

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี

ภูตะวัน ภูมิกัน และ นิลวัสน์ ดิษฐสุวรรณค์

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
Emails: phutawan-st@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นให้มีความหลากหลายและตรงตามความต้องการของผู้มาใช้บริการ ซึ่งระบบฯ สร้างและพัฒนาโดยใช้ภาษา HTML, ภาษาสคริปต์ PHP และ MySQL ระบบฯ ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ในการเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ใช้ทฤษฎีอัลกอริทึมเอโพรารี ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น ข้อมูลช่วงเวลา ข้อมูลช่วงเวลา และประเภทห้องซ้อมดนตรี ผลจากพัฒนาพบว่าความสัมพันธ์และจำนวนกฎที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับทางเลือกช่วงข้อมูล ซึ่งได้ค่าสนับสนุน และค่าความเชื่อมั่น สามารถสร้างกฎความสัมพันธ์สำหรับนำไปใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรีได้

ABSTRACT

Decision Support Systems for Promotions Planning of Music Studio Room have the objective to the development of decision support systems for promotions planning of music studio room for helping manage the booking music studio room according of the requirements users. The system develops by HTML language and PHP script and MySQL. The system used data mining techniques to prepare and analysis big data by the Apriori algorithm to find the relationship of information such as the month, data period, data types of music room. The results were the rule of relation and rule of number was depending on how to selected data. It was support and reliability of rule and it can to decision support systems for promotions planning of the music studio room.

คำสำคัญ--ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ; กฎความสัมพันธ์; โปรโมชั่น;

1. บทนำ

คำว่า “ดนตรี” ในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ได้ให้ความหมายไว้ว่า “เสียงที่ประกอบกันเป็นทำนองเพลง เครื่องบรรเลงซึ่งมีเสียงดังทำให้รู้สึกเพลิดเพลิน หรือเกิดอารมณ์รัก โศกหรือรื่นเริง” ดนตรีเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์อย่างหนึ่งที่ช่วยให้มนุษย์มีความสุข สนุกสนานรื่นเริง ช่วยผ่อนคลายความเครียดทั้งทางตรงและทางอ้อม และดนตรียังสามารถนำไปประกอบอาชีพได้หลายแขนง เช่น นักร้อง นักแสดง และนักดนตรีมืออาชีพ เป็นต้น ซึ่งอาชีพเหล่านี้ต้องมีการฝึกซ้อมที่สม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดทักษะ ความชำนาญในการแสดง เช่นเดียวกับนักดนตรีจำเป็นต้องมีสถานที่ฝึกซ้อมการใช้เครื่องมือหรือเครื่องดนตรีเพื่อให้เกิดความชำนาญ คือ ห้องซ้อมดนตรี

ห้องซ้อมดนตรี จัดเป็นธุรกิจด้านบันเทิงที่กำลังได้รับความนิยมมากเพราะเป็นสถานที่สำหรับฝึกซ้อมที่มีอุปกรณ์หรือความพร้อมในด้านการใช้งานที่ครบสมบูรณ์ ทำให้ธุรกิจประเภทนี้มีแข่งขันทางด้านการตลาดค่อนข้างสูงในการดึงดูดลูกค้ามาใช้บริการ ซึ่งการจัดโปรโมชั่นเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมการตลาดในการประชาสัมพันธ์ให้ลูกค้ามาใช้บริการ ซึ่งการจัดโปรโมชั่นนั้นจำเป็นต้องมีการนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจจัดโปรโมชั่น โดยการศึกษาพฤติกรรมของลูกค้า ข้อมูลการจองห้องซ้อมดนตรี ข้อมูลห้องดนตรี และข้อมูลเครื่องดนตรีที่มีอยู่มากมายจากการที่มีลูกค้าเข้ามาใช้บริการ ทำให้มีการจัดเก็บที่กระจัดกระจายและเป็นรูปแบบที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ซึ่งการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ การจัดเก็บและตีความหมายข้อมูล จากเดิมที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างง่าย ๆ มาจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลที่สามารถดึงข้อมูลสารสนเทศมาใช้จนถึงการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ที่สามารถค้นพบความรู้ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล และใช้เทคนิคอัลกอริทึมเอโพรารี ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ ในการเลือกปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกันซ้ำ ๆ กัน เช่น ข้อมูลช่วงวันและเวลาในการใช้ห้องซ้อมดนตรี ข้อมูลสมาชิก และข้อมูลห้องซ้อมดนตรีที่ลูกค้ามาใช้บริการ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลใช้ในการจัดโปรโมชั่น เพื่อใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ และสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันทางธุรกิจ

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงมีแนวคิดจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่มีการบริหารจัดการข้อมูล สำหรับจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล เช่น ข้อมูลสมาชิก ข้อมูลจองห้องซ้อมดนตรี ข้อมูลห้องดนตรี และข้อมูลโปรโมชั่น เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การจัดโปรโมชั่น ด้วยการหาความสัมพันธ์ เทคนิคกฎความสัมพันธ์ อัลกอริทึมเอโพอริ มาสนับสนุนการตัดสินใจเลือกโปรโมชั่น เพื่อส่งเสริมการขาย การเพิ่มยอดจองห้องซ้อมดนตรี และเสนอโปรโมชั่นให้ลูกค้ามาใช้บริการห้องซ้อมดนตรี

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 กระบวนการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

เหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่ใช้ในการค้นหารูปแบบแนวทางและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ โดยอาศัยหลักสถิติ การจดจำ การเรียนรู้ และหลักคณิตศาสตร์ การทำเหมืองข้อมูลแบ่งได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ไม่มีค่า ข้อมูลที่ขาดหาย และข้อมูลที่ไม่แน่นอนออกไป

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งให้จัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อต่อการจัดการ

ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) เป็นการเลือกเฉพาะข้อมูลที่น่าสนใจวิเคราะห์ในการทำเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การแปลงรูปแบบข้อมูล เป็นการแปลงข้อมูลมาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมนำไปใช้วิเคราะห์ตามอัลกอริทึมที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ตามประเภทของงานตามลักษณะแบบจำลองที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูล คือ แบบจำลองเชิงทำนาย และแบบจำลองเชิงพรรณนา [1]

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินรูปแบบ (Pattern Evaluation) เป็นขั้นตอนการเลือกรูปแบบที่ยืนยันสมมติฐานที่มีเหตุผลว่าเหมาะสมหรือตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ การแปลความหมายการประเมินผลลัพธ์ โดยการใช้รูปแบบที่เข้าใจง่าย

3.2 กฎความสัมพันธ์ (Association Rules)

กฎความสัมพันธ์ เป็นวิธีหนึ่งของการหาเหมืองข้อมูล โดยมีเป้าหมายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในกลุ่มข้อมูลขนาดใหญ่ [2] การกำหนดกฎความสัมพันธ์ (Association Rule) เขียนรูปแบบได้ดังนี้ [3]

Itemset ค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลที่หาได้ โดย Itemset ประกอบด้วย item ที่ k-itemsets {Milk, Bread, Diaper}

Support count ค่าความถี่ของ itemset ที่ปรากฏ เช่น {Milk, Bread, Diaper}

Support ค่าสนับสนุนของจำนวนรายการที่มี itemset อยู่ เป็นการบอกถึงคุณภาพของกฎ เช่น $s(\{Milk, Bread, Diaper\})$ ดังสมการที่ (1)

$$support(x) = \frac{\text{จำนวน Transaction ใน Itemset } x}{\text{จำนวน Transaction ทั้งหมดในฐานข้อมูล}} \quad (1)$$

และค่าความเชื่อมั่น (Confidence) บอกถึงความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นของกฎนั้น ๆ ดังสมการที่ (2)

$$confidence(x \rightarrow y) = \frac{support(x \cup y)}{support(x)} \quad (2)$$

ซึ่งการกำหนดค่าสนับสนุน และค่าเชื่อมั่นจากการหากฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในชุดข้อมูล (Data Set) ไว้มาก กฎที่ได้ อาจมีจำนวนน้อย หรือไม่มีกฎใด ๆ ออกมาเลย แต่ถ้ากำหนดไว้ต่ำเกินไปก็อาจได้กฎที่ไม่มีประโยชน์ออกมาเป็นจำนวนมาก

3.3 ทฤษฎีอัลกอริทึมเอโพอริ (Apriori)

ทฤษฎีอัลกอริทึมเอโพอริ (Apriori) เป็นเทคนิคพื้นฐานทางด้านเหมืองข้อมูลในการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยการค้นหารูปแบบของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อยและเกิดคู่กันขึ้นในฐานข้อมูล เรียกว่า Frequent Pattern และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เรียกว่า association ของกลุ่ม item ซึ่งมีอยู่ 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างรูปแบบของ Itemset (join) ใช้รูปแบบของ itemset ที่มีค่ามากกว่า Minimum Support มาทำการสร้างรูปแบบของ itemset ที่มีขนาดยาวมากขึ้นทีละหนึ่งขั้นไปเรื่อย ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้าง Association Rule หลังจากที่ได้หา Frequent itemsets แล้วนำรูปแบบที่หาได้มาสร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ ซึ่งใช้หลักของการคำนวณหาความถี่ของ itemset ที่เกิดขึ้นพร้อมกันขึ้นในฐานข้อมูล เงื่อนไขสำคัญของการใช้งานอัลกอริทึม คือ การกำหนดค่า Support และ Confidence ขั้นต่ำโดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดขึ้นเอง หรืออาจ

ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดขึ้น [4] ทั้งนี้กฎความสัมพันธ์ที่ค้นพบได้นั้นต้องมีค่าทั้งสองสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้

3.4 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) [5]

เทอร์บัน (Turban) ปี ค.ศ. 1990 ได้ให้คำนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจไว้ดังนี้ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์เชิงโต้ตอบที่ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ ทำงานโดยใช้กฎเกณฑ์ของการตัดสินใจที่อยู่ในลักษณะของแบบจำลองร่วมกับข้อมูลที่มีการจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล พร้อมกับทักษะของผู้ตัดสินใจในการที่จะหาแนวทางการตัดสินใจที่สามารถนำไปปฏิบัติเมื่อต้องการแก้ปัญหาที่ไม่อาจใช้วิธีการต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าช่วยได้โดยตรง ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีแบบจำลองซับซ้อนมากกว่าจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการตัดสินใจดีขึ้น” ลักษณะการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จัดเป็นเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยเทคนิควิธีการทางคณิตศาสตร์หรือสถิติ เพื่อสร้างโมเดลสำหรับแก้ไขปัญหา ซึ่งระบบที่ช่วยตอบสนองความต้องการของข้อมูลสารสนเทศที่นำไปใช้ประกอบ หรือสนับสนุนการแก้ไขปัญหาได้

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัทรารุณ แสงศิริ และคณะ[6] ได้กล่าวว่า ปัจจุบันระบบสารสนเทศในองค์กรมีขนาดใหญ่มากขึ้น และมีความซับซ้อนทั้งในเรื่องของโครงสร้าง และขั้นตอนการปฏิบัติงานระบบสนับสนุนการแก้ปัญหการใช้งาน (Helpdesk Support System) จึงเป็นระบบหนึ่งที่หลายองค์กรพัฒนาขึ้น เพื่อให้คำแนะนำและให้การสนับสนุนผู้ใช้งาน ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามการให้คำแนะนำและการสนับสนุนอาจไม่เพียงพอต่อการตอบสนองการแก้ปัญหา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอ การค้นหาคำถามความสัมพันธ์จากระบบสนับสนุนการแก้ปัญหการใช้งาน เพื่อนำกฎที่ได้มาจัดวางแผนการฝึกอบรมให้กับผู้ใช้งาน และเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบในอนาคต ซึ่งผลลัพธ์แสดงการค้นพบความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ เช่น กลุ่มผู้ใช้งานรหัส S34 และ S53 เป็นกลุ่มผู้ร้องขอบริการด้านโปรแกรมมากที่สุดจากทุกหมวด ในขณะที่ผู้ให้บริการรหัส CITD4 และ CITD11 เป็นผู้ให้บริการมากที่สุดในทุกหมวด และให้บริการกับกลุ่มผู้ร้องขอบริการรหัส S26 ในเรื่องติดตั้งระบบ ERP มากที่สุด

4. วิธีการดำเนินงาน

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องคอมพิวเตอร์ มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจองห้องคอมพิวเตอร์ โดยการรวบรวมข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม ปี 2559 รวมทั้งสิ้น 1000 ข้อมูล จากการจองห้องคอมพิวเตอร์ของสมาชิกที่เข้ามาจองในระบบฯ ผ่านเว็บไซต์ โดยจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบฯ ประกอบด้วย ข้อมูลสมาชิก, ข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์, ข้อมูลประเภทห้องคอมพิวเตอร์, ข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์, ข้อมูลเครื่องดนตรี และข้อมูลโปรโมชั่น เป็นต้น

4.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบ

การสร้างและพัฒนาระบบ ฯ ใช้ภาษา HTML, PHP, JQUERY สำหรับเขียนเว็บแอปพลิเคชัน ใช้โปรแกรม XAMPP สำหรับจำลองเซิร์ฟเวอร์ และใช้ฐานข้อมูลของ MYSQL สำหรับจัดเก็บข้อมูลของระบบ ฯ

4.3 การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลเป็นการนำข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์ที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลของระบบมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของรหัส เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการซึ่งมีข้อมูล ดังนี้

4.3.1 ข้อมูลวันเดือนปีที่จองห้องคอมพิวเตอร์จะถูกจัดหมวดหมู่ให้อยู่ในกลุ่มของไตรมาส แทนด้วยรหัส (Y) และระบุหมายเลขตามช่วงเดือนของไตรมาสที่กำหนด

ตาราง 1. กำหนดจัดข้อมูลช่วงเดือน

ที่	หัวข้อ	แทนรหัส
1	ไตรมาสที่ 1 (เดือน ม.ค. – มี.ค.)	Y1
2	ไตรมาสที่ 2 (เดือน เม.ย. – มิ.ย.)	Y2
3	ไตรมาสที่ 3 (เดือน ก.ค. – ก.ย.)	Y3
4	ไตรมาสที่ 4 (เดือน ต.ค. – ธ.ค.)	Y4

4.3.2 ข้อมูลช่วงเวลาในการเริ่มใช้งานห้องคอมพิวเตอร์ แทนด้วยรหัส (T) และระบุหมายเลขตามกลุ่มช่วงเวลาที่กำหนด

ตาราง 2. กำหนดจัดข้อมูลช่วงเวลา

ที่	หัวข้อ	แทนรหัส
1	ช่วงเวลา 00.00 – 08.00 น.	T1
2	ช่วงเวลา 09.00 – 12.00 น.	T2
3	ช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น.	T3
4	ช่วงเวลา 17.00 – 20.00 น.	T4
5	ช่วงเวลา 18.00 – 23.00 น.	T5

4.3.3 ข้อมูลประเภทห้องซัอมดนตรี แทนด้วยรหัสตามขนาดของห้องซัอมดนตรี เช่น ห้องซัอมดนตรี (ขนาดเล็ก) แทนด้วยรหัส (S)

ตาราง 3. กำหนดจัดข้อมูลประเภทห้องซัอมดนตรี

ที่	หัวข้อ	แทนรหัส
1	ห้องซัอมดนตรี (ขนาดเล็ก)	S
2	ห้องซัอมดนตรี (ขนาดกลาง)	M
3	ห้องซัอมดนตรี (ขนาดใหญ่)	B
4	ห้องบันทึกเสียง	R

4.3.4 ข้อมูลประเภทสมาชิก แทนด้วยรหัส (G) และระบุหมายเลขตามกลุ่มประเภทสมาชิก

ตาราง 4. กำหนดจัดข้อมูลประเภทสมาชิก

ที่	หัวข้อ	แทนรหัส
1	นักเรียน/นักศึกษา	G1
2	สมาชิกทั่วไป	G2
3	นักดนตรี/นักร้อง	G3

4.3.5 ข้อมูลจำนวนชั่วโมงใช้งานห้องซัอมดนตรี แทนด้วยรหัส (H) และระบุหมายเลขตามช่วงจำนวนชั่วโมงใช้งานห้องซัอมดนตรี เช่น ใช้งานห้องซัอมดนตรี 1 ชั่วโมง แทนด้วย (H1)

ตาราง 5. กำหนดจัดข้อมูลจำนวนชั่วโมงการใช้งาน

ที่	หัวข้อ	แทนรหัส
1	1 ชั่วโมง	H1
2	2 – 3 ชั่วโมง	H2
3	4 - 5 ชั่วโมง	H3
4	มากกว่า 5 ชั่วโมง	H4

4.4 การสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูล

การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลการจองห้องซัอมดนตรี เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรแกรมชั้นห้องซัอมดนตรี ใช้อัลกอริทึมเอพริอริ (Apriori) มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.4.1 การหารูปแบบของข้อมูล (Frequent itemset) เป็นการนำข้อมูลจากฐานข้อมูล คือ ข้อมูลการจองห้องซัอมดนตรีของสมาชิกที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อย ๆ มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างรูปแบบของ Itemset จากการแทนรหัสของข้อมูลการจองห้องซัอมดนตรี โดยการกำหนดรูปแบบของ Itemset และกำหนด Transaction ID ของข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบที่มีความสัมพันธ์

ตาราง 6. ตัวอย่างข้อมูลการสร้างรูปแบบกฎความสัมพันธ์ของข้อมูล

ID	Date Booking	Time	Hour	Room	Member
1	Y1	T2	H2	M	G1
2	Y2	T3	H1	S	G1
3	Y2	T3	H1	S	G1
4	Y2	T2	H1	S	G2

จากนั้นนำมาข้อมูลการสร้างรูปแบบกฎความสัมพันธ์มากำหนด Transaction Database เพื่อคำนวณนับค่า Support สำหรับหากฎความสัมพันธ์

ตาราง 7. ตัวอย่างข้อมูล Transaction Database หากฎความสัมพันธ์

Transaction ID	Items
1	Y1, T2, H2, M, G1
2	Y2, T3, H1, S, G1
3	Y2, T2, H1, S, G2

ขั้นตอนที่ 2 การนับค่า Support (count) เป็นการคำนวณค่า Support ที่เกิดขึ้น Transaction Database คิดเป็นร้อยละ (%) เพื่อกำหนด Minimum Support ไว้ที่ 50% ของจำนวนที่พบ Item และทำการสร้างรูปแบบของข้อมูล (Frequent itemset) จนมีความยาวตรงตามเงื่อนไขว่าข้อมูลแรกจะต้องเหมือนกันจึงจะสามารถรวมกันได้

ตาราง 8. ตัวอย่างการคำนวณค่า Support และค่า Minimum Support

Items	Transaction ID			Support
	1	2	3	
Y1	1	0	0	1/3 = 33.33%
Y2	0	1	1	2/3 = 66.67%
T2	1	0	1	2/3 = 66.67%
T3	0	1	1	2/3 = 66.67%
H1	0	1	1	2/3 = 66.67%
H2	1	0	0	1/3 = 33.33%
M	1	0	0	1/3 = 33.33%
S	0	1	1	2/3 = 66.67%
G1	1	1	0	2/3 = 66.67%
G2	0	0	1	1/3 = 33.33%

4.4.2 การสร้างกฎความสัมพันธ์ คือ การนำรูปแบบของข้อมูล (Frequent itemset) ที่ได้จากการนับค่า Support และหาค่า Minimum Support ไว้ที่ 50% เพื่อนำมาสร้างกฎความสัมพันธ์ และที่มีขนาดความยาวมากกว่าหนึ่งความสัมพันธ์ จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ที่เกิดขึ้นของกฎนั้นสำหรับนำมาสนับสนุนเพื่อหาปัจจัยในการนำไปจัดทำโปรแกรม

ตาราง 9. ตัวอย่างแสดงการสร้างความสัมพันธ์

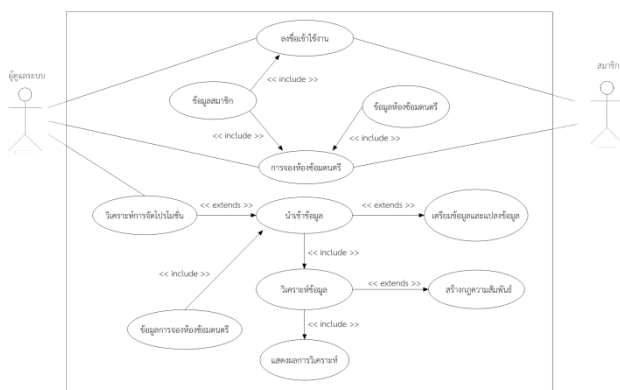
No.	Frequent itemset	Support	Confidence
1	Y2, H1 =>S	2/3 = 66.67%	$\frac{2/3}{2/3} = 100\%$

จากการสร้างความสัมพันธ์ และการหาค่าสนับสนุน และค่าความเชื่อมั่น ได้กฎความสัมพันธ์มา 1 กฎ ซึ่งมีรูปแบบของข้อมูล คือ Y2, H1 =>S เมื่อนำรหัสไปแทนค่า จะได้รูปแบบของความสัมพันธ์ในการจัดโปรโมชั่น คือ ช่วงเดือน เม.ย. - มิ.ย. มักจะใช้งานห้องคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 1 ชั่วโมง กับประเภทห้องคอมพิวเตอร์ (ขนาดเล็ก) เป็นต้น

4.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องคอมพิวเตอร์ มีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ดังนี้

4.5.1 Use Case Diagram ของระบบ ฯ สามารถอธิบายและออกแบบเป็นยูสเคสไดอะแกรม ดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1. Use Case Diagram ของระบบ

ผู้ใช้งานระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ดูแลระบบ สามารถนำข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์เพื่อจัดโปรโมชั่น สามารถอธิบายรายละเอียด

ตาราง 10. คำอธิบายฟังก์ชันลงชื่อเข้าใช้งาน

Use Case Name	ลงชื่อเข้าใช้งาน
Trigger Event	เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าใช้งานระบบ
Description	ผู้ใช้กรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่ระบบ
Actor	ผู้ดูแลระบบ และสมาชิก
Related Use Case	-
Preconditions	-
Postconditions	ได้ข้อมูลผู้ใช้งาน

ตาราง 11. คำอธิบายฟังก์ชันการจองห้องคอมพิวเตอร์

Use Case Name	การจองห้องคอมพิวเตอร์
Trigger Event	ข้อมูลสมาชิก, ข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์
Description	ผู้ใช้งาน บันทึกข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์
Actor	ผู้ดูแลระบบ และสมาชิก
Related Use Case	-
Preconditions	-
Postconditions	ได้ข้อมูลผู้ใช้งาน

ตาราง 12. คำอธิบายฟังก์ชันการวิเคราะห์จัดโปรโมชั่น

Use Case Name	การวิเคราะห์จัดโปรโมชั่น
Trigger Event	ข้อมูลสมาชิก, ข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์
Description	ผู้ใช้งาน บันทึกข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Related Use Case	-
Preconditions	-
Postconditions	ได้ข้อมูลผู้ใช้งาน

ตาราง 13. คำอธิบายฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูล

Use Case Name	การนำเข้าข้อมูล
Trigger Event	เลือกช่วงข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์
Description	เมื่อผู้ใช้เลือกช่วงข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Related Use Case	-
Preconditions	-
Postconditions	ข้อมูลช่วงการจองห้องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาจัดโปรโมชั่น

ตาราง 14. คำอธิบายฟังก์ชันการเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูล

Use Case Name	การเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูล
Trigger Event	หลังจากเลือกช่วงข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์ไปประมวล
Description	เมื่อผู้ใช้เลือกช่วงข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้วจะนำไปสู่การเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูล
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Related Use Case	การเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูล
Preconditions	ข้อมูลสมาชิก, ข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์
Postconditions	สรุปผลการเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูล

ตาราง 15. คำอธิบายฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูล

Use Case Name	การวิเคราะห์ข้อมูล
Trigger Event	นำข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูลมาสร้างความสัมพันธ์
Description	เมื่อผู้ใช้เลือกช่วงข้อมูลการจองห้องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาจัดโปรโมชั่น ระบบจะนำข้อมูลมาสร้างความสัมพันธ์

Actor	ผู้ดูแลระบบ
Related Use Case	การนำเข้าข้อมูล
Preconditions	ข้อมูลกฎความสัมพันธ์
Postconditions	สรุปผลกฎความสัมพันธ์

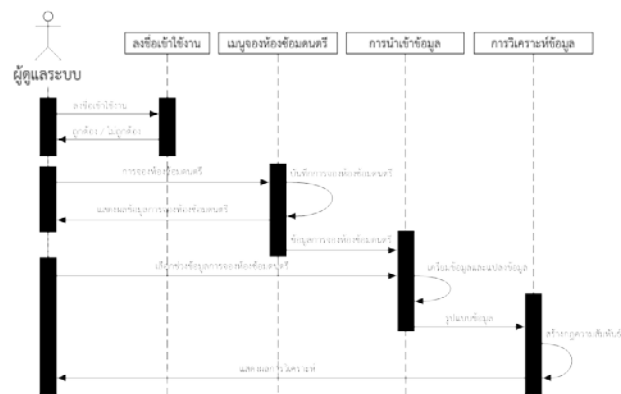
ตาราง 16. คำอธิบายฟังก์ชันการสร้างกฎความสัมพันธ์

Use Case Name	การวิเคราะห์ข้อมูล
Trigger Event	นำข้อมูลการจองห้องซ่อมดนตรีที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและการแปลงข้อมูลมาสร้างกฎความสัมพันธ์
Description	เมื่อผู้ใช้เลือกช่วงข้อมูลการจองห้องซ่อมดนตรีที่จะนำมาจัดโปรแกรม ระบบจะนำข้อมูลมาสร้างกฎความสัมพันธ์
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Related Use Case	การนำเข้าข้อมูล
Preconditions	ข้อมูลกฎความสัมพันธ์
Postconditions	สรุปผลกฎความสัมพันธ์

ตาราง 17. คำอธิบายฟังก์ชันการแสดงผลการวิเคราะห์

Use Case Name	การแสดงผลการวิเคราะห์
Trigger Event	นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ และสร้างกฎความสัมพันธ์
Description	แสดงผลการวิเคราะห์จากข้อมูลมากฎความสัมพันธ์ และนำมาแสดงเพื่อจัดโปรแกรม
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Related Use Case	ข้อมูลการวิเคราะห์
Preconditions	ข้อมูลจากการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์
Postconditions	แสดงผลกฎความสัมพันธ์

4.5.3 Sequence Diagram เป็นการแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบฯ ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยผู้ดูแลระบบทำการลงชื่อเข้าใช้งาน จากนั้นจึงจะสามารถใช้งานระบบฯ ส่วนอื่นได้ เช่น การจองห้องซ่อมดนตรี และการวิเคราะห์จัดโปรแกรม ดังรูปที่ 2.



รูปที่ 2. แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ ฯ

5. ผลการดำเนินงาน

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรแกรมห้องซ่อมดนตรี มีผลการดำเนินงาน ดังนี้

5.1 ผลของกฎความสัมพันธ์

ผลการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์จากการนำข้อมูลช่วงการจองห้องซ่อมดนตรี มาสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ และกฎความสัมพันธ์ที่มีค่าสนับสนุน และค่าความเชื่อมั่น Minimum Support 50% มาสร้างความสัมพันธ์ ดังนี้

5.1.1 หน้าจอสำหรับเลือกช่วงข้อมูล สำหรับวิเคราะห์ สำหรับสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลการจองห้องซ่อมดนตรี ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3. แสดงหน้าจอเลือกช่วงข้อมูล

5.1.2 หน้าจอแสดงรายละเอียดข้อมูลการจองห้องซ่อมดนตรีทั้งหมด จากการเลือกช่วงข้อมูล ดังรูปที่ 4.

วันที่	ห้อง	เวลา	สถานะ	หมายเหตุ
2558-01-01	ห้อง 1	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 2	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 3	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 4	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 5	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 6	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 7	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 8	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 9	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 10	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 11	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 12	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 13	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 14	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 15	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 16	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 17	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 18	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 19	10:00	จอง	
2558-01-01	ห้อง 20	10:00	จอง	

รูปที่ 4. แสดงหน้าจอรายละเอียดข้อมูลการจองห้องซ่อมดนตรี

5.1.3 หน้าจอแสดงรูปแบบของข้อมูลกฎความสัมพันธ์ จากการแปลงเป็นรหัสสำหรับแทนค่าเพื่อนำไปวิเคราะห์ ดังรูปที่ 5.

รหัสกฎ	กฎ	ค่าสนับสนุน	ค่าความเชื่อมั่น
1	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
2	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
3	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
4	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
5	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
6	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
7	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
8	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
9	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
10	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
11	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
12	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
13	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
14	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
15	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
16	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
17	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
18	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
19	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5
20	ห้อง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	0.5	0.5

รูปที่ 5. แสดงหน้าจอการแปลงข้อมูล

5.1.4 หน้าจอแสดงการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยการนำข้อมูลรูปแบบความสัมพันธ์มาที่สร้างขึ้นมา ตรวจสอบความ เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ที่เข้ากัน ดังรูปที่ 6

Itemset	Support
T1	9
T2	9
T3	9
T4	9
T5	9
T6	9
T7	9
T8	9
T9	9
T10	9

รูปที่ 6. แสดงหน้าจอการสร้างกฎความสัมพันธ์

5.1.4 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ โดยหาค่าสนับสนุน และค่าความเชื่อมั่น ที่มีค่า Minimum Support 50% ขึ้นไป มาวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 7.

Itemset	Support	Confidence	Lift
T1	9	9	100.00%
T2	9	9	100.00%
T3	9	9	100.00%
T4	9	9	100.00%
T5	9	9	100.00%
T6	9	9	100.00%
T7	9	9	100.00%
T8	9	9	100.00%
T9	9	9	100.00%
T10	9	9	100.00%

รูปที่ 7. แสดงหน้าจอผลการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์

5.1.4 หน้าจอแสดงการสรุปผลการวิเคราะห์การสร้างกฎความสัมพันธ์และการแปลความหมายจากกฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 8.

Itemset	Support	Confidence	Lift
T1	9	9	100.00%
T2	9	9	100.00%
T3	9	9	100.00%
T4	9	9	100.00%
T5	9	9	100.00%
T6	9	9	100.00%
T7	9	9	100.00%
T8	9	9	100.00%
T9	9	9	100.00%
T10	9	9	100.00%

รูปที่ 8. แสดงหน้าจอผลการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์

5.2 หน้าจอระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี

5.2.1 หน้าจอลงชื่อเข้าใช้งาน สำหรับผู้ดูแลระบบหรือสมาชิก สำหรับลงชื่อเข้าใช้งานระบบ ฯ เพื่อการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ดังรูปที่ 9.

รูปที่ 9. แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ ฯ

5.2.3 หน้าจอหลักของระบบ ฯ สำหรับแสดงเมนูต่าง ๆ ของระบบ ฯ และแสดงข้อมูลโปรโมชั่น ดังรูปที่ 10

รูปที่ 10. แสดงหน้าจอหลักของระบบ ฯ

5.2.4 หน้าจอข้อมูลโปรโมชั่น สำหรับจัดการข้อมูลต่าง ๆ เช่น การเพิ่ม การลบ การแก้ไข และแสดงข้อมูลโปรโมชั่นห้องซ้อมดนตรี ดังรูปที่ 11.

Itemset	Support	Confidence	Lift
T1	9	9	100.00%
T2	9	9	100.00%
T3	9	9	100.00%
T4	9	9	100.00%
T5	9	9	100.00%
T6	9	9	100.00%
T7	9	9	100.00%
T8	9	9	100.00%
T9	9	9	100.00%
T10	9	9	100.00%

รูปที่ 11. แสดงหน้าจอข้อมูลโปรโมชั่น

5.2.3 หน้าจอข้อมูลสมาชิก สำหรับจัดการข้อมูลต่าง ๆ เช่น การเพิ่ม การลบ การแก้ไข และแสดงข้อมูลสมาชิก ดังรูปที่ 12.



รูปที่ 12. แสดงหน้าจอข้อมูลสมาชิก

5.2.4 หน้าจอข้อมูลห้องซ้อมดนตรี สำหรับจัดการข้อมูลต่างๆ เช่น การเพิ่ม การลบ การแก้ไข และแสดงข้อมูลห้องซ้อมดนตรี ดังรูปที่ 13.



รูปที่ 13. แสดงหน้าจอข้อมูลห้องซ้อมดนตรี

5.2.5 หน้าจอข้อมูลเครื่องดนตรี สำหรับจัดการข้อมูลต่าง ๆ เช่น การเพิ่ม การลบ การแก้ไข และแสดงข้อมูลเครื่องดนตรี ดังรูปที่ 14.



รูปที่ 14. แสดงหน้าจอข้อมูลเครื่องดนตรี

6. สรุปผล

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องซ้อมดนตรี สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

6.1 สรุปผล

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องซ้อมดนตรี เป็นระบบบริหารจัดการเกี่ยวกับห้องซ้อมดนตรี เช่น ข้อมูลสมาชิก ข้อมูลห้องซ้อมดนตรี ข้อมูลการจองห้องซ้อมดนตรี ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบที่จัดเป็น

หมวดหมู่ สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน เช่น การเพิ่ม ลบ แก้ไข และแสดงข้อมูลให้กับผู้ใช้งานและสมาชิก โดยระบบฯ มีการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องซ้อมดนตรี ใช้ข้อมูลการจองห้องซ้อมดนตรีมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทำเหมืองข้อมูล มาใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล การแปลงข้อมูลเป็นรหัส และการวิเคราะห์กับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และใช้กฎความสัมพันธ์เทคนิคอัลกอริทึมเอโพรารี ในการหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล คือ ข้อมูลช่วงเดือน ข้อมูลช่วงเวลา ข้อมูลจำนวนชั่วโมง ข้อมูลประเภทสมาชิก และข้อมูลประเภทห้องซ้อมดนตรี

ซึ่งผลจากพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องซ้อมดนตรีนั้น พบว่าระบบฯ สามารถสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ และกฎความสัมพันธ์เพื่อนำไปใช้ในการหาปัจจัยที่สนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องซ้อมดนตรีได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนจัดโปรโมชันห้องซ้อมดนตรี ควรเพิ่มเมนูสำหรับกำหนดตัวเลือกข้อมูลแบบต่าง ๆ สำหรับสร้างเงื่อนไขตรวจสอบในการสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ที่มีเงื่อนไขหรือรายละเอียดที่ครบถ้วน และเหมาะสมในการจัดโปรโมชันได้ดีขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Han and M.Kamber, “Data Mining Concepts and Techniques”, The Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- [2] Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, and Vipin Kumar, “Introduction to Data Mining.”, Addison Wesley, pp. 158-164. 2003.
- [3] สมโภช พรหมแก้ว, “เว็บไซต์แนะนำเพื่อเก่า โดยใช้เทคนิค Apriori.”. สารนิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2550.
- [4] กฤษฎากร กงอุบล. “การใช้เกณฑ์ความต่างลำดับในการปรับปรุงกฎความสัมพันธ์จำแนกประเภทข้อมูล”. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552.
- [5] M. H. S. Svetlana Vinnik, “Decision Support System for Managing Education Capacity”. 2003.
- [6] ภัทราวุฒิ แสงศิริ, ชนกธมน สุขศรี และพรนภา เจมส์. “การค้นพบกฎความสัมพันธ์จากระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาการใช้งาน”. The Tenth National Conference on Computing and Information Technology, หน้า 631-637.