

การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์



นางสาวจิตติวรรณ ศรีอุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USE CASE DESCRIPTION STORAGE AND RETRIEVAL FOR SOFTWARE PRODUCT LINE

Miss Thitiwan Sri-udon

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 2008

Copyright of Chulalongkorn University

510674

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสาย
ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

โดย

นางสาวฐิติวรรณ ศรีอุดร

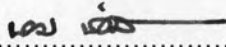
สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

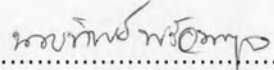
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล

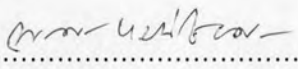
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

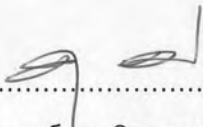

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิชาไพบูลย์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ หมั่นไชยศรี)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิษณุ คนองชัยยศ)

ฐิติวรรณ ศรีอุตร : การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์. (USE CASE DESCRIPTION STORAGE AND RETRIEVAL FOR SOFTWARE PRODUCT LINE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. นครทิพย์ พร้อมพูล, 121 หน้า.

การพัฒนาซอฟต์แวร์ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมความต้องการนั้น คำอธิบายยูสเคสถูกใช้สำหรับระบุความต้องการและเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้พัฒนาและผู้ใช้ซอฟต์แวร์สามารถที่จะทำความเข้าใจร่วมกัน ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นใหม่นั้นมีความเป็นไปได้ว่าระบบที่จะทำการพัฒนามีส่วนการทำงานที่คล้ายคลึงกับระบบที่ได้พัฒนาเสร็จสิ้นไปก่อนแล้ว ดังนั้นเพื่อลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ลง จึงมีการนำระเบียบวิธีในการสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ซึ่งสนับสนุนการใช้ซ้ำเข้ามามีส่วนช่วยในพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วย

งานวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอแนวคิดเรื่องการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศเข้ามาใช้ในการจัดการกับเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ รวมถึงพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการจัดเก็บและค้นคืนด้วย โดยสามารถทำการค้นคืนในรูปแบบการใช้คำสำคัญ และค้นคืนตามโครงสร้างของเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ สำหรับการค้นคืนใช้หลักการของแบบจำลองเวกเตอร์สเปซมาคำนวณค่าความคล้ายกัน และทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้วย ค่าระลอก ค่าความแม่นยำและค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค

ผลการทดลองที่ได้จากงานวิทยานิพนธ์นี้แสดงให้เห็นว่าการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ทั้งในแบบใช้คำสำคัญและแบบพิจารณาโครงสร้างยูสเคสให้ผลการค้นคืนได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ได้มากกว่าการค้นคืนยูสเคสทั่วไป โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าระลอก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคที่เพิ่มขึ้น

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต ฐิติวรรณ ศรีอุตร
 สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์.....ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก นครทิพย์ พร้อมพูล
 ปีการศึกษา...2551

4870279121 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS : PRODUCT LINE / SOFTWARE ENGINEERING / PLUS / INFORMATION
RETRIEVAL / UML

THITIWAN SRI-UDON : USE CASE DESCRIPTION STORAGE AND
RETRIEVAL FOR SOFTWARE PRODUCT LINE . ADVISOR : ASST.PROF.
NAKORNTHIP PROMPOON, 121 pp.

Use case description is used in requirements gathering phase for requirements identification used as an agreement among all stakeholders. In a new software development, it is possible that the functionalities of the new software are similar to the previous ones. Thus, in order to reduce time and cost of software development, software product line methodology is introduced to support the reuse concept.

This thesis proposes the storage and retrieval process for software product line use case description. In addition, a supporting tool was developed to serve the proposed process. The similarity computation of the searching process is designed based on vector space model using structure of software product line use case description and key words. Three metrics evaluation recall, precision and harmonic mean are used to evaluate the proposed system.

The experimental result indicates that the software product line retrieval using keyword and software product line use case structure give a better result than regular search method from the evaluation using the three measurements.

Department : Computer Engineering
Field of Study : Software Engineering
Academic Year : 2008

Student's signature Thitiwan Sriudon
Advisor's signature Nakornthip Prompoon

กิตติกรรมประกาศ

งานวิทยานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล ที่ให้ทั้งเวลา โอกาส และคำปรึกษาชี้แนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ทั้งต่องานวิทยานิพนธ์ และแนวทางในการดำเนินชีวิต ขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธีรไพบุลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ หมิ่นไชยศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิษณุ คนองชัยยศ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของงานวิทยานิพนธ์นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ และบุคคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และการดำเนินงานต่างๆ ในการทำงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณร่มธรรม สินธุประสิทธิ์ ผู้เป็นแรงผลักดันและกำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้องในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ทุกท่าน และบรรดาเพื่อนฝูงทั้งหลาย ที่คอยช่วยเหลือ เอาใจใส่ ทั้งคอยกระตุ้นเตือนในการทำงานวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณป้า สำหรับความรัก และความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงาน.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ของงาน	5
1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย.....	5
1.6 เนื้อหาโดยรวมของวิทยานิพนธ์.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1.1 สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line).....	7
2.1.2 กระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์เชิงสายการผลิตแบบวิวัฒนาการ (Evolutionary Software Product Line Engineering Process: ESPLEP)	10
2.1.3 วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอลหรือพลัส (Product Line UML-Based Software Engineering: PLUS)	11
2.1.3.1 ยูสเคสสายผลิตภัณฑ์	14
2.1.3.2 คำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์.....	16
2.1.3.3 ตัวอย่างขั้นตอนการสร้างแบบจำลองความต้องการสายผลิตภัณฑ์ตาม กระบวนการพลัส	17
2.1.4 การค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval)	31
2.1.4.1 การรวบรวมเอกสาร.....	31
2.1.4.2 การสร้างดรรชนี	32

	หน้า
2.1.4.3 การค้นคืนเอกสาร	33
2.1.4.4 การประเมินประสิทธิภาพ	34
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
2.2.1 การค้นคืนยูสเคสโดยใช้การคำนวณความคล้ายกันของพจน์และโครงสร้าง ของยูสเคส (Use Case Retrieval Using Terms and Use Case Structure Similarity Computation โดย อัครเดช อุดมชัยพร).....	35
2.2.2 การค้นคืนยูสเคสด้วยการจำแนกประเภทยูสเคสและการค้นคืนย้อนกลับ จากผู้ใช้ (Use Case Retrieval Using Use Case Clustering and User Relevance Feedback โดย สุดาทิพย์ สุขสอาด)	36
2.2.3 การดึงข้อมูลเพื่อสร้างยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ (Elicitation of Use Case for Products Lines โดย A. Fantechi, S. Gnesi, I. John, G.Lami, J.Dorr)	36
2.2.4 เอกสารคำอธิบายยูสเคสที่แสดงถึงความต้องการในเชิงสายผลิตภัณฑ์ (Use Case Description of Requirements for Product Lines โดย A. Bertolino, A. Fantechi, S. Gnesi, G. Lami , A. Maccari)	38
บทที่ 3 แนวคิดและวิธีการวิจัย.....	42
3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
3.2 สถาปัตยกรรมภาพรวมในการจัดเก็บและค้นคืน	43
3.3 กำหนดขอบเขต แนวทาง และออกแบบวิธีการจัดเก็บและค้นคืน.....	44
3.3.1 กำหนดขอบเขตของข้อมูลสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่ต้องการจัดเก็บ.....	45
3.3.2 ออกแบบวิธีการจัดเก็บข้อมูล	45
3.3.3 ออกแบบวิธีการค้นคืนข้อมูล.....	49
3.3.4 กำหนดวิธีการประเมินประสิทธิภาพในการจัดเก็บและค้นคืน	50
3.4 พัฒนาเครื่องมือเพื่อทดสอบแนวทางการจัดเก็บและค้นคืน รวมถึงประเมินผล ประสิทธิภาพในการจัดเก็บและค้นคืน	50
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ	53
4.1 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ	53

4.2	สภาพแวดล้อมที่ใช้พัฒนาเครื่องมือ	54
4.2.1	ฮาร์ดแวร์	54
4.2.2	ซอฟต์แวร์	54
4.3	โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องมือ	54
4.3.1	ส่วนการจัดเก็บยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	55
4.3.2	ส่วนการสร้างและการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	63
บทที่ 5	การทดลอง การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง	66
5.1	วัตถุประสงค์ของการทดลอง	66
5.2	วิธีการทดลอง	66
5.2.1	สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์และยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	66
5.2.2	วิธีการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	66
5.2.3	โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลอง	67
5.2.4	ข้อคำถาม (Queries)	68
5.3	ขั้นตอนการทดลอง	69
5.4	ผลการทดลอง	70
5.5	สรุปผลการทดลอง	77
5.5.1	สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์และ ยูสเคสทั่วไป	77
5.5.2	สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างการค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบ พิจารณาโครงสร้างและไม่พิจารณาโครงสร้าง	78
5.6	ข้ออภิปรายผลการทดลอง	78
บทที่ 6	สรุปผลงานวิจัย	79
6.1	สรุปผลงานวิจัย	79
6.2	งานวิจัยในอนาคต	81
	รายการอ้างอิง	82
	ภาคผนวก	83
	ภาคผนวก ก ยูสเคสของระบบงานที่เลือกใช้	84
	ภาคผนวก ข ข้อคำถามที่ใช้ในการทดลอง	90
	ภาคผนวก ค ค่าความแม่นยำ ค่าระลอก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกที่ได้จากการทดลอง	94

ภาคผนวก ง สรุปสูตรที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์.....	108
ภาคผนวก จ บทความวิชาการที่ตีพิมพ์.....	109
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	120

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบส่วนประกอบโครงสร้างยูสเคสทั่วไปและยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ตาม กระบวนการพลัส	15
ตารางที่ 2.1 เปรียบส่วนประกอบโครงสร้างยูสเคสทั่วไปและยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ตาม กระบวนการพลัส (ต่อ)	16
ตารางที่ 2.2 คำอธิบายยูสเคส Cook Food [2].....	19
ตารางที่ 2.2 คำอธิบายยูสเคส Cook Food [2] (ต่อ).....	20
ตารางที่ 2.3 ส่วนแปรผันของยูสเคส Cook Food [2]	22
ตารางที่ 2.3 ส่วนแปรผันของยูสเคส Cook Food [2] (ต่อ)	23
ตารางที่ 2.4 คำอธิบายยูสเคส Set Time of Day [2].....	24
ตารางที่ 2.5 ส่วนแปรผันของยูสเคส Set Time of Day [2]	25
ตารางที่ 2.6 คำอธิบายยูสเคส Display Time of Day [2].....	25
ตารางที่ 2.7 ส่วนแปรผันของยูสเคส Display Time of Day [2].....	26
ตารางที่ 2.8 คำอธิบายยูสเคส Cook Food with Recipe [2].....	28
ตารางที่ 2.8 คำอธิบายยูสเคส Cook Food with Recipe [2] (ต่อ).....	29
ตารางที่ 2.9 ส่วนแปรผันของยูสเคส Cook Food with Recipe [2]	30
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของตารางที่ใช้จัดเก็บข้อมูลเอกสารคำอธิบายยูสเคส	46
ตารางที่ 3.2 โครงสร้างข้อมูลของตาราง UseCase	47
ตารางที่ 3.3 โครงสร้างข้อมูลของตาราง Actor	47
ตารางที่ 3.4 โครงสร้างข้อมูลของตาราง UseCaseActor	47
ตารางที่ 3.5 โครงสร้างข้อมูลของตาราง ActorType	48
ตารางที่ 3.6 โครงสร้างข้อมูลของตาราง ProductLine	48
ตารางที่ 3.7 โครงสร้างข้อมูลของตาราง ReuseType	48
ตารางที่ 3.8 โครงสร้างข้อมูลของตาราง VariationPoint.....	48
ตารางที่ 3.9 โครงสร้างข้อมูลของตาราง UseCaseVariationPoint.....	48
ตารางที่ 3.10 โครงสร้างข้อมูลของตาราง VPTYPE	48

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยค่าระลึกลับ ค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการค้นคืน ยูสเคสทั่วไปเปรียบเทียบกับการค้นหาข้อมูลสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบไม่ พิจารณาโครงสร้างยูสเคส	71
ตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยค่าระลึกลับ ค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการค้นคืน ยูสเคสทั่วไปเปรียบเทียบกับการค้นหาข้อมูลสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบไม่ พิจารณาโครงสร้างยูสเคส (ต่อ)	72
ตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ยค่าระลึกลับ ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค ของการค้นหาข้อมูล ทั่วไปแบบพิจารณาโครงสร้างยูสเคสเปรียบเทียบกับแบบการค้นหาข้อมูลสาย ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่มีการพิจารณาโครงสร้างยูสเคส	73
ตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ยค่าระลึกลับ ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค ของการค้นหาข้อมูล ทั่วไปแบบพิจารณาโครงสร้างยูสเคสเปรียบเทียบกับแบบการค้นหาข้อมูลสาย ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่มีการพิจารณาโครงสร้างยูสเคส (ต่อ)	74
ตารางที่ 5.4 ค่าเฉลี่ยค่าระลึกลับ ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการค้นคืนยูสเคส สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบไม่พิจารณาโครงสร้างยูสเคส เปรียบเทียบกับแบบ ที่มีการพิจารณาโครงสร้างยูสเคส	75
ตารางที่ 5.4 ค่าเฉลี่ยค่าระลึกลับ ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการค้นคืนยูสเคส สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบไม่พิจารณาโครงสร้างยูสเคส เปรียบเทียบกับแบบ ที่มีการพิจารณาโครงสร้างยูสเคส (ต่อ)	76
ตารางที่ ก.1 ตารางระบบงานที่เลือกใช้ 10 ระบบงาน	84
ตารางที่ ก.2 ตารางระบบ Microwave Oven System	84
ตารางที่ ก.3 ตารางอธิบายระบบ Electronic Commerce Software	85
ตารางที่ ก.4 ตารางระบบ Factory Automation Software	85
ตารางที่ ก.5 ตารางระบบ Vending Machine	86
ตารางที่ ก.6 ตารางระบบ Rental Application	86
ตารางที่ ก.7 ตารางระบบ Library Application	87
ตารางที่ ก.8 ตารางระบบ E-Learning	87
ตารางที่ ก.9 ตารางระบบ Insurance	88
ตารางที่ ก.10 ตารางระบบงาน Restaurant	88

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ ก.10 ตารางระบบงาน Stock Management	89
ตารางที่ ข.1 แสดงข้อความทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง	90
ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลอก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อความทั้งสี่ 90 ข้อความ ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 1	94
ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลอก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อความทั้งสี่ 90 ข้อความ ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 2	97
ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลอก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อความทั้งสี่ 90 ข้อความ ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 3	101
ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลอก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อความทั้งสี่ 90 ข้อความ ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 4	104
ตารางที่ ง.1 ตารางสรุปสูตรที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์	108

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แบบจำลองสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ [4]	8
รูปที่ 2.2 กิจกรรมสำคัญของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ [2]	9
รูปที่ 2.3 กระบวนการอีเอสพีแอลอีพี [2]	10
รูปที่ 2.4 วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ในกระบวนการผลิต [2]	12
รูปที่ 2.5 ความแตกต่างระหว่างยูสเคสทั่วไปกับยูสเคสสายผลิตภัณฑ์	14
รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองความต้องการสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	17
รูปที่ 2.7 แบบจำลองยูสเคสสายผลิตภัณฑ์เตาไมโครเวฟ [2]	18
รูปที่ 2.8 กระบวนการจัดเก็บและค้นคืนเอกสาร [8]	31
รูปที่ 2.9 กรอบการทำงาน CAFÉ-PRM [5]	39
รูปที่ 2.10 แบบจำลองยูสเคสสองระดับ [5]	40
รูปที่ 2.11 แบบจำลองยูสเคสหนึ่งระดับ [5]	40
รูปที่ 3.1 แนวทางการวิจัย	42
รูปที่ 3.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมการจัดเก็บและค้นคืน	43
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการกำหนดขอบเขต แนวทางและการออกแบบวิธีการจัดเก็บและค้นคืน	45
รูปที่ 3.4 ความสัมพันธ์ของตารางที่ใช้จัดเก็บคำอธิบายยูสเคส	46
รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บและค้นคืน	51
รูปที่ 4.1 สถาปัตยกรรมของเครื่องมือ	53
รูปที่ 4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องมือ	55
รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงรายการสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	56
รูปที่ 4.4 แถบงาน Product Line ของหน้าจอสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	57
รูปที่ 4.5 แถบงาน Actor ของหน้าจอสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	57
รูปที่ 4.6 หน้าจอสร้างและแก้ไขผู้กระทำ	58
รูปที่ 4.7 แถบงาน Variation Point ของหน้าจอสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	58
รูปที่ 4.8 หน้าจอสร้างและแก้ไขส่วนแปรผัน	59
รูปที่ 4.9 แถบงาน Use Case ของหน้าจอสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์	59
รูปที่ 4.10 หน้าจอสร้างแก้ไขยูสเคส	60
รูปที่ 4.11 แถบ Actor บนหน้าจอสร้างและแก้ไขผู้กระทำของ Use Case	61

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 4.12 หน้าจอที่ใช้เพิ่มหรือแก้ไขผู้กระทำของยูสเคส.....	61
รูปที่ 4.13 แถบ Variation Point บนหน้าจอสร้างและแก้ไขส่วนแปรผันของยูสเคส	62
รูปที่ 4.14 หน้าจอที่ใช้เพิ่มหรือแก้ไขส่วนแปรผันของยูสเคส.....	63
รูปที่ 4.15 หน้าจอการค้นคืนด้วยการกำหนดคำสำคัญ.....	64
รูปที่ 4.16 หน้าจอการค้นคืนตามโครงสร้างและน้ำหนัก	65
รูปที่ 4.17 ผลการค้นคืนตามโครงสร้างและน้ำหนัก.....	65
รูปที่ 5.1 แผนภาพกิจกรรมขั้นตอนการทดลอง.....	69