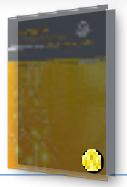
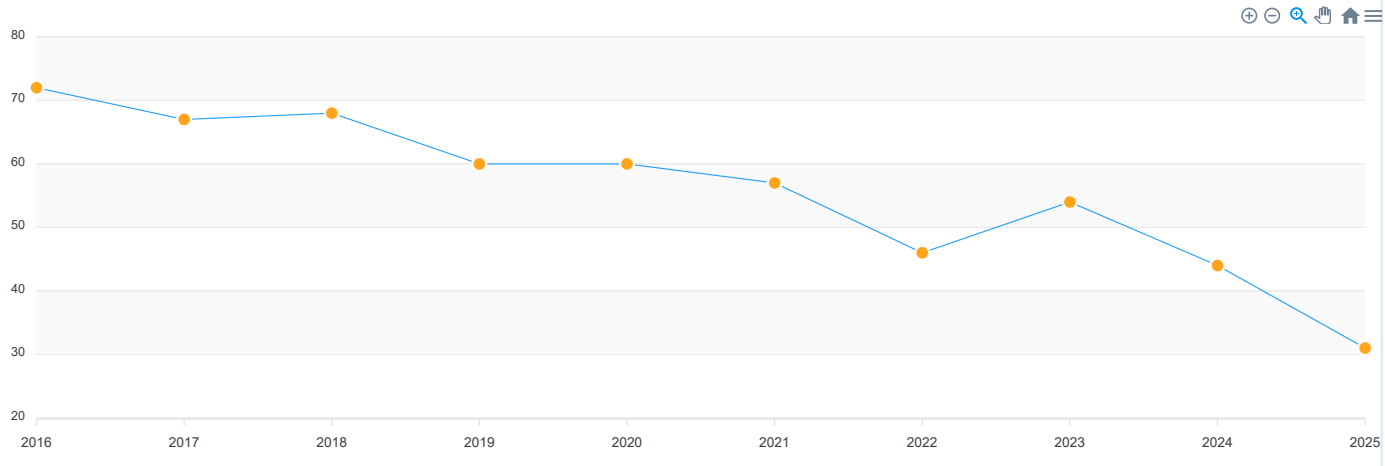


Name (English):	EAU Heritage Journal Science and Technology
Name (Local):	วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Status:	Active
Editor-in-Chief:	Dr. Kannicha Pokudom
Abbreviation (English):	-
Abbreviation (Local):	-
pISSN:	-
eISSN:	3027-7221
Issues/Year:	3
Address:	กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage 200 หมู่1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
Website:	https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci
Email:	eau_heritage@eau.ac.th
Publisher (English):	Eastern Asia University
Publisher (Local):	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
TCI Tier:	1
Subject Cluster:	Physical Sciences
Subject Area:	Engineering Computer Science Health Professions Nursing Medicine
Sub-Subject Area:	General Engineering General Computer Science Pharmacy General Nursing Public Health, Environmental and Occupational Health
Note:	• Formerly known as pISSN: 2286-6175, eISSN: 2651-1738 • An online-only Journal
TCI Tier History:	**Tier 1:** From **01 Jan 2025** to **31 Dec 2029** **Tier 1:** From **01 Jan 2022** to **31 Dec 2024** **Tier 2:** From **01 Jan 2020** to **31 Dec 2021**

Show More

จำนวน publication ใน 10 ปีที่ผ่านมา



เว็บไซต์นี้ใช้คุกกี้เพื่อปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้ โปรดยอมรับข้อกำหนดและเงื่อนไข (อ่านนโยบายและเงื่อนไข) ยอมรับ

ที่ สหก.ว. ๐๔๑/ ๒๕๖๗

แบบตอบรับการตีพิมพ์บทความ
ลงวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย (EAU Heritage Journal)

วันที่ ๑๗ ธันวาคม ๒๕๖๗

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฐิณาภัณฑ์ นิธิยุวิทย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัสนันทน์ ตรีนันทรัตน์
อาจารย์ยุภา คำตะพล
อาจารย์ ดร.ประยูร ไชยบุตร

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง "การแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี" เพื่อเสนอตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย โดยผ่านการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviewers) จำนวน ๓ ท่าน ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับบทความ ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกจากหลากหลายสถาบัน และไม่ได้อยู่ในสถาบันเดียวกันกับผู้ตีพิมพ์บทความ กองบรรณาธิการขอแจ้งผลการพิจารณา ดังนี้

EAU Heritage

มีความยินดี (✓) ตีพิมพ์บทความลงในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ ๑๙ ฉบับที่ ๒ เดือน พฤษภาคม - สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘

( ) ไม่สามารถตีพิมพ์บทความลงในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
เนื่องจาก ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้ว ยังไม่มีความเหมาะสม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.กัญจน์ณิชา โภคอุดม)
บรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage
โทรศัพท์ ๐-๒๕๗๗-๑๐๒๘ ถึง ๓๑ ต่อ ๓๗๗, ๓๗๘
โทรสาร ๐-๒๕๗๗-๑๐๕๓

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
EAU Heritage Journal
ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Science and Technology

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2568 Vol. 19 No. 2 May-August 2025 ISSN 3027-7221 (Online)

ที่ปรึกษา	ดร.โชติรัส ชวนิชย์	อธิการบดี มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
บรรณาธิการ	ดร.กัญจน์ณิชา โภคอุดม	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
กองบรรณาธิการ	ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล นาผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	ศาสตราจารย์ พันเอกหญิง ดร.สุวิมล เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
	รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ แก้วปาน	มหาวิทยาลัยมหิดล
	รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
	รองศาสตราจารย์ ดร.บุญใจ ศรีสถิตนรากูร	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชุติมาสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	รองศาสตราจารย์ ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
	รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิสา ชายเกลี้ยง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รองศาสตราจารย์ ดร.เพลินทิพย์ ภูทองกิ่ง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รองศาสตราจารย์ ดร.ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์	มหาวิทยาลัยทักษิณ
	รองศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	รองศาสตราจารย์ ดร.วีรชาติ ตั้งจิรภัทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ้งตะวัน สุภาพผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร เดชะศิลารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ มกระธัช	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภฉัตร ธารีลาภ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา สุขศิลา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภา โซ๊ะสลาม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	อาจารย์อุบลรัตน์ ชนะโรค	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	ดร.จรุงรัตน์ พันธุ์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
	นางสาวนริศรา ทุมมณี	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

สารบัญ

Academic Articles

1 ■ การส่งเสริมสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงตามวิถีชุมชน
Health Promotion among Patients with Diabetes Mellitus and Hypertension based on Community Living Lifestyle
อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์ พัชมณ มาสกุล อพิริยา คำแฝง และนพดล รังแก้ว

14 ■ การรับมือกับกลโกงในโลกไซเบอร์
Dealing with Cyber Scams
สุปราณี วงษ์แสงจันทร์ ประภาพร กุลลิ้มรัตน์ชัย และพิมล จงวรนนท์

27 ■ ผลของเมลาโทนินต่อโรคอัลไซเมอร์
Effect of Melatonin on Alzheimer's Disease
ปัทมา ปานมาก และอรุณณี วงค์ปันดีด

Research Articles

38 ■ การแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี
A Recommendation for Designing Tamarind Packaging by using Content-Based Ontology Techniques
ฐิณาภัณฑ์ นิธิยุวิทย์ ทัสนันทน์ ตรีนันทรัตน์ ยุภา คำตะพล และประยูร ไชยบุตร

54 ■ การออกแบบและสร้างถังน้ำหมักชีวภาพควบคุมด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
Design and Construction of Bio-fermentation Bin Controlled by the Internet of Things Technology
ลัดดาวัลย์ จำปา นันทวัน หัตถมาศ และนัฐพงษ์ ทองปาน

การแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี

A Recommendation for Designing Tamarind Packaging by using Content-Based Ontology Techniques

ฐิณาภัณฑ์ นิธิยุวิทย์[1] ทัสนันทน์ ตรีนันทรัตน์[2] ยุภา คำตะพล[2]* และประยูร ไชยบุตร[1]

Thinaphan Nithiyuwith[2], Tassanan Threenuntharath[2], Yupa Kumtapol[2]* and Prayoon Chaibuth[1]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

[1]Major of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

[2]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

[2]Major of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

*Corresponding author: yupa.k@pcru.ac.th

Received: October 24, 2024

Revised: December 11, 2024

Accepted: December 17, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป (2) เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี และ (3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป การดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) สำรวจพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภค จำนวน 384 คน ต่อบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป และสังเคราะห์ความรู้จากทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบเพื่อสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี (2) พัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยีด้วยภาษาไพธอน และเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี เอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส เอแจค และเจคิวรี โดยอัลกอริทึมถูกนำมาใช้ผ่านเรสฟูลเอพีไอ ที่พัฒนาด้วยไลบราลีฟราค และ (3) ประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์การแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากอัลกอริทึม เทียบวัดกับการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ 30 คน และวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ฐานความรู้ออนโทโลยี มีจำนวนทั้งหมด 26 คลาส แบ่งเป็น 3 ชั้นความรู้ เว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วยฟังก์ชันการรับข้อมูลรูปภาพ และคำอธิบายของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างองค์ความรู้การออกแบบบรรจุภัณฑ์เชิงความหมาย และการแนะนำด้วยการจัดอันดับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้า และอัลกอริทึมสามารถแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็น 85.18% และผู้ใช้พึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.52 SD=0.646)

คำสำคัญ: การแนะนำเชิงเนื้อหา ออนโทโลยี การออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

Abstract

This research aimed to (1) create a semantic knowledge base using ontology to recommend designs for processed tamarind packaging, (2) develop an algorithm and web application for recommending tamarind packaging designs using content-based recommendation techniques based on ontology, and (3) evaluate the algorithm's performance and user satisfaction with the packaging design recommendation web application. The research is divided into three phases: (1) a survey of 384 consumers' preferences regarding processed tamarind packaging and synthesizing knowledge from color theory and design principles to build the ontology knowledge base; (2) the development of a content-based recommendation algorithm on ontology using Python, connected to a web application developed with PHP, HTML, CSS, Ajax, and jQuery with the algorithm implemented through a RESTful API developed with the Flask library; and (3) an evaluation of the algorithm's performance by comparing the packaging design recommendations with those from experts and assessing the satisfaction of 30 users, with results analyzed through means and standard deviations. The results found that the ontology knowledge consists of a total of 26 classes, divided into 3 levels of knowledge. The web application consists of functions for receiving product images and descriptions to create meaningful packaging design knowledge. It also provides recommendations by ranking packaging designs that are suitable for the product. The algorithm can recommend packaging designs accurately according to expert suggestions, achieving an accuracy rate of 85.18%. User satisfaction with the web application is rated at a high level ($\overline{X}$ =3.52 SD=0.646).

Keywords: content-based recommendation, Ontology, Processed Tamarind Packaging Design

บทนำ

มะขามหวาน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นที่รู้จักในด้านรสชาติหวานและเนื้อเนียนละเอียด สภาพภูมิอากาศและดินที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูง เป็นที่ต้องการทั้งในและต่างประเทศ มะขามหวานมีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและเป็นสินค้าส่งออกที่ช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจท้องถิ่น การแปรรูปมะขามหวาน เช่น มะขามแก้ว มะขามแช่อิ่ม และมะขามเคลือบน้ำตาล ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ มะขามแช่อิ่มเป็นวิธีถนอมอาหารที่ช่วยให้เก็บผลผลิตได้นาน ช่วยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาด และสามารถส่งออกไปยังต่างประเทศได้ ฐานลูกค้ารวมถึงคนไทยในต่างประเทศซึ่งเป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ หากการแปรรูปตรงกับความต้องการของตลาด จะช่วยเพิ่มรายได้และสร้างธุรกิจที่ยั่งยืน (Anusonpanichakul & Thirathammason, 2023) โดยที่การออกแบบบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญอย่างมาก เพราะส่งผลโดยตรงต่อการเลือกซื้อและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้า โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง บรรจุภัณฑ์ที่มีข้อมูลชัดเจน เช่น วันที่ผลิต วันหมดอายุ และเครื่องหมายรับรองความปลอดภัยจาก อย. สามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้อย่างดี ซึ่งผู้บริโภคทุกเพศวัยมักให้ความสำคัญกับการเลือกสินค้าที่ปลอดภัยและมีคุณภาพ นอกจากความครบถ้วนของข้อมูลแล้ว การออกแบบบรรจุภัณฑ์ยังมีบทบาทสำคัญในการดึงดูดความสนใจ กราฟิกที่สวยงามและเหมาะสมช่วยให้สินค้าดูมีคุณภาพและเสริมความมั่นใจให้กับผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถสะท้อนถึงเอกลักษณ์และ

ภาพลักษณ์ของแบรนด์ได้อย่างดี รวมทั้งการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ครบถ้วนและน่าสนใจจะช่วยเพิ่มยอดขาย และทำให้การตลาดมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Khong Im, 2024)

การออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลไม้แปรรูปนั้นเผชิญกับปัญหาและความท้าทายมากมาย เช่น การสร้างความดึงดูดใจและการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ข้อจำกัดที่มาจากซอฟต์แวร์กราฟิกและทักษะของผู้ประกอบการในการใช้งานโปรแกรมกราฟิกทั่วไปอาจมีฟังก์ชันการทำงานที่ไม่เพียงพอและอาจเป็นอุปสรรคสำคัญในการสร้างรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัยและดึงดูดลูกค้า การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) ในกระบวนการออกแบบอาจช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าวได้ และสามารถลดระยะเวลาการในการออกแบบและทดสอบ (Piotrowski, 2024) รวมทั้ง AI สามารถพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ วิเคราะห์ข้อมูลจากผู้บริโภคและปรับแต่งกราฟิก ซึ่งส่งผลให้ประหยัดเวลาและยกระดับคุณภาพบรรจุภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกจะช่วยสกัดข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบที่ทันสมัยและมีคุณภาพสูง (Zhang, 2024) ในการพัฒนาระบบแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์อันชาญฉลาดนั้น จะต้องใช้ฐานข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคที่สอดคล้องกับองค์ความรู้จากทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบวัตถุต่าง ๆ เพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมและสวยงามในระบบการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบอัตโนมัติ ในงานวิจัยของ Lambrix et al. (2024) ได้นำเสนอการใช้ออนโทโลยี (Ontology) ในการเข้าถึงและรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบและสินค้าจากฐานข้อมูลที่มีความหลากหลาย และมีรูปแบบข้อมูลและการเข้าถึงที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยของ Tan et al. (2024) ได้นำเสนอการใช้ออนโทโลยี (Ontology) เป็นเครื่องมือสำคัญในเทคโนโลยี Semantic Web ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงการรวมข้อมูล โดยออนโทโลยี (Ontology) จะให้คำศัพท์และกรอบการทำงานที่มีมาตรฐานสำหรับการแทนข้อมูล ซึ่งภาษาของออนโทโลยี (Ontology) ใน Semantic Web เช่น RDFS และ OWL จะช่วยให้การแทนแนวคิดและคำอธิบายทางความหมายเป็นรูปแบบที่อ่านได้โดยเครื่องจักรได้อย่างชัดเจน และภาษากฎเช่น SWRL สามารถใช้ในการประเมินและอนุมานตามข้อกำหนดได้

การพัฒนาเทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหา (CBR: Content-Based Recommendation) เพื่อบูรณาการบนฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยี (Ontology) เป็นการสร้างความแตกต่างอย่างมีประสิทธิภาพในกระบวนการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบอัตโนมัติ โดยอัลกอริทึมที่ปรับปรุงใหม่ที่นำเสนอในบทความนี้จะสามารถเข้าถึงและอนุมานความรู้จากออนโทโลยี ตามเป้าหมายการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามและมีความเหมาะสมกับตัวสินค้าและข้อความโฆษณาบนบรรจุภัณฑ์ จากนั้นนำเข้าสู่ขั้นตอนวิธีของอัลกอริทึม CBR เพื่อคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญกับคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผลลัพธ์การแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดี ซึ่งอัลกอริทึมที่ปรับปรุงใหม่นี้สามารถให้ความแม่นยำของผลลัพธ์ในการแนะนำเทียบเท่ากับการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อต่อเชื่อมกับอัลกอริทึมและโมเดลการแนะนำที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้ใช้งานหลากหลายทักษะในชุมชนท้องถิ่นสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกสบาย และใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมได้อย่างแพร่หลาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยี (Ontology) ในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

2. เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology)

3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาทบทวนแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพเกี่ยวข้องกับหลายองค์ประกอบที่มีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภคและการสร้างเอกลักษณ์ของแบรนด์ องค์ประกอบสำคัญ คือ การเลือกใช้สี ซึ่งสามารถกระตุ้นอารมณ์และความรู้สึกของผู้บริโภคได้ การเลือกโทนสีที่กลมกลืนและสมดุลช่วยดึงดูดความสนใจไปยังองค์ประกอบสำคัญ เช่น ชื่อสินค้าหรือโลโก้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแตกต่างทางวัฒนธรรมที่ทำให้ความหมายของสีต่างกันในแต่ละพื้นที่ ในด้านตัวอักษร การเลือกฟอนต์มีบทบาทสำคัญในการสะท้อนบุคลิกของแบรนด์ ฟอนต์ควรชัดเจนและสอดคล้องกับแบรนด์ ข้อความควรอ่านได้ง่ายแม้ในระยะไกล การใช้ภาพและกราฟิกที่สอดคล้องกับเอกลักษณ์แบรนด์ เช่น ไอคอนหรือสัญลักษณ์ ช่วยเพิ่มความน่าสนใจและประสิทธิภาพในการสื่อสาร (Appinio, 2024) สำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดมักพบปัญหาถุงบวมและแตกระหว่างการขนส่ง ซึ่งเกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ตามธรรมชาติในสภาพอุณหภูมิสูง ในงานวิจัยของ Inphrom et al. (2024) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาจากการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบเดิม พัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่มีมาตรฐาน เพิ่มความน่าสนใจ และออกแบบฉลากที่แสดงข้อมูลสินค้าชัดเจน โดยเน้นความสะดวกในการใช้งาน และการใช้หลักการวิศวกรรมคันเซ (Kansei Engineering) ช่วยระบุโครงสร้างและคุณลักษณะเชิงกายภาพของบรรจุภัณฑ์ใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ บรรจุภัณฑ์ที่ช่วยปกป้องผลิตภัณฑ์จากปัจจัยภายนอก พร้อมตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในเชิงคุณภาพและการใช้งาน

2. แนวคิดการออกแบบออนโทโลยีเพื่อการรวมข้อมูล

ออนโทโลยี (Ontology) เป็นคำศัพท์ทางปรัชญาที่ถูกบัญญัติขึ้นใน ปี 1613 โดย Rudolf Gockel และ Jacob Lorhard หมายถึง การศึกษาการดำรงอยู่ ในด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) ออนโทโลยี (Ontology) ถูกนิยามว่าเป็นกรอบที่กำหนดคำศัพท์พื้นฐานและความสัมพันธ์ในโดเมนหนึ่ง ๆ ซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างระบบสารสนเทศและตัวแทน (agents) ออนโทโลยี (Ontology) มักถูกใช้ในการรวมฐานข้อมูลเพื่อสร้างความเข้ากันได้และความเข้าใจร่วมกันระหว่างข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตและเนื้อหาของข้อมูลที่ต้องการรวม ซึ่งอาจใช้ผู้เชี่ยวชาญในการระบุแนวคิดและความสัมพันธ์ที่สำคัญ หลังจากนั้นจะสร้างออนโทโลยี (Ontology) ที่เหมาะสม รวมถึงคำจำกัดความและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนถัดไป คือ การแมพข้อมูลไปยังออนโทโลยี (Ontology) เพื่อให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลมีประสิทธิภาพ สุดท้ายจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสกัดข้อมูลที่มีความหมายจากฐานข้อมูลที่รวมกัน การใช้แนวทางออนโทโลยี (Ontology) ช่วยให้การจัดการข้อมูลในยุคที่ข้อมูลมีความหลากหลายเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและราบรื่นมากขึ้น (Tecuci, 2016)

การพัฒนาออนโทโลยี จำแนกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) แบบล่างขึ้นบน: เริ่มต้นด้วยข้อมูลหรือตัวอย่างเฉพาะ แล้วค่อยทำงานจากบนลงล่างเพื่อสรุปแนวคิดทั่วไป (2) แบบบนลงล่าง: เริ่มต้นด้วยหมวดหมู่ทั่วไปหรือแนวคิดนามธรรม แล้วทำงานจากล่างขึ้นบนเพื่อกำหนดอินสแตนซ์หรือหมวดหมู่ย่อยเฉพาะ และ (3) แนวทางแบบผสมผสาน: โดยผสมผสานทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน โดยเริ่มจากหมวดหมู่ทั่วไปแล้วปรับแต่งด้วยข้อมูลเฉพาะไปเรื่อย ๆ วิธีนี้ช่วยให้เกิดความสมดุลระหว่างโครงสร้างและความยืดหยุ่น

ทั้งนี้ การรวมข้อมูลจากหลายแหล่งสามารถทำได้โดยการสร้างแบบจำลองออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งช่วยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบกราฟความรู้ (knowledge graph) สำหรับข้อมูลที่กระจายอยู่ในแหล่งต่าง ๆ นอกจากนี้ การใช้เทคนิคการถ่วงน้ำหนักแบบจับคู่ช่วยประเมินความเกี่ยวข้องของความต้องการที่สัมพันธ์กัน ทำให้สามารถแยกแยะคุณลักษณะที่เป็นมาตรฐานและความต้องการของลูกค้าที่ซ่อนอยู่ได้อย่างแม่นยำ และรวมข้อมูลเหล่านี้เข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Jiang et al., 2024)

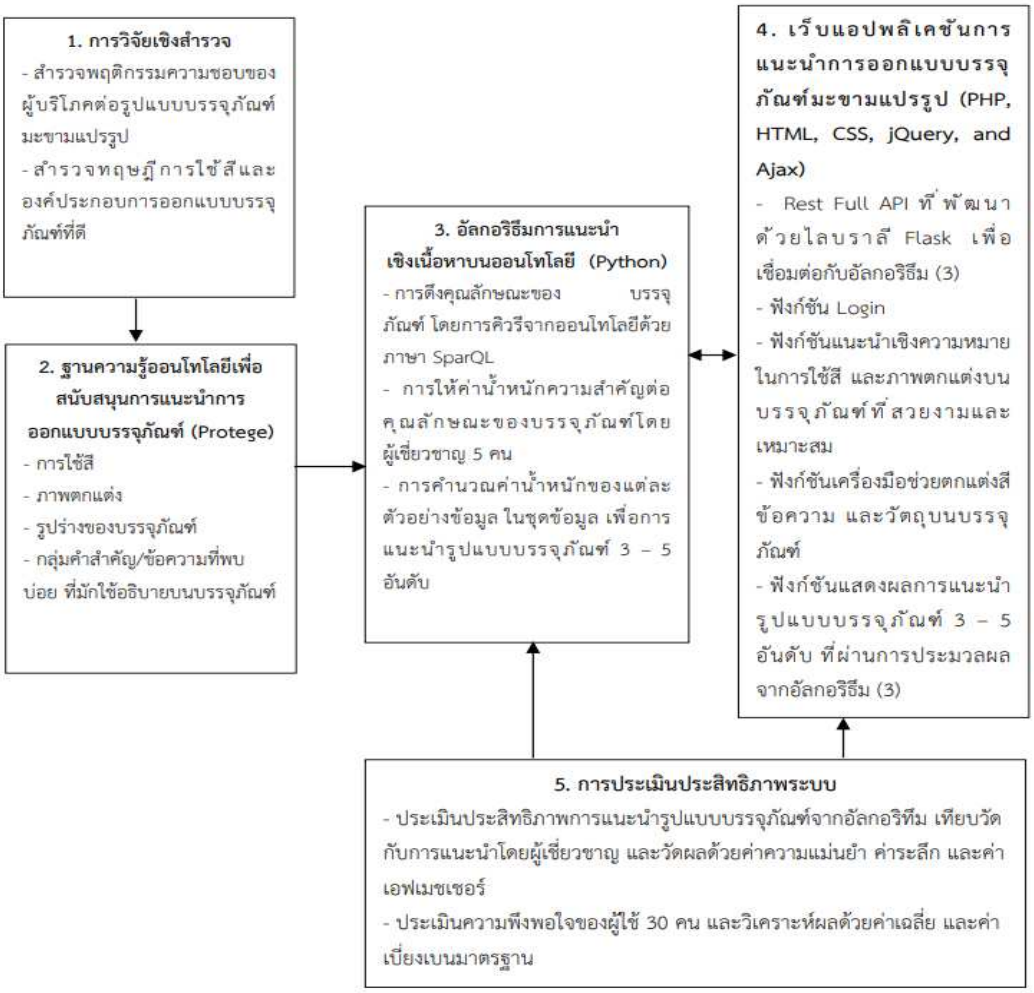
3. แนวคิดและอัลกอริทึมการแนะนำเชิงเนื้อหา

การแนะนำเชิงเนื้อหา (CBF: Content-Based Recommendation) มุ่งเน้นการให้คำแนะนำโดยอิงจากกิจกรรมและความชอบของผู้ใช้ โดยการวิเคราะห์คำสำคัญและคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับรายการในฐานข้อมูล โปรไฟล์ของผู้ใช้ถูกพัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์ออนไลน์ ซึ่งช่วยให้ระบบจัดประเภทสินค้าที่ไม่ได้เห็นว่าเป็นที่เกี่ยวข้องหรือไม่ การกรองตามเนื้อหามักใช้เทคนิคหลักสองอย่าง ได้แก่ วิธีเวกเตอร์สเปซที่จัดอันดับสินค้าตามข้อมูลของผู้ใช้และคุณลักษณะของรายการ โดยใช้การคำนวณผลจุด และวิธีการจำแนกประเภทที่ใช้ต้นไม้การตัดสินใจเพื่อประเมินความชอบของผู้ใช้ตามคุณลักษณะของรายการ การกำหนดคุณลักษณะเป็นงานที่ใช้เวลามากและต้องการการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถอธิบายคุณสมบัติของรายการได้อย่างถูกต้อง ในขณะเดียวกันการสร้างโปรไฟล์ผู้ใช้จะรวบรวมข้อมูลจากการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้เพื่อสร้างโปรไฟล์ที่มีโครงสร้าง โดยมีการให้ความสำคัญตามความถี่ของคุณลักษณะ (Redfield Expertise, 2023)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Treenuntharath et al. (2024) สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้สูงอายุในการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยพัฒนาเว็บเซมานติกด้วยออนโทโลยี (Ontology) และการกรองเนื้อหาเพื่อสนับสนุนการวางแผนการท่องเที่ยว ผลการวิจัยพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่เดินทางเพื่อพักผ่อน แต่มีปัญหาด้านร่างกายและทักษะเทคโนโลยี เว็บเซมานติกแนะนำการท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมี F-measure เท่ากับ 94.7% และความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับสูง Putra et al. (2024) พัฒนาระบบแนะนำแล็ปท็อปด้วยระบบสนทนา (CRS) ที่ผสานการกรองออนโทโลยี (Ontology) กับการกรองร่วมมือ (CF) เพื่อช่วยผู้ใช้เลือกแล็ปท็อปตามความต้องการและข้อมูลจากผู้ใช้ที่คล้ายกัน ระบบนี้มีความถูกต้องในการแนะนำถึง 93.33% ทำให้ผู้ใช้เลือกแล็ปท็อปได้ง่ายและมั่นใจมากขึ้น และ Lambrix et al. (2024) เสนอทฤษฎีวัสดุออกแบบ (materials design ontology) เพื่อรวมและจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูลวัสดุที่หลากหลาย โดยใช้วิธีการจากแบบจำลองหัวข้อ ผลการวิจัยแสดงการประยุกต์ใช้ระบบในการรวมข้อมูลวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยของ Kumyaito et al. (2023) สรุปว่า ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology) และฐานกฎการอนุมาน ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคลาสความรู้และคำสำคัญในเนื้อหา ทำให้สามารถสกัดและเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลายแพลตฟอร์มและฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรองรับการเชื่อมต่อกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องได้ดีขึ้น ในขณะที่ Nithiyuwith et al. (2024) พัฒนาออนโทโลยีบนสื่อ VR เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ โดยทำให้ข้อมูลท่องเที่ยวจัดเรียงเป็นหมวดหมู่และรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบโต้ตอบ การใช้ออนโทโลยี (Ontology) ยังช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นหาและขยายคำค้นให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ด้วยการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบโหนดลำดับชั้น นอกจากนี้ Siharad et al. (2023) ได้พัฒนาระบบแนะนำด้วย อัลกอริทึมการกรองเชิงเนื้อหา (content-based filtering) โดยวิเคราะห์ความถี่ของคำสำคัญในรีวิวและสร้างโปรไฟล์ผู้ใช้ ระบบยังใช้ข้อมูลการเช็คอินเพื่อนับจำนวนการเข้าชมและปรับน้ำหนักคำแนะนำตามความจุของสถานที่ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถแนะนำสถานที่ได้อย่างแม่นยำและสอดคล้องกับความต้องการของนักท่องเที่ยว รวมถึงสามารถนำไปต่อยอดในบริบทอื่นที่ใช้ข้อมูลปลายเปิดหรือข้อมูลไร้โครงสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Wang et al. (2024) พัฒนากระบวนการแนะนำแบบคลาสสิก โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง และทำการประเมินประสิทธิภาพในการทำนายผลลัพธ์ของคำแนะนำด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ความแม่นยำ ความหลากหลาย และความเป็นธรรม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ สามารถระบุวิธีการดำเนินงานวิจัยได้อย่างสอดคล้อง ดังนี้

1. การสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยี (Ontology) ในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

สำรวจพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภค จำนวนทั้งหมด 384 คน ซึ่งเป็นลูกค้าประจำที่ซื้อผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูปในร้านค้าออนไลน์และการซื้อผ่านหน้าร้านโดยตรง โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยไม่ทราบจำนวนประชากร และใช้การสุ่มเลือกแบบสะดวก เพื่อรวบรวมความคิดเห็นต่อบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยการสำรวจด้วยแบบสอบถามที่เน้นรวบรวมข้อมูลรูปลักษณ์ สี วัสดุ ขนาด และคำอธิบาย/โฆษณา ที่ผู้บริโภคต้องการให้ปรากฏบนบรรจุภัณฑ์ จากนั้นทำการสังเคราะห์ความรู้จากทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบ รวมถึงวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ของการออกแบบที่ทำให้บรรจุภัณฑ์ดูน่าสนใจ โดยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและการสังเคราะห์จะถูกนำมาสร้างฐานความรู้เชิงความหมายในรูปแบบออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสี องค์ประกอบการออกแบบ และความชอบของผู้บริโภค ด้วยโปรแกรม Protégé

2. การพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

การพัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology) ใน Python ประกอบด้วยขั้นตอนการดึงคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์จากออนโทโลยี (Ontology) ผ่าน SPARQL และการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าอาหารเกษตรแปรรูปเพื่อคำนวณค่าน้ำหนักใน

ชุดข้อมูล เพื่อแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จากนั้นจะมีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ PHP HTML CSS jQuery และ Ajax เชื่อมต่อกับอัลกอริทึมผ่าน RESTful API โดยใช้ Flask ซึ่งจะรวมฟังก์ชันการ Login การแนะนำการใช้สีและการตกแต่งภาพ รวมถึงเครื่องมือสำหรับตกแต่งสี ข้อความ และวัตถุในบรรจุภัณฑ์ และแสดงผลการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ 3-5 อันดับ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกบรรจุภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมและความพึงพอใจผู้ใช้

3.1 ประเมินประสิทธิภาพของความถูกต้องในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์แต่ละอันดับจากอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น เพื่อเทียบวัดกับการแนะนำ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้งหมด 3 คน ซึ่งเลือกมาจากผู้เชี่ยวชาญในข้อ 2 โดยจะวัดผลด้วยค่าความแม่นยำ (accuracy)

3.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ 30 คน ซึ่งเป็นการคัดเลือกแบบเจาะจงจากตัวแทนผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และผู้บริโภคที่ได้ทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน AI Pack จำนวน 27 คน และวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายจากค่าเฉลี่ย ดังนี้ 4.50-5.00: พึงพอใจมากที่สุด 3.50-4.49: พึงพอใจมาก 2.50-3.49: พึงพอใจปานกลาง 1.50-2.49: พึงพอใจน้อย และ 1.00-1.49: พึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยี (Ontology) ในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูปสรุปในแต่ละส่วนย่อยได้ ดังนี้

1.1 ก่อนการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยี (Ontology) สำหรับการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป บทความนี้ได้สำรวจและวิเคราะห์พฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคจำนวน 384 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีสีสดใส รูปทรงกลม ภาพตกแต่งที่นิยม คือ ภาพผลไม้สดและภาพธรรมชาติ วัสดุที่ชอบใช้คือพลาสติก และผู้บริโภคให้ความสำคัญกับฟอนต์ที่อ่านง่ายเพื่อสื่อสารข้อความอย่างชัดเจน การใช้ภาพที่สื่อถึงผลิตภัณฑ์ช่วยเพิ่มความน่าสนใจ นอกจากนี้ การใช้สีตามหลักการออกแบบ เช่น การจับคู่สีและการสร้างสมดุลด้วยสีเข้มและอ่อน รวมถึงการแสดงข้อมูลที่สำคัญอย่างส่วนผสมและข้อมูลโภชนาการ ช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้นและเพิ่มความพึงพอใจในการเลือกซื้อ

1.2 โครงสร้างออนโทโลยี (Ontology) ในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป สามารถออกแบบได้ ดังนี้

จากภาพ 2 พบว่า ออนโทโลยี (Ontology) สำหรับการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ประกอบด้วยคลาสความรู้ จำนวนทั้งหมด 26 คลาส แบ่งออกเป็น 3 ลำดับชั้น โดยใช้แนวทางการสร้างออนโทโลยี (Ontology) จากล่างขึ้นบน (bottom-up) บนรากฐานของเนื้อหาข้อมูลที่วิเคราะห์และสรุปผลได้จากแบบสอบถามสำหรับผู้บริโภค จำนวน 384 คน ซึ่งแต่ละคลาสถูกออกแบบเพื่อให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและตกแต่งบรรจุภัณฑ์ โดยตัวอย่างของคลาสความรู้ที่สำคัญประกอบด้วย (1) คลาสสี (color) เกี่ยวข้องกับการเลือกและใช้สีที่เหมาะสมในบรรจุภัณฑ์ สี (2) คลาสรูปร่าง (shape) แสดงถึงลักษณะและการออกแบบรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ (3) คลาสบรรจุภัณฑ์ (package) เกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับมะขามแปรรูป (4) คลาสลูกค้า (customer) มุ่งเน้นถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยคำนึงถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (5) คลาสวัตถุดิบ (material) เกี่ยวข้องกับวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ (6) คลาสรูปลักษณ์สินค้า (product) เกี่ยวข้องกับลักษณะของสินค้าที่จะถูกแสดงออกบนบรรจุภัณฑ์

การเข้าถึงองค์ความรู้เชิงความหมายเพื่อแนะนำการตกแต่งบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป สามารถใช้ภาษา SPARQL ในการคิวรี ด้วยคำสั่งดังตาราง 1

2. ผลการพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology) ดังนี้

2.1 ผลการพัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology) Recommendation Ontology for packaging design: RecOnto_PackagingDesign)

ซูโดโค้ดของอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology) แสดงได้ ดังนี้

จากภาพ 3-4 แสดงว่า อัลกอริทึมการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology) (RecOnto_PackagingDesign) มีหลักการทำงาน ในแต่ละบรรทัด ดังนี้

1. รับข้อมูลรูปภาพ (p_img) และคำอธิบายของผลิตภัณฑ์ (p_desc)

2. เรียกฟังก์ชัน detection_color(p_img) เพื่อหาสีที่เด่นในภาพผลิตภัณฑ์

3. เรียกฟังก์ชัน cuttext(p_desc) เพื่อดึง/ตัดคำสำคัญจากคำอธิบายผลิตภัณฑ์

4. เรียกฟังก์ชัน semantic_rule_searching (mostcolor_product keywords_product) เพื่อค้นหากฎเชิงความหมายตามสีที่ตรวจจับและคำที่ถูกตัดออกมาได้

5. คำนวณสูตรหาค่าเฉลี่ยของค่าน้ำหนักความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนสำหรับองค์ประกอบสี รูปภาพ และรูปร่าง

6. ฟังก์ชัน semantic_rule_searching ใช้ในการดึงข้อมูลเชิงความหมายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โดยการค้นหาสีและคำสำคัญที่เกี่ยวข้อง ผ่านการสอบถามข้อมูลด้วย SPARQL

7. วนซ้ำใน Packaging styles dataset เพื่อนำค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญในองค์ประกอบสี รูปภาพ และรูปร่างที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญ คูณกับจำนวนคำสำคัญการออกแบบที่ดี ซึ่งแนะนำจากออนโทโลยี ทั้งนี้การประมวลผลด้วยวิธีนี้ จะเป็นการให้ค่าน้ำหนักมากที่สุดกับรายการตัวอย่างข้อมูลรูปแบบบรรจุภัณฑ์ ที่มีค่า (values) ในคุณลักษณะ (features) ตรง/สอดคล้องกับสินค้าที่นำเข้า (input) มาจากการประมวลผลข้อ 1

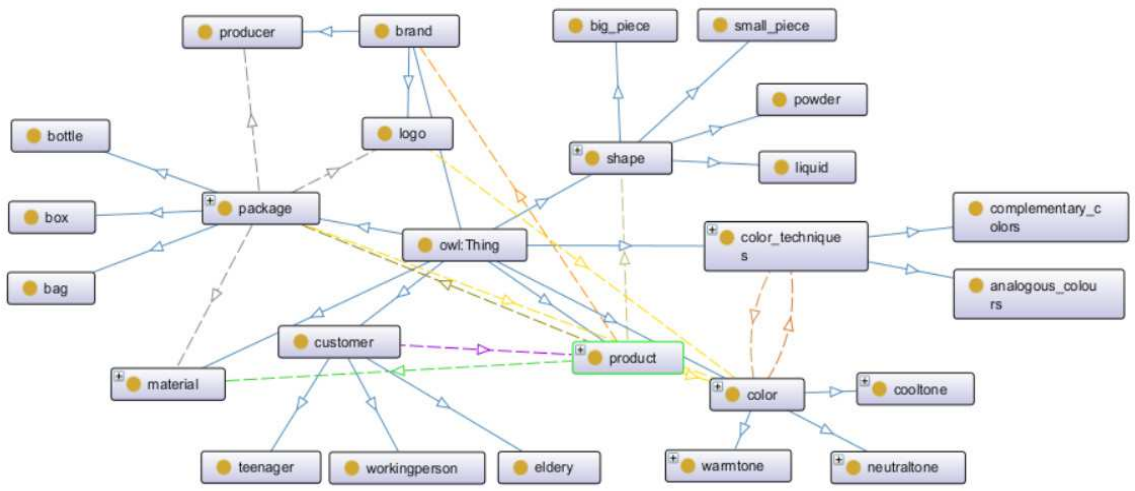
8. ฟังก์ชัน Ranking_weight จะถูกเรียกใช้เพื่อจัดอันดับตัวอย่างรูปแบบบรรจุภัณฑ์ใน Packaging styles dataset โดยจะเลือกเฉพาะ 3 รูปแบบที่มีคะแนนสูงสุดเพื่อการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้า

9. ข้อมูลใน recommened_package_styles_3_orders จะถูกแปลงเป็นรูปแบบ JSON ด้วยฟังก์ชัน JSONFormat ทำให้ข้อมูลสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข้ามภาษา Python กับ PHP ได้ โดยผลลัพธ์จะถูกเก็บในตัวแปร output เพื่อสามารถเรียกใช้งานได้บนแอปพลิเคชัน

2.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (Ontology) ดังนี้

จากภาพ 5 เว็บแอปพลิเคชัน AI Pack เป็นเครื่องมือช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้าของตนเองได้ง่ายขึ้น โดยผู้ใช้งานจะเริ่มด้วยการป้อนข้อมูลสินค้าต่าง ๆ เช่น ชื่อ ประเภท รายละเอียด และอาจอัปโหลดภาพของสินค้า จากนั้นระบบ AI จะประมวลผลและนำเสนอตัวเลือกการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลาย ที่เหมาะสมกับรูปแบบของสินค้าที่จะนำมาบรรจุ

จากภาพ 6 แอปพลิเคชันจะรับข้อมูลรูปภาพและคำอธิบายของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาสีที่เด่นในภาพผลิตภัณฑ์ และสกัดคำสำคัญจากคำอธิบายผลิตภัณฑ์ เพื่อค้นหาองค์ประกอบสี รูปภาพ และรูปร่าง เพื่อจัดอันดับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุด เพื่อการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้า โดยจะแสดงผลลัพธ์จากการแนะนำบนแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกสบาย

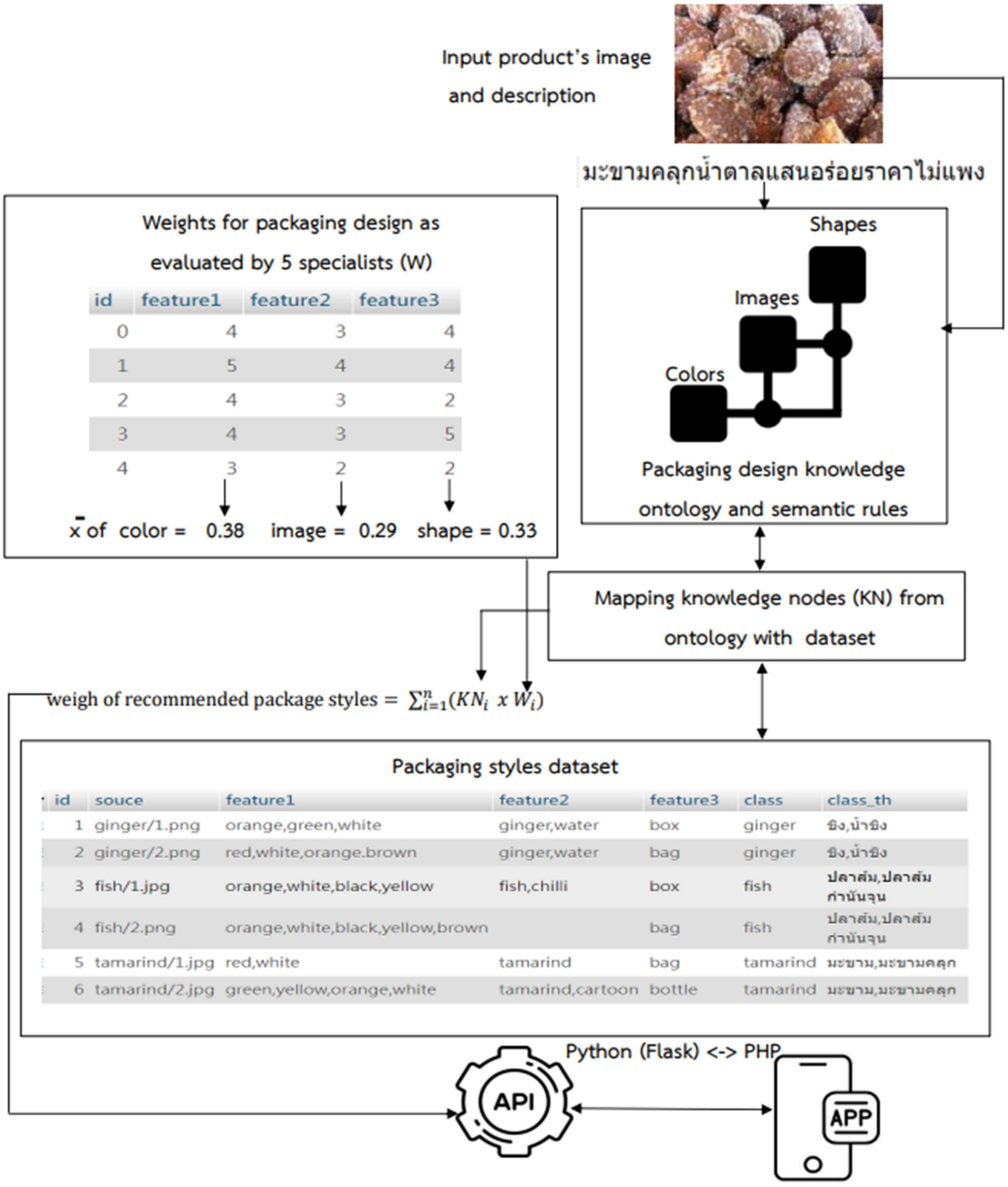


ภาพ 2 โครงสร้างออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

ตาราง 1

ตัวอย่างคำสั่ง SPARQL เพื่อคิวรีองค์ความรู้ในออนโทโลยี (Ontology) เพื่อแนะนำสีสัน รูปภาพและข้อมูลเพื่อการตกแต่งบรรจุภัณฑ์ให้สวยงาม

คำสั่ง SPARQL	คลาสความรู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งคำสั่ง SPARQL ได้เข้าถึง	ผลลัพธ์ที่ได้จากการคิวรีด้วยคำสั่ง SPARQL
SELECT DISTINCT ?a ?b ?c ?d ?e WHERE { ?a node:produced_from ?b. ?a node:produced_from ?c. ?a node:has_identity ?d. ?d node:input_package ?e FILTER(?c=node:%s || ?c=node:%s || ?c=node:%s || ?c=node:%s) }	product material shape package	แสดงรายการวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสินค้านั้น ๆ เช่น “มะขามคลุก” ทำจาก “มะขาม” “น้ำตาล” และ”พริกป่น” และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุ “มะขามคลุก” คือ “ถุง” “กล่อง”และ “ขวดโหล” **ตัวอย่างผลลัพธ์** sugar cayenne_pepper tamarind } แสดงรายการวัตถุดิบ bag box bottle } แสดงรูปแบบบรรจุภัณฑ์
SELECT ?bg WHERE { ?x rdfs:subClassOf ?y. ?a ?x ?b. ?b node:code_color ?bg FILTER(?a=node:%s) }	color color_techniques cooltone warmtone neutraltone	แสดงสีพื้นหลังที่เหมาะสมกับสีโดยรวมของภาพสินค้า รวมทั้งแสดงสีในกลุ่มเดียวกัน และสีจับคู่ ที่สามารถใช้ตกแต่งบนบรรจุภัณฑ์ได้อย่างสวยงามและเป็นไปตามหลักทฤษฎีสี
SELECT DISTINCT ?a ?b ?c ?d ?e WHERE { ?a rdfs:subClassOf node:color. ?b rdf:type ?a.?c rdf:type ?a.?a node:matched_color ?d. ?e rdf:type ?d. FILTER(?b=node:%s && ?c !=node:%s) }		**ตัวอย่างผลลัพธ์** ภาพมะขาม มีสีเด่น คือ “สีน้ำตาล” magenta orange red red-orange yellow-orange blue cyan green purple yellow Yellow-green grey white } แสดงรายการสีที่แนะนำเพื่อใช้ตกแต่งร่วมกับ “สีน้ำตาล” ของภาพมะขาม



ภาพ 3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

Algorithm : RecOnto_PackagingDesign	
บรรทัดที่	**คำสั่งการประมวลผลของโปรแกรม**
1.	Input product's image (p_img) and description (p_desc)
2.	mostcolor_product = detection_color(p_img)
3.	keywords_product = cuttext(p_desc)
4.	KN = semantic_rule_searching(mostcolor_product, keywords_product)
5.	$\text{average color score} = \frac{1}{n}\sum_{w=1}^{n} color_w$ $\text{average image score} = \frac{1}{n}\sum_{w=1}^{n} image_w$ $\text{average shape score} = \frac{1}{n}\sum_{w=1}^{n} shape_w$
6.	semantic_rule_searching(mostcolor_product, keywords_product) : keyword1 = SPARQL_query(mostcolor_product) keyword2 = SPARQL_query(keywords_product) KN.append(keyword1, keyword2) Return KN
7.	while Loop in class = 'Product_type' : if colors, images, and shapes == KN : weigh of recommended package styles [package_id] += (number of color (KNs) x average color score) + number of image (KNs) x average image score) + number of shape (KNs) x average shape score) Return weigh of recommended package styles
8.	recommened_package_styles_3_orders = Ranking_weight(weigh of recommended package styles, 3)
9.	output= JSONFormat(recommened_package_styles_3_orders)

ภาพ 4 ซูโดโค้ดของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

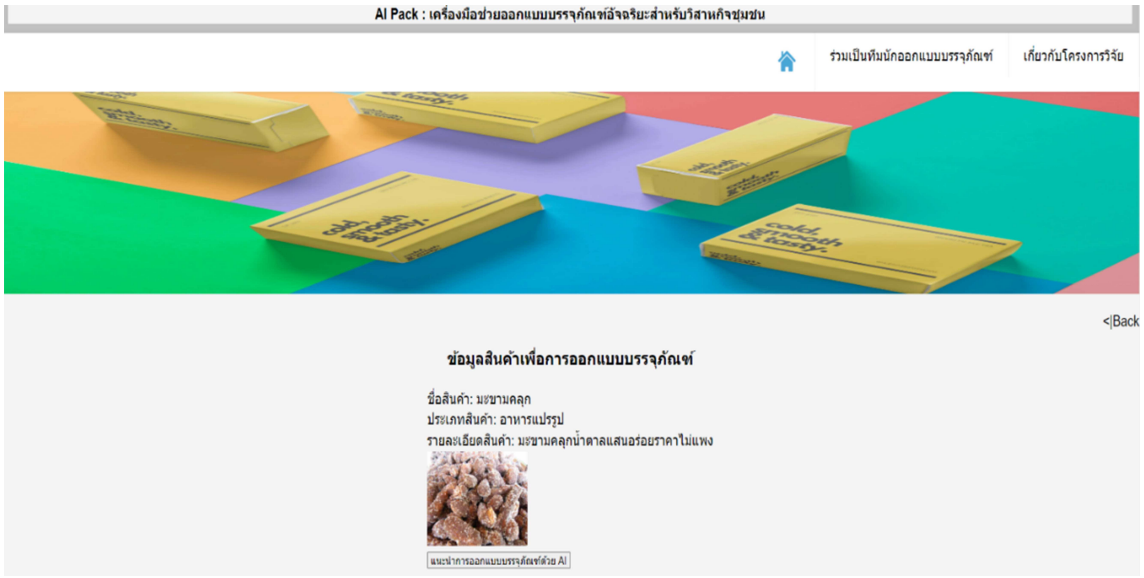
3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า ในภาพรวม ค่าเฉลี่ยร้อยละความถูกต้องในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 คน โดยอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign เท่ากับ 85.18 % โดยสามารถแนะนำอันดับของบรรจุภัณฑ์มะขามคลุก และมะขามแช่อิ่ม ถูกต้องตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็น 100% ส่วนบรรจุภัณฑ์มะขามกวน แนะนำอันดับได้ถูกต้อง 55.53% เนื่องจากมีผู้เชี่ยวชาญ 2 คน มีความคิดเห็นว่า ควรแนะนำบรรจุภัณฑ์อันดับ 1 เปลี่ยนเป็นอันดับ 2 และอันดับ 2 เปลี่ยนเป็นอันดับ 1

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ จำนวน 30 คน ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป สรุปได้ดังนี้

จากตาราง 3 พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูปในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.52 SD=0.646) หากพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถเรียงลำดับข้อที่ผู้ใช้พึงพอใจค่าเฉลี่ยสูงสุดถึงต่ำสุด ได้แก่ (1) ความพึงพอใจต่อการนำไปใช้งาน (2) ความแม่นยำในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ (3) ความง่ายในการใช้งาน (4) ความรวดเร็วในการประมวลผล และ (5) การออกแบบหน้าจอ



ภาพ 5 หน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชัน (AI Pack)

ภาพ 6 หน้าจอแสดงผลการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

ตาราง 2

ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

คุณลักษณะของสินค้าที่ใช้ทดสอบ	องค์ประกอบบนบรรจุภัณฑ์ที่ผู้เชี่ยวชาญคาดหวังให้มี	ร้อยละความถูกต้องในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)		
 ประเภทสินค้า: มะขามคลุก สีเด่นของสินค้า: สีน้ำตาล คำอธิบาย: มะขามคลุกน้ำตาล แสนอร่อยราคาไม่แพง	- บรรจุภัณฑ์รูปแบบขวดโหล แบบถุง และแบบซอง - สีแตกแต่งบรรจุภัณฑ์สามารถใช้สีชมพู เขียว แดง ส้ม และโทนสีตรงข้าม หรือโทนสีใกล้เคียงกับสีเด่นของสินค้า - รูปภาพที่ใช้ตกแต่ง เช่น รูปมะขาม ผงน้ำตาล และพริกป่น เป็นต้น	อันดับ 1 อันดับ 2 อันดับ 3	100% 100% 100%	อันดับที่ 1 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =2.14 อันดับที่ 2 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.85 อันดับที่ 2 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.38
เฉลี่ยรวม			**100%**	
 ประเภทสินค้า: มะขามแช่อิ่ม สีเด่นของสินค้า: สีส้ม คำอธิบาย: มะขามแช่อิ่ม หวานฉ่ำ รสชาติเปรี้ยวอมหวาน	- บรรจุภัณฑ์รูปแบบขวดโหล และแบบถุง - สีแตกแต่งบรรจุภัณฑ์สามารถใช้สีขาว เขียว แดง น้ำเงิน และโทนสีตรงข้าม หรือโทนสีใกล้เคียงกับสีเด่นของสินค้า - รูปภาพที่ใช้ตกแต่ง เช่น รูปมะขาม พริก เกลือ น้ำตาล และน้ำผึ้ง เป็นต้น	อันดับ 1 อันดับ 2 อันดับ 3	100% 100% 100%	อันดับที่ 1 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.14 อันดับที่ 2 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.09 อันดับที่ 3 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.05
เฉลี่ยรวม			**100%**	
 ประเภทสินค้า: มะขามกวน สีเด่นของสินค้า: สีส้ม คำอธิบาย: มะขามกวน หวานละมุน กลมกล่อมทุกคำ เนื้อนุ่มหอมหวาน รสชาติเข้มข้นจากมะขามแท้ ๆ	- บรรจุภัณฑ์รูปแบบขวดโหล แบบถุง และกล่อง - สีแตกแต่งบรรจุภัณฑ์สามารถใช้สีขาว เขียว แดง น้ำเงิน และโทนสีตรงข้าม หรือโทนสีใกล้เคียงกับสีเด่นของสินค้า - รูปภาพที่ใช้ตกแต่ง เช่น รูปมะขาม มะพร้าว ผึ้ง เป็นต้น	อันดับ 1 อันดับ 2 อันดับ 3	33.3% 33.3% 100%	อันดับที่ 1 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.76 อันดับที่ 2 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =1.38 อันดับที่ 3 ค่าน้ำหนักความสำคัญ =0.71
เฉลี่ยรวม			**55.53%**	
เฉลี่ยร้อยละความถูกต้องในการแนะนำในภาพรวม			**85.18%**	

ตาราง 3

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

รายการประเมิน	ความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันฯ		แปลผล	อันดับ
	$\bar{X}$	SD		
1. ความง่ายในการใช้งาน	3.68	0.785	มาก	3
2. ความรวดเร็วในการประมวลผล	3.08	0.545	ปานกลาง	4
3. ความแม่นยำในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์	3.85	0.425	มาก	2
4. การออกแบบหน้าจอ	3.05	0.854	ปานกลาง	5
5. ความพึงพอใจต่อการนำไปใช้งาน	3.95	0.621	มาก	1
เฉลี่ยในภาพรวม	**3.52**	**0.646**	**มาก**	

การอภิปรายผล

ผลจากการสำรวจความชอบของผู้บริโภค และการศึกษาทบทวนเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาสร้างออนโทโลยี (Ontology) ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ประกอบด้วย 26 คลาส แบ่งออกเป็น 3 ลำดับชั้น ซึ่งแต่ละคลาสถูกออกแบบเพื่อให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ อาทิ คลาสสี คลาสรูปร่างบรรจุภัณฑ์ คลาสลูกค้า คลาสวัตถุดิบ และคลาสรูปลักษณ์สินค้า เป็นต้น โดยฐานความรู้ที่มีโครงสร้างองค์ประกอบที่ครบถ้วน จะสนับสนุนการใช้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการประมวลผลข้อมูลภาพอัตโนมัติ และช่วยแยกคุณสมบัติที่สำคัญของบรรจุภัณฑ์ออกมา เช่น วัสดุ โครงสร้าง สี ข้อความ ฯลฯ ซึ่งทำให้การออกแบบและปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang and Zhang (2024) ได้ผสานรวมเทคโนโลยี Computer-Aided Design: CAD เข้ากับอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์แนวใหม่ ที่มีรูปแบบที่น่าสนใจและสามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้มากขึ้น ในส่วนการเข้าถึงองค์ความรู้เชิงความหมายเพื่อแนะนำการตกแต่งบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ได้ใช้ภาษา SPARQL ในการคิวรี ซึ่งช่วยให้สามารถรวมข้อมูลจากหลายแหล่งที่แตกต่างกัน ซึ่ง SPARQL เรียกค้นและจัดการข้อมูลในรูปแบบ RDF โดยช่วยให้สามารถค้นหาข้อมูลที่ซับซ้อนและหลากหลายได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gallina el al. (2024) ที่เสนอการใช้เทคโนโลยี Semantic Web และการจับคู่กราฟ RDF ในออนโทโลยี (Ontology) ช่วยให้เหตุผลเชิงความหมายและการเรียกค้นข้อมูลในการตรวจสอบความสอดคล้องของผลิตภัณฑ์กับกฎหมายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำเพิ่มมากยิ่งขึ้น

อัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign ที่พัฒนาขึ้น มีจุดเด่นที่สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพผลิตภัณฑ์และคำอธิบาย โดยใช้เทคนิคการตรวจจับสีเพื่อระบุคุณลักษณะสำคัญ ซึ่งช่วยให้คำแนะนำบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมและดึงดูดความสนใจ ผู้ใช้งานสามารถรับข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างรวดเร็วและเชื่อถือได้ ผ่านการค้นหาความสัมพันธ์เชิงความหมาย และมีความแตกต่างจากอัลกอริทึมการแนะนำด้วย Content-Based Filtering ที่มักอิงจากข้อมูลพื้นฐาน เช่น คำอธิบายของผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว โดยไม่พิจารณาความสัมพันธ์เชิงลึกและไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลภาพหรือสีได้โดยตรง และข้อดีของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign คือ การใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในการคำนวณคะแนนและการจัดอันดับ ทำให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น รวมถึงสามารถปรับตัวตามข้อมูลใหม่ ๆ และความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว

ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาฐานข้อมูลรูปแบบบรรจุภัณฑ์ให้หลากหลายและมีการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรองรับการแนะนำที่เหมาะสมกับเทรนด์การออกแบบใหม่ ๆ และลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

2. ควรพัฒนาอินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่ายและตอบสนองได้รวดเร็ว โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์ของผู้ใช้ เพื่อเพิ่มความพึงพอใจและการใช้งาน

3. ควรมีการพัฒนาฟังก์ชันเพื่อรองรับกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลาย เช่น ผู้ผลิต นักออกแบบ และผู้บริโภค เพื่อให้การแนะนำมีความหลากหลายและตอบโจทย์ความต้องการที่แตกต่างกัน และการนำอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign มาทำงานบนคลาวด์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์อย่างมีคุณภาพและรวดเร็ว

References

Anusonpanichakul, T., & Thirathammason, S. (2023). Factors affecting purchase decision tamarind product of street tamarind shop in Phetchabun Province. *Lampang Rajabhat University Journal, 12*(1), 1–11. Retrieved from https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JLPRU/article/view/254685 (in Thai)

Appinio. (2024). *What is packaging design? Process, examples, trends*. Retrieved from https://www.appinio.com/en/blog/market-research/packaging-design.

Gallina, B., Dibowski, H., & Schweizer, M. (2024). An Ontology-based representation for shaping product evolution in regulated industries. In A. Achilleos, L. Fuentes, & G. A. Papadopoulos, (Eds), *Reuse and Software Quality. ICSR 2024. Lecture Notes in Computer Science* (pp.92-102). Switzerland: Springer.

Inpromme, M., Maneesaeng, T., & Sirisan, P. (2024). Development of tamarind briquette packaging using Kansei Engineering Techniques for community enterprises. *PSRU Journal of Industrial Technology and Engineering, 6*(2), 194–216. Retrieved from https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/psru-jite/article/view/252020 (in Thai)

Jiang, Z., Sun, B., Zhu, S., Yan, W., Wang, Y., & Zhang, H. (2024). A knowledge graph – based requirement identification model for products remanufacturing design. *Journal of Engineering Design, 2024*, 1–24. https://doi.org/10.1080/09544828.2024.2339163

Khong Im, J. (2024). Appearance of packaging affecting consumption behavior of dried fruit among youth in Nonthaburi Province. *Journal of Management Science Review, 26*(2), 124-134. Retrieved from https://so03.tci-thaijo.org/index.php/msaru/article/view/278795/185126 (in Thai)

Kumyaito, N., Tamee, K., & Sittijuk, P. (2023). Artificial Intelligence Platform on semantic knowledge base for recommending elderly with chronic diseases care. *EAU Heritage Journal Science and Technology (Online), 17*(2), 120–137. Retrieved from https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/259516 (in Thai)

Lambrix, P., Armiento, R., Li, H., Hartig, O., Abd Nikooie Pour, M., & Li, Y. (2024). The materials design ontology. *Semantic Web, 15*(2), 481-515. https://doi.org/10.3233/SW-233340.

Nithiyuwith, T., Treenuntharath, T., & Kumtapol, Y. (2024). The development of semantic virtual reality media for promoting health tourism in Khaokho District, Phetchabun Province. *EAU Heritage Journal Science and Technology (Online), 18*(1), 90–106. Retrieved from https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/262266 (in Thai).

Piotrowski, N. (2024). Machine learning approach to packaging compatibility testing in the new product development process. *Journal of Intelligent Manufacturing, 35*(3), 963-975. https://doi.org/10.1007/s10845-023-02090-8

Putra, A. D. A., & Baizal, Z. K. A. (2024). Laptop recommender system using the hybrid of Ontology-based and collaborative filtering. *Sinkron: Jurnal Dan Penelitian Teknik Informatika, 8*(2), 892-901. https://doi.org/10.33395/sinkron.v9i2.13370

Redfield Expertise. (2023). *Content-based filtering and how does it work?*. Retrieved from https://redfield.ai/content-based-recommendation.

Siharad, D., Sukparseart, A., Pakamwang, J., & Sricharoen, J. (2023). The recreation tourism recommendation system in Khaokoh District, Phetchabun Province by using tourists' unstructured attraction review and check-in data. *EAU Heritage Journal Science and Technology (Online), 17*(2), 176–188. Retrieved from https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/261625 (in Thai)

Tan, H., Kebede, R., Moscati, A., & Johansson, P. (2024). Semantic interoperability using Ontologies and standards for building product properties. *In 12 th Linked Data in Architecture and Construction Workshop, Bochum, Germany, June 13-14, 2024* (pp. 23-35). Bochum, Germany: CEUR-WS.

Treenuntharath, T., Nithiyuwith, T., & Kumtapol, Y. (2024). The development of the elderly's semantic web for supporting the healthy tourism planning in Khao Kho District, Phetchabun Province by using Ontology and content-based filtering technique. *Recent Science and Technology, 16*(1), 211–228. Retrieved from https://li01.tci-thaijo.org/index.php/rmutsvrj/article/view/255012 (in Thai)

Tecuci, G. (2016). Knowledge engineering: Building cognitive assistants for evidence-based reasoning. *In Knowledge Engineering* (pp. 174-201). UK: Cambridge University Press.

Wang, Y., & Zhang, S. (2024). Optimization of emotional experience in interactive packaging design using Artificial Intelligence. Computer-Aided Design & Applications, 21(S7), 2024, 284-299. Retrieved from https://cad-journal.net/files/vol_21/CAD_21(S7)_2024_284-299.pdf

Zhang, M. (2024). Innovative application and effect evaluation of CAD and deep learning in brand packaging design. *Computer-Aided Design & Applications, 22*(S1), 2025, 164-177. Retrieved from https://cad-journal.net/files/vol_22/CAD_22(S1)_2025_164-177.pdf