การค้นพบรูปแบบขององค์ประกอบการออกแบบด้วยวิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์

นายธีรยุทธ สินล้าน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DESIGN ELEMENT PATTERNS DISCOVERY USING ASSOCIATION RULES MINING

Mr. Teerayut Sinlan

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 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การค้นพบรูปแบบขององค์ประกอบการออกแบบด้วยวิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์
โดย	นายธีรยุทธ สินล้าน
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรเศรษฐ สุวรรณิก)

ธีรยุทธ สินล้าน : การค้นพบรูปแบบขององค์ประกอบการออกแบบด้วยวิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์. (DESIGN ELEMENT PATTERNS DISCOVERY USING ASSOCIATION RULES MINING) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.สุกรี สินธุภิญโญ, 59 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอ วิธีการค้นหารูปแบบกฎความสัมพันธ์ขององค์ประกอบการออกแบบจากภาพรวมที่ตรงกับความต้องการทางความรู้สึกของผู้บริโภค โดยนำเอาทฤษฎีวิศวกรรมทางอารมณ์ (Kansei Engineering) และการทำเหมืองความสัมพันธ์ (Association Rules Mining) มาใช้ในการศึกษานี้ ทฤษฎีวิศวกรรมทางอารมณ์เป็นเทคนิคการแปลงอารมณ์และความรู้สึกไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่มีผลทำให้เกิดความรู้สึกต่างๆ โดยการทำเหมืองความสัมพันธ์บนระดับความรู้สึก และองค์ประกอบการออกแบบของสินค้าแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปช่วยในการตัดสินใจออกแบบสินค้าให้แก่นักออกแบบ แบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม 2) การอนุมานเพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์ 3) การหาผลลัพธ์จากกฎความสัมพันธ์ โดยข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลความพึงพอใจต่อสินค้าโซฟาจากผู้เข้าร่วมทำแบบสอบถามจำนวน 50 คน ได้ข้อมูลความพึงพอใจทั้งหมด 5,970 รายการ ผลการทดลองพบกฎความสัมพันธ์ของประเภทชิ้นส่วนองค์ประกอบ 9 กฎ มีค่า Minimum Support 5%, ค่า Maximum Support 9.5%, ค่า Minimum Confidence 50% และค่า Maximum Confidence 52.5%

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2011 .....

5371418021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEYWORDS : KANSEI ENGINEERING / KANSEI MINING / ASSOCIATION RULE / APRIORI ALGORITHM

TEERAYUT SINLAN : DESIGN ELEMENT PATTERNS DISCOVERY USING ASSOCIATION RULES MINING. ADVISOR : ASST.PROF.SUKREE SINTHUPINYO, 59 pp.

This research presents the pattern of relationship between consumer's perception toward product form and sub-component design elements by applying Kansei engineering and association rules mining techniques. Concept of Kansei Engineering assists in classifying emotion/feeling to affective degree in numerical data. Association rules mining is applied in this study in order to optimize the pattern of relationship among variables. The results will be used to recommend designer to design new product. The process is separated into three steps: 1) collect information from questionnaire 2) create inference system for association rules discovery 3) extract design element from results. The data in our experiment consisted of 5,970 product evaluate records. Experimental results revealed eight strong association rules with 5.0% Minimum Support, 9.5% Maximum Support, 50.0% Minimum Confidence and 52.5% Maximum Confidence

Department : Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study : Computer Science Advisor's Signature .....
Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดีเพราะได้รับคำแนะนำ และให้คำปรึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ ซึ่งเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการสรรสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เกิดเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น นอกจากนี้ขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา ผู้ซึ่งเป็นประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรเศรษฐ สุวรรณิก ผู้ซึ่งเป็นกรรมการ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาใช้ในการชี้แจงถึงข้อบกพร่อง รวมถึงแนวทางแก้ไขและข้อแนะนำดีๆ ให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมไปถึงพี่ๆ ที่คอยให้คำแนะนำและกำลังใจดีๆ ในการเผชิญหน้ากับอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อให้ข้าพเจ้าได้มีพลังในการฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ เพื่อที่จะได้ก้าวเดินมายืนอยู่ตรงจุดยอดนี้ได้อย่างภาคภูมิใจ และยิ่งไปกว่านั้นต้องขอขอบคุณต่อการสนับสนุนทางด้านเงินทุนในการศึกษาจนจบในระดับบัณฑิตศึกษา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษาที่ดีในการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขในรั้วจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแห่งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

ขอบเขตของการวิจัย..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 3

โครงสร้างของวิทยานิพนธ์..... 3

ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์..... 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 แนวคิดและทฤษฎี..... 5

2.1.1 วิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering)..... 5

2.1.2 กฎความสัมพันธ์ (Association Rules)..... 11

2.1.3 วิธีค้นหากฎความสัมพันธ์..... 13

2.1.3.1 การหาไอเทมเซตที่ปรากฏบ่อย (Frequent Itemsets)..... 13

2.1.3.2 การสร้างกฎความสัมพันธ์จากไอเทมเซตปรากฏบ่อย..... 14

2.1.4 การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่..... 14

2.1.5 อัลกอริทึม Apriori (Apriori Algorithm)..... 14

2.1.6 ตัวอย่างการค้นหากฎความสัมพันธ์..... 16

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 26

หน้า

3.1 การเลือกผลิตภัณฑ์และการแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบ..... 26
3.2 เก็บข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์..... 32
3.3 การออกแบบฐานข้อมูล..... 34
3.4 การอนุมานเพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์..... 35
3.5 การวิเคราะห์หาชิ้นส่วนองค์ประกอบจากกฎความสัมพันธ์..... 38
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..... 40
4.1 ผลการตอบแบบสอบถามด้วยคำแสดงความรู้สึกแตกต่างกัน..... 40
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำเหมืองความสัมพันธ์..... 41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 53
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 53
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 53
รายการอ้างอิง..... 55
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 57

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2-1	ข้อมูลธุรกรรมการซื้อสินค้า.....	19
ตารางที่ 2-2	เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้.....	25
ตารางที่ 3-1	คุณลักษณะขององค์ประกอบพนักพิง.....	27
ตารางที่ 3-2	คุณลักษณะขององค์ประกอบเบาะที่นั่ง.....	29
ตารางที่ 3-3	คุณลักษณะขององค์ประกอบแขนโซฟา.....	30
ตารางที่ 3-4	คุณลักษณะขององค์ประกอบขาโซฟา.....	31
ตารางที่ 3-5	คุณลักษณะสัดส่วนทั่วไป.....	32
ตารางที่ 3-6	จำนวนคู่คำแสดงอารมณ์ที่ตรงข้ามกัน (Semantic Differential Words)....	33
ตารางที่ 3-7	ตัวอย่างแบบสอบถามด้วยโดยใช้การวัดแบบ Osgood.....	33
ตารางที่ 3-8	คำอธิบายความหมายของตารางในฐานข้อมูล.....	35
ตารางที่ 3-9	ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการค้นหากฎความสัมพันธ์……..	38
ตารางที่ 3-10	ตัวอย่างรูปแบบไฟล์ .nam……..	39
ตารางที่ 3-11	ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ .data…….....	39
ตารางที่ 3-12	ผลลัพธ์รายการชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบ.....	41
ตารางที่ 4-1	ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความรู้สึกของแต่ละตัวอย่างผลิตภัณฑ์.....	42
ตารางที่ 4-2	ตัวแปรคุณลักษณะของชิ้นส่วนองค์ประกอบ.....	44
ตารางที่ 4-3	ผลลัพธ์กฎความสัมพันธ์ ฝั่งซ้ายของกฎแสดงกลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบต่างๆ ที่ทำให้เกิดความรู้สึกสวย ด้วยระดับดีกรี 2 (มากสุด) ในคะแนนฝั่งขวาของกฎข้อมูลกฎความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าสนับสนุนมากกว่า 80% และค่าความเชื่อมั่น 100%.....	48
ตารางที่ 4-4	สรุปข้อมูลองค์ประกอบการออกแบบที่แปลงมาจากกฎความสัมพันธ์.....	49
ตารางที่ 4-5	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD1 (ความสวย).....	49
ตารางที่ 4-6	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD2 (สบาย).....	50
ตารางที่ 4-7	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD3 (เบา).....	50
ตารางที่ 4-8	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD4 (นุ่ม).....	50
ตารางที่ 4-9	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD5 (เพรียวบาง).....	51

หน้า

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD6 (สง่างาม)..... 51
ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD7 (ทันสมัย)..... 52
ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD8 (เป็นกันเอง)..... 52
ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD9 (แข็งแรงทนทาน)..... 53
ตารางที่ 4-14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD10 (ดูราคาแพง)..... 53

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2-1	กระบวนการวิศวกรรมอารมณ์ของ Dahlgaard.....	5
ภาพที่ 2-2	แนวความคิดของ Kansei Engineering.....	6
ภาพที่ 2-3	โครงสร้างการไหลข้อมูลของวิศวกรรมอารมณ์ประเภทที่ 1 ของ Nagamachi	7
ภาพที่ 2-4	วิศวกรรมอารมณ์จากระดับศูนย์ของ Nagamachi.....	8
ภาพที่ 2-5	โครงสร้างระบบ KES ของ Nagamachi.....	8
ภาพที่ 2-6	ระบบวิศวกรรมย้อนกลับของ Schütte.....	9
ภาพที่ 2-7	โครงสร้างระบบวิศวกรรมอารมณ์แบบผสมของ Nagamachi.....	9
ภาพที่ 2-8	ระบบการออกแบบวิศวกรรมอารมณ์แบบอินเตอร์เน็ตของ Schütte.....	10
ภาพที่ 2-9	การวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้า.....	11
ภาพที่ 2-10	โครงสร้างกฎความสัมพันธ์.....	12
ภาพที่ 2-11	ตัวอย่างการค้นหากฎความสัมพันธ์.....	13
ภาพที่ 2-12	การจัดกลุ่มของสมาชิกในไอเทมเซ็ต {a, b, c}.....	13
ภาพที่ 2-13	ชุดคำสั่งสำหรับสร้างไอเทมเซตปรากฏบ่อย.....	16
ภาพที่ 2-14	ชุดคำสั่งสำหรับสร้างแคนดิเดตไอเทมเซ็ต.....	17
ภาพที่ 2-15	ชุดคำสั่งสำหรับสร้างกฎความสัมพันธ์.....	18
ภาพที่ 2-16	ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมแอพริออรี.....	19
ภาพที่ 3-1	กลุ่มผลิตภัณฑ์โซฟา.....	27
ภาพที่ 3-2	แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูล.....	34
ภาพที่ 3-3	ผลลัพธ์การจำแนกกลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบ.....	36
ภาพที่ 3-4	ภาพรวมการค้นหากฎความสัมพันธ์และการสรุปผล.....	37
ภาพที่ 3-5	ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์.....	38
ภาพที่ 3-6	หน้าจอโปรแกรม Magnum Opus และการกำหนดค่าเริ่มต้น.....	40
ภาพที่ 4-1	ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความรู้สึกของแต่ละตัวอย่างผลิตภัณฑ์..	43
ภาพที่ 4-2	การแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบและการจำนวนคุณลักษณะ.....	44
ภาพที่ 4-3	การเลือกข้อมูลองค์ประกอบการออกแบบที่จะใช้แสดงในด้านซ้าย และ ระดับความรู้สึกในด้านขวาของกฎความสัมพันธ์.....	48

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันให้ความสนใจต่อความรู้สึกของผู้บริโภคมากขึ้น เพื่อให้สินค้าที่ออกแบบมามีความน่าสนใจ และสร้างความพึงพอใจให้กับกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคแต่ละคนก็จะมีปัจจัยในการซื้อสินค้าที่แตกต่างกัน เช่น บางคนชอบสินค้าที่มีลักษณะมุมมน ขอบเว้า มองเห็นแล้วรู้สึกถึงความสง่างาม ราคาถูก และดูแข็งแรงทนทาน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ล้วนบ่งบอกถึงความต้องการและความรู้สึกของลูกค้าที่มีต่อสินค้า ดังนั้นถ้าการออกแบบสินค้าที่สามารถตอบสนองปัจจัยความต้องการต่างๆ เหล่านี้ได้จะช่วยเพิ่มยอดการขายสินค้าให้สูงขึ้นได้

ดังนั้นในมุมมองของผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การผลิตสินค้าให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มลูกค้าเพื่อเพิ่มยอดการขายสินค้า และสร้างความพึงพอใจให้แก่กลุ่มผู้บริโภค โดยการนำอารมณ์ และความรู้สึกของลูกค้าเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบสินค้าด้วย แต่อย่างไรก็ตามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำอารมณ์ความรู้สึกมาประยุกต์ใช้ในธุรกิจยังมีไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่การออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพได้

การนำความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อค้นหาองค์ประกอบการออกแบบ ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับภาคอุตสาหกรรมการออกแบบเรียกว่า “วิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering)” เป็นการรวบรวมแบบประเมินระดับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อค้นหาองค์ประกอบที่มีผลต่อระดับความรู้สึกต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะเป็นรายการองค์ประกอบที่เป็นคำแนะนำสำหรับนำไปออกแบบผลิตภัณฑ์ นักออกแบบสามารถนำคำแนะนำที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค

การตัดสินใจทางด้านธุรกิจจะต้องใช้ข้อมูลในด้านต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ จึงมีการนำเครื่องมือที่เรียกว่าการทำเหมืองข้อมูลมาสกัดข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ขององค์กร เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการค้นหาความรู้จากฐานข้อมูล โดยเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูลที่นิยมใช้ในการทำเหมืองข้อมูลขนาดใหญ่ทางด้านธุรกิจคือ “การค้นหากฎความสัมพันธ์” กฎความสัมพันธ์ที่ได้จะทำให้เราทราบพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค โดยรูปแบบของกฎความสัมพันธ์จะแสดงในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย

คือ “สาเหตุไปสู่ผลลัพธ์” กฎความสัมพันธ์ที่ได้สามารถนำมาช่วยในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule mining) เป็นเทคนิคหนึ่งของการทำเหมืองข้อมูล หลักการทำงานของวิธีนี้คือ การค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยส่วนใหญ่จะใช้ในการวิเคราะห์การซื้อสินค้าของผู้บริโภคเรียกว่า “Market Basket Analysis” ซึ่งประเมินจากฐานข้อมูลที่เก็บไว้ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นคำตอบของปัญหา ตัวอย่างการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้กับงานจริง ได้แก่ การทำรายการส่งเสริมการขายสินค้าตามห้างสรรพสินค้า โดยการนำข้อมูลการซื้อสินค้าของลูกค้าทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้า คือ ลูกค้าที่ซื้อสินค้า A แล้วมักจะซื้อสินค้า B พร้อมกันด้วยเสมอ ความสัมพันธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้สามารถนำไปใช้คาดเดาได้ว่าควรจัดโปรโมชันซื้อสินค้าคู่ในราคาที่ถูกลงเพื่อสร้างยอดขายจำนวนเพิ่มขึ้นได้
ตัวอย่างเช่น ซื้อ (x, ดินสอ) → ซื้อ (x, ยางลบ) [80%, 60%] หมายความว่า เมื่อลูกค้า x ซื้อดินสอแล้วมีโอกาสที่ลูกค้า x จะซื้อยางลบด้วย 60% จากการซื้อทั้งดินสอและยางลบพร้อมๆ กัน 80%

อัลกอริทึมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่นำมาใช้เพื่อการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล คือ อัลกอริทึมเอพริออรี (Apriori Algorithm) โดยอัลกอริทึมนี้จะค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ปรากฏบ่อยจากชุดข้อมูลที่ใส่เข้าไป

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการเพื่อค้นหารูปแบบขององค์ประกอบการออกแบบที่มีผลต่ออารมณ์ ด้วยกระบวนการของวิศวกรรมทางอารมณ์ (Kansei Engineering) ซึ่งเป็นเทคนิคในการแปลงความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์เป็นข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยเก็บข้อมูลทางด้านรูปภาพและความรู้สึกของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ค้นหารูปแบบขององค์ประกอบต่างๆ ด้วยการทำเหมืองความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึมแอพริออรีค้นหาความถี่ของเซตของไอเทมที่เกิดขึ้นเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนองค์ประกอบต่อระดับอารมณ์ความรู้สึกที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูล รูปแบบกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะอธิบายถึงกลุ่มขององค์ประกอบการออกแบบที่ส่งผลต่อระดับทางอารมณ์ ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบสินค้า สามารถเลือกองค์ประกอบที่จะนำมาออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งช่วยลดระยะเวลาการออกแบบและให้การออกแบบตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างวิธีการค้นพบรูปแบบที่มีผลต่อองค์ประกอบการออกแบบด้วยวิธีการทางวิศวกรรมอารมณ์

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจสำหรับนักออกแบบสินค้าผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะสินค้าเฟอร์นิเจอร์ในกลุ่มโซฟาโดยเก็บรวบรวมแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โซฟา 10 แบบ คุณลักษณะขององค์ประกอบทั้งหมด 88 คุณลักษณะ ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามจำนวน 50 คน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักออกแบบสามารถนำทฤษฎีและผลการทดลองที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง

1.4.2 นักออกแบบสามารถนำรูปแบบที่ค้นพบไปสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้

1.4.3 ช่วยลดเวลาในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ให้เร็วขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ประเภทโซฟา

1.5.3 พัฒนาระบบสำหรับค้นหากฎความสัมพันธ์

1.5.4 วิเคราะห์และทดลองการค้นหารูปแบบที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.5.5 วัดผลความถูกต้องที่ได้ รวมถึงการปรับแต่งค่าต่างๆเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจยิ่งขึ้น

1.5.6 ทดลองซ้ำ ในข้อมูลที่หลากหลายยิ่งขึ้น และปรับแต่งค่าต่างๆเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจยิ่งขึ้น วิเคราะห์ผลการทดลอง และบันทึกผลที่ได้

1.5.7 สรุปผลการวิจัย

1.5.8 จัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์

1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย 5 บทคือ บทนำ, ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง, วิธีดำเนินการวิจัย, การทดลองกับผลการทดลอง, สรุปผลการวิจัยกับข้อเสนอแนะ

ในบทแรกจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตในการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ และผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ ต่อมาในบทที่ 2 ได้อธิบายถึงทฤษฎีในการค้นหาองค์ประกอบการออกแบบด้วยการทำเหมืองความสัมพันธ์ และกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 ได้กล่าวถึงวิธีดำเนินการวิจัย ขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินการวิจัย บทที่ 4 ได้อธิบายถึงการทดลองและผลการทดลอง และสุดท้ายบทที่ 5 ได้อธิบายถึงบทสรุปของงานวิจัย และข้อเสนอแนะ เพื่อชี้แนะถึงปัญหาต่างๆ ช่วยให้ผู้วิจัยต่อได้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิจัยนี้

1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการ ในหัวข้อเรื่อง “Design Element Patterns Discovery Using Association Rules Mining” โดย ธีรยุทธ สินล้าน, จิตรา พิทักษ์ธีระธรรม และ สุกรี สินธุภิญโญ ในงานประชุมวิชาการของ “2012 The 8th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2012)” ที่ประเทศไทยในระหว่างวันที่ 9 – 10 พฤษภาคม 2555

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้กล่าวถึงการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัย โดยจะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลักคือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสรุปทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

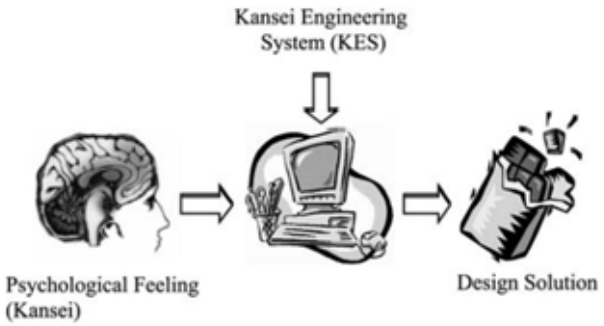
2.1 แนวคิดและทฤษฎี

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายถึงแนวความคิดการค้นหารูปแบบองค์ประกอบการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์

2.1.1 วิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering)

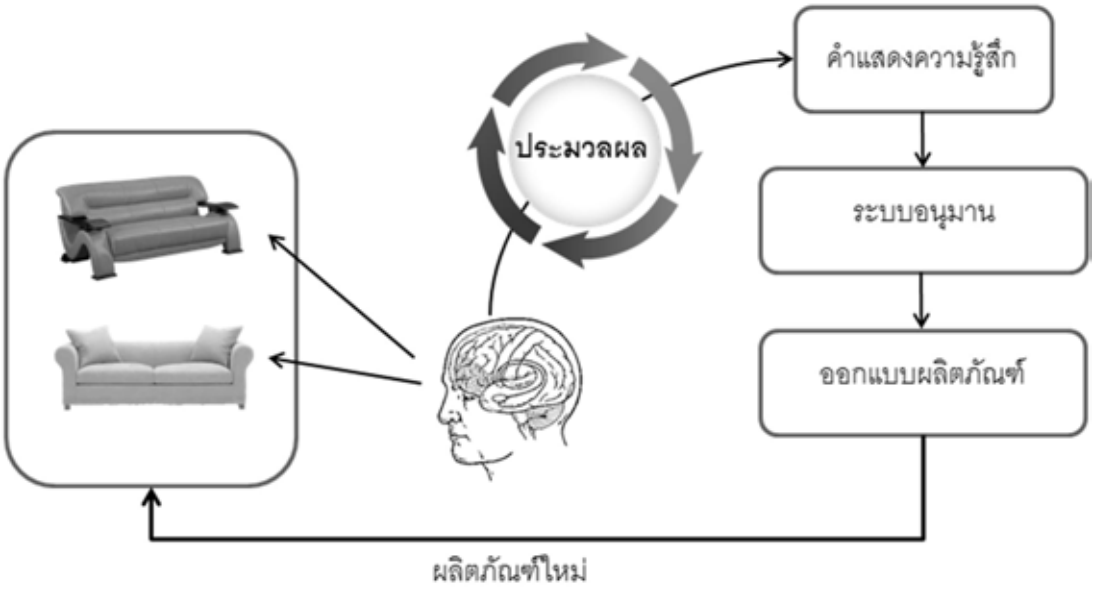
วิศวกรรมอารมณ์เป็นวิธีสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งแปลความรู้สึก/ความต้องการในผลิตภัณฑ์สู่วิธีการออกแบบและองค์ประกอบการออกแบบ

ในปี ค.ศ. 1970 มิซูโอ นะกะมะชิ (Mitsuo Nagamachi) ได้พัฒนาวิธีการของวิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering, KE) โดยเป้าหมายของวิศวกรรมอารมณ์คือ ใช้ข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ Nagamachi ได้อธิบาย KE ว่าเป็นการแปลความรู้สึกของผู้บริโภค (Customer Perception) ด้วยคำแสดงอารมณ์ (Kansei Word) หรือภาพเข้าสู่กระบวนการประมวลผลแล้วผลลัพธ์ที่ออกมาเป็นการแปลผลสู่องค์ประกอบการออกแบบ (Design Element)



ภาพที่ 2-1 กระบวนการวิศวกรรมอารมณ์ของ Dahlgaard

Kansei (คันเซ) มาจากภาษาญี่ปุ่น หมายถึง อารมณ์ ความรู้สึกซึ่งมาจากประสาทรับรู้ทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ปาก และสัมผัส ซึ่งมนุษย์ทุกคนล้วนมีอารมณ์และความรู้สึกที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความคุ้นเคยของแต่ละคน ต่อมามีการนำความรู้สึกที่เกิดขึ้นเหล่านี้มาประยุกต์เข้าสู่กระบวนการทางวิศวกรรมเรียกว่า “วิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering)”



ภาพที่ 2-2 แนวความคิดของ Kansei Engineering

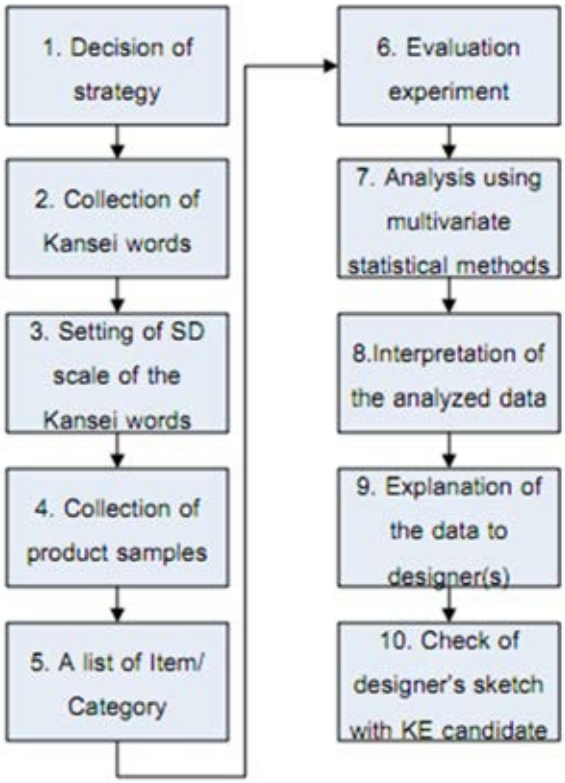
ภาพที่ 2-2 แสดงวัฏจักรของกระบวนการการนำความรู้สึกของมนุษย์ต่อวัตถุมาใช้ในกระบวนการออกแบบ โดยเริ่มจากการที่มนุษย์มองเห็นวัตถุต่างๆ แล้วนำความรู้สึกเหล่านั้นมาเปลี่ยนเป็นคำ (คำวิเศษณ์ หรือคำนาม) เรียกว่า Kansei Word เช่น ดูหรูหรา (Luxurious) สวย (Beautiful) เป็นต้น แล้วประเมินคะแนนโดยใช้คู่คำที่มีความหมายตรงข้าม (SD) ถูกคิดค้นโดย Osgood เสร็จแล้วอนุมานเพื่อค้นหาผลลัพธ์ ซึ่งมีหลายงานวิจัยที่ได้นำเสนอวิธีการอนุมานที่แตกต่างกัน เช่น การทำเหมืองข้อมูล, ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม, ตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นต้น สุดท้ายก็จะได้ผลลัพธ์ชิ้นส่วนองค์ประกอบต่างๆ แล้วนำมาสร้างเป็นสินค้าชิ้นใหม่ ในรูปแบบใหม่ๆ และวัฏจักรนี้ก็จะวนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดวิวัฒนาการในการออกแบบสินค้าใหม่ๆ

ประเภทของวิศวกรรมอารมณ์สามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การจำแนกประเภท (Category Classification)

วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุดในการวิเคราะห์เพื่อระบุและพัฒนาโครงสร้างของความต้องการของผู้บริโภค โดยปกติความต้องการทางด้านอารมณ์นั้นจะเชื่อมต่อกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มงานของหน่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องทราบก่อนว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นสามารถแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาดได้ขนาดไหน หรือมีผลต่อผู้บริโภคระดับใด

ในกระบวนการไหลข้อมูลของวิศวกรรมอารมณ์ของการจัดแบ่งกลุ่ม เริ่มตั้งแต่การกำหนดกลุ่มผลิตภัณฑ์จนถึงรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประเมินโดยมีขั้นตอนทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 โครงสร้างการไหลข้อมูลของวิศวกรรมอารมณ์ประเภทที่ 1 ของ Nagamachi

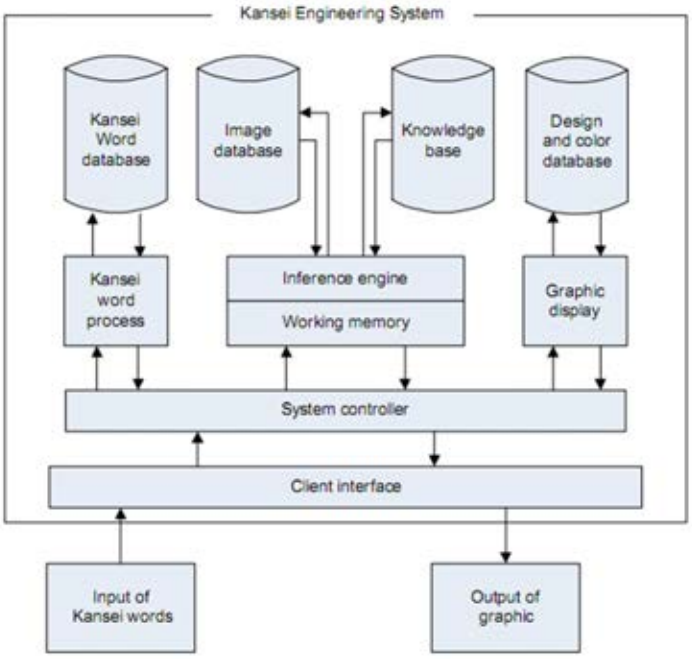
วิศวกรรมอารมณ์ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมไฟฟ้า อุตสาหกรรมสิ่งทอ จุดเริ่มต้นของวิศวกรรมอารมณ์ประเภทที่ 1 นี้เริ่มจากแนวความคิดระดับศูนย์ ซึ่งเป็นแนวคิดมโนภาพที่เลือกกลุ่มเป้าหมายสำหรับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ แล้วแตกย่อยออกเป็นระดับต่ำ ระดับสุดท้ายของโครงสร้างเป็นระดับลักษณะของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างการออกแบบรถยนต์มาสด้าเอ็มเอ็กซ์ 5 (Mazda MX5) โดยตั้งใจผลิตรถยนต์ราคาถูก สำหรับนักขับรถรุ่นใหม่ โดยได้สำรวจแนวคิด Human-Machine Unity (HMU) เพื่อแปลงความต้องการของผู้บริโภคสู่การออกแบบ ดังภาพที่ 2-4 แสดงการแบ่งระดับย่อยโดยเริ่มจากระดับศูนย์ แนวคิด HMU ในระดับแรกได้แปลงสู่การรวมความรู้สึกของผู้ขับขี่กับรถยนต์

Kansei				Physical	Ergonomics	Automotive
Zero	1st	2nd	nth	trials	experiment	engineering
		.....	.....	Size	Tight feeling	Chassis design
	Tight feeling			Width	experiment	Sheet design
		.....	.....	Height	Interior kansei	Interior design
		.....	.....	Seat	experiment	Power train
	Direct feeling			Steering	Steering	development
		.....	.....	design	function	Steering yaw ratio
HMU		.....	.....	Shift lever	Shift lever	Steering design
	Speedy feeling	.....	.....	Speed meter	Length	Shift lever design
				Frequency	Minus gravity	Speed meter design
		.....	.....	Open style	Noise frequency	Exhaust pipe design
	Communication				analysis	
		.....	.....	.....	.....	.....

ภาพที่ 2-4 วิศวกรรมอารมณ์จากระดับศูนย์ของ Nagamachi

2. ระบบวิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering System)

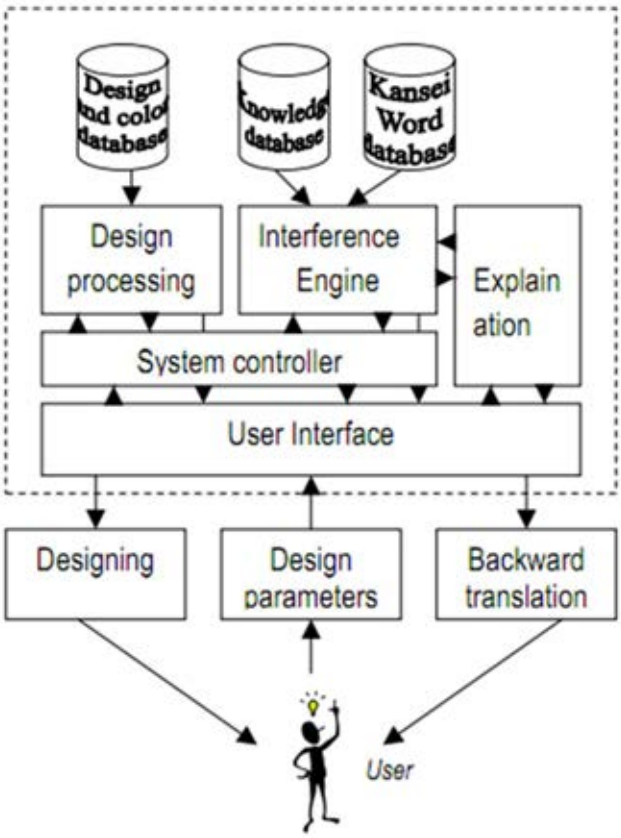
ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล การเชื่อมต่อระหว่างความรู้สึกกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือสถิติ ฐานข้อมูลของประเภทวิศวกรรมอารมณ์นี้ประกอบด้วยคำแสดงอารมณ์ (Kansei Word) ตัวอย่างรูปภาพผลิตภัณฑ์ที่ใช้สื่อสารระหว่างคำแสดงอารมณ์กับผลิตภัณฑ์ ฐานความรู้เกี่ยวกับความแตกต่างที่เกี่ยวข้องกัน และองค์ความรู้ ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างระบบ KES ของ Nagamachi

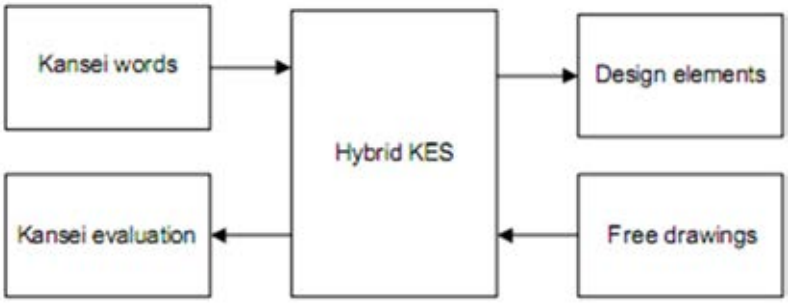
3. ระบบวิศวกรรมอารมณ์แบบผสม (Hybrid Kansei Engineering System)

ฐานข้อมูลที่ใช้ในระบบวิศวกรรมอารมณ์แบบผสมนั้นเหมือนกับระบบวิศวกรรมอารมณ์ (KES) แต่โปรแกรมจะถูกพัฒนาออกมาพิเศษเพื่อให้นักออกแบบได้ใช้ในการป้อนข้อมูลและระบบตัวควบคุมจะเปรียบเทียบจากฐานข้อมูลที่เก็บไว้



ภาพที่ 2-6 ระบบวิศวกรรมย้อนกลับของ Schütte

วิศวกรรมอารมณ์แบบผสมเป็นการผสมผสานระหว่างวิศวกรรมเดินหน้า (Forward Engineering) ซึ่งเป็นการไหลข้อมูลความรู้สึกสู่โดเมนการออกแบบ และวิศวกรรมย้อนหลัง (Backward Engineering) ซึ่งเป็นการนำรูปภาพที่ออกแบบไว้มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบการออกแบบ ระบบจะประเมินเพื่อแบ่งระดับการออกแบบ



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างระบบวิศวกรรมอารมณ์แบบผสมของ Nagamachi

4. การพัฒนาแบบจำลองวิศวกรรมอารมณ์ (Kansei Engineering Modeling)

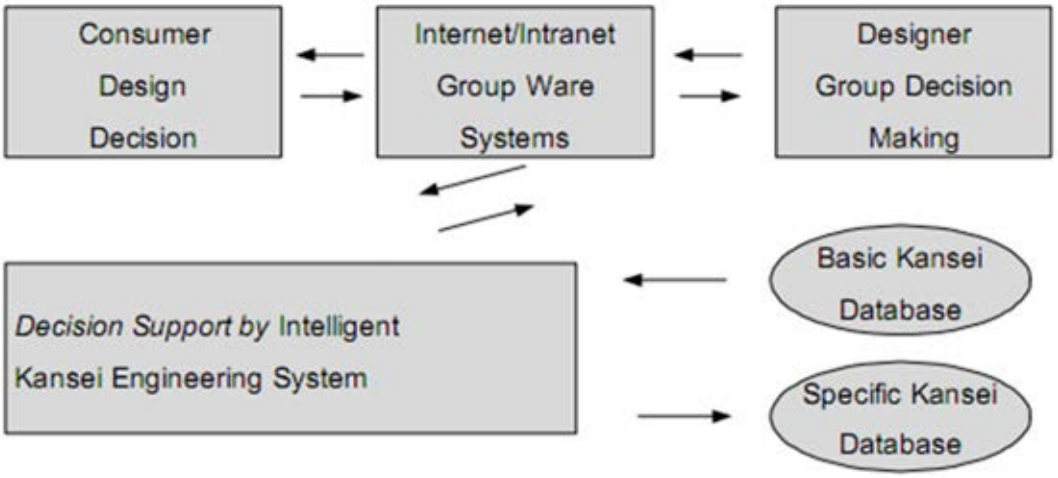
วิศวกรรมอารมณ์ประเภทที่ 4 เป็นการมุ่งไปที่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยโมเดลนั้นค่อนข้างจะสมบูรณ์กว่าในประเภทที่ 2 และประเภทที่ 3 การพัฒนาระบบวิศวกรรมตรรกศาสตร์คลุมเครือเชิงอารมณ์ (Kansei Fuzzy Logic) ของระบบการพิมพ์ภาพสามารถวิเคราะห์ระดับสีของใบหน้าเบื้องต้นได้โดยอยู่ใน 3 ปัจจัยและกระบวนการแสดงผลแบบระบบ RGB (Nagamachi, 1996)

5. วิศวกรรมอารมณ์แบบเสมือนจริง (Virtual Kansei Engineering)

วิศวกรรมอารมณ์ประเภทที่ 5 เป็นระบบที่ได้ผนวกระบบเสมือนจริง ด้วยระบบการรวบรวมข้อมูลของคำแสดงอารมณ์ ตัวอย่างแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ประมวลผลออกมา ผลลัพธ์ของประเภทนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเสมือนจริง (Nagamachi, 2002) การจำลองแบบสามารถนำมาเป็นตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองของผู้บริโภคต่อองค์ประกอบการออกแบบ (Dagher and Petiot, 2007)

6. การออกแบบวิศวกรรมอารมณ์แบบร่วมกัน (Collaborative Kansei Engineering Designing)

การออกแบบร่วมกันหรือระบบการออกแบบวิศวกรรมอารมณ์โดยใช้อินเตอร์เน็ต เป็นการสนับสนุนระบบที่สามารถประเมินได้อย่างแพร่หลายโดยการแบ่งกลุ่มของระบบ เช่น ระบบอินเตอร์เน็ตจะรองรับการแสดงมุมมองผู้บริโภคและนักออกแบบทั้งสองร่วมกัน

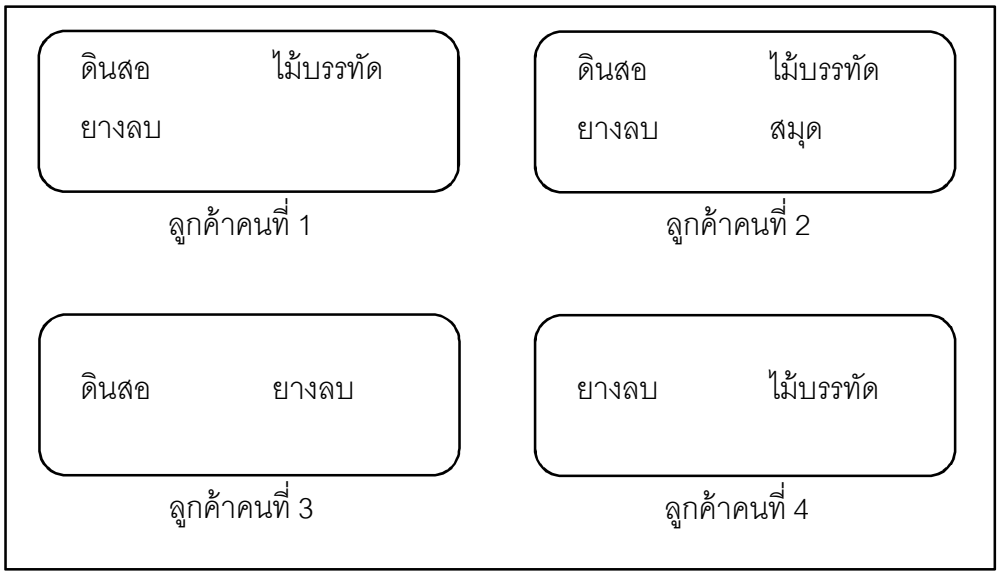


ภาพที่ 2-8 ระบบการออกแบบวิศวกรรมอารมณ์แบบอินเตอร์เน็ตของ Schütte

2.1.2 **กฎความสัมพันธ์** (Association Rules)

การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นงานสำคัญงานหนึ่งในการทำเหมืองข้อมูล กฎความสัมพันธ์เป็นทฤษฎีที่ใช้หารูปแบบที่เกิดขึ้นบ่อย เป็นความเชื่อมโยงของกลุ่มไอเทมในรายการทรานแซกชัน หรือกลุ่มของรายการในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ การค้นหากฎความสัมพันธ์นิยมใช้งานกับข้อมูลทรานแซกชันทางด้านธุรกิจ โดยกฎความสัมพันธ์ที่ได้มีส่วนช่วยในกระบวนการตัดสินใจทางด้านธุรกิจ

ตัวอย่างของการค้นหากฎความสัมพันธ์คือการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภค โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างสินค้าที่ต่างชนิดกันแต่ลูกค้าจะเลือกซื้อพร้อมกันดังภาพที่ 2-9 โดยการค้นหากฎความสัมพันธ์นี้จะช่วยทำให้ทราบว่าสินค้าใดถูกลูกค้าเลือกซื้อพร้อมกันมากที่สุด แล้วนำกฎความสัมพันธ์ที่ค้นพบนั้นมาใช้ในการปรับปรุงกลยุทธ์การขายสินค้าหรือใช้ประกอบการตัดสินค้าในการจัดวางสินค้าหน้าร้าน ทำให้เกิดความสะดวกต่อผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้า และเป็นการเพิ่มยอดจำหน่ายให้ร้านค้า



ภาพที่ 2-9 การวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้า

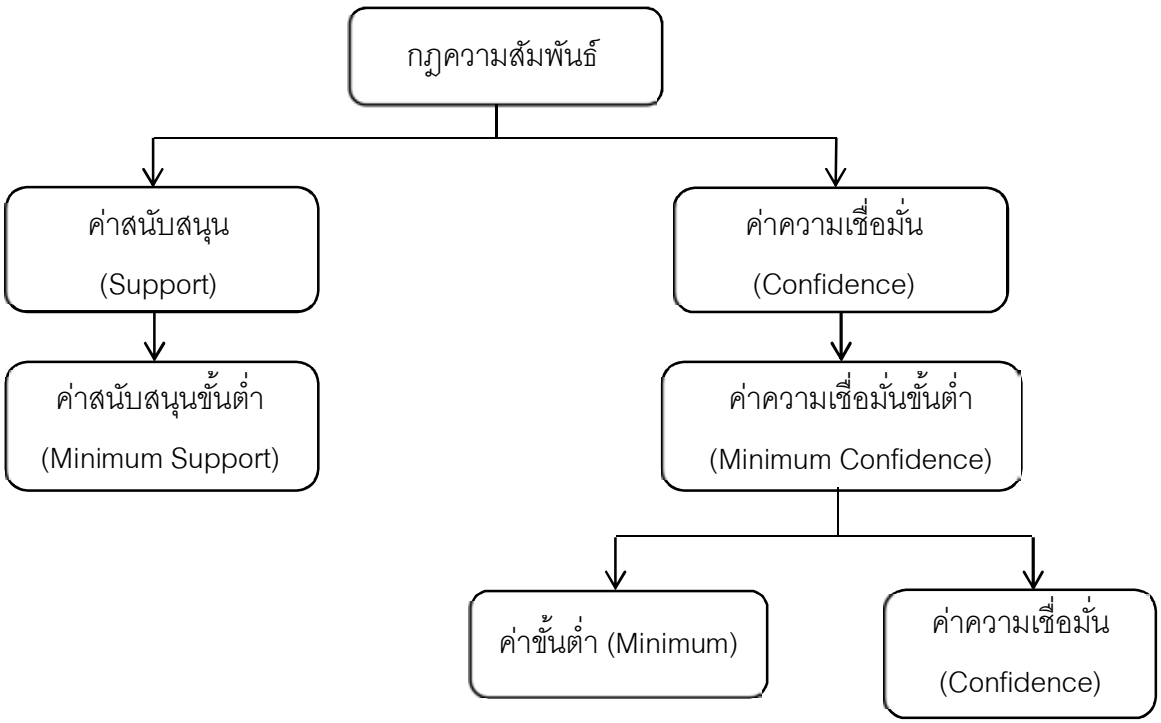
รูปแบบของกฎความสัมพันธ์เขียนอยู่ในรูปไอเทมเซตที่เป็นเหตุไปสู่ไอเทมเซตที่เป็นผล เช่น ลูกค้าจะซื้อดินสอส่วนใหญ่ก็จะซื้อยางลบด้วย โดยจะอยู่ในรูปแบบ “IF X THEN Y” โดยที่ X และ Y เป็นเหตุการณ์ที่ต้องเกิดขึ้นพร้อมกันภายในทรานแซกชันเดียวกัน โดยใช้สัญลักษณ์ $X \Rightarrow Y$ เช่น {ดินสอ} $\Rightarrow$ {ยางลบ} มีตัวแปรที่ใช้ในการวัดค่าอยู่ 2 ตัวแปรคือ ค่าสนับสนุน

(Support) และค่าความเชื่อมั่น (Confidence) โดยกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะต้องสอดคล้องกับค่า Minimum Support และ Minimum Confidence

นิยามพื้นฐานของกฎความสัมพันธ์

1. $I = \{ i_1, i_2, \dots, i_n \}$ คือ กลุ่มของข้อมูลแต่ละตัวที่ใช้ในการหากฎความสัมพันธ์ เรียกว่า ไอเทม (Items)

2. $D = \{ t_1, t_2, \dots, t_m \}$ คือ ฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วย ทรานแซกชัน (T)
3. T คือ เซตของไอเทมก็ต่อเมื่อ $T \subseteq I$
4. TID คือ รหัสประจำแต่ละทรานแซกชันที่ไม่ซ้ำกัน
5. X คือเซตของไอเทมในแต่ละทรานแซกชันก็ต่อเมื่อ $X \subseteq T$
6. ค่าสนับสนุน (Support) คือ ความถี่ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ประกอบด้วย A และ B หรือ P(A U B)
7. ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) คือ ความถี่ของจำนวนข้อมูลที่เมื่อประกอบด้วย A แล้วจะประกอบด้วย B ด้วย หรือ P(B | A)
8. Frequency itemset คือกลุ่มของไอเทมที่มีค่า Support > Minimum Support



ภาพที่ 2-10 โครงสร้างกฎความสัมพันธ์

Database D			ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์
TID	Item		{pencil} ⇒ {ruler , book}
101	pencil	s_{min} = 0.2	ค่าสนับสนุน = s({pencil, ruler, book})
101	rubber	c_{min} = 0.5	= 1/3
102	pencil		= 33.33%
102	ruler		ค่าความเชื่อมั่น = 1/2
102	book		= 50%
103	rubber		

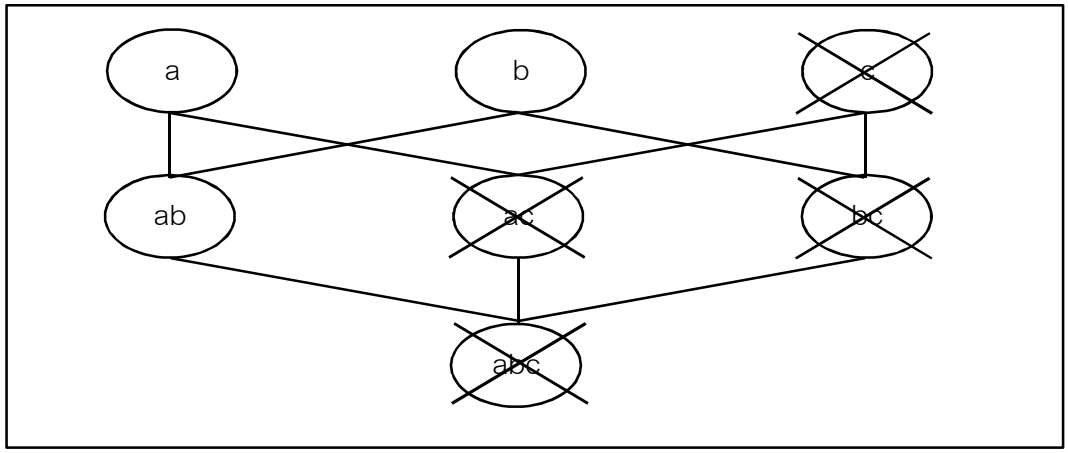
ภาพที่ 2-11 ตัวอย่างการค้นหากฎความสัมพันธ์

2.1.3 วิธีค้นหากฎความสัมพันธ์

การค้นหากฎความสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

2.1.3.1 การหาไอเทมเซตที่ปรากฏบ่อย (Frequent Itemsets)

การค้นหาไอเทมเซตที่ปราฏบ่อย เป็นการค้นหาการจัดกลุ่มของไอเทมเซตทั้งหมด ซึ่งจำนวนการจัดกลุ่มจะมีขนาดเพิ่มขึ้นตามจำนวนไอเทมเซต ยิ่งถ้าไอเทมเซตมีขนาดใหญ่ขึ้น ไอเทมเซตปรากฏบ่อยก็จะต้องมีเซตที่ต้องค้นหาเพิ่มมากขึ้น แต่การค้นหาไม่จำเป็นที่จะต้องแจกแจงในทุกๆ การจัดกลุ่ม เพราะถ้าแจกแจงแล้วพบไอเทมเซตที่ไม่ใช่ไอเทมที่ปรากฏบ่อยก็ไม่ต้องแจกแจงไอเทมเซตอื่นๆ ที่มีไอเทมเซตนี้เป็นเซตย่อยอีก เช่น ไอเทม a, b และ c สามารถสร้างไอเทมเซตทั้งหมดได้ดังภาพที่ 2-12 ถ้ารู้ว่า {c} ไม่ได้เป็นไอเทมเซตที่ปรากฏบ่อยก็ไม่ต้องสร้าง {ac}, {bc} และ {abc} ที่มี {c} เป็นเซตย่อย



ภาพที่ 2-12 การจัดกลุ่มของสมาชิกในไอเทมเซต {a, b, c}

ไอเทมเซตปรากฏบ่อยที่ถูกค้นพบนั้นจะต้องมีจำนวนการปรากฏขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) ที่กำหนดไว้ หากน้อยกว่าค่าที่กำหนดจะไม่ถูกนำมาแจกแจงกลุ่ม

2.1.3.2 การสร้างกฎความสัมพันธ์จากไอเทมเซตปรากฏบ่อย

เมื่อได้ไอเทมเซตปรากฏบ่อยมาแล้ว จะต้องสร้างกฎความสัมพันธ์จากไอเทมเซตปรากฏบ่อย โดยกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะต้องมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่าค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ ที่กำหนดไว้ (Minimum Confidence) โดยกฎความสัมพันธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้คือการจัดกลุ่มทุกแบบสมาชิกในไอเทมเซตที่ปรากฏบ่อย การจัดกลุ่มอาจเป็นการจัดกลุ่มจากกฎความสัมพันธ์ที่เป็นสาเหตุ หรือการจัดกลุ่มของกฎความสัมพันธ์ที่เป็นผลก็ได้ เช่น (F-S) $\Rightarrow$ S เมื่อ S คือไอเทมเซตของกฎความสัมพันธ์ส่วนที่เป็นผล และ F คือไอเทมเซตปรากฏบ่อย โดยที่ $S \subset F$ และ $S \neq \varnothing$

2.1.4 การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่

Agrawal, Imielinski และ Swami (1993) ได้นำเสนอแนวคิดการทำเหมืองข้อมูลโดยการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลบนฐานข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้รายการทรานแซกชัน (Transaction) ของลูกค้า โดยแต่ละรายการทรานแซกชันเป็นการสั่งสินค้าของลูกค้า อัลกอริทึมที่นำมาใช้ในการค้นหาความสัมพันธ์คือ อัลกอริทึม เอไอเอส (AIS Algorithm) โดยอัลกอริทึมนี้ถูกนำเสนอในส่วนการใช้งานในการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยกฎความสัมพันธ์จะอยู่ในรูปแบบ $I_k \Rightarrow I_l$ โดยที่ I_k เป็นชุดข้อมูลที่ k, I_l เป็นชุดข้อมูลที่ l และ $I_k \cap I_l = \varnothing$, k = 1, 2, 3, … อัลกอริทึมดังกล่าวจะวนอ่านข้อมูลหลายรอบ แต่ละรอบจะอ่านข้อมูลทรานแซกชันทั้งหมดในฐานข้อมูล ไอเทมเซตจะถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลแต่ละรายการที่ถูกอ่านเข้ามา โดยอาจจะเป็นข้อมูลเพียงบางส่วนหรืออาจจะเป็นข้อมูลทั้งหมดของรายการสินค้า ส่วนแคนดิเดตไอเทมเซตถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบค่าสนับสนุนของกฎความสัมพันธ์ที่ได้มา เมื่อมีการสร้างรอบการอ่านข้อมูลขึ้นมาใหม่ ชุดข้อมูลชุดใหม่จะถูกสร้างขึ้นมาจากไอเทมเซตที่ปรากฏบ่อยจากรอบการอ่านที่แล้ว

2.1.5 อัลกอริึมแอพริออรี (Apriori Algorithm)

อัลกอริทึมแอพริออรี เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานสำหรับเรียนรู้กฎความสัมพันธ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ถูกนำเสนอโดย Agrawal et al. ปี 1994 ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับข้อมูลที่อยู่บนฐานข้อมูล เช่น ข้อมูลทรานแซกชันการซื้อสินค้า และข้อมูลทรานแซกชันการยืมหนังสือ เป็นต้น

โดยอัลกอริทึมนี้จะค้นหาในแนวกว้าง (Breadth First Search) และใช้การนับจำนวนทรานแซกชัน ซึ่งจะสร้างและตรวจสอบเซตของไอเทมปรากฏบ่อย (Frequent Itemset) ทีละชั้น เริ่มจากเซตของไอเทมที่มีจำนวนสมาชิกเท่ากับหนึ่ง และคำนวณค่าสนับสนุนของไอเทมเซตที่ได้ ถ้ามีค่าน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่กำหนดไว้จะตัดเซตของไอเทมนั้นออก (Pruning) เสร็จแล้วสร้างแคนดิเดตของไอเทมเซตจากเซตของไอเทมที่ได้สร้างเป็นชั้นถัดไป การทำงานของอัลกอริทึมนี้จะวนอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่เหลือเซตของไอเทมที่จะสร้างในชั้นถัดไป

อัลกอริทึมแอพริออรีมีกระบวนการทำงานที่สำคัญอยู่ 2 กระบวนการ คือ

1) ขั้นตอนการรวม (Join step) ในการหาไอเทมเซตปรากฏบ่อย (F_k) เซตของแคนดิเดตไอเทมเซตที่ k (k-itemsets) จะถูกสร้างขึ้นโดยการเอา F_{k-1} รวมเข้ากับตัวมันเอง
2) ขั้นตอนการตัด (Prune step) C_k เป็นซุปเปอร์เซตของ F_k โดยที่สมาชิกใน C_k อาจจะปรากฏขึ้นบ่อยหรือไม่ก็ได้ แต่ไอเทมเซตที่ k ที่ปรากฏบ่อยจะต้องปรากฏอยู่ใน C_k การอ่านฐานข้อมูลแต่ละครั้งจะถูกกำหนดให้นับแต่ละแคนดิเดตใน C_k และจะได้เป็น F_k โดยแคนดิเดตที่จะเป็นผลลัพธ์ของ F_k จะต้องมีการปรากฏบ่อยไม่น้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำ ส่วนแคนดิเดตที่มีค่าปรากฏบ่อยน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำจะถูกตัดทิ้งไปจาก C_k

การทำงานของอัลกอริทึมแอพริออรีแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ การสร้างไอเทมเซตปรากฏบ่อย (ภาพที่ 2-13) การสร้างแคนดิเดตไอเทมเซต (ภาพที่ 2-14) และการสร้างกฎความสัมพันธ์ (ภาพที่ 2-15)

```
F       : result set of frequent itemset (of different sizes)
F[k]    : set of frequent itemsets of size k (k-itemsets)
C[k]    : set of candidate itemsets of size k
SetOfItemSets generateFrequentItemsets(int minSup) begin
        F[1] = {frequent items}
        for (k = 1; F[k] ≠ ∅; k++) do begin
                C[k+1] = generateCandidates(k, F[k])
                foreach (transaction t ∈ database) do
                        foreach (candidate c ∈ C[k+1]) do
                                if (c ⊆ t) then
                                        c.count++
                foreach (candidiate c ∈ C[k+1]) do
                        if (c.count ≥ minSup) then
                                F[k+1] = F[k+1] ∪ {c}
        end
        F = ∅
        while (k ≥ 1) do begin
                F = F ∪ F[k]
                k--
        end
        return F
end
```

ภาพที่ 2-13 ชุดคำสั่งสำหรับสร้างไอเทมเซตปรากฏบ่อย [1]

```
C       : result set of candidate itemsets of size k+1
c       : candidate itemsets of size k+1
SetOfItemsets generateCandidates(int k; SetOfItemsets F) begin
        C = ∅
        foreach (k-itemset f ∈ F) do
                foreach (k-itemset g ∈ F) do begin
                        i = 1
                        while (i < k) and (f[i] = g[i]) do begin
                                c[i] = f[i]
                                i++
                        end
                        if (i = k) and (f[k] < g[k]) then begin
                                c[k] = f[k]
                                c[k+1] = g[k]
                                if not hasInfrequentSubset(c, F) then
                                        C = C ∪ {c}
                        end
                end
        return C;
end
Boolean hasInfrequentSubset(Itemset c; SetOfItemsets F) begin
        foreach (k-1) – subset of c do
                if (s ∉ F) then
                        return true
        return false
end
```

ภาพที่ 2-14 ชุดคำสั่งสำหรับสร้างแคนดิเดตไอเทมเซต [1]

```
PreCondition    : all frequent itemsets have been computed
each itemset has two attributes:
        count   : "support" as an integer
        size    : cardinality, i.e. number of items in itemset
foreach (frequent k-itemset f ∈ F where k ≥ 2 do
        generateRules(f, f)

generateRules(Itemset f, Itemset left) begin
        rules.add(a, f\a)          // set of result association rules
        if (left.size-1 > 1) then
                generateRules(f, a)
end
```

ภาพที่ 2-15 ชุดคำสั่งสำหรับสร้างกฎความสัมพันธ์

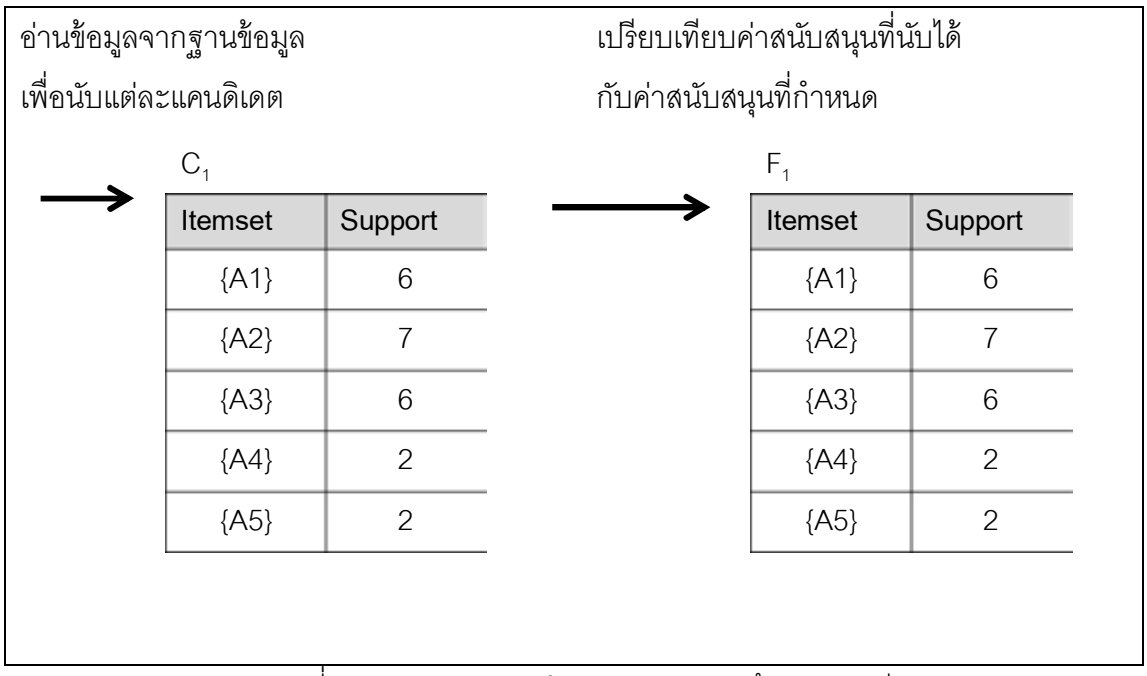
2.1.6 ตัวอย่างการค้นหากฎความสัมพันธ์

ในส่วนนี้จะแสดงกระบวนการค้นหากฎความสัมพันธ์จากตัวอย่างต่อไปนี้

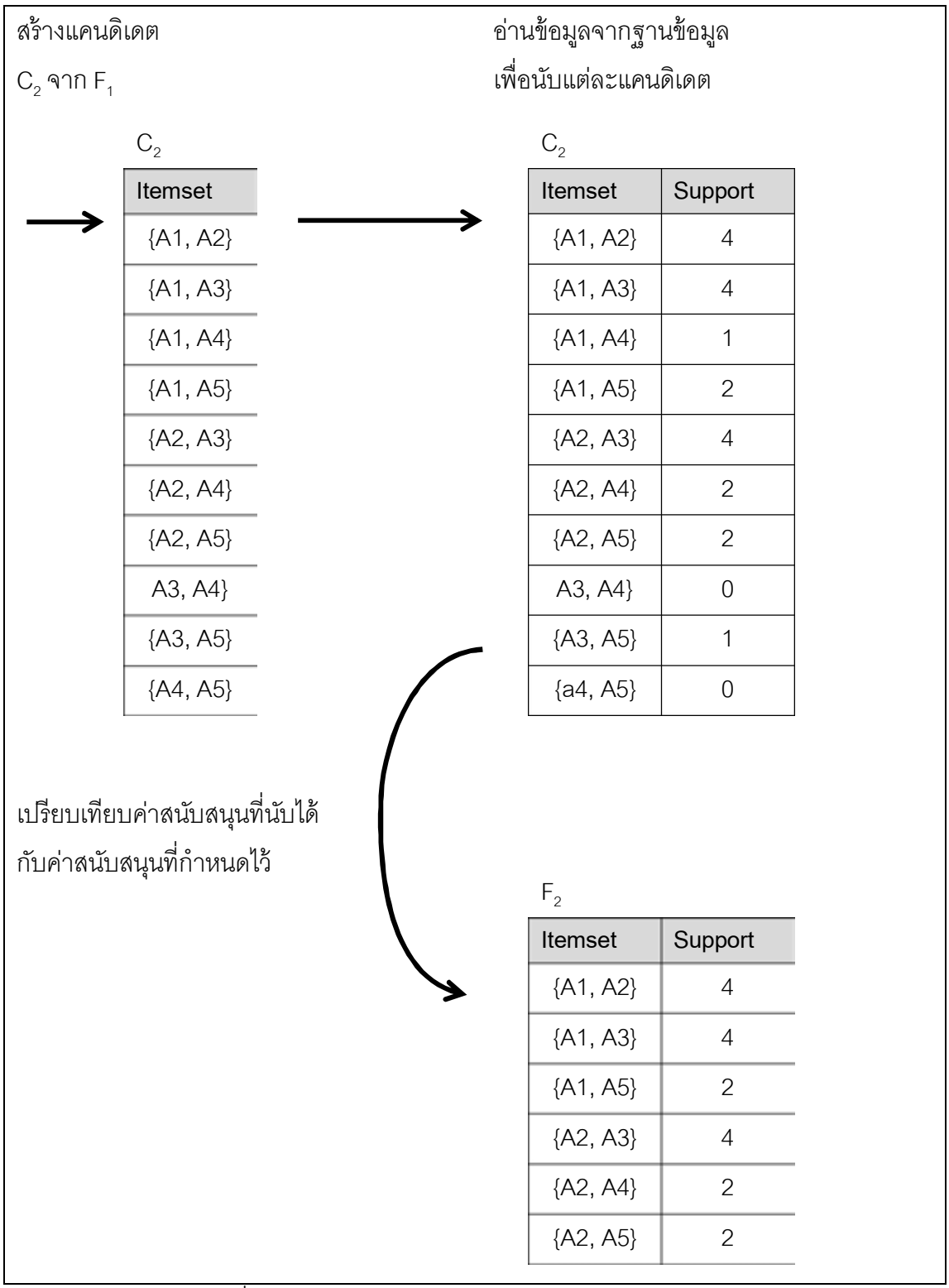
ตัวอย่าง ร้านสะดวกซื้อแห่งหนึ่งมีสินค้าจำนวน 5 ชนิด คือ A1, A2, A3, A4, A5 โดยรายการซื้อสินค้าของลูกค้าแสดงในตารางที่ 2-1 ข้อมูลในแต่ละแถวแสดงถึงการซื้อสินค้าภายในหนึ่งใบเสร็จหรือหนึ่งทรานแซกชัน ภาพที่ 2-16 เป็นภาพจำลองกระบวนการทำงานของอัลกอริทึมแอพริออรี ในการค้นหาไอเทมเซตปรากฏบ่อยในฐานข้อมูล โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 22 เปอร์เซ็นต์ หรือปรากฏขึ้นจำนวน 2 รายการจากทั้งหมด 9 รายการทรานแซกชัน (2/9 = 22%)

TID	Itemset
T100	A1, A2, A5
T200	A2, A4
T300	A2, A3
T400	A1, A2, A4
T500	A1, A3
T600	A2, A3
T700	A1, A3
T800	A1, A2, A3, A5
T900	A1, A2, A3

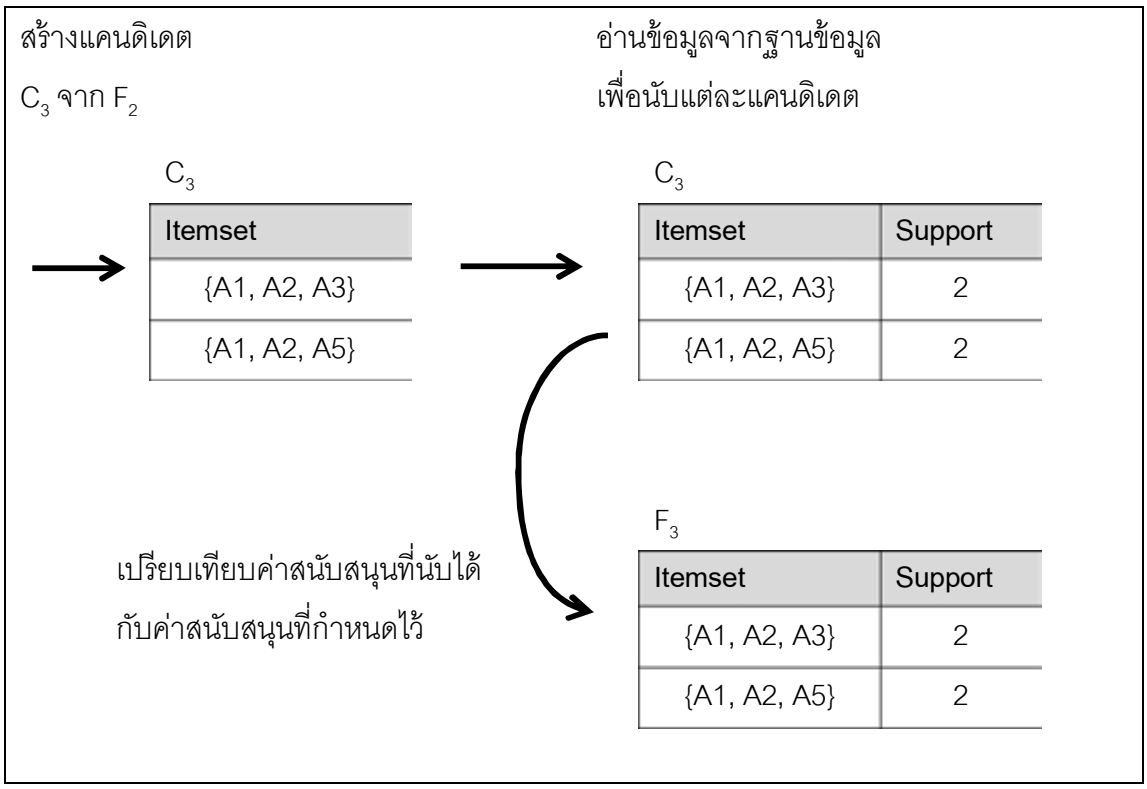
ตารางที่ 2-1 ข้อมูลธุรกรรมการซื้อสินค้า

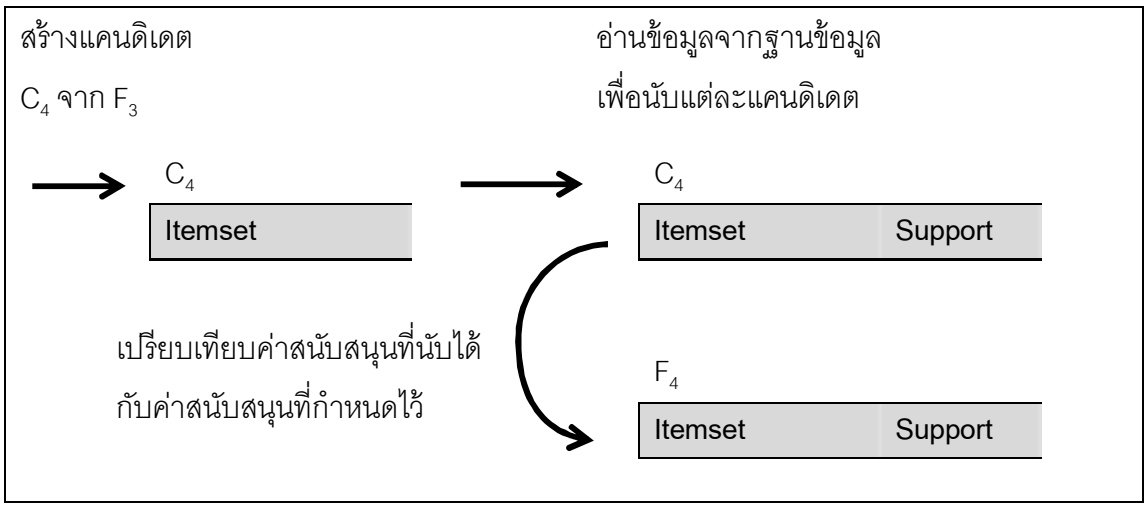


ภาพที่ 2-16 ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมแอพริออรี



ภาพที่ 2-16 ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมแอพริออรี(ต่อ)





$C_4 = \varnothing \Rightarrow F_4 = \varnothing \Rightarrow$ อัลกอริทึมหยุดการทำงาน	ไอเทมเซตปรากฏบ่อย คือ {A1}, {A2}, {A3}, {A4}, {A5}, {A1, A2}, {A1, A3}, {A1, A5}, {A2, A3}, {A2, A4}, {A2, A5}, {A1, A2, A3}, {A1, A2, A5}

ภาพที่ 2-16 ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมแอพริออรี(ต่อ)

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics [6]

Tomio J., Kiyomi H., และ Nagamachi M. (1995) ได้นำเสนอระบบสนับสนุนการออกแบบสำหรับใช้เป็นเครื่องมือออกแบบเก้าอี้สำนักงาน ซึ่งจะคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยและประเมินโดยการใช้วิธี Semantic differential (SD) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินของเก้าอี้สำนักงาน กับชิ้นส่วนองค์ประกอบ (design elements) ผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในความหมายเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์พหุตัวแปร (Multivariate analysis) และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นี้ ระบบจะนำไปใช้เพื่อบอกว่าชิ้นส่วนใดเหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อออกแบบเก้าอี้

2.2.2 A Kansei mining system for affective design [7]

Jianxin (Roger) J., Yiyang Z. และ Martin H. (2006) ด้พัฒนาระบบช่วยตัดสินใจเพื่อปรับปรุงโปรเซสการแปลงอารมณ์ของ Kansei โดยการนำองค์ความรู้เดิมกลับมาใช้ใหม่จากทรานแซคชันข้อมูลการขาย (Sales record) และรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ (Product specification) เดิมที่เคยมีในระบบ ส่วนหนึ่งที่เป็นจุดสำคัญของการทำเหมืองข้อมูลคือ การทำเหมืองความสัมพันธ์ (Association Rules Mining) เพื่อค้นหารูปแบบที่เป็นประโยชน์ที่สัมพันธ์ตรงกับความต้องการในการออกแบบ

2.2.3 Product Form Design using ANFIS-Kansei Engineering Model [8]

Kun-Chieh W. และ Sheng-Mao C. (2007) ได้นำเสนอแนวคิดใหม่ที่ใช้บนแนวความคิดของวิศวกรรมอารมณ์เพื่อค้นหาการรวมกลุ่มขององค์ประกอบการออกแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค ขั้นตอนแรกจะประเมินรูปภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) และผลลัพธ์ที่ได้เป็นกลุ่มของคำคุณศัพท์ (Kansei Word) และขั้นตอนที่สองนำแบบจำลองที่ชื่อว่า , “Adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS)” มาใช้เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์และรูปภาพผลิตภัณฑ์ โดยงานวิจัยนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพระหว่างแบบจำลองของ ANFIS กับ NN (Neural Network) ซึ่งทดลองกับเครื่องเล่น MP3 (MPEG 1 Layer 3) ผลการประเมินพบว่าแบบจำลอง ANFIS ให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า NN และเหมาะสมที่จะช่วยนักออกแบบตัดสินใจเลือกกลุ่มของชิ้นส่วนองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้

2.2.4 Kansei Engineering for Design of Basic 3D Rectangular [9]

Toshio T., Yukihiro M. และ Mitsuo N. (2005) ได้เน้น Kansei เกี่ยวกับการออกแบบเบื้องต้น โดยเฉพาะในเรื่องอัตราส่วนความยาวของแนวตั้งกับแนวนอน และความสว่างของสี่เหลี่ยมทรงลูกบาศก์ ซึ่งจะถูกนำมาพิจารณาด้วยกระบวนการวิศวกรรมอารมณ์ โดยอัตราส่วนและความสว่างจะถูกวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองที่เป็น Non-Linear บนพื้นฐานของ Genetic Algorithm ในการทดลองจะออกแบบสี่เหลี่ยม 2 มิติ ที่ถูกวาดโดยโปรแกรมวาดภาพ 3D จำนวนตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างคือ 9 (อัตราส่วน) x 4 (ความสว่าง) = 36 (ตัวแปร) จำนวนคำแสดงอารมณ์ (Kansei Word) ที่ใช้ทดสอบคือ 10 คน และจำนวนผู้เข้าร่วมเข้าการทดสอบคือ 37 คน เป็นนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มผู้วิจัยคาดว่าขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะสามารถแยกกฎภาษา (Linguistic rules) ซึ่งจะใช้แทนการนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการออกแบบได้ จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแสดงถึงค่าสูงสุดสะสมและแนวโค้งสะสม จุดเดี่ยวที่พบในอัตราส่วนที่แตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับค่าความสว่างของตัวเอง เพราะว่า Kansei ได้ประเมินมาจากการออกแบบเบื้องต้นจึงพูดได้ว่า Kansei มีผลกระทบจากรูปร่างและความคมชัดของการออกแบบ

2.2.5 Association Rule Mining for Affective Product Design [10]

Yang X., Wu D., Zhou F. และ Jiao J. (2008) ได้นำเสนองานวิจัยที่ประยุกต์การทำเหมืองกฎความสัมพันธ์เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและรูปร่างลักษณะขององค์ประกอบการออกแบบ จะทดลองกับการออกแบบของรถบรรทุกประเภทมีแค็บ โดยเลือกผู้ขับรถบรรทุกแค็บเข้าร่วมทดลอง การทดลองจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) รวบรวมคำอธิบายความรู้สึกจำนวนมากเพื่อใช้แทนความรู้สึกของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ รายการคำอธิบายความรู้สึกเหล่านี้สามารถแปลงมาจากแบบสอบถามได้ 2) เลือกคำที่สอดคล้องและสัมพันธ์กันมากที่สุด 3) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่สองจะถูกนำมาแบ่งเพื่อระบุมิติของความพึงพอใจ งานวิจัยนี้ได้นำไปทดสอบกับการออกแบบของรถบรรทุกแค็บ Volvo

2.2.6 Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development [11]

Mitsuo N. (1995) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับผู้บริโภคที่ชื่อว่า “Kansei Engineering (KE)” โดยได้นิยามความหมายไว้ว่า “เป็นเทคโนลยีที่แปลความรู้สึกและจินตภาพของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไปเป็นชิ้นส่วนองค์ประกอบ (translating technology of a consumer’s feeling and image for a product into design

elements)" โดยจะแบ่งประเภทของ KE ออกเป็น 3 ประเภทคือ KE Type I, II และ III โดยประเภท KE Type I จะเป็นการแยกองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นองค์ประกอบย่อยโดยตรง ประเภท KE Type II จะเป็นการนำเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยคำนวณ เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ, แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และระเบียบวิธีเชิงพันธุกรรม และประเภท KE Type III เป็นแบบจำลองการใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.2.7 Mining KANSEI Fuzzy Rules from Photos in the Internet [13]

H. Hotta, A. Takano and M. Hagiwara ได้นำเสนอขั้นตอนการทำเหมืองความรู้สึก เพื่อแยกกฎคลุมเครือจากรูปภาพบนอินเตอร์เน็ต โดยปกติกฎคลุมเครือ (Fuzzy Rules) ของความรู้สึกสามารถแยกออกจากข้อมูลแบบสอบถาม และระบบที่มีการเก็บข้อมูลเซอร์เวย์มากๆ แต่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลแบบสอบถามแต่จะใช้ข้อมูลรูปภาพและข้อมูลแท็ก (tag) ที่อยู่บนอินเตอร์เน็ตแทน โดยการเตรียมข้อมูลที่จะเรียนรู้จากอินเตอร์เน็ตและปรับปรุงอัลกอริทึม ผลลัพธ์จากการทดลองจะแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการทำงานของงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 5 ขั้นตอนคือ 1) รวบรวมข้อมูลรูปภาพ 2) แยกเวกเตอร์ของสี 3) เตรียมพร้อมชุดข้อมูล 4) สร้างข้อมูลเทียม และ 5) แตกกฎ Fuzzy Rules

ชื่องานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ					
	KE	SD	QT1	Neural Network	Genetic Algorithm	Association Rule Mining
Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics	X	X	X			
A Kansei mining system for affective design	X	X				X
Product Form Design using ANFIS-Kansei engineering Model	X	X		X		
Kansei Engineering for Design of Basic 3D Rectangular	X	X			X	
Association Rule Mining for Affective Product Design	X					X

ชื่องานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ					
	KE	SD	QT1	Neural Network	Genetic Algorithm	Association Rule Mining
Finding pattern to design element by Kansei Engineering	X	X				X

ตารางที่ 2-2 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 3 เป็นการนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยเบื้องต้นและการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกผลิตภัณฑ์และการแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบ
2. เก็บข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์
3. การออกแบบฐานข้อมูล
4. อนุมานเพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์
5. การวิเคราะห์หาชิ้นส่วนองค์ประกอบจากกฎความสัมพันธ์

3.1 การเลือกผลิตภัณฑ์และการแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบ

กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เลือกเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์โซฟาที่คัดเลือกมา 10 ตัวอย่าง ดังภาพที่ 3-1 ภาพที่ใช้จะถูกปรับเป็นโทนสีขาวดำ (gray scale) เพื่อตัดปัจจัยการรับรู้เรื่องสีออก

Sample #1

Sample #2

Sample #3

Sample #4

Sample #5

Sample #6

Sample #7

Sample #8

Sample #9

Sample #10

ภาพที่ 3-1 กลุ่มผลิตภัณฑ์โซฟา

ผลิตภัณฑ์โซฟาประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ส่วนคือ พนักพิง เบาะที่นั่ง แขนโซฟา ขาโซฟา สัดส่วนทั่วไป และในแต่ละชิ้นส่วนองค์ประกอบจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน โดยจำแนกคุณลักษณะของแต่ละองค์ประกอบดังแสดงในตาราง 3-2 ถึงตาราง 3-6

ข้อมูลคุณลักษณะขององค์ประกอบพนักพิง

คุณลักษณะ / ผลิตภัณฑ์		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ลักษณะพนักพิง	เป็นชิ้นเดียวกับโซฟาโดยรอยต่อนั้นแบ่งเป็นขนาดที่นั่ง		x	x			x	x			x
	เป็นชิ้นเดียวกับโซฟาโดยไม่มีรอยเย็บต่อ	x				x			x		
	แยกชิ้นกับเบาะด้านหลังโดยมีเบาะพนักพิงแยกชิ้นกันออกมา				x					x	
รูปทรง	สี่เหลี่ยมเรขาคณิต			x						x	
	สี่เหลี่ยม มุมเป็นส่วนโค้ง	x	x		x	x	x	x			x
	พนักพิงเป็นทรงกลม										
	พนักพิงเป็นทรงเรขาคณิต								x		

ตารางที่ 3-1 คุณลักษณะขององค์ประกอบพนักพิง

คุณลักษณะ \ ผลิตภัณฑ์		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ลายกระเย็บ	รอยเย็บโชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นตรง			x							x
	รอยเย็บโชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นโค้ง										
	มีรอยเย็บแต่ไม่โชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นตรง							x			
	มีรอยเย็บแต่ไม่โชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นโค้ง	x	x		x	x	x		x	x	
	เย็บดึงกระดุม										
	ไม่มีรอยเย็บตะเข็บ										
ความยาวของพนักพิง	แบ่งใหญ่กว่าจำนวนคนนั่ง									x	x
	แบ่งเท่ากับจำนวนคนนั่ง		x	x	x		x				
	ไม่มีรอยแบ่งจำนวนคนนั่ง	x				x		x	x		
ความหนาของพนักพิง	หนามากเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ		x				x				
	หนาปานกลางเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ	x		x		x		x			
	หนามากเป็นทรงจากใยปั่น									x	x
	หนาปานกลางเป็นทรงจากใยปั่น				x						
	บาง								x		
ส่วนเกินเพิ่มเติม	หมอนอิงขนาดใหญ่									x	
	หมอนอิงขนาดกลาง										
	หมอนอิงขนาดเล็ก								x		
	หมอนอิงคละขนาด				x						
	ไม่ต้องมีหมอนอิง	x	x	x		x	x	x			x

ตารางที่ 3-1 คุณลักษณะขององค์ประกอบพนักพิง (ต่อ)

ข้อมูลคุณลักษณะขององค์ประกอบเบาะที่นั่ง

คุณลักษณะ / ผลิตภัณฑ์		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่นั่งในระบบขนส่งมวลชน	แบ่งใหญ่กว่าจำนวนคนนั่ง	x			x		x			x	x
	แบ่งเท่ากับจำนวนคนนั่ง		x	x		x					
	ไม่มีรอยแบ่งจำนวนคนนั่ง							x	x		
รูปทรงของที่นั่งในระบบขนส่งมวลชน	สี่เหลี่ยมเรขาคณิต			x							
	สี่เหลี่ยมแต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง	x	x		x	x	x	x		x	x
	ทรงกลม								x		
	ทรงเรขาคณิต										
รอยเย็บตะเข็บของที่นั่งในระบบขนส่งมวลชน	รอยเย็บโชว์ตะเข็บเป็นเส้นตรงพร้อมมีฐานรองอีกชั้น			x		x	x			x	
	รอยเย็บโชว์ตะเข็บขอบเป็นเส้นโค้งมีฐานรองอีกชั้น		x		x			x			x
	ไม่มีรอยเย็บตะเข็บ	x							x		
ความหนาของที่นั่งในระบบขนส่งมวลชน	หนามากเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ		x				x				x
	หนาปานกลางเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ			x	x	x		x	x		
	หนามากเป็นทรงจากใยปั่น	x								x	
	หนาปานกลางเป็นทรงจากใยปั่น										

ตารางที่ 3-2 คุณลักษณะขององค์ประกอบเบาะที่นั่ง

ข้อมูลคุณลักษณะขององค์ประกอบแขนโซฟา

คุณลักษณะ / ผลิตภัณฑ์		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รูปทรงของแขนโซฟา	สี่เหลี่ยมเรขาคณิต			x						x	
	สี่เหลี่ยมแต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง	x	x			x	x				x
	ทรงกลม				x			x			
	ทรงเรขาคณิต								x		
ความหนาของแขนโซฟา	หนามากเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ						x			x	x
	หนาปานกลางเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ		x	x	x			x			
	หนามากเป็นทรงจากใยปั่น										
	หนาปานกลางเป็นทรงจากใยปั่น										
	บาง	x				x			x		
วัสดุที่ใช้	เหล็กกลมเงามันวาว			x				x			
	เหล็กกลมด้าน										
	เหล็กแบนเงามันวาว										
	เหล็กแบบด้าน										
	ไม้					x			x		
	หุ้มด้วยหนัง/ผ้า	x	x		x		x			x	x
ความสูงของแขนโซฟาเทียบกับเบาะนั่ง	เท่ากับเบาะนั่ง		x	x	x	x		x	x	x	
	เท่ากับครึ่งหนึ่งของเบาะนั่ง										
	ยาวกว่าเบาะที่นั่ง	x					x				x

ตารางที่ 3-3 คุณลักษณะขององค์ประกอบแขนโซฟา

ข้อมูลคุณลักษณะขององค์ประกอบขาโซฟา

คุณลักษณะ / ผลิตภัณฑ์		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ลักษณะของขา	สี่เหลี่ยมจตุรัส		x			x		x			
	สี่เหลี่ยมผืนผ้า										x
	ทรงกลม			x	x		x			x	
	แบนยาว										
	โค้งเกลียว	x							x		
ความสูงของขา	สูงมาก								x		
	สูงปานกลาง	x	x	x		x	x				x
	เตี้ยแต่ยังมองเห็นขา				x			x		x	
	เตี้ยมองไม่เห็นขา										
	ไม่มีขา										
	กลไกปรับเอนนอน										
โทนสีโซฟา	สีเข้ม	x	x			x					x
	สีอ่อน			x	x		x	x	x	x	
วัสดุของขา	เหล็กกลมเงามันวาว			x	x		x	x			
	เหล็กกลมด้าน										
	เหล็กแบนเงามันวาว										
	เหล็กแบบด้าน									x	
	ไม้	x	x			x			x		x
	พลาสติก										

ตารางที่ 3-4 คุณลักษณะขององค์ประกอบขาโซฟา

ข้อมูลคุณลักษณะสัดส่วนทั่วไป

คุณลักษณะ / ผลิตภัณฑ์		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สัดส่วนทั่วไป	พนักพิงสูงกว่าระดับแขนมาก	x			x				x		x
	พนักพิงสูงกว่าระดับแขนนิดหน่อย		x			x	x			x	
	พนักพิงสูงเท่ากับระดับแขน			x				x			
โทนสีโซฟา	โทนสีอ่อนสีเดียวกันทั้งชิ้น			x	x	x			x		
	โทนสีเข้มสีเดียวกันทั้งชิ้น	x	x							x	x
	โซฟาโทนอ่อน/ส่วนตกแต่งโทนเข้ม							x			
	โซฟาโทนเข้ม/ส่วนตกแต่งโทนอ่อน						x				
วัสดุหุ้ม	หนัง		x	x							x
	ผ้า	x			x	x	x	x	x	x	
	โซฟาผ้า/หมอนหนัง										
	โซฟาหนัง/หมอนผ้า										

ตารางที่ 3-5 คุณลักษณะสัดส่วนทั่วไป

3.2 เก็บข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์

ความรู้สึกของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นั้นสามารถถูกแปลงออกมาเป็นคำได้ โดยคำเหล่านี้จะเรียกว่า “คำแสดงอารมณ์ (Kansei Words)” โดยมีขั้นตอนการรวบรวมแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ คำที่อธิบายความหมายเชิงเดี่ยว (Semantic Adjective) และคำที่แสดงความรู้สึกที่แตกต่างหรือตรงข้ามกัน (Semantic Differential, SD)

ขั้นตอนการรวบรวมคำแสดงอารมณ์ได้รวบรวมมาจากสื่อนิตยสาร วารสาร งานวิจัย และเลือกคำที่เหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ สุดท้ายนำคำแสดงอารมณ์ที่ได้มาสร้างคู่คำแสดงอารมณ์ที่ตรงกันข้าม (Semantic Differential) ดังตาราง 3-6

Beautiful – Ugly สวย – อัปลักษณ์	Comfortable – Uncomfortable สบาย – อึดอัด
Soft – Hard นุ่ม – แข็ง	Slim – Bulky เพรียวบาง – เทอะทะ
Elegant – Unrefined สง่างาม – ธรรมดา	Modern – Old Fashion ทันสมัย – ล้าสมัย
Casual – Formal เป็นกันเอง – เป็นทางการ	Durable – Fragile แข็งแรงทนทาน – เปราะบางพังง่าย
Valuable – Worthless ดูมีราคา – ดูไม่มีราคา	Extremely like – Extremely not like ชอบมาก – ไม่ชอบมาก

ตารางที่ 3-6 จำนวนคู่คำแสดงอารมณ์ที่ตรงข้ามกัน (Semantic Differential Words)

หลังจากรวบรวมคำแสดงอารมณ์ การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ และการคัดเลือกคุณลักษณะขององค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยคัดเลือกผู้บริโภคจำนวน 50 คนในการเข้าร่วมประเมินแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามที่ใช้เป็นการประเมินแบบคำแสดงความรู้สึกที่แตกต่างกัน (Semantic Differential Word) จำนวน 10 คู่ และรูปภาพผลิตภัณฑ์จำนวน 10 รูป โดยใช้การวัดระดับแบบ Osgood (Osgood's scale) ซึ่งนำคำที่แสดงอารมณ์ด้านลบ และคำแสดงอารมณ์ด้านบวกวางไว้ด้านซ้ายและขวาของตารางตามลำดับ โดยแบ่งระดับออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ -2 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่งในความรู้สึกด้านลบ

ระดับ -1 หมายถึง ค่อนข้างเห็นด้วยในความรู้สึกด้านลบ

ระดับ 0 หมายถึง ไม่เห็นด้วยในความรู้สึกทั้งสองด้าน

ระดับ 1 หมายถึง ค่อนข้างเห็นด้วยในความรู้สึกด้านบวก

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่งในความรู้สึกด้านบวก

	-2	-1	0	1	2	
น่าเกลียด (Ugly)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	สวย (Beautiful)
แข็ง (Hard)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	นุ่ม (Soft)

ตารางที่ 3-7 ตัวอย่างแบบสอบถามด้วยโดยใช้การวัดแบบ Osgood

ผู้เข้าร่วมทำแบบสอบถามจะดูรูปภาพผลิตภัณฑ์ที่ถูกแปลงเป็นสีโทนขาวดำ (Gray Scale) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความอคติด้านสี (bias) และประเมินความรู้สึกต่อรูปภาพ

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

ขั้นต่อมาคือการออกแบบฐานข้อมูลสำหรับบันทึกข้อมูลการประเมินคะแนนแบบสอบถาม เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยโครงสร้างฐานข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ข้อมูลชิ้นส่วนองค์ประกอบ ข้อมูลคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และข้อมูลการประเมินแบบสอบถาม ดังภาพที่ 3-2

ภาพที่ 3-2 แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูล

ตาราง	คำอธิบาย
tbm_subject	เก็บข้อมูลผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถาม
tbm_adj	เก็บข้อมูลคำแสดงอารมณ์ที่ตรงข้ามกัน (Semantic Differential Word)
tbm_product	เก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์และรูปภาพ
tbm_element_name	เก็บองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์
tbm_element_category	เก็บคุณลักษณะทั้งหมด
tbt_element_category_mapping	เก็บข้อมูลการจับคู่ระหว่างผลิตภัณฑ์ องค์ประกอบ และคุณลักษณะ
tbt_score	เก็บคะแนนประเมินที่ได้จากแบบสอบถาม

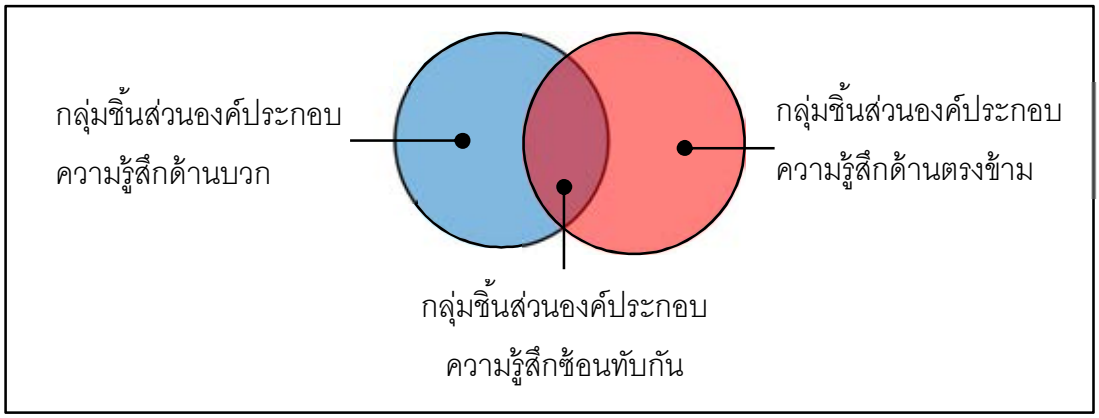
ตารางที่ 3-8 คำอธิบายความหมายของตารางในฐานข้อมูล

3.4 การอนุมานเพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์

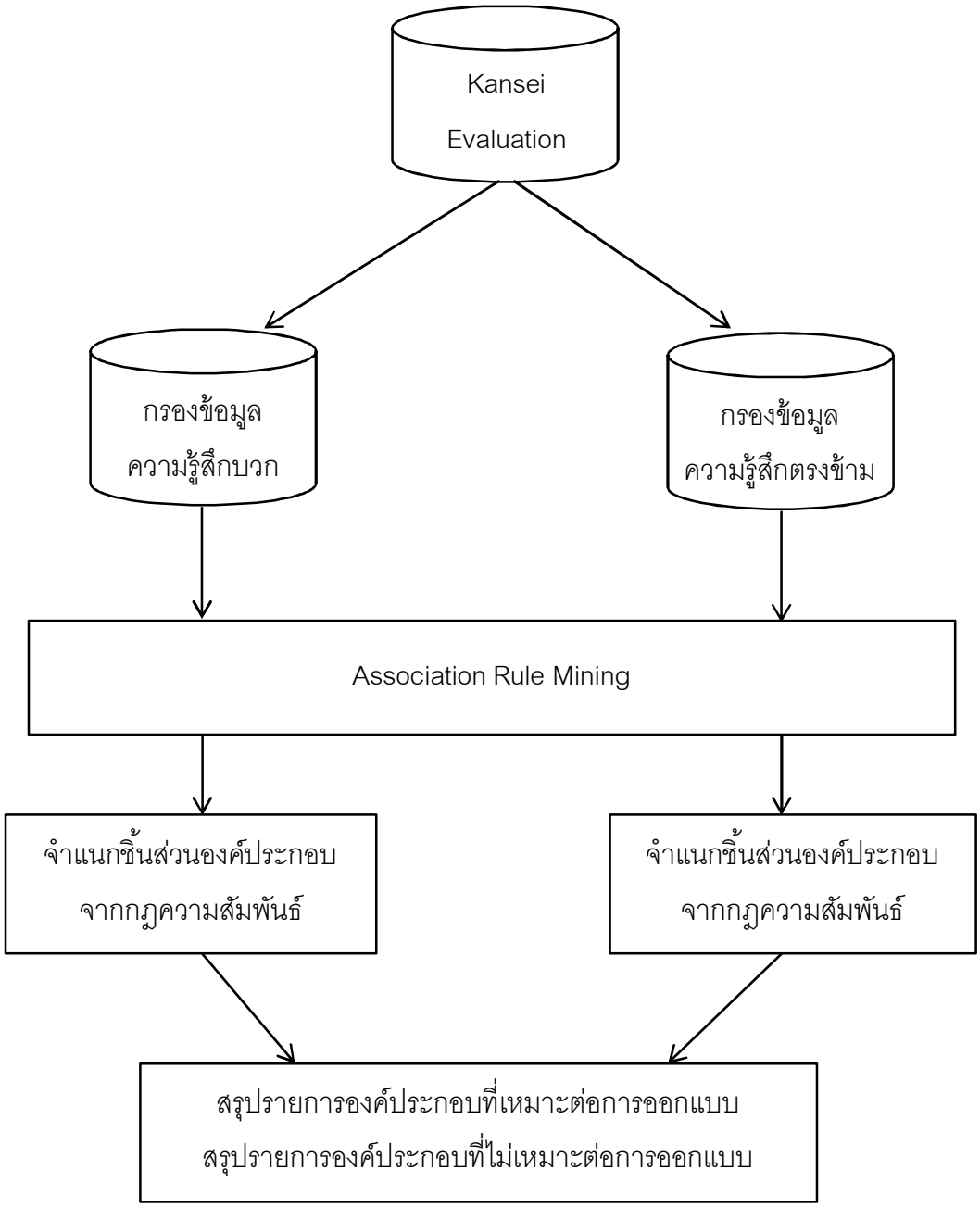
สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาเตรียมสำหรับการทำเหมืองความสัมพันธ์ ข้อมูลที่เตรียมไว้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มข้อมูลที่ให้ความรู้สึกด้านบวกและกลุ่มข้อมูลที่ให้ความรู้สึกด้านตรงข้ามของแต่ละคำแสดงความรู้สึก (Kansei Word) แล้วนำกลุ่มข้อมูลทั้งสองเข้าสู่กระบวนการค้นหากฎความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงชิ้นส่วนองค์ประกอบของความรู้สึกในแต่ละด้าน ผลลัพธ์ส่วนนี้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจได้ เช่น การนำชิ้นส่วนองค์ประกอบจากผลลัพธ์ในกลุ่มข้อมูลด้านบวกมาใช้ในการออกแบบให้มากที่สุด และพยายามไม่นำชิ้นส่วนองค์ประกอบจากผลลัพธ์ในกลุ่มข้อมูลด้านตรงข้ามมาใช้ในการออกแบบ เพราะกฎความสัมพันธ์ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างชัดเจนแล้วว่าสาเหตุของความรู้สึกมาจากชิ้นส่วนองค์ประกอบใดบ้าง

การกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำจะค่อยๆ ปรับจากค่าน้อยไปยังค่ามากเพื่อค้นหาชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่มีความน่าสนใจ และลดจำนวนชิ้นส่วนองค์ประกอบที่ไม่มีความน่าสนใจออก กำหนดให้ชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่มีความน่าสนใจเกิดจากผลลัพธ์ในกลุ่มข้อมูลบวก และชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่ไม่มีความน่าสนใจเกิดจากผลลัพธ์ในกลุ่มข้อมูลตรงข้าม ซึ่งข้อมูลผลลัพธ์จากทั้งสองฝั่งเป็นไปได้ที่จะมีการซ้อนทับกัน ในกรณีเช่นนี้การวัดว่าชิ้นส่วนที่เกิดการซ้อนทับกันนี้ควรอยู่ฝั่งบวกหรือฝั่งตรงข้าม จะใช้ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นเป็นตัวช่วยตัดสินใจในการเลือกด้านผลลัพธ์ของข้อมูล เช่น

ชิ้นส่วน K1 มีการซ้อนทับด้านกันของผลลัพธ์ ผลลัพธ์ในด้านความรู้สึกบวกมีค่า [s%, c%] = [66.67%, 50%] และผลลัพธ์ในด้านความรู้สึกตรงข้ามมีค่า [66.67%, 80%] ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ชิ้นส่วน K1 ถูกจัดกลุ่มอยู่ในผลลัพธ์ด้านตรงข้าม ภาพที่ 3-3 แสดงการจำแนกกลุ่มของชิ้นส่วนองค์ประกอบ



ภาพที่ 3-3 ผลลัพธ์การจำแนกกลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบ



ภาพที่ 3-4 ภาพรวมการค้นหากฎความสัมพันธ์และการสรุปผล

ขั้นตอนในการค้นหากฎความสัมพันธ์ขององค์ประกอบการออกแบบ เริ่มจากการสืบค้นข้อมูลของคำแสดงอารมณ์ที่ต้องการจากฐานข้อมูล โดยข้อมูลที่สืบค้นประกอบด้วยข้อมูลคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และระดับคะแนน ดังตารางที่ 3-9

K_1	K_2	K_3	K_4	…	K_n	Scr
1	0	0	1	…	1	2
0	1	1	1	…	0	-1
0	0	1	0	…	1	-2

ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการค้นหากฎความสัมพันธ์

กำหนด K1, K2, K3, … , K_n คือคุณลักษณะขององค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ถ้ามีค่าเป็น 1 หมายถึงผลิตภัณฑ์นั้นมีการนำคุณลักษณะขององค์ประกอบไปใช้ แต่ถ้าเป็น 0 หมายถึงผลิตภัณฑ์ไม่มีการนำคุณลักษณะขององค์ประกอบไปใช้ ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ K1 = สี่เหลี่ยมเรขาคณิต เป็นคุณลักษณะขององค์ประกอบพนักพิง ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีการนำคุณลักษณะขององค์ประกอบนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบ จะมีค่า 1 แต่ถ้าไม่ใช่จะมีค่าเป็น 0

ขั้นตอนต่อมาคือการนับไอเทมเซตปรากฏบ่อยโดยใช้อัลกอริทึมแอพริออรีซึ่งได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.1.5 อัลกอริทึมแอพริออรี และหัวข้อ 2.1.6 ตัวอย่างการค้นหากฎความสัมพันธ์

ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหากฎความสัมพันธ์ทั้งหมดถูกเลือกเฉพาะกฎที่มีค่าฝั่งขวาของกฎเป็นระดับความรู้สึก และฝั่งซ้ายของกฎเป็นรายการคุณลักษณะขององค์ประกอบดังภาพที่ 3-5

```
K47=1 & K77=1 -> SCR=2 [Support=0.171 (85); Strength=0.171;]
K47=1 & K67=1 -> SCR=2 [Support=0.171 (85); Strength=0.171;]
K13=1 & K67=1 & K77=1 & K87=1 -> SCR=2 [Support=0.171 (85); Strength=0.171;]
```

ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์

งานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือชื่อว่าโปรแกรม Magnum Opus v.4.6.3 สำหรับช่วยในการค้นหากฎสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมแอพริออรี

รูปแบบโครงสร้างไฟล์ที่จะนำไปใช้ในโปรแกรม Magnum Opus จะมี 2 ไฟล์คือ ไฟล์นามสกุล .nam และ .data ซึ่งเป็นไฟล์เก็บรูปแบบข้อมูล และไฟล์ข้อมูลดิบตามลำดับ โดยที่ไฟล์ .nam จะเก็บข้อมูลรูปแบบว่าคอลัมน์แต่ละอันมีข้อมูลค่าที่เป็นไปได้อะไรบ้าง ส่วนไฟล์ .data เก็บข้อมูลเหมือนไฟล์ CSV คือ คั่นข้อมูลด้วยเครื่องหมาย ‘,’ (comma) และไม่ต้องระบุชื่อคอลัมน์

ตัวอย่างไฟล์ .nam ดังตารางที่ 3-10

K1: 0, 1
K2: 0, 1
K3: 0, 1
K_n: 0, 1
SCR: 0, 1

ตารางที่ 3-10 ตัวอย่างรูปแบบไฟล์ .nam

ตัวอย่างไฟล์ .data ดังตารางที่ 3-11

K_1	K_2	K_3	K_4	…	K_n	Scr_{-2}	Scr_{-1}	Scr_0	Scr_1	Scr_2
1	0	0	1	…	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	…	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	…	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	…	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	…	1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	…	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	…	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	…	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	…	1	0	1	0	0	0

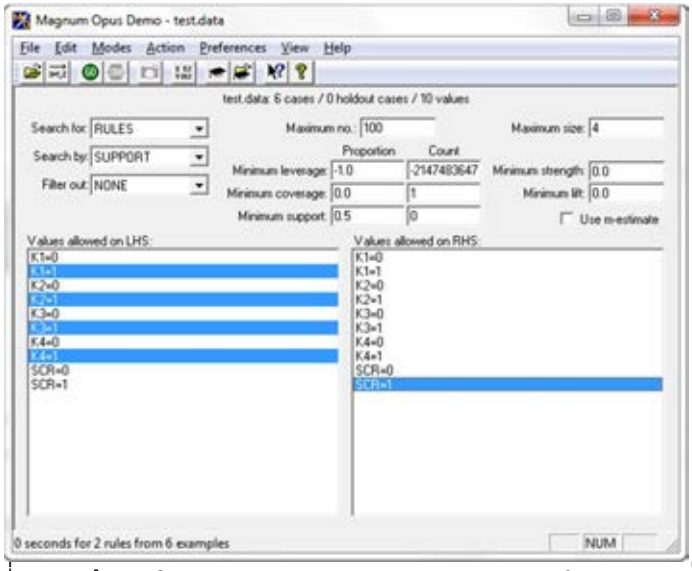
ตารางที่ 3-11 ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ .data

กำหนด K1, K2, K3, … , K_n คือคุณลักษณะขององค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ถ้ามีค่าเป็น 1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์นั้นมีการนำคุณลักษณะขององค์ประกอบไปใช้ แต่ถ้าเป็น 0 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไม่มีการนำคุณลักษณะขององค์ประกอบไปใช้ ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ K1 = สี่เหลี่ยมเรขาคณิต เป็นคุณลักษณะขององค์ประกอบพนักพิง ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีการนำคุณลักษณะขององค์ประกอบนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบ จะมีค่า 1 แต่ถ้าไม่ใช่จะมีค่าเป็น 0

ในการเตรียมข้อมูลสำหรับทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ จะต้องเลือกคำแสดงอารมณ์และระดับความรู้สึกก่อน เช่น ต้องการทราบว่าคำแสดงอารมณ์ “ดูราคาแพง” ที่ระดับคะแนน 2 มีองค์ประกอบใดบ้างที่ส่งผลถึงอารมณ์นี้ แล้วสืบค้นรายการที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูลนำมาสร้างข้อมูลไฟล์ .nam และ .data

เปิดไฟล์ .nam ที่เตรียมไว้จากขั้นตอนก่อนหน้าดังรูปที่ 3-5 แล้วกำหนดค่า Search by: SUPPORT, Filter out: NONE และค่า Minimum support: 0.5 หมายความว่าต้องการให้โปรแกรมค้นหากฎความสัมพันธ์ด้วยค่า Minimum support 50%

ข้อมูลในฝั่งซ้ายและขวาคือรายการที่ต้องการให้ปรากฏในฝั่งซ้ายและขวาของกฎ ในที่นี้จะให้ฝั่งซ้ายของกฎคือคุณลักษณะที่มีค่าเป็น 1 และข้อมูลฝั่งขวาคือคะแนนจึงเลือกเป็น SCR=1 เสร็จแล้วคลิกเมนู Action > Start Search เพื่อเริ่มค้นหากฎความสัมพันธ์



ภาพที่ 3-6 หน้าจอโปรแกรม Magnum Opus และการกำหนดค่าเริ่มต้น

3.5 การวิเคราะห์หาชิ้นส่วนองค์ประกอบจากกฎความสัมพันธ์

การจำแนกกลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่แสดงความรู้สึกด้านบวก และกลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่แสดงความรู้สึกด้านตรงข้าม ซึ่งลักษณะของผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหากฎความสัมพันธ์แบ่งได้ 3 กรณีดังนี้

3.5.1 กรณีกฎความสัมพันธ์สอดคล้องกับระดับความรู้สึกที่กำหนด

กฎความสัมพันธ์ในกรณีนี้ ค่าในฝั่งขวาของกฎมีระดับความรู้สึกสอดคล้องกับค่ากำหนดก่อนการค้นหากฎความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้ถือว่าเป็นข้อมูลผลลัพธ์ด้านบวก เช่น กำหนดว่าผลลัพธ์ที่ต้องการมีระดับความรู้สึกเป็น 2 และกฎความสัมพันธ์ที่ได้เป็น {K1, K2} $\Rightarrow$ {SCR=2} ลักษณะเช่นนี้ถือว่ากฎความสัมพันธ์สอดคล้องกับค่าระดับความรู้สึกที่กำหนด

3.5.2 กรณีกฎความสัมพันธ์ไม่สอดคล้องกับระดับความรู้สึกที่กำหนด

กฎความสัมพันธ์ในกรณีนี้ ค่าในฝั่งขวาของกฎมีระดับความรู้สึกตรงข้ามกับค่าที่กำหนดก่อนการค้นหากฎความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้ถือว่าเป็นข้อมูลผลลัพธ์ด้านตรงข้าม เช่น กำหนดว่าผลลัพธ์ที่ต้องการมีระดับความรู้สึกเป็น 2 และกฎความสัมพันธ์ที่ได้เป็น {K3} $\Rightarrow$ {SCR=-2} ลักษณะเช่นนี้ถือว่ากฎความสัมพันธ์ไม่สอดคล้องกับค่าระดับความรู้สึกที่กำหนด

3.5.3 กรณีกฎความสัมพันธ์สอดคล้องทั้งระดับความรู้สึกที่กำหนดและไม่ได้กำหนด

กฎความสัมพันธ์ในกรณีนี้หมายถึงชิ้นส่วนองค์ประกอบในกฎปรากฏอยู่ทั้งสองฝั่งของระดับความรู้สึก เช่น {K4, K5} $\Rightarrow$ {SCR=2} และ {K4, K5} $\Rightarrow$ {SCR=-2} ลักษณะข้อมูลเช่นนี้มีโอกาสเกิดได้ ในกรณีเช่นนี้จะใช้ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นในการเลือกด้านของผลลัพธ์ โดยเลือกตารางค่าความเชื่อมั่น และค่าสนับสนุนจากมากไปน้อยตามลำดับ

ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดจะสรุปเป็นตารางแสดงรายการชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลตัดสินใจสำหรับนักออกแบบในการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 3-10

คำแสดงอารมณ์ “สวย (Beautiful)”				
องค์ประกอบ	**หมวดหมู่**	**ลักษณะ**	**แนะนำ**	**ไม่แนะนำ**
พนักพิง	วัสดุหุ้ม	ผ้า	X	
เบาะที่นั่ง	ความหนา	หนาปานกลาง เป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ	X	
ขาโซฟา	ความสูง	สูงมาก		X

ตารางที่ 3-12 ผลลัพธ์รายการชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบ

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

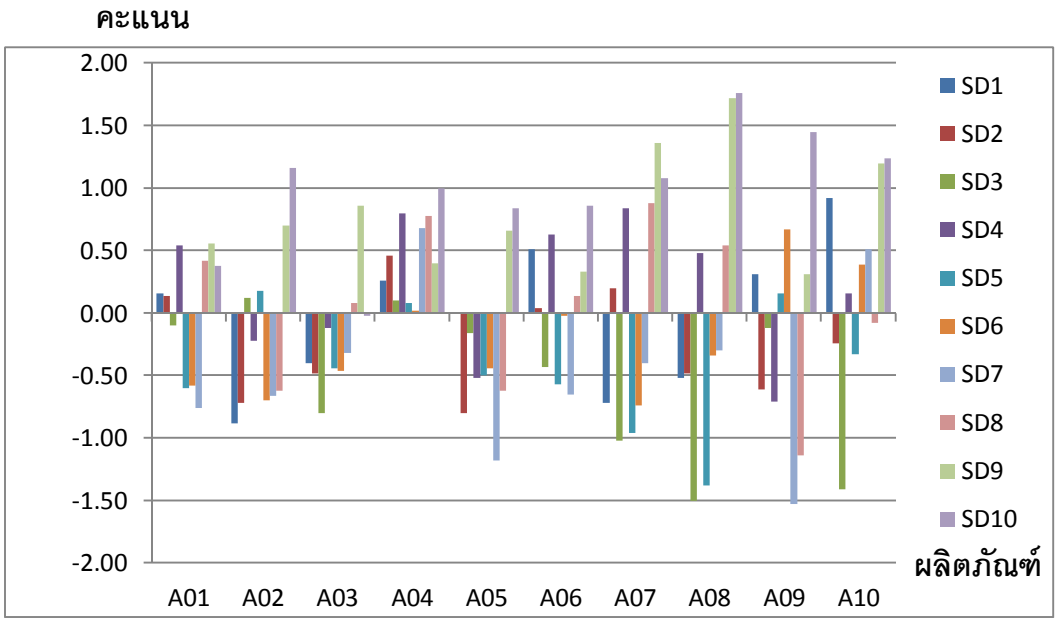
4.1. ผลการตอบแบบสอบถามด้วยคำแสดงความรู้สึกที่แตกต่างกัน

จากการสำรวจข้อมูลแบบสอบถาม มีผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามจากผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างละ 50 คน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่มีความสนใจและต้องการซื้อผลิตภัณฑ์โซฟา ถูกนำมาสร้างข้อมูลเป็นรายการทรานแซกชันได้ทั้งหมด 5,970 รายการ คะแนนทั้งหมดสามารถนำมาสรุปได้ดังตารางที่ 4-1

SD	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์									
Words	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
SD1	0.16	-0.88	-0.40	0.26	0.00	0.51	-0.72	-0.52	0.31	**0.92**
SD2	0.14	-0.72	-0.48	**0.46**	-0.80	0.04	0.20	-0.48	-0.61	-0.24
SD3	-0.10	**0.12**	-0.80	0.10	-0.16	-0.43	-1.02	-1.50	-0.12	-1.41
SD4	0.54	-0.22	-0.12	0.80	-0.52	0.63	**0.84**	0.48	-0.71	0.16
SD5	-0.60	**0.18**	-0.44	0.08	-0.50	-0.57	-0.96	-1.38	0.16	-0.33
SD6	-0.58	-0.70	-0.46	0.02	-0.44	-0.02	-0.74	-0.34	**0.67**	0.39
SD7	-0.76	-0.66	-0.32	**0.68**	-1.18	-0.65	-0.40	-0.30	-1.53	0.51
SD8	0.42	-0.62	0.08	0.78	-0.62	0.14	**0.88**	0.54	-1.14	-0.08
SD9	0.56	0.70	0.86	0.40	0.66	0.33	1.36	**1.72**	0.31	1.20
SD10	0.38	1.16	-0.02	1.00	0.84	0.86	1.08	**1.76**	1.45	1.24

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความรู้สึกของแต่ละตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินผลแบบสอบถามแสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทำแบบสอบถาม เช่น SD8 คือคำแสดงอารมณ์ความเป็นกันเอง พบว่าโซฟาตัวที่ 8 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเทียบกับโซฟาตัวอื่น แสดงให้เห็นว่าคนใหญ่มองโซฟาตัวที่ 10 มีความเป็นกันเอง

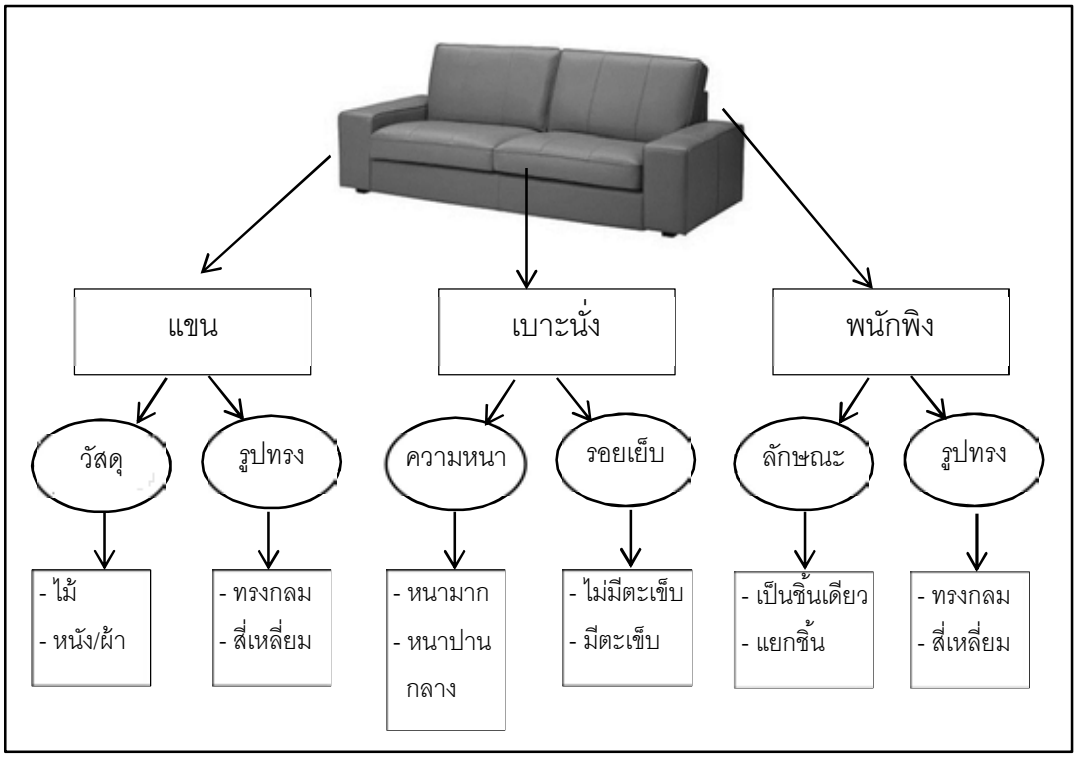


ภาพที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความรู้สึกของแต่ละตัวอย่างผลิตภัณฑ์

4.2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำเหมืองความสัมพันธ์

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจถูกนำมาสร้างข้อมูลเป็นรายการทรานแซกชันได้ทั้งหมด 5,970 รายการจากผลิตภัณฑ์โซฟา 10 ตัวอย่าง มีองค์ประกอบทั้งหมด 5 ชิ้น และมี 88 คุณลักษณะ ซึ่งมีโอกาสสร้างกฎความสัมพันธ์ได้ทั้งหมด 5.97×10^{14} กฎ

เนื่องจากการประเมินคะแนนเป็นการให้คะแนนความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการค้นหาชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่มีผลต่อความรู้สึกจึงต้องแจกแจงชิ้นส่วนต่างๆ ของแต่ละผลิตภัณฑ์ก่อนแล้วกำหนดคะแนนรวมของผลิตภัณฑ์นั้น เสร็จแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการทำเหมืองความสัมพันธ์ ภาพที่ 4-2 แสดงการแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบและการจำแนกคุณลักษณะต่างๆ ขององค์ประกอบ



ภาพที่ 4-2 การแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบและการจำนวนคุณลักษณะ

กำหนดตัวแปรของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 88 ตัวแปร ดังตารางที่ 4-2

ID	องค์ประกอบ	ประเภท	คุณลักษณะ
K01	พนักพิง	ลักษณะพนักพิง	เป็นชิ้นเดียวกับโซฟาโดยรอยต่อนั้นแบ่งเป็นขนาดที่นั่ง
K02			เป็นชิ้นเดียวกับโซฟาโดยไม่มีรอยเย็บต่อ
K03			แยกชิ้นกับเบาะด้านหลังโดยมีเบาะพนักพิงแยกชิ้นกันออกมา
K04		รูปทรงของพนักพิงหลัง	สี่เหลี่ยมเรขาคณิต
K05			สี่เหลี่ยมแต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง
K06			พนักพิงเป็นทรงกลม
K07			พนักพิงเป็นทรงเรขาคณิต
K08		ลวยลายการเย็บ	รอยเย็บโชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นตรง
K09			รอยเย็บโชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นโค้ง
K10			มีรอยเย็บแต่ไม่โชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นตรง
K11			มีรอยเย็บแต่ไม่โชว์ตะเข็บตรงกลางเป็นเส้นโค้ง
K12			เย็บดึงกระดุม
K13			ไม่มีรอยเย็บตะเข็บ

ตารางที่ 4-2 ตัวแปรคุณลักษณะของชิ้นส่วนองค์ประกอบ

K14	พนักพิง	การแบ่งจำนวนพนักพิง	แบ่งใหญ่กว่าจำนวนคนนั่ง
K15			แบ่งเท่ากับจำนวนคนนั่ง
K16			ไม่มีรอยแบ่งจำนวนคนนั่ง
K17		ความหนาของพนักพิง	หนามากเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ
K18			หนาปานกลางเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ
K19			หนามากเป็นทรงจากใยปั่น
K20			หนาปานกลางเป็นทรงจากใยปั่น
K21			บาง
K22	พนักพิง	ส่วนตกแต่งเพิ่มเติม	หมอนอิงขนาดใหญ่
K23			หมอนอิงขนาดกลาง
K24			หมอนอิงขนาดเล็ก
K25			หมอนอิงคละขนาด
K26			ไม่ต้องมีหมอนอิง
K27	เบาะที่นั่ง	การแบ่งจำนวนเบาะที่นั่ง	แบ่งใหญ่กว่าจำนวนคนนั่ง
K28			แบ่งเท่ากับจำนวนคนนั่ง
K29			ไม่มีรอยแบ่งจำนวนคนนั่ง
K30		รูปทรงของที่นั่ง	สี่เหลี่ยมเรขาคณิต
K31			สี่เหลี่ยมแต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง
K32			ทรงกลม
K33			ทรงเรขาคณิต
K34		รอยเย็บของส่วนที่นั่ง	รอยเย็บโชว์ตะเข็บเป็นเส้นตรงพร้อมมีฐานรองอีกชั้น
K35			รอยเย็บโชว์ตะเข็บขอบเป็นเส้นโค้งมีฐานรองอีกชั้น
K36			ไม่มีรอยเย็บตะเข็บ
K37		ความหนาของเบาะที่นั่ง	หนามากเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ
K38			หนาปานกลางเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ
K39			หนามากเป็นทรงจากใยปั่น
K40			หนาปานกลางเป็นทรงจากใยปั่น
K41	แขนโซฟา	รูปทรงของแขนโซฟา	สี่เหลี่ยมเรขาคณิต
K42			สี่เหลี่ยมแต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง
K43			ทรงกลม

ตารางที่ 4-2 ตัวแปรคุณลักษณะของชิ้นส่วนองค์ประกอบ (ต่อ)

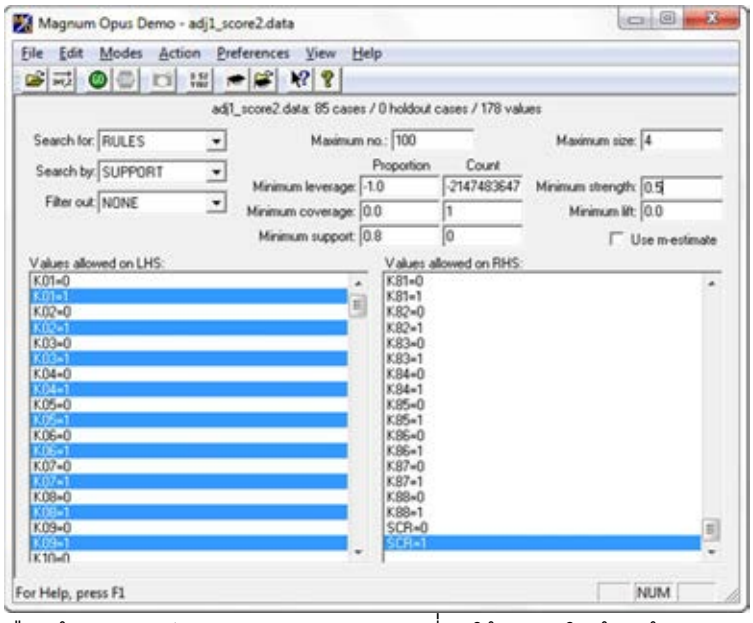
K44		ความหนาของแขน	ทรงเรขาคณิต
K45			หนามากเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ
K46			หนาปานกลางเป็นเหลี่ยมจากฟองน้ำ
K47			หนามากเป็นทรงจากใยปั่น
K48			หนาปานกลางเป็นทรงจากใยปั่น
K49			บาง
K50	แขนโซฟา	วัสดุของแขน	เหล็กกลมเงามันวาว
K51			เหล็กกลมด้าน
K52			เหล็กแบนเงามันวาว
K53			เหล็กแบบด้าน
K54			ไม้
K55			หุ้มด้วยหนัง/ผ้า
K56		ความลึกของแขน	เท่ากับเบาะนั่ง
K57			เท่ากับครึ่งหนึ่งของเบาะนั่ง
K58			ยาวกว่าเบาะที่นั่ง
K59	ขาโซฟา	ลักษณะของขา	สี่เหลี่ยมจตุรัส
K60			สี่เหลี่ยมผืนผ้า
K61			ทรงกลม
K62			แบนยาว
K63			โค้งเกลียว
K64		ความสูงของขา	สูงมาก
K65			สูงปานกลาง
K66			เตี้ยแต่ยังมองเห็นขา
K67			เตี้ยมองไม่เห็นขา
K68			ไม่มีขา
K69			กลไกปรับเอนนอน
K70		โทนสีโซฟา	สีเข้ม
K71			สีอ่อน

ตารางที่ 4-2 ตัวแปรคุณลักษณะของชิ้นส่วนองค์ประกอบ (ต่อ)

K72		วัสดุของขา	เหล็กกลมเงามันวาว
K73			เหล็กกลมด้าน
K74			เหล็กแบนเงามันวาว
K75			เหล็กแบบด้าน
K76			ไม้
K77			พลาสติก
K78	สัดส่วนทั่วไป	สัดส่วนทั่วไป	พนักพิงสูงกว่าระดับแขนมาก
K79			พนักพิงสูงกว่าระดับแขนนิดหน่อย
K80			พนักพิงสูงเท่ากับระดับแขน
K81		โทนสีโซฟา	โทนสีอ่อนสีเดียวกันทั้งชิ้น
K82			โทนสีเข้มสีเดียวกันทั้งชิ้น
K83			โซฟาโทนอ่อน/ส่วนตกแต่งโทนเข้ม
K84			โซฟาโทนเข้ม/ส่วนตกแต่งโทนอ่อน
K85		วัสดุหุ้ม	หนัง
K86			ผ้า
K87			โซฟาผ้า/หมอนหนัง
K88			โซฟาหนัง/หมอนผ้า

ตารางที่ 4-2 ตัวแปรคุณลักษณะของชิ้นส่วนองค์ประกอบ (ต่อ)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำกฎความสัมพันธ์ งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือชื่อว่าโปรแกรม Magnum Opus Version 4.6.3 ช่วยในการค้นหากฎความสัมพันธ์ โดยในโปรแกรมสามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการให้อยู่ฝั่งซ้ายของกฎซึ่งในที่นี้จะเลือกรายการชิ้นส่วนองค์ประกอบที่มีค่าเป็น 1 และเลือกรายการคะแนนที่ต้องการในฝั่งด้านขวาดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 การเลือกข้อมูลองค์ประกอบการออกแบบที่จะใช้แสดงในด้านซ้าย และระดับความรู้สึกในด้านขวาของกฎความสัมพันธ์

เมื่อค้นหากฎความสัมพันธ์เรียบร้อย จะได้กฎความสัมพันธ์ออกมาดังตารางที่ 4-3

#	Rules	Support	Confidence
1	K31 -> SCR	0.918	1.000
2	K56 -> SCR	0.906	1.000
3	K27 & K31 & K55 -> SCR	0.824	1.000
4	K27 & K55 -> SCR	0.824	1.000
5	K31 & K55 -> SCR	0.824	1.000
6	K55 -> SCR	0.824	1.000
7	K05 & K31 -> SCR	0.824	1.000
8	K05 -> SCR	0.824	1.000
9	K27 & K31 -> SCR	0.824	1.000
10	K27 -> SCR	0.824	1.000
11	K31 & K56 -> SCR	0.824	1.000

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์กฎความสัมพันธ์ ฝั่งซ้ายของกฎแสดงกลุ่มชิ้นส่วนองค์ประกอบต่างๆ ที่ทำให้เกิดความรู้สึกสวย ด้วยระดับดีกรี 2 (มากสุด) ในคะแนนฝั่งขวาของกฎ ข้อมูลกฎความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าสนับสนุนมากกว่า 80% และ ค่าความเชื่อมั่น 100%

จากตารางที่ 4-3 เป็นกฎความสัมพันธ์ทั้งหมดที่ได้มา ขั้นตอนต่อไปคือการเลือกคุณลักษณะจากผลลัพธ์มาสร้างเป็นตารางแสดงองค์ประกอบการออกแบบดังตารางที่ 4-3

#	ชิ้นส่วน	องค์ประกอบ	หมวดหมู่	คุณลักษณะ
1	K05	พนักพิง	รูปทรงของพนักพิงหลัง	สี่เหลี่ยมแต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง
2	K27	เบาะที่นั่ง	การแบ่งจำนวนเบาะที่นั่ง	แบ่งใหญ่กว่าจำนวนคนนั่ง
3	K31	เบาะที่นั่ง	รูปทรงของที่นั่ง	ไม่มีรอยแบ่ง
4	K55	แขนโซฟา	วัสดุของแขน	หุ้มด้วยหนัง/ผ้า
5	K56	แขนโซฟา	ความลึกของแขน	เท่ากับเบาะนั่ง

ตารางที่ 4-4 สรุปข้อมูลองค์ประกอบการออกแบบที่แปลงมาจากกฎความสัมพันธ์

จากตารางที่ 4-4 พบว่าโซฟาที่จะออกแบบใหม่และสอดคล้องกับความสวย ควรจะมีพนักพิงรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่ด้านมุมเป็นส่วนโค้ง จำนวนการแบ่งของเบาะที่นั่งควรใหญ่กว่าจำนวนคนนั่ง และรูปทรงของที่นั่งไม่ควรมีรอยแบ่ง ส่วนแขนโซฟาควรใช้วัสดุหุ้มด้วยหนังหรือผ้า และความลึกของแขนโซฟาควรลึกเท่ากับเบาะนั่ง ด้วยค่าสนับสนุนมากกว่า 80% และค่าความเชื่อมั่น 100%

หลังจากค้นหากฎความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ได้แสดงในตารางที่ 4-5 ถึง 4-14

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD1 **(ความสวย)** [min sup = 0.14 , min conf = 0.19]

ความรู้สึกด้านบวก		ความรู้สึกด้านตรงข้าม	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K27	[14.1%, 28.3%]	K26	[14.3%, 20.4%]
K55	[14.1%, 23.6%]		
K05	[14.1%, 20.1%]		
K31	[15.7%, 19.6%]		
K56	[15.5%, 19.4%]		

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD1 (ความสวย)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD2 (**สบาย**) [min sup = 0.056 , min conf = 0.18]

ความรู้สึกด้านบวก		**ความรู้สึกด้านตรงข้าม**	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K05	[5.6%, 18.8%]		
K31	[5.6%, 18.8%]		
K35	[5.6%, 18.8%]		

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD2 (สบาย)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD3 (**เบา**) [min sup = 0.08 , min conf = 0.15]

ความรู้สึกด้านบวก		**ความรู้สึกด้านตรงข้าม**	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K11	[8%, 16.1%]	K56	[23.3%, 29.2%]
K31	[8%, 16.1%]	K26	[20.9%, 29.9%]
K36	[8%, 16.1%]	K71	[19.7%, 32.9%]
		K01	[19.1%, 38.3%]

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD3 (เบา)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD4 (**นุ่ม**) [min sup = 0.14 , min conf = 0.20]

ความรู้สึกด้านบวก		**ความรู้สึกด้านตรงข้าม**	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K86	[15.9%, 26.5%]	K56	[29.2%, 36.5%]
K11	[15.9%, 26.5%]	K31*	[26.4%, 33.0%]
K05	[15.1%, 21.6%]	K11	[24.9%, 35.6%]
K31*	[15.1%, 21.6%]		

* ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นของความรู้สึกด้านใดมากกว่ากัน ชิ้นส่วนองค์ประกอบจะถูกจำแนกไปอยู่ฝั่งด้านนั้น

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD4 (นุ่ม)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD5 **(เพรียวบาง)** [min sup = 0.10 , min conf = 0.10]

ความรู้สึกด้านบวก		ความรู้สึกด้านตรงข้าม	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K31	[12.5%, 15.6%]	K38	[16.5%, 32.8%]
K86*	[12.1%, 17.2%]	K71*	[16.3%, 27.2%]
K11	[11.1%, 15.8%]	K56*	[15.9%, 19.9%]
K56*	[10.9%, 13.6%]	K38	[15.7%, 39.0%]
K71*	[10.9%, 18.1%]	K26	[15.3%, 21.8%]
K11	[10.7%, 17.8%]	K86*	[15.1%, 21.6%]
K55	[10.7%, 17.8%]	K16	[13.6%, 34.5%]
		K01	[12.9%, 25.8%]

* ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นของความรู้สึกด้านใดมากกว่ากัน ชิ้นส่วนองค์ประกอบจะถูกจำแนกไปอยู่ฝั่งด้านนั้น

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD5 (เพรียวบาง)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD6 **(สง่างาม)** [min sup = 0.15 , min conf = 0.20]

ความรู้สึกด้านบวก		ความรู้สึกด้านตรงข้าม	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K56*	[22.1%, 27.7%]	K56*	[20.3%, 25.4%]
K31*	[20.7%, 25.9%]	K11	[19.5%, 27.9%]
K55	[19.3%, 32.3%]	K31*	[17.3%, 21.7%]
K27	[18.1%, 36.4%]	K76	[17.3%, 34.5%]
		K05	[16.9%, 24.1%]
		K26	[16.5%, 23.6%]

* ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นของความรู้สึกด้านใดมากกว่ากัน ชิ้นส่วนองค์ประกอบจะถูกจำแนกไปอยู่ฝั่งด้านนั้น

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD6 (สง่างาม)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD7 (**ทันสมัย**) [min sup = 0.15 , min conf = 0.20]

ความรู้สึกด้านบวก		**ความรู้สึกด้านตรงข้าม**	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K56*	[18.9%, 23.7%]	K56*	[22.5%, 28.2%]
K71*	[16.1%, 26.8%]	K86*	[21.7%, 31.0%]
K86*	[15.7%, 22.4%]	K31*	[20.3%, 25.4%]
K11*	[15.5%, 22.1%]	K71*	[19.9%, 33.2%]
K05	[15.5%, 22.1%]	K11*	[19.5%, 27.9%]
K31*	[15.5%, 22.1%]	K26	[17.1%, 24.4%]
K38*	[15.1%, 30.0%]	K38*	[16.5%, 32.8%]

* ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นของความรู้สึกด้านใดมากกว่ากัน ชิ้นส่วนองค์ประกอบจะถูกจำแนกไปอยู่ฝั่งด้านนั้น

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD7 (ทันสมัย)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD8 (**เป็นกันเอง**) [min sup = 0.15 , min conf = 0.20]

ความรู้สึกด้านบวก		**ความรู้สึกด้านตรงข้าม**	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K31*	[20.7%, 25.9%]	K11	[23.9%, 34.2%]
K05*	[20.7%, 29.6%]	K56	[23.3%, 29.2%]
K26*	[19.5%, 27.9%]	K26*	[20.7%, 29.6%]
K86	[17.7%, 25.3%]	K31*	[19.5%, 27.9%]
		K76	[19.7%, 27.9%]
		K05*	[19.5%, 27.9%]

* ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นของความรู้สึกด้านใดมากกว่ากัน ชิ้นส่วนองค์ประกอบจะถูกจำแนกไปอยู่ฝั่งด้านนั้น

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD8 (เป็นกันเอง)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD9 (**แข็งแรงทนทาน**) [min sup = 0.20 , min conf = 0.30]

ความรู้สึกด้านบวก		ความรู้สึกด้านตรงข้าม	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K56	[25.4%, 31.7%]		
K31	[28.4%, 35.5%]		
K55	[24.3%, 40.7%]		
K05	[23.9%, 34.2%]		
K38	[23.9%, 47.6%]		
K86	[23.1%, 33.0%]		
K71	[22.9%, 38.3%]		
K26	[22.7%, 32.5%]		
K11	[21.3%, 30.5%]		
K27	[20.1%, 40.5%]		

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD9 (แข็งแรงทนทาน)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD10 (**ดูราคาแพง**) [min sup = 0.25 , min conf = 0.40]

ความรู้สึกด้านบวก		ความรู้สึกด้านตรงข้าม	
ตัวแปรชิ้นส่วน	**[s%, c%]**	**ตัวแปรชิ้นส่วน**	**[s%, c%]**
K56	[36.8%, 46.1%]		
K31	[34.0%, 42.6%]		
K86	[30.6%, 43.7%]		
K11	[29.8%, 42.5%]		
K71	[26.0%, 43.3%]		
K76	[25.6%, 51.0%]		
K05	[25.4%, 42.3%]		
K26	[25.4%, 42.3%]		

ตารางที่ 4-14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล SD10 (ดูราคาแพง)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลกฎความสัมพันธ์ข้างต้นสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปใช้เป็นแนวทางช่วยให้นักออกแบบสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์โซฟาให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านความรู้สึกของผู้บริโภคได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการนำความรู้วิศวกรรมอารมณ์และการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์มาประยุกต์เพื่อใช้ค้นหาองค์ประกอบการออกแบบที่มีความน่าสนใจ ช่วยให้การออกแบบผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายมากขึ้น เป็นระบบช่วยนักออกแบบตัดสินใจเลือกองค์ประกอบต่างๆ เหมาะกับธุรกิจอุตสาหกรรมภาคการผลิตขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ที่ต้องการยกระดับการพัฒนาสินค้าให้ออกสู่ตลาดได้หลากหลาย สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคได้อย่างชัดเจน

5.1. สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ แบ่งวิธีการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1. การทำแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมความพึงพอใจ

กำหนดความสำคัญของปัญหาเพื่อเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษา เลือกคำแสดงอารมณ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ รวมถึงการออกแบบแหล่งจัดเก็บข้อมูลสำหรับนำมาใช้วิเคราะห์ปัญหา

5.1.2. การอนุมานหากฎความสัมพันธ์

ขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในรายการทรานแซกชัน การค้นหากฎความสัมพันธ์ใช้อัลกอริทึม Apriori ในการค้นหาความถี่ของข้อมูล

5.1.3. การแยกชิ้นส่วนองค์ประกอบจากกฎความสัมพันธ์

ขั้นตอนนี้เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการอนุมานกฎความสัมพันธ์มาแยกหาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะใช้เป็นคำแนะนำในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่

5.2. ข้อเสนอแนะ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบนั้น ผู้วิจัยเล็งเห็นโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ โดยสำรวจความพึงพอใจต่อสินค้าและรวบรวมเป็นฐานข้อมูล อีกทั้งยังช่วยให้นักออกแบบผลิตภัณฑ์เลือกชิ้นส่วนองค์ประกอบการออกแบบที่เหมาะสมกับความต้องการได้รวดเร็วขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการศึกษาครั้งนี้เพื่อนำเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

5.2.1 การกำหนดคุณลักษณะขององค์ประกอบต้องกระชับ ไม่มากจนเกินไป เนื่องจากกรณีศึกษานี้มีคุณลักษณะทั้งหมด 88 คุณลักษณะ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีมีค่าสนับสนุนมากกว่า 80% ก็จริง แต่ยังอยู่ในกลุ่มของข้อมูลทดสอบขนาดเล็กอยู่

5.2.2 คำแสดงอารมณ์ต้องมีความชัดเจนในความหมาย อย่าให้มีคำกำกวม เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามอาจจะสับสนกับความหมาย และประเมินคะแนนผิดพลาดส่งผลให้การอนุมานกฎความสัมพันธ์ขาดความแม่นยำ

5.2.3 ขอบเขตของการเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้องไม่กว้างมาก ควรเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อป้องกันการเกิดข้อขัดแย้งในการดูภาพ เช่น รูปก่อนหน้าสวย หรูหา แต่พอมาดูอีกรูปตรงกันข้าม ไม่สวย ไม่หรูหรา ข้อมูลที่ได้จะไม่เข้าพวกกัน อาจจะต้องเก็บข้อมูลมากขึ้น

5.2.4 ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน ทำให้มุมมองของแต่ละคนต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างแตกต่างกันออกไป ดังนั้นควรเลือกกลุ่มผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามเป็นกลุ่มๆ

5.2.5 จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการค้นหากฎความสัมพันธ์จำเป็นต้องเก็บให้ได้จำนวนมากเพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีความน่าสนใจ หากข้อมูลที่ใช้มีปริมาณน้อย ค่า Minimum Support และ Minimum Confidence ก็จะต้องใช้ค่าที่น้อยลง ทำให้ความน่าสนใจมีค่าน้อยลงด้วย

รายการอ้างอิง

[1] Agrawal, R., and Srikant, R.. Fast algorithm for mining association rules. Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases Conference (VLDB'94), 487-499. 1994.

[2] Yuejin Z., Lingling Z., Guangli N. and Yong S. A Survey of Interestingness Measures for Association Rules. Internaltional Conference on Business Intelligence and Financial Engineering, 460-463. 2009.

[3] Jiao J., Zhang Y., Helander M. The measurement of meaning. University of Illinois Press, Champaign 1957

[4] Yuejin Z., Lingling Z., Guangli N. and Yong S. A Kansei mining system for affective design. Expert System with Application 30(2006) : 658-673.

[5] Han, J. and Kanber, M. Data Mining: Concept and Techniques. 2nd Edition. s.l. : Morgan Kaufmann, 2006.

[6] Tomio J., Kiyomi H., and Nagamachi M. Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics. International Journal of Industrial Ergonomics 15,1(1995) : 49-62.

[7] Jianxin (Roger) J., Yiyang Z., and Martin H. A Kansei mining system for affective design. Expert Systems with Applications: An International Journal 30,4(2006) : 658-673.

[8] Kun-Chieh W. and Sheng-Mao C. Product Form Design using ANFIS-Kansei Engineering Model. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, 2034-2043. 2007.

[9] Toshio T., Yukihiro M. and Mitsuo N. Kansei Engineering for Design of Basic 3D Rectangular. Proceedings of the 2005 International Conference, 443-448. 2005.

[10] Yang X., Wu D., Zhou F. and Jiao J. Association Rule Mining for Affective Product Design. IEEE International Conference, 748-752. 2008.

[11] Nagamachi M. Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development. International Journal of Industrial Ergonomics 15(1995) : 3-11.

[12] Promod P. Using Association Rule Mining for Extracting Product Sales Patterns in Retail Store Transactions. International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE) 3,5(2011) : 2177-2182.

[13] H. Hotta, A. Takano and M. Hagiwara. Mining KANSEI Fuzzy Rules from Photos on the Internet. IEEE International Conference on Fuzzy System (FUZZ), 2242-2249. 2008.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นายธีรยุทธ สินล้าน

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การค้นพบรูปแบบขององค์ประกอบการออกแบบด้วยวิธีการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ.2528 จังหวัดอุดรธานี

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนอุดรคริสเตียนวิทยา จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2550

ประวัติการทำงาน ปี พ.ศ. 2550 ถึงปัจจุบัน บริษัท C.S.I. (Thailand) CO., LTD. ตำแหน่งนักพัฒนาระบบ

สถานที่ติดต่อ บ้านเลขที่ 224 หมู่ 13 หมู่บ้านหมูม่น ตำบลหมูม่น อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 41000