

การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา
ระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชบนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning
Application of Data Mining Techniques for Achievement of Learning Behaviors
Prediction in Sukhothai Thammathirat Open University on STOU eLearning

พิมพ์ประภา พาลพ่าย^{1*}, วชิระ พรหมวงศ์²
Pimprapa Phanphai^{1*}, Wachira Brahmawong²

^{1*} ค.ด.(ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต) อาจารย์ ดร. สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Corresponding author E-mail: Pimprapa.pha@stou.ac.th

² ปร.ด.(ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต), ปร.ด.(บริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
E-mail: Wachira1984@gmail.com

Received: August 3, 2023 / Revised: March 26, 2024 / Accepted: June 16, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล วิเคราะห์ไม่ตัดสินใจในการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้บนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ ที่ลงทะเบียนในชุดวิชา ชุติวิชา 51715 การจัดการองค์การ ทรัพยากรมนุษย์ และคุณภาพการพยาบาล ภาคปลาย ปีการศึกษา 2565 จำนวน 39 คน วิจัยดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) การรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการเรียนและผลการเรียนของนักศึกษาจากการใช้งานระบบ (log files) STOU eLearning ตลอด 1 ภาคการศึกษา 2) การเตรียมข้อมูล 3) การลดขนาดข้อมูล 4) การแปลงข้อมูล และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม RapidMiner ผลการวิจัยพบว่า

1) ตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับปริญญาโท แบ่งเป็น 3 เส้นทาง ประกอบด้วย เส้นทางที่ 1 นักศึกษาที่เข้าเรียนไม่เกิน 376 ครั้ง โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบผ่าน (ได้เกรด S หรือ H) เส้นทางที่ 2 นักศึกษาที่เข้าเรียนมากกว่า 376 ครั้ง และได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบผ่าน (ได้เกรด S หรือ H) และเส้นทางที่ 3 นักศึกษาที่เข้าเรียนมากกว่า 376 ครั้ง แต่ไม่ได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบไม่ผ่าน (ได้เกรด U)

2) ประสิทธิภาพการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับปริญญาโท พบว่า ความถูกต้องของการพยากรณ์การสอบผ่าน ร้อยละ 87.88 ความถูกต้องของการพยากรณ์การสอบไม่ผ่าน ร้อยละ 50.00 และความถูกต้องของการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ ร้อยละ 84.62

คำสำคัญ : เทคนิคเหมืองข้อมูล, ตันไม่ตัดสินใจ, การเรียนการสอนออนไลน์, มหาวิทยาลัยเปิด

Abstract

This research aims to utilize data mining techniques, specifically decision tree methods, to predict academic outcomes based on learning behaviors in STOU eLearning for Master's degree students at Sukhothai Thammathirat Open University. The sample group consisted of Master's degree students in the Nursing Science program who enrolled in the course set 51715, which includes Nursing Organization, Human Resources, and Quality Management, in the second semester of the 2022 academic year, totaling 39 students. The research methodology was divided into five steps: 1) collecting students' learning behavior and academic performance data from log files via STOU eLearning throughout one semester; 2) preparing the data; 3) reducing data dimensionality; 4) transforming the data; and 5) analyzing the data using the RapidMiner software. The research findings revealed that:

1) The model for predicting academic outcomes from the learning behaviors of Master's degree students is divided into three pathways: Pathway 1 includes students who attended no more than 376 times and for whom the program predicts a passing grade (S or H). Pathway 2 includes students who attended more than 376 times and completed pre-test and post-tests, for whom the program predicts a passing grade (S or H). Pathway 3 includes students who attended more than 376 times but did not complete the pre-test and post-tests, for whom the program predicts a failing grade (U).

2) The effectiveness of predicting academic outcomes from the learning behaviors of Master's degree students showed that the accuracy of predicting passing was 87.88%, the accuracy of predicting failing was 50.00%, and the overall accuracy of predicting academic outcomes from learning behaviors was 84.62%.

Keywords: Data Mining Techniques, Decision Tree, eLearning, Open University

บทนำ

เหมืองข้อมูล (data mining) เป็นกระบวนการทางสถิติและคอมพิวเตอร์ที่สามารถค้นหาและแยกข้อมูลจากชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) เพื่อค้นหาและระบุรูปแบบหรือความสัมพันธ์ที่มีคุณค่า นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (Witten, Frank, Hall, & Pal, 2016) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิทยาศาสตร์ข้อมูล (data science) ที่ประกอบด้วยวิเคราะห์ข้อมูล การเรียนรู้ของเครื่อง และการจัดการฐานข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์จากชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996) อย่างไรก็ตามเทคนิคเหมืองข้อมูลมีหลายเทคนิคได้แก่ 1) การวิเคราะห์คลัสเตอร์ (clustering analysis) เป็นเทคนิคการหาความสัมพันธ์ข้อมูลที่แบ่งออกเป็นกลุ่มหรือคลัสเตอร์ (MacQueen,

ลงทะเบียนในแต่ภาคการศึกษามีความสำคัญอันดับต้น ๆ ที่ส่งผลทำให้นักศึกษาสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษา โดยพบว่าเพศหญิงมีอัตราการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์สูงกว่าเพศชาย มีเพียงกลุ่มเดียวที่เพศชายสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์สูงกว่าในส่วนปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงานทุกตัวมีอิทธิพลต่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาภาคปกติ และพบว่านักศึกษาที่ทำงานอยู่มีอัตราการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์ที่สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้ทำงานและนักศึกษาที่ทำงานส่วนตัว รวมถึง จิราภรณ์ เจริญยิ่ง (2563) ได้ศึกษาการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยใช้ Rapid Miner วิธีต้นไม้ตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนโปรตุเกส ประกอบด้วยข้อมูลด้านผลการเรียน ด้านความเป็นอยู่ และความเชื่อมโยงทางสังคมและโรงเรียนจาก UCI Machine Learning Repository มีข้อมูล 649 รายการ 31 แอตทริบิวต์ ผลการสร้างตัวแบบทำนายด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยผู้ศึกษาวิจัยปรับเกณฑ์การวัดผลเป็น gini index เพื่อเลือกตัวแปรที่ดีที่สุดที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเรคคอร์ดต่าง ๆ ในชุดข้อมูลได้ และ กำหนดค่า maximal depth เท่ากับ 10 พบว่าค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (accuracy) เท่ากับ 91.54% นอกจากนั้นยังมีนักวิจัยและนักวิชาการทางการศึกษาจำนวนมากได้นำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาใช้ในการทำนายผลการศึกษานักศึกษา (มานิตา สองสี และคณะ, 2553 ; ศิริกาญจนา พิลาบุตร, 2559; วิณา คงพิช และ จริญญา แสนราช, 2559)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชเป็นมหาวิทยาลัยเปิดที่จัดการเรียนการสอนแบบทางไกล เปิดรับนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา โดยเฉพาะในระดับบัณฑิตศึกษามีให้เลือกเรียนหลากหลายหลักสูตรในสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ ศิลปศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ วิทยาการจัดการ นิติศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ เศรษฐศาสตร์ มนุษยนิเวศศาสตร์ รัฐศาสตร์ เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ นิเทศศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และโดยเฉพาะสาขาวิชาพยาบาลศาสตร์ที่เปิดหลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต เพื่อรองรับการขยายบริการสุขภาพที่ส่งผลให้ความต้องการพยาบาลเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เกิดข้อจำกัดในการจ้างงาน และไม่สามารถรักษากำลังคนพยาบาลไว้ในระบบบริการสุขภาพ ดังนั้น การพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับเจ้าพนักงานสาธารณสุขให้เป็นพยาบาลวิชาชีพด้วยระบบการศึกษาทางไกล นอกจากจะช่วยบรรเทาการขาดแคลนพยาบาลวิชาชีพในพื้นที่ห่างไกลแล้ว ยังช่วยให้ประชาชนไทยได้รับบริการสุขภาพที่มีคุณภาพ มาตรฐานยิ่งขึ้น และส่งเสริมการพัฒนาระบบการศึกษาของสาขาพยาบาลศาสตร์ เพื่อเป็นกรณีศึกษาในการนำไปประยุกต์ใช้ในชุดอื่นๆ ต่อไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของสาขาพยาบาลศาสตร์ และชุดวิชานี้มีจัดการเรียนการสอนที่เน้นการฝึกปฏิบัติออนไลน์ มีกิจกรรมที่ทำให้เห็นพฤติกรรมการณ์เรียนรู้ของผู้เรียนที่หลากหลาย มีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบการศึกษาของสาขาพยาบาลศาสตร์

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) เพื่อพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการณ์เรียนรู้บน STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เพื่อสนองนโยบาย แผนพัฒนามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชฉบับใหม่ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) มุ่งเน้นการปรับตัวให้มหาวิทยาลัยก้าวทันกับบริบทภายนอกที่ท้าทายยิ่งขึ้น มีความทันสมัยตอบสนองการเรียนรู้ ทักษะของโลกอนาคต และการวางโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีและ

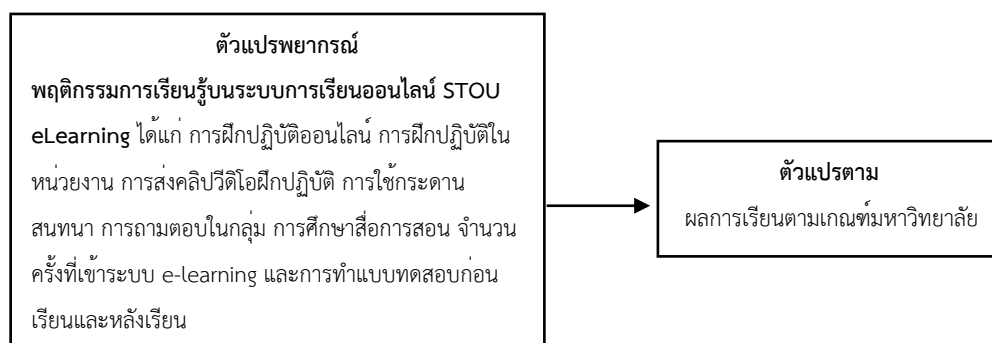
สารสนเทศให้ทันสมัยมีเสถียรภาพและเพียงพอต่อการขับเคลื่อนเป็น Digital University (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2563) และสอดคล้องกับนโยบายการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตสื่อการเรียนการสอนเป็นออนไลน์สมบูรณ์แบบ จากปัญหาการเรียนการสอนในระบบทางไกลปรับตัวไม่ทันต่อเทคโนโลยี และพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป จำนวนนักศึกษาออกกลางคันในแต่ละปีการศึกษาเพิ่มขึ้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2565)

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจในการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรม การเรียนรู้บนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช

กรอบแนวคิดการวิจัย

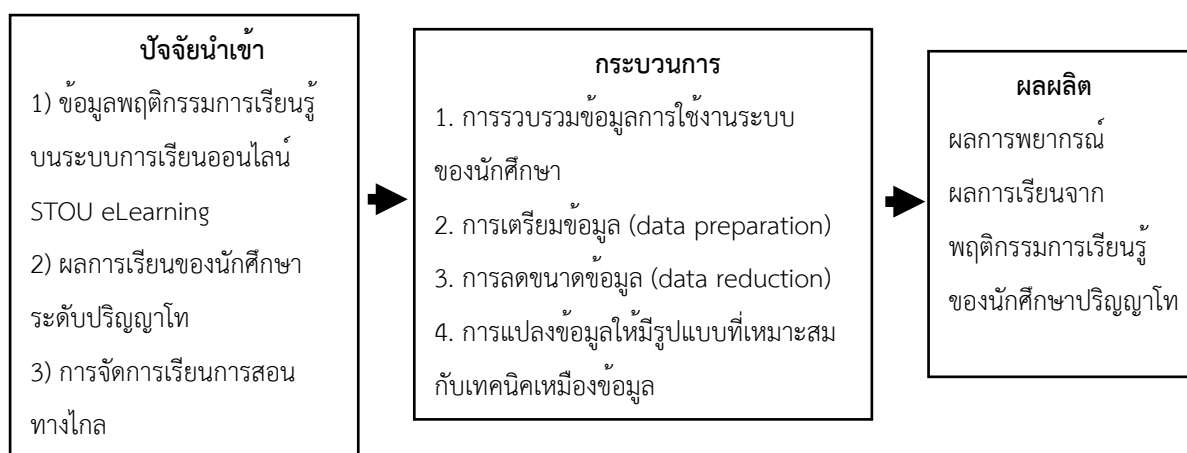
การศึกษาเรื่อง การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรม การเรียนรู้ บนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ดังนั้นตัวแปรอิสระที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์ผลการเรียนก็จะเป็นพฤติกรรม การเรียนรู้บนระบบ การเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษา ดังแสดงในกรอบแนวคิดการวิจัยตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรม การเรียนรู้บน ระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช มีกรอบวิธีการวิจัยตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบวิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1) การศึกษา ทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี ในเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียน โดยศึกษาในเรื่องของ (1) เทคนิคเหมืองข้อมูล (3) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) (4) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล RapidMiner และ (5) การจัดการเรียนการสอนทางไกลระดับปริญญาโท

2) การรวบรวมข้อมูลมาจากการใช้งานระบบ STOU eLearning ในส่วนของ log files ที่แสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่นักศึกษาเข้าระบบ ชื่อและนามสกุล หมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่เข้ามาทำในระบบและความถี่ในการเข้าใช้งาน โดยเก็บข้อมูลจากนักศึกษาปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ ที่ลงทะเบียนใน ชุดวิชา 51715 การจัดการองค์การ ทรัพยากรมนุษย์ และคุณภาพการพยาบาล ภาคปลาย ปีการศึกษา 2565 จำนวน 39 คน เก็บบันทึกข้อมูลในการเข้าเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตลอด 1 ภาคการศึกษา และข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

2.1 ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ครอบคลุมเนื้อหาต่อไปนี้ ข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้และผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ ที่ลงทะเบียนใน ชุดวิชา 51715 การจัดการองค์การ ทรัพยากรมนุษย์ และคุณภาพการพยาบาล ภาคปลาย ปีการศึกษา 2565 จำนวน 39 คน ที่เข้าเรียนในระบบ STOU eLearning และมีการจัดเก็บข้อมูลการเรียนใน log file การจัดการเรียนการสอนทางไกล เทคนิคเหมืองข้อมูลวิธีต้นไม้ตัดสินใจ และโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล RapidMiner

2.2 กระบวนการ ประกอบด้วย กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชบนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) การรวบรวมข้อมูลการใช้งานระบบ (log files) STOU eLearning ของนักศึกษา เก็บบันทึกข้อมูลในการเข้าเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตลอด 1 ภาคการศึกษา และข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา 2) การเตรียมข้อมูล ดำเนินการคัดเลือกข้อมูลที่ไม่มีค่า

ข้อมูลขาดหาย (missing data) และกำจัดข้อมูลที่ไม่แน่นอน (uncertain or noisy data) ออก 3) การลดขนาดข้อมูล (data reduction) โดยการคัดเลือกข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ เพื่อลดขนาดข้อมูล ลดความซับซ้อนของข้อมูล และเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ 4) การแปลงข้อมูลให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับเทคนิคเหมืองข้อมูลและบันทึกข้อมูลในรูปแบบ CSV 5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RapidMiner

2.3 ผลผลิต คือ ผลการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้บนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่วิเคราะห์โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

2.4 การเตรียมข้อมูล โดยการเลือกและกรองข้อมูลที่มีผลต่อคุณภาพและความถูกต้องของผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ โดยดำเนินการกำจัดข้อมูลที่สูญหาย (missing values) และข้อมูลที่ไม่แน่นอน (uncertain or noisy data) ออก ทั้งนี้ พฤติกรรมการเรียนรู้และลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่ใช้เป็นตัวแปรพยากรณ์ผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาโท ประกอบด้วยตัวแปร ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวแปรพยากรณ์แต่ละ Attribute พร้อมรายละเอียด ชนิด และค่าของตัวแปร

Attribute	Description	Type	Values
Gender	เพศของนักศึกษา	Nominal	F = เพศหญิง, M = เพศชาย
Province	ภูมิภาคถิ่นที่อยู่ของนักศึกษา	Nominal	N = ภาคเหนือ, NE = ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, C = ภาคกลาง, S = ภาคใต้, E = ภาคตะวันออก
e-Training	ฝึกปฏิบัติออนไลน์	Integer	1 = ทำกิจกรรม, 0 = ไม่ทำกิจกรรม
Job-Training	ฝึกปฏิบัติในหน่วยงาน	Integer	1 = ทำกิจกรรม, 0 = ไม่ทำกิจกรรม
Upload-clip	ส่งคลิปวิดีโอฝึกปฏิบัติ	Integer	1 = ทำกิจกรรม, 0 = ไม่ทำกิจกรรม
Webboard	กระดานสนทนา	Integer	1 = ทำกิจกรรม, 0 = ไม่ทำกิจกรรม
Q&A	ถาม-ตอบในกลุ่ม	Integer	1 = ทำกิจกรรม, 0 = ไม่ทำกิจกรรม
Learned-course	ศึกษาสื่อการสอน	Integer	1 = ทำกิจกรรม, 0 = ไม่ทำกิจกรรม
Grade-real	ผลการเรียนตามเกณฑ์มหาวิทยาลัย	Nominal	H = คะแนนร้อยละ 76 ขึ้นไป S = คะแนนร้อยละ 60-75 U = คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60
Learn	จำนวนครั้งที่เข้าระบบ e-learning	Integer	จำนวนครั้ง
Pre-Post Test	ทดสอบ ก่อน-หลังเรียน	Integer	Yes = ทำกิจกรรม = 1, No = ไม่ทำกิจกรรม = 0

2.5 การแปลงข้อมูลให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับเทคนิคเหมืองข้อมูลและบันทึกข้อมูลในรูปแบบ CSV โดยทำการแปลงข้อมูลปัจจัยพยากรณ์ที่ได้จากระบบ STOU eLearning ที่มีลักษณะเป็นตัวแปรแบบแบ่งกลุ่ม (categorical variable) ให้เป็นข้อมูลแบบ binary (yes = 1, no = 0) และบันทึกข้อมูลเป็นรูปแบบ CSV เพื่อให้สามารถใช้ได้กับโปรแกรมที่หลากหลาย และเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการอ่านและเขียนข้อมูล

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RapidMiner พร้อมสรุปผล อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีการศึกษา 2565 จำนวน 5,144 คน โดยมีนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จำนวน 287 คน (ฝ่ายวิเคราะห์และพัฒนาระบบ สำนักคอมพิวเตอร์, 2566)

ตัวอย่างวิจัย

ใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาพยาบาลศาสตร์ ที่ลงเรียนชุดวิชา 51715 การจัดการองค์การทรัพยากรมนุษย์ และคุณภาพการพยาบาล ภาคปลาย ปีการศึกษา 2565 และมีการเก็บบันทึกข้อมูลในการเข้าเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตลอด 1 ภาคการศึกษา จำนวน 39 คน

เครื่องมือวิจัย

1) ระบบ STOU eLearning ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ข้อมูลการเข้าใช้งานระบบ เช่น การเข้าใช้งานของผู้เรียน ประกอบด้วย IP address ที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบ วันเวลา เข้าระบบ เวลาทั้งหมดที่อยู่ในระบบ ข้อมูลการทำกิจกรรม ข้อมูลการทำแบบฝึกหัด และข้อมูลการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและอาจารย์ผู้สอน

2) โปรแกรมประยุกต์ Microsoft Office Excel ใช้ในการกรอกข้อมูล และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์นามสกุล .CSV

การวิเคราะห์ข้อมูล

แนวคิดการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ เป็นดังนี้ ผู้วิจัยทำการสร้างตัวแบบทำนายด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อทำการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (S,H,U) ที่อิงจากเกณฑ์การประเมินผลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กล่าวคือ

คะแนนร้อยละ 76 ขึ้นไป มีความสามารถระดับ H

คะแนนร้อยละ 60-75 มีความสามารถระดับ S

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 มีความสามารถระดับ U

จากนั้นนำข้อมูลเข้าสู่ตัวแบบทำนายโดยซอฟต์แวร์ Rapid Miner เพื่อให้ Operator Decision Tree ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติที่ดีที่สุดของข้อมูลมาเป็นโหนดราก (root node) และวนสร้างโหนดลูกและเส้น

เชื่อมโยงไปเรื่อย ๆ จนกว่าข้อมูลที่ได้จะถูกจัดไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วจึงหยุดสร้างต้นไม้ตัดสินใจ พร้อมกันนั้นผู้วิจัยก็จะวิเคราะห์ความแม่นยำหรือประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากเทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจด้วย

ผลการวิจัย

1. ผลการเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์และการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำเข้าข้อมูลสู่โปรแกรม Rapid Miner และใช้ Operator Correlation Matrix เพื่อทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ (IV1-IV10) ซึ่งเป็นลักษณะทางประชากรศาสตร์ 2 ตัวแปร (IV1, IV2) และพฤติกรรมการเรียนรู้ 8 ตัวแปร (IV3-IV10) กับตัวแปรผลการเรียนของนักศึกษา (IV11) โดยค่าสหสัมพันธ์ขั้นต่ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ คือ .20 ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วงระหว่าง .11-.69 ตามตารางที่ 2

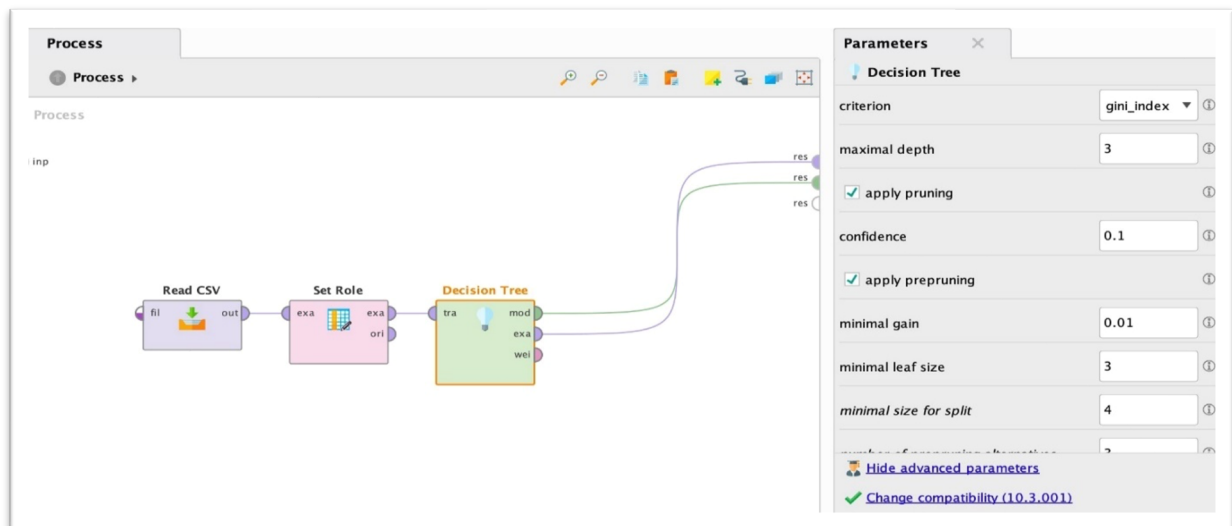
ตารางที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์และตัวแปรตามในตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียนรู้

Attributes	IV1	IV2	IV3	IV4	IV5	IV6	IV7	IV8	IV9	IV10	IV11
Gender (IV1)	1.00										
Province (IV2)	.13	1.00									
e-training (IV3)	.26	.26	1.00								
job-training (IV4)	.33	.36	.66	1.00							
upload-clip (IV5)	.56	.43	.46	.28	1.00						
Webboard (IV6)	.11	.52	.26	.36	.48	1.00					
Q&A (IV7)	.33	.41	.62	.42	.35	.19	1.00				
Learned-course (IV8)	.59	.13	.45	.24	.69	.66	.54	1.00			
Learn (IV9)	.26	.23	.49	.37	.33	.34	.23	.48	1.00		
Pre-posttest (IV10)	.34	.37	.63	.60	.48	.16	.16	.27	.35	1.00	
Grade-real (IV11)	.21	.31	.26	.32	.29	.41	.39	.26	.52	.69	1.00

2. ผลการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล วิธีต้นไม้ตัดสินใจ

ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์และการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้โดยเทคนิคเหมืองข้อมูล วิธีต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยโปรแกรม RapidMiner ผู้วิจัยนำเข้าชุดข้อมูล data-real-update-2.csv ผ่านโอเพอร์เรเตอร์ ReadCSV แล้วกำหนดบทบาทของแอตทริบิวต์ด้วยโอเพอร์เรเตอร์ Set Role และการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย Operator Decision Tree โดยกำหนด Parameters เป็นดังนี้

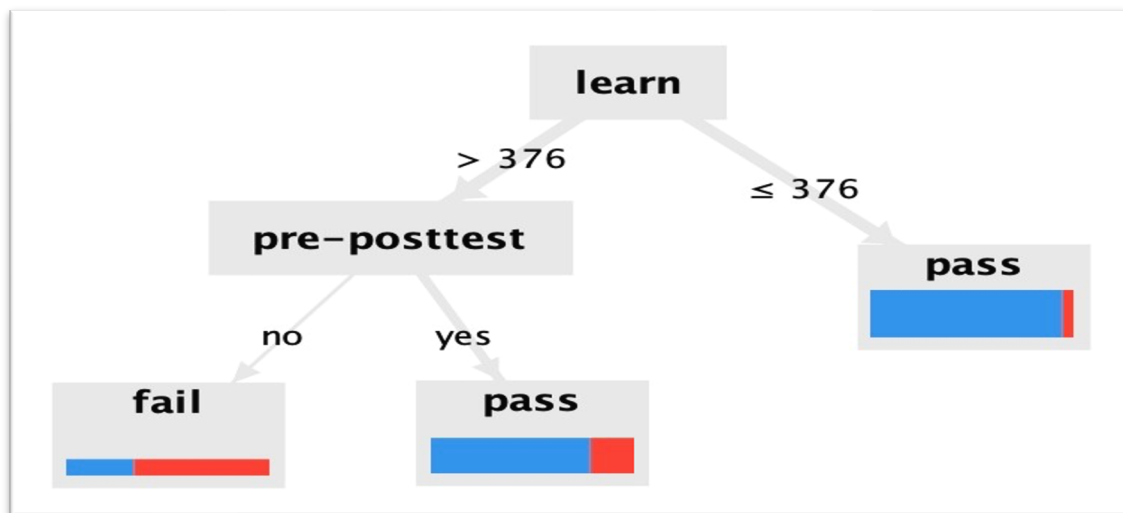
- 1) Criterion ตั้งค่าเป็น gini index ค่าที่บ่งบอกว่าคุณลักษณะหรือปัจจัยใดควรนำมาใช้เป็นคุณลักษณะในการแบ่งกลุ่มของอัลกอริธึม โดยจะคำนวณให้ได้ค่า gini ที่น้อยที่สุดมาเป็นโน้ตดราก
- 2) maximal depth ตั้งค่าเป็น 3 ชั้น เพื่อกำหนดค่าความลึกของต้นไม้
- 3) confidence เพื่อกำหนดค่าช่วงความเชื่อมั่นที่ใช้สำหรับการคำนวณ error ในการทำนาย ตั้งค่าเป็น 0.10 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียน ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

เมื่อ RapidMiner ทำการประมวลผลก็จะได้ผลการวิเคราะห์ที่เป็นตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียน แบ่งเป็น 3 เส้นทาง กล่าวคือ

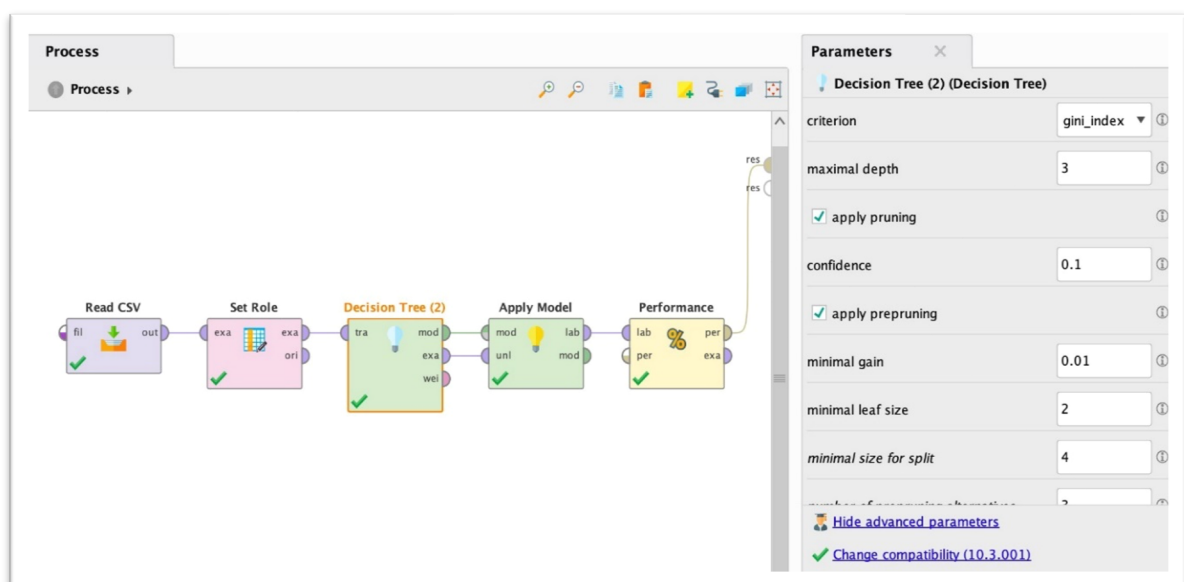
- 1) เส้นทางที่ 1 นักศึกษาที่เข้าเรียนไม่เกิน 376 ครั้ง โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบผ่าน (ได้เกรด S หรือ H)
- 2) เส้นทางที่ 2 นักศึกษาที่เข้าเรียนมากกว่า 376 ครั้ง และได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบผ่าน (ได้เกรด S หรือ H)
- 3) เส้นทางที่ 3 นักศึกษาที่เข้าเรียนมากกว่า 376 ครั้ง แต่ไม่ได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบไม่ผ่าน (ได้เกรด U) ตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

3. การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล วิธีต้นไม้ตัดสินใจ

ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล วิธีต้นไม้ตัดสินใจ จะพิจารณาจากค่าความถูกต้องของการจำแนก (Classification Accuracy) ซึ่งเป็นมาตรวัดสัดส่วนของจำนวนข้อมูลที่ตัวแบบสามารถจำแนกคลาสได้อย่างถูกต้องต่อจำนวนข้อมูลที่นำมาทดสอบทั้งหมด หรือสัดส่วนระหว่างค่าคลาสนี้ที่ทำนาย (Predicted Class) ต่อค่าคลาสดั้งเดิม (Actual Class) ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์เทียบกับข้อมูลจริง พบว่า

1) มีนักศึกษาสอบผ่านจริง 31 คน แต่โปรแกรมพยากรณ์ว่านักศึกษาสอบผ่าน 29 คน ดังนั้น ความถูกต้องของการพยากรณ์การสอบผ่าน เท่ากับร้อยละ 87.88

2) มีนักศึกษาสอบไม่ผ่านจริง 8 คน แต่โปรแกรมพยากรณ์ว่านักศึกษาจะสอบไม่ผ่าน 4 คน ดังนั้น ความถูกต้องของการพยากรณ์การสอบไม่ผ่าน เท่ากับร้อยละ 50.00

3) จำนวนนักศึกษาทั้งหมดตามจริง 39 คน แต่โปรแกรมพยากรณ์นักศึกษาสอบผ่านและไม่ผ่านรวมกัน 33 คน เท่านั้น ดังนั้น ความถูกต้องของการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ (predicted accuracy) เท่ากับร้อยละ 84.62

accuracy: 84.62%			
	true pass	true fail	class precision
pred. pass	29	4	87.88%
pred. fail	2	4	66.67%
class recall	93.55%	50.00%	

ภาพที่ 5 ความถูกต้องของการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจในการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้บนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาระดับปริญญาโทมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช โดยที่มีตัวแปรพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ตัวแปร แต่เมื่อดำเนินการประมวลผลด้วยโปรแกรมแล้วได้ตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียนที่มีตัวแปรพยากรณ์ในตัวแบบเพียง 2 ตัวแปร คือ Learn (จำนวนครั้งที่เข้าระบบ) และ Pre-Post Test (การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน: ทำ/ไม่ทำ) กิจกรรม โดยที่ตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียนมี 3 เส้นทาง ได้แก่ 1) นักศึกษาที่เข้าเรียนไม่เกิน 376 ครั้ง โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบผ่าน 2) นักศึกษาที่เข้าเรียนมากกว่า 376 ครั้ง และได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบผ่านและเส้นทางที่ 3 นักศึกษาที่เข้าเรียนมากกว่า 376 ครั้ง แต่ไม่ได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โปรแกรมจะพยากรณ์ว่าสอบไม่ผ่าน ส่วนประสิทธิภาพการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับปริญญาโท พบว่า ความถูกต้องของการพยากรณ์การสอบผ่าน ร้อยละ 87.88 ความถูกต้องของการพยากรณ์การสอบไม่ผ่าน ร้อยละ 50.00 และ

ความถูกต้องของการพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ ร้อยละ 84.62 สามารถอธิบายได้ว่าการที่นักศึกษาเข้าระบบระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning จำนวนมากครั้งเพียงอย่างเดียวก็ยังไม่สามารถรับรองได้ว่านักศึกษาจะสอบผ่าน (ได้เกรด S หรือ H) ในขณะเดียวกันพบว่า นักศึกษากลุ่มที่เข้าระบบการเรียนออนไลน์พร้อมกับทำกิจกรรมแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนควบคู่ไปกันด้วยโอกาสความน่าจะเป็นในการสอบผ่านจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้ของระบบการศึกษาทางไกลที่เน้นให้นักศึกษาได้บริหารจัดการตัวเองทั้งในเรื่อง เวลา สถานที่ การแบ่งเนื้อหาในการศึกษา และการประเมินตนเอง ก่อนการสอบจริงด้วยการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อนักศึกษาได้ดำเนินการในสิ่งเหล่านี้ย่อมมีประสิทธิภาพย่อมทำให้โอกาสความน่าจะเป็นในการสอบผ่านจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยในประเทศในอดีตที่ผ่านมาเนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษากับนักศึกษาในบริบทของมหาวิทยาลัยปิดและการเรียนแบบเผชิญหน้าเป็นหลัก เช่น ปุณณัฐฐา มาเชค (2565) พบว่า ปัจจัยคุณลักษณะของนิสิตด้านความตั้งใจ ขยัน มุ่งมั่นและพยายามสู่ความสำเร็จ การวางแผน การศึกษา ความรับผิดชอบ และสุขภาพอนามัย และปัจจัยบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาคุณคตินิพนธ์ ส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน โกวิท ปรดิษฐ์ผล (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาโท สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ปีการศึกษา 2553 -2555 ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล พบว่า ประเภทงานวิจัย เกรดเฉลี่ย และหน่วยกิตที่ลงทะเบียนในแต่ภาคการศึกษามีความสำคัญทำให้นักศึกษาสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษา รวมถึงจิราภรณ์ เจริญยิ่ง (2563) ได้ศึกษาการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยใช้ Rapid Miner วิธีค้นไม่ตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนโปรตุเกส ประกอบด้วยข้อมูลด้านผลการเรียน ด้านความเป็นอยู่ และความเชื่อมโยงทางสังคมและโรงเรียนจาก UCI Machine Learning Repository ผลการสร้างตัวแบบทำนายด้วยเทคนิคค้นไม่ตัดสินใจ พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในตัวแบบพยากรณ์ ได้แก่ การเข้าชั้น/การสอบไม่ผ่าน การจ่ายเงินเพื่อเรียนพิเศษ ที่บ้านมี internet การเรียนพิเศษที่โรงเรียน และเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปโรงเรียน ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (accuracy) เท่ากับ ร้อยละ 91.54

ข้อจำกัดในการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลกับขนาดข้อมูลที่ไม่ใหญ่มากนักเนื่องจากเงื่อนไขเรื่องเวลาการส่งมอบงานของแหล่งทุนการวิจัยทำให้ในงานวิจัยนี้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 1 ภาคการศึกษา ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และจำนวนตัวแปรพยากรณ์ยังไม่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนของการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชทั้งหมด ซึ่งในอนาคตผู้วิจัยจะได้ศึกษากับข้อมูลขนาดใหญ่ที่มาจากหลายหลักสูตรในหลายภาคการศึกษาเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่เพียงพอต่อการอธิบายการพยากรณ์ผลการเรียนจาก

พฤติกรรมการณ์เรียนบนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning ของนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาในภาพรวมของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ที่สนใจสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

- 1) การปรับปรุงและพัฒนาการเรียน ผลการวิจัยสามารถช่วยในการประเมินและปรับปรุงระบบการเรียนออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการทำให้เนื้อหา วิธีการสอน และการประเมินตนเองที่เหมาะสมและสามารถยืดหยุ่นให้สอดคล้องกับพฤติกรรมและความต้องการของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม/คน
- 2) การตัดสินใจระดับนโยบายและบริหารจัดการ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและตัดสินใจทางนโยบายของมหาวิทยาลัย เช่น การจัดสรรทรัพยากร การพัฒนาหลักสูตร หรือการปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมการณ์เรียนบนระบบออนไลน์ที่มีความสำคัญทำให้นักศึกษามีผลการเรียนที่ดีอย่างเช่น พฤติกรรมการณ์ใช้งานระบบออนไลน์ การมีส่วนร่วมในการทำแบบฝึกหัดก่อนและหลังการทดลอง เป็นต้น
- 3) สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการต่อยอดองค์ความรู้ด้านวิชาการเกี่ยวกับการใช้เทคนิคเหมือนข้อมูลในการพยากรณ์ผลการเรียน หรือคุณลักษณะอื่นๆ ของบัณฑิตมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชทั้งในระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ผลการศึกษาสະท้อนว่าพฤติกรรมการณ์เรียนบนระบบการเรียนออนไลน์ STOU eLearning คือ การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสามารถพยากรณ์ผลการเรียนของนักศึกษาได้ดี ในขณะที่จำนวนครั้งที่เข้าระบบ eLearning มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนในระดับสูง แต่กลับพบว่าไม่ได้อยู่ในตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีตันไม้ตัดสินใจ ดังนั้น ในการทำวิจัยต่อไปควรนำพฤติกรรมหรือจำนวนครั้งที่เข้าระบบ eLearning เป็นตัวแปรพยากรณ์ร่วมกับพฤติกรรมอื่นๆ พร้อมกับวิเคราะห์ตัวแบบพยากรณ์ด้วยเทคนิคอื่นๆ นอกเหนือจากวิธีตันไม้ตัดสินใจ
- 2) เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลนักศึกษาระดับปริญญาโท 1 หลักสูตร ใน 1 ภาคการศึกษา ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างและจำนวนตัวแปรพยากรณ์ยังไม่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนของการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชทั้งหมด ดังนั้น ผู้ที่สนใจสามารถทำวิจัยเพื่อศึกษาตัวแบบพยากรณ์และการพยากรณ์ผลการเรียนของนักศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้นกว่าเดิม
- 3) ในการใช้เทคนิคเหมือนข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนจากพฤติกรรมการณ์เรียนรู้ของนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษานั้นสามารถใช้ได้หลายวิธี ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้เฉพาะวิธีตันไม้ตัดสินใจ ดังนั้นผู้ที่สนใจ

สามารถทำวิจัยโดยใช้วิธีอื่นๆ ของเทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูล และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้งานต่อไป

รายการอ้างอิง

- โกวิทย์ ประดิษฐ์ผล. (2560). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์การศึกษาของ นักศึกษาระดับปริญญาโท ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ศึกษานิพนธ์บัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ขวัญภา พิมพ์ชาธิย์. (2564). การใช้เหมืองข้อมูลสำหรับพิจารณาการให้สินเชื่อสำหรับธนาคาร. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จิราภรณ์ เจริญยิ่ง. (2563). การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยใช้ Rapid Miner. [สารนิพนธ์ปริญญาโท ศึกษานิพนธ์บัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนิดาภา บุญประสม และ จริญญา แสนราช. (2561). การวิเคราะห์การทำนายการลาออกกลางคันของนักศึกษา ระดับปริญญาตรีโดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูล. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 9(1), 98-105. http://sciencejournal.pbru.ac.th/phocadownloadpap/2019_2/2019_2pp61-71.pdf
- ปณณัฐ มาเชค. (2565). โมเดลเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. HRD Journal, 3(1), 8-28. <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/hrd/article/view/8019>
- ฝ่ายวิเคราะห์และพัฒนาระบบ สำนักคอมพิวเตอร์. (2566). จำนวนนักศึกษาปัจจุบันจำแนกตามสาขาวิชา. https://www.stou.ac.th/stou_bi/
- มานิตา สองสี และคณะ. (2553). การประยุกต์ใช้เหมืองข้อมูลเพื่อทำนายสถานภาพของนักศึกษา วิทยาลัย เทคโนโลยีภาคใต้. https://doi.nrct.go.th/ListDoi/Download/98578/4e4326405a18ba0372ab716aac4a0628?Resolve_DOI=10.14456/jsct.2010.8
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2563). แผนพัฒนามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชฉบับใหม่ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580). <http://eservice.stou.ac.th/>
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2565). แผนปรับแต่งแปลงโฉมมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (พ.ศ.2565-2569). <http://eservice.stou.ac.th/>
- เล็กฤทัย ชันทองชัย และ จริญญา แสนราช. (2558). การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียน ที่เรียนด้วยระบบอีเลิร์นนิ่งใน รายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล. วารสารจันทร์เกษมสาร, 21(41), 87-94. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/crujournal/article/view/44654>

- วังนา ขาวฟ้า และ อรศิริ ศีลาสัย. (2561). การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการตัดสินใจ. https://comsci.dusit.ac.th/wp-content/uploads/2018/07/บทความวิชาการ_การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการตัดสินใจ.pdf
- วีณา คงพิช และ จริญญา แสนราช. (2559). การวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน รายวิชา การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์และวิทยาการสารสนเทศโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 12 (2), 44-53. https://chonburi.spu.ac.th/it/index.php?p=academic_detail&detail=350802257
- Agrawal, R., Imieliński, T., & Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. *Proceedings of ACM SIGMOD international conference on Management of data*, 22(2), 207-216. <https://doi.org/10.1145/170036.170072>
- Fayyad, M. U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). *From data mining to knowledge discovery in databases: an overview*. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/257938.257942>
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems)* (3rd ed.). Elsevier.
- MacQueen, J. B. (1967). Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations, *Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, (1), 281-297. <http://projecteuclid.org/euclid.bsmsp/1200512992>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Romero, C., Ventura, S., & García, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 51(1), 368-384. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131507000590>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge university press.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.