ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

ปริญญา

การจัดการวิศวกรรม | วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา

สาขา | **คณะ**

เรื่อง การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

Development of Case-Based Expert System for Failure Analysis of Computer Network Equipment Products

นามผู้วิจัย นายกิตติพงษ์ จันทนาภรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์ชัยวัฒน์ นุ่มทอง, D.Eng.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิรางค์ กลั่นคำสอน, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

Development of Case-Based Expert System for Failure Analysis of Computer Network Equipment Products

โดย

นายกิตติพงษ์ จันทนาภรณ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติพงษ์ จันทนาภรณ์ 2556: การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ชัยวัฒน์ นุ่มทอง, D.Eng. 188 หน้า

การวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาการทำงานที่ผิดพลาดของผลิตภัณฑ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นงานที่มีสำคัญสำหรับการปรับปรุงคุณภาพและการบริการของผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการการใช้งานของลูกค้า การวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ต้องใช้ทักษะและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจเพื่อแก้ไขปัญหาของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้งานของลูกค้า ดังนั้นความรู้และข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาของกรณีปัญหาก่อนหน้าควรได้รับการจัดการให้อยู่ในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายการดำเนินงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้นำเสนอการบูรณาการของการให้เหตุผลแบบกฎ ฐานกรณีและระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้สนับสนุนงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดสำหรับการแก้ปัญหาของผลิตภัณฑ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิธีแก้ปัญหาของกรณีก่อนหน้าซึ่งเป็นความรู้ที่ชัดเจนจะถูกเก็บไว้ในรูปแบบของระบบกฎ ส่วนห้องสมุดกรณีของระบบฐานกรณีจะเก็บความรู้เชิงกลยุทธ์ ซึ่งเป็นวิธีการค้นหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จแล้วของกรณีก่อนหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ โดยที่ระบบฐานกรณีจะใช้ความคล้ายกันของกรณีก่อนหน้าและกรณีใหม่เป็นกลไกสำหรับการระบุวิธีการแก้ปัญหาของกรณีใหม่

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์และเป็นการนำความรู้ที่ได้รับจากการแก้ไขปัญหาของการประยุกต์ใช้งานผลิตภัณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นการยืนยันคุณภาพและสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผลิตภัณฑ์และการบริการ

_____ _____ __ /____ /__

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kittipong Chantanaporn 2013: Development of Case-Based Expert System for Failure Analysis of Computer Network Equipment Products. Master of Engineering (Engineering Management), Major Field: Engineering Management, Faculty of Engineering at Si Racha. Thesis Advisor: Mr. Chaiwat Numthong, D.Eng 188 pages.

Failure analysis for solving the problems of the computer networks products is the critical task to improve the quality and service of products in order to meet the customer applications. Product failure analysis requires skills and experiences of the experts in order for making a decision to rectify the product problems during the using phase. Therefore, the knowledge and information from the previous solutions cases should be managed in the computer system to reduce time and cost of product failure analysis operation.

This research presents the integration of Rules, Case Base and Expert Systems for supporting failure analysis of the computer network product problems solving. The solution for the previous cases (Explicit Knowledge) are stored and formulated in term of rules system. The case library contains the successful solutions to find out the root causes of the product problems from the experts (Tacit Knowledge). The case bases use the similarity technique between the previous case and present case for driving the solution of the new matching problem case.

The developed system can enhance the efficiency of product failure analysis, and the knowledge of the experts is reused to remedy the product application problems for affirmation of product quality, reliability, and service respectively.

_____ _____ __ /___ /__

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร. นัฏฐวิกา จันทร์ศรี อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา ในฐานะประธานกรรมการสอบและผศ. ดร. กุศล พิมาพันธุ์ศรี หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้ทรงคุณวุฒิประจำการสอบ ที่ได้ให้ความเห็นและคำแนะนำเพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ หลักสูตรการจัดการวิศวกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ต่อไป และขอขอบคุณ คุณวลีรัตน์ พุทธาศรี นักวิชาการศึกษางานการศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

กิตติพงษ์ จันทนาภรณ์

มีนาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายภาพสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	39
อุปกรณ์	39
วิธีการ	39
ผลและวิจารณ์	94
ผล	94
วิจารณ์	116
สรุปและข้อเสนอแนะ	129
สรุป	130
ข้อเสนอแนะ	129
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	132
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก ภาพชิ้นงานที่เกิดการกัดด้วยมีดตัดเฉือนอินเสิร์ท ไม่มีระยะเส้นแนวกัดเข้ามาเกี่ยวข้อง	138
ภาคผนวก ข ค่าความสูงสแกลลอปจากการกัดชิ้นงานที่มีผลจากการเคลื่อนที่โทรคลอยด์ด้วยมีดตัดเฉือนอินเสิร์ท	167
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	188

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือ (Reliability)	9
2	เครื่องมือและเทคนิคสำหรับ 6 ขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ	31
3	ดัชนีวัดผลประสิทธิภาพการทำงาน	50
4	สรุปผลของการประเมินประสิทธิภาพของดัชนีชี้วัดในด้านต่างๆ	54
5	สรุปผลการวัดผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยระบบต้นแบบ	63
6	การกำหนดค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละลักษณะข้อมูลจากค่าอัตราเฉลี่ย Result:FI	74
7	รายการข้อมูลที่มีรูปแบบและบ่งชี้ถึงความผิดพลาด	75
8	ลักษณะข้อมูลที่มีรูปแบบและบ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์	76
9	ตัวอย่างของการวัดค่าระดับความคล้ายของข้อมูลมีรูปแบบและบ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์	76
10	ลักษณะข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบและไม่มีความหมาย	77
11	ตัวอย่างของการคำนวณค่าระดับความคล้ายลักษณะข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบและไม่มีความหมาย	77
12	ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล SR	85
13	ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล QMS	86
14	ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล FA	87
15	ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล QIT	88
16	ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล FARC	89
17	ผลประสิทธิภาพการทำงานของดัชนีชี้ในแต่ละด้านของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์	90
18	ผลประสิทธิภาพการทำงานของดัชนีชี้ในแต่ละด้านของกลุ่มผลิตภัณฑ์ X2 และ XFP จำนวน 300 กรณี	91
19	การแสดงผลจากหน่วยประมวลผลแบบกฎ (Rules)	97
20	การแสดงผลจากหน่วยประมวลผลแบบฐานกรณี (Case Based)	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง SR	101
22	รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QMS	101
23	รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง FA	102
24	รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QIT	104
25	รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง FARC	105
26	ตัวอย่างรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด	107
27	รายการของกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น	110
28	รายการของกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีใหม่	111
29	รายการของกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีเดิม	112
30	ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน Volume ของระบบ FACBE	118
31	ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน Backlog ของระบบ FACBE	120
32	ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน CTA ของระบบ FACBE	122
33	ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน Result:FI ของระบบ FACBE	124
34	สรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Volume และ Backlog	125
35	สรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน CTA และ Result	126

ตารางผนวกที่

ก1	บันทึกผลการทดลองระบบ FACBE ในช่วงของการทดสอบ (Testing) ขอผู้ปฏิบัติงานที่ 1	139
ก2	บันทึกผลการทดลองระบบ FACBE ในช่วงของการทดสอบ (Testing) ของผู้ปฏิบัติงานที่ 2	146
ก3	บันทึกผลการทดลองระบบ FACBE ในช่วงของการทดสอบ (Testing) ของผู้ปฏิบัติงานที่ 3	153
ก4	ตัวอย่างบันทึกผลการปฏิบัติงานเมื่อนำระบบ FACBE ไปใช้งาน (Implemeatation)	160

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการทำงานวิจัย	5
2	ขั้นตอนการวิเคราะห์ความผิดพลาดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูป	12
3	องค์ประกอบในระบบผู้เชี่ยวชาญ	16
4	วงจรการให้เหตุผลด้วยกรณีศึกษา (CBR)	22
5	ความสัมพันธ์ของการจัดการความรู้เด่นชัดและความรู้ซ่อนเร้น	25
6	วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Development Life Cycle: ESDLC)	27
7	ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้ TMGBU	40
8	วิสัยทัศน์ กลยุทธ์และวิธีการปฏิบัติของบริษัท	42
9	ขั้นตอนของการระบุสาเหตุของความผิดพลาด	44
10	กระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Analysis)	46
11	ขั้นตอนของกระบวนการทำงานสำหรับฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด หลังจากการส่งมอบให้กับลูกค้าแล้ว	48
12	การวัดประสิทธิภาพด้าน Closed Rate	55
13	การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Backlog	56
14	การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน CTA	57
15	การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Result:FI	58
16	ขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาของกรณีความผิดพลาด การออกแบบสำหรับการทดสอบและการจำแนกความผิดพลาด	60
17	การนำระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาของกรณีความผิดพลาด การออกแบบสำหรับการทดสอบและการจำแนกความผิดพลาดมาใช้งาน	62
18	โครงสร้างของระบบ FACBE (Framework)	65
19	ขั้นตอนการทำงานส่วนผู้ปฏิบัติงาน (Operator)	66
20	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface: GUI) ของระบบ FACBE	67
21	ขั้นตอนการทำงานของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rules-Based Expert system)	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	ขั้นตอนการทำงานของกฎต่างๆ ที่ใช้ในระบบ FACBE	69
23	การแสดงผลของการประมวลผลจากส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rules-Based Expert system)	70
24	ขั้นตอนการทำงานของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning)	72
25	การแสดงผลของการประมวลผลจากส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning)	73
26	การไหลของข้อมูลในระบบ FACBE (Data Flow)	81
27	การบริหารจัดการระบบ FACBE ผ่านส่วนการบริหารจัดการระบบโดยผู้ดูแลระบบ (Administrator)	93
28	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานที่เป็นหน้าต่างแรก	95
29	ส่วนของการนำข้อมูลเข้าโดยผู้ใช้งาน	96
30	หน้าต่างผู้ดูแลระบบ (Admin Page)	106
31	หน้าต่างแก้ไขและปรับปรุงข้อมูลทั่วไปของกรณีความผิดพลาด	108
32	การปรับค่าน้ำหนักของรายการข้อมูล	113
33	การเพิ่มข้อมูลประเภทของปัญหา	114
34	การเพิ่มข้อมูลของรายการผลิตภัณฑ์	114
35	การนำเข้าข้อมูลของกรณีความผิดพลาดไปในห้องสมุดกรณี	115
36	การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Closed Rate จากระบบ FACBE	117
37	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Volume	118
38	การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Backlog จากระบบ FACBE	119
39	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Backlog	120
40	การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน CTA จากระบบ FACBE	121
41	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน CTA	122
42	การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Result:FI จากระบบ FACBE	123
43	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Result:FI	124

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข1	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานที่เป็นหน้าแรก	168
ข2	ส่วนของการนำข้อมูลเข้าโดยผู้ใช้งาน (User Input)	169
ข3	การแสดงผลการประมวลผลของระบบ FACBE(Data Processing) จากหน่วยประมวลผลแบบกฎ (Rules)	170
ข4	การแสดงผลการประมวลผลของระบบ FACBE(Data Processing) จากหน่วยประมวลผลแบบฐานกรณี (Case Based)	171
ข5	การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง SR	172
ข6	การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QMS	173
ข7	การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง FA	174
ข8	การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QIT	175
ข9	การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง SR	176
ข10	แสดงหน้าของผู้ดูแลระบบ (Admin Page)	177
ข11	แสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด(Show All Case)	178
ข12	การแก้ไขและปรับปรุงข้อมูลทั่วไปของกรณีความผิดพลาดเมื่อเลือกหมายเลขกรณี (FA Case Number)	179
ข13	การแก้ไขและปรับปรุงการคำนวณค่าความคล้ายของกรณีความผิดพลาด	180
ข14	แสดงรายการของกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น(Pending FA Cases)	181
ข15	การแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณี (FA Case Number)	182
ข16	การแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีเดิม(Master Case Number)	183
ข17	การปรับปรุงค่าน้ำหนักของรายการข้อมูล(Change Weight Number)	184
ข18	การเพิ่มข้อมูลประเภทของปัญหา(Show/Add Problem Statement)	185
ข19	การเพิ่มข้อมูลของรายการผลิตภัณฑ์(Show/Add ProductID)	186
ข20	การนำเข้าข้อมูลของกรณีความผิดพลาดไปในห้องสมุดกรณี(Import Closed FA Case to the Case Library)	187

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

CBR	=	Case-Based Reasoning
RBR	=	Rule-Based Reasoning
ANN	=	Artificial Neural Network
KM	=	Knowledge Management
ES	=	Expert System
FACBE	=	Failure Analysis Case Based Expert System
ESDLC	=	Expert System Development Life Cycle
GUI	=	Graphics User Interface
OOP	=	Object Oriented Program
CTA	=	Cycle Time Attainment
FI	=	Fault Isolated
CNDI	=	Can Not Duplicate / Insufficient Data
CNP	=	Can Not Process
ESD	=	Electronics Static Discharge
OEM	=	Original Equipment Manufacturing
PCB	=	Printed Circuit Board
TMGBU	=	Transceiver Modules Group Business Unit
SE	=	System Engineer
SR	=	Service Requested
FA	=	Failure Analysis
QMS	=	Quality Management System
QIT	=	Quality Improvement Team
FARC	=	Failure Analysis Root Cause

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

Development of Case-Based Expert System for Failure Analysis of Computer Network Equipment Products

คำนำ

มาตรฐานการควบคุมคุณภาพการผลิตได้ระบุให้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบให้ลูกค้าต้องได้รับการทดสอบเพื่อเป็นการประกันคุณภาพก่อนการส่งมอบผลิตภัณฑ์ แต่ในบางกรณีที่ลูกค้าได้นำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งสามารถทำได้ตามที่ระบุไว้ในคุณลักษณะและความสามารถของผลิตภัณฑ์ พบว่าบางครั้งผลของการใช้งานที่ได้จากการใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นไม่ตรงความต้องการของลูกค้าหรือไม่ตรงตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามที่กล่าวไว้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกส่งกลับจากลูกค้าผู้ใช้งานมาที่โรงงานผู้ผลิต เพื่อค้นหาสาเหตุของความผิดพลาด แล้วนำสาเหตุที่ค้นพบไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการในการใช้งานของลูกค้ามากขึ้นในอนาคต

การวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา โดยช่วงที่หนึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยวิศวกรระบบ (System Engineers) ซึ่งเป็นผู้ที่รับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้งและใช้งานผลิตภัณฑ์ของลูกค้ากล่าวคือ เป็นการวิเคราะห์ในสภาพแวดล้อมของลูกค้าเพื่อยืนยันว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีการทำงานที่ผิดพลาดจริง ในขั้นตอนนี้วิศวกรระบบจะทำการบันทึกสิ่งที่พบเห็นจากสภาพแวดล้อมของลูกค้าและบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานรวมทั้งผลที่ได้รับจากการแก้ไขปัญหาเพื่อใช้เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขและปรับปรุงผลิตภัณฑ์เมื่อผลิตภัณฑ์ถูกส่งกลับมาที่โรงงานผู้ผลิต ช่วงที่สองเป็นการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ซึ่งรับผิดชอบโดยฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด ที่ปฏิบัติงานโดยวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาด (Failure Analysis Engineers) เป็นการค้นหาสาเหตุความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ที่ไม่ได้ถูกทดสอบ(Testing) หรือควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ในระหว่างการกระบวนการผลิต วิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาดจะทำการศึกษาลักษณะการใช้งานของลูกค้าและการวิเคราะห์ความผิดพลาดจากบันทึก (Service Request Note) ของวิศวกรระบบแล้วทำการทดสอบโดยการจำลองให้มีสภาพแวดล้อมเดียวกับลูกค้าตามที่ระบุไว้ในบันทึกของวิศวกรระบบ เพื่อยืนยันความผิดพลาดที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดขึ้นจากลูกค้า หลังจากนั้นจะทำการทดสอบตามข้อกำหนดของมาตรฐานการผลิต (Manufacturing Test Plan) เพื่อทบทวนกระบวนการทดสอบและควบคุมคุณภาพในระหว่างการกระบวนการผลิต ในขั้นตอนสุดท้ายหากความผิดพลาดที่ระบุในบันทึกของวิศวกรระบบถูกค้นพบและเกิดขึ้นอีกครั้ง (Duplicated) ก็จะมีการค้นหาสาเหตุราก (Root Cause) ของปัญหาต่อไป

ดังนั้นการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ในความรับผิดชอบของวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาด มีส่วนสำคัญที่จะช่วยค้นหาสาเหตุรากของความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการใช้งานของลูกค้า เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต

เป้าหมายหลักของการวิเคราะห์ความผิดพลาดเพื่อแก้ไขและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ คือจำนวนกรณีของความผิดพลาดที่สามารถระบุสาเหตุของความผิดพลาดได้ต่อเดือนและเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา โดยปัจจุบันพบว่าปัญหาที่ทำให้การวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามเป้าหมายคือ

1. กรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ภายในเวลาที่กำหนดมีค่าต่ำกว่า 80% ซึ่งเป็นเป้าหมายที่กำหนดไว้และผลสรุปที่ได้ยังขาดความถูกต้องและมีจำนวนกรณีที่ไม่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ต่ำกว่า 65% ซึ่งเป็นเป้าหมายที่กำหนดไว้

2. วิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาดมีความรู้และประสบการณ์ที่จำกัด ขาดความรู้ที่ลึกซึ้งและไม่เข้าใจในการประยุกต์ใช้งานของลูกค้า ทำให้ไม่เข้าใจลักษณะอาการของความผิดผลาดที่แท้จริงจากลูกค้าเพื่อใช้ในการค้นหาสาเหตุความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์

3. ข้อมูลด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ที่มีการจัดเก็บยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาด

4. การตัดสินใจเพื่อสรุปผลหลังจากการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศในการตัดสินใจ ทำให้ต้องเสียเวลาในการรอคอย

เมื่อพิจารณาจากปัญหาในปัจจุบันแล้ว พบว่าหากผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บไว้ มาศึกษาและพัฒนาวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่ให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเพิ่มความรู้และความสามารถให้กับตัวผู้ปฏิบัติงานจนมีความเชี่ยวชาญในการวิเคราะห์และสรุปผลของกรณีความผิดพลาดได้เอง จะสามารถลดระยะเวลาสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดและเพิ่มความสามารถในการระบุสาเหตุของความพิดพลาดให้สูงขึ้นได้ งานวิจัยนี้เสนอการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับผู้ปฏิบัติงานวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยการนำข้อมูลของการวิเคราะห์ความผิดผลาดที่ได้มีการระบุสาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดในการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับปรุงและผลสรุปแล้วในอดีตมาจัดเก็บในรูปแบบกฎ (Rule) และนำกรณีความผิดพลาดก่อนหน้าซึ่งจัดเก็บไว้ในห้องสมุดกรณี (Case Library) มาเป็นแหล่งข้อมูลระบบฐานกรณี (Case-Based System) โดยใช้หลักการให้เหตุผลแบบเชิงกรณีศึกษา (Case-Based Reasoning) เปรียบเทียบความคล้ายกัน (Similarity) ของกรณีความผิดพลาดก่อนหน้าและกรณีปัจจุบัน เพื่อนำวิธีการระบุสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาจากกรณีความผิดพลาดก่อนหน้ามาใช้กับกรณีความผิดพลาดปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

ออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดให้ได้ตามเป้าหมายของดัชนีวัดผลได้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา ออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้มีกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถให้คำแนะนำสำหรับวิธีการที่ต้องปฏิบัติ เพื่อให้สามารถระบุสาเหตุของกรณีความผิดพลาดใหม่ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความผิดพลาดของกรณีความผิดพลาดเดิมเป็นข้อมูลอ้างอิง

2. การบริหารจัดการความรู้ (Knowledge Management) เป็นการเก็บรวบรวมจากฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้วของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด แล้วนำมาพัฒนาเพื่อให้สามารถเข้ากันได้กับระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น

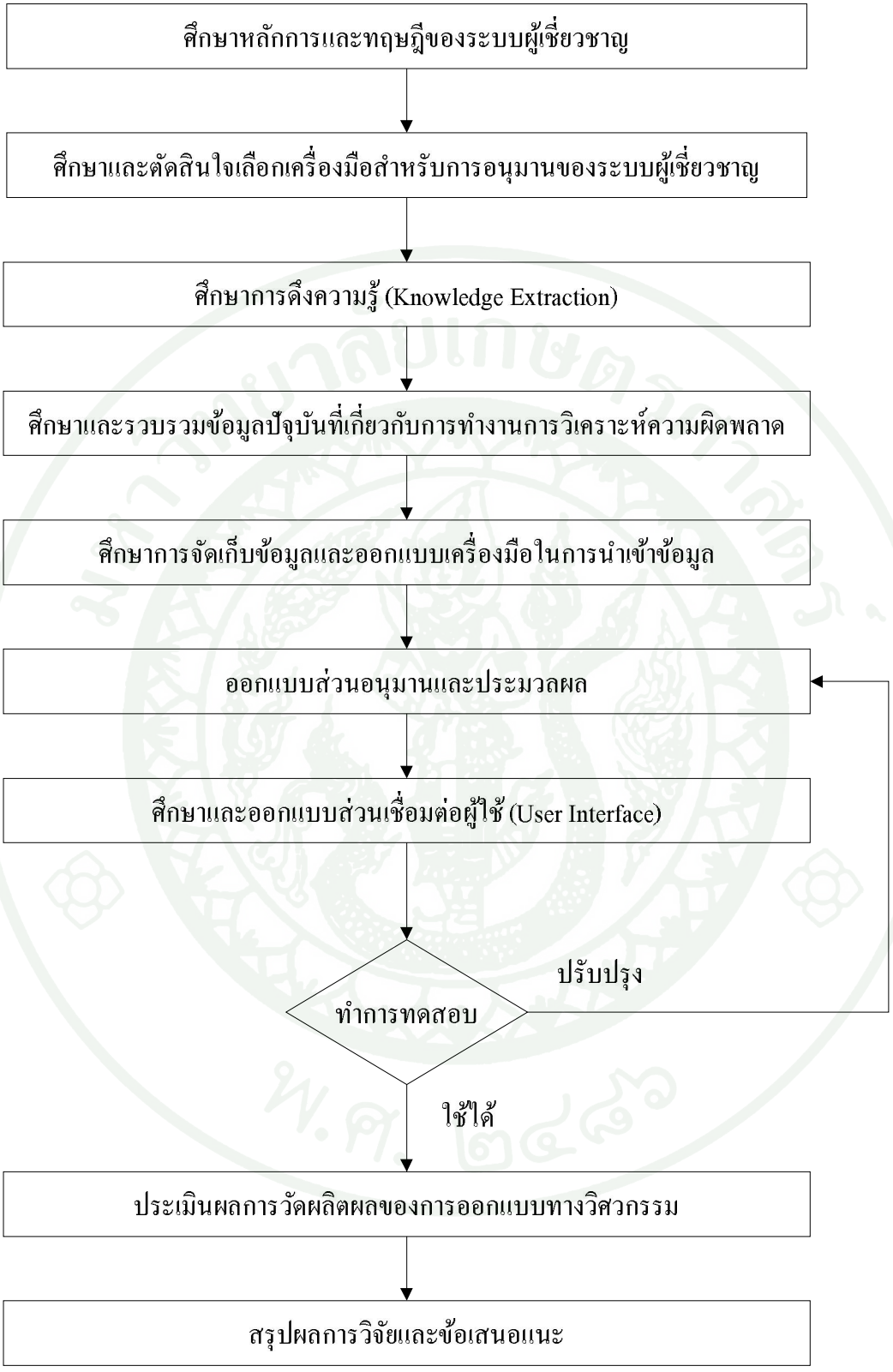
3. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญใช้หลักการการให้เหตุผลแบบกฎ (Rule) สำหรับกรณีความผิดพลาดเดิมที่ได้รับการยืนยันและมีการระบุวิธีการแก้ไขจากวิศวกรด้านการวิจัยและพัฒนาแล้ว และใช้หลักการของระบบฐานกรณี (Case-Based System) โดยอาศัยหลักการให้เหตุผลแบบเชิงกรณีศึกษา (Case-Based Reasoning หรือ CBR) สำหรับกรณีความผิดพลาดเดิมที่อยู่ในขั้นตอนอื่นๆ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสามารอธิบายได้ดังภาพที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีของระบบผู้เชี่ยวชาญ บทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญและระบบสนันสนุนการตัดสินใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ศึกษาและตัดสินใจเลือกเครื่องมือสำหรับการให้เหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญ มาเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญ

3. ศึกษาการดึงความรู้ (Knowledge Extraction) ที่เกี่ยวกับการตัดสินใจในการวินิจฉัยหาสาเหตุของความผิดพลาด โดยการซักถามผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ และประสบการณ์ของวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาด

4. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ จากฐานข้อมูลของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด แล้วออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในฐานความรู้ (Knowledge Base) ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

5. ออกแบบเครื่องมือในการนำเข้าข้อมูลจากฐานข้อมูลของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด มาใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

6. ออกแบบส่วนของการให้เหตุผลและประมวลผลของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้เป็นส่วนอนุมานความจากข้อมูลของกรณีเดิมที่มีอยู่ เพื่อประมวลผลเป็นเป็นคำแนะนำให้กับผู้ใช้งาน

7. ศึกษาและออกแบบส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ (User Interface) ของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญได้อย่างสะดวก

8. ทำการทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทดสอบความสามารถ และความถูกต้องของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อสร้างความมั่นใจและพึงพอใจแก่ผู้ใช้งาน ก่อนการนำไปใช้งานจริง

9. ประเมินผลการวัดผลิตผลของการออกแบบทางวิศวกรรม หลังจากนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปใช้งานแล้วช่วงระยะเวลาหนึ่ง

10. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

11. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนอผลการทำการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความเข้าใจในหลักการทางด้านระบบผู้เชียวชาญ และสามารถนำไปพัฒนาให้มีความสามารถที่สูงขึ้น

2. เปรียบเทียบให้เห็นถึงขีดความสามารถของผู้ปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดเพื่อให้เห็นถึงขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคต

3. ผู้ปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้นำเอาระบบเทคโนโนยีสารสนเทศมาช่วยในการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

4. ผู้ปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดมีความเข้าใจในรายละเอียดของความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์และสามารถระบุสาเหตุของปัญหาของลูกค้าได้ง่ายขึ้น

5. ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดสำหรับดัชนีวัดผลในด้านต่างๆ สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

แนวความคิดและหลักการพื้นฐาน

ระบบผู้เชี่ยวชาญฐานกรณีสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Failure Analysis Case-Based Expert System : FACBE) ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ทำการวิเคราะห์และระบุสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้งานของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูงและบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งไว้

การออกแบบและพัฒนาระบบ FACBE ได้นำแนวความคิดและหลักการพื้นฐานในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาดังนี้

1. การวิเคราะห์ความผิดพลาดอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Failure Analysis)

2. ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System)

3. การสรุปความโดยการให้เหตุผลด้วยกรณีศึกษา (Case-Based Reasoning)

4. การจัดการความรู้ (Knowledge Management)

การวิเคราะห์ความผิดพลาดอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Failure Analysis)

การวิเคราะห์ความผิดพลาดอิเล็กทรอนิกส์เป็นกระบวนการของการพิจารณาสาเหตุของความผิดพลาด รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล แล้วนำเสนอผลสรุปของวิธีการที่จะกำจัดและป้องกันความผิดพลาดของอุปกรณ์หรือระบบใดระบบหนึ่งไม่ให้เกิดขึ้นอีกในอนาคต (Dylis, 1999) ความผิดพลาดที่กล่าวถึงนี้อาจเกิดขึ้นได้ตลอดช่วงระยะเวลาวงจรชีวิตของสินค้า (Product Life Cycle) เริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จนถึงการใช้งานของผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์ เช่น การออกแบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การปฏิบัติงานของคนงาน กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ และการบำรุงรักษา เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งสรุปปัจจัยที่มีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์จากส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งพิจารณาแล้วพบว่ามาจากการทดสอบซ้ำเป็นปกติ (Retest OK) มากที่สุด แต่ก็พบว่าปัจจัยในแต่ละด้านมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสรุปได้ว่าทุกปัจจัยมีผลต่อความน่าเชื่อถือในระดับเดียวกัน

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือ (Reliability)

Factor	Failure Percentage
Maintenance shop	17
Hardware Reliability	16
Retest OK	28
Design	21
Quality	18

ที่มา: Dylis (1999)

1. ประเภทของความผิดพลาด (Failure Types)

1.1 ความผิดพลาดในช่วงเริ่มแรกของอุปกรณ์ (Early-Life) เป็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตหรือประกอบ โดยความผิดพลาดในช่วงแรกของอุปกรณ์มักจะแสดงอัตราความผิดพลาดที่สูง ซึ่งอัตราความผิดพลาดนี้จะลดลงเมื่อจำนวนหน่วยของความผิดพลาดถูกกำจัดออก ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเริ่มแรกของอุปกรณ์ มักจะเป็นผลมาจากหลายสาเหตุ

1.1.1 กระบวนการผลิตที่ไม่มีการควบคุมคุณภาพที่เพียงพอ

1.1.2 ส่วนประกอบและระบบการทดสอบสมบัติที่ไม่เพียงพอ

1.1.3 การออกแบบชิ้นส่วนและระบบที่ไม่เหมาะสม

1.1.4 การจัดการและบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

1.1.5 ขั้นตอนการติดตั้ง การบฏิบัติงาน หรือการตั้งค่าที่ไม่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.6 การทดสอบที่ไม่สมบูรณ์และครอบคลุมในทุกกรณีที่มีโอกาสเกิดความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์

ความผิดพลาดในช่วงเริ่มแรกของอุปกรณ์ สามารถจะลดลงได้โดยการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต การวิเคราะห์ความผิดพลาดในช่วงนี้เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะระบุถึงปัญหาและแก้ไขสาเหตุของปัญหาเพื่อให้สามารถกำจัดได้ก่อนที่จะนำอุปกรณ์ไปใช้งาน

1.2 ความผิดพลาดในช่วงการนำอุปกรณ์ใช้งาน (Event-Related) เป็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการใช้งานในลักษณะต่างๆ ซึ่งมีอัตราความผิดพลาดค่อนข้างไม่บ่อยนักและไม่แน่นอน เนื่องจากความแตกต่างกันระหว่างชนิดของฮาร์ดแวร์และส่วนประกอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบที่การใช้งานที่แตกต่างกันของอุปกรณ์นั้นๆ โดยที่ความผิดพลาดเหล่านี้อาจเป็นผลจากองค์ประกอบหรือข้อบกพร่องของการออกแบบระบบ ซึ่งอาจจะเกิดจากผู้ใช้เองหรือการบำรุงรักษาที่บกพร่อง สาเหตุของความผิดพลาดในช่วงการนำอุปกรณ์ใช้งาน รวมถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้

1.2.1 ความไม่เพียงพอของส่วนประกอบหรือการออกแบบของระบบ

1.2.2 โปรแกรมประยุกต์ที่ผิด

1.2.3 องค์ประกอบที่แฝงและข้อบกพร่องของระบบ

1.2.4 อัตราไฟฟ้าที่เกินขอบเขตการออกแบบ

1.2.5 ความร้อนหรือข้อจำกัดทางกายภาพ

1.3 ความผิดพลาดเมื่อมีการใช้งาน (Wear Out) ข้อบกพร่องจากการใช้งานอุปกรณ์เป็นเวลานานจนเพียงพอที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ทั้งนี้ก็เนื่องจากความเสื่อมของอุปกรณ์นั้นๆ โดยที่อัตราความผิดพลาดในระยะ wear out จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากการเสื่อมสภาพของของอุปกรณ์จากการดำเนินงานและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมซึ่งการเสื่อมสภาพนี้อาจเป็นผลมาจากปรากฏการณ์ทางกายภาพและทางเคมีต่างๆที่รวมถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.1 การกัดกร่อนการเกิดออกซิเดชัน

1.3.2 การสลายของฉนวนกันความร้อน

1.3.3 การหดตัวหรือแตกของวัสดุพลาสติก

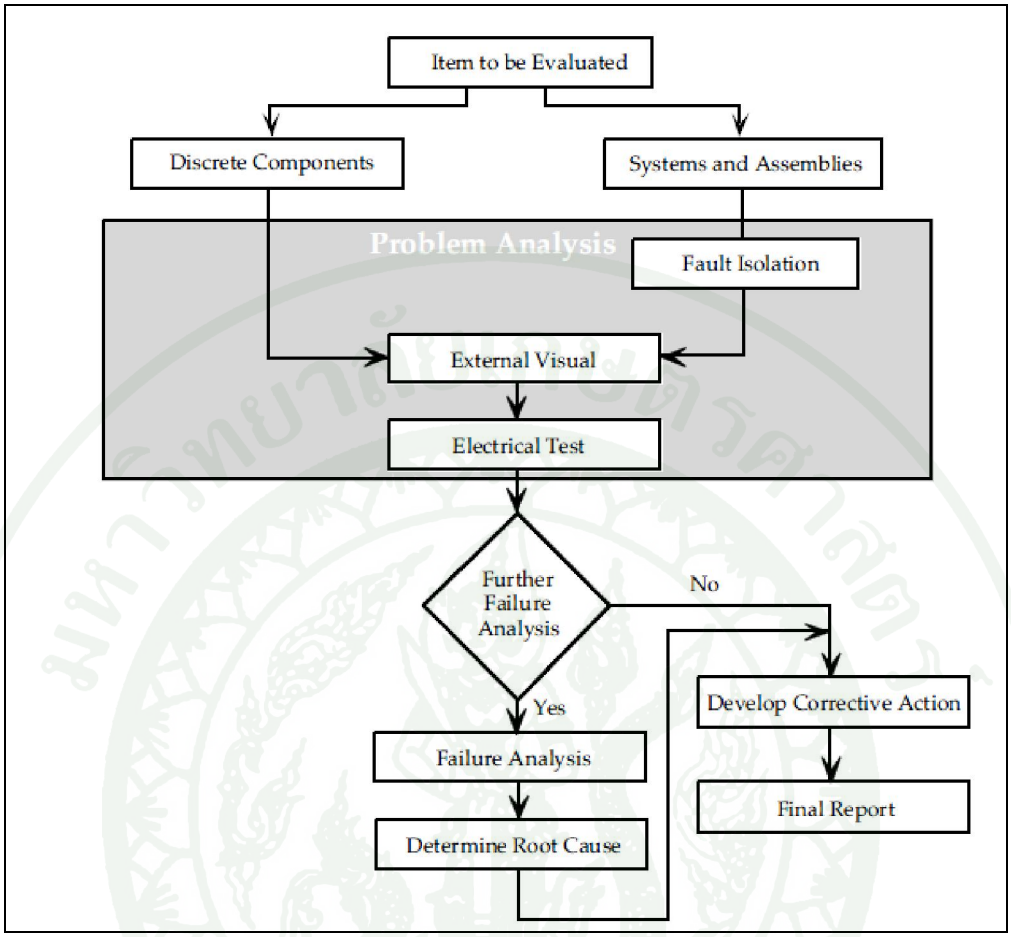
1.3.4 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุโลหะ

ความผิดพลาดในช่วง Wearout อาจจะลดลงหรือตัดออกได้ผ่านกระบวนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและโดยการออกแบบเพื่อยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วน

2. การพิจารณาสาเหตุของความผิดพลาดอิเล็กทรอนิกส์ (Determining the Cause of Electronic Failures)

แนวทางในการดำเนินการเพื่อหาสาเหตุของความผิดพลาดอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นอยู่กับประเภทของอุปกรณ์ที่ทำการวิเคราะห์ เช่น เครื่องจ่ายไฟ แผงวงจรไฟฟ้า โมดูลหรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เป็นต้น ขั้นตอนการดำเนินงานในการวิเคราะห์ปัญหาอิเล็กทรอนิกส์ที่แสดงในภาพที่ 2 เป็นกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือใช้กับแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูป ซึ่งการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวเป็นการตรวจสอบภาพจากภายนอก (External Visual Examination) และการตรวจสอบการทดสอบไฟฟ้า (Electrical Test Verification)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความผิดพลาดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูป

ที่มา: Dylis (1999)

การวิเคราะห์ความผิดพลาดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูปเป็นขั้นตอนที่ซับซ้อนอย่างมากและจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ความผิดพลาดที่จะต้องแยกปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นอันดับแรก ซึ่งการแยกปัญหานี้มักจะรวมถึงการทบทวนและการประเมินผลกระบวนการผลิตและกระบวนการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ การวิเคราะห์เทคนิคการติดตั้งของส่วนประกอบและการเชื่อมต่อต่างๆ โดยปกติแล้วการทดสอบอุปกรณ์ในชั้นแผงวงจรไฟฟ้าจะเป็นขั้นตอนแรกที่นำมาใช้เพื่อระบุลักษณะของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น นักวิเคราะห์จะต้องมีการทำงานร่วมกับผู้ผลิตอุปกรณ์ดั้งเดิม (OEM) เนื่องจากเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อการวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาให้ได้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

3. การระบุลักษณะความผิดพลาด (Failure Identification)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสำรวจพบว่ามากกว่าร้อยละ 60 ที่มีการระบุความผิดพลาดในขั้นตอนการใช้งาน แต่ไม่ได้มีการระบุลักษณะความผิดพลาดไว้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วพบว่าเป็นเพียงการแจ้งให้นักวิเคราะห์ทราบว่า อุปกรณ์มีการทำงานที่ผิดพลาดเท่านั้น ดังนั้นขั้นตอนของการระบุลักษณะความผิดพลาดจึงเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาด เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลสำหรับการกำหนดวิธีตรวจสอบที่จะนำมาใช้ ถ้าหากการระบุความผิดพลาดไม่ถูกต้องตั้งแต่ต้น ก็จะส่งผลให้การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องไปด้วย ทั้งนี้ความผิดพลาดในแต่ละแบบต่างก็มีวิธีการระบุลักษณะความผิดพลาดที่เหมาะสมของแต่ละกลไกความผิดพลาดนั้นๆ โดยทั่วไปแล้วการระบุลักษณะความผิดพลาดสามารถแยกเป็นขั้นตอนต่างๆ คือ

3.1 การระบุความเป็นมาของอุปกรณ์ เป็นการทบทวนความเป็นมา 3 ส่วนคือ

3.1.1 ประวัติของการใช้งานของอุปกรณ์ เพื่อตรวจสอบสถานการณ์การใช้งาน สภาพแวดล้อมในขณะใช้งานของอุปกรณ์ที่มีความผิดพลาด

3.1.2 ประวัติความผิดพลาดของตัวอุปกรณ์

3.1.3 ประวัติการผลิตและประกอบตัวอุปกรณ์ เพื่อทบทวนพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วค้นหาความเปลี่ยนแปลงและความแตกต่างในการผลิตและประกอบเมื่อเปรียบเทียบกับครั้งอื่นๆ

3.2 การตรวจสอบภาพจากภายนอก เป็นการตรวจสอบภาพภายนอกของตัวอุปกรณ์ที่ถูกระบุว่ามีความผิดพลาด โดยการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดมาตรฐานและสมบัติของตัวอุปกรณ์

3.3 การทดสอบการทำงาน คือการทดสอบความสามารถในการทำงานของตัวอุปกรณ์ทั้งในสภาวะปกติและการจำลองการทดสอบในสภาวะต่างๆ ทั้งนี้ควรเป็นการทดสอบแบบอัตโนมัติถ้าเป็นไปได้ เพื่อเป็นการลดตัวแปรที่อาจจะเกิดขึ้นจากตัวผู้ทำการทดสอบ

3.4 การตรวจสอบโครงสร้างภายในของอุปกรณ์ เพื่อดูความผิดปกติภายในตัวอุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์หาความผิดพลาดในเชิงโครงสร้างต่อไป

4. การป้องกันและการกำจัดความผิดพลาด (Failure Prevention and Elimination)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อให้การระบุแหล่งที่มาของปัญหาที่เกิดขึ้น มีความถูกต้องและสร้างความมั่นใจว่าความผิดพลาดนั้นจะถูกกำจัดไปและไม่เกิดขึ้นอีก การวิเคราะห์เพื่อระบุความผิดพลาดสามารถที่จะเพิ่มเติมข้อมูลต่างๆ เพื่อให้คลอบคลุมไปถึงการป้องกันความผิดพลาด การวิเคราะห์สาเหตุราก การแนะนำให้นำไปใช้อย่างถูกต้อง รวมทั้งการระบุให้ทราบถึงความสามารถในการทำงานงานทางกายภาพของอุปกรณ์ เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบถึงความเพียงพอของกระบวนการผลิต การประกอบหรือส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ ในขั้นตอนของการออกแบบได้

5. การให้คำแนะนำสำหรับวิธีการดำเนินการให้ถูกต้อง (Recommended Corrective Actions)

นักวิเคราะห์ความผิดพลาดและวิศวกรจะทำการระบุสาเหตุรากสำหรับส่วนประกอบที่สำคัญและข้อบกพร่องของระบบ ซึ่งสิ่งที่ค้นพบอาจเป็นหลักฐานของการปล่อยไฟฟ้าสถิต (ESD) โปรแกรมจัดการ การบำรุงรักษา หรือการเคลื่อนย้าย การให้คำแนะนำสำหรับวิธีการดำเนินการให้ถูกต้อง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องระบุไว้ เพื่อกำจัดปัญหาเหล่านี้ออกไป ถ้าหากมีการระบุวิธีการดำเนินการให้ถูกต้องตั้งแต่ขั้นตอนในช่วงเริ่มแรกของอุปกรณ์ จะทำให้ระดับความเสียหายและค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเมื่ออยู่ในขั้นตอนของการใช้งานตัวอุปกรณ์แล้วลดลงได้

6. รายงานของการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Failure Analysis Report)

การเขียนรายงานของผลลัพท์จากการวิเคราะห์ความผิดพลาดเป็นการสรุปเอกสารต่างๆ สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ให้ถูกบันทึกไว้เพื่อใช้ในการทบทวนและติดตามประวัติของความผิดพลาดที่ถูกวิเคราะห์และยังเป็นการตรวจสอบวิธีการดำเนินการให้ถูกต้องอีกด้วย ในรายงานจะประกอบด้วย ลักษณะของปัญหา ข้อมูล ผลของการทดสอบความผิดพลาด สิ่งอ้างอิงของรายงานการทดสอบต่างๆและแหล่งที่มาของเอกสาร คำแนะนำสำหรับวิธีการดำเนินการให้ถูกต้อง รวมทั้งค่าใช้จ่ายและผลที่จะได้รับจากการนำคำแนะนำไปปฏิบัติ

ในรายงานควรมีการสรุปใจความสั้นๆ แต่มีข้อมูลสนับสนุนจากการทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์ รูปภาพประกอบ และวิธีปฏิบัติที่ถูกนำมาใช้เพื่อระบุให้เห็นกลไกของความผิดพลาดได้อย่างชัดเจน การนำเสนอรายงานในรูปแบบแยกเป็นหัวข้อ เพื่อทำให้เห็นข้อสรุปได้ชัดเจนที่สุด โดยต้องมีข้อมูลดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.1 อภิปรายความเป็นมา

6.2 รายละเอียดสินค้าและกระบวนการต่างๆ

6.3 ประสิทธิภาพการวิเคราะห์

6.4 ข้อมูลที่เป็นรูปภาพ

6.5 ข้อสรุป ข้อแนะนำและสิ่งอ้างอิง

การวิเคราะห์ทางสถิติ เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคาระห์ข้อมูลเพื่อค้นหาเงื่อนไขต่างๆ ของความผิดพลาด ซึ่งจะมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์ และจำลองเวลาที่เกิดความผิดพลาด คุณลักษณะต่างๆ ของส่วนประกอบ หรือระบบ โดยส่วนมากแล้วการวิเคราะห์แบบเลขชี้กำลัง (Exponential), การแจกแจงไวบุลล์ (Weibull Distribution), การแจกแจงปรกติ (Normal distribution), การแจกแจงลอกนอร์มอล (Lognormal distribution), การแจกแจงแกมมา (Gamma distribution) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ได้

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert systems)

ผู้เชี่ยวชาญเป็นบุคคลที่ให้คำปรึกษาหรือคำแนะนำแก่ผู้ร้องขอ ที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญจึงเป็นการให้คำปรึกษาแก่ผู้ร้องขอในสาขานั้นๆ อย่างเป็นระบบ ซึ่งโดยทั่วไปคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมเอาความรู้ ความชำนาญและวิธีคิดที่เป็นเหตุเป็นผลของมนุษย์นำมาสร้างเป็นฐานความรู้ (Knowledge Base) โดยทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ บอกวิธีการแก้ไขปัญหาในเรื่องต่าง ๆ

ระบบผู้เชี่ยวชาญจะใช้ความรู้และการสรุปเหตุผลเชิงอนุมาน (Inference) ในการแก้ปัญหายากๆ ที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของระบบผู้เชี่ยวชาญ ก็คือการช่วยในการตัดสินใจ การให้ความรู้ คำแนะนำ หรือคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

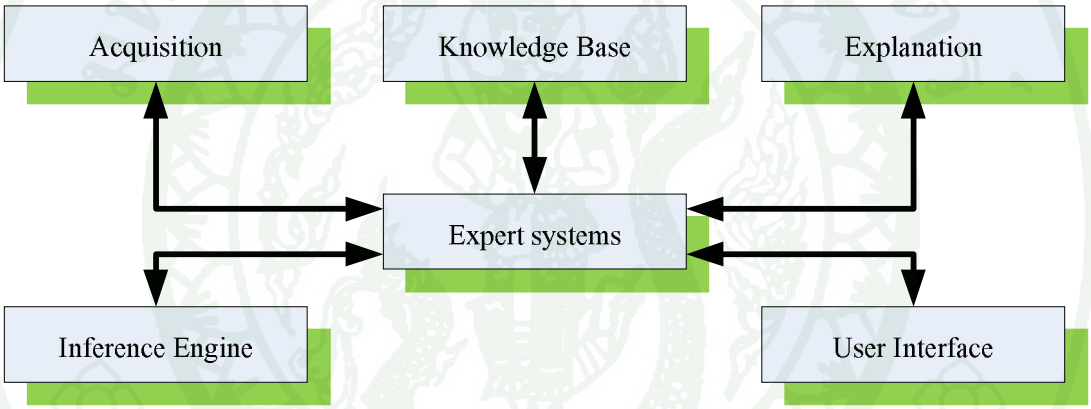
ระบบผู้เชี่ยวชาญจะเป็นระบบโต้ตอบ ตอบสนองคำถาม ให้คำแนะนำและช่วยในการตัดสินใจ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะดำเนินการเมื่อมีการป้อนข้อมูลโดยผู้ใช้ในลักษณะการถามตอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และประมวลผลคำตอบจากที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป เพื่อหาข้อสรุปหรือคำแนะนำที่ต้องการ ซึ่งเหมือนกับผู้ใช้สามารถติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นได้โดยตรง

1. องค์ประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและไม่มีโครงสร้าง เนื่องจากปัญหาในลักษณะนี้ จะไม่สามารถตัดสินใจด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีส่วนประกอบที่แตกต่างจากระบบสารสนเทศปกติ โดยระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 5 ประการ (Stairs and Reynolds, 2010) ซึ่งแสดงในภาพที่ 3 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 องค์ประกอบในระบบผู้เชี่ยวชาญ

ที่มา: Stairs and Reynolds (2010)

1.1 ฐานความรู้ (Knowledge Base) เป็นส่วนที่เก็บความรู้ทั้งหมดของผู้เชี่ยวชาญที่รวบรวมจากการศึกษาและจากประสบการณ์ โดยมีการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล (Data Structure) ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ฐานความรู้จะรวบรวมตรรกะ (Logic) ในการปฏิบัติงาน เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องทำการประมวลความรู้ในหลายรูปแบบ

การนำเสนอความรู้ (Knowledge Representation) ปัจจุบันจะมีการนำเสนอความรู้ในลักษณะ ถ้า…และ…ดังนั้น… (If...And...Then…) หรือการกำหนดกรอบอ้างอิงของการดำเนินงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Frame) โดยกรอบการดำเนินงานจะทำหน้าที่รวบรวมสารสนเทศเกี่ยวกับงานที่ต้องการเข้ามาอยู่ร่วมกันภายใต้ขอบเขตที่กำหนดเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

1.2 เครื่องอนุมาน (Inference Engine) เป็นส่วนควบคุมการใช้ความรู้ในฐานความรู้ เพื่อวิเคราะห์ให้เหตุผลและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2.1 การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference) เริ่มการตรวจสอบข้อมูลกับกฎที่มีอยู่ในระบบ จนกว่าจะสามารถหากฎเกณฑ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์แล้วจึงดำเนินงานตามเหมาะสม

1.2.2 การอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining Inference) เริ่มต้นจากเป้าหมาย (Goals) ที่ต้องการแล้วดำเนินการย้อนกลับเพื่อหาสาเหตุ การอนุมานในลักษณะนี้มักนำมาใช้ในการพัฒนาระบบความฉลาดให้มีความเข้าใจและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ระบบสามารถทำการอนุมานหาข้อสรุปของปัญหาที่เกิดขึ้นในอนาคต

1.3 ส่วนดึงความรู้ (Knowledge Acquisition Subsystem) เป็นส่วนที่ดึงความรู้จากเอกสาร ฐานข้อมูล และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพัฒนาให้ความรู้ที่ได้มาให้อยู่ในภาพที่เข้ากันได้กับโครงสร้างของฐานความรู้ เพื่อที่จะได้สามารถบรรจุความรู้ที่ได้มาลงในฐานความรู้ได้

1.4 ส่วนอธิบาย (Explanation Subsystem) เป็นส่วนที่อธิบายถึงรายละเอียดของข้อสรุปหรือคำตอบที่ได้มาเพื่อแนะนำหรือชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งต้องง่ายต่อการเข้าใจสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ

1.5 การติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เป็นส่วนที่ผู้ใช้ ใช้ติดต่อกับระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการใช้งาน ทำให้ผู้ใช้เกิดความพอใจและสามารถใช้ระบบจนเกิดความชำนาญ ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ

2. เทคนิคการสรุปความ (Inference Techniques)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสรุปความหรือการอนุมาน หมายถึงความสามารถในการนำองค์ความรู้ที่ได้จากแหล่งฐานองค์ความรู้ (Knowledge Base) หรือแหล่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสรุปความ ในเชิงเหตุและผล ทั้งนี้ในการสรุปความนั้นจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กลไกการอนุมานหรือ กลไลการสรุปความ (Inference Engine) ซึ่งมีรูปแบบของวิธีการที่แตกต่างกันไปตามแต่ความเหมาะสมในการเลือกมาใช้งานประกอบด้วย

2.1 การสรุปความโดยการให้เหตุผลด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Reasoning in AI) เป็นกลไกของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเลียนแบบความคิดมนุษย์ เช่น การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การเรียนรู้ (Bellman, 1978)

2.2 การสรุปความโดยใช้กฎ (Inference Using Rules) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งถูกพัฒนาออกมาในลักษณะ ถ้า…และ…ดังนั้น

2.3 การสรุปความโดยใช้กรอบ (Inference Using Frame) เป็นเครื่องมือ ที่ใช้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโดยอาศัยวิธีการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) โดยกรอบการดำเนินงานจะทำหน้าที่รวบรวมสารสนเทศเกี่ยวกับงานที่ต้องการเข้ามาอยู่ร่วมกันภายใต้ขอบเขตที่กำหนด

2.4 การสรุปความโดยการให้เหตุผลด้วยแบบจำลอง (Model-Based Reasoning) เป็นการอาศัยการจำลองโครงสร้างและฟังก์ชันงานของระบบที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาคำนวณค่าที่ได้แล้วมาทำการเปรียบเทียบกัน

2.5 การสรุปความโดยการให้เหตุผลด้วยกรณีศึกษา (Case-Based Reasoning) เป็นการนำความรู้ที่ได้จากกรณีเดิมมาปรับใช้กับกรณีใหม่ที่เกิดขึ้น

2.6 การสรุปความแบบผสมผสาน (Hybrid Systems) เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโดยอาศัยหลักการที่ใช้มากกว่าหนึ่งหลักการ เช่น ใช้ รูปแบบของกฎร่วมกับรูปแบบของกรอบมาประยุกต์ใช้

3. ประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ (มหาวิทยาลัยนอร์ท – เชียงใหม่, ม.ป.ป.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญก่อให้เกิดประโยชน์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นประสิทธิภาพและหรือประสิทธิผลซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ด้านการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าวิธีการปกติ

3.2 ลดต้นทุนในระยะยาวหากคิดต้นทุนในการจัดทำระบบผู้เชี่ยวชาญต่อจำนวนผู้ใช้งาน

3.3 เป็นคลังองค์ความรู้ เนื่องจากเป็นการนำองค์ความรู้จากแหล่งต่างๆ มาบันทึกและจัดเก็บไว้ภายในระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.4 เป็นเครื่องมือที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับความรู้หรือความชำนาญแก่ผู้ใช้โดยทั่วไป

3.5 การให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เชี่ยวชาญ ในการศึกษาสถานการณ์โดยการรวบรวมสารสนเทศ การสังเกตหรือประเมินสถานการณ์ รวมทั้งการแนะนำในการจัดการ

3.6 ทดแทนผู้เชี่ยวชาญ โดยการใช้ฐานความรู้และความสามารถในการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานการณ์ในกรณีที่ไม่สามารถหาผู้เชี่ยวชาญได้ เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญ (Human Expert) แต่ละสาขาหายาก และลงทุนสูง ตำแหน่งเหล่านี้ต้องอาศัยความสามารถในด้านการตัดสินใจ การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญและระบบสามารถให้คำแนะนำได้เที่ยงตรงและคงที่ทุกครั้งในการตัดสินใจ

นอกจากนี้ประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญค่อนข้างที่จะแตกต่างจากระบบสารสนเทศอื่น ๆ คือ (พัชรณัฐ, ม.ป.ป.)

3.7 ความรู้เฉพาะด้านของมนุษย์เป็นผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำมาสร้างเก็บไว้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.8 ระบบผู้เชี่ยวชาญ 1 ระบบ สามารถกระจายออกไปและใครก็ได้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเฉพาะอย่างนั้นสามารถนำไปใช้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.9 ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถรวบรวมความรู้จากผู้เชียวชาญไว้ได้ตลอด โดยสามารถถ่ายทอดความรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาใช้ประโยชน์ได้โดยทันที หรือสามารถเอาไปใช้ได้ในที่ ๆ ขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ ช่วยลดการพึ่งพาบุคคลใดบุคคลหนึ่งลง

3.10 ระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถทำเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกหัดและแบบทดสอบสำหรับการตัดสินใจ

4. ข้อจำกัดของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Haag et al., 2000)

แม้ว่าระบบผู้เชี่ยวชาญ จะมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน แต่การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำมาใช้กับงานด้านใด ด้านหนึ่งก็ยังมีข้อจำกัด ซึ่งทำให้ไม่สามารถพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญได้อย่างง่ายดาย คือ

4.1 การนำความรู้ ความเชี่ยวชาญมาใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ ทำได้ยากเนื่องจากผู้เชี่ยวชาญอาจไม่สามารถอธิบายได้ว่าตนเองรู้อะไรบ้าง และบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของความรู้ได้อย่างชัดเจน

4.2 กระบวนการในการสร้างกฎเกณฑ์อาจจะมีความสลับซับซ้อนมากเกินไป จนไม่สามารถเสนอแนะคำตอบได้อย่างแน่ชัด

4.3 การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ จะใช้แก้ปัญหาที่ได้รับการออกแบบและใส่ข้อมูลในโปรแกรมแล้วเท่านั้น ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญ จึงไม่สามารถจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ และไม่สามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ผ่านมาและไม่สามารถใช้ความเชี่ยวชาญที่มีอยู่เพื่อจัดการกับปัญหาใหม่ๆ ได้

4.4 ระบบผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถจัดการกับความรู้ที่ไม่แน่นอนได้

4.5 ระบบผู้เชี่ยวชาญไม่มีวิจารณญาณในการเสนอแนะ ดังนั้นในบางกรณีอาจจะนำไปสู่อันตรายได้

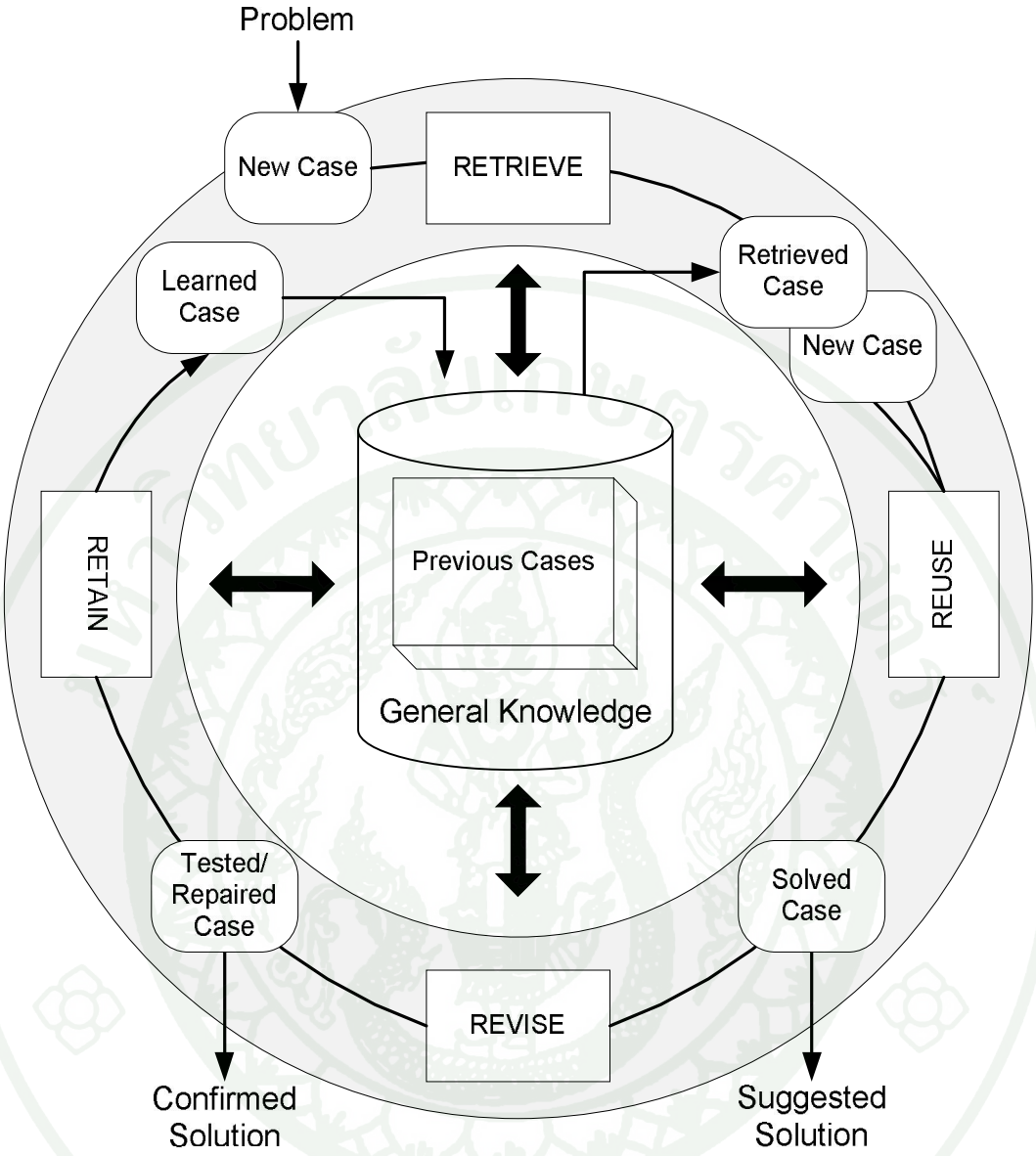
การสรุปความโดยการให้เหตุผลด้วยกรณีศึกษา (Case-Based Reasoning)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การให้เหตุผลโดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Reasoning หรือ CBR) เป็นเทคนิคการแก้ปัญหาที่ได้รับความสนใจและได้นำมาใช้เป็นเทคนิคในการพัฒนาระบบเป็นอย่างมากในสหรัฐอเมริกานับตั้งแต่ปี 1980 (Watson and Marrir, 1994) ซึ่งเป็นเทคนิคของการแก้ปัญหาโดยการนำวิธีการแก้ปัญหาเดิมมาทำการดัดแปลงเพื่อใช้แก้ปัญหาใหม่ (Riesbeck and Schank, 1989) โดยมีกลไกการค้นหาความสัมพันธ์ของกรณีเดิมและกรณีใหม่คือ นำปัญหาที่ใช้เป็นปัจจัยนำเข้ามากำหนดคุณลักษณะบางประการ การเรียกใช้กรณีที่กำหนดคุณลักษณะไว้แล้วจากหน่วยความจำและการเลือกใช้กรณีหรืออาจทำการจับคู่เทียบก่อนที่จะเลือกใช้กรณีที่เหมาะสม

กรณี (Case) หมายถึงสถานการณ์ของปัญหาหรือสถานการณ์ของประสบการณ์ก่อนหน้าซึ่งได้รับการจับ (Captured) และเรียนรู้ (Learned) ในทางที่จะสามารถนำมากลับมาใช้ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาในอนาคต ซึ่งสามารถเรียกสถานการณ์นี้ได้หลายรูปแบบเช่น กรณีที่ผ่านมา กรณีในอดีต กรณีที่เก็บไว้ หรือกรณีที่รักษาไว้ ในขณะที่กรณีใหม่หรือกรณีที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขหมายถึงปัญหาใหม่ที่ต้องการการแก้ไข (Aamodt and Plaza, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 วงจรการให้เหตุผลด้วยกรณีศึกษา (CBR)

ที่มา: Aamodt and Plaza (1994)

CBR เป็นผลของการบูรณาการวงจรการแก้ปัญหาจากการเรียนรู้ของกรณีเดิม และแก้ไขปัญหาของกรณีใหม่สามารถอธิบายเป็นวงจรของ CBR ได้ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งมีกระบวนการที่สำคัญ 4 กระบวนการ (Aamodt and Plaza, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การเรียกคืนวิธีการแก้ปัญหาของกรณีเดิมที่ใกล้เคียงที่สุด (Retrieve)

2. การนำวิธีการแก้ปัญหาของกรณีเดิมกลับมาใช้กับกรณีใหม่ (Reuse)

3. การปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาสำหรับกรณีใหม่ (Revise)

4. การจัดเก็บวิธีการแก้ปัญหาของกรณีใหม่ (Retain)

กระบวนการทำงานของทั้ง 4 ขั้นตอนมีความสอดคล้องกันเริ่มจากเปรียบเทียบความใกล้เคียงกันของกรณีใหม่และกรณีเดิมในฐานกรณีแล้วเลือกเอากรณีที่มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด หลังจากนั้นจะนำเอาเอาวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับการปรับปรุงแล้วจัดเก็บไว้ในฐานความรู้

ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญของระบบ CBR คือการใช้กลไกเพื่อเรียกใช้ (Retrive) กรณีเดิมโดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับกรณีใหม่ ผ่านการวิเคราะห์เพื่อระบุความคล้ายกันของกรณีใหม่และกรณีเดิม ซึ่งวิธีการที่เป็นพื้นฐานและถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางและบ่อยที่สุดในเครื่องมือของ CBR คือเทคนิค Nearest Neighbour (Watson, 1997) ซึ่งเทคนิคที่มีอัลกอริทึมในการค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดจากเพื่อนบ้านทั้งหมด เมื่อนำมาใช้ในระบบ CBR จึงมีทำงานในการค้นหาความคล้ายคลึงกันของกรณีปัญหาใหม่กับกรณีในห้องสมุดกรณีจากการเปรียบเทียบกันของคุณลักษณะ (Attribute) ที่ถูกกำหนดไว้ของแต่ละกรณี วิธีนี้อาจจะคูณด้วยปัจจัยถ่วงหรือน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละคุณลักษณะแล้วนำผลรวมของความคล้ายคลึงกันของคุณลักษณะทั้งหมดมาเป็นตัวชี้วัดของความคล้ายคลึงกันของกรณีที่อยู่ในห้องสมุดกรณีกับกรณีใหม่ โดยวิธีการคำนวณนี้สามารถอธิบายได้ดังสมการที่ 1

$$\text{Similarity}(T,S) = \sum_{i=1}^{n} \int (T_i, S_i) * w_i \qquad (1)$$

โดยกำหนดให้ T คือกรณีใหม่ S คือกรณีเดิม n คือ จำนวนของคุณลักษณะทั้งหมดที่กำหนดไว้ของแต่ละกรณี, i คือ คุณลักษณะที่พิจารณาเริ่มจากคุณลักษณะที่ 1 ถึง n $\int$ คือ ฟังก์ชันของการคำนวณความคล้ายของแต่ละคุณลักษณะ และ w คือ ค่าความสำคัญหรือน้ำหนักถ่วงของคุณลักษณะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณนี้จะถูกทำซ้ำสำหรับกรณีเดิมทุกกรณีในห้องสมุดกรณีเพื่อจัดลำดับความคล้ายกับกรณีใหม่ของแต่ละกรณี ความคล้ายคลึงกันจะปกติมักจะอยู่ในช่วงของ 0 ถึง 1 ซึ่ง 0 คือแตกต่างกันโดยสิ้นเชิงและ 1 คือมีความเหมือนกันทุกประการหรือวัดความคล้ายคลึงเป็นอัตราส่วนร้อยละที่ 100% คือมีความเหมือนกันทุกประการ โดยที่ระบบเทคนิค Nearest Neighbour นี้สามารถอธิบายเพิ่มเติมเพื่อเป็นตัวอย่างได้ดีที่สุดในระบบของ Wayland (Price and Pegler, 1995)

การจัดการความรู้ (Knowledge Management)

การจัดการความรู้ เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในองค์กรต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างน้อย 4 ประการไปพร้อม ๆ กัน ได้แก่ การบรรลุเป้าหมายของงาน การบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาคน บรรลุเป้าหมายการพัฒนาทีมงาน และการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาองค์กร เพื่อพัฒนาองค์กรไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม, มปป.)

สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (2548) ได้ให้ความหมายของการจัดการความรู้ หรือเรียกย่อๆ ว่า KM (Knowledge Management) ว่าเป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในองค์กร ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสารมาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์การสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันส่งผลให้องค์กรมีความสามารถในเชิงแข่งขันสูงสุด

การจัดการความรู้ (Knowledge Management) เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่จะช่วยให้มีการสร้าง รวบรวม จัดระบบ เผยแพร่ ถ่ายโอน แลกเปลี่ยนความรู้ที่มีอยู่ในองค์กรเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งต่อบุคคลและองค์กร โดยสามารถใช้ระบบสารสนเทศเป็นเครื่องมือช่วยให้มีการจัดการความรู้ได้ง่ายและสะดวกขึ้น ส่งผลให้การปฏิบัติงานของคนในองค์กรมีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

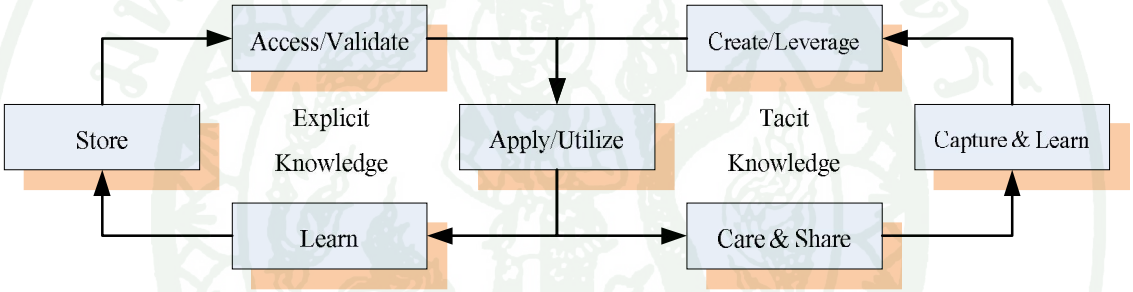
1. ประเภทของความรู้ที่นำมาจัดการ

1.1 ความรู้เด่นชัด (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่อยู่ในรูปแบบที่เป็นเอกสาร คู่มือการปฏิบัติงาน หรือสื่ออื่น ๆ ที่สามารถศึกษา จับต้องได้ การจัดการความรู้เด่นชัด (Explicit Knowledge Management) เน้นการเข้าถึงแหล่งความรู้และการนำไปปรับใช้ แล้วเกิดการเรียนรู้ ทำให้เกิดความรู้ใหม่ จากนั้นนำมาสรุปไว้เพื่อใช้อ้างอิง หรือให้ผู้อื่นได้ใช้ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความรู้ซ่อนเร้น (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่แฝงอยู่ในตัวคน เป็นประสบการณ์ที่สั่งสมมาเป็นเวลานาน เป็นภูมิปัญญาของแต่ละคน การจัดการความรู้ซ่อนเร้น (Tacit Knowledge Management) เน้นการจัดเวทีเพื่อให้ผู้ปฏิบัติ มีการแบ่งปันความรู้ที่มีอยู่ในตัวของผู้ปฏิบัติ แล้วทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ ที่แต่ละคนสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ต่อไป

การจัดการความรู้ทั้ง 2 ประเภทคือ ความรู้เด่นชัดและความรู้ซ่อนเร้น ต่างมีวิธีจัดการสำหรับการรวบรวมความรู้และเข้าถึงความรู้ที่แตกต่างกัน แต่ก็มีส่วนที่เกี่ยวเนื่องกันระหว่างการจัดการความรู้ทั้ง 2 แบบคือการนำไปปรับใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดขององค์กรดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของการจัดการความรู้เด่นชัดและความรู้ซ่อนเร้น

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม (มปป.)

2.ระดับของความรู้

2.1 ความรู้เชิงทฤษฎี (Know-What) เป็นความรู้เชิงข้อเท็จจริง จะพบในผู้ที่สำเร็จการศึกษามาใหม่ๆ ที่มีความรู้โดยเฉพาะความรู้ที่จำมาได้จากความรู้ชัดแจ้งซึ่งได้จากการเรียน

2.2 ความรู้เชิงทฤษฎีและเชิงบริบท (Know-How) เป็นความรู้เชื่อมโยงกับความเป็นจริงภายใต้สภาพความเป็นจริงที่ซับซ้อนสามารถนำเอาความรู้ชัดแจ้งที่ได้มาประยุกต์ใช้ตามบริบทของตนเองได้ มักพบในคนที่ทำงานไปหลายๆปี จนเกิดความรู้ฝังลึกที่เป็นทักษะหรือประสบการณ์มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ความรู้ในระดับที่อธิบายเหตุผล (Know-Why) เป็นความรู้เชิงเหตุผลระหว่างเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ผลของประสบการณ์แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และนำประสบการณ์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น เป็นผู้ทำงานมาระยะหนึ่งแล้วเกิดความรู้ฝังลึก สามารถอดความรู้ฝังลึกของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นหรือถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้พร้อมทั้งรับเอาความรู้จากผู้อื่นไปปรับใช้ในบริบทของตนเอง

2.4 ความรู้ในระดับคุณค่าและความเชื่อ (Care-Why) เป็นความรู้ในลักษณะของความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ที่ขับดันมาจากภายในตนเองจะเป็นผู้ที่สามารถสกัด ประมวล วิเคราะห์ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ กับความรู้ที่ตนเองได้รับมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ เช่น สร้างตัวแบบหรือทฤษฎีใหม่หรือนวัตกรรม ขึ้นมาใช้ในการทำงานได้

3. ขั้นตอนของการจัดการความรู้

3.1 การกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้ (Knowledge Identification)

3.2 การแสวงหาความรู้ (Knowledge Acquisition)

3.3 การสร้างความรู้ (Knowledge Creation)

3.4 การจัดเก็บและสืบค้นความรู้ (Knowledge Storage & Retrieval)

3.5 การถ่ายโอนความรู้และใช้ประโยชน์ (Knowledge Transfer & Utilization)

4. เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกับการจัดการความรู้

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and communication Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการนำระบบคอมพิวเตอร์ ระบบสื่อสารโทรคมนาคม และความรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง มาผนวกเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในกระบวนการจัดหา จัดเก็บ สร้างและเผยแพร่สารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นอาจกล่าวได้ว่าประกอบขึ้นจากเทคโนโลยีสองสาขาหลักคือ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาเหตุของความจำเป็นในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการความรู้มี 3 ประเด็น (พรรณี, 2552) คือ

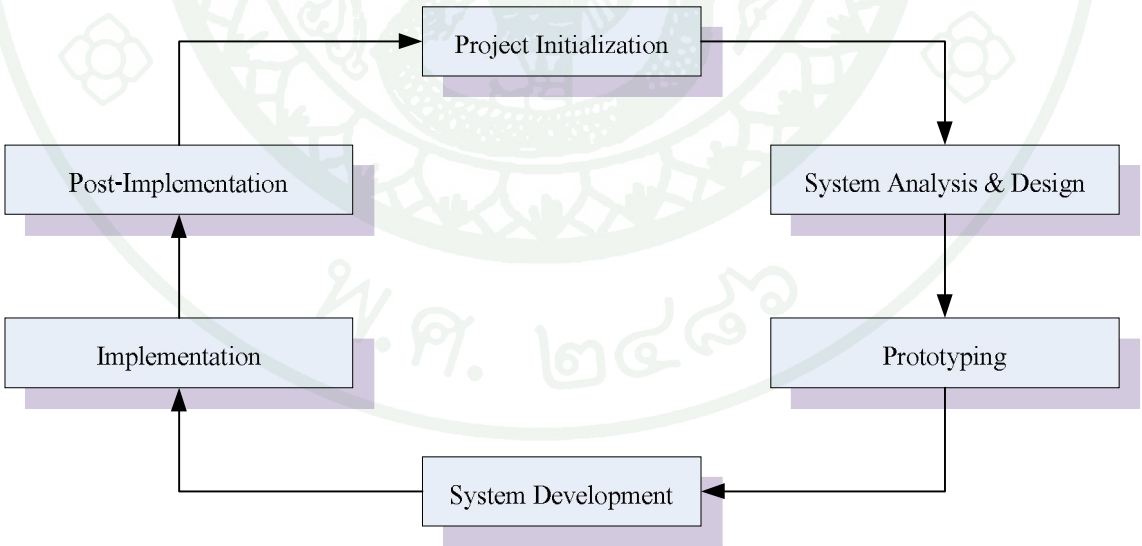
4.1 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการบริหารและการปฏิบัติงาน

4.2 การเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี

4.3 การปรับองค์กรและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

เทคนิคและวิธีการสำหรับงานวิจัย

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่มีความละเอียดอ่อนและซับซ้อน ซึ่งผู้พัฒนาระบบต้องใช้ความรู้ ทักษะ ความสามารถ ความเข้าใจและประสบการณ์อย่างสูง ตลอดจนต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงในการดำเนินงาน วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Development Life Cycle: ESDLC) จึงเป็นเทคนิคสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถแบ่งกระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 6 ขั้นตอน (Tuban, 1993) ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Development Life Cycle: ESDLC)

ที่มา: Tuban (1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวิเคราะห์ปัญหาก่อนการเริ่มโครงการ (Project Initialization)

ผู้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญจะดำเนินการพิจารณาถึงความต้องการ ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการนำระบบไปใช้งานในสถานการณ์จริง โดยทำความเข้าใจกับปัญหา จัดขั้นตอนในการแก้ปัญหา การกำหนดรูปแบบของการให้คำปรึกษา ตลอดจนรวบรวมความรู้ และความเข้าใจในสาระสำคัญที่จะนำมาประกอบการพัฒนาระบบ

2. การศึกษาความเป็นไปได้เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis & Design)

เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพื่อกำหนดแนวทางและเลือกใช้วิธีการสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไป

2.1 การเลือกอุปกรณ์

ผู้พัฒนาระบบต้องพิจารณาเลือกอุปกรณ์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งแต่ละส่วนจะมีความต้องการอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมแตกต่างกัน โดยพิจารณาความเหมาะสมของส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.1 ส่วนของการแสดงความรู้

เครื่องแสดงความรู้จะถูกออกแบบให้การแสดงความรู้นั้นง่ายและครบถ้วนตามลักษณะของงาน โดยการแสดงความรู้ที่มีประสิทธิภาพควรต้องมีลักษณะประกอบด้วย โครงสร้าง (Structure) เป็นสัดส่วน (Modularity) สะดวก (Convenience) เข้าใจง่าย (Easy to Understand) และเหมาะสม (Appropriate)

2.1.2 ส่วนของเครื่องอนุมาน

ผู้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้องคำนึงถึงวิธีการให้เหตุผล การค้นหาและตรวจสอบกฎข้อที่เหมาะสม การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การประมวลผลทางตรรกะ และการเชื่อมโยงกับชุดคำสั่งอื่นอย่างสะดวกและเหมาะสม เพื่อที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 ส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้

ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ถูกพัฒนาจะมีส่วนที่ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบได้ง่าย ระบบมีการโต้ตอบและแสดงผลที่ชัดเจนและง่ายต่อการเข้าใจและการใช้งาน ดังนั้นผู้พัฒนาระบบต้องพิจารณาในเรื่องของวิธีการโต้ตอบระหว่างระบบกับผู้ใช้ การเก็บรวบรวมความรู้ และการแสดงผลโดยรูปภาพ (Graphic)

2.1.4 ส่วนของชุดคำสั่ง

ลักษณะของชุดคำสั่งจะบ่งชี้ธรรมชาติและคุณสมบัติของระบบผู้เชี่ยวชาญว่ามีข้อดีหรือข้อจำกัดอย่างไร สิ่งสำคัญที่ผู้พัฒนาระบบจะต้องพิจารณาสำหรับการสร้างชุดคำสั่ง คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Language) ซึ่งถูกสร้างขึ้นให้มีความเหมาะสมกับงานต่างกัน โดยภาษาคอมพิวเตอร์ที่นิยมนำมาใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่เรียกว่า Expert System Shell ซึ่งเป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อไว้สำหรับสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น เช่น มีเครื่องมือช่วยในการสร้างฐานความรู้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ หรือส่วนอนุมาน เป็นต้น

2.2 การถอดความรู้

ผู้พัฒนาระบบต้องทำการสังเกต ศึกษา และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาพัฒนาเป็น ระบบผู้เชี่ยวชาญจากแหล่งอ้างอิง หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น เพื่อการกำหนดขอบเขตที่เหมาะสมของระบบ โดยที่เราเรียกกระบวนการนี้ว่า วิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) ซึ่งต้องอาศัย วิศวกรความรู้ (Knowledge Engineer)

3. การสร้างต้นแบบสำหรับศึกษาและทดลอง (Prototyping)

ผู้พัฒนา ระบบผู้เชี่ยวชาญจะนำเอาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมาประกอบการสร้างต้นแบบ (Prototype) ของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยเริ่มต้นจากการนำแนวความคิดทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ต้องการพัฒนามาจัดเรียงลำดับ เริ่มต้นจากเป้าหมาย หรือคำตอบของการประมวลผล การไหลเวียนทางตรรกะของปัญหา ขั้นตอนแสดงความรู้ การจัดลำดับของขั้นตอนที่จำเป็น พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของต้นแบบที่สร้างขึ้นว่าสามารถทำงานได้ตามที่ไว้วางแผนไว้หรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การพัฒนาระบบ (System Development)

หลังจากที่ต้นแบบได้ถูกสร้างขึ้นและสามารถผ่านการทดสอบการทำงานแล้ว เพื่อที่จะได้ระบบสามารถนำไปใช้สภาวะการณ์จริงได้ ก็จะต้องทำการขยายระบบให้ใหญ่ขึ้นจากต้นระบบ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นฐานความรู้ เป็นส่วนที่ใช้อธิบายส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้

5. การนำไปใช้งานจริง (Implementation)

เป็นขั้นตอนของการนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปใช้งานจริง ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นผ่านการทดลองและได้รับการยอมรับจากกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้งาน

6. การธำรงรักษาและการปรับปรุง (Post-Implementation)

เป็นขั้นตอนการวัดผลและประเมินประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประโยชน์ของการบำรุงรักษาและการปรับปรุงให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในอนาคตและรองรับความต้องของผู้ใช้งานให้มากที่สุด

ดังนั้นเพื่อให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็วและเป็นไปอย่างมีระบบ วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในแต่ละขั้นตอน จึงมีเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ สำหรับกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 เครื่องมือและเทคนิคสำหรับ 6 ขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนของ ESDLC	เครื่องมือและวิธีการ
1. การวิเคราะห์ปัญหาก่อนการเริ่มโครงการ	เลือกผู้เชี่ยวชาญ ระบุทรัพยากรทางเทคนิค
2. การศึกษาความเป็นไปได้เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบ	สัมภาษณ์ กรณีศึกษา การวิเคราะห์พิธีการ (Protocal) การระดมความคิด
3. การสร้างต้นแบบสำหรับศึกษาและทดลอง	กฎการผลิต วิธีแคลคูลัส ระบบเปลือก (Shell) เครือข่ายความหมาย (Semantic Network)
4. การพัฒนาระบบ	การทดสอบของทัวริง (Touring Test) การทบทวนรอบข้าง (Peer Review)
5. การนำไปใช้งานจริง	การตรวจตลอด (Walkthrough)
6. การธำรงรักษาและการปรับปรุง	ทบทวนหลังจากนำไปใช้งาน

ที่มา: Tuban (1993)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าผู้วิจัยต่างๆ ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการแก้ปัญหาของอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยการรวบรวมข้อมูลความรู้และประสบการณ์ต่างๆ มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่เป็นระบบคอมพิวเตอร์เช่น Microsoft Access แล้วใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์

เพทาย (2545) ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมจากการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวินิจฉัยอาการเสียเครื่องรับโทรทัศน์ โดยใช้ Microsoft Visual Basic 6 เป็นการให้เหตุผลและ Microsoft Access 2000 เป็นฐานความรู้ที่รวบรวมความรู้จากหนังสือและตำราการซ่อม ซึ่งฐานความรู้มีการแทนค่าความรู้แบบกฎ (If….Then….Else) การให้เหตุผลของระบบใช้แบบไปข้างหน้า (Forward Chaining) และแบบย้อนกลับ (Backward Chain) แล้วนำไปทดลองใช้กับผู้ใช้ซึ่งเป็นช่างซ่อมโทรทัศน์และผู้บุคคลทั่วไป ผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้พิจารณาเลือกใช้และวินิจฉัยอาการเสียของเครื่องรับโทรทัศน์ได้และมีความพึงพอใจของระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ในระดับมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัชชิระ (2549) ทำการค้นคว้าและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์สำหรับวิศวกรในหน่วยงานวิศวกรรมระบบเครื่องช่วยการเดินอากาศศูนย์ควบคุมการบินเชียงใหม่ บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทยจำกัดเพื่อให้คำปรึกษาในการแก้ไขข้อขัดข้องเบื้องต้นของดีวีโออาร์รุ่นเอเอสไอ 1150 โดยจัดเก็บความรู้จากวิศวกรที่เชี่ยวชาญรวมทั้งคู่มือทางด้านเทคนิคและจากประสบการณ์จริงที่มีการบันทึกไว้ แล้วใช้เทคนิคการแสดงความรู้แบบกฎแล้วนำมาสร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้เทคนิคการให้เหตุผลแบบเดินหน้าซึ่งพัฒนาด้วยโปรแกรมวิชวลเบสิกที่สามารถวินิจฉัยและให้คำแนะนำในการหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์ได้ ผลจากการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานและช่วยแก้ไขปัญหาความขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญทางด้านดีวีโออาร์รุ่นเอเอสไอ 1150

พงษ์อนันต์ (2549) ทำการค้นคว้าระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยปัญหาของอุปกรณ์จัดเส้นทางยี่ห้อซิสโก้รุ่น 2600 โดยใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส 12.2 เพื่อแก้ปัญหาระบบวงจรเช่าที่ได้รับความเสียหายแต่เจ้าหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายส่วนกลางไม่สามารถเข้าแก้ไขปัญหาได้ ระบบผู้เชี่ยวชาญจัดเก็บความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญไว้เพื่อช่วยเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ในสำนักงานลูกข่ายทำการวินิจฉัยปัญหาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบผู้เชี่ยวชาญถูกพัฒนาโดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญเจสส์ที่สามารถทำงานบนเว็บแอพพลิเคชันได้ จากผลการทดสอบการใช้งานพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยให้คำแนะนำในการวินิจฉัยปัญหาของอุปกรณ์จัดเส้นทางกับเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้องเช่นเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์

พัฒน์พงษ์ (2549) ทำการค้นคว้าระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาระบบวินิจฉัยปัญหาของเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ที่สนใจนำไปใช้ตรวจเช็คและแก้ไขปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อจัดเก็บความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญไว้และสร้างกระบวนการให้เหตุผลเพื่อใช้ในการวินิจฉัยปัญหา ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญคลิปส์ ผลการศึกษาพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถที่จะวินิจฉัยปัญหาเบื้องต้นทางด้านฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้เป็นอย่างดีโดยสามารถช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ได้โดยใช้ระยะเวลาใกล้เคียงกับการวินิจฉัยปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. CBR เป็นวิธีการสำหรับการเรียนรู้และการแก้ปัญหาซึ่งมีการถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในอเมริกาและยุโรป โดยนักวิจัยได้นำแนวความคิดมาใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการระบุกลไกการทำงานที่ความผิดพลาดของอุปกรณ์และให้คำแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาของกรณีใหม่โดยใช้ข้อมูลความรู้จากกรณีเดิมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ทั้งกรณีความผิดผลาดที่มีข้อมูลเป็นโครงสร้างที่เป็นมาตรฐานและไม่มีโครงสร้างที่เป็นมาตรฐาน

Aamodt และ Plaza (1994) ระบุว่า CBR เป็นวิธีการสำหรับการเรียนรู้และการแก้ปัญหาซึ่งมีการถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเริ่มต้นจากสหรัฐอเมริกาแล้วแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานนี้ก็มีการแพร่กระจายไปยังทวีปอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทวีปยุโรป จึงได้นำเสนอให้เห็นถึงภาพรวมของวิธีการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการของ CBR เพื่ออธิบายให้เห็นถึงการนำไปใช้งาน ระบบผู้เชี่ยวชาญมีโครงสร้างที่ได้รับอิทธิพลจากวิธีการของการอธิบายระดับของความรู้จากระบบอัจฉริยะ (Intelligent Systems) ที่มีการกล่าวถึงวิธีการสำหรับการดึงกลับมาใช้ใหม่ (Retrieval Reuse) การทดสอบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Testing) และวิธีการสรุปการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า วิธีการของ CBR เป็นวิธีการหนึ่งที่มีบทบาทต่อการให้เหตุผลและการเรียนรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญแบบบูรณาการ

Mount (2000) ทำการศึกษาและนำเสนอระบบค้นหาความผิดพลาดแบบอัจฉริยะเรียกว่า aIFAS โดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ Case Base สำหรับการให้เหตุผลและค้นหาคำแนะนำจากระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้งานสามารถนำกรณีใหม่เข้าไปค้นหาจากกรณีเดิมที่ถูกเก็บไว้ในฐานความรู้ (Knowledge Base) ที่ได้นำมาจากการรวบรวมจากรายงานของห้องทดลองมากกว่า 5 ปี ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นสามารถแยกประเภทของความผิดพลาด (Failure Mode) ที่กระชับและง่ายต่อการเข้าใจ ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าระบบ aIFAS มีความสามารถในการปรับปรุงประสิทธิภาพการวิเคราะห์ความผิดพลาด เนื่องจากผลที่ได้มีความกระชับและคำแนะนำของการวิเคราะห์ความผิดพลาดถูกแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ง่ายต่อการเข้าใจ

Liao และคณะ (2000) ระบุว่าการระบุกลไกของความผิดพลาดเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการวิเคราะห์ความผิดพลาดซึ่งโดยทั่วไปแล้วผู้เชี่ยวชาญจะใช้วิธีการนำข้อมูลของกรณีที่คล้ายกันมาช่วยในการระบุกลไกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดนั้น จึงได้มีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการระบุกลไกของความผิดพลาดขึ้นโดยใช้เทคนิค CBR แล้วใช้ทดสอบกับกรณีความผิดพลาดที่ผ่านมา 2 ประเภทคือ กรณีที่มีข้อมูลเป็นมาตรฐานและกรณีที่มีข้อมูลไม่เป็นมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ากรณีที่มีข้อมูลเป็นมาตรฐานสามารถประเมินความถูกต้องได้สูงถึง 100% และกรณีที่มีข้อมูลไม่เป็นมาตรฐานมีความถูกต้องแม่นยำสูงสุดถึง 71.25%

3. เมื่อนำแนวความคิดของการให้เหตุผลแบบกฎและ CBR ซึ่งสามารถกำหนดความสำคัญของคุณลักษณะในกรณีความผิดพลาดเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น มาทำงานร่วมกันในระบบผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีประสิทธิภาพในการค้นหาความรู้และให้คำแนะนำของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สูงขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานมีความมั่นใจในระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น สร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งาน สามารถนำคำแนะนำที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนของการออกแบบ การทดสอบและการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันความผิดพลาด ช่วยในการลดต้นทุนของการผลิตและเพิ่มอัตราผลตอบแทนของการปฏิบัติงานได้

Graham-Jones and Mellor (1995) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อค้นหาแนวทางการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นอีกในอนาคต พบว่าเป็นงานที่ยากสำหรับผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นต้องอาศัยวิศวกรผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ความผิดผลาดของอุปกรณ์นั้นๆ จึงได้มีการนำเสนอให้นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เพื่อให้การแก้ปัญหา โดยการเก็บและเรียกใช้งานประสบการณ์เหล่านั้นด้วยเทคนิคระบบผู้เชี่ยวชาญระบบและฐานความรู้ผ่านการใช้เทคนิค CBR สำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดและนำเสนอการผสมผสานแบบองค์รวมของวิธีการให้เหตุผลแบบกฎ (Rules) และ CBR ทำงานร่วมกับการคำนวณจากโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ของกรณีความผิดพลาดเป็นรายกรณี และการจัดเก็บระบบฐานความรู้ของข้อมูลประเภทมัลติมีเดียสำหรับประเภทความผิดพลาดที่แตกต่างกัน

Wang H.C. and Wang H.S. (2005) นำเสนอการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ Web-Based เพื่อวิเคราะห์ความผิดพลาดของอุปกรณ์เรียกว่า EFAES สำหรับบริษัทเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไต้หวัน โดยใช้เทคนิค 2 แบบคือ CBR และแบบกฎ (Rules) กลไกของการให้เหตุผลถูกออกแบบเพื่อรองรับการสร้างคุณลักษณะ (Attribute) แบบหลายลำดับชั้น (Hierarchical) ซึ่งต่างจากวิธีการดั้งเดิมที่เป็นสร้างคุณลักษณะแบบราบ (Flat) โดยโครงสร้างคุณลักษณะแบบหลายลำดับชั้นจะช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญปรับเปลี่ยนการชั่งน้ำหนักคุณลักษณะได้อย่างง่ายดาย ผลการทดลองที่ได้สามารถนำเสนอวิธีการที่มีกลไกการให้เหตุผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดเป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tsai *et.al.* (2005) นำเสนอการใช้ CBR ในการพัฒนาระบบการพยากรณ์ข้อบกพร่องสำหรับการผลิตแผ่นรวมวงจรใหม่ (Printed Circuit Board :PCB) ซึ่งเดิมต้องใช้วิศวกรที่มีทักษะและประสบการณ์ในการทำนายรายการข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ มาใช้แก้ปัญหาการออกแบบที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นสาเหตุของการลดอัตราผลตอบแทน (yield) และเพิ่มต้นทุนการผลิต ในระบบ CBR แต่ละกรณีจะใช้แทนข้อกำหนดการออกแบบรายการข้อบกพร่องและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องแล้วมีกลไกที่มีการพัฒนาขึ้นสำหรับการสร้างดัชนีของกรณีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดึงข้อมูลของกรณีแล้วให้เหตุผลสำหรับการพิจารณารายการข้อบกพร่องของการผลิต PCB ที่น่าสนใจและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบพบว่ามีประสิทธิภาพเป็นอย่างดีและความแม่นยำของระบบหลังจากนำไปใช้งานก็อยู่ในระดับที่สูง

Jacobo *et.al.* (2007) นำเสนอซอฟต์แวร์ที่เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของชิ้นส่วนโลหะของเครื่องจักรกลโดยเน้นที่โครงสร้างและกลยุทธ์การแก้ปัญหา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางสำหรับบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความเชี่ยวชาญได้เข้าใจกระบวนการของการวิเคราะห์ความผิดพลาดพื้นฐาน การทำงานร่วมกันระหว่าง CBR และแบบกฎ (Rules) ในการให้คำแนะนำและประสบการณ์ การตัดสินใจและการใช้เหตุผลของระบบจะใช้ฐานข้อมูลของวิธีการแก้ไขปัญหาของกรณีในอดีต ซึ่งผลที่ได้รับจากระบบผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการนำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาของกรณีความผิดพลาด

Lerttanaphiboon (2009) ทำการศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎของระบบการจัดการบำรุงรักษาสำหรับการวินิจฉัยความเสียหายของเครื่องจักร เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการบริหารการซ่อมบำรุงโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยอาการเสียของเครื่องจักร โดยระบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนการจัดการเครื่องจักรเสีย ส่วนการจัดการซ่อมบำรุง และส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญที่ประกอบด้วย การวินิจฉัยปัญหาเครื่องจักรและส่วนการให้ข้อมูลการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเชิงป้องกัน ซึ่งการวินิจฉัยปัญหาเครื่องจักรได้ดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญและคู่มือ มาสร้างเป็นโครงสร้างแบบ Decision Tree ส่วนกลไกการให้เหตุผลถูกสร้างขึ้นจากแบบไปข้างหน้า (Forward Chain) ผลที่ได้จากการทดสอบระบบพบว่าสามารถลดเวลาในการทำงาน ของกระบวนการวางแผนการซ่อมบำรุงโดยรวมจาก 1180 นาทีต่อเดือน เป็น 128 นาทีต่อเดือน

Chou (2009) พัฒนาต้นแบบของระบบผู้เชี่ยวชาญตามหลักการ CBR เพื่อเปรียบเทียบประวัติของข้อมูลการทำงานจากห้องสมุดกรณี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประจำปีต่างๆ ที่มีทรัพยากรจำกัด สำหรับประมาณการค่าใช้จ่ายและการตัดสินใจเลือกโครงการการบำรุงรักษาผิวทาง เพื่อนำเสนอและการประเมินค่าเฉลี่ยอัตราความผิดพลาด พบว่าการออกแบบและการดำเนินงานของ CBR ในระบบ web-based เมื่อนำมาทดสอบกับข้อมูลประวัติของโครงการบำรุงรักษาที่ถูกรวบรวมจากหน่วยงานการขนส่งไต้หวันโดยมีการนำระบบการถ่วงน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะมาใช้งานสำหรับการประมาณการค่าใช้จ่าย ผลที่ได้การวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงความสามารถของระบบในการประเมินต้นทุนของกรณีต่างๆ ของโครงการการบำรุงรักษาผิวทางเท้า ที่มีความแม่นยำที่น่าพอใจ สามารถให้ข้อมูลที่ทันเวลาและถูกต้อง

Lin *et.al.* (2010) นำระบบการบูรณาการโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันของเครือข่ายประสาท (neural network) ด้วยการใช้การ CBR และระบบกฎ (RBS) มาใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุการทำงานที่ผิดพลาดของคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ในขั้นตอนของออกแบบการทบทวนปัญหาของเครื่องที่ถูกส่งมาจากลูกค้าเพื่อระบุแผนกที่เหมาะสมในการให้บริการสำหรับเครื่องที่ถูกส่งกลับ ทำให้ประหยัดเวลาในการจัดการและประหยัดค่าใช้จ่าย ระบบที่สร้างขึ้นมีรูปแบบประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ การดึงข้อมูล การจัดทำดัชนีกลุ่มของข้อมูล และการสร้างความรู้ในขั้นตอนของการสร้างความรู้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถปรับปรุงการทำงานสำหรับการระบุสาเหตุของความผิดพลาดได้เป็นอย่างดี ให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่าและถูกต้องกว่า ระบบ CBRและการใช้เหตุผลตามกฎแบบดั้งเดิม

4. การใช้เทคโนโลยีของ Web-Service มาใช้ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญในส่วนของการดึงวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ถูกค้นพบจากผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้งานด้วยวิธีการผสมผสานตามแบบกฎ (RBR) และฐานกรณี (CBR) แล้วใช้โปรแกรมภาษา HTML DHTML Java และ Perl มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีความทันสมัยและง่ายต่อการใช้งาน โดยพบว่าระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ทั้งในระบบเดี่ยว (Standalone) และในระบบเครือข่าย สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านต่างๆ เช่น การแก้ปัญหาการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักร สามารถเข้ามาช่วยให้การวิเคราะห์และค้นหาสาเหตุทำได้สะดวกขึ้น สามารถนำมาใช้งานในสาขาต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาในระบบที่ซับซ้อนได้

สุทธินันท์ (2550) ทำการวิจัยและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการบำรุงรักษารถยนต์เพื่อแก้ปัญหาในการขอคำปรึกษาเกี่ยวกับการดูแลรักษาและซ่อมบำรุงรถยนต์จากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้สถาปัตยกรรมของระบบเป็นแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server) ทำงานบนอินเตอร์เน็ตและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบปฏิบัติการใช้โปรแกรมวินโดว์ XP Professional ใช้โปรแกรมภาษา HTML ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญและใช้โปรแกรม e2glite 3.04a เป็น เครื่องมือในการให้เหตุผล บุคคลทั่วไปจะเข้าไปสอบถามปัญหาการใช้งานรถยนต์ในชีวิตประจำวันและปัญหาในการซ่อมบำรุงจากระบบผู้เชี่ยวชาญ แล้วรับคำแนะนำนั้นไปปรับใช้งาน

อภิษฎาและพยุง (2009) พัฒนาระบบที่ปรึกษาปัญหาด้านการใช้งานโปรแกรมแอคแพคอีอาร์พีโดยใช้ CBR เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานโปรแกรมแอคแพคอีอาร์พีสามารถสืบค้นปัญหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องแล้วนำแนวทางการแก้ไขปัญหาที่อยู่ในฐานข้อมูลกลับขึ้นมาใช้อีกหากไม่พบแนวทางการแก้ปัญหาระบบจะนำแนวทางการแก้ไขปัญหาใดที่มีค่าน้ำหนักความถูกต้องมากที่สุดเข้าไปผ่านกระบวนการเรียนรู้และปรับปรุงฐานกรณีเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ไขปัญหาใหม่ที่พร้อมจะนำมาใช้สำหรับการสืบค้นในครั้งต่อไป การประเมินประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีโดยค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปคือ 4.26 (S.D. = 0.68) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญคือ 4.32 (S.D. = 0.47) และกลุ่มผู้ดูแลระบบ คือ 4.31 (S.D. = 0.46)

Vong *et.al.* (2010) นำระบบ CBR มาใช้เพื่อแก้ปัญหาในการติดตั้งกล่อง ECU ภายในรถยนต์ แทนวิธีการดั้งเดิมที่ใช้การสอบเทียบ (Calibration) การทดสอบความผิดพลาด (Trial-And-Error) โดยการใช้ข้อมูลเดิมที่มีอยู่มาปรับให้สามารถใช้ได้ดีกับเครื่องยนต์ที่มีลักษณะที่คล้ายกัน ระบบใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการนำมาใช้งานที่เรียกว่า Case-Based Adaptation (CBA) มาเป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการความรู้ซึ่งมีความสามารถในการตอบโต้กับผู้เชี่ยวชาญเพื่อการนำความรู้มาปรับใช้งาน การทดลองใช้งานพบว่าประสิทธิภาพของการติดตั้ง ECU เพิ่มสูงขึ้น ทำให้สามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการสอบเทียบ ECU ต่อไปได้

Tung *et.al.* (2010) ระบุไว้ในการศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎและ CBR เพื่อดึงวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ถูกค้นพบจากผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้งานจะสามารถเข้ามาช่วยให้การวิเคราะห์และค้นหาสาเหตุทำได้สะดวกขึ้น จึงได้มีการนำแนวความคิดของการพัฒนาระบบต้นแบบโดยการดึงวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการผสมผสานตามแบบกฎ (RBR) และฐานกรณี (CBR) เรียกว่า RCBR (Rule-Based CBR) มาใช้สำหรับการเปลี่ยนความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเข้าไปในฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบ RCBR สามารถทำงานได้ดี มีความถูกต้องของการดึงข้อมูลของกรณีความผิดพลาดและลดเวลาในการค้นหาข้อมูลได้อย่างน่าพอใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kumar and Mishra (2010) ทำการวิจัยและศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยการให้บริการในระบบ Web-Based เพื่อนำเสนอบูรณาการการใช้ประโยชน์จากความสามารถที่หลากหลายของ Web Service กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่ประกอบไปด้วยการให้เหตุผลด้วย Rule Base และ Case-Based Reasoning และส่วนฐานความรู้ซึ่งทำงานที่ฝั่งผู้ให้บริการ (Server Side) ความรู้จะถูกนำมาแสดงโดยการใช้กฎต่างๆ ที่มีอยู่ ทางด้านฝั่งผู้รับบริการ (Client Side) จะทำงานผ่านส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (GUI) และใช้งานผ่าน Web Browser ที่มีการพัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ของ WBES ได้นำเอาโปรแกรมภาษา HTML และ DHTML รวมทั้ง โปรแกรม Java และ Perl มาใช้ในการออกแบบ ทำให้มีความทันสมัยและง่ายต่อการใช้งาน ผลของการวิจัยพบว่า WBES ถูกนำไปใช้งานในหลายด้านด้วยกัน เช่นวิศวกรรม การจัดการ การแพทย์ เกษตรกรรม การศึกษา การท่องเที่ยวและการเงิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลติดตั้งโปรแกรมประยุกต์สำหรับให้บริการเว็บ (Web Service Application) Apache สำหรับบริหารจัดการเว็บเพจ

2. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ MySQL เพื่อใช้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับการบริหารและจัดการองค์ความรู้ (KnowledgeManagement) และโปรแกรมประยุกต์ PHP เพื่อใช้ออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (Graphics User Interface)

3. เครื่องมือทางสถิติสำหรับการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมุติฐาน

วิธีการ

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการระบุสาเหตุของความผิดพลาดสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาบุคลากรที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้หน่วยธุรกิจ TMG (Transceiver Modules Group Business Unit : TMGBU) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของผู้ปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้นตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทชั้นนำระดับโลก เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างครบวงจร ที่มียอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ต่อปีมากกว่า 1,000 ล้านเหรียญสหรัฐ มีสำนักงานและโรงงานผลิตตั้งอยู่ในประเทศต่างๆ ทั่วโลกมากกว่า 80 ประเทศ โดยมีพนักงานรวมกันมากกว่า 70,000 คน บริษัทให้ความสำคัญกับความพึงพอใจของลูกค้าเป็นอันดับหนึ่ง โดยเน้นไปที่การสร้างความร่วมมือกับลูกค้าในระยะยาวและการทำงานกับลูกค้าเพื่อระบุความต้องการของลูกค้าและให้บริการแนวทางและกิจกรรมที่สนับสนุนความสำเร็จของลูกค้า บริษัทจึงให้ความสำคัญเป็นอย่างมากตั้งแต่กระบวนการผลิต การจัดจำหน่าย การบริการหลังการขาย รวมทั้งการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้รองรับการใช้งานและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์และการรับประกันสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้ TMGBU

ภาพที่ 7 แสดงผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้ TMGBU ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญและสร้างรายได้ให้กับบริษัทเป็นอย่างสูง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ต้องใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายเพื่อสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เครือข่ายแต่ละเครือข่าย โดยผลิตภัณฑ์ของ TMGBU สามารถนำไปใช้งานได้ในระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้งานมีความ ยืดหยุ่นและประหยัดค่าใช้จ่ายในการประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายของผู้ใช้งานในให้บริการงานต่างๆ ภายในองค์กรของตนเองเช่น Data Center, Multi-layered Enterprise Campus, Access, Metro, Carrier Ethernet, and Storage networking

จากความสามารถที่หลากหลายของผลิตภัณฑ์ภายใต้ TMGBU บริษัทจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถของผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองและรองรับความต้องการของลูกค้าให้สูงที่สุด มีการจัดตั้งฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่งมอบให้ลูกค้าแล้วพบการทำงานที่ผิดพลาดหรือไม่ตรงกับความสามารถที่ระบุไว้ในคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์และระบุสาเหตุของความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ แล้วนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในอนาคตบริษัทได้กำหนดวิสัยทัศน์ กลยุทธ์และวิธีการปฏิบัติ สำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของดัชนีวัดผลในด้านต่างๆที่วางไว้ดังภาพที่ 8

จากภาพที่ 8 ได้ระบุอย่างชัดเจนให้บุคลากรทุกคนที่มีส่วนรับผิดชอบด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยสร้างวิสัยทัศน์ (Vision) ให้ตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานที่จะมุ่งไปสู่ความเป็นเลิศ (Best-In-Class) ทางด้านการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

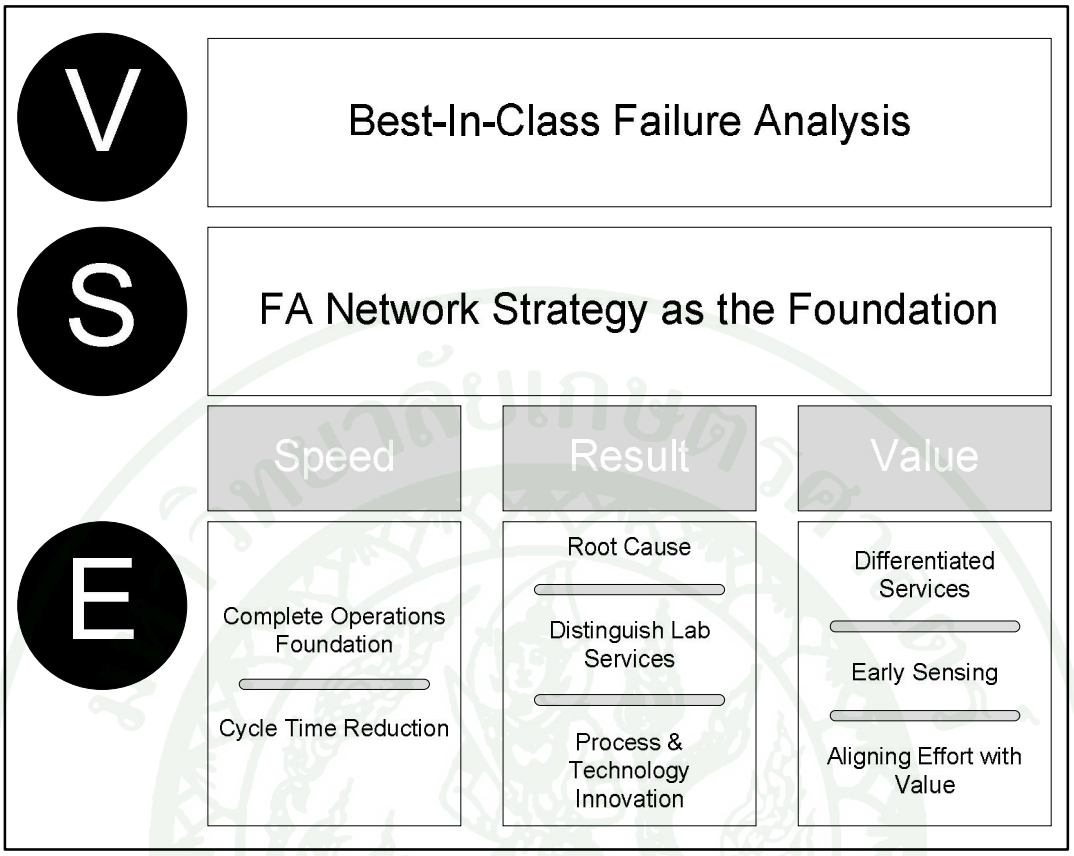
วิเคราะห์ความผิดพลาด โดยบริษัทมีกลยุทธ์ (Strategies) ที่จะใช้ในการขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมายด้วยการสร้างเครือข่ายทางด้านกลยุทธ์ของการวิเคราะห์ความผิดพลาดให้เป็นพื้นฐานของการดำเนินงาน (FA Network Strategy as the Foundation) ออกเป็น 3 ด้านคือ ความเร็วในการทำงาน (Speed) ผลลัพธ์ของการทำงาน (Result) และคุณค่าของการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Value) บริษัทได้มีการสร้างแผนปฏิบัติงาน (Executions) สำหรับผู้รับผิดชอบด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ในแต่ละด้านเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานถือปฏิบัติในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้บริษัทประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ดังนี้

1. ลดรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time Reduction) เพื่อให้การปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดประสบความสำเร็จตามพื้นฐานของการดำเนินงาน (Complete Operations Foundation)

2. ใช้นวัตกรรม (Innovation) ด้านกระบวนการและเทคโนโลยีมาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (Result)

3. ปลูกฝังให้ผู้ปฏิบัติงานมีจิตสำนึกที่รวดเร็ว (Early Sensing) และทำงานไปในทิศทางเดียวกับคุณค่าที่กำหนดไว้ (Align effort with Value) เพื่อสร้างคุณค่าของการทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 วิสัยทัศน์ กลยุทธ์และวิธีการปฏิบัติของบริษัท

เพื่อสนับสนุนให้บรรลุวิสัยทัศน์ที่ตั้งไว้ บริษัทได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ เช่น ข้อมูลจำเพาะ รายละเอียดด้านการผลิต การทดสอบ การควบคุมคุณภาพ รวมทั้งด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ ไว้ในฐานข้อมูลของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดอย่างเป็นโครงสร้างและผู้ปฏิบัติสามารถเข้าถึงได้อย่างง่าย เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทำงานงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน มีการกำหนดให้ทำงานร่วมกันกันเป็นทีมและทำงานกันอย่างใกล้ชิดจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ มีการประชุมประจำสัปดาห์ ประจำเดือนและทุกไตรมาส เพื่อติดตามการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งเพื่อขอรับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานนำไปประยุกต์ใช้งาน

ในด้านการวัดประสิทธิภาพการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ บริษัทได้กำหนดดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้สูงขึ้น ซึ่งดัชนีชี้วัดในแต่ละด้านถูกกำหนดขึ้นอย่างสอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานและเป้าหมายสูงสุดสำหรับงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ โดยมีการพิจารณากำหนดเกณฑ์การวัดสำหรับดัชนีชี้วัดในแต่ละด้านอย่างเป็นประจำและสม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการประเมินผลการปฏิบัติงานช่วงเวลาที่ผ่านมา

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบัน

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา พบว่าผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะผ่านทดสอบและควบคุมคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ก่อนที่จะมีการส่งมอบให้กับลูกค้า แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสมบัติที่หลากหลายและสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบตามความต้องการของลูกค้า ทำให้มีความเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์จะทำงานผิดพลาดเมื่อถูกนำไปใช้งานในระบบที่ไม่ได้รับการทดสอบจากเครื่องทดสอบในกระบวนการผลิต เป็นผลให้ลูกค้าพบข้อผิดพลาด ผลิตภัณฑ์นั้นจึงได้รับการส่งกลับมาที่โรงงานผู้ผลิตให้ฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดทำการตรวจสอบและค้นหาความผิดพลาด เพื่อระบุหาสาเหตุ ของความผิดพลาด แล้วนำสาเหตุที่ค้นพบไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการในการใช้งานของลูกค้ามากขึ้นในอนาคต ซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการที่เกี่ยวข้องได้เป็น 4 กระบวนการคือ

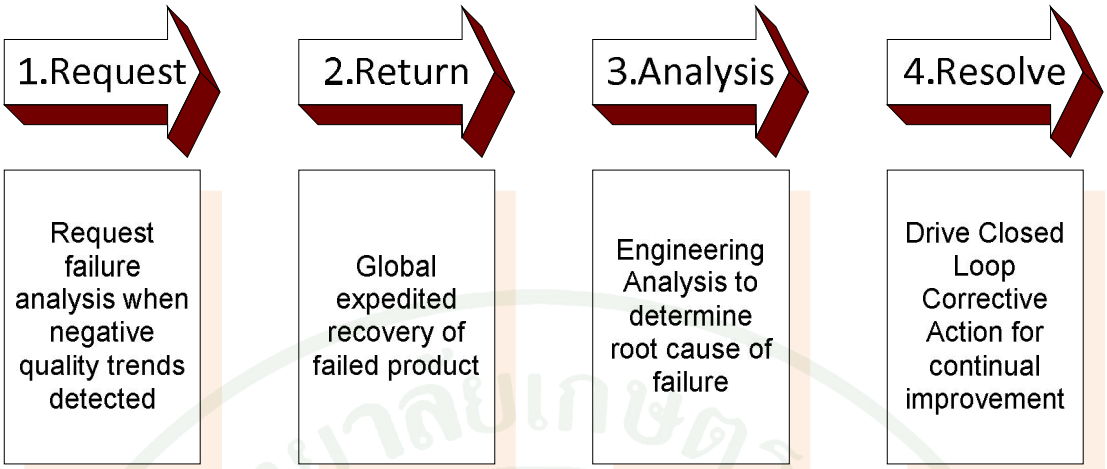
การร้องขอ (Request) เป็นการร้องขอจากลูกค้าเพื่อขอให้มีการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์

การส่งกลับ (Return) เป็นกระบวนการของการส่งกลับผลิตภัณฑ์ที่ทำงานผิดพลาดจากสถานที่ใช้งานของลูกค้ากลับมาที่โรงงานผู้ผลิต

การวิเคราะห์ (Analysis) เพื่อระบุสาเหตุของความผิดพลาด ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาและทำรายงานสรุปผลโดยฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด ณ โรงงานผู้ผลิต

การติดตาม (Resolve) เป็นการนำสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาของความผิดพลาดที่สรุปผลได้ ไปปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ขั้นตอนของการระบุสาเหตุของความผิดพลาด

จากภาพที่ 9 การร้องขอจากลูกค้าเพื่อขอให้มีการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ (Request) เป็นขั้นตอนที่รับผิดชอบโดยวิศวกรระบบ (System Engineers) เพื่อทำตรวจสอบและยืนยันว่าผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าแจ้งมีการทำงานที่ผิดพลาดจริง ส่วนการส่งกลับผลิตภัณฑ์ที่ทำงานผิดพลาด (Return) เป็นขั้นตอนที่รับผิดชอบโดยบุคลากรจากฝ่ายโลจิสติก (Logistic) เพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าแจ้งว่ามีการทำงานที่ผิดพลาดกลับมายังฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ (Analysis) เพื่อหาสาเหตุความผิดพลาดโดยวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาด เป็นการค้นหาสาเหตุของความผิดพลาด หากผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะค้นหาสาเหตุของความผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว ก็จะทำให้ลูกค้าผู้ร้องขอผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้รับความพึงพอใจและเข้าใจในการทำงานที่ผิดพลาดของผลิตภัณฑ์นั้น และเป็นประโยชน์สำหรับฝ่ายวิจัยและพัฒนา (Research and Develop) ที่จะนำสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ไปเป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในต่อไป สำหรับขั้นตอนของการติดตามนำสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ไปปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์(Resolve) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อแก้ไขปัญหาการทำงานที่ผิดพลาดและเพิ่มความสามารถของผลิตภัณฑ์ให้รองรับความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น ซึ่งขั้นตอนนี้รับผิดชอบโดยวิศวกรวิจัยและพัฒนาที่จะทำงานร่วมกันกับวิศวกรฝ่ายผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. กระบวนการทำงานของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด (Failure Analyze Process for Failure Analysis)

การวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ถูกปฏิบัติ ณ โรงงานผู้ผลิตของผลิตภัณฑ์โดยมีการทดสอบ 2 รูปแบบคือ การทดสอบด้วยการจำลองสภาพแวดล้อมเดียวกันกับลูกค้าเพื่อทำการยืนยันว่าความผิดพลาดของลูกค้านั้นไม่ได้เกิดจากสาเหตุอื่นและเกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของผลิตภัณฑ์นั้นจริง และการทดสอบโดยใช้สภาพแวดล้อมเดียวกับการทดสอบในกระบวนการผลิตเพื่อทำการตรวจสอบและยืนยันว่ากระบวนการผลิตและประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่มีความบกพร่องใดเกิดขึ้น ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาดโดยฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดสามารถอธิบายได้ 3 ขั้นตอนดังภาพที่ 10

1.1 การตรวจสอบและทบทวน (Inspection & Review)

เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบสภาพภายนอกที่มองเห็นได้ของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเข้ามาในโรงงานผู้ผลิต เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติทางด้ายกายภาพ (Physical) ที่อาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ของลูกค้าทำงานผิดพลาด

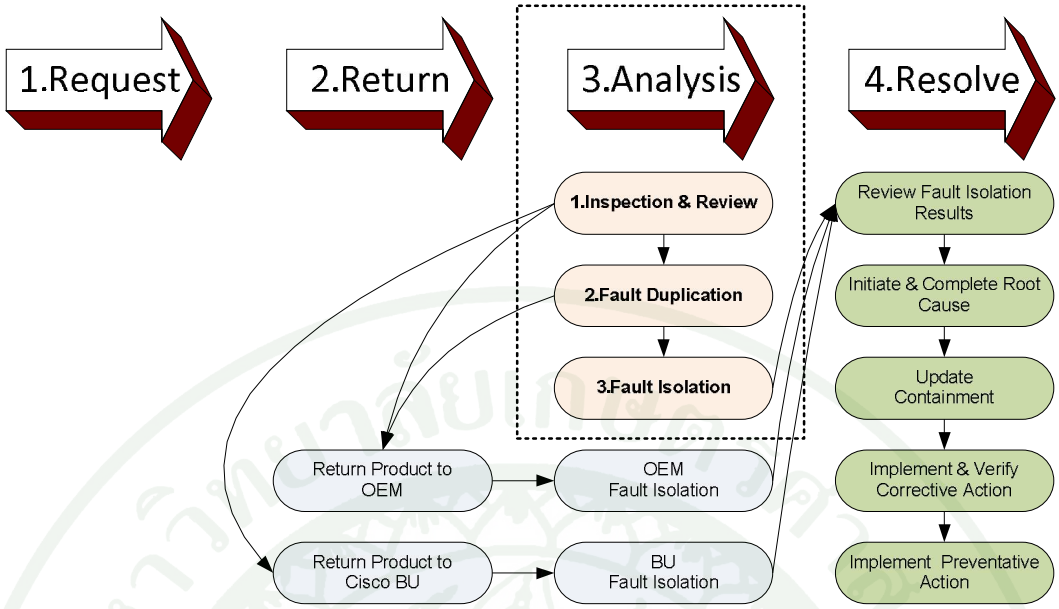
1.2 การทำซ้ำความผิดพลาด (Fault Duplication)

เป็นขั้นตอนของการยืนยันความผิดพลาดจากลูกค้าว่าจะสามารถทำซ้ำโดยวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาดหรือผู้ทดสอบได้หรือไม่ ซึ่งมี 2 ขั้นตอนคือ การวิเคราะห์ด้วยการจำลองให้มีสภาพแวดล้อมเดียวกับลูกค้าในขณะใช้งานและการวิเคราะห์โดยใช้สภาพแวดล้อมของขั้นตอนการผลิต

1.3 การแยกแยะความผิดพลาด (Fault Isolation)

เป็นขั้นตอนของการทำการค้นหาและระบุสาเหตุรากของความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์หลังจากความผิดพลาดที่ระบุจากลูกค้าสามารถค้นพบหรือทำซ้ำได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 กระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Analysis)

2. ขั้นตอนของกระบวนการทำงานสำหรับฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด (Procedue of Failure Analyze Process for Failure Analysis)

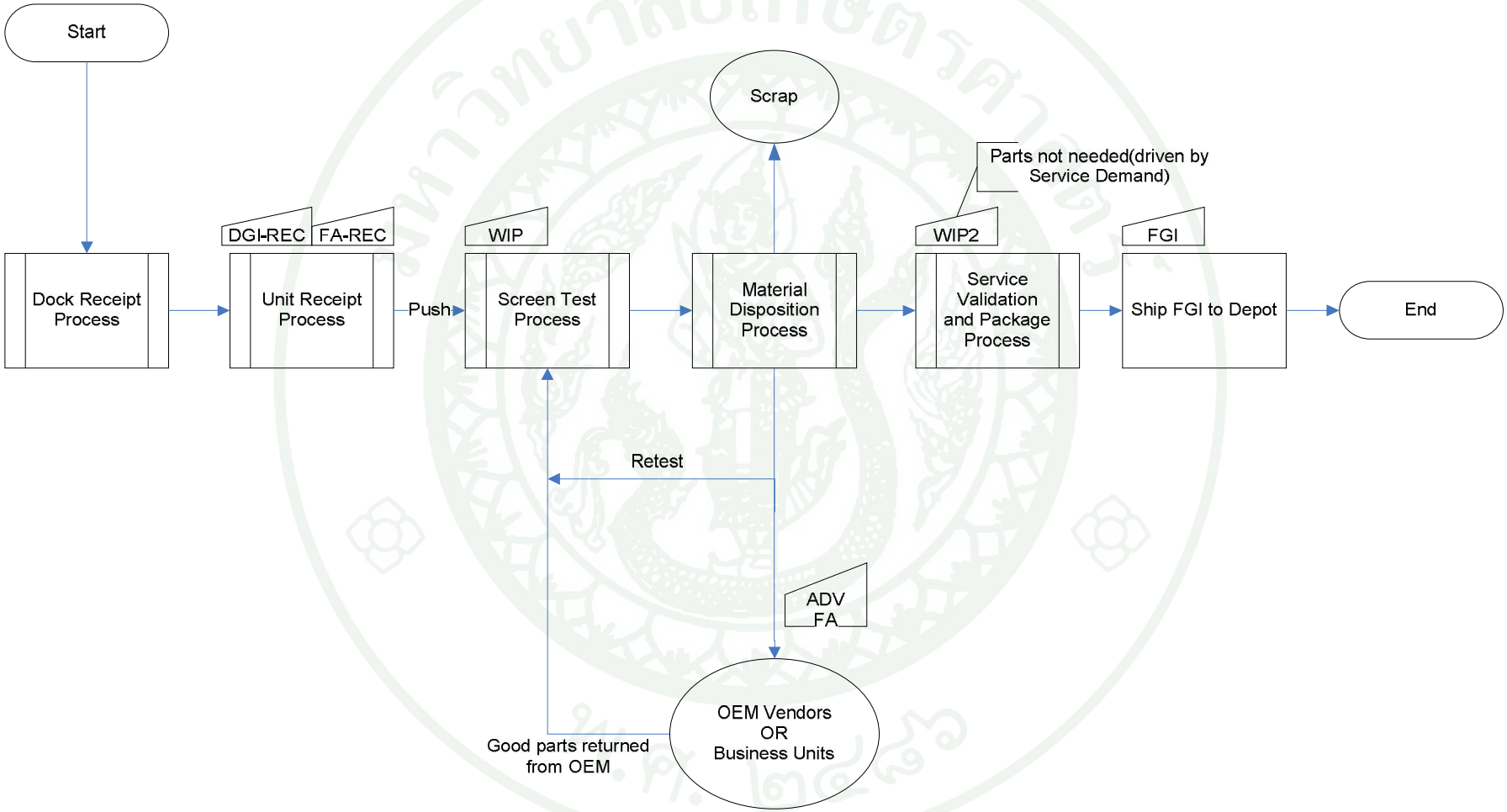
ฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดเป็นหน่วยงานที่ประจำอยู่ ณ โรงงานผู้ผลิตของผลิตภัณฑ์ เพื่อทำงานอย่างใกล้ชิดกับฝ่ายผลิตและฝ่ายวิศวกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เช่น วิศวกรการผลิต วิศวกรการทดสอบ วิศวกรควบคุมคุณภาพ โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ของแต่ละฝ่าย ตั้งแต่กระบวนการของการออกแบบผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนระหว่างการผลิต กระบวนการทดสอบความสามารถของผลิตภัณฑ์และการควบคุมคุณภาพก่อนการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้า เพื่อให้ทุกฝ่ายได้นำข้อมูลไปใช้เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าอย่างต่อเนื่อง

กระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาดหลังจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานดังภาพที่ 11 ซึ่งอธิบายให้ทราบถึงกระบวนการในแต่ละขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การรับเข้ามาของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าระบุว่ามีการทำงานผิดพลาด ไปจนถึงกระบวนการตัดสินใจในผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดและการติดตามให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ ถูกส่งต่อไปยังหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบต่อไปซึ่งการทำงานทุกขั้นตอนจะถูกบันทึกขั้นตอนการทำงานและข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านไว้ในฐานข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการอ้างอิงและเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกรณีต่อๆ ไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ขั้นตอนของกระบวนการทำงานสำหรับฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด หลังจากการส่งมอบให้กับลูกค้าแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 ขั้นตอนการการรับเข้า (Dock Receipt Process)

ดำเนินการโดยผู้ที่ได้รับมอบหมายทางด้านโลจิสติกส์ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลและตรวจสอบทางกายภาพว่าผลิตภัณฑ์ที่รับเข้ามานั้นมีความถูกต้องและตรงตามที่ลูกค้าร้องขอการวิเคราะห์ความผิดพลาดระบุหรือไม่ เมื่อทำการยืนยันความถูกต้องได้แล้วผู้รับผิดชอบจะทำการบันทึกรับเข้าในระบบเพื่อรอดำเนินการขั้นตอนต่อไป

2.2 ขั้นตอนการแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ (Unit Receipt Process)

ดำเนินการโดยผู้ที่ได้รับมอบหมายทางด้านโลจิสติกส์ เพื่อคัดแยกชนิดของการร้องขอจากลูกค้า ว่ากรณีร้องขอนั้นต้องการทราบผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาด (FA-REC) หรือต้องการแลกเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (DGI-REC) เท่านั้น ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำกัดปริมาณของจำนวนกรณีที่จะถูกส่งไปยังฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดให้มีเฉพาะกรณีที่ถูกระบุว่าต้องการทราบผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดเท่านั้นซึ่งมี 2 ประเภทคือ ผลิตภัณฑ์ที่ร้องขอจากลูกค้าโดยตรงและผลิตภัณฑ์ที่ถูกกำหนดโดยวิศวกรควบคุมคุณภาพเพื่อเฝ้าระวังสำหรับการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น

2.3 ขั้นตอนการทดสอบเพื่อกลั่นกรอง (Screen Test Process)

ดำเนินการโดยวิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาด เพื่อทดสอบและกลั่นกรองความผิดพลาดที่รายงานมาจากลูกค้า วิศวกรวิเคราะห์ความผิดพลาดจะอ่านรายงานความผิดพลาด (Service Requested Note) จากการวิเคราะห์ของวิศวกรระบบ (System Engineer) ในขณะที่ความผิดพลาดเกิดขึ้น ณ สภาพแวดล้อมของลูกค้า แล้วทำการทดสอบเพื่อทำซ้ำความผิดพลาดโดยจำลองการใช้งานให้เป็นเช่นเดียวกับลูกค้า ณ ห้องปฏิบัติการของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด ในขั้นตอนต่อมาจะทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบซึ่งมีลักษณะเดียวกับเครื่องทดสอบของฝ่ายผลิต เพื่อเปรียบเทียบและยืนยันว่าความผิดพลาดจากลูกค้านั้นสามารถทำซ้ำได้และไม่ได้เป็นความผิดพลาดที่ไม่เกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ (False Failure)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 ขั้นตอนการจัดการกับผลิตภัณฑ์หลังจากการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Material Disposition)

เป็นขั้นตอนของการนำผลของการทดสอบเพื่อกลั่นกลองทั้งในกรณีที่ความผิดพลาดสามารถทำซ้ำได้และไม่ได้ เข้าไปนำเสนอในที่ประชุมร่วมของทีมงานการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Quality Improvement Team) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศจะเป็นผู้ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ สำหรับตัดสินใจว่าจะดำเนินการอย่างไรกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์กรณีความผิดพลาด จากลูกค้า โดยในปัจจุบันมีการกำหนดไว้ทั้งหมด 5 แนวทางคือ ส่งต่อไปที่โรงงานผู้ผลิตลำดับก่อนหน้า (OEM Vendors) ส่งกลับไปที่หน่วยธุรกิจ (Business Units) ส่งต่อไปที่ฝ่ายบริการและซ่อมบำรุง (Service and Repair) นำกลับไปทดสอบซ้ำเพื่อยืนยัน (Retest) และทำลายทิ้ง (Scrap) หลังจากนั้นจะทำควบคุมและติดตามผลของการดำเนินงานจากทั้ง 5 แนวทางเพื่อให้ได้ผลสรุปสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของกรณีนั้นๆ

3. การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาด (Performance Metrics for Failure Analysis)

การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์กำหนดขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถและควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายในด้านต่างๆ ที่วางไว้ได้ โดยพิจารณาประสิทธิภาพการปฏิบัติงานอย่างรอบด้านคือ ด้านจำนวนของกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ ด้านเวลาที่ใช้ไปในการวิเคราะห์และสรุปผลของกรณีความผิดพลาดและด้านความสามารถในการระบุสาเหตุของความผิดพลาดและการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ดัชนีวัดผลประสิทธิภาพการทำงาน

ดัชนีชี้วัด	เงื่อนไข	เป้าหมาย	หน่วย
Closed Rate	สูงกว่า (>)	21	เปอร์เซ็นต์
Backlog	ต่ำกว่า (<)	4	สัปดาห์
CTA	สูงกว่า (>)	80	เปอร์เซ็นต์
Result(FI)	สูงกว่า (>)	65	เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 ด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed Rate)

เป็นการวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ โดยการมุ่งเน้นไปที่จำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้เพื่อชี้ให้เห็นว่าในช่วงเวลานั้นผู้ปฏิบัติงานสามารถสรุปผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดมากน้อยเท่าใด ซึ่งคำนวณในรูปอัตราส่วนร้อยละ (%) จากจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้เปรียบเทียบกับจำนวนกรณีความผิดพลาดที่รับเข้ามารวมกับจำนวนความผิดพลาดคงค้างจากเดือนที่ผ่านมาดังแสดงในสมการที่ 2 โดยในขณะที่ทำการศึกษาได้กำหนดเป้าหมายให้ Closed Rate ต้องสูงกว่า (>) 21% ซึ่งได้จากการคำนวณของจำนวนกรณีความผิดพลาดสูงสุด ณ ปัจจุบันที่จะสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ใน 1 สัปดาห์การทำงาน (205 กรณี) เปรียบเทียบกับจำนวนกรณีความผิดพลาดที่คาดว่าจะได้รับใน 1 สัปดาห์ (150 กรณี) รวมกับจำนวนกรณีความผิดพลาดที่อนุญาติให้คงค้างได้สูงสุด (802 กรณี) โดยที่จำนวนกรณีความผิดพลาดที่คาดว่าจะได้รับมาจากการพยากรณ์จำนวนกรณีความผิดพลาดเฉลี่ยที่ได้รับจากปีที่ผ่านมา

$$\text{Closed Rate}(\%) = \frac{\text{Closed Cases}}{(\text{Received Cases} + \text{Cases in Backlog})} \qquad (2)$$

3.2 ด้านจำนวนกรณีคงค้าง (Backlog)

เป็นการวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ โดยการมุ่งเน้นไปที่จำนวนกรณีความผิดพลาดคงค้างและรอคอยการวิเคราะห์ความผิดพลาด เพื่อชี้ให้เห็นถึงระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่จะสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ทั้งหมดถ้าหากไม่มีกรณีความผิดพลาดใหม่เข้ามาเลย ซึ่งคำนวณจากจำนวนกรณีความผิดพลาดคงค้าง (Opened Cases) เปรียบเทียบกับจำนวนกรณีความผิดพลาดสูงสุด (Maximum Capacity) ที่จะสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ใน 1 สัปดาห์การทำงาน ดังคำนวณได้ตามสมการที่ 3 โดยในขณะที่ทำการศึกษาได้กำหนดเป้าหมายให้ Backlog ต้องมีค่าต่ำกว่า (<) 4 สัปดาห์ ซึ่งเป็นการคำนวณจำนวนกรณีความผิดพลาดที่ได้รับในปีที่ผ่านมา (820 กรณี) เปรียบเทียบกับจำนวนกรณีความผิดพลาดสูงสุด ณ ปัจจุบันที่จะสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ใน 1 สัปดาห์การทำงาน (205 กรณี)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\text{Backlog(week)} = \frac{\text{Opened Cases}}{\text{Maximum Capacity}} \quad (3)$$

3.3 ด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (Cycle Time Attainment: CTA)

เป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานด้านเวลาที่ใช้ไปสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของแต่ละกรณีความผิดพลาด โดยในขณะทำการศึกษาได้มีการกำหนดจำนวนวันเป้าหมายสำหรับการสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดสำหรับกรณีความผิดพลาดในแต่ละประเภท ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของเวลาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานและเวลาของการรอคอยสำหรับทุกขั้นตอนที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดคือ

3.3.1 กรณีความผิดพลาดที่ร้องขอโดยตรงจากลูกค้าต้องต่ำกว่า (<) 35 วัน

3.3.2 กรณีความผิดพลาดที่กำหนดโดยวิศวกรคุณภาพต้องต่ำกว่า (<) 50 วัน

$$\text{CTA}(\%) = \frac{\text{Closed Cases Timely}}{\text{Total Closed Cases}} \text{x}100 \quad (4)$$

สมการที่ 4 แสดงการคำนวณค่า CTA ในรูปอัตราส่วนร้อยละ (%) ของจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด (Closed Cases Timely) เปรียบเทียบกับจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ทั้งหมด (Total Closed Cases) โดยกำหนดเป้าหมายสำหรับกรณีความผิดพลาดทั้ง 2 ประเภทต้องมีค่าสูงกว่า (>) 80% ซึ่งคำนวณจากประสิทธิภาพโดยรวมของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดของปีที่ผ่านเมื่อพิจารณาจากผลการปฏิบัติงานของทุกหน่วยธุรกิจ (Business Units) และทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์

3.4 ด้านผลสรุป (Result)

เป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานด้านความสามารถในการระบุสาเหตุของความผิดพลาดและการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยคำนวณจากอัตราส่วนร้อยละ (%) ของจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลและสามารถจำแนกความผิดพลาดได้ (Fault Isolated:FI) เปรียบเทียบกับจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ทั้งหมด (Total Closed Cases)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามสมการที่ 5 โดยการกำหนดเป้าหมายด้านผลสรุปคำนวณจากประสิทธิภาพโดยรวมของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดของปีที่ผ่านเมื่อพิจารณาจากผลการปฏิบัติงานของทุกหน่วยธุรกิจ (Business Units) และทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ ซึ่งในระหว่างการศึกษาได้กำหนดเป้าหมาย ไว้คือ ต้องสูงกว่า (>) 65% ซึ่งการใช้ FI เป็นตัวแทนของดัชนีวัดผลด้าน Result นี้เพื่อใช้ในการศึกษาและทดลอง เนื่องจากเป็นเป้าหมายหลักของการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นให้ผู้ปฏิบัติงานต้องสามารถระบุสาเหตุของความผิดพลาดให้สูงกว่าเป้าหมาย เพื่อให้สามารถนำสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สูงที่สุด

$$\text{Result}(\%) = \frac{\text{Cases in Fault Isolated}}{\text{Total Closed Cases}} \text{x}100 \qquad (5)$$

วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Development Life Cycle: ESDLC)

วงจรการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Development Life Cycle: ESDLC) เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบ FACBE ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญตามขั้นตอนต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาก่อนการเริ่มโครงการ (Project Initialization)

งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดผลของการปฏิบัติงานของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดสำหรับกรณีความผิดพลาดที่เป็นของกลุ่มผลิตภัณฑ์ของหน่วยธุรกิจ TMG (TMGBU) ตามดัชนีวัดผลประสิทธิภาพการทำงานด้านต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยทำการเก็บรวมรวมข้อมูลเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2554 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2554 สามารถสรุปผลของการประเมินประสิทธิภาพของดัชนีชี้วัดในด้านต่างๆ ดังตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

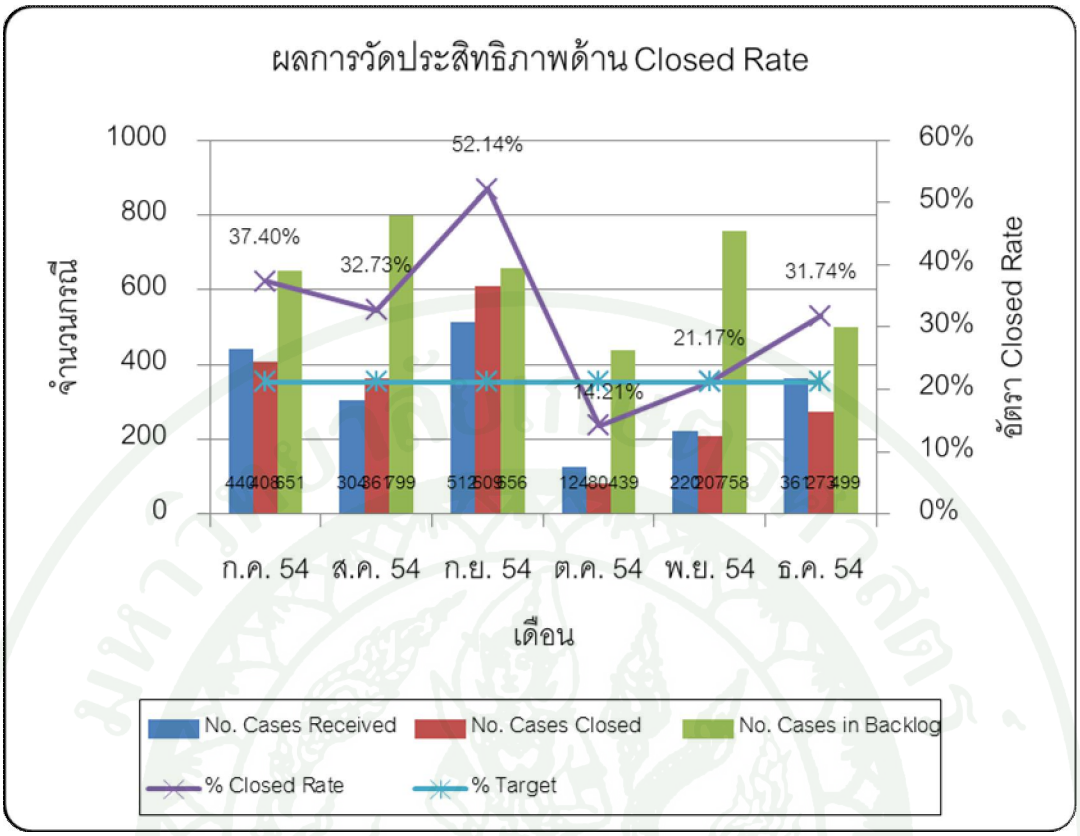
ตารางที่ 4 สรุปผลของการประเมินประสิทธิภาพของดัชนีชี้วัดในด้านต่างๆ

ดัชนีชี้วัด	เป้าหมาย	ก.ค. 54	ส.ค. 54	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54
Closed Rate (%)	> 21%	37.40%	32.73%	52.14%	14.21%	21.17%	31.74%
Backlog (week)	< 4 week	1.27	0.99	0.54	3.72	3.33	0.69
CTA (%)	> 80%	90%	72%	72%	50%	22%	52%
Result:FI (%)	> 65%	44%	47%	44%	55%	25%	15%

จากการศึกษาและวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีวัดผลประสิทธิภาพการทำงานทั้ง 4 ด้านพบว่าดัชนีชี้วัดที่เป็นปัญหาและไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้คือ CTA ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานด้านเวลาที่ใช้ไปสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของแต่ละกรณีความผิดพลาดและ Result:FI ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานด้านความสามารถในการจำแนกความผิดพลาดและการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยพบว่าดัชนีชี้วัดด้าน CTA มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเป้าหมายและมีแนวโน้มที่จะต่ำลงเรื่อยๆ สำหรับด้าน Result:FI ก็มีแนวโน้มที่จะลดลงเช่นเดียวกัน ชี้ให้เห็นว่าผู้ปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดใช้เวลาในการวิเคราะห์ความผิดพลาดเพิ่มขึ้น แต่ผลสรุปที่ได้กลับมีประสิทธิภาพลดลง ส่วนด้าน Backlog มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 4 สัปดาห์แต่ก็พบว่าในเดือนตุลาคม 2554 มีอัตรา Backlog สูงที่สุดคือ 3.72 ซึ่งเป็นอัตราที่ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้และต้องได้รับการหาวิธีการป้องกันไม่ให้สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ สำหรับด้าน Closed Rate พบว่าแม้จะมีอัตราที่สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 21% แต่ก็พบว่ามี 1 เดือนที่ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด

1.1 ด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed Rate)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



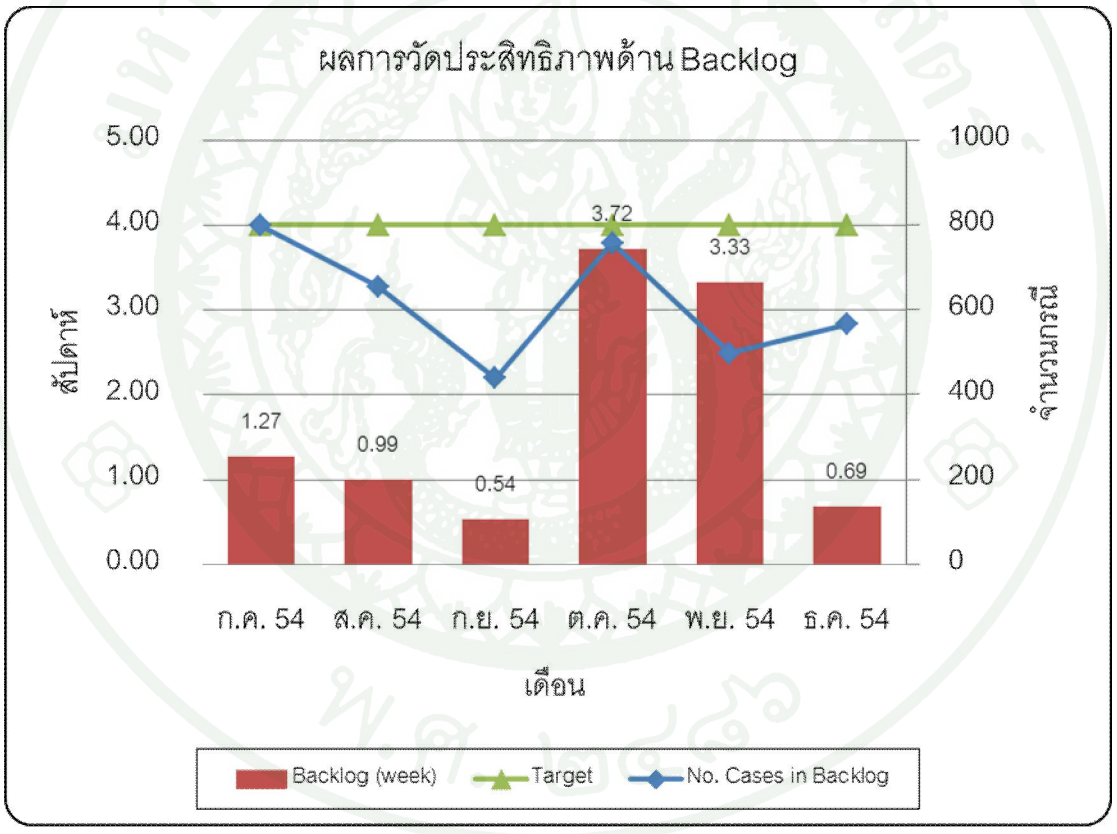
ภาพที่ 12 การวัดประสิทธิภาพด้าน Closed Rate

ภาพที่ 12 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพของดัชนีวัดผลด้าน Closed Rate ซึ่งพบว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้คือสูงกว่า 21% เป็นเวลา 5 เดือนและสูงสุดที่ 52.14% แต่ก็พบว่าในเดือนตุลาคมมีจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สามารถสรุปผลได้ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้คือวัดได้ 14.21% โดยพบว่าเกิดจากผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ปฏิบัติงานอย่างเต็มที่เนื่องจากผลกระทบจากปัญหาอุทกภัยของโรงงานที่ตั้งของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด เมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (No.Cases Closed) ก็พบว่ามีอัตราที่ต่ำกว่าจำนวนกรณีความผิดพลาดที่รับเข้ามา (No.Cases Received) ยกเว้นเดือนสิงหาคมและกันยายนที่มีอัตราสูงกว่าเล็กน้อย ทำให้จำนวนกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่ได้สรุปผลถูกนับเป็นจำนวนกรณีที่คงค้างสำหรับเดือนต่อไป (No.Cases in Backlog) ส่งผลให้อัตรา Closed Rate ของเดือนถัดไปสูงขึ้นด้วย จึงสรุปได้ว่าแม้จะไม่พบดัชนีวัดผลด้าน Closed Rate มีปัญหาที่กระทบต่อการวัดผลของการปฏิบัติงานแต่ก็พบแนวโน้มที่จะมีค่าต่ำลง ถ้าหากผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถสรุปผลของกรณีความผิดพลาดคงค้างให้ลดลงและมีจำนวนกรณีความผิดพลาดที่รับเข้ามาสูงขึ้นกว่าที่พยากรณ์ไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ด้านจำนวนกรณีคงค้าง (Backlog)

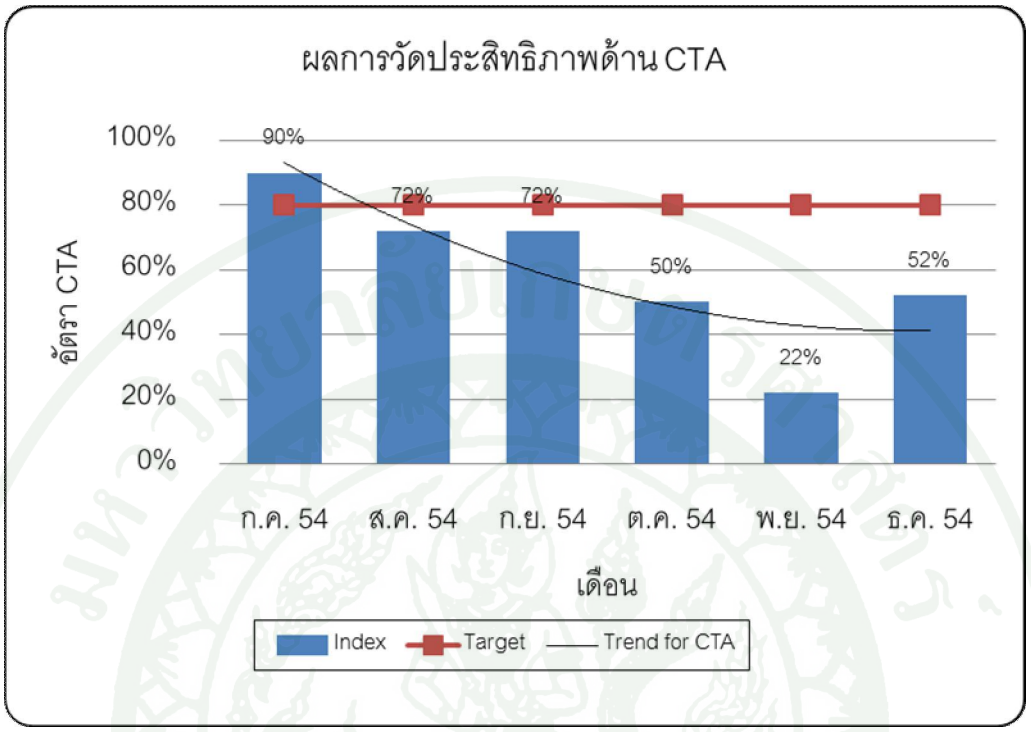
ดัชนีวัดผลด้าน Backlog สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 13 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายของดัชนีวัดผลด้าน Backlog มาโดยตลอด แม้ว่าในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนจะมีจำนวนกรณีความผิดพลาดคงค้างที่สูงกว่าเดือนอื่นๆ แต่ก็ยังต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งเกิดจากผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ปฏิบัติงานอย่างเต็มที่เนื่องจากผลกระทบจากปัญหาอุทกภัยของโรงงานที่ตั้งของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด จึงสรุปได้ว่าดัชนีวัดผลด้าน Backlog ไม่พบปัญหาที่กระทบต่อการวัดผลของการปฏิบัติงานและผู้ปฏิบัติงานสามารถรักษาระดับของการปฏิบัติงานให้อยู่ในเป้าหมายที่ตั้งไว้มาโดยตลอด



ภาพที่ 13 การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Backlog

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

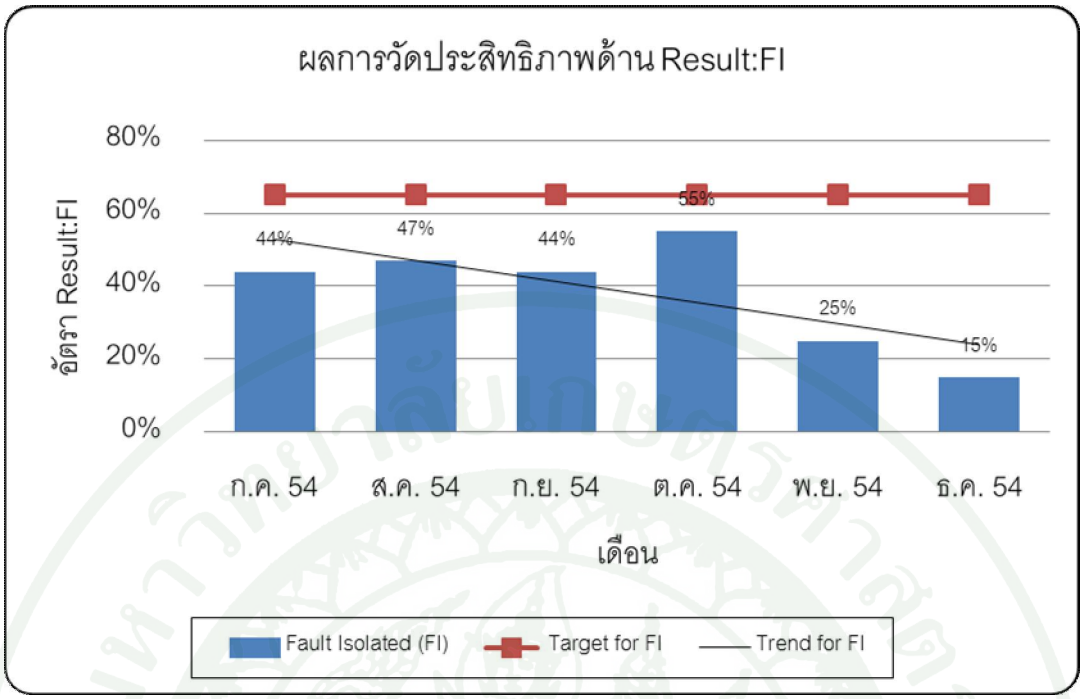
1.3 ด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (Cycle Time Attainment: CTA)



ภาพที่ 14 การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน CTA

ประสิทธิภาพของดัชนีวัดผลด้าน CTA แสดงได้ดังที่ 14 ซึ่งมีการกำหนดเป้าหมายของดัชนีวัดผลด้าน CTA ไว้ที่ 80% ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมและไม่มีการพิจารณาใหม่ ซึ่งเป็นการกำหนดจากผลของประสิทธิภาพการปฏิบัติงานจากปีที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน และเนื่องจากผู้บริหารได้กำหนดไว้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ยึดถือเป็นเป้าหมายหลักแห่งการวิเคราะห์ความผิดพลาดจึงกำหนดให้เป้าหมายมีค่าไม่ต่ำกว่าประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในปีที่ผ่านมา จากการวิเคราะห์พบว่าผลการปฏิบัติงานในเดือนแรกคือเดือนกรกฎาคมเป็นเพียงเดือนเดียวที่ประสิทธิภาพด้าน CTA สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดคือวัดผลได้ 90% แต่พบว่าใน 5 เดือนต่อมาผลการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพต่ำลงเรื่อยๆ ซึ่งเกิดจากมีกรณีความผิดพลาดที่เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ถูกส่งกลับมาและมีการเปลี่ยนแปลงผู้ปฏิบัติงานใหม่ ทำให้ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ใหม่ ในเดือนพฤศจิกายนที่พบว่าดัชนีวัดผลด้าน CTA มีค่าต่ำกว่าเป้าหมายเป็นอย่างมากคือวัดผลได้ 22% ซึ่งเกิดจากผลกระทบจากปัญหาอุทกภัยของโรงงานที่ตั้งของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด จึงสรุปได้ว่าดัชนีวัดผลด้าน CTA เป็นปัญหาที่กระทบต่อการวัดผลของการปฏิบัติงานและผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถรักษาระดับของการปฏิบัติงานให้อยู่ในเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างสม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Result:FI

1.4 ด้านผลสรุป (Result)

ผลสรุปของการวิเคราะห์ความผิดพลาดเป็นอีกดัชนีวัดผลหนึ่งที่จะสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าหากผู้ปฏิบัติงานสามารถค้นหาและระบุสาเหตุของความผิดพลาดของกรณีความผิดพลาด รวมทั้งให้คำแนะนำสำหรับการแก้ปัญหาของแต่ละกรณีความผิดพลาด ดังนั้นฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดจึงได้ให้ความสำคัญให้มีการกำหนดดัชนีวัดผลประสิทธิภาพด้านผลสรุป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดผลของจำนวนกรณีที่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ (Fault Isolated:FI) ต้องสูงกว่า 65% ซึ่งเป็นการกำหนดเป้าหมายที่ต้องไม่ต่ำกว่าประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในปีที่ผ่านมา

ภาพที่ 15 พบว่าประสิทธิภาพด้าน Result:FI ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ตั้งแต่เดือนแรกคือเดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนธันวาคมและพบว่าในเดือนธันวาคมมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดคือ 15% ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่สะท้อนให้เห็นว่ากรณีความผิดพลาดที่ส่งกลับมานั้นไม่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแนวโน้มพบว่า ประสิทธิภาพทางด้าน Result:FI มีแนวโน้มที่จะต่ำลงเรื่อยๆ จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุที่ดัชนีวัดผลด้าน Result:FI ไม่ประสบผลสำเร็จและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

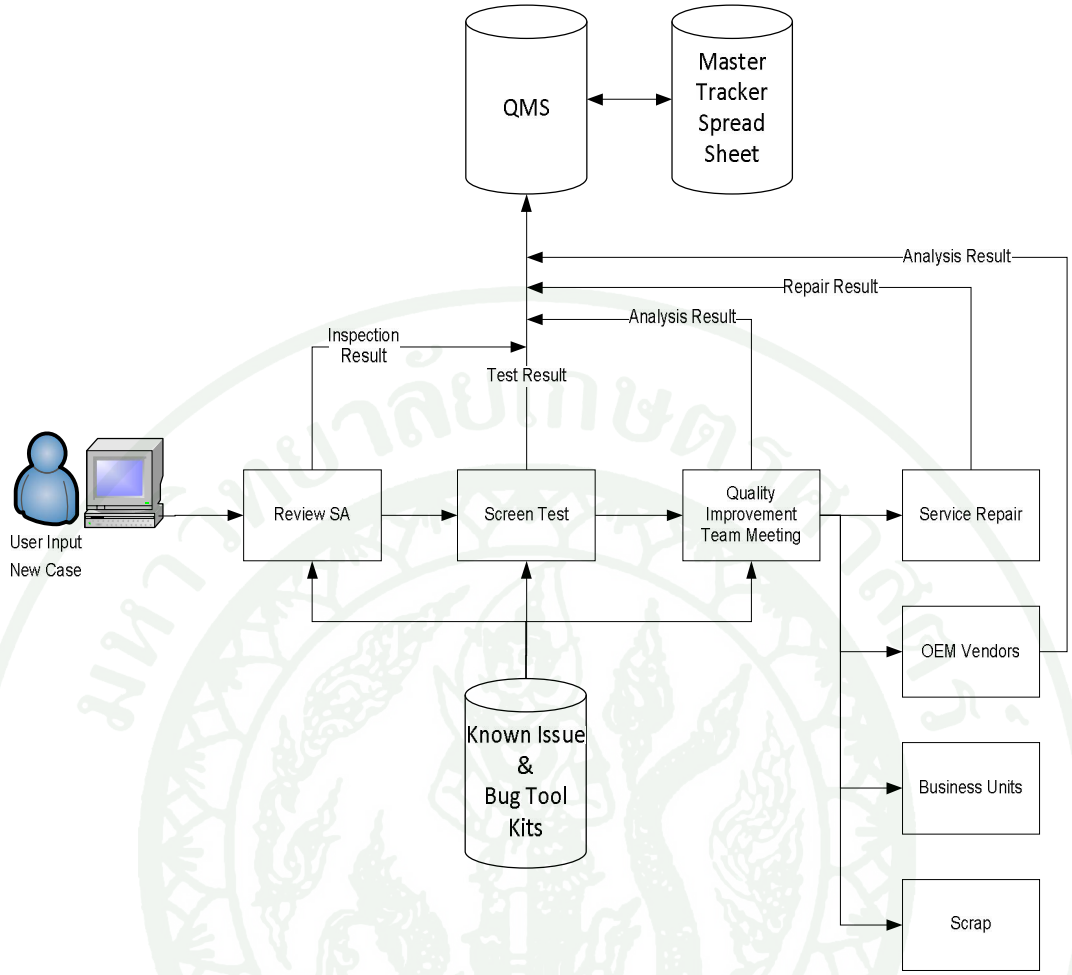
บรรลุเป้าหมายได้มาจากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุหลักที่พบคือผู้ปฏิบัติงานไม่มีความรู้ ความเข้าใจด้านความสามารถของผลิตภัณฑ์และไม่ทราบถึงวิธีการเข้าถึงข้อมูลการวิเคราะห์ความผิดพลาดเดิมที่มีอยู่แล้ว เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงผู้ปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาด จึงต้องมีการถ่ายโอนงานจากผู้ปฏิบัติงานเดิมและต้องใช้เวลาในการเรียนรู้งานสำหรับผู้ปฏิบัติงานใหม่

เมื่อศึกษาถึงลักษณะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและเครื่องมือสนับสนุนการทำงานในปัจจุบันพบว่าประสิทธิภาพการทำงานของการวิเคราะห์ความผิดพลาดในปัจจุบันมีปัญหาและอุปสรรคที่ไม่สามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมายด้าน CTA และ Result:FI ที่ตั้งไว้คือการสรุปผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดใช้เวลามากเกินกว่าที่กำหนดไว้แต่มีจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สามารถแยกแยะความผิดพลาดได้ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดเนื่องจากผู้ปฏิบัติงานไม่มีความรู้และประสบการณ์ที่เพียงพอในการอ่านรายงานความผิดพลาด (Service Requested Note) จากวิศวกรระบบ (System Engineers) และมีความรู้ด้านข้อมูลความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เพียงพอ ผู้ปฏิบัติงานขาดความเข้าใจในฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายของผลิตภัณฑ์ทำให้ไม่สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงและกำหนดขอบเขตของการทดสอบผลิตภัณฑ์ได้ภายในเวลาอันรวดเร็วสั้น นอกจากนี้พบว่าข้อมูลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ไม่ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทำให้การตัดสินใจในการออกแบบการทดสอบหรือสรุปผลหลังการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศผ่านการประชุมประจำสัปดาห์ เพื่อตัดสินใจว่าจะดำเนินการอย่างไรกับกรณีความผิดพลาดในแต่ละกรณี

2. การศึกษาความเป็นไปได้เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis & Design)

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาของกรณีความผิดพลาด การออกแบบสำหรับการทดสอบและการจำแนกความผิดพลาด รวมทั้งศึกษาการเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดเพื่อใช้สนับสนุนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานพบว่าฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดมีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลซึ่งถูกออกแบบมาไว้แล้วแต่มีขั้นตอนและวิธีการในการเข้าถึงที่ซับซ้อน ผู้ที่จะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ต้องได้รับการอนุญาติจากผู้ดูแลระบบแล้วเท่านั้น นอกจากนี้ผู้ที่จะเข้าถึงข้อมูลยังต้องได้รับการอบรมให้มีความเข้าใจถึงวิธีการใช้งานฐานข้อมูลก่อนที่จะได้รับอนุญาติให้ใช้งานฐานข้อมูลได้ ผู้ปฏิบัติงานจึงได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างที่ได้การปฏิบัติงานแยกออกมาอีกชุดหนึ่งไว้ในโปรแกรมประยุกต์ Microsoft Excel ที่เรียกว่า Master Tracker สำหรับเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาของกรณีความผิดพลาด การออกแบบสำหรับการทดสอบและการจำแนกความผิดพลาด

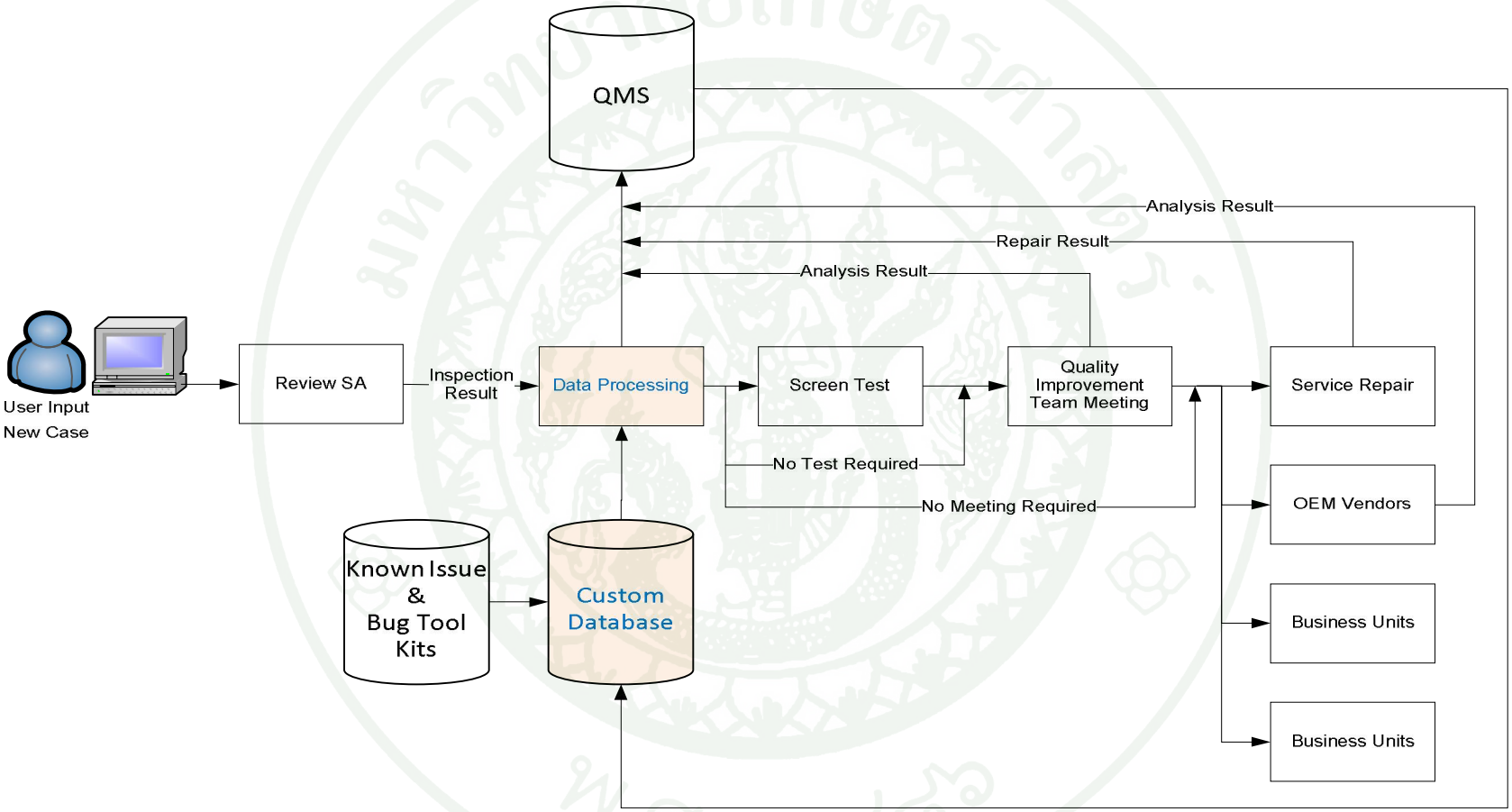
จากภาพที่ 16 ซึ่งแสดงขั้นตอนการทำงานสำหรับ 1 กรณีความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน 1 คน รวมทั้งแสดงถึงการไหลของข้อมูล (Data Flow) ของขั้นตอนต่างๆพบว่าใน 1 รอบของการปฏิบัติงาน ประกอบด้วยขั้นตอนและข้อมูลการทำงานคือการทบทวน Service Request (Review SR) การทดสอบเพื่อกลั่นกรอง (Screen Test) การประชุมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement Team) และข้อมูลที่ได้จากการตัดสินใจของที่ประชุมจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล (QMS) ทุกขั้นตอน ผู้ปฏิบัติงานได้มีการนำเอาข้อมูลที่มีอยู่จากฝ่ายอื่นๆ เช่น ปัญหาที่ทราบสาเหตุแล้ว (Known Issues) หรือชุดเครื่องมือสำหรับความบกพร่อง (Bug Tool Kits) มาเป็นข้อมูลใช้ประกอบการปฏิบัติงาน ในขั้นตอนสุดท้ายผู้ปฏิบัติงานได้มีการนำออกของข้อมูลจากฐานข้อมูลหลัก (QMS) มาเก็บไว้ในโปรแกรมประยุกต์ Microsoft Excel เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการทำงานของผู้ปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานและการไหลของข้อมูลในปัจจุบันพบว่าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลทุกขั้นตอนและยังพบว่ามีการนำข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาใช้ประกอบการปฏิบัติงาน ดังนั้นถ้าหากมีการพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดเพื่อนำข้อมูลที่เก็บไว้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดคือรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ จะส่งทำให้ผลของการวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดในด้านต่างๆ บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังแสดงในภาพที่18 ซึ่งอธิบายถึงแนวคิดของการนำระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดและการไหลของข้อมูลในระบบ

ภาพที่ 17 แสดงให้เห็นถึงการนำระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดเข้ามาใช้งาน โดยการเพิ่มฐานข้อมูลที่ออกแบบขึ้น (Custom Database) เพื่อใช้รวมรวมข้อมูลจากหลายแหล่งมาเก็บไว้ในรูปแบบที่ออกแบบมาเพื่อให้เข้ากันได้กับระบบที่พัฒนาขึ้นและมีกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Processing) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่ได้เก็บรวมรวมไว้มาประมวลผลโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงาน ผลที่ได้จากการประมวลผลจะเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและรวดเร็วมากกว่าการให้ผู้ปฏิบัติงานทำการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลหลัก (QMS and Known Issue) ของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยตัวเอง ซึ่งพบว่าในบางครั้งผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ให้ความสำคัญกับการค้นหาข้อมูลที่มีอยู่จากฐานข้อมูลหลัก เนื่องจากข้อจำกัดในการเข้าถึงฐานข้อมูลและจำนวนข้อมูลมีจำนวนมากทำให้เสียเวลาในการค้นหาข้อมูล ผลที่ได้จากการนำระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดเข้ามาใช้งาน จะทำให้สามารถลดขั้นตอนของการทดสอบ (No Test Required) หรือลดการประชุมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ (No Meeting Required) เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานลงและเพิ่มความสามารถในจำแนกความผิดพลาดให้สูงขึ้นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 การนำระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาของกรณีความผิดพลาด การออกแบบสำหรับการทดสอบ และการจำแนกความผิดพลาดมาใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างต้นแบบสำหรับศึกษาและทดลอง (Prototyping)

เนื่องจากในปัจจุบันข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลจึงได้มีการนำเอาโปรแกรมประยุกต์ Microsoft Excel มาใช้สำหรับการนำข้อมูลออก (Export) มาเก็บไว้เพื่อใช้งานเสมือนเป็นฐานข้อมูลของระบบ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ดังนั้นจึงสามารถกำหนดเป้าหมายของการออกแบบระบบต้นแบบเพื่อศึกษาการทำงานของระบบ FACBE สำหรับการแก้ปัญหาและปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของการวิเคราะห์ความผิดพลาด โดยมุ่งไปที่ดัชนีชี้วัดด้าน CTA และ Result เนื่องจากเป็นดัชนีวัดผล 2 ด้านที่พบปัญหาในขั้นตอนของการศึกษาปัญหาคือไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ จึงได้ออกแบบระบบต้นแบบโดยใช้ความสามารถในการค้นหาของโปรแกรมประยุกต์ Microsoft Excel แล้วให้ผู้ปฏิบัติงานนำข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดให้เป็นเงื่อนไขสำหรับการค้นหาข้อมูล ไปสืบค้นจากโปรแกรมประยุกต์ Microsoft Excel

ในการออกแบบระบบต้นแบบเพื่อศึกษาและทำการทดลองโดยการนำกรณีเดิมที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูลมาจัดรูปแบบใหม่ให้สามารถสืบค้นได้ง่าย แล้วใช้ความสามารถจากโปรแกรมประยุกต์ Microsoft Excel สร้างเครื่องมือสำหรับการค้นหาข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของกรณีใหม่กับกรณีเดิมซึ่งกำหนดการแสดงผลของการค้นหาไว้ 3 ทางคือ กรณีที่นำข้อมูลมาใช้ได้เลย กรณีที่ต้องปรับปรุงข้อมูลก่อนใช้งานและกรณีที่ไม่พบข้อมูลที่ตรงกันแล้วสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยวิธีการอ้างอิงข้อมูลจากกรณีเดิม เพื่อวัดประสิทธิภาพที่ได้จากการปฏิบัติงานดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งเป็นผลสรุปอัตราส่วนร้อยละ (%) จากการทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรณีที่ได้สรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดไปแล้วจำนวน 100 กรณีเมื่อนำมาทดลองใช้งานกับระบบต้นแบบที่ออกแบบไว้

ตารางที่ 5 สรุปผลการวัดผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยระบบต้นแบบ

การวัดประสิทธิภาพ	ผลของประสิทธิภาพ (%)
กรณีที่นำข้อมูลมาใช้ได้เลย	46%
กรณีที่ต้องปรับปรุงข้อมูลก่อนใช้งาน	28%
กรณีที่ไม่พบข้อมูลที่ตรงกัน	26%
ความใกล้เคียงของผลสรุปที่ได้จากระบบต้นแบบเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติงานในปัจจุบัน	73%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

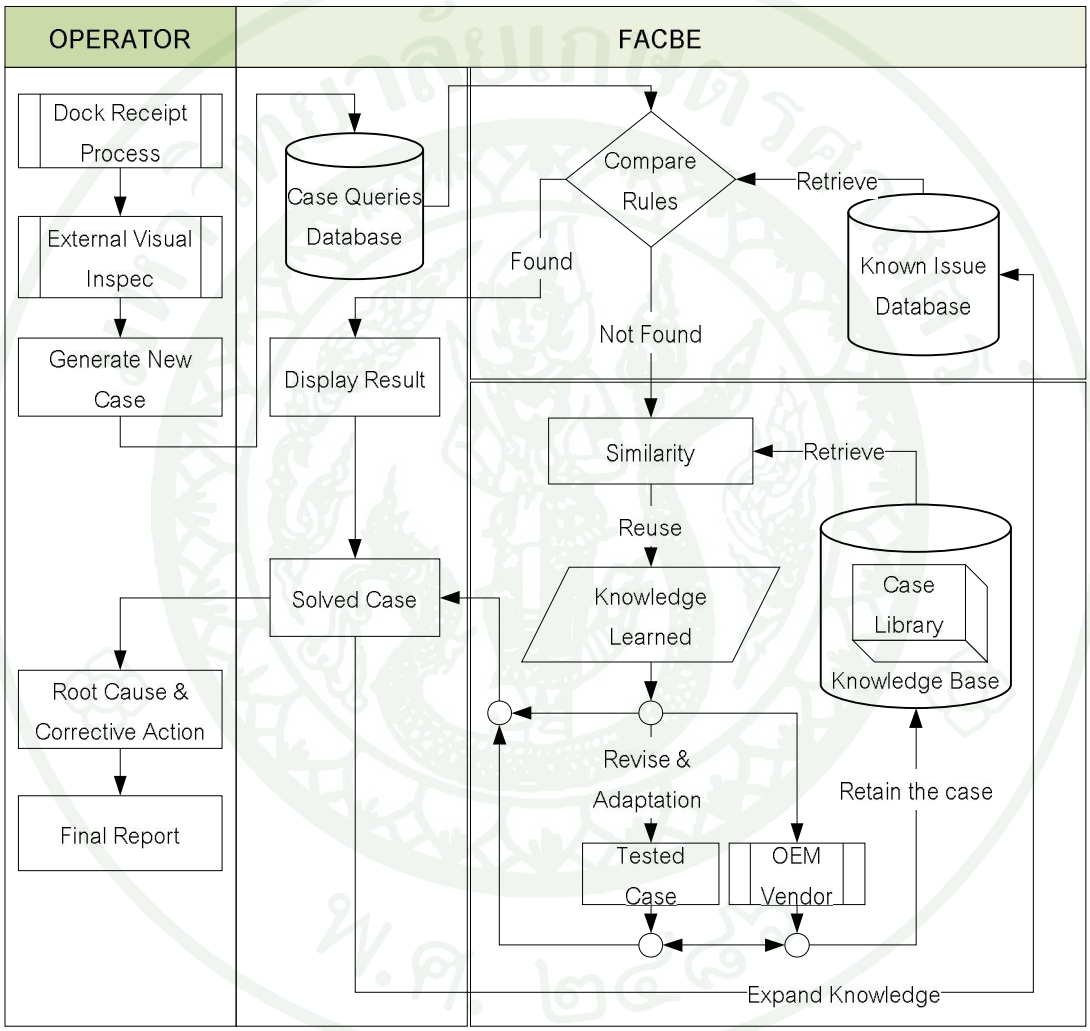
ผลที่ได้จากการวัดประสิทธิภาพจากระบบต้นแบบพบว่ากรณีที่นำข้อมูลมาใช้ได้เลยและกรณีที่ต้องปรับปรุงข้อมูลก่อนใช้งาน มีประสิทธิภาพวัดได้เท่ากับ 46% และ 28% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความถูกต้องของผลสรุปที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติงานในปัจจุบันพบว่ามีค่าเท่ากับ 73% และมีกรณีที่ไม่พบข้อมูลที่ตรงกันมีค่าเท่ากับ 26% อย่างไรก็ตามพบว่าผู้ออกแบบสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบต้นแบบได้โดยการเพิ่มจำนวนกรณีความผิดพลาดเดิมเข้าไปในฐานข้อมูลเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง ก็จะสามารถทำให้ลดอัตราส่วนของกรณีที่ไม่พบข้อมูลที่ตรงกันได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแนวความคิดของการใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วจากกรณีของการวิเคราะห์ความผิดพลาดเดิม สามารถนำมาใช้สนับสนุนงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีประสิทธิภาพได้

4. การพัฒนาระบบ (System Development)

โครงสร้างของระบบ FACBE (Framework) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือส่วนผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rules) และส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning) ดังแสดงในภาพที่ 18 ซึ่งอธิบายการทำงานของระบบ FACBE โดยผู้ปฏิบัติงานป้อนข้อมูลของความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์สำหรับกรณีใหม่ (Generate New Case) เข้าสู่ระบบ FACBE แล้วระบบ FACBE จะทำการประมวลผลโดยการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลของปัญหาที่ทราบแล้ว (Known Issue Database) ซึ่งเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ความผิดผลาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จำแนกความผิดพลาดและระบุวิธีการแก้ปัญหาแล้วมาวิเคราะห์ผ่านกลไกการวิเคราะห์แบบกฎ (Rules) ถ้าหากระบบ FACBE พบความตรงกันของข้อมูลที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงานและกฎต่างๆที่มีอยู่ จะแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความผิดผลาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากฐานความรู้ของระบบ FACBE เพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้ปฏิบัติงานนำไปปฏิบัติกับกรณีใหม่ได้ทันที ในกรณีที่ระบบ FACBE ไม่สามารถค้นพบความตรงกันของข้อมูลที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงานและกฎต่างๆที่มีอยู่ ระบบ FACBE จะทำการดึงข้อมูลของกรณีก่อนหน้า ที่เก็บอยู่ในห้องสมุดกรณี (Case Library) มาใช้หาความสัมพันธ์ของกรณีเดิมและกรณีใหม่โดยการเปรียบเทียบความคล้าย (Similarity) ระหว่างกรณีใหม่และกรณีเดิมที่อยู่ในห้องสมุดกรณีผ่านกลไกการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning) โดยที่ระบบ FACBE จะนำผลของการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายเรียงจากสูงที่สุดไปจนถึงต่ำที่สุดมาแสดงผลให้ผู้ปฏิบัติงานเลือกและนำวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาดของกรณีความผิดพลาดเดิมไปใช้ปฏิบัติกับกรณีใหม่โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถนำวิธีการไปใช้ได้ทันที (Solved Case) หากมีเปอร์เซ็นต์ความคล้ายที่สูงในระดับที่น่าเชื่อถือได้ หรือสามารถการปรับแต่งวิธีการของกรณีก่อนหน้าและทำการทดสอบกับกรณีใหม่ (Tested Case) หรือการส่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์ไปทำการวิเคราะห์ต่อที่โรงงานผู้ผลิต (OEM Vendor) สำหรับกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ เมื่อการวิเคราะห์ความผิดพลาดเสร็จสิ้นผู้ปฏิบัติงานจะทำการจัดเก็บ (Retain) ผลลัพธ์ที่ได้ของกรณีใหม่เข้าไปในห้องสมุดกรณีเพื่อใช้เป็นฐานกรณีสำหรับใช้ในกรณีใหม่ๆต่อไป ขั้นตอนสุดท้ายผู้ปฏิบัติงานต้องทำการจัดทำรายงาน (Final Report) สำหรับสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไป



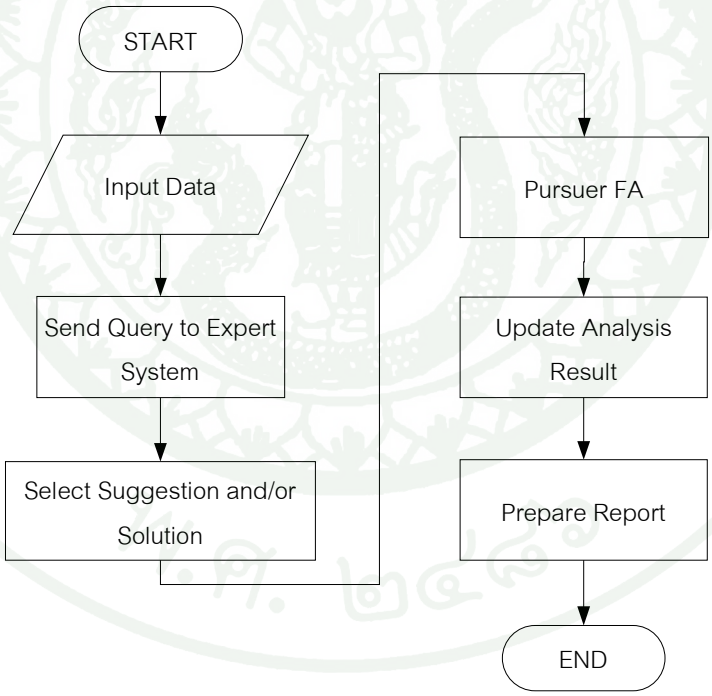
ภาพที่ 18 โครงสร้างของระบบFACBE (Framework)

4.1 ส่วนผู้ปฏิบัติงาน (Operator)

เป็นจุดเริ่มต้นการทำงานของกระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาด และเป็นส่วนแรกที่นำเอาข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใหม่เข้าไปสู่ระบบเพื่อขอรับคำแนะนำ ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่

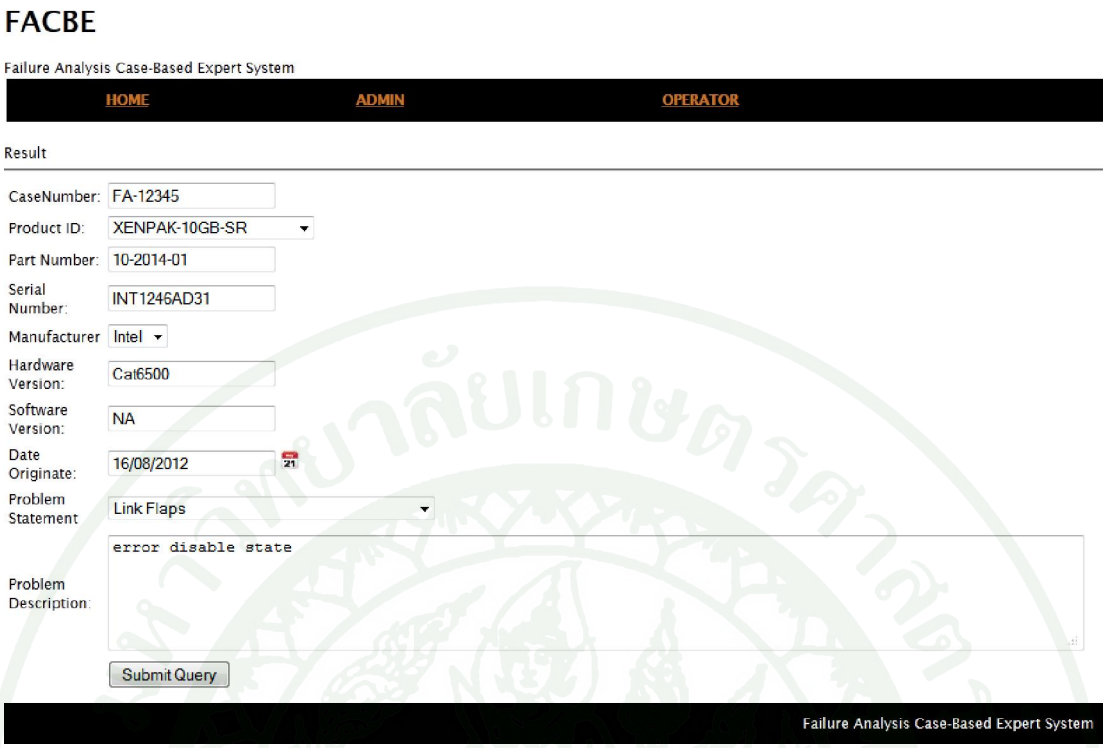
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการทบทวน (Review) ผลการวิเคราะห์ที่ได้ปฏิบัติโดยวิศวกรระบบ ณ สถานที่ติดตั้งของลูกค้า เพื่อค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอาการของความผิดพลาด วิธีการทดสอบเพื่อยืนยันความผิดพลาด รวมทั้งเตรียมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานจะทำการตรวจสอบทางกายภาพภายนอก (External Visual Inspection) เพื่อกลั่นกรองว่าผลิตภัณฑ์ของกรณีที่นำเข้านั้นไม่มีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นเช่น แตกหักหรือชิ้นส่วนไม่ครบ เป็นต้น เมื่อผู้ปฏิบัติงานนำข้อมูลเข้าไปในระบบแล้ว (Send Query) จะทำการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select Suggestion and/or Solution) สำหรับกรณีเดิมที่ระบบได้ทำการประมวลผลออกมาให้นำไปใช้กับกรณีใหม่ (Pursuer FA) และทำการรายงานผลของการวิเคราะห์ (Update Analysis Result) เพื่อส่งให้กับลูกค้าผู้ร้องขอต่อไปดังแสดงในภาพที่ 19 ซึ่งอธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและภาพที่ 20 แสดงถึงส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานระบบ (Graphic User Interface : GUI) ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บเพจ (Web Page) เพื่อความสะดวกในการใช้งานของผู้ปฏิบัติงาน โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้เปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน



ภาพที่ 19 ขั้นตอนการทำงานส่วนผู้ปฏิบัติงาน (Operator)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



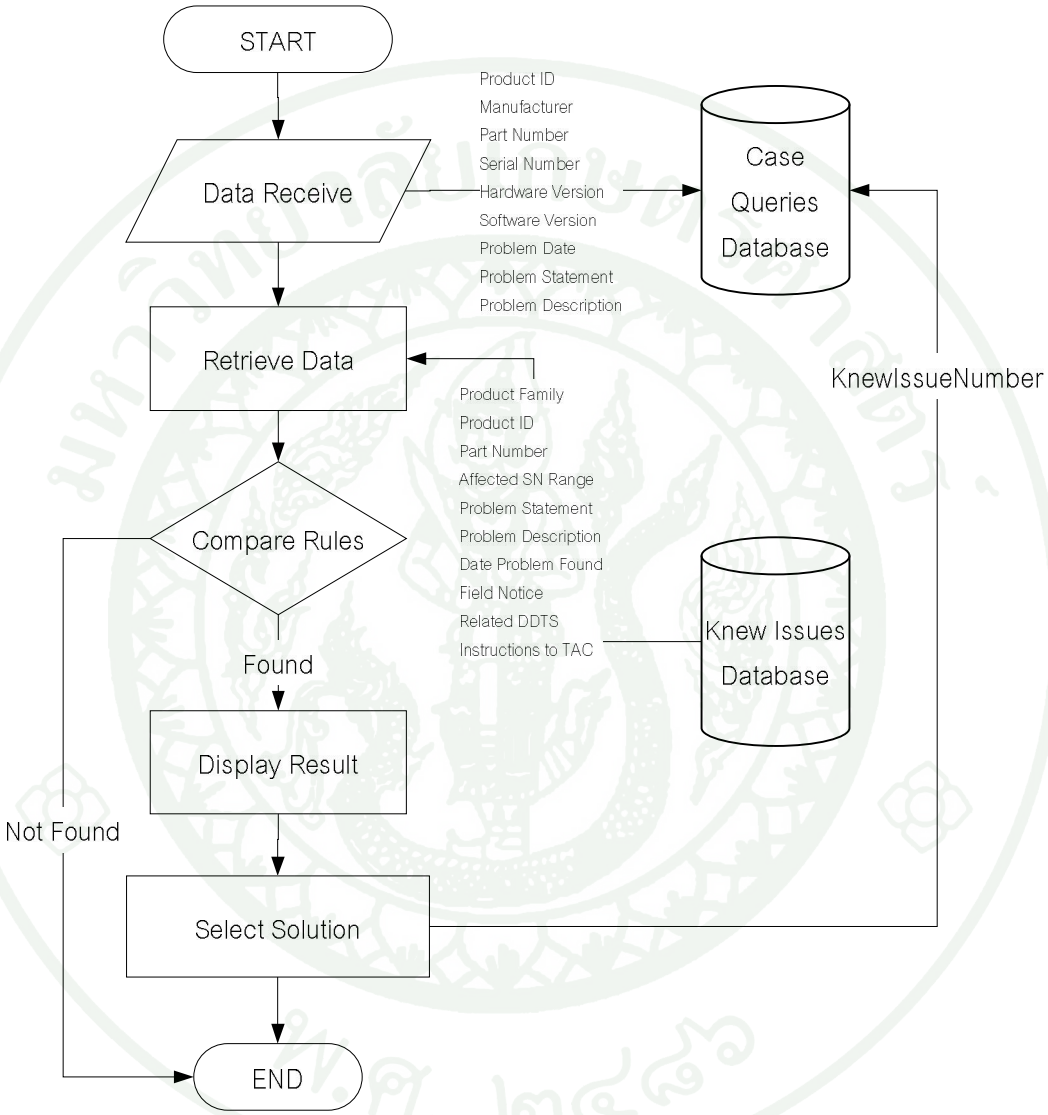
ภาพที่ 20 ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface: GUI) ของระบบ FACBE

4.2 ส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rules)

เป็นกลไกการประมวลผลของระบบ FACBE ที่ใช้กฎ (Rules) ต่างๆที่มีอยู่ในระบบ FACBE สำหรับการบริหารความรู้เด่นชัด (Explicit Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ที่อยู่ในรูปแบบที่เป็นเอกสารหรือคู่มือสำหรับวิธีการการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาความผิดพลาดที่เน้นการเข้าถึงแหล่งความรู้และการนำไปปรับใช้ การทำงานของกฎในระบบ FACBE ดังแสดงในภาพที่ 21 ซึ่งอธิบายถึงขั้นตอนการทำงาน โดยเริ่มจากรับข้อมูล (Data Receive) จากส่วนผู้ปฏิบัติงานแล้วระบบ FACBE จะทำการดึงข้อมูล (Retrieve Data) จากฐานข้อมูลของปัญหาที่ทราบแล้ว (Known Issue Database) มาทีละรายการ (Record) หลังจากนั้นจะใช้หลักการของการเปรียบเทียบข้อมูลตามแบบกฎในรูปแบบ ถ้า…แล้ว…นอกจากนี้ (If…and…Then) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่นำเข้ากับข้อมูลในฐานข้อมูลทีละลักษณะข้อมูล (Feature) จนครบทุกลักษณะข้อมูลโดยตั้งกฎสำหรับการเปรียบเทียบข้อมูลของแต่ละลักษณะข้อมูลให้ข้อมูลที่นำเข้าและข้อมูลในฐานข้อมูลต้องเป็นไปตามที่ตั้งไว้ทุกประการ เมื่อค้นพบวิธีการวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาสำหรับความผิดพลาดแล้ว ระบบ FACBE จะนำข้อมูลมาแสดงผล (Display Result) ให้ผู้ปฏิบัติงานนำไปใช้งานกับกรณีใหม่ต่อไปดังในภาพที่ 23 แต่ถ้าไม่พบข้อมูลที่ตรงกันของกฎใดกฎหนึ่ง ระบบ FACBE จะหยุดการ

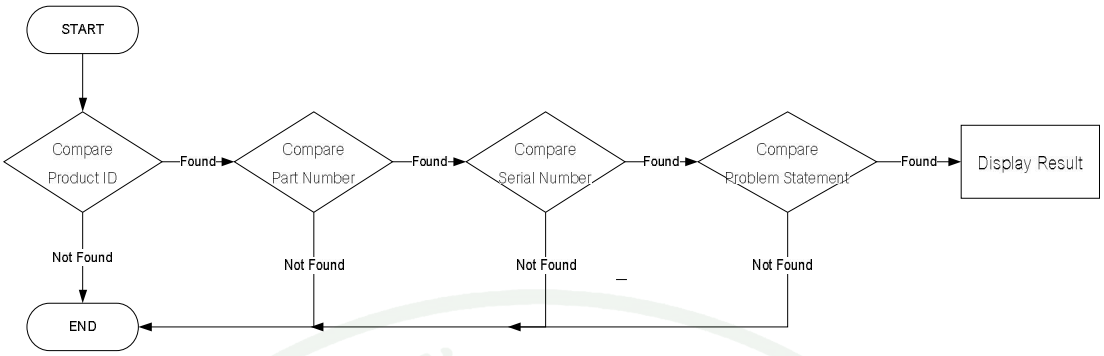
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประมวลผลและดึงข้อมูลของรายการใหม่ในลำดับถัดไปมาเปรียบเทียบต่อไป หากดึงข้อมูลจนถึงรายการสุดท้ายของฐานข้อมูลแล้วแต่ยังไม่สามารถค้นหาข้อมูลที่ตรงกับกฎที่ตั้งไว้ได้ส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning) จะถูกเรียกใช้งานเป็นลำดับถัดไป



ภาพที่ 21 ขั้นตอนการทำงานของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rules-Based Expert system)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 ขั้นตอนการทำงานของกฎต่างๆ ที่ใช้ในระบบ FACBE

ภาพที่ 22 อธิบายขั้นตอนการทำงานและเงื่อนไขของกฎสำหรับแต่ละลักษณะข้อมูลที่ใช้ในระบบ FACBE ซึ่งทำการเปรียบเทียบเงื่อนไขของแต่ละกฎสำหรับข้อมูลที่นำเข้าและข้อมูลจากฐานข้อมูลตามลำดับดังนี้

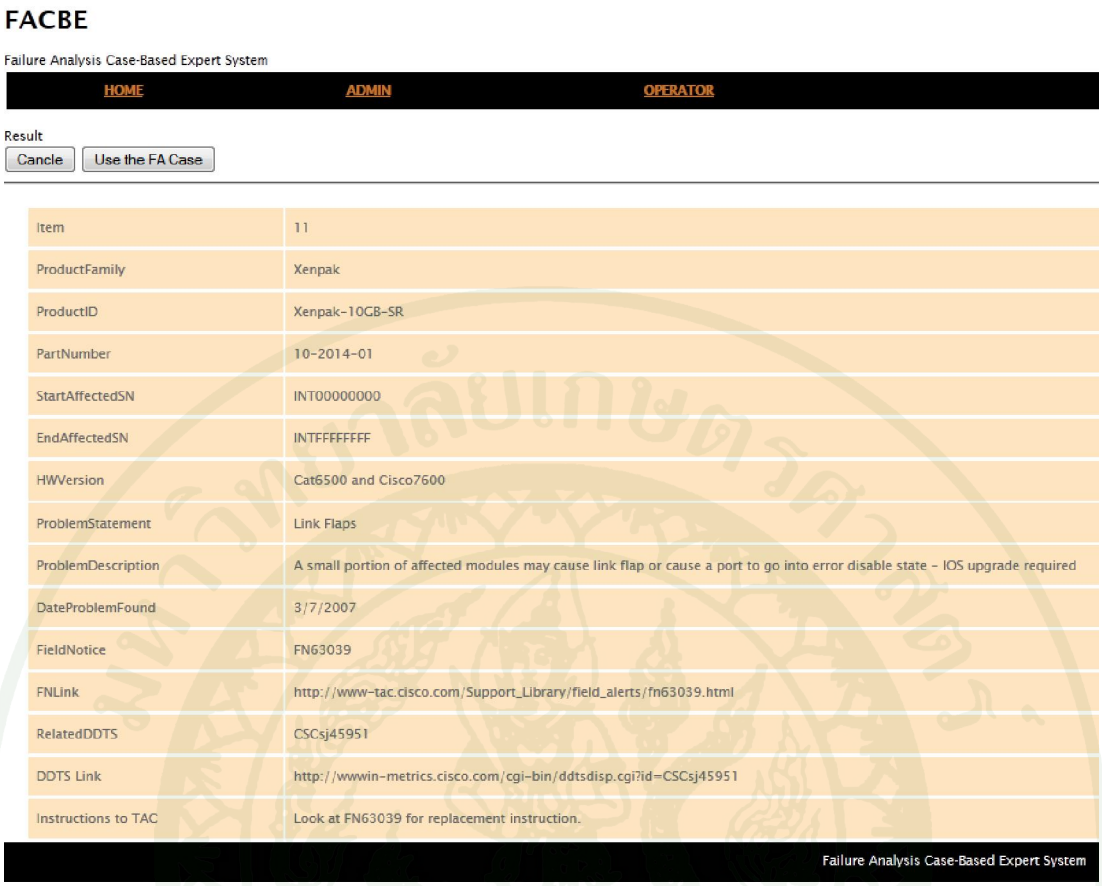
4.2.1 ข้อมูลของประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product ID) ต้องตรงกัน

4.2.2 ข้อมูลหมายเลขประจำผลิตภัณฑ์ (Part Number) ต้องตรงกัน

4.2.3 ข้อมูลเลขลำดับของผลิตภัณฑ์ (Serial Number) ต้องอยู่ในช่วงที่กำหนด

4.2.4 ข้อมูลประเภทของปัญหา (Problem Statement) ต้องตรงกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 การแสดงผลของการประมวลผลจากส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rules-Based Expert system)

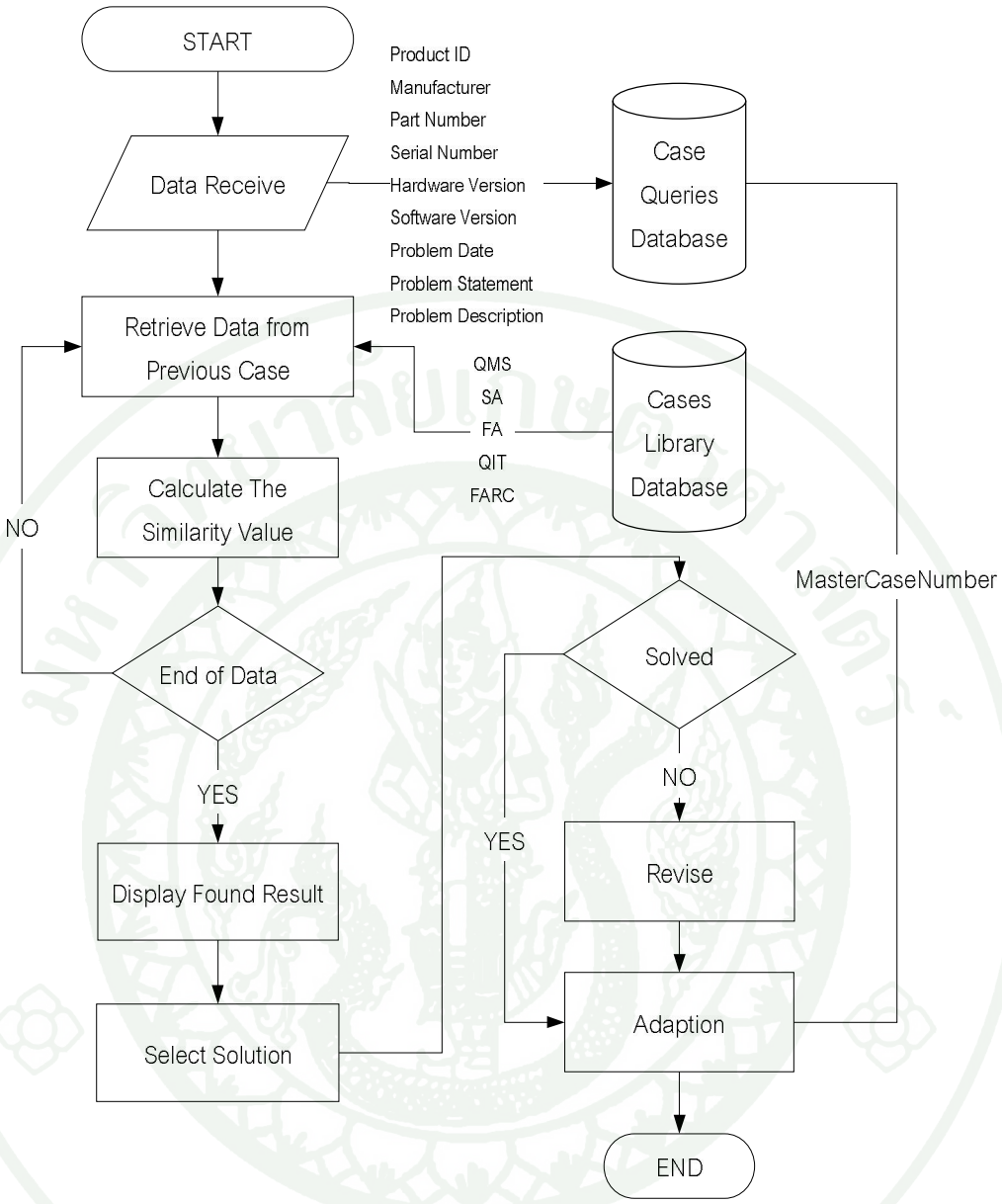
4.3 ส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning)

ภาพที่ 24 เป็นกลไกการประมวลผลของระบบ FACBE ที่ใช้การให้เหตุผลแบบฐานกรณี (CBR) สำหรับการบริหารความรู้ซ่อนเร้น (Tactic Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ที่แฝงอยู่ในตัวผู้เชี่ยวชาญหรือสถานการณ์ต่างๆ โดยเน้นไปที่การจัดการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ต่อไป มีขั้นตอนการทำงานเริ่มจากรับข้อมูล (Data Receive) จากส่วนผู้ปฏิบัติงานแล้วผ่านต่อมาจากส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ ในกรณีที่ระบบ FACBE ไม่สามารถค้นพบข้อมูลด้วยการใช้กลไกแบบกฎได้ โดยที่ CBR จะทำการดึงข้อมูล (Retreive) ของกรณีเดิมจากฐานข้อมูลของห้องสมุดกรณี (Cases Library Database) แล้วทำการค้นหาความสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบความคล้าย (Similarity) ระหว่างข้อมูลที่นำเข้ากับข้อมูลในฐานข้อมูลสำหรับลักษณะข้อมูลจนครบทุกลักษณะข้อมูล โดยเริ่มตั้งแต่กรณีแรกจนถึงกรณีสุดท้ายที่มีอยู่ในฐานข้อมูลและแสดงผลออกมาในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ความคล้ายระหว่างกรณีใหม่กับกรณี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

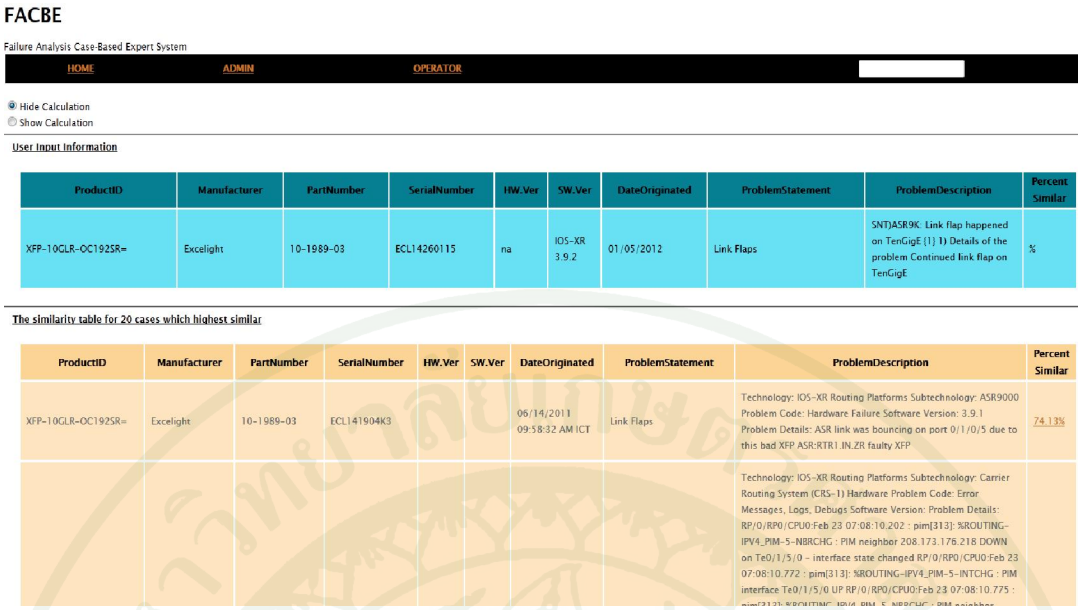
เดิมในฐานข้อมูล เมื่อการประมวลสิ้นสุดระบบจะแสดงผล (Display Result) ดังในภาพที่ 25 ซึ่งเป็นการแสดงผลที่ได้จากการวัดความคล้ายของกรณีเดิมในฐานข้อมูลและกรณีใหม่เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเลือกวิธีการปฏิบัติงานของกรณีเดิมที่ใกล้เคียงและเหมาะสมที่สุดไปใช้งานกับกรณีใหม่ต่อไป โดยที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำวิธีการปฏิบัติงานของกรณีเดิมไปใช้งานได้เลยหากพบว่าสามารถแก้ปัญหาของกรณีใหม่ได้หรือปรับปรุงและทดสอบวิธีการปฏิบัติงานก่อนแล้วนำไปใช้กับกรณีใหม่ เพื่อพิสูจน์วิธีการทำงานที่ได้รับการปรับปรุง เมื่อกรณีใหม่ได้รับการสรุปผลแล้ววิธีการปฏิบัติงานที่ได้ใช้กับกรณีใหม่จะถูกเก็บไว้ฐานข้อมูลของห้องสมุดกรณีเพื่อนำไปใช้อ้างอิงกับกรณีใหม่ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 ขั้นตอนการทำงานของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์


FACBE

Failure Analysis Case-Based Expert System

HOME ADMIN OPERATOR

Hide Calculation
Show Calculation

User Input Information

ProductID	Manufacturer	PartNumber	SerialNumber	HW.Ver	SW.Ver	DateOriginated	ProblemStatement	ProblemDescription	Percent Similar
XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115	na	IOS-XR 3.9.2	01/05/2012	Link Flaps	SNTJASR9K Link flap happened on TenGigE [1] 1) Details of the problem Continued link flap on TenGigE	%

The similarity table for 20 cases which highest similar

ProductID	Manufacturer	PartNumber	SerialNumber	HW.Ver	SW.Ver	DateOriginated	ProblemStatement	ProblemDescription	Percent Similar
XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL141904K3			06/14/2011 09:58:32 AM ICT	Link Flaps	Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: ASR9000 Problem Code: Hardware Failure Software Version: 3.9.1 Problem Details: ASR link was bouncing on port 0/1/0/5 due to this bad XFP ASR:RTR1.IN.ZR faulty XFP	74.13%
								Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: Carrier Routing System (CRS-1) Hardware Problem Code: Error Messages, Logs, Debugs Software Version: Problem Details: RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.202 : pim[313]: %ROUTING-IPV4_PIM-5-NBRCHG : PIM neighbor 208.173.176.218 DOWN on Te0/1/5/0 - interface state changed RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.772 : pim[313]: %ROUTING-IPV4_PIM-5-INTCHG : PIM interface Te0/1/5/0 UP RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.775 :	

ภาพที่ 25 การแสดงผลของการประมวลผลจากส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Reasoning)

4.4 การคำนวณความคล้าย ของ CBR สำหรับระบบ FACBE (Similarity Measurement)

4.4.1 การกำหนดค่าน้ำหนักของลักษณะข้อมูล

ระบบ FACBE ใช้หลักการของ Nearest Neighbors ซึ่งเป็นการหาค่าคะแนน (Value) ของแต่ละลักษณะข้อมูล (Feature) ระหว่างกรณีก่อนหน้ากับกรณีปัจจุบัน โดยที่แต่ละลักษณะข้อมูลจะมีค่าน้ำหนัก (Weight) ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความสำคัญของแต่ละลักษณะข้อมูล แล้วใช้สมการคำนวณค่าความคล้ายดังสมการที่ 1 ผลรวมของการคำนวณความคล้ายที่ได้จะอยู่ในรูปแบบอัตราส่วนร้อยละ (%) ของความคล้ายกันระหว่าง 2 กรณี

การกำหนดค่าน้ำหนักหรือปัจจัยถ่วงในงานวิจัยนี้ใช้เพื่อระบุความสำคัญของแต่ละลักษณะข้อมูลซึ่งใช้การหาอัตราส่วนร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ของแต่ละลักษณะข้อมูลที่จะสามารถนำไปสู่การจำแนกความผิดพลาดได้ (Rusult:FI) โดยที่ค่าเปอร์เซ็นต์ (%) จะเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนกรณีใหม่ที่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ซึ่งได้จากการทดลองนำลักษณะข้อมูลในแต่ละด้าน (เพียงด้านเดียว) ของกรณีความผิดพลาดใหม่ทั้งหมด 300 กรณี กับผู้ปฏิบัติงาน 3 คน คนละ 100 กรณี เข้าไปสืบค้นเพื่อหากรณีเดิมในฐานข้อมูล Case Library Database แล้วนำกรณีความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผิดพลาดเดิมที่ได้จากการสืบค้นมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของกรณีใหม่เพื่อนำไปสู่การจำแนกความผิดพลาด ได้ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 6 โดยอัตราเฉลี่ย Result:FI ที่จะใช้กำหนดเป็นค่าน้ำหนักของแต่ละลักษณะข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ ได้รับเห็นชอบและการอนุมัติโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานจริงในปัจจุบันด้วยเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 6 การกำหนดค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละลักษณะข้อมูลจากค่าอัตราเฉลี่ย Result:FI

ลักษณะข้อมูล	จำนวนกรณีที่จำแนกความผิดพลาดได้			อัตราเฉลี่ย Result:FI
	ผู้ปฏิบัติงานที่ 1	ผู้ปฏิบัติงานที่ 2	ผู้ปฏิบัติงานที่ 3	
Product ID	14	14	15	14%
Manufacturer	15	16	14	15%
Part Number	11	10	9	10%
Serial Number	7	6	5	6%
Hardware Version	6	7	7	7%
Software Version	7	8	6	7%
Date Originated	2	2	2	2%
Problem Statement	32	30	31	31%
Problem Description	8	8	8	8%
รวม	102	101	97	100%

4.4.2 การออกแบบและกำหนดค่าของลักษณะข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นรูปแบบที่โครงสร้างและลักษณะเฉพาะ (Structure and Identity) ของแต่ละลักษณะข้อมูล ดังนั้นการคำนวณค่าความคล้ายของการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละลักษณะข้อมูลระหว่างข้อมูลที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงานและข้อมูลในฐานข้อมูลจึงสามารถออกแบบให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบของลักษณะข้อมูลแต่ละประเภทได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก. ข้อมูลที่มีรูปแบบและบ่งชี้ถึงความผิดพลาด (Formatted and Failures Identity)

ลักษณะข้อมูลในตารางที่ 7 เป็นข้อมูลประเภทของความผิดพลาด ซึ่งเป็นข้อความที่ชี้เฉพาะและมีความหมายถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งระหว่างฐานข้อมูลและข้อมูลที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงาน เนื่องจากข้อมูลทั้ง 2 รายการมีความสำคัญที่จะทำให้การจำแนกและจัดกลุ่มของความผิดพลาดเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ผู้ออกแบบระบบ FACBE จึงกำหนดให้ข้อมูลทั้ง 2 รายการต้องมีความเหมือนกันของข้อมูลที่เปรียบเทียบ โดยให้มีค่าความระดับคล้ายเพียง 2 ระดับคือ ไม่เท่ากับ (≠) และเท่ากับ (=) แล้วใช้ค่า 0 และ 1 ในการคำนวณความคล้ายตามลำดับ

ตารางที่ 7 รายการข้อมูลที่มีรูปแบบและบ่งชี้ถึงความผิดพลาด

ลักษณะข้อมูล	รูปแบบ	ตัวอย่างข้อมูล	ค่าระดับความคล้ายของ 2 ข้อมูล	
			ไม่เท่ากับ (≠)	เท่ากับ (=)
Manufacturer	-	AVAGO	0	1.00
Problem Statement	Formatted Text for Selection	Transmission Failure	0	1.00

ข. ข้อมูลที่มีรูปแบบและบ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์ (Formatted and Products Identity)

เป็นลักษณะข้อมูลที่มีรูปแบบตามที่กำหนดจากขั้นตอนการผลิตเพื่อบ่งชี้ให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีสมบัติเฉพาะเป็นเช่นใดและเป็นประโยชน์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติต่างๆ ดังในตารางที่ 8 ซึ่งแบ่งหมวดของข้อมูลออกเป็น 4 หมวดคือ WW, XX, YY, และ ZZ การเปรียบเทียบความคล้ายใช้หลักการเปรียบเทียบตัวอักษรของข้อมูลที่นำเข้ากับข้อมูลในฐานความรู้ โดยการเปรียบเทียบที่ตำแหน่งตัวอักษรเดียวกันของทั้งสองข้อมูล เริ่มตั้งแต่ตัวอักษรแรกไปจนถึงตัวอักษรสุดท้ายแล้วทำการวัดค่าความคล้ายของข้อมูลทั้งหมดออกมาเป็นร้อยละของจำนวนตัวอักษรที่ค้นพบต่อจำนวนตัวอักษรเปรียบเทียบทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณความคล้ายของข้อมูลและให้ได้ความความคล้ายที่แม่นยำที่สุด การเปรียบเทียบจะสิ้นสุดลงทันทีหากพบว่ามีข้อมูลที่ตำแหน่งตัวอักษรใดไม่ตรงกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ลักษณะข้อมูลที่มีรูปแบบและบ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์

ลักษณะข้อมูล	รูปแบบ	ตัวอย่างข้อมูล	ค่าระดับความคล้าย
Product ID	WW-XX-YY-ZZ	10720-GE-SFP-SX=	ค่าร้อยละ (%) ของข้อมูลที่
Part Number	WW-XX-YY	10-2036-04	ค้นพบจากการเปรียบเทียบแบบ
Serial Number	WWWXXYY0000	CAT14501234	ทีละตัวอักษร

จากตารางที่ 9 แสดงตัวอย่างของการวัดค่าระดับความคล้ายของข้อมูลจำนวน 2 รายการ ซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของค่าระดับความคล้ายของข้อมูลนำเข้าที่เป็นข้อมูลเดียวกันเปรียบเทียบกับข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน ข้อมูลลำดับที่ 1 และ 2 เป็นข้อมูลเดียวกันคือ “10720-GE-SFP-SX=” แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากฐานความรู้ที่ไม่เหมือนกันคือ “10720-GE-SFP-LX=” และ “10720-GE-GBIC-SX=” ทำให้ได้ค่าระดับความคล้ายไม่เท่ากัน คือ 81% และ 56% ตามละดับ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะข้อมูลจากการเปรียบเทียบลำดับที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างเหมือนกัน แต่มีความสามารถของการทำงานที่แตกต่างกันซึ่งบ่งบอกด้วยตัวอักษร “SX” และ “LX” ส่วนในลำดับที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่โครงสร้างต่างกันคือ “SFP” และ “GBIC”

ตารางที่ 9 ตัวอย่างของการวัดค่าระดับความคล้ายของข้อมูลมีรูปแบบและบ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลจากฐานความรู้	จำนวนตัวอักษรที่ค้นพบ	ค่าระดับความคล้าย
10720-GE-SFP-SX=	10720-GE-SFP-LX=	13/16	81%
10720-GE-SFP-SX=	10720-GE-GBIC-SX=	9/16	56%

ค. ข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบแต่มีความหมายชัดเจน (Unformatted but Meaningful)

ลักษณะข้อมูล Problem Description เป็นลักษณะข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำเข้าข้อมูลได้อย่างอิสระ โดยที่ข้อมูลต่างๆ จะอยู่ในรูปของคำ (word) ที่มีความหมายในแต่ละคำ แต่ไม่ได้ระบุถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะต้องนำไปรวมกับคำอื่นๆเพื่อให้ได้ความหมายที่ถูกต้องชัดเจน การคำนวณค่าความคล้ายของข้อมูลเป็นการคำนวณจากการเปรียบเทียบจำนวนของตัวอักษรและลำดับที่ของตัวอักษรจากข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติงานนำเข้าและข้อมูลในฐานข้อมูล โดยใช้ความสามารถของฟังก์ชัน similar_text(string1,string2) จากโปรแกรมประยุกต์ PHP ดังตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อความที่นำเข้า : “SFP-10G-LR not passing light”
ข้อความจากกรณีก่อนหน้า : “Went dead/no power 6513”
ค่าความคล้ายเท่ากับ 23.52%

ง. ข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบและไม่มีความหมาย (Unformatted and Meaningless)

เป็นลักษณะข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบผู้ปฏิบัติงานสามารถนำเข้าข้อมูลได้โดยอิสระตามแต่การวิเคราะห์ของผู้ปฏิบัติงานดังแสดงในตารางที่ 10 การคำนวณค่าความคล้ายของข้อมูลเป็นการคำนวณจากการเปรียบเทียบจำนวนของตัวอักษรและลำดับที่ของตัวอักษรจากข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติงานนำเข้าและข้อมูลในฐานข้อมูล โดยใช้ความสามารถของฟังก์ชันจากโปรแกรมประยุกต์ PHP ที่ใช้เป็นเครื่องมือในพัฒนาระบบชื่อ similar_text(string1,string2) แต่เนื่องจากหากมีการสลับตำแหน่งของ string1 และ string2 ทำให้ฟังก์ชั่น similar_text(string1,string2) มีการเปลี่ยนข้อความหลักและข้อความที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบ จึงทำให้การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายของข้อมูลมีค่าที่แตกต่างกัน ผู้ออกแบบระบบ FACBE จึงใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการเรียกใช้งานฟังก์ชัน similar_text(string1,string2) และ similar_text(string2,string1) เพื่อให้ได้ค่าความคล้ายที่ถูกต้องมากที่สุด ดังแสดงการคำนวณค่าระดับความคล้ายในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ลักษณะข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบและไม่มีความหมาย

รายการข้อมูล	ตัวอย่าง	ค่าระดับความคล้าย
Hardware Version	C6500	ค่าเฉลี่ยของ similar_text(string1,string2)
Software Version	12.5SG	และ similar_text(string2,string1)

ตารางที่ 11 ตัวอย่างของการคำนวณค่าระดับความคล้ายลักษณะข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบและไม่มีความหมาย

ข้อความที่นำเข้า	ข้อความจากกรณีก่อนหน้า	ค่าระดับความคล้าย
C6500	ONS15454	31%
12.5WL	12.2SG	50%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฟังก์ชัน Similar_Text เป็นฟังก์ชันสำเร็จรูปที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานเปรียบเทียบความคล้ายกันของข้อความสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ PHP เป็นเครื่องมือโดยมีหลักการในการเปรียบเทียบความคล้ายด้วยการค้นหาตำแหน่งแรกของข้อความทั้ง 2 ที่มีตัวอักษระเหมือนกันทำการเปรียบเทียบต่อไปเรื่อยๆ จนถึงตำแหน่งที่ตัวอักษรของข้อความทั้ง 2 ไม่เหมือนกัน แล้วให้ค่าจำนวนของตัวอักษรที่เหมือนกันนำไปคำนวณออกมาในรูปของร้อยละของจำนวนตัวอักษรที่เหมือนกันเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของจำนวนความยาวของทั้ง 2 ข้อความซึ่งหลักการคำนวณความคล้ายนี้จะใช้จำนวนครั้งในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ระบุว่าจะเป็นตามกฎ O(N^3) เมื่อ N คือความยาวของข้อความที่ยาวที่สุด (Oliver, 1994) เช่น เปรียบเทียบคำว่า “mother” กับข้อความต่อไปนี้

1) “doggy is another type” มีค่าเท่ากับ 5 หรือ 37.037%
2) “mother leads us” มีค่าเท่ากับ 6 หรือ 57.142%
3) “great father is a great cook” มีค่าเท่ากับ 4 หรือ 23.529%

การคำนวนความคล้ายในรูปแบบอัตราส่วนร้อยละ (%) ได้จากการนำจำนวนตัวอักษรที่เหมือนกันของ 2 ข้อความมาคำนวณได้ดังสมการที่ 6 โดยกำหนดให้ no.of similar เป็นจำนวนตัวอักษรที่เหมือนกันของ 2 ข้อความ, text1 length เป็นความยาวของข้อความที่ 1, text1 length เป็นความยาวของข้อความที่ 2 และ ค่าคงที่ 2 คือตัวคูณของการค้บพบตัวอักษรที่เหมือนกันจากข้อความ 2 ข้อความ

$$SIM\ (\%) = \frac{2 \times \text{no. of similar}}{\text{text1 length} + \text{text2 length}} x100 \qquad (6)$$

4.5 การไหลของข้อมูลในระบบ FACBE (Data Flow)

ส่วนประกอบของโครงสร้างทั้ง 3 ส่วนของระบบ FACBE ดังอธิบายในข้อ 4.1, 4.2 และ 4.3 ทำงานร่วมกันอย่างเป็นลำดับขั้น มีการส่งผ่านข้อมูลต่างๆ ที่เกียวข้องกับกรณีความผิดพลาดตั้งแต่การนำเข้าข้อมูล การประมวลผลข้อมูลตามแบบกฎเพื่อค้นหาวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาดของปัญหาที่ผ่านมาหรือแบบ CBR เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความคล้ายและการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของระบบ FACBE ดังแสดงในภาพที่ 26 ซึ่งอธิบายการไหลของข้อมูล (Data Flow) ต่างๆ ที่ใช้ในระบบ FACBE นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงส่วนการบริหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดการระบบ (System Administrative) เพื่อให้ระบบ FACBE จัดเก็บและปรับปรุงข้อมูลทั้งในฐานข้อมูลของปัญหาที่ทราบแล้วและฐานข้อมูลของห้องสมุดกรณีให้มีความถูกต้องและใหม่ล่าสุดอยู่เสมอ

4.5.1 ส่วนผู้ปฏิบัติงาน

ข้อมูลของความผิดพลาดที่ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบความคล้ายเป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้ระบบ FACBE สามารถนำไปประมวลผลเพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ถูกรวบรวมไว้ตั้งแต่การทบทวนและตรวจสอบความผิดพลาดโดยวิศวกรระบบ ณ สถานที่ใช้งานของลูกค้า นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบและทบทวนโดยผู้ปฏิบัติงานเองเมื่อได้รับผลิตภัณฑ์ที่ทำงานผิดพลาดเข้ามา รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์ ข้อมูลด้านการผลิตและด้านการทดสอบซึ่งประกอบด้วย

ก. ประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product ID)

ข. โรงงานผู้ผลิต (Manufacturer)

ค. หมายเลขประจำผลิตภัณฑ์ (Part Number)

ง. เลขลำดับของผลิตภัณฑ์ (Serial Number)

จ. รุ่นของระบบหลักที่ใช้งาน (Hardware Version)

ฉ. รุ่นของโปรแกรมที่ใช้งาน (Software Version)

ช. วันที่เกิดปัญหา (Date Originate)

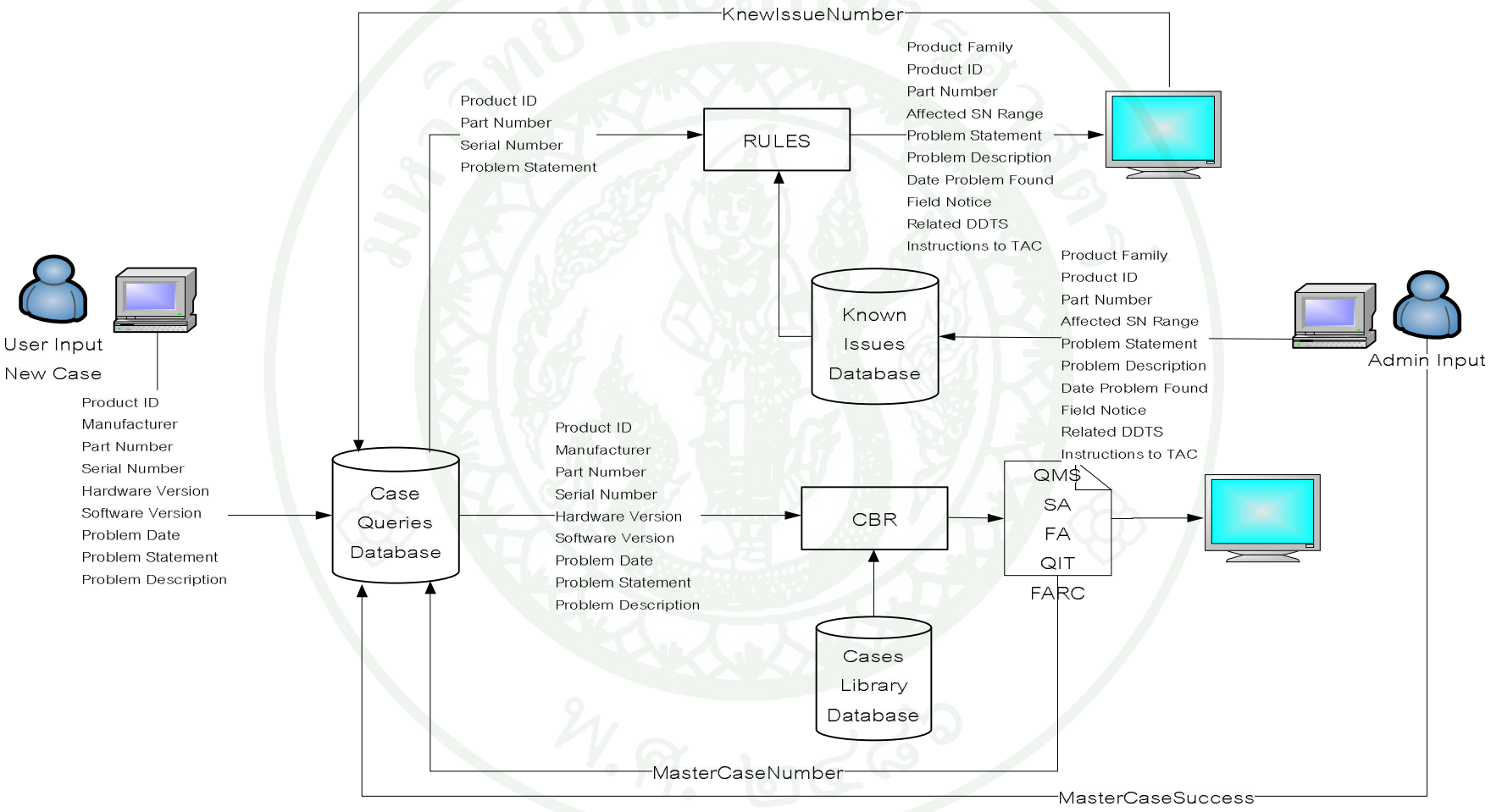
ฌ. ประเภทของปัญหา (Problem Statement)

ญ. รายละเอียดของปัญหา (Problem Description)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อข้อมูลข้างต้นได้นำเข้าไปสู่ระบบ FACBE แล้วจะมีการเก็บบรวมไว้ในฐานข้อมูลแบบสอบถามกรณีความผิดพลาด(Case Queries Database) เพื่อใช้รวมรวมประวัติของกรณีความผิดพลาดที่ผู้ปฏิบัติงานเคยนำเข้ามาขอรับคำปรึกษาจากระบบ FACBE เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้บริหารจัดการระบบให้ระบบ FACBE มีความถูกต้อง แม่นยำและเป็นปัจจุบันที่สุด ในขั้นตอนท้ายหลังจากผู้ปฏิบัติงานเลือกใช้กรณีเดิมใดที่ระบบ FACBE ให้คำแนะนำแล้ว ระบบ FACBE จะทำการบันทึกใน Case Queries Database เพื่อเก็บประวัติว่ากรณีใหม่ที่ผู้ปฏิบติงานนำเข้ามาขอรับคำปรึกษาจากระบบ FACBE นั้นได้เลือกใช้กรณีเดิมใดเป็นแนวทางสำหรับการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 การไหลของข้อมูลในระบบ FACBE (Data Flow)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.5.2 กลไลของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ (Rule Expert Engine)

ในขั้นตอนการทำงานของแบบกฎ ระบบ FACBE จะนำข้อมูลของ 4 ลักษณะข้อมูลจากการนำเข้ามาของผู้ปฏิบัติงานเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล Known Issue Database โดยการตั้งกฎให้ทุกลักษณะข้อมูลที่นำเข้ามาต้องตรงกับเงื่อนไขของกฎต่างๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเท่านั้น จึงจะได้รับการคัดเลือกให้นำมาเป็นคำแนะนำแก่ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วย

ก. ประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product ID)

ข. หมายเลขประจำผลิตภัณฑ์ (Part Number)

ค. เลขลำดับของผลิตภัณฑ์ (Serial Number)

ง. ประเภทของปัญหา (Problem Statement)

เมื่อระบบ FACBE ค้นพบข้อมูลที่ตรงกับข้อมูลที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงานแล้ว จะทำการนำข้อมูลไปแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัตินำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์และแก้ปัญหาความผิดพลาด-ของกรณีใหม่ ซึ่งข้อมูลที่จะถูกนำมาแสดงผลให้ผู้ปฏิบัติประกอบด้วย

ก. กลุ่มของผลิตภัณฑ์ (Product Family)

ข. ประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product ID)

ค. หมายเลขประจำผลิตภัณฑ์ (Part Number)

ง. ช่วงของเลขลำดับของผลิตภัณฑ์ (Affected Serial Number Range)

จ. วันที่เกิดปัญหา (Date Originate)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฉ. ประเภทของปัญหา (Problem Statement)

ช. รายละเอียดของปัญหา (Problem Description)

ฌ. หมายเลขแจ้งผู้ใช้งาน (Field Notice)

ญ. หมายเลขความผิดพลาด (Related DDTS)

ฎ. ข้อปฏิบัติให้กับเจ้าหน้าที่ TAC (Instructions to TAC)

4.5.3 กลไกของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี (Case-Based Expert Engine)

กลไกการทำงานแบบฐานกรณีเป็นการนำข้อมูลทุกลักษณะที่นำเข้าโดยผู้ปฏิบัติงาน ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล Case Library Database ซึ่งมีการคำนวณผลออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์ความคล้ายกันของข้อมูลกรณีใหม่ที่นำเข้าระบบและกรณีเดิมที่มีอยู่ในฐานข้อมูล เนื่องจากข้อมูลแต่ละลักษณะข้อมูลนั้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน ระบบ FACBE จึงใช้ค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละลักษณะข้อมูลมาใช้ในการคำนวณค่าความคล้ายนี้ด้วย ดังนั้นหากข้อมูลที่มีค่าน้ำหนักสูงและมีระดับความคล้ายสูงจะให้ผลการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายออกมาสูง ในขณะที่ข้อมูลที่ค่าน้ำหนักต่ำแต่มีระดับความคล้ายสูงจะให้ผลการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ออกมาต่ำกว่า

เมื่อการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายระหว่างกรณีใหม่กับกรณีเดิมในฐานข้อมูลเสร็จสิ้น ระบบ FACBE จะนำเอาข้อมูลต่างๆ ของกรณีเดิมออกมาแสดงผลพร้อมแสดงให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายของแต่ละกรณีโดยการจัดลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายจากสูงที่สุดไปจนถึงต่ำที่สุด เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเลือกนำกรณีที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายสูงที่สุดไปใช้งาน ข้อมูลต่างๆของกรณีเดิมนี้จะถูกจัดเก็บไว้อยู่ในรูปแบบตารางต่างๆ ภายในฐานข้อมูล ซึ่งแต่ละตารางข้อมูลจะแยกจากกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานและแหล่งที่มาของข้อมูล โดยที่ตารางทั้งหมดจะมีการออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกันได้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับข้อมูลครบถ้วนที่สุดเพื่อประโยชน์ในการนำข้อมูลจากกรณีเดิมไปใช้งานสำหรับการวิเคราะห์กรณีใหม่ให้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก. ตาราง SR

เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลของกรณีความผิดพลาดที่ได้จากการทบทวนและตรวจสอบโดยวิศวกรระบบที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการยืนยันความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ ณ สถานที่ใช้งานของลูกค้าโดยมีข้อมูลสำคัญ 2 ลักษณะข้อมูลดังแสดงตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในตารางที่ 12 ซึ่งประกอบด้วย Problem Statement ที่ใช้สำหรับแยกประเภทของความผิดพลาดในแต่ละกรณีและ Problem Description สำหรับอธิบายลักษณะของกรณีความผิดพลาด

ข. ตาราง QMS

เป็นฐานข้อมูลทางด้านการผลิตที่เก็บรายละเอียดทั้งหมดที่เกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นข้อมูลที่ชี้เฉพาะไปที่ผลิตภัณฑ์นั้นๆ ดังแสดงตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในตารางที่ 13

ค. ตาราง FA

เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลด้านการทำการค้นหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยผู้ปฏิบัติงานของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด ณ โรงงงานที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ของกรณีความผิดพลาดนั้นดังแสดงตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในตารางที่ 14 ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลและวิธีการจากการปฏิบัติงานของวิศวกรรววิเคราะห์ความผิดพลาดใน 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการทำซ้ำความผิดพลาด (Fault Duplication) และ ขั้นตอนการแยกแยะหาสาเหตุ (Fault Isolation)

ง. ตาราง QIT

เป็นฐานข้อมูลที่รวบรวมข้อมูลที่ได้รับจากการนำกรณีความผิดพลาดที่ได้รับการทดสอบและยืนยันความผิดพลาดแล้ว เข้าไปขอรับคำปรึกษาในที่ประชุมการปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement Team) ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่ในขั้นตอนนี้จะเป็นคำแนะนำสำหรับการปฏิบัติของขั้นตอนต่อไปสำหรับกรณีความผิดพลาดกรณีนั้นจากผู้เชี่ยวชาญดังแสดงตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในตารางที่ 15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จ. ตาราง FARC

เป็นฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคาะห์ความผิดพลาดของอุปกรณ์ประกอบ (Component FA) ณ โรงงานผู้ผลิต (OEM Vendor) ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ระบุให้ทราบว่าความผิดพลาดในแต่ละกรณีนั้นเกิดจากอุปกรณ์ใด เกิดขึ้นได้อย่างไรและมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรดังแสดงตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บในตารางที่ 16

ตารางที่ 12 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล SR

Data Field	Record#1	Record#2
srID	1	3
ProblemStatement	TransmittionPowerIssue	Module Recognization Issue
ProblemDescription	SVO 06/26/2008 NO Tx power	Technology: Hardware Subtechnology: DOA : Functional Failure (Japan Only) Problem Code: Hardware DOA Software Version: Problem Details: Service Request for Japan TAC. Please see attachment. HW:DOAN:SFP-OC3-MM=-Does not recognize SFP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล QMS

Data Field	Record#1	Record#2
qmsID	1	15
CaseNumber	FA-0029500	FA-0097394
ServiceRequest	608962801	613706087
ServiceOrder	82358399	83187654
SerialNumber	AGM1047JMEC	OPC10261930
DateOriginated	06/30/2008 09:43:16 AM ICT	03/09/2010 10:43:31 PM ICT
FinalCompleteDate	11/12/2010 02:15:59 PM ICT	09/09/2010 11:19:30 AM ICT
CustomerRequested	Yes	Yes
CustomerName	CISCO SYSTEM JAPAN	VERIZON COMMUNICATIONS
ProductFamily	SFPGE	SFPFE
ProductID	GLC-SX-MM=	GLC-GE-100FX=
PartNumber	30-1301-02	10-2019-01
ProductDescription	GE SFP, LC connector SX transceiver	100BASE-FX SFP for GE SFP port
HardwareVersion		
SoftwareVersion	12.3(14)YM8	12.4(23b)
Manufacturer	Avago Technologies	Princeton Photonics Co., Ltd. (PCL)
ManufacturerPN		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล FA

Data Field	Record#1	Record#2
faID	2	21
CaseReviewSummary		Customer informed Hardware failure ,DESTTG1002:spa_xge_v2(4)[280]: %L2-ether_spa_plugin-6-LINK_EVENT: Interface TenGi
PartInspectionSummary	A visual inspection was performed, no detect found.	A visual inspection was performed, no failure detect found.
FaultDuplicationTestPlan	1.TX Power 2. DOM TX Power 3. DOM RX Power 4. IDPROM_Table1_Verify 5. Rx Sens Alarm 6. IsMeasPerform	1. Optical inspection of the transmit [Tx] and receive [Rx] ports for contamination will be performed. 2. Parametric testing of the module will be performed by the XFP test station.
FaultDuplicationResults	1. The Tx and Rx ports were observed to be clean 2. The module was tested and failed Tx Power and DOM Test step (DOM Rx Power).	1. The Tx and Rx ports were observed to be clean 2. The module was tested and failed Tx Power and DOM Test step (DOM Rx Power).
FaultIsolationTheory	1. RX DOM Test 2. RX Sensitivity Alarm Test	Supplier found the high bias current is suggesting that LD chip inside TOSA is damaged. LD chip degradation is the failure root cause.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Data Field	Record#1	Record#2
FaultIsolationResults	1.The failure can be duplicated at the tester. 2. The failures are DOM Rx Power out of range. 3. Rx Sens Alarm. 4. can be duplicated the failure at FI bench, Rx Sensitivity Alarm 5.XFP Module is bad	Supplier found the high bias current is suggesting that LD chip inside TOSA is damaged. LD chip degradation is the failure root cause. Corrective Action Opnext has completed long term improvements with Cisco. As the results, Opnext has decided to tighten wafer production/process screening criteria since Oct 21, 2009.

ตารางที่ 15 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล QIT

Data Field	Record#1	Record#2	Record#3
qitID	292	301	350
ClosureCode	Fault Isolated	Fault Isolated	Fault Isolated
ClosureDescription	The module failed on step Receiver Sensitivity test.	* Brand protection: Genuine * Visual inspection: Passed * Functional failure: Failed This case will be closed as "Fault Isolated" code.	SMFG: TOSA Broken Mechanical stress has caused the damage to TOSA receptacles
QITInstructions	Scrap	scrap	Send to supplier
QITDisposition	Scrap		Send for Root Cause

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล FARC

Data Field	Record#1	Record#2
farcID	62	281
ComponentSerialNumber	ECL1225002X	EMB14071044
FARCCaseNumber	FARC-0020074	FARC-0022521
ParentFACaseNumber	FA-0149110	FA-0159078
PartNumber	10-1969-01	10-1991-02
Manufacturer	SUMITOMO	EMCORE
AffectedItemsManufacturer	SUMITOMO	EMCORE
ProblemDescription	DOM Tx: Aborted	Eye Parameters_Mask Hits 2 [0 0] 1071
ComponentDateCode	825	1007
ComponentLotCode	N/A	N/A
ManufacturerPartNumber	SCP6802-C1-BME	ELX-7100-XEN-A2
PreliminaryRootCauseDetail	NTF	NTF

5. การนำไปใช้งานจริง (Implementation)

ระบบ FACBE ที่ถูกพัฒนาขึ้นต้องได้รับการทดสอบ เพื่อยืนยันความถูกต้องแม่นยำและที่สำคัญต้องได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งาน จึงได้มีการนำระบบ FACBE ไปทดลองใช้งานแล้วเปรียบเทียบกับการทำงานในปัจุบัน โดยการให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทำการวิเคราะห์กรณีความผิดพลาดตามปกติที่ดำเนินการอยู่จนได้ผลสรุป แล้วให้ผู้ปฏิบัติงานทดลองนำกรณีความผิดพลาดเดียวกันไปทดลองใช้งานกับระบบ FACBE ที่พัฒนาขึ้น โดยให้ผู้ปฏิบัติงานนำข้อมูลเข้าไปในระบบ FACBE แล้วให้ระบบ FACBE ทำการประมวลผลเพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้เช่น วิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาด แนวทางการแก้ปัญหาและวิธีการการจัดการหลังจากได้ผลสรุปแล้ว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผลประสิทธิภาพการทำงานในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาภายในขอบเขตของงานวิจัยที่กำหนดว่าระบบ FACBE ที่พัฒนาขึ้นจะคลอบคลุมสำหรับผลิตภัณฑ์ภายใต้หน่วยธุรกิจ TMG (TMGBU) โดยพบว่าดัชนีวัดผลที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ในขณะทำการศึกษาปัญหาคือ CTA และ Result:FI ดังตารางที่ 17 ซึ่งแสดงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำแนกผลของประสิทธิภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆที่อยู่ภายใต้ TMGBU เพื่อนำมาใช้ในการระบุกลุ่มตัวอย่างที่จะให้นำมาใช้ในการทดลองระบบ FACBE

ตารางที่ 17 ผลประสิทธิภาพการทำงานของดัชนีชี้ในแต่ละด้านของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์

Product Family	Volume (No.of Case)		CTA (%)	Result:FI
	Received	Closed		
GBIC	48	55	61%	46%
SFP10G	200	180	74%	10%
SFPFE	99	97	73%	37%
SFPGE	58	52	63%	35%
SFPOCX	58	77	60%	20%
WDM	36	35	54%	34%
X2	472	501	71%	19%
XENPAK	347	362	77%	40%
XFP	238	232	67%	29%

เมื่อพิจารณาตารางที่ 17 พบว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มี CTA ต่ำที่สุดคือ WDM และ SFPOCX คือ 54% และ 60% ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าประสิทธิภาพด้าน Result:FI ก็อยู่ในระดับต่ำคือ 34% และ 20% ตามลำดับ แต่เนื่องจากการทดลองเพื่อศึกษาข้อมูลจำเป็นต้องใช้จำนวนของกรณีความผิดพลาดที่มีจำนวนมากพอสมควรจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง พบว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์ WDM และ SFPOCX มีจำนวนกรณีที่รับเข้ามาเพียง 36 และ 58 กรณีตามลำดับ ดังนั้นจึงตัดสินใจเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากจำนวนกรณีเดิมที่รับเข้ามา ตามด้วยประสิทธิภาพด้าน CTA และประสิทธิภาพด้าน Result (FI) ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดเลือกมาเป็นกรณีทดสอบคือ X2 และ XFP เนื่องจากมีกรณีความผิดพลาดที่รับเข้ามาเป็นจำนวนสูงที่สุดและมีประสิทธิภาพด้าน CTA และ Result:FI ที่ต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีการออกแบบการทดลองโดยสุ่มเลือกกรณีของความผิดพลาดจากกลุ่มผลิตภัณฑ์ X2 และ XFP จำนวน 300 กรณี จากกรณีความผิดพลาดทั้งหมดที่มีอยู่ในขณะทำการทดลองและกำหนดใช้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 3 คน คนละ 100 กรณี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ผลประสิทธิภาพการทำงานของดัชนีชี้ในแต่ละด้านของกลุ่มผลิตภัณฑ์ X2 และ XFP จำนวน 300 กรณี

ดัชนีชี้วัด	ผู้ปฏิบัติงาน 1	ผู้ปฏิบัติงาน 2	ผู้ปฏิบัติงาน 3	ค่าเฉลี่ย
CTA (%)	83%	90%	77%	83%
Result: FI (%)	57%	60%	66%	61%
Disposition (%)	31%	46%	30%	36%

ผลที่ได้จากการวัดประสิทธิภาพในตารางที่ 18 โดยการกำหนดดัชนีการพิจารณาใน 3 ด้านคือ CTA, Result:FI และ Disposition สามารถอธิบายสรุปและวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

5.1 ด้าน CTA

พบว่าผลการปฏิบัติของผู้ปฏิบัติงานทั้ง 3 คนสามารถบรรลุเป้าหมายได้สูงสุด 90% และต่ำสุด 77% หรือเฉลี่ย 83% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่า 80% ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้และเมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่าระบบ FACBE ที่นำมาใช้งานสามารถช่วยลดระยะเวลาในการสืบค้นหาข้อมูลของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้มีเวลานำไปออกแบบและปรับปรุงแนวทางการทดสอบเพื่อจำแนกความผิดพลาดของแต่ละกรณีความผิดพลาดได้มากขึ้น ส่วนกรณีความผิดพลาดที่ไม่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ตามเวลาที่กำหนดก็เนื่องจากปัจจัยภายนอกเช่น ต้องรอคอยผลการวิคราะห์จากหน่วยงานอื่น หรือการทดสอบความผิดพลาดใช้เวลานานกว่าการทดสอบปกติ

5.2 ด้าน Result:FI

พบว่าผลการปฏิบัติของผู้ปฏิบัติงานทั้ง 3 คนสามารถบรรลุเป้าหมายได้สูงสุด 66% และต่ำสุด 57% หรือเฉลี่ย 61% ซึ่งพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่า 60% ถึงแม้ว่าจะต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 65% แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับที่ผ่านมาก็พบว่าการนำระบบ FACBE มาใช้งานแล้วทำให้ประสิทธิภาพได้รับการปรับปรุงขึ้น เนื่องจากระบบ FACBE ที่นำมาใช้งานสามารถช่วยให้สืบค้นข้อมูลได้อย่างรอบด้านและครบถ้วนเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบแนวทางการทดสอบ ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักที่ยังไม่สามารถที่ให้ Result:FI ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้เกิดจากค่าความคลาดที่ได้จากการวัดส่วนใหญ่ชี้ไปที่กรณีความผิดพลาดที่ไม่สามารถจำแนกความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผิดพลาดได้ เนื่องจากข้อจำกัดของตัวผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องปรับปรุงวิธีการทดสอบใหม่ แต่ก็ยังไม่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ในท้ายที่สุด

5.3 ด้าน Disposition

เป็นการวัดประสิทธิภาพด้านการบริหารจัดการกรณีความผิดพลาดโดยเปรียบเทียบระหว่างระบบ FACBE และผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ พบว่าความถูกต้องและตรงกันของผู้ปฏิบัติงานทั้ง 3 คนทำได้สูงสุด 46% และต่ำสุด 30% หรือเฉลี่ย 36% เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 วิธีพบว่ามีความคลาดเคลื่อนจากการที่ระบบ FACBE ให้คำแนะนำตามข้อมูลที่มีของกรณีความผิดพลาดเดิมซึ่งยังมีไม่มากเท่าที่ควร ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญได้เปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการกับกรณีความผิดพลาดตามแต่สถานการณ์ในขณะนั้น

จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ที่ได้ จึงสรุปได้ว่าระบบ FACBE พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานสำหรับดัชนีวัดผลด้าน CTA และ Result:FI และสามารถนำไปใช้งานจริงได้

6. การธำรงรักษาและการปรับปรุง (Post-implementation)

การธำรงรักษาระบบ FACBE ,วัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบ FACBE สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ถูกดำเนินการผ่านส่วนการบริหารจัดการระบบ ดังแสดงในภาพที่ 27

6.1 Master Case Success เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการตรวจสอบว่ากรณีเดิมที่ระบบ FACBE ได้แนะนำและผู้ปฏิบัตินำไปใช้นั้นประสบความสำเร็จกับกรณีใหม่หรือไม่

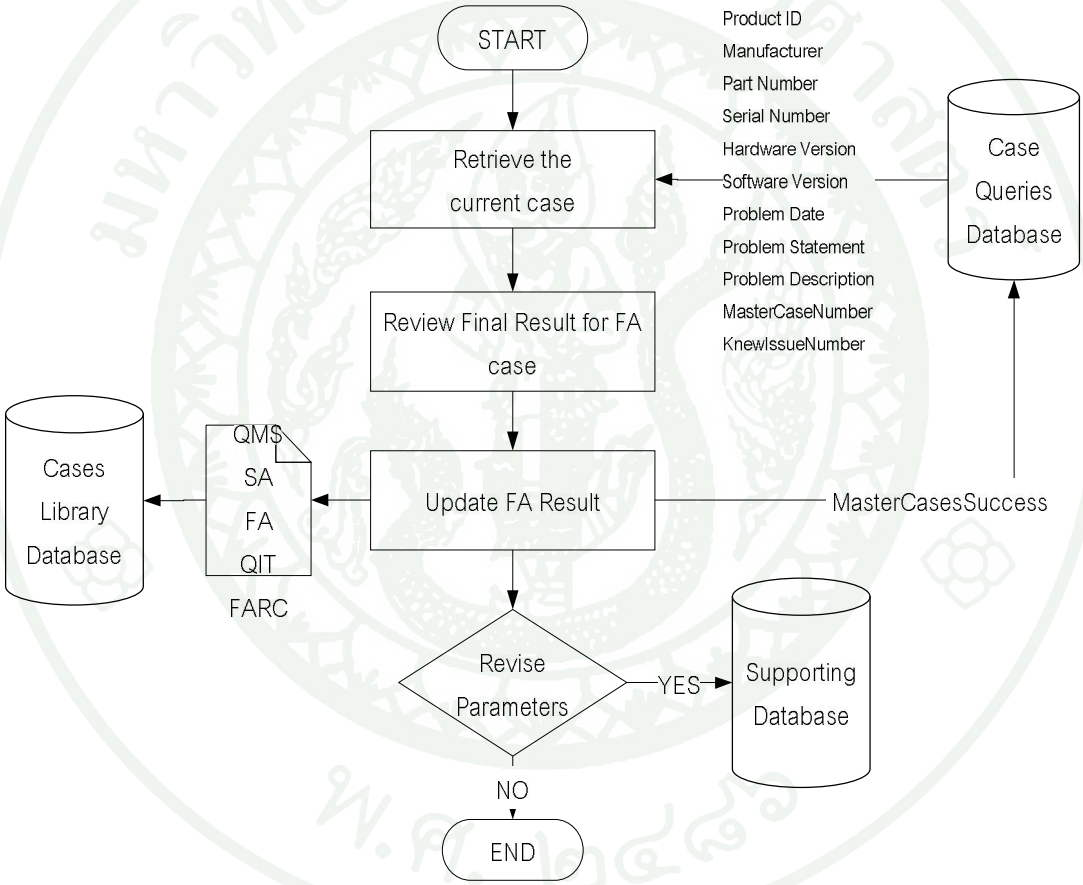
6.2 ข้อมูลสำหรับกลไลของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่เกียวกับความผิดพลาดที่ทราบสาเหตุและมีวิธีการแก้ไขปัญหาแล้ว (Known Issue Database) สำหรับนำไปใช้กับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นใหม่

6.3 ข้อมูลสำหรับกลไกของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของกรณีใหม่ ที่ได้รับการปฏิบัติงานแล้ว โดยเป็นข้อมูลอย่างละเอียดของที่ได้จากการปฏิบัติงานกับกรณีความผิดพลาดใหม่ เช่น รายละเอียดของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์ วิธีการทดสอบ วิธีการค้นหาสาเหตุ วิธีการจำแนกความผิดพลาด วิธีการแก้ปัญหาและความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

6.4 ข้อมูลสำหรับสนับสนุนการทำงานของระบบ FACBE (Supporting Database) เพื่อให้ระบบ FACBE ทำงานได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำและเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานเช่น ค่าน้ำหนักของแต่ละลักษณะข้อมูล รายการของ Product ID และรายการของ Problem Statement



ภาพที่ 27 การบริหารจัดการระบบ FACBE ผ่านส่วนการบริหารจัดการระบบโดยผู้ดูแลระบบ (Administrator)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อนำเสนอวิธีการและพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายของดัชนีชี้วัดที่กำหนดไว้ซึ่งมีด้วยกัน 4 ด้านคือด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed Rate) ด้านจำนวนกรณีคงค้าง (Backlog) ด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (CTA) และด้านประสิทธิ์ภาพของการสรุปผล (Result:FI) โดยการนำข้อมูลและความรู้ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญที่ได้ปฏิบัติกับกรณีก่อนหน้าเข้ามาเก็บไว้อย่างมีรูปแบบในฐานข้อมูล เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลของระบบ FACBE ที่พัฒนาขึ้นมาและสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้ปฏิบัติงานกลุ่มเดียวกันและในสภาพแวดล้อมเดียวกันสำหรับกรณีใหม่ได้

ผล

ผลที่ได้จากการนำระบบ FACBE ไปใช้งานกับผู้ปฏิบัติงานสามารถแสดงเป็นลำดับขั้นตอนของการนำระบบ FACBE ไปใช้งานและแสดงผลของการประมวลผลที่ได้รับจากระบบ FACBE โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ตามความสามารถของระบบ FACBE ที่ได้ออกแบบไว้ดังนี้

ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

ภาพที่ 28 แสดงส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานที่เป็นหน้าแรก (First Page) ของระบบ FACBE ซึ่งเปรียบเสมือนหน้าต่างที่ใช้สำหรับแสดงคำแนะนำให้ทราบถึงกระบวนการทำงานของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด วิสัยทัศน์ กลยุทธ์ การนำไปปฏิบัติและวิธีการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการปฏิบัติงานโดยรวมของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด (Vision, Strategy, Excution, Method) นอกจากนี้หน้าต่างแรกนี้ยังใช้เพื่อแนะนำระบบการทำงานของระบบ FACBE เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบและเข้าใจถึงกระบวนการทำงานของระบบ FACBE และเป็นหน้าต่างที่ใช้เชื่อมต่อไปหน้าต่างๆ ตามที่ผู้ปฏิบัติงานต้องการ เช่นหน้าสำหรับการบริหารจัดการระบบ หรือหน้าต่างสำหรับผู้ปฏิบัติงาน (Operator Page)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

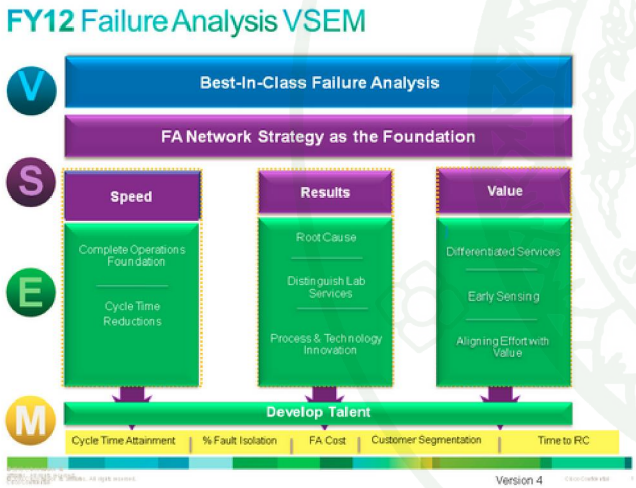
FACBE

Failure Analysis Case-Based Expert System

HOME ADMIN OPERATOR

FA Operations Charter

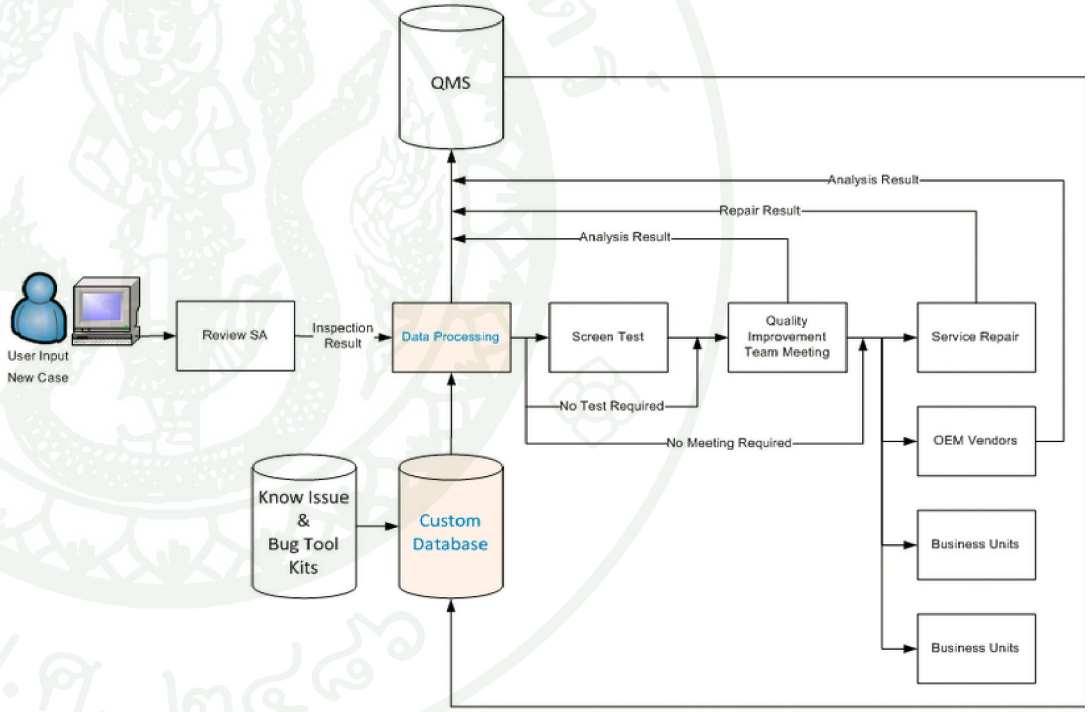
The Failure Analysis Operations Team is accountable for the execution of our end-to-end Failure Analysis process, responsible for the speed and quality of results coming out of failure analysis, as well as the successful introduction of new products into our Failure Analysis process.



FA Core Responsibilities

- Manage execution of failure analysis operations across Cisco's value chain, including Logistics, EMS Partners, Suppliers, and BUs

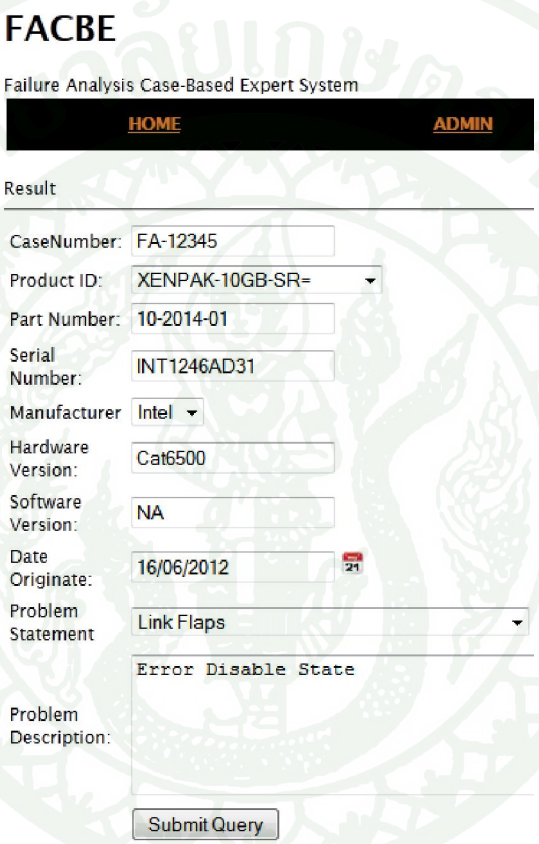
Failure Analysis Case-Based Expert System (FACBE)



ภาพที่ 28 ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานที่เป็นหน้าต่างแรก

ส่วนผู้ปฏิบัติงานสำหรับการนำข้อมูลเข้าโดยผู้ใช้งาน (User Input)

หน้าต่างสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เป็นหน้าแรกสำหรับผู้ปฏิบัติงานเรียกใช้งานเพื่อนำข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใหม่เข้าไปในระบบ FACBE นำไปใช้เปรียบเทียบกับกรณีเดิมในห้องสมุดฐานกรณีเพื่อค้นหากรณีเดิมที่มีความใกล้เคียงมากที่สุดดังแสดงในภาพที่ 29



ภาพที่ 29 ส่วนของการนำข้อมูลเข้าโดยผู้ใช้งาน

ส่วนของการแสดงผลจากการประมวลผลของระบบ FACBE (Data Processing)

1. การแสดงผลจากกลไลของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ

การประมวลผลของระบบ FACBE ของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญแบบกฎ เป็นการรับจากส่วนของการนำเข้าแล้วเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของปัญหาที่ทราบปัญหาและวิธีการแก้ไขแล้ว โดยตั้งกฎสำหรับการเปรียบเทียบไว้คือข้อมูลที่นำเข้าของกรณีใหม่ต้องมีความตรงกันกับข้อมูลเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่ทุกลักษณะข้อมูล เมื่อค้นพบวิธีการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาแล้ว ระบบ FACBE จะนำมาแสดงผล (Display Result) ในรูปแบบตารางของข้อมูลให้ผู้ปฏิบัติงานนำไปใช้งานกับกรณีใหม่ดังแสดงในตารางที่ 19 ซึ่งเปรียบเทียบข้อมูลที่นำเข้าจำนวน 4 คุณลักษณะคือ Product ID, Part Number, Problem Statement และ Serial Number Range เมื่อพบว่าข้อมูลของกรณีใหม่ที่นำเข้าระบบตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้ง 4 ลักษณะข้อมูลระบบ FACBE จะแสดงข้อมูลของปัญหาและวิธีการแก้ไขนั้นออกมาให้ผู้ปฏิบัตินำไปใช้งาน โดยที่หากผู้ปฏิบัติงานต้องการนำข้อมูลของวิธีการแก้ไขไปใช้งานระบบ FACBE จะบันทึกว่ากรณีใหม่ที่นำเข้ามาเลือกวิธีการปฏิบัติงานนั้นที่ระบบ FACBE แนะนำมาให้ไปใช้งาน

ตารางที่ 19 การแสดงผลจากหน่วยประมวลผลแบบกฎ (Rules)

Data Field	Information
Item	11
ProductFamily	Xenpak
ProductID	Xenpak-10GB-SR=
PartNumber	10-2014-01
NumberOfSNPrefix	3
StartAffectedSN	INT00000000
EndAffectedSN	INTFFFFFFFF
HWVersion	Cat6500 and Cisco7600
ProblemStatement	Link Flaps
ProblemDescription	A small portion of affected modules may cause link flap or cause a port to go into error disable state - IOS upgrade required
DateProblemFound	3/7/2007
FieldNotice	FN63039
FNLink	http://www-tac.cisco.com/Support_Library/field_alerts/fn63039.html
RelatedDDTS	CSCsj45951
DDTS Link	http://wwwin-metrics.cisco.com/cgi-bin/ddtsdisp.cgi?id=CSCsj45951

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การแสดงผลจากกลไกของส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญของการให้เหตุผลแบบฐานกรณี

เมื่อระบบ FACBE เปรียบเทียบข้อมูลแบบกฎแล้วพบว่ามีข้อมูลบางลักษณะไม่ตรงกับฐานข้อมูล ระบบ FACBE จะเรียกใช้งานการประมวลของ CBR ทันที โดยที่มีการเปรียบเทียบข้อมูลที่นำเข้ากับข้อมูลจากฐานข้อมูลของห้องสมุดกรณี มีการประมวลผลเพื่อคำนวณค่าความคล้ายกัระหว่างข้อมูลที่นำเข้ากับข้อมูลในห้องสมุดกรณี ตั้งแต่กรณีแรกจนถึงกรณีสุดท้ายและแสดงผลออกมาในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ความคล้ายระหว่างกรณีใหม่กับกรณีเดิมในรูปแบบตารางของข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 20 ซึ่งแสดงวิธีการคำนวณและค่าที่ได้จากการคำนวณความคล้ายของแต่ละลักษณะข้อมูลและค่าเปอร์เซ็นต์ความคล้ายโดยรวมที่คำนวณได้

ผู้ใช้งานระบบ FACBE สามารถเลือกค่าความคล้ายของกรณีเดิมที่สูงที่สุดหรือพิจารณาแล้วว่ามีความคล้ายมากที่สุด เพื่อดูรายละเอียดทั้งหมดซึ่งจะแสดงข้อมูลของกรณีเดิมจากตารางในฐานข้อมูลของห้องสมุดกรณีทั้งหมด 5 ตารางคือ ตาราง SR, QMS, FA, QIT และ FARC โดยที่แต่ละตารางจะมีข้อมูลที่ถูกจัดเก็บแยกจากการกันตามกระบวนการปฏิบัติของแต่ละขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 21, 22, 23, 24 และ 25 ถ้าหากผู้ปฏิบัติงานต้องการนำข้อมูลของวิธีการแก้ไขไปใช้งานระบบ FACBE จะบันทึกว่ากรณีใหม่ที่นำเข้ามาเลือกวิธีการปฏิบัติงานนั้นที่ระบบ FACBE แนะนำมาให้ไปใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 การแสดงผลจากหน่วยประมวลผลแบบฐานกรณี (Case Based)

Data Field	Weigth	User Input	Record#1	Value	Calcutate	Value	Calcutate
ProductID	15%	X2-10GB-LX4=	X2-10GB-LX4=	1	15%	1	15%
Manufacturer	15%	Sanmina - SCI	Sanmina - SCI	1	15%	0	0%
PartNumber	10%	10-2154-05	10-2154-05	1	10%	0.9	9%
SerialNumber	5%	OSA1128R28H	OSA1123R0GA	0.55	3%	0	0%
HW.Ver	5%			0	0%	0	0%
SW.Ver	10%			0	0%	0	0%
DateOriginated	0%	04/28/2012 08:55:57 AM	06/04/2011 09:37:01 AM	0	0%	0	0%
ProblemStatement	30%	Link Flaps	Link Flaps	1	30%	1	30%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 (ต่อ)

Data Field	Weigth	User Input	Record#1	Value	Calcutate	Value	Calcutate
ProblemDescription	10%	Subcategory: Cat3560E, Cat3750E (Dual 10GE) Problem Type: Software defect or crash where process stops working or system reboots Software Version: Problem Details: 3750e // 10G module flap Flapping once every couple hours Very Critical interface 3750 saw error disable log 3750e // 10G module flap	Subtechnology: Cat4500, 4000 (Supervisor 2 Plus, 3, 4, or 5), Cat4948G Problem Code: Interoperability Software Version: 12.2(50)SG, Problem Details: 10G-LRM link between 4510R Supervisor V-10GE and WS-C6506-E:WS-X6716-10GE:10-LRM keeps flaping and looses links on and off. We are using 62.5/125 MM fiber cables. 10G-LRM	0.38	4%	0.47	5%
Percent Similar	100%				76.57%		58.68%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง SR

Data Field	Information
No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
ProblemStatement	Link Flaps
ProblemDescription	Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: ASR9000 Problem Code: Hardware Failure Software Version: 3.9.1 Problem Details: ASR link was bouncing on port 0/1/0/5 due to this bad XFP ASR:RTR1.IN.ZR faulty XFP

ตารางที่ 22 รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QMS

Data Field	Information
No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
DateOriginated	06/14/2011 09:58:32 AM ICT
CustomerRequested	No
CustomerName	CABLEVISION
ProductFamily	XFP
ProductID	XFP-10GLR-OC192SR=
PartNumber	10-1989-03
ProductDescription	Multirate XFP module for 10GBASE-LR and OC192 SR-1
Manufacturer	Excelight
ManufacturerPartNumber	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง FA

Data Field	Information
No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
CaseReviewSummary	The customer's failure information for FA unit was reviewed ========== Problem code: [Request_Eng.] Problem summary: [Request_Eng.] Some of the action have taken to date is ========== Troubleshooting: [Request_Eng.]
PartInspectionSummary	1. FA site received unit; PID: XFP-10GLR-OC192SR= P/N: 10-1989-03 S/N: ECL141904K3 2. Visual inspection performed; - No major defect found - The unit has a dust cap - The unit doesn't has the ESD protect for PCB connector 3. Optical inspection performed; No contamination found 4. Brand Protection Screening; - Vendor name: Excelight - Vendor screening suspect: Yes - PID screening suspect: No - Country of origin: Japan - USA Theater: Yes - BP summary: Genuine

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 (ต่อ)

Data Field	Information
FaultDuplicationTestPlan	1. Optical inspection of the transmit [Tx] and receive [Rx] ports for contamination will be performed; 2. CMRC Test History Check; 3. Parametric testing of the module will be performed by the XFP-10GLR-OC192SR= Test station at ambient temperature; 3.1 System Setup (Init) 3.2 Tx Power and DOM Test 3.3 IDPROM Verification 3.4 Optical Jitter Generation 3.5 Optical Eye Pattern-Sonet 3.6 Optical Rx Sensitivity 3.7 Electrical Eye Pattern 3.8 System Cleanup
FaultDuplicationResults	1. The Tx and Rx ports were observed to be cleaned. 2. The history production test record was not found. 3. The module was tested and the test results were shown below. 3.1 System Setup (Init) : Passed 3.2 Tx Power and DOM Test : Failed 3.3 IDPROM Verification : Passed 3.4 Optical Jitter Generation : Passed 3.5 Optical Eye Pattern-Sonet : Failed 3.6 Optical Rx Sensitivity : Failed 3.7 Electrical Eye Pattern : Passed 3.8 System Cleanup (Cleanup) : Passed
FaultIsolationTheory	1. Visual Inspection 2. Optical and Electrical Characterization 3. First Level Failure Analysis
FaultIsolationResults	1. Visual Inspection There were foreign particles in the optical output port and optical input port which are considered to be attached after product shipment. And these foreign particles were removed by cleaning with CLETOP STICK." 2. Optical and Electrical Characterization The returned part showed increased optical output power and optical output waveform failure 3. Metal cover was removed from the module and PCBA appearance was visually checked. Next step, we replaced TOSA component with a known good one. Normal optical output power and normal eye waveform were obtained after TOSA replacement. Therefore we consider the failure portion is limited to the TOSAcomponent."

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QIT

Data Field	Information
No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
ClosureCode	Fault Isolated
ClosureDescription	CONF : TOSA The returned part showed increased optical output power and optical output waveform failure. After TOSA replacement, normal optical output power and normal eye waveform were obtained. Therefore we consider the failure portion is limited to TOSA component. Next step, we will perform second level failure analysis of the TOSA component to investigate root cause.
QITInstructions	
QITDisposition	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

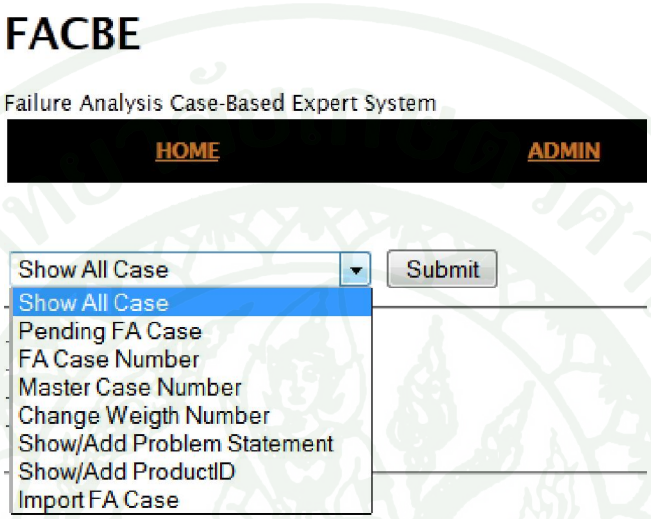
ตารางที่ 25 รายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง FARC

Data Field	Information
No	46
ComponentSerialNumber	ECL141904K3
FARCCaseNumber	FARC-0019700
ParentFACaseNumber	FA-0146946
PartNumber	10-1989-03
Manufacturer	SUMITOMO
AffectedItemsManufacturer	SUMITOMO
ProblemDescription	OM TX Power [-1.5 1.5] 4.37 (dB) Opt Eye Parameters_Mask Hits 1 [0 0] 2260 Opt Eye Parameters_Mask Hits 2 [0 0] 13308 Opt Eye Parameters_Mask Hits 3 [0 0] 9397 Opt Eye Parameters_Extinction Ratio [6 30] 9.91E+37 Opt Eye Parameters_OMA [-5.2 2] 416.14 (dBm) x Sens Error Ratio [0 1E-12] 0.00023
ManufacturerPartNumber	SXP3101NV-C83(EXCELIGHT COMMUNICATIONS)
PreliminaryRootCauseDetai	Known Opnext LR laser failure
FinalRootCauseDetails	Known Opnext LR laser failure
FileName	https://www-plmprd.cisco.com/Agile/link/OEM%20%5Cx2F%20Root%20Cause/FARC-0019700/files/FOLDER/FOLDER0518255/OEMReport_SUMITOMO_FA-0146946_ECL141904K3_CC.pdf

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนการบริหารจัดการระบบสำหรับผู้บริหารระบบ (Administrator)

หน้าต่างของผู้บริหารระบบ (Admin Page) ประกอบไปด้วยเมนูต่างๆ จำนวน 8 เมนูเพื่อให้ผู้ดูแลระบบ FACBE เลือกใช้งานตามความสามารถที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 30



ภาพที่ 30 หน้าต่างผู้ดูแลระบบ (Admin Page)

1. การแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด (Show All Case)

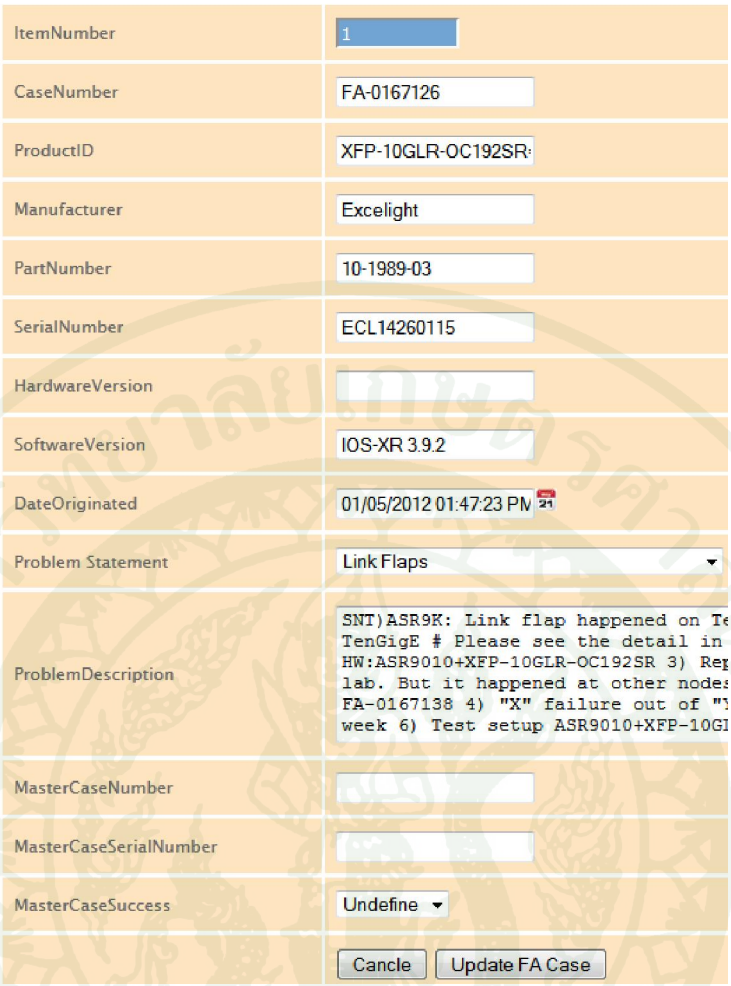
การแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อแสดงกรณีความผิดพลาดทั้งหมดที่ผู้ปฏิบัติงานนำเข้ามาในระบบ FACBE ซึ่งถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล Case Queries Database เพื่อขอรับคำปรึกษาหรือค้นหาข้อมูลการแก้ไขปัญหาจากกรณีความผิดพลาดเดิมในรูปแบบตารางของข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 26 ซึ่งแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดในรูปแบบตาราง ถ้าหากผู้บริหารระบบต้องการดูรายละเอียดต้องการแก้ไขข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใด ก็สามารถเลือกกรณีความผิดพลาดนั้นเพื่อดูรายละเอียดเดิมและเมื่อแก้ไขข้อมูลแล้วก็สามารถบันทึกเพื่อปรับปรุงข้อมูลของกรณีความผิดพลาดนั้นดังแสดงในภาพที่ 31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ตัวอย่างรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด

Case Number	ProductID	Manufacturer	Part Number	Serial Number	Problem Statement	Master Case	Master CaseSerial	Master Success	Similarity
FA-0167126	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115	Link Flaps			Yes	Similarity
FA-0167138	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL142106VY	Link Flaps			Yes	Similarity
FA-0167641	XENPAK-10GB-SR=	Jabil Circuit Sdn.Bhd	10-2014-01	IJM1114M052	Internet Packet Loss/Drop				Similarity
FA-0167791	X2-10GB-LX4=	Hitachi Cable America	10-2154-03	HCT12270013	Interface Module Status/ Connectivity Issue				Similarity
FA-0167820	X2-10GB-LR=	FINISAR - Ipoh	10-2036-04	FNS13431Q9Z	Internet Alarm/ CRC Error Found				Similarity

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 31 หน้าต่างแก้ไขและปรับปรุงข้อมูลทั่วไปของกรณีความผิดพลาด

ถ้าหากผู้บริหารระบบต้องการจะตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลงกรณีความผิดพลาดเดิม ก็สามารถทำได้โดยทำงานผ่านหน้าต่างหลักของการแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด เพื่อให้ระบบ FACBE ทำการคำนวณความคล้ายใหม่แล้วแสดงให้ผู้บริหารระบบเลือกกรณีเดิมที่ต้องการนำได้ใช้ได้ใหม่อีกครั้งด้วยการกดที่ค่าความคล้ายของกรณีเดิมนั้นแล้วข้อมูลการคำนวณความคล้ายให้อีกครั้ง

2. การแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น (Pending FA Cases)

กรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อแสดงกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น ซึ่งเป็นกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่ได้ถูกระบุว่ากรณีความผิดพลาดเดิมที่นำไปใช้นั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสบความสำเร็จหรือไม่ ระบบ FACBE จะตรวจสอบจากข้อมูลในรายการ “Master Case Success” จะแสดงในรูปแบบของตารางดังแสดงในตารางที่ 27 โดยแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้นทั้งหมดในรูปแบบตาราง ผู้บริหารระบบสามารถแก้ไขข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใด (FA Cases) ได้เช่นเดียวกับวิธีการของการแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด (Show All Case)

3. การแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณี (FA Case Number)

เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีความผิดพลาดแล้วระบบ FACBE จะทำการค้นหากรณีความผิดพลาดที่มีหลายเลขกรณีความผิดพลาดที่ระบุมาแสดงในรูปแบบตารางดังแสดงในตารางที่ 28 ถ้าหากผู้บริหารระบบต้องการดูรายละเอียดต้องการแก้ไขข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใด (FA Cases) ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกับวิธีการของการแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด (Show All Case)

4. การแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีเดิม (Master Case Number)

เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีความผิดพลาดเดิมที่ถูกนำมาใช้งานแล้วระบบ FACBE จะทำการค้นหากรณีความผิดพลาดที่มีหลายเลขกรณีความผิดพลาดเดิมตามที่ระบุมาแสดงในรูปแบบตาราง ดังแสดงในตารางที่ 29 ถ้าหากผู้บริหารระบบต้องการดูรายละเอียดต้องการแก้ไขข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใด (FA Cases) ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกับวิธีการของการแสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด (Show All Case)

สำหรับการระบุหมายเลขความผิดพลาดเดิมนี้ระบบ FACBE ยังมีความสามารถในการคำนวณได้ว่าหมายเลขกรณีความผิดพลาดเดิมนั้นถูกนำไปใช้งานกี่ครั้ง (Number of Used) ประสบความสำเร็จกี่ครั้ง (Number of Success) และคำนวณอัตราการประสบผลสำเร็จสำหรับการนำกรณีเดิมไปใช้งานเป็นเท่าไหร่ (Success Rate)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 รายการของกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น

Case Number	ProductID	Manufacturer	Part Number	Serial Number	Problem Statement	Master Case	Master CaseSerial	Master Success	Similarity
FA-0167126	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115	Link Flaps				Similarity
FA-0167126	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL1426011B	Link Flaps				Similarity
FA-0167138	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL142106VY	Link Flaps				Similarity
FA-0167138	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260114	Link Flaps				Similarity
FA-0167451	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL135100M3	Interface Module Status/Connectivity Issue				Similarity
FA-0167641	XENPAK-10GB-SR=	Jabil Circuit Sdn.Bhd	10-2014-01	IJM1114M052	Internet Packet Loss/Drop				Similarity

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 28 รายการของกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีใหม่

Case Number	ProductID	Manufacturer	Part Number	Serial Number	Problem Statement	Master Case	Master CaseSerial	Master Success	Similarity
FA-0167126	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115	Link Flaps	FA-0146946	ECL141904K3	Yes	Similarity
FA-0167126	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL1426011B	Link Flaps	FA-0146946	ECL141904K3		Similarity

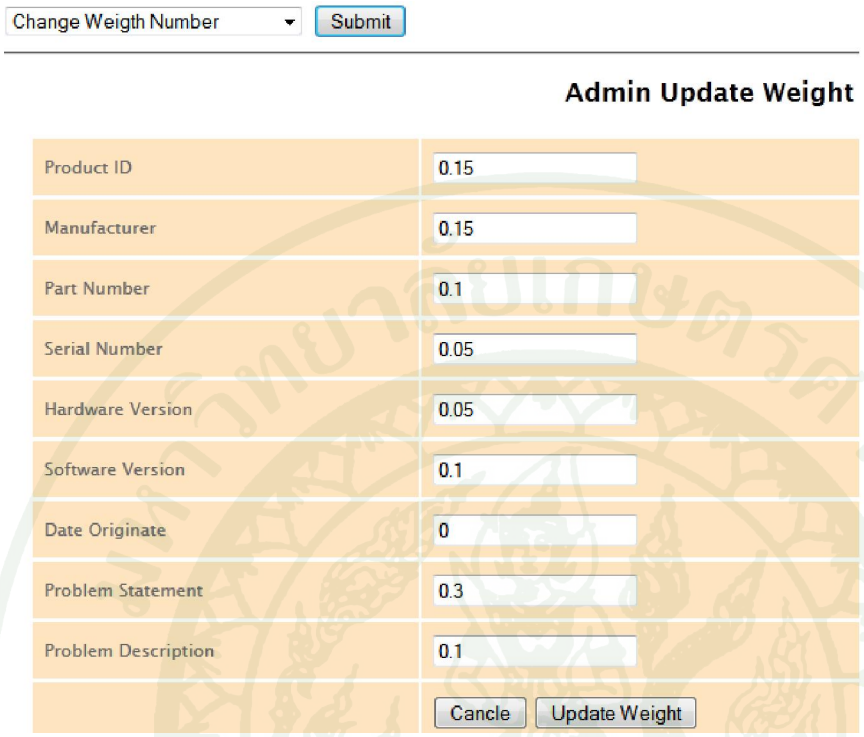
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 รายการของกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีเดิม

Case Number	ProductID	Manufacturer	Part Number	Serial Number	Problem Statement	Master Case	Master CaseSerial	Master Success	Similarity
FA-0167126	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115	Link Flaps	FA-0146946	ECL141904K3	Yes	Similarity
FA-0167138	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL142106VY	Link Flaps	FA-0146946	ECL141904K3	Yes	Similarity
FA-0167138	XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260114	Link Flaps	FA-0146946	ECL141904K3		Similarity

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การปรับปรุงค่าน้ำหนักของรายการข้อมูล (Change Weight Number)



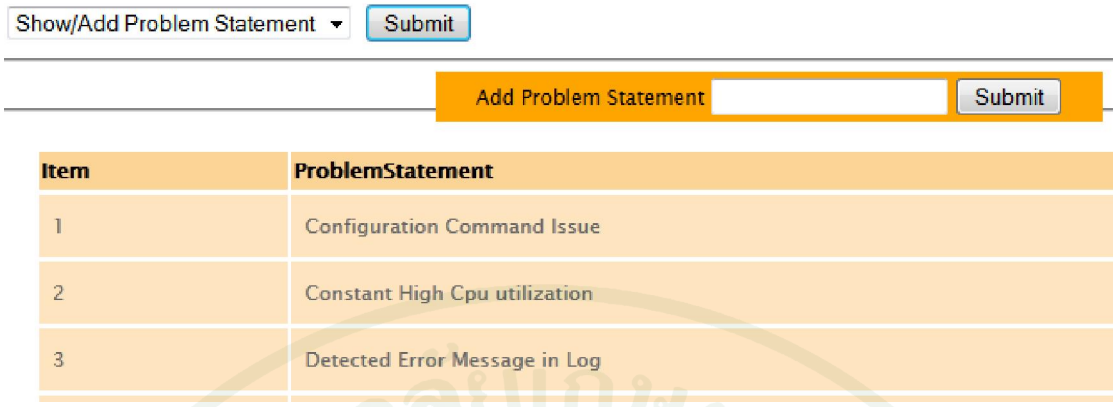
ภาพที่ 32 การปรับค่าน้ำหนักของรายการข้อมูล

การปรับปรุงค่าน้ำหนักของรายการข้อมูล เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อปรับปรุงค่าน้ำหนักของรายการข้อมูลจะนำไปใช้สำหรับการคำควณค่าความคล้ายดังแสดงในภาพที่ 32 ซึ่งผู้บริหารระบบสามารถระบุค่าน้ำหนักที่ต้องการ เพื่อบันทึกค่าน้ำหนักเก็บไว้ในระบบ FABCE ได้

6. การเพิ่มข้อมูลประเภทของปัญหา (Show/Add Problem Statement)

เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อเพิ่มข้อมูลประเภทของปัญหาเข้าไปในระบบ FACBE ในกรณีที่มีประเภทปัญหาใหม่เกิดขึ้นดังแสดงในภาพที่ 33 ซึ่งผู้บริหารระบบสามารถระบุประเภทปัญหาใหม่ที่ต้องการ เพื่อบันทึกประเภทของปัญหาใหม่ไว้ในระบบ FABCE ได้

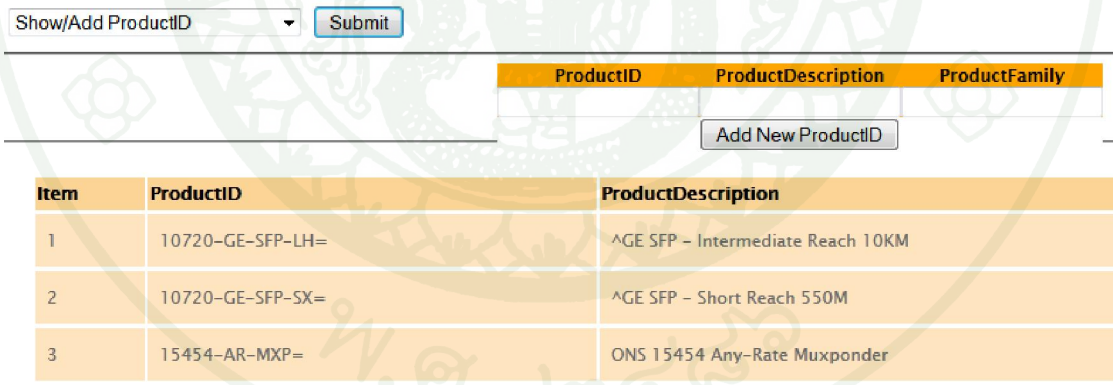
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 การเพิ่มข้อมูลประเภทของปัญหา

7. การเพิ่มข้อมูลของรายการผลิตภัณฑ์ (Show/Add ProductID)

เป็นเมนูสำหรับเลือกเพื่อเพิ่มข้อมูลของรายการผลิตภัณฑ์เข้าไปในระบบ FACBE ในกรณีที่มีของรายการผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นดังแสดงในภาพที่ 34 ซึ่งผู้บริหารระบบสามารถระบุของรายการผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เพื่อบันทึกของรายการผลิตภัณฑ์ใหม่ไว้ในระบบ FABCE ได้



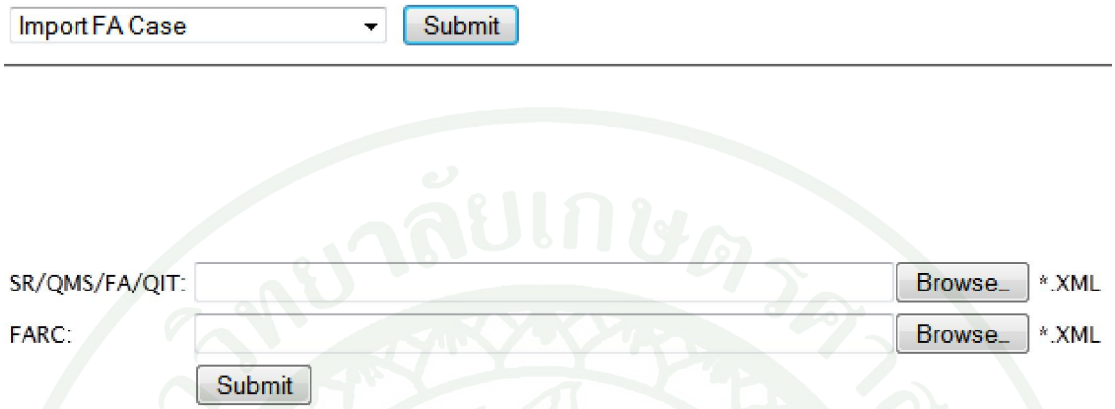
ภาพที่ 34 การเพิ่มข้อมูลของรายการผลิตภัณฑ์

8. การนำเข้าข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใหม่เข้าไปในห้องสมุดกรณี (Import Closed FA Case to the Case Library)

เป็นเมนูสำหรับอำนวยความสะดวกให้ผู้บริหารระบบ นำข้อมูลของกรณีความผิดพลาดใหม่ที่ดำเนินงานเสร็จสิ้นแล้วเข้าไปเก็บในฐานของมูลของห้องสมุดกรณีเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อ้างอิงสำหรับกรณีใหม่ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 35 ซึ่งผู้บริหารระบบสามารถระบุแฟ้มที่จัดเก็บข้อมูลของกรณีใหม่ที่ดำเนินเสร็จสิ้น เพื่อให้ระบบ FACBE นำข้อมูลเข้าไปบันทึกไว้ได้



ภาพที่ 35 การนำเข้าข้อมูลของกรณีความผิดพลาดไปในห้องสมุดกรณี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

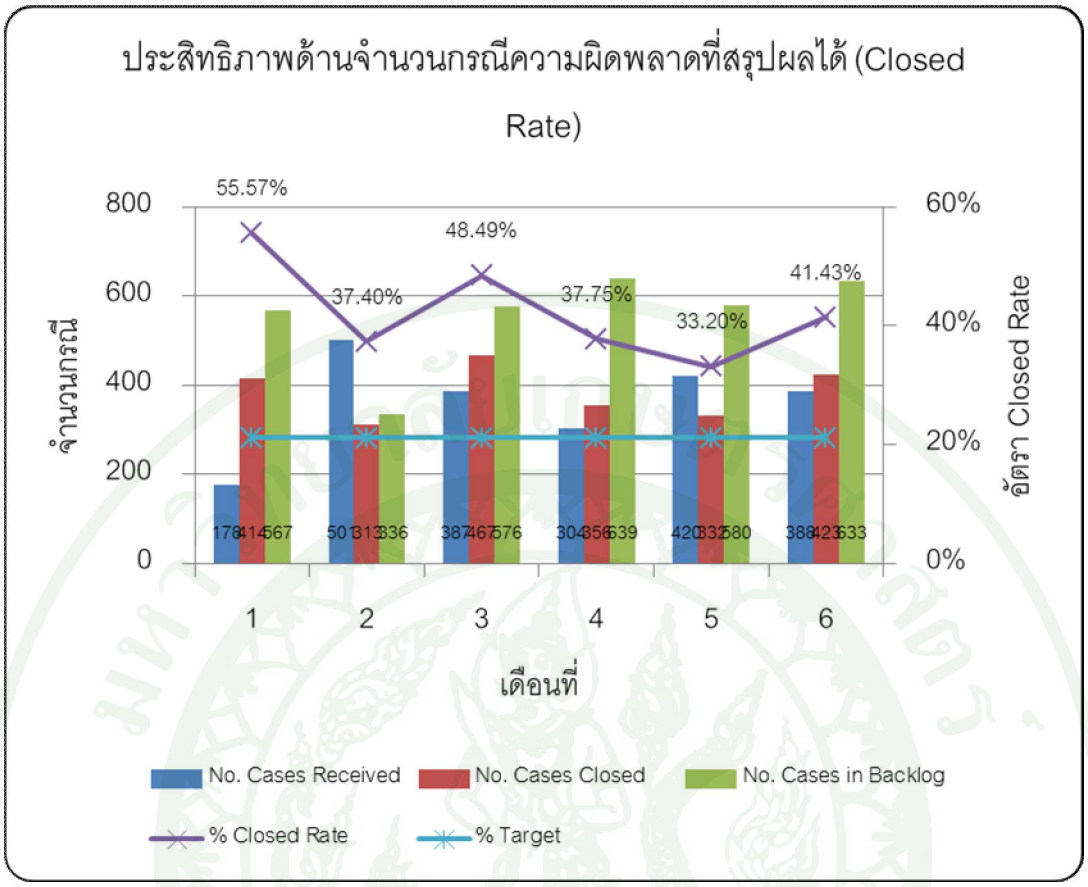
การวัดผลประสิทธิภาพการปฏิบัติงานเมื่อนำระบบ FACBE ไปใช้งาน

1. ประสิทธิภาพด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed Rate)

การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Closed Rate หลังจากนำระบบ FACBE ไปใช้งาน โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลเพื่อวัดผลของประสิทธิภาพการทำงานการเปรียบเทียบกันระหว่างจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed Cases) กับจำนวนความผิดพลาดที่ได้รับ (Received Case) รวมกับจำนวนความผิดพลาดคงค้าง (Backlog) พบว่าสามารถบรรลุเป้าหมายของดัชนีวัดผลที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 21% ตลอด 6 เดือนที่นำระบบ FACBE มาใช้งานทั้งการวัดประสิทธิภาพในรายเดือนและการวัดโดยเฉลี่ยดังแสดงในภาพที่ 36

ภาพที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบอัตราความสามารถในการสรุปผล (Closed Rate) สำหรับ 2 ช่วงเวลาคือช่วงการปฏิบัติงานปกติและหลังการนำระบบ FACBE มาใช้งานพบว่า จากเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 อัตราการสรุปผลในทุกเดือนของช่วงหลังจากการนำระบบ FACBE มาใช้งานสูงกว่าช่วงการปฏิบัติงานปกติ ยกเว้นเดือนที่ 3 เท่านั้นที่มีอัตราส่วนต่ำกว่า แต่ก็เป็นอัตราที่แตกต่างกันเพียง 3.65% เท่านั้น

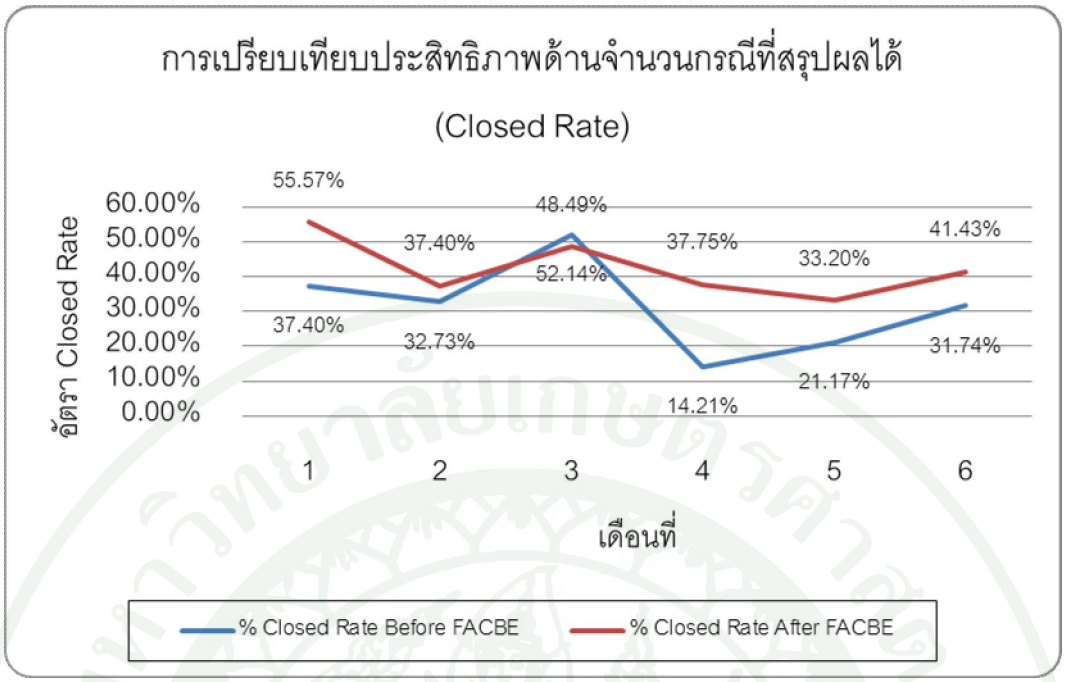
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 36 การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Closed Rate จากระบบ FACBE

จากตารางที่ 30 พบว่าระบบ FACBE สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของจำนวนกรณีที่สรุปผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้คือ หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานพบว่ามีอัตราเฉลี่ยของจำนวนกรณีที่สรุปผลของการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้เพิ่มขึ้นจาก 323 กรณีเป็น 384 กรณี ซึ่งเพิ่มขึ้น 61 กรณีหรือคิดเป็น 18.89% จากช่วงการปฏิบัติงานปกติ เมื่อคิดเป็นอัตรา Closed Rate พบว่ามีอัตราที่เพิ่มขึ้นจาก 31.56% เป็น 42.31% ซึ่งเพิ่มขึ้น 10.75% หรือคิดเป็น 34.06% จากช่วงก่อนการนำระบบ FACBE มาใช้งาน เมื่อวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (STDV.) หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานมีค่าเท่ากับ 0.08 ในขณะที่ก่อนการนำระบบ FACBE มาใช้งานมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.12 ซึ่งพบว่ามีการปรับปรุงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Volume

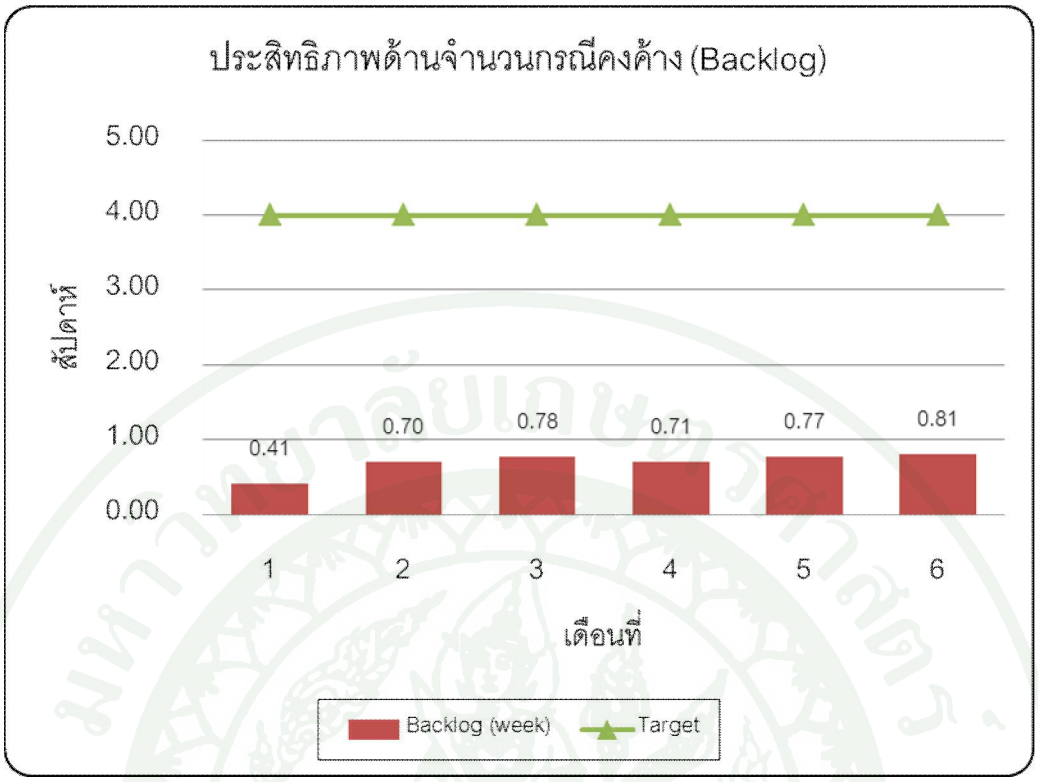
ตารางที่ 30 ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน Volume ของระบบ FACBE

Index (Average)	Before FACBE		After FACBE	
	Average	STDV.	Average	STDV.
No. Closed (case)	323	-	384	-
Closed Rate (%)	31.56%	0.12	42.31%	0.08

2. ประสิทธิภาพด้านจำนวนกรณีคงค้าง (Backlog)

จากการวัดผลประสิทธิภาพด้านกรณีคงค้าง (Backlog) หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งาน พบว่าก็สามารถบรรลุเป้าหมายของดัชนีวัดผลที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 4 สัปดาห์ตั้งแต่เดือนที่ 1 ที่เริ่มนำระบบ FACBE มาใช้งานไปจนถึงเดือนที่ 6 ดังแสดงในภาพที่ 38

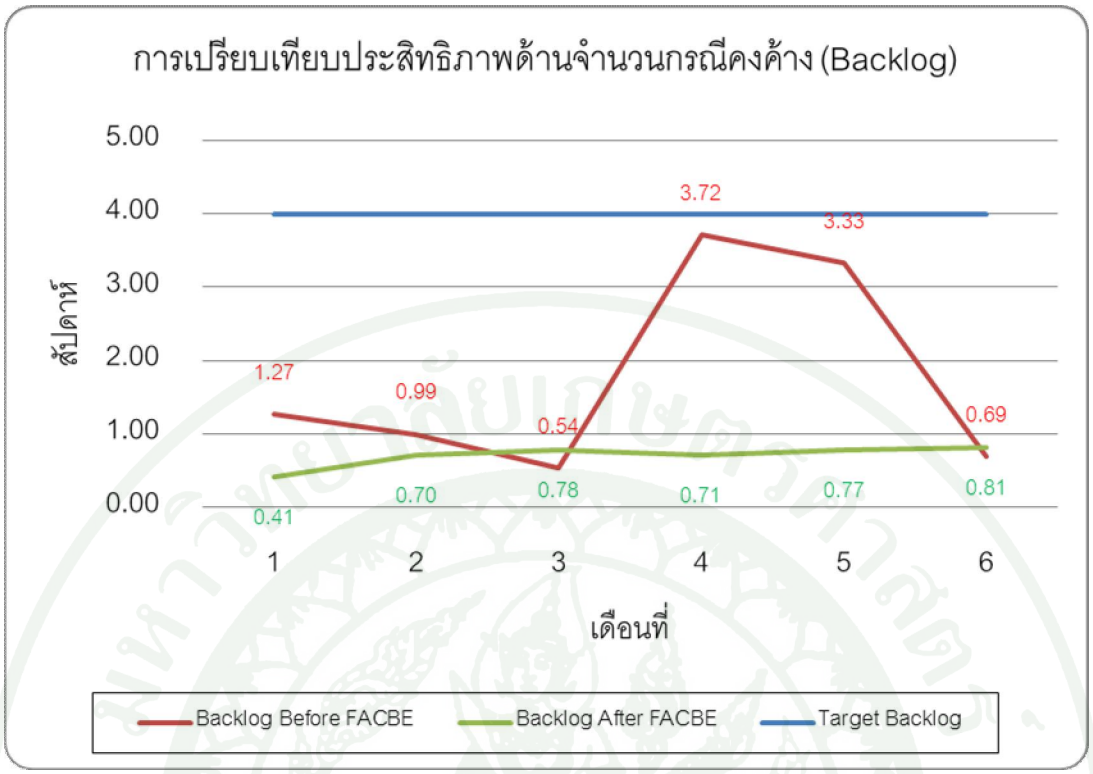
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Backlog จากระบบ FACBE

ภาพที่ 39 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานของดัชนีวัดผลด้าน Backlog สำหรับ 2 ช่วงเวลาคือการปฏิบัติงานปกติและหลังจากการนำระบบ FACBE มาใช้งานสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดผลิตภัณฑ์ พบว่าระบบ FACBE สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยรวมของดัชนีวัดผลด้าน (Backlog) ให้สูงขึ้นได้คือ หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานอัตราด้าน Backlog มีค่าต่ำกว่าช่วงการปฏิบัติงานปกติในเดือนที่ 1, 2, 4 และ 5และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของดัชนีวัดผลด้าน (Backlog) แล้วพบว่ามีค่าลดลงจาก 1.76 สัปดาห์เป็น 0.70 สัปดาห์ซึ่งลดลง 1.06 สัปดาห์ หรือคิดเป็น 60.23% จากช่วงการปฏิบัติงานปกติ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานมีค่าเท่ากับ 0.13 ในขณะที่ช่วงการปฏิบัติงานปกติ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 1.27 ซึ่งอธิบายได้ดังตารางที่ 31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 39 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Backlog

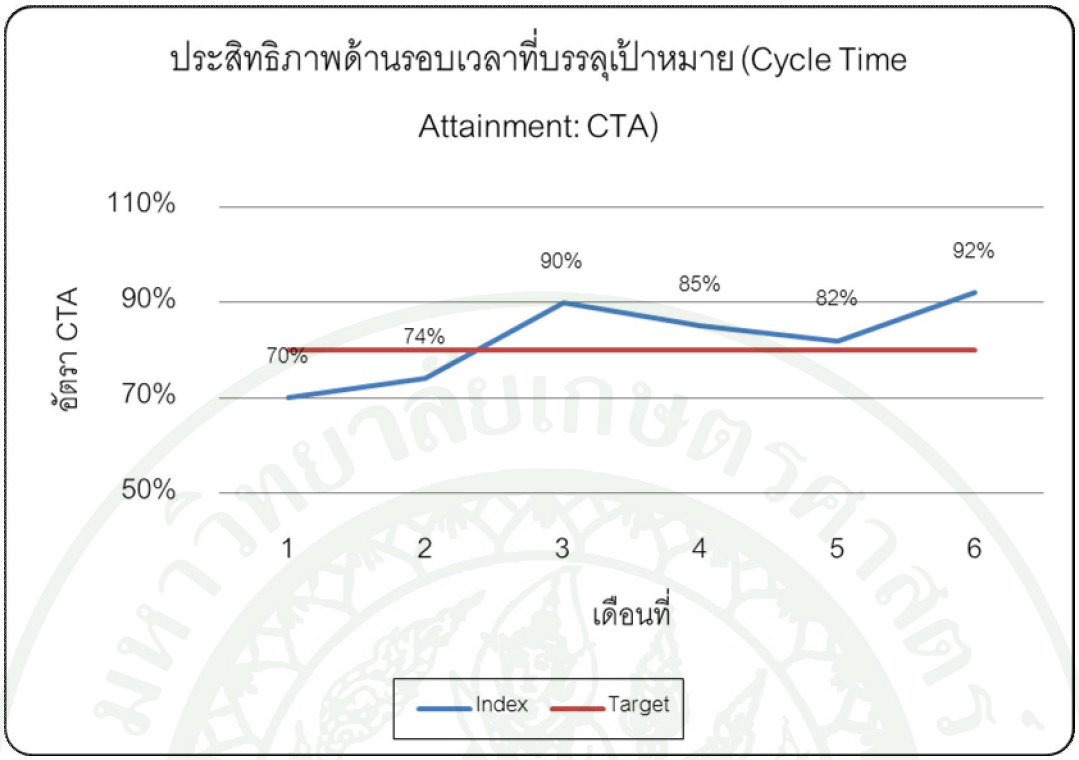
ตารางที่ 31 ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน Backlog ของระบบ FACBE

Month	Average	STDV.
Backlog Before FACBE	1.76	1.27
Backlog After FACBE	0.70	0.13

3. ประสิทธิภาพด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (Cycle Time Attainment: CTA)

จากการวัดผลประสิทธิภาพด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (CTA) หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งาน พบว่าก็สามารถบรรลุเป้าหมายของดัชนีวัดผลที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 80% ตั้งแต่เดือนที่ 3 ที่เริ่มนำระบบ FACBE มาใช้งานไปจนถึงเดือนที่ 6 ดังแสดงในภาพที่ 40 ยกเว้นเดือนที่ 1 และ 2 ที่ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้แต่ก็มีแนวโน้มที่จะบรรลุเป้าหมายเพราะดัชนีวัดผลด้าน CTA ในเดือนที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 1 คือจาก 70% เป็น 74%

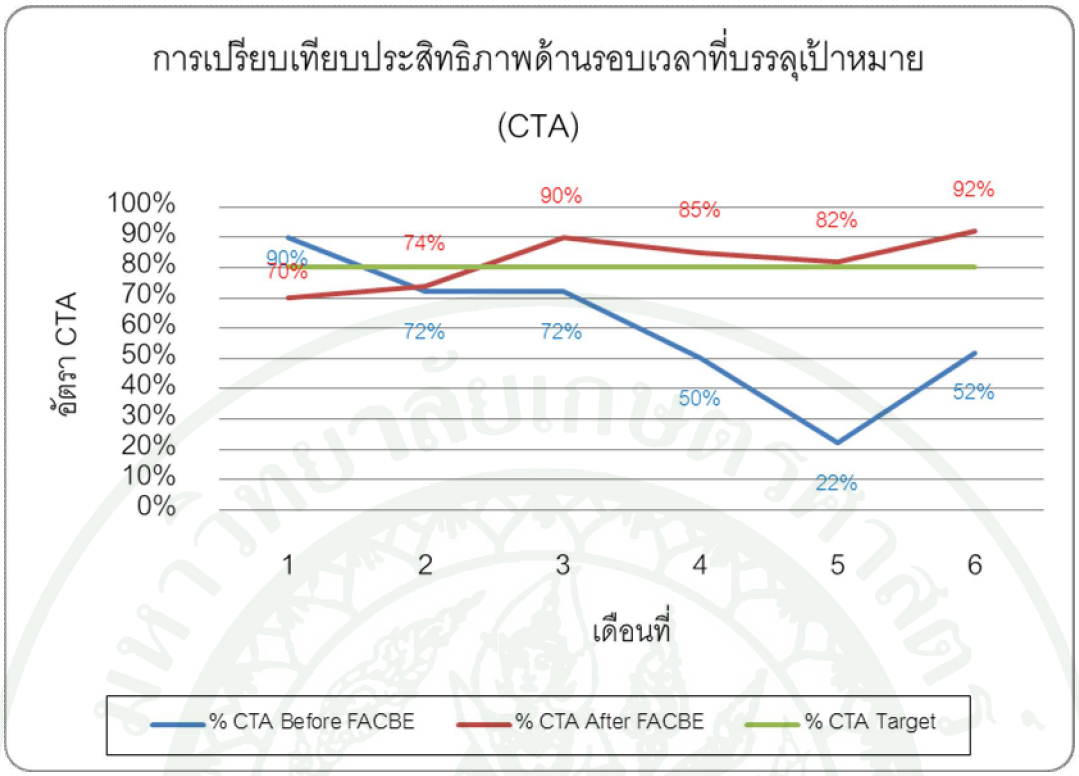
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 40 การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน CTA จากระบบ FACBE

ภาพที่ 41 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานของดัชนีวัดผลด้าน CTA สำหรับ 2 ช่วงเวลาคือการปฏิบัติงานปกติและหลังจากการนำระบบ FACBE มาใช้งานสำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดผลิตภัณฑ์ พบว่าระบบ FACBE สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยรวมของดัชนีวัดผลด้าน CTA ให้สูงขึ้นได้คือ หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานการวัดผลด้าน CTA มีค่าสูงช่วงการปฏิบัติงานปกติในเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของดัชนีวัดผลด้าน CTA แล้วพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นจาก 59.67% เป็น 82.17% ซึ่งเพิ่มขึ้น 22.50% หรือคิดเป็น 37.71% จากช่วงการปฏิบัติงานปกติ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานมีค่าเท่ากับ 0.08 ในขณะที่ช่วงการปฏิบัติงานปกติมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.22 ซึ่งอธิบายได้ดังตารางที่ 32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 41 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน CTA

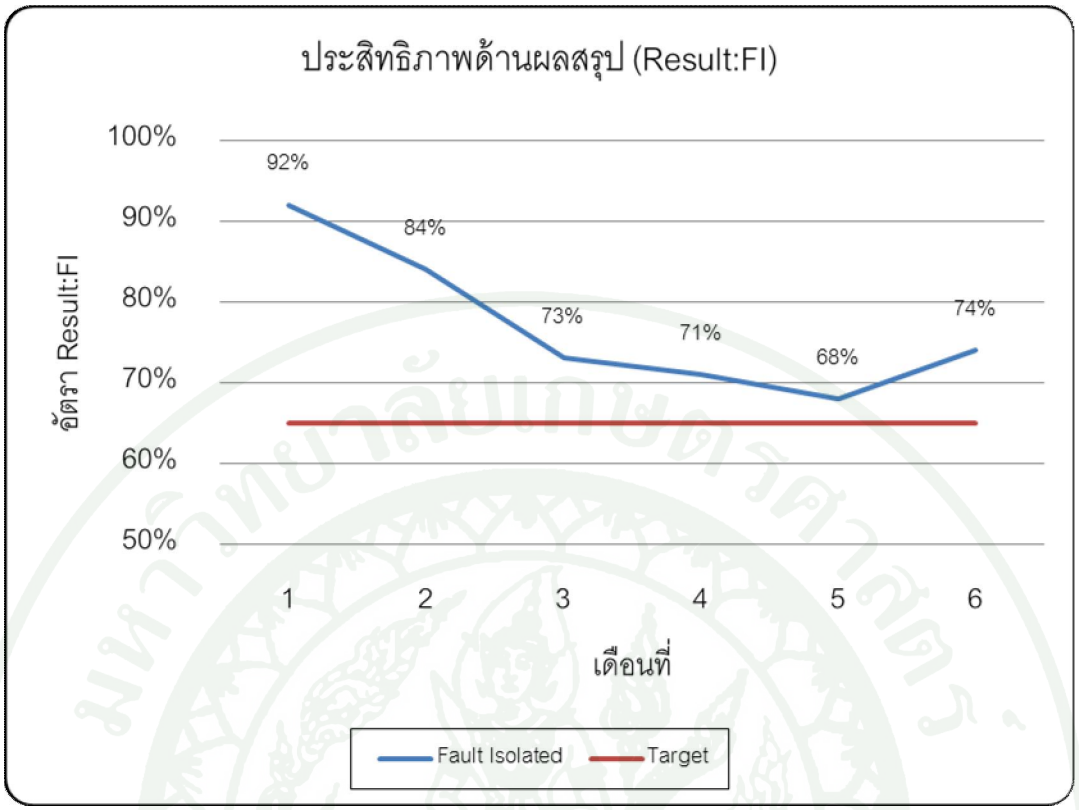
ตารางที่ 32 ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน CTA ของระบบ FACBE

Month	Average	STDV.
% CTA Before FACBE	59.67%	0.22
% CTA After FACBE	82.17%	0.08

4. ประสิทธิภาพด้านผลสรุป (Result)

จากการวัดผลประสิทธิภาพด้านผลสรุปของจำนวนกรณีที่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ (Result:FI) หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งาน พบว่าก็สามารถบรรลุเป้าหมายของดัชนีวัดผลที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 65% ตั้งแต่เดือนที่ 1 ที่เริ่มนำระบบ FACBE มาใช้งานไปจนถึงเดือนที่ 6 ดังแสดงในภาพที่ 42

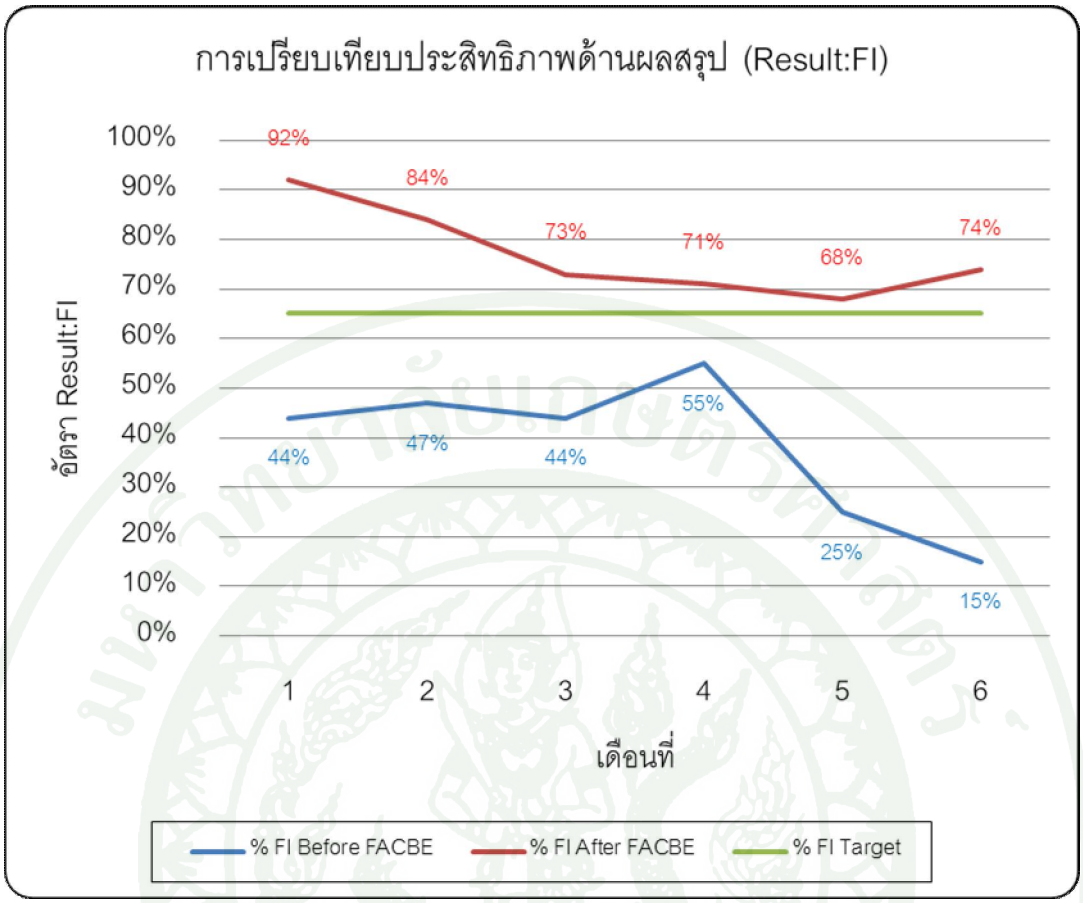
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 42 การวัดประสิทธิภาพการทำงานด้าน Result:FI จากระบบ FACBE

ภาพที่ 43 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานของดัชนีวัดผลด้าน Result:FI สำหรับ 2 ช่วงเวลาคือการปฏิบัติงานปกติและหลังจากการนำระบบ FACBE มาใช้งาน สำหรับการวิเคราะห์ความผิดพลาดผลิตภัณฑ์ พบว่าระบบ FACBE สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยรวมของดัชนีวัดผลด้าน Result:FI ให้สูงขึ้นได้คือ หลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานการวัดผลด้าน Result:FI มีค่าสูงช่วงการปฏิบัติงานปกติในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของดัชนีวัดผลด้าน Result:FI แล้วพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นจาก 38.33% เป็น 77.00% ซึ่งเพิ่มขึ้น 38.67% หรือคิดเป็น 100.89% จากช่วงการปฏิบัติงานปกติ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานมีค่าเท่ากับ 0.08 ในขณะที่ช่วงการปฏิบัติงานปกติมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.14 ซึ่งอธิบายได้ดังตารางที่ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Result:FI

ตารางที่ 33 ค่าทางสถิติเพื่อแสดงประสิทธิภาพด้าน Result:FI ของระบบ FACBE

Month	Average	STDV.
% FI Before FACBE	38.33%	0.14
% FI After FACBE	77.00%	0.08

วิเคราะห์ผลการทดลอง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและความสอดคล้องตามทฤษฎีของงานวิจัย

จากผลการวิจัยและพัฒนาระบบ FACBE เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของดัชนีวัดผลแต่ละด้านและเปรียบเทียบระหว่างช่วงการปฏิบัติงานปกติและช่วงหลังจากนำระบบ FACBE สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 34 และตารางที่ 35 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 สรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน Volume และ Backlog

Month	Volume		Closed Rate		Backlog	
	Before	After	Before	After	Before	After
1	408	414	37.40%	55.57%	1.27	0.41
2	361	313	32.73%	37.40%	0.99	0.70
3	609	467	52.14%	48.49%	0.54	0.78
4	80	356	14.21%	37.75%	3.72	0.71
5	207	332	21.17%	33.20%	3.33	0.77
6	273	423	31.74%	41.43%	0.69	0.81
Average	323	384	31.56%	42.31%	1.76	0.70
STDV.	-	-	0.12	0.08	1.27	0.13

1. ด้านจำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed Rate)

จากตารางที่ 34 พบว่าประสิทธิภาพด้าน Closded Rate มีอัตราที่สูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ทุกเดือนลัยังพบว่ามีอัตราที่สูงกว่าช่วงการปฏิบัติงานปกติมาโดยตลอดยกเว้นเดือนที่ 3 ซึ่งเกิดจากในช่วงการปฏิบัติงานปกติผู้บริหารได้มีการเพิ่มจำนวนผู้ปฏิบัติงานทำให้อัตรา Closed Rate สูงขึ้นจากเดือนที่ผ่านมาอย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อวัดในอัตราเฉลี่ยตลอด 6 เดือนแล้วก็พบว่าหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานประสิทธิภาพการปฏิบัติงานที่ได้มีอัตราที่สูงกว่าช่วงการปฏิบัติงานปกติและสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้

2. ด้านจำนวนกรณีคงค้าง (Backlog)

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพด้าน Backlog ในตารางที่ 34 พบว่าในช่วงการปฏิบัติงานปกติสามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้คือต่ำกว่า 4 สัปดาห์ทั้งในการวัดรายเดือนและการวัดอัตราเฉลี่ยตลอด 6 เดือน แต่พบว่าในเดือน 4 และ 5 มีอัตรา Backlog สูงถึง 3.72 และ 3.33 สัปดาห์ตามลำดับเนื่องจากโรงงานที่ตั้งของฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดได้รับผลกระทบจากปัญหาอุทกภัย สำหรับการพิจารณาประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในช่วงหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานแล้วพบว่าสามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้และต่ำกว่าช่วงการปฏิบัติงานทั้งในการวัดอัตราเฉลี่ยและการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัดรายเดือนตลอด 6 เดือน ยกเว้นในเดือน 3 และ 6 ซึ่งสูงกว่าช่วงการปฏิบัติงานปกติ เนื่องจากในช่วงหลังจากการนำระบบ FACBE มาใช้งานจำนวนกรณีความผิดพลาดที่รับเข้ามา (Received) ของเดือนก่อนหน้ามีจำนวนสูงกว่าในช่วงการปฏิบัติงานปกติในขณะที่จำนวนกรณีความผิดพลาดที่สรุปผลได้ (Closed) มีจำนวนต่ำกว่า

ตารางที่ 35 สรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน CTA และ Result

Month	CTA		Result:FI	
	Before	After	Before	After
1	90%	70%	44%	92%
2	72%	74%	47%	84%
3	72%	90%	44%	73%
4	50%	85%	55%	71%
5	22%	82%	25%	68%
6	52%	92%	15%	74%
Average	59.67%	82.17%	38.33%	77.00%
STDV.	0.22	0.08	0.14	0.08

3. ด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (Cycle Time Attainment: CTA)

จากตารางที่ 35 พบว่าใน 2 เดือนแรกหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งาน พบว่าประสิทธิภาพการปฏิบัติงานยังไม่สามารถไม่บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ 80% ได้เกิดจากการที่ผู้ปฏิบัติงานยังไม่มีความคุ้นเคยกับระบบ FACBE ที่นำมาใช้งาน ทำให้ต้องใช้เวลาในการปรับตัวในการปฏิบัติงานและเป็นช่วงการทดลองใช้งานจริงของระบบ FACBE ทำให้ยังต้องมีการปรับปรุงความสามารถของระบบ FACBE ให้สามารถรองรับการทำงานของผู้ปฏิบัติงานได้มากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการที่ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในเดือนที่ 2 เพิ่มขึ้นเป็น 74% จากเดือนที่ 1 ซึ่งเท่ากับ 70% และหลังจากนั้นในเดือนที่ 3 เป็นต้นไปเมื่อผู้ปฏิบัติงานมีความคุ้นเคยกับระบบ FACBE และเกิดการเรียนรู้ในข้อมูลการวิเคราะห์ความผิดพลาดที่ได้จากการนำระบบ FACBE มาใช้งาน ทำให้ประสิทธิภาพในเดือนถัดมาสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้มาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6 ที่สุงถึง 92% และมากกว่าช่วงเดือนที่ 1 ของการปฏิบัติงานปกติที่วัดได้ 90% ซึ่งถือเป็นประสิทธิภาพการทำงานที่สามารถหากไม่มีปัญหาใดๆ ในการปฏิบัติงานโดยปกติ

4. ด้านผลสรุป (Result)

พิจารณาผลสรุปในตารางที่ 35 พบว่าประสิทธิภาพด้าน Resullt:FI สามารถปรับปรุงขึ้นมาได้อย่างเห็นได้ชัดทั้งในการวัดรายเดือนและการวัดอัตราเฉลี่ยตลอด 6 เดือนหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งาน ซึ่งเกิดจากการที่ระบบ FACBE เข้ามามีส่วนในการสืบค้นข้อมูลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องของข้อมูล ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถวิเคราะห์ปัญหาเพื่อออกแบบการทดสอบและจำแนกความผิดพลาดได้อย่างมีความถูกต้องมากขึ้น แม้ว่าประสิทธิภาพของเดือนที่ 2, 3, 4 และ 5 มีผลที่ต่ำลง แต่เมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่ามีสาเหตุจากปัญหาทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ในช่วงเดือนดังกล่าว ทำให้ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นถูกส่งกลับมายังฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาดเพื่อศึกษาและเฝ้าระวังแม้ว่าไม่ได้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ทำให้จำนวนกรณีที่ไม่พบความผิดพลาดหรือมีข้อมูลไม่เพียงพอมีจำนวนสูงขึ้นส่งผลให้อัตราของการจำแนกความผิดพลาดได้มีค่าที่ต่ำลง

เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: STDV.) ในตารางที่ 34 และ 35 สำหรับดัชนีวัดผลทั้ง 4 ด้านของช่วงหลังจากนำระบบ FACBE มาใช้งานซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.08, 0.13, 0.08 และ 0.08 พบว่ามีการปรับปรุงขึ้นจากช่วงการปฏิบัติงานปกติที่มีค่าเท่ากับ 0.12, 1.27, 0.22 และ 0.14 ตามลำดับจึงสรุปได้ว่าระบบ FACBE มีส่วนเข้ามาช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ผลที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกันในแต่ละเดือนมากขึ้น เนื่องจากระบบ FACBE มีการทำงานที่อ้างอิงข้อมูลจากฐานข้อมูลดังนั้นข้อมูลการวิเคราะห์ความผิดพลาดที่ได้จากระบบ FACBE จึงเป็นข้อมุลที่มีความคล้ายกันสูง ทำให้การออกแบบการทดสอบเพื่อจำแนกความผิดพลาดมีความถูกต้องและให้ผลการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น พบว่ามีงานวิจัยของนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศได้มีการนำทฤษฎีและหลักการการทำงานร่วมกันของ CBR และแบบกฎมาศึกษาและใช้เป็นแนวความคิดสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์และแก้ปัญหาสำหรับงานในด้านต่างๆ ซึ่งแต่ละงานวิจัยก็จะมีเทคนิคและวิธีการวัดความความคล้ายของกรณีก่อนหน้าที่ที่แตกต่างกัน แต่ยังไม่พบว่ามีใช้เทคนิควิธีการที่เลือกใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ FACBE กับงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้วิธีการพัฒนาระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญในแบบเดียวกันได้ อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยการพัฒนาระบบ FACBE ก็แสดงให้เห็นว่าทฤษฎีและหลักการการทำงานร่วมกันของ CBR และแบบกฎที่เลือกมาใช้เพื่อกำหนดเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการตั้งสมมติฐานของงานวิจัยนั้นเมื่อดูจากผลประสิทธิภาพที่ได้จากการนำระบบ FACBE ของดัชนีวัดในด้านต่างๆตามสมมุติฐานของงานวิจัยแล้วนั้นสามารถสรุปได้ว่าสมมุติฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานนั้นมีความสอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีแบบ CBR และแบบกฎประการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาความผิดพลาดของการทำงานของผลิตภัณฑ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้ระบบ FACBE ที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานในการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้านการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์โดยมีดัชนีวัดผลชี้วัดผลการปฏิบัติงาน 4 ด้านคือ ด้านจำนวนกรณีที่สรุปผลการวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ (Volume) ด้านจำนวนกรณีคงค้าง (Backlog) ด้านรอบเวลาที่บรรลุเป้าหมาย (Cycle Time Attainment: CTA) และด้านประสิทธิภาพของการสรุปผลสรุปของกรณีที่สามารถจำแนกความผิดพลาดได้ (Result:FI) พบว่าเมื่อนำระบบ FACBE มาใช้งานแล้ววัดผลด้วยประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยเฉลี่ย มีดัชนีชี้วัดผล 2 ด้านที่สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้คือสูงกว่า 80% และสูงกว่า 65% สำหรับด้าน CTA และ ด้าน Result:FI ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยของด้าน CTA และด้าน Result:FI เมื่อนำระบบ FACBE มาใช้งานยังสูงกว่าช่วงของการปฏิบัติงานปกติคือด้าน CTA เพิ่มขึ้นคิดเป็น 37.71% และด้าน Result:FI เพิ่มขึ้นคิดเป็น 100.89% สำหรับประสิทธิภาพด้าน Volume และด้าน Backlog ที่ถึงแม้ว่าจะพบว่าประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 820 กรณีและ 4 สัปดาห์ในช่วงของการปฏิบัติปกติ แต่เมื่อนำระบบ FACBE มาใช้งานก็ยังพบว่าอัตราประสิทธิภาพมีการปรับปรุงขึ้นคือด้าน Volume เพิ่มขึ้นคิดเป็น 34.06% และด้าน Backlog ลดลง 60.22%เมื่อพิจารณาค่า STDV.พบว่าเมื่อนำระบบ FACBE มาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์แล้วทำให้ผลการปฏิบัติงานในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่า STDV. ที่ต่ำลงสำหรับดัชนีวัดทั้ง 4 ด้าน

ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบ FACBE ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่ดีและมีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะนำมาใช้งานเป็นเครื่องมือสนับสนุนงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอรณ์ เนื่องจากผลของประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานของประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและมีผลของการปฏิบัติงานในดัชนีวัดผลแต่ละด้านสูงกว่าช่วงก่อนการมานำระบบ FACBE มาใช้งาน นอกจากนี้ยังพบว่าผลของประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของดัชนีวัดผลในบางด้านสูงกว่าเป้าหมายที่ผู้บริหารกำหนดไว้ด้วย ดังนั้นหากผู้พัฒนาระบบ FACBEสามารถปรับปรุงให้ มีความสามารถที่สูงขึ้นก็จะทำให้การผลของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานตามดัชนีวัดผลทั้ง 4 ด้านสามารถบรรลุเป้าหมายได้อย่างคงที่และยั่งยืนได้

ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากงานวิจัยพบว่า แม้ระบบ FACBE ที่พัฒนาขึ้นจะมีประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนสำหรับงานการวิเคราะห์ความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ ดังผลสรุปที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น แต่พบว่ามีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ FACBE ซึ่งเป็นผลให้ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ดังนี้

1. ปัจจัยภายนอก ได้แก่ จำนวนกรณีความผิดพลาดคงค้างต่อเดือน

2. ปัจจัยภายใน ได้แก่

2.1 การจัดเก็บข้อมูลในฐานกรณีอย่างถูกต้องและมีการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา

2.2 การออกแบบและกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อมูลที่อยู่ในฐานกรณี

2.3 การออกแบบและกำหนดวิธีการวัดความคล้ายของกรณีเดิมกับกรณีใหม่

ดังนั้นจึงขอเสนอแนวทางสำหรับผู้สนใจที่นำแนวความคิดของระบบ FACBE ไปปรับปรุงและพัฒนาเพื่อใช้สำหรับงานด้านอื่นๆ โดยการปรับปรุงในด้านต่างๆดังนี้

1. จำกัดหรือควบคุมปัจจัยภายนอกต่างๆ ที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

2. ปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลที่จัดเก็บในฐานกรณีให้มีโครงสร้างมากขึ้น

3. ปรับปรุงประสิทธิภาพของการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลและการกำหนดค่าน้ำหนักของลักษณะข้อมูล สำหรับข้อมูลที่เป็นเชิงคุณภาพที่จะใช้เป็นแหล่งของมูลสำหรับการวัดความคล้ายของระบบที่พัฒนาขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ปรับปรุงวิธีการการคำนวณค่าความคล้ายของกรณีเดิมและกรณีใหม่ โดยการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการเปรียบเทียบระดับความคล้ายของข้อมูลสำหรับข้อมูลที่เป็นเชิงคุณภาพโดยเฉพาะ แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในระบบที่พัฒนาขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นิรนาม. ม.ป.ป. **เทคนิคการสรุปความ.** แหล่งที่มา:
http://www.no-poor.com/JavaandAi/bookAI/week7InferenceTechniques_Finanl.pdf

นิรนาม. ม.ป.ป. **ระบบปัญญาประดิษฐ์และระบบผู้เชี่ยวชาญ.** e-learning MIS. แหล่งที่มา:
http://elearning.northcm.ac.th/mis/content.asp?ContentID=76&LessonID=11,
มหาวิทยาลัยนอร์ท - เชียงใหม่

เพทาย พาสว่าง. 2545. **การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาเลือกใช้และการวินิจฉัยอาการเสียเครื่องรับโทรทัศน์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พงษ์อนันต์ แสงพระเวส. 2549. **ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยปัญหาของอุปกรณ์จัดเส้นทางยี่ห้อซิสโก้ รุ่น 2600 โดยใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส 12.2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรรณี สวนเพลง. 2552. **เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมสำหรับการจัดการความรู้**. ซีเอ็ดยูเคชั่น.กรุงเทพฯ.

พัชรณัฐ ดาวดึงษ์, มปป. **ระบบผู้เชี่ยวชาญ.** แหล่งที่มา: http://www.phrae.mju.ac.th/Teacher/bunga/AI/AI6.html, สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตแพร่เฉลิมพระเกียรติ.

พัฒน์พงษ์ ศิริกุล. 2549. **ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วัชชิระ หาอุปละ. 2549. **การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม. มปป. **การจัดการความรู้.** กรุงเทพฯ.

สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. 2548. **คู่มือการจัดทำแผนการจัดการความรู้.** โครงการพัฒนาส่วนราชการ ให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้และการจัดการความรู้ในส่วนราชการ. กรุงเทพฯ.

สุทธินันท์ นาคน้อย. 2550. **ระบบผู้เชี่ยวชาญเบื้องต้นสำหรับการบำรุงรักษารถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

อภิษฎา พึ่งเจริญ และ พยุง มีสัจ. 2009. ระบบที่ปรึกษาปัญหาด้านการใช้งานโปรแกรมแอคแพคอีอาร์พีโดยใช้วิธีการให้เหตุผลตามกรณีเป็นหลัก, น. 396-401. *ใน* **The 5th National Conference on Computing and Information Technology**.

Aamodt, A. and E. Plaza. 1994. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches, pp. 39-59. *In* **AI Communications.** IOS Press, Vol. 7: 1.

Bellman, R.E. 1978. **An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?.** Boyd and Fraser Publishing Company, USA.

Chou, J.S. 2009. Web-based CBR system applied to early cost budgeting for pavement maintenance project, pp. 2947–2960. *In* **Expert Systems with Applications 36.**

Dylis, D.D. 1999. Overview Of Electronic Component Reliability, pp. 3-26. *In* **Perry L. Martin, eds. Electronic Failure Analysis Handbook.** The McGraw-Hill Companies, USA.

Graham-Jones, P.J. and B.G. Mellor. 1995. Expert and knowledge-based systems in failure analysis, pp.137-149. *In* **Engineering Failure Analysis**, Vol. 2, Number 2.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Haag, S., M.Cummings, D.J.Mccubbrey, A. Pinsonneault and R.Donovan. 2000. **Management information systems: for the information age**, pp. 136-140. 2nd Edition. McGraw-Hill Ryerson Limited: Denver, USA.

Jacobo, V.H., A.Ortiz, Y. Cerrud and R.Schouwenaars. 2007. Hybrid expert system for the failure analysis of mechanical elements, pp.1435-1443. *In* **Engineering Failure Analysis** 14.

Kumar, S. and R.B. Mishra. 2010. Web-based expert systems and services, pp. 167–198. *In* **The Knowledge Engineering Review**, Vol. 25:2. Cambridge University Press.

Lerttannaphiboon, A. 2009. **A Maintenance System with Rule-Based Expert System for Machine Fault Diagnosis**. M.E. Thesis, Mahidol University.

Liao, T.W., Z.M. Zhang, C.R. Mount. 2000. A case-based reasoning system for identifying failure mechanisms, pp. 199-213. *In***Engineering Applications of Artificial Intelligence.**

Lin C.S., C.Y. Fan, P,S. Fan and Y.W.Wang. 2010. Hybrid Self-Organizing Map and Neural Network Clustering Analysis for Technology Professionals Turnover Rate Forecasting, pp. 178-185. *In* **Advanced Intelligent Computing Theories and Applications Communications in Computer and Information Science.** Vol. 93.

Mount, C.R. 2000. **An Intelligent Failure Analysis System.** Ph.D. Thesis. Louisiana State University.

Oliver, I. 1994. **Programming Classics: Implementing the World's Best Algorithms**. Pearson Education. USA.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Price, C.J. and I. Pegler. 1995. Deciding parameter values with case-based reasoning, *In* **Watson (Ed.), Progress In Case-based Reasoning, Lecture Notes in Artificial Intelligence**. Springer, Berlin.

Riesbeck, C.K. and R.C. Schank. 1989. **Inside Case-Based Reasoning. Lawrence Erlbaum Associates**. Hillsdale, NJ. Publication.

Stair, R. M. and G.W. Reynolds. 2010. **rinciples of Information Systems. 9th Edition.** Cengage Learning, USA.

Tsai, C.Y., C.C. Chiu and J.S. Chen. 2005. A Case-based Reasoning System for PCB Defect Prediction, pp. 813-822. *In* **Expert Systems with Applications** 28(4).

Tung, Y.H., S.S. Tseng, J.F. Weng, T.P. Lee, Liao, Y.H. Anthony and W.N. Tsai. 2010. A rule-based CBR approach for expert finding and problem diagnosis, pp. 2427-2438. *In* **Expert Systems With Applications**, Vol. 37, Issue 3.

Turban, E. 1993. **Decision support and expert systems: management support systems.** 3rd edition.Macmillan, 1993.Indiana University. Macmillan, 1993

Vong, C. M., H. Huang and P. K. Wong. 2010. Case-based Reasoning for Automotive Engine Performance Tune-up, pp. 185-190. *In* **Proceedings of the 2nd International Symposium On Computational Mechanics And The 12th International Conference On The Enhancement And Promotion Of Computational Methods In Engineering And Science**. AIP Conference Proceedings. Vol. 1233,

Wang, H.C. and H.S. Wang. 2005. A hybrid expert system for equipment failure analysis, pp.615-622. *In* **Expert Systems with Applications** 28.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Watson, I. 1997. **Applying Case-based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems.** Morgan Kaufmann, CA, USA.

Watson, I and F. Marir. 1994. Case-Based Reasoning: A Review, pp. 355-381. *In* **The Knowledge Engineering Review**, Vol. 9, No. 4: Cambridge University Press.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ตารางบันทึกผลประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ ของการพัฒนาระบบ FACBE

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 บันทึกผลการทดลองระบบ FACBE ในช่วงของการทดสอบ (Testing) ของผู้ปฏิบัติงานที่ 1

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0167126	ECL1426011B	FA-0146946	ECL141904K3	74.13%	Y	FI	Y
FA-0167804	AGA1243NFL5	FA-0122536	AGA1240NE8D	44.85%			
FA-0167836	ONT102800MR	FA-0143221	ONT113601EP	47.03%	Y		
FA-0167857	ECL152802BA	FA-0159223	ECL152302BV	73.35%	Y		Y
FA-0167863	ECL1220014D	FA-0155239	ONT142400BZ	49.07%	Y		Y
FA-0167881	BEX05480009	FA-0143068	OPC12378082	59.17%	Y	FI	
FA-0167927	AGA1137XPL4	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0167954	FNS11160F5L	FA-0132092	FNS11381693	47.77%	Y		
FA-0167960	FNS114108GM	FA-0132369	FNS13100A06	46.79%	Y		
FA-0167976	ONT140310JP	FA-0132350	ONT1318101B	45.83%	Y	FI	
FA-0167996	AGA1223XK8F	FA-0147331	AGA1223XKVA	48.32%	Y	FI	
FA-0168004	ONT10520005	FA-0156095	ONT104800AV	46.61%	Y		Y
FA-0168006	OSA1216001Z	FA-0145935	OSA104000HD	65.20%	Y	FI	Y
FA-0168127	ECL1109018F	FA-0128802	ECL144502G4	74.07%	Y		Y
FA-0168510	FNS13210UZH	FA-0148338	ONT1212019G	58.80%	Y	FI	Y

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0168660	HCT12451175	FA-0148353	HCT12420236	48.14%	Y	FI	
FA-0168677	ECL113001E6	FA-0148061	ECL104400SN	75.19%	Y	FI	Y
FA-0168685	FNS133402J4	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168685	ECL1331012N	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168687	OSA112000MV	FA-0146089	OSA1123R0GA	46.17%	Y		
FA-0168692	ONT113100QA	26		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168692	FNS12290LEJ	FA-0132092	FNS11381693	76.02%	Y	FI	
FA-0168692	ONT134401G1	FA-0143221	ONT113601EP	75.65%	Y		
FA-0168694	ONT1125023H	FA-0160708	ONT1305019G	62.05%	Y	FI	Y
FA-0168710	HCT11271123	FA-0131653	HCT12290850	48.97%	Y		
FA-0168736	ONT1042007Y	FA-0156095	ONT104800AV	46.54%	Y		Y
FA-0168920	OSA1106000Q	FA-0135552	OSA11390144	48.60%	Y		
FA-0169194	ONT12260354	FA-0132361	ONT122201V3	44.12%			
FA-0169240	AGA1539X0D0	FA-0155250	AGA1232XDYC	44.91%			
FA-0169259	OPC14303435	FA-0145249	OPC14083003	76.07%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0169266	ECL145101GV	FA-0125334	ECL1426010R	49.70%	Y		
FA-0169272	FNS13350QRR	FA-0132369	FNS13100A06	45.74%	Y		
FA-0169273	FNS11340DSC	FA-0136555	FNS1146026F	60.07%	Y		
FA-0169303	OSA1223006U	FA-0146089	OSA1123R0GA	42.49%			
FA-0169316	ECL134800H2	59		100.00%	Y	FI	Y
FA-0169320	AGA1127XE2X	FA-0155250	AGA1232XDYC	64.72%	Y	FI	
FA-0169640	FNS1233004H	FA-0136555	FNS1146026F	73.77%	Y		
FA-0169698	AGA1325XQ55	FA-0132263	ONT11520286	56.48%	Y	FI	
FA-0170023	FNS13460SJ9	FA-0143048	FNS1405066W	43.63%		FI	Y
FA-0170121	FNS11270C5R	FA-0132092	FNS11381693	46.35%	Y	FI	
FA-0170242	ONT142802A7	FA-0159552	ONT150502BL	63.48%	Y	FI	Y
FA-0170275	ONT104710CA	FA-0148635	ONT141610DX	76.45%	Y	FI	
FA-0170292	FNS15070YEJ	FA-0132092	FNS11381693	43.43%			
FA-0170623	ECL122405DT	FA-0148061	ECL104400SN	68.99%	Y	FI	
FA-0170624	ECL122502DP	FA-0148061	ECL104400SN	68.99%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0170700	FNS12180TDL	FA-0136555	FNS1146026F	47.87%	Y		
FA-0170841	HCT12251098	FA-0131653	HCT12290850	50.37%	Y	FI	
FA-0170999	ECL105000BL	FA-0146820	ECL101900YT	76.31%	Y	FI	
FA-0171194	ONT115002R2	FA-0159436	ONT141600XW	75.74%	Y	FI	Y
FA-0171474	ECL144501X9	FA-0125334	ECL1426010R	74.99%	Y	FI	
FA-0171557	SPC153104HB	FA-0156920	SPC144203K2	44.65%			Y
FA-0171570	SPC15310296	FA-0143183	SPC150402PE	27.42%			
FA-0171587	FNS131206JM	FA-0143048	FNS1405066W	43.08%			Y
FA-0171605	ONT142010WB	FA-0147318	ONT144510E1	73.40%	Y	FI	
FA-0171608	ECL14020467	FA-0148031	ECL121201FP	45.66%	Y		
FA-0172141	AGA1433X4A9	FA-0132361	ONT122201V3	59.27%	Y	FI	
FA-0172292	ONT1347100L	FA-0134926	ONT1324105S	44.24%			
FA-0172872	ONT14501084	FA-0147318	ONT144510E1	44.01%		FI	
FA-0172875	ONT150210RZ	FA-0110130	ONT13191016	73.71%	Y	FI	
FA-0172915	OSG12363316	FA-0150941	OPC14083566	59.44%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0173001	ONT1129016N	FA-0131662	ONT113800MN	42.27%			
FA-0173299	OPC12528212	FA-0146517	OPC13038140	76.66%	Y	FI	
FA-0173306	HCT12341156	FA-0131653	HCT12290850	78.84%	Y	FI	
FA-0173441	ECL1405023Q	FA-0128692	ECL140505BC	49.27%	Y	FI	
FA-0173654	OPC13118099	FA-0143068	OPC12378082	75.48%	Y	FI	
FA-0174303	ONT131810JM	FA-0143083	ONT1344114N	48.22%	Y		
FA-0174331	OPC12298190	FA-0154539	OPC12398121	47.97%	Y		
FA-0174398	ECL1452022K	FA-0125334	ECL1426010R	46.06%	Y	FI	
FA-0174399	ECL123405JV	FA-0131234	ECL1243013P	45.38%			Y
FA-0174406	HCT12511115	FA-0131906	OPC13088205	57.28%	Y	FI	
FA-0174420	FNS123900F1	FA-0132092	FNS11381693	72.10%	Y	FI	
FA-0174486	HCT12450631	FA-0156774	HCT12450663	45.52%	Y		Y
FA-0175276	HCT12270035	FA-0132081	HCT12270132	44.96%		FI	
FA-0175296	ECL124002DF	FA-0145744	ECL141402QQ	42.74%			
FA-0175369	HCT10290268	FA-0144388	HCT12340956	47.46%	Y		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0175425	HCT12510606	FA-0158282	HCT12511285	44.18%		FI	Y
FA-0175664	AGA1224XQ6U	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175664	AGA1224XQ9D	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175664	AGA1224XNX7	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0177514	FNS11401AYA	FA-0144191	FNS11400E65	78.23%	Y		
FA-0177539	ONT1327103R	FA-0148635	ONT141610DX	76.65%	Y	FI	
FA-0177683	ONT112700KX	FA-0134685	ONT093900YU	62.55%	Y		
FA-0177711	ECL13470331	FA-0148061	ECL104400SN	47.24%	Y		
FA-0177722	ONT121100LW	FA-0148338	ONT1212019G	77.00%	Y	FI	
FA-0177769	OSA1234009G	FA-0146089	OSA1123R0GA	45.81%	Y		
FA-0177913	ONT104700VE	FA-0156095	ONT104800AV	47.14%	Y		Y
FA-0178107	ONT1104016Z	22		100.00%	Y	FI	Y
FA-0178107	ONT110700DU	22		100.00%	Y	FI	Y
FA-0178247	ONT14161037	FA-0148635	ONT141610DX	78.53%	Y	FI	
FA-0178400	FNS12281V7J	FA-0136555	FNS1146026F	77.84%	Y		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0178437	OPC14136637	FA-0145249	OPC14083003	47.71%	Y		
FA-0178842	HCT12380157	FA-0146651	HCT12310005	77.35%	Y	FI	
FA-0174303	ONT131810JM	FA-0143083	ONT1344114N	48.22%	Y		
FA-0179164	OPC12348076	FA-0154539	OPC12398121	76.73%	Y	FI	
FA-0179493	ECL13270187	FA-0156488	ECL142204LD	72.66%	Y	FI	Y
FA-0179562	OPB14130484	FA-0162531	OPB14241099	66.98%	Y	FI	Y
FA-0179609	OPC12038066	FA-0146517	OPC13038140	75.47%	Y	FI	
FA-0179721	HCT12480451	FA-0147767	HCT12450873	77.57%	Y	FI	
FA-0180326	OPC13018090	FA-0146517	OPC13038140	47.08%	Y		
FA-0180576	FNS131503QT	FA-0145240	FNS12130LNT	35.90%			
FA-0181649	HCT12480976	FA-0148353	HCT12420236	48.07%	Y	FI	
		Summary			83%	57%	31%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 บันทึกผลการทดลองระบบ FACBE ในช่วงของการทดสอบ (Testing) ของผู้ปฏิบัติงานที่ 2

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0167138	ECL142106VY	FA-0146946	ECL141904K3	74.11%	Y	FI	N
FA-0167791	HCT12270013	FA-0149056	HCT12241026	78.81%	Y	FI	Y
FA-0167803	ONT1152107A	FA-0137214	ONT1234102Y	44.55%	Y		
FA-0167820	FNS13431Q9Z	FA-0149658	FNS14530W1R	69.74%	Y	FI	Y
FA-0167824	ONT114400A0	FA-0159436	ONT141600XW	73.46%	Y	FI	Y
FA-0167835	ECL152802FL	FA-0159223	ECL152302BV	73.37%	Y		Y
FA-0167868	AGA1531X3PW	FA-0159552	ONT150502BL	58.39%	Y	FI	Y
FA-0167886	ONT12030158	FA-0144528	ONT110400UN	44.93%	Y		
FA-0167907	ECL104700XD	FA-0148061	ECL104400SN	43.97%			
FA-0167907	ONT121901WS	FA-0148338	ONT1212019G	43.50%			
FA-0167974	ONT10250078	FA-0143221	ONT113601EP	77.64%	Y		N
FA-0167998	ONT140300UB	FA-0159436	ONT141600XW	42.97%			Y
FA-0168015	OPC13018257	FA-0143068	OPC12378082	76.04%	Y	FI	N
FA-0168110	ONT120100T2	FA-0143221	ONT113601EP	46.03%	Y		
FA-0168237	ONT133400VX	FA-0159436	ONT141600XW	75.45%	Y	FI	Y

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0168406	ONT130200DP	FA-0159436	ONT141600XW	48.05%	Y		Y
FA-0168414	HCT12520699	FA-0135092	HCT12520860	77.25%	Y	FI	Y
FA-0168510	ONT131900M5	FA-0148338	ONT1212019G	75.62%	Y	FI	Y
FA-0168660	HCT12450230	FA-0133364	HCT12450095	48.31%	Y	FI	
FA-0168660	HCT12460348	FA-0148353	HCT12420236	48.14%	Y	FI	
FA-0168671	SPC151408K7	FA-0156920	SPC144203K2	26.02%			Y
FA-0168683	FNS11460GKJ	FA-0144191	FNS11400E65	42.42%			
FA-0168685	FNS13320L4C	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168686	ONT133201SD	FA-0148546	ONT122002BL	75.47%	Y	FI	
FA-0168692	ONT10490008	26		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168692	ONT1121001U	26		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168695	ONT1127001X	FA-0160708	ONT1305019G	62.05%	Y	FI	Y
FA-0168718	AGA1143XV5L	FA-0155250	AGA1232XDYC	45.46%	Y		
FA-0168736	ONT10420046	FA-0156095	ONT104800AV	46.54%	Y		Y
FA-0168747	ONT1117007P	26		100.00%	Y	FI	Y

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0168799	AGA1337XBYG	FA-0145124	AGA1337XC02	47.04%	Y		
FA-0168932	HCT12470631	FA-0134678	HCT12431112	44.24%	Y	FI	
FA-0169203	ONT1046010Y	FA-0156095	ONT104800AV	46.61%	Y		Y
FA-0169214	ONT093500DD	FA-0159436	ONT141600XW	75.10%	Y	FI	Y
FA-0169254	AGA1404XEC9	FA-0155250	AGA1232XDYC	73.09%	Y	FI	
FA-0169272	FNS13500CE4	FA-0132369	FNS13100A06	45.74%	Y		
FA-0169327	ONT153704RB	FA-0144528	ONT110400UN	73.76%	Y	FI	
FA-0169633	FNS14480QR1	FA-0143048	FNS1405066W	72.57%	Y	FI	Y
FA-0169633	AGA1503X35L	FA-0134839	AGA1223XJQS	66.79%	Y	FI	
FA-0169648	AGA1224XQL9	FA-0157530	ECL150200ST	59.14%	Y	FI	Y
FA-0169763	HCT12490807	FA-0144388	HCT12340956	50.28%	Y	FI	
FA-0169890	OPC15103400	FA-0150941	OPC14083566	76.44%	Y	FI	
FA-0170000	OSA1120R1SG	FA-0134568	OSA113502JP	67.60%	Y	FI	
FA-0170107	HCT13050270	FA-0145106	HCT13050499	47.35%	Y	FI	
FA-0170368	FNS14170NHC	FA-0132092	FNS11381693	44.89%	Y		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0170398	ONT120100HX	FA-0143396	ONT113000RF	45.83%	Y		
FA-0170520	ONT142802CV	FA-0159552	ONT150502BL	63.48%	Y	FI	Y
FA-0170623	ECL122405DS	FA-0148061	ECL104400SN	68.99%	Y	FI	
FA-0170810	OPC12288005	FA-0145632	OPC12458133	48.97%	Y		
FA-0170810	BEP1034000K	FA-0146428	BEP1102000U	45.65%	Y		
FA-0170917	AGA1308NJRZ	FA-0158177	ONT14321046	59.42%	Y	FI	Y
FA-0170994	OSG12097441	FA-0098975	OSG13054814	64.97%	Y	FI	
FA-0171081	HCT12270141	FA-0132081	HCT12270132	44.74%	Y	FI	
FA-0171084	FNS121904YD	FA-0091296	FNS12300JY9	47.80%	Y		
FA-0171356	FNS15271BAP	FA-0128692	ECL140505BC	59.55%	Y		
FA-0171608	ECL122903JB	FA-0148031	ECL121201FP	46.12%	Y		
FA-0171806	ONT14321067	FA-0158177	ONT14321046	29.59%			Y
FA-0171837	HCT12350591	FA-0160057	HCT13030823	77.45%	Y	FI	Y
FA-0172019	ONT15140225	FA-0159552	ONT150502BL	44.11%			Y
FA-0172321	OPC12328002	FA-0154539	OPC12398121	78.10%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0172444	HCT10260558	FA-0145235	HCT12410409	73.87%	Y	FI	
FA-0172539	HCT12350903	FA-0135132	HCT12241140	49.40%	Y	FI	
FA-0172649	HCT12480517	FA-0131906	OPC13088205	56.74%	Y	FI	
FA-0172915	OPC14153416	FA-0150941	OPC14083566	76.26%	Y	FI	
FA-0173001	ONT112900NJ	FA-0131662	ONT113800MN	42.27%			
FA-0173788	ECL1441007A	FA-0145744	ECL141402QQ	43.30%			
FA-0174217	HCT12480850	FA-0148353	HCT12420236	47.73%	Y	FI	
FA-0175240	HCT13070631	FA-0145106	HCT13050499	76.98%	Y	FI	
FA-0175498	OSG13054703	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175611	HCT11280213	FA-0149056	HCT12241026	49.15%	Y		Y
FA-0175664	AGA1224XQ9J	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175664	AGA1224XQ6Y	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175664	AGA1224XQ6Z	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175993	AGA1410XFKH	FA-0151245	AGA1427XLSC	74.77%	Y		
FA-0177540	ECL132101RU	FA-0146820	ECL101900YT	75.70%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0177611	ECL1508012V	FA-0157530	ECL150200ST	49.02%	Y		Y
FA-0177611	FNS12510KUR	FA-0161698	FNS13270KHD	46.77%	Y		Y
FA-0177630	ONT1330019J	FA-0160873	AGA1419XUL7	59.26%	Y		Y
FA-0177644	HCT12350597	FA-0149067	HCT12340952	47.94%	Y	FI	
FA-0177666	OSA1128R28H	FA-0146089	OSA1123R0GA	76.57%	Y	FI	
FA-0177728	ONT151911CB	FA-0156606	ONT150110K9	44.18%	Y	FI	Y
FA-0177739	AGA1149X5GQ	FA-0092834	AGD1314311T	51.34%	Y		
FA-0177843	ONT1218030L	FA-0132361	ONT122201V3	76.01%	Y		
FA-0177913	ONT1101000V	FA-0144528	ONT110400UN	45.81%	Y		
FA-0177947	HCT12480907	FA-0158282	HCT12511285	78.33%	Y	FI	Y
FA-0177954	HCT12270002	FA-0131653	HCT12290850	47.17%	Y	FI	
FA-0177998	ONT1342021L	FA-0159552	ONT150502BL	47.67%	Y	FI	Y
FA-0178017	FNS1118B517	FA-0145240	FNS12130LNT	62.46%	Y	FI	
FA-0178107	ONT110701EK	22		100.00%	Y	FI	Y
FA-0178107	FNS113719MW	22		100.00%	Y	FI	Y

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0178161	ONT145010NT	FA-0161350	ONT1418107L	47.14%	Y	FI	Y
FA-0178248	ONT11400087	FA-0147538	ONT1142007M	64.35%	Y		
FA-0178261	ONT11190072	FA-0144528	ONT110400UN	47.03%	Y		
FA-0178335	ONT115202WC	FA-0159436	ONT141600XW	76.66%	Y	FI	Y
FA-0178759	HCT12230565	FA-0149056	HCT12241026	48.17%	Y	FI	Y
FA-0179162	HCT12270028	FA-0132081	HCT12270132	46.31%	Y		
FA-0179162	OPC13138102	FA-0159099	OPC13128291	45.32%	Y		Y
FA-0179820	ONT132301QA	FA-0159436	ONT141600XW	76.72%	Y	FI	Y
FA-0181394	ECL1226044E	FA-0149656	ECL1225022B	42.73%			Y
FA-0181670	HCT12511153	FA-0158282	HCT12511285	48.52%	Y	FI	Y
Summary					90%	60%	46%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 บันทึกผลการทดลองระบบ FACBE ในช่วงของการทดสอบ (Testing) ของผู้ปฏิบัติงานที่ 3

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0167126	ECL14260115	FA-0146946	ECL141904K3	74.13%	Y	FI	Y
FA-0167138	ECL14260114	FA-0146946	ECL141904K3	74.11%	Y	FI	Y
FA-0167451	ECL135100M3	FA-0156488	ECL142204LD	72.50%	Y	FI	Y
FA-0167799	ONT150110QW	FA-0156606	ONT150110K9	45.15%		FI	Y
FA-0167826	ECL152801GV	FA-0159223	ECL152302BV	73.35%	Y		Y
FA-0167974	ONT102500AN	FA-0143221	ONT113601EP	77.64%	Y		Y
FA-0167998	ECL102901E3	FA-0144989	ECL102900P1	44.10%			
FA-0168013	ONT112600AZ	FA-0160708	ONT1305019G	62.22%	Y	FI	Y
FA-0168014	AGA1142XUZ4	FA-0145124	AGA1337XC02	42.41%			
FA-0168109	ONT142010PH	FA-0147906	ONT135010C5	77.11%	Y	FI	N
FA-0168284	ONT1345024H	FA-0143800	ONT121702ZD	42.69%		FI	
FA-0168289	ONT1509029G	FA-0134685	ONT093900YU	63.07%	Y	FI	N
FA-0168559	ECL122502WM	FA-0131234	ECL1243013P	77.43%	Y	FI	Y
FA-0168660	HCT12451176	FA-0148353	HCT12420236	48.14%	Y	FI	
FA-0168660	OSA1138033B	FA-0146089	OSA1123R0GA	45.78%		FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0168661	ECL1111017T	FA-0148061	ECL104400SN	46.55%	Y	FI	
FA-0168685	FNS13320Q3C	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168685	FNS13320EK0	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168686	ONT13310250	FA-0148546	ONT122002BL	75.47%	Y	FI	
FA-0168692	FNS1141022G	26		100.00%	Y	FI	Y
FA-0168692	ONT115000DM	FA-0143221	ONT113601EP	76.10%	Y		
FA-0168692	FNS124408VT	FA-0132092	FNS11381693	76.02%	Y	FI	
FA-0168692	ONT1217024A	FA-0143221	ONT113601EP	75.65%	Y		
FA-0168735	FUJ09430038	FA-0145249	OPC14083003	27.79%			
FA-0168748	ECL1112000D	FA-0148061	ECL104400SN	46.45%	Y	FI	
FA-0168811	ONT1405109G	FA-0161006	ECL1432010R	58.23%	Y	FI	Y
FA-0169240	AGA1411XGRV	FA-0155250	AGA1232XDYC	44.91%			
FA-0169246	ONT134802KH	FA-0148338	ONT1212019G	46.86%	Y	FI	
FA-0169327	ONT153903MY	FA-0144528	ONT110400UN	73.76%	Y	FI	
FA-0169251	ONT1123001L	FA-0143221	ONT113601EP	47.66%	Y		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0169693	FNS1315011Y	FA-0159552	ONT150502BL	58.97%	Y	FI	Y
FA-0169700	ONT1325109X	FA-0147877	ONT132510G3	75.59%	Y	FI	
FA-0169722	HCT13060062	FA-0144388	HCT12340956	79.82%	Y	FI	
FA-0169753	HCT12450508	FA-0146517	OPC13038140	59.52%	Y	FI	
FA-0169775	ONT144910MJ	FA-0161350	ONT1418107L	47.90%	Y	FI	Y
FA-0169693	FNS1315011Y	FA-0159552	ONT150502BL	58.97%	Y	FI	Y
FA-0170253	SPC1517069Y	FA-0143183	SPC150402PE	25.20%			
FA-0170268	ONT144510LY	FA-0147318	ONT144510E1	45.69%		FI	
FA-0170292	FNS15070YEH	FA-0132092	FNS11381693	43.43%			
FA-0170398	ONT115203EE	FA-0143396	ONT113000RF	46.29%	Y		
FA-0170402	ONT140710PT	FA-0148635	ONT141610DX	44.25%			
FA-0170549	FNS11400RNR	FA-0144191	FNS11400E65	78.76%	Y		
FA-0170623	ECL122403Z1	FA-0148061	ECL104400SN	68.99%	Y	FI	
FA-0170817	OSG12361609	FA-0098975	OSG13054814	66.24%	Y	FI	
FA-0170630	FNS13350V2N	FA-0149505	FNS142717P1	44.17%		FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0170842	HCT10370201	FA-0149056	HCT12241026	47.04%	Y		Y
FA-0170995	OSG12084877	FA-0098975	OSG13054814	64.97%	Y	FI	
FA-0171084	FNS12281526	FA-0091296	FNS12300JY9	47.80%	Y		
FA-0171584	OPC13118176	FA-0154539	OPC12398121	47.14%	Y	FI	
FA-0171611	ECL122100XV	FA-0148061	ECL104400SN	69.57%	Y	FI	
FA-0171777	ONT143010T3	FA-0143083	ONT1344114N	47.10%	Y	FI	
FA-0171815	ONT141510YS	FA-0161350	ONT1418107L	44.68%			Y
FA-0171817	FNS122610RD	FA-0091296	FNS12300JY9	76.94%	Y		
FA-0171839	ONT130500WV	FA-0132263	ONT11520286	73.44%	Y		
FA-0172007	OPC12458086	FA-0145632	OPC12458133	48.10%	Y		
FA-0172140	AGA1436X8VY	FA-0132361	ONT122201V3	59.27%	Y	FI	
FA-0172320	ONT142810RY	FA-0161350	ONT1418107L	47.73%	Y		Y
FA-0172349	ONT1441100G	FA-0154511	ONT1441105K	44.88%		FI	Y
FA-0172463	FNS142310H8	FA-0145240	FNS12130LNT	60.28%	Y	FI	
FA-0172463	FNS142310GK	FA-0145240	FNS12130LNT	64.28%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0172867	ECL134505SD	FA-0162203	ECL140504DU	45.82%		FI	Y
FA-0172923	HCT12480284	FA-0149067	HCT12340952	76.71%	Y	FI	
FA-0172934	OPC14168094	FA-0131906	OPC13088205	73.85%	Y	FI	
FA-0173289	AGA1452NBM9	FA-0122536	AGA1240NE8D	40.82%			
FA-0173772	OPC13078024	FA-0146517	OPC13038140	48.94%	Y		
FA-0174053	ECL14410078	FA-0145744	ECL141402QQ	43.30%		FI	
FA-0174076	OSG12308707	FA-0133813	OSG12330708	48.03%	Y		
FA-0174208	HCT12291014	FA-0144388	HCT12340956	50.10%	Y	FI	
FA-0174208	BEP1051000G	FA-0146428	BEP1102000U	45.57%		FI	
FA-0174211	ONT150910MU	FA-0158177	ONT14321046	75.04%	Y	FI	Y
FA-0174225	HCT12270248	FA-0131653	HCT12290850	49.36%	Y	FI	
FA-0174312	ONT121110PP	FA-0133708	ONT121110P3	49.08%	Y		
FA-0174482	ECL140208B3	FA-0131234	ECL1243013P	76.54%	Y	FI	Y
FA-0175134	OPC12328006	FA-0143068	OPC12378082	43.84%			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0174391	AGA1137XPX2	31		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175498	AGA1120XBUU	58		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175614	AGA1241X3KP	FA-0097629	OSG12331245	59.23%	Y	FI	
FA-0175664	AGA1224XQ6S	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175664	AGA1224XNWX	47		100.00%	Y	FI	Y
FA-0175711	OPC12428097	FA-0154539	OPC12398121	46.72%	Y		
FA-0175785	HCT12460069	FA-0133236	HCT12460414	77.93%	Y	FI	
FA-0177563	ONT114601NF	FA-0143221	ONT113601EP	45.92%			
FA-0177633	FNS11400GC4	FA-0132092	FNS11381693	47.32%	Y		
FA-0177666	HCT14390072	42		100.00%	Y	FI	Y
FA-0177695	FNS15370AT0	FA-0132797	FNS1432062M	44.20%			
FA-0177695	AGA1409X53E	FA-0151245	AGA1427XLSC	42.81%			
FA-0177727	ECL143701WW	FA-0110130	ONT13191016	56.55%	Y	FI	
FA-0177742	ONT143310KQ	FA-0147318	ONT144510E1	46.12%	Y	FI	
FA-0177750	ONT1216018L	FA-0148546	ONT122002BL	75.96%	Y	FI	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

FA Case		Case Library		Similarity	CTA	Result	Dis position
Case No.	SN	Case No.	SN				
FA-0177845	ONT12181041	FA-0135104	ONT12031003	76.44%	Y	FI	
FA-0177947	HCT12480985	FA-0158282	HCT12511285	78.33%	Y	FI	Y
FA-0178107	FNS11380MKX	22		100.00%	Y	FI	Y
FA-0178277	AGA1147X2TA	FA-0145124	AGA1337XC02	45.46%			
FA-0178335	ONT1538022V	FA-0159436	ONT141600XW	76.66%	Y	FI	Y
FA-0179563	ECL1412001N	FA-0145744	ECL141402QQ	67.40%	Y	FI	
FA-0179572	HCT12270014	FA-0131653	HCT12290850	50.52%	Y	FI	
FA-0179880	OPC12128011	FA-0146517	OPC13038140	75.20%	Y	FI	
FA-0179891	ONT10251041	FA-0135134	ONT1005107W	72.83%	Y	FI	
FA-0179994	OPC13058019	FA-0146517	OPC13038140	49.01%	Y		
FA-0180405	HCT12370262	FA-0158282	HCT12511285	48.27%	Y	FI	Y
FA-0182083	BEX06132006	FA-0132764	BEX06162039	48.47%	Y		
Summary					77%	66%	30%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 ตัวอย่างบันทึกผลการปฏิบัติงานเมื่อนำระบบ FACBE ไปใช้งาน (Implemeatation)

FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0181559	INT08330036	Unknow	Unable to Isolate	Hold	FA-0145345	INT0846009K
FA-0180247	PLB0933HZAC	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0145646	PLB0924AZSM
FA-0179994	OPC13058019	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0146517	OPC13038140
FA-0179620	IJM1117M0XP	Error Disable State	Unable to Isolate	Scrap	FA-0147914	IJM1019M0U5
FA-0179497	IJM1110M0NP	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0143654	IJM1116M13B
FA-0179258	ONT122900UY	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0135512	ONT122102AK
FA-0179223	ECL152902TT	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0163267	ECL1527009T
FA-0179006	IJM1144M0F2	Internet Protocal Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0143654	IJM1116M13B
FA-0178853	INT08490005	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0145345	INT0846009K
FA-0178852	INT091100BL	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0145345	INT0846009K
FA-0178755	ONT122502L7	Internet Packet Loss/Drop	Unable to Isolate	Scrap	FA-0147652	ONT112901EJ
FA-0178524	ECL154901Y2	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0160645	ECL150700FH
FA-0178158	ONJ1416000V	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132390	ONJ14190002
FA-0178148	ONJ1416000J	Interface Module Status/Connectivity Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132390	ONJ14190002
FA-0178133	IJM1124M0M4	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Scrap	FA-0133255	IJM1140M0NW

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0178113	ONJ1450002Q	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0136130	ONJ1412001L
FA-0178105	INT0903009Q	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Scrap	FA-0145345	INT0846009K
FA-0178099	ECL160702T8	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0163267	ECL1527009T
FA-0178024	IJM1029M035	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0136151	IJM1119M0MW
FA-0178003	ONT14340312	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132256	ONT1424004B
FA-0177951	ONJ1343000N	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132390	ONJ14190002
FA-0177940	ONT123601RB	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0132811	ONT12410172
FA-0177788	ONT1238001R	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0135512	ONT122102AK
FA-0177778	AGD12112224	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0143121	AGD134432GZ
FA-0177772	ONT143003HJ	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132256	ONT1424004B
FA-0177752	FNS15421KRS	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0112433	FNS131810XH
FA-0177751	AGD1430654M	Detected Error Message in Log	Fault Isolated	Scrap	FA-0141616	AGD121121KW
FA-0177684	ECL124704YZ	Interface Module Status/Connectivity Issue	Field-introduced problem	Scrap	FA-0162753	ECL151701SH
FA-0177655	FNS13141BUG	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Scrap	FA-0143935	AGD14063C8N
FA-0177621	IJM1123M0RM	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Scrap	FA-0133255	IJM1140M0NW

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0177618	AGD142060BA	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0131109	AGD140331GR
FA-0177613	ONJ1126000U	Transmittion Power Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0148545	ONJ1151000U
FA-0177598	IJM1113M0KW	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0145628	IJM1117M0FY
FA-0177542	ONT141002CM	Interface Module Status/Connectivity Issue	Fault Isolated	Send to supplier		
FA-0175813	AGM1603D0RH	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Send to supplier	FA-0156227	AGD143065EV
FA-0174767	INT084400BT	Link Flaps	Unable to Isolate	Hold	11	
FA-0174589	FNS15510CV6	Transmittion Power Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0153547	FNS13440XMM
FA-0174569	ECL152202EB	Transmittion Power Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0160645	ECL150700FH
FA-0174564	ONT123500J0	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0132096	ONT124000TH
FA-0174490	ONT142300CG	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0137173	ONT131900JP
FA-0174322	ONT12170202	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0138472	ONT114500PH
FA-0174069	ONT150601DR	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier		
FA-0174068	JFX1515205K	Transmittion Power Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0152489	ONT124110K2
FA-0173831	ECL152700RG	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0163267	ECL1527009T
FA-0173809	SPC15440766	Physical Damaged	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0162717	SPC1523005R

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0173805	ECL15270188	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0163267	ECL1527009T
FA-0173423	MTC154706UG	Interface Module Status/Connectivity Issue	Fault Isolated	Send for Root Cause	FA-0150689	MTC151908RE
FA-0173317	ONT124200R5	Module Stopped Operation	Unable to Isolate	Scrap	FA-0137173	ONT131900JP
FA-0173308	IJM1104M1EY	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0136151	IJM1119M0MW
FA-0173291	IJM1124M0R6	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0155640	IJM1027M19U
FA-0173170	ONJ1041001R	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0148545	ONJ1151000U
FA-0173160	MOC1551042R	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0158857	MOC14430599
FA-0173064	ECL152201TM	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0160645	ECL150700FH
FA-0173055	IJM0947M09R	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0155640	IJM1027M19U
FA-0173028	FNS13510U9B	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0138357	FNS142004HV
FA-0173001	FNS160303NT	Unknow	Fault Isolated	Hold	FA-0112433	FNS131810XH
FA-0172849	ECL1530003A	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0160645	ECL150700FH
FA-0172671	EMB13470088	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0138223	EMB10370206
FA-0172554	PLC1031H0KK	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0136008	PLC1031H0BZ
FA-0172457	FNS1504099C	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0138357	FNS142004HV

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0172441	JFX1523300D	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0166968	FLJ1449G00P
FA-0172426	IJM1109M04X	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0132367	IJM1103M1EH
FA-0172418	FLJ1539W006	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0160360	FLJ1241W002
FA-0172327	PLB0925AZG5	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0145646	PLB0924AZSM
FA-0172138	IJM1122M02Z	Configuration Command Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0143654	IJM1116M13B
FA-0172111	AGC1548V6F4	Transmittion Power Issue	Unable to Isolate	Send to supplier	FA-0163941	FNS15430EBS
FA-0172042	IJM1114M15W	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0136151	IJM1119M0MW
FA-0171924	ONT143201YX	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132256	ONT1424004B
FA-0171578	ONT130300C5	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0137173	ONT131900JP
FA-0171365	ONT1128018S	Link Flaps	Unable to Isolate	Scrap	11	
FA-0171326	IFT12420035	Internet Packet Loss/Drop	Unable to Isolate	Scrap	FA-0147652	ONT112901EJ
FA-0171310	IJM0948M076	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Scrap	FA-0133255	IJM1140M0NW
FA-0171229	AGM1547P1LQ	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0143121	AGD134432GZ
FA-0171220	FNS15440UGX	Interface Module Status/Connectivity Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0154439	FNS15161UNK

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0171150	FNS15282B09	Transmittion Power Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0153547	FNS13440XMM
FA-0171067	AGD1543V10A	Interface Module Status/Connectivity Issue	Field-introduced problem	Send to supplier	FA-0156227	AGD143065EV
FA-0171004	IJM1031M08M	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0155640	IJM1027M19U
FA-0170985	SPC1520023C	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0162717	SPC1523005R
FA-0170963	ECL1525020V	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0163267	ECL1527009T
FA-0170836	JFX1522301B	Internet Packet Loss/Drop	Unable to Isolate	Send to supplier	FA-0147652	ONT112901EJ
FA-0170812	IJM1147M0HQ	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0133666	IJM1147M04R
FA-0170808	JFX14523018	Unknow	Unable to Isolate	Send to supplier	FA-0166968	FLJ1449G00P
FA-0170806	ONT121400FQ	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0132096	ONT124000TH
FA-0170664	SPC154307CA	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0162717	SPC1523005R
FA-0170646	FNS15480TX5	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0138357	FNS142004HV
FA-0170377	INT0747007B	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0136151	IJM1119M0MW
FA-0170297	FNS0936H0SV	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0154439	FNS15161UNK
FA-0170288	FNS12350371	Interface Module Status/Connectivity Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0154439	FNS15161UNK
FA-0170279	AGD1350307H	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0143121	AGD134432GZ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

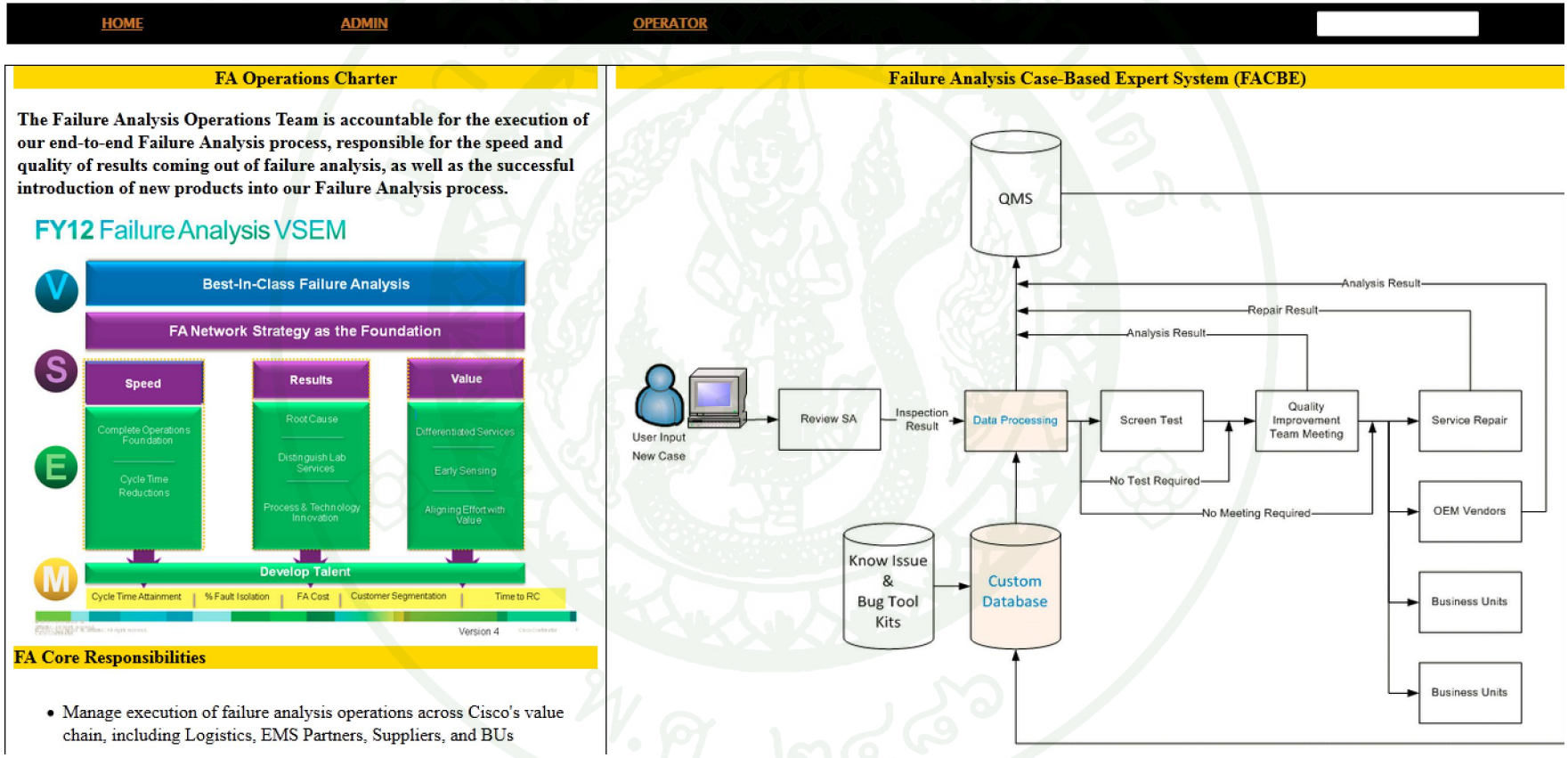
FA Case		ProblemStatement	ClosureCode (Result)	QIT Disposition	Case Library	
Case No.	SN				Case No.	SN
FA-0170262	FNS15460X7S	Transmittion Power Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0163941	FNS15430EBS
FA-0170257	IJM1113M0TR	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Scrap	FA-0133255	IJM1140M0NW
FA-0170235	FNS144317RV	Unknow	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0112433	FNS131810XH
FA-0170108	JFX1530200C	Internet Alarm/CRC Error Found	Unable to Isolate	Send to supplier	FA-0148348	ONT1341100G
FA-0170007	ONT113802B0	Transmittion Power Issue	Unable to Isolate	Scrap	FA-0132811	ONT12410172
FA-0169991	FNS15180WTA	Interface Module Status/Connectivity Issue	Fault Isolated	Send to supplier	FA-0132097	ONT1208018T
FA-0169990	IJM1027M0DD	Unknow	Unable to Isolate	Scrap	FA-0155640	IJM1027M19U

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

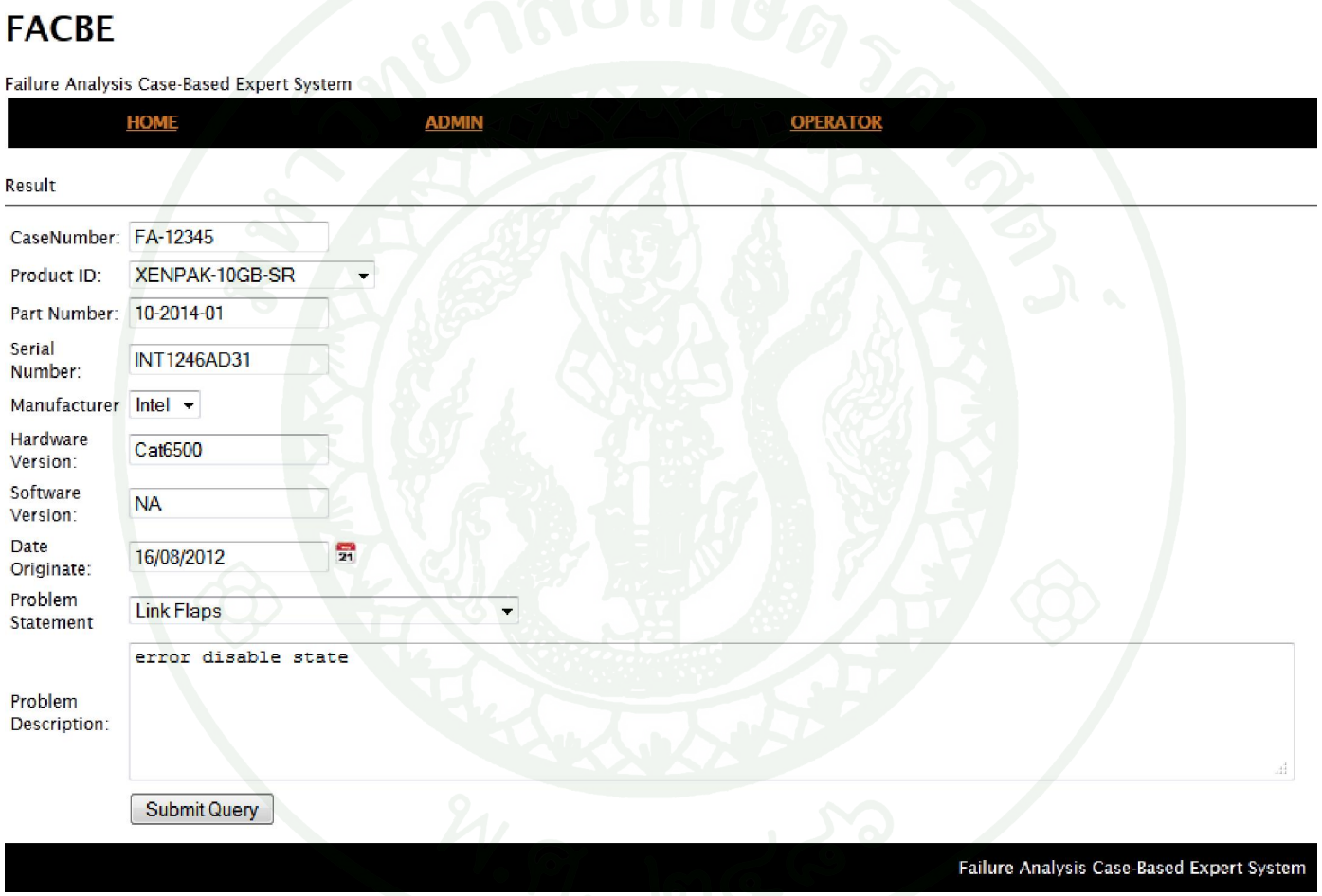
ภาคผนวก ข

ภาพแสดงการใช้งานและการแสดงผลของระบบ FACBE

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

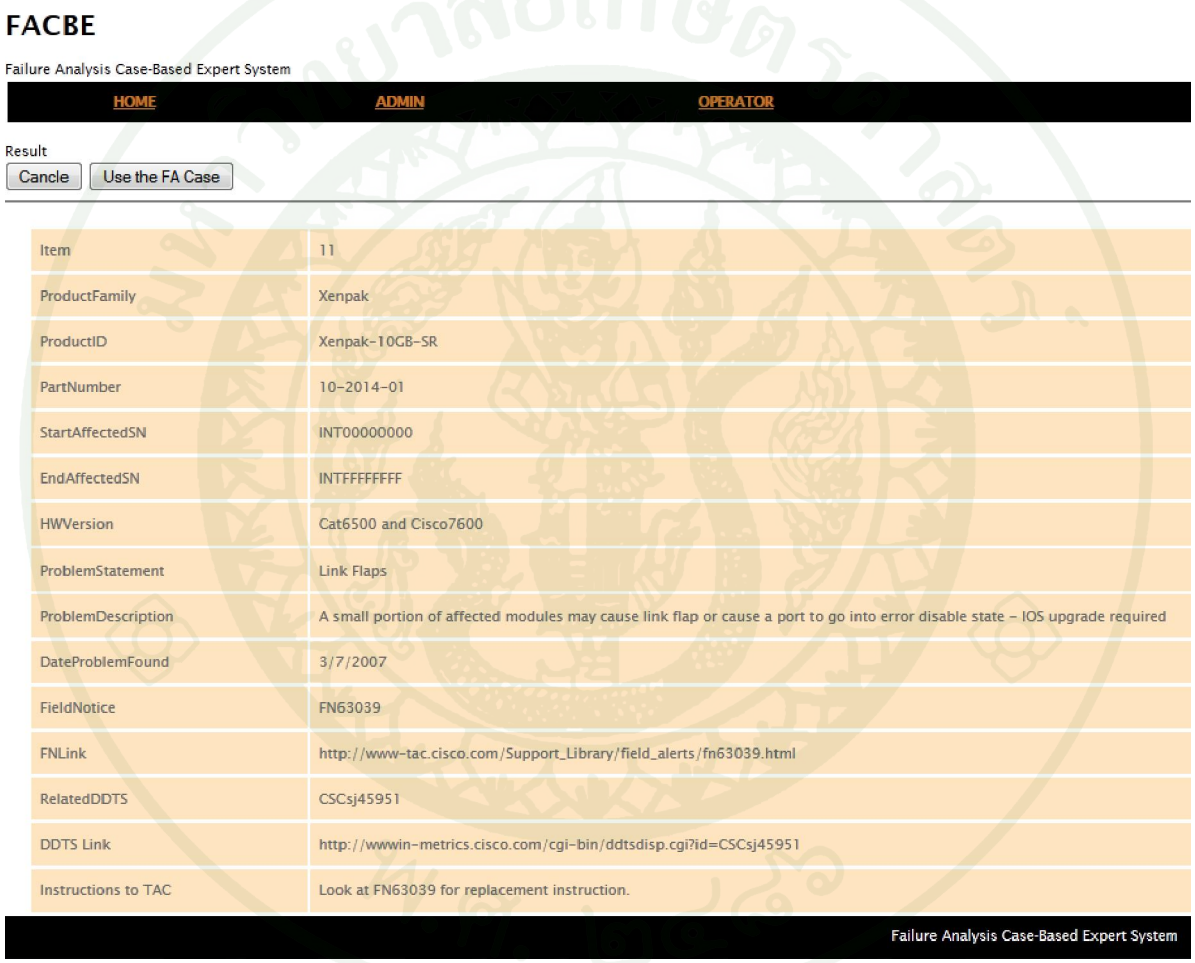


ภาพผนวกที่ ข1 ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานที่เป็นหน้าแรก



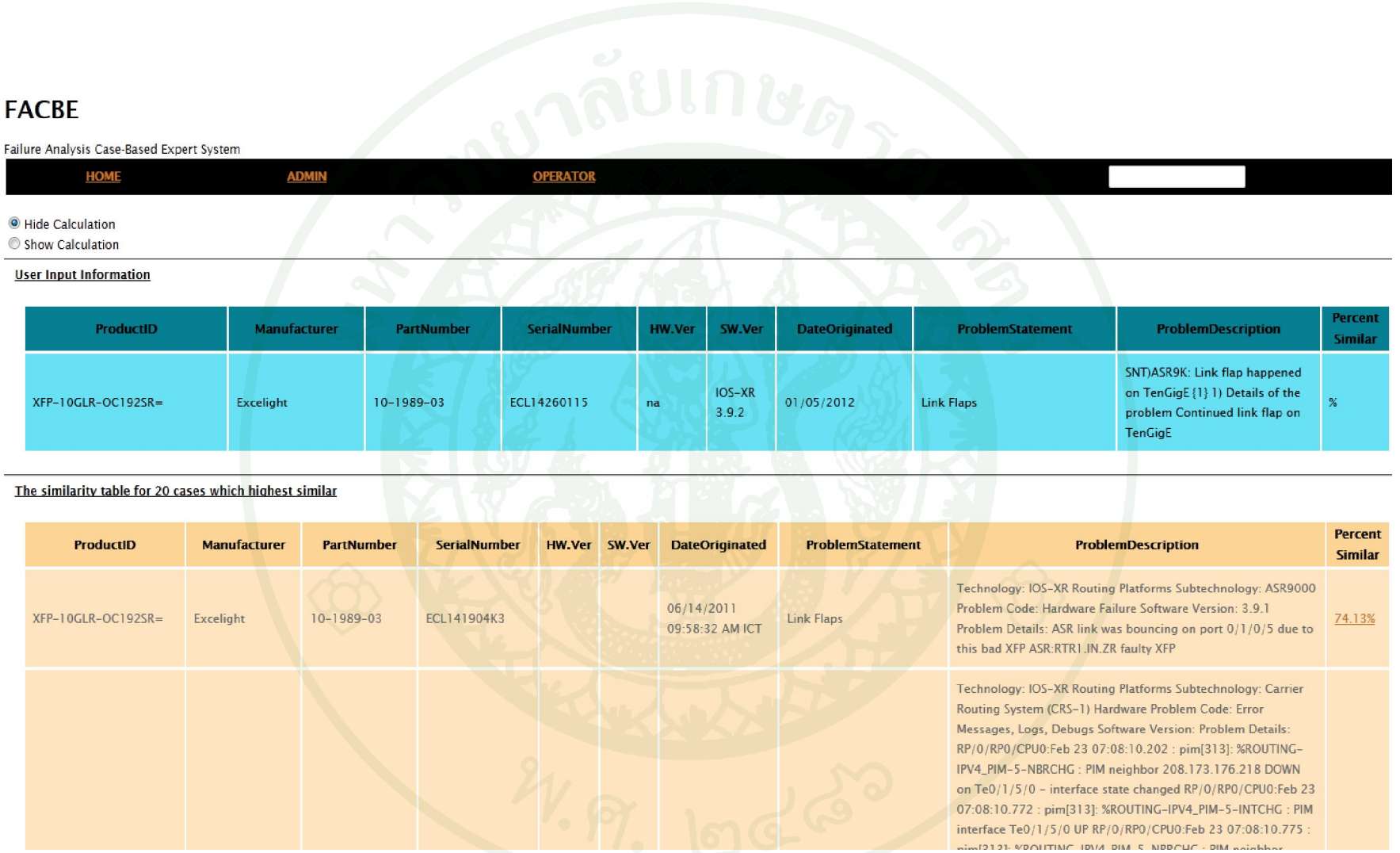
ภาพผนวกที่ ข2 ส่วนของการนำข้อมูลเข้าโดยผู้ใช้งาน (User Input)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข3 การแสดงผลการประมวลผลของระบบ FACBE(Data Processing)จากหน่วยประมวลผลแบบกฎ (Rules)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



FACBE

Failure Analysis Case-Based Expert System

HOME ADMIN OPERATOR

Hide Calculation
Show Calculation

User Input Information

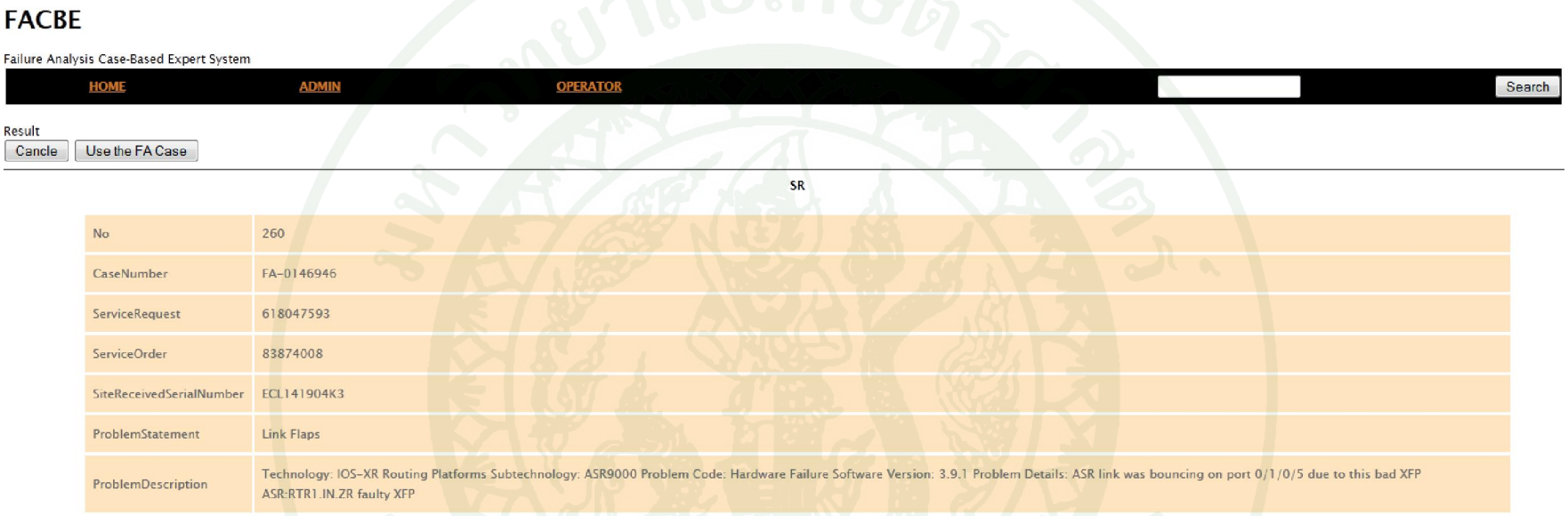
ProductID	Manufacturer	PartNumber	SerialNumber	HW.Ver	SW.Ver	DateOriginated	ProblemStatement	ProblemDescription	Percent Similar
XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115	na	IOS-XR 3.9.2	01/05/2012	Link Flaps	SNT)ASR9K: Link flap happened on TenGigE {1} 1) Details of the problem Continued link flap on TenGigE	%

The similarity table for 20 cases which highest similar

ProductID	Manufacturer	PartNumber	SerialNumber	HW.Ver	SW.Ver	DateOriginated	ProblemStatement	ProblemDescription	Percent Similar
XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL141904K3			06/14/2011 09:58:32 AM ICT	Link Flaps	Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: ASR9000 Problem Code: Hardware Failure Software Version: 3.9.1 Problem Details: ASR link was bouncing on port 0/1/0/5 due to this bad XFP ASR:RTR1.IN.ZR faulty XFP	74.13%
								Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: Carrier Routing System (CRS-1) Hardware Problem Code: Error Messages, Logs, Debugs Software Version: Problem Details: RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.202 : pim[313]: %ROUTING-IPV4_PIM-5-NBRCHG : PIM neighbor 208.173.176.218 DOWN on Te0/1/5/0 – interface state changed RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.772 : pim[313]: %ROUTING-IPV4_PIM-5-INTCHG : PIM interface Te0/1/5/0 UP RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.775 :	

ภาพผนวกที่ ข4 การแสดงผลการประมวลผลของระบบ FACBE(Data Processing)จากหน่วยประมวลผลแบบฐานกรณี (Case Based)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข5 การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง SR

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

QMS

No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
DateOriginated	06/14/2011 09:58:32 AM ICT
FinalCompleteDate	12/02/2011 09:59:37 AM ICT
CustomerRequested	No
CustomerName	CABLEVISION
ProductFamily	XFP
ProductID	XFP-10GLR-OC192SR=
PartNumber	10-1989-03
ProductDescription	Multirate XFP module for 10GBASE-LR and OC192 SR-1
HardwareVersion	
SoftwareVersion	
Manufacturer	Excelight
ManufacturerPartNumber	

ภาพผนวกที่ ข6 การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QMS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

FA

No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
CaseReviewSummary	The customer's failure information for FA unit was reviewed ========== Problem code: [Request_Eng.] Problem summary: [Request_Eng.] Some of the action have taken to date is ========== Troubleshooting: [Request_Eng.]
PartInspectionSummary	1. FA site received unit; PID: XFP-10GLR-OC192SR= P/N: 10-1989-03 S/N: ECL141904K3 2. Visual inspection performed; - No major defect found - The unit has a dust cap - The unit doesn't has the ESD protect for PCB connector 3. Optical inspection performed; No contamination found 4. Brand Protection Screening; - Vendor name: Excelight - Vendor screening suspect: Yes - PID screening suspect: No - Country of origin: Japan - USA Theater: Yes - BP summary: Genuine
FaultDuplicationTestPlan	1. Optical inspection of the transmit [Tx] and receive [Rx] ports for contamination will be performed; 2. CMRC Test History Check; 3. Parametric testing of the module will be performed by the XFP-10GLR-OC192SR= Test station at ambient temperature; 3.1 System Setup (Init) 3.2 Tx Power and DOM Test 3.3 IDPROM Verification 3.4 Optical Jitter Generation 3.5 Optical Eye Pattern-Sonet 3.6 Optical Rx Sensitivity 3.7 Electrical Eye Pattern 3.8 System Cleanup (Cleanup)
FaultDuplicationResults	1. The Tx and Rx ports were observed to be cleaned. 2. The history production test record was not found. 3. The module was tested and the test results were shown below. 3.1 System Setup (Init) : Passed 3.2 Tx Power and DOM Test : Failed 3.3 IDPROM Verification : Passed 3.4 Optical Jitter Generation : Passed 3.5 Optical Eye Pattern-Sonet : Failed 3.6 Optical Rx Sensitivity : Failed 3.7 Electrical Eye Pattern : Passed 3.8 System Cleanup (Cleanup) : Passed
FaultIsolationTheory	1. Visual Inspection 2. Optical and Electrical Characterization 3. First Level Failure Analysis
FaultIsolationResults	1. Visual Inspection There were foreign particles in the optical output port and optical input port which are considered to be attached after product shipment. And these foreign particles were removed by cleaning with CLETOP STICK." 2. Optical and Electrical Characterization The returned part showed increased optical output power and optical output waveform failure 3. First Level Failure Analysis "To identify the failure portion, first level failure analysis was performed. Metal cover was removed from the module and PCBA appearance was visually checked. No abnormality was found out. Next step, we replaced TOSA component with a known good one and optical and electrical characteristics were re-evaluated at room temperature. Normal optical output power and normal eye waveform were obtained after TOSA replacement. Therefore we consider the failure portion is limited to the TOSAcomponent."

ภาพผนวกที่ ข7 การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง FA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

QIT

No	260
CaseNumber	FA-0146946
ServiceRequest	618047593
ServiceOrder	83874008
SiteReceivedSerialNumber	ECL141904K3
ClosureCode	Fault Isolated
ClosureDescription	CONF : TOSA The returned part showed increased optical output power and optical output waveform failure. After TOSA replacement, normal optical output power and normal eye waveform were obtained. Therefore we consider the failure portion is limited to TOSA component. Next step, we will perform second level failure analysis of the TOSA component to investigate root cause.
QITInstructions	
QITDisposition	

ภาพผนวกที่ ข8 การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง QIT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

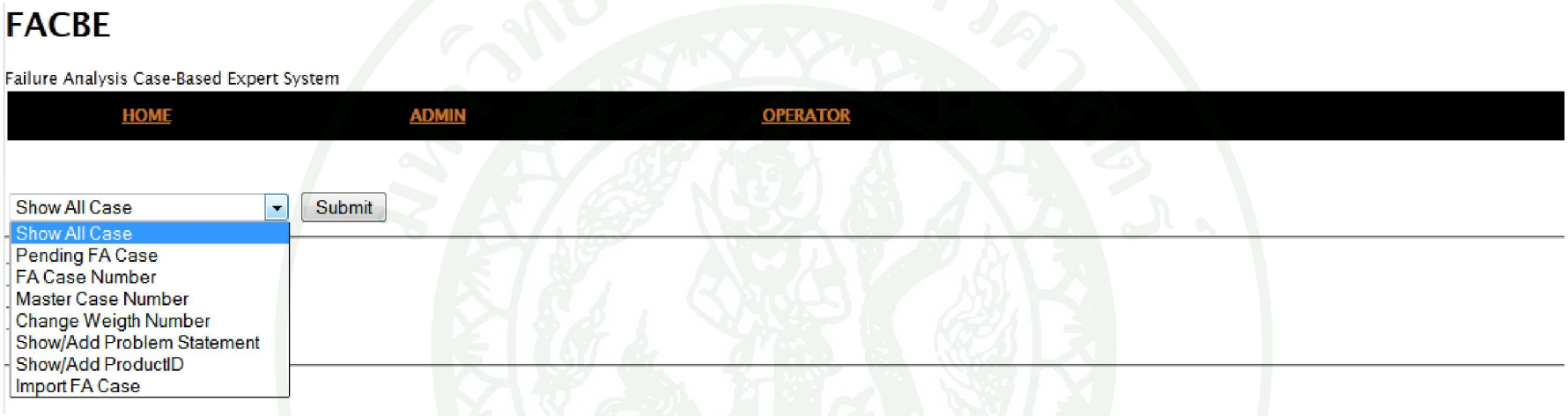
FARC

No	46
ComponentSerialNumber	ECL141904K3
FARCCaseNumber	FARC-0019700
ParentFACaseNumber	FA-0146946
PartNumber	10-1989-03
Manufacturer	SUMITOMO
AffectedItemsManufacturer	SUMITOMO
ProblemDescription	OM TX Power [-1.5 1.5] 4.37 (dB) Opt Eye Parameters_Mask Hits 1 [0 0] 2260 Opt Eye Parameters_Mask Hits 2 [0 0] 13308 Opt Eye Parameters_Mask Hits 3 [0 0] 9397 Opt Eye Parameters_Extinction Ratio [6 30] 9.91E+37 Opt Eye Parameters_OMA [-5.2 2] 416.14 (dBm) x Sens Error Ratio [0 1E-12] 0.00023
ComponentDateCode	1019
ComponentLotCode	N/A
ManufacturerPartNumber	SXP3101NV-C83(EXCELIGHT COMMUNICATIONS)
PreliminaryRootCauseDetails	Known Opnext LR laser failure
FinalRootCauseDetails	Known Opnext LR laser failure
RecommendedCorrectiveAction	See detail in FAR
RecommendedCorrectiveAction	See detail in FAR
RCClosureCode	OEM-FI
RCClosureMode	Mfg: Material
RCIssueName	See detail in FAR
FileName	https://www-plmprd.cisco.com/Agile/link/OEM%20%5Cx2F%20Root%20Cause/FARC-0019700/files/FOLDER/FOLDER0518255/OEMReport_SUMITOMO_FA-0146946_ECL141904K3_CC.pdf

Failure Analysis Case-Based Expert System

ภาพผนวกที่ ข9 การแสดงรายละเอียดของกรณีเดิมจากตาราง SR

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

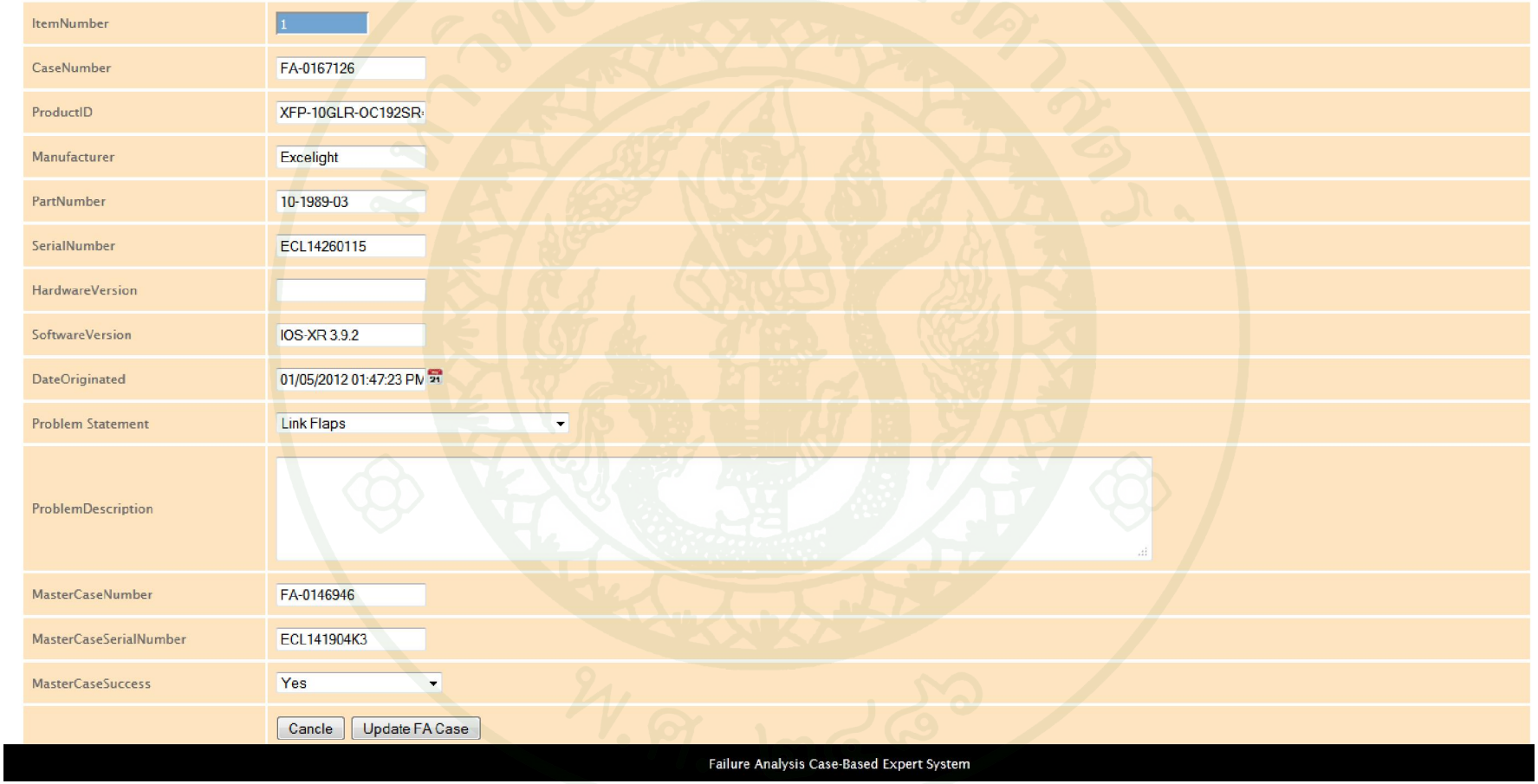


ภาพผนวกที่ ข10 แสดงหน้าของผู้ดูแลระบบ (Admin Page)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

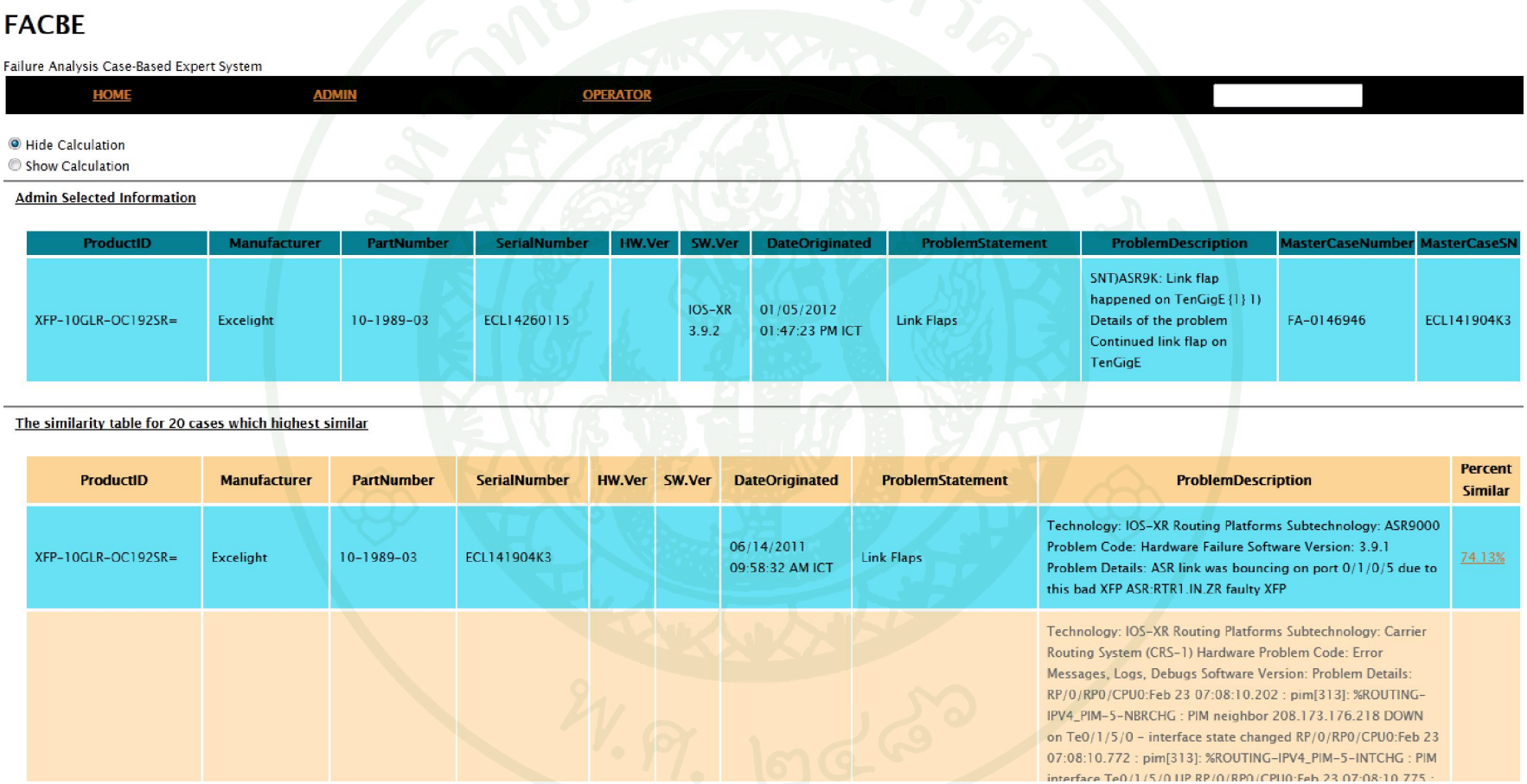
ภาพผนวกที่ ข11 แสดงรายการของกรณีความผิดพลาดทั้งหมด(Show All Case)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข12 การแก้ไขและปรับปรุงข้อมูลทั่วไปของกรณีความผิดพลาดเมื่อเลือกหมายเลขกรณี (FA Case Number)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



FACBE

Failure Analysis Case-Based Expert System

HOME ADMIN OPERATOR

Hide Calculation
Show Calculation

Admin Selected Information

ProductID	Manufacturer	PartNumber	SerialNumber	HW.Ver	SW.Ver	DateOriginated	ProblemStatement	ProblemDescription	MasterCaseNumber	MasterCaseSN
XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL14260115		IOS-XR 3.9.2	01/05/2012 01:47:23 PM ICT	Link Flaps	SNT)ASR9K: Link flap happened on TenGigE{1} 1) Details of the problem Continued link flap on TenGigE	FA-0146946	ECL141904K3

The similarity table for 20 cases which highest similar

ProductID	Manufacturer	PartNumber	SerialNumber	HW.Ver	SW.Ver	DateOriginated	ProblemStatement	ProblemDescription	Percent Similar
XFP-10GLR-OC192SR=	Excelight	10-1989-03	ECL141904K3			06/14/2011 09:58:32 AM ICT	Link Flaps	Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: ASR9000 Problem Code: Hardware Failure Software Version: 3.9.1 Problem Details: ASR link was bouncing on port 0/1/0/5 due to this bad XFP ASR:RTR1.IN.ZR faulty XFP	74.13%
								Technology: IOS-XR Routing Platforms Subtechnology: Carrier Routing System (CRS-1) Hardware Problem Code: Error Messages, Logs, Debugs Software Version: Problem Details: RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.202 : pim[313]: %ROUTING-IPV4_PIM-5-NBRCHG : PIM neighbor 208.173.176.218 DOWN on Te0/1/5/0 - interface state changed RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.772 : pim[313]: %ROUTING-IPV4_PIM-5-INTCHG : PIM interface Te0/1/5/0 UP RP/0/RP0/CPU0:Feb 23 07:08:10.775 :	

ภาพผนวกที่ ข13 การแก้ไขและปรับปรุงการคำนวณค่าความคล้ายของกรณีความผิดพลาด

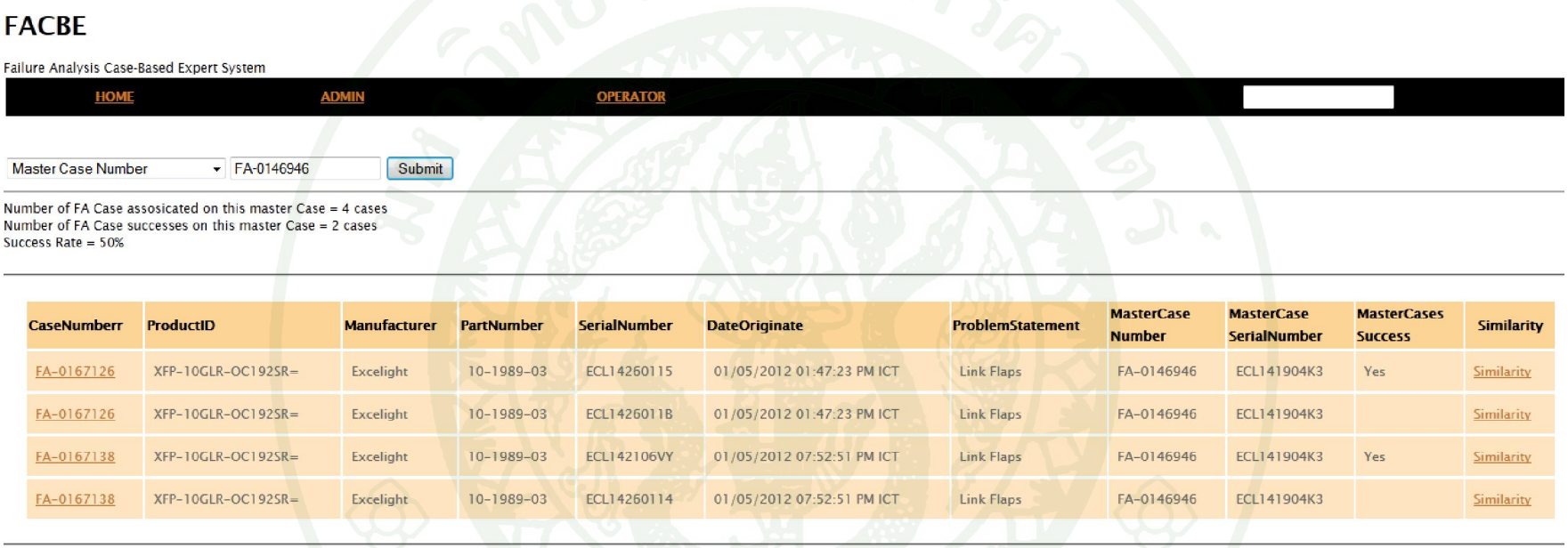
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ข14 แสดงรายการของกรณีความผิดพลาดที่ยังไม่เสร็จสิ้น(Pending FA Cases)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

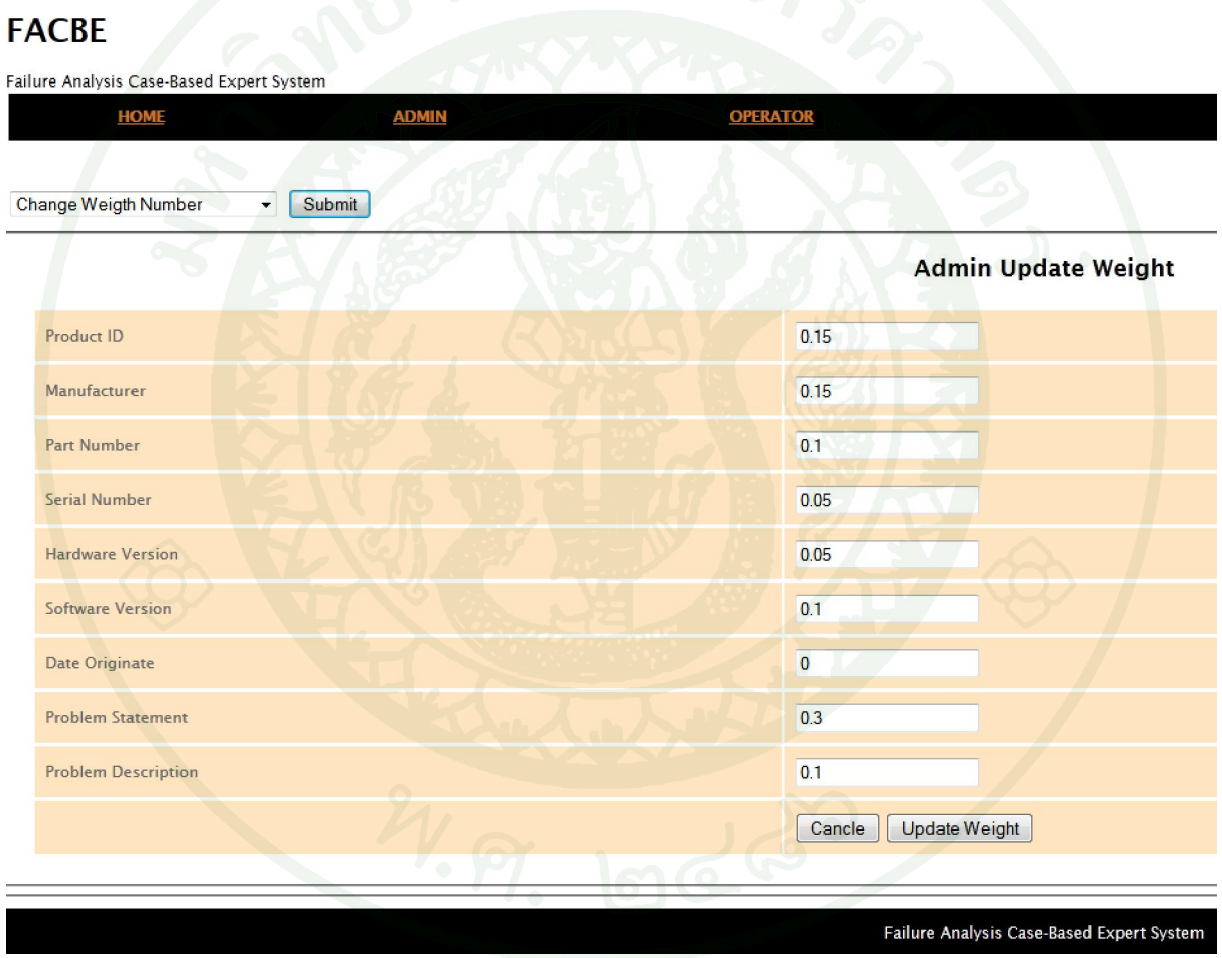
ภาพผนวกที่ ข15 การแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณี (FA Case Number)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



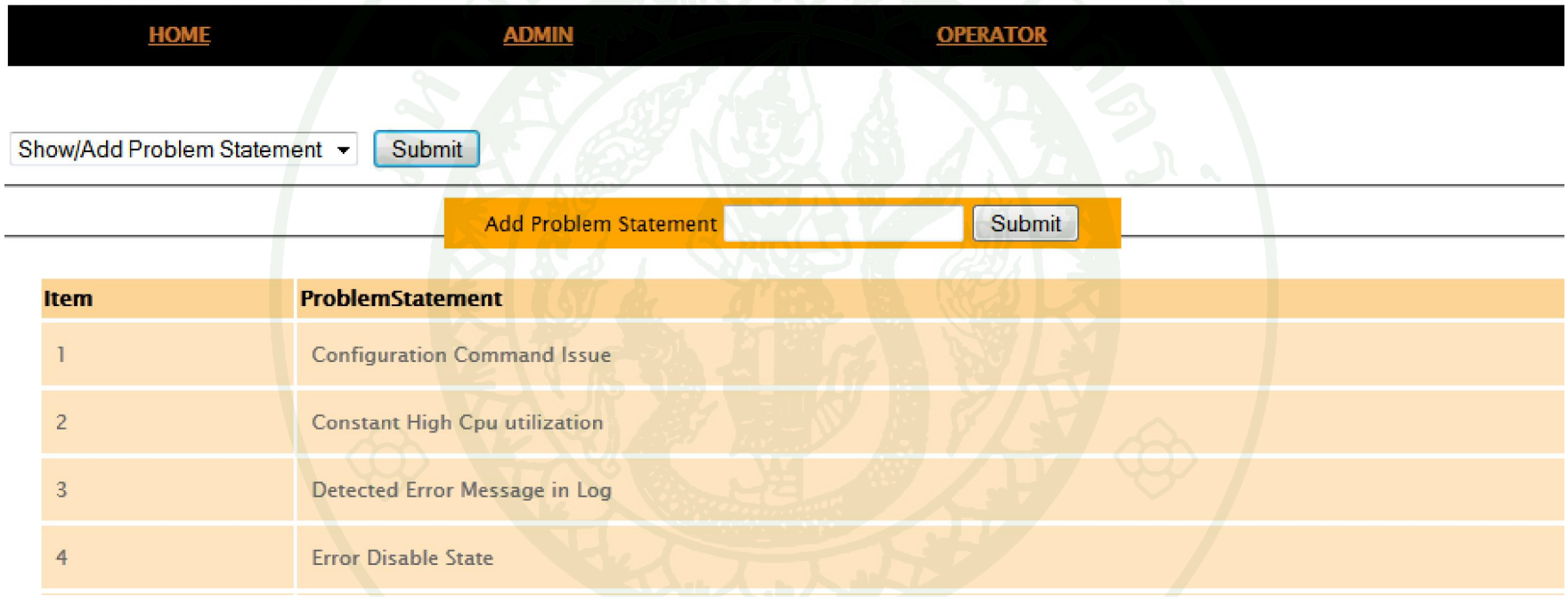
ภาพผนวกที่ ข16 การแสดงกรณีความผิดพลาดโดยระบุหมายเลขกรณีเดิม(Master Case Number)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



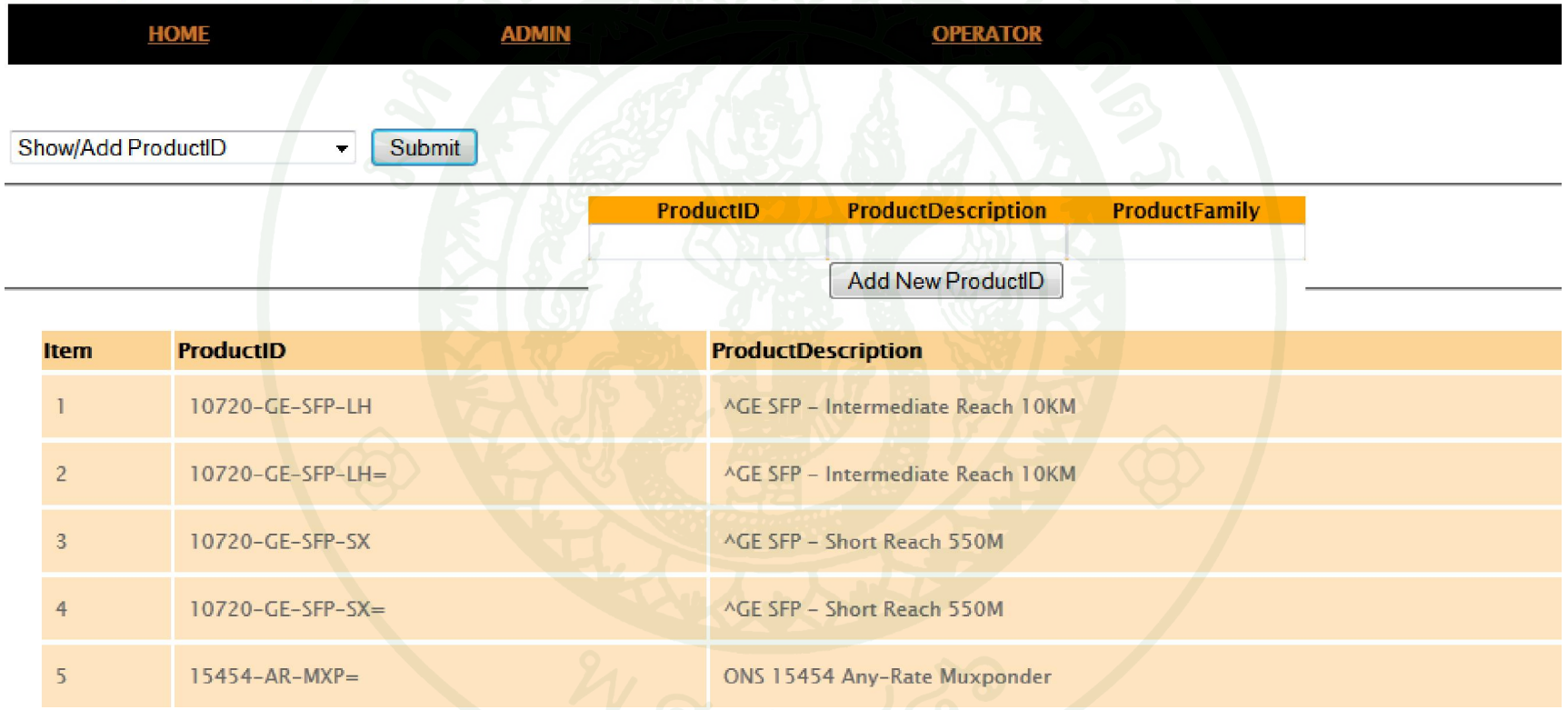
ภาพผนวกที่ ข17 การปรับปรุงค่าน้ำหนักของรายการข้อมูล(Change Weight Number)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



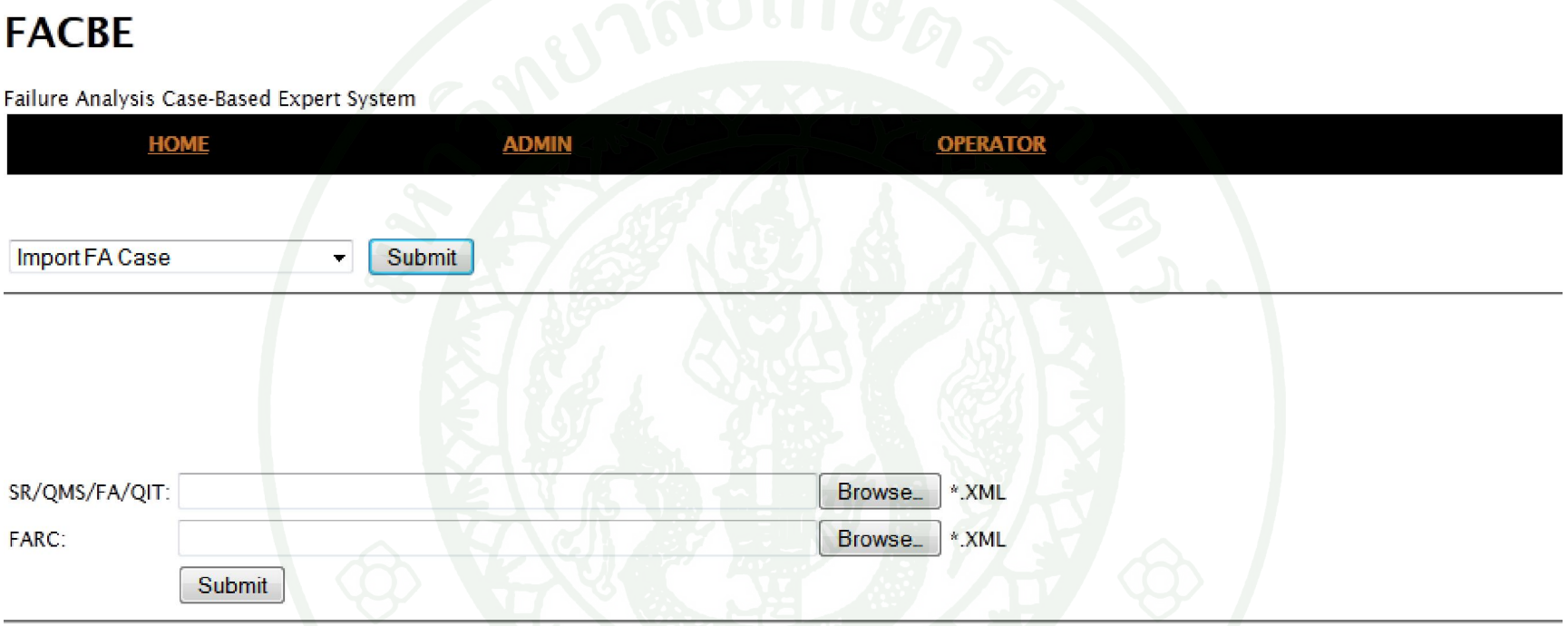
ภาพผนวกที่ ข18 การเพิ่มข้อมูลประเภทของปัญหา(Show/Add Problem Statement)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข19 การเพิ่มข้อมูลของรายการผลิตภัณฑ์(Show/Add ProductID)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข20 การนำเข้าข้อมูลของกรณีความผิดพลาดไปในห้องสมุดกรณี(Import Closed FA Case to the Case Library)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายกิตติพงษ์ จันทนาภรณ์
เกิดวันที่	22 มีนาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ตำแหน่งปัจจุบัน	พนักงานบริษัทเอกชน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บจ.ซีสโก้ ซีสเต็ม (ประเทศไทย)
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ฝ่ายวิเคราะห์ความผิดพลาด บจ. ซีสโก้ ซีสเต็ม (ประเทศไทย)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์