

การพยากรณ์และความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยี
ที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปี้ง
บนสมาร์ตโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

Prediction and Association Rule of Technology Adoption Affecting
LAZADA Shopping App Usage Behavior on Smartphones among
People in Bangkok and its Vicinities by Using Data Mining Techniques

สมชาย เล็กเจริญ (Somchai Lekcharoen)¹

วรพจน์ ลิลิตวัฒน์ (Woraphot Lilitwat)^{1*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต (Information Technology, College of Digital Innovation Technology, Rangsit University)

*Corresponding author: E-mail: woraphot.l@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ระหว่างต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และไนอีฟเบย์ (Naïve Bayes) และเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อความการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้เทคนิคการหาเหมืองข้อมูล และข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 386 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากผู้ที่มีประสบการณ์การใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน การวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม Rapid Miner Studio เป็นเครื่องมือช่วยสำหรับการพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและมีการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ โดยใช้สถิติ ONE-WAY ANOVA การวิจัยครั้งนี้พบว่าแบบจำลองทั้ง 3 วิธี มีค่าสถิติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ เป็นแบบจำลองการพยากรณ์ เพื่อสร้างโมเดลการจำแนกข้อมูล นอกจากนี้ได้นำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจ แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชัน ช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

คำสำคัญ: เหมืองข้อมูล ต้นไม้การตัดสินใจ เครือข่ายประสาทเทียม ไนอีฟเบย์

Abstract

The purposes of this research were to compare predicting models among decision tree, neural network, and Naïve Bayes, and to determine the relationship between technology adoption and behavior of using the LAZADA shopping application on smartphones. We included subjects in Bangkok and its vicinities who had experience using the LAZADA application. By simple random sampling method, 386 respondents were recruited and analyzed by RapidMiner Studio as a research predictive tool. By using One-Way analysis of variance (ANOVA), we found that all three models had no significant statistical difference (P value > 0.05). Thus, the decision tree method was adopted as a predicting model. The data set was also analyzed how to develop a shopping application on a smartphone to meet the needs of consumers more effectively.

Keywords: Data Mining, Decision Tree, Neural Network, Naïve Bayes

บทนำ

ในปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของ COVID-19 ทำให้ผู้บริโภคปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการซื้อสินค้า ทำให้การค้าออนไลน์เติบโต จากผลสำรวจจาก Future Shopper 2021 โดยบริษัท Wunderman Thompson เผยว่าคนไทย 94% เริ่มซื้อสินค้าออนไลน์ตั้งแต่ปี 2563 ขณะที่คนไทยอีก 90% ระบุว่า จะซื้อสินค้าผ่านทางช่องทางการค้าออนไลน์อีกต่อไป ในปี 2564 ข้อมูลจากกรมพัฒนาธุรกิจการค้า พบว่า บริษัท ลาซาด้า จำกัด แจ้งรายได้รวม 14,675 ล้านบาท เพิ่มขึ้น 46% กำไรสุทธิ 226 ล้านบาท เพิ่มขึ้น 105% โดยได้ครองเจ้าตลาดการค้าออนไลน์ และเทคโนโลยีของมือถือ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ตต่างๆ ได้ถูกพัฒนาและเติบโตอย่างรวดเร็ว ผู้บริโภคนิยมหันมาใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้เป็นจำนวนมาก เนื่องจาก

มีขนาดเล็ก พกพาง่าย และสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันต่างๆ ให้ดาวน์โหลดมาใช้งานมากมาย ด้วยเหตุผลนี้ในการค้าออนไลน์ อุปกรณ์เหล่านี้ย่อมมีผลต่อการทำการตลาดอย่างแน่นอน เนื่องจากพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้บริโภคจะอยู่ที่อุปกรณ์สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์การเลือกกลุ่มคณะวิชาในการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยรังสิต โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (จิตินันท์ อนุสรณ์, และสมชาย เล็กเจริญ, 2563) และทฤษฎี กฎความสัมพันธ์ (Association rule) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของ 2 กลุ่มขึ้นไป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพยากรณ์และหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปिंगบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาแอปพลิเคชันให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงเทคนิควิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเอาข้อมูลสถิติของผู้ที่เคยใช้แอปพลิเคชันช้อปिंगบนสมาร์ทโฟน(LAZADA) นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทำเหมืองข้อมูล เพื่อทำการพยากรณ์ และค้นหารูปแบบความสัมพันธ์จากข้อมูล โดยอาศัยหลักการทางสถิติและการเรียนรู้ด้วยเครื่องจักร (Machine learning) กระบวนการทำงานของเหมืองข้อมูลแบบการจำแนกข้อมูล (Classification) (หนึ่งทัย ชัยอากร, 2560) โดยผู้วิจัยได้เลือกเทคนิคการจำแนกข้อมูลมา 3 แบบ คือ ต้นไม้การตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม และ โนอีฟเบย์ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถอธิบายให้เข้าใจในผลลัพธ์ที่ได้โดยง่าย จึงเหมาะต่อผู้ที่สนใจทั่วไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ระหว่างต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และโนอีฟเบย์ (Naïve Bayes) โดยทำนายการจำแนกคุณลักษณะข้อมูล ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปिंगบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประกอบด้วย 6 ด้าน ซึ่งจะบอก

ได้ว่าด้านใดมีความสัมพันธ์กับด้านใด ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทางการโฆษณา แอปพลิเคชัน LAZADA

2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อความการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ข้อป้บบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่าย ผู้ที่เคยใช้แอปพลิเคชันข้อป้บบนสมาร์โฟน(LAZADA) จำนวน 386 คน อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ความคาดหวังถึงประสิทธิภาพต่อการสื่อสาร (Performance Expectancy : PE) มี 6 หัวข้อย่อย

2.1.1 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันข้อป้บบนสมาร์โฟน (LAZADA) มีประโยชน์ในการซื้อสินค้า (PE1)

2.1.2 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันข้อป้บบนสมาร์โฟน (LAZADA) ช่วยให้เกิดความสะดวกในการซื้อสินค้า (PE2)

2.1.3 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันข้อป้บบนสมาร์โฟน (LAZADA) ช่วยให้เกิดความรวดเร็วในการซื้อสินค้า (PE3)

2.1.4 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันข้อป้บบนสมาร์โฟน (LAZADA) ช่วยประหยัดเวลาในการซื้อสินค้า(PE4)

2.1.5 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายซื้อสินค้า (PE5)

2.1.6 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) มีความปลอดภัยในการซื้อสินค้า(PE6)

2.2 ความคาดหวังในความพยายามการใช้งาน (Effort Expectancy : EE) มี 5 หัวข้อย่อย

2.2.1 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) เป็นระบบที่เข้าใจง่าย (EE1)

2.2.2 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อน (EE2)

2.2.3 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน(LAZADA)แสดงข้อมูลได้ถูกต้อง(EE3)

2.2.4 ท่านคิดว่าแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย(EE4)

2.2.5 ท่านคิดว่าการเพิ่มทักษะความชำนาญในการใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ทำได้ง่าย (EE5)

2.3 อิทธิพลของสังคม (Social Influence : SI) มี 5 หัวข้อย่อย

2.3.1 ท่านคิดว่าเพื่อนมีผลทำให้ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) (SI1)

2.3.2 ท่านคิดว่าครอบครัวของท่านมีผลทำให้ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) (SI2)

2.3.3 ท่านคิดว่าสื่อโฆษณามีผลทำให้ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) (SI3)

2.3.4 ท่านคิดว่าการซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ช่วยทำให้ท่านก้าวทันเทคโนโลยี(SI4)

2.3.5 ท่านคิดว่าการใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์ว่าเป็นคนทันสมัยและทันต่อเทคโนโลยี (SI5)

2.4 สภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Conditions : FC) มี 5 หัวข้อย่อย

2.4.1 ท่านมีอุปกรณ์เชื่อมต่อในการใช้งานแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ได้ตลอดเวลา (FC1)

2.4.2 ท่านคิดว่าหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือที่เล็กไม่เป็นอุปสรรคในการใช้งานแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (FC2)

2.4.3 ท่านมีความรู้ทางเทคโนโลยีมากพอที่จะใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้า (FC3)

2.4.4 ท่านคิดว่าความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตที่ท่านใช้มีผลในการใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (FC4)

2.4.5 ท่านคิดว่าการซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ง่ายกว่าการซื้อสินค้าที่ห้างสรรพสินค้า (FC5)

2.5 พฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งาน (Behavior Intention : BI) มี 4 หัวข้อย่อย

2.5.1 ท่านมีความตั้งใจในการใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้าแทนการไปตามห้างสรรพสินค้าและร้านค้า (BI1)

2.5.2 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้าเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง (BI2)

2.5.3 ท่านมีความตั้งใจว่าจะใช้งานแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) มากขึ้นในอนาคต (BI3)

2.5.4 เมื่อท่านเข้าถึงแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ท่านมีความตั้งใจที่จะทำการซื้อขายหนึ่ง เช่น ตรวจสอบราคาสินค้า เป็นต้น (BI4)

2.5.5 ท่านมีความตั้งใจที่จะแนะนำแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ให้กับผู้อื่น

2.6 พฤติกรรมการใช้งาน (Behavior Use : BU)

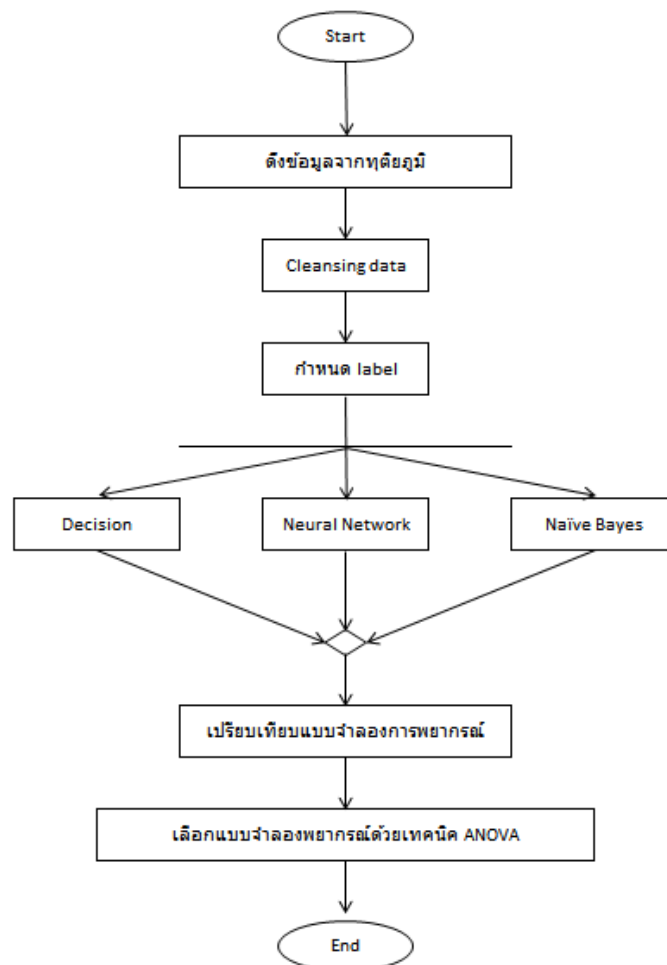
- 2.6.1 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้าเพื่อความสะดวก(BU1)
- 2.6.2 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้าเพื่อความรวดเร็ว(BU2)
- 2.6.3 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้าเพื่อประหยัดเวลาในการเดินทางไปซื้อสินค้าตามห้างสรรพสินค้าและร้านค้า (BU3)
- 2.6.4 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ในการซื้อสินค้าเป็นประจำ (BU4)
- 2.6.5 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) เพื่อซื้อสินค้าและการชำระค่าสินค้า(BU5)
- 2.6.6 ท่านใช้แอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) เพื่อตรวจสอบราคาสินค้า (BU6)

อุปกรณ์และวิธีการ/วิธีการดำเนินการวิจัย

1. **ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง** ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการวิจัยของสุพจน์ อุ้นเรือน, และ สุมาลย์ ปานคำ (2560) จากเรื่อง เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปิ้งบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 386 คน โดยใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่าย

2. **เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)** คือ การนำเอาข้อมูลที่มีจำนวนมากมาสังเคราะห์สารสนเทศเพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงรูปแบบความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดรูปแบบ และสามารถนำข้อสรุปที่เป็นประโยชน์ มาช่วยในการตัดสินใจที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กร โดยกระบวนการทำเหมืองข้อมูลมีด้วยกัน

หลายหลักการ เช่น เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ทางสถิติเป็นต้น (จิราภา เลาหะวรรณท์, รัชต ลิ้มสุทธิวินภูมิ, และบัณฑิต สุวานะโสภณ, 2558) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการทำเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1 ขั้นตอนการเอาข้อมูลจากทุติยภูมิ ซึ่งได้จากการวิจัยของสุพจน์ อุ่นเรือน, และสุมาลย์ ปานคำ (2560) เรื่อง เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ข้อบ่งบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มาจัดทำในรูปของ CSV เพื่อให้เหมาะกับการพยากรณ์

2.2 ขั้นตอน Cleansing Data เพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับการทำเหมืองข้อมูล เพื่อปรับข้อมูลให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการทำเหมืองข้อมูล โดยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าพบความไม่ถูกต้องจะดำเนินการตัดข้อมูลหรือปรับปรุงข้อมูลให้ครบถ้วน

2.3 ขั้นตอนกำหนด Label เพื่อเตรียมกำหนดข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์ โดยจะใช้ Operators Set Role ใน RapidMiner Studio ในการกำหนด Label

2.4 ขั้นตอนการเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกแบบจำลองการพยากรณ์ 3 แบบที่เหมาะสมกับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ เทคนิคเครือข่ายประสาทเทียม และ เทคนิคโอฟเบย์ โดยแบบจำลองดังกล่าว เป็นแบบการจำแนกข้อมูล (Classification) ซึ่งเหมาะสมกับการพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ข้อบ่งบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

2.5 ขั้นตอนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 3 แบบ คือ เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ เทคนิคเครือข่ายประสาทเทียม และ เทคนิคโอฟเบย์ หาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความเที่ยงตรง (Precision) และค่าความระลึก(Recall) ที่ได้ค่ามากที่สุด

2.6 ขั้นตอนการเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ข้อบ่งบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้สถิติ ANOVA ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง

อัลกอริทึมที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 1

1. เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ อนุวัฒน์ เปาพathy, วงกต ศรีอุไร, และณัฐ ติษเจริญ (2565) กล่าวว่า ต้นไม้ตัดสินใจ เป็นเทคนิคหนึ่งที่ทำให้ผลลัพธ์และอธิบายความสัมพันธ์ได้ง่าย โดยใช้หลักการของ Information Gain(IG) หรือ Entropy Reduction เพื่อจำแนกโหนด(Node)

โดยคัดเลือกคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดมาเป็นราก (Root Node) จากนั้นหาคุณลักษณะไปเรื่อยๆ โดยในโนดถัดไปจะมีค่า Gain ลดหลั่นกันไป ซึ่งแต่ละโนดจะแสดงถึงการตัดสินใจบนชุดข้อมูลของคุณสมบัติต่างๆ ของกิ่งไม้ โดยข้อมูลชั้นล่างสุดของต้นไม้ตัดสินใจจะแสดงถึงกลุ่มของข้อมูล (Class) ในการหาความสัมพันธ์ของคุณลักษณะจะใช้ค่า IG ซึ่งคำนวณได้จาก

$$IG(\text{parent}, \text{child}) = Entropy(\text{parent}) - [p(c_1) \times Entropy(c_1) + p(c_2) \times Entropy(c_2) + \dots]$$

โดยที่

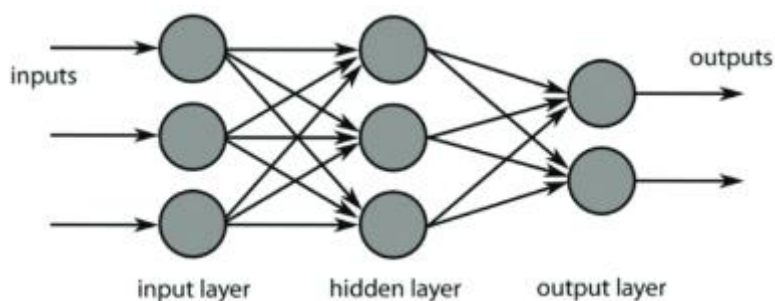
$Entropy(c)$ คือ $-p(c) \log p(c)$

$p(c_i)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของค่า c_i

c คือ คลาสเป้าหมาย (Class)

2. เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เครือข่ายประสาทเทียมเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่จำลองการทำงานของสมองมนุษย์ โดยมีเส้นประสาทเชื่อมต่อกันหลายจุด และโยงใยจนเป็นระบบประสาทเทียมขึ้นมา การทำงานของเครือข่ายประสาทเทียมจะเป็นการนำข้อมูลเข้าไปกำหนดน้ำหนัก(Weight) ต่างละโนด และทำการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักด้วยการนำไปคูณกับข้อมูลที่นำเข้ามาของแต่ละขา ผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละขาข้อมูลนั้นจะนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแบ่งค่า (Threshold) ที่กำหนดไว้หากมีค่ามากกว่าก็จะส่งข้อมูลผลลัพธ์ไปเป็นขาออกเพื่อนำไปยังเส้นประสาทอื่น และเปรียบเทียบจำแนกเข้าตามกลุ่ม และถ้ามีค่าน้อยกว่าการแบ่งค่าจะไม่ส่งผลลัพธ์ได้ออกมา ข้อสำคัญคือต้องรู้ค่าปริมาณน้ำหนักของชุดข้อมูล และเกณฑ์การแบ่งค่าที่ต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้จดจำ ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดคอมพิวเตอร์ให้ปรับเปลี่ยนค่าเหล่านั้น โดยการสอนให้คอมพิวเตอร์ทำการเรียนรู้และจดจำรูปแบบ การจดจำนี้เรียกว่า อัลกอริทึมการแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) ซึ่ง นคร ละลอกน้ำ (2562) ได้กล่าวไว้ว่า สำหรับโครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียม

จะประกอบด้วย input และ output เช่นกัน โดยแบ่งเป็นชั้นหรือ layer ซึ่งจะมีชั้นคั่นตรงกลางคือ hidden layer โดยโครงสร้างเครือข่ายประสาทเทียมจะมีหน่วยย่อย เรียกว่า perceptron ซึ่งเทียบเท่าได้กับเซลล์สมองของมนุษย์หนึ่งเซลล์



รูปที่ 2 รูปแสดงโครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียม

3. เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอีฟเบย์ (Naïve Bayes) นิเวศ จิระวิจิตชัย (2560) กล่าวว่า เป็นอัลกอริทึมที่เข้าใจง่ายและสามารถแบ่งประเภทข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์คลาสของชุดข้อมูล และยังสามารถทำงานได้รวดเร็วหากทำการจัดกลุ่มของตัวแปรอินพุต โดยการวิเคราะห์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและนำไปใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ กำหนดให้ความน่าจะเป็นของข้อมูลที่เป็นกลุ่ม V สำหรับข้อมูลที่มีแอททริบิวต์ทั้งหมด n ตัว มีรูปแบบสมการดังนี้

$$X = \{a_1, a_2, a_3, a_n\} \text{ หรือใช้สัญลักษณ์ว่า } P(a_1, a_2, \dots, a_n | v_j)$$

$$\text{คือ } P(a_1, a_2, \dots, a_n | v_j) = \prod_{i=1}^n P(a_i | v_j)$$

$$P(a_i | v_j)$$

$$P(v_j)$$

$$V_{NB}$$

โดยที่ Π หมายถึง ผลคูณของค่า $P(a_i|V_j)$ ทั้งหมด $i = 1, 2, 3, \dots, n$ และ $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ทำการหาค่าความน่าจะเป็นของค่าที่พบในแต่ละกลุ่ม โดยนำค่า $P(a_1, a_2, \dots, a_n|V_j)$ จากสมการมาคูณกับค่าความน่าจะเป็นกลุ่มนั้นๆ คือ $P(V_j)$ ได้เท่ากับ V_{NB} นำค่าที่ได้ มาเปรียบเทียบกับกัน กลุ่มที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุด คือ คำตอบ ดังนั้นจะได้ว่า วิธีการจำแนกประเภทแบบเบย์อย่างง่าย ดังสมการ

$$V_{NB} = \operatorname{argmax}_{V_j \in V} P(V_j) \times \prod_{i=1}^n P(a_i|V_j)$$

4. เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) คือการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลมากกว่า 2 กลุ่ม โดยทำการทดสอบสมมติฐานเพียงครั้งเดียว หลักการของเทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนจะแบ่งความแปรปรวนของข้อมูลออกไปตามสาเหตุ ที่ทำให้ข้อมูลแตกต่างกัน คือความแปรปรวนภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม บัทมาสมัครไทย (2562) โดยที่ความแปรปรวนทั้งหมด = ความแปรปรวนภายในกลุ่ม + ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

	ทรีทเมนต์(treatment)					
	1	2	3	...	K	
	X_{11}	X_{21}	X_{31}	...	X_{k1}	
	X_{12}	X_{22}	X_{32}	...	X_{k2}	
	X_{13}	X_{23}	X_{33}	...	X_{k3}	
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
	X_{1n1}	X_{2n2}	X_{3n3}	...	X_{knk}	
รวม	T_1	T_2	T_3	...	T_k	T
ค่าเฉลี่ย	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_3	...	\bar{x}_k	\bar{x}

- เมื่อ X_{ij} แทนข้อมูลของทรีทเมนต์ที่ i หน่วยทดลองที่ j
 $i = 1, 2, 3, \dots, k$ และ $j = 1, 2, 3, \dots, n$
 T_i แทนผลรวมของข้อมูลทรีทเมนต์ที่ i
 T แทนผลรวมข้อมูลทั้งหมด
 \bar{x}_i แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลทรีทเมนต์ที่ i
 \bar{x} แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด
 k แทนจำนวนทรีทเมนต์
 n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด เท่ากับ $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$

4.1 ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Between Groups Sum of Square) เป็นการพิจารณาความแปรปรวนที่เกิดจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยรวม โดยที่

$$SSB = \sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x})^2$$

4.2 ความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Within Group Sum of Square) เป็นการพิจารณาของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม ซึ่งไม่ทราบถึงสาเหตุความแปรปรวนที่เกิดขึ้น โดยที่

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

4.3 ความแปรปรวนรวม (Total Sum of Square) เป็นการพิจารณาความแปรปรวนที่เกิดจากค่าการสังเกตแต่ละค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยรวม โดยที่

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2 \text{ และ } SST = SSB + SSE$$

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เทคนิค ANOVA เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ และเทคนิค ANOVA เป็นเทคนิคที่สามารถเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ได้ตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไป จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการจำลองการพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร K กลุ่ม ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน คือ

1. ประชากร K กลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ
2. ความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากัน
3. ตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรเป็นอิสระต่อกัน

5. ค่าความแม่นยำ (Accuracy) Subasi, Ahmed, & Alickovic (2018) ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์เพื่อจะหาแบบจำลองที่เหมาะสมนั้น ได้ดังสมการนี้

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TN+TP+FN+FP} \times 100\%$$

TP คือ ค่าที่ทำนายถูกต้องเชิงบวก

TN คือ ค่าที่ทำนายถูกต้องเชิงลบ

FN คือ ค่าที่ทำนายผิดพลาดเชิงบวก

FP คือ ค่าที่ทำนายผิดพลาดเชิงลบ

6. ค่าความเที่ยงตรง (Precision) การวัดความเที่ยงตรง คือการวัดค่าการพยากรณ์ว่าจริงได้ถูกต้องของแบบจำลองการพยากรณ์สามารถหาได้ดังสมการนี้ (Jaafaria, Zennerb, & Phame, 2018)

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$$

TP คือ ค่าที่ทำนายถูกต้องเชิงบวก

FP คือ ค่าที่ทำนายผิดพลาดเชิงลบ

7. ค่าความระลึก (Recall) ค่าความระลึก เป็นการวัดค่าพยากรณ์ได้ว่าเป็นจริงของแบบจำลองการพยากรณ์อัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมด สามารถหาได้ดังสมการนี้ (Jaafaria et al., 2018)

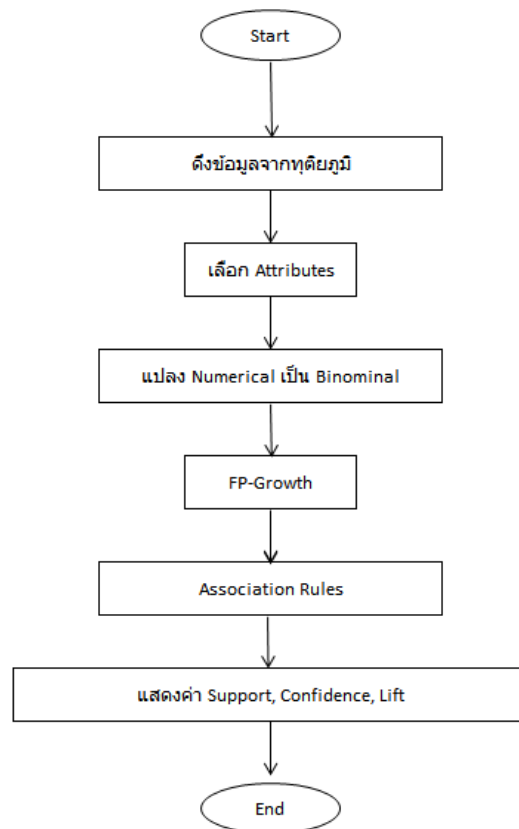
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

TP คือ ค่าที่ทำนายถูกต้องเชิงบวก

FN คือ ค่าที่ทำนายผิดพลาดเชิงบวก

ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของข้อความการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปिंगบนสมาร์ตโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ผู้วิจัยได้นำเสนอการหาความสัมพันธ์ของข้อความโดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การหาความสัมพันธ์ข้อมูลดังรูปที่ 3 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1 การเอาข้อมูลจากทุกติ๊ก ซึ่งได้จากการวิจัยสุพจน์ และสุมาลย์ ปานคำ (2560) จากเรื่องเทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปिंगบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มาจัดทำในรูปของ CSV เพื่อให้เหมาะกับการพยากรณ์

2.2 ขั้นตอนเลือก Attributes ที่ต้องการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.3 ขั้นตอนแปลง Numerical เป็น Binominal กำหนดทุก Column ให้เป็น Binominal

2.4 ขั้นตอน FP-Growth นำข้อมูลที่แปลงเป็น Binominal มาทำการเข้าโมเดล FP-Growth โดยกำหนด Min Support

2.5 ขั้นตอน Association Rule เป็นการสร้างกฎตามเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยทำการกำหนดค่า min confidence

2.6 ขั้นตอนแสดงค่า Support, Confidence, Lift นำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลชุดดังกล่าว

อัลกอริทึมที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 2

1. กฎความสัมพันธ์ (Association Rules) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล โดยความสัมพันธ์สามารถอธิบายในรูปแบบกฎ(Rules) หรือรูปแบบของการเกิดร่วมกันของข้อมูลที่พบ บ่อยๆ (Frequency Pattern)(Dietrich et al.,2015) การใช้งานกฎความสัมพันธ์โดยทั่วไปจะใช้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกิดจากข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง (Transaction Database) (Olson & Lauhoff, 2019) โดยแต่ละเกณฑ์มีความหมายและคำนวณได้ดังนี้

1.1 ค่าสนับสนุน(Support) คือค่าที่ใช้บ่งบอกถึงเหตุการณ์ A และ B มีความถี่ในการเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าสนับสนุน}(A \rightarrow B) = \frac{\text{ค่าความถี่ของเหตุการณ์ที่มีทั้ง } A \text{ และ } B}{\text{จำนวนรายการทั้งหมด}}$$

1.2 ค่าความเชื่อมั่น(Confidence) คือค่าที่ใช้บ่งบอกความเชื่อมั่นของการเกิดเหตุการณ์ A และ B ว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์ B ร่วมด้วยมากน้อยเพียงใด คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น}(A \rightarrow B) = \frac{\text{ค่าสนับสนุน}(A \rightarrow B)}{\text{ค่าสนับสนุน}(A)}$$

โดยที่ค่าสนับสนุน $(A \rightarrow B)$ สามารถเขียนแทนด้วยสมการ 1.1 และค่าสนับสนุน (A) คำนวณได้จากค่าความถี่ของเหตุการณ์ที่มี A หารด้วยจำนวนรายการทั้งหมด ซึ่งเขียนเป็นสมการคำนวณความเชื่อมั่น $(A \rightarrow B)$ ใหม่ได้ดังนี้

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น}(A \rightarrow B) = \frac{\frac{\text{ค่าความถี่ของเหตุการณ์ที่มีทั้ง } A \text{ และ } B}{\text{จำนวนรายการทั้งหมด}}}{\frac{\text{ค่าความถี่ของเหตุการณ์ } A}{\text{จำนวนรายการทั้งหมด}}}$$

จากสมการข้างต้นสามารถนำมาเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น}(A \rightarrow B) = \frac{\text{จำนวนรายการที่มีทั้ง } A \text{ และ } B}{\text{จำนวนรายการที่มี } A}$$

1.3 ค่าความสอดคล้อง (Lift) คือ ค่าที่ใช้บ่งบอกความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ A และ B ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยถ้าค่า *lift* ที่คำนวณได้เท่ากับ 1 แสดงว่าเหตุการณ์ A และ B ไม่สัมพันธ์กัน แต่ถ้ามากกว่า 1 แสดงว่าเหตุการณ์ A และ B มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งคำนวณได้โดยสมการดังนี้

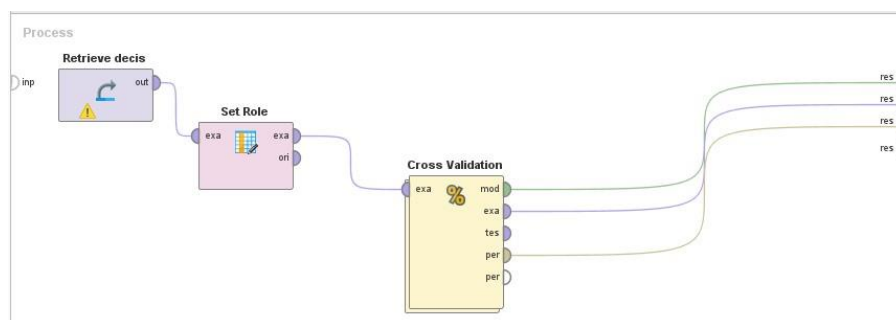
$$\text{ค่าลิฟท์}(A \rightarrow B) = \frac{\text{ค่าสนับสนุน}(A \rightarrow B)}{\text{ค่าสนับสนุน } (A) \times \text{ค่าสนับสนุน } (B)}$$

ขั้นตอนและผลการทดลอง

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็น 4 ตอน ดังนี้

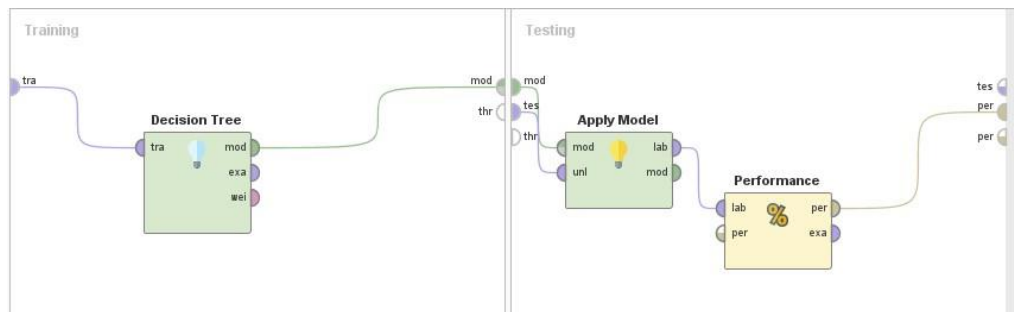
ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม และ เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอีฟเบย์

1.1 ขั้นตอนการดำเนินการ จากการเลือกแบบจำลองพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ เพื่อหาค่า Recall และ Accuracy Precision ในแต่ละเทคนิคในการพยากรณ์ จะประกอบด้วย Operators ดังนี้ Retrieve Data เป็นการดึงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุล CSV ที่มีข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง โดยเทคนิคต่างๆ Set Role เป็นการเลือก Attributes ที่ต้องการใช้เป็น Class ในการพยากรณ์ และ Cross Validation เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของแต่ละเทคนิคในการพยากรณ์ โดย Cross Validation จะมี Sub Process ของแต่ละเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรม RapidMiner Studio เป็นเครื่องมือช่วยในการพยากรณ์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 Cross Validation

1.2 กระบวนการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ จะประกอบไปด้วย Operators ดังต่อไปนี้ Decision Tree เป็นการจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ Apply Model เป็นการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ที่สร้างได้ไปใช้ในการพยากรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบของข้อมูลที่ยังไม่ทราบคลาส Performance เป็นการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองของการพยากรณ์ จะได้ค่า Accuracy Class Recall Precision Recall เป็นต้น ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 Decision Tree

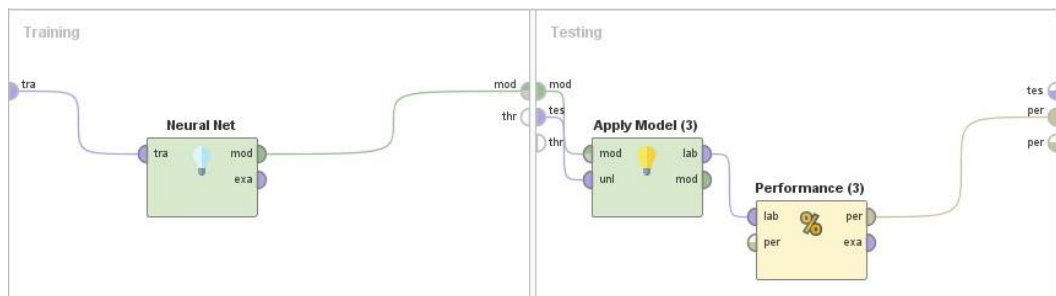
หลังจากทำการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ

Model	Accuracy	Class Recall (N)	Class Recall (Y)	Class Precision (N)	Class Precision (Y)
Decision Tree	74.29 %	77.94 %	71.43 %	67.09 %	81.25 %

แบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ มีค่าความแม่นยำ (Accuracy) 74.29% ความถูกต้องของการพยากรณ์การเลือกไม่ใช้แอปพลิเคชันต่อ เท่ากับ 77.94% ความถูกต้องของการพยากรณ์การเลือกใช้งานแอปพลิเคชันต่อ เท่ากับ 71.43%

1.3 กระบวนการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม จะประกอบไปด้วย Operators ดังต่อไปนี้ Neural Network เป็นการจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ Apply Model เป็นการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ที่สร้างได้ไปใช้ในการพยากรณ์เพื่อให้ได้คำตอบของข้อมูลที่ยังไม่ทราบคลาส Performance เป็นการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองของการพยากรณ์ จะได้ค่า Accuracy Class Recall Precision Recall เป็นต้น ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 Neural Network

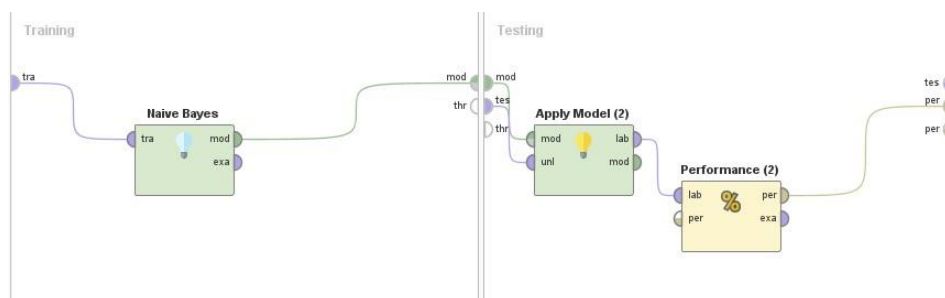
หลังจากทำการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม

Model	Accuracy	Class Recall (N)	Class Recall (Y)	Class Precision (N)	Class Precision (Y)
Neural Network	78.67 %	73.53 %	82.42 %	75.76 %	80.65 %

แบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) มีค่าความแม่นยำ(Accuracy) 78.67% ความถูกต้องของการพยากรณ์การเลือกไม่ใช้แอปพลิเคชันต่อ เท่ากับ 73.53% ความถูกต้องของการพยากรณ์การเลือกใช้งานแอปพลิเคชันต่อ เท่ากับ 82.42%

1.4 กระบวนการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอ็อปเบย์จะประกอบไปด้วย Operators ดังต่อไปนี้ Naïve Bayes เป็นการจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ Apply Model เป็นการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ที่สร้างได้ไปใช้ในการพยากรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบของข้อมูลที่ยังไม่ทราบคลาส Performance เป็นการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองของการพยากรณ์ จะได้ค่า Accuracy Class Recall Precision Recall ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 Naïve Bayes

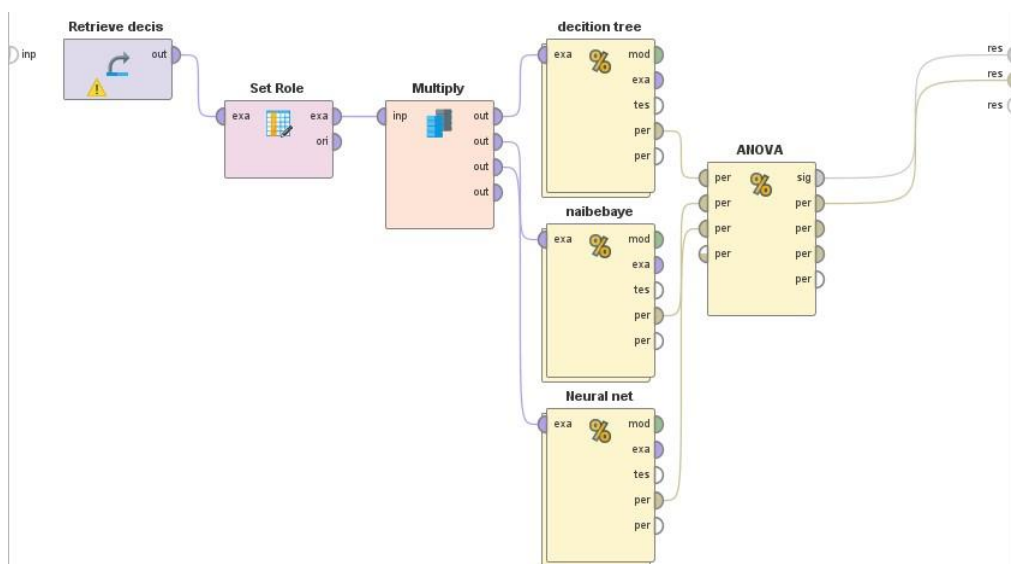
หลังจากทำการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอ็อปเบย์(Naïve Bayes) ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอ็อปเบย์

Model	Accuracy	Class Recall (N)	Class Recall (Y)	Class Precision (N)	Class Precision (Y)
Neural Network	78.67 %	75.00 %	81.32 %	75.00 %	81.32 %

แบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอีฟเบย์ (Naïve Bayes) มีความแม่นยำ (Accuracy) 78.67% ความถูกต้องของการพยากรณ์การเลือกไม่ใช้แอปพลิเคชันต่อ เท่ากับ 75.00% ความถูกต้องของการพยากรณ์การเลือกใช้งานแอปพลิเคชันต่อ เท่ากับ 81.32%

ตอนที่ 2 เป็นการใช้สถิติ ANOVA เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองของแต่ละเทคนิคการจำแนกข้อมูล ดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ANOVA

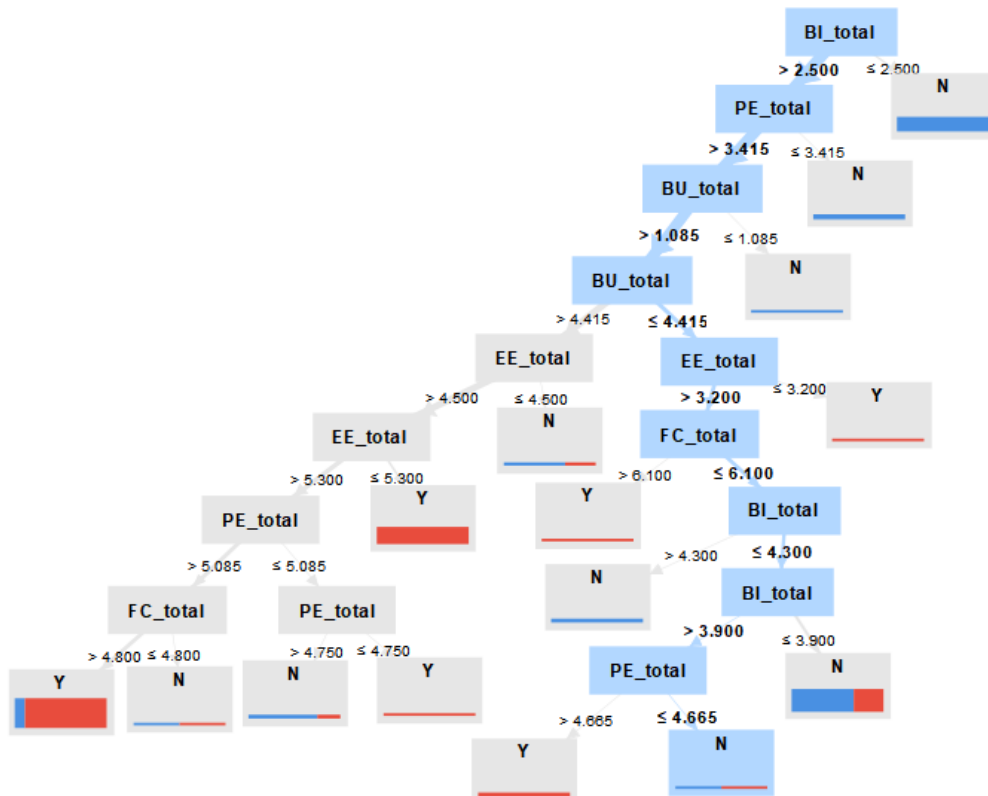
การเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ และใช้สถิติ ANOVA ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ด้วย ANOVA

Source	Square Sums	DF	Mean Squares	F	Prob
Between	0.010	2	0.005	0.332	0.721
Residuals	0.414	27	0.015		
Total	0.424	29			

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยสถิติ ANOVA พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ เครือข่ายประสาทเทียม และ โนอีฟเบย์ มีค่า F เท่ากับ 0.332 และค่า Prob เท่ากับ 0.721 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงว่าแบบจำลองทั้ง 3 แบบ ไม่แตกต่างกันมากอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นผลสรุปได้ว่า สามารถเลือกใช้แบบจำลองการพยากรณ์แบบใดก็ได้ในการทำวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเทคนิค Decision Tree เพราะสามารถอธิบายให้ผู้สนใจเข้าใจได้ชัดเจน

ตอนที่ 3 การพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปี้งบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การพยากรณ์โดยใช้ Decision Tree

จากการพยากรณ์และความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรม
การใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปี้งบนสมาร์ตโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ ผลพบว่า

1. IF BI_Total <= 2.500 THEN Result = N
2. IF BI_Total > 2.500 AND PE_total <= 3.415 THEN Result = N
3. IF BI_Total > 2.500 AND PE_total > 3.415 AND BU_total <= 1.085 THEN Result = N
4. IF BI_Total > 2.500 AND PE_total > 3.415 AND BU_total between 1.086 to 4.415 AND
EE_total <= 3.200 THEN Result = Y

5. IF BI_Total > 2.500 AND PE_total > 3.415 AND BU_total between 1.086 to 4.415 AND EE_total > 3.200 AND FC_total > 6.100 THEN Result = Y
6. IF BI_Total > 2.500 AND PE_total > 3.415 AND BU_total between 1.086 to 4.415 AND EE_total > 3.200 AND FC_total <= 6.100 AND BI_Total > 4.300 THEN Result = N
7. IF BI_Total > 2.500 AND PE_total > 3.415 AND BU_total between 1.086 to 4.415 AND EE_total > 3.200 AND FC_total <= 6.100 AND BI_Total between 3.901 to 4.300 AND PE_total > 4.665 THEN Result = Y
8. IF BI_Total > 2.5 AND PE_total > 3.415 AND BU_total > 4.415 AND EE_total <= 4.500 THEN Result = N
9. IF BI_Total > 2.5 AND PE_total > 3.415 AND BU_total > 4.415 AND EE_total between 4.501 to 5.300 THEN Result = Y
10. IF BI_Total > 2.5 AND PE_total > 3.415 AND BU_total > 4.415 AND EE_total between 4.501 to 5.300 AND PE_total > 5.085 AND FC_total > 4.800 THEN Result = Y
11. IF BI_Total > 2.5 AND PE_total > 3.415 AND BU_total > 4.415 AND EE_total between 4.501 to 5.300 AND PE_total > 5.085 AND FC_total <= 4.800 THEN Result = N
12. IF BI_Total > 2.5 AND PE_total > 3.415 AND BU_total > 4.415 AND EE_total between 4.501 to 5.300 AND PE_total between 4.750 to 5.085 THEN Result = N
13. IF BI_Total > 2.5 AND PE_total > 3.415 AND BU_total > 4.415 AND EE_total between 4.501 to 5.300 AND PE_total <= 4.501 THEN Result = Y

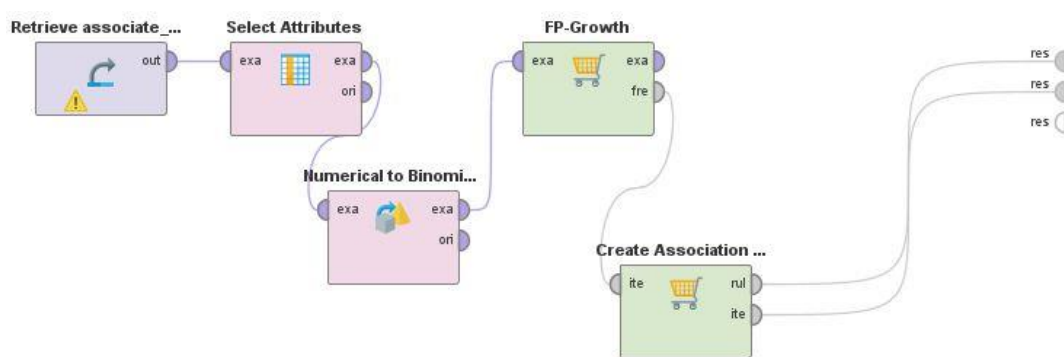
ผลการวิจัยการพยากรณ์และความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรม การใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปิ้งบนสมาร์ตโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานแอปพลิเคชันช้อปปิ้งบนสมาร์ตโฟนต่อเนื่อง มีดังนี้

1. คะแนนพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานมากกว่า 2.500 และ ความคาดหวังในประสิทธิภาพมากกว่า 3.415 และ พฤติกรรมการใช้งานอยู่ระหว่าง 1.086 ถึง 4.415 และ ความพยายามใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.200
2. คะแนนพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานมากกว่า 2.500 และ ความคาดหวังในประสิทธิภาพมากกว่า 3.415 และ พฤติกรรมการใช้งานอยู่ระหว่าง 1.086 ถึง 4.415 และ ความพยายามใช้งานมากกว่า 3.200 และสภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานมากกว่า 6.100
3. คะแนนพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานอยู่ระหว่าง 3.901 ถึง 4.300 และ ความคาดหวังในประสิทธิภาพมากกว่า 4.665 และ พฤติกรรมการใช้งานอยู่ระหว่าง 1.086 ถึง 4.415 และ ความพยายามใช้งานมากกว่า 3.200 และ สภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานน้อยกว่า 6.1
4. คะแนนพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานมากกว่า 2.500 และ ความคาดหวังประสิทธิภาพการใช้งานมากกว่า 3.415 และ พฤติกรรมการใช้งานมากกว่า 4.415 และ ความพยายามใช้งานอยู่ระหว่าง 4.501 ถึง 5.300
5. คะแนนพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานมากกว่า 2.500 และ ความคาดหวังประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ระหว่าง 3.416 ถึง 4.750 และ พฤติกรรมการใช้งานมากกว่า 4.415 และ ความพยายามใช้งานมากกว่า 5.300
6. คะแนนพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานมากกว่า 2.500 และ ความคาดหวังประสิทธิภาพการใช้งานมากกว่า 5.085 และ พฤติกรรมการใช้งานมากกว่า 4.415 และ ความพยายามใช้งานมากกว่า 5.300 และ สภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานมากกว่า 4.800

ตอนที่ 4 เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อความการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ข้อป้บบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้กฎความสัมพันธ์

ขั้นตอนการพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ข้อป้บบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อหาค่า Support Confidence และ Lift โดยใช้ กฎความสัมพันธ์ ในการหาค่าต่างๆ จะประกอบด้วย

Operators ดังนี้ Retrieve Data เป็นการดึงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุล CSV Select Attributes เป็นการเลือก Attributes ที่ต้องการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกหัวข้อสภาพ สิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Conditions : FC) มี 5 หัวข้อย่อย Numerical to Binominal กำหนด Column เป็นประเภท binominal FP-Growth คือการใช้อัลกอริทึมในการคำนวณ Create Association Rules เป็นการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยใช้โปรแกรม RapidMiner Studio เป็นเครื่องมือช่วย ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 Association Rule

ตารางที่ 6 ผลการหาความสัมพันธ์ด้วยกฎความสัมพันธ์

Rule	LHS	RHS	Support	Confidence	Lift
1	FC5, FC2	FC1	0.140	0.885	2.176
2	FC3, FC4, FC2	FC1	0.135	0.881	2.167
3	FC4, FC2	FC1	0.166	0.877	2.155
4	FC1, FC3, FC5	FC4	0.142	0.873	2.262
5	FC5, FC2	FC4	0.132	0.836	2.166
6	FC1, FC5	FC4	0.184	0.826	2.139
7	FC3, FC4, FC5	FC1	0.142	0.821	2.018

Rule	LHS	RHS	Support	Confidence	Lift
8	FC5, FC2	FC3	0.130	0.820	2.055
9	FC4, FC5	FC1	0.184	0.816	2.006
10	FC3, FC2	FC1	0.168	0.813	1.998
11	FC1, FC4, FC2	FC3	0.135	0.813	2.037

ผลการศึกษารวบรวมเพื่อหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ซ้อมปิ้งบนสมาร์โฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้วิจัยได้ยกหัวข้อสภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Conditions : FC) มาหาความสัมพันธ์ โดยได้กำหนดค่า Min Support 0.1 และ Min Confidence 0.8 เพื่อสนใจเฉพาะกฎความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมั่นที่มีค่าสูง และกฎความสัมพันธ์ได้นั้นจะต้องมีการ ซ้ำกัน ได้เรียงลำดับกฎความสัมพันธ์ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) สูงสุดไปหาน้อยสุด ผลข้อมูลที่แสดงจากกฎการทดลอง ประกอบด้วย กฎด้านซ้าย (LHS) กฎด้านขวา (RHS) ค่าสนับสนุน (Support) ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) และค่าความสอดคล้อง (Lift) พบว่าสามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด 11 กฎ เพื่อเข้าใจกฎความสัมพันธ์มากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้อธิบายการเกิดกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียด ดังตารางที่ 7 ตารางที่ 7 อธิบายผลการหาความสัมพันธ์ด้วยกฎความสัมพันธ์

Rule	Caption	Support	Confidence
1	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC5 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC1	14.0%	88.5%
2	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC3 และ FC4 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC1	13.5%	88.1%
3	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC4 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC1	16.6%	87.7%
4	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC1 และ FC3 และ FC5 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC4	14.2%	87.3%
5	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC5 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC4	13.2%	83.6%

Rule	Caption	Support	Confidence
6	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC1และ FC5 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC4	18.4 %	82.6%
7	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC3 และ FC4 และ FC5 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC1	14.2%	82.1%
8	ถ้ามีการเลือกหัวข้อFC5 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC3	13.0%	82.0%
9	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC4 และ FC5 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC1	18.4%	81.6%
10	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC3 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC1	16.8%	81.3%
11	ถ้ามีการเลือกหัวข้อ FC1 และ FC4 และ FC2 แล้วจะมีโอกาสให้เลือกหัวข้อ FC3	13.5%	81.3%

สรุปการวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากการวิจัยเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ระหว่าง เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้ การตัดสินใจ เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธี ในอู่ฟเบย์ ได้ผลการพยากรณ์ค่า F เท่ากับ 0.332 และ ค่า Prob เท่ากับ 0.771 ซึ่งไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการเลือกการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล ด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ เพื่อใช้ในการพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยี ที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปี้งบนสมาร์โฟนของประชากรในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้รูปแบบการพยากรณ์ที่ส่งผลให้ผู้บริโภคมีการยอมรับการใช้เทคโนโลยี ที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปปี้งบนสมาร์โฟนของประชากรในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำนวน 6 รูปแบบ และเมื่อได้ผลการพยากรณ์ที่องค์ประกอบหลักแล้ว ซึ่งแต่ละองค์ประกอบนั้นจะมีองค์ประกอบย่อย จึงมาหาความสัมพันธ์แต่ละองค์ประกอบย่อย โดยใช้กฎ ความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เหมาะสม โดยใช้กฎความสัมพันธ์

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรม การใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปिंगบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีประสบการณ์การใช้ แอปพลิเคชันช้อปिंगบนสมาร์ทโฟน(LAZADA) จำนวน 386 คน อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีประเด็นในการอภิปรายได้ดังนี้

1. จากการวิจัยเปรียบเทียบความถูกต้องและประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์ทั้ง 3 เทคนิค ซึ่ง เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ มีความแม่นยำอยู่ที่ 74.29% เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม มีความแม่นยำอยู่ที่ 78.67% เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีในอิมเพย์ มีความแม่นยำอยู่ที่ 78.67% ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัย จึงทำการเลือกการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ เพราะเป็นเทคนิค ที่ใช้กันแพร่หลายและสามารถเข้าใจได้ง่าย พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานแอปพลิเคชันช้อปिंगบนสมาร์ทโฟน ต่อเนื่อง ซึ่งมีปัจจัยสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันช้อปिंगบนสมาร์ทโฟนคือ พฤติกรรมความตั้งใจ ในการใช้งาน ความคาดหวังในประสิทธิภาพ ความพยายามใช้งาน สภาพสิ่งอำนวยความสะดวก ในการใช้งาน

2. จากการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ของการยอมรับการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรม การใช้แอปพลิเคชัน LAZADA ช้อปिंगบนสมาร์ทโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในหัวข้อสภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Conditions : FC) โดยใช้ กฎความสัมพันธ์ พบว่าสิ่งที่ผู้ใช้งานให้ความสำคัญคือ การซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันช้อปिंगบน สมาร์ทโฟน (LAZADA) ง่ายกว่าการซื้อสินค้าที่ห้างสรรพสินค้า และ หน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ ที่เล็กไม่เป็นอุปสรรคในการใช้งานแอปพลิเคชันช้อปिंगบนสมาร์ทโฟน แล้วจะมีการเลือก สามารถอุปกรณ์ เชื่อมในการใช้งานแอปพลิเคชันช้อปिंगบนสมาร์ทโฟน (LAZADA) ได้ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ประกอบการที่ขายสินค้าออนไลน์ในรูปแบบแอปพลิเคชัน ต้องพัฒนาแอปพลิเคชันในรูปแบบที่ตรงความต้องการของผู้บริโภคให้ได้มากที่สุด เพราะผลการวิจัยบ่งบอกถึงตัวแปรหลักของการใช้งานแอปพลิเคชันคือพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งาน
2. การวิจัยในอนาคต ควรมีการเก็บข้อมูลเชิงลึกถึงแรงจูงใจที่จะทำให้เกิดพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อจะได้นำมาประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- จิราภา เลาหะวรรณนท์, รชต ลิ้มสุทธิวันภูมิ, และบัณฑิต ฐานะโสภณ. (2558). การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการจำแนกและคัดเลือกแขนงวิชาสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง, 4(2). สืบค้น 30 ตุลาคม 2565, จาก http://www.it.kmitl.ac.th/~journal/index.php/main_journal/article/view/65/39
- ฐิตินันท์ อนุสรณ์, และสมชาย เล็กเจริญ. (2563). การพยากรณ์การเลือกกลุ่มคณะวิชาในการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยรังสิต โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ) ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- นคร ละลอกน้ำ. (2562). การใช้เทคนิคดาต้าไมนิงเพื่อการศึกษา. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 14(2), 1-16. สืบค้น 30 ตุลาคม 2565, จาก <http://ojslib3.buu.in.th/index.php/social/article/view/6314/3489>

- นิเวศ จิระวิฑิตชัย. (2560). แบบจำลองการตรวจสอบการทุจริตสำหรับข้อมูลที่ไม่สมดุลโดยใช้เทคนิคการลดมิติข้อมูลร่วมกับการเรียนรู้ของเครื่อง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ปัทมา สมัครไทย. (2562). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุพจน์ อุ่นเรือน, และสุมาลย์ ปานคำ. (2560). รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชันข้อปึงบนสมาร์ตโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. ใน เอกสารการประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เรื่องรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้แอปพลิเคชันข้อปึงบนสมาร์ตโฟนของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (หน้า 201-210). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- หนึ่งหทัย ชัยอากร. (2560). การศึกษาผลการใช้แบบฝึกเรียนด้วยตนเอง เรื่องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร. ใน [ประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบบรรยาย ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ICMA-MU 2018](https://librae.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=627). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. สืบค้น 30 ตุลาคม 2565, จาก <https://librae.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=627>
- อนุวัฒน์ เปาพathy, วงศ ศรัอุไร, และณัฐฐิ ดิษเจริญ. (2565). การพยากรณ์การออกกลางคันของนักศึกษา มหาวิทยาลัยจากการปรับปรุงด้วยการคัดเลือกคุณลักษณะร่วมกับวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 5(1). 39-48. สืบค้น 30 ตุลาคม 2565, จาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/article/view/256977/174622>.
- Dietrich, D., Heller, B., & Yang, B. (2015). *Data science & big data analytics: discovering, analyzing, visualizing and presenting data*. NY.: John Wiley.
- Jaafari, A., Zenner, E. K., & Pham, B. T. (2018). Wildfire spatial pattern analysis in the Zagros Mountains, Iran: a comparative study of decision tree based classifiers. *Ecological Informatics*, 43(2018), 200-211.

Olson, D. L., & Lauhoff, G. (2019). Market basket analysis. In: Descriptive Data Mining (p. 31-44). Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-981-13-7181-3_3

Subasi, A., Ahmed, A., & Alickovic, E. (2018). Effect of flash stimulation for migraine detection using DecisionTree Classifiers. *Procedia Computer Science*, 140(2018), 223–229.