

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจการจัดจำหน่าย และซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้ของเครื่อง และออนโทโลยี

The Development of Mobile Application for Promoting Decision in Selling and Buying the Livestock Products of Phetchabun Province by Integrating Machine Learning and Ontology

อนุพงษ์ สุขประเสริฐ* และดวงจันทร์ สีหาราช²

Anupong Sukprasert* and Duangjhan Siharad²

Received : November 27, 2021 Revised : June 8, 2022 Accepted : June 10, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างวิธีการประมวลผลการเรียนรู้ของเครื่องบนออนโทโลยีเชิงความหมาย
ในการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ และ 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจ
การจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ โดยบูรณาการการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี การดำเนินงานวิจัยนี้ จำแนก
ได้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การรวบรวมชุดข้อมูล การพัฒนาฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาด้วยการเรียนรู้
ของเครื่องและออนโทโลยี การประเมินความถูกต้องในการทำนายผลลัพธ์การจัดโปรโมชั่นสำหรับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ด้วย
เทคนิคคอนฟิวชันเมตริกซ์ และการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ 30 คน ต่อแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา ผลการวิจัยพบว่า
ชุดข้อมูลที่ใช้สร้างตัวแบบการจำแนกข้อมูล มี 3 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลการผลิตสินค้า ชุดข้อมูลการซื้อขายผลิตภัณฑ์ และชุด
ข้อมูลความชื่นชอบผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา มี 4 ส่วน ได้แก่ การจำแนก
และแนะนำข้อมูลการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ แคตตาล็อกสินค้า ตะกร้าสินค้า และการแจ้งชำระเงิน ระบบมีความ
ถูกต้องในการจำแนกข้อมูลโปรโมชั่นสำหรับผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 85.7 และผู้มีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันบน
อุปกรณ์พกพา อยู่ในระดับมาก งานวิจัยนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์แบบเดิม เพื่อให้
ผู้ประกอบการและลูกค้าสามารถตัดสินใจในกระบวนการทำธุรกรรมทางธุรกิจผ่านระบบอันชาญฉลาด

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา การเรียนรู้ของเครื่อง ออนโทโลยี ผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

^{*2} อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

^{*2} Lecturer, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

* Corresponding author E-mail: kob_siharad@pcru.ac.th

Abstract

This research aimed 1) to create the processing method of the machine learning on semantic ontology in selling and buying the livestock products and 2) to develop the mobile application for promoting decision making in selling and buying the livestock products by integrating the machine learning and ontology. The research operation consisted of 4 steps; collecting the datasets, developing the mobile application by the machine learning and the ontology, assessing the accuracy of predicting the products' promotion by Confusion matrix technique, and assessing the 30 users' satisfaction to the mobile application. This research found that the datasets for building the classification models consisted of 3 sets; production dataset, product selling and buying dataset, and customers' preference to the product. The mobile application's functions consisted of 4 parts; classifying and recommending the product selling and buying, product catalogue, shopping cart, and payment. The system has accuracy in classifying the products' promotion at 85.7%. The users have satisfaction to the mobile application at high level. This research improved the traditional electronic commerce software and helped the business owners and customers to make decision in the business transaction process based on the artificial intelligence system.

Keywords : Mobile Application, Machine Learning, Ontology, Livestock Products

1. บทนำ

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหน่วยงานหลักที่ดูแลเกษตรกรรมภาคปศุสัตว์ทั้งระบบตั้งแต่พันธุ์สัตว์ พันธุ์พืชอาหารสัตว์ การควบคุมป้องกันโรคสัตว์ การส่งเสริมการตลาด การกำหนดมาตรฐานด้านปศุสัตว์ อีกทั้งยังได้นำองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าและผลผลิต เช่น การลดต้นทุนการผลิตสัตว์ การแปรรูปผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เพื่อเพิ่มมูลค่า ไปจนถึงการตอบสนองนโยบายปัจจุบันในระดับประเทศคือ “การตลาดนำการผลิต” เพื่อสร้างสมดุลทางการตลาด เพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร รวมทั้งเชื่อมโยงภาครัฐและเอกชน สร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน จากผลการวิจัยการบริหารจัดการร้านค้าผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ในรูปแบบร้านค้าสวัสดิการกรมปศุสัตว์ สามารถสรุปรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคในมุมมองส่วนประสมทางการตลาด เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการขายสินค้า ดังนั้นคือ รูปแบบการตกแต่งร้านจะต้องมีความทันสมัย มีอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้บริการที่สมัยใหม่ ผู้ใช้บริการมีความต้องการในเรื่องบรรยากาศร้าน และความเร็วในการเลือกซื้อสินค้าและการจ่ายเงินที่สะดวกรวดเร็วต่อลูกค้า ดังนั้นผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในการพัฒนาระบบการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ผ่านช่องทางออนไลน์เสริมเข้ามาจากระบบการขายหน้าร้านแบบเดิม เพื่อช่วยให้ลูกค้าสามารถเข้ามาเลือกซื้อสินค้า ชำระค่าสินค้า และติดตามการขนส่งได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งเชื่อมโยงระบบธุรกิจกับการโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น นิตยสาร วิทยุ และโทรทัศน์ รวมทั้งมีการส่งเสริมการขายในรูปแบบการลดราคา การแจก แกรม สะสมคูปอง มีการสมัครสมาชิกและให้สิทธิพิเศษในโอกาสต่าง ๆ (วิลัยลิกา เพ็ญศรีสุวรรณ, 2562)

ในปัจจุบันได้มีผู้พัฒนาแอปพลิเคชันที่ประมวลผลในรูปแบบเว็บและโมบายแอปพลิเคชันจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบโปรแกรมมีลิขสิทธิ์ ใช้งานฟรีบนระบบคลาวด์ และเปิดเผยซอร์สโค้ดให้พัฒนาต่อยอดได้ แต่โปรแกรมส่วนใหญ่จะตอบโต้เพียงขั้นการทำงานทั่วไป เช่น การจัดการแคตตาล็อก การจัดการตระกร้าสินค้า และการชำระเงิน ทั้งนี้ระบบดังกล่าวจะไม่สามารถช่วยเสริมสร้างการตัดสินใจและแนะนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการซื้อและขายสินค้าแก่ผู้บริโภค

และธุรกิจ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพบนระบบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในการวิเคราะห์ ทำนาย และแนะนำข้อมูลสินค้าที่อยู่ในขอบเขตความสนใจ สามารถเป็นตัวแทนอันชาญฉลาดในการวางแผนการผลิตและจัดจำหน่าย รวมถึงการให้ข้อมูลสินค้าที่เหมาะสมกับความต้องการผู้บริโภคมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ร้านค้าสวัสดิการของปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ประสบปัญหาขาดการวางแผนการผลิต การกำหนดโปรโมชั่น และการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เป็นระบบ ทำให้เกิดการวางแผนการผลิตที่ผิดพลาดเกิดสินค้าหมดอายุค้างสต็อก การกำหนดโปรโมชั่นที่ช่วยส่งเสริมการขายยังไม่มีประสิทธิภาพ และขาดฐานข้อมูลและฐานความรู้ที่นำมาใช้กำหนดโปรโมชั่นสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดได้อย่างเหมาะสม และธุรกิจยังไม่มีโปรแกรมขายออนไลน์ที่จะช่วยเพิ่มช่องทางการขายไปยังผู้บริโภค โดยปัจจุบันใช้การขายหน้าร้านเพียงช่องทางเดียวที่ยังไม่สามารถรองรับกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาที่ส่งผลกระทบต่อธุรกิจ และการแข่งขันกับธุรกิจขายสินค้าออนไลน์ต่าง ๆ ได้ (ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์, 2564) จึงควรมีการนำการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่ยอมรับมาบูรณาการทำงานร่วมกัน เพื่อที่จะช่วยในการจัดกลุ่มและจำแนกรายการสินค้าและพฤติกรรมผู้บริโภคของลูกค้าได้แบบอัตโนมัติ ในส่วนของออนโทโลยีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลให้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ทั่วไปที่สืบค้นโดยใช้คำสั่งจากผู้ใช้งานเพียงเท่านั้น (สมพร พึ่งสม, 2556) ปัจจุบันได้มีการบูรณาการความสามารถของการเรียนรู้ของเครื่องกับออนโทโลยี เพื่อช่วยในการรวมข้อมูลเชิงความหมายเข้ากับการวิเคราะห์แบบกระจาย และช่วยสร้างการสอบถามเพื่อการเลือกกลุ่มตัวอย่างข้อมูลในการวิเคราะห์และฝึกสอนแบบเฉพาะเจาะจงเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Tresp et al., 2008)

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ทำให้คณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี จะช่วยสร้างประโยชน์ให้กรมปศุสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์และในจังหวัดอื่น และผู้บริโภคทุกระดับได้มีศูนย์กลางในการทำธุรกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนซื้อขายสินค้าและบริการได้แบบครบวงจร และจะเกิดเป็นชุมชนการค้าขนาดใหญ่ที่เปิดบริการให้ทั้งลูกค้าชาวไทยและต่างประเทศได้เข้ามาทำธุรกรรมได้ทุกสถานที่และทุกเวลา ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ไทยเป็นที่รู้จักและได้รับการยอมรับในตลาดโลกอย่างรวดเร็วและยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างวิธีการประมวลผลการเรียนรู้ของเครื่องบนออนโทโลยีเชิงความหมาย ในการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

2.2 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสร้างวิธีการประมวลผลการเรียนรู้ของเครื่องบนออนโทโลยีเชิงความหมาย ในการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

ทำการรวบรวมชุดข้อมูล เพื่อนำมาสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง จากสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ และสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคผ่านสื่อสังคมออนไลน์ โดยใช้ระยะเวลาที่ในการรวบรวมชุดข้อมูล จำนวน 3 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน - กรกฎาคม 2564 ได้ชุดข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ 1) ชุดข้อมูลการผลิตสินค้า 2) ชุดข้อมูลการ

ซื้อขายผลิตภัณฑ์ ณ จุดจำหน่าย และ 3) ชุดข้อมูลพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคต่อสินค้าต่าง ๆ จากนั้นผู้วิจัยทำการรวมคุณลักษณะในชุดข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ฝึกสอน/สร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อตอบใจหาคำความต้องการของธุรกิจ และผู้บริโภค โดยใช้หลักวิธี K-mean ดังสมการ 1 และ 2 (Kodinariya & Makwana, 2013) ในการจัดกลุ่มข้อมูลสินค้าที่สอดคล้องกับความชอบ/สนใจของลูกค้า

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2} \quad (1)$$

$$New \text{ centroid } (C_{i=1}^n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n qx_i, qy_i \quad (2)$$

จากสมการ (1) K-mean จะใช้วิธี Euclidean ในการหาระยะทางระหว่างจุดที่สนใจ (p) กับจุดศูนย์กลางของ Cluster ต่าง ๆ (q) เพื่อระบุว่า p จะเป็นสมาชิกของ q โดยที่ระยะทางที่ใกล้ที่สุด และในรอบต่อไปสมาชิก q ของแต่ละ Cluster จะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยของค่า x และ y เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางใหม่ ดังสมการ (2) และทำซ้ำจนกว่าสมาชิกต่าง ๆ จะไม่เปลี่ยนแปลง Cluster

การใช้หลักวิธี Neural network ดังสมการ 3 และ 4 (Jordan, 2017) ในการจำแนกประเภทโปรโมชันให้กับสินค้าแต่ละรายการ ที่สอดคล้องกับประวัติการขาย และช่วงเวลาที่ยาวได้

$$a = g(z) = g(\sum_{i=1}^n x_i w_i + b), a = g(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}, a = g(z) \begin{cases} 0 & \text{if } z \leq 0 \\ 1 & \text{if } z > 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_5}, \frac{\partial E_{total}}{\partial w_5} = \frac{\partial E_{total}}{\partial out_{01}} * \frac{\partial out_{01}}{\partial net_{01}} * \frac{\partial net_{01}}{\partial w_5} \quad (4)$$

จากสมการ (3) ให้ a เป็น Perceptron ที่คำนวณผลรวมของค่า input (x_i) คูณด้วยค่าน้ำหนัก (w_i) และรวมด้วยค่าไบแอส (b) ในชั้นโครงข่าย (Layer) ต่าง ๆ ตามโครงสร้างของ Neural network จากนั้นค่า Output ในชั้นสุดท้ายจะถูกนำมาคำนวณค่าความน่าจะเป็นตั้งแต่ค่า 0 ถึง 1 ด้วยฟังก์ชัน Sigmoid คือ $z = 1/(1+e^{-z})$ เพื่อตัดสินคลาสคำตอบ โดยจะตรวจสอบว่า ถ้า $z \leq 0$ ทำนายคลาส 0, $z > 0$ ทำนายคลาส 1 ในกระบวนการ Feed forward หากได้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดจากคลาสคำตอบจริง จะทำการ Back propagation ดังสมการ (4) เพื่อกระจายค่าความผิดพลาดย้อนกลับด้วยกฎ Chain rule เพื่อทำการปรับ w_i และ b ในชั้นต่าง ๆ และวนรอบทำซ้ำในกระบวนการ Feed forward จนครบจำนวนรอบการประมวลผลที่กำหนดไว้

การใช้หลักวิธี Multiple Regression ดังสมการ (5) (Andrews, 1974) ในการสร้างตัวแบบการทำนายจำนวนสินค้าที่ต้องเตรียมในคลังในอนาคตที่สอดคล้องกับทรัพยากร พื้นที่คลังสินค้า และยอดสั่งซื้อจากลูกค้า

$$\hat{y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p \quad (5)$$

โดยที่ b_0 คือ ค่าจุดตัดบนแกน y ของตัวแบบ

b_1 ถึง b_p คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระหรือคุณลักษณะที่ 1 ถึง p

X_1 ถึง X_p คือ ตัวแปรอิสระหรือคุณลักษณะที่ 1 ถึง p

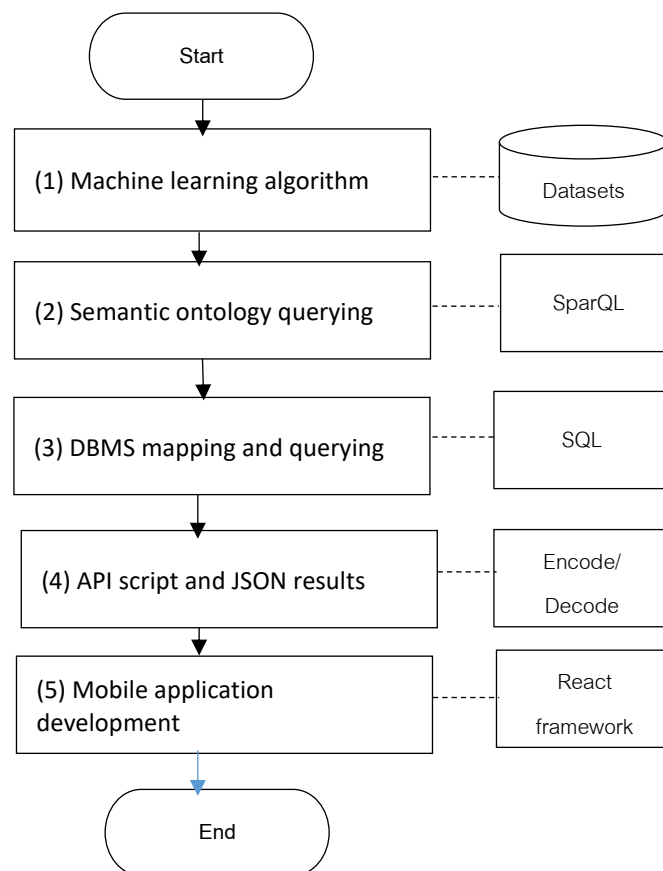
จากนั้นทำการสกัดคำสำคัญและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่าง ๆ บนชุดข้อมูลทั้ง 3 ชุด เพื่อสร้างออนโทโลยีช่วยในการอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง ทั้งนี้จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจแก่ธุรกิจและผู้บริโภคได้อย่างถูกต้องและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

3.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

3.2.1 การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้ ถูกพัฒนาด้วย React framework ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (5) เพื่อประมวลผลร่วมกับอัลกอริทึมการทำนายค่า การจำแนก และการจัดกลุ่มข้อมูล (1) ทั้งนี้ระบบจะเข้าถึงออนไลน์เพื่อสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายด้วยภาษา SparQL ร่วมกับการผสานและดึงข้อมูลจากระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่พัฒนาด้วย MySQL โดยใช้ ภาษา SQL ตามผลลัพธ์ที่ Machine learning algorithm ทำนายได้ เพื่อขยายความรู้เพื่อประกอบการตัดสินใจในกรณีต่าง ๆ โดยที่ระบบจะมีส่วน API ที่ถูกพัฒนาด้วยภาษา Python และ PHP เพื่อเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลในรูปแบบ JSON เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมส่วนประมวลผล Back end และโมบายแอปพลิเคชัน โดยสามารถแสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบดังรูปภาพประกอบ 1

รูปภาพประกอบ 1
แผนภาพขั้นตอนการพัฒนาระบบ



3.2.2 การประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการวิเคราะห์และทำนายการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

ทำการประเมินประสิทธิภาพความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลการจัดโปรโมชันให้กับสินค้าแต่ละรายการด้วยอัลกอริทึม Neural network ซึ่ง Neural network สามารถนำมาใช้ในการจำแนกข้อมูลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ดังงานวิจัยของ Pakamwang และ Siharad (2021) ได้สรุปว่า Neural network ให้ความแม่นยำสูงสุด (96.7%) ในการทำนายสาขาวิชาที่สนใจของนักเรียน เมื่อเทียบกับอัลกอริทึม Decision tree และ KNN ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างข้อมูลการซื้อขายผลิตภัณฑ์ ณ จุดจำหน่าย ตั้งแต่เดือนเมษายน - กรกฎาคม 2564 จำนวนทั้งหมด 400 รายการ

โดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน (Yamane, 1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณขนาดตัวอย่างข้อมูลได้จำนวน 200 รายการ จากนั้นแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นชุดข้อมูลฝึกสอนจำนวนอย่างละ 70% (140 รายการ) และชุดข้อมูลทดสอบจำนวน 30% (60 รายการ) ประกอบด้วย 7 คุณลักษณะ ได้แก่ รหัสสินค้าประเภทสินค้า คุณลักษณะลูกค้า (เพศ, อายุ, อาชีพ) จำนวนที่สั่งซื้อ ระดับความพึงพอใจในสินค้า จำนวนครั้งในการซื้อสินค้าซ้ำ และเวลาที่ซื้อ (ฤดูกาล/เทศกาล/เดือน) และคลาสคำตอบ คือ ประเภทโปรโมชั่น แล้วใช้เทคนิคคอนฟิวชันเมทริกซ์ ในการเก็บข้อมูลจำนวนแถวที่จำแนกจากกลุ่มข้อมูลจริงและกลุ่มข้อมูลจากการทำนาย (Sinsomboonthong, 2015) และสรุปค่าความถูกต้องในการทำนายของอัลกอริทึม จากนั้นทำการคำนวณผลที่ได้จากการประเมิน เพื่อหาค่าต่าง ๆ ดังสมการ (6) – (9)

$$\text{Precision} = \frac{TP}{(TP+FP)} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{(TP+FN)} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} \times 100 \quad (8)$$

$$\text{F1-Score} = \frac{2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall})}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (9)$$

โดยที่ TP คือ โปรแกรมทำนายว่า ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้ ที่แท้จริง ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้

FP คือ โปรแกรมทำนายว่า ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้ ที่แท้จริง ไม่ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้

TN คือ โปรแกรมทำนายว่า ไม่ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้ ที่แท้จริง ไม่ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้

FN คือ โปรแกรมทำนายว่า ไม่ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้ ที่แท้จริง ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้

3.2.3 การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ต่อโมบายแอปพลิเคชัน

ทำการประเมินความพึงพอใจต่อโมบายแอปพลิเคชันกับผู้ใช้ระบบ จำนวนทั้งหมด 30 คน จำแนกเป็นผู้จำหน่ายสินค้า จำนวน 5 คน และลูกค้า จำนวน 25 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากพนักงานจำหน่ายสินค้าทั้งหมด และลูกค้าที่เข้ามาซื้อสินค้ามากกว่า 5 ครั้งในเดือนเมษายน - กรกฎาคม 2564 โดยกำหนดกรอบการประเมินไว้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสอดคล้องของฟังก์ชันการทำงานกับความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) 2) ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของฟังก์ชันการทำงาน (Functional Test) 3) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (Usability Test) และ 4) ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (Security Test) (Kularbphetong et al., 2015) โดยใช้เกณฑ์การแปลผลระดับความพึงพอใจ ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2540: 27-28)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย และคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัยที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการสร้างวิธีการประมวลผลการเรียนรู้ของเครื่องบนออนไลน์เชิงความหมาย ในการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ สามารถนำเสนอผลการวิจัย ออกเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ 1) การรวบรวมชุดข้อมูลเพื่อใช้

สร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง และ 2) การพัฒนาออนไลน์และขั้นตอนวิธีในการประมวลผลร่วมกันระหว่างการเรียนรู้ของเครื่อง และออนไลน์ในระบบจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ ดังนี้

4.1.1 ผลการรวบรวมชุดข้อมูลเพื่อใช้สร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่อง จำนวน 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุดถูกรวบรวมจากร้านค้าสวัสดิการของสำนักงานปศุสัตว์ จำนวน 200 รายการ ประกอบด้วยคุณลักษณะ และคลาสคำตอบ ดังนี้

1. ชุดข้อมูลการผลิตสินค้า ประกอบด้วย 8 คุณลักษณะ ได้แก่ รหัสสินค้า ยอดการสั่งซื้อจากผู้บริโภค (หน่วยเป็น กก./ฟอง) จำนวนที่เหลือในคลังสินค้า (หน่วยเป็น กก./ฟอง) จำนวนแรงงาน (คน) จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง) ขนาดพื้นที่คลังสินค้า (ตรม.) จำนวนสัตว์ที่พร้อมให้ผลผลิต (ตัว) อัตราการเพิ่ม/ลดของยอดสั่งซื้อรายวัน (%) และคลาสคำตอบ คือ จำนวนที่ต้องเตรียมไว้ในคลัง (หน่วยเป็น กก./ฟอง) โดยใช้อัลกอริทึม Multiple regression ในการสร้างตัวแบบการทำนายคลาสคำตอบ

2. ชุดข้อมูลการซื้อขายผลิตภัณฑ์ ณ จุดจำหน่าย ประกอบด้วย 7 คุณลักษณะ ได้แก่ รหัสสินค้าประเภทสินค้า คุณลักษณะลูกค้า (เพศ อายุ อาชีพ) จำนวนที่สั่งซื้อ ระดับความพึงพอใจในสินค้า จำนวนครั้งในการซื้อสินค้าซ้ำ จำนวนสินค้าที่ขายได้เมื่อ 3 เดือนที่ผ่านมา และช่วงเวลาที่ย่อ (ฤดูกาล/เทศกาล/เดือน) และคลาสคำตอบ คือ ประเภทโปรโมชั่น โดยใช้กระบวนการฝึกสอนตัวแบบด้วยอัลกอริทึม Neural network เพื่อจำแนกโปรโมชั่นให้แก่สินค้าแต่ละรายการ

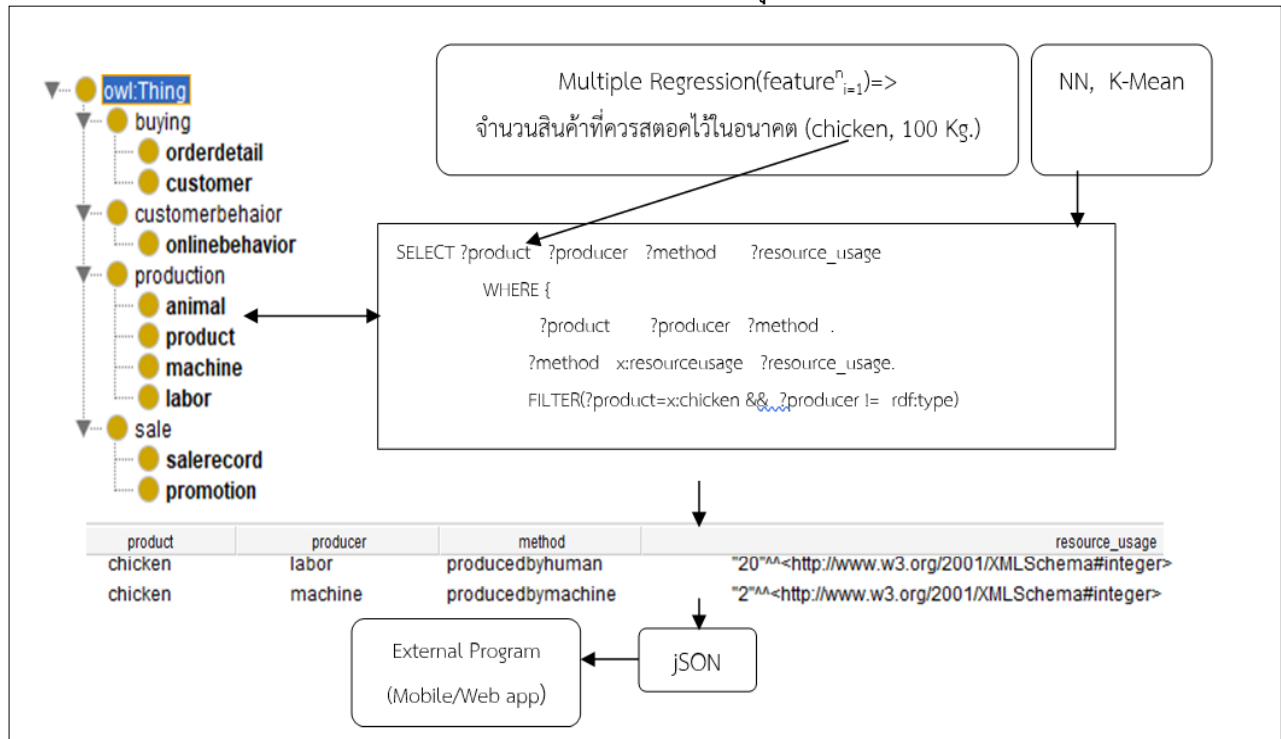
3. ชุดข้อมูลพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 7 คุณลักษณะ ได้แก่ รหัสสินค้าประเภทสินค้า คุณลักษณะลูกค้า (เพศ, อายุ, อาชีพ) ระดับความพึงพอใจในสินค้าจำนวนการกดถูกใจให้กับสินค้า จำนวนการแชร์ข้อมูลสินค้า และระดับความดึงดูดใจของสินค้าที่ทำให้เกิดการซื้อซ้ำ โดยใช้อัลกอริทึม K-mean จัดกลุ่มสินค้าตามความชอบ/สนใจของลูกค้า

4.1.2 ผลการพัฒนาออนไลน์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและแนะนำจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ และขั้นตอนวิธีในการประมวลผลร่วมกันระหว่างการเรียนรู้ของเครื่อง และออนไลน์ ดังรูปภาพประกอบ 2

จากรูปภาพประกอบ 2 พบว่า ออนไลน์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและแนะนำจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ มีจำนวนทั้งหมด 14 โหนดความรู้ แบ่งเป็น 3 ระดับชั้น ได้แก่ 1) ชั้นความรู้ในภาพรวม (Thing) 2) ชั้นความรู้งานหลัก ได้แก่ การผลิต (production) การซื้อ (buying) การขาย (sale) และพฤติกรรมของลูกค้า (customerbehavior) และ 3) ชั้นความรู้เฉพาะงาน ได้แก่ 3.1) ด้านการผลิต ประกอบด้วย สัตว์ (animal) สินค้า (product) เครื่องจักร (machine) และแรงงาน (labor) 3.2) ด้านการซื้อ ประกอบด้วย ลูกค้า และรายละเอียดการสั่งซื้อ 3.3) ด้านการขาย ประกอบด้วย รายการขาย และโปรโมชั่น และ 3.4) ด้านพฤติกรรมของลูกค้า คือ การรวบรวมจำนวนการกดถูกใจ การแชร์ข้อมูลสินค้า และการให้ดาวสินค้า บนสื่อสังคมออนไลน์ โดยจะใช้คำสั่ง Sparql ในการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายตามค่าที่ทำนายได้จากอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง ได้แก่ Multiple Regression, Neural network (NN) และ K-mean โดยตัวอย่างการตั้งค่าการประมวลผลของอัลกอริทึม Multiple Regression จะมีการส่งชุดข้อมูลที่ 1 (ข้อ 4.1.1) เข้าไปสร้างตัวแบบ จากนั้นผู้ใช้นำเข้ารายการสินค้าที่ต้องการทำนายเข้าไปในโปรแกรม ๆ ก็จะได้คำนวณจำนวนสินค้าที่ต้องเตรียมไว้ในคลังในอนาคตแล้วส่งพารามิเตอร์ออกมา 2 ตัว คือ ชื่อสินค้า และจำนวนสินค้า เพื่อนำไปใช้ค้นหาความรู้เชิงความหมายในออนไลน์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในการแนะนำแก่ธุรกิจ ว่า “หากต้องเตรียมสินค้าไว้ตามจำนวนที่ทำนายได้ ต้องใช้ทรัพยากรใดบ้างที่เกี่ยวข้อง และใช้จำนวนเท่าใด” จากนั้นผลลัพธ์จะถูกแปลงอยู่ในรูปแบบ JSON เพื่อให้โมบายแอปพลิเคชัน สามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ประมวลผลต่อไปได้

รูปภาพประกอบ 2

การประมวลผลร่วมกันระหว่างการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี เพื่อส่งเสริมการตัดสินใจการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์



4.2 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน ดังรูปภาพประกอบ 3 – 5

รูปภาพประกอบ 3

หน้าจอโมบายแอปพลิเคชันส่วนการล็อกอิน แคตตาล็อก และซื้อสินค้าออนไลน์



จากรูปภาพประกอบ 3 โมบายแอปพลิเคชันจะมีส่วนลูกอินเข้าสู่ระบบ (a) เพื่อเข้าสู่ส่วนแสดงแคตตาล็อกสินค้า (b) และการซื้อสินค้า/หยิบสินค้าใส่ตระกร้า (c) ที่จะเชื่อมต่อกับอัลกอริทึม K-mean เพื่อแนะนำรายการสินค้าที่มีความคล้ายคลึงกันตามคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความนิยมของสินค้าจากการกดดูใจและแชร์บนสื่อสังคมออนไลน์โดยลูกค้า จำนวนความถี่ที่ขายได้ในช่วงเดือน/เทศกาลต่าง ๆ และข้อมูลพื้นฐานลูกค้าที่ซื้อไป เช่น เพศ อายุ และอาชีพ เป็นต้น จากนั้นข้อมูลสินค้า จะถูกส่งไปสืบค้นในออนโทโลยี เพื่อแนะนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันเชิงความหมายเกี่ยวกับที่มาของสินค้าว่ามาจากสัตว์ที่ได้ตรวจคุณภาพ/ความปลอดภัยอะไรมาแล้วบ้าง และมีสินค้าประเภทใดที่เป็นผลผลิตมาจากสัตว์เหล่านี้บ้าง ซึ่งจะช่วยให้ได้ความรู้ในขอบเขตความสนใจเพื่อประกอบการตัดสินใจของลูกค้า

รูปภาพประกอบ 4

หน้าจอฟังก์ชันการจำแนกโปรโมชัน และทำนายจำนวนการเตรียมสินค้าในคลัง

semantic AI
 Animal product sale and buying management by integrating machine learning and semantic ontology

สำหรับผู้จำหน่าย



- ฟังก์ชันทำนายจำนวนสินค้าที่ต้องสต็อกในอนาคต
- ฟังก์ชันจำแนกโปรโมชันที่เหมาะสมกับพฤติกรรมซื้อของลูกค้า

สำหรับผู้ซื้อ



- ฟังก์ชันแนะนำกลุ่มสินค้าที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

ฟังก์ชันจำแนกโปรโมชันที่เหมาะสมกับพฤติกรรมซื้อของลูกค้า

ข้อมูลลูกค้าที่ต้องการจัดโปรโมชันให้: เพศ ช่วงวัย อาชีพ

ข้อมูลสินค้าที่ต้องการกำหนดโปรโมชัน: ชื่อสินค้า

เดือนที่ต้องการจัดโปรโมชัน: เลือก

จำนวนสินค้าคงเหลือในสต็อก: ชิ้น

จำนวนสินค้าขายได้เมื่อ 3 เดือน ที่ผ่านมา: ชิ้น

ระดับความพึงพอใจในสินค้าเฉลี่ยของลูกค้า:

อัตราการคืนของสินค้าบนสื่อสังคมออนไลน์:

อัตราแชร์ข้อมูลของสินค้าบนสื่อสังคมออนไลน์:

โปรโมชันที่ควรจัดให้กับรายการสินค้านี้ คือ **ซื้อ 1 แถม 1**

ฟังก์ชันทำนายจำนวนสินค้าที่ต้องสต็อกในอนาคต

ประเภทสินค้า: เลือก

จำนวนที่ขายได้ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา: หน่วย เลือก

จำนวนคงเหลือในสต็อก: หน่วย เลือก

อัตราการเพิ่ม/ลดของยอดสั่งซื้อรายวัน (%):

ขนาดพื้นที่คลังสินค้า (ตร.ม.):

จำนวนสินค้าที่ควรสต็อกไว้เท่ากับ **100 กก.**

[Request json of Predictive results](#)

ฟังก์ชันทำนายจำนวนสินค้าที่ต้องเตรียมในอนาคต และฟังก์ชันจำแนกโปรโมชันที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการซื้อของลูกค้า และให้บริการลูกค้า คือ ฟังก์ชันแนะนำกลุ่มสินค้าที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า โดยจะส่งข้อมูลในคุณลักษณะต่าง ๆ จากการรับเข้ามาทาง User interface ส่งเข้าไปให้ส่วนประมวลผลการเรียนรู้ของเครื่องด้วย Multiple regression, NN และ K-Mean ทำการประมวลผลในเชิงทำนายและจำแนกข้อมูล และประสานการทำงานกับออนโทโลยีในการให้ข้อมูลเชิงความหมายที่เกี่ยวข้อง จากนั้นระบบจะแสดงผลการทำนายและจำแนกข้อมูลที่ได้ให้กับผู้ธุรกิจได้นำไปใช้ประโยชน์ได้ผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

การสร้างผลลัพธ์จากการทำนายด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง และสืบค้นในออนโทโลยีเชิงความหมายในรูปแบบ JSON แสดงดังภาพประกอบ 5

รูปภาพประกอบ 5

ผลลัพธ์จากการทำนายด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง และสืบค้นในออนไลน์เชิงความหมายในรูปแบบ JSON

```
[{"id":5,"ptype":"eggc","cusorder":50,"unit1":"fong","nofstocks":10,"unit2":"fong","salerate":30,"areazise":100,"datex":"17/10/2564","predicted":0},
{"id":6,"ptype":"eggc","cusorder":50,"unit1":"fong","nofstocks":10,"unit2":"fong","salerate":30,"areazise":100,"datex":"17/10/2564","predicted":0},
{"id":7,"ptype":"chicken","cusorder":500,"unit1":"kg","nofstocks":90,"unit2":"kg","salerate":50,"areazise":200,"datex":"17/10/2564","predicted":0},
{"id":8,"ptype":"beef","cusorder":400,"unit1":"kg","nofstocks":35,"unit2":"kg","salerate":50,"areazise":100,"datex":"17/10/2564","predicted":0},
{"id":9,"ptype":"beef","cusorder":400,"unit1":"kg","nofstocks":35,"unit2":"kg","salerate":50,"areazise":100,"datex":"17/10/2564","predicted":0},
{"id":10,"ptype":"beef","cusorder":400,"unit1":"kg","nofstocks":35,"unit2":"kg","salerate":50,"areazise":100,"datex":"17/10/2564","predicted":0},
{"id":11,"ptype":"beef","cusorder":400,"unit1":"kg","nofstocks":35,"unit2":"kg","salerate":50,"areazise":100,"datex":"17/10/2564","predicted":178},
{"id":12,"ptype":"eggc","cusorder":1000,"unit1":"fong","nofstocks":500,"unit2":"fong","salerate":20,"areazise":50,"datex":"17/10/2564","predicted":28},
{"id":13,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":14,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":15,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":16,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":17,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":18,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":19,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":20,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":21,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":22,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":23,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":24,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":25,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":26,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":27,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":50,"datex":"04/11/2564","predicted":125},
{"id":28,"ptype":"pork","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":200,"datex":"04/11/2564","predicted":130},
{"id":29,"ptype":"beef","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":200,"datex":"04/11/2564","predicted":130},
{"id":30,"ptype":"beef","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":200,"datex":"04/11/2564","predicted":130},
{"id":31,"ptype":"beef","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":200,"datex":"04/11/2564","predicted":130},
{"id":32,"ptype":"beef","cusorder":50,"unit1":"kg","nofstocks":10,"unit2":"kg","salerate":20,"areazise":200,"datex":"04/11/2564","predicted":0},
{"id":33,"ptype":"pork","cusorder":12,"unit1":"","nofstocks":2,"unit2":"","salerate":50,"areazise":10,"datex":"04/11/2564","predicted":0},
{"id":34,"ptype":"pork","cusorder":1,"unit1":"kg","nofstocks":1,"unit2":"kg","salerate":12,"areazise":1,"datex":"04/11/2564","predicted":0}]
```

ประมวลผลต่อได้ ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ประเภทสินค้า จำนวนคงเหลือในสต็อก จำนวนยอดสั่งซื้อใหม่จากลูกค้า ข้อมูลและขนาดของคลังสินค้าที่จะใช้เก็บสินค้า เป็นต้น

4.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการวิเคราะห์และทำนายการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์

ผู้วิจัยทำการเลือกทดสอบและประสิทธิภาพความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลด้วยอัลกอริทึม Neural network บนแอปพลิเคชัน ในการจัดโปรโมชั่นให้กับสินค้าแต่ละรายการ รวมทั้งหมด 200 รายการ แล้วใช้เทคนิคคอนฟิวชันเมทริกซ์ในการสรุปค่าความถูกต้องในการทำนายของอัลกอริทึม Neural network ดังผลต่อไปนี้

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของ Neural network ในกระบวนการวิเคราะห์และทำนายการจัดจำหน่ายและซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ด้วยเทคนิคคอนฟิวชันเมทริกซ์

	แท้จริง “ควรจัดโปรโมชั่นนี้ ให้แก่สินค้ารายการนี้”	แท้จริง “ไม่ควรจัดโปรโมชั่นนี้ ให้แก่สินค้ารายการนี้”
ถูกทำนายแล้วว่า “ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้”	15	5
ถูกทำนายแล้วว่า “ไม่ควรจัดโปรโมชั่นนี้ให้แก่สินค้ารายการนี้”	0	10
ค่าความแม่นยำ (Precision)	75%	
ค่าการเรียกคืน (Recall)	100%	
ค่าความเที่ยง (Accuracy)	83.3%	
ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-Score)	85.7%	

จากตาราง 1 ประสิทธิภาพในการทำนายการจัดโปรโมชันนี้ให้แก่อินค้าในแต่ละรายการ ด้วยอัลกอริทึม Neural network ให้ค่าความถูกต้อง ที่แสดงด้วยค่า F-Score เท่ากับ 85.7%

4.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ต่อโมบายแอปพลิเคชัน สรุปได้ดังนี้

ผู้ใช้พึงพอใจต่อแอปพลิเคชันฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27, S.D.=0.57$) หากพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าทุกประเด็นผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยสามารถเรียงลำดับประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจผู้ใช้สูงสุดเรียงลำดับจากมากที่น้อยที่สุด ดังนี้ 1) ด้านความสอดคล้องของฟังก์ชันการทำงานกับความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) ($\bar{X} = 4.36, S.D.=0.46$) 2) ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (Security Test) ($\bar{X} = 4.27, S.D.=0.47$) 3) ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของฟังก์ชันการทำงาน (Functional Test) ($\bar{X} = 4.26, S.D.=0.9$) และด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (Usability Test) ($\bar{X} = 4.26, S.D.=0.44$)

ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานต่อแอปพลิเคชันฯ สามารถนำเสนอรายประเด็นในแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านความสอดคล้องของฟังก์ชันการทำงานกับความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) ทุกประเด็นผู้ใช้พึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลสมาชิก ($\bar{X} = 4.4, S.D.=0.52$) 2) ความสามารถของระบบในด้านการค้นหาสินค้า ($\bar{X} = 4.35, S.D.=0.64$) และ 3) ความสามารถของระบบในด้านการชำระเงิน ($\bar{X} = 4.33, S.D.=0.67$) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด คือ ความสามารถของระบบในด้านการออกรายงาน ($\bar{X} = 4.12, S.D.=0.45$)

ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (Security Test) ทุกประเด็นผู้ใช้พึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด คือ 1) การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง ($\bar{X} = 4.4, S.D.=0.52$) รองลงมา คือ การกำหนดรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ ($\bar{X} = 4.3, S.D.=0.47$) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด คือ การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ($\bar{X} = 4.2, S.D.=0.42$)

ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของฟังก์ชันการทำงาน (Functional Test) ทุกประเด็นผู้ใช้พึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับระบบงานจริง ($\bar{X} = 4.30, S.D.=0.69$) 2) ความถูกต้องของผลลัพธ์ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม ($\bar{X} = 4.27, S.D.=0.76$) 3) ความถูกต้องในการจัดการข้อมูลนำเข้า ($\bar{X} = 4.24, S.D.=0.62$) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด คือ ความถูกต้องของผลลัพธ์ในรูปแบบการออกรายงาน ($\bar{X} = 4.03, S.D.=0.54$)

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (Usability Test) ทุกประเด็นผู้ใช้พึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ ($\bar{X} = 4.27, S.D.=0.56$) 2) ความเหมาะสมในการใช้ข้อความ สัญลักษณ์หรือรูปภาพ เพื่ออธิบายสื่อความหมาย ($\bar{X} = 4.22, S.D.=0.56$) และ 3) ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ ($\bar{X} = 4.14, S.D.=0.67$) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด คือ ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ ($\bar{X} = 4.02, S.D.=0.73$)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาโมดูลเสริมด้วยการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี ในซอฟต์แวร์การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) จะเป็นเครื่องมือที่เกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการให้สามารถวางแผนการผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าได้อย่างสอดคล้องกับความต้องการลูกค้า ทรัพยากร และวัตถุดิบที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า รวมทั้งลูกค้าสามารถเลือกซื้อสินค้าที่มี

ความเกี่ยวข้องและต่อเนื่องกันได้อย่างเป็นระบบ โดยทั่วไป E-commerce จะประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานพื้นฐาน 3 ส่วน ได้แก่ แค็ตตาล็อกสินค้า ตะกร้าสินค้า และการแจ้งชำระเงิน (Si, 2021; Zainudin et al., 2010) ซึ่งไม่สามารถช่วยเสริมสร้างการตัดสินใจและแนะนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการซื้อและขายสินค้าแก่ผู้บริโภคและธุรกิจ แต่ในซอฟต์แวร์ใหม่จะเพิ่มโมดูลเพื่อการทำนาย และให้ความรู้เชิงแนะนำ ที่จะช่วยส่งเสริมการตัดสินใจในการทำธุรกรรมทางธุรกิจได้อย่างชาญฉลาด ซึ่งเทคนิคที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ สามารถประมวลผลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ งานวิจัยของ Liang et al. (2022) ได้สรุปว่า ออนโทโลยีเป็นเทคโนโลยีสำคัญในการพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคลบนระบบอีคอมเมิร์ซ ซึ่งให้ความถูกต้องแม่นยำในการแนะนำตามโครงสร้างความหมายและความสัมพันธ์ของโหนดความรู้บนธุรกรรมตลาดออนไลน์ และ Alghanam et al. (2022) นำเสนอการใช้อัลกอริทึม K-mean ในการจัดกลุ่มรายการซื้อสินค้าของลูกค้า และในการเลือกคุณลักษณะในการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกข้อมูลลักษณะความชอบ/สนใจ และการแนะนำรายการสินค้าไปยังลูกค้ากลุ่มต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ในงานวิจัยนี้ ยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ze Gao (2022) ที่ได้พัฒนาแพลตฟอร์ม อีคอมเมิร์ซผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อสร้างตัวแบบการจำแนกกลุ่มลูกค้า ด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ตำแหน่ง อาชีพ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประวัติการซื้อ และพฤติกรรมการซื้อของลูกค้า

6. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาหรือพัฒนาต่อในอนาคต

6.1 ควรพัฒนาโมดูลเสริมด้วยการเรียนรู้ของเครื่องและออนโทโลยี ที่ซอฟต์แวร์การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ แบบโอเพนซอร์สสามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้อย่างสะดวกแบบ Plug in

6.2 ควรพัฒนาฟังก์ชันบนซอฟต์แวร์ที่สามารถเปิดให้ผู้ใช้สร้างฐานกฎการสืบค้นข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจได้เอง ซึ่งเป็นไปอย่างสอดคล้องกับผลลัพธ์การทำนายที่ส่งต่อมาจากกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง

6.3 ควรพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันที่สนับสนุนการใช้ระบบปฏิบัติการ IOS

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2540). *การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี : บริษัทธรรมสาร.
- ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์. (2564). *บทสัมภาษณ์สถานภาพการดำเนินงาน และสภาพปัญหาในการดำเนินกิจการ จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์*. เพชรบูรณ์ : ปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์.
- วิลัยลิกา เพ็ญศรีสุวรรณ. (2562). *การบริหารจัดการร้านค้าผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ในรูปแบบร้านค้าสวัสดิการกรมปศุสัตว์*. กรุงเทพฯ : กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- สมพร พิงสม. (2556). *การค้นคืนสถิติบัตรในเชิงความหมายด้วยฐานความรู้ออนโทโลยี กรณีศึกษาสถิติบัตรยาไทย*. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Alghanam, O. A., Khatib, S. N., & Hiari, M. O. (2022). Data Mining Model for Predicting Customer Purchase Behavior in e-Commerce Context. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(2), 421-428.
- Andrews, D. F. (1974). A robust method for multiple linear regression. *Technometrics*, 16(4), 523-531.
- Gao, Z. (2022). *Precision Marketing Mode of Agricultural Products E-commerce Based on KNN Algorithm*. Proceedings of the 4th International Conference on Innovative Computing (IC 2021).

- Jordan, J. (2017). *Neural networks: training with backpropagation*. Retrieved from <https://www.jeremyjordan.me/neural-networks-training>.
- Kodinariya, T. M., & Makwana, P. (2013). Review on Determining of Cluster in K-means Clustering. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 1(6), 90-95.
- Kularbphettong, K., Putgla, R., Tachpetpaiboon, N., Tongsi, C., & Roonrakwit, P. (2015). Developing of mLearning for Discrete Mathematics Based on Android Platform. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 25(197), 793-796.
- Liang, L., Wen, Z., Shi, Y., Liu, H., & Li, W. (2022). Design of Product Recommendation System based on Restricted Boltzmann Machine. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 6(3), 20-22.
- Si, R. (2021). *China Livestreaming E-commerce Industry Insights*. Singapore : Palgrave Macmillan.
- Sinsomboontong, S. (2015). *Data mining* (1st ed). Bangkok : Chamchuri Products.
- Tresp, V., Bundschuh, M., Rettinger, A., & Huang, Y.(2008). *Towards Machine Learning on the Semantic Web*. Proceedings of International Workshop on Uncertainty Reasoning for the Semantic Web. October 1; 2008, 282-314.
- Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd Edition, New York : Harper and Row.
- Zainudin, N. M., Ahmad, W. F. W., & Goh, K. N. (2010). *Designing e-commerce user Interface*. 2010 International Conference on User Science and Engineering (i-USEr).