

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง



ว่าที่ร้อยตรีหญิง สลักจิต สิวंना

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2560

Development of Hybrid Recommender System for Construction Industry Services

Acting Sub Lt. Salakjit Siwanna

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Science of Information and Communication Technology

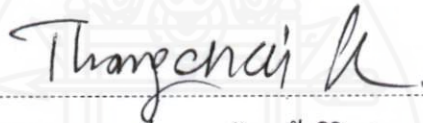
School of Science and Technology
Sukhothai Thammathirat Open University

2017

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม
ก่อสร้าง
ชื่อและนามสกุล ว่าที่ร้อยตรีหญิง สลักจิต สีวันนา
แขนงวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วฤษาย์ ร่มสายหยุด
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์

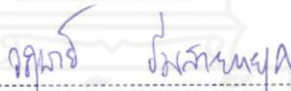
วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



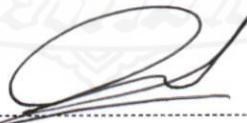
ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธงชัย แก้วกิริยา)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วฤษาย์ ร่มสายหยุด)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
ผู้วิจัย ว่าที่ร้อยตรีหญิง สลักจิต สีวันนา รหัสนักศึกษา 2569600469 **ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วณัช รมสายหยุด
(2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์ **ปีการศึกษา** 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง และ 2) ประเมินค่าความถูกต้อง ค่าการเรียกคืนและค่าประสิทธิภาพของระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

วิธีดำเนินการวิจัย โดยเป็นการพัฒนาต่อยอดจากหลักการพื้นฐานของระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งอาศัยหลักการทำงาน 2 ระบบ ได้แก่ ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหาและระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมกัน โดยระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหาจะเน้นเรื่องความคล้ายคลึงกันจากกลุ่มผู้ใช้และระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมกันจะเน้นเรื่องการสร้างแบบจำลองทำนายผล งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์รวมระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหาและระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมกันเป็นระบบแนะนำแบบผสานเพื่อวิเคราะห์เชิงทำนายและจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สำหรับการประเมินผลการวิจัยแสดงค่าความถูกต้องร้อยละ 92.85 ค่าการเรียกคืนร้อยละ 86.67 และค่าประสิทธิภาพร้อยละ 89.69 ตามลำดับ

จากผลการดำเนินการวิจัย โดยการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของพนักงานขายและลูกค้า เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ในการเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องและคุ้มค่าการลงทุนให้กับบริษัท

คำสำคัญ : ระบบผู้แนะนำ ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม
ระบบแนะนำแบบผสาน อุตสาหกรรมก่อสร้าง

Thesis title: Development of Hybrid Recommender System for Construction Industry Services

Researcher: Acting Sub Lt. Salakjit Siwana; **ID:** 2569600469;

Degree: Master of Science (Information and Communication Technology);

Thesis advisors: (1) Dr.Walisa Romsaiyud, Assistant Professor

(2) Dr.Waraporn Viyanon, Assistant Professor; **Academic year:** 2017

Abstract

The purposes of this research were as follows 1) to develop a Hybrid recommender system for construction industry services, and 2) to evaluate the precision, recall and f-measure of a Hybrid recommender system for construction industry services.

The research methodology extended the principle of a recommender system that based on the two systems as the Content-based and Collaborative filtering recommender systems. However, the Content-based technique focused on generating the similarity from group of users and the Collaborative filtering technique had the ability on predicting model. The research applied a Hybrid filtering recommender system that consisted of the two mainly techniques on predicting model and generating the similarity grouping for construction industry services. For the evaluation of the research represented that the measurement results were as 92.85% for precision, 86.67% for recall and 89.69% for f-measure respectively.

According to research experiment, the developed a web application of Hybrid recommended system for construction industry services that supported the customers and sale department for gathering the customer requirements and improving the efficiency, accuracy and cost effectiveness of company.

Keywords: Recommender system, Contented-based recommendation, Collaborative filtering recommendation, Hybrid filtering recommendation, Construction industry.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วฤษาย์ รัมสายหยุด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และงานวิจัยนี้ ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้งานวิจัย การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในการประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ ครั้งที่ 4 (4th CRCI 2017) จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการ บริษัทและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ในการนำผลการวิจัยฉบับนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการวางแผน พัฒนากลยุทธ์และวิธีการเสนอขายสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้าได้ตรงตามเป้าหมายและความ ต้องการของลูกค้าได้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการดำเนินธุรกิจและเพิ่มขีด ความสามารถในการแข่งขันให้กับธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้าง

สลักจิต สีวันนา
กรกฎาคม 2560

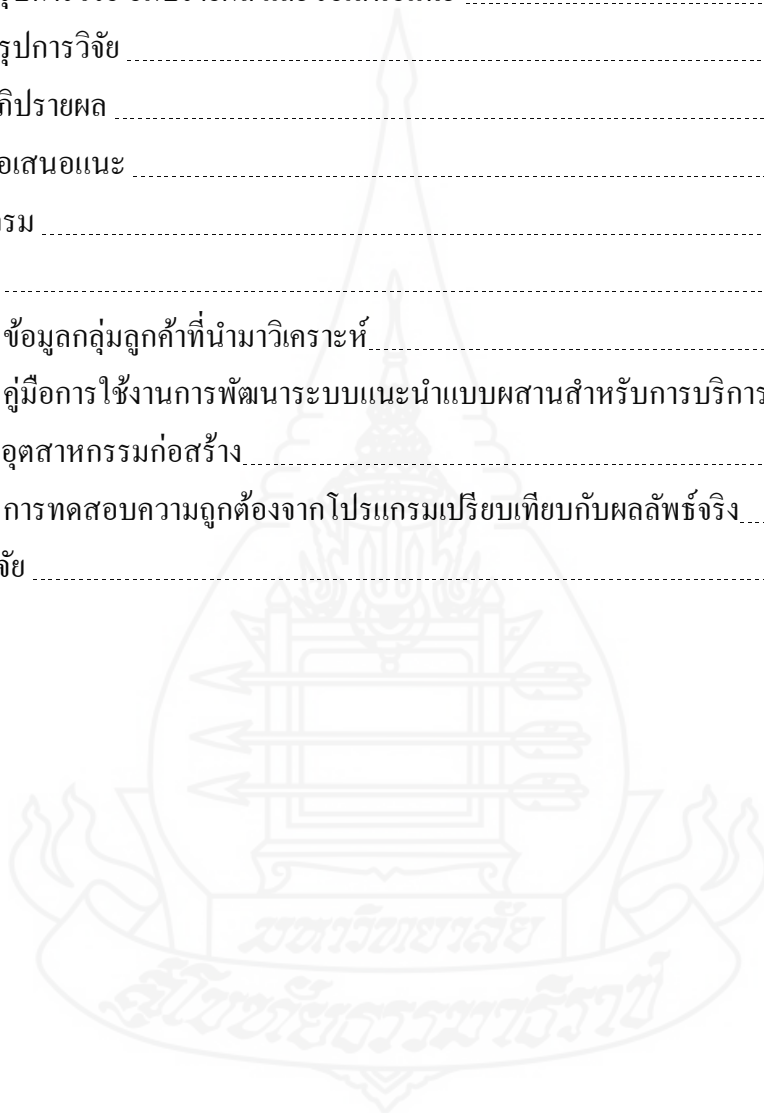


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
การทำเหมืองข้อมูล	5
ระบบแนะนำ	14
ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา	14
ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม	16
ระบบแนะนำแบบผสม	20
อุตสาหกรรมก่อสร้าง	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	36
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	36
รูปแบบการวิจัยและพัฒนา	38
การวิเคราะห์ข้อมูล	39
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
การพัฒนาบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง	53
การประเมินค่าความถูกต้อง ค่าการเรียกคืนและค่าประสิทธิภาพของระบบแนะนำ	

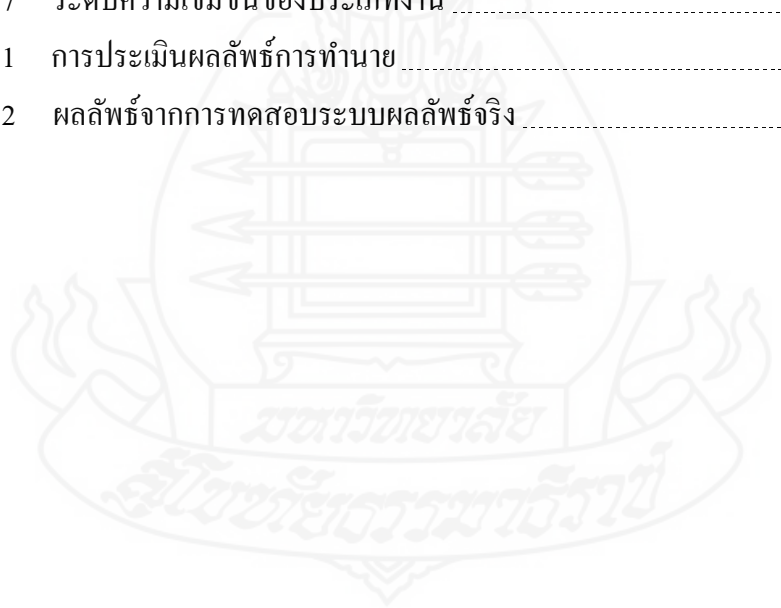
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แบบพसानสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง.....	56
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	58
สรุปการวิจัย	58
อภิปรายผล	59
ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	64
ก ข้อมูลกลุ่มลูกค้าที่นำมาวิเคราะห์	65
ข คู่มือการใช้งานการพัฒนาระบบแนะนำแบบพसानสำหรับการบริการใน อุตสาหกรรมก่อสร้าง.....	71
ค การทดสอบความถูกต้องจากโปรแกรมเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง.....	75
ประวัติผู้วิจัย	97



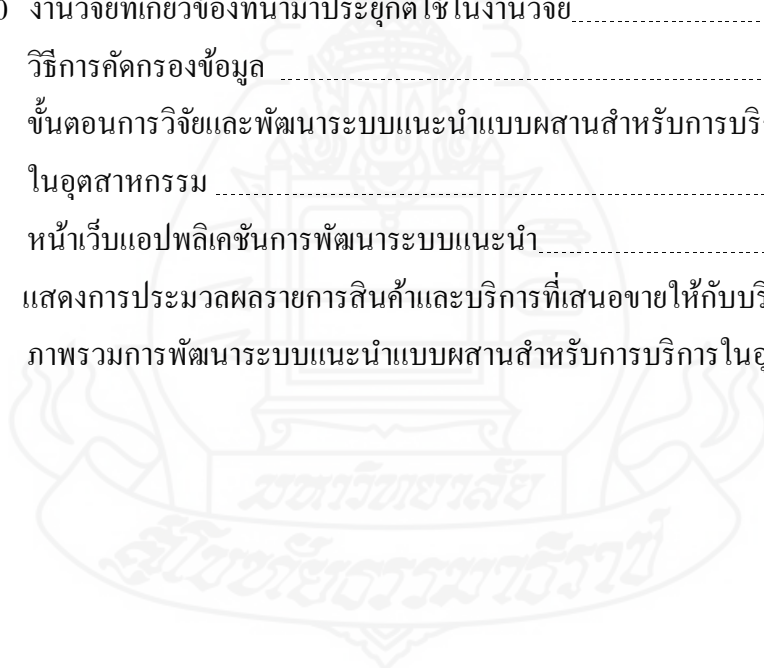
สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	การให้คะแนนบทเพลงตามความชอบของผู้ใช้..... 15
ตารางที่ 2.2	ประเภทต่างๆของเพลง..... 16
ตารางที่ 2.3	ข้อมูลผู้ใช้ที่ชอบฟังเพลงประเภทต่างๆ..... 18
ตารางที่ 2.4	การแสดงค่าน้ำหนักของผู้ใช้ที่มีต่อประเภทของเพลง..... 21
ตารางที่ 3.1	การเลือกซื้อของลูกค้าแต่ละประเภทกลุ่มสินค้า..... 39
ตารางที่ 3.2	ระบบต่างๆ ของประเภทงาน..... 40
ตารางที่ 3.3	การเลือกซื้อโดยรวมของลูกค้าที่เลือกซื้องานแต่ละประเภทในแต่ละระบบ..... 41
ตารางที่ 3.4	ค่าน้ำหนักของลูกค้าที่มีต่อประเภทของงาน..... 43
ตารางที่ 3.5	ค่าน้ำหนักความสนใจ(weights)ที่กลุ่มลูกค้ามีต่อระบบ..... 46
ตารางที่ 3.6	ค่าน้ำหนักการเลือกซื้อสินค้าที่ลูกค้ามีต่อระบบ..... 48
ตารางที่ 3.7	ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน..... 51
ตารางที่ 4.1	การประเมินผลลัพธ์การทำงาน..... 56
ตารางที่ 4.2	ผลลัพธ์จากการทดสอบระบบผลลัพธ์จริง..... 57



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1	วิวัฒนาการของการทำเหมืองข้อมูล..... 6
ภาพที่ 2.2	ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล..... 7
ภาพที่ 2.3	ส่วนประกอบหรือสถาปัตยกรรมของการทำเหมืองข้อมูล..... 8
ภาพที่ 2.4	ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล..... 9
ภาพที่ 2.5	เทคนิคต่างๆของการทำเหมืองข้อมูล..... 10
ภาพที่ 2.6	กระบวนการทำงานของระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม..... 17
ภาพที่ 2.7	ชนิดของงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง..... 23
ภาพที่ 2.8	งานต่างๆ ในการก่อสร้างอาคาร..... 25
ภาพที่ 2.9	ฝ่ายหลัก ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง..... 27
ภาพที่ 2.10	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย..... 35
ภาพที่ 3.1	วิธีการคัดกรองข้อมูล..... 37
ภาพที่ 3.2	ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการ ในอุตสาหกรรม..... 38
ภาพที่ 4.1	หน้าเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาระบบแนะนำ..... 53
ภาพที่ 4.2	แสดงการประมวลผลรายการสินค้าและบริการที่เสนอขายให้กับบริษัทกลุ่มลูกค้า....54
ภาพที่ 4.3	ภาพรวมการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม..... 55



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันบริษัทที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจจอสั่งหาทรัพยากรมีการแข่งขันกันสูงมากขึ้น ฉะนั้นจะต้องมีการวางแผนทางการตลาดของบริษัทให้มีประสิทธิภาพและสร้างกำไรให้กับบริษัทมากที่สุด โดยนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่หรือข้อมูลลูกค้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ และนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาทำการสืบค้นความรู้ที่สนใจ คือการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) (Han, J. and M. Kamber., 2001) เพื่อสกัด วิเคราะห์ กลั่นกรองข้อมูลที่น่าสนใจบนฐานข้อมูล และได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการบริหารจัดการทางธุรกิจของบริษัทได้ เช่น การนำข้อมูลไปใช้ประกอบการนำเสนอลูกค้า ทำให้บริษัทเข้าใจพฤติกรรมของลูกค้ามากขึ้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบสนับสนุนการนำเสนอระบบแนะนำโดยสร้างโมเดลการวิเคราะห์อัตโนมัติในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน มาช่วยให้พนักงานหาลูกค้าได้ง่ายขึ้น ที่สะดวกและตรงตามความต้องการของลูกค้า ช่วยให้พนักงานสามารถนำเสนอขายกับลูกค้าได้ตามเป้าหมายมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานในการเพิ่มยอดขาย ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลมีหลายเทคนิคด้วยกัน ได้แก่ เทคนิคการแบ่งกลุ่ม (Clustering) (Houqun yang, Jingsheng lei, FaFu., 2007) เช่น คน สัตว์ สิ่งของ มีทั้งวิธีเคมีน (K-mean) เป็นการตัดแบ่ง (Partition) วัตถุออกเป็น K กลุ่ม โดยแทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของกลุ่มในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน, การแบ่งลำดับชั้น (Hierarchical) เป็นการจัดเรียงตามลำดับความสำคัญ หน่วยที่ใหญ่กว่าสำคัญกว่า จะอยู่เหนือกว่า หรืออยู่ก่อน หน่วยเล็กกว่าหรือหน่วยย่อยจะเรียงลำดับถัดลงมาหรืออยู่หลัง และการแบ่งคลาส (K-nearest) โดยการตรวจสอบจำนวนบางจำนวน K ของกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวม (Count up) ของจำนวนเงื่อนไขหรือกรณีต่างๆ สำหรับแต่ละคลาส เป็นต้น ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มลูกค้าได้อย่างเดียว เทคนิคการจัดกลุ่ม (Classification) (Jiawei han and micheline kamber, 2001) เป็นการจัดกลุ่มให้อยู่ตรงตามประเภทที่ได้กำหนดไว้ มีวิธีการต่างๆ ได้แก่ เครือข่ายแบบเบย์ (Bayesian network) เป็นการจำแนกข้อมูลด้วยกฎ (Rule based classifiers), การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยใช้คุณลักษณะข้อมูลในการจำแนกประเภท เป็นต้น เป็นการ

ทำนายผลลัพธ์ที่มีอยู่ ไม่มีการแนะนำหรือเสนอผลลัพธ์ใหม่ๆ และเทคนิคระบบผู้แนะนำ (Recommender system) เป็นระบบที่ทำให้ผู้ใช้มีทางเลือกหลากหลายโดยไม่ต้องวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกเอง แต่อาศัยระบบเป็นผู้ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ Recommender system (Oard, D., & Kim, J., 1998) เป็นระบบที่ถูกนำมาใช้เพื่อพยายามแนะนำเสนอสินค้าหรือบริการที่คาดว่าผู้ใช้น่าจะสนใจหรืออาจจะเป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ โดยมีอัลกอริทึมเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ใช้ประมวลผลข้อมูลเพื่อให้การแนะนำข้อมูลออกมาให้ตรงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปก็จะมีอยู่ 3 วิธีหลักคือ ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Contented-based recommender), ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering recommender) และการระบบแนะนำแบบผสม (Hybrid filtering recommender)

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนา ระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งใช้การกรองข้อมูลแบบผสม (Hybrid) โดยการรวมระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) และระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) เข้าด้วยกัน เพื่อลดข้อจำกัดในด้านการทำนายผลลัพธ์ที่ไม่สอดคล้องตามเป้าหมาย ความต้องการของลูกค้าและก่อให้เกิดปัญหาความความไม่ถูกต้องของข้อมูลได้ โดยมีขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน 1) การหาค่าความคล้ายคลึงของรายการข้อมูล 2) การทำนายผลตามวิธีแบบระบบแนะนำแบบผสม และ 3) พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำ

คำสำคัญ: ระบบผู้แนะนำ ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ระบบแนะนำแบบผสม อุตสาหกรรมก่อสร้าง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 พัฒนาระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2.2 ประเมินค่าความถูกต้อง ค่าการเรียกคืนและค่าประสิทธิภาพของระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัยและพัฒนา

3.1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหาและระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม

3.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบแนะนำแบบผสมการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3.1.3 พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาทำเป็นโมเดลคือกลุ่มลูกค้าที่พนักงานขายได้ติดต่อเสนอ บริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 นำข้อมูลมาเข้าสู่การวิเคราะห์แบบผสม (Hybrid recommender system) เพื่อสร้างโมเดลและทดสอบความถูกต้อง

3.3.2 นำโมเดลที่ได้มาพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชัน

3.4 เครื่องมือการวิจัย

3.4.1 ใช้ซอฟต์แวร์ PHP และ MySQL พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ๆ

4.2 ระบบผู้แนะนำ (Recommender system) คือ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ให้การแนะนำสินค้าหรือบริการที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบและพฤติกรรมของลูกค้าแต่ละคน โดยอาศัยข้อมูลของผู้ใช้งานร่วมกับข้อมูลประกอบภายนอกมาใช้ในการวิเคราะห์คัดกรองให้ได้สิ่งที่มีความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน

4.3 ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based recommendation) คือ ระบบแนะนำที่ใช้พื้นฐานจากข้อมูล จากรายละเอียดเนื้อหาของข้อมูลนั้น ๆ ในการนำเสนอระบบการให้คำแนะนำ

4.4 ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering recommendation) คือ ระบบแนะนำที่ใช้ข้อมูลในระบบเป็นจำนวนมากที่มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกันกับผู้ใช้ในการนำเสนอแนะนำวัตถุนั้นๆ

4.5 ระบบแนะนำแบบผสมผสาน (Hybrid filtering) คือ ระบบแนะนำที่เป็นการกรองข้อมูล โดยการรวม Content-based และ Collaborative filtering เข้าด้วยกัน

4.6 อุตสาหกรรมก่อสร้าง (Construction industry) คือ งานก่อสร้างที่ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น ฐานราก เสา คาน พื้น กำแพง ประตู หน้าต่าง หลังคา รวมไปถึง งานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบประปา ระบบสุขาภิบาล ระบบการตกแต่งภายใน ลิฟต์ และอุปกรณ์อาคารอื่น ๆ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้ศึกษาหลักการพัฒนาของระบบแนะนำแบบผสมผสาน ที่สามารถนำมาวิเคราะห์และออกแบบระบบแนะนำแบบผสมผสานการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้

5.2 ได้นำผลการวิเคราะห์และออกแบบระบบแนะนำแบบผสมผสานการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างในส่วนของระบบการขาย

5.3 ได้ระบบแนะนำแบบผสมผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริงในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับองค์กร

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การทำเหมืองข้อมูล
2. ระบบผู้แนะนำ
3. ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา
4. ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม
5. ระบบแนะนำแบบผสาน
6. อุตสาหกรรมก่อสร้าง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูลกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ๆ (อคุลย์ ยิ้มงาม: 17/06/54)

1.1 แนวคิดทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data mining)

การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท ทั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม

โดยการทำเหมืองข้อมูลเปรียบเทียบบิวฒนาการหนึ่งในการจัดเก็บและตีความหมายข้อมูล จากเดิมที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างง่าย ๆ มาสู่การจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูลที่สามารถดึงข้อมูลสารสนเทศมาใช้จนถึงการทำเหมืองข้อมูลที่สามารถค้นพบความรู้ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล หรือจะแยกๆ เป็นข้อๆ ได้ดังนี้

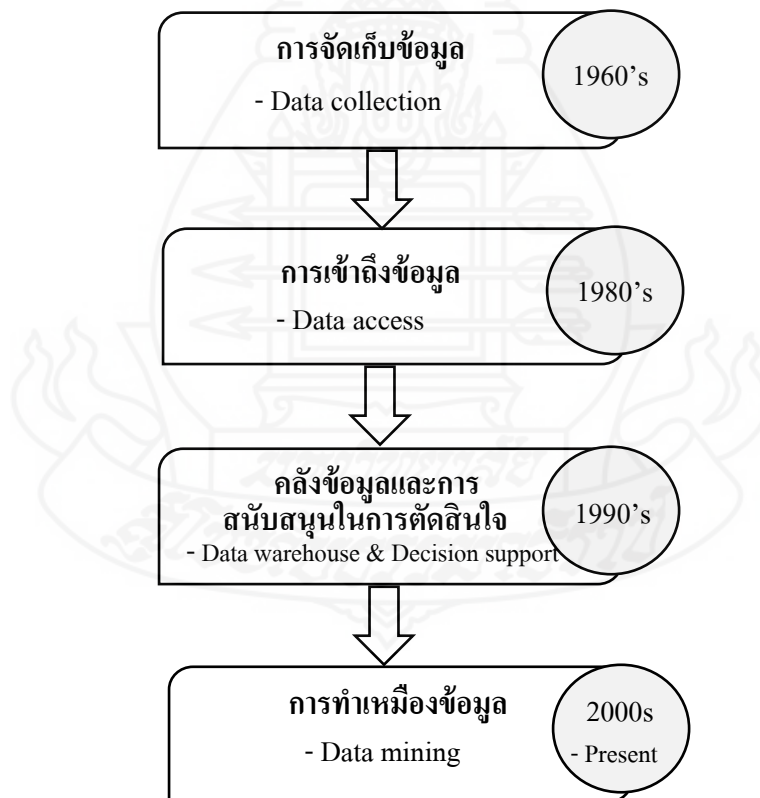
1.1.1 กระบวนการหรือการเรียงลำดับของการค้นข้อมูลจำนวนมาก และเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 การนำมาใช้โดยหน่วยงานทางธุรกิจและนักวิเคราะห์ทางการเงิน หรือการนำมาใช้งานในด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเอาข้อมูลขนาดใหญ่ที่สร้างโดยวิธีการทดลองและการสังเกตการณ์ที่ทันสมัย

1.1.3 การสกัดหรือแยกข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่หรือฐานข้อมูล

1.1.3 การวางแผนทรัพยากรขององค์กรโดยสามารถวิเคราะห์ทางสถิติ และตรรกะของข้อมูลขนาดใหญ่เป็นการมองหารูปแบบที่สามารถช่วยการตัดสินใจได้ (Visit, 2554:4)

1.2 วิวัฒนาการของการทำเหมืองข้อมูล



ภาพที่ 2.1 วิวัฒนาการของการทำเหมืองข้อมูล

จากภาพที่ 2.1 วิวัฒนาการของการทำเหมืองข้อมูล สามารถอธิบายได้ ดังนี้

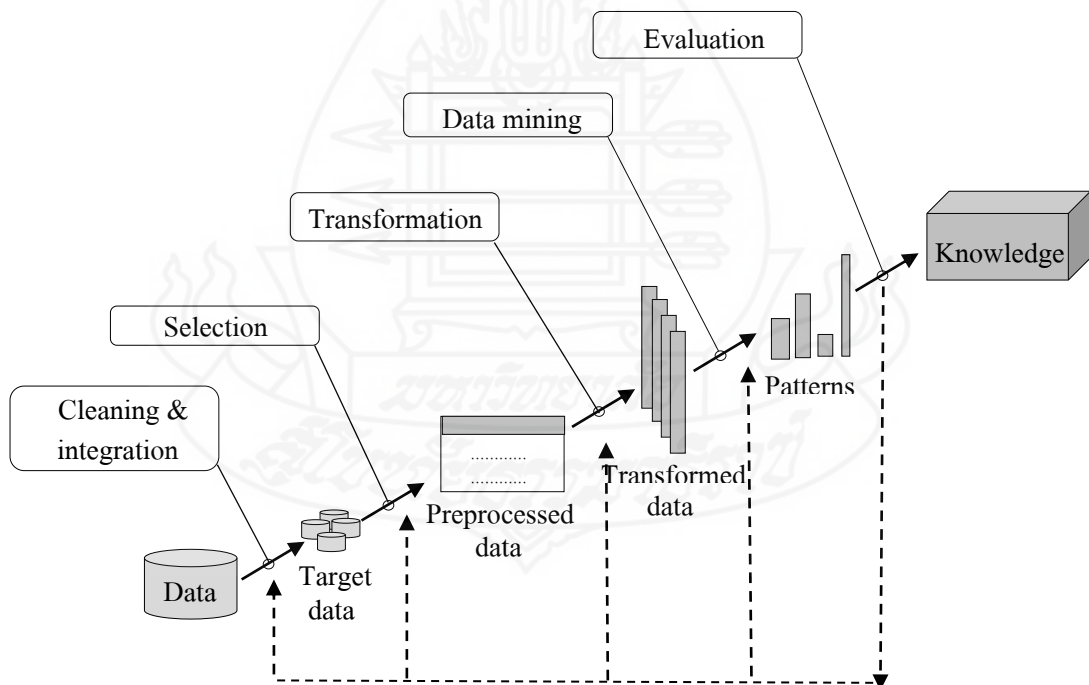
1.2.1 ปีคริสต์ศักราช 1960 การจัดเก็บข้อมูล (Data collection) คือ การนำข้อมูลมาจัดเก็บอย่างเหมาะสมในอุปกรณ์ที่น่าเชื่อถือและป้องกันการสูญหายได้เป็นอย่างดี

1.2.2 ปีคริสต์ศักราช 1980 การเข้าถึงข้อมูล (Data access) คือ การนำข้อมูลที่จัดเก็บมาสร้างความสัมพันธ์ต่อกันในข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์ และการตัดสินใจอย่างมีคุณภาพ

1.2.3 ปีคริสต์ศักราช 1990 คลังข้อมูลและการสนับสนุนในการตัดสินใจ (Data warehouse & decision support) คือ การรวบรวมข้อมูลมาจัดเก็บลงในฐานข้อมูลขนาดใหญ่โดยครอบคลุมทุกด้านขององค์กร เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ

1.2.4 ปีคริสต์ศักราช 2000 การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) คือ การนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์และประมวลผล โดยการสร้างแบบจำลองและความสัมพันธ์ทางสถิติ (อคุลย์ ยี่มงาม, 2554)

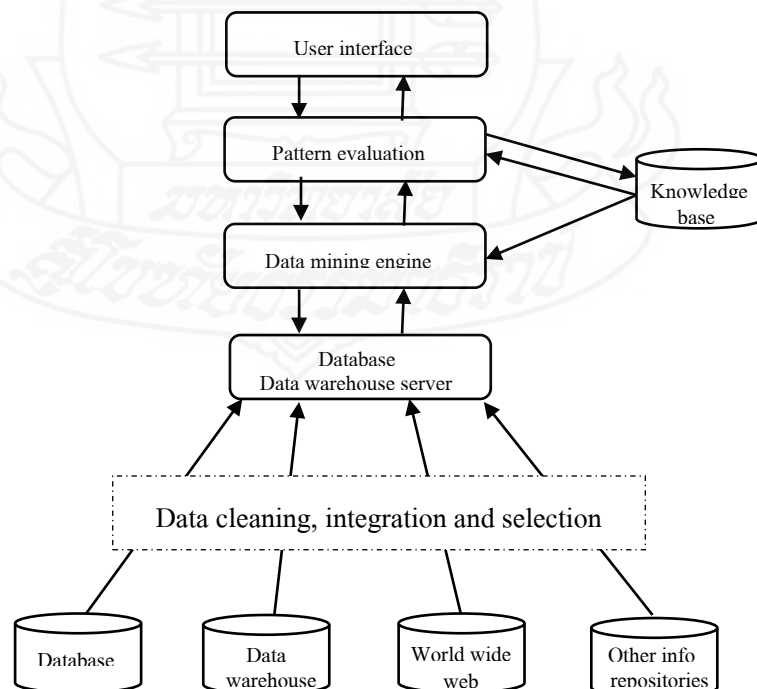
1.3 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

จากภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล สามารถขยายได้ ดังนี้

- 1.3.1 การคัดกรองข้อมูล (Data cleaning)** เป็นขั้นตอนสำหรับการคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
- 1.3.2 การรวมข้อมูล (Data integration)** เป็นขั้นตอนการรวมข้อมูลที่มีหลายแหล่งให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน
- 1.3.3 การเลือกข้อมูล (Data selection)** เป็นขั้นตอนการดึงข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์จากแหล่งที่บันทึกไว้
- 1.3.4 การแปลงข้อมูล (Data transformation)** เป็นขั้นตอนการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน
- 1.3.5 การทำเหมืองข้อมูล (Data mining)** เป็นขั้นตอนการค้นหารูปแบบที่เป็นประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่
- 1.3.6 การประเมินรูปแบบ (Pattern evaluation)** เป็นขั้นตอนการประเมินรูปแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล
- 1.3.7 การนำเสนอความรู้ (Knowledge representation)** เป็นขั้นตอนการนำเสนอความรู้ที่ค้นพบ โดยใช้เทคนิคในการนำเสนอเพื่อให้เข้าใจ (อดุลย์ ยิ้มงาม: 17/06/54)
- 1.4 ส่วนประกอบหรือสถาปัตยกรรมของการทำเหมืองข้อมูล**



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบหรือสถาปัตยกรรมของการทำเหมืองข้อมูล

จากภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบหรือสถาปัตยกรรมของการทำเหมืองข้อมูล สามารถอธิบายได้ ดังนี้

1.4.1 *ฐานข้อมูล คลังข้อมูล เวิลด์ไวด์เว็บและที่เก็บข้อมูลอื่นๆ (Database, Data warehouse, World wide web and other info repositories)* เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการทำเหมืองข้อมูล

1.4.2 *ฐานข้อมูลหรือคลังข้อมูล (Database or Data warehouse server)* ทำหน้าที่นำเข้าข้อมูลตามคำขอของผู้ใช้

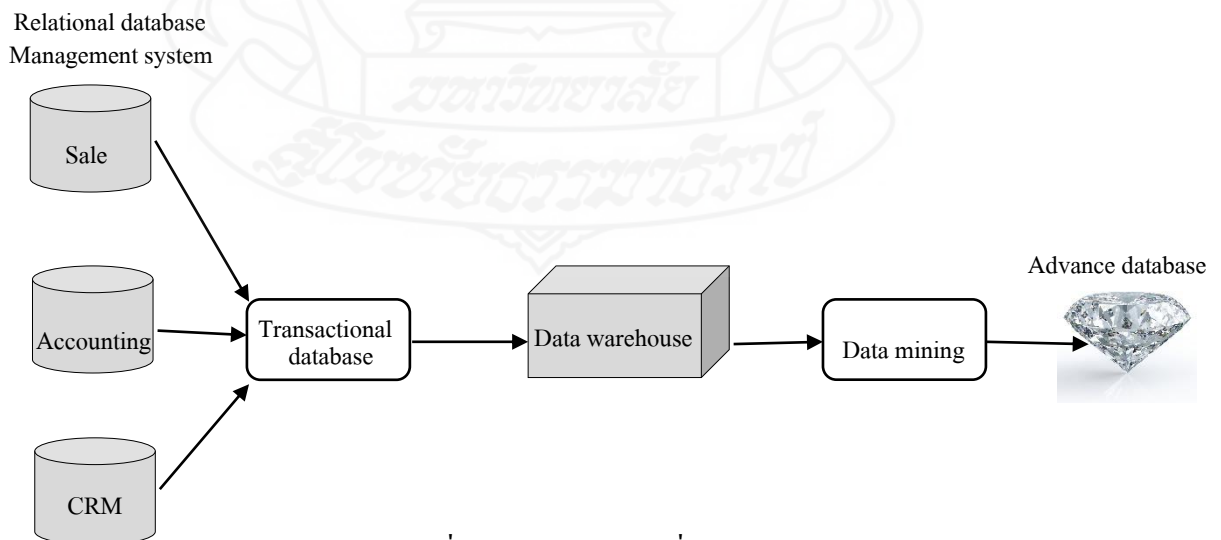
1.4.3 *ฐานความรู้ (Knowledge base)* ได้แก่ ความรู้เฉพาะด้านในงานที่ทำจะเป็นประโยชน์ต่อการสืบค้น หรือประเมินความน่าสนใจของรูปแบบผลลัพธ์ที่ได้

1.4.4 *เครื่องมือการทำเหมืองข้อมูล (Data mining engine)* เป็นส่วนประกอบหลักประกอบด้วยโมดูลที่รับผิดชอบงานทำเหมืองข้อมูลประเภทต่างๆ ได้แก่ การหาความสัมพันธ์ การจำแนกประเภท การจัดกลุ่ม

1.4.5 *โมดูลการประเมินรูปแบบ (Pattern evaluation module)* ทำงานร่วมกับเครื่องมือการทำเหมืองข้อมูล (Data mining engine) โดยใช้มาตรวัดความน่าสนใจในการกลั่นกรองรูปแบบผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อให้การค้นหามุ่งเน้นเฉพาะรูปแบบที่น่าสนใจ

1.4.6 *หน้าจอผู้ใช้งาน (User interface)* ส่วนติดต่อประสานระหว่างผู้ใช้กับระบบการทำเหมืองข้อมูลช่วยให้ผู้ใช้สามารถระบุงานทำเหมืองข้อมูลที่ต้องการทำ ดูข้อมูลหรือโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล ประเมินผลลัพธ์ที่ได้ (อคุลย์ ยิ้มงาม, 2554)

1.5 ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล



ภาพที่ 2.4 ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล

จากภาพที่ 2.4 ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล สามารถขยายได้ ดังนี้

1.5.1 ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database management system)

เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของตาราง โดยในแต่ละตารางจะประกอบไปด้วยแถวและคอลัมน์ ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดสามารถแสดงได้โดย แบบจำลองความสัมพันธ์ของเอนทิตี (Entity Relationship Model)

1.5.2 คลังข้อมูล (Data warehouses) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง

มาเก็บไว้ในรูปแบบเดียวกันและรวบรวมไว้ในที่ๆ เดียวกัน

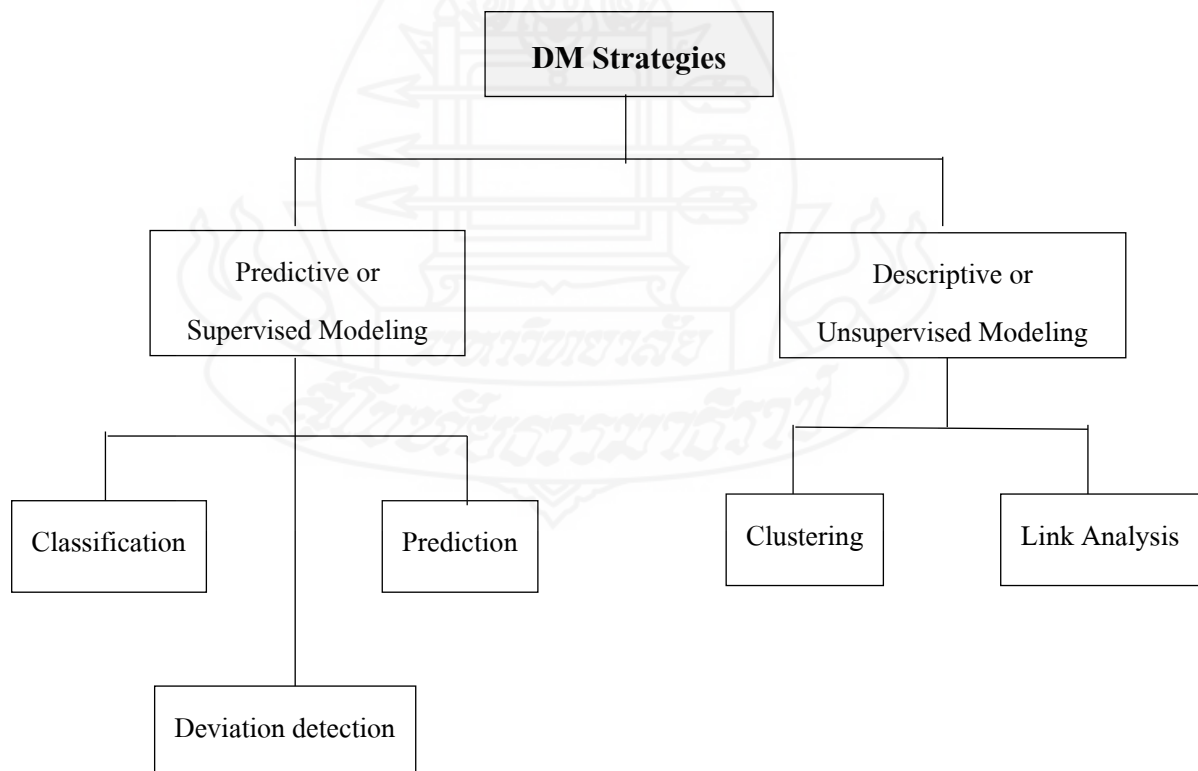
1.5.3 การทำธุรกรรมในฐานข้อมูล (Transactional database) ประกอบด้วยข้อมูล

ที่แต่ละทรานแซกชันแทนด้วยเหตุการณ์ในขณะใดขณะหนึ่ง เช่น โบนัสจรับเงิน จะเก็บข้อมูลในรูปแบบชื้อลูกค้าและรายการสินค้าที่ลูกค้ารายชื้อ

1.5.4 ฐานข้อมูลขั้นสูง (Advanced database) เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบ

อื่นๆ เช่น ข้อมูลแบบ Object-oriented ข้อมูลที่เป็น Text file ข้อมูลมัลติมีเดีย ข้อมูลในรูปแบบของ Web (อคุลย์ ยี่มงาม, 2554)

1.6 เทคนิคต่างๆของการทำเหมืองข้อมูล



ภาพที่ 2.5 เทคนิคต่างๆของการทำเหมืองข้อมูล

จากภาพที่ 2.5 เทคนิคต่างๆของการทำเหมืองข้อมูล สามารถขยายได้ ดังนี้

1.6.1 การค้นพบกฎความสัมพันธ์ (Association rule discovery) เป็นเทคนิคหนึ่งของ Data mining ที่สำคัญ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับงานต่าง ๆ หลักการทำงานของวิธีนี้ คือ การค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือมากจากการวิเคราะห์การซื้อสินค้าของลูกค้าเรียกว่า “ Market basket analysis ” ซึ่งประเมินจากข้อมูลในตารางที่รวบรวมไว้ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งการวิเคราะห์แบบนี้เป็นการใช้ “ กฎความสัมพันธ์ ” (Association rule) เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

1.6.2 การจำแนกและการทำนาย (Classification & prediction) เป็นกระบวนการสร้าง Model จัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ ตัวอย่างเช่น จัดกลุ่มนักเรียนว่า ดีมาก ดีปานกลาง ไม่ดี โดยพิจารณาจากประวัติและผลการเรียน หรือแบ่งประเภทของลูกค้าว่าเชื่อถือได้หรือไม่โดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่ Prediction เป็นการทำนายค่าที่ต้องการจากข้อมูลที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น หายอดขายของเดือนถัดไปจากข้อมูลที่มีอยู่ หรือทำนายโรคจากอาการของคนไข้ในอดีต เป็นต้น

1.6.3 การแบ่งกลุ่มฐานข้อมูลหรือการแบ่งส่วน (Database clustering หรือ Segmentation) เป็นเทคนิคการลดขนาดของข้อมูลด้วยการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน

1.6.4 การตรวจสอบค่าเบี่ยงเบน (Deviation detection) เป็นกรรมวิธีในการหาค่าที่แตกต่างไปจากค่ามาตรฐานหรือค่าที่คาดคิดไว้ว่าต่างไปมาน้อยเพียงใด โดยทั่วไปมักใช้วิธีการทางสถิติ หรือการแสดงให้เห็นภาพ (Visualization) สำหรับเทคนิคนี้ใช้ในการตรวจสอบ ลายเซ็นปลอม หรือบัตรเครดิตปลอม รวมทั้งการตรวจหาจุดบกพร่องของชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม

1.6.5 การวิเคราะห์ลิ้งค์ (Link analysis) จุดมุ่งหมายของ Link analysis คือ การสร้าง Link ที่เรียกว่า “ Associations” ระหว่าง Reccode เดียว หรือ กลุ่มของ Reccode ในฐานข้อมูล Link analysis สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) การค้นพบความสัมพันธ์ (Associations discovery)
- 2) การค้นพบรูปแบบลำดับ (Sequential pattern discovery)
- 3) การค้นหาลำดับเวลาที่คล้ายกัน (Similar time sequence discovery)

(ที่มา: <http://std.kku.ac.th>, สืบค้นเมื่อ 25/06/54)

1.7 ปัจจัยที่ทำให้การทำเหมืองข้อมูลเป็นที่ได้รับความนิยม

1.7.1 จำนวนและขนาดข้อมูลขนาดใหญ่ถูกผลิตและขยายตัวอย่าง

รวดเร็ว การสืบค้นความรู้จะมีความหมายก็ต่อเมื่อฐานข้อมูลที่ใช้มีขนาดใหญ่มาก ปัจจุบันมีจำนวนและขนาดข้อมูลขนาดใหญ่ที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยผ่านทาง Internet ดาวเทียม และแหล่งผลิตข้อมูล อื่น ๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด เครดิตการ์ดและอีคอมเมิร์ซ

1.7.2 ข้อมูลถูกจัดเก็บเพื่อนำไปสร้างระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ

(Decision support system) เพื่อเป็นการง่ายต่อการนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ ส่วนมากข้อมูลจะถูกจัดเก็บแยกมาจากระบบปฏิบัติการ (Operational system) โดยจัดอยู่ในรูปของคลังหรือเหมืองข้อมูล (Data warehouse) ซึ่งเป็นการง่ายต่อการนำเอาไปใช้ในการสืบค้นความรู้

1.7.3 ระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงมีราคาต่ำลง เทคนิค Data mining

ประกอบไปด้วย Algorithm ที่มีความซับซ้อนและความต้องการการคำนวณสูง จึงจำเป็นต้องใช้งานกับระบบ Computer สมรรถนะสูง ปัจจุบันระบบ Computer สมรรถนะสูงมีราคาต่ำลง พร้อมด้วยเริ่มมีเทคโนโลยีที่นำเครื่อง Microcomputer จำนวนมากมาเชื่อมต่อกันโดยเครือข่ายความเร็วสูง (PC Cluster) ทำให้ได้ระบบ Computer สมรรถนะสูงในราคาต่ำ

1.7.4 การแข่งขันอย่างสูงในด้านอุตสาหกรรมและการค้า เนื่องจาก

ปัจจุบันมีการแข่งขันอย่างสูงในด้านอุตสาหกรรมและการค้า มีการผลิตข้อมูลไว้อย่างมากมายแต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นการจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องควบคุมและสืบค้นความรู้ที่ถูกซ่อนอยู่ในฐานข้อมูลความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในการจัดการในระบบต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความรู้เหล่านี้ถือว่าเป็นผลิตผลอีกชั้นหนึ่งเลยทีเดียว (อตุลย์ ยิ้มงาม, 2554)

1.8 การประยุกต์ใช้งานการทำเหมืองข้อมูล

1.8.1 ธุรกิจค้าปลีกสามารถใช้งาน Data mining ในการพิจารณาหากล

ยุทธ์ให้เป็นที่สนใจกับผู้บริโภคในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ที่วางในชั้นวางของจะจัดการอย่างไรถึงจะเพิ่มยอดขายได้ เช่นที่ Midas ซึ่งเป็นผู้แทนจำหน่ายอะไหล่สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ งานที่ต้องทำคือการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับจากสาขาทั้งหมด ซึ่งจะต้องทำการรวบรวมและวิเคราะห์อย่างทันทั่วถึง

1.8.2 กิจการโทรคมนาคม เช่นที่ Bouygues telecom ได้นำมาใช้

ตรวจสอบการ โกงโดยวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานของสมาชิกลูกค้าในการใช้งานโทรศัพท์ เช่น คาบเวลาที่ใช้จุดหมายปลายทาง ความถี่ที่ใช้ ฯลฯ และคาดการณ์ข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ในการชำระเงิน เทคนิคนี้ยังได้ถูกนำมาใช้กับลูกค้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งระบบสามารถตรวจสอบได้ว่าที่

ใดที่เสี่ยงที่จะสูญเสียลูกค้าสูงในการแข่งขัน France telecom ได้ค้นหาวิธีรวมกลุ่มผู้ใช้ให้เป็นหนึ่งเดียวด้วยการสร้างแรงดึงดูดในเรื่องค่าใช้จ่ายและพัฒนาเรื่องความจงรักภักดีต่อตัวสินค้า

1.8.3 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ เก็บรวบรวมลักษณะและราคาของ

ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสร้างโมเดลด้วยเทคนิค Data mining และใช้โมเดลในการทำนายราคาผลิตภัณฑ์ตัวอื่น ๆ

1.8.4 การวิเคราะห์บัตรเครดิต

1) ช่วยบริษัทเครดิตการ์ดตัดสินใจในการที่จะให้เครดิตกับลูกค้าหรือไม่
2) แบ่งประเภทของลูกค้าว่ามีความเสี่ยงในเรื่องเครดิต ต่ำ ปานกลาง หรือสูง

3) ป้องกันปัญหาเรื่องการทุจริตบัตรเครดิต

1.8.5 การวิเคราะห์ลูกค้า

1) ช่วยแบ่งกลุ่มและวิเคราะห์ลูกค้าเพื่อที่จะผลิตและเสนอสินค้าได้ตรงตามกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่ม
2) ทำนายว่าลูกค้าคนใดจะเลิกใช้บริการจากบริษัทภายใน 6 เดือนหน้า

1.8.6 การวิเคราะห์การขาย

1) พบว่าร้อยละ 70 ของลูกค้าที่ซื้อโทรทัศน์แล้วจะซื้อวิดีโอตามมา ดังนั้นผู้จัดการจึงควรมุ่งไปลูกค้าที่ซื้อโทรทัศน์ แล้วจึงส่งเมลไปยังลูกค้าเหล่านั้นเพื่อที่จะเชิญชวน หรือให้ข้อเสนอที่ดี เพื่อให้ลูกค้ามาซื้อวิดีโอในครั้งต่อไป

2) ช่วยในการโฆษณาสินค้าได้อย่างเหมาะสมและตรงตามเป้าหมาย

3) ช่วยในการจัดวางสินค้าได้อย่างเหมาะสม

1.8.7 การทำเหมืองข้อความ (Text mining) เป็นการปรับใช้ Data mining มาอยู่ในรูปของข้อมูลตัวอักษรซึ่งเป็นรูปแบบของภาษาเครื่อง SDP infoware ตัวอย่างของงานคือใช้เป็นเครื่องมือตรวจระดับความพึงพอใจของผู้ที่เข้าชมนิทรรศการ โดยผ่านการประมวลผลจากแบบสอบถาม

1.8.8 พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce)

1) เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของลูกค้าในการท่องเว็บ เช่น ลูกค้าไปที่ web ใดตามลำดับก่อนหลัง

2) เพื่อปรับปรุงเว็บไซต์ (web site) เช่น พิจารณาว่าส่วนใดของ web ที่ควรปรับปรุงหรือควรเรียงลำดับการเชื่อมโยงในแต่ละหน้าอย่างไรเพื่อให้สะดวกกับผู้เข้าชม (อดุลย์ ยี่มงาม, 2554)

2. ระบบแนะนำ (Recommender system)

ระบบผู้แนะนำ (Recommender system) คือ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ให้การแนะนำสินค้าหรือบริการที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบและพฤติกรรมของลูกค้าแต่ละคน โดยอาศัยข้อมูลของผู้ใช้งานร่วมกับข้อมูลประกอบภายนอกมาใช้ในการวิเคราะห์คัดกรองให้ได้สิ่งที่มีความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน สำหรับการสร้างระบบแนะนำนั้นสามารถสร้างได้โดยหลายวิธีการด้วยกัน (Adomavicius&Tuzhilin, 2005)

ระบบแนะนำสามารถดำเนินการโดยใช้หลักการที่เป็นที่นิยมใช้กัน 3 วิธี ดังต่อไปนี้

- 2.1 ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based recommendation)
- 2.2 ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering recommendation)
- 2.3 ระบบแนะนำแบบผสมผสาน (Hybrid filtering recommendation)

3. ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based recommendation) (ชาริญและไพโรสน, 2552)

ระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based recommendation) คือ ระบบแนะนำที่ใช้พื้นฐานจากข้อมูล จากรายละเอียดเนื้อหาของข้อมูลนั้น ๆ ในการนำเสนอระบบการให้คำแนะนำ

เป็นเทคนิคหนึ่งในการนำเสนอระบบการให้คำแนะนำ ที่ใช้พื้นฐานจากข้อมูลจากรายละเอียดเนื้อหาของข้อมูลนั้น ๆ อัลกอริทึม (Algorithm) การเรียนรู้ของเครื่องในการแนะนำความชอบของผู้ใช้ ซึ่งจากลักษณะต่างๆ ที่เป็นรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ สามารถบ่งชี้ได้ว่าผู้ที่มีความชอบในลักษณะของเนื้อหาข้อมูลแบบใด ก็อาจจะมีความชอบในเนื้อหาของข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน อัลกอริทึม (Algorithm) ที่ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาของเอกสารนั้น เป็นการคำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่างเอกสาร กับ Profile ของผู้ใช้ อัลกอริทึม (Algorithm) ที่นิยมนำมาใช้ในการจัดกลุ่มเอกสารนั้น โดยทั่วไปแล้วมีด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันนั้นมีด้วยกัน 4 วิธีซึ่งสามารถสรุป ได้ดังนี้

3.1 เครือข่ายแบบเบย์ (Naïve bayes) อาศัยหลักการของความน่าจะเป็น Bayes' Theorem ง่ายต่อการสร้างตัวจำแนกหมวดหมู่และจำแนกได้เร็ว ความถูกต้องของผลลัพธ์น้อยกว่าวิธีการอื่น

3.2 การแบ่งคลาส (K-nearest neighbor) ใช้การวัดระยะห่างระหว่างเอกสารด้วยวิธี Euclidian distance ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูงและเรียนรู้เร็ว รองรับการทำงานกับข้อมูลจำนวนมาก หากมีคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องต่อการจำแนกหมวดหมู่ของเอกสารมากจะทำให้ความถูกต้องลดลง

3.3 ร็อคซิโอ (Rocchio) สร้างตัวแยกเอกสาร โดยคิดน้ำหนักของเทอม ง่ายต่อการสร้างตัวจำแนกหมวดหมู่ ถ้าเอกสารในกลุ่มมีแนวโน้มไม่อยู่ในกลุ่ม จะทำให้การจำแนกหมวดหมู่นั้นผิดพลาด

3.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine) หรือ SVM สร้างเส้นตรงเพื่อแบ่งเขต ข้อมูล 2 กลุ่มออกจากกัน รองรับจำนวนคุณลักษณะได้มาก และมีความถูกต้องสูงต้องเลือก Kernel function ที่เหมาะสม

ดังนั้นวิธีการนี้จะต้องมีการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงกัน (Similarity measure) ระหว่างข้อมูลหรือสินค้าที่ระบบมีอยู่กับความต้องการในตัวข้อมูลหรือสินค้าที่ลูกค้าต้องการ ซึ่ง Algorithm ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ การทำนายด้วยวิธีการหาสมาชิกที่ใกล้กันที่สุด K-NN (K-nearest neighbor) ซึ่งจะต้องมีการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูล (Standard euclidean distance) ข้อดีคือให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูง เรียนรู้เร็ว และรองรับข้อมูลจำนวนมาก

ซึ่ง Content-based (ชาริญและไพรสน, 2552) เป็นวิธีการหนึ่งของการทำ Information filtering โดยวิธีการทำงานของเทคนิคนี้คือจะให้ความสนใจเนื้อหาของข้อมูลเป็นสำคัญ เช่น คุณลักษณะ (Feature) เพื่อค้นหาข้อมูลที่ผู้ใช้คนนั้นสนใจ ดังตัวอย่างตารางที่ 2.1 การให้คะแนนภาพยนตร์ตามความชอบของผู้ใช้ (User-item-ratings=UIR)

ตารางที่ 2.1 การให้คะแนนบทเพลงตามความชอบของผู้ใช้

User \ Music	Music						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
U1	4	0	0	0	2	0	3
U2	0	2	0	4	0	4	0
U3	0	3	3	0	0	2	0
U4	0	3	0	4	0	0	3
U5	0	3	0	3	0	2	0

จากตารางที่ 2.1 ข้อมูลประกอบด้วย ผู้ใช้ (User) จำนวน 5 คน ($U = \{U1, U2, U3, U4, U5\}$) และมีบทเพลง (Music) จำนวน 7 เพลง ซึ่งรายการ (Item) แทนด้วยรายการเพลง ($M = \{M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7\}$) โดยผู้ใช้สามารถทำการจัดอันดับ (Ratings) ความชอบโดยรวมที่มีต่อบทเพลงแต่ละเพลงที่เคยฟังมาแล้ว ซึ่งกำหนดค่าคะแนน อยู่ในช่วง 1=ชอบน้อยสุดถึง 5=ชอบมากที่สุดตามลำดับ (0 หมายถึงผู้ใช้นั้นยังไม่เคยฟังบทเพลงนั้นมาก่อน)

ตารางที่ 2.2 ประเภทต่างๆของเพลง

Attribute Music	Classic	Jazz	Pop	Rock	Latin	Disco	Hip hop
M1	1	1	0	0	0	0	1
M2	0	0	1	0	0	0	0
M3	0	0	0	1	1	0	0
M4	1	1	1	0	0	1	0
M5	1	0	0	0	0	0	0
M6	0	1	1	0	0	0	0
M7	1	0	0	0	0	1	1

จากตารางที่ 2.2 แสดงประเภทต่างๆของบทเพลงต่างๆ (Item-attribute-values=IAB) อธิบายเกี่ยวกับประเภทของบทเพลงจำนวน 7 ประเภท ซึ่งคุณลักษณะ (Attribute) แทนด้วยประเภทบทเพลง ($A = \{\text{classical, jazz, pop, rock, latin, disco, hip hop}\}$) บทเพลงแต่ละเพลงจะถูกอธิบายด้วยคุณลักษณะของประเภทบทเพลง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วบทเพลงแต่ละเพลงอาจประกอบไปด้วยหลายประเภท โดยทั่วไปข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของบทเพลงนี้จะถูกแทนด้วยค่า 0=ไม่มีคุณลักษณะ และ 1=มีคุณลักษณะ ซึ่งวิธีการของเทคนิคดังกล่าวจะไม่ประสบกับปัญหาการให้ Rating ต่อชิ้นข้อมูลที่ไม่ทั่วถึง และปัญหาชิ้นข้อมูลที่ยังไม่ได้ให้ Rating

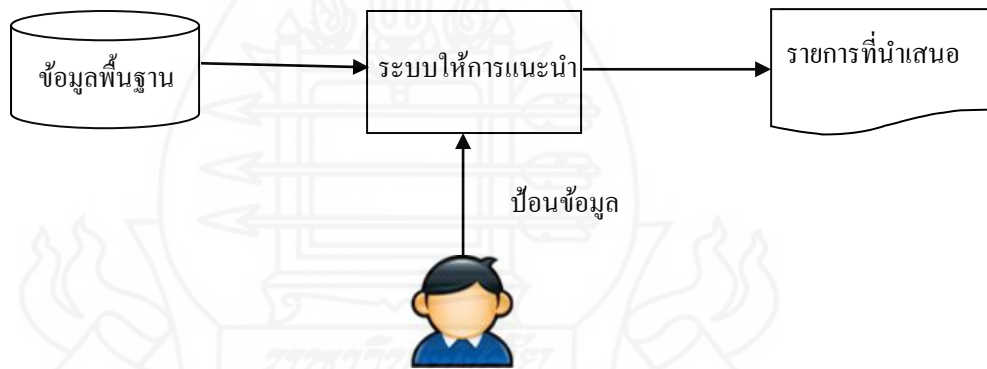
4. ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering recommendation)

ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering recommendation) คือ ระบบแนะนำที่ใช้ข้อมูลในระบบเป็นจำนวนมากที่มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกันกับผู้ใช้ในการ

นำเสนอแนะนำวัตถุนั้นๆ

ระบบจะทำการแนะนำวัตถุโดยใช้ข้อมูลในระบบเป็นจำนวนมากที่มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกันกับผู้ใช้ เช่น ความชอบ ความเคลื่อนไหว กิจกรรมของผู้ใช้คนอื่น ๆ ในระบบ ซึ่งจะเรียกเฉพาะเจาะจงได้ว่าระบบแนะนำแบบคัดกรองผู้ใช้ร่วม (User-based collaborative filtering recommender system) แต่ถ้าใช้ข้อมูลลักษณะหรือคุณสมบัติของวัตถุอื่น ๆ ในระบบ ก็จะเรียกอีกแบบหนึ่งว่าระบบแนะนำแบบคัดกรองสิ่งของร่วม (Item-based collaborative filtering recommender system) กล่าวคือใช้ข้อมูลของสิ่งอื่น ๆ ในระบบมาร่วมในการคำนวณด้วย

ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) หรือ Social-based filtering เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในระบบแนะนำข้อมูล และเป็นกระบวนการที่สำคัญในการแนะนำแบบ “ปากต่อปาก” ผู้ใช้ที่อยู่ในระบบ จะทำการประเมินความชอบหรือไม่ชอบต่อชิ้นข้อมูล ซึ่งจะใช้ในการสร้าง โปรไฟล์ของผู้ใช้ และคะแนนความชอบของชิ้นข้อมูล ซึ่งการทำงานของระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) มีขั้นตอนการทำงาน 3 ส่วนคือ การหาค่าความคล้ายคลึงของข้อมูล (Similarity computation) การทำนาย (Prediction) และการสร้างรายการแนะนำ (Recommendation) แสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 กระบวนการทำงานของระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม

4.1 การหาค่าความคล้ายคลึง (Correlation-based similarity) เป็นวิธีที่ใช้เพื่อต้องการหาความคล้ายคลึงระหว่างกลุ่มผู้ใช้อีกกลุ่มผู้ใช้อีกเป้าหมาย โดยนำค่าที่ได้จากการให้เรตติ้งของผู้ใช้ นำมาคำนวณ ซึ่งการคำนวณความคล้ายคลึงระหว่างชิ้นข้อมูล i กับ j นั้นแสดงออกมาในรูปแบบของตารางเมทริกซ์ และค่าความชอบที่มีต่อชิ้นข้อมูลหนึ่ง จะส่งผลไปเป็นค่าความนิยมต่อชิ้นข้อมูลอื่น ๆ โดยอาศัยหลักจากจากความเห็นของผู้ใช้คนอื่น ๆ ที่ได้ให้คะแนนความชอบกับชิ้นข้อมูลนั้น

ร่วมกัน ซึ่งเรียกว่า โครเรท (Co-rate) กำหนดให้ $Sim(t,c)$ คือ ค่าความคล้ายคลึงระหว่างตัวแปร t กับ c และ $R_{u,t}$ กับ $R_{u,c}$ คือ ค่าคะแนน u มีต่อ t และค่าคะแนน u ต่อ c แสดงดังสมการที่ (1)

$$sim(t, c) = \frac{\sum_{u \in U} (R_{u,t} - \bar{R}_t)(R_{u,t} - \bar{R}_c)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,t} - \bar{R}_t)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,c} - \bar{R}_c)^2}} \quad (1) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

4.2 การทำนายเป็นการพยากรณ์ค่าความชอบของผู้ใช้ต่อข้อมูลชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยพิจารณาจากความชอบและความคล้ายระหว่าง ชิ้นข้อมูลนั้นกับ ชิ้นข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งจะนำเซตของสมาชิก u จะมีต่อชิ้นข้อมูล i แสดงดังสมการที่ (2)

$$P_{u,i} = \frac{\sum_{all_similar_items} (sim_{i,k} * R_{u,k})}{\sum_{all_similar_items} (sim_{i,k})} \quad (2) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

4.3 สร้างรายการแนะนำ เมื่อทำนาย (Prediction) กับทุกรายการที่มีอยู่แล้ว โดยนำค่าทำนาย (Prediction) แต่ละรายการมาเรียงลำดับ โดยเริ่มตั้งแต่รายการที่มีค่าทำนาย (Prediction) มากที่สุดจนถึงรายการที่มีค่าทำนาย (Prediction) ต่ำสุดซึ่งการเลือกรายการมาแสดงให้แก่ผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับผู้สร้างระบบว่าจะให้ระบบแสดงกี่รายการ

การนำระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) มาใช้ในระบบแนะนำข้อมูลสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) นี้ อาศัยการแนะนำจากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยระบบจะใช้คะแนนความชอบของชิ้นข้อมูลนั้น ๆ ทำให้สามารถแนะนำได้ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ใช้ ดังตัวอย่างตารางที่ 2.3 ข้อมูลผู้ใช้ที่ชอบฟังเพลงประเภทต่างๆ (user-item-attribute-binary-value-and rating=UIABR)

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลผู้ใช้ที่ชอบฟังเพลงประเภทต่างๆ

User	Attribute Music							Hip	Overall
		Classic	Jazz	Pop	Rock	Latin	Disco	hop	
U1	M1	1	1	0	0	0	0	1	4

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

User	Attribute Music	Classic Jazz Pop Rock Latin Disco						Hip hop	Overall
		U1	M5	1	0	0	0	0	
	M7	1	0	0	0	0	1	1	3
U2	M2	0	0	1	0	0	0	0	2
	M4	1	1	1	0	0	1	0	4
	M6	0	1	1	0	0	0	0	4
U3	M2	0	0	1	0	0	0	0	3
	M3	0	0	0	1	1	0	0	3
	M6	0	1	1	0	0	0	0	2
	M2	0	0	1	0	0	0	0	3
U4	M4	1	1	1	0	0	1	0	2
	M5	1	0	0	0	0	0	0	4
	M7	1	0	0	0	0	1	1	3
U5	M2	0	0	1	0	0	0	0	3
	M4	1	1	1	0	0	1	0	3
	M6	0	1	1	0	0	0	0	2

จากตารางที่ 2.3 เป็นการนำระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) คือ การผนวกเอาข้อมูลความชอบโดยรวมของผู้ใช้ (user) ที่ชอบดูภาพยนตร์เข้ากับข้อมูลประเภทต่างๆ ของภาพยนตร์ มาใช้ในระบบแนะนำข้อมูลสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะการนำข้อมูลของผู้ใช้เพราะระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) นี้ จะทำการประเมินความชอบหรือไม่ชอบต่อชิ้นข้อมูล ซึ่งจะใช้ในการสร้างโปรไฟล์ของผู้ใช้ และคะแนนความชอบของประเภทของภาพยนตร์ได้ และอาศัยการแนะนำจากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยระบบจะใช้คะแนนความชอบของประเภทนั้น ๆ ทำให้สามารถแนะนำได้ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ใช้

5. ระบบแนะนำแบบผสม (Hybrid filtering recommendation)

ระบบแนะนำแบบผสม (Hybrid filtering recommendation) คือ ระบบแนะนำที่เป็น การกรองข้อมูล โดยการรวมระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) และระบบแนะนำ แบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering) เข้าด้วยกัน

ซึ่งช่วยหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) และ ระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering) ได้ แต่อาจทำให้มีความซับซ้อนและใช้ ทรัพยากรในการแนะนำสูง หลายผลงานที่แสดงให้เห็นว่ามีความแม่นยำมากกว่าระบบแนะนำแบบ พิจารณาเนื้อหา (Content-based) และระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering) วิธีการที่จะนำระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) และระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ ใช้งาน (Collaborative filtering) มารวมกันเป็นระบบแนะนำแบบผสม (Hybrid filtering) สามารถ แบ่งได้ดังนี้

5.1 ระบบแนะนำการรวมแบบแยกคนละส่วน (Combining separate recommen ders) เป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างระบบแนะนำแบบ Hybrid ซึ่งก็คือการใช้ระบบแนะนำแบบ พิจารณาเนื้อหา (Content-based) และระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering) แยกกันคนละส่วน จากนั้นจะมีผลลัพธ์ออกมาสองแบบซึ่งแบบแรกสามารถรวมผลลัพธ์ที่ได้จาก ระบบแนะนำแต่ละแบบแล้วให้การแนะนำเดียวกัน โดยจะใช้วิธีการรวมแบบ Linear หรือการ Vote หรืออีกทางหนึ่งคือใช้ผลลัพธ์จากระบบแนะนำใดระบบแนะนำหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจะเลือกจากผลลัพธ์ ที่ดีที่สุดโดยอ้างอิงจากเมตริกซ์คุณภาพในการแนะนำ

5.2 ระบบแนะนำแบบการเพิ่มเนื้อหาเข้าไปในผู้ใช้งาน (Adding content-based characteristics to collaborative models) เป็นการนำคุณสมบัติเฉพาะบางอย่างของวิธีระบบ แนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) มาใส่ไว้ในวิธีระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering) ซึ่งมีหลายระบบที่ทำระบบแนะนำแบบ Hybrid ในรูปแบบนี้ เช่น Fab หรือ Collaborative via content ซึ่งใช้ Collaborative แบบดั้งเดิม ข้อมูลความชอบของผู้ใช้จะเป็น แบบระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาของข้อมูลของผู้ใช้ที่มี การ rating วัตถุน้อยเกินไปซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดแบบ Sparsity

5.3 ระบบแนะนำแบบการเพิ่มผู้ใช้งานเข้าไปในเนื้อหา (Adding collaborative characteristics to content-based models) เป็นการนำคุณสมบัติเฉพาะบางอย่างของวิธีระบบ แนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้งาน (Collaborative filtering) มาใส่ไว้ในวิธีระบบแนะนำแบบพิจารณา เนื้อหา (Content-based) วิธีที่นิยมใช้กันคือ การใช้เทคนิคการลดมิติของกลุ่มข้อมูลผู้ใช้ที่อ้างอิงตาม

Content ซึ่งตัวอย่างของวิธีการรูปแบบนี้ได้แก่ Latent semantic indexing ซึ่งเป็น Algorithm ที่ใช้ในการสร้างมุมมองแบบ Collaborative ให้กับ User profile ที่แสดงในรูปเทอมของเวกเตอร์ ซึ่งจากผลลัพธ์จากวิธี Hybrid ในรูปแบบนี้ทำให้ระบบแนะนำมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

5.4 การพัฒนาระบบแนะนำรวมกันเป็นหนึ่งเดียว (Developing a single unifying Recommendation model) เป็นการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์จากลักษณะเฉพาะของวิธีระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based) และระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative filtering) เช่น Bayesian mixed-effects regression models ซึ่งใช้วิธีการของ Markov chain monte carlo ในการประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว คาคะเนหาค่า rating

ระบบแนะนำแบบผสม (Hybrid filtering recommendation) เป็นการผสมผสานวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวไปในการสร้างการแนะนำ โดยจะนำจุดเด่นของวิธีการหนึ่งไปปรับปรุงจุดด้อยของอีกวิธีการ เช่น เมื่อมีสินค้าใหม่ที่ยังไม่เคยมีการให้คะแนน ก็จะไม่สามารถแนะนำด้วยวิธีการ Collaborative filtering ได้ ดังนั้นจึงนำวิธีการ Content-based มาใช้สร้างโอกาสเพื่อแนะนำสินค้าที่ใหม่ ดังตัวอย่างตารางที่ 2.4 การแสดงค่าน้ำหนักของผู้ใช้ที่มีต่อประเภทของเพลง (User-attribute-weight=UAW)

ตารางที่ 2.4 การแสดงค่าน้ำหนักของผู้ใช้ที่มีต่อประเภทของเพลง

Attribute User	Classic	Jazz	Pop	Rock	Latin	Disco	Hip hop
U1	1	0.33	0	0	0	0.33	0.67
U2	0.33	0.67	1	0	0	0.33	0
U3	0	0.5	1	0.5	0.5	0	0
U4	1	0.33	0.67	0	0	0.67	0.33
U5	0.33	0.67	1	0	0	0.33	0

จากตารางที่ 2.4 ค่าเกณฑ์น้ำหนัก (Global criteria weight) ที่ผู้ใช้ (User) มีต่อประเภทเพลง คือ การนับจำนวนความถี่ของประเภทเพลงที่ผู้ใช้เกี่ยวข้อง และปรับเปลี่ยนค่าความถี่ของแต่ละประเภทของเพลงให้อยู่ในช่วงค่าคะแนนระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งจะสามารถอธิบายได้ว่าผู้ใช้ชอบฟังเพลงแต่ละประเภทมากน้อยเท่าใด ในด้านการใช้งานระบบผู้แนะนำนั้น เนื่องจากปัจจุบันนิยม

ทางธุรกิจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และมีการติดต่อกันเป็นเครือข่ายสังคมมากขึ้น จึงทำให้มีความสนใจที่นำระบบผู้แนะนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจ

6. อุตสาหกรรมก่อสร้าง (Construction industry)

อุตสาหกรรมก่อสร้าง (Construction industry) คือ งานก่อสร้างที่ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น ฐานราก เสา คาน พื้น กำแพง ประตู หน้าต่าง หลังคา รวมไปถึง งานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบประปา ระบบสุขาภิบาล ระบบการตกแต่งภายใน ลิฟต์ และอุปกรณ์อาคารอื่น ๆ

งานก่อสร้างโดยทั่วไปมักหมายถึง งานวิศวกรรมโยธาครอบคลุมงานก่อสร้าง ตั้งแต่ งานก่อสร้างขนาดเล็กไปจนถึงงานก่อสร้างขนาดใหญ่ งานก่อสร้างสามารถแบ่งออกตามประเภทงานได้ดังนี้ (ที่มา: <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>, สืบค้นเมื่อ 6/6/2560)

1) งานอาคาร หมายถึง งานก่อสร้างที่ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ

ดังต่อไปนี้ ฐานราก เสา คาน พื้น กำแพง ประตู หน้าต่าง หลังคา รวมไปถึง งานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบประปา ระบบสุขาภิบาล ระบบการตกแต่งภายใน ลิฟต์ และอุปกรณ์อาคารอื่น ๆ ตัวอย่างงานอาคาร เช่น งาน โรงงาน ฯ งานอาคารแบ่งเป็นประเภทย่อย ๆ ได้ดังนี้

(1) อาคารสูง หมายถึง อาคารที่สูงที่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการก่อสร้าง เช่น บันจัน ลิฟต์ นั่งร้านสำหรับแบบหล่อคอนกรีต เป็นต้น

(2) อาคารสำเร็จรูป หมายถึงอาคารที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งอาจทำจากคอนกรีตหรือเหล็ก โดยทั่วไปจะทำจากโรงงาน การประกอบอาคารมักจะใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการยกติดตั้ง

(3) บ้านพักอาศัย อาคารประเภทนี้เป็นงานขนาดเล็กและเบา โดยทั่วไปจะมีความสูง 1 ถึง 2 ชั้น

(4) อาคารที่พักพิงชั่วคราว ได้แก่ที่พักคนงานหรือสถานที่ทำการชั่วคราว เพื่อการบริหารโครงการ

2) งานวิศวกรรมโยธา (Civil engineering work) ได้แก่ งานถนน ทาง

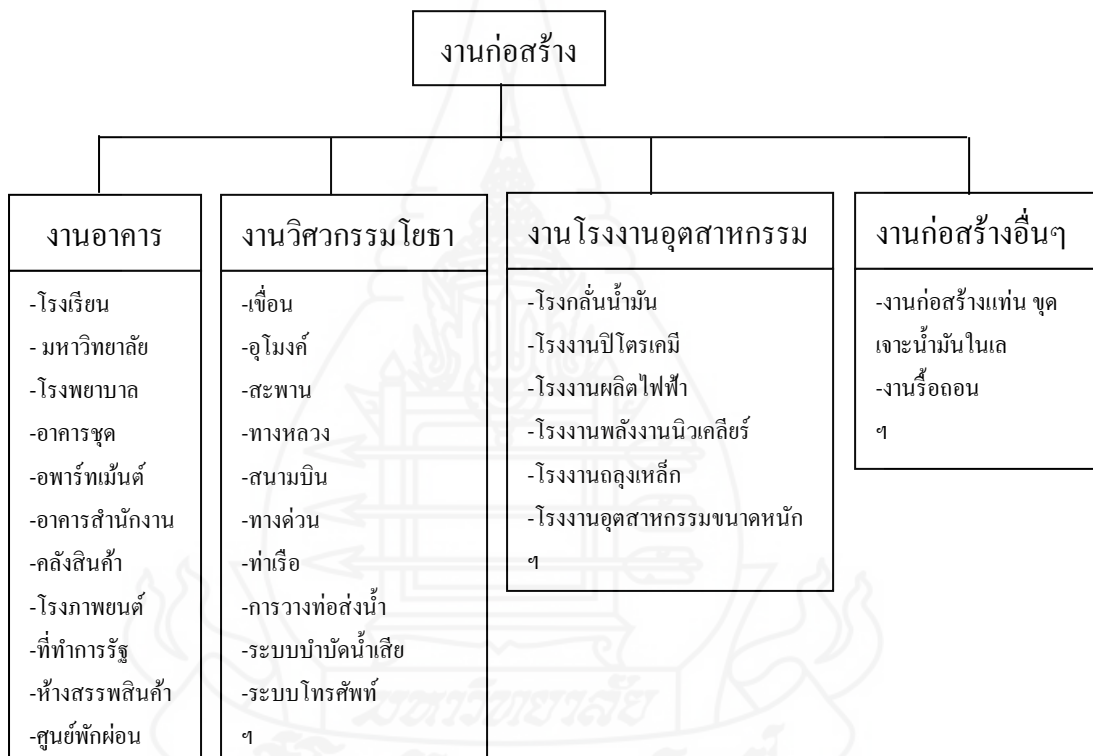
หลวง สะพาน งานวางท่อประปา งานฐานราก งานอาคารใต้ดิน งานเขื่อน งานระบบน้ำเสีย งานก่อสร้างท่าเทียบเรือ สนามบิน ฯ ลักษณะงานโยธาที่น่าสังเกตคือ เป็นงานที่ต้องใช้เครื่องจักรหนัก เป็นปัจจัยหลักในการทำงาน มีปริมาณงานมาก และขอบเขตพื้นที่ปฏิบัติงานกว้าง หรือลึก หรือทั้ง

กว้างและลึก ลักษณะของแรงหรือพลังงานในรูปแรงอัด แรงสั่นสะเทือน แรงเหวี่ยง แรงดัน แรงกระแทก แรงกระทบ ฯ

4) โรงงานอุตสาหกรรม และงานโรงไฟฟ้า (Process and power plant)

งานประเภทนี้มักเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต เช่น โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานปิโตรเคมี โรงงานปูนซีเมนต์ โรงงานแยกแร่และแต่งแร่ สถานีไฟฟ้าย่อย โรงงานโม้หิน ฯ ค่าก่อสร้างส่วนใหญ่จะเป็นค่าสร้างระบบเพื่อให้โรงงานสามารถทำการผลิตได้

5) งานก่อสร้างอื่น ๆ นอกเหนือไปจากงาน 3 ประเภทแรก เช่น งานก่อสร้างแท่นเจาะสูบน้ำบาดาล และน้ำมันดิบในทะเล



ภาพที่ 2.7 ชนิดของงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง

(ที่มา: <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>, สืบค้นเมื่อ 6/6/2560)

งานรื้อถอน (Demolition) จัดเป็นงานก่อสร้างแขนงหนึ่ง ช่างและแรงงานที่เกี่ยวข้องในงานด้านนี้ต้องเป็นผู้ชำนาญงานหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานรื้อถอนที่อยู่ในย่านเขตชุมชนที่เป็นอาคารสูง หรือเป็นโรงงานสารเคมี งานรื้อถอนมักจะมีลำดับในการทำงานตรงข้าม

กับงานก่อสร้าง เช่น งานรื้อถอนมักจะทำจากสูงลงมาต่ำ แต่งานก่อสร้างจะต้องทำจากล่างขึ้นไปข้างบน

6.1 อุตสาหกรรมก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(ที่มา: <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>, สืบค้นเมื่อ 6/6/2560)

6.1.1 งานอาคาร งานสาธารณูปโภค และงานปรับปรุงพื้นที่ สำหรับงานสาธารณูปโภคและงานปรับปรุงพื้นที่ มักจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของโครงการสำหรับงานอาคารโดยทั่วไปแล้วจะมีองค์ประกอบของงานที่คล้ายๆ กัน

6.1.2 งานสาธารณูปโภค ได้แก่ ระบบระบายน้ำฝนในบริเวณก่อสร้าง ระบบระบายน้ำทิ้ง ระบบไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ภายนอกอาคารฯ งานปรับปรุงพื้นที่ ได้แก่ ถนนภายในโครงการอาคารฯ งานปรับปรุงพื้นที่ ได้แก่ ถนนภายในโครงการ ที่จอดรถและทางเท้ารั้วและประตูงานภูมิสถาปัตยกรรม งานปรับพื้นที่ เป็นต้น

6.1.3 งานอาคาร แบ่งเป็นงาน โครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบภายในอาคาร โดยที่ แต่ละงานสามารถแบ่งเป็นงานย่อยๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) งานโครงสร้าง

(1) งานโครงสร้างใต้ดิน ประกอบด้วย งานดิน (Earth work) ได้แก่ งานขุด งานถม ระบบป้องกันดินพัง งานเสาเสาเข็ม (Piling work) ได้แก่ เข็มคอนกรีต เข็มเหล็ก เข็มไม้ เข็มพืด Slurry wall และงานฐานรากอาคาร เป็นต้น

(2) งานโครงสร้างเหนือพื้นดิน (Super structure work) ได้ประกอบด้วยการก่อสร้าง เสา คาน พื้น หลังคา ผนัง บันได เป็นต้น

2) งานสถาปัตยกรรม

(1) งานหลังคา (Roofing) เช่น กระเบื้องลอนคู่ กระเบื้องมอร์เนียร์ กระเบื้องดินเผา หลังคาสังกะสี แผ่นโลหะ กระเบื้องลูกฟูก เป็นต้น

(2) งานฝ้าเพดาน (Ceiling) เช่น ฝ้า ยิปซัม ระแนงไม้ ระแนงอลูมิเนียม กระจกฝ้า

(3) งานตกแต่งพื้น (Floor) เช่น พื้น หินขัด ปาร์เก้ กระเบื้องเคลือบ กระเบื้องยาง หินอ่อน บัวผนัง พื้นขัดมัน พื้นขัดหยาบ เป็นต้น

(5) งานผนัง (Wall) เช่น คอนกรีต อิฐ โครงคร่าวกับยิปซัมบอร์ด ผนังไม้ หินอ่อน กระจกเคลือบ Wall paper เป็นต้น

(6) งานประตู หน้าต่าง (Doors & windows) เช่น หน้าต่าง ไม้ เหล็ก

อลูมิเนียม อุปกรณ์ประตูหน้าต่าง เป็นต้น

(7) บันได (Stair) ประกอบด้วยราวบันไดไม้ เหล็ก ลูกกรงไม้ เหล็ก กระจก บันได เป็นต้น

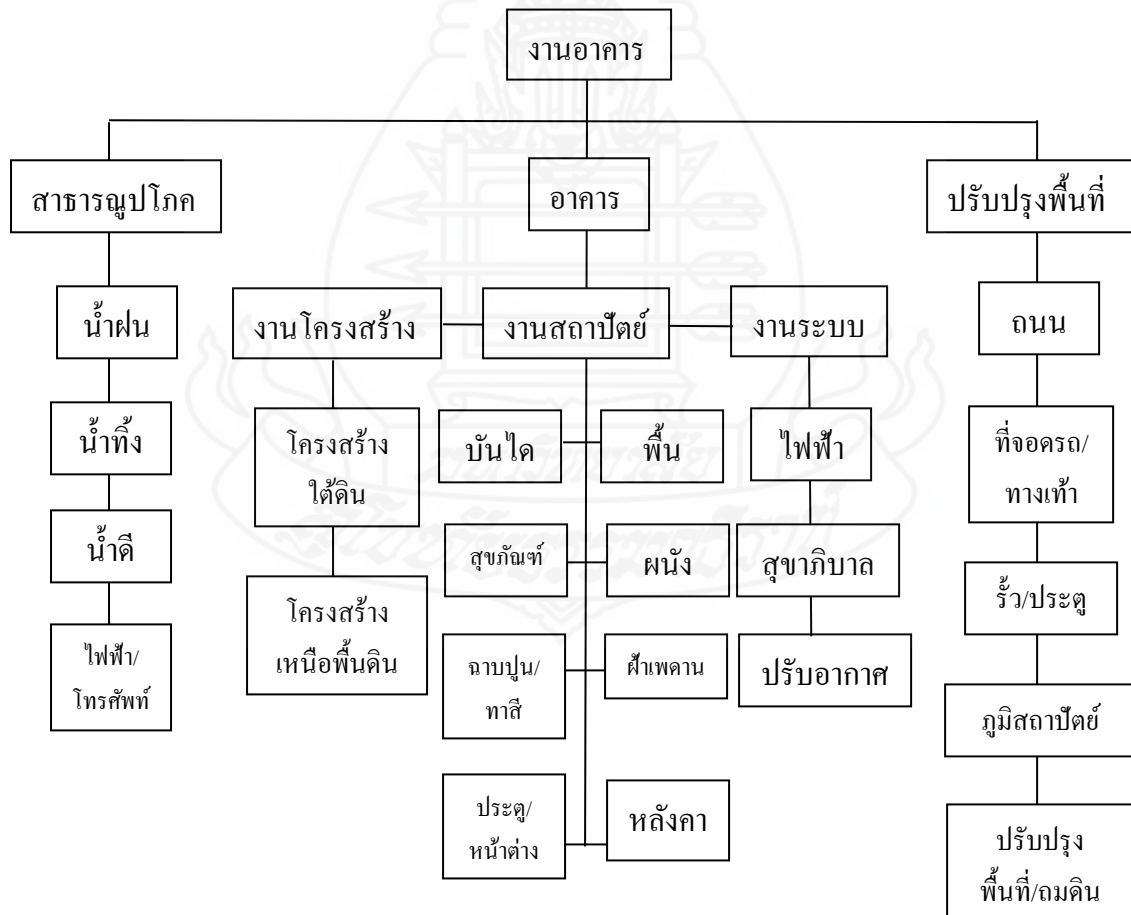
(8) สุขาภัณฑ์ (Sanitary wares) ได้แก่ ชักโครก โถปัสสาวะ ที่ใส่กระดาษชำระ ที่ใส่สบู่ ราวแขวนผ้า สักบัว สายยางชำระ อ่างล้างหน้า อ่างอาบน้ำ เป็นต้น

3) งานระบบภายในอาคาร

(1) งานระบบสุขาภิบาล (Sanitary works) ได้แก่การเดินท่อชนิดต่างๆ เช่น ท่อเหล็ก ท่อ PVC ปัมพ์น้ำ แทงค์น้ำ ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

(2) งานวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical works) ประกอบด้วยระบบปรับอากาศ ระบบทำน้ำร้อน น้ำเย็น ลิฟต์ บันไดเลื่อน เป็นต้น

(3) งานวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical work) ประกอบด้วย ระบบควบคุม ระบบแสงสว่าง ระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบสื่อสารในอาคาร ระบบสัญญาณเตือนภัยต่างๆ เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 งานต่างๆ ในการก่อสร้างอาคาร

(ที่มา: <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>, สืบค้นเมื่อ 6/6/2560)

6.2 ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

(ที่มา: <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>, สืบค้นเมื่อ 6/6/2560)

โดยทั่วไปแล้วผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลักๆ ดังต่อไปนี้

6.2.1 เจ้าของ เป็นผู้ที่ทำให้เกิดงานหรือโครงการขึ้น และเป็นผู้ที่จ่ายเงินให้แก่ผู้ออกแบบและผู้รับเหมาก่อสร้าง หน้าที่หลัก ๆ ของเจ้าของงานพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) รับผิดชอบในการระบุรายละเอียดและข้อกำหนดต่างๆ ให้แก่โครงการ เช่น ความต้องการในการใช้อาคาร ปริมาณน้ำมันดิบต่อวันที่จะต้องกลั่นปริมาณก๊าซที่จะต้องส่งตามท่อในหนึ่งชั่วโมงปริมาณเหล็กเส้นที่จะต้องผลิตต่อวัน ฯ
- 2) กำหนดว่าจะเกี่ยวข้องกับโครงการในระดับใด เช่นกระบวนการตรวจทาน (Review process) รายละเอียดของรายงานต่างๆ ที่ต้องการ (Required reports) ระดับต่างๆที่จะอนุมัติ (Levels of approval)
- 2) รับผิดชอบในการกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกับต้นทุนโดยรวมการจ่ายค่าใช้จ่ายต่างๆ กำหนดเวลาของงานหลัก (Major milestones) และวันสิ้นสุดโครงการ

6.2.2 ผู้ออกแบบ ประกอบด้วย สถาปนิก และวิศวกรด้านต่างๆ เป็นผู้ที่แปลความต้องการของเจ้าของให้อยู่ในรูปของแบบรูปและรายการข้อกำหนด เพื่อให้ผู้รับเหมาก่อสร้างสามารถทำการก่อสร้างได้ตามที่เจ้าของต้องการ โดยทั่วไปมีหน้าที่ ดังต่อไปนี้

- 1) รับผิดชอบในการคำนวณออกแบบทางเลือกต่างๆ จัดทำแบบรูปและรายการข้อกำหนดตามความต้องการของเจ้าของ
- 2) การออกแบบต้องทำตามทบัญญัติ ข้อกำหนด และมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3) การออกแบบต้องมีกำหนดเวลาที่สอดคล้องกับกำหนดเวลาหลักของเจ้าของ และกำหนดเวลาในการก่อสร้างของผู้รับเหมา
- 4) ตรวจสอบ ก่อสร้างเป็นครั้งคราวตามความเหมาะสม
- 5) ตรวจสอบรายละเอียดก่อสร้าง (Shop drawing)
- 6) ประมาณราคาค่าก่อสร้างคร่าวๆให้แก่ทางเจ้าของงาน เพื่อใช้ในการตัดสินใจ
- 7) ให้คำปรึกษาเมื่อเกิดปัญหาใด ๆ ขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง

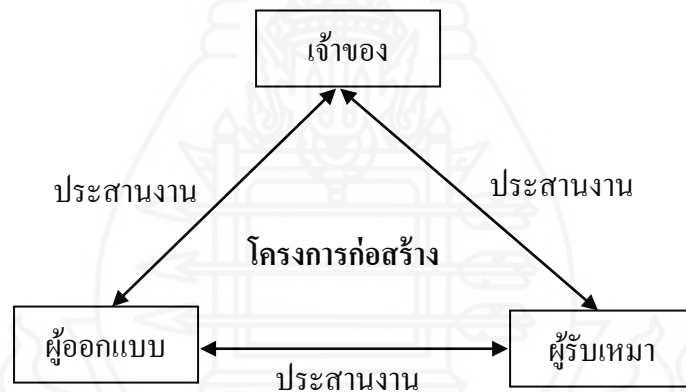
8) กลั่นกรองการขออนุมัติใช้วัสดุจากผู้รับเหมา

การออกแบบจะมีผลกระทบต่อคุณภาพและราคาค่าก่อสร้างอย่างมาก ดังนั้นผู้ออกแบบต้องทำงานประสานกับฝ่ายเจ้าของงานอย่างใกล้ชิด เพื่อที่จะสามารถออกแบบให้ตรงกับความต้องการของทางเจ้าของงานให้มากที่สุด

6.2.3 ผู้รับเหมาก่อสร้าง มีหน้าที่ทำงานให้เป็นที่ไปตามเอกสารสัญญาซึ่ง

ประกอบไปด้วย แบบรูป รายการข้อกำหนด ขอบเขตงาน และเงื่อนไขสัญญาอื่นๆ ขั้นตอนก่อสร้างเป็นขั้นตอนที่สำคัญค่อนข้างมากเพราะมีผลต่อ งบประมาณ ระยะเวลาก่อสร้าง ที่อาจจะบานปลายได้ อีกทั้งการใช้งาน โครงการและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามีผล อย่างมากจากคุณภาพของงานที่ทำในระหว่างการก่อสร้าง

ผู้รับเหมาจะต้องประมาณราคาโครงการให้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด จัดทำกำหนดเวลาทำงานให้เป็นที่ไปได้ จัดระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพสำหรับควบคุมต้นทุน กำหนดเวลา และคุณภาพงาน



ภาพที่ 2.9 ฝ่ายหลัก ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง

(ที่มา: <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>, สืบค้นเมื่อ 6/6/2560)

นอกเหนือจาก 3 กลุ่มหลักๆ นี้ ในการทำงานโครงการก่อสร้างอาจมีกลุ่มหรือตัวแทนในการดูแลงานให้แก่เจ้าของโครงการ สำหรับในกรณีที่ทางเจ้าของโครงการไม่ค่อยมีเวลา หรือไม่มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการโครงการก่อสร้างหรือการควบคุมงานก่อสร้าง กลุ่มต่างๆ และหน้าที่ของกลุ่มต่างๆ พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) ผู้บริหารโครงการก่อสร้าง คือ ผู้บริหารโครงการก่อสร้าง

เป็นหน่วยงานขนาดย่อม มีวิศวกรหรือสถาปนิก เศรษฐกร ผู้ประมาณราคา ช่างเขียนแบบ ฯ ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้กับเจ้าของโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนงานก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยทั่วไปมีหน้าที่ช่วยเจ้าของงานในด้านต่างๆ ดังนี้

- (1) ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทั้งทางด้านเทคนิควิศวกรรมและทางด้านการเงิน
- (2) คัดเลือกผู้ออกแบบโครงการ
- (3) ทำการประมาณราคาอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การประมาณอย่างหยาบจนถึงการประมาณราคาอย่างละเอียด
- (4) ให้คำปรึกษาแก่ผู้ออกแบบในฐานะที่ปรึกษาของเจ้าของโครงการ
- (5) ควบคุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง กำหนดเวลาก่อสร้าง ให้เป็นไปตามที่กำหนด
- (6) ทำการคัดเลือกผู้รับเหมาขั้นแรก (Pre-qualification)
- (7) ร่างเอกสารประกวดราคาและเอกสารประกอบสัญญา
- (8) ดำเนินการประกวดราคา ตีอรรถราคา และการเซ็นสัญญา
- (9) ควบคุมงานก่อสร้าง (ขึ้นอยู่กับข้อตกลงกับทางเจ้าของงาน)
- (10) เป็นผู้ประสานงานของทุกฝ่าย รับและจ่ายเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างที่ตนรับผิดชอบอยู่

จะเห็นได้ว่าผู้บริหารโครงการมีหน้าที่เกือบทุกชนิดยกเว้นการออกแบบและการแก้ไขแบบเท่านั้น ดังนั้นผู้บริหารโครงการมีส่วนที่จะทำให้ค่าก่อสร้างถูกหรือแพงและดีหรือไม่ดี

2) ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง คือ ผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบในระหว่างการก่อสร้าง เพื่อดูว่างานนั้นเป็นไปตามแบบรูปและข้อกำหนดตามสัญญาข้อตกลงการว่าจ้างระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง เป็นผู้ที่คุ้มครองผลประโยชน์ของเจ้าของงาน ขอบเขตหน้าที่ และความรับผิดชอบมักเน้นทางด้านเทคนิควิศวกรรม ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- (1) เป็นตัวแทนเจ้าของงานทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของงานจากผู้รับเหมาในระหว่างการก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบรูปและข้อกำหนดในรายการก่อสร้างและเงื่อนไขใด ๆ ที่ระบุไว้ในสัญญาก่อสร้าง
- (2) ควบคุมคุณภาพของงานในองค์กรของตัวเองให้เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้
- (3) ป้องกันความวิบัติทางธุรกิจอันอาจเกิดจากความผิดพลาด

ในการทำงานที่ทำให้ต้องสูญเสียทรัพย์สิน

(4) ป้องกันความวิตถอนอาจจะเกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากความผิดพลาดประมาท ความเข้าใจผิด หรือความไม่รับผิดชอบของผู้ทำงาน

(5) เป็นผู้ที่ทำให้งานสำเร็จได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและได้มาตรฐาน

อย่างไรก็ตาม ขอบเขตความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายมักจะขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถและ ประสบการณ์ของแต่ละกลุ่มหลัก ทั้งนี้ในการทำงานแต่ละ โครงการควรมีการระบุน้ำที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายให้ชัดเจน เพื่อหลีกเลี่ยงการทำงานที่ซ้ำซ้อน หรืองานที่ไม่มีคนทำ (สำหรับการกำหนดขอบเขตและหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องใน โครงการก่อสร้างสามารถดูได้จาก หนังสือ ขอบเขตและหน้าที่การให้บริการวิชาชีพ การบริหารงานก่อสร้าง ว.ส.ท. 2540)

6.3 วิธีการก่อสร้าง ในการก่อสร้างอาคารสามารถที่จะแบ่งวิธีที่ใช้ในการก่อสร้างได้ เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภทได้แก่(ที่มา: 6/6/2560, <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>)

6.3.1 การก่อสร้างอาคารโดยทั่วไป การก่อสร้างโดยทั่ว ๆ ไปโดยใช้วิธีการก่อสร้างที่ธรรมดาไม่ได้ใช้เทคนิคพิเศษในการก่อสร้าง โดยทั่วไปมักประกอบด้วยงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) การวางผังก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวงานโครงสร้างได้ดิน ได้แก่ งานเสาเข็ม และฐานรากโครงสร้างเหนือพื้นดิน ได้แก่ การก่อสร้าง เสา คาน พื้น บันได ผนัง หลังคา
- 2) งานตกแต่งอาคาร พื้น ผนัง ฝ้าเพดาน หลังคา การติดตั้งประตู หน้าต่าง อุปกรณ์อาคารต่าง ๆงานระบบอาคาร เช่น ระบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล สุขาภิบาล เป็นต้น
- 3) งานที่เกี่ยวกับสาธารณูปโภคภายนอกอาคาร ในการก่อสร้างจริงในสนามควรต้องมีการประสานกันของงานแต่ละระบบ สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนการก่อสร้างจะกล่าวภายหลัง

6.3.2 งานก่อสร้างที่มีลักษณะพิเศษ ในการทำงานก่อสร้างบางครั้งมีการคิดเทคนิคใหม่ๆ เพื่อให้งานก่อสร้างทำได้เร็วขึ้น ลดค่าใช้จ่ายหรือสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีขึ้น เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคารเช่น

- 1) งานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่
- 2) งานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นวิธีการก่อสร้างที่จะหล่อชิ้นส่วนของอาคารก่อนที่จะนำไปติดตั้ง เป็นเทคนิคที่ช่วยให้งานก่อสร้างประหยัดและเสร็จเร็วขึ้น แต่มีข้อจำกัดคือขนาดของชิ้นส่วนจะถูกจำกัดด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการขนส่งและติดตั้ง รอยต่อของ

ชิ้นส่วนจะต้องถูกออกแบบมาเป็นอย่างดีเพื่อให้สามารถถ่ายแรงระหว่างชิ้นส่วนเพื่อให้ได้ระบบโครงสร้างที่สมบูรณ์

3) งานระบบอัดแรง (Prestress) เป็นระบบที่ใส่แรงเข้าไปในโครงสร้างก่อนเพื่อต้านทานน้ำหนักบรรทุกที่จะเกิดขึ้น มี 2 ระบบคือ ระบบอัดแรงก่อนและระบบอัดแรงทีหลัง

4) แบบเลื่อน (Slip form) เป็นระบบแบบหล่อที่จะเลื่อนไปขณะเทคอนกรีตเหมาะสำหรับโครงสร้างที่มีขนาดสม่ำเสมอ มี 2 ระบบคือแบบเลื่อนในแนวราบใช้กับงานก่อสร้างถนนคอนกรีต และแบบเลื่อนในแนวตั้งใช้ก่อสร้าง ปล่องลิฟต์ ไซโล ปล่องควันฯ

5) Heavy lifting การก่อสร้างวิธีนี้เป็นการก่อสร้างโดยประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ในสถานที่ก่อสร้างแล้วใช้แม่แรงยกชิ้นส่วนขึ้นไปประกอบเป็นโครงสร้างที่สมบูรณ์

6) Gunite หรือ Shotcrete เป็นการใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายปืนฉีดน้ำฉีดพ่นคอนกรีตไปบนที่รองรับ วิธีการก่อสร้างแบบนี้มักใช้กับการก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตบางอย่างเช่น หลังคาโครงสร้างเปลือกบาง โดยคอนกรีตจะถูกพ่นไปบนเหล็กเสริมที่มีลวดตะแกรงผูกอยู่เพื่อเป็นตัวยึดคอนกรีต หรือใช้กับการซ่อมแซมคอนกรีตที่เป็นโพรง เพราะการอัดฉีดเข้าไปด้วยแรงดันสูงจะทำให้คอนกรีตที่พ่นลงไปมีเนื้อแน่น

7) Pump crete เป็นการเทคอนกรีตโดยใช้ปั๊ม เหมาะสำหรับการเทคอนกรีตที่มีปริมาณมาก เพราะอัตราการเทจะเร็วมากทำให้งานก่อสร้างเสร็จเร็ว หรือใช้เทคอนกรีตที่อยู่ในที่สูงหรือไกลจากที่เทมาก

8) Tremie เป็นวิธีการเทคอนกรีตใต้น้ำโดยใช้ท่อเหล็กที่จมอยู่ในคอนกรีตที่เทตลอดเวลาเป็นตัวดันคอนกรีตที่เทไปก่อนแล้วขึ้นข้างบน ทำให้คอนกรีตส่วนที่เททีหลังไม่สัมผัสกับน้ำ

9) Top-down construction การก่อสร้างชนิดนี้เป็นการก่อสร้างโครงสร้างอาคารที่แบ่งระบบโครงสร้างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เหนือดินและส่วนที่อยู่ใต้ดิน โดยการก่อสร้างจะทำการก่อสร้างไปเกือบพร้อมๆ กันเหมาะสำหรับการก่อสร้างในสถานที่แคบแต่ต้องการความรวดเร็ว โครงสร้างใต้ดินจะเป็นผนังกันดินไปในตัว (Diaphragm wall)

10) การก่อสร้างสลับชั้นเป็นการก่อสร้างโครงสร้างอาคารสูงโดยทำงานโครงสร้างชั้นเว้นชั้นหรือชั้นเว้นสองชั้น หลังจากที่โครงสร้างพื้นชั้นที่ทำไปแล้วสามารถรับน้ำหนักได้ด้วยตัวเอง และถอดค้ำยันออกแล้ว จึงทำการก่อสร้างโครงสร้างของพื้นชั้นที่เว้นไว้ วิธีนี้เป็นเทคนิคในการเร่งงานก่อสร้างชนิดหนึ่งเพราะสามารถทำงานขนานกันไปพร้อม ๆ กันทำให้

สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างได้ แต่มีข้อระวังคือ รอยต่อของเสากับโครงสร้างพื้นที่เว้นไว้ต้องออกแบบและก่อสร้างให้สามารถถ่ายแรงระหว่างกันได้

6.4 ประเภทอุตสาหกรรมก่อสร้างที่ให้บริการ มีดังนี้

6.4.1 ห้องสะอาด (Clean room) คือห้องสะอาดที่ปลอดภัย มีหลายหลายระดับ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น class 1 สำหรับผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ class 100 สำหรับการผลิตยา หรือการผ่าตัด เป็นต้น

6.4.2 ระบบปรับอากาศควบคุมอุณหภูมิ (HVAC) คือระบบปรับอากาศที่มีการควบคุมความชื้น และอุณหภูมิ ความสะอาด และการกระจายอากาศให้เป็นไปตามที่ต้องการสำหรับพื้นที่นั้นๆ

6.4.3 ระบบวิศวกรรมเครื่องกล (ME) ประกอบด้วยหลายระบบ คือ งานระบบ สุขาภิบาล ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบปรับอากาศ (AC) ระบบดับเพลิง (FP) ระบบปรับอากาศแบบ น้ำเย็น (SWIT) ลิฟต์ บันไดเลื่อน เป็นต้น

6.4.4 ระบบวิศวกรรมไฟฟ้า (EE) ประกอบด้วยหลายระบบ คือ ระบบควบคุม ระบบแสงสว่าง ระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบสื่อสารในอาคาร ระบบสัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ เป็นต้น

6.4.5 ระบบกระบวนการทำงาน (Process utility system) คือระบบที่มีการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ส่งผลถึงเครื่องจักรโดยตรง เช่น ระบบน้ำ (Cooling) ระบบลม (Compressor) เป็นต้น

6.4.6 งานก่อสร้างอาคาร (Construction) คืองานก่อสร้างทั้งหมด เช่น งานอาคาร โรงงาน โกดัง งานถนน ทางหลวง สะพาน งานวางท่อประปา งานฐานราก งานอาคารใต้ดิน งานปรับปรุง (Renovate) งานต่อเติม (Extension) ห้องกันระเบิด ห้องเก็บสารเคมี (Chemical room) รวมถึงงานสถาปัตยกรรมด้วย เป็นต้น

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์ (2555). เสนองานวิจัยเรื่องระบบผู้แนะนำแบบหลายเกณฑ์ จากข้อมูลแบบไฮบริด งานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอระบบผู้แนะนำแบบหลายเกณฑ์ด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูล ความชอบของผู้ใช้โดยทางอ้อมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากการรวบรวมจากผู้ใช้โดยตรง โดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลแบบไฮบริดจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ

- 1) รวบรวมข้อมูลความชอบที่ผู้ใช้มีต่อไอเทมโดยรวมเข้ากับข้อมูล คุณลักษณะของไอเทม 2) หา global

criteria weights ที่อธิบายถึงความชอบของผู้ใช้ที่มีต่อคุณลักษณะ โดยทั่วไปในไอเทมนั้นแทนที่จะพิจารณาจากความชอบโดยรวมเพียงอย่างเดียว 3) ทำการวิเคราะห์และสร้างเป็นข้อมูลความชอบของผู้ใช้ที่มีต่อแต่ละคุณลักษณะของไอเทมและ 4) ทำการวัดค่าระดับความเข้มข้นของแต่ละคุณลักษณะที่ปรากฏอยู่ในเนื้อหาของไอเทม จากนั้นนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการแนะนำไอเทมที่เหมาะสมที่สุดให้กับผู้ใช้เป็นรายเฉพาะบุคคล

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำวิธีการรวบรวมข้อมูลแบบไฮบริดมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในครั้งนี้

7.2 รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554). เสนองานวิจัยเรื่อง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แฟ้มเกจอินเทอร์เน็ตมือถือ โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ งานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอการพัฒนา ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แฟ้มเกจอินเทอร์เน็ตมือถือ โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้แฟ้มเกจอินเทอร์เน็ตมือถือจากพฤติกรรมของผู้ใช้บริการแต่ละคน โดยการเปรียบเทียบโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ คือ ID3 และ C4.5 (J48) เพื่อหาโมเดลที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุด ก่อนนำมาพัฒนาระบบ ในการพัฒนาระบบใช้ภาษา ASP.NET ด้วย C# และฐานข้อมูล SQL server 2008 โดยพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน (Web-based application) และใช้โปรแกรม Weka 3.6.2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ระบบได้สร้างขึ้นมา ผลที่ได้ คือ โมเดลที่ถูกสร้างจาก อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ ID3 มีค่าความถูกต้องมากกว่า C4.5 (J48) โดยมีค่าความถูกต้อง(Correctly classified instances) เมื่อทดสอบกับกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training data) จำนวน 1,000 ชุด และเมื่อนำอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ ID3 ไปทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) จำนวน 500 ชุด เมื่อพิจารณาค่า Confusion matrix พบว่าผลของการทำนายจากโมเดลมีจำนวนข้อมูลค่าจริง กับจำนวนข้อมูลจากการทำนายของโมเดลมีผลลัพธ์ตรงกันซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง สามารถนำโมเดลที่ได้ไปพัฒนาระบบต่อไปได้

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำการพัฒนาระบบเป็นเว็บแอปพลิเคชันมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในครั้งนี้

7.3 ฐรา อังสกุล และจิตติมนต์ อังสกุล (2014). เสนองานวิจัยเรื่องระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวรายบุคคลโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ งานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวรายบุคคล โดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ซึ่งเทคนิคการจัดกลุ่มและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ถูกนำมาผสมผสานกันเพื่อสร้างแบบจำลองการจัดลำดับสถานที่ท่องเที่ยว แบบจำลองดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวตามความชอบและเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ ของนักท่องเที่ยวแต่ละคนโดยผล

การประเมินแบบจำลองการจัดลำดับสถานที่ท่องเที่ยวซึ่งใช้ชุดทดสอบจำนวน 400 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ลำดับของสถานที่ท่องเที่ยว 50 แห่ง ที่ถูกจัดลำดับโดยนักท่องเที่ยว 400 คน พบว่า ลำดับสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้จากแบบจำลองมีความถูกต้องตรงกับที่นักท่องเที่ยวได้จัดลำดับไว้ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่ว่าจะเพิ่มจำนวนสถานที่มากเท่าใดก็ไม่มีผลต่อความถูกต้องของแบบจำลอง

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำเทคนิคการกรองข้อมูลแบบพิจารณาเนื้อหา (Content-based recommendation) มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในครั้งนี้

7.4 อาทิตยาพร โรจรัตน์ (2556). เสนองานวิจัยเรื่อง การทำนายผลการศึกษาเพื่อการวางแผนการลงทะเบียนของนักศึกษาโดยใช้การทำเหมืองข้อมูล โดยงานวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้วิธีกฎความสัมพันธ์ช่วยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในการทำนายผลการศึกษา และยังมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจและวิธีการของการเรียนรู้แบบอย่างง่ายมาเปรียบเทียบกันเพื่อช่วยวิเคราะห์หาว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพในการทำนายผลการศึกษาได้ดีที่สุด จากผลการวิจัย พบว่า วิธีที่ดีที่สุดที่จะใช้ในการทำนายผลการศึกษาเพื่อวางแผนการลงทะเบียนในอนาคตนั้น คือ วิธีกฎความสัมพันธ์ที่ใช้ในการวางแผนรายวิชาที่เกิดความสัมพันธ์กันเพื่อเป็นการปรับปรุงรายวิชาที่เกิดความสัมพันธ์กันนั้นให้มีแนวโน้มของเกรดที่ดีขึ้น และอีกวิธีคือ วิธีการต้นไม้ตัดสินใจที่ใช้ในการวางแผนกลุ่มวิชาที่เกิดความสัมพันธ์กันให้ได้เป็นเกรดเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่นักศึกษาต้องการ

7.5 เกรียงไกร พิพิขหิรัญการ (2558). เสนองานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายพฤติกรรมผู้บริโภคโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลระหว่าง กฎความสัมพันธ์ สำหรับ จำแนก และ ต้นไม้ตัดสินใจ กรณีศึกษา: ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์” โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสองวิธี ได้แก่ กฎความสัมพันธ์สำหรับจำแนก (Associative classification rule) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) ในการทดสอบประสิทธิภาพของทั้งสองวิธี พบว่า เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีความสามารถทำนายการตัดสินใจซื้อหนังสือของลูกค้าได้ถูกต้องถึง 92% และเทคนิคกฎความสัมพันธ์สำหรับจำแนก สามารถทำนายการตัดสินใจซื้อหนังสือของลูกค้าได้ถูกต้องเพียง 61% ทำให้เห็นว่าการทำนายด้วยเทคนิคแบบต้นไม้ตัดสินใจนั้นมีประสิทธิภาพในการทำนายที่ถูกต้องแม่นยำกว่าเทคนิคแบบกฎความสัมพันธ์สำหรับจำแนก

7.6 Bobadilla และคณะ (2013). เสนองานวิจัยเรื่อง Recommender systems survey knowledge based systems เป็นการผสมผสานเทคนิคของการแนะนำต่าง ๆ เช่น เทคนิคการพิจารณาจากเนื้อหา (Content base) ร่วมกับเทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ (Collaborative filter) ซึ่งผลการแนะนำที่ได้นั้นจะแตกต่างจากเดิม และสำหรับระบบผู้แนะนำนั้นได้มีความพยายามใน

การปรับปรุงประสิทธิภาพ เช่น ความถูกต้องในการแนะนำ โดยได้มีการนำวิธีการหรือเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสาน ซึ่งความไว้วางใจก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจในการนำมาพัฒนาระบบผู้แนะนำ

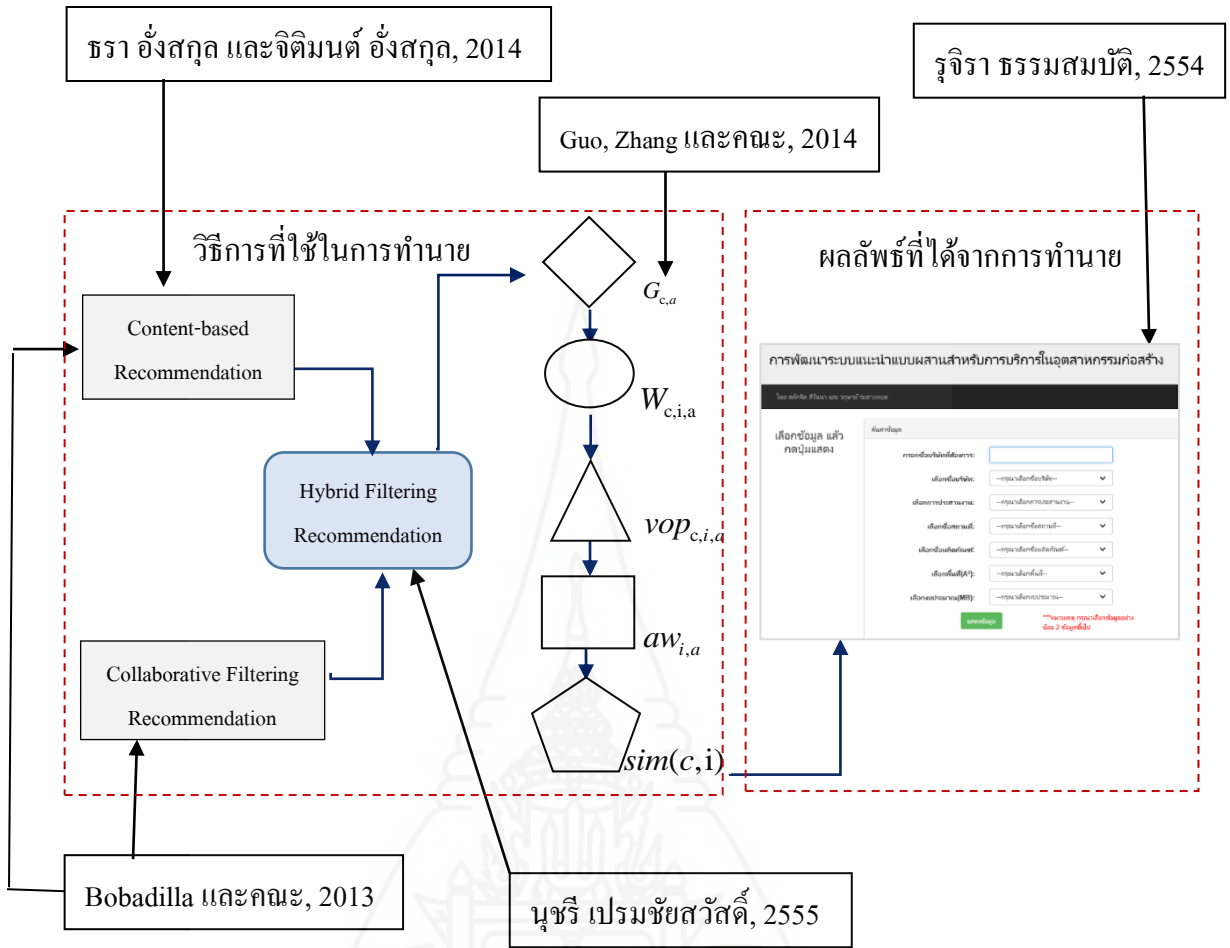
ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำเทคนิคการพิจารณาจากเนื้อหา (Content base) ร่วมกับเทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ (Collaborative filter) มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในครั้งนี้

7.7 Guo, Zhang และคณะ (2014). เสนองานวิจัยเรื่อง Merging trust in collaborative filtering to alleviate data sparsity and cold start, Knowl. Based system นำเสนอเทคนิค Merge เป็นการหาค่าคะแนนต่อสินค้าที่มาจากความไว้วางใจ โดยพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากบุคคลที่ผู้ใช้งานเป้าหมายไว้วางใจ เพื่อสร้างการแนะนำ

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำการหาค่าคะแนนต่อสินค้าที่มาจากความไว้วางใจ มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในครั้งนี้

7.8 Deng และ คณะ (2014). เสนอ งาน วิจัย เรื่อง Social network-based service recommendation with trust enhancement, Expert system นำเสนอ relevant trust walk เป็นการปรับปรุง การเดินแบบสุ่มในเครือข่ายโดยใช้ความสัมพันธ์ของความไว้วางใจในเครือข่าย ซึ่งจากศึกษา งานวิจัยจะเห็นได้ว่าความไว้วางใจโดยตรงนั้นมีได้พิจารณาถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างผู้ใช้งาน ในเครือข่ายสังคม ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการกระจายความไว้วางใจในเครือข่ายสังคม นอกจากนั้น ความไว้วางใจโดยตรงมีข้อจำกัด คือ การเชื่อมโยงในเครือข่ายจะเพิ่มขึ้นได้จาก ผู้ใช้งานเท่านั้น และในกรณีที่มีผู้ใช้งานรายใหม่ก็จะต้องมีการสร้างการเชื่อมโยงในเครือข่ายก่อน

7.9 Shambour และ Lu (2015). เสนอ งาน วิจัย เรื่อง An effective recommender system by unifying user and item trust information for B2B applications, J. Computer. syst. Sci นำเสนอการแนะนำ สินค้า โดยอาศัยความไว้วางใจจากผู้ใช้งานและความไว้วางใจจากสินค้า ซึ่งจากศึกษา งานวิจัยจะ เห็นได้ว่าการให้คะแนนสินค้าของผู้ใช้งานจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างความไว้วางใจโดยนัยและ นอกจากนั้นการพิจารณาความถูกต้องหรือความผิดพลาดของการแนะนำในอดีตก็เป็นหนึ่งวิธีการที่ น่าสนใจของความไว้วางใจโดยนัยเพื่อสร้างการแนะนำสินค้า



ภาพที่ 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เรื่อง “การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง” ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล
2. รูปแบบการวิจัยและพัฒนา
3. การวิเคราะห์ข้อมูล
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล

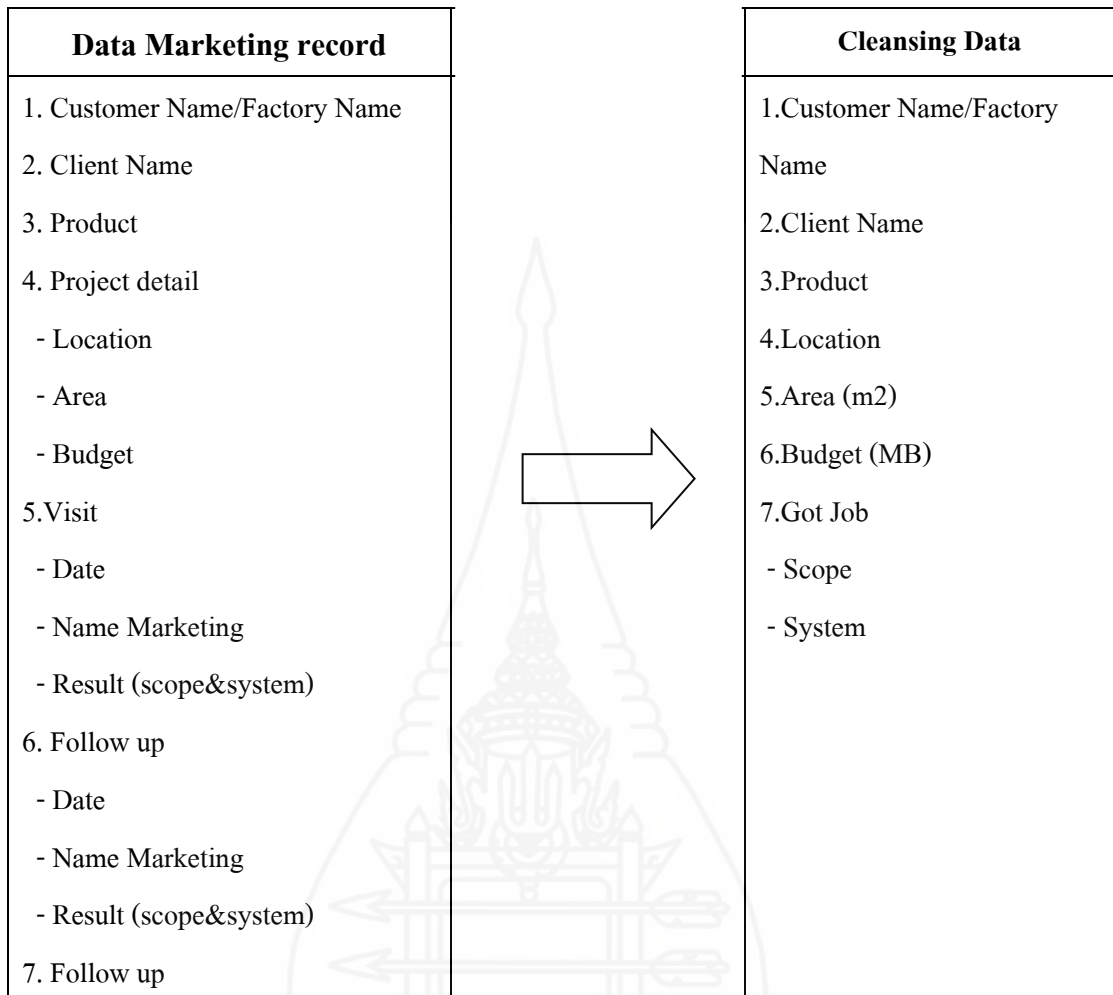
1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบผสม (Hybrid recommender system) เพื่อสร้างโมเดลและทดสอบความถูกต้อง ในระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มลูกค้าที่ติดต่อเสนอขายสินค้าและบริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง ที่เลือกซื้อสินค้าและบริการ (ข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2560)

1.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล โดยนำข้อมูลที่พนักงานขายได้เสนอขายสินค้าและบริการให้กับลูกค้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง ที่ลูกค้าเลือกซื้อสินค้าและบริการ

1.2.2 วิธีการรวบรวมข้อมูลก่อนวิเคราะห์ คือการนำข้อมูลทั้งหมดที่พนักงานขายได้ทำการเก็บรวบรวมไว้มาทำการคัดกรองข้อมูล (Cleansing data) โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยผู้บริหาร พนักงานขายและวิศวกรงานระบบต่างๆ ในการกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่จะนำมาวิเคราะห์ ดังนี้



ภาพที่ 3.1 วิธีการคัดกรองข้อมูล

จากภาพที่ 3.1 จะได้ปัจจัยหลัก ที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

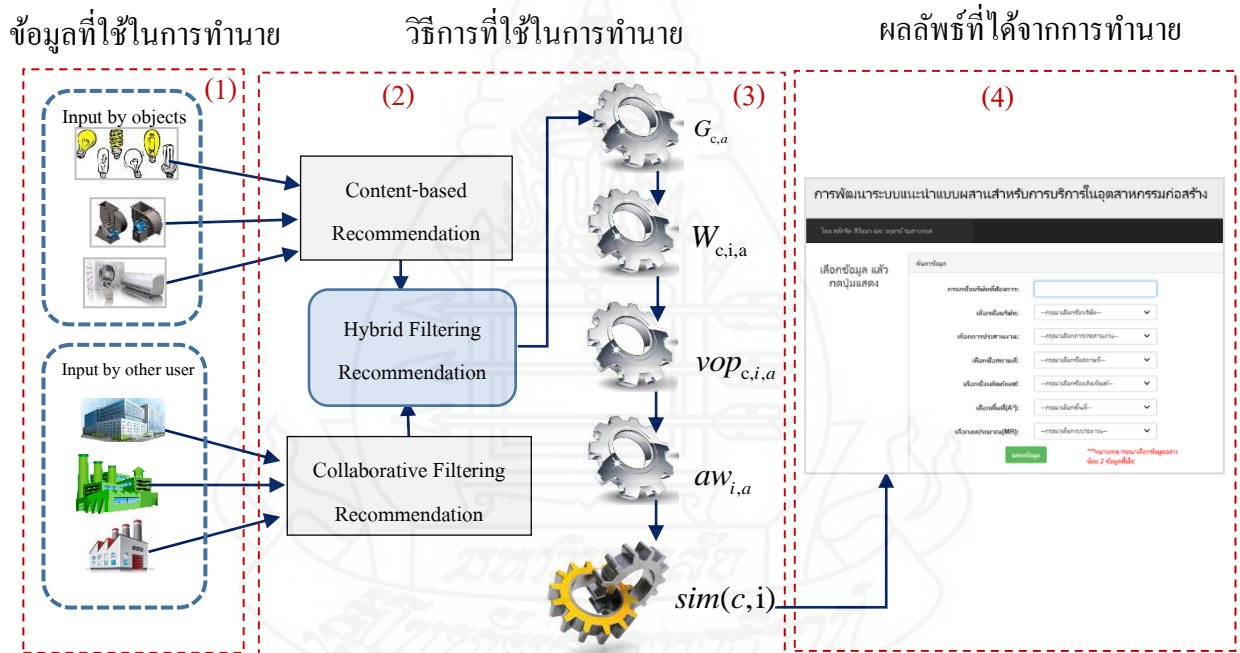
- 1) ชื่อบริษัท (Company name) คือ ชื่อบริษัทต่างๆ ที่ได้มีการติดต่อประสานงาน
- 2) การประสานงาน (Client name) คือ การติดต่อประสานงาน ในการเสนอขายสินค้าหรือบริการกับบริษัทนั้นๆ
- 3) สถานที่ (Location) คือ การระบุสถานที่ตั้งของบริษัทที่ติดต่อประสานงาน การเสนอขายสินค้าหรือบริการ
- 4) ผลิตภัณฑ์ (Product) คือ สินค้าที่บริษัทนั้นๆ ได้ผลิตสินค้าหลัก
- 5) ขนาดพื้นที่ (Area) หน่วยเป็นตารางเมตร [m²] คือ ขนาดพื้นที่

ที่บริษัทนั้นๆ ต้องการซื้อสินค้าหรือบริการ

6) งบประมาณ (Budget) หน่วยเป็นล้านบาท [MB] คือ การกำหนดงบประมาณที่บริษัทนั้นๆ มีงบประมาณในการจะเลือกซื้อสินค้าหรือบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2. รูปแบบการวิจัยและพัฒนา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เรื่อง “การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง” ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม

จากภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

(1) การนำข้อมูล Input by objects และข้อมูล Input by other user มาใช้ในการทำนาย เพื่อหาค่าความคล้ายคลึงของรายการข้อมูล

(2) นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการทำนายตามวิธีแบบระบบแนะนำแบบผสม โดย การรวม Content-based และ Collaborative เข้าด้วยกัน

(3) วิธีการทำนาย โดยการคำนวณหาค่า Global criteria weights ของลูกค้า --> การ คำนวณหาระดับความสนใจหรือค่าน้ำหนัก --> การเลือกซื้อสินค้าโดยรวมที่กลุ่มลูกค้ามีต่อระบบ ต่างๆ --> การหาค่าเฉลี่ยของประเภทงานแต่ละระบบ --> จากนั้นการหาความคล้ายคลึงกันของ ข้อมูลโดยรวมแบบผสมระหว่างกลุ่มลูกค้าหรือระหว่างงานระบบต่างๆ

(4) พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างข้อมูลโดยรวมแบบผสมผสาน (Hybrid recommender system) ประกอบไป ด้วย 4 ขั้นตอน คือ

3.1 การรวมข้อมูลการเลือกซื้อของลูกค้าแต่ละประเภทกลุ่มสินค้า (Product) เข้ากับ ข้อมูลขอบเขตงาน (Scope) ของแต่ละระบบ (System) ขั้นตอนนี้เป็นการผนวกเอาข้อมูลการเลือก ซื้อของลูกค้าแต่ละประเภทกลุ่มสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเลือกซื้อของลูกค้าแต่ละประเภทกลุ่มสินค้า

Client \ Scope	Clean room	ME	Civil& ME&EE	Civil	Renovate	EE
	1.Auto part	0.2	0.4	0.2	0.2	0
2.Tire	0	1	0	0	0	0
3.Electronic	0	1	0	0	0	0
4.Rubber	0	1	0	0	0	0
5.Air condition	0	0.4	0	0.3	0	0.3
6.Other	0	0.5	0	0.33	0.17	0

จากตารางที่ 3.1 มีลูกค้าจำนวน 6 กลุ่ม ($U = \{\text{Auto part, Tire, Electronic, Rubber, Air condition, Other}\}$) มีสินค้าและบริการจำนวน 6 รายการ ($I = \{\text{Clean room, ME, Civil \& ME\&EE, Civil, Renovate, EE}\}$) ลูกค้าสามารถที่จะเลือกซื้อสินค้าและบริการแต่ละประเภทงานโดยรวม โดย

ของค่าคะแนนอยู่ในช่วง 0.01=ซื้อสินค้าและบริการน้อยสุดถึง 1=ซื้อสินค้าและบริการมากที่สุด (0 หมายถึง ลูกค้าไม่เลือกซื้อสินค้าและบริการในระบบนั้นๆ) และข้อมูลระบบต่างๆ ของแต่ละประเภทงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระบบต่างๆ ของประเภทงาน

System Scope	C R	A C	F P	New Project	SW IT	HV AC	SMT line	Exten sion	AC & Exhaust	Chemica l room	Construc tion	Compr essor	Reno vate	Power supply
Clean room	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Civil &ME& EE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Civil Renova te	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
EE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
EE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

จากตารางที่ 3.2 แสดงระบบต่างๆ ของประเภทงาน อธิบายเกี่ยวกับระบบต่างๆ ของขอบเขตงาน (Scope) ในที่นี้สมมุติว่าในระบบแนะนำแบบผสมสำหรับบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้มีระบบงานทั้งหมด 14 ระบบ (A = { CR, AC, FP, New Project, SWIT, HVAC, SMT line, Extension, AC & Exhaust, Chemical room, Construction, Compressor, Renovate, Power supply}) ขอบเขตงานแต่ละประเภทจะถูกอธิบายด้วยระบบงานต่างๆ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วขอบเขตงานแต่ละประเภทอาจจะมีหลายระบบ โดยทั่วไปข้อมูลเกี่ยวกับระบบงานต่างๆ นี้จะถูกแทนด้วยค่า 0=ไม่มีคุณลักษณะ และ 1=มีคุณลักษณะ

ตัวอย่างเช่นงานประเภท ME ถูกอธิบายด้วยระบบต่างๆ 8 ระบบคือ AC, FP, SWIT, HVAC, SMT line, AC & Exhaust, Chemical room และ Compressor โดยทั่วไปข้อมูลเกี่ยวกับระบบต่างๆ นี้จะถูกแทนด้วยค่า 0=ไม่มีคุณลักษณะ และ 1=มีคุณลักษณะ ถ้าสังเกตให้ดีจะพบว่าจะมีข้อมูลเกี่ยวกับ id ของขอบเขตงาน เหมือนกัน ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลจากทั้งสองตารางมารวมเข้าด้วยกันโดยอาศัย id ของขอบเขตงาน ดังแสดงใน ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การเลือกซื้อโดยรวมของลูกค้าที่เลือกซื้องานแต่ละประเภทในแต่ละระบบ

Client	System Scope	C	A	F	New	SWI	HV	SMT	Extensi	AC &	Chemic	Constru	Comp	Renov	Power	Ove
		R	C	P	Project	T	AC	line	on	Exhaust	al room	ction	ressor	ate	supply	r All
1. Auto part	Clean room	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0.4
	Civil															
	&ME	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	&EE	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0.2
2. Tire	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
3. Electronic	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
4. Rubber	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
5. Air condit ion	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0.4
	Civil	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0.3
	EE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
6. Other	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0.5
	Civil	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0.33
	Renovate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.17

จากตารางที่ 3.3 เป็นการนำเทคนิค Collaborative filtering คือ การผนวกเอาข้อมูลการเลือกซื้อโดยรวมของลูกค้า (Client) ที่เลือกซื้องานแต่ละประเภทเข้ากับข้อมูลประเภทต่างๆ ของงานระบบ มาใช้ในระบบแนะนำข้อมูลสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะการนำข้อมูลของกลุ่มลูกค้า เพราะเทคนิค Collaborative filtering นี้ จะทำการประเมินการเลือกซื้อสินค้าหรือบริการของงานระบบ ซึ่งจะใช้ในการสร้างโปรไฟล์ของกลุ่มลูกค้า และคะแนนความชอบของประเภทของงานระบบได้ และอาศัยการแนะนำจากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยระบบจะใช้คะแนนความชอบของประเภทนั้น ๆ ทำให้สามารถแนะนำได้ใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้า

3.2 คำนวณหาค่า Global criteria weights ของลูกค้า เป็นการนำเอาข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่า Global criteria weights ของลูกค้าแต่ละบริษัท ค่า Global criteria weights ของลูกค้า เป็นค่าที่ แสดงถึงการเลือกซื้อสินค้าหรือบริการในงานระบบต่างๆ ในแต่ละกลุ่มลูกค้า

เนื่องจากว่าโดยปกติถ้ากลุ่มลูกค้าเดียวกันเลือกซื้อสินค้าหรือบริการในงานระบบใด ก็มักจะเลือกซื้อสินค้าหรือบริการในงานระบบนั้นซ้ำๆ ดังนั้นจึงสามารถระบุได้ว่ากลุ่มลูกค้าเดียวกันสนใจสินค้าหรือบริการในงานระบบใดเป็นพิเศษ โดยพิจารณาจากค่าความถี่ในการเลือกซื้อสินค้าหรือ

บริการในแต่ละระบบนั่นเอง ตัวอย่าง เช่น จากข้อมูลของกลุ่มลูกค้าผลิต Auto part ในตารางที่ 3.3 จะเห็นว่ากลุ่มลูกค้าได้เลือกซื้อสินค้าหรือบริการงานระบบทั้งหมด 4 ประเภท คือ Clean room, ME, Civil & ME&EE และ Civil จากการสังเกตข้อมูลการเลือกซื้อ พบว่าประเภทงานที่เลือกซื้อบ่อยที่สุด คือ ประเภท ME ดังนั้นจึงสรุปได้ในเบื้องต้นว่าลูกค้าในกลุ่มนี้เลือกซื้องานประเภท ME มากที่สุด เป็นต้น

โดยสรุป ค่า Global criteria weights ของผู้ใช้สามารถคำนวณได้โดยนับจำนวนความถี่ของระบบงานที่ลูกค้าเลือกซื้อจากนั้นจึงปรับเปลี่ยนค่าความถี่ของแต่ละประเภทของงานให้อยู่ในช่วงค่าคะแนนระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังสมการที่ (3)

$$G_{c,a} = \frac{\sum A_{c,a}}{\max_{c,a}} \quad (3) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

เมื่อ G = ค่า Global criteria weight
 c = กลุ่มลูกค้า (Client)
 a (Attribute) = ระบบของประเภทงาน (System)
 $A_{c,a}$ = ค่าของประเภทงานในกลุ่มลูกค้า
 $\max_{c,a}$ = จำนวนมากที่สุดของประเภทงานในกลุ่มลูกค้า

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณ global criteria weight ของลูกค้ากลุ่มที่ 1 (Auto part) มีหลักการคำนวณ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1.1 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ากลุ่ม Auto part ในระบบ CR

$$G_{\text{Auto part, CR}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.2 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ากลุ่ม Auto part ในระบบ AC

$$G_{\text{Auto part, AC}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.3 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ากลุ่ม Auto part ในระบบ FP

$$G_{\text{Auto part, FP}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.4 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ากลุ่ม Auto part ในระบบ New project

$$G_{\text{Auto part, New Project}} = \frac{2}{2} = 1$$

ตัวอย่างที่ 1.5 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ากลุ่ม Auto part ในระบบ SWIT

$$G_{\text{Auto part, SWIT}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.6 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ากลุ่ม Auto part ในระบบ HVAC

$$G_{\text{Auto part, HVAC}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.7 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ SMT line

$$G_{\text{Auto part, SMT line}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.8 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ Extension

$$G_{\text{Auto part, Extension}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.9 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ AC & exhaust

$$G_{\text{Auto part, AC \& Exhaust}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.10 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ Chemical room

$$G_{\text{Auto part, Chemical room}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.11 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ Construction

$$G_{\text{Auto part, Construction}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.12 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ Compressor

$$G_{\text{Auto part, Compressor}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 1.13 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ Renovate

$$G_{\text{Auto part, Renovate}} = \frac{0}{2} = 0$$

ตัวอย่างที่ 1.14 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Auto part ในระบบ Power supply

$$G_{\text{Auto part, Power supply}} = \frac{0}{2} = 0$$

ตารางที่ 3.4 ค่าน้ำหนักของลูกค้ำที่มีต่อประเภทของงาน

System Scope	C R	A C	F P	New Project	SW IT	HVA C	SMT line	Exten sion	AC & Exhaust	Chemica l room	Constr uction	Compr essor	Reno vate	Power supply
1.Auto part	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
2.Tire	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
3.Electro nic	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
4.Rubber	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
5.Air conditio n	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
6.Other	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

จากตารางที่ 3.4 แสดงค่า Global criteria weights ของลูกค้ำทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักของลูกค้ำที่มีต่อประเภทของงาน จากตัวอย่างที่นำเสนอ สามารถอธิบาย

คุณลักษณะของกลุ่มลูกค้าที่ 1 (Auto part) ได้ด้วย Global criteria weights ของลูกค้า โดยสามารถเขียนในรูปของ vector ได้ ดังนี้ $G_{Auto} = (0.5, 0.5, 0.5, 1, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0, 0)$ ข้อมูลดังกล่าวอธิบายโดยสรุป คือ กลุ่มลูกค้าที่ 1 (Auto) เลือกซื้อสินค้าและบริการ New project มากที่สุด ซึ่งสามารถวัดค่าออกมาเปรียบเทียบได้เป็นตัวเลขที่แสดงถึงระดับความสนใจของกลุ่มลูกค้า

3.2 การคำนวณหาระดับความสนใจหรือค่าน้ำหนักที่ลูกค้าแต่ละกลุ่มกำหนดให้กับแต่ละระบบของประเภทงาน เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาระดับความสนใจหรือค่าน้ำหนักของลูกค้าแต่ละกลุ่ม กำหนดให้กับประเภทต่างๆ ของงาน ที่มีอยู่ในเนื้อหาของแต่ละระบบ ต้องการคำนวณหาความเป็นไปได้หรือโอกาสที่จะเลือกซื้อสินค้าของกลุ่มลูกค้าที่มีต่อระบบต่างๆ (Attribute rating) ของแต่ละระบบ ในรูปแบบคะแนน จากนั้นจึงทำการ Normalize ค่าคะแนนให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 เพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่า Global criteria weights ของกลุ่มลูกค้าได้ โดยสำเนาข้อมูลทั้งหมดตามตารางที่ 3.3 ออกมาเป็นข้อมูลอีกชุดหนึ่ง จากนั้นแทนค่าไบนารีที่เป็น 1 ในเมตริกซ์ทั้งหมดด้วยค่า Global criteria weights คูณกับค่าไบนารีที่ตรงกัน แล้วแปลงค่าที่คำนวณได้แต่ละค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 หารด้วยค่าคะแนนของงานระบบต่างๆ ที่มีค่าสูงสุด ดังสมการที่ (4)

$$W_{c,i,a} = A_{i,a} * G_{c,a} \quad (4) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

เมื่อ $W_{c,i,a}$ = ค่าน้ำหนักความสนใจ (Weights)
 c = กลุ่มลูกค้า (Client)
 i (Item) = ประเภทงาน (Scope)
 a (Attribute) = ระบบของประเภทงาน (System)
 $A_{i,a}$ = ค่าของระบบต่างๆ ในประเภทงาน

ตัวอย่างที่ 2 การคำนวณหาค่าน้ำหนักความสนใจ (Weights) ของลูกค้ากลุ่มที่ 1 (Auto part) มีหลักการคำนวณ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2.1 ค่าน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ CR

$$W_{Auto\ part, Clean\ room, CR} = 1 * 0.5 = 0.5$$

ตัวอย่างที่ 2.2 ค่าน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ AC

$$W_{\text{Auto part, Clean room, AC}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.3 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ FP

$$W_{\text{Auto part, Clean room, FP}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.4 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ New project

$$W_{\text{Auto part, Clean room, New Project}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.5 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ SWIT

$$W_{\text{Auto part, Clean room, SWIT}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.6 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ HVAC

$$W_{\text{Auto part, Clean room, HVAC}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.7 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ SMT line

$$W_{\text{Auto part, Clean room, SMT line}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.8 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Extension

$$W_{\text{Auto part, Clean room, Extension}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.9 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ AC & exhaust

$$W_{\text{Auto part, Clean room, AC & Exhaust}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.10 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Chemical room

$$W_{\text{Auto part, Clean room, Chemical room}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.11 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Construction

$$W_{\text{Auto part, Clean room, Construction}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.12 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Compressor

$$W_{\text{Auto part, Clean room, Compressor}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.13 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Renovate

$$W_{\text{Auto part, Clean room, Renovate}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2.13 คำนวณน้ำหนักความสนใจของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Power supply

$$W_{\text{Auto part, Clean room, Power Supply}} = 0 * 0.5 = 0$$

ตารางที่ 3.5 คำนวณน้ำหนักความสนใจ(Weights)ที่กลุ่มลูกค้ามีต่อระบบ

Client	System Scope	C R	A C	F P	New Project	SWI T	HV AC	SMT line	Exten sion	AC & Exhaust	Chemica l room	constr uction	Comp ressor	Renov ate	Power supply	Ove r All
1.Auto part	Clean room	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	ME	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.4
	Civil &ME &EE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	Civil	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0.2
2.Tire	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
3.Electronic	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
4.Rubber	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
5.Air condition	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0.4
	Civil	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0.3
	EE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
6.Other	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0.5
	Civil	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0.3
	Renovate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.1
7																

จากตารางที่ 3.5 เป็นระดับความสนใจที่กลุ่มลูกค้ามีต่อระบบงานต่างๆ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการเลือกซื้อสินค้าโดยรวมที่กลุ่มลูกค้ามีต่อระบบต่างๆ มาคูณกับค่าการเลือกซื้อสินค้าโดยรวมที่ลูกค้าเลือกซื้อแต่ละประเภท ดังสมการที่ (5)

$$vop_{c,i,a} = W_{c,i,a} * r_{c,i} \quad (5) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

เมื่อ $vop_{c,i,a}$ (Value of product) = ค่าการเลือกซื้อสินค้าที่ลูกค้ามีต่อระบบต่างๆ

$W_{c,i,a}$ = ค่าน้ำหนักความสนใจ (Weights)

$r_{c,i}$ (Rating) = ค่าการเลือกซื้อสินค้าและบริการในแต่ละประเภท

ตัวอย่างที่ 3 การคำนวณค่าการเลือกซื้อสินค้าที่ลูกค้ามีต่อระบบต่างๆ ของลูกค้ากลุ่มที่

1 (Auto part) มีหลักการคำนวณ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3.1 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ CR

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, CR}} = 0.5 * 0.2 = 0.1$$

ตัวอย่างที่ 3.2 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ AC

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, AC}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.2 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ FP

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, FP}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.3 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ New project

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, New Project}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.4 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ SWIT

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, SWIT}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.5 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ HVAC

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, HVAC}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.6 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ SMT line

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, SMT line}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.7 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Extension

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, Extension}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.8 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ AC & exhaust

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, AC \& Exhaust}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.9 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Chemical room

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, Chemical room}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.10 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Construction

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, Construction}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.11 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Compressor

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, Compressor}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.12 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Renovate

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, Renovate}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3.13 การเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่ม Auto part ของประเภทงาน Clean room ในระบบ Power supply

$$rop_{\text{Auto part, Clean room, Power Supply}} = 0 * 0.2 = 0$$

ตารางที่ 3.6 คำนวณน้ำหนักการเลือกซื้อสินค้าที่ลูกค้ามีต่อระบบ

Client	System Scope	C R	A C	F P	New Project	SWI T	HVA C	SMT line	Exten sion	AC & Exhaust	Chemic al room	constr uction	Comp ressor	Renov ate	Power supply	Ove r All
1.Auto part	Clean room	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	ME	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0.4
	Civil &ME &EE	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	Civil	0	0	0	0.2	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.2
2.Tire	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
3.Electro nic	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

Client	System Scope	C R	A C	F P	New Project	SWI T	HVA C	SMT line	Exten sion	AC & Exhaust	Chemic al room	constr uction	Comp ressor	Renov ate	Power supply	Ove r All
4.Rubber	ME	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
5.Air condition	ME	0	.4	.4	0	0.4	0.4	0.4	0	0.4	0.4	0	0.4	0	0	0.4
	Civil	0	0	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0	0	0	0.3
	EE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3
6.Other	ME	0	.5	.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5
	Civil	0	0	0	0.33	0	0	0	0.33	0	0	0.33	0	0	0	0.33
	Renov ate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0	0.17

จากตารางที่ 3.6 แสดงถึงค่าน้ำหนักทั้งหมดที่ลูกค้าแต่ละกลุ่มเลือกซื้อสินค้าและบริการจากที่เลือกซื้อมาแล้ว

3.4 การวัดค่าระดับความเข้มข้นของแต่ละระบบ เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูล และวัดค่าระดับความเข้มข้นของแต่ละระบบที่ปรากฏอยู่ในประเภทต่างๆ ซึ่งค่าเดิมที่ใช้ในการอธิบายระบบของประเภทงานมีค่าเป็นตัวเลข ไบนารี (0 หรือ 1) ซึ่งใช้อธิบายได้แค่เพียงการบ่งบอกว่ามีระบบนั้นๆ อยู่ในประเภทงานหรือไม่เท่านั้น ไม่สามารถบอกค่าระดับความเข้มข้นของแต่ละระบบที่ปรากฏอยู่ในประเภทของงานที่แท้จริงได้ ดังนั้นจึงต้องพึงพาการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้ากลุ่มอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมกันพิจารณา (Collaborate) ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดคือการคำนวณค่าเฉลี่ยของการเลือกซื้อสินค้าและบริการ ของลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับระบบงานนั้นๆ ดังแสดงได้ด้วยสมการที่ (6)

$$aw_{i,a} = \frac{\sum vop_{c,i,a}}{Count_{i,a}} \quad (6) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

เมื่อ $aw_{i,a}$ (Average weight) = ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน

$Count_{i,a}$ = จำนวนนับทั้งหมดที่นำมาคำนวณ

$\sum vop_{c,i,a}$ = ผลรวมของงานระบบในแต่ละประเภทที่เลือกซื้อทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 4 การคำนวณระดับความเข้มข้นของประเภทงานของลูกค้ากลุ่มที่ 1 (Auto part) มีหลักการคำนวณ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 4.1 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Clean room ในระบบ CR

$$aw_{\text{Clean room, CR}} = (0.1)/1 = 0.1$$

ตัวอย่างที่ 4.2 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ AC

$$aw_{\text{ME, AC}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.3 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ FP

$$aw_{\text{ME, FP}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.4 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ SWIT

$$aw_{\text{ME, SWIT}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.5 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ HVAC

$$aw_{\text{ME, HVAC}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.6 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ SMT line

$$aw_{\text{ME, SMT line}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.7 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ AC & exhaust

$$aw_{\text{ME, AC \& Exhaust}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.8 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน EE ในระบบ Power supply

$$aw_{\text{EE, Power supply}} = (0.3)/1 = 0.3$$

ตัวอย่างที่ 4.9 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ Chemical room

$$aw_{\text{ME, Chemical room}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.10 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Renovate ในระบบ Renovate

$$aw_{\text{Renovate, renovate}} = (0.170)/1 = 0.17$$

ตัวอย่างที่ 4.11 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน ME ในระบบ Compressor

$$aw_{\text{ME, Compressor}} = (0.2+1+1+1+0.4+0.5)/6 = 0.683$$

ตัวอย่างที่ 4.12 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Civil&ME&EE ในระบบ New

project

$$aw_{\text{Civil\&ME\&EE, New Project}} = (0.2)/1 = 0.2$$

ตัวอย่างที่ 4.13 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Civil ในระบบ New project

$$aw_{\text{Civil, New Project}} = (0.2+0.3+0.33)/3 = 0.276$$

ตัวอย่างที่ 4.14 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Civil ในระบบ Extension

$$aw_{\text{Civil, Extension}} = (0.1+0.3+0.33)/3 = 0.243$$

ตัวอย่างที่ 4.15 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Civil ในระบบ Construction

$$aw_{\text{Civil, Construction}} = (0.1+0.3+0.33)/3 = 0.243$$

ตารางที่ 3.7 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน

System Scope	C	A	F	New	SW	HVA	SMT	Exte	AC &	Chemic	Constr	Compr	Reno	Power
	R	C	P	Project	IT	C	line	nsion	Exhaust	al room	uction	essor	vate	supply
Clean room	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ME	0	0.68	0.68	0	0.68	0.68	0.68	0	0.68	0.68	0	0.68	0	0
Civil& ME&EE	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Civil	0	0	0	0.27	0	0	0	0.24	0	0	0.24	0	0	0
Renovate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0
EE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3

จากตารางที่ 3.7 แสดงให้เห็นค่าต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการที่ 4 ซึ่งถูกใช้ในการอธิบายระดับความเข้มข้นของงานแต่ละประเภท ที่ปรากฏอยู่ในระบบต่างๆ ของประเภทงาน การหาความคล้ายคลึงกันของข้อมูลโดยรวมแบบพหุคูณระหว่างกลุ่มลูกค้ำหรือระหว่างงานระบบ ในระบบแนะนำสามารถวัดได้จากการประยุกต์ใช้วิธีการวัดความคล้ายคลึงแบบ Tanimoto correlation (Gower & Legendre, 1986) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการแนะนำที่ได้นำเสนอ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มลูกค้ำกับประเภทของงานระบบ ดังแสดงในสมการที่ (7)

$$sim(c,i) = \frac{\sum (G_{c,a}) * (aw_{i,a})}{\sum (G_{c,a})^2 + \sum (aw_{i,a})^2 - \sum (G_{c,a}) * (aw_{i,a})} \quad (7) \text{ (Guo, Zhang และคณะ, 2014)}$$

เมื่อ $sim(c,i)$ = การหาความคล้ายคลึงกันของกลุ่มลูกค้ำกับประเภทของงาน

$G_{c,a}$ = ค่า Global criteria weight

$aw_{i,a}$ = ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน

ตัวอย่างที่ 5 การหาความคล้ายคลึงกันของลูกค้ำกลุ่ม Other กับการเลือกซื้องานประเภท Civil & ME&EE มีหลักการคำนวณ ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 5.1 คำนวณน้ำหนักของลูกค้ำกลุ่ม Other ในระบบ CR, AC, FP, New Project, SWIT, HVAC, SMT line, Extension, AC & exhaust, Chemical room, Construction, Compressor, Renovate, Power supply

$G_{\text{Other}} = (\text{CR, AC, FP, New project, SWIT, HVAC, SMT line, Extension, AC \& exhaust, Chemical room, Construction, Compressor, Renovate, Power supply})$

$$G_{\text{Other}} = (0,1,1,1,11,1,1,1,1,1,1,0)$$

ตัวอย่างที่ 5.2 ระดับความเข้มข้นของประเภทงาน Civil & ME & EE ในระบบ CR, AC, FP, New project, SWIT, HVAC, SMT line, Extension, AC & exhaust, Chemical room, Construction, Compressor, Renovate, Power supply

$aw_{\text{Civil\&ME\&EE}} = (\text{CR, AC, FP, New Project, SWIT, HVAC, SMT line, Extension, AC \& exhaust, Chemical room, Construction, Compressor, Renovate, Power supply})$

$$aw_{\text{Civil\&ME\&EE}} = (0,0,0,0.2,0,0,0,0,0,0,0,0,0)$$

นำไปแทนค่าในสมการที่ (7) การหาความคล้ายคลึงกันของกลุ่มลูกค้ำกับประเภทของงาน จะได้

$$\text{Sim}(\text{other, civil\& ME\&EE}) = \frac{1*0.2}{(1^2+0.2^2) - (1*0.2)} = 0.2 / (1.04-0.2) = 0.2/0.84 = 0.24$$

จากการ Similarity สามารถสรุปได้ว่า ลูกค้ำกลุ่ม other มีโอกาสที่จะเลือกซื้องานประเภท civil & ME&EE เท่ากับ 0.24 หรือ 24%

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ซอฟต์แวร์ PHP + MySQL มาช่วยในการออกแบบระบบเป็นเว็บแอปพลิเคชัน จากการหาความคล้ายคลึงกันของข้อมูล โดยรวมข้อมูลแบบผสานระหว่างกลุ่มลูกค้ำหรือระหว่างประเภทงานระบบ และคำนวณ Similarity ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการพัฒนาเว็บแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยใช้ซอฟต์แวร์ PHP และ MySQL มาพัฒนาสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน และสร้างโมเดลที่เกี่ยวข้องกับระบบงานทั้งหมด และแสดงผลผ่านทางโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชัน โดยนำข้อมูลของกลุ่มลูกค้ำที่ติดต่อเสนอขายสินค้าและบริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง ที่มีอยู่ให้เรียนรู้ (Training data) เพื่อทำการสร้างโมเดลของระบบขึ้น และทำการทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของโมเดลต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

จากข้อมูลของกลุ่มลูกค้าที่ติดต่อเสนอขายสินค้าและบริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่ (Training Data) เพื่อทำการสร้าง โมเดล และพัฒนาสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้ดังนี้

การเข้าสู่หน้าเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ดังภาพที่ 4.1

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย รัมสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :	<input type="text" value="A"/>
เลือกชื่อบริษัท :	--กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- <input type="button" value="V"/>
เลือกการประสานงาน :	Direct <input type="button" value="V"/>
เลือกชื่อสถานที่ :	Amatanakorn <input type="button" value="V"/>
เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ :	Autopart <input type="button" value="V"/>
เลือกพื้นที่(A ²) :	--กรุณาเลือกพื้นที่-- <input type="button" value="V"/>
เลือกงบประมาณ(MB) :	--กรุณาเลือกงบประมาณ-- <input type="button" value="V"/>

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ภาพที่ 4.1 หน้าเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาระบบแนะนำ

จากนั้นใช้งานได้ปกติ ซึ่งในการใช้งานของระบบแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างต้องมีการเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูล เพื่อสามารถประมวลผลได้ และยังสามารถเพิ่มชื่อบริษัทใหม่ๆ ที่ยังไม่มีในรายชื่อบริษัทได้อีกด้วย ในการประมวลผลการพัฒนาระบบแนะนำแบบ

ผลงานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างจะทำการประมวลผลตามข้อมูลที่ได้อัปโหลดไว้ในระบบเป็นข้อมูลจากกลุ่มลูกค้าที่พนักงานได้ติดต่อเสนอสินค้าหรือบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างจำนวน 100 กลุ่มลูกค้า โดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ถ้าข้อมูลที่เลือกนอกเหนือจากระบบที่มีระบบจะประมวลผลแสดงรายการเสนอสินค้าและบริการที่บริษัทสามารถเสนอขายสินค้าและบริการได้ ดังภาพที่ 4.2

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท	
A	
	ME (40.00%)
	Civil (20.00%)
	Civil&ME&EE (20.00%)
	Cleanroom (20.00%)

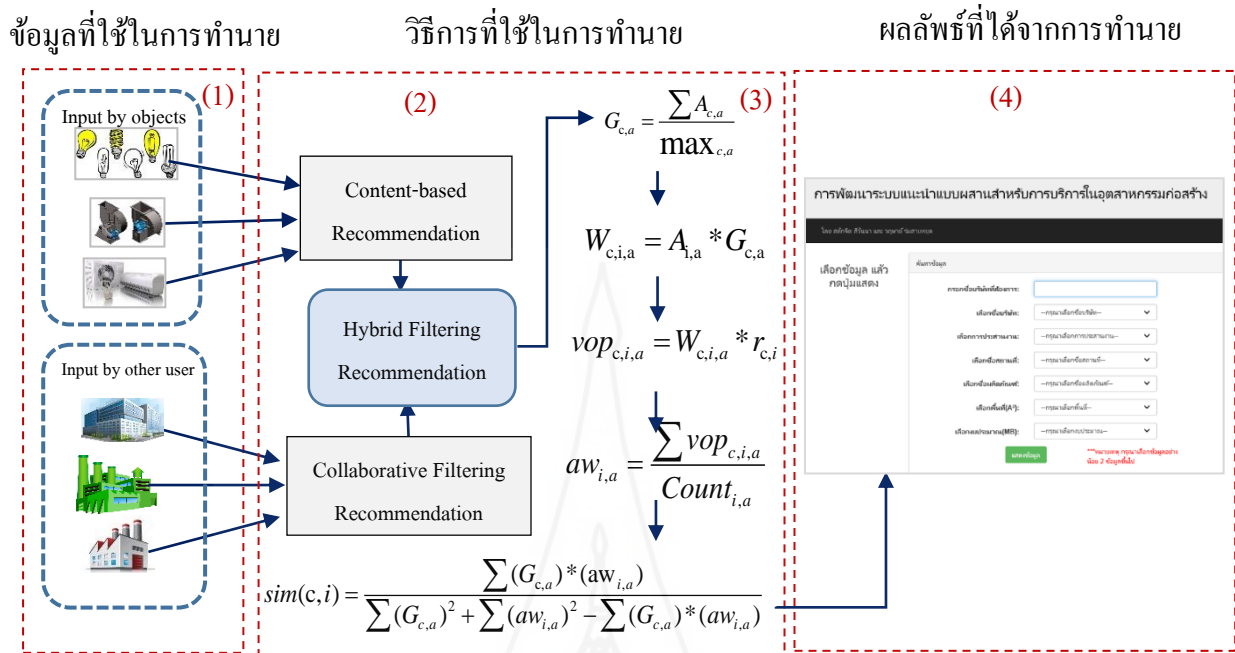
ภาพที่ 4.2 แสดงการประมวลผลรายการสินค้าและบริการที่เสนอขายให้กับบริษัทกลุ่มลูกค้า

ซึ่งนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) คือ กระบวนการปรับปรุงโครงสร้างของรีเลชันหรือแบบจำลองเอนติตี้-ความสัมพันธ์ (ER- Model) ให้อยู่ในรูปแบบบรรทัดฐาน (Normal form) โดยมีหลักการและวัตถุประสงค์เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและทำให้ข้อมูลมีความถูกต้อง (วฤชาย, 2560)

1.1 การศึกษาระบบแนะนำแบบผลงานการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

งานวิจัยการพัฒนาระบบแนะนำแบบผลงานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของกลุ่มลูกค้าที่พนักงานขายติดต่อเสนอขายสินค้าและบริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง ที่มีอยู่ (Training Data) เพื่อทำการสร้าง โมเดลและพัฒนาสร้างหน้าเว็บแอปพลิเคชันการทำนายการแนะนำสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้ารายใหม่ๆ ได้

1.2. การวิเคราะห์และออกแบบระบบแนะนำแบบผลงานการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง



ภาพที่ 4.3 ภาพรวมการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม

จากภาพที่ 4.3 ภาพรวมการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

(1) การนำข้อมูล Input by objects และข้อมูล Input by other user มาใช้ในการทำนาย เพื่อหาค่าความคล้ายคลึงของรายการข้อมูล

(2) นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการทำนายตามวิธีแบบระบบแนะนำแบบผสาน โดยการรวม Content-based และ Collaborative เข้าด้วยกัน

(3) วิธีการทำนาย โดยการคำนวณหาค่า Global criteria weights ของลูกค้า --> การคำนวณหาระดับความสนใจหรือค่าน้ำหนัก --> การเลือกซื้อสินค้าโดยรวมที่กลุ่มลูกค้ามีต่อระบบต่างๆ --> การหาค่าเฉลี่ยของแต่ละงานแต่ละระบบ --> จากนั้นการหาความคล้ายคลึงกันของข้อมูลโดยรวมแบบผสานระหว่างกลุ่มลูกค้าหรือระหว่างงานระบบต่างๆ

(4) พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2. การประเมินค่าความถูกต้อง ค่าการเรียกคืนและค่าประสิทธิภาพของระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

หลังจากพัฒนาระบบและสร้างโมเดลแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของโมเดล ซึ่งการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยใช้การประเมินค่าความแม่นยำ Confusion matrix ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การประเมินผลลัพธ์การทำนาย (Confusion matrix)

		Predicted	
		Yes	No
Actual	Yes	A=TP	B=FN
	No	C=FP	D=TN

จากตารางที่ 4.1 Confusion matrix คือ การประเมินผลลัพธ์การทำนาย (หรือผลลัพธ์จาก(Recall) และค่าประสิทธิภาพ (F-measure) เพื่อทดสอบความถูกต้องจากการสุ่มข้อมูล โดยคำนวณได้จากสมการที่ (8), (9) และ (10) ตามลำดับ (Kohavi and provost, 1998)

$$P = \frac{A}{A+B} \quad (8) \text{ (Kohavi and provost, 1998)}$$

$$R = \frac{A}{A+C} \quad (9) \text{ (Kohavi and provost, 1998)}$$

$$F - measure = \frac{2RP}{R+P} \quad (10) \text{ (Kohavi and provost, 1998)}$$

เมื่อ P คือ ค่าความถูกต้อง (Precision)

R คือ ค่าการเรียกคืน (Recall)

A=True positive (TP) คือ ข้อมูลเป็นจริง และผลการทำนายบอกว่าจริง

B=False negative (FN) คือ ข้อมูลเป็นจริง และผลการทำนายบอกว่าไม่จริง

C=False positive (FP) คือ ข้อมูลเป็นข้อมูลไม่จริง และผลการทำนายบอกว่าจริง

D=True negative (TN) คือ ข้อมูลเป็นข้อมูลไม่จริง และผลการทำนายบอกว่าไม่จริง

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์จากการทดสอบระบบผลลัพธ์จริง

		Predicted	
		Yes	No
Actual	Yes	13	1
	No	2	4

จากตารางที่ 4.2 ทดสอบความถูกต้องจากโปรแกรมเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง โดยการสุ่มข้อมูลการจัดกลุ่มลูกค้าจำนวน 20 ครั้ง สามารถหาค่าความถูกต้อง (Precision) ค่าการเรียกคืน (Recall) และค่าประสิทธิภาพ (F-measure) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าความถูกต้อง (Precision)} = P = \frac{13}{13+1} = \frac{13}{14} = 0.9285$$

$$\text{ค่าการเรียกคืน (Recall)} = R = \frac{13}{13+2} = \frac{13}{15} = 0.8667$$

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ (F-measure)} = F\text{-measure} = \frac{2 * (0.8667) * (0.9285)}{(0.8667) + (0.9285)} = \frac{1.61}{1.795} = 0.8969$$

จากการทดลองข้อมูลในงานวิจัยการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง พบว่าค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 92.85 ค่าการเรียกคืนเท่ากับร้อยละ 86.67 และค่าประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 89.69

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างให้กับพนักงานขายเพื่อเลือกเสนอสินค้าและบริการให้กับลูกค้าได้ตรงตามความต้องการและเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น จากการวิจัยสามารถสรุปการวิจัย อภิปรายผลและนำมาซึ่งข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 ระบบแนะนำแบบผสม (Hybrid Filtering Recommendation) เป็นการกรองข้อมูลโดยการรวม Content-based และ Collaborative filtering เข้าด้วยกัน ซึ่ง Content-based เป็นเทคนิคระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหาที่ใช้พื้นฐานจากข้อมูลจากรายละเอียดเนื้อหาของข้อมูลนั้น ๆ ในการนำเสนอระบบการให้คำแนะนำ ส่วน Collaborative filtering เป็นเทคนิคระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม โดยใช้ข้อมูลในระบบเป็นจำนวนมากที่มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกันกับผู้ใช้ในการนำเสนอแนะนำวัตถุนั้นๆ

1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบแนะนำแบบผสมการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบผสม (Hybrid filtering) ซึ่งนำคุณสมบัติเฉพาะบางอย่างของวิธีระบบแนะนำแบบพิจารณาเนื้อหาเข้ามาเพิ่มเข้าไปในวิธีระบบแนะนำแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมทำงานร่วมกัน ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงข้อจำกัดของ Content-based และ Collaborative filtering เพื่อลดข้อจำกัดในการทำนายผลลัพธ์ที่ไม่สอดคล้องตามเป้าหมาย ความต้องการของลูกค้าและก่อให้เกิดปัญหาความเบาบางของข้อมูลได้

1.3 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยใช้ซอฟต์แวร์ PHP และข้อมูลกลุ่มลูกค้าที่พนักงานขายได้ติดต่อเสนอสินค้าบริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่างเป็นฐานข้อมูลใน MySQL ในการออกแบบระบบเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาแนะนำแบบผสมสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2. อภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสมผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยใช้การกรองข้อมูลแบบผสมผสาน (Hybrid filtering recommendation) โดยการรวม Content-based และ Collaborative filtering เข้าด้วยกันมาวิเคราะห์และออกแบบเพื่อพัฒนาเป็นระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นการแนะนำสินค้าให้กับลูกค้ารายใหม่ๆ โดยนำข้อมูลที่มีมาวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการ Recommender เพราะมีการจัดกลุ่มเหมือน Cluster และทำนายผลออกมาตามโมเดลที่สร้างไว้เหมือน Classification แต่จะมีการแนะนำและนำเสนอสินค้าใหม่ๆ ให้กับลูกค้าได้ โดยดูจากพฤติกรรมของลูกค้ารายเก่าได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำ หลังจากสร้างโมเดลและพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันแล้ว จึงทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของโมเดล โดยใช้การประเมินค่าความแม่นยำ Confusion matrix จากการทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของโมเดล พบว่าค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 92.85 ค่าการเรียกคืนเท่ากับร้อยละ 86.67 และค่าประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 89.69

3. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการแนะนำสินค้าและบริการให้กับลูกค้าในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้างเท่านั้น ดังนั้นสำหรับการวิจัยในอนาคตผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะ ดังนี้

3.1 งานวิจัยฉบับนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ ในธุรกิจอื่นๆ ในการขายสินค้าและบริการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแนะนำสินค้าและบริการให้กับลูกค้าได้แม่นยำยิ่งขึ้น

3.2 งานวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลลูกค้าเฉพาะที่เลือกซื้อสินค้าและบริการเท่านั้น ถ้าผู้สนใจจะนำไปพัฒนาต่อ ควรเก็บข้อมูลที่ลูกค้าไม่มีการซื้อสินค้าและบริการด้วย เพื่อนำมาปรับปรุงและวางแผนกลยุทธ์ให้กับสินค้าและบริการที่ไม่ได้เลือกซื้อ

3.3 งานวิจัยฉบับนี้สามารถใช้ได้กับเศรษฐกิจ ณ ปัจจุบันที่เก็บข้อมูลมา ถ้านานๆ ไปเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลง โมเดลนี้ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจมีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อของลูกค้าด้วย

3.4 สำหรับผู้ที่สนใจจะนำไปต่อยอด โมเดลนี้สามารถนำมาพัฒนาต่อได้ในเชิง Machine learning ซึ่งจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ



ภาคผนวก ก

ข้อมูลกลุ่มลูกค้าที่นำมาวิเคราะห์

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลกลุ่มลูกค้าที่นำมาวิเคราะห์

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
1	CPF	Direct	NongJok	Food	40	0.8	ME	Cooling
2	CPF	Direct	NongJok	Food	6,000	147	Civil&ME	New Project
3	Hino Motors Manufecuring	Direct	Samutsakorn	Auto Part	240	3	Clean room	CR
4	Denso	Direct	Amatanakorn	Auto part	50		Clean room	CR
5	Sanmina SCI system (thailand) Co.,Ltd	Direct	pathum thani	Electronics		22.5	ME	FP & AC
6	Umicore	Thai Nakano, Ando	Hammaraj	Auto part	6,000		ME&EE	New Project
7	Bridgestone	Direct	Amatanakorn	Tire	317		ME	AC
8	Panasonic Application	Direct	Wellgrow	Electronics	36	2.45	Clean room	CR
9	Seiko Precision	Direct	Navanakorn	Seiko		7.5	ME	AC
10	Bridgestone	Direct	Nongkae	Tire	1,152	2.5	ME	AC
11	Belton	Direct	Navanakorn	Electronics	3,200		Civil&ME&EE	SWIT & New Project
12	Out of the blue o.,Ltd	Direct	Samutsakorn	Painting	2,772	28	Civil	New Project
13	Civil tech design	Medic pharma	Samutsakorn	Medicine	7,022	150	Clean room&ME	CR & HVAC
14	Veleo Niles (Thailand) Co.,Ltd	Direct	Amatanakorn	Auto part	51,000		ME	FP
15	Thai Kurabo	Obayashi	Navanakorn	Textile	20,000	9	Renovate	FF
16	Lucky Tex	Under	Bangpoo	Textile	1,000		ME	SWIT
17	3 M Thailand	Direct	Ladkrabang	Scotch tape	1,000		Renovate	Renovate
18	3 M Thailand	Direct	Ladkrabang	Scotch tape	1,000		Clean room	CR
19	Fabrinet	Direct	Rayong	Electronics	30,000		Civil&ME&EE	New Project
20	Hitachi Automotive system Ltd.	Direct	Amatanakorn	Auto part	400		Civil&ME&EE	New Project

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
21	Microchip	Direct	Chachoengsao	Electronics	80		Renovate	Renovate
22	Bertram chemical 1982 co.,Ltd.	Direct	pathum thani	Pharmaceutical	2,700		ME	SWIT
23	Avery dennison (Thailand) Co.,Ltd	UAC	Bang sao thong	Labal	1,000		ME	HVAC
24	E&H Precision	Under	Amatanakorn	Electronics	10,000		ME	SWIT
25	Huhtamaki Thailand	Direct	Samutsakorn	Packaging material	12,000	12	ME	FP
26	Asahi Kasei	Thai Nakano	Hitech	Chemicals	476		ME	FF & AC
27	Foodtech	Thai Nakano	Hitech	Cheese	375		Clean room	CR 50K
28	Hitachi Compressor (Thailand)	Consulting	Rojana	Auto part		1	EE	Energy saving
29	Rice Creation	Under	pathum thani	Rice	10,000		Civil	Warehouse
30	Marugo Rubber (Thailand)	Under	Amatanakorn	Rubber	20,000		ME	HVAC
31	TPSC	Under	Bangpong	Power Plant	4,000		ME	HVAC
32	Big C	Direct	Klong 6	Shpping mall		50	EE	Solar Panel
33	Fabrinet	Direct	pathum thani	Electronics	18,000		Civil	Car Park
34	Fabrinet	Direct	pathum thani	Electronics	1,500		Civil&ME&EE	New Project
35	Fabrinet	Direct	pathum thani	Electronics	4,400		Civil&ME&EE	New Project
36	Fabrinet	Direct	pathum thani	Electronics	400		Clean room	CR 100K
37	Fabrinet	Direct	pathum thani	Electronics	2,300		Civil	Warehouse
38	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.7	ME&EE	Roof FAN
39	Kusumoto Kasei	Direct	Rayong	Chemicals	3,000	140	Civil&ME&EE	New Project
40	ACT Imaging	Direct		Printing		80	Civil&ME&EE	New Project
41	Andaman Seafoods	Direct	Samutprakarn	Food	1,500		ME	AC
42	Toray Industries	Under	Samutprakarn	Textile	4,000		Civil	New Project
43	Nippun	Under	Navanakorn	Pasta Pastry	2,145		ME	HVAC
44	ARS Chemical	Direct	Navanakorn	Chemicals	300		Civil&ME	AC,Buiding

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
45	Thai Union CO.,Ltd	Direct	Samutprakarn	Food		100	ME	New Project
46	Cargill	Direct	Korat	Food		1	Civil	Extension
47	Cargill	Direct	Korat	Food		1	ME	FP
48	Nedec	Direct	Korat			1	ME	AC
49	Nedec	Direct	Korat			6	ME	New Project
50	Valeo	Direct	Amatanakorn	Auto part		5	ME	FP
51	Valeo	Direct	Amatanakorn	Auto part		7	Civil	New Project
52	Thai Chim	Direct	Korat			4	Civil	New Project
53	Fabrinet	Direct	pathum thani	Electronics		2.5	Civil	QA ROOM
54	APT	Direct	Bangkadee			5	ME	SPOT AIR
55	Hoya	Direct	Hitech			5	Renovate	Misc.work
56	Toshiba Lighting	Direct	Bangkadee			1.4	Civil&EE	ESD room
57	Nihon	Direct	Rojana			3.8	ME	Cooling
58	CP Meiji	Direct	Saraburi			2	ME	Steam drain
59	Transtron	Direct	Bangkadee			2	Renovate	Misc.work
60	Kincho	Direct	Nongkae			5	ME	FP
61	Sanko Electric	Direct	Rojana			1.6	EE	TR
62	Bertram Phama	Direct	Ladkrabang			3	Renovate	Lab. Renovate
63	Nestle	Direct	Bangpoo			6	ME	Wase water tank
64	Aichi	Direct	Bangplee			7	Clean room	CR
65	French Interational	Direct	Bangkok			4	ME	SWIT
66	Kaga	Direct	Amatanakorn			7.19	ME	SMT line
67	MSAT	Direct	Amatanakorn			1.05	Civil	Extension
68	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		10	ME	AC & Exhaust
69	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
70	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
71	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		4	ME	Chemical room

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
72	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		1.7	Civil	Construction
73	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		2.3	Civil	Construction
74	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		1.5	Civil	Construction
75	Kawabe	Direct	Amatanakorn			1.95	Civil	Extension
76	Kyowa	Direct	Amatanakorn			3.5	ME	AC
77	Kaga	Direct	Amatanakorn			1.3	ME	compressor
78	Kaga	Direct	Amatanakorn			2.86	Renovate	Renovate
79	CMK	Direct	304	Electronics		8.6	ME	HVAC
80	CMK	Direct	304	Electronics		1.13	ME	HVAC
81	CMK	Direct	304	Electronics		1.48	ME	HVAC
82	CMK	Direct	304	Electronics		1.05	ME	HVAC
83	CMK	Direct	304	Electronics		1.76	ME	HVAC
84	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.9	Renovate	Renovate
85	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		3	ME&EE	Cooling
86	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		4.9	ME&EE	Ventilation FAN
87	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.15	ME&EE	Change roof fan
88	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		21	Civil&ME&EE	Extention office
89	KOYO	Direct	Bangwua	Auto part		2.3	Civil	Car park
90	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronics		0.8	EE	Power supply MC
91	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronics		5	EE	Renovate Power supply MC
92	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronics		9	ME	Utility MC
93	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		2	EE	Power supply
94	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		1.6	EE	Power supply
95	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		2.3	EE	Power supply
96	TUM	Direct	Samutsakorn			1	Renovate	Storage oil tank
97	TGRT	Direct	Samutsakorn			4.8	Renovate	AC
98	Electrolux	Direct	Rayong	Electronics		4.1	ME	SWIT

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
99	Piolax	Direct	Rayong			4.8	EE	Canteen
100	AW	Direct	Hammaraj			5	ME	Exhuast FAN

จากตารางที่ ก-1 คือกลุ่มลูกค้าที่พนักงานขายได้ติดต่อเสนอขายสินค้าและบริการจำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง



ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง



คู่มือการใช้งาน

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีวิธีการใช้งาน ดังนี้

หน้าเว็บแอปพลิเคชันของการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

การพัฒนาแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท : V

เลือกการประสานงาน : V

เลือกชื่อสถานที่ : V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : V

เลือกพื้นที่(A²): V

เลือกงบประมาณ(MB): V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A	ME (40.00%)
	Civil (20.00%)
	Civil&ME&EE (20.00%)
(2)	Cleanroom (20.00%)

ภาพที่ ข-1 หน้าเว็บแอปพลิเคชันของการพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

(1) ส่วนของข้อมูลลูกค้าที่ต้องการประมวลผล ซึ่งมีปัจจัยดังนี้

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :	<input type="text" value="A"/>	→ 1.1
เลือกชื่อบริษัท :	<input type="text" value="--กรุณาเลือกชื่อบริษัท--"/> V	→ 1.2
เลือกการประสานงาน :	<input type="text" value="Direct"/> V	→ 1.3
เลือกชื่อสถานที่ :	<input type="text" value="Amatanakorn"/> V	→ 1.4
เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ :	<input type="text" value="Autopart"/> V	→ 1.5
เลือกพื้นที่(A ²) :	<input type="text" value="--กรุณาเลือกพื้นที่--"/> V	→ 1.6
เลือกงบประมาณ(MB) :	<input type="text" value="--กรุณาเลือกงบประมาณ--"/> V	→ 1.7

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ภาพที่ ข-2 ส่วนของข้อมูลลูกค้าที่ต้องการประมวลผล

จากภาพที่ ข-2 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

- 1.1. ชื่อบริษัทที่ต้องการ คือ บริษัทใหม่ๆ ที่ต้องการเสนอขายสินค้าและบริการ
- 1.2. ชื่อบริษัท (Company name) คือ ชื่อบริษัทต่างๆ ที่ได้มีการติดต่อประสานงาน
- 1.3. การประสานงาน (Client name) คือ การติดต่อประสานงาน ในการเสนอขายสินค้าหรือบริการกับบริษัทนั้นๆ
- 1.4. สถานที่ (Location) คือ การระบุสถานที่ตั้งของบริษัทที่ติดต่อประสานการเสนอขายสินค้าหรือบริการ
- 1.5. ผลิตภัณฑ์ (Product) คือ สินค้าที่บริษัทนั้นๆ ได้ผลิตสินค้าหลัก
- 1.6. ขนาดพื้นที่ (Area) หน่วยเป็นตารางเมตร [m²] คือ ขนาดพื้นที่ที่บริษัทนั้นๆ ต้องการซื้อสินค้าหรือบริการ
- 1.7. งบประมาณ (Budget) หน่วยเป็นล้านบาท [MB] คือ การกำหนดงบประมาณที่บริษัทนั้นๆ มีงบประมาณในการจะเลือกซื้อสินค้าหรือบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ซึ่งในการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาระบบแนะนำสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างต้องมีการเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูล เพื่อสามารถประมวลผลได้

(2) ส่วนของการแสดงผล

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท	
A	
	ME (40.00%)
	Civil (20.00%)
	Civil&ME&EE (20.00%)
	Cleanroom (20.00%)

ภาพที่ ข-3 ส่วนของการแสดงผล

จากภาพที่ ข-3 สามารถอธิบายได้ ดังนี้ ในการประมวลผลการพัฒนาระบบแนะนำสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้างจะทำการประมวลผลตามข้อมูลที่ได้นำบันทึกไว้ในระบบเป็นข้อมูลจากกลุ่มลูกค้าที่พนักงานขายได้ติดต่อเสนอขายสินค้าและบริการ จำนวน 100 กลุ่มตัวอย่าง โดยแสดงผลลัพธ์เป็น % ตามลำดับ ถ้าข้อมูลที่เลือกนอกเหนือจากระบบที่มี ระบบจะประมวลผลแสดงรายการเสนอสินค้าและบริการที่บริษัทสามารถเสนอขายสินค้าและบริการได้

ภาคผนวก ค

การทดสอบความถูกต้องจาก โปรแกรมเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง



Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
68	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		10	ME	AC & Exhaust
69	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
70	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
72	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		1.7	Civil	Construction
73	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		2.3	Civil	Construction
74	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		1.5	Civil	Construction

ภาพที่ ค-1.1 การ Test ครั้งที่ 1

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Amatanakorn V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Autopart V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

Civil (50.00%)

ME (20.00%)

ภาพที่ ค-1.2 การ Predict ครั้งที่ 1 --> TP

การทดลองครั้งที่ 1 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
46	Cargill	Direct	Korat	Food		1	Civil	Extension
47	Cargill	Direct	Korat	Food		1	ME	FP
48	Nedec	Direct	Korat			1	ME	AC
49	Nedec	Direct	Korat			6	ME	New Project
52	Thai Chim	Direct	Korat			4	Civil	New Project

ภาพที่ ค-2.1 การ Test ครั้งที่ 2

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย รัมสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท : V

เลือกการประสานงาน : V

เลือกชื่อสถานที่ : V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : V

เลือกพื้นที่(A²) : V

เลือกงบประมาณ(MB) : V

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ภาพที่ ค-2.2 การ Predict ครั้งที่ 2 --> FP

การทดลองครั้งที่ 2 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง แต่การทดสอบในการทำนายไม่เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
79	CMK	Direct	304	Electronic parts		8.6	ME	HVAC
80	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.13	ME	HVAC
81	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.48	ME	HVAC
82	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.05	ME	HVAC
83	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.76	ME	HVAC

ภาพที่ ค-3.1 การ Test ครั้งที่ 3

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กลุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : 304 V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (100.00%)

ภาพที่ ค-3.2 การ Predict ครั้งที่ 3 --> TP

การทดลองครั้งที่ 3 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
54	APT	Direct	Bangkadee			5	ME	SPOT AIR
56	Toshiba Lighting	Direct	Bangkadee			1.4	Civil&EE	ESD room
59	Transtron	Direct	Bangkadee			2	Renovate	Misc. work

ภาพที่ ค-4.1 การ Test ครั้งที่ 4

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สิวินนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Bangkadee V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

Renovate (33.33%)
Civil&EE (33.33%)
ME (33.33%)

ภาพที่ ค-4.2 การ Predict ครั้งที่ 4 --> TP

การทดลองครั้งที่ 4 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
16	Lucky Tex	Under	Bangpoo	Textile	1,000		ME	SWIT
63	Nestle	Direct	Bangpoo			6	ME	Wase water tank
90	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronic parts		0.8	EE	Power supply MC
91	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronic parts		5	EE	Renovate Power supply MC
92	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronic parts		9	ME	Utility MC

ภาพที่ ค-5.1 การ Test ครั้งที่ 5

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท :

เลือกการประสานงาน :

เลือกชื่อสถานที่ :

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ :

เลือกพื้นที่(A):

เลือกงบประมาณ(MB) :

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำ
ควรเสนอ SCOPE ดังนี้
1. ME
 2. Civil&ME
 3. Clean room
 4. ME&EE
 5. Civil&ME&EE
 6. Civil
 7. Clean room&ME
 8. Renovate
 9. ME&EE
 10. Civil&EE

ภาพที่ ค-5.2 การ Predict ครั้งที่ 5 --> FP

การทดลองครั้งที่ 5 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลที่ไม่เป็นจริง แต่การทดสอบในการทำนายเป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
38	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.7	ME&EE	SWIT
84	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.9	Renovate	Renovate
85	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		3	ME&EE	Cooling
86	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		4.9	ME&EE	Ventilation FAN
87	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.15	ME&EE	Change roof fan
88	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		21	Civil&ME&EE	Extention office
89	KOYO	Direct	Bangwua	Auto part		2.3	Civil	Car park

ภาพที่ ค-6.1 การ Test ครั้งที่ 6

การพัฒนาบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย รัมสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Bangwua V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME&EE (57.14%)
Renovate (14.29%)
Civil&ME&EE (14.29%)
Civil (14.29%)

ภาพที่ ค-6.2 การ Predict ครั้งที่ 6 --> TP

การทดลองครั้งที่ 6 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
9	Seiko Precision	Direct	Navanakorn	Seiko		7.5	ME	AC
11	Belton	Direct	Navanakorn	Electronic parts	3,200		Civil&ME&EE	SWIT & New Project
15	Thai Kurabo	Obayashi	Navanakorn	Textile	20,000	9	Renovate	FF
43	Nippun	Under	Navanakorn	Pasta Pastry	2,145		ME	HVAC
44	ARS Chemical	Direct	Navanakorn	Chemicals	300		Civil&ME	AC, Building

ภาพที่ ค-7.1 การ Test ครั้งที่ 7

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Navanakorn V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A): --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

Civil&ME&EE (33.33%)
Civil&ME (33.33%)
ME (33.33%)

ภาพที่ ค-7.2 การ Predict ครั้งที่ 7 --> TP

การทดลองครั้งที่ 7 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
5	Sanmina SCI system (Thailand) Co.,Ltd	Direct	Pathum thani	Electronic parts		22.5	ME	FP&AC
22	Bertram chemical 1982 co.,Ltd	Direct	Pathum thani	Pharmaceutical	2,700		ME	SWIT
29	Rice Creation	Under	Pathum thani	Rice	10,000		Civil	Warehouse
33	Fabrinet	Direct	Pathum thani	Electronic parts	18,000		Civil	Car Park
34	Fabrinet	Direct	Pathum thani	Electronic parts	1,500		Civil&ME&EE	New Project
35	Fabrinet	Direct	Pathum thani	Electronic parts	4,400		Civil&ME&EE	New Project
36	Fabrinet	Direct	Pathum thani	Electronic parts	400		Clean room	CR 100K
37	Fabrinet	Direct	Pathum thani	Electronic parts	2,300		Civil	Warehouse
53	Fabrinet	Direct	Pathum thani	Electronic parts		2.5	Civil	QA Room

ภาพที่ ค-8.1 การ Test ครั้งที่ 8

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Patumtani V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกรงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกรงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

Civil (42.86%)
Civil&ME&EE (28.57%)
Cleanroom (14.29%)
ME (14.29%)

ภาพที่ ค-8.2 การ Predict ครั้งที่ 8 --> TP

การทดลองครั้งที่ 8 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
19	Fabrinet	Direct	Rayong	Electronic parts	30,000		Civil&ME&EE	New Project
39	Kusumoto Kasei	Direct	Rayong	Chemicals	3,000	140	Civil&ME&EE	New Project
98	Electrolux	Direct	Rayong	Electronic parts		4.1	ME	SWIT
99	Piolax	Direct	Rayong			4.8	EE	Canteen

ภาพที่ ค-9.1 การ Test ครั้งที่ 9

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย รัมสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Rayong V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

Civil (50.00%)
EE (25.00%)
ME (25.00%)

ภาพที่ ค-9.2 การ Predict ครั้งที่ 9 --> TP

การทดลองครั้งที่ 9 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
3	Hino Motors Manufacturing	Direct	Samutsakorn	Auto Part	240	3	Clean room	CR
12	Out of the blue co., ltd	Direct	Samutsakorn	Painting	2,772	28	Civil	New Project
13	Civil tech design	Medic pharma	Samutsakorn	Medicine	7,022	150	Clean room&ME	CR&HVAC
25	Huhtamaki Thailand	Direct	Samutsakorn	Packaging material	12,000	12	ME	FP
96	TUM	Direct	Samutsakorn			1	Renovate	Storage oil tank
97	TGRT	Direct	Samutsakorn			4.8	Renovate	AC

ภาพที่ ค-10.1 การ Test ครั้งที่ 10

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : Samutsakorn V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : --กรุณาเลือกผลิตภัณฑ์-- V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

Renovate (40.00%)
ME (20.00%)
Clean room (20.00%)
Civil (20.00%)

ภาพที่ ค-10.2 การ Predict ครั้งที่ 10 -->TP

การทดลองครั้งที่ 10 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
3	Hino Motors Manufacturing	Direct	Samutsakorn	Auto Part	240	3	Clean room	CR
4	Denso	Direct	Amatanakorn	Auto part	50		Clean room	CR
14	Veleo Niles (Thailand) Co.,Ltd	Direct	Amatanakorn	Auto part	51,000		ME	FP
20	Hitachi Automotive system Ltd.	Direct	Amatanakorn	Auto part	400		Civil&ME&EE	New project
38	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.7	ME&EE	Roof FAN
50	Valeo	Direct	Amatanakorn	Auto part		5	ME	FP
51	Valeo	Direct	Amatanakorn	Auto part		7	Civil	New Project
84	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.9	Renovate	Renovate
85	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		3	ME&EE	Cooling
86	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		4.9	ME&EE	Ventilation FAN
87	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		1.15	ME&EE	Change roof fan
88	JTEKT	Direct	Bangwua	Auto part		21	Civil&ME&EE	Extention office
89	KOYO	Direct	Bangwua	Auto part		2.3	Civil	Car park

ภาพที่ ค-11.1 การ Test ครั้งที่ 11

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : --กรุณาเลือกสถานที่-- V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Auto part V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME&EE (25.00%)
Clean room (16.67%)
Civil&ME&EE (16.67%)
Civil (16.67%)
ME (16.67%)
Renovate (8.33%)

ภาพที่ ค-11.2 การ Predict ครั้งที่ 11 --> TP

การทดลองครั้งที่ 11 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
7	Bridgestone	Direct	Amatanakorn	Tire	317		ME	AC
10	Bridgestone	Direct	Nongkae	Tire	1,152	25	ME	AC

ภาพที่ ค-12.1 การ Test ครั้งที่ 12

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สิริวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : --กรุณาเลือกสถานที่-- V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Tire V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (100.00%)

ภาพที่ ค-12.2 การ Predict ครั้งที่ 12 --> TP

การทดลองครั้งที่ 12 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
5	Sanmina SCI system (thailand) Co.,Ltd	Direct	Patumtani	Electronic parts		22.5	ME	FP & AC
8	Panasonic Application	Direct	Wellgrow	Electronics	36	2.45	Clean room	CR
11	Belton	Direct	Navanakorn	Electronic parts	3,200		Civil&ME&EE	SWIT & New Project
19	Fabrinet	Direct	Rayong	Electronic parts	30,000		Civil&ME&EE	New Project
21	Microchip	Direct	Chachoengsao	Electronic parts	80		Renovate	Renovate
24	E&H Precision	Under	Amatanakorn	Electronic	10,000		ME	SWIT
33	Fabrinet	Direct	Patumtani	Electronic parts	18,000		Civil	Car Park
34	Fabrinet	Direct	Patumtani	Electronic parts	1,500		Civil&ME&EE	New Project
35	Fabrinet	Direct	Patumtani	Electronic parts	4,400		Civil&ME&EE	New Project
36	Fabrinet	Direct	Patumtani	Electronic parts	400		Clean room	CR 100K
37	Fabrinet	Direct	Patumtani	Electronic parts	2,300		Civil	Warehouse
53	Fabrinet	Direct	Patumtani	Electronic parts		2.5	Civil	QA ROOM
79	CMK	Direct	304	Electronic parts		8.6	ME	HVAC
80	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.13	ME	HVAC
81	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.48	ME	HVAC
82	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.05	ME	HVAC
83	CMK	Direct	304	Electronic parts		1.76	ME	HVAC
90	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronic parts		0.8	EE	Power supply MC
91	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronic parts		5	EE	Renovate Power supply MC
92	Panasonic	Direct	Bangpoo	Electronic parts		9	ME	Utility MC
98	Electrolux	Direct	Rayong	Electronic parts		4.1	ME	SWIT

ภาพที่ ค-13.1 การ Test ครั้งที่ 13

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สิวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว

กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : --กรุณาเลือกสถานที่-- V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Electronics V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

Clean room (100.00%)

ภาพที่ ค-13.2 การ Predict ครั้งที่ 13 --> FN

การทดลองครั้งที่ 13 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง แต่การทดสอบในการทำนายไม่เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
30	Marugo Rubber (Thailand)	Under	Amatanakorn	Rubber	20,000		ME	HVAC

ภาพที่ ค-14.1 การ Test ครั้งที่ 14

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : --กรุณาเลือกการประสานงาน-- V

เลือกชื่อสถานที่ : Amatanakorn V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Rubber V

เลือกพื้นที่(A): --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (100.00%)

ภาพที่ ค-14.2 การ Predict ครั้งที่ 14 --> TP

การทดลองครั้งที่ 14 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
68	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		10	ME	AC & Exhaust
69	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
70	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
71	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		4	ME	Chemical room
72	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		1.7	Civil	Contruction
73	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		2.3	Civil	Contruction
93	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		2	EE	Power supply
94	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		1.6	EE	Power supply
95	MCP	Under	Amatanakorn	Air condition		2.3	EE	Power supply

ภาพที่ ค-15.1 การ Test ครั้งที่ 15

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : --กรุณาเลือกการประสานงาน-- V

เลือกชื่อสถานที่ : Amatanakorn V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Aircondition V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (40.00%)
EE (30.00%)
Civil (30.00%)

ภาพที่ ค-15.2 การ Predict ครั้งที่ 15 --> TP

การทดลองครั้งที่ 15 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
48	Nedec	Direct	Korat			1	ME	AC
49	Nedec	Direct	Korat			6	ME	New Project
52	Thai Chm	Direct	Korat			4	Civil	New Project
54	APT	Direct	Bangkadee			5	ME	SPOT AIR
55	Hoya	Direct	Hitech			5	Renovate	Misc.work
56	Toshiba Lighting	Direct	Bangkadee			1.4	Civil&EE	ESD room
57	Nihon	Direct	Rojana			3.8	ME	Cooling
58	CP Meiji	Direct	Saraburi			2	ME	Steam drain
59	Transtron	Direct	Bangkadee			2	Renovate	Misc.work
60	Kincho	Direct	Nongkae			5	ME	FP
61	Sanko Electric	Direct	Rojana			1.6	EE	TR
62	Bertram Phama	Direct	Ladkrabang			3	Renovate	Lab. Renovate
63	Nestle	Direct	Bangpoo			6	ME	Wase water tank
64	Aichi	Direct	Bangplee			7	Clean room	CR
65	French Interational	Direct	Bangkok			4	ME	SWIT
66	Kaga	Direct	Amatanakorn			7.19	ME	SMT line
67	MSAT	Direct	Amatanakorn			1.05	Civil	Extension
54	APT	Direct	Bangkadee			5	ME	SPOT AIR
55	Hoya	Direct	Hitech			5	Renovate	Misc.work
75	Kawabe	Direct	Amatanakorn			1.95	Civil	Extension
76	Kyowa	Direct	Amatanakorn			3.5	ME	AC
77	Kaga	Direct	Amatanakorn			1.3	ME	compressor
78	Kaga	Direct	Amatanakorn			2.86	Renovate	Renovate
96	TUM	Direct	Samutsakorn			1	Renovate	Storage oil tank
97	TGRT	Direct	Samutsakorn			4.8	Renovate	AC
99	Piolax	Direct	Rayong			4.8	EE	Canteen
100	AW	Direct	Hammaraj			5	ME	Exhaust FAN

ภาพที่ 16.1 การ Test ครั้งที่ 16

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท : V

เลือกการประสานงาน : V

เลือกชื่อสถานที่ : V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : V

เลือกพื้นที่(A²) : V

เลือกงบประมาณ(MB) : V

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย	
Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท	
A	
	ME (48.00%)
	Renovate (24.00%)
	Civil (12.00%)
	EE (8.00%)
	Civil&ME (4.00%)
	Clean room (4.00%)

ภาพที่ 16.2 การ Predict ครั้งที่ 16 --> TP

การทดลองครั้งที่ 16 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลจริงเป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็เป็นจริง



Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
68	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		10	ME	AC & Exhaust
69	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust
70	MCP	Direct	Amatanakorn	Air condition		8	ME	AC & Exhaust

ภาพที่ ค-17.1 การ Test ครั้งที่ 17

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท : V

เลือกการประสานงาน : V

เลือกชื่อสถานที่ : V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : V

เลือกพื้นที่(A') : V

เลือกงบประมาณ(MB) : V

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (50.00%)

Civil (50.00%)

ภาพที่ ค-17.2 Predict ครั้งที่ 17 --> TN

การทดลองครั้งที่ 17 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลที่ไม่เป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็ไม่เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
3	Hino Motors Manufacturing	Direct	Samutsakorn	Auto Part	240	3	Clean room	CR
4	Denso	Direct	Amatanakorn	Auto part	50		Clean room	CR

ภาพที่ ค-18.1 การ Test ครั้งที่ 18

การพัฒนาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : --กรุณาเลือกสถานที่-- V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : Auto part V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME&EE (25.00%)
Clean room (16.67%)
Civil&ME&EE (16.67%)
Civil (16.67%)
ME (16.67%)
Renovate (8.33%)

ภาพที่ ค-18.2 การ Predict ครั้งที่ 18 --> TN

การทดลองครั้งที่ 18 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลที่ไม่เป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็ไม่เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
61	Sanko Electric	Direct	Rojana			1.6	EE	TR
99	Piolax	Direct	Rayong			4.8	EE	Canteen

ภาพที่ ค-19.1 การ Test ครั้งที่ 19

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย ร่มสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ :

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท--

เลือกการประสานงาน :

เลือกชื่อสถานที่ : --กรุณาเลือกสถานที่--

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ :

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่--

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ--

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (40.00%)
Renovate (24.00%)
Civil (12.00%)
EE (8.00%)
Civil&EE (4.00%)
Cleanroom (4.00%)

ภาพที่ ค-19.2 การ Predict ครั้งที่ 19 --> TN

การทดลองครั้งที่ 19 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลที่ไม่เป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็ไม่เป็นจริง

Item	Company Name	Client Name	Location	Product	Area (m ²)	Budget (MB)	Scope	System
55	Hoya	Direct	Hitech			5	Renovate	Misc.work
59	Transtron	Direct	Bangkae			2	Renovate	Misc.work
62	Bertram Phama	Direct	Ladkrabang			3	Renovate	Lab. Renovate
78	Kaga	Direct	Amatanakorn			2.86	Renovate	Renovate
96	TUM	Direct	Samutsakorn			1	Renovate	Storage oil tank
97	TGRT	Direct	Samutsakorn			4.8	Renovate	AC

ภาพที่ ค-20.1 การ Test ครั้งที่ 20

การพัฒนาาระบบแนะนำแบบผสานสำหรับการบริการในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
โดย สลักจิต สีวันนา และ วุฒิชัย รัมสายหยุด

เลือกข้อมูลแล้ว
กดปุ่มแสดง

ค้นหาข้อมูล

กรอกชื่อบริษัทที่ต้องการ : A

เลือกชื่อบริษัท : --กรุณาเลือกชื่อบริษัท-- V

เลือกการประสานงาน : Direct V

เลือกชื่อสถานที่ : --กรุณาเลือกสถานที่-- V

เลือกชื่อผลิตภัณฑ์ : 0 V

เลือกพื้นที่(A²) : --กรุณาเลือกพื้นที่-- V

เลือกงบประมาณ(MB) : --กรุณาเลือกงบประมาณ-- V

แสดงข้อมูล

***หมายเหตุ กรุณาเลือกข้อมูลอย่างน้อย 2 ข้อมูลขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย

Scope ที่ควรเสนอให้กับบริษัท

A

ME (48.00%)
Renovate (24.00%)
Civil (12.00%)
EE (8.00%)
Civil&EE (4.00%)
Cleanroom (4.00%)

ภาพที่ ค-20.2 การ Predict ครั้งที่ 20 --> TN

การทดลองครั้งที่ 20 ผลที่ได้ คือ การ test จากข้อมูลที่ไม่เป็นจริง และการทดสอบในการทำนายก็ไม่เป็นจริง

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- ชาริญ ถิ่นพังงาและ ไพรสน ศิริพล. (2552). *Restaurant Recommender System on Website And Google Maps Mashup*. กรุงเทพฯ ฯ :สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ทัศนวรรณ แก้วใส และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์. (2552). *ระบบแนะนำภาพยนตร์ด้วยเทคนิคตัวกรองเชิงร่วมมือร่วมกับวิธีเคมีน*. กรุงเทพฯ ฯ :ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์. (2555). ระบบผู้แนะนำแบบหลายเกณฑ์จากข้อมูลแบบไฮบริด. กรุงเทพฯ ฯ : คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. *วารสารสุทธิปริทัศน์* (น. 111-128)
- ปรีนดา สมสังข์และมณฑิธร รัตนศิริวงศ์. (2010). *การพัฒนาบบแนะนำรายวิชาเรียน โดยใช้เทคนิ ค Collaborative Filtering*. (The 6TH National Conference on Computing and Information Technology).
- ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ *หมวดวิชาวิศวกรรมบริหารการก่อสร้าง* [ออนไลน์], เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2560 สืบค้นจาก <http://pirun.ku.ac.th/~fengstc/chapter1.html>.
- รุจิรา ธรรมสมบัติ. (2554). *ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพ็คเกจอินเทอร์เน็ตมือถือโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ*. คณะบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยราชพฤกษ์
- วฤษาย์ ร่มสายหยุด. (2560). *การจัดการฐานข้อมูลสมัยใหม่*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- อดุลย์ ยิ้มงาม. *การทำเหมืองข้อมูล Data Mining*[ออนไลน์], เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2554 สืบค้นจาก http://compcenter.bu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=172.
- อรวรรณ อุไรเรืองพันธุ์, สมจิตร อาจอรินทร์. (2009). *การสรุปเอกสารเชิงความหมายโดยใช้ออนโทโลยี Semantic Text Summarization Using Ontology*. (The 5th National Conference on Computing and Information Technology).

- Adomavicius, G. & Tuzhilin A. (2005). Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(6), 734-749.
- Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A. and Gutiérrez, A., (2013). *Recommender systems survey*, Knowl. Based Syst. 46: 109-132.
- Bollen, Dirk, Bart P Knijnenburg, Martijn C Willemsen, and Mark Graus. (2010). Understanding Choice overload in recommender systems. *ACM International Conference on Recommender Systems RecSys*, 63-70.
- Deng, S., Huang, L. and Xu, G., (2014). *Social network-based service recommendation with trust enhancement*, Expert Syst. Appl. 41: 8075-8084.
- Gower, J. C. and Legendre, P. (1986). *Metric and Euclidean properties of dissimilarity coefficients*. *Journal of classification*. New York: Springer; 1986: 5-48.
- Guizhen Yang, Saikat Mukherjee, and I. V. Ramakrishnan. (2003). "On precision and Recall of Multi-Attribute Data Extraction from Semistructured Sources [Electronic version]," 2003.
- Han, J. and M. Kamber. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*. CA: Morgan Kaufmann, San Francisco.
- Houqun Yang, Jingsheng Lei, FaFu. (2007). *An Approach of Multi-path Segmentation Clustering Based on Web Usage Mining, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 2007. FSKD 2007. Fourth International Conference on, pp.644 – 648.
- Jiawei Han and Micheline Kamber. (2001). *Data Mining Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann, 2001.
- Kohavi, R., and Provost, F. (1998). On Applied Research in Machine Learning. *In Editorial for the Special Issue on Applications of Machine Learning and the Knowledge Discovery Process*, Columbia University, New York, volume 30. Retrieved from http://www2.cs.uregina.ca/~dbd/cs831/notes/confusion_matrix/confusion_matrix.html.
- Li, Y.M., Hsiao, H.W. and Lee, Y.L. (2013). *Recommending social network applications via social filtering mechanisms*, Inf. Sci. 239: 18-30.
- Michell, Tom M. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill, Newjersey.
- Oard, D., & Kim, J. (1998). Implicit Feedback for Recommender Systems. *Proceedings of the*

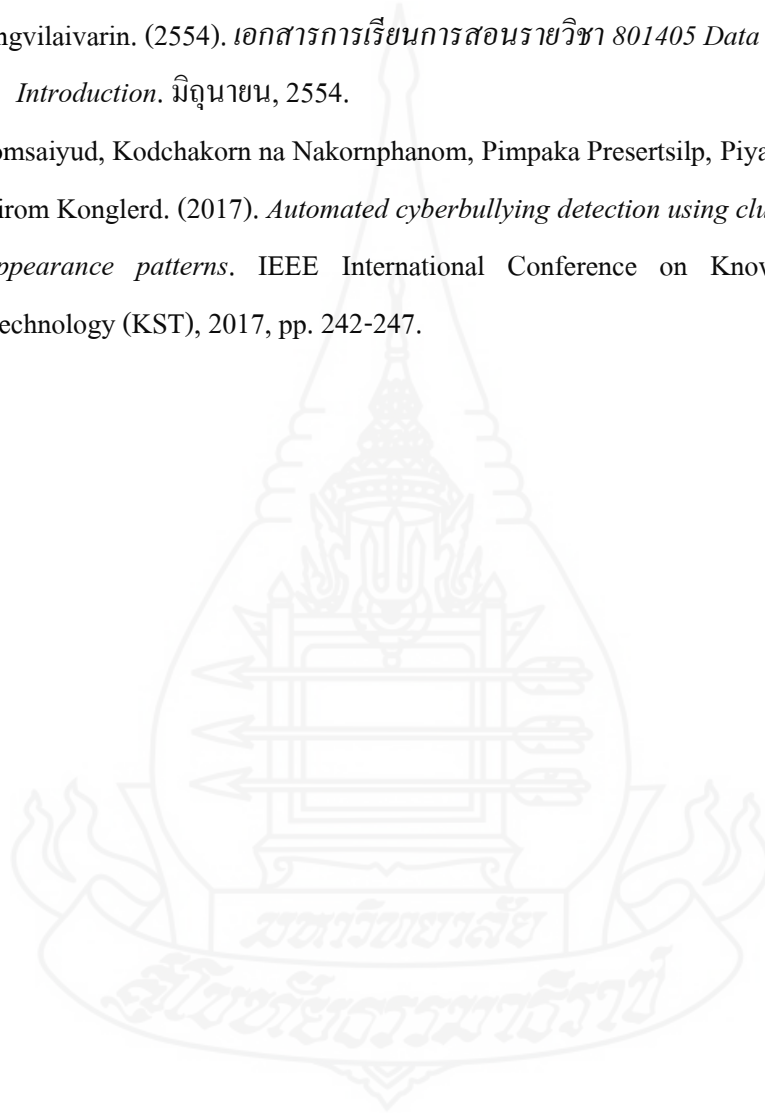
AAAI Workshop on Recommender Systems: 81-83.

Schafer, J Ben, Joseph A Konstan, and John Riedl. (2001). E-Commerce Recommendation Applications. *Data Mining and Knowledge Discovery* 5, no. 1: 115-153.

Shambour, Q. and Lu, J., (2015). *An effective recommender system by unifying user and item trust information for B2B applications*, *J. Comput. Syst. Sci.* 81: 1110-1126.

Visit Wongvilaivarin. (2554). *เอกสารการเรียนการสอนรายวิชา 801405 Data Mining Chapter 1 Introduction*. มิถุนายน, 2554.

Walisa Romsaiyud, Kodchakorn na Nakornphanom, Pimpaka Presertsilp, Piyaporn Nurarak and Pirom Konglerd. (2017). *Automated cyberbullying detection using clustering appearance patterns*. IEEE International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), 2017, pp. 242-247.



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ว่าที่ร้อยตรีหญิง สลักจิต สีวันนา
วัน เดือน ปีเกิด	12 เมษายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2551
สถานที่ทำงาน	บริษัท ไทย ทากาซาโก จำกัด อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
ตำแหน่ง	วิศวกรไฟฟ้า

