

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้
(Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด

Recommender System Using Collaborative Filtering A Case Study of
Toyota Buzz Company Limited

วารากร ประดิษฐกุล^{*1}, ปราณี มณีรัตน์¹ และ นิเวศ จิระวิชิตชัย²

Warakorn Pradiskul^{*1}, Paralee Maneerat¹, & Nivet Chirawichitchai²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

Master of Science Information Technology Program,

Information Technology, Sripatum University

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

²Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat, Institute of Management

Submitted 2/7/2020 ; Revised 7/8/2020 ; Accepted 25/9/2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ เพื่อช่วยให้ลูกค้าได้รับการแนะนำรถยนต์ที่เหมาะสม ตรงตามความต้องการของลูกค้า เป็นการสร้างมูลค่าให้กับธุรกิจ เนื่องจากระบบแนะนำรถยนต์จะช่วยให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจต่อสินค้าในเวลาอันสั้น งานวิจัยนี้จะหาความสัมพันธ์ของข้อมูลลูกค้ากับรายการรถยนต์จากชุดข้อมูลประวัติการขายรถยนต์ที่ผ่านมา โดยวิเคราะห์ข้อมูลการขายรถยนต์ จำนวน 44,079 รายการ ข้อมูลรถยนต์ จำนวน 24 รุ่น และข้อมูลลูกค้าที่ได้รับการส่งมอบรถยนต์แล้ว จำนวน 43,098 รายการ ข้อมูลเหล่านี้จะจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล MySQL ผู้วิจัยใช้อัลกอริทึมการหาความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้ โดยวิเคราะห์จากลูกค้าที่มีพฤติกรรมใกล้เคียงกันด้วยสมการการหาความคล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นฟังก์ชันในภาษา Python ในการพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้า ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถแนะนำประเภทรถยนต์ให้กับลูกค้าได้แม่นยำและมีประสิทธิภาพ มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.97 แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับที่ดี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: ระบบแนะนำ การคัดกรองแบบร่วมมือพฤติกรรมของลูกค้า ความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้ ความคล้ายคลึงกัน

***ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)**

E-mail: warakorn.pra@spumail.net

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้
(Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้าบัสส์ จำกัด

Abstract

The objective of this research was to develop a recommender system by using collaborative filtering to analyze the users' behavior. This system will provide suitable car model recommendations for the customer's needs. The developed system will help customers to be satisfied with their products in a short time. The method was conducted by determining the relationship between the customer data and the car model list obtained from the previous car sales history dataset. This study focused on analyzing 44,079 sales transactions for 24 car models and 43,098 customers. These transactions were under the condition of complete car delivery to customers. The data were stored in the MySQL database. The user-based similarity algorithm along with the cosine similarity equation, which is a function in Python, were used to analyze customers with similar behavior. The developed system could be applied to recommend car models to meet customer needs in an accurate and efficient manner with a mean absolute error of 0.97. In conclusion, the performance of the developed system was at a good level and it could be practically applied.

Keyword: Recommender system, Collaborative filtering, User-based similarity, Cosine similarity

บทนำ

ด้วยความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามาโดยตลอด ทำให้มีสินค้าและธุรกิจใหม่ ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา รวมถึงธุรกิจรถยนต์ซึ่งเป็นธุรกิจที่มีอัตราการเติบโตที่สูงในขณะนี้ เนื่องจากรถยนต์เป็นยานพาหนะที่มีความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ ดังจะเห็นได้จากการจราจรที่หนาแน่นบนท้องถนน ธุรกิจขายรถยนต์จึงเป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันกันสูงตามไปด้วย บริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด ซึ่งเป็นหนึ่งในบริษัทที่ทำธุรกิจขายรถยนต์ เป็นบริษัทที่จัดจำหน่ายรถยนต์ยี่ห้อโตโยต้าเกือบทุกรุ่น จึงมีจำนวนรุ่นของรถยนต์ให้ลูกค้าได้เลือกซื้อเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ในบางครั้งลูกค้าที่เข้ามาเลือกซื้อรถยนต์กับบริษัทเกิดความสับสนในการเลือกซื้อรถยนต์ เนื่องจากลูกค้าไม่สามารถศึกษารายละเอียดของรถยนต์ได้ทุกรุ่นภายในระยะเวลาที่จำกัด

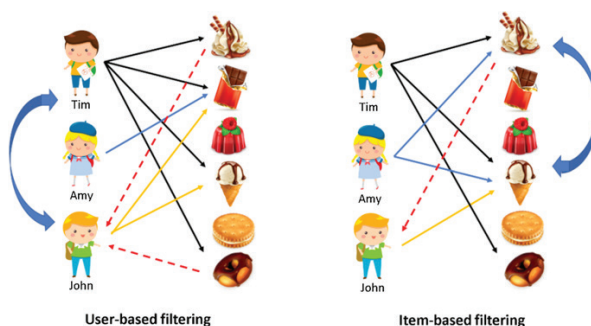
ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้า เพื่อตอบสนองความต้องการ รสนิยม และความชอบของผู้ใช้ รวมทั้งเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ของลูกค้า ทำให้ลูกค้าเลือกซื้อรถยนต์ได้ตรงตามความต้องการ และเกิดความพึงพอใจต่อการเลือกซื้อรถยนต์ [1] โดยการพัฒนาแนะนำรถยนต์ จะวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ด้วยวิธีการกรองแบบร่วมมือ (collaborative filtering) ระบบแนะนำรถยนต์จะช่วยแนะนำรถยนต์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าในเวลาอันรวดเร็ว เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ ช่วยให้ลูกค้าสามารถเลือกสินค้าที่เหมาะสมต่อความต้องการหรือความพึงพอใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเพิ่มโอกาสของลูกค้าในการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ แต่เนื่องจากข้อมูลที่จะนำมาใช้พัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้สามารถทำนายได้อย่างแม่นยำนั้นยังมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนของช่องว่างในเมทริกซ์ (data sparsity) ส่งผลให้เมื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างเป็นเมทริกซ์ จะพบสัดส่วนของช่องที่ไม่มีข้อมูลมากกว่าช่องที่มีข้อมูล นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดของการที่มีผู้ใช้คนใหม่หรือรถยนต์รุ่นใหม่เข้ามาในระบบ (cold-start) อีกด้วย ระบบการให้คำแนะนำนั้นมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในระบบพาณิชย์ อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) เช่น eBay, Amazon, Lazada และ Shopee เป็นต้น ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบการให้คำแนะนำนั้น จะมีการทำนายความพึงพอใจของลูกค้าต่อสินค้าที่แนะนำเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของลูกค้า และยังเป็นการดึงดูดให้ลูกค้ากลับมาใช้บริการซ้ำอีกด้วย

งานวิจัยนี้พัฒนาระบบการให้คำแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้า โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานของลูกค้า เช่น เพศ อายุ เงินเดือน และที่อยู่ของลูกค้า เพื่อเพิ่มโอกาสที่ลูกค้าจะเลือกซื้อรถยนต์รุ่นนั้น ๆ ในระหว่างที่ใช้งานระบบการให้คำแนะนำ ส่งผลให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลการทำนายความพึงพอใจของลูกค้าจากข้อมูลคะแนนความชอบรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ และทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจกับผลการแนะนำมากที่สุด งานวิจัยนี้จะนำวิธีการกรองแบบร่วมมือโดยการหาค่าความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้ด้วยสมการความคล้ายโคไซน์ (cosine similarity) มาใช้ในการสร้างระบบแนะนำรถยนต์ด้วยเทคนิคการกรองแบบร่วมมือบนพื้นฐานความจำ (memory-based collaborative filtering) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการหลัก ได้แก่ (1) การจัดลำดับคะแนนจากสินค้า (2) การหาค่าความคล้ายคลึง (3) การพยากรณ์และให้คำแนะนำกับลูกค้า และ (4) การประเมินผลและความถูกต้องของระบบแนะนำรถยนต์ [2]

ระบบแนะนำ (recommender system) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เทคนิคการค้นหาความรู้จากข้อมูลที่มีไปประกอบการตัดสินใจเพื่อแนะนำสินค้าให้กับผู้ใช้ โดยระบบสามารถคาดการณ์ได้ว่าสินค้าชิ้นนั้นเหมาะสมกับผู้ใช้ เพื่อเพิ่มโอกาสที่ผู้ใช้จะซื้อสินค้ามากขึ้น โดยจะนำข้อมูลพื้นฐาน เช่น ประวัติผู้ใช้ กิจกรรมที่เกิดจากผู้ใช้หรือบุคคลอื่นที่มีความชอบคล้ายคลึงกัน นำมาจัดลำดับความชอบของผู้ใช้กับรายการสินค้า ปัจจุบันจากการแพร่หลายของอินเทอร์เน็ตทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูล และมีทางเลือกในการซื้อสินค้ามากขึ้น ทำให้ระบบแนะนำสินค้าเข้ามามีบทบาทอย่างมากในธุรกิจออนไลน์ [3] เช่น การขายสินค้าออนไลน์ การขายหนังสือออนไลน์ เป็นต้น อัลกอริทึมของระบบแนะนำสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) วิธีการกรองแบบมีเนื้อหา (content-based filtering) เป็นการแนะนำสิ่งของ โดยจะให้ความสำคัญกับคุณลักษณะของข้อมูลและสิ่งของเป็นหลัก โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของสิ่งของที่ผู้ใช้เคยชอบในอดีต ประวัติการซื้อขาย จากนั้นระบบจะหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของกับผู้ใช้แล้วแนะนำสิ่งของที่มีคุณสมบัติตรงกับสิ่งที่ผู้ใช้เคยชอบในอดีต หากสิ่งของนั้นมีค่าใกล้เคียงกับคุณสมบัติและลักษณะตรงตามความชอบของผู้ใช้ ระบบจึงจะแนะนำข้อมูลเหล่านั้นนั้นให้กับผู้ใช้ [4]

2) วิธีการกรองแบบร่วมมือ (collaborative filtering) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด วิธีการนี้จะแนะนำข้อมูลให้กับผู้ใช้โดยพิจารณาจากประวัติการค้นหาลงของผู้ใช้คนอื่นที่มีพฤติกรรมคล้ายกัน ซึ่งเคยค้นหาและทำการประเมินหรือให้คะแนนความนิยมกับข้อมูลนั้น ๆ ไว้ก่อนหน้านี้แล้ว วิธีการกรองแบบร่วมมือเป็นการพิจารณาความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้งานเป้าหมายกับผู้ใช้งานอื่นจากการให้คะแนนสินค้า ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลการให้คะแนนความชอบ (rating) สินค้าเป็นพื้นฐานในการแนะนำ โดยสามารถแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) user-based filtering เป็นการคำนวณหาความคล้ายคลึงของผู้ใช้ทั้งหมด โดยเริ่มจากการจัดเรียงตามคะแนนของสินค้า และกรองเฉพาะผู้ใช้ที่มีค่าสมาชิกที่ใกล้เคียง (K-nearest neighbour) เพื่อทำนายรายการสินค้านั้น และแนะนำให้ผู้ใช้ เช่น แบงค์และปันชอบเสื้อแบบเดียวกัน ถ้ามีเสื้อออกใหม่ที่แบงค์ชอบ ระบบก็จะสามารถแนะนำเสื้อแบบใหม่นี้ให้กับปันได้ เพราะแบงค์และปันชอบเสื้อแบบเดียวกัน เป็นต้น และ (2) item-based filtering วิธีนี้จะคล้ายกับ user-based filtering โดยจะเป็นการคำนวณหาความคล้ายคลึงกันระหว่างสินค้าเพื่อแนะนำสินค้าที่คล้ายกัน [5] เช่น เมื่อเราซื้อสินค้าในเว็บ Amazon จะเจอกับข้อความ “ผู้ใช้ที่ซื้อสินค้าชิ้นนี้จะซื้อสินค้า... ด้วย” จะให้ความสนใจความคล้ายคลึงของสินค้าจากความชอบของผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตามวิธี item-based filtering จะกรองสิ่งของที่ได้รับการชอบจากผู้ใช้งานในระบบเป็นหลัก แต่วิธี user-based filtering จะกรองจากคะแนนความชอบที่ผู้ใช้มีให้กับสินค้าที่เป็นคะแนนไปในทิศทางเดียวกัน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทำงานของ user-based filtering กับ item-based filtering [6]

3) วิธีการกรองแบบใช้ฐานความรู้ที่ได้จากผู้ใช้โดยตรง (knowledge-based filtering) วิธีการนี้จะเลือกใช้อรรถศาสตร์ที่มีพื้นฐานมาจากความรู้ที่เฉพาะเจาะจงในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของผู้ใช้และข้อมูลของสิ่งที่สนใจที่แท้จริง เพื่อให้ระบบสามารถอนุมานความเชื่อมโยงระหว่างความต้องการของผู้ใช้และข้อมูลที่ต้องการที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้นั้น ๆ [7]

4) วิธีการกรองแบบผสม (hybrid filtering) เป็นวิธีการที่ผสมผสานวิธีการข้างต้นเข้าด้วยกัน เช่น การใช้วิธีการกรองแบบมีเนื้อหาร่วมกับวิธีการกรองแบบร่วมมือ หรือการนำวิธีการแก้ไขปัญหามาจากที่อื่นที่ใช้วิธีการแก้ไขปัญหาดังแต่สองเทคนิคขึ้นไปมาสร้างการแนะนำขึ้นข้อมูลหรือสินค้าให้แก่ผู้ใช้งาน เพื่อลดข้อเสียและเสริมข้อดีของทั้งสองเทคนิค เพื่อแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากผู้ใช้ใหม่ที่ไม่เคยมีข้อมูลในระบบ (cold-start problem) และจำนวนของช่องข้อมูลที่ว่าง (sparsity problem) [8]

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ (Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้าบัสส์ จำกัด

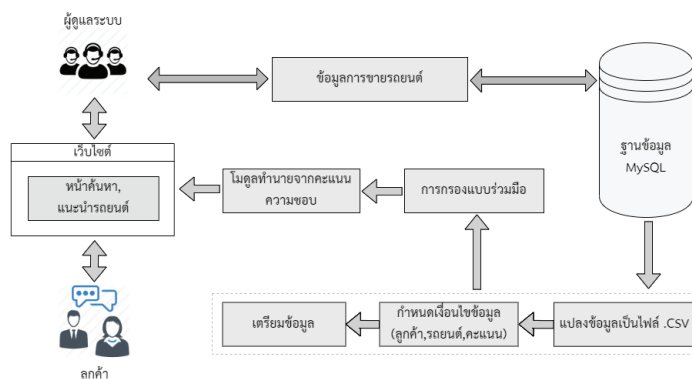
วิธีการกรองแบบต่าง ๆ เหล่านี้มีการนำไปใช้ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาระบบแนะนำหนังสือ ด้วยวิธีการกรองแบบร่วมมือ โดยนำข้อมูลจากร้านหนังสือมาจัดเรียงลำดับคะแนน และหาความคล้ายคลึงกันระหว่างรายการหนังสือและความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้เทียบกับผู้ใช้รายอื่น พบว่ายังมีผู้ใช้ที่ให้คะแนนกับหนังสือเป็นจำนวนมากจะยิ่งทำให้ระบบแนะนำหนังสือได้แม่นยำมากขึ้นตามไปด้วย [9] การพัฒนาระบบแนะนำภาพยนตร์ด้วยวิธีการกรองแบบร่วมมือที่อ้างอิงจากรายการของผู้ใช้ร่วมกับ Apache Mahout เพื่อแก้ปัญหาความเร็วในการแนะนำภาพยนตร์กับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยหาความคล้ายคลึงกันระหว่างรายการภาพยนตร์ด้วยคะแนนที่ผู้ใช้เคยให้ไว้ด้วยสมการ Pearson Correlation [10] และการนำวิธีการกรองแบบร่วมมือมาเพิ่มประสิทธิภาพในระบบแนะนำหนังสือเพื่อแก้ไขปัญหาผู้ใช้ใหม่ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับหนังสือแล้วหาค่าความใกล้เคียงกันของรายการหนังสือด้วยสูตรความคล้ายโคไซน์ พบว่าระบบมีความแม่นยำในการแนะนำหนังสือ และสามารถแก้ปัญหาผู้ใช้ใหม่ได้ [11] จากตัวอย่างข้างต้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด โดยใช้วิธีการกรองแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ได้รับความนิยมอย่างสูงสำหรับพัฒนาระบบแนะนำ จากนั้นหาค่าความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้โดยการค้นหาผู้ใช้ที่มีความชอบในสินค้าที่คล้ายกันแล้วนำสินค้าชิ้นนั้นมาแนะนำให้กับผู้ใช้ที่มีพฤติกรรมที่คล้ายกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้า กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ โดยแนะนำผู้ใช้งานใหม่จากฐานข้อมูลของผู้ใช้ในอดีต เพื่อให้ระบบสามารถแนะนำรถยนต์ได้ตรงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด โดยการวิเคราะห์จากพฤติกรรมของผู้ใช้ในอดีตด้วยการจำแนกประเภทข้อมูล จากนั้นหาค่าความใกล้เคียงระหว่างผู้ใช้ แล้วจัดเรียงข้อมูลค่าคะแนนจากมากไปน้อย เพื่อแนะนำรถยนต์ให้กับผู้ใช้งานเป้าหมาย โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์จะวัดในส่วนของการทำนายคะแนนความชอบของผู้ใช้เป้าหมายโดยจะดูว่าคะแนนความชอบที่ระบบทำนายกับคะแนนความชอบจริงที่ผู้ใช้เป้าหมายเคยให้ไว้มีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด โดยมีกรอบแนวคิดของงานวิจัยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ (Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด

การพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

การเตรียมข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลการขายรถยนต์ที่บริษัทได้ส่งมอบรถยนต์ให้กับลูกค้าแล้วในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 จากฐานข้อมูลของ บริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด จำนวน 7 สาขา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลคุณลักษณะของรถยนต์ ข้อมูลเกี่ยวกับเพศ อายุ และที่อยู่ของลูกค้า ผู้วิจัยนำข้อมูลเหล่านี้มาจัดเตรียม ดังนี้

1) การเก็บข้อมูล โดยนำข้อมูลมาจัดเก็บในรูปแบบของตาราง จำนวน 4 ตาราง ได้แก่ ตารางข้อมูลลูกค้าจำนวน 43,098 รายการ ตารางข้อมูลจังหวัดที่ลูกค้าอาศัยอยู่ จำนวน 77 รายการ ตารางข้อมูลรถยนต์จำนวน 24 รายการ และตารางข้อมูลการขายรถยนต์จำนวน 44,079 รายการ

2) การแปลงข้อมูล ผู้วิจัยแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ .csv โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำชุดข้อมูลความสนใจของผู้ใช้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ Matplotlib ซึ่งเป็นไลบรารีในภาษา Python ในการกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่ต้องการ เป็นการจัดกลุ่มคุณลักษณะของรถยนต์ ทำให้อัตราข้อมูลมีความชัดเจน และช่วยให้การประมวลผลในขั้นตอนต่อไปเร็วขึ้น

อัลกอริทึมที่ใช้

อัลกอริทึมที่ใช้ในการหาค่าความคล้ายคลึงเพื่อพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์มีดังนี้

1) การจัดลำดับคะแนน (score function) เป็นการจัดอันดับความคล้ายคลึงกันระหว่างผู้ใช้ทั้งหมดกับลูกค้าเป้าหมาย โดยใช้ข้อมูลคะแนนที่ผู้ใช้ให้ไว้กับรถยนต์เป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของคะแนนทั้งหมดเพื่อกรองข้อมูลที่สนใจ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของอัลกอริทึมก่อนนำไปสร้างเมทริกซ์ [12] การจัดลำดับคะแนนจะคำนวณโดยใช้สมการที่ 1

$$P(a,i) = \bar{r}_a + \frac{\sum_{u=1}^k (r_{u,i} - \bar{r}_u) * \text{sim}(a,u)}{\sum_{u=1}^k \text{sim}(a,u)}$$

$\bar{r}_a$	คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนของแต่ละผู้ใช้ a
$u_1, u_2, \dots, u_k$	คือ ค่าที่ใกล้เคียงกันของแต่ละผู้ใช้ a และ k คือ ระดับ หรือ เกณฑ์ที่ใช้จัดลำดับ
$r_{u,i}$	คือ ค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้ u ที่มีต่อรถยนต์ i
$\text{sim}(a,u)$	คือ ค่าความคล้ายคลึงกันระหว่างผู้ใช้ a และ u

2) การสร้างเมทริกซ์ความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้ (user-user matrix) เพื่อหาว่าผู้ใช้แต่ละคนมีความชอบคล้ายกันอย่างไร โดยนำข้อมูลมาสร้างเป็นเมทริกซ์ซึ่งในแต่ละแถวจะแสดงคะแนนของลูกค้าที่เคยซื้อรถยนต์ โดยแถวข้อมูล user u_i เป็นเวกเตอร์ขนาด m แล้วนำมาสร้างเมทริกซ์ความคล้ายคลึงกันแบบ user-user ซึ่งเป็น matrix ขนาด $n \times n$ เพื่อหาความคล้ายคลึงกันระหว่างผู้ใช้คนอื่น ๆ ดังภาพที่ 3 โดย sim_{12} เป็นคะแนนความคล้ายกันของผู้ใช้ u_1 กับ u_2 ส่งผลให้ sim_{ij} เป็นคะแนนความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้ u_i และ u_j

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ (Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้าบัสส์ จำกัด

	U ₁	U ₂		U _j		U _{n-1}	U _n
U ₁	1	Sim ₁₂	...	Sim _{1j}	...		
U ₂		1	...		...		
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
U _i		Sim _{i2}	...	Sim _{ij}	...		
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
U _{n-1}			...		...	1	
U _n			...		...		1

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการสร้าง user-user matrix

3) การหาความคล้ายคลึงกันโคไซน์ (cosine similarity) สามารถหาได้ดังสมการที่ 2 โดยมีระหว่าง 2 เวกเตอร์ คือ เวกเตอร์รุ่นรถยนต์ของลูกค้า A และลูกค้า B ว่ามีคะแนนเหมือนกันหรือไม่ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยค่า 1 หมายถึงข้อมูล A และ B มีความคล้ายกันมาก [13] โดยที่ A เป็นเวกเตอร์รุ่นรถยนต์ของผู้ใช้ที่จะแนะนำ และ B เป็นเวกเตอร์รุ่นรถยนต์ของลูกค้าที่เคยซื้อรถยนต์ไปในอดีต

$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} \quad (2)$$

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากชุดข้อมูลจะพบว่าข้อมูลที่มีค่าเป็นค่า nan เนื่องจากผู้ใช้ทุกคนไม่ได้ซื้อรถยนต์ทุกรุ่น ทำให้เมื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นเมทริกซ์แล้วจะพบข้อมูลที่เป็นช่องว่าง ซึ่งจะส่งผลให้ระบบแนะนำหาผู้ใช้ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันยากขึ้น และความแม่นยำในการแนะนำสินค้าจะลดลง ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการแทนที่ช่องว่างเหล่านั้นด้วยค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผู้ใช้ในแต่ละแถว

การทดสอบประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพของระบบแนะนำรถยนต์ที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้ด้วยการประเมินความคล้ายคลึงกันระหว่างรายการที่ใช้ได้ซื้อรถยนต์จากคะแนนความชอบ โดยใช้การประเมินจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (mean absolute error: MAE) ซึ่งเป็นวิธีการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าที่ประมาณได้จากโมเดล หากมีค่า MAE น้อย แสดงว่าอัลกอริทึมสามารถประมาณค่าได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพรุ่นรถยนต์ที่ระบบแนะนำใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด ดังสมการที่ 3

$$MAE = \frac{1}{|\hat{R}|} \sum_{\substack{r_{ui} \in \hat{R}}} |r_{ui} - \hat{r}_{ui}| \quad (3)$$

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ (Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้าบัสส์ จำกัด

ในการทดสอบความถูกต้องของระบบแนะนำรถยนต์จะทดสอบจำนวน 5 ครั้ง โดยใช้ข้อมูลการซื้อรถยนต์ของลูกค้า และแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ชุดข้อมูลที่ใช้สอนให้โมเดลได้เรียนรู้ (training dataset) ซึ่งเป็นข้อมูลค่าคะแนนความชอบของลูกค้าแต่ละคนที่เคยให้ไว้ในอดีต และชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล (testing dataset) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สุ่มมาจากจำนวนข้อมูลทั้งหมด โดยข้อมูลลูกค้าที่อยู่ในชุดข้อมูลทดสอบจะไม่อยู่ในชุดข้อมูลที่ใช้สอน

ผลการวิจัย

การพัฒนาแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้า

งานวิจัยนี้นำข้อมูลการขายรถยนต์ที่ได้ส่งมอบแล้วมาหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยแบ่งการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) จัดลำดับความชอบด้วยคะแนน (2) คำนวณหาความคล้ายคลึงกันโคไซน์ของข้อมูล และ (3) เลือกการแนะนำจากลำดับที่มีคะแนนสูงสุด โดยในขั้นตอนการจัดลำดับความชอบด้วยคะแนนนั้น เนื่องจากผู้ใช้แต่ละคนให้คะแนนความชอบที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าคะแนนความชอบมาทำให้เป็นค่ามาตรฐาน โดยการปรับให้เป็นค่าเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละคน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการจัดลำดับด้วยคะแนนความชอบของรถยนต์ในแต่ละรุ่น

ลำดับ	รหัสลูกค้า	รุ่นรถยนต์	คะแนนจัดลำดับ	ผลรวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย
789	879	4	4.0	4.562	-0.562
790	782	20	4.0	4.500	-0.500
676	748	3	3.5	4.000	-0.500
475	513	20	4.0	4.500	-0.500

จากตารางที่ 1 คะแนนในคอลัมน์คะแนนจัดลำดับ (rating_x) เป็นผลรวมของคะแนนที่ผู้ใช้เคยซื้อรถยนต์ คอลัมน์ผลรวมคะแนน (rating_y) เป็นค่าเฉลี่ยจากคะแนนของผู้ใช้แต่ละคน และคอลัมน์ค่าเฉลี่ย (adj_rating) เกิดจากการนำคะแนนในคอลัมน์คะแนนจัดลำดับ - คะแนนในคอลัมน์ผลรวมคะแนน (rating_x - rating_y) ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าผู้ใช้คนนั้นได้ซื้อรถยนต์หลายรุ่น ซึ่งจะชี้ให้เห็นว่าคะแนนในแต่ละรุ่นนั้นมากหรือน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยเพื่อหาว่ารหัสผู้ใช้คนใดมีความชอบที่ใกล้เคียงกับรหัสผู้ใช้เป้าหมายมากที่สุด

ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนความชอบมาคำนวณความคล้ายคลึงกันโคไซน์ และสร้างเป็นเมทริกซ์ของข้อมูลระหว่างผู้ใช้เป้าหมายกับผู้ใช้ในระบบที่มีความสนใจคล้ายคลึงกัน โดยพิจารณาจากคะแนนระหว่างผู้ใช้ 2 คนที่ให้ค่าคะแนนความชอบไว้ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลความคล้ายคลึงกันของลูกค้าแต่ละคนที่มีความสนใจในรถยนต์โดยสรุปและเพื่อให้ดูข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองด้วยคะแนนจากผู้ใช้จากการคำนวณความคล้ายคลึงกันโคไซน์

รหัสลูกค้า	1	2	3	4	5	6
1	0	0.98	1	0.95	0.99	0.98
2	0.98	0	0.98	0.95	0.99	0.98
3	1	0.98	0	0.95	0.99	0.98
4	0.95	0.95	0.95	0	0.96	0.95
5	0.99	0.99	0.99	0.96	0	0.99

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ (Collaborative Filtering) กรณีศึกษาบริษัท โตโยต้าบัสส์ จำกัด

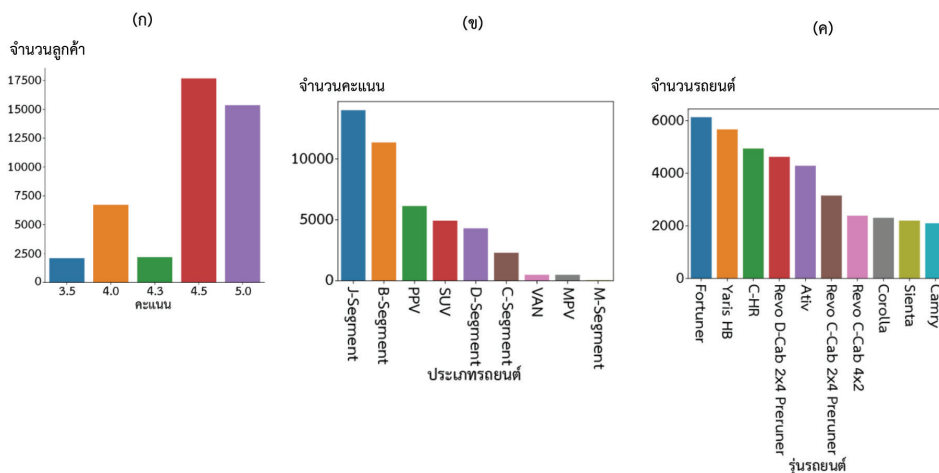
จากตารางที่ 2 แสดงเมทริกซ์ที่ผ่านการคำนวณความคล้ายคลึงกันโคไซน์ของข้อมูลคะแนนความชอบจากจำนวนลูกค้าที่มีความคล้ายคลึงกันกับรหัสลูกค้าเป้าหมาย ถ้าเมทริกซ์มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าคะแนนความชอบที่มีต่อรุ่นรถยนต์ของผู้ใช้เป้าหมายกับลูกค้าในระบบให้คะแนนคล้ายกันมาก ทำให้มีความคล้ายคลึงกันสูง เมื่อนำคะแนนที่ได้จากการหาความคล้ายคลึงกันโคไซน์ โดยพิจารณาจากค่าความชอบที่คล้ายกันระหว่างรุ่นรถยนต์ที่สนใจกับรุ่นรถยนต์อื่น ๆ มาจัดลำดับความคล้ายคลึงกัน เพื่อลดจำนวนข้อมูล และเพิ่มความเร็วในการแนะนำรุ่นรถยนต์ให้กับลูกค้า ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลองของคะแนน 5 ลำดับแรกจากลูกค้าที่ซื้อรถยนต์รุ่นเดียวกันกับลูกค้าเป้าหมาย รหัสลูกค้า อันดับที่ 1 อันดับที่ 2 อันดับที่ 3 อันดับที่ 4 อันดับที่ 5

1	865	324	548	547	1209
2	474	598	593	1867	1629
3	1	1108	408	409	418
4	354	95	1075	1627	1062
5	1480	1258	906	496	1280

จากตารางที่ 3 ในการคำนวณหาความคล้ายคลึงกันของการให้คะแนนค่าความชอบนั้น ระบบจะค้นหาผู้ใช้ที่ซื้อรถยนต์รุ่นเดียวกันมา 5 ลำดับ แล้วเลือกผู้ใช้ที่มีความคล้ายคลึงกับผู้ใช้เป้าหมายที่มีคะแนนสูงสุดในลำดับที่ 1 เพื่อแสดงเป็นรายการแนะนำรุ่นรถยนต์ที่ผู้ใช้ในระบบนั้นเคยซื้อมาแนะนำให้กับผู้ใช้เป้าหมายตามลำดับ เช่น ลูกค้ารหัส 1 มีการให้ข้อมูลคะแนนว่าชอบรุ่นรถยนต์จำนวน 5 รุ่น แล้วพบว่ารุ่นรถยนต์ที่ลูกค้ารหัส 1 สนใจนั้นตรงกับผู้ใช้ในระบบ ระบบก็จะดึงรายการรุ่นรถยนต์ที่ตรงกับความสนใจของลูกค้ารหัส 1 โดยจะดึงรายการรุ่นรถยนต์ของลูกค้ารหัส 865, 324, 548, 547 และ 1209 แล้วนำมาเรียงลำดับค่าคะแนนความชอบจากมากที่สุดไปถึ้น้อยที่สุด 5 อันดับ เพื่อแสดงเป็นรายการแนะนำรถยนต์ให้กับผู้ใช้เป้าหมาย

เมื่อผู้วิจัยนำข้อมูลค่าคะแนนความชอบของลูกค้าให้ไว้มาวิเคราะห์โดยใช้ไลบรารี Matplotlib ได้ผลดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไลบรารี Matplotlib ในภาษา Python (ก) จำนวนคะแนนความชอบในแต่ละระดับของลูกค้า (ข) จำนวนคะแนนความชอบของลูกค้าที่มีต่อประเภทรถยนต์ และ (ค) จำนวนคะแนนความชอบของลูกค้าที่มีต่อรุ่นรถยนต์

จากภาพที่ 4 สามารถแปลผลได้ดังนี้ (ก) ผู้ใช้ได้ให้ข้อมูลค่าคะแนนความชอบ (rating) ที่มีต่อรถยนต์จำนวนมากที่สุด คือ คะแนนเท่ากับ 4.5 มากที่สุด (ข) ลูกค้านิยมซื้อรถยนต์ที่อยู่ในประเภท j-segment มากที่สุด และ (ค) ลูกค้านิยมซื้อรถยนต์รุ่น Fortuner มากที่สุด

การทดสอบประสิทธิภาพ

วิธีการวัดผลการทดสอบประสิทธิภาพจะวัดในส่วนของการทำงานคะแนนความชื่นชอบของผู้ใช้เป้าหมาย โดยจะพิจารณาว่ารถยนต์ที่ระบบทำนายให้สอดคล้องกับคะแนนความชื่นชอบจริงที่ผู้ใช้เป้าหมายเคยให้ไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของการทดสอบ 5 ครั้งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์จากการทดสอบระบบแนะนำรถยนต์

ครั้งที่	ชุดข้อมูลที่ใช้สอน	ชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบ	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์
1	50%	50%	1.87
2	60%	40%	1.69
3	70%	30%	1.45
4	80%	20%	1.07
5	90%	10%	0.97

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ต่ำสุดคือ 0.97 พบในการทดสอบครั้งที่ 5 ที่ทดสอบโดยใช้สัดส่วนของชุดข้อมูลที่ใช้สอนโมเดลให้เรียนรู้ต่อชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบโมเดลที่ 90% : 10% แสดงให้เห็นว่าหากมีข้อมูลการขายรถยนต์ในแต่ละรุ่นที่ใช้สอนโมเดลให้เรียนรู้มาก การแนะนำจะมีความแม่นยำมากขึ้นตามไปด้วย โดยในการทดสอบโมเดลได้กำหนดค่า k ไว้ที่ 5 ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าได้มีประสิทธิภาพ และลูกค้ามีโอกาสที่จะซื้อรถยนต์จากรุ่นที่ระบบแนะนำ

ผู้วิจัยพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ให้สามารถใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา php ด้วย flask python web framework ได้ผลดังภาพที่ 5 ซึ่งแสดงหน้าจอค้นหาของระบบแนะนำรถยนต์ โดยจะแสดงรายการรถยนต์ที่ระบบแนะนำจากค่าคะแนนความชอบที่มีความคล้ายคลึงใกล้เคียงกันของผู้ใช้เป้าหมายกับผู้ใช้คนอื่น ๆ โดยใช้การคำนวณความคล้ายคลึงกันโคไซน์จากสมการที่ 2 พร้อมจัดเรียงรถยนต์ตามลำดับของคะแนนที่ได้จากประวัติของผู้ใช้ในอดีตตามที่ผู้ใช้ได้กรอกจำนวนค่า k ที่ช่องจำนวนที่จะแนะนำ

Model	Price (฿)	Segment
No.1 Altis 2020	839,000	C-segment
No.2 Yaris 2020	529,000	B-segment
No.3 Ativ 2020	529,000	B-segment
No.4 C-HR 2020	979,000	C-segment

ภาพที่ 5 หน้าจอค้นหาและแสดงรุ่นรถยนต์ พร้อมรายละเอียดของรถยนต์จากระบบแนะนำรถยนต์

อภิปรายผลการวิจัย

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งานเพื่อเป็นทางเลือกในการซื้อรถยนต์ โดยใช้กระบวนการกลั่นกรองข้อมูลก่อนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด แล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มจากคุณลักษณะของรถยนต์และผู้ใช้งาน ด้วยวิธีการหาค่าความใกล้เคียงกันของสินค้าก่อนเข้าสู่กระบวนการแนะนำรถยนต์ พบว่าระบบสามารถแนะนำรุ่นรถยนต์ได้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้นำเอาวิธีการกรองแบบร่วมมือมารวมกับวิธีการจัดลำดับคะแนนความชอบก่อนเข้าสู่กระบวนการแนะนำหนังสือกลับไปให้กับผู้ใช้ที่หน้าเว็บไซต์ [9] เป็นการเพิ่มความเร็วในการหาค่าความคล้ายคลึงของผู้ใช้ รวมถึงงานวิจัยที่นำวิธีจัดกลุ่มจากคุณลักษณะของภาพยนตร์และคะแนนจากการดูภาพยนตร์ของผู้ใช้มาจัดเตรียมข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เป็นการเพิ่มคะแนนความชอบของผู้ใช้งาน สามารถเพิ่มความเร็วและความถูกต้องในการแนะนำภาพยนตร์ได้มากขึ้น [10] และงานวิจัยที่ได้ศึกษาวิธีการสร้างกฎความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลผู้ใช้และรายการหนังสือเพื่อนำมาค้นหาค่าความใกล้เคียงของผู้ใช้แต่ละคนที่มีความสัมพันธ์กับรายการหนังสือด้วยสูตรความคล้ายโคไซน์ จะช่วยให้ระบบมีข้อมูลเกี่ยวกับความคล้ายคลึงกันเพิ่มมากขึ้น สามารถแนะนำหนังสือให้กับผู้ใช้งานและทำให้ผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจ [11] งานวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้แสดงให้เห็นว่า ระบบแนะนำสินค้าที่พัฒนาขึ้นโดยวิธีการกรองแบบร่วมมือ สามารถนำไปใช้แนะนำข้อมูลสินค้าชนิดต่าง ๆ ให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำข้อมูลการขายรถยนต์ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 มาใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำรถยนต์ จากข้อมูลพบว่าลูกค้าส่วนใหญ่นิยมรถยนต์รุ่น Fortuner ซึ่งเป็นรถยนต์ที่จัดอยู่ในประเภท j-segment มากที่สุด ข้อมูลนี้จะช่วยให้บริษัทสามารถจัดเตรียมรถยนต์ที่ลูกค้ากำลังนิยมให้เพียงพอความต้องการของลูกค้า และเมื่อนำข้อมูลมาจัดลำดับคะแนนความชอบของผู้ใช้แต่ละคน เพื่อเป็นการเพิ่มความเร็วให้อัลกอริทึมของวิธีการกรองแบบร่วมมือ อีกทั้งระบบจะนำค่าความคล้ายคลึงโคไซน์ของผู้ใช้ในระบบกับผู้ใช้เป้าหมายมาทดสอบความแม่นยำของระบบด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์พบว่าค่าเท่ากับ 0.97 เมื่อกำหนดค่า k ไว้เท่ากับ 5 สรุปได้ว่าระบบมีประสิทธิภาพในการแนะนำรถยนต์ที่รวดเร็วและความแม่นยำอยู่ในระดับที่ดี เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากฐานข้อมูลแล้วพบว่าลูกค้าที่ระบบแนะนำมีประวัติการซื้อรถยนต์ที่ใกล้เคียงกับผู้ใช้ใหม่ที่ระบบเคยแนะนำไปก่อนหน้านี้ โดยสามารถปรับปรุงขั้นตอนวิธีการเติมค่าคะแนนที่ว่างโดยพิจารณาจากตัวแปรอื่น หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง นอกจากการพิจารณารุ่นรถยนต์ที่ลูกค้าเคยซื้อเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นการลดจำนวนของข้อมูลที่เป็นช่องว่างของคะแนนในเมทริกซ์ เพื่อให้ระบบแนะนำรถยนต์ได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น และยังสามารถจัดทำแผนการขายเพื่อกำหนดข้อเสนอการขายในช่วงเวลาที่กำหนด หรือจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่จะซื้อรถยนต์ใหม่ โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ประเภทและรุ่นรถยนต์ที่ได้รับความนิยมจากข้อมูลยอดขายที่ผ่านมา เพื่อใช้ในการวางแผนการซื้อรถยนต์ของลูกค้าได้ตรงกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ ภาณุศึกษา บริษัท โตโยต้า บัสส์ จำกัด นี้สำเร็จไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี มณีรัตน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิเวศ จิระวิเศษชัย ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Debashis, D., Laxman, S., & Sujoy, D. (2017). A Survey on Recommendation System. *International Journal of Computer Applications*, 160, 6-10.
- [2] กิตติศักดิ์ อ่อนเอื้อน, สุนันทา สดสี, และพยุ่ง มีสัจ. (2560). การศึกษาวัดความคล้ายคลึงในกระบวนการกรองแบบร่วมมือบนพื้นฐานความจำเป็นสำหรับระบบแนะนำ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 37, 259-272.
- [3] สมเพ็ชร จุลลาบุตดี. (2562). การสำรวจงานวิจัยระบบแนะนำ (ในประเทศไทย) พ.ศ. 2550-2560. *วารสารสารสนเทศศาสตร์ สาขาสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 29, 95-124.
- [4] Mathew, P., Kuriakose, B., & Hegde, V. (2016). Book Recommendation System through Content Based and Collaborative Filtering Method. *International Conference on Data Mining and Advanced Computing*.
- [5] นภวรรณ ดุษฎีเวทกุล. (2560). การปรับปรุงวิธีการกรองร่วมสำหรับระบบแนะนำด้วยข้อมูลความสัมพันธ์จากสื่อสังคมออนไลน์. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ระบบแนะนำรถยนต์ให้กับลูกค้าโดยการวิเคราะห์จากการอ้างอิงถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ (Collaborative Filtering) ภาณุศึกษาบริษัท โตโยต้าบัสส์ จำกัด

- [6] Bindhu, B. (2019). Collaborative Filtering - A Type of Recommendation System. [ออนไลน์], สืบค้นจาก <https://medium.com/towards-artificial-intelligence/collaborative-filtering-type-of-recommendation-system-87bef33e701e>.
- [7] Sridevi, M., Rao, R. R., & Rao, M. V. (2016). A Survey on Recommender System. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 14, 265-272.
- [8] Erion, C., & Maurizio, M. (2017). Hybrid Recommender Systems: A Systematic Literature Review. *Intelligent Data Analysis*. 21, 1487-1524.
- [9] Uko, O., Eke, B. O., & Asagba, P. O. (2017). An Improved Online Book Recommender System using Collaborative Filtering Algorithm. *International Journal of Computer Applications*, 179, 41-48.
- [10] Ching, S., Deepti, G., & Unnathi, B. (2017). Movie Recommendation System Using Collaborative Filtering. *IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 11-15.
- [11] Parvatikar, S., & Joshi, B. (2015). Online Book Recommendation System by using Collaborative filtering and Association Mining. *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*.
- [12] Dilek, T., & Seda, K. (2012). Performance Comparison of Combined Collaborative Filtering Algorithms for Recommender Systems. *IEEE International Conference on Computer Software and Applications Workshops*, 284-289.
- [13] Sondur, S. D., Chigadani, A. P., & Nayak, S. (2016). Similarity Measures for Recommender Systems: A Comparative Study. *International Journal for Scientific Research and Development*, 2, 76-80.