

ระบบจัดการความรู้สำหรับการวิเคราะห์ความขัดข้องในฮาร์ดดิส
โดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี

นายปริญญา วิชาวงษ์

โครงการมหาบัณฑิตนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Knowledge management system for failure analysis in hard disk
using case-based reasoning

Mr. Parinya Wichawong

A Master Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Software Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อโครงการมหำบัณฑิต	ระบบจัดการความรู้สำหรับการวิเคราะห์ความขัดข้องในฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี
โดย	นายปริญญา วิชาวงษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมซอฟต์แวร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศ.ดร. ประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา
หน่วยงานที่ร่วมโครงการ	เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
ผู้แทนหน่วยงาน	บวร ปัญญาารวัจน์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อนุมัติให้หัวข้อโครงการมหำบัณฑิตฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
(ผศ. ดร. ณัฐวดี หนูโพโรจน์)

..... ประธานกรรมการ
(ผศ. นครทิพย์ พร้อมพูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
(ศ.ดร. ประภาส จงสฤษดิ์วัฒนา)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร. เกริก ภิรมย์โสภา)

..... ผู้แทนหน่วยงาน
(นายบวร ปัญญาารวัจน์)

นายปริญญา วิชาวงษ์ : ระบบจัดการความรู้สำหรับการวิเคราะห์ความขัดข้องในฮาร์ดดิสโดย
ใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี. (Knowledge management system for failure
analysis in hard disk using case-based reasoning) อาจารย์ที่ปรึกษา: ศ.ดร. ประภาส
จงสถิตย์วัฒนา, หน่วยงานที่ร่วมโครงการ : บริษัทเวสเทิร์นดิเจิตอล ประเทศไทย จำกัด,
ผู้แทนหน่วยงาน : นายบวร ปัญญารวิจน์, 65 หน้า.

ความขัดข้องของฮาร์ดดิสเป็นปัญหาที่มีความสำคัญทั้งในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และ
ความน่าเชื่อถือจากลูกค้า บริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสจำเป็นต้องตระหนักถึงการแก้ไขปัญหาความขัดข้อง
และหาวิธีป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์ของพวกเขาอีกในอนาคต ประสิทธิภาพของ
กระบวนการการวิเคราะห์ความขัดข้องขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่ติดอยู่กับตัวบุคคลผู้
วิเคราะห์เป็นสำคัญ หากบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสขาดบุคคลผู้มีประสบการณ์ไปจะทำให้ประสิทธิภาพใน
กระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องลดลงตามไปด้วย หากมีระบบที่สามารถจัดเก็บข้อมูลความรู้การ
วิเคราะห์ความขัดข้องและสามารถสืบค้นความรู้กลับมาใช้ใหม่ได้จะช่วยให้วิศวกรนักวิเคราะห์ใหม่
สามารถเรียนรู้การวิเคราะห์ความขัดข้องได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นซึ่งเป็นการลดปัญหาช่องว่างของความรู้
ระหว่างวิศวกรใหม่กับวิศวกรผู้เชี่ยวชาญลงได้

โครงการมหาบัณฑิตนี้เสนอการออกแบบและพัฒนากระบวนการจัดการความรู้ในกระบวนการ
วิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี โดยวิศวกรนักวิเคราะห์
สามารถสืบค้นกรณีความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบเปรียบเทียบกับกรณีความขัดข้องใหม่
ที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อนำความรู้จากกรณีความขัดข้องเดิมมาประยุกต์ใช้สำหรับการวิเคราะห์ครั้งใหม่
เมื่อกรณีการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ดำเนินการเสร็จสิ้นจะถูกจัดเก็บกลับเข้าไปในระบบและพร้อม
สำหรับการถูกสืบค้นในอนาคต ซึ่งระบบต้นแบบได้ถูกพัฒนาขึ้นและผลการประเมินสรุปได้ว่า
สามารถช่วยทำให้กระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสมีประสิทธิภาพมากขึ้น

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

สาขาวิชา....วิศวกรรมซอฟต์แวร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2559

5870945721 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: Knowledge management / Case-based reasoning / Failure analysis / Root cause analysis / Vector space model

PARINYA WICHAWONG : Knowledge management system for failure analysis in hard disk using case-based reasoning. MASTER PROJECT ADVISOR: PROF.DR. PRABHAS CHONGSTITVATANA, 65 pp.

Hard disk failure is a serious problem in term of product quality and credibility to customers. All hard disk drive companies need to be aware and to address how to get rid of failure and prevent the repeat of the problem in their products. The quality of failure analysis process depends on the person who has the most experience. It would not be so efficient if the company has no experienced person to perform the analysis. A knowledge management system can store the knowledge of experienced engineers. It can help new engineers to learn the craft. It would reduce a knowledge gap issues and bring up efficiency for failure solving process. This paper presents the design and implementation of knowledge management system for failure analysis in hard disk with case-based reasoning. The existing cases are stored and a new case can be compared to the existing one in order to retrieve the relevant existing knowledge to help the analysis. Once the new case is solved, it can be stored to aid the future cases. A prototype of the system has been implemented and the assessment of user satisfaction shows that it can improve the failure analysis process effectively.

Department ..Computer Engineering.. Student's signature.....

Field of study..Software Engineering...Advisor's signature.....

Academic year2016

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ศ.ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการมหาบัณฑิตที่เสียสละเวลาช่วยเหลือให้คำปรึกษาคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ทำให้การจัดทำโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ. นครทิพย์ พร้อมพูล ประธานกรรมการสอบโครงการ และ ผศ. ดร. เกริก ภิรมย์โสภา คณะกรรมการสอบโครงการ ที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ทำให้โครงการสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องที่ให้ความรักความเป็นห่วงคอยให้กำลังใจอยู่ตลอดเวลาทำให้มีกำลังใจและแรงผลักดันในการทำโครงการให้ประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณบวร ปัญญาวารวัจน์ หัวหน้างาน และเพื่อนร่วมงานทุกคนที่มีความเข้าใจ เห็นอกเห็นใจ และช่วยเหลืออยู่เสมอทำให้มีเวลาในการทำโครงการมากขึ้น

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด และวิธีการทำโครงการ

สุดท้ายขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับที่ทำงานอันแสนอบอุ่นตลอดเวลาที่ได้นั่งทำงานร่วมกันกับเพื่อนๆ ทุกคน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ผลงานตีพิมพ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎี	5
2.1.1 การจัดการความรู้	5
2.1.2 การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี	6
2.1.3 การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ.....	8
2.1.4 แบบจำลองปรภูมิเวกเตอร์และการวัดความคล้ายเชิงมุม	11
2.1.5 ระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา.....	12
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 แนวคิดและวิธีดำเนินโครงการ	17
3.1 กระบวนการจัดเตรียมข้อมูล	17
3.2 การคัดกรองเอกสารเพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับพัฒนาระบบ	23
3.3 การกำหนดเอกสารแม่แบบ.....	26
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาระบบ	31
4.1 การกำหนดรายการความต้องการของระบบ	31
4.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....	32
4.3 สภาพแวดล้อมและการพัฒนาระบบ.....	50
4.4 การทดสอบระบบ	51
บทที่ 5 การประเมินผล.....	56
5.1 การประเมินความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ.....	56
5.2 การประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบ	57
บทที่ 6 บทสรุป.....	60
6.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	60

6.2 ปัญหาและข้อจำกัด	60
6.3 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานต่อ.....	60
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก ตัวอย่างส่วนต่อประสานของระบบต้นแบบ	63

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบ	18
ตารางที่ 2 ตารางแสดงชุดคำถามในแบบสำรวจความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบัน	19
ตารางที่ 3 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลและผลการวิเคราะห์เรียงลำดับตามผลการสำรวจ ...	23
ตารางที่ 4 ตารางการจับคู่กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์เข้ากับโครงสร้างของเอกสาร 8D.....	27
ตารางที่ 5 รายการความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ.....	31
ตารางที่ 6 รายการความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ	32
ตารางที่ 7 คำอธิบายยูสเคสการสืบค้นกรณีที่ต้องการ.....	37
ตารางที่ 8 คำอธิบายยูสเคสการสร้างเอกสารกรณีใหม่จากเอกสารแม่แบบ.....	39
ตารางที่ 9 คำอธิบายยูสเคสการสร้างเอกสารกรณีใหม่จากกรณีอ้างอิงที่มีในระบบ	40
ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคสการปรับปรุงเอกสาร.....	41
ตารางที่ 11 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส CaseTemplate	43
ตารางที่ 12 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส Case.....	43
ตารางที่ 13 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส User	45
ตารางที่ 14 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส Failure.....	45
ตารางที่ 15 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส CaseCollection.....	46
ตารางที่ 16 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส IR Module	46
ตารางที่ 17 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส SearchResult.....	47
ตารางที่ 18 กรณีทดสอบที่ 1	51
ตารางที่ 19 กรณีทดสอบที่ 2	52
ตารางที่ 20 กรณีทดสอบที่ 3	52
ตารางที่ 21 กรณีทดสอบที่ 4	53
ตารางที่ 22 กรณีทดสอบที่ 5	54
ตารางที่ 23 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ	56
ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบแบบปกติ.....	58
ตารางที่ 25 ผลการประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบแบบมีการใช้เทคนิคขยายคำค้น..	58
ตารางที่ 27 ข้อมูลพจนานุกรมแสดงคำเหมือนสำหรับใช้ขยายคำค้น.....	67

สารบัญรูปร่าง

	หน้า
รูปที่ 1 วงจรชีวิตของความรู้ในระบบจัดการความรู้.....	6
รูปที่ 2 การแก้ปัญหาด้วยวิธีการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี.....	7
รูปที่ 3 ระบบจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ.....	8
รูปที่ 4 แผนภาพออยเลอร์แสดงความสัมพันธ์ของเอกสารในระบบค้นคืนสารสนเทศ.....	10
รูปที่ 5 เวกเตอร์ของเอกสารในสามมิติ.....	11
รูปที่ 6 ส่วนประกอบระบบสนับสนุนความรู้สำหรับการแก้ไขปัญหา.....	13
รูปที่ 7 ภาพรวมของแนวคิดและวิธีดำเนินงาน.....	17
รูปที่ 8 เอกสารแม่แบบที่ถูกลิขิต.....	30
รูปที่ 9 สถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ.....	33
รูปที่ 10 แผนภาพกิจกรรมแสดงกระบวนการทำงานของระบบ.....	34
รูปที่ 11 โครงสร้างของโดเมนระบบ.....	35
รูปที่ 12 แผนภาพยูสเคสแสดงฟังก์ชันงานหลักของระบบ.....	37
รูปที่ 13 แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของระบบ.....	42
รูปที่ 14 ขั้นตอนการทำงานโดยไม่มีเอกสารอ้างอิงในระบบ.....	48
รูปที่ 15 ขั้นตอนการทำงานโดยมีเอกสารอ้างอิงในระบบ.....	49
รูปที่ 16 สถานะของเอกสารในระบบ.....	50
รูปที่ 17 หน้าจอสำหรับรับคำค้นสำหรับการสืบค้น.....	63
รูปที่ 18 หน้าจอสำหรับแสดงผลการสืบค้น.....	64
รูปที่ 19 หน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดของกรณีทีเลือกจากผลการสืบค้น.....	64
รูปที่ 20 หน้าจอสำหรับสร้างเอกสารกรณีใหม่.....	65
รูปที่ 21 หน้าจอสำหรับปรับปรุงเนื้อหาของเอกสาร.....	66

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวิเคราะห์ความขัดข้องเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสเนื่องจากความขัดข้องที่เกิดขึ้นส่งผลต่อกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และความน่าเชื่อถือของลูกค้า ดังนั้นผู้ผลิตฮาร์ดดิสทุกรายจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุรากของความขัดข้องเพื่อหาวิธีแก้ไขและป้องกัน

ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ความขัดข้องนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของวิศวกรนักวิเคราะห์เป็นหลัก ซึ่งองค์กรจะเกิดผลกระทบหากขาดบุคลากรนักวิเคราะห์ผู้ที่มีประสบการณ์เนื่องจากองค์ความรู้ที่สำคัญในกระบวนการวิเคราะห์ที่ติดอยู่กับตัวบุคคลจะสูญหายไป ดังนั้นสินทรัพย์ควรถูกจัดการให้อยู่ในระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถจัดเก็บไม่ให้เกิดการสูญหาย และสามารถสืบค้นข้อมูลความรู้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยยึดหลักการจัดการความรู้ (knowledge management) ซึ่งกระบวนการมีความครอบคลุมตั้งแต่ การระบุความรู้ การรวบรวมความรู้ การประมวลความรู้ การสืบค้นความรู้ การแบ่งปันความรู้ และการใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กร ซึ่งหลักกระบวนการดังกล่าวจะช่วยลดช่องว่างความรู้ในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องได้

การให้เหตุผลด้วยฐานกรณี (case-based reasoning) เป็นเทคนิคที่สามารถนำมาปรับใช้ในการจัดการความรู้ได้ โดยนำวิธีการแก้ปัญหาในอดีตมาปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาในปัจจุบันที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน หลักการดังกล่าวมีความคล้ายกับวิธีวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสที่นำความรู้และประสบการณ์ในอดีตมาใช้ในการวิเคราะห์ความขัดข้องในปัจจุบัน ดังนั้นเทคนิคนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาปรับใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อแก้ไขปัญหา

โครงการมหาบัณฑิตนี้เสนอวิธีการออกแบบและพัฒนาระบบจัดการความรู้ในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี โดยระบบจะแบ่งออกเป็น 3 มุมมองได้แก่ มุมมองของผู้ใช้ กล่าวคือผู้ใช้งานระบบมีกระบวนการทำงานร่วมกับระบบอย่างไร มุมมองของแอปพลิเคชัน กล่าวคือระบบจะต้องมีฟังก์ชันใดบ้างเพื่อรองรับและควบคุมกระบวนการทำงานให้เป็นไปตามทฤษฎีของการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี และสุดท้ายคือมุมมองของระบบ กล่าวคือระบบจะต้องมีส่วนประมวลผลใดบ้างเพื่อรองรับการทำงานหลักซึ่งโดยส่วนมากจะไม่ได้ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรง ในขั้นตอนการออกแบบระบบจะแสดงด้วยแบบจำลองระบบทั้งหมด 3 แบบจำลองได้แก่ แบบจำลองเชิงฟังก์ชัน แบบจำลองเชิงโครงสร้าง และแบบจำลองเชิงพฤติกรรม ให้

มีความครอบคลุมและเป็นไปตามหลักของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ในขั้นตอนสุดท้ายระบบต้นแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นได้รับการประเมินความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ และการประเมินประสิทธิผลในการค้นคืนของระบบ ซึ่งรายละเอียดจะแสดงในเนื้อหาของโครงการแต่ละบทตามลำดับ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ออกแบบระบบจัดการความรู้ในกระบวนการการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี

1.2.2 พัฒนาระบบต้นแบบของระบบจัดการความรู้ในกระบวนการการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี

1.2.3 เสนอเอกสารแม่แบบที่มีโครงสร้างเหมาะสมกับการจัดเก็บข้อมูลสินทรัพย์ความรู้ในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ระบบที่เสนอในงานวิจัยนี้จะรองรับเฉพาะภาษาอังกฤษเท่านั้น

1.3.2 เอกสารนำเข้าจะใช้เอกสารที่เกิดจากการใช้งานจริงในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสจากบริษัทเวสเทิร์นดิจิทัลเท่านั้น

1.3.3 ระบบที่เสนอในงานวิจัยนี้ออกแบบสำหรับใช้ในแผนกเซอร์โวบริษัทเวสเทิร์นดิจิทัลเท่านั้น

1.3.4 การประเมินความตรงประเด็น (relevant) ของเอกสารเปรียบเทียบกับคำค้น (query) จะใช้การตัดสินจากวิศวกรผู้เชี่ยวชาญในแผนกเซอร์โวบริษัทเวสเทิร์นดิจิทัลเท่านั้น

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและทบทวนทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

- 1) ศึกษาความรู้พื้นฐานเรื่องการจัดการความรู้
- 2) ศึกษาความรู้พื้นฐานการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี
- 3) ศึกษาความรู้พื้นฐานการจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ

- 4) ศึกษาความรู้พื้นฐานเรื่องการวัดความคล้ายเชิงมุมและแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์
- 5) ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา
- 6) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
- 7) จัดเตรียมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการงาน
- 8) สร้างรายการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส

1.4.2 คัดเลือกเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้รายการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเอกสารที่ได้กำหนดไว้

- 1) วิเคราะห์ออกแบบเอกสารแม่แบบที่จะใช้สำหรับบันทึกความรู้ในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส

1.4.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ

- 1) กำหนดรายการความต้องการของระบบ
- 2) ออกแบบระบบและสร้างแบบจำลองของระบบ
- 3) พัฒนาระบบต้นแบบ
- 4) ทวนสอบระบบเทียบกับรายการความต้องการ

1.4.4 ประเมินผล

1.4.5 สรุปผล

1.4.6 จัดทำบทความวิชาการและเอกสารวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ระบบจัดการความรู้สำหรับกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส

1.5.2 ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแบ่งปันความรู้ภายในองค์กร

1.5.3 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยวิศวกรสามารถทำงานได้เร็วขึ้น

1.5.4 ลดโอกาสการสูญเสียองค์ความรู้เนื่องจากการลาออกของพนักงานผู้เชี่ยวชาญ

1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของโครงการมหาบัณฑิตนี้ได้รับการตอบรับเพื่อตีพิมพ์เป็นบทความวิจัยในหัวข้อเรื่อง “Knowledge Management System for Failure Analysis in Hard Disk Using Case-based Reasoning” โดย Parinya Wichawong และ Prabhas Chongstitvatana ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ “18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing : SNPD 2017” ซึ่งจัดขึ้นโดย IEEE Computer Society และ International Association for Computer and Information (ACIS) ณ เมืองอิชิคาว่า (Ishikawa) ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างวันที่ 26-28 มิถุนายน 2560

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการมหาบัณฑิตฉบับนี้ เนื้อหาภายในบทนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน โดยจะแบ่งเป็น การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจะอธิบายในรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

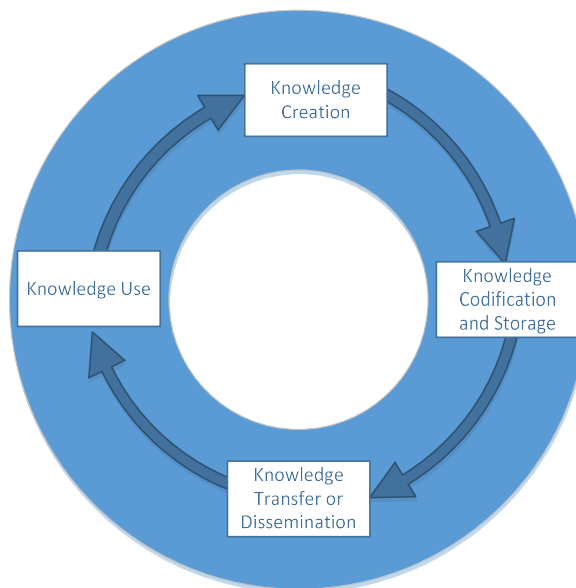
ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย การจัดการความรู้ การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์และการวัดความคล้ายเชิงมุม และระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดตามลำดับดังนี้

2.1.1 การจัดการความรู้

การจัดการความรู้ (knowledge management) คือแนวทางและวิธีการบริหารสินทรัพย์ความรู้ภายในองค์กรเพื่อสนับสนุนให้เกิดการสร้าง นวัตกรรม รวบรวม และกระจายองค์ความรู้ให้ทั่วองค์กรเพื่อให้เกิดการต่อยอดความรู้ และนำความรู้ไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมถึงก่อให้เกิดวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้ภายในองค์กรขึ้น [1]

ความรู้ (knowledge) ได้ถูกนิยามว่าเป็นความเข้าใจและความคุ้นเคยที่เกิดจากการศึกษา การสังเกตหรือจากประสบการณ์ที่สะสมมาเป็นเวลายาวนาน โดยความรู้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความรู้ชัดแจ้ง (explicit knowledge) และ ความรู้ฝังลึก (tacit knowledge) [2] โดยความรู้ชัดแจ้งคือความรู้ที่มีการบันทึกจัดเก็บ และเผยแพร่ให้ผู้อื่นสามารถเข้าถึงเพื่อศึกษาเรียนรู้ได้ ส่วนความรู้ฝังลึกเป็นความรู้ที่ฝังอยู่ในตัวบุคคล เช่นความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ตรง เทคนิคการทำงานที่ค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่มีคุณค่าแต่ยากต่อการอธิบายให้บุคคลทั่วไปเข้าใจได้ง่าย แต่ยังมีความรู้ฝังลึกบางประเภทที่สามารถเปลี่ยนเป็นความรู้ชัดแจ้งได้ซึ่งความรู้ประเภทนี้ถูกเรียกว่าความรู้โดยนัย (implicit knowledge) [3] โดยหนึ่งในวิธีการของการจัดการความรู้ (knowledge management) นั้นคือการแปลงจากความรู้โดยนัยให้เป็นความรู้ชัดแจ้งและทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในองค์กร

ระบบจัดการความรู้ (knowledge management system) เป็นเครื่องมือที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสำหรับช่วยสนับสนุนกิจกรรมของการจัดการความรู้ภายในองค์กร เช่น ช่วยสนับสนุนการสร้างองค์ความรู้ การรวบรวมความรู้ การจัดเก็บองค์ความรู้ การเผยแพร่องค์ความรู้ การแบ่งปันองค์ความรู้ และการใช้องค์ความรู้ให้เกิดประโยชน์ ดังที่แสดงภาพรวมของระบบจัดการความรู้ในรูปที่ 1



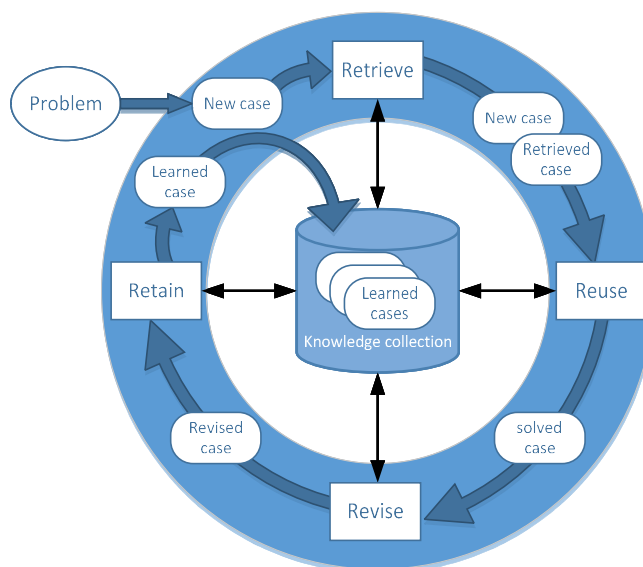
รูปที่ 1 วงจรชีวิตของความรู้ในระบบจัดการความรู้ [4]

2.1.2 การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเพื่อจัดการความยุ่งยากและอุปสรรคที่เกิดขึ้นโดยใช้ความรู้และประสบการณ์สำหรับการตัดสินใจแก้ไขปัญหา โดยการนำเอาวิธีการแก้ไขปัญหามีลักษณะคล้ายกันในอดีตมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาใหม่นั้นสามารถช่วยทำให้การแก้ไขปัญหาคั้งใหม่มีประสิทธิภาพมากขึ้น [5]

การให้เหตุผลด้วยฐานกรณี (case-based reasoning) เป็นวิธีการแก้ไขปัญหโดยนำเทคนิคของปัญญาประดิษฐ์มาปรับใช้ซึ่งเป็นที่นิยมและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยวิธีการของการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีคือใช้ความรู้และข้อมูลจากกรณีที่คล้ายกันในอดีตเพื่อแก้ไขปัญหในปัจจุบัน[6] โดยมีโครงสร้างแสดงในรูปที่ 2 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) Retrieve คือการค้นคืนกรณีเก่าที่มีความคล้ายกับกรณีใหม่เพื่อนำความรู้จากกรณีที่คล้ายกันในอดีตมาปรับใช้
- 2) Reuse คือการเลือกกรณีตัวอย่างที่มีความคล้ายมากที่สุดมาปรับใช้กับกรณีใหม่อาจมีการเพิ่ม ลด หรือ แก้ไข เพื่อให้เหมาะสมกับกรณีใหม่
- 3) Revise คือการปรับปรุงข้อมูลวิธีการแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ไขปัญหาจากกรณีใหม่
- 4) Retain คือการจัดเก็บข้อมูลความรู้ของกรณีใหม่ไว้เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการแก้ไขปัญหาในอนาคต

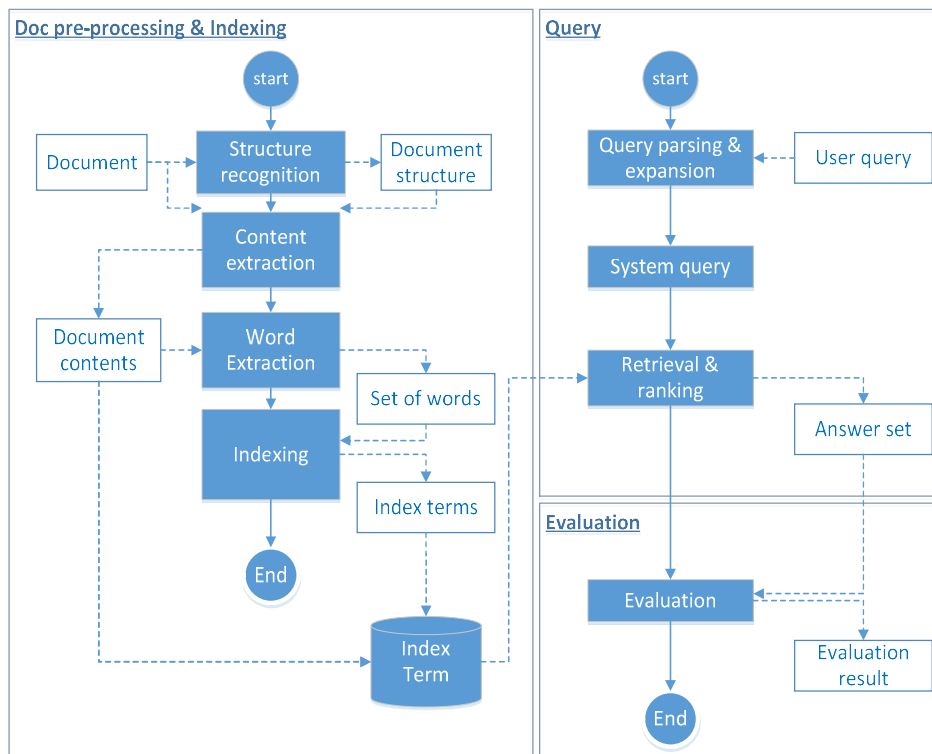


รูปที่ 2 การแก้ปัญหาด้วยวิธีการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี [6]

จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีจำเป็นต้องเรียกใช้ข้อมูลสินทรัพย์ความรู้ที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลและต้องมีการจัดเก็บข้อมูลสินทรัพย์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากการแก้ไขปัญหกรณีนใหม่ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้และเทคนิคในศาสตร์ของการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.3 เรื่องการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ

2.1.3 การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ

การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ [7] เป็นศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ว่าด้วยเรื่องของการการจัดเก็บ การค้นคืน และการนำเสนอผลลัพธ์ของสารสนเทศให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้โดยเปรียบเทียบกับข้อความที่ผู้ใช้กำหนด โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) กระบวนการจัดเก็บสารสนเทศ โดยกระบวนการจัดเก็บสารสนเทศเริ่มจากการกำหนดโครงสร้างข้อมูลของเอกสารสารสนเทศที่ต้องการจัดเก็บ จากนั้นประมวลผลเอกสารสารสนเทศเพื่อจัดเก็บตามโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นสร้างดัชนีคำสำคัญ (index term) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของเอกสาร 2) กระบวนการค้นคืนสารสนเทศเริ่มจากระบบรับข้อความซึ่งระบุโดยผู้ใช้ จากนั้นระบบจะทำการสืบค้นเอกสารสารสนเทศโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าความคล้าย (similarity) ระหว่างข้อความกับดัชนีคำสำคัญซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละเอกสาร จากนั้นแสดงผลลัพธ์เป็นรายการของเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อความโดยเรียงลำดับ (ranking) จากเอกสารสารสนเทศที่มีความเกี่ยวข้องมากที่สุดไปยังเอกสารสารสนเทศที่มีความเกี่ยวข้องน้อยที่สุดตามลำดับ และ 3) การประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนเอกสารสารสนเทศ ซึ่งจะแสดงภาพรวมของกระบวนการทำงานของการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ

1) ขั้นตอนการจัดเก็บสารสนเทศ [7] มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเก็บเอกสารสารสนเทศลงในคลังข้อมูลและสร้างดัชนีคำสำคัญ (indexing) สำหรับใช้เป็นตัวแทนเอกสารเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความคล้ายกับข้อความที่ผู้ใช้กำหนดเริ่มจากกำหนดโครงสร้างเอกสารที่ต้องการจัดเก็บจากนั้นทำการสกัดเนื้อหาของเอกสารตามโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นดำเนินการสกัดคำจากเนื้อหาของเอกสารส่วนที่ต้องการสร้างดัชนีคำสำคัญสำหรับการสืบค้น และนำกลุ่มคำที่ได้มาประมวลผลข้อความ (text processing) ประกอบด้วยการกำจัดคำที่เป็นสตอปเวิร์ด (stop-word elimination) ซึ่งเป็นคำที่ไม่มีความสำคัญในเชิงความหมายและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจำแนกเอกสาร เช่น a, and, the, for เป็นต้น จากนั้นทำการหารากศัพท์ (stemming) เพื่อลดขนาดของดัชนีคำสำคัญเช่น การตัดคำที่ลงท้ายด้วย -s, -ing, -ed เป็นต้น หลังจากนั้นนำรากศัพท์ที่ได้ไปค้นหาคำสำคัญอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันในเชิงความหมายทั้งความหมายเชิงลึกและความหมายเชิงกว้างเพื่อเพิ่มเข้ามาในกลุ่มของดัชนีคำสำคัญ และดำเนินการจัดเก็บลงในตารางดัชนีคำสำคัญในฐานข้อมูล

2) ขั้นตอนการค้นคืนสารสนเทศ [7] มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นคืนเอกสารสารสนเทศที่ใกล้เคียงกับข้อความที่กำหนดโดยผู้ใช้ให้มากที่สุด โดยรูปแบบการแสดงผลลัพธ์ของการสืบค้นจะเป็นรายการเอกสารสารสนเทศเรียงลำดับจากเอกสารที่มีความคล้ายกับข้อความของผู้ใช้มากที่สุดไปน้อยตามลำดับ โดยกระบวนการเริ่มจากผู้ใส่ระบุข้อความที่ต้องการสืบค้นเข้ามาในระบบผ่านส่วนต่อประสาน จากนั้นระบบจะนำข้อความของผู้ใช้ไปประมวลผลข้อความ (text processing) เพื่อให้ได้ดัชนีคำสำคัญของข้อความ และคำนวณหาความคล้ายเปรียบเทียบระหว่างดัชนีคำสำคัญของข้อความกับดัชนีคำสำคัญของเอกสารที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบ จากนั้นทำการเรียงลำดับจากเอกสารที่มีค่าความคล้ายมากที่สุดไปยังเอกสารที่มีค่าความคล้ายน้อยที่สุดตามลำดับ และสุดท้ายทำการแสดงผลลัพธ์ของการค้นคืนที่ได้ให้กับผู้ใช้โดยแสดงผลผ่านส่วนต่อประสานของระบบซึ่งแบบจำลองที่ใช้สำหรับการค้นคืนสารสนเทศสามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิดหลักดังนี้

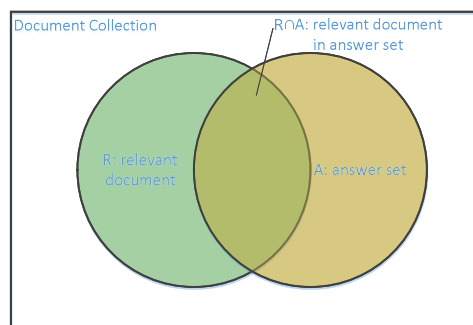
(1) แบบจำลองเชิงตรรกะ (boolean model) จะทำการเปรียบเทียบคำที่ปรากฏในข้อความว่าปรากฏในเอกสารที่พิจารณาหรือไม่ผ่านตัวดำเนินการเชิงตรรกะได้แก่ AND, OR, และ NOT ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะบอกเพียงแค่ว่ามีคำที่สนใจปรากฏอยู่ในเอกสารหรือไม่เท่านั้น ซึ่งมีข้อดีคือสามารถเข้าใจได้ง่ายไม่ซับซ้อนแต่จะไม่สามารถระบุระดับความคล้ายระหว่างข้อความกับเอกสารได้ และไม่สามารถจัดลำดับ (ranking) ของเอกสารได้

(2) แบบจำลองความน่าจะเป็น (Probabilistic Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ค่าสถิติการเกิดของคำมาคำนวณหาคะแนนความน่าจะเป็นที่เอกสารในเซตของคำจะสนองต่อข้อความจากผู้ใช้โดยคะแนนความน่าจะเป็นทั้งหมดรวมกันจะต้องมีค่าเป็น 1 เหมือนกับการคำนวณฟังก์ชันสมาชิกตามคอมพลิเมนต์ของเซต ซึ่งมีข้อดีคือมีวิธีการคำนวณความน่าจะเป็นที่ได้รับการยอมรับ แต่มีความซับซ้อนยากต่อการนำมาประยุกต์ใช้งาน

3) แบบจำลองพีชคณิต (algebraic Models) ตัวอย่างของแบบจำลองในกลุ่มนี้เช่น แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ (vector space model)[9] เป็นแบบจำลองที่พัฒนามาจากแบบจำลองเชิงตรรกะโดยมีการระบุค่าน้ำหนัก(weight) โดยดูจากความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสาร ดังนั้นเวกเตอร์ของเอกสารจะมีมิติเท่ากับจำนวนของคำที่ไม่ซ้ำกันทั้งหมดที่ปรากฏในเอกสาร โดยค่าของแต่ละมิติสามารถวัดได้จากจำนวนความถี่ของคำนั้นๆ มีข้อดีคือใช้คณิตศาสตร์แบบเรียบง่ายในการคิด และสามารถบอกระดับความคล้ายระหว่างข้อความกับแต่ละเอกสารได้ทำให้สามารถจัดลำดับของเอกสารได้ แต่มีข้อเสียคือจะไม่สนใจโครงสร้างและความหมายของคำ

จากข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละแบบจำลองที่ได้กล่าวมาแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์ที่มีรูปแบบการใช้คณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนและสามารถใช้บอกระดับความคล้ายระหว่างเอกสารได้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.4 เรื่องแบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์และการวัดความคล้ายเชิงมุม (cosine similarity)

3) ขั้นตอนการประเมินผล[7] มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดประสิทธิผลของการค้นคืนสารสนเทศ โดยมีแนวคิดว่าจะระบบค้นคืนสารสนเทศที่ดีจะต้องสามารถดึงเอาเอกสารสารสนเทศที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อความมาแสดงผลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนโดยเรียงลำดับจากเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องมากไปน้อยตามลำดับ โดยในการค้นคืนเอกสารสารสนเทศแต่ละครั้งจะประกอบด้วยกลุ่มเอกสารได้แก่ เอกสารทั้งหมดที่มีในระบบ กลุ่มเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นทั้งหมด และกลุ่มของเอกสารที่ค้นคืนมาได้ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยจะมีตัวชี้วัดที่สำคัญ 2 ตัวได้แก่



รูปที่ 4 แผนภาพออยเลอร์แสดงความสัมพันธ์ของเอกสารในระบบค้นคืนสารสนเทศ

(1) ค่าความแม่นยำ (precision) คืออัตราส่วนของเอกสารที่ค้นคืนมาได้และถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้เทียบจากเอกสารที่ค้นคืนมาได้ทั้งหมด ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$Precision = \frac{|R \cap A|}{|A|} \quad (1)$$

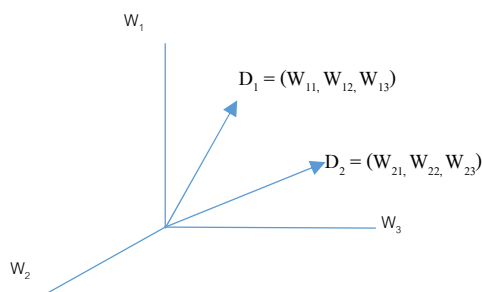
(2) ค่าระลึก (recall) คืออัตราส่วนของเอกสารที่ค้นคืนมาได้และถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้เทียบจากเอกสารที่ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้ทั้งหมดดังแสดงในสมการที่ (2)

$$Recall = \frac{|R \cap A|}{|R|} \quad (2)$$

2.1.4 แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์และการวัดความคล้ายเชิงมุม

แบบจำลองปริภูมิเวกเตอร์[8] เป็นหนึ่งในแบบจำลองที่สามารถใช้อ้างอิงถึงเนื้อหาในเอกสาร โดยกำหนดให้เอกสารแต่ละฉบับประกอบด้วยเวกเตอร์ของคำ ซึ่งขนาดของเวกเตอร์จะขึ้นอยู่กับจำนวนความถี่ของคำที่ปรากฏอยู่ในเอกสารฉบับนั้น

ถ้ากำหนดให้ W_{ik} คือน้ำหนักของคำ k ที่ปรากฏในเอกสาร D_i ดังนั้นเวกเตอร์สำหรับเอกสาร D_i สามารถเขียนแทนได้ด้วย $D_i = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{ik})$ ดังนั้นเอกสารชุดหนึ่งจะมีมิติเท่ากับ k มิติโดยที่ k คือจำนวนของคำที่ไม่ซ้ำกันในชุดของเอกสารทั้งหมด [3] [8] ตัวอย่างเช่นเวกเตอร์ของเอกสารที่ประกอบด้วยคำที่ไม่ซ้ำกันทั้งหมด 3 คำจะมีมิติเท่ากับ 3 มิติ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 เวกเตอร์ของเอกสารในสามมิติ

การวัดความคล้ายคลึงเชิงมุม (cosine similarity measurement) [9] เป็นเทคนิคการวัดความคล้ายของเอกสารด้วยวิธีการวัดความคล้ายคลึงเชิงมุมโดยแต่ละเอกสารถูกแทนด้วยเวกเตอร์ โดยที่การเปรียบเทียบความคล้ายของเอกสารจะวัดจากมุมโคไซน์ของระหว่าง 2 เวกเตอร์ของเอกสาร หากเอกสารทั้งสองเอกสารมีความคล้ายกันมากค่าเวกเตอร์ของเอกสารทั้ง 2 จะเป็นไปในทิศทางเดียวกันทำให้มุมระหว่างเวกเตอร์ของทั้งสองเอกสารมีค่าเข้าใกล้ 0 ทำให้ค่าโคไซน์ที่ได้จะมีค่าเข้าใกล้ 1 ในทางกลับกันหากค่าเวกเตอร์ของเอกสารทั้งสองไปในทิศทางที่แตกต่างกันมุมระหว่างเวกเตอร์ของเอกสารทั้งสองจะมีค่ามากทำให้ค่าโคไซน์มีค่าน้อยเข้าใกล้ 0 [4][9] ตามสมการที่ (4)

$$sim(x, y) = cosine(\vec{x}, \vec{y}) = \frac{\vec{x} \cdot \vec{y}}{|\vec{x}| |\vec{y}|} \quad (4)$$

2.1.5 ระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา

ระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา[10] เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Ford Motor ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ซึ่งประกอบด้วยระเบียบวิธีทั้งหมด 8 ข้อดังนี้

D1: จัดตั้งคณะทำงาน คณะทำงานจะประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญจากสายงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยเลือกจากสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถเหมาะสมและมีอำนาจในการตัดสินใจ

D2: ทำความเข้าใจถึงลักษณะอาการของปัญหา การอธิบายชี้เฉพาะลงไปว่าปัญหานั้นๆ มีลักษณะที่เป็นรูปธรรมอย่างไร โดยมีการเสนอการใช้เทคนิค 5W2H (What, Where, When, Why, Who, How, How many) เพื่อระบุปัญหา

D3: วางแผนปฏิบัติการแก้ไขอาการของปัญหาเพื่อให้เกิดผลชั่วคราว เป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าระยะสั้นเพื่อป้องกันผลกระทบจนกว่าจะมีการแก้ปัญหาย่างถาวรในระยะยาว

D4: สืบหาและทวนสอบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เป็นการตั้งสมมติฐานที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดสำหรับปัญหา และดำเนินการทดสอบสมมติฐานแต่ละข้อกับลักษณะอาการของปัญหาโดยมีการเก็บข้อมูลหลักฐานยืนยันเพื่อใช้วางแผนแก้ไขปัญหาที่แท้จริง

D5: ทวนสอบการปฏิบัติการแก้ไข ทำการยืนยันว่าการปฏิบัติการแก้ไขสามารถป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำได้โดยไม่เกิดผลกระทบต่อลูกค้า

D6: นำแผนปฏิบัติการแก้ไขอย่างถาวรมาใช้ ลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้และตรวจสอบผลลัพธ์หลังจากที่ได้ปฏิบัติตามแผนการแก้ไขปัญหาย่างถาวรไปแล้ว

D7: วางมาตรการป้องกันการเกิดซ้ำ ทำการแก้ไขกำหนดเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด รวมถึงการฝึกอบรมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำในอนาคต

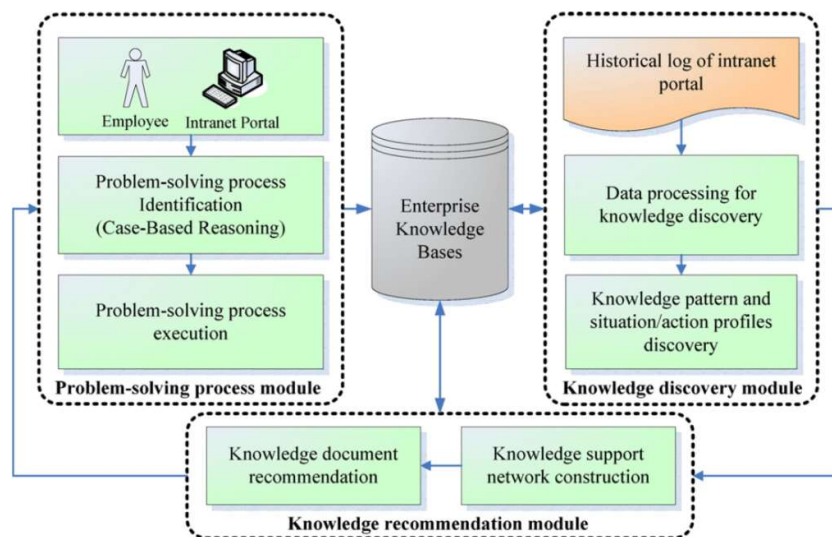
D8: แสดงความยินดีกับคณะทำงาน ทำการรายงานผลต่อฝ่ายบริหาร และเผยแพร่เป็นองค์ความรู้สำหรับองค์กร

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการมหาบัณฑิตนี้ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 งานวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดและเทคนิคต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงใช้ในโครงการมหาบัณฑิตนี้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยประกอบด้วยรายการของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.2.1 Knowledge support for problem-solving in a production process: A hybrid of knowledge discovery and case-based reasoning [5]

งานวิจัยนี้เสนอระบบสนับสนุนความรู้เพื่อช่วยแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีเริ่มต้นจากผู้ใช้ทำการสืบค้นสถานการณ์ที่คล้ายกันในอดีตเพื่อนำความรู้และแนวทางการแก้ไขปัญหามาปรับใช้ในการแก้ปัญหาปัจจุบันในกระบวนการผลิต โดยระบบจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้พร้อมกับเอกสารความรู้ที่เกี่ยวข้องสำหรับสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งระบบที่นำเสนอมีโครงสร้างประกอบด้วย 3 ส่วนหลักดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ส่วนประกอบระบบสนับสนุนความรู้สำหรับการแก้ไขปัญหา

1) ส่วนของกระบวนการแก้ไข้ปัญหา (problem-solving process module) การทำงานในส่วนนี้จะใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี (case-based reasoning: CBR) โดยผู้ใช้จะทำการสืบค้นกรณีปัญหาที่คล้ายกันในอดีตจากนั้นระบบจะแสดงผลแนวทางการแก้ไข้ปัญหาและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นของแต่ละแนวทางโดยใช้ข้อมูลสนับสนุนจากส่วนของการแนะนำความรู้ (knowledge recommendation module) จากนั้นดำเนินการแก้ไข้ปัญหา หลังจากแก้ไข้ปัญหาเสร็จสิ้นระบบจะจัดเก็บประวัติบันทึกวิธีการแก้ไข้ปัญหาใหม่กลับเข้าไปในระบบสำหรับให้ส่วนของการค้นพบความรู้ (knowledge discovery module) นำไปประมวลผลต่อไป

2) ส่วนของการค้นพบความรู้ (knowledge discovery module) การทำงานในส่วนนี้มีหน้าที่ประมวลผลเอกสารบันทึกการแก้ไข้ปัญหาในอดีตในกระบวนการผลิตเพื่อสกัดรูปแบบของสถานการณ์และการตอบสนองต่อสถานการณ์ จากนั้นทำการจัดกลุ่มด้วยการวัดค่าความคล้ายระหว่างสถานการณ์ใหม่เปรียบเทียบกับกลุ่มของสถานการณ์เก่าที่มีอยู่ในระบบโดยใช้เทคนิคปริภูมิเวกเตอร์และการวัดความคล้ายเชิงมุม หากความคล้ายมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดระบบจะตัดสินใจว่าเป็นสถานการณ์เก่าและดำเนินการปรับปรุงความรู้ในกลุ่มนั้นจากกรณีใหม่ที่เพิ่มเข้าไป แต่ถ้าหากค่าความคล้ายต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดระบบจะตัดสินใจว่าเป็นสถานการณ์ใหม่และทำการเพิ่มเข้าไปในระบบ จากนั้นกำหนดโพรไฟล์ของแต่ละสถานการณ์โดยใช้ค่ากลางของเอกสารที่ใช้ในสถานการณ์นั้นๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลสำหรับแนะนำเอกสารความรู้ให้กับผู้ใช้งาน

3) ส่วนของการแนะนำความรู้ (knowledge recommendation module) การทำงานส่วนนี้ระบบจะสร้างโครงข่ายความรู้เชื่อมโยงระหว่างแต่ละสถานการณ์ที่ถูกกำหนดจากส่วนของการค้นพบความรู้ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ให้กับผู้ใช้เห็นก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไข้ปัญหา

จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจแก้ไข้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลในอดีต โดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีเพื่อระบุกรณีที่คล้ายกันในอดีตสำหรับใช้สนับสนุนการตัดสินใจแก้ไข้ปัญหา มีการใช้เทคนิคการสกัดค่าจากเอกสารเพื่อใช้เป็นค่าสำคัญที่สามารถใช้ระบุถึงสถานการณ์ใดสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงและมีการสร้างและกำหนดโพรไฟล์ของแต่ละสถานการณ์โดยใช้เทคนิคการวัดความคล้ายเชิงมุมจากปริภูมิเวกเตอร์ และมีการสร้างกฎความสัมพันธ์ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างแต่ละสถานการณ์เพื่อให้เห็นถึงภาพรวมและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นก่อนการตัดสินใจ ซึ่งผู้จัดทำโครงงานมหาบัณฑิตเห็นถึงข้อดีของวิธีการวัดความคล้ายด้วยเทคนิคการวัดความคล้ายเชิงมุมจากปริภูมิเวกเตอร์ เนื่องจากแบบจำลองมีลักษณะไม่ซับซ้อนและสามารถบอกระดับความคล้ายของแต่ละกรณีได้ซึ่งมีความเหมาะสมกับลักษณะของระบบที่จะเสนอในโครงงานมหาบัณฑิตนี้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาได้

2.2.2 Development of Failure Analysis Case-Based Expert System for Computer Network Equipment Products [6]

งานวิจัยนี้เสนอการบูรณาการของฐานกรณีและระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยวิเคราะห์ความขัดข้องและแก้ปัญหาของผลิตภัณฑ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยระบบมีการเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จจากผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการค้นหาสาเหตุรากของปัญหาที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ โดยกระบวนการทำงานของระบบที่ผู้วิจัยนำเสนอเริ่มจากผู้กำหนดข้อมูลนำเข้าเป็นอาการของปัญหาที่เกิดขึ้นตามโครงสร้างที่ระบบกำหนดไว้ จากนั้นระบบจะทำการคำนวณหาค่าความคล้ายของกรณีปัจจุบันเปรียบเทียบกับทุกกรณีในอดีตที่จัดเก็บไว้ในระบบด้วยเทคนิค k nearest neighbor (KNN) โดยมีการให้ค่าน้ำหนัก (weight) ของข้อมูลปัญหาผลิตภัณฑ์เพื่อทำให้การสืบค้นกรณีตัวอย่างมีความเหมาะสมกับลักษณะของปัญหาและตรงต่อความต้องการมากขึ้น จากนั้นระบบทำการแสดงผลวิธีการสืบค้นเป็นรายการของกรณีในอดีตที่เกี่ยวข้องเรียงลำดับจากค่าความคล้ายมากไปน้อยตามลำดับ จากนั้นผู้ใช้เลือกกรณีตัวอย่าง และประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหา เมื่อแก้ไขปัญหาสำเร็จระบบจะทำการจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นกรณีสำหรับใช้แก้ไขปัญหาในอนาคต จากการทดสอบและประเมินผลพบว่าระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นวัดจาก 4 ปัจจัยได้แก่ จำนวนรายการที่สรุปผลการวิเคราะห์ความขัดข้องได้ จำนวนรายการงานคงค้าง รอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย และความถูกต้องของการสรุปผลการวิเคราะห์

จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงวิธีการนำเทคนิคของการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีไปปรับใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องและแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์ มีการใช้เทคนิคการให้ค่าน้ำหนักข้อมูลด้านต่างๆ ของปัญหาในขั้นตอนการวัดความคล้ายเปรียบเทียบระหว่างข้อคำถามและข้อมูลของกรณีเก่า ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะงานเฉพาะทางทำให้การสืบค้นได้กรณีตัวอย่างที่ตรงต่อความต้องการมากกว่าการสืบค้นด้วยอัลกอริทึมพื้นฐานเพียงอย่างเดียว ซึ่งผู้จัดทำโครงการมหาบัณฑิตเห็นถึงข้อดีของการให้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการวัดความคล้าย ดังนั้นการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในโครงการมหาบัณฑิต

2.2.3 Automatic Knowledge Learning Using Case-Based Reasoning [11]

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีการของการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีสำหรับแนะนำการเดินรถไฟ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือต้องการใช้พลังงานและเวลาในการเดินรถน้อยที่สุด โดยกระบวนการทำงานเริ่มต้นจากผู้ระบุปัญหาหรือเงื่อนไขในการเดินรถเข้าไปในระบบ จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลเพื่อแตกปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยและทำการสืบค้นกรณีก่อนหน้าที่มีความคล้ายกับแต่ละปัญหาย่อยมาทั้งหมด 50 กรณีต่อ 1 ปัญหาย่อยเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับ genetic algorithm

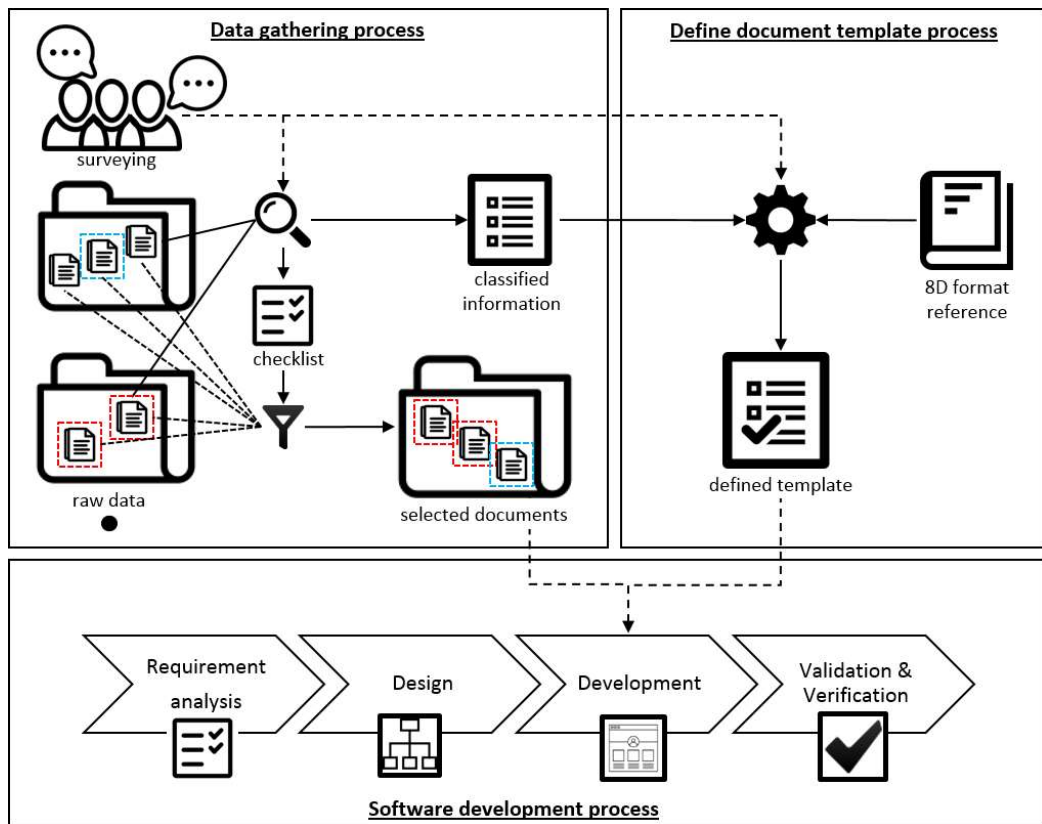
(GA) สำหรับคำนวณหาค่าตัวแปรวิธีการเดินทางที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละปัญหาย่อย จากนั้นทวนสอบผลที่ได้ หากผลที่ได้ถูกต้องจะถูกนำไปใช้ในการแนะนำการเดินทางและจัดเก็บข้อมูลไว้สำหรับใช้ในอนาคตต่อไป แต่ถ้าผลที่ได้ไม่ถูกต้องจะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์สาเหตุและแก้ไข ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใหม่เพื่อกลับไปสู่ขั้นตอนการทวนสอบอีกครั้ง ผลการทดสอบพบว่าวิธีการที่นำเสนอประสบความสำเร็จโดยสามารถลดอัตราการใช้พลังงานและระยะเวลาการเดินทางลงได้

จากงานวิจัยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าทฤษฎีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีนี้นั้นมีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างหลากหลายและได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นผู้ทำโครงการจึงตัดสินใจออกแบบและพัฒนาระบบจัดการความรู้โดยเลือกใช้เทคนิคนี้ โดยนำข้อดีของแต่ละงานวิจัยที่ได้ศึกษามาปรับใช้กับระบบที่พัฒนาในโครงการมหาบัณฑิตนี้

บทที่ 3

แนวคิดและวิธีดำเนินงาน

ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบนั้นประกอบด้วย 3 กระบวนการได้แก่ กระบวนการจัดเตรียมข้อมูล(data gathering process) กระบวนการกำหนดเอกสารแม่แบบ(define document template) และกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบ (software development process) ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยในบทนี้จะอธิบายในรายละเอียดของกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล และกระบวนการกำหนดเอกสารแม่แบบ ส่วนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบจะกล่าวในบทที่ 4



รูปที่ 7 ภาพรวมของแนวคิดและวิธีดำเนินงาน

3.1 กระบวนการจัดเตรียมข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูลมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบ และใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับระบบต้นแบบเพื่อในการทดสอบและประเมินผล

โดยกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลนั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูล การกำหนดรายการความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และการคัดเลือกเอกสารสำหรับเป็นข้อมูลตั้งต้นให้กับระบบต้นแบบ โดยจะอธิบายในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1.1 การกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องถูกจัดเก็บอยู่ในสื่อต่างๆ ที่หลากหลาย เช่น เอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้อง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์รายงานผลการวิเคราะห์ความขัดข้อง และเอกสารรายงานความคืบหน้าการวิเคราะห์ความขัดข้องรายสัปดาห์ ซึ่งเอกสารแต่ละประเภทมีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างกัน แต่ข้อมูลที่บรรจุอยู่ในเอกสารจะมีทั้งข้อมูลส่วนที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลอาการความขัดข้องจะบรรจุอยู่ในเอกสารทุกประเภท แต่ข้อมูลแนวทางการแก้ไขและป้องกันความขัดข้องอาจมีเฉพาะในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ รายงานผลการวิเคราะห์ความขัดข้อง หรือเอกสารรายงานความคืบหน้าการวิเคราะห์ความขัดข้องรายสัปดาห์ แต่ไม่มีในเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้อง เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องจึงเป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องทำในกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล เพื่อเป็นการรวบรวมประเภทของข้อมูลทั้งหมดที่มีในกระบวนการก่อนการออกแบบและพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูลเริ่มต้นโดยจัดกลุ่มของเอกสารตามลักษณะของความขัดข้อง จากนั้นเลือกเอกสาร 1 ถึง 2 ฉบับจากแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลของเอกสารของแต่ละกลุ่มความขัดข้อง จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละเอกสารที่ได้คัดเลือกมาเพื่อกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูล ในขั้นตอนสุดท้ายทำการวิเคราะห์ คัดเลือก และกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบ โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบ

ลำดับที่	กลุ่มประเภทของข้อมูล	คำอธิบาย
1	ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์	คำที่ใช้สื่อความหมายระบุถึงรุ่นของผลิตภัณฑ์
2	ขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง	สถานที่เกิดความขัดข้อง เช่น การใช้งานของลูกค้า หรือ การทดสอบความน่าเชื่อถือของ เป็นต้น
3	ลักษณะอาการของความขัดข้อง	ข้อมูลและลักษณะเบื้องต้นของความขัดข้อง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบ (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่มประเภทของข้อมูล	คำอธิบาย
4	ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้อง	ขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ในการดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุรากของความขัดข้อง
5	วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง	วิธีการที่เสนอสำหรับการแก้ไขความขัดข้องและป้องกันไม่ให้ความขัดข้องเดิมเกิดขึ้นอีกในอนาคต

3.1.2 การเก็บข้อมูลความต้องการจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำโครงการมหาบัณฑิตดำเนินการสำรวจและรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการได้มาซึ่งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงลึกในกระบวนการทำงาน โดยขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการวิเคราะห์เพื่อออกแบบชุดคำถามสำหรับการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงชุดคำถามในแบบสำรวจความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบัน

ลำดับ	คำถาม	วัตถุประสงค์	ประเภท	ชุดคำตอบ
1	คุณคิดว่าข้อมูลใดต่อไปนี้เป็นประโยชน์และสามารถช่วยในการวิเคราะห์ความขัดข้องในปัจจุบันมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อทราบถึงระดับความสำคัญเชิงคุณภาพของข้อมูลแต่ละประเภทในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้อง - เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสู่สำหรับออกแบบรายการตรวจสอบเพื่อคัดกรองเอกสารและการออกแบบระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> เลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะอาการของความขัดข้อง - ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้อง - วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง - ขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง - ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ - อื่นๆ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงชุดคำถามในแบบสำรวจความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสในปัจจุบัน (ต่อ)

ลำดับ	คำถาม	วัตถุประสงค์	ประเภท	ชุดคำตอบ
2	คุณพบความขัดข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความขัดข้องที่เคยทำไปแล้วในอดีตบ่อยแค่ไหน	- เพื่อประเมินความประสบความสำเร็จของโครงการก่อนเริ่มการออกแบบและพัฒนาระบบ	เลือกได้เพียงคำตอบเดียว	- 0% = ไม่เคยพบความขัดข้องที่ใกล้เคียงกับในอดีตเลย - น้อยกว่า 10% = พบความขัดข้องที่ใกล้เคียงกับในอดีตบ้าง - 10% ถึง 30% = พบความขัดข้องที่ใกล้เคียงกับในอดีตเป็นประจำ - มากกว่า 30% = พบความขัดข้องที่ใกล้เคียงกับในอดีตบ่อยมาก
3	คุณบันทึกขั้นตอนหรือวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้องในปัจจุบันด้วยวิธีการใด	- เพื่อทราบถึงแหล่งของข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์ทั้งหมด - เพื่อทราบถึงลักษณะการทำงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเพื่อใช้ออกแบบระบบใหม่	เลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ	- บันทึกลงในเอกสารกระดาษ - บันทึกในเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ms-word, ms-excel, หรือ ms-power point เป็นต้น - บันทึกในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ - บันทึกในโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น ms-onenote เป็นต้น - อื่นๆ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงชุดคำถามในแบบสำรวจความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสในปัจจุบัน (ต่อ)

ลำดับ	คำถาม	วัตถุประสงค์	ประเภท	ชุดคำตอบ
4	คุณเคยพบปัญหาใดบ้างในขั้นตอนการสืบค้นเอกสาร	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่พบในกระบวนการทำงานในปัจจุบัน - เพื่อใช้สำหรับทวนสอบในขั้นตอนสุดท้ายว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยแก้ปัญหาได้หรือไม่ 	<ul style="list-style-type: none"> เลือกได้ มากกว่า 1 คำตอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่แน่ใจว่าได้มีการบันทึกเอกสารในเรื่องที่ต้องการจะสืบค้นไว้หรือไม่อย่างไร - ไม่สามารถเข้าถึงเอกสารบันทึกได้เนื่องจากเอกสารดังกล่าวไม่ได้ถูกแบ่งปัน (share) - ไม่มั่นใจว่าเอกสารที่ต้องการถูกจัดเก็บไว้ที่ไหน - ใช้เวลาในการค้นหานาน - เอกสารที่ต้องการสืบค้นสูญหายไป - อื่นๆ

หลังจากได้แบบสอบถามตามตารางที่ 2 แล้วดำเนินการส่งแบบสำรวจความคิดเห็นให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้อง จากนั้นรวบรวมผลการตอบแบบสำรวจ และสุดท้ายดำเนินการวิเคราะห์เพื่อนำข้อมูลไปใช้ต่อในขั้นตอนถัดไป โดยผลการสำรวจสามารถสรุปได้ตามแต่ละประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

1) คุณคิดว่าข้อมูลใดต่อไปนี้เป็นประโยชน์และสามารถช่วยให้การวิเคราะห์ความขัดข้องในปัจจุบันมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น

ผลการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นว่าลักษณะอาการของความขัดข้องเป็นประโยชน์และสามารถช่วยให้การวิเคราะห์ความขัดข้องในปัจจุบันมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้นมากที่สุดด้วยคะแนน 95.7% รองลงมาคือขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง ด้วยคะแนน 82.6% ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้อง ด้วย

คะแนน 78.3% วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง ด้วยคะแนน 60.9% และชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ ด้วยคะแนน 26.1% ตามลำดับ ข้อมูลผลการสำรวจส่วนนี้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบรายการตรวจสอบเพื่อคัดกรองเอกสารสำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นของระบบและการพัฒนาระบบ

2) คุณพบความขัดข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความขัดข้องที่เคยทำไปแล้วในอดีตบ่อยแค่ไหน

ไหน

ผลการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามพบความขัดข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความขัดข้องที่เคยทำไปแล้วในอดีตมากกว่าร้อยละ 30 มากถึง 47.8% รองลงมาคือ ระหว่างร้อยละ 10 ถึง 30 ด้วยคะแนน 39.1% และ พบความขัดข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความขัดข้องที่เคยทำไปแล้วในอดีตน้อยกว่าร้อยละ 10 เพียง 13.0% จากผลการสำรวจผู้มีส่วนเกี่ยวข้องส่วนใหญ่พบความขัดข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกับในอดีตซึ่งมีความน่าจะเป็นค่อนข้างสูงที่โครงการจะประสบความสำเร็จเนื่องจากข้อมูลของความขัดข้องในอดีตน่าจะช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นผู้ทำโครงการมหาบัณฑิตจึงตัดสินใจดำเนินโครงการต่อไปตามแผนที่วางไว้

3) คุณบันทึกขั้นตอนหรือวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้องในปัจจุบันด้วยวิธีการใด

ผลการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการจดบันทึกขั้นตอนหรือวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้องด้วยวิธีบันทึกในเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด ด้วยคะแนน 82.6% รองลงมาได้แก่ บันทึกในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยคะแนน 73.9% บันทึกในโปรแกรมสำเร็จรูป ด้วยคะแนน 43.5% บันทึกลงในเอกสารกระดาษ ด้วยคะแนน 34.8% และบันทึกด้วยวิธีการอื่นๆ 8.7% จากผลการสำรวจผู้จัดทำโครงการเลือกวิเคราะห์ข้อมูลและคัดกรองเอกสารเพื่อใช้เป็นข้อมูลจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพียงอย่างเดียวเนื่องจากครอบคลุมถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องถึง 82.6% ซึ่งมากพอสำหรับใช้ออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ อีกทั้งยังเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลในขั้นตอนการคัดกรองเอกสารสำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นของระบบได้อีกด้วย

4) คุณเคยพบปัญหาใดบ้างในขั้นตอนการสืบค้นเอกสาร

ผลการสำรวจพบว่าปัญหาที่ว่าผู้ตอบแบบสอบถามพบมากที่สุดในขั้นตอนการสืบค้นเอกสาร คือไม่มั่นใจว่าเอกสารที่ต้องการถูกจัดเก็บไว้ที่ไหน ด้วยคะแนน 82.6% รองลงมาคือไม่แน่ใจว่าได้มีการบันทึกเอกสารในเรื่องที่ต้องการจะสืบค้นไว้หรือไม่อย่างไร ด้วยคะแนน 73.9% ใช้เวลาในการค้นหานาน ด้วยคะแนน 69.6% เอกสารที่ต้องการสืบค้นสูญหาย ด้วยคะแนน 52.2% ไม่สามารถเข้าถึงเอกสารบันทึกได้เนื่องจากเอกสารดังกล่าวไม่ได้ถูกแบ่งปัน ด้วยคะแนน 43.5% และปัญหาอื่นๆ 4.3%

จากผลการตอบแบบสอบถามทำให้ทราบถึงวิธีการทำงานในปัจจุบันซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับใช้กำหนดรายการความต้องการของระบบ และเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการสร้างรายการตรวจสอบเพื่อประเมินประสิทธิผลของระบบหลังการพัฒนาว่าสามารถช่วยลดหรือแก้ไขปัญหามากน้อยเพียงใด

3.2 การคัดกรองเอกสารเพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับพัฒนาระบบ

ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกเอกสารสำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการพัฒนาระบบ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานเริ่มต้นจากขั้นตอนการกำหนดรายการตรวจสอบ จากนั้นดำเนินการคัดกรองเอกสารโดยใช้รายการตรวจสอบ และขั้นตอนสุดท้ายการจัดรูปแบบโครงสร้างเอกสารที่ผ่านการคัดเลือกโดยแบ่งส่วนของเนื้อหาตามกลุ่มประเภทของเนื้อหาตามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 การกำหนดกลุ่มประเภทของข้อมูล โดยจะอธิบายในส่วนของรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ขั้นตอนการกำหนดรายการตรวจสอบ

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดรายการตรวจสอบเอกสารโดยมีข้อมูลนำเข้าทั้งหมด 2 อย่างได้แก่ กลุ่มประเภทของข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1.1 และ ข้อมูลผลการสำรวจที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1.2 โดยกระบวนการเริ่มจากกำหนดรายการที่ควรจะมีในเอกสารตามประเภทของข้อมูลจากขั้นตอนที่ 3.1.1 ได้แก่ ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง ลักษณะอาการของความขัดข้อง ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้อง และวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง จากนั้นทำการจัดเรียงลำดับตามผลการสำรวจในขั้นตอนที่ 3.1.2 จากมากไปน้อย ในขั้นตอนต่อไปดำเนินการวิเคราะห์และกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดกรองเอกสารดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลและผลการวิเคราะห์เรียงลำดับตามผลการสำรวจ

ลำดับ	ประเภทของข้อมูล	ผลการสำรวจ	ผลการวิเคราะห์และเกณฑ์ในการคัดกรองเอกสาร
1	ลักษณะอาการของความขัดข้อง	95.7 %	<u>ต้องมีเท่านั้น</u> เนื่องจากเป็นข้อมูลที่อธิบายถึงลักษณะอาการของความขัดข้องที่เกิดขึ้นและมีความจำเป็นสำหรับขั้นตอนการสืบค้น

ตารางที่ 3 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลและผลการวิเคราะห์เรียงลำดับตามผลการสำรวจ (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทของข้อมูล	ผลการสำรวจ	ผลการวิเคราะห์และเกณฑ์ในการคัดกรองเอกสาร
2	ขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง	82.6 %	<u>มีหรือไม่มีก็ได้</u> ถึงแม้จะได้คะแนนผลการสำรวจว่ามีความสำคัญค่อนข้างสูง แต่ในกระบวนการทำงานนั้นมีความขัดข้องหลายประเภทที่สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอน อีกทั้งโดยส่วนมากมักจะมีการบันทึกอยู่ในส่วนของลักษณะอาการของความขัดข้องอยู่แล้ว ดังนั้นข้อมูลส่วนนี้จึงถือว่าดีถ้ามีการบันทึกไว้แต่ถ้าไม่มีการบันทึกไว้ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน
3	ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้อง	78.3 %	<u>ต้องมีเท่านั้น</u> เนื่องจากเป็นข้อมูลที่อธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้องซึ่งเป็นข้อมูลส่วนที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของระบบที่นำเสนอ
4	วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง	60.9 %	<u>มีหรือไม่มีก็ได้</u> เนื่องจากมีการวิเคราะห์ความขัดข้องหลายกรณีที่ไม่พบสาเหตุรากของปัญหาจึงไม่มีการบันทึกวิธีการที่ใช้แก้ไขตามไปด้วย แต่ยังมีข้อมูลในส่วนของอาการความขัดข้องและขั้นตอนการวิเคราะห์ซึ่งยังเป็นประโยชน์ต่อการทำงาน ดังนั้นข้อมูลส่วนนี้ถือว่าดีถ้ามีการบันทึกไว้แต่ถ้าไม่มีการบันทึกไว้ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน

ตารางที่ 3 ตารางแสดงกลุ่มประเภทของข้อมูลและผลการวิเคราะห์เรียงลำดับตามผลการสำรวจ (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทของข้อมูล	ผลการสำรวจ	ผลการวิเคราะห์และเกณฑ์ในการคัดกรองเอกสาร
5	ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์	26.1 %	<u>มีหรือไม่มีก็ได้</u> เนื่องจากความขัดข้องส่วนใหญ่นั้นสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกรุ่นของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นข้อมูลนี้จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์ความขัดข้องซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการสำรวจ ดังนั้นข้อมูลส่วนนี้จึงถือว่าดี ถ้ามีการบันทึกไว้แต่ถ้าไม่มีการบันทึกไว้ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานมากนัก

จากการวิเคราะห์เอกสารที่จะผ่านการคัดกรองจำเป็นต้องมีข้อมูลในส่วนของ ลักษณะอาการของความขัดข้อง และขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้องบันทึกอยู่ในเอกสารเท่านั้น ส่วนข้อมูลอื่นๆ นอกเหนือจากนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้

3.2.2 ขั้นตอนการคัดกรองเอกสาร

ในขั้นตอนนี้ดำเนินการตรวจสอบเอกสารโดยใช้รายการตรวจสอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.1 เพื่อคัดกรองเอกสารสำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการพัฒนาระบบ ถึงแม้ว่ารายการตรวจสอบจะมีเพียง 2 รายการที่จำเป็นต้องมีเท่านั้น แต่การดำเนินการในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำโครงการมหาบัณฑิตให้ความสำคัญกับขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้องด้วยโดยเอกสารที่ผ่านการคัดกรองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือมีหรือไม่มีข้อมูลของขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง หากจำนวนเอกสารที่มีข้อมูลขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้องมีมากพอสำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นเอกสารที่ไม่มีข้อมูลข้อมูลส่วนนี้จะไม่ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพของข้อมูลนำเข้า แต่ถ้าจำนวนเอกสารที่จะใช้เป็นข้อมูลนำเข้ามีไม่มากพอสำหรับการพัฒนาและการประเมินผล เอกสารกลุ่มที่ไม่มีข้อมูลของขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้องจะถูกนำเข้าเพื่อเพิ่มปริมาณเอกสารทำให้สามารถดำเนินการพัฒนาและประเมินต่อไปได้ถึงแม้ว่าคุณภาพของเอกสารจะลดลง

จากผลการคัดกรองได้เอกสารที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดน้อยดังนั้นผู้จัดทำโครงการมหาบัณฑิตจึงตัดสินใจใช้เอกสารทั้งหมดรวมทั้งเอกสารที่ไม่มีข้อมูลส่วนของขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้องด้วยเพื่อให้ได้ปริมาณของเอกสารมากพอสำหรับการใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการพัฒนาและประเมินระบบ

3.2.3 ขั้นตอนการจัดโครงสร้างเอกสารที่ผ่านการคัดเลือก

ในขั้นตอนนี้เป็นการจัดโครงสร้างของเอกสารที่ผ่านการคัดเลือกให้มีโครงสร้างเหมือนกันทั้งหมดเพื่อให้ขั้นตอนการนำเอาเอกสารเข้าสู่ระบบสามารถทำได้ง่ายและเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด โดยโครงสร้างของเอกสารจะเป็นไปตามเอกสารแม่แบบซึ่งจะอธิบายถึงรายละเอียดในถัดไป

3.3 การกำหนดเอกสารแม่แบบ

ระบบที่เสนอในโครงการมหาบัณฑิตนี้เป็นระบบที่จะช่วยวิศวกรนักวิเคราะห์ความขัดข้องในการสืบค้นเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องในอดีตที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบ เพื่อนำความรู้ในเอกสารมาปรับใช้สำหรับการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ จากนั้นสร้างและจัดเก็บเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่เข้าไปในระบบเพื่อรองรับการสืบค้นกลับมาใช้ใหม่ในอนาคต ดังนั้นรูปแบบและโครงสร้างของเอกสารจึงมีความสำคัญต่อระบบ เอกสารแม่แบบ (document template) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยให้เอกสารที่จะถูกจัดเก็บในระบบนั้นมีมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันและทำให้การออกแบบและพัฒนาระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นในส่วนนี้จะนำเสนอขั้นตอนการกำหนดเอกสารแม่แบบสำหรับใช้ในระบบ

ขั้นตอนในการกำหนดเอกสารแม่แบบประกอบด้วย 2 ขั้นตอนได้แก่ การวิเคราะห์และกำหนดโครงสร้างเอกสาร การจับคู่โครงสร้างเอกสารกับรายการเอกสารระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา (8D) จากนั้นกำหนดเอกสารแม่แบบ โดยจะอธิบายในรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 การจับคู่โครงสร้างเอกสารกับระเบียบแปดข้อสำหรับการแก้ไขปัญหา

ในขั้นตอนนี้เป็นการจับคู่ (mapping) กลุ่มประเภทของข้อมูลที่ได้นิยามไว้ในข้อที่ 3.1.1 เข้ากับโครงสร้างของเอกสาร 8D จากนั้นทำการเลือกว่าเนื้อหาใดบ้างควรปรากฏในเอกสารแม่แบบพร้อมให้เหตุผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางการจับคู่กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์ เข้ากับโครงสร้างของเอกสาร 8D

กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์	โครงสร้างของเอกสาร 8D	ใช้ในเอกสารแม่แบบ	เหตุผล
-	D1 จัดตั้งคณะทำงาน	ไม่ใช่	เนื่องจากระบบที่จะพัฒนาออกแบบสำหรับรองรับการทำงานในลักษณะที่ 1 เอกสารจะมีเจ้าของเพียง 1 คนเท่านั้น
ลักษณะอาการของความขัดข้อง	D2 ทำความเข้าใจถึงลักษณะอาการของปัญหา	ใช่	เนื่องจากลักษณะอาการของความขัดข้องที่เกิดขึ้นมีความสำคัญและช่วยให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นกรณีตัวอย่างเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาใหม่ได้
ขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง	-	ใช่	เนื่องจากข้อมูลส่วนนี้ทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เกิดความขัดข้องซึ่งจะช่วยให้สามารถจำกัดวิธีการวิเคราะห์หลังได้

ตารางที่ 4 ตารางการจับคู่กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์ เข้ากับโครงสร้างของเอกสาร 8D (ต่อ)

กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์	โครงสร้างของเอกสาร 8D	ใช้ในเอกสารแม่แบบ	เหตุผล
-	D3 วางแผนปฏิบัติการแก้ไขอาการของปัญหาเพื่อให้เกิดผลชั่วคราว	ใช้	เนื่องจากข้อมูลส่วนนี้ช่วยลดความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในระยะสั้นก่อนหาวิธีการแก้ปัญหาโดยแก้ไขที่สาเหตุรากต่อไป
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้อง	D4 สืบหาและทวนสอบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา	ใช้	เนื่องจากเป็นข้อมูลความรู้ซึ่งมีการอธิบายถึงวิธีการวิเคราะห์หาสาเหตุรากของความขัดข้องซึ่งมีส่วนสำคัญที่สุดของระบบ
วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง	D5 ทวนสอบการปฏิบัติการแก้ไข	ใช้	เนื่องจากเป็นข้อมูลความรู้ซึ่งมีการอธิบายวิธีการจัดการแก้ไขปัญหาความขัดข้อง
ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์	-	ใช้	เนื่องจากเป็นข้อมูลในองค์กรที่ซึ่งนักวิเคราะห์จำเป็นต้องทราบก่อนเริ่มการวิเคราะห์

ตารางที่ 4 ตารางการจับคู่กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์เข้ากับโครงสร้างของเอกสาร 8D (ต่อ)

กลุ่มประเภทของข้อมูลในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสก์	โครงสร้างของเอกสาร 8D	ใช้ในเอกสารแม่แบบ	เหตุผล
-	D6 นำแผนปฏิบัติการแก้ไขอย่างถาวรมาใช้	ไม่ใช่	เนื่องจากข้อมูลส่วนนี้อยู่นอกเหนือของเขตของการวิเคราะห์หาสาเหตุของความขัดข้อง
-	D7 วางมาตรการป้องกันการเกิดซ้ำ	ใช่	เนื่องจากทำให้ทราบถึงวิธีการป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ
-	D8 แสดงความยินดีกับคณะทำงาน	ไม่ใช่	เนื่องจากข้อมูลส่วนนี้อยู่นอกเหนือของเขตของการวิเคราะห์หาสาเหตุของความขัดข้อง

3.3.2 การกำหนดเอกสารแม่แบบ

หลังจากผ่านขั้นตอนการจับคู่จากข้อ 3.3.1 แล้วจะได้ 7 กลุ่มประเภทของข้อมูลที่ควรถูกปรากฏในเอกสารแม่แบบได้แก่ ลักษณะอาการของความขัดข้อง (background) ขั้นตอนหรือกระบวนการที่พบความขัดข้อง (failed location) การแก้ไขอาการของปัญหาเพื่อให้เกิดผลชั่วคราว (containment action) วิธีการดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้อง (root cause analysis) วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาความขัดข้อง (corrective action) ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ (product name) และการป้องกันการเกิดซ้ำ (preventive action) จากนั้นทำการวิเคราะห์และทวนสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่พึงจะมีในเอกสารแม่แบบโดยพิจารณาจากรายการความต้องการของระบบในหัวข้อที่ 4.1 ทำให้ได้กลุ่มประเภทของข้อมูลเพิ่มเติมทั้งหมด 4 รายการ ได้แก่ ชื่อของความขัดข้อง (failure name) รหัสของเอกสาร (case id) รหัสของเอกสารที่ถูกอ้างอิง (reference case) และรุ่นของเฟิร์มแวร์ (firmware version) จากนั้นทำการนิยามเอกสารแม่แบบในขั้นตอนสุดท้ายดังแสดงในรูปที่ 8

Failure name:	Short description of the failure.		
Case ID:	this id is generated by system.	Reference case:	the case-based.
Product name:	The name of product.	Firmware version:	version of firmware.
Failed location:	Location of failure.		
Background: (symptom)	<ul style="list-style-type: none"> - what - where - when - why - how - how many 		
Containment action:	Define containment actions to isolate the problem from the customer - short term solution		
Root cause analysis:	Identify all applicable causes that could explain why the problem has occurred. Also identify why the problem was not noticed at the time it occurred. All causes shall be verified or proved. - Working procedured to find the root cause of failure.		
Corrective action:	Define and implement the best corrective actions. - Long term solution - Fix the root cause		
Preventive action:	Define procedures to prevent recurrence of the failure and all similar failure.		

รูปที่ 8 เอกสารแม่แบบที่ถูกระบุ

บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในบทนี้อธิบายกระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบโดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลักได้แก่ การกำหนดรายการความต้องการของระบบ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ และการทดสอบระบบ โดยจะอธิบายรายละเอียดในแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดรายการความต้องการของระบบ

ในส่วนนี้เป็นการกำหนดรายการข้อกำหนดความต้องการของระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ (functional requirement) และความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ (non-functional requirement) โดยจะอธิบายในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 รายการความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ

รหัส	ข้อกำหนดความต้องการ
FR_00	ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องในอดีตที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบโดยใช้คำค้นภาษาธรรมชาติได้
FR_01	ผู้ใช้งานสามารถสร้างเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยอ้างอิงจากเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบได้
FR_02	ผู้ใช้งานสามารถสร้างเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยไม่มีเอกสารอ้างอิงได้
FR_03	ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์ความขัดข้องโดยใช้ข้อมูลความรู้จากเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องที่ถูกอ้างอิงได้
FR_04	ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบได้
FR_05	ระบบสามารถแสดงผลการสืบค้นโดยเรียงลำดับจากเอกสารที่ตรงกับความต้องการมากไปยังเอกสารที่ตรงกับความต้องการน้อยตามลำดับได้

ตารางที่ 6 รายการความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ

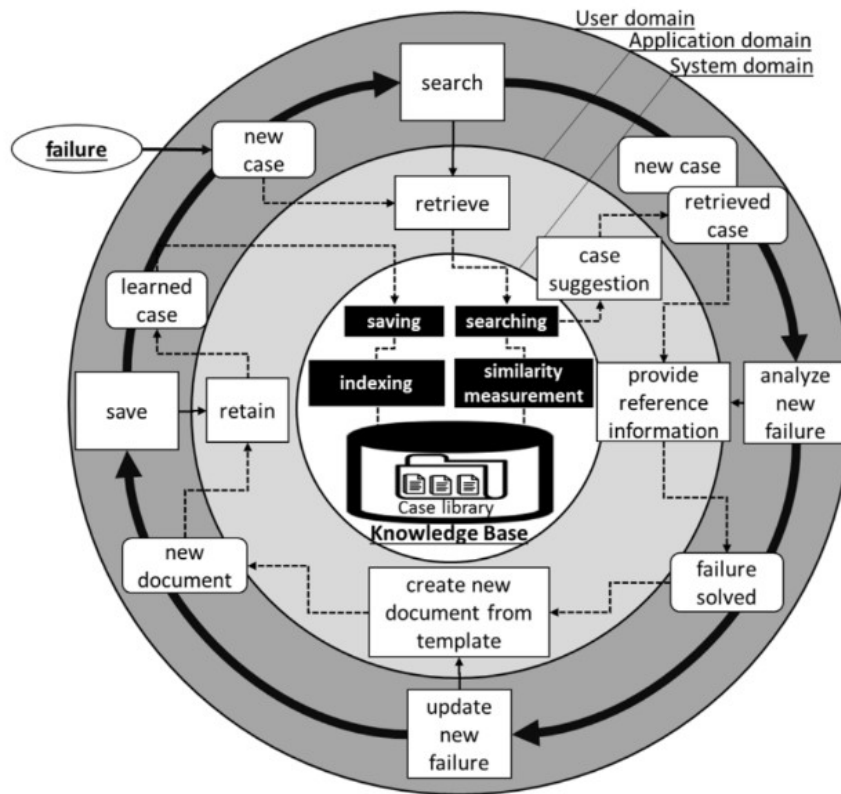
รหัส	ข้อกำหนดความต้องการ
NFR_00	ระบบสามารถตอบสนองได้ในเวลาไม่เกิน 5 วินาทีในขั้นตอนการสืบค้น
NFR_01	ผลการสืบค้น 10 อันดับแรกที่ได้จากระบบจะต้องตรงต่อความต้องการของผู้ใช้มากกว่าหรือเท่ากับ 4 รายการ

4.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในขั้นตอนนี้เสนอการออกแบบระบบซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ สถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ แบบจำลองเชิงฟังก์ชันของระบบ แบบจำลองเชิงโครงสร้างของระบบ แบบจำลองเชิงพฤติกรรมของระบบ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อไปโดยจะอธิบายในรายละเอียดแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

4.2.1 สถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ

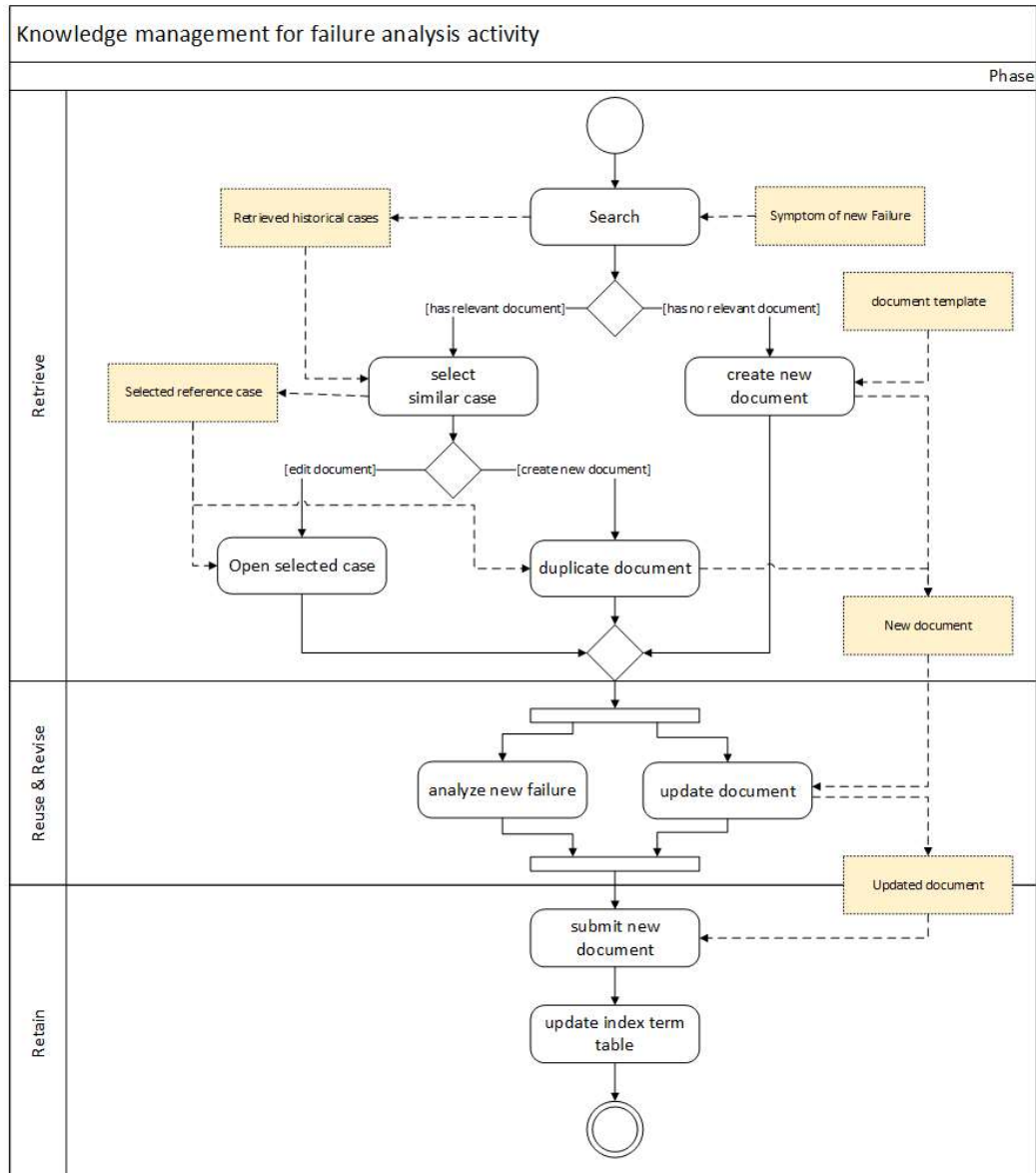
โครงสร้างโดยรวมของระบบที่นำเสนอแบ่งออกเป็น 3 มุมมองดังแสดงในรูปที่ 9 ประกอบด้วยมุมมองของโดเมนผู้ใช้ซึ่งจะเป็นส่วนของกระบวนการทำงานของผู้ใช้ จากนั้นมีมุมมองของแอปพลิเคชันโดเมนทำหน้าที่รองรับกระบวนการทำงานตามทฤษฎีของการแก้ปัญหาด้วยเทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี และสุดท้ายมุมมองของโดเมนระบบทำหน้าที่ในการจัดการกับข้อมูลความรู้ทั้งหมดในระบบทั้งการจัดเก็บและการสืบค้นเอกสารความรู้ โดยรายละเอียดของแต่ละโดเมนจะอธิบายดังต่อไปนี้



รูปที่ 9 สถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ

1) โดเมนผู้ใช้ (User domain) แสดงกระบวนการทำงานของผู้ใช้งานระบบซึ่งประกอบด้วย การสืบค้น การนำกรณีที่ถูกสืบค้นมาปรับใช้ การปรับปรุงเนื้อหาความรู้จากประสบการณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งใหม่ และการจัดเก็บตามทฤษฎีและแนวคิดของการให้เหตุผลด้วยฐานกรณีดังแสดงในรูปที่ 10 โดยกิจกรรมเริ่มต้นจากผู้ที่มีความขัดข้องใหม่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นผู้ใช้งานดำเนินการสืบค้นเอกสารอ้างอิงโดยใช้อาการของความขัดข้องเป็นคำค้นภาษาธรรมชาติ หลังจากนั้นระบบจะแสดงผลการสืบค้นเป็นรายการของเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยเรียงลำดับจากเอกสารที่มีความคล้ายกับคำค้นมากไปน้อยตามลำดับ จากนั้นผู้ใช้ศึกษาข้อมูลความรู้จากแต่ละเอกสารถ้ามีเอกสารที่สามารถใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ผู้ใช้สามารถใช้เอกสารดังกล่าวเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการสร้างเอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ แต่ถ้าไม่มีเอกสารใดตรงกับความต้องการผู้ใช้สามารถสร้างเอกสารใหม่โดยไม่มีเอกสารอ้างอิงได้ ในขั้นตอนต่อไปผู้ใช้งานดำเนินการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยปรับใช้ความรู้จากเอกสารอ้างอิง เมื่อผู้ใช้วิเคราะห์ความขัดข้องสำเร็จแล้วผู้ใช้สามารถบันทึกเอกสาร และในขั้นตอนสุดท้ายระบบจะทำการประมวลผลเพื่อสร้างไฟล์เอกสาร

และจัดเก็บไว้ในระบบพร้อมทั้งสร้างดัชนีเพื่อใช้สำหรับการสืบค้นต่อไปในอนาคต

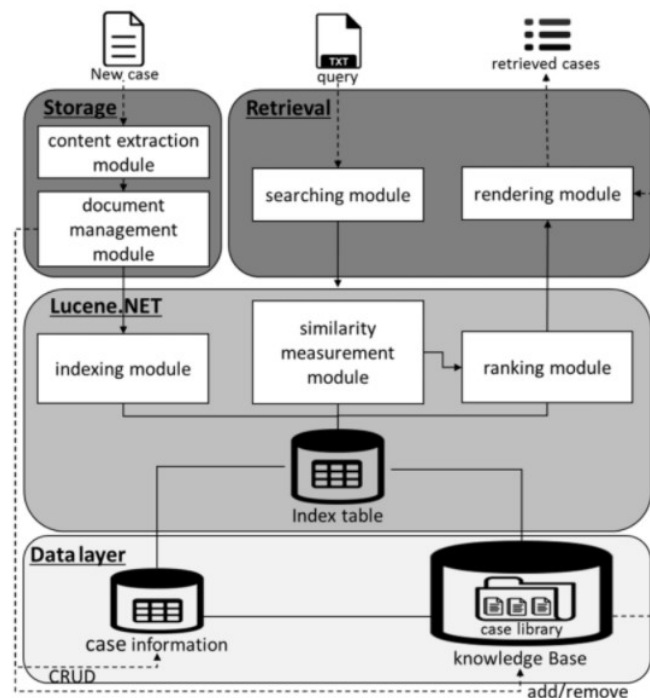


รูปที่ 10 แผนภาพกิจกรรมแสดงกระบวนการทำงานของระบบ

2) โดเมนแอปพลิเคชัน (Application domain) เป็นโดเมนที่อยู่ตรงกลางระหว่างโดเมนของผู้ใช้และโดเมนของระบบเพื่อทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานระหว่างระบบกับผู้ใช้โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะถูกควบคุมในโดเมนส่วนนี้ให้เป็นไปตามทฤษฎีของการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี และมีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

- (1) ฟังก์ชันการสืบค้น เพื่อสืบค้นกรณีที่จัดเก็บไว้ในระบบจากการใส่คำค้นป็นอาการ ความขัดข้องเป็นภาษาธรรมชาติ
- (2) ฟังก์ชันการแนะนำ เพื่อแนะนำกรณีในอดีตจากผลการสืบค้นเพื่อใช้เป็นอ้างอิงในการวิเคราะห์ความขัดข้อง
- (3) ฟังก์ชันการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศ เพื่อให้ข้อมูลจากกรณีอ้างอิงกับผู้ใช้ระหว่างการวิเคราะห์ความขัดข้อง
- (4) ฟังก์ชันการสร้างเอกสาร เพื่อสร้างเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่
- (5) ฟังก์ชันการจัดเก็บ เพื่อจัดเก็บเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องไว้ในระบบ

3) โดเมนระบบ (System domain) เป็นส่วนของฟังก์ชันหลักของระบบที่ไม่ได้ติดต่อกับผู้ใช้งานระบบโดยตรงซึ่งจะรับผิดชอบการคำนวณและประมวลผลทั้งหมดภายในระบบ โดยประกอบด้วย 4 ส่วนหลักดังแสดงในรูปที่ 11 โดยในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยหลายโมดูลซึ่งทำงานร่วมกันซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 11 โครงสร้างของโดเมนระบบ

(1) ส่วนการจัดเก็บเอกสาร (storage) ทำหน้าที่ในการรับเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องมาจากโดเมนแอปพลิเคชันจากนั้นประมวลผลเอกสารเพื่อจัดเก็บไว้ในระบบ โดยส่วนของการจัดเก็บเอกสารประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของ 2 โมดูลเริ่มจากโมดูลการสกัดเนื้อหาของเอกสารเพื่อรอการประมวลผล จากนั้นโมดูลการจัดการเอกสารจะทำการประมวลผลเพื่อจัดเก็บไฟล์เอกสารไว้ในไลบรารีฐานความรู้พร้อมทั้งส่งเนื้อหาบางส่วน of เอกสารตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าให้กับส่วนของ Lucene.NET เพื่อสร้างดัชนีของเอกสารต่อไป

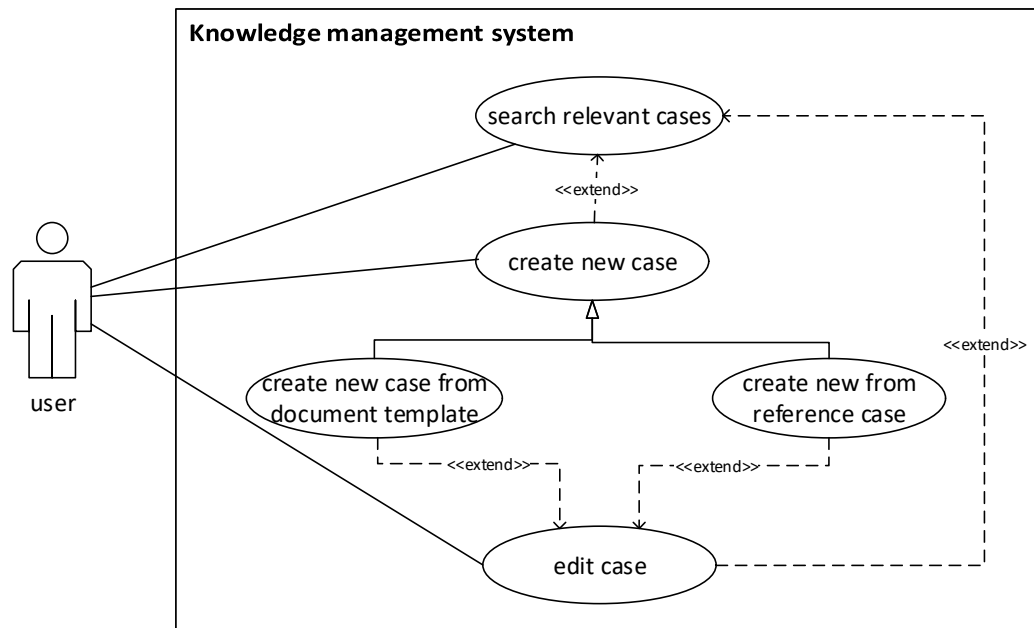
(2) ส่วนของการค้นคืนเอกสาร (retrieval) ทำหน้าที่ในการสืบค้นเอกสารที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้โดยประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของ 2 โมดูลเริ่มจากโมดูลการสืบค้นรับคำค้นเป็นภาษาธรรมชาติจากโดเมนแอปพลิเคชัน จากนั้นใช้เทคนิคการขยายคำค้น (query expansion) โดยการนำข้อมูลพจนานุกรม (data dictionary) ที่บรรจุข้อมูลคำที่ใช้ในแวดวงนักวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส จากนั้นส่งต่อไปให้กับ Lucene.NET เพื่อทำการประมวลผลต่อ จากนั้นโมดูลการแสดงผลรายการเอกสารจากการสืบค้นจาก Lucene.NET และทำการดึงเนื้อหาจากไฟล์เอกสารที่ถูกจัดเก็บอยู่ในไลบรารีฐานความรู้เพื่อนำมาใช้สร้างเนื้อหาของแต่ละเอกสารสำหรับใช้แสดงผลจากนั้นส่งรายการเอกสารผลการสืบค้นที่พร้อมแสดงผลกลับไปให้กับโดเมนแอปพลิเคชันเพื่อดำเนินการต่อ

(3) Lunene.NET เป็นไลบรารีที่รองรับการพัฒนากระบวนการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ โดยในโครงงานมหาบัณฑิตนี้จะแบ่งส่วนเพื่ออธิบายการใช้งานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการจัดเก็บเอกสารโดยมีโมดูลการสร้างดัชนีทำหน้าที่รับเนื้อหาของเอกสารที่ต้องการจัดเก็บเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงของเอกสารในขั้นตอนการสืบค้น ส่วนที่สองประกอบด้วยโมดูลการคำนวณค่าความคล้ายเพื่อเปรียบเทียบระดับความคล้ายระหว่างคำค้นกับข้อมูลส่วนของอาการความขัดข้องในเอกสารทั้งหมดที่มีในระบบ และโมดูลการเรียงลำดับเอกสารซึ่งมีหน้าที่เรียงลำดับผลการสืบค้นจากเอกสารที่มีความคล้ายมากไปน้อยตามลำดับ

(4) ส่วนของการจัดการข้อมูลจะรับผิดชอบในการจัดการกับข้อมูลเท่านั้นโดยจะไม่มีส่วนของการประมวลผล โดยมีข้อมูล 2 ประเภทอยู่ในส่วนนี้ได้แก่ ข้อมูลฐานความรู้ซึ่งเป็นไฟล์ไลบรารีซึ่งจะจัดเก็บเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องทั้งหมดที่มีในระบบ โดยไฟล์ที่จัดเก็บทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบของเอ็กเอ็มแอล (XML) ส่วนข้อมูลอีกประเภทคือข้อมูลทั่วไปของเอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องซึ่งจะเป็นฐานข้อมูลตารางซึ่งจัดเก็บข้อมูลทั่วไปเช่นหมายเลขของเอกสาร ชื่อเอกสาร สถานะเอกสาร เป็นต้น

4.2.2 แบบจำลองเชิงฟังก์ชันของระบบ

ในส่วนนี้จะใช้แผนภาพยูสเคส (use case diagram) สำหรับการอธิบายฟังก์ชันของระบบดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งประกอบด้วย 5 ฟังก์ชันได้แก่ การสืบค้นกรณีที่ต้องการ การสร้างเอกสารกรณีใหม่จากเอกสารแม่แบบ การสร้างเอกสารจากกรณีอ้างอิงที่มีในระบบ การปรับปรุงเอกสาร และการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ ซึ่งจะอธิบายด้วยรายละเอียดยูสเคส (use case description) ในแต่ละฟังก์ชันตามตารางต่อไปนี้



รูปที่ 12 แผนภาพยูสเคสแสดงฟังก์ชันงานหลักของระบบ

ตารางที่ 7 คำอธิบายยูสเคสการสืบค้นกรณีที่ต้องการ

ชื่อยูสเคส:สืบค้นกรณีที่ต้องการ	รหัส: UC_1	ระดับความสำคัญ:สูง
ผู้กระทำหลัก:ผู้ใช้งานระบบ	ชนิดของยูสเคส:รายละเอียด	
ผู้มีส่วนได้เสียและความสนใจ: ผู้ใช้งานระบบ - ต้องการสืบค้นกรณีในอดีตที่มีลักษณะอาการของความขัดข้องใกล้เคียงกับกรณีใหม่		

ตารางที่ 7 คำอธิบายยูสเคสการสืบค้นกรณีที่ตรงกับความต้องการ (ต่อ)

คำอธิบาย: ยูสเคสนี้ อธิบายว่าผู้ใช้งานระบบสามารถดำเนินการสืบค้นกรณีในอดีตที่มีลักษณะอาการของความขัดข้องใกล้เคียงกับกรณีใหม่ได้อย่างไร
<p>สิ่งกระตุ้น: ผู้ใช้งานระบบเข้าใช้งานและมีข้อมูลอาการความขัดข้องของฮาร์ดดิสที่ต้องการสืบค้นจากระบบ</p> <p>ชนิด: กระตุ้นจากภายนอกระบบ</p>
<p>ความสัมพันธ์:</p> <p>Association: ผู้ใช้งานระบบ</p>
<p>กระบวนการปกติ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานระบบเปิดหน้าการค้นหาของระบบ 2. ผู้ใช้งานระบบใส่คำค้นข้อมูลอาการความขัดข้องของฮาร์ดดิสเป็นภาษาธรรมชาติในกล่องรับข้อความคำค้นของระบบ 3. ผู้ใช้งานระบบกดปุ่มค้นหา 4. ระบบส่งคำค้นไปประมวลผลเพื่อค้นหากรณีที่ใกล้เคียงกับคำค้น 5. ระบบแสดงผลรายการการสืบค้นให้กับผู้ใช้งานระบบ โดยเรียงลำดับจากกรณีที่มีคะแนนความคล้ายมากไปยังกรณีที่มีคะแนนความคล้ายน้อยตามลำดับ 6. ผู้ใช้งานระบบพิจารณาเลือกกรณีที่มีความใกล้เคียงกับความขัดข้องใหม่
กระบวนการย่อย: -
กระบวนการย่อยภายใต้เงื่อนไข: -

ตารางที่ 8 คำอธิบายยูสเคสการสร้างเอกสารกรณีใหม่จากเอกสารแม่แบบ

ชื่อยูสเคส:สร้างเอกสารกรณีใหม่จากเอกสารแม่แบบ	รหัส: UC_2	ระดับความสำคัญ:สูง
ผู้กระทำหลัก:ผู้ใช้งานระบบ	ชนิดของยูสเคส: รายละเอียด	
<p>ผู้มีส่วนได้เสียและความสนใจ: ผู้ใช้งานระบบ - ต้องการสร้างเอกสารกรณีใหม่จากเอกสารแม่แบบ</p>		
<p>คำอธิบาย:ยูสเคสนี้อธิบายว่าผู้ใช้งานระบบสามารถดำเนินการสร้างเอกสารกรณีใหม่ในระบบจากเอกสารแม่แบบได้อย่างไร</p>		
<p>สิ่งกระตุ้น:ผู้ใช้งานระบบเข้าใช้งานและต้องการสร้างเอกสารใหม่โดยไม่มีเอกสารกรณีเดิมในระบบที่ต้องการใช้เป็นเอกสารอ้างอิง</p> <p>ชนิด: กระตุ้นจากภายนอกระบบ</p>		
<p>ความสัมพันธ์: Association:ผู้ใช้งานระบบ Generalization:สร้างกรณีใหม่</p>		
<p>กระบวนการปกติ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานระบบเลือกรายการสร้างเอกสารใหม่จกแถบรายการ 2. ระบบแสดงแบบฟอร์มเอกสารที่มีโครงสร้างเหมือนเอกสารแม่แบบ โดยไม่มีการกำหนดเอกสารอ้างอิง 3. ผู้ใช้งานระบบบันทึกข้อมูลการวิเคราะห์ความข้องลงในเอกสารที่ถูกสร้าง 4. ผู้ใช้งานระบบกดปุ่มบันทึกเอกสาร 5. ระบบจัดเก็บเอกสารไว้ในระบบพร้อมทั้งจัดทำดัชนี 		
<p>กระบวนการย่อย: -</p>		
<p>กระบวนการย่อยภายใต้เงื่อนไข: -</p>		

ตารางที่ 9 คำอธิบายยูสเคสการสร้างเอกสารกรณีใหม่จากกรณีอ้างอิงที่มีในระบบ

ชื่อยูสเคส:สร้างเอกสารกรณีใหม่จากกรณีอ้างอิงที่มีในระบบ	รหัส: UC_3	ระดับความสำคัญ:สูง
ผู้กระทำหลัก:ผู้ใช้งานระบบ	ชนิดของยูสเคส: รายละเอียด	
<p>ผู้มีส่วนได้เสียและความสนใจ: ผู้ใช้งานระบบ - ต้องการสร้างเอกสารกรณีใหม่จากกรณีอ้างอิงที่มีในระบบ</p>		
<p>คำอธิบาย:ยูสเคสนี้อธิบายว่าผู้ใช้งานระบบสามารถดำเนินการสร้างเอกสารกรณีใหม่ในระบบจากเอกสารกรณีอ้างอิงที่มีในระบบได้อย่างไร</p>		
<p>สิ่งกระตุ้น:ผู้ใช้งานระบบเข้าใช้งานและต้องการสร้างเอกสารใหม่โดยมีเอกสารกรณีเดิมในระบบที่ต้องการใช้เป็นเอกสารอ้างอิง ชนิด: กระตุ้นจากภายนอกระบบ</p>		
<p>ความสัมพันธ์: Association:ผู้ใช้งานระบบ Extend:สืบค้นกรณีที่ตรงกับความต้องการ Generalization:สร้างกรณีใหม่</p>		
<p>กระบวนการปกติ: 1. ผู้ใช้งานระบบได้เอกสารที่ใกล้เคียงกับอาการของความขัดข้องใหม่ที่ต้องการวิเคราะห์จากผลการสืบค้น 2. ผู้ใช้งานระบบเลือกเมนูทำซ้ำ (duplicate) จากรายการเอกสารที่เลือก 3. ระบบสร้างเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่โดยมีเอกสารกรณีที่ถูกเลือกเป็นเอกสารกรณีอ้างอิง 4. ผู้ใช้งานระบบบันทึกข้อมูลการวิเคราะห์ความขัดข้องลงในเอกสารที่ถูกสร้าง 5. ผู้ใช้งานระบบคลิกปุ่มบันทึกเอกสาร 6. ระบบจัดเก็บเอกสารไว้ในระบบพร้อมทั้งจัดทำดัชนี</p>		
<p>กระบวนการย่อย: -</p>		
<p>กระบวนการย่อยภายใต้เงื่อนไข: -</p>		

ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคสการปรับปรุงเอกสาร

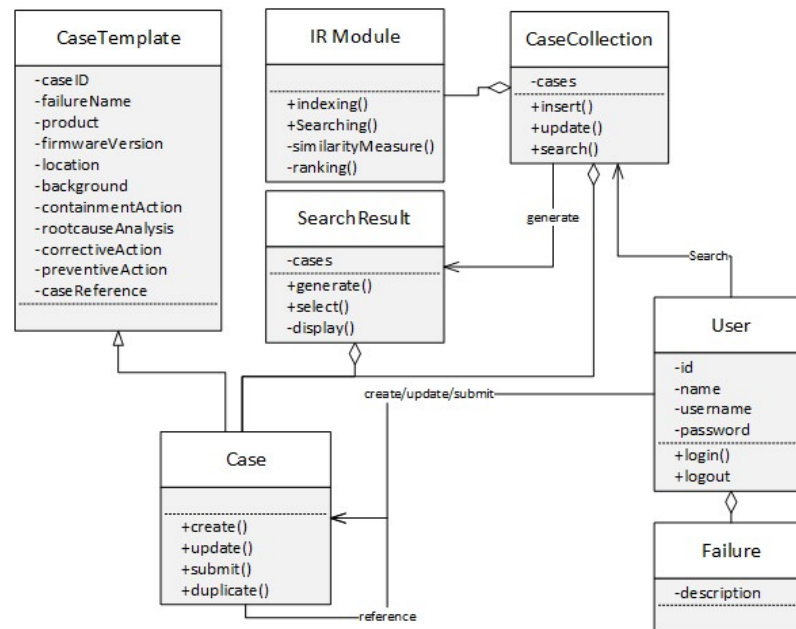
ชื่อยูสเคส:ปรับปรุงเอกสาร	รหัส: UC_4	ระดับความสำคัญ: สูง
ผู้กระทำหลัก:ผู้ใช้งานระบบ	ชนิดของยูสเคส: รายละเอียด	
<p>ผู้มีส่วนได้เสียและความสนใจ:</p> <p>ผู้ใช้งานระบบ - ต้องการแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาของเอกสารบันทึกความขัดข้อง</p>		
คำอธิบาย:ยูสเคสนี้อธิบายว่าผู้ใช้งานระบบสามารถดำเนินการปรับปรุงเอกสารในระบบได้อย่างไร		
<p>สิ่งกระตุ้น:ผู้ใช้งานระบบเข้าใช้งานและต้องการปรับปรุงเนื้อหาในเอกสาร</p> <p>ชนิด: กระตุ้นจากภายนอก</p>		
<p>ความสัมพันธ์:</p> <p>Association:ผู้ใช้งานระบบ</p>		
<p>กระบวนการปกติ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานระบบเปิดเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องในระบบ 2. ระบบแสดงหน้าสำหรับการปรับปรุงเอกสาร 3. ผู้ใช้งานระบบดำเนินการบันทึกผลการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ลงในเอกสารที่ต้องการปรับปรุง 4. ผู้ใช้งานระบบบันทึกเอกสารที่ได้รับการปรับปรุง 5. ระบบประมวลผลเอกสารเพื่อจัดเก็บเอกสารกลับเข้าไปในระบบ 		
กระบวนการย่อย:		
<p>กระบวนการย่อยภายใต้เงื่อนไข:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. ผู้ใช้งานระบบเปิดเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยการสร้างเอกสารใหม่โดยไม่มีเอกสารอ้างอิง 1.2. ผู้ใช้งานระบบเปิดเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยการสร้างเอกสารใหม่โดยทำซ้ำจากเอกสารอ้างอิง 		

ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคสการปรับปรุงเอกสาร (ต่อ)

- 1.3. ผู้ใช้งานระบบเปิดเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยการแก้ไขเอกสารเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบ
- 2.1 ระบบแสดงหน้าสำหรับปรับปรุงเอกสารโดยมีข้อมูลการวิเคราะห์จากกรณีอ้างอิงแสดงอยู่ทางด้านซ้ายมือของเอกสารที่ต้องการปรับปรุง
- 2.1 ระบบแสดงหน้าสำหรับปรับปรุงเอกสารโดยไม่มีข้อมูลการวิเคราะห์จากกรณีอ้างอิง
- 3.1 ผู้ใช้งานระบบวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่โดยอ้างอิงการวิเคราะห์เดิมจากกรณีอ้างอิง
- 3.2 ผู้ใช้งานระบบวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่โดยไม่มีกรณีอ้างอิง

4.2.3 แบบจำลองเชิงโครงสร้างของระบบ

ในส่วนนี้จะใช้แผนภาพคลาสสำหรับอธิบายโครงสร้างของระบบดังแสดงในรูปที่ 13 ซึ่งประกอบด้วย 7 คลาสได้แก่ CaseTemplate, Case, User, Failure, CaseCollection, IR Module, และ SearchResult ซึ่งจะอธิบายด้วย CRC Cards สำหรับแต่ละคลาสตามตารางต่อไปนี้



รูปที่ 13 แผนภาพคลาสแสดงโครงสร้างของระบบ

ตารางที่ 11 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส CaseTemplate

ชื่อคลาส: CaseTemplate	รหัส: CR_1	ชนิด: Abstract
คำอธิบาย: เป็นคลาสนามธรรมที่แสดงโครงสร้างของเอกสารภายในระบบ		
ความรับผิดชอบ: ใช้เป็นแม่แบบสำหรับทุกเอกสารภายในระบบ		
<p>คุณสมบัติ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - caseID (text) = รหัสของเอกสาร - failureName (text) = ชื่อของเอกสาร หรือ ชื่อของความขัดข้อง - product (text) = ชื่อของรุ่นผลิตภัณฑ์ - firmwareVersion (text) = ชื่อรุ่นของเฟิร์มแวร์ - location (text) = ตำแหน่งของการทดสอบที่เกิดความขัดข้อง - background (text) = ข้อมูลอาการของความขัดข้อง - containmentAction (text) = วิธีการบรรเทาความรุนแรงของความขัดข้องระยะสั้น - rootcauseAnalysis (text) = ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้อง - correctiveAction (text) = วิธีการแก้ไขปัญหามาระยะยาว - preventiveAction (text) = วิธีการป้องกันปัญหา - caseReference (Case) = เอกสารกรณีอ้างอิง 		
<p>ความสัมพันธ์:</p> <p>Generalization: Case</p> <p>Aggregation: -</p> <p>Other Associations: -</p>		

ตารางที่ 12 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส Case

ชื่อคลาส: Case	รหัส: CR_2	ชนิด: Concrete
คำอธิบาย: เป็นคลาสเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความขัดข้องใช้เก็บข้อมูลของการวิเคราะห์ความขัดข้อง		

ตารางที่ 12 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส Case (ต่อ)

ความรับผิดชอบ:

- create = สร้างเอกสาร
- update = ปรับปรุงเอกสาร
- submit = จัดเก็บเอกสาร
- duplicate = สร้างเอกสารใหม่โดยมีเอกสารอ้างอิง

คุณสมบัติ: (ถ่ายทอดมาจากคลาส CaseTemplate)

- caseID (text) = รหัสของเอกสาร
- failureName (text) = ชื่อของเอกสาร หรือ ชื่อของความขัดข้อง
- product (text) = ชื่อของรุ่นผลิตภัณฑ์
- firmwareVersion (text) = ชื่อรุ่นของเฟิร์มแวร์
- location (text) = ตำแหน่งของการทดสอบที่เกิดความขัดข้อง
- background (text) = ข้อมูลอาการของความขัดข้อง
- containmentAction (text) = วิธีการบรรเทาความรุนแรงของความขัดข้องระยะสั้น
- rootcauseAnalysis (text) = ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ความขัดข้อง
- correctiveAction (text) = วิธีการแก้ไขปัญหาในระยะยาว
- preventiveAction (text) = วิธีการป้องกันปัญหา
- caseReference (Case) = เอกสารกรณีอ้างอิง

ความสัมพันธ์:

Generalization: CaseTemplate

Aggregation: SearchResult, CaseCollection

Other Associations: Case, User

ตารางที่ 13 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส User

ชื่อคลาส: User	รหัส: CR_3	ชนิด: Concrete
คำอธิบาย: เป็นคลาสของผู้ใช้งานระบบ		
ความรับผิดชอบ: <ul style="list-style-type: none"> - login = ลงชื่อเข้าใช้งาน - logout = ออกจากระบบ 		
คุณสมบัติ: <ul style="list-style-type: none"> - id (text) = รหัสของผู้ใช้งานระบบ - name (text) = ชื่อของผู้ใช้งานระบบ - username (text) = ชื่อบัญชีผู้ใช้งานระบบ - password (text) = รหัสผ่านของผู้ใช้งานระบบ 		
ความสัมพันธ์: <p>Generalization: -</p> <p>Aggregation: Failure</p> <p>Other Associations: CaseCollection, Case</p>		

ตารางที่ 14 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส Failure

ชื่อคลาส: Failure	รหัส: CR_4	ชนิด: Concrete
คำอธิบาย: เป็นคลาสของความขัดข้องที่ผู้ใช้งานระบบต้องการวิเคราะห์		
ความรับผิดชอบ: -		
คุณสมบัติ: <ul style="list-style-type: none"> - description (text) = อาการของความขัดข้อง 		
ความสัมพันธ์: <p>Generalization: -</p> <p>Aggregation: User</p> <p>Other Associations: -</p>		

ตารางที่ 15 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส CaseCollection

ชื่อคลาส: CaseCollection	รหัส: CR_5	ชนิด: Concrete
คำอธิบาย: เป็นฐานความรู้ซึ่งมีหน้าที่จัดการเอกสารกรณีการวิเคราะห์ความขัดข้องทั้งหมดในระบบ		
ความรับผิดชอบ: <ul style="list-style-type: none"> - insert = เพิ่มเอกสารกรณีใหม่เข้าไปในระบบ - update = ปรับปรุงเอกสารกรณีเดิมที่มีในระบบ - search = ค้นหาเอกสารกรณีที่มีในระบบที่ใกล้เคียงกับคำค้น 		
คุณสมบัติ: <ul style="list-style-type: none"> - cases = รายการเอกสารกรณีทั้งหมดในระบบ 		
ความสัมพันธ์: <p>Generalization: -</p> <p>Aggregation: IR Module, Cas</p> <p>Other Associations: User, SearchResult</p>		

ตารางที่ 16 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส IR Module

ชื่อคลาส: IR Module	รหัส: CR_6	ชนิด: Concrete
คำอธิบาย: เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ในการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ		
ความรับผิดชอบ: <ul style="list-style-type: none"> - indexing = ประมวลผลเอกสารเพื่อสร้างตารางดัชนี - searching = สืบค้นเอกสารที่ตรงกับคำค้น - similarityMeasure = ประมวลผลคำนวณหาคะแนนความคล้ายระหว่างคำค้นกับแต่ละเอกสารในระบบ - ranking = จัดอันดับผลการสืบค้นจากมากไปน้อย 		

ตารางที่ 16 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส IR Module (ต่อ)

คุณสมบัติ: -
ความสัมพันธ์: Generalization: - Aggregation: CaseCollection Other Associations: -

ตารางที่ 17 CRC Card สำหรับอธิบายรายละเอียดของคลาส SearchResult

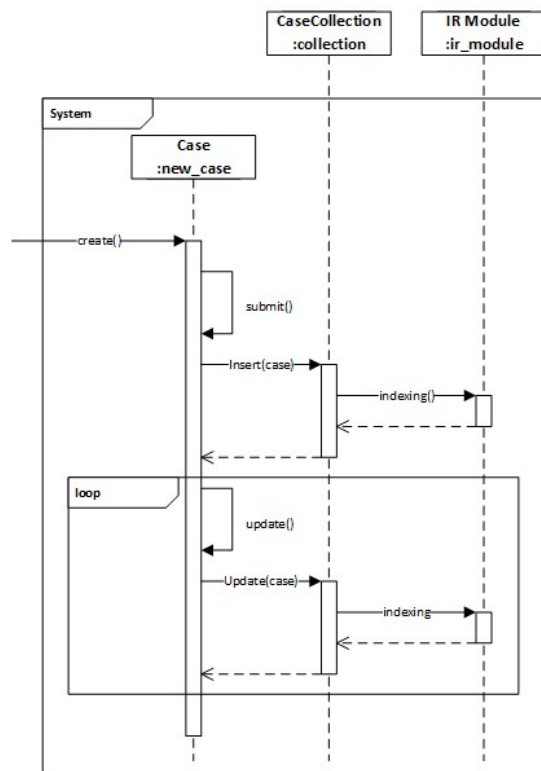
ชื่อคลาส: SearchResult	รหัส: CR_7	ชนิด: Concrete
คำอธิบาย: เป็นคลาสสำหรับแสดงผลการสืบค้น		
<p>ความรับผิดชอบ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - generate = สร้างรายการของผลการสืบค้นเพื่อการแสดงผล - select = สำหรับเลือกเอกสารจากรายการที่แสดงผล - display = แสดงผลออกทางหน้าจอ 		
<p>คุณสมบัติ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cases = รายการเอกสารกรณีที่เป็นผลจากการสืบค้น 		
<p>ความสัมพันธ์:</p> <p>Generalization: -</p> <p>Aggregation: Case</p> <p>Other Associations: CaseCollection</p>		

4.2.4 แบบจำลองเชิงพฤติกรรมของระบบ

ในส่วนนี้จะใช้แผนภาพลำดับและแผนภาพสถานะในการอธิบายพฤติกรรมการทำงานของระบบโดยจะอธิบายในรายละเอียดดังนี้

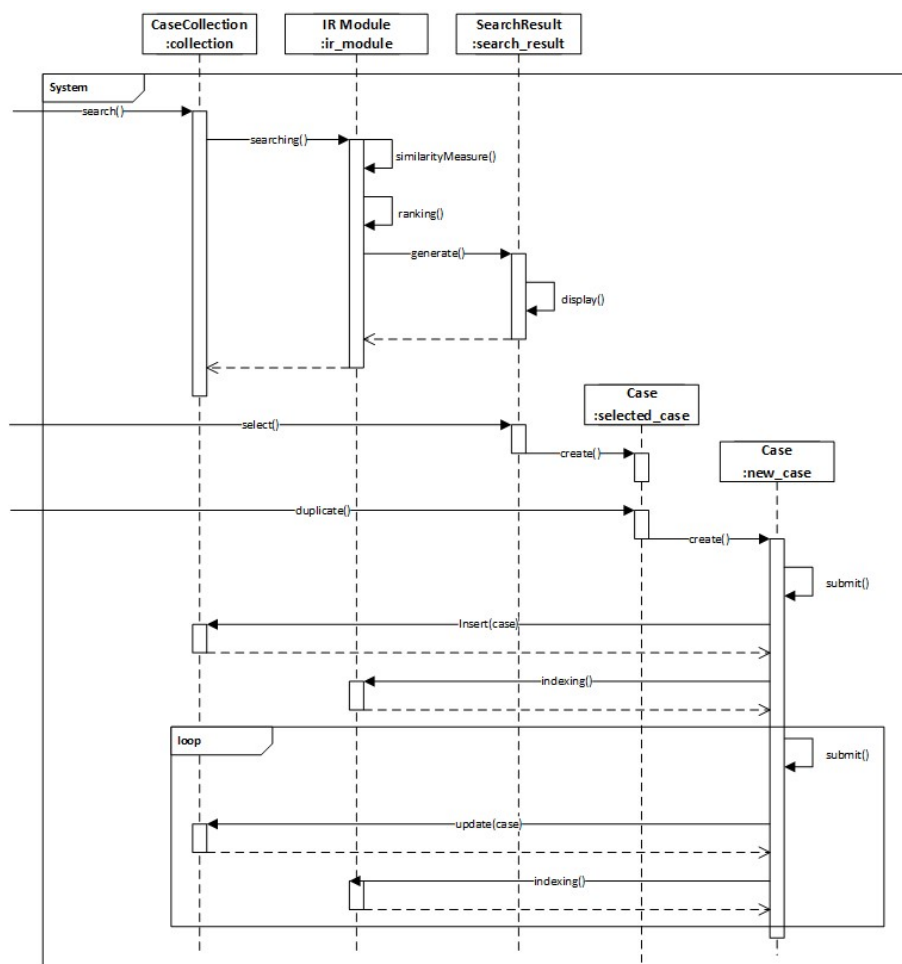
1) แผนภาพลำดับ (Sequence diagram) จะใช้สำหรับอธิบายพฤติกรรมการทำงานของระบบโดยประกอบด้วย 2 เหตุการณ์หลักได้แก่ การทำงานโดยไม่มีเอกสารอ้างอิงในระบบ และการทำงานโดยมีเอกสารอ้างอิงในระบบ ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) การทำงานโดยไม่มีเอกสารอ้างอิงในระบบ จากรูปที่ 14 การทำงานเริ่มจากผู้ใช้สร้างเอกสารใหม่ในระบบ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์และบันทึกเนื้อหาเข้าไปในเอกสารและทำการส่งเอกสารเพื่อจัดเก็บในระบบ หลังจากนั้นระบบจะทำการเพิ่มเอกสารกรณีใหม่เข้าไปในรายการเอกสารที่รวบรวมไว้และดำเนินการประมวลผลเอกสารเพื่อจัดทำดัชนีสำหรับเอกสารใหม่ที่ถูกจัดเก็บ หลังจากนั้นหากมีการปรับปรุงเอกสาร ระบบจะดำเนินการปรับปรุงข้อมูลเอกสารในรายการเอกสารที่รวบรวมไว้และดำเนินการประมวลผลเอกสารเพื่อจัดทำดัชนีใหม่



รูปที่ 14 ขั้นตอนการทำงานโดยไม่มีเอกสารอ้างอิงในระบบ

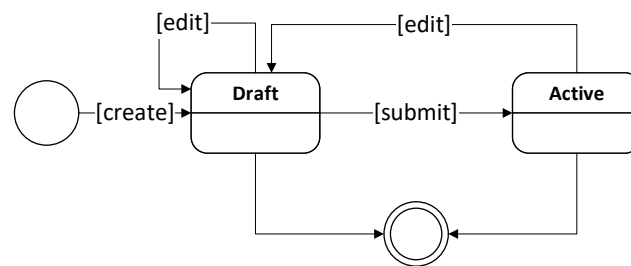
(2) การทำงานโดยมีเอกสารอ้างอิงในระบบ จากรูปที่ 15 การทำงานเริ่มจากผู้ใช้ทำการสืบค้นโดยใช้ข้อมูลอาการความขัดข้องใหม่ จากนั้นโมดูลการจัดเก็บและค้นคืนจะประมวลผลเพื่อหาคะแนนความคล้ายระหว่างคำค้นกับทุกเอกสารที่มีในระบบและทำการจัดอันดับจากเอกสารที่มีความคล้ายมากไปน้อยตามลำดับ จากนั้นสร้างรายการแสดงผลกลับไปให้ผู้ใช้ ในขั้นตอนถัดไปผู้ใช้เลือกเอกสารที่ตรงต่อความต้องการมากที่สุดเพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับสร้างเอกสารใหม่ จากนั้นผู้ใช้งานระบบดำเนินการวิเคราะห์และปรับปรุงเนื้อหาในเอกสารการวิเคราะห์ใหม่และทำการบันทึกเข้าไปในระบบ หลังจากนั้นระบบจะทำการเพิ่มเอกสารกรณีใหม่เข้าไปในรายการเอกสารที่รวบรวมไว้และดำเนินการประมวลผลเอกสารเพื่อจัดทำดัชนีสำหรับเอกสารใหม่ที่ถูกจัดเก็บหลังจากนั้นหากมีการปรับปรุงเอกสารระบบจะดำเนินการปรับปรุงข้อมูลเอกสารในรายการเอกสารที่รวบรวมไว้และดำเนินการประมวลผลเอกสารเพื่อจัดทำดัชนีใหม่



รูปที่ 15 ขั้นตอนการทำงานโดยมีเอกสารอ้างอิงในระบบ

2) แผนภาพสถานะ (State machine diagram)

ในขั้นตอนนี้จะใช้แผนภาพสถานะเพื่อแสดงสถานะทั้งหมดที่สามารถเป็นไปได้ของเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ความชื้นซึ่งแสดงในรูปที่ 16 โดยเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้สร้างเอกสารนั้นตัวเอกสารจะมีสถานะเป็น draft จากนั้นเอกสารจะเปลี่ยนสถานะเป็น active ก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานทำการบันทึกและเพิ่มเอกสารใหม่เข้าไปในรายการเอกสารที่รวบรวมไว้ในระบบ โดยเอกสารสามารถเปลี่ยนสถานะกลับไปเป็น draft ได้อีกครั้งเมื่อผู้ใช้ทำการปรับปรุงเอกสาร



รูปที่ 16 สถานะของเอกสารในระบบ

4.3 สภาพแวดล้อมและการพัฒนาระบบ

ระบบต้นแบบได้ถูกพัฒนาขึ้นตามแนวคิดและวิธีการที่ได้นำเสนอไว้ในบทก่อนหน้าโดยใช้เครื่องมือต่างๆ ได้แก่ Microsoft Visual Studio 2015, ASP.NET, MySQL database และ Lucene.net library โดยระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะรองรับการจัดการความรู้ในกระบวนการวิเคราะห์ความซับซ้อนของฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี เริ่มต้นระบบจะมีส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับการสืบค้นเอกสารกรณีในอดีตที่มีความใกล้เคียงกับอาการของความซับซ้อนใหม่ที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นระบบจะแสดงผลลัพธ์การสืบค้นผ่านทางหน้าจอเป็นรายการของเอกสารพร้อมรายละเอียดพอสังเขปโดยเรียงลำดับจากเอกสารที่มีความคล้ายมากไปน้อยตามลำดับ ในขั้นตอนถัดไปเมื่อผู้ใช้เลือกสร้างเอกสารโดยอ้างอิงจากเอกสารกรณีเก่าระบบจะแสดงส่วนต่อประสานสำหรับการบันทึกการวิเคราะห์ความซับซ้อนโดยมีข้อมูลภายในเอกสารบันทึกที่ถูกอ้างอิงแสดงอยู่ทางซ้ายมือเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความซับซ้อนใหม่ เมื่อผู้ใช้บันทึกเอกสารใหม่เข้าไปในระบบหลังจากจบกระบวนการวิเคราะห์แล้ว ระบบจะประมวลผลเอกสารและจัดเตรียมสำหรับการถูกใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในอนาคตต่อไป ตัวอย่างของส่วนต่อประสานผู้ใช้ของระบบต้นแบบที่ถูกพัฒนาแสดงในภาคผนวก ก.

4.4 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบทำในช่วงหลังจากที่ระบบต้นแบบได้ถูกพัฒนาเสร็จแล้ว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบฟังก์ชันงานและการทำงานของระบบในมุมมองของผู้ใช้งานระบบโดยมีกรณีทดสอบทั้งหมด 5 กรณีดังนี้

ตารางที่ 18 กรณีทดสอบที่ 1

รหัสกรณีทดสอบ	TC_01
ชื่อกรณีทดสอบ	การสืบค้นเอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องโดยใช้คำค้นภาษาธรรมชาติ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถสืบค้นเอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องโดยใช้คำค้นภาษาธรรมชาติได้
ข้อมูลนำเข้า	คำค้นภาษาธรรมชาติที่แสดงถึงอาการความขัดข้องของฮาร์ดดิสเป็นภาษาอังกฤษ
ข้อมูลออก	รายการเอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้น
ลำดับการทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกเมนูสืบค้น 2. ใส่ข้อความภาษาธรรมชาติที่ต้องการทดสอบลงในกล่องรับข้อความคำค้น 3. กดปุ่มค้นหา
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้ผลการสืบค้นเป็นรายการเอกสารที่เก็บไว้ในระบบที่เกี่ยวข้องกับคำค้น
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	ผ่าน

ตารางที่ 19 กรณีทดสอบที่ 2

รหัสกรณีทดสอบ	TC_02
ชื่อกรณีทดสอบ	การสร้างเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยไม่มีเอกสารอ้างอิง
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถสร้างเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยไม่มีเอกสารอ้างอิงได้
ข้อมูลนำเข้า	อาการความขัดข้องใหม่ที่ต้องการบันทึกในระบบ
ข้อมูลออก	เอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ที่ไม่มีเอกสารกรณีอ้างอิง
ลำดับการทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกเมนูสร้างเอกสารกรณีใหม่ 2. ตั้งชื่อเอกสารจากอาการความขัดข้อง 3. ใส่ข้อมูลความขัดข้องและปรับปรุงเนื้อหาของเอกสาร 4. กดปุ่มบันทึกเอกสาร
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้เอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ที่ไม่มีเอกสารกรณีอ้างอิง
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	ผ่าน

ตารางที่ 20 กรณีทดสอบที่ 3

รหัสกรณีทดสอบ	TC_03
ชื่อกรณีทดสอบ	การสร้างเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยอ้างอิงจากเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถสร้างเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องโดยอ้างอิงจากเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบได้
ข้อมูลนำเข้า	คำค้นภาษาธรรมชาติที่แสดงถึงอาการความขัดข้องของฮาร์ดดิสเป็นภาษาอังกฤษ

ตารางที่ 20 กรณีทดสอบที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลออก	เอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ที่มีเอกสารกรณีอ้างอิง
ลำดับการทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกเมนูสืบค้น 2. ใส่ข้อความภาษาธรรมชาติที่ต้องการทดสอบลงในกล่องรับข้อความคำค้น 3. กดปุ่มค้นหา 4. เลือกเอกสารที่ตรงกับความต้องการ 5. กดปุ่มทำซ้ำ (duplicate) 6. ตั้งชื่อเอกสารจากอาการความขัดข้อง 7. ใส่ข้อมูลความขัดข้องและปรับปรุงเนื้อหาของเอกสาร 8. กดปุ่มบันทึกเอกสาร
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ได้เอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ที่มีเอกสารกรณีอ้างอิง
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	ผ่าน

ตารางที่ 21 กรณีทดสอบที่ 4

รหัสกรณีทดสอบ	TC_04
ชื่อกรณีทดสอบ	การแก้ไขเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบ
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแก้ไขเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบได้
ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลการวิเคราะห์ใหม่ที่ต้องการปรับปรุง
ข้อมูลออก	เอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ที่มีเอกสารกรณีอ้างอิง

ตารางที่ 21 กรณีทดสอบที่ 4 (ต่อ)

ลำดับการทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกเมนูสืบค้น 2. ใส่ข้อความภาษาธรรมชาติที่ต้องการทดสอบลงในกล่องรับข้อความคำค้น 3. กดปุ่มค้นหา 4. เลือกเอกสารที่ต้องการปรับปรุงเนื้อหาของเอกสาร 5. กดปุ่มแก้ไข (edit) 6. แก้ไขเนื้อหาของเอกสารจามข้อมูลที่ต้องการปรับปรุง 7. กดปุ่มบันทึกเอกสาร
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	เนื้อหาของเอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องที่เลือกถูกปรับปรุง
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	ผ่าน

ตารางที่ 22 กรณีทดสอบที่ 5

รหัสกรณีทดสอบ	TC_05
ชื่อกรณีทดสอบ	การนำเสนอข้อมูลบันทึกการวิเคราะห์จากเอกสารอ้างอิงระหว่างการวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่
วัตถุประสงค์	เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถแก้ไขเอกสารการวิเคราะห์ความขัดข้องเดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบได้
ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลการวิเคราะห์ใหม่ที่ต้องการปรับปรุง
ข้อมูลออก	เอกสารวิเคราะห์ความขัดข้องใหม่ที่มีเอกสารกรณีอ้างอิง

ตารางที่ 22 กรณีทดสอบที่ 5 (ต่อ)

ลำดับการทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างเอกสารบันทึกการวิเคราะห์ใหม่โดยมีเอกสารอ้างอิง 2. ตั้งชื่อเอกสารจากอาการความขัดข้อง 3. กดปุ่มบันทึก 4. ระบบจะนำไปหน้าแก้ไขเอกสารโดยมีข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงแสดงอยู่ทางซ้ายมือ
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ระบบสามารถแสดงข้อมูลจากเอกสารกรณีอ้างอิงระหว่างการปรับปรุงเนื้อหาของเอกสารใหม่ได้
ผลลัพธ์ที่ได้	เป็นไปตามผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ผลการประเมิน	ผ่าน

บทที่ 5 การประเมินผล

การประเมินผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ การประเมินความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ และ การประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

5.1 การประเมินความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ

ในส่วนนี้จะประเมินความพึงพอใจของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสโดยใช้วิธีการส่งแบบสำรวจไปยังพนักงานผู้ทำงานในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสรายหนึ่ง แบบประเมินนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผล 4 หัวข้อหลักได้แก่ เพื่อประเมินความคาดหวังในด้านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในองค์กร เพื่อประเมินความเหมาะสมของระบบในการช่วยปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์ความล้มเหลว เพื่อประเมินความคิดเห็นว่าระบบจะสามารถช่วยลดเวลาในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องหรือไม่ และเพื่อประเมินว่าระบบจะช่วยลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ความขัดข้องได้หรือไม่ โดยในแต่ละข้อจะมีคะแนนอยู่ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 5 คะแนน โดยที่ 5 คือคะแนนความพึงพอใจที่สูงที่สุด และ 1 คือคะแนนความพึงพอใจที่น้อยที่สุด ในการประเมินนั้นผู้ทำแบบประเมินจะได้ศึกษากระบวนการทำงานระบบต้นแบบพร้อมตัวอย่างการใช้งานก่อนเริ่มทำการประเมิน

แบบประเมินได้ถูกส่งไปยังพนักงานผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องทั้งหมด 92 คนในบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสรายหนึ่ง โดยได้รับการตอบกลับทั้งสิ้น 23 คนโดยที่ 65% ของผู้ที่ตอบแบบประเมินมีประสบการณ์ในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องมากกว่า 5 ปี รองลงมาคือ 23% มีประสบการณ์อยู่ระหว่าง 3 ปี ถึง 5 ปี และสุดท้าย 22% มีประสบการณ์น้อยกว่า 3 ปี โดยผลการสำรวจจะแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ

หัวข้อที่ประเมิน	ผลคะแนนการประเมิน (5=สูงที่สุด, 1=ต่ำที่สุด)					
	5	4	3	2	1	เฉลี่ย
การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในองค์กร	14	7	2	0	0	4.52

ตารางที่ 23 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ (ต่อ)

หัวข้อที่ประเมิน	ผลคะแนนการประเมิน (5=สูงที่สุด, 1=ต่ำที่สุด)					
	5	4	3	2	1	เฉลี่ย
การปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์ความล้มเหลว	11	10	2	0	0	4.39
การลดเวลาในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้อง	10	12	1	0	0	4.39
การลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ความขัดข้อง	7	14	2	0	0	4.22

จากตารางที่ 23 ความคาดหวังในด้านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในองค์กรได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 4.39 คะแนน รองลงมาคือความเหมาะสมของระบบในการช่วยปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์ความล้มเหลว และการลดเวลาในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องด้วยคะแนนเท่ากันที่ 4.39 คะแนน และสุดท้ายคือการลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ความขัดข้อง ด้วยคะแนน 4.22 คะแนน โดยผลการประเมินเป็นไปในทิศทางที่ดี ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบที่นำเสนอประสบความสำเร็จในด้านของความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและมีความน่าจะเป็นที่จะประสบความสำเร็จหากนำระบบไปใช้งานจริงในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส

5.2 การประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบ

ในส่วนนี้จะประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบเพื่อวัดว่าผู้ใช้จะได้รับเอกสารที่ตรงต่อความต้องการในขั้นตอนการสืบค้นเอกสารมากน้อยเพียงใดและได้เอกสารที่ตรงต่อความต้องการอยู่ในอันดับต้นๆ ของผลการสืบค้นหรือไม่โดยใช้วิธีการวัดความแม่นยำที่ 5 อันดับแรก (precision at 5 หรือ P@5) และการวัดความแม่นยำที่ 10 อันดับแรก (precision at 10 หรือ P@10) ซึ่งผลการประเมินจะมีคะแนนสูงหากการสืบค้นได้เอกสารที่ตรงต่อความต้องการอยู่ในอันดับต้นๆ ของรายการผลการสืบค้น

ขั้นตอนการประเมินเริ่มจากกำหนดคำค้นเป็นภาษาธรรมชาติ ความยาวตั้งแต่ 2 ถึง 8 คำ ความยาวเฉลี่ยของคำค้นประมาณ 4 คำ เพื่อใช้เป็นชุดคำถามสำหรับการสืบค้นเพื่อการประเมิน จากนั้นทำการสืบค้นและประเมินว่าผลการสืบค้นที่ได้มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นหรือไม่ ถ้ามีความ

คล้ายให้คะแนนเท่ากับ 1 หรือให้คะแนนเท่ากับ 0 หากไม่เกี่ยวข้องกับคำค้น ทำการประเมินจนครบ ทั้ง 10 ข้อคำถาม โดยทดสอบที่การตั้งค่าระบบแบบปกติ และการตั้งค่าระบบแบบมีการใช้เทคนิคขยายคำค้น ซึ่งผลการประเมินที่ได้แสดงในตารางที่ 24 และตารางที่ 25 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบแบบปกติ

	ranks	query number									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
search result (relevant = 1)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	4	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
	7	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P@5		1.0	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	1.0
P@10		1.0	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5

ตารางที่ 25 ผลการประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบแบบมีการใช้เทคนิคขยายคำค้น

	ranks	query number									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
search result	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
	3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
	5	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1

ตารางที่ 26 ผลการประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบแบบมีการใช้เทคนิคขยายคำค้น
(ต่อ)

6	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P@5	1.0	1.0	0.2	0.6	0.6	0.6	1.0	0.2	0.6	1.0
P@10	1.0	0.6	0.2	0.4	0.4	0.3	0.6	0.5	0.3	0.5

จากตารางที่ 24 และ ตารางที่ 25 จะเห็นว่า P@5 ของตารางที่ 24 ได้คะแนนเฉลี่ยที่ 0.66 คะแนน และ P@10 ได้คะแนนเฉลี่ยที่ 0.45 คะแนน และ P@5 ของตารางที่ 24 ได้คะแนนเฉลี่ยที่ 0.68 คะแนน และ P@10 ได้คะแนนเฉลี่ยที่ 0.48 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้จะได้รับเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคำค้นมากกว่าครึ่งสำหรับเอกสาร 5 อันดับแรกของผลการสืบค้น และได้เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคำค้นมากกว่า 40% สำหรับเอกสาร 10 อันดับแรก และการใช้เทคนิคการขยายคำค้นให้ผลการสืบค้นที่ดีกว่าแบบปกติ ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบสามารถให้ผลการสืบค้นในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

บทที่ 6

บทสรุป

6.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงการมหาบัณฑิตนี้เสนอวิธีการออกแบบและพัฒนาระบบจัดการความรู้สำหรับการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิสโดยใช้เทคนิคการให้เหตุผลด้วยฐานกรณี เอกสารแม่แบบถูกออกแบบขึ้นโดยอ้างอิงจากข้อมูลที่ใช้อย่างจริงจังในการบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องในบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสรายหนึ่ง ระบบต้นแบบได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยได้รับผลการประเมินทั้งหมด 2 ส่วนได้แก่ การประเมินความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ และ การประเมินความสามารถในการสืบค้นของระบบ โดยได้รับผลการประเมินไปในทิศทางที่ดี ดังนั้นสรุปได้ว่ามีโอกาสประสบความสำเร็จสูงหากมีการนำระบบไปพัฒนาและใช้งานจริงในกระบวนการวิเคราะห์ความขัดข้องของฮาร์ดดิส

6.2 ปัญหาและข้อจำกัด

มีเอกสารที่ผ่านเกณฑ์ในขั้นตอนการคัดกรองเอกสารสำหรับใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นของระบบค่อนข้างน้อย ทำให้ฐานความรู้ที่ระบบมีอาจไม่มากพอที่จะครอบคลุมอาการความขัดข้องทั้งหมดซึ่งส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการประเมินผลเนื่องจากไม่สามารถใช้คำค้นที่มีความเฉพาะเจาะจงสูงได้เนื่องจากจะทำให้ได้ผลการสืบค้นที่น้อยมากซึ่งยากต่อการประเมิน อย่างไรก็ตามหากมีการนำระบบไปใช้งานเอกสารจะถูกเพิ่มเข้าไปในระบบจากผู้ใช้แต่ละรายทำให้ฐานข้อมูลความรู้ที่ใหญ่ขึ้นซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

6.3 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานต่อ

ระบบที่นำเสนอในโครงการมหาบัณฑิตนี้ใช้ข้อความในการอ้างอิงถึงเอกสารกรณีความขัดข้องและใช้ข้อความในการสืบค้นหาความขัดข้องที่คล้ายกันในอดีตได้เท่านั้น แต่ในกระบวนการทำงานจริงรูปภาพในกระบวนการสามารถใช้อ้างถึงปัญหาความขัดข้องได้เช่นกัน ดังนั้นหากสามารถสืบค้นหาความขัดข้องที่ใกล้เคียงกันจากรูปภาพจะสามารถช่วยให้การวิเคราะห์ความขัดข้องมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

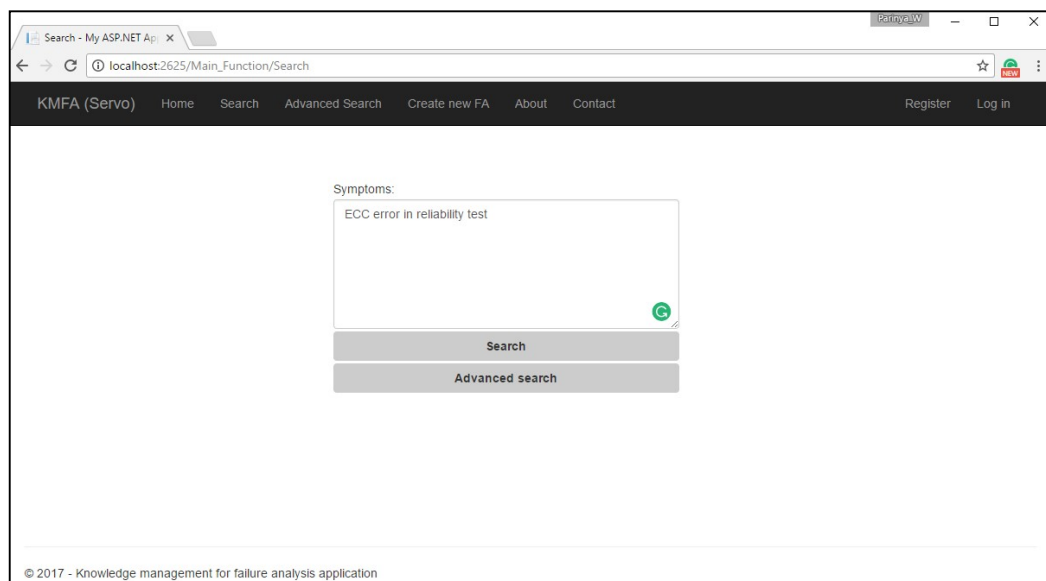
- [1] F. O. Bjornson and T. Dingsoyr, "Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 50, no. 11, pp. 1055–1068, 2008.
- [2] S. Vasanthapriyan, J. Tian, and J. Xiang, "A Survey on Knowledge Management in Software Engineering," *2015 IEEE Int. Conf. Softw. Qual. Reliab. Secur. - Companion*, pp. 237–244, 2015.
- [3] A. Aurum, F. Daneshgar, and J. Ward, "Investigating Knowledge Management practices in software development organisations - An Australian experience," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 50, no. 6, pp. 511–533, 2008.
- [4] B. Gallupe, "Knowledge management systems: surveying the landscape," *Int. J. Manag. Rev.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–77, 2001.
- [5] D. R. Liu and C. K. Ke, "Knowledge support for problem-solving in a production process: A hybrid of knowledge discovery and case-based reasoning," *Expert Syst. Appl.*, vol. 33, no. 1, pp. 147–161, 2007.
- [6] K. Chantanaporn and C. Numthong, "Development of Failure Analysis Case-Based Expert System for Computer Network Equipment Products," 2012.
- [7] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, "Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search," *Inf. Retr. Boston.*, vol. 82, p. 944, 2011.
- [8] G. Salton, a. Wong, and C. S. Yang, "A vector space model for automatic indexing," *Commun. ACM*, vol. 18, no. 11, pp. 613–620, 1975.
- [9] S. Zhu, J. Wu, H. Xiong, and G. Xia, "Scaling up top-K cosine similarity search," *Data Knowl. Eng.*, vol. 70, no. 1, pp. 60–83, 2011.
- [10] "Eight Disciplines Problem Solving - Wikipedia." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Eight_Disciplines_Problem_Solving.
- [11] D. Maria, V. Sato, B. C. Ávila, and P. D. P. Informática, "Automatic Knowledge Learning Using Case-Based Reasoning," pp. 4579–4585, 2016.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างส่วนต่อประสานของระบบต้นแบบ

ในภาคผนวก ก. จะแสดงตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้ของระบบต้นแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นซึ่งประกอบด้วย 5 หน้าจอ ได้แก่ หน้าจอสำหรับรับคำค้นสำหรับการสืบค้น หน้าจอสำหรับแสดงผลการสืบค้น หน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดของกรณี que เลือกจากผลการสืบค้น หน้าจอสำหรับสร้างเอกสารกรณีใหม่ หน้าจอสำหรับปรับปรุงเนื้อหาของเอกสาร



รูปที่ 17 หน้าจอสำหรับรับคำค้นสำหรับการสืบค้น

KMFA (Servo) Home Search Advanced Search Create new FA About Contact Register Log in

Result of [ECC error in reliability test] hit [35] cases

0: [BEST Can't Init WW11, FR: 0.5% \(1/199\)](#)

Product:[Arowhdy] . Location:[CharDECT] Score:[0-000440]

Symptom: 144 fail can't init. 24 fail ECC. 444 fail fatal error. Work on can't init failure

RCA: FA analysis - 1. Can't init drive failed due to latch hang when temperature below around 16C, symptom follow HDA2 - ME teardown found foreign adhesive like material found in the latch bore, and on the latch pin (on base) causing latch hang. 2. Failure to recycle MPA with prime latch. Further analysis - 4. Send to AG Lab analysis the foreign adhesive material. Acrylate Adhesive Root Cause - 5. Under investigate where the foreign adhesive came from.

[Edit] [Duplicate]

1: [Spysglase Phantom ECC in M0P](#)

Product:[Spysglase] . Location:[CharDECT] Score:[0-0260404]

Symptom: 1-1ps drive fail during MCT random read all at ambient (Phase 0d Nam_MN_5-007) on H7 CS0007C S22 3 MIT of fail location found no hard ECC 0- Manage to duplicate intermittent ECC by doing PDCH for multiple loops at random location on H7 4- Debug step at ECC shows 2- While PCC oscillation, PZT saturation and anti-windup limit after PZT buzz due to phase limit 5- ECC error is duplicable with original FW 04-17N not duplicable with PZT phase detect open limit FW 04-10N duplicable again with original FW 04-17N 6- Pickup limit cycling bug fix TR 500223 traced on original FW 24-47N ECC error is still duplicable Not related to limit cycling bug

RCA: 1- DCA stroke and PZT buzz measured on bench observe no gap and phase degradation 2- Scope trace with trigger condition SvcCnt > PZT_SaturationCounter[2] - 1000 found 2-1 PZT buzz due to phase limit could lock in multiple times before it hit ECC PCC looks fine after these PZT buzz events 2-2 Every time it fail ECC PCC will oscillate at 2- While after PZT buzz event 2-3 The PZT failure detection occurs after 15 rev buzzings as expected 2-4 After PZT failure detection done, it switched to H0 (not sure why) 2-5 A significant difference is sudden PCC jump in failure case while track follow on H0 and oscillation like behavior after switching back to H7 2-6 In the failure case, after switching back to H7, it can declare read under oscillation because declare read looks for accumulated 5 wedges with limits Declare write condition is more strict 2-7 In failure case, once enter oscillation state, DCA flag shows excessive consecutive PZT saturation error Emulator trace 1- Confirmed from emulator trace that there is illegal head switch occurs when servo is track following on H0 after PZT failure detection The illegal head switch then introduced large disturbance to the servo loop Before servo can settle down the PCC is still carrying large PCC and velocity another legal head switch occur request comes and servo switches head with high PCC and initial velocity it caused oscillation during short seek and highly possible lead to the oscillation thereafter

[Edit] [Duplicate]

2: [BBD0007F_00_047A_00RT-04100-007](#)

Product:[AP0LL0] . Location:[Reliability-0RT] Score:[0-0004600]

Symptom: W00714472M4 failed CRT-Mat test @240 Hrs with error BBD0004000

RCA: BBD analysis Suspected FIFO stack overrun issue FIFO stack was full and went to IRQ stack There are multiple BBD happened show IRQ stack Hypothesis Recursive BBD trigger during the Debug step memory dump and hence caused stack overflows in FIFO IRQ Unfortunately our FW code architecture does not record the first BBD which could be different from the one at 041003 C We do not know exactly which rev the cause of the failure so duplicating with emulator trace is required Got the drive for duplicate the failure with emulator debugging -> the failure not duplicate

[Edit] [Duplicate]

3: [LSI ECC issues with FATN_SERVO_ERROR](#)

Product:[BBD000] . Location:[BBD000] Score:[0-0000000]

รูปที่ 18 หน้าจอสำหรับแสดงผลการสืบค้น

KMFA (Servo) Home Search Advanced Search Create new FA About Contact

edit	duplicate
Case ID:	case_5ded5cffe8134ba8b7fa6fb031277891
Product name:	Arowhdy
Failure name: (description):	BEST Can't Init WW11, FR: 0.5% (1/199)
Firmware version:	
Failed location:	CharDECT
Background: (symptom):	144 fail can't init. 24 fail ECC. 444 fail fatal error. Work on can't init failure
Containment action:	Root cause under investigate, no containment suggestion for now
Root cause analysis:	FA analysis - 1. Can't init drive failed due to latch hang when temperature below around 16C, symptom follow HDA2 - ME teardown found foreign adhesive like material found in the latch bore, and on the latch pin (on base) causing latch hang. 2. Failure to recycle MPA with prime latch. Further analysis - 4. Send to AG Lab analysis the foreign adhesive material. Acrylate Adhesive Root Cause - 5. Under investigate where the foreign adhesive came from.
Corrective action:	
preventive action:	
Reference case:	

© 2017 - Knowledge management for failure analysis application

รูปที่ 19 หน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดของกรณีที่เกิดจากผลการสืบค้น

KMFA (Servo) Home Search Advanced Search Create new FA About Contact

Create new FA:

Case ID *N/A*

Product name

Failure name (description)

Firmware version

Failed location

Background (symptom)

Containment action

Root cause analysis

Corrective action

preventive action

Reference case

© 2017 - Knowledge management for failure analysis application

รูปที่ 20 หน้าจอสำหรับสร้างเอกสารกรณีใหม่

KMFA (Servo) Home Search Advanced Search Create new FA About Contact Register Log in

Ref_1

Case ID: case_5ded5cffe8134ba8b7fa6fb031277891	Case ID: case_f3d2e207f0bb45dca05b547b8e61751e
Product name: XXXXXXXXXX	Product name: TEST_PRODUCT
Failure name (description): XXXXXXXXXX	Failure name (description): TEST
Firmware version: XXXXXXXXXX	Firmware version: TEST_FW
Failed location: XXXXXXXXXX	Failed location: Quality-FQA
Background (symptom): XXXXXXXXXX	Background (symptom): Insert background here. the symptom of the new failure that you gonna be analyzing.
Containment action: XXXXXXXXXX	Containment action: if you can provide short term solution for the failure, please noted in this box
Root cause analysis: XXXXXXXXXX	Root cause analysis: step to analyze the new failure, may be follow the reference case
Corrective action: XXXXXXXXXX	Corrective action: if you can find the root cause of the new failure and have the solution please note the solution in this box
preventive action: XXXXXXXXXX	preventive action: if you have the action to prevent this failure in the future please note in this box
Reference case: XXXXXXXXXX	Reference case: case_5ded5cffe8134ba8b7fa6fb031277891

save submit cancel

© 2017 - Knowledge management for failure analysis application

รูปที่ 21 หน้าจอสำหรับปรับปรุงเนื้อหาของเอกสาร

ตารางที่ 27 ข้อมูลพจนานุกรมแสดงคำเหมือนสำหรับใช้ขยายคำค้น

กลุ่มที่	ข้อมูลคำเหมือน
1	wrro, wedge rro
2	wus, pwus
3	write unsafe
4	ssm, sync mark
5	sam, address Mark, sync mark
6	rdx/rdy, rdx rdy, rdx
7	dfh, dynamic fly height
8	dbs, debugstop
9	dsa, dual stage actuator
10	dram, sram, memory
11	depop, depopulation
12	glist, plist, grown defect
13	fw, firmware
14	otw, off-track write
15	ort, rdt, reliability
16	td, touch down
17	tare, relocation
18	stw, track writer
19	snr, signal to noise ratio
20	rev, revolution
21	psa/rsa, pitch roll
22	rtp, ramp touch point
23	sim, index mark
24	sgate, sg, servo gate
25	raff, saff, vibe, Vibration
26	pzt, piezo
27	r/w, read write
28	pm, power management

ตารางที่ 27 ข้อมูลพจนานุกรมแสดงคำเหมือนสำหรับใช้ขยายคำค้น (ต่อ)

กลุ่มที่	ข้อมูลคำเหมือน
29	mst, best
30	mba, motorbase
31	lul, load unload
32	lba, logical block
33	jits, just in time seeks
34	gwl, grease wear leveling
35	hd, head
36	psm, power saving mode
37	rco, read channel optimization
38	ds, datashack
39	dlg, data lifeguard
40	dfh, dynamic fly height
41	doe, experiment
42	erc, error rejection curve
43	fiq, fast interrupt request
44	fc, function code
45	blp, base line pop
46	bln, base line noise
47	bemf, backemf
48	arco, channel
49	api, interface
50	cbs, circular burst scan
51	ca, corrective action
52	clk, clock
53	ct, circular track
54	ctf, continuous time filter
55	dac, digital to analog converter
56	dam, data address mark

ตารางที่ 27 ข้อมูลพจนานุกรมแสดงคำเหมือนสำหรับใช้ขยายคำค้น (ต่อ)

กลุ่มที่	ข้อมูลคำเหมือน
57	adc, analog digital converter
58	afc, adaptive Feedforward Control
59	cannot, not
60	init, ready
61	fatal, recovery