

การขยายความสามารถตามรอยความต้องการด้วยพฤติกรรมของ  
ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ



นายสุรเชษฐ์ สุรย์สงธานี

# ศูนย์วิทยพัทยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENHANCEMENT OF REQUIREMENTS TRACEABILITY WITH BEHAVIOR OF  
REQUIREMENTS RELATIONSHIP



Mr. Surachet Soonsongtanee

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การขยายความสามารถตามรอยความต้องการด้วย  
พฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ

โดย

นายสุรเชษฐ์ สุรย์ส่องธानी

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.ญาใจ ลิ้มปิยะกรณ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาใจ ลิ้มปิยะกรณ์)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.นัทธี นิกานันท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ดร.ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต)

นายสุรเชษฐ์ สุรย์ส่องธानी : การขยายความสามารถตามรอยความต้องการด้วย  
พฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ. (ENHANCEMENT OF  
REQUIREMENTS TRACEABILITY WITH BEHAVIOR OF REQUIREMENTS  
RELATIONSHIP) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.ญาใจ ลิ้มปิยะกรณ, 86 หน้า.

ความสามารถตามรอยความต้องการจะช่วยวิเคราะห์ผลกระทบ และความไม่ตรงกัน  
ของความต้องการสืบต่อหรือผลิตภัณฑ์งานอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการของ  
ผู้ใช้ โดยทั่วไปเมตริกซ์ตามรอยเป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการ  
ดังกล่าว งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางขยายความสามารถเมตริกซ์ตามรอยด้วยแผนภาพสถานะ  
ของยูเอ็มแอล ซึ่งช่วยอธิบายพฤติกรรมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งาน  
ทำให้ทราบว่าเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นกับผลิตภัณฑ์งานใด รวมทั้งสามารถกำหนดกิจกรรมที่พึง  
กระทำซึ่งเป็นเงื่อนไขก่อนการเปลี่ยนผ่านสถานะ ทำให้กระบวนการจัดการการเปลี่ยนแปลง  
ความต้องการมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต .. สุรเชษฐ์ สุรย์ส่องธानी ..  
สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์..... ลายมือ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .. al ..  
ปีการศึกษา : 2553.....

## 5171448721 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS : REQUIREMENTS TRACEABILITY / TRACEABILITY MATRIX / STATE  
DIAGRAM / REQUIREMENTS MANAGEMENT

SURACHET SOONSONGTANEE: ENHANCEMENT OF REQUIREMENTS  
TRACEABILITY WITH BEHAVIOR OF REQUIREMENTS RELATIONSHIP.  
THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. YACHAI LIMPIYAKORN, Ph.D., 86 pp.

Requirements traceability would help analyzing the impact and inconsistency among derived requirements or work products due to user requirements changes. Typically, a traceability matrix is used as a requirements traceability tool to facilitate managing requirements changes. This research presents approach for enhancing the traceability matrix with UML state diagrams, which would help describe the behavior relationships among requirements or work products. This could notify us about the events that have occurred to certain work products. Additionally, it enables defining the activities as the pre-conditions for state transition. As a result, the approach would increase the efficiency of requirements change management process.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Computer Engineering .....

Student's Signature

Field of Study : Computer Science .....

Advisor's Signature

Academic Year : 2010 .....

ศุภเชษฐ์ สุรปลั่งระพี  
Y. Limpiyakorn

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ญาใจ ลิ้มปิยะภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้สละเวลาให้ความรู้ คำปรึกษา ตรวจสอบ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ตลอดจนการกำกับดูแลและคอยติดตามความก้าวหน้า ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุลม, อาจารย์ ดร.นัทธี นิภานันท์ และ ดร.ภาสกร อภีร์กษัรพินิต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการศึกษา รวมไปถึงทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งมีได้กล่าวนามในที่นี้

สุดท้ายนี้ หากมีสิ่งใดขาดตกบกพร่องหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจจะศึกษารายละเอียดต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์.....	3
1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
บทที่ 3 การออกแบบขั้นตอนการดำเนินงาน.....	16
3.1 แผนภาพสถานะในบริบทของความสามารถตามรอยความต้องการ.....	16
3.2 กระบวนการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Process).....	17
บทที่ 4 การพัฒนาระบบ.....	22
4.1 พีเจอร်ผลิตภัณ์ท์ของระบบ.....	22
4.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....	23
4.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram).....	24
4.4 แผนภาพคลาส (Class Diagram).....	29
4.5 เครื่องมือและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนา.....	33
4.6 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	34
บทที่ 5 การทดสอบระบบ.....	46

5.1 การทดสอบความถูกต้องของระบบ.....	46
5.2 การทดสอบการใช้งานเพื่อสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์.....	50
5.2 สรุปผลการทดลอง.....	61
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	62
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	62
6.2 ข้อจำกัด.....	62
6.3 แนวทางการวิจัยต่อ.....	62
รายการอ้างอิง.....	63
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก. คำอธิบายยูสเคส.....	65
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	86



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	พีเจอร์ผลิตภัณฑ์ ..... 22
ตารางที่ 2	ผลการทดสอบตามความต้องการเชิงหน้าที่ ..... 46
ตารางที่ 3	เหตุการณ์และการเปลี่ยนสถานะระหว่างชนิดความต้องการของผู้ใช้และชนิดพีเจอร์ ผลิตภัณฑ์ ..... 52
ตารางที่ 4	เหตุการณ์และการเปลี่ยนสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความ ต้องการเชิงหน้าที่ ..... 53
ตารางที่ 5	เหตุการณ์และการเปลี่ยนสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความ ต้องการเชิงหน้าที่ ..... 54
ตารางที่ 6	คำอธิบายยูสเคสสร้างโครงการ ..... 65
ตารางที่ 7	คำอธิบายยูสเคสเปิดโครงการ ..... 65
ตารางที่ 8	คำอธิบายยูสเคสปิดโครงการ ..... 66
ตารางที่ 9	คำอธิบายยูสเคสบันทึกโครงการ ..... 67
ตารางที่ 10	คำอธิบายยูสเคสสร้างความต้องการ ..... 67
ตารางที่ 11	คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงความต้องการ ..... 68
ตารางที่ 12	คำอธิบายยูสเคสลบความต้องการ ..... 69
ตารางที่ 13	คำอธิบายยูสเคสสร้างผลกระทบความต้องการ ..... 69
ตารางที่ 14	คำอธิบายยูสเคสสร้างความสัมพันธ์ ..... 70
ตารางที่ 15	คำอธิบายยูสเคสลบความสัมพันธ์ ..... 71
ตารางที่ 16	คำอธิบายยูสเคสสร้างแพ็คเกจ ..... 71
ตารางที่ 17	คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงแพ็คเกจ ..... 72
ตารางที่ 18	คำอธิบายยูสเคสลบแพ็คเกจ ..... 72
ตารางที่ 19	คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงสถานะปัจจุบัน ..... 73
ตารางที่ 20	คำอธิบายยูสเคสลบผลกระทบความต้องการ ..... 74
ตารางที่ 21	คำอธิบายยูสเคสสร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ ..... 74
ตารางที่ 22	คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ ..... 75
ตารางที่ 23	คำอธิบายยูสเคสลบเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ ..... 76
ตารางที่ 24	คำอธิบายยูสเคสแสดงแผนภาพสถานะ ..... 76
ตารางที่ 25	คำอธิบายยูสเคสแสดงสถานะประวัติ ..... 77

ตารางที่ 26	คำอธิบายยุทธศาสตร์สร้างชนิดความต้องการ .....	78
ตารางที่ 27	คำอธิบายยุทธศาสตร์ปรับปรุงชนิดความต้องการ .....	79
ตารางที่ 28	คำอธิบายยุทธศาสตร์ลบชนิดความต้องการ .....	79
ตารางที่ 29	คำอธิบายยุทธศาสตร์สร้างสถานะความสัมพันธ์.....	80
ตารางที่ 30	คำอธิบายยุทธศาสตร์ปรับปรุงสถานะความสัมพันธ์.....	81
ตารางที่ 31	คำอธิบายยุทธศาสตร์ลบสถานะความสัมพันธ์.....	82
ตารางที่ 32	คำอธิบายยุทธศาสตร์สร้างการเปลี่ยนสถานะ.....	83
ตารางที่ 33	คำอธิบายยุทธศาสตร์ปรับปรุงการเปลี่ยนสถานะ.....	84
ตารางที่ 34	คำอธิบายยุทธศาสตร์ลบการเปลี่ยนสถานะ.....	85



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ทิศทางการตามรอยความต้องการ .....	6
รูปที่ 2 ตัวอย่างการตามรอยแนวตั้งและแนวราบ .....	7
รูปที่ 3 ความสามารถตามรอยความต้องการแบบทางตรงในสภาวะปกติ .....	7
รูปที่ 4 ความสามารถตามรอยความต้องการแบบทางตรงในสภาวะสงสัย .....	8
รูปที่ 5 ตัวอย่างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการของเครื่องมือ Cameo Requirements+ .....	9
รูปที่ 6 ตัวอย่างรายละเอียดความสัมพันธ์ของเครื่องมือ Cameo Requirements+ .....	9
รูปที่ 7 ตัวอย่างโมเดลตามรอยความต้องการ .....	10
รูปที่ 8 สัญลักษณ์สถานะ .....	11
รูปที่ 9 สัญลักษณ์สถานะเริ่มต้น .....	11
รูปที่ 10 สัญลักษณ์สถานะสิ้นสุด .....	11
รูปที่ 11 สัญลักษณ์การเปลี่ยนสถานะ .....	12
รูปที่ 12 สัญลักษณ์การเปลี่ยนสถานะที่มีเงื่อนไขคุม .....	12
รูปที่ 13 สัญลักษณ์การเปลี่ยนสถานะที่มีเหตุการณ์ (Event) และการกระทำ (Action) .....	12
รูปที่ 14 โมเดลตามรอยความต้องการ .....	17
รูปที่ 15 โมเดลตามรอยความต้องการที่ระบุชนิดความสามารถตามรอยที่เป็นไปได้ .....	17
รูปที่ 16 อินสแตนซ์ของคลาสในโมเดลตามรอยความต้องการ .....	18
รูปที่ 17 อินสแตนซ์ของคลาสและความสัมพันธ์ในโมเดลตามรอยความต้องการ .....	18
รูปที่ 18 เมตริกซ์ตามรอยความต้องการของอินสแตนซ์ของคลาสและความสัมพันธ์ .....	19
รูปที่ 19 แผนภาพสถานะของเส้นเชื่อมคลาส .....	19
รูปที่ 20 แผนภาพสถานะระหว่างความต้องการของผู้ใช้และความต้องการเชิงหน้าที่ .....	20
รูปที่ 21 การใช้แผนภาพสถานะร่วมกับเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ .....	21
รูปที่ 22 แผนภาพยูสเคส .....	23
รูปที่ 23 แผนภาพกิจกรรมการบทบาทการใช้งานของผู้ใช้ .....	24
รูปที่ 24 แผนภาพกิจกรรมสร้างและระบุชนิดความต้องการ .....	25
รูปที่ 25 แผนภาพกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์และแผนภาพสถานะ .....	26
รูปที่ 26 แผนภาพกิจกรรมสร้างและระบุสถานะความสัมพันธ์ .....	27
รูปที่ 27 แผนภาพกิจกรรมจัดการผลกระทบความต้องการและเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน .....	28
รูปที่ 28 แผนภาพคลาส .....	30

รูปที่ 29	หน้าจอสำหรับการใช้งานของโปรแกรม .....	34
รูปที่ 30	ต้นไม้นำทาง .....	35
รูปที่ 31	แท็บสารสนเทศ .....	35
รูปที่ 32	แท็บความสัมพันธ์ .....	36
รูปที่ 33	แท็บเมตริกซ์ .....	37
รูปที่ 34	แท็บมุมมองกราฟ .....	37
รูปที่ 35	เมนูบาร์และเมนูย่อย .....	39
รูปที่ 36	เมนูคลิกขวา .....	39
รูปที่ 37	แท็บชนิดความต้องการของไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง .....	40
รูปที่ 38	จัดการการสถานะในแท็บนิยามสถานะความสัมพันธ์ของไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง	41
รูปที่ 39	จัดการการเปลี่ยนสถานะในแท็บนิยามสถานะของไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง .....	41
รูปที่ 40	ไดอะล็อกการเลือกความสัมพันธ์ .....	42
รูปที่ 41	ไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน .....	43
รูปที่ 42	ไดอะล็อกแผนภาพสถานะ .....	43
รูปที่ 43	ไดอะล็อกสถานะประวัติ .....	44
รูปที่ 44	ไดอะล็อกเกี่ยวกับ .....	44
รูปที่ 45	การแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ .....	45
รูปที่ 46	แผนภาพสถานะระหว่างชนิดความต้องการของผู้ใช้และชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์ .....	52
รูปที่ 47	แผนภาพสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความต้องการเชิงหน้าที่ .....	54
รูปที่ 48	แผนภาพสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ ..	55
รูปที่ 49	แท็บมุมมองกราฟจากกรณีศึกษา .....	59
รูปที่ 50	แท็บเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์แบบทางอ้อมจากกรณีศึกษา .....	59
รูปที่ 51	การแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้จากกรณีศึกษา .....	60
รูปที่ 52	ไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบันจากกรณีศึกษา .....	61

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการความต้องการ (Requirements Management) เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในโครงการซอฟต์แวร์ ซึ่งต้องการความสามารถตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability) เพื่อช่วยวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้ต่อผลิตภัณฑ์งาน (Work Products) ต่างๆในโครงการซอฟต์แวร์ ได้แก่ ความต้องการเชิงหน้าที่ (Functional Requirements) เอกสารการออกแบบ (Design Document) หรือกรณีทดสอบ (Test Cases) เป็นต้น [1] เครื่องมือจัดการความต้องการในท้องตลาดทั้งประเภทเอกสารเป็นศูนย์กลาง (Document – Centric) เช่น IBM Rational® RequisitePro® หรือประเภทฐานข้อมูลเป็นศูนย์กลาง (Database – Centric) เช่น Borland® CaliberRMTM, Open Source Management Requirements Tool (OSMRT) ต่างใช้เมตริกซ์ตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix) เพื่อช่วยระบุและจัดการความสัมพันธ์ต่างๆระหว่างผลิตภัณฑ์งาน

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการเกิดขึ้น การใช้เมตริกซ์ตามรอยเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ทราบได้ว่า เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์งานจะเปลี่ยนแปลงเป็นความสัมพันธ์ชนิดใด ไม่ทราบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์งานที่ชนิดทั้งหมดที่เป็นไปได้ และไม่ทราบว่าจะต้องจัดการหรือแก้ไขที่ผลิตภัณฑ์งานใดบ้างหรือมีเงื่อนไขในการปรับแก้อย่างไร กล่าวคือ เมตริกซ์ตามรอยไม่ได้แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์งานที่เกิดขึ้นและเหตุการณ์ที่ส่งผลให้พฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์งานเปลี่ยนไป

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้แผนภาพสถานะ (State Diagram) ของยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language- UML) เพื่อขยายการอธิบายการตามรอยความต้องการในส่วนขอพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ช่วยให้เห็นชนิดของความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในรูปของสถานะ (State) เหตุการณ์ที่ทำให้ความสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เป็นไปได้ในรูปของการเปลี่ยนสถานะ (Transition) รวมไปถึงกฎ เงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆซึ่งจะช่วยให้การจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการมีประสิทธิภาพมากขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการใช้แผนภาพสถานะของยูเอ็มแอลร่วมกับเมตริกซ์ตามรอยเพื่อช่วยจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้นในโครงการซอฟต์แวร์

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. กระบวนการตามรอยความต้องการในงานวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะข้อมูลประเภทความต้องการเท่านั้น จะไม่สนใจผลิตภัณฑ์งานประเภทอื่น เช่น กรณีทดสอบ เอกสารการออกแบบ เป็นต้น
2. ลักษณะของเครื่องมือต้นแบบการตามรอยความต้องการโดยอาศัยพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ มีดังนี้
  - เครื่องมือเป็นแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ จัดเก็บข้อมูลเป็นระบบไฟล์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์
  - เครื่องมือมีพีเจอร์เมตริกซ์ตามรอยความต้องการ เพื่อแสดงความสามารถของความ ต้องการ ซึ่งเป็นพีเจอร์มาตรฐานที่พบได้ในเครื่องมือจัดการความต้องการทั่วไป
  - เครื่องมือมีพีเจอร์แผนภาพสถานะเพื่อนำไปใช้ควบคู่กับเมตริกซ์ตามรอยความต้องการเพื่อขยายความสามารถตามรอยความต้องการตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
  - เครื่องมือจะต้องสนับสนุนกระบวนการสร้างและการตามรอยความต้องการโดยอาศัยพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ในงานวิจัยนี้
3. ข้อมูลในการทดสอบระบบจะใช้ข้อมูลจากกรณีศึกษาเพื่อการทดสอบการสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

### 1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการตามรอยความต้องการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาทฤษฎีแผนภาพสถานะ
3. ศึกษาเครื่องมือตามรอยความต้องการที่มีการใช้ในท้องตลาด
4. ออกแบบขั้นตอนวิธีตามรอยความต้องการเพื่อแสดงพฤติกรรมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ
5. พัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อสนับสนุนแนวคิดและขั้นตอนวิธีที่ได้นำเสนอ
6. กำหนดกรณีทดสอบและกรณีศึกษาเพื่อใช้ทดสอบระบบต้นแบบ
7. ทดสอบระบบต้นแบบ
8. วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผล และข้อเสนอแนะ
9. จัดทำวิทยานิพนธ์

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บรวบรวมความต้องการจัดการความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ รวมไปถึงจัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ
2. ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถจัดการความต้องการและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้แผนภาพสถานะเป็นกฎเกณฑ์ในการจัดการความต้องการและยังทำให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์มีความเข้าใจในกระบวนการจัดการความต้องการได้ดียิ่งขึ้น
3. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นช่วยป้องกันข้อผิดพลาดในการจัดการความต้องการโดยมนุษย์ เช่น ป้องกันข้อผิดพลาดในการสร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการด้วยมือ หรือการเปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่ไม่เป็นไปตามกฎของแผนภาพสถานะ
4. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นช่วยตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ และช่วยจัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการในเชิงของพฤติกรรมของความสัมพันธ์
5. เมื่อพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเปลี่ยนไป ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถคาดการณ์ได้ว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น โดยพิจารณาจากเส้นการเปลี่ยนสถานะและเงื่อนไขคุมในแผนภาพสถานะ ในทางกลับกันเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถคาดการณ์ได้ว่าพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรและเกิดผลกระทบอย่างไรต่อความต้องการบ้าง

### 1.6 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทดังต่อไปนี้ บทที่ 1 เป็นบทนำซึ่งกล่าวถึง ความ เป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมถึงประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ บทที่ 2 กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการออกแบบขั้นตอนการ ดำเนินงาน บทที่ 4 กล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือ บทที่ 5 กล่าวถึงการทดสอบระบบ บทที่ 6 กล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

1. ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นผลงานวิชาการหัวข้อเรื่อง “Enhancement of Requirements Traceability with State Diagrams” โดย Surachet Soonsongtanee และ Yachai Limpiyakorn ในงานประชุมวิชาการนานาชาติ IEEE International Conference on Computer Engineering and Technology (ICCET 2010) ณ เมืองฉินตู สาธารณรัฐประชาชนจีน ระหว่างวันที่ 16 – 18 เมษายน 2553 ฉบับที่ 2 หน้า 248-252
2. ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความวิจัยหัวข้อเรื่อง “เครื่องมือตามรอยความต้องการด้วยพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ” โดย สุรเชษฐ์ สุรย์ส่องธानी และ ญาใจ ลิ้มปิยะภรณ์ ในงานประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 2 (The 2nd CMU Graduate Research Conference) ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ วันที่ 26 พฤศจิกายน 2553 หน้า 499 - 505



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้า ศึกษาเอกสาร แหล่งความรู้ทางอินเทอร์เน็ต งานวิจัย รวมทั้งแนวคิดทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้ดังนี้

##### 2.1.1 การตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability)

การตามรอยความต้องการ คือ การขึ้นต่อกันของความต้องการเพื่อใช้ในการสืบหาและติดตามแหล่งที่มาของความต้องการนั้น เมื่อพิจารณาการตามรอยความต้องการเป็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จะสามารถแยกองค์ประกอบของการตามรอยความต้องการได้ดังนี้

##### 1) ข้อมูล (Data)

ประกอบด้วยข้อมูลต้นทางและข้อมูลปลายทาง ดังนี้

1. ข้อมูลต้นทาง (Data Source) คือ ข้อมูลที่เป็นต้นทาง เช่น ความต้องการของลูกค้าที่เป็นแหล่งกำเนิด ซึ่งเป็นความต้องการในระดับสูงกว่า
2. ข้อมูลปลายทาง (Data Target) คือ ข้อมูลที่เป็นปลายทาง เช่น ความต้องการเชิงหน้าที่ ซึ่งเป็นความต้องการในระดับต่ำกว่า

##### 2) ความสัมพันธ์ (Relationship)

ความสัมพันธ์แสดงให้เห็นถึงความขึ้นต่อกันระหว่างข้อมูล ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย (Many-to-Many Relationship) [2] เช่น ความต้องการในระดับสูงจะสัมพันธ์กับความต้องการในระดับต่ำกว่า ความสัมพันธ์สามารถเก็บข้อมูลหรือคุณลักษณะบางอย่างได้ เช่น ชื่อของความสัมพันธ์ วันที่ในการสร้างความสัมพันธ์ เป็นต้น

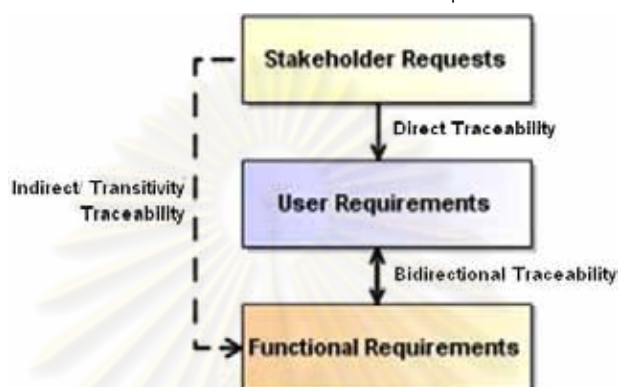
##### 3) ทิศทางการตามรอยความต้องการ

ทิศทางการตามรอยความต้องการโดยพิจารณาข้อมูลต้นทางและข้อมูลปลายทาง แบ่งได้ 3 ประเภทได้แก่

1. ความสามารถตามรอยแบบทางตรง (Direct Traceability) คือความสามารถตามรอยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการต้นทางมีผลต่อความต้องการปลายทางหนึ่งโดยตรงแบบมีทิศทาง
2. ความสามารถตามรอยแบบทางอ้อม (Indirect/ Transitivity Traceability) คือความสามารถตามรอยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการแบบข้ามระดับชั้น หมายความว่าถ้าความต้องการ A ส่งผลต่อกระทบต่อความ

ต้องการ B และความต้องการ B ส่งผลกระทบต่อความต้องการ C แล้ว จะถือว่าความต้องการ A จะส่งกระทบกับความต้องการ C แบบทางอ้อม

3. ความสามารถตามรอยแบบสองทิศทาง (Bidirectional Traceability) คือความสามารถตามรอยทั้งทิศทางเดินหน้า (Forward Traceability) และถอยหลัง (Backward Traceability) ของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการหนึ่งที่มีผลต่อความต้องการอื่นๆ



รูปที่ 1 ทิศทางการตามรอยความต้องการ

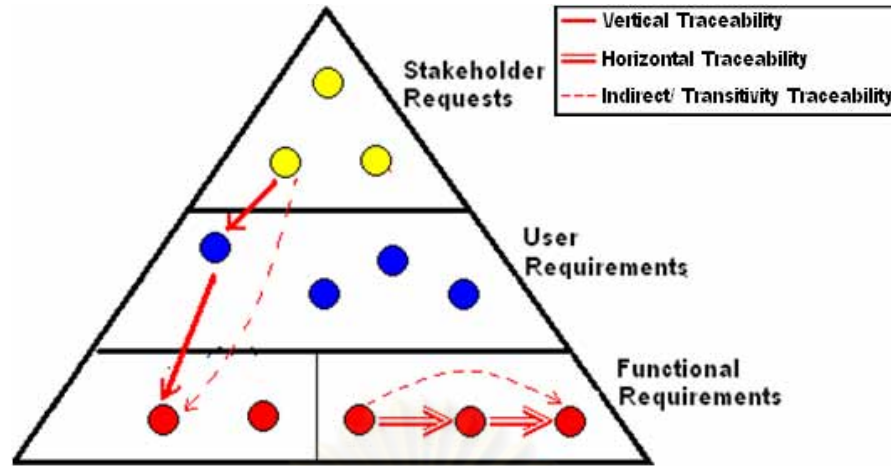
## 2.1.2 ประเภทความสามารถตามรอยความต้องการ

### 1) ความสามารถตามรอยแนวตั้ง (Vertical Traceability)

ความสามารถตามรอยแนวตั้ง คือ ความสามารถตามรอยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการจากระดับสูงกว่าไปยังความต้องการในระดับต่ำกว่า หรือความต้องการจากระดับต่ำกว่าไปยังความต้องการในระดับสูงกว่าแบบเป็นลำดับชั้น ดังรูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างคำร้องขอของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder Requests) ความต้องการของผู้ใช้ (User Requirements) และความต้องการเชิงหน้าที่ ซึ่งเป็นการตามรอยแนวตั้ง

### 2) ความสามารถตามรอยแนวราบ (Horizontal Traceability)

ความสามารถตามรอยแนวราบ คือ ความสามารถตามรอยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่อยู่ในระดับเดียวกัน ดังรูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงหน้าที่ที่มีผลกระทบต่อกัน ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นภายในฟังก์ชันของระบบ

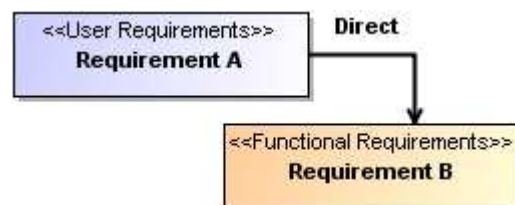


รูปที่ 2 ตัวอย่างการตามรอยแนวตั้งและแนวราบ

### 3) สถานะของการตามรอยความต้องการ

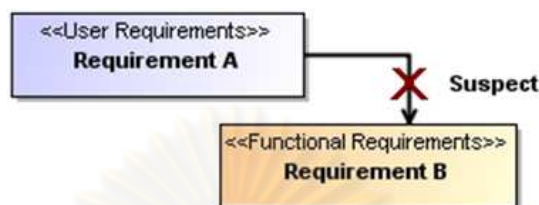
โดยทั่วไป สถานะของการตามรอยความต้องการสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. สถานะการตามรอย (Trace State) คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แสดงให้เห็นว่าความต้องการต้นกำเนิดหรือต้นทางได้รับการตอบสนองจากความต้องการสืบต่อหรือความต้องการปลายทาง
2. สถานะสงสัย (Suspect State) คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการหนึ่งแล้วส่งผลต่อความต้องการอื่นๆ ซึ่งสถานะการตามรอยความต้องการจะเกิดการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีเหตุการณ์ภายนอกมากระทำกับข้อมูลต้นทาง (Source) หรือข้อมูลปลายทาง (Target) ก่อให้เกิดความไม่สอดคล้องกันระหว่างข้อมูลต้นทางกับข้อมูลปลายทาง รูปที่ 3 ความต้องการ A เป็นความต้องการของผู้ใช้ ความต้องการ B เป็นความต้องการเชิงหน้าที่ และมีความสามารถตามรอยความต้องการแบบทางตรงจากความต้องการ A ไปสู่ความต้องการ B



รูปที่ 3 ความสามารถตามรอยความต้องการแบบทางตรงในสภาวะปกติ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่ความต้องการ A ซึ่งส่งผลกระทบต่อความต้องการ B โดยตรง ทำให้สถานะของความสัมพันธ์เปลี่ยนจากสภาวะปกติเป็นสภาวะสงสัย ดังรูปที่ 4 แต่ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับความต้องการ B จะไม่ส่งผลกระทบต่อความต้องการ A เนื่องจากเป็นความสามารถตามรอยแบบทางตรงจากความต้องการ A ไปสู่ความต้องการ B



รูปที่ 4 ความสามารถตามรอยความต้องการแบบทางตรงในสภาวะสงสัย

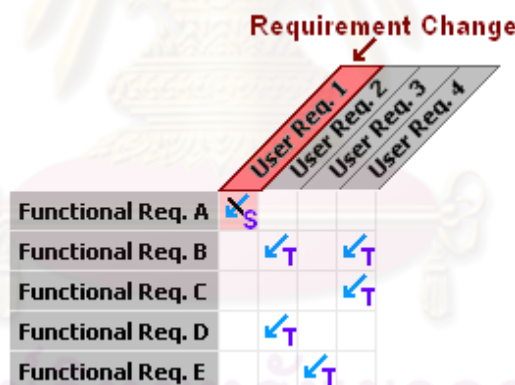
ผู้พัฒนาสามารถกำหนดสถานะของการตามรอยเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับโครงการซอฟต์แวร์หนึ่งๆ โดยอาจจะบุคุณสมบัติบางอย่างเข้าไปในความสัมพันธ์ เช่น สถานะซ้ำซ้อน (Duplicate State) คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แสดงให้เห็นถึงความซ้ำซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างความต้องการ สถานะขัดแย้ง (Conflict State) คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้งที่เกิดขึ้นภายในระหว่างความต้องการที่เป็นฟังก์ชันของระบบ สถานะยอมรับ (Acceptance State) คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แสดงให้เห็นถึงความต้องการของผู้ใช้ได้รับการตอบสนองจากความต้องการสืบต่อและได้รับการยอมรับจากผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว สถานะทวนสอบ (Verify State) คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่แสดงให้เห็นถึงความต้องการที่ความต้องการต้นกำเนิดได้รับการทวนสอบจากความต้องการสืบต่อ เครื่องมือจัดการความต้องการเชิงการค้าบางประเภทจะมีพีเจอรึสนับสนุนการสร้างความสัมพันธ์ชนิดใหม่ เช่น Cameo Requirements+ จะมีพีเจอรึชื่อ Schema Builder ซึ่งสามารถกำหนดชนิดและคุณลักษณะของความสัมพันธ์ได้ รวมถึงกำหนดประเภทของข้อมูลต้นทางและปลายทางที่เป็นไปได้

### 2.1.3 เมตริกซ์ตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Matrix)

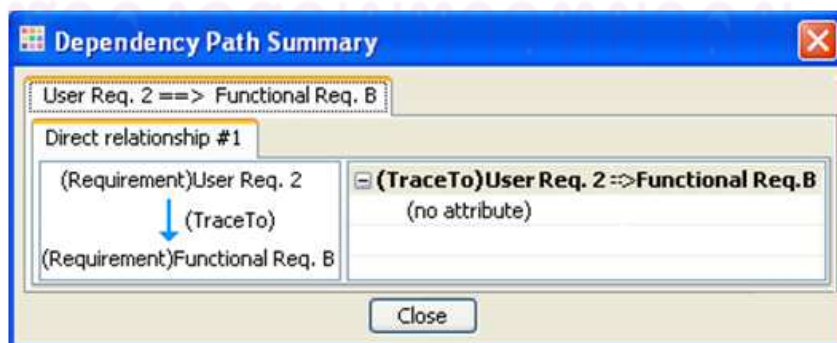
เมตริกซ์ตามรอยความต้องการเป็นเครื่องมือช่วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งาน (Work Product) [2] และช่วยจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการ (Requirements Change Management) โดยเมตริกซ์จะเป็นตารางสองมิติ ความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งานจะแสดงอยู่ในแกนคอลัมน์และแถว ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งานจะปรากฏอยู่ในเซลล์ของแถวและคอลัมน์ที่ตรงกัน รูปที่ 5 เป็นตัวอย่างเมตริกซ์ตาม

รอยความต้องการของเครื่องมือ Cameo Requirements+ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้และความต้องการเชิงหน้าที่ โดยแกนคอลัมน์แสดงความต้องการของผู้ใช้และแกนแถวแสดงความต้องการเชิงหน้าที่ สัญลักษณ์ภายในเซลล์บ่งชี้ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ที่เกี่ยวข้องกัน เมื่อดับเบิลคลิกบนสัญลักษณ์ความสัมพันธ์แล้ว รายละเอียดจะแสดงดังไดอะล็อกในรูปที่ 6 เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งานใด จะส่งผลกระทบต่อความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งานที่สัมพันธ์กัน โดยจะปรากฏความสัมพันธ์ชนิดใหม่ขึ้นในเมตริกซ์เรียกว่าความสัมพันธ์แบบสงสัย (Suspect Relationship) เพื่อแสดงให้เห็นความไม่สอดคล้องกันระหว่างความต้องการ ดังแสดงในเซลล์มุมซ้ายบนของเมตริกซ์ตามรอยในรูปที่ 5 ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทบทวนความต้องการทั้งสองใหม่เพื่อให้ถูกต้องตรงกันด้วยมือ เมื่อปรับแก้ความต้องการทั้งสองแล้ว ต่อไปจึงทำการเปลี่ยนความสัมพันธ์จากแบบสงสัยให้กลับเป็นความสัมพันธ์แบบปกติ

เครื่องมือจัดการความต้องการเชิงการค้าแทบทุกชนิดจะมีพีเจอร์เมตริกซ์ตามรอยความต้องการ แต่รายละเอียดของเมตริกซ์จะแตกต่างกันตามผู้ขายซอฟต์แวร์เป็นผู้กำหนด เช่น ชื่อของเมตริกซ์ในบางเครื่องมือเรียกว่า เมตริกซ์ตามรอย (Traceability Matrix) บางเครื่องมืออาจเรียกว่า เมตริกซ์พึ่งพา (Dependency Matrix)



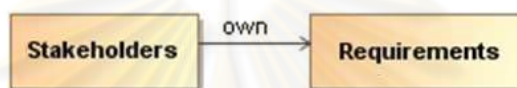
รูปที่ 5 ตัวอย่างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการของเครื่องมือ Cameo Requirements+



รูปที่ 6 ตัวอย่างรายละเอียดความสัมพันธ์ของเครื่องมือ Cameo Requirements+

### 2.1.4 โมเดลตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Model)

โมเดลตามรอยความต้องการเป็นภาษาในการนิยามความสามารถตามรอยความต้องการ โดยใช้คลาส (Class) และเส้นเชื่อมคลาส (Link) ในการนิยาม [3] แต่ละคลาสและเส้นเชื่อมคลาสสามารถถูกอินสแตนซ์เพื่อสร้างเป็นความสามารถตามรอยความต้องการขึ้น ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 7 คลาสของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) และคลาสของความต้องการ ซึ่งทั้งสองคลาสมีความสัมพันธ์กันแบบเป็นเจ้าของ อินสแตนซ์ของคลาสผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะเป็นลูกค้านายสมบุญ อินสแตนซ์ของคลาสความต้องการจะเป็นความต้องการเชิงหน้าที่ให้ระบบสามารถลบข้อมูลผู้ใช้ได้ และอินสแตนซ์ของเส้นเชื่อมคลาสจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างลูกค้านายสมบุญซึ่งเป็นเจ้าของความต้องการเชิงหน้าที่ให้ระบบสามารถลบข้อมูลผู้ใช้ได้ เป็นต้น



รูปที่ 7 ตัวอย่างโมเดลตามรอยความต้องการ

มีบางงานวิจัยได้พัฒนาโมเดลต้นแบบสำหรับนำไปใช้ในการสร้างความสามารถตามรอยความต้องการ เพื่อให้ผู้พัฒนาระบบนำโมเดลนี้ไปใช้ได้โดยไม่ต้องสร้างใหม่ เรียกว่า โมเดลอ้างอิงตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Reference Models) ซึ่งเป็นโมเดลที่กำหนดขึ้นสำหรับใช้ในโดเมนหนึ่งๆ โดยผู้พัฒนาซอฟต์แวร์นำโมเดลนี้ไปใช้ค้นหาสารสนเทศและอินสแตนซ์อินสแตนซ์เป็นความสามารถตามรอยความต้องการขึ้น หรือนำโมเดลมาปรับแก้ให้เหมาะสมกับโครงการซอฟต์แวร์ ช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ลงได้ ตัวอย่างโมเดลที่กำหนดโดย B. Ramesh, and M. Jarke [3] ได้แก่ โมเดลย่อยการจัดการความต้องการ (Requirements Management submodel) โมเดลย่อยการจัดสรรการออกแบบ (Design Allocation submodel) เป็นต้น

### 2.1.5 แผนภาพสถานะ (State Diagram)

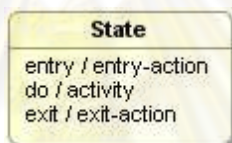
แผนภาพสถานะ (State Diagram) หรือ แผนภาพแผนภูมิสถานะ (State Chart Diagram) หรือ แผนภาพสถานะเครื่องจักร (State Machine Diagram) ใช้อธิบายพฤติกรรมของวัตถุด้วยสถานะและเหตุการณ์ โดยแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของวัตถุแบบพลวัต (Dynamic) ซึ่งในทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แผนภาพสถานะเป็นพื้นฐานของแบบจำลองชนิดอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นพฤติกรรมของระบบซอฟต์แวร์ได้อย่างชัดเจน และมีการนำไปใช้ในการทดสอบระบบซอฟต์แวร์ แผนภาพสถานะจะแสดงระบบในรูปของสถานะต่างๆ เริ่มต้นระบบจะอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่ง เมื่อระบบได้รับเหตุการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้นจะเกิดการกระทำบางอย่างและจะเกิดการเปลี่ยนสถานะไปเป็นสถานะอื่น ซึ่งแต่ละเหตุการณ์จะทำให้ระบบเปลี่ยนสถานะแตกต่างกัน แผนภาพสถานะ

เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการอธิบายระบบที่มีปฏิกิริยาโต้ตอบ (Reactive systems) [4]  
เช่น ระบบที่มีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

แผนภาพสถานะจะประกอบด้วยสถานะของวัตถุและเหตุการณ์ต่างๆ ที่ทำให้สถานะของวัตถุเปลี่ยน และมีการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเปลี่ยนสถานะ นอกจากนี้ ยังช่วยให้ทราบลำดับขั้นตอนของสถานะที่วัตถุตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ

ในการกำหนดแผนภาพสถานะจำเป็นต้องกำหนดแผนภาพคลาส (Class Diagram) ก่อน เพื่อนำองค์ประกอบในคลาสมากำหนดเป็นแผนภาพสถานะ โดยองค์ประกอบของแผนภาพสถานะมีดังนี้

1. สถานะ (State) คือ สถานะของวัตถุ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง จะแสดงด้วยสัญลักษณ์จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมโค้ง วัตถุหนึ่งๆ สามารถมีได้หลายสถานะ ในแต่ละสถานะสามารถมีการกระทำเกิดขึ้นได้ ได้แก่ การกระทำเมื่อเข้าสู่สถานะ การกระทำขณะอยู่ในสถานะ และการกระทำก่อนออกจากสถานะ



รูปที่ 8 สัญลักษณ์สถานะ

2. สถานะเริ่มต้น (Initial State) คือ สถานะที่เป็นจุดเริ่มต้นของแผนภาพสถานะและไม่มีเหตุการณ์ใดๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะเข้าสู่สถานะเริ่มต้นได้ สัญลักษณ์เป็นรูปวงกลมทึบ

รูปที่ 9 สัญลักษณ์สถานะเริ่มต้น

3. สถานะสิ้นสุด (Final State) คือ สถานะที่เป็นจุดสิ้นสุดของแผนภาพสถานะ สัญลักษณ์เป็นรูปตาวัว (Bull's Eye Symbol)



รูปที่ 10 สัญลักษณ์สถานะสิ้นสุด

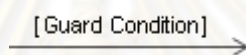
4. การเปลี่ยนสถานะ (Transition) คือ การเปลี่ยนสถานะของวัตถุจากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่ง สัญลักษณ์แสดงด้วยเส้นลูกศร การเปลี่ยนสถานะโดยไม่มีเหตุการณ์

(Event) หรือการกระทำ (Action) ไปกระตุ้นจะเรียกว่าการเปลี่ยนสถานะแบบไม่มีตัวกระตุ้น (Triggerless Transition) ส่วนการเปลี่ยนสถานะที่ไม่ทำให้สถานะของวัตถุเปลี่ยนจะเรียกว่าการเปลี่ยนสถานะเข้าหาตนเอง (Self-transition)



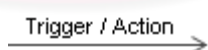
รูปที่ 11 สัญลักษณ์การเปลี่ยนสถานะ

5. เงื่อนไขคุม (Guard Condition) คือเงื่อนไขที่ทำให้เหตุการณ์หรือการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้น จะเขียนอยู่ในวงเล็บกำกับบนเส้นลูกศรการเปลี่ยนสถานะ เช่น กำหนดระยะเวลาที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนสถานะ



รูปที่ 12 สัญลักษณ์การเปลี่ยนสถานะที่มีเงื่อนไขคุม

6. เหตุการณ์ (Event) และการกระทำ (Action) คือ ตัวกระตุ้น (Trigger) ให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ การเปลี่ยนสถานะอาจไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นจากเหตุการณ์และการกระทำได้ จะเขียนกำกับไว้บนเส้นการเปลี่ยนสถานะโดยมีเครื่องหมายทับ (Slash) แบ่งแยก



รูปที่ 13 สัญลักษณ์การเปลี่ยนสถานะที่มีเหตุการณ์ (Event) และการกระทำ (Action)

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 Towards Reference Models Requirements Traceability - [3]

วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้ได้นำเสนอโมเดลอ้างอิงตามรอยความต้องการเพื่อเป็นโมเดลต้นแบบสำหรับสร้างความสามารถตามรอยความต้องการ งานวิจัยนี้ได้อธิบายโมเดลตามรอยความต้องการและการกำหนดองค์ประกอบของโมเดล เช่น การกำหนดแผนภาพคลาสและการอินสแตนซ์เอกแผนภาพคลาสให้เป็นโครงสร้างตามรอยความต้องการ ผู้วิจัยได้ศึกษาและได้พัฒนาโมเดลอ้างอิงตามรอยความต้องการแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้



1. โมเดลตามรอยความต้องการระดับต่ำ (Low-End Traceability Model) เงื่อนไขในการนำโมเดลนี้ไปใช้ คือความต้องการของระบบประมาณ 1,000 ความต้องการประสบการณ์ของผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ในการใช้ความสามารถตามรอยความต้องการประมาณ 0-2 ปี เป็นความสามารถตามรอยระหว่างความต้องการกับการออกแบบหรือระหว่างความต้องการด้วยกัน
2. โมเดลตามรอยความต้องการระดับสูง (High-End Traceability Model) เงื่อนไขในการนำโมเดลนี้ไปใช้คือ ความต้องการของระบบประมาณ 10,000 ความต้องการประสบการณ์ของผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ในการใช้ความสามารถตามรอยความต้องการประมาณ 5-10 ปี ความสามารถตามรอยความต้องการครอบคลุมทั้งวัฏจักรการพัฒนาซอฟต์แวร์ รวมไปถึงการตัดสินใจด้วยเหตุผล ประเด็นในการสนทนา และความสามารถตามรอยข้ามผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โมเดลตามรอยความต้องการระดับสูงมีความซับซ้อนและใช้สารสนเทศจำนวนมาก จึงได้แบ่งออกเป็นโมเดลย่อย 4 โมเดล ได้แก่ โมเดลย่อยการจัดการความต้องการ (Requirements Management submodel) โมเดลย่อยเหตุผล (Rationale submodel) โมเดลย่อยการจัดสรรการออกแบบ (Design Allocation submodel) และโมเดลย่อยการทวนสอบความหยาบ (Compliance verification submodel)

## 2.2.2 A Process for Requirements Traceability in Agent Oriented Development [3]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำความสามารถตามรอยความต้องการมาใช้ในวัฏจักรการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงตัวแทน (Agent-Oriented Software Lifecycle) โดยนำเสนอกระบวนการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Process) มาใช้ในกรอบงาน Tropos (Tropos Framework) โดยนำมาประยุกต์ในเฟสการกำหนดความต้องการ (Requirements Specification) และเฟสสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture Model)

Tropos[5] คือ กรอบงานขับเคลื่อนด้วยความต้องการ (Requirements-Driven Framework) โดยได้นำแนวคิดและแบบจำลองของ Eric Yu's  $i^*$  ซึ่งเป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงตัวแทน โมเดลของ Tropos ประกอบด้วย ผู้กระทำ (Actor) คือสิ่งที่แสดงถึงคน สัตว์ สิ่งของหรือซอฟต์แวร์ตัวแทน เป้าหมาย (Goal) คือสิ่งที่ผู้กระทำสนใจ และการขึ้นต่อกัน (Dependency) คือความสัมพันธ์ระหว่างผู้กระทำหรือผู้กระทำกับเป้าหมาย นอกจากนี้ยังมีแผนภาพกลยุทธ์การขึ้นต่อกัน (Strategic Dependency Diagram) ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้กระทำในรูปข่ายงาน แผนภาพกลยุทธ์เหตุผล (Strategic Rationale Diagram) ใช้อธิบายเหตุผลของแต่ละผู้กระทำสัมพันธ์กับผู้กระทำ

กระบวนการของ Tropos สามารถแบ่งออกเป็นเฟส 4 ได้แก่ [6] เฟสการวิเคราะห์ความต้องการช่วงเริ่มต้น (Early Requirements Analysis) เป็นช่วงทำความเข้าใจปัญหาโดยการศึกษากิจการดำเนินงานขององค์กร เฟสการวิเคราะห์ความต้องการช่วงท้าย (Late Requirements Analysis) เป็นช่วงการกำหนดว่าระบบควรจะเป็นอย่างไร (system-to-be) ทั้งความต้องการเชิงหน้าที่ คุณภาพ และสภาพแวดล้อมที่ระบบทำงาน เฟสการออกแบบสถาปัตยกรรม (Architectural Design) เป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมภาพรวมของระบบ แบ่งระบบออกเป็นระบบย่อย (Subsystems) การติดต่อระหว่างระบบย่อยและข้อมูลที่ต้องส่งผ่าน และเฟสการออกแบบรายละเอียด (Detail Design) เป็นการกำหนดรายละเอียดพฤติกรรมของแต่ละคอมโพเนนต์ในระดับสถาปัตยกรรมให้มากขึ้น

งานวิจัยนี้ได้กำหนดกระบวนการตามรอยความต้องการมาประยุกต์ใช้กับ Tropos ในเฟสการวิเคราะห์ความต้องการช่วงท้ายและเฟสการออกแบบรายละเอียด โดยผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการตามรอยความต้องการเป็น 3 ตอนดังนี้

1. การรวบรวมสารสนเทศ (Information Gathering) เป็นขั้นตอนการกำหนดสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณา 4 ด้าน คือสารสนเทศภายนอกองค์กร สารสนเทศภายในองค์กร สารสนเทศการจัดการ และสารสนเทศการพัฒนาระบบ ในขั้นตอนนี้จะเน้นการรวบรวมสารสนเทศจากโมเดลของ Tropos และนำสารสนเทศมาอินสแตนซ์เอทในโมเดลอ้างอิงการตามรอยความต้องการ

2. การสร้างสารสนเทศ (Information Structuring) เป็นขั้นตอนการกำหนดโครงสร้างการตามรอยความต้องการ โดยเริ่มจากการกำจัดอินสแตนซ์ที่มีความซ้ำซ้อนกันและไม่เกี่ยวข้องออก จากนั้นจะเป็นขั้นตอนการอินสแตนซ์เชิงความสัมพันธ์ระหว่างอินสแตนซ์
3. การกำหนดเมตริกซ์ตามรอย (Definition of the Traceability Matrixes) ขั้นตอนการกำหนดเมตริกซ์ตามรอยโดยนำอินสแตนซ์และความสัมพันธ์ระหว่างอินสแตนซ์ใส่ลงในเมตริกซ์ตามรอย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดกระบวนการตามรอยความต้องการมาประยุกต์ใช้กับ Tropos ในเฟสการวิเคราะห์ความต้องการช่วงท้ายและเฟสการออกแบบรายละเอียด โดยผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการตามรอยความต้องการเป็น 3 ตอนดังนี้

1. การรวบรวมสารสนเทศ (Information Gathering) เป็นขั้นตอนการกำหนดสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณา 4 ด้าน คือสารสนเทศภายนอกองค์กร สารสนเทศภายในองค์กร สารสนเทศการจัดการ และสารสนเทศการพัฒนาระบบ ในขั้นตอนนี้จะเน้นการรวบรวมสารสนเทศจากโมเดลของ Tropos และนำสารสนเทศมาอินสแตนซ์เชิงในโมเดลอ้างอิงการตามรอยความต้องการ
2. การสร้างสารสนเทศ (Information Structuring) เป็นขั้นตอนการกำหนดโครงสร้างการตามรอยความต้องการ โดยเริ่มจากการกำจัดอินสแตนซ์ที่มีความซ้ำซ้อนกันและไม่เกี่ยวข้องออก จากนั้นจะเป็นขั้นตอนการอินสแตนซ์เชิงความสัมพันธ์ระหว่างอินสแตนซ์
3. การกำหนดเมตริกซ์ตามรอย (Definition of the Traceability Matrixes) ขั้นตอนการกำหนดเมตริกซ์ตามรอยโดยนำอินสแตนซ์และความสัมพันธ์ระหว่างอินสแตนซ์ใส่ลงในเมตริกซ์ตามรอย

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบกระบวนการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยยกตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา แล้วทำกระบวนการตามรอยความต้องการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ ผลลัพธ์จะได้เมตริกซ์ตามรอยความต้องการเพื่อใช้จัดการความต้องการ

## บทที่ 3

### การออกแบบขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ขยายความสามารถของเมตริกซ์ตามรอยความต้องการโดยใช้แผนภาพสถานะของยูเอ็มแอลมาอธิบายในส่วนของพฤติกรรมการตามรอยความต้องการ โดยนิยามแผนภาพสถานะในบริบทของการตามรอยความต้องการและกำหนดกระบวนการการสร้างความสามารถตามรอยความต้องการ ดังต่อไปนี้

#### 3.1 แผนภาพสถานะในบริบทของความสามารถตามรอยความต้องการ

ในกระบวนการตามรอยความต้องการและการเปลี่ยนแปลงความต้องการมีลักษณะเป็นระบบแบบปฏิกิริยาโต้ตอบ คือ เมื่อเกิดเหตุการณ์เปลี่ยนแปลงความต้องการเกิดขึ้น ซึ่งเป็นเหตุการณ์จากภายนอก จะทำให้พฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการจะเปลี่ยนแปลงไป เช่น เปลี่ยนจากความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการจากสถานะตามรอยเป็นสถานะสงสัย นอกจากนี้แต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะทำให้พฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันด้วย ดังนั้น แผนภาพสถานะเป็นโมเดลที่เหมาะสมในการอธิบายกระบวนการตามรอยและการเปลี่ยนแปลงความต้องการได้ ในบริบทความสามารถตามรอยความต้องการจะกำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในแผนภาพสถานะดังนี้

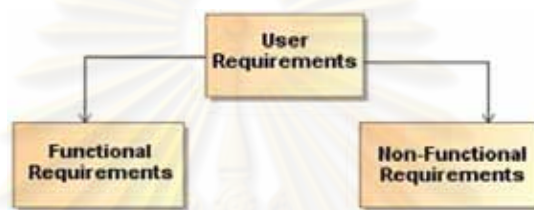
1. สถานะ หมายถึง สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใดๆ
2. สถานะเริ่มต้น หมายถึง สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเมื่อความสัมพันธ์ถูกสร้างขึ้น
3. สถานะสิ้นสุด หมายถึง สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเมื่อความสัมพันธ์ถูกทำลาย
4. การเปลี่ยนสถานะ หมายถึง การเปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการจากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่ง
5. เหตุการณ์และการกระทำ หมายถึง เหตุการณ์การหรือการกระทำจากภายนอกที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ เช่น เหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงความต้องการ เหตุการณ์การปรับปรุงความต้องการ เป็นต้น
6. เงื่อนไขคุม หมายถึง เงื่อนไขที่ทำให้เหตุการณ์หรือการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้น เช่น กำหนดเงื่อนไขว่าต้องแก้ไขความไม่สอดคล้องระหว่างความต้องการให้เรียบร้อยก่อนจึงสามารถเปลี่ยนสถานะได้ เป็นต้น

### 3.2 กระบวนการตามรอยความต้องการ (Requirements Traceability Process)

กระบวนการตามรอยความต้องการโดยอาศัยพฤติกรรมของความสามารถตามรอยความต้องการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การรวบรวมสารสนเทศ การสร้างโครงสร้างสารสนเทศ การกำหนดเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ และการกำหนดแผนภาพสถานะ

#### 3.2.1 การรวบรวมสารสนเทศ (Information Gathering)

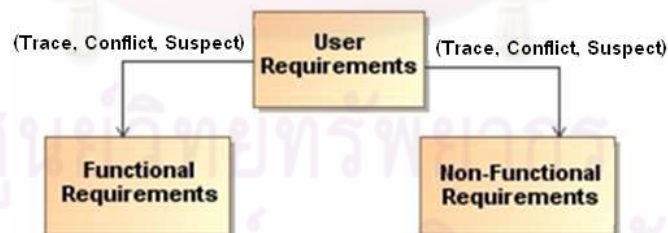
1. สร้างโมเดลตามรอยความต้องการ โดยค้นหาคลาสและเส้นเชื่อมคลาสจากนโยบายหรือกระบวนการซอฟต์แวร์ที่ใช้ในโครงการ ในขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาสามารถนำโมเดลอ้างอิงตามรอยความต้องการมาใช้เพื่อลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการสร้างโมเดลตามรอยความต้องการได้



รูปที่ 14 โมเดลตามรอยความต้องการ

ตัวอย่างเช่น นโยบายโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ กำหนดให้มีความต้องการ 3 ชนิด ได้แก่ ความต้องการของผู้ใช้ ความต้องการเชิงหน้าที่ และความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ (Non-Functional Requirements) และมีความสัมพันธ์กัน ดังรูปที่ 14

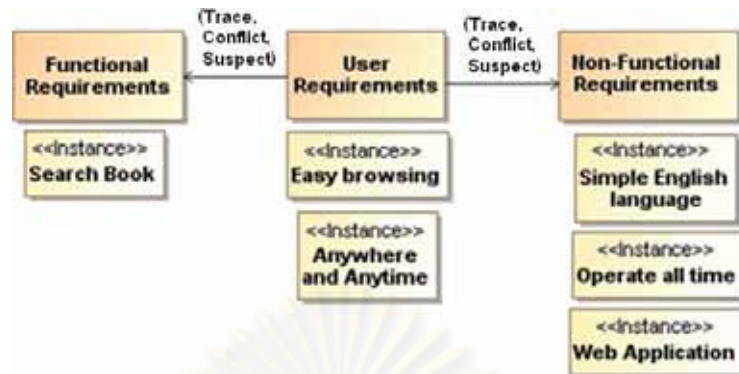
2. ระบุชนิดความสามารถตามรอยที่เป็นไปได้ในเส้นเชื่อมคลาส จากข้อกำหนดในโครงการซอฟต์แวร์ หรือข้อตกลงร่วมกันในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์



รูปที่ 15 โมเดลตามรอยความต้องการที่ระบุชนิดความสามารถตามรอยที่เป็นไปได้

ตัวอย่างเช่น ทีมพัฒนาได้ตกลงร่วมกันว่าชนิดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้และความต้องการเชิงหน้าที่มี 3 ประเภทคือ ความสัมพันธ์ตามรอย (Trace Relationship) ความสัมพันธ์ขัดแย้ง (Conflict Relationship) และความสัมพันธ์แบบสงสัย ชนิดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้และความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่มี 3 ประเภทเช่นกัน คือ ความสัมพันธ์ตามรอย ความสัมพันธ์ขัดแย้งและความสัมพันธ์แบบสงสัย ดังรูปที่ 15

3. ค้นหาอินสแตนซ์ทั้งหมดของคลาสในข้อ 1 จากเอกสารหรือข้อกำหนดต่างๆที่มีในโครงการซอฟต์แวร์

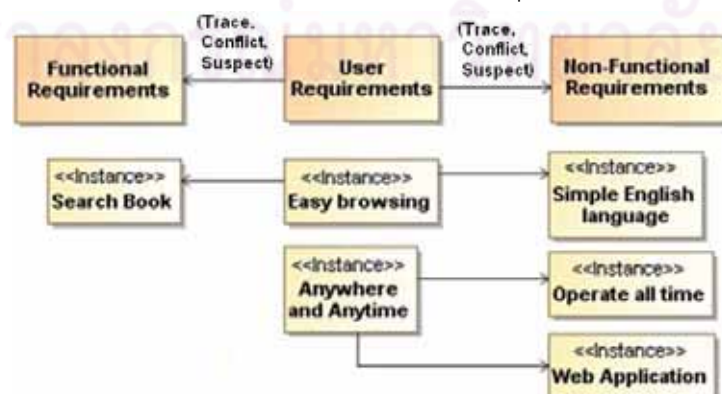


รูปที่ 16 อินสแตนซ์ของคลาสในโมเดลตามรอยความต้องการ

ตัวอย่างกรณีศึกษาระบบร้านขายหนังสือออนไลน์ ทำการค้นหาอินสแตนซ์ทั้งหมดของคลาส จากเอกสารคำร้องขอของลูกค้า (Customer Requests Specification) ซึ่งพบ 2 อินสแตนซ์ ได้แก่ ลูกค้าต้องการให้ค้นหาหนังสือได้ง่าย (Easy browsing) และสามารถซื้อหนังสือได้ทุกที่ทุกเวลา (Anywhere and Anytime) ส่วนเอกสารข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ (Software Requirements Specification) พบ 4 อินสแตนซ์ ได้แก่ ระบบจะต้องสามารถการค้นหาหนังสือได้จากชื่อผู้แต่ง ระบบจะต้องใช้ภาษาอังกฤษที่เข้าใจง่าย ระบบจะต้องเป็นเว็บแอปพลิเคชัน และระบบจะต้องทำงานตลอดเวลาซึ่งระบบจะล้มเหลวได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ดังรูปที่ 16

### 3.2.2 การสร้างโครงสร้างสารสนเทศ (Information Structuring)

1. ทบทวนชุดของอินสแตนซ์ที่ได้จากข้อ 3.2.1 ข้อ 3 โดยกำจัดอินสแตนซ์ที่ซ้ำซ้อนหรือไม่ต้องการ และนำอินสแตนซ์ที่เหลือทั้งหมดเข้าสู่โครงสร้างโมเดลตามรอยความต้องการ
2. อินสแตนซ์เชิงเอทเส้นเชื่อมคลาสในโมเดล โดยพิจารณาคู่ของอินสแตนซ์ที่มีความสัมพันธ์กันจากเอกสารและข้อกำหนดต่างๆที่มีในโครงการซอฟต์แวร์

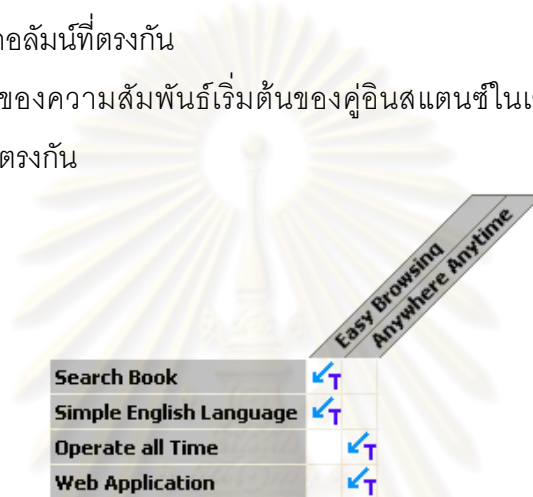


รูปที่ 17 อินสแตนซ์ของคลาสและความสัมพันธ์ในโมเดลตามรอยความต้องการ

จากกรณีศึกษา นำอินสแตนซ์ทั้งหมดมาสร้างโครงสร้างการตามรอยความต้องการโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอินสแตนซ์หรือดูจากเอกสารและข้อกำหนดต่างๆ ถ้ามีการกำหนดไว้ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 17

### 3.2.3 การกำหนดเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ (Defining the Requirements Traceability Matrixes)

1. นำคู่ของอินสแตนซ์จากคลาสที่สัมพันธ์กันใส่ลงในเมตริกซ์ตามรอยความต้องการในแถวและคอลัมน์ที่ตรงกัน
2. ระบุชนิดของความสัมพันธ์เริ่มต้นของคู่อินสแตนซ์ในเซลล์ของเมตริกซ์ในแถวและคอลัมน์ที่ตรงกัน

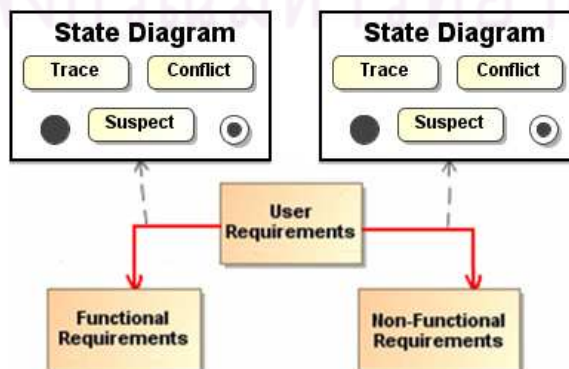


รูปที่ 18 เมตริกซ์ตามรอยความต้องการของอินสแตนซ์ของคลาสและความสัมพันธ์

จากกรณีศึกษาข้างต้นใส่ชื่อแต่ละคอลัมน์เมตริกซ์ด้วยความต้องการของผู้ใช้ และใส่ชื่อแต่ละแถวด้วยความต้องการเชิงหน้าที่ตามด้วยความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ รวมทั้งระบุชนิดความสัมพันธ์ในเซลล์ของคู่ความต้องการที่สัมพันธ์กันดังรูปที่ 18

### 3.2.4 การกำหนดแผนภาพสถานะ (Defining the State Diagrams)

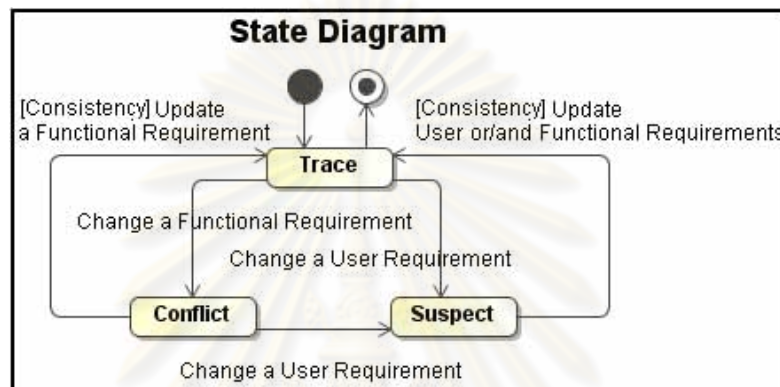
1. สร้างแผนภาพสถานะสำหรับแต่ละเส้นเชื่อมคลาส และกำหนดสถานะของความสัมพัทธ์ระหว่างความต้องการที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากชนิดความสามารถตามรอยที่กำหนดไว้ในข้อ 3.1.2 ข้อ 2



รูปที่ 19 แผนภาพสถานะของเส้นเชื่อมคลาส

จากโมเดลตามรอยความต้องการมีเส้นเชื่อมคลาส 2 เส้น จะต้องกำหนดแผนภาพสถานะ 2 แผนภาพ ในแต่ละแผนภาพประกอบด้วยสถานะที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากชนิดของเส้นเชื่อมคลาสที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ ดังรูปที่ 19

- กำหนดเส้นทางการเปลี่ยนสถานะที่เป็นไปได้ทั้งหมด รวมทั้งกำหนดกฎ เงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆ จากข้อกำหนดของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้



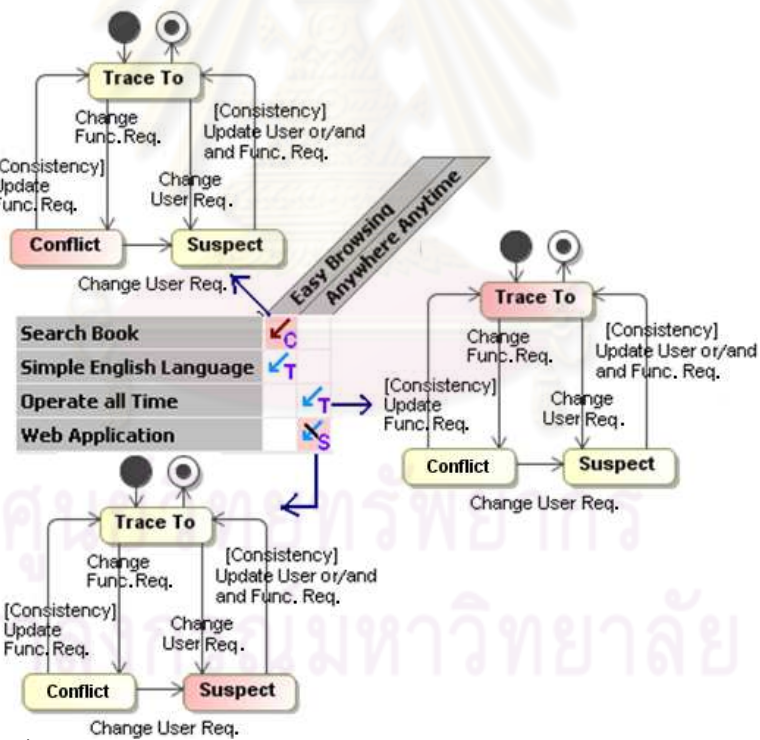
รูปที่ 20 แผนภาพสถานะระหว่างความต้องการของผู้ใช้และความต้องการเชิงหน้าที่

กำหนดเส้นทางการเปลี่ยนสถานะ เหตุการณ์ กฎ เงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆสำหรับการเปลี่ยนสถานะทั้งหมดที่เป็นไปได้ แผนภาพสถานะที่ต้องกำหนดมี 2 แผนภาพที่ได้กล่าวข้างต้น ในที่นี้จะยกตัวอย่างการกำหนดแผนภาพสถานะของเส้นเชื่อมคลาสระหว่างความต้องการของผู้ใช้และความต้องการเชิงหน้าที่ความสัมพันธ์มี 3 ชนิด คือ 1) ตามรอยไปสู่ 2) ขัดแย้ง และ 3) สงสัย จากรูปที่ 20 ความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้จะแทนด้วย 3 สถานะ จากสถานะเริ่มต้นจะเข้าสู่สถานะตามรอยไปสู่ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้จะทำให้สถานะเปลี่ยนผ่านเป็นสถานะสงสัย หมายความว่า การแก้ไขความต้องการของผู้ใช้จะส่งผลกระทบต่อความต้องการเชิงหน้าที่ ดังนั้น การจะเปลี่ยนผ่านสถานะกลับไปยังสถานะตามรอยไปสู่จะต้องเกิดเหตุการณ์ปรับปรุงทั้งความต้องการของผู้ใช้และความต้องการเชิงหน้าที่ด้วยเงื่อนไขคือความต้องการทั้งสองต้องมีความสอดคล้องกัน ตรงนี้บังคับให้มีกิจกรรมการทวนสอบ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขการเปลี่ยนผ่านในแผนภาพสถานะว่าเมื่อความต้องการของผู้ใช้ถูกเปลี่ยนแปลงแล้ว จะต้องแก้ไขความต้องการเชิงหน้าที่หรือความต้องการอื่นๆที่ได้รับผลกระทบให้เรียบร้อยเสียก่อนจึงจะอนุญาตให้แก้ไขความต้องการของผู้ใช้ดังกล่าวซ้ำได้ สังเกตว่าสถานะสงสัยนั้นจะไม่มี การเปลี่ยนสถานะเข้าหาตัวเอง



สำหรับกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ความต้องการเชิงหน้าที่ สถานะจะเปลี่ยนผ่านเป็นสถานะขัดแย้ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อความต้องการของผู้ใช้ ดังนั้น การจะกลับไปยังสถานะตามรอยไปสู่จึงมีเงื่อนไขว่าต้องทบทวนความต้องการทั้งสองให้มีความสอดคล้องกันก่อน ซึ่งอาจจะต้องปรับแก้ความต้องการเชิงหน้าที่เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

การใช้แผนภาพสถานะร่วมกับเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ ในแต่ละเส้นความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในเมตริกซ์ตามรอยจะสามารถแสดงแผนภาพสถานะได้เพื่อให้เห็นถึงพฤติกรรมของการตามรอยความต้องการ สถานะปัจจุบันของการตามรอยความต้องการจะแทนด้วยสี่เหลี่ยมมุมโค้งสีแดง ดังรูปที่ 21 นอกจากนี้ จะเห็นว่าเส้นความสัมพันธ์ในเซตมุมขวาล่างทั้งสองเส้นจะมีแผนภาพสถานะเหมือนกันเนื่องจากแผนภาพสถานะทั้งสองนี้เกิดจากเส้นเชื่อมคลาสเดียวกันในขั้นตอนการกำหนดแผนภาพสถานะที่ได้กล่าวข้างต้น แผนภาพสถานะร่วมกับเมตริกซ์ตามรอยความต้องการสามารถนำไปพัฒนาเป็นพีเจอาร์เพื่อขยายความสามารถการตามรอยความต้องการในเครื่องมือจัดการความต้องการได้ต่อไป



รูปที่ 21 การใช้แผนภาพสถานะร่วมกับเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ

## บทที่ 4

### การพัฒนาระบบ

จากการศึกษาและออกแบบขั้นตอนการขยายความสามารถของเมตริกซ์ตามรอยความต้องการโดยใช้แผนภาพสถานะของยูเอ็มแอล ตามที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 แล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการสรุปฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์ แผนภาพยูสเคส และดำเนินการพัฒนาเครื่องมือเพื่อสนับสนุนขั้นตอนวิธีที่นำเสนอดังกล่าว

#### 4.1 ฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์ของระบบ

ฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์ (Product Feature) ของระบบการขยายความสามารถตามรอยความต้องการด้วยพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ดังตารางที่ 1

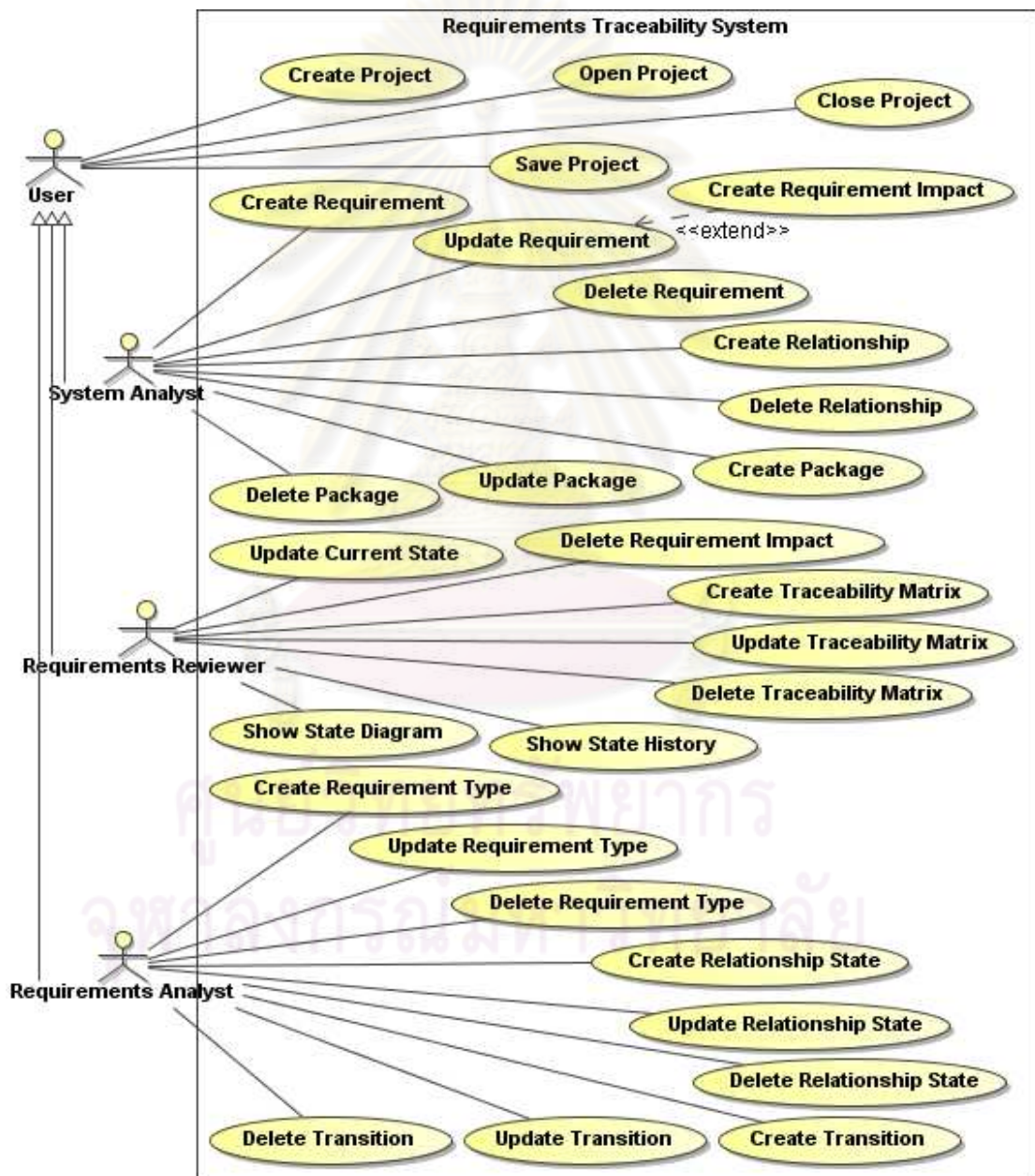
ตารางที่ 1 ฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์

หมายเลข	ชื่อฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์	คำอธิบายฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์
FE01	จัดการโครงการ	ระบบสามารถสร้าง บันทึก บันทึกเป็น ปิด และเปิดโครงการที่ต้องการใช้งานได้
FE02	จัดการชนิดความต้องการ	ระบบสามารถสร้าง ปรับปรุงรายละเอียด และลบ ชนิดความต้องการได้
FE03	จัดการความต้องการ	ระบบสามารถสร้าง ปรับปรุงรายละเอียด ลบความต้องการ และสร้างความต้องการแบบแม่-ลูกได้
FE04	จัดการความสัมพันธ์	ระบบสามารถสร้างและลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการได้
FE05	จัดการสถานะความสัมพันธ์	ระบบสามารถสร้าง ปรับปรุงรายละเอียด และลบสถานะและการเปลี่ยนสถานะในแต่ละความสัมพันธ์ได้
FE06	จัดการเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ	ระบบสามารถสร้าง ปรับการแสดงผล และลบเมตริกซ์ตามรอยความต้องการได้
FE07	จัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ	ระบบสามารถแจ้งเตือนเมื่อเกิดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ และอนุญาตให้เปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์ได้
FE08	จัดการแพ็คเกจ	ระบบสามารถสร้าง ปรับปรุงรายละเอียด ลบแพ็คเกจ และจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ภายใต้แพ็คเกจได้
FE09	แสดงแผนภาพสถานะ	ระบบสามารถแสดงสถานะปัจจุบันของความสัมพันธ์ในแผนภาพสถานะได้

FE10	แสดงสถานะประวัติ	ระบบสามารถแสดงสถานะประวัติ เวอร์ชัน วันที่และเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะได้
------	------------------	--

#### 4.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

จากการวิเคราะห์ที่เจาะการทำงานจากระบบ ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนภาพยูสเคสของระบบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของความต้องการเชิงหน้าที่และแอกเตอร์ (Actor) ที่เข้ามาใช้งาน ยูสเคสต่างๆ ในระบบ



รูปที่ 22 แผนภาพยูสเคส

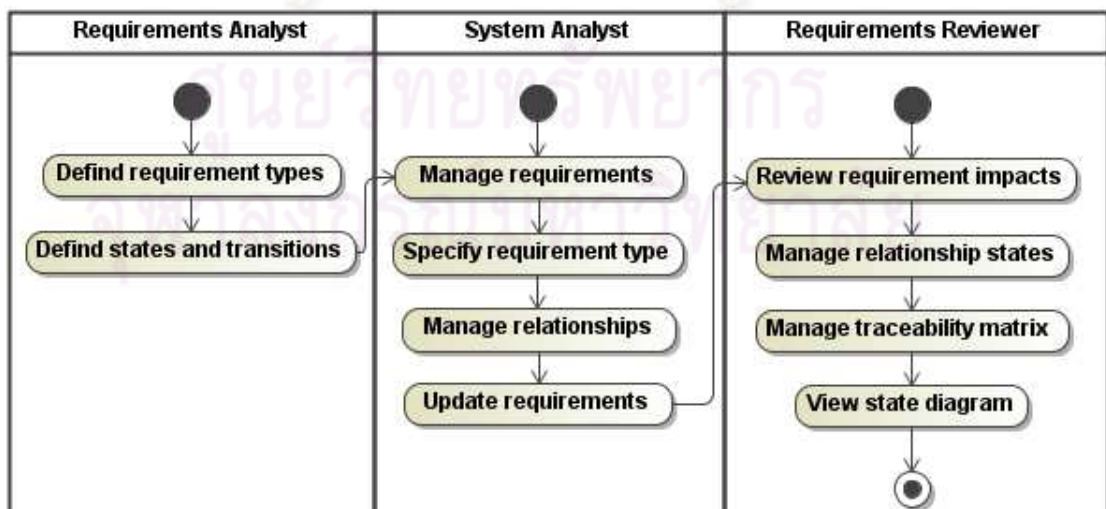
แผนภาพยูสเคสประกอบไปด้วย 29 ยูสเคส ดังแสดงในรูปที่ 22 คำอธิบายของแต่ละยูสเคสสามารถดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก ก ปรากฏในตารางที่ 6 ถึง ตารางที่ 34 แยกเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบมี 4 แยกเตอร์ ได้แก่ แยกเตอร์ผู้ใช้ แยกเตอร์นักวิเคราะห์ความต้องการ แยกเตอร์นักวิเคราะห์ระบบ และแยกเตอร์ผู้ทบทวนความต้องการ แต่ละแยกเตอร์จะมีบทบาท (Role) การใช้งานระบบแตกต่างกัน โดยบทบาทไม่ผูกโยงกับผู้ใช้งานระบบจริง หมายความว่าผู้ใช้งานจริงอาจเป็นคนเดียวกันแต่มีบทบาทการใช้งานครบทั้ง 4 แยกเตอร์ก็ได้ บทบาทของแต่ละแยกเตอร์มีดังต่อไปนี้

แยกเตอร์ผู้ใช้เป็นแยกเตอร์ที่มีลักษณะทั่วไป (Generalization) มีบทบาทในการจัดการโครงการ เช่น สร้างโครงการ เปิดโครงการ บันทึกโครงการ เป็นต้น แยกเตอร์นักวิเคราะห์ความต้องการเป็นแยกเตอร์ที่สืบทอด (Inheritance) จากแยกเตอร์ผู้ใช้ มีบทบาทในการจัดการเค้าร่าง (Schema) ของโครงการ เช่น นิยามชนิดความต้องการและแผนภาพสถานะ เพื่อใช้เป็นโครงร่างในการจัดการความต้องการต่อไป แยกเตอร์นักวิเคราะห์ระบบเป็นแยกเตอร์ที่สืบทอดจากแยกเตอร์ผู้ใช้ มีบทบาทในการรวบรวมความต้องการ ปรับปรุงรายละเอียดความต้องการ และจัดการความสัมพันธ์ระหว่างต้องการ และแยกเตอร์ผู้ทบทวนความต้องการเป็นแยกเตอร์ที่สืบทอดจากแยกเตอร์ผู้ใช้ มีบทบาทในการตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ และจัดการสถานะความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ เพื่อให้สอดคล้องกับผลกระทบที่เกิดขึ้น

4.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

เนื่องจากฟังก์ชันการใช้งานของระบบมีจำนวนมาก จึงได้นำเสนอแผนภาพกิจกรรมในส่วนของการใช้งานที่สำคัญ ดังนี้

4.3.1 แผนภาพกิจกรรมบทบาทการใช้งานของผู้ใช้



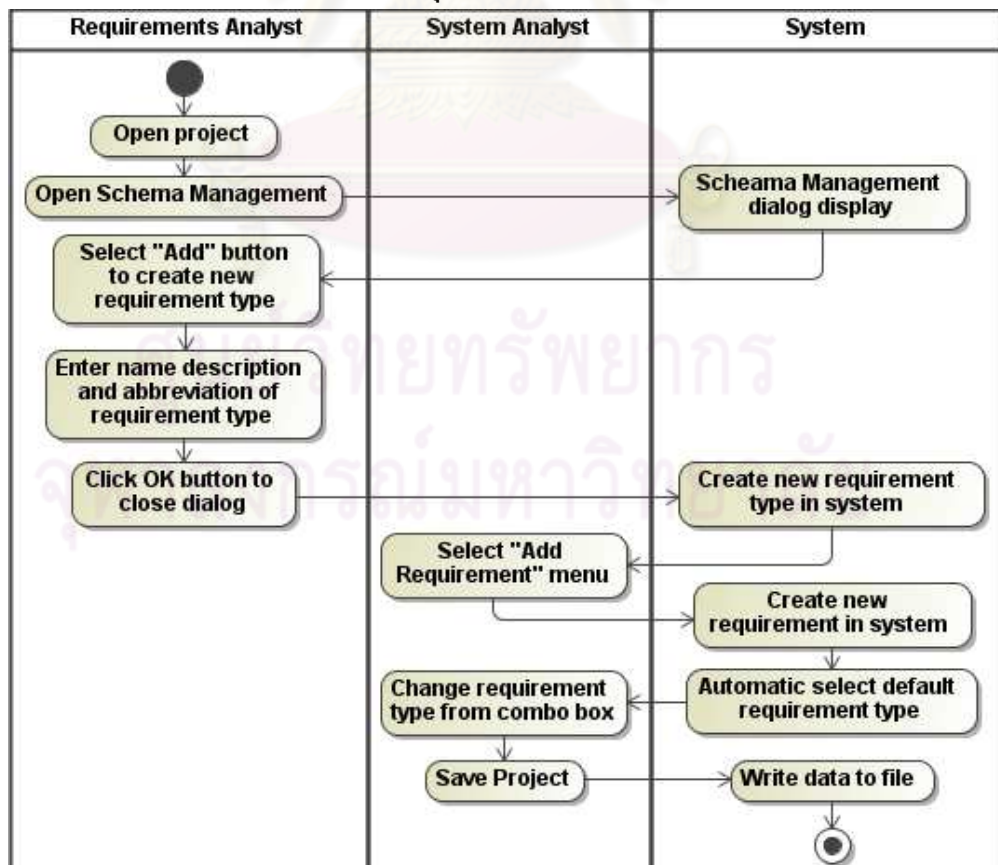
รูปที่ 23 แผนภาพกิจกรรมการบทบาทการใช้งานของผู้ใช้

นักวิเคราะห์ความต้องการทำหน้าที่นิยามข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการจัดการความต้องการ ประกอบด้วยข้อมูลชนิดความต้องการและแผนภาพสถานะ โดยเริ่มต้นทำการนิยามชนิดความต้องการก่อน จากนั้นจึงนิยามสถานะความสัมพันธ์และเส้นทางการเปลี่ยนสถานะ เพื่อให้ นักวิเคราะห์ระบบนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้จัดการความต้องการต่อไป

นักวิเคราะห์ระบบทำหน้าที่จัดการความต้องการและความสัมพันธ์ระหว่างต้องการ โดย เริ่มต้นสร้างความต้องการขึ้นในระบบ จัดกลุ่มความต้องการที่เกี่ยวข้องให้อยู่ภายใต้แพ็คเกจ เดียวกัน จัดการความต้องการแบบแม่-ลูก ระบุชนิดความต้องการที่ได้นิยามไว้ก่อนหน้าจาก นักวิเคราะห์ความต้องการ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ปรับปรุงและลบความ ต้องการ

ผู้ทบทวนความต้องการทำหน้าที่จัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการและ จัดการสถานะความสัมพันธ์ เริ่มต้นตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ จากนั้นทบทวนความสอดคล้องของรายละเอียดในแต่ละคู่ของความ ต้องการ และปรับเปลี่ยน สถานะของความสัมพันธ์ให้เหมาะสม นอกจากนี้ผู้ทบทวนความต้องการสามารถสร้างเมตริกซ์ ตามรอยความต้องการเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ และสามารถแสดง แผนภาพสถานะของแต่ละความสัมพันธ์ได้

#### 4.3.2 แผนภาพกิจกรรมสร้างและระบุชนิดความต้องการ

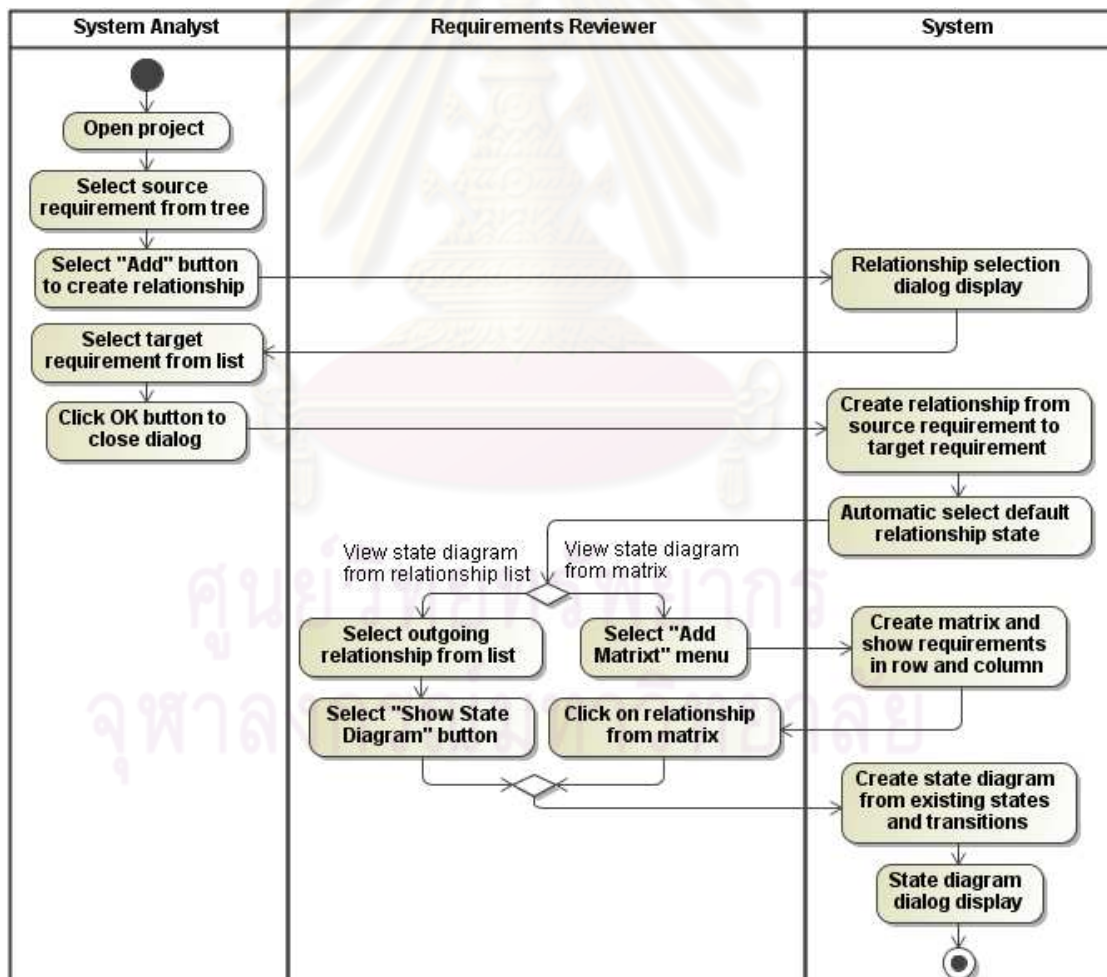


รูปที่ 24 แผนภาพกิจกรรมสร้างและระบุชนิดความต้องการ

การสร้างชนิดความต้องการเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ความต้องการ โดยเริ่มต้นเปิดโครงการขึ้นมาทำงานและเปิดไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง จากนั้นกดปุ่มสร้างชนิดความต้องการ ระบบจะทำการสร้างชนิดความต้องการขึ้นมาใหม่โดยชื่อเริ่มต้นว่า “New Requirement Type” นักวิเคราะห์ความต้องการระบุชื่อ รายละเอียด และหน่วยคำเต็มหน้า (Prefix) ของชนิดความต้องการและกดปุ่มตกลง ระบบจะทำการปรับปรุงชื่อและรายละเอียดของข้อมูลของชนิดความต้องการในระบบ

ส่วนการสร้างความต้องการและระบุชนิดความต้องการเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ระบบ โดยเริ่มต้นจากนักวิเคราะห์ระบบเลือกเมนูสร้างความต้องการ ระบบจะทำการสร้างสร้างความต้องการขึ้นมาใหม่โดยกำหนดชนิดความต้องการเริ่มต้นจากชนิดความต้องการที่เป็นลำดับแรกสุด จากนั้นนักวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงชนิดความต้องการได้จากจากคอมโบบ็อกซ์ เมื่อทำงานเสร็จสิ้นนักวิเคราะห์ทำการบันทึกโครงการเพื่อนำข้อมูลทั้งหมดลงไฟล์ข้อมูล

#### 4.3.3 แผนภาพกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์และแสดงแผนภาพสถานะ



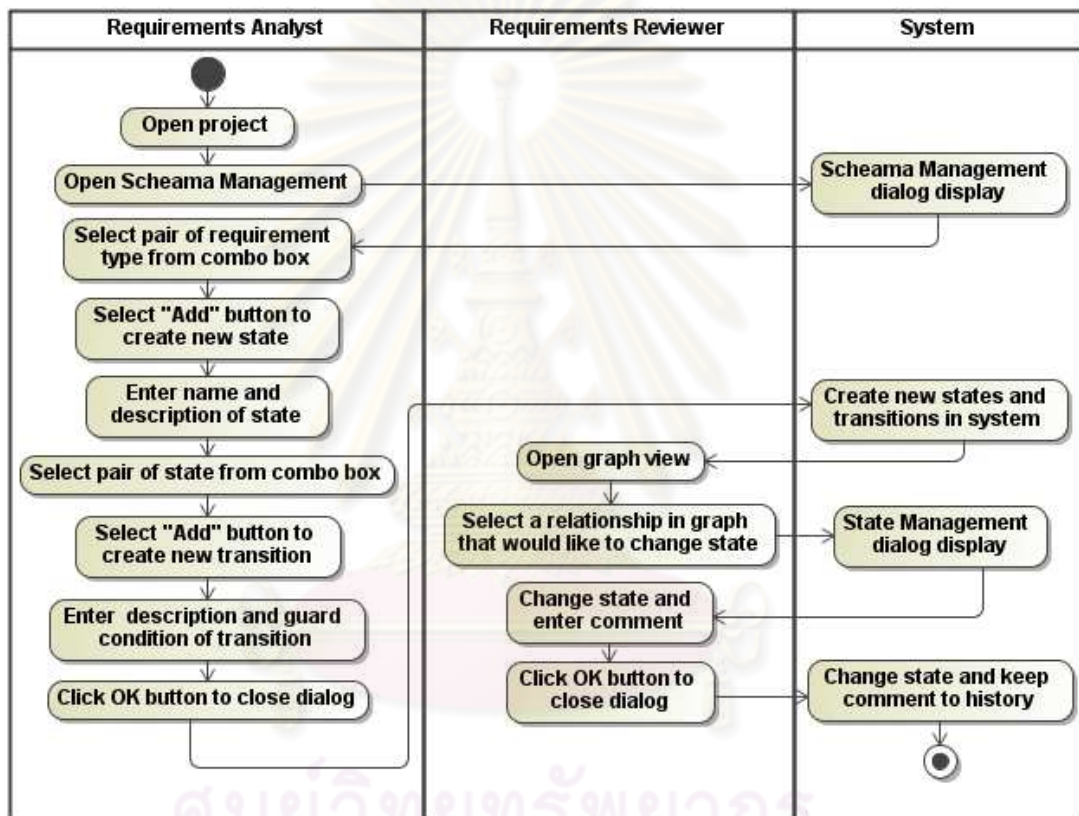
รูปที่ 25 แผนภาพกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์และแผนภาพสถานะ

เริ่มต้นนักวิเคราะห์ระบบเปิดโครงการ เลือกโหนดความต้องการต้นทางจากต้นไม้และกดปุ่มสร้างความสัมพันธ์ ไดอะล็อกความสัมพันธ์จะปรากฏขึ้นบนหน้าจอ นักวิเคราะห์ระบบเลือก

ความต้องการเป้าหมายจากไดอะล็อกและกดปุ่มตกลง ระบบจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการจากความต้องการต้นทางยังความต้องการเป้าหมายและกำหนดสถานะที่เป็นค่าเริ่มต้นให้เป็นสถานะเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ

หลังจากสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการแล้ว ผู้ทบทวนความต้องการสามารถแสดงแผนภาพสถานะได้ 2 วิธี วิธีแรกผู้ทบทวนความต้องการเลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์และกดปุ่มแสดงแผนภาพสถานะ วิธีที่ 2 ผู้ทบทวนความต้องการสร้างโหนดเมตริกซ์และคลิกเลือกความสัมพันธ์ในเซลล์เมตริกซ์ ระบบจะสร้างแผนภาพสถานะและแสดงบนหน้าจอ

4.3.4 แผนภาพกิจกรรมสร้างและระบุสถานะความสัมพันธ์



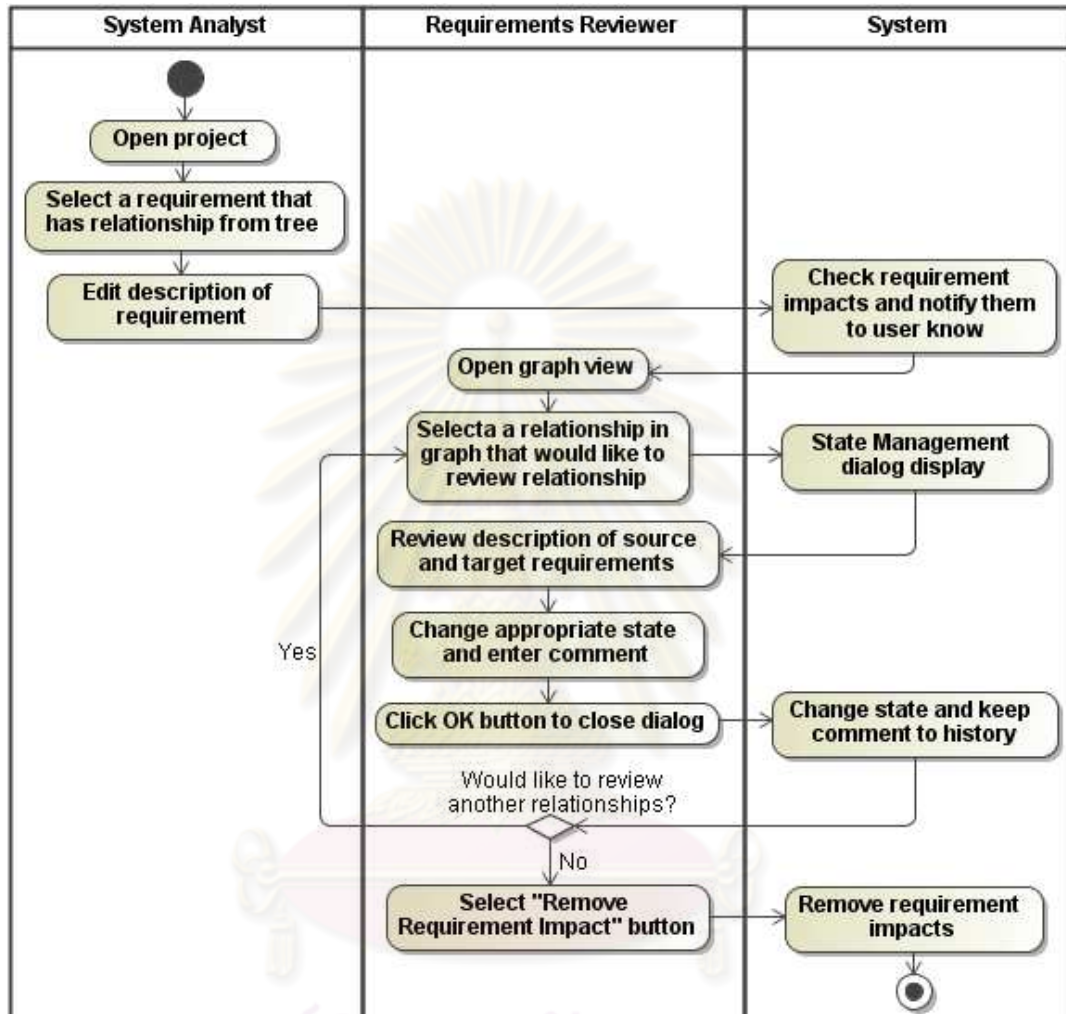
รูปที่ 26 แผนภาพกิจกรรมสร้างและระบุสถานะความสัมพันธ์

การสร้างสถานะความสัมพันธ์เป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ความต้องการ เริ่มต้นเปิดโครงการขึ้นมาทำงานและเปิดไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ จากนั้นเลือกคู่ของชนิดความต้องการจากคอมโบบ็อกซ์และกดปุ่มสร้างสถานะ ระบบจะทำการสร้างสถานะใหม่ขึ้น นักวิเคราะห์ความต้องการเลือกคู่ของสถานะจากคอมโบบ็อกซ์และกดปุ่มสร้างการเปลี่ยนสถานะ ระบบจะสร้างเส้นทางการเปลี่ยนสถานะระหว่างสถานะทั้งสอง นอกจากนี้นักวิเคราะห์ความต้องการสามารถระบุรายละเอียดและเงื่อนไขผ่านอินพุตฟิลด์

ส่วนการระบุสถานะในความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเป็นหน้าที่ของผู้ทบทวนความต้องการ เริ่มต้นผู้ทบทวนความต้องการเปิดมุมมองกราฟและเลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการเปลี่ยน

สถานะจากเส้นกราฟ ได้อะล็อกจัดการสถานะจะปรากฏขึ้นบนหน้าจอ ผู้ทบทวนความต้องการ เลือกสถานะจากคอมโบบ็อกซ์ ระบุคอมเมนต์ และกดปุ่มตกลง ระบบเปลี่ยนแปลงสถานะปัจจุบัน และบันทึกสถานะที่เลือกลงในสถานะประวัติ

#### 4.3.5 แผนภาพกิจกรรมจัดการผลกระทบความต้องการและเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน



รูปที่ 27 แผนภาพกิจกรรมจัดการผลกระทบความต้องการและเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน

นักวิเคราะห์ระบบเปิดโครงการ เลือกหนดความต้องการที่มีความสัมพันธ์กับความ ต้องการอื่นจากต้นไม้แนวทาง และทำการแก้ไขรายละเอียดความต้องการผ่านหน้าจออินพุต ระบบ จะตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการและแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่าการ เปลี่ยนแปลงความต้องการขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อความต้องการอื่นๆ

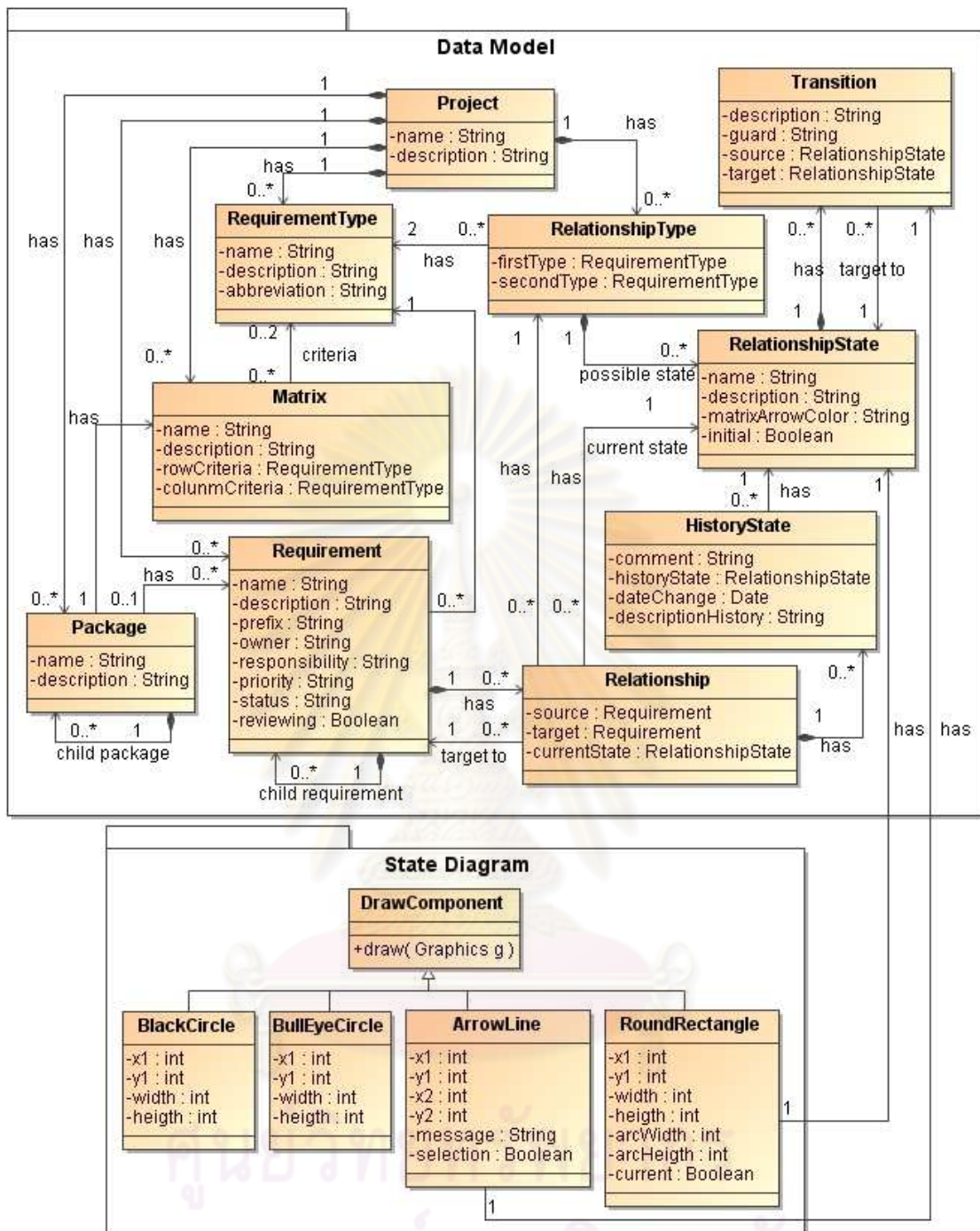
ผู้ทบทวนความต้องการเปิดมุมมองกราฟและเลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการทบทวนจาก เส้นกราฟ ได้อะล็อกจัดการสถานะจะปรากฏขึ้นบนหน้าจอ ผู้ทบทวนความต้องการทบทวนความ สอดคล้องในรายละเอียดของคุณค่าความต้องการและเลือกสถานะของความสัมพันธ์ใหม่ที่เหมาะสม จากคอมโบบ็อกซ์ ระบบจะเปลี่ยนแปลงสถานะปัจจุบันและบันทึกสถานะที่เลือกลงในสถานะ



ประวัติ เมื่อทบทวนครบทุกความสัมพันธ์ที่ได้รับผลกระทบแล้ว ผู้ทบทวนความต้องการกดยุบรวมผลกระทบ ระบบจะลบผลกระทบและการแจ้งเตือนออกจากความต้องการ

#### 4.4 แผนภาพคลาส (Class Diagram)

การพัฒนาระบบมีส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือส่วนของตัวโมเดลระบบ และส่วนของการสร้างแผนภาพสถานะจากโมเดล ผู้วิจัยจึงแบ่งแผนภาพคลาสออกเป็น 2 แพ็คเกจ คือแพ็คเกจโมเดลข้อมูลและแพ็คเกจแผนภาพสถานะ แพ็คเกจโมเดลข้อมูลมีหน้าที่จัดเก็บข้อมูลของระบบและนำข้อมูลเหล่านี้บันทึกในระบบไฟล์ (File System) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้วิธีจัดเก็บข้อมูลแบบวัตถุโดยอาศัยไลบรารีของภาษาช่วยในการจัดเก็บ เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาระบบและการเขียนโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ ข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอธิบายโดยใช้แผนภาพคลาส แสดงดังรูปที่ 28 ส่วนแพ็คเกจแผนภาพสถานะมีหน้าที่เก็บข้อมูลสำหรับแสดงแผนภาพสถานะโดยมีการนำข้อมูลบางส่วนจากแพ็คเกจโมเดลข้อมูลมาใช้ในการสร้างแผนภาพสถานะ



รูปที่ 28 แผนภาพคลาส

#### 4.4.1 แพ็คเกจโมเดลข้อมูล

แพ็คเกจโมเดลข้อมูลประกอบด้วยกลุ่มของคลาสที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของระบบ ประกอบด้วย 10 คลาส ได้แก่

1. คลาสโครงการทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลของโครงการ ประกอบด้วยคุณลักษณะชื่อและรายละเอียด มีความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งไปสู่คลาสแพ็คเกจ คลาสความ

ต้องการ คลาสเมตริกซ์ คลาสชนิดความต้องการ และคลาสชนิดความสัมพันธ์ แสดงถึงคลาสเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของคลาสโครงการ

2. คลาสแพ็คเกจทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลของแพ็คเกจ ประกอบด้วยคุณลักษณะชื่อและรายละเอียด มีความสัมพันธ์ไปสู่คลาสความต้องการและคลาสเมตริกซ์ โดยหนึ่งคลาสแพ็คเกจสามารถมีได้หลายคลาสความต้องการและหลายคลาสเมตริกซ์ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งไปสู่คลาสแพ็คเกจเอง แสดงถึงหนึ่งคลาสแพ็คเกจสามารถมีได้อีกหลายคลาสแพ็คเกจเป็นลักษณะความสัมพันธ์แบบแม่-ลูก
3. คลาสความต้องการทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลความต้องการ ประกอบด้วยคุณลักษณะชื่อ รายละเอียด หน่วยค่าเต็มหน้า เจ้าของ ผู้รับผิดชอบ ลำดับความสำคัญ และสถานภาพ นอกจากนี้มีคุณลักษณะการทบทวนใช้ตรวจสอบความต้องการเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงว่าจำเป็นต้องมีการทบทวนผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือไม่ คลาสความต้องการมีความสัมพันธ์ไปสู่คลาสชนิดความต้องการ โดยหนึ่งคลาสความต้องการจะต้องมีหนึ่งคลาสชนิดของความต้อกรเสมอ และมีความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งไปสู่คลาสความต้องการเอง แสดงถึงหนึ่งคลาสความต้องการสามารถมีได้อีกหลายคลาสความต้องการเป็นลักษณะความสัมพันธ์แบบแม่-ลูก
4. คลาสความสัมพันธ์ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ประกอบด้วยคุณลักษณะความต้องการต้นทาง ความต้องการปลายทางและสถานะปัจจุบัน มีความสัมพันธ์กับคลาสความต้องการทั้งไปและกลับ มีความสัมพันธ์ไปสู่คลาสสถานะความสัมพันธ์เพื่อเก็บสถานะปัจจุบัน มีความสัมพันธ์ไปสู่คลาสสถานะประวัติเพื่อจัดเก็บข้อมูลประวัติของสถานะ และสัมพันธ์คลาสชนิดความสัมพันธ์เพื่อจัดเก็บสถานะความสัมพันธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้
5. คลาสชนิดความต้องการทำหน้าที่เก็บข้อมูลชนิดความต้องการ ประกอบด้วยคุณลักษณะชื่อ รายละเอียด และอักษรย่อของชนิดความต้องการ
6. คลาสเมตริกซ์ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ ประกอบด้วยคุณลักษณะชื่อ รายละเอียด เกณฑ์แถวและเกณฑ์คอลัมน์ มีความสัมพันธ์ไปสู่คลาสชนิดความต้องการเพื่อใช้ระบุเกณฑ์แถวและคอลัมน์ในการแสดงเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ
7. คลาสชนิดความสัมพันธ์ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลชนิดความสัมพันธ์ ประกอบด้วยคุณลักษณะชนิดความต้องการที่หนึ่งและชนิดความต้องการที่สอง โดยมีความสัมพันธ์กับคลาสชนิดความต้องการเพื่อเก็บคู่ของชนิดความต้องการ และมี

ความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งไปสู่คลาสสถานะความสัมพันธ์เพื่อเก็บสถานะที่เป็นไปได้ทั้งหมดในแต่ละคู่ของชนิดความต้องการ

8. คลาสสถานะความสัมพันธ์ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลสถานะ ประกอบด้วยคุณลักษณะชื่อ รายละเอียด สีลูกศรในเมตริกซ์ นอกจากนี้มีคุณลักษณะเริ่มต้นใช้กำหนดสถานะให้เป็นสถานะเริ่มต้นเมื่อความสัมพันธ์ถูกสร้างขึ้น คลาสสถานะความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งไปสู่คลาสชนิดความสัมพันธ์ โดยหนึ่งคลาสชนิดความสัมพันธ์มีได้หลายคลาสสถานะความสัมพันธ์
9. คลาสการเปลี่ยนสถานะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลการเปลี่ยนสถานะ ประกอบด้วยคุณลักษณะรายละเอียด เงื่อนไขคุม สถานะต้นทางและสถานะปลายทาง มีความสัมพันธ์กับคลาสสถานะทั้งไปและกลับ
10. คลาสสถานะประวัติทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลประวัติของสถานะ ประกอบด้วยคุณลักษณะคอมเมนต์ สถานะประวัติ รายละเอียดความต้องการที่เปลี่ยนแปลง วันที่และเวลาที่เก็บสถานะประวัติ มีความสัมพันธ์ไปสู่คลาสสถานะความสัมพันธ์เพื่อเก็บสถานะประวัติ และมีความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่งกับคลาสความสัมพันธ์

#### 4.4.2 แพ็คเกจแผนภาพสถานะ

แพ็คเกจแผนภาพสถานะประกอบด้วยกลุ่มของคลาสที่ทำหน้าที่แสดงแผนภาพสถานะ ประกอบด้วย 5 คลาส ได้แก่

1. คลาสองค์ประกอบการวาดเป็นคลาสที่มีลักษณะทั่วไป ในคลาสจะมีเมธอด draw() เพื่อใช้ในการวาดรูป
2. คลาสวงกลมดำเป็นซับคลาส (Subclass) ของคลาสองค์ประกอบการวาด ทำหน้าที่วาดรูปวงกลมทึบ ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของสถานะเริ่มต้น ประกอบด้วยคุณลักษณะพิกัดตามแกนเอ็กซ์ พิกัดตามแกนวาย ความสูง และความกว้าง
3. คลาสวงกลมดาวเป็นซับคลาสของคลาสองค์ประกอบการวาด ทำหน้าที่วาดรูปวงกลมแบบดาว ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของสถานะสิ้นสุด ประกอบด้วยคุณลักษณะพิกัดตามแกนเอ็กซ์ พิกัดตามแกนวาย ความสูง และความกว้าง
4. คลาสเส้นลูกศรเป็นซับคลาสของคลาสองค์ประกอบการวาด ทำหน้าที่วาดเส้นลูกศรและข้อความบนลูกศร ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของการเปลี่ยนสถานะ ประกอบด้วยคุณลักษณะพิกัดเริ่มต้นตามแกนเอ็กซ์ พิกัดเริ่มต้นตามแกนวาย พิกัดสิ้นสุดตามแกนเอ็กซ์ พิกัดสิ้นสุดตามแกนวาย และข้อความบนเส้นลูกศร นอกจากนี้มีคุณลักษณะการเลือกเพื่อเปลี่ยนสีของเส้นลูกศรเมื่อเส้นการเปลี่ยนสถานะกำลังถูกเลือก คลาส

เส้นลูกศรมีความสัมพันธ์กับคลาสการเปลี่ยนสถานะแบบหนึ่งต่อหนึ่งเพื่อแสดงเส้น  
ลูกศรตามเส้นทางของการเปลี่ยนสถานะ

5. คลาสสี่เหลี่ยมมุมมนเป็นซับคลาสของคลาสองค์ประกอบการวาด ทำหน้าที่วาดรูปสี่เหลี่ยมมุมมน ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของสถานะ ประกอบด้วยคุณลักษณะที่กักตามแกนเอ็กซ์ ที่กักตามแกนวาย ความสูง ความกว้าง ความสูงของส่วนโค้ง ความกว้างของส่วนโค้ง นอกจากนี้มีคุณลักษณะปัจจุบันเพื่อเปลี่ยนสีของสี่เหลี่ยมมุมมนเพื่อแสดงสถานะปัจจุบัน คลาสสี่เหลี่ยมมุมมนมีความสัมพันธ์กับคลาสสถานะ ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่งเพื่อแสดงสี่เหลี่ยมมุมมนตามจำนวนของสถานะ ความสัมพันธ์ที่มีทั้งหมด

#### 4.5 เครื่องมือและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนา

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบมีทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ดังต่อไปนี้

##### 1) ฮาร์ดแวร์

1. หน่วยประมวลผล อินเทลเพนเทียม เอ็ม 1.60 กิกะเฮิร์ต
2. หน่วยความจำหลัก 1 กิกะไบต์
3. ฮาร์ดดิสก์ 30 กิกะไบต์

##### 2) ซอฟต์แวร์

1. ระบบปฏิบัติการ วินโดวส์เอ็กซ์พี โพรเฟสชันนอล (Windows XP Professional)
2. โปรแกรมสภาพแวดล้อมประมวลผลจาวา 6 (Java Runtime Environment 6)
3. โปรแกรมชุดเครื่องมือพัฒนาจาวา 6 (Java Development Kit 6)
4. โปรแกรมเนตบีนส์ ไอดีอี 6.5 (NetBeans IDE 6.5)
5. โปรแกรมเมจิก ดรอว์ ยูเอ็มแอล 15.1 (Magic Draw UML 15.1)
6. โปรแกรมอโดบี โฟโตชอป 7 (Adobe Photoshop 7)

##### 3) ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์

หลังจากเตรียมเครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการติดตั้งเครื่องมือทั้งหมดลงคอมพิวเตอร์เพื่อใช้พัฒนาระบบ โดยมีลำดับการติดตั้งเครื่องมือดังนี้

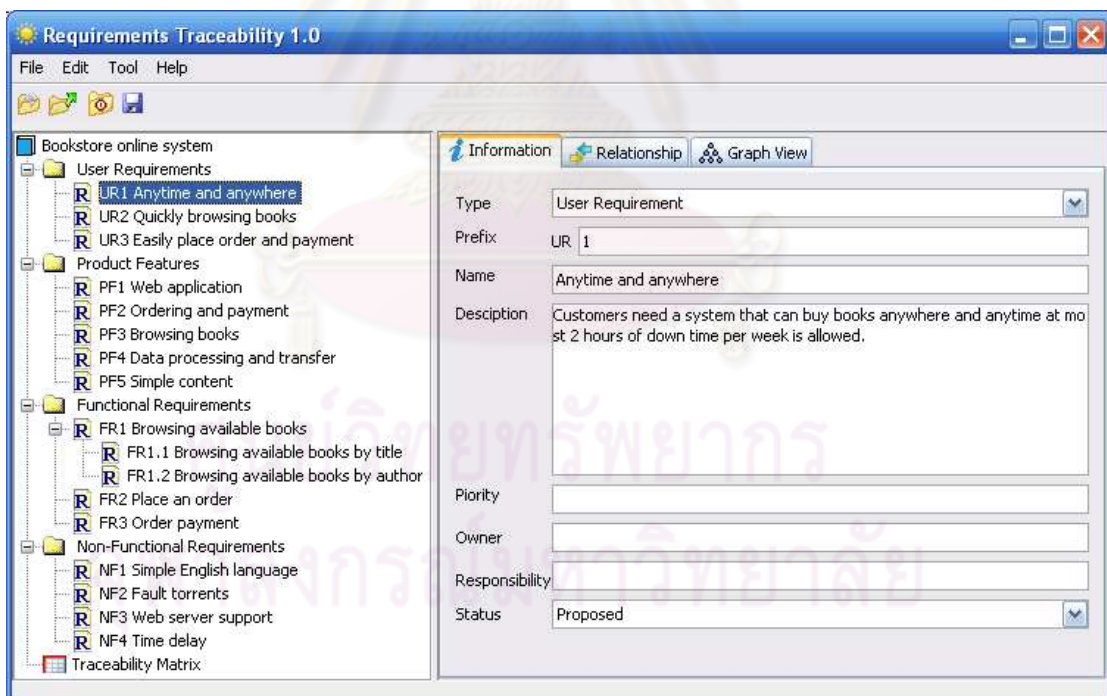
1. ติดตั้งระบบปฏิบัติการ วินโดวส์เอ็กซ์พี โพรเฟสชันนอล
2. ติดตั้งโปรแกรมสภาพแวดล้อมประมวลผลจาวา 6
3. ติดตั้งโปรแกรมชุดเครื่องมือพัฒนาจาวา 6
4. ติดตั้งโปรแกรมเนตบีนส์ ไอดีอี 6.5

5. ติดตั้งโปรแกรมเมจิก ดรอว์ ยูเอ็มแอล 15.1
6. ติดตั้งโปรแกรมอโดบี ไฟโตชอป 7

#### 4.6 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

การพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้จะใช้ไลบรารีสวิง (Swing) ของภาษาจาวาในการพัฒนา โดยเรียกใช้ไลบรารีผ่านส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (Application Program Interface- API) ที่ภาษาจาวาจัดเตรียมไว้ นอกจากนี้โปรแกรมเน็ตปีนส์ ไอดีอี 6.5 ยังมีเครื่องมือสำหรับสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ชื่อว่า จียูไอบิวเดอร์ (GUI Builder) ผู้ใช้สามารถลากและวางคอมโพเนนต์ของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่ต้องการได้ทันที จากนั้นโปรแกรมเน็ตปีนส์จะสร้างซอสโค้ดภาษาจาวาให้อัตโนมัติ ช่วยให้พัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว

หลังจากเปิดโปรแกรม หน้าจอสำหรับการใช้งานหลักจะปรากฏขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนต้นไม้นำทางจะปรากฏอยู่ทางซ้ายของโปรแกรม และส่วนหน้าจอทำงานหลักจะปรากฏอยู่ทางขวาของโปรแกรม ทั้ง 2 ส่วนนี้จะกั้นด้วยแท่งแบ่ง (Split Bar) ที่สามารถเคลื่อนที่โดยใช้เมาส์ลากได้เพื่อขยายหรือย่อหน้าจอให้สะดวกในการใช้งาน แสดงในรูปที่ 29

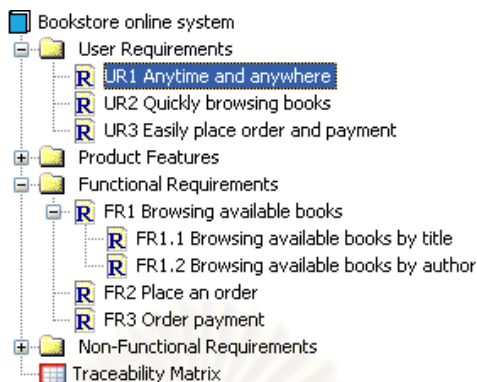


รูปที่ 29 หน้าจอสำหรับการใช้งานของโปรแกรม

##### 4.6.1 ต้นไม้นำทาง (Navigate Tree)

ต้นไม้นำทางช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างและเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ในโครงการ ประกอบไปด้วยโหนดข้อมูล ได้แก่ โหนดโปรเจก โหนดแพ็คเกจ โหนดความต้องการ และโหนด

เมตริกซ์ โดยมีสัญลักษณ์ (Icon) แตกต่างกันตามชนิดของโหนด ส่วนข้อมูลและความสัมพันธ์ของโหนดจะเป็นไปตามแพ็คเกจโมเดลข้อมูลในหัวข้อแผนภาพคลาส



รูปที่ 30 ต้นไม้แนวทาง

#### 4.6.2 หน้าจอทำงานหลัก (Main Working Window)

หน้าจอทำงานหลักประกอบด้วยแท็บย่อยๆ ได้แก่ แท็บสารสนเทศ แท็บความสัมพันธ์ แท็บมุมมองกราฟ และแท็บเมตริกซ์ โดยแท็บจะปรากฏขึ้นสัมพันธ์กับโหนดที่เลือกในต้นไม้แนวทาง

##### 1) แท็บสารสนเทศ

แท็บสารสนเทศใช้สำหรับจัดการข้อมูลของโหนดที่เลือกจากต้นไม้แนวทาง สำหรับโหนดความต้องการ แท็บสารสนเทศประกอบไปด้วยอินพุตฟิลด์ชนิด หน่วยค่าเต็มหน้า ชื่อ รายละเอียด ลำดับความสำคัญ เจ้าของ ผู้รับผิดชอบ และสถานภาพ แสดงในรูปที่ 31 ส่วนโหนดโหนดโปรเจก โหนดแพ็คเกจ และโหนดเมตริกซ์ แท็บสารสนเทศจะประกอบไปด้วยอินพุตฟิลด์ชื่อและรายละเอียด

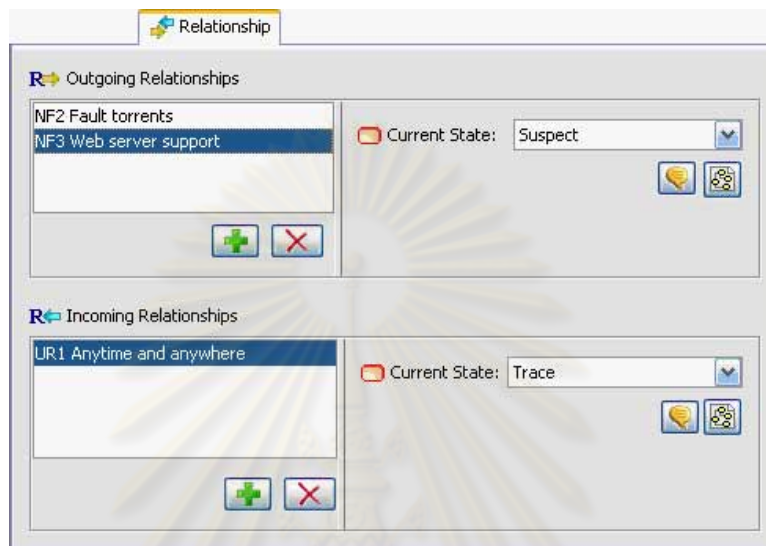
Information	
Type	User Requirement
Prefix	UR 1
Name	Anytime and anywhere
Description	Customers need a system that can buy books anywhere and anytime at most 2 hours of down time per week is allowed.
Priority	High
Owner	Jonh K.
Responsibility	Kate T.
Status	Proposed

รูปที่ 31 แท็บสารสนเทศ

##### 2) แท็บความสัมพันธ์

แท็บความสัมพันธ์ใช้สำหรับสร้างและลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ จัดการสถานะของความสัมพันธ์ และแสดงแผนภาพสถานะ แท็บนี้ปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้เลือกโหนดความ

ต้องการจากต้นไม้นำทาง ภายในแท็บจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของความสัมพันธ์ออกจาก และส่วน of ความสัมพันธ์เข้าสู่ ผู้ใช้สามารถสร้างและลบความสัมพันธ์ได้โดยกดปุ่มเพิ่มและลบ ความสัมพันธ์ เมื่อผู้ใช้เลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์แล้ว สถานะปัจจุบันของ ความสัมพันธ์นั้นจะปรากฏขึ้น ผู้ใช้สามารถเรียกดูแสดงแผนภาพสถานะได้โดยกดปุ่มแผนภาพ สถานะ และเรียกดูสถานะประวัติได้โดยกดปุ่มสถานะประวัติ แสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 แท็บความสัมพันธ์

### 3) แท็บเมตริกซ์

แท็บเมตริกซ์ใช้สำหรับแสดงความสัมพันธ์และสถานะความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ในรูปของเมตริกซ์ แท็บนี้ปรากฏขึ้นเมื่อเลือกโหนดเมตริกซ์จากต้นไม้นำทาง ผู้ใช้สามารถ กำหนดการแสดงผลของเมตริกซ์ได้โดยเลือกชนิดความต้องการในเกณฑ์แถวและเกณฑ์คอลัมน์ จากคอมโบบ็อกซ์ เมตริกซ์จะแสดงความต้องการตามที่ผู้ใช้กำหนด ไดอะล็อกแผนภาพสถานะ ปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้คลิกที่ลูกศรความสัมพันธ์ สำหรับสีของลูกศรในเมตริกซ์ประกอบด้วย สีเขียว, สี เหลือง, สีแดง, สีน้ำเงิน และสีเทา โดยสีเขียวหมายถึงความสัมพันธ์ที่มีสถานะตามรอย, สีเหลือง หมายถึงความความสัมพันธ์ที่มีสถานะการยอมรับ, สีแดงหมายถึงความความสัมพันธ์ที่มีสถานะ สงสัย, สีน้ำเงินหมายถึงความความสัมพันธ์ที่มีสถานะทวนสอบ, สีเทาหมายถึงความ ความสัมพันธ์ที่ยังไม่ได้ระบุสถานะ และสีม่วงแบบมีลายหมายถึงความสัมพันธ์แบบทางอ้อม ผู้ใช้ สามารถกำหนดสีของลูกศรใหม่ได้จากไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเลือกแสดง หรือซ่อนชื่อของความต้องการและความสัมพันธ์แบบทางอ้อมได้จากการคลิกเลือกกล่องเลือก (Checkbox) แสดงในรูปที่ 34

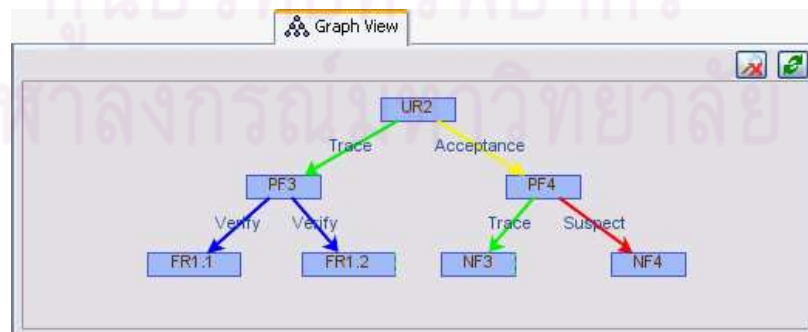


	UR1 Anytime and anywhere	UR2 Quickly browsing books	UR3 Easily place order ...
UR1 Anytime and anywhere			
UR2 Quickly browsing books			
UR3 Easily place order and ...			
PF1 Web application	↙		
PF2 Ordering and payment			↘
PF3 Browsing books		↙	
PF4 Data processing and tr...		↘	
PF5 Simple content			↙
FR1.1 Browsing available b...		⏏	
FR1.2 Browsing available b...		⏏	
FR1 Browsing available books			
FR2 Place an order			⏏
FR3 Order payment			⏏
NF1 Simple English language			⏏
NF2 Fault torrents	⏏		
NF3 Web server support	⏏	⏏	
NF4 Time delay		⏏	

รูปที่ 33 แท็บเมตริกซ์

## 4) แท็บมุมมองกราฟ

แท็บมุมมองกราฟใช้สำหรับแสดงความสัมพันธ์และสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในรูปของกราฟ แท็บนี้ปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้เลือกโหนดความต้องการจากต้นไม้นำทางกรณีเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการขึ้น โหนดของกราฟจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทำการทบทวนและจัดการสถานะความสัมพันธ์ เมื่อผู้ใช้คลิกความสัมพันธ์จากเส้นกราฟ ไดอะล็อกการจัดการสถานะจะปรากฏขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้จัดการสถานะความสัมพันธ์ นอกจากนี้แท็บมุมมองกราฟได้จัดเตรียมปุ่มรีเฟรชเพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อมูลและจัดเรียงกราฟใหม่ และปุ่มลบผลกระทบความต้องการเพื่อลบผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการออกจากกราฟแสดงในรูปที่ 33



รูปที่ 34 แท็บมุมมองกราฟ

### 4.6.3 เมนู (Menu)

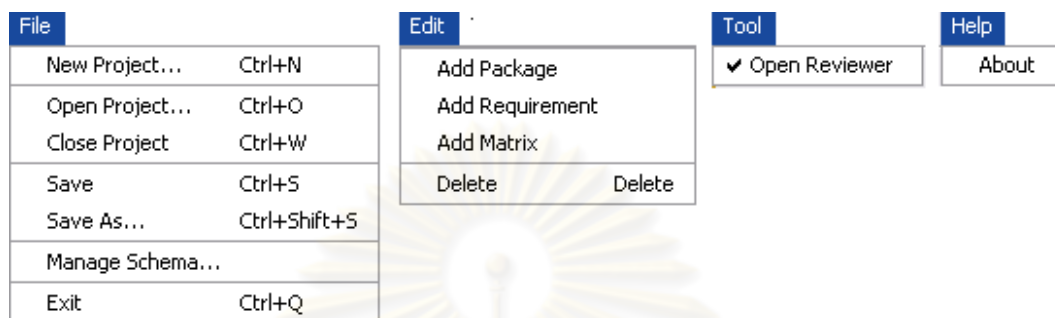
เมนูของระบบประกอบด้วยเมนู 2 ส่วน คือ เมนูบาร์ (Menu Bar) และเมนูคลิกขวา (Right-Click Menu)

#### 1) เมนูบาร์

เมนูบาร์ประกอบไปด้วยเมนู 4 เมนูได้แก่ เมนูไฟล์ เมนูแก้ไข เมนูเครื่องมือและเมนูช่วยเหลือ

1. เมนูไฟล์ ทำหน้าที่จัดการโครงการ จัดการไฟล์ข้อมูล และนิยามชนิดความต้องการและสถานะความต้องการ ประกอบไปด้วยเมนูย่อยดังนี้
  - 1.1. เมนูย่อยสร้างโครงการ ทำหน้าที่สร้างโครงการและไฟล์ในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลในการทำงาน
  - 1.2. เมนูย่อยเปิดโครงการ ทำหน้าที่โหลดข้อมูลของโครงการจากไฟล์ในระบบคอมพิวเตอร์เข้าสู่โปรแกรม
  - 1.3. เมนูย่อยปิดโครงการ ทำหน้าที่ปิดโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบันและลบล้างข้อมูลต่างๆออกหน้าหน้าจอ
  - 1.4. เมนูย่อยบันทึก ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลของโครงการที่ใช้งานอยู่เข้าสู่ไฟล์ในระบบคอมพิวเตอร์
  - 1.5. เมนูย่อยจัดการเค้าร่าง ทำหน้าที่เปิดไดอะล็อกการจัดการเค้าร่างเพื่อสร้าง ปรับปรุง และลบชนิดความต้องการ สถานะความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนสถานะ
  - 1.6. เมนูย่อยปิดโปรแกรม ทำหน้าที่ปิดโปรแกรมที่ใช้งานอยู่
2. เมนูแก้ไข ทำหน้าที่สร้างและลบ แพ็คเกจ ความต้องการ และเมตริกซ์ ซึ่งเมนูที่ปรากฏขึ้นจะสัมพันธ์โหนดที่เลือกจากต้นไม้ทาง ประกอบไปด้วยเมนูย่อยดังนี้
  - 2.1. เมนูย่อยเพิ่มแพ็คเกจ ทำหน้าที่สร้างแพ็คเกจใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่
  - 2.2. เมนูย่อยเพิ่มความต้องการ ทำหน้าที่สร้างความต้องการใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่
  - 2.3. เมนูย่อยเพิ่มเมตริกซ์ ทำหน้าที่สร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่
  - 2.4. เมนูย่อยลบ ทำหน้าที่ลบแพ็คเกจ ความต้องการ หรือเมตริกซ์ออกจากโครงการที่ใช้งานอยู่

3. เมนูเครื่องมือหน้าที่จัดการการตั้งค่าของระบบ ซึ่งมีเมนูย่อยเปิดการทบทวน ทำหน้าที่เปิดหรือปิดใช้งานการแจ้งเตือนเมื่อความต้องการเกิดเปลี่ยนแปลง และกระทบกับความต้องการอื่น
4. เมนูช่วยเหลือทำหน้าที่แสดงรายละเอียดของระบบ ซึ่งมีเมนูย่อยเกี่ยวกับ ทำหน้าที่แสดงรายละเอียดและเวอร์ชันของระบบ

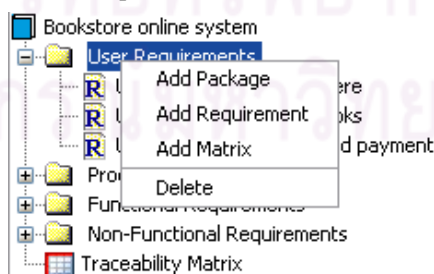


รูปที่ 35 เมนูบาร์และเมนูย่อย

## 2) เมนูคลิกขวา

เมนูคลิกขวา คือเมนูที่ปรากฏขึ้นเมื่อคลิกขวาบนโหนดของต้นไม้แนวทาง เมนูย่อยที่ปรากฏจะเป็นเมนูที่สามารถสร้างเป็นโหนดลูกได้ เป็นไปตามความสัมพันธ์ในแผนภาพคลาสของแพ็คเกจโมเดลข้อมูล สามารถดูได้จากหัวข้อแผนภาพคลาส เมนูย่อยทั้งหมดในเมนูคลิกขวามีดังนี้

1. เมนูย่อยเพิ่มแพ็คเกจ ทำหน้าที่สร้างแพ็คเกจใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่
2. เมนูย่อยเพิ่มความต้องการ ทำหน้าที่สร้างความต้องการใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่
3. เมนูย่อยเพิ่มเมตริกซ์ ทำหน้าที่สร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่
4. เมนูย่อยลบ ทำหน้าที่ลบแพ็คเกจ ความต้องการ และเมตริกซ์ออกจากโครงการที่ใช้งานอยู่



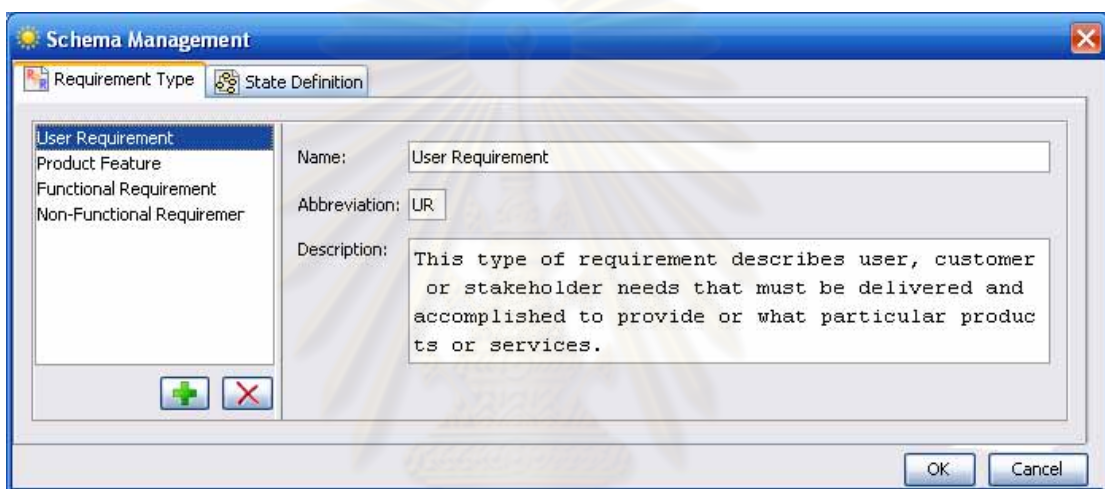
รูปที่ 36 เมนูคลิกขวา

#### 4.6.4 ไดอะล็อก (Dialog)

##### 1) ไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง

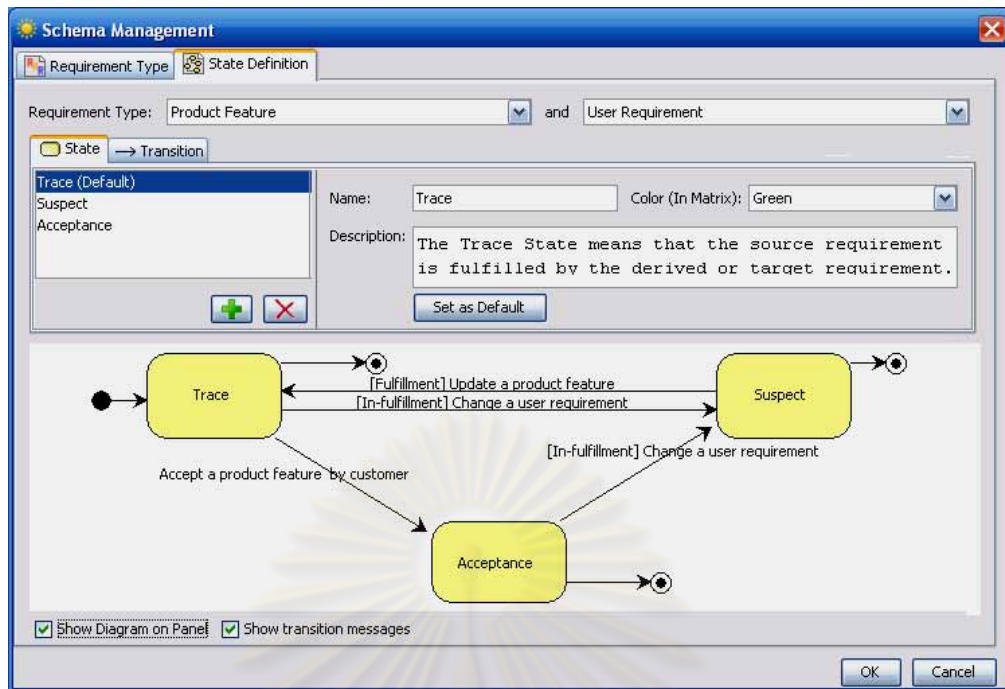
ไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง ทำหน้าที่สร้าง ปรับปรุง และลบชนิดความต้องการ สถานะ ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนสถานะ ไดอะล็อกปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูย่อยจัดการเค้าร่าง ภายในไดอะล็อกประกอบด้วย 2 แท็บ ได้แก่ แท็บชนิดความต้องการและแท็บนิยามสถานะ

แท็บชนิดความต้องการทำหน้าที่จัดการชนิดความต้องการ ผู้ใช้สามารถสร้างและลบชนิดความต้องการโดยกดปุ่มสร้างและลบชนิดความต้องการ ผู้ใช้สามารถปรับปรุงข้อมูลชนิดความต้องการโดยเลือกชนิดความต้องการจากรายการและปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต แสดงในรูปที่ 37



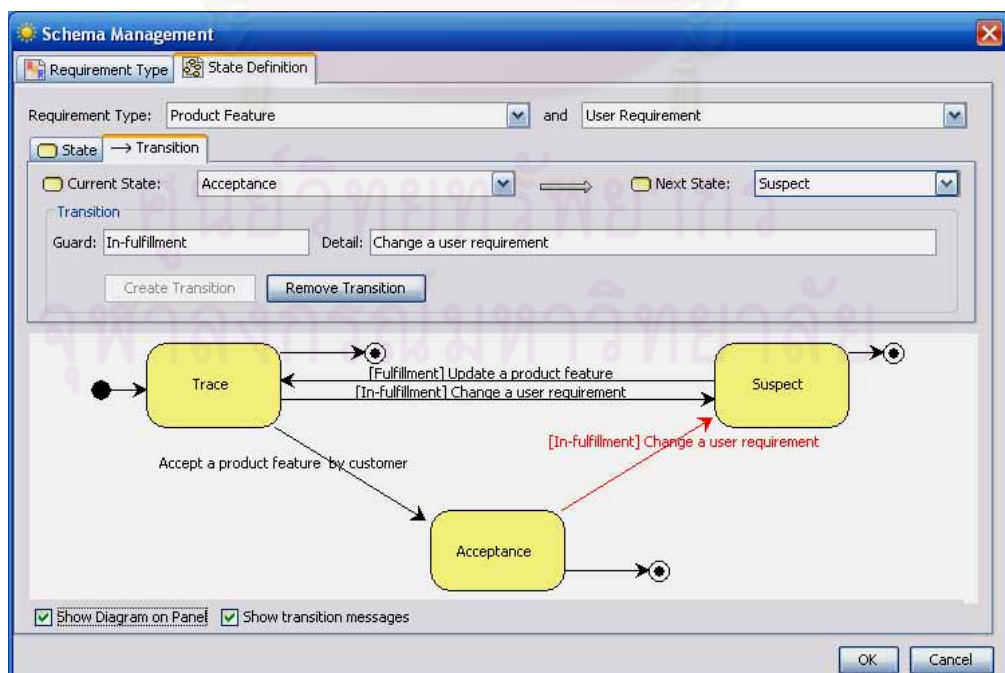
รูปที่ 37 แท็บชนิดความต้องการของไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง

แท็บนิยามสถานะทำหน้าที่จัดการแผนภาพสถานะ เริ่มต้นผู้ใช้ต้องเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการสถานะก่อน จากนั้นจึงกดปุ่มสร้างหรือลบสถานะความสัมพันธ์เพื่อสร้างหรือลบสถานะความสัมพันธ์ ผู้ใช้สามารถปรับปรุงข้อมูลสถานะได้โดยเลือกสถานะที่ต้องการจากรายการและปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต แสดงในรูปที่ 38



รูปที่ 38 จัดการการสถานะในแท็บนิยามสถานะความสัมพันธ์ของไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง

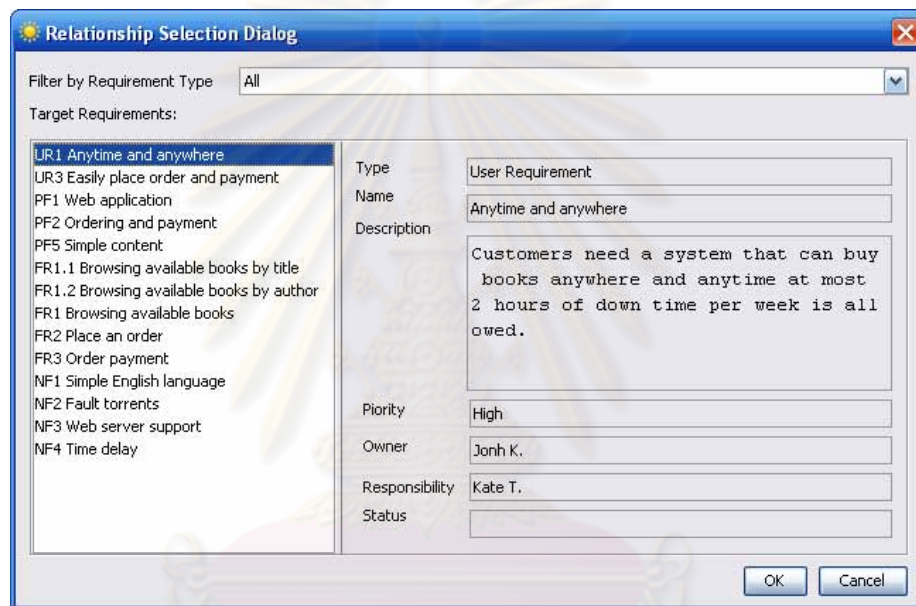
แท็บย่อยการเปลี่ยนสถานะใช้สำหรับจัดการการเปลี่ยนสถานะ เมื่อต้องการสร้างเส้นการเปลี่ยนสถานะ ผู้ใช้ต้องเลือกคู่ของสถานะที่ต้องการและกดปุ่มสร้างการเปลี่ยนสถานะ ระบบจะสร้างเส้นทางการเปลี่ยนสถานะขึ้นจากสถานะต้นทางไปยังสถานะปลายทาง ผู้ใช้สามารถปรับปรุงรายละเอียดการเปลี่ยนสถานะผ่านหน้าจออินพุต และลบเส้นการเปลี่ยนสถานะได้โดยกดปุ่มลบการเปลี่ยนสถานะ แสดงดังในรูปที่ 39



รูปที่ 39 จัดการการเปลี่ยนสถานะในแท็บนิยามสถานะของไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง

## 2) ไดอะล็อกการเลือกความสัมพันธ์

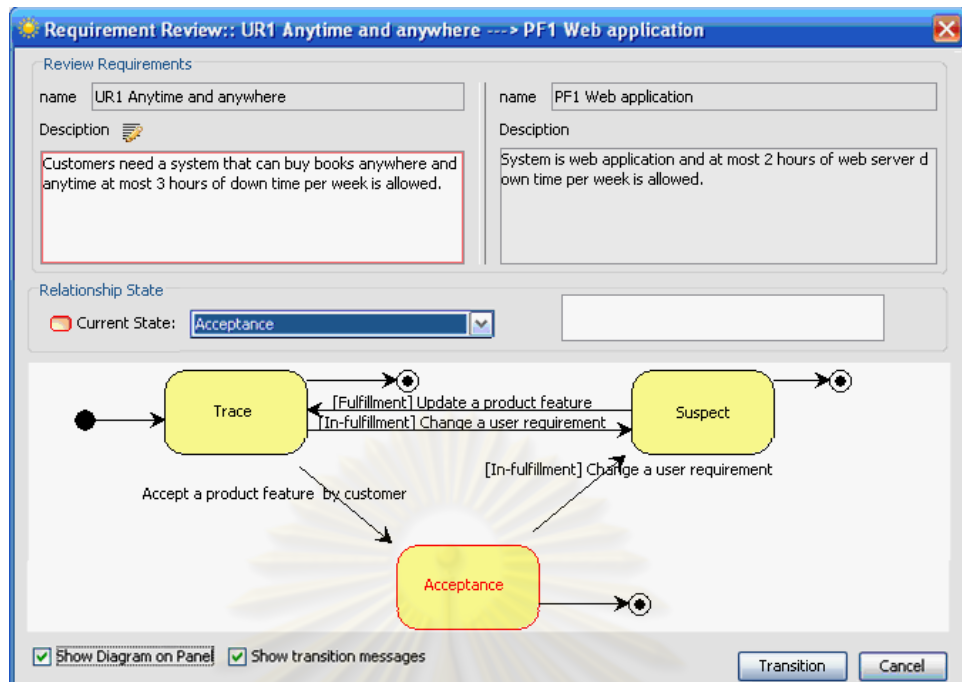
ไดอะล็อกการเลือกความสัมพันธ์ ทำหน้าที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการจากความต้องการที่ผู้ใช้เลือก ไดอะล็อกปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้เลือกหนดความต้องการที่จะสร้างความสัมพันธ์จากต้นไม่นำทางและกดปุ่มสร้างความสัมพันธ์จากแท็บความสัมพันธ์ ไดอะล็อกจะแสดงรายการความต้องการทั้งหมดที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ เมื่อผู้ใช้เลือกความต้องการเป้าหมายจากรายการและกดปุ่มตกลง ระบบจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการขึ้น ในกรณีผู้ใช้ต้องการให้ระบบแสดงความต้องการตามชนิดความต้องการที่กำหนด ผู้ใช้สามารถเลือกชนิดความต้องการจากคอมโบบ็อกซ์ ระบบจะแสดงความต้องการตามชนิดความต้องการที่ผู้ใช้กำหนด แสดงในรูปที่ 40



รูปที่ 40 ไดอะล็อกการเลือกความสัมพันธ์

## 3) ไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน

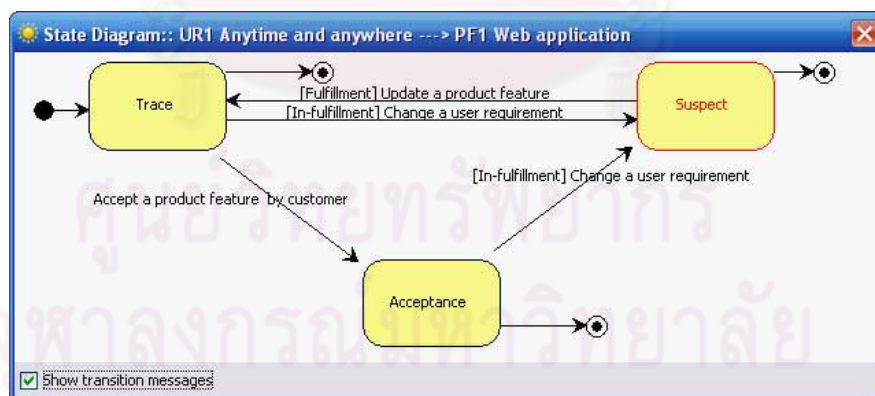
ไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน ทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ ไดอะล็อกปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้คลิกเลือกเส้นความสัมพันธ์ที่ต้องการทบทวนและเปลี่ยนแปลงสถานะปัจจุบันจากรายการ ไดอะล็อก จะแสดงรายละเอียดของความต้องการทั้งต้นทางและปลายทาง และแผนภาพสถานะในไดอะล็อก ความต้องการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจะแสดงในกล่องข้อความสีแดง ดังรูปที่ 39 ผู้ใช้ทำการทบทวนรายละเอียดความต้องการทั้งสองและเลือกสถานะของความสัมพันธ์ใหม่จากคอมโบบ็อกซ์ให้สอดคล้องกับความต้องการทั้งสอง พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ในคอมเมนต์ฟิลด์



รูปที่ 41 ไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน

#### 4) ไดอะล็อกแผนภาพสถานะ

ไดอะล็อกแผนภาพสถานะ ทำหน้าที่แสดงสถานะของความสัมพันธ์ในรูปแบบของแผนภาพสถานะ ไดอะล็อกปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้เลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์และกดปุ่มแสดงแผนภาพสถานะ หรือคลิกเลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการจากเมตริกซ์ตามรอยความต้องการสถานะปัจจุบันจะแสดงด้วยเส้นสีเหลี่ยมมุมมนสีแดง แสดงในรูปที่ 42

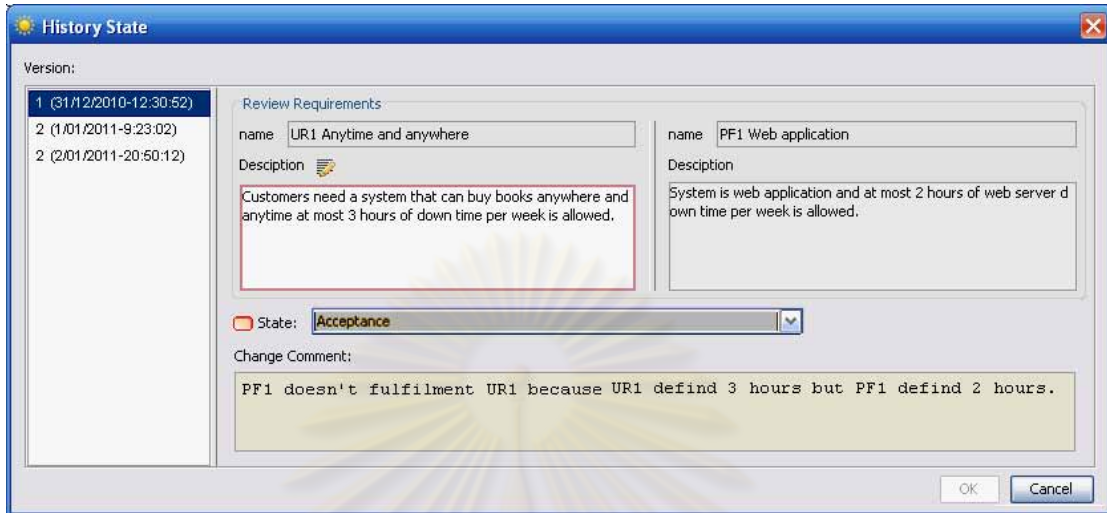


รูปที่ 42 ไดอะล็อกแผนภาพสถานะ

#### 5) ไดอะล็อกสถานะประวัติ

ไดอะล็อกสถานะประวัติ ทำหน้าที่แสดงประวัติการเปลี่ยนแปลงสถานะและรายละเอียดของความต้องการ ไดอะล็อกปรากฏขึ้นเมื่อเลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์และกดปุ่มแสดงสถานะประวัติ ไดอะล็อกจะแสดงประวัติการเปลี่ยนแปลงของสถานะทั้งหมดในรายการ

เวอร์ชัน แสดงในรูปที่ 43 ผู้ใช้สามารถเลือกเวอร์ชันที่ต้องการเรียกดูได้โดยเลือกเวอร์ชันจากรายการเวอร์ชัน ระบบจะแสดงรายละเอียดของความต้องการ สถานะ และคอมเมนต์ในเวอร์ชันที่ผู้ใช้เลือกออกทางหน้าจอ



รูปที่ 43 ไดอะล็อกสถานะประวัติ

#### 6) ไดอะล็อกเกี่ยวกับ

ไดอะล็อกเกี่ยวกับ ทำหน้าที่แสดงรายละเอียดและเวอร์ชันของระบบ ไดอะล็อกปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูย่อยเกี่ยวกับ แสดงในรูปที่ 44

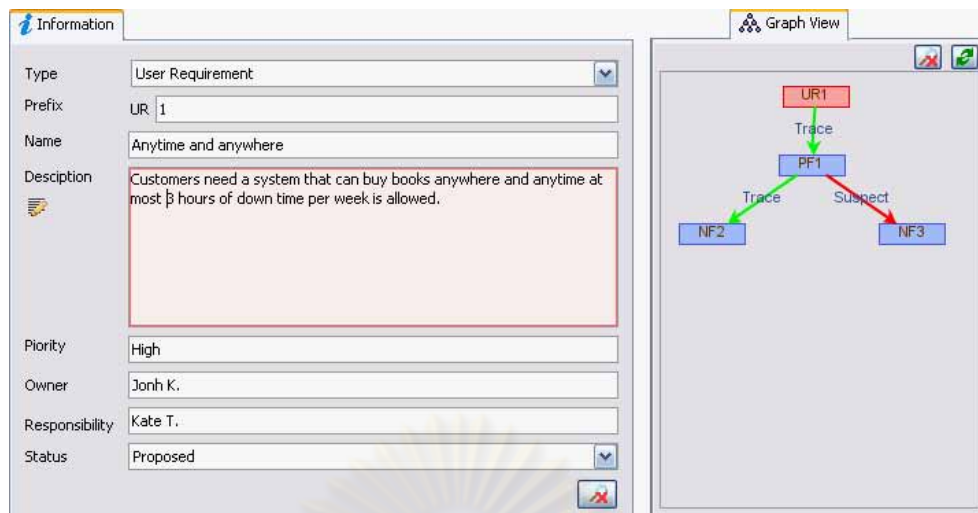


รูปที่ 44 ไดอะล็อกเกี่ยวกับ

#### 4.6.5 การแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

เมื่อผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดความต้องการผ่านทางหน้าจออินพุต กรณีพบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อความต้องการอื่นๆ โดยอินพุตฟิลด์ของรายละเอียดความต้องการในแท็บสารสนเทศและโหนดความต้องการในแท็บมุมมองกราฟจะเปลี่ยนเป็นสีแดง เพื่อให้ผู้ใช้ทราบและจัดการผลกระทบความต้องการต่อไป แสดงในรูปที่ 45





รูปที่ 45 การแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบการขยายความสามารถตามรอยความต้องการด้วยพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานในแต่ละฟังก์ชัน และทดสอบการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยกรณีศึกษา นอกจากนี้ ยังช่วยตรวจทานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและค้นหาข้อจำกัดต่างๆของระบบ

#### 5.1 การทดสอบความถูกต้องของระบบ

การทดสอบด้านประสิทธิผลเป็นการปฏิบัติการทดสอบการทำงานและผลลัพธ์ว่าถูกต้องตามฟังก์ชันการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 4 หัวข้อแผนภาพยูสเคส โดยวิธีการทดสอบหน้าที่การทำงาน (Black Box Testing) ตามกรณีทดสอบที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีขั้นตอนและผลการทดสอบระบบด้วยกรณีทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบตามความต้องการเชิงหน้าที่

หมายเลข	การทดสอบ	คำอธิบายการทดสอบ	ผลการทดสอบคาดหวัง	ผลการทดสอบ
TC01	ทดสอบการสร้างโครงการ	เลือกเมนูสร้างโครงการ ระบบชื่อไฟล์ "Bookstore Online System" ไดรเรททอรี "C:\Documents and Settings"และกดปุ่มสร้าง	ระบบสร้างไฟล์ "Bookstore Online System.rt" ในไดเรททอรี "C:\Documents and Settings"	ทำงานถูกต้อง
TC02	ทดสอบการปิดโครงการ	เลือกเมนูปิดโครงการ	ระบบลบข้อมูลในโปรแกรมและนำต้นไม้ทางออกจากหน้าจอ	ทำงานถูกต้อง
TC03	ทดสอบการเปิดโครงการ	เลือกเมนูเปิดโครงการ เลือกไฟล์ "Bookstore Online System.rt" จากไดเรททอรี "C:\Documents and Settings" และกดปุ่มเปิด	ระบบโหลดข้อมูลจากไฟล์เข้าสู่โปรแกรม ระบบแสดงในต้นไม้หน้าจอบนหน้าจอ	ทำงานถูกต้อง
TC04	ทดสอบการบันทึกโครงการ	ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลในโปรแกรมและเลือกเมนูบันทึก จากนั้นเลือกเมนูปิดโครงการและทำการเปิด	หลังจากเปิดโครงการแล้วข้อมูลที่แก้ไขคงปรากฏอยู่ในโปรแกรม	ทำงานถูกต้อง

		โครงการอีกครั้งหนึ่ง		
TC05	ทดสอบการ สร้าง ความต้องการ	คลิกขวาที่โหนดโครงการจากต้นไม้ นำทางและเลือกเมนู "Add Requirement"	โหนดความต้องการถูก สร้างขึ้นในต้นไม้นำทาง	ทำงาน ถูกต้อง
TC06	ทดสอบการ ปรับปรุง ความต้องการ	เลือกโหนดความต้องการจากต้นไม้ นำทางและปรับปรุงชื่อ ความต้องการในแท็บสารสนเทศ	ชื่อของโหนด ความต้องการในต้นไม้ นำทางถูกปรับปรุงตาม ทันที	ทำงาน ถูกต้อง
TC07	ทดสอบการ ลบ ความต้องการ	คลิกขวาที่โหนดความต้องการจาก ต้นไม้นำทางและเลือกเมนู "Delete"	โหนดความต้องการถูก ลบออกจากต้นไม้ นำทาง	ทำงาน ถูกต้อง
TC08	ทดสอบการ สร้าง ผลกระทบ ความต้องการ	เลือกโหนดความต้องการที่มี ความสัมพันธ์กับความต้องการอื่น จากต้นไม้นำทางและปรับปรุง รายละเอียดความต้องการในแท็บ สารสนเทศ	อินพุตฟิลด์และโหนด ของกราฟในแท็บ มุมมองกราฟจะ เปลี่ยนเป็นสีแดง	ทำงาน ถูกต้อง
TC09	ทดสอบการ สร้าง ความสัมพันธ์	กดปุ่มสร้างความสัมพันธ์ในแท็บ ความสัมพันธ์ และเลือก ความต้องการเป้าหมายจากไดอะล็อก การเลือกความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความต้องการถูกสร้าง ขึ้นและแสดงอยู่ใน รายการความสัมพันธ์	ทำงาน ถูกต้อง
TC10	ทดสอบการ ลบ ความสัมพันธ์	เลือกความสัมพันธ์จากรายการ ความสัมพันธ์ในแท็บความสัมพันธ์ และกดปุ่มลบความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์ถูกลบ ออกจากรายการ ความสัมพันธ์	ทำงาน ถูกต้อง
TC11	ทดสอบการ สร้างแพ็คเกจ	คลิกที่โหนดโครงการจากต้นไม้ นำทาง เลือกเมนู "Edit" และเลือก เมนูย่อย "Add Package"	โหนดแพ็คเกจถูกสร้าง ขึ้นในต้นไม้ นำทาง	ทำงาน ถูกต้อง
TC12	ทดสอบการ ปรับปรุง แพ็คเกจ	เลือกโหนดแพ็คเกจจากต้นไม้ นำทางและปรับปรุงชื่อแพ็คเกจใน แท็บสารสนเทศ	ชื่อของโหนดแพ็คเกจใน ต้นไม้ นำทางถูก ปรับปรุงตามทันที	ทำงาน ถูกต้อง
TC13	ทดสอบการ ลบแพ็คเกจ	คลิกขวาที่โหนดแพ็คเกจจากต้นไม้ นำทางและเลือกเมนู "Delete"	โหนดแพ็คเกจถูกลบ ออกจากต้นไม้ นำทาง	ทำงาน ถูกต้อง
TC14	ทดสอบการ	คลิกเลือกเส้นความสัมพันธ์ของ	ไดอะล็อกการเปลี่ยน	ทำงาน

	ปรับปรุงสถานะปัจจุบัน	โหนดความต้องการที่ถูกแจ้งเตือนหรือเป็นสีแดงในแท็บมุมมองกราฟ	สถานะปัจจุบันปรากฏขึ้นและแสดงรายละเอียดความต้องการและสถานะที่สามารถเปลี่ยนได้	ถูกต้อง
TC15	ทดสอบการลบผลกระทบความต้องการ	กดปุ่มยกเลิกการแจ้งเตือนในแท็บมุมมองกราฟ	สีแดงของอินพุตฟิลด์และโหนดของกราฟจะหายไป	ทำงานถูกต้อง
TC16	ทดสอบการสร้างเมตริกซ์	คลิกที่โหนดโครงการจากต้นไม้นำทาง เลือกเมนู "Edit" และเลือกเมนูย่อย "Add Matrix"	โหนดเมตริกซ์ถูกสร้างขึ้นในต้นไม้นำทาง	ทำงานถูกต้อง
TC17	ทดสอบการปรับปรุงเมตริกซ์	เลือกโหนดแพ็คเกจจากต้นไม้นำทางและเลือกชนิดความต้องการในเกณฑ์แถวและเกณฑ์คอลัมน์คอมโบบ็อกซ์ ในแท็บเมตริกซ์	ระบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการตามเกณฑ์แถวและคอลัมน์ที่ผู้ใช้เลือกจากคอมโบบ็อกซ์	ทำงานถูกต้อง
TC18	ทดสอบการลบเมตริกซ์	คลิกขวาที่โหนดเมตริกซ์จากต้นไม้นำทางและเลือกเมนู "Delete"	โหนดเมตริกซ์ถูกลบออกจากต้นไม้นำทาง	ทำงานถูกต้อง
TC19	ทดสอบการแสดงผลสถานะ	เลือกแท็บความสัมพันธ์ จากนั้นเลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์ และกดปุ่มแสดงผลสถานะ	ไดอะล็อกแผนภาพสถานะแสดงบนหน้าจอและสถานะปัจจุบันแสดงด้วยสีเหลี่ยมมุมมนสีแดง	ทำงานถูกต้อง
TC20	แสดงสถานะประวัติ	เลือกแท็บความสัมพันธ์ จากนั้นเลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์ และกดปุ่มแสดงผลสถานะประวัติ	ไดอะล็อกสถานะประวัติแสดงบนหน้าจอและประวัติการเปลี่ยนแปลงจะแสดงในรายการเวอร์ชัน	ทำงานถูกต้อง
TC21	ทดสอบการสร้างชนิด	กดปุ่มสร้างชนิดความต้องการในไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง	ชนิดความต้องการใหม่ถูกสร้างขึ้นและแสดง	ทำงานถูกต้อง

	ความต้องการ		ในรายการชนิดความ ต้องการ	
TC22	ทดสอบการ ปรับปรุงชนิด ความต้องการ	เลือกชนิดความต้องการจาก รายการชนิดความต้องการใน ไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง จากนั้นปรับปรุงชื่อผ่านอินพุตฟิลด์	ชื่อของชนิดความ ต้องการในรายการชนิด ความต้องการถูก ปรับปรุงตามทันที	ทำงาน ถูกต้อง
TC23	ทดสอบการ ลบชนิดความ ต้องการ	เลือกรายการชนิดความต้องการ และกดปุ่มลบชนิดความต้องการ ในไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง	ชนิดความต้องการถูก ลบออกจากรายการชนิด ความต้องการ	ทำงาน ถูกต้อง
TC24	ทดสอบการ สร้างสถานะ	เลือกคู่ของชนิดความต้องการและ กดปุ่มสร้างสถานะในไดอะล็อก การจัดการเค้าร่าง	สถานะใหม่ถูกสร้างขึ้น ในรายการสถานะและ แผนภาพสถานะ	ทำงาน ถูกต้อง
TC25	ทดสอบการ ปรับปรุง สถานะ	เลือกคู่ของชนิดความต้องการและ เลือกสถานะจากรายการสถานะ จากนั้นปรับปรุงชื่อผ่านอินพุตฟิลด์	ชื่อของสถานะใน รายการสถานะและ แผนภาพสถานะถูก ปรับปรุงตามทันที	ทำงาน ถูกต้อง
TC26	ทดสอบการ ลบสถานะ	เลือกคู่ของชนิดความต้องการและ เลือกสถานะจากรายการสถานะ จากนั้นกดปุ่มลบสถานะใน ไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง	สถานะถูกลบออกจาก รายการสถานะและ แผนภาพสถานะ	ทำงาน ถูกต้อง
TC27	ทดสอบการ สร้างการ เปลี่ยนสถานะ	เลือกคู่ของชนิดความต้องการและ คู่ของสถานะ จากนั้นกดปุ่ม สร้างเปลี่ยนสถานะในไดอะล็อก การจัดการเค้าร่าง	เส้นเปลี่ยนสถานะใหม่ ถูกสร้างขึ้นในแผนภาพ สถานะ	ทำงาน ถูกต้อง
TC28	ทดสอบการ ปรับปรุงการ เปลี่ยนสถานะ	เลือกคู่ของชนิดความต้องการและ คู่ของสถานะในไดอะล็อกการ จัดการเค้าร่าง จากนั้นปรับปรุง รายละเอียดผ่านอินพุตฟิลด์	รายละเอียดของการ เปลี่ยนในแผนภาพ สถานะถูกปรับปรุงตาม ทันที	ทำงาน ถูกต้อง
TC29	ทดสอบการ ลบการเปลี่ยน สถานะ	เลือกคู่ของชนิดความต้องการและ คู่ของสถานะ จากนั้นกดปุ่มลบ เปลี่ยนสถานะในไดอะล็อกการ	เปลี่ยนสถานะถูกลบ ออกจากรายการ สถานะและแผนภาพ	ทำงาน ถูกต้อง

		จัดการเค้าร่าง	สถานะ	
TC30	ทดสอบการ แสดงกราฟ	เลือกหนดความต้องการที่มี ความสัมพันธ์กับความต้องการอื่น จากต้นไม้นำทางและเลือกแท็บ มุมมองกราฟ	กราฟถูกสร้างขึ้นตาม ความสัมพันธ์ระหว่าง ความต้องการ	ทำงาน ถูกต้อง

## 5.2 การทดสอบการใช้งานเพื่อสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

การทดสอบการใช้งานเพื่อสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยใช้กรณีศึกษา ระบบร้านขายหนังสือออนไลน์ เป็นระบบร้านขายหนังสือผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้สามารถสั่งซื้อหนังสือได้ทุกที่และทุกเวลา รวมไปถึงการชำระเงินผ่านบัตรเครดิตและจัดส่งสินค้า

### 5.2.1 การวางแผนการจัดการความต้องการ

ก่อนการรวบรวมและจัดการความต้องการนักวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นจะต้องวางแผนจัดการความต้องการ ในกระบวนการเรชันนัลยูนิฟายโพรเซสหรืออาร์ยูพี (Rational Unified Process- RUP) มีการทำเอกสารแผนการจัดการความต้องการ (Requirements Management Plan- RM Plan) ซึ่งเป็นเอกสารวางแผนการจัดเก็บความต้องการ โดยเอกสารมีคำแนะนำและข้อปฏิบัติต่างๆ สำหรับงานวิจัยนี้จะสนใจการวางแผนข้อมูล 3 ประเภท คือ ชนิดความต้องการ สถานะของความสัมพันธ์ และแผนภาพสถานะ

#### 1) การกำหนดชนิดความต้องการ

นักวิเคราะห์ความต้องการจะต้องกำหนดชนิดความต้องการที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อนถึงเฟสการรวบรวมความต้องการ เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบสามารถรวบรวมและระบุชนิดความต้องการได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ในกรณีศึกษานี้ได้อ้างอิงชนิดของความต้องการจากกระบวนการเรชันนัลยูนิฟายโพรเซสหรืออาร์ยูพี ซึ่งจำแนกชนิดของความต้องการออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1. ความต้องการของผู้ใช้ คือ ชนิดความต้องการที่อธิบายถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้ใช้ ลูกค้า หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้งในด้านผลิตภัณฑ์และบริการ ซึ่งระบบจะต้องจัดเตรียมและส่งมอบเพื่อตอบสนองความต้องการที่แท้จริง รายละเอียดของความต้องการชนิดนี้จะอธิบายถึงคาดหวังของผู้ใช้โดยไม่มุ่งเน้นในรายละเอียดเชิงเทคนิค
2. พีเจอร์ผลิตภัณฑ์ คือ ชนิดของความต้องการที่อธิบายคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือระบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

3. ความต้องการเชิงหน้าที่ คือ ชนิดของความต้องการที่อธิบายรายละเอียดสิ่งทีระบบจะต้องกระทำ แสดงถึงความสามารถที่ระบบสามารถปฏิบัติการได้ รายละเอียดของความต้อการชนิดนี้จะเป็นรายละเอียดเชิงเทคนิค
4. ความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ คือ ชนิดของความต้องการที่อธิบายคุณลักษณะหรือคุณภาพของระบบ ผู้ใช้จะไม่สามารถมองเห็นผลที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนเหมือนความต้องการเชิงหน้าที่ เช่น ความต้องการด้านการใช้งานง่าย, ความต้องการด้านความน่าเชื่อถือ, ความต้องการด้านการบำรุงรักษา เป็นต้น

## 2) การกำหนดสถานะความสัมพันธ์

นักวิเคราะห์ความต้องการจะต้องกำหนดสถานะของความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อนถึงเฟสการรวบรวมและจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการ เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบและผู้ทบทวนความต้องการสามารถจัดการสถานะความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ในกรณีศึกษานี้ได้กำหนดสถานะของความสัมพันธ์ 4 ชนิด ได้แก่

1. สถานะตามรอย คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่ความต้องการต้นกำเนิดหรือต้นทางได้รับการตอบสนองจากความต้อการสืบต่อหรือความต้องการปลายทาง กำหนดสีลูกศรในเมตริกซ์เป็นสีเขียว
2. สถานะสงสัย คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่ความต้องการต้นกำเนิดหรือต้นทางเปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบต่อความต้องการสืบต่อหรือความต้องการปลายทาง กำหนดสีลูกศรในเมตริกซ์เป็นสีแดง
3. สถานะยอมรับ คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่ความต้องการต้นกำเนิดหรือต้นทางได้รับการตอบสนองจากความต้อการสืบต่อหรือความต้องการปลายทางและได้รับการยอมรับจากผู้ใช้ กำหนดสีลูกศรในเมตริกซ์เป็นสีเหลือง
4. สถานะทวนสอบ คือ สถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่ความต้องการต้นกำเนิดหรือต้นทางได้รับการทวนสอบจากความต้อการสืบต่อหรือความต้องการปลายทาง กำหนดสีลูกศรในเมตริกซ์เป็นสีน้ำเงิน

## 3) การกำหนดแผนภาพสถานะ

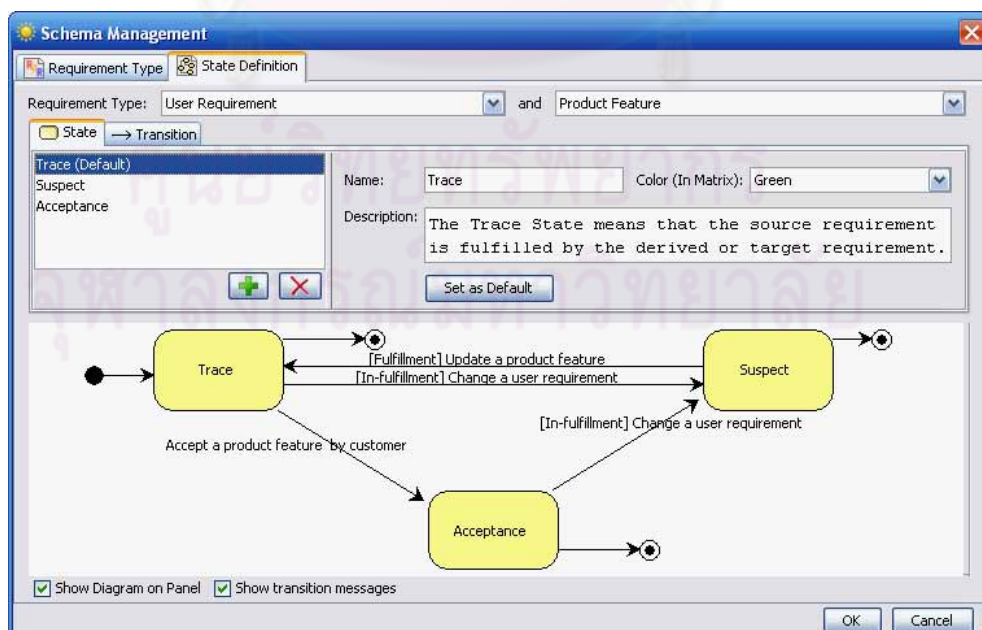
นักวิเคราะห์ความต้องการจะต้องกำหนดสถานะและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะในแต่ละคู่ของชนิดความต้องการเพื่อนิยามแผนภาพสถานะก่อนถึงเฟสการรวบรวมและจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการ เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบและผู้ทบทวนความต้องการสามารถจัดการ

สถานะความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ในกรณีศึกษานี้ได้นิยามสถานะและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะในแต่ละคู่ของชนิดความต้องการ ดังนี้

1. เนื่องจากกระบวนการพัฒนาได้กำหนดพีเจอร์ผลิตภัณท์จะต้องได้รับการยอมรับจากลูกค้า ดังนั้นสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างชนิดความต้องการของผู้ใช้และชนิดพีเจอร์ผลิตภัณท์ประกอบด้วย สถานะตามรอย, สถานะสงสัย และสถานะยอมรับ เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสถานะดัง

ตารางที่ 3 เหตุการณ์และการเปลี่ยนสถานะระหว่างชนิดความต้องการของผู้ใช้และชนิดพีเจอร์ผลิตภัณท์

สถานะเริ่ม	เหตุการณ์	เงื่อนไขคุม	สถานะถัดไป
สถานะตามรอย	เปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้	ความต้องการผู้ใช้ไม่ได้รับการตอบสนองด้วยพีเจอร์ผลิตภัณท์	สถานะสงสัย
สถานะสงสัย	ปรับปรุงพีเจอร์ผลิตภัณท์	ความต้องการได้รับการตอบสนองด้วยพีเจอร์ผลิตภัณท์	สถานะตามรอย
สถานะตามรอย	ลูกค้ายอมรับพีเจอร์ผลิตภัณท์	ไม่มี	สถานะยอมรับ
สถานะยอมรับ	เปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้	ความต้องการผู้ใช้ไม่ได้รับการตอบสนองด้วยพีเจอร์ผลิตภัณท์	สถานะสงสัย



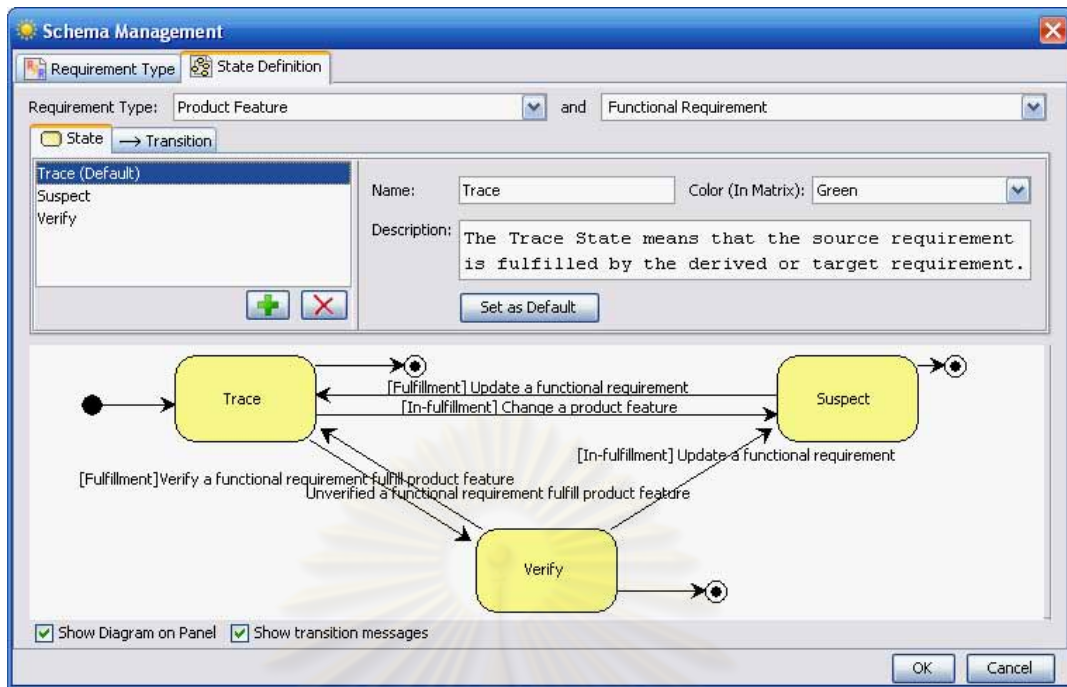
รูปที่ 46 แผนภาพสถานะระหว่างชนิดความต้องการของผู้ใช้และชนิดพีเจอร์ผลิตภัณท์



2. เนื่องจากกระบวนการพัฒนาได้กำหนดพีเจอร์ผลิตภัณท์จะต้องได้รับการทวนสอบด้วยความต้องการเชิงหน้าที่ ดังนั้นสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณท์และชนิดความต้องการเชิงหน้าที่จะประกอบด้วย สถานะตามรอย, สถานะสงสัย และสถานะทวนสอบ เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสถานะดังตารางที่ 4 เมื่ออินพุตสถานะและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะเข้าสู่โปรแกรมผ่านไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง จะได้แผนภาพสถานะแสดงในรูปที่ 47

ตารางที่ 4 เหตุการณ์และการเปลี่ยนสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณท์และชนิดความต้องการเชิงหน้าที่

สถานะเริ่ม	เหตุการณ์	เงื่อนไขคุม	สถานะถัดไป
สถานะตามรอย	เปลี่ยนแปลงพีเจอร์ผลิตภัณท์	พีเจอร์ผลิตภัณท์ที่ไม่ได้รับการตอบสนองด้วยความต้องการเชิงหน้าที่	สถานะสงสัย
สถานะสงสัย	ปรับปรุงความต้องการเชิงหน้าที่	พีเจอร์ผลิตภัณท์ที่ได้รับการตอบสนองด้วยความต้องการเชิงหน้าที่	สถานะตามรอย
สถานะตามรอย	ยอมรับเป็นการทวนสอบ	พีเจอร์ผลิตภัณท์ที่ได้รับการตอบสนองด้วยความต้องการเชิงหน้าที่และผ่านการทวนสอบแล้ว	สถานะทวนสอบ
สถานะทวนสอบ	ไม่ยอมรับเป็นการทวนสอบ	พีเจอร์ผลิตภัณท์ที่ได้รับการตอบสนองด้วยความต้องการเชิงหน้าที่และไม่ผ่านการทวนสอบ	สถานะตามรอย

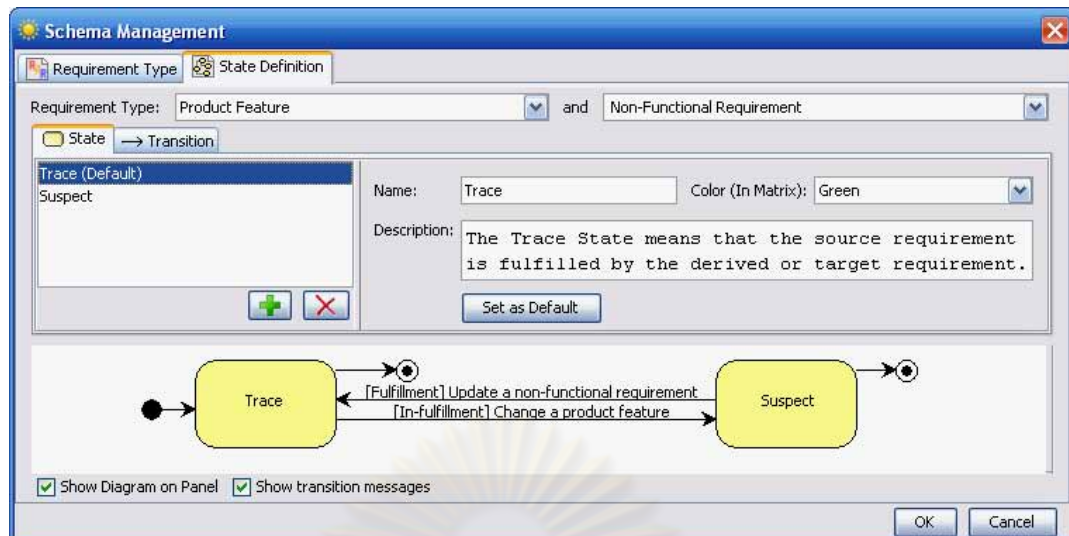


รูปที่ 47 แผนภาพสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความต้องการเชิงหน้าที่

- สถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ ประกอบด้วย สถานะตามรอยและสถานะสงสัย เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสถานะดังตารางที่ 5 เมื่ออินพุตสถานะและเส้นทางการเปลี่ยนสถานะเข้าสู่โปรแกรมผ่านไดอะล็อกการจัดการเค้าร่าง จะได้แผนภาพสถานะแสดงในรูปที่ 48

ตารางที่ 5 เหตุการณ์และการเปลี่ยนสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความต้องการเชิงหน้าที่

สถานะเริ่ม	เหตุการณ์	เงื่อนไขคุม	สถานะถัดไป
สถานะตามรอย	เปลี่ยนแปลงพีเจอร์ผลิตภัณฑ์	พีเจอร์ผลิตภัณฑ์ไม่ได้รับการตอบสนองด้วยความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่	สถานะสงสัย
สถานะสงสัย	ปรับปรุงความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่	พีเจอร์ผลิตภัณฑ์ได้รับการตอบสนองด้วยความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่	สถานะตามรอย



รูปที่ 48 แผนภาพสถานะระหว่างชนิดพีเจอร์ผลิตภัณฑ์และชนิดความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่

## 5.2.2 การรวบรวมความต้องการ

### 1) ความต้องการของผู้ใช้

นักวิเคราะห์ระบบรวบรวมข้อมูลความต้องการจากลูกค้าของระบบร้านขายหนังสือออนไลน์ ซึ่งลูกค้าให้ความต้องการของระบบ ดังนี้

1. ลูกค้าต้องการระบบที่สามารถซื้อหนังสือได้ทุกที่และทุกเวลา โดยระบบหยุดทำงานได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
2. ลูกค้าต้องการให้ระบบสามารถค้นหาหนังสือได้จากชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่งได้ และผลค้นหาจะต้องแสดงขึ้นบนหน้าจออย่างรวดเร็ว ไม่เกิน 30 วินาที
3. ลูกค้าต้องการให้ระบบสามารถสั่งซื้อสินค้าและชำระเงินผ่านบัตรเครดิตได้อย่างรวดเร็ว

### 2) พีเจอร์ผลิตภัณฑ์

นักวิเคราะห์ระบบได้วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ที่ได้จากลูกค้า ซึ่งได้พีเจอร์ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ระบบร้านขายหนังสือออนไลน์เป็นเว็บแอปพลิเคชันและเว็บเซิร์ฟเวอร์ล้มเหลวได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
2. ระบบสามารถสั่งซื้อหนังสือและชำระเงินด้วยบัตรเครดิตได้
3. ระบบสามารถค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่งได้
4. ระบบจะต้องประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างรวดเร็ว โดยมีเวลาหน่วงในการใช้งานจากผู้ใช้ไม่เกิน 30 วินาที

5. ระบบจะต้องจัดเตรียมเนื้อหาข้อมูลที่ง่ายต่อความเข้าใจเพื่อให้ผู้ใช้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

### 3) ความต้องการเชิงหน้าที่

นักวิเคราะห์ระบบได้วิเคราะห์พีเจอาร์ผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้ความต้องการเชิงหน้าที่ดังนี้

1. ระบบจะต้องค้นหาหนังสือทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบได้ ประกอบด้วยความต้องการย่อย 2 ความต้องการ ได้แก่

1.1 ระบบจะต้องค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ผู้ใช้พิมพ์ชื่อหนังสือในอินพุตฟิลด์
- ผู้ใช้กดปุ่มตกลง
- ระบบค้นหาหนังสือที่มีอยู่ตามชื่อหนังสือและแสดงผลการค้นหาบนหน้าจอ

1.2 ระบบจะต้องค้นหาหนังสือจากชื่อผู้แต่งได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ผู้ใช้พิมพ์ชื่อผู้แต่งในอินพุตฟิลด์
- ผู้ใช้กดปุ่มตกลง.
- ระบบค้นหาหนังสือที่มีอยู่ตามชื่อผู้แต่งและแสดงผลการค้นหาบนหน้าจอ

2. ระบบจะต้องสั่งซื้อหนังสือได้

- ผู้ใช้เลือกหนังสือที่ต้องการสั่งซื้อ
- ผู้ใช้พิมพ์จำนวนหนังสือที่ต้องการสั่งซื้อในอินพุตฟิลด์
- ผู้ใช้กดปุ่มตกลง
- ระบบสร้างรายการสั่งซื้อและคำนวณเงินจากราคาหนังสือทั้งหมดและค่าบริการจัดส่ง

3. ระบบจะต้องชำระเงินของสินค้าที่สั่งซื้อได้

- ผู้ใช้ระบุข้อมูลบัตรเครดิต
- ผู้ใช้ระบุปลายทางที่ต้องการให้จัดส่งสินค้า
- ผู้ใช้กดปุ่มตกลง
- ระบบทำการตัดวงเงินบัตรเครดิตและเปลี่ยนสถานะการสั่งซื้อเป็นชำระเงินแล้ว

#### 4) ความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่

นักวิเคราะห์ระบบได้ทำการวิเคราะห์ที่พีเจเออร์ผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ ดังนี้

1. ระบบจะต้องใช้ภาษาอังกฤษที่ชัดเจนและง่ายต่อความเข้าใจ
2. ระบบจะต้องปฏิบัติงานตลอดเวลาและมีเวลาดำเนินการได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
3. ระบบจะต้องใช้โอปาเซ-ทอมแคท 7.0 (Apache-Tomcat) เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพราะเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานได้รวดเร็ว
4. ระบบจะต้องมีเวลาหน่วงในการประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตไม่เกิน 30 วินาที

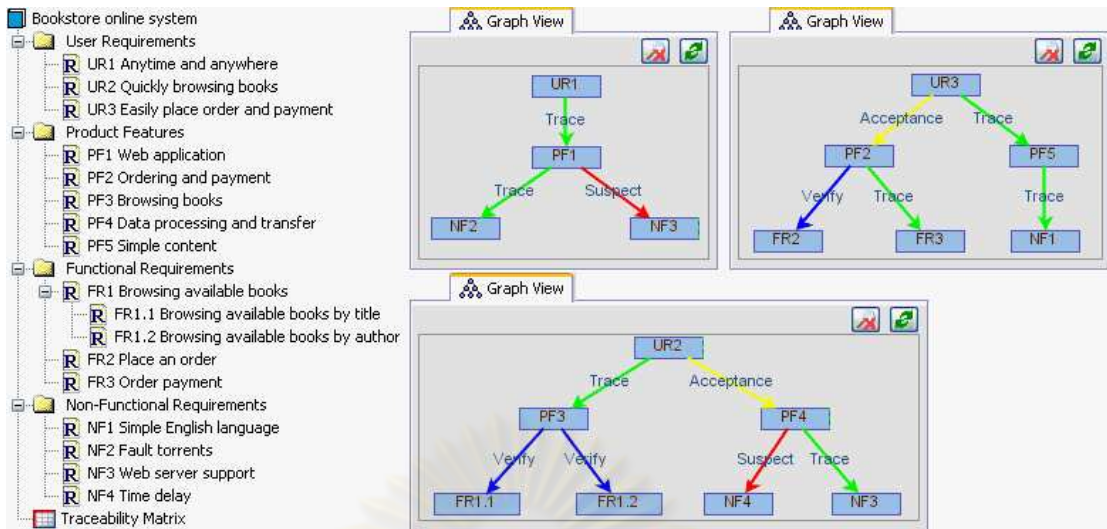
#### 5) ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ

นักวิเคราะห์ระบบสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ โดยพิจารณาจากความต้องการที่ความต้องการต้นทางที่ได้รับการตอบสนองกับความต้องการปลายทาง และกำหนดให้สถานะความสัมพันธ์เริ่มต้นเป็นชนิดตามรอย จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

1. ความต้องการผู้ใช้หมายเลข 1 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่พีเจเออร์ผลิตภัณฑ์หมายเลข 1 นั่นคือความต้องการผู้ใช้ "ลูกค้าต้องการระบบที่สามารถซื้อหนังสือได้ทุกที่และทุกเวลา" ได้รับการตอบสนองจากพีเจเออร์ผลิตภัณฑ์ "ระบบร้านขายหนังสือออนไลน์เป็นเว็บแอปพลิเคชัน"
2. ความต้องการผู้ใช้หมายเลข 2 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่พีเจเออร์ผลิตภัณฑ์หมายเลข 3 และ 4 นั่นคือความต้องการผู้ใช้ "ลูกค้าต้องการให้ระบบสามารถค้นหาหนังสือได้จากชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่ง และผลค้นหาจะต้องแสดงขึ้นบนหน้าจออย่างรวดเร็ว" ได้รับการตอบสนองจากพีเจเออร์ผลิตภัณฑ์ "ระบบสามารถค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่งได้" และพีเจเออร์ผลิตภัณฑ์ "ระบบจะต้องประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างรวดเร็ว"
3. ความต้องการผู้ใช้หมายเลข 3 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่พีเจเออร์ผลิตภัณฑ์หมายเลข 2 และ 5 นั่นคือความต้องการผู้ใช้ "ลูกค้าต้องการให้ระบบสามารถสั่งซื้อสินค้าและชำระเงินผ่านบัตรเครดิตได้อย่างรวดเร็ว" ได้รับการตอบสนองจากพีเจเออร์ผลิตภัณฑ์ "ระบบสามารถสั่งซื้อหนังสือและชำระเงินด้วยบัตรเครดิตได้" และพีเจเออร์ผลิตภัณฑ์ "ระบบจะต้องจัดเตรียมเนื้อหาข้อมูลที่ง่ายต่อความเข้าใจ"

4. พีเจอร်ผลิตภัณฑ์หมายเลข 1 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่ความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่หมายเลข 2 นั่นคือพีเจอร်ผลิตภัณฑ์ “ระบบร้านขายหนังสือออนไลน์เป็นเว็บแอปพลิเคชันและระบบลุ่มเหลวได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์” ได้รับการตอบสนองจากความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องปฏิบัติการตลอดเวลาและระบบมีเวลาลุ่มเหลวได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์”
5. พีเจอร်ผลิตภัณฑ์หมายเลข 2 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่ความต้องการเชิงหน้าที่หมายเลข 2 และ 3 นั่นคือพีเจอร်ผลิตภัณฑ์ “ระบบจะต้องสั่งซื้อหนังสือได้และชำระเงินได้” ได้รับการตอบสนองจากความต้องการเชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องสั่งซื้อหนังสือได้” และความต้องการเชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องชำระเงินของสินค้าที่สั่งซื้อได้”
6. พีเจอร်ผลิตภัณฑ์หมายเลข 3 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่ความต้องการเชิงหน้าที่หมายเลข 1.1 และ 1.2 นั่นคือพีเจอร်ผลิตภัณฑ์ “ระบบสามารถค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่งได้” ได้รับการตอบสนองจากความต้องการเชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือได้” และความต้องการเชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องค้นหาหนังสือจากชื่อผู้แต่งได้”
7. พีเจอร်ผลิตภัณฑ์หมายเลข 4 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่ความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่หมายเลข 3 และ 4 นั่นคือพีเจอร်ผลิตภัณฑ์ “ระบบจะต้องประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างรวดเร็ว มีเวลาหน่วงไม่เกิน 30 วินาที” ได้รับการตอบสนองจากความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องใช้ซอฟต์แวร์-ทอมแคท 7.0 (Apache-Tomcat) เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เพราะเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานได้รวดเร็ว” และ “เวลาหน่วงในการประมวลผลและส่งข้อมูลไม่เกิน 30 วินาที”
8. พีเจอร်ผลิตภัณฑ์หมายเลข 5 สัมพันธ์ตามรอยไปสู่ความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่หมายเลข 1 นั่นคือพีเจอร်ผลิตภัณฑ์ “ระบบจะต้องจัดเตรียมเนื้อหาข้อมูลที่ง่ายต่อความเข้าใจเพื่อให้ใช้งานได้รวดเร็ว” ได้รับการตอบสนองจากความต้องการไม่ใช่เชิงหน้าที่ “ระบบจะต้องใช้ภาษาอังกฤษที่ชัดเจนและง่ายต่อความเข้าใจ”

เมื่ออินพุตความต้องการเข้าสู่โปรแกรมและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการกราฟและเมตริกซ์ตามรอยความต้องการแสดงในรูปที่ 49 และ 50



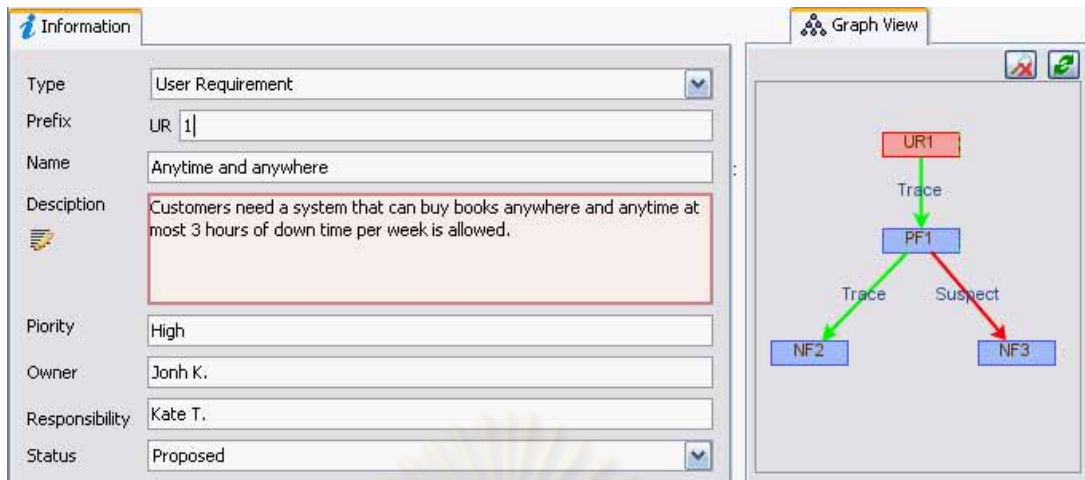
รูปที่ 49 แท็บมุมมองกราฟจากกรณีศึกษา

	UR1	UR2	UR3	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	FR1.1	FR1.2	FR1	FR2	FR3	NF1	NF2	NF3	NF4
UR1				↗													
UR2					↗	↗	↗		↗	↗							
UR3																	
PF1	↙																
PF2			↘														
PF3		↘							↗	↗							
PF4		↘															
PF5																	
FR1.1																	
FR1.2																	
FR1																	
FR2																	
FR3																	
NF1																	
NF2																	
NF3																	
NF4																	

รูปที่ 50 แท็บเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์แบบทางอ้อมจากกรณีศึกษา

### 5.2.3 การจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการ

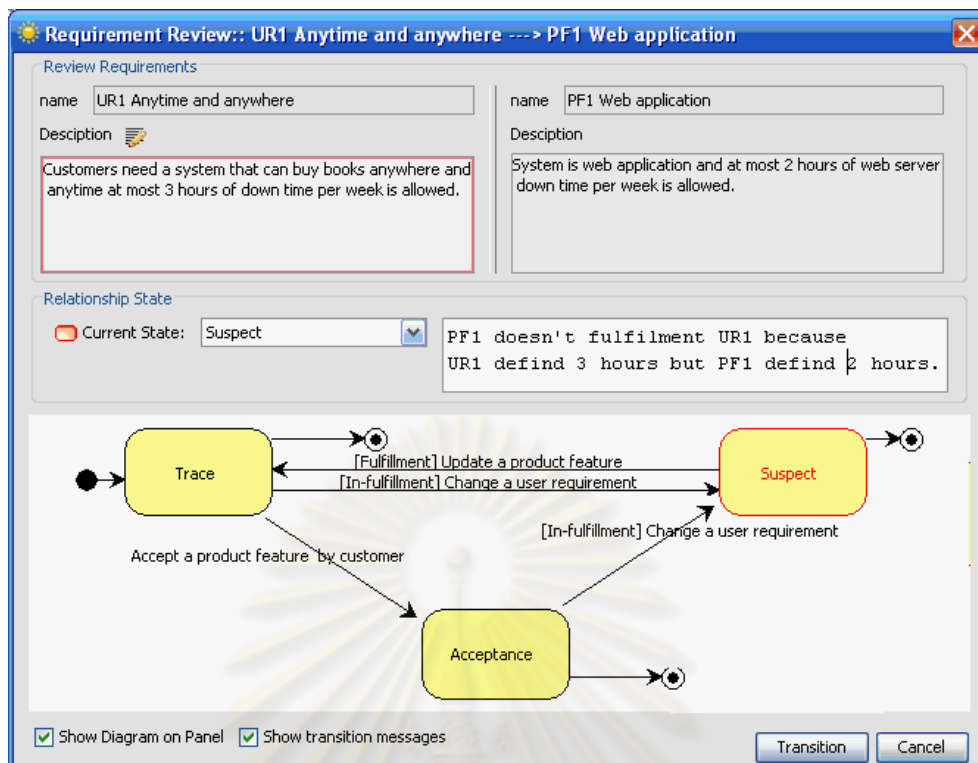
เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงความต้องการจากเดิม “ลูกค้าต้องการระบบที่สามารถซื้อหนังสือได้ทุกที่และทุกเวลา โดยระบบหยุดทำงานได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์” เป็น “ไม่เกิน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์” หน้าทีชของนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลความต้องการภายในโปรแกรม จากเลข 2 เป็นเลข 3 เมื่อข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลงในโปรแกรม ระบบจะทำการสร้างผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการขึ้นและแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางหน้าจอ โดยอินพุตฟิลด์และโหนดในแท็บมุมมองกราฟจะเปลี่ยนเป็นสีแดง แสดงในรูปที่ 51



รูปที่ 51 การแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้ใช้จากกรณีศึกษา

ผู้ทบทวนความต้องการตรวจสอบความต้องการที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการโดยคลิกเลือกเส้นความสัมพันธ์ที่ความต้องการทบทวนและเปลี่ยนแปลงสถานะปัจจุบันจากกราฟ ไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบันจะปรากฏขึ้นและแสดงรายละเอียดของความต้องการทั้งต้นทางและปลายทาง แสดงในรูปที่ 52 ผู้ทบทวนความต้องการทำการทบทวนรายละเอียดของความต้องการ พบว่าความต้องการผู้ใช้ไม่ได้รับการตอบสนองจากพีเจอร์ผลิตภัณฑ์ เพราะความต้องการของผู้ใช้ต้องการให้ “ระบบหยุดทำงานได้ไม่เกิน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์” แต่พีเจอร์ผลิตภัณฑ์กำหนดว่า “ระบบหยุดทำงานได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์” ดังนั้นผู้ทบทวนความต้องการทำการเปลี่ยนสถานะความสัมพันธ์จากสถานะตามรอยเป็นสถานะสงสัยสามารถสถานะสงสัยได้จากคอมโบบ็อกซ์และระบุเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ในคอมเมนต์ฟิลด์ จากนั้นกดปุ่มการเปลี่ยนสถานะ





รูปที่ 52 ได้จะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบันจากกรณีศึกษา

## 5.2 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางการตามรอยความต้องการด้วยพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ สามารถทำงานตามฟังก์ชันการทำงานที่กำหนดไว้ในแผนภาพยูสเคสและแผนภาพกิจกรรมได้อย่างถูกต้องด้วยการทดสอบตามกรณีทดสอบ นอกจากนี้เครื่องมือสนับสนุนกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้เป็นอย่างดีด้วยการทดสอบกับกรณีศึกษาระบบร้านขายหนังสือออนไลน์ เครื่องมือสามารถช่วยจัดการความต้องการและการจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้นในโครงการซอฟต์แวร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการใช้แผนภาพสถานะของยูเอ็มแอลร่วมกับเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ เพื่อช่วยจัดการการเปลี่ยนแปลงความต้องการที่เกิดขึ้นในโครงการซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นความสามารถหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการ แนวคิดและวิธีการสร้างแผนภาพสถานะได้ถูกนำเสนอ รวมทั้งอธิบายการประยุกต์ใช้งานด้วยกรณีศึกษาระบบร้านขายหนังสือออนไลน์เพื่อให้เข้าใจแนวทางที่นำเสนอได้ดียิ่งขึ้น แผนภาพสถานะจะช่วยอธิบายพฤติกรรมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการหรือผลิตภัณฑ์งาน สถานะที่เปลี่ยนไปทำให้ทราบว่าสาเหตุการณใดเกิดขึ้นในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์และเกิดขึ้นที่ผลิตภัณฑ์งานใด รวมทั้งบอกนัยของกิจกรรมต่างๆที่คาดหวังพึงกระทำเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนผ่านไปสู่สถานะที่ต้องการ

#### 6.2 ข้อจำกัด

จากการดำเนินงานวิจัยนี้พบปัญหาและข้อจำกัดของระบบ ดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลความต้องการที่กระทบต่อความต้องการอื่นๆในระบบจะจำกัดอยู่ที่การเปลี่ยนแปลงรายละเอียดความต้องการ จะไม่รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงชนิดความต้องการ หน่วยค่าเต็มหน้า ชื่อ ลำดับความสำคัญ เจ้าของ ผู้รับผิดชอบ และสถานภาพ เพราะข้อมูลเหล่านี้ไม่ใช่ข้อมูลที่อธิบายรายละเอียดความต้องการ
2. จำนวนสถานะในแผนภาพสถานะจำกัดไม่เกิน 4 สถานะ เนื่องจากจำนวนเส้นและข้อความบนเส้นมีจำนวนมาก ยากต่อการแสดงผล นอกจากนี้ ในทางปฏิบัติจำนวนสถานะมักใช้ไม่เกิน 4 สถานะ อย่างไรก็ตาม ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถสร้างสถานะมากกว่า 4 สถานะได้ แต่แผนภาพสถานะจะไม่แสดงทางหน้าจอ

#### 6.3 แนวทางการวิจัยต่อ

เครื่องมือการตามรอยความต้องการที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ของแต่ละองค์กรได้ โดยเพิ่มเติมรายละเอียดหรือนิยามแผนภาพสถานะใหม่ที่เหมาะสม และสามารถเพิ่มฟีเจอร์ใหม่ เช่น การออกรายงานแผนภาพสถานะในรูปแบบต่างๆ เป็นต้น

ในส่วนของแผนภาพสถานะจะขึ้นอยู่กับคู่ของชนิดความต้องการ ถ้าชนิดความต้องการมีจำนวนมากทำให้แผนภาพสถานะมีจำนวนมากตามไปด้วย แนวทางในอนาคตจะต้องมีกลวิธีการเพื่อลดหรือรวมแผนสถานะเข้าด้วยกันเพื่อให้เหลือจำนวนแผนภาพสถานะน้อยลง หรือใช้วิธีแยกแหล่งจัดเก็บแผนภาพสถานะโดยไม่ขึ้นอยู่กับชนิดความต้องการอีกต่อไป

## รายการอ้างอิง

- [1] Toranzo, M. A Framework to Improve Requirements. IEEE Transactions on Software Engineering 27 (January 2001): 58-93.
- [2] Hull, E., Jackson, K., and Dick, J. Requirements Engineering. London: Springer, 2005.
- [3] Ramesh, B., and Jarke, M. Towards Reference Models for Requirements Traceability. IEEE Transactions on Software Engineering 27 (January 2001): 13-15.
- [4] Veanes, M., Campbell, C., Schulte, W., and Kohli, P. On-the-fly testing of reactive systems. Technical Microsoft Report MSR-TR-2005-05 (January 2005): 2-3.
- [5] Bresciani, P., Giorgini, P., Giunchiglia, F., Mylopoulos, J., and Perini, A. TROPOS: An Agent-Oriented Software Development Methodology. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (May 2004): 205-221.
- [6] Pinto, R., Silva, C., and Castro, J. A Process for Requirements Traceability in Agent Oriented Development. Proceedings of the VII Workshop on Requirements, pp.4-12. Italy: University of Trento, 2001.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ภาคผนวก ก.**  
**คำอธิบายยูสเคส**

ตารางที่ 6 คำอธิบายยูสเคสสร้างโครงการ

หมายเลขยูสเคส : UC01	ชื่อยูสเคส : สร้างโครงการ
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE01	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ใช้	
รายละเอียด : เพื่อสร้างโครงการและไฟล์ในคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูลในการทำงาน	
ความสัมพันธ์ : Association : ผู้ใช้	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูสร้างโครงการ สัญรูปสร้างโครงการ หรือกดแป้นอักษร Crtl + N</li> <li>2. ระบบแสดงไฟล์ไดอะล็อกสำหรับระบุชื่อไฟล์และไดเรกทอรี</li> <li>3. ผู้ใช้ระบุชื่อไฟล์และไดเรกทอรีในไฟล์ไดอะล็อกและกดปุ่มสร้างโครงการ</li> <li>4. ระบบสร้างชนิดความต้องการและสถานะความสัมพันธ์เริ่มต้น</li> <li>5. ระบบบันทึกข้อมูลและสร้างไฟล์ในไดเรกทอรีที่ระบุ</li> <li>6. ระบบแสดงสัญรูปโครงการในต้นไม้เพื่อให้ผู้ใช้เริ่มทำงาน</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : <ol style="list-style-type: none"> <li>3.a กรณีชื่อไฟล์ที่ระบุในไฟล์ไดอะล็อกซ้ำกับไฟล์ที่มีอยู่แล้วในคอมพิวเตอร์ <ol style="list-style-type: none"> <li>3.a.1. ระบบแสดงไดอะล็อกแจ้งเตือนและให้ผู้ใช้ยืนยันการบันทึกทับ</li> <li>3.a.2. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงเพื่อยืนยันการบันทึกทับ</li> <li>3.a.3. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 4</li> </ol> </li> <li>3.b กรณีผู้ใช้ไม่ได้ระบุชื่อไฟล์ในไฟล์ไดอะล็อกและกดปุ่มสร้างโครงการ <ol style="list-style-type: none"> <li>3.b.1. ไฟล์ไดอะล็อกยังคงแสดงเพื่อให้ผู้ใช้ระบุชื่อไฟล์</li> <li>3.b.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 3</li> </ol> </li> </ol>	

ตารางที่ 7 คำอธิบายยูสเคสเปิดโครงการ

หมายเลขยูสเคส : UC02	ชื่อยูสเคส : เปิดโครงการ
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE01	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ใช้	
รายละเอียด : เพื่อเปิดโครงการจากไฟล์ในคอมพิวเตอร์ขึ้นมาทำงาน	

<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : ผู้ใช้
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูเปิดโครงการ สัญลักษณ์เปิดโครงการ หรือกดแป้นอักษร Ctrl + O</li> <li>2. ระบบแสดงไฟล์ไดอะล็อกสำหรับระบุชื่อไฟล์และไดเรกทอรี</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการและกดปุ่มเปิดโครงการ</li> <li>4. ระบบโหลดข้อมูลจากไฟล์เข้าสู่โปรแกรม</li> <li>5. ระบบแสดงข้อมูลในต้นไม้ นำทางเพื่อให้ผู้ใช้ทำงาน</li> </ol>
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a กรณีผู้ใช้เปิดโครงการใหม่ขณะที่โครงการยังไม่ได้ถูกบันทึก             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a.1. ระบบแสดงไดอะล็อกข้อความเตือนว่าผู้ใช้ยังไม่ได้บันทึกโครงการบนหน้าจอ</li> <li>1.a.2. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงเพื่อยืนยันการบันทึกโครงการ</li> <li>1.a.3. ระบบบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงไฟล์ข้อมูล</li> <li>1.a.4. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 2</li> </ol> </li> <li>1.b กรณีผู้ใช้ไม่ได้เลือกไฟล์และกดปุ่มเปิดโครงการ             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.b.1. ไฟล์ไดอะล็อกยังคงแสดงเพื่อให้ผู้ใช้ระบุชื่อไฟล์</li> <li>1.b.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 3</li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ 8 คำอธิบายยูสเคสปิดโครงการ

หมายเลขยูสเคส : UC03	ชื่อยูสเคส : ปิดโครงการ
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตรหัส : FE01	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ใช้	
รายละเอียด : เพื่อปิดโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบันเมื่อผู้ใช้เลิกทำงาน	
<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : ผู้ใช้	
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูปิดโครงการ สัญลักษณ์ปิดโครงการ หรือกดแป้นอักษร Ctrl + W</li> <li>2. ระบบลบล้างข้อมูลที่โปรแกรมถืออยู่และนำต้นไม้ นำทางออกจากหน้าจอ</li> </ol>	
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a กรณีผู้ใช้ปิดโครงการโดยที่ยังไม่ได้บันทึกโครงการ             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a.1. ระบบแสดงไดอะล็อกข้อความเตือนว่าผู้ใช้ยังไม่ได้บันทึกโครงการบนหน้าจอ</li> </ol> </li> </ol>	

1.a.2. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงเพื่อยืนยันการบันทึกโครงการ
1.a.3. ระบบบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงไฟล์ข้อมูล
1.a.4. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 2

ตารางที่ 9 คำอธิบายยูสเคสบันทึกโครงการ

หมายเลขยูสเคส : UC04	ชื่อยูสเคส : บันทึกโครงการ
สับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE01	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ใช้	
รายละเอียด : เพื่อบันทึกข้อมูลโครงการที่ใช้งานอยู่ลงสู่ไฟล์ในคอมพิวเตอร์	
ความสัมพันธ์ : Association : ผู้ใช้	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : 1. ผู้ใช้เลือกเมนูบันทึก สัญรูปบันทึก หรือกดแป้นอักษร Ctrl + S 2. ระบบบันทึกข้อมูลโครงการที่ใช้งานอยู่ลงไฟล์ข้อมูล	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : 1.a กรณีผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์ใหม่ 1.a.1. ผู้ใช้เลือกเมนูบันทึกเป็น 1.a.2. ระบบแสดงไฟล์ไดอะล็อกสำหรับระบุชื่อไฟล์และไดเรกทอรี 1.a.3. ผู้ใช้ระบุชื่อไฟล์และไดเรกทอรีในไฟล์ไดอะล็อกและกดปุ่มบันทึกโครงการ 1.a.4. ระบบสร้างไฟล์ในไดเรกทอรีที่ระบุและบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงไฟล์ข้อมูล	

ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคสสร้างความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC05	ชื่อยูสเคส : สร้างความต้องการ
สับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: F03	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อสร้างความต้องการใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : 1. ผู้ใช้เลือกโหนดข้อมูลจากต้นไม้แนวทาง 2. ผู้ใช้เลือกเมนูสร้างความต้องการจากเมนูบาร์ หรือเมนูคลิกขวา	

<p>3. ระบบสร้างความต้องการเป็นโหนดลูก (Child Node) ของโหนดที่เลือกในต้นไม้แนวทาง</p> <p>4. ระบบกำหนดชื่อ “New Requirement” เป็นชื่อเริ่มต้นของความต้องการ และกำหนดชนิดความต้องการที่เป็นลำดับแรกให้เป็นชนิดความต้องการเริ่มต้น</p>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <p>1.a กรณีโหนดที่เลือกเป็นเมตริกซ์โหนด ซึ่งไม่อนุญาตให้สร้างความต้องการเป็นโหนดลูก</p> <p>1.a.1. เมฆผู้สร้างความต้องการในเมนูบาร์และเมนูคลิกขวาจะไม่อนุญาตให้เลือก</p> <p>1.a.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 1</p>

ตารางที่ 11 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC06	ชื่อยูสเคส : ปรับปรุงความต้องการ
สนับสนุนพีเจอาร์ผลิตภัณฑ์: FE03	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อปรับปรุงข้อมูลความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ :	
Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
Extend : ยูสเคสสร้างผลกระทบความต้องการ	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกโหนดความต้องการที่ต้องการปรับปรุงจากต้นไม้แนวทาง</li> <li>2. ระบบแสดงข้อมูลของโหนดความต้องการที่ผู้ใช้เลือกทางหน้าจออินพุต</li> <li>3. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต</li> </ol>	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <p>3.a กรณีผู้ใช้ปรับปรุงรายละเอียดความต้องการและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว</p> <p>3.a.1. ไปทำยูสเคสสร้างผลกระทบความต้องการ (UC08)</p> <p>3.b กรณีผู้ใช้เปลี่ยนแปลงชนิดความต้องการและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว</p> <p>3.b.1. ระบบแสดงไดอะล็อกข้อความเตือนว่าผู้ใช้ว่าการเปลี่ยนชนิดความต้องการจะส่งผลให้สถานะปัจจุบันของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการหายไป</p> <p>3.b.2. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงเพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงชนิดความต้องการ</p> <p>3.b.3. ระบบค้นหาสถานะทั้งหมดจากคู่ของชนิดความต้องการใหม่และกำหนดสถานะเริ่มแรกที่ได้กำหนดไว้ในการจัดการเค้าร่างให้เป็นสถานะปัจจุบัน</p>	



## ตารางที่ 12 คำอธิบายยูสเคสลบความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC07	ชื่อยูสเคส : ลบความต้องการ
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE03	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อลบความต้องการออกจากโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกหนดความต้องการที่ต้องการลบจากต้นไม้แนวทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกเมนูลบจากเมนูบาร์ เมนูคลิกขวา หรือกดแป้นอักษร Delete</li> <li>3. ระบบลบหนดที่เลือกออกจากต้นไม้แนวทาง</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : ไม่มี	

## ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคสสร้างผลกระทบความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC08	ชื่อยูสเคส : สร้างผลกระทบความต้องการ
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE07	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ไม่มี	
รายละเอียด : เพื่อแสดงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ	
ความสัมพันธ์ : Extend from : ยูสเคสปรับปรุงความต้องการ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดความต้องการผ่านหน้าจออินพุต</li> <li>2. ระบบตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการได้ทั้งทิศไปและกลับ</li> <li>3. กรณีพบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ ระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อความต้องการอื่นๆ โดยอินพุตฟิลด์รายละเอียดความต้องการจะเปลี่ยนเป็นสีแดง โหนดความต้องการในแท็บมุมมองกราฟจะเปลี่ยนเป็นสีแดง และปุ่มยกเลิกการแจ้งเตือนปรากฏขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้จัดการผลกระทบความต้องการต่อไป</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : 3.a กรณีผู้ใช้ไม่ต้องการให้ระบบแสดงการแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง	

- 3.a.1. ผู้ใช้คลิกเลือกเมนูเปิดการทบทวนให้เครื่องหมายถูกหายไป
- 3.a.2. ระบบจะไม่เปลี่ยนสีอินพุตฟิลด์และสีของโหนดความต้องการในแท็บมุมมองกราฟ และไม่แสดงปุ่มยกเลิกการแจ้งเตือนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคสสร้างความสัมพันธ์

หมายเลขยูสเคส : UC09	ชื่อยูสเคส : สร้างความสัมพันธ์
สับสแตนด์พอยท์: FE04	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกโหนดความต้องการที่ต้องการสร้างความสัมพันธ์จากต้นไม้แนวทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกแท็บความสัมพันธ์และกดปุ่มสร้างความสัมพันธ์ออก</li> <li>3. ระบบแสดงรายการความต้องการทั้งหมดที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ผ่านไดอะล็อกความสัมพันธ์</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกความต้องการเป้าหมายจากรายการความต้องการและกดปุ่มตกลง</li> <li>5. ระบบสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ โดยมีทิศทางจากความต้องการที่เลือกในต้นไม้แนวทางไปยังความต้องการเป้าหมายที่เลือกจากไดอะล็อก</li> <li>6. ระบบกำหนดสถานะความสัมพันธ์ที่เป็นสถานะเริ่มแรก ซึ่งได้กำหนดไว้ในการจัดการเค้าร่าง เป็นสถานะความสัมพันธ์เริ่มต้น</li> <li>7. ระบบแสดงความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นในรายการความสัมพันธ์</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>2.a กรณีผู้ใช้ต้องการสร้างความสัมพันธ์เข้าสู่ความต้องการปัจจุบัน <ol style="list-style-type: none"> <li>2.a.1. ผู้ใช้เลือกหน้าจอบริการความสัมพันธ์และกดปุ่มสร้างความสัมพันธ์เข้า</li> <li>2.a.2. ระบบแสดงรายการความต้องการทั้งหมดที่สามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ผ่านไดอะล็อกความสัมพันธ์</li> <li>2.a.3. ผู้ใช้เลือกความต้องการเป้าหมายจากรายการความต้องการและกดปุ่มตกลง</li> <li>2.a.4. ระบบสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ โดยมีทิศทางจากความต้องการเป้าหมายที่เลือกจากไดอะล็อกไปยังความต้องการที่เลือกในต้นไม้แนวทาง</li> <li>2.a.5. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 6</li> </ol> </li> </ol>	

3.c กรณีผู้ใช้ต้องการให้แสดงเฉพาะความต้องการตามชนิดความต้องการที่กำหนด
3.c.1. ผู้ใช้เลือกชนิดความต้องการที่ต้องการจะให้ระบบแสดง
3.c.2. ระบบจะแสดงความต้องการที่มีชนิดความต้องการตรงกับที่ผู้ใช้เลือก
3.c.3. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 4

ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคสลบความสัมพันธ์

หมายเลขยูสเคส : UC10	ชื่อยูสเคส : ลบความสัมพันธ์
สับสนูนฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE04	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกชนิดความต้องการที่ต้องการลบความสัมพันธ์จากต้นไม้นำทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการจะลบจากรายการความสัมพันธ์ในแท็บความสัมพันธ์และกดปุ่มลบความสัมพันธ์</li> <li>3. ระบบลบความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ</li> <li>4. ความสัมพันธ์จะถูกลบออกจากรายการความสัมพันธ์ในแท็บความสัมพันธ์</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : ไม่มี	

ตารางที่ 16 คำอธิบายยูสเคสร่างแพ็คเกจ

หมายเลขยูสเคส : UC11	ชื่อยูสเคส : สร้างแพ็คเกจ
สับสนูนฟีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE08	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อสร้างแพ็คเกจใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกชนิดข้อมูลจากต้นไม้นำทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกเมนูสร้างแพ็คเกจจากเมนูบาร์ หรือเมนูคลิกขวา</li> <li>3. ระบบสร้างแพ็คเกจเป็นโหนดลูกของโหนดที่เลือกในต้นไม้นำทาง</li> </ol>	

4. ระบบกำหนดชื่อ “New Package” เป็นชื่อเริ่มต้นของแพ็คเกจ
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b> 1.a กรณีไหนที่เลือกเป็นความต้องการหรือเมตริกซ์ไหน ที่ไม่อนุญาตให้สร้างแพ็คเกจเป็นไหนดูถูก 1.a.1. เมนูสร้างแพ็คเกจในเมนูบาร์และเมนูคลิกขวาจะไม่อนุญาตให้เลือก 1.a.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 1

ตารางที่ 17 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงแพ็คเกจ

หมายเลขยูสเคส : UC12	ชื่อยูสเคส : ปรับปรุงแพ็คเกจ
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE08	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อปรับปรุงข้อมูลแพ็คเกจในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> 1. ผู้ใช้เลือกไหนแพ็คเกจที่ต้องการปรับปรุงจากต้นไม้ทาง 2. ระบบแสดงข้อมูลของไหนแพ็คเกจที่เลือกทางหน้าจออินพุต 3. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : ไม่มี	

ตารางที่ 18 คำอธิบายยูสเคสลบแพ็คเกจ

หมายเลขยูสเคส : UC13	ชื่อยูสเคส : ลบแพ็คเกจ
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE08	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ระบบ	
รายละเอียด : เพื่อลบแพ็คเกจออกจากโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ระบบ	
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> 1. ผู้ใช้เลือกไหนแพ็คเกจที่ต้องการลบจากต้นไม้ทาง 2. ผู้ใช้เลือกเมนูลบจากเมนูบาร์ เมนูคลิกขวา หรือกดแป้นอักษร Delete 3. ระบบลบไหนที่เลือกออกจากต้นไม้ทาง	

ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : ไม่มี

ตารางที่ 19 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงสถานะปัจจุบัน

หมายเลขยูสเคส : UC14	ชื่อยูสเคส : ยูสเคสปรับปรุงสถานะปัจจุบัน
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ: FE07	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ทบทวนความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อเปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ	
ความสัมพันธ์ : Association : ผู้ทบทวนความต้องการ	
<p>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกหนดความต้องการที่ต้องการปรับปรุงสถานะจากต้นไม้แนวทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกแท็บมุมมองกราฟ</li> <li>3. ระบบแสดงความต้องการและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในรูปกราฟ โดย โหนดความต้องการปัจจุบันเป็นโหนดราก (Root node)</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกเส้นความสัมพันธ์ที่ต้องการจะทบทวนและเปลี่ยนแปลงสถานะปัจจุบันจากเส้นกราฟ</li> <li>5. รายละเอียดของความต้องการทั้งต้นทางและปลายทาง และแผนภาพสถานะตัวอย่างปรากฏขึ้นในไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน</li> <li>6. ระบบแสดงสถานะปัจจุบันในคอมโบบ็อกซ์ และคอมโบบ็อกซ์จะมีไอเทมสถานะให้ผู้ใช้เลือกเป็นไปตามเส้นทางเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</li> <li>7. ผู้ใช้ทบทวนรายละเอียดความต้องการทั้งสองและเลือกสถานะของความสัมพันธ์ใหม่จากคอมโบบ็อกซ์ให้สอดคล้องกับความต้องการทั้งสอง พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ในคอมเมนต์ฟิลด์</li> <li>8. ระบบแสดงเส้นสีแดงรอบสี่เหลี่ยมมุมมนในแผนภาพสถานะตัวอย่าง เพื่อเป็นสถานะปัจจุบันตามที่ผู้ใช้เลือกจากคอมโบบ็อกซ์</li> <li>9. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน</li> <li>10. ระบบเปลี่ยนสถานะของความสัมพันธ์เป็นสถานะที่ผู้ใช้เลือก และบันทึกสถานะและคอมเมนต์ที่ผู้ใช้เลือกเป็นสถานะประวัติ</li> </ol>	
<p>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน <ol style="list-style-type: none"> <li>9.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกการเปลี่ยนสถานะปัจจุบัน</li> </ol> </li> </ol>	

## 9.a.2. ระบบปิดได้อะล็อกโดยไม่เปลี่ยนสถานะปัจจุบัน

ตารางที่ 20 คำอธิบายยูสเคสลบผลกระทบความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC15	ชื่อยูสเคส : ลบผลกระทบความต้องการ
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE07	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ทบทวนความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อยกเลิกการแสดงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการ	
ความสัมพันธ์ : Association : ผู้ทบทวนความต้องการ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกหนดความต้องการที่มีการแจ้งเตือนการเปลี่ยนแปลง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกแท็บมุมมองกราฟ และตรวจสอบทุกๆความสัมพันธ์กับหนดความต้องการที่เลือก โดยทบทวนรายละเอียดความต้องการทั้งสองและปรับปรุงสถานะของความสัมพันธให้เหมาะสม</li> <li>3. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกการแจ้งเตือน เมื่อตรวจสอบและปรับปรุงสถานะครบทุกความสัมพันธ์แล้ว</li> <li>4. ระบบเปลี่ยนสีอินพุตฟิลด์และหนดในแท็บมุมมองกราฟให้เป็นปกติ และปุ่มยกเลิกการแจ้งเตือนจะหายไป</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : ไม่มี	

ตารางที่ 21 คำอธิบายยูสเคสสร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC16	ชื่อยูสเคส : สร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE06	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ทบทวนความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อสร้างเมตริกซ์ตามรอยความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : ผู้ทบทวนความต้องการ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกหนดข้อมูลจากต้นไม้นำทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกเมนูสร้างเมตริกซ์จากเมนูบาร์ หรือเมนูคลิกขวา</li> <li>3. ระบบสร้างเมตริกซ์เป็นหนดลูกของหนดที่เลือกในต้นไม้นำทาง</li> </ol>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>4. ระบบกำหนดชื่อ “New Matrix” เป็นชื่อเริ่มต้นของเมตริกซ์</li> <li>5. ผู้ใช้เลือกแท็บเมตริกซ์</li> <li>6. ระบบแสดงเมตริกซ์ตามรอยความต้องการออกทางหน้าจอ โดยความต้องการทั้งหมดจะถูกแสดงในเมตริกซ์ และค่าเริ่มต้นของเกณฑ์แถวและเกณฑ์คอลัมน์คอมโบบ็อกซ์คือค่าทั้งหมด (All)</li> <li>7. ระบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในแถวและคอลัมน์ที่ตรงกันเป็นเส้นลูกศร</li> </ol>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a กรณีโหนดที่เลือกเป็นความต้องการโหนด ซึ่งไม่อนุญาตให้สร้างเมตริกซ์เป็นโหนดลูก <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a.1. เมนูสร้างเมตริกซ์ในเมนูบาร์และเมนูคลิกขวาจะไม่อนุญาตให้เลือก</li> <li>1.a.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 1</li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ 22 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ

<b>หมายเลขยูสเคส :</b> UC17	<b>ชื่อยูสเคส :</b> ปรับปรุงเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ
<b>สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์:</b> FE06	
<b>ผู้เกี่ยวข้องหลัก :</b> ผู้ทบทวนความต้องการ	
<b>รายละเอียด :</b> เพื่อปรับปรุงข้อมูลเมตริกซ์ตามรอยความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : ผู้ทบทวนความต้องการ	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกโหนดเมตริกซ์ที่ต้องการแก้ไขจากต้นไม้นำทาง</li> <li>2. ระบบแสดงข้อมูลของโหนดเมตริกซ์ที่เลือกทางหน้าจออินพุต</li> <li>3. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกชนิดความต้องการในเกณฑ์แถวและเกณฑ์คอลัมน์จากคอมโบบ็อกซ์ในแท็บเมตริกซ์</li> <li>5. ระบบจะกรองความต้องการในเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ ตามชนิดความต้องการที่เลือกในเกณฑ์แถวและคอลัมน์จากคอมโบบ็อกซ์</li> <li>6. ระบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในแถวและคอลัมน์ที่ตรงกัน</li> <li>7. ระบบตรวจสอบสถานะความสัมพันธ์และค่าของสีที่ได้กำหนดไว้ในการจัดการเค้าร่างและแสดงสีของเส้นลูกศรตามที่กำหนด</li> </ol>	
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b>	

3.a	กรณีผู้ใช้ต้องการให้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการแบบทางอ้อม
3.a.1.	ผู้ใช้คลิกเลือกกล่องเลือกแสดงความสัมพันธ์ทางอ้อมให้เครื่องหมายถูกปรากฏขึ้น
3.a.2.	ระบบตรวจสอบความสัมพันธ์แบบทางอ้อมระหว่างความต้องการในแถวและคอลัมน์ที่ตรงกัน
3.a.3.	เมื่อพบความสัมพันธ์แบบทางอ้อม ระบบจะแสดงความสัมพันธ์เป็นเส้นลูกศรแบบเส้นประในแถวและคอลัมน์ที่ตรงกัน
3.a.4.	ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 3
3.b	กรณีผู้ใช้ต้องการซ่อนข้อความความต้องการ เพื่อความสะดวกในการดูเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ
3.b.1.	ผู้ใช้คลิกเลือกกล่องเลือกแสดงข้อความความต้องการให้เครื่องหมายถูกหายไป
3.b.2.	ระบบจะไม่แสดงข้อความความต้องการในแถวและคอลัมน์ของเมตริกซ์
3.b.3.	ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 3

ตารางที่ 23 คำอธิบายยูสเคสลบเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC18	ชื่อยูสเคส : ลบเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE06	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ทบทวนความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อลบเมตริกซ์ตามรอยความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : ผู้ทบทวนความต้องการ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : 1. ผู้ใช้เลือกโหมดเมตริกซ์ที่ต้องการลบจากต้นไม้แนวทาง 2. ผู้ใช้เลือกเมนูลบจากเมนูบาร์ เมนูคลิกขวา หรือกดแป้นอักษร Delete 3. ระบบลบโหมดที่เลือกออกจากต้นไม้แนวทาง	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : ไม่มี	

ตารางที่ 24 คำอธิบายยูสเคสแสดงแผนภาพสถานะ

หมายเลขยูสเคส : UC19	ชื่อยูสเคส : แสดงแผนภาพสถานะ
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE09	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ทบทวนความต้องการ	



รายละเอียด : เพื่อแสดงสถานะปัจจุบันในแผนภาพสถานะ
<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : ผู้ทบทวนความต้องการ
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกหนดความต้องการที่มีความสัมพันธ์จากต้นไม้แนวทาง</li> <li>2. ผู้ใช้เลือกความสัมพันธ์จากรายการความสัมพันธ์ในแท็บความสัมพันธ์ และกดปุ่มแสดงแผนภาพสถานะ</li> <li>3. ระบบสร้างแผนภาพสถานะจากสถานะและการเปลี่ยนสถานะระหว่างคู่ของความต้องการ ซึ่งได้กำหนดไว้ก่อนหน้าจากการจัดการเค้าร่าง</li> <li>4. ระบบตรวจสอบสถานะปัจจุบันของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการ และแสดงเส้นสีแดงรอบสี่เหลี่ยมมุมมนที่เป็นสถานะปัจจุบันในแผนภาพสถานะ</li> <li>5. ระบบแสดงแผนภาพสถานะในไดอะล็อกบนหน้าจอ</li> </ol>
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a กรณีผู้ใช้ต้องการแสดงแผนภาพสถานะผ่านเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.a.1. ผู้ใช้เลือกแท็บเมตริกซ์และคลิกเลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการจะแสดงแผนภาพสถานะ</li> <li>1.a.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 3</li> </ol> </li> <li>3.a กรณีระบบตรวจสอบพบว่าไม่มีสถานะระหว่างคู่ของชนิดความต้องการ หรือยังไม่ได้กำหนดสถานะในการจัดการเค้าร่าง             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.a.1. ระบบไม่แสดงระบบแสดงแผนภาพสถานะในไดอะล็อกบนหน้าจอ</li> </ol> </li> <li>5.a กรณีผู้ใช้ไม่ต้องการแสดงรายละเอียดและเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสถานะ             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.a.1. ผู้ใช้คลิกเลือกกล่องเลือกแสดงข้อความการเปลี่ยนสถานะให้เครื่องหมายถูกหายไป</li> <li>5.a.2. ระบบไม่แสดงรายละเอียดและเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะบนทุกๆเส้นการเปลี่ยนสถานะ</li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ 25 คำอธิบายยูสเคสแสดงสถานะประวัติ

หมายเลขยูสเคส : UC20	ชื่อยูสเคส : แสดงสถานะประวัติ
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE10	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : ผู้ทบทวนความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อแสดงประวัติการเปลี่ยนแปลงสถานะความสัมพันธ์	

<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : ผู้ทบทวนความต้องการ
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกหนดความต้องการที่มีความสัมพันธ์จากต้นไม้แนวทาง</li> <li>2. ผู้ใช้ เลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการจะแสดงสถานะประวัติจากรายการความสัมพันธ์ในแท็บความสัมพันธ์และกดปุ่มแสดงสถานะประวัติ</li> <li>3. ระบบแสดงรายการเวอร์ชันในไดอะล็อกสถานะประวัติบนหน้าจอ</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกเวอร์ชันจากรายการเวอร์ชันในไดอะล็อก</li> <li>5. ระบบแสดงรายละเอียดของประวัติประกอบด้วยข้อมูลสถานะ รายละเอียดความต้องการและคอมเมนต์</li> </ol>
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b> ไม่มี

ตารางที่ 26 คำอธิบายยูสเคสสร้างชนิดความต้องการ

<b>หมายเลขยูสเคส :</b> UC21	<b>ชื่อยูสเคส :</b> สร้างชนิดความต้องการ
<b>สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์:</b> FE02	
<b>ผู้เกี่ยวข้องหลัก :</b> นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<b>รายละเอียด :</b> เพื่อสร้างชนิดความต้องการใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ระบบแสดงชนิดความต้องการที่มีทั้งหมดในรายการชนิดความต้องการ</li> <li>4. ผู้ใช้กดปุ่มสร้างชนิดความต้องการ</li> <li>5. ระบบสร้างชนิดความต้องการขึ้นในรายการชนิดความต้องการและกำหนดชื่อ "New Requirement Type" เป็นชื่อเริ่มต้น</li> <li>6. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต</li> <li>7. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>8. ระบบปิดไดอะล็อกและสร้างชนิดความต้องการขึ้นในโครงการ</li> </ol>	
<b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>7.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง</li> </ol>	

7.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง
7.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่สร้างชนิดความต้องการขึ้นในโครงการ

ตารางที่ 27 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงชนิดความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC22	ชื่อยูสเคส : ปรับปรุงชนิดความต้องการ
สนับสนุนพีเจอาร์ผลิตภัณฑ์: FE02	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อปรับปรุงข้อมูลชนิดความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ระบบแสดงชนิดความต้องการที่มีทั้งหมดในรายการชนิดความต้องการ</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกชนิดความต้องการที่ต้องการปรับปรุงจากรายการชนิดความต้องการ</li> <li>5. ระบบแสดงข้อมูลของชนิดความต้องการที่เลือกออกทางหน้าจออินพุต</li> <li>6. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลผ่านหน้าจออินพุต</li> <li>7. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>8. ระบบปิดไดอะล็อกและปรับปรุงรายละเอียดของชนิดความต้องการในโครงการ</li> </ol>	
ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ : <ol style="list-style-type: none"> <li>7.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง <ol style="list-style-type: none"> <li>7.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>7.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่ปรับปรุงรายละเอียดของชนิดความต้องการในโครงการ</li> </ol> </li> </ol>	

ตารางที่ 28 คำอธิบายยูสเคสลบชนิดความต้องการ

หมายเลขยูสเคส : UC23	ชื่อยูสเคส : ลบชนิดความต้องการ
สนับสนุนพีเจอาร์ผลิตภัณฑ์: FE02	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อลบชนิดความต้องการในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	

<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ระบบแสดงชนิดความต้องการที่มีทั้งหมดในรายการชนิดความต้องการ</li> <li>4. ผู้ใช้เลือกชนิดความต้องการที่ต้องการลบจากรายการชนิดความต้องการ และกดปุ่มลบชนิดความต้องการ</li> <li>5. ระบบลบชนิดความต้องการออกจากรายการชนิดความต้องการ</li> <li>6. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>7. ระบบปิดไดอะล็อกและลบชนิดความต้องการออกจากโครงการ</li> </ol>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>6.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่ลบชนิดความต้องการออกจากโครงการ</li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ 29 คำอธิบายยูสเคสสร้างสถานะความสัมพันธ์

หมายเลขยูสเคส : UC24	ชื่อยูสเคส : สร้างสถานะความสัมพันธ์
สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE05	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อสร้างสถานะความสัมพันธ์ใหม่ในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกหน้าจอการจัดการชนิดความสัมพันธ์และเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการสถานะ</li> <li>4. ระบบแสดงสถานะที่มีทั้งหมดในรายการสถานะ และแสดงแผนภาพสถานะตัวอย่างบนหน้าจอ</li> <li>5. ผู้ใช้กดปุ่มสร้างสถานะใหม่</li> <li>6. ระบบสร้างสถานะขึ้นในรายการสถานะ โดยมีชื่อ "New State" เป็นชื่อเริ่มต้น และชื่อเริ่มต้นของเส้นลูกศรในเมตริกซ์ตามรอยความต้องการเป็นสีน้ำเงิน</li> </ol>	

<p>7. ระบบทำการเพิ่มสี่เหลี่ยมมุมมนในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</p> <p>8. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของสถานะผ่านหน้าจออินพุต</p> <p>9. ระบบปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของสถานะในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</p> <p>10. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</p> <p>11. ระบบปิดไดอะล็อกและสร้างสถานะขึ้นในโครงการ</p>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <p>6.a กรณีสถานะที่สร้างขึ้นเป็นสถานะแรกในรายการสถานะ</p> <p>6.a.1. ระบบจะกำหนดสถานะที่สร้างขึ้นนี้เป็นสถานะเริ่มแรก เพื่อใช้เป็นสถานะเริ่มต้นเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการถูกสร้างขึ้น</p> <p>6.a.2. ระบบนำสี่เหลี่ยมมุมมนของสถานะที่สร้างใหม่เชื่อมกับสถานะเริ่มต้นในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</p> <p>6.a.3. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 6</p> <p>10.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง</p> <p>10.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</p> <p>10.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่สร้างสถานะขึ้นในโครงการ</p>

ตารางที่ 30 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงสถานะความสัมพันธ์

หมายเลขยูสเคส : UC25	ชื่อยูสเคส : ปรับปรุงสถานะความสัมพันธ์
สับสนูน์พีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE05	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อปรับปรุงข้อมูลสถานะความสัมพันธ์ในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกหน้าจอการจัดการชนิดความสัมพันธ์และเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการสถานะ</li> <li>4. ระบบแสดงสถานะที่มีทั้งหมดในรายการสถานะ และแสดงแผนภาพสถานะตัวอย่างบนหน้าจอ</li> <li>5. ผู้ใช้เลือกสถานะที่ต้องการปรับปรุงจากรายการสถานะ</li> </ol>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>6. ระบบแสดงข้อมูลของสถานะที่เลือกออกทางหน้าจออินพุต</li> <li>7. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของสถานะผ่านหน้าจออินพุต</li> <li>8. ระบบปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของสถานะในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</li> <li>9. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>10. ระบบปิดไดอะล็อกและปรับปรุงรายละเอียดของสถานะในโครงการ</li> </ol>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.a กรณีผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนสถานะเริ่มแรก เพื่อใช้เป็นสถานะเริ่มต้นเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการถูกสร้างขึ้น <ol style="list-style-type: none"> <li>5.a.1. ผู้ใช้เลือกสถานะที่ต้องการกำหนดสถานะเริ่มแรกจากรายการสถานะ</li> <li>5.a.2. ผู้ใช้กดปุ่มกำหนดเป็นสถานะเริ่มแรก</li> <li>5.a.3. ระบบกำหนดให้เป็นสถานะเริ่มแรกและนำสีเหลี่ยมมุมมนของสถานะไปเชื่อมกับสถานะเริ่มต้นในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</li> <li>5.a.4. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 5</li> </ol> </li> <li>7.a กรณีผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนสีของเส้นลูกศรในเมตริกซ์ตามรอยความต้องการ <ol style="list-style-type: none"> <li>7.a.1. ผู้ใช้เลือกสีที่ต้องการจากคอมโบบ็อกซ์ จากทั้งหมด 4 สี ได้แก่ สีเขียว สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน</li> <li>7.a.2. ย้อนกลับไปทำขั้นตอนการทำงานหลักข้อที่ 7</li> </ol> </li> <li>9.a กรณีผู้ใช้อยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง <ol style="list-style-type: none"> <li>9.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>9.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่ปรับปรุงรายละเอียดของสถานะในโครงการ</li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ 31 คำอธิบายยูสเคสลบสถานะความสัมพันธ์

หมายเลขยูสเคส : UC26	ชื่อยูสเคส : ลบสถานะความสัมพันธ์
สนับสุนนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE05	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อลบสถานะความสัมพันธ์ในโครงการที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก :	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> </ol>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>3. ผู้ใช้เลือกหน้าจอการจัดการชนิดความสัมพันธ์และเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการสถานะ</li> <li>4. ระบบแสดงสถานะที่มีทั้งหมดในรายการสถานะ และแสดงแผนภาพสถานะตัวอย่างบนหน้าจอ</li> <li>5. ผู้ใช้เลือกชนิดสถานะที่ต้องการลบจากรายการสถานะและกดปุ่มลบสถานะ</li> <li>6. ระบบลบสถานะออกจากรายการสถานะ และลบสี่เหลี่ยมมุมมนและเส้นการเปลี่ยนสถานะที่เกี่ยวข้องออกจากแผนภาพสถานะตัวอย่าง</li> <li>7. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>8. ระบบปิดไดอะล็อกและลบสถานะออกจากโครงการ</li> <li>9. ระบบตรวจสอบสถานะของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทั้งหมดในโครงการกรณีพบว่าสถานะของความสัมพันธ์เป็นสถานะที่ถูกลบไปแล้ว ระบบจะเปลี่ยนสถานะให้เป็นสถานะเริ่มแรกตัวใหม่ให้อัตโนมัติ</li> </ol>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>7.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่ลบสถานะออกจากโครงการ</li> </ol> </li> </ol>

ตารางที่ 32 คำอธิบายยูสเคสสร้างการเปลี่ยนสถานะ

หมายเลขยูสเคส : UC27	ชื่อยูสเคส : สร้างการเปลี่ยนสถานะ
สนับสนุนพีเจอาร์ผลิตภัณฑ: FE05	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อสร้างการเปลี่ยนสถานะระหว่างสถานะความสัมพันธ์	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกหน้าจอการจัดการชนิดความสัมพันธ์และเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการการเปลี่ยนสถานะ</li> <li>4. ระบบแสดงสถานะที่มีทั้งหมดในคอมโบบ็อกซ์ และแสดงแผนภาพสถานะตัวอย่างบนหน้าจอ</li> </ol>	

5. ผู้ใช้เลือกสถานะต้นทางและสถานะปลายทางจากคอมโบบ็อกซ์
6. ผู้ใช้กดปุ่มสร้างการเปลี่ยนสถานะใหม่
7. ระบบสร้างการเปลี่ยนสถานะขึ้นจากสถานะต้นทางไปยังสถานะปลายทาง และสร้างเส้นการเปลี่ยนสถานะขึ้นในแผนภาพสถานะตัวอย่าง
8. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดและเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะผ่านทางจออินพุต
9. ระบบปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสถานะตัวอย่าง
10. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง
11. ระบบปิดไดอะล็อกและสร้างการเปลี่ยนสถานะขึ้นในโครงการ

**ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :**

- 10.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง
  - 10.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง
  - 10.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่สร้างการเปลี่ยนสถานะขึ้นในโครงการ

ตารางที่ 33 คำอธิบายยูสเคสปรับปรุงการเปลี่ยนสถานะ

<b>หมายเลขยูสเคส :</b> UC28	<b>ชื่อยูสเคส :</b> ปรับปรุงการเปลี่ยนสถานะ
<b>สนับสนุนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์:</b> FE05	
<b>ผู้เกี่ยวข้องหลัก :</b> นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<b>รายละเอียด :</b> เพื่อปรับปรุงข้อมูลการเปลี่ยนสถานะระหว่างสถานะความสัมพันธ์	
<b>ความสัมพันธ์ :</b> Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกหน้าจอการจัดการชนิดความสัมพันธ์และเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการการเปลี่ยนสถานะ</li> <li>4. ระบบแสดงสถานะที่มีทั้งหมดในคอมโบบ็อกซ์ และแสดงแผนภาพสถานะตัวอย่างบนหน้าจอ</li> <li>5. ผู้ใช้เลือกสถานะต้นทางและสถานะปลายทางจากคอมโบบ็อกซ์</li> <li>6. ระบบแสดงข้อมูลรายละเอียดและเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะออกทางหน้าจออินพุต</li> <li>7. ผู้ใช้ปรับปรุงข้อมูลผ่านทางจออินพุต</li> <li>8. ระบบปรับปรุงข้อมูลรายละเอียดของการเปลี่ยนสถานะในแผนภาพสถานะตัวอย่าง</li> </ol>	



<p>9. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</p> <p>10. ระบบปิดไดอะล็อกและปรับปรุงรายละเอียดของการเปลี่ยนสถานะในโครงการ</p>
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <p>9.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง</p> <p>9.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</p> <p>9.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่ปรับปรุงรายละเอียดของการเปลี่ยนสถานะในโครงการ</p>

ตารางที่ 34 คำอธิบายยูสเคสลบการเปลี่ยนสถานะ

หมายเลขยูสเคส : UC29	ชื่อยูสเคส : ลบการเปลี่ยนสถานะ
สนับสุนนพีเจอร์ผลิตภัณฑ์: FE05	
ผู้เกี่ยวข้องหลัก : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
รายละเอียด : เพื่อลบการเปลี่ยนสถานะระหว่างสถานะความสัมพันธ์	
ความสัมพันธ์ : Association : นักวิเคราะห์ความต้องการ	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานหลัก :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เลือกเมนูจัดการเค้าร่าง</li> <li>2. ระบบแสดงไดอะล็อกจัดการเค้าร่างบนหน้าจอ</li> <li>3. ผู้ใช้เลือกหน้าจอการจัดการชนิดความสัมพันธ์และเลือกคู่ของชนิดความต้องการที่ต้องการจัดการการเปลี่ยนสถานะ</li> <li>4. ระบบแสดงสถานะที่มีทั้งหมดในคอมโบบ็อกซ์ และแสดงแผนภาพสถานะตัวอย่างบนหน้าจอ</li> <li>5. ผู้ใช้เลือกสถานะต้นทางและสถานะปลายทางจากคอมโบบ็อกซ์</li> <li>6. ผู้ใช้กดปุ่มลบการเปลี่ยนสถานะ</li> <li>7. ระบบลบการเปลี่ยนสถานะและเส้นการเปลี่ยนสถานะออกจากแผนภาพสถานะตัวอย่าง</li> <li>8. ผู้ใช้กดปุ่มตกลงในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</li> <li>9. ระบบปิดไดอะล็อกและลบการเปลี่ยนสถานะออกจากโครงการ</li> </ol>	
<p><b>ขั้นตอนการทำงานกรณีพิเศษ :</b></p> <p>8.a กรณีผู้ใช้ยกเลิกข้อมูลในการจัดการเค้าร่าง</p> <p>8.a.1. ผู้ใช้กดปุ่มยกเลิกในไดอะล็อกจัดการเค้าร่าง</p> <p>8.a.2. ระบบปิดไดอะล็อกโดยไม่ลบการเปลี่ยนสถานะออกจากโครงการ</p>	

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุรเชษฐ์ สุรย์ส่องธानी เกิดเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดมุกดาหาร สำเร็จ การศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรคอมพิวเตอร์ ที่ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย