

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์

A Study of Factors Influencing Learners' Behavior on Learning Management System Based on Association Rules

จุฑามาศ กระจ่างศรี
Chutamas Krachangsri

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100
Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Surat Thani 84100
Corresponding Author: E-mail: chutamas.kra@sru.ac.th
Received: 23 Jul. 2023; Revised: 2 Nov. 2023; Accepted: 10 Nov. 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์ 2) ศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ และ 3) หารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบบริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ 402 คน ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาและหาความสัมพันธ์ของพฤติกรรมโดยใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึม Apriori กำหนดค่าซัพพอร์ตและค่าความเชื่อมั่น 50% และ 80% ตามลำดับ

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผู้เรียนใช้ระบบบริการการเรียนรู้เพื่อเรียนประกอบในรายวิชาและส่งการบ้าน ผู้เรียนจะเลือกใช้สื่อประกอบโดยเฉพาะสื่อแบบมัลติมีเดียเป็นสื่อหลักสำหรับการเรียนรู้ ทั้งนี้ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบบริการการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นด้วยอัลกอริทึม Apriori ได้กฎจากข้อมูลชุดนี้จำนวน 73 กฎ เมื่อพิจารณาจากค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95 และจากค่าสหสัมพันธ์ (Lift) ของกฎที่มีค่ามากกว่า 1 ได้จำนวน 5 กฎ 3) จากพฤติกรรมของผู้เรียนและพฤติกรรมของผู้ใช้ระบบจากการวิเคราะห์ด้วยกฎความสัมพันธ์สามารถสร้างรูปแบบระบบบริการการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เลือกจากพฤติกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ด้านระบบ ด้านการโต้ตอบ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดประเมินผล และรูปแบบที่เลือกจากกฎความสัมพันธ์ ประกอบด้วย ด้านอีเมล ด้านการโต้ตอบกับผู้เรียน ด้านการทดสอบและด้านการส่งงาน จากผลการศึกษานี้สามารถนำมาเป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาระบบบริการการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ได้

คำสำคัญ: กฎความสัมพันธ์ พฤติกรรมของผู้เรียน ระบบบริการการเรียนรู้

Abstract

The objectives of this research were to: (1) study the behaviour of learners who used the learning management system based on association rules, (2) study and analyze the behaviours of learners on management system based on association rules, and (3) find a suitable model for learning management system based on association rules. To obtain the data, the questionnaires were used and answered by 402 undergraduate students who used the learning management system at Suratthani Rajabhat University. Subsequently, the derived data were analysed by descriptive statistics and considered the correlation of behaviours based on the association rules with the Apriori algorithm by setting the support and confidence values at 50% and 80%, respectively.

The results showed that: 1) the students used the learning management system in the learning courses and submitting their homework. In addition, instructional media especially multimedia were mainly chosen for learning. Moreover, the learners' opinions on the learning management system were at a high level. 2) The correlation of behaviours was analyzed based on the association rules with the Apriori algorithm revealed 73 association rules. However, when the confidence values ($> 95\%$) and the lift value of rules (> 1) were considered, the best 5- association rule candidates were presented. Taken together, 3) the 2 appropriate learning styles were obtained as follows: a) the chosen pattern based on the learning behaviour consisted of an interactive system, teaching media, and evaluation and b) the selected format based on the association rule consisted of email, learner interaction, testing, and submission. Lastly, the results of this study can be used as a guideline for developing the learning management system or instructional media to suit each situation.

Keywords: Association Rules, Learner Behaviours, Learning Management System

1. บทนำ

ระบบบริการการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS) จัดเป็นระบบบริการการเรียนรู้ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จัดให้อาจารย์ผู้สอนได้จัดทำสื่อการสอนในแต่ละรายวิชาให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถดาวน์โหลดบทเรียน เช็คชื่อ ทำข้อสอบ ส่งแบบฝึกหัดได้ ซึ่งอาจารย์และนักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ระบบนี้กันมานาน เพื่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยที่ผู้เรียนสามารถใช้ระบบนี้เรียนคู่ขนานไปกับการจัดการเรียนการสอนที่มีอาจารย์เป็นผู้บรรยายสำหรับการใช้ระบบบริการการเรียนรู้ที่ผู้สอนจะต้องทำการสร้างบทเรียนแต่ละสัปดาห์ มอบหมายงานและแบบฝึกหัด กำหนดการส่งงานแต่ละครั้ง โดยผู้เรียนจะต้องทำการสมัครสมาชิกและเข้าเรียนตามสิทธิ์ที่ได้รับส่งผลให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้จากบทเรียนได้เพิ่มเติมและผู้สอนสามารถมอบหมายงานและตรวจงาน

ได้อย่างสะดวกทำให้การจัดการศึกษาในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพอีกทางหนึ่งด้วย

ดังนั้นด้วยสถานการณ์ดังกล่าวที่พบผู้วิจัยมีความสนใจวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานกับระบบนี้เพื่อประเมินหรือติดตามผลการใช้งาน สำหรับรูปแบบและการใช้งานโดยการใช้ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าไปใช้เพื่อพัฒนาระบบบริการการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาและอาจารย์มากยิ่งขึ้น การวิจัยดังกล่าวนี้ได้นำเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูลเข้าไปใช้เพื่อเสนอรูปแบบที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลดังที่ สายชล [1] กล่าวว่า เป็นกระบวนการทำงานที่สกัดข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีประโยชน์ โดยเป็นสารสนเทศที่มีเหตุผลและนำไปใช้ได้ โดยเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยการตัดสินใจในการทำธุรกิจ ซึ่งความสำคัญของการทำเหมืองข้อมูลและการค้นหาความรู้

ซึ่งส่งผลต่อปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในการรวบรวมข้อมูล การเก็บข้อมูลที่เข้าถึงโดยรวดเร็ว การเข้าถึงข้อมูลที่ใช้อินเทอร์เน็ตมากขึ้นเพื่อส่งผลต่อการแข่งขันและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมรวมถึงความสามารถในการจัดเก็บและค้นคืนข้อมูลจากความสำคัญของระบบบริการการเรียนรู้ดังกล่าวพบว่าแม้จะมีการใช้ระบบบริการการเรียนรู้มาเป็นระยะเวลานานแล้วนั้นแต่ยังไม่พบระบบการประเมินหรือการติดตามผลการใช้ระบบบริการการเรียนรู้ว่าการใช้งานระบบของผู้เรียนส่งผลต่อการใช้งานหรือมีประสิทธิภาพต่อการจัดการเรียนรู้หรือไม่

ในการศึกษาครั้งนี้นำความรู้ด้านเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับระบบบริการการเรียนรู้ซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เพื่อพัฒนาระบบบริการการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ (Association Rule) ด้วยอัลกอริทึม Apriori ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัยขึ้นไปโดยใช้ลักษณะของข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของมากกว่าหนึ่งสิ่งที่มีการบันทึกร่วมกันในหนึ่งแถวข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการหาความสัมพันธ์ของพฤติกรรมที่ส่งผลต่อการใช้ระบบบริการการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อนำมาเป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาระบบบริการการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน โดยจะศึกษาวิจัยพฤติกรรมดังกล่าวในประเด็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์

2.2 เพื่อศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์

2.3 เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบบริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์ โดยการทำเหมืองข้อมูลด้วยอัลกอริทึม Apriori

3.1 การทำเหมืองข้อมูลด้วยอัลกอริทึม Apriori ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการทำความเข้าใจกับระบบงาน โดยการศึกษาบริบททั่วไปของการจัดการศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ใช้ระบบบริการการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ อีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) บทเรียนออนไลน์ การจัดการเนื้อหาอัตโนมัติ อิเล็กทรอนิกส์คลาสม เป็นต้น

2) ขั้นการทำความเข้าใจกับข้อมูล โดยการศึกษาการทำงานของระบบบริการการเรียนรู้ในด้านของการใช้งาน รูปแบบการใช้งาน ระยะเวลา การนำไปใช้ประโยชน์ โดยการพิจารณาข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

3) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล โดยการนำข้อมูลดิบจากแบบสอบถามที่ได้จากการใช้ระบบบริการการเรียนรู้มาตรวจสอบความสมบูรณ์ ทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันที่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึม Apriori ได้จำนวน 43 แอตทริบิวต์ (Attribute)

4) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้โดยเลือกเทคนิคที่เหมาะสมด้วยเทคนิคทางเหมืองข้อมูลโดยการกำหนดค่าซัพพอร์ต (Support) และค่าความเชื่อมั่น (Confidence)

5) ขั้นตอนการประเมินความถูกต้องของความสัมพันธ์ เป็นการนำรูปแบบที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากกฎความสัมพันธ์มาเลือกใช้ตามวัตถุประสงค์โดยจะพิจารณาค่า Lift มีค่ามากกว่า 1 พิจารณาร่วมกับค่าความเชื่อมั่นที่มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 90

6) ขั้นตอนการนำไปใช้ นำรูปแบบที่วิเคราะห์ได้เผยแพร่แก่ผู้เกี่ยวข้องในการพัฒนาสื่อการเรียน โดย

การพัฒนาเป็นต้นแบบ (Prototype) ที่เหมาะสมสำหรับระบบบริการการเรียนรู้ที่ได้จากพฤติกรรมที่ศึกษาโดยการเผยแพร่แก่นักศึกษา อาจารย์ผู้สอนเพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาและจัดการศึกษาต่อไป

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ใช้ระบบบริการการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ในรายวิชาที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักศึกษาที่ใช้ระบบบริการการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ในรายวิชาที่สอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 402 คน โดยใช้สูตรของ Taro Yamane

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัยมี 2 ประเภท ดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถามที่ใช้ในการรวบรวมพฤติกรรมการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้

2) เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเหมืองข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ

3.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการประเมินพฤติกรรมของการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ที่สอดคล้อง

2) สร้างแบบสอบถามโดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งาน ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ ตอนที่ 3 ความคิดเห็นในการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้

3) นำแบบสอบถามที่สร้างแล้วเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคอมพิวเตอร์ตรวจสอบว่าข้อคำถามมีความเหมาะสมรวมทั้งรูปแบบและภาษาที่ใช้โดยดูจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องจะต้องไม่น้อยกว่า 0.60 จากนั้นปรับเปลี่ยนแบบสอบถามให้เหมาะสมตามคำแนะนำ

4) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามสำหรับข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยใช้ค่า

สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) กำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 0.05 ทดลองกับนักศึกษาที่ไม่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ได้ค่าเป็น 0.81 จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

5) เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเหมืองข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมการใช้ระบบบริการการเรียนรู้ โดยใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึม Apriori โดยการนำเข้าข้อมูลจากแบบสอบถามจำนวน 402 ชุด ที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว

3.5 รายละเอียดในการวิจัยและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วมาสอบถามกับนักศึกษาที่เคยใช้ระบบบริการการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ในปีการศึกษา 2562-2563 จำนวน 402 ชุด

2) นำแบบสอบถามที่ได้มาจำแนกข้อมูลระหว่างชุดที่สมบูรณ์ตอบข้อคำถามครบและแยกแบบที่ไม่สมบูรณ์เก็บรวบรวมข้อมูลใหม่จนได้ข้อมูลครบจำนวน 402 ชุด

3) นำข้อมูลจากแบบสอบถามเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลตามกฎที่ได้วางไว้เพื่อหาคำตอบของกฎความสัมพันธ์

4) วิเคราะห์พฤติกรรมทั่วไปของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้ในด้านข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียน ข้อมูลพฤติกรรมในการใช้ระบบบริการการเรียนรู้และความคิดเห็นในการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

5) กำหนดเกณฑ์แปลผลโดยมีเกณฑ์การประเมินเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยของบุญชม [2] คือ 1.00-1.50 หมายถึงความคิดเห็นระดับน้อยที่สุด 1.51-2.50 หมายถึงความคิดเห็นระดับน้อย 2.51-3.50 หมายถึงความคิดเห็นระดับปานกลาง 3.51-4.50 หมายถึงความคิดเห็นระดับมาก 4.51-5.00 หมายถึงความคิดเห็นระดับมากที่สุด

6) วิเคราะห์ข้อมูลตามกฎของความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึม Apriori โดยการแปลงค่าข้อมูลจากแบบสอบถามลงไฟล์ข้อมูล โดยแปลงจากข้อคำถามเป็นแอตทริบิวต์ ที่ตั้งชื่อตัวแปรให้สอดคล้องและมีจำนวนเท่ากับข้อคำถามที่ให้เลือกตอบไปจนครบจำนวน กำหนดค่าซัพพอร์ตที่ต้องการไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 และ กำหนดค่าความเชื่อมั่นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 จากนั้นให้แสดงผลและบันทึกผลการทำงาน (Result List) ซึ่งผลลัพธ์ที่ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดค่าต่าง ๆ จากนั้นให้แสดงผลการหาความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้งาน โดยพิจารณาความสัมพันธ์ที่นำไปใช้งานจากค่า Lift และค่าความเชื่อมั่นประกอบด้วย

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นในการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	สามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้ด้วยตนเอง	3.69	.43	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3.70	.46	มาก
3	สามารถย้อนกลับมาทบทวนบทเรียนได้อย่างไม่จำกัด	3.89	.47	มาก
4	ติดต่อระหว่างผู้สอนผู้เรียนเพื่อนร่วมชั้นเรียนสะดวก	3.82	.44	มาก
5	เชื่อมโยงไปสู่ความรู้อื่น ๆ ทั้งภายในและนอกเว็บไซต์	3.86	.44	มาก
6	สื่อการสอนที่หลากหลายความน่าสนใจในการเรียนรู้	3.82	.45	มาก
7	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ เข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา	3.96	.44	มาก
8	ส่งงาน ส่งการบ้านหรืองานที่มอบหมายอย่างรวดเร็ว	4.07	.41	มาก
9	ได้ศึกษาบทเรียนก่อนล่วงหน้าก่อนการเข้าชั้นเรียน	3.82	.45	มาก
10	เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยรองรับการเปลี่ยนแปลง	3.99	.44	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		3.86	.44	มาก

จากตารางที่ 1 การศึกษาระดับความคิดเห็นในการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเป็น 3.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .44 อยู่ในระดับมาก เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า 3 ลำดับที่ผู้เรียนมีความคิดเห็นสูงสุด ดังนี้ 1) สามารถส่งงาน ส่งการบ้านหรืองานที่มอบหมายได้อย่างรวดเร็ว ค่าเฉลี่ย 4.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .41 2) เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยรองรับการเปลี่ยนแปลงด้านการเรียนการสอนในอนาคต ค่าเฉลี่ย 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .44 และ 3) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ เข้าถึงบทเรียน

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในเรื่องนี้จะได้นำเสนอรายละเอียดตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษากฎพฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ระบบบริการการเรียนรู้ จากแบบสอบถามจำนวน 402 ชุด เป็นเพศชาย 112 คน เพศหญิง 290 คน เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1, 2, 3 และ 4 จำนวน 183, 101, 81 และ 37 คน ตามลำดับ มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.00 จำนวน 11 คน ระหว่าง 2.00-2.5 จำนวน 81 คน และมากกว่า 2.5 ขึ้นไป มีจำนวน 310 คน โดยมีความคิดเห็นในการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ได้ทุกที่ทุกเวลา ค่าเฉลี่ย 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .44 พฤติกรรมในการใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์ที่ใช้งานเข้าถึงโดยโน้ตบุ๊ก ใช้ระบบบริการการเรียนการสอนของระบบ Google Classroom ระยะเวลาการใช้งาน 3-4 ชั่วโมง มีการโต้ตอบกับผู้สอนโดยระบบไลน์ (Line) ลักษณะบทเรียนที่ชอบเป็นแบบมัลติมีเดีย (Multimedia) เหตุผลที่ต้องเรียนแบบนี้เพราะเทคโนโลยีมีความทันสมัย สำหรับการส่งงานเป็นลักษณะการส่งไฟล์แนบ การวัดผลซึ่งใช้ลักษณะข้อสอบแบบเลือก

ตอบและทำทันทีที่จบบทเรียน อีกทั้งใช้ระบบนี้เป็นสื่อหลักในชั้นเรียนเพื่อเรียนประกอบรายวิชาและควรมีบางวิชาที่เป็นเชิงทฤษฎี

บริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ ได้กำหนดแอตทริบิวต์ของข้อมูลที่สอดคล้องกับกฎความสัมพันธ์ดังตารางที่ 2

4.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ระบบ

ตารางที่ 2 แอตทริบิวต์ของข้อมูล

ลำดับ	ข้อความถาม	ชื่อตัวแปร
1	ระบบการเรียนการสอนออนไลน์หลักที่ผู้เรียนเลือกใช้งาน	1. ระบบออนไลน์ของมหาวิทยาลัย (sys1) 2. Google Classroom (sys2) 3. เว็บไซต์ของผู้สอน (sys3)
2	ช่องทางหลักที่ผู้เรียนติดต่อกับผู้สอน	1. Facebook (res1) 2. Line (res2) 3. ฝากข้อความในระบบ (res3)
3	ลักษณะการส่งงานส่วนใหญ่ที่ผู้เรียนส่งงานให้กับผู้สอนในรายวิชา	1. แนบไฟล์งานส่ง (sent1) 2. แนบไฟล์ภาพส่ง (sent2) 3. ส่งคำตอบผ่านระบบออนไลน์ (sent3)
4	ลักษณะข้อสอบที่ใช้วัดประเมินผลในการเรียนการสอนออนไลน์	1. เลือกตอบ (test1) 2. เติมคำ (test2) 3. อธิบายเหตุผล (test3)
5	อีเมลหลักที่ผู้เรียนใช้ในการเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนออนไลน์	1. อีเมลของมหาวิทยาลัย (email1) 2. อีเมลอื่น ๆ ส่วนตัว (email2)
6	ระบบบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เลือกเพื่อใช้งานในระบบการเรียนการสอนออนไลน์	1. เครือข่าย Wi-Fi ของมหาวิทยาลัย (wi1) 2. เครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนตัว (wi2)

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้โดยใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึม Apriori ได้กฎความสัมพันธ์จากข้อมูลชุดนี้จำนวน 5 กฎ โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Lift) ของกฎที่มีค่ามากกว่า 1 ค่าความเชื่อมั่น ตั้งแต่ 95% โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ถ้าผู้เรียนใช้อีเมลของมหาวิทยาลัยและใช้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนตัวแล้วจะมีการโต้ตอบกับผู้สอนในช่องทางไลน์

2) ถ้าผู้เรียนส่งไฟล์งานให้กับผู้สอนในรายวิชาโดยการแนบไฟล์งานส่งและใช้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนตัวแล้วจะมีการโต้ตอบกับผู้สอนผ่านช่องทางไลน์

3) ถ้าผู้เรียนส่งไฟล์งานให้กับผู้สอนในรายวิชาโดยการแนบไฟล์งานส่งและใช้อีเมลของมหาวิทยาลัยแล้วจะมีการโต้ตอบกับผู้สอนในช่องทางไลน์

4) ถ้าผู้เรียนใช้บริการ Google Classroom และเลือกทำข้อสอบแบบเลือกตอบแล้วจะมีการโต้ตอบกับผู้สอนทางช่องทางไลน์

5) ถ้าผู้เรียนส่งไฟล์งานให้กับผู้สอนในรายวิชาโดยการแนบไฟล์งานส่งและเลือกทำข้อสอบแบบเลือกตอบแล้วจะมีการโต้ตอบกับผู้สอนในช่องทางไลน์ สำหรับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่สนใจกับค่าสหสัมพันธ์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่สนใจกับค่าสหสัมพันธ์

กฎ (Rule)	กฎที่ได้จากโปรแกรม	ค่าความเชื่อมั่น (Confidence)	ค่าสหสัมพันธ์ (Lift)
1	email1=Y wi2=Y 254 ==> res2=Y 243 <conf:(0.96)> lift:(1.03) lev:(0.02) [7] conv:(1.58)	0.96	1.03
2	sent1=Y wi2=Y 238 ==> res2=Y 226 <conf:(0.95)> lift:(1.03) lev:(0.01) [5] conv:(1.37)	0.95	1.03
3	sent1=Y test1=Y email1=1 233 ==> res2=Y 221<conf:(0.95)> lift:(1.02) lev:(0.01) [5] conv:(1.34)	0.95	1.02
4	sys2=Y test1=Y 231 ==> res2=Y 219 <conf:(0.95)> lift:(1.02) lev:(0.01) [5] conv:(1.33)	0.95	1.02
5	sent1=Y test1=Y 264 ==> res2=Y 250 <conf:(0.95)> lift:(1.02) lev:(0.01) [5] conv:(1.31)	0.95	1.02

หมายเหตุ: email1 คือ อีเมลหลักที่ผู้เรียนใช้ในการเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนออนไลน์โดยอีเมลของมหาวิทยาลัย, wi2 คือ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนตัว, res2 คือ ช่องทางหลักที่ผู้เรียนติดต่อกับผู้สอนทาง line, sent1 คือ ลักษณะการส่งงานส่วนใหญ่ที่ผู้เรียนส่งงานให้กับผู้สอนในรายวิชาโดยการแนบไฟล์งานส่ง, test1 คือ ลักษณะข้อสอบที่ใช้วัดประเมินผลในการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยการเลือกตอบ, sys2 คือ ระบบการเรียนการสอนออนไลน์หลักที่ผู้เรียนเลือกใช้งานคือระบบ Google Classroom

4.3 ผลการหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบบริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์มี 2 รูปแบบคือ 1) รูปแบบที่เกิดจากพฤติกรรมการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ด้วยการสำรวจพฤติกรรมการใช้งาน และ 2) รูปแบบที่เกิดจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดของรูปแบบดังต่อไปนี้

1) รูปแบบที่เกิดจากพฤติกรรมการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้ที่เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นมากที่สุดมาสร้างเป็นรูปแบบที่เหมาะสมดังนี้ (1) ด้านระบบการออกแบบให้สามารถใช้งานกับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กหรือสมาร์ตโฟน เข้าสู่ระบบโดยอีเมลของมหาวิทยาลัย (2) ด้านการโต้ตอบ สร้างระบบโต้ตอบกับผู้สอนในระบบกลุ่มไลน์สามารถเข้าถึงระบบด้วยเว็บไซต์หรืออีเมล (3) ด้านสื่อการสอน พัฒนาบทเรียนในรูปแบบสื่อมัลติมีเดียหรือสอนในขณะนั้นผ่านระบบ สามารถเข้าสู่ระบบผ่านทางเว็บไซต์หรืออีเมล มีรูปแบบการส่งงานเป็นแบบ

แนบไฟล์ส่งหรือส่งคำตอบผ่านระบบ (4) ด้านการวัดประเมินผลข้อสอบที่ใช้ประเมินผลเป็นแบบเลือกตอบและทำทันทีที่เรียนจบบทเรียนหรือทำการบ้าน นอกจากนั้นในการออกแบบระบบบริการการเรียนรู้ควรออกแบบสำหรับบางรายวิชาที่เป็นทฤษฎีในขณะที่ยังมีรายวิชาปฏิบัติควรเรียนในชั้นเรียน

2) รูปแบบที่เกิดจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Lift) ของกฎที่มีค่ามากกว่า 1 ค่าความเชื่อมั่น ตั้งแต่ 90% โดยเลือกรูปแบบที่ผู้ใช้เลือกมากที่สุดและเลือกสัมพันธ์กันมาสร้างรูปแบบที่เหมาะสมดังนี้ (1) ด้านอีเมล (2) ด้านการโต้ตอบกับผู้เรียน (3) ด้านการทดสอบ (4) ด้านการส่งงาน ซึ่งการสร้างระบบบริการการเรียนรู้ที่พบจะประกอบด้วยทั้ง 4 ด้านเป็นหลัก โดยเมื่อผู้เรียนเลือกรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจะมีการเลือกพฤติกรรมการใช้งานที่สัมพันธ์กันด้วยจากพฤติกรรมการใช้งานระบบบริการการเรียนรู้และรูปแบบที่เกิดจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์

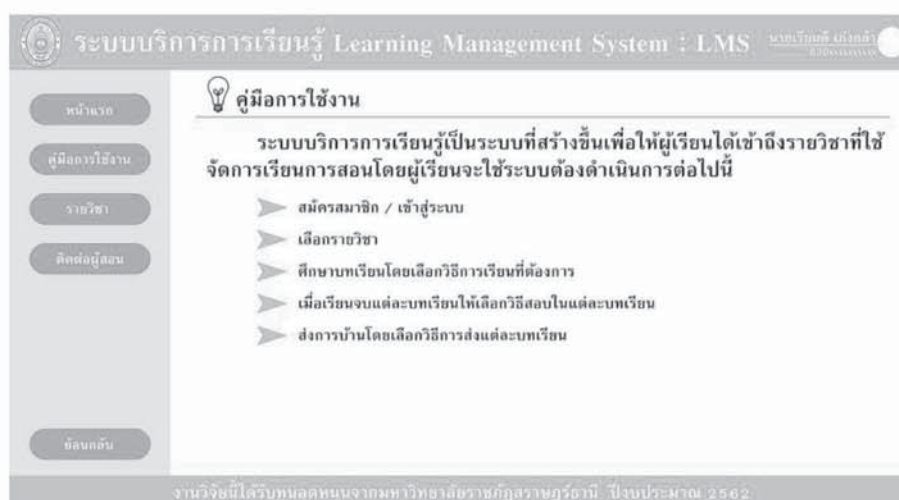
สามารถนำมาออกแบบระบบบริการการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้โดยเมื่อผู้เรียนเป็นสมาชิกของระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าจอแรกของระบบบริการการเรียนรู้ที่พร้อมใช้งาน โดย

ประกอบด้วยเมนูหลักการทำงาน 4 ส่วน ได้แก่ หน้าแรก คู่มือการใช้งาน รายวิชา ติดต่อผู้สอน ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกเมนูการทำงานได้ตามความต้องการ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบบริการการเรียนรู้

สำหรับเมนูคู่มือการใช้งานเป็นเมนูที่แนะนำผู้เรียนถึงการใช้งานระบบ ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษารายละเอียดการใช้งานได้จากหน้านี้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การใช้งานเมนู

5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผล

1) ผลการศึกษากฎพฤติกรรมของผู้เรียนในการใช้ระบบบริการการเรียนรู้ พบว่าค่าเฉลี่ยรวมเป็น $3.86 \pm .44$ อยู่ในระดับมาก เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า 3 ลำดับที่ผู้เรียนมีความคิดเห็นสูงสุดดังนี้ (1) สามารถส่งงาน ส่งการบ้านหรืองานที่มอบหมายได้อย่างรวดเร็ว ค่าเฉลี่ย 4.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .41 (2) เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย

รองรับการเปลี่ยนแปลงด้านการเรียนการสอนในอนาคต ค่าเฉลี่ย 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .44 และ (3) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ เข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ค่าเฉลี่ย 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .44

2) ผลการศึกษาวិเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ พบว่าได้กฎความสัมพันธ์จากข้อมูลชุดนี้จำนวน 73 กฎแต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Lift) ของกฎที่มีค่า

มากกว่า 1 ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.95 มีกฎที่น่าสนใจ 5 กฎ เมื่อพิจารณาวิธีการทำเหมืองข้อมูลหรืออัลกอริทึมที่นำมาใช้งานที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้คือ การสร้างกฎความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึม Apriori นั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรินทร์ [3] ซึ่งได้ศึกษาการพัฒนาระบบค้นหาข้อมูลสินค้า โดยเทคนิคกฎความสัมพันธ์ วัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการค้นหาข้อมูลสินค้าที่ตรงต่อความสนใจ ซึ่งผลการประเมินผลความพึงพอใจในการพัฒนาระบบค้นหาข้อมูลสินค้าที่ใช้เทคนิคนี้อยู่ในเกณฑ์ดี นอกจากนี้เล็กฤทัยและคณะ [4] ได้ศึกษาการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบอีเลิร์นนิ่งในรายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยใช้ อัลกอริทึม Apriori เพื่อหาความสัมพันธ์โดยพิจารณาจากการใช้ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่นในการวิเคราะห์ด้วยซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงลำดับเนื้อหาในการเรียนบทเรียนให้สอดคล้องกัน โดยที่วีโรจน์และคณะ [5] ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบนักท่องเที่ยวภายในประเทศโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มและกฎความสัมพันธ์ กรณีศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มนักท่องเที่ยวเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามความต้องการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของปฏิพัทธ์และคณะ [6] ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สร้างกฎความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึม Apriori โดยใช้ค่าความเชื่อมั่นมาพิจารณาด้วย ซึ่งจากการวิจัยพบว่าทำให้ทราบความเสี่ยงในการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งรายวิชาศึกษาทั่วไปและหมวดวิชาเฉพาะและเป็นแนวทางให้หลักสูตรได้จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะในรายวิชานั้นเพิ่มขึ้นเพื่อลดการต้อออก จากงานวิจัยข้างต้นทำให้ในงานวิจัยนี้ได้ทราบปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้งานระบบบริการเรียนรู้ของนักศึกษา ทำให้หลักสูตรและมหาวิทยาลัยสามารถจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการใช้งานระบบดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3) ผลการหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบบริการการเรียนรู้จากรูปแบบทั้ง 2 รูปแบบ คือ จากพฤติกรรมของผู้ใช้ระบบบริการการเรียนรู้กับรูปแบบที่

เกิดจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกฎความสัมพันธ์ สามารถนำมาออกแบบระบบบริการการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ โดยเมื่อผู้เรียนเป็นสมาชิกของระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าจอแรกของระบบบริการการเรียนรู้ที่พร้อมใช้งาน โดยประกอบด้วยเมนูหลักการทำงาน 4 ส่วน ได้แก่ หน้าแรก คู่มือการใช้งาน รายวิชา ติดต่อผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุมาพร [7] ทำการศึกษาการทำเหมืองข้อมูลผู้ใช้บริการเว็บไซต์และสร้างโปรแกรมสำหรับทำเหมืองข้อมูลจากพฤติกรรมของผู้เข้าใช้เว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีในประเด็นความสนใจ การเข้าใช้งานเว็บไซต์ทำให้มีการวางแผนการบริหารเว็บไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบที่เข้าใจง่าย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานของอรพรรณ [8] ได้ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเว็บไซต์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้งานจากเว็บไซต์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลได้พฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์เพื่อปรับปรุงการเข้าถึงและสร้างการเชื่อมโยงระหว่างเว็บไซต์ให้เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย ส่วนสมฤทัย [9] ได้ศึกษาการทำเหมืองเว็บโดยเทคนิคการจัดหมวดหมู่และกฎความสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยของแก่น โดยศึกษาพฤติกรรมการใช้บริการเว็บไซต์โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลซึ่งสามารถทำให้รู้พฤติกรรมของผู้เข้าชมเว็บไซต์ได้ ซึ่งจากงานวิจัยทั้งหมดเป็นการศึกษาพฤติกรรมเพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาระบบบริการต่าง ๆ รวมทั้งสร้างต้นแบบระบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับหน่วยงานของตนเอง และณัฐวลัย [10] ได้ศึกษาแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยใช้เหมืองข้อมูล โดยพบว่าทั้งหน่วยงานรัฐและเอกชนสามารถนำข้อมูลสารสนเทศไปใช้ในการตัดสินใจในการทำงานได้ด้วย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยอื่นที่ศึกษาพบว่างานวิจัยของวีโรจน์และคณะ [5] และสมฤทัย [9] ได้เพิ่มวิธีเทคนิคการจัดกลุ่มและเทคนิคการจัดหมวดหมู่เข้ามาร่วมด้วยกับการใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อผลที่แม่นยำยิ่งขึ้น โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาด้วยการทำเหมืองข้อมูลหรือการใช้อัลกอริทึมต่าง ๆ เป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมที่สนใจตามกฎที่วางไว้เพื่อนำไปพัฒนาเป็นต้นแบบของการดำเนินงานหรือการพัฒนาระบบให้ดีขึ้นกว่าระบบเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการเปรียบเทียบระบบบริการการเรียนรู้แต่ละระบบเพื่อนำจุดเด่นนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นระบบบริการการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

2) ควรมีการเปรียบเทียบการใช้อัลกอริทึมชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลายเพื่อหาผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันในการพัฒนาระบบบริการการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สายชล สันสมบัติทอง. (2560). การทำเหมืองข้อมูล เล่ม 1 การค้นหาความรู้จากข้อมูล. กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักส์.
- [2] บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- [3] พชรินทร์ มีโย. (2557). การพัฒนาระบบค้นหาข้อมูลสินค้า โดยเทคนิคกฎความสัมพันธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาบริหารสารสนเทศเพื่อการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.
- [4] เล็กฤทัย ชันทองชัย และจรัญ แสนราช. (2558). การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบอีเลิร์นนิ่งในรายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล. วารสารจันทร์เกษมสาร, 21(41), 87-94.
- [5] วิโรจน์ ยอดสวัสดิ์ สาริขุ ปุริสังคะ วิมล กิตติรักษปัญญา และอนงค์นาฏ ศรีวิหค. (2560). การสร้างตัวแบบนักท่องเที่ยวยภายในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มและกฎความสัมพันธ์ กรณีศึกษา: จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 27(4), 829-841.
- [6] ปฏิพัทธ์ ปฤชานนท์ และวงกต ศรีอุไร. (2561). การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1(2), 123-133.
- [7] อุมพร กิริตปัญชร. (2552). การศึกษาการทำเหมืองข้อมูลผู้ใช้บริการเว็บไซต์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.
- [8] อรพรรณ อำนวยศิลป์. (2551). การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเว็บไซต์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.
- [9] สมฤทัย ปันพานิช. (2550). การทำเหมืองเว็บโดยเทคนิคการจัดหมวดหมู่และกฎความสัมพันธ์: กรณีศึกษาเว็บไซต์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [10] ณัฐพลย์ คมขำ. (2556). การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประชากรในประเทศไทยโดยใช้กฎความสัมพันธ์และการจัดแบ่งประเภทข้อมูล. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.