

การพยากรณ์การซื้อสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้นสำหรับร้านค้าปลีกโดยวิธีกฎความสัมพันธ์

Purchasing Prediction of the Floor Tiles Products for Retailers by Association Rules

นายธีระวัฒน์ แสนปัญญา * อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปราการเจริญ **

Mr.Teerawat Saenpanya; Master Project advisor: Dr.Somchai Prakancharoen Associate Professor

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดเรื่องการทำเหมืองข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภคสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้น เพื่อหาความสัมพันธ์ของการเลือกซื้อสินค้าเพื่อนำไปจำหน่ายสำหรับธุรกิจค้าปลีก ซึ่งประกอบไปด้วยรายการใบสั่งซื้อสินค้า รายการสินค้า ซึ่งผลที่ได้จะมีประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิตสินค้าให้เพียงพอกับความต้องการ และพยากรณ์พฤติกรรมในการเลือกซื้อสินค้า ฐานข้อมูลที่น่าวิเคราะห์ถูกจัดเก็บไว้ในโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 ของปี พ.ศ. 2553 จำนวน 22,507 รายการ และโปรแกรม Weka Version 3.6 โดยใช้อัลกอริทึม Apriori เพื่อหาความสัมพันธ์ พบกฎทั้งสิ้น 4 กฎ โดยมีความเชื่อมั่น 35, 33, 31, 31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

Abstract

The purpose of this research is the application of the data mining concept to analyze the consumer behavior of floor tiles products in order to find out the relationship of the purchases to be available for retail. These include the list purchase order catalog, which the results will be useful, but planning production to meet demand and Prediction behavior of shopping. Database that can be said that the program stored in the database Microsoft SQL Server 2008's Year 2010 of 22,507 items and Weka Version 3.6 by using the Apriori algorithm to find the relationship. The study shows the total of 4 rules with the confidence of 35, 33, 31, 31 percent respectively.

Keywords: Data mining, Prediction, Association rules, Apriori algorithm

* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ e-mail address mr_wat2005@hotmail.com

** รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ e-mail address spk@kmutnb.ac.th

บทนำ

ธุรกิจค้าปลีกต่างๆของแต่ละประเภทมีการแข่งขันสูงขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการต่าง ๆ จึงสรรหากลยุทธ์เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันทางการค้า เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และสร้างความประทับใจให้กับผู้บริโภคเพื่อให้กลับมาซื้อสินค้าใหม่อยู่เสมอ นอกจากการแข่งขันที่ค่อนข้างจะรุนแรงแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมายที่จะส่งผลกระทบต่อธุรกิจค้าปลีกโดยตรง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีบทบาทและความสำคัญต่อการบริหารจัดการธุรกิจค้าปลีกเป็นอย่างมาก ผู้ประกอบการธุรกิจค้าปลีกเองจะต้องหมั่นวิเคราะห์และเฝ้าดูการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วนี้โดยตลอด ดังนั้นองค์ประกอบสำคัญของธุรกิจค้าปลีกที่ดีคือ ผู้ประกอบการธุรกิจควรจะหาสิ่งใหม่ ๆ มาตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้มากขึ้น ตรงความต้องการมากขึ้น

ปัจจุบันนี้มีการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้อย่างแพร่หลายในธุรกิจต่างๆ เช่นเว็บไซต์การขายหนังสือ มีการวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้าหรือผู้บริโภคที่มีการเลือกซื้อสินค้าหลายๆชนิดพร้อมๆกัน หรือสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกัน จากพฤติกรรมของผู้บริโภคนี้จะมีการแนะนำสินค้าที่น่าสนใจให้ผู้บริโภคทราบด้วย ทำให้ลูกค้ามีทางเลือกเพิ่มขึ้นและเป็นการเพิ่มยอดขาย หรือส่งเสริมการขาย หรือด้านการวิเคราะห์รูปแบบการจัดวางสินค้าของซูเปอร์มาร์เก็ตแห่งหนึ่ง ผลที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลทำให้ร้านสะดวกซื้อสามารถวางแผนปรับเปลี่ยนการจัดวางสินค้า ตัวอย่างเช่นจัดวางขนมขบเคี้ยวและน้ำอัดลมให้อยู่ใกล้กันเพื่อความสะดวกของลูกค้าในการเลือกซื้อสินค้าและเป็นการเพิ่มยอดขายสินค้า หรืองานวิจัยการสร้างแบบจำลองพฤติกรรมผู้บริโภคเพื่อกิจกรรมส่งเสริมการตลาดโดยการนำเหมืองข้อมูลกรณีศึกษาธุรกิจค้าปลีก (บุษยรัตน์ ดันสุทธิเวชส์ 2549) ได้นำข้อมูลที่จัดเก็บไว้แล้วมาสร้างแบบจำลองพฤติกรรมผู้บริโภค แบบจำลองดังกล่าวสร้างได้โดยการนำเหมืองข้อมูล และนำแบบจำลองนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมการตลาด ได้แก่ การนำเสนอสินค้าเมื่อลูกค้าซื้อสินค้าที่จูงขายสินค้า (Cross-Selling) การนำเสนอรายการสินค้าที่เหมาะสมแก่ลูกค้าแต่ละราย งานวิจัยเรื่องการหาความสัมพันธ์ของการใช้งานเว็บไซต์ (ชานาญ เพียผิว 2551) ก็ได้้นำเสนอการนำข้อมูลการเข้าเว็บไซต์เพื่อมาวิเคราะห์และค้นหาหาความสัมพันธ์ของการใช้งานเว็บไซต์ เพื่อนำไปพัฒนาการให้บริการที่ดีหรือเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในการเลือกซื้อสินค้าทางเว็บไซต์

จากตัวอย่างข้างต้นผู้จัดทำจึงนำหลักการเดียวกันนี้มาวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการนำเสนอสินค้า เพื่อส่งเสริมการขายสินค้า และเพิ่มยอดขายสินค้าให้กับธุรกิจค้าปลีก โดยใช้หลักการของกฎความสัมพันธ์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ค้นหารูปแบบกฎความสัมพันธ์ของการซื้อกระเบื้องปูพื้นของลูกค้า

ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1. สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้น
2. ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการกำหนดแนวทางการวางแผนการตลาดเพื่อส่งเสริมการขายสินค้า

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการทำเหมืองข้อมูลคือการดึงเอาข้อมูลความรู้จากข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ด้วยการค้นหาความสัมพันธ์และรูปแบบซึ่งมีอยู่จริงในฐานข้อมูลแต่ถูกซ่อนไว้ภายในข้อมูลจำนวนมาก โดยการทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจะเป็นข้อมูลการซื้อกระเบื้องปูพื้นของบริษัท ไคนาสตี้เซรามิก ปี พ.ศ 2553 จำนวนทั้งสิ้น 22,507 รายการ และสินค้ากระเบื้องปูพื้นที่จะนำมาวิเคราะห์จำนวน 20 รายการ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

กฎความสัมพันธ์ (Association Rules)

กฎความสัมพันธ์ (Association Rules) (จิรายพร จำปา และ สมชาย ปราการเจริญ 2554) เป็นการค้นหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่น การค้นหาค่าความสัมพันธ์ของลูกค้าและการซื้อสินค้า โดยผลจากการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปแบบของกฎความสัมพันธ์ โดยมีค่าสนับสนุน (Support) และค่าความเชื่อมั่น (Confidence) เป็นค่าที่ใช้สำหรับบอกความน่าเชื่อถือของกฎ โดยจะอยู่ในรูปแบบของการทำนายว่า หากมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น แล้วจะมีเหตุการณ์อื่นใดเกิดขึ้นตามมาบ้างด้วยความมั่นใจที่เปอร์เซ็นต์ เช่น ถ้ามีลูกค้าซื้อกระเบื้องปูพื้นแล้วแล้ว จะมีความมั่นใจเท่าไรที่ลูกค้าจะซื้อกระเบื้องปูพื้นชนิดอื่นไปด้วย เป็นต้น

อัลกอริทึม Apriori

อัลกอริทึม Apriori (จิรายพร จำปา และ สมชาย ปราการเจริญ 2554) เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้หลักการค้นหาแบบวงกว้างก่อนนับทรานแซกชัน ซึ่งจะทำการสร้างและตรวจสอบเซตไอเท็มที่เกิดขึ้นบ่อยทีละชั้น โดยเริ่มจากเซตไอเท็มที่มีจำนวนสมาชิกเท่ากับหนึ่งถ้าเซตไอเท็มใดมีค่าสนับสนุนน้อยกว่าค่าสนับสนุนที่กำหนดก็จะตัดเซตไอเท็มนั้นออก ไม่นำไปสร้างเซตไอเท็มในขั้นต่อไป การทำงานของอัลกอริทึมจะวนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ทุกระดับชั้นหรือไม่เหลือเซตไอเท็มที่จะสร้างเซตไอเท็มในขั้นต่อไป ในการนับจำนวนทรานแซกชัน อัลกอริทึม Apriori จะทำการไล่ทรานแซกชันครั้งเดียวในแต่ละระดับชั้น ในการตรวจสอบว่าทรานแซกชันนั้นบรรจุเซตไอเท็มใดบ้าง เพื่อความรวดเร็วจะเก็บเซตไอเท็มในแต่ละระดับชั้นทั้งหมดไว้ในโครงสร้าง Hash Tree จุดเด่นของอัลกอริทึมนี้อยู่ที่ความสามารถในความเร็วของการค้นหาไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อย ด้วยการละเว้นการพิจารณาไอเท็มเซตที่ปรากฏซ้ำด้วยความถี่ที่ต่ำกว่าเกณฑ์

การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ในส่วนนี้เป็นการเตรียมข้อมูล (Data Preparation) (ธัญกานต์ อุ่นจิตต์วรรณะ 2549) ให้เหมาะสมสำหรับการทำเหมืองข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. Data Selection เป็นการเลือกข้อมูลที่น่าสนใจมาทำเหมืองข้อมูลนั้น อาจจะเป็นคอลัมน์ที่มาจากในหลาย ๆ ตารางประกอบเป็นชุดข้อมูลที่น่าสนใจ เช่น รหัสใบส่งชื่อ รหัสสินค้าของการสั่งซื้อกระเบื้องปูพื้น เป็นต้น
2. Data cleaning เป็นขั้นตอนที่กำจัดข้อมูลที่ไม่สนใจและไม่สมบูรณ์ออกไป เช่น ข้อมูลที่มีค่าว่าง หรือข้อมูลรายการสั่งซื้อกระเบื้องปูพื้นที่มีการยกเลิก รายการใบคืนกระเบื้องปูพื้น ซึ่งเป็นลักษณะข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ หากนำมาวิเคราะห์จะทำให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่ไม่ถูกต้อง เป็นต้น
3. Data transform เป็นการแปลงข้อมูลจากคอลัมน์ในหลาย ๆ ตารางซึ่งมาจากการเลือกข้อมูลที่น่าสนใจ และการกำจัดข้อมูลที่ไม่สนใจออกเป็นชุดข้อมูลที่จะทำเหมืองข้อมูล

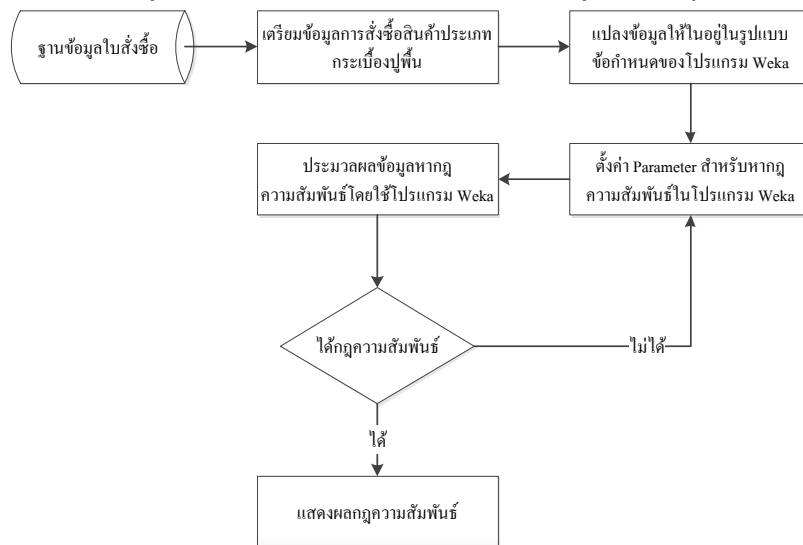
ศึกษาปัญหาเบื้องต้น

กระเบื้องปูพื้นนั้นเป็นสินค้าเฉพาะ การผลิตจึงต้องมีการคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อการผลิตให้ตรงกับความต้องการในท้องตลาด หากผลิตสินค้าที่ไม่ตรงกับความต้องการหรือเกินความต้องการก็จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ต้นทุน

เพิ่มสูงขึ้น หากสินค้าขายไม่ได้ก่อให้เกิดสินค้าค้างอยู่ในคลัง และต้นทุนการผลิตสินค้าประเภทนี้ค่อนข้างสูง ดังนั้นหากทราบพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้น ก็สามารถนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปวางแผนการผลิต หรือส่งเสริมการตลาดให้กับสินค้าประเภทนี้ต่อไป

การวิเคราะห์และออกแบบ (Analysis and Design)

จากปัญหาที่ผู้ขายสินค้าไม่ทราบพฤติกรรมการซื้อสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้น ทำให้ไม่สามารถคาดคะเนได้ว่าสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้นลักษณะใดที่ผู้บริโภคเลือกซื้อพร้อมกันๆ หรือ มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลการซื้อขายสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้นของบริษัท ไคนาสดีเซรามิค เมื่อปี พ.ศ. 2553 จำนวน 22,507 รายการ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้าประเภทกระเบื้องปูพื้น โดยได้ออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ดังนี้



ภาพที่ 1 ออกแบบขั้นตอนการค้นหาความสัมพันธ์

จากภาพที่ 1 ขั้นตอนเตรียมข้อมูลและแปลงข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Weka (เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์ และ สิริวรรณ เดวีจิตร 2554) ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยรหัสใบสั่งซื้อ (Order) รหัสสินค้ากระเบื้องปูพื้น ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

No	OrderNo	Product Code	Qty
1	PP01810060001	P5130	1
2	PP01810060001	P3215	1
3	PP01810060002	P5130	2
4	PP01810060002	P4493	1
5	PP01810060003	P4493	2
6	PP01810060003	P3215	1
7	PP01810060004	P4493	1
8	PP01810060004	P3215	2
9	PP01810060004	P4520	1

จากตารางที่ 1 ข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าอธิบายได้ดังนี้ หมายเลขใบสั่งซื้อ PP01810060001 มีการซื้อกระเบื้องปูพื้นโดยมีรหัสสินค้าคือ P5130 มี 1 จำนวน และ P3215 มี 1 จำนวน หลังจากนั้นต้องแปลงข้อมูลเพื่อเข้าสู่กระบวนการประมวลผลของโปรแกรม Weka ตามที่กำหนดรูปแบบข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่การสร้างกฎความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การแปลงข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าของหมายเลขใบสั่งซื้อเลขที่ PP01810060001 - PP01810060004

OrderNo	P2484	P4493	P2405	P5130	P2406	P3215	P4520	P4386
PP01810060001	?	?	?	y	?	y	?	?
PP01810060002	?	y	?	?	?	?	y	?
PP01810060003	?	?	?	?	?	y	?	?
PP01810060004	?	y	?	?	?	y	y	?

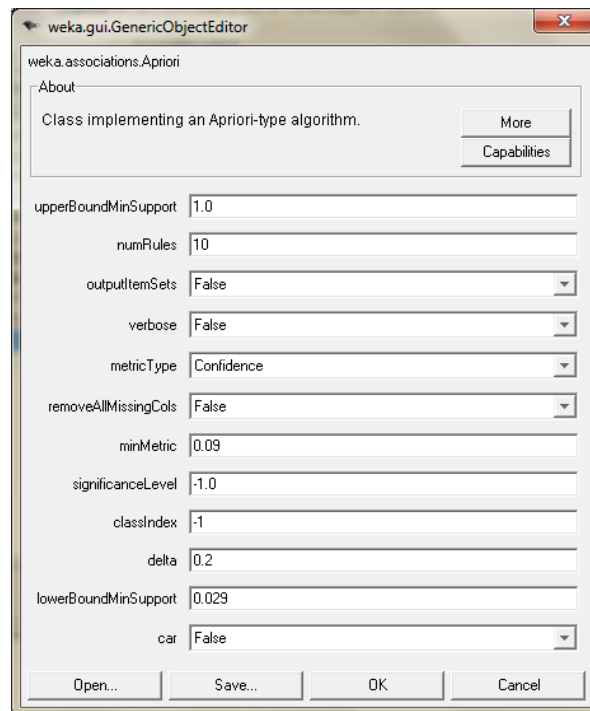
จากตารางที่ 2 การแปลงข้อมูลเพื่อนำไปสร้างกฎความสัมพันธ์ ในส่วนนี้อธิบายได้ดังนี้ ในการซื้อสินค้าหมายเลขสั่งซื้อ PP01810060001 มีการซื้อสินค้า P5130 และ P3215 ไปพร้อมกันแทนค่าด้วย y หากสินค้าไม่มีการสั่งซื้อจะแทนค่าด้วยตัวอักษร ? ซึ่งเป็นข้อกำหนดรูปแบบในการนำเข้าสู่ข้อมูลเพื่อหากฎความสัมพันธ์ในโปรแกรม Weka

สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ข้อมูลที่ใช้เป็น Training Set มีจำนวน 22,507 รายการ จากการสร้างกฎความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้าประเภทกระเบื้องพบกฎความสัมพันธ์ทั้งสิ้น 4 กฎดังนี้กฎข้อที่ 1 เมื่อซื้อสินค้า สุภาพรแดง (P3217) ก็จะซื้อ สุภาพรเงิน (P3215) ไปด้วย โดยมีความเชื่อมั่นที่ 35%

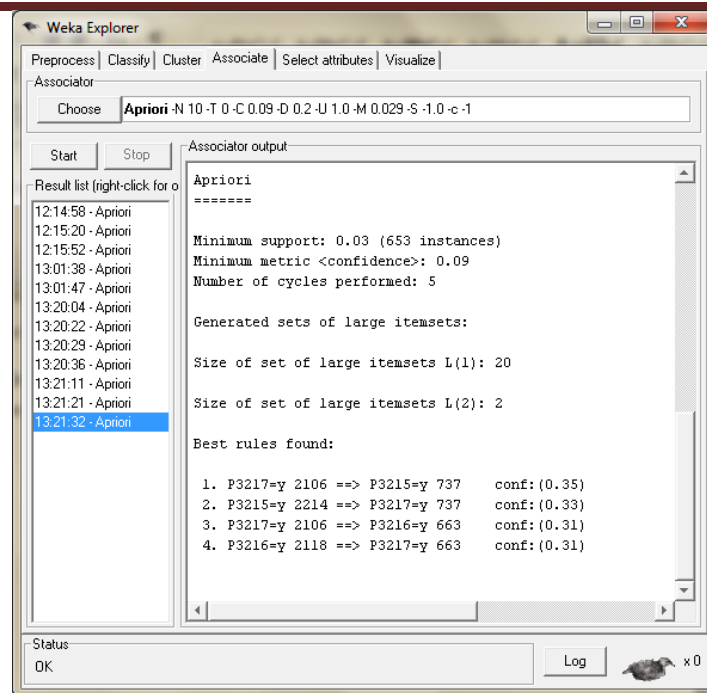
- กฎข้อที่ 2 เมื่อซื้อสินค้า สุภาพรเงิน (P3215) ก็จะซื้อ สุภาพรแดง (P3217) ไปด้วย โดยมีความเชื่อมั่นที่ 33%

- กฎข้อที่ 3 เมื่อซื้อสินค้า สุภาพรแดง (P3217) ก็จะซื้อ สุภาพรทอง (P3216) ไปด้วย โดยมีความเชื่อมั่นที่ 31%
 - กฎข้อที่ 4 เมื่อซื้อสินค้า สุภาพรทอง (P3216) ก็จะซื้อ สุภาพรแดง (P3217) ไปด้วย โดยมีความเชื่อมั่นที่ 31%
- การปรับค่า Parameter ต่างๆ ในโปรแกรม Weka เพื่อหาความสัมพันธ์ สามารถปรับค่า Parameter ต่างๆ ดังภาพที่ 2



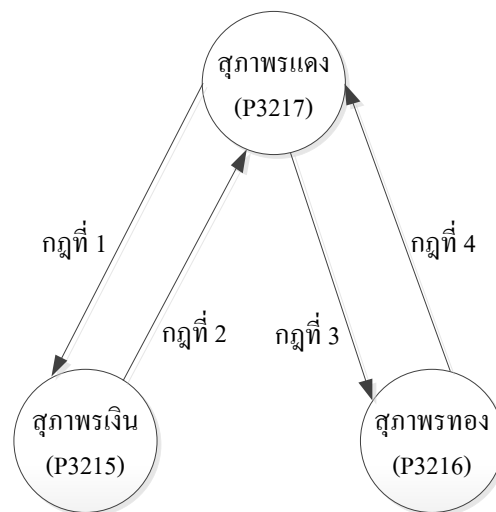
ภาพที่ 2 การปรับค่า Parameter โปรแกรม Weka 3.6 สำหรับหาความสัมพันธ์

แสดงผลหาความสัมพันธ์โดยมีค่า Minimum Support 0.03 ค่า Number of Cyclic Performance 5 ค่า Minimum Metric 0.09 เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด ถ้ากำหนดค่า สูงกว่า 0.09 ขึ้นไปจะไม่พบหาความสัมพันธ์โดยแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลของกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Weka 3.6

จากกฎความสัมพันธ์ที่แสดงในภาพที่ 3 เมื่อแสดงเป็นกราฟกฎความสัมพันธ์ของการซื้อกระเบื้องปูพื้นจะได้ดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้าประเภทกระเบื้อง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากรายการสินค้าประเภทกระเบื้องมีจำนวนมากการทดสอบจึงควรเลือกสินค้าที่ได้รับความนิยมหรือขายดีเป็นอันดับต้นๆ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างกฎความสัมพันธ์ที่มีการเลือกซื้อสินค้าพร้อมๆกัน ในการวิเคราะห์พฤติกรรม

การซื้อสินค้าของลูกค้าเพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมการขายสินค้า และส่งเสริมการตลาดด้านอื่นๆ เพื่อความพึงพอใจของลูกค้าในการที่จะกลับมาใช้บริการหรือซื้อสินค้ากับร้านค้าอีกต่อไปเรื่อยๆ ในอนาคต

หลังจากที่ได้รู้ความสัมพันธ์แล้วจะต้องพัฒนาสมการในการพยากรณ์แต่ละสินค้าต่อไปโดยการเลือกอัลกอริทึมในการสร้างสมการพยากรณ์นั้น ควรทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การวิเคราะห์สมการถดถอย หรือโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ได้สมการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

บรรณานุกรม

- จิรายพร จำปา และ สมชาย ปราการเจริญ (2554) “การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมกฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้ห้องสมุดการไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- จันทร์เจ้า สุติวราพันธ์ และ ชัชพงศ์ ตั้งมณี (2552) “การประยุกต์เชิงธุรกิจของเทคนิคเหมืองข้อมูล” *Chulalongkorn Review* 39-50
- จามรกุล เหล่าเกียรติกุล และ จิราวัฒน์ สิทธิวรชาติ (2551) “ตัวแบบพยากรณ์ลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาใหม่สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยการจำแนกประเภทเชิงความสัมพันธ์” *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* 2551: 1-12
- ชำนาญ เพ็ญผิว (2551) “การหาความสัมพันธ์ของการใช้งานเว็บไซต์กรณีศึกษาเว็บไซต์ของบริษัทหลักทรัพย์ ยูไนเต็ด จำกัด (มหาชน)” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- ชั้นยกานต์ อุณจิตต์วรรณะ (2549) “การวิเคราะห์ข้อมูลลูกค้าด้วยเทคนิคดาต้าแวร์เฮาส์และดาต้าไมนิ่ง” สาขาวิชาศาสตรคอมพิวเตอร์ สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- บุษยรัตน์ ต้นสุทธิเวสส์ (2549) “การสร้างแบบจำลองพฤติกรรมผู้บริโภคเพื่อกิจกรรมส่งเสริมการตลาด โดยการทำเหมืองข้อมูลกรณีศึกษาธุรกิจค้าปลีก” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์ และ สิริวรรณ แต้วจิตร (2554) *คู่มือการอบรม An introduction to Data Mining (Workshop with WEKA)* รุ่นที่ 7 Open Miner Intelligence มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์