



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์
OTOP สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จ.เพชรบูรณ์ โดยใช้
ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย

The development of Helping OTOP Product Packages
Design Application for Community Enterprise Groups in
Phetchabun Province by Using Semantics Artificial
Intelligence

ฐิตนาภรณ์ นิธิยุวิทย์ และคณะ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2567
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์

OTOP สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จ.เพชรบูรณ์ โดยใช้

ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย

The development of Helping OTOP Product Packages
Design Application for Community Enterprise Groups in
Phetchabun Province by Using Semantics Artificial
Intelligence

ผู้จัดทำ

ทัศนัย

ยุภา

นิธิวิทย์

ตรีนันท์

คำตะพล

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ประเภททุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

ประจำปีงบประมาณ 2567

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ OTOP สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จ.เพชรบูรณ์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมายนี้ ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากกองทุน ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน) และความร่วมมือจากหลายบุคคลและองค์กร ที่ได้ให้คำแนะนำอันมีค่า การสนับสนุน และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ตลอดจนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมืออย่างดีตลอดกระบวนการวิจัยและพัฒนา ข้อมูล และข้อเสนอแนะของท่านมีความสำคัญในการปรับปรุงแอปพลิเคชันให้ตรงกับความต้องการที่แท้จริงของชุมชน

ธัญญารัตน์ นิธิยุวิทย์ และคณะ

(ข)

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ OTOP สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จ.เพชรบูรณ์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย
ผู้วิจัย	ฐิณภรณ์ นิธิวิทยุ
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	ทศนันท์ ตรีนันทรรัตน์ ยุภา คำตะพล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป 2) เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป การดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สำนวณพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภค จำนวน 384 คน ต่อบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป และสังเคราะห์ความรู้จากทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบเพื่อสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี 2) พัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยีด้วยภาษาไพธอน และเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี เอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส เอแจค และเจคิววี โดยอัลกอริทึมถูกนำมาใช้ผ่านเรสฟูลเอพีไอ ที่พัฒนาด้วยไลบรารีฟราค และ 3) ประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์การแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากอัลกอริทึม เทียบวัดกับการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ 30 คน และวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ฐานความรู้ออนโทโลยี มีจำนวนทั้งหมด 26 คลาส แบ่งเป็น 3 ชั้นความรู้ เว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วยฟังก์ชันการรับข้อมูลรูปภาพ และคำอธิบายของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างองค์ความรู้การออกแบบบรรจุภัณฑ์เชิงความหมาย และการแนะนำด้วยการจัดอันดับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้า และอัลกอริทึมสามารถแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็น 85.18% และผู้ใช้พึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การแนะนำเชิงเนื้อหา ออนโทโลยี การออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

Research Title	The development of Helping OTOP Product Packages Design Application for Community Enterprise Groups in Phetchabun Province by Using Semantics Artificial Intelligence		
Researcher	Miss. Thinaphan Nithiyuwit		
Co-Researcher/Advisor	Mrs. Tassanan Treenantarath Mrs. Yupa Kumtapol		
Department	Information Technology Phetchabun Rajabhat University		Year 2024

Abstract

This research aimed to 1) create a semantic knowledge base using ontology to recommend designs for processed tamarind packaging, 2) to develop an algorithm and web application for recommending tamarind packaging designs using content-based recommendation techniques based on ontology, and 3) to 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.

Keywords: Content-Based Recommendation, Ontology, Processed Tamarind Packaging Design

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	(ก)
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(ข)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(ค)
สารบัญตาราง	(ช)
สารบัญรูป	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 กรอบแนวคิดแผนงานวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 แนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และทฤษฎีสี.....	6
2.2 แนวคิดเทคโนโลยีเสมือนจริง	9
2.3 แนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง และอัลกอริทึมการแบ่งกลุ่ม (K-Mean)	11
2.4 แนวคิดออนโทโลยี และภาษาในการจัดการฐานความรู้.....	13
2.5 แนวคิดของสถาปัตยกรรมคลาวด์คอมพิวติง	19
2.6 ทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพของโมเดล	21
2.7 ทฤษฎีการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล	23
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	24
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	25
3.3 กลุ่มเป้าหมาย.....	26
3.4 ตัวแปรที่ศึกษา.....	26
3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	26
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	28
4.1 ผลการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป.....	28
4.2 ผลการพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี.....	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้อยู่ต่อ เว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป	34
บทที่ 5 สรุปผล และอภิปรายผล	37
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	37
5.2 อภิปรายผล.....	37
5.3 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม.....	40
ภาคผนวก.....	42
ภาคผนวก ก (แบบสอบถามสำรวจพฤติกรรมการชอบของผู้บริโภค).....	43
ภาคผนวก ข (แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบ บรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป).....	45
ประวัติผู้วิจัย.....	46

(ช)

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ตัวอย่างรูปแบบการเขียนคำสั่ง SPARQL.....	17
2-2	ตัวอย่างฐานกฎ SWRL เพื่ออนุมานความรู้ในออนโทโลยีเพื่อเสริมทักษะ การเรียนรู้ของเด็กพิเศษ	18
4-1	ตัวอย่างคำสั่ง SPARQL เพื่อคิวรีองค์ความรู้ในออนโทโลยีเพื่อแนะนำสีสน รูปภาพ และข้อมูลเพื่อการตกแต่งบรรจุภัณฑ์ให้สวยงาม	29
4-2	ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign	34
4-3	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบ บรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป	36

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดแผนงานวิจัย	5
2-1	การปฏิสัมพันธ์ของตัวแทนอัจฉริยะกับสิ่งแวดล้อม	10
2-2	โครงสร้างสถาปัตยกรรมของตัวแทนอัจฉริยะ	11
2-3	การประยุกต์ใช้งานออนโทโลยี.....	14
2-4	สูตรการหาค่า Precision.....	21
2-5	สูตรการหาค่า Recall.....	22
2-6	สูตรการหาค่า Accuracy.....	22
2-7	ตาราง Confusion Matrix	22
2-8	สูตรการคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลในฐานความรู้.....	23
4-1	โครงสร้างออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป.....	29
4-2	โครงสร้างสถาปัตยกรรมอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign	31
4-3	ชุดโค้ดของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign.....	32
4-4	หน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชัน (AI Pack).....	33
4-5	หน้าจอแสดงผลการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป.....	34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะขามหวาน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นที่รู้จักในด้านรสชาติหวาน และเนื้อเนียนละเอียด สภาพภูมิอากาศและดินที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูง เป็นที่ต้องการทั้งในและต่างประเทศ มะขามหวานมีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร และเป็นสินค้าส่งออกที่ช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจท้องถิ่น การแปรรูปมะขามหวาน เช่น มะขามแก้ว มะขามแช่อิ่ม และมะขามเคลือบน้ำตาล ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ มะขามแช่อิ่มเป็นวัตถุดิบอาหารที่ช่วยให้เก็บผลผลิตได้นาน ช่วยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาด และสามารถส่งออกไปยังต่างประเทศได้ ฐานลูกค้ารวมถึงคนไทยในต่างประเทศซึ่งเป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ หากการแปรรูปตรงกับความต้องการของตลาด จะช่วยเพิ่มรายได้และสร้างธุรกิจที่ยั่งยืน (Thakoon Anusorn et al., 2023) โดยที่การออกแบบบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญอย่างมาก เพราะส่งผลโดยตรงต่อการเลือกซื้อและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้า โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง บรรจุภัณฑ์ที่มีข้อมูลชัดเจน เช่น วันที่ผลิต วันหมดอายุ และเครื่องหมายรับรองความปลอดภัยจาก ออย. สามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้ดี ซึ่งเยาวชนมักให้ความสำคัญกับการเลือกสินค้าที่ปลอดภัยและมีคุณภาพ นอกจากความครบถ้วนของข้อมูลแล้ว การออกแบบบรรจุภัณฑ์ยังมีบทบาทสำคัญในการดึงดูดความสนใจ กราฟิกที่สวยงามและเหมาะสมช่วยให้สินค้าดูมีคุณภาพและเสริมความมั่นใจให้กับผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถสะท้อนถึงเอกลักษณ์และภาพลักษณ์ของแบรนด์ได้อย่างดี รวมทั้งการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ครบถ้วนและน่าสนใจจะช่วยเพิ่มยอดขาย และทำให้การตลาดมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Jenipa Khong Im, 2024)

การออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลไม้แปรรูปนั้นเผชิญกับปัญหาและความท้าทายมากมาย เช่น การสร้างความดึงดูดใจและการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ข้อจำกัดที่มาจากซอฟต์แวร์กราฟิกและทักษะของผู้ประกอบการในการใช้งานโปรแกรมกราฟิกทั่วไปอาจมีฟังก์ชันการทำงานที่ไม่เพียงพอและอาจเป็นอุปสรรคสำคัญในการสร้างรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัยและดึงดูดลูกค้า การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) ในกระบวนการออกแบบอาจช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าวได้ โดย AI สามารถพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ วิเคราะห์ข้อมูลจากผู้บริโภค และปรับแต่งกราฟิก ซึ่งส่งผลให้ประหยัดเวลาและยกระดับคุณภาพบรรจุภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกจะช่วยสกัดข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบที่ทันสมัยและมีคุณภาพสูง (Zhang, M, 2024) ในการพัฒนาระบบแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์อันชาญฉลาดนั้นจะต้องใช้ฐานข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคที่สอดคล้องกับองค์ความรู้จากทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบวัตถุต่างๆ เพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมและสวยงาม ในระบบการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบอัตโนมัติ ในงานวิจัยของ Lambrix et al. (2024) ได้นำเสนอการใช้ออนโทโลยี (Ontology) ในการเข้าถึงและรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบและสินค้าจากฐานข้อมูลที่มีความหลากหลาย และมีรูปแบบข้อมูลและการเข้าถึงที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยของ Tan

et al. (2024) ได้นำเสนอการใช้ Ontology เป็นเครื่องมือสำคัญในเทคโนโลยี Semantic Web ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงการรวมข้อมูล โดย Ontology จะให้คำศัพท์และกรอบการทำงานที่มีมาตรฐานสำหรับการแทนข้อมูล ซึ่งภาษาของ Ontology ใน Semantic Web เช่น RDFS และ OWL จะช่วยให้การแทนแนวคิดและคำอธิบายทางความหมายเป็นรูปแบบที่อ่านได้โดยเครื่องจักรได้อย่างชัดเจน และภาษากฎเช่น SWRL สามารถใช้ในการประเมินและอนุมานตามข้อกำหนดได้

การพัฒนาเทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหา (CBR: Content-Based Recommendation) เพื่อบูรณาการบนฐานความรู้เชิงความหมายด้วย Ontology เป็นการสร้างความแตกต่างอย่างมีประสิทธิภาพในกระบวนการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบอัตโนมัติ โดยอัลกอริธึมที่ปรับปรุงใหม่ที่น่าเสนอในบทความนี้จะสามารถเข้าถึงและอนุมานความรู้จาก Ontology ตามเป้าหมายการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามและมีความเหมาะสมกับตัวสินค้าและข้อความโฆษณาบนบรรจุภัณฑ์ จากนั้นนำเข้าสู่ขั้นตอนวิธีของอัลกอริธึม CBR เพื่อคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญกับคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ต่างๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผลลัพธ์การแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดี ซึ่งอัลกอริธึมที่ปรับปรุงใหม่นี้สามารถให้ความแม่นยำของผลลัพธ์ในการแนะนำเทียบเท่ากับการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อต่อเชื่อมกับอัลกอริธึมและโมเดลการแนะนำที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้ใช้งานหลากหลายทักษะในชุมชนท้องถิ่นสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกสบาย และใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมได้อย่างแพร่หลาย

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

1.2.2 เพื่อพัฒนาอัลกอริธึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริธึม และความพึงพอใจผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยแบ่งการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1.3.1 การสำรวจและสร้างฐานความรู้

ทำการสำรวจพฤติกรรมและความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ของมะขามแปรรูปจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 384 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีที่ครอบคลุมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

1.3.2 การพัฒนาอัลกอริธึมการแนะนำเชิงเนื้อหา

พัฒนาอัลกอริธึมการแนะนำบรรจุภัณฑ์เชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี โดยใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนาอัลกอริธึม และเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี เอชทีเอ็มแอล

ซีเอสเอส เอแจค และเจคิววี ซึ่งอัลกอริทึมจะถูกใช้งานผ่านเรสฟูลเอพีไอที่พัฒนาด้วยไลบรารีฟราก เพื่อให้สามารถแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้บริโภค

1.3.3 การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจ

ประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากอัลกอริทึมโดยการเปรียบเทียบกับคำแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจริงจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติผ่านค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่พัฒนา

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ได้สร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยี ที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในหลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับผู้ประกอบการและนักออกแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ

1.4.2 ได้เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้ผู้ประกอบการ OTOP สามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้อย่างง่ายดายและสะดวก โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะการออกแบบที่สูง สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่าย

1.4.3 การแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ตามความชอบและพฤติกรรมของผู้บริโภคจะส่งผลให้คุณภาพของบรรจุภัณฑ์ดีขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจและสามารถแข่งขันในตลาดได้ดีขึ้น

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ออนโทโลยี (Ontology) หมายถึง โครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการจัดระเบียบและแสดงความรู้ในรูปแบบของชุดของคำนิยามและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด เพื่อให้สามารถใช้ในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลในระบบต่าง ๆ

1.5.2 อัลกอริทึม (Algorithm) หมายถึง ชุดของขั้นตอนหรือกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนในการแก้ปัญหาหรือดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้จะใช้ในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์

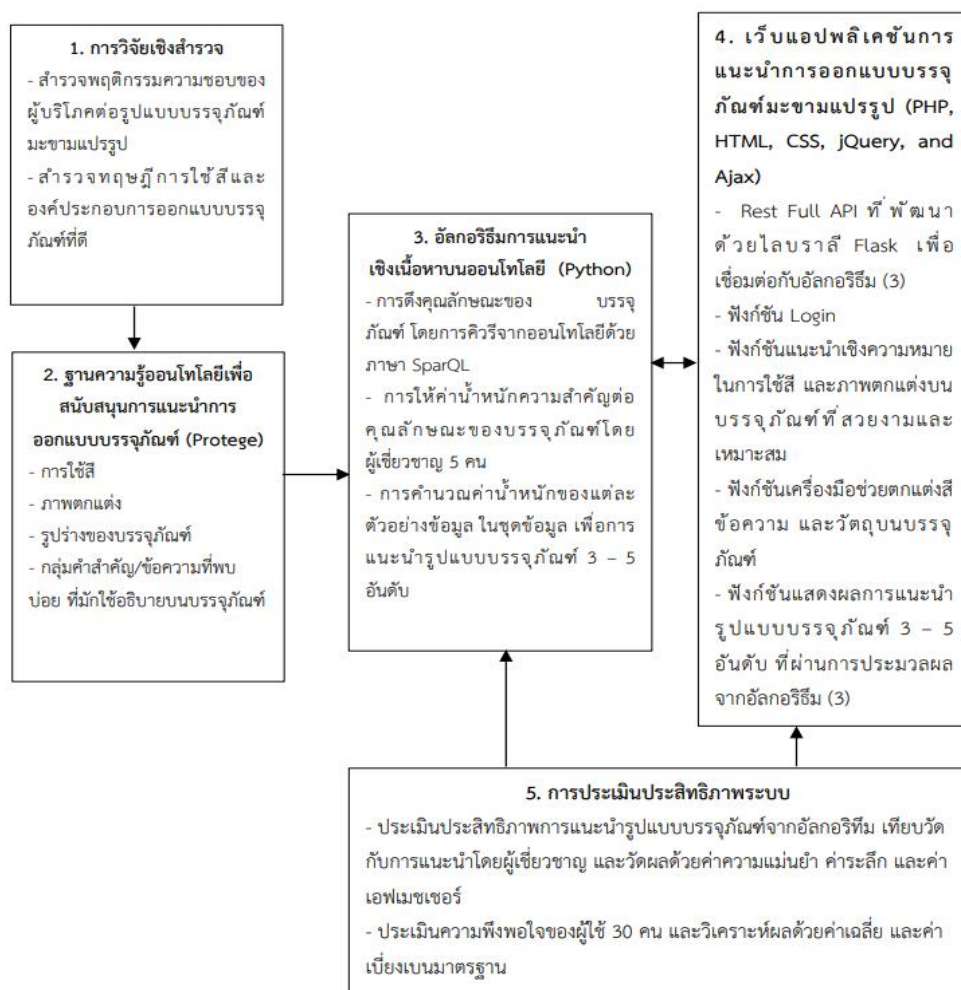
1.5.3 การแนะนำเชิงเนื้อหา (Content-Based Recommendation) หมายถึง วิธีการแนะนำสินค้าหรือบริการโดยอิงจากข้อมูลและลักษณะของสินค้าหรือบริการที่ผู้ใช้เคยสนใจหรือใช้งาน ซึ่งสามารถปรับให้เข้ากับความต้องการและความชอบของผู้ใช้ได้

1.5.4 บรรจุภัณฑ์ (Packaging) หมายถึง วัสดุหรือการออกแบบที่ใช้ในการห่อหุ้มและปกป้องผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถเก็บรักษาและขนส่งได้อย่างปลอดภัย รวมถึงยังช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับผู้บริโภค

1.5.5 มะขามแปรรูป (Processed Tamarind) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำมะขามสดมาผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น การทำเป็นมะขามเปียก หรือการทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีมะขามเป็นส่วนประกอบหลัก

1.5.6 กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (Community Enterprises) หมายถึง กลุ่มที่ประกอบอาชีพหรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจโดยอิงจากทรัพยากรและความสามารถของชุมชน โดยมุ่งเน้นการสร้างรายได้และพัฒนาคุณภาพชีวิตของสมาชิกในชุมชน

1.6 กรอบแนวคิดแผนงานวิจัย



รูปที่ 1-1 กรอบแนวคิดแผนงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์โอท็อป สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดของแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งทบทวนผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปรายละเอียดดังนี้

- 2.1 แนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และทฤษฎีสี
- 2.2 แนวคิดเทคโนโลยีเสมือนจริง
- 2.3 แนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง และอัลกอริทึมการแบ่งกลุ่ม (K-Mean)
- 2.4 แนวคิดออนโทโลยี และภาษาในการจัดการฐานความรู้
- 2.5 แนวคิดของสถาปัตยกรรมคลาวด์คอมพิวติง
- 2.6 ทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพของโมเดล
- 2.7 ทฤษฎีการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และทฤษฎีสี

2.1.1 แนวการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ประเทศญี่ปุ่นนั้นถือได้ว่าเป็นประเทศที่ประสบความสำเร็จอย่างสูงในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ จนได้รับการยอมรับจากในระดับสากล ยกตัวอย่างคำกล่าวของ Sain Evans จากงาน Contemporary Japanese Design 1991 ได้กล่าวยกย่องบรรจุภัณฑ์ของญี่ปุ่นว่า “การแสดงผลและการใส่ใจในรายละเอียดของการออกแบบบรรจุภัณฑ์เป็นบรรทัดฐานที่สำคัญของสุนทรียะในการออกแบบหีบห่อของญี่ปุ่นที่ก้าวไปไกลกว่าชาติตะวันตกที่ไม่เพียงแต่ป้องกันของจากความเสียหายหรือปิดทับด้วยการนำวัสดุต่างๆมาตกแต่งแล้ว สำหรับชาวญี่ปุ่นรูปโฉมภายนอกของสิ่งของ รวมไปถึงการปกป้องคุ้มกันเป็นวิธีการแสดงให้เห็นถึงความเคารพนับถือต่อผู้ที่รับ” ทำให้ผู้รับรู้ถึงความจริงใจจากผู้ให้และเกิดทัศนคติในทางบวก

แนวการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของญี่ปุ่นนั้นมักคำนึงถึงความทันสมัย ความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว รวมไปถึงวัฒนธรรม และยังมีการผสมผสานความร่วมมือไปกับธรรมชาติด้วย นักออกแบบญี่ปุ่นได้กล่าวไว้ว่า “ความลับของการออกแบบที่ดีนั้นอยู่ตรงวิธีที่ความฉลาดและประโยชน์ใช้สอยนั้นตอบสนองซึ่งกันและกัน หัวใจสำคัญของบรรจุภัณฑ์คือการทำให้สิ่งที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์คงสภาพ-คุณภาพที่ดีไว้ได้ แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่ควรมองข้ามคุณสมบัติข้ออื่นๆ” การตีความบรรจุภัณฑ์ของญี่ปุ่นนั้น จะหมายถึง การหุ้มห่อ หรือ เครื่องห่อหุ้ม ส่วนทางยุโรปจะตีความบรรจุภัณฑ์จาก การกักกัน หรือ การปิดกั้น

แนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของญี่ปุ่นนั้นมีที่มาจากคำว่า Tsutsumu (ทัตสึมุ) แปลว่า ห่อหุ้ม สื่อถึงการมอบให้อันบริสุทธิ์และสะอาด ในส่วนของบรรจุภัณฑ์นั้นจะหมายถึง การให้ของขวัญ ที่ไม่ใช่เพียงการให้ของขวัญแบบธรรมดาแต่ยังลึกซึ้งไปถึงเรื่องราวของความรู้สึกในการให้และการรับ การออกแบบของญี่ปุ่นส่วนมากจะมีเอกลักษณ์มาจากการออกแบบแบบดั้งเดิมของญี่ปุ่นที่เรียกว่า “Wa”

คือการนำธรรมชาติรอบๆตัวมาผสมผสานในการออกแบบโดยจะใช้โทนสีอ่อนตามวัสดุธรรมชาติที่เลือกใช้ เพื่อป้องกันความกลมกลืนกับธรรมชาติ เรียกการออกแบบเช่นนี้ว่า “Wa Style” คนญี่ปุ่นมีความเชื่อทางศาสนาและการเคารพต่อธรรมชาติ ดังนั้นคนญี่ปุ่นจึงเล็งเห็นประโยชน์ของทรัพยากรและให้ความสำคัญกับการรีไซเคิลเป็นอย่างมาก เราจะสังเกตได้จากแพคเกจจิ้งของสินค้าจากทางญี่ปุ่นนั้นจะมีกลิ่นอายของวัฒนธรรมญี่ปุ่น มีเรื่องราวและมีความประณีตและส่วนใหญ่แล้วจะใช้วัสดุรีไซเคิลในการทำบรรจุภัณฑ์ซึ่งเป็นการแสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

ทิศทางการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของญี่ปุ่นในปัจจุบันนั้นจึงมุ่งเน้นในเรื่อง Universal Design (ยูนิเวอร์แซล ดีไซน์) หรือ UD คือ การออกแบบเพื่อมวลมนุษย หรือ บรรจุภัณฑ์เพื่อคนทั้งมวล ไม่มีการแบ่งแยกในเรื่องของบรรจุภัณฑ์ต่อเพศ หรืออายุ กล่าวคือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบโจทย์ทั้งเด็ก, ผู้สูงอายุ, ผู้พิการทางสายตา, ผู้ฉับพลัน, ผู้ฉับพลัน ฯลฯ และสามารถใช้งานบรรจุภัณฑ์นั้นได้อย่างสะดวก ปลอดภัย เพื่อรองรับอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก และ อัตราการสูงวัยมนุษย์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

งานออกแบบของญี่ปุ่นนั้นนับได้ว่าเป็นต้นแบบและแรงบันดาลใจในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และสินค้าอันหลายอย่างของไทย เช่น การออกแบบบรรจุภัณฑ์กล่องสุญญากาศน้ำมันรำข้าวของน้ำหอมแบรนด์หนึ่งที่ได้แรงบันดาลใจมาจากการห่อของขวัญของชาวญี่ปุ่น ที่เรียกว่า ฟุโรชิกิ (Furoshiki) เป็นการห่อของขวัญด้วยผ้าตามแนววิถีโบราณ การออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมโก๋ ขนมหยก ที่ได้แรงบันดาลใจมาจากการพับแบบฟุโรชิกิเช่นกัน จึงให้ทัศนคติเป็นบวกต่อสินค้านั้น ๆ เพราะเรารู้อยู่แล้วว่าประเทศญี่ปุ่นมีมาตรฐานในเรื่องคุณภาพของสินค้าค่อนข้างสูง ปลอดภัย และสวยงาม เมื่อเราเห็นแพคเกจจิ้งที่สวยงามสไตล์ญี่ปุ่นก็ทำให้เกิดความคิดว่าสินค้านี้เป็นสินค้าที่มีคุณภาพอย่างแน่นอน และส่งผลให้ยอดขายเพิ่มขึ้น

ธุรกิจด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของญี่ปุ่นนั้นสามารถทำกำไรได้อย่างมหาศาลในแต่ละปีเทียบเท่ากับรายได้ในการส่งออกของญี่ปุ่นเอง ซึ่งหากเทียบกับประเทศไทยแล้วยังคงล้าหลังญี่ปุ่นอยู่หลายสิบปี ดังนั้นเราจึงควรหันมาใส่ใจกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เพราะไม่เพียงแต่จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเท่านั้น ยังเป็นการเพิ่มรายได้ และยอดขายให้กับสินค้าชนิดนั้น ๆ อีกด้วย (valavadee, 2016)

2.1.2 ข้อกำหนดและข้อมูลประกอบในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2.1.2.1 ข้อกำหนดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

- 1) ชนิดของวัสดุมีความเหมาะสม ป้องกันสินค้าได้ตลอดอายุการวางขาย
- 2) รูปแบบกลมกลืนสอดคล้องกับสินค้า
- 3) ขนาดพอดีและสามารถรับน้ำหนักสินค้าได้
- 4) การขึ้นรูป การบรรจุ เปิด-ปิดสะดวก ไม่ยุ่งยาก

2.1.2.2 ข้อมูลประกอบการออกแบบบรรจุภัณฑ์

- 1) ข้อมูลด้านการตลาด ได้แก่ สถานที่จัดจำหน่าย ฤดูกาล
- 2) รูปแบบการกระจายสินค้า (ปลีก/ส่ง) พฤติกรรมผู้บริโภค
- 3) ปริมาณและมูลค่าของสินค้าในตลาด (ส่วนแบ่งทางการตลาด)
- 4) ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ประวัติความเป็นมา

5) คำอธิบาย จุดเด่น ประโยชน์ ขนาดปริมาณบรรจุ ความถี่/ปริมาณการใช้ที่ใช้ต่อครั้ง ราคาและต้นทุน ข้อควรระวัง

2.1.3 ขั้นตอนการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2.1.3.1 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย ถือเป็นเรื่องสำคัญของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพราะกลุ่มเป้าหมายสามารถส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง ผู้ประกอบการจะต้องศึกษาและเรียนรู้ความต้องการของตลาดและความต้องการของผู้บริโภค โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจน เพื่อที่จะได้สามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้ตรงต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด ตัวอย่าง กลุ่มเป้าหมาย เช่น วัยรุ่น วัยทำงาน แม่บ้าน เด็ก ฯลฯ เป็นต้น

2.1.3.2 กำหนดชื่อตราสินค้า (Brand) ตราสินค้าใช้เป็นชื่อหรือเครื่องหมายสำหรับการเรียกขานผลิตภัณฑ์ ผู้ประกอบการจะต้องทำการกำหนดชื่อตราสินค้าให้เรียบร้อยก่อนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยกำหนดให้ชื่อตราสินค้ามีความเป็นเอกลักษณ์ ชัดเจน น่าสนใจ ที่สำคัญจะต้องเป็นที่จดจำได้ง่ายแก่ผู้บริโภคตราสินค้าที่ตีนั้นสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้ คือตั้งตามชื่อเจ้าของกิจการ ตั้งตามความเชื่ออันเป็นมงคล ตั้งตามแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ หรือตั้งโดยการผสมคำที่มีความหมายให้เกิดเป็นคำใหม่ที่มีเอกลักษณ์ ฯลฯ เป็นต้น

2.1.3.3 วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ วัสดุมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ การที่ผู้ประกอบการตัดสินใจว่าจะใช้วัสดุอะไรมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์นั้น ท่านควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท ที่จะนำมาผลิตบรรจุภัณฑ์เป็นสำคัญ เนื่องวัสดุแต่ละชนิดแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่เป็นข้อดีและข้อเสีย ในการคุ้มครองผลิตภัณฑ์ให้คงคุณภาพ การยืดอายุผลิตภัณฑ์ และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ที่แตกต่างกันไป หากท่านเลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องนอกจากจะทำให้เกิดผลกระทบต่อตัวผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นสาเหตุให้เกิต้นทุนในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

2.1.3.4 รูปทรง บรรจุภัณฑ์ ที่มีรูปร่างสวยงาม สามารถสร้างความประทับใจให้กับผู้บริโภค ถึงแม้ผู้บริโภคจะยังมิได้สัมผัสกับตัวผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใน รูปทรงของบรรจุภัณฑ์สามารถสร้างความเป็นเอกลักษณ์ได้ กล่าวคือเมื่อผู้บริโภคเห็นรูปทรงสามารถรับรู้ได้ทันทีว่าเป็นผลิตภัณฑ์อะไรและมีชื่อตราสินค้าอะไร หรือจะเป็นผลิตภัณฑ์เดี่ยวแตกต่างกันที่ชื่อตราสินค้า

2.1.3.5 สีส้นและกราฟิก สีส้นและกราฟิกนี้คือการรวมของการใช้สัญลักษณ์ ตัวอักษร ภาพประกอบ ลวดลายและพื้นผิว ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดสามารถบ่งบอกถึงชื่อตราสินค้า ลักษณะผลิตภัณฑ์ ที่บรรจุอยู่ภายในได้และสามารถแสดงถึงแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ได้ด้วย

2.1.4 ทฤษฎีสี

สีแบ่งออกเป็น 2 วรรณะ ได้แก่ 1) Warm Color เป็นกลุ่มสีอุ่น เช่น แดง เหลือง ส้ม การจับคู่สีโทนนี้จะให้ความรู้สึกถึงพลังงานการเคลื่อนไหว ความแข็งแกร่ง และต้องการเป็นจุดสนใจ และ 2) Cool Color กลุ่มสีเย็น เช่น สีน้ำเงิน เทียว ม่วง เป็นกลุ่มสีที่แสดงถึง ความสงบ เงียบ ขรึม อนุรักษ์นิยม การเข้าถึงจิตวิญญาณ [6] และหลักการเลือกใช้สีเพื่อการตกแต่งแบ่งออกได้ 4 วิธี ใหญ่ๆ ได้แก่ 1) สีเอกรงค์ (Monochromatic) เป็นการใชสีโทนเดียว แต่สามารถไล่สีน้ำหนกสีได้ตั้งแต่เข้มสุดถึงอ่อนสุด 2) สีข้างเคียง (Analogous) คือกลุ่มสีที่อยู่ในโทนใกล้เคียงกันในวงสีธรรมชาติ 3) สีตรงข้าม (Complementary) คือคู่สีตรงข้ามระหว่างสีโทนอุ่นและสีโทนเย็น 4) สีเกือบตรงข้าม

(Split Complements) เป็นการจับคู่สัตรงข้ามที่ไม่ตัดกันรุนแรง เท่ากับการจับคู่สัแบบ Complementary โดยใช้วิธีสมสัตรงข้าม (วรินทร์ธร กิจธรรม, 2558)

งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดการออกแบบบรรจุกัณฑ์ และทฤษฎีสัมาใช้เป็นองค์ความรู้ที่อธิบายด้วยออนโทโลยี เพื่อให้โปรแกรมมีความสามารถในการเลือกใช้สัที่เหมาะสมได้อัตโนมัต

2.2 แนวคิดเทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2.1 ความหมายและหลักการสำคัญของตัวแทนอัจฉริยะ

ตัวแทนอัจฉริยะหรือตัวแทนชาญฉลาด (Intelligent Agent) เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวแทนในการทำงานให้แก่บุคคลและการกระทำของบุคคล ซึ่ง Intelligent Agent สามารถที่จะดำเนินการซ้ำๆ และมีความชาญฉลาดที่จะเรียนรู้และทำความเข้าใจข้อมูล เพื่อนำมาสรุปให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ได้ (Hanh Tran and Thaovy Tran, 2559)

ตัวแทนชาญฉลาดมีการเติบโตอย่างรวดเร็วของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานประจำวันที่ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยให้ผู้ใช้งานประสบความสำเร็จในหลายๆประเภทของงาน ตัวแทนชาญฉลาดเป็นตัวแทนซอฟต์แวร์ (Software Surrogate) สำหรับผู้ใช้หรือขั้นตอนการทำงานเพื่อเติมส่วนที่ต้องการ ตัวแทนชาญฉลาดจะใช้การสร้างและการศึกษาความรู้เกี่ยวกับผู้ใช้งาน บางครั้งตัวแทนชาญฉลาดจะใช้กราฟิกเป็นตัวแทน เช่น Einstein สำหรับที่ปรึกษาทางวิทยาศาสตร์ Sherlock Holmes สำหรับตัวค้นหาข้อมูล และอื่นๆ ดังนั้นตัวแทนชาญฉลาดหรือเรียกว่า ผู้ช่วยที่ชาญฉลาด (Intelligent Assistants) และผู้วิเศษ (Wizards) จึงเป็นระบบสารสนเทศที่ตั้งอยู่บนความรู้ในวัตถุประสงค์เฉพาะที่จะช่วยให้งานเฉพาะสำหรับผู้ใช้เสร็จสมบูรณ์

ตัวแทนชาญฉลาด จะพบในชุดซอฟต์แวร์การช่วยเหลืออย่างผู้เชี่ยวชาญ (Expert-assisted Software Packages) หนึ่งในการใช้งานของตัวแทนชาญฉลาดที่ทุกคนรู้จักกันดี คือ ผู้วิเศษ (Wizard) ที่จะพบได้ใน Microsoft Office และชุดซอฟต์แวร์อื่น ๆ Wizard เหล่านี้จะมีความสามารถวิเคราะห์ว่าผู้ใช้นั้นจะใช้ซอฟต์แวร์นั้นได้อย่างไร ดังนั้น Wizard จะช่วยให้คุณปรับเปลี่ยนเอกสารรูปแบบช่องของตารางทำการ การค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล (Query a Database) หรือการสร้างกราฟ

การใช้ตัวแทนชาญฉลาด คาดการณ์ว่าจะเติบโตอย่างรวดเร็วตามความง่ายในการใช้งานของซอฟต์แวร์การค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตภายในบริษัท การตรวจสอบข้อมูลโดยอัตโนมัติและการกู้คืนสำหรับผู้ใช้ตัวแทนชาญฉลาดจึงกลายมาเป็นส่วนที่สำคัญของชุดซอฟต์แวร์ที่มีบทบาทและประโยชน์มากขึ้น

2.2.2 ประเภทของตัวแทนอัจฉริยะ

2.2.2.1 User interface Agent

1) Interface Tutors แสดงให้ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการปฏิบัติการมีการแก้ไขให้ถูกต้องเมื่อเกิดข้อผิดพลาด และมีการเตรียมการและแนะนำในการใช้ซอฟต์แวร์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2) Presentation Agent เป็นการแสดงข้อมูลในรูปแบบของรายงานที่หลากหลายและการนำเสนอที่ผู้ใช้อยู่ต้องการ

3) Network Navigation Agent ค้นหาเส้นทางในการเข้าถึงข้อมูลและเตรียมเส้นทางในการดูข้อมูลที่ใช้กำหนด

4) Role'Playing Agent การเล่นเกมและแสดงบทบาทอื่นๆที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจในข้อมูลและสามารถตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

2.2.2.2 Information Management Agent

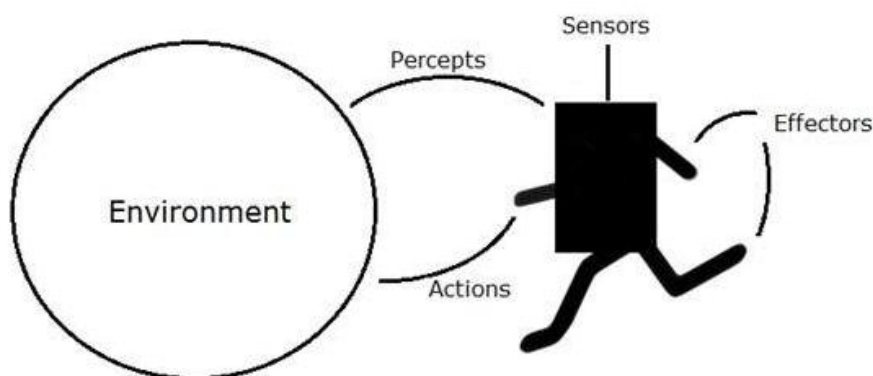
1) Search Agents ช่วยใช้ค้นหาไฟล์และฐานข้อมูล ค้นหาข้อมูลที่ต้องการ แนะนำและค้นหาข้อมูลประเภทใหม่ๆการผลิตมีเดีย และแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

2) Information Brokers มีการให้บริการทางด้านการลงทุน การค้นหาการพัฒนาแหล่งข้อมูลและสารสนเทศที่เหมาะสมกับธุรกิจหรือบุคคลที่ใช้ต้องการ

3) Information รับ ค้นหา กรอง ปฏิเสธ บันทึก ย้อนกลับ และการประกาศของผู้ที่เกี่ยวกับการรับสินค้าหรือความต้องการที่ประกอบไปด้วย ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ไปรษณีย์เสียง (Voice Mail) และสื่อสารสนเทศอื่น ๆ

2.2.3 โครงสร้างและการประมวลผลของตัวแทนอัจฉริยะกับสิ่งแวดล้อม

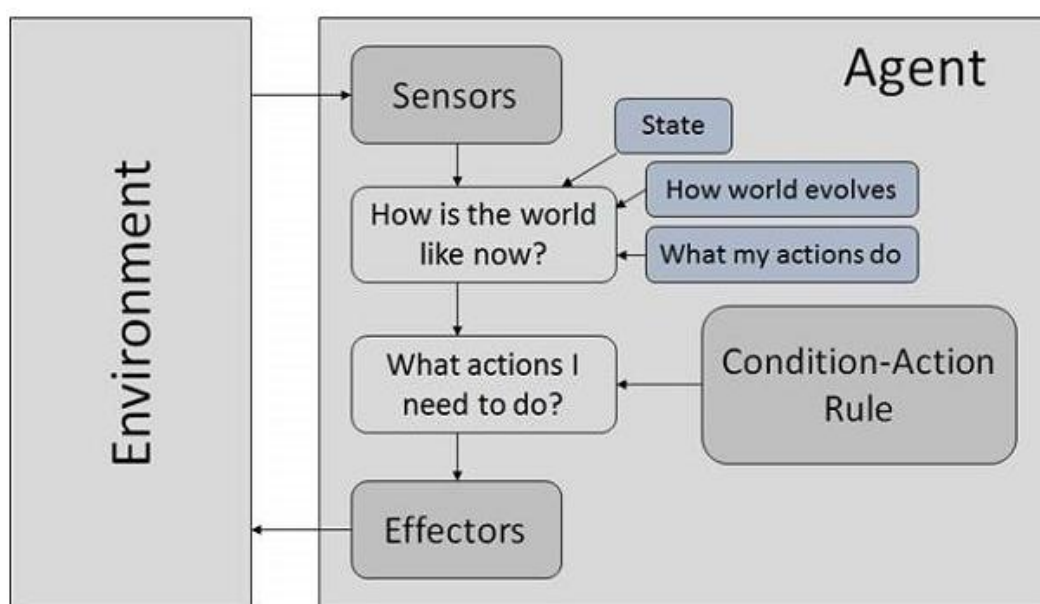
ตัวแทนอัจฉริยะ คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมผ่านเซ็นเซอร์และปฏิบัติตามสภาพแวดล้อมดังกล่าวผ่านตัวแสดงผล (effectors) เปรียบเสมือนกับตัวแทนมนุษย์มีอวัยวะประสาท เช่น ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เปรียบเสมือนเซ็นเซอร์ และเมื่อรับรู้สภาพแวดล้อมก็จะทำการปฏิสัมพันธ์ผ่านการแสดงออกของอวัยวะอื่น ๆ เช่น มือ ขา และปาก เป็นต้น เช่นเดียวกับตัวแทนหุ่นยนต์ที่มีกล้องและเซ็นเซอร์ตรวจจับช่วงอินฟราเรด เพื่อสั่งการหรือกระตุ้นให้ระบบมอเตอร์ต่าง ๆ ทำงาน โดยมีซอฟต์แวร์ตัวแทนเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินการ



รูปที่ 2-1 การปฏิสัมพันธ์ของตัวแทนอัจฉริยะกับสิ่งแวดล้อม

ตัวแทนอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ ควรจะต้องให้เหตุผลในการคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจใกล้เคียงกับความสามารถของมนุษย์ที่พึงกระทำ หรือทำหน้าที่แทนมนุษย์ได้ รวมทั้งมีความสามารถในการดำเนินการตามที่คาดหวังไว้ได้ตามลำดับการรับรู้จากสภาพแวดล้อม ซึ่งตัวแทนอัจฉริยะจะประกอบด้วย ฐานความรู้หรือความรู้เดิมของตัวแทนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เซนเซอร์ เงื่อนไข/ลำดับการรับรู้ และส่วนการแสดงผลการกระทำที่ตัวแทนสามารถดำเนินการได้ รวมทั้งควรมีมาตรการด้านประสิทธิภาพ เพื่อกำหนดระดับความสำเร็จในการดำเนินงานของตัวแทนอัจฉริยะ

โครงสร้างของตัวแทนอัจฉริยะจะมองจาก 2 สิ่ง ประกอบกัน คือ สถาปัตยกรรม (Architecture) และ โปรแกรมตัวแทน (Agent Program) (Richard H. Lathrop, 2010) ซึ่ง Architecture คือ เครื่องจักรตัวแทนดำเนินการ และ Agent Program คือ โปรแกรมตัวแทนในการสะท้อนผลการกระทำที่เรียบง่าย ซึ่งตัวแทนอัจฉริยะจะตอบสนองการกระทำบนพื้นฐานของความสมเหตุสมผลเฉพาะสิ่งที่มีการรับรู้ในปัจจุบันเท่านั้น โดยผ่านกระบวนการทำงานของกฎ (Condition-Action Rule) ที่ใช้กำหนดสถานะ/เงื่อนไข กับการกระทำ ตัวแทนอัจฉริยะได้ถูกออกแบบมาเพื่อสะท้อนแบบจำลองของโลกเพื่อเลือกการกระทำของตนด้วยระบบการประมวลผลอันชาญฉลาด (การคิดและตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล) แล้วตอบสนองกลับออกมาถึงสภาพแวดล้อมนั้นๆ ผ่านตัว Effectors ตามสถานะและวิวัฒนาการของโลก/สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบัน ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของตัวแทนอัจฉริยะ

2.3 แนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง และอัลกอริทึมการแบ่งกลุ่ม (K-Mean)

2.3.1 ความหมายและหลักการพื้นฐานของการเรียนรู้ของเครื่อง

การเรียนรู้ของเครื่อง หรือ Machine learning เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาจากการศึกษาการรู้การจำ รูปแบบ Pattern recognition เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการสร้างอัลกอริทึมที่สามารถ เรียนรู้ข้อมูลและทำนายข้อมูลได้ อัลกอริทึมนั้นจะทำงานโดยอาศัยโมเดลที่สร้าง มาจากชุดข้อมูลตัวอย่างขาเข้า (Training data) เพื่อการทำนาย (Predict) หรือตัดสินใจในภายหลังแทนที่จะ ทำงานตามลำดับของคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การเปรียบเทียบความแตกต่างของการเขียนปกติ กับ Machine learning กล่าวคือ ปกติแล้ว เราเขียนโปรแกรม Computer ก็คือ การสั่งให้ Computer ทำงานตามคำสั่งที่ผู้เขียนโปรแกรมสั่งให้ทำแบบเฉพาะเจาะจงแต่ใน Machine learning นี้เราฝึกถึง Computer ที่มีความฉลาดมากยิ่งขึ้นซึ่งสามารถทำงานได้เองโดยไม่ต้องมีผู้สั่งมันทำแบบเฉพาะเจาะจง แต่จำเป็นต้องมีการสอนมันมันให้รู้ว่าเป็นคือ อินพุต นี่คือ เอาพุท ให้ Computer ไปหาวิธีตรงกลางเอาเอง และ Machine

learning มีความเกี่ยวข้องอย่างมากกับวิชาสถิติ เนื่องจากทั้ง 2 สาขา ศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการทำนายเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ กับสาขาการหาค่าเหมาะที่สุดในทางคณิตศาสตร์ (Mathematical optimization) ในแง่ของวิธีการ ทฤษฎีและการ ประยุกต์ใช้ Machine learning สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการกรองอีเมลขยะ การรู้จำตัวอักษร เครื่องมือค้นหา และคอมพิวเตอร์วิทัศน์

2.3.2 ประเภทของการเรียนรู้ของเครื่องและหลักการประมวลผล

Machine Learning สามารถถูกแบ่งออกเป็นการเรียนรู้ได้ 2 แบบใหญ่ ๆ ได้แก่ การเรียนรู้แบบผู้สอน (Supervised Learning) และ การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ซึ่งมีอัลกอริทึมแบบอื่นอยู่อีกมากมาย

2.3.2.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) อัลกอริทึมจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในส่วนสำหรับ train (training data) และส่วนที่รับกลับมาเพื่อปรับปรุง (feedback) จากมนุษย์เพื่อที่จะเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ถูกป้อนเข้ามาสู่ข้อมูลที่ออกไป ยกตัวอย่างเช่น มีเด็กหัดคนหนึ่งใช้การค่าใช้จ่ายทางการตลาดและการพยากรณ์สภาพอากาศเป็นข้อมูลเข้าเพื่อทำนายจำนวนกระป๋องที่จะขายได้ สามารถใช้ supervised learning เมื่อผลลัพธ์ของข้อมูลเป็นสิ่งที่รู้อยู่แล้ว อัลกอริทึมนี้จะทำนายข้อมูลใหม่ได้ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของ supervised learning ได้ 2 ประเภท ได้แก่ การแบ่งแยกประเภท (Classification) การถดถอย (Regression) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การแบ่งแยกประเภท (Classification)

ให้สมมติว่า ต้องการทำนายเพศของลูกค้าซักคนหนึ่ง คุณจะเริ่มเก็บเกี่ยวข้อมูลตั้งแต่ ส่วนสูง น้ำหนัก อาชีพ เงินเดือน สินค้าที่ซื้อ และอื่น ๆ จากฐานข้อมูลลูกค้า เรารู้เพศของลูกค้าแต่ละคน มันสามารถตอบได้เพียงว่าลูกค้าผู้ชายหรือผู้หญิงเท่านั้น ผลลัพธ์จาก ตัวแบ่งแยกประเภท(classifier) นี้จะถูกกำหนดด้วยความน่าจะเป็นว่าเป็นผู้ชายหรือผู้หญิง (นั่นคือ การทำสัญลักษณ์ไว้ (label)) โดยขึ้นอยู่กับข้อมูลเป็นหลัก(นั่นคือ ลักษณะ(feature)ที่เราเก็บมา) เมื่อ model เรียนรู้ที่จะจดจำว่าเป็นผู้ชายหรือผู้หญิง คุณสามารถนำข้อมูลใหม่ทำนายได้ ยกตัวอย่างเช่น คุณได้รับข้อมูลใหม่จากลูกค้าแปลกหน้าและคุณต้องการทราบว่าลูกค้าคนนั้นเป็นผู้ชายหรือผู้หญิง ถ้า classifier นี้ทำนายว่ามีโอกาสเป็นผู้ชาย 70% นั้นหมายความว่าอัลกอริทึมมีความแน่นอนอยู่ที่ 70% ที่ลูกค้าคนนั้นจะเป็นผู้ชายและ 30% ที่จะเป็นผู้หญิง ซึ่งการทำสัญลักษณ์ไว้ (label) สามารถเป็นไปได้มากกว่า 2 ประเภทแต่ตัวอย่างด้านบนมีเพียง 2 ประเภทเท่านั้น แต่ถ้า classifier ต้องการทำนายวัตถุ มันสามารถแบ่งประเภทวัตถุได้อีกมากมาย เช่น แก้ว โต๊ะ รองเท้า และอื่น ๆ

2) การถดถอย (Regression)

เมื่อผลลัพธ์มีค่าต่อเนื่องกันนั้นจะเป็นงานของ regression ที่จะมาช่วยแก้ปัญหานี้ ยกตัวอย่างเช่น นักวิเคราะห์ด้านการเงินคนหนึ่งอาจต้องการทำนายมูลค่าของหุ้นโดยดูจาก feature ต่าง ๆ เช่น ส่วนได้ส่วนเสีย(equity) , สถานะของหุ้นก่อนหน้านี้ และดัชนีเศรษฐกิจมหภาค ระบบจะถูก train เพื่อประเมินราคาของหุ้นด้วยความผิดพลาดที่น้อยที่สุด

2.3.2.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning)

อัลกอริทึมจะตรวจสอบเฉพาะข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเท่านั้นโดยปราศจากการให้ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น(เช่น การสำรวจข้อมูลประชากรเพื่อหาแบบแผน (pattern) ของข้อมูลนั้น

ซึ่งอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน จะอยู่ในกลุ่มอัลกอริทึมแบบแบ่งกลุ่มข้อมูล เช่น K-Mean clustering, Gaussian matrix model และ Hierarchical clustering เป็นต้น

2.3.3 อัลกอริทึม K-mean Clustering

อัลกอริทึม K-Means Clustering เป็นอัลกอริทึมเพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้รับค่านิยมมากแบบหนึ่ง โดย K-Means Clustering อาศัยเทคนิคการจัดกลุ่มด้วยการแบ่งข้อมูล (Partitioning) [9] โดยวิธีการของ K-means แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดจำนวนกลุ่มขึ้นมาก่อนเช่น 2 กลุ่มหรือหมายความว่าค่า $K=2$ (กำหนดเป็น $C1$ และ $C2$) และสุ่มตำแหน่งแกน x, y ให้กับ $C1$ และ $C2$ จะได้ $C1(x1,y1)$ และ $C2(x2,y2)$ 2) ดูตำแหน่งของสมาชิกแต่ละสมาชิกว่าอยู่ใกล้ใครมากกว่ากันก็ให้คนนั้นเป็นสมาชิกของ C นั้น จากตรงนี้จะรู้แล้วว่าสมาชิกแต่ละคนอยู่ในกลุ่มใดระหว่าง $C1$ และ $C2$ 3) ปรับ x, y ของ $C1$ และ $C2$ ใหม่ให้อยู่ตรงกลางของกลุ่ม และ 4) ทำตามข้อ 2 และข้อ 3 อีกครั้งจนกว่า $C1$ และ $C2$ ตำแหน่งไม่เปลี่ยน [10]

งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดของอัลกอริทึม K-mean Clustering มาใช้จัดกลุ่มสีของบรรจุภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงในท้องตลาด และติดตามความชอบของลูกค้าที่สำรวจได้จากแบบสอบถาม เพื่อทำนายว่าผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาออกแบบบรรจุภัณฑ์ควรจะเลือกใช้สีกลุ่มใด และการทำ K-mean Clustering จะเชื่อมประสานกับออนโทโลยีเพื่อค้นหาสีตกแต่งที่เหมาะสม และเลือกภาพที่สื่อความหมายได้โดยความสามารถของวิธีการเชิงความหมาย

2.4 แนวคิดออนโทโลยี และภาษาในการจัดการฐานความรู้

2.4.1 หลักการของออนโทโลยี และภาษาอธิบายข้อมูล

ออนโทโลยีเป็นศาสตร์ที่ใช้ในการพัฒนาความรู้ที่มีลักษณะเชิงเนื้อหา (Content Base) เป็นความรู้ในเชิงประสบการณ์ ปัญหาและการแก้ไข แตกต่างจากการวิเคราะห์ความรู้ในรูปแบบของปัญญาประดิษฐ์แบบอื่น ๆ ที่มีลักษณะเป็นกฎเกณฑ์ หรือเป็นข้อมูลเชิงคำนวณ ออนโทโลยีมีรูปแบบแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาที่แตกต่างกัน

ออนโทโลยี (Ontology) คือ แนวความคิดในการบรรยายความรู้อย่างมีขอบเขต หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการนิยามเพื่อกำหนดโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของสิ่งที่สนใจให้มีความหมาย ตามขอบเขตขององค์ความรู้ โดยใช้คลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส และคุณสมบัติของคลาส (Properties) รูปแบบการบรรยายออนโทโลยีขึ้นอยู่กับภาษาที่ใช้แทนข้อมูลเชิงความหมาย เช่น XML, RDF, RDFS และ OWL โดยแต่ละภาษามีความสามารถและข้อจำกัดในการบรรยายข้อมูลได้แตกต่างกัน เช่น รูปแบบของภาษา XML เหมาะสำหรับการใช้อธิบายและเก็บข้อมูลในส่วนเนื้อหา ทำให้ภาษาดังกล่าวยากในการนำมาอธิบายความหมายของข้อมูล

ภาษา RDF และ RDFS เป็นภาษาที่ใช้อธิบายข้อมูลความสัมพันธ์ของข้อมูลและโครงสร้างภาษานี้ได้เพิ่มความสามารถที่ใช้บรรยายข้อมูลแต่ยังมีข้อจำกัดด้านการบรรยายข้อมูลเชิงตรรกะ

ภาษา OWL เป็นภาษาที่ใช้บรรยายข้อมูลเชิงความหมายและตรรกะ ดังนั้นภาษา OWL จึงเป็นภาษาที่มีความสามารถในการบรรยายข้อมูลเชิงความหมาย และบรรยายโครงสร้างความสัมพันธ์ของระบบได้ดีกว่าภาษาในรูปแบบอื่น ด้วยเหตุผลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าภาษา OWL มีความเหมาะสมในการนำมาใช้บรรยายออนโทโลยี ของระบบที่สนใจมากที่สุด ออนโทโลยีเป็น

ลักษณะภาษาที่นำมาใช้บรรยายโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของระบบผ่านโหนดแบบลำดับชั้นภาษาดังกล่าวถูกนำมาใช้ในงานหลายด้านโดยเฉพาะด้านปัญญาประดิษฐ์ ในปัจจุบันได้กำหนดเป็นภาษามาตรฐานที่ใช้จำลองและออกแบบโครงสร้างของเอกสาร XML โดยใช้นิยามแนวคิดให้อยู่ในรูปของกฎ คลาส ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส และคุณสมบัติของคลาส แล้วนำเสนอออกมาในรูปแบบของโหนด และความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นของระบบที่ศึกษา (Kerschberg, et al., 2004)

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ออนโทโลยีในงานด้านต่าง ๆ เช่น การเชื่อมโยงข้อมูล การสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลปัญญาประดิษฐ์ การจัดการองค์ความรู้ และการปรับเปลี่ยนมุมมองของข้อมูล เป็นต้น เนื่องจากออนโทโลยีใช้นิยามระบบที่ศึกษาให้อยู่ในรูปเชิงความคิดแบบลำดับชั้น ด้วยเหตุนี้ออนโทโลยีมักถูกนำมาใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล หรือแบ่งหมวดหมู่ข้อมูลโดยการสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลให้อยู่ในลักษณะ Parent-Child ดังแสดงในรูปที่ 2-3 (วิลาศ วูวงศ์, ม.ป.ป.)



รูปที่ 2-3 การประยุกต์ใช้งานออนโทโลยี
(ที่มา : สมชาย ปราการเจริญ, 2548)

2.4.2 ประโยชน์ของออนโทโลยี

ออนโทโลยีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานของระบบต่าง ๆ โดยพิจารณาได้จากวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ (สมชาย ปราการเจริญ, 2548) ดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ใช้ในการอ้างอิงใช้งานซ้ำ (Reuse) จัดเก็บรักษาความรู้ความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ต่าง ๆ ขององค์กร

2.4.2.2 ออนโทโลยีที่มีคุณลักษณะ ข้อกำหนดครบถ้วน สามารถสร้างความน่าเชื่อถือเป็นจริงเท็จตามที่จะเป็น สามารถใช้งานร่วมกันได้ระหว่างต่างบุคคลกร หรือแม้แต่คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์

2.4.2.3 ออนโทโลยีจะแตกต่างจากฐานข้อมูลในด้านของการบรรจุความรู้ ซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น บทบาท (Role) ความสัมพันธ์ (Relation) ในขณะที่ฐานข้อมูลเป็นเพียงแหล่งรวบรวมข้อมูล หากใช้ออนโทโลยีช่วยในการค้นหาข้อมูล จะช่วยให้ได้ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

2.4.2.4 ข่าวสารที่ปรากฏในออนโทโลยีจะเป็นข้อมูลที่ยอมรับร่วมกัน และหากมีข้อมูลเพียงพอจะสามารถถูกนำไปใช้งานในการอ้างอิงหรืออนุมาน (Inference) เพื่อหาความรู้ข่าวสารใหม่ ๆ ได้

2.4.2.5 ระบบงานที่ต้องการผนวกความรู้ (Knowledge Integration) เพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นของความรู้ระหว่างโดเมน

2.4.2.6 ระบบสืบค้นข้อมูล ออนโทโลยีมีส่วนช่วยในการขยายคำค้น ทำให้ค้นหาและเข้าถึงข้อมูลที่ตรงตามที่ต้องการจริง ด้วยการพิจารณาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ในโดเมน

2.4.2.7 ในการจัดหมวดหมู่ (Concept) จะมีการจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน โดยพิจารณาจากคุณลักษณะร่วม (Generalization Common) และคุณลักษณะพิเศษ (Specialization) คล้ายคลึงกับ Class Diagram ในผังงานเชิงวัตถุ นั่นคือ การพัฒนาบำรุงรักษาออนโทโลยีจะทำได้สะดวก

2.8 การเรียกใช้ฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลด้วยคำถามเป็นภาษาธรรมชาติ หรือแม้แต่ภาษาเชิงตรรก ซึ่งออนโทโลยีได้ถูกนำไปประยุกต์ในการจัดการภาษาธรรมชาติ สามารถนำคำศัพท์ที่ถูกที่ถูกรับป้อนเป็นคำถามไปค้นหาความหมายจากออนโทโลยี พจนานุกรมเฉพาะโดเมน ทำให้เข้าใจความหมายของประโยคและนำไปค้นหาคำตอบที่ตรงแม่นยำถูกต้องต่อความต้องการของผู้ร้องขอได้มากยิ่งขึ้น

2.4.3 สิ่งที่ควรคำนึงถึงและขั้นตอนการพัฒนาออนโทโลยี

จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในโดเมนเป็นอย่างดี โดยผู้ที่ทำหน้าที่สร้างออนโทโลยี คือ ผู้เชี่ยวชาญโดเมน (Domain Expert) มีขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี ดังนี้

2.4.3.1 วิเคราะห์ความต้องการออนโทโลยี ในขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะต้องกำหนดความต้องการของระบบที่นำออนโทโลยีไปใช้งาน เช่น หากระบบงานต้องการสร้างความเข้าใจพื้นฐานของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้นการกำหนดออนโทโลยีอาจจะคำนึงถึงความชัดเจนของการกำหนดคำศัพท์เป็นหลัก

2.4.3.2 การออกแบบและสร้างออนโทโลยี ในขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะต้องออกแบบข้อมูลโครงร่าง (Schema Data) ที่จะใช้ในการอธิบายข้อมูลเชิงความหมาย การออกแบบออนโทโลยีสามารถออกแบบได้ในหลายแง่มุมต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน และความเหมาะสมในการอธิบายข้อมูลนั้น ๆ

2.4.3.3 การทดสอบและการตรวจทานความถูกต้องของออนโทโลยี ขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะต้องทดสอบความถูกต้องในการกำหนดความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่อธิบายในโดเมน และแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งของการตีความหมายของสิ่งเหล่านั้น

2.4.3.4 การบำรุงรักษาออนโทโลยี (Ontology Maintenance) ขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องปรับปรุงหรือแก้ไขเพื่อให้ออนโทโลยีมีความถูกต้องในการอธิบายข้อมูลเมื่อเกิดการนำไปใช้งานใน โปรแกรมประยุกต์ในระยะเวลาอันยาวนานหรือเมื่อมีการนำข้อมูลกลับมาใช้อีก

การพัฒนาออนโทโลยี ในการพัฒนาออนโทโลยีนั้นจำเป็นต้องมีการนิยามจัดหมวดหมู่ความรู้ (Terminology) และต้องสามารถถูกใช้ซ้ำได้ (Reuse) มีวิธีการจัดการ (Methodology) และสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับภายนอกได้ (Interchange) (สมชาย ปรการเจริญ, 2548) ซึ่งการพัฒนาออนโทโลยีมีขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดขอบเขตความรู้และแนวทางของออนโทโลยี (Scope Determination) โดยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตและแนวทางที่สามารถตอบคำถามพื้นฐานให้ได้ เช่น โดเมนของออนโทโลยีจะครอบคลุมอะไรบ้าง ใช้ออนโทโลยีนี้เพื่ออะไร ซึ่งคำตอบของคำถามเหล่านี้อาจเปลี่ยนไปตามระยะเวลาในขั้นตอนการออกแบบออนโทโลยี

2) การพิจารณาออนโทโลยีที่มีอยู่เพื่อนำกลับมาใช้อีก (Reuse Consideration)

3) การระบุเงื่อนไขในออนโทโลยี (Term Enumeration) โดยพิจารณาทั้งหมดว่าต้องการสื่อถึงเรื่องใดบ้าง ประโยชน์ของการระบุเงื่อนไขเพื่อจำกัดขอบเขตของรายการ หรือคำ (Term) ทั้งหมดเพื่ออธิบายรายการ (Statements) ของขอบเขตการทำงาน

4) การกำหนดคลาสและลำดับชั้นของคลาส (Class Definition) ซึ่งคลาส (Class) หมายถึงคอนเซ็ปต์ที่อยู่ในโดเมนซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ในการพัฒนาลำดับของคลาสที่นิยม ได้แก่ 1) วิธีแบบบนลงล่าง (Top-Down) คือ กระบวนการพัฒนาที่เริ่มจากการกำหนดนิยามของคลาสทั้งหมดในโดเมน และขอบเขตของคลาส 2) วิธีแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) คือ กระบวนการที่เริ่มจากการกำหนดโดยระบุคลาส คลาสจะถูกแยกกลุ่มออกมาก่อน จะถูกนำไปใส่คลาสแม่ และ 3) วิธีแบบผสม (Combination) คือ การรวมวิธีบนลงล่าง และล่างขึ้นบนเข้าด้วยกัน และกำหนดคลาสขึ้นมาก่อนและวางหลักกว้าง ๆ ไว้ก่อนจะระบุว่าอย่างไรเหมาะสม

2.4.4 เครื่องมือสำหรับการสร้างออนโทโลยี

ในส่วนของการสร้างออนโทโลยีนั้นจำเป็นต้องมีเครื่องมือเพื่อช่วยในการสร้างออนโทโลยีให้ง่ายขึ้น ซึ่งเครื่องมือสำหรับการสร้างออนโทโลยีมีความสำคัญต่อกระบวนการ พัฒนาออนโทโลยีในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การสร้าง การจัดเก็บข้อมูล การดูแลรักษา ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือเป็นจำนวนมาก ที่ช่วยในการพัฒนาออนโทโลยี แต่ละเครื่องมือจะสนับสนุนการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้พัฒนาออนโทโลยีต้องรู้จักเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสม เครื่องมือพัฒนาออนโทโลยีมีดังต่อไปนี้

2.4.4.1 KAON ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัย Karlsruhe ประเทศเยอรมัน โปรแกรมสนับสนุนการทำงานแบบมัลติยูสเซอร์ (Multi-User) ซึ่งง่ายต่อการสร้าง จัดการ และค้นหาออนโทโลยีผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจผลการเปลี่ยนแปลงที่กระทำต่อออนโทโลยี แต่ไม่สามารถทราบได้ว่าใครเป็นผู้เปลี่ยนแปลง (Raphael V., Daniel O., Steffen S. and Boris M., n.d.)

2.4.4.2 โปรทีเจ (Protégé) เป็นออนโทโลยีเอดิเตอร์ (Editor) แบบเปิดรหัสต้นฉบับ และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานสำหรับการสร้างออนโทโลยีและฐานความรู้ พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา มีส่วนการติดต่อผู้ใช้งานเป็นแบบกราฟิก (Graphical User Interface: GUI) รองรับการทำงานแบบหลายผู้ใช้ จัดเก็บออนโทโลยีในรูปแบบแฟ้มข้อมูลและฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ มีเครื่องมือสำหรับสร้างโดเมนของออนโทโลยี และรูปแบบข้อมูลที่สะดวกในการป้อนข้อมูลโดยยอมให้ผู้ใช้ทำงานร่วมกันบนคลาส หรืออินสแตนซีใหม่ และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการพัฒนาส่วนของวิธีการโดยหลาย ๆ โปรแกรมประยุกต์สามารถใช้งานโดเมน เพื่อแก้ปัญหาที่ต่างกัน และวิธีการนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับออนโทโลยีที่ต่างกันได้ (Protégé Project, n.d.)

2.4.4.3 Hozo เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาออนโทโลยี พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยโอซากา ประเทศญี่ปุ่น Hozo มีส่วนการติดต่อผู้ใช้งานเป็นแบบกราฟิก (Graphical User Interface: GUI) สามารถรองรับการทำงานบนสถาปัตยกรรมไคลเอ็นท์เซิร์ฟเวอร์ คือ เป็นการทำงานแบบรวมศูนย์ที่สามารถให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานหลายคนพร้อม ๆ กัน และมีความสัมพันธ์พื้นฐานประกอบด้วย Is – a, Past – of, Attribute – of ทั้งนี้โปรแกรม Hozo ประกอบด้วย 4 ฟังก์ชัน คือ Ontology Editor, Ontology Manager, Ontology Server และ Onto - Studio (Kouji Kozaki, Yoshinobu Kitamura, Mitsuru Ikeda and Riichiro Mizoguchi, n.d.)

2.4.5 เครื่องมือสำหรับการคิวรีข้อมูล

ในปัจจุบันมีเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในการคิวรีข้อมูลจำนวนมากมาให้เลือกใช้ เช่น Jena (Semantic Web Framework for Java, n.d.) เป็นโปรแกรมโอเพนซอร์สพัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ HP และ SNOBASE ที่พัฒนาโดย IBM และ RAP (RDF API for PHP) ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2002 จากโครงการเปิดเผยต้นฉบับของ Freie Universität Berlin เป็นเครื่องมือช่วยสร้างโปรแกรมประยุกต์เว็บเชิงความหมายสำหรับผู้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP ครอบคลุมทั้งในส่วนของการจัดการออนโทโลยีขั้นพื้นฐาน รวมไปถึงการคิวรีข้อมูลผ่านโมเดลออนโทโลยีสนับสนุนการกำหนดคิวรีแบบ MemModel ซึ่งเก็บโมเดลโครงสร้างของออนโทโลยีในรูปแบบของอาร์เรย์ลงในหน่วยความจำ สนับสนุนการกำหนดคิวรีด้วยภาษา RDQL และภาษา SPARQL (Christain B. and Radoslaw O, 2004)

2.4.5.1 ภาษา SPARQL

ภาษา SPARQL เป็นภาษาสำหรับการสืบค้นข้อมูลจากออนโทโลยีอย่างสื่อความหมายซึ่งจะมีการเข้าถึงข้อมูลโดยอาศัยโครงสร้าง Triple (Subject, Predicate, Object) แนวความคิดของหลักการสืบค้นด้วยภาษา SPARQL ที่สามารถเปรียบเทียบกับได้กับคำสั่งภาษา SQL โดยแบ่งเป็นสองส่วนหลัก ๆ คือ ส่วน Select และ Where ซึ่ง Select จะไปอธิบายตัวแปรที่ใช้ Prefix “ ? ” ซึ่งเป็นตัวแปรที่เก็บค่าผลลัพธ์ และ Where จะเป็นเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูล

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างรูปแบบการเขียนคำสั่ง SPARQL

(นฤพนธ์ พนาวงศ์ และจักรกฤษณ์ เสน่ห์, 2554)

รูปแบบภาษา SPARQL	ตัวอย่างภาษา SPARQL
PREFIX SELECT ?varnamelist WHERE {Basic Graph Pattern}	xmlns:myont="http://www.owl-ontologies.com/tourism.owl#" SELECT ?name ?motto WHERE {?a myont:hasNameOfProvince ?name; myont:hasMotto ?motto}

จากตารางที่ 1 อธิบายได้ว่า

PREFIX เป็นการกำหนดกลุ่มในการอ้างอิงข้อมูลเอกสาร OWL โดยจะประกาศไว้ที่ส่วนเริ่มต้น

SELECT เป็นการระบุตัวแปรที่จะแสดงผล โดยจะต้องมีเครื่องหมาย ? นำหน้าตัวแปร เช่น ?name (ชื่อจังหวัด) ?motto (คำขวัญประจำจังหวัด) เป็นต้น ซึ่งเป็น subject ตามรูปแบบใน Basic Graph Pattern

WHERE เป็นเงื่อนไขในการสืบค้นข้อมูล เช่น myont:hasNameOfProvince ?name จะนำข้อมูลที่มี Datatype Property ชื่อ hasNameOfProvince มาเก็บในตัวแปร ?name เป็นต้น

2.4.5.2 ภาษา SWRL

ภาษา SWRL (Semantic Web Rule Language) เป็นภาษาที่มีพื้นฐานอยู่บนภาษา RuleML และ OWL และมีความเข้ากันได้กับ OWL เป็นอย่างมาก สามารถดึงข้อมูลจาก Ontology หรือดึง Knowledge มาใช้ได้ทันที ทำให้ได้รับความสนใจในการนำมาใช้งาน เพื่อสร้างกฎเพิ่มเติมให้กับภาษา OWL ซึ่งหลักในการนำ SWRL มาใช้ในการทำงาน ร่วมกับออนโทโลยี สามารถยกตัวอย่างการสร้างกฎด้วย SWRL ในงานวิจัยเรื่อง ระบบเฝ้าระวังและวางแผนสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุด้วยหลักการออนโทโลยี (เสกสรรค์ ศิริลย์ และจักรกฤษณ์ เสน่ห์, 2554) ดังนี้

Person(?p) ^ Symptom(?s) ^ Herb(?h) ^ Food(?f)

hasSymptom(?p, ?s) ^ toTreat(?h, ?s) ^ hasIngredient(?f, ?h)->

GoodFoodForPerson(?p, ?f)

จากตัวอย่างฐานกฎทำการตรวจสอบว่ามีข้อมูลผู้สูงอายุ อาการป่วย สมุนไพรไทย และอาหารในออนโทโลยีหรือไม่ จากนั้นทำการตรวจสอบเงื่อนไขว่าผู้สูงอายุมีอาการป่วยใด มีสมุนไพรใดที่รักษาอาการนี้ได้ และมีอาหารชนิดใดที่มีสมุนไพรนี้เป็นวัตถุดิบ เมื่อทำการตรวจสอบเสร็จสิ้นก็จะได้ผลลัพธ์คือ อาหารที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีอาการป่วย เป็นต้น

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างฐานกฎ SWRL เพื่ออนุมานความรู้ในออนโทโลยีเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ของเด็กพิเศษ (ปราโมทย์ สิทธิจักร และวิไลวรรณ แสนชนะ, 2560 : หน้า 45)

การอนุมานความรู้	คำสั่งสร้างกฎด้วย SWRL
สัตว์ที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้ คือ สัตว์เลี้ยงบางชนิด เช่น ไก่	pet(?a) ^ food(?b) ^ chicken(?c) ^ is_type(?c, ?a) -> has_ingredient (?b, ?c)
ปากเป็นอวัยวะบนใบหน้าที่ใช้รับประทาน อาหารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งมีผักเป็นส่วนประกอบ	face(?a) ^ mouth(?b) ^ food(?c) ^ vegetable(?d) ^ has_ingredient (?c, ?d) ^ ispartof(?b, ?a) -> eat(?b, ?c)
จมูกเป็นอวัยวะที่อยู่บนใบหน้าและใช้สูดดมกลิ่นหอมของดอกไม้	face(?a) ^ nose(?b) ^ flower(?c) ^ ispartof(?b, ?a) -> smell(?c, ?b)
สีของดอกกุหลาบรับรู้ได้ด้วยการมองด้วยตา	flower(?a) ^ eye(?b) ^ rose(?c) ^ color(?d) ^ istypeof(?a, ?c) ^ hascolor(?a, ?d) -> look(?b, ?a)
สถานที่ๆ มีเรือใบ คือ ทะเล	place(?a) ^ sea(?b) ^ sailboat(?c) ^ istypeof(?a, ?b)-> drift(?c, ?b)

งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดออนโทโลยี มาใช้สร้างฐานความรู้เชิงความหมายเพื่ออธิบายแนวคิด และหลักการออกแบบบรรจุกฎ การใช้สื่อความหมาย การเลือกรูปภาพที่เหมาะสมกับสื่อต่าง รวมถึงการใช้ภาพสื่อความหมายที่เหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์และประวัติความเป็นมาของชุมชน

2.5 แนวคิดของสถาปัตยกรรมคลาวด์คอมพิวเตอร์

2.5.1 องค์ประกอบของคลาวด์คอมพิวเตอร์

คลาวด์คอมพิวเตอร์ เป็นลักษณะของระบบคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรูปแบบของการกระจายตามพื้นที่ต่าง ๆ มีการเชื่อมต่อกันเป็นระบบคลัสเตอร์ (Cluster Network) ผ่านการจัดสรรทรัพยากรด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) เพื่อให้ตอบสนองงานบริการต่างๆ ให้รองรับกับจำนวนผู้ใช้งานจำนวนมากที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมถึงมีระบบการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้ให้บริการประเภทต่างๆ ได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Software as a service (SaaS) ซึ่งส่วนประกอบของคลาวด์คอมพิวเตอร์ แบ่งได้ 7 ส่วน ดังนี้

2.5.1.1 Client: อุปกรณ์สำหรับเข้าใช้งานคลาวด์คอมพิวเตอร์ เช่น Mobile, Thin Client

2.5.1.2 Services: บริการต่างๆ ที่เปิดให้บริการบนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เช่น Web service

2.5.1.3 Application: บริการ Software ต่างๆ ที่เปิดให้ใช้งานบนคลาวด์ โดยที่ผู้ให้บริการไม่จำเป็นต้องลง Software ไว้บนเครื่องของตัวเอง อาจมีการใช้งานร่วมกับ Services ด้วย

2.5.1.4 Infrastructure: โครงสร้างพื้นฐานที่รองรับกับระบบคลาวด์ โดยใช้ร่วมกับเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization)

2.5.1.5 Platform: เลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้งาน โดยอาจจะเลือกจาก Open Source หรือ Open System ที่มีหลากหลายในท้องตลาด

2.5.1.6 Storage: เป็นปัจจัยหลักในการให้บริการ โดยอาจจะให้บริการพื้นที่จัดเก็บข้อมูล หรือรวมไปถึงการให้บริการด้านระบบฐานข้อมูลด้วย

2.5.1.7 Standard: ระบบคลาวด์เป็นระบบที่สร้างจาก Open Source หรือ Open System เป็นหลัก ควรเลือก standard ต่างๆ ที่สามารถปรับเปลี่ยน หรือโยกย้ายได้ง่าย

2.5.2 รูปแบบการให้บริการบนระบบคลาวด์

การให้บริการบนระบบคลาวด์ สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ ขึ้นอยู่กับชนิด และระดับของการให้บริการ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะให้ประโยชน์ในการใช้งานที่แตกต่างกัน ได้แก่ บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service: IaaS) บริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service: PaaS) และบริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service) (Barrie Sosinsky, 2011: 82)

2.5.2.1 การให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service: IaaS) เป็นบริการที่นำเอาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เสมือนจริง (Virtualization) เข้ามาช่วยในการทำงานในด้านบริการพื้นที่เก็บข้อมูล โดยผู้ให้บริการจะเป็นผู้จัดสรรทรัพยากรให้ผู้ใช้งาน เป็นการบริการที่ไม่จำกัดอยู่ที่คอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว สามารถเช่าบริการตามปริมาณการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปบริหารจัดการได้โดยไม่ต้องควบคุมอุปกรณ์ที่มีราคาแพง ซึ่งมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเช่าเครื่องแม่ข่าย เนื่องจากเครื่องแม่ข่ายจะมีค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์และผู้ดูแลที่สูง และการใช้ทรัพยากรมีจำกัด

การใช้บริการ IaaS จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ และสามารถเพิ่มหรือลดความต้องการได้เสมอ เสียค่าใช้จ่ายตามการใช้งานจริง และมีผู้บริการดูแลอยู่ตลอดเวลา

2.5.2.2 การให้บริการพื้นที่เก็บข้อมูล (Platform as a Service: PaaS) เป็นโซลูชันในการพัฒนาแพลตฟอร์มโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ใช้ในการประมวลผลซอฟต์แวร์และโปรแกรมประยุกต์บนคลาวด์ มีการให้บริการสภาพแวดล้อมในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น ระบบฐานข้อมูล ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม และทรัพยากรที่จำเป็น เช่น App Engine ของ Google และ Microsoft Azure สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เนื่องจาก PaaS

2.5.2.3 การให้บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service: SaaS) เป็นรูปแบบการให้บริการที่ได้รับความนิยมสูงสุด มีซอฟต์แวร์ต่างๆ ให้บริการที่สามารถใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเข้าใช้ซอฟต์แวร์จากคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับเทคนิคในการติดตั้งซอฟต์แวร์ สามารถทำงานต่อได้ทันทีที่สามารถแบ่งปัน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งช่วยลดความซับซ้อนในการทำงาน ไม่จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาระบบปฏิบัติการ ระบบฐานข้อมูล เนื่องจากผู้ให้บริการจะเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมด นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ เนื่องจากบริการ SaaS มีทั้งแบบฟรีและเสียค่าใช้จ่าย การเสียค่าใช้จ่ายมักจะเสียเป็นรายเดือนหรือรายปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ปัจจุบันจะเห็นว่าซอฟต์แวร์บางค่ายได้ให้บริการแบบ SaaS แล้ว เช่น Microsoft Office365, Google Apps เป็นต้น

2.5.3 ประเภทการใช้งานระบบคลาวด์ (Deployment models)

Cloud Computing สามารถถูกนำมาใช้หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความต้องการด้านปลอดภัย ความร่วมมือกับองค์กร เป็นต้น ที่สามารถเข้าถึงได้ทั้งแบบส่วนตัวและแบบสาธารณะ ประเภทการใช้งานระบบคลาวด์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (Lee Chao, 2012: 151-152)

2.5.3.1 คลาวด์ส่วนบุคคล (Private Cloud) เป็นคลาวด์ส่วนตัว กรรมสิทธิ์ในการบริหารจัดการเป็นการดำเนินการเฉพาะภายในองค์กรใดองค์กรหนึ่งที่ใช้ทรัพยากรการทำงานแบบเสมือน ผู้ให้บริการมักจะเป็นแผนกไอทีขององค์กร สามารถควบคุมการให้บริการได้ด้วยตนเอง มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลสูง มีความแน่นอนและเชื่อถือได้ในระดับสูง มีค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์และผู้ดูแล

2.5.3.2 คลาวด์ชุมชน (Community Cloud) เป็นคลาวด์ที่รองรับความต้องการขององค์กรต่างๆ ที่มีความต้องการที่คล้ายกัน มีโครงสร้างในการใช้ทรัพยากรร่วมกันระหว่างกลุ่มขององค์กร โดยผู้ให้บริการระบบคลาวด์ชุมชนอาจจะอยู่ในองค์กรใดองค์กรหนึ่งหรือเป็นบุคคลที่สามก็ได้ ความปลอดภัยขึ้นอยู่กับนโยบายของผู้ให้บริการ มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าคลาวด์ส่วนบุคคล แต่มากกว่าคลาวด์สาธารณะ

2.5.3.3 คลาวด์สาธารณะ (Public Cloud) เป็นคลาวด์ที่ผู้ให้บริการได้บริการแก่ประชาชนทั่วไปแบบสาธารณะผ่านอินเทอร์เน็ต ขึ้นอยู่กับรูปแบบการให้บริการพื้นฐาน มีทั้งฟรีและเสียค่าใช้จ่ายตามการใช้งานจริง สามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้บริการที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างเช่น Amazon Elastic Compute Cloud, IBM Blue Cloud, Google App Engine และ

Windows Azure ที่ให้บริการแพลตฟอร์ม สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันและเครื่องมืออรรถประโยชน์พื้นฐาน

2.5.3.4 คลาวด์ผสม (Hybrid Cloud) เป็นคลาวด์ที่ประกอบด้วยคลาวด์สองประเภทขึ้นไปที่แตกต่างกัน มีการใช้ทรัพยากรส่วนตัวบ้างและแบบสาธารณะบ้าง เช่น ใช้คลาวด์สาธารณะในการเก็บรักษาข้อมูลทั่วไป แต่ใช้คลาวด์ส่วนบุคคลในการเก็บความลับของข้อมูลบางอย่าง คลาวด์ผสมจะช่วยให้ธุรกิจใช้ประโยชน์จากการขยายระบบที่ให้บริการโดยไม่ต้องเปิดเผยการใช้งานที่สำคัญและข้อมูลไปยังบุคคลที่สาม

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้คลาวด์สาธารณะ (Public Cloud) ในการให้บริการซอฟต์แวร์แนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบ (Software as a Service: SaaS) เพื่อให้บริการแก่วิสาหกิจชุมชน โดยในระยะเริ่มต้นจะให้ใช้งานซอฟต์แวร์ฟรี และในอนาคตอันใกล้อาจต้องมีการวางแผนในการสร้างรายได้จากซอฟต์แวร์ เพื่อนำมาบริหารจัดการค่าใช้จ่ายในส่วนของการเช่าระบบคลาวด์ต่อไป

2.6 ทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพของโมเดล

เทคนิคที่แตกต่างกันอาจจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน อะไรที่จะบอกว่า เทคนิคไหนสามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลได้ดีกว่ากัน ซึ่งการจัดกลุ่มที่ดี สามารถพิจารณาจากระยะห่างของข้อมูลภายในกลุ่มกันมากที่สุดในที่สุด และระยะห่างระหว่างกลุ่มมีความห่างกันอย่างชัดเจน เพราะฉะนั้นจะต้องอาศัยเครื่องมือสำหรับวัดประสิทธิภาพของแต่ละเทคนิค ซึ่งในโปรแกรม RapidMiner สามารถทำได้ดังนี้ โดยใช้ operation ได้แก่ Loop parameter Performance (Cluster Distance Performance) และ Log (สำหรับเก็บค่าเพื่อนำมา plot กราฟ) เป็นต้น

การคำนวณประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มข้อมูล สามารถเลือกใช้วิธีการวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) เพื่อวัดประสิทธิภาพมาตรฐาน สำหรับการประเมินผลการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบ โดยค่าข้อมูลของตัวชี้วัดเหล่านี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของระเบียบข้อมูลที่สามารถทำนายถูกต้อง และทำนายไม่ถูกต้องด้วยตาราง Confusion Matrix ซึ่งวิธีการนี้จะทำ การวัดได้ทั้งค่าความถูกต้อง และค่าความผิดพลาดของการจำแนกกลุ่ม ซึ่งการวัดประสิทธิภาพด้วย Confusion Matrix โดยทั่วไปแล้วจะมีตัววัดที่นิยมใช้กันในงานวิจัยและการทำงานต่างๆ อยู่ 3 ค่า ดังสมการต่อไปนี้

2.6.1 Precision (พีสิชั่น) เป็นการวัดความแม่นยำของข้อมูล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

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

รูปที่ 2-4 สูตรการหาค่า Precision

2.6.2 Recall (รีคอล) เป็นการวัดความถูกต้องของ Model(โมเดล) โดยพิจารณาแยกทีละคลาส

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

รูปที่ 2-5 สูตรการหาค่า Recall

2.6.3 Accuracy (แอคคูเรซี) เป็นการวัดความถูกต้องของ Model(โมเดล) โดยพิจารณารวมทุกคลาส

$$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

รูปที่ 2-6 สูตรการหาค่า Accuracy

ทั้งนี้สามารถอธิบายความหมายของตัวแปรในสมการได้ดังนี้

True Positive (ทริ โปสสิทีฟ) (TP) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นคลาสซึ่งกำลังสนใจ

True Negative (ทริ เน็กกาทีฟ) (TN) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นคลาสซึ่งไม่ได้สนใจ

False Positive (ฟอล โปสสิทีฟ) (FP) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสซึ่งกำลังสนใจ

False Negative (ฟอล เน็กกาทีฟ) (FN) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสซึ่งไม่ได้สนใจ

โดยตัววัดนี้จะมาใช้ กับตาราง Confusion Matrix ซึ่งเป็นตารางแบบจัตุรัสโดยมีจำนวนแถวเท่ากับจำนวนคอลัมน์และเท่ากับจำนวนคลาส ดังรูปที่ 7

Predicted / Actual	yes	no
yes	TP	FP
no	FN	TN

รูปที่ 2-7 ตาราง Confusion Matrix

งานวิจัยนี้ได้นำทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพของโมเดลด้วย Confusion Matrix มาใช้ประเมินประสิทธิภาพการจัดกลุ่มสีและรูปภาพว่ามีความถูกต้องตามหลักการออกแบบ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านกราฟิกมากน้อยเพียงใด โดยสรุปเป็นค่า Precision, Recall และ Accuracy ของโมเดล

2.7 ทฤษฎีการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลในฐานความรู้เพื่อการแนะนำการใช้สีและรูปภาพ ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สื่อความหมาย จะใช้การคำนวณหาค่าระลึก (Recall) ค่าความแม่นยำ (Precision) และอัตราการเรียนรู้จำ F-Measure โดยที่ A คือ จำนวนข้อมูลที่สืบค้นได้และถูกต้องตามความสนใจ B คือ จำนวนข้อมูลที่ต้องตามความสนใจแต่ไม่ถูกสืบค้น และ C คือ จำนวนข้อมูลที่สืบค้นได้แต่ไม่ถูกต้องตามความสนใจ ดังสูตรต่อไปนี้

$$Recall = \frac{A}{A+B} \times 100\% \quad Precision = \frac{A}{A+C} \times 100\% \quad F\text{-measure} = 2 \left(\frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \right)$$

รูปที่ 2-8 สูตรการคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลในฐานความรู้

งานวิจัยนี้ได้นำทฤษฎีการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล มาใช้ประเมินประสิทธิภาพว่า ฐานความรู้เชิงความหมายช่วยสื่อความหมายในการใช้สีและรูปภาพในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด โดยสรุปเป็นค่า Precision, Recall และ Accuracy ของโมเดล

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Treenuntharath et al. (2024) สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้สูงอายุในการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยพัฒนาเว็บเซมานติกด้วยออนโทโลยีและการกรองเนื้อหาเพื่อสนับสนุนการวางแผนการท่องเที่ยว ผลการวิจัยพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่เดินทางเพื่อพักผ่อน แต่มีปัญหาด้านร่างกายและทักษะเทคโนโลยี เว็บเซมานติกแนะนำการท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมี F-measure เท่ากับ 94.7% และความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับสูง Putra et al. (2024) พัฒนาระบบแนะนำเสื้อที่อบอุ่นด้วยระบบสนทนา (CRS) ที่ผสานการกรองออนโทโลยีกับการกรองร่วมมือ (CF) เพื่อช่วยผู้ใช้เลือกเสื้อที่อบอุ่นตามความต้องการและข้อมูลจากผู้ใช้ที่คล้ายกัน ระบบนี้มีความถูกต้องในการแนะนำถึง 93.33% ทำให้ผู้ใช้เลือกเสื้อที่อบอุ่นได้ง่ายและมั่นใจมากขึ้น และ Lambrix et al. (2024) เสนอทฤษฎีวัสดุออกแบบ (Materials Design Ontology) เพื่อรวมและจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูลวัสดุที่หลากหลาย โดยใช้วิธีการจากแบบจำลองหัวข้อ ผลการวิจัยแสดงการประยุกต์ใช้ระบบในการรวมข้อมูลวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์โอท็อป สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

- 3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 กลุ่มเป้าหมาย
- 3.4 ตัวแปรที่ศึกษา
- 3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ สามารถระบุวิธีการดำเนินงานวิจัยได้อย่างสอดคล้อง ดังนี้

3.1.1 การสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

สำรวจพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคจำนวน 384 คน ที่สุ่มเลือกแบบสะดวก เพื่อรวบรวมความคิดเห็นต่อบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยการสำรวจด้วยแบบสอบถามที่เน้นรวบรวมข้อมูลรูปลักษณะ สี วัสดุ ขนาด และคำอธิบาย/โฆษณา ที่ผู้บริโภคต้องการให้ปรากฏบนบรรจุภัณฑ์ จากนั้นทำการสังเคราะห์ความรู้จากทฤษฎีการใช้สีและองค์ประกอบการออกแบบ รวมถึงวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ของการออกแบบที่ทำให้บรรจุภัณฑ์ดูน่าสนใจ โดยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและการสังเคราะห์จะถูกนำมาสร้างฐานความรู้เชิงความหมายในรูปแบบออนโทโลยี ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสี องค์ประกอบการออกแบบ และความชอบของผู้บริโภค ด้วยโปรแกรม Protégé

3.1.2 การพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

การพัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยีใน Python ประกอบด้วยขั้นตอนการดึงคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์จากออนโทโลยีผ่าน SPARQL และการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คนเพื่อคำนวณค่าน้ำหนักในชุดข้อมูล เพื่อแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จากนั้นจะมีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ PHP, HTML, CSS, jQuery, และ Ajax เชื่อมต่อกับอัลกอริทึมผ่าน RESTful API โดยใช้ Flask ซึ่งจะรวมฟังก์ชันการ Login การแนะนำการใช้สีและการตกแต่งภาพ รวมถึงเครื่องมือสำหรับตกแต่งสี ข้อความ และวัตถุในบรรจุภัณฑ์ และ

แสดงผลการแนะนำรูปแบบบรรจุกัณฑ์ 3-5 อันดับ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกบรรจุกัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3 การประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมและความพึงพอใจผู้ใช้

3.1.3.1 ประเมินประสิทธิภาพของความถูกต้องในการแนะนำรูปแบบบรรจุกัณฑ์แต่ละอันดับ จากอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น เพื่อเทียบวัดกับการแนะนำ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวนทั้งหมด 3 คน โดยจะวัดผลด้วยค่าความแม่นยำ (Accuracy) ดังสมการที่ 1

$$\text{Accuracy} = (\text{ค่าที่แนะนำถูก} / \text{ค่าที่แนะนำทั้งหมด}) \times 100 \quad (1)$$

3.1.3.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ 30 คน และวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

3.2.1 แบบสอบถามสำรวจพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภค

ใช้แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้บริโภคจำนวน 384 คน (สุ่มเลือกแบบสะดวก) โดยเน้นการสำรวจความคิดเห็นต่อบรรจุกัณฑ์ในเรื่องรูปลักษณ์ สี วัสดุ ขนาด และคำอธิบาย/โฆษณา เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เช่น โปรแกรมสถิติ SPSS หรือ Excel เพื่อรวบรวมและจัดการข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

3.2.2 โปรแกรม Protégé สำหรับการสร้างออนโทโลยี

ใช้โปรแกรม Protégé เพื่อสร้างฐานความรู้เชิงความหมาย (Semantic Knowledge Base) โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการออกแบบ (สี วัสดุ ขนาด ฯลฯ) และความชอบของผู้บริโภค ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและการสังเคราะห์ทฤษฎีจะถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างโครงสร้างออนโทโลยีในระบบ

3.2.3 การพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชัน

การเขียนอัลกอริทึมแนะนำเชิงเนื้อหาโดยใช้ Python สำหรับการประมวลผลข้อมูลจากออนโทโลยีผ่านการใช้ SPARQL เพื่อดึงคุณลักษณะของบรรจุกัณฑ์ และการคำนวณค่าน้ำหนักของลักษณะต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ

3.2.4 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

โดยใช้ PHP, HTML, CSS, jQuery, และ Ajax พร้อมเชื่อมต่ออัลกอริทึมผ่าน RESTful API ด้วย Flask เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบและได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับบรรจุกัณฑ์ที่เหมาะสม ใช้เครื่องมือ Flask สำหรับสร้าง API เชื่อมโยงระหว่างระบบหน้าเว็บและอัลกอริทึม

3.2.5 การประเมินประสิทธิภาพอัลกอริทึมและความพึงพอใจของผู้ใช้

การใช้วิธีการประเมินความถูกต้อง (Accuracy) ของอัลกอริทึม โดยใช้ข้อมูลการเปรียบเทียบกับ การแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้โดยใช้ ค่าเฉลี่ยและค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่าง

3.3 กลุ่มเป้าหมาย

3.3.1 ผู้บริโภค จำนวน 384 คน ที่สุ่มเลือกแบบสะดวก โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์หรือ ความสนใจในผลิตภัณฑ์มะขามแปรรูป เพื่อสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (รูปลักษณ์ สี วัสดุ ขนาด และคำอธิบาย/โฆษณา) ที่พวกเขาต้องการให้ปรากฏบนบรรจุภัณฑ์

3.3.2 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์หรือการ ใช้สี ซึ่งจะช่วยในการให้คำแนะนำนักความสำคัญขององค์ประกอบการออกแบบที่ได้รับจากข้อมูลออนไลน์ โทโลยี เพื่อใช้ในการพัฒนาอัลกอริทึม

3.3.3 กลุ่มผู้ใช้ จำนวน 30 คน ที่จะทดสอบระบบแนะนำบรรจุภัณฑ์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยกลุ่มนี้จะใช้ระบบและให้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจและประสบการณ์ในการใช้งาน

3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

3.4.1 ตัวแปรต้น คือ ความคิดเห็นและพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคเกี่ยวกับ องค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์ (รูปลักษณ์ สี วัสดุ ขนาด และคำอธิบาย/โฆษณา) คุณลักษณะของบรรจุ ภัณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ออนไลน์ และคำแนะนำนักความสำคัญขององค์ประกอบการออกแบบที่ ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ

3.4.2 ตัวแปรตาม คือ ความถูกต้องของคำแนะนำ (Accuracy) ในการเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ เหมาะสมตามความชอบของผู้บริโภค และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อ ระบบแนะนำบรรจุภัณฑ์

3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ ดังนี้:

3.5.1 การสร้างแบบสอบถามสำหรับสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภค

กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม และออกแบบเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความชอบ ของผู้บริโภคในด้านต่าง ๆ เช่น รูปลักษณ์ สี วัสดุ ขนาด และคำอธิบาย/โฆษณาของบรรจุภัณฑ์

3.5.2 การสร้างออนไลน์ด้วยโปรแกรม Protégé

นำข้อมูลจากแบบสอบถามและทฤษฎีการออกแบบ (เช่น การใช้สีและการเลือกวัสดุ) มาสังเคราะห์เพื่อตั้งคำถามและคุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์ เพื่อออกแบบ โครงสร้างออนไลน์ โดยใช้โปรแกรม Protégé ในการสร้างออนไลน์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ เช่น สี ขนาด วัสดุ และความชอบของผู้บริโภค และตรวจสอบ ความถูกต้องของโครงสร้างออนไลน์และปรับปรุงตามความเหมาะสม

3.5.3 การพัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำบรรจุภัณฑ์

ออกแบบอัลกอริทึมด้วย Python โดยใช้ SPARQL เพื่อดึงคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์จากออนโทโลยี และการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบจากผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมกับข้อมูลจริงเพื่อดูความแม่นยำของคำแนะนำและปรับปรุงการทำงาน

3.5.4 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ออกแบบหน้าเว็บโดยใช้ PHP, HTML, CSS, jQuery, และ Ajax ในการออกแบบและพัฒนาอินเทอร์เน็ตเพชให้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบและใช้งานได้อย่างสะดวก และเชื่อมต่อกับอัลกอริทึมผ่าน Flask: สร้าง RESTful API โดยใช้ Flask เพื่อเชื่อมต่อหน้าเว็บกับอัลกอริทึมแนะนำ และทดสอบระบบกับกลุ่มผู้ใช้เพื่อดูว่าฟังก์ชันการแนะนำและการตกแต่งบรรจุภัณฑ์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้มีความสำคัญเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปความชอบและความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป รวมถึงประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมแนะนำบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

3.6.1 ประเมินประสิทธิภาพของความถูกต้องในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์แต่ละอันได้จากอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น เพื่อเทียบวัดกับการแนะนำ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวนทั้งหมด 3 คน โดยจะวัดผลด้วยค่าความแม่นยำ (Accuracy) ดังสมการที่ 1

$$Accuracy = \left(\frac{\text{ค่าที่แนะนำถูก}}{\text{ค่าที่แนะนำทั้งหมด}} \right) \times 100 \quad (1)$$

3.6.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ 30 คน และวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปแปลผลโดยเทียบกับเกณฑ์ค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.50	หมายถึง	พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	พึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์โอท็อป สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และสรุปผลการวิจัย จำแนกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

4.2 ผลการพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้อัปโหลดแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

4.1 ผลการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป สรุปในแต่ละส่วนย่อย ได้ดังนี้

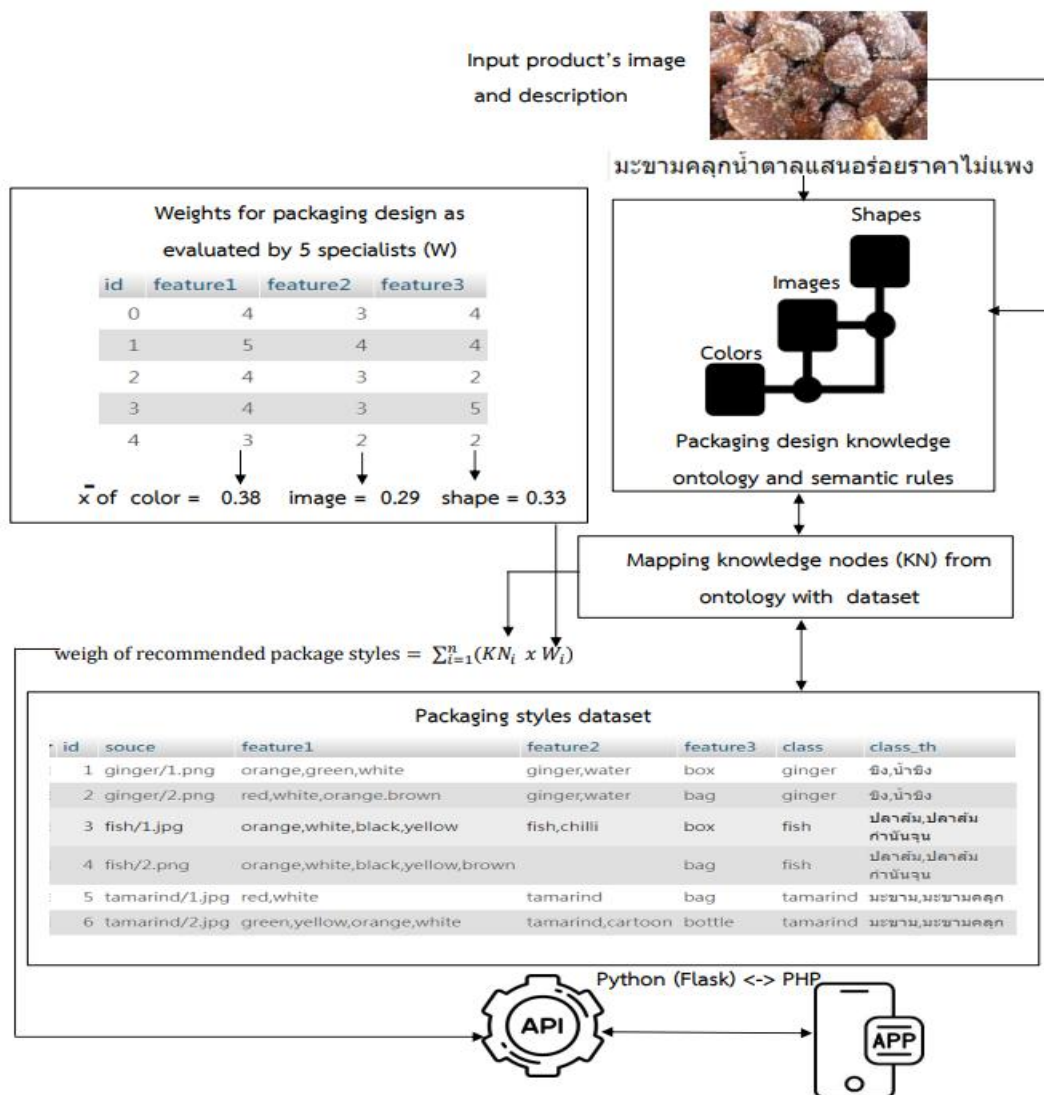
4.1.1 ก่อนการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีสำหรับการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป บทความนี้ได้สำรวจและวิเคราะห์พฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคจำนวน 384 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีสีสันสดใส รูปทรงกลม ภาพตกแต่งที่นิยมคือภาพผลไม้สดและภาพธรรมชาติ วัสดุที่ชอบใช้คือพลาสติก และผู้บริโภคให้ความสำคัญกับฟอนต์ที่อ่านง่าย เพื่อสื่อสารข้อความอย่างชัดเจน การใช้ภาพที่สื่อถึงผลิตภัณฑ์ช่วยเพิ่มความน่าสนใจ นอกจากนี้ การใช้สีตามหลักการออกแบบ เช่น การจับคู่สีและการสร้างสมดุลด้วยสีเข้มและอ่อน รวมถึงการแสดงข้อมูลที่สำคัญอย่างส่วนผสมและข้อมูลโภชนาการ ช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้นและเพิ่มความพึงพอใจในการเลือกซื้อ

4.1.2 โครงสร้างออนโทโลยีในการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป สามารถออกแบบได้ดังนี้

คำสั่ง SPARQL	คลาสความรู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งคำสั่ง SPARQL ได้ เข้าถึง	ผลลัพธ์ที่ได้จากการคิวรีด้วยคำสั่ง SPARQL
<pre>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) }</pre>		“มะขามคลุก” คือ “ถุง” “กล่อง”และ “ขวดโหล” ตัวอย่างผลลัพธ์ sugar cayenne pepper tamarind } แสดงรายการวัตถุดิบ bag box bottle } แสดงรูปแบบบรรจุภัณฑ์
<pre>SELECT ?bg WHERE { ?x rdfs:subClassOf ?y. ?a ?x ?b. ?b node:code_color ?bg FILTER(?a=node:%s) } 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) }</pre>	color, color_techniques, cooltone, warmtone, neutraltone	แสดงสีพื้นหลังที่เหมาะสมกับสีโดยรวม ของภาพสินค้า รวมทั้งแสดงสีในกลุ่ม เดียวกัน และสีจับคู่ ที่สามารถใช้ตกแต่ง บนบรรจุภัณฑ์ได้อย่างสวยงามและ เป็นไปตามหลักทฤษฎีสี ตัวอย่างผลลัพธ์  ภาพมะขาม มีสีเด่น คือ “สีน้ำตาล”  แสดงรายการสี ที่แนะนำเพื่อใช้ ตกแต่งร่วมกับ “สีน้ำตาล”

4.2 ผลการพัฒนาอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี ดังนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาอัลกอริทึมการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี Recommendation Ontology for packaging design : RecOnto_PackagingDesign)



รูปที่ 4-2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

ชุดโค้ดของอัลกอริทึมและเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี แสดงได้ดังนี้

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.	recommended_package_styles_3_orders = Ranking_weight(weigh of recommended package styles, 3)
9.	output= JSONFormat(recommended_package_styles_3_orders)

รูปที่ 4-3 ชุดโค้ดของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

จากรูปที่ 4-2 – 4.3 แสดงว่า อัลกอริทึมการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี (RecOnto_PackagingDesign) มีหลักการทำงานในแต่ละบรรทัด 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) เพื่อค้นหากฎเชิงความหมายตามสีที่ตรงจบบและคำที่ถูกตัดออกมาได้
5. คำนวณสูตรหาค่าเฉลี่ยของค่าน้ำหนักความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนสำหรับองค์ประกอบสี รูปภาพ และรูปร่าง
6. ฟังก์ชัน semantic_rule_searching ใช้ในการดึงข้อมูลเชิงความหมายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โดยการค้นหาสีและคำสำคัญที่เกี่ยวข้อง ผ่านการสอบถามข้อมูลด้วย SPARQL
7. วนลูปใน Packaging styles dataset เพื่อนำค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ ในองค์ประกอบสี รูปภาพ และรูปร่างที่ให้โดยผู้เชี่ยวชาญ คูณกับจำนวนคำสำคัญการออกแบบที่ดี ซึ่งแนะนำจากออนโทโลยี ทั้งนี้การประมวลผลด้วยวิธีนี้ จะเป็นการให้ค่าน้ำหนักมากที่สุดกับรายการตัวอย่างข้อมูลรูปแบบบรรจุภัณฑ์ ที่มีค่า (Values) ในคุณลักษณะ (Features) ตรง/สอดคล้องกับสินค้าที่นำเข้า (Input) มาจากการประมวลผลข้อ 1

8. ฟังก์ชัน `Ranking_weight` จะถูกเรียกใช้เพื่อจัดอันดับตัวอย่างในรูปแบบบรรจุภัณฑ์ใน `Packaging styles dataset` โดยจะเลือกเฉพาะ 3 รูปแบบที่มีคะแนนสูงสุด เพื่อการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้า

9. ข้อมูลใน `recommended_package_styles_3_orders` จะถูกแปลงเป็นรูปแบบ JSON ด้วยฟังก์ชัน `JSONFormat` ทำให้ข้อมูลสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข้ามภาษา Python กับ PHP ได้ โดยผลลัพธ์จะถูกเก็บในตัวแปร `output` เพื่อสามารถเรียกใช้งานได้บนแอปพลิเคชัน

4.2.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนไลน์ ดังนี้



รูปที่ 4-4 หน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชัน (AI Pack)

รูปที่ 4-4 เว็บแอปพลิเคชัน AI Pack เป็นเครื่องมือช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้าของตนเองได้ง่ายขึ้น โดยผู้ใช้งานจะเริ่มด้วยการป้อนข้อมูลสินค้าต่างๆ เช่น ชื่อ ประเภท รายละเอียด และอาจอัปโหลดภาพของสินค้า จากนั้นระบบ AI จะประมวลผลและนำเสนอตัวเลือกการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลาย ที่เหมาะสมกับรูปแบบของสินค้าที่จะนำมาบรรจุ



รูปที่ 4-5 หน้าจอแสดงผลการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

รูปที่ 4-5 แอปพลิเคชันจะรับข้อมูลรูปภาพ และคำอธิบายของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาสีที่เด่นในภาพผลิตภัณฑ์ และสกัดคำสำคัญจากคำอธิบายผลิตภัณฑ์ เพื่อค้นหาลักษณะประกอบสี รูปภาพ และรูปร่าง เพื่อจัดอันดับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุด เพื่อการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสินค้า โดยจะแสดงผลลัพธ์จากการแนะนำบนแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกสบาย

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และความพึงพอใจผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

4.3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign

คุณลักษณะของสินค้าที่ใช้ทดสอบ	องค์ประกอบบนบรรจุภัณฑ์ ที่ผู้เชี่ยวชาญคาดหวังให้มี	ร้อยละความถูกต้องในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)		
 ประเภทสินค้า : มะขามคูลูก สีเด่นของสินค้า : สีสน้ำตาล	- บรรจุภัณฑ์รูปแบบขวดโหลแบบถุง และแบบซอง - สีแตกต่างบนบรรจุภัณฑ์ สามารถใช้สีชมพู, เขียว, แดง, ส้ม และโทนสีตรงข้าม หรือ	อันดับ 1	100%	อันดับที่ 1 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ = 2.14
		อันดับ 2	100%	อันดับที่ 2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ = 1.85

คุณลักษณะของสินค้า ที่ใช้ทดสอบ	องค์ประกอบบน บรรจุภัณฑ์ ที่ผู้เชี่ยวชาญ คาดหวังให้มี	ร้อยละความถูกต้องในการแนะนำ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความ คิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)		
คำอธิบาย : มะขามคลุก น้ำตาลแสนอร่อยราคาไม่แพง	โทนสีใกล้เคียงกับสีเด่นของ สินค้า - รูปภาพที่ใช้ตกแต่ง เช่น รูป มะขาม ผงน้ำตาล และ พริกป่น เป็นต้น	อันดับ 3	100%	อันดับที่ 2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =1.38 
เฉลี่ยรวม			100%	
 ประเภทสินค้า : มะขาม แช่อิ่ม สีเด่นของสินค้า : สีส้ม คำอธิบาย : มะขามแช่อิ่ม หวานฉ่ำ รสชาติเปรี้ยวอม หวาน	- บรรจุภัณฑ์รูปแบบขวดโหล และแบบถุง - สีตกแต่งบรรจุภัณฑ์ สามารถใช้สีขาว, เขียว, แดง, น้ำเงิน และโทนสีตรงข้าม หรือ โทนสีใกล้เคียงกับสีเด่นของ สินค้า - รูปภาพที่ใช้ตกแต่ง เช่น รูป มะขาม, พริก, เกลือ, น้ำตาล, และน้ำผึ้ง เป็นต้น	อันดับ 1	100%	อันดับที่ 1 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =1.14 
		อันดับ 2	100%	อันดับที่ 2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =1.09 
		อันดับ 3	100%	อันดับที่ 3 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =1.05 
เฉลี่ยรวม			100%	
 ประเภทสินค้า : มะขาม กวน สีเด่นของสินค้า : สีส้ม คำอธิบาย : มะขามกวน หวานละมุน กลมกล่อมทุกคำ เนื้อนุ่ม หอมหวาน รสชาติ เข้มข้นจากมะขามแท้ ๆ	- บรรจุภัณฑ์รูปแบบขวดโหล แบบถุง และกล่อง - สีตกแต่งบรรจุภัณฑ์ สามารถใช้สีขาว, เขียว, แดง, น้ำเงิน และโทนสีตรงข้าม หรือ โทนสีใกล้เคียงกับสีเด่นของ สินค้า - รูปภาพที่ใช้ตกแต่ง เช่น รูป มะขาม, มะพร้าว, ผึ้ง เป็นต้น	อันดับ 1	33.3%	อันดับที่ 1 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =1.76 
		อันดับ 2	33.3%	อันดับที่ 2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =1.38 
		อันดับ 3	100%	อันดับที่ 3 คำนวณน้ำหนักความสำคัญ =0.71 
เฉลี่ยรวม			55.53%	
เฉลี่ยร้อยละความถูกต้องในการแนะนำในภาพรวม			85.18%	

จากตารางที่ 4-2 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 เปลี่ยนเป็น อันดับ 1

4.3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ จำนวน 30 คน ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

รายการประเมิน	ความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันฯ		แปลผล	อันดับ
	$\bar{x}$	S.D.		
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	

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.52, S.D.=0.646) หากพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถเรียงลำดับข้อที่ผู้ใช้พึงพอใจค่าเฉลี่ยสูงสุดถึงต่ำสุด ได้แก่ 1) ความพึงพอใจต่อการนำไปใช้งาน 2) ความแม่นยำในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ 3) ความง่ายในการใช้งาน 4) ความรวดเร็วในการประมวลผล และ 5) การออกแบบหน้าจอ

บทที่ 5

สรุปผล และอภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์โอท็อป สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงความหมาย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

รายงานการวิจัยนี้นำเสนอการสร้างความรู้เชิงความหมายด้วยออนโทโลยีเพื่อแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ซึ่งสำรวจพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภคจำนวน 384 คน ผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีสีสัน รูปทรงกลม วัสดุพลาสติก ภาพตกแต่งที่นิยมคือภาพผลไม้สดและภาพธรรมชาติ รวมถึงฟอนต์ที่อ่านง่าย การใช้สีที่เหมาะสมและการแสดงข้อมูลสำคัญช่วยเพิ่มโอกาสในการตัดสินใจซื้อได้มากขึ้น

โครงสร้างออนโทโลยีสำหรับแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วย 26 คลาส แบ่งเป็น 3 ลำดับชั้น โดยมีคลาสสำคัญ เช่น คลาสสี คลาสรูปร่าง คลาสวัสดุ และคลาสลูกค้า การคิวรีข้อมูลในออนโทโลยีสามารถทำได้ด้วยภาษา SPARQL เพื่อดึงข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

การพัฒนาอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign มีขั้นตอนการทำงานที่ครอบคลุมการตรวจสอบสีจากภาพสินค้า ตัดคำสำคัญจากคำอธิบายสินค้า และใช้กฎเชิงความหมายเพื่อค้นหาการจับคู่สี รูปร่าง และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จากนั้นทำการจัดอันดับบรรจุภัณฑ์และแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบ JSON เพื่อให้แอปพลิเคชันเว็บ AI Pack สามารถแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมให้แก่ผู้ใช้งานได้

การประเมินอัลกอริทึม RecOnto_PackagingDesign แสดงให้เห็นว่าความแม่นยำโดยเฉลี่ยในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 85.18% โดยมะขามคลุกและมะขามแช่อิ่มมีความแม่นยำ 100% ในขณะที่มะขามกวนมีความแม่นยำ 55.53% ซึ่งเป็นผลจากความเห็นที่ต่างกันของผู้เชี่ยวชาญ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการสำรวจความชอบของผู้บริโภค และการศึกษาทบทวนเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาสร้างออนโทโลยีในการออกแบบบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ประกอบด้วย 26 คลาส แบ่งออกเป็น 3 ลำดับชั้น ซึ่งแต่ละคลาสถูกออกแบบเพื่อให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ อาทิ คลาสสี คลาสรูปร่างบรรจุภัณฑ์ คลาสลูกค้า คลาสวัสดุดิบ และคลาสรูปลักษณะสินค้า เป็นต้น โดยฐานความรู้ที่มีโครงสร้างองค์ประกอบที่ครบถ้วน จะสนับสนุนการแก้ปัญหาประดิษฐ์สำหรับการประมวลผลข้อมูลภาพอัตโนมัติ และช่วยแยกคุณสมบัติที่สำคัญของบรรจุภัณฑ์ออกมา เช่น วัสดุ โครงสร้าง สี ข้อความ ฯลฯ ซึ่งทำให้การออกแบบและปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Wang and Zhang, 2024) ในส่วนการเข้าถึงองค์ความรู้เชิงความหมายเพื่อแนะนำการตกแต่งบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป ได้ใช้ภาษา SPARQL ในการคิวรี ซึ่ง

ช่วยให้สามารถรวมข้อมูลจากหลายแหล่งที่แตกต่างกัน ซึ่ง SPARQL เรียกค้นและจัดการข้อมูลในรูปแบบ RDF โดยช่วยให้สามารถค้นหาข้อมูลที่ซับซ้อนและหลากหลายได้ผ่านการจับคู่รูปแบบกราฟในออนโทโลยี ส่งผลให้การใช้เหตุผลเชิงความหมายและการเรียกค้นข้อมูลมีความแม่นยำ (Gallina et al., 2024) อัลกอริธึม RecOnto_PackagingDesign ที่พัฒนาขึ้น มีจุดเด่นที่สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพผลิตภัณฑ์และคำอธิบาย โดยใช้เทคนิคการตรวจจับสีเพื่อระบุคุณลักษณะสำคัญ ซึ่งช่วยให้คำแนะนำบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมและดึงดูดความสนใจ ผู้ใช้งานสามารถรับข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างรวดเร็วและเชื่อถือได้ ผ่านการค้นหาความสัมพันธ์เชิงความหมาย และมีความแตกต่างจาก อัลกอริธึมการแนะนำด้วย Content-Based Filtering ที่มักอิงจากข้อมูลพื้นฐาน เช่น คำอธิบายของผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว โดยไม่พิจารณาความสัมพันธ์เชิงลึกและไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลภาพหรือสีได้โดยตรง และข้อดีของอัลกอริธึม RecOnto_PackagingDesign คือ การใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในการคำนวณคะแนนและการจัดอันดับ ทำให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น รวมถึงสามารถปรับตัวตามข้อมูลใหม่ ๆ และความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้ในหลายมิติ ดังนี้

5.3.1.1 ผลการวิจัยนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายมากขึ้น ผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลความชอบของผู้บริโภคในด้านสี รูปร่าง วัสดุ และลักษณะการตกแต่ง ไปใช้ปรับปรุงและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป หรือสินค้าอื่น ๆ ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของตลาด

5.3.1.2 อัลกอริธึมการแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยใช้เทคนิคการแนะนำเชิงเนื้อหาบนออนโทโลยี สามารถนำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันสำหรับอุตสาหกรรมการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ในเชิงพาณิชย์ ช่วยผู้ประกอบการและนักออกแบบในการเลือกใช้สี วัสดุ และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.1.3 ผลการวิจัยและออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสอนและฝึกอบรมด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบอุตสาหกรรม การตลาด และวิศวกรรมการผลิต ช่วยให้นักเรียนและนักศึกษาเข้าใจการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

5.3.1.4 ผู้ผลิตสินค้าประเภทอื่น ๆ สามารถนำอัลกอริธึมและแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ต้องการความสวยงามและประสิทธิภาพในการนำเสนอสินค้าผ่านบรรจุภัณฑ์

5.3.1.5 ผู้ประกอบการในชุมชนและธุรกิจขนาดเล็กสามารถใช้เครื่องมือแนะนำการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อช่วยลดต้นทุนในการจ้างนักออกแบบมืออาชีพ และยังสามารถสร้างสรรค์บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพเหมาะสมกับสินค้าของตนเอง

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรพัฒนาฐานข้อมูลรูปแบบบรรจุภัณฑ์ให้หลากหลายและมีการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรองรับการแนะนำที่เหมาะสมกับเทรนด์การออกแบบใหม่ ๆ และลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

5.3.2.2 ควรพัฒนาอินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่ายและตอบสนองได้รวดเร็ว โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์ของผู้ใช้ เพื่อเพิ่มความพึงพอใจและการใช้งาน

5.3.2.3 ควรมีการพัฒนาฟังก์ชันเพื่อรองรับกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลาย เช่น ผู้ผลิตนักออกแบบ และผู้บริโภค เพื่อให้การแนะนำมีความหลากหลายและตอบโจทย์ความต้องการที่แตกต่างกัน และการนำอัลกอริธึม RecOnto_PackagingDesign มาทำงานบนคลาวด์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

บรรณานุกรม

- 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 International Conference on Software and Software Reuse (pp. 92-102). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Jenipa Khong Im. (2024). The appearance of packaging that affects the consumption behavior of dried fruit products among youth in Nonthaburi Province. *Journal of Management Science and Perspectives*, 26(2) May-August 2024.
- Lambrix, P., Armiento, R., Li, H., Hartig, O., Abd Nikooie Pour, M., & Li, Y. (2024). The materials design ontology. *Semantic Web*, (Preprint), 1-35.
- Lambrix, P., Armiento, R., Li, H., Hartig, O., Abd Nikooie Pour, M., & Li, Y. (2024). The materials design ontology. *Semantic Web*, (Preprint), 1-35.
- 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.
- Redfield Expertise. (2023). Content-based filtering and how does it work?. Retrieved from <https://redfield.ai/content-based-recommendation>.
- Tan, H., Kebede, R., Moscati, A., & Johansson, P. (2024). Semantic Interoperability using Ontologies and Standards for Building Product Properties. In 12th Linked Data in Architecture and Construction Workshop, Bochum, Germany, June 13-14, 2024 (pp. 23-35). CEUR-WS.
- Treenuntharath, T., Nithiyuwit, 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. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 16(1), 211-228.
- Tecuci, G. (2016). Knowledge engineering: Building cognitive assistants for evidence-based reasoning. In *Knowledge Engineering* (pp. 174-201). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316388464.007>.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Thakoon Anusorn, Panit Kun, & Sutthi Sini Thirathamson. (2023). Factors influencing the Purchasing decisions of tamarind products from roadside tamarind shops in Phetchabun Province. *Lampang Rajabhat University Journal*, 12(1), 1-11.
- Wang, Y., & Zhang, S. (2024). Optimization of Emotional Experience in Interactive Packaging Design using Artificial Intelligence.
- Zhang, M. (2024). Innovative Application and Effect Evaluation of CAD and Deep Learning in Brand Packaging Design.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามสำรวจพฤติกรรมความชอบของผู้บริโภค

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ:

- ชาย
- หญิง
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

2. อายุ:

- ต่ำกว่า 18 ปี
- 18-24 ปี
- 25-34 ปี
- 35-44 ปี
- 45-54 ปี
- 55 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา:

- ต่ำกว่ามัธยม
- มัธยมศึกษา
- ปริญญาตรี
- ปริญญาโท
- ปริญญาเอก

4. อาชีพ:

- นักเรียน/นักศึกษา
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐ
- พนักงานบริษัท
- ธุรกิจส่วนตัว
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

ส่วนที่ 2: ความคิดเห็นต่อบรรจุภัณฑ์

1. คุณคิดว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปลักษณ์ที่ดีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของคุณมากน้อยเพียงใด?

- มากที่สุด
- มาก
- ปานกลาง
- น้อย
- น้อยที่สุด

2. สีของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อความชอบในการเลือกซื้อของคุณหรือไม่?

- มีผลมาก

- มีผล
 - ไม่มีผล
3. คุณมีความชอบใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ประเภทใด?
- พลาสติก
 - กระดาษ
 - แก้ว
 - โลหะ
 - อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
4. ขนาดของบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญต่อการเลือกซื้อของคุณหรือไม่?
- มีความสำคัญมาก
 - มีความสำคัญ
 - ไม่สำคัญ
5. คำอธิบายหรือโฆษณาบนบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของคุณมากน้อยเพียงใด?
- มากที่สุด
 - มาก
 - ปานกลาง
 - น้อย
 - น้อยที่สุด

ส่วนที่ 3: ความคิดเห็นเพิ่มเติม

- คุณมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์หรือไม่? _____

ภาคผนวก ข
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำการออกแบบ
บรรจุภัณฑ์มะขามแปรรูป

โปรดให้คะแนนแต่ละรายการตามความพึงพอใจของคุณ โดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้:

- 1 = ไม่พอใจเลย
- 2 = พอใจน้อย
- 3 = ปานกลาง
- 4 = พอใจ
- 5 = พอใจมาก

รายการประเมิน	คะแนน (1-5)
1. ความง่ายในการใช้งาน	
2. ความรวดเร็วในการประมวลผล	
3. ความแม่นยำในการแนะนำรูปแบบบรรจุภัณฑ์	
4. การออกแบบหน้าจอ	
5. ความพึงพอใจต่อการนำไปใช้งาน	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวธัญนาภรณ์ นิธิยุวิทย์
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตร
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 4552 E-mail thinaphan@pcru.ac.th
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
วิทยาลัยครูเพชรบุรี
วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
บูรณาการเทคโนโลยีออนไลน์เพื่อแนะนำแหล่งท่องเที่ยว อ.เขาค้อ
จ.เพชรบูรณ์, 2562
ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติอำเภอเขาค้อ ด้วยหลักการ
ออนไลน์, 2562
การส่งเสริม 6 ของที่ระลึกต้องซื้อในจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี
เสมือนจริง, 2561
บูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว แคมเปญ
678 ของจังหวัดเพชรบูรณ์, 2561
การจัดการข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วม
ของชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์, 2561
การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการใช้งานระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2560
วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน-กำไรจากการปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการ
ส่งออกไปยังจีนกับเวียดนาม, 2558
บูรณาการความรู้มะม่วงน้ำดอกไม้ในเขตพื้นที่ตำบลดงมูลเหล็กเพื่อ
ส่งเสริมการส่งออก, 2558
การศึกษาสภาพความต้องการการใช้งานการเรียนผ่านเครือข่าย
โทรศัพท์เคลื่อนที่ (m - Learning) สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยเพชรบูรณ์, 2556

การพัฒนาระบบเพิ่มสมรรถานบุคลากรอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2554
ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการ
วิเคราะห์และออกแบบระบบของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2553
ระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหาร, 2552

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์, 2555

การพัฒนาระบบที่ปรึกษาออนไลน์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์, 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
และอัลกอริทึม ด้วยสื่อบทเรียนออนไลน์ (E-Learning) ของ
นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์, 2553

การพัฒนาระบบประเมินผู้สอนออนไลน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์,
2553

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางยุภา คำตะพล
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
 โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 4503 E-mail yupa.k@pcru.ac.th
6. ประวัติการศึกษา
 วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
 คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางการเกษตรอำเภอเขาชัยด้วยหลักการ
 ออนไลน์, 2562
 บูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว แคมเปญ
 678 ของจังหวัดเพชรบูรณ์, 2561
 การส่งเสริม 6 ของที่ระลึกต้องซื้อในจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี
 เสมือนจริง, 2561
 การส่งเสริมการท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง,
 2561
 ระบบบริหารจัดการการฝึกอบรมออนไลน์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏเพชรบูรณ์, 2559
 การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อำเภอเขาชัย จังหวัดเพชรบูรณ์,
 2558
 การพัฒนาสารสนเทศมะม่วงน้ำดอกไม้, 2558
 บูรณาการความรู้มะม่วงน้ำดอกไม้ในเขตพื้นที่ตำบลงมูลเหล็กเพื่อ
 ส่งเสริมการส่งออก, 2558
 ระบบบริหารจัดการการฝึกอบรมออนไลน์ กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
 และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2556

การพัฒนาระบบที่ปรึกษาออนไลน์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัย

ราชภัฏเพชรบูรณ์, 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างข้อมูล ด้วยสื่อบทเรียน
ออนไลน์ (E-Learning) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์, 2553