

การจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

นายอนาวิล ตระการวิโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 Graduate School.

A STORAGE AND RETRIEVAL OF REQUIREMENTS AND ANALYSIS MODEL FOR  
SOFTWARE PRODUCT LINE

Mr. Anavin Trakarnviroj

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 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการ  
วิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

โดย

นายอนาวิต ตระการวิโรจน์

สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธีรไพฑูริย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ดร.เฉลิมศักดิ์ เลิศวงศ์เสถียร)

อนาวิต ตระการวิโรจน์ : การจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์. (A STORAGE AND RETRIEVAL OF REQUIREMENTS AND ANALYSIS MODEL FOR SOFTWARE PRODUCT LINE)  
 อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.นครทิพย์ พร้อมพูล, 113 หน้า.

การนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่มีหลายวิธีการที่สนับสนุน โดยสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์เป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นแนวคิดในการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดการออกแบบการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและแบบจำลองการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยการออกแบบการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและแบบจำลองการวิเคราะห์นั้นได้ใช้หลักการของพลัส (PLUS) ซึ่งเป็นหลักการที่ใช้ในการออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ในสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบ่งซอฟต์แวร์ออกเป็นคุณลักษณะทั่วไป และคุณลักษณะแปรผัน การสร้างแบบจำลองความต้องการนำเสนอในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส และแบบจำลองคุณลักษณะ การสร้างเอกสารแบบจำลองการวิเคราะห์นำเสนอในรูปแบบของแผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ต โดยใช้หลักการของการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ ในการจัดเก็บได้มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองเพื่อใช้ในการค้นคืนแบบจำลองที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้การค้นคืนคุณลักษณะเพื่อหาคุณลักษณะที่ต้องการค้นคืนและแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ และได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดสอบงานวิจัยนี้

ในการทดสอบเครื่องมือที่สนับสนุนแนวคิดใช้ระบบที่แตกต่างกัน 3 ระบบที่เป็นสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์เพื่อทดสอบการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลอง และได้มีการกำหนดค่าค้น 30 คำค้นที่ครอบคลุมทั้ง 3 ระบบที่นำมาทดสอบเพื่อใช้ในการทดสอบการค้นคืนคุณลักษณะ ซึ่งเครื่องมือสามารถจัดเก็บระบบและสามารถค้นคืนคุณลักษณะ และแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะได้อย่างถูกต้อง

ภาควิชา ..... วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา ..... 2554 .....

## 5170509121 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS : SOFTWARE PRODUCT LINE / REQUIREMENT MODEL / ANALYSIS  
MODEL / INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL

ANAVIN TRAKARNVIROJ : A STORAGE AND RETRIEVAL OF  
REQUIREMENTS AND ANALYSIS MODEL FOR SOFTWARE PRODUCT LINE.  
ADVISOR: ASST.PROF. NAKORNTHIP PROMPOON, 113 pp.

There are several methods that support software reuse concept. Software product line is one of them which help reduce cost of software development. This research proposes an approach to store and retrieve software requirements and analysis model to serve the reuse purpose. The requirements and analysis modeling are based on PLUS which is the principle used for software product line design. In software product line, software can be classified into two common and variable features. To represent both features, requirements modeling is presented by UML use case diagram and feature model. In addition, analysis modeling is presented by UML class diagram, sequence diagram and state chart diagram. The principle of information storage and retrieval are applied for the reuse of requirements and analysis modeling. During the store process, the relationships between both models are created in order for the retrieval of software product line feature. The supporting tool is also developed to proof the proposed approach.

Requirements and analysis modeling of the three software product line systems are created to test the developed tool. Thirty queries covers the features of three examples case study are also selected to test tool functionality. The tool can store and retrieve documents of software product line feature based on both models correctly.

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

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

Academic Year : 2011.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พรหมพูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์นี้ และยังให้ความรู้ ความเข้าใจทางด้านวิชาการ การทำงาน และการอยู่ในสังคม รวมถึงความเอาใจใส่อย่างมากในการติดตามดูแลและแก้ปัญหาให้กับผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยจนกระทั่งประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธีรไพบูลย์ ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ และ ดร.เฉลิมศักดิ์ เลิศวงศ์เสถียร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ความเข้าใจ คำแนะนำต่างๆ ในการเรียน และการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนความห่วงใย และกำลังใจในการทำวิจัยเพื่อให้สำเร็จลุล่วง

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้ความเอาใจใส่ดูแล ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยเรื่อยมา

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย .....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย .....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนองานวิจัย .....	4
1.7 บทควมวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ .....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1.1 สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line) .....	5
2.1.2 แผนภาพยูเอ็มแอล (UML) .....	16
2.1.3 เอ็กซ์เอ็มแอล .....	26
2.1.4 การค้นคืนสารสนเทศ.....	27
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
2.2.1 การค้นคืนความต้องการซอฟต์แวร์โดยใช้การคำนวณความคล้ายกันของพจน์และ โครงสร้างของยูสเคส (Software Requirements Retrieval Using Use Case Terms and Structure Similarity Computation).....	29
2.2.2 การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Use Case Description Storage and Retrieval for Software Product Line) .....	30
2.2.3 วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติและการได้มาของผลิตภัณฑ์ (Automated Software Product Line Engineering and Product Derivation) ....	31
บทที่ 3 แนวคิดและวิธีการวิจัย .....	34

3.1	ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	35
3.2	โครงสร้างการจัดเก็บและค้นหาแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	35
3.3	ออกแบบวิธีการจัดเก็บสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	37
3.4	ออกแบบวิธีการค้นหาแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	39
3.5	พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บ และค้นหา .....	40
3.5.1	แผนภาพยูสเคส .....	41
3.5.2	แผนภาพคลาส .....	43
3.5.3	แผนภาพกิจกรรม .....	44
3.5.4	ฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ/แผนภาพ .....	48
บทที่ 4	การพัฒนาเครื่องมือ .....	53
4.1	สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ .....	53
4.2	โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือ .....	53
4.2.1	ส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์และทำการสร้างดัชนี .....	54
4.2.2	ส่วนการค้นหาแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นหา .....	56
บทที่ 5	การทดสอบเครื่องมือ .....	59
5.1	การทดสอบเครื่องมือ .....	59
5.1.1	ทดสอบเครื่องมือส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	59
5.1.2	ทดสอบเครื่องมือส่วนการค้นหาแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	59
5.2	ผลการทดสอบ .....	60
5.2.1	ผลการทดสอบเครื่องมือส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	60



5.2.2 ผลการทดสอบเครื่องมือส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์.....	60
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย.....	64
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	64
6.2 ข้อจำกัดของเครื่องมือ.....	64
6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ.....	64
รายการอ้างอิง.....	66
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก รายละเอียดระบบที่ใช้ในการทดลอง.....	68
ภาคผนวก ข ผลการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	83
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	113

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส [1].....	11
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างตารางของการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส [1] .....	14
ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ [1] .....	18
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างซีอาร์ซีการ์ด (ด้านหน้า) [3] .....	23
ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างซีอาร์ซีการ์ด (ด้านหลัง) [3].....	23
ตารางที่ 3.1 คำอธิบายยูสเคสของยูสเคสจัดเก็บเอกสาร .....	41
ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคสของยูสเคสค้นคืนเอกสาร .....	42
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ .....	45
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาสแบบไฟล์ข้อความ.....	46
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดตารางความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับยูเอ็มแอล .....	49
ตารางที่ 3.4 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Usecase .....	50
ตารางที่ 3.5 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Sequence .....	50
ตารางที่ 3.6 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Feature .....	50
ตารางที่ 3.7 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Class.....	51
ตารางที่ 3.8 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Statechart .....	51
ตารางที่ 3.9 โครงสร้างข้อมูลของตาราง FeatureUsecase .....	51
ตารางที่ 3.10 โครงสร้างข้อมูลของตาราง FeatureClass .....	52
ตารางที่ 5.1 คุณลักษณะที่ใช้เป็นคำค้น.....	60
ตารางที่ 5.2 ผลการค้นคืนคุณลักษณะจากคำค้น .....	61
ตารางที่ ก-1 รายละเอียดของระบบเตาไมโครเวฟ .....	68
ตารางที่ ก-2 จำนวนเอกสารแต่ละประเภทของระบบเตาไมโครเวฟ .....	72
ตารางที่ ก-3 รายละเอียดระบบของการขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	73
ตารางที่ ก-4 จำนวนเอกสารแต่ละประเภทของระบบขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	76
ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ .....	77
ตารางที่ ก-6 จำนวนเอกสารแต่ละประเภทของระบบโรงงานอัตโนมัติ .....	82
ตารางที่ ข-1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Analog Weight.....	83
ตารางที่ ข-2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Boolean Weight.....	84
ตารางที่ ข-3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Business Customer .....	85

ตารางที่ ข-4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ TOD Clock.....	87
ตารางที่ ข-5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ 12/24 Hour Clock .....	89
ตารางที่ ข-6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Home Customer .....	89
ตารางที่ ข-7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ E-Commerce Kernel.....	90
ตารางที่ ข-8 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ English.....	92
ตารางที่ ข-9 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Kernel .....	93
ตารางที่ ข-10 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Monitoring .....	95
ตารางที่ ข-11 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Operations User.....	95
ตารางที่ ข-12 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Work Order Management .....	96
ตารางที่ ข-13 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Workflow Management .....	96
ตารางที่ ข-14 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Monitoring .....	97
ตารางที่ ข-15 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Work Order User .....	98
ตารางที่ ข-16 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Workflow Planning User.....	98
ตารางที่ ข-17 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ One-level Heating .....	99
ตารางที่ ข-18 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Multi-level Heating .....	100
ตารางที่ ข-19 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Microwave Oven Kernel.....	102
ตารางที่ ข-20 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ One-line Display.....	105
ตารางที่ ข-21 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Multi-line Display .....	106
ตารางที่ ข-22 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Power Level.....	107
ตารางที่ ข-23 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Purchase Order.....	109
ตารางที่ ข-24 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Recipe .....	110
ตารางที่ ข-25 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Storage and Retrieval .....	112

## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	กระบวนการอีเอสพีแอลอีพี [1].....	7
รูปที่ 2.2	การทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ด้วยอีเอสพีแอลอีพี [1].....	8
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างการอธิบายคุณลักษณะโดยใช้ยูสเคสแพ็กเกจ [1].....	10
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างการอธิบายคุณลักษณะโดยใช้เมตาคลาส [1].....	10
รูปที่ 2.5	แผนภาพคอมมูนิตีเคชันเชิงคุณลักษณะ [1] .....	13
รูปที่ 2.6	แผนภาพคลาสเชิงคุณลักษณะ [1] .....	13
รูปที่ 2.7	แผนภาพยูสเคส [2] .....	16
รูปที่ 2.8	ตัวอย่างยูสเคสเคอร์เนล และยูสเคสตัวเลือก [1].....	17
รูปที่ 2.9	ตัวอย่างยูสเคสเคอร์เนล และยูสเคสทางเลือก [1].....	17
รูปที่ 2.10	แผนภาพคลาส [2].....	21
รูปที่ 2.11	ตัวอย่างคลาสสายผลิตภัณฑ์ [1] .....	22
รูปที่ 2.12	แผนภาพสเตทชาร์ต [2] .....	23
รูปที่ 2.13	แผนภาพซีควเอนซ์ [4] .....	25
รูปที่ 2.14	ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล [5] .....	27
รูปที่ 2.15	กระบวนการการค้นคืนสารสนเทศ[6].....	27
รูปที่ 2.16	การทำงานของเครื่องมือในการทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ [10].....	32
รูปที่ 2.17	ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือจัดองค์ประกอบระบบเป้าหมาย [10].....	32
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการวิจัยการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการ และการวิเคราะห์สาย ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์.....	34
รูปที่ 3.2	ภาพรวมโครงสร้างการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สาย ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ .....	35
รูปที่ 3.3	การจัดเก็บแบบจำลองการความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ...	37
รูปที่ 3.4	ตัวอย่างแผนภาพที่ใช้ในการแปลงเป็นเอ็กซ์เอ็มแอลด้วยโปรแกรมวิซวลพาราไดม์ .....	38
รูปที่ 3.5	ส่วนหนึ่งของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากโปรแกรมวิซวลพาราไดม์ .....	38
รูปที่ 3.6	ส่วนหนึ่งของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากโปรแกรมไมโครซอฟต์แวร์ .....	39
รูปที่ 3.7	การค้นคืนแบบจำลองการความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ....	40

หน้า

รูปที่ 3.8 แผนภาพยูสเคสของระบบจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์.....	41
รูปที่ 3.9 แผนภาพคลาสของระบบจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์.....	43
รูปที่ 3.10 แผนภาพกิจกรรมของเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการ วิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์.....	44
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างแผนภาพยูสเคสแบบกราฟิก.....	45
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างแผนภาพคลาสแบบกราฟิก.....	45
รูปที่ 3.13 ฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธ์ ระหว่างแผนภาพ/แผนภาพ.....	49
รูปที่ 4.1 แผนภาพส่วนประกอบของเครื่องมือ.....	54
รูปที่ 4.2 หน้าจอสำหรับใส่ชื่อของระบบที่ต้องการจัดเก็บ.....	55
รูปที่ 4.3 หน้าจอสำหรับจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ ซอฟต์แวร์.....	56
รูปที่ 4.4 หน้าจอสำหรับใส่คุณลักษณะที่ต้องการค้นคืน.....	57
รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลการค้นคืนคุณลักษณะ.....	57
รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืน.....	58

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ (Software Reuse) เป็นจุดมุ่งหมายของวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 [1] มีแนวคิด และวิธีการต่างๆ มากมาย เพื่อใช้ในการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ โดยในยุคแรกของการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่จะใช้แนวคิดที่เรียกว่า ซอฟต์แวร์รียูสไลบรารี (Software Reuse Libraries) ซึ่งเป็นการนำส่วนประกอบของโปรแกรมที่มีการพัฒนาแล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยมีการสร้างไลบรารีของส่วนประกอบที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ และมีการทำดัชนี การจัดวาง และการหาความคล้ายกันระหว่างส่วนประกอบ และในยุคถัดมาได้มีแนวคิดของการนำสถาปัตยกรรม และการออกแบบซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ (Software Architecture and Design Reuse) โดยแทนที่จะนำเอาส่วนประกอบของโปรแกรมนำกลับมาใช้ใหม่ แต่ได้นำการออกแบบหรือระบบย่อยที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กันนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะเน้นที่การนำผลของการรวบรวมความต้องการ (Requirements Gathering) และผลของการออกแบบ (Design) กลับมาใช้ใหม่

นอกจากสองแนวคิดดังกล่าวแล้วยังมีแนวคิดอื่นอีกหลายแนวคิดในการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่เช่น การใช้แบบรูปการออกแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reusable Design Patterns) นอกจากนี้ ยังมีอีกหนึ่งแนวคิดในการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่นั้นคือสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Lines) ซึ่งประกอบด้วยตระกูลของระบบซอฟต์แวร์ (Family of Software System) ที่มีความเป็นฟังก์ชันงานทั่วไป (Common Functionality) และความเป็นฟังก์ชันงานแปรผัน (Variable Functionality) และมีผู้ให้คำจำกัดความของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดย Clements and Northrop ในปี 2002 [1] ว่า สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์คือกลุ่มของซอฟต์แวร์ที่มีการจัดการคุณสมบัติร่วมกัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของตลาดหรือตามเป้าหมาย ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นจากกลุ่มของสินทรัพย์หลัก (Core Asset) ตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้

สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ได้มีการพัฒนาจากที่สามารถนำส่วนประกอบเดี่ยวๆ กลับมาใช้ใหม่จนถึงการใช้สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ในภาพที่กว้างขึ้น และได้มีการผนวกรวมกับวิธีการออกแบบซอฟต์แวร์ในปัจจุบันซึ่งมีการใช้ยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) ในการพัฒนาเป็นส่วนใหญ่จนกลายเป็นวิธีการใหม่ ซึ่งเรียกว่า วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอลหรือพลัส (Product Line UML-Based Software Engineering: PLUS) [1] ซึ่งมี

การแบ่งซอฟต์แวร์ออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนทั่วไป (Commonality) และส่วนแปรผัน (Variability) โดยการใช้รูปแบบของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ออกเป็นคุณลักษณะ (Feature)

จากพลัส ทำให้เกิดแนวคิดในการนำหลักการการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) มาประยุกต์ใช้กับการจัดเก็บและการค้นคืนสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยสนใจในมุมมองของการใช้คุณลักษณะในการค้นคืนแผนภาพยูเอ็มแอลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบดังกล่าว โดยการรวบรวมความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับยูเอ็มแอล และจัดเก็บลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และใช้การสร้างดัชนีในการค้นคืนยูเอ็มแอลจากคุณลักษณะ จากนั้นทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บ และค้นคืนแบบจำลองความต้องการ และการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และมีการประเมินผลโดยการใช้ค่าระลึก (Recall) ความแม่นยำ (Precision) และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก (Harmonic Mean) มาเป็นเกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิผลของเครื่องมือ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบวิธีการการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืน
2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนวิธีการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืน

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. การจัดเก็บแบบจำลองในรูปแบบยูเอ็มแอล และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย
  - 1) แผนภาพยูสเคส จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของกราฟิก และคำอธิบายยูสเคส จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ข้อความ
  - 2) แผนภาพคลาส จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของกราฟิก และซีอาร์ซีการ์ด จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ข้อความ
  - 3) แผนภาพสเตทชาร์ต จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของกราฟิก
  - 4) แผนภาพซีควเอนซ์ จัดเก็บในรูปแบบของกราฟิก ในกรณีที่ไม่มีแผนภาพซีควเอนซ์สามารถใช้แผนภาพคอมมูนิเคชันแทนได้
  - 5) ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ข้อความ
  - 6) ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ข้อความ

โดยเอกสารทั้งหมดที่จัดเก็บในข้อ 1. จัดเก็บไปรูปแบบของเอ็กซ์เอ็มแอลด้วย ซึ่งเอ็กซ์เอ็มแอลจะนำไปใช้ในการหาความสัมพันธ์ และเอกสารในข้อ 1) ถึงข้อ 4) จะถูกนำมาเป็นผลการค้นคืนในรูปแบบของกราฟิก และไฟล์ข้อความ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลจากแผนภาพยูเอ็มแอลจะใช้โปรแกรมวิชาการพาราไดม์เวอร์ชัน 8.3 (Visual Paradigm for UML 8.3 Community Edition)

3. การสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลจากโปรแกรมสตาร์ยูเอ็มแอลสนับสนุนการใช้งานยูเอ็มแอลเวอร์ชัน 2.0

4. แผนภาพที่ยูเอ็มแอลจัดเก็บสามารถจัดเก็บทุกรูปแบบที่โปรแกรมวิชาการพาราไดม์เวอร์ชัน 8.3 รองรับได้

5. แบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่นำมาเป็นข้อมูลนำเข้าต้องเป็นข้อมูลที่มีวากยสัมพันธ์ (Syntax) ถูกต้อง และมีการตรวจสอบความสอดคล้องกัน (Consistency Checking) เรียบร้อยแล้ว

6. ในการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ค่าของข้อความในข้อมูลที่จัดเก็บต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

7. ในการทดสอบการค้นคืนจะใช้วิธีการกำหนดคุณลักษณะอย่างน้อย 30 คุณลักษณะที่มีความแตกต่างกันรวมถึงจำนวนค่าที่ใช้ในการค้น โดยใช้ระบบที่ทดสอบในการจัดเก็บ และค้นคืนใช้ระบบอย่างน้อย 3 ระบบที่มีเอกสารในหัวข้อ 1. ข้อ 1) ถึงข้อ 6)

8. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บ และค้นคืนมีหน้าที่การทำงานดังนี้

1) สามารถจัดเก็บข้อมูลประเภทแผนภาพ และข้อมูลประเภทข้อความตามหัวข้อ 1 ในข้อที่ 1) ถึงข้อที่ 6) ได้

2) สามารถค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จากหัวข้อที่ 1 ข้อ 1) ถึง 4) โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืน

#### 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์โดยเน้นที่รูปแบบพลัส
2. ศึกษารูปแบบของเอกสารประเภทเอ็กซ์เอ็มแอล
3. ศึกษาโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของแบบจำลองยูเอ็มแอลโดยเฉพาะ แผนภาพยูเอสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ต
4. ศึกษาวิธีการจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ



5. กำหนดขอบเขตของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการ และการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์
6. วิเคราะห์ และออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์
7. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์
8. ทดสอบความถูกต้อง และประเมินผลเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์
9. สรุปผล และจัดทำวิทยานิพนธ์

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการเพื่อใช้ในการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้หลักการของการค้นคืนสารสนเทศ
2. ได้เครื่องมือสนับสนุนในการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่สามารถนำไปใช้งานได้

## 1.6 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนองานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทต่อไปนี้เป็นที่ 1 บทนำกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา รวมถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ขั้นตอนและวิธีการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 นำเสนอแนวคิดและวิธีดำเนินงาน บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ บทที่ 5 กล่าวถึงการทดสอบและประเมินเครื่องมือ และบทที่ 6 เป็นบทสรุปผลการวิจัย

## 1.7 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

ผลงานวิจัยที่ได้ทำร่วมกับคณะผู้วิจัยเป็นบทความวิชาการระดับนานาชาติ 1 บทความคือ บทความวิชาการเรื่อง “A Storage and Retrieval of Requirement Model and Analysis Model for Software Product Line” ซึ่งได้รับการคัดเลือกเพื่อนำเสนอและตีพิมพ์ในงาน “The 2012 IEANG International Conference on Software Engineering Hong Kong” ระหว่างวันที่ 14-16 มีนาคม 2555 ณ โรงแรม The Royal Garden Hotel เมืองเกาลูน ประเทศฮ่องกง

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line)

สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ [1] ประกอบด้วยกลุ่มของระบบซอฟต์แวร์ที่มีองค์ประกอบย่อยๆ มารวมกันซึ่งข้อดีของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์คือการนำเอกสารการออกแบบมาใช้ที่มีการสร้างขึ้นมาแล้วมาใช้งานใหม่ได้โดยอาจเป็นระบบซอฟต์แวร์คนละระบบหรือระบบซอฟต์แวร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ได้มีการพัฒนามาจากการนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่โดยมุ่งเน้นไปที่การนำสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่แทนที่จะใช้ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ที่แยกเป็นส่วนๆ นำกลับมาใช้ใหม่

แนวคิดในการสร้างสายผลิตภัณฑ์ไม่ได้เป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นมาใหม่ [1] ในสมัยก่อนก็ได้มีแนวคิดในการใช้สายผลิตภัณฑ์ในการสร้างบางสิ่งมาแล้ว เช่น การสร้างปิรามิดของอียิปต์ ที่มีการสร้างปิรามิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในหลายๆ สถานที่ อาจพูดได้ว่าเป็นครั้งแรกที่มีการใช้สายผลิตภัณฑ์ก็เป็นได้ ในยุคสมัยใหม่ก็ได้มีการนำสายผลิตภัณฑ์เข้ามาใช้งานด้วยเหมือนกัน เช่น ในอุตสาหกรรมเครื่องบินที่มีการสร้างเครื่องบินแอร์บัส A-318, A-319, A-320 และ A-321 ซึ่งมีการใช้คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ทั่วไป (Common Product Feature) ร่วมกัน ประกอบไปด้วย เครื่องยนต์ระบบนำร่อง และระบบการสื่อสาร

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการพัฒนาแบบระบบเดียว หมายถึง ในการพัฒนาแต่ละระบบจะเป็นระบบแบบเฉพาะของแต่ละระบบแต่สำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แล้ววิธีการพัฒนาจะมีการพิจารณาถึงตระกูลของระบบซอฟต์แวร์ [1] ในวิธีการพัฒนาแบบนี้จะมีการวิเคราะห์ว่าคุณลักษณะใดในกลุ่มของซอฟต์แวร์ที่เป็นสามัญ (Common) คุณลักษณะใดเป็นตัวเลือก (Optional) และ คุณลักษณะใดที่เป็นทางเลือก (Alternatives) เป็นต้น โดยคุณลักษณะทั้งหมดแบ่งเป็นหลายประเภทได้แก่

- คุณลักษณะทั่วไป (Common Feature) เป็นคุณลักษณะที่สมาชิกทุกสมาชิกในกลุ่มของซอฟต์แวร์ต้องมี
- คุณลักษณะตัวเลือก (Optional Features) เป็นคุณลักษณะที่ต้องการจากสมาชิกเพียงบางสมาชิกในกลุ่มของซอฟต์แวร์

- คุณลักษณะทางเลือก (Alternatives Features) เป็นคุณลักษณะที่มีสองคุณลักษณะขึ้นไป แต่ต้องมีการเลือกคุณลักษณะใดคุณลักษณะหนึ่งเพื่อมาเป็นคุณลักษณะที่อยู่ในกลุ่มของซอฟต์แวร์
- คุณลักษณะกำหนดค่า (Parameterized Features) เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีการระบุถึงค่าของพารามิเตอร์ในการทำงาน
- คุณลักษณะขึ้นต่อกัน (Prerequisite Feature) เป็นคุณลักษณะที่ขึ้นต่อกันกับคุณลักษณะอื่น
- คุณลักษณะร่วมกัน (Mutually Inclusive Features) เป็นคุณลักษณะสองคุณลักษณะที่มีการใช้งานร่วมกันอยู่ตลอด

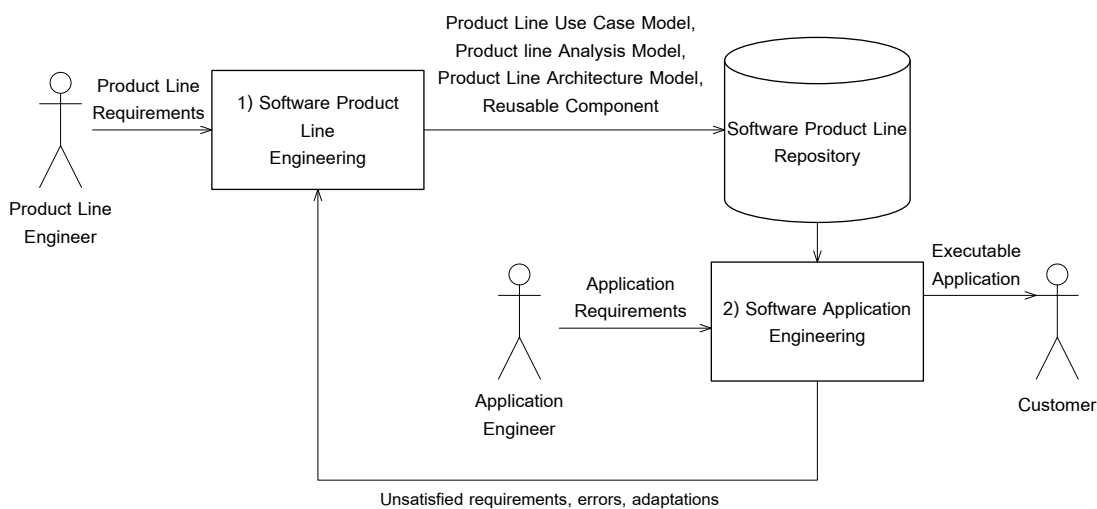
### 1) การออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ด้วยยูเอ็มแอล (Modeling Software Product Lines with UML)

การออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ด้วยยูเอ็มแอล [1] เกิดจากการนำเอาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยยูเอ็มแอลมาผนวกรวมเข้ากับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ จนกลายเป็นวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอลหรือพลัส ซึ่งเป็นแนวคิดที่ใช้เทคนิค และวิธีการของยูเอ็มแอลมาออกแบบกระบวนการในการจัดกับกับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยวิธีการของพลัสจะคล้ายกับวิธีการเชิงวัตถุบนพื้นฐานของยูเอ็มแอล (UML-Based Object-Oriented Method) ในการออกแบบ และวิเคราะห์ระบบ ซึ่งพลัสยังสามารถอธิบายถึงการออกแบบส่วนสามัญ และส่วนแปรผันของสายผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

### 2) กระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์สายการผลิตแบบวิวัฒนาการ (Evolution Software Product Line Engineering Process : ESPLEP)

อีเอสพีแอลอีพี [1] เป็นรูปแบบกระบวนการซอฟต์แวร์ที่ลดความแตกต่างระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการบำรุงรักษาโดยใช้การพัฒนาแบบวนซ้ำ (Iteration) โดยระบบที่พัฒนาตามวิธีการนี้สามารถเปลี่ยนแปลงให้ตรงกับความต้องการในแต่ละรอบของการพัฒนาได้ จากที่กล่าวมาระบบที่พัฒนาใหม่จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของระบบเดิม ในมุมมองของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แล้วสามารถพัฒนาให้เป็นตระกูลของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ได้

กระบวนการของอีเอสพีแอลอีพีประกอบไปด้วยกระบวนการ 2 กระบวนการดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กระบวนการอีเอสพีแอลอีพี [1]

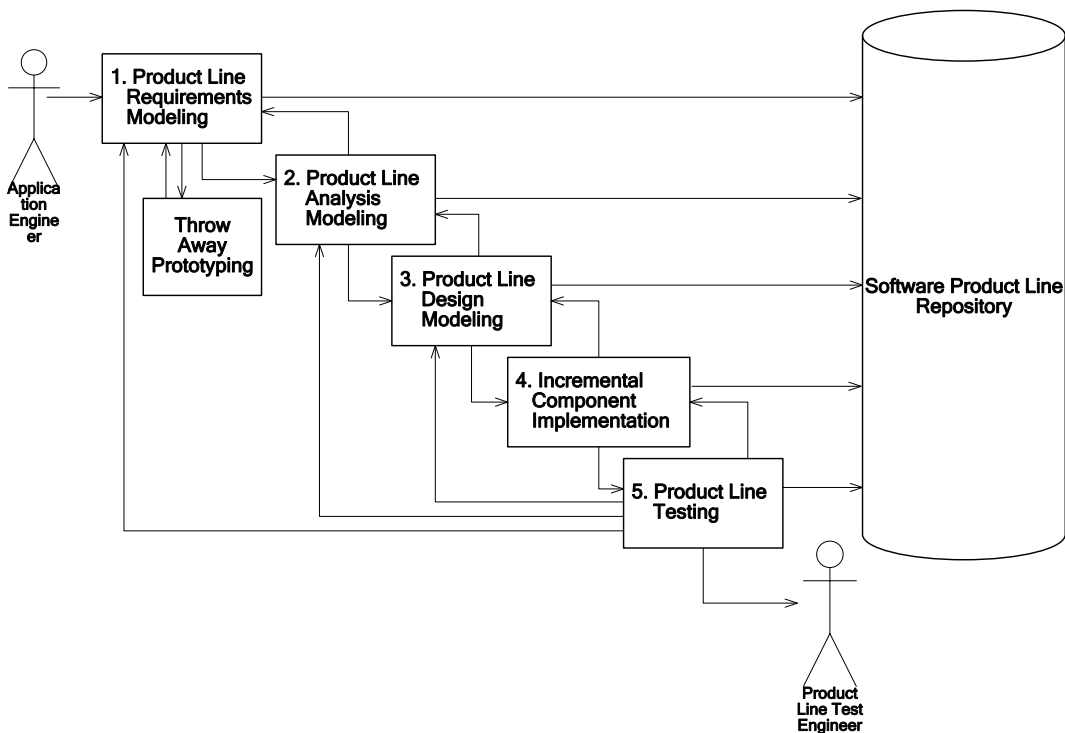
- **วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Engineering)** ในกระบวนการวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะมีการวิเคราะห์หาความต้องการทั่วไป และความต้องการแปรผันของความต้องการทั้งหมดของระบบ โดยมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้คือการพัฒนาแบบจำลองยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ (Product Line Use Case Model) แบบจำลองการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ (Product Line Analysis Model) สถาปัตยกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Architecture) และการพัฒนาคอมโพเนนต์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reusable Component) โดยผลที่ได้จากการทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ต้องผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องกัน (Consistency Checking) [1] ระหว่างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง หลังจากนั้นจะถูกจัดเก็บลงในแหล่งเก็บสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Repository)

- **วิศวกรรมซอฟต์แวร์แอปพลิเคชัน (Software Application Engineering)** ในกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันจะมีการพัฒนาแอปพลิเคชันที่อยู่ในสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยนำสินทรัพย์ในแหล่งเก็บสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่เกิดจากการพัฒนามาแล้วมาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของแต่ละแอปพลิเคชัน โดยการสร้างแบบจำลองยูสเคสของแอปพลิเคชันจากแผนภาพยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ สร้างแบบจำลองการวิเคราะห์แอปพลิเคชันจากแผนภาพการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และสร้างสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน

ชั้นจากสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยมีการเลือกคอมโพเนนท์ที่เหมาะสมจากแหล่งเก็บสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์มาสร้างเป็นแอปพลิเคชัน

### 3) ขั้นตอนวิศวกรรมซอฟต์แวร์สายผลิตภัณฑ์ (Software Product Line Engineering Phases)

แบบจำลองอีเอสพีแอลอีพีเป็นแบบจำลองที่ใช้กระบวนการการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบวนซ้ำที่อยู่บนพื้นฐานของยูสเคส ในการสร้างแบบจำลองความต้องการจะมีการระบุความต้องการเชิงฟังก์ชัน (Functional Requirement) ของสายผลิตภัณฑ์ในรูปของผู้กระทำ (Actor) และ ยูสเคส การสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์จะอธิบายถึงวัตถุ (Object) ที่อยู่ในแต่ละยูสเคส และการสร้างแบบจำลองการออกแบบจะมีการสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์บนพื้นฐานของคอมโพเนนท์สำหรับสายผลิตภัณฑ์ โดยขั้นตอนของอีเอสพีแอลอีพีในกระบวนการวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะถูกแสดงไว้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ด้วยอีเอสพีแอลอีพี [1]

- แบบจำลองความต้องการสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Requirements Modeling) ในขั้นตอนนี้ จะมีการสร้างแบบจำลองความต้องการ (Requirements Model) ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองยูสเคส และแบบจำลองคุณลักษณะ (Feature Model) โดยแบบจำลองยูสเคสจะระบุถึงความต้องการเชิงฟังก์ชันที่อยู่ในรูปแบบผู้กระทำ และยูสเคส โดยมีการ

เพิ่มส่วนทั่วไป และส่วนแปรผันโดยการกำหนดยูสเคสแบบเคอร์เนล (Kernel) แบบตัวเลือก และแบบทางเลือก และมีการสร้างคำอธิบายในแต่ละยูสเคสอีกด้วย ในกรณีที่ความต้องการเชิงแอปพลิเคชันทำความเข้าใจได้ยาก อาจมีการสร้างต้นแบบแบบโธรวอะเวย์ (Throw Away Prototype) เพื่อช่วยในการอธิบายความต้องการให้ชัดเจนขึ้น

- **แบบจำลองการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Analysis Modeling)** ในขั้นตอนนี้ จะมีการสร้างแบบจำลองเชิงสถิตย (Static Model) และแบบจำลองเชิงพลวัต (Dynamic Model) โดยในแบบจำลองเชิงสถิตยจะมีการระบุถึงความสัมพันธ์โครงสร้างของความสัมพันธ์ของคลาสในรูปแบบของแผนภาพคลาส (Class Diagram) ในแบบจำลองเชิงพลวัตจะมีการสร้างจากแบบจำลองความต้องการซึ่งจะแสดงการโต้ตอบกันของวัตถุในยูสเคส โดยการโต้ตอบกันของวัตถุอาจแสดงอยู่ในรูปของแผนภาพคอมมูนิเคชัน (Communication Diagram) หรือแผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram) นอกจากนี้แล้วสายผลิตภัณฑ์ยังมีการพัฒนาของการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส (Feature/Class Dependency) เพื่อช่วยในการพิจารณาสายผลิตภัณฑ์ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับคลาส

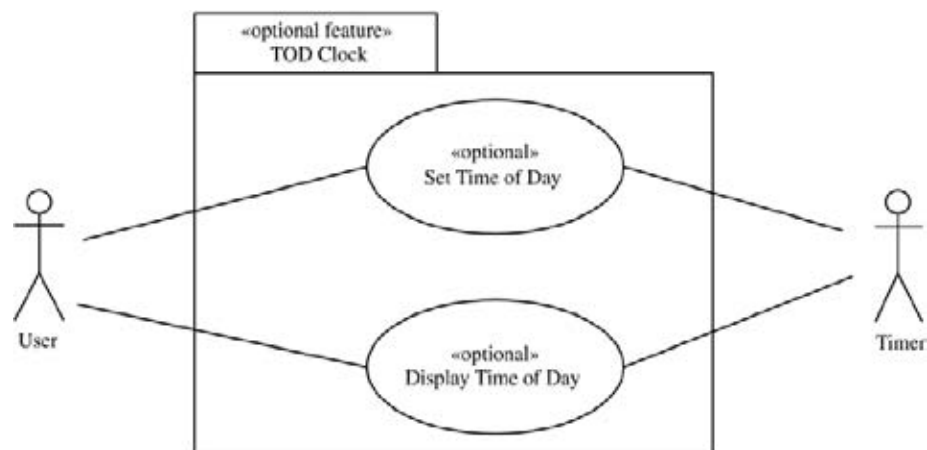
- **แบบจำลองการออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Design Modeling)** ในกระบวนการนี้ จะมีการสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์เชิงคอมโพเนนท์ (Component-based Software Architecture) ของสายผลิตภัณฑ์โดยจะพิจารณาจากแบบรูปเชิงสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ (Software Architectural Patterns)

- **การเขียนโปรแกรม และการทดสอบคอมโพเนนท์ส่วนเพิ่ม (Increment Component Implementation)** หลังจากออกแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แล้วก็จะมีการเขียนโปรแกรม และทดสอบคอมโพเนนท์ส่วนเพิ่มโดยในกระบวนการนี้จะทำการพัฒนาสายผลิตภัณฑ์เป็นส่วนๆ โดยเลือกจากยูสเคสหลังจากนั้นจึงนำส่วนต่างๆ ที่พัฒนามาประกอบกัน รวมถึงมีการทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing) ของแต่ละส่วนอีกด้วย

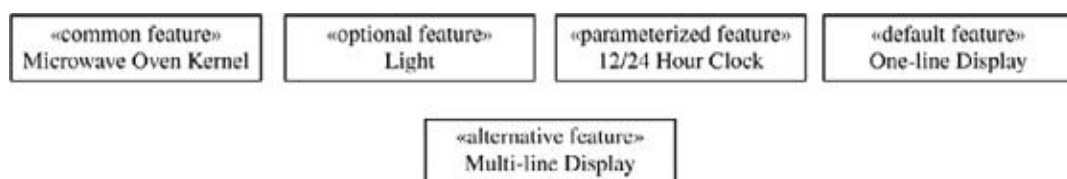
- **การทดสอบสายผลิตภัณฑ์ (Product Line Testing)** ในการทดสอบสายผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยการทดสอบเบ็ดเสร็จ (Integration Testing) และการทดสอบเชิงฟังก์ชัน (Functional Testing) ของสายผลิตภัณฑ์

#### 4) การขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส (Feature/Use Case Dependencies)

ในวิศวกรรมสายการผลิตมีการบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของคุณลักษณะกับยูสเคสโดยจะมีการสกัดเอาคุณลักษณะมาจากความต้องการโดยจะมีการจัดเก็บในรูปแบบต่างๆ อาจมีการเขียนอยู่ในรูปแบบของแพ็คเกจของยูสเคส (Use Case Package) ซึ่งจะมีการแสดงถึงประเภทของคุณลักษณะดังตัวอย่างในรูปที่ 2.3 หรือรูปแบบของเมตาคลาส (Meta Class) ที่ใช้คลาสในการอธิบายความสัมพันธ์ และมีการบอกถึงประเภทของคุณลักษณะ ในตัวอย่างในรูปที่ 2.4 หรืออาจแสดงอยู่ในรูปของตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.1 ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคสเป็นหลัก เนื่องจากสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ และยูสเคสได้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการอธิบายคุณลักษณะโดยใช้ยูสเคสแพ็คเกจ [1]



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการอธิบายคุณลักษณะโดยใช้เมตาคลาส [1]

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส [1]

Feature Name	Feature category	Use Case Name	Use Case Category/ Variation Point(VP)	Variation Point name
Microwave Oven Kernel	common	Cook Food	kernel	
Light	optional	Cook Food	vp	Light
Turntable	optional	Cook Food	vp	Turntable
Beeper	optional	Cook Food	vp	Beeper
Minute Plus	optional	Cook Food	vp	Minute Plus
One-line Display	default	Cook Food	vp	Display Unit
Multi-line Display	alternative	Cook Food	vp	Display Unit
English	default	Cook Food	vp	Display language
French	alternative	Cook Food	vp	Display language
Spanish	alternative	Cook Food	vp	Display language
German	alternative	Cook Food	vp	Display language
Italian	alternative	Cook Food	vp	Display language
Boolean Weight	default	Cook Food	vp	Weight Sensor
Analog Weight	alternative	Cook Food	vp	Weight Sensor
One-level Heating	default	Cook Food	vp	Heating Element
Multi-level Heating	alternative	Cook Food	vp	Heating Element
Power Level	optional	Cook Food	vp	Power Level
TOD Clock	optional	Set Time of Day	optional	
		Display Time of Day	optional	
12/24 Hour Clock	parameterized	Set Time of Day	vp	12/24 Hour Clock
		Display Time of Day		
Recipe	optional	Cook Food with Recipe	optional	

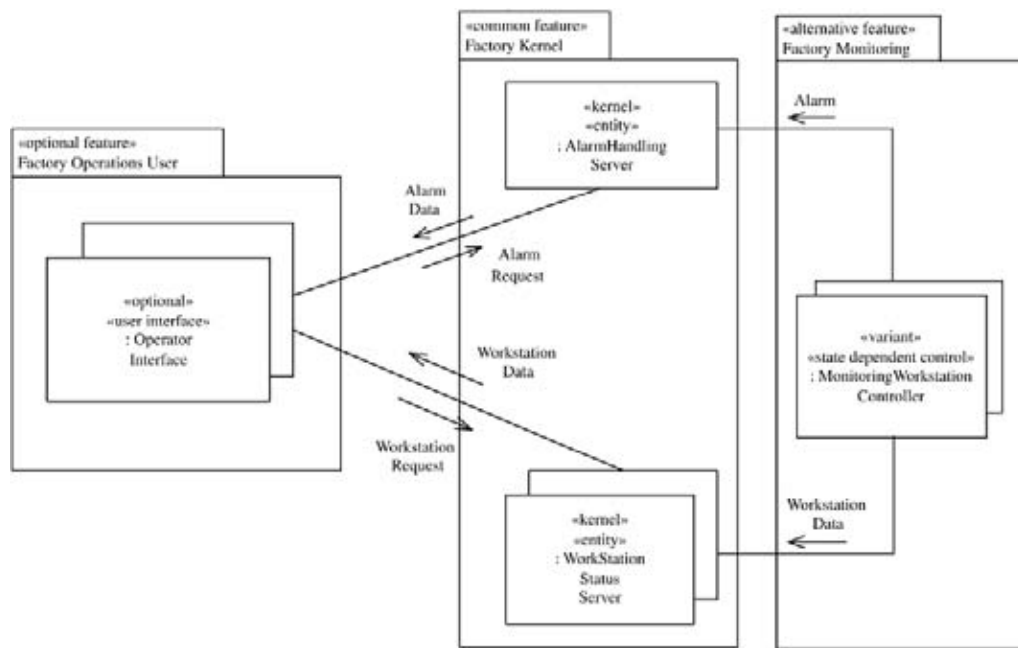


ในตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส ประกอบไปด้วย

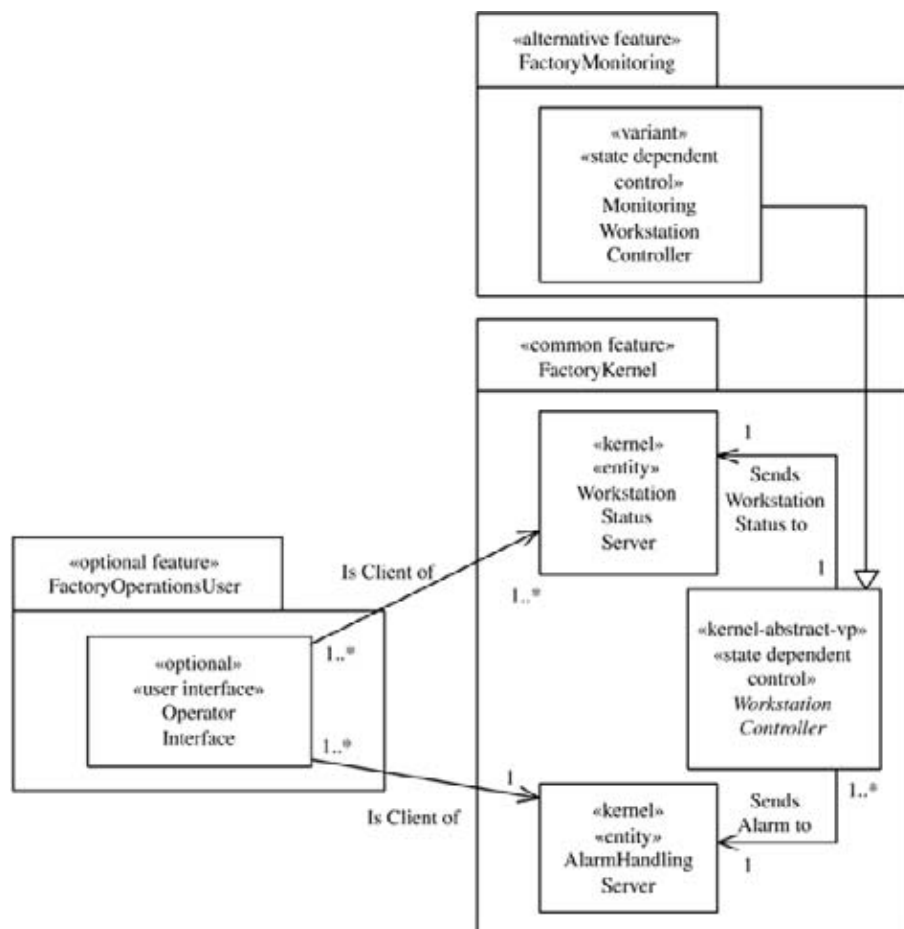
- **ชื่อคุณลักษณะ (Feature Name)** คือคุณลักษณะที่ได้มีการระบุไว้จากความต้องการ
- **ประเภทคุณลักษณะ (Feature Category)** คือประเภทของคุณลักษณะที่อยู่ด้วยกันหลายประเภทได้แก่ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะตัวเลือก คุณลักษณะทางเลือก คุณลักษณะกำหนดค่า คุณลักษณะขึ้นต่อกัน และคุณลักษณะร่วมกัน ตัวอย่างของคุณลักษณะร่วมกันในระบบเตาไมโครเวฟ [1] Boolean Weight เป็นเซนเซอร์ที่บอกว่ามีอาหารอยู่ในเตาหรือไม่ และ Analog Weight เป็นเซนเซอร์ที่บอกว่าอาหารที่อยู่ในเตามีน้ำหนักเท่าใด เป็นคุณลักษณะร่วมกันในคุณลักษณะทางเลือกถ้าคุณลักษณะเป็นค่าปริยาย (Default) จะถูกแสดงด้วยคำว่า default
- **ชื่อยูสเคส (Use Case Name)** คือชื่อของยูสเคสที่แตกออกมาได้คุณลักษณะนั้นๆ
- **ประเภทของยูสเคส/ส่วนแปรผัน (Use Case Category/Variation Point(VP))** แสดงถึงประเภทของยูสเคสหรือว่าเป็นส่วนแปรผัน (Variation Point) โดยประเภทของยูสเคสแบ่งออกเป็นยูสเคสเคอร์เนล (Kernel Use Case) ยูสเคสตัวเลือก (Optional Use Case) และยูสเคสทางเลือก (Alternative Use Case)
- **ชื่อจุดแปรผัน (Variation Point name)** เป็นส่วนที่แสดงแสดงคำอธิบายคุณสมบัติของระบบที่สามารถเลือกใช้ได้ เพื่อให้เกิดการทำงานในลักษณะที่แตกต่างกัน ในกรณีที่คุณลักษณะเป็นสลับแปรผัน จะมีการระบุชื่อของจุดแปรผันของคุณลักษณะ

##### 5) การขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส (Feature/Class Dependencies)

การออกแบบการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับคลาสซึ่งคุณลักษณะจะถูกระบุโดยความต้องการเชิงฟังก์ชัน โดยจะเน้นไปที่คุณลักษณะตัวเลือก และทางเลือก และจะมีการแสดงผลอยู่ในรูปของแผนภาพคอมมูนิเคชันเชิงคุณลักษณะ (Feature-based Communication Diagram) ในตัวอย่างรูปที่ 2.5 แผนภาพคลาสเชิงคุณลักษณะ (Feature-based Class Diagram) ในตัวอย่างรูปที่ 2.6 และตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส (Feature/Class Dependency Table) ในตัวอย่างตารางที่ 2.2 โดยในงานวิจัยนี้ได้นำตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาสมาใช้งานเป็นหลัก



รูปที่ 2.5 แผนภาพคอมมูนิตี้เชิงคุณลักษณะ [1]



รูปที่ 2.6 แผนภาพคลาสเชิงคุณลักษณะ [1]

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างตารางของการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส [1]

Feature Name	Feature Category	Class Name	Class Category	Class Parameter
Microwave Oven Kernel	Common	Door Sensor Interface	kernel	
		Weight Sensor Interface	kernel-abstract-vp	
		Keypad Interface	kernel-param-vp	
		Heating Element Interface	kernel-abstract-vp	
		Display Interface	kernel-abstract-vp	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	
		Oven Timer	kernel-param-vp	
		Oven Data	kernel-param-vp	
		Display Prompts	kernel-abstract-vp	
Light	optional	Lamp Interface	optional	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	light : Boolean
Turntable	optional	Turntable Interface	Optional	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	turntable : Boolean
Beeper	optional	Beeper Interface	optional	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	beeper : Boolean
Minute Plus	optional	Keypad Interface	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
		Oven Timer	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
		Oven Data	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
One-line Display	default	One-line Display Interface	default	

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างตารางของการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส [1] (ต่อ)

Feature Name	Feature Category	Class Name	Class Category	Class Parameter
Multi-line Display	alternative	Multiple-line Display Interface	variant	
English	default	English Display Prompts	default	
French	alternative	French Display Prompts	Variant	
Spanish	alternative	Spanish Display Prompts	variant	
German	alternative	German Display Prompts	variant	
Italian	alternative	Italian Display Prompts	variant	

ในตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส ประกอบไปด้วย

- **ชื่อคุณลักษณะ (Feature Name)** คือคุณลักษณะที่ได้มีการระบุไว้จากความต้องการ
- **ประเภทคุณลักษณะ (Feature Category)** คือประเภทของคุณลักษณะที่มีอยู่ด้วยกันหลายประเภทได้แก่ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะตัวเลือก คุณลักษณะทางเลือก คุณลักษณะกำหนดค่า คุณลักษณะขึ้นต่อกัน และคุณลักษณะร่วมกัน ซึ่งในคุณลักษณะทางเลือกถ้าคุณลักษณะเป็นค่าปริยาย จะถูกแสดงด้วยคำว่า default
- **ชื่อคลาส (Class Name)** คือชื่อของคลาส
- **ประเภทการนำกลับมาใช้ใหม่ของคลาส (Class Reuse Category)** คือประเภทของการนำกลับมาใช้ใหม่ของคลาสที่มีอยู่ด้วยกันหลายประเภทได้แก่ เคอร์เนลคลาส (Kernel Class) คลาสตัวเลือก (Optional Class) คลาสแปรผัน (Variant Class) คลาสปริยาย (Default Class) เคอร์เนลคลาสที่มีการกำหนดค่า (Kernel Parameterized Class) คลาสตัวเลือกที่มีการกำหนดค่า (Optional Parameterized Class) คลาสแปรผันที่มีการกำหนดค่า (Variant Parameterized Class) คลาสปริยายที่มีการกำหนดค่า (Default Parameterized Class) เคอร์เนลคลาสนามธรรม (Abstract Kernel Class) คลาสตัวเลือกนามธรรม (Abstract Optional Class) เคอร์เนลคลาสรูปธรรม (Concrete Kernel Class) คลาสตัวเลือกรูปธรรม (Concrete Optional Class) คลาสแปรผันรูปธรรม (Concrete Variant Class)

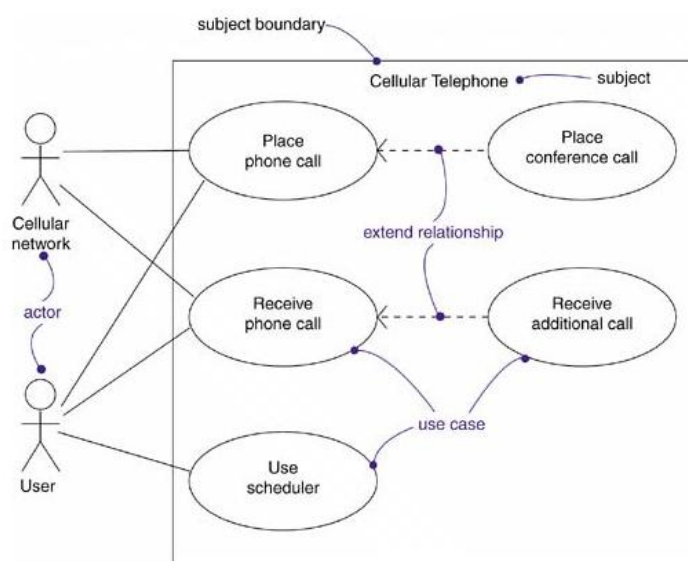
- พารามิเตอร์ของคลาส (Class Parameter) คือค่าพารามิเตอร์ที่เป็นเงื่อนไขในการเรียกใช้คุณลักษณะ

## 2.1.2 แผนภาพยูเอ็มแอล (UML)

แผนภาพยูเอ็มแอลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพสเตทชาร์ต (Statechart Diagram) และแผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram)

### 1) แผนภาพยูสเคส

แผนภาพยูสเคส คือ แผนภาพที่แสดงใช้อธิบายระบบ ระบบย่อย หรือคลาสโดยในแผนภาพยูสเคสจะถูกแสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7



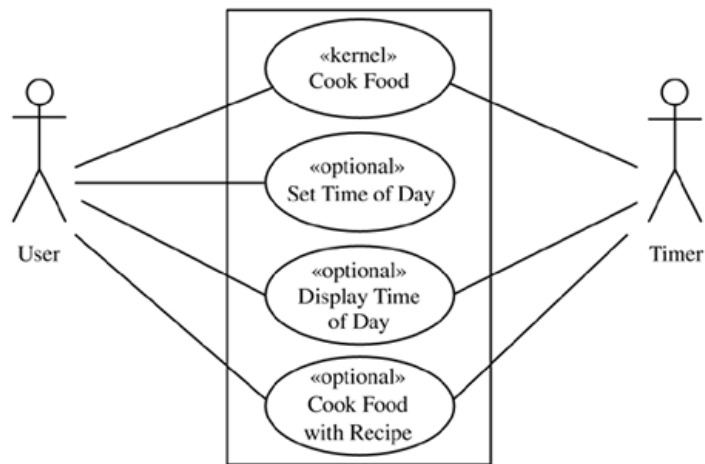
รูปที่ 2.7 แผนภาพยูสเคส [2]

ในแผนภาพยูสเคสมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

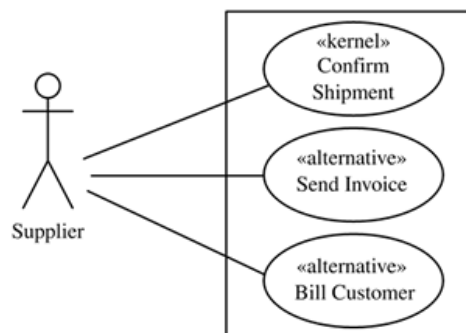
- ผู้กระทำ (Actors) คือ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม
- ยูสเคส (Use Case) คือ กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ
- ความสัมพันธ์ (Relationships) คือ ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างแอกเตอร์กับยูสเคส หรือระหว่างยูสเคสกับยูสเคส โดยความสัมพันธ์ยังแบ่งออกเป็นหลายประเภทได้แก่

ความสัมพันธ์เชิงสืบทอด (Generalization) ความสัมพันธ์แบบประกอบ (Include) และ ความสัมพันธ์แบบขยาย (Extend)

ในส่วนของการทำสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะมีโครงสร้างของแผนยูสเคสที่แตกต่างจากแผนภาพยูสเคสปกติซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.8 และรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างยูสเคสเคอร์เนล และยูสเคสตัวเลือก [1]



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างยูสเคสเคอร์เนล และยูสเคสทางเลือก [1]

ในแผนภาพยูสเคสสายผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับยูสเคสทั่วไปแต่จะมีส่วนที่ต่างกันก็คือ จะมีการกำหนดสเตอริโอไทป์ (Stereotype) ในการบอกประเภทของยูสเคส ซึ่งมี 3 ประเภทได้แก่ ยูสเคสเคอร์เนล <<kernel>> ยูสเคสตัวเลือก <<optional>> และยูสเคสทางเลือก <<alternative>>

นอกจากนี้ ในส่วนของคำอธิบายยูสเคสยังแตกต่างจากยูสเคสทั่วไปซึ่งในยูสเคสสายผลิตภัณฑ์จะมีส่วนที่เพิ่มเติมมาจากยูสเคสปกติได้แก่ประเภทการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse category) และส่วนแปรผัน (Variation point) จะมีลักษณะดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ [1]

Use case name:	Cook Food.
Reuse category:	Kennel.
Summary:	User puts food in oven, and microwave over cooks food.
Dependency:	-
Actors:	User (primary), Timer (secondary).
Precondition:	Microwave oven is idle.
Description:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. User opens the door, puts food in the oven, and closes the door.</li> <li>2. User presses the <b>Cooking Time</b> button.</li> <li>3. System prompts for cooking time.</li> <li>4. User enters cooking time on the numeric keypad and presses <b>Start</b>.</li> <li>5. System starts cooking the food.</li> <li>6. System continually displays the cooking time remaining.</li> <li>7. Timer elapses and notifies the system.</li> <li>8. System stops cooking the food and displays the end message.</li> <li>9. User opens the door, removes the food from the oven, and closes the door.</li> <li>10. System clears the display.</li> </ol>
Alternative:	<p>Line 1: User presses <b>Start</b> when the door is open. System does not start cooking.</p> <p>Line 4: User presses <b>Start</b> when the door is closed and the oven is empty. System does not start cooking.</p> <p>Line 4: User presses <b>Start</b> when the door is closed and the cooking time is equal to zero. System does not start cooking.</p> <p>Line 6: User opens door during cooking. System stops cooking. User removes food and presses <b>Cancel</b>, or user closes door and presses <b>Start</b> to resume cooking.</p> <p>Line 6: User presses <b>Cancel</b>. System stops cooking. User may press <b>Start</b> to resume cooking. Alternatively, user may press <b>Cancel</b> again; system then cancels timer and clears display.</p>
Postcondition:	Microwave oven has cooked the food.
Variation Points in the Cook Food Use Case	

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคำอธิบายคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ [1] (ต่อ)

(1)Name:	Display Language.
Type of functionality:	Mandatory alternative.
Line number(s):	3, 8.
Description of functional:	There is a choice of language for displaying messages. The default is English. Alternative mutually exclusive languages are French, Spanish, German, or Italian.
(2)Name:	Weight Sensor.
Type of functionality:	Mandatory alternative.
Line number(s):	1.
Description of functional:	Cooking is prohibited if no item is present. The default is Boolean weight sensor, which indicates if item is present. Alternative mutually exclusive variation is analog weight sensor. Analog weight sensor provides weight of item.
(3)Name:	Heating Element.
Type of functionality:	Mandatory alternative.
Line number(s):	5.
Description of functional:	Default is a one-level heating element: high power level. Alternative is a multi-level heating element, with high, medium, and low power levels.
(4)Name:	Power Level.
Type of functionality:	Optional.
Line number(s):	2.
Description of functional:	Microwave oven has power level buttons for high power (default), medium, and low. User may select the power level. Requires multi-level heating element as prerequisite.
(5)Name:	Display Unit.
Type of functionality:	Mandatory alternative.
Line number(s):	3, 4, 6, 8, 10.
Description of functional:	Default is one-line display unit. Alternative is multi-line display unit.
(6)Name:	Minute Plus.
Type of functionality:	Optional.



ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ [1] (ต่อ)

Line number(s):	2, 6.
Description of functional:	User may press Minute Plus, which results in one minute being added to the cooking time. If the cooking time was previously zero, cooking is started.
(7)Name:	Light.
Type of functionality:	Optional.
Line number(s):	1, 5, 8, 9.
Description of functional:	If light option is selected, lamp is switched on for duration of cooking and when the door is open. Light is switched off when door is closed and when cooking stops.
(8)Name:	Turntable.
Type of functionality:	Optional.
Line number(s):	5, 8.
Description of functional:	If turntable option is selected, turntable rotates for duration of cooking.
(9)Name:	Beeper.
Type of functionality:	Optional.
Line number(s):	8.
Description of functional:	If beeper option is selected, system activates the beeper when cooking stops.

ในคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ [1] มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- Use case name คือ ชื่อของยูสเคส
- Reuse category คือ ประเภทของยูสเคสเช่น แบบเคอร์เนล แบบตัวเลือก หรือแบบทางเลือก
- Summary คือ คำอธิบายสั้นๆ ของยูสเคส
- Actors คือ บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับยูสเคส
- Dependency คือ ส่วนที่บอกถึงการขึ้นต่อกันกับยูสเคสอื่น
- Precondition คือ เงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงก่อนเริ่มการทำงานของยูสเคส
- Description คือ ส่วนที่อธิบายลำดับการทำงานของยูสเคส
- Alternative คือ ทางเลือกที่สามารถเกิดขึ้นในจากการทำงานหลักของยูสเคส

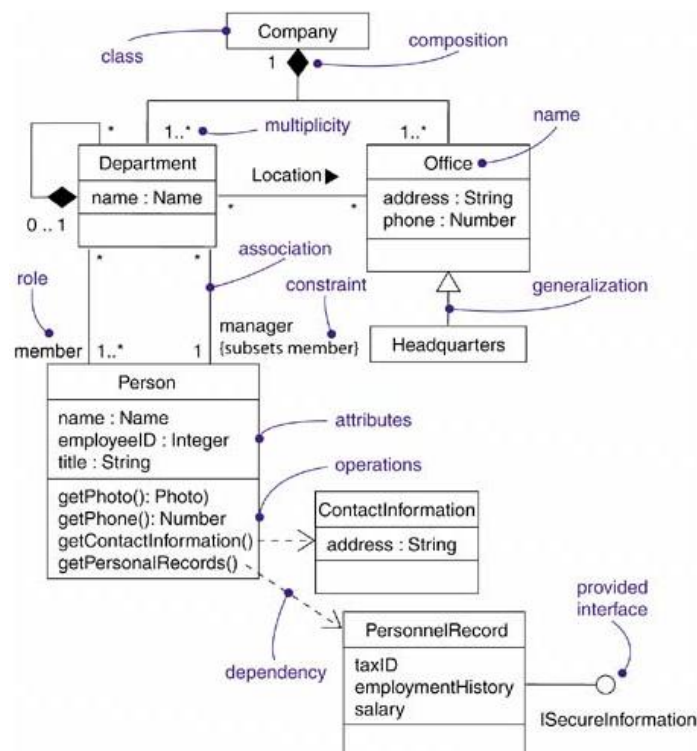
- Postcondition คือ เงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงหลังจากจบการทำงานของยูสเคส
- Variation points คือ ส่วนแปรผันที่บอกถึงฟังก์ชันงานที่ต่างกันออกไปในแต่ละสมาชิกของสายผลิตภัณฑ์

ในส่วนแปรผัน ยังมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- Name คือ ชื่อของส่วนแปรผัน
- Type of functionality คือ ประเภทการทำงานของส่วนแปรผัน
- Line number คือ หมายเลขบรรทัดในคำอธิบายยูสเคสที่บอกถึงการเกินส่วนแปรผัน
- Description of functional คือ คำอธิบายการทำงานของส่วนแปรผัน

## 2) แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาส คือ แผนภาพที่แสดงถึงกลุ่มคลาส และความสัมพันธ์ระหว่างกันของกลุ่มคลาสนั้น โดยแผนภาพคลาสนี้จะถูกใช้ในการออกแบบระบบดังตัวอย่างในรูปที่ 2.10



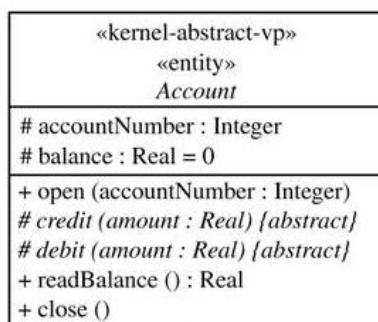
รูปที่ 2.10 แผนภาพคลาส [2]

ในแผนภาพคลาสจะมีองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

- **คลาส (Classes)** คือ กลุ่มของวัตถุที่มีลักษณะประจำ (Attributes) และการดำเนินการ (Operation) ร่วมกัน

- **ความสัมพันธ์ (Relationships)** คือความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาสซึ่งแบ่งออกเป็นหลายประเภทได้แก่ ความสัมพันธ์แบบพึ่งพิง (Dependency) ความสัมพันธ์แบบเกี่ยวพัน (Association) ความสัมพันธ์เชิงสืบทอด (Generalization) ความสัมพันธ์แบบองค์ประกอบ (Aggregation) ความสัมพันธ์แบบองค์ประกอบที่จำเป็น (Composition) ความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชัน (Realization)

ในส่วนของแผนภาพคลาสของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยโดยจะมีการกำหนดสเตอริโอไทป์เพื่อบอกประเภทของคลาสที่จำแนกโดยสายผลิตภัณฑ์ โดยแถวบนสุดจะเป็นการบอกประเภทของการนำคลาสดกลับมาใช้ใหม่ และแถวถัดมาคือประเภทของคลาสที่แบ่งตามหน้าที่ในแอปพลิเคชันซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างคลาสสายผลิตภัณฑ์ [1]

ในส่วนของซีอาร์ซีการ์ด (Class-Responsibility-Collaboration Card: CRC Card) [3] สำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะแตกต่างจากซีอาร์ซีการ์ดทั่วไปคือจะมีการระบุประเภทของการนำกลับมาใช้ใหม่ และหน้าที่ในแอปพลิเคชัน ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.5 ซึ่งเป็นการประยุกต์จากซีอาร์ซีการ์ดแบบปกติ

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างซีอาร์ซีการ์ด (ด้านหน้า) [3]

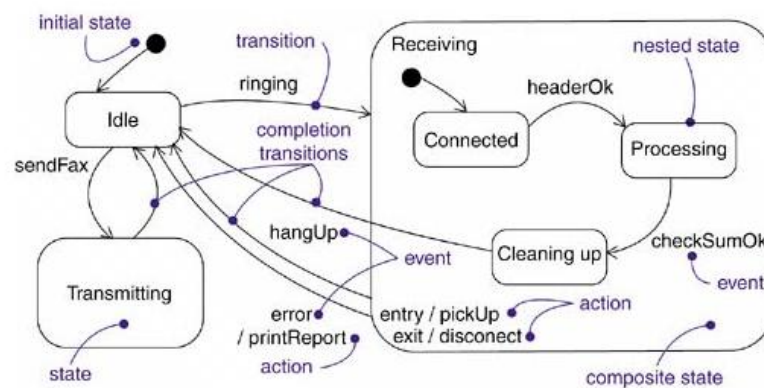
Class Name:	Class Reuse Category:	Application Class Category:
Description:		Associated Use Case:
Responsibilities		Collaborators

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างซีอาร์ซีการ์ด (ด้านหลัง) [3]

Attribute:
Relationships:
Generalization (a-kind-of):
Aggregation (has-parts):
Other Associations:

### 3) แผนภาพสเตทชาร์ต

แผนภาพสเตทชาร์ต คือ แผนภาพที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงจากสถานะ (State) หนึ่งไปอีกสถานะหนึ่งของวัตถุ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรม และเงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงสถานะ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.12



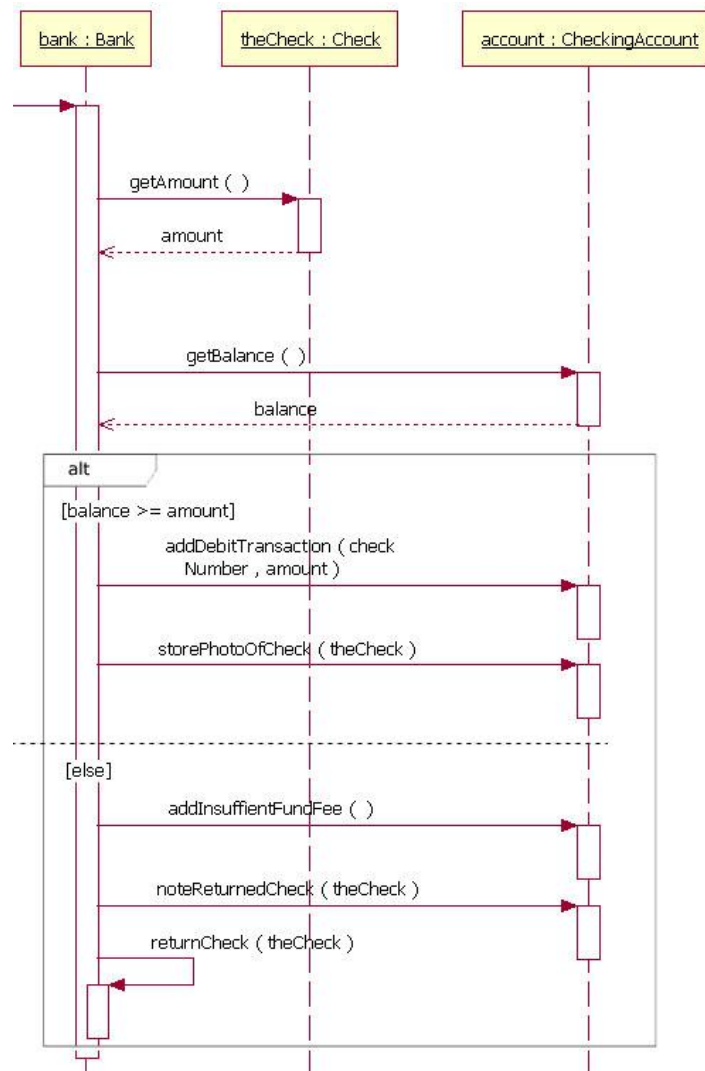
รูปที่ 2.12 แผนภาพสเตทชาร์ต [2]

ในแผนภาพเตทซาร์ตมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- **สถานะเริ่มต้น (Initial State)** คือ สถานะเริ่มแรกของวัตถุ
- **สถานะจบ (Final State)** คือ สถานะสุดท้ายของวัตถุ
- **สถานะ (State)** คือ สถานะของวัตถุขณะเกิดกิจกรรม
- **ทรานสิชัน (Transition)** คือ ทิศทางในการเปลี่ยนแปลงสถานะไปสู่สถานะอื่น
- **เหตุการณ์ (Event)** คือ เหตุการณ์ที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนสถานะ

#### 4) แผนภาพซีเควนซ์

แผนภาพซีเควนซ์ คือ แผนภาพที่ใช้ในการอธิบายกิจกรรมตามลำดับของเวลา (Time-ordering Description) ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุของคลาสตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยลำดับเวลานั้นจะแทนด้วยสัญลักษณ์การส่งข้อความซึ่งแสดงไว้อย่างชัดเจน ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แผนภาพซีควเอนซ์ [4]

ในแผนภาพซีควเอนซ์มีองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ผู้กระทำ (Actors) คือ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม
- วัตถุ (Objects) คือ วัตถุที่เกิดขึ้นภายในกิจกรรมหนึ่งๆ เพื่อตอบสนองการกระทำของผู้กระทำ
- เส้นชีวิต (Lifeline) คือ เส้นแสดงชีวิตหรือการดำรงอยู่ของวัตถุของคลาส
- ช่วงการกระตุ้น (Activation) คือ จุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของแต่ละวัตถุในช่วงระหว่างที่ดำรงอยู่
- ข้อความ (Messages) คือ ข้อความคำสั่งหรือการดำเนินการที่วัตถุหนึ่งส่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง เพื่อให้วัตถุที่ได้รับข้อความนั้นกระทำตาม มีหลายประเภทได้แก่ ข้อความแบบซิงโครนัส

(Synchronous Message) ข้อความแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Message) และข้อความตอบกลับ (Return Message)

- **การกระทำภายในตัวเอง (Self-delegation)** คือ การทำงาน และคืนค่าผลลัพธ์ภายในตัวของวัตถุเดียวกัน

- **การสร้าง และการลบวัตถุ (Start and End)** คือ การสร้างวัตถุของคลาสขึ้นมาภายใต้กิจกรรมหนึ่งๆ เพื่อให้มีการทำงานบางอย่าง และลบวัตถุของคลาสนั้นเมื่อได้ทำงานเสร็จสิ้นแล้ว และไม่มีความจำเป็นในกิจกรรมนั้นอีก

- **ทางเลือก (Alternatives)** คือ เงื่อนไขการทำงานที่เป็นทางเลือกที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่ส่งข้อความ

- **ตัวเลือก (Options)** คือ เงื่อนไขการทำงานที่เป็นทางเลือกเฉพาะที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่ส่งข้อความถึงกัน

- **การวนกลับ (Loops)** คือ เงื่อนไขการทำงานวนซ้ำที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่ส่งข้อความถึงกัน

### 2.1.3 เอ็กซ์เอ็มแอล

เอ็กซ์เอ็มแอล (XML) [5] ย่อมาจาก Extensible Markup Language ซึ่งเป็นภาษามาร์กอัปสำหรับการใช้งานทั่วไป พัฒนาโดย World Wide Web Consortium (W3C) โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็น สิ่งที่เขาไว้ติดต่อกันในระบบที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างภาษามาร์กอัปเฉพาะทางอีกชั้นหนึ่ง เอ็กซ์เอ็มแอลพัฒนามาจากเอสจีเอ็มแอล (SGML) ซึ่งย่อมาจาก Standard Generalized Language Markup Language โดยดัดแปลงให้มีความซับซ้อนลดน้อยลง เอ็กซ์เอ็มแอลใช้ในแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน และเน้นการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

เอ็กซ์เอ็มแอลเป็นภาษาที่ใช้เน้นส่วนที่เป็นข้อมูล โดยสามารถกำหนดชื่อแท็ก (Tag) และชื่อแอตทริบิวต์ (Attribute) ได้ตามความต้องการของผู้สร้างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ดังนั้นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจึงเป็นแค่ไฟล์ข้อความ (Text File) ชนิดหนึ่ง ที่มีแท็กเปิด และแท็กปิดครอบข้อมูลไว้ตรงกลางเท่านั้น ทำให้เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลถูกใช้ในการติดต่อกับระบบที่ต่างกัน เนื่องจากความง่ายในการสร้างเอกสาร การนำเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลไปใช้งาน จะสนใจแต่ข้อมูลที่ถูกเน้นด้วยแท็กมากกว่า ดังตัวอย่างของเอ็กซ์เอ็มแอลได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.14

```

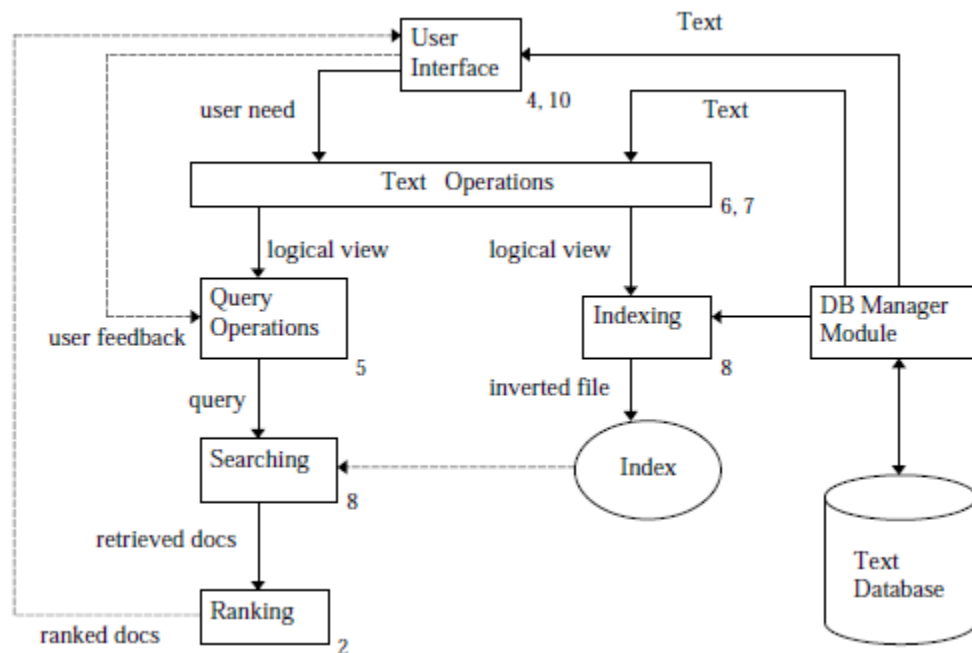
<?xml version="1.0"?>
<SCHEDULE>
  <DATE>July 3, 2003</DATE>
  <STATION>
    <NETWORK>CBS</NETWORK>
    <CALL_LETTERS>WCBS</CALL_LETTERS>
    <CHANNEL>2</CHANNEL>
  </STATION>
  <STATION>
    <CALL_LETTERS>WLNY</CALL_LETTERS>
    <CHANNEL>55</CHANNEL>
  </STATION>
  <STATION>
    <NETWORK>HBO</NETWORK>
    <CHANNEL>501</CHANNEL>
  </STATION>
</SCHEDULE>

```

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล [5]

#### 2.1.4 การค้นคืนสารสนเทศ

การค้นคืนสารสนเทศ [6, 7] เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอ การจัดเก็บ การจัดการ และการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศโดยในการนำเสนอ และการจัดเก็บจะทำให้อยู่ในรูปที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสารสนเทศที่สนใจในรูปแบบที่ง่าย โดยในการจัดเก็บจะมีการสร้างวิธีการในการเข้าถึงสารสนเทศเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลที่สนใจได้อย่างรวดเร็ว ในกระบวนการการค้นคืนจะใช้ข้อความ (Query) ที่เกิดจากความสนใจหรือความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อค้นคืนสารสนเทศที่ได้เก็บรวบรวมไว้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานโดยจะมีกระบวนการในการค้นคืนสารสนเทศในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 กระบวนการการค้นคืนสารสนเทศ[6]



ในกระบวนการการจัดเก็บและค้นคืนเอกสารมีรายละเอียดดังนี้

### 1) การรวบรวมและจัดเก็บเอกสาร

ในการจัดเก็บและรวบรวมเอกสาร มีการนำเอกสารทั้งหมดมาเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งมีรูปแบบแตกต่างกันตามลักษณะ และโครงสร้างของการจัดเก็บได้แก่

1. การจัดเก็บเชิงเส้น (Linear List) เป็นการจัดเก็บที่มีลักษณะของการนำข้อมูลมาเรียงต่อกันเป็นสาย เอกสารที่มาก่อนจะจัดเก็บก่อน และเอกสารที่มาทีหลังจะจัดเก็บทีหลัง ซึ่งไม่ได้เรียงตามความสำคัญของเอกสารหรือตามลำดับตัวอักษร

2. การจัดเก็บแบบเรียงลำดับ (Ordered Sequential Files) เป็นการจัดเก็บที่มีลักษณะคล้ายกับการจัดเก็บเชิงเส้น แต่มีการเรียงลำดับของเอกสารตามความสำคัญบางอย่าง หรือมีการจัดเก็บเรียงตามตัวอักษร ในการจัดเก็บแบบนี้ อาจมีความยุ่งยากมากกว่าการจัดเก็บแบบเชิงเส้น แต่สามารถค้นคืนเอกสารได้รวดเร็วกว่าจากการเรียงลำดับตามความสำคัญของเอกสารหรือจัดเก็บเรียงตามตัวอักษร

3. การจัดเก็บแบบดัชนี (Indexed Files) เป็นการจัดเก็บที่มีการใช้คำสำคัญมาใช้ในการจัดเก็บ และเข้าถึงเอกสารที่มีคำสำคัญนั้น

### 2) การค้นคืนเอกสาร

การค้นคืนเอกสาร [6, 7] เริ่มต้นจากผู้ใช้งานตั้งข้อความคำถามจากความต้องการของผู้ใช้งาน หลังจากนั้นผ่านกระบวนการดำเนินการข้อความเพื่อส่งไปยังกระบวนการการดำเนินการข้อความ (Query Operation) สกัดให้ได้ข้อความที่แท้จริง หลังจากนั้นก็นำข้อความดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการค้นคืน ซึ่งกระบวนการค้นคืนจะทำการเปรียบเทียบข้อความกับดัชนีที่สร้างไว้ว่าตรงกับเอกสารใดที่ได้เก็บรวบรวมไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้ได้สารสนเทศตามความต้องการของผู้ใช้งาน

### 3) การประเมินประสิทธิผล

การประเมินประสิทธิผลของการค้นคืนสามารถคำนวณได้จากค่าระลึก (Recall) ความแม่นยำ (Precision) และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก (Harmonic Mean) ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ค่าระลึก } \text{recall} = \frac{|Ra|}{|R|} \quad (1)$$

เมื่อ  $|Ra|$  แทน จำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง และค้นคืนออกมาได้  
 $|R|$  แทน จำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในฐานข้อมูล

$$\text{ความแม่นยำ } precision = \frac{|Ra|}{|A|} \quad (2)$$

เมื่อ  $|Ra|$  แทน จำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง และค้นคืนออกมาได้  
 $|A|$  แทน จำนวนเอกสารที่ถูกค้นคืนทั้งหมด

$$\text{ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก } F = \frac{2}{\frac{1}{r} + \frac{1}{p}} \quad (3)$$

เมื่อ  $F$  แทน ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกของ  $r$  และ  $P$   
 $r$  แทน ค่าระลึกลับของเอกสาร  
 $p$  แทน ความแม่นยำของเอกสาร

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 การค้นคืนความต้องการซอฟต์แวร์โดยใช้การคำนวณความคล้ายกันของพจน์และโครงสร้างของยูสเคส (Software Requirements Retrieval Using Use Case Terms and Structure Similarity Computation)

ในงานวิจัยนี้ [8] ได้นำเสนอวิธีการในการค้นคืนรายละเอียดความต้องการซอฟต์แวร์ (Software Requirements Specification) ในรูปแบบของคำอธิบายยูสเคสโดยใช้โครงสร้างของยูสเคส และการคำนวณความคล้ายระหว่างพจน์ของข้อความยูสเคส (Use Case Query) กับยูสเคสที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้ ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งกระบวนการออกเป็นสามส่วนได้แก่ การสร้างดัชนี และที่จัดเก็บยูสเคส กระบวนการค้นคืน และสร้างข้อความคำถาม และการประเมินผลการค้นคืนในการสร้างดัชนี และที่จัดเก็บยูสเคสจะมีการสร้างดัชนีแบบอัตโนมัติซึ่งจะมีการแบ่งคำในยูสเคส คำจำกัดความที่ไม่ต้องการจากลิสต์ แปลงคำให้อยู่ในรูปของรากศัพท์ คำจำกัดความที่มีความถี่สูง และทำการถ่วงน้ำหนักคำ ในกระบวนการค้นคืน และสร้างข้อความคำถามจะใช้แบบจำลองเวกเตอร์มาใช้ในการคำนวณหาความคล้ายกันของข้อความยูสเคส และคำอธิบายยูสเคสที่ได้จัดเก็บรวบรวมไว้ และในการประเมินผล จะใช้มาตรวัดสามชนิดคือ ค่าระลึกลับ ความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก ในงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดตัวแปรควบคุมโดยมีการควบคุมค่าต่างๆ ได้แก่ จำนวนของยูสเคสที่จัดเก็บ ผู้ใช้งานที่ใช้ในการทดสอบ กระบวนการค้นหา และข้อความคำถาม ในการทดลองจะมีการใช้วิธีการค้นคืนที่แตกต่างกับสามรูปแบบได้แก่ การใช้คำของยูสเคส การใช้คำที่ทั้งหมดในแต่ละยูสเคสคอมโพเนนท์ และการใช้โครงสร้างของยูสเคส จากการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีคอมโพเนนท์

ของยูสเคสสามชนิดที่สามารถใช้ในการค้นคืนความต้องการซอฟต์แวร์ได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานคือ ชื่อยูสเคส (Use Case Name) วัตถุประสงค์ (Objective) และผู้กระทำ

จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าการนำพจนานุกรมและโครงสร้างมาใช้ในการหาความคล้ายกันของโครงสร้างในการค้นคืนยูสเคสมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้คำสำคัญมาใช้ในการค้นคืนโดยดูจากผลของมาตรวัดทั้งสามชนิดที่ได้ระบุไว้ในงานวิจัยมาประกอบกัน และส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างที่ใช้ในการค้นคืนได้แก่ชื่อยูสเคส วัตถุประสงค์ และผู้กระทำ

## 2.2.2 การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Use Case Description Storage and Retrieval for Software Product Line)

ในงานวิจัยนี้ [9] เป็นการจัดเก็บ และค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ซึ่งสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์เป็นกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจในการนำผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ ในงานวิจัยได้นำเสนอถึงยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากยูสเคสที่ใช้ในการพัฒนาโดยทั่วไป ซึ่งยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะคำนึงถึงคุณลักษณะทั่วไป และคุณลักษณะแปรผันของระบบ ในสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะแบ่งยูสเคสออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ยูสเคสเคอร์เนล (Kernel Use Case) เป็นยูสเคสที่ทุกยูสเคสในสายผลิตภัณฑ์ต้องมี ยูสเคสตัวเลือก (Optional Use Case) เป็นยูสเคสที่สามารถเลือกที่จะนำมาใช้ หรือไม่ใช้ก็ได้ในแต่ละสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และ ยูสเคสทางเลือก (Alternative Use Case) เป็นยูสเคสที่สามารถเลือกใช้ตัวใดตัวหนึ่งจากกลุ่มของยูสเคสที่มี ในคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์จะมีการบอกถึงประเภทของยูสเคส นอกจากนี้ยังมีส่วนแปรผันซึ่งใช้อธิบายคุณสมบัติของระบบเพื่อเลือกใช้งาน ทำให้เกิดการใช้งานที่มีลักษณะแตกต่างออกไป ซึ่งส่วนแปรผันจะคล้ายกับยูสเคสย่อยของยูสเคสหลัก ในงานวิจัยนี้จึงได้นำคำอธิบายยูสเคส และส่วนแปรผันมาใช้ในการจัดเก็บ และค้นคืนคำอธิบายยูสเคส โดยใช้หลักการของการจัดเก็บ และค้นคืนสารสนเทศมาใช้ในการจัดเก็บ และค้นคืนซึ่งจะมีการสร้างดัชนี และมีการวงนํ้าหนักดัชนีเพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีของเอกสาร ในส่วนของการค้นคืนจะมีการคำนวณหาความคล้ายกันกันโดยมีการนำเวกเตอร์สเปซเข้ามาช่วยในการคำนวณ และมีการประเมินผลโดยการใช้ค่าระลอก ความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก

จากงานวิจัยนี้สรุปได้สองมุมมองได้แก่ ในมุมมองของการเปรียบเทียบการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ และยูสเคสทั่วไปมาใช้ในการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ สรุปได้ว่างานวิจัยนี้ได้ผลการค้นคืนที่ดีกว่า และในมุมมองของการเปรียบเทียบระหว่างการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์แบบพิจารณาโครงสร้าง และไม่พิจารณาโครงสร้าง สรุปได้ว่าการค้นคืนยูสเคสสาย

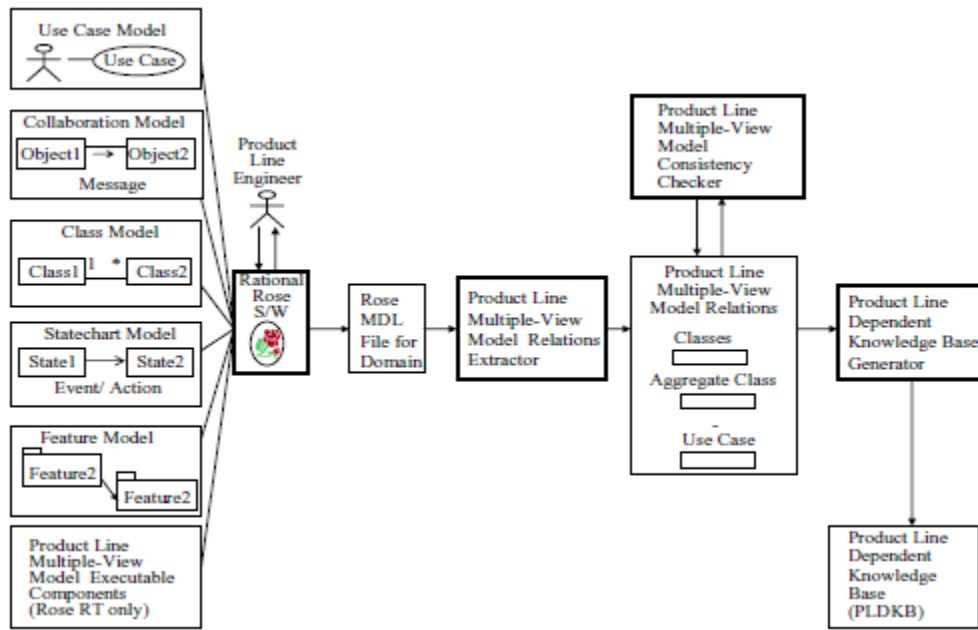
ผลิตภัณฑ์แบบพิจารณาโครงสร้างลดจำนวนเอกสารที่ไม่เกี่ยวข้องกับความต้องการได้มากกว่า การค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์แบบไม่พิจารณาโครงสร้าง

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการจัดเก็บ และค้นคืนเพียงแค่อธิบายยูสเคสเพียงอย่างเดียว ซึ่งต่างจากงานวิทยานิพนธ์ที่นำเอาแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ที่ประกอบไปด้วย แผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพคลาส ซีอาร์ซีการ์ด แผนภาพสเตทชาร์ต แผนภาพซีควเอนซ์ ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส และตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส ของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์มาจัดเก็บ และค้นคืน

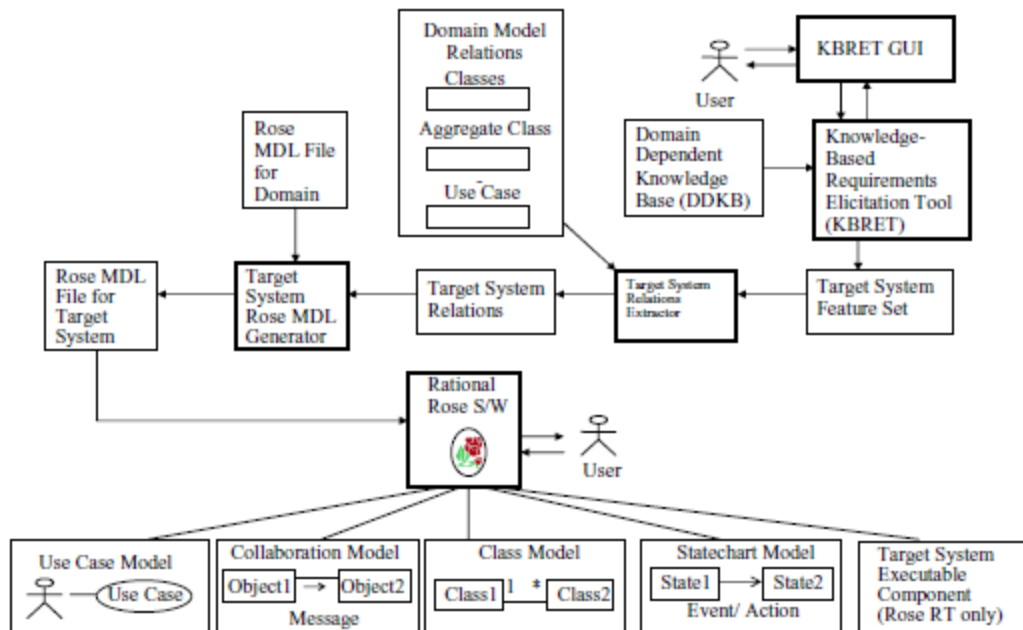
### 2.2.3 วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติและการได้มาของผลิตภัณฑ์ (Automated Software Product Line Engineering and Product Derivation)

งานวิจัยนี้ [10] เป็นการนำเสนอต้นแบบของวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติโดยการใช้แบบจำลองหลายมุมมอง (Multiple View Model) ของสถาปัตยกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และคอมโพเนนท์ที่ถูกพัฒนา และเก็บไว้ในที่เก็บสายผลิตภัณฑ์ ในส่วนของการได้มาของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติจะเป็นการดัดแปลงสถาปัตยกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยต้นแบบนี้จะพัฒนามนตรีเครื่องมือที่ชื่อเรชันเนลโรส อาร์ที (Rational Rose RT) เนื่องจากเครื่องมือนี้สนับสนุนการพัฒนามุมมองของสายผลิตภัณฑ์ซึ่งมีการใช้แบบจำลองของคุณลักษณะเข้ามาช่วย และยังช่วยในการออกแบบสคีมาสำหรับที่เก็บสายผลิตภัณฑ์รวมถึงสนับสนุนการได้มาของสายผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาสภาพแวดล้อมวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอลหรือพลัสซี (Product Line UML Based Software engineering Environment : PLUSEE) ซึ่งพัฒนาโดยใช้เรชันเนลโรส อาร์ทีในการพัฒนาเพื่อมาใช้ในการนำเสนอต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้ ในขั้นตอนการออกแบบของวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์สำหรับพลัสซีจะมีขั้นตอนดังนี้ เริ่มจากการแปลงแบบจำลองต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์เอ็มดีแอล (MDL File) โดยการใช้โปรแกรมเรชันเนลโรส จากนั้นก็จะหาความสัมพันธ์จากแบบจำลองที่ได้รับเข้ามาโดยจะมีการตรวจสอบความสอดคล้องกันในแบบจำลองแล้วทำการหาองค์ความรู้ของสายผลิตภัณฑ์มาจัดเก็บไว้ในที่เก็บสายผลิตภัณฑ์ หลังจากการทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์แล้วจะมีการใช้เครื่องมือการจำลองประกอบระบบ เป้าหมายสำหรับพลัสซีเพื่อใช้ในการค้นคืนแบบจำลองที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานโดยในเครื่องมือนี้จะมีการทำงานเริ่มจากให้ผู้ใช้งานใส่ความต้องการในส่วนต่อประสาน และทำการสกัดเอาองค์ความรู้ของความต้องการโดยทำการเปรียบเทียบกับองค์ความรู้ของสายผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บไว้โดยการใช้เครื่องมือการสกัดความต้องการองค์ความรู้ (Knowledge Based Requirement

Elicitation Tool : KBRET) แล้วทำการสร้างความสัมพันธ์ของแบบจำลองเป้าหมายตามความต้องการแล้วนำไปวิเคราะห์กับไฟล์เอ็มดีแอลเพื่อทำการสร้างแบบจำลองเป้าหมายออกมา ซึ่งได้แสดงแนวคิดในการพัฒนาดังรูปที่ 2.16 และรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 การทำงานของเครื่องมือในการทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ [10]



รูปที่ 2.17 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือจัดองค์ประกอบระบบเป้าหมาย [10]

ในการวัดผลของต้นแบบจะใช้เกณฑ์ในการวัดโดยเกณฑ์ในการวัดผลที่ใช้มีดังนี้คือ

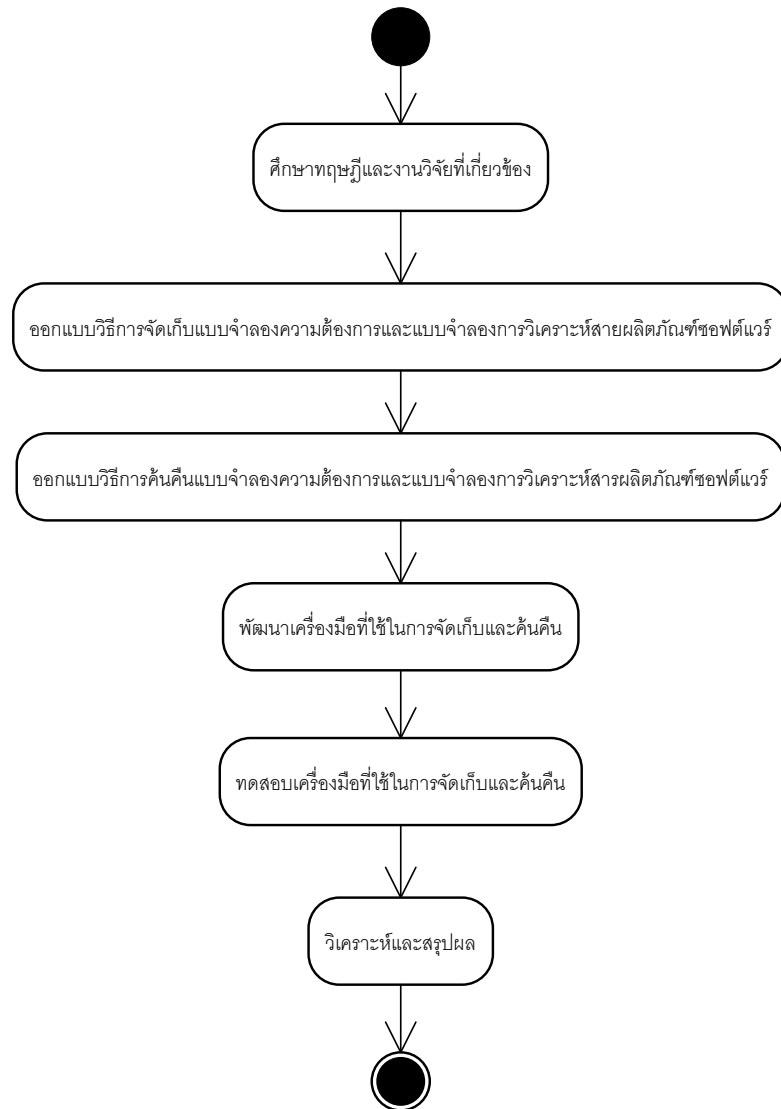
- สามารถสร้างแบบจำลองของมุมมองแบบหลายมุมมอง (Multiple-View Model) ของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ได้

- สามารถสร้างความสัมพันธ์ของแบบจำลองของมุมมองแบบหลายมุมมองได้
- สามารถตรวจสอบความสอดคล้องกันของแบบจำลองของมุมมองแบบหลายมุมมองได้
- สามารถสร้างระบบเป้าหมายจากสายผลิตภัณฑ์ได้
- สามารถทดสอบระบบเป้าหมายโดยการใช้เทคนิคการทดสอบซอฟต์แวร์ได้

จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้เห็นถึงมุมมองในการทำวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ เทคนิคและองค์ประกอบของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์รวมถึงการใช้เครื่องมือที่ชื่อเคปียารีอีที่มาจากช่วยในการสร้างแบบจำลองจากความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศเข้ามาใช้ในการจัดเก็บ และค้นคืนแทนการใช้เคปียารีอีที่

### บทที่ 3 แนวคิดและวิธีการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยการจัดเก็บ และค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์มีขั้นตอนในการวิจัยดังรูปที่ 3.1



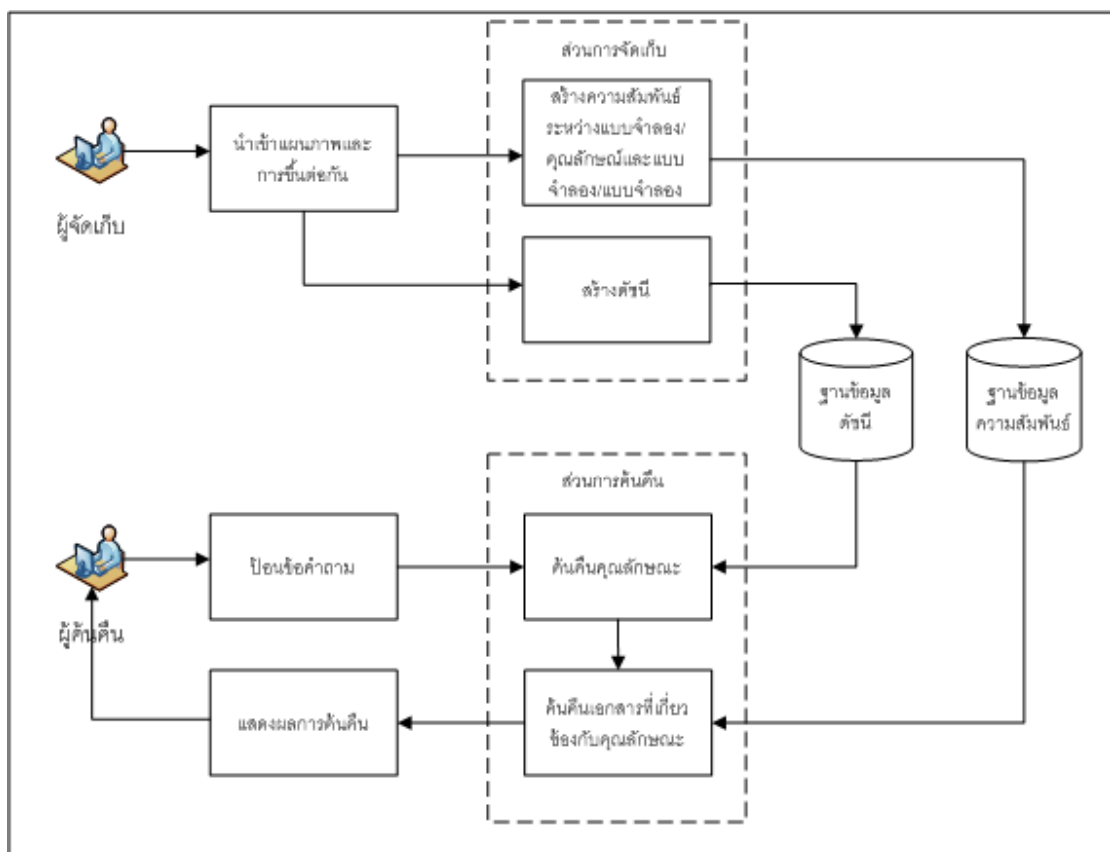
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัยการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการ และการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

### 3.1 ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ แผนภาพยูเอ็มแอล เอ็กซ์เอ็มแอล การจัดเก็บ และการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์เพื่อสามารถจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยสามารถค้นคืนจากคุณลักษณะที่ผู้ค้นคืนต้องการและแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนั้นนำไปใช้งานตามความต้องการของผู้ค้นคืน

### 3.2 โครงสร้างการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

ภาพรวมโครงสร้างการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพรวมโครงสร้างการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์



ภาพรวมโครงสร้างการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์สามารถอธิบายแต่ละส่วนได้ดังนี้

1) **นำเข้าแผนภาพและการขึ้นต่อกัน** ในขั้นตอนแรกผู้จัดเก็บนำแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ประกอบไปด้วย ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคส ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาส แผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพคลาส ซีอาร์ซีการ์ด แผนภาพซีควเอนซ์ แผนภาพสเตทชาร์ตรวมถึงเอกสารถือสิทธิ์เอ็มแอลที่เกิดจากการแปลงเอกสรต่อไปนี้ได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคส และตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาส เพื่อนำเอกสารดังกล่าวไปสร้างความสัมพันธ์และดัชนี

2) **ส่วนการจัดเก็บ** ในส่วนของการจัดเก็บเป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็นสองส่วนได้แก่ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/คุณลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/แบบจำลอง และการสร้างดัชนี

- **การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/คุณลักษณะ และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/แบบจำลอง** เมื่อนำเข้าแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์และเอกสารถือสิทธิ์เอ็มแอลมาแล้ว จะนำแบบจำลองและเอกสารถือสิทธิ์เอ็มแอลทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/คุณลักษณะจากแท็กของเอกสารถือสิทธิ์เอ็มแอลจากตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคส และตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาส ในส่วนของการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/แบบจำลอง ได้มีการกำหนดชื่อของแบบจำลองให้สอดคล้องกันเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง เมื่อสร้างความสัมพันธ์แล้วจะทำการจัดเก็บความสัมพันธ์ที่ได้ลงในฐานข้อมูลความสัมพันธ์

- **การสร้างดัชนี** แบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่นำเข้ามาจะนำมาสร้างดัชนีเพื่อใช้เป็นตัวแทนของเอกสารเพื่อใช้ในการค้นคืนและนำเก็บลงฐานข้อมูลดัชนี

3) **ป้อนข้อคำถาม** ผู้ค้นคืนทำการป้อนข้อคำถามซึ่งเป็นคุณลักษณะเพื่อใช้ในการค้นคืนคุณลักษณะและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ

4) **ส่วนการค้นคืน** ส่วนนี้เป็นส่วนที่ค้นคืนคุณลักษณะและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะจากข้อคำถามแบ่งออกเป็นสองส่วนได้แก่ การค้นคืนคุณลักษณะ และการค้นคืนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ

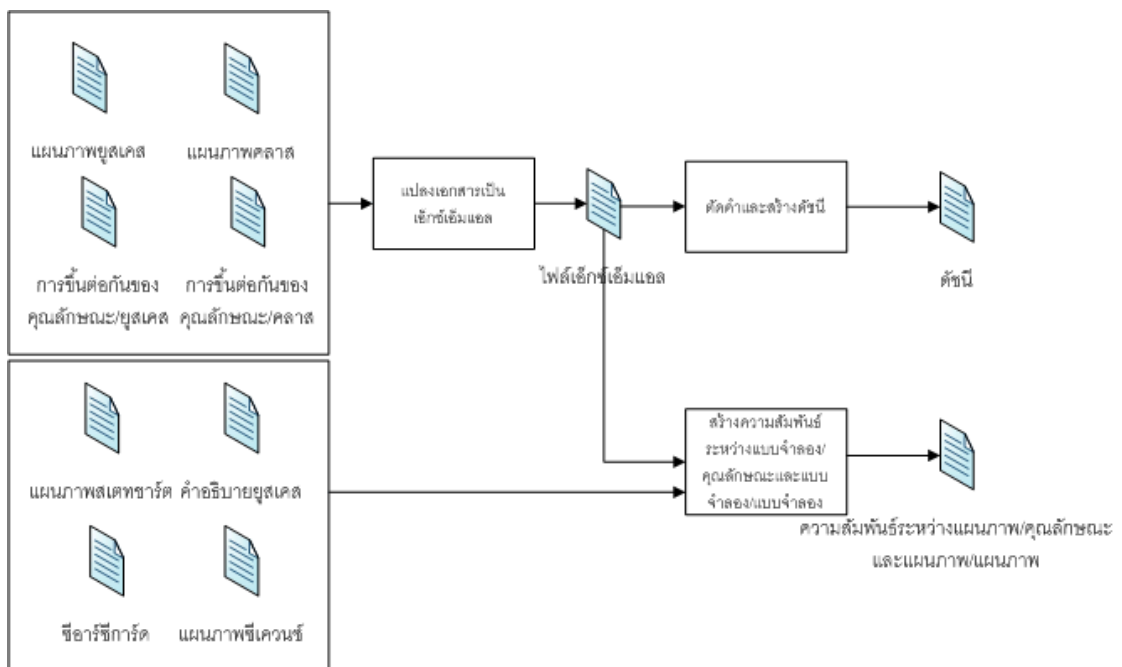
- **การค้นคืนคุณลักษณะ** ในการค้นคืนคุณลักษณะจะนำข้อความที่ได้มาค้นคืนคุณลักษณะจากดัชนีที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลดัชนี จากนั้นนำคุณลักษณะที่ค้นคืนได้ไปใช้ในการค้นคืนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่อไป

- **การค้นคืนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ** เมื่อได้คุณลักษณะที่ต้องการค้นคืนออกมาแล้วจะนำคุณลักษณะที่ได้นำไปค้นคืนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนั้น โดยทำการค้นคืนจากฐานข้อมูลความสัมพันธ์

5) **แสดงผลการค้นคืน** หลังจากค้นคืนคุณลักษณะและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อความจะแสดงผลการค้นคืนที่ได้ออกมาให้แก่ผู้ค้นคืน

### 3.3 ออกแบบวิธีการจัดเก็บสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

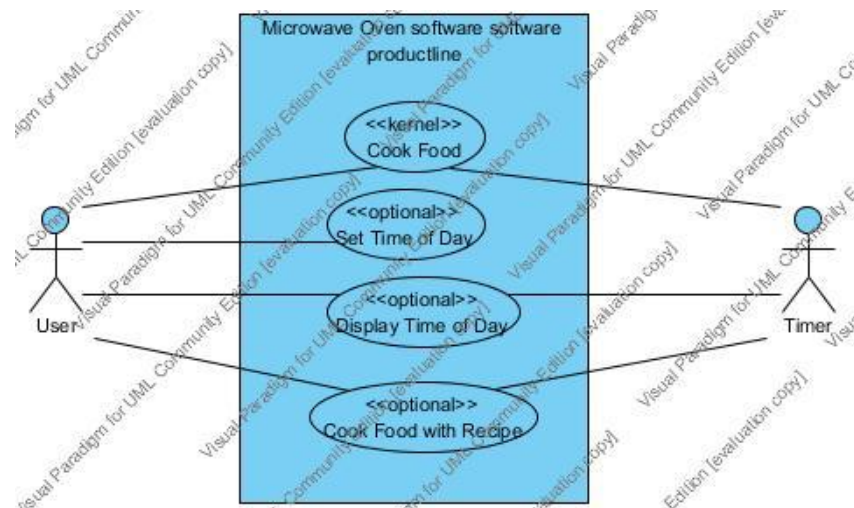
ในการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะแบ่งการทำงานออกเป็นสามส่วนได้แก่ การแปลงเอกสารเป็นเอ็กซ์เอ็มแอล การตัดคำและสร้างดัชนี และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/คุณลักษณะ และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/แบบจำลอง ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การจัดเก็บแบบจำลองการความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

1) **การแปลงเอกสารเป็นเอ็กซ์เอ็มแอล** ขั้นตอนแรกในการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะมีการแปลงแผนภาพที่

เกี่ยวข้องได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคส และตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาสให้อยู่ในรูปของเอ็กซ์เอ็มแอลซึ่งในการแปลงจะนำเครื่องมือเข้ามาช่วยโดยในงานวิจัยนี้ใช้วิซวลพาราไดม์เวอร์ชัน 8.3 (Visual Paradigm for UML 8.3 Community Edition) ในการแปลงแผนภาพให้อยู่ในรูปของเอ็กซ์เอ็มแอล ในรูปที่ 3.4 เป็นตัวอย่างของแผนภาพที่ใช้ในการแปลงเป็นเอ็กซ์เอ็มแอลด้วยโปรแกรมวิซวลพาราไดม์ และรูปที่ 3.5 เป็นตัวอย่างส่วนหนึ่งของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่แปลงมาจากรูปที่ 3.4 ในส่วนการแปลงข้อมูลประเภทข้อความให้เป็นเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด 2007 ในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลดังตัวอย่างในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างแผนภาพที่ใช้ในการแปลงเป็นเอ็กซ์เอ็มแอลด้วยโปรแกรมวิซวลพาราไดม์

```
<UseCase Abstract="false" BusinessModel="false" DescNameColumnWidth="0" DescValueCollectionWidth="0" Id="nLt4L2yGAqACIgn0"
  <Stereotypes>
    <Stereotype Idref="Ji84L2yGAqACIgnA" Name="UseCase"/>
    <Stereotype Idref="R6T4L2yGAqACIgnC" Name="optional"/>
  </Stereotypes>
  <TaggedValues>
    <TaggedValueCollection Id="nLt4L2yGAqACIgn1" Name="">
      <ModelChildren>
        <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn2" Multiplicity="Unspecified" Name="Level" PmAuthor="Ig"
          <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn3" Multiplicity="Unspecified" Name="Complexity" PmAuthor="Ig"
            <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn4" Multiplicity="Unspecified" Name="Use Case Status" PmAuthor="Ig"
              <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn5" Multiplicity="Unspecified" Name="Implementation Status" PmAuthor="Ig"
                <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn6" Multiplicity="Unspecified" Name="Preconditions" PmAuthor="Ig"
                  <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn7" Multiplicity="Unspecified" Name="Post-conditions" PmAuthor="Ig"
                    <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn8" Multiplicity="Unspecified" Name="Author" PmAuthor="Ig"
                      <TaggedValue Id="nLt4L2yGAqACIgn9" Multiplicity="Unspecified" Name="Assumptions" PmAuthor="Ig"
            </ModelChildren>
          </TaggedValueCollection>
        </TaggedValues>
        <PrimaryActors>
          <Actor Idref="0924L2yGAqACIgnI" Name="User"/>
        </PrimaryActors>
      </UseCase>
```

รูปที่ 3.5 ส่วนหนึ่งของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจากโปรแกรมวิซวลพาราไดม์

```
w:val="28"/></w:rPr><w:t>DoorSensorInterface</t></w:r></w:p></w:tc><w:tcPr><w:tcW w:w="1927" w:type="dxa"/></w:tcPr><w:p w:rsidR="00A058A2"
w:rsidRPr="00C043C5" w:rsidDefault="00A058A2" w:rsidP="0081641D"><w:pPr><w:spacing w:after="0" w:line="240" w:lineRule="auto"/></w:rPr><w:rFonts
w:asciiTheme="minorBidi" w:hAnsiTheme="minorBidi" w:cstheme="minorBidi"/><w:sz w:val="28"/></w:rPr></w:pPr><w:r w:rsidRPr="00C043C5"><w:rPr><w:rFonts
w:asciiTheme="minorBidi" w:hAnsiTheme="minorBidi" w:cstheme="minorBidi"/><w:sz
w:val="28"/></w:rPr><w:t>kernel</t></w:r></w:p></w:tc><w:tcPr><w:tcW w:w="2165" w:type="dxa"/></w:tcPr><w:p w:rsidR="00A058A2"
```

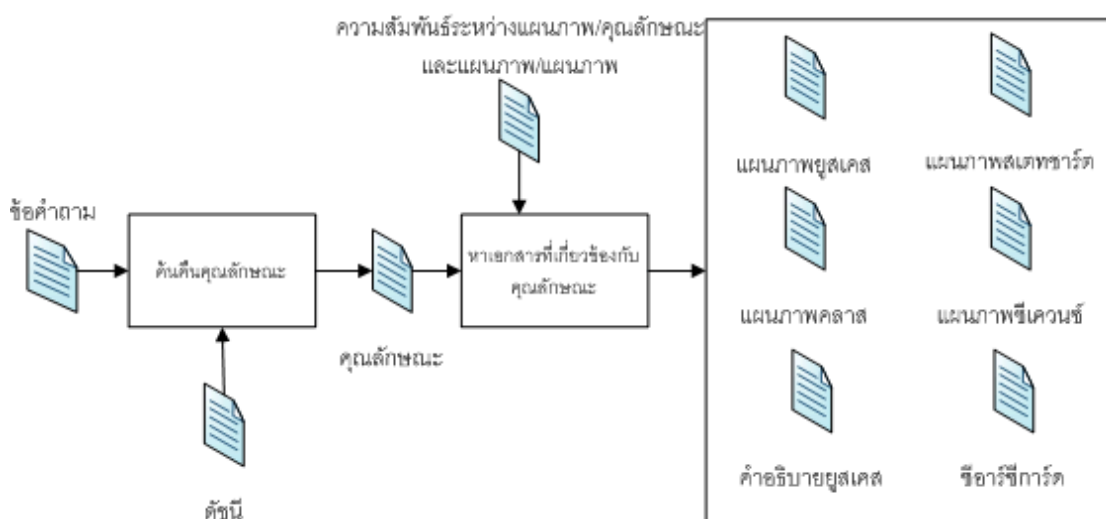
### รูปที่ 3.6 ส่วนหนึ่งของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เอ็มแอลจากโปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด

2) **การตัดคำและสร้างดัชนี** ในการตัดคำและสร้างดัชนีนั้นจะมีการนำเอกสารทั้งหมดนำมาสกัดหาคุณลักษณะโดยนำเอกสารทั้งหมดที่อยู่ในรูปของอิเล็กทรอนิกส์เอ็มแอลมาหาแท็กที่แสดงถึงข้อความที่ใช้สร้างดัชนีคือ ชื่อของคุณลักษณะ นำมาสร้างดัชนีที่ใช้ในการค้นคืน เพื่อช่วยในการเลือกเอกสารซึ่งถือเป็นขั้นตอนสำคัญ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ไลบรารี Lucene เวอร์ชัน 3.6.0 ในการสร้างดัชนีเพื่อใช้ในงานวิจัย

3) **การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/คุณลักษณะ และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง/แบบจำลอง** ในแบบจำลองของคุณลักษณะจะมีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับยูสเคส และตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับคลาส โดยจะนำเอาตารางดังกล่าวใช้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับแผนภาพที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ โดยการแปลงตารางดังกล่าวมาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของอิเล็กทรอนิกส์เอ็มแอล และใช้แท็กที่บอกรายละเอียดของคุณลักษณะ และแท็กที่บอกรายละเอียดของแผนภาพนำมาสร้างความสัมพันธ์ ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพกับแผนภาพจะมีการกำหนดชื่อของแผนภาพให้สอดคล้องกันเพื่อใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพกับแผนภาพ ซึ่งความสัมพันธ์นี้จะเก็บอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ซึ่งแสดงอยู่ในรูปที่ 3.9 เพื่อใช้ในการค้นคืนเอกสารที่ต้องการจากคุณลักษณะที่ผู้ใช้งานต้องการค้นคืน

## 3.4 ออกแบบวิธีการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

การออกแบบการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนได้แก่ การค้นคืนคุณลักษณะ และการหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนได้ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การค้นคืนแบบจำลองการความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

1) **การค้นคืนคุณลักษณะ** ในการค้นคืนคุณลักษณะจากความต้องการของผู้ใช้งาน เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนคำค้นที่ต้องการ จากนั้นนำคำค้นนั้นใช้ในการค้นคืนคุณลักษณะโดยใช้ดัชนีที่ได้สร้างไว้ในหัวข้อ 3.3 เพื่อบอกถึงตัวแทนของเอกสารในการเปรียบเทียบระหว่างข้อกำหนดกับเอกสารที่รวบรวมไว้เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคำค้น

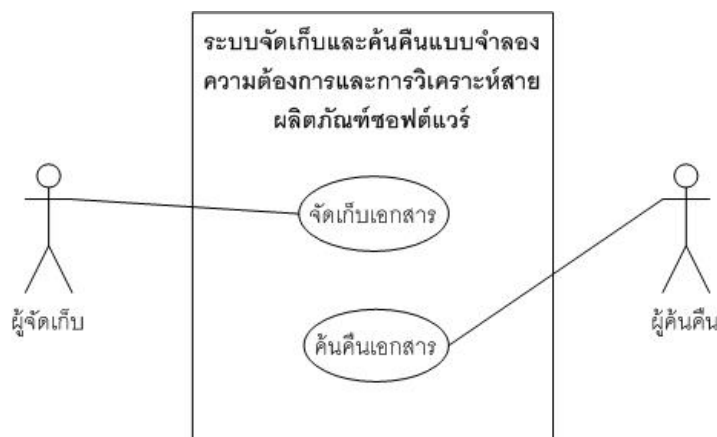
2) **การหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนได้** เมื่อค้นคืนคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคำค้นคืนได้มาแล้ว จากนั้นจะมีการหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะจากความสัมพันธ์ของแผนภาพกับคุณลักษณะที่ได้สร้างไว้ในหัวข้อ 3.4 เพื่อให้ได้เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะจากคุณลักษณะที่ที่ค้นคืนได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพสเตทชาร์ต แผนภาพซีควเอนซ์ คำอธิบายยูสเคส และซีอาร์ซีการ์ด

### 3.5 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บ และค้นคืน

ในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ได้ออกแบบการพัฒนาเครื่องมือโดยอธิบายการออกแบบด้วยแผนภาพในภาษายูเอ็มแอลประกอบไปด้วย แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส และแผนภาพกิจกรรม นอกจากนี้ยังมีการอธิบายถึงฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ/แผนภาพด้วยการใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity-Relationship diagram) มีรายละเอียดดังนี้

### 3.5.1 แผนภาพยูสเคส

เครื่องมือสำหรับการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ได้ถูกอธิบายถึงพื้นฐานของเครื่องมือในมุมมองของการใช้งานด้วยแผนภาพยูสเคสดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนภาพยูสเคสของระบบจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

เครื่องมือจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ประกอบไปด้วยสองยูสเคสได้แก่ ยูสเคสจัดเก็บเอกสาร และยูสเคสค้นคืนเอกสารโดยในแต่ละยูสเคสได้แสดงรายละเอียดของแต่ละยูสเคสไว้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายยูสเคสของยูสเคสจัดเก็บเอกสาร

ชื่อยูสเคส	จัดเก็บเอกสาร
ผู้กระทำ	ผู้จัดเก็บ
รายละเอียดยูสเคส	เก็บรวบรวมเอกสารทั้งหมดได้แก่ แผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาสทั้งแบบกราฟิกและเอ็กซ์เอ็มแอล ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคส ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาสทั้งรูปแบบเอกสารข้อความและเอ็กซ์เอ็มแอล แผนภาพซีควเอนซ์ แผนภาพสเตทชาร์ตในรูปแบบกราฟิก และคำอธิบายยูสเคส ซีอาร์ซีการ์ด ในรูปแบบเอกสารข้อความ เพื่อสร้างดัชนี ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ/แผนภาพ และจัดเก็บลงฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายยูสเคสของยูสเคสจัดเก็บเอกสาร (ต่อ)

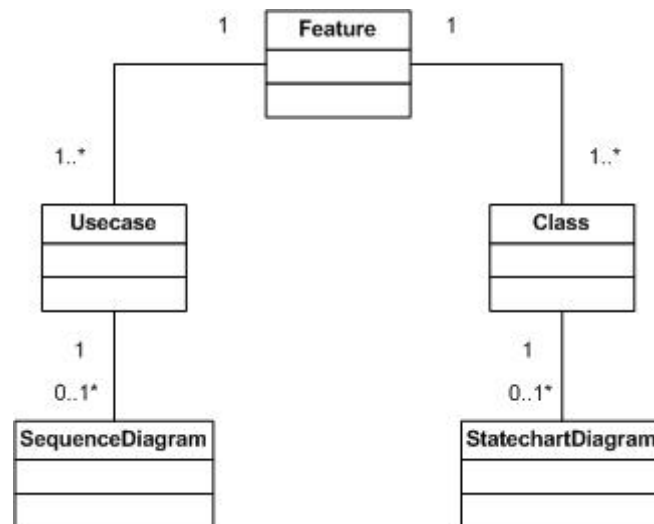
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้จัดเก็บเข้าสู่หน้าจอการจัดเก็บ</li> <li>2. ผู้จัดเก็บกำหนดชื่อของระบบที่จัดเก็บ</li> <li>3. ผู้จัดเก็บเลือกเอกสารที่ใช้ในการจัดเก็บ</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	เอกสารทั้งหมดถูกจัดเก็บ ดัชนีถูกสร้าง และสร้างและจัดเก็บ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ ความสัมพันธ์ระหว่าง แผนภาพ/แผนภาพลงฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคสของยูสเคสค้นคืนเอกสาร

ชื่อยูสเคส	ค้นคืนเอกสาร
ผู้กระทำ	ผู้ค้นคืน
รายละเอียดยูสเคส	ค้นคืนคุณลักษณะ และแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องจากคำค้นของผู้ค้นคืน
เงื่อนไขก่อนหน้า	ระบบมีเอกสารจัดเก็บ มีการสร้างดัชนี และมีความสัมพันธ์ระหว่าง คุณลักษณะ/แผนภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ/แผนภาพใน ฐานข้อมูล
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ค้นคืนเข้าสู่หน้าจอการค้นคืน</li> <li>2. ผู้ค้นคืนใส่คำค้นที่ต้องการเข้าสู่ระบบเพื่อค้นคืนคุณลักษณะที่ เกี่ยวข้องกับคำค้น</li> <li>3. เลือกคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคำค้นที่ระบบค้นคืนได้เพื่อแสดง เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนั้น</li> <li>4. ผู้ค้นคืนสามารถคลิกดูเอกสารที่จัดเก็บโดยการคลิกที่เอกสารนั้นและ คลิกปุ่ม “เปิดดูไฟล์”</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	แสดงคุณลักษณะ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะจากคำค้นของ ผู้ค้นคืน

### 3.5.2 แผนภาพคลาส

เครื่องมือจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์มีองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แผนภาพคลาสของระบบจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

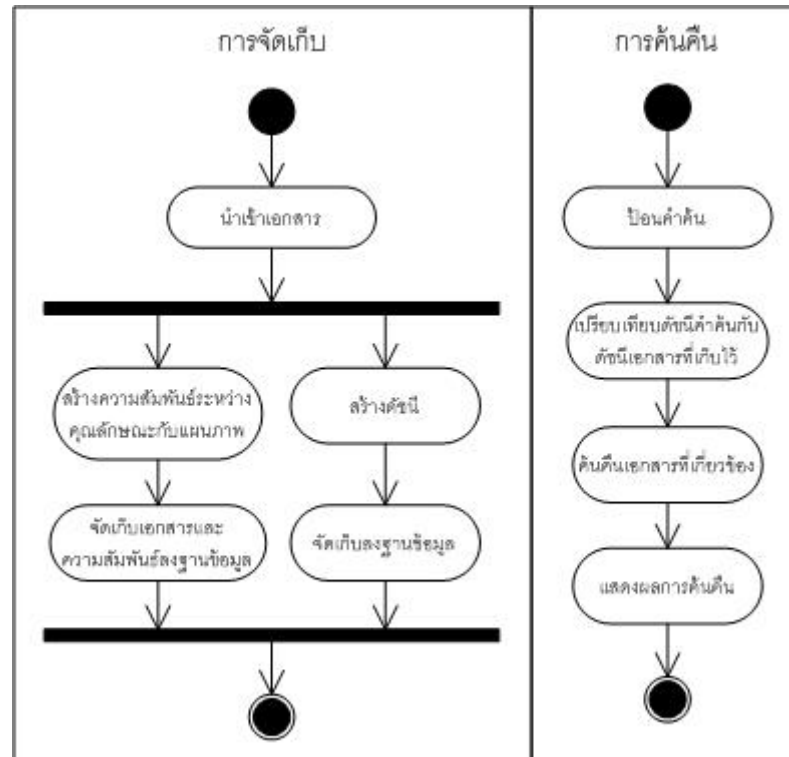
แผนภาพคลาสในรูปที่ 3.9 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คลาส Feature คือคลาสของคุณลักษณะของระบบที่จัดเก็บและค้นคืน ทำหน้าที่จัดเก็บคุณลักษณะ
- คลาส Usecase คือคลาสของยูสเคสที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ ทำหน้าที่จัดเก็บรายละเอียดของยูสเคส
- คลาส Class คือคลาสของคลาสที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ ทำหน้าที่จัดเก็บรายละเอียดของคลาส
- คลาส SequenceDiagram คือคลาสของแผนภาพซีควเอนซ์ที่เกี่ยวข้องกับยูสเคส ทำหน้าที่จัดเก็บรายละเอียดของแผนภาพซีควเอนซ์
- คลาส StatechartDiagram คือคลาสของแผนภาพสเตทชาร์ตที่เกี่ยวข้องกับคลาส ทำหน้าที่จัดเก็บรายละเอียดของแผนภาพสเตทชาร์ต



### 3.5.3 แผนภาพกิจกรรม

เครื่องมือจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์มีกิจกรรมตามแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.10

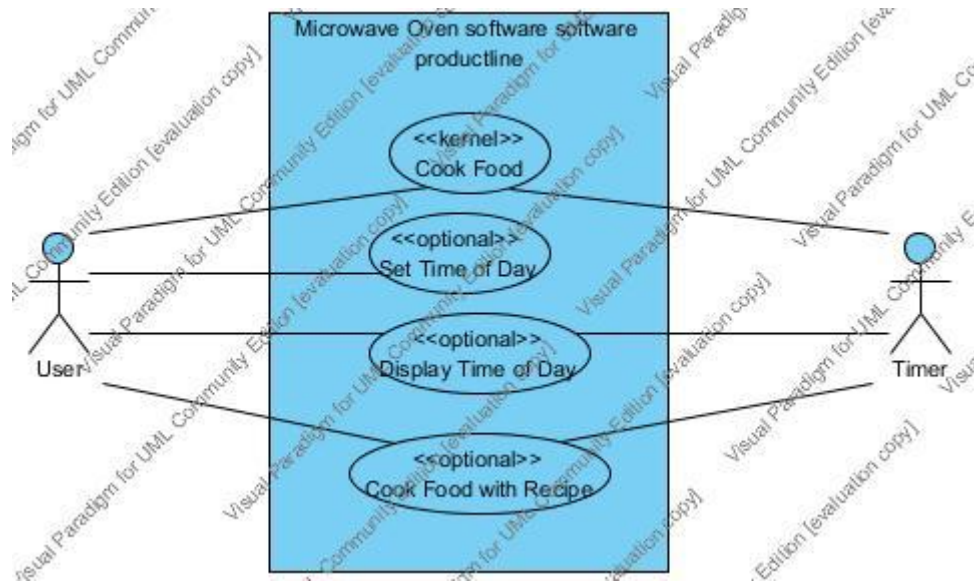


รูปที่ 3.10 แผนภาพกิจกรรมของเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

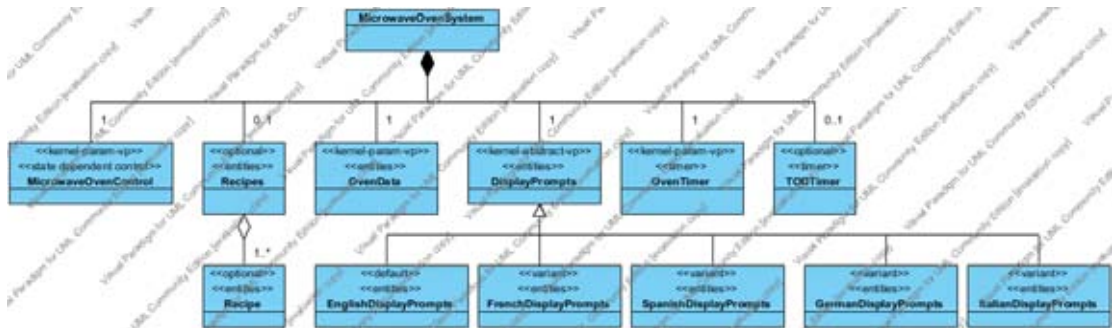
เครื่องมือจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การจัดเก็บ และการค้นคืน

1) **การจัดเก็บ** เริ่มจากการรวบรวมเอกสารเพื่อจัดเก็บโดยเอกสารที่จัดเก็บจะมีแผนภาพยูสเคสและ แผนภาพคลาสมีการจัดเก็บในรูปแบบกราฟิกและไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคสและ ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาสจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ข้อความและไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล แผนภาพสเตทชาร์ตและแผนภาพซีควเอนซ์จัดเก็บในรูปแบบกราฟิก คำอธิบายยูสเคสและ ซีอาร์ซีการ์ดจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ข้อความ ตัวอย่างของเอกสารที่ใช้ในการจัดเก็บบางส่วนถูกแสดงไว้ในรูปที่ 3.11 และ 3.12 และตารางที่ 3.3 และ 3.4 ในระหว่างการจัดเก็บได้มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและแผนภาพเพื่อนำไปใช้ใน

การค้นคืนคุณลักษณะและ เอกสารที่เกี่ยวข้อง และยังมีการสร้างดัชนีเพื่อใช้เป็นตัวแทนของ เอกสารเพื่อใช้ในการค้นคืน



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างแผนภาพยูสเคสแบบกราฟิก



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างแผนภาพคลาสแบบกราฟิก

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ

Feature Name	Feature category	Use Case Name	Use Case Category/ Variation Point(VP)	Variation Point name
Microwave Oven Kernel	common	Cook Food	kernel	
Light	optional	Cook Food	vp	Light
Turntable	optional	Cook Food	vp	Turntable

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ (ต่อ)

Feature Name	Feature category	Use Case Name	Use Case Category/ Variation Point(VP)	Variation Point name
Beeper	optional	Cook Food	vp	Beeper
Minute Plus	optional	Cook Food	vp	Minute Plus
One-line Display	default	Cook Food	vp	Display Unit
Multi-line Display	alternative	Cook Food	vp	Display Unit
English	default	Cook Food	vp	Display language
French	alternative	Cook Food	vp	Display language
Spanish	alternative	Cook Food	vp	Display language
German	alternative	Cook Food	vp	Display language
Italian	alternative	Cook Food	vp	Display language
Boolean Weight	default	Cook Food	vp	Weight Sensor
Analog Weight	alternative	Cook Food	vp	Weight Sensor
One-level Heating	default	Cook Food	vp	Heating Element
Multi-level Heating	alternative	Cook Food	vp	Heating Element
Power Level	optional	Cook Food	vp	Power Level
TOD Clock	optional	Set Time of Day	optional	
		Display Time of Day	optional	
12/24 Hour Clock	parameterized	Set Time of Day	vp	12/24 Hour Clock
		Display Time of Day		
Recipe	optional	Cook Food with Recipe	optional	

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาสแบบไฟล์ข้อความ

Feature Name	Feature Category	Class Name	Class Category	Class Parameter
Microwave Oven Kernel	Common	Door Sensor Interface	kernel	
		Weight Sensor Interface	kernel-abstract-vp	
		Keypad Interface	kernel-param-vp	

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาสแบบไฟล์ข้อความ (ต่อ)

Feature Name	Feature Category	Class Name	Class Category	Class Parameter
		Heating Element Interface	kernel-abstract-vp	
		Display Interface	kernel-abstract-vp	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	
		Oven Timer	kernel-param-vp	
		Oven Data	kernel-param-vp	
		Display Prompts	kernel-abstract-vp	
Light	optional	Lamp Interface	optional	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	light : Boolean
Turntable	optional	Turntable Interface	Optional	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	turntable : Boolean
Beeper	optional	Beeper Interface	optional	
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	beeper : Boolean
Minute Plus	optional	Keypad Interface	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
		Microwave Oven Control	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
		Oven Timer	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
		Oven Data	kernel-param-vp	minuteplus : Boolean
One-line Display	default	One-line Display Interface	default	
Feature Name	Feature Category	Class Name	Class Category	Class Parameter

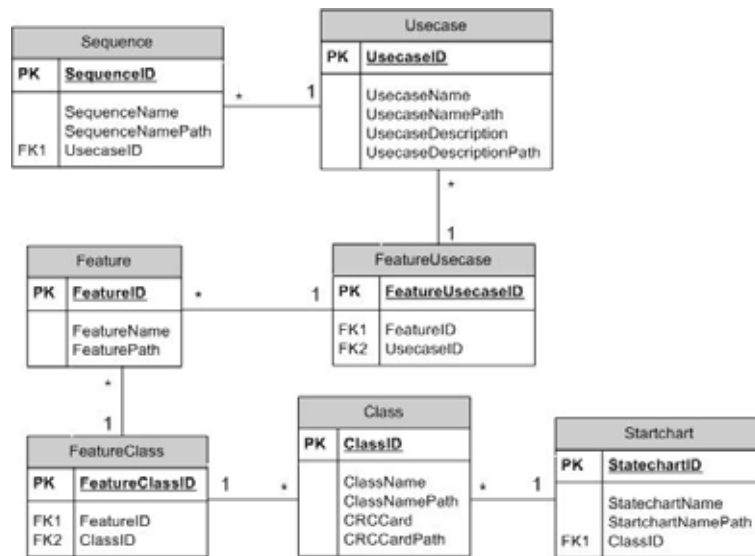
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาสแบบไฟล์ข้อความ (ต่อ)

Feature Name	Feature Category	Class Name	Class Category	Class Parameter
Multi-line Display	alternative	Multiple-line Display Interface	variant	
English	default	English Display Prompts	default	
French	alternative	French Display Prompts	Variant	
Spanish	alternative	Spanish Display Prompts	variant	
German	alternative	German Display Prompts	variant	
Italian	alternative	Italian Display Prompts	variant	

2) **การค้นคืน** เริ่มจากผู้ค้นคืนป้อนข้อความเข้าสู่ระบบ จากนั้นระบบจะนำข้อความดังกล่าวที่การค้นคืนคุณลักษณะโดยการใช้ดัชนีที่ถูกสร้างขึ้น หลังจากทีระบบค้นคืนคุณลักษณะเรียบร้อยแล้ว ผู้ค้นคืนทำการเลือกคุณลักษณะที่ต้องการเพื่อให้ระบบทำการค้นคืนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนั้นโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธระหว่างแผนภาพ/แผนภาพ จากนั้นระบบจะแสดงคุณลักษณะที่ค้นคืนออกมาได้ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนั้นออกมาให้แก่ผู้ค้นคืนโดยผู้ค้นคืนสามารถเปิดดูไฟล์ของเอกสารที่เกี่ยวข้องได้ด้วย

### 3.5.4 ฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธระหว่างแผนภาพ/แผนภาพ

ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธระหว่างแผนภาพกับแผนภาพจะมีการเก็บความสัมพันธ์เหล่านี้ไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูลซึ่งแสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13ฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ/แผนภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพ/แผนภาพ

รายละเอียดของตารางที่ใช้เก็บความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับยูเอ็มแอลมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดตารางความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับยูเอ็มแอล

ชื่อตาราง	รายละเอียด
Usecase	เก็บข้อมูลของแผนภาพยูสเคส และคำอธิบายยูสเคส
Sequence	เก็บข้อมูลของแผนภาพลำดับ
Feature	เป็นข้อมูลของคุณลักษณะ
Class	เก็บข้อมูลของแผนภาพคลาส และซีอาร์ซีการ์ด
Statechart	เก็บข้อมูลของแผนภาพสเตทชาร์ต
FeatureUsecase	เก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับแผนภาพยูสเคส
FeatureClass	เก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะกับแผนภาพคลาส

รายละเอียดข้อมูลของแต่ละตารางมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Usecase

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
UsecaseID	คีย์หลักของตาราง Usecase	int	PK
UsecaseName	ชื่อของยูสเคส	varchar(500)	
UsecaseNamePath	ที่อยู่ของยูสเคส	varchar(700)	
UsecaseDescription	คำอธิบายยูสเคส	varchar(500)	
UsecaseDescriptionPath	ที่อยู่ของคำอธิบายยูส เคส	varchar(700)	

ตารางที่ 3.5 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Sequence

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
SequenceID	คีย์หลักของตาราง Sequence	Int	PK
SequenceName	ชื่อของแผนภาพซี ควเอนซ์	varchar(500)	
SequenceNamePath	ที่อยู่ของแผนภาพซี ควเอนซ์	varchar(700)	
UsecaseID	คีย์หลักของตาราง Usecase	Int	FK

ตารางที่ 3.6 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Feature

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
FeatureID	คีย์หลักของตาราง Feature	int	PK
FeatureName	ชื่อของคุณลักษณะ	varchar(200)	
FeaturePath	ที่อยู่ของคุณลักษณะ	varchar(700)	

ตารางที่ 3.7 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Class

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
ClassID	คีย์หลักของตาราง Class	int	PK
ClassName	ชื่อของคลาส	varchar(200)	
ClassNamePath	ที่อยู่ของคลาส	varchar(700)	
CRCCard	ชื่อของซีอาร์ซีการ์ด	varchar(500)	
CRCCardPath	ที่อยู่ของซีอาร์ซีการ์ด	varchar(700)	

ตารางที่ 3.8 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Statechart

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
StatechartID	คีย์หลักของตาราง Statechart	int	PK
StatechartName	ชื่อของสเตทชาร์ต	varchar(500)	
StatechartNamePath	ที่อยู่ของสเตทชาร์ต	varchar(700)	
ClassID	คีย์หลักของตาราง Class	int	FK

ตารางที่ 3.9 โครงสร้างข้อมูลของตาราง FeatureUsecase

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
FeatureUsecaseID	คีย์หลักของตาราง FeatureUsecase	int	PK
FeatureID	คีย์หลักของตาราง Feature	int	FK
UsecaseID	คีย์หลักของตาราง Usecase	int	FK



ตารางที่ 3.10 โครงสร้างข้อมูลของตาราง FeatureClass

คุณลักษณะ	รายละเอียด	ชนิด	คีย์
FeatureClassID	คีย์หลักของตาราง FeatureClass	int	PK
FeatureID	คีย์หลักของตาราง Feature	int	FK
ClassID	คีย์หลักของตาราง Class	Int	FK

## บทที่ 4

### การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ และโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือสนับสนุนในการจัดเก็บ และค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- เครื่องคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊ก (Notebook) หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ทูดูโอ 2.53

กิกะเฮิรท์ (Intel Core2Duo 2.53 GHz)

- หน่วยความจำสำรอง (RAM) 4 กิกะไบต์ (4 GB)
- ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) 500 กิกะไบต์ (500 GB)

##### 2) ซอฟต์แวร์ (Software)

- ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ไมโครซอฟท์วินโดวส์ 7 (Microsoft Windows 7)

- โปรแกรมเนตเบิน ไอดีอี เวอร์ชัน 6.9.1 (NetBeans IDE 6.9.1)

- โปรแกรมวิซวลพาราไดม์ เวอร์ชัน 8.3 คอมมูนิตี อีดีชัน (Visual Paradigm for UML

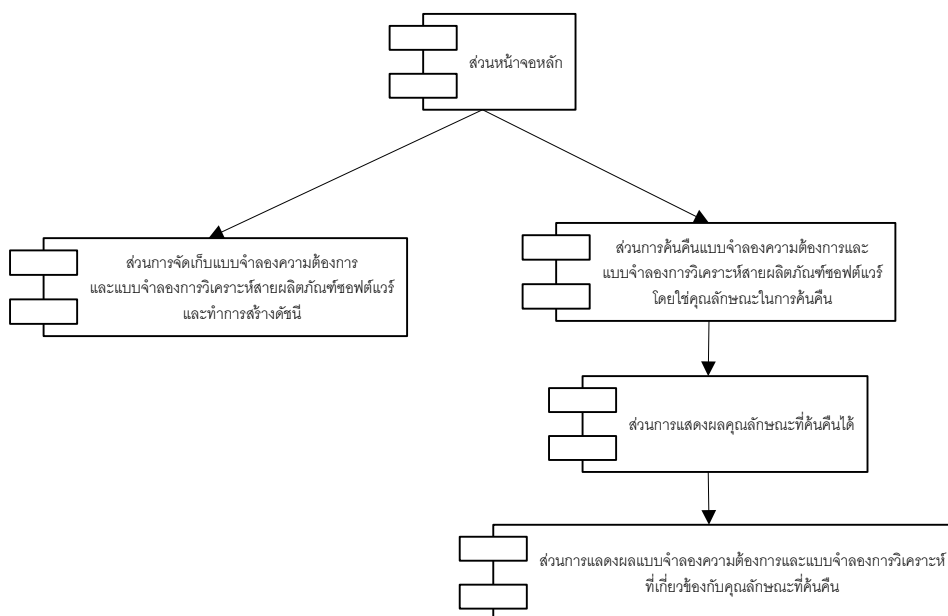
8.3 Community Edition)

- ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล เวอร์ชัน 5.5.16 (MySQL 5.5.16)

- โปรแกรมไมโครซอฟท์ออฟฟิศ 2007 (Microsoft Office 2007)

#### 4.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือ

โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือช่วยสนับสนุนในการจัดเก็บ และค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ อธิบายด้วยแผนภาพส่วนประกอบ (Component Diagram) ซึ่งเป็นภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ในระบบซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ โดยแผนภาพส่วนประกอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือแสดงดังภาพที่ 4.1



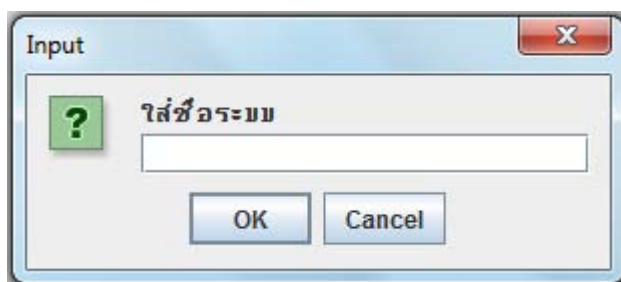
รูปที่ 4.1 แผนภาพส่วนประกอบของเครื่องมือ

จากภาพที่ 4.1 แต่ละส่วนประกอบจะแทนฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือ โดยหน้าจอลูกจะประกอบไปด้วย

1. ส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์และทำการสร้างดัชนี
2. ส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืน ซึ่งประกอบด้วย
  - ส่วนการแสดงผลคุณลักษณะที่ค้นคืนได้
  - ส่วนการแสดงผลแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืน

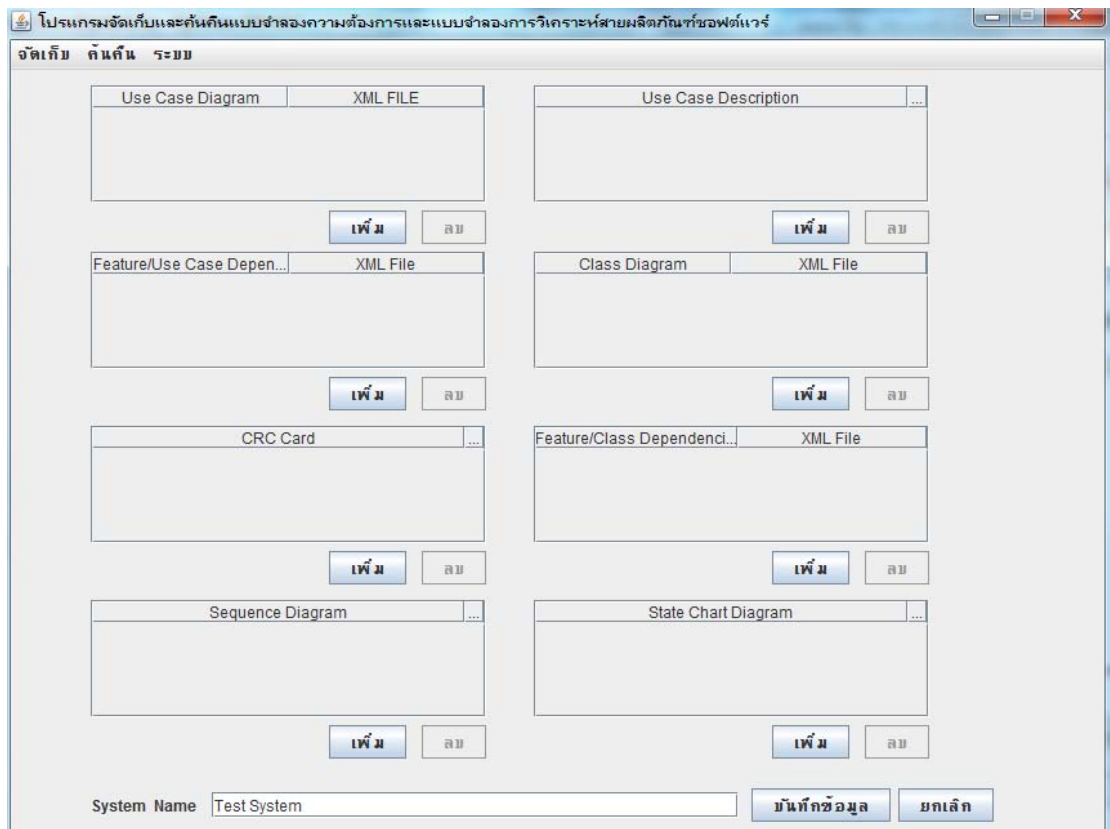
#### 4.2.1 ส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และทำการสร้างดัชนี

ผู้ใช้งานสามารถจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยขั้นแรกเป็นการใส่ชื่อระบบที่ต้องการจัดเก็บดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าจอสำหรับใส่ชื่อของระบบที่ต้องการจัดเก็บ

หลังจากใส่ชื่อระบบที่ต้องการจัดเก็บเรียบร้อยแล้วจะไปสู่หน้าจอของการเลือกแผนภาพที่ต้องการจัดเก็บโดยแผนภาพยูสเคส และแผนภาพคลาสจัดเก็บอยู่ในรูปแบบกราฟิก และรูปแบบไฟล์เอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล ตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/ยูสเคส และตารางการขึ้นต่อกันระหว่างคุณลักษณะ/คลาสจัดเก็บในรูปแบบเอกสารข้อความของไมโครซอฟท์เวิร์ด 2007 แผนภาพซีเควนซ์ และแผนภาพสเตทชาร์ตจัดเก็บในรูปแบบกราฟิก คำอธิบายยูสเคส และซีอาร์ซีการ์ดจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ข้อความดังรูปที่ 4.3 โดยในการจัดเก็บเอกสารสามารถคลิกที่ปุ่มเพิ่มได้ในตารางตามประเภทของเอกสาร และสามารถลบเอกสารที่ทำการเลือกผิดโดยการคลิกที่เอกสารนั้นในตารางและคลิกที่ปุ่มลบได้ตารางของประเภทเอกสารที่ต้องการลบ

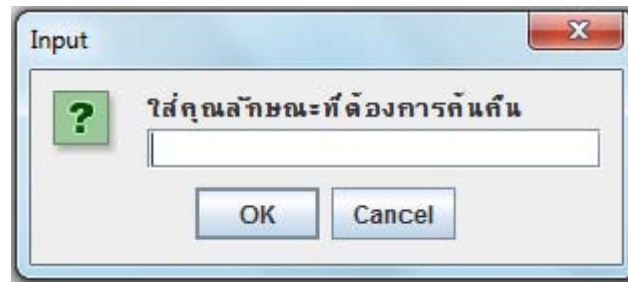


รูปที่ 4.3 หน้าจอสำหรับจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

หลังจากทำการเลือกเอกสารที่ใช้ในการจัดเก็บเรียบร้อยแล้วและทำการบันทึกข้อมูล ระบบจะทำการสร้างดัชนีให้โดยอัตโนมัติ

#### 4.2.2 ส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืน

ผู้ใช้งานสามารถค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยการที่คุณลักษณะในการค้นคืน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใส่คุณลักษณะที่ต้องการเพื่อค้นหาคุณลักษณะที่มีอยู่ระบบดังรูปที่ 4.4

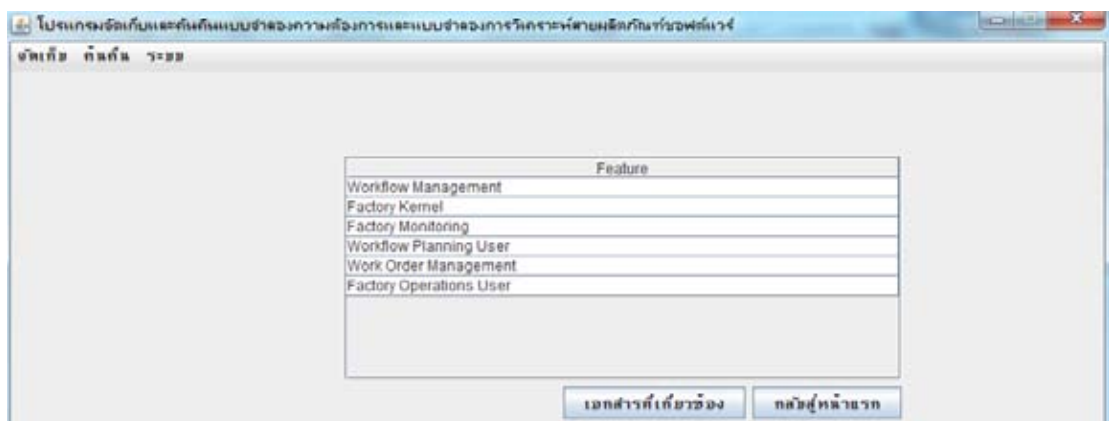


รูปที่ 4.4 หน้าจอสำหรับใส่คุณลักษณะที่ต้องการค้นคืน

- ส่วนการแสดงผลคุณลักษณะที่ค้นคืนได้

เป็นส่วนที่แสดงผลการค้นคืนคุณลักษณะจากคุณลักษณะที่ต้องการค้นคืน เพื่อทำการค้นคืนคุณลักษณะที่มีอยู่ในระบบและแสดงผลการค้นคือคุณลักษณะที่พบดังรูปที่ 4.5 ซึ่งใช้คำว่า Factory เป็นคีย์เวิร์ดในการค้นคืน

ผู้ใช้งานสามารถดูเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนได้โดยการคลิกที่คุณลักษณะที่ต้องการดูเอกสารที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม จากนั้นคลิกที่ปุ่มเอกสารที่เกี่ยวข้อง



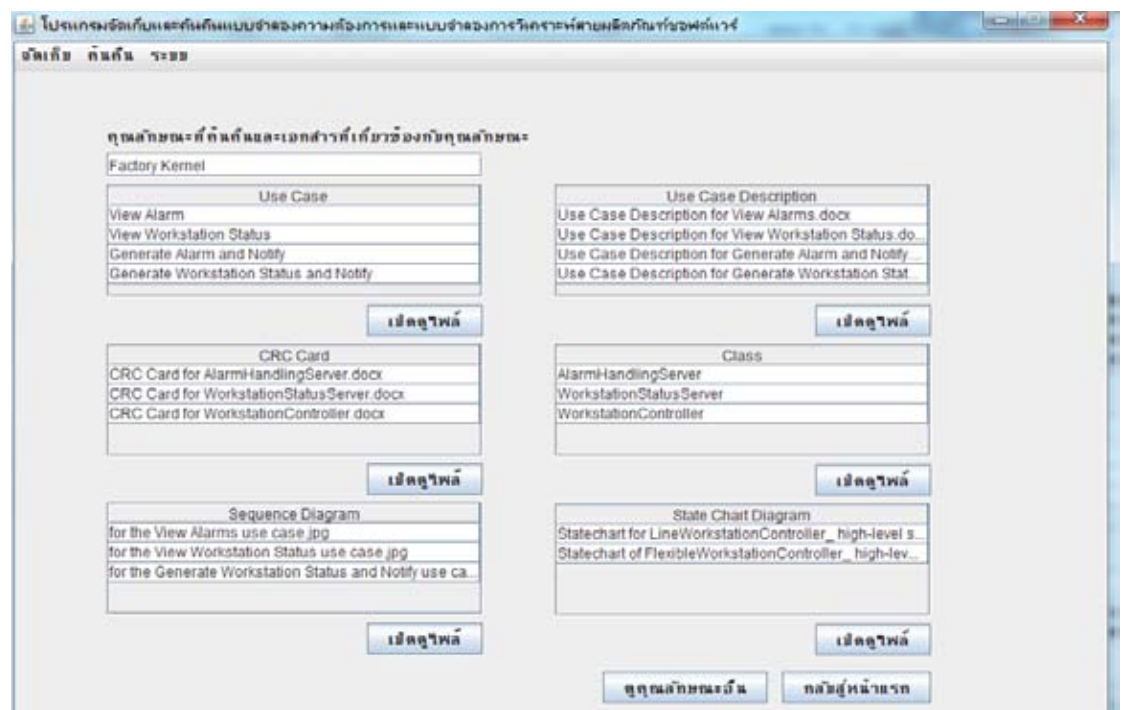
รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลการค้นคืนคุณลักษณะ

- ส่วนการแสดงผลแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืน

เป็นส่วนที่แสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนได้ ผู้ใช้งานสามารถเปิดดูเอกสารที่ปรากฏได้โดยการคลิกเอกสารที่ต้องการ จากนั้นทำการคลิกปุ่มเปิดดูไฟล์ ได้ตารางของเอกสารที่ต้องการเปิดดู หน้าจอของส่วนการแสดงผลแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนอยู่ในรูปที่ 4.6 ไฟล์ที่ถูกเปิดของแต่ละประเภทของเอกสารจะแสดงผลดังนี้

- Use Case จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์กราฟิก
  - Use Case Description จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบไฟล์ข้อความ
  - Feature/Use Case Dependencies Table จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์ข้อความ
  - Class จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์กราฟิก
  - CRC Card จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์ข้อความ
  - Feature/Class Dependencies Table จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์ข้อความ
  - Sequence Diagram จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์กราฟิก
  - State Chart Diagram จะเปิดไฟล์ และแสดงผลในรูปแบบของไฟล์กราฟิก
- รูปที่ 4.6 แสดงผลการค้นคืนจากการใช้คำค้น Factory และเลือกดูเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ชื่อ Factory Kernel

ถ้าผู้ใช้งานต้องการดูเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะอื่นที่ค้นคืนได้สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มดูคุณลักษณะอื่น ที่ด้านล่างของโปรแกรม



รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืน

## บทที่ 5

### การทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบและประเมินเครื่องมือเป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดสอบ และผลของการทดสอบ รายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 5.1 การทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบเครื่องมือเป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือว่าสามารถจัดเก็บ และค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืนโดยสามารถค้นคืนคุณลักษณะจากข้อความที่ผู้ใช้งานต้องการ และแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนออกมาได้

##### 5.1.1 ทดสอบเครื่องมือส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

การทดสอบการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยได้ใช้ระบบงานที่ใช้ในการจัดเก็บ 3 ระบบที่มาจากกรณีศึกษาของหนังสือ Designing Software Produce Line with UML[1] ได้แก่ระบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์สำหรับเตาไมโครเวฟ (Microwave Oven Software Producr Line System) ระบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์การขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Commerce Software Product Line System) และระบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โรงงานอัตโนมัติ (Factory Automation Software Product Line System) โดยเอกสารทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษ ประกอบไปด้วยแผนภาพยูสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพซีควเอนซ์ แผนภาพสเตทชาร์ต ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส และตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส โดยรายละเอียดของระบบแสดงอยู่ในภาคผนวก ก

##### 5.1.2 ทดสอบเครื่องมือส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

การทดสอบการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยได้กำหนดคุณลักษณะ 30 คุณลักษณะที่มีความแตกต่างกันรวมถึงจำนวนคำที่ใช้ในการค้นคืนโดยกำหนดให้คุณลักษณะที่ใช้ในการค้นคืนครอบคลุมทั้งสามระบบที่จัดเก็บดังตารางที่ 5.1



ตารางที่ 5.1 คุณลักษณะที่ใช้เป็นคำค้น

คำค้น	คำค้น	คำค้น
analog weight	factory workflow planning	Planning
business	heating	Purchase
clock	management	Recipe
customer	microwave	Retrieval
customer e-commerce	microwave English display	Storage
e-commerc	Monitoring	user
english	Multi level heating	Weight
factory	One-line display	Work order management
factory operation	Operation	Workflow
factory work management	Order e-commerce	Workflow planning

ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นคุณลักษณะที่สามารถแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนออกมาได้

## 5.2 ผลการทดสอบ

ผลที่ได้จากการทดสอบการจัดเก็บ และการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

### 5.2.1 ผลการทดสอบเครื่องมือส่วนการจัดเก็บแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

หลังจากใส่ข้อมูลของระบบที่ใช้ในการทดสอบได้ทำการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลและไฟล์ที่จัดเก็บพบว่าถูกต้องครบตามข้อมูลของระบบที่ใช้ในการทดสอบ

### 5.2.2 ผลการทดสอบเครื่องมือส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

ผลการทดสอบเครื่องมือส่วนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ของคุณลักษณะที่ใช้ในการค้นคืนที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 จะแสดงไว้ในภาคผนวก ข ในส่วนของผลการทดสอบที่แสดงในหัวข้อนี้เป็นการแสดงเฉพาะผลการค้นคืนคุณลักษณะที่ค้นคืนออกมาได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการค้นคืนคุณลักษณะจากคำค้น

คำค้น	คุณลักษณะที่ค้นคืนได้
analog weight	Analog Weight Boolean Weight
business	Business Customer
clock	TOD Clock 12/24 Hour Clock
customer	Business Customer Home Customer
customer e-commerce	E-Commerce Kernel Business Customer Home Customer
e-commerce	E-Commerce Kernel
english	English
factory	Factory Kernel Factory Monitoring Factory Operations User
factory operation	Factory Kernel Factory Monitoring Factory Operations User
factory work management	Work Order Management Workflow Management Factory Kernel Factory Monitoring Work Order User Factory Operations User

ตารางที่ 5.2 ผลการค้นคืนคุณลักษณะจากคำค้น (ต่อ)

คำค้น	คุณลักษณะที่ค้นคืนได้
factory workflow planning	Workflow Planning User Workflow Management Factory Kernel Factory Monitoring Factory Operations User
heating	One-level Heating Multi-level Heating
management	Workflow Management Work Order Management
microwave	Microwave Oven Kernel
microwave english display	English Microwave Oven Kernel One-line Display Multi-line Display
monitoring	Factory Monitoring
multi level heating	Multi-level Heating One-level Heating Power Level Multi-line Display
one-line display	One-line Display Multi-line Display
operations	Factory Operations User
order e-commerce	E-Commerce Kernel Purchase Order Work Order Management Work Order User
planning	Workflow Planning User

ตารางที่ 5.2 ผลการค้นคืนคุณลักษณะจากคำค้น (ต่อ)

คำค้น	คุณลักษณะที่ค้นคืนได้
purchase	Purchase Order
recipe	Recipe
retrieval	Storage and Retrieval
storage	Storage and Retrieval
user	Factory Operations User Workflow Planning User Work Order User
weight	Boolean Weight Analog Weight
work order management	Work Order Management Work Order User Workflow Management Purchase Order
workflow	Workflow Management Workflow Planning User
workflow planning	Workflow Planning User Workflow Management

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงบทสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดเครื่องมือ และแนวทางในการพัฒนาต่อซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืน มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับคุณลักษณะเพื่อใช้ในการหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนออกมาได้ โดยใช้หลักการพื้นฐานของการจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ ได้แก่ การทำดัชนีอัตโนมัติ และได้ทดสอบเครื่องมือสนับสนุนการจัดเก็บและการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ด้วยการใช้ข้อมูลในการจัดเก็บ 3 ระบบ และใช้คำค้นคืนทั้งหมด 30 คำค้นในการทดสอบการค้นคืนซึ่งสามารถจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ และสามารถนำแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ใช้ในการค้นคืนได้

#### 6.2 ข้อจำกัดของเครื่องมือ

1. ในการนำเข้าแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ เนื่องจากเครื่องมือไม่รองรับการแปลงแผนภาพและไฟล์เอกสารให้อยู่ในรูปแบบของเอ็กซ์เอ็มแอล อาจเกิดข้อผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูลแผนภาพและไฟล์เอกสารกับเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลไม่ตรงกัน
2. เครื่องมือไม่รองรับการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แก้ไขของระบบที่ได้ทำการจัดเก็บไปแล้ว
3. เครื่องมือไม่รองรับเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่แท็กไม่ตรงกับรูปแบบที่ใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูล

#### 6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. งานวิจัยนี้ได้กำหนดการค้นคืนโดยค้นคืนจากคุณลักษณะเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเพื่อให้เกิดการค้นคืนเอกสารที่สมบูรณ์ อาจพัฒนาให้สามารถค้นคืนจากเอกสารอื่นได้ไม่ว่าจะเป็นการค้นคืนจากคุณลักษณะ แผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส แผนภาพคลาส ซีอาร์ซีการ์ด แผนภาพซีควเอนซ์ หรือ แผนภาพสเตทชาร์ต

2. งานวิจัยนี้ได้ใช้เอกสารไฟล์ข้อความในการจัดเก็บและแปลงเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เอ็มแอลทำให้บางครั้งเกิดข้อผิดพลาดของระบบที่ใช้ในการอ่านค่าที่จำเป็นในการจัดเก็บ จึงอาจนำเสนอการจัดเก็บใหม่โดยใช้เป็นการใส่ข้อมูลของเอกสารผ่านทางเครื่องมือสนับสนุนการจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านการแปลงเอกสารเป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์เอ็มแอล

3. งานวิจัยนี้สนับสนุนแค่การจัดเก็บและค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์เท่านั้น ในการพัฒนาต่อไปอาจมีการสนับสนุนการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์ที่หลังจากค้นคืนแล้วสามารถนำแบบจำลองที่ค้นคืนออกมาได้ประกอบเป็นเอกสารที่สามารถนำไปใช้งานเป็นระบบได้ทันที

## รายการอ้างอิง

- [1] Hassan Gomaa. Designing Software Product Line with UML. n.p. : Addison-Wesley., 2004
- [2] Booch G, Rumbaugh J, and Jacobson I. The Unified Modeling Language User Guide SECOND EDITION. n.p. : Addison Wesley Professional., 2005.
- [3] Alan Dennis, Barbara Haley Wixom, David Tegarden. Systems Analysis and Design with UML Version 2.0 AN OBJECT-ORIENTED APPROACH Second Edition. n.p. : John Wiley & Sons., 2005
- [4] Larman C. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development. n.p. : Addison Wesley Professional., 2004.
- [5] Elliotte Rusty Harold. XML 1.1 Bible 3rd Edition. n.p. : Wiley Publishing Inc., 2004
- [6] Bae-YatesR and Berthier Ribiero-Neto. Modern Information Retrieval. n.p. : Addison Wesley., 1999.
- [7] Gerard Salton, M.j. McGill. Introduction to Modern Information Retrieval. New York : McGraw-Hill., 1983.
- [8] Akadej Udomchaiporn, Nakornthip Prompoon, and Pizzanu Kanongchaiyos. Software Requirements Retrieval Using Use Case Terms and Structure Similarity Computation. XIII Asia Pacific Software Engineering Conference (APSEC'06)., 2006
- [9] จีตติวรรณ ศรีบุตร. การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [10] Hussan Gomaa and Michael E. Shim. Automated Software Product Line Engineering and Product Derivation. 40th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)., 2007.

ภาคผนวก



## ภาคผนวก ก

## รายละเอียดระบบที่ใช้ในการทดลอง

รายละเอียดของระบบที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย 3 ระบบได้แก่ ระบบเตาไมโครเวฟ ระบบการขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ และระบบโรงงานอัตโนมัติ ใช้ภาษาอังกฤษในการจัดเก็บ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดของระบบเตาไมโครเวฟ

ระบบเตาไมโครเวฟ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพยูสเคสแบบกราฟิก	Use case Model for the Microwave oven software priduct line.png
แผนภาพยูสเคสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	UsecaseXML.xml
คำอธิบายยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	Use case Description for Cook Food With Recipe.docx
	Use case Description for Cook Food.docx
	Use case Description for Display Time of Day.docx
	Use case Description for Set Time of Day.docx
แผนภาพคลาสแบบกราฟิก	Control and intity classes.png
	Device interface classes.png
แผนภาพคลาสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	Control and intity classes XML.xml
	Device interface classes XML.xml
ซีอาร์ซีการ์ดแบบไฟล์ข้อความ	CRC Card for AnalogWeightSensorInterface.docx
	CRC Card for BeeperInterface.docx
	CRC Card for BooleanWeightSensorInterface.docx
	CRC Card for DisplayInterface.docx
	CRC Card for DisplayPrompts.docx
	CRC Card for DoorSensorInterface.docx
	CRC Card for EnglishDisplayPrompts.docx
	CRC Card for FrenchDisplayPrompts.docx

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดของระบบเตาไมโครเวฟ (ต่อ)

ระบบเตาไมโครเวฟ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
ชีอาร์ชีการ์ดแบบไฟล์ข้อความ	CRC Card for GermanDisplayPrompts.docx
	CRC Card for HeatingElementInterface.docx
	CRC Card for ItalianDisplayPrompts.docx
	CRC Card for KeypadInterface.docx
	CRC Card for LampInterface.docx
	CRC Card for MicrowaveOvenControl.docx
	CRC Card for Multi-levelHeatingElementInterface.docx
	CRC Card for Multi-lineDisplayInterface.docx
	CRC Card for One-levelHeatingElementInterface.docx
	CRC Card for One-lineDisplayInterface.docx
	CRC Card for OvenData.docx
	CRC Card for OvenTimer.docx
	CRC Card for Recipe.docx
	CRC Card for Recipes.docx
	CRC Card for SpanishDisplayPrompts.docx
	CRC Card for TODTimer.docx
	CRC Card for TurntableInterface.docx
CRC Card for WeightSensorInterface.docx	

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดของระบบเตาไมโครเวฟ (ต่อ)

ระบบเตาไมโครเวฟ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพซีเควน์ซ์แบบกราฟิก	for Cook Food usecase_ impact of the Beeper feature.jpg
	for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
	for optional Set Time of Day use case and Display Time of Day use case.jpg
	for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
	for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
	for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
	for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
	for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Lanyage features.jpg
	for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg
	for the optional Cook Food with Recipe use case.jpg
แผนภาพสเตทชาร์ตแบบกราฟิก	Kernel statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Door Shut with Iter superstate.jpg
	Kernel statechart for OvenTimer.jpg
	Statechart for CookingTimer.jpg

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดของระบบเตาไมโครเวฟ (ต่อ)

ระบบเตาไมโครเวฟ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพสเตทชาร์ตแบบกราฟิก	Statechart for MicrowaveOvenControl with all faetures_ top-level statechart.jpg
	Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Door shut with lter superstate.jpg
	Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing.jpg
	Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg
	Statechart for MicrowaveOvenControl_ Cook Food use case.jpg
	Statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing superstate.jpg
	Statechart for MicrowaveOvenControl_ kernel top-level statechart.jpg
	Statechart for OvenTimer_ Cook Food use case.jpg
	Statechart for RecipeTimer.jpg
	Statechart for TODTimer.jpg
	Statechart fot OvenTimer.jpg
Statechart oft MicrowaveOvenControl with all features_ Door Shut superstaate showing impact of TOD Clock feature.jpg	

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดของระบบเตาไมโครเวฟ (ต่อ)

ระบบเตาไมโครเวฟ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureUsecase for Microwave Oven.docx
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	FeatureUsecase for Microwave Oven.xml
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ คลาสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureClass for Microwave Oven.docx
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureClass for Microwave Oven.xml

ตารางที่ ก-2 จำนวนเอกสารแต่ละประเภทของระบบเตาไมโครเวฟ

ระบบเตาไมโครเวฟ	
ประเภทเอกสาร	จำนวนเอกสารที่จัดเก็บ
แผนภาพยูสเคส	1
แผนภาพคลาส	2
คำอธิบายยูสเคส	4
ซีอาร์ซีการ์ด	27
แผนภาพซีเควนซ์	10
แผนภาพสเตทชาร์ต	15
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส	1
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส	1

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดระบบของการขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์

ระบบขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพยูสเคสแบบกราฟิก	Use Case Diagram for the electronic commerce software product line.png
แผนภาพยูสเคสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	Use Case Diagram for the electronic commerce software product line XML.xml
คำอธิบายยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	Use Case Description for Bill Customer.docx
	Use Case Description for Browse Catalog.docx
	Use Case Description for Check Customer Account.docx
	Use Case Description for Confirm Delivery.docx
	Use Case Description for Create Requisition.docx
	Use Case Description for Deliver Purchase Order.docx
	Use Case Description for Make Purchase Request.docx
	Use Case Description for Prepare Purchase Order.docx
	Use Case Description for Process Delivery Order.docx
	Use Case Description for Send Invoice.docx
แผนภาพคลาสแบบกราฟิก	Class Diagram for e-commerce B2C.png
	Class Diagram for e-commerce B2B.png
แผนภาพคลาสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	ClassDiagram e-commerce B2C XML.xml
	ClassDiagram e-commerce B2B XML.xml

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดระบบของการขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ระบบขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
ซีอาร์ซีการ์ดแบบไฟล์ข้อความ	CRC Card for AccountsPayableServer.docx
	CRC Card for AuthorizationCenterInterface.docx
	CRC Card for B2BCustomerAgent.docx
	CRC Card for B2BCustomerInterface.docx
	CRC Card for B2CCustomerAgent.docx
	CRC Card for B2CCustomerInterface.docx
	CRC Card for BankServerInterface.docx
	CRC Card for BillingAgent.docx
	CRC Card for CatalogServer.docx
	CRC Card for ContractsServer.docx
	CRC Card for CustomerAccountSer.docx ver
	CRC Card for CustomerAgent.docx
	CRC Card for CustomerInterface.docx
	CRC Card for DeliveryOrderAgent.docx
	CRC Card for DeliveryOrderServer.docx
	CRC Card for InventoryServer.docx
	CRC Card for InvoiceAgent.docx
	CRC Card for InvoiceServer.docx
	CRC Card for OperationFundsSe.docx rver
	CRC Card for PurchaseOrderAgent.docx
	CRC Card for PurchaseOrderSever.docx
	CRC Card for PurchaseOrderSupplierAg.docx ent
	CRC Card for PurchaseOrderSupplierInterface.docx
CRC Card for RequisitionAgent.docx	
CRC Card for RequisitionServer.docx	

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดระบบของการขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

ระบบขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
ซีอาร์ซีการ์ดแบบไฟล์ข้อความ	CRC Card for SupplierAgent.docx
	CRC Card for SupplierInterface.docx
	CRC Card for WholesalerInterface.docx
แผนภาพซีเควนซ์แบบกราฟิก	for the Bill Customer use case.png
	for the Browse Catalog use case.png
	for the Check Account use case.png
	for the ConFirm Delivery use case.png
	for the Confirm Shipment use case.png
	for the Create Requisition use case.png
	for the Make Purchase Request use case.png
	for the Prepare Purchase Order use case.png
	for the Process Delivery Order use case.png
	for the Send Invoice use case.png
	for the Deliver Purchase Order use.png case
แผนภาพสเตทชาร์ตแบบกราฟิก	State Machine Diagram for CatalogServer.png
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureUsecase Electronic Commerce.docx
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	FeatureUsecase Electronic Commerce.xml
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ คลาสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureClass Electronic Commerce.docx
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureClass Electronic Commerce.xml



ตารางที่ ก-4 จำนวนเอกสารแต่ละประเภทของระบบขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์

ระบบขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์	
ประเภทเอกสาร	จำนวนเอกสารที่จัดเก็บ
แผนภาพยูสเคส	1
แผนภาพคลาส	2
คำอธิบายยูสเคส	11
ซีอาร์ซีการ์ด	29
แผนภาพซีควเอนซ์	11
แผนภาพสเตทชาร์ต	1
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส	1
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส	1

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพยูสเคสแบบกราฟิก	Flexible Manufacturing feature and use cases.png
	High-Volume Manufacturing feature and use cases.png
	Kernel use cases of the factory automation software product line.png
	Optional use cases of the factory automation software product line.png
แผนภาพยูสเคสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	Kernel use cases of the factory automation software product line XML.xml
	Optional use cases of the factory automation software product line XML.xml
	High-Volume Manufacturing feature and use cases XML.xml
	Flexible Manufacturing feature and use cases XML.xml
คำอธิบายยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	Use Case Description for Create_Modify Work Order.docx
	Use Case Description for Create_Update Operation.docx
	Use Case Description for Create_Update Workflow Plan.docx
	Use Case Description for Flexibly Manufacture Part.docx
	Use Case Description for Generate Alarm and Notify.docx

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ (ต่อ)

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
คำอธิบายยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	Use Case Description for Generate Workstation Status and Notify.docx
	Use Case Description for Manufacture High-Volume Part.docx
	Use Case Description for Move Part from Workstation.docx
	Use Case Description for Move Part to Workstation.docx
	Use Case Description for Process Part at Flexible Workstation.docx
	Use Case Description for Process Part at High-Volume Workstation.docx
	Use Case Description for Receive Part.docx
	Use Case Description for Retrieve Part.docx
	Use Case Description for Ship Part.docx
	Use Case Description for Start Work Order.docx
	Use Case Description for Store Part.docx
	Use Case Description for View Alarms.docx
	Use Case Description for View Workstation Status.docx
แผนภาพคลาสแบบกราฟิก	Class diagram for the Factory Kernel feature.png
	Class diagram for the Flexible Manufacturing feature.png
	Class diagram for the High-Volume Manufacturing feature.png

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ (ต่อ)

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพคลาสแบบกราฟิก	Class diagram for the Storage and Retrieval feature.png
	Class diagram for workflow and work order feature.png
แผนภาพคลาสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	Class diagram for the Factory Kernel feature XML.xml
	Class diagram for the Flexible Manufacturing feature XML.xml
	Class diagram for the High-Volume Manufacturing feature XML.xml
	Class diagram for the Storage and Retrieval feature XML.xml
	Class diagram for workflow and work order feature XML.xml
ชีอาร์ชีการ์ดแบบไฟล์ข้อความ	CRC Card for AGVDispatcher.docx
	CRC Card for AlarmHandlingServer.docx
	CRC Card for ASRSHandler.docx
	CRC Card for FlexibleWorkstationController.docx
	CRC Card for LineWorkstationController.docx
	CRC Card for ManufacturingOperationServer.docx
	CRC Card for MonitoringWorkstationController.docx
	CRC Card for OperatorInterface.docx
	CRC Card for PartAgent.docx
	CRC Card for PartScheduler.docx
CRC Card for PartSchedulerWithStorage.docx	

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ (ต่อ)

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
ซีอาร์ซีการ์ดแบบไฟล์ข้อความ	CRC Card for PartServer.docx
	CRC Card for ProductionManagerInterface.docx
	CRC Card for ReceivingWorkstationController.docx
	CRC Card for ShippingWorkstationController.docx
	CRC Card for WorkflowEngineerInterface.docx
	CRC Card for WorkflowPlanServer.docx
	CRC Card for WorkOrderServer.docx
	CRC Card for WorkstationController.docx
	CRC Card for WorkstationStatusServer.docx
แผนภาพซีเควนซ์แบบกราฟิก	for the Create_Modify Work Order use case.png
	for the Create_Update Operation use case and Create_Update Workflow Plan use case.png
	for the Generate Alarm and Notify.png
	for the Generate Workstation Status and Notify use case.png
	for the Move Part from Workstaion use case.png
	for the Move Part to Workstation use case.png
	for the Process Part at Flexible Workstation use case.png
	for the Process Part at High-Volume Workstation use case.png
	for the Receive Part use case.png
	for the Ship Part use case.png
	for the Start Work Order use case.png
	for the View Alarms use case.png
for the View Workstation Status use case.png	

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ (ต่อ)

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
แผนภาพสเตทชาร์ตแบบกราฟิก	More detailed statechart of PartAgent.png
	Statechart for LineWorkstationController _ decomposition of the High-Volume part Processing.png
	Statechart for LineWorkstationController _ decomposition of the Part Requesting superstate.png
	Statechart for LineWorkstationController_ high-level statechart.png
	Statechart for PartAgent _ decomposition of Part Processing at Flexible Workstation superstate.png
	Statechart of FlexibleWorkstationController _decomposition of the Flexible Part Processing superstate.png
	Statechart of FlexibleWorkstationController _decomposition of the Input Stand and Output Stand superstates.png
	Statechart of FlexibleWorkstationController _high- level statechart.png
	Statechart of FlexibleWorkstationController_ high- level statechart.png
	StateChart of PartAgent.png

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดของระบบโรงงานอัตโนมัติ (ต่อ)

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	ไฟล์ที่จัดเก็บ
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureUsecase Factory Automation.docx
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล	FeatureUsecase Factory Automation.xml
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ คลาสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureClass Factory Automation.docx
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ ยูสเคสแบบไฟล์ข้อความ	FeatureClass Factory Automation.xml

ตารางที่ ก-6 จำนวนเอกสารแต่ละประเภทของระบบโรงงานอัตโนมัติ

ระบบโรงงานอัตโนมัติ	
ประเภทเอกสาร	จำนวนเอกสารที่จัดเก็บ
แผนภาพยูสเคส	4
แผนภาพคลาส	5
คำอธิบายยูสเคส	18
ซีอาร์ซีการ์ด	20
แผนภาพซีควเอนซ์	13
แผนภาพสเตทชาร์ต	10
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/ยูสเคส	1
ตารางการขึ้นต่อกันของคุณลักษณะ/คลาส	1

**ภาคผนวก ข**  
**ผลการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์**  
**ซอฟต์แวร์**

ภาคผนวกนี้แสดงผลการค้นคืนแบบจำลองความต้องการและการวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยใช้คุณลักษณะในการค้นคืนรวมถึงจำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ค้นคืนได้มา

ตารางที่ ข-1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Analog Weight

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้	
Analog Weight	ยูสเคส	Cook Food	
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx	
	คลาส	AnalogWeightSensorInterface	
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for AnalogWeightSensorInterface.docx	
	แผนภาพซีเควนซ์		for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
	for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg		



ตารางที่ ข-1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Analog Weight (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Analog Weight	แผนภาพซีเควนซ์	for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Language features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Boolean Weight

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้	
Boolean Weight	ยูสเคส	Cook Food	
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx	
	คลาส	BooleanWeightSensorInterface	
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for BooleanWeightSensorInterface.docx	
	แผนภาพซีเควนซ์		for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
			for the Cook Food use case_impact of the Light feature.jpg
			for the Cook Food use case_impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
			for the Cook Food use case_impact of the Minute Plus feature after Start is pressed.jpg
	for the Cook Food use case_impact of the Power Level feature.jpg		

ตารางที่ ข-2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Boolean Weight (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Boolean Weight	แผนภาพซีคอนซ์	for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Language features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Business Customer

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Business Customer	ยูสเคส	Create Requisition
		Confirm Delivery
		Send Invoice
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Create Requisition.docx
		Use Case Description for Confirm Delivery.docx
		Use Case Description for Send Invoice.docx
	คลาส	B2BCustomerInterface
		B2BCustomerAgent
		RequisitionAgent
		RequisitionServer
		ContractsServer
		OperationFundsServer
		InvoiceAgent
InvoiceServer		
AccountsPayableServer		

ตารางที่ ข-3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Business Customer (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Business Customer	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for B2BCustomerInterface.docx
		CRC Card for B2BCustomerAgent.docx
		CRC Card for RequisitionAgent.docx
		CRC Card for RequisitionServer.docx
		CRC Card for ContractsServer.docx
		CRC Card for OperationFundsServer.docx
		CRC Card for InvoiceAgent.docx
		CRC Card for InvoiceServer.docx
		CRC Card for AccountsPayableServer.docx
		แผนภาพซีเควนซ์
	for the Send Invoice use case.png	
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ TOD Clock

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
TOD Clock	ยูสเคส	Set Time of Day
		Display Time of Day
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Set Time of Day.docx
		Use case Description for Display Time of Day.docx
	คลาส	TODTimer
		KeypadInterface
		MicrowaveOvenControl
		OvenData
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for TODTimer.docx
		CRC Card for KeypadInterface.docx
		CRC Card for MicrowaveOvenControl.docx
		CRC Card for OvenData.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for optional Set Time of Day use case and Display Time of Day use case.jpg
		for optional Set Time of Day use case and Display Time of Day use case.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	Statechart for TODTimer.jpg
		Kernel statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Door Shut with lter superstate.jpg

ตารางที่ ข-4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ TOD Clock (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
TOD Clock	แผนภาพสเตทชาร์ต	Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ Cook Food use case.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ kernel top-level statechart.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ Door Shut superstate showing impact of TOD Clock feature.jpg

ตารางที่ ข-5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ 12/24 Hour Clock

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
12/24 Hour Clock	ยูสเคส	Set Time of Day
		Display Time of Day
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Set Time of Day.docx
		Use case Description for Display Time of Day.docx
	คลาส	OvenData
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for OvenData.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for optional Set Time of Day use case and Display Time of Day use case.jpg
		for optional Set Time of Day use case and Display Time of Day use case.jpg
แผนภาพสเตทชาร์ต	-	

ตารางที่ ข-6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Home Customer

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Home Customer	ยูสเคส	Bill Customer
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Bill Customer.docx
	คลาส	BillingAgent
		CustomerAccountServer
		AuthorizationCenterInterface
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for BillingAgent.docx
		CRC Card for CustomerAccountServer.docx

ตารางที่ ข-6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Home Customer (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Home Customer	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for AuthorizationCenterInterface.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the Bill Customer use case.png
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ E-Commerce Kernel

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
E-Commerce Kernel	ยูสเคส	Browse Catalog
		Make Purchase Request
		Process Delivery Order
		Confirm Shipment
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Browse Catalog.docx
		Use Case Description for Make Purchase Request.docx
		Use Case Description for Process Delivery Order.docx
		Use Case Description for Confirm Shipment.docx
	คลาส	CustomerInterface
		CustomerAgent
		SupplierInterface
		SupplierAgent
		CatalogServer
		DeliveryOrderAgent
		DeliveryOrderServer
		InventoryServer

ตารางที่ ข-7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ E-Commerce Kernel (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
E-Commerce Kernel	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for CustomerInterface.docx
		CRC Card for CustomerAgent.docx
		CRC Card for SupplierInterface.docx
		CRC Card for SupplierAgent.docx
		CRC Card for CatalogServer.docx
		CRC Card for DeliveryOrderAgent.docx
		CRC Card for DeliveryOrderServer.docx
		CRC Card for InventoryServer.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the Browse Catalog use case.png
		for the Make Purchase Request use case.png
		for the Process Delivery Order use case.png
		for the Confirm Shipment use case.png
	แผนภาพสเตทชาร์ต	State Machine Diagram for CatalogServer.png



ตารางที่ ข-8 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ English

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้	
English	ยูสเคส	Cook Food	
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx	
	คลาส	EnglishDisplayPrompts	
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for EnglishDisplayPrompts.docx	
	แผนภาพซีเควนซ์		for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
			for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Language features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg	
แผนภาพสเตทชาร์ต	-		

ตารางที่ ข-9 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Kernel

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Factory Kernel	ยูสเคส	View Alarms
		View Workstation Status
		Generate Alarm and Notify
		Generate Workstation Status and Notify
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for View Alarms.docx
		Use Case Description for View Workstation Status.docx
		Use Case Description for Generate Alarm and Notify.docx
		Use Case Description for Generate Workstation Status and Notify.docx
	คลาส	AlarmHandlingServer
		WorkstationStatusServer
		WorkstationController
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for AlarmHandlingServer.docx
		CRC Card for WorkstationStatusServer.docx
		CRC Card for WorkstationController.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the View Alarms use case.jpg
		for the View Workstation Status use case.jpg
		for the Generate Workstation Status and Notify use case.jpg

ตารางที่ ข-9 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Kernel (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Factory Kernel	แผนภาพสเตทชาร์ต	Statechart for LineWorkstationController _ decomposition of the High-Volume part Processing.jpg
		Statechart for LineWorkstationController _ decomposition of the Part Requesting superstate.jpg
		Statechart for LineWorkstationController_ high- level statechart.jpg
		Statechart of FlexibleWorkstationController _decomposition of the Flexible Part Processing superstate.jpg
		Statechart of FlexibleWorkstationController _decomposition of the Input Stand and Output Stand superstates.jpg
		Statechart of FlexibleWorkstationController _high- level statechart.jpg
		Statechart of FlexibleWorkstationController_ high- level statechart.jpg

ตารางที่ ข-10 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Monitoring

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Factory Monitoring	ยูสเคส	Generate Alarm and Notify
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Generate Alarm and Notify.docx
	คลาส	MonitoringWorkstationController
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for MonitoringWorkstationController.docx
	แผนภาพซีควเอนซ์	-
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-11 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Operations User

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Factory Operations User	ยูสเคส	View Alarms
		View Workstation Status
		Generate Alarm and Notify
		Generate Workstation Status and Notify
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for View Alarms.docx
		Use Case Description for View Workstation Status.docx
		Use Case Description for Generate Alarm and Notify.docx
		Use Case Description for Generate Workstation Status and Notify.docx
	คลาส	OperatorInterface
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for OperatorInterface.docx

ตารางที่ ข-11 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Operations User (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Factory Operations User	แผนภาพซีเควนซ์	for the View Alarms use case.jpg
		for the View Workstation Status use case.jpg
		for the Generate Workstation Status and Notify use case.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-12 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Work Order Management

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Work Order Management	ยูสเคส	Create_Modify Work Order
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Create_Modify Work Order.docx
	คลาส	WorkOrderServer
		PartServer
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for WorkOrderServer.docx
		CRC Card for PartServer.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the Create_Modify Work Order use case.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-13 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Workflow Management

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Workflow Management	ยูสเคส	Create_Update Operation
		Create_Update Workflow Plan
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Create_Update Operation.docx

ตารางที่ ข-13 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Workflow Management (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Workflow Management	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Create_Update Workflow Plan.docx
	คลาส	ManufacturingOperationServer
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for ManufacturingOperationServer.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the Create_Update Operation use case and Create_Update Workflow Plan use case.jpg
		for the Create_Update Operation use case and Create_Update Workflow Plan use case.jpg
แผนภาพสเตทชาร์ต	0	

ตารางที่ ข-14 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Factory Monitoring

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Factory Monitoring	ยูสเคส	Generate Alarm and Notify
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Generate Alarm and Notify.docx
	คลาส	MonitoringWorkstationController
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for MonitoringWorkstationController.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	-
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-15 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Work Order User

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Work Order User	ยูสเคส	Create_Modify Work Order
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Create_Modify Work Order.docx
	คลาส	ProductionManagerInterface
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for ProductionManagerInterface.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the Create_Modify Work Order use case.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-16 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Workflow Planning User

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Workflow Planning User	ยูสเคส	Create_Update Operation
		Create_Update Workflow Plan
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Create_Update Operation.docx
		Use Case Description for Create_Update Workflow Plan.docx
	คลาส	WorkflowEngineerInterface
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for WorkflowEngineerInterface.docx

ตารางที่ ข-16 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Workflow Planning User (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Workflow Planning User	แผนภาพซีควเอนซ์	for the Create_Update Operation use case and Create_Update Workflow Plan use case.jpg
		for the Create_Update Operation use case and Create_Update Workflow Plan use case.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	0

ตารางที่ ข-17 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ One-level Heating

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
One-level Heating	ยูสเคส	Cook Food
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx
	คลาส	One-levelHeatingElementInterface
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for One- levelHeatingElementInterface.docx
	แผนภาพซีควเอนซ์	
		for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg



ตารางที่ ข-17 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ One-level Heating (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
One-level Heating	แผนภาพซีเคอร์นซ์	for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Multi-line Display and French Display Language features.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Turntable feature.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-18 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Multi-level Heating

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Multi-level Heating	ยูสเคส	Cook Food
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx
	คลาส	Multi-levelHeatingElementInterface
		MicrowaveOvenControl
		OvenData
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for Multi-levelHeatingElementInterface.docx
		CRC Card for MicrowaveOvenControl.docx
		CRC Card for OvenData.docx
	แผนภาพซีเคอร์นซ์	for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg

ตารางที่ ข-18 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Multi-level Heating (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Multi-level Heating	แผนภาพซีควเอนซ์	for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Lanyage features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	Kernel statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Door Shut with lter superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg

ตารางที่ ข-18 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Multi-level Heating (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Multi-level Heating	แผนภาพสเตทชาร์ต	Statechart for MicrowaveOvenControl_ Cook Food use case.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ kernel top-level statechart.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ Door Shut superstate showing impact of TOD Clock feature.jpg

ตารางที่ ข-19 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Microwave Oven Kernel

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Microwave Oven Kernel	ยูสเคส	Cook Food
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx
	คลาส	DoorSensorInterface
		WeightSensorInterface
		KeypadInterface
		HeatingElementInterface
		DisplayInterface
MicrowaveOvenControl		

ตารางที่ ข-19 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Microwave Oven Kernel (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Microwave Oven Kernel	ซีอาร์ซีการ์ด	OvenTimer
		OvenData
		DisplayPrompts
		CRC Card for DoorSensorInterface.docx
		CRC Card for WeightSensorInterface.docx
		CRC Card for KeypadInterface.docx
		CRC Card for One- levelHeatingElementInterface.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	CRC Card for One- lineDisplayInterface.docx
		CRC Card for MicrowaveOvenControl.docx
		CRC Card for OvenTimer.docx
		CRC Card for OvenData.docx
		CRC Card for SpanishDisplayPrompts.docx
		for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
	แผนภาพสเตทชาร์ต	Kernel statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Door Shut with lter superstate.jpg

ตารางที่ ข-19 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Microwave Oven Kernel (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Microwave Oven Kernel	แผนภาพสเตทชาร์ต	Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ Cook Food use case.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ kernel top-level statechart.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ Door Shut superstate showing impact of TOD Clock feature.jpg
		Statechart for OvenTimer_ Cook Food use case.jpg
		Statechart fot OvenTimer.jpg

ตารางที่ ข-20 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ One-line Display

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้	
One-line Display	ยูสเคส	Cook Food	
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx	
	คลาส	One-lineDisplayInterface	
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for One-lineDisplayInterface.docx	
	แผนภาพซีเควนซ์		for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
			for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Language features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg	
แผนภาพสเตทชาร์ต	-		

ตารางที่ ข-21 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Multi-line Display

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้	
Multi-line Display	ยูสเคส	Cook Food	
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx	
	คลาส	Multi-lineDisplayInterface	
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for Multi-lineDisplayInterface.docx	
	แผนภาพซีเควนซ์		for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
			for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
			for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Language features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg	
แผนภาพสเตทชาร์ต	-		

ตารางที่ ข-22 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Power Level

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Power Level	ยูสเคส	Cook Food
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food.docx
	คลาส	KeypadInterface
		MicrowaveOvenControl
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for KeypadInterface.docx
		CRC Card for MicrowaveOvenControl.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for kernel usecase_ Cook Food use case.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Light feature.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Minute Plus feature in place of Start being pressed.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Munure Plus featrue after Start is pressed.jpg
		for the Cook Food use case_ impact of the Power Level feature.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Multi-line Display and French Display Languge features.jpg
		for the Cook Food use case_impact of the Turntable feature.jpg



ตารางที่ ข-22 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Power Level (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Power Level	แผนภาพสเตทชาร์ต	Kernel statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Door Shut with lter superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ Cook Food use case.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ kernel top-level statechart.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ Door Shut superstate showing impact of TOD Clock feature.jpg

ตารางที่ ข-23 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Purchase Order

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Purchase Order	ยูสเคส	Prepare Purchase Order
		Deliver Purchase Order
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Prepare Purchase Order.docx
		Use Case Description for Deliver Purchase Order.docx
	คลาส	PurchaseOrderServer
		WholesalerInterface
		PurchaseOrderSupplierInterface
		PurchaseOrderSupplierAgent
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for PurchaseOrderServer.docx
		CRC Card for WholesalerInterface.docx
		CRC Card for PurchaseOrderSupplierInterface.docx
		CRC Card for PurchaseOrderSupplierAgent.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the Prepare Purchase Order use case.png
		for the Deliver Purchase Order use case.png
	แผนภาพสเตทชาร์ต	-

ตารางที่ ข-24 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Recipe

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้	
Recipe	ยูสเคส	Cook Food with Recipe	
	คำอธิบายยูสเคส	Use case Description for Cook Food With Recipe.docx	
	คลาส		Recipes
			Recipe
			KeypadInterface
			MicrowaveOvenControl
			OvenData
			OvenTimer
	ซีอาร์ซีการ์ด		CRC Card for Recipes.docx
			CRC Card for Recipe.docx
			CRC Card for KeypadInterface.docx
			CRC Card for MicrowaveOvenControl.docx
			CRC Card for OvenData.docx
			CRC Card for OvenTimer.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	for the optional Cook Food with Recipe use case.jpg	
	แผนภาพสเตทชาร์ต		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg
			Statechart for RecipeTimer.jpg

ตารางที่ ข-24 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Recipe (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Recipe	แผนภาพสเตทชาร์ต	Kernel statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Door Shut with lter superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ decomposition of the Recipe superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ Cook Food use case.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ decomposition of the Microwave Oven Sequencing superstate.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl_ kernel top-level statechart.jpg
		Statechart for MicrowaveOvenControl with all features_ Door Shut superstate showing impact of TOD Clock feature.jpg

ตารางที่ ข-24 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Recipe (ต่อ)

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Recipe	แผนภาพสเตทชาร์ต	Statechart for OvenTimer_ Cook Food use case.jpg
		Statechart fot OvenTimer.jpg

ตารางที่ ข-25 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ Storage and Retrieval

คุณลักษณะที่ค้นคืนได้	ประเภทเอกสารที่เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้องที่ค้นคืนได้
Storage and Retrieval	ยูสเคส	Store Part
		Retrieve Part
	คำอธิบายยูสเคส	Use Case Description for Store Part.docx
		Use Case Description for Retrieve Part.docx
	คลาส	PartSchedulerWithStorage
	ซีอาร์ซีการ์ด	CRC Card for PartSchedulerWithStorage.docx
	แผนภาพซีเควนซ์	-
แผนภาพสเตทชาร์ต	-	

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอนาวิต ตระการวิโรจน์ เกิดวันพฤหัสบดีที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2528 ที่จังหวัด นครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551