

การวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิค

การทำเหมืองข้อมูล แบบ Unsupervised Learning

An Analysis and Clustering of Relationships of Digital Literacy Instructors' data

Using Unsupervised Learning of Data Mining Techniques

นพรัตน์ โพธิ์สิงห์^{1*}, เอกธณช เหลืองศิริวรรณ², วีระชัย บุญปก³ และ ทวีวัฒน์ มูลจัต⁴

Nopparat Posing^{1*}, Aktanat Luangsiriwan², Weerachai Boonpok³ และ Taweewat Moonjat⁴

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*,2,3,4}

Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University^{1*,2,3,4}

E-Mail : nopparatposing@gmail.com^{1*}, aktanat@srru.ac.th², weerachai@srru.ac.th³, taweewat.moon@srru.ac.th⁴

(Received: February 27, 2024; Revised: June 7, 2024; Accepted: June 18, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน และ 2) เพื่อวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้สอนสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 5 สาขาวิชา ได้แก่ 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ 2) สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ 3) สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4) สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารทางธุรกิจ และ 5) สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา และผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนวิชาการรู้ดิจิทัล จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามความถนัดด้านเนื้อหาการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน 2) แบบสอบถามสัมพันธภาพด้านการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และ 3) แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน พบว่า เว็บแอปพลิเคชันมีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ (1) จัดการข้อมูลระบบ และ (2) แบบสอบถาม และในภาพรวมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, $SD.=0.56$) และ 2) ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มผู้สอนด้วยเทคนิคแบบเคมีน ร่วมกับการสร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมเอพริโอรี พบว่า ผลการจัดกลุ่มผู้สอนในภาพรวมที่เหมาะสมได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ (1) จุดศูนย์กลางของกลุ่ม เท่ากับ 3.00 (2) จุดศูนย์กลางของกลุ่ม เท่ากับ 4.10 (3) จุดศูนย์กลางของกลุ่ม เท่ากับ 4.41 และ (4) จุดศูนย์กลางของกลุ่ม เท่ากับ 4.91 ด้วยกฎความสัมพันธ์ 21 กฎ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม, การจัดกลุ่มแบบเคมีน, กฎความสัมพันธ์, การรู้ดิจิทัล

ABSTRACT

The objectives of this research were: 1) to develop and evaluate the efficiency of a web application designed to survey instructors' data for analyzing and clustering relationships among digital literacy instructors using K-means techniques and 2) to analyze and cluster the relationships among digital literacy instructors' data using K-means techniques. The target group for this research comprised instructors from Surindra Rajabhat University who teach subjects related to computers, spanning five fields: 1) Computer Science, 2) Computer, 3) Computer Technology, 4) Computer Innovation for Business Communications, and 5) Digital Technology for Education. The study

involved 20 instructors with experience in teaching digital literacy. Research instruments included: 1) A questionnaire assessing aptitude in teaching content via web applications, 2) A questionnaire evaluating relationships in teaching via web applications, and 3) A performance evaluation form from experts. Data analysis employed mean statistics and standard deviation.

Key findings include 1) the web application developed for surveying instructors' data and analyzing relationships among digital literacy instructors using the K-means technique, which consists of two main components: (1) system data management and (2) a questionnaire. Overall efficiency was high ($\bar{X}=4.42$, $SD.=0.56$), and 2) Analysis of instructors' data using K-means techniques and association rule creation with the Apriori algorithm method resulted in instructors being classified into four groups: (1) centroid = 3.00, (2) centroid = 4.10, (3) centroid = 4.41, and (4) centroid = 4.91, with 21 association rules identified. These findings demonstrate the web application's successful development and effective use in analyzing and clustering relationships among digital literacy instructors, providing valuable insights into instructional practices and grouping patterns.

Keywords : Cluster Analysis, K-Means Clustering, Association Rule, Digital Literacy

บทนำ

สมรรถนะทางดิจิทัลเป็นดัชนีตัวบ่งชี้ (Key Performance Indicators : KPI) ใน มคอ.2 ของทุกหลักสูตรในระดับปริญญาตรี กำหนดให้นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาต้องผ่านเกณฑ์การประเมินสมรรถนะดิจิทัลสำหรับคุณวุฒิ ระดับปริญญาตรีโดยผ่านระดับที่จำเป็นอย่างน้อยร้อยละ 80 ของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา ในแต่ละปีการศึกษา โดยมหาวิทยาลัยจะมีการจัดสอบวัดระดับสมรรถนะดิจิทัลในทุกๆ ปีการศึกษา ซึ่งเป็นไปตามประกาศ คณะกรรมการการอุดมศึกษา เรื่องแนวทางการปฏิบัติตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ เกี่ยวกับสมรรถนะดิจิทัลสำหรับคุณวุฒิระดับปริญญาตรี อันประกอบด้วย 6 ด้าน คือ 1) การสืบค้นและการใช้งาน 2) การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 3) เอกลักษณ์และคุณภาพชีวิต 4) การสอนหรือการเรียนรู้ 5) เครื่องมือและเทคโนโลยี และ 6) การติดต่อสื่อสารและการประสานงาน [1] โครงสร้างหลักสูตรตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ.2565 ในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปกำหนดให้เรียนจำนวนไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต วิชาการรู้ดิจิทัลเป็นวิชาแบบบังคับเรียนที่อยู่ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวิชาที่มีความสำคัญที่มุ่งให้นักศึกษาได้รับความรู้ทางเทคโนโลยีที่ทันสมัยในสังคมยุคดิจิทัล ให้สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างรู้เท่าทันและไม่ละเมิดสิทธิผู้อื่น สามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ และสร้างสื่อดิจิทัลเพื่อเผยแพร่อย่างเหมาะสม โดยเนื้อหาทั้งหมดของรายวิชามีความสอดคล้องกับสมรรถนะทางดิจิทัลทั้ง 6 ด้าน

ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และความถนัดทางการสอนของผู้สอนในเนื้อหาเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน รายวิชาการรู้ดิจิทัลมีการบูรณาการสอนโดยใช้บุคลากรจากหลาย ๆ คณะวิชามาร่วมสอน โดยแต่ละท่านมีคุณวุฒิทางการศึกษาและประสบการณ์สอนที่หลากหลาย ประกอบกับเนื้อหารายวิชาได้มีแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ หลายหน่วย ผู้สอนมีความถนัดสอนในเนื้อหาแต่ละหน่วยที่แตกต่างกัน บางหน่วยสอนได้ดีบางหน่วยสอนได้ไม่ค่อยดี ความไม่ถนัดสอนบางเนื้อหาของผู้สอนส่งผลต่อความรู้และทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ไม่เต็มที่ ประกอบกับหากผู้สอนไม่ได้สอนในหน่วยนั้น ๆ อันเกิดจากการป่วย การลา หรือการออกจากงาน จะส่งผลต่อผู้เรียนโดยตรง จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดวิจัยเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอน รายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล แบบ Unsupervised Learning โดยใช้เคมีน (K-means) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งใน Data Mining ที่อยู่ในกลุ่มของ Unsupervised Learning คือการเรียนรู้แบบไม่ต้องสอน ไม่มีคำตอบตายตัว โดยหน้าที่หลักของ K-means คือการแบ่งกลุ่มแบบ Clustering ซึ่งการแบ่งกลุ่มในลักษณะนี้จะใช้

พื้นฐานทางสถิติ ที่ต้องมีตัวเลขประกอบอย่างน้อย 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยหน้าที่ของ Clustering คือการจับกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเป็นกลุ่มเดียวกัน [2] การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามผ่านเว็บแอปพลิเคชันสำรวจความสามารถทางการสอนในเนื้อหารายหน่วยจากผู้สอนสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 5 สาขาวิชา คือ 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน 2) สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 คน 3) สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 คน 4) สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารทางธุรกิจ จำนวน 6 คน และ 5) สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา จำนวน 5 คน และสำรวจจากผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนวิชาการรู้ดิจิทัล นำข้อมูลมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนด้วยเทคนิคแบบเคมีน เพื่อสนับสนุนการจัดกลุ่มผู้สอนทำการสอนในเนื้อหาที่ตรงกับความสามารถ ความถนัด และส่งเสริมการสอนเป็นทีม เพื่อให้ให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการรู้ดิจิทัลดีขึ้น เพื่อให้นักศึกษาผ่านการสอบวัดระดับสมรรถนะดิจิทัลที่มากขึ้น เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้งานเดิมเต็มประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เรื่อง มาตรฐานผู้สอนหมวดวิชาศึกษาทั่วไป พ.ศ. 2566 และเพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาให้รองรับการพัฒนาหลักสูตรที่ทันสมัยต่อไป

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน
- 1.2 เพื่อวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำอธิบายรายวิชาและเนื้อหาวิชาการศึกษา

รายวิชาการรู้ดิจิทัลเป็นรายวิชาบังคับเรียนในกลุ่มวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามโครงสร้างหลักสูตรหมวดศึกษาทั่วไป ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ซึ่งมีคำอธิบายรายวิชา [3] ดังนี้

ความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์และการใช้งาน การบริหารและการจัดการซอฟต์แวร์ เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการใช้งานอินเทอร์เน็ต การใช้โปรแกรมประมวลผลคำ การใช้โปรแกรมตารางคำนวณ การใช้โปรแกรมนำเสนอ การทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ การใช้โปรแกรมสร้างสื่อดิจิทัล การใช้ดิจิทัลเพื่อความมั่นคงปลอดภัย

เนื้อหาวิชาการศึกษา จำนวน 9 บทเรียน มีดังนี้

บทที่ 1 แนวคิดยุคดิจิทัล จำนวน 6 หน่วยเนื้อหา เรียน 2 คาบ

บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 7 หน่วยเนื้อหา เรียน 2 คาบ

บทที่ 3 กฎหมายและจริยธรรมในสังคมดิจิทัล จำนวน 5 หน่วยเนื้อหา เรียน 4 คาบ

บทที่ 4 การติดตั้งและการจัดการซอฟต์แวร์ จำนวน 8 หน่วยเนื้อหา เรียน 4 คาบ

บทที่ 5 เครือข่ายอินเทอร์เน็ตและการสืบค้น จำนวน 12 หน่วยเนื้อหา เรียน 4 คาบ

บทที่ 6 ซอฟต์แวร์สมัยใหม่เพื่อการปฏิบัติงาน จำนวน 4 หน่วยเนื้อหา เรียน 16 คาบ

บทที่ 7 การใช้เครื่องมือดิจิทัลทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ จำนวน 7 หน่วยเนื้อหา เรียน 8 คาบ

บทที่ 8 ความมั่นคงปลอดภัยยุคดิจิทัล จำนวน 8 หน่วยเนื้อหา เรียน 4 คาบ

บทที่ 9 การใช้โปรแกรมสร้างสื่อดิจิทัลและการเผยแพร่ จำนวน 10 หน่วยเนื้อหา เรียน 12 คาบ

2.2 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ แอปพลิเคชันประเภทหนึ่งที่ใช้เขียนขึ้นมาเพื่อการใช้งาน โดยสามารถแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ได้โดยตรง ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันลงเครื่อง เพียงแค่มีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและเปิดใช้งานเว็บแอปพลิเคชันผ่านเบราว์เซอร์ เว็บแอปพลิเคชันก็

พร้อมใช้งานทันที เช่น เว็บแอปพลิเคชันสำหรับแปลภาษา เว็บแอปพลิเคชันสำหรับคิดเลข เป็นต้น รวมถึงมีการอัปเดตแอปพลิเคชันและข้อมูลต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้หลากหลายแพลตฟอร์ม [4]

2.3 K-means Clustering

K-means คือ อัลกอริทึมเทคนิคการเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอนที่ง่ายที่สุด ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มที่รู้จักกันทั่วไป เป็นวิธีการหนึ่งในเหมืองข้อมูล (Data Mining) จัดอยู่ในกลุ่มของ Unsupervised Learning โดยอัลกอริทึม K-Means จะตัดแบ่ง (Partition) วัตถุออกเป็น K กลุ่ม โดยแทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของกลุ่มในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน ในขั้นแรกของการจัดกลุ่มโดยการหาค่าเฉลี่ยต้องกำหนดจำนวนกลุ่ม (K) ที่ต้องการ และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้นจำนวน K จุด สิ่งสำคัญในการกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มควรกำหนดด้วยวิธีที่เหมาะสม เพราะตำแหน่งจุดศูนย์กลางเริ่มต้นที่แตกต่างกันทำให้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายแตกต่างกัน ดังนั้นควรกำหนดจุดศูนย์กลางนี้ให้ห่างจากจุดศูนย์กลางอื่น ๆ ขึ้นตอนต่อไปคือสร้างกลุ่มข้อมูลและความสัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางที่ใกล้มากที่สุด โดยแต่ละจุดจะถูกกำหนดไปยังจุดศูนย์กลางที่ใกล้เคียงที่สุดจนครบหมดทุกจุด และคำนวณจุดศูนย์กลางใหม่ โดยการหาค่าเฉลี่ยทุกวัตถุที่อยู่ในกลุ่ม หากจุดศูนย์กลางในแต่ละกลุ่มถูกเปลี่ยนตำแหน่ง จะได้จุดมีความสัมพันธ์กับกลุ่มใหม่และใกล้กับจุดศูนย์กลางใหม่ ทำซ้ำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ซึ่งผลลัพธ์จากการทำซ้ำแบบนี้ทำให้จุดศูนย์กลางเปลี่ยนตำแหน่งทุกรอบ จนกระทั่งจุดศูนย์กลางจำนวน K จุด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงจะสิ้นสุดกระบวนการ [5]

2.4 กฎความสัมพันธ์ (Association Rule)

กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) คือ เทคนิคหนึ่งในกระบวนการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ที่ได้รับความนิยมมาก ใช้เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลสองชุดหรือมากกว่าที่ซ่อนอยู่ภายในกลุ่มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยความสัมพันธ์ที่ได้สามารถอธิบายในรูปแบบของกฎ (Rules) หรือรูปแบบของการเกิดร่วมกันของข้อมูลที่พบบ่อย (Frequency Pattern) การใช้งานกฎความสัมพันธ์โดยทั่วไปจะใช้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Transaction Database) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นกฎความสัมพันธ์สามารถเขียนได้ในรูปเซตของรายการที่เป็นเหตุไปสู่เซตของรายการที่เป็นผล [6]

2.5 อัลกอริทึมอปริโอรี (Apriori Algorithm)

อัลกอริทึมอปริโอรี (Apriori Algorithm) เป็นขั้นตอนวิธีหาความสัมพันธ์ที่ไม่ต้องหาจากทุกกฎที่เป็นไปได้ โดยมีหลักการทำงาน คือ จะทำการค้นหาแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละระดับก่อน จากนั้นจะนำรูปแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดมาสร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ โดยการค้นหาแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละระดับ จะเป็นการค้นหาโดยใช้วิธีนับความถี่ที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูลของแต่ละรูปแบบของข้อมูล รูปแบบที่มีความถี่มากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของค่าสนับสนุน ก็จะนับเป็นรูปแบบที่ผ่านเกณฑ์ในระดับนั้น ซึ่งจะถูกนำไปใช้ต่อเพื่อสร้างเป็นรูปแบบของข้อมูลในระดับถัดไป และทำการค้นหาแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ในระดับนั้นต่อไป ทำการค้นหาแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์แบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถค้นหาแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ได้อีก จากนั้นจึงจะนำรูปแบบของข้อมูลที่ผ่านเกณฑ์ค่าสนับสนุนทั้งหมดมาสร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ โดยใช้เกณฑ์ขั้นต่ำของค่าความเชื่อมั่นหรือค่าลิฟท์ [7]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พฤตพิงค์ เพ็งศิริ [8] ได้วิจัยเรื่องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบุคลากรสายวิชาการเพื่อการบริหารการเรียนการสอนด้วยการปรับวิธีแบ่งกลุ่มแบบเคมีนร่วมกับกฎความสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า การแบ่งกลุ่มผู้สอนภายใต้สาขาวิชาสามารถจัดกลุ่มที่เหมาะสมได้ 5 กลุ่มวิชาชีพ โดยแต่ละกลุ่มสามารถมีผู้สอนทดแทนกันได้มากที่สุด 3 คน ด้วยกฎความสัมพันธ์ 18 วิธี มีผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทางการเลือกผู้สอนของบุคลากรสายวิชาการด้านคอมพิวเตอร์จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมของการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X}=4.28$, $SD=0.52$)

พิชญพร ฬิรพันธุ์ และ ประสพชัย พสุนนท์ [9] ได้วิจัยเรื่องการวิเคราะห์การจัดกลุ่มพฤติกรรมการจัดการความรู้ของบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยเทคนิค K-Means Clustering แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก 71 คน คิดเป็นร้อยละ 35.15 เป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมทั้ง 4 ด้านสูง ซึ่งประกอบด้วย 1) ด้านการแสวงหาความรู้ 2) ด้านการสร้างความรู้ 3) ด้านการเก็บและสืบค้นความรู้ และ 4) ด้านการถ่ายโอนความรู้และนำไปใช้ประโยชน์ ตั้งชื่อกลุ่มที่ 1 ว่า “กลุ่มผู้จัดการความรู้” กลุ่มที่ 2 มีสมาชิก 95 คน คิดเป็นร้อยละ 47.03 เป็นกลุ่มที่ยังมีการแสวงหาความรู้ และการเก็บและสืบค้นความรู้อยู่บ้าง ส่วนด้านการสร้างความรู้ และด้านการถ่ายโอนความรู้และนำไปใช้ประโยชน์นั้นค่อนข้างน้อย ตั้งชื่อกลุ่มที่ 2 ว่า “กลุ่มผู้เก็บความรู้” และกลุ่มที่ 3 มีสมาชิก 36 คน คิดเป็นร้อยละ 17.82 เป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมทุกด้านต่ำมาก ตั้งชื่อกลุ่มที่ 3 ว่า “กลุ่มผู้ขาดความรู้” ทั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการความรู้แก่บุคลากร อันจะนำไปสู่การขับเคลื่อนองค์กรไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้และเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้องค์กรประสบความสำเร็จ

ปฏิพัทธ์ ปลูกานนท์ และ วงกต ศรีอุไร [10] ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยข้อมูลที่น่ามาสร้างกฎความสัมพันธ์รวบรวมมาจากงานทะเบียน กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อมูลผลการเรียนรายวิชาศึกษาทั่วไป 2) ข้อมูลผลการเรียนรายวิชาเฉพาะ และ 3) จังหวัดของสถาบันการศึกษา ที่นักศึกษาจบการศึกษา ก่อนเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2553-2556 นำมาสร้างกฎความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึม Apriori ด้วยโปรแกรม Weka ผลการวิจัยพบว่า กฎความสัมพันธ์ที่ได้จากอัลกอริทึม Apriori มีค่าความเชื่อมั่นของกฎมากกว่า 90%

บุษราภรณ์ มัทธนชัย และคณะ [11] ได้วิจัยเรื่องกฎความสัมพันธ์ของรายวิชาที่มีผลต่อการพ้นสภาพนักศึกษาโดยใช้อัลกอริทึมเอพริออริ ผลการวิจัยพบว่า กฎความสัมพันธ์ของรายวิชาที่มีผลต่อการพ้นสภาพนักศึกษาชั้นปีที่ 1, 2, 3 มีจำนวนเท่ากับ 27, 15, 14 กฎ ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของรายวิชาในชั้นปีที่ 1 ส่งผลต่อรายวิชาในชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 เมื่อทดสอบความถูกต้องของกฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น พบว่าความถูกต้องของกฎความสัมพันธ์ของรายวิชาในชั้นปีที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่าชั้นปีที่ 1 สาเหตุเนื่องมาจากรายวิชาในชั้นปีที่ 1 มีความหลากหลายซึ่งต้องเรียนในกลุ่มวิชาการศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชาพื้นฐานวิชาชีพ และกลุ่มวิชาชีพ แต่รายวิชาในชั้นปีที่ 2 เน้นเรียนในกลุ่มวิชาชีพ จากการวิจัยสามารถนำกฎความสัมพันธ์ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำลดความเสี่ยงการพ้นสภาพนักศึกษา ปรับปรุงหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน การวางแผนในการลงทะเบียนของนักศึกษา และงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อคุณภาพการศึกษาให้ดีขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 แบบสอบถามความถนัดด้านเนื้อหาการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.2 แบบสอบถามสัมพันธ์ภาพด้านการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.3 แบบประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญ

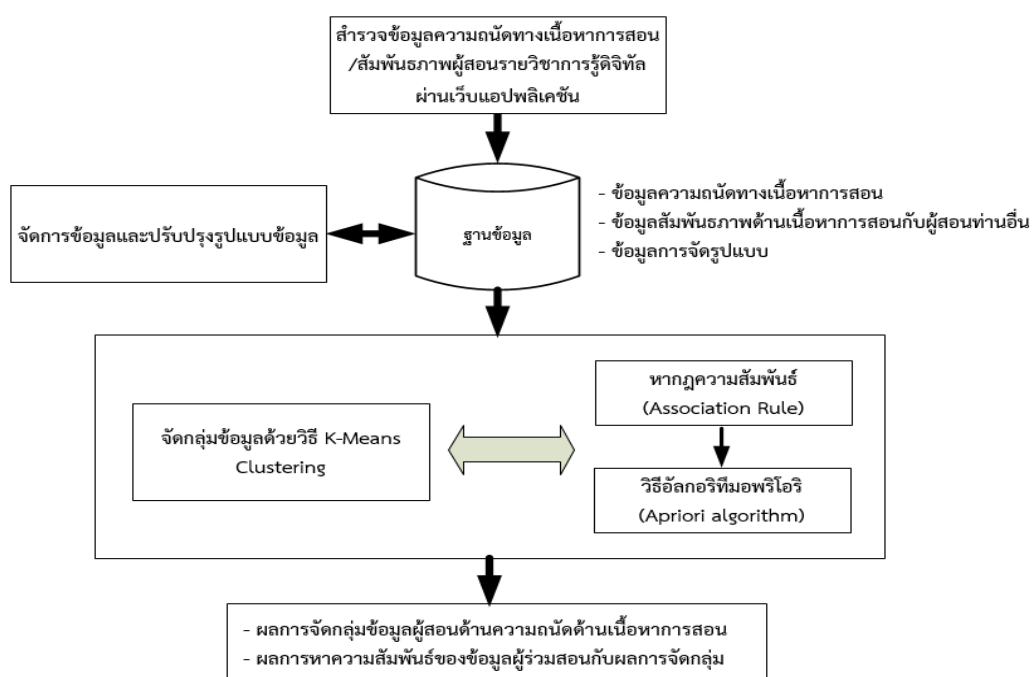
2. กลุ่มเป้าหมาย

2.1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้สอนสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 5 สาขาวิชา ได้แก่ 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ 2) สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ 3) สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 4) สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารทางธุรกิจ และ 5) สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา และผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนวิชาการรู้ดิจิทัล จำนวน 20 คน

2.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน มีคุณสมบัติ คือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์ และสอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ภาคการศึกษา

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อให้เห็นภาพรวมระบบ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย สามารถแสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย ได้ดังนี้

3.1 ศึกษารายละเอียด/ปัญหา/ความต้องการระบบ โดยศึกษาจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบและเอกสารต่าง ๆ

3.2 ออกแบบเครื่องมือวิจัย โดยออกแบบสอบถามความถนัดด้านเนื้อหาการสอน แบบสอบถามสัมพันธภาพด้านการสอน และแบบประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือ IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยค่า IOC ที่เหมาะสมต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 พบว่า มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.95

3.3 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอน รายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code สำหรับ Front-end ใช้ Vue.js ซึ่งเป็น JavaScript Framework ส่วน Back-end ใช้ Laravel ซึ่งเป็น PHP Framework และฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL

3.4 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอน

3.5 เก็บรวบรวมข้อมูลความถนัดสอน/สัมพันธภาพการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้แบบสอบถามสำรวจความถนัดทางเนื้อหาการสอน และสัมพันธภาพด้านเนื้อหาการสอนกับผู้สอนท่านอื่นที่สามารถร่วมสอนได้ โดยสำรวจข้อมูลผู้สอนตามกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

3.6 จัดการข้อมูลและปรับรูปแบบข้อมูล เป็นการจัดเก็บข้อมูลและเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลที่เหมาะสมลงฐานข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และจัดกลุ่ม โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม MySQL ดังภาพที่ 2 (ก) - (ข)

1	A	B	C	D	E	F	G
1	เลขผู้สอน	ชื่อผู้สอน	วันที่	ชื่อส	คำสอน	ชื่อเนื้อหา	ระดับความ
106	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	1	แนวคิดผู้วิจัย	1	แนวคิดผู้วิจัย	5
107	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	1	แนวคิดผู้วิจัย	2	ลักษณะผู้วิจัย	5
108	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	1	แนวคิดผู้วิจัย	3	พฤติกรรมการสอนผู้วิจัย	4
109	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	1	แนวคิดผู้วิจัย	4	ทัศนคติ	4
110	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	1	แนวคิดผู้วิจัย	5	ความสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้วิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
111	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	1	แนวคิดผู้วิจัย	6	ทักษะการสื่อสารของผู้วิจัย	5
112	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	7	กระบวนการสอนผู้วิจัย	5
113	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	8	ผลการสอนผู้วิจัย	5
114	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	9	องค์ประกอบของความรู้ผู้วิจัย	5
115	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	10	ขั้นตอนการสอนผู้วิจัย	5
116	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	11	วิธีการสอนผู้วิจัย	5
117	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	12	หลักการการสอนผู้วิจัย	4
118	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	2	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	13	ความสัมพันธ์ผู้วิจัย	5
119	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	3	ความรู้ด้านเทคโนโลยี	14	การดำเนินการสอนผู้วิจัย	5

1	A	B	C	D	E	F	G
1	บทที่	เลขผู้สอน	ชื่อผู้สอน	เลขผู้ร่วมสอน	ชื่อผู้ร่วมสอน	ค่าเฉลี่ยผู้สอน	ค่าเฉลี่ยผู้ร่วมสอน
106	6	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	156	อริยาภรณ์ ศวรัตน์	5	5
107	6	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	115	อ.ศิริลักษณ์ ศรีทอง	5	4
108	6	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	177	อภิญาณี สมอ	5	5
109	7	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	177	อภิญาณี สมอ	4.86	4.71
110	8	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	257	อ.ณัฏฐ์ เชื้อจันทร์	3.13	4.63
111	9	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	203	น.ส.ณัฏฐ์ เชื้อจันทร์	4.2	4
112	9	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	156	อ.ริณดาณีย์ ศวรัตน์	4.2	5
113	9	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	115	อ.ศิริลักษณ์ ศรีทอง	4.7	4.7
114	9	81	อุทัยวรรณ นิลวรรณ	177	อภิญาณี สมอ	4.2	5
115	1	1	อ.สุวัฒน์ ก้าวทอง	3	อ.วาทย์ นิลนาง	4.33	4.5
116	1	1	อ.สุวัฒน์ ก้าวทอง	257	อ.ณัฏฐ์ เชื้อจันทร์	4.33	4.5
117	2	1	อ.สุวัฒน์ ก้าวทอง	203	อ.ณัฏฐ์ เชื้อจันทร์	4.29	4
118	3	1	อ.สุวัฒน์ ก้าวทอง	3	อ.วาทย์ นิลนาง	4.6	5

(ก) การปรับรูปแบบความถนัดด้านเนื้อหาสอน

(ข) การปรับรูปแบบสัมพันธภาพด้านเนื้อหาการสอน

ภาพที่ 2 การปรับรูปแบบข้อมูลจากแบบสอบถาม

จากภาพที่ 2 (ก) รูปแบบข้อมูลได้นำไปใช้จัดกลุ่มผู้สอน และภาพที่ 2 (ข) รูปแบบข้อมูลได้นำไปใช้หาความสัมพันธ์ข้อมูล ในบทความนี้เป็นการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลตามสัมพันธภาพผู้ร่วมสอนกับผลการจัดกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลจากผู้สอนที่ถูกเลือกให้ร่วมสอนทุกคนนำมาสร้างไอเทมเซต และในงานวิจัยส่วนหนึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของผู้สอนหลักกับผู้ร่วมสอน ซึ่งได้นำข้อมูลคอลัมน์ค่าเฉลี่ยผู้สอน และคอลัมน์ค่าเฉลี่ยผู้ร่วมสอนมาใช้งาน โดยหากมีการเลือกให้ร่วมสอนตรงกันระหว่างผู้สอนกับผู้ร่วมสอน หรือมีค่าเฉลี่ยระหว่างผู้สอนกับผู้ร่วมสอนที่มีความแตกต่างกันไม่มากนัก ก็สามารถนำข้อมูลไปใช้จัดผู้ร่วมสอนหรือผู้สอนแทนกันได้

3.7 จัดกลุ่มข้อมูลผู้สอน เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลตามความถนัดทางเนื้อหาการสอน ด้วยทฤษฎีการจัดกลุ่มแบบ K-Means Clustering โดยใช้โปรแกรม JavaScript ไลบรารี ml-kmeans

3.8 หาความสัมพันธ์ข้อมูล เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตามสัมพันธภาพผู้ร่วมสอนกับผลการจัดกลุ่ม ใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมอปริออริ (Apriori Algorithm) โดยใช้โปรแกรม Weka 3.8.6 และโปรแกรม Microsoft Excel

3.9 สรุปผลการวิจัย โดยสรุปผลและรายงานผลการวิจัยเพื่อเผยแพร่

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

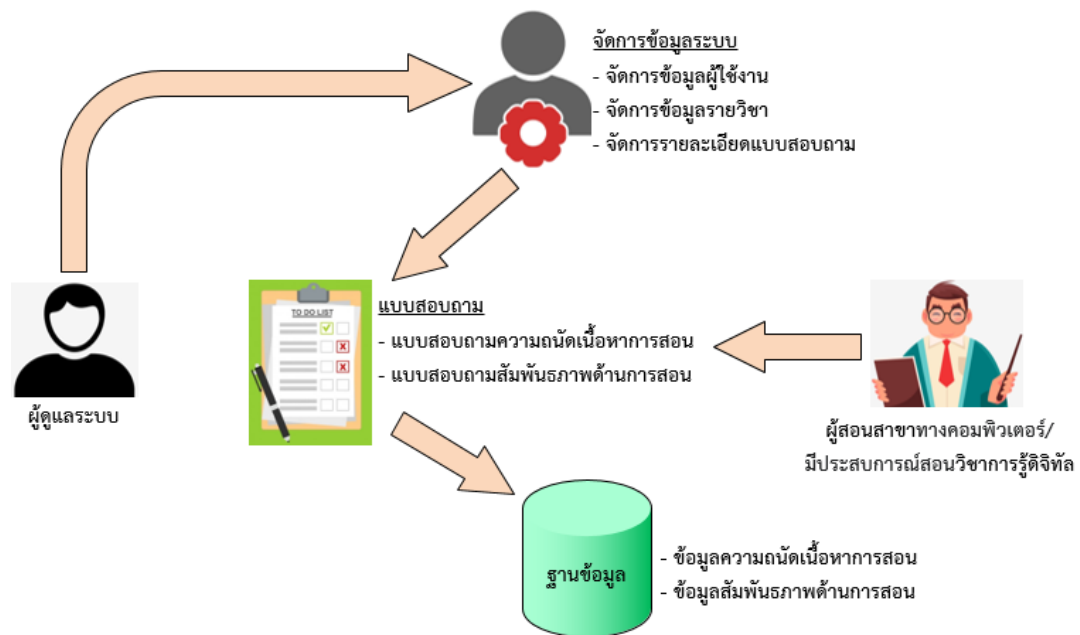
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย [12] ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

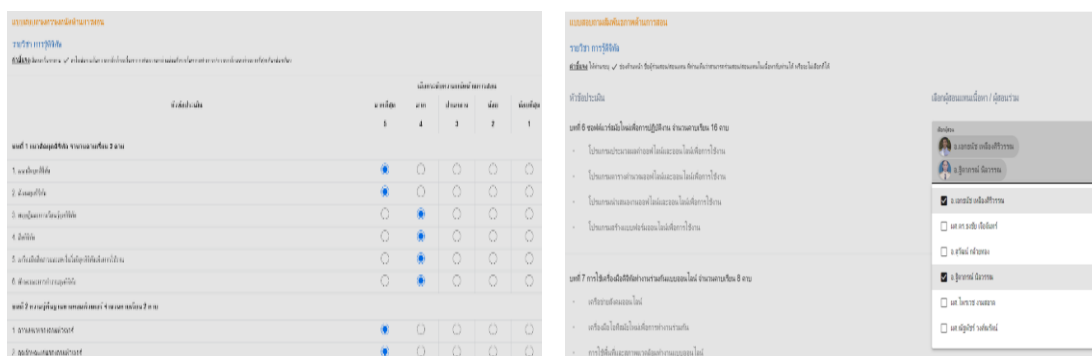
1. ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน

1.1 ผลการออกแบบองค์ประกอบเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน พบว่า เว็บแอปพลิเคชัน มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ 1) จัดการข้อมูลระบบ และ 2) แบบสอบถาม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 องค์ประกอบเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอน

1.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนเพื่อการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อสำรวจข้อมูลผู้สอนด้านความถนัดทางเนื้อหาการสอน และข้อมูลทางสัมพันธภาพด้านเนื้อหาการสอนกับผู้สอนท่านอื่นที่สามารถร่วมสอนได้ เมื่อ login เข้าใช้งานระบบแล้ว สามารถตอบแบบสอบถามได้ ดังภาพที่ 4 (ก) - (ข)



(ก) แบบสอบถามความถนัดด้านเนื้อหาการสอน

(ข) แบบสอบถามสัมพันธภาพด้านการสอน

ภาพที่ 4 หน้าจอแบบสอบถาม

1.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์ และผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัล จำนวน 5 คน ประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอน มีผลการประเมิน ดังตารางที่ 1

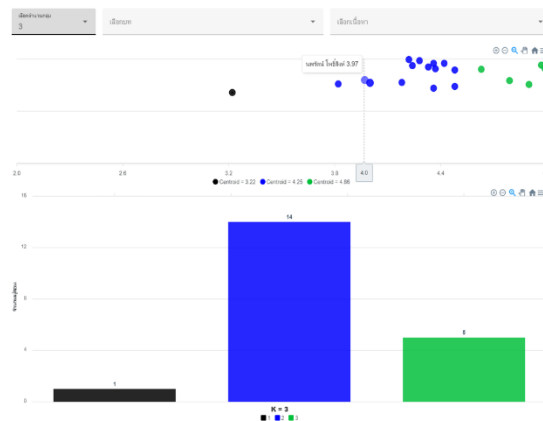
ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอน

รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1. ความง่าย และความสะดวกในการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
2. ความเหมาะสมของขนาด และรูปแบบตัวอักษร	4.20	0.45	มาก
3. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และสีพื้นหลัง	4.40	0.55	มาก
4. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบบนจอภาพ	4.40	0.89	มาก
5. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกันของแต่ละรายการ	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของการโต้ตอบ/ตอบสนองกับผู้ใช้งาน	4.40	0.55	มาก
7. หัวข้อคำถามครบถ้วนและสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย/ผู้สอน	4.40	0.55	มาก
8. ความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลผู้สอน	4.60	0.55	มากที่สุด
9. ความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลเนื้อหารายวิชา	4.60	0.55	มากที่สุด
10. ความถูกต้องในการบันทึก แก้ไข และการเรียกใช้ข้อมูล	4.40	0.55	มาก
โดยรวม	4.42	0.56	มาก

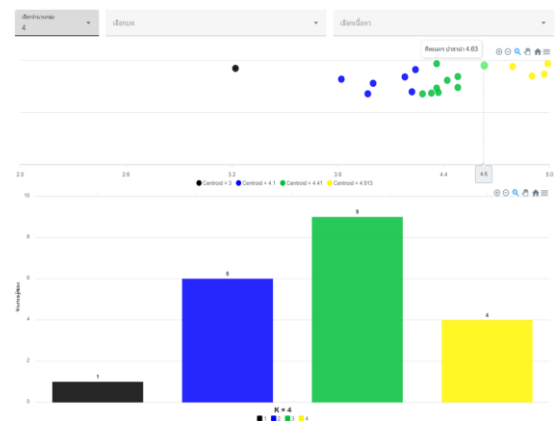
จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอน เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, $SD.=0.56$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากัน จำนวน 3 ข้อ ($\bar{X}=4.60$, $SD.=0.55$) คือ ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกันของแต่ละรายการ ความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลผู้สอน และความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลเนื้อหารายวิชา รองลงมา มีค่าเฉลี่ยเท่ากันจำนวน 5 ข้อ คือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีพื้นหลัง ($\bar{X}=4.40$, $SD.=0.55$) ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งองค์ประกอบบนจอภาพ ($\bar{X}=4.40$, $SD.=0.89$) ความเหมาะสมของการโต้ตอบ/ตอบสนองกับผู้ใช้งาน ($\bar{X}=4.40$, $SD.=0.55$) หัวข้อคำถามครบถ้วนและสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย/ผู้สอน ($\bar{X}=4.40$, $SD.=0.55$) และความถูกต้องในการบันทึก แก้ไข และการเรียกใช้ข้อมูล ($\bar{X}=4.40$, $SD.=0.55$)

2. ผลการวิเคราะห์และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ข้อมูลผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลด้วยเทคนิคแบบเคมีน

2.1 ผลการจัดกลุ่มผู้สอน ใช้ทฤษฎีการจัดกลุ่มแบบ K-Means Clustering ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มข้อมูลผู้สอนตามความถนัดด้านเนื้อหาการสอน ซึ่งได้กำหนดจำนวนกลุ่ม (k) ให้สอดคล้องกับช่วงคะแนนของแบบสอบถามความถนัดด้านเนื้อหาการสอนของผู้สอนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1-5 และผลการตอบแบบสอบถามส่วนมากมีค่าช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 3-5 จึงได้นำมากำหนดเป็นค่า k มีผลการจัดกลุ่มผู้สอน ดังภาพที่ 5 (ก) - (ง)



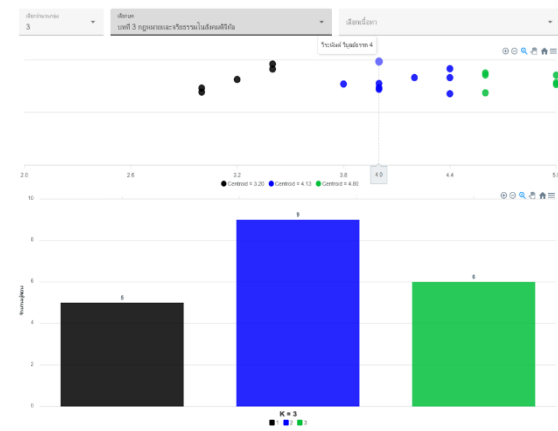
(ก) ผลการจัดกลุ่มภาพรวมแบบ k = 3



(ข) ผลการจัดกลุ่มภาพรวมแบบ k = 4

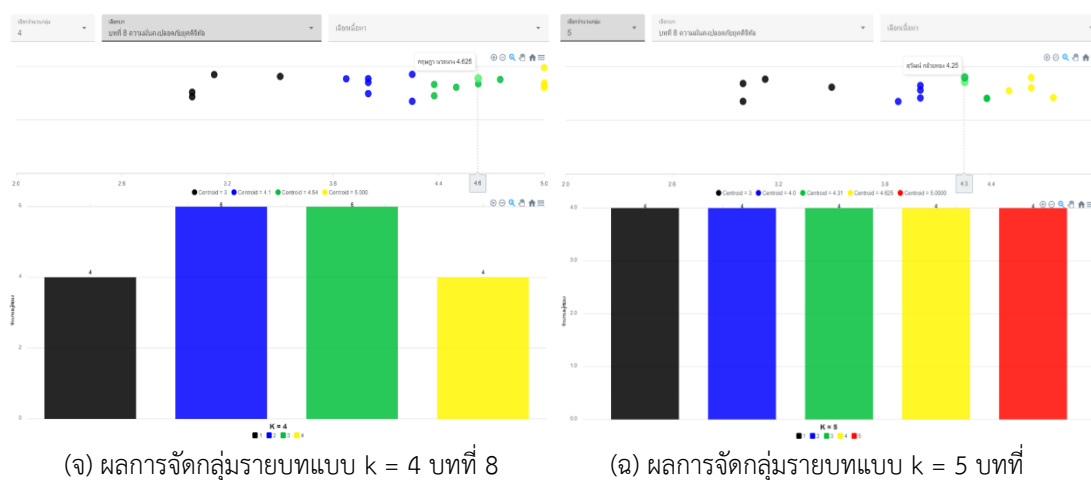


(ค) ผลการจัดกลุ่มภาพรวมแบบ k = 5



(ง) ผลการจัดกลุ่มรายบทแบบ k = 3 บทที่ 3

ภาพที่ 5 ผลการจัดกลุ่มผู้สอน



ภาพที่ 5 ผลการจัดกลุ่มผู้สอน

จากภาพที่ 5 เป็นผลการจัดกลุ่มผู้สอน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผลการจัดกลุ่มภาพรวม (ก) – (ค) โดยรวมแล้วจะเห็นว่าภาพ (ข) การจัดกลุ่มภาพรวมแบบ k = 4 มีการกระจายจำนวนผู้สอนในแต่ละกลุ่มที่มีความแตกต่างกันไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับ ส่วนมากมีจำนวนผู้สอนในแต่ละกลุ่มได้มากกว่า 1 คน และเมื่อนำไปจัดความสัมพันธ์สามารถจัดสอนทดแทนกันได้มากกว่า 1 คน ซึ่งถือว่าเป็นการจัดกลุ่มภาพรวมที่มีความเหมาะสมที่สุด แต่มีข้อสังเกตอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับผลการจัดกลุ่มภาพรวมคือมีผู้สอน 1 คน ที่มีค่าข้อมูลที่แตกต่างจากผู้สอนคนอื่น มากจึงไม่สามารถจัดเข้าร่วมในกลุ่มกับผู้สอนคนอื่นด้วยได้ และ 2) ผลการจัดกลุ่มรายบท (ง) - (ฉ) โดยเป็นผลการจัดกลุ่มรายบทที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละกลุ่มค่า k (3 - 5) จะเห็นว่าการกระจายจำนวนผู้สอนในแต่ละกลุ่มที่มีความแตกต่างกันไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับ และมีจำนวนผู้สอนในแต่ละกลุ่มหลายคน เมื่อนำไปจัดความสัมพันธ์สามารถจัดสอนทดแทนกันได้มากกว่า 1 คน โดยผลการจัดกลุ่มรายบทภาพ (ฉ) ค่า k = 5 บทที่ 8 มีการกระจายจำนวนผู้สอนในแต่ละกลุ่มที่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบกับ ซึ่งถือว่าเป็นการจัดกลุ่มรายบทที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยในการแสดงผลผู้ใช้สามารถเลือกให้แสดงผลตามจำนวนกลุ่ม (k) หรือรายบทที่ต้องการได้ และมีปุ่มเครื่องมือที่มุม

⊕ ⊖ 🔍 🖱️ 🏠 ≡ ขวบนของจอภาพเพื่อช่วยสนับสนุนการทำงานต่าง ๆ ได้ด้วย โดยแต่ละปุ่มมีการทำงานจากปุ่มทางด้านซ้ายไปด้านขวา คือ ซุ่มเข้าเพื่อขยายข้อมูล ซุ่มออกเพื่อย่อข้อมูล เลือกซูมเฉพาะจุดเพื่อให้ขยายข้อมูล คลิกและลากเลื่อนเมาส์ดูข้อมูล ซุ่มโฮมเพื่อรีเซ็ตค่ากลับคืนสู่การแสดงผลค่าข้อมูลปกติ และจัดการข้อมูล เช่น แปลงการไฟล์เป็น .csv เป็นต้น

2.2 ผลการหาความสัมพันธ์ข้อมูล ใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมอปริโอรี (Apriori Algorithm) ผู้วิจัยได้จัดความสัมพันธ์ของข้อมูลตามสัมพันธ์ภาพผู้ร่วมสอนกับผลการจัดกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลจากผู้สอนที่ถูกเลือกให้ร่วมสอนทุกคนนำมาสร้างไอเทมเซตที่มีความยาว 1 ดังภาพที่ 6

ลำดับ	เลขผู้ร่วมสอน	ชื่อผู้ร่วมสอน	บทเรียน									support
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	สุวัฒน์ กล้วยทอง	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
2	203	เอกชัย เหลืองศิริวรรณ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
3	81	จิตาภรณ์ นิลวรรณ	1	1	1	1		1	1		1	0.78
4	3	วาฤทธิ์ นวลนาง	1	1	1	1	1	1	1			0.78
5	257	ธงชัย เจือจันทร์	1	1		1	1	1	1	1		0.78
6	177	กัญญาณี สมอ	1		1		1	1	1		1	0.67
7	156	วัจนรัตน์ ควตติ	1		1			1	1	1	1	0.67
8	88	นพรัตน์ โพธิ์สิงห์	1	1		1	1	1		1		0.67
9	103	ณัฐพัชร วงศ์รัตน	1	1				1	1		1	0.56
10	115	ศิริลักษณ์ หวังชอบ	1					1	1		1	0.44
11	1117	วิจิตร โพธิสาร			1				1	1	1	0.44
12	85	ทิพนเมศ ปาสนา		1			1				1	0.33
13	113	วิระชัย บุญปก		1					1			0.22
14	1753	วิระนันต์ วิบูลย์อรธ					1	1				0.22

ภาพที่ 6 ตารางไอเทมเซต

จากภาพที่ 6 ตารางไอเทมเซต ตั้งแต่ลำดับ 1-14 เป็นไอเทมเซตทั้งหมดที่นำไปใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ในงานวิจัย โดยมีเกณฑ์ค่าสนับสนุน (Support) ขั้นต่ำ 0.2 และผู้ที่ถูกเลือกให้ร่วมสอนอยู่ในกลุ่มที่ให้ข้อมูลความถนัดสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ตัดข้อมูลส่วนหนึ่งที่ไม่เข้าเกณฑ์ออกไปไม่นำมาพิจารณาหาความสัมพันธ์แล้ว

จากภาพที่ 6 ตารางไอเทมเซต และผลการจัดกลุ่มผู้สอนดังภาพที่ 5 (ข) ซึ่งเป็นผลการจัดกลุ่มภาพรวมที่เหมาะสมที่สุด เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนด้วยโปรแกรม Weka 3.8.6 โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.2 (20%) และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.9 (90%) สามารถแสดงกฎความสัมพันธ์ได้ ดังภาพที่ 7

Best rules found:

```

1. 81=T 7 ==> 1=T 7 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
2. 257=T 7 ==> 1=T 7 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
3. 81=T 257=T 5 ==> 1=T 5 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
4. 115=T 4 ==> 1=T 4 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
5. 115=T 4 ==> 81=T 4 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.1) [0] conv: (0.89)
6. 81=T 115=T 4 ==> 1=T 4 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
7. 1=T 115=T 4 ==> 81=T 4 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.1) [0] conv: (0.89)
8. 115=T 4 ==> 1=T 81=T 4 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.1) [0] conv: (0.89)
9. 85=T 3 ==> 1=T 3 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
10. 257=T 115=T 3 ==> 1=T 3 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
11. 257=T 115=T 3 ==> 81=T 3 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.07) [0] conv: (0.67)
12. 81=T 257=T 115=T 3 ==> 1=T 3 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
13. 1=T 257=T 115=T 3 ==> 81=T 3 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.07) [0] conv: (0.67)
14. 257=T 115=T 3 ==> 1=T 81=T 3 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.07) [0] conv: (0.67)
15. 1753=T 2 ==> 1=T 2 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
16. 1753=T 2 ==> 257=T 2 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.05) [0] conv: (0.44)
17. 81=T 85=T 2 ==> 1=T 2 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
18. 257=T 85=T 2 ==> 1=T 2 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
19. 257=T 1753=T 2 ==> 1=T 2 <conf: (1)> lift: (1) lev: (0) [0] conv: (0)
20. 1=T 1753=T 2 ==> 257=T 2 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.05) [0] conv: (0.44)
21. 1753=T 2 ==> 1=T 257=T 2 <conf: (1)> lift: (1.29) lev: (0.05) [0] conv: (0.44)

```

ภาพที่ 7 ผลการสร้างกฎความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนในภาพรวม

จากภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้สอนท่านอื่นในภาพรวม โดยกฎความสัมพันธ์ที่ได้มีทั้งหมด 21 กฎ ที่สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้สอนสามารถสอนร่วม/สอนแทนกันได้สูงสุด 4 คน (ขนาดไอเทมเซตสูงสุด 4 ไอเทมเซต) ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการแปลความหมายจากกฎ จำนวน 5 กฎ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการแปลความหมายจากกฎความสัมพันธ์

กฎความสัมพันธ์จากโปรแกรม Weka 3.8.6	การแปลความหมายจากกฎ
1. $81=T \ 7 ==> 1=T \ 7$ <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	ถ้า ผู้สอนคือ 81 ฐิตาภรณ์ นิลวรรณ เป็นผู้ร่วมสอน/สอนแทน โดยมีค่าสนับสนุน 0.78 แล้ว สามารถทำการร่วมสอนกับ 1 สุวัฒน์ กล้วยทอง ได้ ด้วยค่าความเชื่อมั่น 1 ค่าลิฟท์ 1
2. $81=T \ 257=T \ 5 ==> 1=T \ 5$ <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	ถ้า ผู้สอนคือ 81 ฐิตาภรณ์ นิลวรรณ และ 257 ธงชัย เจือจันทร์ เป็นผู้ร่วมสอน/สอนแทน โดยมีค่าสนับสนุน 0.56 แล้ว สามารถทำการร่วมสอนกับ 1 สุวัฒน์ กล้วยทอง ได้ ด้วยค่าความเชื่อมั่น 1 ค่าลิฟท์ 1
3. $115=T \ 4 ==> 1=T \ 81=T \ 4$ <conf:(1)> lift:(1.29) lev:(0.1) [0] conv:(0.89)	ถ้า ผู้สอนคือ 115 ศิริลักษณ์ หวังชอบ เป็นผู้ร่วมสอน/สอนแทน โดยมีค่าสนับสนุน 0.44 แล้ว สามารถทำการร่วมสอนกับ 1 สุวัฒน์ กล้วยทอง และ 81 ฐิตาภรณ์ นิลวรรณ ได้ ด้วยค่าความเชื่อมั่น 1 ค่าลิฟท์ 1.29
4. $1=T \ 257=T \ 115=T \ 3 ==> 81=T \ 3$ <conf:(1)> lift:(1.29) lev:(0.07) [0] conv:(0.67)	ถ้า ผู้สอนคือ 1 สุวัฒน์ กล้วยทอง และ 257 ธงชัย เจือจันทร์ และ 115 ศิริลักษณ์ หวังชอบ เป็นผู้ร่วมสอน/สอนแทน โดยมีค่าสนับสนุน 0.33 แล้ว สามารถทำการร่วมสอนกับ 81 ฐิตาภรณ์ นิลวรรณ ได้ ด้วยค่าความเชื่อมั่น 1 ค่าลิฟท์ 1.29
5. $257=T \ 115=T \ 3 ==> 1=T \ 81=T \ 3$ <conf:(1)> lift:(1.29) lev:(0.07) [0] conv:(0.67)	ถ้า ผู้สอนคือ 257 ธงชัย เจือจันทร์ และ 115 ศิริลักษณ์ หวังชอบ เป็นผู้ร่วมสอน/สอนแทน โดยมีค่าสนับสนุน 0.33 แล้ว สามารถทำการร่วมสอนกับ 1 สุวัฒน์ กล้วยทอง และ 81 ฐิตาภรณ์ นิลวรรณ ได้ ด้วยค่าความเชื่อมั่น 1 ค่าลิฟท์ 1.29

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลผู้สอนจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าเว็บแอปพลิเคชัน มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ 1) จัดการข้อมูลระบบ และ 2) แบบสอบถาม และในภาพรวมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, $SD.=0.56$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พฤติพงศ์ เพ็งศิริ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบุคลากรสายวิชาการเพื่อการบริหารการเรียนการสอนด้วยการปรับวิธีแบ่งกลุ่มแบบเคมีนร่วมกับกฎความสัมพันธ์ ภาพรวมของการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{X}=4.28$, $SD.=0.52$) การพัฒนาระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน การเก็บรวบรวมข้อมูลความถนัดด้านเนื้อหาการสอนและข้อมูลสัมพันธ์ภาพด้านการสอน สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อการจัดกลุ่มแบบเคมีนและหาความสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี

2. ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มผู้สอนด้วยเทคนิคแบบเคมีน ร่วมกับการสร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมออริโอรี พบว่า ผลการจัดกลุ่มผู้สอนในภาพรวมที่เหมาะสมได้ 4 กลุ่ม ด้วยกฎความสัมพันธ์ 21 กฎ (ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.2, ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.9) โดยผู้สอนสามารถสอนร่วม/สอนแทนกันได้สูงสุด 4 คน (ขนาดไอเทมเซตสูงสุด 4 ไอเทมเซต) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พฤติพงศ์ เพ็งศิริ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบุคลากรสายวิชาการเพื่อการบริหารการเรียนการสอนด้วยการปรับวิธีแบ่งกลุ่มแบบเคมีนร่วมกับกฎความสัมพันธ์ ซึ่งจัดกลุ่มที่เหมาะสมได้ 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มสามารถมีผู้สอนทดแทนกันได้มากที่สุด 3 คน ด้วยกฎความสัมพันธ์ 18 กฎ (ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.5, ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.9) สอดคล้องกับงานวิจัย พิษญาพร พิรพันธุ์ และ ประสพชัย พสุนนท์ [9] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์การจัดกลุ่มพฤติกรรมจัดการความรู้ของบุคลากรสายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่ง ซึ่งจัดกลุ่มบุคลากรด้วยเทคนิค K-Means Clustering ออกได้ 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มผู้เก็บความรู้ คิดเป็นร้อยละ 47.03 2) กลุ่มผู้จัดการความรู้ คิดเป็นร้อยละ 35.15 และ 3) กลุ่มผู้ขาดความรู้ คิดเป็นร้อยละ 17.82 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฏิพัทธ์ ปฤชานนท์ และ วงกต ศรีอุไร [10] ได้ทำการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากอัลกอริทึมอปรโอริมีทั้งหมด 25 กฎ มีค่าความเชื่อมั่นของกฎมากกว่า 90% (ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.1, ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.9) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุชราภรณ์ มัทธนชัย และคณะ [11] ได้ทำการวิจัยเรื่องกฎความสัมพันธ์ของรายวิชาที่มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพนักศึกษาโดยใช้อัลกอริทึมอปรโอริ ซึ่งกฎความสัมพันธ์ของรายวิชาที่มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพนักศึกษาชั้นปีที่ 1, 2, 3 มีจำนวนเท่ากับ 27, 15, 14 กฎ ตามลำดับ มีค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.9 จากผลการวิจัยที่ได้จัดกลุ่มข้อมูลผู้สอนและผลการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล สามารถนำไปใช้สนับสนุนการจัดผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลให้ตรงกับความต้องการด้านเนื้อหาการสอน ช่วยเสริมสร้างสัมพันธภาพระหว่างผู้สอนในการร่วมสอนกับผู้สอนท่านอื่น และช่วยส่งเสริมการสอนเป็นทีม สอดคล้องกับผู้สอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลที่มีการบูรณาการการสอนโดยใช้บุคลากรจากหลาย ๆ คณะวิชาร่วมสอน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ผลการวิจัยนี้หากนำไปใช้งานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนทุกท่านต้องให้ข้อมูลที่ถูกต้อง เป็นจริง และครบถ้วนก่อน โดยต้องมีปริมาณข้อมูลที่มากเพียงพอต่อการนำไปจัดกลุ่มผู้สอนและหาความสัมพันธ์ผู้สอนได้

1.2 ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายวิชาการรู้ดิจิทัลเป็นกรณีศึกษา ซึ่งผลการวิจัยอาจขยายผลนำไปใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะการสอนเป็นทีม/ร่วมสอนหลายคน เช่น รายวิชาในกลุ่มวิชาศึกษาทั่วไป รายวิชาในกลุ่มวิชาชีพครู เป็นต้น

1.3 การเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนวิชาการรู้ดิจิทัล ควรใช้ข้อมูลจากผู้สอนที่มีประสบการณ์สอนวิชาทางคอมพิวเตอร์ และเป็นผู้ที่เคยสอนรายวิชาการรู้ดิจิทัลมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ภาคการศึกษา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลผู้ร่วมสอนกับผลการจัดกลุ่ม โดยสร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีอัลกอริทึมอปรโอริ ควรเพิ่มการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลผู้ร่วมสอนแต่ละคนกับผู้สอนในกลุ่มอื่น ๆ ที่มีระดับค่าเฉลี่ยข้อมูลที่สูงกว่า

2.2 ควรใช้ข้อมูลด้านอื่น ๆ ของผู้สอนที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูลมหาวิทยาลัย มาร่วมวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วย เช่น ประวัติผลการประเมินการสอนของผู้สอนโดยผู้เรียน ประวัติผลการสอน/ให้เกรดของผู้สอน ประวัติการจับคู่ร่วมสอน เป็นต้น

2.3 อาจนำข้อมูลความต้องการของผู้เรียนเข้ามาร่วมวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วย โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเลือกผู้สอน และเลือกผู้สอนรายหน่วยเนื้อหาการสอนได้ เป็นต้น

2.4 อาจนำข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ ของผู้เรียน เช่น ประวัติผลการเรียน มาร่วมวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of the Higher Education Commission, *Announcement of the Higher Education Commission on Guidelines for Compliance with the National Higher Education Qualifications Framework About digital competencies for undergraduate qualifications*, Office of the Higher Education Commission, Bangkok, 2018. (in Thai)
- [2] J. Thankittikoon. (2023, February 11). *What is K-Means Clustering*. [Online]. Available: <https://medium.com/@Jutharath.Thankittikoon/what-is-k-means-clustering-ee36ab6f7638> (in Thai)

- [3] Surindra Rajabhat University, *General Education Curriculum revised edition 2018*, Office of Academic Promotion and Registration, Surindra Rajabhat University, Surin, 2018. (in Thai)
- [4] Advanced Iservice. (2023, February 10). *Solve your doubts: What is a web application*. [Online]. Available: <https://www.advancedis.co.th/th/blog/ไขข้อข้องใจ-web-application-คืออะไร-มีประโยชน์อย่างไรบ้าง> (in Thai)
- [5] Blogger. (2023, February 11). *Data mining techniques*. [Online]. Available: <http://datamining-techniques.blogspot.com/2012/09/k-means-k-means-clustering.html> (in Thai)
- [6] K. Kesorn. (2023, February 11). *Association Rule*. [Online]. Available: <https://csit.nu.ac.th/kraisak/ds/ds/chapter09/Chapter09.pdf> (in Thai)
- [7] D. Dietrich, B. Heller and B. Yang, *Data Science & Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data*, Indiana: John Wiley & Sons, 2015.
- [8] P. Pengsiri, “Analysis of Relationship of Academic Personnel Data for Management Teaching with Method Adjustment of K-Means Combined with Association Rules,” *RMUTI JOURNAL Science and Technology*, vol. 13, no. 3, pp. 106-119, 2020. (in Thai)
- [9] P. Peerapan and P. Pasunon, “Cluster Analysis of Knowledge Management Behavior of Academic Staff in a Rajabhat University,” *Journal of Management and Development Ubon Ratchathani Rajabhat University*, vol. 7, no. 2, pp. 75-86, 2020. (in Thai)
- [10] P. Paruechanon and W. Sriurai, “Applying association rule to risk analysis for student-dropout in Information Technology Program,” *Journal of Science and Science Education*, vol. 1, no. 2, pp. 123-133, 2018. (in Thai)
- [11] B. Mahatthanachai, K. Malaivongs, S. Somhom and N. Tantranont, “Association Rule of Subjects Affecting Student Dropout Using Apriori Algorithm,” in *Proceedings of the Third Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference*, Kamphaeng Phet, Thailand, December 22, 2016, pp. 456-469. (in Thai)
- [12] C. Wongratana, *Techniques for using statistics for research*, 13th ed. Bangkok : Amom Printing, 2017. (in Thai)