

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกฎความสัมพันธ์:

กรณีศึกษาโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 1

Analysis of Factors Influencing Academic Achievement Using Association Rules: A Case Study of Rajaprachanugroh 1 School

ชิตนภัส มาศชาย¹ พิธา จารูปนพล² และ ณสิทธิ์ เหล่าเส้น^{3*}

Chitnaphat Maschai¹, Pita Jarupunphol² and Nasith Laosen^{3*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 21 ม.6 ถ.เทพกระษัตรี ต.รัษฎา อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000

¹Department of Digital Technology, Faculty of Science & Technology, Phuket Rajabhat University 21 Moo 6,

Ratsada Subdistrict, Mueang District, Phuket 83000

*Corresponding author E-mail: nasith.l@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 1 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ (Association Rules) ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลโดยลบแถวข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ คัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่จำเป็น และแปลงค่าข้อมูลเชิงตัวเลขให้อยู่ในรูปแบบหมวดหมู่ (Nominal Data) เพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ ผู้วิจัยใช้ไลบรารี MLxtend ในภาษา Python ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ จากนั้นจึงเรียงลำดับกฎตาม ค่า Lift, Confidence, Support, Leverage และ Conviction เพื่อประเมินระดับความสำคัญและความน่าเชื่อถือของกฎที่ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่ากฎความสัมพันธ์ 10 อันดับแรกของแต่ละระดับผลการเรียนมีความแข็งแกร่งและน่าเชื่อถือ โดยมีค่า Lift และ Conviction มากกว่า 1 และมีค่า Leverage มากกว่า 0 กฎความสัมพันธ์ที่ได้ระบุปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อระดับผลการเรียนของนักเรียน ได้แก่ เพศ สุขภาพ รายได้ครอบครัว และโครงสร้างครอบครัว ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน พัฒนาแผนสนับสนุนทางการศึกษา และออกแบบมาตรการช่วยเหลือนักเรียนที่มีความเสี่ยงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

คำสำคัญ: กฎความสัมพันธ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษา

Abstract

This study aims to analyze the factors Influencing the academic achievement of students at Rajaprachanugroh 1 School using the Association Rule Mining technique. The data used in this study includes basic student information and academic achievement records of primary school students from grades 1 to 6. These data were processed through a data preparation process,

which involved removing incomplete rows, selecting only the essential variables, and converting numerical data into nominal data, to ensure compatibility with the association rule analysis. The researcher utilized the MLxtend library in Python to generate association rules. The rules were then ranked based on Lift, Confidence, Support, Leverage, and Conviction to assess their significance and reliability. The analysis revealed that the top 10 association rules for each academic achievement level were strong and reliable, with Lift and Conviction values greater than 1 and Leverage values greater than 0. The association rules identified key factors influencing students' academic achievement, including gender, health, family income, and family structure. The findings from this study can be used as a basis for improving teaching methodologies, developing educational support plans, and designing interventions for students at risk of low academic achievement.

Keywords: Association Rules, Academic Achievement, Educational Data Analysis

บทนำ

หลักการและเหตุผล

ในยุคที่เทคโนโลยีและข้อมูลมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ การวิเคราะห์ข้อมูลกลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจและการกำหนดนโยบายในหลายด้าน รวมถึงการศึกษา การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules) การจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) และการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ช่วยให้เราสามารถระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างแม่นยำ การวิเคราะห์ดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยในการระบุปัจจัยเสี่ยงหรือจุดอ่อนในระบบการศึกษา แต่ยังช่วยเสนอแนวทางการพัฒนาที่เหมาะสมเพื่อลดความเหลื่อมล้ำและเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนทุกคนอย่างมีประสิทธิภาพ

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 1 ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งอยู่ในตำบลเหนือคลอง อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ เป็นสถาบันการศึกษาที่มุ่งมั่นพัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในระดับประถมศึกษา อย่างไรก็ตาม จากรายงานการประเมินตนเองย้อนหลังพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่ผ่านตัวชี้วัดที่สถานศึกษากำหนดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดข้อกังวลต่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนและการสนับสนุนผู้เรียนในทุกมิติ ดังนั้นโรงเรียนจึงต้องการทำความเข้าใจและระบุปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้สามารถกำหนดกลยุทธ์และแนวทางการสนับสนุนผู้เรียนอย่างเหมาะสมและตรงกับบริบทของโรงเรียน

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและนำข้อมูลของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 มาวิเคราะห์เพื่อระบุปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเริ่มจากการสร้างกฎความสัมพันธ์ขึ้นมาและคัดเลือกเฉพาะ

กฎที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลลัพธ์ จากนั้นทำการเรียงลำดับกฎตามค่า Lift, Confidence, Support, Leverage และ Conviction เพื่อจัดลำดับปัจจัยตามระดับความสำคัญและความน่าเชื่อถือของกฎ ส่วนที่เป็นเงื่อนไขของกฎเหล่านี้สะท้อนถึงปัจจัยที่เป็นเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับนั้น ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน นโยบายด้านการศึกษา และมาตรการสนับสนุนที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน นอกจากนี้ การวิเคราะห์ดังกล่าวยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยสถานศึกษาวางแผนเชิงรุกเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษา ลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ และเสริมสร้างโอกาสทางการศึกษาที่เท่าเทียมสำหรับนักเรียนทุกคนในโรงเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษามากขึ้น โดยมีการใช้ทั้งวิธีการทางสถิติและวิธีการเหมืองข้อมูล ตัวอย่างเช่น ชนิตา ยอดสาลี และ กาญจนา บุญส่ง (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในโรงเรียนที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน จำนวน 353 คน โดยใช้แบบสอบถามที่มีมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าปัจจัยด้านครูผู้สอนมีอิทธิพลมากที่สุด รองลงมาคือปัจจัยด้านนักเรียน และสุดท้ายคือปัจจัยด้านผู้บริหาร (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเมื่อจำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือสุขศึกษาและพลศึกษา และต่ำสุดคือกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (3) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนแสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านครูผู้สอน ปัจจัยด้านนักเรียน และปัจจัยด้านผู้บริหารสามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ถึง 48.30%

ชลชาติ สร้อยทอง และ อุทัยวรรณ สายพัฒนา (2562) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมคงคา กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 170 คน โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.97 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา การวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยด้านบุคคล เช่น เจตคติต่อการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความรับผิดชอบ และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในโรงเรียน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อนและนักเรียนกับครู มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับสูง ส่วนปัจจัยด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับปานกลาง (2) เจตคติต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความรับผิดชอบ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.454 และ (3) การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบ

ขั้นตอนแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และด้านเจตคติต่อการเรียน เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.567 และ 0.316 ตามลำดับ

ปฏิพัทธ์ ปุณยานนท์ และ วงกต ศรีอุไร (2561) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยใช้ข้อมูลจากทะเบียนนักศึกษาในช่วงปีการศึกษา 2553-2556 ซึ่งประกอบด้วยผลการเรียนรายวิชาศึกษาทั่วไป ผลการเรียนรายวิชาเฉพาะ และจังหวัดของสถาบันการศึกษา ก่อนเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ อัลกอริทึม Apriori ผ่านโปรแกรม Weka ผลการศึกษาพบว่า กฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความเชื่อมั่นของกฎมากกว่า 90% ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์ เช่น นักศึกษาที่ได้รับเกรด F ในวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ หรือองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ มีแนวโน้มสูงที่จะออกกลางคัน ในขณะที่นักศึกษาที่ได้รับเกรด B+ หรือสูงกว่าในวิชาการสร้างและออกแบบเว็บ หรือวิชาฐานข้อมูล มีแนวโน้มต่ำที่จะออกกลางคัน ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์สามารถใช้เป็นแนวทางให้หลักสูตรพัฒนาแผนช่วยเหลือนักศึกษาที่มีความเสี่ยง เช่น การจัดกิจกรรมเสริมทักษะ การแนะแนวทางการเรียนเพิ่มเติม และการปรับโครงสร้างหลักสูตร เพื่อช่วยลดอัตราการออกกลางคันและเพิ่มโอกาสสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาในอนาคต

เสกสรรค์ และคณะ (2558) ได้ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยสร้างคลังข้อมูลนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 525 รายการ ซึ่งประกอบด้วย 16 คุณลักษณะสำคัญ จากนั้นใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) ได้แก่ Correlation-based Feature Selection (CFS) และ Information Gain (IG) เพื่อลดจำนวนตัวแปรและเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีผลต่อผลการเรียนมากที่สุด และเปรียบเทียบแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน (MLP) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ผ่านการทดสอบแบบ 10-fold Cross Validation ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่ใช้ CFS ร่วมกับ MLP มีค่าความถูกต้องสูงสุดที่ 94.48% และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่ 0.1880

วิธีการดำเนินการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลของนักเรียนจากโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 1 ผ่านระบบสารสนเทศของโรงเรียน โดยได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการสถานศึกษา ก่อนดำเนินการ ทั้งนี้จะไม่มีรวบรวมข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนของนักเรียนได้ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รวมทั้งสิ้น 680 รายการ

การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

กระบวนการเตรียมข้อมูลเริ่มจากการทำความสะอาดข้อมูล โดยลบแถวที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์หรือผิดพลาดออก เพื่อคงไว้เฉพาะข้อมูลที่ครบถ้วนและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ และคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2568

จำเป็นเพื่อลดความซับซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเหมืองข้อมูล จากนั้นจึงทำการแปลงค่าข้อมูลเชิงตัวเลข (Numeric) ให้อยู่ในรูปแบบหมวดหมู่ (Nominal) โดยกำหนดช่วงของค่าในแต่ละคอลัมน์ที่เป็นตัวเลข

ตารางที่ 1 ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์

คอลัมน์	ค่าที่เป็นไปได้	จำนวนรายการ
Sex	Sex_Female	298
	Sex_Male	265
BMI (ดัชนีมวลกาย)	BMI_Overweight	148
	BMI_HealthyWeight	364
	BMI_Underweight	51
Religion	Religion_Buddhist	337
	Religion_Muslim	225
	Religion_Christian	1
ParentStatus	ParentStatus_StayTogether	412
	ParentStatus_NotStayTogether	151
Siblings	Siblings_=1	184
	Siblings_>1	379
ParentIncome	ParentIncome_High	55
	ParentIncome_Moderate	131
	ParentIncome_Low	377
District	District_NueaKlhong	219
	District_HuaiYung	114
	District_Klongkanan	59
	District_Pakasai	56
	District_KhokYang	29
	District_Other	27
	District_Talingchan	18
	District_Klongkamao	17
	District_KhaoPhanom	15
	District_Other	9
ParentOccupation	ParentOccupation_Laborer	306
	ParentOccupation_Farmer	96
	ParentOccupation_BusinessOwner	74
	ParentOccupation_GovOfficer	46
	ParentOccupation_Other	26
	ParentOccupation_Jobless	15
PFAR (สมรรถนะทางกาย)	PFAR_Good	194
	PFAR_Moderate	282

	PFAR_Low	87
GPA	GPA_High	144
	GPA_Medium	294
	GPA_Low	125

เพื่อให้สอดคล้องกับการค้นหากฎความสัมพันธ์ในข้อมูล กระบวนการเตรียมข้อมูลนี้ทำให้เหลือข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์จำนวน 10 คอลัมน์ 563 รายการ รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 1

การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ (Association Rule Mining)

ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมภาษา Python บน Google Colab และใช้ไลบรารี MLxtend (Raschka, 2018) ในการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ โดยมีการหากรู่มข้อมูลที่เกิดร่วมกันบ่อย (Frequent Itemsets) ด้วยอัลกอริทึม Apriori จากนั้นจึงสร้างกฎความสัมพันธ์ (Association Rules) จากกลุ่มข้อมูลที่เกิดร่วมกันบ่อยที่ได้มาเพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

กฎความสัมพันธ์จะอยู่ในรูป $LHS \Rightarrow RHS$ โดยที่ LHS (Left-Hand Side) หรือ Antecedent คือ กลุ่มรายการ (Itemsets) หรือปัจจัยที่เป็นเงื่อนไข ส่วน RHS (Right-Hand Side) หรือ Consequent คือ กลุ่มรายการที่เป็นผลลัพธ์ที่คาดการณ์ได้จาก LHS ความหมายของกฎ $LHS \Rightarrow RHS$ คือ หากเกิด LHS แล้ว มีแนวโน้มที่จะเกิด RHS ตามมา ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ตัวชี้วัด 5 ตัว ในการประเมินความแข็งแกร่งและความน่าเชื่อถือของกฎความสัมพันธ์ ได้แก่ ค่า Support, Confidence, Lift, Leverage และ Conviction โดยแต่ละตัวมีความหมายและการคำนวณดังนี้

1. *ค่า Support*: เป็นตัววัดความถี่ของกฎในชุดข้อมูลทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 หากมีค่าสูงหมายความว่ากฎนั้นเกิดขึ้นบ่อยในชุดข้อมูล ค่า Support คำนวณจาก $Support(LHS \Rightarrow RHS) = |T(LHS \cap RHS)| / |T|$ โดยที่ $|T(LHS \cap RHS)|$ คือจำนวนแถวข้อมูล (ธุรกรรม) ที่มีทั้ง LHS และ RHS และ $|T|$ คือจำนวนแถวข้อมูลทั้งหมด
2. *ค่า Confidence*: เป็นตัววัดความแม่นยำของกฎ โดยบอกว่าเมื่อ LHS ปรากฏแล้ว RHS มีแนวโน้มที่จะเกิดตามมามากน้อยเพียงใด ค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 หากมีค่าสูงหมายความว่ากฎมีความน่าเชื่อถือสูงและ RHS มีแนวโน้มเกิดขึ้นเมื่อ LHS ปรากฏ หากมีค่าต่ำหมายความว่าถึงแม้ LHS เกิดขึ้น RHS ก็อาจไม่เกิดตามเสมอ คำนวณจาก $Confidence(LHS \Rightarrow RHS) = Support(LHS \cap RHS) / Support(LHS)$
3. *ค่า Lift*: เป็นตัวชี้วัดหลักในการพิจารณาว่ากฎความสัมพันธ์มีความน่าสนใจมากเพียงใด ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่าง LHS และ RHS ว่าแข็งแกร่งกว่าความน่าจะเป็นอิสระหรือไม่ หากค่าสูงกว่า 1 หมายความว่า LHS และ RHS มีแนวโน้มเกิดร่วมกันมากกว่าที่คาดจากความน่าจะเป็นอิสระ หากค่าเท่ากับหนึ่งหมายความว่า LHS และ RHS เป็นอิสระต่อกัน และหากค่าต่ำกว่า 1 หมายความว่าความสัมพันธ์ระหว่าง LHS และ RHS อาจเกิดขึ้นโดยบังเอิญ คำนวณจาก $Lift(LHS \Rightarrow RHS) = Confidence(LHS \Rightarrow RHS) / Support(RHS)$

4. ค่า *Leverage*: เป็นตัววัดที่บอกว่าความถี่ที่ LHS กับ RHS ปรากฏพร้อมกันจริงต่างจากความถี่ที่คาดว่าจะเกิดถ้าทั้งสองเป็นอิสระต่อกันเท่าใด หากมีค่าเป็นบวกหมายความว่าทั้งสองรายการ (LHS, RHS) มักปรากฏพร้อมกันมากกว่าที่คาดจากการสุ่มอิสระ หากมีค่าติดลบหมายความว่าปรากฏร่วมกันนั้นอาจเป็นไปได้โดยบังเอิญ ค่า *Leverage* คำนวณจาก $\text{Leverage}(\text{LHS} \Rightarrow \text{RHS}) = \text{Support}(\text{LHS} \cap \text{RHS}) - (\text{Support}(\text{LHS}) \times \text{Support}(\text{RHS}))$
5. ค่า *Conviction*: ใช้เพื่อวัดความน่าเชื่อถือของกฎโดยเปรียบเทียบโอกาสที่ RHS จะเกิดขึ้นเมื่อมี LHS กับโอกาสที่ RHS จะเกิดขึ้นโดยไม่ขึ้นกับ LHS หาก *Conviction* มีค่ายิ่งมาก (มากกว่า 1 เป็นต้นไป) หมายความว่าโอกาสที่ LHS จะเกิดโดยที่ RHS ไม่ตามมามีน้อย ค่า *Conviction* คำนวณจาก $\text{Conviction}(\text{LHS} \Rightarrow \text{RHS}) = 1 - \text{Support}(\text{RHS}) / 1 - \text{Confidence}(\text{LHS} \Rightarrow \text{RHS})$

```
procedure:  association_rule_mining(grade, dataset)
input:      grade: A specific level of academic achievement under consideration
            dataset: A table containing all relevant data
output:     rules: A table of sorted association rules where the right-hand side (RHS) contains only the grade

# Step 1: Define minimum support and confidence thresholds
min_support := 0.1
min_confidence := 0.1

# Step 2: Find frequent itemsets using the Apriori algorithm
freq_itemsets := apriori(dataset, min_support)

# Step 3: Generate association rules from frequent itemsets
# Rules are returned as a table with lift, confidence, support, leverage, and conviction values
rules := generate_association_rules(freq_itemsets, min_confidence)

# Step 4: Filter rules to keep only those where RHS contains only 'grade'
rules := filter_rules_by_rhs(rules, grade)

# Step 5: Sort the rules based on multiple criteria (lift, confidence, support, leverage, conviction)
rules := sort_rules(rules, criteria_order=["lift", "confidence", "support", "leverage", "conviction"])

# Step 6: Return the sorted rules
return rules
```

ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์

ขั้นตอนวิธีที่ผู้วิจัยใช้ในการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์แสดงได้ดังภาพที่ 1 โดยรับข้อมูลเข้าสองตัว ได้แก่ (1) ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ ได้แก่ เกรดสูง (Grade_High) เกรดปานกลาง (Grade_Medium) หรือ เกรดต่ำ (Grade_Low) และ (2) ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เริ่มต้นผู้วิจัยกำหนดค่า Minimum Support และ Minimum Confidence ไว้ในระดับต่ำ (0.1) เพื่อให้สามารถดึงกฎความสัมพันธ์จำนวนมากมาก่อน แล้วค่อยพิจารณาความแข็งแกร่งและคัดกรองกฎเหล่านั้นในภายหลัง จากนั้นจึงใช้อัลกอริทึม Apriori เพื่อตรวจหากลุ่มข้อมูลที่เกิดร่วมกันบ่อยในชุดข้อมูลโดยใช้ค่า Minimum Support ที่กำหนด และทำการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules) โดยใช้ค่า Minimum Confidence ที่กำหนด เป็นเกณฑ์ตัดสิน เมื่อได้กฎความสัมพันธ์ทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยทำการกรอง (Filter) ให้เหลือเฉพาะกฎที่มี RHS เป็นระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการ และทำการเรียงลำดับกฎตามตัวชี้วัดต่าง ๆ (Multicriteria Sorting) โดยเรียงลำดับตามค่า Lift เป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเรียงตามค่า Confidence, Support, Leverage และ Conviction ตามลำดับ โดยทุกค่าจะเรียงลำดับจากมากไปน้อย ลำดับการจัดเรียงดังกล่าวช่วยให้ผู้วิจัยสามารถระบุและเลือกกฎที่มีความแข็งแกร่งมากที่สุดได้ ทั้งในแง่ของความสัมพันธ์เชิงสถิติ (Lift), ความแม่นยำ (Confidence), ความถี่ในการเกิดขึ้น (Support), ความแตกต่างจากความเป็นอิสระ (Leverage) และความน่าเชื่อถือในการทำนาย (Conviction) ซึ่งทำให้สามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ตามขั้นตอนที่แสดงในภาพที่ 1 โดยพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละระดับ ได้แก่ เกรดสูง (Grade_High) เกรดปานกลาง (Grade_Medium) และเกรดต่ำ (Grade_Low) ผลการวิเคราะห์พบว่ามีกฎความสัมพันธ์สำหรับเกรดสูง (กฎที่มี Grade_High อยู่ด้านขวามือ) จำนวน 26 กฎ กฎสำหรับเกรดปานกลางจำนวน 130 กฎ และกฎสำหรับเกรดต่ำจำนวน 17 กฎ

กฎความสัมพันธ์ของแต่ละระดับเกรดที่ได้มานั้น จะถูกเรียงลำดับตามความแข็งแกร่งและความน่าเชื่อถือ (รายละเอียดอยู่ในหัวข้อการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์) โดยกฎความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งที่สุด 10 อันดับแรกของเกรดสูง เกรดปานกลาง และเกรดต่ำ แสดงได้ดังตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ ซึ่งกฎที่อยู่ในลำดับต้นของตารางจะมีความแข็งแกร่งมากกว่ากฎที่อยู่ลำดับถัดไป ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์ในตารางที่ 2-4 ได้แก่

1. นักเรียนที่เป็นเพศหญิงและนับถือศาสนาพุทธ มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดสูง (แถวที่ 1 ตารางที่ 2)
2. นักเรียนที่มีสมรรถนะทางกายระดับปานกลาง (PFAR_Moderate) และเป็นเพศหญิง มีแนวโน้มที่จะมีเกรดสูง (แถวที่ 2 ตารางที่ 2)
3. นักเรียนที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ ครอบครัวอยู่ด้วยกัน และเป็นเพศหญิง มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดสูง (แถวที่ 3 ตารางที่ 2)
4. นักเรียนที่มีรายได้ครอบครัวต่ำและเป็นเพศหญิง มีแนวโน้มที่จะมีเกรดสูง (แถวที่ 5 ตารางที่ 2)

5. นักเรียนที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติและเป็นลูกคนเดียว (Siblings=1) มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดปานกลาง (แถวที่ 1 ตารางที่ 3)
6. นักเรียนที่มีพ่อแม่ประกอบอาชีพลูกจ้างทั่วไป (Laborer) และมีพี่น้องมากกว่า 1 คน มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดปานกลาง (แถวที่ 2 ตารางที่ 3)
7. นักเรียนเพศหญิงที่นับถือศาสนาอิสลาม มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดปานกลาง (แถวที่ 3 ตารางที่ 3)
8. นักเรียนที่มีรายได้ครอบครัวต่ำและเป็นลูกคนเดียว มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดปานกลาง (แถวที่ 5 ตารางที่ 3)
9. นักเรียนเพศชายที่มีพี่น้องมากกว่า 1 คน และพ่อแม่ยังอยู่ด้วยกัน มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดต่ำ (แถวที่ 1 ตารางที่ 4)
10. นักเรียนที่มีรายได้ครอบครัวต่ำและเป็นเพศชาย มีโอกาสสูงขึ้นไปจะมีเกรดต่ำ (แถวที่ 4 ตารางที่ 4)

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาในตารางที่ 2-4 จะพบว่าทุกกฎมีค่า Lift มากกว่า 1 มีค่า Conviction มากกว่า 1 และมีค่า Leverage มากกว่า 0 ซึ่งบ่งชี้ว่ากฎเหล่านี้แข็งแกร่งและน่าเชื่อถือ (กฎที่อยู่ในลำดับต่ำกว่านี้จะมีค่า Lift, Conviction และ Leverage ที่ต่ำกว่านี้และอาจไม่น่าเชื่อถือ) ทั้งนี้ทุกกฎในตารางที่ 2-4 มีค่า Confidence และ Support มากกว่า 0.1 ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในภาพที่ 1

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 2-4 เพิ่มเติมโดยการนับความถี่การเกิดของปัจจัย พบว่าในตารางที่ 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับเกรดสูง ได้แก่ เพศหญิง (ปรากฏใน 8 กฎจาก 10 กฎ) นับถือศาสนาพุทธ (3 กฎ) พ่อแม่อยู่ด้วยกัน (3 กฎ) น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ (2 กฎ) รายได้ครอบครัวต่ำ (2 กฎ) ในตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับเกรดปานกลาง ได้แก่ เป็นลูกคนเดียว (5 กฎ) พ่อแม่ประกอบอาชีพลูกจ้างทั่วไป (5 กฎ) เพศหญิง (4 กฎ) รายได้ครอบครัวต่ำ (3 กฎ) พ่อแม่อยู่ด้วยกัน (2 กฎ) และในตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับเกรดต่ำ ได้แก่ เพศชาย (6 กฎ) มีพี่น้องมากกว่า 1 คน (5 กฎ) พ่อแม่อยู่ด้วยกัน (4 กฎ) รายได้ครอบครัวต่ำ (3 กฎ) จากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เพศหญิงที่นับถือศาสนาพุทธมีแนวโน้มที่จะมีเกรดสูง
2. เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะมีเกรดสูงหรือปานกลาง มากกว่าเพศชาย
3. สุขภาพที่ดี (BMI ปกติ) อาจช่วยให้มีเกรดสูง
4. พ่อแม่ประกอบอาชีพลูกจ้างทั่วไปมีแนวโน้มไปทางเกรดปานกลาง
5. นักเรียนที่เป็นลูกคนเดียวมีแนวโน้มไปทางเกรดปานกลาง
6. รายได้ครอบครัวต่ำพบได้บ่อยในกฎที่เกี่ยวข้องกับเกรดต่ำและปานกลาง มากกว่าสูง
7. เพศชาย โดยเฉพาะผู้ที่มีพี่น้องมากกว่า 1 คน มีแนวโน้มที่จะมีเกรดต่ำ
8. พ่อแม่อยู่ด้วยกันไม่เป็นตัวชี้วัดที่ชัดเจนต่อเกรด

ตารางที่ 2 กฎความสัมพันธ์สำหรับเกรดสูง

Rule	Lift	Confidence	Support	Leverage	Conviction
{'Sex_Female', 'Religion_Buddhist'} \Rightarrow {GPA_High}	1.56	0.40	0.13	0.05	1.24
{'PFAR_Moderate', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_High}	1.54	0.39	0.10	0.04	1.23
{'BMI_HealthyWeight', 'ParentStatus_StayTogether', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_High}	1.47	0.38	0.10	0.03	1.19
{'BMI_HealthyWeight', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_High}	1.42	0.36	0.13	0.04	1.17
{'Sex_Female', 'ParentIncome_Low'} \Rightarrow {GPA_High}	1.40	0.36	0.13	0.04	1.16
{'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_High}	1.39	0.36	0.19	0.05	1.16
{'Siblings_>1', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_High}	1.38	0.35	0.13	0.04	1.15
{'ParentStatus_StayTogether', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_High}	1.36	0.35	0.14	0.04	1.14
{'ParentStatus_StayTogether', 'Religion_Buddhist'} \Rightarrow {GPA_High}	1.12	0.29	0.12	0.01	1.04
{'ParentIncome_Low', 'Religion_Buddhist'} \Rightarrow {GPA_High}	1.12	0.29	0.11	0.01	1.04

ตารางที่ 3 กฎความสัมพันธ์สำหรับเกรดปานกลาง

Rule	Lift	Confidence	Support	Leverage	Conviction
{'BMI_HealthyWeight', 'Siblings_=1'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.24	0.65	0.13	0.03	1.35
{'ParentOccupation_Laborer', 'Siblings_=1'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.22	0.64	0.12	0.02	1.32
{'Religion_Muslim', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.18	0.62	0.13	0.02	1.24
{'ParentOccupation_Laborer', 'Sex_Female', 'ParentIncome_Low'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.16	0.61	0.11	0.02	1.21
{'ParentIncome_Low', 'Siblings_=1'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.16	0.60	0.13	0.02	1.21
{'ParentStatus_StayTogether', 'Siblings_=1'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.14	0.60	0.12	0.01	1.18
{'ParentOccupation_Laborer', 'Sex_Female'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.13	0.59	0.17	0.02	1.16
{'ParentOccupation_Laborer', 'Sex_Female', 'ParentStatus_StayTogether'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.13	0.59	0.13	0.01	1.17
{'Siblings_=1'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.11	0.58	0.19	0.02	1.14
{'ParentOccupation_Laborer', 'ParentIncome_Low', 'Religion_Buddhist'} \Rightarrow {GPA_Medium}	1.11	0.58	0.11	0.01	1.13

ตารางที่ 4 กฎความสัมพันธ์สำหรับเกรดต่ำ

Rule	Lift	Confidence	Support	Leverage	Conviction
{'Siblings_>1', 'ParentStatus_StayTogether', 'Sex_Male'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.86	0.41	0.10	0.05	1.33
{'Siblings_>1', 'Sex_Male'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.80	0.40	0.12	0.06	1.30
{'BMI_HealthyWeight', 'Sex_Male'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.65	0.37	0.10	0.04	1.23
{'ParentIncome_Low', 'Sex_Male'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.64	0.36	0.12	0.04	1.22
{'Sex_Male'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.61	0.36	0.17	0.06	1.21
{'ParentStatus_StayTogether', 'Sex_Male'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.59	0.35	0.12	0.04	1.20
{'Siblings_>1', 'ParentIncome_Low'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.21	0.27	0.12	0.02	1.06
{'Siblings_>1', 'ParentStatus_StayTogether'} \Rightarrow {GPA_Low}	1.16	0.26	0.14	0.02	1.05

{‘Siblings_>1’} ⇒ {GPA_Low}	1.11	0.25	0.17	0.02	1.03
{‘ParentStatus_StayTogether’, ‘ParentIncome_Low’} ⇒ {GPA_Low}	1.07	0.24	0.11	0.01	1.02

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยพบว่างานวิจัยนี้สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีแนวโน้มส่งผลต่อเกรดของนักเรียน การวิเคราะห์พบว่าปัจจัยบางอย่าง เช่น เพศ สุขภาพ รายได้ครอบครัว และโครงสร้างครอบครัว มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับผลการเรียนของนักเรียน ตัวอย่างเช่น

- นักเรียนที่เป็นเพศหญิงและนับถือศาสนาพุทธมีแนวโน้มที่จะได้เกรดสูงมากกว่า ซึ่งอาจสะท้อนถึงปัจจัยทางสังคม วัฒนธรรม หรือพัฒนาการที่เร็วกว่าเพศชายในช่วงวัยเดียวกัน ในขณะที่เพศชายโดยเฉพาะผู้ที่มีพี่น้องมากกว่า 1 คน มีแนวโน้มที่จะมีเกรดต่ำมากกว่า ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านความรับผิดชอบในครอบครัวและภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นของครอบครัว
- รายได้ของครอบครัวมีความสัมพันธ์กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนจากครอบครัวที่มีรายได้ต่ำมักมีแนวโน้มที่จะอยู่ในกลุ่มเกรดปานกลางหรือต่ำมากกว่า อย่างไรก็ตาม นักเรียนบางกลุ่มที่มาจากรอบครัวที่มีรายได้ต่ำแต่เป็นเพศหญิงยังสามารถทำผลการเรียนได้ดี ซึ่งอาจเป็นเพราะความขยันและความมุ่งมั่นของนักเรียนกลุ่มนี้ที่ลดข้อจำกัดด้านเศรษฐกิจของครอบครัว
- นักเรียนที่มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มน้ำหนักต่ำหรือเกินมาตรฐาน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสุขภาพที่ดีขึ้นส่งผลต่อสมาธิและประสิทธิภาพในการเรียนรู้
- นักเรียนที่พ่อแม่ประกอบอาชีพลูกจ้างทั่วไปมีแนวโน้มที่จะอยู่ในกลุ่มเกรดปานกลาง สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของสถานะทางเศรษฐกิจและรูปแบบการใช้ชีวิตของครอบครัว
- ครอบครัวที่พ่อแม่อยู่ด้วยกันอาจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในบางกรณี แต่ปัจจัยนี้ไม่ได้เป็นตัวชี้วัดที่ชัดเจนต่อระดับเกรดของนักเรียน ซึ่งหมายความว่าปัจจัยอื่น ๆ เช่น การเลี้ยงดู การสนับสนุนด้านการศึกษา และบรรยากาศภายในครอบครัว อาจมีบทบาทที่สำคัญมากกว่าการอยู่ร่วมกันของพ่อแม่เพียงอย่างเดียว

แม้ว่างานวิจัยนี้สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ แต่ยังมีแนวทางในการพัฒนาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นได้อีกในอนาคต เช่น การเพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องและการเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อให้ได้มุมมองที่ครอบคลุมและลดความผิดพลาดจากการใช้ข้อมูลขนาดเล็ก รวมทั้งการใช้วิธีการวิเคราะห์รูปแบบอื่น ๆ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อเสริมความแม่นยำและเพิ่มความสามารถในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 1 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์เพื่อค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยพื้นฐานของนักเรียนกับระดับผลการเรียน โดยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 จากระบบสารสนเทศของโรงเรียน และทำการเตรียมข้อมูลโดยลบค่าที่ไม่สมบูรณ์ คัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่จำเป็น และแปลงค่าข้อมูลเชิงตัวเลขให้อยู่ในรูปแบบหมวดหมู่เพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ด้วยกฎความสัมพันธ์ จากนั้นจึงเขียนโปรแกรมภาษา Python และใช้ไลบรารี MLxtend ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยพิจารณาตัวชี้วัด 5 ตัว ได้แก่ Lift, Confidence, Support, Leverage และ Conviction เพื่อประเมินความแข็งแกร่งและความน่าเชื่อถือของกฎที่ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับผลการเรียน ได้แก่ เพศ สุขภาพ รายได้ครอบครัว และโครงสร้างครอบครัว โดยสรุปพบว่านักเรียนเพศหญิงมีแนวโน้มที่จะมีเกรดสูงมากกว่าเพศชาย และนักเรียนที่มีสมรรถนะทางกายดีและมีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติมีโอกาสที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ในขณะที่นักเรียนเพศชายที่มีพี่น้องมากกว่า 1 คน และมาจากครอบครัวที่มีรายได้ต่ำมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กฎความสัมพันธ์ที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายด้านการศึกษาและมาตรการสนับสนุนที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

เอกสารอ้างอิง

- ชนิดา ยอดสาลี และ กาญจนา บุญสง. 2559. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในโรงเรียนที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 2. วารสาร Veridian E-Journal มหาวิทยาลัยศิลปากร. 9(1): 1208–1223.
- ชลชาติ สร้อยทอง และ อุทัยวรรณ สายพัฒนา. 2562. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมคงคา. น. 1235-1244. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาตินานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ.
- ปฏิพัทธ์ ปุณยานนท์ และ วงกต ศรีอุไร. 2561. การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา. 1(2): 123-133.
- เสกสรรค์ วิสัยลักษณ์, วิภา เจริญภักดิ์, และ ดวงดาว วชิรากุล. 2558. การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา. วารสาร Veridian E-Journal Science and Technology มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2(2): 1-17.
- Raschka, S. (2018). MLxtend: Providing machine learning and data science utilities and extensions to Python's scientific computing stack. The Journal of Open Source Software. 3(24): 638. <https://doi.org/10.21105/joss.00638>