



KKU SCIENCE JOURNAL

Journal Home Page : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ>

Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand



ระบบแนะนำอาหารตามพฤติกรรมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน Diabetic Food Recommendation System According to Patients Behaviors

วีณาวดี ม่วงอัน^{1*} ปัญญนัท อ้นพงษ์¹ ฤชชัชชา นภาลัย¹ และ ชนิตา ศรีเทพ¹Weenawadee Muangon^{1*}, Panyanat Aonpong¹, Phutchatcha Napalai¹ and Chanida Srithep¹¹ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต พระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม 73000¹Department of Computing Faculty of Science, Silpakorn University Sanam Chandra Palace Campus, Nakhon Pathom, 73000, Thailand

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานต้องควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงปกติ โดยการปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารเพื่อควบคุมการกินน้ำตาล วัตถุประสงค์ของการทำงานวิจัยนี้ เพื่อควบคุมการกินน้ำตาลตามพฤติกรรมการกินอาหารของผู้ป่วย ในงานวิจัยนี้มีการแนะนำอาหารตามพฤติกรรมของผู้ป่วย ซึ่งจะแนะนำอาหารมื่อถัดไปโดยใช้พฤติกรรมการกินอาหารของผู้ป่วยเป็นเนื้อหาในการทำระบบแนะนำ โดยในงานวิจัยนี้มีเทคนิคที่ใช้ในการแนะนำทั้ง 2 แบบ คือ เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา และเทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้เข้าร่วม การแนะนำอาหารให้ผู้ป่วยจะปรับเปลี่ยนไปตามค่าน้ำตาลจากอาหารที่ผู้ป่วยได้รับประทาน และมีการคำนวณพลังงานที่ใช้จากกิจกรรมของผู้ป่วย โดยจะคำนวณจากหน่วยกิโลแคลอรีต่อนาทีให้เป็นหน่วยกรัมของน้ำตาลที่ถูกเผาผลาญ เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถรับประทานอาหารที่หลากหลายมากขึ้น จากผลการทดสอบพบว่าระบบแนะนำแบบวิธีการกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหาได้ค่าความแม่นยำเท่ากับ 0.7462 ค่าความถูกต้องเท่ากับ 0.8163 สูงกว่าระบบแนะนำการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้เข้าร่วม

ABSTRACT

Diabetic patients need to control their blood sugar levels to be close to normal by adjusting their diet to control sugar intake. The objective of this research is to control sugar intake based on the eating behavior of patients. In this research, we propose food recommendations based on the eating behavior of patients. The research employs two filtering techniques: content-based filtering and collaborative filtering. Recommended food is adjusted based on the sugar levels of the food that patients consume, and the energy used from their activities is also calculated. The energy is calculated as grams of sugar burned per kilocalorie per minute to encourage patients to consume more food variety. From the test results, it is found that the content-based filtering recommendation system has a higher precision value of 0.7462 and a higher recall value of 0.8163 than the collaborative filtering recommendation system.

*Corresponding Author, E-mail: weenawadee@hotmail.com

คำสำคัญ: เบาหวาน ระบบแนะนำอาหาร เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา เทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้เข้าร่วม ควบคุม น้ำตาล

Keywords: Diabetic, Recommendation System, Content-based Filtering, Collaborative Filtering, Control Sugar

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีผู้เป็นโรคเบาหวานที่มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่มีอุบัติการณ์เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุ สาเหตุการเกิดโรคเบาหวานเกิดได้หลายปัจจัยที่สำคัญ คือ สาเหตุจากกรรมพันธุ์ และความอ้วน (สุปรียา, 2560) เมื่อเป็นโรคเบาหวานแล้วไม่สามารถรักษาหายได้ แต่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดเพื่อไม่ให้เกิดโรคแทรกซ้อนขึ้น ซึ่งการควบคุมน้ำตาลเป็นปัจจัยหลักอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อผู้ป่วยเบาหวาน หากไม่มีการควบคุมน้ำตาลอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง (กรมการแพทย์, 2557) อีกทั้งผู้ป่วยแต่ละคนมีพฤติกรรมการกินที่แตกต่างกันออกไป การควบคุมอาหารจะเกิดขึ้นได้ยากหากผู้ป่วยขาดความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักถึงการรับประทานน้ำตาลที่เกินกำหนดที่ร่างกายต้องการต่อวัน หากมีระบบแนะนำอาหารสำหรับผู้ที่เป็นเบาหวานที่ควบคุมการแนะนำอาหารด้วยน้ำตาลที่ได้รับต่อวันของแต่ละคน อาจจะสามารถทำให้ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานควบคุมน้ำตาลได้ดีขึ้นและเป็นระเบียบมากขึ้น

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะทำระบบแนะนำอาหารสำหรับกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานเพื่อเป็นตัวช่วยในการแนะนำอาหารให้เหมาะสมพฤติกรรมผู้ป่วยโรคเบาหวานจากการเก็บข้อมูลพฤติกรรมความชอบของผู้ป่วย และช่วยปรับพฤติกรรมการทานอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน โดยมีการคำนวณกิจกรรมของผู้ป่วย และคำนวณปริมาณน้ำตาลคงเหลือเป็นตัวกรองสำหรับแนะนำอาหารในแต่ละมื้อของผู้ป่วย เพื่อควบคุมให้ผู้ป่วยตระหนักถึงปริมาณน้ำตาลที่ทาน ซึ่งจะมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด

ดังนั้น จึงมีการทำระบบแนะนำอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ปรับพฤติกรรมการกินอาหารโดยตระหนักถึงการกินน้ำตาลไม่ให้เกินปริมาณน้ำตาลที่ควรได้รับต่อวัน ซึ่งการทำระบบแนะนำอาหาร จะใช้ 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา (Content-based filtering) ช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งานในกรณีที่เริ่มต้นใช้งานระบบ วิธีการนี้เป็นการแนะนำอาหารจากข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนให้ในเบื้องต้น ส่วนเทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้เข้าร่วม (Collaborative filtering) ช่วยให้การแนะนำอาหารมีความหลากหลายมากขึ้น อาศัยข้อมูลจากผู้ใช้ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกันในการแนะนำเมนูที่แตกต่าง ซึ่งอาจมีส่วนประกอบแตกต่างไปจากเมนูที่ผู้ใช้งานได้ให้ข้อมูลไว้ในเบื้องต้น รวมทั้งได้เมนูที่แนะนำเป็นเมนูที่มีความนิยมกับผู้อื่น (ธรรมบุญ, 2562) เนื่องจากมีการใช้ข้อมูลการกินของผู้ใช้อื่นมาร่วมในการพิจารณาเมนู โดยทั้ง 2 เทคนิคนี้จะช่วยให้ผู้ป่วยได้ตัดสินใจในการเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสมกับพฤติกรรม และควบคุมการกินน้ำตาลได้ดีขึ้น เพราะในการกินแต่ละมื้อระบบจะแสดงรายการเมนูอาหารกับน้ำตาลในอาหารที่ได้กินเข้าไปด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยระบบแนะนำอาหารสำหรับกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวาน จะประกอบไปด้วยผลงานที่เกี่ยวข้องหรือคล้ายคลึงกับงานวิจัยที่กล่าวข้างต้น โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะวิธีการ ผลลัพธ์ ข้อจำกัด เพื่อที่จะนำความรู้บางส่วนมาประยุกต์ใช้ในการทำงานวิจัย และในส่วนของผลงานที่เกี่ยวข้องจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรวรรณ และเอกรัฐ (2557) ทำการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบแนะนำเมนูอาหารเฉพาะบุคคล (สำหรับลูกค้าที่เป็นสมาชิก) พบว่า วิธีการกรองแบบร่วมกันโดยพิจารณาสินค้าเป็นหลัก (User-Based Collaborative Filtering) โดยใช้อัลกอริทึม KNN มีประสิทธิภาพมากที่สุด ระบบแนะนำเมนูอาหารแบบไม่เฉพาะบุคคล (สำหรับลูกค้าใหม่ และลูกค้าทั่วไปที่ไม่ได้เป็นสมาชิก) พบว่า เมนูซูชิเซตแซลมอนเบิร์นนิกริ และซูชิเซต มีค่าคะแนนความคล้ายคลึง (Similarity

Score) สูงที่สุด คือ 0.7827 หมายความว่าเมนูทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นคู่เมนูที่มีความสัมพันธ์กันมาก จากการศึกษาพบว่าระบบแนะนำเมนูอาหารเฉพาะบุคคล และระบบแนะนำเมนูอาหารแบบไม่เฉพาะบุคคลไม่ได้มีการเก็บข้อมูลในส่วนของการให้คะแนนของลูกค้าที่มีต่อเมนูอาหารจานหนึ่งได้ตรงๆ ทำให้ต้องนำเอาข้อมูลการขายย้อนหลังมาวิเคราะห์แทน Rating

นิภาภรณ์ (2563) ได้ใช้เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา โดยใช้ค่าน้ำหนักของคำ (TF-IDF) และใช้เทคนิคการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้เข้าร่วม มีการสร้างแบบจำลองขึ้นมาจาก 4 อัลกอริทึม ได้แก่ SVD NMF Baseline และ KNN ซึ่งมีการวัดผลด้วยค่า RSME และ MAE เพื่อเลือกอัลกอริทึมที่น่าสนใจที่สุด คืออัลกอริทึมของ SVD โดยใช้การวัดผลจาก RMSE 1.2528 และ MAE 0.9376 เพราะมีค่าฟังก์ชันสูญเสีย (Loss Function) ใกล้เคียงกับ 0 จากนั้นระบบแนะนำแบบผสมผสาน (Hybrid Recommendation System) จะมีการใช้ค่าความคล้ายคลึงของโคไซน์มาใช้เพื่อเลือกเฉพาะบางเมนูที่มีค่าความคล้ายคลึงสูงสุด และแนะนำเมนูเหล่านั้นมาทำงานร่วมกันกับการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้เข้าร่วมเพื่อแนะนำผลลัพธ์ที่ดีที่สุด สูงสุด 10 อันดับ จากการศึกษาพบว่าในส่วนของผู้ใช้ที่มีการให้คะแนนรีวิวหรือคอมเมนต์รีวิวเกี่ยวกับรสชาติไอศกรีมต่างๆ นั้น ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นยังมีความหลากหลายมากพอ

Phanich *et al.* (2553) ได้ทำการศึกษาและทดลองในการจัดกลุ่มสารอาหารที่มีประสิทธิภาพจะส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถรับประทานอาหารที่หลากหลายมากที่สุดและได้รับสารอาหารครบถ้วน โดยใช้ Self-Organizing Map (SOM) ในการเทรนนิ่งข้อมูลและใช้การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering) ในการจัดกลุ่มสารอาหาร ผลลัพธ์การวิเคราะห์โภชนาการจากระยะห่างจะพบว่า การแนะนำของอาหารจะแนะนำตามระยะห่างของสารอาหารที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเรียงลำดับไปจนถึงลำดับน้อยที่สุด จากการศึกษาพบว่าคำแนะนำอาหารสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน โภชนาการเป็นสิ่งสำคัญมาก ระบบแนะนำอาหารยังขาดในส่วนของการวางแผนอาหารของผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยควบคุมอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศุจินธร และณกร (2560) ได้ทำการทดลองการหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (Nearest neighbor) ด้วยข้อมูลลูกค้าที่สั่งเมนูอาหารใกล้เคียงกันโดยการแนะนำเมนูอาหารที่ลูกค้ายังไม่เคยมีประวัติการสั่งการ ระบบจะจับคู่จากลูกค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการซึ่งจะใช้ค่าความคล้ายคลึง (Cosine similarity) ในการคาดการณ์ว่าลูกค้ามีความต้องการรายการอาหารที่แนะนำ จากการทดลองในส่วนที่ 1 พบว่า ผลลัพธ์ความคล้ายคลึง มีความสัมพันธ์กับเพื่อนบ้าน (Neighbor) ของกลุ่มลูกค้า และผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในส่วนที่ 2 คือ การแนะนำอาหารด้วยรสชาติ เป้าหมายของการแนะนำในการศึกษาครั้งนี้ คือ การแนะนำเมนูอาหารที่ยังไม่ได้สั่ง เพื่อคำนวณการแนะนำ เนื่องจากข้อมูลในโหนดที่ใช้ในการศึกษามีมากกว่า 1 ชุด การวิเคราะห์เมนูอาหารอื่นที่มีรสชาติเหมือนกันตลอดจนรสชาติที่ลูกค้าต้องการ เมนูอาหารที่แนะนำต้องมีคะแนนสูงที่สุดไปยังรสชาติที่กำหนด จากการศึกษาพบว่าการใช้รสชาติในการแนะนำอาหารจะได้อาหารที่อยู่ในรสชาติเดียวกัน แต่อาจจะไม่ได้แนะนำอาหารที่ลูกค้าชอบจริงๆ เพียงแต่จะได้อาหารที่แตกต่างออกไปที่ไม่เกี่ยวข้องกับความชอบของลูกค้า

พงศ์พัฒน์ และธนัญทร (2558) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับวางแผนการรับประทานอาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่ช่วยในการประมวลผลสัดส่วนรายการอาหารที่เหมาะสมกับค่าน้ำตาลของผู้ป่วย แนะนำยาอินซูลินแต่ละชนิดรวมไปถึงยาสมุนไพรต่างๆ ที่ช่วยในการรักษา วิธีการลดระดับค่าน้ำตาลในเลือด แนะนำการออกกำลังกาย เพื่อเป็นแนวปฏิบัติสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน จากผลการทดลองแอปพลิเคชัน โดยการกรอกระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงที่สุด ระดับน้ำตาลในเลือดปัจจุบัน และอาหารในแต่ละมื้อ เพื่อระบบนำไปประมวลผลค่าของน้ำตาลที่เหมาะสมกับร่างกายต่อวัน ผลจากการคำนวณพบว่าการคลาดเคลื่อนในระดับที่ยอมรับได้ จากการศึกษาพบว่า การคำนวณระดับน้ำตาลของแอปพลิเคชันยังมีการคลาดเคลื่อน และตัวแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้แค่ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น

โรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นโรคที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติอย่างต่อเนื่องและเรื้อรัง เนื่องจากความผิดปกติของตับอ่อน ทำให้ตับอ่อนสร้างอินซูลินได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย หรือเกิดภาวะดื้ออินซูลิน ทำให้ตับอ่อนย่อยน้ำตาลได้ไม่เต็มที่ โรคเบาหวานแบ่งเป็น 4 ชนิด (สมเกียรติ และคณะ, 2557)

1. เบาหวานชนิดที่ 1 เกิดจากตับอ่อนไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินซูลินให้เพียงพอ เนื่องจากเบตาเซลล์ของตับอ่อนถูกทำลายด้วยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย พบในเด็กเป็นส่วนใหญ่ จำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยยาอินซูลิน

2. เบาหวานชนิดที่ 2 เป็นเบาหวานชนิดที่พบเป็นส่วนใหญ่ เกิดจากตับอ่อนสร้างอินซูลินได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย หรือเกิดภาวะดื้ออินซูลิน พบในผู้ใหญ่และผู้สูงอายุเป็นส่วนใหญ่ มักพบในคนที่ครอบครัวมีประวัติเป็นเบาหวานร่วมด้วย

3. โรคเบาหวานที่มีสาเหตุจำเพาะ เช่น ตับอ่อนอักเสบเรื้อรัง โรคที่ความผิดปกติของต่อมไร้ท่อบางชนิด หรือการรับประทานยาที่มีสารสเตียรอยด์

4. โรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ เป็นโรคเบาหวานที่ตรวจพบครั้งแรกขณะตั้งครรภ์ และจะหายไปเองหลังคลอด

ระบบแนะนำ (Recommendation System)

เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจจากรายการที่แนะนำหรือบริการที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบและพฤติกรรมของผู้ใช้แต่ละคน โดยอาศัยข้อมูลของผู้ใช้งานร่วมกับข้อมูลประกอบ ภายนอกมาใช้ในการวิเคราะห์คัดกรองให้ได้สิ่งที่มีความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน สำหรับการสร้างระบบแนะนำนั้นสามารถทำได้หลายวิธีการด้วยกัน ซึ่งทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา เป็นการแนะนำรายการหรือบริการที่ได้มาจากการพิจารณาความคล้ายคลึงของเนื้อหาหรือคุณสมบัติต่างๆ ของข้อมูลที่คล้ายกันกับข้อมูลของผู้ใช้ที่ผ่านมา เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหาจะให้ความสนใจกับเนื้อหาของข้อมูลเป็นสำคัญ เพื่อดูสิ่งที่ผู้ใช้สนใจ ในการสร้างระบบแนะนำโดยใช้เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา จะใช้วิธีการหาค่าน้ำหนักของคำ เป็นวิธีการทางสถิติในการสืบค้นข้อมูล ซึ่งหาค่าน้ำหนักของคำสำคัญจะเริ่มจากการคำนวณหาค่าความถี่ของคำ (Term Frequency) (นิภาภรณ์, 2563)

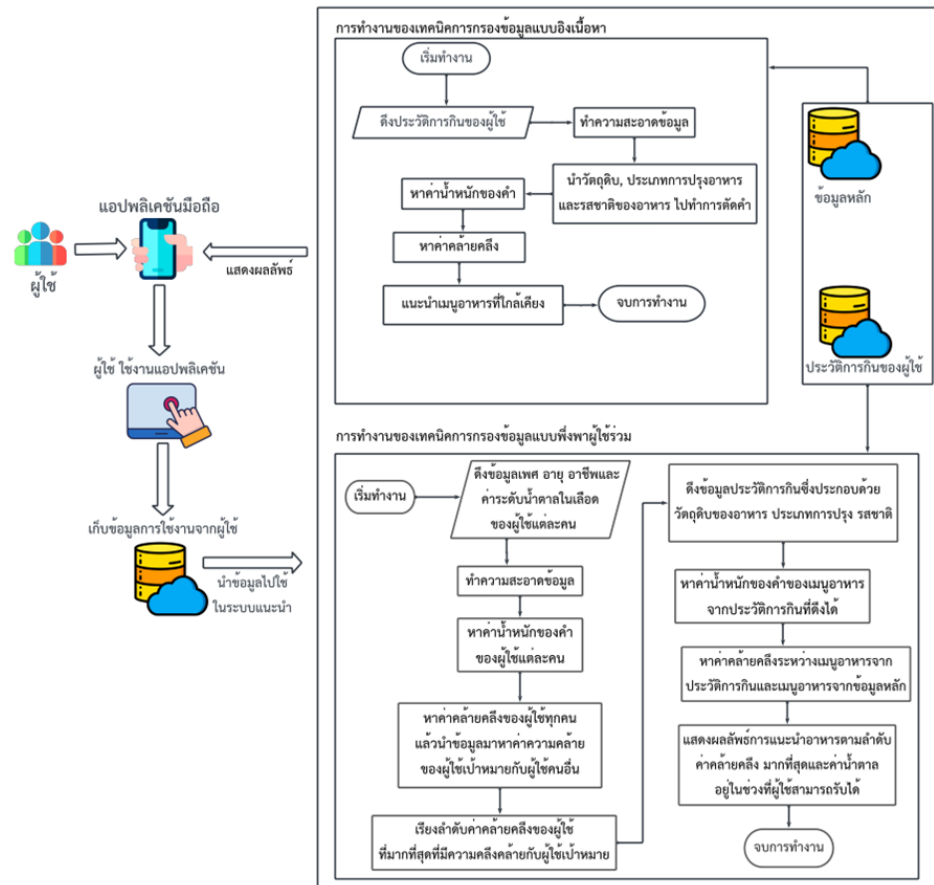
เทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม จะแนะนำรายการหรือเมนู โดยพิจารณาความคล้ายของข้อมูลหรือพฤติกรรมที่คล้ายกันจากคะแนนความชอบที่ผู้ใช้ให้หรือประวัติการใช้งาน ซึ่งเทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การกรองข้อมูลร่วมแบบจำลอง (Model-based filtering) และ 2) การกรองข้อมูลร่วมแบบจดจำ (Memory-based filtering) ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการกรองข้อมูลร่วมแบบจดจำ โดยนำข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนมาเปรียบเทียบกับความคล้ายคลึงกับข้อมูลผู้ใช้คนอื่นๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลซึ่งจะใช้การกรองข้อมูลร่วมโดยพิจารณาผู้ใช้เป็นหลัก (User-based) ว่าผู้ใช้มีพฤติกรรมความชอบที่คล้ายกันกับผู้ใช้คนอื่นในฐานข้อมูล จากนั้นจะทำการสร้างรายการแนะนำข้อมูลที่คาดว่าผู้ใช้จะชื่นชอบโดยเรียงลำดับค่าการทำนายจากมากไปหาน้อย ตามลำดับ และพิจารณาความชอบจากข้อมูลผู้ใช้ที่เลือกเมนูที่คล้ายกันกับข้อมูลอื่นในฐานข้อมูลด้วย การกรองข้อมูลร่วมโดยพิจารณาข้อมูลเป็นหลัก (Item-based) (ธรรมบุญ, 2562)

วิธีการดำเนินการวิจัย

กระบวนการทำงานของระบบ

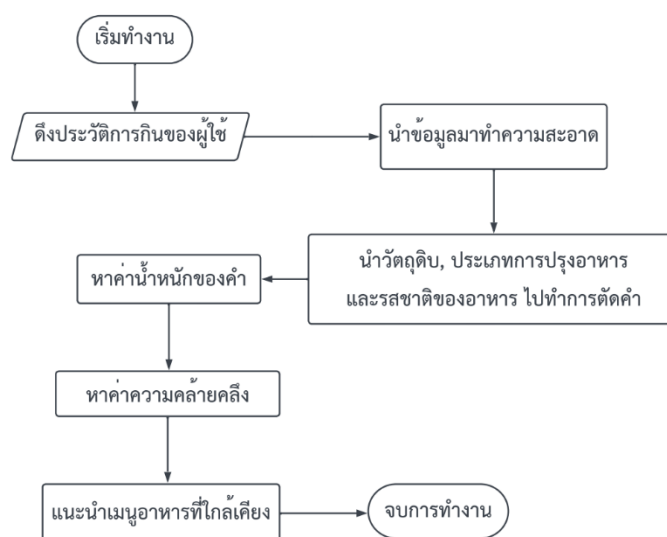
ในส่วนของกระบวนการทำงานของระบบจะถูกแบ่งการทำงานหลักๆ ดังนี้ คือ การทำงานของระบบการกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา หากผู้ใช้พึ่งใช้งานครั้งแรกระบบจะดึงข้อมูลจากประวัติของผู้ใช้ที่ได้กรอกตอนลงทะเบียน เพื่อค้นหาเมนูที่ผู้ใช้สนใจ ซึ่งสิ่งที่แนะนำที่ตรงตามความชอบของผู้ใช้ จึงจะถูกแนะนำให้แก่ผู้ใช้ และการทำงานของระบบการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ระบบจะดึงข้อมูลของผู้ใช้และประวัติการกินของผู้ใช้ เพื่อแนะนำเมนูที่ผู้ใช้คนอื่นที่มีรสนิยมหรือมีพฤติกรรม

ความชอบคล้ายคลึงกับผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลในฐานข้อมูลหลักมีทั้งหมด 385 แถว ถูกจัดเก็บไว้บนคลาวด์ (Cloud) ของ Firebase ถัดไปเป็นการอธิบายถึงภาพโดยรวมของระบบ อธิบายกระบวนการทำงานของระบบการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา และกระบวนการทำงานของระบบการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ซึ่งจะอธิบายถึงกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนจนไปถึงการแนะนำอาหาร



รูปที่ 1 กระบวนการทำงานของระบบโดยรวม

จากรูปที่ 1 กระบวนการทำงานของระบบโดยรวม เมื่อผู้ใช้เริ่มใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application) จากนั้นรับข้อมูลของผู้ใช้ โดยข้อมูลของผู้ใช้จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้เริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน โดยเริ่มจากการรับข้อมูลด้วยเสียงจากผู้ใช้งาน จากนั้นถูกแปลงเสียงเป็นข้อความ (Google speech to text) เมื่อได้ข้อความ จะนำไปทำการตัดคำ (Tokenize) ไปเทียบกับฐานข้อมูลหลัก เพื่อหาปริมาณน้ำตาลจากอาหาร ถัดมานำค่าน้ำตาลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณที่กินน้ำตาลได้ต่อวันของผู้ใช้ ในกรณีที่ผู้ใช้มีการทำกิจกรรมระบบจะมีการคำนวณพลังงาน โดยจะคำนวณจากหน่วยกิโลแคลอรีต่อนาทีให้เป็นหน่วยกรัมของน้ำตาลที่ถูกเผาผลาญ ค่าน้ำตาลที่คำนวณได้จะถูกนำไปใช้ในการกรองน้ำตาลของอาหารที่จะแนะนำในแต่ละมื้อ ในส่วนของระบบการแนะนำจะนำข้อมูลที่เก็บจากผู้ใช้งาน เช่น ข้อมูลของผู้ใช้ที่ลงทะเบียน ประวัติการกิน มาใช้ในการทำระบบแนะนำ ซึ่งระบบแนะนำจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ ระบบแนะนำการกรองแบบอิงเนื้อหาซึ่งช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งานในกรณีที่เริ่มต้นใช้งานระบบ วิธีการนี้เป็นการแนะนำอาหารจากข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนให้ในเบื้องต้น และระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ช่วยให้การแนะนำอาหารมีความหลากหลายมากขึ้น อาศัยข้อมูลจากผู้ใช้งานที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกันในการแนะนำเมนูที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีส่วนประกอบแตกต่างไปจากเมนูที่ผู้ใช้งานได้ให้ข้อมูลไว้ในเบื้องต้น รวมทั้งได้เมนูที่แนะนำเป็นเมนูที่มีความนิยมกับผู้ใช้งานคนอื่นๆ



รูปที่ 2 กระบวนการทำงานของระบบการกรองแบบอิงเนื้อหา

ในรูปที่ 2 เป็นกระบวนการทำงานของระบบการกรองแบบอิงเนื้อหา เริ่มจากการเชื่อมฐานข้อมูล และดึงข้อมูลประวัติการกินของผู้ใช้ในฐานข้อมูลออกมา จากนั้นเทียบชื่อเมนูอาหารที่ได้จากประวัติการกินในฐานข้อมูลเพื่อดึงวัตถุดิบ ประเภทการปรุง และรสชาติของเมนูนั้นๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการนำเมนูอาหารมาจำแนก

เมนูอาหาร	วัตถุดิบ	ประเภทการปรุงอาหาร	รสชาติ
ต้มจับฉ่ายหมูสามชั้น	หมูสามชั้น กะหล่ำปลี หัวไชเท้า ผักกวางตุ้ง คะน้าเห็ดหอม	ต้ม	เค็ม
ไข่เจียวกุ้งสับ	ไข่ กุ้ง	ทอด	เค็ม
แกงจืดไข่น้ำหมูสับ	หมูสับ ไข่ ต้นหอม ผักชี พริกไทย	ต้ม	เค็ม
ข้าวเนื้อผัดน้ำมันหอย	เนื้อวัว ต้นหอม เห็ดหอม กระเทียม	ผัด	เค็ม
ต้มจืดผักกาดขาวใส่ไข่	ไข่ ผักกาดขาว ต้นหอม ผักชี	ต้ม	เค็ม
ข้าวไก่ย่างถ่าน	ไก่	ย่าง	เค็ม
...	...	...	...

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาทำความสะอาด (Data cleansing) ต่อจากนั้นนำประวัติการกินของผู้ใช้มาทำการตัดคำ โดยใช้วัตถุดิบ ประเภทการปรุง และรสชาติ มาหาความถี่ โดยใช้คำน้ำหนักของคำเพื่อจะนำไปใช้หาค่าความคล้ายคลึง หลังจากนั้นทำการดึงข้อมูลอาหารจากฐานข้อมูลหลัก และนำข้อมูลที่เป็นวัตถุดิบ ประเภทการปรุง และรสชาติ มาทำความสะอาดเพื่อนำข้อมูลไปทำการตัดคำ หลังจากนั้นนำข้อมูลไปทำการตัดคำเสร็จแล้ว ขั้นตอนถัดมาคือการนำข้อมูลที่ถูกรวบรวมคำไปหาคำน้ำหนักของคำ เพื่อจะนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึง นำคำน้ำหนักของคำที่ได้จากประวัติของผู้ใช้ และนำคำน้ำหนักของคำจากฐานข้อมูลหลักไปคำนวณหาค่าความคล้ายคลึง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 เพื่อจะทำการแนะนำเมนูอาหารให้กับผู้ใช้

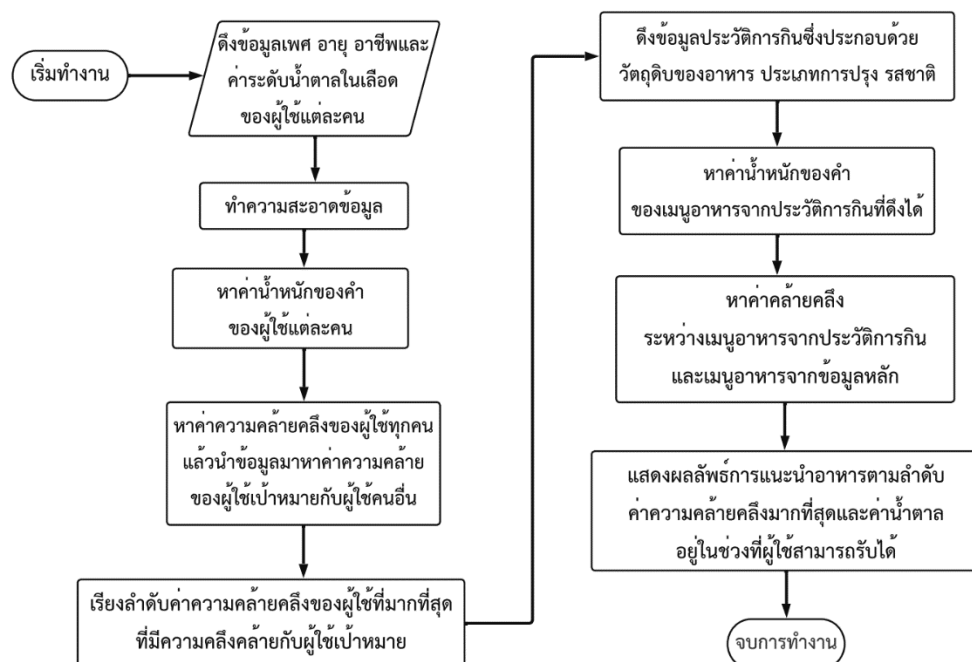
สูตรในการคำนวณค่าความคล้ายคลึง (ชนพล และสุนันทา, 2560)

$$Sim(w_c, w_s) = \frac{\sum_{i=1}^n w_{c,i} w_{s,i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_{c,i}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_{s,i}^2}} \quad (1)$$

กำหนดให้ $w_{c,i}$ คือ ค่าน้ำหนักของผู้ใช้ c กับคำสำคัญ i
 $w_{s,i}$ คือ ค่าน้ำหนักของเอกสาร s กับคำสำคัญ i
 n คือ จำนวนคำสำคัญทั้งหมด

เมื่อคำนวณค่าความคล้ายคลึงเสร็จ ต่อมาก็จะทำการแนะนำเมนูอาหารให้กับผู้ใช้ โดยเรียงจากเมนูที่มีค่าความคล้ายคลึงจากมากไปน้อย ดังตัวอย่างในตารางที่ 2 พร้อมกับกรองปริมาณน้ำตาลในเมนูอาหารที่ผู้ใช้สามารถกินได้ในแต่ละมื้อ ตารางที่ 2 ตัวอย่างการแนะนำเมนูอาหารการกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา โดยเรียงจากเมนูที่มีค่าความคล้ายคลึงจากมากไปน้อย

ลำดับ	เมนูอาหาร	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ค่าความคล้ายคลึง
1	ต้มจับฉ่ายหมูสามชั้น	1.6	0.6003
2	แกงจืดไข่น้ำหมูสับ	1.9	0.5896
3	ข้าวผัดกุ้ง	3.0	0.5780
4	ข้าวผัดปู	3.2	0.5780
...	...	...	...



รูปที่ 3 กระบวนการทำงานระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม

ในรูปที่ 3 เป็นกระบวนการทำงานของระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม เริ่มจากการเชื่อมฐานข้อมูล และดึงข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนที่เป็นอายุ เพศ อาชีพ และระดับน้ำตาลในเลือด ดังตัวอย่างในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการดึงข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคน

ผู้ใช้	อายุ	เพศ	อาชีพ	ระดับน้ำตาลในเลือด
1	50	หญิง	พนักงานเอกชน	150
2	67	หญิง	พนักงานเอกชน	158
3	66	หญิง	พนักงานเอกชน	159
4	78	หญิง	แม่บ้าน/พ่อบ้าน	150
5	69	ชาย	ข้าราชการ	160
6	79	ชาย	เกษตรกร	159
7	50	หญิง	พนักงานเอกชน	150
8	70	ชาย	ข้าราชการ	157
9	66	หญิง	พนักงานเอกชน	159
10	75	ชาย	ข้าราชการ	173

จากนั้นนำข้อมูลของผู้ใช้ที่ดึงจากตารางที่ 3 มาทำการตัดค่า หลังทำตัดค่าข้อมูลของผู้ใช้ในส่วนนี้เสร็จ ก็จะนำไปหาค่าน้ำหนักของค่า จากนั้นนำค่าที่ได้จากการหาค่าน้ำหนักของค่าจากแต่ละคนมาหาค่าความคล้ายคลึงของผู้ใช้เป้าหมายกับผู้ใช้อื่นๆ เพื่อดูว่าผู้ใช้เป้าหมายมีความคล้ายกับผู้ใช้อื่นคนใดบ้าง ดังตัวอย่างในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการหาค่าความคล้ายคลึง ของผู้ใช้ที่มีความคล้ายคลึงกัน

ความคล้ายคลึง	ผู้ใช้ 1	ผู้ใช้ 2	ผู้ใช้ 3	ผู้ใช้ 4	ผู้ใช้ 5	ผู้ใช้ 6	ผู้ใช้ 7	ผู้ใช้ 8	ผู้ใช้ 9	ผู้ใช้ 10
ผู้ใช้ 1	1.0	1.0	1.0	0.2358	0.2773	0.2773	1.0	0.2773	1.0	0.0
ผู้ใช้ 2	1.0	1.0	1.0	0.2358	0.2773	0.2773	1.0	0.2773	1.0	0.0
ผู้ใช้ 3	1.0	1.0	1.0	0.2358	0.2773	0.2773	1.0	0.2773	1.0	0.0
ผู้ใช้ 4	0.2358	0.2358	0.2358	1.0	0.1474	0.1474	0.2358	0.1474	0.2358	0.0
ผู้ใช้ 5	0.2773	0.2773	0.2773	0.1474	1.0	0.5235	0.2773	1.0	0.2773	0.5222
ผู้ใช้ 6	0.2773	0.2773	0.2773	0.1474	0.5235	1.0	0.2773	0.5234	0.2773	0.1829
ผู้ใช้ 7	1.0	1.0	1.0	0.2358	0.2773	0.2773	1.0	0.2773	1.0	0.0
ผู้ใช้ 8	0.2773	0.2773	0.2773	0.1474	1.0	0.5235	0.2773	1.0	0.2773	0.5222
ผู้ใช้ 9	1.0	1.0	1.0	0.2358	0.2773	0.2773	1.0	0.2773	1.0	0.0
ผู้ใช้ 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5222	0.1829	0.0	0.5222	0.0	1.0

จากตารางที่ 4 เมื่อทำการหาค่าความคล้ายคลึงของผู้ใช้แต่ละคนเสร็จ ถัดมาจะทำการเรียงค่าความคล้ายคลึงของผู้ใช้ที่มีความคล้ายคลึงมากที่สุด 5 อันดับแรก เพื่อดูว่าผู้ใช้เป้าหมายมีความคล้ายกับผู้ใช้อื่นคนใดบ้าง ดังตัวอย่างในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 หาความคล้ายคลึงผู้ใช้ที่มีความเหมือนกับผู้ใช้เป้าหมาย

ลำดับผู้ใช้ที่มีความคล้ายคลึงกับผู้ใช้เป้าหมาย	ค่าความคล้ายคลึง
7	0.8915
8	0.8915
1	0.2782
2	0.2782
3	0.2782

จากตารางที่ 5 จะใช้ลำดับของผู้ใช้ที่มีความคล้ายกับผู้ใช้เป้าหมายไปเทียบเพื่อตั้งประวัติการกินของผู้ใช้คนอื่นๆ ที่มีค่าความคล้ายคลึงกับผู้ใช้เป้าหมายซึ่งมีวัตถุประสงค์ ประเภทการปรุง และรสชาติ เพื่อนำไปทำการตัดค่า ถัดมานำข้อมูลที่ทำให้การตัดค่าเสร็จแล้วมาทำความสะอาด เพื่อนำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของค่าต่อ หลังจากนั้นทำการดึงข้อมูลอาหารจากฐานข้อมูลหลัก และนำคอลัมน์ที่เป็นวัตถุประสงค์ ประเภทการปรุง และรสชาติมาทำความสะอาด เพื่อนำข้อมูลไปทำการตัดค่า สุดท้ายนำค่าน้ำหนักของค่าระหว่างข้อมูลอาหารของผู้ใช้ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลอาหารในฐานข้อมูล มาคำนวณหาค่าความคล้ายคลึง โดยการแนะนำแต่ละครั้งจะมีค่าน้ำตาลที่ผู้ใช้สามารถรับได้มาเป็นตัวจำกัดการแนะนำอาหารให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการควบคุมการกินน้ำตาลของผู้ใช้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการแนะนำเมนูอาหารการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม โดยเรียงจากเมนูที่มีค่าความคล้ายคลึงจากมากไปน้อย

ลำดับ	เมนูอาหาร	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ค่า Similarity
1	ข้าวกะเพราหมึก	3.0	0.7472
2	ข้าวกะเพราหมูสับ	3.0	0.7472
3	ข้าวกะเพราหมูสับไข่ดาว	2.4	0.7379
4	ข้าวผัดกะเพราทูน่า	1.1	0.6514
5	ข้าวเหนียวไก่ควัฟริกเกลือ	3.0	0.6474
6	ข้าวกะเพราหมูกรอบ	1.4	0.6464
7	สุกี้รวมมิตรแห้ง	0.0	0.5773
...	...	...	...

ในกรณีที่ผู้ใช้มีการทำกิจกรรม กระบวนการทำงานของระบบคำนวณค่าน้ำตาลที่ได้จากการแปลงหน่วยกิโลแคลอรี ยกตัวอย่างเช่น ผู้ใช้คนที่ 3 น้ำหนัก 65 กิโลกรัม กินอาหารในมื้อแรกที่มีปริมาณน้ำตาลรวมแล้วเป็น 10 กรัม แต่ผู้ใช้คนที่ 3 ได้ทำกิจกรรมคือเดินออกกำลังกาย 15 นาที ($METs = 3.8$) (Ainsworth *et al.*, 2000) ระบบก็จะมีการคำนวณเป็นกิโลแคลอรีก่อนซึ่งสามารถคำนวณได้จาก $0.0175 \times \text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)} \times \text{เวลาที่ทำกิจกรรม (นาที)} \times MET$ (วรรณนะ, 2560) $= 0.0175 \times 65 \times 15 \times 3.8 = 64.8375$ กิโลแคลอรี หลังจากนั้นจะนำไปแปลงจากกิโลแคลอรีเป็นกรัม ซึ่งน้ำตาล 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, 2554) จะได้เท่ากับ $\frac{64.8375}{4} = 16.21$ กรัม จะได้เป็นค่าน้ำตาลที่ถูกเผาผลาญออกไป ถัดมาจะนำค่าน้ำตาลที่กินเข้าไปมาลบกับน้ำตาลที่ถูกเผาผลาญออกไปจะได้ $|10 - 16.21| = 6.21$ ซึ่งหมายความว่าผู้ใช้คนที่ 3 สามารถกินเมนูที่มีน้ำตาลได้อีก 6.21 กรัม แต่ห้ามเกิน 8 กรัม โดยการคำนวณนี้จะถูกใช้ในกระบวนการกรองแบบอิงเนื้อหา ในตารางที่ 7 และกระบวนการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ตัวอย่างการแนะนำเมนูอาหารการกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา โดยเรียงจากเมนูที่มีค่าความคล้ายคลึงจากมากไปน้อย (กรณีทำกิจกรรม)

ลำดับ	เมนูอาหาร	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ค่าความคล้ายคลึง
1	ข้าวผัดหมู	4.0	0.6012
2	ต้มจับฉ่ายหมูสามชั้น	1.6	0.6003
3	ข้าวเนื้อผัดน้ำมันหอย	4.4	0.4865
4	แกงจืดไข่น้ำหมูสับ	1.9	0.4370
...	...	...	...

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการแนะนำเมนูอาหารการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม โดยเรียงจากเมนูที่มีค่าความคล้ายคลึงจากมากไปน้อย (กรณีทำกิจกรรม)

ลำดับ	เมนูอาหาร	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ค่าความคล้ายคลึง
1	ข้าวผัดกะเพราหมูรมมิตร	4.72	0.7779
2	ข้าวกะเพราหมึก	3.0	0.7472
3	ข้าวกะเพราหมูสับ	3.0	0.7472
4	ข้าวกะเพราหมูสับไข่ดาว	2.4	0.7379
...	...	...	...

อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ของการแนะนำเมนูอาหารจากกระบวนการทำงานของระบบแนะนำการกรองแบบอิงเนื้อหา และระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมขึ้นอยู่กับน้ำตาลที่ผู้ใช้ได้กินเข้าไป ซึ่งค่าน้ำตาลที่กินเข้าไปสามารถคำนวณได้จาก ปริมาณน้ำตาลในอาหาร $\times$ จำนวนอาหาร ยกตัวอย่างเช่น มื้อเช้าผู้ใช้ได้กินข้าวเนื้อผัดน้ำมันหอย จำนวน 1 จาน ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 4.4 กรัม จึงสามารถคำนวณปริมาณน้ำตาลที่กินไปแล้วได้เป็น $4.4 \times 1 = 4.4$ ซึ่งหมายความว่าระบบจะกรองน้ำตาลในเมนูอาหารให้ตั้งแต่ค่าน้ำตาลที่เป็น 0 กรัม ไปจนถึง 3.6 กรัม

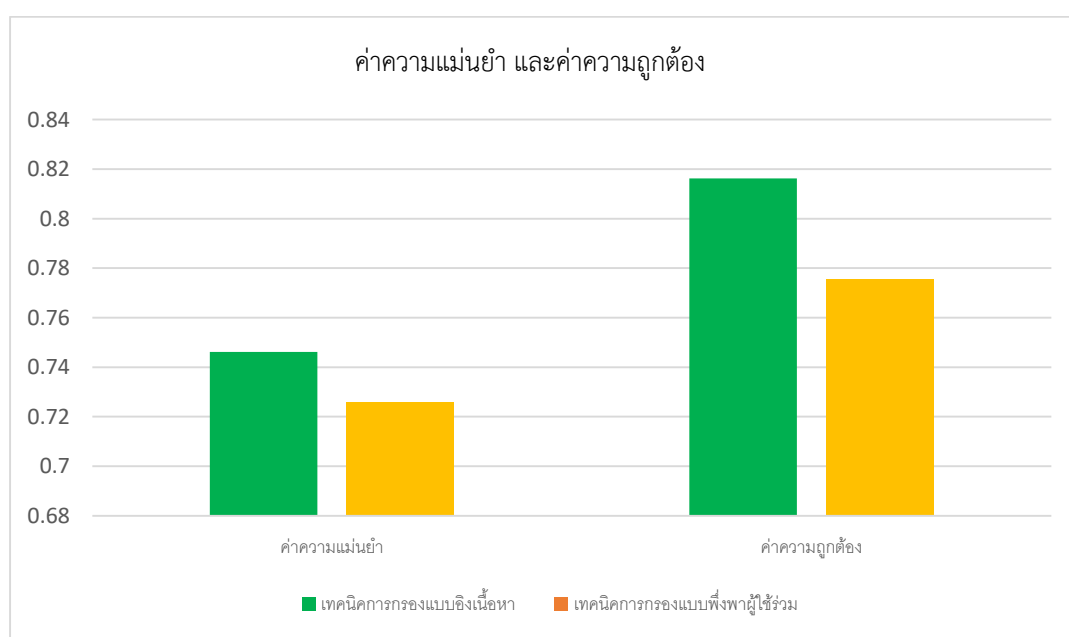
การวัดประสิทธิภาพของระบบแนะนำ

ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพของระบบแนะนำการกรองแบบอิงเนื้อหา และระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม จะใช้ข้อมูลจากส่วนที่เป็นประวัติการกินของผู้ใช้ที่ผ่านการหาค่าน้ำหนักของคำมาแล้วไปทำเป็นคลังคำศัพท์ (Bag of words) และนำข้อมูลจากฐานข้อมูลหลักทั้งหมด 385 แถว ที่ผ่านการหาค่าน้ำหนักของคำมาแล้วไปทำเป็นคลังคำศัพท์เพื่อเตรียมข้อมูลไปใช้ในการเรียนรู้ (Train) ถัดมานำชุดข้อมูลที่ได้เตรียมไว้ไปแบ่งออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลสำหรับสอน (Training data) กับชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing data) ในสัดส่วน 70% และ 30% ตามลำดับ จากนั้นจะนำชุดข้อมูลสำหรับสอนมาฝึกฝนแบบจำลอง (Train model) ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการฝึกฝน คือแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) (ภูริต และศุภร, 2565) จากผลการทดลองพบว่า ระบบแนะนำการกรองแบบอิงเนื้อหา ได้ค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 0.7462 ค่าความถูกต้อง (Recall) เท่ากับ 0.8163 และระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ได้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 0.7256 ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 0.7755 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการทดลองการวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง

	เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา	เทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม
ค่าความแม่นยำ	0.7462	0.7256
ค่าความถูกต้อง	0.8163	0.7755

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายให้ผู้เป็นเบาหวานได้ทำการทดลองใช้แบบจำลองการแนะนำอาหาร ซึ่งผลการทดสอบทั้งระบบ แนะนำการกรองแบบอิงเนื้อหา และระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ที่แสดงออกมาดังรูปที่ 4 พบว่าค่าความแม่นยำ ค่าความถูกต้องของระบบการกรองแบบอิงเนื้อหา มีค่าความแม่นยำ ค่าความถูกต้อง สูงกว่าระบบการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ซึ่งหมายความว่าระบบการกรองแบบอิงเนื้อหามีประสิทธิภาพการแนะนำได้ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้มากกว่า ระบบการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม



รูปที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบวัดประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบและแนะนำเมนูอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีการแนะนำทั้งแบบเทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา และเทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม โดยมีการแนะนำอาหารที่ใช้เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา เพื่อหาค่าความคล้ายคลึงของวัตถุดิบ รสชาติ ประเภทการปรุง จากประวัติการกินของผู้ใช้กับเมนูหลัก จะได้ค่าความคล้ายคลึงของเมนูอาหารที่มีค่าสูงสุดเรียงไปจนถึงค่าน้อยสุด ส่วนอาหารที่ถูกแนะนำออกมานั้นจะถูกกรองด้วยค่าน้ำตาลที่ถูกคำนวณจากการกินของผู้ใช้ในแต่ละมื้อ เพื่อช่วยควบคุมปริมาณน้ำตาลในอาหารให้กับผู้ใช้ และการแนะนำอาหารที่ใช้เทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม เพื่อหาค่าความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้ โดยพิจารณาจากข้อมูลอายุ อาชีพ เพศ และระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อนำข้อมูลอาหารของผู้ใช้แต่ละคนมาแนะนำให้กับผู้ใช้ที่คล้ายกันเพื่อให้ได้การแนะนำอาหารที่หลากหลาย โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบแนะนำที่พัฒนาได้แก่ 1) เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา 2) เทคนิคการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ด้วยค่าความแม่นยำ และค่าความถูกต้อง ซึ่งผลจากการวัดประสิทธิภาพของระบบ แนะนำพบว่า ระบบแนะนำการกรองแบบอิงเนื้อหาได้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 0.7462 ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 0.8163 มีค่าสูงกว่าระบบแนะนำการกรองแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่สามารถยอมรับได้ และการทดลองครั้งต่อไปอาจมีการใช้

กลไกการเรียนรู้ (machine learning) เข้ามาช่วยในการทำงานมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแนะนำให้แม่นยำมากขึ้น ถ้าระบบได้เรียนรู้พฤติกรรมได้มาก มีปริมาณข้อมูลที่มากขึ้น และมีจำนวนผู้ใช้งานเพิ่มขึ้น อาจมีการปรับเปลี่ยนแบบจำลอง (model) เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลและผู้ใช้ให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมการแพทย์. (2557). Thailand Medical Services Profile 2011-2014 (การแพทย์ไทย ๒๕๕๔-๒๕๕๗). (พิมพ์ครั้งที่ 1).
นนทบุรี: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- กรวรรณ หนูแดง และเอกรัฐ รัฐกาญจน์. (2557). การศึกษาวิธีการกรองแบบร่วมกันสำหรับการแนะนำเมนูอาหาร.
แหล่งข้อมูล: https://as.nida.ac.th/wp-content/uploads/2021/11/6210412029_Korawan_Paper.pdf.
ค้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2566.
- ธนพล พุกเส็ง และสุนันทา สดสี. (2560). ระบบผู้แนะนำจากความไว้วางใจ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25(4):
683 – 701.
- ธรรมบุญ ปัญญาทิพย์. (2562). ระบบให้คำแนะนำภาพยนตร์ด้วยวิธีการผสมผสาน. แหล่งข้อมูล: <http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/534/1/56011260504.pdf>. ค้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2566.
- นิภาภรณ์ พันธนาม. (2563). ระบบแนะนำสินค้าอาหารโดยใช้ระบบแนะนำแบบผสมผสาน. แหล่งข้อมูล: <http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1166>. ค้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2566.
- พงศ์พัฒน์ ฉายศิริพันธ์ และธนัท ทอจันทร์. (2558). แอปพลิเคชันวางแผนรับประทานอาหาร สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน.
ใน: การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยมหาดไทย, สงขลา. 1620 – 16290.
- ภูริต อำนวยชัย และศุภกร คนธภักดี. (2565). การตรวจจับการฉ้อโกงประกันรถยนต์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อความ
และการเรียนรู้ของเครื่อง. ใน: 2022 2nd Proceeding of the Data Science Conference. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร. หน้า 21.
- วรรณะ ชลายนเดชะ. (2560). พลังงานกับกิจกรรมทางกาย. แหล่งข้อมูล: <https://www.doctor.or.th/article/detail/1135?fbclid=IwAR1jsL0zVUSC-G88yK5e1PiObjMrGyweQVjPNTfLRCTJ063Mrh4OsjGleHc>. ค้นเมื่อวันที่ 27
มีนาคม 2566.
- ศุจินธร ทรงสิทธิเดช และณกร อินทร์พยุง. (2560). การพัฒนาระบบแนะนำเมนูอาหารด้วยโครงสร้างข้อมูลกราฟ. ใน:
การประชุมวิชาการ Smart Logisitcs Conference (SLC) 2018 ครั้งที่ 1 “Logistics towards Thailand 4.0”.
มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สุปรียา เสียงดัง. (2560). พฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้.
วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ 4(1): 191 - 240.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (2554). สุขภาพดี เริ่มที่...อาหาร ลดหวาน มัน เค็ม เต็มเต็มผัก ผลไม้ เพิ่มขึ้น. (พิมพ์ครั้งที่ 1).
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Whitt, M.C., Irwin, M.L., Swartz, A.M., Strath, S.J., O'Brien, W.L., Bassett, J.D.R.,
Schnitz, K.H., Emplaincourt, P.O., Jacobs, J.D.R. and Leon, A.S. (2000). Compendium of Physical
Activities: an update of activity codes and MET intensities. Medicine and science in sports and
exercise 32(9 Supplement): S498 - 904. doi:10.1097/00005768-200009001-00009.

Phanich, M., Pholkul, P. and Phimoltares, S. (2553). Food Recommendation System Using Clustering Analysis for Diabetic Patients. In: 2010 International Conference on Information Science and Applications. IEEE. Seoul. 1 - 8. doi:10.1109/ICISA.2010.5480416.

