช้การทำงานได้ภาษาต่าง ๆ จากเอ็กซ์บีเอสคริปต์

```

public class ScriptTemplates {
    private static Log LOG = LoggerFactory.getLog(ScriptTemplates.class);

    private VelocityEngine velocityEngineFile;
    private VelocityEngine velocityEngineClass;

    public void setVelocityEngineClass(VelocityEngine velocityEngineClass) {}

    public void setVelocityEngineFile(VelocityEngine velocityEngineFile) {}

    public String generateBlock(XBPScriptObject model, String code, String language) {}

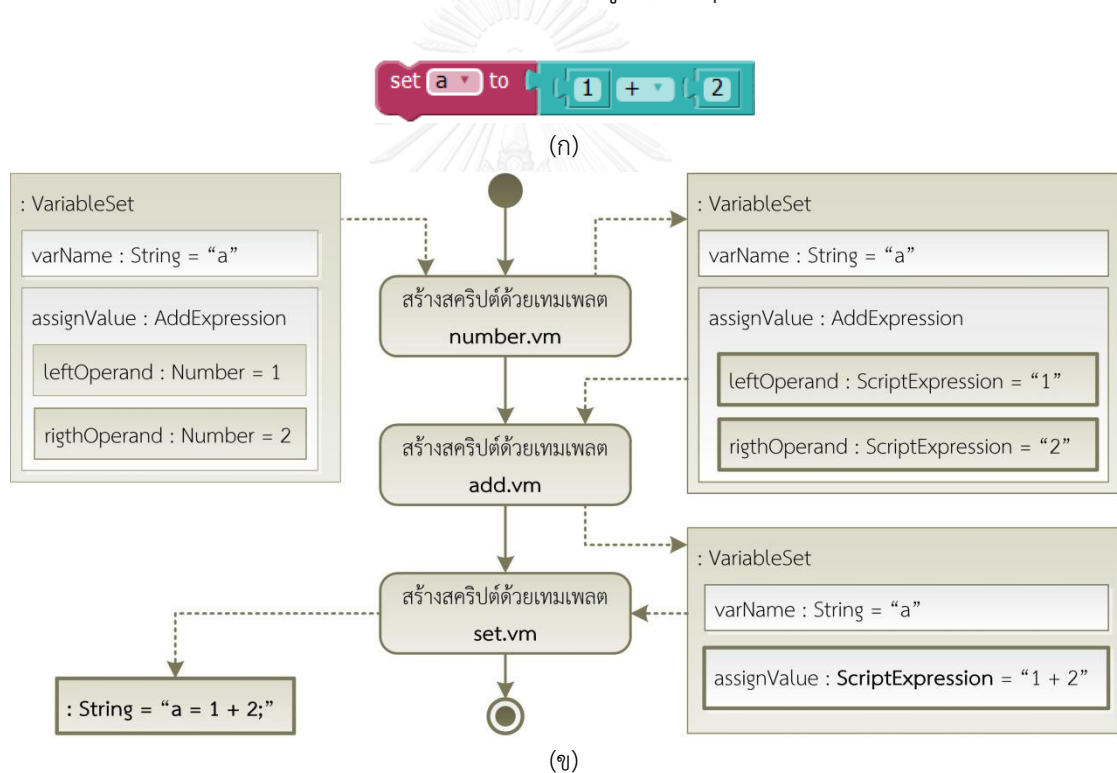
    public String generateScript(XBPScriptObject model, String language) {}

    public Template getTemplate(String elementName, String language) {
        // resolve template name
        String templateName = language + "/" + elementName + ".vm";
        // try to get from external first
        Template t = null;
        try {
            t = velocityEngineFile.getTemplate(templateName, "UTF-8");
        } catch (ResourceNotFoundException | NullPointerException e) {
            // try to get from class path
            try {
                templateName = "xbpscript/templates/" + templateName;
                t = velocityEngineClass.getTemplate(templateName, "UTF-8");
            } catch (ResourceNotFoundException e2) {
                LOG.error("Template not found in any resource.", e2);
            }
        }
        return t;
    }
}

```

ภาพที่ 3.26 ซอร์ซโค้ดของคลาส `ScriptTemplates` แสดงการลำดับในการเลือกแหล่งจัดเก็บเทมเพลต

ในขั้นตอนการประมวลผลเพื่อสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้การประมวลผลเต็มเพลตจะเริ่มจากส่วนที่อยู่ในสุดก่อนตามโครงสร้างในภาพที่ 3.6 นั่นคือ เริ่มต้นจากสัญญาณ นิพจน์ สเตทเมนต์ และบล็อกสเตทเมนต์ตามลำดับ โดยวิธีการเรียกรีเคอร์ซีฟ (Recursive) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากแท็กที่อยู่ในสุดก่อน โดยจะดำเนินการประมวลผลกับทีละสเตทเมนต์ โดยลำดับการสร้างโค้ดจากเทมเพลตในขั้นการประมวลผลภาพที่ 3.27 (ข) แสดงการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากสคริปต์ในภาพที่ 3.27 (ก) โดยเริ่มจากชั้นในสุดคือ แท็กชนิดสัญญาณชื่อ number (คลาส Number) ให้ผลลัพธ์เป็นคลาส ScriptExpression ที่รับค่าสคริปต์ที่สร้างได้จากเทมเพลตไปแทนที่อ็อบเจกต์เดิม จากนั้นจึงทำการสร้างสคริปต์จากแท็กชนิดนิพจน์ชื่อ add (คลาส AddExpression) ได้ผลลัพธ์เป็นคลาส ScriptExpression เช่นเดียวกัน จากนั้นแท็กชนิดสเตทเมนต์ชื่อ set (คลาส Variable) จึงถูกประมวลผลสร้างสคริปต์ได้ผลลัพธ์เป็นสเตทเมนต์ที่สมบูรณ์ในที่สุด



ภาพที่ 3.27 แผนภาพลำดับการประมวลผลเทมเพลตเพื่อสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์ (ก) สคริปต์ในรูปแบบบล็อกของต้นทางการแปลงสคริปต์ (ข) แผนภาพลำดับการประมวลผลเทมเพลตเพื่อสร้างโค้ด โดยกล่องที่มีเส้นหนาเป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลในแต่ละขั้นตอน

โดยคลาส ScriptExpression เป็นคลาสชนิดนิพจน์มีหน้าที่ส่งต่อสคริปต์ผลลัพธ์ของการสร้างโค้ดจากอ็อบเจกต์ชนิดนิพจน์และสัญญาณให้กับอ็อบเจกต์แม่เพื่อนำไปประมวลผลสร้างโค้ด โดยมีนิยามคลาสดังซอร์ซโค้ดในภาพที่ 3.28

```

package xbpscript.generator;

public class ScriptExpression implements Expression {
    private String generatedScript;
    private boolean literal = false;
    private Class<?> type;

    public ScriptExpression(String generatedScript) {}

    @Override
    public String toString() {
        return generatedScript;
    }

    public boolean isLiteral() {}

    public void setLiteral(boolean literal) {}

    public Class<?> getType() {}

    public void setType(Class<?> type) {}
}

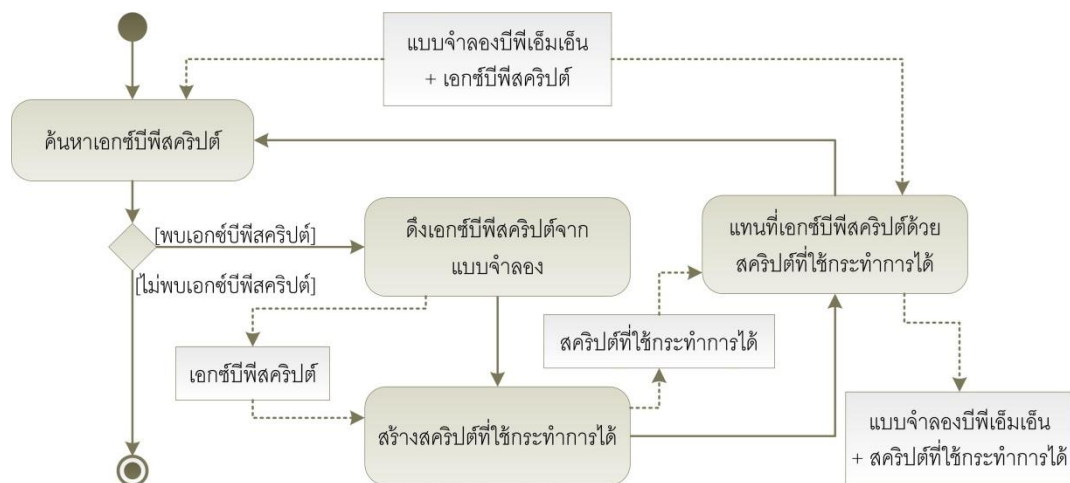
```

ภาพที่ 3.28 ซอร์ซโค้ดของคลาส ScriptExpression ซึ่งเป็นคลาสสำหรับใช้ส่งต่อผลลัพธ์จากการสร้างโค้ด

3.3.3 การแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้

การแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้เป็นกระบวนการแปลงแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นซึ่งนิยามสคริปต์ทาสกีให้เป็นแบบจำลองที่ใช้กระทำการได้ โดยมีภาพรวมการทำงานดังภาพที่ 3.29 โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ค้นหาเอกซ์บีพีสคริปต์ในแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น
2. ดึงเอกซ์บีพีสคริปต์จากแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น
3. สร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์
4. แทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 3.29 แผนภาพกิจกรรมแสดงการแปลงแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ประกอบด้วยเอกซ์บีพีสคริปต์ให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้กระทำการได้

การพัฒนาเครื่องมือแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ใช้เทคนิคการสร้างโค้ดแบบการแปลงโค้ดผ่านอินเตอร์เฟซชื่อ XBPScriptReplacer สำหรับใช้ในการแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ผ่านเมทอดชื่อ replaceScript ซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจที่สามารถใช้กระทำการได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.30

```
package xbpscript.generator;

public interface XBPScriptReplacer {

    public byte[] replaceScript(byte[] bpmnBytes, String toLanguage);

    * Replace script with default language.
    public byte[] replaceScript(byte[] bpmnBytes);
}
```

ภาพที่ 3.30 อินเตอร์เฟซ XBPScriptReplacer สำหรับเรียกใช้เพื่อแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ในแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น

การแปลงโค้ดผ่านสตรีมของข้อความในเอกสารเอกซ์เอ็มแอลโดยมีลำดับขั้นตอนของการประมวลผลดังภาพที่ 3.31 โดยแต่ละขั้นมีการประมวลผล ดังนี้

1. ขั้น GOTO_SCRIPT_TASK อ่านสตรีมและค้นหาจุดเริ่มของสคริปต์ทาสก์ โดยค้นหาข้อความ “<scriptTask”
2. ขั้น GOTO_SCRIPT_FORMAT อ่านสตรีมต่อไปจนถึงจุดเริ่มข้อความกำหนดรูปแบบของสคริปต์ คือ “scriptFormat=”
3. ขั้น READ_SCRIPT_FORMAT อ่านและตรวจสอบรูปแบบของสคริปต์หากเป็นเอกซ์บีพีสคริปต์ให้ดำเนินการขั้นตอนต่อไป หากไม่ใช่กลับไปเริ่มต้นที่ขั้นที่ 1
4. ขั้น GOTO_SCRIPT_CONTENT_START อ่านสตรีมต่อไปจนถึงจุดเริ่มข้อความกำหนดสคริปต์ คือ “<script>”
5. ขั้น EXTRACT_XBPScript ดึงค่าเอกซ์บีพีสคริปต์จากสตรีม
6. ขั้น REPLACE_SCRIPT นำเอกซ์บีพีสคริปต์ไปสร้างเป็นสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้และเขียนแทนที่ในสตรีมผลลัพธ์

โดยขั้นตอนที่ 6 ขั้นนี้จะทำซ้ำกับทุกเอกซ์บีพีสคริปต์ในแบบจำลองและรายละเอียดซอร์สโค้ดแสดงไว้ในภาคผนวก ค หัวข้อ ค.1

```
public enum ParseStep {
    GOTO_SCRIPT_TASK,
    GOTO_SCRIPT_FORMAT,
    READ_SCRIPT_FORMAT,
    GOTO_SCRIPT_CONTENT_START,
    EXTRACT_XBPScript,
    REPLACE_SCRIPT
}
```

ภาพที่ 3.31 ซอร์สโค้ดนิยามลำดับขั้นตอนของแปลงโค้ดของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้

3.4 การนิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับสคริปต์ทาสก์

โครงสร้างของภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ถูกออกแบบให้สามารถนิยามฟังก์ชันเพิ่มเติมในระดับสเตทเมนต์ โดยการทำให้กระบวนการนิยามฟังก์ชันพื้นฐานตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1 ถึงหัวข้อ 3.3 ซึ่งได้ 1) การนิยามเอกซ์เอ็มแอลสเกิมา 2) การนิยามบล็อกของบล็อกลี และ 3) การนิยามเทมเพลตสำหรับการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้

1) การนิยามเอกซ์เอ็มแอลสเกิมา สำหรับการนิยามฟังก์ชันเฉพาะนั้น ทำได้โดยนิยามเอกซ์เอ็มแอลสเกิมาขึ้นใหม่และกำหนดเนมสเปซ (Namespace) ที่ต่างจากเนมสเปซของฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์โดยไม่ต้องแก้ไขเอกซ์เอ็มแอลสเกิมาของนิยามแท็กฟังก์ชันพื้นฐาน โดยเอกซ์บีพีสคริปต์อนุญาตการนิยามฟังก์ชันในระดับสเตทเมนต์ดังการนิยามโครงสร้างบล็อกสเตทเมนต์ในภาพที่ 3.32 ที่อนุญาตให้นิยามฟังก์ชันเพิ่มเติมในระดับสเตทเมนต์ด้วยแท็ก `<xs:any>` ที่ปรากฏในลำดับสุดท้ายของการนิยามบล็อกสเตทเมนต์



```
<xs:group name="blockStatements">
  <xs:choice>
    <xs:element ref="set" />
    <xs:element ref="comment" />
    <xs:group ref="ifBlocks" />
    <xs:element ref="while" />
    <xs:element ref="for" />
    <xs:element ref="for-each" />
    <xs:element ref="import" />
    <xs:element ref="export" />
    <xs:element ref="array-set" />
    <xs:any namespace="##other"
      processContents="strict" />
  </xs:choice>
</xs:group>
```

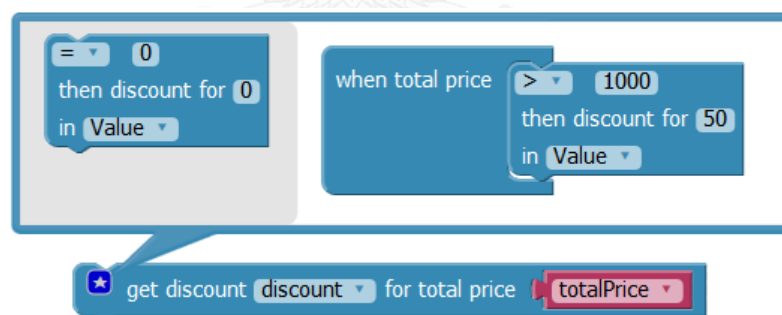
ภาพที่ 3.32 นิยามเอกซ์เอ็มแอลสเกิมาที่อนุญาตให้นิยามฟังก์ชันเพิ่มเติมในระดับสเตทเมนต์

งานวิจัยนี้ได้นิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับสคริปต์ทาสก์ของบีพีเอ็มเอ็นจำนวน 5 ฟังก์ชันดังรายการใน 0 โดยรายละเอียดซอร์ซโค้ดนิยามฟังก์ชันเฉพาะแสดงไว้ในภาคผนวก ก หัวข้อ ก.2

ตารางที่ 3.2 รายการแท็กฟังก์ชันเฉพาะของเอกซ์บีพีสคริปต์

ชื่อแท็ก	คำอธิบาย
currency-exchange	คำนวณการแลกเปลี่ยนเงินตราตามอัตราและสกุลเงินที่กำหนดเอง
discount-on-total-price	คำนวณส่วนลดจากยอดซื้อรวมตามเงื่อนไขที่กำหนดเอง
current-datetime-as-text	สร้างข้อความแสดงวันที่และเวลาในรูปแบบต่าง ๆ
shipment-cost	คิดค่าจัดส่งสินค้าตามน้ำหนักด้วยอัตราที่กำหนดเอง
thai-currency-number-to-words	สร้างตัวอักษรแสดงตัวเลขจำนวนเงินเป็นสกุลเงินบาท

2) **การนิยามบล็อกของบล็อก** การนิยามบล็อกฟังก์ชันเฉพาะจะดำเนินการด้วยวิธีเดียวกับหัวข้อ 3.2 แตกต่างเพียงการนิยามบล็อกฟังก์ชันเฉพาะได้มีการใช้ความสามารถของการนิยามบล็อกของบล็อก ที่ชื่อว่า มิวเตเตอร์ (Mutator) ที่สามารถกำหนดชุดบล็อกเฉพาะสำหรับการตั้งค่าหรือกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับบล็อกแต่ละบล็อกได้ โดยบล็อกมิวเตเตอร์จะมีไอคอนรูปดาวห้าแฉกพื้นหลังสีน้ำเงินปรากฏอยู่บนซ้ายของบล็อก ซึ่งเมื่อคลิกไอคอนจะแสดงชุดบล็อกตั้งค่าของบล็อกนั้น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.33 เป็นชุดบล็อกสำหรับกำหนดเงื่อนไขการให้ส่วนลดตามยอดซื้อรวมให้กับบล็อกของแท็กฟังก์ชัน ชื่อ discount-on-total-price



ภาพที่ 3.33 แสดงบล็อกของบล็อกที่มีความสามารถมิวเตเตอร์

ในการนิยามบล็อกให้มีความสามารถมิวเตเตอร์ต้องนิยามฟังก์ชันเพิ่มเติมแสดงดังตัวอย่างในภาพที่ 3.34 ที่แสดงการนิยามชุดบล็อกมิวเตเตอร์ โดยการกำหนดบล็อกให้เป็นมิวเตเตอร์ผ่านฟังก์ชัน `this.setMutator` และเพิ่มฟังก์ชันสำหรับการจัดการมิวเตเตอร์ ได้แก่ ฟังก์ชันสำหรับการจัดการด้านการแสดงผลรูปร่างตามการเปลี่ยนแปลงของการตั้งค่าของบล็อกคือ ฟังก์ชัน `compose` และ `decompose` และสำหรับการจัดการกับข้อมูลการตั้งค่าของบล็อกคือ ฟังก์ชัน `domToMutation` และ `mutationToDom` โดยสัญลักษณ์บล็อกสำหรับแท็กฟังก์ชันเฉพาะได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข หัวข้อ ข.5

```

Blockly.Blocks['xbpscript_fn_discount_on_total_price'] = {
  init : function() {
    this.setColour(XBPScript.COLOR_FUNCTION);
    this.setInputsInline(true);
    this.appendDummyInput().appendTitle('get discount')
      .appendTitle(new Blockly.FieldVariable('discount'), 'OUT');
    this.appendValueInput('PRICE').appendTitle('for total price')
      .setCheck([ 'Number', 'GetVar' ]);
    this.setPreviousStatement(true, [ 'Statement' ]);
    this.setNextStatement(true, [ 'Statement' ]);
    this.setMutator(
      new Blockly.Mutator(
        [ 'xbpscript_fn_discount_on_total_price_rate' ]));
    this.discountRates_ = [];
  },
  getVars : function() {[]},
  renameVar : function(oldName, newName) {[]},
  decompose : function(workspace) {[]},
  compose : function(topBlock) {[]},
  domToMutation : function(xmlElement) {[]},
  mutationToDom : function() {[]},
};
Blockly.Blocks['xbpscript_fn_discount_on_total_price_root'] = {
  init : function() {[]},
};
Blockly.Blocks['xbpscript_fn_discount_on_total_price_rate'] = {
  init : function() {[]},
};

```

ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างซอร์ซโค้ดนิยามบล็อกด้วยมีเวเตอร์สำหรับแท็ก <discount-on-total-price>

3) การนิยามเทมเพลตสำหรับการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ สำหรับการพัฒนาเทมเพลตสำหรับฟังก์ชันเฉพาะจะกำหนดให้เฉพาะแท็กฟังก์ชันโดยไม่ต้องกำหนดให้กับแท็กระดับลูกหลาน โดยเทมเพลตจะประกอบด้วยตรรกะการประมวลผลตามฟังก์ชันการทำงานของสคริปต์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.35 แสดงเทมเพลตสำหรับการสร้างโค้ดเพื่อประมวลผลคิดส่วนลดตามยอดซื้อรวมจากบล็อกในภาพที่ 3.33

```

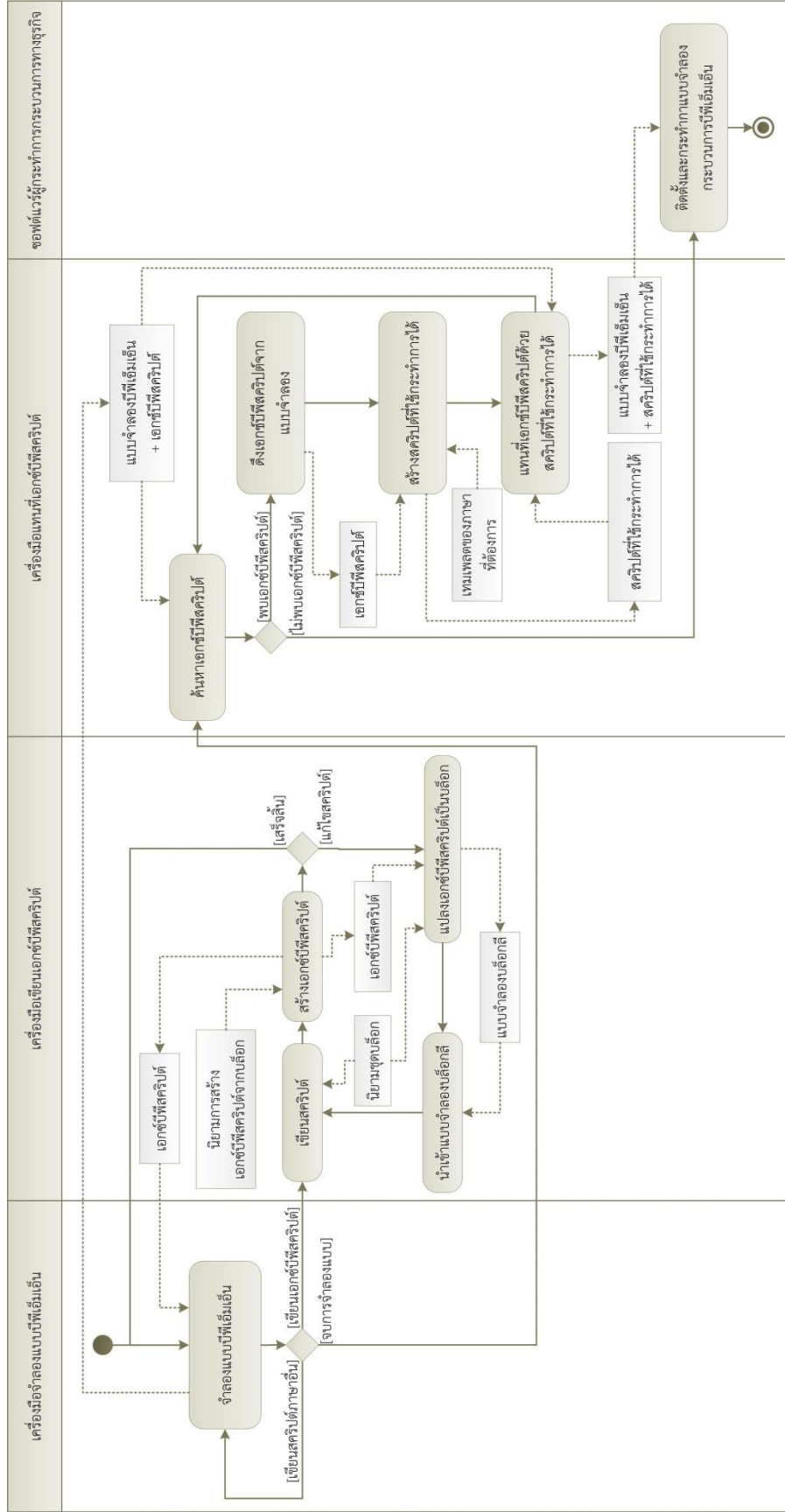
#macro(logicOp $op)
#ife($op == 'eq')==#elseif($op == 'neq')!=#elseif($op == 'lt'
  )>#elseif($op == 'lte')<=#elseif($op == 'gt')>#elseif($op == 'gte')>=#end
#end
{
  var dtp_totalPrice = ${model.totalPrice};
  var dtp_discount = 0.0;
#set($ifSmt = "if")
#foreach($ct in ${model.criterias})
  $ifSmt (dtp_totalPrice #logicOp($ct.operation) ${ct.totalPrice} ) {
#ife(${ct.valueType} == "percent")
  dtp_discount = dtp_totalPrice * ${ct.discountValue} / 100.0;
#else
  dtp_discount = ${ct.discountValue};
#end
  }
#set($ifSmt = "else if")
#end
  ${model.outputVar} = dtp_discount;
}

```

ภาพที่ 3.35 นิยามเทมเพลตสำหรับภาษาจาวาสคริปต์ของแท็ก <discount-on-total-price>

เนื้อหาในบทที่ 3 นี้ได้อธิบายถึงการออกแบบและวิธีการในการพัฒนาเครื่องมือเอกซ์ปีทีสคริปต์ ประกอบด้วย การเขียนสคริปต์ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบวิซวล โดยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก และการสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์ปีทีสคริปต์ เพื่อใช้กำหนดให้กับสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็น ซึ่งเมื่อนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปบูรณาการกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการกระบวนการทางธุรกิจ ได้แก่ เครื่องมือจำลองแบบและซอฟต์แวร์ผู้กระทำการกระบวนการทางธุรกิจ แล้วจะสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังแผนภาพกิจกรรมในภาพที่ 3.36





ภาพที่ 3.36 แผนภาพกิจกรรมแสดงการภาพรวมทำงานของเครื่องมือเอกซ์บีทีเอสคริปต์

บทที่ 4

การประเมินผล

การประเมินผลในงานวิจัยนี้จะประเมินความสามารถในการใช้งาน (Usability) ของส่วนต่อประสานผู้ใช้ผ่านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกด้วยชุดบล็อกสำหรับเอกซ์พีทีสคริปต์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้วิธีการที่ประกอบด้วย

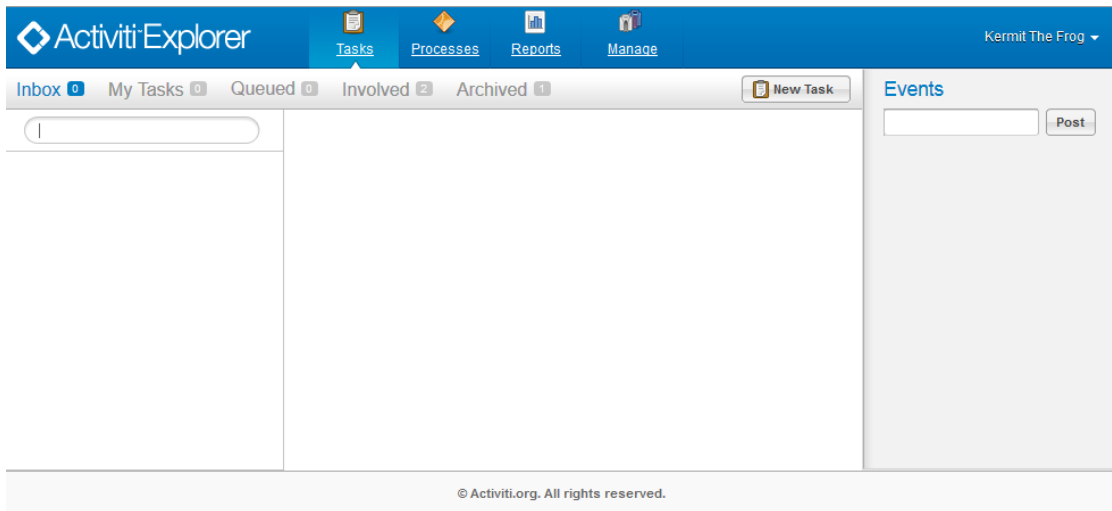
- 1) การบูรณาการกับเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ (Activiti Explorer) เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องมือเอกซ์พีทีสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง
- 2) การประเมินผลผลิตภาพ (Productivity) เปรียบเทียบเครื่องมือเขียนสคริปต์แบบบล็อกกับแบบแก้ไขข้อความ
- 3) การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability) โดยผู้ใช้ที่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมแต่ไม่มีความถนัดภาษาสคริปต์
- 4) การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์

4.1 การบูรณาการกับเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์

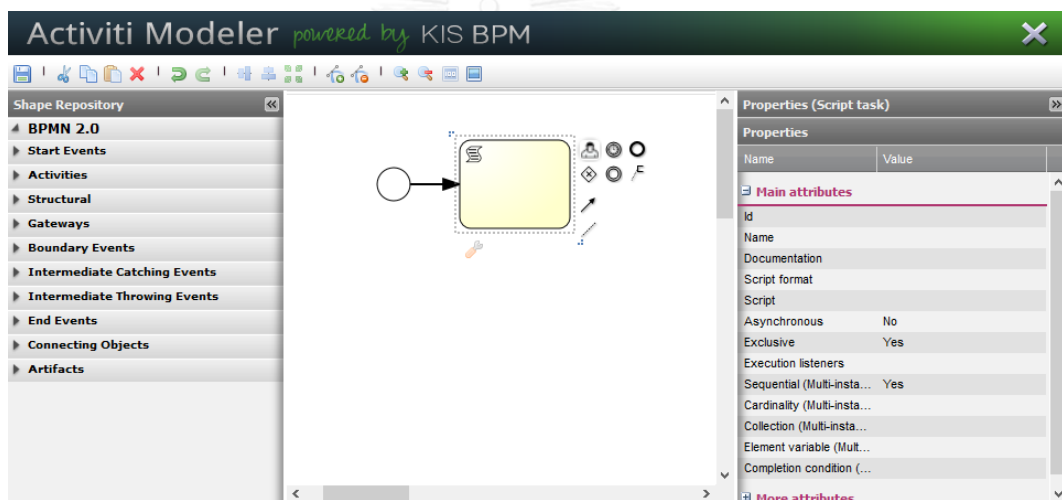
แอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สสำหรับจัดการกระบวนการทางธุรกิจโดยมีส่วนต่อประสานผู้ใช้ในรูปแบบเว็บและประกอบด้วยคุณสมบัติสนับสนุนการจัดการกระบวนการทางธุรกิจได้ทั้งการจำลองแบบและการทำการกระบวนการทางธุรกิจของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น โดยตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงดังภาพที่ 4.1

ในการจำลองแบบกระบวนการทางธุรกิจนั้น แอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ได้เตรียมเครื่องมือสำหรับวาดแบบจำลองที่มีชื่อว่า แอกทิวิตีโมเดลเลอร์ (Activiti Modeler) สำหรับใช้ในการออกแบบกระบวนการทางธุรกิจผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบเว็บโดยส่วนต่อประสานผู้ใช้แสดงดังภาพที่ 4.2 ซึ่งแสดงหน้าจอสำหรับการวาดแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นแบ่งออกเป็น 3 คอลัมน์ในแนวตั้ง คือ คอลัมน์ซ้ายสุดแสดงรายการสัญรูปต่าง ๆ ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเพื่อให้เลือกและลากไปวางยังคอลัมน์ตรงกลางที่มีพื้นหลังสีขาวซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับการออกแบบแผนภาพกระบวนการ และคอลัมน์ขวาสุดแสดงตารางสำหรับกำหนดคุณสมบัติของวัตถุที่ถูกเลือกอยู่

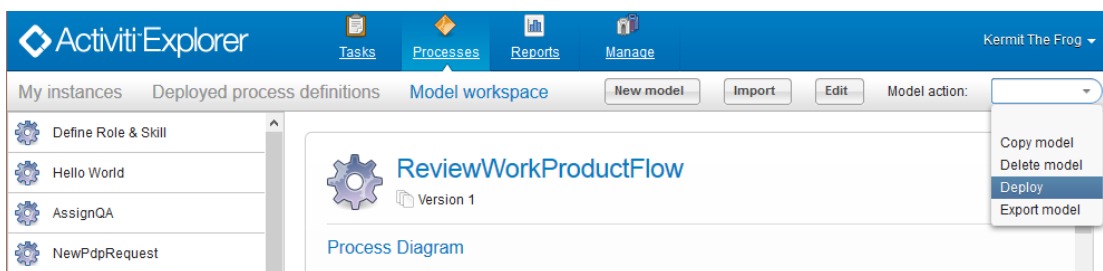
สำหรับการทำการกระบวนการทางธุรกิจ เครื่องมือแอกทิวิตีรองรับการติดตั้งกระบวนการทั้งจากแบบจำลองที่ออกแบบด้วยเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์ผ่านเมนูดังภาพที่ 4.3 (ก) และแบบจำลองที่วาดจากเครื่องมือภายนอกผ่านการอัปโหลดดังเมนูในภาพที่ 4.3 (ข)



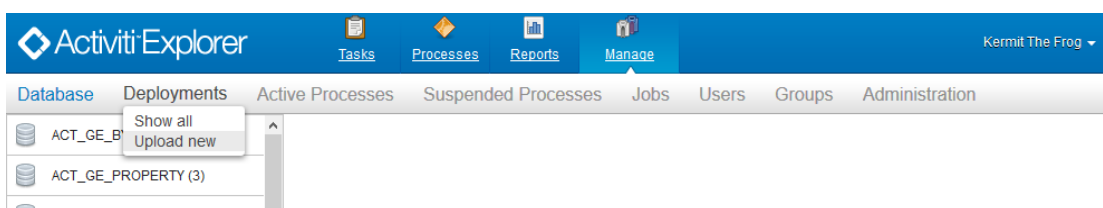
ภาพที่ 4.1 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์



ภาพที่ 4.2 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.3 หน้าจอแสดงเมนูติดตั้งแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นเพื่อกระทำการบนเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์

(ก) เมนูติดตั้งแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ออกแบบโดยเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์

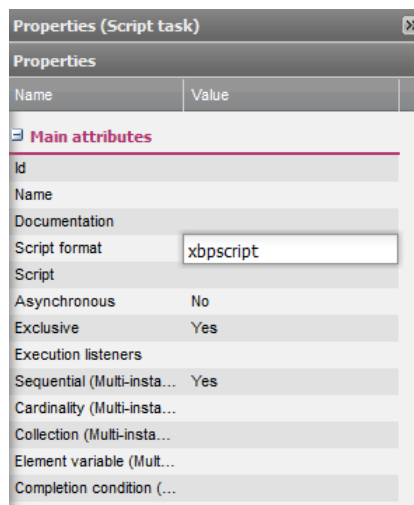
(ข) เมนูติดตั้งแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ออกแบบจากแหล่งอื่น

การบูรณาการเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์กับเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ให้สามารถสนับสนุนการทำงานตามแผนภาพในภาพที่ 3.2 ประกอบด้วยการพัฒนา 2 ส่วน คือ 1) การเพิ่มการสนับสนุนการสร้างสคริปต์ด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับแอกทิวิตีโมเดลเลอร์ 2) การสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ในแบบจำลองก่อนการติดตั้งเพื่อการกระทำการ

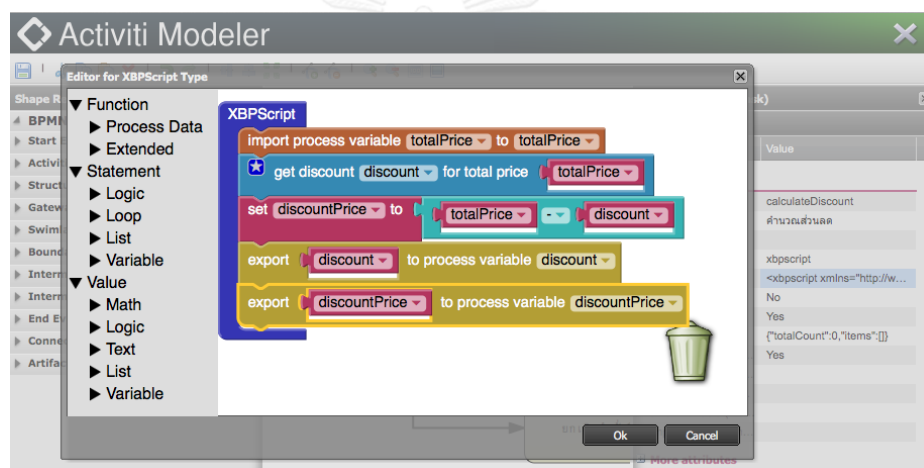
4.1.1 การเพิ่มการสนับสนุนการสร้างสคริปต์ด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ให้กับแอกทิวิตี

โมเดลเลอร์

การแก้ไขสคริปต์เครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์นั้น จะทำโดยเลือกแก้ไขคุณสมบัติชื่อ Script ของสคริปต์ทาสก์จากรายในคอลัมน์ขวาสุดในภาพที่ 4.2 ซึ่งจะปรากฏกล่องสำหรับเขียนสคริปต์ที่เป็นแบบการแก้ไขข้อความดังที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 1.1 โดยการบูรณาการให้สนับสนุนการเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์จะดำเนินในจุดดังกล่าวโดย เลือกช่องแก้ไขคุณสมบัติที่ชื่อ Script ในขณะที่รูปแบบภาษาซึ่งกำหนดโดยคุณสมบัติที่ชื่อว่า Script Format ถูกกำหนดให้เป็นภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ ดังภาพที่ 4.4 และระบบจะแสดงเครื่องมือเขียนสคริปต์แบบบล็อกแทนที่เครื่องมือเดิมดังแสดงในภาพที่ 4.5 และหากรูปแบบสคริปต์ถูกกำหนดให้เป็นภาษาอื่นระบบจะแสดงเครื่องมือเขียนสคริปต์ที่เป็นแบบแก้ไขข้อความตามปกติ



ภาพที่ 4.4 แสดงการกำหนดคุณสมบัติ Script format ของสคริปต์ทาสก์ให้เป็นรูปแบบภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์



ภาพที่ 4.5 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์บนเครื่องมือเอกทิวทัศน์โมเดลเลอร์สำหรับการคำนวณส่วนลดสินค้าจากยอดซื้อรวม

ในขั้นตอนหลังจากการเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ผ่านเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกแล้ว เอกซ์บีพีสคริปต์ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนี้จะถูกกำหนดให้กับสคริปต์ทาสก์ในแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น โดยตัวอย่างบางส่วนของซอร์ซโค้ดที่กำหนดสคริปต์ทาสก์ด้วยเอกซ์บีพีสคริปต์แสดงดังภาพที่ 4.6 โดย เอกซ์บีพีสคริปต์เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากบล็อกที่ประกอบไว้จากภาพที่ 4.5

```

<scriptTask id="calculateDiscount" name="คำนวณส่วนลด" scriptFormat="xbpscript"
activiti:autoStoreVariables="false">
  <script>
    <xbpscript xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
      xmlns:fn="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions">
      <import var="totalPrice" processVar="totalPrice"/>
      <fn:discount-on-total-price outputVar="discount">
        <fn:total-price>
          <var>totalPrice</var>
        </fn:total-price>
        <fn:discount-criteria operation="gte" totalPrice="2000.0"
          discountValue="10.0" valueType="percent"></fn:discount-criteria>
        <fn:discount-criteria operation="gte" totalPrice="1000.0"
          discountValue="50.0" valueType="value"></fn:discount-criteria>
      </fn:discount-on-total-price>
      <set var="discountPrice">
        <subtract>
          <var>totalPrice</var>
          <var>discount</var>
        </subtract>
      </set>
      <export processVar="discount">
        <var>discount</var>
      </export>
      <export processVar="discountPrice">
        <var>discountPrice</var>
      </export>
    </xbpscript>
  </script>
</scriptTask>

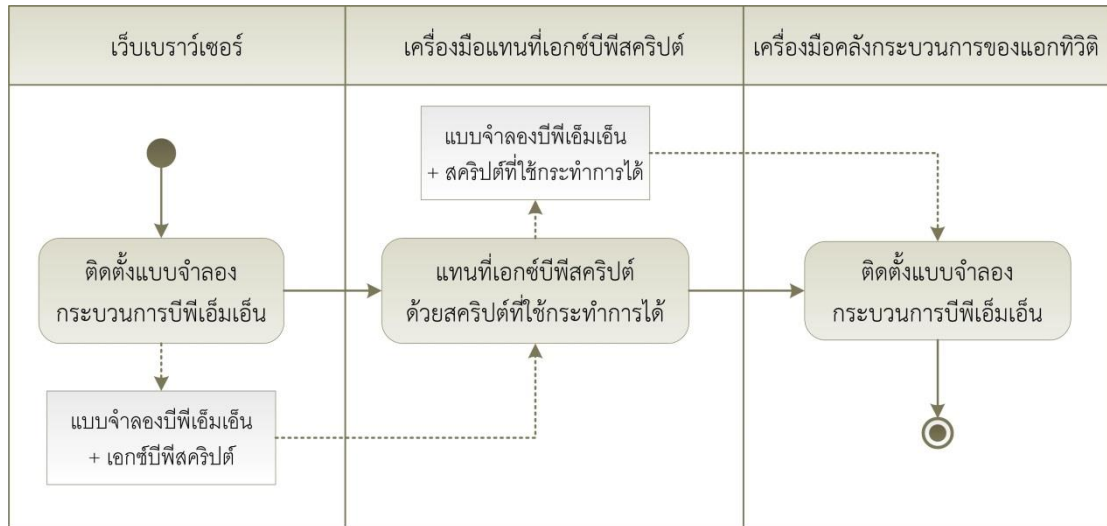
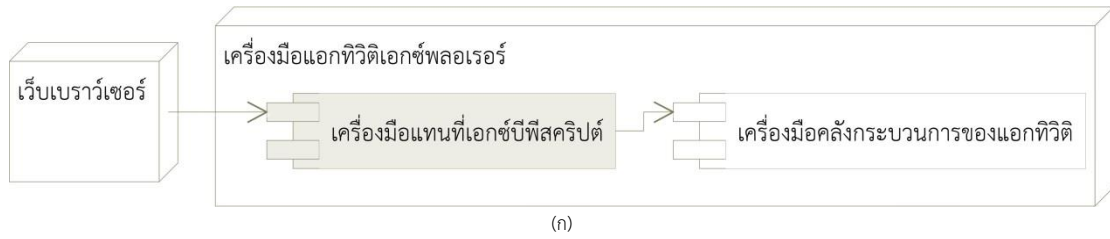
```

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างส่วนของโค้ดเอกซ์เอ็มแอลผลลัพธ์จากการนิยามสคริปต์ทาสก์ด้วยเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับการคำนวณส่วนลดสินค้าจากยอดซื้อรวม

4.1.2 การสร้างสคริปต์ที่กระทำการได้และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ในแบบจำลอง

แบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่มีการนิยามสคริปต์ทาสก์ด้วยเอกซ์บีสคริปต์จะต้องถูกแปลงให้เป็นแบบจำลองการบวนการที่ใช้กระทำการได้โดยการแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้เป็นขั้นตอนก่อนที่การติดตั้งเพื่อกระทำการบนเอนจิน โดยเครื่องมือแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ได้ถูกแทรกเป็นขั้นตอนการประมวลผลเพื่อแปลงโค้ดของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นก่อนขั้นตอนการติดตั้งกระบวนการของเอนจินดังแผนภาพในภาพที่ 4.7 (ก) และขั้นตอนการทำงานในกระบวนการการติดตั้งแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นดังภาพที่ 4.7 (ข)

เครื่องมือเอกซ์ทีวีดีเอกซ์พลอเรอร์นั้นพัฒนาขึ้นโดยใช้เฟรมเวิร์คสปริง (Spring Framework) การติดตั้งเครื่องมือแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์จึงสามารถทำผ่านไฟล์เอกซ์เอ็มแอลสำหรับตั้งค่าของเฟรมเวิร์คสปริง โดยในภาพที่ 4.8 เป็นซอร์ซโค้ดแสดงการเพิ่มเครื่องมือแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ให้กับเครื่องมือเอกซ์ทีวีดีเอกซ์พลอเรอร์โดยกำหนดภาษาสคริปต์ที่จะสร้างเป็นภาษาจาวาสคริปต์ หลังจากเพิ่มเครื่องมือแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์แล้วจึงแก้ไขเพิ่มการประมวลผลของคำสั่งติดตั้งแบบจำลองกระบวนการด้วยการเรียกใช้เมทอดแทนที่โค้ดของอินเตอร์เฟซในภาพที่ 3.30



(ข)

ภาพที่ 4.7 แผนภาพแสดงการบูรณาการเครื่องแทนที่เอกซ์พีเอสคริปต์กับเครื่องมือเอกทิวติเอกซ์พลอเรียร์ (ก) แผนภาพการติดตั้งเครื่องมือแทนที่เอกซ์พีเอสคริปต์ (ข) แผนภาพกิจกรรมการติดตั้งแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ประกอบด้วยเอกซ์พีเอสคริปต์ผ่านเครื่องมือที่บูรณาการแล้ว


```

<bean id="XBPScriptReplacer" class="xbpscript.generator.XBPScriptReplacerImpl">
  <property name="xbpScriptGeneratorFactory" ref="XBPScriptGeneratorFactory"></property>
</bean>
<bean id="XBPScriptGeneratorFactory" class="xbpscript.generator.XBPScriptGeneratorFactory">
  <property name="scriptTemplates">
    <bean class="xbpscript.generator.ScriptTemplates">
      <property name="velocityEngineFile" ref="velocityEngineFile"></property>
      <property name="velocityEngineClass" ref="velocityEngineClass"></property>
    </bean>
  </property>
  <property name="scriptLanguage" value="javascript"></property>
</bean>
<bean id="velocityEngineFile"
  class="org.springframework.ui.velocity.VelocityEngineFactoryBean">
  <property name="velocityProperties">
    <props>
      <prop key="resource.loader">file</prop>
      <prop key="file.resource.loader.class">
        >org.apache.velocity.runtime.resource.loader.FileResourceLoader
      </prop>
      <prop key="file.resource.loader.path">templates</prop>
      <prop key="file.resource.loader.cache">>false</prop>
    </props>
  </property>
</bean>
<bean id="velocityEngineClass"
  class="org.springframework.ui.velocity.VelocityEngineFactoryBean">
  <property name="velocityProperties">
    <props>
      <prop key="resource.loader">class</prop>
      <prop key="class.resource.loader.class">
        >org.apache.velocity.runtime.resource.loader.ClasspathResourceLoader
      </prop>
      <prop key="class.resource.loader.cache">>false</prop>
    </props>
  </property>
</bean>

```

ภาพที่ 4.8 แสดงโค้ดการตั้งค่าของสปริงเฟรมเวิร์คเพื่อการใช้งานเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จาก

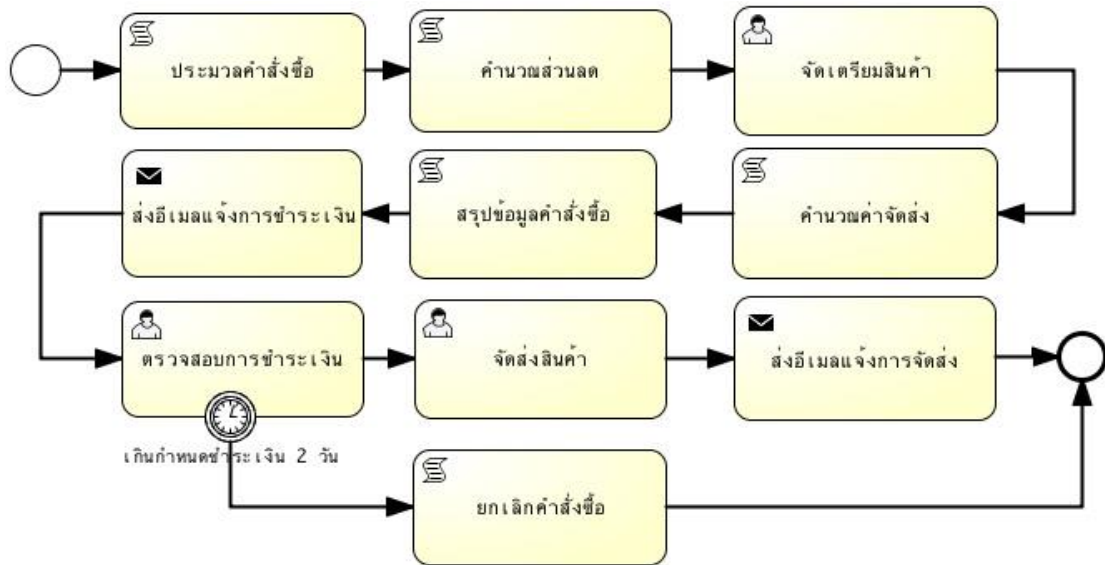
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เอกซ์บีพีสคริปต์

4.1.3 กรณีศึกษาในการใช้เครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์เพื่อพัฒนากระบวนการทางธุรกิจ

การพัฒนากระบวนการด้วยเครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์ซึ่งบูรณาการกับเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรียในการพัฒนากระบวนการในการจัดการร้านค้าออนไลน์ในส่วนของผู้ขายในการจัดเตรียมสินค้าและจัดส่งสินค้าหลังจากลูกค้าได้ส่งคำสั่งซื้อสินค้าแล้ว มีขั้นตอนนี้

- 1) กำหนดส่วนลดตามยอดซื้อโดยเมื่อมียอดซื้อตั้งแต่ 1,000 บาทขึ้นไปให้ส่วนลด 50 บาท และยอดซื้อตั้งแต่ 2,000 ขึ้นไปให้ส่วนลด 10 เปอร์เซ็นต์
- 2) การจัดเตรียมสินค้าเพื่อรอการจัดส่งและชั่งน้ำหนักสินค้าเพื่อใช้คำนวณค่าจัดส่ง
- 3) การออกบิลเพื่อแจ้งยอดชำระสินค้าแก่ลูกค้าผ่านทางอีเมล
- 4) การตรวจสอบการชำระเงิน โดยรอการชำระ 2 วัน หากเกินกำหนดให้ยกเลิกคำสั่งซื้อสินค้า
- 5) การจัดส่งสินค้าและส่งอีเมลแจ้งรายละเอียดการจัดส่งแก่ลูกค้า

โดยกระบวนการซึ่งออกแบบด้วยเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์สำหรับใช้กระทำการบนเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์เป็นดังแผนภาพกระบวนการในภาพที่ 4.9

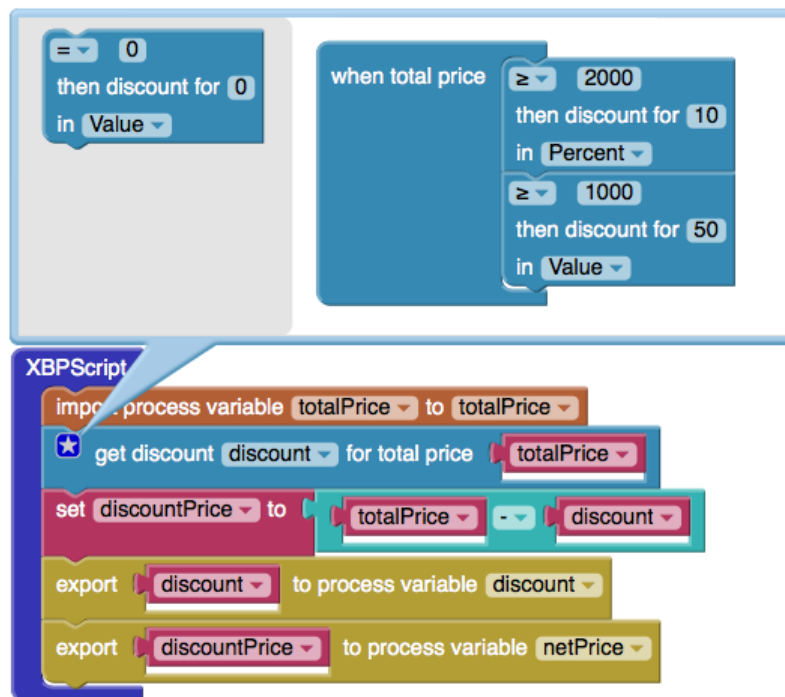


ภาพที่ 4.9 แผนภาพกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าซึ่งพัฒนาด้วยเครื่องมือแอกทิวิตีโมเดลเลอร์

จากแผนภาพกระบวนการทางธุรกิจในภาพที่ 4.9 ประกอบไปด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามขึ้นด้วยเอกซ์บีพีสคริปต์จำนวน 4 ทาสก์ ได้แก่ 1) ทาสก์คำนวณส่วนลด 2) ทาสก์คำนวณค่าจัดส่ง 3) ทาสก์สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ และ 4) ทาสก์ยกเลิกคำสั่งซื้อ

1) เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์คำนวณส่วนลด

สคริปต์สำหรับการคำนวณส่วนลดและยอดซื้อสินค้าซึ่งลดแล้วแสดงดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์คำนวณส่วนลดของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า

2) เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์คำนวณค่าจัดส่ง

การคำนวณค่าจัดส่งและยอดชำระสินค้ารวมค่าจัดส่ง โดยราคาแยกตามประเภทการจัดส่งและน้ำหนักสินค้าตามอัตราค่าส่ง ดังนี้

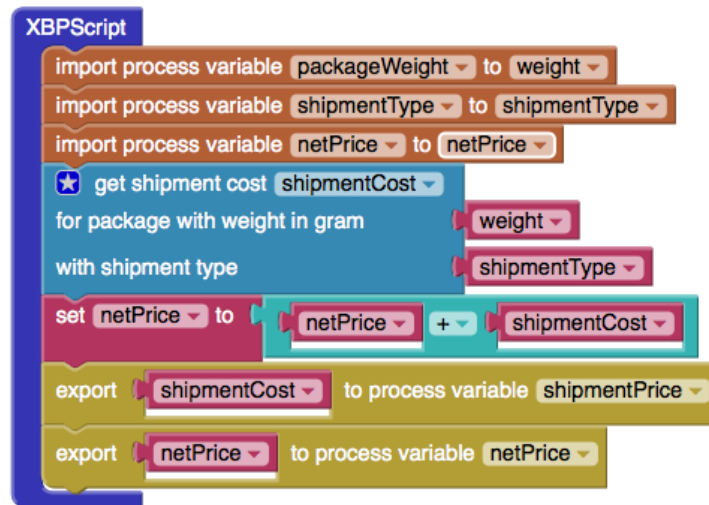
(1) ประเภทอีเอ็มเอส (EMS)

- ก. น้ำหนักต่ำกว่า 1000 กรัม ค่าส่งเท่ากับ 50 บาท
- ข. น้ำหนักตั้งแต่ 1000 กรัมขึ้นไป ค่าส่งเท่ากับ 150 บาท

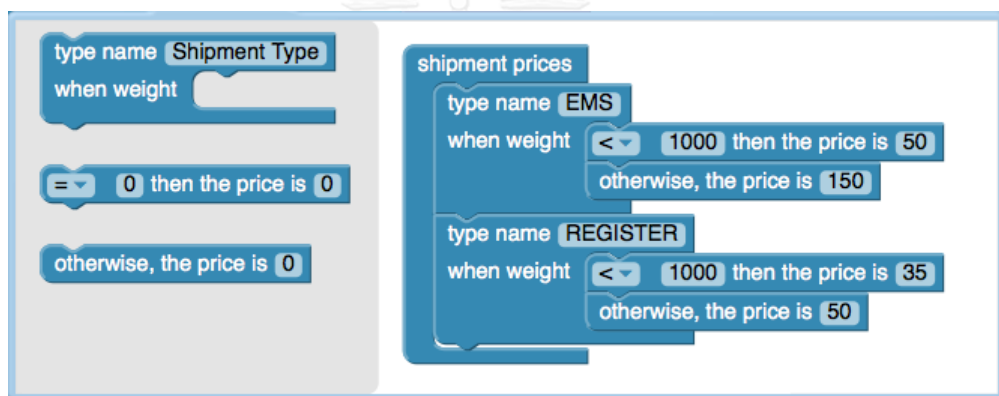
(2) ประเภทลงทะเบียน (REGISTER)

- ก. น้ำหนักต่ำกว่า 1000 กรัม ค่าส่งเท่ากับ 35 บาท
- ข. น้ำหนักตั้งแต่ 1000 กรัมขึ้นไป ค่าส่งเท่ากับ 50 บาท

โดยเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับคำนวณค่าจัดส่งแสดงดังภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12 แสดงการกำหนดอัตราค่าส่งของบล็อก <shipment-cost>



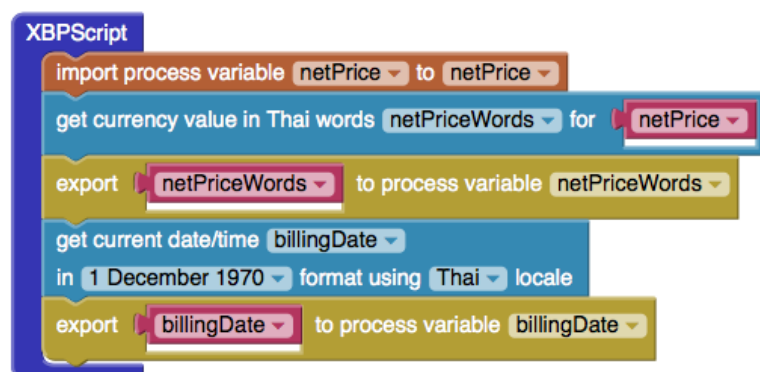
ภาพที่ 4.11 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์คำนวณส่วนลดของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า



ภาพที่ 4.12 เอกซ์บีพีสคริปต์กำหนดอัตราค่าจัดส่งสินค้าตามประเภทและน้ำหนักของบล็อก shipment-cost

3) เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ

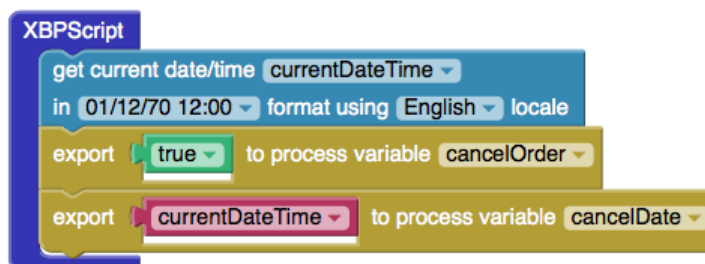
การประมวลผลสรุปข้อมูลที่ใช้สำหรับสร้างบิลเพื่อส่งอีเมลแจ้งเตือนชำระแก่ลูกค้า ประกอบด้วย การสร้างยอดชำระเป็นตัวอักษรและวันที่ออกบิล แสดงดังเอกซ์บีพีสคริปต์ในภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า

4) เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ยกเลิกคำสั่งซื้อ

บันทึกการยกเลิกคำสั่งซื้ออัตโนมัติจากการไม่ชำระเงินภายในเวลาที่กำหนด โดยบล็อกของสคริปต์แสดงดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 เอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ยกเลิกคำสั่งซื้อของกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า

การดำเนินในขั้นตอนการออกแบบกระบวนการทางธุรกิจตามแผนภาพกระบวนการในภาพที่ 4.9 ผ่านเครื่องมือเอกทิวโมเดลเลอร์ที่บูรณาการกับเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์แล้วตามหัวข้อ 4.1.1 ได้ผลลัพธ์เป็นแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่นิยามสคริปต์ทาสก์ด้วยเอกซ์บีพีสคริปต์ เป็นดั่งซอร์ซโค้ดในภาคผนวก ง หัวข้อ ง.1 และเมื่อทำการติดตั้งแบบจำลองเพื่อกระทำการบนเครื่องมือเอกทิวโมเดลเลอร์ซึ่งรองรับการกระทำการสคริปต์ได้ทั้งภาษาจาวาสคริปต์และภาษากรูวี (Groovy) โดยการแทนที่สคริปต์ในแบบจำลองสามารถแทนที่สคริปต์ได้อย่างถูกต้องทั้งสองภาษา ซึ่งซอร์ซโค้ดผลลัพธ์ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็นที่ถูกแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้แสดงไว้ในหัวข้อ ง.2 โดยการแทนที่ด้วยภาษาจาวาสคริปต์แสดงไว้ในตารางที่ ง.2 และภาษากรูวีแสดงไว้ในตารางที่ ง.3

และในขั้นตอนสุดท้าย คือ การกระทำการแบบจำลองกระบวนการที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องและราบรื่นตามการออกแบบโดยทั้งแบบจำลองที่ถูกแทนที่ด้วยสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ด้วยภาษาจาวาสคริปต์และภาษากรูวี โดยผลลัพธ์การกระทำการกระบวนการทางธุรกิจแสดงไว้ในภาคผนวก ง หัวข้อ ง.3

4.2 การประเมินผลผลิตภาพของการใช้งานส่วนต่อประสานผู้ใช้

การเปรียบเทียบผลผลิตภาพระหว่างการเขียนสคริปต์ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกกับการเขียนสคริปต์ผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้แบบแก้ไขข้อความ วัดจากสัดส่วนของจำนวนบรรทัดของสคริปต์ผลลัพธ์ต่อเวลาที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ โดยใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$Productivity = \frac{LOC}{T_{execute}} \quad (4.1)$$

โดย *Productivity* คือ ค่าผลิตภาพที่ได้

LOC คือ จำนวนบรรทัดของสคริปต์ วัดจากจำนวนบรรทัดของสคริปต์ที่กระทำการได้ซึ่งเป็นผลลัพธ์สุดท้ายจากการเขียนในแต่ละวิธี

T_{execute} คือ เวลาที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ วัดจากผลรวมเวลาจากปัจจัยการปฏิบัติการกับระบบในทางกายภาพของแต่ละวิธีโดยปรับใช้วิธีการวัดจากแบบจำลองเคแอลเอ็มตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.6 โดยกำหนดค่าปัจจัยการปฏิบัติการ *K* เป็นระดับการพิมพ์ข้อความที่ซับซ้อน ได้แก่ *T_K*, *T_P* และ *T_H* โดยสูตรการคำนวณเป็นดังนี้

$$T_{execute} = T_K + T_P + T_H \quad (4.2)$$

หรือ

$$T_{execute} = (K \times 0.75) + (P \times 1.1) + (H \times 0.4) \quad (4.3)$$

การวิเคราะห์ผลโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มที่สัมพันธ์กันโดยกำหนดสมมติฐานสำหรับการทดสอบ ดังนี้

H₀ ผลิตภาพเฉลี่ยของการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกน้อยกว่าหรือเท่ากับ การเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความ

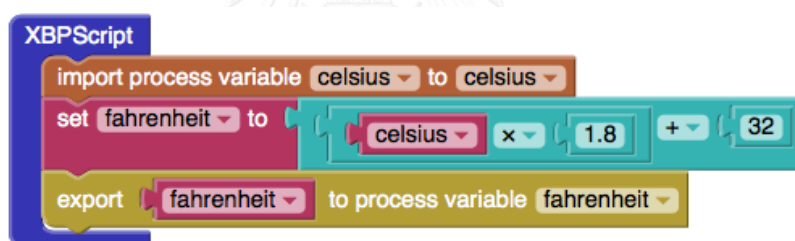
H₁ ผลิตภาพเฉลี่ยของการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกมากกว่าการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความ

การเก็บข้อมูลตัวอย่างดำเนินการโดยกำหนดโจทย์สำหรับการเขียนสคริปต์จำนวน 15 สคริปต์แล้วใช้เครื่องมือเขียนสคริปต์ทั้งแบบบล็อกและแบบแก้ไขข้อความสร้างสคริปต์ให้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายซึ่งอยู่ในรูปแบบของภาษาจาวาสคริปต์เพื่อประมวลผลตามโจทย์สคริปต์เหล่านั้น การประเมินจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามชนิดบล็อกของเอกซ์บีพีสคริปต์ที่ใช้ในการสร้างสคริปต์ ได้แก่ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่เขียนโดยใช้เฉพาะความสามารถพื้นฐานของทั้งภาษาจาวาสคริปต์และบล็อกของเอกซ์บีพีสคริปต์ โดยแต่ละสคริปต์จะให้ผลลัพธ์จำนวนบรรทัดของสคริปต์ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันระหว่างทั้งสองวิธี ประกอบด้วยสคริปต์จำนวน 10 สคริปต์ และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่เขียนโดยใช้บล็อกฟังก์ชันเฉพาะในการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก ในขณะที่ภาษาจาวาสคริปต์ใช้ความสามารถพื้นฐาน ประกอบด้วยสคริปต์จำนวน 5 สคริปต์

ในการวัดเวลาที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ จะพิจารณาวัดจากกรณีที่ดีที่สุดในการเขียนสคริปต์ให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องในรูปแบบที่กระชับที่สุด คือ กรณีที่ทำได้สำเร็จในครั้งเดียวโดยปราศจากข้อผิดพลาด

โดยหากพิจารณาข้อผิดพลาดจากการพิมพ์สคริปต์ในการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีโอกาสจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการประมวลผลสคริปต์และก็ต้องใช้เวลาในการตรวจหาข้อผิดพลาดและทำการแก้ไข ขณะที่การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกมีการควบคุมความถูกต้องของสคริปต์ด้วยรูปร่างของบล็อกแล้ว โอกาสเกิดข้อผิดพลาดจากการพิมพ์จะมีได้น้อยกว่าเนื่องจากมีการนำเข้าข้อมูลจากการพิมพ์ที่น้อยกว่า ดังนั้นในการประเมินนี้ การเขียนโปรแกรมแบบข้อความจึงถูกประเมินด้วยค่าผลิตภาพที่ดีที่สุดจากการที่ไม่มีการพิจารณาถึงเวลาที่ใช้เกี่ยวกับการจัดการข้อผิดพลาดระหว่างการเขียนสคริปต์

การวัดผลิตภาพของการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก จะวัดเวลาที่ใช้จากการใช้ส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อสร้างบล็อกตามแต่ละโจทย์ทดสอบ และวัดจำนวนบรรทัดจากสคริปต์ภาษาจาวาสคริปต์ที่ถูกสร้างขึ้นจากบล็อก ส่วนการเขียนสคริปต์แบบแก้ไขข้อความจะวัดเวลาที่ใช้และจำนวนบรรทัดจากสคริปต์ภาษาจาวาสคริปต์ที่เขียนขึ้นโดยการใช้ส่วนต่อประสานแบบการแก้ไขข้อความธรรมดา โดยในภาพที่ 4.15 แสดงตัวอย่างสคริปต์ผลลัพธ์จากการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก และผลลัพธ์จากการแก้ไขข้อความ ภาพที่ 4.16 ซึ่งเป็นตัวอย่างจากสคริปต์ที่ 6 ในตารางที่ 4.2 และผลการวัดเวลาที่ใช้จำนวนบรรทัดสคริปต์ และผลิตภาพจากตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 4.1



(ก)

```
var celsius = null;
var fahrenheit = null;

celsius = execution.getVariable("celsius");
fahrenheit = (celsius * 1.8) + 32;
execution.setVariable("fahrenheit", fahrenheit);
```

(ข)

ภาพที่ 4.15 สคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกซึ่งใช้ในการประเมินผลิตภาพการใช้งาน

(ก) สคริปต์ในรูปแบบบล็อกของบล็อกลี (ข) สคริปต์ผลลัพธ์จากการสร้างโค้ดจากเอกซ์บีพีสคริปต์

```
var celsius = execution.getVariable("celsius");
var fahrenheit = celsius * 1.8 + 32;
execution.setVariable("fahrenheit", fahrenheit);
```

ภาพที่ 4.16 สคริปต์ที่เขียนด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความซึ่งใช้ในการประเมินผลิตภาพการใช้งาน

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างผลลัพธ์การวัดเวลาที่ใช้ จำนวนบรรทัดสคริปต์ และผลผลิตภาพในการใช้งาน ส่วนต่อประสานผู้ใช้ในการเขียนสคริปต์

ตัวอย่างสคริปต์ที่ 6		
วิธีการเขียน	แบบบล็อก	แบบแก้ไขข้อความ
จำนวนปัจจัย K	43	145
จำนวนปัจจัย P	38	0
จำนวนปัจจัย H	13	1
จำนวนบรรทัดของสคริปต์	5	3
รวมเวลาที่ใช้ (วินาที)	79.25	109.15
ผลผลิตภาพ (บรรทัดต่อวินาที)	0.063	0.027
ผลผลิตภาพ (บรรทัดต่อนาที)	3.785	1.649

ผลการวัดผลผลิตภาพการใช้งานส่วนต่อประสานผู้ใช้เพื่อเขียนสคริปต์โดยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบ บล็อกและแบบแก้ไขข้อความ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตภาพการเขียนสคริปต์วัดโดยแบบจำลองเคแอลเอ็ม

สคริปต์ ที่	คำอธิบายสคริปต์	แบบบล็อก			แบบแก้ไขข้อความ			ผลต่าง ผลผลิตภาพ (บรรทัด/นาที)
		LOC	$T_{execute}$ (นาที)	ผลผลิตภาพ	LOC	$T_{execute}$ (นาที)	ผลผลิตภาพ	
1	หาจำนวนสูงสุดใน อาร์เรย์	10	2.826	3.539	8	2.844	2.813	0.726
2	เรียงย้อนกลับอักษร ของข้อความ	11	2.501	4.397	8	2.382	3.359	1.038
3	หาผลรวมตัวเลขใน อาร์เรย์	8	1.310	6.107	6	2.469	2.430	3.677
4	คำนวณเกรด	17	3.065	5.546	15	3.707	4.047	1.500
5	คำนวณส่วนลดจาก ยอดซื้อรวม	12	2.557	4.694	9	4.032	2.232	2.461

ตารางที่ 4.2 ผลภาพการเขียนสคริปต์วัดโดยแบบจำลองเคแอลเอ็ม (ต่อ)

สคริปต์ ที่	คำอธิบายสคริปต์	แบบบล็อก			แบบแก้ไขข้อความ			ผลต่าง ผลภาพ (บรรทัด/นาที)
		LOC	T _{execute} (นาที)	ผลภาพ	LOC	T _{execute} (นาที)	ผลภาพ	
6	แปลงหน่วยอุณหภูมิจากองศาเซลเซียสเป็นองศาฟาเรนไฮต์	5	1.321	3.785	3	1.819	1.649	2.136
7	แปลงชนิดข้อมูลตัวเลขให้เป็นข้อความ	45	8.133	5.533	10	3.732	2.680	2.853
8	แปลงจำนวนเป็นคำอ่านภาษาไทย	92	18.032	5.102	50	15.594	3.206	1.896
9	ตรวจสอบค่าที่นำเข้ามาว่าเป็นด้านของรูปสามเหลี่ยมหรือไม่	12	2.981	4.026	9	2.757	3.265	0.761
10	แปลงจำนวนวันให้เป็นจำนวนเดือนและปี	19	3.719	5.109	13	3.269	3.977	1.132
11	คำนวณค่าจัดส่งสินค้า	28	2.313	12.104	20	6.019	3.323	8.781
12	แปลงจำนวนเงินเป็นตัวอักษรภาษาไทย	90	0.958	93.995	93	29.157	3.190	90.805
13	สร้างข้อความแสดงวันที่ปัจจุบัน	7	0.477	14.685	3	2.544	1.179	13.506
14	คำนวณการแลกเปลี่ยนเงินตรา	18	2.085	8.633	8	3.619	2.210	6.423
15	คำนวณค่าจัดส่งสินค้า	18	2.202	8.176	11	4.607	2.388	5.788

ในการทดสอบสมมติฐานแยกตามกลุ่มตามชนิดบล็อกของเอกซ์พีทีคริปต์ที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบเปรียบเทียบ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบตัวอย่างสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยความสามารถพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก
2. การเปรียบเทียบโดยเพิ่มเติมตัวอย่างสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยฟังก์ชันเฉพาะของการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

4.2.1 การเปรียบเทียบตัวอย่างสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยบล็อกฟังก์ชันพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

โดยการประเมินสคริปต์ตัวอย่างที่ถูกเขียนขึ้นโดยใช้เฉพาะบล็อกฟังก์ชันพื้นฐานของภาษาเอกซ์พีทีสคริปต์จำนวน 10 สคริปต์จากผลการวัดผลคุณภาพการเขียนสคริปต์ด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็มจากตารางที่ 4.2 ได้แก่ สคริปต์ที่ 1 - 10 โดยให้ผลลัพธ์การคำนวณทางสถิติ ดังนี้

การเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

ผลคุณภาพเฉลี่ย	4.7838	บรรทัดต่อหน้าที่
ค่าความแปรปรวน	0.7088	

การเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความ

ผลคุณภาพเฉลี่ย	2.9657	บรรทัดต่อหน้าที่
ค่าความแปรปรวน	0.5728	

ผลต่างผลคุณภาพเฉลี่ย 1.8180 บรรทัดต่อหน้าที่

การทดสอบสมมติฐานดำเนินการโดยใช้สถิติทดสอบ t เพื่อเปรียบเทียบผลคุณภาพเฉลี่ยระหว่างการเขียนสคริปต์แบบบล็อกและแบบการแก้ไขข้อความ โดยกำหนดเงื่อนไขการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

จำนวนตัวอย่าง	10
ระดับนัยสำคัญ	0.05
ค่าองศาอิสระ	9
ค่าวิกฤต t	1.8331
ผลลัพธ์การทดสอบสมมติฐาน เป็นดังนี้	
สถิติทดสอบ t	5.9026
p-value	0.0001

จากผลสถิติทดสอบจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ t มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต t และค่า p -value น้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนด ซึ่งผลลัพธ์ให้ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 5.9026 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤต t คือ 1.8331 และค่า p -value น้อยกว่าค่านัยสำคัญ จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ ผลคุณภาพเฉลี่ยของการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกมากกว่าการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกใช้เฉพาะบล็อกฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์

4.2.2 การเปรียบเทียบโดยเพิ่มเติมตัวอย่างสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยฟังก์ชันเฉพาะของการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

การทดสอบนี้จะดำเนินการโดยใช้ข้อมูลสคริปต์ตัวอย่างจากตารางที่ 4.2 ทั้งหมดเป็นจำนวน 15 สคริปต์ โดยได้รวมสคริปต์ตัวอย่างที่เขียนขึ้นในวิธีการการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกโดยใช้บล็อกฟังก์ชันเฉพาะของเอกซ์บีพีสคริปต์ด้วย ซึ่งก็คือสคริปต์ที่ 11-15 โดยให้ผลลัพธ์การคำนวณทางสถิติ ดังนี้

การเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

ผลคุณภาพเฉลี่ย	12.3620	บรรทัดต่อนาที
ค่าความแปรปรวน	520.1058	

การเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความ

ผลคุณภาพเฉลี่ย	2.7965	บรรทัดต่อนาที
ค่าความแปรปรวน	0.6429	

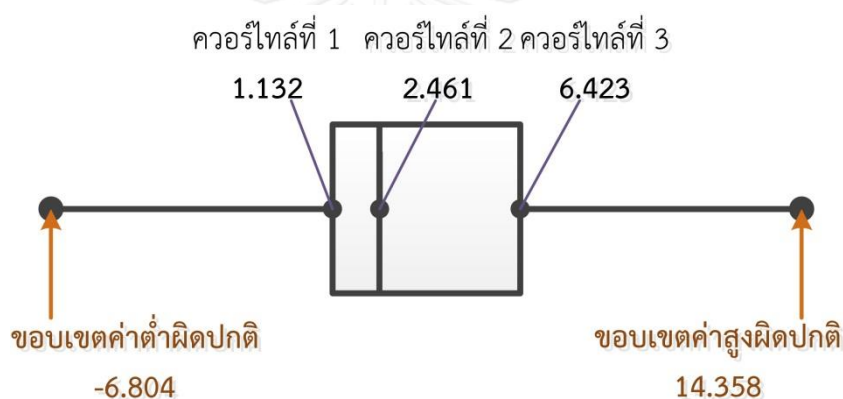
ผลต่างผลคุณภาพเฉลี่ย

9.5655 บรรทัดต่อนาที

จากผลลัพธ์ข้างต้นข้อมูลมีแนวโน้มการกระจายข้อมูลที่ผิดปกติ จากค่าความแปรปรวนของผลคุณภาพการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกที่ต่างจากค่าผลคุณภาพเฉลี่ยเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์การกระจายข้อมูลเพื่อคัดข้อมูลตัวอย่างที่มีค่าผิดปกติออกโดยการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพกล่อง (Box Plot) กับค่าผลต่างผลคุณภาพจากตารางที่ 4.2 โดยผลการคำนวณค่าต่าง ๆ แสดงดัง 0 และแผนภาพกล่องจากค่าที่คำนวณได้แสดงดังภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การกระจายข้อมูลโดยใช้แผนภาพกล่องจากผลต่างผลิตภาพ

ค่าคำนวณแผนภาพกล่อง	ค่าความต่างผลิตภาพ
ควอร์ไทล์ที่ 1 (Q_1)	1.132
ควอร์ไทล์ที่ 2 (Q_2)	2.461
ควอร์ไทล์ที่ 3 (Q_3)	6.423
ความกว้างของกล่องหรือพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ ($IQR = Q_3 - Q_1$)	5.291
ค่าต่ำสุดของข้อมูลที่ยังไม่ต่ำผิดปกติ ($Q_1 - IQR$)	-4.158
ค่าสูงสุดของข้อมูลที่ยังไม่สูงผิดปกติ ($Q_3 + IQR$)	11.713
ขอบเขตของค่าต่ำผิดปกติ ($Q_1 - 1.5IQR$)	-6.804
ขอบเขตของค่าสูงผิดปกติ ($Q_3 + 1.5IQR$)	14.358



ภาพที่ 4.17 แผนภาพกล่องแสดงการกระจายข้อมูลของผลต่างผลิตภาพของการเขียนสคริปต์แบบบล็อกและแบบแก้ไขข้อความ

จากผลการวิเคราะห์การกระจายข้อมูลด้วยแผนภาพกล่องปรากฏค่าผลต่างของผลิตภาพที่ผิดปกติและจะต้องถูกคัดออกจากตารางที่ 4.2 ได้แก่ ตัวอย่างที่มีค่าผลต่างผลิตภาพมากกว่าขอบเขตของค่าสูงผิดปกติ (14.358) หรือน้อยกว่าขอบเขตของค่าต่ำผิดปกติ (-6.804) ซึ่งคือ ตัวอย่างสคริปต์ที่ 12 ที่มีค่าผลต่างผลิตภาพเท่ากับ 90.805

เมื่อปรับปรุงชุดข้อมูลโดยคัดตัวอย่างสคริปต์ที่ 12 ออกแล้ว จึงเหลือสคริปต์ตัวอย่างเป็นจำนวน 14 สคริปต์ โดยเมื่อดำเนินการคำนวณทางสถิติได้ผลลัพธ์เป็นดังนี้

การเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

ผลิตภาพเฉลี่ย	6.5311	บรรทัดต่อนาที
ความแปรปรวน	10.8907	

การเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความ

ผลิตภาพเฉลี่ย	2.7684	บรรทัดต่อนาที
ความแปรปรวน	0.6795	

ผลแตกต่างผลิตภาพเฉลี่ย 3.7627 บรรทัดต่อนาที

การทดสอบสมมติฐานดำเนินการโดยใช้สถิติทดสอบ t เพื่อเปรียบเทียบผลิตภาพเฉลี่ยระหว่างการเขียนสคริปต์แบบบล็อกและแบบการแก้ไขข้อความ โดยกำหนดเงื่อนไขการทดสอบสมมติฐานดังนี้

จำนวนตัวอย่าง	14
ระดับนัยสำคัญ	0.05
ค่าองศาอิสระ	13
ค่าวิกฤต t	1.7709
ผลลัพธ์การทดสอบสมมติฐาน เป็นดังนี้	
สถิติทดสอบ t	3.8085
p-value	0.0011

จากผลสถิติทดสอบจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ t มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต t และค่า p -value น้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนด ซึ่งผลลัพธ์ให้ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.8085 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤต t คือ 1.7709 และค่า p -value น้อยกว่าค่านัยสำคัญ จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ ผลิตภาพเฉลี่ยของการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกมากกว่าการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมแต่ไม่มี ความถนัดภาษาสคริปต์

เพื่อทดสอบว่าชุดบล็อกที่พัฒนาขึ้นง่ายต่อการเรียนรู้และจดจำหรือไม่ โดยเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้เขียนสคริปต์ผ่านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกด้วยชุดบล็อกสำหรับเอกซ์พีทีสคริปต์ระหว่างครั้งแรกกับครั้งที่สอง โดยเว้นช่วงระหว่างการทดสอบทั้งสองครั้งอย่างน้อย 1 สัปดาห์ โดยเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในครั้งที่สองต้องน้อยกว่าครั้งแรกหากชุดบล็อกที่พัฒนาขึ้นง่ายต่อการเรียนรู้และจดจำ สมมติฐานกำหนดเป็นดังนี้

H_0 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ครั้งแรกน้อยกว่าหรือเท่ากับครั้งที่สอง

H_1 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ของครั้งแรกมากกว่าครั้งที่สอง

ผลการทดสอบบันทึกจากอาสาสมัครจำนวน 16 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมตั้งแต่ 3 – 10 ปีเข้าทำการทดสอบเครื่องมือผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันประเมินผลออนไลน์ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อทำการสร้างสคริปต์ตามโจทย์ที่กำหนดให้จำนวน 5 สคริปต์ โดยระบบจะทำการบันทึกเวลาที่ใช้เพื่อเขียนสคริปต์ให้สำเร็จในแต่ละโจทย์ทดสอบ

ก่อนเริ่มทำการทดสอบ ผู้ร่วมทดสอบได้เรียนรู้ตัวอย่างการสร้างสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก โดยตัวอย่างสคริปต์ประกอบด้วยการแนะนำวิธีการนำเข้าข้อมูลและส่งออกผลลัพธ์ซึ่งเป็นวิธีการเขียนสคริปต์เฉพาะสำหรับสคริปต์ทาสก์ โดยตัวอย่างหน้าจอแสดงตัวอย่างการสร้างสคริปต์แสดงดังภาพที่ 4.18

ตัวอย่างการสร้างสคริปต์

กรอกข้อมูลในช่องหรือปรับแต่งสคริปต์แล้วกด "รันสคริปต์" เพื่อผลลัพธ์

name:

อธิบายตัวอย่าง

บล็อกที่ปรากฏด้านล่างนี้เป็นตัวอย่างสคริปต์สำหรับสร้างข้อความทักทาย โดยมีลำดับขั้นตอนตามแต่บล็อก ดังนี้

1. บล็อก `import process variable***`: นำเข้าข้อมูล (input) จากตัวแปร `iptName` ไปยังตัวแปร `name`
2. บล็อก `if...then`: หากตัวแปร `name` ไม่เป็นค่าว่าง ให้กำหนดค่าข้อความ `Hello` ตามด้วยค่าของตัวแปร `name` ให้กับตัวแปร `greeting`
3. บล็อก `else`: หากตัวแปร `name` เป็นค่าว่าง กำหนดค่าข้อความ `Hello World!` ให้กับตัวแปร `greeting`
4. บล็อก `export process variable***`: ส่งออกข้อมูล (output) จากตัวแปร `greeting` ไปยังตัวแปร `greetingText`

*** สคริปต์ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลภายนอกได้โดยตรงจำเป็นต้องมีการ import และ export ในการจัดการกับข้อมูลภายนอก (ดูเพิ่มเติมในแท็บ **ขอบเขตข้อมูล**)

ภาพที่ 4.18 หน้าจอตัวอย่างการสร้างสคริปต์ด้วยเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

หลังจากผ่านการศึกษาศึกษาการเขียนสคริปต์ในเบื้องต้นจากตัวอย่างสคริปต์แล้ว จึงเริ่มทำการทดสอบการเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกผ่านหน้าจอตั้งภาพที่ 4.19 โดยผู้ร่วมทดสอบสามารถจะบันทึกเวลาและพักการทดสอบแล้วกลับมาทำต่อในภายหลังได้ นอกจากนี้ผู้ร่วมทดสอบยังสามารถเลิกทำการทดสอบได้ทุกเวลา สำหรับการทำโจทย์ทดสอบแต่ละข้อนั้น ผู้ร่วมทดสอบจะต้องเขียนสคริปต์เพื่อประมวลผลให้ได้ตามโจทย์ที่แสดงไว้ทางด้านขวาของหน้าจอ ตัวอย่างในภาพที่ 4.19 เป็นโจทย์สำหรับตรวจสอบข้อมูลนำเข้า 3 ค่าว่าเป็นค่าความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมหรือไม่ โดยก่อนเริ่มบันทึกเวลาจะให้ผู้ร่วมทดสอบศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ทดสอบก่อน

การบันทึกเวลาจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้เริ่มต้นลงมือเขียนสคริปต์ และเมื่อผู้ร่วมทดสอบเขียนสคริปต์ได้ตามที่โจทย์กำหนดแล้วผู้ร่วมทดสอบต้องส่งผลการเขียนสคริปต์ด้วยปุ่ม “ตรวจสอบสคริปต์” เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสคริปต์ โดยระบบจะทำการตรวจสอบสคริปต์จากนั้นแสดงผลลัพธ์จากการตรวจสอบสคริปต์ผ่านหน้าจอตั้งภาพที่ 4.20 หากผลการตรวจสอบสคริปต์ยังไม่ถูกต้องผู้ร่วมทดสอบต้องแก้ไขให้ถูกต้องและทำการตรวจสอบใหม่จนการตรวจสอบให้ผลว่าถูกต้อง เมื่อสคริปต์ที่เขียนขึ้นทำงานได้ถูกต้องที่โจทย์กำหนดแล้วระบบจะทำการบันทึกเวลา ณ เวลาที่สคริปต์ถูกตรวจสอบว่าประมวลผลได้ตามโจทย์แล้ว และระบบจะนำผู้ร่วมทดสอบไปยังโจทย์ข้อถัดไปซึ่งบังคับให้ผู้ร่วมทดสอบเขียนสคริปต์ในแต่ละโจทย์ให้สำเร็จตามลำดับไม่สามารถที่จะข้ามโจทย์ทดสอบได้

The screenshot shows a web-based programming environment. On the left is a script editor with a menu for 'XBPScript' and various programming constructs like Logic, Loop, Array, Variable, Math, and Text. On the right is a test runner interface titled 'ตรวจสอบสคริปต์' (Check Script). It has a timer at '00:00:48' and a 'ส่ง' (Submit) button. The test runner shows 'การทดสอบที่ 1' (Test 1) and the following text:

โจทย์ ข้อมูลนำเข้า (input) ข้อมูลส่งออก (output)

จงสร้างสคริปต์ตรวจสอบข้อมูลนำเข้า (input) ได้แก่ตัวแปร **a, b** และ **c** ว่าเป็นค่าความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมหรือไม่

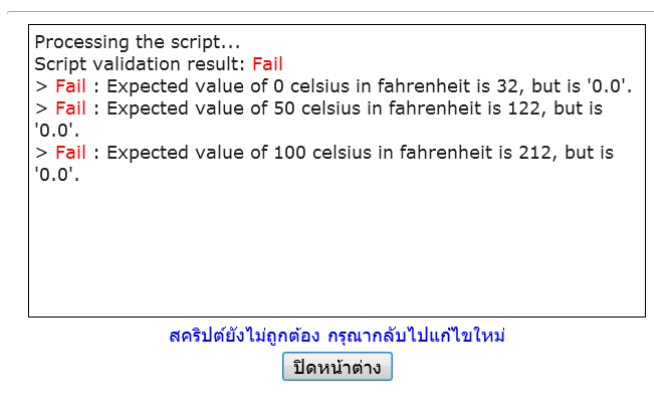
โดยค่าความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมจะต้องน้อยกว่าผลรวมของด้านอื่น นั่นคือ

$$a < b + c \text{ และ } b < a + c \text{ และ } c < a + b$$

กำหนดการส่งออก (export) ผลลัพธ์ให้กับตัวแปร **result** ด้วยค่าดังนี้

- **A triangle** เมื่อกำหนดนำเข้าเป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม
- **Not a triangle** เมื่อกำหนดนำเข้าไม่เป็นความยาวด้านรูปสามเหลี่ยม

ภาพที่ 4.19 หน้าจอทดสอบเครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์



ภาพที่ 4.20 หน้าจอการรายงานผลการตรวจสอบสคริปต์จากระบบการประเมินผลความสามารถในการเรียนรู้

ผลลัพธ์การบันทึกเวลาที่ใช้สำหรับผู้ใช้ที่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมแต่ไม่มีความถนัดภาษาสคริปต์ (โดยต่อไปจะเรียกว่า “โปรแกรมเมอร์”) ในการสร้างสคริปต์โดยใช้เครื่องมือเขียนเอกซ์บีพีที สคริปต์สร้างสคริปต์ให้สำเร็จตามโจทย์ที่กำหนดจำนวน 5 สคริปต์ โดยที่มีการเว้นระยะเวลาระหว่างการทดสอบในแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 สัปดาห์เป็นอย่างน้อย แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เวลาที่ใช้เครื่องมือเขียนเอกซ์ปีฟัสคริปต์ในการสร้างสคริปต์ให้สำเร็จโดยโปรแกรมเมอร์

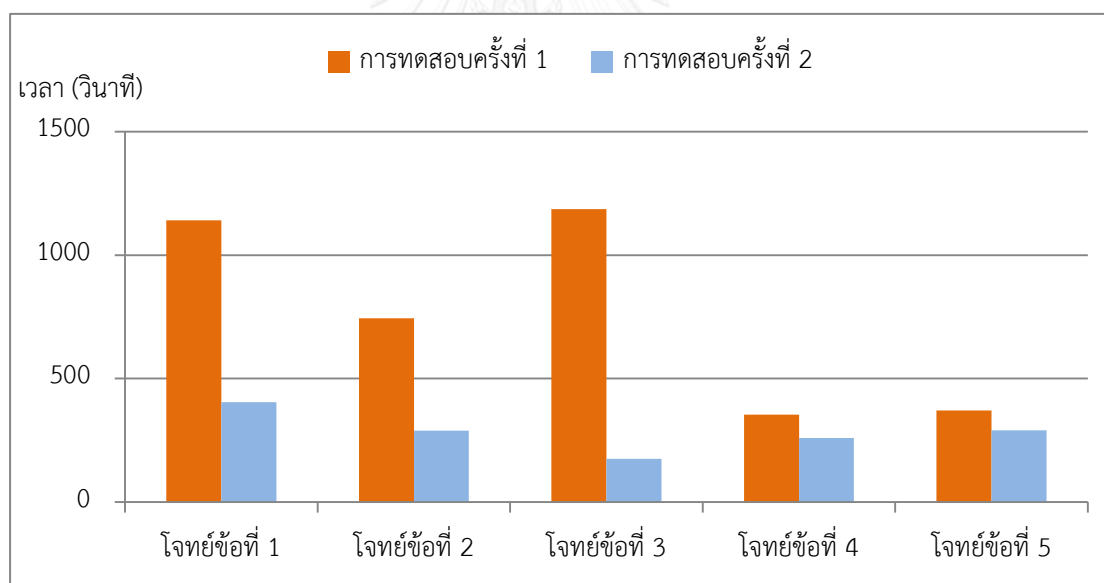
ผู้ร่วม ทดสอบ	เวลาที่ใช้ (วินาที)									
	โจทย์ข้อ 1		โจทย์ข้อ 2		โจทย์ข้อ 3		โจทย์ข้อ 4		โจทย์ข้อ 5	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	1,016	975	1,021	320	6,330	110	407	263	354	223
2	581	243	382	217	153	124	328	262	379	396
3	451	498	267	278	169	221	196	168	645	221
4	3,288	526	773	255	901	161	381	241	303	359
5	1,140	269	1,644	253	1,928	185	322	174	388	188
6	696	361	440	259	129	125	332	235	316	252
7	1,188	257	447	222	399	181	246	247	214	198
8	1,226	412	663	318	260	192	455	241	378	307
9	469	280	316	231	2,381	137	300	157	311	272
10	1,254	577	2,139	311	2,704	200	601	524	430	330
11	701	260	954	347	1,530	253	283	268	372	441
12	612	362	506	548	210	213	298	249	512	354
13	2,032	324	748	138	393	236	475	143	228	147
14	874	332	430	257	249	142	364	252	450	354
15	1,248	576	528	471	225	179	268	511	272	374
16	1,476	226	646	203	1,017	132	395	206	370	219

จากข้อมูลบันทึกเวลาที่ใช้ในการทดสอบสามารถคำนวณเวลาเฉลี่ยได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำโจทย์ให้สำเร็จแต่ละข้อของผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์

ค่าสถิติ	โจทย์				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
จำนวนตัวอย่าง	16	16	15 ⁵	16	16
เวลาเฉลี่ยครั้งที่ 1 (วินาที)	1,140.75	744.00	843.20	353.19	370.13
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานครั้งที่ 1	709.41	504.52	879.40	99.49	106.93
เวลาเฉลี่ยครั้งที่ 2 (วินาที)	404.88	289.25	178.73	258.81	289.68
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานครั้งที่ 2	192.89	101.19	41.32	108.79	86.14
ผลต่างเวลาเฉลี่ย (วินาที)	735.87	454.75	664.47	94.38	80.45

จากกราฟเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสร้างสคริปต์ให้สำเร็จในภาพที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่าผู้ร่วมทดสอบสามารถทำเวลาเฉลี่ยได้น้อยกว่าเวลาที่ทำไว้ครั้งแรกในทุกโจทย์ทดสอบ



ภาพที่ 4.21 กราฟเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสร้างสคริปต์ของการทดสอบโดยโปรแกรมเมอร์

การทดสอบสมมติฐานดำเนินการโดยใช้สถิติทดสอบ t เพื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ทั้ง 2 ครั้ง โดยการทดสอบสมมติฐานแยกตามโจทย์ โดยได้ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 4.6

⁵ ชุดข้อมูลถูกปรับปรุงการกระจายข้อมูลโดยการคัดข้อมูลที่ผิดปกติออกด้วยแผนภาพกล่องโดยตัวอย่างที่ถูกคัดออก คือ ผู้ร่วมทดสอบที่ 1

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบสมมติฐานการเรียนรู้การเขียนสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกโดยโปรแกรมเมอร์

ค่าสถิติ	โจทย์				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
จำนวนตัวอย่าง	16	16	15	16	16
ระดับนัยสำคัญ	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
องศาอิสระ	15	15	14	15	15
ค่าวิกฤต t	1.753	1.753	1.761	1.753	1.753
สถิติทดสอบ t	4.174	3.551	2.933	3.071	2.563
p -value	0.0004	0.0014	0.0055	0.0039	0.0108
ปฏิเสธหรือยอมรับ H_0	ปฏิเสธ	ปฏิเสธ	ปฏิเสธ	ปฏิเสธ	ปฏิเสธ

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบสมมติฐานให้ผลลัพธ์อยู่ในเขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สำหรับทุกโจทย์ทดสอบเครื่องมือเขียนสคริปต์ จึงยอมรับสมมติฐาน H_1 คือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ของครั้งแรกมากกว่าครั้งที่สองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.4 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์

บ่อยครั้งที่การสร้างแบบจำลองกระบวนการทางธุรกิจจะกระทำโดยผู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ไม่เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมถึงแม้จะมีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมอยู่บ้าง เช่น นักออกแบบกระบวนการหรือนักวิเคราะห์ธุรกิจ เพื่อทดสอบว่าชุดบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถเรียนรู้การใช้งานได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์หรือไม่ จึงทำการทดลองให้ผู้ใช้เขียนเอกซ์บีพีสคริปต์ผ่านเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกตามโจทย์ที่กำหนดจำนวน 3 สคริปต์ โดยสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละของจำนวนสคริปต์ที่ผู้ใช้สร้างได้สำเร็จผ่านการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกด้วยชุดบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์จะต้องมากเพียงพอตามสมมติฐานดังนี้

H_0 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80

H_1 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จมากกว่าร้อยละ 80

ในการทดสอบและบันทึกผลการทดสอบของผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ได้ดำเนินการไปทั้งหมด 2 ครั้ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ ครั้งที่ 1

การทดสอบครั้งที่ 1 ดำเนินการทดสอบโดยผู้ร่วมทดสอบจำนวน 15 คนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่ประกอบอาชีพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ไม่ใช่ด้านการเขียนโปรแกรม เข้าทำการทดสอบผ่านเครื่องมือประเมินผลออนไลน์เดียวกันกับที่ใช้ในหัวข้อ 4.4 ซึ่งใช้ชุดตัวเลือกบล็อกเดียวกัน และสามารถทำการทดสอบหรือเลิกการทดสอบได้เช่นเดียวกัน แต่จะมีข้อที่แตกต่างกัน คือ โจทย์ทดสอบที่มีระดับความยากน้อยกว่าโจทย์สำหรับการประเมินโปรแกรมเมอร์และในจำนวนที่น้อยกว่าคือ 3 สคริปต์ และเพิ่มฟังก์ชันให้ผู้ร่วมทดสอบสามารถข้ามโจทย์ทดสอบได้เนื่องจากไม่จำเป็นที่ผู้ร่วมทดสอบต้องเขียนสคริปต์ให้สำเร็จตามโจทย์ ดังภาพที่ 4.22 แสดงการเพิ่มปุ่ม “ข้ามไปยังข้อถัดไป” โดยโจทย์ทดสอบที่ถูกข้ามแล้วจะไม่สามารถกลับไปทำได้อีก โดยผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.7

ตรวจสอบสคริปต์			>> ขอน
พักการทดสอบ	ข้ามไปยังข้อถัดไป	เลิกทำการทดสอบ	00:00:15

ภาพที่ 4.22 ปุ่มฟังก์ชันของระบบประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์

จากผลการทดสอบสัดส่วนเฉลี่ยของจำนวนสคริปต์ที่ทำได้ต่ำกว่าจากที่ตั้งสมมติฐานไว้คือ ร้อยละ 80 มาก จึงได้มีการตรวจสอบหาสาเหตุโดยการวิเคราะห์จากสคริปต์ที่ผู้ใช้ทำส่งผ่านระบบ และความคิดเห็นของผู้ใช้สามารถสรุปสาเหตุได้ ดังนี้

1) การแนะนำเกี่ยวกับวิธีการเขียนเอกซ์บีพีสคริปต์สำหรับประมวลผลโดยสคริปต์ทาสก์ด้วยวิธีการแสดงตัวอย่างสคริปต์ไม่ดีพอที่จะผู้ใช้เข้าใจระบบการนำเข้าและส่งออกข้อมูลของกระบวนการ จึงไม่สามารถจะทำโจทย์ให้สำเร็จได้เนื่องจากบันทึกสคริปต์ที่ถูกเขียนขึ้นปรากฏการคำนวณของสคริปต์ถูกต้องแต่ผิดในขั้นตอนการนำเข้าและส่งออกข้อมูล

2) การรายงานผลการตรวจสอบสคริปต์ไม่สามารถแสดงให้เห็นให้ผู้ร่วมทดสอบเข้าใจถึงข้อผิดพลาดของสคริปต์ได้โดยง่าย เมื่อสคริปต์มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจึงไม่สามารถตรวจหาและแก้ไขสคริปต์ให้ถูกต้องได้ เนื่องจากผลการตรวจสอบมีการแสดงผลเป็นแบบการรายงานผลของการทดสอบซอฟต์แวร์ดังตัวอย่างภาพที่ 4.20

3) การทดสอบต้องใช้เวลาทำมาก โดยจากเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทดสอบต่อผู้ร่วมทดสอบ 1 คน ในการประเมินครั้งที่ 1 เป็นประมาณ 43 นาที ทำให้ผู้ใช้อาจเกิดความเบื่อหน่ายในการทดสอบและเลิกการทดสอบก่อนที่จะทดลองทำข้อถัดไป เนื่องจากปรากฏว่ามีการเลิกทำการทดสอบตั้งแต่โจทย์ข้อแรก

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบเครื่องมือเขียนสคริปต์โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ครั้งที่ 1

ผู้ร่วมทดสอบ	จำนวนโจทย์ที่ทำสำเร็จ	ร้อยละของโจทย์ที่ทำสำเร็จ
1	0	0.00
2	3	100.00
3	3	100.00
4	1	33.33
5	0	0.00
6	2	66.67
7	0	0.00
8	3	100.00
9	0	0.00
10	3	100.00
11	3	100.00
12	0	0.00
13	0	0.00
14	1	33.33
15	0	0.00
ร้อยละของโจทย์ที่ทำสำเร็จเฉลี่ย		42.22

4.4.2 การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ ครั้งที่ 2

จากสาเหตุที่วิเคราะห์ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 จึงได้มีการปรับปรุงระบบประมวลผลเพื่อทดสอบว่าเมื่อลดอุปสรรคของการเขียนสคริปต์เหล่านั้นแล้วจะช่วยให้ผู้ทดสอบสามารถเขียนสคริปต์ได้สำเร็จมากขึ้นได้หรือไม่ โดยการปรับปรุงดังนี้

- 1) เปลี่ยนการแนะนำเครื่องมือจากตัวอย่างสคริปต์เป็นบทเรียนแบบโต้ตอบกับผู้ใช้โดยสอนการเขียนทีละขั้นเพื่อให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการนำเข้าและส่งออกข้อมูล (สาเหตุที่ 1)
- 2) เพิ่มการตรวจสอบความถูกต้องของการใช้บล็อกเพื่อนำเข้าและส่งออกข้อมูล (สาเหตุที่ 1)
- 3) เพิ่มการกระทำการสคริปต์แบบกำหนดค่านำเข้าเองได้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบผลการคำนวณของสคริปต์ที่เขียนขึ้นได้จากค่าที่กำหนดเอง (สาเหตุที่ 2)
- 4) เปลี่ยนการแสดงผลรายงานผลการตรวจสอบสคริปต์จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย (สาเหตุที่ 2)

- 5) ลดจำนวนตัวเลือกบล็อกสำหรับเขียนสคริปต์ให้เหลือเพียงส่วนที่เกี่ยวข้องกับโจทย์เท่านั้น (สาเหตุที่ 3)
- 6) เพิ่มความสามารถการเปลี่ยนไปทำโจทย์อื่นโดยที่สามารถกลับไปทำโจทย์ที่ยังทำไม่เสร็จได้ (สาเหตุที่ 3)

โดยระบบประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้ที่ปรับปรุงแล้วมีหน้าจอแสดงดังภาพที่ 4.23 และการปรับปรุงการรายงานผลตรวจสอบสคริปต์แสดงดังภาพที่ 4.24

The screenshot shows a programming environment with a script editor on the left and a test runner on the right. The script editor contains the following blocks:

```

import process variable importVar to variable
export output to process variable exportVar
set variable to
variable
0
x
≥
if then

```

The test runner shows a test case 'การทดสอบที่ 2' with a 'totalPrice' input of 2000 and a 'discount' output. The test results show that the script failed because 'totalPrice' and 'discount' were not exported.

ภาพที่ 4.23 หน้าจอระบบประเมินผลการเรียนรู้ปรับปรุงเพื่อทำการทดสอบครั้งที่ 2

The screenshot shows the results of a script test. The test failed because 'totalPrice' and 'discount' were not exported. The error message is in Thai.

กำลังตรวจสอบสคริปต์.....เสร็จสิ้น

ผลการตรวจสอบสคริปต์: **ไม่ถูกต้อง**

กรณีทดสอบ 1> **ไม่ผ่าน** : ตัวแปรชื่อ 'discount' ไม่ได้ถูกส่งออกโดยบล็อก 'export process variable'

กรณีทดสอบ 2> **ไม่ผ่าน** : ตัวแปรชื่อ 'discount' ไม่ได้ถูกส่งออกโดยบล็อก 'export process variable'

สคริปต์ยังไม่ถูกต้อง กรุณากลับไปแก้ไขใหม่

[ปิดหน้าต่าง](#)

ภาพที่ 4.24 หน้าจอการรายงานผลการตรวจสอบสคริปต์สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2

การทดสอบในครั้งที่สองนี้ ดำเนินการทดสอบโดยผู้เข้าร่วมทดสอบจำนวน 12 คน ประกอบด้วยผู้ร่วมทดสอบคนใหม่จำนวน 7 คนซึ่งเป็นกลุ่มผู้ทำงานเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ไม่ใช้งาน

ด้านการเขียนโปรแกรม และผู้ร่วมทดสอบที่ไม่สามารถทำโจทย์ให้สำเร็จทุกข้อได้ในการทดสอบครั้งแรกจำนวน 5 คน เข้าทำการทดสอบผ่านเครื่องมือประเมินผลออนไลน์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ ผู้เข้าร่วมทดสอบทุกคนสามารถทำการทดสอบได้สำเร็จทุกข้อ คือ สัดส่วนเฉลี่ยการเขียนสคริปต์สำเร็จเป็นร้อยละ 100 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงเครื่องมือประเมินผลสามารถช่วยเพิ่มสัดส่วนการเขียนสคริปต์สำเร็จได้

เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ จึงทำการรวมผลการทดสอบจากการประเมินทั้งสองครั้ง โดยแทนที่ผลการทดสอบในครั้งแรกด้วยผลการทดสอบครั้งที่สองในกรณีของผู้ร่วมทดสอบที่ทำการประเมินทั้งสองครั้ง ซึ่งเมื่อรวมผลการทดลองทั้ง 2 ครั้งแล้วได้จำนวนตัวอย่างจากผู้ร่วมทดสอบทั้งหมด 22 คน และให้ผลลัพธ์การคำนวณทางสถิติ ดังนี้

สัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ	77.27
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	42.89
การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t ด้วยเงื่อนไขการทดสอบ ดังนี้	
จำนวนตัวอย่าง	22
ระดับนัยสำคัญ	0.05
ค่าองศาอิสระ	21
ค่าวิกฤต t	1.721
ผลลัพธ์การทดสอบสมมติฐาน เป็นดังนี้	
สถิติทดสอบ t	-0.298
p -value	0.616

จากผลสถิติทดสอบจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ t มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต t และค่า p -value น้อยกว่าค่านัยสำคัญที่กำหนด ซึ่งผลลัพธ์ให้ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ -0.298 ซึ่งน้อยกว่าค่าวิกฤต t คือ 1.721 และค่า p -value มากกว่าค่านัยสำคัญ จึงยอมรับ H_0 คือ สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80

จากผลการทดสอบที่ไม่เป็นตามสมมติฐานจึงตั้งสมมติฐานการทดสอบเพิ่มเติมโดยทดสอบว่าผู้ใช้สามารถเขียนสคริปต์สำเร็จเกินกว่าครึ่งจากที่ได้ทำไปหรือไม่ และมากกว่าจำนวนร้อยละเต็มสิบเป็นเท่าใด โดยมีสมมติฐานสำหรับการทดสอบจำนวน 3 สมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานที่ 1

H_0 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50

H_1 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จมากกว่าร้อยละ 50

สมมติฐานที่ 2

H_0 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 60

H_1 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จมากกว่าร้อยละ 60

สมมติฐานที่ 3

H_0 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70

H_1 สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จมากกว่าร้อยละ 70

และการทดสอบสมมติฐานได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมความสามารถในการเรียนรู้ได้โดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์

ค่าสถิติ	สัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จมากกว่า		
	ร้อยละ 50	ร้อยละ 60	ร้อยละ 70
สถิติทดสอบ t	2.982	1.889	0.795
p -value	0.004	0.0364	0.218
ปฏิเสธ H_0	ปฏิเสธ	ปฏิเสธ	ยอมรับ

จากผลสถิติทดสอบในตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ผู้ใช้เขียนสคริปต์สำเร็จมากกว่าร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 5

บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการนำการเขียนโปรแกรมแบบวิซวลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในการนิยามสคริปต์ทาสก์ของแบบจำลองพีพีเอ็มเอ็นด้วยเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความโดยปราศจากความช่วยเหลือใด ๆ ผู้วิจัยได้เสนอเครื่องมือสำหรับพัฒนานิยามสคริปต์ทาสก์โดยมีเป้าหมายให้สามารถเขียนได้โดยง่ายและสามารถนำไปกระทำการบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ ได้ประกอบด้วย

- 1) ภาษาสคริปต์สำหรับสคริปต์ทาสก์ของพีพีเอ็มเอ็นซึ่งอธิบายการกระทำของสคริปต์และเป็นกลางระหว่างภาษาสคริปต์ในรูปแบบเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ใช้ชื่อว่า “เอกซ์บีพีสคริปต์”
- 2) เครื่องมือเอกซ์บีพีสคริปต์โดยอยู่ในรูปแบบการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก ซึ่งเป็นส่วนต่อประสานแบบวิซวลซึ่งง่ายต่อการใช้งานโดยผู้ใช้ทุกระดับ
- 3) เครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์ โดยสามารถสร้างเป็นสคริปต์ภาษาใด ๆ ได้จากเทมเพลตสำหรับภาษาที่ต้องการ ซึ่งจะเป็นสคริปต์ที่ถูกติดตั้งกับกระบวนการเพื่อใช้กระทำการต่อไป

5.1 เครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์

เครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์ได้ถูกประเมินความสามารถในการเรียนรู้ได้ให้ผลที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือจะเป็นประโยชน์ต่อการนิยามสคริปต์ทาสก์โดยสามารถเรียนรู้และใช้งานได้โดยง่าย ซึ่งในกรณีของผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์แต่ไม่ถนัดภาษาสคริปต์สามารถใช้เวลาในการเขียนสคริปต์ที่ลดลงหลังจากเวลาผ่านไปมากกว่า 1 สัปดาห์ และผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์สามารถเขียนสคริปต์ได้สำเร็จเป็นส่วนเกินกว่าร้อยละ 60 นอกจากนี้ยังง่ายต่อการใช้งานแล้วเครื่องมือยังให้ผลผลิตภาพที่ดีกว่าการเขียนโปรแกรมแบบแก้ไขข้อความซึ่งผลการวัดโดยใช้แบบจำลองเคแอลเอ็มให้ผลผลิตภาพที่ต่างกัน 109.8 บรรทัดต่อชั่วโมงอีกด้วย

5.2 เอกซ์บีพีสคริปต์และเครื่องมือสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาชุดเทมเพลตสำหรับสร้างสคริปต์ภาษาสคริปต์จำนวน 2 ภาษา คือ ภาษาจาวาสคริปต์และภาษารูวี แสดงให้เห็นว่าเอกซ์บีพีสคริปต์มีความเป็นกลางระหว่างภาษาสคริปต์สามารถนำไปสร้างเป็นภาษาสคริปต์ต่าง ๆ ได้ และนอกเหนือจากสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้แล้ว เอกซ์บีพีสคริปต์ยังสามารถถูกแปลงให้เป็นรูปแบบอื่นได้อีกดังที่ปรากฏในส่วนของเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบวิซวลที่สามารถแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์ให้เป็นแบบจำลองบล็อกเพื่อแก้ไขผ่านการ

เขียนโปรแกรมแบบบล็อก การแปลงเป็นภาษาใด ๆ จึงมีประโยชน์ช่วยให้แบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นไม่ต้องขึ้นต่อแพลตฟอร์มจากสคริปต์ที่กำหนดให้สคริปต์ทาสก์

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยยังได้บูรณาการเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สสำหรับการกระบวนการทางธุรกิจชื่อว่า แอททิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ และแสดงการประยุกต์ใช้โดยผู้ใช้ระบบเดิมแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งานเครื่องมือ ยกเว้นเพียงการนิยามสคริปต์ด้วยการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกเท่านั้น จึงแสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองปีพีเอ็มเอ็นได้จริง

5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. เครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้กับเฉพาะเครื่องมือที่พัฒนาแบบเว็บแอปพลิเคชันเท่านั้น
2. ฟังก์ชันของภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ยังไม่ครอบคลุมการใช้งานทางด้านธุรกิจ เช่น ไม่สามารถเชื่อมกับระบบภายนอกอย่างเช่นระบบจัดการฐานข้อมูลได้ และไม่สามารถแสดงรายการชื่อตัวแปรข้อมูลกระบวนการจากสคริปต์ทาสก์ก่อนหน้าโดยอัตโนมัติได้ เป็นต้น
3. รูปลักษณ์ของบล็อกที่พัฒนาสื่อความหมายการเชื่อมต่อกันได้ในระดับของ สเตทเมนต์ (รอยหยักด้านบนและรอยนูนด้านล่าง) และค่าข้อมูล (รอยหยักด้านขวาและรอยนูนด้านซ้าย) เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถสื่อถึงการเชื่อมต่อกันได้ในระดับของแต่ละบล็อก ซึ่งจะทราบได้ก็ต่อเมื่อลากบล็อกไปเทียบจุดเชื่อมว่าเชื่อมกันได้หรือไม่เท่านั้น
4. การนิยามฟังก์ชันเฉพาะในการวิจัยนี้เป็นการทำซ้ำกระบวนการพัฒนาเอกซ์บีพีสคริปต์ ซึ่งการนิยามฟังก์ชันใหม่ต้องมีพัฒนาหลายส่วน คือ นิยามสกีมาสำหรับฟังก์ชัน นิยามบล็อกสำหรับบล็อกกลี และเทมเพลตสำหรับสร้างสคริปต์ที่ใช้กระทำการได้ และต้องทำโดยผู้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการจัดการกระบวนการทางธุรกิจ
5. การประเมินไม่ได้เปรียบเทียบการใช้งานเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกระหว่างผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์กับผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์

5.4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นต่อไป

1. การพัฒนาเครื่องมือเขียนบล็อกบนแพลตฟอร์มอื่นที่ไม่ใช่เว็บ ที่สามารถเปลี่ยนนิยามบล็อกและแบบจำลองบล็อกของบล็อกได้
2. พัฒนาเพิ่มบล็อกฟังก์ชันที่สามารถใช้งานได้ง่ายให้ครอบคลุมการใช้งานในกระบวนการทางธุรกิจ
3. การพัฒนารูปลักษณะของบล็อกที่สามารถสื่อความหมายหรือประเภทการใช้งานของบล็อกได้ เช่น การเพิ่มรูปแบบของรูปลักษณะแสดงการเชื่อมต่อระหว่างบล็อก เป็นต้น
4. พัฒนาวีธีการนิยามฟังก์ชันเฉพาะที่สามารถทำได้โดยสะดวกและทำได้ในระดับของผู้ใช้
5. ประเมินผลเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องมือการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกระหว่างผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์และผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์เพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้ที่ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์สามารถใช้งานเทียบเท่าผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์หรือไม่



รายการอ้างอิง

- [1] Group, Object Management. Business Process Model and Notation (BPMN) version 2.0.1 [Online], 2013. Available from: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.1/PDF> [2014, Feb 23].
- [2] Herrington, J. Code Generation in Action. Manning, 2003.
- [3] Blockly. [Online]. Available from: <http://code.google.com/p/blockly> [2014, Feb 24].
- [4] Activiti. [Online]. Available from: <http://www.activiti.org> [2014, Mar 4].
- [5] Harold, E.R., and Means, W.S. XML in A Nutshell 3rd Edition. O'Reilly Media, 2004.
- [6] Oracle. JAXB Architecture. [Online]. Available from: <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/jaxb/intro/index.html> [2014, Feb 24].
- [7] Oracle. Introduction to JAXB. [Online]. Available from: <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/jaxb/intro/index.html> [2014, Feb 24].
- [8] Card, S.K., Moran, T.P., and Newell, A. The Keystroke-level Model for User Performance Time with Interactive Systems. pp. 396-410. In New York: Commu.ACM, 1972.
- [9] Msiska, M. F. a and Van Zijl, L. b. From visual scripting to Lua. pp. 94-99. Centurion: In ACM International Conference Proceeding Series, 2012.
- [10] Turbak, F., Sandu, S., Kotsopoulos, O., Erdman, E., Davis, E. and Chadha, K. Blocks languages for creating tangible artifacts. pp. 137-144. In Proceedings of IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing, VL/HCC, 2012.
- [11] Marron, A. a, Weiss, G. b and Wiener, G. c. A decentralized approach for programming interactive applications with javascript and blockly. pp. 59-69. Tucson: In SPLASH 2012: AGERE 2012 - Proceedings of the 2012 ACM Workshop on Programming Systems, Languages and Applications Based on Actors, Agents, and Decentralized Control Abstractions, 2012.

- [12] Yi, Q. POET: A scripting language for applying parameterized source-to-source program transformations. pp. 675-706. In Software - Practice and Experience, 2012.
- [13] Mascolo, C., Zanolin, L. and Emmerich, W. XMILE: An XML based approach for incremental code mobility and update. pp. 151-165. In Automated Software Engineering, 2002.
- [14] Atsumi, N. a, Kobayashi, T. a, Yamamoto, S. b and Agusa, K. a. An XML C source code interchange format for CASE tools. pp. 498-503. In Proceedings - International Computer Software and Applications Conference, 2011.
- [15] Salinas-Mendoza, A., Juarez-Martinez, U., Alor-Hernandez, G. and Olivares-Zepahua, B. A. Designing an XML-based Representation for CaesarJ Source Code. pp. 427-432. In Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA), 2011 IEEE, 2011.
- [16] Apache Software Foundation. Apache Velocity. Apache Software Foundation. [Online], 2010. Available from: <http://velocity.apache.org> [2014, Mar 4].



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

เอกซ์เอ็มแอลสกีมาของนิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์

ก.1 นิยามภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์

ซอร์ซโค้ดจากไฟล์ชื่อ xbpscript.xsd นิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์แสดงดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์

```
1: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2: <xs:schema xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
3:   xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
4:   targetNamespace="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
5:   elementFormDefault="qualified">
6:   <xs:complexType name="XBPScriptObject"
7:     abstract="true" />
8:   <xs:element name="xbpscript">
9:     <xs:complexType>
10:      <xs:complexContent>
11:        <xs:extension base="XBPScriptObject">
12:          <xs:group ref="blockStatements" minOccurs="0"
13:            maxOccurs="unbounded" />
14:        </xs:extension>
15:      </xs:complexContent>
16:    </xs:complexType>
17:  </xs:element>
18:  <!-- Comments -->
19:  <xs:element name="comment" type="xs:string" />
20:  <!-- Variable functions -->
21:  <xs:element name="var" type="VariableName" />
22:  <xs:simpleType name="VariableName">
23:    <xs:restriction base="xs:string">
24:      <xs:pattern value="[a-zA-Z][a-zA-Z0-9_]*" />
25:    </xs:restriction>
```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

26: </xs:simpleType>
27: <xs:element name="set" type="SetStatement" />
28: <xs:complexType name="SetStatement">
29:   <xs:choice>
30:     <xs:group ref="valueExpressions" />
31:   </xs:choice>
32:   <xs:attribute name="var" type="VariableName"
33:     use="required" />
34: </xs:complexType>
35: <!-- Literal values -->
36: <xs:element name="number" type="NumberLiteral" />
37: <xs:simpleType name="NumberLiteral">
38:   <xs:restriction base="xs:decimal" />
39: </xs:simpleType>
40: <xs:element name="text" type="TextLiteral" />
41: <xs:simpleType name="TextLiteral">
42:   <xs:restriction base="xs:string" />
43: </xs:simpleType>
44: <xs:element name="true" type="BooleanTrueLiteral" />
45: <xs:complexType name="BooleanTrueLiteral">
46:   <xs:complexContent>
47:     <xs:extension base="BooleanLiteral">
48:       <xs:sequence />
49:     </xs:extension>
50:   </xs:complexContent>
51: </xs:complexType>
52: <xs:element name="null" type="NullLiteral" />
53: <xs:complexType name="NullLiteral">
54:   <xs:sequence />
55: </xs:complexType>
56: <xs:element name="false" type="BooleanFalseLiteral" />
57: <xs:complexType name="BooleanFalseLiteral">
58:   <xs:complexContent>
59:     <xs:extension base="BooleanLiteral">

```


ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

60:     <xs:sequence />
61:   </xs:extension>
62: </xs:complexContent>
63: </xs:complexType>
64: <xs:complexType name="BooleanLiteral"
65:   abstract="true" />
66: <xs:element name="array" type="ArrayLiteral" />
67: <xs:complexType name="ArrayLiteral">
68:   <xs:choice maxOccurs="unbounded" minOccurs="0">
69:     <xs:group ref="valueExpressions" />
70:   </xs:choice>
71: </xs:complexType>
72: <!-- Arithmetic operations -->
73: <xs:element name="add" type="AddOperation" />
74: <xs:complexType name="AddOperation">
75:   <xs:complexContent>
76:     <xs:extension base="ArithmeticOperation">
77:       <xs:sequence />
78:     </xs:extension>
79:   </xs:complexContent>
80: </xs:complexType>
81: <xs:element name="subtract" type="SubtractOperation" />
82: <xs:complexType name="SubtractOperation">
83:   <xs:complexContent>
84:     <xs:extension base="ArithmeticOperation">
85:       <xs:sequence />
86:     </xs:extension>
87:   </xs:complexContent>
88: </xs:complexType>
89: <xs:element name="multiply" type="MultiplyOperation" />
90: <xs:complexType name="MultiplyOperation">
91:   <xs:complexContent>
92:     <xs:extension base="ArithmeticOperation">
93:       <xs:sequence />

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

94:     </xs:extension>
95: </xs:complexContent>
96: </xs:complexType>
97: <xs:element name="divide" type="DivideOperation" />
98: <xs:complexType name="DivideOperation">
99:   <xs:complexContent>
100:     <xs:extension base="ArithmeticOperation">
101:       <xs:sequence />
102:     </xs:extension>
103:   </xs:complexContent>
104: </xs:complexType>
105: <xs:complexType name="ArithmeticOperation"
106:   abstract="true">
107:   <xs:sequence maxOccurs="2" minOccurs="2">
108:     <xs:choice>
109:       <xs:group ref="numberValueExpressions" />
110:     </xs:choice>
111:   </xs:sequence>
112: </xs:complexType>
113: <xs:group name="arithmeticExpressions">
114:   <xs:choice>
115:     <xs:element ref="add" />
116:     <xs:element ref="subtract" />
117:     <xs:element ref="multiply" />
118:     <xs:element ref="divide" />
119:   </xs:choice>
120: </xs:group>
121: <!-- Logical opeations -->
122: <xs:element name="eq" type="EqualCompareOperation" />
123: <xs:complexType name="EqualCompareOperation">
124:   <xs:complexContent>
125:     <xs:extension base="CompareOperation">
126:       <xs:sequence />
127:     </xs:extension>

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

128: </xs:complexContent>
129: </xs:complexType>
130: <xs:element name="neq" type="NotEqualCompareOperation" />
131: <xs:complexType name="NotEqualCompareOperation">
132: <xs:complexContent>
133: <xs:extension base="CompareOperation">
134: <xs:sequence />
135: </xs:extension>
136: </xs:complexContent>
137: </xs:complexType>
138: <xs:element name="gt" type="GreaterThanCompareOperation" />
139: <xs:complexType name="GreaterThanCompareOperation">
140: <xs:complexContent>
141: <xs:extension base="NumberCompareOperation">
142: <xs:sequence />
143: </xs:extension>
144: </xs:complexContent>
145: </xs:complexType>
146: <xs:element name="gte"
147: type="GreaterThanOrEqualCompareOperation" />
148: <xs:complexType name="GreaterThanOrEqualCompareOperation">
149: <xs:complexContent>
150: <xs:extension base="NumberCompareOperation">
151: <xs:sequence />
152: </xs:extension>
153: </xs:complexContent>
154: </xs:complexType>
155: <xs:element name="lt" type="LessThanCompareOperation" />
156: <xs:complexType name="LessThanCompareOperation">
157: <xs:complexContent>
158: <xs:extension base="NumberCompareOperation">
159: <xs:sequence />
160: </xs:extension>
161: </xs:complexContent>

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

162: </xs:complexType>
163: <xs:element name="lte"
164:   type="LessThanOrEqualCompareOperation" />
165: <xs:complexType name="LessThanOrEqualCompareOperation">
166:   <xs:complexContent>
167:     <xs:extension base="NumberCompareOperation">
168:       <xs:sequence />
169:     </xs:extension>
170:   </xs:complexContent>
171: </xs:complexType>
172: <xs:element name="not" type="UnaryLogicOperation" />
173: <xs:complexType name="NotLogicOperation">
174:   <xs:complexContent>
175:     <xs:extension base="UnaryLogicOperation">
176:       <xs:sequence />
177:     </xs:extension>
178:   </xs:complexContent>
179: </xs:complexType>
180: <xs:element name="and" type="BinaryLogicOperation" />
181: <xs:complexType name="AndLogicOperation">
182:   <xs:complexContent>
183:     <xs:extension base="BinaryLogicOperation">
184:       <xs:sequence />
185:     </xs:extension>
186:   </xs:complexContent>
187: </xs:complexType>
188: <xs:element name="or" type="OrLogicOperation" />
189: <xs:complexType name="OrLogicOperation">
190:   <xs:complexContent>
191:     <xs:extension base="BinaryLogicOperation">
192:       <xs:sequence />
193:     </xs:extension>
194:   </xs:complexContent>
195: </xs:complexType>

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

196: <xs:complexType name="CompareOperation">
197:   <xs:group ref="valueExpressions" minOccurs="2"
198:     maxOccurs="2" />
199: </xs:complexType>
200: <xs:complexType name="NumberCompareOperation">
201:   <xs:sequence maxOccurs="2" minOccurs="2">
202:     <xs:choice>
203:       <xs:group ref="numberValueExpressions" />
204:     </xs:choice>
205:   </xs:sequence>
206: </xs:complexType>
207: <xs:complexType name="UnaryLogicOperation">
208:   <xs:sequence maxOccurs="1" minOccurs="1">
209:     <xs:group ref="booleanValueExpressions" />
210:   </xs:sequence>
211: </xs:complexType>
212: <xs:complexType name="BinaryLogicOperation">
213:   <xs:sequence maxOccurs="2" minOccurs="2">
214:     <xs:choice>
215:       <xs:group ref="booleanValueExpressions" />
216:     </xs:choice>
217:   </xs:sequence>
218: </xs:complexType>
219: <!-- Expression groups -->
220: <xs:group name="logicExpressions">
221:   <xs:choice>
222:     <xs:element ref="eq" />
223:     <xs:element ref="neq" />
224:     <xs:element ref="gt" />
225:     <xs:element ref="gte" />
226:     <xs:element ref="lt" />
227:     <xs:element ref="lte" />
228:     <xs:element ref="and" />
229:     <xs:element ref="or" />

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

230:   <xs:element ref="not" />
231: </xs:choice>
232: </xs:group>
233: <xs:group name="valueExpressions">
234:   <xs:choice>
235:     <xs:element ref="var" />
236:     <xs:element ref="array-get" />
237:     <xs:element ref="null" />
238:     <!-- Number -->
239:     <xs:element ref="number" />
240:     <xs:group ref="arithmeticExpressions" />
241:     <!-- Boolean -->
242:     <xs:element ref="true" />
243:     <xs:element ref="false" />
244:     <xs:group ref="logicExpressions" />
245:     <!-- Text -->
246:     <xs:element ref="text" />
247:     <!-- Text functions -->
248:     <xs:element ref="text-length" />
249:     <xs:element ref="text-char-at" />
250:     <xs:element ref="text-concat" />
251:     <!-- Array -->
252:     <xs:element ref="array" />
253:     <!-- Array functions -->
254:     <xs:element ref="array-size" />
255:   </xs:choice>
256: </xs:group>
257: <xs:group name="numberValueExpressions">
258:   <xs:choice>
259:     <xs:element ref="var" />
260:     <xs:element ref="array-get" />
261:     <xs:element ref="number" />
262:     <xs:group ref="arithmeticExpressions" />
263:     <!-- functions -->

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

264:   <xs:element ref="text-length" />
265:   <xs:element ref="array-size" />
266: </xs:choice>
267: </xs:group>
268: <xs:group name="booleanValueExpressions">
269:   <xs:choice>
270:     <xs:element ref="var" />
271:     <xs:element ref="array-get" />
272:     <xs:element ref="true" />
273:     <xs:element ref="false" />
274:     <xs:group ref="logicExpressions" />
275:   </xs:choice>
276: </xs:group>
277: <xs:group name="textValueExpressions">
278:   <xs:choice>
279:     <xs:element ref="var" />
280:     <xs:element ref="array-get" />
281:     <xs:element ref="text" />
282:     <!-- Functions -->
283:     <xs:element ref="text-char-at" />
284:     <xs:element ref="text-concat" />
285:   </xs:choice>
286: </xs:group>
287: <xs:group name="arrayValueExpressions">
288:   <xs:choice>
289:     <xs:element ref="var" />
290:     <xs:element ref="array-get" />
291:     <xs:element ref="array" />
292:   </xs:choice>
293: </xs:group>
294: <!-- Statements -->
295: <!-- ### Logic Statement ### -->
296: <xs:element name="when" type="BlockCondition" />
297: <xs:complexType name="BlockCondition">

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

298: <xs:choice minOccurs="1" maxOccurs="1">
299:   <xs:group ref="booleanValueExpressions" />
300: </xs:choice>
301: </xs:complexType>
302: <xs:group name="ifBlocks">
303:   <xs:sequence>
304:     <xs:element name="if" type="IfBlockStatement" />
305:     <xs:element name="else-if" type="IfBlockStatement"
306:       minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
307:     <xs:element name="else" type="ElseBlockStatement"
308:       minOccurs="0" maxOccurs="1" />
309:   </xs:sequence>
310: </xs:group>
311: <xs:group name="ifBlocksInLoop">
312:   <xs:sequence>
313:     <xs:element name="if" type="IfBlockStatementInLoop" />
314:     <xs:element name="else-if" type="IfBlockStatementInLoop"
315:       minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
316:     <xs:element name="else" type="ElseBlockStatementInLoop"
317:       minOccurs="0" maxOccurs="1" />
318:   </xs:sequence>
319: </xs:group>
320: <xs:complexType name="IfBlockStatement">
321:   <xs:sequence>
322:     <xs:element ref="when" />
323:     <xs:group ref="blockStatements" minOccurs="0"
324:       maxOccurs="unbounded" />
325:   </xs:sequence>
326: </xs:complexType>
327: <xs:complexType name="IfBlockStatementInLoop">
328:   <xs:sequence>
329:     <xs:element ref="when" />
330:     <xs:group ref="loopBlockStatments" minOccurs="0"
331:       maxOccurs="unbounded" />

```


ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

332: </xs:sequence>
333: </xs:complexType>
334: <xs:complexType name="ElseBlockStatement">
335: <xs:sequence>
336: <xs:group ref="blockStatements" minOccurs="0"
337:   maxOccurs="unbounded" />
338: </xs:sequence>
339: </xs:complexType>
340: <xs:complexType name="ElseBlockStatementInLoop">
341: <xs:sequence>
342: <xs:group ref="loopBlockStatments" minOccurs="0"
343:   maxOccurs="unbounded" />
344: </xs:sequence>
345: </xs:complexType>
346: <!-- ### Loop Statement ### -->
347: <!-- WHILE -->
348: <xs:element name="while" type="WhileBlockStatement" />
349: <xs:element name="condition" type="BlockCondition" />
350: <xs:complexType name="WhileBlockStatement">
351: <xs:sequence>
352: <xs:element ref="condition" />
353: <xs:group ref="loopBlockStatments" minOccurs="0"
354:   maxOccurs="unbounded" />
355: </xs:sequence>
356: </xs:complexType>
357: <!-- FOR -->
358: <xs:element name="for" type="ForBlockStatement" />
359: <xs:element name="begin" type="ForParameter" />
360: <xs:element name="end" type="ForParameter" />
361: <xs:element name="step" type="ForParameter" />
362: <xs:complexType name="ForParameter">
363: <xs:group ref="numberValueExpressions" />
364: </xs:complexType>
365: <xs:complexType name="ForBlockStatement">

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

366: <xs:sequence>
367:   <xs:element ref="begin" />
368:   <xs:element ref="end" />
369:   <xs:element ref="step" />
370:   <xs:group ref="loopBlockStatments" minOccurs="0"
371:     maxOccurs="unbounded" />
372: </xs:sequence>
373: <xs:attribute name="var" type="VariableName"
374:   use="required" />
375: </xs:complexType>
376: <!-- FOREACH -->
377: <xs:element name="for-each" type="ForEachBlockStatement" />
378: <xs:complexType name="ForEachBlockStatement">
379:   <xs:group ref="loopBlockStatments" minOccurs="0"
380:     maxOccurs="unbounded" />
381:   <xs:attribute name="var" type="VariableName"
382:     use="required" />
383:   <xs:attribute name="items" type="VariableName"
384:     use="required" />
385: </xs:complexType>
386: <xs:element name="break" type="BreakStatement" />
387: <xs:complexType name="BreakStatement">
388:   <xs:sequence />
389: </xs:complexType>
390: <xs:element name="continue" type="ContinueStatement" />
391: <xs:complexType name="ContinueStatement">
392:   <xs:sequence />
393: </xs:complexType>
394: <!-- ## Process Data Integration -->
395: <xs:element name="import" type="ImportProcessDataStatement" />
396: <xs:complexType name="ImportProcessDataStatement">
397:   <xs:sequence />
398:   <xs:attribute name="processVar" type="VariableName"
399:     use="required" />

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

400: <xs:attribute name="var" type="VariableName"
401:   use="required" />
402: </xs:complexType>
403: <xs:element name="export" type="ExportProcessDataStatement" />
404: <xs:complexType name="ExportProcessDataStatement">
405:   <xs:group ref="valueExpressions" maxOccurs="1"
406:     minOccurs="1" />
407:   <xs:attribute name="processVar" type="VariableName"
408:     use="required" />
409: </xs:complexType>
410: <xs:group name="blockStatements">
411:   <xs:choice>
412:     <xs:element ref="set" />
413:     <xs:element ref="comment" />
414:     <xs:group ref="ifBlocks" />
415:     <xs:element ref="while" />
416:     <xs:element ref="for" />
417:     <xs:element ref="for-each" />
418:     <xs:element ref="import" />
419:     <xs:element ref="export" />
420:     <xs:element ref="array-set" />
421:     <xs:any namespace="##other" processContents="strict" />
422:   </xs:choice>
423: </xs:group>
424: <!-- Any block within loop may contains 'break' and 'continue'
425:   statement. -->
426: <xs:group name="loopBlockStatments">
427:   <xs:choice>
428:     <!-- core language statements -->
429:     <xs:element ref="set" />
430:     <xs:element ref="comment" />
431:     <xs:group ref="ifBlocksInLoop" />
432:     <xs:element ref="while" />
433:     <xs:element ref="for" />

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

434:   <xs:element ref="for-each" />
435:   <!-- process data statements -->
436:   <xs:element ref="import" />
437:   <xs:element ref="export" />
438:   <!-- function statements -->
439:   <xs:element ref="array-set" />
440:   <xs:element ref="break" />
441:   <xs:element ref="continue" />
442:   <xs:any namespace="##other" processContents="strict" />
443: </xs:choice>
444: </xs:group>
445: <!-- Functions -->
446: <!-- commons -->
447: <xs:element name="index" type="IndexParameter" />
448: <xs:complexType name="IndexParameter">
449:   <xs:group ref="numberValueExpressions"></xs:group>
450: </xs:complexType>
451: <xs:element name="value" type="ValueParameter" />
452: <xs:complexType name="ValueParameter">
453:   <xs:group ref="valueExpressions"></xs:group>
454: </xs:complexType>
455: <!-- Text functions -->
456: <xs:element name="text-length" type="TextLengthFunction" />
457: <xs:complexType name="TextLengthFunction">
458:   <xs:group ref="textValueExpressions" />
459: </xs:complexType>
460: <xs:element name="text-concat" type="TextConcatFunction" />
461: <xs:complexType name="TextConcatFunction">
462:   <xs:group ref="textValueExpressions" minOccurs="2"
463:     maxOccurs="2" />
464: </xs:complexType>
465: <xs:element name="text-char-at" type="TextCharAtFunction" />
466: <xs:complexType name="TextCharAtFunction">
467:   <xs:sequence>

```

ตารางที่ ก.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามโครงสร้างภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

```

468:     <xs:element ref="index" />
469:     <xs:group ref="textValueExpressions"></xs:group>
470: </xs:sequence>
471: </xs:complexType>
472: <!-- Array Functions -->
473: <xs:element name="array-size" type="ArraySizeFunction" />
474: <xs:complexType name="ArraySizeFunction">
475:   <xs:group ref="arrayValueExpressions" />
476: </xs:complexType>
477: <xs:element name="array-get" type="ArrayGetFunction" />
478: <xs:complexType name="ArrayGetFunction">
479:   <xs:sequence>
480:     <xs:element ref="index" />
481:   </xs:sequence>
482:   <xs:attribute name="var" type="VariableName"
483:     use="required" />
484: </xs:complexType>
485: <xs:element name="array-set" type="ArraySetFunction" />
486: <xs:complexType name="ArraySetFunction">
487:   <xs:sequence>
488:     <xs:element ref="index" />
489:     <xs:element ref="value" />
490:   </xs:sequence>
491:   <xs:attribute name="var" type="VariableName"
492:     use="required" />
493: </xs:complexType>
494: </xs:schema>

```

ก.2 นิยามแท็กฟังก์ชันเฉพาะของเอกซ์บีฟิสคริปต์

ซอร์สโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมาจากไฟล์ชื่อ xbpscript-functions.xsd นิยามฟังก์ชันต่อขยาย เอกซ์บีฟิสคริปต์แสดงดังตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 ซอร์สโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับเอกซ์บีฟิสคริปต์

```

1: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2: <xs:schema xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions"
3:   xmlns:xs=http://www.w3.org/2001/XMLSchema
4:   xmlns:x="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
5:   targetNamespace="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions"
6:   elementFormDefault="qualified">
7:   <xs:import namespace="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
8:     schemaLocation="xbpscript.xsd"></xs:import>
9:   <xs:element name="shipment-cost">
10:    <xs:complexType>
11:      <xs:sequence>
12:        <xs:element name="net-weight" maxOccurs="1" minOccurs="1">
13:          <xs:complexType>
14:            <xs:group ref="x:numberValueExpressions" minOccurs="1"
15:              maxOccurs="1" />
16:          </xs:complexType>
17:        </xs:element>
18:        <xs:element name="with-type" maxOccurs="1" minOccurs="1">
19:          <xs:complexType>
20:            <xs:group ref="x:textValueExpressions" minOccurs="1"
21:              maxOccurs="1" />
22:          </xs:complexType>
23:        </xs:element>
24:        <xs:element name="shipment-type" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
25:          <xs:complexType>
26:            <xs:sequence>
27:              <xs:element name="shipment-criteria" minOccurs="0"
28:                maxOccurs="unbounded">
29:                <xs:complexType>

```

ตารางที่ ก.2 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับเอกซ์บีบีเอสคริปต์ (ต่อ)

```

30:         <xs:attribute name="operation" type="logicOperationType"
31:           use="required" />
32:         <xs:attribute name="weight" type="xs:double" use="required">
33:           <xs:annotation>
34:             <xs:documentation>weight in grams</xs:documentation>
35:           </xs:annotation>
36:         </xs:attribute>
37:         <xs:attribute name="price" type="xs:double" use="required" />
38:       </xs:complexType>
39:     </xs:element>
40:     <xs:element name="shipment-default" minOccurs="0"
41:       maxOccurs="1">
42:       <xs:complexType>
43:         <xs:attribute name="price" type="xs:double" use="required" />
44:       </xs:complexType>
45:     </xs:element>
46:   </xs:sequence>
47:   <xs:attribute name="name" type="xs:string" />
48: </xs:complexType>
49: </xs:element>
50: </xs:sequence>
51: <xs:attribute name="outputVar" type="x:VariableName"
52:   use="required" />
53: </xs:complexType>
54: </xs:element>
55: <xs:element name="to-thai-currency-reading">
56:   <xs:complexType>
57:     <xs:sequence>
58:       <xs:element name="currency-value" minOccurs="1"
59:         maxOccurs="1">
60:         <xs:complexType>
61:           <xs:group ref="x:numberValueExpressions"></xs:group>
62:         </xs:complexType>
63:       </xs:element>

```

ตารางที่ ก.2 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับเอกซ์บีบีเอสคริปต์ (ต่อ)

```

64:     </xs:sequence>
65:     <xs:attribute name="outputVar" type="x:VariableName"
66:         use="required" />
67: </xs:complexType>
68: </xs:element>
69: <xs:element name="now-as-text">
70:     <xs:complexType>
71:         <xs:attribute name="pattern" type="xs:string" use="required" />
72:         <xs:attribute name="locale" type="xs:string" use="optional" />
73:         <xs:attribute name="outputVar" type="x:VariableName"
74:             use="required" />
75:     </xs:complexType>
76: </xs:element>
77: <xs:element name="convert-currency">
78:     <xs:complexType>
79:         <xs:sequence>
80:             <xs:element name="exchange-amount" minOccurs="1"
81:                 maxOccurs="1">
82:                 <xs:complexType>
83:                     <xs:group ref="x:numberValueExpressions" />
84:                 </xs:complexType>
85:             </xs:element>
86:             <xs:element name="to-currency" minOccurs="1" maxOccurs="1">
87:                 <xs:complexType>
88:                     <xs:group ref="x:textValueExpressions" />
89:                 </xs:complexType>
90:             </xs:element>
91:             <xs:element name="exchange-rate" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
92:                 <xs:complexType>
93:                     <xs:sequence />
94:                     <xs:attribute name="currencyUnit" type="xs:string"
95:                         use="required" />
96:                     <xs:attribute name="rate" type="xs:double" use="required" />
97:                 </xs:complexType>

```


ตารางที่ ก.2 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับเอกซ์บีบีเอสคริปต์ (ต่อ)

```

98:     </xs:element>
99: </xs:sequence>
100: <xs:attribute name="fromCurrency" type="xs:string" use="required" />
101: <xs:attribute name="outputVar" type="x:VariableName"
102:     use="required" />
103: </xs:complexType>
104: </xs:element>
105: <xs:element name="discount-on-total-price">
106: <xs:complexType>
107: <xs:sequence>
108: <xs:element name="total-price" minOccurs="1" maxOccurs="1">
109: <xs:complexType>
110: <xs:group ref="x:numberValueExpressions"></xs:group>
111: </xs:complexType>
112: </xs:element>
113: <xs:element name="discount-criteria" minOccurs="0"
114:     maxOccurs="unbounded">
115: <xs:complexType>
116: <xs:attribute name="operation" type="logicOperationType"
117:     use="required" />
118: <xs:attribute name="totalPrice" type="xs:double" use="required" />
119: <xs:attribute name="discountValue" type="xs:double"
120:     use="required" />
121: <xs:attribute name="valueType" default="value"
122:     type="discountValueType" />
123: </xs:complexType>
124: </xs:element>
125: </xs:sequence>
126: <xs:attribute name="outputVar" type="x:VariableName"
127:     use="required" />
128: </xs:complexType>
129: </xs:element>
130: <!-- Attribute types -->
131: <xs:simpleType name="discountValueType">

```

ตารางที่ ก.2 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลสกีมานิยามฟังก์ชันเฉพาะสำหรับเอกซ์บีบีเอสคริปต์ (ต่อ)

```
132: <xs:restriction base="xs:string">
133:   <xs:enumeration value="value" />
134:   <xs:enumeration value="percent" />
135: </xs:restriction>
136: </xs:simpleType>
137: <xs:simpleType name="logicOperationType">
138:   <xs:restriction base="xs:string">
139:     <xs:enumeration value="eq" />
140:     <xs:enumeration value="neq" />
141:     <xs:enumeration value="lt" />
142:     <xs:enumeration value="lte" />
143:     <xs:enumeration value="gt" />
144:     <xs:enumeration value="gte" />
145:   </xs:restriction>
146: </xs:simpleType>
147: </xs:schema>
```

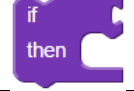
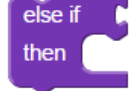
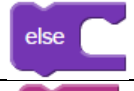
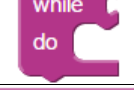
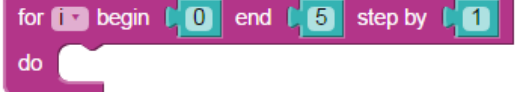
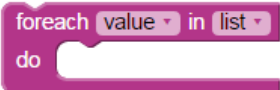
ภาคผนวก ข
การนิยามบล็อกสำหรับเอกซ์บีพีสคริปต์

ข.1 รายการรูปลักษณะบล็อกสำหรับแท็กฟังก์ชันพื้นฐานของเอกซ์บีพีสคริปต์


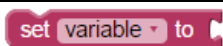
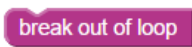
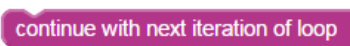

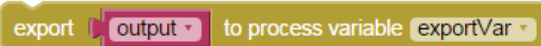
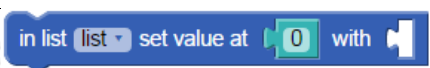
รูปลักษณะของบล็อกพัฒนาขึ้นบนเครื่องมือบล็อกที่แสดงแทนแต่ละแท็กของเอกซ์บีพีสคริปต์จะแสดงตามการจัดกลุ่มตามชนิดของแท็ก ได้แก่

- 1) บล็อกสเตทเมนต์
- 2) สเตทเมนต์
- 3) นิพจน์
- 4) สัญพจน์

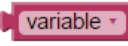
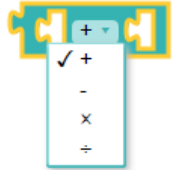
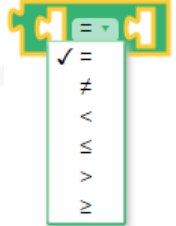



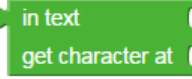
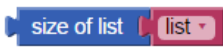
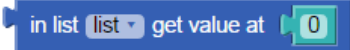
ตารางที่ ข.1 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดบล็อกสเตทเมนต์

แท็กเอกซ์บีพีสคริปต์	บล็อก
xbpscript	
if	
else-if	
else	
while	
for	
for-each	



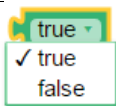

ตารางที่ ข.2 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีทีสคริปต์ชนิดสเตทเมนต์

แท็กเอกซ์บีทีสคริปต์	บล็อก
comment	 (อยู่ในทุกบล็อกในรูปแบบไอคอนรูปเครื่องหมายคำถาม)
set	
break	
continue	
import	
export	
array-set	

ตารางที่ ข.3 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีทีสคริปต์ชนิดนิพจน์

แท็กเอกซ์บีทีสคริปต์	บล็อก
var	
add, subtract, multiply, divide	
eq, neq, gte, gt, lt, lte	
array	
text-length	
text-concat	
text-char-at	
array-size	
array-get	

ตารางที่ ข.4 รายการบล็อกสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ชนิดสัญญาณ

แท็กเอกซ์บีพีสคริปต์	บล็อก
number	
text	
true, false	
null	

ข.2 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์จากบล็อกของบล็อกลี

ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js

```

1: 'use strict';
2: goog.provide('Blockly.XBPScript');
3: goog.require('Blockly.Generator');
4: Blockly.XBPScript = new Blockly.Generator('XBPScript');
5: Blockly.XBPScript
6:   .addReservedWords('and,as,assert,break,class,continue,def,del,elif,else,'
7:     + 'except,exec,finally,for,from,global,if,import,in,is,lambda,'
8:     + 'not,or,pass,print,raise,return,try,while,with,yield,True,False,'
9:     + 'None,NotImplemented,Ellipsis,__debug__,quit,exit,copyright,license'
10:    + ',credits,abs,divmod,input,open,staticmethod,all,enumerate,int,ord'
11:    + ',str,any,eval,isinstance,pow,sum,basestring,execfile,issubclass,'
12:    + 'print,super,bin,file,iter,property,tuple,bool,filter,len,range,'
13:    + 'type,bytearray,float,list,raw_input,unichr,callable,format,locals,'
14:    + 'reduce,unicode,chr,frozenset,long,reload,vars,classmethod,getattr,'
15:    + 'map,repr,xrange,cmp,globals,max,reversed,zip,compile,hasattr,memoryview,'
16:    + 'round,__import__,complex,hash,min,set,apply,delattr,help,next,setattr,'
17:    + 'buffer,dict,hex,object,slice,coerce,dir,id,oct,sorted,intern');
18:
19: Blockly.XBPScript.FALSE = '<false />';
20: Blockly.XBPScript.TRUE = '<true />';
21: Blockly.XBPScript.ORDER_ATOMIC = 0; // 0 "" ...
22: Blockly.XBPScript.ORDER_COLLECTION = 1; // tuples, lists, dictionaries

```

ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js (ต่อ)

23:	Blockly.XBPScript.ORDER_STRING_CONVERSION = 1; // `expression...`
24:	Blockly.XBPScript.ORDER_MEMBER = 2; // . []
25:	Blockly.XBPScript.ORDER_FUNCTION_CALL = 2; // ()
26:	Blockly.XBPScript.ORDER_EXPONENTIATION = 3; // **
27:	Blockly.XBPScript.ORDER_UNARY_SIGN = 4; // + -
28:	Blockly.XBPScript.ORDER_BITWISE_NOT = 4; // ~
29:	Blockly.XBPScript.ORDER_MULTIPLICATIVE = 5; // * // %
30:	Blockly.XBPScript.ORDER_ADDITIVE = 6; // + -
31:	Blockly.XBPScript.ORDER_BITWISE_SHIFT = 7; // << >>
32:	Blockly.XBPScript.ORDER_BITWISE_AND = 8; // &
33:	Blockly.XBPScript.ORDER_BITWISE_XOR = 9; // ^
34:	Blockly.XBPScript.ORDER_BITWISE_OR = 10; //
35:	Blockly.XBPScript.ORDER_RELATIONAL = 11; // in, not in, is, is not,
36:	// <, <=, >, >=, <>, !=, ==
37:	Blockly.XBPScript.ORDER_LOGICAL_NOT = 12; // not
38:	Blockly.XBPScript.ORDER_LOGICAL_AND = 13; // and
39:	Blockly.XBPScript.ORDER_LOGICAL_OR = 14; // or
40:	Blockly.XBPScript.ORDER_CONDITIONAL = 15; // if else
41:	Blockly.XBPScript.ORDER_LAMBDA = 16; // lambda
42:	Blockly.XBPScript.ORDER_NONE = 99; // (...)
43:	
44:	Blockly.XBPScript.INFINITE_LOOP_TRAP = null;
45:	
46:	Blockly.XBPScript.FUNCTION_NAME_PLACEHOLDER_ = '{{{}}}';
47:	Blockly.XBPScript.FUNCTION_NAME_PLACEHOLDER_REGEXP_ = new RegExp(
48:	Blockly.XBPScript.FUNCTION_NAME_PLACEHOLDER_, 'g');
49:	
50:	Blockly.XBPScript.TAG_DATA_IMPORT = 'import';
51:	Blockly.XBPScript.TAG_DATA_EXPORT = 'export';
52:	Blockly.XBPScript.TAG_VAR_GET = 'var';
53:	Blockly.XBPScript.TAG_VAR_SET = 'set';
54:	Blockly.XBPScript.ELEM_NULL = '<null />';
55:	Blockly.XBPScript.TAG_NUMBER = 'number';
56:	Blockly.XBPScript.TAG_TEXT = 'text';

ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js (ต่อ)

57:	Blockly.XBPScript.ELEM_BOOL_TRUE = '<true />';
58:	Blockly.XBPScript.ELEM_BOOL_FALSE = '<false />';
59:	Blockly.XBPScript.TAG_IF = 'if';
60:	Blockly.XBPScript.TAG_WHEN = 'when';
61:	Blockly.XBPScript.TAG_ELSE_IF = 'else-if';
62:	Blockly.XBPScript.TAG_ELSE = 'else';
63:	Blockly.XBPScript.TAG_WHILE = 'while';
64:	Blockly.XBPScript.TAG_CONDITION = 'condition';
65:	Blockly.XBPScript.TAG_FOR = 'for';
66:	Blockly.XBPScript.TAG_FOR_EACH = 'for-each';
67:	Blockly.XBPScript.ELEM_BREAK = '<break />';
68:	Blockly.XBPScript.ELEM_CONTINUE = '<continue />';
69:	Blockly.XBPScript.TAG_ADDITION = 'add';
70:	Blockly.XBPScript.TAG_SUBTRACT = 'subtract';
71:	Blockly.XBPScript.TAG_MULTIPLY = 'multiply';
72:	Blockly.XBPScript.TAG_DIVIDE = 'divide';
73:	Blockly.XBPScript.TAG_EQUALS = 'eq';
74:	Blockly.XBPScript.TAG_NOT_EQUALS = 'neq';
75:	Blockly.XBPScript.TAG_LESSER_THAN = 'lt';
76:	Blockly.XBPScript.TAG_LESSER_THAN_OR_EQUAL = 'lte';
77:	Blockly.XBPScript.TAG_GREATER_THAN = 'gt';
78:	Blockly.XBPScript.TAG_GREATER_THAN_OR_EQUAL = 'gte';
79:	Blockly.XBPScript.TAG_LOGIC_AND = 'and';
80:	Blockly.XBPScript.TAG_LOGIC_OR = 'or';
81:	Blockly.XBPScript.TAG_LOGIC_NEGATE = 'not';
82:	Blockly.XBPScript.TAG_TEXT_CONCAT = 'text-concat';
83:	Blockly.XBPScript.TAG_TEXT_LENGTH = 'text-length';
84:	Blockly.XBPScript.TAG_TEXT_CHAR_AT = 'text-char-at';
85:	Blockly.XBPScript.TAG_ARRAY = 'array';
86:	Blockly.XBPScript.TAG_ARRAY_COUNT = 'array-size';
87:	Blockly.XBPScript.TAG_ARRAY_GET = 'array-get';
88:	Blockly.XBPScript.TAG_ARRAY_SET = 'array-set';
89:	// extended functions
90:	Blockly.XBPScript.TAG_FN_SHIPMENT_COST = 'shipment-cost';

ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์ทีบีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js (ต่อ)

```

91: Blockly.XBPScript.TAG_FN_TO_THAI_CURRENCY_READING = 'thai-currency-number-to-words';
92: Blockly.XBPScript.TAG_FN_DISCOUNT_ON_TOTAL_PRICE = 'discount-on-total-price';
93: Blockly.XBPScript.TAG_FN_NOW_AS_TEXT = 'current-datetime-as-text';
94: Blockly.XBPScript.TAG_FN_CONVERT_CURRENCY = 'currency-exchange';
95:
96: Blockly.XBPScript.EXT_NAMESPACES = {
97:   fn : {
98:     prefix : "fn",
99:     xmlns : "http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions"
100:   }
101: };
102:
103: Blockly.XBPScript.init = function() {
104:   Blockly.XBPScript.functionNames_ = Object.create(null);
105:   Blockly.XBPScript.extensionNamespaces_ = {
106:     prefixes : [],
107:     add : function(prefix) {
108:       if (this.prefixes.indexOf(prefix) == -1) {
109:         this.prefixes.push(prefix);
110:       }
111:     }
112:   };
113:   if (Blockly.Variables) {
114:     if (!Blockly.XBPScript.variableDB_) {
115:       Blockly.XBPScript.variableDB_ = new Blockly.Names(
116:         Blockly.XBPScript.RESERVED_WORDS_);
117:     } else {
118:       Blockly.XBPScript.variableDB_.reset();
119:     }
120:
121:     var defvars = [];
122:     var variables = Blockly.Variables.allVariables();
123:     for ( var x = 0; x < variables.length; x++) {
124:       defvars[x] = '<define var='

```


ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js (ต่อ)

```

125:         + Blockly.XBPScript.variableDB_.getName(variables[x],
126:             Blockly.Variables.NAME_TYPE)
127:         + "><null /></define>';
128:     }
129:     Blockly.XBPScript.definitions_['variables'] = defvars.join('\n');
130: }
131: };
132: Blockly.XBPScript.finish = function(code) {
133:     var extNs = "";
134:     for ( var p = 0; p < Blockly.XBPScript.extensionNamespaces_.prefixes.length; p++) {
135:         var prefix = Blockly.XBPScript.extensionNamespaces_.prefixes;
136:         extNs += ' xmlns:' + prefix + '='
137:             + Blockly.XBPScript.EXT_NAMESPACES[prefix].xmlns + "";
138:     }
139: }
140: return '<xbpscript xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript" + extNs
141:     + '>\n' + code + '</xbpscript>';
142: };
143:
144: Blockly.XBPScript.scrubNakedValue = function(line) {
145:     return line + '\n';
146: };
147: Blockly.XBPScript.quote_ = function(string) {
148:     string = string.replace(/>/g, '&gt;').replace(/</g, '&lt;');
149:     var tag = Blockly.XBPScript.TAG_TEXT;
150:     return '<' + tag + '>' + string + '</' + tag + '>';
151: };
152:
153: Blockly.XBPScript.number_ = function(number) {
154:     var tag = Blockly.XBPScript.TAG_NUMBER;
155:     return '<' + tag + '>' + number + '</' + tag + '>';
156: };
157:
158: Blockly.XBPScript.scrub_ = function(block, code) {

```

ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js (ต่อ)

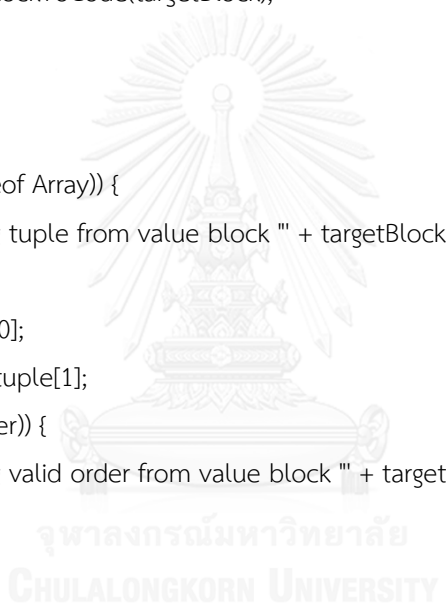
```

159: if (code === null) {
160:     return "";
161: }
162: var commentCode = "";
163: if (!block.outputConnection || !block.outputConnection.targetConnection) {
164:     var comment = block.getCommentText();
165:     if (comment) {
166:         commentCode += comment.replace(/>/g, '&gt;').replace(/</g, '&lt;');
167:     }
168:     for ( var x = 0; x < block.inputList.length; x++) {
169:         if (block.inputList[x].type == Blockly.INPUT_VALUE) {
170:             var childBlock = block.inputList[x].connection.targetBlock();
171:             if (childBlock) {
172:                 var comment = this.allNestedComments(childBlock);
173:                 if (comment) {
174:                     commentCode += "\n"
175:                         + comment.replace(/>/g, '&gt;').replace(/</g,
176:                             '&lt;');
177:                 }
178:             }
179:         }
180:     }
181: }
182: var nextBlock = block.nextConnection && block.nextConnection.targetBlock();
183: var nextCode = this.blockToCode(nextBlock);
184: if (commentCode != "") {
185:     commentCode = '<comment>' + commentCode + '</comment>\n';
186: }
187: return commentCode + code + nextCode;
188: };
189:
190: Blockly.XBPScript.provideFunction_ = function(desiredName, code) {
191:     return "";
192: };

```

ตารางที่ ข.5 ซอร์ซโค้ดนิยามการสร้างเอกซ์บีพีสคริปต์ไฟล์ xbpscript.js (ต่อ)

```
193:
194: Blockly.XBPScript.valueToCode = function(block, name, order) {
195:   if (isNaN(order)) {
196:     throw 'Expecting valid order from block "' + block.type + '"';
197:   }
198:   var targetBlock = block.getInputTargetBlock(name);
199:   if (!targetBlock) {
200:     return "";
201:   }
202:   var tuple = this.blockToCode(targetBlock);
203:   if (tuple === "") {
204:     return "";
205:   }
206:   if (!(tuple instanceof Array)) {
207:     throw 'Expecting tuple from value block "' + targetBlock.type + '"';
208:   }
209:   var code = tuple[0];
210:   var innerOrder = tuple[1];
211:   if (isNaN(innerOrder)) {
212:     throw 'Expecting valid order from value block "' + targetBlock.type
213:       + '"';
214:   }
215:   return code;
216: };
```



ข.3 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อก

ตารางที่ ข.6 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อก

```

1: XBPScriptXml = function() {};
2:
3: XBPScriptXml.prototype.toBlocklyXml = function(xbpscriptXml, processVars) {
4:   var oParser = new DOMParser();
5:   var script = oParser.parseFromString(xbpscriptXml, 'text/xml');
6:   this.processVars = [];
7:   if (processVars && processVars instanceof Array) {
8:     this.processVars = processVars;
9:   }
10:  var nodes = script.firstChild.childNodes;
11:  statements = [];
12:  for ( var i = 0; i < nodes.length; i++) {
13:    var node = nodes[i];
14:    if (node.nodeType == 1) {
15:      statements.push(node);
16:    }
17:  }
18:  var code = this.statementToBlock(statements);
19:  return this.finish(code);
20: };
21:
22: XBPScriptXml.prototype.statementToBlock = function(statements) {
23:  var code = "";
24:  var comments = [];
25:  while (statements.length > 0) {
26:    var smt = statements.shift();
27:    if (smt.nodeName == 'comment') {
28:      comments.push(smt.childNodes[0].nodeValue);
29:      continue;
30:    } else {
31:      var generator = XBPScriptXml[smt.nodeName];
32:      if (generator) {

```

ตารางที่ ข.6 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อก (ต่อ)

```

33:     var nextBlock = null;
34:     if (statements.length > 0) {
35:         nextBlock = this.statementToBlock(statements);
36:     }
37:     var blockValue = generator.getValue(this, smt);
38:     code += '<block ' + generator.attributes + '>';
39:     code += blockValue;
40:     if (comments.length > 0) {
41:         code += this.generateComment(comments);
42:     }
43:     if (nextBlock) {
44:         code += '<next>' + nextBlock + '</next>';
45:     }
46:     code += '</block>';
47: }
48: }
49: }
50: return code;
51: };
52:
53: XBPScriptXml.prototype.valueToBlock = function(value) {
54:     if (!value) {
55:         return "";
56:     }
57:     var generator = XBPScriptXml[value.nodeName];
58:     var code = "";
59:     if (generator) {
60:         var blockValue = generator.getValue(this, value);
61:         code += '<block ' + generator.attributes + '>';
62:         code += blockValue;
63:         code += '</block>';
64:     }
65:     return code;
66: };

```

ตารางที่ ข.6 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อก (ต่อ)

```

67:
68: XBPScriptXml.prototype.generateComment = function(comments) {
69:   if (comments instanceof Array) {
70:     return '<comment pinned="false" h="80" w="160">' + comments.join('\n')
71:       + '</comment>';
72:   }
73:   return "";
74: };
75:
76: XBPScriptXml.prototype.finish = function(code) {
77:   var xml = '<xml xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">';
78:   xml += '<block type="xbpscript_base" deletable="false" movable="false" x="0" y="0">';
79:   xml += '<mutation variablesCount="' + this.processVars.length + "'>';
80:   for ( var i = 0; i < this.processVars.length; i++) {
81:     xml += '<variable name="' + this.processVars[i] + "'/>';
82:   }
83:   xml += '</mutation>';
84:   xml += this.createStatement('STATEMENTS', code);
85:   xml += '</block></xml>';
86:   return xml;
87: };
88:
89: XBPScriptXml.prototype.firstElement = function(parent) {
90:   var nodes = parent.childNodes;
91:   for ( var x = 0; x < nodes.length; x++) {
92:     if (nodes[x].nodeType == 1) {
93:       return nodes[x];
94:     }
95:   }
96: };
97:
98: XBPScriptXml.prototype.getText = function(node) {
99:   var text = node.childNodes[0];
100:  if (!text) {

```

ตารางที่ ข.6 ซอร์ซโค้ดส่วนจัดการการแปลงเอกซ์บีพีสคริปต์เป็นแบบจำลองบล็อกลี (ต่อ)

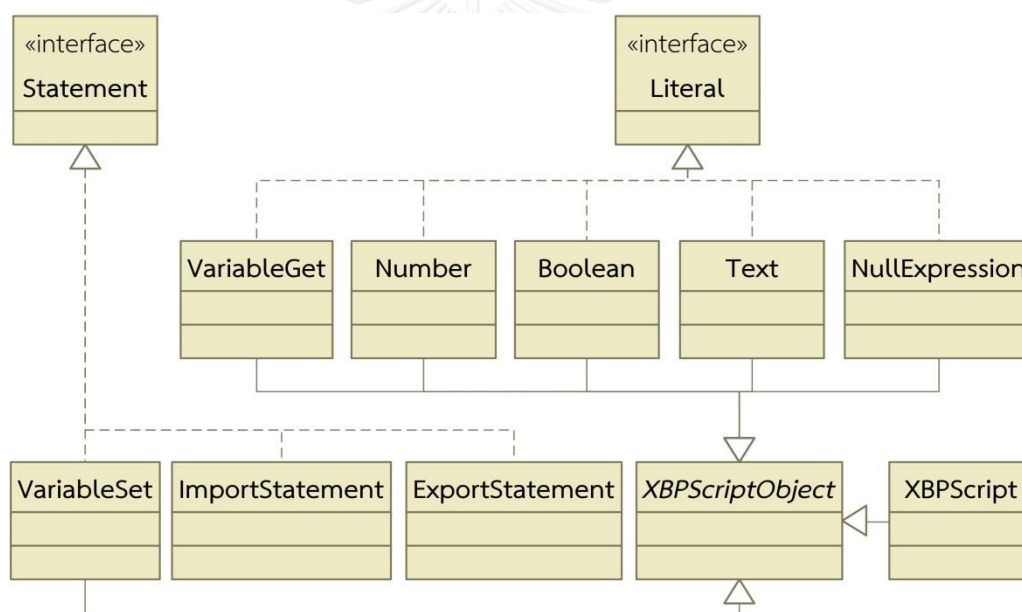
```
101: return ";
102: }
103: if (text.nodeName == '#text') {
104:     return text.nodeValue;
105: }
106: return ";
107: };
108:
109: XBPScriptXml.prototype.createTitle = function(name, value) {
110:     return '<title name="' + name + '">' + value + '</title>';
111: };
112:
113: XBPScriptXml.prototype.createValue = function(name, value) {
114:     return '<value name="' + name + '">' + value + '</value>';
115: };
116:
117: XBPScriptXml.prototype.createStatement = function(name, value) {
118:     return '<statement name="' + name + '">' + value + '</statement>';
119: };
```

ข.4 แผนภาพคลาสสำหรับรับข้อมูลจากเอกซ์บีพีสคริปต์

คลาสสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์ถูกแยกตามแพ็คเกจต่าง ๆ ดังนี้

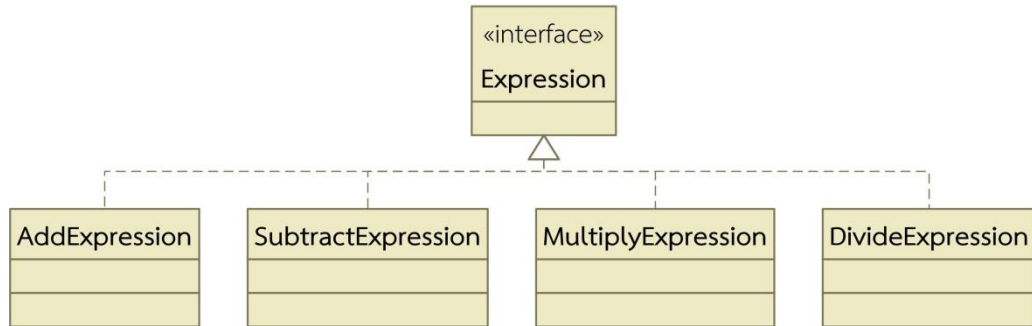
1. xbpscript.xml สำหรับกลุ่มฟังก์ชันพื้นฐาน
2. xbpscript.xml.arithmetic สำหรับกลุ่มฟังก์ชันคำนวณทางคณิตศาสตร์
3. xbpscript.xml.logic สำหรับกลุ่มฟังก์ชันทางตรรกะ
4. xbpscript.xml.loop สำหรับกลุ่มฟังก์ชันวนลูป
5. xbpscript.xml.text สำหรับกลุ่มฟังก์ชันเกี่ยวกับข้อความ
6. xbpscript.xml.array สำหรับกลุ่มฟังก์ชันเกี่ยวกับอาร์เรย์

ข.4.1 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml



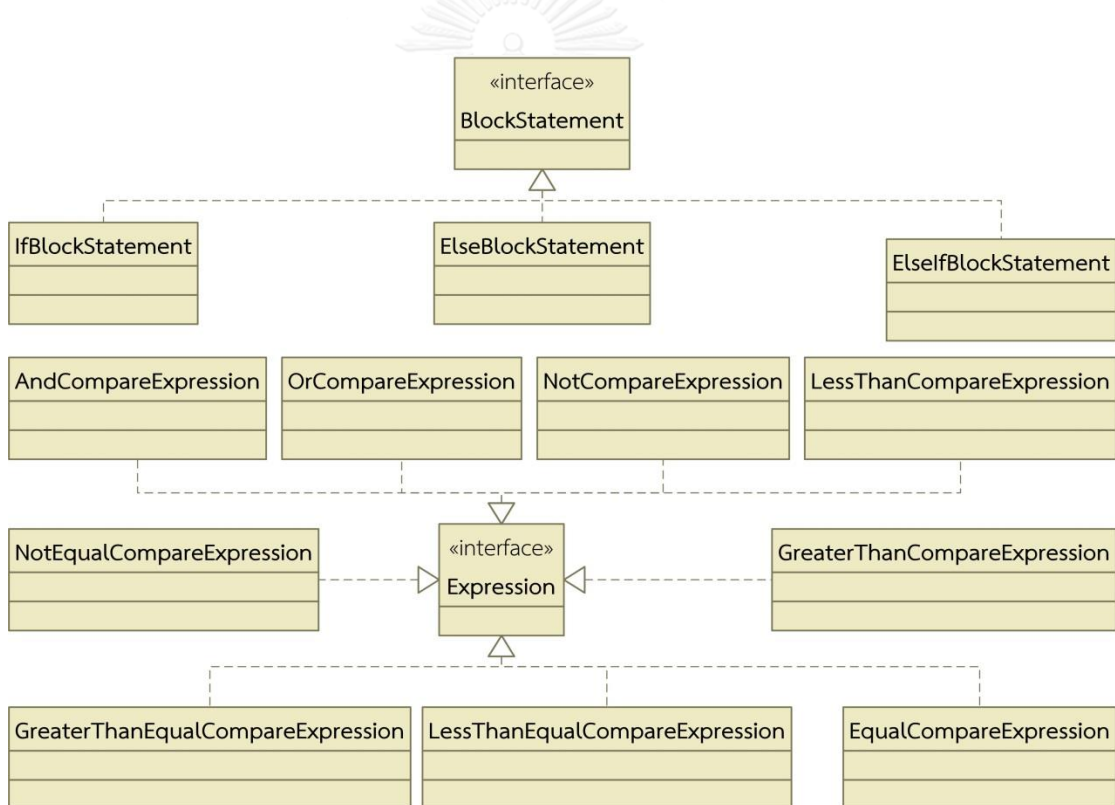
ภาพที่ ข.1 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml

ข.4.2 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.arithmetic



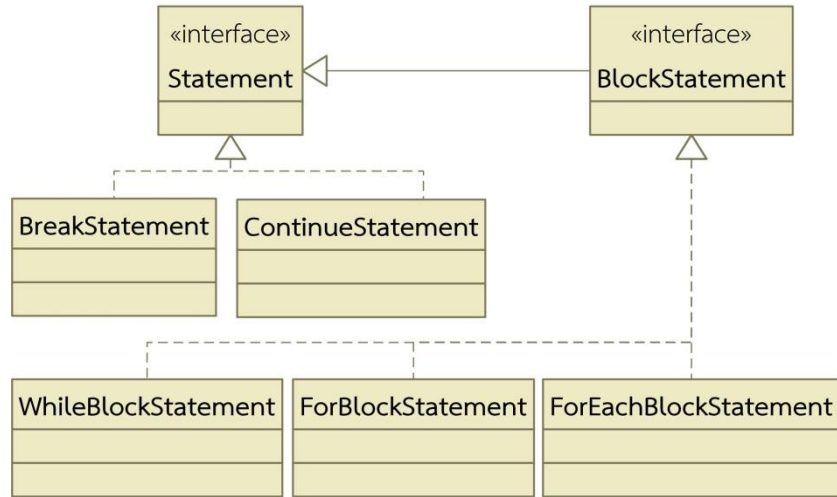
ภาพที่ ข.2 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.arithmetic

ข.4.3 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.logic



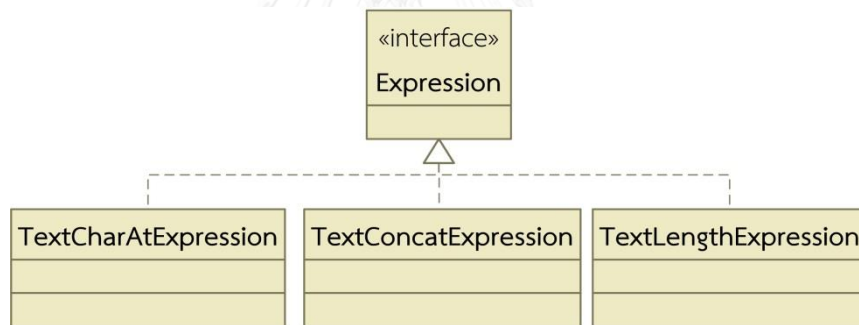
ภาพที่ ข.3 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.logic

ข.4.4 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.loop



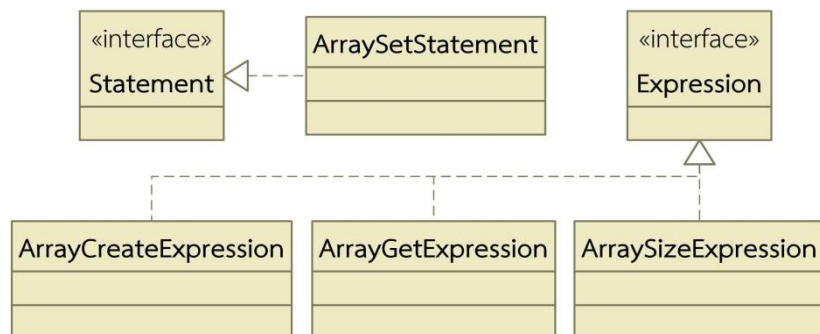
ภาพที่ ข.4 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.loop

ข.4.5 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.text



ภาพที่ ข.5 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.text

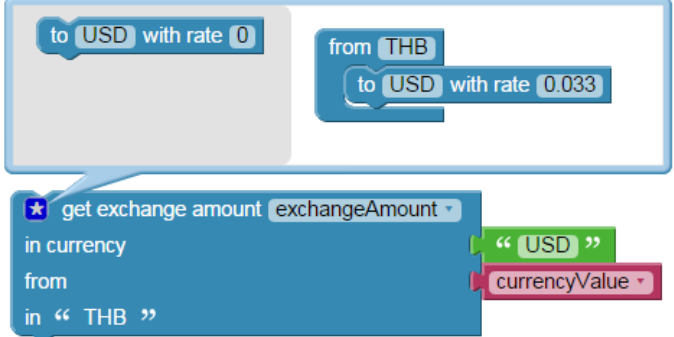
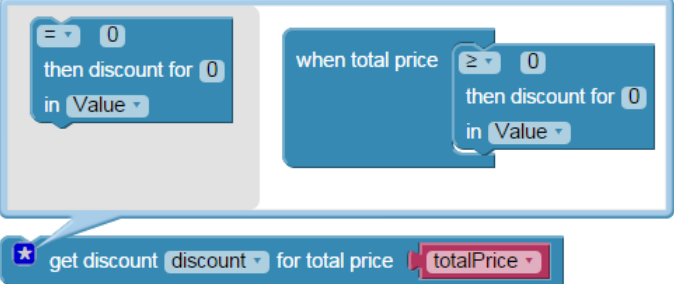
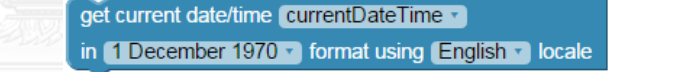
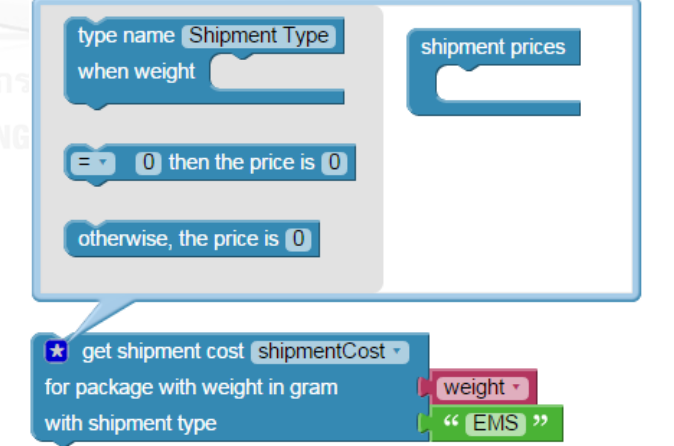

ข.4.6 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.array



ภาพที่ ข.6 แผนภาพคลาสของแพ็คเกจ xbpscript.xml.array

ข.5 รายการบล็อกฟังก์ชันต่อขยายเอกซ์บีพีสคริปต์

ตารางที่ ข.7 รายการบล็อกฟังก์ชันต่อขยายสำหรับแท็กเอกซ์บีพีสคริปต์

แท็กเอกซ์บีพีสคริปต์	บล็อก
currency-exchange	
discount-on-total-price	
current-datetime-as-text	
shipment-cost	
thai-currency-number-to-words	

ภาคผนวก ค

การสร้างสคริปต์ที่ใช้กระการได้จากเอกซ์บีพีสคริปต์

ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองบีพีเอ็นเอ็นให้ป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้

ตารางที่ ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองบีพีเอ็นเอ็นให้ป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้

```
1: package xbpscript.generator;
2:
3: import java.io.ByteArrayInputStream;
4: import java.io.ByteArrayOutputStream;
5: import java.io.InputStreamReader;
6:
7: public class XBPScriptReplacerImpl implements XBPScriptReplacer {
8:
9:     public enum ParseStep {
10:         GOTO_SCRIPT_TASK,
11:         GOTO_SCRIPT_FORMAT,
12:         READ_SCRIPT_FORMAT,
13:         GOTO_SCRIPT_CONTENT_START,
14:         EXTRACT_XPBSCRIPT,
15:         REPLACE_SCRIPT
16:     }
17:
18:     private static final String SCRIPTTASK_START_PATTERN = "<scriptTask ";
19:     private static final String SCRIPT_FORMAT_VALUE_START_PATTERN = "(?s)^<scriptTask
20:     private static final String XPBSCRIPT_FORMAT_PATTERN = "[a-z\\+\\-]+/?((xbps)(XBPS))cript";
21:     private static final String SCRIPT_START_PATTERN = "<script>";
22:     private static final String SCRIPT_END_PATTERN = "</script>";
23:
24:     private String scriptFormat = "";
25:     private String xbpscriptXml = "";
26:     private String targetLanguage = "javascript";
27:     private XBPScriptGeneratorFactory xbpScriptGeneratorFactory;
28:
```

ตารางที่ ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองบีพีเอ็นเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้ (ต่อ)

```

29: public XBPScriptReplacerImpl() {
30: }
31:
32: public XBPScriptReplacerImpl(XBPScriptGeneratorFactory factory) {
33:     this.xbpScriptGeneratorFactory = factory;
34: }
35:
36: public void setXbpScriptGeneratorFactory(
37:     XBPScriptGeneratorFactory xbpScriptGeneratorFactory) {
38:     this.xbpScriptGeneratorFactory = xbpScriptGeneratorFactory;
39: }
40:
41: public void setTargetLanguage(String targetLanguage) {
42:     this.targetLanguage = targetLanguage;
43: }
44:
45: @Override
46: public byte[] replaceScript(byte[] bpmnBytes) {
47:     return replaceScript(bpmnBytes, targetLanguage);
48: }
49:
50: @Override
51: public byte[] replaceScript(byte[] bpmnBytes, String toLanguage) {
52:     if (bpmnBytes == null) {
53:         return null;
54:     }
55:     try {
56:         ByteArrayInputStream bin = new ByteArrayInputStream(bpmnBytes);
57:         ByteArrayOutputStream outputStream = new ByteArrayOutputStream();
58:         InputStreamReader reader = new InputStreamReader(bin, "UTF-8");
59:         ParseStep step = ParseStep.GOTO_SCRIPT_TASK;
60:         int c = -1;
61:         StringBuilder buffer = new StringBuilder();
62:         // "<scriptTask ";

```

ตารางที่ ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองปีพีเอ็นเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้ (ต่อ)

```

63:     while ((c = reader.read()) != -1) {
64:         buffer.append((char) c);
65:         String candidate = buffer.toString();
66:         switch (step) {
67:         case GOTO_SCRIPT_TASK:
68:             if (SCRIPTTASK_START_PATTERN.startsWith(candidate)) {
69:                 // candidate script
70:                 if (SCRIPTTASK_START_PATTERN.equals(candidate)) {
71:                     // move on next step
72:                     step = ParseStep.GOTO_SCRIPT_FORMAT;
73:                 }
74:                 // the matching is not complete yet just read next
75:                 // character.
76:             } else {
77:                 // not match flush to output.
78:                 outputStream.write(buffer.toString().getBytes());
79:                 buffer = new StringBuilder();
80:             }
81:             break;
82:         case GOTO_SCRIPT_FORMAT:
83:             // continuous get next character until it starting the
84:             // format value
85:
86:             if (candidate.matches(SCRIPT_FORMAT_VALUE_START_PATTERN)) {
87:                 // flush value
88:                 outputStream.write(buffer.toString().getBytes());
89:                 buffer = new StringBuilder();
90:                 step = ParseStep.READ_SCRIPT_FORMAT;
91:             } else if (candidate.matches("^<scriptTask.*([\" ])?>")) { //
92:                 // attribute not found.
93:                 outputStream.write(buffer.toString().getBytes());
94:                 buffer = new StringBuilder();
95:                 step = ParseStep.GOTO_SCRIPT_TASK;
96:             }

```

ตารางที่ ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองบีพีเอ็นเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้ (ต่อ)

```

97:         break;
98:     case READ_SCRIPT_FORMAT:
99:         if (!candidate.endsWith("\n")) {
100:             this.scriptFormat = candidate;
101:         } else {
102:             System.out.println("Script format is " + scriptFormat);
103:             if (scriptFormat.matches(XBPSCRIPT_FORMAT_PATTERN)) {
104:                 // replace the script with the format
105:                 buffer = new StringBuilder();
106:                 outputStream.write((toLanguage + "\n").getBytes());
107:                 // do next step
108:                 step = ParseStep.GOTO_SCRIPT_CONTENT_START;
109:             } else {
110:                 outputStream.write(buffer.toString().getBytes());
111:                 buffer = new StringBuilder();
112:                 step = ParseStep.GOTO_SCRIPT_TASK;
113:             }
114:         }
115:         break;
116:     case GOTO_SCRIPT_CONTENT_START:
117:         if (candidate.endsWith(SCRIPT_START_PATTERN)) {
118:             // next char is the script content
119:             outputStream.write(buffer.toString().getBytes());
120:             buffer = new StringBuilder();
121:             step = ParseStep.EXTRACT_XPSCRIPT;
122:         }
123:         // else just fetch next chars until matched.
124:         break;
125:     case EXTRACT_XPSCRIPT:
126:         if (candidate.endsWith(SCRIPT_END_PATTERN)) {
127:             xbpscriptXml = candidate.substring(0,
128:                 candidate.length() - "</script>".length());
129:             buffer = new StringBuilder();
130:             step = ParseStep.REPLACE_SCRIPT;

```

ตารางที่ ค.1 ซอร์ซโค้ดการแปลงโค้ดแบบจำลองปีพีเอ็นเอ็นให้เป็นรูปแบบที่ใช้กระทำการได้ (ต่อ)

```

131:     }
132:     break;
133:     case REPLACE_SCRIPT:
134:         XBPScriptGenerator generator = xbpScriptGeneratorFactory
135:             .createScriptGenerator(toLanguage);
136:         String execScript = generator.generate(xbpscriptXml);
137:         // replace generated script with XML friendly data.
138:         execScript = execScript.replaceAll("&", "&amp;")
139:             .replaceAll("<", "&lt;");
140:         outputStream.write("\n".getBytes());
141:         outputStream.write(execScript.getBytes());
142:         outputStream.write("</script>".getBytes());
143:         step = ParseStep.GOTO_SCRIPT_TASK;
144:         break;
145:     default:
146:         break;
147:     }
148:
149: }
150: if (buffer.length() > 0) {
151:     // make sure all text is written.
152:     outputStream.write(buffer.toString().getBytes());
153:     buffer = new StringBuilder();
154: }
155: return outputStream.toByteArray();
156: } catch (Exception e) {
157:     e.printStackTrace();
158:     return null;
159: }
160: }
161: }

```


ภาคผนวก ง

กรณีศึกษาการพัฒนากระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า

ง.1 การพัฒนาแบบจำลองกระบวนการ

แบบจำลองกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าถูกพัฒนาขึ้นโดยเครื่องมือเอกทิวติโมเดลเลอร์ซึ่งเพิ่มการสนับสนุนการนิยามสคริปต์ทาสก์ โดยซอร์ซโค้ดผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์

1:	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2:	<definitions xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
3:	xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4:	xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
5:	xmlns:activiti="http://activiti.org/bpmn"
6:	xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/DI"
7:	xmlns:omgdc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
8:	xmlns:omgdi="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI"
9:	typeLanguage="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
10:	expressionLanguage="http://www.w3.org/1999/XPath"
11:	targetNamespace="http://www.activiti.org/processdef">
12:	<process id="billingAndDeliveryProcess" name="การออกบิลและจัดส่งสินค้า" isExecutable="true">
13:	<startEvent id="placeOrder" activiti:initiator="sales">
14:	<extensionElements>
15:	<activiti:formProperty id="customerName" name="ชื่อลูกค้า" type="string"
16:	required="true"></activiti:formProperty>
17:	<activiti:formProperty id="customerEmail" name="อีเมลลูกค้า" type="string"
18:	required="true"></activiti:formProperty>
19:	<activiti:formProperty id="customerAddress" name="ที่อยู่ลูกค้า" type="string"
20:	required="true"></activiti:formProperty>
21:	<activiti:formProperty id="customerProvince" name="จังหวัด" type="string"
22:	required="true"></activiti:formProperty>
23:	<activiti:formProperty id="customerZipcode" name="รหัสไปรษณีย์" type="long"
24:	required="true"></activiti:formProperty>

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์ (ต่อ)

25:	<activiti:formProperty id="products" name="สินค้าและราคา (ค้นด้วย ;)" type="string"
26:	required="true"></activiti:formProperty>
27:	<activiti:formProperty id="totalPrice" name="ยอดซื้อรวม" type="long"
28:	required="true"></activiti:formProperty>
29:	<activiti:formProperty id="shipmentType" name="ประเภทการจัดส่ง" type="enum"
30:	required="true">
31:	<activiti:value id="EMS" name="EMS"></activiti:value>
32:	<activiti:value id="REGISTRATION" name="Registration"></activiti:value>
33:	</activiti:formProperty>
34:	</extensionElements>
35:	</startEvent>
36:	<scriptTask id="assignOrderId" name="ประมวลคำสั่งซื้อ" scriptFormat="javascript"
37:	activiti:autoStoreVariables="false">
38:	<script>// generate orderId
39:	execution.setVariable("orderId", execution.getProcessInstanceId());
40:	// create product instruction
41:	var products = execution.getVariable("products");
42:	var productItems = products.split(";");
43:	var productLines = "";
44:	var i = 0;
45:	for(i = 0; i < productItems.length; i++) {
46:	productLines += " - " + productItems[i].trim() + "\n";
47:	}
48:	
49:	execution.setVariable("productList", productLines);</script>
50:	</scriptTask>
51:	<scriptTask id="calculateDiscount" name="คำนวณส่วนลด" scriptFormat="xbpscript"
52:	activiti:autoStoreVariables="false">
53:	<script>
54:	<xbpscript xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
55:	xmlns:fn="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions">
56:	<import var="totalPrice" processVar="totalPrice"/>
57:	<fn:discount-on-total-price outputVar="discount">

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออก
บิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์ (ต่อ)

58:	<fn:total-price>
59:	<var>totalPrice</var>
60:	</fn:total-price>
61:	<fn:discount-criteria operation="gte" totalPrice="2000.0"
62:	discountValue="10.0" valueType="percent"></fn:discount-criteria>
63:	<fn:discount-criteria operation="gte" totalPrice="1000.0"
64:	discountValue="50.0" valueType="value"></fn:discount-criteria>
65:	</fn:discount-on-total-price>
66:	<set var="discountPrice">
67:	<subtract>
68:	<var>totalPrice</var>
69:	<var>discount</var>
70:	</subtract>
71:	</set>
72:	<export processVar="discount">
73:	<var>discount</var>
74:	</export>
75:	<export processVar="discountPrice">
76:	<var>discountPrice</var>
77:	</export>
78:	</xbscript>
79:	</script>
80:	</scriptTask>
81:	<userTask id="prepareShipping" name="จัดเตรียมสินค้า" activiti:candidateGroups="shipping">
82:	<documentation>-----
83:	จัดเตรียมสินค้าและชั่งน้ำหนักเพื่อรอจัดส่ง
84:	-----
85:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
86:	รายการสินค้า:
87:	\${productList}-----</documentation>
88:	<extensionElements>
89:	<activiti:formProperty id="packageWeight" name="น้ำหนักสินค้า (กรัม)"
90:	type="long"></activiti:formProperty>

ตารางที่ ง.1 ซอร์สโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออก
 บิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

91:	</extensionElements>
92:	</userTask>
93:	<scriptTask id="calculateShipmentCost" name="คำนวณค่าจัดส่ง" scriptFormat="xbpscript"
94:	activiti:autoStoreVariables="false">
95:	<script>
96:	<xbpscript xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
97:	xmlns:fn="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions">
98:	<import var="weight" processVar="packageWeight"/>
99:	<import var="shipmentType" processVar="shipmentType"/>
100:	<import var="discountPrice" processVar="discountPrice"/>
101:	<fn:shipment-cost outputVar="shipmentCost">
102:	<fn:net-weight>
103:	<var>weight</var>
104:	</fn:net-weight>
105:	<fn:with-type>
106:	<var>shipmentType</var>
107:	</fn:with-type>
108:	<fn:shipment-type name="EMS">
109:	<fn:shipment-criteria operation="lt" weight="1000.0"
110:	price="50.0"></fn:shipment-criteria>
111:	<fn:shipment-default price="150.0"></fn:shipment-default>
112:	</fn:shipment-type>
113:	<fn:shipment-type name="REGISTER">
114:	<fn:shipment-criteria operation="lt" weight="1000.0"
115:	price="35.0"></fn:shipment-criteria>
116:	<fn:shipment-default price="50.0"></fn:shipment-default>
117:	</fn:shipment-type>
118:	</fn:shipment-cost>
119:	<set var="netPrice">
120:	<add>
121:	<var>discountPrice</var>
122:	<var>shipmentCost</var>
123:	</add>

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

124:	</set>
125:	<export processVar="shipmentPrice">
126:	<var>shipmentCost</var>
127:	</export>
128:	<export processVar="netPrice">
129:	<var>netPrice</var>
130:	</export>
131:	</xbpscript>
132:	</script>
133:	</scriptTask>
134:	<scriptTask id="generateBilling" name="สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ" scriptFormat="xbpscript"
135:	activiti:autoStoreVariables="false">
136:	<script>
137:	<xbpscript xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"
138:	xmlns:fn="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions">
139:	<import var="netPrice" processVar="netPrice"/>
140:	<fn:thai-currency-number-to-words outputVar="netPriceWords">
141:	<fn:currency-value>
142:	<var>netPrice</var>
143:	</fn:currency-value>
144:	</fn:thai-currency-number-to-words>
145:	<export processVar="netPriceWords">
146:	<var>netPriceWords</var>
147:	</export>
148:	<fn:current-datetime-as-text outputVar="billingDate" pattern="d MMMM yyyy"
149:	locale="th_TH"></fn:current-datetime-as-text>
150:	<export processVar="billingDate">
151:	<var>billingDate</var>
152:	</export>
153:	</xbpscript>
154:	</script>
155:	</scriptTask>
156:	<serviceTask id="emailPaymentInfo" name="ส่งอีเมลแจ้งการชำระเงิน" activiti:type="mail">

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

157:	<extensionElements>
158:	<activiti:field name="to">
159:	<activiti:expression>\${customerEmail}</activiti:expression>
160:	</activiti:field>
161:	<activiti:field name="from">
162:	<activiti:string><![CDATA[sample@xbpscript.com]]></activiti:string>
163:	</activiti:field>
164:	<activiti:field name="subject">
165:	<activiti:expression>คำสั่งซื้อเลขที่ \${orderId} ได้รับการยืนยันแล้ว</activiti:expression>
166:	</activiti:field>
167:	<activiti:field name="text">
168:	<activiti:expression>เรียน คุณ \${customerName}
169:	
170:	คำสั่งซื้อของคุณได้รับการยืนยันแล้ว กรุณาชำระเงินภายใน 2 วัน
171:	-----
172:	วันที่: \${billingDate}
173:	คำสั่งซื้อเลขที่: \${orderId}
174:	สินค้า:
175:	\${productList}
176:	ค่าสินค้ารวม: \${totalPrice} บาท
177:	ส่วนลด: \${discount} บาท
178:	ค่าจัดส่ง: \${shipmentPrice} บาท
179:	=====
180:	ยอดเงินที่ต้องชำระ: \${netPrice} บาท
181:	-----
182:	\${netPriceWords}
183:	=====
184:	
185:	กรุณาชำระเงินโดยโอนเงินเข้าบัญชี
186:	ชื่อบัญชี: xxxxx xxxxx
187:	บัญชีเลขที่: xxx-xxxxxx-x
188:	ธนาคาร: xxxxxxxxx
189:	

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

190:	โอนภายใน 2 วัน หรือมีฉะนั้นคำสั่งซื้อจะถูกยกเลิก
191:	และแจ้งรายละเอียดการชำระเงินผ่านทางเว็บไซต์
192:	http://sampleshop.xbpscript.com/payment
193:	
194:	ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา
195:	--
196:	Sample Shop</activiti:expression>
197:	</activiti:field>
198:	<activiti:field name="charset">
199:	<activiti:string><![CDATA[UTF-8]]></activiti:string>
200:	</activiti:field>
201:	</extensionElements>
202:	</serviceTask>
203:	<userTask id="verifyPayment" name="ตรวจสอบการชำระเงิน"
204:	activiti:candidateGroups="accounting">
205:	<documentation>-----
206:	ตรวจสอบการชำระเงินของลูกค้า
207:	-----
208:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
209:	ชื่อลูกค้า: \${customerName}
210:	ยอดซื้อสุทธิ: \${netPrice}
211:	-----</documentation>
212:	<extensionElements>
213:	<activiti:formProperty id="paymentRef" name="หมายเลขอ้างอิง" type="string"
214:	required="true"></activiti:formProperty>
215:	<activiti:formProperty id="paymentDate" name="วันที่ชำระ" type="date"
216:	required="true"></activiti:formProperty>
217:	</extensionElements>
218:	</userTask>
219:	<scriptTask id="cancelOrder" name="ยกเลิกคำสั่งซื้อ" scriptFormat="xbpscript"
220:	activiti:autoStoreVariables="false">
221:	<script>
222:	<xbpscript xmlns="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript"

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์ (ต่อ)

223:	xmlns:fn="http://www.cp.eng.chula.ac.th/xbpscript/functions">
224:	<fn:current-datetime-as-text outputVar="currentDateTime"
225:	pattern="dd/MM/yy HH:mm" locale="en_US"></fn:current-datetime-as-text>
226:	<export processVar="cancelOrder">
227:	<true/>
228:	</export>
229:	<export processVar="cancelDate">
230:	<var>currentDateTime</var>
231:	</export>
232:	</xbpscript>
233:	</script>
234:	</scriptTask>
235:	<userTask id="shipProducts" name="จัดส่งสินค้า" activiti:candidateGroups="shipping">
236:	<documentation>-----
237:	ดำเนินการจัดส่งสินค้า
238:	-----
239:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
240:	ตามที่อยู่:
241:	\${customerName}
242:	\${customerAddress}
243:	\${customerProvince}
244:	\${customerZipcode}
245:	-----
246:	รายการสินค้า:
247:	\${productList}-----</documentation>
248:	<extensionElements>
249:	<activiti:formProperty id="shipmentTracking" name="รหัสติดตาม" type="string"
250:	required="true"></activiti:formProperty>
251:	</extensionElements>
252:	</userTask>
253:	<serviceTask id="recordStat" name="ส่งอีเมลแจ้งการจัดส่ง" activiti:type="mail">
254:	<extensionElements>
255:	<activiti:field name="to">

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

256:	<activiti:expression>\${customerEmail}</activiti:expression>
257:	</activiti:field>
258:	<activiti:field name="from">
259:	<activiti:string><![CDATA[sample@xbpscript.com]]></activiti:string>
260:	</activiti:field>
261:	<activiti:field name="subject">
262:	<activiti:expression>คำสั่งซื้อเลขที่ \${orderId} ถูกจัดส่งเรียบร้อยแล้ว</activiti:expression>
263:	</activiti:field>
264:	<activiti:field name="text">
265:	<activiti:expression>เรียน คุณ \${customerName}
266:	
267:	คำสั่งซื้อถูกจัดส่งแล้ว คุณสามารถติดตามความคืบหน้าการจัดส่งได้ที่
268:	http://track.xxxxxxxx.com
269:	ตัวรหัส: \${shipmentTracking}
270:	
271:	-----
272:	คำสั่งซื้อเลขที่: \${orderId}
273:	สินค้า:
274:	\${productList}
275:	ยอดเงินสุทธิ: \${netPrice} บาท
276:	-----
277:	
278:	ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา
279:	--
280:	Sample Shop</activiti:expression>
281:	</activiti:field>
282:	<activiti:field name="charset">
283:	<activiti:string><![CDATA[UTF-8]]></activiti:string>
284:	</activiti:field>
285:	</extensionElements>
286:	</serviceTask>
287:	<endEvent id="processEnd"></endEvent>
288:	<sequenceFlow id="flow1" sourceRef="placeOrder"

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์ (ต่อ)

289:	targetRef="assignOrderId"></sequenceFlow>
290:	<sequenceFlow id="flow2" sourceRef="assignOrderId"
291:	targetRef="calculateDiscount"></sequenceFlow>
292:	<sequenceFlow id="flow3" sourceRef="calculateDiscount"
293:	targetRef="prepareShipping"></sequenceFlow>
294:	<sequenceFlow id="flow4" sourceRef="prepareShipping"
295:	targetRef="calculateShipmentCost"></sequenceFlow>
296:	<sequenceFlow id="flow5" sourceRef="calculateShipmentCost"
297:	targetRef="generateBilling"></sequenceFlow>
298:	<sequenceFlow id="flow6" sourceRef="generateBilling"
299:	targetRef="emailPaymentInfo"></sequenceFlow>
300:	<sequenceFlow id="flow7" sourceRef="emailPaymentInfo"
301:	targetRef="verifyPayment"></sequenceFlow>
302:	<sequenceFlow id="flow8" sourceRef="verifyPayment"
303:	targetRef="shipProducts"></sequenceFlow>
304:	<sequenceFlow id="flow9" sourceRef="shipProducts"
305:	targetRef="recordStat"></sequenceFlow>
306:	<sequenceFlow id="flow10" sourceRef="recordStat"
307:	targetRef="processEnd"></sequenceFlow>
308:	<sequenceFlow id="flow12" sourceRef="cancelOrder"
309:	targetRef="processEnd"></sequenceFlow>
310:	<boundaryEvent id="paymentTimeout" name="เกินกำหนดชำระเงิน 2 วัน"
311:	attachedToRef="verifyPayment" cancelActivity="true">
312:	<timerEventDefinition>
313:	<timeDuration>P2D</timeDuration>
314:	</timerEventDefinition>
315:	</boundaryEvent>
316:	<sequenceFlow id="flow11" sourceRef="paymentTimeout"
317:	targetRef="cancelOrder"></sequenceFlow>
318:	</process>
319:	<bpmndi:BPMNDiagram id="BPMNDiagram_billingAndDeliveryProcess">
320:	<bpmndi:BPMNPlane bpmnElement="billingAndDeliveryProcess"
321:	id="BPMNPlane_billingAndDeliveryProcess">

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์ (ต่อ)

322:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="placeOrder" id="BPMNShape_placeOrder">
323:	<omgdc:Bounds height="30.0" width="30.0" x="15.0" y="57.5"></omgdc:Bounds>
324:	</bpmndi:BPMNShape>
325:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="prepareShipping">
326:	<omgdc:Bounds height="77.0" width="158.0" x="450.0" y="34.0"></omgdc:Bounds>
327:	</bpmndi:BPMNShape>
328:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="calculateShipmentCost"
329:	id="BPMNShape_calculateShipmentCost">
330:	<omgdc:Bounds height="78.0" width="159.0" x="449.5" y="119.5"></omgdc:Bounds>
331:	</bpmndi:BPMNShape>
332:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="generateBilling" id="BPMNShape_generateBilling">
333:	<omgdc:Bounds height="77.0" width="148.0" x="255.0" y="120.0"></omgdc:Bounds>
334:	</bpmndi:BPMNShape>
335:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="emailPaymentInfo">
336:	<omgdc:Bounds height="76.0" width="144.0" x="82.97274869027854"
337:	y="120.5"></omgdc:Bounds>
338:	</bpmndi:BPMNShape>
339:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="verifyPayment" id="BPMNShape_verifyPayment">
340:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="145.0" x="82.47274869027854"
341:	y="211.0"></omgdc:Bounds>
342:	</bpmndi:BPMNShape>
343:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="processEnd" id="BPMNShape_processEnd">
344:	<omgdc:Bounds height="28.0" width="28.0" x="645.0" y="230.5"></omgdc:Bounds>
345:	</bpmndi:BPMNShape>
346:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="calculateDiscount">
347:	id="BPMNShape_calculateDiscount">
348:	<omgdc:Bounds height="73.0" width="157.0" x="255.0" y="36.0"></omgdc:Bounds>
349:	</bpmndi:BPMNShape>
350:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="shipProducts" id="BPMNShape_shipProducts">
351:	<omgdc:Bounds height="71.0" width="151.0" x="258.0" y="210.0"></omgdc:Bounds>
352:	</bpmndi:BPMNShape>
353:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="assignOrderId" id="BPMNShape_assignOrderId">
354:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="147.0" x="81.47274869027854">

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออก
 บิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีเอสคริปต์ (ต่อ)

355:	y="38.0"></omgdc:Bounds>
356:	</bpmndi:BPMNShape>
357:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="cancelOrder" id="BPMNShape_cancelOrder">
358:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="152.0" x="257.5" y="300.0"></omgdc:Bounds>
359:	</bpmndi:BPMNShape>
360:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="recordStat" id="BPMNShape_recordStat">
361:	<omgdc:Bounds height="74.0" width="157.0" x="450.0" y="208.5"></omgdc:Bounds>
362:	</bpmndi:BPMNShape>
363:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="paymentTimeout"
364:	<omgdc:Bounds height="30.0" width="30.0" x="132.18443530538673"
365:	y="265.0553304520515"></omgdc:Bounds>
366:	</bpmndi:BPMNShape>
367:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow12" id="BPMNEdge_flow12">
368:	<omgdi:waypoint x="409.5" y="334.5"></omgdi:waypoint>
369:	<omgdi:waypoint x="659.0" y="334.5"></omgdi:waypoint>
370:	<omgdi:waypoint x="659.0" y="258.5"></omgdi:waypoint>
371:	</bpmndi:BPMNEdge>
372:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow3" id="BPMNEdge_flow3">
373:	<omgdi:waypoint x="412.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
374:	<omgdi:waypoint x="450.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
375:	</bpmndi:BPMNEdge>
376:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow11" id="BPMNEdge_flow11">
377:	<omgdi:waypoint x="147.18443530538673" y="307.6751062562788"></omgdi:waypoint>
378:	<omgdi:waypoint x="147.18443530538673" y="334.5"></omgdi:waypoint>
379:	<omgdi:waypoint x="257.5" y="334.5"></omgdi:waypoint>
380:	</bpmndi:BPMNEdge>
381:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow2" id="BPMNEdge_flow2">
382:	<omgdi:waypoint x="228.47274869027854" y="72.5"></omgdi:waypoint>
383:	<omgdi:waypoint x="255.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
384:	</bpmndi:BPMNEdge>
385:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow10" id="BPMNEdge_flow10">
386:	<omgdi:waypoint x="607.0" y="244.89846743295018"></omgdi:waypoint>
387:	<omgdi:waypoint x="645.0004110152076" y="244.60727654394478"></omgdi:waypoint>

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออก
 บิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

388:	</bpmndi:BPMNEdge>
389:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow5" id="BPMNEdge_flow5">
390:	<omgdi:waypoint x="449.5" y="158.5"></omgdi:waypoint>
391:	<omgdi:waypoint x="403.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
392:	</bpmndi:BPMNEdge>
393:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow4" id="BPMNEdge_flow4">
394:	<omgdi:waypoint x="608.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
395:	<omgdi:waypoint x="654.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
396:	<omgdi:waypoint x="654.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
397:	<omgdi:waypoint x="608.5" y="158.5"></omgdi:waypoint>
398:	</bpmndi:BPMNEdge>
399:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow1" id="BPMNEdge_flow1">
400:	<omgdi:waypoint x="45.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
401:	<omgdi:waypoint x="81.47274869027854" y="72.5"></omgdi:waypoint>
402:	</bpmndi:BPMNEdge>
403:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow7" id="BPMNEdge_flow7">
404:	<omgdi:waypoint x="82.97274869027854" y="158.5"></omgdi:waypoint>
405:	<omgdi:waypoint x="33.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
406:	<omgdi:waypoint x="33.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
407:	<omgdi:waypoint x="82.47274869027854" y="245.5"></omgdi:waypoint>
408:	</bpmndi:BPMNEdge>
409:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow6" id="BPMNEdge_flow6">
410:	<omgdi:waypoint x="255.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
411:	<omgdi:waypoint x="226.97274869027854" y="158.5"></omgdi:waypoint>
412:	</bpmndi:BPMNEdge>
413:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow9" id="BPMNEdge_flow9">
414:	<omgdi:waypoint x="409.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
415:	<omgdi:waypoint x="450.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
416:	</bpmndi:BPMNEdge>
417:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow8" id="BPMNEdge_flow8">
418:	<omgdi:waypoint x="227.47274869027854" y="245.5"></omgdi:waypoint>
419:	<omgdi:waypoint x="258.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
420:	</bpmndi:BPMNEdge>

ตารางที่ ง.1 ซอร์ซโค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นสำหรับกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าประกอบด้วยสคริปต์ทาสก์ที่นิยามด้วยภาษาเอกซ์บีพีสคริปต์ (ต่อ)

421:	</bpmndi:BPMNPlane>
422:	</bpmndi:BPMNDiagram>
423:	</definitions>

ง.2 การติดตั้งและกระทำการแบบจำลองกระบวนการ

ในขั้นตอนของการติดตั้ง แบบจำลองถูกติดตั้งผ่านเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์ โดยผลลัพธ์แบบจำลองกระบวนการที่เป็นผลลัพธ์จากการแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาที่ใช้กระทำการได้ก่อนถูกติดตั้งเพื่อกระทำการจริง สำหรับภาษาจาวาสคริปต์แสดงดังตารางที่ ง.2 และภาษากรูวีแสดงดังตารางที่ ง.3

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้างและแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์

1:	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2:	<definitions xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
3:	xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4:	xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
5:	xmlns:activiti="http://activiti.org/bpmn"
6:	xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/DI"
7:	xmlns:omgdc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
8:	xmlns:omgdi="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI"
9:	typeLanguage="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
10:	expressionLanguage="http://www.w3.org/1999/XPath"
11:	targetNamespace="http://www.activiti.org/processdef">
12:	<process id="billingAndDeliveryProcess" name="การออกบิลและจัดส่งสินค้า" isExecutable="true">
13:	<startEvent id="placeOrder" activiti:initiator="sales">
14:	<extensionElements>
15:	<activiti:formProperty id="customerName" name="ชื่อลูกค้า" type="string"
16:	required="true"></activiti:formProperty>
17:	<activiti:formProperty id="customerEmail" name="อีเมลลูกค้า" type="string"
18:	required="true"></activiti:formProperty>
19:	<activiti:formProperty id="customerAddress" name="ที่อยู่ลูกค้า" type="string"

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

20:	required="true"></activiti:formProperty>
21:	<activiti:formProperty id="customerProvince" name="จังหวัด" type="string"
22:	required="true"></activiti:formProperty>
23:	<activiti:formProperty id="customerZipcode" name="รหัสไปรษณีย์" type="long"
24:	required="true"></activiti:formProperty>
25:	<activiti:formProperty id="products" name="สินค้าและราคา (ค้นด้วย ;)" type="string"
26:	required="true"></activiti:formProperty>
27:	<activiti:formProperty id="totalPrice" name="ยอดซื้อรวม" type="long"
28:	required="true"></activiti:formProperty>
29:	<activiti:formProperty id="shipmentType" name="ประเภทการจัดส่ง" type="enum"
30:	required="true">
31:	<activiti:value id="EMS" name="EMS"></activiti:value>
32:	<activiti:value id="REGISTRATION" name="Registration"></activiti:value>
33:	</activiti:formProperty>
34:	</extensionElements>
35:	</startEvent>
36:	<scriptTask id="assignOrderId" name="ประมวลคำสั่งซื้อ" scriptFormat="javascript"
37:	activiti:autoStoreVariables="false">
38:	<script>// generate orderId
39:	execution.setVariable("orderId", execution.getProcessInstanceId());
40:	// create product instruction
41:	var products = execution.getVariable("products");
42:	var productItems = products.split(";");
43:	var productLines = "";
44:	var i = 0;
45:	for(i = 0; i < productItems.length; i++) {
46:	productLines += " - " + productItems[i].trim() + "\n";
47:	}
48:	
49:	execution.setVariable("productList", productLines);</script>
50:	</scriptTask>
51:	<scriptTask id="calculateDiscount" name="คำนวณส่วนลด" scriptFormat="javascript"
52:	activiti:autoStoreVariables="false">

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

53:	<script>
54:	var discount = null;
55:	var discountPrice = null;
56:	var totalPrice = null;
57:	
58:	totalPrice = execution.getVariable("totalPrice") == null ? null :
59:	{
60:	var dtp_totalPrice = totalPrice;
61:	var dtp_discount = 0.0;
62:	if (dtp_totalPrice >= 2000.0) {
63:	dtp_discount = dtp_totalPrice * 10.0 / 100.0;
64:	}
65:	else if (dtp_totalPrice >= 1000.0) {
66:	dtp_discount = 50.0;
67:	}
68:	discount = dtp_discount;
69:	}
70:	discountPrice = totalPrice - discount;
71:	execution.setVariable("discount", discount);
72:	execution.setVariable("discountPrice", discountPrice);
73:	</script>
74:	</scriptTask>
75:	<userTask id="prepareShipping" name="จัดเตรียมสินค้า" activiti:candidateGroups="shipping">
76:	<documentation>-----
77:	จัดเตรียมสินค้าและชั่งน้ำหนักเพื่อรอจัดส่ง
78:	-----
79:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
80:	รายการสินค้า:
81:	\${productList}-----</documentation>
82:	<extensionElements>
83:	<activiti:formProperty id="packageWeight" name="น้ำหนักสินค้า (กรัม)"
84:	type="long"></activiti:formProperty>
85:	</extensionElements>

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

86:	</userTask>
87:	<scriptTask id="calculateShipmentCost" name="คำนวณค่าจัดส่ง" scriptFormat="javascript"
88:	activiti:autoStoreVariables="false">
89:	<script>
90:	var discountPrice = null;
91:	var netPrice = null;
92:	var shipmentCost = null;
93:	var shipmentType = null;
94:	var weight = null;
95:	
96:	weight = execution.getVariable("packageWeight") == null ? null :
97:	isNaN(execution.getVariable("packageWeight")) ?
98:	execution.getVariable("packageWeight");
99:	parseFloat(execution.getVariable("packageWeight"));
100:	shipmentType = execution.getVariable("shipmentType") == null ? null :
101:	isNaN(execution.getVariable("shipmentType")) ?
102:	execution.getVariable("shipmentType");
103:	parseFloat(execution.getVariable("shipmentType"));
104:	discountPrice = execution.getVariable("discountPrice") == null ? null :
105:	isNaN(execution.getVariable("discountPrice")) ?
106:	execution.getVariable("discountPrice");
107:	parseFloat(execution.getVariable("discountPrice"));
108:	{
109:	var sc_shipmentCost = 0;
110:	var sc_netWeight = weight;
111:	var sc_shipmentType = shipmentType;
112:	if (sc_shipmentType == "EMS"){
113:	if (sc_netWeight < 1000.0){
114:	sc_shipmentCost = 50.0;
115:	}
116:	else {
117:	sc_shipmentCost = 150.0;
118:	}

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

119:	}
120:	else if (sc_shipmentType == "REGISTER"){
121:	if (sc_netWeight < 1000.0){
122:	sc_shipmentCost = 35.0;
123:	}
124:	else {
125:	sc_shipmentCost = 50.0;
126:	}
127:	}
128:	shipmentCost = sc_shipmentCost;
129:	}
130:	netPrice = discountPrice + shipmentCost;
131:	execution.setVariable("shipmentPrice", shipmentCost);
132:	execution.setVariable("netPrice", netPrice);
133:	</script>
134:	</scriptTask>
135:	<scriptTask id="generateBilling" name="สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ" scriptFormat="javascript"
136:	activiti:autoStoreVariables="false">
137:	<script>
138:	var billingDate = null;
139:	var netPrice = null;
140:	var netPriceWords = null;
141:	
142:	netPrice = execution.getVariable("netPrice") == null ? null :
143:	isNaN(execution.getVariable("netPrice")) ?
144:	execution.getVariable("netPrice"):
145:	parseFloat(execution.getVariable("netPrice"));
146:	{
147:	var tcr_unit = ["", "สิบ", "ร้อย", "พัน", "หมื่น", "แสน", "ล้าน"];
148:	var tcr_numberText = {
149:	"0" : "ศูนย์",
150:	"1" : "หนึ่ง",
151:	"2" : "สอง",

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

152:	"3" : "สาม",
153:	"4" : "สี่",
154:	"5" : "ห้า",
155:	"6" : "หก",
156:	"7" : "เจ็ด",
157:	"8" : "แปด",
158:	"9" : "เก้า",
159:	}
160:	
161:	var tcr_number = netPrice;
162:	var tcr_values = (" " + tcr_number).split(".");
163:	var tcr_digits = tcr_values[0];
164:	
165:	var tcr_returnText = "";
166:	var tcr_text = "";
167:	if (tcr_digits.length == 0
168:	(tcr_digits.length == 1 && tcr_digits == "0")) {
169:	tcr_text += tcr_numberText["0"];
170:	} else {
171:	var tcr_unitCursor = 0;
172:	for (var i = tcr_digits.length - 1; i >= 0; i--) {
173:	if (tcr_unitCursor == tcr_unit.length - 1) {
174:	tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text;
175:	tcr_unitCursor = 0;
176:	}
177:	var tcr_digit = tcr_digits.charAt(i);
178:	if (tcr_digit != '0') {
179:	tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text;
180:	if (tcr_digit == '1') {
181:	if (tcr_unitCursor == 0) {
182:	if (i != 0) {
183:	tcr_text = "เอ็ด" + tcr_text;
184:	} else {

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

```

185:         tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text;
186:     }
187:     } else if (tcr_unitCursor > 1) {
188:         tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text;
189:     }
190:     } else if (tcr_digit == '2' && tcr_unitCursor == 1) {
191:         tcr_text = "๒" + tcr_text;
192:     } else {
193:         tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text;
194:     }
195: }
196: tcr_unitCursor++;
197: }
198: }
199:
200: tcr_returnText = tcr_text;
201: if (tcr_values.length == 2) {
202:     tcr_text = "สตางค์";
203:     var tcr_digits = tcr_values[1].substring(0, 2);
204:     if (tcr_digits.length < 2) {
205:         tcr_digits += "0";
206:     }
207:     var tcr_unitCursor = 0;
208:     for (var i = tcr_digits.length - 1; i >= 0; i--) {
209:         if (tcr_unitCursor == tcr_unit.length - 1) {
210:             tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text;
211:             tcr_unitCursor = 0;
212:         }
213:         var tcr_digit = tcr_digits.charAt(i);
214:         if (tcr_digit != '0') {
215:             tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text;
216:             if (tcr_digit == '1') {
217:                 if (tcr_unitCursor == 0 && i != 0) {

```

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

```

218:         tcr_text = "เอ็ด" + tcr_text;
219:     } else if (tcr_unitCursor > 1) {
220:         tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text;
221:     }
222:     } else if (tcr_digit == '2' && tcr_unitCursor == 1) {
223:         tcr_text = "อี" + tcr_text;
224:     } else {
225:         tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text;
226:     }
227: }
228: tcr_unitCursor++;
229: }
230: tcr_returnText = tcr_returnText + "บาท" + tcr_text;
231: } else {
232:     tcr_returnText = tcr_returnText + "บาทถ้วน";
233: }
234: netPriceWords = tcr_returnText;
235: }
236:
237: execution.setVariable("netPriceWords", netPriceWords);
238: {
239:     var nat_df = new java.text.SimpleDateFormat("d MMMM yyyy",
240:         new java.util.Locale("th", "TH"));
241:
242:     var nat_formatted = nat_df.format(new java.util.Date());
243:
244:     billingDate = nat_formatted;
245: }
246: execution.setVariable("billingDate", billingDate);
247: </script>
248: </scriptTask>
249: <serviceTask id="emailPaymentInfo" name="ส่งอีเมลแจ้งการชำระเงิน" activiti:type="mail">
250:     <extensionElements>

```

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

251:	<activiti:field name="to">
252:	<activiti:expression>\${customerEmail}</activiti:expression>
253:	</activiti:field>
254:	<activiti:field name="from">
255:	<activiti:string><![CDATA[sample@xbpscript.com]]></activiti:string>
256:	</activiti:field>
257:	<activiti:field name="subject">
258:	<activiti:expression>คำสั่งซื้อเลขที่ \${orderId} ได้รับการยืนยันแล้ว</activiti:expression>
259:	</activiti:field>
260:	<activiti:field name="text">
261:	<activiti:expression>เรียน คุณ \${customerName}
262:	
263:	คำสั่งซื้อของคุณได้รับการยืนยันแล้ว กรุณาชำระเงินภายใน 2 วัน
264:	-----
265:	วันที่: \${billingDate}
266:	คำสั่งซื้อเลขที่: \${orderId}
267:	สินค้า:
268:	\${productList}
269:	ค่าสินค้ารวม: \${totalPrice} บาท
270:	ส่วนลด: \${discount} บาท
271:	ค่าจัดส่ง: \${shipmentPrice} บาท
272:	=====
273:	ยอดเงินที่ต้องชำระ: \${netPrice} บาท
274:	-----
275:	\${netPriceWords}
276:	=====
277:	
278:	กรุณาชำระเงินโดยโอนเงินเข้าบัญชี
279:	ชื่อบัญชี: xxxxx xxxxx
280:	บัญชีเลขที่: xxx-xxxxxx-x
281:	ธนาคาร: xxxxxxxxx
282:	
283:	โอนภายใน 2 วัน หรือมิฉะนั้นคำสั่งซื้อจะถูกยกเลิก

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

284:	และแจ้งรายละเอียดการชำระเงินผ่านทางเว็บไซต์
285:	<code>http://sampleshop.xbpscript.com/payment</code>
286:	
287:	ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา
288:	--
289:	<code>Sample Shop</activiti:expression></code>
290:	<code></activiti:field></code>
291:	<code><activiti:field name="charset"></code>
292:	<code><activiti:string><![CDATA[UTF-8]]></activiti:string></code>
293:	<code></activiti:field></code>
294:	<code></extensionElements></code>
295:	<code></serviceTask></code>
296:	<code><userTask id="verifyPayment" name="ตรวจสอบการชำระเงิน"</code>
297:	<code>activiti:candidateGroups="accounting"></code>
298:	<code><documentation>-----</code>
299:	ตรวจสอบการชำระเงินของลูกค้า
300:	-----
301:	เลขที่คำสั่งซื้อ: <code>{orderId}</code>
302:	ชื่อลูกค้า: <code>{customerName}</code>
303:	ยอดซื้อสุทธิ: <code>{netPrice}</code>
304:	----- <code></documentation></code>
305:	<code><extensionElements></code>
306:	<code><activiti:formProperty id="paymentRef" name="หมายเลขอ้างอิง" type="string"</code>
307:	<code>required="true"></activiti:formProperty></code>
308:	<code><activiti:formProperty id="paymentDate" name="วันที่ชำระ" type="date"</code>
309:	<code>required="true"></activiti:formProperty></code>
310:	<code></extensionElements></code>
311:	<code></userTask></code>
312:	<code><scriptTask id="cancelOrder" name="ยกเลิกคำสั่งซื้อ" scriptFormat="javascript"</code>
313:	<code>activiti:autoStoreVariables="false"></code>
314:	<code><script></code>
315:	<code>var currentDate = null;</code>
316:	

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

317:	{
318:	var nat_df = new java.text.SimpleDateFormat("dd/MM/yy HH:mm",
319:	new java.util.Locale("en", "US"));
320:	
321:	var nat_formatted = nat_df.format(new java.util.Date());
322:	
323:	currentDateTime = nat_formatted;
324:	}
325:	execution.setVariable("cancelOrder", true);
326:	execution.setVariable("cancelDate", currentDateTime);
327:	</script>
328:	</scriptTask>
329:	<userTask id="shipProducts" name="จัดส่งสินค้า" activiti:candidateGroups="shipping">
330:	<documentation>-----
331:	ดำเนินการจัดส่งสินค้า
332:	-----
333:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
334:	ตามที่อยู่:
335:	\${customerName}
336:	\${customerAddress}
337:	\${customerProvince}
338:	\${customerZipcode}
339:	-----
340:	รายการสินค้า:
341:	\${productList}-----</documentation>
342:	<extensionElements>
343:	<activiti:formProperty id="shipmentTracking" name="รหัสติดตาม" type="string"
344:	required="true"></activiti:formProperty>
345:	</extensionElements>
346:	</userTask>
347:	<serviceTask id="recordStat" name="ส่งอีเมลแจ้งการจัดส่ง" activiti:type="mail">
348:	<extensionElements>
349:	<activiti:field name="to">

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

350:	<activiti:expression>\${customerEmail}</activiti:expression>
351:	</activiti:field>
352:	<activiti:field name="from">
353:	<activiti:string><![CDATA[sample@xbpscript.com]]></activiti:string>
354:	</activiti:field>
355:	<activiti:field name="subject">
356:	<activiti:expression>คำสั่งซื้อเลขที่ \${orderId} ถูกจัดส่งเรียบร้อยแล้ว</activiti:expression>
357:	</activiti:field>
358:	<activiti:field name="text">
359:	<activiti:expression>เรียน คุณ \${customerName}
360:	
361:	คำสั่งซื้อถูกจัดส่งแล้ว คุณสามารถติดตามความคืบหน้าการจัดส่งได้ที่
362:	http://track.xxxxxxx.com
363:	ด้วยรหัส: \${shipmentTracking}
364:	
365:	-----
366:	คำสั่งซื้อเลขที่: \${orderId}
367:	สินค้า:
368:	\${productList}
369:	ยอดเงินสุทธิ: \${netPrice} บาท
370:	-----
371:	
372:	ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา
373:	--
374:	Sample Shop</activiti:expression>
375:	</activiti:field>
376:	<activiti:field name="charset">
377:	<activiti:string><![CDATA[UTF-8]]></activiti:string>
378:	</activiti:field>
379:	</extensionElements>
380:	</serviceTask>
381:	<endEvent id="processEnd"></endEvent>
382:	<sequenceFlow id="flow1" sourceRef="placeOrder"

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

383:	targetRef="assignOrderId"></sequenceFlow>
384:	<sequenceFlow id="flow2" sourceRef="assignOrderId"
385:	targetRef="calculateDiscount"></sequenceFlow>
386:	<sequenceFlow id="flow3" sourceRef="calculateDiscount"
387:	targetRef="prepareShipping"></sequenceFlow>
388:	<sequenceFlow id="flow4" sourceRef="prepareShipping"
389:	targetRef="calculateShipmentCost"></sequenceFlow>
390:	<sequenceFlow id="flow5" sourceRef="calculateShipmentCost"
391:	targetRef="generateBilling"></sequenceFlow>
392:	<sequenceFlow id="flow6" sourceRef="generateBilling"
393:	targetRef="emailPaymentInfo"></sequenceFlow>
394:	<sequenceFlow id="flow7" sourceRef="emailPaymentInfo"
395:	targetRef="verifyPayment"></sequenceFlow>
396:	<sequenceFlow id="flow8" sourceRef="verifyPayment"
397:	targetRef="shipProducts"></sequenceFlow>
398:	<sequenceFlow id="flow9" sourceRef="shipProducts"
399:	targetRef="recordStat"></sequenceFlow>
400:	<sequenceFlow id="flow10" sourceRef="recordStat"
401:	targetRef="processEnd"></sequenceFlow>
402:	<sequenceFlow id="flow12" sourceRef="cancelOrder"
403:	targetRef="processEnd"></sequenceFlow>
404:	<boundaryEvent id="paymentTimeout" name="เกินกำหนดชำระเงิน 2 วัน"
405:	attachedToRef="verifyPayment" cancelActivity="true">
406:	<timerEventDefinition>
407:	<timeDuration>P2D</timeDuration>
408:	</timerEventDefinition>
409:	</boundaryEvent>
410:	<sequenceFlow id="flow11" sourceRef="paymentTimeout"
411:	targetRef="cancelOrder"></sequenceFlow>
412:	</process>
413:	<bpmndi:BPMNDiagram id="BPMNDiagram_billingAndDeliveryProcess">
414:	<bpmndi:BPMNPlane bpmnElement="billingAndDeliveryProcess"
415:	id="BPMNPlane_billingAndDeliveryProcess">

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

416:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="placeOrder" id="BPMNShape_placeOrder">
417:	<omgdc:Bounds height="30.0" width="30.0" x="15.0" y="57.5"></omgdc:Bounds>
418:	</bpmndi:BPMNShape>
419:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="prepareShipping">
420:	<omgdc:Bounds height="77.0" width="158.0" x="450.0" y="34.0"></omgdc:Bounds>
421:	</bpmndi:BPMNShape>
422:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="calculateShipmentCost"
423:	id="BPMNShape_calculateShipmentCost">
424:	<omgdc:Bounds height="78.0" width="159.0" x="449.5" y="119.5"></omgdc:Bounds>
425:	</bpmndi:BPMNShape>
426:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="generateBilling" id="BPMNShape_generateBilling">
427:	<omgdc:Bounds height="77.0" width="148.0" x="255.0" y="120.0"></omgdc:Bounds>
428:	</bpmndi:BPMNShape>
429:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="emailPaymentInfo">
430:	<omgdc:Bounds height="76.0" width="144.0" x="82.97274869027854"
431:	y="120.5"></omgdc:Bounds>
432:	</bpmndi:BPMNShape>
433:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="verifyPayment" id="BPMNShape_verifyPayment">
434:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="145.0" x="82.47274869027854"
435:	y="211.0"></omgdc:Bounds>
436:	</bpmndi:BPMNShape>
437:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="processEnd" id="BPMNShape_processEnd">
438:	<omgdc:Bounds height="28.0" width="28.0" x="645.0" y="230.5"></omgdc:Bounds>
439:	</bpmndi:BPMNShape>
440:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="calculateDiscount">
441:	id="BPMNShape_calculateDiscount">
442:	<omgdc:Bounds height="73.0" width="157.0" x="255.0" y="36.0"></omgdc:Bounds>
443:	</bpmndi:BPMNShape>
444:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="shipProducts" id="BPMNShape_shipProducts">
445:	<omgdc:Bounds height="71.0" width="151.0" x="258.0" y="210.0"></omgdc:Bounds>
446:	</bpmndi:BPMNShape>
447:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="assignOrderId" id="BPMNShape_assignOrderId">
448:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="147.0" x="81.47274869027854">

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

449:	y="38.0"></omgdc:Bounds>
450:	</bpmndi:BPMNShape>
451:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="cancelOrder" id="BPMNShape_cancelOrder">
452:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="152.0" x="257.5" y="300.0"></omgdc:Bounds>
453:	</bpmndi:BPMNShape>
454:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="recordStat" id="BPMNShape_recordStat">
455:	<omgdc:Bounds height="74.0" width="157.0" x="450.0" y="208.5"></omgdc:Bounds>
456:	</bpmndi:BPMNShape>
457:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="paymentTimeout"
458:	<omgdc:Bounds height="30.0" width="30.0" x="132.18443530538673"
459:	y="265.0553304520515"></omgdc:Bounds>
460:	</bpmndi:BPMNShape>
461:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow12" id="BPMNEdge_flow12">
462:	<omgdi:waypoint x="409.5" y="334.5"></omgdi:waypoint>
463:	<omgdi:waypoint x="659.0" y="334.5"></omgdi:waypoint>
464:	<omgdi:waypoint x="659.0" y="258.5"></omgdi:waypoint>
465:	</bpmndi:BPMNEdge>
466:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow3" id="BPMNEdge_flow3">
467:	<omgdi:waypoint x="412.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
468:	<omgdi:waypoint x="450.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
469:	</bpmndi:BPMNEdge>
470:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow11" id="BPMNEdge_flow11">
471:	<omgdi:waypoint x="147.18443530538673" y="307.6751062562788"></omgdi:waypoint>
472:	<omgdi:waypoint x="147.18443530538673" y="334.5"></omgdi:waypoint>
473:	<omgdi:waypoint x="257.5" y="334.5"></omgdi:waypoint>
474:	</bpmndi:BPMNEdge>
475:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow2" id="BPMNEdge_flow2">
476:	<omgdi:waypoint x="228.47274869027854" y="72.5"></omgdi:waypoint>
477:	<omgdi:waypoint x="255.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
478:	</bpmndi:BPMNEdge>
479:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow10" id="BPMNEdge_flow10">
480:	<omgdi:waypoint x="607.0" y="244.89846743295018"></omgdi:waypoint>
481:	<omgdi:waypoint x="645.0004110152076" y="244.60727654394478"></omgdi:waypoint>

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

482:	</bpmndi:BPMNEdge>
483:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow5" id="BPMNEdge_flow5">
484:	<omgdi:waypoint x="449.5" y="158.5"></omgdi:waypoint>
485:	<omgdi:waypoint x="403.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
486:	</bpmndi:BPMNEdge>
487:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow4" id="BPMNEdge_flow4">
488:	<omgdi:waypoint x="608.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
489:	<omgdi:waypoint x="654.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
490:	<omgdi:waypoint x="654.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
491:	<omgdi:waypoint x="608.5" y="158.5"></omgdi:waypoint>
492:	</bpmndi:BPMNEdge>
493:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow1" id="BPMNEdge_flow1">
494:	<omgdi:waypoint x="45.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
495:	<omgdi:waypoint x="81.47274869027854" y="72.5"></omgdi:waypoint>
496:	</bpmndi:BPMNEdge>
497:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow7" id="BPMNEdge_flow7">
498:	<omgdi:waypoint x="82.97274869027854" y="158.5"></omgdi:waypoint>
499:	<omgdi:waypoint x="33.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
500:	<omgdi:waypoint x="33.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
501:	<omgdi:waypoint x="82.47274869027854" y="245.5"></omgdi:waypoint>
502:	</bpmndi:BPMNEdge>
503:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow6" id="BPMNEdge_flow6">
504:	<omgdi:waypoint x="255.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
505:	<omgdi:waypoint x="226.97274869027854" y="158.5"></omgdi:waypoint>
506:	</bpmndi:BPMNEdge>
507:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow9" id="BPMNEdge_flow9">
508:	<omgdi:waypoint x="409.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
509:	<omgdi:waypoint x="450.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
510:	</bpmndi:BPMNEdge>
511:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow8" id="BPMNEdge_flow8">
512:	<omgdi:waypoint x="227.47274869027854" y="245.5"></omgdi:waypoint>
513:	<omgdi:waypoint x="258.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>

ตารางที่ ง.2 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (ต่อ)

514:	</bpmndi:BPMNEdge>
515:	</bpmndi:BPMNPlane>
516:	</bpmndi:BPMNDiagram>
517:	</definitions>

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี

1:	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2:	<definitions xmlns="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/MODEL"
3:	xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4:	xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
5:	xmlns:activiti="http://activiti.org/bpmn"
6:	xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/DI"
7:	xmlns:omgdc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
8:	xmlns:omgdi="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI"
9:	typeLanguage="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
10:	expressionLanguage="http://www.w3.org/1999/XPath"
11:	targetNamespace="http://www.activiti.org/processdef">
12:	<process id="billingAndDeliveryProcess" name="การออกบิลและจัดส่งสินค้า" isExecutable="true">
13:	<startEvent id="placeOrder" activiti:initiator="sales">
14:	<extensionElements>
15:	<activiti:formProperty id="customerName" name="ชื่อลูกค้า" type="string"
16:	required="true"></activiti:formProperty>
17:	<activiti:formProperty id="customerEmail" name="อีเมลลูกค้า" type="string"
18:	required="true"></activiti:formProperty>
19:	<activiti:formProperty id="customerAddress" name="ที่อยู่ลูกค้า" type="string"
20:	required="true"></activiti:formProperty>
21:	<activiti:formProperty id="customerProvince" name="จังหวัด" type="string"
22:	required="true"></activiti:formProperty>
23:	<activiti:formProperty id="customerZipcode" name="รหัสไปรษณีย์" type="long"
24:	required="true"></activiti:formProperty>
25:	<activiti:formProperty id="products" name="สินค้าและราคา (ค้นด้วย ;)" type="string"

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากรูวี (ต่อ)

26:	required="true"></activiti:formProperty>
27:	<activiti:formProperty id="totalPrice" name="ยอดซื้อรวม" type="long"
28:	<activiti:formProperty id="shipmentType" name="ประเภทการจัดส่ง" type="enum"
29:	required="true">
30:	<activiti:value id="EMS" name="EMS"></activiti:value>
31:	<activiti:value id="REGISTRATION" name="Registration"></activiti:value>
32:	</activiti:formProperty>
33:	</extensionElements>
34:	</startEvent>
35:	<userTask id="prepareShipping" name="จัดเตรียมสินค้า" activiti:candidateGroups="shipping">
36:	<documentation>-----
37:	จัดเตรียมสินค้าและชั่งน้ำหนักเพื่อรอจัดส่ง
38:	-----
39:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
40:	รายการสินค้า:
41:	\${productList}-----</documentation>
42:	<extensionElements>
43:	<activiti:formProperty id="packageWeight" name="น้ำหนักสินค้า (กรัม)"
44:	type="long"></activiti:formProperty>
45:	</extensionElements>
46:	</userTask>
47:	<scriptTask id="calculateShipmentCost" name="คำนวณค่าจัดส่ง" scriptFormat="groovy"
48:	activiti:autoStoreVariables="false">
49:	<script>
50:	
51:	weight = execution.getVariable("packageWeight")
52:	shipmentType = execution.getVariable("shipmentType")
53:	discountPrice = execution.getVariable("discountPrice")
54:	sc: {
55:	def sc_shipmentCost = 0
56:	def sc_netWeight = weight
57:	def sc_shipmentType = shipmentType
58:	if (sc_shipmentType == "EMS"){

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี (ต่อ)

59:	if (sc_netWeight < 1000.0){
60:	sc_shipmentCost = 50.0
61:	}
62:	else {
63:	sc_shipmentCost = 150.0
64:	}
65:	}
66:	else if (sc_shipmentType == "REGISTER"){
67:	if (sc_netWeight < 1000.0){
68:	sc_shipmentCost = 35.0
69:	}
70:	else {
71:	sc_shipmentCost = 50.0
72:	}
73:	}
74:	shipmentCost = sc_shipmentCost
75:	}
76:	netPrice = discountPrice + shipmentCost
77:	execution.setVariable("shipmentPrice", shipmentCost)
78:	execution.setVariable("netPrice", netPrice)
79:	</script>
80:	</scriptTask>
81:	<scriptTask id="generateBilling" name="สรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ" scriptFormat="groovy">
82:	activiti:autoStoreVariables="false">
83:	<script>
84:	
85:	netPrice = execution.getVariable("netPrice")
86:	tcr: {
87:	tcr_unit = ["", "สิบ", "ร้อย", "พัน", "หมื่น", "แสน", "ล้าน"]
88:	tcr_numberText = [
89:	"0" : "ศูนย์",
90:	"1" : "หนึ่ง",
91:	"2" : "สอง",

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี (ต่อ)

92:	"3" : "สาม",
93:	"4" : "สี่",
94:	"5" : "ห้า",
95:	"6" : "หก",
96:	"7" : "เจ็ด",
97:	"8" : "แปด",
98:	"9" : "เก้า",
99:]
100:	
101:	tcr_number = netPrice
102:	def(tcr_digits, tcr_r_digits) = String.valueOf(tcr_number).tokenize(".")
103:	String tcr_returnText = ""
104:	String tcr_text = ""
105:	if (tcr_digits.length() == 0
106:	(tcr_digits.length() == 1 && tcr_digits == "0")) {
107:	tcr_text += tcr_numberText["0"]
108:	} else {
109:	int tcr_unitCursor = 0
110:	for (int i = tcr_digits.length() - 1; i >= 0; i--) {
111:	if (tcr_unitCursor == tcr_unit.size() - 1) {
112:	tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text
113:	tcr_unitCursor = 0
114:	}
115:	String tcr_digit = tcr_digits.charAt(i)
116:	if (tcr_digit != "0") {
117:	tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text
118:	if (tcr_digit == "1") {
119:	if (tcr_unitCursor == 0) {
120:	if (i != 0) {
121:	tcr_text = "เอ็ด" + tcr_text
122:	} else {
123:	tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text
124:	}

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษารูวี (ต่อ)

125:	} else if (tcr_unitCursor > 1) {
126:	tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text
127:	}
128:	} else if (tcr_digit == "2" && tcr_unitCursor == 1) {
129:	tcr_text = "ยี่" + tcr_text
130:	} else {
131:	tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text
132:	}
133:	}
134:	tcr_unitCursor++
135:	}
136:	}
137:	
138:	tcr_returnText = tcr_text
139:	hasDigits = tcr_r_digits?tcr_r_digits=="0"?false:true:false
140:	if (hasDigits) {
141:	tcr_text = "สตางค์"
142:	if (tcr_r_digits.length() < 2) {
143:	tcr_r_digits += "0"
144:	}
145:	tcr_r_digits = tcr_r_digits.substring(0, 2)
146:	int tcr_unitCursor = 0
147:	for (int i = tcr_r_digits.length() - 1; i >= 0; i--) {
148:	if (tcr_unitCursor == tcr_unit.size() - 1) {
149:	tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text
150:	tcr_unitCursor = 0
151:	}
152:	String tcr_digit = tcr_r_digits.charAt(i)
153:	if (tcr_digit != "0") {
154:	tcr_text = tcr_unit[tcr_unitCursor] + tcr_text
155:	if (tcr_digit == "1") {
156:	if (tcr_unitCursor == 0 && i != 0) {
157:	tcr_text = "เอ็ด" + tcr_text

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษารูวี (ต่อ)

```

158:         } else if (tcr_unitCursor > 1) {
159:             tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text
160:         }
161:     } else if (tcr_digit == "2" && tcr_unitCursor == 1) {
162:         tcr_text = "ยี่" + tcr_text
163:     } else {
164:         tcr_text = tcr_numberText[tcr_digit] + tcr_text
165:     }
166: }
167: tcr_unitCursor++
168: }
169: tcr_returnText = tcr_returnText + "บาท" + tcr_text
170: } else {
171:     tcr_returnText = tcr_returnText + "บาทถ้วน"
172: }
173: netPriceWords = tcr_returnText
174: }
175: execution.setVariable("netPriceWords", netPriceWords)
176: nat: {
177:     def nat_df = new java.text.SimpleDateFormat("d MMMM yyyy",
178:         new java.util.Locale("th", "TH"))
179:
180:     def nat_formatted = nat_df.format(new java.util.Date())
181:
182:     billingDate = nat_formatted
183: }
184: execution.setVariable("billingDate", billingDate)
185: </script>
186: </scriptTask>
187: <serviceTask id="emailPaymentInfo" name="ส่งอีเมลแจ้งการชำระเงิน" activiti:type="mail">
188:     <extensionElements>
189:         <activiti:field name="to">
190:             <activiti:expression>${customerEmail}</activiti:expression>

```

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากรูวี (ต่อ)

191:	</activiti:field>
192:	<activiti:field name="from">
193:	<activiti:string><![CDATA[sample@xbpscript.com]]></activiti:string>
194:	</activiti:field>
195:	<activiti:field name="subject">
196:	<activiti:expression>คำสั่งซื้อเลขที่ \${orderId} ได้รับการยืนยันแล้ว</activiti:expression>
197:	</activiti:field>
198:	<activiti:field name="text">
199:	<activiti:expression>เรียน คุณ \${customerName}
200:	
201:	คำสั่งซื้อของคุณได้รับการยืนยันแล้ว กรุณาชำระเงินภายใน 2 วัน
202:	-----
203:	วันที่: \${billingDate}
204:	คำสั่งซื้อเลขที่: \${orderId}
205:	สินค้า:
206:	\${productList}
207:	ค่าสินค้ารวม: \${totalPrice} บาท
208:	ส่วนลด: \${discount} บาท
209:	ค่าจัดส่ง: \${shipmentPrice} บาท
210:	=====
211:	ยอดเงินที่ต้องชำระ: \${netPrice} บาท
212:	-----
213:	\${netPriceWords}
214:	=====
215:	
216:	กรุณาชำระเงินโดยโอนเงินเข้าบัญชี
217:	ชื่อบัญชี: xxxxx xxxxx
218:	บัญชีเลขที่: xxx-xxxxxx-x
219:	ธนาคาร: xxxxxxxxx
220:	
221:	โอนภายใน 2 วัน หรือมิฉะนั้นคำสั่งซื้อจะถูกยกเลิก
222:	และแจ้งรายละเอียดการชำระเงินผ่านทางเว็บไซต์
223:	http://sampleshop.xbpscript.com/payment

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากรูวี (ต่อ)

224:	
225:	ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา
226:	--
227:	Sample Shop</activiti:expression>
228:	</activiti:field>
229:	<activiti:field name="charset">
230:	<activiti:string><![CDATA[UTF-8]]></activiti:string>
231:	</activiti:field>
232:	</extensionElements>
233:	</serviceTask>
234:	<userTask id="verifyPayment" name="ตรวจสอบการชำระเงิน"
235:	activiti:candidateGroups="accounting">
236:	<documentation>-----
237:	ตรวจสอบการชำระเงินของลูกค้า
238:	-----
239:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
240:	ชื่อลูกค้า: \${customerName}
241:	ยอดซื้อสุทธิ: \${netPrice}
242:	-----</documentation>
243:	<extensionElements>
244:	<activiti:formProperty id="paymentRef" name="หมายเลขอ้างอิง" type="string"
245:	required="true"></activiti:formProperty>
246:	<activiti:formProperty id="patmentDate" name="วันที่ชำระ" type="date"
247:	required="true"></activiti:formProperty>
248:	</extensionElements>
249:	</userTask>
250:	<endEvent id="processEnd"></endEvent>
251:	<scriptTask id="calculateDiscount" name="คำนวณส่วนลด" scriptFormat="groovy"
252:	activiti:autoStoreVariables="false">
253:	<script>
254:	
255:	totalPrice = execution.getVariable("totalPrice")
256:	dtp: {

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษารูวี (ต่อ)

257:	def dtp_totalPrice = totalPrice
258:	def dtp_discount = 0.0
259:	if (dtp_totalPrice >= 2000.0) {
260:	dtp_discount = dtp_totalPrice * 10.0 / 100.0
261:	}
262:	else if (dtp_totalPrice >= 1000.0) {
263:	dtp_discount = 50.0
264:	}
265:	discount = dtp_discount
266:	}
267:	discountPrice = totalPrice - discount
268:	execution.setVariable("discount", discount)
269:	execution.setVariable("discountPrice", discountPrice)
270:	</script>
271:	</scriptTask>
272:	<userTask id="shipProducts" name="จัดส่งสินค้า" activiti:candidateGroups="shipping">
273:	<documentation>-----
274:	ดำเนินการจัดส่งสินค้า
275:	-----
276:	เลขที่คำสั่งซื้อ: \${orderId}
277:	ตามที่อยู่:
278:	\${customerName}
279:	\${customerAddress}
280:	\${customerProvince}
281:	\${customerZipcode}
282:	-----
283:	รายการสินค้า:
284:	\${productList}-----</documentation>
285:	<extensionElements>
286:	<activiti:formProperty id="shipmentTracking" name="รหัสติดตาม" type="string"
287:	required="true"></activiti:formProperty>
288:	</extensionElements>
289:	</userTask>

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูรูวี (ต่อ)

290:	<scriptTask id="assignOrderId" name="ประมวลคำสั่งซื้อ" scriptFormat="javascript"
291:	activiti:autoStoreVariables="false">
292:	<script>// generate orderId
293:	execution.setVariable("orderId", execution.getProcessInstanceId());
294:	// create product instruction
295:	var products = execution.getVariable("products");
296:	var productItems = products.split(";");
297:	var productLines = "";
298:	var i = 0;
299:	for(i = 0; i < productItems.length; i++) {
300:	productLines += " - " + productItems[i].trim() + "\n";
301:	}
302:	
303:	execution.setVariable("productList", productLines);</script>
304:	</scriptTask>
305:	<scriptTask id="cancelOrder" name="ยกเลิกคำสั่งซื้อ" scriptFormat="groovy"
306:	activiti:autoStoreVariables="false">
307:	<script>
308:	
309:	nat: {
310:	def nat_df = new java.text.SimpleDateFormat("dd/MM/yy HH:mm",
311:	new java.util.Locale("en", "US"))
312:	
313:	def nat_formatted = nat_df.format(new java.util.Date())
314:	
315:	currentDateTime = nat_formatted
316:	}
317:	execution.setVariable("cancelOrder", true)
318:	execution.setVariable("cancelDate", currentDateTime)
319:	</script>
320:	</scriptTask>
321:	<serviceTask id="recordStat" name="ส่งอีเมลแจ้งการจัดส่ง" activiti:type="mail">
322:	<extensionElements>

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากรูวี (ต่อ)

323:	<activiti:field name="to">
324:	<activiti:expression>\${customerEmail}</activiti:expression>
325:	</activiti:field>
326:	<activiti:field name="from">
327:	<activiti:string><![CDATA[sample@xbpscript.com]]></activiti:string>
328:	</activiti:field>
329:	<activiti:field name="subject">
330:	<activiti:expression>คำสั่งซื้อเลขที่ \${orderId} ถูกจัดส่งเรียบร้อยแล้ว</activiti:expression>
331:	</activiti:field>
332:	<activiti:field name="text">
333:	<activiti:expression>เรียน คุณ \${customerName}
334:	
335:	คำสั่งซื้อถูกจัดส่งแล้ว คุณสามารถติดตามความคืบหน้าการจัดส่งได้ที่
336:	http://track.xxxxxxx.com
337:	ด้วยรหัส: \${shipmentTracking}
338:	
339:	-----
340:	คำสั่งซื้อเลขที่: \${orderId}
341:	สินค้า:
342:	\${productList}
343:	ยอดเงินสุทธิ: \${netPrice} บาท
344:	-----
345:	
346:	ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา
347:	--
348:	Sample Shop</activiti:expression>
349:	</activiti:field>
350:	<activiti:field name="charset">
351:	<activiti:string><![CDATA[UTF-8]]></activiti:string>
352:	</activiti:field>
353:	</extensionElements>
354:	</serviceTask>
355:	<sequenceFlow id="flow1" sourceRef="placeOrder"

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากรูวี (ต่อ)

356:	targetRef="assignOrderId"></sequenceFlow>
357:	<sequenceFlow id="flow2" sourceRef="assignOrderId"
358:	targetRef="calculateDiscount"></sequenceFlow>
359:	<sequenceFlow id="flow3" sourceRef="calculateDiscount"
360:	targetRef="prepareShipping"></sequenceFlow>
361:	<sequenceFlow id="flow4" sourceRef="prepareShipping"
362:	targetRef="calculateShipmentCost"></sequenceFlow>
363:	<sequenceFlow id="flow5" sourceRef="calculateShipmentCost"
364:	targetRef="generateBilling"></sequenceFlow>
365:	<sequenceFlow id="flow6" sourceRef="generateBilling"
366:	targetRef="emailPaymentInfo"></sequenceFlow>
367:	<sequenceFlow id="flow7" sourceRef="emailPaymentInfo"
368:	targetRef="verifyPayment"></sequenceFlow>
369:	<sequenceFlow id="flow8" sourceRef="verifyPayment"
370:	targetRef="shipProducts"></sequenceFlow>
371:	<sequenceFlow id="flow9" sourceRef="shipProducts"
372:	targetRef="recordStat"></sequenceFlow>
373:	<sequenceFlow id="flow10" sourceRef="recordStat"
374:	targetRef="processEnd"></sequenceFlow>
375:	<sequenceFlow id="flow12" sourceRef="cancelOrder"
376:	targetRef="processEnd"></sequenceFlow>
377:	<boundaryEvent id="paymentTimeout" name="เกินกำหนดชำระเงิน 2 วัน"
378:	attachedToRef="verifyPayment" cancelActivity="true">
379:	<timerEventDefinition>
380:	<timeDuration>P2D</timeDuration>
381:	</timerEventDefinition>
382:	</boundaryEvent>
383:	<sequenceFlow id="flow11" sourceRef="paymentTimeout"
384:	targetRef="cancelOrder"></sequenceFlow>
385:	</process>
386:	<bpmndi:BPMNDiagram id="BPMNDiagram_billingAndDeliveryProcess">
387:	<bpmndi:BPMNPlane bpmnElement="billingAndDeliveryProcess"
388:	id="BPMNPlane_billingAndDeliveryProcess">

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี (ต่อ)

389:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="placeOrder" id="BPMNShape_placeOrder">
390:	<omgdc:Bounds height="30.0" width="30.0" x="15.0" y="57.5"></omgdc:Bounds>
391:	</bpmndi:BPMNShape>
392:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="prepareShipping">
393:	<omgdc:Bounds height="77.0" width="158.0" x="450.0" y="34.0"></omgdc:Bounds>
394:	</bpmndi:BPMNShape>
395:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="calculateShipmentCost">
396:	id="BPMNShape_calculateShipmentCost">
397:	<omgdc:Bounds height="78.0" width="159.0" x="449.5" y="119.5"></omgdc:Bounds>
398:	</bpmndi:BPMNShape>
399:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="generateBilling" id="BPMNShape_generateBilling">
400:	<omgdc:Bounds height="77.0" width="148.0" x="255.0" y="120.0"></omgdc:Bounds>
401:	</bpmndi:BPMNShape>
402:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="emailPaymentInfo">
403:	<omgdc:Bounds height="76.0" width="144.0" x="82.97274869027854">
404:	y="120.5"></omgdc:Bounds>
405:	</bpmndi:BPMNShape>
406:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="verifyPayment" id="BPMNShape_verifyPayment">
407:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="145.0" x="82.47274869027854">
408:	y="211.0"></omgdc:Bounds>
409:	</bpmndi:BPMNShape>
410:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="processEnd" id="BPMNShape_processEnd">
411:	<omgdc:Bounds height="28.0" width="28.0" x="645.0" y="230.5"></omgdc:Bounds>
412:	</bpmndi:BPMNShape>
413:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="calculateDiscount">
414:	id="BPMNShape_calculateDiscount">
415:	<omgdc:Bounds height="73.0" width="157.0" x="255.0" y="36.0"></omgdc:Bounds>
416:	</bpmndi:BPMNShape>
417:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="shipProducts" id="BPMNShape_shipProducts">
418:	<omgdc:Bounds height="71.0" width="151.0" x="258.0" y="210.0"></omgdc:Bounds>
419:	</bpmndi:BPMNShape>
420:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="assignOrderId" id="BPMNShape_assignOrderId">
421:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="147.0" x="81.47274869027854">

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี (ต่อ)

422:	y="38.0"></omgdc:Bounds>
423:	</bpmndi:BPMNShape>
424:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="cancelOrder" id="BPMNShape_cancelOrder">
425:	<omgdc:Bounds height="69.0" width="152.0" x="257.5" y="300.0"></omgdc:Bounds>
426:	</bpmndi:BPMNShape>
427:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="recordStat" id="BPMNShape_recordStat">
428:	<omgdc:Bounds height="74.0" width="157.0" x="450.0" y="208.5"></omgdc:Bounds>
429:	</bpmndi:BPMNShape>
430:	<bpmndi:BPMNShape bpmnElement="paymentTimeout"
431:	<omgdc:Bounds height="30.0" width="30.0" x="132.18443530538673"
432:	y="265.0553304520515"></omgdc:Bounds>
433:	</bpmndi:BPMNShape>
434:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow12" id="BPMNEdge_flow12">
435:	<omgdi:waypoint x="409.5" y="334.5"></omgdi:waypoint>
436:	<omgdi:waypoint x="659.0" y="334.5"></omgdi:waypoint>
437:	<omgdi:waypoint x="659.0" y="258.5"></omgdi:waypoint>
438:	</bpmndi:BPMNEdge>
439:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow3" id="BPMNEdge_flow3">
440:	<omgdi:waypoint x="412.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
441:	<omgdi:waypoint x="450.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
442:	</bpmndi:BPMNEdge>
443:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow11" id="BPMNEdge_flow11">
444:	<omgdi:waypoint x="147.18443530538673" y="307.6751062562788"></omgdi:waypoint>
445:	<omgdi:waypoint x="147.18443530538673" y="334.5"></omgdi:waypoint>
446:	<omgdi:waypoint x="257.5" y="334.5"></omgdi:waypoint>
447:	</bpmndi:BPMNEdge>
448:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow2" id="BPMNEdge_flow2">
449:	<omgdi:waypoint x="228.47274869027854" y="72.5"></omgdi:waypoint>
450:	<omgdi:waypoint x="255.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
451:	</bpmndi:BPMNEdge>
452:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow10" id="BPMNEdge_flow10">
453:	<omgdi:waypoint x="607.0" y="244.89846743295018"></omgdi:waypoint>
454:	<omgdi:waypoint x="645.0004110152076" y="244.60727654394478"></omgdi:waypoint>

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี (ต่อ)

455:	</bpmndi:BPMNEdge>
456:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow5" id="BPMNEdge_flow5">
457:	<omgdi:waypoint x="449.5" y="158.5"></omgdi:waypoint>
458:	<omgdi:waypoint x="403.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
459:	</bpmndi:BPMNEdge>
460:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow4" id="BPMNEdge_flow4">
461:	<omgdi:waypoint x="608.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
462:	<omgdi:waypoint x="654.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
463:	<omgdi:waypoint x="654.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
464:	<omgdi:waypoint x="608.5" y="158.5"></omgdi:waypoint>
465:	</bpmndi:BPMNEdge>
466:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow1" id="BPMNEdge_flow1">
467:	<omgdi:waypoint x="45.0" y="72.5"></omgdi:waypoint>
468:	<omgdi:waypoint x="81.47274869027854" y="72.5"></omgdi:waypoint>
469:	</bpmndi:BPMNEdge>
470:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow7" id="BPMNEdge_flow7">
471:	<omgdi:waypoint x="82.97274869027854" y="158.5"></omgdi:waypoint>
472:	<omgdi:waypoint x="33.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
473:	<omgdi:waypoint x="33.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
474:	<omgdi:waypoint x="82.47274869027854" y="245.5"></omgdi:waypoint>
475:	</bpmndi:BPMNEdge>
476:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow6" id="BPMNEdge_flow6">
477:	<omgdi:waypoint x="255.0" y="158.5"></omgdi:waypoint>
478:	<omgdi:waypoint x="226.97274869027854" y="158.5"></omgdi:waypoint>
479:	</bpmndi:BPMNEdge>
480:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow9" id="BPMNEdge_flow9">
481:	<omgdi:waypoint x="409.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
482:	<omgdi:waypoint x="450.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>
483:	</bpmndi:BPMNEdge>
484:	<bpmndi:BPMNEdge bpmnElement="flow8" id="BPMNEdge_flow8">
485:	<omgdi:waypoint x="227.47274869027854" y="245.5"></omgdi:waypoint>
486:	<omgdi:waypoint x="258.0" y="245.5"></omgdi:waypoint>

ตารางที่ ง.3 โค้ดเอกซ์เอ็มแอลของแบบจำลองกระบวนการบีพีเอ็มเอ็นที่เป็นผลลัพธ์จากการสร้าง
และแทนที่เอกซ์บีพีสคริปต์ด้วยภาษากูวี (ต่อ)

487:	</bpmndi:BPMNEdge>
488:	</bpmndi:BPMNPlane>
489:	</bpmndi:BPMNDiagram>
490:	</definitions>

ง.3 การกระทำการกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า

ผลการกระทำการแบบจำลองกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้าซึ่งออกแบบโดยใช้เครื่องมือ
แอกทิวิตีโมเดลเลอร์และกระทำการโดยเครื่องมือแอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์แสดงให้เห็นผ่านทาสก์
ต่าง ๆ ของแบบจำลองบีพีเอ็มเอ็น ดังนี้

- 1) ฟอรัมเริ่มกระบวนการ สำหรับเริ่มกระบวนการใหม่เพื่อดำเนินการกับคำสั่งซื้อสินค้าหนึ่ง ๆ
ตามฟอรัมของแอกทิวิตีที่กำหนดไว้กับสตาร์ทอีเวนต์ (start event) โดยฟอรัมแสดงดังภาพ
ที่ ง.1

การออกบิลและจัดส่งสินค้า

Version 3 Deployed 27 minutes ago

ชื่อลูกค้า *

อีเมลลูกค้า *

ที่อยู่ลูกค้า *

จังหวัด *

รหัสไปรษณีย์ *

สินค้าและราคา (ค้นด้วย :*)

ยอดซื้อรวม *

ประเภทการจัดส่ง *

ภาพที่ ง.1 ฟอรัมเริ่มกระบวนการออกบิลและจัดส่งสินค้า

- 2) ฟอรมจัดเตรียมสินค้า จากยูสเซอร์ทาสก์สำหรับบันทึกผลการดำเนินการจัดเตรียมสินค้าโดยบันทึกน้ำหนักสินค้าที่ชั่งได้ดังภาพที่ ง.2

จัดเตรียมสินค้า
 No due date Medium Priority Created moments ago

จัดเตรียมสินค้าและชั่งน้ำหนักเพื่อรอจัดส่ง

เลขที่คำสั่งซื้อ: 4884

รายการสินค้า:

- หูฟังไร้สาย 1,000 บาท
- USB Flash Drive 16GB 200 บาท

Part of process: 'การออกบิลและจัดส่งสินค้า'

People

No owner **Transfer**

คุณเข้ม ทรนอดทน **Assignee** **Reassign**

Subtasks

No subtasks defined for this task

Related content

No related content attached for this task

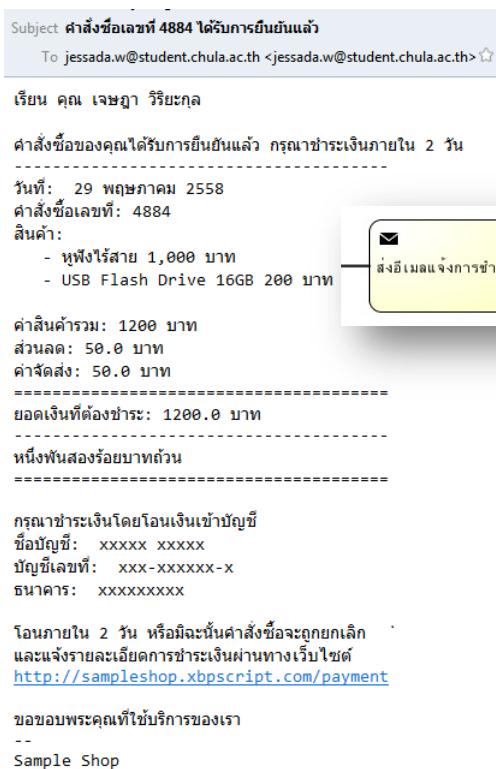
Fill in the form below and complete the task:

น้ำหนักสินค้า (กรัม)

Complete task **Reset form**

ภาพที่ ง.2 ฟอรมบันทึกผลการจัดเตรียมสินค้าสำหรับยูสเซอร์ทาสก์ชื่อจัดเตรียมสินค้า

- 3) ส่งอีเมลแจ้งการชำระเงิน ถูกส่งเมื่อการจัดเตรียมสินค้าเสร็จแล้วโดยแสดงรายละเอียดการคิดราคาสินค้าและยอดชำระสินค้า โดยเนื้อหาอีเมลแสดงดังภาพที่ ง.3



ภาพที่ ง.3 อีเมลแจ้งการชำระเงินถูกส่งโดยเซนต์ทาสก์ชื่อส่งอีเมลแจ้งการชำระเงิน

- 4) ฟอรมตรวจสอบการชำระเงิน สำหรับบันทึกการชำระเงินจากลูกค้าเพื่อยืนยันการรับเงิน และดำเนินการต่อในขั้นตอนการจัดส่งสินค้า โดยฟอรมบันทึกการตรวจสอบผลการชำระเงิน แสดงดังภาพที่ ง.4

ตรวจสอบการชำระเงิน
 No due date Medium Priority Created moments ago

ตรวจสอบการชำระเงินของลูกค้า

เลขที่คำสั่งซื้อ: 4884
 ชื่อลูกค้า: เจริญ ภิระกุล
 ยอดซื้อสุทธิ: 1200.0

Part of process: "การออกบิลและจัดส่งสินค้า"

People

No owner **Transfer** หนุดี อคคอม **Assignee** **Reassign**

Subtasks
 No subtasks defined for this task

Related content
 No related content attached for this task

Fill in the form below and complete the task:

หมายเลขอ้างอิง* 123467890
 วันที่ชำระ* 29/05/2015

Complete task **Reset form**

ภาพที่ ง.4 ฟอรมบันทึกผลการตรวจสอบการชำระเงินสำหรับยูสเซอร์ทาสก์ชื่อตรวจสอบการชำระเงิน

- 5) รูปแบบจัดส่งสินค้า เป็นขั้นตอนการนำส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าผ่านช่องทางบริการจัดส่งโดยจะบันทึกผลการจัดส่งด้วยฟอร์มดังแสดงในภาพที่ ง.5

จัดส่งสินค้า

No due date Medium Priority Created moments ago

ดำเนินการจัดส่งสินค้า

เลขที่คำสั่งซื้อ: 4884

ตามที่อยู่:

เจริญ วิทยาลัย
666/66 อาคารเอสเฮาส์ ดินแดง
กรุงเทพมหานคร
10400

รายการสินค้า:

- หูฟังไร้สาย 1,000 บาท
- USB Flash Drive 16GB 200 บาท

Part of process: 'การออกบิลและจัดส่งสินค้า'

People

No owner Transfer

คมเข้ม ทรหดอดทน Assignee Reassign

Subtasks

No subtasks defined for this task

Related content

No related content attached for this task

Fill in the form below and complete the task:

รหัสติดตาม*

Complete task Reset form

ภาพที่ ง.5 ฟอร์มบันทึกผลการจัดส่งสินค้าสำหรับยูสเซอร์ทาสก์ชื่อจัดส่งสินค้า

- 6) ส่งอีเมลแจ้งการจัดส่ง ถูกส่งเพื่อแจ้งว่าสินค้าได้เริ่มการจัดส่งเรียบร้อยแล้วผ่านทางอีเมลโดยแสดงรายละเอียดการจัดส่งและการติดตามตั้งเนื้อหาอีเมลในภาพที่ ง.6

Subject คำสั่งซื้อเลขที่ 4884 ถูกจัดส่งเรียบร้อยแล้ว
To jessada.w@student.chula.ac.th <jessada.w@student.chula.ac.th> ☆

เรียน คุณ เจษฎา วิริยะกุล

คำสั่งซื้อถูกจัดส่งแล้ว คุณสามารถติดตามความคืบหน้าการจัดส่งได้ที่
<http://track.xxxxxxxx.com>
ตัวรหัส: EH112233445TH

คำสั่งซื้อเลขที่: 4884

สินค้า:

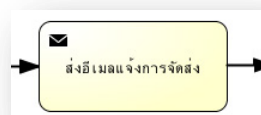
- หูฟังไร้สาย 1,000 บาท
- USB Flash Drive 16GB 200 บาท

ยอดเงินสุทธิ: 1200.0 บาท

ขอขอบพระคุณที่ใช้บริการของเรา

--

Sample Shop



ภาพที่ ง.6 อีเมลแจ้งการจัดส่งถูกส่งโดยเซนต์ทาสก์ซื้อส่งอีเมลแจ้งการจัดส่ง



ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

จ.1 สภาพแวดล้อมด้านฮาร์ดแวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการพัฒนามีคุณสมบัติ ดังนี้
 - 1) ระบบปฏิบัติการแมคโอเอสเอ็กซ์ (Mac OSX) เวอร์ชัน 10.10.3
 - 2) หน่วยประมวลผลกลางอินเทลคอร์ i5 (Intel Core i5) 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์
 - 3) หน่วยความจำหลัก 8 กิกะไบต์
 - 4) หน่วยความจำสำรอง 500 กิกะไบต์
2. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับระบบประเมินผลความสามารถในการเรียนรู้เครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบบล็อกของเอกซ์บีพีสคริปต์
 - 1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ (Microsoft Windows) เวอร์ชัน 8 รุ่น 64 บิต
 - 2) หน่วยประมวลผลกลางอินเทลคอร์ทูดูโอ (Intel Core 2 Duo) 2.33 กิกะเฮิร์ตซ์
 - 3) หน่วยความจำหลักขนาด 4 กิกะไบต์
 - 4) หน่วยความจำสำรองขนาด 300 กิกะไบต์

จ.2 สภาพแวดล้อมด้านซอฟต์แวร์

1. โปรแกรมอีคลิป์สำหรับนักพัฒนาจาวาเอนเทอร์ไพรส์อีดีทชัน (Eclipse for Java EE Developers) เวอร์ชัน 4.3.2
2. เครื่องมือบล็อกลี
3. เครื่องมืออาปาเซเวโลซิตีเวอร์ชัน 1.7
4. โปรแกรมเอกทิวิตีเอกซ์พลอเรอร์เวอร์ชัน 5.15.1
5. โปรแกรมฐานข้อมูลโพสท์เกรสคิวเอล (PostgreSQL) เวอร์ชัน 9.3
6. โปรแกรมอาปาเซทอมแคท (Apache Tomcat) เวอร์ชัน 7.0.55

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเจษฎา วิริยะกุล เกิดเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2526 ที่จังหวัดเชียงราย สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ.2549 และเข้าศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ.2555 มีประสบการณ์ทำงานเป็นนักพัฒนาซอฟต์แวร์กว่า 10 ปี มีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาด้วยภาษาจาวา

มีผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ ได้แก่ บทความชื่อ Visually Scripting Portable BPMN Script Tasks ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ “2014 International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE)” และบทความชื่อ "A Visual Editor for Language-Independent Scripting for BPMN Modeling ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ “2015 The 12th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering”