การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์

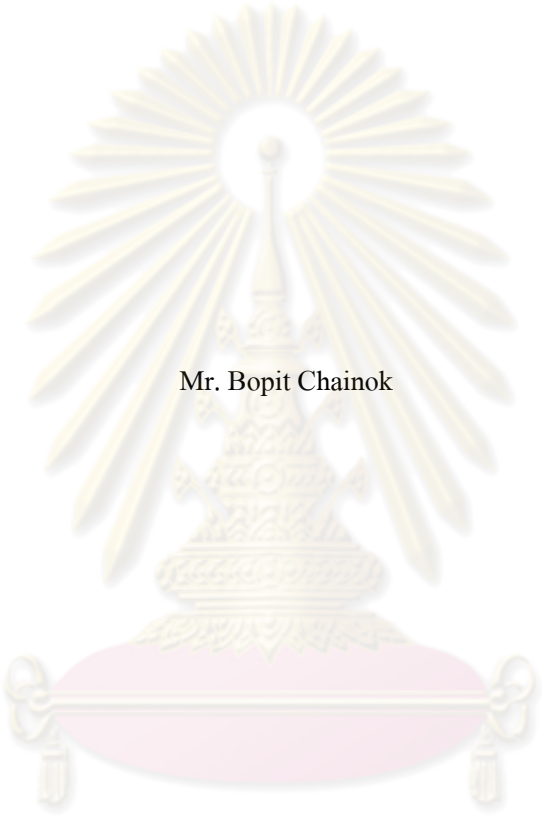
นายบพิตร ไชยนอก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DESIGN AND DEVELOPMENT OF A COMPUTER-AIDED TRAINING SOFTWARE FOR CONTROLLING AND MONITORING OF COMPUTER DATA CENTERS

Mr. Bopit Chainok



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์
โดย	นายบพิตร ไชยนอก
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.เสกสรร ไชยจิตต์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บพิตร ไชยนอก : การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์. (A DESIGN AND DEVELOPMENT OF A COMPUTER-AIDED TRAINING SOFTWARE FOR CONTROLLING AND MONITORING OF COMPUTER DATA CENTERS) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : อาจารย์ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์, 79 หน้า.

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์และลดเวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ในศูนย์ข้อมูลหยุดทำงาน อันเนื่องจากสภาพแวดล้อมมีปัญหาให้น้อยที่สุด การพัฒนาเริ่มจากนำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อตรวจสอบหาปัญหาเกี่ยวกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมที่สำคัญของศูนย์ข้อมูลได้แก่ ระบบป้องกันและดับเพลิง ระบบทำความเย็น ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเทคนิคที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้คือ การวิเคราะห์งานและผู้ใช้ ระเบียบวิธีการถามความเห็นของผู้ใช้ และการประเมินเวลาในการทำภารกิจด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม และนำปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมช่วยสอน เพื่อนำไปทดลองใช้งานกับศูนย์ข้อมูลของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยใช้วิศวกรจำนวน 10 คน

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อประยุกต์เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานตั้งแต่เริ่มพัฒนาโปรแกรมทำให้โปรแกรมมีการใช้งานที่ดีขึ้น ง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน ช่วยลดความผิดพลาดในการใช้งาน และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้งาน โดยได้เปรียบเทียบจากคุณสมบัติของการใช้งานและเวลาที่ใช้ จากแบบสอบถามพบว่าสามารถปรับปรุงการใช้งานโดยรวมได้ดีขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 17.52 และจากแบบจำลองเคแอลเอ็มพบว่าสามารถลดเวลาในการทำภารกิจลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 35.94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

สาขาวิชา ..วิศวกรรมคอมพิวเตอร์... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา..... 2552.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

4970401421 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEYWORDS: USABILITY ENGINEERING / DATA CENTER FACILITIES / DATA CENTER OPERATION / COOLING SYSTEM / UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY / POWER GENERATOR / FIRE SUPPRESSION AND DETECTION

BOPIT CHAINOK : A DESIGN AND DEVELOPMENT OF A COMPUTER-AIDED TRAINING SOFTWARE FOR CONTROLLING AND MONITORING OF COMPUTER DATA CENTERS. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. SARTID VONGPRADHIP, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: CHAISIRI PANTITANONTA, 79 pp.

This research presents a design and development of a computer-aided training software for controlling and monitoring of computer data center to reduce the mal-function of computers caused by data center facilities. The development started by applying the usability engineering technique to examine the problems of user interface for these facilities e.g., a cooling system, electrical system, and fire suppression system. The techniques used in research are user and task analysis, think aloud protocol, and key stroke level model. These techniques were used to analyze the problems and design a computer-aided training software. The computer-aided training software will be tested at one of the computer data center in one of the commercial company using ten engineers.

The research's result has shown that when applying the usability engineering technique in the development process, the computer-aided training software is better and easier to learn, easier to remember the instructions, reduce the user's mistake in operations, and satisfied the users. By comparing the usability features and time of the computer-aided training software compared with the old system, It was found that the usability improved by the average of 17.52 % and the time taken was reduce by 35.94 % when apply KLM model.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

Academic Year .. :..... 2009..... Co-Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงของรองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุทิศเวลาอย่างเต็มที่ในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยมาโดยตลอด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณามา ณ โอกาสนี้

และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งอาจารย์ได้ให้คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนคอยกำกับดูแลการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีและเอาใจใส่อย่างมาก คอยถามไถ่ความคืบหน้าเป็นระยะๆ และคอยหาหนังสือรวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องมาให้อ่าน อีกทั้งได้ให้คำปรึกษา พูดคุยในเรื่องต่างๆ ทั้งที่เกี่ยวและไม่เกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งการทำวิทยานิพนธ์และการดำรงชีวิตในสังคม สิ่งต่างๆที่ข้าพเจ้าทำผิดพลาดไป ข้าพเจ้ากราบขออภัย และกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อุดม ศิลปอาชา และอาจารย์ ดร.เสกสรร ไชยจิตต์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบและให้คำแนะนำรวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความรู้ต่างๆ รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา, คุณปิยะมาศ ไชยนอก ภรรยา และคุณประดับ ไชยนอก น้องสาว ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือทางด้านการศึกษามาโดยตลอด ทั้งยังช่วยให้กำลังใจและแนะนำสิ่งที่ดีที่สุดให้กับข้าพเจ้าตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความหมายของการใช้งาน 4

2.2 ระเบียบวิธีประเมินการใช้งาน 4

2.3 ทฤษฎีทางด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 10

2.4 ศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ 13

2.5 วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบ 18

2.6 การสร้างต้นแบบ 19

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 22

3.1 แนวคิด 22

3.2 การจำลองระบบป้องกันและดับเพลิง 25

3.3 ประเภทสัญญาณเตือน 25

3.4 การจำลองระบบไฟฟ้าภายในศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ 27

3.5 ระบบเอกสารและความช่วยเหลือ 28

บทที่ 4 แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 31

4.1 การวิเคราะห์งาน 31

4.2 การประเมินด้วยด้วยแบบจำลอง KLM 34

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4.3 การสอบถามความเห็นของผู้ใช้ 35
4.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 35
บทที่ 5 การทดลอง 38
5.1 ผลการทดลองและเปรียบเทียบ 38
5.2 ผลการประเมินการใช้งานด้วยแบบสอบถาม 38
5.3 ผลการเปรียบเทียบเวลาในการทำภารกิจ 42
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 43
6.1 สรุปผลการวิจัย 43
6.2 ข้อเสนอแนะ 43
รายการอ้างอิง 44
ภาคผนวก 45
ภาคผนวก ก บทความที่นำเสนอในงานประชุมวิชาการ 46
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม 53
ภาคผนวก ค คู่มือการทำงานของสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูล 70
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปัญหาที่ตรวจพบกับจำนวนผู้ประเมิน	5
รูปที่ 2.2	เวลาในการทำงานที่ได้จากแบบจำลองเทียบกับเวลาจากการทดสอบ กับผู้ใช้งานจริง	6
รูปที่ 2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปัญหาที่ตรวจพบ กับจำนวนของผู้เข้าทำการทดสอบ	8
รูปที่ 2.4	เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น	14
รูปที่ 2.5	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น	14
รูปที่ 2.6	ระบบตรวจจับความร้อนด้วยความไวสูง	16
รูปที่ 2.7	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบ HSSD	16
รูปที่ 2.8	ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ	17
รูปที่ 2.9	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ	17
รูปที่ 2.10	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	18
รูปที่ 2.11	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	18
รูปที่ 2.12	ขั้นตอนการสร้างต้นแบบ	20
รูปที่ 3.1	แนวคิดในการพัฒนาระบบ	22
รูปที่ 3.2	Use Case Diagram ของระบบควบคุมและเฝ้าระวัง	22
รูปที่ 3.3	State Diagram แสดงการทำงานของระบบเดิม	23
รูปที่ 3.4	State Diagram ของการทำงานของระบบใหม่	24
รูปที่ 3.5	โปรแกรมต้นแบบระบบป้องกันและดับเพลิง	25
รูปที่ 3.6	ผังการทำงานของโปรแกรมจำลองระบบป้องกันและดับเพลิง	26
รูปที่ 3.7	ผังการทำงานของโปรแกรมจำลองระบบไฟฟ้า	27
รูปที่ 3.8	หน้าจอโปรแกรมจำลองระบบไฟฟ้าภายในศูนย์ข้อมูล	28
รูปที่ 3.9	หน้าจอเริ่มต้นโปรแกรมต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาเรื่องเอกสารและความช่วยเหลือ	29
รูปที่ 3.10	หน้าจอโปรแกรมต้นแบบแสดงรูปรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ	29
รูปที่ 3.11	หน้าจอโปรแกรมต้นแบบแสดงขั้นตอนการสาธิตงานตัวอย่าง	29
รูปที่ 3.12	หน้าจอโปรแกรมต้นแบบแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ภายในศูนย์ข้อมูล	30
รูปที่ 4.1	ลำดับงานยกเลิกและตรวจจับความร้อน	32
รูปที่ 4.2	ลำดับงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น	33

หน้า

รูปที่ 4.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการใส่รหัสผ่าน สำหรับงานยกเลิก และตรวจสอบความร้อน 36
รูปที่ 4.4 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการใส่รหัสผ่าน สำหรับงานตรวจสอบสัญญาณเตือน ระบบทำความเย็น 37
รูปที่ 5.1 ผลการประเมินด้วยการใช้แบบสอบถาม 41
รูปที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบงานตัวอย่างด้วยแบบจำลอง KLM 42
รูปที่ ค.1 ตัวตรวจจับควันไฟแบบเลเซอร์ 70
รูปที่ ค.2 กริ่งสัญญาณเตือน 70
รูปที่ ค.3 ตู้ควบคุมระบบดับเพลิง FENWAL รุ่น 2320 71
รูปที่ ค.4 ตัวตรวจจับแบบไฟฟ้า 71
รูปที่ ค.5 หลอดไฟจังหวะสัญญาณเตือน 71
รูปที่ ค.6 ชุดควบคุมตัวตรวจจับแบบเลเซอร์ 72
รูปที่ ค.7 ABORT SWITCH 72
รูปที่ ค.8 MANUAL REALEASE 73
รูปที่ ค.9 วาล์วที่ถังน้ำยาดับเพลิง 73
รูปที่ ค.10 หน้าจอแสดงผลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 74
รูปที่ ค.11 หน้าจอแสดงผลของเครื่องปรับอากาศ 76
รูปที่ ค.12 หน้าจอของเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ เมื่อทำงานในสภาวะปกติ 77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เวลาเฉลี่ยของงานย่อยที่ใช้ในแบบจำลอง KLM 7

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติการใช้งานที่ประเมินโดย SUMI เทียบกับ Nielsen 9

ตารางที่ 4.1 ลำดับงานตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบแบบจำลองเคแอลเอ็ม 34

ตารางที่ 5.1 จำนวนผู้เข้าทำการทดสอบจำแนกตามอายุ 38

ตารางที่ 5.2 จำนวนผู้เข้าทำการทดสอบจำแนกตามอายุงาน 38

ตารางที่ 5.3 คะแนนแบบสอบถามจากการใช้งานระบบเดิม 39

ตารางที่ 5.4 คะแนนแบบสอบถามจากการใช้งานระบบใหม่ 40

ตารางที่ 5.5 ผลการประเมินการใช้งานโดยใช้แบบสอบถาม 41

ตารางที่ 5.6 ผลการเปรียบเทียบประเมินเวลา
ในการทำงานตัวอย่างระบบเดิมและระบบใหม่ 42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การขยายตัวของอินเทอร์เน็ต และเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร ส่งผลให้ศูนย์ข้อมูลกลายเป็นเครื่องมือสำคัญ ในเชิงกลยุทธ์มากกว่าที่ผ่านมา[1] ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิต การยกระดับกระบวนการทางธุรกิจ และการผลักดันธุรกิจสู่การเปลี่ยนแปลงใหม่ๆ องค์กรต่างๆ จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานเฉพาะ เพื่อรองรับความต้องการใช้งานที่ต่างกันออกไป ซึ่งความต้องการดังกล่าวนำไปสู่ สภาพแวดล้อมที่หลากหลายภายในศูนย์ข้อมูล รวมไปถึงโครงสร้างพื้นฐานหลักๆของศูนย์ข้อมูล[1] เช่น พื้นยก ระบบควบคุมและทำความเย็น ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันและดับเพลิง ความปลอดภัยทางด้านกายภาพ เป็นต้น ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเป็นเจ้าของระบบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งล้วนแต่ต้องการการดูแลรักษา การจัดการ การแก้ไข การป้องกัน และการดำเนินการอีกมากมาย ที่แย่ไปกว่านั้นคือ การที่ทรัพยากรเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว เช่น ระบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเท่าที่ควร

ปัจจุบันส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในแต่ละสภาพแวดล้อมยังมีความยุ่งยากในการใช้งาน จากการสำรวจเบื้องต้นของผู้วิจัยพบว่ายังสามารถปรับปรุงการใช้งานสภาพแวดล้อมดังกล่าวให้ดีขึ้นได้ เช่น ลดเวลาที่ใช้ในการทำภารกิจลง ทำให้เรียนรู้ระบบได้ง่ายขึ้น ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน ช่วยให้ผู้ใช้งานทำผิดพลาดให้น้อยลง และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งาน

พหล สมบูรณ์ธรรม[2] ใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานประยุกต์ใช้ เพื่อออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานของระบบสารสนเทศพระไตรปิฎกขึ้นมาใหม่ โดยประยุกต์ใช้ตั้งแต่เริ่มพัฒนาโปรแกรม และพบว่าสามารถปรับปรุงการใช้งานโดยรวมได้ดีขึ้น และลดเวลาในการทำภารกิจลงได้น้อยลง

วศิน ภิรมย์[3] ได้ติดตามการใช้งานของผู้ใช้ กับระบบสนับสนุนการศึกษาทางไกลแบบอะซิงโครนัส โดยใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้งานเพื่อปรับปรุงระบบให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งาน มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบปัญหาทางด้านการใช้งานของระบบเดิม เพื่อนำปัญหาที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมดังกล่าวขึ้นใหม่ และใช้เทคนิคดังกล่าวในการปรับปรุงการใช้งานระบบใหม่

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะสร้างโปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Computer-Aided Training : CAT) ขึ้นมา เพื่อที่จะทำการฝึกหัดเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ข้อมูล โดยนำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งาน (Usability Engineering) ทฤษฎีทางด้าน

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human and Computer Interaction) มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบปัญหาทางด้านการใช้งานของระบบเดิม เพื่อนำปัญหาที่ได้มาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม CAT เพื่อให้เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ข้อมูล พร้อมนำไปฝึกปฏิบัติ เพื่อพัฒนางานด้านการควบคุมและเฝ้าระวังได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และให้มีความพร้อมใช้ได้มากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตการของงานวิจัย

1.3.1 ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ และประเมินด้วยเทคนิค KLM (Keystroke Level Model)

1.3.2 พัฒนาระบบโดยมีฟังค์ชันการทำงานเกี่ยวกับงานในส่วนการตรวจสอบสัญญาณเตือน งานในส่วนการเฝ้าระวัง และงานในส่วนระบบช่วยเหลือและเอกสาร

1.3.3 มีการประเมินการใช้งาน จากการวัดประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้วยแบบจำลอง KLM ที่จะทำให้ทราบถึงเวลาที่ใช้ไปในการใช้งานและการทำภารกิจต่างๆ เช่น งานในการยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง งานในการตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น เป็นต้น และประเมินประสิทธิผล (Effectiveness) ของการใช้งาน จากค่าสถิติที่ได้จากผลการทดลอง และการออกแบบสอบถาม เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูลที่มีในปัจจุบัน โดยเน้นที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพื่อหาปัญหาและแนวทางในการแก้ไข

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ได้

1.4.3 วิเคราะห์และออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูล

1.4.4 พัฒนาโปรแกรมช่วยสอน โดยใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้

1.4.5 ทดสอบโปรแกรมช่วยสอนที่ได้ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง

1.4.6 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

1.4.7 สรุปผลการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมช่วยสอนในการควบคุมและเฝ้าระวังของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน ช่วยลดความผิดพลาดในการใช้งาน และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้งาน

1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการ และนำเสนอในงานการประชุมเครือข่ายวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จัดโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 5-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ในหัวข้อ “การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบของแผงควบคุมและเฝ้าระวัง เพื่อรับรองความพร้อมใช้ของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์” โดย บพิตร ไชยนอก, สาธิต วงศ์ประทีป และชัยศิริ ปัณฑิตานนท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการใช้งาน (Usability)[4]

ความหมายของการใช้งานจึงถูกนิยามโดยผู้ที่เชี่ยวชาญทางด้านนี้โดยเฉพาะเช่น Nielsen นิยามการใช้งานออกเป็น 5 คำคือ

- มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดี (Efficiency)
- ง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน (Learnability)
- ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน (Memorability)
- ช่วยให้ผู้ใช้งานทำผิดพลาดให้น้อย (errors)
- ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจ (Satisfaction)

ปัจจุบัน ISO (The International Organization for Standardization) ได้นิยามการใช้งานไว้ใน ISO9241 ส่วนที่ 11 (Guidance on Usability) [5] คือ

" การใช้งานคือดัชนีที่ชี้ว่าผู้ใช้งานสามารถบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness), ประสิทธิภาพ (Efficiency) และเกิดความพึงพอใจ (Satisfaction) "

2.2 ระเบียบวิธีในการประเมินการใช้งาน (Methods for Evaluate Usability)

Nielson ได้กำหนดวิธีขั้นพื้นฐานในการประเมินการใช้งานไว้ 4 วิธีคือ

2.2.1 การประเมินแบบวิธีศึกษาสำนึก (Heuristic Evaluation)

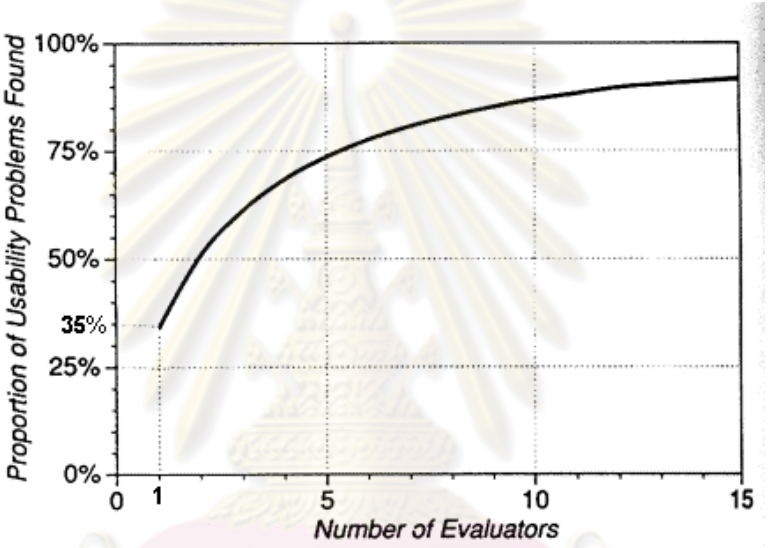
การประเมินวิธีนี้เป็นการประเมินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทางการใช้งาน (Usability-Expert) ทำการทบทวนโปรแกรมหรือผลิตภัณฑ์ โดยทบทวนตามแนวทาง (Guide Line) ที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่ง Nielsen ได้กำหนดแนวทางหลัก 10 หัวข้อ ซึ่งจะประกอบด้วยหัวข้อย่อยประมาณ 91 ข้อย่อย เพื่อใช้ในการประเมินด้วยวิธีศึกษาสำนึก โดยสรุปมีดังนี้

1. Simple and Natural Dialogue - กรอบโต้ตอบที่ธรรมดาและเป็นธรรมชาติ
2. Speak the user's Language - ใช้ภาษาของผู้ใช้
3. Minimize User Memory Load - ลดภาระในกระบวนความคิดของผู้ใช้
4. Consistency - ความสม่ำเสมอของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
5. Feedback - ปฏิกิริยาตอบโต้จากระบบ
6. Clearly Marked Exits - ทางออกที่ชัดเจน
7. Shortcuts - ทางลัด
8. Good Error Messages - ข้อความในการแสดงความผิดพลาดที่ดี

9. Prevent Errors - การป้องกันความผิดพลาด

10. Help and Documentation - ระบบช่วยเหลือ และเอกสาร

จำนวนของผู้ประเมินจะมีผลต่อจำนวนปัญหาที่พบ Nielsen พบว่าเมื่อใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียวจะตรวจพบปัญหาโดยเฉลี่ยร้อยละ 35 ในขณะที่ถ้าใช้ผู้ประเมินจำนวน 5 คน จะตรวจพบปัญหาร้อยละ 75 อย่างไรก็ตามในกรณีที่ผู้ประเมินมีจำนวนจำกัด การเพิ่มจำนวนรอบในการประเมินของผู้ประเมินแต่ละคน จะทำให้ตรวจพบปัญหาได้มากขึ้นดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปัญหาที่ตรวจพบกับจำนวนผู้ประเมิน

อย่างไรก็ตามในกรณีที่ผู้ประเมินไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ ก็สามารถใช้วิธีศึกษาสำนึกในการประเมินการใช้งานได้เพียงแต่ประสิทธิภาพในการตรวจสอบปัญหาจะน้อยกว่าการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่ง Nielsen ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการประเมินด้วยวิธีศึกษาสำนึกของผู้ประเมิน 3 ประเภทได้ผลการทดลองดังนี้

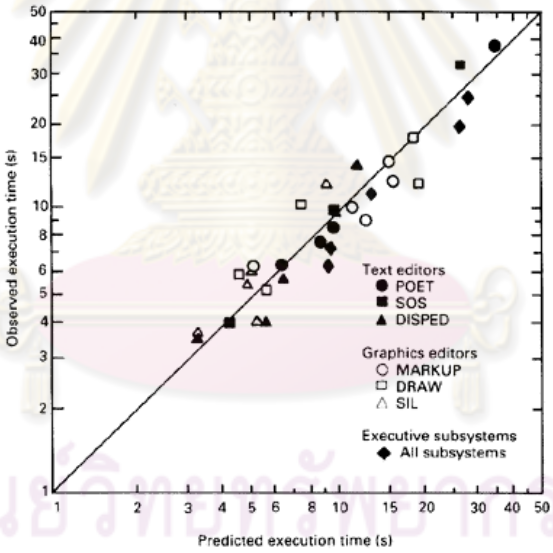
- ผู้ประเมินที่ไม่มีประสบการณ์แต่มีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์บ้างจะพบปัญหาร้อยละ 22
- ผู้ประเมินที่เป็นผู้เชียวชาญ (Expert) จะพบปัญหาร้อยละ 41
- ผู้ประเมินที่เป็นผู้เชียวชาญ 2 คน (Double Expert) ช่วยกันประเมินจะพบปัญหาร้อยละ 60

2.2.2 การประเมินด้วยแบบจำลอง (Formal Evaluation)

เป็นวิธีในการประเมินคุณสมบัติบางตัวของการใช้งานเช่น เวลาในการทำภารกิจ ความเหมาะสมของส่วนประสานกับผู้ใช้ การประเมินด้วยแบบจำลองจะเหมาะสมมากในช่วงของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพราะสามารถประเมินได้รวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถประเมินการออกแบบที่ทำไว้ในกระดาษได้ด้วย ตัวอย่างแบบจำลองเช่น GOMS (Goals, Operators, Methods and Selection Rules)

2.2.2.1 Keystroke Level Model (KLM) [6]

เป็นแบบจำลองพื้นฐานของ GOMS เสนอโดย Card, Moran และ Newell ใช้ทำนายเวลากระทำภารกิจ (Task Execution Time) โดยเวลาเฉลี่ยในแต่ละงานย่อยได้จากการทดลองจับเวลากับผู้ใช้จริง แบบจำลองนี้มีความคลาดเคลื่อน RMS (Root Mean Square) ของเวลาเฉลี่ยจากการทดลอง = 21% ของเวลาเฉลี่ยที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ซึ่งได้ผลการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เวลาในการทำงานที่ได้จากแบบจำลองเทียบกับเวลาจากการทดสอบกับผู้ใช้งานจริง

การคำนวณเวลากระทำภารกิจทำได้โดยแยกงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลังจากนั้นก็ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการงานย่อยนั้น ๆ แล้วรวมเวลาทั้งหมด ก็จะได้เวลาที่คาดว่าจะใช้ในการกระทำภารกิจ มีสมการคือ เวลาในการทำภารกิจ = เวลาที่ใช้ในส่วนต่อประสาน + เวลาในการคิด + เวลาตอบสนองของระบบ หรือ $T_{execute} = (T_K + T_B + T_{BB} + T_P + T_H) + T_M + T_R$ โดยเวลาเฉลี่ยของงานย่อยแสดงในตารางที่ 2.1 ดังนี้

งานย่อย	ความหมายของงานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	หมายเหตุ
T_K	การพิมพ์อักขระ 1 ตัว	0.28	*
T_B	การกดหรือปล่อยปุ่มเมาส์	0.1	
T_{BB}	การดับเบิลคลิกเมาส์	0.2	
T_P	การเคลื่อนเมาส์ไปยังจุดหมาย	1.1	**
T_H	การเคลื่อนมือไปยังอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล	0.4	
T_M	การคิดตัดสินใจของผู้ใช้	1.2	***
T_R	การตอบสนองของระบบ	-	

ตารางที่ 2.1 เวลาเฉลี่ยของงานย่อยที่ใช้ในแบบจำลอง KLM

* กรณีของการพิมพ์ตัวอักษรที่ต้องยกแคร่ ต้องเพิ่ม T_K 1 ครั้งเช่น พิมพ์ "ธ" จะต้องใช้เวลาเท่ากับ 2 (T_k)

** ในกรณีที่ต้องการเวลาในการเคลื่อนเมาส์ที่เที่ยงตรงมากขึ้นให้ใช้ Fitt's Law ดังนี้

$$T = k \log_2 (D/S + 0.5) , k \sim 100 \text{ msec}$$

เมื่อ T = เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

D = ระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นกับเป้าหมาย

S = ขนาดของเป้าหมาย

*** ในกรณีที่มีการเลือกเช่น การเลือกจากเมนูไอเทม ก็อาจใช้ Hick's Law ในการประมาณเวลาที่เลือกได้ โดยมีรูปแบบสมการคือ

(1) $T = k \log_2 (n+1)$

(2) $T = k \sum p_i \log_2 (1/p_i + 1)$

เมื่อ T = เวลาที่ใช้ในการเลือก

n = จำนวนทางเลือก ในกรณีที่แต่ละทางเลือกมีความน่าจะเป็นเท่าๆกัน

p_i = ความน่าจะเป็นของทางเลือก i ใน n ทางเลือก ในกรณีที่แต่ละทางเลือกมีความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน

$k \sim 150$ msec

2.2.3 การประเมินด้วยการทดลอง (Empirical or User Testing)

เป็นการประเมินการใช้งาน โดยการทดสอบกับผู้ใช้งานจริงหรือกลุ่มตัวอย่าง การประเมินที่นิยมใช้กันมากคือระเบียบวิธีการถามความเห็นของผู้ใช้ (Think Aloud Protocol) และการออกแบบสอบถาม (Questionnaire) [7]

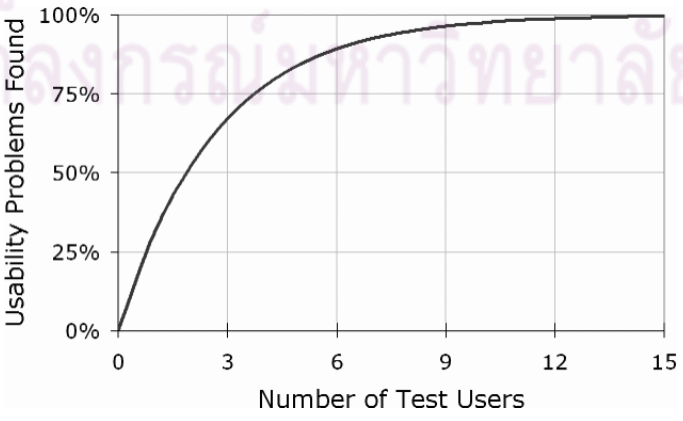
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.3.1 ระเบียบวิธีการถามความเห็นของผู้ใช้ (Think Aloud Protocol)

เป็นวิธีการทดสอบที่ได้รับความนิยม และยอมรับกันว่ามีประสิทธิภาพในการประเมินการใช้งาน สามารถทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ สถานที่ใช้งานจริง หรือสถานที่ใดๆที่มีเครื่องมือเพียงพอ โดยจะมีผู้สังเกตการณ์ทำหน้าที่จดบันทึกข้อมูล และซักถามผู้เข้าทำการทดสอบตามแบบแผนของการทดสอบที่ได้ออกแบบไว้แล้วล่วงหน้า โดยทั่วไปแล้วขั้นตอนในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. การเตรียมความพร้อม (Preparation) - ผู้ควบคุมการทดสอบต้องเตรียม ห้องทดลอง, อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ,อุปกรณ์บันทึกข้อมูล ,ระบบหรือต้นแบบที่จะทำการทดสอบ และเอกสารต่างๆ ที่ต้องใช้ระหว่างทดลอง ให้เหมาะสมกับผู้เข้าทำการทดสอบก่อนที่ผู้เข้าทำการทดสอบจะมาถึง
2. การแนะนำ (Introduction) - ผู้ควบคุมการทดสอบกล่าวต้อนรับผู้เข้าทำการทดสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธี และสภาพแวดล้อมในการทดสอบ
3. ทำการทดสอบ (The test itself) - ในระหว่างทดสอบผู้ควบคุมการทดสอบจะถามความเห็นในขณะนั้นของผู้เข้าทำการทดสอบ แต่จะต้องระมัดระวังในการตอบคำถามที่เกี่ยวกับวิธีการใช้งานระบบที่ทำการทดสอบ
4. สรุปหลังการทดลอง (Debriefing) - เมื่อการทดสอบเสร็จสมบูรณ์ ผู้เข้าทำการทดสอบจะตอบแบบสอบถาม และให้ความเห็น หรือคำแนะนำเกี่ยวกับระบบ

Nielsen ได้ทำการทดลองเพื่อหาจำนวนผู้ใช้ที่เหมาะสมในการทำการทดสอบเพื่อค้นหาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน ซึ่ง Nielsen สรุปว่าเมื่อพิจารณาถึง ร้อยละของปัญหาที่พบรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการทดสอบ จำนวนผู้ใช้ที่เหมาะสมที่สุดในการทดลอง คือ 5 คน โดยจะตรวจสอบพบปัญหาได้ร้อยละ 85 ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปัญหาที่ตรวจพบกับจำนวนของผู้เข้าทำการทดสอบ

2.2.3.2 การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)

มักใช้ในการประเมินคุณสมบัติเชิงคุณภาพเช่น ทัศนคติ ความพึงพอใจ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วมักใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert Scale) ซึ่งจะมีคำตอบที่ประกอบด้วยตัวเลือก เช่น ไม่เห็นด้วย ,เฉยๆ และเห็นด้วย

ในปัจจุบันแบบสอบถามที่ถือว่าเป็นมาตรฐาน (De Facto Standard) ในการประเมินคุณสมบัติของการใช้งานคือ SUMI (Software Usability Measurement Inventory) พัฒนาโดย Porteous, Kirakowski และ Corbett[9] แบบสอบถามชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามจำนวน 50 คำถาม ซึ่งคำตอบจะมีตัวเลือก 3 ข้อคือ เห็นด้วย (Agree) ไม่ตัดสินใจ (Undecided) และไม่เห็นด้วย (Disagree)

SUMI สามารถประเมินคุณสมบัติต่างๆ ของการใช้งานที่เทียบเท่ากับคุณสมบัติของการใช้งานที่นิยามโดย Nielsen ดังตารางที่ 2.2 คือ

คุณสมบัติการใช้งานที่ประเมินโดย SUMI	คุณสมบัติการใช้งานตามนิยามของ Nielsen
ประสิทธิภาพในการใช้งาน (Efficiency)	มีประสิทธิภาพในการใช้งาน (Efficiency)
การเรียนรู้วิธีการใช้งาน (Learnability)	ง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน (Learnability)
การควบคุมระบบ (Control)	ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน (Memorability)
ความช่วยเหลือจากระบบ (Helpfulness)	ช่วยให้ผู้ใช้งานทำผิดพลาดให้น้อย (errors)
ความชอบ (Affect or Likeability)	ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจ (Satisfaction)
การใช้งานโดยรวม (Global)	

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติการใช้งานที่ประเมินโดย SUMI เทียบกับ Nielsen

ก่อนการตอบแบบสอบถามชนิดนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องทดลองใช้ระบบ หรือต้นแบบ (Prototype) ของระบบนั้นก่อนแล้วจึงค่อยทำแบบสอบถาม ซึ่งจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต่ำเพื่อที่จะคงความถูกต้องของแบบสอบถามอยู่ที่ประมาณ 10-12 คน

2.2.4 การประเมินแบบด้วยเครื่องมือประเมินอัตโนมัติ (Automated Tool Evaluation) เป็น

การประเมินโดยใช้เครื่องมือเช่น ซอฟแวร์ที่สามารถเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นำเข้าเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตัววัดทางการใช้งาน (Usability Metrics)

2.3. ทฤษฎีทางด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

2.3.1 ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ระบบ

การออกแบบระบบงานโดยคำนึงถึงตัวผู้ใช้ เป็นการออกแบบที่ต้องประสานศาสตร์สองด้านคือ ด้านจิตวิทยาและด้านคอมพิวเตอร์ศาสตร์ แนวคิดพื้นฐานของทั้งสองศาสตร์นี้แตกต่างกัน เนื่องจากจิตวิทยาจะเน้นในเรื่องของคน ในขณะที่คอมพิวเตอร์ศาสตร์เกี่ยวข้องกับเครื่องมือจักรกลอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม ภาพพจน์ของนักจิตวิทยาคือผู้มีความเข้าใจและพยายามให้ความช่วยเหลือผู้คน ส่วนภาพพจน์ของนักคอมพิวเตอร์คือผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และความถูกต้องแม่นยำ การออกแบบระบบงานคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพต้องการมุมมองจากทั้งสองฝ่ายนี้เป็นหนึ่งเดียวกัน

หลักการสำคัญของการสร้างความสัมพันธ์กับผู้ใช้คือ การที่ระบบยอมให้ผู้ใช้สามารถใช้ระบบได้อย่างเต็มที่เท่าที่ระบบจะสามารถเอื้อให้ได้ ระบบงานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่คำนึงถึงตัวผู้ใช้ถือได้ว่าเป็นระบบงานที่ไร้ประโยชน์ โดยปกตินักออกแบบทั่วไปมักให้ความสนใจกับผู้ใช้ระบบน้อยในระยะแรกของการออกแบบ แต่จะมาคิดถึงภายหลังเมื่อระบบถูกนำไปใช้แล้วผู้ใช้เกิดปัญหาขึ้นมา ทำให้ผู้ออกแบบระบบหรือนักเขียนโปรแกรม ต้องตามแก้ไข ซึ่งในความเป็นจริงหากได้มีการคำนึงถึงผู้ใช้ระบบเสียตั้งแต่ในช่วงแรกย่อมทำให้ระบบงานดีขึ้นและมีข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไขในภายหลังน้อยลง

2.3.2 หลักการออกแบบระบบโต้ตอบ

การออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ก็เช่นเดียวกับการออกแบบในทางอุตสาหกรรม ที่ประสบผลสำเร็จ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งด้านการนำเสนอระบบงานของตนในเชิงศิลปะและในด้านความสะดวกต่อการประยุกต์ใช้งาน โปรแกรมที่ออกแบบเขียนขึ้นต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานโดยผู้ใช้ที่แตกต่างกันทั้งด้านประสบการณ์ ทักษะ บุคลิกภาพ และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

2.3.3 ประเภทของผู้ใช้ระบบ

ผู้ใช้ระบบหมายถึงผู้ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบงานที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตามผู้ใช้ระบบโดยตรง (Direct users) คือผู้ที่ต้องทำงานหรือใช้ระบบด้วยตนเองโดยเป็นผู้มีหน้าที่หรือมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างใดอย่างหนึ่งโดยตรง ส่วนผู้ใช้ระบบโดยอ้อม (Indirect users) คือผู้ที่ไม่ได้ลงมือหรือเข้าไปมีส่วนร่วมในการดำเนินการใช้ระบบด้วยตนเองอาจให้ผู้อื่นเป็นผู้ใช้ระบบ ส่วนตนเองเป็นเพียงผู้รอผลลัพธ์จากการใช้ระบบเท่านั้น ได้มีการจำแนกประเภทของผู้ใช้ตามประสบการณ์ ความรู้และบทบาทที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบงานออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้คือ

2.3.3.1 ผู้ใช้ใหม่ที่ไม่มีประสบการณ์ (Novice users)

ผู้ใช้กลุ่มนี้เป็นผู้ที่มีความรู้น้อยมากในด้านคอมพิวเตอร์และระบบงาน เป็นผู้ที่เข้ามาอย่างไร้ประสบการณ์ โดยมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์หรือระบบงาน ความท้าทายของงานออกแบบสำหรับผู้ใช้กลุ่มนี้ อยู่ที่ความพยายามที่จะทำให้ผู้ใช้เรียนรู้และใช้ระบบได้ การใช้นิยามคำศัพท์และคำสั่งในวงจำกัด เป็นคำสั่งที่ผู้ใช้คุ้นเคย เป็นประเด็นสำคัญที่จะทำให้ผู้ใช้เริ่มเรียนรู้ระบบงานการแตกแขนงระบบงานออกอย่างซับซ้อน เป็นลักษณะที่ควรหลีกเลี่ยง ควรให้ผู้ใช้รู้จักการดำเนินการอย่างง่าย ๆ เพื่อสร้างความมั่นใจ ลดความวิตกกังวลและได้รับแรงกระตุ้นในทางบวกเนื่องจากรู้สึกว่าตนประสบผลสำเร็จ การแสดงผลสนองกลับที่สื่อความหมายชัดเจนและสร้างสรรค์มีความสำคัญใกล้เคียงกับการให้คำอธิบาย โดยไม่ข่มขู่เมื่อผู้ใช้ดำเนินการผิดพลาด คู่มือ บทเรียน และการให้ความช่วยเหลือของระบบ (Online help) ควรมีการนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน

2.3.3.2 ผู้ใช้ที่มีประสบการณ์และความรู้ระดับกลาง (Knowledgeable Intermittent Users)

ผู้ใช้บางคนอาจมีความรู้ดีในงานของตนเองหรือระบบงานหนึ่ง แต่ก็จะมีปัญหาเมื่อต้องไปใช้ระบบงานอื่น บางคนมีความรู้ดีในงานและวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ แต่จำคำสั่งต่างๆ ไม่ค่อยได้เนื่องจากไม่ค่อยได้ใช้บ่อย วิธีการออกแบบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้กลุ่มนี้คือ การกำหนดใช้คำสั่งอย่างเป็นระบบ มีความคงที่ไม่เปลี่ยนรูปแบบไปมา อาจใช้ระบบตัวย่อคำสั่ง นำเสนอเป็นเมนู (Menu) หรือเสนอเป็นสัญลักษณ์ (Icon) โดยใช้เมาส์ (Mouse) ควบคุมการดำเนินการเน้นการเตือนความจำ (Recognition) มากกว่าการระลึกถึง (Recall) การใช้เทคนิคการกระตุ้นเตือนบ่อยครั้งจะช่วยให้ผู้ใช้ระดับกลางทำงานได้อย่างถูกต้องต้อง มีระบบป้องกันอันตรายอันจะเกิดจากการที่ผู้ใช้บังเอิญใช้คำสั่งผิดเพราะการสับสนหลงลืม การมีหน้าจอที่ผู้ใช้สามารถเรียกหาเมื่อต้องการความช่วยเหลือจะช่วยกระตุ้นความทรงจำของผู้ใช้ กลุ่มนี้ได้ดี นอกจากนี้คู่มือที่จัดเขียนเป็นระบบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

2.3.3.3 ผู้ใช้ที่ใช้งานเป็นประจำหรือผู้เชี่ยวชาญ (Frequent users / Experts)

ผู้ใช้กลุ่มนี้เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในระบบงานอย่างถ่องแท้ สิ่งที่ผู้ใช้กลุ่มนี้ต้องการคือความสามารถในการทำงานของตนได้อย่างรวดเร็ว กลุ่มนี้ต้องการเวลาการสนองตอบกลับ (Response time) ที่รวดเร็ว ต้องการข้อความตอบกลับที่สั้นได้ใจความและไม่ทำให้เสียเวลาต้องการให้คำสั่งดำเนินการต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ต้องผ่านกระบวนการที่ยืดยาวในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยสรุปคำสั่งที่สั้น ทางลัดและการเร่งการตอบโต้เป็นสิ่งที่ผู้ใช้กลุ่มนี้ปรารถนาการออกแบบระบบงานเพื่อผู้ใช้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นเรื่องง่าย แต่การออกแบบระบบเพื่อให้ผู้ใช้ต่างกลุ่มสามารถใช้งานร่วมกันไม่ใช้เรื่องง่าย แต่ก็เป็นเรื่องจำเป็นเพราะระบบงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในองค์กรใดก็ตาม มักเป็นระบบที่จะต้องถูกนำไปใช้โดยกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลาย มีผู้ใช้ทุกระดับผ่านเข้ามาในระบบ และนอกจากนี้ในผู้ใช้คนเดียวกันก็

ยังมีพัฒนาการภายในตนเอง โดยเปลี่ยนตัวเองจากการเป็นผู้ใช้หน้าใหม่เมื่อเริ่มใช้ระบบไปเป็นผู้ใช้ประจำในภายหลัง การออกแบบระบบเดียวเพื่อผู้ใช้ที่หลากหลายนี้จึงมักใช้วิธีการกำหนดโครงสร้างของระบบให้เป็นลำดับขั้น (Level-structured or Layered structure) โดยที่ผู้ใช้แต่ละคนสามารถเรียนรู้และปรับระบบ ให้ตรงกับความสามารถความรู้และประสบการณ์ของตนได้ตามลำดับในขณะที่ผู้ใช้ยังเป็นผู้ใช้ระดับต้น ก็จะเลือกทำงานกับระบบได้ในระดับหนึ่ง เมื่อมีพัฒนาการขึ้นเป็นระดับกลางก็สามารถเลือกดำเนินการต่าง ๆ ในอีกระดับชั้นหนึ่ง ในที่สุดเมื่อเป็นผู้เชี่ยวชาญก็สามารถกำหนดทางลัดหรือสร้างวิธีดำเนินการของตนเองได้

2.3.4 สรุปหลักการออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้ [10]

ในการออกแบบระบบงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบงานที่ตอบโต้กับผู้ใช้ ผู้ออกแบบระบบพึงยึดถือหลักการสำคัญ 8 ข้อ อันถือว่าเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของผู้ใช้ระบบดังนี้

1. ดำรงความคงที่ (Strive for consistency) เสนอลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ มีความคงที่ในรูปแบบที่นำเสนอและคงที่ในแบบแผนดำเนินการ สังเกตได้จากการสร้างเมนูหรือหน้าจอที่สวยงาม ตำแหน่งที่รอรับคำสั่งและตัวคำสั่งไม่ควรให้มีความหลากหลายจนผู้ใช้ไม่สามารถจัดระบบความจำได้
2. มีทางลัดให้เลือกเดิน (Enable users to use shortcuts) เมื่อผู้ใช้ทำการใช้ระบบบ่อยครั้งขึ้นจนเคยชิน ระยะเวลาตอบโต้ที่รวดเร็ว การเสนอผลลัพธ์บนหน้าจออย่างรวดเร็วเป็นสิ่งที่ผู้ใช้งานประจำและผู้เชี่ยวชาญต้องการ
3. เสนอคำตอบอย่างมีความหมาย (Offer informative feedback) ทุกครั้งที่มีคำสั่งดำเนินการ ควรมีการสนองตอบและยืนยันการกระทำนั้น หากเป็นกิจกรรมที่ไม่สำคัญการสนองตอบอาจสั้น กะทัดรัด ถ้าเป็นกิจกรรมที่สำคัญ การเสนอคำตอบกลับควรอธิบายชัดเจนว่าเกิดผลอะไรขึ้นและควรทำอะไรต่อไป
4. ตอบโต้โดยยืนยันการสิ้นสุด (Design dialogs to yield closure) ขั้นตอนในการทำกิจกรรมควรจะได้มีการจัดสรรให้เป็น 3609 จุดเริ่มต้น ระหว่างกลาง จุดสิ้นสุด การให้คำอธิบายว่ากำลังเกิดอะไรขึ้นและสิ้นสุดลงเมื่อใด ทำให้ผู้ดำเนินการพอใจในผลการกระทำของตน และสามารถวางแผนดำเนินการขั้นต่อไปได้
5. จัดการกับข้อผิดพลาดอย่างง่าย (Offer simple error handling) เมื่อระบบตรวจสอบว่าผู้ใช้ให้คำสั่งผิดพลาดหรือมีความผิดปกติเกิดขึ้นในระบบควรจัดการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นอย่างชัดเจน การแก้ไขข้อผิดพลาดที่ดีคือ การอนุญาตให้ผู้ใช้แก้ไขเฉพาะส่วนที่ผิดโดยไม่ต้องลงมือทำใหม่ตั้งแต่ต้น
6. อนุญาตให้ดำเนินการแก้ไขกลับได้ (Permit easy reversal of actions) การสั่งดำเนินการกิจกรรมใดควรสามารถแก้ไขกลับคือได้ (Undo) การที่ผู้ใช้ว่าตนสามารถแก้ไขสิ่งที่ตนทำผิดไปได้ในทันที นอกจากจะทำให้ผู้ใช้ไม่รู้สึกกลัวหรือเป็นกังวลกับ

การใช้ระบบแล้ว ยังทำให้ผู้ใช้เกิดความกล้าทดลองกิจกรรมใหม่ หาทางเลือกใหม่ที่ไม่เคยทดลองมาก่อน

7. สนับสนุนการควบคุมจากภายใน (Support internal locus of control) ผู้ใช้ระบบที่มีประสบการณ์การใช้งานมานาน รู้สึกต้องการเป็นผู้ควบคุมการทำงานของระบบโดยที่ระบบเป็นผลสนองตอบต่อการสั่งดำเนินการของผู้ใช้ หลักการสำคัญในที่นี้คือ ระบบต้องขออนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้ริเริ่มกิจกรรมของตน (Initiators) ไม่ใช่เป็นผู้สนองตอบต่อระบบ (Responders)
8. ลดภาระความทรงจำระยะสั้น (Reduce short-term memory load) ด้วยข้อจำกัดของความจำระยะสั้นของมนุษย์ การนำเสนอผลลัพธ์หรือหน้าจอ จึงต้องทำให้เรียบง่ายไม่ซับซ้อนตัวเลือกบนเมนูมีขนาดพอเหมาะไม่มากเกินไป ลดการเปิดหน้าต่างซ้อนๆ กันมากมายลงเพราะทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนจำไม่ได้ว่ามีอะไรบ้างหรือต้องทำอะไรบ้าง ถ้าเป็นไปได้ควรมีระบบการให้ความช่วยเหลือเตือนความจำพร้อมอยู่เสมอ เรียกใช้ได้ทันทีเมื่อผู้ใช้ต้องการ

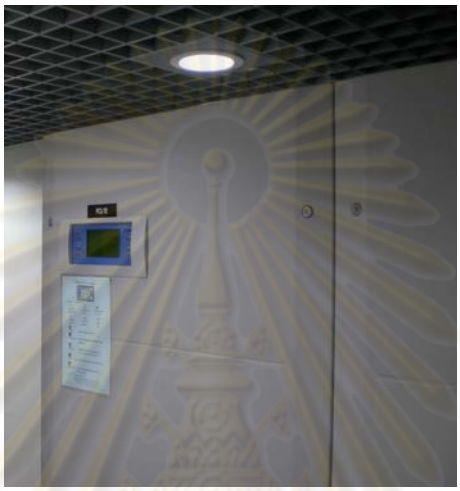
2.4 ศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Data Center)

ศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นพื้นที่พิเศษเฉพาะที่ใช้จัดวางระบบประมวลผลกลาง ระบบเครือข่าย และหน่วยเก็บข้อมูลขององค์กร[11] ศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์จึงเปรียบเหมือนกับสมองขององค์กร ซึ่งต้องทำงานตลอดเวลา และจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานเฉพาะ เพื่อรองรับความต้องการใช้งานที่ต่างกันออกไป ซึ่งความต้องการดังกล่าวนำไปสู่ สภาพแวดล้อมที่หลากหลายภายในศูนย์ข้อมูล รวมไปถึงโครงสร้างพื้นฐานหลักๆของศูนย์ข้อมูลเช่น พื้นยก ระบบควบคุมและทำความเย็น ระบบป้องกันและดับเพลิง ระบบเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และความปลอดภัยทางด้านกายภาพ เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะกล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ 4 ประเภทดังนี้

2.4.1 ระบบควบคุมและทำความเย็น (Cooling System)

ระบบควบคุมและทำความเย็นในศูนย์ข้อมูล มักจะออกแบบให้ใช้ระบบปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น (Precision Air Conditioning) เนื่องจากภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในศูนย์ข้อมูล เป็นความร้อนที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ส่งกำลังไฟฟ้าต่างๆ ภาระความร้อนดังกล่าวเป็นภาระความร้อนที่เรียกว่า ความร้อนสัมผัส ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณาขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในศูนย์ข้อมูลควรควบคุมให้อยู่ในสภาวะคงที่มิให้เกิดปัญหา หากความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปอันอาจทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าลัดวงจรกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ หรือในทางกลับกันหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในศูนย์ข้อมูลต่ำเกินไป อาจเกิดไฟฟ้าสถิตย์ซึ่งสามารถ

รบกวนการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน จึงควรออกแบบให้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์มีค่าที่ 50 $\pm$ 5 %RH หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ส่วนสภาวะอุณหภูมิจะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในศูนย์ข้อมูล ให้คงที่และต่อเนื่องเวลา จึงควรออกแบบให้สภาวะอากาศควบคุมที่อุณหภูมิ 22 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส[12] หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.4 เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น

รูปที่ 2.5 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เครื่องปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น

2.4.2 ระบบป้องกันและดับเพลิง (Fire Detection and Suppression System)

ระบบป้องกันและดับเพลิงในศูนย์ข้อมูล ทำหน้าที่แจ้งเหตุให้คนที่อยู่ในอาคารทราบถึงเหตุการณ์การเกิดเพลิงไหม้อย่างรวดเร็ว ก่อนที่ไฟไหม้จะลุกลามเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน เป้าหมายของระบบป้องกันและดับเพลิงคือ

- สามารถเตือนได้เร็วและทำให้มีโอกาสหนีไปยังที่ปลอดภัยได้เร็วขึ้น
- สามารถเตือนได้เร็วและทำให้มีโอกาสดับเพลิงไหม้ในระยะเริ่มต้นได้ทัน

มาตรฐานในการออกแบบขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่จะป้องกัน เช่น เป็นอาคารสูงหรืออาคารขนาดเล็ก เป็นต้น เนื่องจากศูนย์ข้อมูลเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานพิเศษ อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในศูนย์ข้อมูลมีมูลค่ามาก การออกแบบให้ศูนย์ข้อมูลมีความปลอดภัยจากอัคคีภัย สามารถออกแบบโดยใช้ระบบระบบป้องกันและดับเพลิงที่มีอยู่หลายชนิดให้เหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งต้องพิจารณาลักษณะของการใช้งาน ลักษณะการตรวจจับ และความรวดเร็วในการตรวจจับ จำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

2.4.2.1 แบบตรวจจับแบบทั่วไป (Conventional Smoke Detector)

แบ่งย่อยตามหน้าที่การตรวจจับ เช่น ตรวจจับควัน ตรวจจับความร้อน ตรวจจับอนุภาคไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น ระบบเหล่านี้เป็นระบบที่พบได้โดยทั่ว ๆไป การตรวจจับจะใช้วิธีให้สิ่งที่จะตรวจจับเข้ามาหาตัวตรวจจับ ความไวในการตรวจจับจะมีค่าอยู่ในระดับหนึ่งซึ่งส่วนใหญ่จะตรวจจับได้เมื่อเกิดเหตุนั้นขึ้นแล้ว บางทีอาจจะยับยั้งเหตุการณ์ได้ทันทีหรือบางทีก็ไม่สามารถยับยั้งได้ ลักษณะของพื้นที่ที่ติดตั้งระบบดังกล่าว คือ

2.4.2.2 ระบบตรวจจับด้วยความไวสูง (High Sensitivity Smoke Detector : HSSD)

ระบบนี้จะมีการตรวจจับที่ไวกว่าระบบการตรวจจับธรรมดา สามารถตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ได้ตั้งแต่สถานะก่อนเกิดควัน การทำงานของอุปกรณ์จะมีการเดินท่อไปในพื้นที่ต่างๆ และเจาะรูที่ท่อดูดอากาศปลายท่อด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับอุปกรณ์ ภายในอุปกรณ์จะมีพัดลมขนาดเล็กดูดอากาศเข้าท่อสุ่มอากาศ ซึ่งมีรูที่เจาะจะได้รับการออกแบบให้อยู่ในจุดที่สำคัญในพื้นที่ตรวจจับตามความเหมาะสม อากาศที่ถูกดูดเข้ามาจะมีตัวตรวจจับที่ใช้หลักการวิเคราะห์อนุภาคในอากาศที่ถูกดูดเข้ามา ซึ่งมีความไวสูง ทำให้มีการตรวจจับควันที่เกิดผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว ระบบนี้มีประโยชน์กับพื้นที่ที่มีอุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงและต้องการความปลอดภัยในระดับสูง เพราะทำให้สามารถรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดได้ในสถานะแรกๆของเพลิงไหม้ความเสียหายจึงป้องกันได้

รูปที่ 2.6 ระบบตรวจจับความร้อนด้วยความไวสูง

รูปที่ 2.7 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบ HSSD

2.4.3 ระบบเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ (Uninterruptible Power Supply : UPS)

ระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายภายในศูนย์ข้อมูล ต้องได้รับไฟฟ้าที่มีการควบคุมและสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถปลอดภัยจากสภาวะไฟฟ้าผิดปกติในทุกรูปแบบและสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติจะป้องกันโหลดจากไฟฟ้าดับแล้วยังสามารถป้องกันความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า หรือควบคุมคุณภาพพลังงานไฟฟ้าด้วย โดยจะแก้ปัญหา เช่น Surge, Spike, Harmonic เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นอาจทำให้ข้อมูลที่ความสำคัญเสียหายหรือสูญหายได้

รูปที่ 2.8 ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ

รูปที่ 2.9 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ

2.4.4 ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Power Generator)

โหลดไฟฟ้าในศูนย์ข้อมูล จะต้องรับไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเกิดภาวะไฟฟ้าผิดปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย และระบบปรับอากาศ ภายในห้องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสาร ซึ่งสำหรับศูนย์ข้อมูลแล้ว จะออกแบบให้ใช้งาน ในสภาวะ Standby เพื่อรองรับภาระโหลดในช่วงที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าขัดข้อง สวิทซ์สับถ่ายอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch : ATS) จะเลือกรับไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแทน แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ต่ออยู่เดิม เมื่อไฟฟ้าหลักเข้าสู่สภาวะปกติ ATS จะกลับมารับไฟฟ้าหลักตามปกติ ซึ่งขั้นตอนต่างๆเหล่านี้จะถูกสั่งการโดยอัตโนมัติ ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับโหลดฉุกเฉินทั้งหมด การติดตั้งต้องคำนึงถึงการระบายความร้อน การระบายควันไอเสียให้อยู่ในพื้นที่ที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดีและเข้าถึงเพื่อทำการบำรุงรักษา

รูปที่ 2.10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

รูปที่ 2.11 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.5 วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC)

การพัฒนาระบบงาน หรือ Software ใดๆ ก็ตามก็จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ หลายส่วนมาประกอบกัน โครงการแต่ละโครงการก็จะมีรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันไปตามขนาด หรือความซับซ้อนของโครงการ SDLC จะประกอบไปด้วย

1. การกำหนดปัญหา (Problem Definition) หรือ การเลือกสิ่งที่จะนำมาพัฒนาระบบงาน (Project Identification and Selection) นับว่าเป็นขั้นตอนแรกในวงจรของการพัฒนา ขั้นตอนนี้มักจะเกิดขึ้นอย่างเป็นทางการ เพื่อที่จะค้นหาวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และมุ่งหวังที่จะใช้แทนวิธีการทำงานแบบเดิม เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงาน

2. การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เมื่อผ่านขั้นตอนการการกำหนด หรือเลือกโครงการที่จะทำการพัฒนาแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะต้องนำเอาสิ่งที่ได้จากขั้นตอนแรกมาทำการวิเคราะห์ โดยนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำการวิเคราะห์ระบบ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก และไม่ควรทำอย่างรีบเร่ง เนื่องจากโครงการพัฒนาจำนวนมากที่ประสบความล้มเหลวเพราะการวิเคราะห์ และออกแบบที่ไม่ถูกต้อง
3. การออกแบบ (Design) จะเป็นการนำเอาสิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ มาออกแบบเป็นระบบงาน สำหรับการพัฒนาในขั้นตอนถัดไป
4. การพัฒนาระบบงาน (Development) หรือ การสร้างระบบงานจริง ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่นำเอาสิ่งที่ได้จากการออกแบบระบบมาทำการเขียนโปรแกรม หรือสร้างตัวระบบงานขึ้นมาใช้งานจริง
5. การทดสอบ (Testing) การทดสอบระบบจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของระบบงานที่ถูกสร้างขึ้นมาว่าตรงตามกับความต้องการจริงๆ หรือไม่
6. การติดตั้ง (Implementation)
7. การบำรุงรักษา (Maintenance)

วงจรชีวิตของการพัฒนาระบบ (SDLC) เป็นกระบวนการที่ดีในการพัฒนาระบบที่ได้ดำเนินไปแล้วในระบบที่ทำด้วยมือ (Manual System) กำลังรอที่จะใช้คอมพิวเตอร์ หรือมีระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์อยู่แล้ว แต่ต้องการที่จะปรับปรุงใหม่หรือกำลังขยาย วิธีการที่ใช้ในการพัฒนาระบบควรจะเป็นวิธีที่ทำแล้วผู้ใช้จะเห็นว่าสิ่งที่เขาต้องการคืออะไร ซึ่งในที่นี้เราจะเรียกว่า การสร้างต้นแบบระบบ

2.6 การสร้างต้นแบบ (Prototyping)

การสร้างต้นแบบเป็นการทดสอบการทำงานของแบบจำลองหรือต้นแบบของระบบงานใหม่ในการโต้ตอบและกระบวนการทำซ้ำประโยคคำสั่งในโปรแกรมที่เรียกว่า การวนรอบ (Interactive) โดยนักวิเคราะห์ระบบและผู้ใช้ การทำต้นแบบสามารถทำให้กระบวนการพัฒนาเร็วและง่ายขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการที่ความต้องการของผู้ใช้นั้นยากแก่การเข้าใจอย่างชัดเจน

การพัฒนาโดยการทำต้นแบบจะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีศึกษาแบบดั้งเดิม เป้าหมายของการทำต้นแบบก็เพื่อการสร้างระบบขนาดเล็กที่ไม่แพงแต่รวดเร็ว และเพื่อการเพิ่มหรือทดแทนระบบเชิงปฏิบัติงานแบบเต็มขนาด ขณะที่ผู้ใช้ได้ทำงานร่วมกับระบบก็สามารถให้คำแนะนำที่สามารถเป็นประโยชน์ให้กับต้นแบบอื่นๆ ได้ แม้ว่าต้นแบบที่จะไปเป็นระบบขั้นสุดท้ายต้องถูกทิ้งไป แต่ความรู้ที่ได้จากการสร้างต้นแบบนั้นก็ยังคงนำไปสร้างให้เป็นระบบจริงขึ้นมาใหม่อีกได้

การเลือกใช้การพัฒนาแบบการสร้างต้นแบบควรเลือกใช้ในกรณีต่อไปนี้

- ผู้ใช้ยังไม่ทราบความต้องการระบบที่แน่ชัด

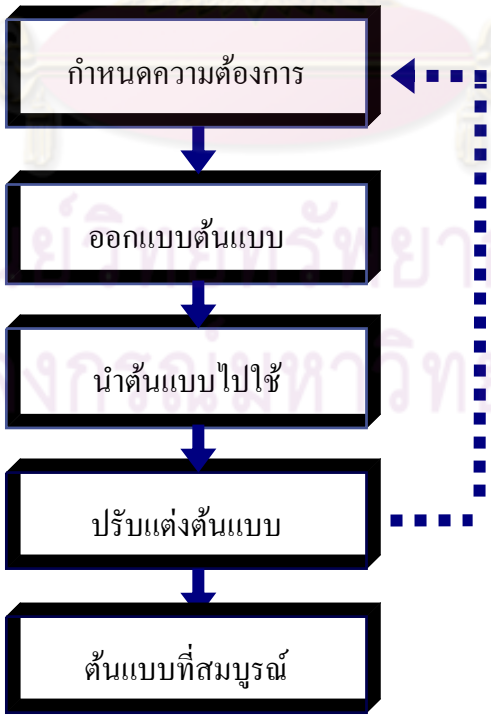
- ความต้องการของผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง
- ผู้ใช้มีประสบการณ์เกี่ยวกับระบบที่กำลังพัฒนาอยู่น้อยมาก
- มีความจำเป็นจะต้องพัฒนาระบบในระยะเวลาอันสั้นและใช้ค่าใช้จ่ายน้อย
- การดำเนินการหรือการประมวลผลไม่มีกฎเกณฑ์แน่ชัด

2.6.1 กระบวนการสร้างต้นแบบ (Prototyping Process)

การสร้างต้นแบบจะไม่พัฒนาทั้งระบบทีเดียวทั้งหมด แต่จะพัฒนาโดยใช้ต้นแบบ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ของระบบใหม่ แต่จำลองให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้ก่อนและให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการปรับปรุงต้นแบบนี้ให้เหมาะสมต่อไป กระบวนการนี้จะปฏิบัติการซ้ำๆ จนกระทั่งผู้ใช้ยอมรับระบบ จึงจะนำต้นแบบนั้นไปพัฒนาให้เต็มรูปแบบต่อไป

ขั้นตอนของวิธีการสร้างต้นแบบมี 4 ขั้นตอนดังนี้

- กำหนดความต้องการ เป็นการหาความต้องการพื้นฐานของผู้ใช้ระบบ
- ออกแบบต้นแบบ สามารถใช้เครื่องมือในการพัฒนาต้นแบบออกแบบ
- นำต้นแบบไปทดลองใช้ว่าสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เพียงใด โดยผู้ใช้สามารถให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาหรือข้อแนะนำในการปรับปรุงต้นแบบได้
- การปรับแต่งต้นแบบ เป็นการนำความเห็นของผู้ใช้มาปรับปรุงต้นแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนนี้จะเกิดซ้ำไปซ้ำมาจนกระทั่งผู้ใช้เกิดความพอใจ



รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการสร้างต้นแบบ

2.6.2 ข้อดีของการพัฒนาต้นแบบ

- สามารถหลีกเลี่ยงการเข้าใจผิดระหว่างผู้ใช้และผู้พัฒนา
- นักพัฒนาระบบสามารถสร้างข้อกำหนดสำหรับระบบที่ต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำโดยมีมูลฐานมาจากต้นแบบ
- ผู้จัดการระบบสามารถประเมินแบบจำลองที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อกำหนดที่เขียนเป็นเอกสาร
- นักวิเคราะห์ระบบสามารถใช้ตัวต้นแบบในการพัฒนาการทดสอบ การฝึกอบรมก่อนที่ระบบจริงจะเสร็จสมบูรณ์และพร้อมที่จะใช้งาน
- ต้นแบบสามารถลดความเสี่ยงในความล้มเหลวการพัฒนาระบบได้

2.6.3 ปัญหาที่อาจเกิดในการพัฒนาต้นแบบ

- การทำต้นแบบที่รวดเร็ว อาจทำให้เกิดปัญหาที่ไม่สามารถมองเห็น จะเห็นอีกครั้งเมื่อระบบได้พัฒนาเสร็จแล้วถูกนำมาใช้ จึงทำให้แก้ไขได้ยาก
- การทำงานบางอย่างอาจไม่สามารถทดสอบได้ในต้นแบบ เช่น ความเชื่อถือได้ การบำรุงรักษาระบบ เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

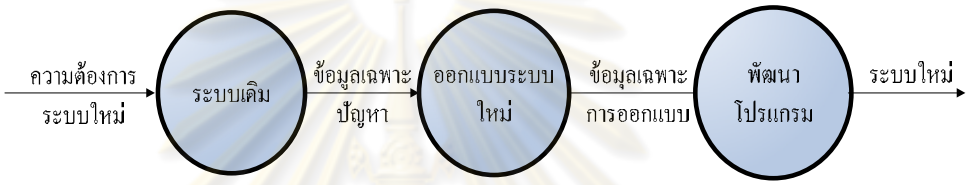
มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมการใช้งานหรือส่วนต่อประสานกับผู้ใช้รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์ข้อมูลมากมาย ดังจะกล่าวถึงบางส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

พหล สมบูรณ์ธรรม นำเสนอวิธีในการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานระบบสารสนเทศพระไตรปิฎก โดยประยุกต์เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานมาใช้ตั้งแต่ช่วงต้นของการพัฒนาโปรแกรมทำให้โปรแกรมมีการใช้งานที่ดีขึ้น โดยได้เปรียบเทียบจากคุณสมบัติของการใช้งานของระบบเดิมกับระบบที่พัฒนาใหม่ วศิน ภิรมย์ นำเสนอวิธีในการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการศึกษาทางไกล แบบอะซิงโครนัส ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ได้ทั้งออนไลน์และออฟไลน์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งาน จากการวัดประสิทธิภาพ (Efficiency) ด้วยแบบจำลอง KLM (Keystroke Level Model) ที่จะทำให้ทราบถึงเวลาที่ใช้ไป ในการใช้งานและการทำภารกิจต่างๆ เช่น การเข้าสู่ระบบ การเลือกบทเรียน เป็นต้น และประเมินประสิทธิผล (Effectiveness) ของการใช้งาน จากค่าสถิติที่ได้จากผลการทดลอง และการออกแบบสอบถาม เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้เรียน Lu Lua และคณะ[13] ใช้แบบจำลอง KLM เพื่อวัดประสิทธิภาพของ Stylus ในเครื่องมือถือ Palm OS โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ผลการทดสอบพบว่า สามารถลดความผิดพลาดได้น้อยกว่าร้อยละ 8

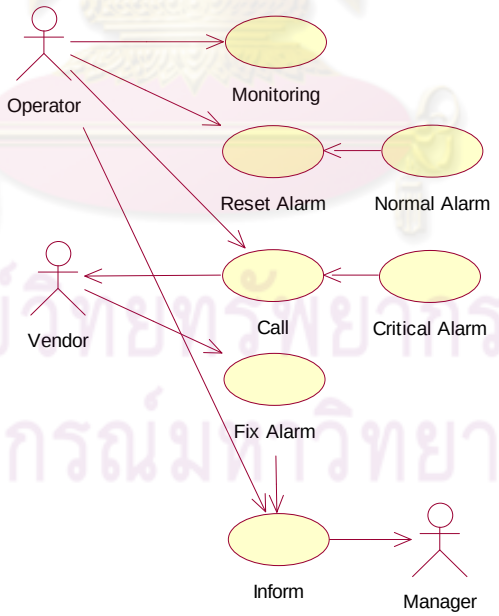
บทที่ 3
การออกแบบและการพัฒนา

บทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแนวคิด และขั้นตอนการดำเนินงานผสานการวิเคราะห์ระบบเดิม เพื่อนำปัญหาและแนวทางแก้ไขที่ได้มาปรับปรุงเพื่อพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบขึ้นมาใหม่

3.1 แนวคิด

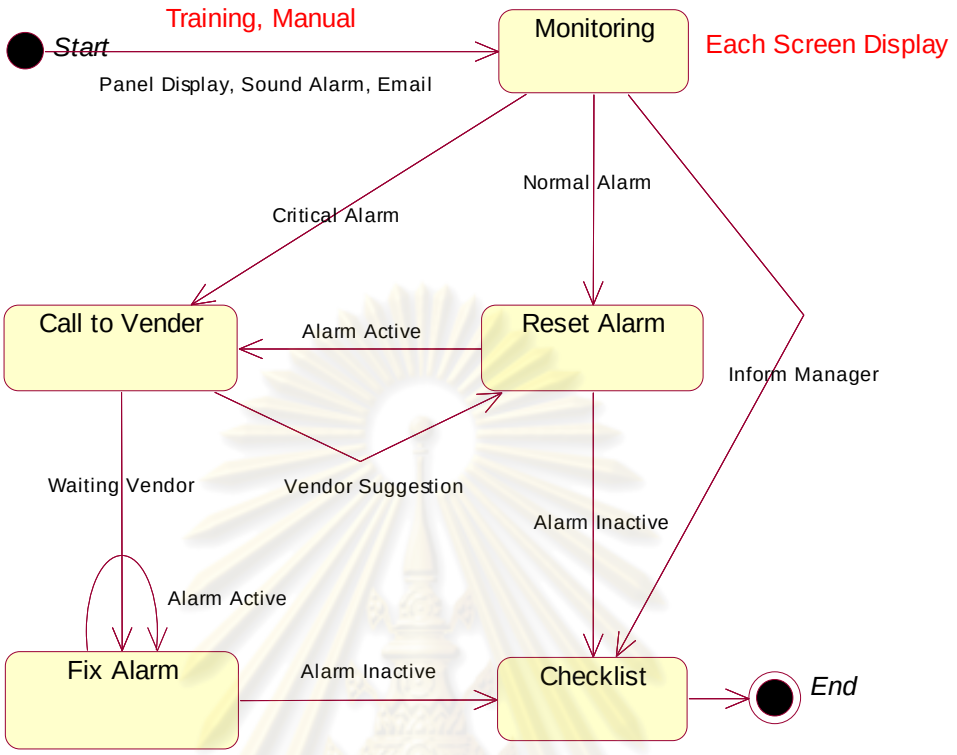


รูปที่ 3.1 แนวคิดในการพัฒนาระบบ



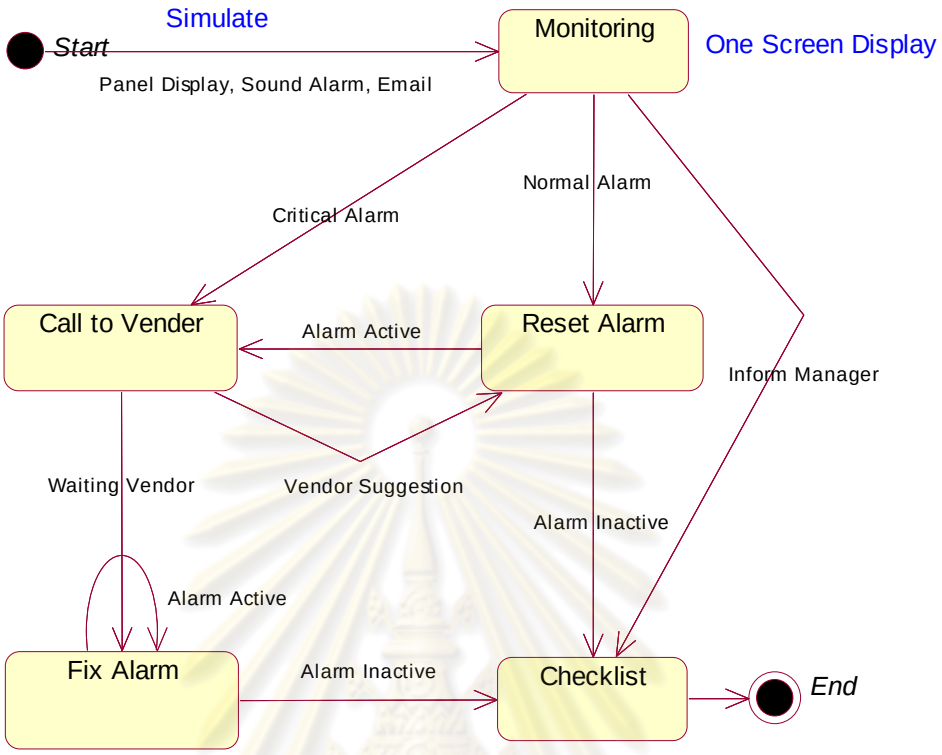
รูปที่ 3.2 Use Case Diagram ของระบบควบคุมและเฝ้าระวัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 State Diagram แสดงการทำงานของระบบเดิม

จากรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 แสดง Use Case Diagram ของระบบควบคุมและเฝ้าระวัง และ State Diagram แสดงการทำงานของ Operator เกี่ยวกับการควบคุมและเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูล (DCFact) การทำงานของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการประจำศูนย์ข้อมูล (Data Center Operator: DC Operator) ที่ประจำศูนย์จะเรียนรู้วิธีการควบคุมและเฝ้าระวังจากการ Training และการศึกษาคู่มือการทำงานของ DCFact ซึ่งการเฝ้าระวังจะต้องเดินไปตรวจสอบที่หน้าจอแสดงผลของอุปกรณ์แต่ละตัว เมื่อมีสัญญาณเตือนขึ้นมาก็ต้องตรวจสอบว่ามีสาเหตุเกิดขึ้นจากอะไร หากเป็นสัญญาณเตือนที่รุนแรง เกินที่จะแก้ไขด้วยตนเอง DC Operator จะต้องรีบแจ้งช่างจากบริษัทผู้ผลิตให้เข้ามาตรวจสอบและแก้ปัญหาให้เร็วที่สุด อีกทั้งการศึกษาและฝึกหัดดังกล่าว ใช้เวลาค่อนข้างมาก และตัวเจ้าหน้าที่เองก็ไม่มีความมั่นใจในการทำงานเวลาเกิดเหตุสัญญาณเตือนแต่ละครั้ง ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุให้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่นๆ ภายในศูนย์ข้อมูลเสียหายได้ หาก DCFact ไม่ได้รับการแก้ไขอย่างทันท่วงที



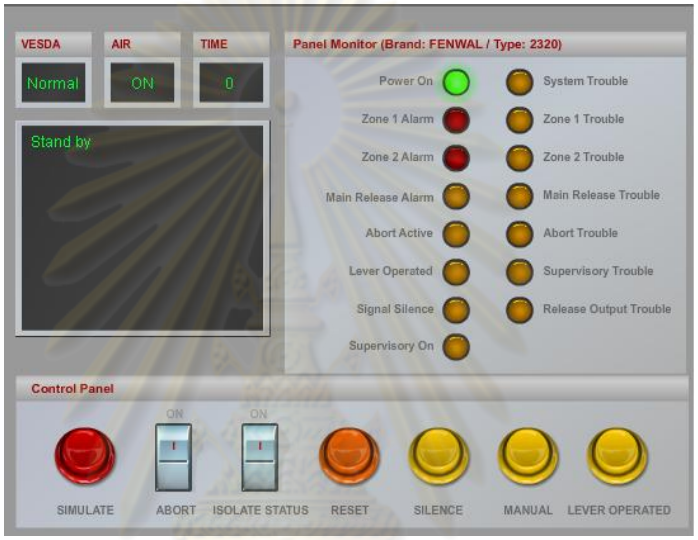
รูปที่ 3.4 State Diagram ของการทำงานของระบบใหม่

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะสร้างโปรแกรมช่วยสอนแผงควบคุมและเฝ้าระวังขึ้นมา โดยการจำลองสัญญาณเตือนต่างๆและสถานะการทำงานของระบบ เพื่อที่ DC Operator สามารถที่จะนั่งควบคุมและเฝ้าระวัง DCFact ได้ทั้งหมดโดยไม่ต้องเดินไปตรวจสอบที่จอแสดงผลของอุปกรณ์แต่ละตัว รวมทั้งมีการจำลองสถานการณ์ของสัญญาณเตือนต่างๆ เพื่อที่จะให้ DC Operator ได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ จนสามารถตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้เร็วที่สุด และลดเวลาในส่วนของการแจ้งช่างจากบริษัทผู้ผลิตให้เข้ามาตรวจสอบลงได้ รวมไปถึงใช้เวลาให้น้อยที่สุดในการศึกษาคู่มือการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว

โดยการสร้างโปรแกรมช่วยสอนดังกล่าว จะเริ่มจากการนำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งาน ทฤษฎีทางด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบปัญหาทางด้านการใช้งานของระบบเดิม เพื่อนำปัญหาที่ได้มาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนแผงควบคุมและเฝ้าระวัง เพื่อให้เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ข้อมูล พร้อมนำไปฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนางานด้านความปลอดภัยได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3.2 การจำลองระบบป้องกันและดับเพลิง

ทางผู้วิจัยได้ทำวิเคราะห์พบว่า หากมีโปรแกรมที่สามารถจำลองการทำงานของระบบที่ซับซ้อน และเป็นแบบฝึกหัดให้ผู้ใช้งานได้ฝึกหัดปฏิบัติ ก็จะสามารถลดปัญหาทางด้านการใช้งานลงได้ และระบบที่จะทำการจำลองคือระบบป้องกันและดับเพลิง เหตุผลที่เลือกระบบป้องกันและดับเพลิงมาใช้ออกแบบ เพราะว่าโอกาสในการเกิดเพลิงไหม้ในศูนย์ ข้อมูลมีน้อยมาก ทำให้ผู้ใช้งานไม่คุ้นเคยกับระบบ ทั้งขั้นตอนปฏิบัติงาน เสียงสัญญาณเตือนต่างๆ



รูปที่ 3.5 โปรแกรมจำลองระบบป้องกันและดับเพลิง

จากรูปที่ 3.4 โปรแกรมจำการสุ่มเหตุการณ์ทั้งหมด และจะมีจอแสดงผลเพื่อแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบว่ามีเหตุการณ์หรือว่าสัญญาณเตือนเกี่ยวกับอะไรเกิดขึ้น

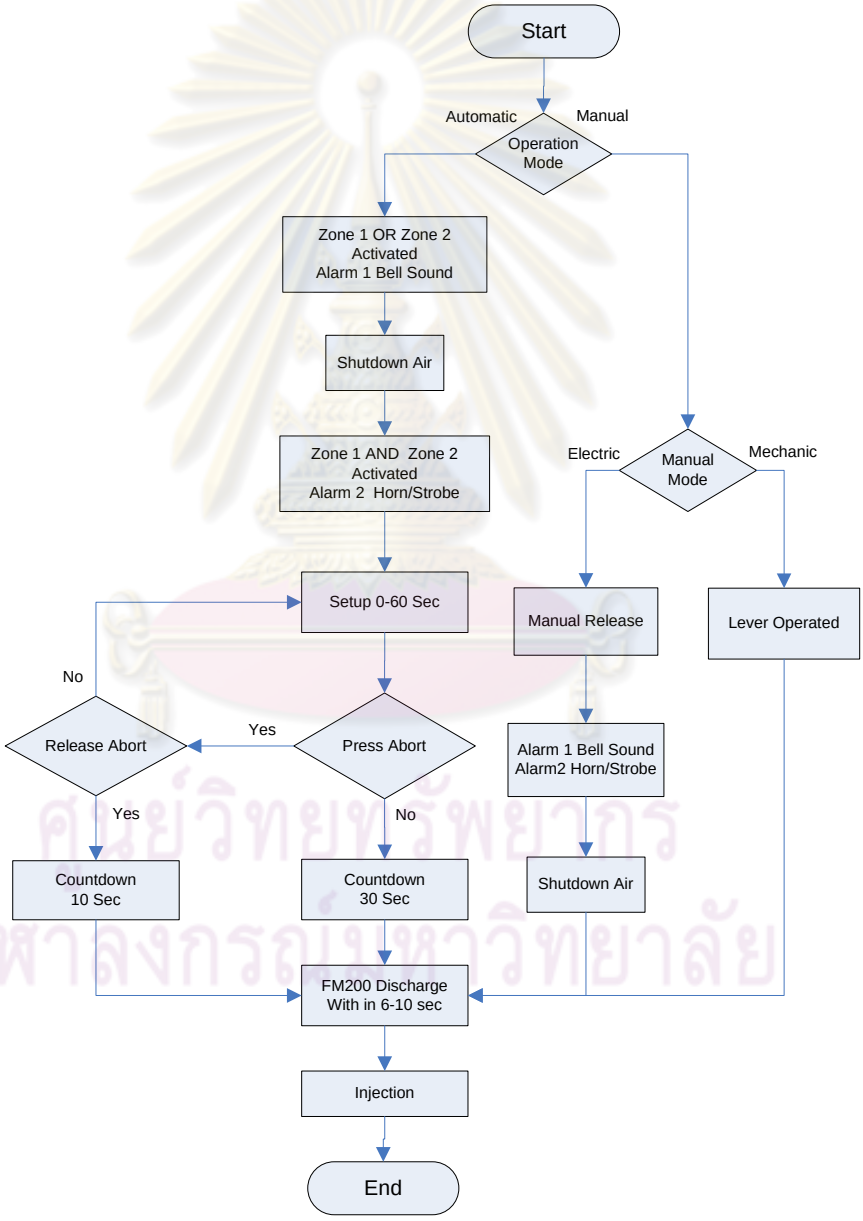
3.3 ประเภทสัญญาณเตือน

- Zone 1 Alarm ระบบตรวจจับควันแบบเลเซอร์ ตรวจจับอนุภาคควันไฟได้
- Zone 2 Alarm ระบบตรวจจับควันแบบ Smoke Detector ตรวจจับควันไฟได้
- Main Release Alarm เป็นสัญญาณเตือนเกี่ยวกับมีการสั่งให้ระบบฉีดน้ำยาด้วยมือ
- Abort Active เป็นสัญญาณเตือนเพื่อแสดงว่ามีการกด Abort Switch ค้างไว้
- Lever Operated การสั่งให้ระบบฉีดน้ำยาด้วยการดึงวาล์วที่ถังน้ำยาดับเพลิง
- Supervisory On สัญญาณเตือนเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายในระบบมีปัญหา

  โดยที่ Supervisory On จะแยกออกเป็นรายละเอียดดังนี้

  - System Trouble ระบบควบคุมมีปัญหา

- Zone 1 Trouble ตัวตรวจจับควันแบบเลเซอร์มีปัญหา
- Zone 2 Trouble ตัวตรวจจับควันแบบ Smoke Detector มีปัญหา
- Main Release Trouble ระบบฉีดน้ำยาด้วยมือมีปัญหา
- Abort Trouble Switch ชะลอการฉีดน้ำยามีปัญหา
- Supervisory Trouble ตัวเฝ้าระวังอุปกรณ์มีปัญหา
- Release Output Trouble ระบบเอาท์พุทมีปัญหา

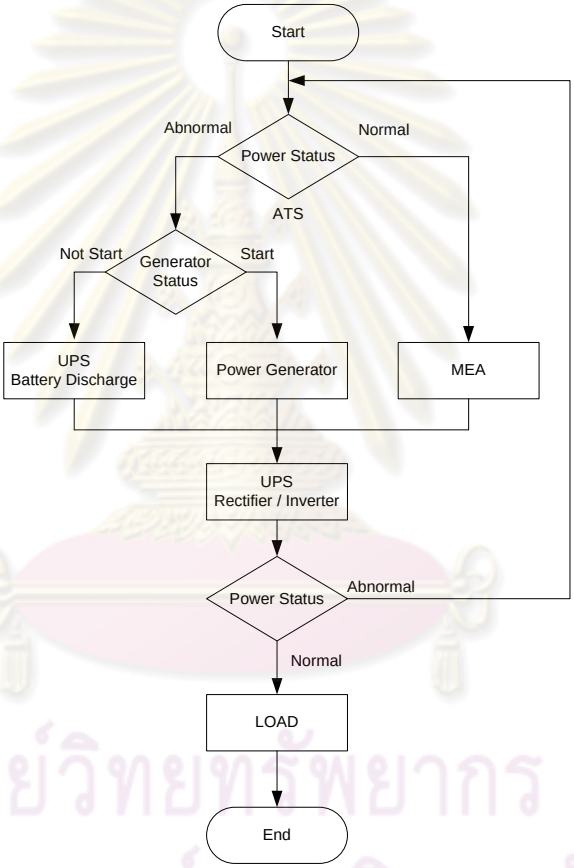


รูปที่ 3.6 ผังการทำงานของโปรแกรมจำลองระบบป้องกันและดับเพลิง

3.4 การจำลองระบบไฟฟ้าภายในศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์

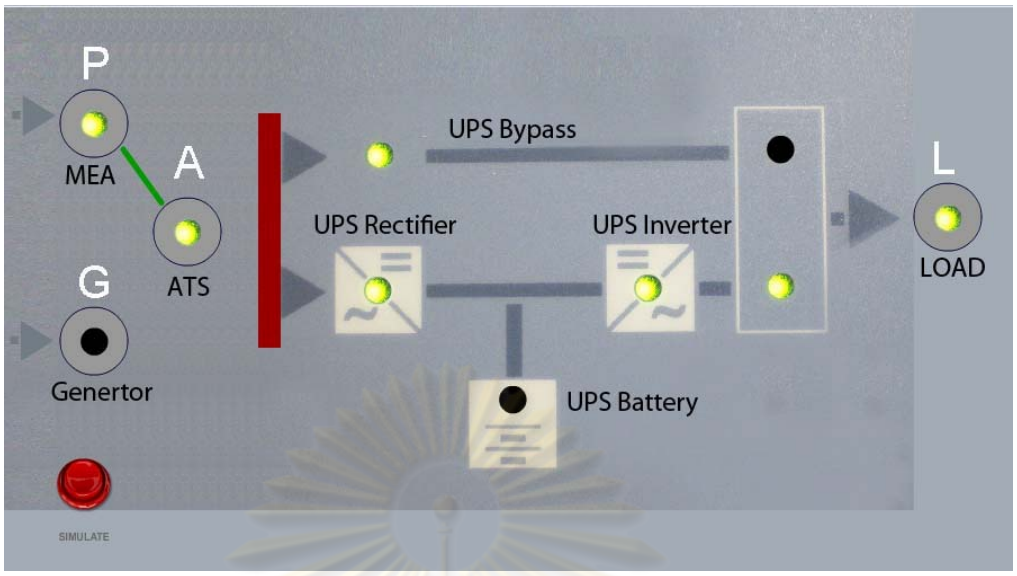
ระบบไฟฟ้าในศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์มีสองส่วนหลักๆ คือ ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติและระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันทั้งสองส่วนตั้งอยู่กันคนละที่กัน ซึ่งเวลาเกิดปัญหากับระบบไฟฟ้าวิศวกรประจำศูนย์ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบค่อนข้างมาก

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะทำการจำลองระบบไฟฟ้าภายในศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์เพื่อให้วิศวกรประจำศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้ทดสอบและฝึกปฏิบัติให้เกิดความคุ้นเคยให้มากที่สุด



รูปที่ 3.7 ผังการทำงานของโปรแกรมจำลองระบบไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 หน้าจอโปรแกรมจำลองระบบไฟฟ้าภายในศูนย์ข้อมูล

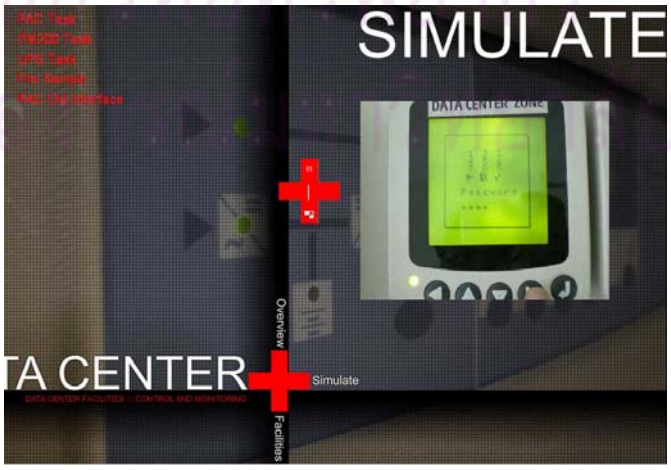
การทำงานของโปรแกรมคือเมื่อสภาวะปกติ โหลดจะรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายด้านนอก (MEA) หรือจากการไฟฟ้า เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติกับแหล่งจ่ายด้านนอก ATS จะโอนย้ายเพื่อรับไฟฟ้าจาก Power Generator แทนแหล่งจ่ายภายนอก ซึ่งในช่วงที่ ATS โอนย้ายอยู่ โหลดจะรับไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ของ UPS จนกระทั่ง Power Generator ทำงาน โหลดจึงจะรับไฟฟ้าจาก Power Generator แทน แบตเตอรี่ UPS จะทำการประจุ และเมื่อแหล่งจ่ายภายนอกกลับมา ATS จะโอนย้ายโหลดไปรับไฟฟ้าจาก แหล่งจ่ายภายอีกครั้ง และ Power Generator จะ Cool Down เพื่อหยุดการทำงาน

3.5 ระบบเอกสารและความช่วยเหลือ

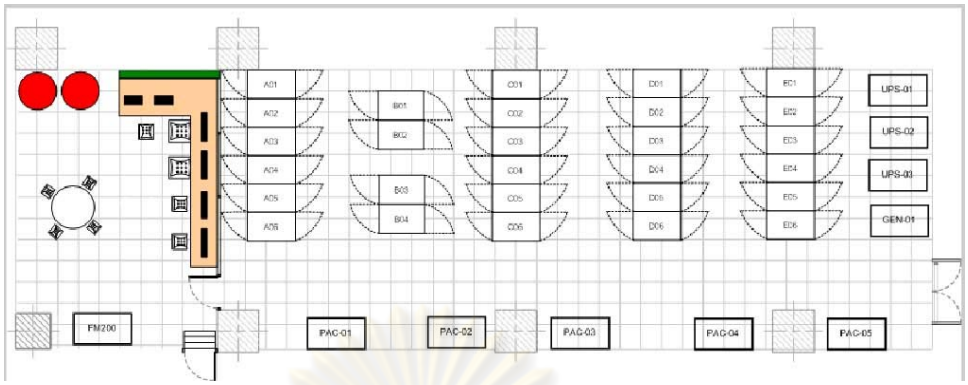
จากผลการประเมินปัญหาการใช้งานด้วยวิธีศึกษาสำนึก พบปัญหาเกี่ยวกับระบบไม่มี เอกสารและความช่วยเหลือ ทางผู้วิจัยจึงได้จัดทำโปรแกรมช่วยสอนเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่ง ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูอุปกรณ์แต่ละตัวว่ามีหน้าตาอย่างไร อยู่ตำแหน่งใดในศูนย์ข้อมูล รวมทั้งการดูวิดีโอตัวอย่างขั้นตอนการตรวจสอบระบบที่สำคัญ

รูปที่ 3.9 หน้าจอเริ่มต้นโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาเรื่องเอกสารและความช่วยเหลือ

รูปที่ 3.10 หน้าจอโปรแกรมแสดงรูปรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ



รูปที่ 3.11 หน้าจอโปรแกรมแสดงขั้นตอนการสาธิตงานตัวอย่าง



รูปที่ 3.12 หน้าจอโปรแกรมแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ภายในศูนย์ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

บทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแนวคิด และขั้นตอนการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ลดเวลาที่ใช้งานในแต่ละงานลงให้น้อยที่สุด

4.1 การวิเคราะห์งาน

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการทำงานประจำวันของสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูลเพื่อหางานที่มีความสำคัญและเสริมประสิทธิภาพโดยรวมของศูนย์ข้อมูล[14] โดยแยกงานออกตามประเภทของสภาพแวดล้อมและงานที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ดังนี้คือ

4.1.1 งานระบบป้องกันและดับเพลิง

ระบบป้องกันและดับเพลิงในศูนย์ข้อมูล จะมีระบบตรวจจับความร้อนแบบความไวสูง เพราะทำให้สามารถรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดได้ในสถานะแรกๆของเพลิงไหม้ได้ ซึ่งงานในส่วนนี้จะเป็นงานเกี่ยวกับการยกเลิกและตรวจจับความร้อน และจะเป็นงานตัวอย่างสำหรับการคำนวณเวลาในการทำภารกิจ ซึ่งลำดับงานที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แสดงตามรูปที่ 3.1 โดย Enter หมายถึงการกดปุ่ม Enter, Down หมายถึงการกดปุ่มลูกศรลง, Up หมายถึงการกดปุ่มลูกศรขึ้น, Right หมายถึงการกดปุ่มลูกศรขวา และ Left หมายถึงการกดปุ่มลูกศรซ้าย

1. Enter

2. Enter

3. Down

4. Down

5. Down

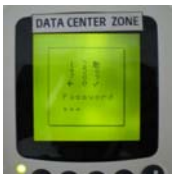
6. Enter

7. Enter

8. Right

9. Enter

10. Right



11. Enter

12. Down

13. Left

14. Left

15. Enter

16. Down

17. Right

18. Right

19. Enter

20. Down

21. Enter

รูปที่ 4.1 ลำดับงานยกเลิกและตรวจจับความร้อน

4.1.2 งานระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นในศูนย์ข้อมูล จะเป็นระบบทำความเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ควรควบคุมให้อยู่ในสภาวะคงที่ไม่ให้เกิดปัญหา หากสูงเกินไปอันอาจก่อให้เกิดปัญหาการลัดวงจรกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ หรือในทางกลับกัน หากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในศูนย์ข้อมูลต่ำเกินไปอาจเกิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถรบกวนการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน โดยงานในส่วนนี้จะเป็นงานในส่วนของการตรวจสอบสัญญาณเตือนว่ามีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงการรีเซทระบบให้กลับมาในสภาพปกติ หลังจากตรวจสอบและได้ทำการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว และงานนี้จะเป็นงานตัวอย่างสำหรับการคำนวณเวลากระทำภารกิจ ซึ่งลำดับงานที่ เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แสดงตามรูปที่ 3.2 โดย Enter หมายถึงการกดปุ่ม Enter, Down หมายถึงการกดปุ่มลูกศรลง, Up หมายถึงการกดปุ่มลูกศรขึ้น และ Esc หมายถึงการกดปุ่ม Escape และรหัสผ่านที่ใช้คือ 1234

1. Enter

2. Enter

3. Enter

4. Down

5. Enter

6. Down

7. Down

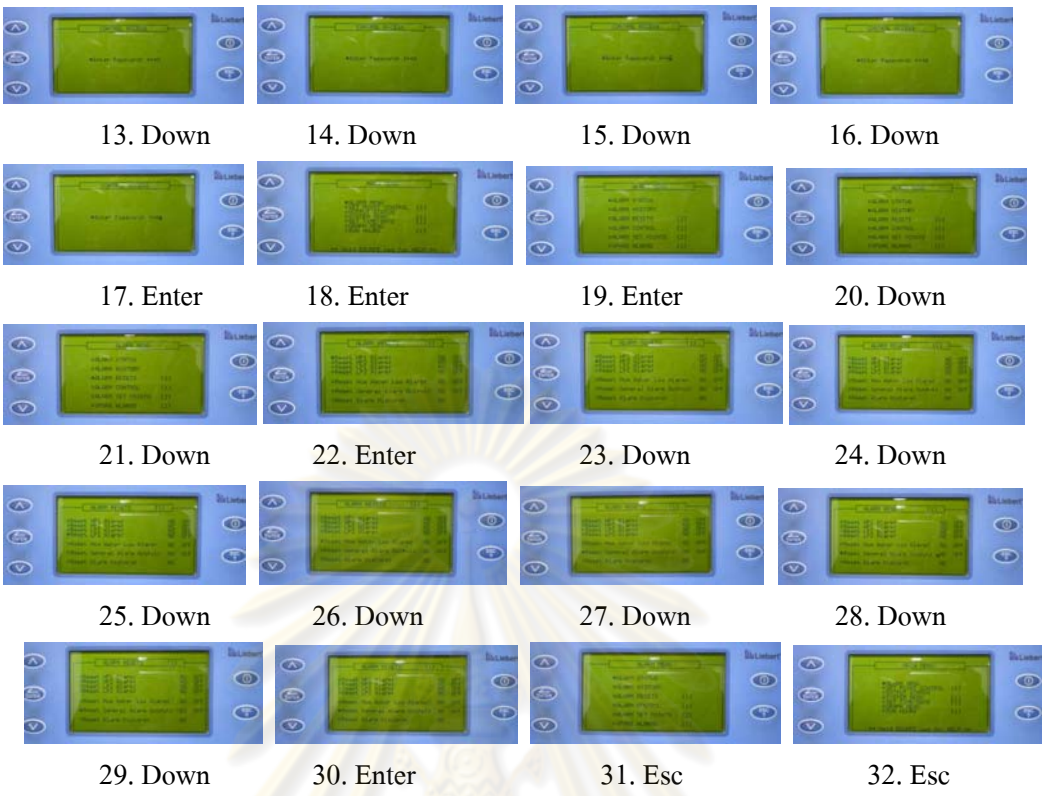
8. Enter

9. Up

10. Up

11. Up

12. Enter



รูปที่ 4.2 ลำดับงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น

4.1.3 งานระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ

งานในส่วนนี้ จะเป็นงานในการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติที่จ่ายให้กับโหลด ซึ่งจากประเมินด้วยวิธีศึกษาสำนึก การตรวจสอบค่าต่างๆ ของระบบ สามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้รหัสผ่าน แต่ก็ยังพบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องระบบไม่มีเอกสารและความช่วยเหลืออย่างเพียงพอ รวมถึงการไม่มีทางลัดให้ผู้ใช้เลือกสำหรับไปตรวจสอบค่าที่ต้องการ

4.1.4 งานระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

งานในส่วนของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเป็นงานในการวัดค่าต่างๆ เช่น ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่าความถี่ รอบการทำงานของเครื่องยนต์ และกระแสที่จ่ายให้กับเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และการตรวจสอบค่าต่างๆ ของระบบก็สามารถทำได้ง่ายเช่นเดียวกับระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และไม่ต้องใช้รหัสผ่าน ปัญหาที่พบก็จะเป็นปัญหาเกียวกับระบบไม่มีเอกสาร และความช่วยเหลือ

4.2 การประเมินด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม

การคำนวณเวลากระทำภารกิจทำได้โดยแยกงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลังจากนั้นก็ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการงานย่อยนั้น ๆ แล้วรวมเวลาทั้งหมด ก็จะได้เวลาที่คาดว่าจะต้องใช้ในการกระทำภารกิจ

จุดประสงค์ของการประเมินด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม คือ การทำนายเวลาในการทำภารกิจทำงานใดๆ ของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพื่อนำผลการประเมินเวลาในการทำภารกิจไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพในเชิงเวลา เพื่อดูว่างานย่อยใดมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด และควรเพิ่มหรือลดงานย่อยอย่างไรเพื่อจะให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

โดยการประเมินนี้จะใช้งานตัวอย่างจากที่ได้จากการวิเคราะห์ มาเป็นตัวอย่างในการประเมิน ซึ่งจะใช้งานยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง (งานตัวอย่างที่ 1) และงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น(งานตัวอย่างที่ 2) มาทดสอบ

ลำดับ	งานตัวอย่างที่ 1	งานตัวอย่างที่ 2
1	กดปุ่ม Enter 2 ครั้ง	กดปุ่ม Enter และลูกศรขึ้นลง 15 ครั้ง
2	กดปุ่มลูกศรลง 3 ครั้ง	กดปุ่มลูกศรลง 2 ครั้ง
3	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
4	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	กดปุ่มลูกศรลง 3 ครั้ง
5	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
6	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	กดปุ่มลูกศรลง 3 ครั้ง
7	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
8	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	กดปุ่ม Esc 1 ครั้ง
9	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	
10	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	
11	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	
12	กดปุ่มลูกศรขวา 8 ครั้ง	
13	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	
14	กดปุ่มลูกศรลง 1 ครั้ง	
15	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	

ตารางที่ 4.1 ลำดับงานตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบแบบจำลองเคแอลเอ็ม

งานตัวอย่างที่ 1 $T = 24T_K + 1T_H + 23T_M = 34.72$ วินาที

งานตัวอย่างที่ 2 $T = 27T_K + 1T_H + 26T_M = 39.16$ วินาที

4.3 การสอบถามความเห็นผู้ใช้

ผู้วิจัยได้ใช้ผู้ใช้งานซึ่งเป็นวิศวกรอาวุโสจำนวน 5 คน ในการทดสอบและใช้ตัวอย่างงานที่ได้จากวิเคราะห์มาใช้ในการทดสอบนี้ โดยลำดับการทดสอบจะแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ

4.3.1 ช่วงเตรียมพร้อมสำหรับทดสอบ

- ผู้วิจัยบอกวัตถุประสงค์ของการทดลองที่ต้องการตรวจสอบปัญหาการใช้งาน
- ผู้วิจัยลำดับขั้นตอนการทดลองให้ผู้ใช้งานได้ทราบ
- ผู้วิจัยขอให้ผู้ใช้งานได้รู้จักกับอุปกรณ์และตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ในศูนย์ข้อมูล

4.3.2 ช่วงทำการทดสอบ

ผู้วิจัยจะสอบถามความเห็นของผู้ใช้งานเป็นระยะ และสังเกตุอาการของผู้ใช้งาน

4.3.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบพบว่า ผู้ใช้มือใหม่จะไม่ทราบขั้นตอนการทำงานของแต่ละงาน รวมทั้งการกดปุ่มผิด ทำให้ใช้เวลาค่อนข้างมาก ผู้ใช้งานรู้สึกกังวลและกลัวว่าถ้ากดผิดจะทำให้ระบบมีปัญหา ส่วนผู้ใช้ที่ชำนาญแล้วไม่พบปัญหา จะพบปัญหาเกี่ยวกับการลืมรหัสผ่านที่ใช้งาน ในการตรวจสอบสรุปแล้วผู้ใช้มือใหม่จะมีปัญหาทางด้านการใช้งานและการแก้ไขข้อผิดพลาด

4.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ใหม่ โดยการนำข้อมูลจากการตรวจสอบและประเมินการใช้งานของระบบเดิม มาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบใหม่

4.4.1 งานยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง

จากการประเมินงานตัวอย่างที่ 1 ด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็มตามตารางที่ 4.1 พบว่าขั้นตอนที่ 4 ถึง 13 เป็นการใส่รหัสผ่าน ซึ่งถ้าเราลดงานในส่วนนี้ออก โดยให้ผู้ใช้กดรหัสผ่านให้ครบทั้ง 4 ตัว แล้ว จึงกดปุ่ม Enter พบว่าเวลาที่ใช้การทำงานจะลดลงจาก 34.72 วินาทีเหลือเพียง 22.88 วินาที

$$T = 16T_K + 1T_H + 15T_M = 22.88 \text{ วินาที}$$

1. Enter 2. Enter 3. Enter 4. Enter 5. Enter

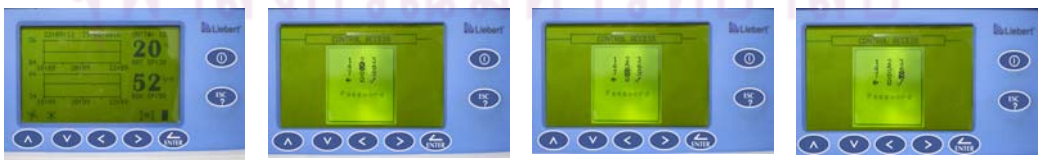
6. Enter

รูปที่ 4.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการใส่รหัสผ่าน สำหรับงานยกเลิกและตรวจสอบความร้อน

4.4.2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น

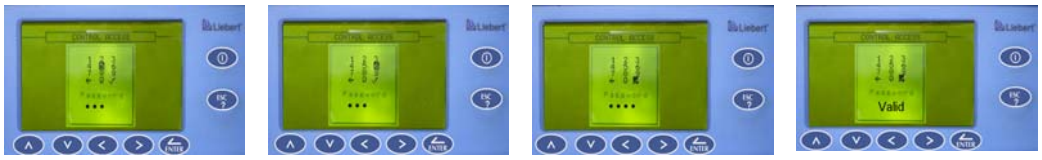
จากการประเมินงานตัวอย่างที่ 2 ด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็มตามตารางที่ 4.1 พบว่าขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้ต้องกดปุ่มทั้งหมด 15 ครั้งซึ่งเป็นขั้นตอนในการใส่รหัสผ่าน และขั้นตอนในการเข้าไปเลือกเมนู ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการกดปุ่มลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อเลือกรหัสผ่าน ถ้าเราลดงานย่อยส่วนนี้ลง โดยการเพิ่มตัวเลขเพื่อให้ผู้ใช้เลือกกดได้เลย จะสามารถลดจำนวนครั้งการกดลงเหลือแค่เพียง 8 ครั้ง พบว่าเวลาที่ ใช้การทำงานจะลดลงจาก 39.16 วินาทีเหลือเพียง 27.32 วินาที

$$T = 19T_K + 1T_H + 18T_M = 27.32 \text{ วินาที}$$



1. Enter 2. Enter 3. Down 4. Right

5. Enter 6. Down 7. Enter 8. Up



9. Enter 10. Right 11. Enter 12. Enter

รูปที่ 4.4 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการใส่รหัสผ่าน สำหรับงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
ผลการทดลอง

5. ผลการทดลองและเปรียบเทียบ

การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานของระบบเดิมและระบบใหม่ โดยใช้วิธีทดสอบเปรียบเทียบ 2 วิธีได้แก่การประเมินการใช้งานด้วยแบบสอบถามและการเปรียบเทียบเวลาในการทำภารกิจตัวอย่าง

5.1 ผลการประเมินการใช้งานด้วยแบบสอบถาม

เป็นการทดสอบโดยใช้วิศวกรจำนวน 10 คน ทดลองใช้โปรแกรมช่วยสอนทั้งหมด หลังการทดสอบวิศวกรทุกคนจะถูกขอให้ตอบแบบสอบถาม เพื่อประเมินการใช้งาน จุดประสงค์เพื่อประเมินคุณสมบัติการใช้งานดังรายละเอียดต่อไปนี้ ข้อที่ 1 - 5 เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบ ข้อที่ 6 – 10 เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพในการใช้งาน ข้อที่ 11 – 15 เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน ข้อที่ 16 - 20 เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความช่วยเหลือจากระบบ ข้อที่ 21 - 25 เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามในลักษณะเดียวกับ SUMI คือการกำหนดมาตราวัดเป็นมาตรา Likert Scale และกำหนดระดับในการวัดทัศนคติเป็น 5 ระดับ คือ 1 ถึง 5

คุณสมบัติผู้เข้าทดสอบ	จำนวนคน
อายุต่ำกว่า 25 ปี	1
อายุระหว่าง 25 – 30 ปี	6
อายุมากกว่า 30 ปี	3

ตารางที่ 5.1 จำนวนผู้เข้าทำการทดสอบจำแนกตามอายุ

คุณสมบัติผู้เข้าทดสอบ	จำนวนคน
อายุงานน้อยกว่า 3 ปี	4
อายุงานระหว่าง 3 – 5 ปี	3
อายุงานมากกว่า 5 ปี	3

ตารางที่ 5.2 จำนวนผู้เข้าทำการทดสอบจำแนกตามอายุงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับ	คำถาม	fx	x bar
1	ขณะใช้โปรแกรมผู้ใช้รู้สึกไม่สับสนและรู้ขั้นตอนต่อไป	14	1.40
2	ปุ่มคำสั่งมีการจัดเรียงที่เป็นระเบียบและสื่อความหมายได้ดี	14	1.40
3	ใช้เวลาน้อยในการเรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรม	13	1.30
4	การออกจากโปรแกรมง่ายและสะดวก	12	1.20
5	ผู้ใช้รู้สึกปลอดโปร่งเมื่อใช้โปรแกรมนี้ครั้งแรก	11	1.10
6	ในแต่ละงานมีขั้นตอนย่อยไม่มากเกินไป	13	1.30
7	การตอบสนองของโปรแกรมเป็นไปอย่างราบรื่น	16	1.60
8	การทำงานของโปรแกรมเร็วดังที่หวังไว้	17	1.70
9	โปรแกรมทำงานได้ตรงกับใจที่ผู้ใช้ต้องการ	18	1.80
10	ผู้ใช้รู้สึกคุ้นเคยกับลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	13	1.30
11	ผู้ใช้จำได้ว่าโปรแกรมนี้ทำงานอะไรได้บ้าง	15	1.50
12	ผู้ใช้รู้สึกว่าไม่ต้องใช้สมองมากในการใช้งานโปรแกรมนี้	16	1.60
13	ผู้ใช้ยังจำได้ว่าปุ่มต่าง ๆ ใช้ทำงานอะไร	18	1.80
14	สัญลักษณ์และไอคอนของคำสั่งต่างๆ ดูคุ้นตามาก	16	1.60
15	ปุ่มหรือรูปภาพต่าง ๆของโปรแกรมสื่อความหมายได้ดี	14	1.40
16	ผู้ใช้ไม่ต้องพึ่งระบบช่วยเหลือขณะใช้โปรแกรมนี้	12	1.20
17	ผู้ใช้รู้สึกไม่ต้องการความช่วยเหลือขณะที่ใช้โปรแกรมนี้	10	1.00
18	มีข้อมูลเพียงพอบนหน้าจอเมื่อผู้ใช้ต้องการ	10	1.00
19	ระบบช่วยเหลือของโปรแกรมเข้าถึงได้ง่าย	10	1.00
20	เนื้อหาและการนำเสนอของเอกสารช่วยเหลืออ่านเข้าใจได้ง่าย	10	1.00
21	ผู้ใช้พอใจเมื่อใช้โปรแกรมนี้ทำงาน	17	1.70
22	ผู้ใช้อยากใช้โปรแกรมนี้บ่อย ๆ	15	1.50
23	หน้าจอของโปรแกรมสวยงามน่าประทับใจ	19	1.90
24	คุณภาพของโปรแกรมได้มาตรฐาน	11	1.10
25	ผู้ใช้อยากแนะนำโปรแกรมนี้ให้คนอื่น	11	1.10

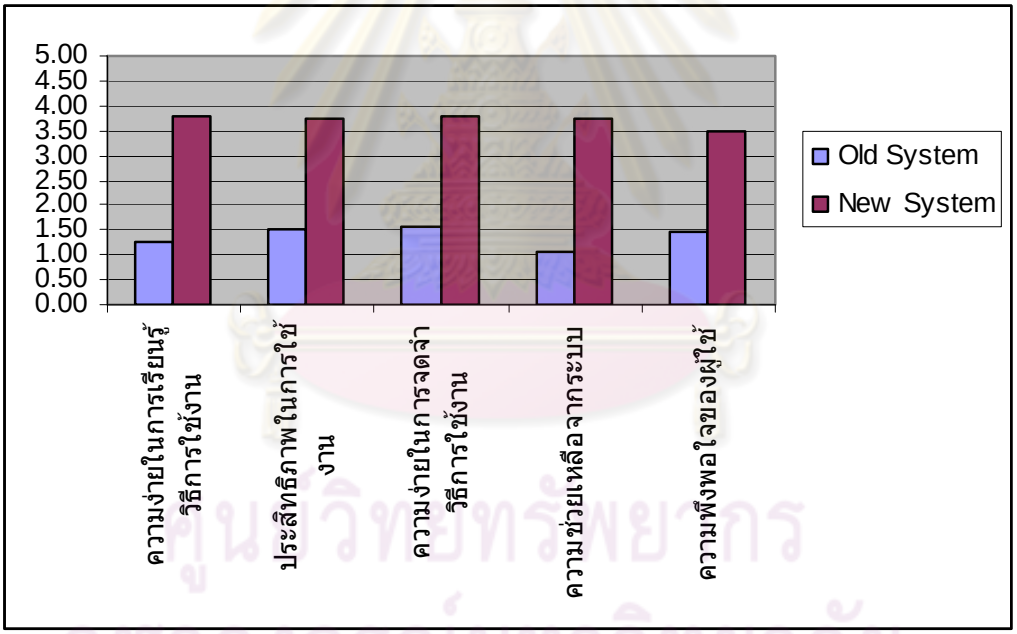
ตารางที่ 5.3 คะแนนแบบสอบถามจากการใช้งานระบบเดิม

ลำดับ	คำถาม	fx	x bar
1	ขณะใช้โปรแกรมผู้ใช้รู้สึกไม่สับสนและรู้ขั้นตอนต่อไป	35	3.50
2	ปุ่มคำสั่งมีการจัดเรียงที่เป็นระเบียบและสื่อความหมายได้ดี	35	3.50
3	ใช้เวลาน้อยในการเรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรม	39	3.90
4	การออกจากโปรแกรมง่ายและสะดวก	44	4.40
5	ผู้ใช้รู้สึกปลอดโปร่งเมื่อใช้โปรแกรมนี้ครั้งแรก	37	3.70
6	ในแต่ละงานมีขั้นตอนย่อยไม่มากเกินไป	36	3.60
7	การตอบสนองของโปรแกรมเป็นไปอย่างราบรื่น	37	3.70
8	การทำงานของโปรแกรมเร็วดังที่หวังไว้	38	3.80
9	โปรแกรมทำงานได้ตรงกับใจที่ผู้ใช้ต้องการ	34	3.40
10	ผู้ใช้รู้สึกคุ้นเคยกับลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	41	4.10
11	ผู้ใช้จำได้ว่าโปรแกรมนี้ทำงานอะไรได้บ้าง	38	3.80
12	ผู้ใช้รู้สึกว่าไม่ต้องใช้สมองมากในการใช้งานโปรแกรมนี้	38	3.80
13	ผู้ใช้ยังจำได้ว่าปุ่มต่าง ๆ ใช้ทำงานอะไร	38	3.80
14	สัญลักษณ์และไอคอนของคำสั่งต่างๆ ดูคุ้นตามาก	37	3.70
15	ปุ่มหรือรูปภาพต่าง ๆของโปรแกรมสื่อความหมายได้ดี	39	3.90
16	ผู้ใช้ไม่ต้องพึ่งระบบช่วยเหลือขณะใช้โปรแกรมนี้	39	3.90
17	ผู้ใช้รู้สึกไม่ต้องการความช่วยเหลือขณะที่ใช้โปรแกรมนี้	39	3.90
18	มีข้อมูลเพียงพอบนหน้าจอเมื่อผู้ใช้ต้องการ	34	3.40
19	ระบบช่วยเหลือของโปรแกรมเข้าถึงได้ง่าย	38	3.80
20	เนื้อหาและการนำเสนอของเอกสารช่วยเหลืออ่านเข้าใจได้ง่าย	37	3.70
21	ผู้ใช้พอใจเมื่อใช้โปรแกรมนี้ทำงาน	38	3.80
22	ผู้ใช้อยากใช้โปรแกรมนี้บ่อย ๆ	35	3.50
23	หน้าจอของโปรแกรมสวยงามน่าประทับใจ	32	3.20
24	คุณภาพของโปรแกรมได้มาตรฐาน	36	3.60
25	ผู้ใช้อยากแนะนำโปรแกรมนี้ให้คนอื่น	32	3.20

ตารางที่ 5.4 คะแนนแบบสอบถามจากการใช้งานระบบใหม่

คุณสมบัติการใช้งาน	คะแนนระบบเดิม (0-5)	คะแนนระบบใหม่(0-5)
ความง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบ	1.28	3.80
ประสิทธิภาพในการใช้งาน	1.54	3.72
ความง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน	1.58	3.80
ความช่วยเหลือจากระบบ	1.04	3.74
ความพึงพอใจของผู้ใช้	1.46	3.46
รวม	**6.90**	**18.52**
เพิ่มขึ้นร้อยละ	**17.52**	

ตารางที่ 5.5 ผลการประเมินการใช้งานโดยใช้แบบสอบถาม



รูปที่ 5.1 ผลการประเมินด้วยการใช้แบบสอบถาม

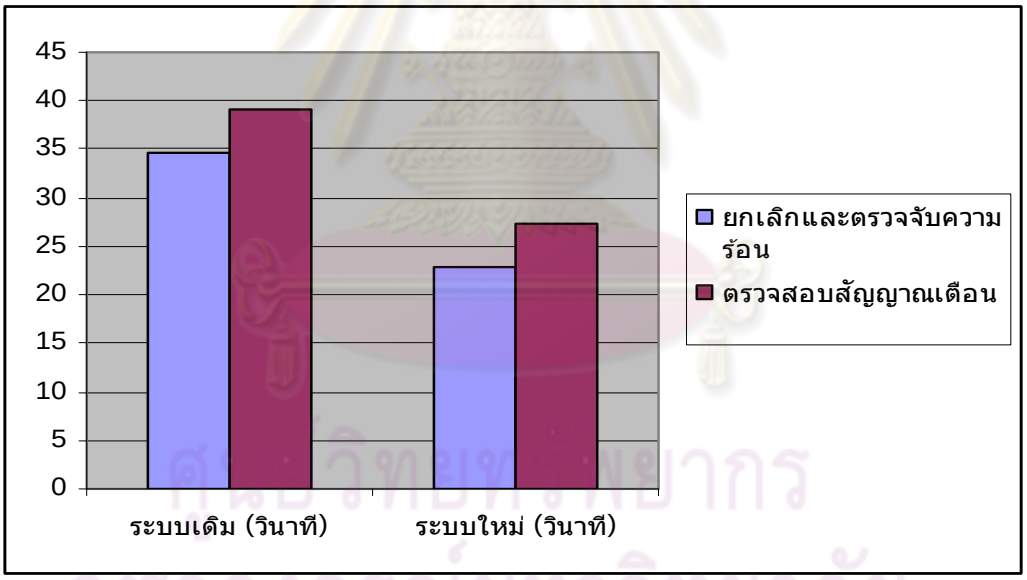
จากผลการตอบแบบสอบถามพบว่า สามารถปรับปรุงการใช้งานโดยรวมได้ดีขึ้น โดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 17.52

5.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาในการทำภารกิจ

การเปรียบเทียบเวลาในการทำภารกิจ เป็นการทดสอบโดยใช้วิศวกรอาวุโสจำนวน 5 คน และมีอายุงานมากว่า 5 ปี งานที่ใช้ในการเปรียบเทียบเป็นงานในการยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง และงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น ผลการผลเปรียบเทียบพบว่าสามารถลดเวลาการทำภารกิจลง โดยเฉลี่ยร้อยละ 35.94

ชนิดงาน	ระบบเดิม (วินาที)	ระบบใหม่ (วินาที)	ลดลงร้อยละ
งานยกเลิกและตรวจจับความร้อน	34.72	22.88	33.72
งานตรวจสอบสัญญาณเตือน	39.16	27.32	38.16
เฉลี่ยลดลงร้อยละ			**35.94**

ตารางที่ 5.6 ผลการเปรียบเทียบประเมินเวลา ในการทำงานตัวอย่างระบบเดิมและระบบใหม่



รูปที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบงานตัวอย่างด้วยแบบจำลอง KLM

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ เราได้ใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานมาประยุกต์ใช้มาตั้งแต่ต้นของการพัฒนาระบบ และตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยยังอ้างอิงรูปแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีอยู่กับระบบเดิมให้มากที่สุด

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าคะแนนการใช้งานของระบบใหม่เมื่อเทียบกับระบบเดิม ดีขึ้นร้อยละ 17.52 ในส่วนของเวลาทำภารกิจจะเห็นว่าเวลาในการทำภารกิจงานของระบบใหม่ลดลงร้อยละ 35.94

การออกแบบส่วนต่อประสานที่ดีจึงต้องคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลัก โดยต้องพิจารณาว่าผู้ใช้ต้องการให้โปรแกรมทำอะไรได้บ้าง ควรลดภาระในการคิดของผู้ใช้ลง และโปรแกรมควรช่วยผู้ใช้แก้ปัญหาให้มากที่สุด การใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมจะทำให้มองเห็นปัญหาหลัก ๆ ได้รวดเร็ว จะทำให้โปรแกรมนั้นมีการใช้งานที่ดีขึ้น และทำให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจในโปรแกรม

6.2 ข้อเสนอแนะ

- เนื่องจากสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูลเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานจริง ทำให้งานบางอย่างไม่สามารถนำมาทดสอบได้ และรูปแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบใหม่ ในอนาคตอาจจะเป็นแบบ ทัชสกรีน เพื่อให้ใช้เวลาในการกดปุ่มต่างๆ น้อยลง
- กรณีที่ DC Operator เกิดความผิดพลาดในการเฝ้าระวัง อาจจะออกแบบระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านระบบ SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของหัวหน้าศูนย์ข้อมูลและบันทึกการแจ้งเตือนไว้เพื่อที่จะสามารถกลับมาตรวจสอบได้
- ในขั้นตอนการตรวจสอบปัญหาทางการใช้งานเช่น วิธีการศึกษาสำนึก ควรจะใช้ผู้ประเมินมากกว่า 1 คน และควรเป็นผู้ที่มีความชำนาญทั้งในด้านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ และในงานของการควบคุมและเฝ้าระวังศูนย์ข้อมูลด้วย
- การใช้แบบจำลองเคแอลเอ็มในการทำนายเวลาการทำภารกิจ ควรใช้กับผู้ใช้งานที่มีความชำนาญเท่านั้น ไม่ควรประเมินผู้ใช้ที่เป็นมือใหม่

รายการอ้างอิง

[1] Alger, D. Build the Best Data Center Facility for Your Business. Indianapolis, IN: Cisco press, 2008.

[2] วศิน ภิรมย์. การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการศึกษาทางไกลแบบอะซิงโครนัส, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[3] พหล สมบูรณ์ธรรม. การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานของระบบสารสนเทศพระไตรปิฎก, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[4] Nielsen, J. Usability Engineering. Cambridge, MA: AP Professional, 1993.

[5] ISO DIS 9541-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11: Guidance on Usability.

[6] Card, S.K., Moran, T.P. and Newell, A. Communications of the ACM archive. New York, NY : ACM, 1980.

[7] Kieras, E.D. Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times. University of Michigan, 2001.

[8] Kieras, E.D. and Bonnie E.J. The GOMS Family of User Interface Analysis Techniques: Comparison and Contrast. Carnegie Mellon University, 1996.

[9] Porteous, M., Kirakowski, J., and Corbett, M. SUMI User Handbook. University College Cork, Ireland, 1993.

[10] Sheiderman, B. Designing the User Interface : Strategies for effective human-computer Interaction. Massachusetts: Addison-Wesley, 1987.

[11] Portolani, M. Data Center Fundamentals. Indianapolis, IN: Cisco press 2007.

[12] Snevely, R. Enterprise Data Center Design and Methodology. Palo Alto, CA : Sun Microsystems, 2001.

[13] Lua, L., and Bonnie E.J. Predicting Task Execution Time on Handheld Devices Using the Keystroke-Level Model. Proc. ACM CHI 2005 Conf. (Portland, Oregon, 2-7 April), 1605-1608, 2005.

[14] Schaeffer, H. Data Center Operations. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-hall, 1987.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

บทความที่นำเสนอในงานประชุมวิชาการ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีผลงานวิชาการร่วมกับคณะผู้วิจัย เป็นบทความวิชาการระดับชาติ จำนวน 1 บทความได้แก่

1. บทความเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบของแผงควบคุมและเฝ้าระวัง เพื่อรับรองความพร้อมใช้ของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์”ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการ และนำเสนอในงานการประชุมเครือข่ายวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จัดโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 5-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบของแผงควบคุมและเฝ้าระวัง เพื่อรับรองความพร้อมใช้ของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์

A Design and Development of Control and Monitoring Software Prototype For Data Center Availability Assurance

บพิตร ไชยนอก[1], สาธิต วงศ์ประทีป[2] และชัยศิริ ปัณฑิตานนท์[3]

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

254 ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 โทรศัพท์ : 02-215-0871-3

E-mail: g49bch@cp.eng.chula.ac.th[1], vsartid@chula.ac.th[2], and chaisiri@cp.eng.chula.ac.th[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบโปรแกรมต้นแบบของแผงควบคุมและเฝ้าระวังสภาพแวดล้อม เพื่อรับรองความพร้อมใช้ของศูนย์ข้อมูลและลดเวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ในศูนย์ข้อมูลหยุดทำงาน อันเนื่องจากสภาพแวดล้อมมีปัญหาให้น้อยที่สุด การพัฒนาเริ่มจากนำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อตรวจสอบหาปัญหาเกี่ยวกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมที่สำคัญของศูนย์ข้อมูลได้แก่ ระบบป้องกันและดับเพลิง ระบบทำความเย็น ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเทคนิคที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้คือ วิธีศึกษาสำนึก การวิเคราะห์งานและผู้ใช้ ระเบียบวิธีการถามความเห็นของผู้ใช้ และการประเมินเวลาในการทำภารกิจด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม และนำปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมต้นแบบ เพื่อนำไปทดลองใช้งานกับศูนย์ข้อมูลของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยใช้วิศวกรจำนวน 10 คน

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อประยุกต์เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานตั้งแต่เริ่มพัฒนาโปรแกรม ทำให้โปรแกรมมีการใช้งานที่ดีขึ้น ง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน ช่วยลดความผิดพลาดในการใช้งาน และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้งาน โดยได้เปรียบเทียบจากคุณสมบัติของการใช้งานและเวลาที่ใช้ จากแบบสอบถามพบว่าสามารถปรับปรุงการใช้งานโดยรวมได้ดีขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 17.52 และจากแบบจำลองเคแอลเอ็มพบว่าสามารถลดเวลาในการทำภารกิจลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 35.94

คำสำคัญ: วิศวกรรมการใช้งาน, สภาพแวดล้อมศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์, การปฏิบัติการในศูนย์ข้อมูล, ระบบทำความเย็น, ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ, ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ระบบป้องกันและดับเพลิง

Abstract

This research presents a design and development of control and monitoring panel software prototype for data center availability assurance to reduce the mal-function of computers caused by data center facilities. The development started by applying the usability engineering technique to examine the problems of user interface for these facilities e.g., a cooling system, electrical system, and fire suppression system. The techniques used in research are heuristic evaluation, user and task analysis, think aloud protocol, and key stroke level model. These techniques were used to analyze the problems and design a prototype software. The prototype software will be tested at one of the computer data center in one of the commercial company using ten engineers.

The research's result has shown that when applying the usability engineering technique in the development process, the prototype software is better and easier to learn, easier to remember the instructions, reduce the user's mistake in operations, and satisfied the users. By comparing the usability features and time of the new prototype software compared with the old system, It was found that the usability improved by the average of 17.52 % and the time taken was reduce by 35.94 % when apply KLM model.

Keywords: Usability Engineering, Data Center Facilities, Data Center Operation, Cooling System, Uninterruptible Power Supply, Power Generator, Fire Suppression and Detection System

1. คำนำ

การขยายตัวของอินเทอร์เน็ต และเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร ส่งผลให้ศูนย์ข้อมูลกลายเป็นเครื่องมือสำคัญ ในเชิงกลยุทธ์มากกว่าที่ผ่านมา ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิต การยกระดับกระบวนการทางธุรกิจ และการผลักดันธุรกิจสู่การเปลี่ยนแปลงใหม่ๆ องค์กรต่างๆ จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานเฉพาะ เพื่อรองรับความต้องการใช้งานที่ต่างกันออกไป ซึ่งความต้องการดังกล่าวนำไปสู่ สภาพแวดล้อมที่หลากหลายภายในศูนย์ข้อมูล รวมไปถึงโครงสร้างพื้นฐานหลักๆของศูนย์ข้อมูล[3] เช่น ระบบพื้นยก ระบบป้องกันและดับเพลิง ระบบทำความเย็น ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และความปลอดภัยทางด้านกายภาพ เป็นต้น ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในการลงทุนเป็นเจ้าของระบบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งล้วนแต่ต้องการการดูแลรักษา การจัดการ การแก้ไข การป้องกัน และการดำเนินการอีกมากมาย ที่แย่ไปกว่านั้นคือ การที่ทรัพยากรเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว เช่น ระบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเท่าที่ควร

ปัจจุบันส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในแต่ละสภาพแวดล้อมยังมีความยุ่งยากและซับซ้อน จากการสำรวจเบื้องต้นของผู้วิจัยพบว่ายังสามารถปรับปรุงการใช้งานสภาพแวดล้อมดังกล่าวให้ดีขึ้นได้ เช่น ลดเวลาที่ใช้ในการทำภารกิจลง ทำให้เรียนรู้ระบบได้ง่ายขึ้น ง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน ช่วยให้ผู้ใช้งานทำผิดพลาดให้น้อยลง และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งาน

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งาน[5] มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบปัญหาทางด้านการใช้งานของระบบเดิม[1] เพื่อนำปัญหาที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมดังกล่าวขึ้นใหม่ และใช้เทคนิคดังกล่าวในการปรับปรุงการใช้งานระบบใหม่

2. ระเบียบวิธีในการประเมินการใช้งาน

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินเพื่อตรวจสอบปัญหาการใช้งานตามแนวทางของเนลสัน[5] ดังนี้คือ

2.1 การประเมินแบบวิธีศึกษาสำนึก

เป็นการประเมินโดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการประเมิน ทำการตรวจสอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ ระบบป้องกันและดับเพลิง ระบบทำความเย็น ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้วิธีการทบทวนตรวจสอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเพอร์ คริสเตียนเซน[6] จากการตรวจสอบพบปัญหาเกี่ยวกับระบบไม่มีเอกสารและความช่วยเหลือ (Help and Documentation) ร้อยละ 89 รองลงไปจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับทางออกที่ชัดเจนร้อยละ 72 (Clearly Marked Exits) และปัญหาเกี่ยวกับการป้องกันความผิดพลาด (Prevent Errors)ร้อยละ 70

No.	Item Guidelines	Item Review	% Problems
1	Simple and Natural Dialogue	12	44
2	Speak the user's Language	24	61
3	Minimize User Memory Load	10	60
4	Consistency	39	62
5	Feedback	14	45
6	Clearly Marked Exits	23	72
7	Shortcuts	6	68
8	Good Error Messages	21	35
9	Prevent Errors	15	70
10	Help and Documentation	12	89

ตารางที่ 1 ผลการประเมินเพื่อตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยวิธีศึกษาสำนึก

2.2 การวิเคราะห์งาน

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการทำงานประจำวันของสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูล[7] เพื่อหางานที่มีความสำคัญและเสริมประสิทธิภาพโดยรวมของศูนย์ข้อมูล โดยแยกงานออกตามประเภทของสภาพแวดล้อมและงานที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ดังนี้คือ

2.2.1 งานระบบป้องกันและดับเพลิง

ระบบป้องกันและดับเพลิงในศูนย์ข้อมูล จะมีระบบตรวจจับความร้อนแบบความไวสูง[9] เพราะทำให้สามารถรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดได้ในสถานะแรกๆของเพลิงไหม้ได้ ซึ่งงานในส่วนนี้จะเป็นงานเกี่ยวกับการยกเลิกและตรวจจับความร้อน และจะเป็นงานตัวอย่างสำหรับการคำนวณเวลาในการทำภารกิจ

รูปที่ 1 งานยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง

2.2.2 งานระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นในศูนย์ข้อมูลจะเป็นระบบทำความเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น[3] ควรควบคุมให้อยู่ในสภาวะคงที่ไม่ให้เกิดปัญหา หากสูงเกินไปอันอาจก่อให้เกิดปัญหาการลัดวงจรกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ หรือในทางกลับกัน หากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในศูนย์ข้อมูลต่ำเกินไปอาจเกิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถรบกวนการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน โดยงานในส่วนนี้จะเป็นงานในส่วนของการตรวจสอบสัญญาณเตือนว่ามีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงการรีเซทระบบให้กลับมาในสภาพปกติ หลังจากตรวจสอบและได้ทำการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว และงานนี้จะเป็นงานตัวอย่างสำหรับการคำนวณเวลากระทำภารกิจ

รูปที่ 2 งานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น

2.2.3 งานระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ

งานในส่วนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นงานในการวัดค่าความต่างศักย์และกระแสของระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ ที่จ่ายให้กับโหลด ซึ่งจากประเมินด้วยวิธีศึกษาสำนึก การตรวจสอบค่าต่างๆ ของระบบ สามารถทำได้ง่าย และไม่ต้องใช้รหัสผ่าน แต่ก็ยังพบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องระบบไม่มีเอกสารและความช่วยเหลืออย่างเพียงพอ รวมถึงการไม่มีทางลัดให้ผู้ใช้เลือกสำหรับไปตรวจสอบค่าที่ต้องการ

รูปที่ 3 งานในส่วนของระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ

2.2.4 งานระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

งานในส่วนของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเป็นงานในการวัดค่าต่างๆ เช่น ความต่างศักย์ ความถี่ รอบเครื่อง และกระแสที่จ่ายให้กับเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และการตรวจสอบค่าต่างๆ ของระบบก็สามารถทำได้ง่ายเช่นเดียวกับระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ และไม่ต้องใช้รหัสผ่าน ปัญหาที่พบก็จะเป็นปัญหาเกี่ยวกับระบบไม่มีเอกสารและความช่วยเหลือ

รูปที่ 4 งานในส่วนของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.3 การประเมินด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม

การคำนวณเวลากระทำภารกิจทำได้โดยแยกงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลังจากนั้นก็ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการงานย่อยนั้น ๆ แล้วรวมเวลาทั้งหมด ก็จะได้เวลาที่คาดว่าจะต้องใช้ในการกระทำภารกิจแสดงได้ดังสมการ

$$Execute\ Time = (T_K + T_B + T_{BB} + T_P + T_H) + T_M + T_R \qquad (1)$$

โดยเวลาเฉลี่ยของงานย่อยแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

งานย่อย	ความหมาย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
T_K	การพิมพ์อักขระ 1 ตัว	0.28
T_B	การกดหรือปล่อยปุ่มเมาส์	0.1
T_{BB}	การคลิกเมาส์	0.2
T_P	การเคลื่อนเมาส์ไปยังจุดหมาย	1.1
T_H	การเคลื่อนมือไปยังอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล	0.4
T_M	การคิดตัดสินใจของผู้ใช้	1.2
T_R	การตอบสนองของระบบ	-

ตารางที่ 2 เวลาเฉลี่ยของงานย่อยที่ใช้ในแบบจำลอง KLM [4]

จุดประสงค์ของการประเมินด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม คือ การทำนายเวลาในการทำภารกิจทำงานใดๆ ของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพื่อนำผลการประเมินเวลาในการทำภารกิจไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพใน

เชิงเวลา เพื่อดูว่างานย่อยใดมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด และควรเพิ่มหรือลดงานย่อยอย่างไรเพื่อจะให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

โดยการประเมินนี้จะใช้งานตัวอย่างจากที่ได้จากการวิเคราะห์มาเป็นตัวอย่างในการประเมิน ซึ่งจะใช้งานยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง (งานตัวอย่างที่ 1) และงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น(งานตัวอย่างที่ 2) มาทดสอบ

ลำดับ	งานตัวอย่างที่ 1	งานตัวอย่างที่ 2
1	กดปุ่ม Enter 2 ครั้ง	กดปุ่ม Enter และลูกศรขึ้นลง 15 ครั้ง
2	กดปุ่มลูกศรลง 3 ครั้ง	กดปุ่มลูกศรลง 2 ครั้ง
3	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
4	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	กดปุ่มลูกศรลง 3 ครั้ง
5	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
6	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	กดปุ่มลูกศรลง 3 ครั้ง
7	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
8	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	กดปุ่ม Esc 1 ครั้ง
9	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	
10	กดปุ่มลูกศรขวา 1 ครั้ง	
11	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	
12	กดปุ่มลูกศรขวา 8 ครั้ง	
13	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	
14	กดปุ่มลูกศรลง 1 ครั้ง	
15	กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง	

ตารางที่ 3 ลำดับงานตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบแบบจำลองเคแอลเอ็ม

งานตัวอย่างที่ 1 $T = 24T_K + 1T_H + 23T_M = 34.72$ วินาที

งานตัวอย่างที่ 2 $T = 27T_K + 1T_H + 26T_M = 39.16$ วินาที

3. การออกแบบโปรแกรมต้นแบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบใหม่ โดยการนำข้อมูลจากการตรวจสอบและประเมินการใช้งานของระบบเดิม มาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบใหม่

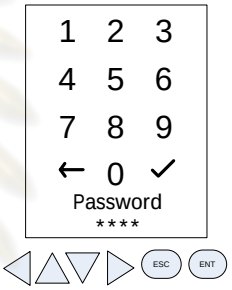
3.1 รูปแบบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

จากการตรวจสอบระบบเดิมพบว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประเภทดังกล่าว อยู่แยกส่วนกัน ทำให้ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบปัญหาเพิ่มมากขึ้น และเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบช่วยเหลือ มักมีข้อมูลไม่เพียงพอและใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมด ทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนและไม่สามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้ จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้รวมอยู่ในหน้าเดียว มีตัวอักษรขนาดใหญ่ สามารถเชื่อมโยงไปยังหัวข้อที่ต้องการได้อย่างสะดวก มีการใช้รูปภาพและแสดงตัวอย่างเพื่อทำให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

3.2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของงานยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง

จากการประเมินงานตัวอย่างที่ 1 ด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม ตามตารางที่ 3 พบว่าขั้นตอนที่ 4 ถึง 13 เป็นการใส่รหัสผ่านซึ่งถ้าเราลดงานในส่วนนี้ออก โดยให้ผู้ใช้กดรหัสผ่านให้ครบทั้ง 4 ตัว แล้วจึงกดปุ่ม Enter พบว่าเวลาที่ใช้การทำงานจะลดลงจาก 34.72 วินาทีเหลือเพียง 22.88 วินาที

$T = 16T_K + 1T_H + 15T_M = 22.88$ วินาที

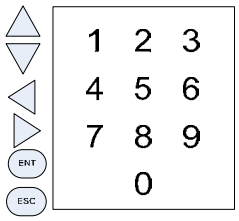


รูปที่ 5 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการใส่รหัสผ่าน สำหรับงานยกเลิกและตรวจสอบความร้อน

3.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น

จากการประเมินงานตัวอย่างที่ 2 ด้วยแบบจำลองเคแอลเอ็ม ตามตารางที่ 3 พบว่าขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้ต้องกดปุ่มทั้งหมด 15 ครั้งซึ่งเป็นขั้นตอนในการใส่รหัสผ่าน และขั้นตอนในการเข้าไปเลือกเมนูซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการกดปุ่มลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อเลือกรหัสผ่าน ถ้าเราลดงานย่อยส่วนนี้ลง โดยการเพิ่มตัวเลขเพื่อให้ผู้ใช้กดได้เลย จะสามารถลดจำนวนครั้งการกดลงเหลือแค่เพียง 8 ครั้ง พบว่าเวลาที่ใช้การทำงานจะลดลงจาก 39.16 วินาทีเหลือเพียง 27.32 วินาที

$T = 19T_K + 1T_H + 18T_M = 27.32$ วินาที



รูปที่ 6 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการใส่รหัสผ่าน สำหรับงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบทำความเย็น

4. ผลการทดสอบและเปรียบเทียบ

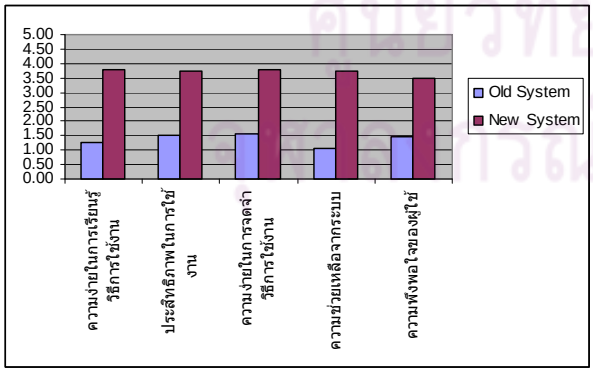
การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานของระบบเดิมและระบบใหม่ โดยใช้วิธีทดสอบเปรียบเทียบ 2 วิธีดังนี้

4.1 การประเมินการใช้งานด้วยแบบสอบถาม

เป็นการทดสอบโดยใช้วิศวกรจำนวน 10 คน ทดลองทำงานตัวอย่างที่ 2 งานที่กำหนดให้ โดยใช้ทั้งระบบเดิมและระบบใหม่ หลังการทดสอบอาสาสมัครทุกคนจะถูกขอให้ตอบแบบสอบถาม เพื่อประเมินการใช้งาน

คุณสมบัติการใช้งาน	ระบบเดิม (0-5)	ระบบใหม่ (0-5)
ความง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบ	1.28	3.80
ประสิทธิภาพในการใช้งาน	1.54	3.72
ความง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน	1.58	3.80
ความช่วยเหลือจากระบบ	1.04	3.74
ความพึงพอใจของผู้ใช้	1.46	3.46

ตารางที่ 4 ผลการประเมินการใช้งานโดยใช้แบบสอบถาม



รูปที่ 7 ผลการประเมินด้วยการใช้แบบสอบถาม

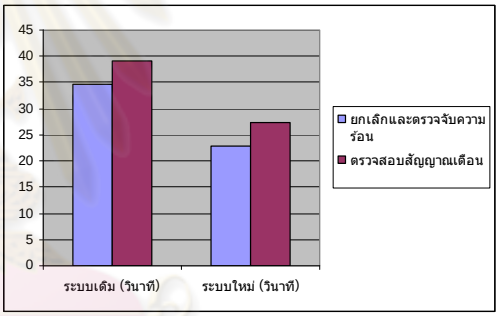
จากผลการตอบแบบสอบถามพบว่า สามารถปรับปรุงการใช้งานโดยรวมได้ดีขึ้น โดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 17.52

4.2 การเปรียบเทียบเวลาในการทำภารกิจ

งานที่ใช้ในการเปรียบเทียบเป็นงานในการยกเลิกและตรวจจับความร้อนระบบป้องกันและดับเพลิง และงานตรวจสอบสัญญาณเตือนระบบความเย็น ผลการผลเปรียบเทียบพบว่าสามารถลดเวลาการทำภารกิจลง โดยเฉลี่ยร้อยละ 35.94

ชนิดงาน	ระบบเดิม (วินาที)	ระบบใหม่ (วินาที)
ยกเลิกและตรวจจับความร้อน	34.72	22.88
ตรวจสอบสัญญาณเตือน	39.16	27.32

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบประเมินเวลา ในการทำงานตัวอย่างระบบเดิมและระบบใหม่



รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบงานตัวอย่างด้วยแบบจำลอง KLM

5. สรุป

คะแนนการใช้งานของระบบใหม่เมื่อเทียบกับระบบเดิม ดีขึ้นร้อยละ 17.52 ในส่วนของเวลาทำภารกิจจะเห็นว่าเวลาในการทำภารกิจงานของระบบใหม่ลดลงร้อยละ 35.94

การออกแบบส่วนต่อประสานที่ดีจึงต้องคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลัก โดยต้องพิจารณาว่า ผู้ใช้ต้องการให้โปรแกรมทำอะไรได้บ้าง ควรลดภาระในการคิดของผู้ใช้ลง และโปรแกรมควรช่วยผู้ใช้แก้ปัญหาให้มากที่สุด การใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมการใช้งานมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมจะทำให้มองเห็นปัญหาหลัก ๆ ได้รวดเร็ว จะทำให้โปรแกรมนั้นมีการใช้งานที่ดีขึ้น และทำให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจในโปรแกรม

เอกสารอ้างอิง

[1] พหล สมบูรณ์ธรรม, “การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานของระบบสารสนเทศพระไตรปิฎก”, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[2] วศิน ภิรมย์, “การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการศึกษาทางไกลแบบอะซิงโครนัส”, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[3] Douglas Alger, “Build the Best Data Center Facility for Your Business”, Cisco Press, 2548.

[4] David E. Kieras. “Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times” University of Michigan, 2544.

[5] Jacob Nielsen, "Usability Engineering.", AP Professional 2536.

[6] Per Christiansson, "Usability Analysis & Design", Xerox Corporation 2546.

[7] Howard Schaeffer, "Data Center Operations", Xerox Prentice Hall 2530.

[8] Ben Shneiderman, "Designing the user interface : Strategies for Effective Human-Computer Interface", Addision-wesley 2541.

[9] Rob Snevely, "Enterprise Data Center Design and Methodology", Sun Microsystems, Inc. 2544.

บพิตร ไชยนอก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วศบ. สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รศ.ดร.สาธิต วงศ์ประทีป สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก University of Technology Sydney, Australia ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า และปริญญาโท สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามเพื่อประเมินการใช้งานตามแนวทางเนลสัน

คำชี้แจง

1. มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบผลการใช้งาน**ระบบเดิม** โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน
2. โดยรายละเอียดของข้อทดสอบมีดังต่อไปนี้

ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 5	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบ
ข้อที่ 6 ถึงข้อที่ 10	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพในการใช้งาน
ข้อที่ 11 ถึงข้อที่ 15	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน
ข้อที่ 16 ถึงข้อที่ 20	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความช่วยเหลือจากระบบ
ข้อที่ 21 ถึงข้อที่ 25	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจของผู้ใช้

3. โปรดพิจารณาคำถามแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นว่าเป็นจริงมากที่สุด

หากท่านเห็นด้วยมากที่สุด	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 5
หากท่านเห็นด้วย	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 4
หากท่านเฉยๆ	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 3
หากท่านไม่เห็นด้วย	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 2
หากท่านไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 1

ตัวเลขในช่องคะแนนของแต่ละข้อคือจำนวนคนที่เลือกตอบข้อนั้นๆ

#	คำถาม	คะแนน				
		5	**4**	**3**	**2**	**1**
1	ขณะใช้โปรแกรมผู้ใช้รู้สึกไม่สับสนและรู้ขั้นตอนต่อไป	0	0	0	4	6
2	ปุ่มคำสั่งมีการจัดเรียงที่เป็นระเบียบและสื่อความหมายได้ดี	0	0	0	4	6
3	ใช้เวลาน้อยในการเรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรม	0	0	0	3	7
4	การออกจากโปรแกรมง่ายและสะดวก	0	0	0	2	8
5	ผู้ใช้รู้สึกปลอดโปร่งเมื่อใช้โปรแกรมนี้ครั้งแรก	0	0	0	1	9
6	ในแต่ละงานมีขั้นตอนย่อยไม่มากเกินไป	0	0	0	3	7
7	การตอบสนองของโปรแกรมเป็นไปอย่างราบรื่น	0	0	0	6	4
8	การทำงานของโปรแกรมเร็วดังที่หวังไว้	0	0	1	4	5

9	โปรแกรมทำงานได้ตรงกับใจที่ผู้ใช้ต้องการ	0	0	0	8	2
10	ผู้ใช้รู้สึกคุ้นเคยกับลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	0	0	0	3	7
11	ผู้ใช้จำได้ว่าโปรแกรมนี้ทำงานอะไรได้บ้าง	0	0	0	5	5
12	ผู้ใช้รู้สึกว่าไม่ต้องใช้สมองมากในการใช้งานโปรแกรมนี้	0	0	0	6	4
13	ผู้ใช้ยังจำได้ว่าปุ่มต่าง ๆ ใช้ทำงานอะไร	0	0	0	8	2
14	สัญลักษณ์และไอคอนของคำสั่งต่างๆ ดูคุ้นตามาก	0	0	0	6	4
15	ปุ่มหรือรูปภาพต่าง ๆของโปรแกรมสื่อความหมายได้ดี	0	0	1	2	7
16	ผู้ใช้ไม่ต้องพึ่งระบบช่วยเหลือขณะใช้โปรแกรมนี้	0	0	0	2	8
17	ผู้ใช้รู้สึกไม่ต้องการความช่วยเหลือขณะที่ใช้โปรแกรมนี้	0	0	0	0	10
18	มีข้อมูลเพียงพอบนหน้าจอเมื่อผู้ใช้ต้องการ	0	0	0	0	10
19	ระบบช่วยเหลือของโปรแกรมเข้าถึงได้ง่าย	0	0	0	0	10
20	เนื้อหาและการนำเสนอของเอกสารช่วยเหลืออ่านเข้าใจได้ง่าย	0	0	0	0	10
21	ผู้ใช้พอใจเมื่อใช้โปรแกรมนี้ทำงาน	0	0	0	7	3
22	ผู้ใช้อยากใช้โปรแกรมนี้บ่อย ๆ	0	0	0	5	5
23	หน้าจอของโปรแกรมสวยงามน่าประทับใจ	0	0	0	9	1
24	คุณภาพของโปรแกรมได้มาตรฐาน	0	0	0	2	9
25	ผู้ใช้อยากแนะนำโปรแกรมนี้ให้คนอื่น	0	0	0	1	9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามเพื่อประเมินการใช้งานตามแนวทางเนลสัน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบผลการใช้งาน**โปรแกรมต้นแบบ** แผงควบคุมและเฝ้าระวังศูนย์ข้อมูล โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน
2. โดยรายละเอียดของข้อทดสอบมีดังต่อไปนี้

ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 5	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความง่ายในการเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบ
ข้อที่ 6 ถึงข้อที่ 10	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพในการใช้งาน
ข้อที่ 11 ถึงข้อที่ 15	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความง่ายในการจดจำวิธีการใช้งาน
ข้อที่ 16 ถึงข้อที่ 20	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความช่วยเหลือจากระบบ
ข้อที่ 21 ถึงข้อที่ 25	เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความพึงพอใจของผู้ใช้

3. โปรดพิจารณาคำถามแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นว่าเป็นจริงมากที่สุด

หากท่านเห็นด้วยมากที่สุด	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 5
หากท่านเห็นด้วย	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 4
หากท่านเฉยๆ	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 3
หากท่านไม่เห็นด้วย	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 2
หากท่านไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 1

ตัวเลขในช่องคะแนนของแต่ละข้อคือจำนวนคนที่เลือกตอบข้อนั้นๆ

#	คำถาม	คะแนน				
		5	**4**	**3**	**2**	**1**
1	ขณะใช้โปรแกรมผู้ใช้รู้สึกไม่สับสนและรู้ขั้นตอนต่อไป	0	5	5	0	0
2	ปุ่มคำสั่งมีการจัดเรียงที่เป็นระเบียบและสื่อความหมายได้ดี	0	5	5	0	0
3	ใช้เวลาน้อยในการเรียนรู้วิธีการใช้งานโปรแกรม	0	9	1	0	0
4	การออกจากโปรแกรมง่ายและสะดวก	5	4	1	0	0
5	ผู้ใช้รู้สึกปลอดโปร่งเมื่อใช้โปรแกรมนี้ครั้งแรก	1	5	4	0	0
6	ในแต่ละงานมีขั้นตอนย่อยไม่มากเกินไป	0	6	4	0	0
7	การตอบสนองของโปรแกรมเป็นไปอย่างราบรื่น	0	7	3	0	0
8	การทำงานของโปรแกรมเร็วดังที่หวังไว้	0	8	2	0	0
9	โปรแกรมทำงานได้ตรงกับใจที่ผู้ใช้ต้องการ	0	4	6	0	0

10	ผู้ใช้รู้สึกคุ้นเคยกับลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	1	9	0	0	0
11	ผู้ใช้จำได้ว่าโปรแกรมนี้ทำงานอะไรได้บ้าง	1	6	3	0	0
12	ผู้ใช้รู้สึกว่าไม่ต้องใช้สมองมากในการใช้งานโปรแกรมนี้	0	8	2	0	0
13	ผู้ใช้ยังจำได้ว่าปุ่มต่าง ๆ ใช้ทำงานอะไร	1	6	3	0	0
14	สัญลักษณ์และไอคอนของคำสั่งต่างๆ ดูคุ้นตามาก	0	7	3	0	0
15	ปุ่มหรือรูปภาพต่าง ๆของโปรแกรมสื่อความหมายได้ดี	1	7	2	0	0
16	ผู้ใช้ไม่ต้องพึ่งระบบช่วยเหลือขณะใช้โปรแกรมนี้	1	7	2	0	0
17	ผู้ใช้รู้สึกไม่ต้องการความช่วยเหลือขณะที่ใช้โปรแกรมนี้	1	7	2	0	0
18	มีข้อมูลเพียงพอบนหน้าจอเมื่อผู้ใช้ต้องการ	0	5	4	1	0
19	ระบบช่วยเหลือของโปรแกรมเข้าถึงได้ง่าย	1	9	0	0	0
20	เนื้อหาและการนำเสนอของเอกสารช่วยเหลืออ่านเข้าใจได้ง่าย	0	7	3	0	0
21	ผู้ใช้พอใจเมื่อใช้โปรแกรมนี้ทำงาน	1	7	2	2	0
22	ผู้ใช้อยากใช้โปรแกรมนี้บ่อย ๆ	0	5	5	0	0
23	หน้าจอของโปรแกรมสวยงามน่าประทับใจ	0	5	1	4	0
24	คุณภาพของโปรแกรมได้มาตรฐาน	0	5	5	0	0
25	ผู้ใช้อยากแนะนำโปรแกรมนี้ให้คนอื่น	0	2	7	1	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินผลด้วยวิธีศึกษาสำนึก

เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบปัญหาทางด้านการใช้งานโดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน ทำการตรวจสอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของสภาพแวดล้อมที่สำคัญทั้ง 4 ประเภท คือ ระบบป้องกันและดับเพลิง (FM200) , ระบบทำความเย็น (PAC), ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) และระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GEN) โดยทำการประเมินตามแนวทางของเนลสันทั้ง 10 หัวข้อ

- เครื่องหมาย ✓ หมายถึง สอดคล้องกับแนวทางของเนลสัน
- เครื่องหมาย ✗ หมายถึง ไม่สอดคล้องกับแนวทางของเนลสัน

1. การใช้กรอบโต้ตอบที่เข้าใจง่ายและเป็นธรรมชาติ (Simple and Natural Dialogue)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	เฉพาะข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการตัดสินใจและทั้งหมดหรือไม่ ที่จะถูกแสดงบนหน้าจอ	✗	✓	✓	✗
2	ไอคอนทั้งหมดอยู่ในกลุ่มที่มองเห็นได้ และมีความแตกต่างกันชัดเจนหรือไม่	✗	✓	✓	✗
3	Object ขนาดใหญ่ เส้นหนา และพื้นที่เรียบง่าย ถูกนำมาใช้เพื่อแบ่งแยกความแตกต่างของไอคอนหรือไม่	✗	✓	✓	✓
4	ไอคอนแต่ละอันมีความโดนเด่นจาก background หรือไม่	✗	✓	✓	✓
5	ถ้าระบบใช้ GUI แบบมาตรฐาน ซึ่งเมนูได้ถูกเรียงลำดับไว้แล้ว เมนูต่างๆ จะอยู่ติดกันตามที่กำหนดไว้ตลอดเวลาหรือไม่	✗	✗	✗	✗
6	กลุ่มของ item ถูกแบ่งแยกโดยพื้นที่ขาวหรือไม่	✗	✓	✓	✓
7	หน้าจอการป้อนข้อมูลแต่ละหน้าจอ มีความกระชับ เรียบง่าย ชัดเจน และชื่อหัวข้อที่แตกต่างกันหรือไม่	✗	✓	✓	✗
8	ชื่อของ field มีความกระทัดรัด คุ้นเคย และสื่อความหมายหรือไม่	✗	✓	✓	✓
9	เครื่องหมาย Prompt ถูกแสดงอย่างชัดเจน และมีเสียงหรือไม่	✗	✗	✗	✗
10	ตัวเลือกในเมนูระดับต่ำกว่า มีความสัมพันธ์เฉพาะกับเมนูในระดับสูงกว่าหรือไม่	✗	✓	✓	✓

11	ชื่อของเมนูมีความกระทัดรัด แต่สื่อความหมายหรือไม่	×	✓	✓	✓
12	เมนู pop-up และเมนู pull-down ในแต่ละ field ที่มีจำนวนมาก แต่มีการกำหนดค่าได้ดี และมีตัวเลือกให้หรือไม่	×	×	×	×
ร้อยละของปัญหา		100.00	25.00	25.00	25.00

2. ใช้คำพูดในมุมมองผู้ใช้ (Speak the user's Language)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ไอคอนต่างๆ มองเห็นได้ชัดเจนและคุ้นเคยหรือไม่	×	✓	✓	✓
2	ตัวเลือกในเมนู เรียงลำดับตามตรรกะ ตามผู้ใช้งาน ตามชื่อของส่วนต่างๆ และตามค่าตัวแปรต่างๆ ของงานหรือไม่	×	✓	✓	✓
3	ถ้ามีการเรียงลำดับตัวเลือกในเมนู ได้มีการใช้งานหรือไม่	×	✓	✓	×
4	ข้อมูลทั้งแบบที่มีความสัมพันธ์กัน และไม่สัมพันธ์กันแสดงในหน้าจอเดียวกันหรือไม่	×	×	×	×
5	ถ้ามีการนำรูปทรงมาใช้ เพื่อการแสดงในหน้าจอแล้ว มีความสอดคล้องกับวัฒนธรรมหรือไม่	×	×	×	×
6	สีต่างๆ ที่ถูกเลือก มีความเข้ากันได้กับค่าสีต่างๆหรือไม่	×	×	✓	✓
7	เมื่อเคอร์เซอร์แสดงการทำงานที่สำคัญ คำที่ใช้ในข้อความมีความเหมาะสมหรือไม่	×	✓	✓	×
8	ตัวอักษรที่ใช้ในการแสดงเคอร์เซอร์ มีความเหมาะสมกับชื่อหรือไม่	×	✓	✓	×
9	ในหน้าจอการป้อนข้อมูล แต่ละงาน มีคำอธิบายที่ผู้ใช้คุ้นเคยหรือไม่	×	✓	✓	×
10	ในหน้าจอการป้อนข้อมูลนั้น มีเคอร์เซอร์แสดงลำดับหรือไม่	×	✓	×	×
11	ในส่วนของการถามและตอบ คำถามที่ใช้มีความชัดเจนใช้ภาษาง่ายๆ หรือไม่	×	✓	✓	×
12	ตัวเลือกในเมนู มีความเหมาะสมกับตัวเลือกและสื่อ	×	✓	✓	✓

	ความหมายหรือไม่				
13	ชื่อเมนูถูกต้องตามหลักไวยากรณ์หรือไม่	×	✓	✓	✓
14	ภาษาที่ใช้ทำให้ผู้ใช้สับสนหรือไม่	✓	×	×	×
15	ชื่อคำสั่งที่ใช้มีการระบุเฉพาะเจาะจง มากกว่าธรรมดาหรือไม่	×	×	×	×
16	ภาษาที่ใช้มีการใช้ทั้งชื่อเต็ม และคำย่อหรือไม่	✓	✓	✓	✓
17	รหัสข้อมูลที่ป้อนเข้าสื่อความหมายหรือไม่	×	×	×	×
18	มีการหลีกเลี่ยงการใช้ลำดับของตัวอักษรที่ผิดหรือไม่	×	×	×	×
19	มีระบบอัตโนมัติที่จัดช่องว่างสำหรับจุดทศนิยมหรือไม่	×	✓	×	✓
20	มีระบบอัตโนมัติสำหรับสัญลักษณ์ดอลล่าร์ และจุดทศนิยม ในระบบการเงินหรือไม่	×	×	×	×
21	มีระบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องหมาย คอมมา ในกรณีที่มีตัวเลขมากกว่า 9999 หรือไม่	×	×	×	×
22	เมนูมีการกระตุ้นผู้ใช้ หรือไม่ เช่น มีการบอกชัดเจนว่า “now do it”	×	×	×	×
23	มีการออกแบบระบบเพื่อป้องกันไม่ให้มีชื่อคีย์ที่คล้ายกันแต่ทำงานตรงกันข้ามหรือไม่ (ไม่ปลอดภัย)	×	×	×	×
24	คีย์ต่างๆ มีการตั้งชื่อชัดเจนและแตกต่างหรือไม่ แม้ว่าจะไม่เหมาะสมตามกฎก็ตาม	×	✓	✓	✓
ร้อยละของปัญหา		95.83	41.67	45.83	62.50

3. ลดภาระในกระบวนความคิดของผู้ใช้ (Minimize User Memory Load)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ถ้าระบบรองรับทั้งผู้ใช้หัดใหม่และผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญแล้ว มีรายละเอียดของข้อความผิดพลาดหลายระดับหรือไม่	×	✓	✓	✓
2	ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้หัดใหม่ใช้ไวยากรณ์ระดับ keyword และผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญแล้วใช้ไวยากรณ์ระดับ positional หรือไม่	×	✓	✓	✓
3	ผู้ใช้สามารถกำหนดคำสั่งใกล้เคียงกับคำสั่งของระบบได้หรือไม่	✓	✓	✓	×

4	ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้หัดใหม่ป้อนคำสั่งได้ง่ายที่สุด มีรูปแบบง่ายที่สุดหรือไม่ และอนุญาตให้ผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญแล้วเพิ่มค่าตัวแปรต่างๆ หรือไม่	×	✓	✓	✓
5	ผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญแล้ว สามารถป้อนคำสั่งหลายคำสั่งในบรรทัดเดียวได้หรือไม่	×	×	×	×
6	ระบบมีฟังก์ชันคีย์สำหรับคำสั่งที่ใช้งานบ่อยๆ หรือไม่	×	×	×	✓
7	สำหรับหน้าจอการป้อนข้อมูลที่หลาย field หรือข้อมูลต้นฉบับที่อาจไม่ครบถ้วน ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลที่ป้อนไปบางส่วนได้หรือไม่	×	×	×	×
8	ระบบตั้งค่าการป้อนข้อมูลเริ่มต้นด้วยค่าศูนย์ หรือไม่	×	×	×	×
9	ถ้ารายการในเมนูสั้น (7 รายการหรือน้อยกว่า) ผู้ใช้สามารถเลือกรายการโดยการเคลื่อนเคอร์เซอร์ได้หรือไม่	×	×	×	×
10	ถ้าระบบมีกลยุทธ์ในการพิมพ์ล่วงหน้า รายการในเมนูมีรหัสที่ใช้ช่วยในการจำหรือไม่	×	×	×	×
ร้อยละของปัญหา		90.00	60.00	60.00	50.00

4. ความสม่ำเสมอของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (Consistency)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	มีการหลีกเลี่ยงการใช้งานตัวอักษรพิมพ์ใหญ่มากมากหรือไม่	✓	✓	×	✓
2	คำย่อไม่มีการเว้นวรรคหรือไม่	✓	×	×	×
3	ตัวเลขและทศนิยมมีการจัดเรียงชิดขวาหรือไม่	✓	✓	✓	✓
4	ไอคอนต่างๆ มีชื่อหรือไม่	×	×	×	×
5	มีจำนวนไอคอนระหว่าง 12-20 ชนิด ใช่หรือไม่	×	×	×	×
6	มีสัญลักษณ์บ่งบอกว่าทำงานอยู่ที่หน้าจอใดหรือไม่	✓	✓	×	×
7	แต่ละหน้าจอมีชื่อหรือไม่	×	✓	×	×
8	มีการ scroll แนวตั้งและแนวนอนในแต่ละหน้าจอหรือไม่	×	×	×	×

9	โครงสร้างเมนูเหมาะสมกับโครงสร้างงานหรือไม่	×	✓	✓	✓
10	มีการนำมาตรฐานของบริษัทมาใช้ในการออกแบบเมนูหรือไม่ และถูกนำไปใช้ในเมนูทุกหน้าจอของระบบหรือไม่	×	×	×	×
11	ตัวเลือกในเมนูแสดงในแนวตั้งหรือไม่	✓	✓	✓	✓
12	ถ้า 'exit' เป็นตัวเลือกในเมนู มันจะปรากฏอยู่ที่ด้านล่างสุดของเมนูเสมอหรือไม่	✓	×	×	×
13	ชื่อเมนูถูกจัดเรียงให้อยู่กึ่งกลางหรือชิดซ้ายหรือไม่	✓	✓	✓	×
14	เมนูถูกจัดเรียงชิดซ้ายด้วยตัวเลขหรือตัวอักขระหรือไม่	✓	✓	✓	×
15	เครื่องหมาย Prompt แสดงอยู่ที่ด้านขวาของช่องว่างในการป้อนข้อมูลหรือไม่	×	×	×	×
16	คำสั่งออนไลน์ถูกแสดงขึ้นในที่ที่เหมาะสมหรือไม่	×	×	×	×
17	ชื่อของ field ในการป้อนข้อมูล และ field มีตัวอักษรที่แตกต่างกันหรือไม่	✓	✓	✓	✓
18	ชื่อของ field สอดคล้องกับหน้าจอการป้อนข้อมูลอื่นๆ หรือไม่	✓	✓	✓	✓
19	ชื่อและ field ต่างๆ จัดเรียงด้านซ้ายตามลำดับตัวอักษรหรือไม่ และจัดเรียงด้านขวาตามลำดับเลขหรือไม่	×	×	×	×
20	ชื่อ field แสดงอยู่ด้านซ้ายของ field และอยู่เหนือ field ย่อยๆ หรือไม่	×	×	×	×
21	นำเทคนิคในการดึงดูดความสนใจ มาใช้หรือไม่	×	×	×	×
22	ได้มีการนำเอาเทคนิคการดึงดูดความสนใจ มาใช้เงื่อนไขพิเศษ หรือข้อมูลที่ต้องขึ้นอยู่กับเวลาหรือไม่	×	×	×	×
23	มีสีมากว่า 4-7 สีหรือไม่ และมีความแตกต่างจากเฉดสีที่มองเห็นได้หรือไม่	×	×	×	×
24	มีการบันทึกประวัติการใช้สีหรือไม่	×	×	×	×
25	ข้อมูลที่สำคัญที่สุด แสดงอยู่ที่จุดเริ่มต้นของ Prompt หรือไม่	×	×	×	×
26	ตั้งชื่อการทำงานของผู้ใช้ได้สอดคล้องกับ Prompt ทั้งระบบหรือไม่	×	✓	✓	×
27	ตั้งชื่อ object ได้สอดคล้องกับ Prompt ทั้งระบบหรือไม่	×	✓	✓	×

28	Prompt ของ field มีข้อมูลมากกว่าคำอธิบายชื่อ field หรือไม่	✗	✗	✗	✗
29	ในส่วนของคำถามและคำตอบ มีข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับแต่ละคำถามต่างๆ หรือไม่	✗	✗	✗	✗
30	ชื่อของตัวเลือกในเมนูเหมาะสมหรือไม่ ทั้งชื่อเมนูทั้งระบบและการใช้ไวยากรณ์และคำศัพท์ต่างๆ	✗	✓	✓	✓
31	โครงสร้างของตัวเลือกในเมนู เหมาะสมกับชื่อเมนูหรือไม่	✗	✓	✗	✗
32	คำสั่งถูกใช้ในวิธีเดียวกันหรือไม่ และหมายถึงสิ่งเดียวกันหรือไม่ ในแต่ละส่วนของระบบ	✗	✗	✗	✗
33	ภาษาของคำสั่งมีความเหมาะสม เป็นธรรมชาติ และมีระบบช่วยจำหรือไม่	✗	✗	✗	✗
34	คำย่อต่างๆ มีความยาวเท่ากันหรือไม่	✗	✓	✓	✓
35	โครงสร้างของค่าข้อมูลต่างๆ มีความสอดคล้องกันในแต่ละหน้าจอหรือไม่	✗	✓	✗	✓
36	วิธีการเคลื่อนเคอร์เซอร์ไปยัง field ก่อนหน้าและถัดไป มีความสอดคล้องกันทั้งระบบหรือไม่	✗	✗	✗	✓
37	ถ้าระบบมีการป้อนข้อมูลแบบหลายหน้าจอ ทุกๆ หน้าจอมีชื่อเดียวกันหรือไม่	✗	✓	✗	✗
38	ถ้าระบบมีการป้อนข้อมูลแบบหลายหน้าจอ ทุกๆ หน้าจอมีการเรียงลำดับหมายเลขหน้าหรือไม่	✓	✓	✓	✗
39	มีการใช้สี ใช้เครื่องหมาย สำหรับการดึงดูดความสนใจหรือไม่	✗	✗	✓	✓
ร้อยละของปัญหา		69.23	53.85	58.97	64.10

5. ปฏิกริยาตอบโต้จากระบบ (Feedback)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ไอคอนแต่ละอัน ดูกลมกลืนกันในกลุ่มไอคอนเดียวกันหรือไม่	✗	✗	✓	✓
2	หลีกเลี่ยงการนำเอารายละเอียดส่วนเกินมาใช้ในการออกแบบไอคอนหรือไม่	✗	✗	✓	✓

3	มีการใช้สีอย่างระมัดระวังหรือไม่	×	✓	✓	✓
4	มีการลดจำนวนการใช้งานโปรแกรมสำหรับการจัดไฟล์ หรือไม่	×	✓	×	×
5	ถ้าผู้ใช้ทำงานจากเอกสาร รูปแบบหน้าจอมีความเหมาะสมกับรูปแบบเอกสารหรือไม่	✓	✓	×	×
6	มีการใช้สีเพื่อดึงดูดความสนใจ, เพื่อการสื่อสารขององค์กร, เพื่อบอกการเปลี่ยนสถานะ, และเพื่อสร้างความสัมพันธ์หรือไม่	✓	×	✓	×
7	ผู้ใช้สามารถปิดการใช้รหัสสีแบบอัตโนมัติ เมื่อมีความจำเป็น ได้หรือไม่	✓	✓	✓	×
8	มีการลดความต้องการการพิมพ์สำหรับส่วนคำถามและคำตอบ หรือไม่	✓	✓	×	×
9	อุปกรณ์ input ที่เลือกใช้ เหมาะสมกับความต้องการทั่วไปหรือไม่	×	✓	×	✓
10	ถ้าระบบมีการใช้อุปกรณ์ input หลายอย่าง มีการลดการเคลื่อนไหวมือและสายตาของผู้ใช้ ระหว่างอุปกรณ์ input เหล่านั้น หรือไม่	×	×	×	×
11	ถ้าระบบรองรับงานกราฟิกส์ มีอุปกรณ์ชี้ตำแหน่งให้ใช้หรือไม่	✓	✓	✓	×
12	ปุ่มตัวเลขอยู่บริเวณด้านขวาของบริเวณที่เป็นปุ่มตัวอักษรหรือไม่	×	×	×	×
13	ปุ่มฟังก์ชั่นที่มีการใช้งานบ่อย อยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายหรือไม่	✓	✓	✓	✓
14	ระบบมีการแก้ไขข้อมูลกำกวมบางส่วนที่ป้อนเข้าไปใน field หรือไม่	✓	✓	✓	×
ร้อยละของปัญหา		85.71	14.29	14.29	64.29

6. ทางออกที่ชัดเจน (Clearly Marked Exits)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ถ้าการติดตั้ง windows ไม่ใช่งานที่ทำบ่อย ควรจะให้ระบบมีการจำหรือไม่	✓	✓	✓	✓
2	ในระบบมีการใช้ หน้าจอซ้ำซ้อน ง่ายสำหรับผู้ใช้หรือไม่ ที่จะจัดเรียงหน้าจอ	×	×	×	×
3	ในระบบที่มีการใช้หน้าจอซ้ำซ้อน ง่ายต่อผู้ใช้หรือไม่ในการสลับระหว่างหน้าจอ	×	×	×	×
4	เมื่องานของผู้ใช้เสร็จสิ้นแล้ว ระบบบอสัญญาณจากผู้ใช้ก่อนการทำงานอื่นหรือไม่	✓	✓	✓	✓
5	ผู้ใช้สามารถพิมพ์เข้าไปในระบบที่มีเมนูหลายอันได้หรือไม่	×	×	×	×
6	ผู้ใช้รอเพื่อยืนยันคำสั่งที่มีความสำคัญ และอาจทำให้ระบบมีความเสียหาย หรือไม่	×	✓	×	×
7	มีฟังก์ชั่น “undo” ที่ระดับการทำงานต่างๆ การป้อนข้อมูล และกลุ่มการทำงานต่างๆ หรือไม่	×	×	×	×
8	ผู้ใช้สามารถยกเลิกการทำงานที่กำลังดำเนินการอยู่ได้หรือไม่	✓	✓	✓	✓
9	ในคำสั่งต่างๆ สามารถแก้ไขตัวอักษรได้หรือไม่	×	×	×	×
10	ผู้ใช้สามารถลดเวลาในการป้อนข้อมูล ด้วยการคัดลอกและเปลี่ยนแปลงข้อมูลเดิมได้หรือไม่	×	×	×	×
11	ในการป้อนข้อมูลต่างๆ สามารถแก้ไขตัวอักษรได้หรือไม่	×	×	×	×
12	ถ้ารายการเมนูยาว (มากกว่า 7 รายการ) ผู้ใช้สามารถเลือกเมนูได้โดยการเคลื่อนเคอร์เซอร์ หรือการพิมพ์รหัสการใช้งานได้หรือไม่	×	×	×	×
13	ถ้าระบบใช้อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง ผู้ใช้มีทางเลือกในการคลิกเมนู หรือใช้แป้นพิมพ์หรือไม่	×	×	×	×
14	เมนูมีความกว้าง (หลายรายการในเมนู) มากกว่าความลึก (มีเมนูหลายระดับ) หรือไม่	✓	✓	✓	×
15	ถ้าระบบมีเมนูหลายอัน มีกลไกให้ผู้ใช้สามารถกลับไป	✓	✓	✓	×

	เมนูก่อนหน้านี้หรือไม่				
16	ถ้าผู้ใช้สามารถกลับไปที่เมนูก่อนหน้านี้ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนกลับไปที่ข้อเลือกเมนูก่อนหน้าได้อีกหรือไม่	✓	✓	✓	×
17	ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างข้อมูล หรือตัวเลือกต่างๆ ในหน้าจอ หรือไม่	×	×	×	×
18	ถ้าระบบมีหน้าจอการป้อนข้อมูลหลายจอ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างหน้าจอต่างๆ เหล่านั้นได้หรือไม่	×	×	×	×
19	ถ้าระบบมีการถามและตอบ ผู้ใช้สามารถกลับไปที่คำถามก่อนหน้านี้ และสามารถข้ามไปยังคำถามต่อไปได้หรือไม่	×	×	×	×
20	ฟังก์ชั่นคีย์ สามารถทำให้เกิดการทำงานแบบ undo ได้หรือไม่	×	×	×	×
21	ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานได้หรือไม่	✓	✓	✓	✓
22	ถ้าระบบอนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงการทำงานแล้ว มีกลไกตอบสนอง เพื่อให้สามารถ undo ได้หรือไม่	×	×	×	×
23	ผู้ใช้สามารถกำหนดระบบได้เอง ขั้นตอนการทำงาน ไฟล์ข้อมูล และค่าเริ่มต้นของหน้าจอได้หรือไม่	×	×	×	×
ร้อยละของปัญหา		69.57	65.22	69.57	82.61

7. ทางลัด (Shortcuts)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ถ้าระบบใช้อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง ผู้ใช้มีทางเลือกได้ทั้งการคลิกที่ field หรือใช้ปุ่ม shortcut ได้หรือไม่	×	×	×	×
2	ระบบมีปุ่ม shortcut สำหรับ “find next” และ “find previous” สำหรับการสืบค้นฐานข้อมูลหรือไม่	×	×	×	×
3	ในหน้าจอการป้อนข้อมูล ผู้ใช้มีทางเลือกได้ทั้งการคลิกโดยตรงที่ field หรือการใช้ปุ่ม shortcut หรือไม่	×	×	×	✓
4	ที่เมนู ผู้ใช้มีทางเลือกได้ ทั้งการคลิกโดยตรงที่รายการในเมนู หรือการใช้ปุ่ม shortcut หรือไม่	×	×	×	×
5	ในหน้าจอต่างๆ ผู้ใช้มีทางเลือกได้ ทั้งการคลิกโดยตรงที่ตัวเลือกของหน้าจอต่างๆ หรือการใช้ปุ่ม shortcut	×	×	×	×

	หรือไม่				
6	ผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญแล้ว สามารถข้ามหน้าจอที่เชื่อมโยงกันด้วยการพิมพ์ล่วงหน้า, การใช้คำสั่งมาโครที่กำหนดเอง, หรือการใช้ปุ่ม shortcut ได้หรือไม่	×	×	×	×
ร้อยละของปัญหา		100.00	100.00	100.00	83.33

8. ข้อความในการแสดงความผิดพลาดที่ดี (Good Error Messages)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ใช้เสียงสำหรับแสดงข้อผิดพลาดหรือไม่	×	✓	✓	✓
2	Prompt ถูกนำมาใช้ โดยไม่มีการแสดงข้อความวิกฤตให้กับผู้ใช้ หรือไม่	✓	×	×	✓
3	Prompt บอกว่าผู้ใช้อยู่ในการควบคุมหรือไม่	✓	×	×	✓
4	Prompt กระทัดรัดเกินไปและเข้าใจยากหรือไม่	✓	×	×	×
5	มีข้อความแสดงความผิดพลาดที่เกิดจากระบบ ไม่ใช่จากผู้ใช้หรือไม่	×	✓	✓	×
6	ถ้ามีข้อความแสดงความผิดพลาดในเชิงตลก มีความเหมาะสมหรือไม่ และถูกกาละเทศะ หรือไม่	×	×	×	×
7	ข้อความผิดพลาดมีความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์หรือไม่	×	✓	✓	✓
8	หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องหมายตกใจ ในการแสดงข้อความผิดพลาดหรือไม่	✓	✓	✓	✓
9	ข้อความผิดพลาดมีการหลีกเลี่ยงการใช้คำก้าวร้าวหรือไม่	✓	✓	✓	✓
10	ข้อความผิดพลาดมีการหลีกเลี่ยงการใช้โทนเสียงของมนุษย์หรือไม่	✓	✓	✓	✓
11	ข้อความผิดพลาดทั้งหมดในระบบใช้ไวยากรณ์รูปแบบ คำศัพท์ และคำย่อ ที่สอดคล้องกันหรือไม่	✓	✓	✓	✓
12	ข้อความต่างๆ บอกว่าผู้ใช้อยู่ในการควบคุมของระบบหรือไม่	×	×	×	×
13	ภาษาคำสั่งที่ใช้ ใช้หลักการเขียนคำสั่งแบบธรรมดาหรือไม่	✓	✓	✓	✓

14	ภาษาคำสั่งมีการใช้คำแปลกๆ เครื่องหมายวรรคตอนที่ไม่ใช่ภาษาอังกฤษ ยกเว้นสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้รู้จักอยู่แล้ว หรือไม่	✓	✓	✓	✓
15	ถ้าข้อผิดพลาดถูกตรวจพบในการป้อนข้อมูล ระบบจะแสดงเคอร์เซอร์หรือ highlight ข้อผิดพลาดนั้นหรือไม่	×	×	×	×
16	ข้อความผิดพลาดบอกให้ผู้ใช้ทราบถึงความรุนแรงหรือไม่	×	✓	✓	×
17	ข้อความผิดพลาดบอกถึงสาเหตุของปัญหาหรือไม่	×	✓	✓	✓
18	ข้อความผิดพลาดมีข้อมูลและความหมายที่เหมาะสมหรือไม่	×	×	✓	×
19	ข้อความผิดพลาดมีข้อมูลที่เหมาะสมในประโยคหรือไม่	×	×	✓	×
20	ข้อความผิดพลาดมีการบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าต้องมีการแก้ไขข้อผิดพลาดหรือไม่	×	×	×	×
21	ถ้าระบบรองรับทั้งผู้ใช้หัดใหม่และผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดของข้อผิดพลาดหลายระดับหรือไม่	×	✓	×	×
ร้อยละของปัญหา		61.90	19.05	14.29	42.86

9. การป้องกันความผิดพลาด (Prevent Errors)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ถ้าฐานข้อมูลรวมกลุ่มของข้อมูล ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้มากกว่า 1 กลุ่มในหน้าจอเดียวกันหรือไม่	×	✓	✓	×
2	ใช้เครื่องหมาย dot หรือ underscore เพื่อบอกถึงความยาวของ field หรือไม่	×	✓	×	×
3	ชื่อตัวเลือกในเมนู ที่อยู่สูงกว่า ถูกใช้เป็นชื่อเมนูของตัวเลือกที่อยู่ต่ำกว่าหรือไม่	×	×	×	×
4	ตัวเลือกในเมนูมีความเหมาะสม ชัดเจน และแตกต่างกันหรือไม่	×	×	×	×
5	ข้อมูล input เป็นแบบซ่อนได้หรือไม่	×	×	×	×
6	ถ้าระบบแสดงหน้าจอหลายอัน ตัว navigation	×	×	×	×

	ระหว่างหน้าจอมีความเรียบง่าย และเห็นได้ชัดหรือไม่				
7	ปุ่มฟังก์ชั่นต่างๆ ที่สามารถทำให้เกิดปัญหาร้ายแรงอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เสี่ยงหรือไม่	×	✓	×	×
8	ปุ่มฟังก์ชั่นต่างๆ ที่สามารถทำให้เกิดปัญหาร้ายแรงได้ อยู่ห่างจากปุ่มที่ใช้บ่อยๆ หรือไม่	✓	×	✓	✓
9	มีการลดจำนวนการใช้งานปุ่มที่ไม่จำเป็นหรือไม่	✓	✓	✓	×
10	ถ้าระบบมีการใช้งานปุ่มที่ไม่จำเป็น ปุ่มเหล่านั้นถูกใช้อย่างเหมาะสมตลอดทั้งระบบหรือไม่	✓	✓	✓	×
11	ระบบมีการป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากผู้ใช้หรือไม่	×	✓	×	×
12	ระบบมีการเตือนผู้ใช้ กรณีที่ผู้ใช้อาจทำให้ระบบผิดพลาดรุนแรง หรือไม่	×	✓	×	×
13	ระบบสามารถแปลคำสั่งต่างๆ ของผู้ใช้ได้อย่างฉลาดหรือไม่	×	×	×	×
14	หน้าจอสำหรับการป้อนข้อมูล บอกจำนวนของตัวอักขระในช่องของการป้อนข้อมูลหรือไม่	×	✓	✓	×
15	หน้าจอสำหรับการป้อนข้อมูล มีค่าเริ่มต้นให้หรือไม่	×	×	×	✓
ร้อยละของปัญหา		80.00	46.67	66.67	86.67

10. ระบบช่วยเหลือ และเอกสาร (Help and Documentation)

#	Review Checklist	FM200	PAC	UPS	GEN
1	ถ้าผู้ใช้กำลังทำงานจากเอกสาร มีส่วนใดที่เอกสารสามารถเชื่อมโยงผู้ใช้ให้ทำงานแบบ on-line ได้หรือไม่	×	×	×	×
2	คำแนะนำ on-line สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และโดนเด่นหรือไม่	×	×	×	×
3	คำแนะนำต่างๆ เป็นไปตามลำดับการทำงานของผู้ใช้หรือไม่	×	×	×	×
4	ถ้าตัวเลือกในเมนูมีความกำกวม ระบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมหรือไม่ เมื่อมีการเลือก item ต่างๆ	×	×	×	×

5	หน้าจอการป้อนข้อมูลต่างๆ มีระบบการค้นหา และมีคำสั่งการใช้งานที่ชัดเจนหรือไม่	×	×	×	×
6	มีเครื่องมือช่วยจำสำหรับคำสั่งหรือไม่ ทั้งการอ้างอิง online แบบรวดเร็ว และการแสดงแบบ Prompt	×	×	×	×
7	ฟังก์ชันการช่วยเหลือ สามารถมองเห็นได้หรือไม่ เช่น มีปุ่มที่ชื่อ HELP หรือเมนูพิเศษอื่นๆ	×	×	×	×
8	การค้นหา : ข้อมูลค้นได้ง่ายหรือไม่	×	×	×	×
9	การนำเสนอ : เป็นรูปแบบที่ได้รับการออกแบบอย่างดีหรือไม่	×	✓	×	✓
10	การสื่อสาร : ข้อมูลมีความถูกต้อง สมบูรณ์ และเข้าใจได้หรือไม่	×	×	×	✓
11	ข้อมูลมีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่	×	×	✓	×
12	Goal-oriented (ฉันสามารถทำอะไรได้บ้างกับโปรแกรมนนี้)	×	×	×	×
13	ลักษณะ (ใช้สำหรับทำอะไร)	×	×	×	×
14	กระบวนการ (ฉันจะทำงานนี้ได้อย่างไร)	×	×	×	×
15	แปลความหมายได้ (ทำไมถึงเกิดขึ้น)	×	✓	✓	✓
16	การค้นหา การนำทาง (ฉันอยู่ที่ไหน)	×	×	×	×
17	มีระบบความช่วยเหลือที่เกี่ยวกับสิ่งรอบข้างหรือไม่	×	×	×	×
18	ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนระดับของรายละเอียดที่มีอยู่ได้หรือไม่	×	×	×	×
19	ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนกลับไปมา ระหว่างตัวช่วยเหลือและงานที่กำลังทำอยู่ ได้ง่ายหรือไม่	×	×	×	×
20	การเข้าถึงและออกจากระบบช่วยเหลือ ทำได้ง่ายหรือไม่	×	×	×	×
21	หลังจากเข้าไปที่ระบบช่วยเหลือ ผู้ใช้สามารถกลับมาทำงานที่ทิ้งไว้ต่อจากเดิมได้หรือไม่	×	×	×	×
ร้อยละของปัญหา		100.00	86.36	86.36	81.82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

คู่มือการทำงานของสภาพแวดล้อมที่สำคัญ

ระบบป้องกันและดับเพลิง (FM200)

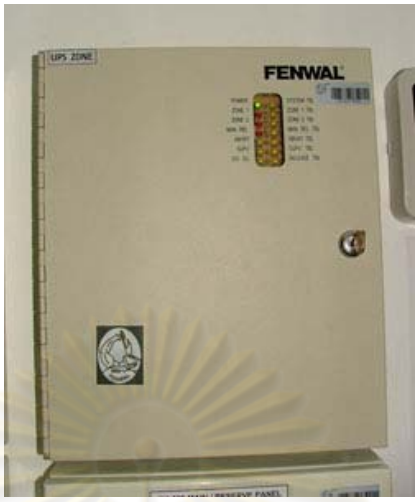
ขั้นตอนการทำงานของระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ

1. DETECTOR ZONE A ส่งสัญญาณเข้าตู้ควบคุม
2. สัญญาณเตือนดังสลับเป็นช่วง
3. DETECTOR ZONE A และ B ส่งสัญญาณเข้าตู้ควบคุม
4. สัญญาณเตือนดังต่อเนื่องตลอดเวลา
5. เมื่อมีสัญญาณเตือนดังต่อเนื่อง ระบบจะเริ่มถอยหลัง 30 วินาที และตู้ควบคุมจะสั่งฉีดน้ำยาทันที
6. แต่เมื่อกด ABORT SWITCH ค้างไว้ในช่วงใดช่วงหนึ่งของ 30วินาที ในการนับถอยหลัง ระบบจะหยุดนับถอยหลัง เมื่อปล่อย ABORT SWITCH ระบบจะนับถอยหลังต่อ 10วินาที และจะสั่งฉีดน้ำยาทันที

รูปที่ ค.1 ตัวตรวจจับควันไฟแบบเลเซอร์

รูปที่ ค.2 กริ่งสัญญาณเตือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

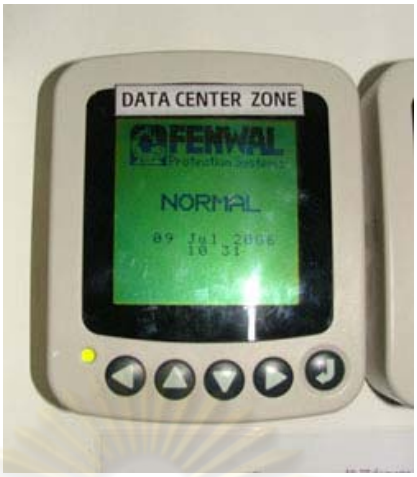


รูปที่ ค.3 ตู้ควบคุมระบบดับเพลิง FENWAL รุ่น 2320

รูปที่ ค.4 ตัวตรวจจับแบบไฟฟ้า

รูปที่ ค.5 หลอดไฟจังหวะสัญญาณเตือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.6 ชุดควบคุมตัวตรวจจับแบบเลเซอร์

รูปที่ ค.7 ABORT SWITCH

การทำงานของระบบดับเพลิงด้วยมือ

1. ดึง MANUAL RELEASE ระบบสัญญาณดังต่อเนื่องตลอดเวลา ระบบจะสั่งฉีดน้ำยาทันที
2. ดึงลวดที่หัว VALVE แล้วดึงเหล็กล็อคออกพร้อมกับดึงคันโยกให้ไปในตำแหน่ง 90 องศา ระบบจะฉีดน้ำยาทันที

รูปที่ ค.8 MANUAL REALEASE

รูปที่ ค.9 วาล์วที่ถังน้ำยาดับเพลิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Power Generator)

1. หน้าจอแสดงผลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR SET CONTROL PANEL)

รูปที่ ค.10 หน้าจอแสดงผลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

FAULT INDICATOR ตำแหน่งติดตั้งอยู่ส่วนหน้าของแผงควบคุมถูกใช้ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาด ในกรณีต่างๆ

- ALARM INDICATIOR สีเหลืองกระพริบเมื่อแผงควบคุมตรวจพบสิ่งผิดปกติที่เป็นสภาวะของ ALARM โดยที่เครื่องยนต์ยังคง RUN และ START ต่อไปได้, FAULT ALARM จะกระพริบพร้อมทั้งแสดง ALARM CODE ที่จอด้านบนเมื่อ ALARM CODE ถูกกดเพื่อแสดง
- FAULT SHUTDOWN INDICATOR สีแดงกระพริบเมื่อแผงควบคุมตรวจเช็คพบความผิดปกติที่เป็นสภาวะ SHUNTDOWN เครื่องยนต์จะดับ ถ้ากำลังทำงานอยู่ และจะไม่สามารถ START ใช้งานได้อีกพร้อมทั้งจะแสดง DIAGNOSTIC FAULT CODE ที่จอด้านบน

PANEL LIGHT SWITCH

- DISPLAY แสดงค่าความต่างศักย์, กระแสไฟฟ้า และความถี่ แต่ละเฟสสามารถตรวจสอบได้ด้วย PHASE SELECT และยังใช้แสดง FAULT CODES ด้วย
- LOWER DISPLAY แสดงค่าความต่างศักย์ของแบตเตอรี่, ชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์, รอบการทำงานเครื่องยนต์ และแรงดันน้ำมันเครื่องและความร้อนของเครื่องยนต์ ค่าเหล่านี้แสดงอยู่ประมาณ 2 วินาที และจะเลื่อนไปแสดงค่าต่างๆต่อไป แต่สามารถหยุดดูค่าเหล่านี้ได้ด้วยการกดไปที่ ENGINE METER KEY ค่านั้นก็จะหยุดให้ดู และจะสามารถเลื่อนดูค่าต่อไปได้ก็ด้วยการกดปุ่มเดิมซ้ำอีก 1ครั้งหนึ่ง ENGINE METER KEY 3

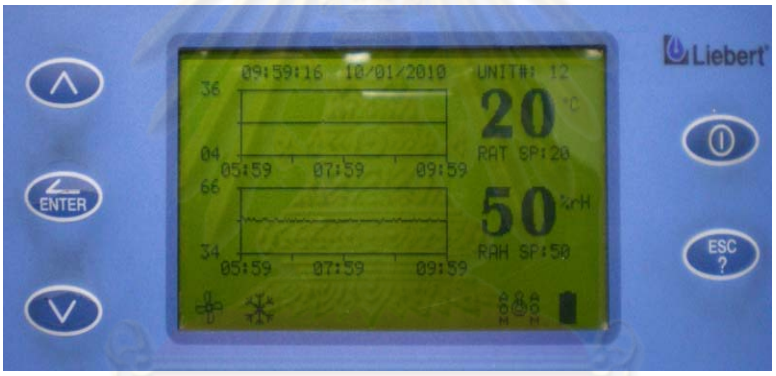
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องปรับอากาศชนิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Precision Air Conditioning)

เครื่องปรับอากาศชนิดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของห้องคอมพิวเตอร์ เป็นระบบ High Precision, Lowest energy consumption environment control ของ LIEBERT ซึ่งจะทำการควบคุมสภาพแวดล้อมทางอากาศได้อย่างเที่ยงตรงทั้งทางด้านอุณหภูมิและความชื้น ที่ซึ่งใช้พลังงานน้อยที่สุด ใน Precision Air โดยเครื่องปรับอากาศจะเป็นชนิด Down flow ให้ Supply Air ลงไปใต้พื้นยกในบริเวณห้อง Computer แล้ว Return กลับ โดยผ่าน High efficiency filter ของเครื่องทางด้านบนของเครื่องปรับอากาศ

MAIN GRAPHICS SCREEN

แสดงค่าต่าง ๆ ที่แสดงสถานะของการทำงานของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ ค.11 หน้าจอแสดงผลของเครื่องปรับอากาศ

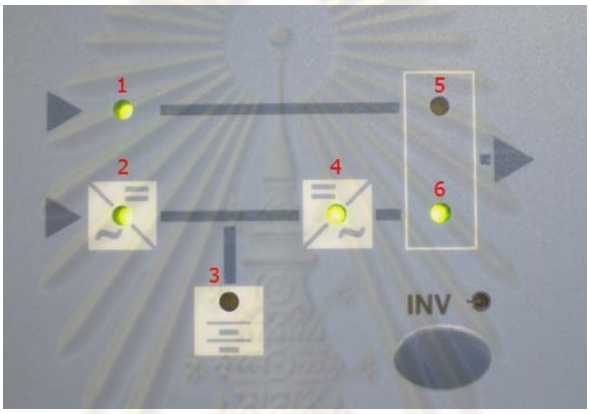
Temperature Graph	แสดงกราฟของอุณหภูมิที่ผ่านมาใน 4 ชั่วโมงสุดท้าย
Relative Humidity Graph	แสดงกราฟของความชื้น ที่ผ่านมาใน 4 ชั่วโมงสุดท้าย
Operating Mode Icons	เป็นไอคอนที่บอกว่าขณะนี้เครื่องกำลังทำงานโหมดใด
Time	แสดงเวลาปัจจุบัน
Date	วันที่ปัจจุบัน
Unit Number	หมายเลขเครื่อง
Actual Temperature	อุณหภูมิปัจจุบัน
Temperature Set point	อุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้
Actual Relative Humidity	ค่าความชื้นปัจจุบัน
Relative Humidity Set point	ค่าความชื้นที่ตั้งค่าไว้

ระบบสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ (Uninterruptible power supply)

การทำงานในโหมดปกติ

ในสภาวะที่แรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าทางด้านขาเข้า

- จากรูปที่ ค.12 LED ที่ (1) , (2) , (4) และ (6) ติดสีเขียว
- โหลดได้รับพลังงานไฟฟ้าจากทางด้าน Input Mains Supply (1) โดยผ่านภาค Rectifier (2) และภาค Inverter (4) จ่ายไปให้โหลด
- ภาค Rectifier/Charger (2) ทำการประจุกระแสให้กับภาคแบตเตอรี่ (3)



รูปที่ ค.12 หน้าจอของเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ เมื่อทำงานในสภาวะปกติ

การทำงานในโหมดสำรองไฟฟ้าจากแบตเตอรี่

ในกรณีที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทางด้านขาเข้า เกิดความผิดปกติของแรงดันไฟฟ้าหรือความถี่ทางด้านขาเข้าภาค Rectifier/Charger (2) จะหยุดทำงานและแบตเตอรี่ (3) จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองให้กับด้านขาเข้าของ Inverter (4) เพื่อทำการแปลงแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ LED ดวงที่ (3),(4) และ (6) จะติดสีเขียว และแสดงข้อความที่หน้าจอ Display ว่า “LOAD PROTECED, BATTERY ON LOAD” และตามด้วยข้อความ Autonomy XXX Min.

การทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อรับไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้า (AC source) หายไป เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) จะทำงานโดยอัตโนมัติและทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตู้ไฟฟ้าขาเข้าของเครื่องสำรองไฟฟ้า และเมื่อไฟฟ้ากลับมา ก็จะโอนย้ายไปรับไฟฟ้าจาก AC source และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะหยุดทำงาน อุปกรณ์ในการโอนย้ายแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ไปใช้ไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และโอนย้ายแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปใช้งานจากไฟของการไฟฟ้านั่นคือ ATS (Automatic

transfer switch) ในช่วงระหว่างการโอนย้ายจากไฟการไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่น เครื่องสำรองไฟฟ้าจะทำการจ่ายไฟฟ้า ให้กับโหลดโดยรับไฟจากแบตเตอรี่ลำดับในการทำงานเป็นดังนี้

1. เมื่อแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้า (Input Mains Supply) หายไปแบตเตอรี่ (D) จะจ่ายพลังงานให้กับภาค Inverter (B) เพื่อแปลงพลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อจ่ายให้กับโหลดใน ช่วงก่อนที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำงานได้ในสภาวะคงที่
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ทำงานและจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขาเข้าของเครื่องสำรองไฟฟ้า ภาค rectifier (A) ทำงานกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่ให้กับภาค Inverter (B) และกระแสส่วนหนึ่งจะทำการประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ (D) เพื่อสะสมพลังงานเก็บไว้ใช้งาน
3. เมื่อแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้า (Input Mains Supply) กลับมา จะมีการโอนย้ายการใช้งานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปใช้งานไฟของการไฟฟ้า (Input Mains Supply) ในช่วงของการโอนย้ายนี้จะมีผลทำให้แรงดันทางด้านขาเข้าของเครื่องสำรองไฟฟ้าหายไป ในช่วงเวลานี้แบตเตอรี่ (D) จะจ่ายพลังงานให้กับภาค Inverter (B) เพื่อแปลงพลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับโหลด
4. เมื่อโอนย้ายมารับแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเรียบร้อย และจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขาเข้าของเครื่องสำรองไฟฟ้า ภาค rectifier(A) ทำงานกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่ให้กับภาค Inverter (B) และกระแสส่วนหนึ่งจะทำการประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ (D) เพื่อสะสมพลังงานเก็บไว้ใช้งาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายบพิตร ไชยนอก เกิดวันที่ 30 มกราคม พ.ศ.2516 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เมื่อปี 2541 หลังจากนั้นได้เข้ามาศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย