

การศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อทำนายความเครียดหลังการระบาดของ COVID-19 ของนักศึกษาหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย

Studying the effectiveness of a model for predicting post COVID-19 stress among university students upon returning to campus

กัลยรัตน์ ทรัพย์วิบูลพงษ์¹, พีรติภัทร ละม้ายแก้ว¹, พีระพัฒน์ วิศิษฐ์ศรี¹ และ สุพาพร บรรดาศักดิ์^{1*}
Kanyarath Subviboonpong¹, Peetiphat Lamaikaew¹, Peerapat Visithsri¹ and Supaporn Bundasak^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

¹Faculty of Science at Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus

*Corresponding author email: supaporn.band@ku.th

วันที่รับบทความ (Received)

6 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

10 สิงหาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

11 สิงหาคม 2566

บทคัดย่อ

เนื่องจากสถานการณ์ COVID-19 ที่ผ่านมานักศึกษาจึงต้องเรียนออนไลน์ตลอด 2 ปีที่ผ่านมา ทำให้ต้องปรับการเรียนและการสอบจากปกติที่ต้องเรียนในชั้นเรียน ปรับเปลี่ยนมาเรียนในรูปแบบออนไลน์ ทำให้ไม่ได้พบปะเพื่อนและอาจารย์ การกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยทำให้ปรับตัวไม่ทันและคุ้นชินกับการเรียนออนไลน์ไปแล้ว จึงทำให้เกิดความเครียดโดยประเมินจากแบบสอบถามจากกรมสุขภาพจิต ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความเครียดของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ มีทั้งหมด 3 โมเดล คือ Decision Tree, Naïve Bayes, K-Nearest Neighbor Algorithm ผลจากการใช้โมเดลทั้ง 3 ในการทำนายความเครียดพบว่า Naïve Bayes สามารถทำนายความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษามีความถูกต้องสูงสุด โดยมีค่าประสิทธิภาพของโมเดลที่ 80%

จากผลการศึกษานี้ สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องให้การสนับสนุนและทรัพยากรสำหรับนักศึกษาที่อาจประสบความเครียดและวิกฤติที่เกี่ยวข้องกับการระบาด COVID-19 และการเรียนออนไลน์ ซึ่งสามารถรวมถึงบริการสุขภาพจิต การปรึกษาเรื่องวิชาการ และตัวเลือกการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นได้

นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสำรวจประสิทธิภาพของกิจกรรมและกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อลดความเครียดและส่งเสริมสุขภาพนักศึกษาในช่วงวิกฤติและการขัดขวาง ซึ่งสามารถรวมถึงกิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติตัวอย่างตั้งใจ การฝึกสมาธิ การบำบัดด้วยพฤติกรรมและโปรแกรมสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น

คำสำคัญ : โควิด-19, ความเครียด, เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ, เทคนิคเบย์เขียนแบบง่าย, เพื่อนบ้าน

Abstract

Considering the COVID-19 pandemic, students have been engaged in remote learning for the past two years. This has resulted in changes in the way they learn and take exams. They have had to adapt to learning online, which has led to a lack of social interaction with peers and professors, causing elevated stress levels. Based on a survey by the Department of Mental Health, data analysis was conducted to determine the stress levels of students enrolled at Kasetsart University, Sriracha Campus using data mining techniques. Three models were used, including Decision Tree, Naïve Bayes, and K-Nearest Neighbor Algorithm. The results showed that Naïve Bayes had the highest accuracy in predicting stress levels among students after returning to university with a model efficiency of 80%. The findings of this research underline the importance for universities to provide support and resources for students who may be experiencing stress and anxiety related to the COVID-19 pandemic and remote learning. These services could include mental health services, academic guidance, and adaptable learning choices. Additionally, further research could be conducted to explore the effectiveness of different interventions and strategies for reducing stress levels and promoting well-being among university students during times of crisis and upheaval. This could include mindfulness-based practices, cognitive-behavioral therapy, and peer support initiatives.

Keywords : COVID-19, stress, decision tree, naïve bayes, K-Nearest Neighbor

บทนำ

ก่อนจะเกิดโรคระบาด Covid-19 นักศึกษามีภาวะความเครียดในเรื่องของการเรียนและความกดดันในการสอบวัดผลคะแนนในแต่ละรายวิชาหรือการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย การเข้าสังคมและการคบเพื่อน ความเครียดคือภาวะที่คนเรารู้สึกกดดัน, ไม่สบายใจ หรือเป็นภาวะหนึ่งที่เกิดปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อสิ่งที่เกิดจากสิ่งที่ยากจนทำให้วิตกกังวลคิดมาก โดยความเครียดอาจแสดงออกไม่เหมือนกัน การแสดงออกของอาการในแต่ละบุคคล แต่เป็นสิ่งที่กระตุ้นหรือคุกคามต่อร่างกายและจิตใจทำให้เกิดความไม่สบายใจได้ จึงเป็นเหตุให้เกิดการแสดงพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ในที่สุด แต่ถ้าเป็นความเครียดที่อยู่ในระดับพอดีจะเป็นพลังกระตุ้นให้มีความกระตือรือร้น หรือผลักดันให้สามารถแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ [1], [2]

ปัจจุบันการวัดระดับความเครียดมีหลายวิธี อาทิเช่น การปรึกษาแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญและการเข้ารักษา ซึ่งการรักษาขึ้นอยู่กับระดับความเครียดว่ามีมากน้อยแค่ไหน ถึงจะรู้วิธีการรักษาที่ถูกต้อง แต่คนส่วนใหญ่จะไม่ค่อยเข้ารับการรักษา เพราะคิดว่าความเครียดไม่ได้เป็นอันตรายขนาดนั้น และบางคนไม่ทราบว่าตนเองนั้นมีภาวะความเครียดอยู่ในระดับไหน ดังนั้นกรมสุขภาพจิตได้จัดทำแบบประเมินความเครียดขึ้น เพื่อให้สามารถวัดระดับความเครียดได้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้มีการอ้างอิงแบบประเมินความเครียดของกรมสุขภาพจิตมาเป็นคำถามในการเก็บข้อมูล มีเกณฑ์การวัดอยู่ 3 ระดับ คือ เครียดน้อย เครียดปานกลาง และเครียดมากที่สุด ซึ่งแต่ละระดับความเครียดมีวิธีการรักษาหรือคำแนะนำที่เหมาะสมแตกต่างกันออกไป [3]

ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมา การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา โดยมีการนำปัจจัยที่จะส่งผลต่อความเครียดมาวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย [4]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย
2. เพื่อมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล Decision Tree, Naïve bayes K-Nearest และ Neighbor Algorithm ในการทำนายความเครียดของนักศึกษาปริญญาตรีหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย

วิธีการวิจัยหรือระเบียบวิธีวิจัย

โดยรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ระดับปริญญาตรี ทุกชั้นปี ทั้งหมด 5 คณะ โดยใช้ข้อมูลในการทำวิเคราะห์จำนวน 307 ชุด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Weka 3.9.5 เพื่อวิเคราะห์ความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาและสรุปผลการทำเหมืองข้อมูล โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกโมเดล 3 โมเดลซึ่งเป็นที่นิยมในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบเดียวกับงานวิจัย ได้แก่ โมเดล Decision Tree, Naïve bayes K-Nearest และ Neighbor Algorithm ในการทำนายความเครียดของนักศึกษาปริญญาตรีหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย เนื่องจากเรื่องความเครียดนั้นเป็นเรื่องเฉพาะ เป็นเหตุการณ์เฉพาะ จึงควรใช้เครื่องมือหรือหาสาเหตุปัจจัยเฉพาะที่เหมาะสมจึงจะวิเคราะห์ความเครียดได้อย่างเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

1. ความหมายของความเครียด

เป็นภาวะอารมณ์หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องพบเจอกับปัญหาต่าง ๆ ทำให้รู้สึกถูกกดดัน ไม่สบายใจ ว้าวุ่นใจ กลัว วิตกกังวลตลอด เมื่อบุคคลรับรู้และประเมินปัญหาเหล่านั้นว่าเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อจิตใจ หรืออาจทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย และส่งผลเสียต่อร่างกายและจิตใจ [5] [6]

2. สาเหตุของความเครียด

สาเหตุของความเครียดมีอยู่มากมายหลายประการ แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ว่าตัวบุคคลจะได้รับผลกระทบมากน้อยแค่ไหน ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดในตัวบุคคล จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงสาเหตุของความเครียดไว้ดังนี้ [7], [8]

2.1 สาเหตุจากตัวบุคคล เป็นสาเหตุที่สัมพันธ์กับชีวิตบุคคล ได้แก่ โครงสร้างบุคลิกภาพ ประสบการณ์ชีวิต สุขภาพและอื่น ๆ เป็นต้น

2.2 สาเหตุจากความสัมพันธ์ เป็นสาเหตุที่เกิดจากการสังสรรค์กับคนอื่น ได้แก่ ครอบครัว เพื่อน บ้าน คู่สมรสและเพื่อน เป็นต้น

2.3 สาเหตุทางด้านจิตใจ ได้แก่ ความไม่สมหวัง กลัวสิ่งที่ไม่สำเร็จ กดดันตัวเอง หรือมีความวิตกกังวลล่วงหน้ากับสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น

2.4 สาเหตุจากสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น มลภาวะ ได้แก่ เสียงดังที่เกินไปจากเครื่องยนตบนถนน อากาศเสียจากท่อไอเสีย น้ำเสีย ฝุ่น ละออง การอยู่กันอย่างแออัด เป็นต้น

8. โปรแกรม WEKA 3.9.5

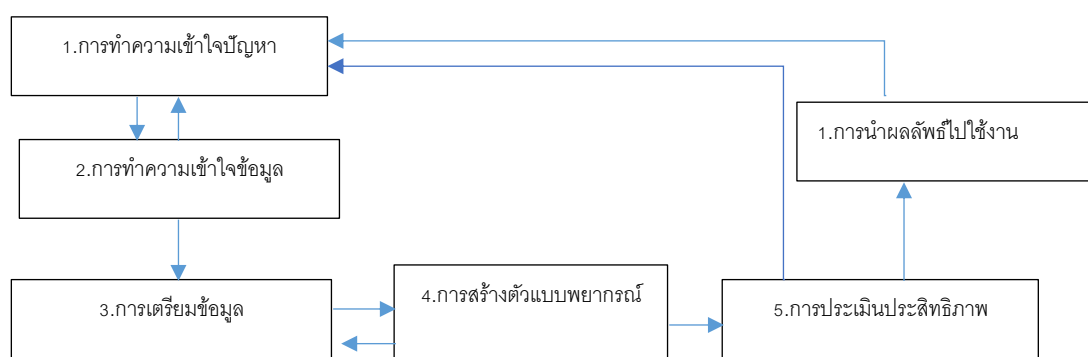
Weka ถูกพัฒนามาจากภาษาจาวาทั้งหมด ซึ่งเขียนมาโดยเน้นงานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง หรือ Machine Learning และการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) รวบรวมแนวคิดอัลกอริทึมมากมายซึ่งอัลกอริทึมสามารถเลือกใช้งานโดยตรงได้จาก 2 ทางคือ จากชุดข้อมูลที่มีอัลกอริทึมมาให้ หรือเลือกใช้จากอัลกอริทึมที่ได้เขียนโปรแกรมลงไปเป็นชุดเครื่องมือเพิ่มเติม

จากการศึกษาค้นคว้าเครื่องมือทฤษฎีที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ทำมาใช้ในการออกแบบวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อทำนายความเครียดหลังการระบาดของ COVID-19 ของนักศึกษาหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยดังรายงานในขั้นตอนการวิจัยต่าง ๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการทำงาน

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Data Mining



ภาพที่ 1: วิธีการดำเนินการโดยนำกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM มาประยุกต์ใช้

จากภาพ 1 วิธีการดำเนินงานในการสร้างโมเดลการทำนายความต้องการในการกลับไปเรียนที่มหาวิทยาลัยโดยนำกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM มาประยุกต์ใช้ดังนี้

1.2 การทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจในปัญหาด้านความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา งานวิจัยนี้จึงต้องการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยและต้องการสร้างตัวแบบพยากรณ์ความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เป็นสาเหตุ

1.3 การทำความเข้าใจข้อมูล มีการรวบรวมข้อมูลทำแบบสอบถามเพื่อดูว่ามีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุของความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา ข้อมูลจำนวน 307 แถวข้อมูล นำมาใช้จริง จำนวน 288 แถวข้อมูล โดยจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ, ชั้นปีที่ศึกษา, คณะ ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลพฤติกรรม ได้แก่ นอนไม่หลับหรือคิดมากกังวลใจ, ไม่อยากพบปะผู้คน, รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ, กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา, รู้สึกว่าตนเองไม่มีคุณค่า โดยคำถามที่เลือกมานั้นสามารถสังเกตพฤติกรรมได้ง่ายจากการใช้ชีวิตประจำวัน โดยคัดข้อคำถามจากแบบวัดระดับความเครียดของกรมสุขภาพจิตบางข้อที่มีผลต่องานวิจัยนี้ด้วยแบบวัดระดับความเครียดของกรมสุขภาพจิตเป็นข้อคำถามของผู้มีความเครียดและผู้ที่เป็นโรคซึมเศร้าจึงคัดแยกข้อคำถามเฉพาะแบ่งสำหรับผู้ที่เป็นโรคเครียดเท่านั้นเพื่อให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมายงานวิจัย

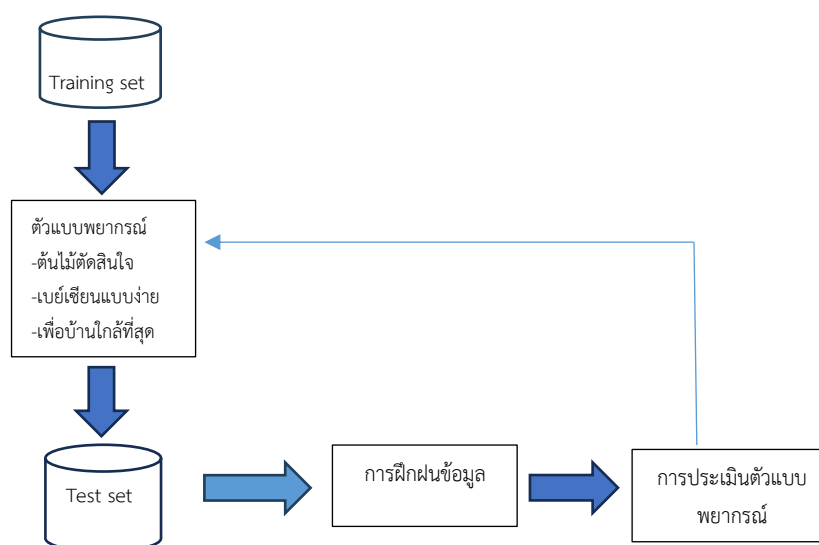
1.4 การเตรียมข้อมูล การจัดเตรียมข้อมูลที่ได้จากการ เก็บข้อมูลผ่าน Google Form ก่อนนำไป วิเคราะห์ ในโปรแกรม Weka 3.9.5

1.5 การแปลงข้อมูล จากข้อมูลที่ได้จาก Google form ซึ่งจะได้มาเป็นข้อมูลภาษาไทย ต้องทำการแปลง ข้อมูลให้เป็นภาษาอังกฤษเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่ Weka สามารถวิเคราะห์ได้และแปลงไฟล์ข้อมูล เป็นนามสกุล *.csv

1.6 การคำนวณหาคลาสคำตอบ คลาสคำตอบได้จากการคำนวณ โดยการทำการแปลงค่าคำตอบ ของแต่ละ ข้อคำถามจากตัวอักษรให้เป็นตัวเลขจากทั้งหมด 4 แอททริบิวต์ โดยแปลงค่าจาก แทบไม่มี (none) เป็น 0, เป็น บางครั้ง (sometime) เป็น 1, บ่อยครั้ง (often) เป็น 2 และ เป็นประจำ (regularly) เป็น 3 โดยวิธีการคำนวณอ้างอิง จากภาวะความเครียดในช่วงวิกฤตโควิด-19 ซึ่งได้จากการทำแบบประเมินความเครียดตามแบบวัดระดับความเครียด ของกรมสุขภาพจิตได้กำหนดคะแนนแต่ละข้อคำถามไว้และปรับเกณฑ์เพื่อแบ่งกลุ่มใช้ในการวิเคราะห์โดย กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน จะได้ผลลัพธ์จากการคำนวณดังนี้ คะแนนต่ำกว่า 4 คือ เครียดน้อย (Less stressed), คะแนน 5-7 คือ เครียดปานกลาง (Moderate stressed) และคะแนนมากกว่า 8 ขึ้น ไปคือ เครียดมาก (Very stressful)

1.7 คัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออก นำ 9 แอททริบิวต์ไปใส่ในโปรแกรม ได้แก่ เพศ คณะ รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ เพราะใช้ต้นไม้ตัดสินใจแล้วไม่เกิดผลจึงตัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออกไป ข้อมูลที่นำไปใช้คือ นอนไม่หลับเพราะคิดมาก หรือกังวลใจ ไม่อยากพบปะผู้คน รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลาและทำการ cleaning data โดยกำจัดค่าที่เป็น outlier หรือกำจัดข้อมูลที่มีค่าว่าง กำจัดคำถามออกเนื่องจากไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

2. การสร้างตัวแบบพยากรณ์



ภาพที่ 2: แสดงกระบวนการสร้างตัวแบบพยากรณ์

จากภาพที่ 2 เป็นรูปที่แสดงกระบวนการในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยจะใช้โปรแกรม Weka และทำการ cleaning data โดยกำจัดค่าที่เป็น outlier หรือกำจัดข้อมูลที่มีค่าว่าง กำจัดคำถามออกเนื่องจากไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ โดยข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลฝึกฝน (Training Data) จำนวน 288 แถวข้อมูล และข้อมูล

ทดสอบ (Test Data) จำนวน 20 แถวข้อมูล โดยตัวแบบพยากรณ์ ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ ใช้อัลกอริทึมชนิด J48, เบย์เขียนแบบง่าย และเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดใช้อัลกอริทึมชนิด IBk [13]

3. การประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินตัววัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ในรายงานฉบับนี้ ประกอบด้วย ค่าความถูกต้อง, ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย, ค่า Root mean squared error

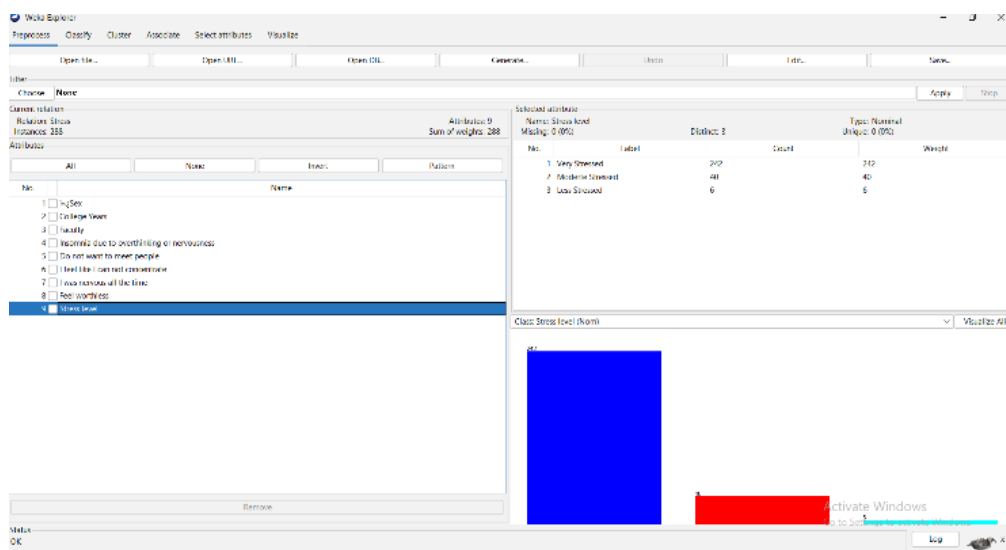
4. การนำผลลัพธ์ไปใช้งาน

ใช้ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาความเครียดหลังจากนักศึกษากลับมาเรียน

เก็บข้อมูลโดยใช้ Google Form เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยการเก็บมีทั้งหมด 8 แอททริบิวต์ดังนี้ 1. เพศ 2. ชั้นปีที่กำลังศึกษา 3. คณะ 4. นอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ 5. ไม่อยากพบปะผู้คน 6. รู้สึกว่าตัวเองไม่มีสมาธิ 7. กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา 8. รู้สึกว่าตัวเองไม่มีคุณค่า จำนวนทั้งหมด 307 คน โดยนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บมาใช้กับเครื่องมือ Weka



ภาพที่ 3: นำข้อมูลเข้า weka

โดยจะใช้ตัวแบบพยากรณ์ทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ ใช้อัลกอริทึมชนิด J48, เบย์เขียนแบบง่าย ใช้ อัลกอริทึม Naïve bayes และเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ใช้อัลกอริทึมชนิด IBk

2. ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree J48)

ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 288 แถว โดยเลือกใช้เป็น Cross-validation Folds 10

ภาพที่ 4: การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ



ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ ตอบ บ่อยครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

4. IF Do not want to meet people = “none” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “none” THEN Stressed = “Less Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

5. IF Do not want to meet people = “none” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

6. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

7. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “often” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บ่อยครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บ่อยครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

8. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บ่อยครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

9. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “sometimes” AND College Years = “<=2” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นบางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นบางครั้ง และปีที่กำลังศึกษา น้อยกว่าหรือเท่ากับปี 2 ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

10. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “sometimes” AND College Years = “>2” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นบางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นบางครั้ง และปีที่กำลังศึกษา มากกว่าปี 2 ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

11. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “none” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นบางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

12. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “none” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

13. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “sometimes” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** บางครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

14. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “often” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** บ่อยครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

15. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

16. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “none” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

17. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

18. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “sometimes” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

19. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “none” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน ตอบ บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ ตอบ บางครั้ง และ ภาระงานกระวายอยู่ตลอดเวลา ตอบ บางครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

20. IF Do not want to meet people = “regularly THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน ตอบ เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

3. เบย์เซียนแบบง่าย (Naïve bayes)

ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 288 แถว โดยเลือกใช้เป็น Cross-validation Folds 10

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances      263          91.3194 %
Incorrectly Classified Instances    25           8.6806 %
Kappa statistic                    0.6245
Mean absolute error                 0.0785
Root mean squared error             0.2007
Relative absolute error             42.2297 %
Root relative squared error        66.3545 %
Total Number of Instances          288

=== Detailed Accuracy By Class ===

                TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                0.996    0.413    0.927      0.996    0.960      0.721    0.981     0.997     Very Stressed
                0.450    0.008    0.900      0.450    0.600      0.601    0.953     0.790     Moderte Stressed
                0.667    0.014    0.500      0.667    0.571      0.567    0.970     0.736     Less Stressed
Weighted Avg.   0.913    0.348    0.914      0.913    0.902      0.701    0.977     0.962

=== Confusion Matrix ===

  a   b   c   <-- classified as
241   0   1 |   a = Very Stressed
 19  18   3 |   b = Moderte Stressed
  0   2   4 |   c = Less Stressed

```

ภาพที่ 6: การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคเบย์เซียนอย่างง่าย

4. เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor Algorithm)

ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 288 แถว โดยเลือกใช้เป็น Cross-validation Folds 10 และกำหนดค่า K เป็น 27

5. ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances      257          89.2361 %
Incorrectly Classified Instances     31          10.7639 %
Kappa statistic                    0.5218
Mean absolute error                 0.0789
Root mean squared error             0.2546
Relative absolute error             42.4539 %
Root relative squared error        84.1845 %
Total Number of Instances          288

=== Detailed Accuracy By Class ===

                TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                0.983    0.522    0.908      0.983    0.944      0.590    0.775     0.917     Very Stressed
                0.375    0.024    0.714      0.375    0.492      0.467    0.730     0.487     Moderte Stressed
                0.667    0.004    0.800      0.667    0.727      0.725    0.797     0.542     Less Stressed
Weighted Avg.   0.892    0.442    0.879      0.892    0.877      0.576    0.769     0.849

=== Confusion Matrix ===

  a   b   c   <-- classified as
238   4   0 |   a = Very Stressed
 24  15   1 |   b = Moderte Stressed
  0   2   4 |   c = Less Stressed

```

ภาพที่ 7: การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

inst#	actual	predicted	error	prediction
1 1:?		1:Very Stressed		0.953
2 1:?		1:Very Stressed		0.953
3 1:?		3:Less Stressed		0.8
4 1:?		2:Moderte Stressed		1
5 1:?		1:Very Stressed		0.837
6 1:?		1:Very Stressed		1
7 1:?		2:Moderte Stressed		0.8
8 1:?		1:Very Stressed		0.837
9 1:?		1:Very Stressed		0.953
10 1:?		1:Very Stressed		0.837
11 1:?		1:Very Stressed		0.953
12 1:?		3:Less Stressed		1
13 1:?		1:Very Stressed		0.953
14 1:?		1:Very Stressed		0.837
15 1:?		1:Very Stressed		0.953
16 1:?		1:Very Stressed		0.953
17 1:?		2:Moderte Stressed		1
18 1:?		1:Very Stressed		0.979
19 1:?		1:Very Stressed		0.953
20 1:?		2:Moderte Stressed		1

ภาพที่ 8: แสดงผลหลังจากการทำนายของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทำนายจากรูปที่ 8 กับ Unknow Data ที่รู้คลาสคำตอบรูปที่ 30 พบว่าจากการทำนายมีค่าที่ถูกทั้งหมด 15 แถวข้อมูล และค่าที่ไม่ถูกต้อง 5 แถวข้อมูล ดังนั้นประสิทธิภาพจะคิดเป็น 75%

6. ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเบย์เซียนแบบง่าย

inst#	actual	predicted	error	prediction
1 1:?		1:Very Stressed		0.997
2 1:?		1:Very Stressed		0.977
3 1:?		3:Less Stressed		0.889
4 1:?		2:Moderte Stressed		0.737
5 1:?		2:Moderte Stressed		0.768
6 1:?		1:Very Stressed		0.601
7 1:?		2:Moderte Stressed		0.825
8 1:?		2:Moderte Stressed		0.514
9 1:?		1:Very Stressed		0.916
10 1:?		2:Moderte Stressed		0.623
11 1:?		1:Very Stressed		0.892
12 1:?		2:Moderte Stressed		0.583
13 1:?		1:Very Stressed		0.97
14 1:?		2:Moderte Stressed		0.623
15 1:?		1:Very Stressed		0.892
16 1:?		1:Very Stressed		0.968
17 1:?		3:Less Stressed		0.769
18 1:?		1:Very Stressed		0.462
19 1:?		3:Less Stressed		0.894
20 1:?		2:Moderte Stressed		0.63

ภาพที่ 9: แสดงผลหลังจากการทำนายของเทคนิคเบย์เซียนอย่างง่าย

ภาพที่ 9 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทำนายดังภาพภาพที่ 7 กับ Unknow Data ที่รู้คลาสคำตอบภาพที่ 8 พบว่าจากการทำนายมีค่าที่ถูกทั้งหมด 16 แถวข้อมูล และค่าที่ไม่ถูกต้อง 4 แถวข้อมูล ดังนั้นประสิทธิภาพจะคิดเป็น 80%

7. ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor Algorithm)

inst#	actual	predicted	error	prediction
1 1:?		1:Very Stressed		0.933
2 1:?		1:Very Stressed		1
3 1:?		1:Very Stressed		0.743
4 1:?		1:Very Stressed		0.765
5 1:?		1:Very Stressed		0.6
6 1:?		1:Very Stressed		0.896
7 1:?		1:Very Stressed		0.469
8 1:?		1:Very Stressed		0.75
9 1:?		1:Very Stressed		0.971
10 1:?		1:Very Stressed		0.649
11 1:?		1:Very Stressed		0.852
12 1:?		1:Very Stressed		0.613
13 1:?		1:Very Stressed		0.969
14 1:?		1:Very Stressed		0.649
15 1:?		1:Very Stressed		0.852
16 1:?		1:Very Stressed		0.854
17 1:?		1:Very Stressed		0.71
18 1:?		1:Very Stressed		0.774
19 1:?		1:Very Stressed		0.786
20 1:?		1:Very Stressed		0.564

ภาพที่ 10: แสดงผลหลังจากการทำนายของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทำนายจากภาพที่ 7 กับ Unknow Data ที่รู้คลาสคำตอบภาพที่ 8 พบว่าจากการทำนายมีค่าที่ถูกทั้งหมด 10 แถวข้อมูล และค่าที่ไม่ถูกต้อง 10 แถวข้อมูล ดังนั้นประสิทธิภาพจะคิดเป็น 50%

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ

ค่าประสิทธิภาพ	ตัวแบบพยากรณ์		
	ต้นไม้ตัดสินใจ	เบย์เซียนอย่างง่าย	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด
ค่าความถูกต้อง	92.36%	90.97%	85.07%
ค่าความคลาดเคลื่อน สมบูรณ์เฉลี่ย	0.08	0.09	0.13
ค่า Root mean squared error	0.22	0.21	0.26

จากตารางที่ 1 เห็นได้ว่าต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้อง 92.36% ค่าความคลาดเคลื่อน 0.08 ค่า Root mean squared error 0.22 เบย์เซียนอย่างง่าย มีค่าความถูกต้อง 90.97% ค่าความคลาดเคลื่อน 0.09 ค่า Root mean squared error 0.21 และเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความถูกต้อง 85.07% ค่าความคลาดเคลื่อน 0.13 ค่า Root mean squared error 0.26

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ

ผลลัพธ์การทดสอบ	ตัวแบบพยากรณ์		
	ต้นไม้ตัดสินใจ	เบย์เซียนอย่างง่าย	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด
การทำนายมีค่าที่ถูก (คำตอบ)	15	16	10
การทำนายมีค่าที่ผิด (คำตอบ)	5	4	10
ประสิทธิภาพ	75%	80%	50%

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพที่มากที่สุดคือ เบย์เซียนอย่างง่าย 80% รองลงมาคือ ต้นไม้ตัดสินใจ 75% และเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด 50% ดังนั้นจึงควรเลือกใช้โมเดลของเบย์เซียนอย่างง่าย เพราะเนื่องจากผลลัพธ์การทดสอบของตัวพยากรณ์ เบย์เซียนอย่างง่าย มีค่าการทำนายมีความถูกต้องมากที่สุด ในทั้ง 3 แบบ

สรุปผลงานวิจัย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว การทำนายมีค่าที่ถูกต้อง (คำตอบ) มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ เบย์เซียนอย่างง่ายซึ่งมีค่าประสิทธิภาพในการทำนาย 80% จึงควรเลือกใช้โมเดลของเบย์เซียนอย่างง่าย และความชุกความเครียดของนักศึกษาสูงสุดคือ ความเครียดมาก (Very Stressed) 84.03% รองลงมาคือ ความเครียดระดับปานกลาง (Moderate Stressed) 13.89% และความเครียดน้อย (Less Stressed) 2.08% การประเมินความเครียดจากแบบประเมินเพื่อวัดระดับความเครียดของกรมสุขภาพจิตที่ผู้ประเมินสามารถตรวจสอบระดับความเครียดเบื้องต้นได้นั้น ได้มีการทดสอบจากข้อมูลทางสถิติโดยรวม แต่การวิจัยครั้งนี้ต้องการวิเคราะห์ระดับความเครียดโดยหาปัจจัยจำเป็นและความแม่นยำของการวิเคราะห์จากเทคนิคเหมืองข้อมูลทำให้ได้เตรียมข้อมูลเพราะวิเคราะห์หาปัจจัยโดยนำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยเลือกโมเดลที่นิยมและเหมาะสมซึ่งมีแนวโน้มในการแบ่งคำตอบที่แม่นยำตามกลุ่มข้อมูลมากขึ้น จากการวิเคราะห์ปัจจัยข้อคำถาม ได้พบว่าปัจจัยสำคัญที่ระดับความเครียดคือนักศึกษามีความสัมพันธ์กับผู้คนหรือไม่ ซึ่งดังที่ปรากฏในกฎพบว่าถ้าไม่ยากพบปะผู้คนบ่อย เขาจะมีระดับความเครียดมาก ปัจจัยต่อมาคือการนอนไม่หลับ การกระวนกระวายใจตลอด และความรู้สึกไร้ค่า สำหรับนักศึกษาที่กำลังศึกษาจะเห็นว่าชั้นปีที่สูง ๆ จะมีระดับความเครียดมากกว่าชั้นปีต่ำคือปี 1 ปี 2 แต่ทั้งนี้ไม่ใช่ว่าจะตัดสินจากชั้นปีอย่างเดียวเพราะการที่นักศึกษาชั้นปีสูงจะเครียดก็ต้องมีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย หมายความว่าถ้าไม่มีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยนักศึกษาชั้นปีสูง ๆ ก็อาจไม่เครียดกับการเรียนในภาวะ COVID-19 มากนัก ซึ่งผลจากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์ พยากรณ์ความเสี่ยงถึงระดับความเครียดของนักศึกษาเพื่อแนะนำวิธีการแก้ไขและไม่ให้เกิดความเครียดอันเป็นที่มาของโรคต่าง ๆ รวมถึงโรคซึมเศร้า ซึ่งในปัจจุบันนักศึกษาเป็นกันมาก

เอกสารอ้างอิง

- 1 บุคลากรสาธารณสุขอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ภาวะความเครียดในช่วงวิกฤต โควิด-19 [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://he02.tcithaijo.org/index.php/odpc10ubon/article/view/257333/176149>
- 2 อัสมาพร กว้างสวัสดิ์ และ คณะ .ระบบทำนายระดับความเครียด ด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ. Rattanakosin Journal of Science and Technology: RJST.2019 , Volume 1 Issue 2: 13-26 ,Online ISSN: 2673-0553
- 3 โรงพยาบาลมหารมย์. แบบประเมินและวิเคราะห์ความเครียด (Strain). [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: https://www.manarom.com/test/strain_thai.html
- 4 พงศ์เสวก เอนกจำนงค์พร. ความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.วารสารธรรมศาสตร์. 2564;ปีที่ 41 (ฉบับที่ 2):196-210.
- 5 สายฝน สีนอเพีย.รุจิรา ดวงสงค์. ภาวะซึมเศร้า ความเครียดกับการจัดการปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี; วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2564; ปีที่14 (ฉบับที่ 3).
- 6 สาธารณสุข. ความเครียดและวิธีเผชิญความเครียดของนักศึกษา. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://so02.tcithaijo.org/index.php/jgmcukk/article/download/240370/165142/844832>
- 7 สิรินิธย์ พรรณหาญ. บุญมี พันธุ์ไทย. กมลทิพย์ ศรีหาเศษ. ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดในการเรียนของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 4-6. Veridian E-Journal, Silpakorn University. 2561;ปีที่ 11 (ฉบับที่ 3): 2579-2593
- 8 วารุณี มีมุ่งบุญ. การศึกษาความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/3796?mode=full>
- 9 ศจี วานิช. Data Mining (เหมืองข้อมูล). [อินเทอร์เน็ต].2565; [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <http://sajeegm301.blogspot.com/2015/11/data-mining.html>
- 10 นนทวัฒน์ บุญบา. ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree). [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://www.slideshare.net/Nontawatb/05-Classification-1-Decision-Tree-And-Rule-Based-Classification>
- 11 นพมาศ ปักเข็ม. การเรียนรู้แบบเบย์ (Bayesian Learning). [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: https://mis.sci.tsu.ac.th/tqf/files/0214346_3_20220623152142.pdf
- 12 นที ไทยธรรม. KNN หรือ K-Nearest Neighbors คืออะไร. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://www.glurgeek.com/education/knn/>
- 13 จำลักษ์ณ ขุนพลแก้ว. กระบวนการสากลเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://www.bangkokbiznews.com/blogs/columnist/121263>