

ระบบการจัดการครัวตึกคิทเชนด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล
CLOUD KITCHEN MANAGEMENT SYSTEM WITH DATA ANALYTICS



โดย
นางสาวฐิตาพร ศรีสำราญ
นางสาวณิศรรา จันทวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการจัดการครัวดิจิทัลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล
CLOUD KITCHEN MANAGEMENT SYSTEM WITH DATA ANALYTICS

นางสาวฐิตาพร
นางสาวณิศวรา

โดย
ศรีสำราญ
จันทวงศ์

61010269
61010371

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. อัครพล ตีรรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบการจัดการคลาวด์คิทเชนด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล

CLOUD KITCHEN MANAGEMENT SYSTEM WITH DATA ANALYTICS

ผู้จัดทำ

- นางสาวจิตาพร ศรีสำราญ 61010269
- นางสาวณิศรรา จันทวงศ์ 61010371

อัครพล ตริรัตน์
(ผศ. อัครพล ตริรัตน์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงการเรื่อง “ระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผศ. อัครพล ตรีรัตน์ และ ผศ.ดร.ศรวัฒน์ ชิวปรีชา ที่กรุณาให้คำแนะนำสั่งสอน และแนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการนี้ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดทำโครงการ ขอขอบพระคุณท่านในความห่วงใยและความหวังดีที่ให้แก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน อาทิ เช่น บิดา มารดา และเพื่อนนักศึกษา ที่คอยสนับสนุน แนะนำช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอมา จนกระทั่งโครงการนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวฐิตาพร ศรีสำราญ
นางสาวณิศรรา จันทวงศ์
ผู้จัดทำ

ระบบการจัดการครัวดิจิทัลเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล
CLOUD KITCHEN MANAGEMENT SYSTEM WITH DATA
ANALYTICS

โดย นางสาวฐิตาพร ศรีสำราญ 61010269
นางสาวณิศรรา จันทวงศ์ 61010371

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. อัครพล ตริรัตน์

บทคัดย่อ

ปัญญานิพนธ์นี้ต้องการออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการครัวดิจิทัลเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการครัวดิจิทัลเช่น ร้านอาหารและลูกค้าที่ใช้บริการ โดยระบบสามารถให้บริการได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ บริการสำหรับร้านอาหารที่ต้องการใช้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลเพียงอย่างเดียว และบริการสำหรับครัวดิจิทัลเช่น ระบบประกอบด้วย แอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าที่ใช้ในการสมัครสมาชิกและสั่งอาหาร, เว็บไซต์สำหรับร้านอาหารที่ใช้ในการขายอาหาร แกะไขรายการอาหารภายในร้านได้และสามารถแสดงรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งซื้อทั้งหมดมาจากแอปพลิเคชันและจากหน้าร้าน นอกจากนี้ยังสามารถแสดงข้อมูลที่ได้จากอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล, เว็บไซต์สำหรับระบบครัวดิจิทัลเช่นสำหรับผู้ดูแลระบบ ซึ่งอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การหาความสัมพันธ์ของสินค้า การจัดกลุ่มลูกค้า ระบบแนะนำสินค้า และระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านควรซื้อในแต่ละครั้ง

ABSTRACT

This project proposes the design and development of a cloud kitchen management system with data analytics to facilitate the Cloud kitchen owners, restaurant owners and customers using this system. The system provides 2 types of

services, the first services for restaurants which use the data analytics only and the other services for cloud kitchen. In our designed system, mobile application is designed for customer to register membership and order food from menu. We designed a website for restaurant owner which has a capability of selling food, editing food lists, displaying food order from both mobile application and storefront. Moreover, a website can display the data analytic results. We also designed a Cloud kitchen website for administration purpose and for data analytic algorithm including product relationship rule, customer segmentation, recommending system and stock prediction



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	IX
สารบัญตาราง	XXIII
บทที่ 1	บทนำ
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
1.2	วัตถุประสงค์
1.3	ขอบเขตของโครงการ
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง
2.1	คลาวด์คิทเชน (CLOUD KITCHEN)
2.2	แอปพลิเคชัน (APPLICATION)
2.3	เว็บไซต์ (WEBSITE)
2.3.1	NODE.JS และ EXPRESS
2.3.2	REST และ RESTFUL API
2.3.3	REACT
2.3.4	การเข้ารหัสข้อมูลด้วย JWT
2.4	ฐานข้อมูล
2.4.1	ฐานข้อมูล
2.4.2	ภาษา SQL
2.5	กฎความสัมพันธ์ (ASSOCIATION RULE)
2.5.1	คำศัพท์ที่ใช้สำหรับกฎความสัมพันธ์
2.5.2	ตัววัดประสิทธิภาพ
2.5.3	ตัวอย่างการหากฎความสัมพันธ์ของสินค้า

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.4 APRIORI ALGORITHM	18
2.6 การแบ่งกลุ่มลูกค้า (CUSTOMER SEGMENTATION)	18
2.6.1 RFM ANALYSIS	19
2.6.2 K-MEANS	19
2.6.3 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มโดยใช้ K-MEANS	22
2.6.4 ELBOW METHOD	27
2.7 ระบบแนะนำสินค้า (RECOMMENDATION SYSTEM)	29
2.7.1 COSINE SIMILARITY	29
2.7.2 ตัวอย่างการคำนวณความคล้ายคลึงโดยใช้ COSINE SIMILARITY	30
2.8 โครงข่ายประสาทเทียม (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS)	31
2.8.1 แบบจำลองของเซลล์ประสาท	32
2.8.2 โครงข่ายประสาทเทียมในทศนะของคอมพิวเตอร์	34
2.8.3 หลักการทำงาน	34
2.8.4 โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น	35
2.8.5 ขั้นตอนการทำงาน	39
2.8.6 ACTIVATION FUNCTION	42
2.8.7 LOSS FUNCTION	44
2.8.8 OPTIMIZATION ALGORITHM	45
2.8.9 DATA NORMALIZATION	48
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	50
3.1 การออกแบบ	50
3.1.1 การออกแบบระบบ	50
3.1.2 การออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูล	51
3.1.3 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับการหาความสัมพันธ์ของสินค้า	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.4 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับการแบ่งกลุ่มลูกค้า	58
3.1.5 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับระบบแนะนำสินค้า	62
3.1.6 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง	65
3.1.7 การออกแบบระบบต้นแบบ	71
3.1.8 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	79
3.1.9 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร	92
3.1.10 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับระบบคลาวด์คิทเชน	114
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	123
3.2.1 โปรแกรม VISUAL STUDIO CODE	123
3.2.2 โปรแกรม XCODE	123
3.2.3 โปรแกรม ANDROID STUDIO	123
3.2.4 โปรแกรม XAMPP	123
3.2.5 โปรแกรม NAVICAT	123
3.2.6 โปรแกรม POSTMAN	123
3.2.7 JUPYTER NOTEBOOK	123
3.2.8 ภาษา PYTHON	123
3.2.9 ภาษา SQL	123
3.2.10 NODE.JS	124
3.2.11 ภาษา HTML	124
3.2.12 ภาษา CSS	124
3.2.13 REACT	124
3.2.14 MIRO	124
3.2.15 APPSHEET	124
3.2.16 HEROKU	124
3.2.17 PINGDOM WEBSITE SPEED TEST	124

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	125
3.3.1 การทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบ	125
3.3.2 การทดสอบระบบคลาวด์คิทเซ็นด้วย PLATFORM ที่ออกแบบเอง	125
3.3.3 การทดสอบการทำงานของระบบการหาความสัมพันธ์ของรายการอาหาร	126
3.3.4 การทดสอบการทำงานของระบบแบ่งกลุ่มลูกค้า	126
3.3.5 การทดสอบการทำงานของระบบแนะนำสินค้า	126
3.3.6 การทดสอบการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง	126
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	127
4.1 การทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบ	127
4.1.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งาน	127
4.1.2 การทดสอบการแก้ไขรายการอาหารของร้านอาหาร	131
4.1.3 การทดสอบการสั่งอาหาร	133
4.1.4 การทดสอบระบบวิเคราะห์ข้อมูล	138
4.2 การทดสอบระบบคลาวด์คิทเซ็นด้วย PLATFORM ที่ออกแบบเอง	142
4.2.1 การทดสอบแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า	142
4.2.2 การทดสอบเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร	153
4.2.3 การทดสอบเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเซ็น	190
4.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บไซต์ในการรับส่งข้อมูล	203
4.3 การทดสอบการทำงานของระบบการหาความสัมพันธ์ของรายการอาหาร	209
4.4 การทดสอบการทำงานของระบบแบ่งกลุ่มลูกค้า	214
4.5 การทดสอบการทำงานของระบบแนะนำสินค้า	219
4.6 การทดสอบการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง	222

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	229
5.1 สรุปผล	229
5.2 ข้อเสนอแนะ	229
บรรณานุกรม	231
ภาคผนวก การเขียนโปรแกรมและข้อมูลทั้งหมด	236



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตารางเปรียบเทียบร้านอาหารทั่วไปกับคลาวด์คิทเชน	4
2.2 คลาวด์คิทเชนในประเทศไทย LINE MAN KITCHEN	5
2.3 ตัวอย่างร้านอาหารที่อยู่ในคลาวด์คิทเชน	5
2.4 คลาวด์คิทเชน A-ROIHUB	6
2.5 การสื่อสารระหว่าง CLIENT และ WEB SERVER	9
2.6 การสื่อสารภายในระหว่าง WEB SERVICE	11
2.7 แนวคิด MVC	12
2.8 ตัวอย่างการคำนวณหาค่า SUPPORT	16
2.9 การกำหนดจุดศูนย์กลางของข้อมูล (CENTROID)	20
2.10 คำนวณหาระยะห่างระหว่างข้อมูลกับ CENTROID	21
2.11 จัดกลุ่มข้อมูล	21
2.12 ปรับตำแหน่ง CENTROID	22
2.13 ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการจัดกลุ่ม	23
2.14 แสดงตำแหน่งของ CENTROID	23
2.15 แสดงตำแหน่งของ CENTROID ใหม่ในการทำรอบที่ 1	24
2.16 แสดงตำแหน่งของ CENTROID ใหม่ในการทำรอบที่ 2	25
2.17 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ K-MEANS	26
2.18 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการนำมาทำการจัดกลุ่มโดยใช้ K-MEANS	27
2.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า WSS กับจำนวนกลุ่ม	28
2.20 การแบ่งข้อมูลโดยใช้ K-MEANS โดยกำหนดให้ค่า $K = 3$	28
2.21 แสดงเวกเตอร์ของผลไม้ทั้ง 3 ชนิด	30
2.22 ความสัมพันธ์ของระบบประสาททั้ง 4 ส่วน (MUAREEN CANDILL, 1989)	33
2.23 การทำงานของเซลล์ประสาทเทียม (DAVE ANDERSON AND GEORGE MACNEILL, 1992)	35
2.24 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม (CHESTER, M., 1993)	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.25 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ FEED FORWARD BACK-PROPAGATION (DAVE ANDERSON AND GEORGE MACNEILL, 1992)	37
2.26 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (WINSTON, PATRICK HENRY 1992 : 443-469)	38
2.27 โครงสร้างการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม	39
2.28 SIGMOID FUNCTION	43
2.29 RELU FUNCTION	43
2.30 ตัวอย่างค่า MSE LOSS และ MSLE LOSS (1)	45
2.31 ตัวอย่างค่า MSE LOSS และ MSLE LOSS (2)	45
3.1 แผนภาพของระบบที่ใช้ในปริญญานิพนธ์	50
3.2 NETWORK DIAGRAM	51
3.3 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลลูกค้า	52
3.4 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลร้านอาหาร	52
3.5 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลร้านอาหาร (RESTAURANT)	53
3.6 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลวัตถุดิบ (INGREDIENTS)	53
3.7 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลพนักงานในร้าน (CHEFS)	53
3.8 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลรายการอาหาร (MENU)	54
3.9 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลการคงเหลือและการเติมวัตถุดิบ (STOCK)	54
3.10 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลการแนะนำรายการอาหาร (RECOMMEND)	54
3.11 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลคำสั่งซื้ออาหาร (TRANSACTION)	55
3.12 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลประเภทของอาหาร (TYPE)	55
3.13 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเช่น	55
3.14 แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับการหาความสัมพันธ์ของสินค้า	56
3.15 ตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการจัดรูปแบบ	57
3.16 คำสั่งโปรแกรมการแทนค่า NAN ด้วย 0	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.17	แสดงการวัดประสิทธิภาพของการหาฏการความสัมพันธ์ของสินค้า 58
3.18	แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับการแบ่งกลุ่มลูกค้า 59
3.19	ตัวอย่างข้อมูลจากฐานข้อมูลในตาราง TRANSACTION 60
3.20	ตัวอย่างข้อมูลจากฐานข้อมูลในตาราง CUSTOMER 60
3.21	ผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม โดยใช้ K-MEANS เมื่อข้อมูลอินพุต คือ จำนวนเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละครั้ง และ ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน 61
3.22	ผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม โดยใช้ K-MEANS เมื่อใช้ข้อมูลตาม ทฤษฎี RFM MODEL 62
3.23	แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับระบบแนะนำสินค้า 62
3.24	แสดงการกำหนดอัตลักษณ์ของเกี่ยวชำทอด 63
3.25	ลักษณะของแต่ละรายการอาหาร 63
3.26	เปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึงกันของเกี่ยวข้องกับรายการอาหารอื่น 64
3.27	แผนภาพการทำงานโดยรวมของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบ 65
3.28	ขั้นตอนการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบ 66
3.29	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล TRANSACTION 67
3.30	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการแบ่งช่วงเวลา 67
3.31	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล MENU 68
3.32	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล STOCK 68
3.33	ข้อมูล PRE-PROCESSING 69
3.34	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการทำ DATA NORMALIZATION 69
3.35	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับ NEURAL NETWORK MODEL 70
3.36	คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการบันทึกฐานข้อมูล STOCK 71
3.37	หน้าสั่งอาหาร 72
3.38	หน้าเลือกหมวดรายการอาหาร 72
3.39	หน้าเลือกรายการอาหาร 73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.40 ตัวอย่างการสั่งอาหาร	73
3.41 หน้ารายการสั่ง	74
3.42 หน้า DATA ANALYTICS	74
3.43 หน้าสมัครสมาชิก	75
3.44 หน้าแสดงประวัติในการบันทึกวัตถุดิบ	76
3.45 หน้าบันทึกวัตถุดิบ	76
3.46 หน้าแสดงรายละเอียดในการบันทึกวัตถุดิบ	77
3.47 หน้าแก้ไขรายการอาหาร	77
3.48 หน้าแสดงรายชื่ออาหาร	78
3.49 หน้าแก้ไขรายการอาหาร	78
3.50 หน้าเพิ่มรายการอาหาร	79
3.51 แผนภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน	80
3.52 หน้าแสดงรายชื่อร้านอาหาร	81
3.53 หน้าต่างแสดงรายการ	81
3.54 หน้าลงทะเบียน	82
3.55 หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบ	82
3.56 หน้าลงชื่อเข้าใช้	83
3.57 หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านผิด	83
3.58 หน้าแรกเมื่อลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ	84
3.59 หน้าต่างสำหรับเลือกรายการอื่น ๆ	84
3.60 หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัว	85
3.61 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	85
3.62 หน้าแสดงรายการอาหาร	86
3.63 หน้าต่างแสดงรายละเอียดรายการอาหาร	86
3.64 หน้าตะกร้ารายการสั่ง	87

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.65 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหาร	87
3.66 หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส	88
3.67 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการขออนุญาตสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส	88
3.68 หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	89
3.69 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการขออนุญาตสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	89
3.70 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการหาค่าสถิติจุดและลองจิจูด	90
3.71 หน้าต่างยืนยันการสั่งอาหาร	90
3.72 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหารที่สั่ง	91
3.73 แลปหน้าต่าง	91
3.74 หน้า HISTORY	92
3.75 หน้า HISTORY ในกรณีที่ไม่มีประวัติการสั่งอาหาร	92
3.76 UX/UI ของเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร	93
3.77 หน้าลงชื่อเข้าใช้	94
3.78 หน้าลงทะเบียน	94
3.79 หน้าเพิ่มรายการอาหาร	95
3.80 แลปเมนูแสดงฟังก์ชันต่าง ๆ	95
3.81 หน้า MANUAL ORDER	97
3.82 ตัวอย่างการสั่งอาหาร	97
3.83 หน้า ORDER	98
3.84 หน้าแก้ไขรายการสั่ง	98
3.85 หน้า DASHBOARD (1)	99
3.86 หน้า DASHBOARD (2)	100
3.87 หน้า DASHBOARD (3)	100

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.88 หน้า DASHBOARD (4)	101
3.89 หน้า TRANSACTIONS	102
3.90 หน้าบันทึกการเติมวัตถุดิบ	103
3.91 การทำนายวัตถุดิบ	103
3.92 หน้าแสดงผลพัธจากอัลกอริธึมการหาความสัมพันธ์ของสินค้า	104
3.93 ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ของสินค้า เมื่อกำหนดช่วงวันที่ 6-12 กุมภาพันธ์ 2565 ค่า MIN SUPPORT เท่ากับ 0.01 และ MIN CONFIDENT เท่ากับ 0.8	105
3.94 หน้าฟังก์ชันการแบ่งกลุ่มลูกค้า	106
3.95 ตัวอย่างการเลือก FEATURE คือ ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร กับ อายุของลูกค้า	106
3.96 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ FEATURE คือ ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร กับ อายุของลูกค้า	107
3.97 การตั้งค่าเพื่อแบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM MODEL	108
3.98 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM MODEL	108
3.99 หน้าแสดงผลพัธจากอัลกอริธึมระบบแนะนำสินค้า	109
3.100 หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหาร	110
3.101 หน้าแก้ไขข้อมูลร้านอาหาร	110
3.102 หน้าแสดงรายการอาหาร	111
3.103 หน้าแก้ไขรายการอาหาร	111
3.104 หน้าบันทึกรายการวัตถุดิบภายในร้าน	112
3.105 หน้าแก้ไขรายการวัตถุดิบภายในร้าน	112
3.106 หน้าแสดงข้อมูลพ่อครัวในร้านอาหาร	113
3.107 หน้าแก้ไขข้อมูลพ่อครัวในร้านอาหาร	113
3.108 หน้าลงชื่อเข้าใช้	114

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.109	หน้าลงทะเบียนผู้ใช้งาน 115
3.110	แถบเมนูแสดงฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์ 115
3.111	หน้า DASHBOARD 116
3.112	หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหารที่อยู่ภายในคลาวด์คิทเชน 117
3.113	หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร 117
3.114	หน้าแสดงข้อมูลประวัติการสั่งอาหารของลูกค้าภายในร้านอาหาร 118
3.115	หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหาร 118
3.116	หน้าแสดงข้อมูลรายการอาหารภายในร้าน 119
3.117	หน้าแสดงข้อมูลเซฟหรือพนักงานภายในร้าน 119
3.118	หน้าแสดงข้อมูลคลาวด์คิทเชน 120
3.119	หน้าแสดงการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน 120
3.120	หน้าแสดงข้อมูลของร้านอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในคลาวด์คิทเชน 121
3.121	หน้าแสดงการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเชน 121
3.122	หน้าแสดงการเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเชน 122
3.123	หน้าแสดงการค้นหาข้อมูลร้านอาหารจากเบอร์โทรศัพท์ของร้าน 122
4.1	หน้าลงชื่อเข้าใช้ 127
4.2	หน้าแรกของระบบ 128
4.3	หน้าอื่นในระบบ 128
4.4	หน้าสมัครสมาชิก 129
4.5	ฐานข้อมูลสำหรับการสมัครสมาชิก 129
4.6	หน้าบันทึกวัดฤติบ 130
4.7	หน้าเพิ่มรายการวัดฤติบที่ซื้อในแต่ละวัน 130
4.8	ตัวอย่างการบันทึกวัดฤติบ 131
4.9	หน้าประวัติการบันทึกวัดฤติบ 131
4.10	ตัวอย่างการเพิ่มรายการอาหาร 132

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11	ฐานข้อมูลสำหรับบันทึกรายการอาหาร132
4.12	หน้าแสดงรายการอาหาร133
4.13	ตัวอย่างการแก้ไขรายการอาหาร133
4.14	หน้าแรกของการสั่งอาหาร134
4.15	หน้าเลือกหมวดอาหาร135
4.16	หน้าเลือกรายการอาหาร135
4.17	หน้าแสดงรายละเอียดรายการอาหารที่สั่ง136
4.18	หน้าสั่งอาหาร136
4.19	หน้าสั่งอาหารเมื่อลูกค้าชำระเงิน137
4.20	หน้ารายการสั่ง137
4.21	หน้ารายละเอียดรายการสั่ง138
4.22	หน้า DATA ANALYTICS139
4.23	ข้อมูลยอดขาย139
4.24	ข้อมูลรายการที่ขายได้ (1)140
4.25	ข้อมูลรายการที่ขายได้ (2)140
4.26	ตัวอย่างการแสดงผลเมนูที่มักซื้อร่วมกัน141
4.27	ตัวอย่างการแสดงผลการจัดกลุ่มลูกค้า141
4.28	ตัวอย่างการแสดงผลรายการแนะนำ141
4.29	หน้าแสดงรายชื่อร้านอาหาร142
4.30	หน้าต่างแสดงรายการ143
4.31	หน้าลงทะเบียน143
4.32	หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบ144
4.33	ฐานข้อมูลสำหรับบันทึกข้อมูลของลูกค้า144
4.34	หน้าลงชื่อเข้าใช้145
4.35	หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านผิด145

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.36 หน้าแรกเมื่อลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ	146
4.37 หน้าต่างสำหรับเลือกรายการอื่นๆ	146
4.38 หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัว	147
4.39 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	147
4.40 หน้าแสดงรายการอาหาร	148
4.41 หน้าต่างแสดงรายละเอียดรายการอาหาร	148
4.42 หน้าตะกร้ารายการสั่ง	149
4.43 หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่ง	149
4.44 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหาร	150
4.45 หน้าต่างยืนยันการสั่งอาหาร	150
4.46 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหารที่สั่ง	151
4.47 หน้าต่างสำหรับเลือกรายการอื่นๆ	151
4.48 หน้า HISTORY	152
4.49 HISTORY ในกรณีที่ไม่มีประวัติการสั่งอาหาร	152
4.50 หน้าเว็บสำหรับการ LOGIN ของร้านอาหาร	153
4.51 หน้าเว็บแสดงตัวอย่างการสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ของร้านอาหาร	154
4.52 หน้าเว็บแสดงตัวอย่างสำหรับการสร้างรายการอาหารในร้าน	154
4.53 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้	155
4.54 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลรายการอาหาร	155
4.55 หน้าการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้าหลังการลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ	155
4.56 หน้าเว็บแสดงหน้ารายการอาหารทั้งหมดของร้านอาหาร (1)	156
4.57 หน้าเว็บแสดงหน้ารายการอาหารทั้งหมดของร้านอาหาร (2)	157
4.58 หน้าการแก้ไขรายการอาหาร	157
4.59 การเพิ่มรายการอาหารใหม่	158
4.60 การแก้ไขรายการอาหารที่มีอยู่เดิม	159

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.61	ฐานข้อมูลแสดงตัวอย่างข้อมูลในตาราง MENU ที่ถูกแก้ไข
4.62	ฐานข้อมูลแสดงตัวอย่างข้อมูลในตาราง RECOMMEND
4.63	หน้าสำหรับการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้า
4.64	ตัวอย่างการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารผ่านทางหน้าเว็บไซต์
4.65	หน้าแสดงรายการสั่งอาหารของลูกค้าทั้งหมด
4.66	ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งอาหารในตาราง TRANSACTION เมื่อลูกค้ายังไม่ชำระเงิน
4.67	หน้าการแก้ไขรายการสั่ง
4.68	ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งที่ถูกแก้ไข
4.69	การยกเลิกรายการสั่งของลูกค้า
4.70	ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งหลังจากการลบรายการสั่งอาหารของลูกค้า
4.71	การกดปุ่ม CHECK BILL เมื่อลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้ว
4.72	ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งอาหารที่ลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้ว
4.73	หน้าแสดงประวัติการสั่งอาหารของลูกค้า
4.74	หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (1)
4.75	หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (2)
4.76	หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (3)
4.77	หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (4)
4.78	หน้าการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของสินค้า
4.79	การปรับค่า MIN CONFIDENT เท่ากับ 0.8 และ MIN SUPPORT เท่ากับ 0.017
4.80	ผลลัพธ์ของการหากฎความสัมพันธ์ทั้งหมดที่มีค่า SUPPORT มากกว่า 0.8 และ CONFIDENT มากกว่า 0.017
4.81	หน้าแสดงการแบ่งกลุ่มลูกค้า
4.82	การแบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM MODEL

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.83 การแบ่งกลุ่มโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน	172
4.84 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ	172
4.85 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร	173
4.86 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับอายุของลูกค้า	173
4.87 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับเพศของลูกค้า	174
4.88 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ	174
4.89 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร	175
4.90 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับอายุของลูกค้า	175
4.91 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับเพศของลูกค้า	176
4.92 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร	176
4.93 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับอายุของลูกค้า	177
4.94 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับเพศของลูกค้า	177
4.95 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับอายุของลูกค้า	178
4.96 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับเพศของลูกค้า	178
4.97 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้อายุของลูกค้าเพศของลูกค้า	179
4.98 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM MODEL	179
4.99 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน	180

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.100 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้ง กับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ	180
4.101 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้ง กับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร	181
4.102 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้ง กับอายุของลูกค้า	181
4.103 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้ง กับเพศของลูกค้า	182
4.104 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับวันที่ ลูกค้ามาใช้บริการ	182
4.105 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับ ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร	183
4.106 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับอายุ ของลูกค้า	183
4.107 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับเพศ ของลูกค้า	184
4.108 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับระยะทาง ที่ลูกค้าสั่งอาหาร	184
4.109 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับอายุของลูกค้า	185
4.110 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับเพศของลูกค้า	185
4.111 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับอายุ ของลูกค้า	186
4.112 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับเพศ ของลูกค้า	186
4.113 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้อายุของลูกค้าเพศของลูกค้า	187

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.114	หน้าแสดงผลลัพธ์การแนะนำรายการอาหารแต่ละรายการ187
4.115	หน้า STOCK188
4.116	การกรอกข้อมูลการเติมวัตถุดิบเพื่อการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ต้องเติมเพิ่ม189
4.117	ฐานข้อมูลแสดงตารางการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบ189
4.118	ฐานข้อมูลแสดงตารางการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบหลังจากการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ต้องเติมเพิ่มด้วยโครงข่ายประสาทเทียม189
4.119	ผลลัพธ์ของการทำนายวัตถุดิบด้วยโครงข่ายประสาทเทียม190
4.120	หน้าเว็บสำหรับการ LOGIN ของร้านผู้ดูแลคลาวด์คิทเชน191
4.121	หน้าเว็บแสดงตัวอย่างการสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ของผู้ดูแลคลาวด์คิทเชน191
4.122	ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้ของผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเชน192
4.123	หน้าการแสดงผลภาพรวมของร้านอาหารทั้งหมดที่อยู่ในคลาวด์คิทเชนหลังการลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ192
4.124	หน้าแสดงข้อมูลของผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเชน193
4.125	หน้าการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน193
4.126	ฐานข้อมูลแสดงการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน194
4.127	หน้าการเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเชน194
4.128	ตัวอย่างการค้นหาร้านอาหารจากเบอร์โทรศัพท์ของร้าน195
4.129	แถบเมนูแสดงรายชื่อร้านอาหารที่อยู่ในระบบคลาวด์คิทเชน195
4.130	หน้าข้อมูลร้านอาหารทั้งหมดที่อยู่ในคลาวด์คิทเชน196
4.131	หน้าการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเชน197
4.132	ตัวอย่างแสดงการลบร้านอาหาร RESTAURANT1 ออกจากคลาวด์คิทเชน197
4.133	หน้า DASHBOARD ของเว็บไซต์สำหรับผู้ดูแลระบบ198
4.134	หน้า DASHBOARD ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน (1)199
4.135	หน้า DASHBOARD ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน (2)199
4.136	หน้า DASHBOARD ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน (3)200

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.137 หน้า DASHBOARD ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน (4)	200
4.138 หน้า TRANSACTION ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน	201
4.139 หน้าแสดงข้อมูลของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน	201
4.140 หน้าแสดงข้อมูลรายการอาหารของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน	202
4.141 หน้าแสดงข้อมูลเซฟของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน	202
4.142 ผลลัพธ์ของการทดสอบการโหลดหน้าการลงชื่อเข้าใช้ของเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร	203
4.143 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลรายการอาหารที่ถูกคำสั่งของร้าน KIMUKATSU	209
4.144 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบการหาความสัมพันธ์	210
4.145 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลลูกค้าของร้าน KIMUKATSU (1)	215
4.146 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลการทำรายการของลูกค้า 1 คน ของร้าน KIMUKATSU (2)	215
4.147 แสดงข้อมูล RFM ของลูกค้าที่ยังไม่ผ่านการ PRE-PROCESSING	216
4.148 แสดงข้อมูล RFM ของลูกค้าที่ผ่านการ PRE-PROCESSING	216
4.149 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 2 กลุ่ม	217
4.150 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม	217
4.151 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 4 กลุ่ม	218
4.152 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ ELBOW METHOD	218
4.153 การสร้างเวกเตอร์อัตลักษณ์ของรายการอาหารแต่ละชนิดจากคุณสมบัติ 15 คุณสมบัติ	220
4.154 ข้อมูลรายการอาหารที่ขายได้จากหน้าเว็บไซต์ร้าน KIMUKATSU	223
4.155 บันทึกข้อมูลรายการอาหารที่ขายได้	223
4.156 ข้อมูลวัตถุดิบคงคลังจากหน้าเว็บไซต์ร้าน KIMUKATSU	224
4.157 บันทึกข้อมูลปริมาณวัตถุดิบ	224

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 และกลุ่มของข้อมูลที่ถูกจัด	24
2.2 แสดงระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 และกลุ่มของข้อมูลที่ถูกจัดในรอบที่ 2	25
2.3 แสดงระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 และกลุ่มของข้อมูลที่ถูกจัดในรอบที่ 3	26
2.4 แสดง KEYWORD ของเครื่องดื่มแต่ละชนิด	30
4.1 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารแต่ละหน้า	204
4.2 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นแต่ละหน้า	205
4.3 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารแต่ละหน้าเมื่อมี ผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน	207
4.4 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นแต่ละหน้าเมื่อมี ผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน	208
4.5 ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์เป็นรายสัปดาห์ของเดือนมกราคม 2564	211
4.6 ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์เป็นรายสัปดาห์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564	212
4.7 ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564	213
4.8 ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายสัปดาห์ของเดือนมกราคม 2564	213
4.9 ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายสัปดาห์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564	213
4.10 ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2564	214
4.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า	219
4.12 ผลลัพธ์ของระบบแนะนำสินค้า (1)	220
4.13 ผลลัพธ์ของระบบแนะนำสินค้า (2)	221
4.14 ผลลัพธ์ของระบบแนะนำสินค้า (3)	222
4.15 สรุปชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบกุ้ง	225
4.16 สรุปชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบน้องติดสะโพกไก่	225
4.17 สรุปชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบสันในไก่	225
4.18 สรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุดิบกุ้ง	225

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.19 สรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุบับน่องติดสะโพกไก่	226
4.20 สรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุบับสันในไก่	226
4.21 ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า LOSS ของวัตถุบับกึ่ง	226
4.22 ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า LOSS ของวัตถุบับน่องติดสะโพกไก่	226
4.23 ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า LOSS ของวัตถุบับสันในไก่	227
4.24 ค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบับกึ่ง (หน่วย : ชิ้น)	227
4.25 ค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบับน่องติดสะโพก (หน่วย : กิโลกรัม)	227
4.26 ค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบับสันในไก่ (หน่วย : กิโลกรัม)	227

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการนี้มีแรงบันดาลใจจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้ธุรกิจร้านอาหารจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการมาเป็นแบบจัดส่ง ซึ่งการที่ร้านอาหารแต่ละร้านมีพื้นที่ในการใช้ครัวร่วมกันจะทำให้ร้านอาหารมีค่าใช้จ่ายลดลงเพราะไม่จำเป็นต้องมีหน้าร้าน และสามารถขยายสาขาได้ง่ายขึ้น โดยรูปแบบการรวมครัวของแต่ละร้านมาอยู่ในพื้นที่เดียวกันเรียกว่า คลาวด์คิทเช่น ข้อดีคือ สามารถอำนวยความสะดวกให้ทั้งร้านอาหารและลูกค้าที่สามารถสั่งอาหารจากหลาย ๆ ร้านได้ภายในครั้งเดียว ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบคลาวด์คิทเช่นสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต่าง ๆ ทำให้เกิดข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อทั้งร้านอาหารและเจ้าของคลาวด์คิทเช่นซึ่งนำไปปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ทางการตลาดได้ ทำให้ธุรกิจเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นเรื่องที่ปริญญานิพนธ์นี้ให้ความสนใจ

ผู้จัดทำได้มีโอกาสร่วมพูดคุยกับผู้ประกอบการธุรกิจคลาวด์คิทเช่น A-roiHub และผู้ประกอบการธุรกิจร้านอาหาร ครัวดาร์งค์ และ ร้าน Naps garden cafe เพื่อทำความเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและความต้องการของร้านอาหารในการพัฒนาการทำธุรกิจ พบว่า ทั้งผู้ประกอบการธุรกิจคลาวด์คิทเช่นและธุรกิจร้านอาหารมีการใช้ระบบ POS (Point of Sale) ซึ่งเป็นช่วยสำหรับการบริหารจัดการร้านค้าในการบันทึกข้อมูลธุรกรรมต่าง ๆ การพิมพ์ใบเสร็จ และการแสดงข้อมูลการขาย เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้มีการนำไปวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ แต่หากข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาวิเคราะห์ก็จะช่วยให้ผู้ประกอบการธุรกิจเข้าใจพฤติกรรมของลูกค้า สามารถคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และช่วยรับมือกับปัญหาในอนาคตได้ เป็นต้น ซึ่งผลลัพธ์จะนำไปสู่การเจริญเติบโตทางธุรกิจในอนาคต ทำให้เกิดเป็นปริญญานิพนธ์นี้ขึ้นมา และได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากเจ้าของธุรกิจคลาวด์คิทเช่น เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากอัลกอริธึมต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำพัฒนาขึ้นมา

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาเว็บไซต์และแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส สำหรับระบบ Cloud kitchen
- 2) เพื่อศึกษาและพัฒนาฐานข้อมูล
- 3) เพื่อศึกษาและพัฒนาการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์ในการประกอบธุรกิจด้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการคลาวด์คิทเช่น ร้านอาหาร และผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้ต้องการออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล โดยระบบแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ คือ 1. แอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าที่ใช้ในการสั่งอาหาร 2. ฐานข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลลูกค้า รายการอาหาร และผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบ 3. เว็บไซต์สำหรับร้านอาหารที่ใช้ในการแก้ไขรายการอาหารภายในร้าน แสดงรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งซื้อ และแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล 4. อัลกอริธึมในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 4 อัลกอริธึม ได้แก่ 1. การหาความสัมพันธ์ของสินค้า 2. การจัดกลุ่มลูกค้า 3. ระบบแนะนำสินค้า 4. ระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านควรซื้อในแต่ละครั้ง และ 5. เว็บไซต์ระบบคลาวด์คิทเช่นสำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อดูผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลของร้านอาหารต่าง ๆ ภายในระบบคลาวด์คิทเช่น

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 คลาวด์คิทเชน (Cloud Kitchen)

คลาวด์คิทเชน คือธุรกิจร้านอาหารรูปแบบใหม่ เป็นการที่ร้านอาหารต่าง ๆ มาใช้ครัวร่วมกันในการทำอาหาร สำหรับการขายอาหารนั้นจะเน้นการขายในรูปแบบออนไลน์ แต่ลูกค้าก็สามารถสั่งอาหารผ่านหน้าร้านได้ เพียงแต่ไม่มีบริการพื้นที่นั่งรับประทาน ซึ่งมีหลักการคือร้านอาหารแต่ละร้านส่งพ่อครัวมาที่คลาวด์คิทเชน โดยคลาวด์คิทเชนจะเตรียมห้องครัวและอุปกรณ์ไว้ให้บริการ เตรียมวัตถุดิบในปริมาณตามยอดการสั่งซื้อเฉลี่ยจากฐานข้อมูล และผู้ประกอบการคลาวด์คิทเชนได้รายได้จากส่วนแบ่งของยอดขาย ทำให้ร้านอาหารมีหลายสาขามากยิ่งขึ้น สะดวกทั้งผู้บริโภคที่สามารถหาซื้ออาหารได้ง่ายขึ้น และร้านอาหารมีรายได้มากขึ้น ต้นทุนของร้านค่าถูกลงเนื่องจากไม่ต้องลงทุนกับสาขามากเช่นเดิม ทำให้ราคาของอาหารยังคงราคาให้ไม่สูงเกินไป ผู้ประกอบการคลาวด์คิทเชนสามารถจัดโปรโมชั่นได้กับทุกร้านอาหารที่อยู่ในระบบทำให้ดึงดูดผู้บริโภคและสร้างรายได้ได้มากขึ้น [1]

เนื่องด้วยปัญหาวิกฤติโควิด-19 ที่แพร่ระบาดอย่างหนักทั่วโลก ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดครั้งนี้ โดยเฉพาะมาตรการต่าง ๆ จากภาครัฐ ที่ไม่อนุญาตให้นั่งรับประทานอาหารที่ร้านได้ ต้องซื้อกลับบ้านเท่านั้น ทำให้ธุรกิจร้านอาหารและ Delivery กว่า 200% เมื่อร้านอาหารแต่ละร้านอยู่ในจุดที่ไม่สามารถให้บริการผ่านหน้าร้านได้อีกต่อไป ร้านที่เคยขายดี กลับขาดรายได้มหาศาลเพียงเพราะไม่เคยให้บริการผ่าน Online Delivery เรียกได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำลายสำหรับร้านอาหารเหล่านี้ เพราะหากยังคงให้บริการแบบเดิม ก็ต้องยอมรับกับรายได้ที่ลดลง เพราะผู้คนต่างก็หันไปใช้บริการทางออนไลน์กันมากขึ้น และแม้ว่าสถานการณ์ในประเทศไทยจะมีแนวโน้มที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามผู้บริโภคและร้านอาหารก็เห็นข้อดีของการให้บริการอาหารผ่านช่องทาง Delivery นำข้อมูลความต้องการในพื้นที่มาปรับใช้เพื่อสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ลดปัญหาเปิดร้านหรือขยายสาขาไปแล้วขายไม่ได้ ส่วนอาหารที่เป็นที่ต้องการกลับไม่มีหรือมีน้อย เป็นต้น และยังสามารถเติบโตมากขึ้นได้ในระยะยาว ด้านของผู้ให้บริการก็มีข้อมูลเพื่อการพัฒนามากขึ้น และมองว่าสามารถทำให้ธุรกิจ Delivery และร้านอาหารเติบโตขึ้นได้ด้วยคลาวด์คิทเชน [1] ในอีกมุมหนึ่งคลาวด์คิทเชนก็ยังเป็นเหมือนตัวทดลองสำหรับร้านอาหารที่อยากจะขยายสาขาได้ด้วยเช่นกัน เป็นการทดลองตลาดว่าผู้คนในพื้นที่นั้น ๆ มี

Feedback กับร้านอาหารอย่างไร หากมี Feedback ที่ดีอนาคตจะไปเปิดร้านที่มีโต๊ะมีที่นั่ง รับประทานก็เกิดขึ้นได้ แต่หาก Feedback ไม่เป็นไปตามคาดก็จะได้ไม่ทำให้เสียเวลาหรือเสียเงินทุนในการทำร้านในบริเวณที่ไม่มีความต้องการของลูกค้า [2] รูปตารางเปรียบเทียบร้านอาหารทั่วไปกับคลาวด์คิทเชน แสดงดังรูปที่ 2.1 สรุปได้ว่าคลาวด์คิทเชนมีความเสี่ยงต่ำ ลงทุนน้อย กำไรสูง ในขณะที่ร้านอาหารทั่วไปมีความเสี่ยงสูงและใช้เงินลงทุนสูง เนื่องจากพื้นที่ใช้งาน จำนวนพนักงาน ค่ามัดจำสถานที่ เวลาการขยายสาขา และระยะเวลาบริการส่งอาหารที่มากกว่า

เปรียบเทียบ	ร้านอาหารทั่วไป	คลาวด์คิทเชน
พื้นที่ใช้งาน	2,500 sq ft	230 sq ft
พนักงาน	15+	5
ค่ามัดจำสถานที่	\$ 500K	\$ 30K+
เวลาการขยายสาขา	12-18 months	2-4 weeks
ระยะเวลาบริการส่งอาหาร	35 min	25 min
สรุป	ความเสี่ยงสูง ใช้เงินลงทุนสูง	ความเสี่ยงต่ำ ลงทุนน้อย กำไรสูง

ตัวเลขประมาณการ โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของร้านอาหารจากกลุ่มตัวอย่าง
ที่มา : Wee MethaData - กรุงเทพธุรกิจ

รูปที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบร้านอาหารทั่วไปกับคลาวด์คิทเชน

ล่าสุดบริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) หรือ OR ได้ร่วมกับ LINE MAN เปิด LINE MAN Kitchen บนถนนเกษตร-นวมินทร์ ตั้งอยู่ในสถานีเติมน้ำมัน ปตท. สาขาหม้อ लग แสดงดังรูปที่ 2.2 และ 2.3 ซึ่งการเปิดให้บริการคลาวด์คิทเชนทำให้ OR ได้ประโยชน์จากค่าเช่าพื้นที่ และสามารถดึงดูดลูกค้าให้เข้ามาใช้บริการในสถานีเติมน้ำมัน ปตท. เพื่อซื้ออาหารแบบ Take a Way มากขึ้น ส่วนทาง LINE MAN ก็ได้ประโยชน์ในการดึงร้านอาหารจำนวนมากมาไว้ในที่เดียวกันทำให้ผู้บริโภคในพื้นที่ใกล้เคียงมีตัวเลือกในการซื้ออาหารมากขึ้น และ LINE MAN ก็มีรายได้จากการส่งอาหารมากขึ้นเช่นกัน [3]



รูปที่ 2.2 คลาวด์คิทเชนในประเทศไทย LINE MAN Kitchen



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างร้านอาหารที่อยู่ในคลาวด์คิทเชน

อีกหนึ่งตัวอย่างคลาวด์คิทเชน A-roihub แสดงดังรูปที่ 2.4 [4] ซึ่งเป็นคลาวด์คิทเชนที่ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลสำหรับการนำมาวิเคราะห์ด้วยอัลกอริธึมต่าง ๆ ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมา



รูปที่ 2.4 คลาวด์คิทเซ่น A-roihub

ข้อดีของคลาวด์คิทเซ่นมีดังนี้ [5]

1. ลดต้นทุนการตั้งร้าน ถ้าเป็นร้านอาหารทั่ว ๆ ไป การเปิดร้านต้องมีต้นทุนทั้งการออกแบบ ที่ตั้ง การตกแต่ง จนถึงการจัดพนักงานสำหรับต้อนรับหน้าร้าน ฯลฯ แต่สำหรับคลาวด์คิทเซ่น ร้านอาจเป็นพื้นที่ขนาดกะทัดรัดที่ทำครัวได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีพื้นที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ส่งอาหารต่าง ๆ เข้ามารับอาหารไปส่งได้ ไม่ต้องมีการตกแต่งเป็นพิเศษ เท่านั้น ก็เพียงพอ ลดต้นทุนค่าเช่าพื้นที่ การตกแต่งร้าน และการจ้างพนักงานหน้าร้านไปมาก
2. สามารถปรับเปลี่ยนเมนูอาหารได้ง่ายและบ่อยขึ้น ตามปกติการเพิ่มเมนูใหม่ ๆ ขึ้นมา จะต้องมีการทำเล่มเมนู แผ่นพับโปรโมชั่นหรือภาพติดป้ายตั้งโต๊ะให้ดึงดูดสายตาลูกค้า เมื่อทำร้านเป็นคลาวด์คิทเซ่นแล้ว หากยกเลิกเมนู หรือเพิ่มเมนูใด เพียงเข้าไปแก้ไขในเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน ทำให้สะดวกและตอบโจทย์แนวโน้มร้านอาหารรุ่นใหม่ที่มาเร็วไปเร็ว
3. สามารถขายได้พร้อมกันหลาย ๆ ช่องทาง เป็นโอกาสสำหรับผู้ประกอบการที่ไม่ได้มีที่ตั้งหรือทำเลที่ดี เมื่อทุกคนต้องอยู่บ้านมากขึ้น เช่น การทำงานที่บ้าน ทำเลที่มีคนอยู่อาศัย แต่ไม่ค่อยมีร้านอาหาร อาจเป็นโอกาสของคลาวด์คิทเซ่นเพียงมีพื้นที่ทำครัวที่เหมาะสม ก็สามารถเป็นผู้ประกอบการได้

4. เก็บข้อมูลนำมาวิเคราะห์ Insight ได้ ข้อดีของระบบออนไลน์ คือ เราสามารถเก็บข้อมูลทุกอย่างได้อย่างมีระบบระเบียบ ขณะที่ร้านอาหารแบบมีหน้าร้านมีข้อดีตรงที่ผู้ประกอบการร้านจะได้พบปะ สังเกตลูกค้า สร้างปฏิสัมพันธ์ แต่สำหรับคลาวด์คิดเช่นที่ใช้ระบบออนไลน์ผู้ประกอบการก็สามารถเก็บข้อมูลลูกค้าเพื่อหา Insight ได้เหมือนกัน และมีประสิทธิภาพมากกว่า

2.2 แอปพลิเคชัน (Application)

แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรม หรือชุดสั่ง ที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ เคลื่อนที่และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานตามคำสั่ง และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยแอปพลิเคชันจะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่าง ๆ [6]

แอนดรอยด์ คือ ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัทกูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลากราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ [7]

ไอโอเอส มีชื่อที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้จะใช้ชื่อว่า iPhone OS เป็นระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์พกพาของ Apple ที่ทำขึ้นเพื่อ สมาร์ทโฟน, แท็บเล็ต และ เครื่องฟังเพลง และอุปกรณ์อื่น ๆ โดยรูปแบบของ iOS คือเป็นระบบปฏิบัติการที่ครอบคลุมแอปพลิเคชัน การทำงานด้านต่าง ๆ สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันจาก App Store ของ Apple เพิ่มเติมได้ เป็นระบบปฏิบัติการปิดที่สามารถใช้งานได้เฉพาะอุปกรณ์ของ Apple เท่านั้น [8] โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน คือ Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ดจากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Open Source จึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น 1. การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ

ทั้งภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Dart 2. Themes 3. Debugger 4. Commands เป็นต้น [9]

Flutter ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน Flutter คือ SDK (Software Development Kit) สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือและเป็นโปรแกรมที่สามารถ Build ได้ทั้งไอโอเอสและแอนดรอยด์ได้ด้วยการเขียนเพียงครั้งเดียว โดยภาษาที่ใช้ในการเขียน Flutter ก็คือ ภาษา "Dart" ที่ซึ่งพัฒนาโดย Google เช่นเดียวกับตัวโปรแกรม และยังได้กล่าวถึงจุดเด่นของ Flutter ไว้ว่า

Fast Development การพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยการแสดงผลภายในไม่กี่นาทีและแก้ไขข้อบกพร่องได้อย่างเร็วขึ้น

Expressive and Flexible UI ที่แสดงออกและมีความยืดหยุ่น แสดง widget ที่สวยงามในตัว และสร้างการเคลื่อนไหวที่หลากหลาย

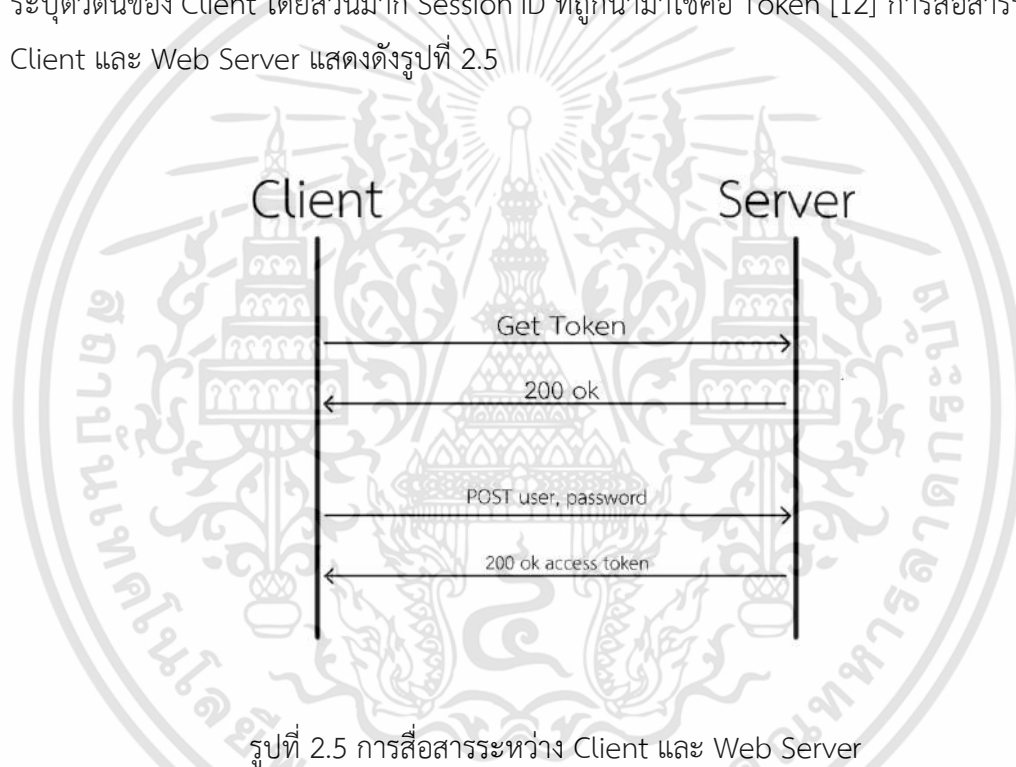
Native Performance ประสิทธิภาพ Widget ของ Flutter ได้รวมความแตกต่างของไอคอนและแบบอักษรมาสร้างประสิทธิภาพการทำงานแบบ native ได้อย่างเต็มรูปแบบทั้งบนไอโอเอสและแอนดรอยด์ [10]

2.3 เว็บไซต์ (Website)

เว็บไซต์ (Website) หมายถึง หน้าเว็บเพจที่จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต โดยมีหน้าเว็บเพจหลาย ๆ หน้าที่เกี่ยวข้องเข้ากับไฮเปอร์ลิงค์ เพื่อให้สามารถเปิดไปยังหน้าเพจต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดายและถูกจัดเก็บไว้ใน www. โดยเว็บไซต์มีทั้งแบบที่เปิดให้เข้าชมได้ฟรีและเว็บไซต์ที่ต้องสมัครสมาชิกและเสียค่าบริการจึงจะเข้าใช้งานเว็บได้ ซึ่งข้อมูลในเว็บไซต์มีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการนำเสนอของเจ้าของเว็บไซต์ การเรียกดูเว็บไซต์จะเรียกดูผ่านทางซอฟต์แวร์ในลักษณะของเบราว์เซอร์

เว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการท่องเว็บและมีการจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ด้วยภาษาเฉพาะ เช่น ภาษา HTML ซึ่งก็เปรียบเสมือนกับเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เรียกว่าเวิลด์ไวด์เว็บ นอกจากนี้ยังสามารถดูเอกสารในเว็บเบราว์เซอร์ได้ ไม่ว่าเว็บเหล่านั้นจะแสดงข้อมูลในลักษณะของภาพ ระบบมัลติมีเดีย ข้อความ ซึ่งในปัจจุบันเว็บเบราว์เซอร์ที่รองรับระบบ HTML 5 และสามารถอ่าน CSS 3 ได้อย่างสวยงาม [11]

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) เป็น Protocol ที่เว็บไซต์ใช้ในการสื่อสารระหว่าง Client และ Server ซึ่ง Client จะทำการส่ง Request ไปยัง Server เพื่อร้องขอข้อมูล และรอรับ Response จาก Server ซึ่ง HTTP เป็น Protocol ที่ไม่มีการจดจำสถานะ (Stateless) นั่นคือเมื่อทำการ Request จะเป็นการสร้าง Request ใหม่ทุกครั้งโดยไม่มีการจดจำข้อมูลใด ๆ จึงทำให้เกิดปัญหาคือ web server ต้อง Response ใหม่ถึงแม้ว่าจะเป็น Request เดิมก็ตาม ดังนั้นจึงมีการแก้ปัญหา ดังกล่าวโดยการทำให้ web server จดจำสถานะการทำงานหรือสถานะของ Client ได้โดยไม่ต้อง Request ใหม่ (Stateful) เรียกว่า Session ซึ่งจะมี Session ID สำหรับการระบุตัวตนของ Client โดยส่วนมาก Session ID ที่ถูกนำมาใช้คือ Token [12] การสื่อสารระหว่าง Client และ Web Server แสดงดังรูปที่ 2.5



2.3.1 Node.js และ Express

Node.js คือ แพลตฟอร์มที่ใช้ในการสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งใช้ภาษา JavaScript ในการพัฒนา โดย Node.js ถูกสร้างขึ้นในปี 2009 โดย Ryan Dahl ในรูปแบบของ open source [13]

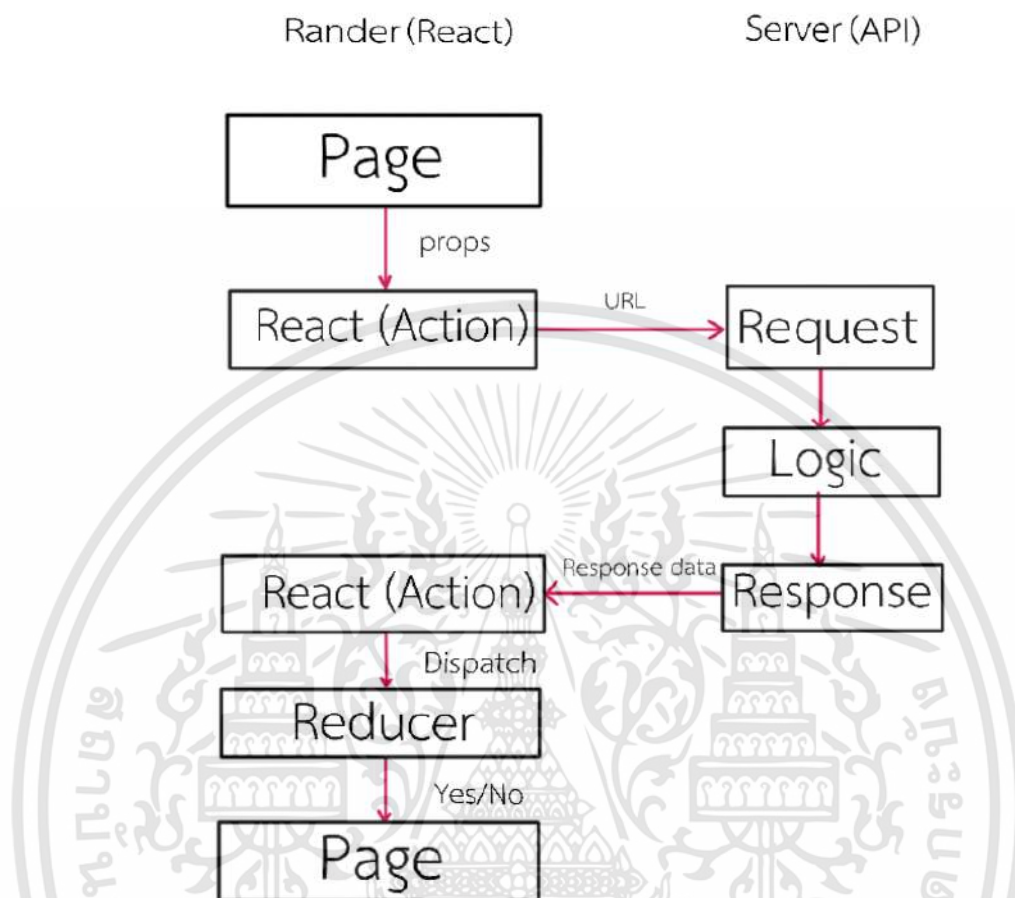
Express คือ framework ที่อยู่บน Node.js ใช้สำหรับการจัดการ web server เนื่องจากมีเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทำให้สะดวกในการเขียนเว็บเช่น middleware การทำ routing การจัดการ request และ response [13]

2.3.2 REST และ RESTFUL API

REST (Representational state transfer) คือ สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้าง web service ถูกพัฒนาโดย Roy Fielding ซึ่งมีข้อกำหนด 7 ข้อ ได้แก่ [14]

1. Performance ประสิทธิภาพในการโต้ตอบ
2. Scalability ความสามารถในการขยายเพื่อรองรับส่วนประกอบจำนวนมาก
3. Simplicity การใช้งานง่าย
4. Modifiability สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ
5. Visibility สามารถมองเห็นการสื่อสารระหว่าง component
6. Portability ย้ายโปรแกรมและข้อมูลง่าย
7. Reliability มีความน่าเชื่อถือระบบไม่ล่มง่าย

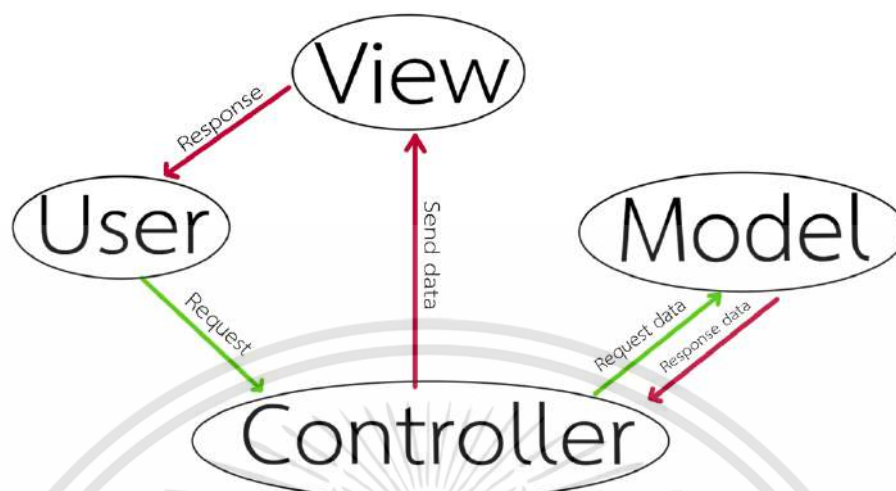
RESTful API คือ web service ที่ใช้สถาปัตยกรรม REST โดยจะส่ง Request ไปและรอรับ Response กลับมา [15] การสื่อสารภายในระหว่าง web service แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การสื่อสารภายในระหว่าง web service

2.3.3 React

React คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้าง UI (User Interface) โดยใช้ภาษา JavaScript ซึ่งมีแนวความคิดแบบ MVC (Model View Controller) คือการจัดการการเข้าถึงฐานข้อมูล การเข้าถึงหน้าเว็บไซต์และการจัดการรูปแบบการทำงานของเว็บไซต์ [15] โดยแนวคิด MVC แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แนวคิด MVC

2.3.4 การเข้ารหัสข้อมูลด้วย JWT

JWT (JSON Web Token) คือมาตรฐานของ Token รูปแบบหนึ่งซึ่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบ JSON ที่ถูกทำการเข้ารหัสด้วย base64 encode เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการส่งข้อมูล ซึ่งเป็นการเข้ารหัสแบบ Symmetric key ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ [16]

1. Header เพื่อระบุรูปแบบของการเข้ารหัส
2. Payload คือส่วนของข้อมูล
3. Signature เป็นส่วนที่ใช้สำหรับยืนยันตัวตนหรือ Digital Signed เพื่อป้องกันการปลอมแปลงข้อมูล

2.4 ฐานข้อมูล

2.4.1 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล คือ กลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน นำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ และข้อมูลที่ประกอบกันเป็นฐานข้อมูลนั้น ต้องตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งาน [17]

ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง การรวมตัวกันของฐานข้อมูลตั้งแต่ 2 ฐานข้อมูล เป็นต้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อน

ของข้อมูล และทำให้การบำรุงรักษาตัวโปรแกรมง่ายมากขึ้น โดยผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS) [18]

องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล มีดังนี้

1. แอปพลิเคชันฐานข้อมูล (Database Application)
2. ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System)

ระบบจัดการฐานข้อมูล หมายถึง กลุ่มโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่ง ที่สร้างขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่บริหารฐานข้อมูลโดยตรง ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างฐานข้อมูล DBMS เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้ และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล

3. เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล (Database Server)

เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล เป็นคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการการจัดการฐานข้อมูล หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ระบบจัดการฐานข้อมูลทำงานอยู่

4. ข้อมูล (Data)

ข้อมูล คือ เนื้อหาของข้อมูลที่ใช้งาน ซึ่งจะถูกเก็บในหน่วยความจำของเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล โดยจะถูกเรียกมาใช้งานจากระบบจัดการฐานข้อมูล

5. ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator หรือ DBA)

ผู้บริหารฐานข้อมูล คือ กลุ่มบุคคลที่ทำหน้าที่ดูแลข้อมูลผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งจะควบคุมให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่กำหนดสิทธิการใช้งานข้อมูล กำหนดในเรื่องความปลอดภัยของการใช้งาน พร้อมทั้งดูแลเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลให้ทำงานอย่างปกติ

ประโยชน์ของฐานข้อมูล มีดังนี้

1. ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน

ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลาย ๆ แห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง

2. รักษาความถูกต้องของข้อมูล

เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุก ๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล

3. การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้ง่าย

การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัย (security) ของข้อมูลด้วย

2.4.2 ภาษา SQL

SQL (Structured Query Language) คือ ภาษามาตรฐานที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งกำหนด ANSI (American National Standard Institute) โดยสามารถใช้ภาษา SQL กับโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลต่าง ๆ ได้ เช่น ใช้ภาษา SQL ในการดึงข้อมูล (Retrieve Data) จากฐานข้อมูล [19]

2.5 กฎความสัมพันธ์ (Association rule)

Association rule หรือ กฎความสัมพันธ์ เป็นหนึ่งในเครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market basket analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อค้นหากลุ่มสิ่งของที่มักจะปรากฏร่วมกันในตะกร้าซื้อขาย โดยผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในรูปของกฎที่บ่งบอกถึงความเป็นไปได้ในการซื้อสินค้าต่าง ๆ ร่วมกัน [20] ข้อดีของการหาความสัมพันธ์ คือ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้า และหาความสัมพันธ์ของสินค้าที่ลูกค้าซื้อ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ มาใช้ในการจัดวางสินค้าบนชั้น เพื่อให้ลูกค้าสามารถหยิบซื้อสินค้าด้วยกันได้สะดวก หรือนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมการขายสินค้าหรือจัดทำแคตตาล็อกสินค้า จัดโปรโมชั่น [21] ตัวอย่างการใช้งานของ Amazon มีระบบแนะนำหนังสือให้กับลูกค้าแบบอัตโนมัติของ หมายถึงข้อมูลการสั่งซื้อทั้งหมดจะถูกนำมาประมวลผลเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น ลูกค้าที่ซื้อหนังสือเล่มหนึ่ง ๆ มักจะซื้อหนังสือเล่มใดพร้อมกันด้วยเสมอ ความสัมพันธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้สามารถนำไปใช้คาดเดาได้ว่าควรแนะนำหนังสือเล่มใดเพิ่มเติมให้กับลูกค้า [22]

2.5.1 คำศัพท์ที่ใช้สำหรับกฎความสัมพันธ์

Itemset คือ กลุ่มของสินค้าตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป เขียนแทนด้วย เซต $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ โดยที่ $x_1, x_2, \dots, x_n$ คือ สินค้าชนิดต่าง ๆ เช่น {น้ำเปล่า} {ขนมปัง, ไข่} {ขนมปัง, เนย, น้ำเปล่า} หากมีสินค้าจำนวน N ชนิด สามารถเขียนกลุ่มของสินค้าที่แตกต่างกันได้ $2^N - 1$ รูปแบบ

Association rule คือ กฎของความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของสินค้า 2 กลุ่ม โดยสามารถเขียนรูปแบบความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{Itemset LHS (Left-hand side)} \Rightarrow \text{Itemset RHS (Right-hand side)} \quad (1)$$

นั่นคือ ถ้าลูกค้าซื้อกลุ่มของสินค้า LHS แล้วจะซื้อกลุ่มของสินค้า RHS รวมด้วย

2.5.2 ตัววัดประสิทธิภาพ (Metrics) [20]

1. Support เป็นตัววัดประสิทธิภาพสำหรับกลุ่มสินค้า (Itemset) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงสัดส่วนของจำนวนตระการการซื้อขายที่มีกลุ่มสินค้าต่อจำนวนตระการการซื้อขายทั้งหมด หรือกล่าวได้ว่า “มีการซื้อขายที่มีกลุ่มสินค้าอยู่ด้วยเป็นสัดส่วนเท่าไรในการซื้อขายทั้งหมด” โดยมีสมการดังนี้

$$Support(x) = \frac{x}{T} \quad (2)$$

โดยที่ x คือ จำนวนตระการการซื้อขายที่มีกลุ่มสินค้า
 T คือ จำนวนตระการการซื้อขายทั้งหมด

2. Confidence เป็นตัววัดประสิทธิภาพสำหรับกฎความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นที่กลุ่มของสินค้า RHS จะถูกเลือก หลังจากที่ถูกกลุ่มของสินค้า LHS ถูกเลือกไปแล้ว แสดงดังสมการที่ (3)

$$Confidence(LHS \Rightarrow RHS) = \frac{Support(LHS, RHS)}{Support(LHS)} \quad (3)$$

โดย $Support(LHS, RHS)$ คือ ค่า Support ของจำนวนตระการการซื้อขายที่มีทั้งกลุ่มสินค้า LHS และ RHS

$Support(LHS)$ คือ ค่า Support ของจำนวนตระการการซื้อขายที่มีกลุ่มสินค้า LHS

เมื่อ Confidence มีค่ามาก จะทำให้โอกาสในการพบกลุ่มสินค้า RHS ในการซื้อกลุ่มสินค้า LHS มากตามไปด้วย

3. Lift เป็นตัววัดประสิทธิภาพสำหรับกฎความสัมพันธ์ ที่ทำการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นที่จะพบกลุ่มของสินค้า RHS ในตระการการที่มีการซื้อขายกลุ่มของสินค้า LHS กับ ความน่าจะเป็นที่จะพบกลุ่มของสินค้า RHS ในตระการการทั้งหมด จากกฎของความสัมพันธ์ $LHS \Rightarrow RHS$ ค่าของ Lift ถูกเขียนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Lift(LHS \Rightarrow RHS) = \frac{Confidence(LHS \Rightarrow RHS)}{Support(RHS)} \quad (4)$$

โดยค่า Lift = 1 หมายถึง กลุ่มสินค้า LHS และกลุ่มสินค้า RHS ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน หาก Lift > 1 หมายถึง กลุ่มสินค้า LHS และกลุ่มสินค้า RHS มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก และ Lift < 1 หมายถึง กลุ่มสินค้า LHS และกลุ่มสินค้า RHS มีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ

2.5.3 ตัวอย่างการหาความสัมพันธ์ของสินค้า

ตัวอย่างการหาความสัมพันธ์กลุ่มสินค้า LHS และกลุ่มสินค้า RHS กำหนดให้มีสินค้าทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ Apple, Beer, Cereal, Diapers, Eggs และมีตะกร้าการซื้อขายทั้งหมด 4 ตะกร้า ในตะกร้าที่ 1 มีการซื้อ Apple, Cereal, Diapers ตะกร้าที่ 2 มีการซื้อ Beer, Cereal, Eggs ตะกร้าที่ 3 มีการซื้อ Apple, Beer, Cereal, Eggs และในตะกร้าที่ 4 มีการซื้อ Beer, Eggs

เมื่อพิจารณาจำนวนการซื้อสินค้าเทียบกับการซื้อขายทั้งหมดจะได้ว่า มีการซื้อ Apple 2 ตะกร้า มีการซื้อ Beer 3 ตะกร้า มีการซื้อ Cereal 3 ตะกร้า มีการซื้อ Diapers 1 ตะกร้า มีการซื้อ Eggs 3 ตะกร้า จากการซื้อขายทั้งหมด 4 ตะกร้า ดังนั้นจะคำนวณค่า Support ของ Apple, Beer, Cereal, Diapers, Eggs ได้ เท่ากับ 0.50, 0.75, 0.75, 0.25 และ 0.75 ตามลำดับ ตัวอย่างการคำนวณค่า Support แสดงดังรูปที่ 2.8

Items	Transaction ID				Support
	1	2	3	4	
Apple	1	0	1	0	2/4 = 50%
Beer	0	1	1	1	3/4 = 75%
Cereal	1	1	1	0	3/4 = 75%
Diapers	1	0	0	0	1/4 = 25%
Eggs	0	1	1	1	3/4 = 75%

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการคำนวณค่า Support

เมื่อกำหนดให้กลุ่มสินค้า LHS คือ {Apple} และกลุ่มสินค้า RHS คือ {Cereal} ทำการคำนวณค่า Confidence จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{Confidence (Apple} \Rightarrow \text{Cereal)} &= \frac{\text{Support (Apple, Cereal)}}{\text{Support (Apple)}} \\
 &= \frac{2/4}{2/4} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

ทำการคำนวณค่า Lift จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{Lift (Apple} \Rightarrow \text{Cereal)} &= \frac{\text{Confidence (Apple} \Rightarrow \text{Cereal)}}{\text{Support (Cereal)}} \\
 &= \frac{1}{3/4} \\
 &= 1.33
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณค่า Lift ผลลัพธ์ที่ได้มีค่า 1.33 นั่นคือ การที่ภายในตะกร้ามี Apple และ Beer อยู่ ทำให้มีโอกาสที่ลูกค้าจะหยิบ Eggs มาใส่ตะกร้ามีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อกำหนดให้กลุ่มสินค้า LHS คือ {Apple, Cereal} และกลุ่มสินค้า RHS คือ {Eggs} ทำการคำนวณค่า Confidence จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{Confidence (\{Apple, Cereal\} } \Rightarrow \text{\{Diapers\})} &= \frac{\text{Support (\{Apple, Cereal\}, \{Diapers\})}}{\text{Support (\{Apple, Cereal\})}} \\
 &= \frac{1/4}{2/4} \\
 &= 0.5
 \end{aligned}$$

ทำการคำนวณค่า Lift จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{Lift (\{Apple, Cereal\} } \Rightarrow \text{\{Diapers\})} &= \frac{\text{Confidence (\{Apple, Cereal\} } \Rightarrow \text{\{Diapers\})}}{\text{Support (\{Diapers\})}} \\
 &= \frac{0.5}{1/4} \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณค่า Lift ผลลัพธ์ที่ได้มีค่า 2 นั่นคือ การที่ภายในตะกร้ามี Apple และ Beer อยู่ ทำให้มีโอกาสที่ลูกค้าจะหยิบ Diapers มาใส่ตะกร้ามีค่าเพิ่มขึ้น

2.5.4 Apriori Algorithm

Apriori เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้หลักการ ค้นหาแบบวงกว้างก่อนนับ transaction ซึ่งจะมีการสร้าง และตรวจสอบ item set ที่เกิดขึ้นบ่อย ที่ละชั้น โดยเริ่มจาก item set ที่มี จำนวนสมาชิกเท่ากับหนึ่งถ้า item set ใดมีค่า support น้อย กว่าค่า support ที่กำหนดก็จะตัด item set นั้นออก ไม่นำไปสร้าง item set ในขั้นต่อไป การ ทำงานของอัลกอริทึมจะวนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไล่ทุกระดับชั้น หรือไม่เหลือ item set ในขั้นต่อไป ในการนับจำนวน transaction อัลกอริทึม Apriori จะทำการไล่ transaction ครั้งเดียวในแต่ละ ระดับชั้นในการตรวจดูว่า transaction นั้นบรรจุ item set ไต่บ้าง เพื่อความรวดเร็วจะเก็บ item set ในแต่ละระดับชั้นทั้งหมดไว้ในโครงสร้าง Hash Tree จุดเด่นของ อัลกอริทึมนี้อยู่ที่ความสามารถ ในความเร็วของการค้นหา item set ที่ปรากฏบ่อยด้วยการละเว้นการพิจารณา item set ที่ปรากฏ ช้าด้วยความถี่ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ [22] ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ไลบรารี Apriori ในการพัฒนาภว ความสัมพันธ์ในภาษาไพธอน

2.6 การแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation)

การแบ่งกลุ่มลูกค้า เป็นสิ่งที่ช่วยให้เข้าใจลูกค้าแต่ละกลุ่มได้ชัดเจนขึ้น ทำให้รู้ว่ ความต้องการของลูกค้าคืออะไร ควรสื่อสารหรือมอบประสบการณ์แบบใดให้กับลูกค้า การแบ่งกลุ่ม ลูกค้าที่มักใช้โดยทั่วไป มีดังนี้ [23]

1. Demographics หรือ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลูกค้า ซึ่งเป็นการแบ่งกลุ่มข้อมูลที ได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะเป็นข้อมูลที่ตรงตัวที่เกี่ยวกับลูกค้ามากที่สุด ไม่ว่าจะเป็น เพศ อายุ สถานะสมรส อาชีพ รายได้ การศึกษา
2. Geographics หรือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ แม้ลูกค้าจะมีลักษณะต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน เช่น เพศ อายุ แต่หากอาศัย ทำงาน หรือ เดินทางในพื้นที่ที่ต่างกัน ก็อาจจะมีความต้องการที่ต่างกันไ ด้ด้วย การแบ่งข้อมูลเชิงพื้นที่จึงอาจช่วยให้รู้จักลูกค้ามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น เช่น ประเทศ จังหวัด ลักษณะเขตที่อยู่
3. Psychographic หรือ ข้อมูลด้านความคิด มักจะเป็นข้อมูลที่หาและเก็บได้ยาก มากจะต้องมีการทำ Research เพื่อให้เข้าใจมากขึ้น เช่น ความเชื่อ สังคมรอบด้าน การใช้ชีวิต ลักษณะนิสัย ความต้องการส่วนตัว

4. Behavioral หรือ ข้อมูลด้านพฤติกรรมลูกค้า ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจพฤติกรรมต่าง ๆ ของลูกค้า เช่น พฤติกรรมการซื้อ การบริโภค การใช้สินค้า สินค้าที่ซื้อ ซึ่งการใช้ Analytics หลาย ๆ อย่าง มักจะเน้นการใช้ข้อมูลเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นการหา Top Spenders, Top Frequent Buyer, หรือการทำโมเดล เช่น RFM

ข้อดีของการแบ่งกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของธุรกิจ [24]

1. วางแผนความต้องการของลูกค้าเพื่อเสนอขายสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ลูกค้าพึงพอใจได้
2. คัดแยกกลุ่มลูกค้าที่ไม่ใช่เป้าหมายออกได้เพื่อไม่ให้เสียเวลา เช่น กลุ่มที่เป็นคู่แข่ง
3. วางแผนดึงดูดความสนใจกับกลุ่มลูกค้าที่เคยซื้อสินค้าหรือบริการเพื่อให้กลับมาซื้ออีก
4. ช่วยให้พนักงานสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วในการติดต่อประสานงาน เสนอขายสินค้าและบริการต่าง ๆ รวมไปถึงให้ส่วนลดต่าง ๆ
5. วางแผนการจัดโปรโมชั่น หรือการกำหนดเงื่อนไขการชำระเงินให้กับกลุ่มของลูกค้าในกรณีที่เป็นลูกค้าประจำ

2.6.1 RFM Analysis

RFM ย่อมาจาก Recency-Frequency-Monetary เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลลูกค้าตามพฤติกรรมการใช้บริการ ตัวแปรพื้นฐานใช้ในการแบ่งกลุ่มลูกค้าเพื่อหาว่าลูกค้ากลุ่มใดเป็นลูกค้าที่ดีที่สุด โดย R (Recency) คือ ระยะเวลาที่ลูกค้ามาใช้บริการครั้งสุดท้ายเมื่อไหร่ F (Frequency) คือ ความถี่ที่ลูกค้ามาใช้บริการ และ M (Monetary) คือ จำนวนเงินทั้งหมดที่ลูกค้าใช้จ่าย

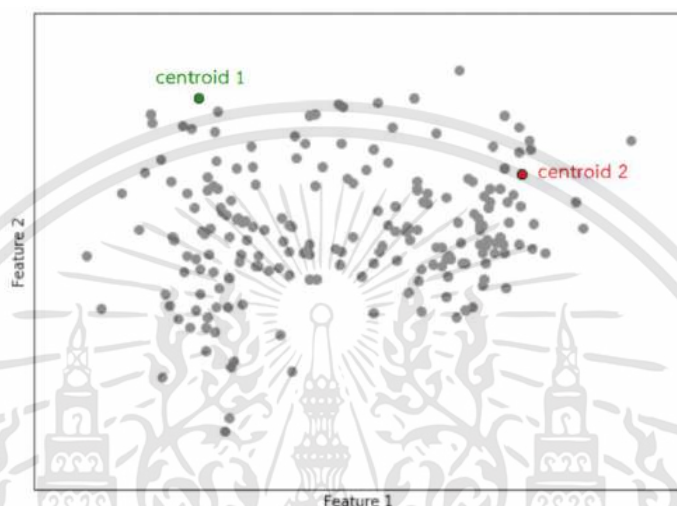
2.6.2 K-means

ปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้วิธี K-means ในการแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของลูกค้าและข้อมูลจากการทำ RFM เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนมากและให้ผลลัพธ์ที่ดี

โดย K-means เป็นวิธีการแบ่งกลุ่มของข้อมูลที่ไม่ปรากฏ Class หรือไม่มี Label (Unlabeled Data) ซึ่งเป็น Unsupervised Learning หรือเรียนรู้แบบไม่ต้องสอน โดย K คือ จำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่งข้อมูล โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ [23]

1. กำหนดค่า K ซึ่งเป็นจำนวนกลุ่มที่ต้องการจัดกลุ่มของข้อมูล เช่น ต้องการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ K-means จะกำหนดให้ K มีค่าเท่ากับ 2 กลุ่ม

2. กำหนดจุดศูนย์กลาง (centroid) ของแต่ละกลุ่ม จะได้จุดศูนย์กลางทั้งหมดจำนวน K จุด ในกรณีที่ต้องการแบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม การกำหนดจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มข้อมูล แสดงดังรูปที่ 2.9 [25]



รูปที่ 2.9 การกำหนดจุดศูนย์กลางของข้อมูล (centroid)

3. นำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด centroid ของแต่ละกลุ่ม เพื่อหาว่าข้อมูลนั้นอยู่ใกล้จุด centroid ใดมากที่สุด และทำการจัดข้อมูลนั้นเข้ากลุ่มที่มีจุด centroid อยู่ใกล้ข้อมูลนั้นมากที่สุด โดยคำนวณจากการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูลและจุด centroid ดังสมการที่ (5)

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (5)$$

เมื่อ d คือ ระยะห่างระหว่างข้อมูลและจุด centroid

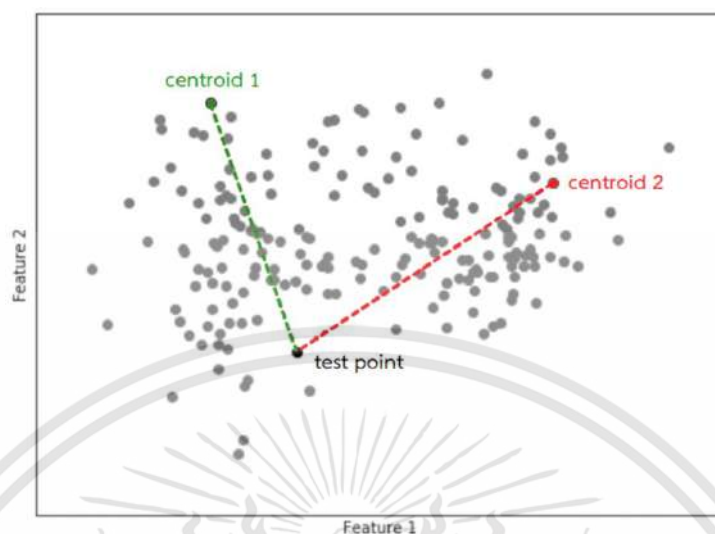
x_1 คือ พิกัดแนวแกน x ของจุดศูนย์กลาง

x_2 คือ พิกัดแนวแกน x ของจุดข้อมูล

y_1 คือ พิกัดแนวแกน y ของจุดศูนย์กลาง

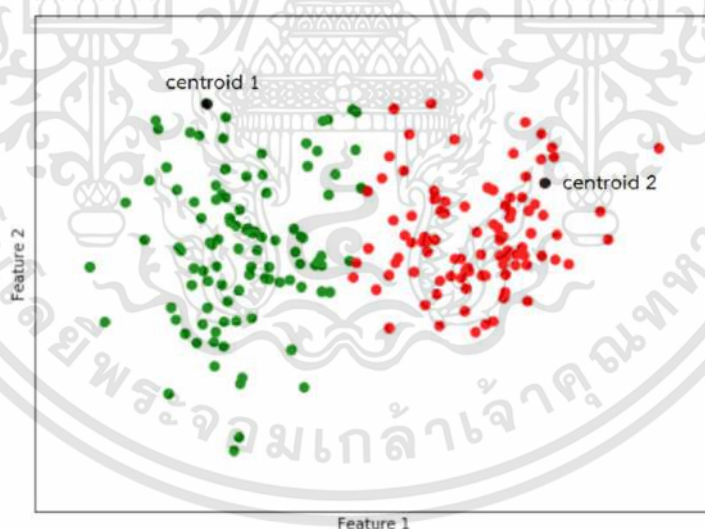
y_2 คือ พิกัดแนวแกน y ของจุดข้อมูล

การคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูลแต่ละจุดกับ centroid แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 คำนวณหาระยะห่างระหว่างข้อมูลกับ centroid

จัดกลุ่มข้อมูลให้ไปอยู่กลุ่มเดียวกับ centroid ที่อยู่ใกล้ที่สุด แสดงดังรูปที่ 2.11

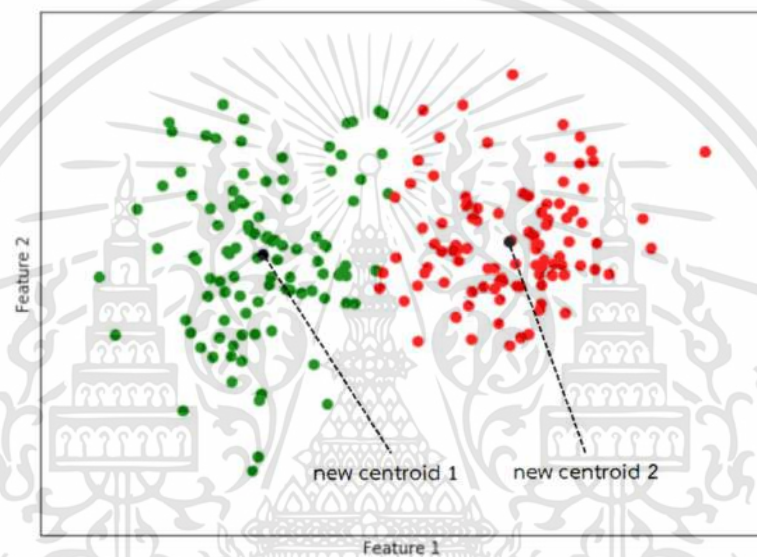


รูปที่ 2.11 จัดกลุ่มข้อมูล

4. คำนวณจุดศูนย์กลาง (centroid) ของแต่ละกลุ่มข้อมูลใหม่ โดยหาได้จากสมการที่ 6 ค่าเฉลี่ยของทุกข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มนั้น แสดงดังรูปที่ 2.12

$$C_{new} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) \quad (6)$$

เมื่อ C_{new} คือ จุด centroid ใหม่
 x_i คือ พิกัดแกน x ของข้อมูลที่อยู่ในกลุ่ม
 y_i คือ พิกัดแกน y ของข้อมูลที่อยู่ในกลุ่ม
 n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่ม

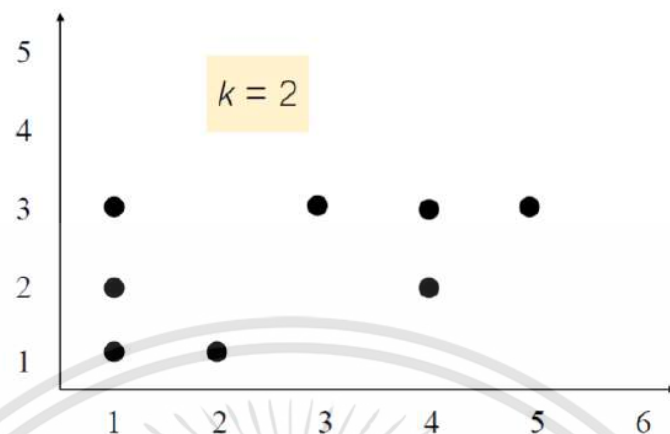


รูปที่ 2.12 ปรับตำแหน่ง centroid

5. ทำซ้ำในข้อ 2-4 จนกระทั่งจุดศูนย์กลางไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

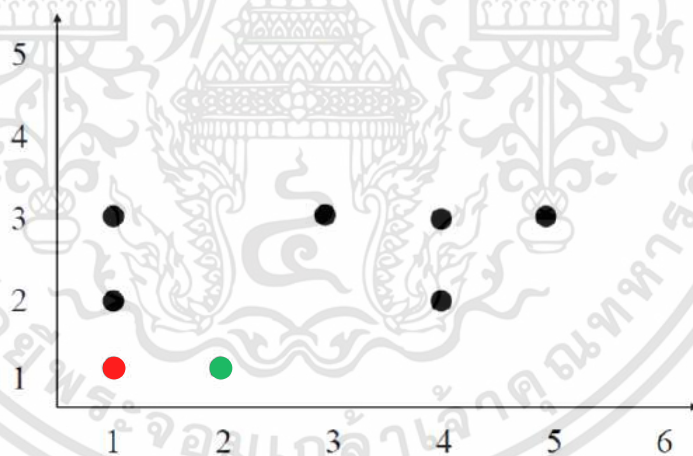
2.6.3 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มโดยใช้ K-means

ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ K-means เมื่อมีข้อมูลคือ a, b, c, d, e, f, g และ h โดยมีพิกัด (1, 3), (3, 3), (4, 3), (5, 3), (1, 2), (4, 2), (1, 1), (2, 1) ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการจัดกลุ่ม

ทำการกำหนดจุด centroid คือ $C1 = (1, 1)$ และ $C2 = (2, 1)$ แสดงดังรูปที่ 2.14 เมื่อคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด $C1$ และ $C2$ จะได้ค่าแสดงดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.14 แสดงตำแหน่งของ centroid

ตารางที่ 2.1 แสดงระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 และกลุ่มของข้อมูลที่ถูกจัด

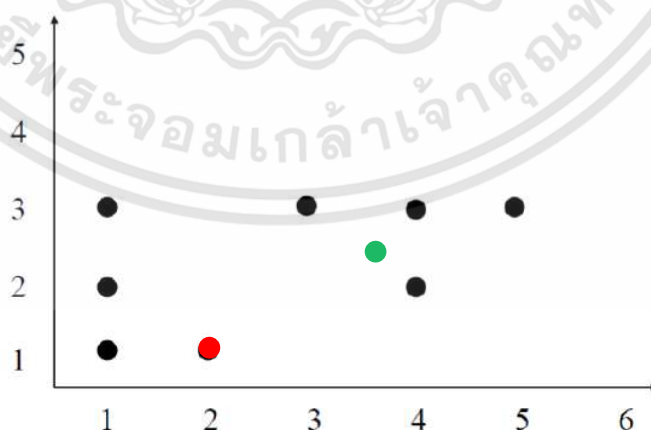
ข้อมูล	ระยะห่างกับจุด C_1	ระยะห่างกับจุด C_2	กลุ่ม
a	2.00	2.24	1
b	2.83	2.24	2
c	3.61	2.83	2
d	4.47	3.61	2
e	1.00	1.41	1
f	3.16	2.24	2
g	0.00	1.00	1
h	1.00	0.00	2

จะได้ว่ากลุ่ม 1 อยู่ใกล้จุด C_1 มากที่สุดประกอบด้วยข้อมูล a, e, g และกลุ่ม 2 อยู่ใกล้ C_2 มากที่สุดประกอบด้วยข้อมูล b, c, d, f, h จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณจุด C_1 และ C_2 ใหม่จะได้

$$C_1 = \left(\frac{1+1+1}{3}, \frac{3+2+1}{3} \right) = (1, 2)$$

$$C_2 = \left(\frac{3+4+5+4+2}{5}, \frac{3+3+3+2+1}{5} \right) = (3.6, 2.4)$$

รอบที่ 2 จุด centroid คือ $C_1 = (1, 2)$ และ $C_2 = (3.6, 2.4)$ แสดงดังรูปที่ 2.15 เมื่อคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 จะได้ค่าแสดงดังตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.15 แสดงตำแหน่งของ centroid ใหม่ในการทำรอบที่ 1

ตารางที่ 2.2 แสดงระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 และกลุ่มของข้อมูลที่ถูกจัดในรอบที่ 2

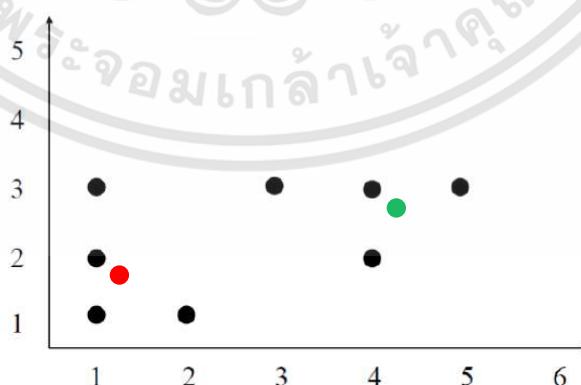
ข้อมูล	ระยะห่างกับจุด C_1	ระยะห่างกับจุด C_2	กลุ่ม
a	1.00	2.67	1
b	2.24	0.85	2
c	3.16	0.72	2
d	4.12	1.52	2
e	0.00	2.63	1
f	3.00	0.57	2
g	1.00	2.95	1
h	1.41	2.13	1

จะได้ว่ากลุ่ม 1 อยู่ใกล้จุด C_1 มากที่สุดประกอบด้วยข้อมูล a, e, g, h และกลุ่ม 2 อยู่ใกล้ C_2 มากที่สุด ประกอบด้วยข้อมูล b, c, d, f จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณจุด C_1 และ C_2 ใหม่จะได้

$$C_1 = \left(\frac{1+1+1+2}{4}, \frac{3+2+1+1}{4} \right) = (1.25, 1.75)$$

$$C_2 = \left(\frac{3+4+5+4}{4}, \frac{3+3+3+2}{4} \right) = (4.2, 2.75)$$

รอบที่ 3 จุด centroid คือ $C_1 = (1.25, 1.75)$ และ $C_2 = (4.2, 2.75)$ แสดงดังรูปที่ 2.16 เมื่อคำนวณระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 จะได้ค่าแสดงดังตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.16 แสดงตำแหน่งของ centroid ใหม่ในการทำรอบที่ 2

ตารางที่ 2.3 แสดงระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุด C_1 และ C_2 และกลุ่มของข้อมูลที่ถูกจัดในรอบที่ 3

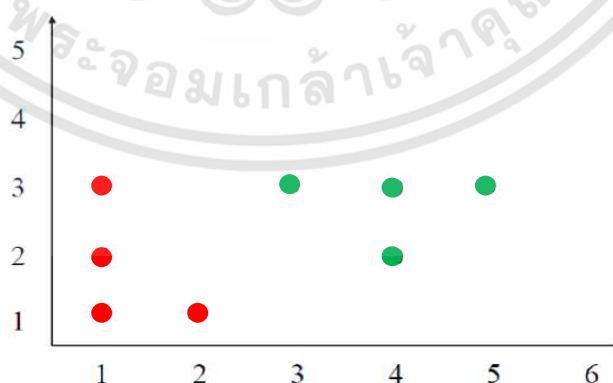
ข้อมูล	ระยะห่างกับจุด C_1	ระยะห่างกับจุด C_2	กลุ่ม
a	1.27	3.01	1
b	2.24	1.03	2
c	3.02	0.25	2
d	3.95	1.03	2
e	0.35	3.09	1
f	2.76	0.75	2
g	0.79	3.47	1
h	1.06	2.66	1

จะเห็นว่ากลุ่ม 1 อยู่ใกล้จุด C_1 มากที่สุดประกอบด้วยข้อมูล a, e, g, h และกลุ่ม 2 อยู่ใกล้ C_2 มากที่สุด ประกอบด้วยข้อมูล b, c, d, f จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณจุด C_1 และ C_2 ใหม่จะได้

$$C_1 = \left(\frac{1+1+1+2}{4}, \frac{3+2+1+1}{4} \right) = (1.25, 1.75)$$

$$C_2 = \left(\frac{3+4+5+4}{4}, \frac{3+3+3+2}{4} \right) = (4.2, 2.75)$$

จะเห็นได้ว่าค่า centroid ในการทำรอบที่ 3 มีค่าเท่ากับรอบที่ 2 ดังนั้นจะหยุดการทำซ้ำข้อ 2-4 ดังนั้นผลจากการทำ K-means สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ K-means

2.6.4 Elbow method [26]

Elbow method เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับการหาค่า K ที่ดีที่สุด เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมในการจัดกลุ่มของ K-means ซึ่งหาได้จากการคำนวณหาค่า WSS (Within-Cluster-Sum of Squared Errors) หรือค่าผลรวมภายในกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งหาจากผลรวมของกำลังสองของระยะห่างระหว่างข้อมูลกับ centroid ของกลุ่มข้อมูลนั้น สามารถหาได้จากสมการที่ (7)

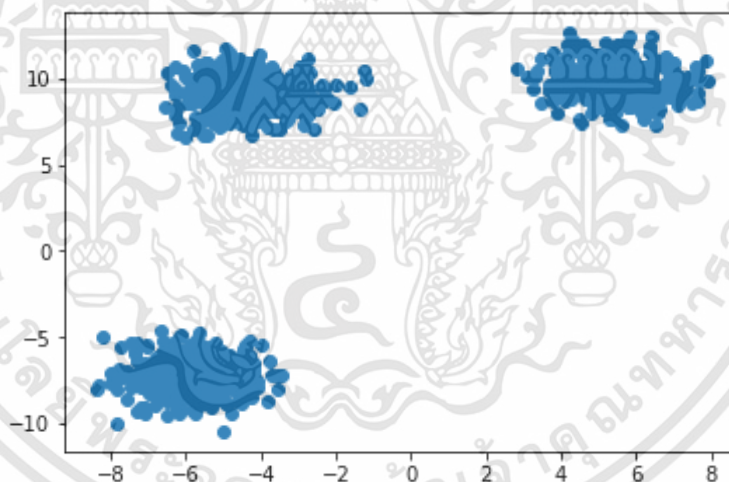
$$WSS = \sum_{i=1}^n (x_i - c_i)^2 \quad (7)$$

เมื่อ x_i คือ ตำแหน่งของข้อมูล

c_i คือ จุด centroid ของข้อมูล

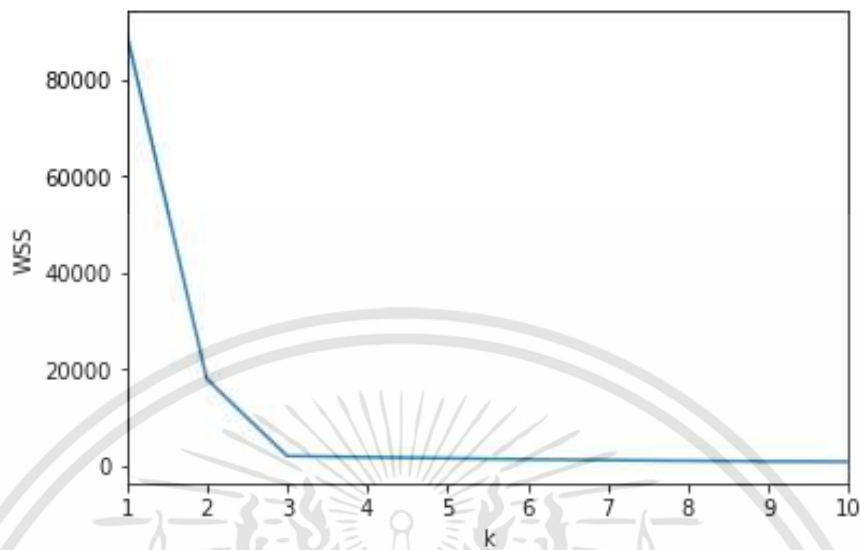
ค่า K ที่เหมาะสมที่สุดสังเกตได้จากจุดเริ่มต้นที่ค่า WSS เริ่มคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

ตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการนำมาจัดกลุ่มโดยใช้ K-means แสดงดังรูปที่ 2.18 ต้องการหาค่า K หรือจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม



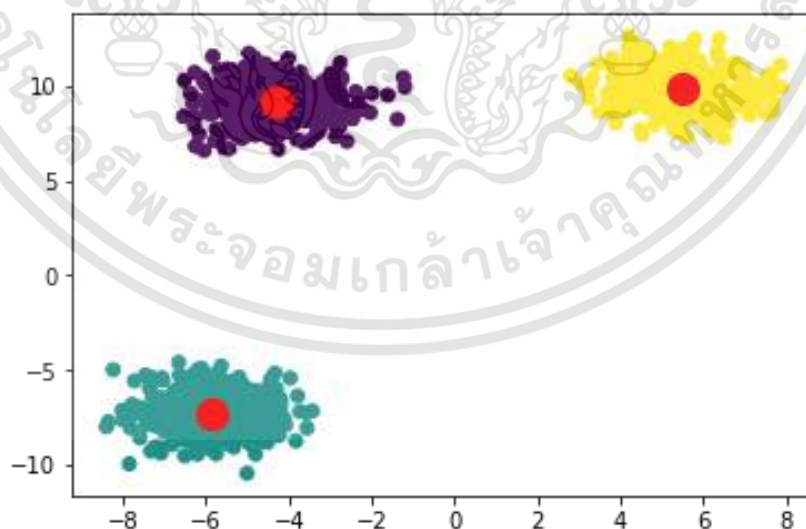
รูปที่ 2.18 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ต้องการนำมาทำการจัดกลุ่มโดยใช้ K-means

เมื่อคำนวณหาค่า WSS และนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า WSS กับจำนวนกลุ่มที่ใช้ในการแบ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า WSS กับจำนวนกลุ่ม

จากรูปที่ 2.19 จะเห็นได้ว่าจุดที่กราฟเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงคงที่คือจุดที่ค่า K เท่ากับ 3 ดังนั้น การเลือกใช้จำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่งเท่ากับ 3 กลุ่ม จึงเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด เมื่อทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้ K-means โดยที่ค่า $K = 3$ จะได้ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การแบ่งข้อมูลโดยใช้ K-means โดยกำหนดให้ค่า $K = 3$

2.7 ระบบแนะนำสินค้า (Recommendation System)

ธุรกิจที่นำระบบแนะนำสินค้าไปใช้ พบว่าช่วยทำให้ลูกค้าใช้งานระบบมากขึ้นและทำให้ผลประกอบการดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทำให้ลูกค้าอยู่ในเว็บไซต์นานขึ้นเนื่องจากได้อ่านเนื้อหาที่เหมาะสมเกี่ยวกับผู้ใช้ หรือ มียอดสั่งซื้อสินค้ามากขึ้นเพราะมีการแนะนำสินค้าที่เกี่ยวข้องมากขึ้น บาง content เว็บไซต์ ที่นำเอาระบบแนะนำสินค้าไปใช้พบว่า CTR (Click Through Rate) เพิ่มขึ้นกว่า 50% (จาก 1.x% เป็น 2.x %)

ธุรกิจที่มีลักษณะของ Long Tail คือ มี item (สินค้า, บทความ, Course เรียน) จำนวนมาก จะสามารถใช้ประโยชน์จากระบบแนะนำสินค้าได้เป็นอย่างมาก เพราะ ไม่สามารถให้คนมาคอยแนะนำให้กับผู้ใช้ได้เอง และ คำแนะนำก็ต้องหลายหลายตามลักษณะของผู้ใช้ด้วย ซึ่งระบบแนะนำสินค้าสามารถจัดการกับเรื่องเหล่านี้ได้โดยอัตโนมัติ

การนำระบบแนะนำสินค้าไปใช้สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความพร้อม ทีมงาน และลักษณะธุรกิจ ตั้งแต่พัฒนาระบบเองตั้งแต่ต้น ไปจนถึง ใช้ระบบภายนอก เช่น จาก Cloud Provider หรือ Specialized Recommendation-As-A-Service ซึ่งแต่ละอย่างก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป [27]

ข้อดีของระบบแนะนำสินค้า ได้แก่ [28]

1. ช่วยคัดเลือกของที่คิดว่าผู้ใช้จะสนใจ สินค้าในระบบออนไลน์มีเยอะมากมายมหาศาล การจะให้ผู้ใช้มานั่งเลือกเองทั้งหมดนั้นก็จะเป็นการเปลืองเวลาและเปลือง resource ไปมาก ซึ่งเมื่อผู้ใช้เข้ามาในระบบแล้วค้นหาของไม่เจอ หรือของเยอะเกินไป สุดท้ายก็อาจจะเกิดความรู้สึกไม่ดีกับระบบ โดยระบบแนะนำสินค้าจะช่วยคัดเลือกสินค้าที่คิดว่าผู้ใช้จะสนใจ แทนที่จะนำเสนอทั้งหมด

2. ช่วยแนะนำสินค้าอื่นๆ มาให้ผู้ใช้ คำว่า “customers who bought this, also bought this” นั่นก็เป็นตัวอย่างหนึ่งของการที่นำเสนอของอื่นๆ ที่ยังเกี่ยวข้องกับผู้ใช้อยู่ ซึ่งก็จะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้รู้จักกับสินค้าใหม่ ๆ ได้ด้วย

2.7.1 Cosine Similarity

ระบบแนะนำสินค้าแบบ Content-based Filtering จะเลือกแนะนำสินค้าที่มีอัตลักษณ์คล้ายกันให้กับลูกค้า โดยพิจารณาจากสินค้าที่ลูกค้าได้ทำการเลือกไว้ ซึ่งจะทำการคำนวณหาความคล้ายคลึงของสินค้าด้วยองศาโดยใช้ Cosine Similarity ดังสมการที่ 8 [29]

$$\text{similarity}(A, B) = \cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \times \|B\|} \quad (8)$$

เมื่อ A คือ เวกเตอร์ของสินค้า A

B คือ เวกเตอร์ของสินค้า B

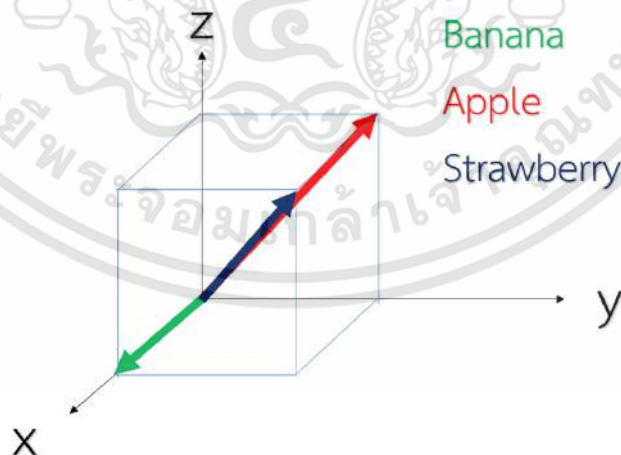
2.7.2 ตัวอย่างการคำนวณความคล้ายคลึงโดยใช้ Cosine Similarity

ตัวอย่างการหาความคล้ายคลึงของผลไม้แต่ละชนิดประกอบไปด้วย Banana, Apple และ Strawberry ทำการกำหนดอັตลักษณ์ (keyword) ของผลไม้แต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 2.4 [27]

ตารางที่ 2.4 แสดง keyword ของเครื่องดื่มแต่ละชนิด

ผลไม้	เมล็ดกินได้	กินได้ทั้งผล	มีรสเปรี้ยว
Banana	/	X	X
Apple	X	/	/
Strawberry	/	/	/

เมื่อนำอັตลักษณ์ทั้ง 3 (เมล็ดกินได้, กินได้ทั้งผล, มีรสเปรี้ยว) ของผลไม้แต่ละชนิดมาสร้างเป็น เวกเตอร์ จะได้ Banana = [1, 0, 0], Apple = [0, 1, 1] และ Strawberry = [1, 1, 1] เมื่อนำผลไม้ทั้ง 3 ชนิด มาวาดกราฟจะได้เวกเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงเวกเตอร์ของผลไม้ทั้ง 3 ชนิด

คำนวณค่า cosine similarity ระหว่าง Apple กับ Strawberry และ Apple กับ Banana จะได้

$$\text{Apple} \cdot \text{Strawberry}^T = [0, 1, 1] \cdot [1, 1, 1]^T = 2$$

$$\|\text{Apple}\| \times \|\text{Strawberry}\| = \sqrt{0^2 + 1^2 + 1^2} \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2} = \sqrt{6}$$

$$\begin{aligned} \text{similarity}(\text{Apple}, \text{Strawberry}) &= \cos(\theta) = \frac{\text{Apple} \cdot \text{Strawberry}}{\|\text{Apple}\| \times \|\text{Strawberry}\|} \\ &= \frac{2}{\sqrt{6}} \\ &= 0.82 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ cosine similarity ของ Apple และ Strawberry ได้เท่ากับ 0.82 นั่นคือความคล้ายคลึงระหว่าง Apple และ Strawberry มีความคล้ายคลึงกัน 82% และเมื่อคำนวณหาความคล้ายคลึงระหว่าง Apple และ Banana จะได้

$$\text{Apple} \cdot \text{Banana}^T = [0, 1, 1] \cdot [1, 0, 0]^T = 0$$

$$\|\text{Apple}\| \times \|\text{Banana}\| = \sqrt{0^2 + 1^2 + 1^2} \sqrt{1^2 + 0^2 + 0^2} = \sqrt{2}$$

$$\begin{aligned} \text{similarity}(\text{Apple}, \text{Banana}) &= \cos(\theta) = \frac{\text{Apple} \cdot \text{Banana}}{\|\text{Apple}\| \times \|\text{Banana}\|} \\ &= \frac{0}{\sqrt{2}} \\ &= 0 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ cosine similarity ของ Apple และ Banana ได้เท่ากับ 0 นั่นคือ Apple และ Strawberry ไม่มีมีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้นหากมีการเลือก Apple จะทำการแนะนำ Strawberry ให้อีกด้วย

2.8 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

ในปัจจุบันได้มีการนำโครงข่ายประสาทเทียม [30] มาใช้ในงานวิจัยด้านการค้นคืนสารสนเทศในหลาย ๆ รูปแบบด้วยกัน เช่น การจัดกลุ่มข้อความ การจำแนก โดยเป็นเพราะโครงข่ายประสาทเทียมสามารถที่จะปรับตัวให้สามารถรับรู้สภาพที่เปลี่ยนแปลงได้ สิ่งนี้เป็น

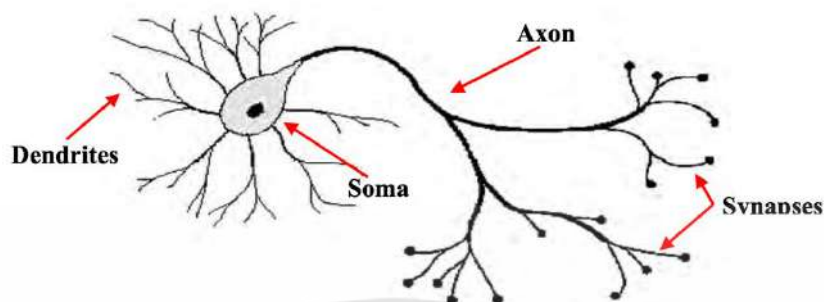
ประโยชน์อย่างมากในการแก้ปัญหาอีกหลายประเภทที่คอมพิวเตอร์อาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน จึงได้มีการนำแนวคิดการทำงานของสมองมนุษย์นั้นมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพความฉลาดของคอมพิวเตอร์ โดยวิธีการนี้จะทำหน้าที่คล้ายกับสมองของมนุษย์ในรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียม อันเป็นการลอกเลียนการทำงานของเซลล์ประสาท

โครงข่ายประสาทเทียมถูกสร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ มีการทำงานแบบขนานจำนวนมาก ในงานปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multi-layer perceptron Neural Network) หรือโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Feed-forward Backpropagation Neural Network) ซึ่งเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบต้องมีผู้สอน (Supervised Learning)

2.8.1 แบบจำลองของเซลล์ประสาท

โครงข่ายประสาทเทียมมีพื้นฐานมาจากนิเวรอนที่เป็นของจริงในสมองมนุษย์ นิเวรอนหรือเซลล์ประสาทในสมองนั้นจะมีหน้าที่หลักสองประการ คือ การคำนวณและทำการส่งผลที่ได้จากการคำนวณไปยังอีกปลายหนึ่งของเซลล์ประสาทอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถส่งผลดังกล่าวไปยังเซลล์อื่น ๆ ได้อย่างทันท่วงที ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำงานโดยอาศัยหลักการทางไฟฟ้า โดยรูปร่างลักษณะของนิเวรอนในสมองมนุษย์นั้นดังแสดงใน ภาพประกอบที่ 2.18 ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ที่ปราศจากใบ ที่แต่ละกิ่งและรากที่เชื่อมโยงกันด้วยลำต้น โดยส่วนประกอบการทำงานหลักของข่ายประสาทคือเซลล์ประสาท และกลุ่มเซลล์ประสาทนั้นจะมีการรับรู้ โดยมีการทำงานคือจะรับอินพุต (Input) จากแหล่งต่าง ๆ นำมารวมเข้าด้วยกันและมีการทำงานในแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear) และได้เอาต์พุตสุดท้ายที่ต้องการออกมา

มนุษย์นั้นมีความซับซ้อนในกระบวนการคิดซ้ำ ทำให้เซลล์ประสาทมีความหลากหลายอย่างมาก อย่างไรก็ตามเซลล์ประสาทตามธรรมชาติทั้งหมดมีส่วนประกอบพื้นฐาน 4 ส่วน ส่วนประกอบเหล่านี้เรียกตามชื่อทางชีววิทยาว่า เดนไดรต์ (Dendrites), โซมา (Soma), แอ็คซอน (Axon) และซินแนปส์ (Synapses) ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ความสัมพันธ์ของระบบประสาททั้ง 4 ส่วน (Muareen Candill, 1989)

เดนไดรต์เป็นส่วนขยายหรือส่วนต่อของโซมา ซึ่งมีลักษณะคล้ายขนซึ่งทำหน้าที่เหมือนเป็นช่องทางนำเข้าของค่าอินพุต และเดนไดรต์จะทำการรับอินพุตผ่านซินแนปส์ของเซลล์ประสาทอื่น โดยโซมาจะคอยประมวลผลสัญญาณไฟฟ้าที่รับเข้ามาตลอดเวลา แล้วส่งผลการทำงานเป็นเอาต์พุตออกไปให้เซลล์ประสาทอื่น โดยผ่านทางแอกซอนและซินแนปส์

การเรียนรู้และความทรงจำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในการนำมาใช้งาน การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีชีวภาพเพียงอย่างเดียว แต่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายวิภาค (anatomical alterations) ควบคู่ไปด้วย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคนี้จะไม่เกิดกับนิวรอนหรือซินแนปส์เพียงตัวเดียวหรือจุดเดียว คือ จะเกิดกับหลาย ๆ นิวรอน พร้อม ๆ กัน เมื่อถึงเวลาหนึ่งนิวรอนก็จะหมดหน้าที่ไป แต่การเปลี่ยนของความทรงจำ จะไม่เหมือนกับการสลายไปของนิวรอน นิวรอนตัวหนึ่งจะร่วมงานกับนิวรอนอีกหลายตัวเพื่อก่อให้เกิดรูปแบบของความทรงจำสำหรับเรื่องใดเรื่องหนึ่งขึ้นในสมอง หมายความว่าความจำในเรื่องหนึ่ง ๆ มักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของนิวรอนหลาย ๆ ตัว และจะเกิดในส่วนใดส่วนหนึ่งของสมอง โดยแต่ละส่วนของสมองจะแบ่งหน้าที่และความถนัดในเรื่องที่ต่างกันออกไป

นิวรอนเหล่านี้ คือ รากฐานระบบประสาทของมนุษย์รวมทั้งการทำหน้าที่ในด้านการคิดคำนึงต่าง ๆ ด้วย โดยจำนวนนิวรอนที่มีอยู่ในสมองมนุษย์นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมาก โดยนิวรอนแต่ละตัวจะเชื่อมโยงกับนิวรอนตัวอื่นอีกนับพันตัว และเชื่อกันว่าความรู้ทั้งหมดของมนุษย์ นั้นจะเก็บไว้ในจุดเชื่อมโยง (connections) ต่าง ๆ โดยขึ้นอยู่กับความเข้มของการเชื่อมโยงด้วย สิ่งเหล่านี้ทำให้มนุษย์สามารถเรียน คิด จดจำ หรือระลึกถึงสิ่งที่จำไว้ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้อย่างฉับพลัน จึงเป็นความมหัศจรรย์ที่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำได้

2.8.2 โครงข่ายประสาทเทียมในทักษะของคอมพิวเตอร์

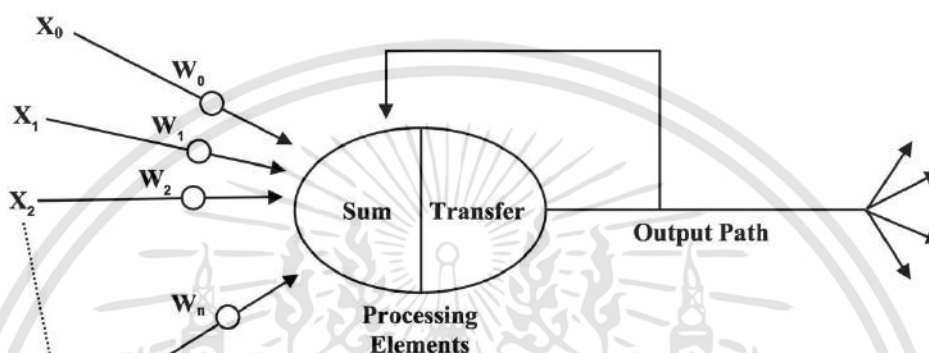
โครงข่ายประสาทเทียมในทักษะของคอมพิวเตอร์นั้น จะประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล (Processing Elements (PE)) ที่เชื่อมโยงกันหลายตัว ทำงานในลักษณะขนานกันไป คล้ายกับนิเวรอนในสมองของมนุษย์ เพื่อแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง การใช้โครงข่ายประสาทเทียมนี้จะเป็นรูปแบบของการสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้แทนที่จะเป็น การป้อนโปรแกรมให้กับคอมพิวเตอร์ โดยจุดมุ่งหมายของการสอนนิเวรอนหรือการป้อนข้อมูลที่ต้องการให้กับคอมพิวเตอร์เรียนรู้ คือ การทำให้ระบบคอมพิวเตอร์นี้สามารถแสดงคำตอบในรูปแบบที่ต้องการได้ ซึ่งจะเป็นการป้อนข้อมูลที่ถือว่ารู้อยู่แล้วเข้าไปให้โครงข่ายประสาทเทียม พร้อมด้วยค่าเอาต์พุตที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมนั้นแสดงออกมา จากนั้นโครงข่าย ประสาทเทียมจะทำการคำนวณและปรับค่าตัวเลขน้ำหนักเองโดยใช้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ เข้าช่วย จนกระทั่งเอาต์พุตที่ได้ออกมา นั้นถูกต้องแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

2.8.3 หลักการทำงาน

ข้อมูลการทดลองในปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่าเซลล์ประสาททางชีววิทยา (Biological neurons) ของมนุษย์นั้นมีความซับซ้อนทางโครงสร้างมากกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างโดยวงจรโครงข่ายเซลล์ประสาทเทียมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อทางด้านชีววิทยานั้นสามารถให้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์ประสาทได้ดีกว่ารวมถึงเมื่อเทคโนโลยีในปัจจุบันที่ก้าวหน้าไปอย่างมากนั้น นักออกแบบวงจรโครงข่ายประสาทเทียมจึงสามารถที่จะพัฒนาระบบของโครงข่ายได้อย่างต่อเนื่อง โดยเป็นการสร้างที่มีความสามารถเหนือกว่าความเข้าใจของมนุษย์ในด้านของสมอง แต่ในปัจจุบันนี้ เป้าหมายของวงจรโครงข่ายประสาทเทียมไม่ใช่อการสร้างสมองที่ยิ่งใหญ่หรือหรรษา แต่เป็นในทางตรงข้าม คือ นักวิจัยวงจรโครงข่ายเซลล์ประสาทได้กำลังค้นหาเพื่อที่ทำความเข้าใจ เกี่ยวกับความสามารถของเซลล์ประสาทตามธรรมชาติของมนุษย์ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่สามารถแก้ได้โดยวิธีการคำนวณดั้งเดิม โดยเซลล์ประสาทเทียมนั้นได้ถูกจำลอง ขึ้นมาตามหน้าที่พื้นฐานทั้ง 4 ของเซลล์ประสาทธรรมชาติดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.18

โครงข่ายประสาทเทียมจะมีอินพุตหลายค่าเข้ามาในโครงข่าย โดยจะถูกแทนด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ $X(n)$ และแต่ละอินพุตนั้นจะถูกคูณด้วยค่าความรู้หรือเป็นค่าน้ำหนัก (weight) ซึ่งแทนด้วย $W(n)$ โดยที่ปกติผลคูณของค่าน้ำหนักและอินพุตที่เข้าสู่โครงข่ายนั้น จะถูกนำมารวมกันและส่งผ่านเข้าไปในฟังก์ชัน (transfer function) เพื่อที่จะหาเอาต์พุตหรือผลลัพธ์ออกมา โดยกระบวนการนี้นั้นทำให้ง่ายต่อการใช้งานและสามารถนำไปใช้กับโครงสร้างวงจร

โครงข่ายอื่นที่ใช้ฟังก์ชันผลรวม (summing functions) และฟังก์ชันการส่งผ่านที่ต่างกันได้ โดยที่บางแอปพลิเคชันนั้นต้องการคำตอบที่เป็น “ใช่หรือไม่ใช่” หรือค่าไบนารี (binary) โดยแอปพลิเคชันนั้นอาจจะรวมถึงการจดจำข้อความ การชี้เฉพาะคำพูด และการทำนายผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 การทำงานของเซลล์ประสาทเทียม (Dave Anderson and George MacNeill, 1992)

2.8.4 โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น

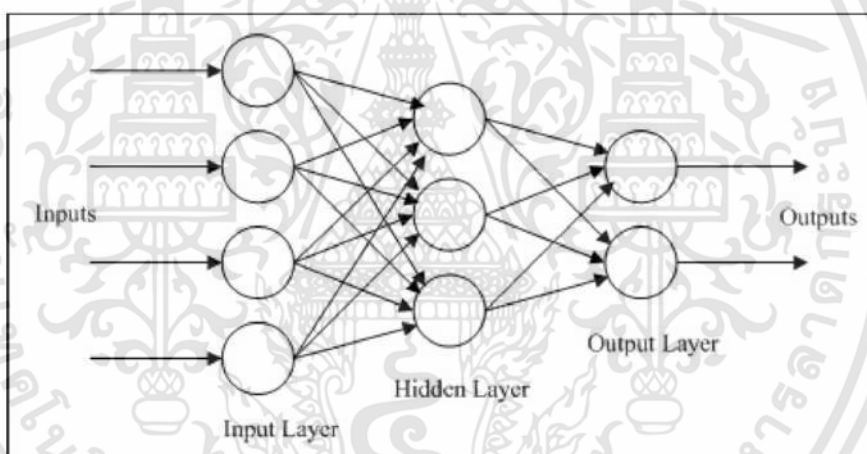
สถาปัตยกรรมโครงข่ายเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น เป็นโครงข่ายประเภทการคาดเดา (Networks for prediction) ที่มักใช้ทำงานกับงานคาดเดาสามารถช่วยกำหนดลำดับความสำคัญได้ โดยในปริภูมิพจน์นี้นำมาใช้สำหรับการคาดเดาและทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ผู้ประกอบการร้านอาหารควรซื้อในแต่ละครั้ง

2.8.4.1 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น

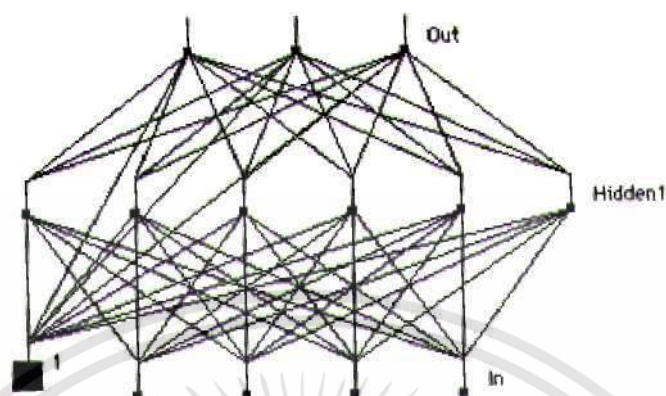
สถาปัตยกรรมโครงข่ายเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น หรือ โครงข่ายแบบป้อนไปข้างหน้าโดยมีการเรียนรู้แบบย้อนกลับนั้นถูกพัฒนาในต้นปี 1970 โดยจากหลาย ๆ แหล่งและเป็นการทำงานพัฒนาร่วมกันอย่างอิสระ โดยในปัจจุบันสถาปัตยกรรมแบ็คพรอพาเกชันหรือแบบแพร่ย้อนกลับนี้เป็นที่นิยมสูงสุดและยังมีประสิทธิภาพมาก รวมถึงยังมีความง่ายสำหรับการเป็นต้นแบบสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นที่เป็นแบบหลายเลเยอร์ โดยเทคนิคการแพร่ย้อนของสถาปัตยกรรมแบบนี้ได้ถูกใช้ในหลาย แอปพลิเคชันด้วยกัน และยังมีผลต่อชนิด

ของโครงข่ายขนาดใหญ่ในด้านของรูปร่างและวิธีการฝึกที่แตกต่างกันไป เพราะมีจุดแข็งที่สำคัญของเทคนิค คือ วิธีการทำงานแบบไม่เชิงเส้น (non-linear) ที่มีความเหมาะสมต่อการแก้ปัญหาที่มีความไม่ชัดเจน

โครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้นนั้น มีลักษณะต้นแบบ คือ จะมีจำนวนหนึ่งชั้นอินพุต (Input Layer) หนึ่งชั้นเอาต์พุต (Output Layer) และอย่างน้อยหนึ่งชั้นซ่อน (Hidden Layer) ซึ่งลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ไม่มีข้อจำกัดทางทฤษฎีต่อจำนวนของชั้นซ่อน แต่ตามแบบต้นฉบับจะมีเพียงหนึ่งชั้นหรือสองชั้นเท่านั้น โดยบางการทำงานที่แก้ปัญหาที่ซับซ้อนจะต้องมีอย่างน้อยที่สุดสี่ชั้น (สามชั้นซ่อนกับหนึ่งชั้นเอาต์พุต) แต่ละชั้นเชื่อมต่อกับชั้นที่ตามมา ดังรูปที่ 2.24 และตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feed forward Back-Propagation แสดงดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.24 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม (Chester, M., 1993)



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feed forward Back-Propagation (Dave Anderson and George MacNeill, 1992)

จากรูปที่ 2.25 ชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียมจะเป็นการแสดงถึงการไหลของข้อมูล (Information) ในกระบวนการของการเรียกซ้ำหรือการแพร่กลับ โดยการเรียกซ้ำนั้น เป็นกระบวนการนำข้อมูลอินพุตสู่โครงข่ายที่ได้รับการฝึกสอนแล้ว และรอรับคำตอบที่เอาต์พุตโดยการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างหรือค่าความผิดพลาดจากการแพร่ย้อนกลับ ในช่วงของการเรียกซ้ำ โดยจะใช้ในขณะที่โครงข่ายกำลังเรียนรู้จากข้อมูลชุดฝึกสอน จำนวนชั้นและจำนวนโหนดในแต่ละชั้นนั้นมีผลต่อการทำงานของโครงข่ายแบบป้อนไปข้างหน้าและมีการเรียนรู้แพร่ย้อนกลับ โดยสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนมาก และเป็นศิลปะของนักออกแบบโครงข่าย โดยไม่มีคำตอบที่แน่นอน สำหรับการออกแบบโครงข่าย จะมีเพียงกฎทั่วไปที่นักวิจัยและวิศวกรส่วนใหญ่หยิบยกขึ้นมาและทำตามกฎนั้นดังต่อไปนี้

กฎที่ 1 เมื่อข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตที่ต้องการมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น จำนวนของหน่วยประมวลผลในชั้นซ่อนก็ควรจะมากขึ้นด้วย

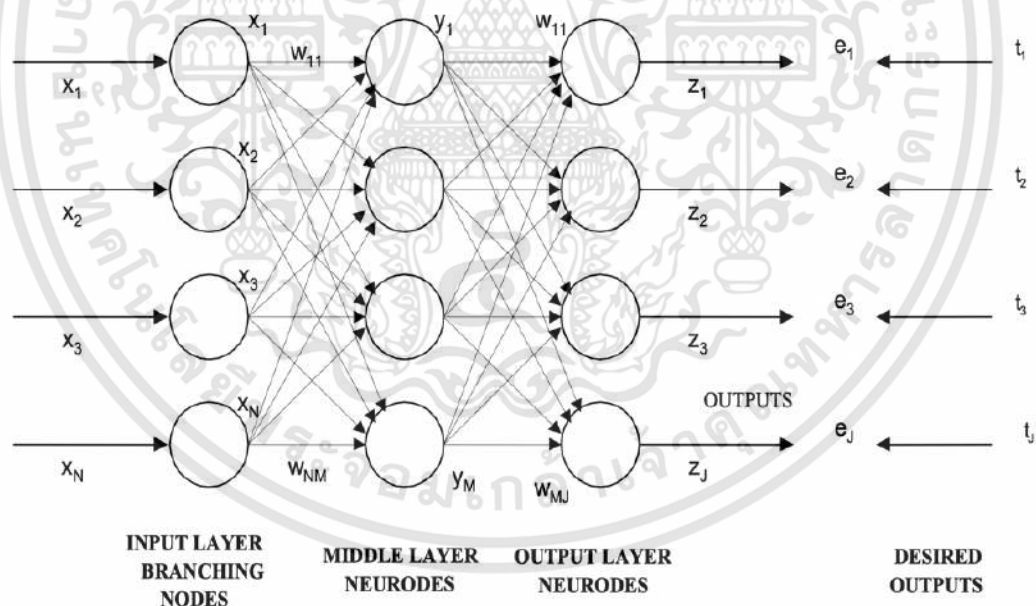
กฎที่ 2 ถ้ากระบวนการสามารถแยกเป็นหลายขั้นตอนได้ ก็ต้องเพิ่มชั้นซ่อน แต่ถ้ากระบวนการไม่สามารถแยกเป็นขั้นตอนได้ ชั้นที่เพิ่มเข้าไปอาจทำให้สามารถจดจำอย่างง่ายได้ แต่จะไม่ใช่วิธีการธรรมดา

กฎที่ 3 ปริมาณข้อมูลการฝึกสร้างขอบเขตบนของหน่วยประมวลผลในชั้นซ่อน

2.8.4.2 ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ หรือแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น ซึ่งใช้ในปัญญาประดิษฐ์นี้มีลักษณะหลัก ๆ ดังนี้คือ

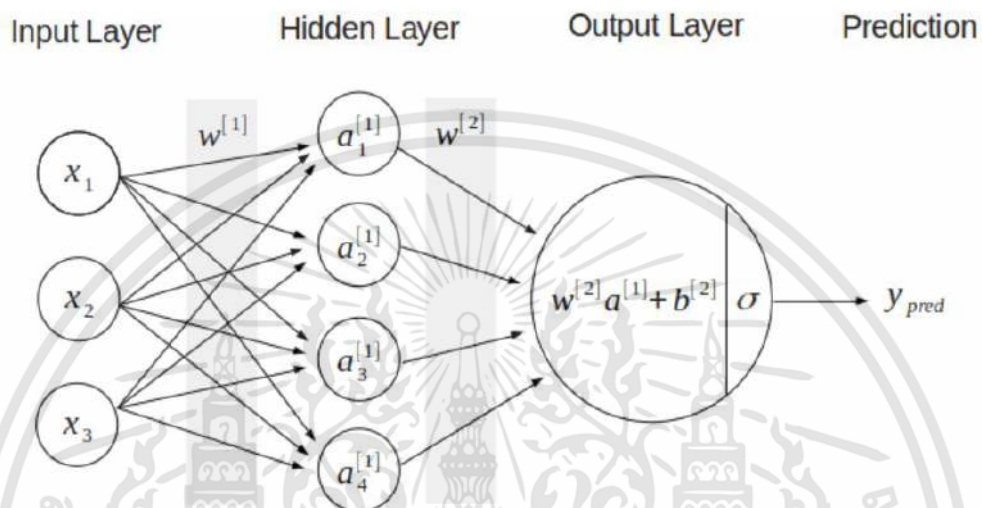
1. จำนวนชั้นต่าง ๆ โครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ คือ ชั้นอินพุต ชั้นเอาต์พุต และชั้นซ่อนซึ่งจะอยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต
2. การเชื่อมต่อระหว่างชั้นต่าง ๆ นั้น จะมีลักษณะที่ทุก ๆ โหนดในชั้นอินพุตนั้นจะ ส่งสัญญาณไปยังทุก ๆ โหนดในชั้นซ่อน และทุก ๆ โหนดในชั้นซ่อนจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยัง โหนดในชั้นเอาต์พุต
3. การทำงานของชั้นต่าง ๆ ในชั้นอินพุตจะไม่มีผลประมวลผลใด ๆ ทั้งสิ้น จะทำหน้าที่เพียงแครับสัญญาณหรือข้อมูลเข้าแล้วกระจายออกไปยังแต่ละโหนดในชั้นซ่อน ส่วนชั้นซ่อนและชั้นเอาต์พุตนั้น จะเป็นชั้นที่มีการประมวลผล โดยรูปที่ 2.26 จะเป็นการแสดงถึงลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น ซึ่งจะประกอบไปด้วยชั้นอินพุต ชั้นซ่อนจำนวน 1 ชั้น และชั้นของเอาต์พุต โดยแต่ละโหนดจะถูกเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย



รูปที่ 2.26 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Winston, Patrick Henry 1992 : 443-469)

2.8.5 ขั้นตอนการทำงาน [31]

โครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้างการเรียนรู้ ดังนี้



รูปที่ 2.27 โครงสร้างการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงสร้างการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยชั้นอินพุต, ชั้นซ่อน, ชั้นเอาต์พุต และ การทำนาย เรียกกระบวนการที่ทั้ง 4 ส่วนนี้ทำงานต่อเนื่องกันจากด้านซ้ายไปด้านขวาของโครงข่ายประสาทเทียมนี้ว่า กระบวนการแผ่กระจายเดินหน้า หรือ Forward propagation ซึ่งทำงานร่วมกับการแผ่กระจายย้อนกลับ หรือ Backward propagation โดยมีตัวแปร Weight (W) และ Bias (b) ซึ่งเป็นตัวแปรที่จะเปลี่ยนแปลงค่าตัวเองไปเรื่อย ๆ ระหว่างการเรียนรู้ เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูล ซึ่งในทุก ๆ โหนดในโครงข่ายประสาทเทียมจะมีตัวแปรสองตัวนี้เพื่อคอยปรับค่าของอินพุต กล่าวคือ ในตอนเริ่มต้น โมเดลจะยังไม่มีค่าตัวแปรที่ถูกต้อง จึงต้องสุ่มค่าเริ่มต้นของตัวแปรขึ้นมาก่อน เมื่อ Forward propagation ทำงานจบ 1 รอบ ก็จะเปรียบเทียบผลการทำนายกับคำตอบที่รู้อยู่แล้ว จากนั้นโมเดลจะใช้กระบวนการตรงกันข้าม คือ Backward propagation ในการปรับค่าตัวแปรให้สะท้อนข้อมูลในชุดการเรียนรู้ (Training set) มากขึ้น ทำเช่นนี้หลาย ๆ รอบจนกระทั่งได้ความแม่นยำของโมเดลตามที่ต้องการ เรียกการทำงานไป-กลับแต่ละรอบว่า 1 Epoch

2.8.5.1 Forward Propagation

Forward Propagation มีกระบวนการ ดังนี้

1. ชั้นอินพุต คือข้อมูลขาเข้า ถ้าเป็นข้อมูลแบบมีโครงสร้าง x แต่ละตัว

จะแทน Feature หรือคอลัมน์ของข้อมูล เช่น เพศ อายุ รายได้ เป็นต้น

2. ชั้นซ่อนรับข้อมูลอินพุตทุกตัว จากชั้นก่อนหน้ามาประมวลผลโดยใช้ Linear function ร่วมกับค่าน้ำหนัก w ของอินพุตแต่ละตัว ซึ่งให้ผล z แล้วนำ z ไปคำนวณใน Activation function $g()$ ตัวอย่าง Activation function เช่น Sigmoid, Tanh หรือ ReLU เป็นต้น สามารถเขียนขั้นตอนนี้เป็นสมการได้ดังนี้ สำหรับ $x^{(i)}$ แต่ละรายการ

$$z^{[1](i)} = W^{[1](i)}x^{(i)} + b^{[1]} \quad (9)$$

$$a^{[1](i)} = g(z^{[1](i)}) \quad (10)$$

โดย $[1]$ ใน Brackets หมายถึงลำดับที่ของชั้นโดยนับ 1 ที่ชั้นซ่อนแรก

(i) ใน Parentheses หมายถึงลำดับรายการข้อมูลที่ i

1 ที่ห้อยด้านล่าง a คือลำดับที่ของนิวรอนในชั้นนั้น ๆ นำสัญลักษณ์ทั้งหมดมารวมกัน ตัวอย่างเช่น $a_3^{[1](4)}$ หมายถึง Activation function ตัวที่ 3 ของชั้นที่ 1 ที่ทำงานกับข้อมูลรายการที่ 4

สิ่งสำคัญ คือชั้นซ่อนสามารถมีได้หลายชั้น เช่นถ้าหากมีชั้นที่ 2 สมการที่ (9) ก็จะนำ $a^{[1]}$ มาแทน x และใช้ W และ b ของชั้นที่สอง ดังนั้นสามารถเปลี่ยนรูปสมการที่ (9) และ (10) ให้เป็นรูปทั่วไปได้ดังนี้ (Vectorised form)

$$Z^{[l]} = W^{[l]}A^{[l-1]} + b^{[l]} \quad (11)$$

$$A^{[l]} = g(Z^{[l]}) \quad (12)$$

โดย $[l]$ คือลำดับที่ของชั้น ซึ่งนับ 1 ที่ชั้นซ่อนที่ 1

3. ชั้นเอาต์พุต คือชั้นที่ประมวลผล Activation $a()$ ทั้งหมดจากชั้นก่อนหน้า โดยถือว่า $a^{[1]}$ คืออินพุต ร่วมกับค่าน้ำหนัก $W^{[2]}$ ของ $a^{[1]}$ ในชั้นก่อนหน้า (ไม่ใช่ของ x ในชั้นแรก) ได้ผลเป็น $z^{[2]}$ แล้วนำ $z^{[2]}$ ไปคำนวณใน Activation function ได้ผลเป็น $a^{[2]}$ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (สังเกตว่าสอดคล้องกับสมการที่ (11) และ (12))

$$z^{[2](i)} = W^{[2]}a^{[1](i)} + b^{[2]} \quad (13)$$

$$a^{[2](i)} = \sigma(z^{[2](i)}) \quad (14)$$

หรือเขียนเป็นรูปทั่วไป (Vectorised) คือ

$$Z^{[L]} = W^{[L]}A^{[L-1]} + b^{[L]} \quad (15)$$

$$A^{[L]} = \sigma(Z^{[L]}) \quad (16)$$

โดย $[L]$ คือจำนวนชั้นทั้งหมด ดังนั้นจึงหมายถึงชั้นสุดท้าย ส่วน $[L-1]$ ก็คือชั้นรองสุดท้าย

4. การทำนาย นำเอาผล Activation $a^{[2]}$ ของชั้นเอาต์พุตมาตัดสินใจใน Decision function เพื่อทำนายในกรณีทำ Classification แต่หากเป็นการทำนายจำนวนหรือ คำนวณค่า ค่าที่ทำนายได้จะมาจากชั้นเอาต์พุตโดยใช้ Activation function แบบ linear function กระบวนการทั้งหมดนี้ เรียกว่า Forward propagation ซึ่งจบลงด้วยการ ได้ค่าทำนาย แต่แน่นอนว่าเมื่อยังไม่มีตัวแปร W และ b ที่ถูกต้อง ค่าที่ทำนายได้ก็จะไม่ตรงกับความจริง ดังนั้นเราจะใช้กระบวนการ Backward propagation ในการปรับแต่งตัวแปรให้เป็นตัวแทนของข้อมูลได้เที่ยงตรงยิ่งขึ้น

2.8.5.2 Backward Propagation

เป็นการปรับค่าตัวแปร (Weight และ Bias) จากการคำนวณอนุพันธ์ของ Loss Function เพื่อให้ได้ค่า Loss ที่ลดลง ตามเป้าหมายหลักของ Optimization Algorithm

1. คำนวณอนุพันธ์ของ Parameter เช่น w เมื่อเปรียบเทียบกับ Loss function $J()$

$$\frac{\partial J(w)}{\partial w} \quad (17)$$

2. นำอนุพันธ์ที่ได้ไปลบออกจาก Parameter นั้น โดยควบคุมความเร็วในการลบด้วย Learning rate α แล้วนำ Parameter ใหม่ไปคำนวณใน Forward propagation จะได้ Loss function ที่มีค่าลดลง ทำซ้ำขั้นตอนนี้ไปเรื่อย ๆ จน Loss function มีค่าต่ำที่สุดที่จะเป็นไปได้ ทำซ้ำจนกระทั่งผลลัพธ์ล่าสุดไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยจากผลลัพธ์ครั้งก่อน

$$w(\text{next step}) = w - \alpha \frac{\partial}{\partial w} J(w) \quad (18)$$

แล้วนำตัวแปรที่อัปเดตแล้วไปคำนวณ Forward propagation ใน Epoch ใหม่ แล้วคำนวณอนุพันธ์ นำอนุพันธ์มาอัปเดตตัวแปร ทำเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่ Loss function มีค่าต่ำที่สุด ก็จะได้โมเดลที่เหมาะสมกับ Training set ที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.8.6 Activation Function

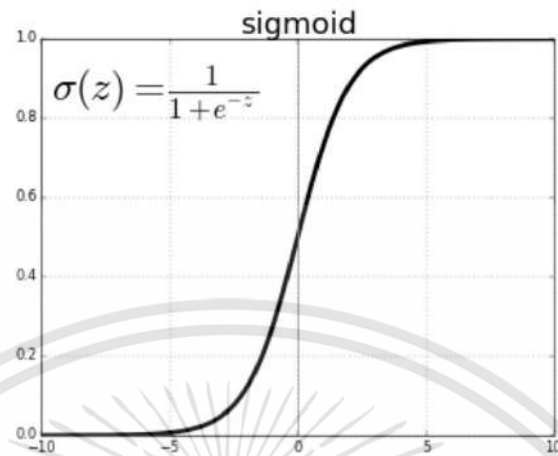
Activation Function [31] คือ ฟังก์ชันที่รับผลรวมการประมวลผลทั้งหมด จากทุกอินพุตภายใน 1 นิวรอน แล้วพิจารณาว่าจะส่งต่อเป็นเอาต์พุตเท่าไร ตัวอย่าง Activation Function มีดังนี้

1. Sigmoid Function [32]

Sigmoid Function เป็นฟังก์ชันที่เป็น Curve รูปตัว S แสดงดังรูปที่ 2.28 เห็นแล้วเข้าใจได้ง่าย และเนื่องจากเอาต์พุตของ Sigmoid Function มีค่าระหว่าง 0 – 1 จึงเหมาะที่จะถูกใช้ในงานที่ต้องการเอาต์พุตเป็นความน่าจะเป็น (Probability) หรือใช้เป็นเอาต์พุตว่า 1=Yes, 0=No โดยมีสมการ ดังนี้

$$S(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (19)$$

ข้อเสียของ Sigmoid Function คือ ถ้าอินพุตน้อยกว่า -5 หรือมากกว่า 5 ความชัน Slope จะเข้าใกล้ 0 จน Gradient หายไปหมด ทำให้โมเดลไม่เกิดการเรียนรู้ เรียกว่า Vanishing Gradient คือ ในระหว่างการเรียนรู้ Gradient มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ จนเท่ากับ 0 ทำให้ Weight ไม่ถูกอัปเดต ซึ่งทำให้โมเดลเทรนต่อไม่ได้ นอกจากนี้เอาต์พุตไม่ Balance มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับ 0 เพราะมีแต่ค่าเป็นบวก ทำให้ Optimize ยาก และโมเดลมักจะ Converge ช้า

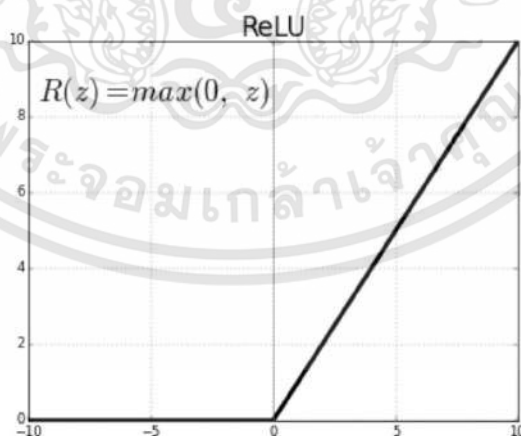


รูปที่ 2.28 Sigmoid Function

2. ReLU Function [33]

ReLU ย่อมาจาก Rectified Linear Unit คือ ฟังก์ชันเส้นตรงที่ถูกปรับแก้ ไม่ได้เป็นรูปตัว S เหมือนฟังก์ชัน Sigmoid ถ้าอินพุตเป็นบวก Slope จะเท่ากับ 1 ตลอดกาล ทำให้ Gradient ไม่หาย (ไม่เกิด Vanishing Gradient) ส่งผลให้เทรนโมเดลได้เร็วขึ้นมาก โดยมีสมการดังสมการที่ 19 และแสดงได้ดังรูปที่ 2.29

$$R(x) = \max(0, x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x \leq 0 \\ x & \text{for } x > 0 \end{cases} \quad (20)$$



รูปที่ 2.29 ReLU Function

2.8.7 Loss Function

Loss Function หรือ Cost Function คือ การคำนวณ Error ว่า ค่าที่โมเดลทำนายออกมา ต่างจากค่าจริง อยู่เท่าไร แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย เพื่อที่จะนำมาหา Gradient ของ Loss ขึ้นกับ Weight ต่าง ๆ ด้วย Back propagation แล้วใช้ Optimization Algorithm ทำให้ Loss น้อยลง ในการเรียนรู้รอบถัดไป ตัวอย่าง Loss Function เช่น [34]

1. Mean Squared Error Loss

$$L(y, \hat{y}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (y - \hat{y}_i)^2 \quad (21)$$

โดย y คือ ค่าจริง

$\hat{y}$ คือ ค่าที่โมเดลทำนายได้

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Mean Squared Error Loss เป็นตัวเลือกแรกในการแก้ปัญหาแบบ Regression โดย Mean Squared Error (MSE) คือ ค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง ระหว่างค่าที่เป็นเลขจำนวนจริง ที่เป็นผลเฉลย กับค่าที่เกิดจากการทำนายของโมเดล ซึ่ง MSE จะไม่ติดลบ และจะมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.0 เพราะผลต่างยกกำลังสองตามสมการด้านบน นอกจากนี้การยกกำลังสองของ MSE ยังจะทำให้ความผิดพลาดที่มีขนาดใหญ่มีผลต่อ Error ได้มากกว่าความผิดพลาดที่มีขนาดเล็ก

2. Mean Squared Logarithmic Error Loss (MSLE)

$$L(y, \hat{y}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (\log(y_i + 1) - \log(\hat{y}_i + 1))^2 \quad (22)$$

โดย y คือ ค่าจริง

$\hat{y}$ คือ ค่าที่โมเดลทำนายได้

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

MSLE เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างสัมพัทธ์ (Relative Difference) ระหว่างผลเฉลยกับค่าที่เกิดจากการทำนายของโมเดล เช่น ถ้ามีค่าที่ต่างกัน 2 คู่ ได้แก่ 10 กับ 20 และ 1,000 กับ 2,000 ทั้ง 2 คู่จะมีความต่างกัน 2 เท่า Error แบบ MSLE จะให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งหมายความว่า MSLE จะให้ความสำคัญกับความผิดพลาดทั้ง 2 แบบนี้ใกล้เคียงกัน เพราะมีสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ความต่างเท่ากัน ตัวอย่างค่า MSE loss และ MSLE loss แสดงดังรูปที่ 2.30

True value	Predicted value	MSE loss	MSLE loss
10	20	100	0.41813
1,000	2,000	1,000,000	0.48038

รูปที่ 2.30 ตัวอย่างค่า MSE loss และ MSLE loss (1)

นอกจากนี้ Mean Squared Logarithmic Error Loss สามารถพิจารณาการทำนายน้อยกว่าค่าจริง (Underestimate) และการทำนายมากกว่าค่าจริง (Overestimate) ได้ดังรูปที่ 2.31

True value	Predicted value	MSE loss	MSLE loss
20	10	100	0.41813
20	30	100	0.15168

รูปที่ 2.31 ตัวอย่างค่า MSE loss และ MSLE loss (2)

2.8.8 Optimization Algorithm

ปกติแล้ว machine learning คือการใช้หลักคณิตศาสตร์ในการแบ่งกลุ่ม ตาม training set ที่เราใช้ฝึก (train) เมื่อฝึกเสร็จแล้วก็นำไปใช้งานได้เลย แต่ว่าใน Deep Learning สำหรับการทำโครงข่ายประสาทเทียมระหว่างที่ฝึกฝนตัวนิวรอน ก็จะปรับปรุงค่า error และ loss ได้ด้วย เพื่อให้ได้ค่าที่ดีที่สุด โดยจะต้องใช้สิ่งที่เรียกว่า Optimization โดยสิ่งนี้จะทำการเปลี่ยนแปลงค่า น้ำหนัก (Weight) และค่า Bias ที่เชื่อมกับ neuron [35] ตัวอย่าง Optimizer มีดังนี้ [36]

1. Momentum

Momentum optimizer ใช้อนุพันธ์ล่าสุดมาทำให้การเคลื่อนที่ของ Loss function นั้นพุ่งไปข้างหน้า หัวใจหลักของความสามารถนี้คือการใช้ Exponentially weighted Moving Average (EMA) ของอนุพันธ์ มาอัปเดต Parameter วิธีการคำนวณ Momentum มีดังนี้

1. คำนวณ Vector ของ "น้ำหนักแรง" v โดยใช้ EMA

$$v_{dw}^{[l]} = \beta v_{dw}^{[l]} + (1 - \beta) dw^{[l]} \quad (23)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v_{db}^{[l]} = \beta v_{db}^{[l]} + (1 - \beta)db^{[l]} \quad (24)$$

โดย $v_{dw}^{[l]}$ และ $v_{db}^{[l]}$ คือ Vector ของน้ำหนักแรงของ dW และ db ตัวที่แล้ว โดยเริ่ม Initialize ด้วย 0

β คือ คำน้ำหนักของ EMA ปกติตั้งที่ 0.9 ซึ่งแปลว่า "ค่าน้ำหนักแรงใหม่ มาจากค่าน้ำหนักแรงเก่า 9 ส่วน และ dW 1 ส่วน

2. นำค่าน้ำหนักแรง $v_{dw}^{[l]}$ และ $v_{db}^{[l]}$ ที่ได้ ไปถ่วง Learning rate α และลบออกจาก $W^{[l]}$ และ $b^{[l]}$

$$W(next\ step) = W - \alpha(v_{dw}) \quad (25)$$

$$b(next\ step) = b - \alpha(v_{db}) \quad (26)$$

โดย $[l]$ คือลำดับที่ของชั้น ซึ่งนับ 1 ที่ชั้นซ่อนที่ 1

สังเกตว่าสมการที่ (24) และ (25) นั้นก็คือการอัปเดต Parameter ตามปกติ เพียงเปลี่ยนตัวแปรที่เอาไปถ่วงน้ำหนักและลบออก จากเดิมใช้ $dW^{[l]}$ และ $db^{[l]}$ เป็นค่าน้ำหนักแรง $v_{dw}^{[l]}$ และ $v_{db}^{[l]}$

2. RMSProp

RMSProp ย่อมาจาก Root Mean Square Propagation มีคุณสมบัติคล้ายกับ Momentum แต่แทนที่จะใช้ EMA ของอนุพันธ์ตัวที่ผ่าน ๆ มาในการอัปเดต Parameter เปลี่ยนไปใช้ EMA ของยกกำลังสองของอนุพันธ์แทน โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้:

1. คำนวณ Vector ของ "น้ำหนักแรง" s โดยใช้ EMA ของยกกำลังสองของอนุพันธ์

$$s_{dw}^{[l]} = \beta s_{dw}^{[l]} + (1 - \beta)dW^{[l]2} \quad (27)$$

$$s_{db}^{[l]} = \beta s_{db}^{[l]} + (1 - \beta)db^{[l]2} \quad (28)$$

โดย $[l]$ คือลำดับที่ของชั้น ซึ่งนับ 1 ที่ชั้นซ่อนที่ 1

2. นำค่าน้ำหนักแรง $s_{dw^{[l]}}$ และ $s_{db^{[l]}}$ ที่ได้ ไปประกอบกับ $dW^{[l]}$ และ $db^{[l]}$ และถ่วงกับ Learning rate α ตามสมการด้านล่าง แล้วลบออกจาก $W^{[l]}$ และ $b^{[l]}$

$$W(\text{next step}) = W - \alpha \left(\frac{dW}{\sqrt{s_{dw} + \epsilon}} \right) \quad (29)$$

$$b(\text{next step}) = b - \alpha \left(\frac{db}{\sqrt{s_{db} + \epsilon}} \right) \quad (30)$$

โดย ϵ คือค่าคงที่ขนาดเล็ก ๆ ที่ป้องกันไม่ให้ตัวหารเป็น 0 สังเกตว่า Term ที่เอาไปถ่วงกับ Learning rate นั้นไม่เหมือน Momentum กล่าวคือเป็นการนำ Square root ของค่าน้ำหนักแรงไปหารออกจากอนุพันธ์ วิธีการนี้จะช่วยจำกัดความแปรผันในทิศที่ตั้งฉากกับทิศทางที่ไปสู่จุดต่ำสุดของ Loss function ในขณะที่ Momentum สนใจในการสร้างแรงที่มุ่งไปสู่ทิศต่ำสุดของ Loss function อย่างเดียว

3. Adam

สำหรับ Adam (Adaptive Moment Estimation) เป็น optimizer ที่เป็นที่นิยมมากที่สุดเพราะรวมจุดเด่นของแต่ละ Optimizer แล้วลบจุดด้อยต่าง ๆ ออกไป สามารถปรับ learning rates สำหรับพารามิเตอร์ในแต่ละครั้งได้ Adam เป็นการรวม Momentum และ RMSProp เข้าด้วยกัน โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

1. คำนวณ Vector ของ "น้ำหนักแรง" v โดยใช้ EMA ตามแบบ Momentum และ Vector ของ "น้ำหนักแรง" s โดยใช้ EMA ตามแบบ RMSProp แล้วแก้ Bias ที่เกิดจากการที่ v และ s ถูก Initialize ด้วย 0 (ถ้าไม่แก้จะทำให้ v และ s รอบแรก ๆ มีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น)

$$v_{dw^{[l]}} = \beta_1 v_{dw^{[l]}} + (1 - \beta_1) dW^{[l]} \quad (31)$$

$$v_{dw^{[l]}}^{\text{corrected}} = \frac{v_{dw^{[l]}}}{1 - \beta_1^t} \quad (32)$$

$$s_{dw^{[l]}} = \beta_2 s_{dw^{[l]}} + (1 - \beta_2) dW^{[l]2} \quad (33)$$

$$s_{dw^{[l]}}^{\text{corrected}} = \frac{s_{dw^{[l]}}}{1 - \beta_2^t} \quad (34)$$

2. นำค่าน้ำหนักแรง $v_{dw^{[l]}}^{\text{corrected}}$ และ $s_{dw^{[l]}}^{\text{corrected}}$ ไปประกอบกันในลักษณะเดียวกับ RMSProp คือ $v_{dw^{[l]}}^{\text{corrected}}$ เป็นตัวตั้ง หารด้วย Square root ของ $s_{dw^{[l]}}^{\text{corrected}}$ เพื่อจำกัด

ความแปรผันในทิศที่ตั้งฉากกับทิศทางที่ไปสู่จุดต่ำสุดของ Loss function แล้วถ่วงกับ Learning rate α แล้วลบออกจาก $W^{[l]}$ และ $b^{[l]}$

$$W(\text{next step}) = W - \alpha \left(\frac{v_{dW}^{\text{corrected}}}{\sqrt{s_{dW}^{\text{corrected}} + \epsilon}} \right) \quad (35)$$

2.8.9 Data Normalization

Data Normalization เป็นเทคนิคที่มักใช้เป็นส่วนหนึ่งของการเตรียมข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของ machine learning เป้าหมายของการทำ Normalization คือ การเปลี่ยนค่าของคอลัมน์ตัวเลขในชุดข้อมูลให้เป็นมาตรฐานทั่วไปโดยไม่บิดเบือนความแตกต่างในช่วงของค่าสำหรับการเรียนรู้ ชุดข้อมูลทุกชุดไม่จำเป็นต้องมีการทำให้เป็นมาตรฐาน จำเป็นเฉพาะเมื่อคุณสมบัติมีช่วงที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างเช่นพิจารณาชุดข้อมูลที่มีคุณลักษณะสองอย่างอายุ (x_1) และรายได้ (x_2) โดยมีอายุตั้งแต่ 0–100 ในขณะที่รายได้อยู่ในช่วง 0–20,000 ขึ้นไป รายได้มากกว่าอายุประมาณ 1,000 เท่าและมีตั้งแต่ 20,000–500,000 ดังนั้นคุณสมบัติทั้งสองนี้จึงอยู่ในช่วงที่แตกต่างกันมาก [37] ตัวอย่างการทำ Normalization มีดังนี้ [38]

1. Rescaling (Min-Max Normalization)

Rescaling หรือ Min-Max Normalization เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ที่จะปรับช่วงข้อมูล ให้เป็นอยู่ในช่วง $[0, 1]$ ด้วยการนำ Feature / Column นั้น ๆ ลบด้วยค่าที่น้อยที่สุด (Min) แล้วหารด้วยช่วงของข้อมูลนั้น (Max – Min) ดังสมการ

$$\acute{x} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (36)$$

โดย $\acute{x}$ คือ ข้อมูลที่ผ่านการ Normalize

x คือ ข้อมูลก่อนทำ Normalize

2. Mean Normalization

Mean Normalization คล้ายกับ Rescaling แตกต่างกันที่ใช้ Mean แทน Min ทำให้ช่วงของเอาต์พุต $[-0.5, 0.5]$ มีทั้งบวกและลบ Balance กัน ตรงเลข 0 (ขยับ Mean มาตรง 0) ดังสมการ (36)

$$\acute{x} = \frac{x - \text{average}(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (37)$$

โดย $\acute{x}$ คือ ข้อมูลที่ผ่านการ Normalize
 x คือ ข้อมูลก่อนทำ Normalize

3. Standardization (Z-Score Normalization)

Standardization หรือ Z-Score Normalization คือ การนำข้อมูลมาปรับให้ Mean เท่ากับ 0 และ Standard Deviation เท่ากับ 1 (Unit Variance) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่แนะนำในการนำไปใช้ในการฝึกสอน machine learning

$$x' = \frac{x - \acute{x}}{\sigma} \quad (38)$$

โดย $\acute{x}$ คือ ข้อมูลที่ผ่านการ Normalize
 x คือ ข้อมูลก่อนทำ Normalize

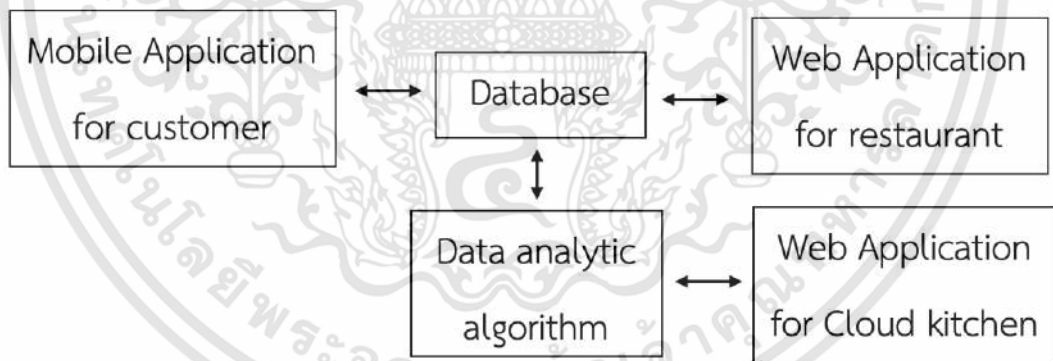
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบระบบ

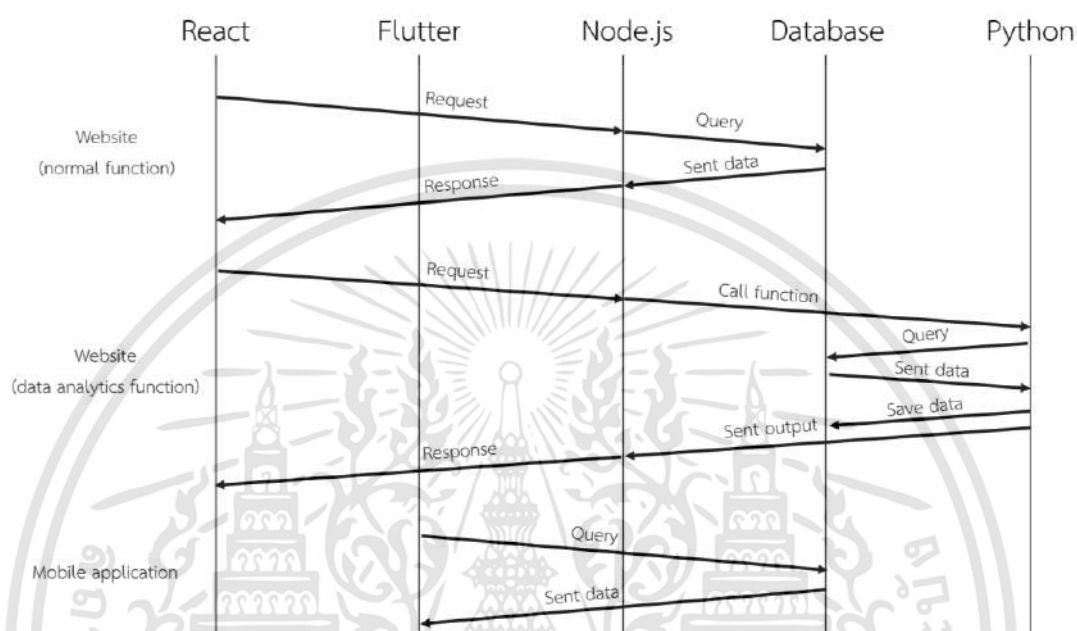
ปริญญานิพนธ์นี้ต้องการออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการคลาวด์คิทเช่น ร้านอาหารและลูกค้าที่ใช้บริการ ระบบประกอบด้วยแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าที่ใช้ในการสั่งอาหาร เว็บไซต์สำหรับร้านอาหารที่ใช้ในการแก้ไขรายการอาหารภายในร้าน แสดงรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งซื้อ เว็บไซต์สำหรับระบบคลาวด์คิทเช่นสำหรับผู้ดูแลระบบ และอัลกอริธึมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อส่งผลลัพธ์ไปแสดงที่เว็บไซต์และแอปพลิเคชันต่อไป ซึ่งอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 4 อัลกอริธึม ได้แก่ 1. การหาความสัมพันธ์ของสินค้า 2. การจัดกลุ่มลูกค้า 3. ระบบแนะนำสินค้า 4. ระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านควรซื้อในแต่ละครั้ง โดยแผนภาพของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพของระบบที่ใช้ในปริญญานิพนธ์

โดยระบบจะรับข้อมูลอินพุตต่าง ๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วย Flutter และเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วย React ได้มีการใช้ Node.js ซึ่งใช้ภาษา JavaScript สำหรับการพัฒนาส่วนของ Back-end และใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนาอัลกอริธึมในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ได้มี

การใช้ MySQL ในการพัฒนาฐานข้อมูล ซึ่งสามารถแสดง Network diagram ของแอปพลิเคชันได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Network diagram

3.1.2 การออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูล

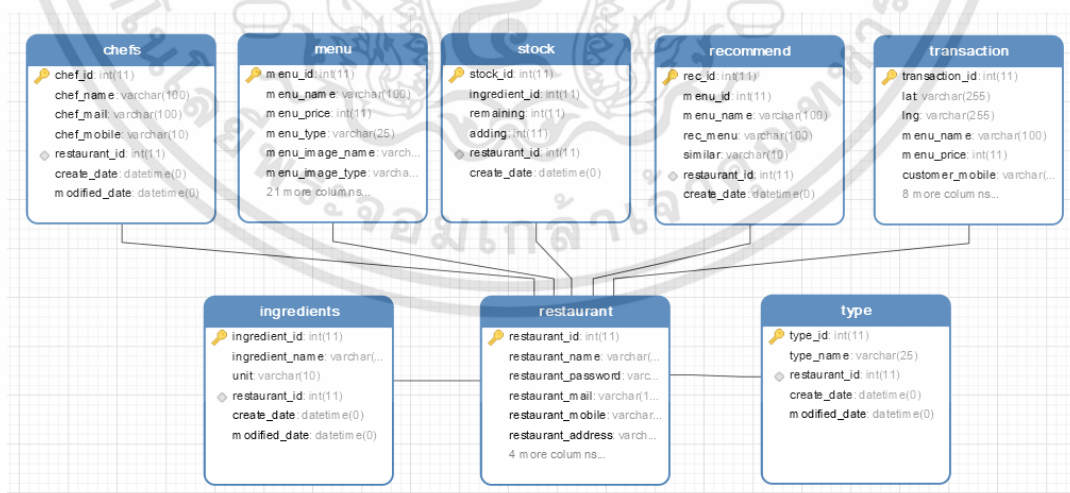
ปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้ MySQL ในการจัดทำระบบฐานข้อมูล ซึ่งเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) โดยใช้ภาษา SQL ในการพัฒนา การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลลูกค้า 2. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร และ 3. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบคลาวด์คิพีเซ่น

1. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลลูกค้า เป็นฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของลูกค้าโดยเก็บข้อมูลจากการใช้แอปพลิเคชันของลูกค้าซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของลูกค้า เช่น ชื่อลูกค้า รหัสผ่าน E-mail เบอร์โทรศัพท์ อายุ เพศ แสดงดังรูปที่ 3.3

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name						Length
customer_id						11
▶ customer_name						100
customer_password						255
customer_mail						100
customer_mobile						10
customer_age						4
customer_gender						10
create_date						0
modified_date						0

รูปที่ 3.3 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลลูกค้า

2. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร เป็นฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของร้านอาหาร แสดงดังรูปที่ 3.4 ประกอบด้วย 8 ตาราง ได้แก่ 1. ตารางข้อมูลร้านอาหาร (restaurant) 2. ตารางวัตถุดิบ (ingredients) 3. ตารางข้อมูลพนักงานในร้าน (chefs) 4. ตารางรายการอาหาร (menu) 5. ตารางข้อมูลการคงเหลือและการเติมวัตถุดิบ (stock) 6. ตารางข้อมูลการแนะนำรายการอาหาร (recommend) 7. ตารางคำสั่งซื้ออาหาร (transaction) และ 8. ตารางประเภทของอาหาร (type) แสดงดังรูปที่ 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 3.10, 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ ซึ่งเชื่อมต่อกันแบบ one-to-many โดยตาราง restaurant เป็นตารางหลักที่เชื่อมไปยังตารางย่อยอื่น ๆ โดยใช้ foreign เป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตารางหลักกับตารางย่อย



รูปที่ 3.4 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name				Type		Length
▶ restaurant_id				int		11
restaurant_name				varchar		100
restaurant_password				varchar		255
restaurant_mail				varchar		100
restaurant_mobile				varchar		10
restaurant_address				varchar		255
lat				varchar		255
lng				varchar		255
create_date				datetime		0
modified_date				datetime		0

รูปที่ 3.5 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลร้านอาหาร (restaurant)

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name				Type		Length
▶ ingredient_id				int		11
ingredient_name				varchar		25
unit				varchar		10
restaurant_id				int		11
create_date				datetime		0
modified_date				datetime		0

รูปที่ 3.6 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลวัตถุดิบ (ingredients)

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview	
Name				Type		Length	Decimals
▶ chef_id				int		11	0
chef_name				varchar		100	0
chef_mail				varchar		100	0
chef_mobile				varchar		10	0
restaurant_id				int		11	0
create_date				datetime		0	0
modified_date				datetime		0	0

รูปที่ 3.7 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลพนักงานในร้าน (chefs)

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name				Type		Length
▶ menu_id				int		11
menu_name				varchar		100
menu_price				int		11
menu_type				varchar		25
menu_image_name				varchar		100
menu_image_type				varchar		100
menu_image_url				varchar		625
restaurant_id				int		11
pork				int		11
beef				int		11
chicken				int		11
fish				int		11
seafood				int		11
egg				int		11
sweet				int		11
salty				int		11
spicy				int		11
sour				int		11

รูปที่ 3.8 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลรายการอาหาร (menu)

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name				Type		Length
▶ stock_id				int		11
ingredient_id				int		11
remaining				int		11
adding				int		11
restaurant_id				int		11
create_date				datetime		0

รูปที่ 3.9 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลการคงเหลือและการเติมวัตถุดิบ (stock)

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name				Type		Length
▶ rec_id				int		11
menu_id				int		11
menu_name				varchar		100
rec_menu				varchar		100
similar				varchar		10
restaurant_id				int		11
create_date				datetime		0

รูปที่ 3.10 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลการแนะนำรายการอาหาร (recommend)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	Type	Length
transaction_id	int	11
lat	varchar	255
lng	varchar	255
menu_name	varchar	100
menu_price	int	11
customer_mobile	varchar	25
cost	int	11
status	int	11
amount	int	11
genkey	varchar	255
restaurant_id	int	11
comment	varchar	255
create_date	datetime	0
modified_date	datetime	0

รูปที่ 3.11 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลคำสั่งซื้ออาหาร (transaction)

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name						Length
▶ type_id						int 11
type_name						varchar 25
restaurant_id						int 11
create_date						datetime 0
modified_date						datetime 0

รูปที่ 3.12 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลประเภทของอาหาร (type)

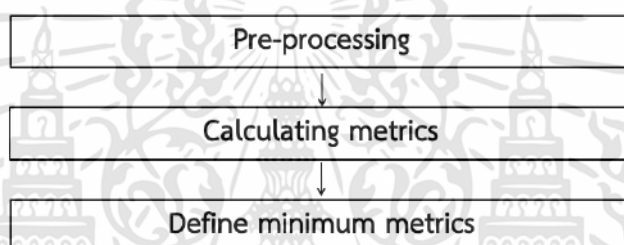
3. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเช่น เป็นฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเช่นซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อผู้ใช้งาน รหัสผ่าน E-mail เบอร์โทรศัพท์ แสดงดังรูปที่ 3.13

Fields	Indexes	Foreign Keys	Triggers	Options	Comment	SQL Preview
Name						Length
ck_id						int 11
username						varchar 100
password						varchar 255
mail						varchar 100
mobile						varchar 10
create_date						datetime 0
▶ modified_date						datetime 0

รูปที่ 3.13 การออกแบบระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเช่น

3.1.3 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับการหาความสัมพันธ์ของสินค้า

การหาความสัมพันธ์ของสินค้าทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของลูกค้าว่าลูกค้ามักสั่งอาหารรายการใดร่วมกัน ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำธุรกิจ สามารถนำไปปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การขายของทางร้านได้ แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับการหาความสัมพันธ์ของสินค้าแสดงดังรูปที่ 3.14 โดยเริ่มจากนำข้อมูลรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งในแต่ละครั้งจากฐานข้อมูล transaction มาจัดให้อยู่ในรูปของ Data frame และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริธึมที่ใช้ในการคำนวณค่าในการวัดประสิทธิภาพ จากนั้นทำการกำหนดค่าประสิทธิภาพต่ำสุดที่ต้องการ จะได้ความสัมพันธ์ของรายการอาหาร



รูปที่ 3.14 แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับการหาความสัมพันธ์ของสินค้า

1. Pre-processing

เป็นขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งในแต่ละครั้งมาจัดให้อยู่ในรูปของ Data frame และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริธึมที่ใช้ในการคำนวณค่าในการวัดประสิทธิภาพ โดยเริ่มต้นจากดึงข้อมูลการขายจากฐานข้อมูลรายการขาย (transaction) และทำการจัดเรียงแถวตามรายการอาหารที่ขายได้ต่อ 1 ใบเสร็จ ตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการจัดรูปแบบแสดงดังรูปที่ 3.15 และตรวจสอบความถูกต้องในตำแหน่งที่ไม่มีค่า (Not a Number : NaN) ให้แทนที่ด้วยค่า 0 คำสั่งโปรแกรมการแทนค่า NaN ด้วย 0 แสดงดังรูปที่ 3.16

1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
2	20210201	ชุดน้ำ	Signature Set	ไขว่อบเนื้	น้ำแ้	IC-ชน-โรงเรียน	ไอศกรีมชาเขียว		
3	20210201	ชุดน้ำ	Signature Set	Set Menu Tei	น้ำแ้				
4	20210201	Signature A la Carte	Signature Set	ไขว่อบเนื้	ไก่ทอด	ไอศกรีมชาเขียว			
5	20210201	ชุดน้ำ	ชุดน้ำ	ชาข้าวสาลี	ไก่ทอด	น้ำแ้			
6	20210201	ชุดน้ำ	น้ำราดซอสคัสต์ลิ่ง	ไก่ทอด	ชาเขียว				
7	20210201	Signature Set	น้ำแ้	IC-ชน-โรงเรียน	ชาเขียว				
8	20210201	Signature Set	เกี๊ยวทอด	ชุดคอกะหรืหมทอดออริจินัล	น้ำแ้				
9	20210201	Signature Set	ชาข้าวสาลี	ไอศกรีมโมจิ					
10	20210201	Signature Set	ชาเขียว	ไอศกรีมชาเขียว					
11	20210201	Signature Set	ชาเขียว	เต้าหู้โรยด้วยค่นหอมญี่ปุ่นราดซอส					
12	20210201	ชุดน้ำ	Signature Set	น้ำแ้					
13	20210201	Set Menu tei	เกี๊ยวทอด	น้ำแ้					
14	20210201	Signature Set	Set Menu tei						
15	20210201	Signature Set	ไก่						
16	20210201	Signature Set	ไก่						
17	20210201	Signature Set	ไก่						
18	20210201	Signature Set	ชาเขียว						
19	20210201	Signature Set	ชาเขียว						
20	20210201	Signature Set	ชาเขียว						
21	20210201	ชุดน้ำ	ชาเขียว						
22	20210201	ไก่ทอด	น้ำแ้						
23	20210201	Signature Set	ชาข้าวสาลี	Signature Set					
24	20210201	Signature Set	น้ำแ้						
25	20210201	Signature Set	น้ำแ้						
26	20210201	ข้าวแกงกะหรืเห็ดสอง	น้ำแ้						
27	20210201	น้ำราดซอสคัสต์ลิ่ง	น้ำแ้						
28	20210201	Set Menu tei	ชุดคอกะหรืหมทอดออริจินัล						
29	20210202	ชุดน้ำ	น้ำราดซอสคัสต์ลิ่ง	น้กเค็ดไก่เช็ด	ไก่ค่นแก้ว		ไก่ทอด	น้ำแ้	

รูปที่ 3.15 ตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการจัดรูปแบบ

	0	1
0 Kimukatsu SIGNATURE SETMค้งเค็ม	ชานมได้หวัน	
2	ชานมได้หวัน	None
3 Kimukatsu SIGNATURE SETMค้งเค็ม	ชานมได้หวัน	

```
df_data.fillna(0, inplace=True)
df_data.isnull().sum()
```

0	0
1	0

รูปที่ 3.16 คำสั่งโปรแกรมการแทนค่า NaN ด้วย 0

2. Calculating metric

นำข้อมูลที่ผ่านการ pre-processing มาคำนวณหาค่าในการวัดประสิทธิภาพ ประกอบด้วยค่า Support, Confidence และ Lift โดยใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนาตามทฤษฎีของการหาความสัมพันธ์ ซึ่งไลบรารีที่เลือกใช้คือ Apriori

3. Define minimum metric

ทำการกำหนดค่าประสิทธิภาพต่ำสุดที่ต้องการ โดยค่า Support และ Confidence มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และค่า Lift ต้องมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.17 จะได้ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ของรายการอาหารซึ่งแสดงถึงรายการอาหารที่มีการซื้อร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LHS: ['ชาเขียว'] => RHS: ['Signature Set']
Support: 0.32861476238624876
Confidence: 0.855263157894737
Lift: 1.083041310061325

-----

LHS: ['น้ำแร่'] => RHS: ['Signature Set']
Support: 0.34277047522750254
Confidence: 0.8071428571428572
Lift: 1.022105359429303

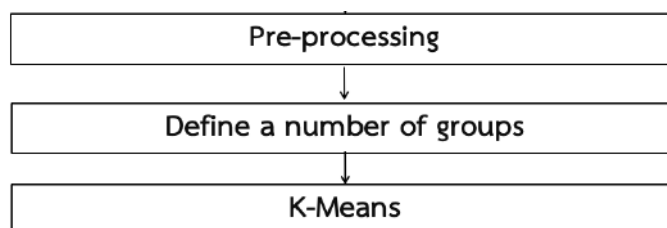
```

รูปที่ 3.17 แสดงการวัดประสิทธิภาพของการหาฏการความสัมพันธ์ของสินค้า

เมื่อได้ฏความสัมพันธ์ของรายการอาหารจะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปแสดงที่เว็บไซต์ของร้านอาหารและระบบคลาวด์คิทเช่นต่อไป

3.1.4 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับการแบ่งกลุ่มลูกค้า

การแบ่งกลุ่มลูกค้าทำให้ผู้ประกอบการเข้าใจและรู้จักลูกค้าของตนมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้านั้นสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น การจัดโปรโมชั่น การพัฒนารายการอาหารใหม่ ๆ ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า การให้สิทธิพิเศษสำหรับลูกค้าประจำ เพื่อให้ลูกค้าประทับใจและยังคงใช้บริการต่อไป เป็นต้น แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับการแบ่งกลุ่มลูกค้าแสดงดังรูปที่ 3.18 เริ่มจากการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มลูกค้าแบ่งได้ 2 ประเภท คือ 1. ข้อมูลพฤติกรรมการใช้บริการร้านอาหารและข้อมูลพื้นฐานของลูกค้าในการแบ่งกลุ่ม ได้แก่ จำนวนเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละครั้ง ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน ระยะห่างจากร้านที่ลูกค้าสั่งอาหาร วันที่ลูกค้ามาใช้บริการ เพศ และอายุ 2. ข้อมูลตามการใช้ทฤษฎี RFM model ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลวันที่ลูกค้าใช้บริการครั้งสุดท้าย (Recency) ความถี่ที่ลูกค้ามาใช้บริการ (Frequency) และยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายกับร้านอาหาร (Monitory) จากนั้นทำการกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง และสุดท้ายนำข้อมูลทั้งสองประเภทที่เก็บได้มาจัดให้อยู่ในรูปของ Data frame และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริธึม K-Means ซึ่งเป็นอัลกอริธึมที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม โดยข้อมูลประเภทแรกจะถูกเลือกมา 2 ชนิด เพื่อใช้เป็นอินพุตของอัลกอริธึม K-means และข้อมูลประเภทที่ 2 จะใช้ข้อมูลทั้ง 3 ชนิด เป็นอินพุตของอัลกอริธึม K-means ผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มลูกค้าจะได้ข้อมูล 2 มิติเมื่อใช้ข้อมูลประเภทแรก และ 3 มิติ เมื่อใช้ข้อมูลประเภทที่สอง



รูปที่ 3.18 แผนภาพการทำงานอัลกอริธึมสำหรับการแบ่งกลุ่มลูกค้า

1. Pre-processing

นำข้อมูลรายการสั่งอาหารจากฐานข้อมูลมาจัดเป็นชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลตามต้องการ โดยข้อมูลจำนวนเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละครั้ง ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน ระยะห่างจากร้านที่ลูกค้าสั่งอาหาร วันที่ลูกค้ามาใช้บริการ ระยะเวลาที่ลูกค้าใช้บริการครั้ง ความถี่ที่ลูกค้ามาใช้บริการ และยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายกับร้านอาหาร จะได้จากฐานข้อมูลในตาราง transaction ที่แสดงดังรูปที่ 3.19 ในส่วนของข้อมูลเพศ อายุ จะได้จากฐานข้อมูลในตาราง customer ที่แสดงดังรูปที่ 3.20 ซึ่งข้อมูลจำนวนเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละครั้งได้จากคอลัมน์ cost ข้อมูลระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน คำนวณจากคอลัมน์ modified_date ลบด้วย create_date ข้อมูลระยะห่างจากร้านที่ลูกค้าสั่งอาหารคำนวณจากค่าละติจูดและลองจิจูดซึ่งถูกเก็บอยู่ในคอลัมน์ lat และ lng ตามลำดับ ข้อมูลวันที่ลูกค้ามาใช้บริการได้จากคอลัมน์ create_date ข้อมูลวันที่ลูกค้าใช้บริการครั้งล่าสุดคำนวณจากวันเวลาในปัจจุบันลบด้วยคอลัมน์ create_date ข้อมูลความถี่ที่ลูกค้ามาใช้บริการคำนวณจากการนับจำนวนข้อมูลที่ซ้ำกันของคอลัมน์ customer_mobile และข้อมูลยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายกับร้านอาหารคำนวณจากการผลรวมของคอลัมน์ cost ที่ได้จากลูกค้าคนเดียวกัน ข้อมูลเพศและอายุ จะได้จากการเทียบข้อมูลคอลัมน์ customer_mobile ในตาราง transaction กับข้อมูลคอลัมน์ gender และ age ในตาราง customer ตามลำดับ

transaction_id	lat	log	menu_name	menu_pr	customer_mobile	cost	status	amo	genkey	restaur	comment	create_date	modified_date
5484	13.698529352	100.537678995	ชุดน้ำ	45	0971350987	199	1	1	41296405223636200000	264		2022-02-06 16:55:35	2022-02-06 16:58:42
5494	13.698529352	100.537678995	Signature Set	79	0971350987	199	1	1	41296405223636200000	264		2022-02-06 16:55:35	2022-02-06 16:58:42
5504	13.698529352	100.537678995	ไอศกรีม	20	0971350987	199	1	1	41296405223636200000	264		2022-02-06 16:55:35	2022-02-06 16:58:42
5514	13.698529352	100.537678995	IC-ขนม-โรตีสาน	30	0971350987	199	1	1	41296405223636200000	264		2022-02-06 16:55:35	2022-02-06 16:58:42
5524	13.698529352	100.537678995	ไอศกรีมชาเขียว	25	0971350987	199	1	1	41296405223636200000	264		2022-02-06 16:55:35	2022-02-06 16:58:42
5534			ชุดน้ำ	45		219	1	1	13997897506412337000	264		2022-02-06 16:56:43	2022-02-06 17:58:52
5544			Signature Set	79		219	1	1	13997897506412337000	264		2022-02-06 16:56:43	2022-02-06 17:58:52
5554			Set Menu tel	45		219	1	1	13997897506412337000	264		2022-02-06 16:56:43	2022-02-06 17:58:52
5564			น้ำเต	25		219	1	1	13997897506412337000	264		2022-02-06 16:56:43	2022-02-06 17:58:52
5574			ไอศกรีมชาเขียว	25		219	1	1	13997897506412337000	264		2022-02-06 16:56:43	2022-02-06 17:58:52
5584	13.698529352	100.537678995	Signature Set	79	0918837652	193	1	1	67481992028825660000	264		2022-02-06 17:58:00	2022-02-06 18:58:49
5594	13.698529352	100.537678995	ชุดน้ำ	45	0918837652	193	1	1	67481992028825660000	264		2022-02-06 17:58:00	2022-02-06 18:58:49
5604	13.698529352	100.537678995	ชาชาวนา	29	0918837652	193	1	1	67481992028825660000	264		2022-02-06 17:58:00	2022-02-06 18:58:49
5614	13.698529352	100.537678995	โรตีสาน	40	0918837652	193	1	1	67481992028825660000	264		2022-02-06 17:58:00	2022-02-06 18:58:49
5624			Signature A la C	59		223	1	1	6424376595096299000000	264		2022-02-06 17:58:23	2022-02-06 17:59:45
5634			Signature Set	79		223	1	1	6424376595096299000000	264		2022-02-06 17:58:23	2022-02-06 17:59:45
5644			ไอศกรีม	20		223	1	1	6424376595096299000000	264		2022-02-06 17:58:23	2022-02-06 17:59:45
5654			โรตีสาน	40		223	1	1	6424376595096299000000	264		2022-02-06 17:58:23	2022-02-06 17:59:45
5664			น้ำเต	25		223	1	1	6424376595096299000000	264		2022-02-06 17:58:23	2022-02-06 17:59:45
5674	13.698529302	100.577668995	ชุดน้ำ	45	0918837652	183	1	1	63916094182300710000	264		2022-02-06 17:59:58	2022-02-06 18:00:52
5684	13.698529302	100.577668995	ชาชาวนา	69	0918837652	183	1	1	63916094182300710000	264		2022-02-06 17:59:58	2022-02-06 18:00:52
5694	13.698529302	100.577668995	โรตีสาน	40	0918837652	183	1	1	63916094182300710000	264		2022-02-06 17:59:58	2022-02-06 18:00:52
5704	13.698529302	100.577668995	ชาเขียว	29	0918837652	183	1	1	63916094182300710000	264		2022-02-06 17:59:58	2022-02-06 18:00:52
5714			Signature Set	79		163	1	1	2300988805014585300000	264		2022-02-06 18:00:16	2022-02-06 18:00:57
5724			น้ำเต	25		163	1	1	2300988805014585300000	264		2022-02-06 18:00:16	2022-02-06 18:00:57
5734			ชาเขียว	29		163	1	1	2300988805014585300000	264		2022-02-06 18:00:16	2022-02-06 18:00:57
5744			IC-ขนม-โรตีสาน	30		163	1	1	2300988805014585300000	264		2022-02-06 18:00:16	2022-02-06 18:00:57
5754	13.698522382	102.537668995	Signature Set	79	0860461569	193	1	1	6023184989172040000000	264		2022-02-06 19:01:35	2022-02-06 19:02:35
5764	13.698522382	102.537668995	ชาชาวนา	40	0860461569	193	1	1	6023184989172040000000	264		2022-02-06 19:01:35	2022-02-06 19:02:35

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างข้อมูลจากฐานข้อมูลในตาราง transaction

customer_id	customer_name	customer_password	customer_mail	customer_mobile	customer_age	customer_gender	create_date	modified_date
94	antny	123	antny@gmail.com	0830389711	23	Female	2022-03-18 21:22:30	2022-03-18 21:22:30
104	wicky	123	wicky@hotmail.com	0815323123	59	Male	2022-03-18 21:23:10	2022-03-18 21:23:10
114	Bebe	123	bebe@hotmail.com	0971350987	20	Female	2022-03-18 21:23:53	2022-03-18 21:23:53
124	benny	123	benny@hotmail.com	0918837652	30	Male	2022-03-18 21:25:01	2022-03-18 21:25:01
134	dewlnwza	123	dewdew@gmail.com	0653900011	21	Male	2022-03-18 21:26:32	2022-03-18 21:26:32
144	sweetpotato	123	sweet@hotmail.com	0622423678	23	Female	2022-03-18 21:27:20	2022-03-18 21:27:20
154	newnew	123	newnew@gmail.com	0824074321	55	Male	2022-03-18 21:27:54	2022-03-18 21:27:54
164	jamesmy	123	jamesmy@hotmail.com	0880481589	22	Male	2022-03-18 21:28:44	2022-03-18 21:28:44
174	filmich	123	fflim@hotmail.com	0835299984	27	Female	2022-03-18 21:29:31	2022-03-18 21:29:31
184	ffonnn	123	fonfon@gmail.com	0811001234	30	Female	2022-03-18 21:30:16	2022-03-18 21:30:16
194	gettyget	123	getty@gmail.com	0879391278	22	Male	2022-03-18 21:30:54	2022-03-18 21:30:54
204	h3ert	123	hheart@hotmail.com	0829832543	46	Male	2022-03-18 21:31:29	2022-03-18 21:31:29
214	jewelry	123	jjeews@hotmail.com	0816491567	36	Female	2022-03-18 21:32:03	2022-03-18 21:32:03
224	january	123	janmy@gmail.com	0873154560	28	Female	2022-03-18 21:32:42	2022-03-18 21:32:42
234	nasawari	123	nana@hotmail.com	0617961740	19	Female	2022-03-18 21:33:29	2022-03-18 21:33:29
244	waternam	123	nam@gmail.com	0967579023	22	Female	2022-03-18 21:34:06	2022-03-18 21:34:06
254	kamkung	123	kamgy@hotmail.com	0836285522	60	Female	2022-03-18 21:34:42	2022-03-18 21:34:42
264	kaonine	123	kaokao@hotmail.com	0881267754	32	Female	2022-03-18 21:35:18	2022-03-18 21:35:18
274	khunart	123	artart@hotmail.com	0990026934	41	Male	2022-03-18 21:35:49	2022-03-18 21:35:49
284	leethalee	123	lee123@gmail.com	0805091467	35	Female	2022-03-18 21:36:29	2022-03-18 21:36:29
294	mmommy	123	mommy@hotmail.com	0873173245	55	Female	2022-03-18 21:36:58	2022-03-18 21:36:58
304	marky	123	marky@gmail.com	0845910088	25	Male	2022-03-18 21:37:32	2022-03-18 21:37:32
314	pang2543	123	pang123@hotmail.com	0846230731	22	Male	2022-03-18 21:38:25	2022-03-18 21:38:25
324	maximum	123	max@hotmail.com	0875711234	24	Male	2022-03-18 21:38:55	2022-03-18 21:38:55
334	piggy	123	pig@hotmail.com	0918034455	39	Female	2022-03-18 21:39:27	2022-03-18 21:39:27
344	menkung	123	menm@hotmail.com	0881480284	28	Male	2022-03-18 21:40:02	2022-03-18 21:40:02

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างข้อมูลจากฐานข้อมูลในตาราง customer

2. การกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง

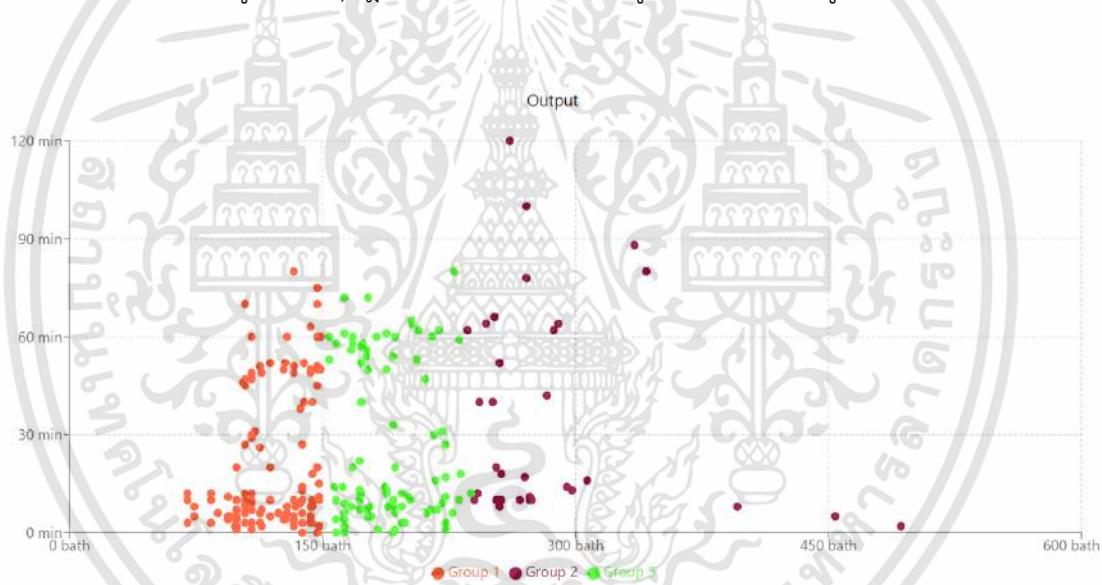
การกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานระบบ หรือ กำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมโดยใช้ทฤษฎีวิธีการข้อศอก (Elbow method) เข้ามาช่วยได้โดยทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

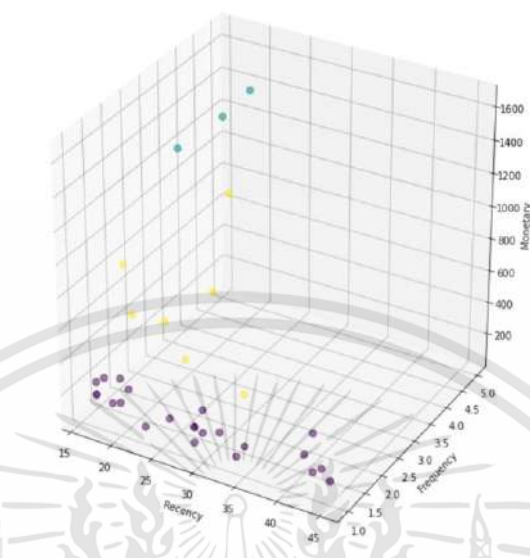
การหาค่า K ที่ทำให้ค่า WSS เริ่มเปลี่ยนแปลงคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า WSS กับจำนวนกลุ่มที่ใช้ในการแบ่ง (ค่า K)

3. แบ่งกลุ่มตามหลักการของ K-Means

นำค่า K หรือจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่งไปใช้ในการแบ่งกลุ่มตามหลักการของ K-means โดยทำการเลือกข้อมูลมา 2 ชนิด จากข้อมูลจำนวนเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละครั้ง ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน ระยะห่างจากร้านที่ลูกค้าสั่งอาหาร วันที่ลูกค้ามาใช้บริการ เพศ และ อายุของลูกค้า เพื่อใช้เป็นอินพุตของอัลกอริธึม K-means และใช้ข้อมูลระยะเวลาที่ลูกค้าใช้บริการครั้ง ความถี่ที่ลูกค้ามาใช้บริการ และยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายกับร้านอาหาร เพื่อเป็นอินพุตสำหรับการแบ่งกลุ่มโดยใช้ทฤษฎี RFM model ของอัลกอริธึม K-means ซึ่งผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มลูกค้าจะได้ข้อมูล 2 มิติ แสดงดังรูปที่ 3.21 และเมื่อใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model จะได้ข้อมูล 3 มิติ แสดงดังรูปที่ 3.22



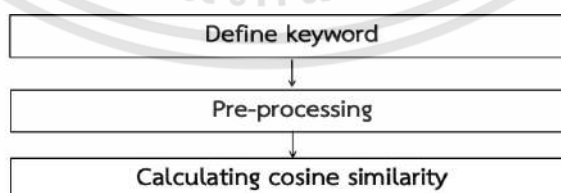
รูปที่ 3.21 ผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม โดยใช้ K-means เมื่อข้อมูลอินพุต คือ จำนวนเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละครั้ง และ ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน



รูปที่ 3.22 ผลลัพธ์ในการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม โดยใช้ K-means เมื่อใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model

3.1.5 การออกแบบอัลกอริธึมสำหรับระบบแนะนำสินค้า

การมีระบบแนะนำสินค้าเปรียบเสมือนการประชาสัมพันธ์รายการอาหารอื่น ๆ ให้กับลูกค้าผ่านการวิเคราะห์ว่ารายการใดควรจะนำเสนอให้กับลูกค้า แผนภาพการทำงานของอัลกอริธึมสำหรับระบบแนะนำสินค้าแสดงดังรูปที่ 3.23 โดยเริ่มจากการกำหนดอัตลักษณ์หรือลักษณะเด่นของรายการอาหารแต่ละกลุ่ม จากนั้นทำการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Data frame และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริธึมสำหรับระบบแนะนำสินค้า และทำการคำนวณหาความคล้ายคลึงของแต่ละกลุ่มรายการอาหารโดยใช้ Cosine similarity



รูปที่ 3.23 แผนภาพการทำงานของอัลกอริธึมสำหรับระบบแนะนำสินค้า

1. กำหนดอัตลักษณ์ของแต่ละกลุ่มรายการอาหาร

ทำการกำหนดอัตลักษณ์หรือลักษณะเด่นของรายการอาหารแต่ละรายการโดยใช้คุณสมบัติด้านรสชาติ ลักษณะทางกายภาพ อุณหภูมิ และวัตถุดิบ เป็นสิ่งที่จะช่วยในการกำหนดอัตลักษณ์ของอาหารแต่ละรายการ ซึ่งผู้จัดทำได้กำหนดคุณสมบัติของอาหารทั้งหมด 15 คุณสมบัติ ได้แก่ 1. รสหวาน 2. รสเค็ม 3. รสจัด 4. รสเปรี้ยว 5. อาหารที่เป็นซูป 6. กาแฟ 7. ชา 8. เย็น 9. ร้อน 10. เนื้อหมู 11. เนื้อวัว 12. เนื้อไก่ 13. เนื้อปลา 14. อาหารทะเล และ 15. ไข่ เมื่ออาหารมีคุณสมบัติใดจะแทนด้วยเลข 1 และเมื่ออาหารไม่มีคุณสมบัติจะแทนด้วยเลข 0 เมื่อนำคุณสมบัติของอาหารทั้ง 15 คุณสมบัติมาประกอบกันจะได้เป็นเวกเตอร์อัตลักษณ์ของอาหารรายการนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น เกี้ยวซ่าทอด มีคุณสมบัติ 3 คุณสมบัติ คือ รสหวาน รสเค็ม เนื้อหมู จะได้อัตลักษณ์ของเกี้ยวซ่าทอด ในรูปของเวกเตอร์ คือ [1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0] แสดงดังรูปที่ 3.24

menu_name	sweet	salty	spicy	sour	soup	coffee	tea	cold	hot	pork	beef	chicken	fish	seafood	egg
เกี้ยวซ่าทอด	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

รูปที่ 3.24 แสดงการกำหนดอัตลักษณ์ของเกี้ยวซ่าทอด

2. Pre-processing

ทำการรวบรวมอัตลักษณ์ของแต่ละรายการอาหารและจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Data frame แสดงดังรูปที่ 3.25 และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริทึมสำหรับระบบแนะนำสินค้า

menu_name	sweet	salty	spicy	sour	soup	coffee	tea	cold	hot	pork	beef	chicken	fish	seafood	egg
เบียร์	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
โค้ก	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ชาเขียว	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
ชาข้าวสาลี	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
น้ำแร่	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
IC-ชน-โรงเรียน	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
เกี้ยวซ่าทอด	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
เซี่ยงช้าว น้ำซุสและ	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เต้าหู้โรยด้วยต้นหอม	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
แซนวิชไก่ฟิลล์	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
แซนวิชหมูทอดมิลค์	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ไก่ชนแก้ว	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ไก่ทอด	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ไข่ดอง	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ไข่ตุ๋น	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ไข่อบเนย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ไอศกรีมไมจิ	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ไอศกรีมชาเขียว	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
ไอศกรีมวนิลา	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 3.25 อัตลักษณ์ของแต่ละรายการอาหาร

3. การคำนวณค่า Cosine similarity

ทำการคำนวณหาความคล้ายคลึงของอาหารแต่ละรายการโดยใช้ Cosine similarity โดยการจับคู่รายการอาหารแต่ละรายการและทำการคำนวณค่า Cosine ระหว่างเวกเตอร์ของรายการอาหาร 1 กับเวกเตอร์ของรายการอาหาร 2 ซึ่งค่า Cosine ที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าค่า Cosine ที่คำนวณได้มีค่ามาก นั่นคือความคล้ายคลึงของอาหารทั้ง 2 รายการมีความคล้ายคลึงกันมากตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อนำค่า Cosine ที่คำนวณได้มาคูณด้วย 100 จะได้เปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึงกันของรายการอาหารทั้ง 2 รายการ แสดงดังรูปที่ 3.26

menu_name	rec_menu	similar
เกี้ยวซาหอด	อุดงน้ำ	51.6
เกี้ยวซาหอด	อุดงแกงกะหรี่หมูทอดออริจินัล	47.1
เกี้ยวซาหอด	คัทสึด้ง	57.7
เกี้ยวซาหอด	ข้าวหน้าหมูผัดคัทสึ	86.6
เกี้ยวซาหอด	ข้าวหน้าปลาดิบ	33.3
เกี้ยวซาหอด	ข้าวหน้ากุ้งคัทสึ	57.7
เกี้ยวซาหอด	ข้าวหน้าแฮมมอนคัทสึ	51.6
เกี้ยวซาหอด	ข้าวหน้าเทรียกิ	66.7
เกี้ยวซาหอด	ข้าวราดซอสคัทสึด้ง	47.1
เกี้ยวซาหอด	ข้าวคัทสึด้ง	51.6
เกี้ยวซาหอด	ข้าวแกงกะหรี่ดำ	51.6
เกี้ยวซาหอด	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง	57.7
เกี้ยวซาหอด	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง&ดำ	47.1
เกี้ยวซาหอด	เบนโตะ	65.5
เกี้ยวซาหอด	Signature Set	47.1
เกี้ยวซาหอด	Signature A la Carte	40.8
เกี้ยวซาหอด	Set Menu tei	33.3
เกี้ยวซาหอด	Kids Set – Kimukatsu	47.1
เกี้ยวซาหอด	Dragon Don	33.3
เกี้ยวซาหอด	Chicken Katsu Set	51.6
เกี้ยวซาหอด	Chicken Katsu A la carte	40.8
เกี้ยวซาหอด	A la carte Tei	28.9
เกี้ยวซาหอด	สลัดมันฝรั่ง	40.8
เกี้ยวซาหอด	ยำสาหร่าย	40.8
เกี้ยวซาหอด	นิกเก็ตโกเช็ต	33.3
เกี้ยวซาหอด	ห้องปลาแฮมมอน	51.6
เกี้ยวซาหอด	ข้าวญี่ปุ่น Refill	57.7
เกี้ยวซาหอด	กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง	33.3
เกี้ยวซาหอด	ไอศกรีมวนิลา	40.8

รูปที่ 3.26 เปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงกันของเกี้ยวซ่ากับรายการอาหารอื่น

3.1.6 การออกแบบอัลกอริทึมสำหรับระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง

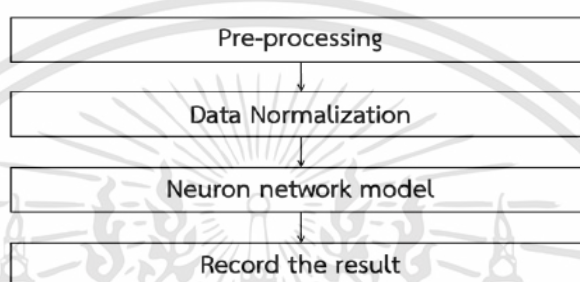
จากการที่ผู้จัดทำได้มีการพูดคุยร่วมกับผู้ประกอบการร้านอาหาร พบว่าในการซื้อวัตถุดิบแต่ละครั้งผู้ประกอบการจะต้องประมาณจำนวนที่ควรซื้อเพื่อให้เพียงพอต่อการขายในครั้งถัดไป และบางครั้งวัตถุดิบที่ซื้อมาก็ไม่เพียงพอต่อการขาย หรือปริมาณที่ซื้อมามีมากเกินไปความต้องการซึ่งส่งผลทำให้ขาดรายได้ วัตถุดิบหมดอายุ เพื่อให้มีการบริหารวัตถุดิบคงคลังให้เป็นไปอย่างมีระบบและช่วยประหยัดเวลาในการประมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง ผู้จัดทำจึงพัฒนาระบบนี้ขึ้นมาโดยมีแนวคิดว่าจะระบบจะทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านอาหารควรซื้อในแต่ละสัปดาห์ เนื่องจากร้านอาหารส่วนใหญ่มักจะซื้อวัตถุดิบแต่ละอย่างไม่ตรงวันกัน หรือต้องซื้อแต่ละวัตถุดิบในทุก ๆ วัน ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นค่าเดินทางหรือค่าขนส่ง ระบบนี้จึงช่วยทำนายปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดที่ร้านควรซื้อในแต่ละสัปดาห์โดยใช้ Machine learning ในการทำงาน

Tensorflow เป็นไลบรารีฟรีในภาษาไพธอนสำหรับการพัฒนาโปรแกรมในการทำ Machine learning การนำไลบรารี Tensorflow มาใช้ ทำให้ผู้จัดทำสามารถลดขั้นตอนและกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก โดยใช้เทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซพตรอนแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron Neural Network) ทั้งยังสามารถทำการทดสอบประเมินความถูกต้องในการทำนายจำนวนวัตถุดิบที่ผู้ประกอบการร้านอาหารควรซื้อในแต่ละครั้งได้ โดยแผนภาพการทำงานโดยรวมแสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 แผนภาพการทำงานโดยรวมของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบ

กล่าวคือ ข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนการขายของแต่ละรายการอาหารภายในร้านอาหาร และปริมาณวัตถุดิบชนิดหนึ่งคงเหลือก่อนที่จะซื้อวัตถุดิบใหม่ในแต่ละสัปดาห์ เนื่องจากข้อมูลทั้งสองแสดงถึงพฤติกรรมการขายของร้านอาหาร ผู้จัดทำจึงเลือกข้อมูลสองชนิดนี้ในการฝึกฝนการเรียนรู้ของ Machine learning ในการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อ โดยขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ขั้นตอนการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบ

1. Pre-processing

ค่าที่รับมาจากหน้าเว็บไซต์ประกอบด้วย เลขประจำร้าน (restaurant_id) ชื่อวัตถุดิบ (stock_name) ปริมาณวัตถุดิบคงเหลือก่อนการเติมวัตถุดิบ (remain_stock) และหน่วยของวัตถุดิบ (stock_unit) ในการทำ Pre-processing เป็นการจัดการข้อมูลให้พร้อมเพื่อที่จะนำไปใช้ในโครงข่ายประสาทเทียม โดยทำการรวบรวมข้อมูลการขายของแต่ละรายการอาหารภายในร้านจากฐานข้อมูล transaction คำสั่งในการเขียนโปรแกรมในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล transaction แสดงดังรูปที่ 3.29 ซึ่งจะเก็บข้อมูลชื่อรายการอาหาร (menu_name) จำนวนที่ขายได้ (amount) วันที่ขายได้ (create_date) จาก เลขประจำร้าน (restaurant_id) ที่รับมาจากหน้าเว็บไซต์ร้านอาหาร

```
#get data from transaction table
import pandas as pd

tran = pd.read_sql_query(
    '''SELECT
        menu_name,
        amount,
        create_date
    FROM transactions WHERE restaurant_id = restaurant_id ''', mydb)
tran
```

	menu_name	amount	create_date
0	Kimukatsu SIGNATURE SETMตั้งเดิม	2	2021-02-01 05:00:35
1	ซานมโด้หวัน	1	2021-02-02 05:03:07
2	ซานมโด้หวัน	1	2021-02-08 05:04:19
3	Kimukatsu SIGNATURE SETMตั้งเดิม	1	2021-02-16 05:05:11
4	ซานมโด้หวัน	1	2021-02-25 05:05:59
5	ซาริฟิด	1	2021-02-28 15:06:39
6	โกโทด	2	2021-02-28 15:09:28
7	ข้าวหมูทอด	1	2021-03-01 22:08:32
8	สลัดมันฝรั่ง	2	2021-03-04 22:09:29

รูปที่ 3.29 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล transaction

ทำการแบ่งช่วงเวลาเป็นรายสัปดาห์ คำสั่งโปรแกรมการแบ่งช่วงเวลาแสดงดังรูปที่ 3.30 จากนั้นดึงข้อมูลรายการอาหารภายในร้านทั้งหมดจากฐานข้อมูลรายการอาหาร (menu) คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล menu แสดงดังรูปที่ 3.31

```
#group transaction in weekly
weekly = tran.groupby('menu_name').resample('W', on='create_date')['amount'].sum()
weekly = pd.DataFrame(weekly)
weekly['menu_name'] = tran.groupby('menu_name').resample('W', on='create_date')['amount'].sum().index.get_level_values(1)
weekly['date'] = tran.groupby('menu_name').resample('W', on='create_date')['amount'].sum().index.get_level_values(1)
weekly
```

	menu_name	create_date	amount	menu_name	date
Kimukatsu SIGNATURE SETMตั้งเดิม		2021-02-07	2	Kimukatsu SIGNATURE SETMตั้งเดิม	2021-02-07
		2021-02-14	0	Kimukatsu SIGNATURE SETMตั้งเดิม	2021-02-14
		2021-02-21	1	Kimukatsu SIGNATURE SETMตั้งเดิม	2021-02-21
ข้าวหมูทอด		2021-03-07	1	ข้าวหมูทอด	2021-03-07
		2021-02-07	1	ซานมโด้หวัน	2021-02-07
		2021-02-14	1	ซานมโด้หวัน	2021-02-14
ซานมโด้หวัน		2021-02-21	0	ซานมโด้หวัน	2021-02-21
		2021-02-28	1	ซานมโด้หวัน	2021-02-28
		2021-02-28	1	ซาริฟิด	2021-02-28
สลัดมันฝรั่ง		2021-03-07	2	สลัดมันฝรั่ง	2021-03-07
		2021-02-28	2	โกโทด	2021-02-28
		2021-02-28	2	โกโทด	2021-02-28

รูปที่ 3.30 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการแบ่งช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#get all menu data in this restaurant from menu table
menu = pd.read_sql_query(
    '''SELECT
        menu_name
        FROM menu WHERE restaurant_id = restaurant_id ''', mydb)
menu
```

	menu_name
0	Kimukatsu SIGNATURE SETMดั้งเดิม
1	ชาวมไต้หวัน
2	ข้าวหมูทอด
3	สลัดมันฝรั่ง
4	ซาริพล
5	ไก่ทอด

รูปที่ 3.31 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล menu

ทำการดึงข้อมูลที่ร้านอาหารได้ทำการบันทึกการเติมวัตถุดิบผ่านหน้าเว็บไซต์จากฐานข้อมูล stock เมื่อชื่อวัตถุดิบคือ stock_name ที่รับมาจากหน้าเว็บไซต์ คำสั่งโปรแกรมการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล stock แสดงดังรูปที่ 3.32 ประกอบด้วย ชื่อวัตถุดิบ (stock_name) ปริมาณวัตถุดิบที่ซื้อในสัปดาห์นั้น ๆ (stock_amount) ปริมาณวัตถุดิบคงเหลือก่อนการซื้อ (stock_remain) และวันที่มีการซื้อวัตถุดิบเพิ่ม (create_date) จากนั้นทำการจัดรูปแบบข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการฝึกสอน machine learning ข้อมูล pre-processing แสดงดังรูปที่ 3.33

```
#get stock data from stock table
stock = pd.read_sql_query(
    '''SELECT
        stock_id,
        stock_name,
        stock_amount,
        stock_remain,
        created_date
        FROM stock WHERE stock_name = stock_name ''', mydb)
stock
```

	stock_id	stock_name	stock_amount	stock_remain	created_date
6	7	shrimp	120	79	2021-02-07
7	8	shrimp	40	157	2021-02-14
8	9	shrimp	60	138	2021-02-21
9	10	shrimp	100	121	2021-02-28

รูปที่ 3.32 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล stock

	create_date	Kimukatsu SIGNATURE SETM	ตั้งเดิม	ชานมได้วัน	ข้าวหมกทอด	สลัดมันฝรั่ง	ซาริฟิล	โก๋ทอด	remain	output
0	2021-02-07		2	1	0	0	0	0	79.0	120.0
1	2021-02-14		0	1	0	0	0	0	157.0	40.0
2	2021-02-21		1	0	0	0	0	0	138.0	60.0
3	2021-02-28		0	1	0	0	1	2	121.0	100.0

รูปที่ 3.33 ข้อมูล Pre-processing

2. Data Normalization

สำหรับการทำ Data Normalization ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Standardization หรือ Z-score Normalization ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้เกิดข้อมูลชุดใหม่ที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่แนะนำในการฝึกสอน machine learning โดยใช้ไลบรารีของ scikit-learn คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการทำ Data Normalization แสดงดังรูปที่ 3.34

```
def scale_datasets(x_train, x_test):
    """
    Standard Scale test and train data
    Z - Score normalization
    """
    standard_scaler = StandardScaler()
    x_train_scaled = pd.DataFrame(
        standard_scaler.fit_transform(x_train),
        columns=x_train.columns
    )
    x_test_scaled = pd.DataFrame(
        standard_scaler.transform(x_test),
        columns = x_test.columns
    )
    return x_train_scaled, x_test_scaled

x_train_scaled, x_test_scaled = scale_datasets(x_train, x_test)
```

รูปที่ 3.34 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการทำ Data Normalization

3. Neural network model

กำหนดจำนวนโหนดในแต่ละชั้นซ่อน, learning rate, activation function, optimizer, loss function, epoch (จำนวนรอบของการฝึกสอน), batch size (จำนวนรายการข้อมูลที่จะให้ Optimizer คำนวณในหนึ่งครั้ง) และ validation split (การแยกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนฝึกสอน ส่วนที่สองเป็นส่วนทดสอบ) คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับ Neural network model แสดงดังรูปที่ 3.35

```

hidden_units1 = 160
hidden_units2 = 480
hidden_units3 = 256
learning_rate = 0.001
# Creating model using the Sequential in tensorflow
def build_model_using_sequential():
    model = Sequential([
        Dense(hidden_units1, kernel_initializer='normal', activation='relu'),
        Dropout(0.2),
        Dense(hidden_units2, kernel_initializer='normal', activation='relu'),
        Dropout(0.2),
        Dense(hidden_units3, kernel_initializer='normal', activation='relu'),
        Dense(1, kernel_initializer='normal', activation='linear')
    ])
    return model
# build the model
model = build_model_using_sequential()

# loss function, Optimizer
msle = MeanSquaredLogarithmicError()
model.compile(
    loss=msle,
    optimizer=Adam(learning_rate=learning_rate),
    metrics=[msle]
)
# train the model
history = model.fit(
    x_train_scaled.values,
    y_train.values,
    epochs=200,
    batch_size=20,
    validation_split=0.02
)

predicted_value = model.predict(x_test_scaled)

```

รูปที่ 3.35 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับ Neural network model

โดยจำนวนโหนดของชั้นซ่อนที่ 1 = 160 โหนด, ชั้นซ่อนที่ 2 = 480 โหนด ชั้นซ่อนที่ 3 = 256 โหนด และ ชั้นซ่อนทุกชั้นใช้ activation function ReLU เนื่องจากเป็น activation function ที่แก้ไขปัญหาเรื่อง Vanishing Gradient ส่งผลให้เทรนโมเดลได้เร็วขึ้นมาก ในชั้นเอาต์พุตใช้ activation function แบบ linear เพราะผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นปริมาณวัตถุดิบที่ทำนายได้จากโมเดล สำหรับ loss function ผู้จัดทำเลือกใช้ Mean Squared Logarithmic Error Loss (MSLE) เพราะข้อดีที่มีมากกว่า loss function ตัวอื่น ๆ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างสัมพัทธ์ (Relative Difference) และเหมาะกับชุดข้อมูลที่มีค่าต่างกันอย่างมาก และ Optimizer ที่ผู้จัดทำเลือกใช้คือ Adam (Adaptive Moment Estimation) เพราะจุดเด่นในความสามารถในการปรับ learning rate ได้ และเป็น optimizer ที่เป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก

4. Record the result

ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ในฐานข้อมูลวัตถุดิบ (stock) เพื่อนำไปฝึกสอนในครั้งถัด ๆ ไป คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการบันทึกฐานข้อมูล stock แสดงดังรูปที่ 3.36

```
#insert remain and output to stock table to record history and use this to train at the next time
from datetime import date
mycursor = mydb.cursor()
sql = "INSERT INTO stock (stock_name,stock_amount,stock_remain,stock_unit,restaurant_id,created_date) VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s)"
val = [
    (input,predicted_value, remain_input,stock_unit, restaurant_id,date.today())
]

mycursor.executemany(sql, val)

mydb.commit()

print(mycursor.rowcount, "record was inserted.")

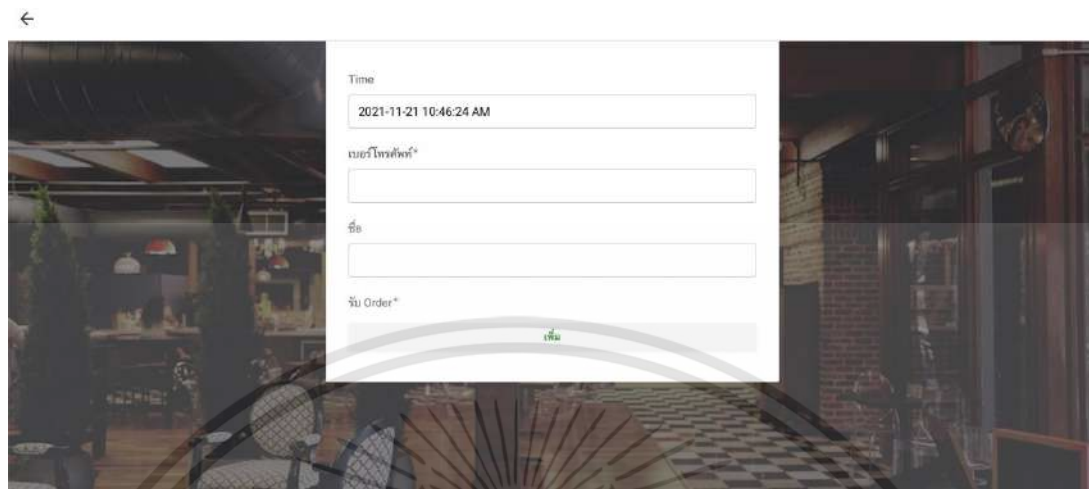
1 record was inserted.
```

รูปที่ 3.36 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการบันทึกฐานข้อมูล stock

3.1.7 การออกแบบระบบต้นแบบ

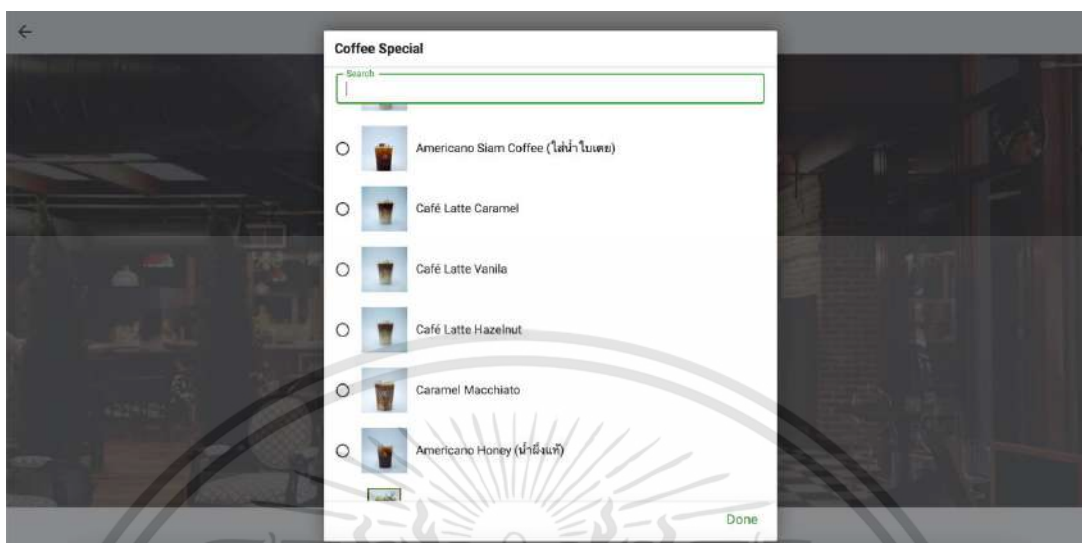
ทางผู้จัดทำได้พัฒนาระบบต้นแบบขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาฟังก์ชันต่าง ๆ ที่ควรมีในแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าและเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร เพื่อให้ผู้จัดทำเข้าใจภาพรวมของระบบและมองเห็นองค์ประกอบย่อยของกระบวนการสร้างแอปพลิเคชันและเว็บไซต์ ทำให้สามารถพัฒนาระบบทั้งในส่วนของแอปพลิเคชันและเว็บไซต์ได้ตรงตามที่วางแผน ผู้จัดทำจึงออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบโดยใช้ AppSheet เป็นเครื่องมือในการพัฒนา ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสร้างแอปพลิเคชันและเว็บไซต์โดยไม่ต้องเขียนคำสั่ง สดวก และรวดเร็ว โดยระบบต้นแบบนี้พัฒนาขึ้นมาในรูปแบบของเว็บไซต์ ประกอบด้วย 6 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ 1. หน้าสั่งอาหาร 2. หน้ารายการสั่ง 3. หน้า Data Analytics 4. หน้าสมัครสมาชิก 5. หน้าบันทึกวัตถุดิบ และ 6. หน้าแก้ไขรายการอาหาร

1. หน้าสั่งอาหาร ร้านอาหารสามารถบันทึกรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งได้โดยกดปุ่มสั่งอาหาร เลือกรายการอาหารโดยกดที่ปุ่ม “เพิ่ม” แสดงดังรูปที่ 3.37 จากนั้นหน้าเลือกหมวดรายการอาหารจะแสดงดังรูปที่ 3.38 กดปุ่มต่อไปเพื่อเลือกรายการอาหารแสดงดังรูปที่ 3.39 ตัวอย่างการสั่งอาหารแสดงดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.38 หน้าเลือกหมวดรายการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



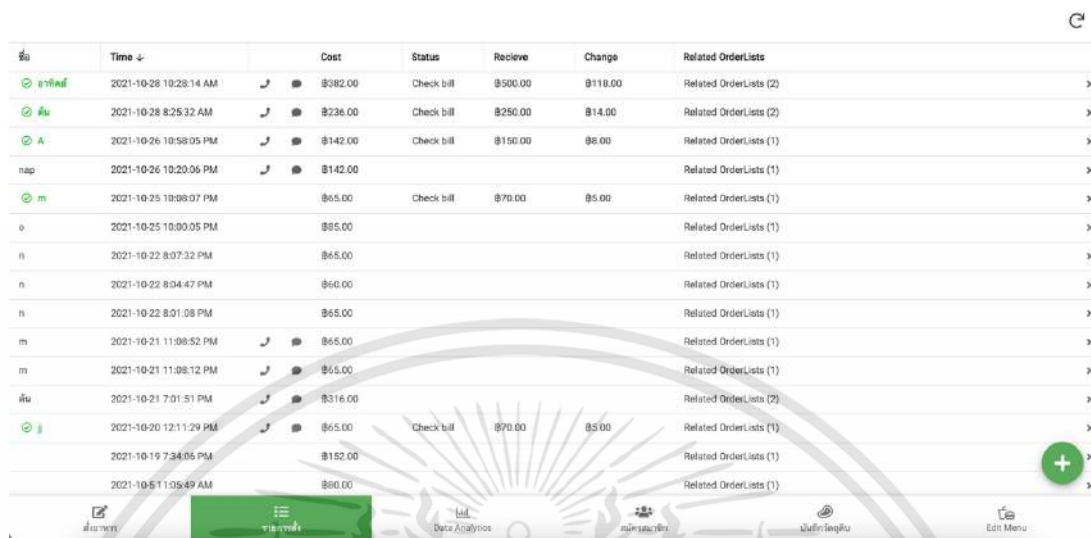
รูปที่ 3.39 หน้าเลือกรายการอาหาร



รูปที่ 3.40 ตัวอย่างการสั่งอาหาร

2. หน้ารายการสั่ง ใช้สำหรับดูรายการอาหารที่ร้านต้องทำตามรายการที่สั่งเข้ามา ซึ่งจะแสดงชื่อ เบอร์โทรศัพท์ รายการอาหารที่สั่ง และสถานะ หากลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้ว ร้านค้าสามารถกดเลือกสถานะเป็น Check bill แล้วชื่อของลูกค้าจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวพร้อมกับเครื่องหมายถูก เพื่อแสดงว่ารายการนี้สำเร็จแล้ว แสดงดังรูปที่ 3.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อ	Time	Cost	Status	Receive	Change	Related OrderLists
จําเดิม	2021-10-28 10:28:14 AM	฿382.00	Check bill	฿500.00	฿118.00	Related OrderLists (2)
ต้น	2021-10-28 8:25:32 AM	฿238.00	Check bill	฿250.00	฿14.00	Related OrderLists (2)
A	2021-10-26 10:58:05 PM	฿142.00	Check bill	฿150.00	฿8.00	Related OrderLists (1)
nap	2021-10-26 10:20:06 PM	฿142.00				Related OrderLists (1)
m	2021-10-25 10:08:07 PM	฿65.00	Check bill	฿70.00	฿5.00	Related OrderLists (1)
อ	2021-10-25 10:00:05 PM	฿85.00				Related OrderLists (1)
ก	2021-10-22 8:07:32 PM	฿45.00				Related OrderLists (1)
ก	2021-10-22 8:04:47 PM	฿60.00				Related OrderLists (1)
ก	2021-10-22 8:01:08 PM	฿65.00				Related OrderLists (1)
ม	2021-10-21 11:08:52 PM	฿65.00				Related OrderLists (1)
ม	2021-10-21 11:08:12 PM	฿65.00				Related OrderLists (1)
ต้น	2021-10-21 7:01:51 PM	฿316.00				Related OrderLists (2)
จ	2021-10-20 12:11:29 PM	฿65.00	Check bill	฿70.00	฿5.00	Related OrderLists (1)
	2021-10-19 7:34:06 PM	฿152.00				Related OrderLists (1)
	2021-10-5 11:05:49 AM	฿80.00				Related OrderLists (1)

รูปที่ 3.41 หน้ารายการสั่ง

3. หน้า Data Analytics ใช้สำหรับแสดงข้อมูลยอดขาย รายการที่ขายได้ เมนูที่มักซื้อร่วมกัน จัดกลุ่มลูกค้า และเมนูแนะนำ ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.42



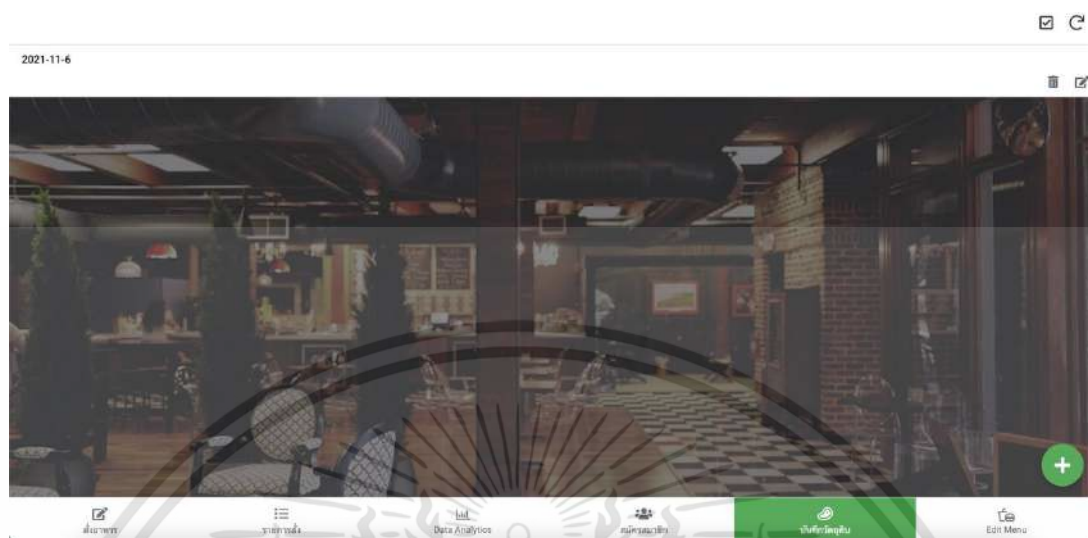
รูปที่ 3.42 หน้า Data Analytics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หน้าสมัครสมาชิก ใช้สำหรับการสมัครสมาชิกเพื่อเก็บข้อมูล และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยข้อมูลที่ใช้ในการสมัครสมาชิก ได้แก่ ชื่อ วันเกิด เพศ เบอร์โทรศัพท์ และที่อยู่ แสดงดังรูปที่ 3.43

รูปที่ 3.43 หน้าสมัครสมาชิก

5. หน้าบันทึกวัตถุดิบ ใช้สำหรับให้ร้านอาหารบันทึกรายการวัตถุดิบที่ต้องซื้อในแต่ละครั้ง ข้อมูลนี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับพฤติกรรมการขายของร้าน เพื่อทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ต้องซื้อในครั้งถัดไป แสดงดังรูปที่ 3.44, 3.45 และ 3.46

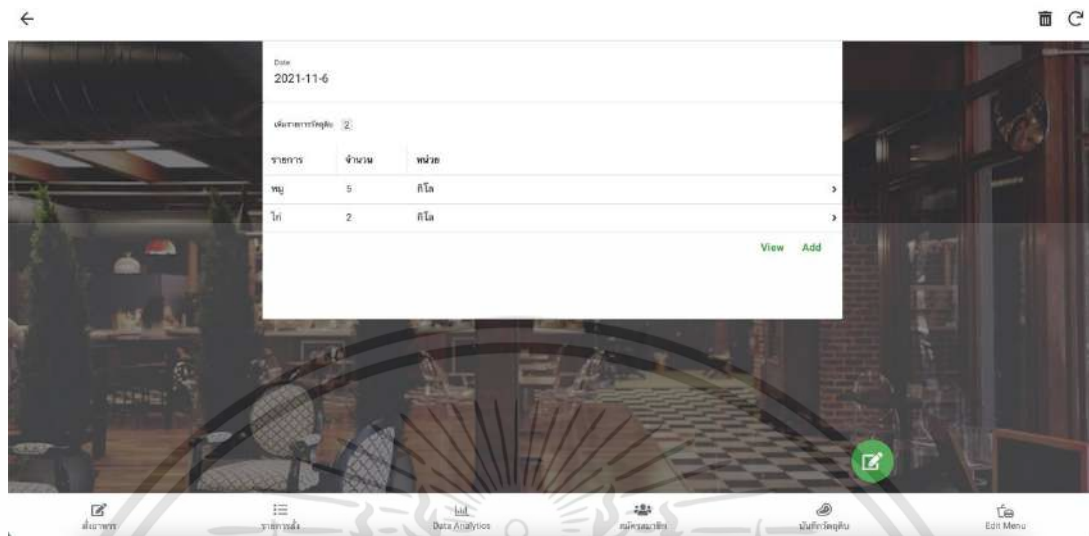


รูปที่ 3.44 หน้าแสดงประวัติในการบันทึกวัดฤตติบ



รูปที่ 3.45 หน้าบันทึกวัดฤตติบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



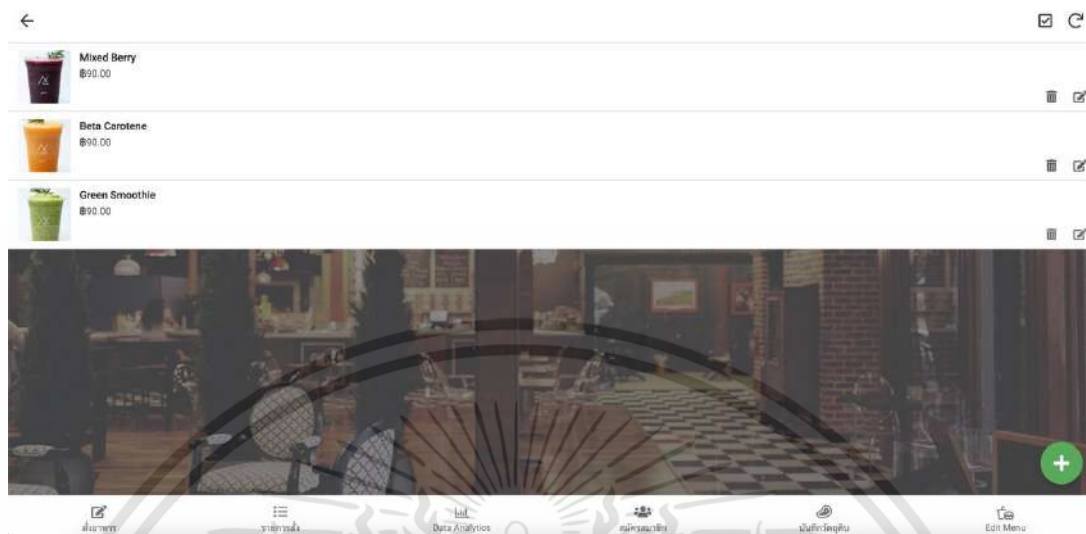
รูปที่ 3.46 หน้าแสดงรายละเอียดในการบันทึกวัตถุดิบ

6. หน้าแก้ไขรายการอาหาร ใช้สำหรับเพิ่ม ลบ แก้ไข ชื่อ รูปภาพ หรือราคาอาหาร ภายในร้าน แสดงดังรูปที่ 3.47, 3.48, 3.49 และ 3.50



รูปที่ 3.47 หน้าแก้ไขรายการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

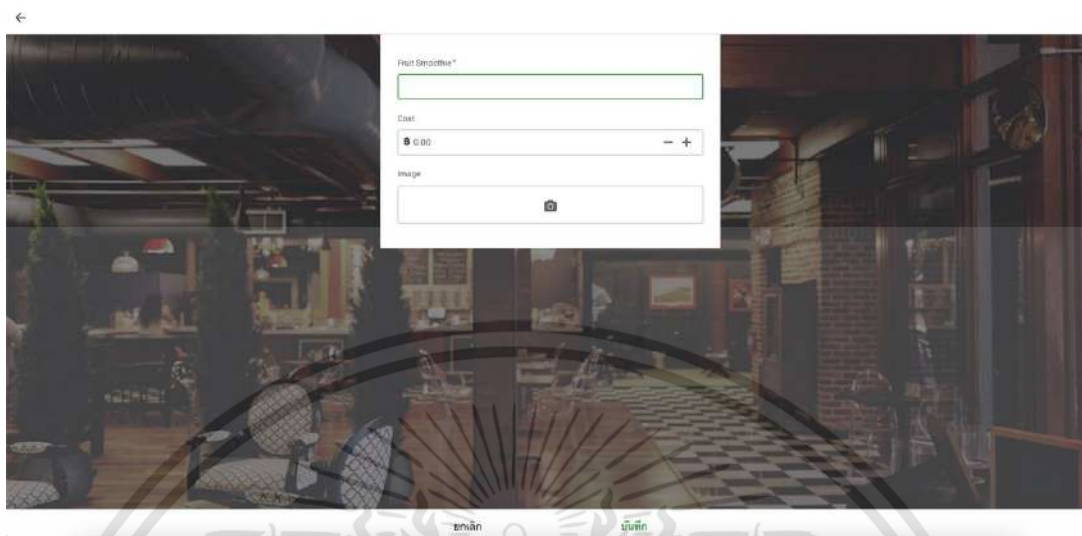


รูปที่ 3.48 หน้าแสดงรายชื่ออาหาร



รูปที่ 3.49 หน้าแก้ไขรายการอาหาร

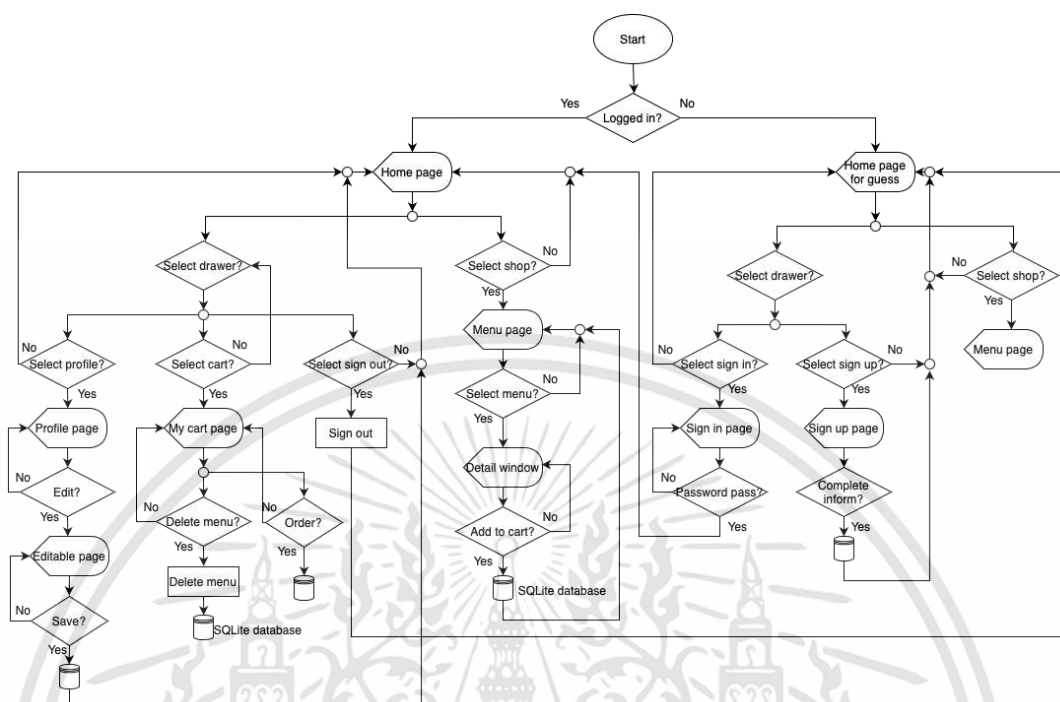
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 หน้าเพิ่มรายการอาหาร

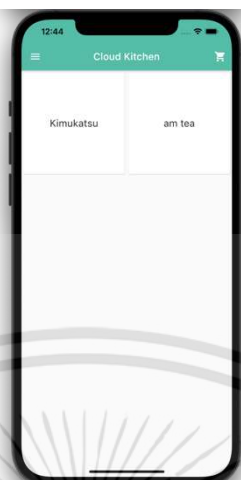
3.1.8 การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

ผู้จัดทำได้พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอสโดยใช้ภาษา Dart ผ่าน Cross-platform framework Flutter แผนภาพการทำงานของแอปพลิเคชันแสดงดังรูปที่ 3.51 โดยมีระบบจัดการลงชื่อเข้าใช้ ผู้ใช้จะต้องลงทะเบียนและลงชื่อเข้าใช้งานก่อนจึงจะสามารถสั่งอาหารได้ การสั่งอาหารสามารถเลือกร้านและเลือกรายการอาหารลงตะกร้า โดยสามารถเลือกจำนวนหรือใส่ข้อความเพิ่มเติมเพื่อแจ้งกับทางร้านได้ ในส่วนนี้จะมีการแสดงรายการอาหารแนะนำซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมที่ผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้นมา จากนั้นสามารถตรวจสอบความถูกต้องหรือแก้ไขรายการอาหารที่สั่งได้ และมีแผนที่ในการระบุตำแหน่งที่อยู่ในการจัดส่ง เมื่อผู้ใช้กดสั่งอาหาร รายละเอียดต่าง ๆ จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำไปแสดงให้กับร้านอาหารและใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.51 แผนภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน

หน้าแรกเมื่อเข้าใช้งานครั้งแรก แอปพลิเคชันจะแสดงรายชื่อร้านอาหารแสดงดังรูปที่ 3.52 ผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียนก่อนเพื่อเข้าใช้งาน โดยการลงทะเบียนสามารถเข้าได้จากปุ่ม Sign up ในหน้าต่างด้านซ้ายมือ แสดงดังรูปที่ 3.53 โดยรายละเอียดในการลงทะเบียนประกอบด้วย Username, Password, E-mail, Age, Phone number และ Gender แสดงดังรูปที่ 3.54 หากผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนจะมีหน้าตาส่งข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ 3.55

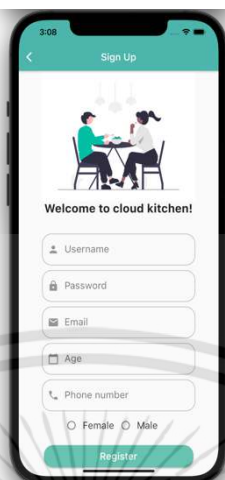


รูปที่ 3.52 หน้าแสดงรายชื่อร้านอาหาร



รูปที่ 3.53 หน้าต่างแสดงรายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

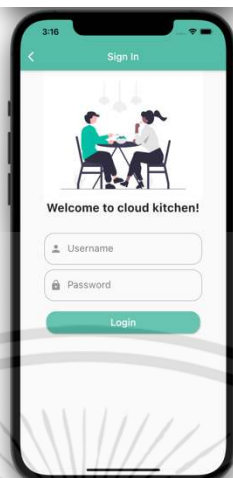


รูปที่ 3.54 หน้าลงทะเบียน



รูปที่ 3.55 หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบ

เมื่อลงทะเบียนสำเร็จข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล และผู้ใช้สามารถนำ username และ password ที่ทำการลงทะเบียนไว้มาลงชื่อเข้าใช้ โดยการกดปุ่ม “sign in” ในหน้าทางด้านซ้าย และหน้าลงชื่อเข้าใช้จะแสดงดังรูปที่ 3.56 หากผู้ใช้กรอกรหัสผ่านผิด จะมีหน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ 3.57

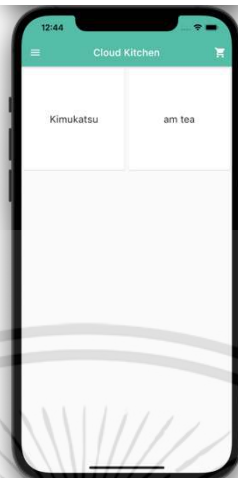


รูปที่ 3.56 หน้าลงชื่อเข้าใช้



รูปที่ 3.57 หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านผิด

เมื่อผู้ใช้งานชื่อเข้าใช้สำเร็จหน้าแรกจะแสดงรายชื่อร้านอาหารที่อยู่ในระบบ ดังรูปที่ 3.58 โดยสามารถเลือกทำรายการอื่น ๆ ได้โดยการกดที่หน้าต่างด้านซ้ายแสดงดังรูปที่ 3.59 ผู้ใช้สามารถดูและแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้โดยกดที่ปุ่ม Profile และหน้าแสดงข้อมูลส่วนตัวจะแสดงดังรูปที่ 3.60 เมื่อกดที่ปุ่ม Edit จะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ แสดงดังรูปที่ 3.61 และกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกการแก้ไข และข้อมูลที่แก้ไขจะถูกแก้ไขเช่นเดียวกันในฐานข้อมูล

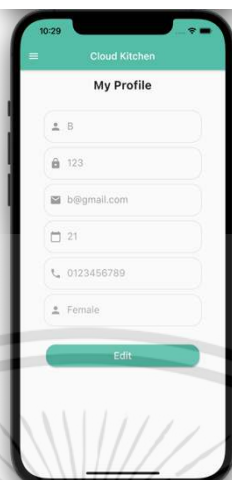


รูปที่ 3.58 หน้าแรกเมื่อลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ

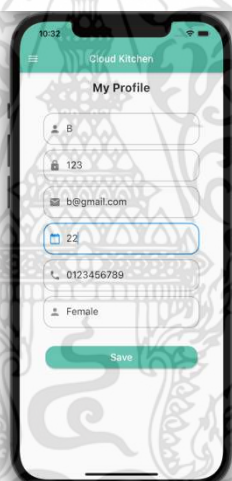


รูปที่ 3.59 หน้าต่างสำหรับเลือกรายการอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.60 หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัว



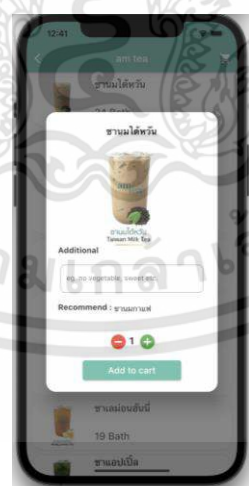
รูปที่ 3.61 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

ผู้ใช้สามารถสั่งอาหารได้โดยการเลือกร้านอาหารจากหน้าแสดงร้านอาหารในระบบ จากนั้นหน้าแสดงรายการอาหารจะแสดงดังรูปที่ 3.62 เมื่อเลือกรายการอาหารที่ต้องการสั่งจะมี หน้าต่างแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.63 ปรากฏขึ้น สามารถเลือกจำนวนในการสั่งได้ โดยกดปุ่มบวก เพื่อทำการเพิ่มจำนวน และกดปุ่มลบเพื่อลดจำนวน โดยจำนวนตั้งต้นเท่ากับ 1 และเมื่อจำนวน เท่ากับ 1 จะไม่สามารถกดปุ่มลบได้อีก สามารถกรอกข้อความเพิ่มเติมได้ที่ช่อง Additional เพื่อ แจ้งข้อมูลกับทางร้าน เช่น ไม่รับผัก ไม่ใส่น้ำตาล เป็นต้น ทำการเลือกรายการอาหารลงตะกร้าโดย

การกดปุ่ม Add to cart หากเข้าไปดูที่ตะกร้าโดยการกดที่ปุ่มรูปตะกร้าหรือเข้าจากหน้าต่าง ด้านซ้ายชื่อ Cart จะมีรายการอาหารต่าง ๆ ที่เลือกไว้ และราคารวมทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 3.64 ซึ่ง ผู้ใช้สามารถลบรายการอาหารแต่ละรายการได้โดยการกดปุ่มรูปถังขยะ แต่หากต้องการลบทั้งหมด ทำได้โดยการกดปุ่ม Clear my cart เมื่อไม่มีรายการสั่งอยู่ในตะกร้า จะปรากฏคำว่า Cart is empty แสดงดังรูปที่ 3.65

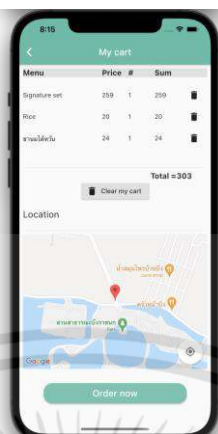


รูปที่ 3.62 หน้าแสดงรายการอาหาร

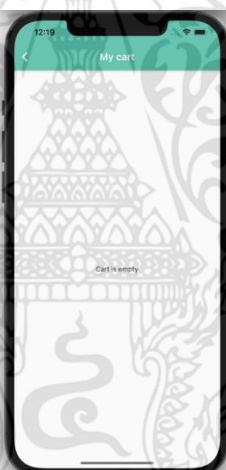


รูปที่ 3.63 หน้าต่างแสดงรายละเอียดรายการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



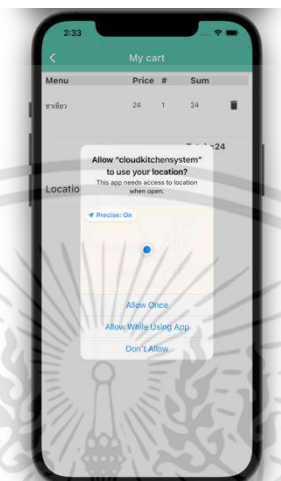
รูปที่ 3.64 หน้าตะกร้ารายการสั่ง



รูปที่ 3.65 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหาร

แต่หากใช้งานแอปพลิเคชันครั้งแรกเมื่อเข้ามาที่หน้าตะกร้าจะมีหน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งของผู้ใช้ หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส แสดงดังรูปที่ 3.66 โดยคำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการขออนุญาตสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส แสดงดังรูปที่ 3.67 และหน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แสดงดังรูปที่ 3.68 โดยคำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการขออนุญาตสำหรับระบบปฏิบัติการ

แอนดรอยด์ แสดงดังรูปที่ 3.69 โดยจะมีรูปแบบการอนุญาตให้เลือก 3 แบบ ประกอบด้วย อนุญาต
ครั้งนี้ อนุญาตขณะใช้แอปพลิเคชัน และไม่อนุญาต

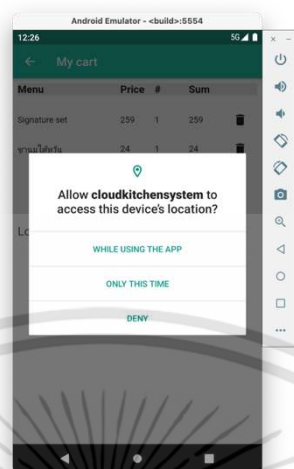


รูปที่ 3.66 หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส

```
<key>NSLocationWhenInUseUsageDescription</key>
<string>This app needs access to location when open.</string>
<key>NSLocationAlwaysUsageDescription</key>
<string>This app needs access to location when in the background.</string>
```

รูปที่ 3.67 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการขออนุญาตสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.68 หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่งสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

```
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_BACKGROUND_LOCATION"/>
```

รูปที่ 3.69 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการขออนุญาตสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

หากผู้ใช้เลือกอนุญาตครั้งนี้หรืออนุญาตขณะใช้แอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันจะสามารถเข้าถึงตำแหน่งของผู้ใช้ได้ และจะแสดงรูปแผนที่ ณ ตำแหน่งของผู้ใช้โดยอ้างอิงจากค่าละติจูดและลองจิจูด โดยพัฒนาร่วมกับ API ของ Google Maps คำสั่งในการเขียนโปรแกรมสำหรับการหาค่าละติจูดและลองจิจูด แสดงดังรูปที่ 3.70 โดยการติดตั้ง Flutter package location

```

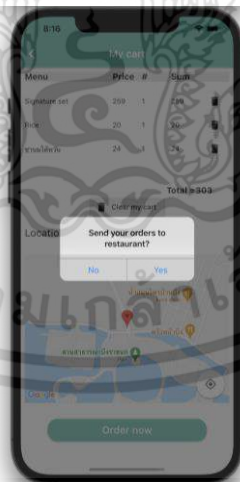
Future<Null> findLatLng() async {
  LocationData locationData = await findLocation();
  setState(() {
    lat = locationData.latitude;
    lng = locationData.longitude;
  });
  print('latnew = $lat, lngnew = $lng');
}

Future<LocationData> findLocation() async {
  Location location = Location();
  try {
    return location.getLocation();
  } catch (e) {
    return location.getLocation();
    ///return null;
  }
}

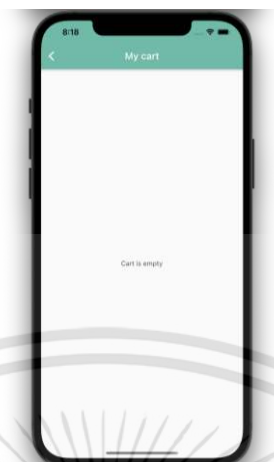
```

รูปที่ 3.70 คำสั่งในการเขียนโปรแกรมการหาค่าละติจูดและลองจิจูด

ในการสั่งอาหารทำได้โดยการกดปุ่ม Order now จากนั้นจะมีหน้าต่างข้อความเพื่อให้กดยืนยันอีกครั้งหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 3.71 หากกดปุ่ม No จะกลับสู่หน้าตะกร้าและไม่ส่งรายการอาหารที่สั่งไปยังฐานข้อมูล แต่หากกดปุ่ม Yes ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล และหน้าตะกร้าจะแสดงดังรูปที่ 3.72 ระบุข้อความว่าตะกร้าว่างเปล่า



รูปที่ 3.71 หน้าต่างยืนยันการสั่งอาหาร



รูปที่ 3.72 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหารที่สั่ง

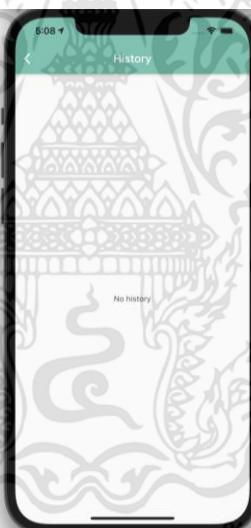
เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูประวัติการสั่งซื้อได้ ผู้จัดทำจึงพัฒนาหน้าแสดงประวัติการสั่งซื้อ โดยสามารถเข้าได้จากปุ่ม History บนแถบหน้าด้านล่างซ้ายแสดงดังรูปที่ 3.73 และหน้า History จะแสดงดังรูปที่ 3.74 ประกอบด้วย วันและเวลา, รายการอาหาร, ร้านอาหาร, จำนวนของอาหาร และราคาของอาหารที่เคยสั่งซื้อ แต่หากผู้ใช้ไม่เคยสั่งอาหารมาก่อน หน้า History จะแสดงดังรูปที่ 3.75 โดยจะแสดงข้อความว่า ไม่มีประวัติ



รูปที่ 3.73 แถบหน้าต่าง



รูปที่ 3.74 หน้า History

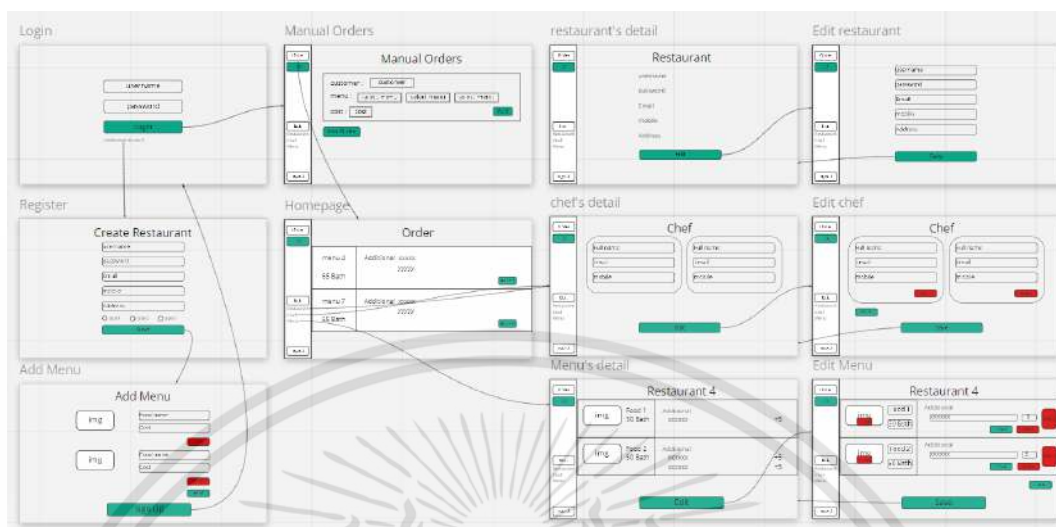


รูปที่ 3.75 หน้า History ในกรณีที่ไม่มีประวัติการสั่งอาหาร

3.1.9 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร

การออกแบบเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารเริ่มต้นจากการออกแบบ UX (User Experience) และ UI (User Interface) โดยใช้เว็บไซต์ Miro.com ช่วยในการออกแบบ UX/UI แสดงดังรูปที่ 3.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.76 UX/UI ของเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร

หน้าแรกเมื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ คือหน้าลงชื่อเข้าใช้ แสดงดังรูปที่ 3.77 ร้านอาหารจะต้องทำการลงทะเบียนก่อนโดยกดที่ปุ่ม Create your account หลังจากนั้นหน้าลงทะเบียนจะแสดงขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 3.78 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนประกอบด้วย Restaurant name, Password, E-mail, Mobile number และ Address จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการเพิ่มรายการอาหารภายในร้าน แสดงดังรูปที่ 3.79 ร้านอาหารสามารถสร้างรายการอาหารภายในร้านได้โดยการกรอกชื่อรายการอาหาร ราคา ประเภทของอาหาร รูปภาพ และคุณสมบัติของอาหาร เช่น รสหวาน รสเผ็ด หมู ไช้ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการทำระบบแนะนำสินค้า (Recommendation system) กดปุ่ม Add เมื่อต้องการสร้างรายการอาหารเพิ่ม และกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมด หลังจากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูล และร้านอาหารสามารถใช้ชื่อร้านอาหารและรหัสผ่านในการลงชื่อเข้าใช้ต่อไปได้

Hello !

Welcome to Cloud Kitchen

[Create your account](#)


รูปที่ 3.77 หน้าลงชื่อเข้าใช้

Welcome to Cloud kitchen !

Join us to conquer the new type of restaurant

[Create new account](#)



รูปที่ 3.78 หน้าลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Back

Add Menu

Menu name

Cost

- select type (เลือกประเภท) -

sweet	salty	spicy	sour	soup
coffee	tea	cold	hot	pork
beef	chicken	fish	seafood	egg

Menu image

Choose File No file chosen

Save

รูปที่ 3.79 หน้าเพิ่มรายการอาหาร

ภายในเว็บไซต์จะมีแถบเมนูแสดงฟังก์ชันต่าง ๆ ที่ร้านอาหารสามารถใช้ได้อยู่ที่ด้านซ้ายมือ ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ 1. ส่วนฟังก์ชันทั่วไปสำหรับการขายอาหาร 2. ส่วนการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบคงเหลือและการทำนายวัตถุดิบ 3. ส่วนฟังก์ชันแสดงผลพอร์จจากการวิเคราะห์ข้อมูลของร้านอาหาร และ 4. ส่วนการแก้ไขข้อมูลของร้านอาหาร แสดงดังรูปที่ 3.80

Kirukatsu2

Manual Orders

- select type (เลือกประเภท) -

Customer (ลูกค้า)

- mobile or name -

Menu (เมนู)

Note

0 Total Cost

Save

รูปที่ 3.80 แถบเมนูแสดงฟังก์ชันต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.1 การออกแบบส่วนฟังก์ชันสำหรับการขายอาหาร

ส่วนฟังก์ชันทั่วไปสำหรับการขายอาหาร ประกอบด้วย 4 ฟังก์ชัน ได้แก่ 1. ฟังก์ชันสำหรับกรอกข้อมูลการสั่งอาหารที่ลูกค้าสั่งอาหารที่หน้าร้าน (Manual Order) 2. ฟังก์ชันแสดงรายการอาหารของลูกค้าที่สั่งผ่านแอปพลิเคชันและผ่านหน้าร้าน (Order) 3. ฟังก์ชันแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (Dashboard) และ 4. ประวัติการขายอาหารตามช่วงเวลาที่ต้องการทราบ (Transaction)

1. ฟังก์ชันสำหรับกรอกข้อมูลการสั่งอาหารที่ลูกค้าสั่งอาหารที่หน้าร้าน

เมื่อทำการลงชื่อเข้าใช้เว็บไซต์จะแสดงหน้าสำหรับการสั่งอาหาร (Manual Order) แสดงดังรูปที่ 3.81 ใช้สำหรับการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้าในกรณีที่ลูกค้าสั่งอาหารผ่านหน้าร้าน ซึ่งสามารถเลือกการแสดงรายการอาหารตามประเภทอาหาร หรือ แสดงรายการอาหารทั้งหมดภายในร้านได้ ในการเลือกรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งทำได้โดยการกดที่รูปรายการอาหารนั้น ๆ จากนั้นรายการอาหารที่เลือกจะมาแสดงอยู่ด้านขวามือ ดังรูปที่ 3.82 ซึ่งทางด้านขวามือจะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ของการสั่งอาหารนั้น แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1. ข้อมูลลูกค้า ซึ่งหากลูกค้าเป็นสมาชิกกับทางร้าน ลูกค้าสามารถแจ้งเบอร์โทรศัพท์ได้ แต่หากลูกค้าไม่ได้เป็นสมาชิกกับทางร้าน พนักงานสามารถกรอกชื่อหรือเบอร์โทรแทนได้ 2. แสดงรายการอาหารที่ลูกค้าสั่ง ซึ่งสามารถแก้ไขจำนวนหรือลบรายการอาหารได้ 3. กล่องข้อความสำหรับกรอกข้อมูลเพิ่มเติมที่ลูกค้าต้องการแจ้ง 4. ยอดเงินรวมที่ลูกค้าต้องจ่าย โดยให้กดปุ่ม Total Cost เพื่อทำการคำนวณราคาอาหารทั้งหมด และ 5. ส่วนการแสดงรายการอาหารที่แนะนำ ซึ่งระบบแนะนำสินค้า จะทำการแสดงรายการอาหารแนะนำอื่น ๆ โดยสุ่มจากรายการอาหารที่แนะนำของรายการอาหารที่ลูกค้าสั่ง เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนกดปุ่ม Save รายการอาหารจะถูกบันทึกและนำไปแสดงที่หน้ารายการอาหารที่สั่ง (Order) ต่อไป



รูปที่ 3.81 หน้า Manual Order



รูปที่ 3.82 ตัวอย่างการสั่งอาหาร

2. ฟังก์ชันแสดงรายการอาหารของลูกค้าที่สั่ง

นอกเหนือจากการรับรายการสั่งผ่านจากหน้าร้านแล้ว ข้อมูลรายการสั่งอาหารของลูกค้าที่สั่งผ่านแอปพลิเคชัน ก็จะถูกนำมาแสดงที่หน้า Order แสดงดังรูปที่ 3.83 โดยจะแสดงวันเวลาที่ลูกค้าสั่งอาหาร เบอร์โทรศัพท์ของลูกค้า ราคาอาหารรวมทั้งหมด รายการอาหารที่สั่ง ราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารแต่ละรายการ และข้อความเพิ่มเติม (Note) ร้านอาหารสามารถแก้ไขรายการสั่งได้ โดยการกดปุ่ม Edit จากนั้นหน้าแก้ไขรายการสั่งจะแสดงดังรูปที่ 3.84 โดยสามารถแก้ไขจำนวนรายการที่ถูกคำสั่งลบหรือเพิ่มรายการอาหารได้ จากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกข้อมูล เมื่อลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้วร้านอาหารทำการกดปุ่ม Check bill เพื่อบันทึกข้อมูลทั้งหมดไปยังฐานข้อมูล ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปทั้งการหาความสัมพันธ์ (Market basket analysis) การแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer segmentation) และการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านควรซื้อ (Stock prediction) แต่หากต้องการยกเลิกรายการสั่งให้กดที่ปุ่ม Delete

Orders

2022-03-23 [17:44] Customer: 0912591533 Total Cost: 144

1 Tok (฿ 20.-) 2 Signature Set (฿ 79.-) 1 Pa-r (฿ 25.-)

Total Cost: 203

Save

- select type (เลือกประเภท) -

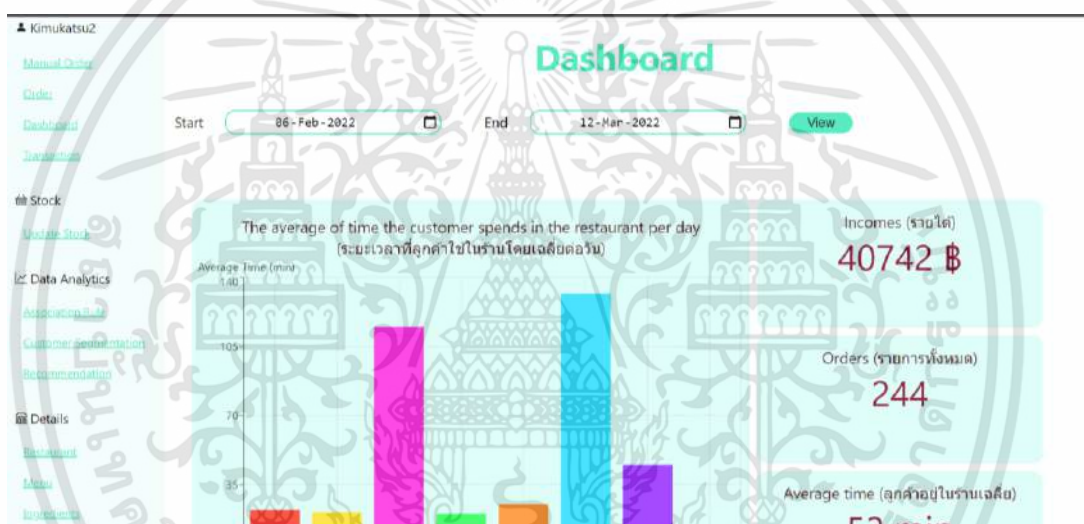
Grid of food items: Tok, Signature Set, Pa-r, and others.

รูปที่ 3.84 หน้าแก้ไขรายการสั่ง

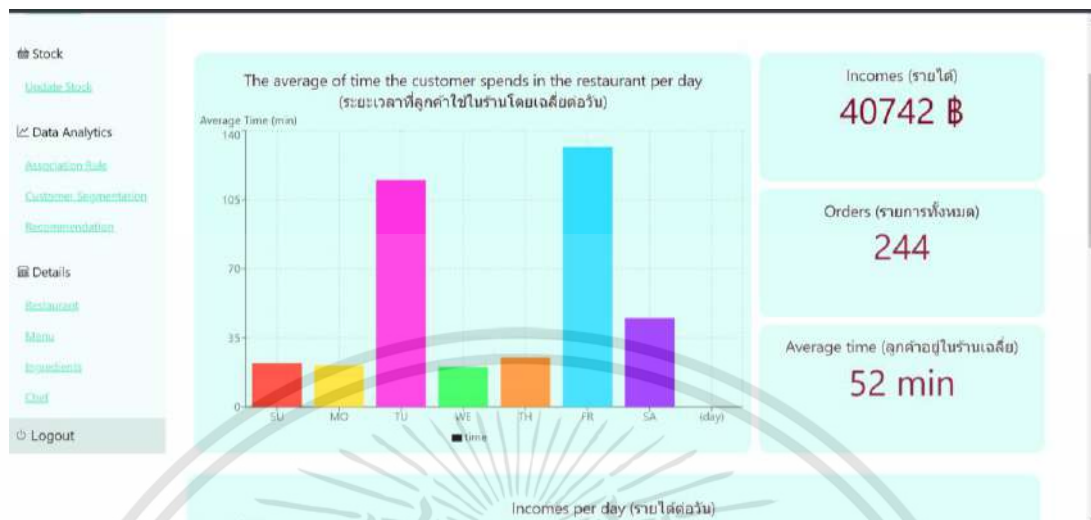
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฟังก์ชันแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร

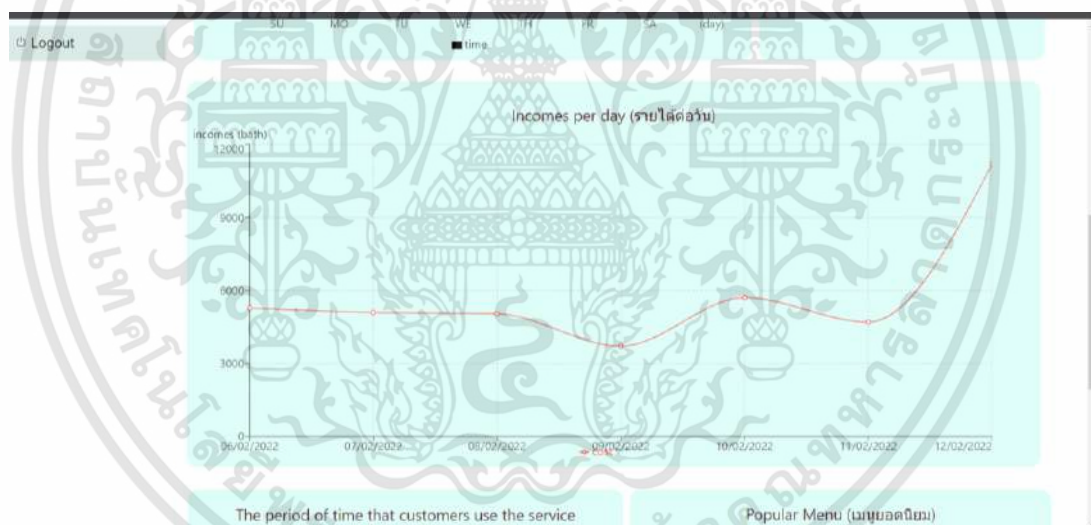
ร้านอาหารสามารถดูพฤติกรรมการขายของร้านได้ผ่านหน้า Dashboard แสดงดังรูปที่ 3.85 กดปุ่ม View เมื่อต้องการดูข้อมูลจากทุกช่วงเวลา หรือสามารถเลือกช่วงเวลาในการแสดงผลได้จากการกำหนดวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุด หน้า Dashboard จะประกอบด้วย ระยะเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการเฉลี่ยต่อวันในรูปแบบแผนภูมิแท่ง รายได้ทั้งหมด จำนวนรายการสั่งทั้งหมด และเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 3.86 และกราฟเส้นของรายได้ต่อวัน แสดงดังรูปที่ 3.87 นอกจากนี้มีการแสดงแผนภูมิแท่งของช่วงเวลาเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการ รายการอาหารยอดนิยม และหมวดรายการอาหารยอดนิยม แสดงดังรูปที่ 3.88



รูปที่ 3.85 หน้า Dashboard (1)



รูปที่ 3.86 หน้า Dashboard (2)



รูปที่ 3.87 หน้า Dashboard (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.88 หน้า Dashboard (4)

4. ประวัติการขายอาหารตามช่วงเวลาที่ต้องการทราบ

ร้านอาหารสามารถดูรายการส่งย้อนหลังได้โดยเข้าไปที่หน้า Transactions จากปุ่ม Transaction ทางด้านซ้ายมือ แสดงดังรูปที่ 3.89 สามารถเลือกช่วงเวลาในการแสดงได้โดยการกำหนดวันเริ่มต้น (Start) และวันสิ้นสุด (End) จากนั้นกด View ข้อมูลที่แสดงประกอบไปด้วย รายการสั่งอาหารจากลูกค้า ณ ช่วงเวลาที่เลือก ประกอบไปด้วย วันเวลาที่ลูกค้าสั่งอาหาร เวลาที่ใช้จนกระทั่งมีการชำระเงิน เบอร์โทรศัพท์ของลูกค้า ราคารวม รายการอาหาร จำนวนอาหาร และราคาของอาหารแต่ละรายการ

Start	End	Total Time	Customer	Total Cost
Saturday 12 February 2022 [17:25-18:14]		Total Time : 49 min	Customer :	Total Cost : 114฿
- แซลมอนโรสโทฟ 35฿ (1) 35฿				
- เมนโท 79฿ (1) 79฿				
Saturday 12 February 2022 [9:59-10:04]		Total Time : 5 min	Customer : 0967579023	Total Cost : 74฿
- ซาลาเปา 29฿ (1) 29฿				
- ผลไม้ 45฿ (1) 45฿				
Saturday 12 February 2022 [9:51-9:54]		Total Time : 3 min	Customer :	Total Cost : 108฿
- ซาลาเปา 29฿ (1) 29฿				
- Signature Set 79฿ (1) 79฿				
Saturday 12 February 2022 [9:41-9:46]		Total Time : 5 min	Customer : 0856061011	Total Cost : 99฿
- โดน 20฿ (1) 20฿				
- Signature Set 79฿ (1) 79฿				
Saturday 12 February 2022 [9:38-9:45]		Total Time : 7 min	Customer : 0856061011	Total Cost : 99฿
- โดน 20฿ (1) 20฿				
- Signature Set 79฿ (1) 79฿				
Saturday 12 February 2022 [9:10-9:17]		Total Time : 7 min	Customer : 0871970722	Total Cost : 99฿
- เกี๊ยวซ่า 40฿ (1) 40฿				
- ข้าวแกงหมูหั่นฝอย 59฿ (1) 59฿				
Saturday 12 February 2022 [9:00-9:14]		Total Time : 14 min	Customer : 0856061011	Total Cost : 157฿
- ซาลาเปา 29฿ (1) 29฿				
- Signature Set 79฿ (1) 79฿				

รูปที่ 3.89 หน้า Transactions

3.1.5.2 การออกแบบส่วนการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบและการทำนายวัตถุดิบ

ในการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านควรซื้อในแต่ละครั้งที่ผู้จัดทำออกแบบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมจะต้องมีข้อมูลที่ใช้สำหรับการฝึกสอน Machine learning เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และทำนายผลออกมา ซึ่งข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย จำนวนยอดขายของแต่ละรายการอาหาร ปริมาณวัตถุดิบคงเหลือก่อนการเติม และปริมาณการเติมวัตถุดิบเพิ่ม ผู้จัดทำจึงออกแบบหน้าเว็บสำหรับการบันทึกการเติมวัตถุดิบในแต่ละครั้ง แสดงดังรูปที่ 3.90 ซึ่งประกอบด้วย รายชื่อวัตถุดิบ ปริมาณคงเหลือก่อนการเติม และปริมาณวัตถุดิบที่เติม เพื่อให้ร้านอาหารบันทึกข้อมูลนี้ไว้เพื่อนำไปใช้ในการทำนายต่อไป และส่วนการทำนายวัตถุดิบ เมื่อกดปุ่ม Predict ระบบจะทำการทำนายปริมาณการเติมวัตถุดิบเพิ่มในครั้งต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.91

Ingredient (วัตถุดิบ)	Remaining (คงเหลือ)	Add (เพิ่ม)
สันในไก่ (อกไก่)	0	0
กุ้ง (กุ้ง)	0	0
บองคัสโหมก (อกไก่)	0	0

+ Add stock

Save

Predict Ingredient

Predict

รูปที่ 3.90 หน้าบันทึกการเติมวัตถุดิบ

Predict

สันในไก่ 2 (อกไก่)
กุ้ง 70 (กุ้ง)
บองคัสโหมก 4 (อกไก่)

รูปที่ 3.91 การทำนายวัตถุดิบ

3.1.5.3 การออกแบบส่วนฟังก์ชันแสดงผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนฟังก์ชันแสดงผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลของร้านอาหาร โดยส่วนนี้จะแสดงข้อมูลของร้านอาหารที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วเพื่อให้ร้านอาหารสามารถนำข้อมูลที่ได้จากฟังก์ชันนี้ไปปรับกลยุทธ์ทางการตลาดได้ ประกอบด้วย 3 ฟังก์ชัน ได้แก่ 1. ฟังก์ชันแสดงกฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ (Association Rule) 2. ฟังก์ชันการแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation) และ 3. ฟังก์ชันการแนะนำรายการอาหาร (Recommendation)

1. ฟังก์ชันแสดงกฎความสัมพันธ์ (Association Rule)

หน้าแสดงผลลัพธ์จากการหาความสัมพันธ์ของรายการอาหาร (Association Rule) แสดงดังรูปที่ 3.92 โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกวันที่ต้องการจะดูกฎความสัมพันธ์ได้ แต่หากไม่เลือกวันที่ต้องการดูกฎระบบจะทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลทุกช่วงเวลาที่เกิดกฎขึ้นภายในร้าน ซึ่งผู้ใช้งานต้องทำการเลื่อนแถบ Confident เพื่อกำหนดค่า min confident สำหรับเปอร์เซ็นต์ความเป็นไปได้ของกฎความสัมพันธ์ และเลื่อนแถบ Support เพื่อกำหนดค่า min support สำหรับโอกาสที่จะพบกฎความสัมพันธ์ โดยจะมีแผนภูมิแท่งแสดงค่า support ของแต่ละรายการอาหารเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบค่า min support ที่ควรกำหนดในเบื้องต้น จากนั้นกดปุ่ม view เพื่อทำการดูผลลัพธ์ โดยผลลัพธ์ที่แสดงจะแสดงกฎความสัมพันธ์ที่มีค่า support มากกว่า min support ค่า confident มากกว่า min confident และมีค่า lift มากกว่า 1 แสดงดังรูปที่ 3.93



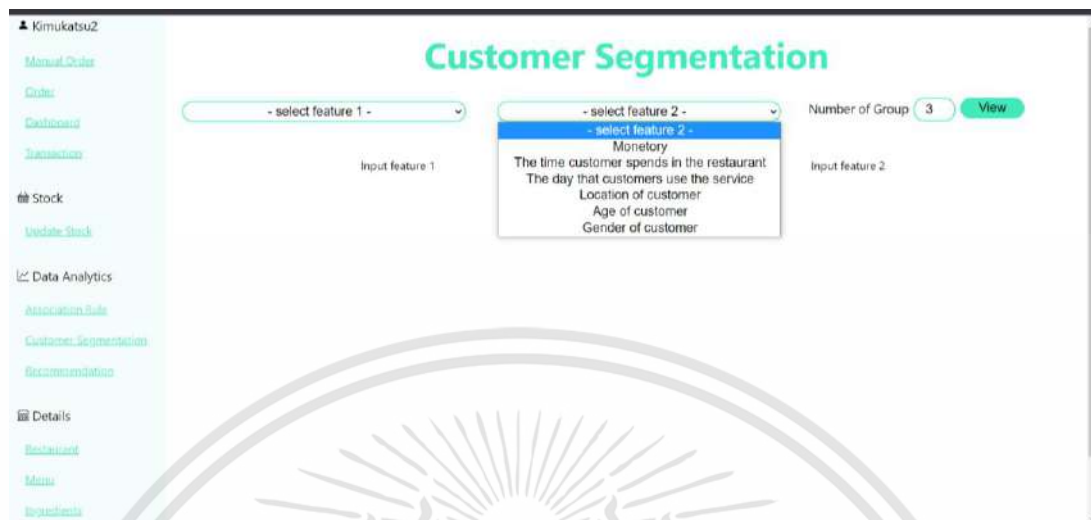
รูปที่ 3.93 ผลลัพธ์กฎความสัมพันธ์ของสินค้า เมื่อกำหนดช่วงวันที่ 6-12 กุมภาพันธ์ 2565 ค่า min support เท่ากับ 0.01 และ min confident เท่ากับ 0.8

2. ฟังก์ชันการแบ่งกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation)

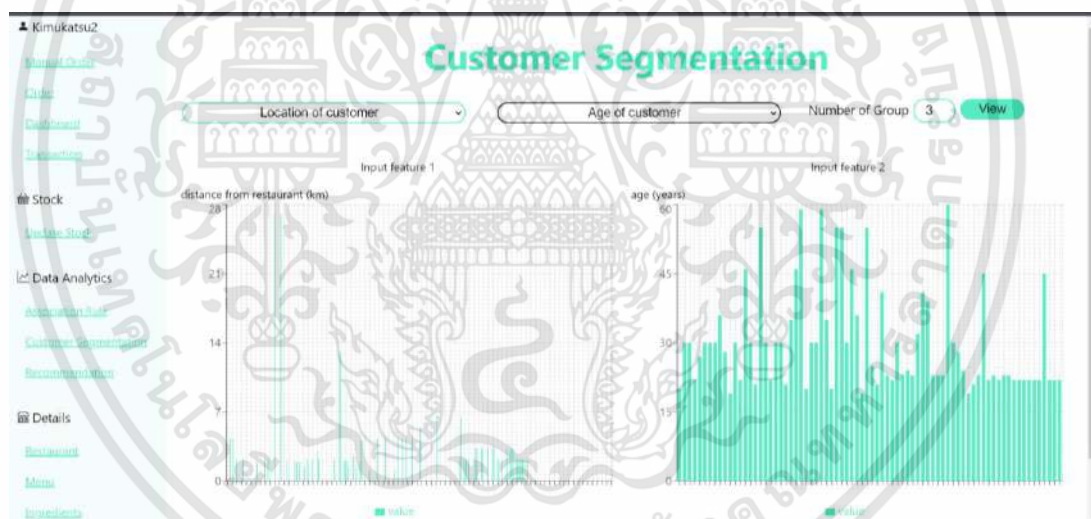
หน้าแสดงผลลัพธ์จากแบ่งกลุ่มลูกค้า แสดงดังรูปที่ 3.94 ซึ่งประกอบด้วย การเลือกอินพุต feature 1 การเลือกอินพุต feature 2 และจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง โดยผู้ใช้งานสามารถทำการแบ่งกลุ่มลูกค้าได้ 2 แบบ คือ 1. แบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานและพฤติกรรมของลูกค้า และ 2. การแบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model

แบบที่ 1 ผู้ใช้งานต้องทำการเลือก feature ทั้งสองเพื่อใช้เป็นข้อมูลอินพุตสำหรับการแบ่งกลุ่มโดยใช้หลักการของ K-means ซึ่ง feature ที่ให้เลือกมี 6 ชนิด ได้แก่ 1. ยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายในแต่ละครั้ง 2. ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน 3. วันที่ลูกค้ามาใช้บริการ 4. ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร 5. อายุของลูกค้า และ 6. เพศของลูกค้า การเลือก feature ทั้งสองต้องห้ามซ้ำกัน และเมื่อเลือก feature เรียบร้อยระบบจะแสดงข้อมูล feature แต่ละอันในลักษณะของแผนภูมิแท่ง แสดงดังรูปที่ 3.95 และผลลัพธ์ของการแบ่งกลุ่มลูกค้าจะแสดงในลักษณะ scatter plot 2 มิติ แสดงดังรูปที่ 3.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

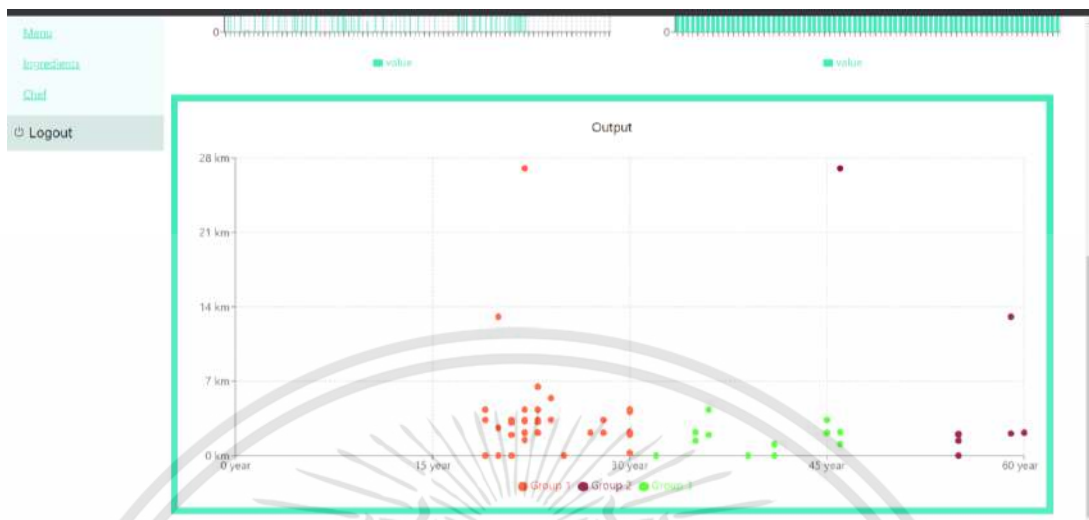


3.94 หน้าฟังก์ชันการแบ่งกลุ่มลูกค้า



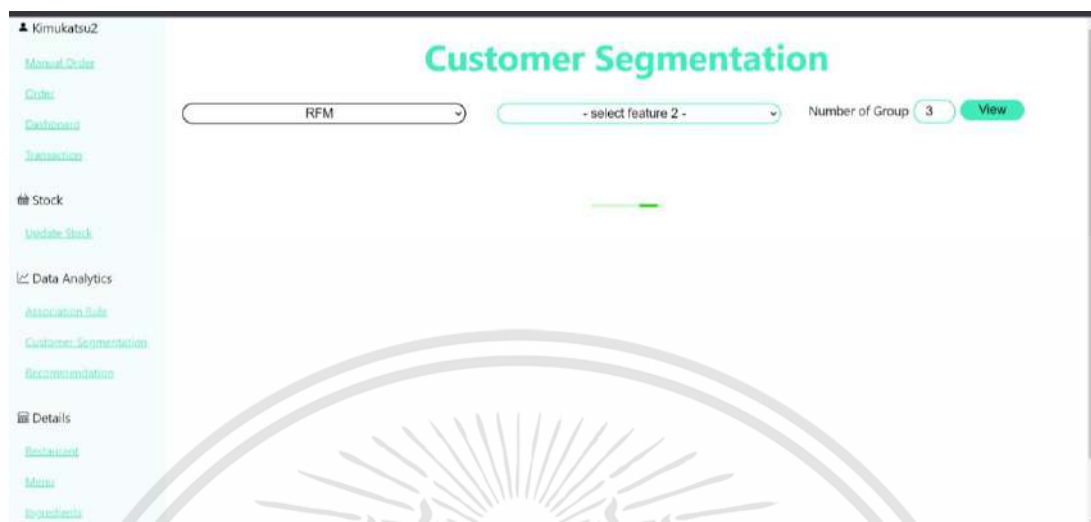
3.95 ตัวอย่างการเลือก feature คือ ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร กับ อายุของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

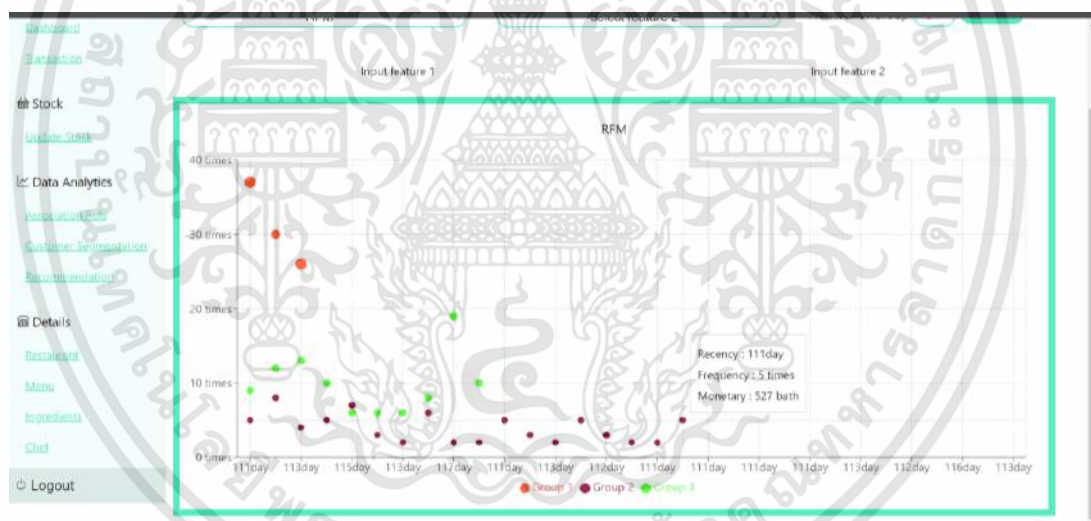


3.96 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ feature คือ ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร กับ อายุของลูกค้า

แบบที่ 2 การแบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model ผู้ใช้งานต้องทำการเลือก feature 1 คือ RFM และไม่เลือก feature 2 จากนั้นเลือกจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง แล้วกดปุ่ม view แสดงดังรูปที่ 3.97 ผลลัพธ์ของการแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model จะแสดงในลักษณะ scatter plot โดยแกน x คือ recency แกน y คือ frequency และขนาดของจุดแทนปริมาณ monetary ถ้าจุดมีขนาดใหญ่ขึ้นคือมีค่า monetary มากตามไปด้วย แสดงดังรูปที่ 3.98



3.97 การตั้งค่าเพื่อแบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model



3.98 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model

3. ฟังก์ชันการแนะนำรายการอาหาร (Recommendation)

หน้าแสดงผลจากอัลกอริธึมระบบแนะนำสินค้า แสดงดังรูปที่ 3.99 ซึ่งประกอบด้วยรายการอาหารแต่ละรายการภายในร้านอาหาร และรายการอาหารแนะนำซึ่งแสดงถึง

ความน่าจะเป็นในการแนะนำโดยคำนวณมาจากค่าความคล้ายคลึงโดยใช้ Cosine similarity ร้านอาหารสามารถเลือกหมวดรายการอาหารในการแสดงผลที่ได้โดยกดที่ปุ่ม select type

Menu	Recommend					
เบียร์	เบียร์ 100%	ไอศกรีมโรล 70.7%	ไอศกรีมวุ้น 70.7%	ข้าวผัด 70.7%	ไก่ 70.7%	
ไก่	ไอศกรีมโรล 100%	ไอศกรีมโรล 100%	ข้าวผัด 81.6%	ไอศกรีมวุ้น 81.6%	ข้าวผัด 81.6%	
ข้าวผัด	ข้าวผัด 100%	ไอศกรีมวุ้น 100%	ไก่ 81.6%	ไอศกรีมโรล 81.6%	ไอศกรีมโรล 81.6%	
ข้าวผัด	ข้าวผัด 100%	ไอศกรีมวุ้น 100%	ไอศกรีมโรล 81.6%	ไอศกรีมโรล 81.6%	ไก่ 81.6%	
ข้าวผัด	เบียร์ 100%	ข้าวผัด 70.7%	ไก่ 70.7%	ไอศกรีมโรล 70.7%	ไอศกรีมโรล 70.7%	
IC-ขนมโรล	ไอศกรีม 100%	ข้าวผัด 100%	ข้าวผัด 86.6%	ไอศกรีม 86.6%	ไอศกรีม 86.6%	
ข้าวผัด	ข้าวผัด 100%	ข้าวผัด 86.6%	ข้าวผัด 86.6%	IC-ขนมโรล 66.7%	ไก่ 66.7%	ไอศกรีม 66.7%
ข้าวผัด	ข้าวผัด 100%	Chicken Katsu Set 69.2%	Signature Set 57.7%	ข้าวผัด 57.7%	Kids Set - Kimukatsu 57.7%	

รูปที่ 3.99 หน้าแสดงผลจากอัลกอริธึมระบบแนะนำสินค้า

3.1.5.4 การออกแบบส่วนฟังก์ชันส่วนการแก้ไขข้อมูลของร้านอาหาร

ส่วนการแก้ไขข้อมูลของร้านอาหาร ประกอบด้วย 4 ฟังก์ชัน ได้แก่ 1.

ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลร้าน (Restaurant) เช่น ชื่อร้าน ที่อยู่ร้าน เบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น 2. ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลเมนูอาหาร (Menu) 3. ฟังก์ชันการแก้ไขวัตถุดิบ (Ingredients) และ 4. การแก้ไขข้อมูลของเชฟหรือพนักงานในร้าน (Chef)

1. ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลร้าน (Restaurant)

หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหารแสดงดังรูปที่ 3.100 โดยร้านอาหารสามารถแก้ไขข้อมูลชื่อร้าน รหัสผ่าน E-mail เบอร์โทรศัพท์ และที่อยู่ได้ โดยกดที่ปุ่ม Edit แสดงดังรูปที่ 3.101 หลังจากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อทำการแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล การเข้าถึงหน้าแก้ไขข้อมูลร้านอาหารนี้เข้าได้จากปุ่ม Restaurant ทางด้านซ้ายมือ

Kimukatsu2

Restaurant

Manual Order
Order
Cashier
Transaction

Stock
Update Stock

Data Analytics
Association Rule
Customer Segmentation
Recommendation

Details
Restaurant
Menu
Ingredients

Kimukatsu2
kimu@gmail.com
0623951533
Thonglor

Edit

รูปที่ 3.100 หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหาร

Kimukatsu2

Edit Restaurant

Manual Order
Order
Cashier
Transaction

Stock
Update Stock

Data Analytics
Association Rule
Customer Segmentation
Recommendation

Details
Restaurant
Menu
Ingredients

Kimukatsu2
kimu@gmail.com
0623951533
Thonglor

please enter new password

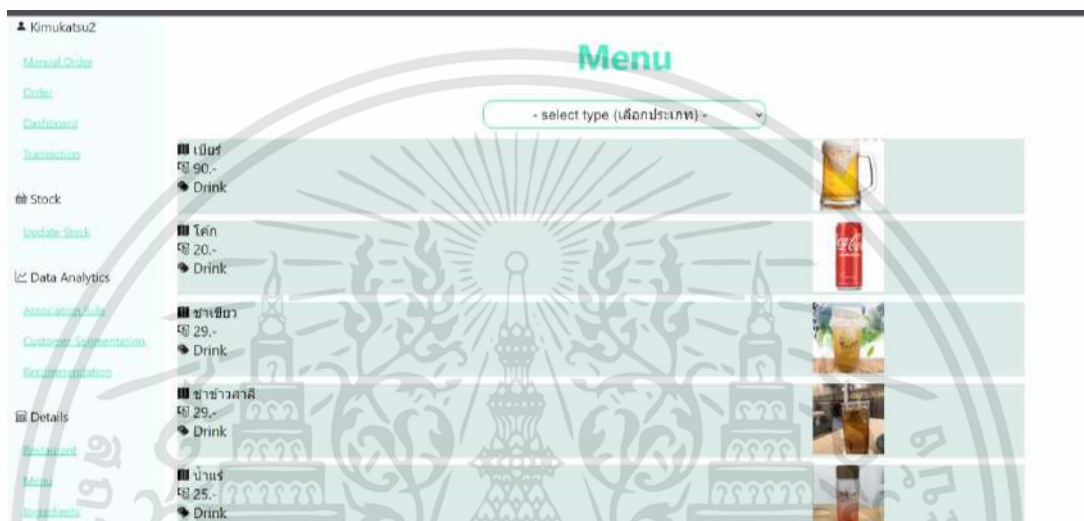
Save

รูปที่ 3.101 หน้าแก้ไขข้อมูลร้านอาหาร

2. ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลเมนูอาหาร (Menu)

เมื่อกดปุ่ม Menu ทางด้านซ้ายมือ หน้าแสดงข้อมูลรายการอาหารจะแสดงดังรูปที่ 3.102 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดรายการอาหารภายในร้านที่ร้านได้ทำการบันทึกไว้ สามารถเลือกหมวดรายการอาหารในการแสดงผลก็ได้ เมื่อเลื่อนลงมาด้านล่างจะมีปุ่ม Edit สำหรับการ

แก้ไขรายการอาหาร หน้าแก้ไขรายการอาหาร ซึ่งสามารถแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ หรือลบรายการอาหารนั้น ๆ ได้ ระบบจะทำการคำนวณค่า cosine similarity ใหม่ทุกครั้งเมื่อกดปุ่มบันทึกการแก้ไขรายการอาหารใหม่ (Save) ซึ่งค่า cosine similarity จะคำนวณจากคุณสมบัติของอาหารแต่ละรายการที่อยู่ในรอบสี่ฟ้าด้านขวา ดังแสดงในรูปที่ 3.103



รูปที่ 3.102 หน้าแสดงรายการอาหาร



รูปที่ 3.103 หน้าแก้ไขรายการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฟังก์ชันการแก้ไขวัตถุดิบ (Ingredients)

หน้าบันทึกรายการวัตถุดิบภายในร้าน แสดงดังรูปที่ 3.104 เพื่อให้ร้านอาหารบันทึกวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหารของทางร้าน เพื่อนำข้อมูลไปใช้กับระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านควรซื้อในแต่ละครั้ง ซึ่งประกอบด้วย ชื่อวัตถุดิบและหน่วย ร้านอาหารสามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยการกดปุ่ม Edit จากนั้นหน้าแก้ไขรายการวัตถุดิบภายในร้านจะแสดงดังรูปที่ 3.105 เมื่อแก้ไขเสร็จให้ทำการกดปุ่ม Save ข้อมูลจะถูกแก้ไขในฐานข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.104 หน้าบันทึกรายการวัตถุดิบภายในร้าน

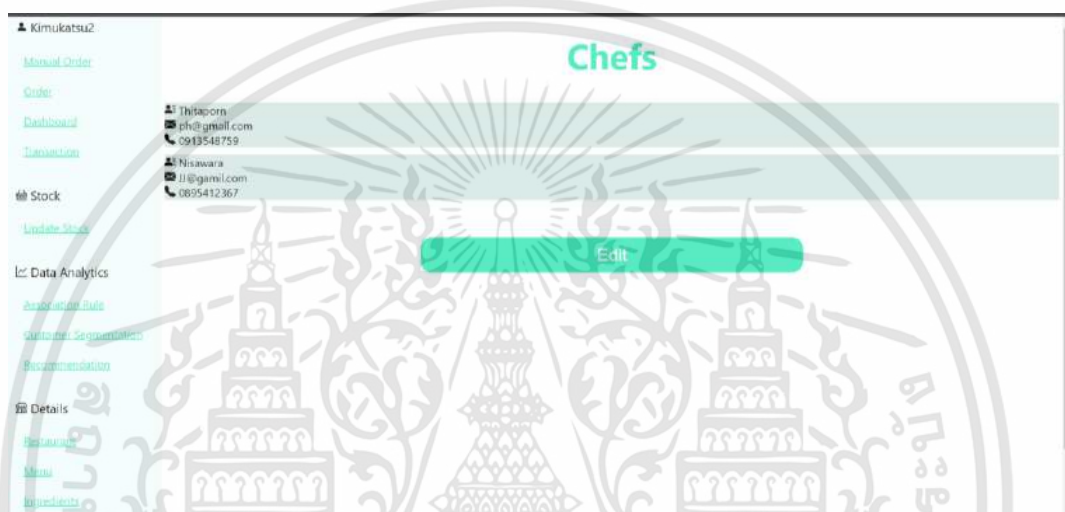


รูปที่ 3.105 หน้าแก้ไขรายการวัตถุดิบภายในร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแก้ไขข้อมูลของเชฟหรือพนักงานในร้าน (Chef)

หน้าแสดงข้อมูลพ่อครัวในร้านอาหาร แสดงดังรูปที่ 3.106 ซึ่งประกอบไปด้วยชื่อพ่อครัว E-mail และเบอร์โทรศัพท์ของพ่อครัว ร้านอาหารสามารถแก้ไขข้อมูลได้โดยการกดปุ่ม Edit จากนั้นหน้าแก้ไขข้อมูลพ่อครัวในร้านอาหาร จะแสดงดังรูปที่ 3.107 เมื่อแก้ไขข้อมูลเสร็จให้ทำการกดปุ่ม Save ข้อมูลจะถูกแก้ไขในฐานข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.106 หน้าแสดงข้อมูลพ่อครัวในร้านอาหาร



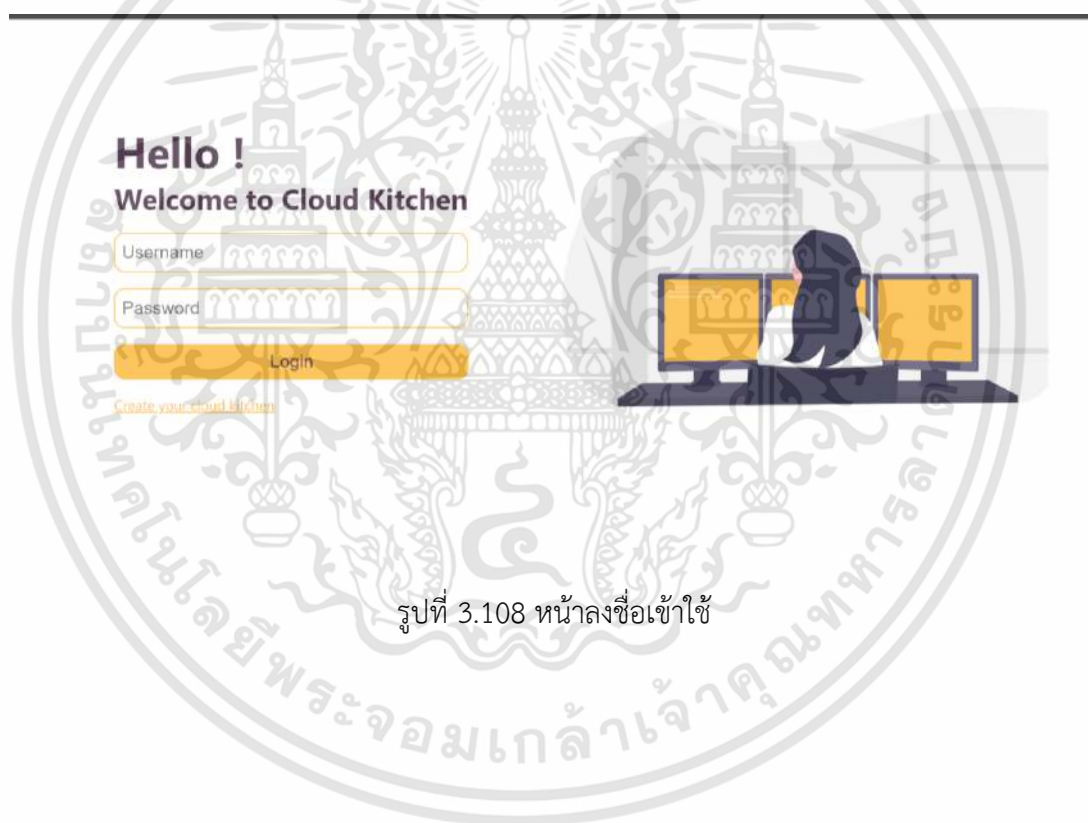
รูปที่ 3.107 หน้าแก้ไขข้อมูลพ่อครัวในร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับระบบคลาวด์คิทเชน

เว็บไซต์ส่วนคลาวด์คิทเชนคือเว็บไซต์สำหรับผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเชนที่ต้องดูแลร้านอาหารหลายร้าน ซึ่งจะมองเห็นภาพรวมและข้อมูลของร้านอาหารทุกร้านที่ตนเป็นผู้ดูแล

หน้าแรกเมื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ คือหน้าลงชื่อเข้าใช้ แสดงดังรูปที่ 3.108 ผู้ดูแลระบบจะต้องทำการลงทะเบียนก่อนโดยกดที่ปุ่ม Create your cloud kitchen หลังจากนั้นหน้าลงทะเบียนจะแสดงขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 3.109 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนประกอบด้วย Username, Password, E-mail และ Mobile number จากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อทำการลงทะเบียนผู้ใช้งาน หลังจากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูล



รูปที่ 3.108 หน้าลงชื่อเข้าใช้

Welcome to Cloud kitchen !
Join us to conquer the new type of restaurant

Create new account

Username

Password

E-mail

Mobile

Create account

รูปที่ 3.109 หน้าลงทะเบียนผู้ใช้งาน

ภายในเว็บไซต์จะมีแถบเมนูแสดงฟังก์ชันต่าง ๆ ที่ผู้ดูแลคลาวด์คิทเชนสามารถใช้ได้ที่ด้านซ้ายมือ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1. ภาพรวมของคลาวด์คิทเชน (Dashboard) 2. ข้อมูลร้านอาหารในคลาวด์คิทเชน และ 3. ส่วนการแก้ไขข้อมูลของคลาวด์คิทเชน แสดงดังรูปที่ 3.110

Dashboard

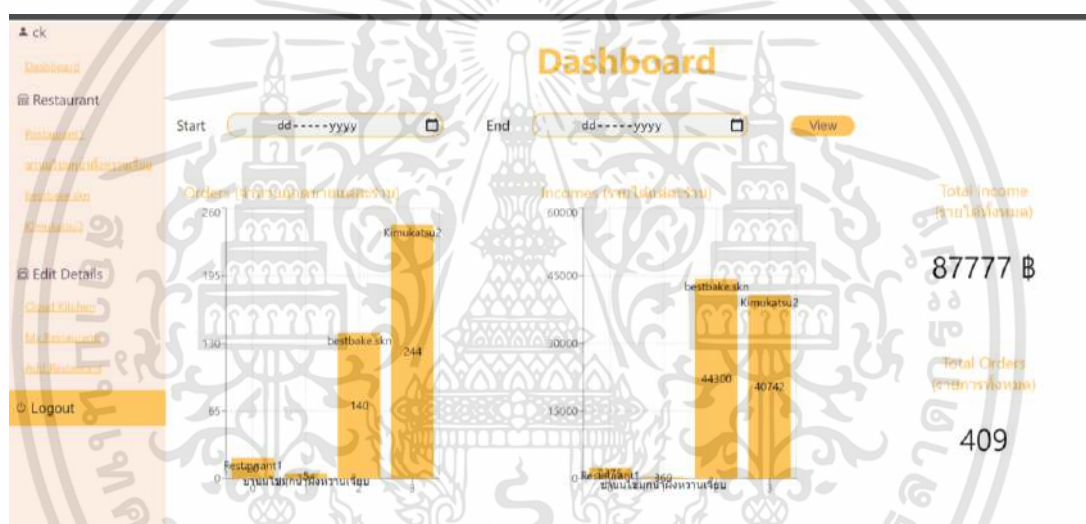
Start End **View**

รูปที่ 3.110 แถบเมนูแสดงฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาพรวมของคลาวด์คิทเซ็น (Dashboard)

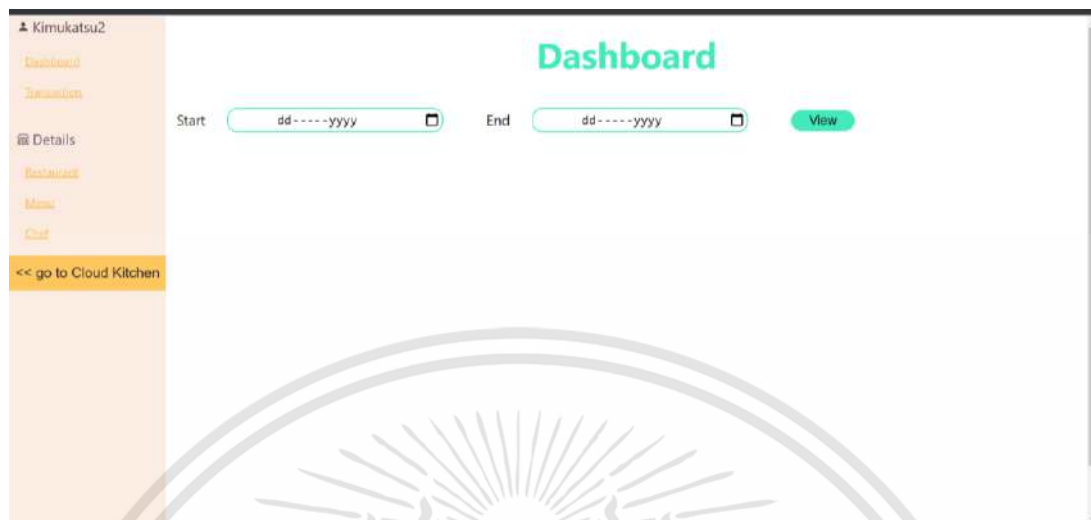
ผู้ดูแลระบบจะสามารถมองเห็นภาพรวมของร้านอาหารที่อยู่ภายในคลาวด์คิทเซ็นได้ผ่านหน้า Dashboard แสดงดังรูปที่ 3.111 กดปุ่ม View เมื่อต้องการดูข้อมูลจากทุกช่วงเวลา หรือสามารถเลือกช่วงเวลาในการแสดงผลได้จากการกำหนดวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุด หน้า Dashboard จะประกอบด้วยจำนวนรายการสั่งของแต่ละร้านในรูปแบบแผนภูมิแท่ง รายได้ทั้งหมดของแต่ละร้านในรูปแบบแผนภูมิแท่ง รายได้รวมของคลาวด์คิทเซ็น และจำนวนรายการสั่งอาหารทั้งหมดของคลาวด์คิทเซ็น



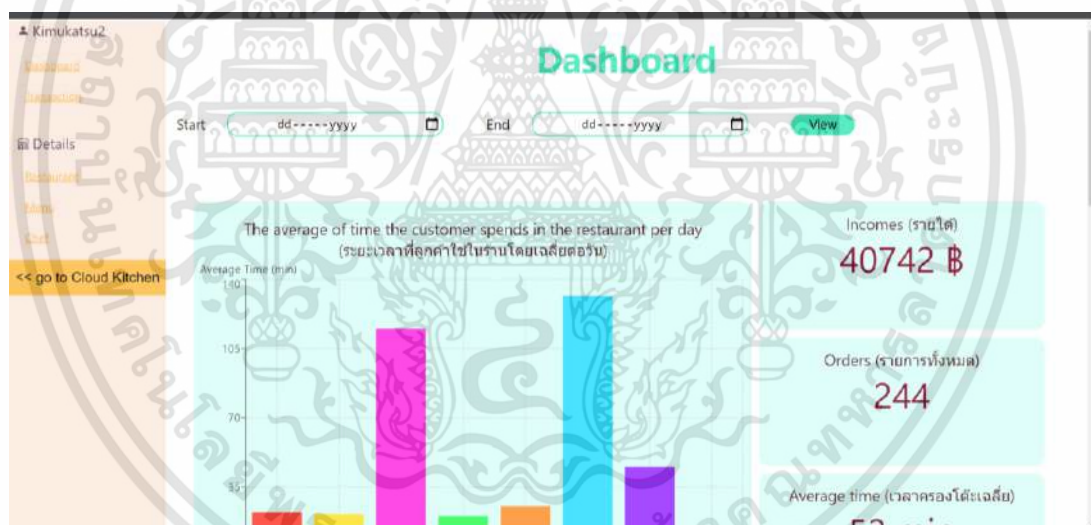
รูปที่ 3.111 หน้า Dashboard

2. ข้อมูลร้านอาหารในคลาวด์คิทเซ็น

ผู้ดูแลระบบจะสามารถมองเห็นข้อมูลของร้านอาหารแต่ละร้านที่อยู่ภายในระบบคลาวด์คิทเซ็นได้ โดยการเลือกชื่อร้านอาหารที่ต้องการดูข้อมูลในแถบเมนูด้านซ้ายมือ จากนั้นเว็บไซต์จะแสดงหน้าเว็บไซต์ของร้านอาหารนั้น ๆ แสดงดังรูปที่ 3.112 ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถเลือกดูข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร ข้อมูลประวัติการสั่งอาหารของลูกค้าภายในร้านอาหาร ข้อมูลร้านอาหาร ข้อมูลรายการอาหารภายในร้าน และข้อมูลเซฟหรือพนักงานภายในร้านได้ แสดงดังรูปที่ 3.113, 3.114, 3.115, 3.116 และ 3.117 ตามลำดับ



รูปที่ 3.112 หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหารที่อยู่ภายในคลาวด์คิทเชน



รูปที่ 3.113 หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kimukatsu2

Dashboard
Transactions
Details
Restaurant
Menu
Chef
<< go to Cloud Kitchen

Transactions

Start: 12-Feb-2022 End: 12-Feb-2022 View

Saturday 12 February 2022 [17:25-18:14] - แพนเค้กโกโก้ 35฿ (1) 35฿ - เบียร์ 79฿ (1) 79฿	Total Time : 49 min	Customer :	Total Cost : 114฿
Saturday 12 February 2022 [9:59-10:04] - ข้าวไข่ 29฿ (1) 29฿ - ผักนึ่ง 45฿ (1) 45฿	Total Time : 5 min	Customer : 0967579023	Total Cost : 74฿
Saturday 12 February 2022 [9:51-9:54] - ข้าวไข่ 29฿ (1) 29฿ - Signature Set 79฿ (1) 79฿	Total Time : 3 min	Customer :	Total Cost : 108฿
Saturday 12 February 2022 [9:41-9:46] - ข้าว 20฿ (1) 20฿ - Signature Set 79฿ (1) 79฿	Total Time : 5 min	Customer : 0856061011	Total Cost : 99฿
Saturday 12 February 2022 [9:38-9:45] - ข้าว 20฿ (1) 20฿ - Signature Set 79฿ (1) 79฿	Total Time : 7 min	Customer : 0856061011	Total Cost : 99฿
Saturday 12 February 2022 [9:10-9:17] - เกี๊ยวทอด 40฿ (1) 40฿ - ข้าวหมูทอดผัดผัด 59฿ (1) 59฿	Total Time : 7 min	Customer : 0871970722	Total Cost : 99฿
Saturday 12 February 2022 [9:00-9:14] - ข้าวไข่ 29฿ (1) 29฿ - Signature Set 79฿ (1) 79฿	Total Time : 14 min	Customer : 0856061011	Total Cost : 157฿

รูปที่ 3.114 หน้าแสดงข้อมูลประวัติการสั่งอาหารของลูกค้าภายในร้านอาหาร

Kimukatsu2

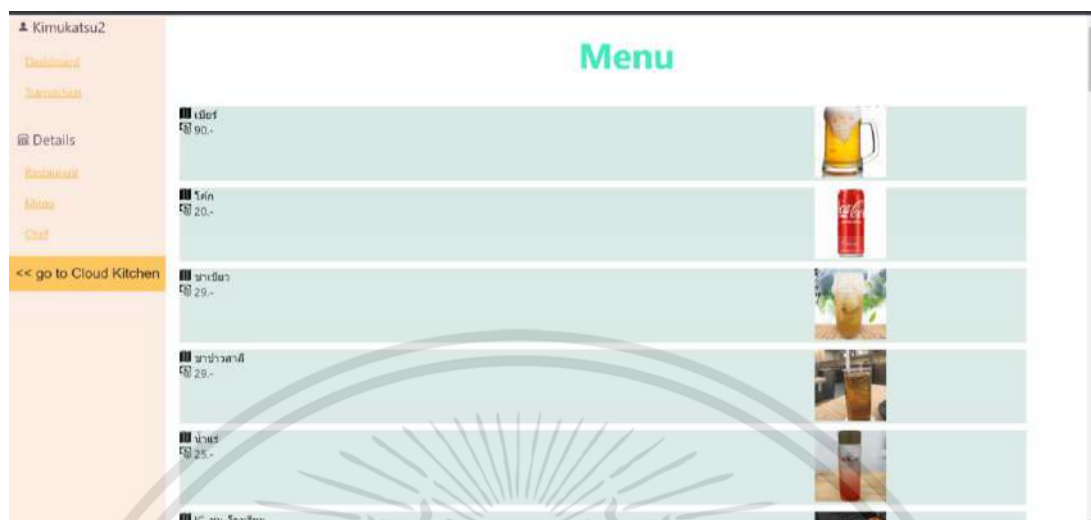
Dashboard
Transactions
Details
Restaurant
Menu
Chef
<< go to Cloud Kitchen

Restaurant

Kimukatsu2
kimu@gmail.com
0623951533
Thonglor

รูปที่ 3.115 หน้าแสดงข้อมูลร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.116 หน้าแสดงข้อมูลรายการอาหารภายในร้าน

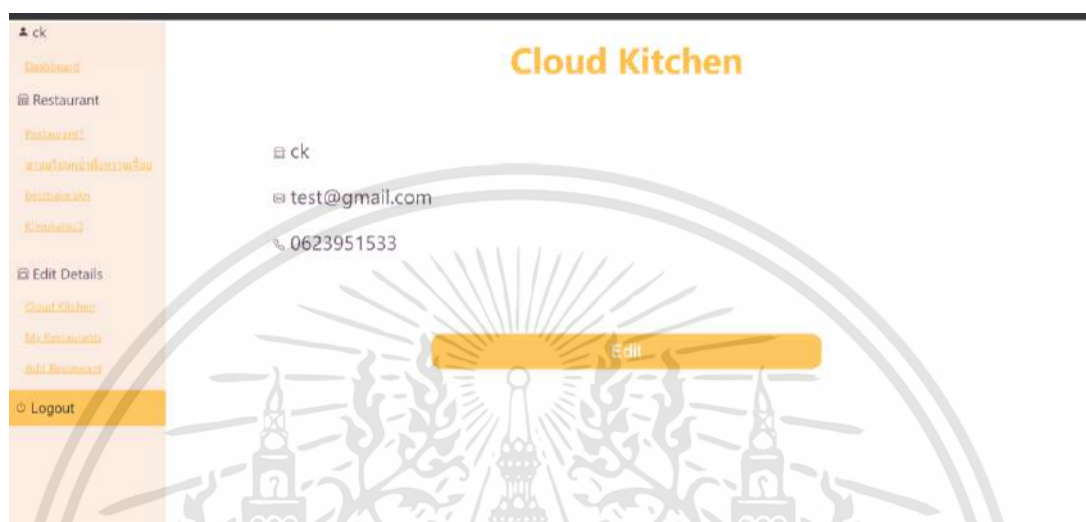


รูปที่ 3.117 หน้าแสดงข้อมูลเชฟหรือพนักงานภายในร้าน

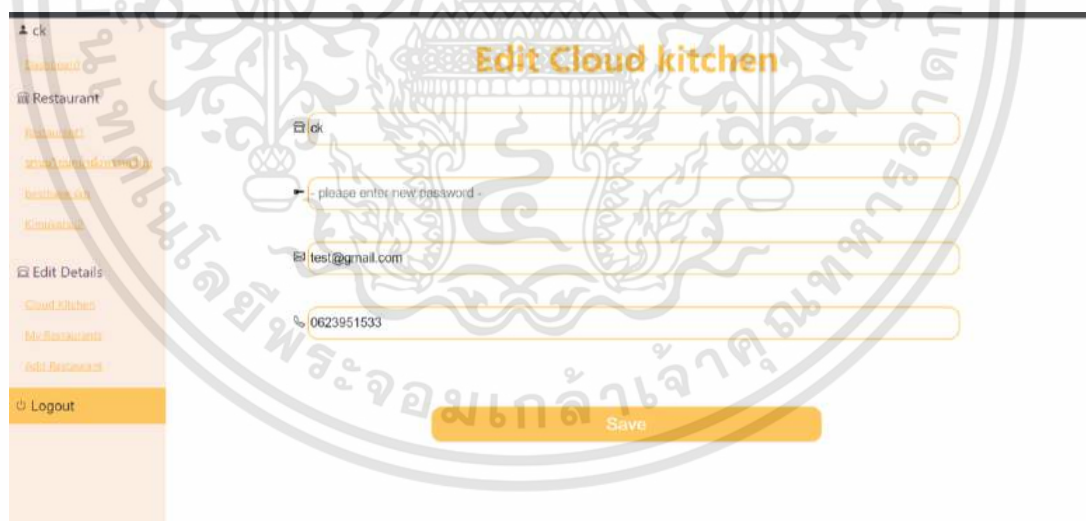
3. ส่วนการแก้ไขข้อมูลของคลาวด์คิทเชน

ผู้ดูแลระบบสามารถดูข้อมูลของคลาวด์คิทเชน ซึ่งประกอบด้วย Username E-mail และเบอร์โทรศัพท์ แสดงดังรูปที่ 3.118 เมื่อกดปุ่ม Edit จะเว็บไซต์จะแสดงหน้าการแก้ไขข้อมูล ซึ่ง

ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไขข้อมูลของคลาวด์คิทเชนได้ แสดงดังรูปที่ 3.119 เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกการแก้ไขข้อมูล



รูปที่ 3.118 หน้าแสดงข้อมูลคลาวด์คิทเชน



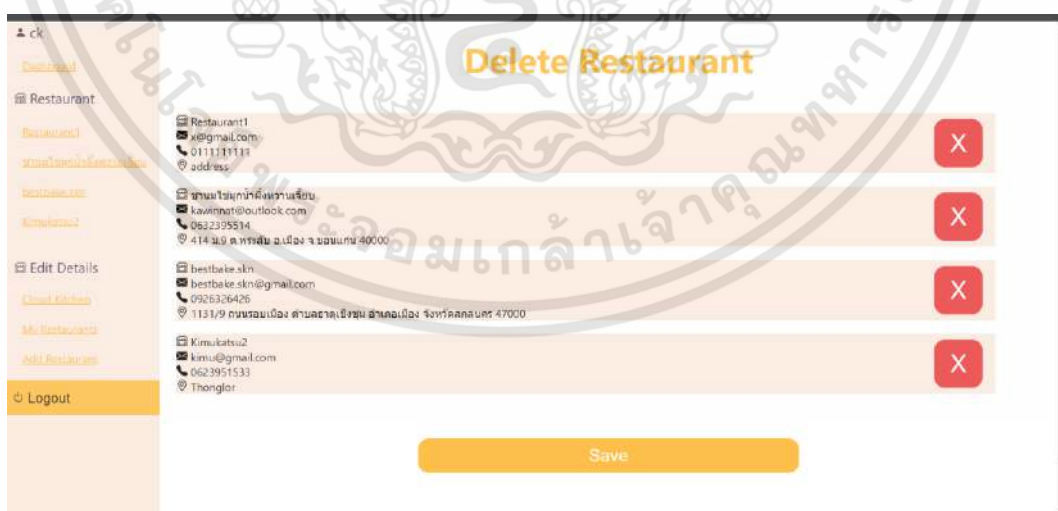
รูปที่ 3.119 หน้าแสดงการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ดูแลระบบยังสามารถเรียกดูข้อมูลของร้านอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่นได้เมื่อกดที่ My Restaurants ในแถบเมนูด้านซ้ายมือ แสดงดังรูปที่ 3.120 และหากต้องการลบร้านอาหารในคลาวด์คิทเช่นให้กดที่ปุ่ม Edit เว็บไซต์จะแสดงหน้าการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเช่น แสดงดังรูปที่ 3.121 เมื่อทำการลบเรียบร้อยให้กดปุ่ม Save เพื่อยืนยันการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเช่น



รูปที่ 3.120 หน้าแสดงข้อมูลของร้านอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่น



รูปที่ 3.121 หน้าแสดงการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเช่นได้เมื่อกดที่ Add Restaurants ในแถบเมนูด้านซ้ายมือ แสดงดังรูปที่ 3.122 โดยผู้ดูแลระบบต้องทำการกรอกเบอร์โทรศัพท์ของร้านอาหาร จากนั้นกดปุ่ม Find เพื่อค้นหาข้อมูล หากมีข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ของร้านอาหารดังกล่าว เว็บไซต์จะแสดงข้อมูลของร้านอาหารนั้นในกรอบสี่เหลี่ยมด้านซ้ายมือ แสดงดังรูปที่ 3.123 และสามารถทำการบันทึกร้านอาหารนั้น ๆ เข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเช่นได้โดยการกดปุ่ม Add Restaurant

รูปที่ 3.122 หน้าแสดงการเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเช่น

รูปที่ 3.123 หน้าแสดงการค้นหาข้อมูลร้านอาหารจากเบอร์โทรศัพท์ของร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 โปรแกรม Visual Studio Code

ใช้สำหรับการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าโดยใช้ภาษา Dart ร่วมกับ Flutter ซึ่งเป็น Cross-Platform Framework ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันทั้งแอนดรอยด์และไอโอเอส

3.2.2 โปรแกรม Xcode

ใช้สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส

3.2.3 โปรแกรม Android Studio

ใช้สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.2.4 โปรแกรม XAMPP

ใช้สำหรับการจำลอง web server เพื่อใช้ในการทดสอบเว็บไซต์ในเครื่องก่อนการนำไปใช้งานจริง

3.2.5 โปรแกรม Navicat

ใช้สำหรับการจัดการฐานข้อมูลที่เป็น MySQL

3.2.6 โปรแกรม Postman

ใช้ในการทดสอบการทำงานของเว็บไซต์โดยการส่ง Request โดยใช้คำสั่ง GET POST PUT DELETE และรอรับ Response

3.2.7 Jupyter notebook

เป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนคำสั่งภาษาไพธอน (Python) ในการสร้าง machine learning model สำหรับอัลกอริธึมในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด

3.2.8 ภาษา Python

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

3.2.9 ภาษา SQL

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ภาษา SQL ในการพัฒนาและจัดการฐานข้อมูล

3.2.10 Node.js

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Node.js ซึ่งใช้ภาษา JavaScript ในการพัฒนาอัลกอริทึมและฟังก์ชันการทำงานของเว็บไซต์

3.2.11 ภาษา HTML

ผู้จัดทำได้ใช้ภาษา HTML ในการวางโครงสร้างของเว็บไซต์ในแต่ละหน้า

3.2.12 ภาษา CSS

ผู้จัดทำได้ใช้ภาษา CSS ในการตกแต่งเว็บไซต์ในแต่ละหน้า

3.2.13 React

ใช้สำหรับจัดการเว็บไซต์ในส่วนของการแสดงผลหรือ UI

3.2.14 Miro

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ UX/UI ของเว็บไซต์

3.2.15 AppSheet

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ต่อไป

3.2.16 Heroku

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการ deploy เว็บไซต์ Heroku เป็นบริการคลาวด์แบบ Platform as a Service (PaaS) ที่รองรับภาษา JavaScript, Python และ Node.js ซึ่งเป็นภาษาที่ผู้จัดทำได้ใช้ในการพัฒนา นอกจากนี้ยังมีการให้บริการฐานข้อมูลทั้งแบบฟรีและเสียค่าใช้จ่าย

3.2.17 Pingdom Website Speed Test

เป็นเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบความเร็วของการโหลดหน้าเว็บไซต์ (Page speed) ซึ่งสามารถทดสอบความเร็วได้โดยการกรอก URL ของหน้าเว็บไซต์ที่ต้องการทดสอบ

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบ

- 3.3.1.1 การทดสอบระบบลงชื่อใช้งาน
- 3.3.1.2 การทดสอบการแก้ไขรายการอาหารของร้านอาหาร
- 3.3.1.3 การทดสอบการสั่งอาหาร
- 3.3.1.4 การทดสอบระบบวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.2 การทดสอบระบบคลาวด์คิทเชนด้วย platform ที่ออกแบบเอง

- 3.3.2.1 การทดสอบแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า
 - 3.3.2.1.1 การทดสอบระบบลงชื่อใช้งาน
 - 3.3.2.1.1 การทดสอบการสั่งอาหาร
- 3.3.2.2 การทดสอบเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร
 - 3.3.2.2.1 การทดสอบระบบลงชื่อใช้งาน
 - 3.3.2.2.2 การทดสอบการแก้ไขรายการอาหารของร้านอาหาร
 - 3.3.2.2.3 การทดสอบการสั่งอาหาร
 - 3.3.2.2.4 การทดสอบระบบการวิเคราะห์ข้อมูล
 - 3.3.2.2.5 การทดสอบระบบการทำนายวัตถุดิบ
- 3.3.2.3 การทดสอบเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเชน
 - 3.3.2.3.1 การทดสอบระบบลงชื่อใช้งาน
 - 3.3.2.3.2 การทดสอบการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน
 - 3.3.2.3.3 การทดสอบระบบการเพิ่มและลบร้านอาหาร
 - 3.3.2.3.4 การทดสอบการใช้งานโดยภาพรวมของระบบ
- 3.3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บไซต์ในการรับส่งข้อมูล
 - 3.3.2.4.1 การทดสอบความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์แต่ละหน้า
 - 3.3.2.4.2 การคำนวณการรองรับจำนวนผู้ใช้บริการพร้อมกันสูงสุด

3.3.3 การทดสอบการทำงานของระบบการหาความสัมพันธ์ของรายการอาหาร

ทำการทดสอบโดยการนำข้อมูลรายการสั่งอาหารของลูกค้าจากร้าน Kimukatsu มาทำการหาความสัมพันธ์ของรายการอาหารโดยการปรับค่า Support, Confident และ Lift ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดประสิทธิภาพทั้ง 3 ค่า

3.3.4 การทดสอบการทำงานของระบบการแบ่งกลุ่มลูกค้า

ทำการทดสอบโดยการนำข้อมูล RFM ของลูกค้าร้าน Kimukatsu มาทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้ K-mean และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

3.3.5 การทดสอบการทำงานของระบบแนะนำสินค้า

ทำการทดสอบการทำงานของระบบแนะนำสินค้า โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบคือข้อมูลรายการอาหารจากร้าน Kimukatsu ทำการคำนวณหาความคล้ายคลึงของสินค้าจากข้อมูลที่น่ามาทดสอบ

3.3.6 การทดสอบการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง

ทำการทดสอบการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบคือข้อมูลรายการอาหารและวัตถุดิบคงคลังจากร้าน Kimukatsu เพื่อหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับโมเดล

บทที่ 4

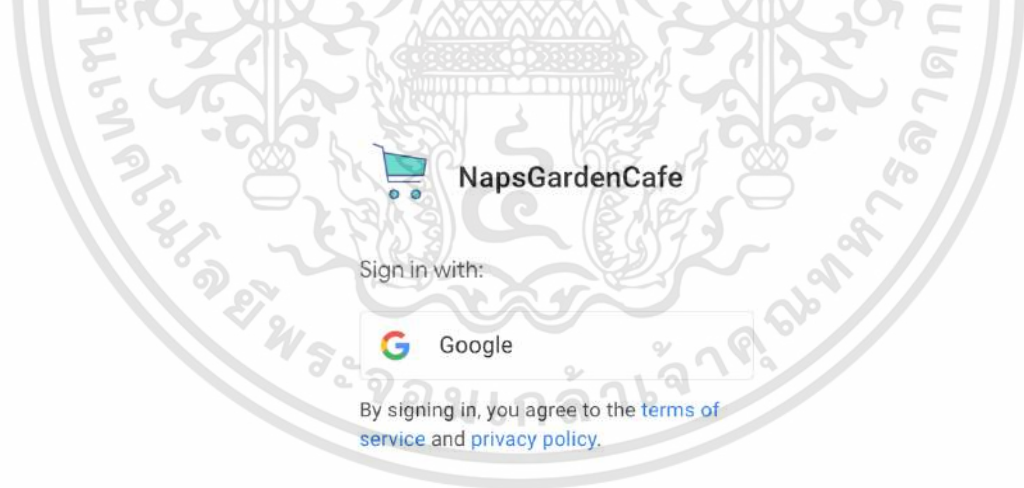
ผลการทดลอง

ผู้จัดทำมีโอกาสร่วมพูดคุยกับผู้ประกอบการร้านอาหารเพื่อทำความเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและความต้องการของร้านอาหารในการพัฒนาการทำธุรกิจ จึงได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากร้านอาหาร Kimukatsu เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยอัลกอริธึมที่ออกแบบไว้ในการเก็บผลการทดลองได้แบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

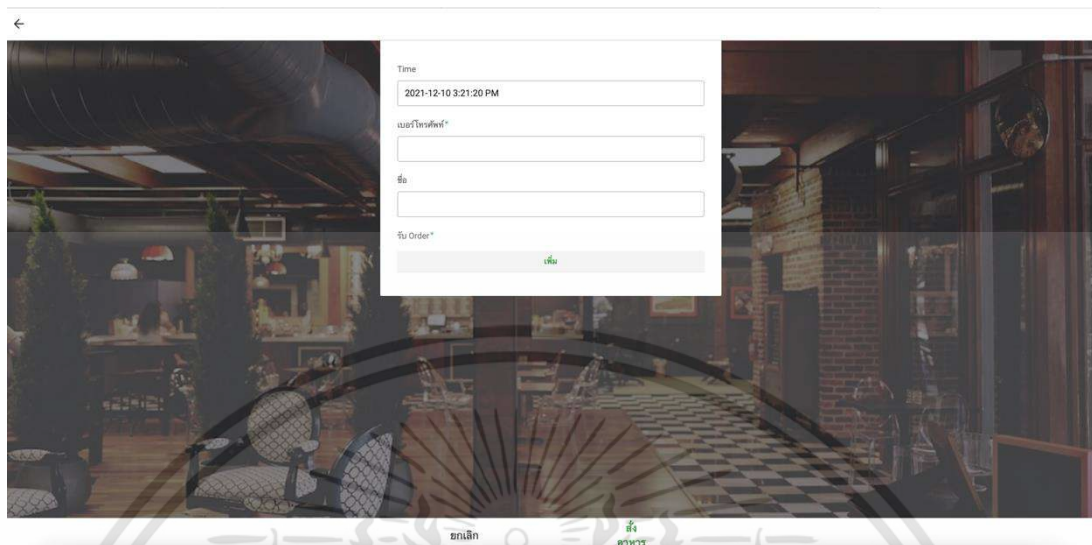
4.1 การทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบ

4.1.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งาน

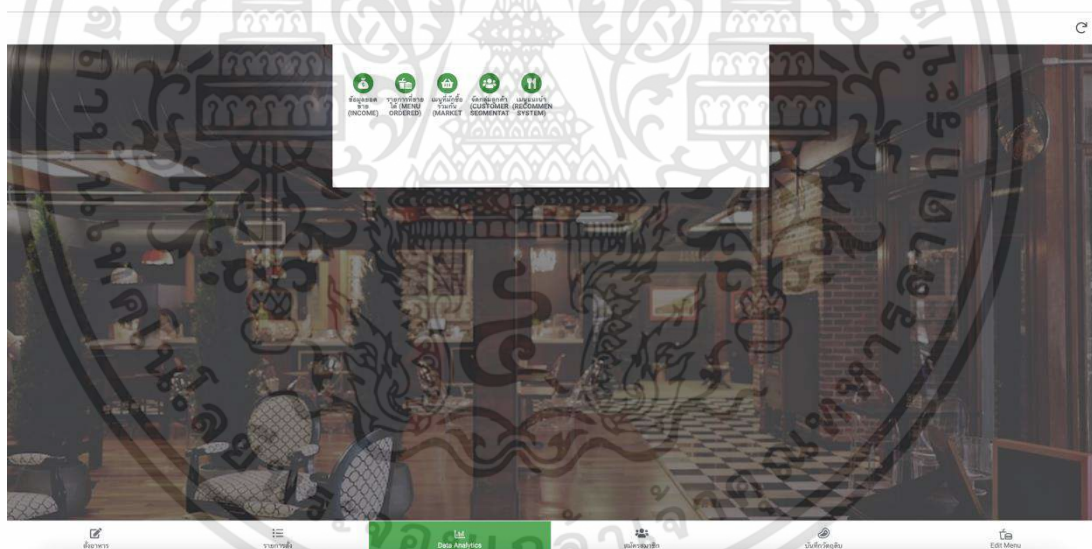
เมื่อผู้ใช้เข้าใช้งานครั้งแรก จะต้องทำการลงชื่อเข้าใช้ด้วย E-mail แสดงดังรูปที่ 4.1 โดยหน้าแรกจะแสดงดังรูปที่ 4.2 เป็นหน้าของการสั่งอาหาร และหน้าอื่น ๆ แสดงดังรูปที่ 4.3 ประกอบด้วยหน้ารายการสั่งซึ่งแสดงถึงรายการที่ถูกคำสั่ง หน้า Data analytics แสดงถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล หน้าสมัครสมาชิก หน้าบันทึกวัตถุดิบ และหน้า Edit Menu ซึ่งจะอธิบายต่อไป



รูปที่ 4.1 หน้าลงชื่อเข้าใช้



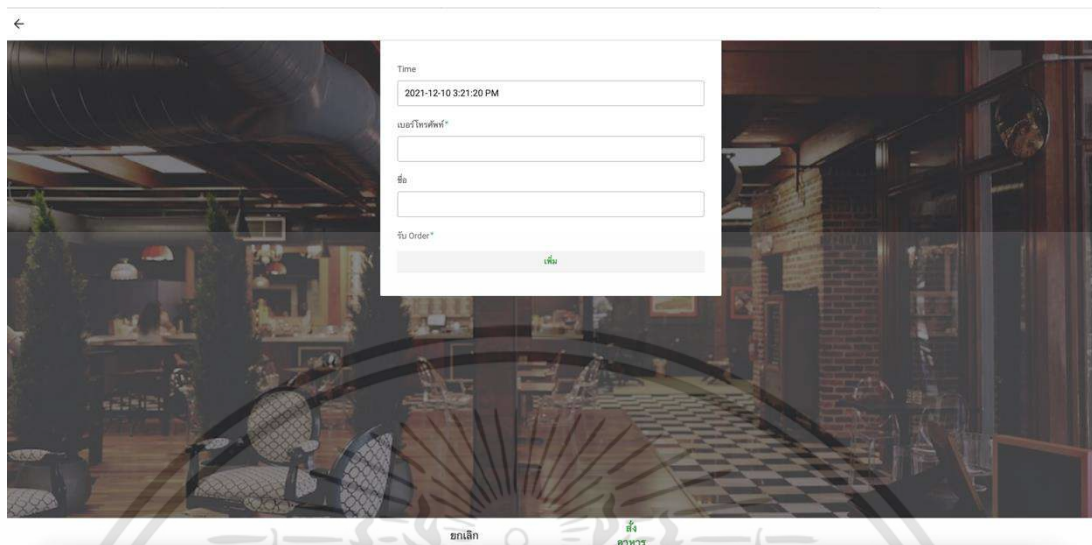
รูปที่ 4.2 หน้าแรกของระบบ



รูปที่ 4.3 หน้าอื่นในระบบ

หน้าสมัครสมาชิก แสดงดังรูปที่ 4.4 โดยข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย ชื่อ วันเกิด เพศ เบอร์โทรศัพท์ และที่อยู่ ตัวอย่างข้อมูลจากการสมัครสมาชิกในฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

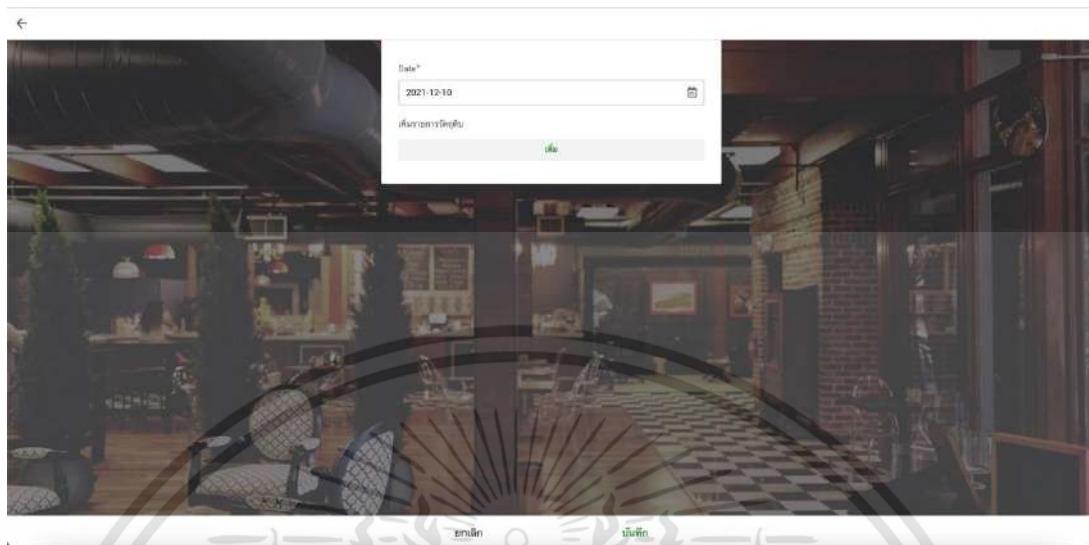


รูปที่ 4.4 หน้าสมัครสมาชิก

A	B	C	D	E	F	G
Name	Birthday	Gender	Phone	จังหวัด	แขวง/อำเภอ	รหัสไปรษณีย์
มุก	2/22/2000	หญิง	0123456789	Phitsanulok	Wangthong	65130
Nisawara	2/22/2000	หญิง	0123456789	Bangkok	Ladkrabang	21000

รูปที่ 4.5 ฐานข้อมูลสำหรับการสมัครสมาชิก

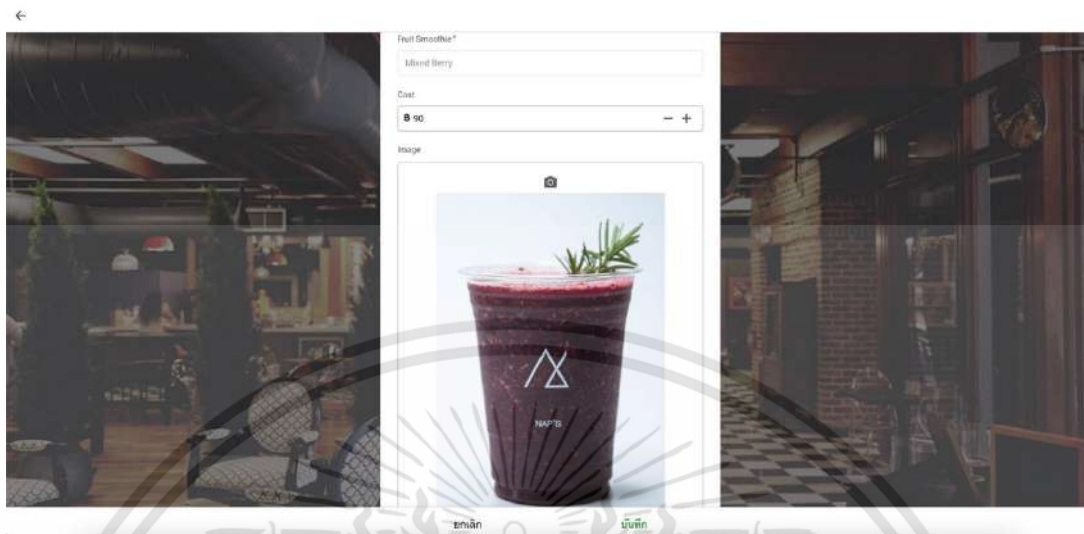
หน้าบันทึกวัตถุดิบ แสดงดังรูปที่ 4.6 โดยผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเพิ่ม เพื่อทำการเพิ่มรายการวัตถุดิบที่ซื้อในแต่ละวันได้ แสดงดังรูปที่ 4.7 ซึ่งประกอบด้วย รายการ จำนวน และหน่วย ตัวอย่างการบันทึกวัตถุดิบแสดงดังรูปที่ 4.8 เมื่อกดบันทึก ประวัติรายการจะแสดงดังรูปที่ 4.9 และข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.6 หน้าบันทึกวัตถุดิบ



รูปที่ 4.7 หน้าเพิ่มรายการวัตถุดิบที่ซื้อในแต่ละวัน



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการเพิ่มรายการอาหาร

Fruit Smoothie	Cost	Image
Mixed Berry	90	Fruit Smoothie/Images/Mixed Berry.Image.033542.png
Beta Carotene	90	Fruit Smoothie/Images/Beta Carotene.Image.033601.png
Green Smoothie	90	Fruit Smoothie/Images/Green Smoothie.Image.033631.png

รูปที่ 4.11 ฐานข้อมูลสำหรับบันทึกรายการอาหาร

การลบรายการอาหารสามารถทำได้โดยการกดปุ่มรูปถังขยะดังรูปที่ 4.12 ส่วนการแก้ไขรายการอาหารสามารถทำได้โดยกดปุ่มแก้ไขข้างรูปถังขยะ และข้อมูลก็จะถูกลบในฐานข้อมูล หน้าแก้ไขรายการอาหารจะแสดงดังรูปที่ 4.13 เมื่อกดบันทึก ข้อมูลจะถูกแก้ไขในฐานข้อมูลเช่นกัน



รูปที่ 4.12 หน้าแสดงรายการอาหาร



รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการแก้ไขรายการอาหาร

4.1.3 การทดสอบการสั่งอาหาร

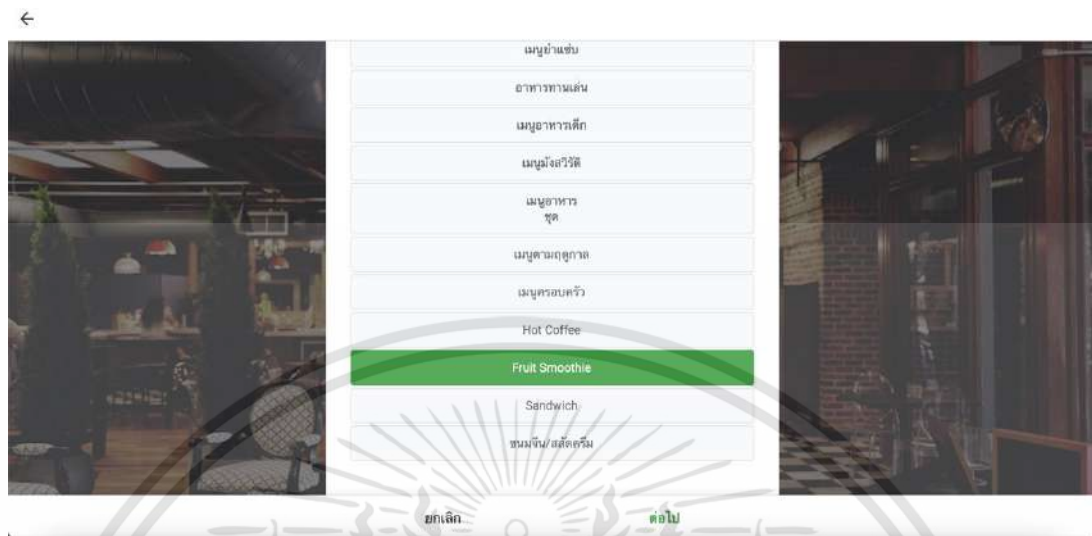
หน้าแรกของการสั่งอาหารแสดงดังรูปที่ 4.14 โดยระบบจะกรอกวันและเวลาโดยอัตโนมัติ ร้านอาหารทำการกรอกเบอร์โทรศัพท์และชื่อของลูกค้า จากนั้นกดปุ่มเพิ่ม เพื่อเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอาหารที่ลูกค้าทำการสั่ง ทำการเลือกหมวดของอาหาร แสดงดังรูปที่ 4.15 และเลือกรายการอาหารดังรูปที่ 4.16 โดยรายละเอียดจะแสดงดังรูปที่ 4.17 กดสั่งอาหารเพื่อเพิ่มอาหารลงตะกร้า จากนั้นหน้าสั่งอาหารจะแสดงดังรูปที่ 4.18 สามารถเพิ่มรายการให้อาการได้โดยกดที่ปุ่มเพิ่ม โดยระบบจะทำการคำนวณราคารวมของรายการอาหารทั้งหมด หากลูกค้าทำการจ่ายเงินให้กดที่ปุ่ม Check bill จากนั้นใส่จำนวนเงินที่รับมา ระบบจะทำการคำนวณหาเงินทอนให้อัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.14 หน้าแรกของการสั่งอาหาร

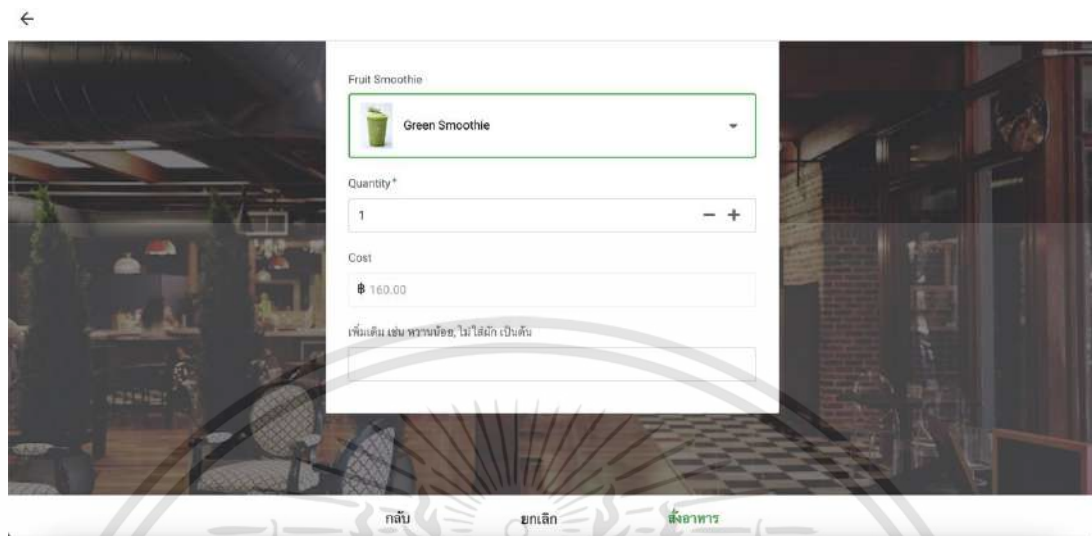


รูปที่ 4.15 หน้าเลือกหมวดอาหาร



รูปที่ 4.16 หน้าเลือกรายการอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

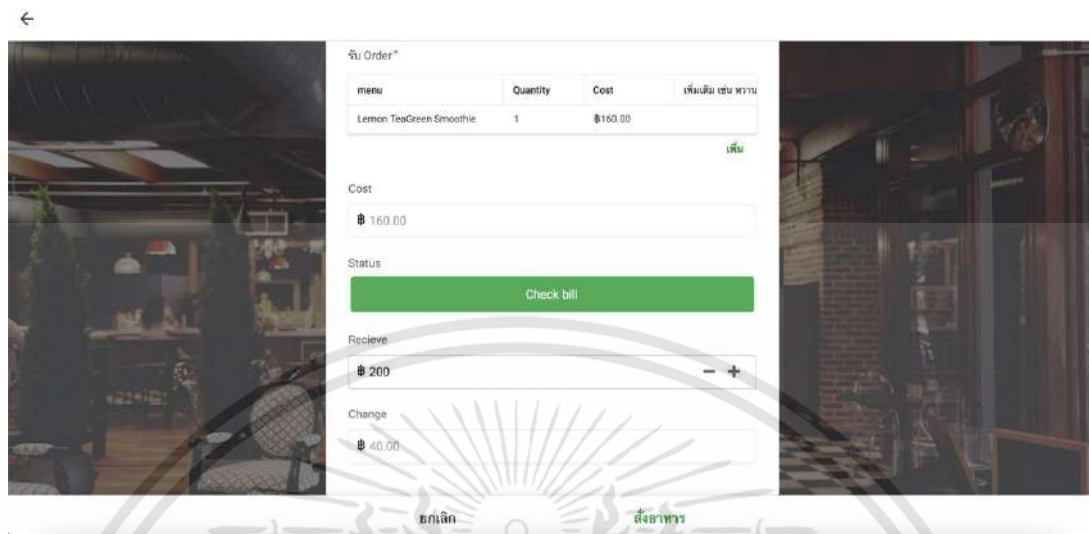


รูปที่ 4.17 หน้าแสดงรายละเอียดรายการอาหารที่สั่ง



รูปที่ 4.18 หน้าสั่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 หน้าสั่งอาหารเมื่อลูกค้าชำระเงิน

เมื่อกดสั่งอาหารข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล และร้านอาหารสามารถดูประวัติรายการสั่งได้ที่หน้ารายการสั่งแสดงดังรูปที่ 4.20 โดยรายการที่ลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้ว ตัวหนังสือจะถูกแสดงเป็นสีเขียว เพื่อความสะดวกในการใช้งาน สามารถดูหรือแก้ไขรายละเอียดอื่น ๆ ได้โดยการกดที่รายการนั้น ๆ ตัวอย่างดังรูปที่ 4.21

ชื่อ	Time	Cost	Status	Recieve	Change	Related OrderLists
Mock	2021-12-10 4:00:08 PM	฿160.00	Check bill	฿200.00	฿40.00	Related OrderLists (1)
m	2021-11-7 11:41:37 AM	฿78.00				Related OrderLists (1)
lock	2021-11-4 11:08:47 PM	฿80.00	Check bill	฿100.00	฿20.00	Related OrderLists (1)
new	2021-11-4 10:58:57 PM	฿60.00				Related OrderLists (1)
water	2021-11-4 10:56:30 PM	฿70.00				Related OrderLists (1)
qq	2021-11-4 10:54:50 PM	฿65.00				Related OrderLists (1)
d	2021-11-2 9:14:41 PM	฿335.00				Related OrderLists (3)
plawara	2021-11-2 8:57:23 PM	฿140.00	Check bill	฿150.00	฿10.00	Related OrderLists (1)
ผูก	2021-11-2 8:42:37 PM	฿230.00	Order			Related OrderLists (2)
ผูก	2021-11-1 6:12:11 PM	฿65.00				Related OrderLists (1)
m	2021-11-1 10:38:09 AM	฿90.00				Related OrderLists (1)
t	2021-10-31 5:08:21 PM	฿115.00				Related OrderLists (1)
เข้าลิ้น	2021-10-28 10:28:14 AM	฿382.00	Check bill	฿500.00	฿118.00	Related OrderLists (2)
ดื่ม	2021-10-28 8:25:32 AM	฿236.00	Check bill	฿250.00	฿14.00	Related OrderLists (2)
A	2021-10-26 10:58:05 PM	฿142.00	Check bill	฿150.00	฿8.00	Related OrderLists (1)

รูปที่ 4.20 หน้ารายการสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์โทรศัพท์*

1234567890

ชื่อ

new

Cost

฿ 60.00

Status

Check bill

รับ Order*

เมนู	Quantity	Cost	เพิ่ม/ลบ/ลบ
Strawberry	1	\$60.00	

เพิ่ม

ยกเลิก

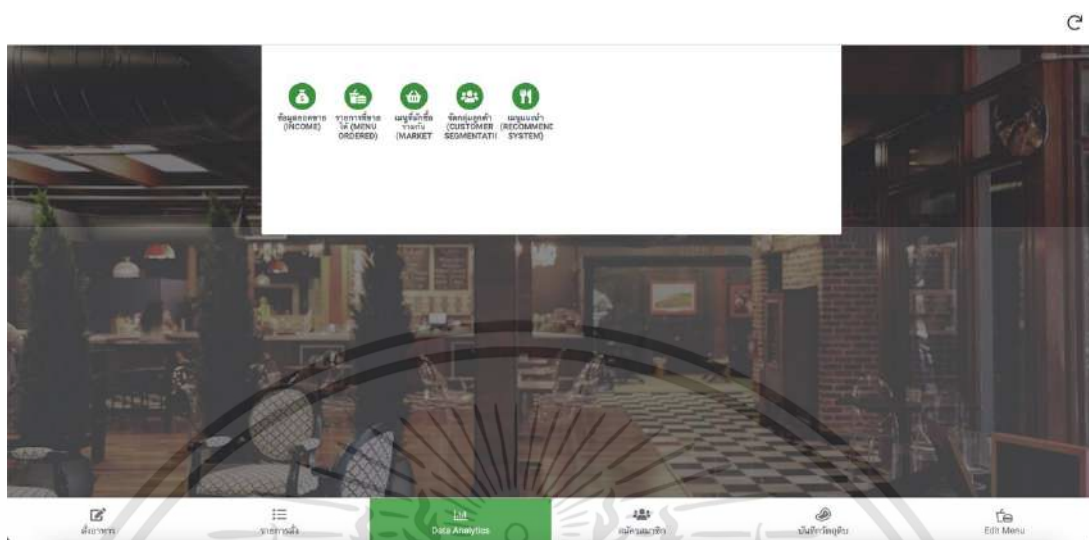
บันทึก

รูปที่ 4.21 หน้ารายละเอียดรายการสั่ง

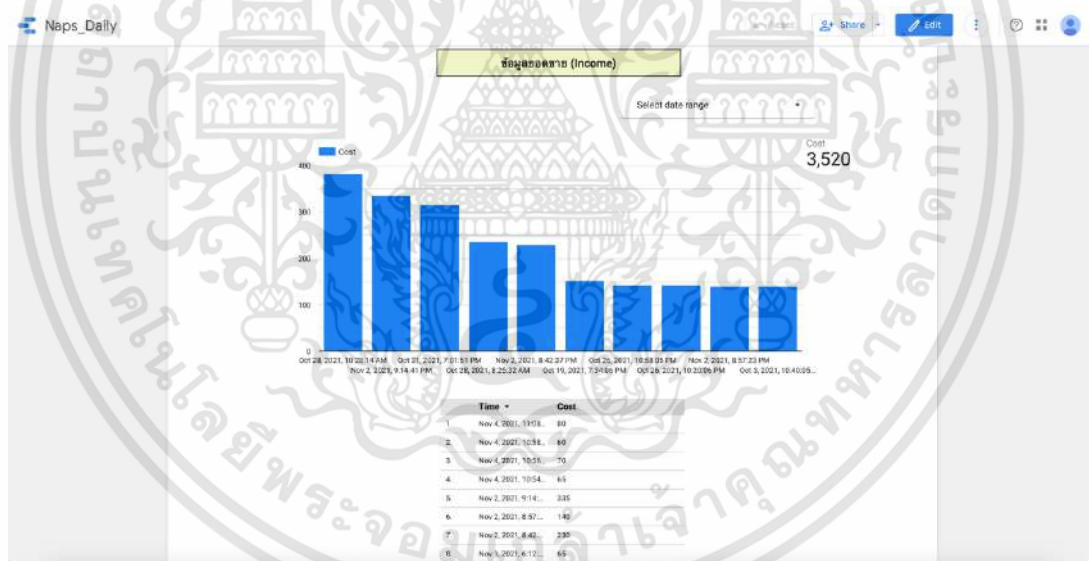
4.1.4 การทดสอบระบบวิเคราะห์ข้อมูล

หน้า Data Analytics จะรวบรวมผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 4.22 ซึ่งประกอบด้วย

1. ข้อมูลยอดขาย จะแสดงข้อมูลรายได้ที่ขายได้ในแต่ละวัน และสามารถเลือกช่วงเวลาที่ต้องการดูได้โดยกดปุ่ม Select date range แสดงดังรูปที่ 4.23



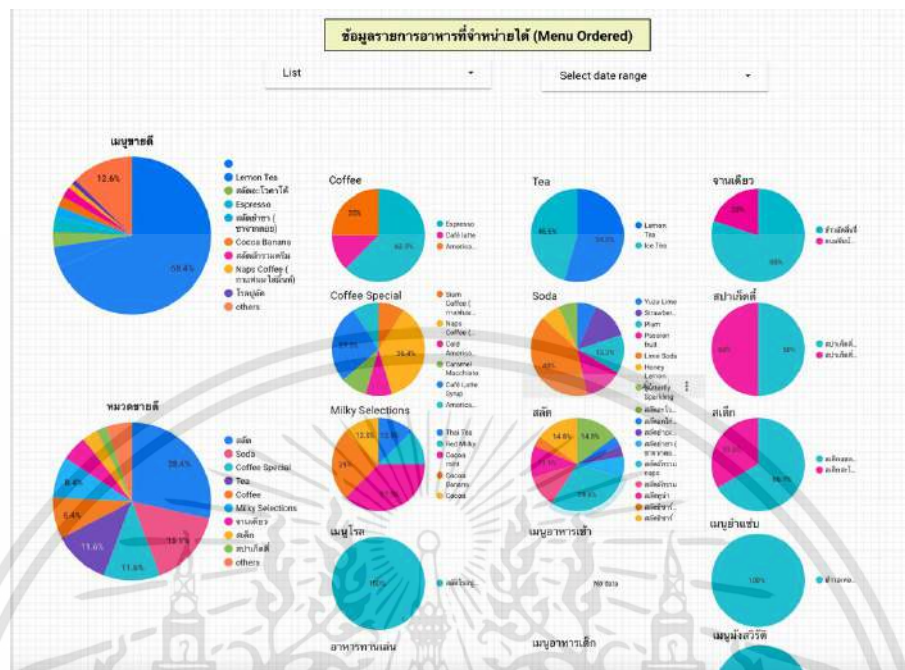
รูปที่ 4.22 หน้า Data Analytics



รูปที่ 4.23 ข้อมูลยอดขาย

2. รายการที่ขายได้ จะแสดงรายการอาหารที่ขายได้ ประกอบด้วย รายการขายดี หมวดขายดี แผนภูมิรายการอาหารที่ขายได้ในแต่ละหมวด และตารางจำนวนและราคารายการอาหารที่ขายได้ แสดงดังรูปที่ 4.24 และ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ข้อมูลรายการที่ขายได้ (1)



รูปที่ 4.25 ข้อมูลรายการที่ขายได้ (2)

3. เมนูที่มักซื้อร่วมกัน จะแสดงรายการอาหารที่มักซื้อร่วมกัน และความเป็นไปได้ของแต่ละกฎความสัมพันธ์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาความสัมพันธ์ ตัวอย่างการแสดงผลที่แสดงดังรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนูที่มักซื้อพร้อมกัน (Market basket analyze)

	เมนูที่มักซื้อพร้อมกัน ▾	ความเป็นไปได้ (%)
1.	สเต็กหมู + ข้าวผัด + Thai tea	70
2.	สลัด + Espresso	70
3.	สปาเก็ตตี้ + ชาเขียว	80

รูปที่ 4.26 ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์เมนูที่มักซื้อพร้อมกัน

4. จัดกลุ่มลูกค้า จะแสดงรายชื่อลูกค้า เบอร์โทรศัพท์ Recency Frequency Monetary value และ Group ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.27

จัดกลุ่มลูกค้า (Customer Segmentation)

	Name ▾	Phone	Recency	Frequency	Monetary	Group
1.	Nisawara	12345678	1	10	1600	Platinum
2.	Mook	22222222	5	5	800	Gold

รูปที่ 4.27 ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์การจัดกลุ่มลูกค้า

5. รายการแนะนำ จะแสดงรายการแนะนำ 3 อันดับแรกที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Cosine similarity ในการคำนวณหาความคล้ายคลึง ตัวอย่างผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 4.28

เมนูแนะนำ (Recommendation system)

เมนู ▾	แนะนำ 1	แนะนำ 2	แนะนำ 3
1. Siam Coffee (กาแฟใส่น้ำใบเตย)	Naps Coffe	Cafe Latte Syrup	Caramel Macchiato
2. Naps Coffee (กาแฟใส่น้ำ)	Siam Coffee	Cold Americano Siam	Butterfly pea latte coffee
3. Espresso	Americano	Cold Americano Siam	Americano Honey
4. Cold Americano Siam (ใส่น้ำใบเตย)	Americano Honey	Americano	Naps Coffee
5. Cappuccino	Cafe latte	Cafe Mocha	Siam Coffee
6. Café latte	Cafe Latte Syrup	Cappuccino	Dragon Tea Latte
7. Café Mocha	Cafe latte	Cappuccino	โกโก้
8. Americano	Cold Americano Siam	Americano Honey	Espresso

รูปที่ 4.28 ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์รายการแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบระบบคลาวด์คิทเช่นด้วย platform ที่ออกแบบเอง

4.2.1 การทดสอบแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

4.2.1.1 การทดสอบระบบลงทะเบียนใช้งาน

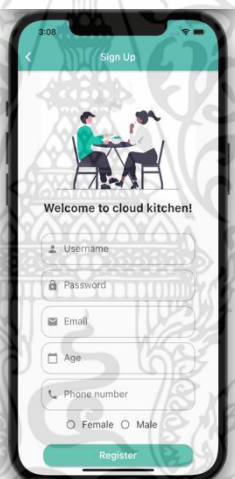
หน้าแรกเมื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชันจะแสดงรายชื่อร้านอาหารแสดงดังรูปที่ 4.29 ผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียนก่อนเพื่อเข้าใช้งาน โดยการลงทะเบียนสามารถเข้าได้จากปุ่ม Sign up ในหน้าต่างด้านซ้ายมือ แสดงดังรูปที่ 4.30 โดยรายละเอียดในการลงทะเบียนประกอบด้วย ชื่อ รหัสผ่าน E-mail อายุ เบอร์โทรศัพท์ และเพศ แสดงดังรูปที่ 4.31 หากผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนจะมีหน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.29 หน้าแสดงรายชื่อร้านอาหาร

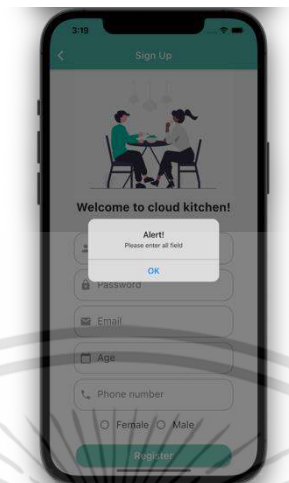


รูปที่ 4.30 หน้าต่างแสดงรายการ



รูปที่ 4.31 หน้าลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

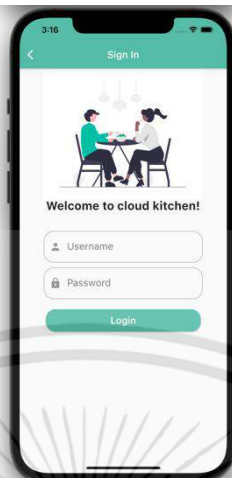


รูปที่ 4.32 หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบ

เมื่อลงทะเบียนสำเร็จข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.33 และผู้ใช้สามารถนำ username และ password ที่ทำการลงทะเบียนไว้มาลงชื่อเข้าใช้ โดยการกดปุ่ม “sign in” ในหน้าต่างด้านซ้าย และหน้าลงชื่อเข้าใช้จะแสดงดังรูปที่ 4.34 หากผู้ใช้กรอกรหัสผ่านผิด จะมีหน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.35

customer_id	customer_name	customer_password	customer_mail	customer_age	customer_mobile	customer_gender	create_date	mo
13	A	123	A@hotmail.com	24	0123456789	Female	2021-09-06 21:34:08	202
16	username	password	email	age	phone	gender	2021-09-09 22:57:50	202
18	B	123	b@gmail.com	22	0123456789	Female	2021-10-14 22:09:04	202

รูปที่ 4.33 ฐานข้อมูลสำหรับบันทึกข้อมูลของลูกค้า

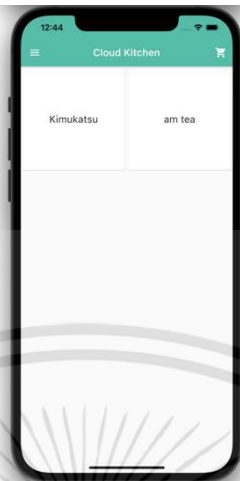


รูปที่ 4.34 หน้าลงชื่อเข้าใช้



รูปที่ 4.35 หน้าต่างแสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกรหัสผ่านผิด

เมื่อผู้ใช้งานลงชื่อเข้าใช้สำเร็จหน้าแรกจะแสดงรายชื่อร้านอาหารที่อยู่ในระบบ ดังรูปที่ 4.36 โดยสามารถเลือกทำรายการอื่น ๆ ได้โดยการกดที่หน้าต่างด้านซ้ายแสดงดังรูปที่ 4.37 ผู้ใช้สามารถดูและแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้โดยกดที่ปุ่ม Profile และหน้าแสดงข้อมูลส่วนตัวจะแสดงดังรูปที่ 4.38 เมื่อกดที่ปุ่ม Edit จะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ แสดงดังรูปที่ 4.39 และกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกการแก้ไข และข้อมูลที่แก้ไขจะถูกแก้ไขเช่นเดียวกันในฐานข้อมูล หากผู้ใช้กดปุ่ม Sign out จะเป็นทำการออกจากระบบ

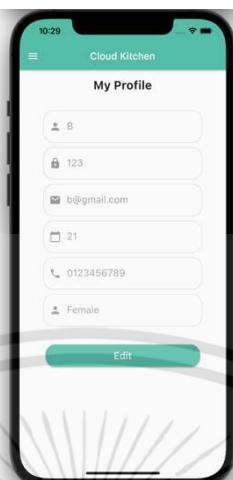


รูปที่ 4.36 หน้าแรกเมื่อลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ

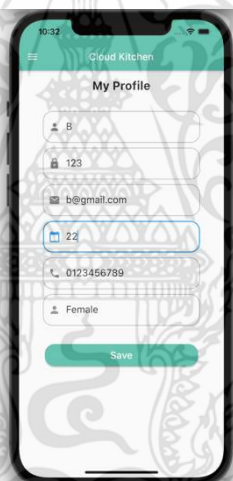


รูปที่ 4.37 หน้าต่างสำหรับเลือกรายการอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



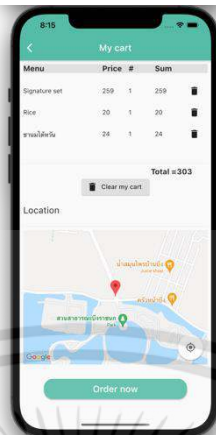
รูปที่ 4.38 หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัว



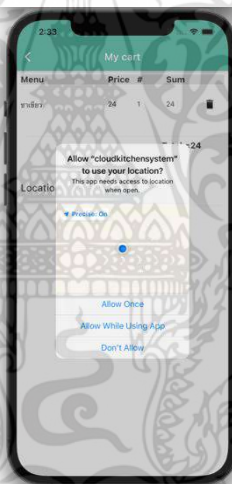
รูปที่ 4.39 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

4.2.1.2 การทดสอบการสั่งอาหาร

ผู้ใช้สามารถสั่งอาหารได้โดยการเลือกร้านอาหารจากหน้าแสดงร้านอาหารในระบบ จากนั้นหน้าแสดงรายการอาหารจะแสดงดังรูปที่ 4.40 เมื่อเลือกรายการอาหารที่ต้องการสั่ง จะมีหน้าต่างแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4.41 ปรากฏขึ้น สามารถเลือกจำนวนในการสั่งได้ โดยกดปุ่มบวกเพื่อทำการเพิ่มจำนวน และกดปุ่มลบเพื่อลดจำนวน โดยจำนวนตั้งต้นเท่ากับ 1 และเมื่อ

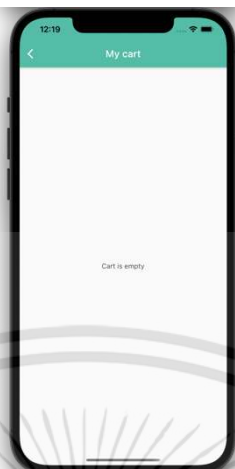


รูปที่ 4.42 หน้าตะกร้ารายการสั่ง



รูปที่ 4.43 หน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหาร

ในการสั่งอาหารทำได้โดยการกดปุ่ม Order now จากนั้นจะมีหน้าต่างข้อความเพื่อให้กดยืนยันอีกครั้งหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.45 หากกดปุ่ม No จะกลับสู่หน้าตะกร้าและไม่ส่งรายการอาหารที่ส่งไปยังฐานข้อมูล แต่หากกดปุ่ม Yes ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล และหน้าตะกร้าจะแสดงดังรูปที่ 4.46 ระบุข้อความว่าตะกร้าว่างเปล่า

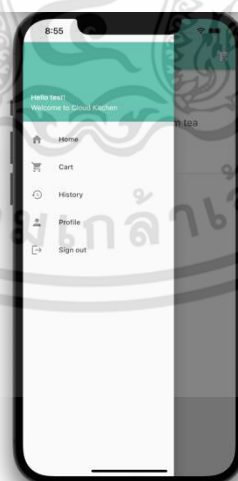


รูปที่ 4.45 หน้าต่างยืนยันการสั่งอาหาร



รูปที่ 4.46 หน้าตะกร้าเมื่อไม่มีรายการอาหารที่สั่ง

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูประวัติการสั่งซื้อได้ ผู้จัดทำจึงพัฒนาหน้าแสดงประวัติการสั่งซื้อ โดยสามารถเข้าได้จากปุ่ม History บนแถบหน้าต่างด้านซ้ายแสดงดังรูปที่ 4.47 และหน้า History จะแสดงดังรูปที่ 4.48 ประกอบด้วย วันและเวลา, รายการอาหาร, ร้านอาหาร, จำนวนของอาหาร และราคาของอาหารที่เคยสั่งซื้อ แต่หากผู้ใช้ไม่เคยสั่งอาหารมาก่อน หน้า History จะแสดงดังรูปที่ 4.49 โดยจะแสดงข้อความว่า ไม่มีประวัติ



รูปที่ 4.47 หน้าต่างสำหรับเลือกรายการอื่น ๆ

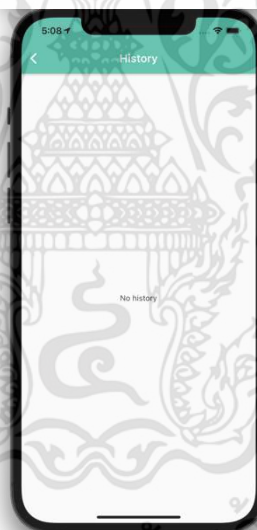


8:55

< History

Menu	Shop	#	Sum
2022-01-12 13:21			
Rice	Kimukatsu	1	20
Miso soup	Kimukatsu	1	20
Total = 40			
2022-01-16 13:38			
ชาวน้ำเย็น	am tea	1	24
ชาวน้ำเย็น	am tea	1	19
Total = 43			
2022-01-16 13:38			
Miso soup	Kimukatsu	1	20
ชาวน้ำเย็น	am tea	1	24
Total = 44			
2022-01-20 20:16			
Signature set	Kimukatsu	1	259
Rice	Kimukatsu	1	20
ชาวน้ำเย็น	am tea	1	24
Total = 303			

รูปที่ 4.48 หน้า History



รูปที่ 4.49 หน้า History ในกรณีที่ไม่มีประวัติการสั่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดสอบเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร

4.2.2.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งาน

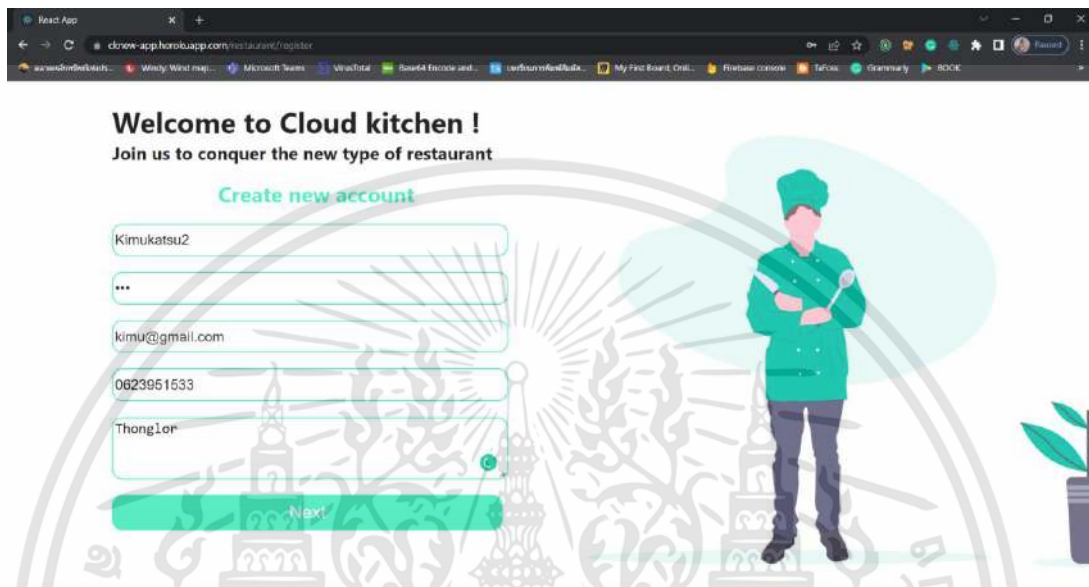
เมื่อทำการรันโปรแกรมของร้านอาหารจะแสดงหน้า Login สำหรับลงชื่อเข้าใช้งานระบบ และหากยังไม่ได้ทำการสร้างบัญชีผู้ใช้สามารถทำการ Register ได้โดยกดที่ “Create your account” แสดงดังรูปที่ 4.50



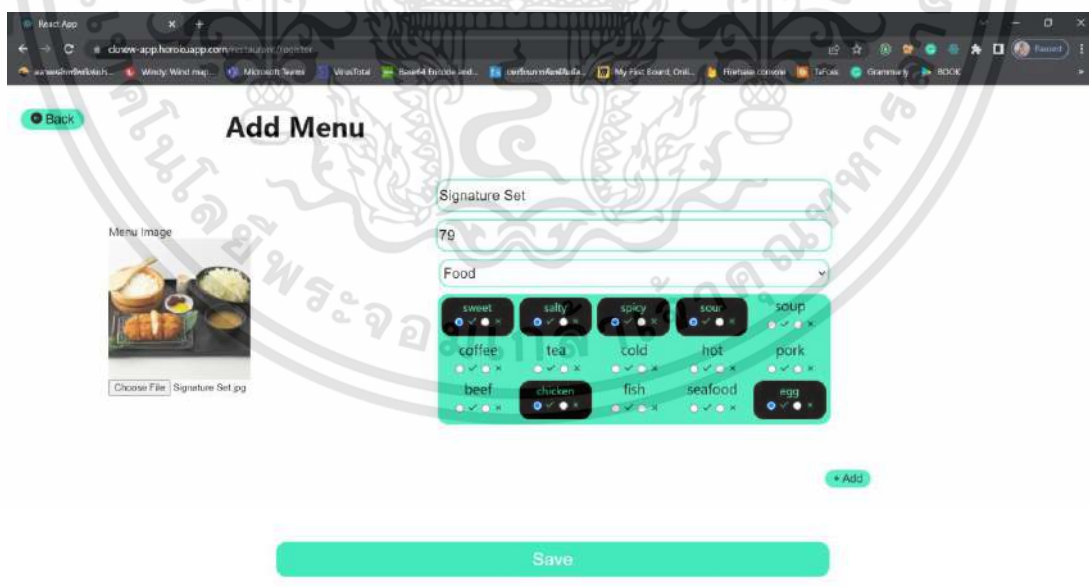
รูปที่ 4.50 หน้าเว็บสำหรับการ Login ของร้านอาหาร

เมื่อกดที่ “Create your account” จะแสดงหน้าสำหรับการลงทะเบียนสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนประกอบด้วย Restaurant name, Password, E-mail, Mobile number และ Address จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการเพิ่มรายการอาหารภายในร้าน แสดงดังรูปที่ 4.51 ร้านอาหารสามารถสร้างรายการอาหารภายในร้านได้โดยการกรอกชื่อรายการอาหาร ราคา ประเภทของอาหาร รูปภาพ และคุณสมบัติของอาหาร เช่น รสหวาน รสเผ็ด หนู ไข่ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการทำระบบแนะนำสินค้า (Recommendation system) กดปุ่ม Add เมื่อต้องการสร้างรายการอาหารเพิ่ม และกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 4.52 โดยในฐานข้อมูลจะบันทึกข้อมูลผู้ใช้ในตาราง restaurant ซึ่งรหัสผ่านของผู้ใช้

จะถูกเข้ารหัสด้วย JWT (JSON Web Token) เพื่อความปลอดภัย และรายการอาหารจะถูกบันทึกในตาราง menu แสดงดังรูปที่ 4.53 และ 4.54 ตามลำดับ



รูปที่ 4.51 หน้าเว็บแสดงตัวอย่างการสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ของร้านอาหาร



รูปที่ 4.52 หน้าเว็บแสดงตัวอย่างสำหรับการสร้างรายการอาหารในร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

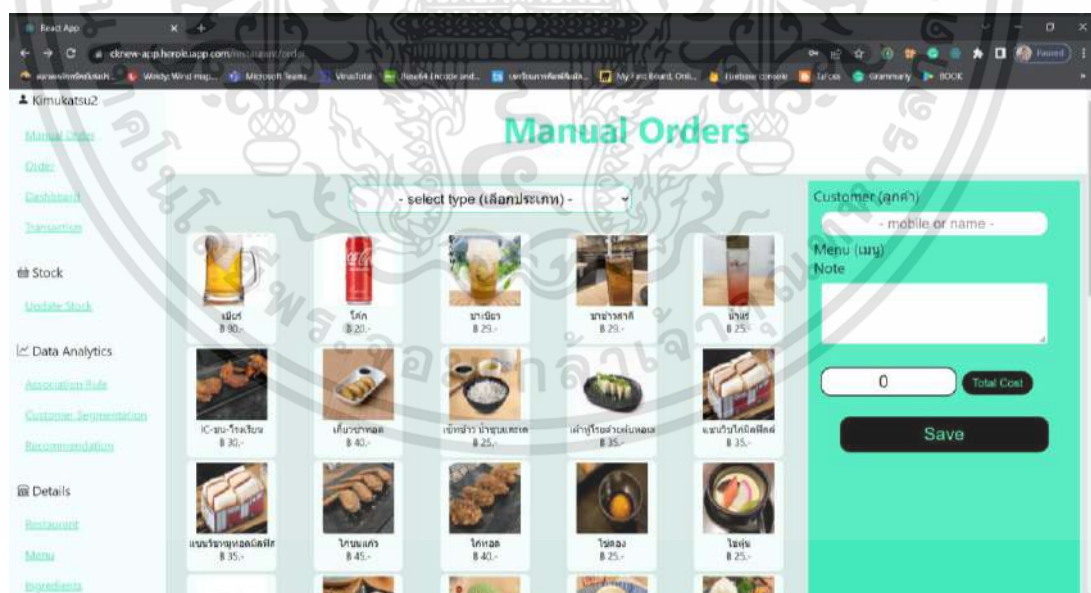
restaurant_id	restaurant_name	restaurant_password	restaurant_mail	restaurant_mobile	restaurant_address	lat	lng	create_date	modified_date
264	Kimukatsu2	\$2a\$10\$nL6DUPBEMK	kimu@gmail.com	0623951533	Thonglor	13.698	100.537	2022-03-18 09:21:29	2022-03-18 09:21:29

รูปที่ 4.53 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้

menu_id	menu_name	menu_price	menu_type	menu_image_name	menu_image_type	menu_image_url	restaurant_id	pork	beef	chicken	fish	seafood	egg	sweet	salty
1664	ไอศกรีม	90	Drink	icecream.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	0	0
1674	โค้ก	20	Drink	cola.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	0	1
1684	ชาเขียว	29	Drink	tea.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	0	1
1694	ชาดำนมสด	29	Drink	tea.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	0	1
1704	น้ำอัดลม	25	Drink	tea.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	0	0
1714	ไอศกรีม-โรลอิน	30	Appetizer	icecream.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	1	0	0	0	0	1
1724	เบียร์จากขวด	40	Appetizer	beer.png	image/png	https://firebasestorage	264	1	0	0	0	0	0	0	1
1734	แซลมอน นึ่งซอสแดง	25	Appetizer	salmon.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	0	1
1744	เผ้าไก่ย่างรสเค็ม	33	Appetizer	chicken.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	1	1
1754	แซลมอนทอดเกลือ	35	Appetizer	salmon.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	1	0	0	0	1	1
1764	แซลมอนทอดเกลือ	35	Appetizer	salmon.png	image/png	https://firebasestorage	264	1	0	0	0	0	0	1	1
1774	โรลอิน	45	Appetizer	roll.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	1	0	0	0	0	1
1784	โรลอิน	40	Appetizer	roll.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	1	0	0	0	0	1
1794	โรลอิน	25	Appetizer	roll.png	image/png	https://firebasestorage	264	0	0	0	0	0	0	1	1

รูปที่ 4.54 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลรายการอาหาร

เมื่อสร้างบัญชีผู้ใช้เสร็จเรียบร้อยแล้วและทำการลงชื่อเข้าใช้ที่หน้า Login หากลงชื่อเข้าใช้สำเร็จเว็บไซต์จะแสดงหน้าการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้า (Manual Orders) แสดงดังรูปที่ 4.55



รูปที่ 4.55 หน้าการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้าหลังการลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ

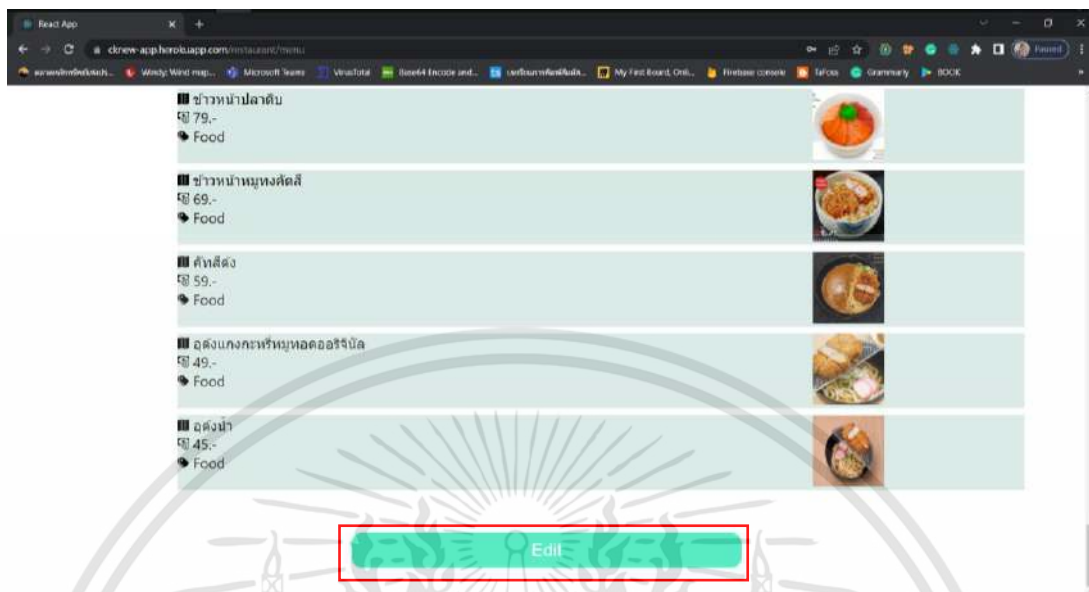
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 การทดสอบการแก้ไขรายการอาหารของร้านอาหาร

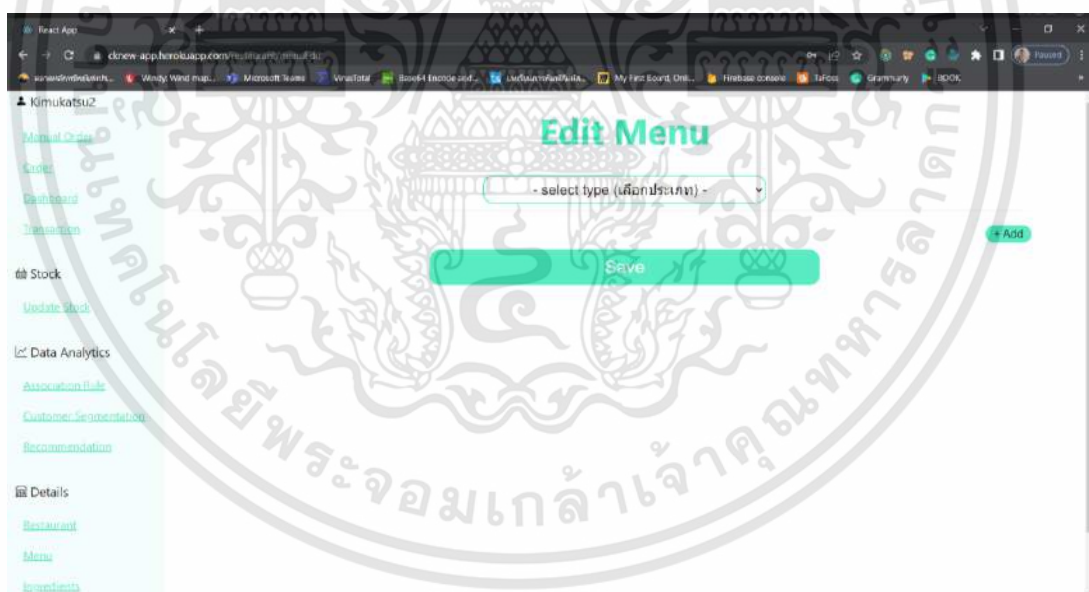
การแก้ไขรายการอาหารทำได้โดยการเลือกฟังก์ชัน Menu ที่อยู่ในแถบเมนูทางด้านซ้ายมือ เว็บไซต์จะแสดงหน้ารายการอาหารทั้งหมดของร้านอาหาร (Menu) แสดงดังรูปที่ 4.56 จากนั้นกดปุ่ม Edit ที่อยู่ด้านล่างของหน้าเว็บไซต์เพื่อทำการแก้ไขรายการอาหาร แสดงดังรูปที่ 4.57 หลังจากนั้นหน้าเว็บจะแสดงหน้าการแก้ไขรายการอาหาร (Edit Menu) แสดงดังรูปที่ 4.58



รูปที่ 4.56 หน้าเว็บแสดงหน้ารายการอาหารทั้งหมดของร้านอาหาร (1)



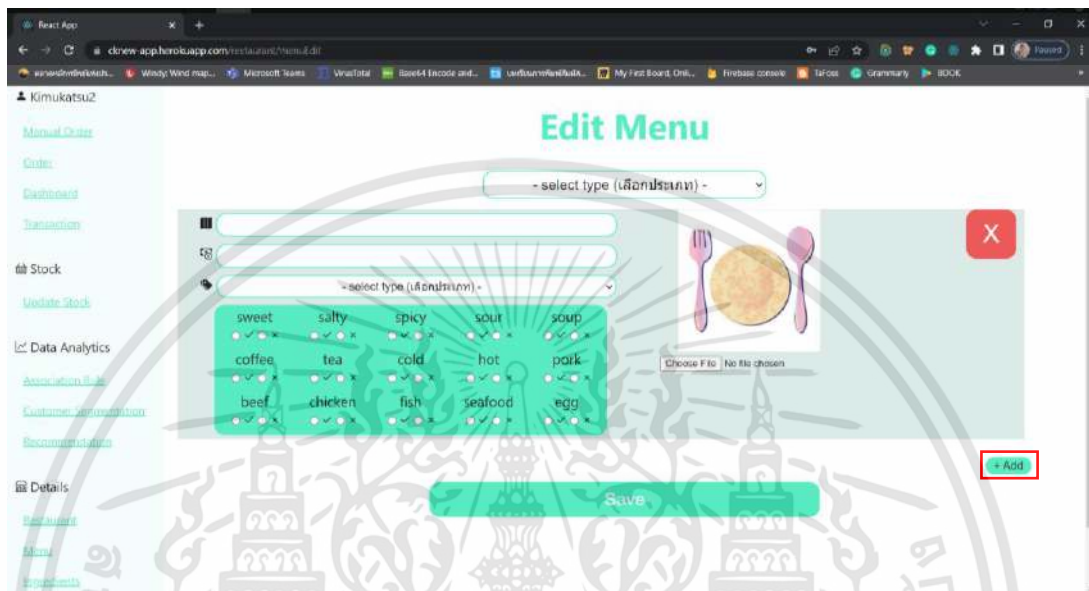
รูปที่ 4.57 หน้าเว็บแสดงหน้ารายการอาหารทั้งหมดของร้านอาหาร (2)



รูปที่ 4.58 หน้าการแก้ไขรายการอาหาร

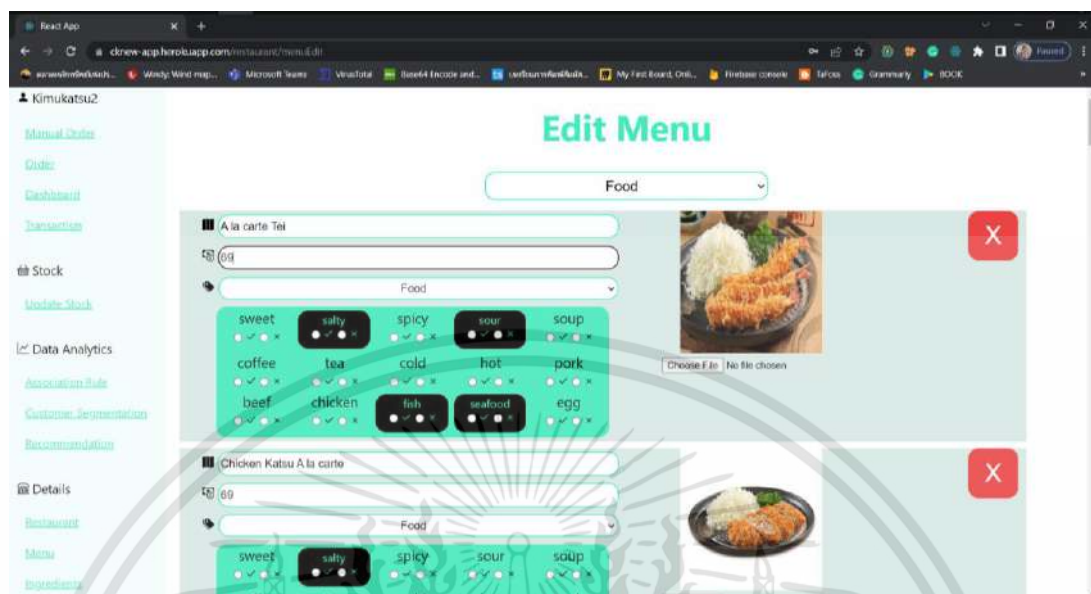
หากต้องการเพิ่มรายการอาหารใหม่ให้กดที่ปุ่ม +Add เพื่อเพิ่มข้อมูลรายการอาหารใหม่ ซึ่งสามารถกรอกข้อมูล ชื่อรายการอาหาร ราคา ประเภทอาหาร คุณสมบัติ และ

รูปภาพอาหารได้ แต่หากไม่เลือกรูปภาพรายการอาหารระบบจะทำการตั้งค่าให้เป็นรูปภาพเริ่มต้นแสดงดังรูปที่ 4.59



รูปที่ 4.59 การเพิ่มรายการอาหารใหม่

หากต้องการแก้ไขรายการอาหารที่มีอยู่เดิมให้ทำการเลือกประเภทของรายการอาหารที่ต้องการแก้ไข ซึ่งสามารถทำการแก้ไขข้อมูล ชื่อรายการอาหาร ราคา ประเภทของอาหาร คุณสมบัติ และรูปภาพของรายการอาหารได้ หรือหากต้องการลบรายการอาหารสามารถกดที่ปุ่มกากบาทสีแดงได้ แสดงดังรูปที่ 4.60



รูปที่ 4.60 การแก้ไขรายการอาหารที่มีอยู่เดิม

จากนั้นกดปุ่ม Save ที่อยู่ด้านล่างของหน้าเว็บไซต์ เพื่อบันทึกการแก้ไขรายการอาหารทั้งหมด โดยระบบจะทำการคำนวณค่า Cosine similarity ของรายการอาหารแต่ละชนิดทุกครั้งที่มีการกดปุ่ม Save หลังจากการแก้ไขรายการอาหาร ซึ่งข้อมูลในตาราง menu ที่อยู่ในฐานข้อมูลจะถูกแก้ไขและคอลัมน์ modified_date จะบันทึกเวลาที่มีการแก้ไข แสดงดังรูปที่ 4.61 และข้อมูลในตาราง recommend ถูกแก้ไขใหม่ แสดงดังรูปที่ 4.62

menu_id	menu_name	menu_price	menu_type	create_date	modified_date
1664	เบียร์	90	Drink	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1674	โค้ก	20	Drink	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1684	ชาเขียว	29	Drink	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1694	ชาชาวลาลิ	29	Drink	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1704	น้ำแร่	25	Drink	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1714	IC-ชน-โรงเขียน	30	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1724	เกี๊ยวทอด	40	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1734	เซิฟข้าว น้ำซุปและ	25	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1744	เต้าหู้โรยถัวยัดเนือ	35	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1754	แซนวิชไก่ทอดฟิลล์	35	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1764	แซนวิชหมูทอดมิลล์	35	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1774	ไก่ทอดแก้ว	45	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1784	ไก่ทอด	40	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50
1794	ไขทอด	25	Appetizer	2022-03-18 09:21:30	2022-03-18 13:09:50

รูปที่ 4.61 ฐานข้อมูลแสดงตัวอย่างข้อมูลในตาราง menu ที่ถูกแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

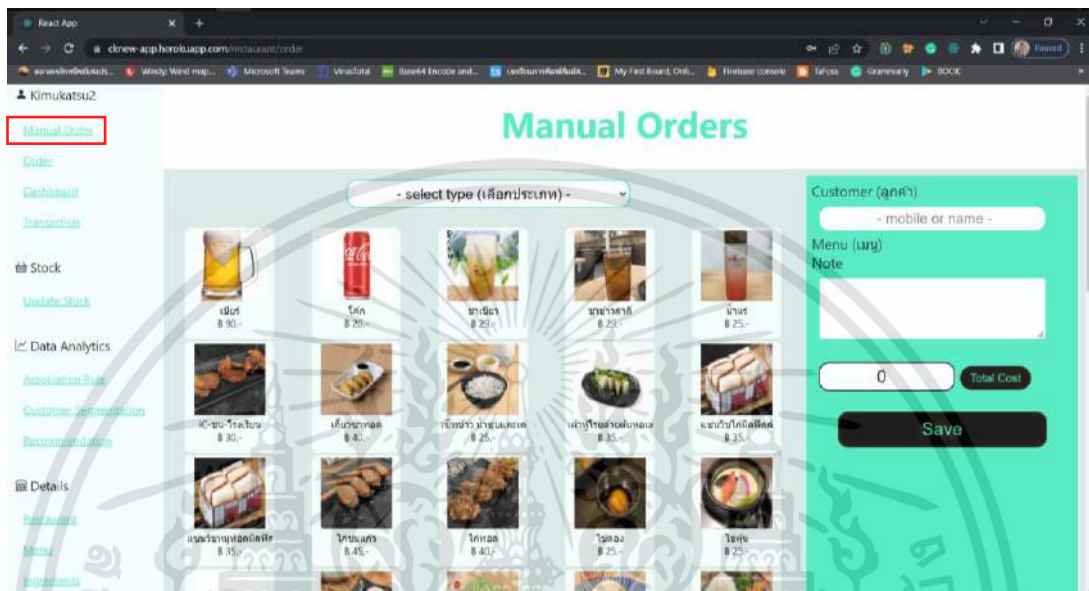
rec_id	menu_id	menu_name	rec_menu	similar	restaurant_id	create_date
114034	1714	IC-ชน-โรตีสาน	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	57.7	264	2022-03-18 13:22:46
114044	1714	IC-ชน-โรตีสาน	แซนวิชไก่ทอดผัดผัสดู	86.6	264	2022-03-18 13:22:48
114054	1714	IC-ชน-โรตีสาน	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	66.7	264	2022-03-18 13:22:49
114064	1714	IC-ชน-โรตีสาน	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	40.8	264	2022-03-18 13:22:51
114074	1714	IC-ชน-โรตีสาน	แซนวิชหมูทอด	66.7	264	2022-03-18 13:22:52
114084	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	51.6	264	2022-03-18 13:22:53
114094	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	47.1	264	2022-03-18 13:22:55
114104	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	57.7	264	2022-03-18 13:23:11
114114	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	86.6	264	2022-03-18 13:23:12
114124	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	33.3	264	2022-03-18 13:23:13
114134	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	57.7	264	2022-03-18 13:23:14
114144	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	51.6	264	2022-03-18 13:23:15
114154	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	66.7	264	2022-03-18 13:23:16
114164	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอดผัดผัสดู	47.1	264	2022-03-18 13:23:21
114174	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	51.6	264	2022-03-18 13:23:22
114184	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	51.6	264	2022-03-18 13:23:23
114194	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	57.7	264	2022-03-18 13:23:24
114204	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	47.1	264	2022-03-18 13:23:26
114214	1724	แซนวิชทอด	แซนวิชหมูทอด	65.5	264	2022-03-18 13:23:27
114224	1724	แซนวิชทอด	Signature Set	47.1	264	2022-03-18 13:23:29
114234	1724	แซนวิชทอด	Signature A la Carte	40.8	264	2022-03-18 13:23:30
114244	1724	แซนวิชทอด	Set Menu	33.3	264	2022-03-18 13:23:32

รูปที่ 4.62 ฐานข้อมูลแสดงตัวอย่างข้อมูลในตาราง recommend

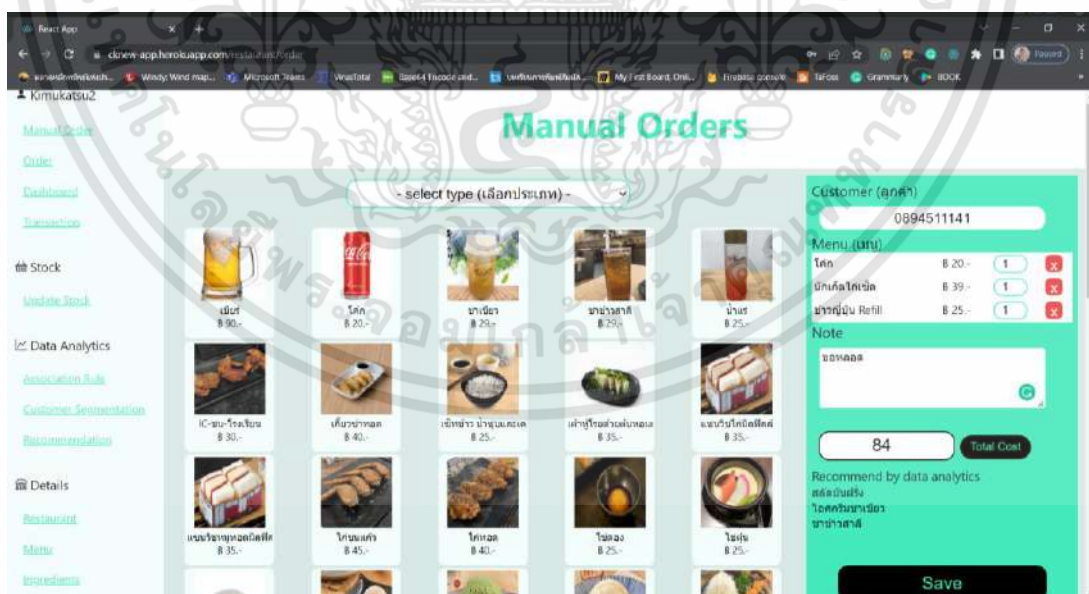
4.2.2.3 การทดสอบการสั่งอาหาร

การสั่งอาหารสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ 1. การสั่งอาหารผ่านทางหน้าเว็บไซต์ ซึ่งพนักงานร้านอาหารจะเป็นผู้กรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้าผ่านทางหน้าเว็บไซต์ และ 2. การสั่งอาหารผ่านแอปพลิเคชัน โดยวิธีแรกทำได้โดยการเลือกฟังก์ชัน Manual Order ที่อยู่ในแถบเมนูทางด้านซ้ายมือ เว็บไซต์จะแสดงหน้าสำหรับการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้า (Manual Order) แสดงดังรูปที่ 4.63 ในการเลือกรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งทำได้โดยการกดที่รูปรายการอาหารนั้น ๆ จากนั้นรายการอาหารที่เลือกจะมาแสดงอยู่ด้านขวามือ ซึ่งพนักงานร้านอาหารสามารถแก้ไขจำนวนหรือลบรายการอาหารได้ นอกจากนี้พนักงานสามารถกรอกข้อมูลลูกค้าที่เป็นเบอร์โทรศัพท์เมื่อลูกค้าเป็นสมาชิกกับทางร้าน หรือเบอร์โต๊ะที่ลูกค้านั่งเมื่อลูกค้าไม่ได้เป็นสมาชิกกับทางร้าน และสามารถกดบันทึกเพิ่มเติมที่ลูกค้าต้องการแจ้งกับทางร้านอาหารได้ และเมื่อพนักงานทำการกดปุ่ม Total Cost ระบบจะคำนวณราคาอาหารทั้งหมด พร้อมทั้งแนะนำรายการอาหารอื่น ๆ ที่สุ่มจากรายการอาหารที่มีความคล้ายคลึงกับรายการอาหารที่ลูกค้าสั่ง โดยพิจารณาจากค่า Cosine similarity ที่อยู่ใน 3 อันดับแรกของแต่ละรายการอาหารที่ลูกค้าสั่ง แสดงดังรูปที่ 4.64 เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนกดปุ่ม Save รายการอาหารจะถูกบันทึกและนำไปแสดงที่หน้ารายการอาหารที่สั่ง (Order) แสดงดังรูปที่ 4.65 ซึ่งรายการสั่งอาหารด้านบนเป็นการสั่งอาหารผ่านแอปพลิเคชัน และรายการสั่งอาหารด้านล่างเป็นการสั่งผ่านหน้าเว็บไซต์ และฐานข้อมูลจะบันทึกข้อมูลรายการสั่งอาหารในตาราง transaction แสดงดังรูปที่ 4.66 โดยรายการสั่งที่ยังไม่ได้ชำระเงิน

จะมีคอลัมน์ status เป็น 0 เพื่อนำค่าของคอลัมน์ดังกล่าวไปใช้ในการตัดสินใจในการแสดงผลของหน้าเว็บไซต์แสดงประวัติการสั่งอาหาร (Transaction) ต่อไป

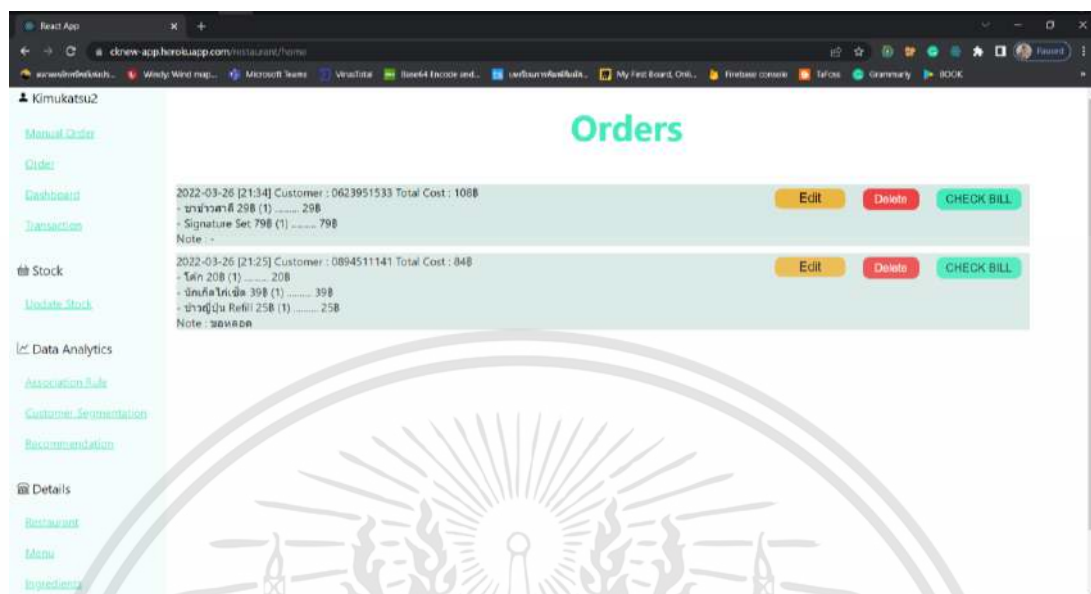


รูปที่ 4.63 หน้าสำหรับการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารของลูกค้า



รูปที่ 4.64 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลการสั่งอาหารผ่านทางเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.65 หน้าแสดงรายการสั่งอาหารของลูกค้าทั้งหมด

transaction_id	lat	lng	menu_name	menu_price	customer_mobile	cost	status	amount	genkey	restaurant_id	comment	create_date	modified
23484			ข้าวผัด	29	0894511141	84	0	1	882461167192259900	264	ขอบคุณ	2022-03-26 14:25:50	2022-03-
23494			ข้าวผัด	39	0894511141	84	0	1	882461167192259900	264	ขอบคุณ	2022-03-26 14:25:50	2022-03-
23504			ข้าวผัด Refill	25	0894511141	84	0	1	882461167192259900	264	ขอบคุณ	2022-03-26 14:25:50	2022-03-
23544	13.6695187	100.5751828	ข้าวผัด	29	0623951533	108	0	1	9a0000000000000000	264		2022-03-26 14:34:00	2022-03-
23554	13.6695187	100.5751828	Signature Set	79	0623951533	108	0	1	9a0000000000000000	264		2022-03-26 14:34:11	2022-03-

รูปที่ 4.66 ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งอาหารในตาราง transaction เมื่อลูกค้ายังไม่ชำระเงิน

ร้านอาหารสามารถแก้ไขรายการสั่งได้ โดยการกดปุ่ม Edit จากนั้นหน้าแก้ไขรายการสั่งจะแสดงดังรูปที่ 4.67 โดยสามารถแก้ไขจำนวนรายการที่ลูกค้าสั่ง ลบหรือเพิ่มรายการอาหารได้ จากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกข้อมูลฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.68 แต่หากต้องการยกเลิกรายการสั่งให้กดที่ปุ่ม Delete แสดงดังรูปที่ 4.69 ข้อมูลรายการสั่งดังกล่าวในฐานข้อมูลจะถูกลบ แสดงดังรูปที่ 4.70

2022-03-26 [21:34] Customer: Total cost: 108

Item	Price	Quantity	Total	Action
ชาชาชาลี	29.-	2	58.-	X
Signature Set	79.-	1	79.-	X
IC-ขนม-โรตีสาน	30.-	1	30.-	X

167 Total Cost

Save

- select type (เลือกประเภท) -

รูปที่ 4.67 หน้าการแก้ไขรายการสั่ง

transaction_id	lat	lng	menu_name	menu_price	customer_mobile	cost	status	amount	genkey	restaurant_id	comment	create_date	modified_date
23484			ไก่	20	0394511141	84	0	1	8824611671	264	รวมผล	2022-03-26 14:25:50	2022-03-26 14:25:50
23494			มันฝรั่งทอด	39	0394511141	84	0	1	8824611671	264	รวมผล	2022-03-26 14:25:50	2022-03-26 14:25:50
23504			ข้าวสุก Refill	25	0894511141	84	0	1	8824611671	264	รวมผล	2022-03-26 14:25:50	2022-03-26 14:25:50
23544	13.6695187	100.5751828	ชาชาชาลี	29	0623951533	167	0	2	9a8800000a	264		2022-03-26 14:34:09	2022-03-26 14:34:09
23554	13.6695187	100.5751828	Signature Set	79	0623951533	167	0	1	9a8800000a	264		2022-03-26 14:34:11	2022-03-26 14:34:11
23564	13.5295187	100.5751828	IC-ขนม-โรตีสาน	30	0623951533	167	0	1	9a8800000a	264		2022-03-26 14:34:09	2022-03-26 14:34:09

รูปที่ 4.68 ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งที่ถูกแก้ไข

2022-03-26 [21:34] Customer: 0623951533 Total Cost: 167

- ชาชาชาลี 29 (2) 58
- Signature Set 79 (1) 79
- IC-ขนม-โรตีสาน 30 (1) 30

Note : รวมผล

2022-03-26 [21:25] Customer: 0394511141 Total Cost: 84

- ไก่ 20 (1) 20
- มันฝรั่งทอด 39 (1) 39
- ข้าวสุก Refill 25 (1) 25

Note : รวมผล

Buttons: Edit, Delete, CHECK BILL

รูปที่ 4.69 การยกเลิกรายการสั่งของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transaction_id	lat	lng	menu_name	menu_price	customer_mobile	cost	status	amount	genkey	restaurant_id	comment	create_date	modified_date
23544	13.6605187	100.5751828	ชาข้าวเหนียว	29	0623951533	167	0	0	2 9aaaaaaaa	264		2022-03-26 14:34:09	2022-03-26 14:34:09
23554	13.6605187	100.5751828	Signature Set	79	0623951533	167	0	0	1 9aaaaaaaa	264		2022-03-26 14:34:11	2022-03-26 14:34:11
23564	13.5295187	100.5751828	IC-ขนม-โรตีสาย	30	0623951533	167	0	0	1 9aaaaaaaa	264		2022-03-26 14:34:09	2022-03-26 14:34:09

รูปที่ 4.70 ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งหลังจากการลบรายการสั่งอาหารของลูกค้า

เมื่อลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้วพนักงานร้านอาหารทำการกดปุ่ม Check bill เพื่อบันทึกข้อมูลทั้งหมดไปยังฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.71 โดยฐานข้อมูลจะทำการบันทึกเวลาที่พนักงานกดปุ่ม Check bill ในคอลัมน์ modified_date เพื่อนำไปคำนวณเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านอาหาร และทำการเปลี่ยนค่าในคอลัมน์ status เป็น 1 แสดงดังรูปที่ 4.72 และเมื่อดูข้อมูลประวัติการสั่งอาหารของลูกค้าที่หน้าเว็บไซต์ (Transaction) จะแสดงข้อมูลรายการสั่งดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 4.73

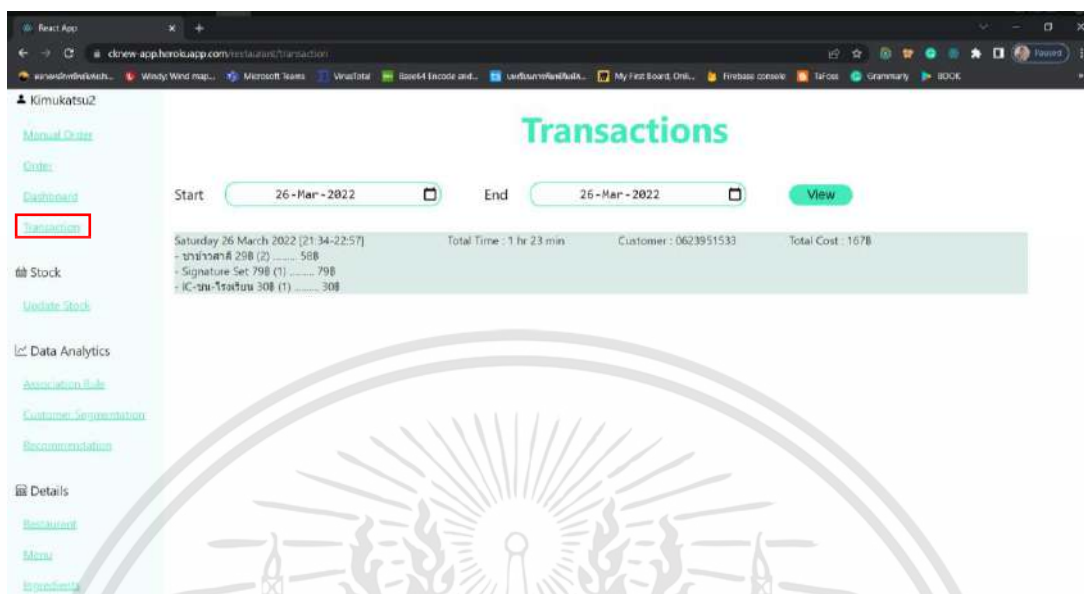


รูปที่ 4.71 การกดปุ่ม Check bill เมื่อลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้ว

transaction_id	lat	lng	menu_name	menu_price	customer_mobile	cost	status	amount	genkey	restaurant_id	comment	create_date	modified_date
23544	13.6605187	100.5751828	ชาข้าวเหนียว	29	0623951533	167	1	1	2 9aaaaaaaa	264		2022-03-26 14:34:09	2022-03-26 15:57:24
23554	13.6605187	100.5751828	Signature Set	79	0623951533	167	1	1	1 9aaaaaaaa	264		2022-03-26 14:34:11	2022-03-26 15:57:24
23564	13.5295187	100.5751828	IC-ขนม-โรตีสาย	30	0623951533	167	1	1	1 9aaaaaaaa	264		2022-03-26 14:34:09	2022-03-26 15:57:24

รูปที่ 4.72 ฐานข้อมูลแสดงข้อมูลรายการสั่งอาหารที่ลูกค้าชำระเงินเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

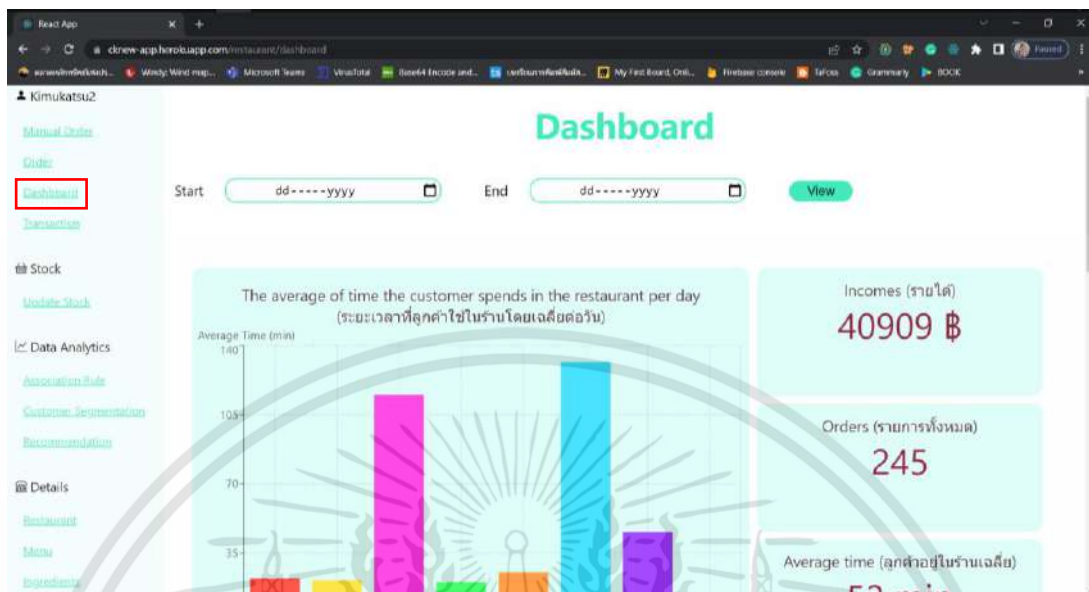


รูปที่ 4.73 หน้าแสดงประวัติการสั่งอาหารของลูกค้า

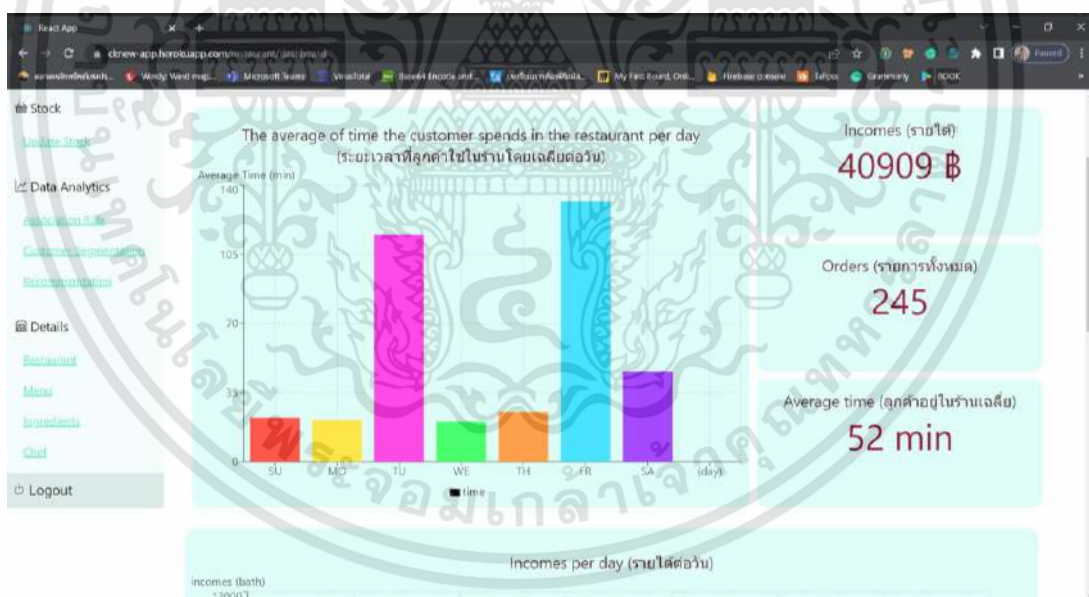
4.2.2.4 การทดสอบระบบการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบระบบการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการทดสอบการแสดงผลของระบบการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านทางหน้าเว็บไซต์ โดยการแสดงผลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1. ส่วนการแสดงผลภาพรวมของร้านอาหาร (Dashboard) 2. ส่วนการแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของสินค้า (Association rule) 3. ส่วนการแสดงผลข้อมูลการแบ่งกลุ่มลูกค้า และ 4. ส่วนแสดงผลข้อมูลการแนะนำสินค้า

เมื่อเลือกฟังก์ชัน Dashboard ที่แถบเมนูทางด้านซ้ายเว็บไซต์จะแสดงหน้าการแสดงผลภาพรวมของร้านอาหาร แสดงดังรูปที่ 4.74 โดยข้อมูลที่แสดงในหน้า Dashboard ประกอบด้วยระยะเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการเฉลี่ยต่อวันในรูปแบบแผนภูมิแท่ง รายได้ทั้งหมด จำนวนรายการสั่งทั้งหมด และเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 4.75 และกราฟเส้นของรายได้ต่อวัน แสดงดังรูปที่ 4.76 นอกจากนี้มีการแสดงแผนภูมิแท่งของช่วงเวลาเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการ รายการอาหารยอดนิยม และหมวดรายการอาหารยอดนิยม แสดงดังรูปที่ 4.77



รูปที่ 4.74 หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (1)



รูปที่ 4.75 หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



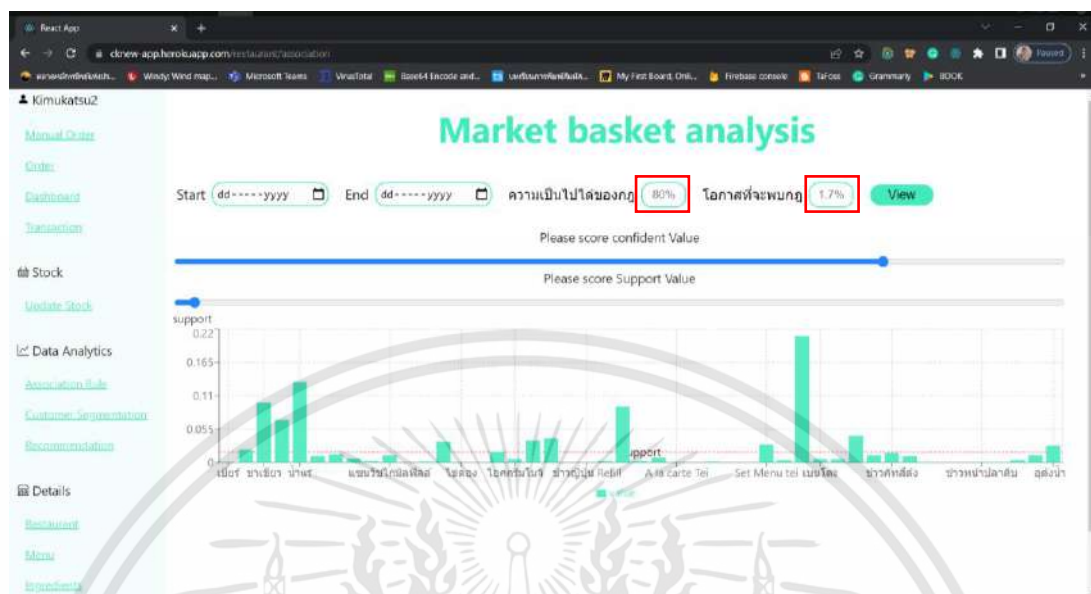
รูปที่ 4.76 หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (3)



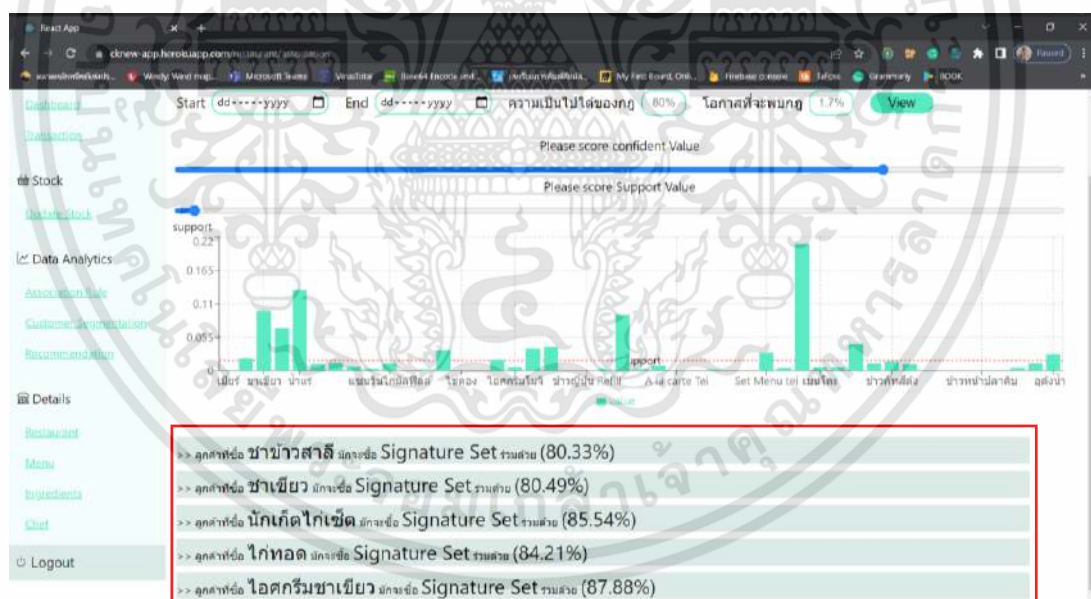
รูปที่ 4.77 หน้าแสดงข้อมูลภาพรวมของร้านอาหาร (4)

เมื่อเลือกฟังก์ชัน Association Rule ที่แถบเมนูทางด้านซ้ายเว็บไซต์จะแสดงหน้าการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของสินค้า โดยเว็บไซต์จะแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



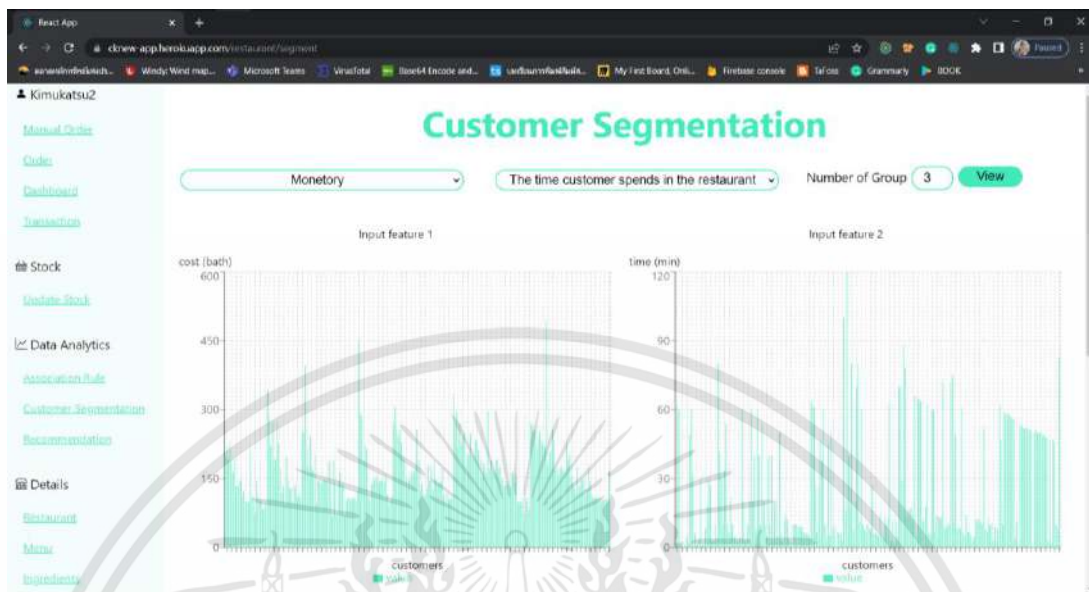
รูปที่ 4.79 การปรับค่า min confident เท่ากับ 0.8 และ min support เท่ากับ 0.017



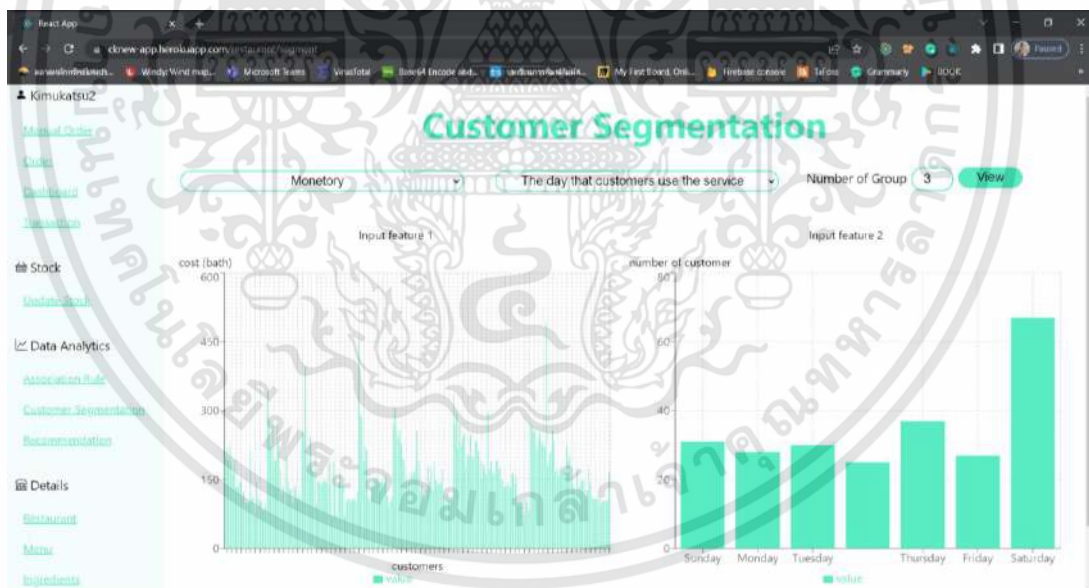
รูปที่ 4.80 ผลลัพธ์ของการหาความสัมพันธ์ทั้งหมดที่มีค่า support มากกว่า 0.8 และ confident มากกว่า 0.017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกฟังก์ชัน Customer Segmentation ที่แถบเมนูทางด้านซ้าย เว็บไซต์จะแสดงหน้าการแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้หลักการของ K-means ซึ่งจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง ถูกกำหนดเป็นค่าเริ่มต้น คือ 3 กลุ่ม แสดงดังรูปที่ 4.81 โดยสามารถเลือกการแบ่งกลุ่มได้ทั้งหมด 16 แบบ ได้แก่ 1. การแบ่งกลุ่มโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model 2. การแบ่งกลุ่มโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน 3. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ 4. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร 5. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับอายุของลูกค้า 6. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับเพศของลูกค้า 7. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ 8. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร 9. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับอายุของลูกค้า 10. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับเพศของลูกค้า 11. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร 12. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับอายุของลูกค้า 13. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับเพศของลูกค้า 14. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับอายุของลูกค้า 15. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับเพศของลูกค้า และ 16. การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้อายุของลูกค้าเพศของลูกค้า แสดงดังรูปที่ 4.82, 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87, 4.88, 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93, 4.94, 4.95, 4.96 และ 4.97 ตามลำดับ และผลลัพธ์ของการแบ่งกลุ่มลูกค้าเป็น 3 กลุ่ม ตามวิธีต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4.98, 4.99 4.100, 4.101, 4.102, 4.103, 4.104, 4.1050, 4.106, 4.107, 4.108, 4.109, 4.110, 4.111, 4.112 และ 4.113 ตามลำดับ ซึ่งการแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model จะได้ผลลัพธ์ในลักษณะ scatter plot โดยแกน x คือ recency แกน y คือ frequency และขนาดของจุดแทนปริมาณของ monetary

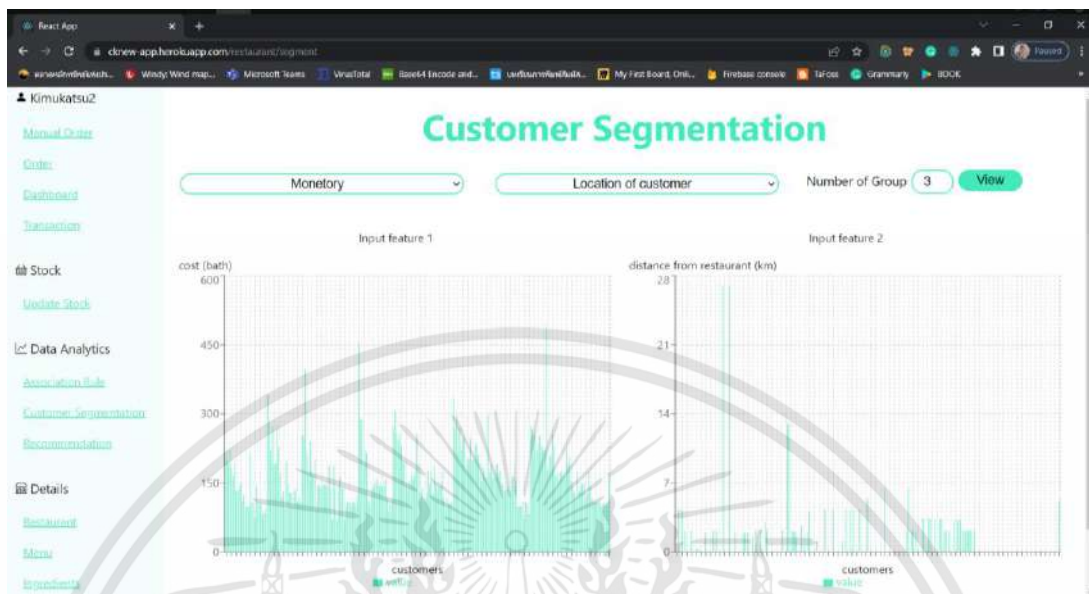


รูปที่ 4.83 การแบ่งกลุ่มโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน

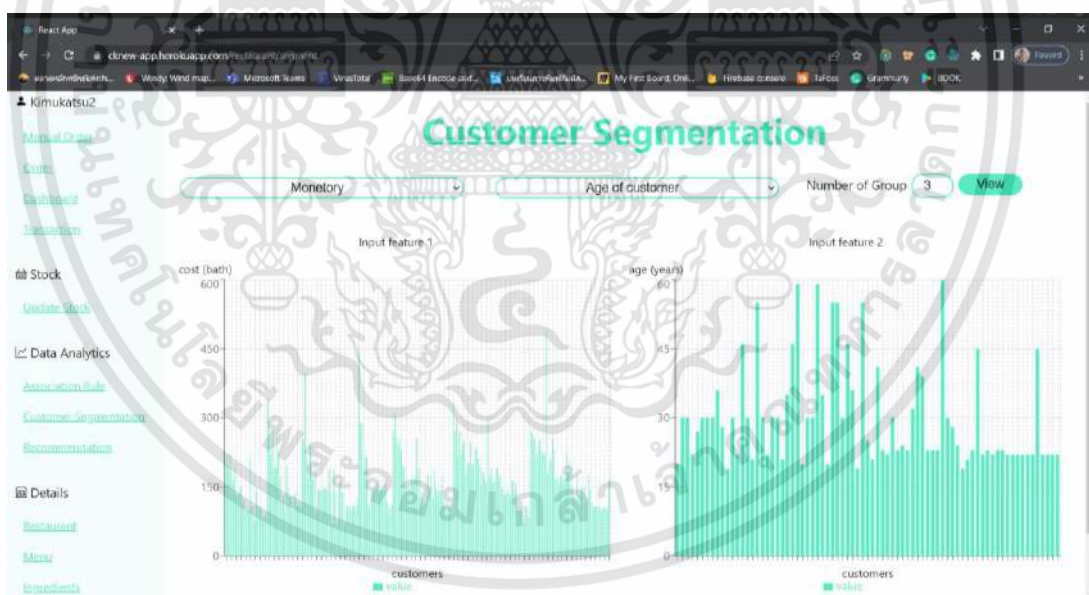


รูปที่ 4.84 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

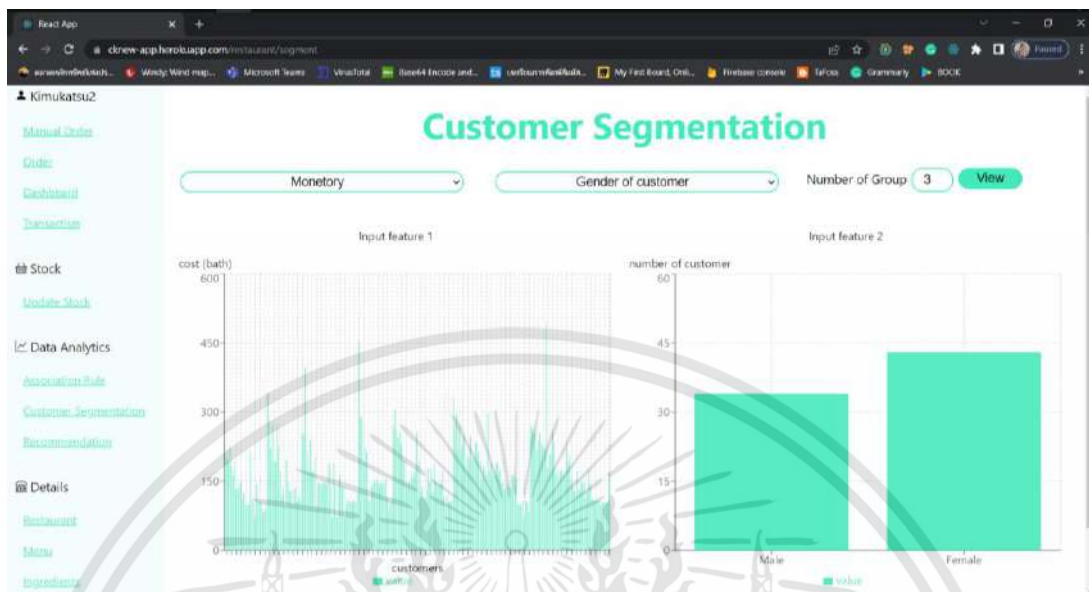


รูปที่ 4.85 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายแต่ละครั้งกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร

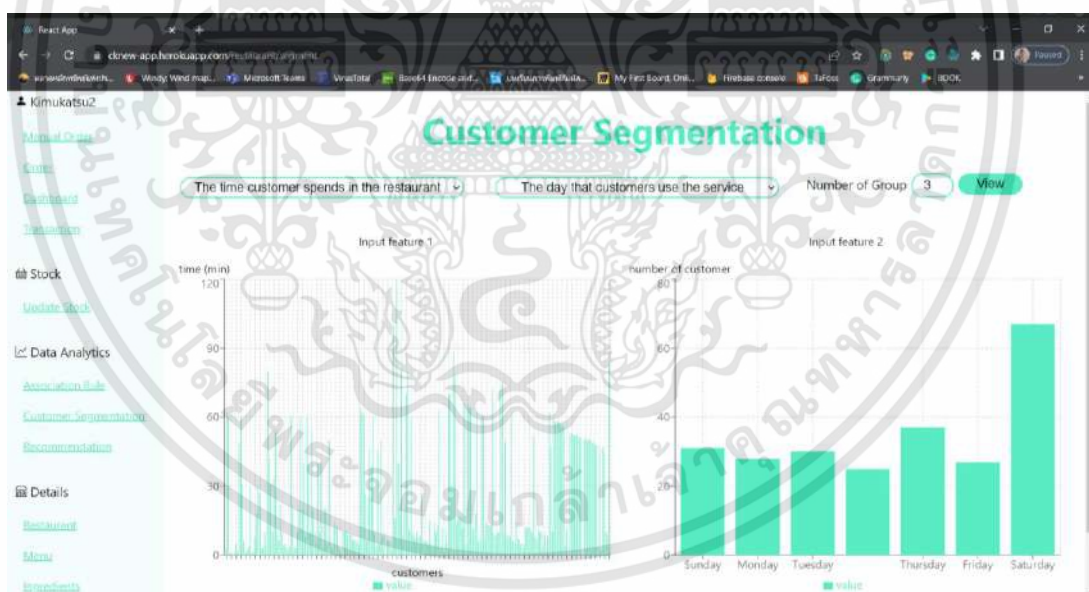


รูปที่ 4.86 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายแต่ละครั้งกับอายุของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

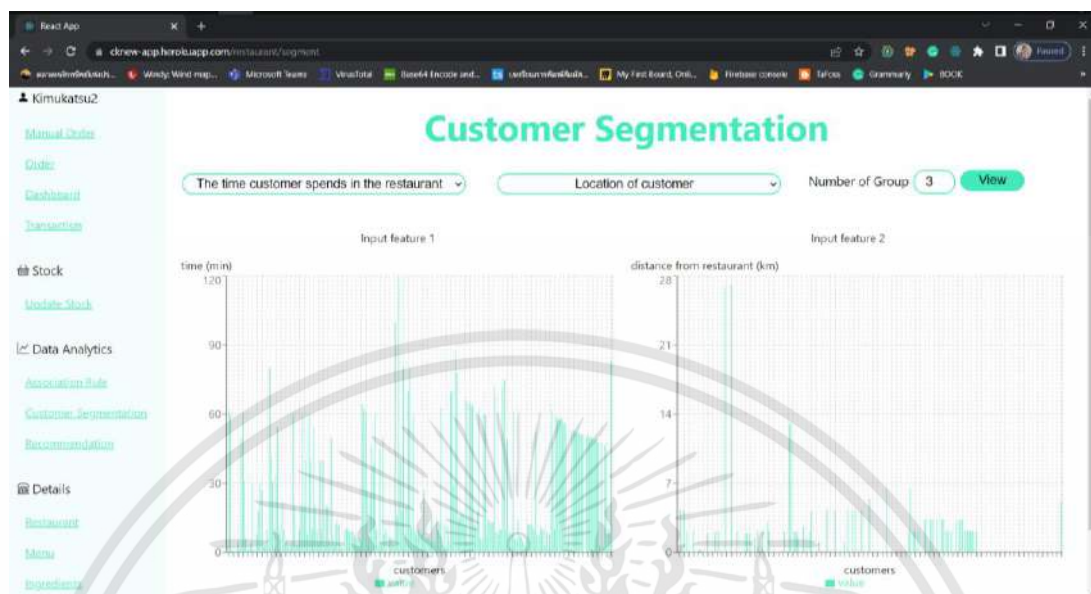


รูปที่ 4.87 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับเพศของลูกค้า

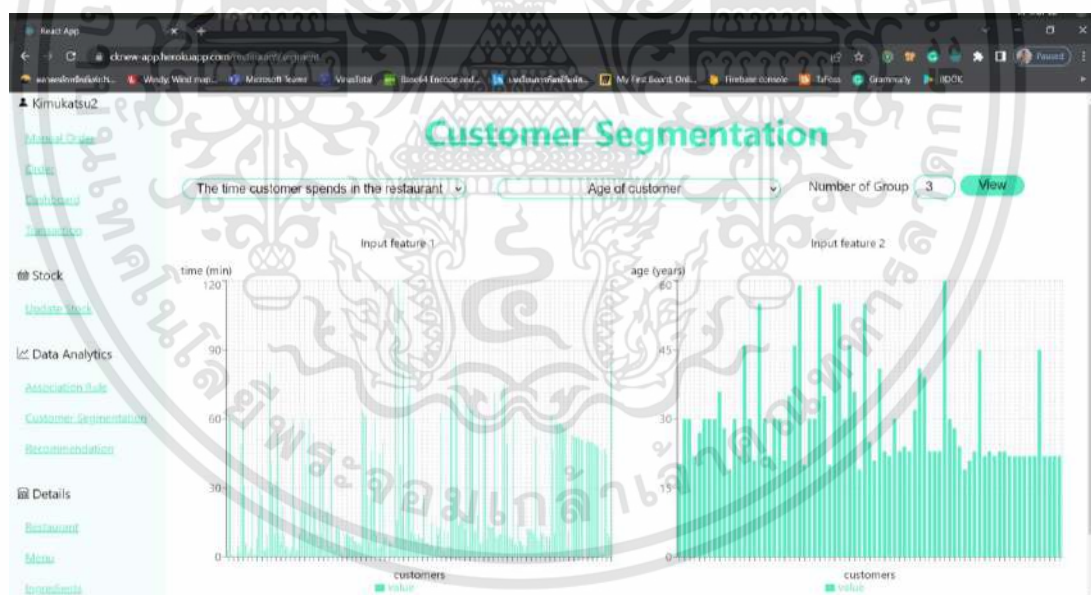


รูปที่ 4.88 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

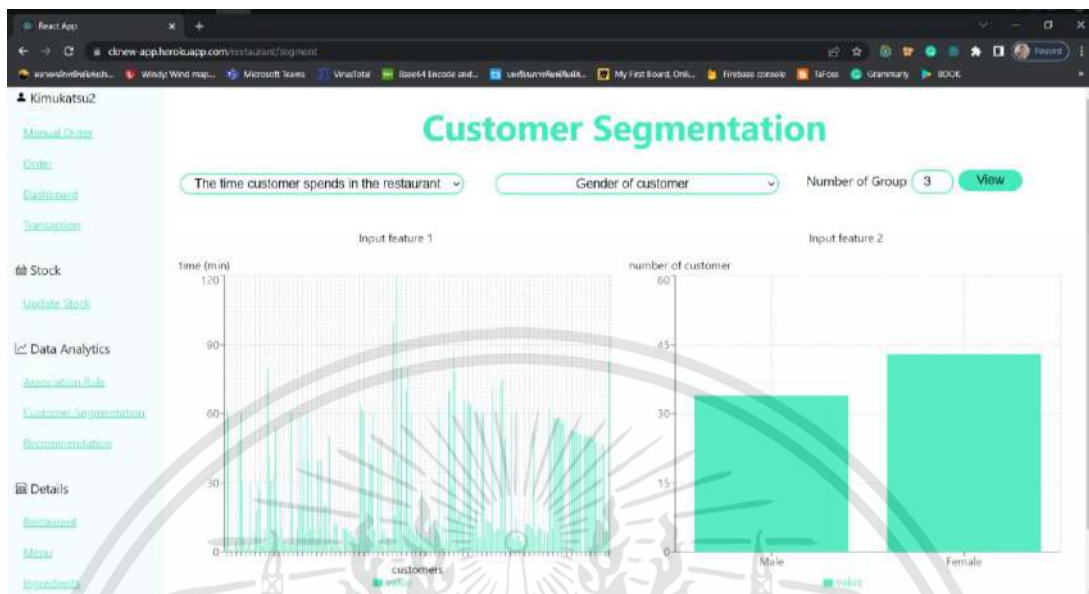


รูปที่ 4.89 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร

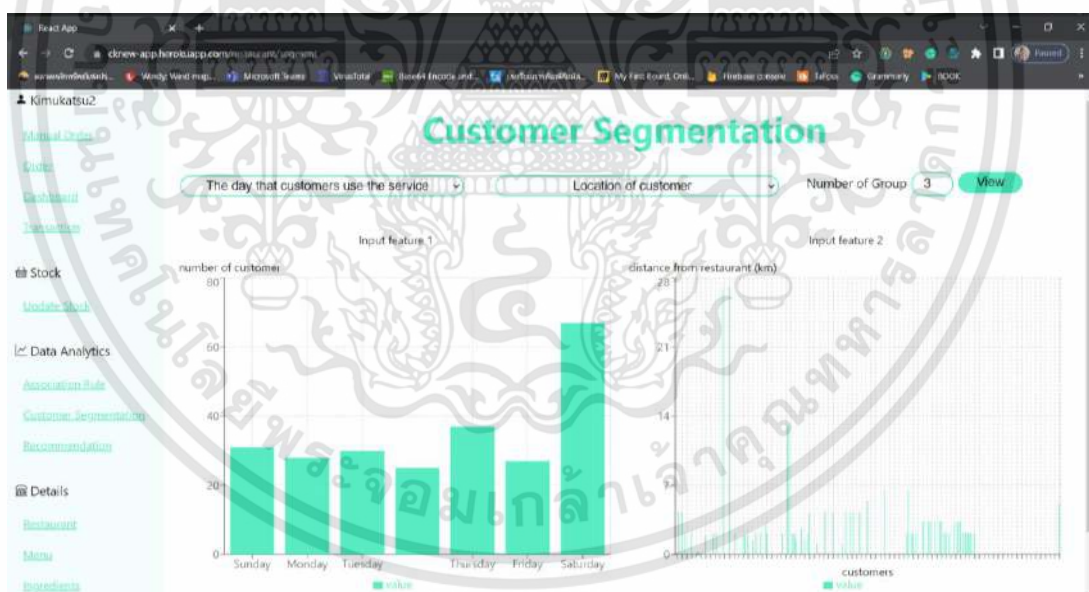


รูปที่ 4.90 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับอายุของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

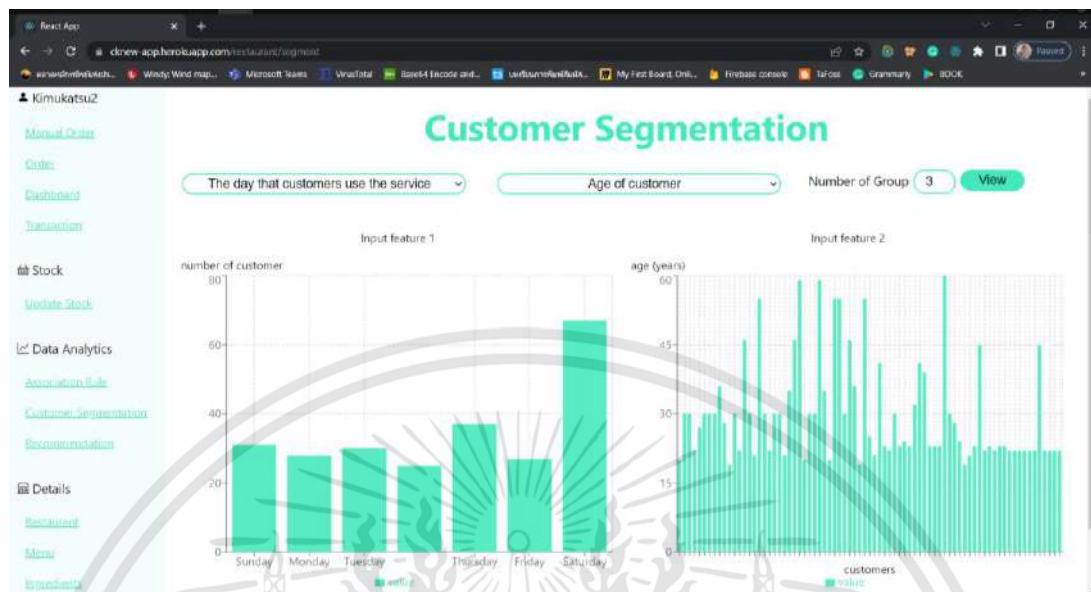


รูปที่ 4.91 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับเพศของลูกค้า

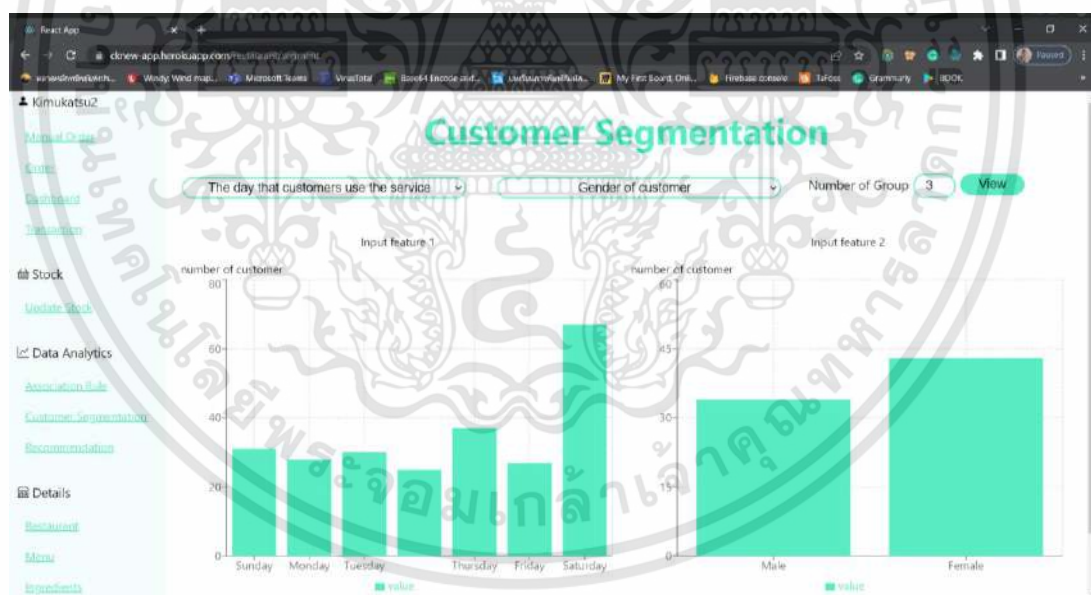


รูปที่ 4.92 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

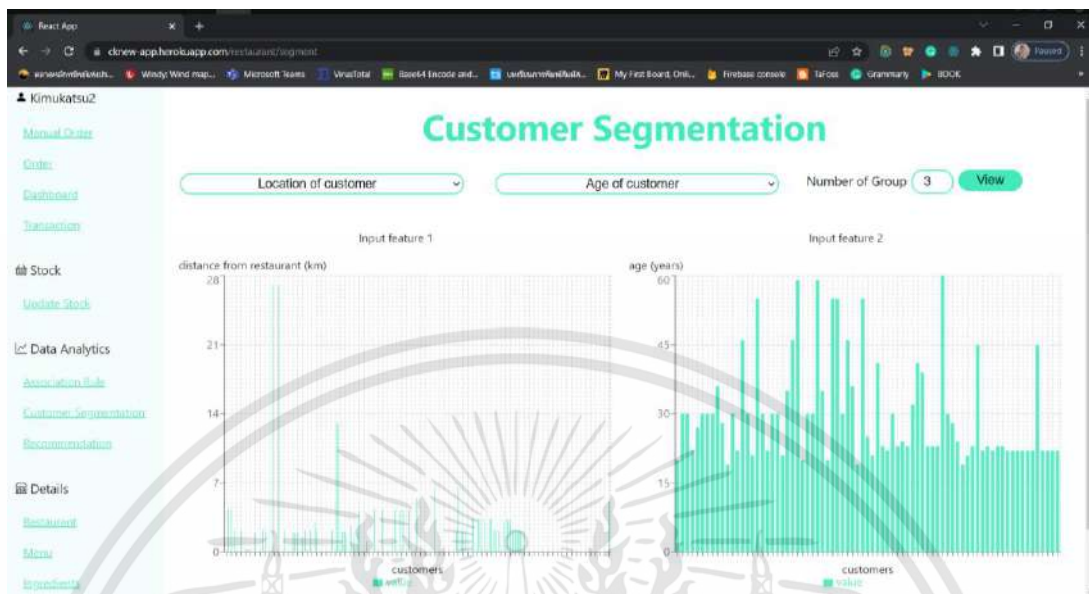


รูปที่ 4.93 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับอายุของลูกค้า

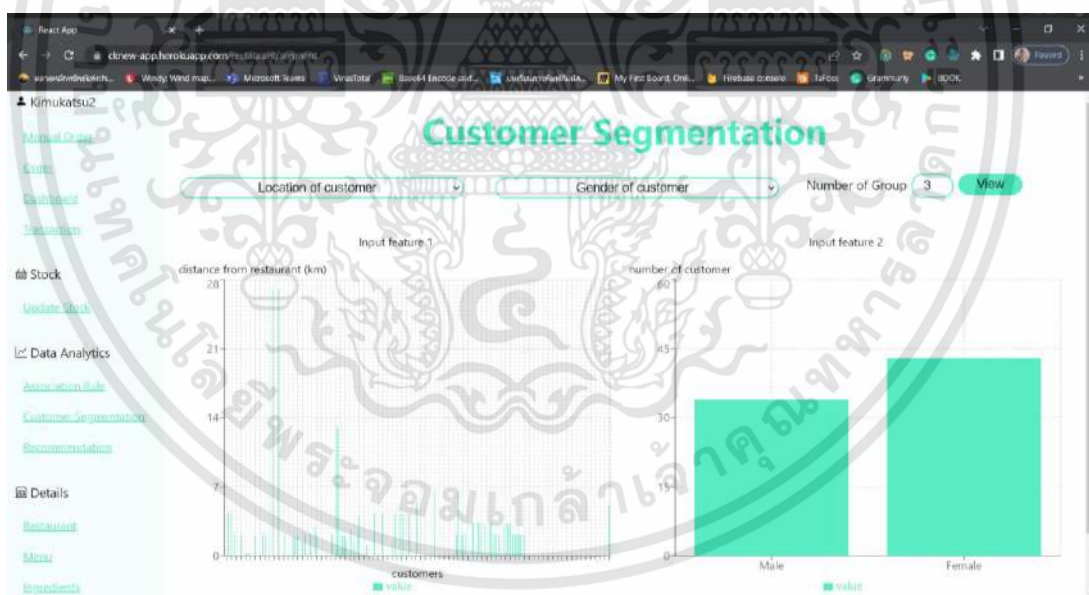


รูปที่ 4.94 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับเพศของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

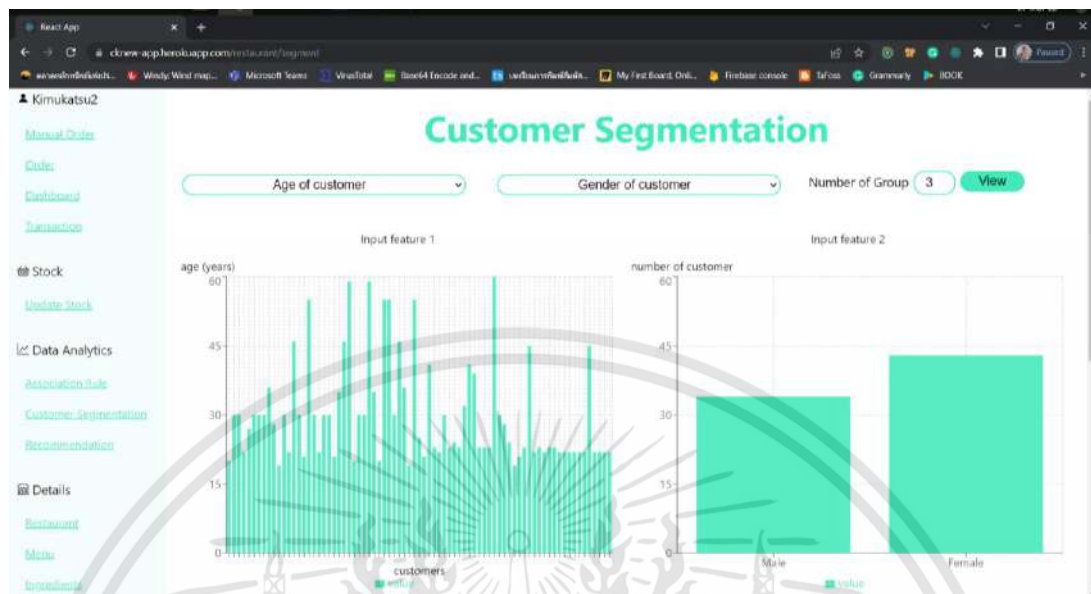


รูปที่ 4.95 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับอายุของลูกค้า

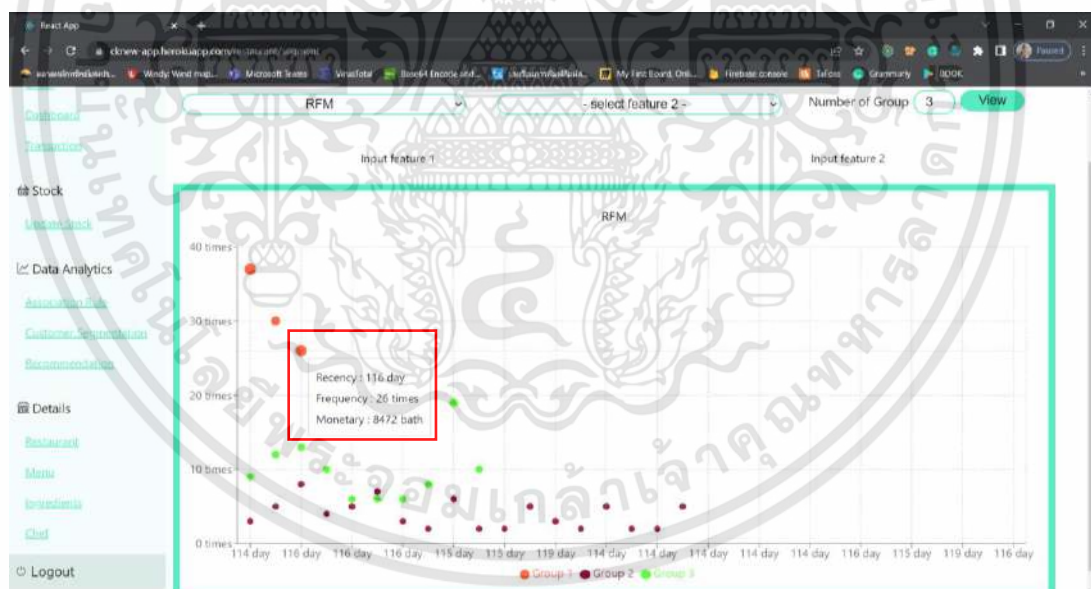


รูปที่ 4.96 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับเพศของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

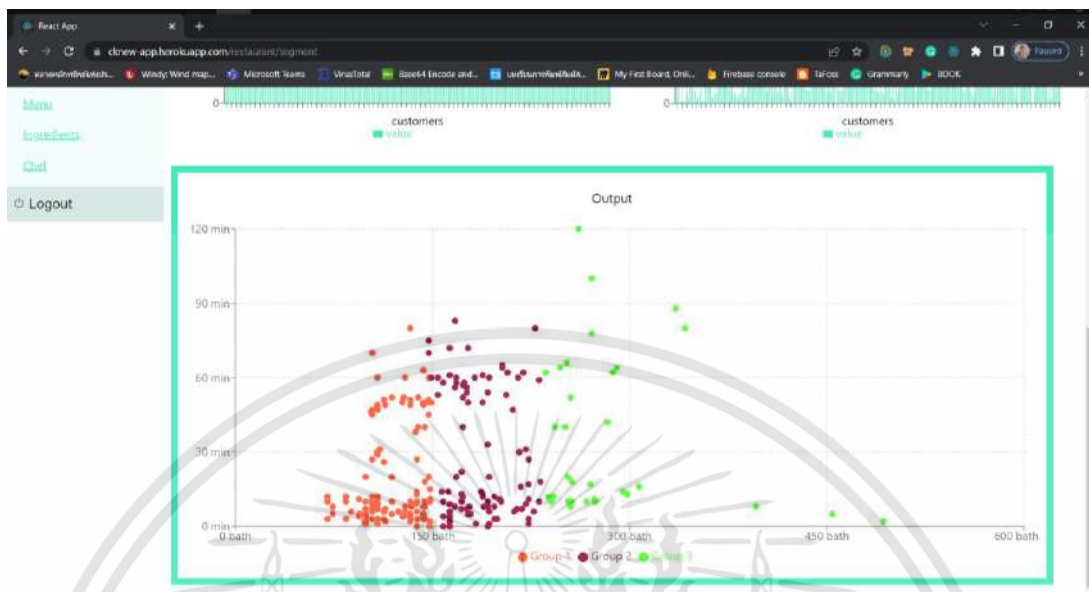


รูปที่ 4.97 การแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้อายุของลูกค้าเพศของลูกค้า

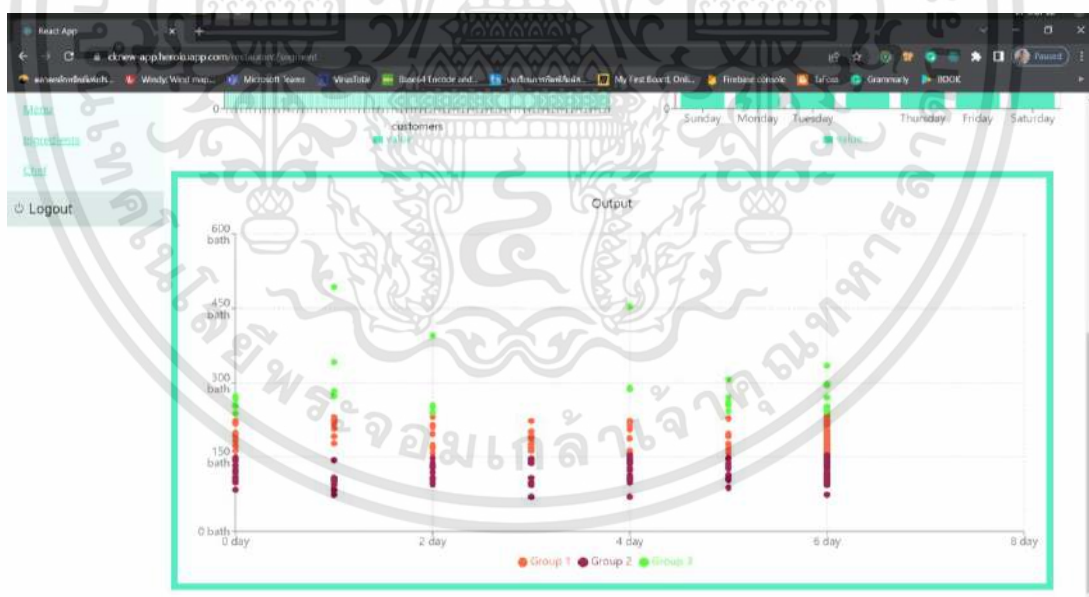


รูปที่ 4.98 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ข้อมูลตามทฤษฎี RFM model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

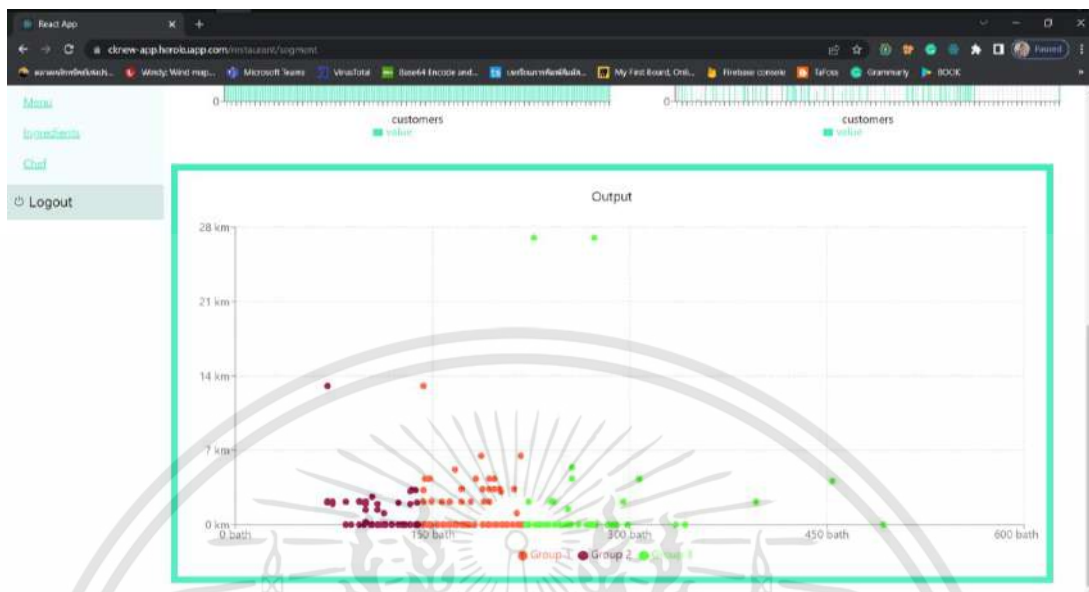


รูปที่ 4.99 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้าน

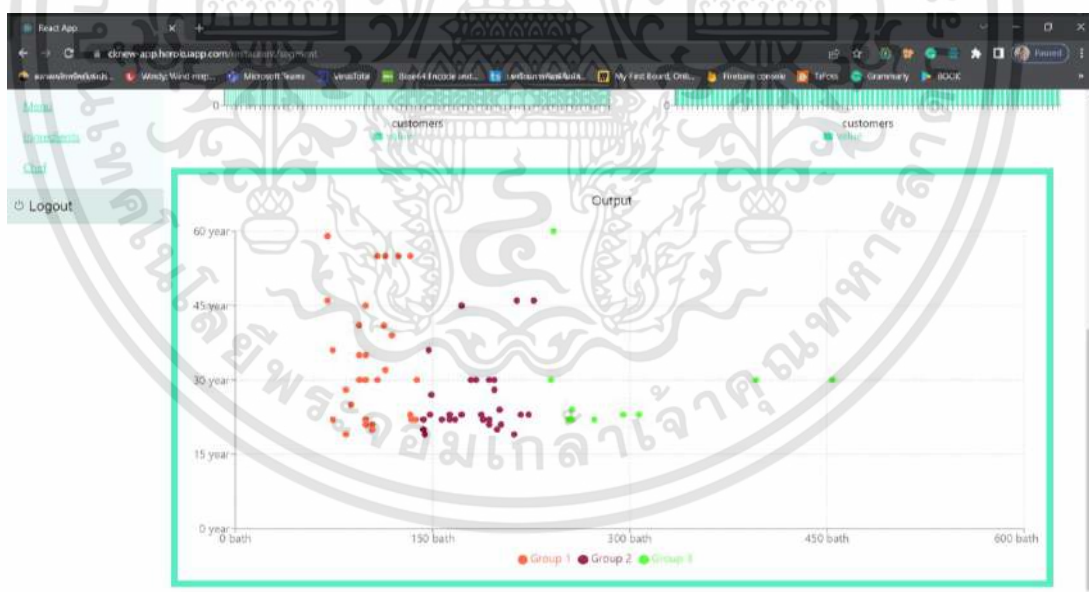


รูปที่ 4.100 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

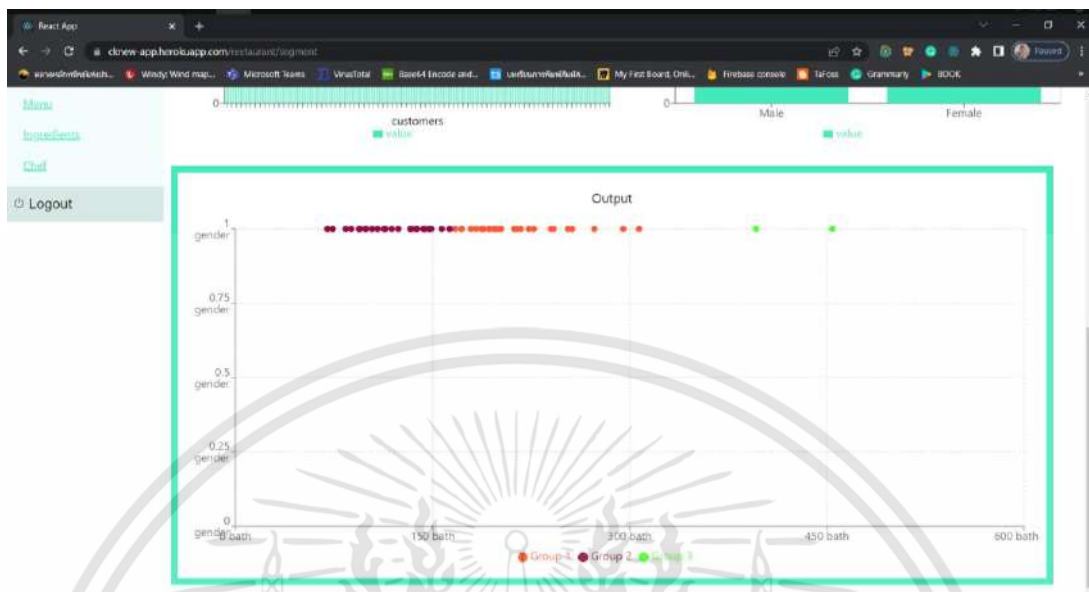


รูปที่ 4.101 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร

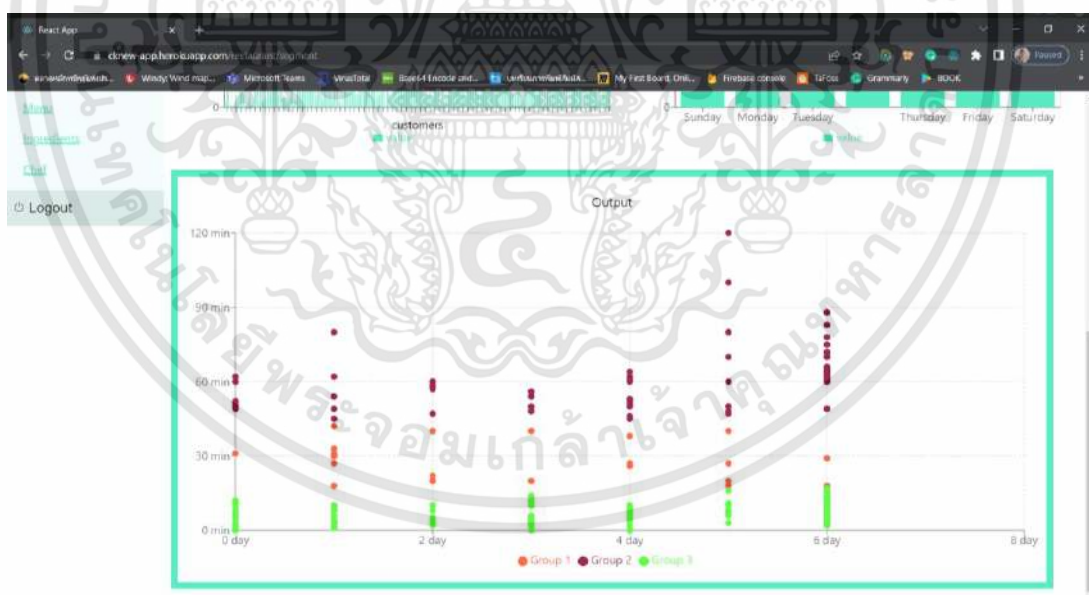


รูปที่ 4.102 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับอายุของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

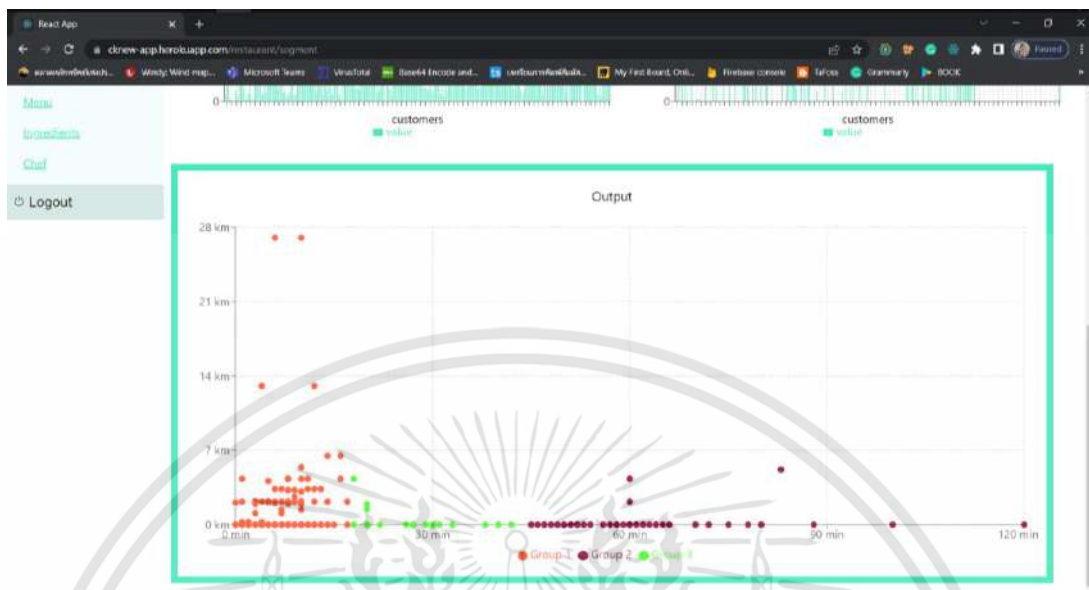


รูปที่ 4.103 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ยอดเงินที่ลูกค้าใช้ในจ่ายแต่ละครั้งกับเพศของลูกค้า

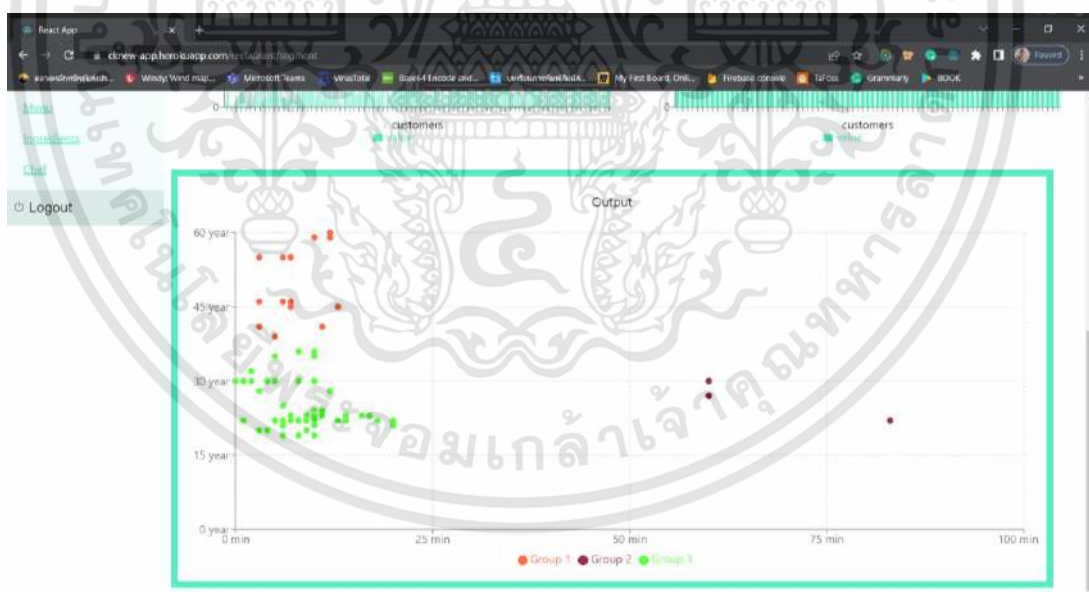


รูปที่ 4.104 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับวันที่ลูกค้ามาใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

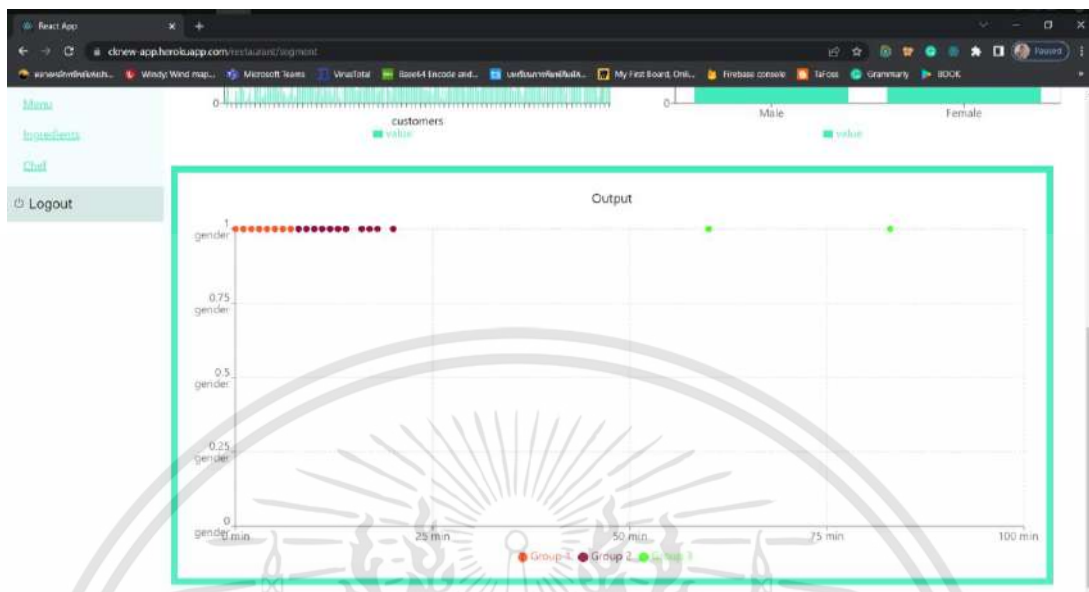


รูปที่ 4.105 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร

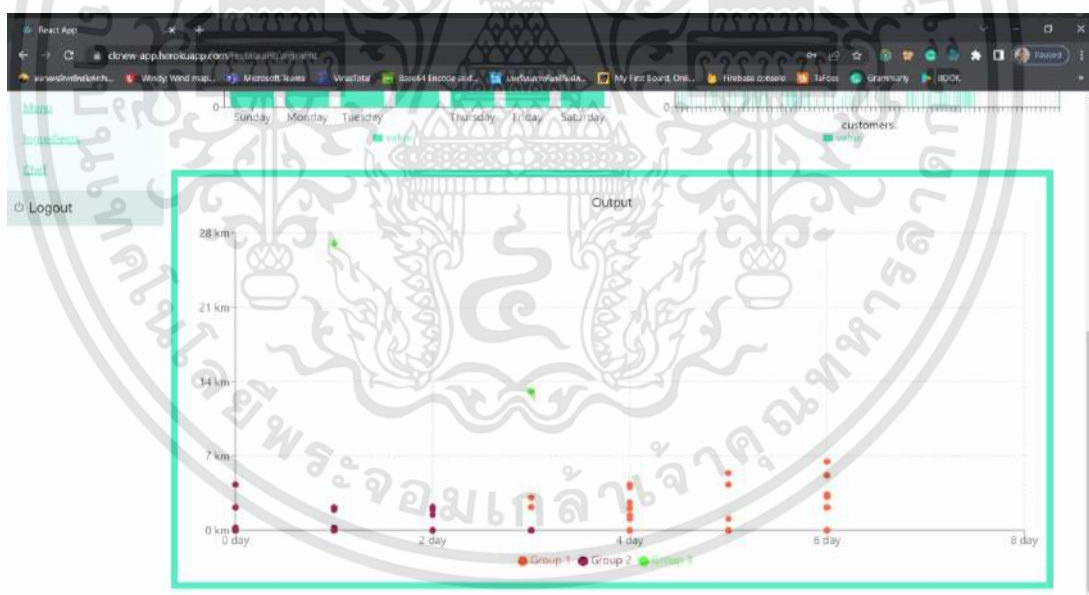


รูปที่ 4.106 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับอายุของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

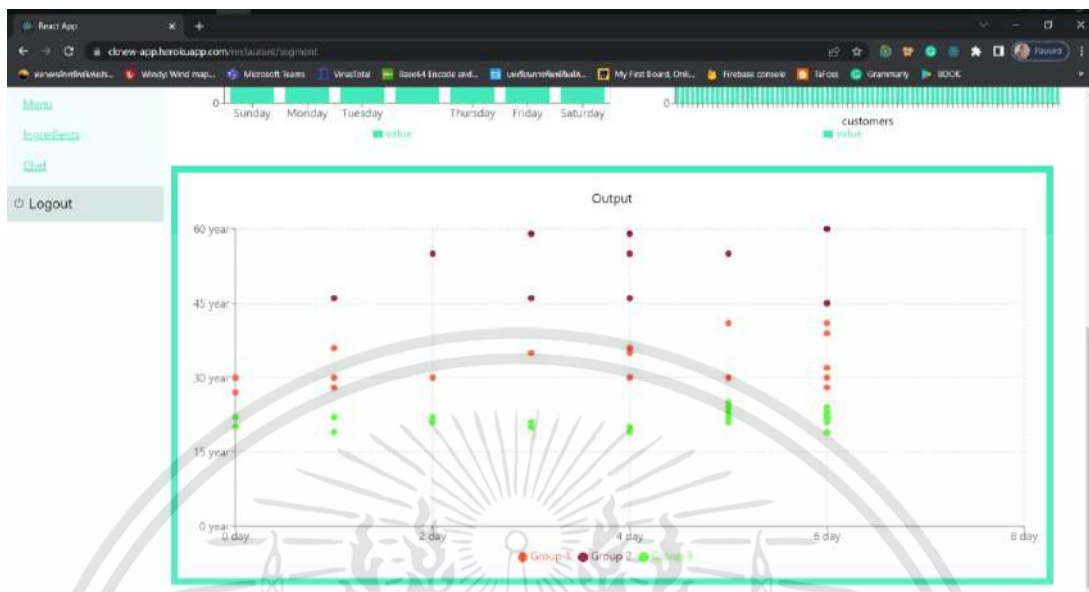


รูปที่ 4.107 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในร้านกับเพศของลูกค้า

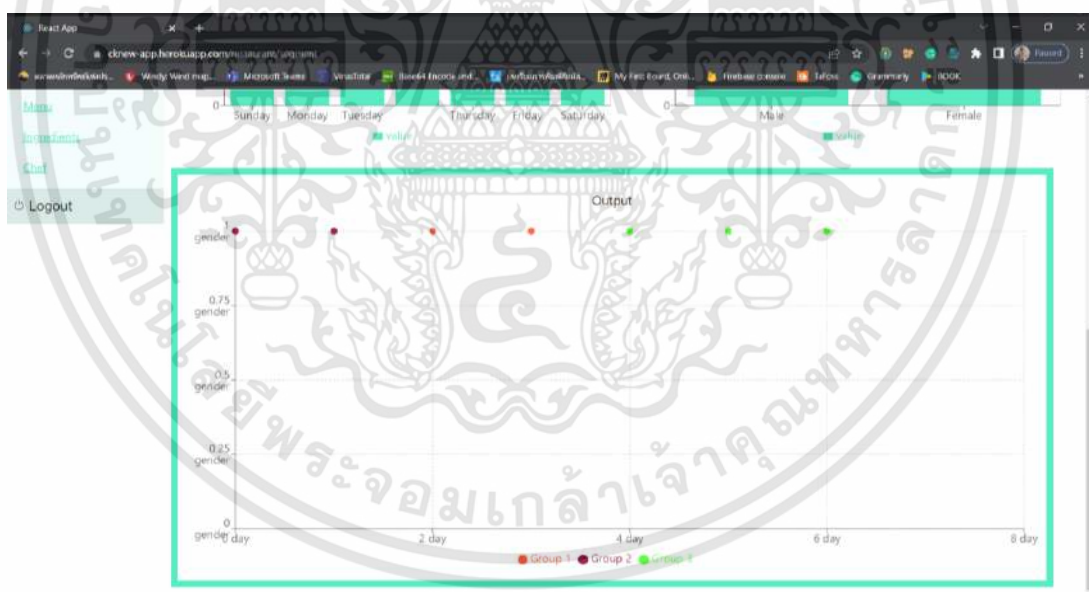


รูปที่ 4.108 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

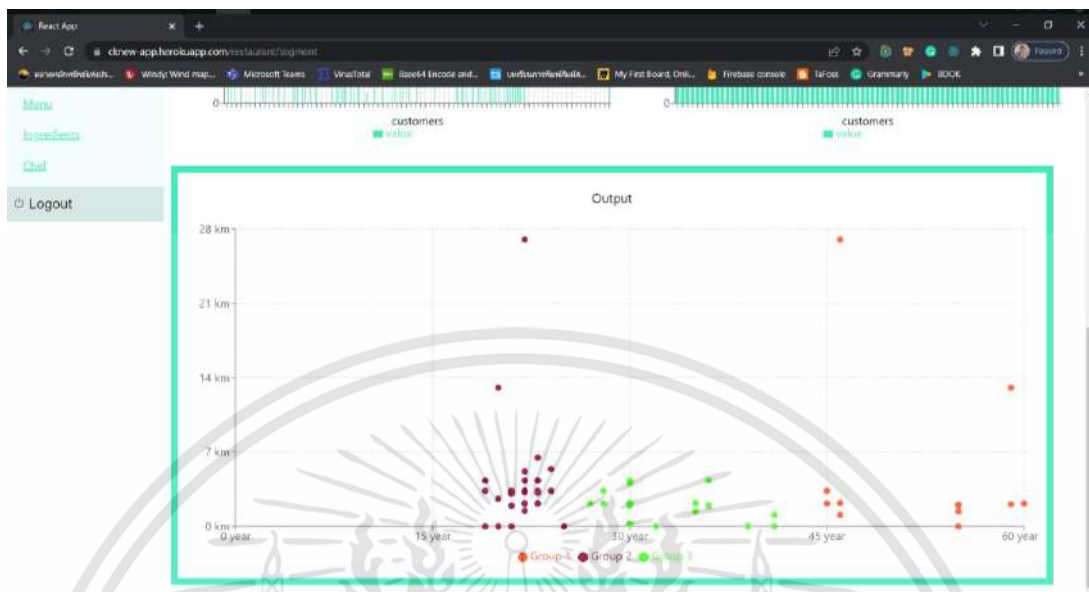


รูปที่ 4.109 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับอายุของลูกค้า

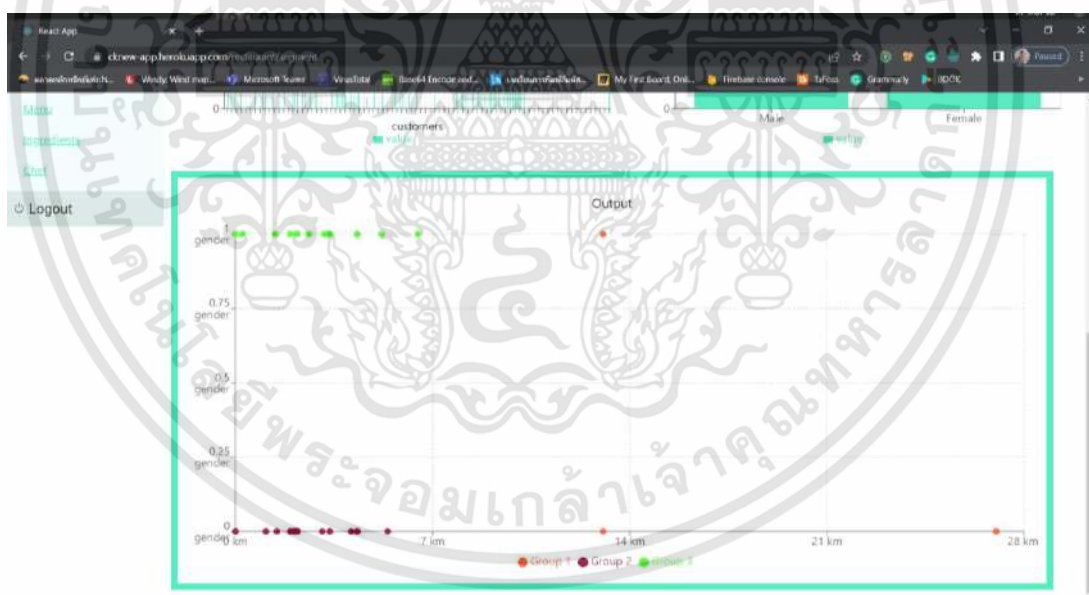


รูปที่ 4.110 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วันที่ลูกค้ามาใช้บริการกับเพศของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.111 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับอายุของลูกค้า



รูปที่ 4.112 ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระยะทางที่ลูกค้าสั่งอาหารกับเพศของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.5 การทดสอบระบบการทำนายวัตถุดิบ

การการทำนายวัตถุดิบทำได้โดยการเลือกฟังก์ชัน Update Stock ที่อยู่ในแถบเมนูทางด้านซ้ายมือเว็บไซต์จะแสดงหน้าการกรอกข้อมูลวัตถุดิบเพื่อนำไปใช้ในการฝึกสอนระบบการทำนายวัตถุดิบที่ส่วนด้านบนของเว็บไซต์ และการทำนายวัตถุดิบที่ส่วนด้านล่างของเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 4.115

รูปที่ 4.115 หน้า Stock

ในการทำนายวัตถุดิบทำได้โดยการกรอกข้อมูลปริมาณวัตถุดิบคงเหลือก่อนการเติม จากนั้นกรอกปริมาณการเติมวัตถุดิบเพิ่มเท่ากับ 0 ดังรูปที่ 4.116 ทำการกดปุ่ม Save เพื่อบันทึกข้อมูลการเติมวัตถุดิบไปยังฐานข้อมูลในตาราง stock แสดงดังรูปที่ 4.117 จากนั้นกดปุ่ม Predict ที่ด้านล่างของหน้าเว็บ ระบบจะนำค่าที่ได้จากการทำการทำนายปริมาณวัตถุดิบของโครงข่ายประสาทเทียมบันทึกลงในฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.118 และระบบจะนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงที่หน้าเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 4.119

รูปที่ 4.116 การกรอกข้อมูลการเติมวัตถุดิบเพื่อการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ต้องเติมเพิ่ม

stock_id	ingredient_id	remaining	adding	restaurant_id	create_date
184	1	1	2	264	2022-03-21 16:07:15
194	264	6	70	264	2022-03-21 16:07:15
204	274	1	4	264	2022-03-21 16:07:15
205	274	1	1	264	2022-03-20 00:44:22
206	274	1	1	264	2022-03-20 01:08:42
234	1	2	0	264	2022-03-26 19:44:05
244	264	5	0	264	2022-03-26 19:44:05
254	274	1	0	264	2022-03-26 19:44:05

รูปที่ 4.117 ฐานข้อมูลแสดงตารางการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบ

stock_id	ingredient_id	remaining	adding	restaurant_id	create_date
184	1	1	2	264	2022-03-21 16:07:15
194	264	6	70	264	2022-03-21 16:07:15
204	274	1	4	264	2022-03-21 16:07:15
205	274	1	1	264	2022-03-20 00:44:22
206	274	1	1	264	2022-03-20 01:08:42
234	1	2	2	264	2022-03-26 19:44:05
244	264	5	70	264	2022-03-26 19:44:05
254	274	1	4	264	2022-03-26 19:44:05

รูปที่ 4.118 ฐานข้อมูลแสดงตารางการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบหลังจากการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ต้องเติมเพิ่มด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The screenshot shows a web application with a sidebar menu on the left containing links: Manual Order, Order, Dashboard, Transaction, Stock, Update Stock, Data Analytics, Association Rule, Customer Segmentation, Recommendation, Details, Restaurant, Menu, and Ingredients. The main content area has two sections. The top section, titled 'Stock', contains a form with three input fields: 'Ingredient (วัตถุดิบ)' with a dropdown menu showing '- select ingredient (เลือกวัตถุดิบ) -', 'Remaining (คงเหลือ)' with a value of 0, and 'Add (เพิ่ม)' with a value of 0. There is a red 'X' button next to the 'Add' field and a green '+ Add stock' button. Below these fields is a green 'Save' button. The bottom section, titled 'Predict Ingredient', features a black 'Predict' button and a text box displaying the prediction: 'สับใบโศภ 2 (กิโลกรัม)' (2 kg of Sarphe leaves), 'เกลือ 70 (กรัม)' (70 g of salt), and 'บอระเพ็ด 4 (กิโลกรัม)' (4 kg of Boreh). A large, faint watermark of a Thai royal seal is visible in the background.

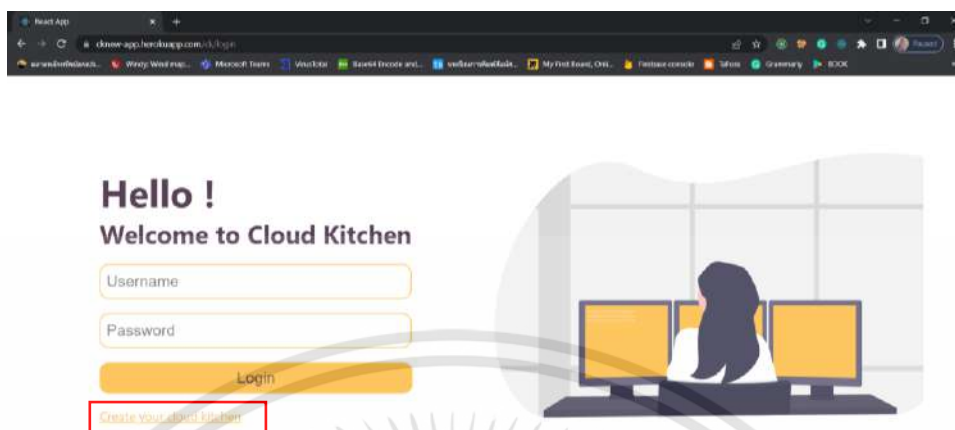
รูปที่ 4.119 ผลลัพธ์ของการทำนายวัตถุดิบด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

4.2.3 การทดสอบเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเชน

4.2.3.1 การทดสอบระบบลงชื่อเข้าใช้งาน

เมื่อทำการรันโปรแกรมของผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเชนจะแสดงหน้า Login สำหรับลงชื่อเข้าใช้งานระบบ และหากยังไม่ได้ทำการสร้างบัญชีผู้ใช้สามารถทำการ Register ได้โดยกดที่ “Create your cloud kitchen” แสดงดังรูปที่ 4.120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.120 หน้าเว็บสำหรับการ Login ของร้านผู้ดูแลคลาวด์คิทเชน

เมื่อกดที่ “Create your cloud kitchen” จะแสดงหน้าสำหรับการลงทะเบียนสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ แสดงดังรูปที่ 4.121 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนประกอบด้วย Username, Password, E-mail และ Mobile number จากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมดไปยังฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.122 โดยในฐานข้อมูลจะบันทึกข้อมูลผู้ใช้ในตาราง ck ซึ่งรหัสผ่านของผู้ใช้จะถูกเข้ารหัสด้วย JWT (JSON Web Token) เพื่อความปลอดภัย



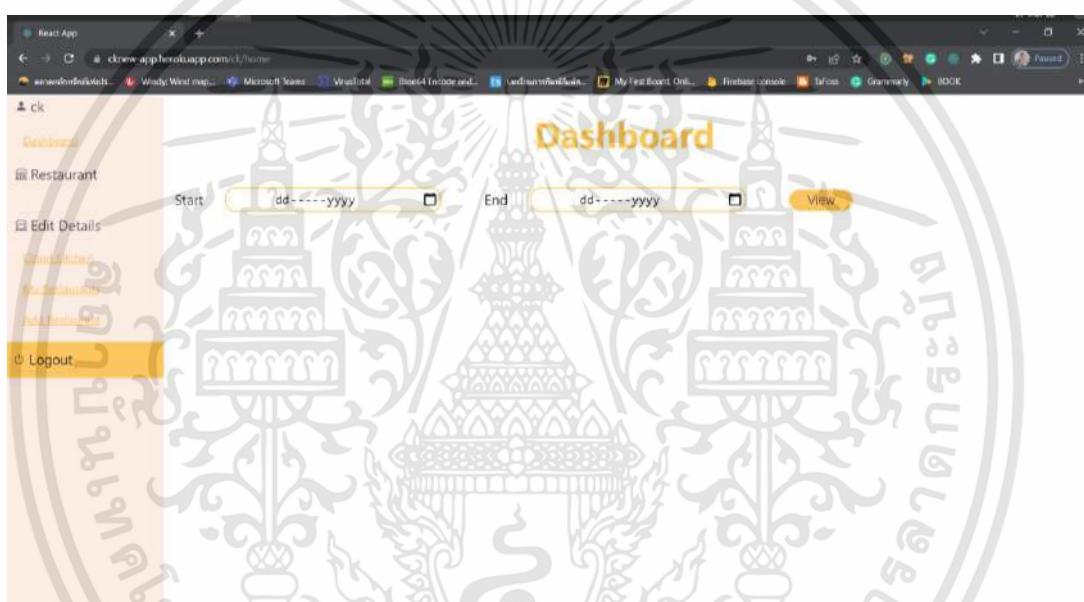
รูปที่ 4.121 หน้าเว็บแสดงตัวอย่างการสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ของผู้ดูแลคลาวด์คิทเชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ck_id	username	password	mail	mobile	create_date	modified_date
34	ck	\$2a\$10\$DY1lbJEMcg	test@gnr	062395153	2022-02-26 11:02:53	2022-02-26 11:02:53

รูปที่ 4.122 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้ของผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเชน

เมื่อสร้างบัญชีผู้ใช้เสร็จเรียบร้อยและทำการลงชื่อเข้าใช้ที่หน้า Login หากลงชื่อเข้าใช้สำเร็จเว็บไซต์จะแสดงหน้าการแสดงผลภาพรวมของร้านอาหารทั้งหมดที่อยู่ในคลาวด์คิทเชน (Dashboard) แสดงดังรูปที่ 4.123

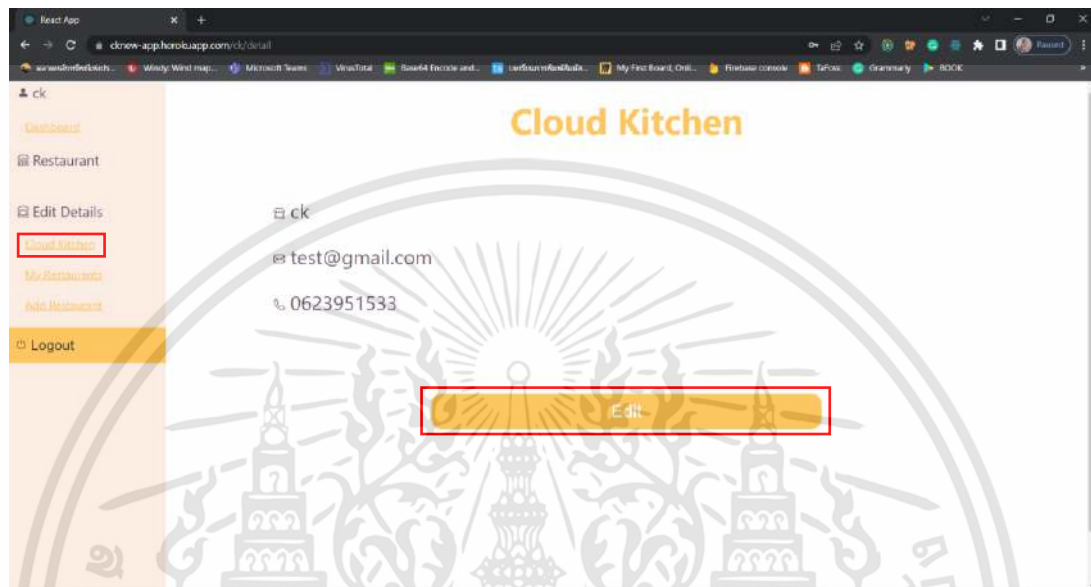


รูปที่ 4.123 หน้าการแสดงผลภาพรวมของร้านอาหารทั้งหมดที่อยู่ในคลาวด์คิทเชนหลังการลงชื่อเข้าใช้สำเร็จ

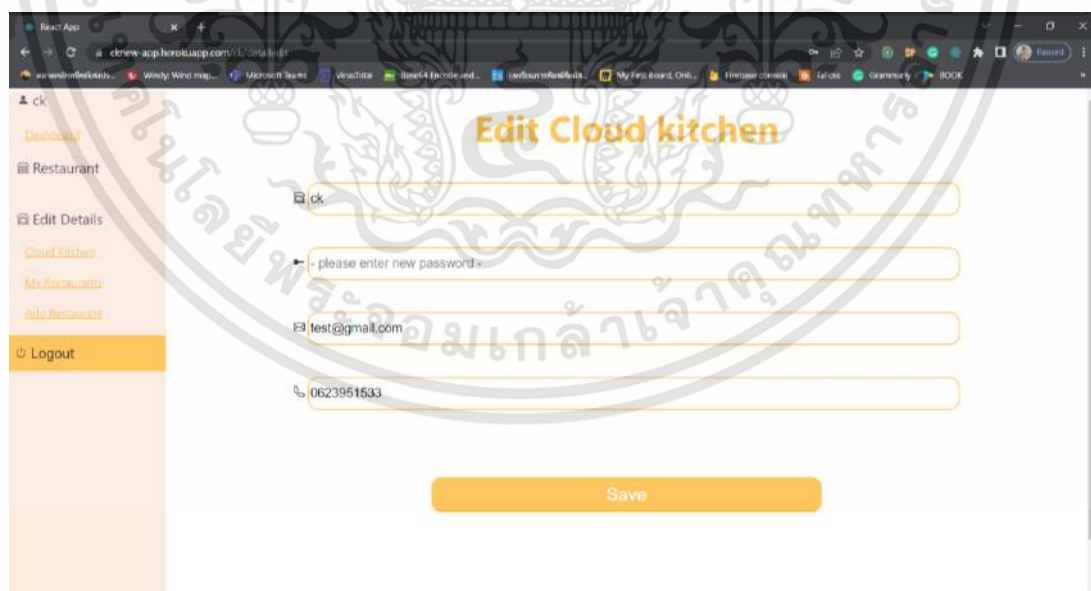
4.2.3.2 การทดสอบการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน

การแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชนทำได้โดยการเลือกฟังก์ชัน Cloud Kitchen ที่อยู่ในแถบเมนูทางด้านซ้าย เว็บไซต์จะแสดงข้อมูลของผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเชน แสดงดังรูปที่ 4.124 จากนั้นกดปุ่ม Edit ที่อยู่ด้านล่างของหน้าเว็บไซต์เพื่อทำการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเชน ซึ่งหน้าเว็บจะแสดงหน้าการแก้ไขรายการอาหาร (Edit Cloud kitchen) แสดงดังรูปที่ 4.125 เมื่อกด

ปุ่ม Save จะทำการบันทึกข้อมูลไปยังฐานข้อมูล โดยคอลัมน์ modified_date จะบันทึกเวลาที่ทำการแก้ไข แสดงดังรูปที่ 4.126



รูปที่ 4.124 หน้าแสดงข้อมูลของผู้ดูแลระบบครัวคลัทช์



รูปที่ 4.125 หน้าการแก้ไขข้อมูลครัวคลัทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ck_id	username	password	mail	mobile	create_date	modified_date
34	ck	\$2a\$10\$DY1lbJEMcgG	test@gmr	062395153	2022-02-26 11:02:53	2022-02-26 11:12:51

รูปที่ 4.126 ฐานข้อมูลแสดงการแก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเซ็น

4.2.3.3 การทดสอบระบบการเพิ่มและลบร้านอาหาร

การเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเซ็นทำได้โดยการเลือกฟังก์ชัน Add Restaurant ที่อยู่ในแถบเมนูด้านซ้าย จากนั้นเว็บไซต์จะแสดงหน้าการเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเซ็น แสดงดังรูปที่ 4.127 จากนั้นทำการกรอกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ของร้านอาหาร แล้วกดปุ่ม Find ระบบจะทำการค้นหาร้านอาหารจากเบอร์โทรศัพท์ของร้านและนำข้อมูลร้านอาหารมาแสดงที่กล่องสี่เหลี่ยมด้านซ้าย แสดงดังรูปที่ 4.128 จากนั้นกดปุ่ม Add Restaurant ที่อยู่ด้านล่างเพื่อทำการเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเซ็น ซึ่งหากเพิ่มร้านอาหารสำเร็จ ชื่อของร้านอาหารจะปรากฏอยู่ในแถบเมนูด้านซ้ายมือ ดังรูปที่ 4.129

รูปที่ 4.127 หน้าการเพิ่มร้านอาหารเข้าสู่ระบบคลาวด์คิทเซ็น

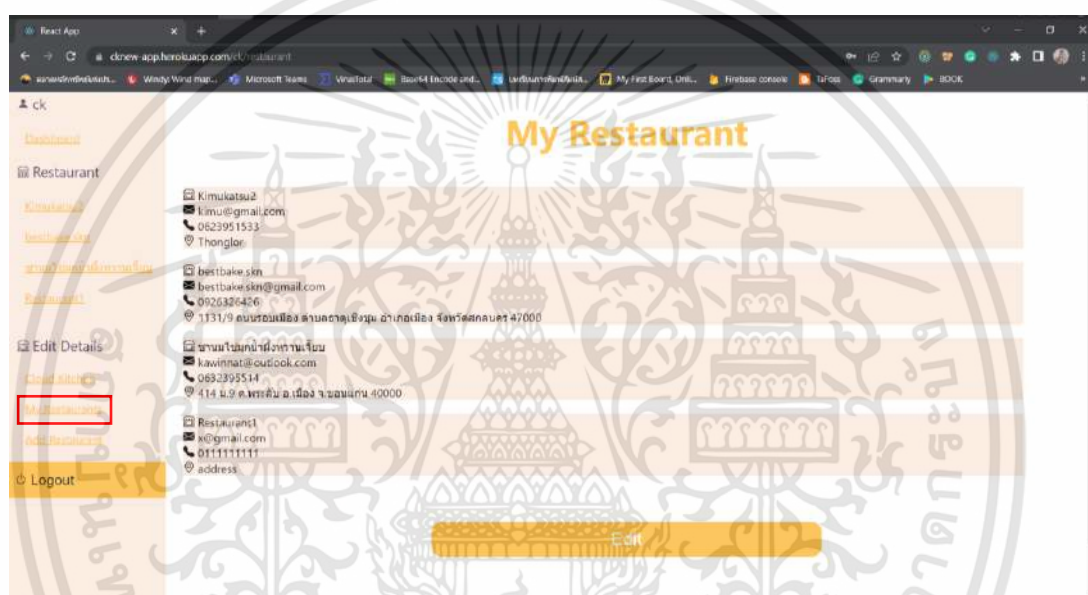
รูปที่ 4.128 ตัวอย่างการค้นหาร้านอาหารจากเบอร์โทรศัพท์ของร้าน

รูปที่ 4.129 แถบเมนูแสดงรายชื่อร้านอาหารที่อยู่ในระบบคลาวด์คิทเชน

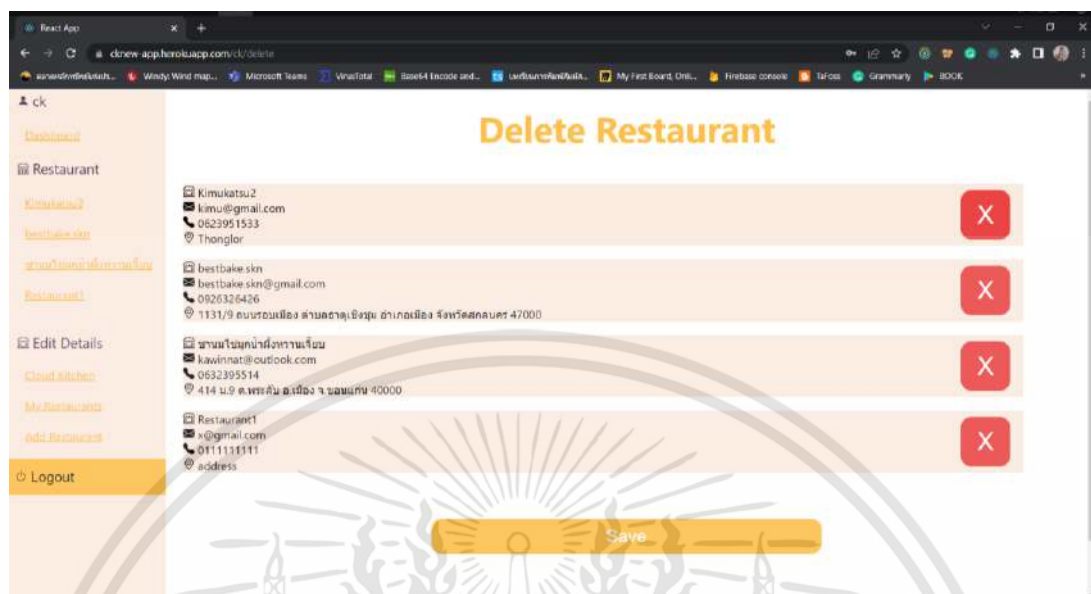
การลบเพิ่มร้านอาหารออกจากระบบคลาวด์คิทเชนทำได้โดยการเลือกฟังก์ชัน My Restaurant ที่อยู่ในแถบเมนูด้านซ้าย จากนั้นเว็บไซต์จะแสดงหน้าข้อมูลร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

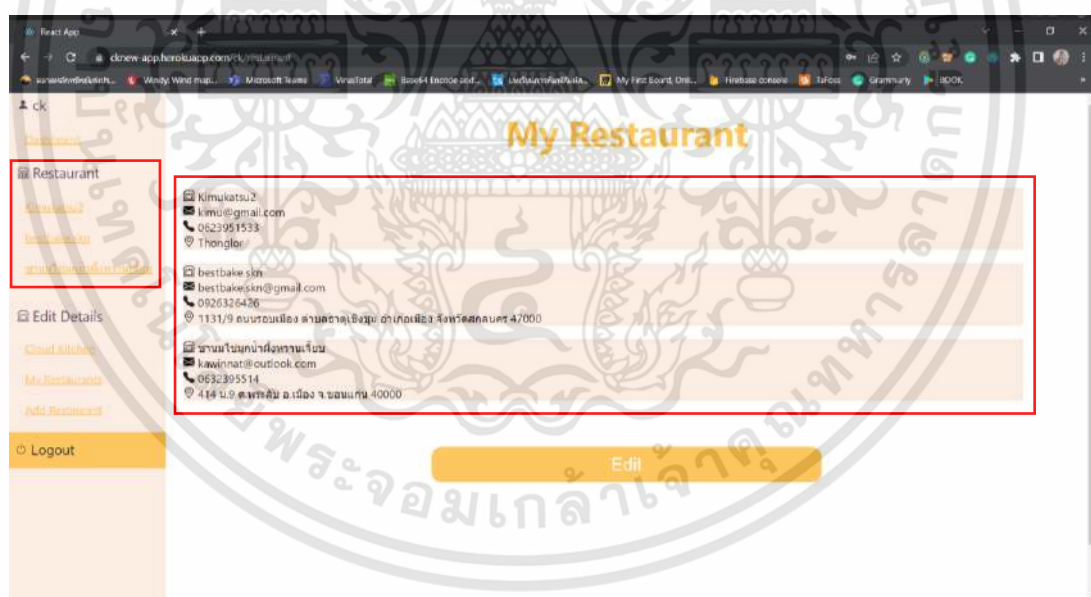
ทั้งหมดที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่น แสดงดังรูปที่ 4.130 จากนั้นกดปุ่ม Edit เพื่อทำการแก้ไขร้านอาหารที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่น เว็บไซต์จะแสดงหน้าการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเช่น แสดงดังรูปที่ 4.131 ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเช่นได้โดยการกดปุ่มกากบาทสีแดงที่ด้านขวาของข้อมูลร้านอาหารนั้น จากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อยืนยันการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเช่น ตัวอย่างแสดงการลบร้านอาหาร Restaurant1 ออกจากคลาวด์คิทเช่น แสดงดังรูปที่ 4.132



รูปที่ 4.130 หน้าข้อมูลร้านอาหารทั้งหมดที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่น



รูปที่ 4.131 หน้าการลบร้านอาหารออกจากคลาวด์คิทเชน

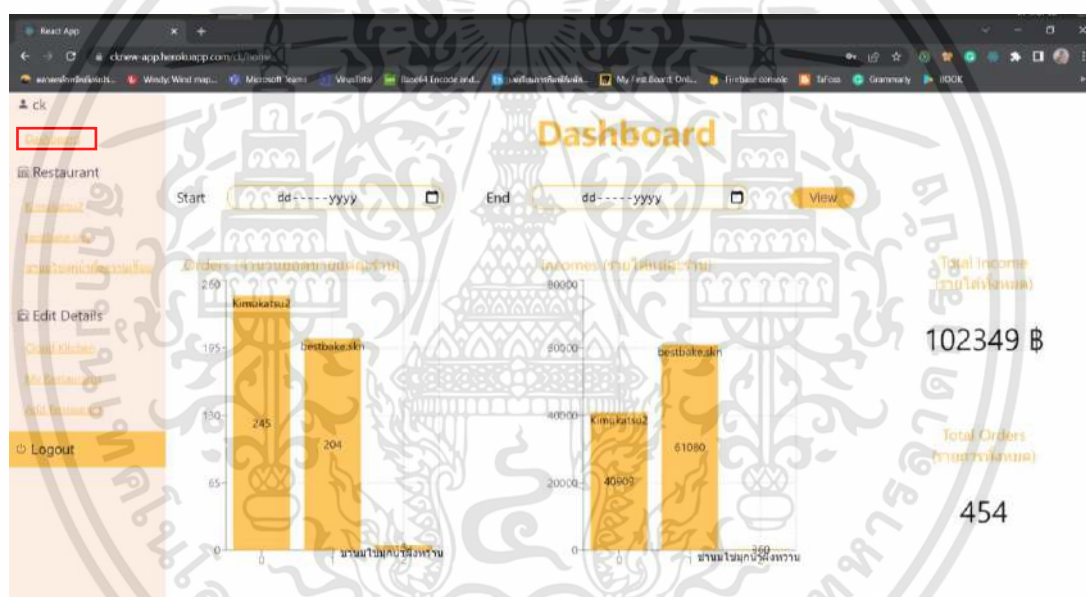


รูปที่ 4.132 ตัวอย่างแสดงการลบร้านอาหาร Restaurant1 ออกจากคลาวด์คิทเชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 การทดสอบการใช้งานโดยภาพรวมของระบบ

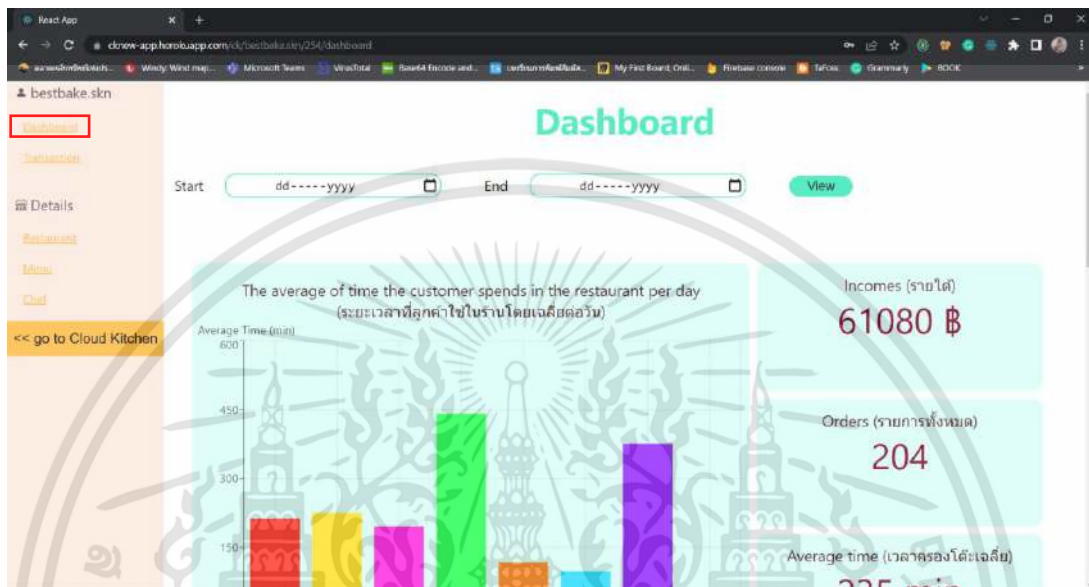
การใช้งานเว็บไซต์สำหรับผู้ดูแลระบบคลาวด์คิทเช่น ผู้ดูแลระบบสามารถดูข้อมูลภาพรวมของร้านอาหารทุกร้านที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่นที่ตนเป็นผู้ดูแลได้โดยการเลือกฟังก์ชัน Dashboard ที่อยู่ในแถบเมนูด้านซ้าย ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถเลือกช่วงเวลาที่ต้องการดูข้อมูลได้แต่หากไม่ทำการเลือกช่วงเวลาระบบจะแสดงข้อมูลทั้งหมด จากนั้นกดปุ่ม View เพื่อเรียกดูข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.133 เว็บไซต์จะแสดงข้อมูลจำนวนรายการสั่งและรายได้ของร้านอาหารแต่ละร้านในลักษณะของแผนภูมิแท่ง แสดงรายได้รวมของคลาวด์คิทเช่น และแสดงจำนวนรายการสั่งอาหารรวมของทุกร้านที่อยู่ในคลาวด์คิทเช่น



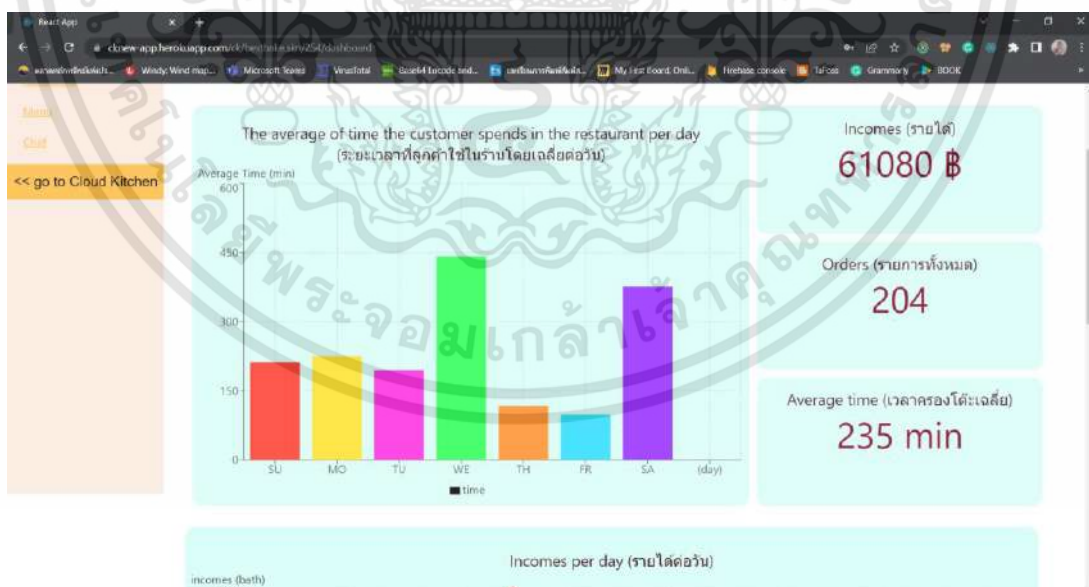
รูปที่ 4.133 หน้า Dashboard ของเว็บไซต์สำหรับผู้ดูแลระบบ

นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบสามารถดูข้อมูลของร้านอาหารแต่ละร้านได้โดยการเลือกชื่อของร้านอาหารที่ต้องการดูข้อมูลในแถบเมนูทางด้านซ้าย เว็บไซต์จะแสดงหน้าภาพรวมของร้านอาหารนั้น แสดงดังรูปที่ 4.134, 4.135, 4.136 และ 4.137 หากต้องการดูข้อมูลประวัติการสั่งอาหารของลูกค้าในร้านอาหารนั้นสามารถดูได้จากการเลือกฟังก์ชัน Transaction หากต้องการดูข้อมูลของร้านอาหารนั้นสามารถดูได้จากการเลือกฟังก์ชัน Restaurant หากต้องการดูรายการอาหารของร้านอาหารนั้นสามารถดูได้จากการเลือกฟังก์ชัน Menu และ หากต้องการดูข้อมูลเซฟของ

ร้านอาหารนั้นสามารถดูได้จากการเลือกฟังก์ชัน Chef ที่แถบเมนูทางด้านซ้าย แสดงดังรูปที่ 4.138, 4.139, 4.140 และ 4.141 ตามลำดับ



รูปที่ 4.134 หน้า Dashboard ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน (1)



รูปที่ 4.135 หน้า Dashboard ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

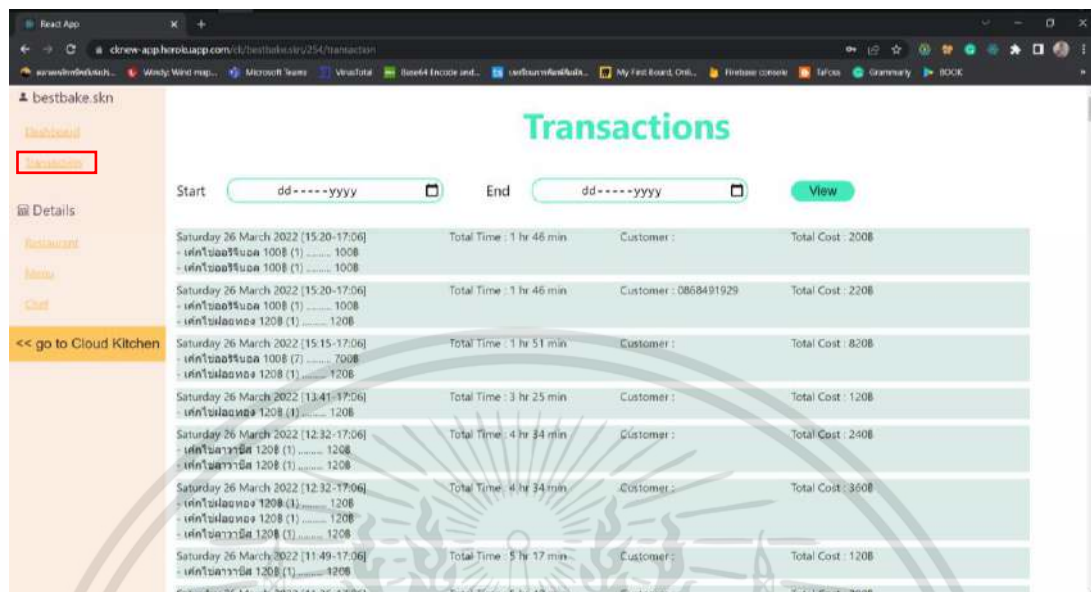


รูปที่ 4.136 หน้า Dashboard ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิดเซ่น (3)



รูปที่ 4.137 หน้า Dashboard ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิดเซ่น (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

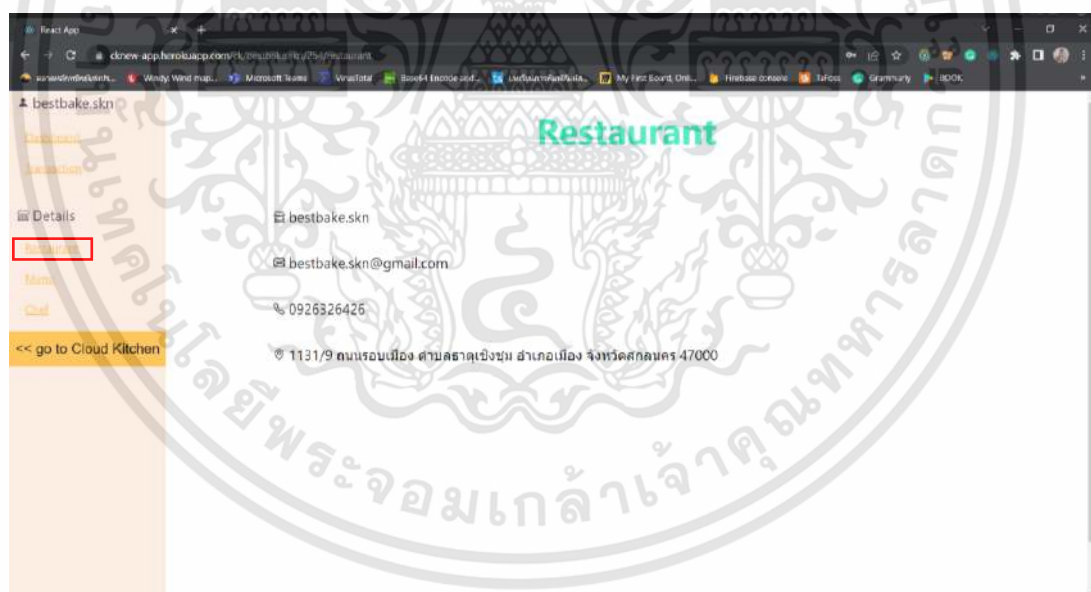


Transactions

Start: dd----yyyy End: dd----yyyy View

Date	Time	Items	Total Time	Customer	Total Cost
Saturday 26 March 2022	15:20-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 100฿ (1) 100฿ - เค้กใบเตยไร้เนย 100฿ (1) 100฿	1 hr 46 min		200฿
Saturday 26 March 2022	15:20-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 100฿ (1) 100฿ - เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	1 hr 46 min	0868491929	220฿
Saturday 26 March 2022	15:15-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 100฿ (7) 700฿ - เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	1 hr 51 min		820฿
Saturday 26 March 2022	13:41-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	3 hr 25 min		120฿
Saturday 26 March 2022	12:32-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿ - เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	4 hr 34 min		240฿
Saturday 26 March 2022	12:32-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿ - เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿ - เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	4 hr 34 min		360฿
Saturday 26 March 2022	11:49-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	5 hr 17 min		120฿
Saturday 26 March 2022	11:06-17:06	- เค้กใบเตยไร้เนย 120฿ (1) 120฿	5 hr 40 min		200฿

รูปที่ 4.138 หน้า Transaction ของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน



Restaurant

bestbake.skn

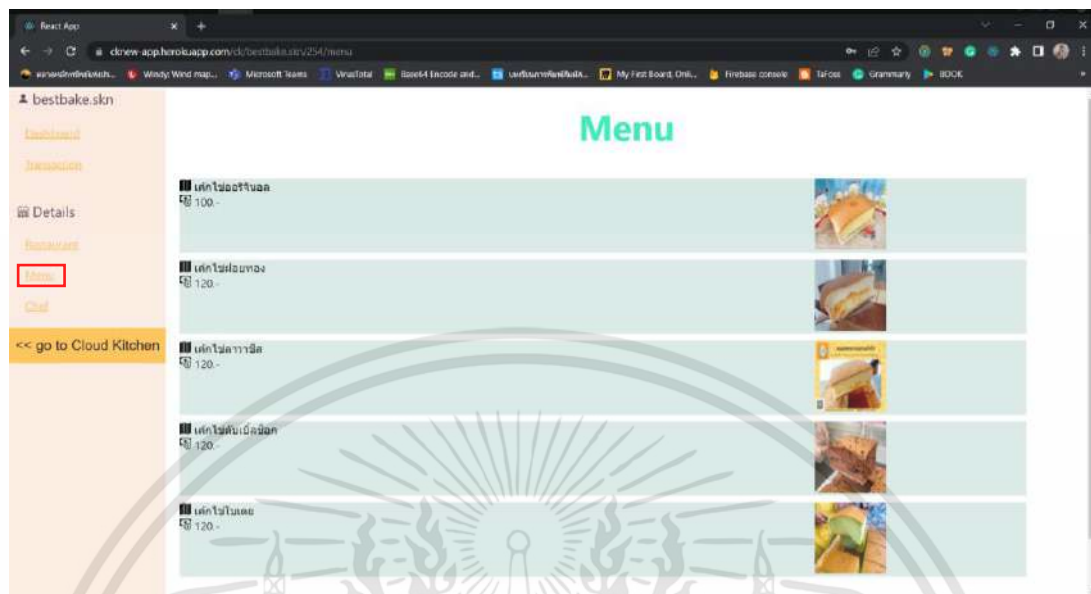
bestbake.skn@gmail.com

0926326426

1131/9 ถนนรอบเมือง ตามตลาดเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000

รูปที่ 4.139 หน้าแสดงข้อมูลของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.140 หน้าแสดงข้อมูลรายการอาหารของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน



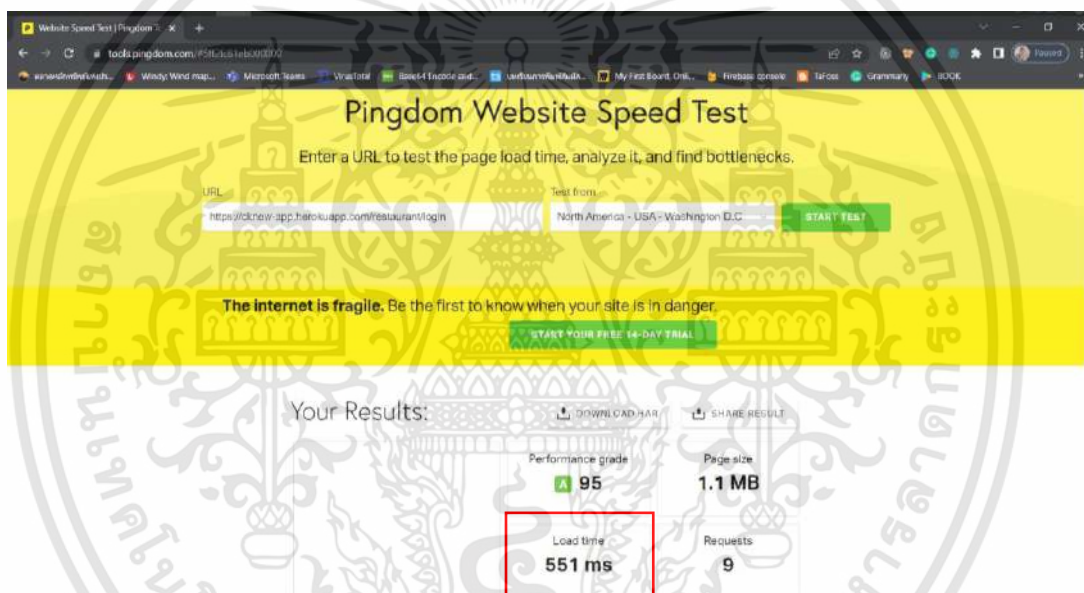
รูปที่ 4.141 หน้าแสดงข้อมูลเชฟของร้านอาหารที่อยู่คลาวด์คิทเชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บไซต์ในการรับส่งข้อมูล

4.2.4.1 การทดสอบความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์แต่ละหน้า

ในการทดสอบความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์ (Page speed) ผู้จัดทำได้ใช้ Pingdom Website Speed Test เป็นเครื่องมือในการทดสอบ โดยทำการทดสอบด้วยการกรอก URL ของหน้าเว็บไซต์แต่ละหน้าที่หน้าเว็บไซต์ Pingdom Website Speed Test โดยระบบจะทำการทดสอบการโหลดหน้าเว็บไซต์ตาม URL ที่กรอกไปและแสดงผลลัพธ์ของการทดสอบ ซึ่งข้อมูลความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์จะถูกแสดงด้วย Load time แสดงดังรูปที่ 4.142



รูปที่ 4.142 ผลลัพธ์ของการทดสอบการโหลดหน้าการลงชื่อเข้าใช้ของเว็บไซต์สำหรับร้านอาหาร

จากนั้นทำการเก็บผลการทดลองโดยการเก็บค่า Load time ของเว็บไซต์แต่ละหน้าทั้งหมด 32 หน้า ซึ่งเป็นเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารจำนวน 19 หน้า และเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นจำนวน 13 หน้า ผลลัพธ์แสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารแต่ละหน้าแสดงดังตารางที่ 4.1 และผลลัพธ์แสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นแต่ละหน้าแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารแต่ละหน้า

ชื่อหน้าเว็บไซต์	Page Speed (ms)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ลงชื่อเข้าใช้ (login)	551	549	567	555.7
ลงทะเบียน (register)	590	558	581	576.3
สั่งอาหาร (home)	578	572	563	571.0
รับรายการสั่ง (order)	534	591	540	555.0
แก้ไขรายการสั่ง (Edit order)	513	579	562	551.3
ข้อมูลภาพรวม (dashboard)	521	576	587	561.3
ประวัติการสั่ง (transaction)	541	605	579	575.0
บันทึกวัตถุดิบ (dailystock)	573	559	560	564.0
กฎความสัมพันธ์ (association)	536	552	600	562.7
แบ่งกลุ่มลูกค้า (segment)	617	576	551	581.3
แนะนำรายการอาหาร (recommend)	562	555	563	560.0
ข้อมูลร้าน (restaurant)	591	580	618	596.3
แก้ไขข้อมูลร้าน (restaurantEdit)	570	551	613	578.0
รายการอาหาร (menu)	577	524	553	551.3
แก้ไขรายการอาหาร (menuEdit)	590	617	591	599.3
วัตถุดิบ (ingredient)	587	570	586	581.0
แก้ไขวัตถุดิบ (ingredientEdit)	579	581	528	562.7
เชฟ (chef)	593	515	547	551.7
แก้ไขเชฟ (chefEdit)	596	580	561	579.0

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นแต่ละหน้า

ชื่อหน้าเว็บไซต์	Page Speed (ms)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ลงชื่อเข้าใช้ (login)	559	537	576	557.3
ลงทะเบียน (register)	626	601	592	606.3
ภาพรวม (home)	564	533	570	555.7
ข้อมูลคลาวด์คิทเช่น (detail)	561	546	557	554.7
แก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเช่น (detailedit)	550	543	570	554.3
ร้านอาหารที่ดูแล (restaurant)	578	545	553	558.7
ลบร้านอาหารที่ดูแล (delete)	526	552	583	553.7
เพิ่มร้านอาหารที่ดูแล (add)	555	577	563	565.0
ภาพรวมของร้านอาหารที่ดูแล (dashboard)	546	554	571	557.0
ประวัติการสั่งของร้านอาหารที่ดูแล (transaction)	569	580	609	586.0
ข้อมูลร้านอาหารที่ดูแล (restaurant)	574	532	568	558.0
รายการอาหารของร้านอาหารที่ดูแล (menu)	579	535	567	560.3
เชฟของร้านอาหารที่ดูแล (chef)	552	589	588	576.3

จากการทดลองพบว่าความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารโดยเฉลี่ยแต่ละหน้ามีความเร็ว 569.1 มิลลิวินาที และเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นโดยเฉลี่ยแต่ละหน้าใช้เวลาในการโหลด 564.9 มิลลิวินาที กล่าวคือเว็บไซต์ทั้งสองใช้เวลาในการโหลดหน้าเว็บไซต์แต่ละหน้าน้อยกว่า 0.6 วินาที ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานเว็บไซต์สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างต่อเนื่องและเต็มประสิทธิภาพมากขึ้น

4.2.4.2 การคำนวณการรองรับจำนวนผู้ใช้บริการพร้อมกันสูงสุด

การคำนวณขนาดของแบนด์วิดท์ที่เว็บไซต์ใช้ในการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยคำนวณจากการนำจำนวนผู้เข้าชมเฉลี่ยต่อวันคูณด้วยขนาดของหน้าเว็บไซต์เฉลี่ยคูณด้วยจำนวนหน้าของเว็บไซต์คูณด้วยจำนวนวันในหนึ่งเดือนคูณด้วยค่าปัจจัยด้านความซ้ำซ้อน (มีค่าอยู่ระหว่าง 1.3-1.8) ดังนั้นขนาดของแบนด์วิดท์ที่เว็บไซต์ใช้ในการรับส่งข้อมูลจะมีค่าเท่ากับ $1 \times 1.1\text{MB} \times 32 \times 30 \times 1.8 = 1900.8$ เมกกะไบต์ต่อเดือน หรือประมาณ 0.0018 เทระไบต์ต่อเดือน ซึ่ง

บริการคลาวด์ของ Heroku จำกัดขนาดของแบนด์วิดท์จำกัดที่ 2 เทระไบต์ต่อเดือน ดังนั้นระบบจะรองรับผู้ใช้งานพร้อมกันสูงสุดเท่ากับ 111 ผู้ใช้งาน

ซึ่งหากพิจารณาโดยละเอียดพบว่าบริการคลาวด์ของ Heroku ยังมีข้อจำกัดที่ส่งผลต่อการรองรับจำนวนผู้ใช้งานพร้อมกันสูงสุดนั้นคือ API จำกัดการการเรียกใช้ 4500 การเรียกใช้ต่อชั่วโมง กล่าวคือหน้าเว็บไซต์ (front-end) จะสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ที่อยู่ใน server (back-end) เพื่อมาแสดงผลได้จำกัด 4500 ครั้งต่อชั่วโมง ซึ่งผู้จัดทำได้ออกแบบให้เว็บไซต์ให้มีการเรียกใช้ไม่เกิน 3 การเรียกใช้ต่อหน้า หากคำนวณปริมาณการเรียกใช้จากการใช้งานเว็บไซต์พื้นฐานพบว่า ในการลงชื่อเข้าใช้จะมี 2 การเรียกใช้ (การโหลดหน้าเว็บไซต์, การยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้เว็บไซต์) และการสั่งอาหารมี 5 การเรียกใช้ (การโหลดหน้าเว็บไซต์, การโหลดรายการอาหาร, การคำนวณรายการอาหารแนะนำ, แสดงข้อมูลรายการสั่ง และการแก้ไขรายการสั่ง) ในกรณีที่ร้านอาหารมีรายการสั่งอาหารทุก 1 นาที จะได้ว่าจำนวนการเรียกใช้ที่ร้านอาหารใช้ต่อชั่วโมงเท่ากับ 302 การเรียกใช้ ดังนั้นระบบจะสามารถรองรับผู้ใช้งานพร้อมกันสูงสุด 14 ผู้ใช้งาน

ทำการวัดความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์เมื่อมีผู้ใช้งานเว็บไซต์พร้อมกัน 14 คน ซึ่งเป็นจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดที่ระบบจะสามารถรองรับได้ ผลลัพธ์แสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารแต่ละหน้าเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน แสดงดังตารางที่ 4.3 และผลลัพธ์แสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นแต่ละหน้าเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารแต่ละหน้า
เมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน

ชื่อหน้าเว็บไซต์	Page Speed (ms)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ลงชื่อเข้าใช้ (login)	582	571	567	573.3
ลงทะเบียน (register)	570	692	584	615.3
สั่งอาหาร (home)	553	534	541	542.7
รับรายการสั่ง (order)	547	560	555	554.0
แก้ไขรายการสั่ง (Edit order)	523	588	572	561.0
ข้อมูลภาพรวม (dashboard)	526	595	547	556.0
ประวัติการสั่ง (transaction)	537	575	563	558.3
บันทึกวัตถุดิบ (dailystock)	535	554	560	549.7
กฎความสัมพันธ์ (association)	535	600	542	559.0
แบ่งกลุ่มลูกค้า (segment)	589	566	593	582.7
แนะนำรายการอาหาร (recommend)	515	547	583	548.3
ข้อมูลร้าน (restaurant)	600	598	577	591.7
แก้ไขข้อมูลร้าน (restaurantEdit)	572	571	602	581.7
รายการอาหาร (menu)	559	574	539	557.3
แก้ไขรายการอาหาร (menuEdit)	564	599	573	578.7
วัตถุดิบ (ingredient)	551	573	567	563.7
แก้ไขวัตถุดิบ (ingredientEdit)	643	597	612	617.3
เชฟ (chef)	541	595	577	571.0
แก้ไขเชฟ (chefEdit)	542	595	601	579.3

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นแต่ละหน้า
เมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน

ชื่อหน้าเว็บไซต์	Page Speed (ms)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ลงชื่อเข้าใช้ (login)	599	564	586	583.0
ลงทะเบียน (register)	589	591	612	597.3
ภาพรวม (home)	597	543	588	576.0
ข้อมูลคลาวด์คิทเช่น (detail)	567	576	537	560.0
แก้ไขข้อมูลคลาวด์คิทเช่น (detailedit)	566	535	578	559.7
ร้านอาหารที่ดูแล (restaurant)	598	571	578	582.3
ลบร้านอาหารที่ดูแล (delete)	514	550	553	539.0
เพิ่มร้านอาหารที่ดูแล (add)	545	590	603	579.3
ภาพรวมของร้านอาหารที่ดูแล (dashboard)	572	564	568	568.0
ประวัติการสั่งของร้านอาหารที่ดูแล (transaction)	546	557	555	552.7
ข้อมูลร้านอาหารที่ดูแล (restaurant)	599	547	586	577.3
รายการอาหารของร้านอาหารที่ดูแล (menu)	532	579	577	562.7
เชฟของร้านอาหารที่ดูแล (chef)	597	542	568	569.0

จากการทดลองพบว่าความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์สำหรับร้านอาหารโดยเฉลี่ยแต่ละหน้าเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน มีความเร็ว 570.6 มิลลิวินาที และเว็บไซต์สำหรับคลาวด์คิทเช่นโดยเฉลี่ยแต่ละหน้าเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 14 คน ใช้เวลาในการโหลด 569.7 มิลลิวินาที กล่าวคือเว็บไซต์ทั้งสองเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกันตามจำนวนสูงสุดที่ระบบจะรองรับได้ใช้เวลาในการโหลดหน้าเว็บไซต์แต่ละหน้าน้อยกว่า 0.6 วินาที ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานเว็บไซต์ยังสามารถใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างต่อเนื่องและเต็มประสิทธิภาพแม้ว่าจะมีผู้ใช้งานพร้อมกันตามจำนวนสูงสุดที่ระบบจะรองรับได้ เนื่องจากจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดเมื่อคำนวณจากขนาดของแบนด์วิดท์ที่เว็บไซต์ใช้ในการรับส่งข้อมูลสามารถรองรับได้มากถึง 111 ผู้ใช้งาน แต่จำนวนผู้ใช้งานระบบที่ทดสอบพร้อมกันมีเพียง 14 คน ซึ่งคิดเป็น 12.6% ของจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดที่ระบบรองรับเมื่อคำนวณจากขนาดของแบนด์วิดท์ ดังนั้นความเร็วที่ใช้ในการโหลดหน้าเว็บไซต์เมื่อใช้งานพร้อมกัน 14 คน จึงน้อยกว่า

0.6 วินาที เช่นเดียวกับความเร็วที่ใช้ในการโหลดหน้าเว็บไซต์เมื่อมีผู้ใช้งาน 1 คน ในระบบ จึงทำให้ผู้ใช้งานระบบยังสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

4.3 การทดสอบการทำงานของการทำงานหาความสัมพันธ์ของสินค้า

ข้อมูลที่น่ามาทดสอบการทำงานของการทำงานหาความสัมพันธ์ของสินค้าเป็นข้อมูลที่ได้มาจากร้าน Kimukatsu ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2564 ถึงวันที่ 16 มกราคม 2564 จำนวน 775 การสั่งซื้อ และตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2564 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2564 จำนวน 989 การสั่งซื้อ โดยเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ <https://ocha.in.th> ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของทางร้าน ทำการจัดเตรียมข้อมูลรายการอาหารที่ถูกคำสั่งในแต่ละครั้งมาจัดให้อยู่ในรูปของ Data frame และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณค่าในการวัดประสิทธิภาพ โดยเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์ของร้าน Kimukatsu แสดงดังรูปที่ 4.143 ซึ่งเป็นร้านอาหารที่อยู่ในระบบคลาวด์คิซึเซ็น ทำการคัดลอกข้อมูลคือ เวลาชำระเงิน และรายการอาหารที่สั่งทีละรายการคำสั่งซื้อลงใน Microsoft Excel แสดงดังรูปที่ 4.144



The screenshot shows the 'Kimukatsu สาขา2(CPK)' management interface. It includes a sidebar with navigation options like 'เมนูอาหาร', 'รายการ', 'ประวัติการชำระเงิน', 'ออเดอร์', 'สินค้าที่ขายหมด', and 'ชำระเงิน'. The main area displays a table of orders with columns for 'เวลาชำระเงิน', 'หมายเลขอ้างอิง', 'ชื่อลูกค้า', 'ประเภทสินค้า', 'จำนวน', 'ชื่อสินค้า', and 'รวม'. Below this, there is a summary table with the following data:

ประเภทสินค้า	รวม
อาหารจานเดียว	8605.292
เครื่องดื่ม	8708.49
2 (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	864.49
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	8129
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	870
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	805
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	8180
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	8230
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	841
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	882.44
เครื่องดื่มอื่น (เครื่องดื่มไทยแท้, 100%)	8749.93

รูปที่ 4.143 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลรายการอาหารที่ถูกคำสั่งของร้าน Kimukatsu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
2	20210201	ชุดงา	Signature Set	ไข่ออนเซ็น	น้ำแร่	IC-ชน-โจงเจียน	ไอศกรีมชาเขียว		
3	20210201	ชุดงา	Signature Set	Set Menu Tei	น้ำแร่	ไอศกรีมชาเขียว			
4	20210201	Signature A la Carte	Signature Set	ไข่ออนเซ็น	ไก่ทอด	น้ำแร่			
5	20210201	ชุดงา	ชุดงา	ชาข้าวสาลี	ไก่ทอด				
6	20210201	ชุดงา	ข้าวราดซอสคัสต์	ไก่ทอด	ชาเขียว				
7	20210201	Signature Set	น้ำแร่	IC-ชน-โจงเจียน	ชาเขียว				
8	20210201	Signature Set	เกี๊ยวทอด	ชุดงาแบบกะหล่ำหม้อทอดอริจินัล	น้ำแร่				
9	20210201	Signature Set	ชาข้าวสาลี	ไอศกรีมโมจิ					
10	20210201	Signature Set	ชาเขียว	ไอศกรีมชาเขียว					
11	20210201	Signature Set	ชาเขียว	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส					
12	20210201	ชุดงา	Signature Set	น้ำแร่					
13	20210201	Set Menu tei	เกี๊ยวทอด	น้ำแร่					
14	20210201	Signature Set	Set Menu tei						
15	20210201	Signature Set	โตเกียว						
16	20210201	Signature Set	โตเกียว						
17	20210201	Signature Set	โตเกียว						
18	20210201	Signature Set	ชาเขียว						
19	20210201	Signature Set	ชาเขียว						
20	20210201	Signature Set	ชาเขียว						
21	20210201	ชุดงา	ชาเขียว						
22	20210201	ไก่ทอด	น้ำแร่	Signature Set					
23	20210201	Signature Set	ชาข้าวสาลี						
24	20210201	Signature Set	น้ำแร่						
25	20210201	Signature Set	น้ำแร่						
26	20210201	ข้าวราดซอสคัสต์	น้ำแร่						
27	20210201	ข้าวราดซอสคัสต์	น้ำแร่						
28	20210201	Set Menu tei	ชุดงาแบบกะหล่ำหม้อทอดอริจินัล						
29	20210202	Signature Set	ชุดงา	ข้าวราดซอสคัสต์	นิกเกิลไคเซด	ไก่ผัดแก้ว	ไก่ทอด	น้ำแร่	

รูปที่ 4.144 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบการหาความสัมพันธ์

นำข้อมูลที่ผ่านการ pre-processing มาคำนวณหาค่าในการวัดประสิทธิภาพ ประกอบด้วยค่า Support, Confidence และ Lift โดยใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนาตามทฤษฎีของการหาความสัมพันธ์

จากนั้นทำการเก็บผลการทดลองหาจำนวนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเป็นรายสัปดาห์ และรายเดือน โดยเปลี่ยนค่าต่ำสุดของตัวแปร Support และ Confidence สำหรับค่า Lift จะกำหนดไว้ให้มีค่ามากกว่า 1 ค่า ผลลัพธ์ของการหาจำนวนความสัมพันธ์เป็นรายสัปดาห์ของเดือน มกราคม 2564 แสดงดังตารางที่ 4.5 และผลลัพธ์ของการหาจำนวนความสัมพันธ์เป็นรายสัปดาห์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564 แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์เป็นรายสัปดาห์ของเดือน
มกราคม 2564

Week	Number of transaction	Number of rule	Minimum Support	Minimum Confidence
1	513	3	0.1	0.5
		2	0.2	0.5
		2	0.2	0.6
		2	0.2	0.7
		0	0.2	0.8
		0	0.3	0.5
		3	0.1	0.5
2	262	2	0.2	0.5
		2	0.2	0.6
		2	0.2	0.7
		1	0.2	0.8
		1	0.3	0.8
		0	0.4	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์เป็นรายสัปดาห์ของเดือน
กุมภาพันธ์ 2564

Week	Number of transaction	Number of rule	Minimum Support	Minimum Confidence
1	225	7	0.1	0.5
		4	0.2	0.5
		4	0.2	0.6
		4	0.2	0.7
		3	0.2	0.8
		2	0.3	0.5
		0	0.4	0.5
2	273	7	0.1	0.5
		4	0.2	0.5
		4	0.2	0.6
		3	0.2	0.7
		3	0.2	0.8
		2	0.3	0.5
		0	0.4	0.5
3	227	5	0.1	0.5
		3	0.2	0.5
		3	0.2	0.6
		0	0.2	0.7
		0	0.3	0.5
4	264	7	0.1	0.5
		3	0.2	0.5
		2	0.3	0.5
		3	0.2	0.6
		3	0.2	0.7
		3	0.2	0.8
		2	0.3	0.5
		2	0.3	0.8
		0	0.4	0.5

เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือน ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์ของเดือน
กุมภาพันธ์ 2564 จำนวน 989 การสั่งซื้อ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลลัพธ์ของการหาจำนวนกฎความสัมพันธ์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564

Number of rule	Minimum Support	Minimum Confidence
6	0.1	0.5
4	0.2	0.5
4	0.2	0.6
4	0.2	0.8
2	0.3	0.5
2	0.3	0.8
0	0.4	0.5

หากเลือกผลลัพธ์จากค่า Minimum Support และ Minimum Confidence ที่มากที่สุดที่ทำให้เกิดกฎความสัมพันธ์ เนื่องจากค่า Support และค่า Confidence หากมีค่านั้นคือโอกาสในการซื้อสินค้ามีโอกาสเกิดสูงขึ้นตามไปด้วย ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายสัปดาห์ของเดือนมกราคม 2564 แสดงดังตารางที่ 4.8 และผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายสัปดาห์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564 แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายสัปดาห์ของเดือนมกราคม 2564

Week	Rule no.	LHS Item	RHS Item	Support	Confidence	Lift
1	1	[ชาเขียว]	[Signature Set]	0.29	0.81	1.17
	2	[น้ำแร่]	[Signature Set]	0.23	0.79	1.15
2	1	[ชาเขียว]	[Signature Set]	0.32	0.84	1.18

ตารางที่ 4.9 ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายสัปดาห์ของเดือนกุมภาพันธ์ 2564

Week	Rule no.	LHS Item	RHS Item	Support	Confidence	Lift
1	1	[นักเก็ตไก่เซต]	[Signature Set]	0.30	0.86	1.12
	2	[น้ำแร่]	[Signature Set]	0.34	0.79	1.02
2	1	[ชาเขียว]	[Signature Set]	0.37	0.87	1.05
	2	[น้ำแร่]	[Signature Set]	0.36	0.88	1.06
3	1	[ชาข้าวสาลี]	[Signature Set]	0.21	0.81	1.08
	2	[ชาเขียว]	[Signature Set]	0.30	0.85	1.13
	3	[นักเก็ตไก่เซต]	[Signature Set]	0.25	0.78	1.03
4	1	[ชาเขียว]	[Signature Set]	0.34	0.88	1.1
	2	[น้ำแร่]	[Signature Set]	0.35	0.80	1.01

เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือน ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2564

Rule no.	LHS Item	RHS Item	Support	Confidence	Lift
1	[ชาเขียว]	[Signature Set]	0.33	0.86	1.08
2	[น้ำแร่]	[Signature Set]	0.34	0.81	1.02

จะสังเกตได้ว่ากฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมีความสอดคล้องกับกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์ โดยเฉพาะกลุ่มสินค้าด้านขวามือ ทุกกฎที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าลูกค้ามักจะสั่งซื้อ Signature set ร่วมด้วย และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ทำให้ผู้ประกอบการทราบถึงพฤติกรรม การสั่งอาหารของลูกค้า ซึ่งสามารถนำไปปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การขายของร้านได้

4.4 การทดสอบการทำงานของกฎการแบ่งกลุ่มลูกค้า

ทำการเก็บข้อมูลลูกค้าจากเว็บไซต์ของร้าน Kimukatsu แสดงดังรูปที่ 4.145 และรูปที่ 4.146 โดยทำการเก็บข้อมูลตาม RFM model ซึ่งประกอบด้วย วันที่ลูกค้าเข้ามาใช้งาน (Recency) โดยคำนวณจากวันที่ทำการวิเคราะห์ลบด้วยวันที่ลูกค้ามาใช้บริการครั้งล่าสุดในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ หน่วยเป็นจำนวนวัน, ความถี่ ในการซื้อของลูกค้า (Frequency) โดยคำนวณจากผลรวมการเข้ามาใช้บริการทั้งหมดของลูกค้าในช่วงเวลาที่ต้องการวิเคราะห์ และ ยอดเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายกับร้านอาหาร (Monetary) คำนวณจากผลรวมยอดเงินที่ลูกค้ามาใช้บริการในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ โดยคัดลอกข้อมูลของลูกค้าที่ละคนลงใน Microsoft Excel แสดงดังรูปที่ 4.147

Kimukatsu สาขา2(CPK)
เลือกสาขา

หน้าหลัก
รายการ

รายชื่อสมาชิก

ชื่อ & รหัสสมาชิก

01/09/2021-30/09/2021

ดาวน์โหลด

ชื่อ & รหัสสมาชิก	ยอดรวม	รายการ
Nirapai Kharuehaphanwanich 700551636268	฿1,621.21	5
คุณพันธ์อร 700533540555	฿1,439.88	1
Chiralada Chutchapohrat 700548151601	฿1,351.50	2
วัชร สิงห์บุรี 300519768875	฿1,325.73	1
วิฑูรย์ อนันต์สุวณัฏฐ์ 900522767136	฿1,219	1
ชปีธรา โสภี 200511222605	฿1,079.91	2
ณิชา เทพบุญโพธิ์ 700543707466	฿952.50	1
เนินทร์ จันทิมา 700581582075	฿933	2
อนันต์ อนุสิทธิ์ 700542797640	฿928.69	2

รูปที่ 4.145 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลลูกค้าของร้าน Kimukatsu (1)

Kimukatsu สาขา2(CPK)
เลือกสาขา

หน้าหลัก
รายการ

รายชื่อสมาชิก

ชื่อ & รหัสสมาชิก

01/09/2021-30/09/2021

ดาวน์โหลด

Nirapai Kharuehaphanwanich

เวลา	เลขที่ใบเสร็จ	จำนวนจากคะแนนสมาชิก	ยอดเงินที่ได้รับ	คะแนนที่ใช้ไป	คะแนนที่เหลือ	สถานะ
16/09/2021 14:44	06013197	฿0	฿271.89	0 คะแนน	0 คะแนน	
13/09/2021 12:48	06011064	฿0	฿247.73	0 คะแนน	0 คะแนน	
07/09/2021 12:53	06010826	฿0	฿366.26	0 คะแนน	1 คะแนน	
05/09/2021 13:51	06010734	฿0	฿443.78	0 คะแนน	1 คะแนน	
02/09/2021 13:49	06010587	฿0	฿281.55	0 คะแนน	0 คะแนน	

รูปที่ 4.146 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลการทำรายการของลูกค้า 1 คน ของร้าน Kimukatsu (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	customer	date	total
2	Nirapai Kharueha	02-02-21	฿242
3	Nirapai Kharueha	05-02-21	฿444
4	Nirapai Kharueha	07-02-21	฿366
5	Nirapai Kharueha	13-02-21	฿298
6	Nirapai Kharueha	16-02-21	฿272
7	คุณศรีณย์ธร	12-02-21	฿1440
8	Chitralada Chutcl	01-02-21	฿606
9	Chitralada Chutcl	23-02-21	฿746

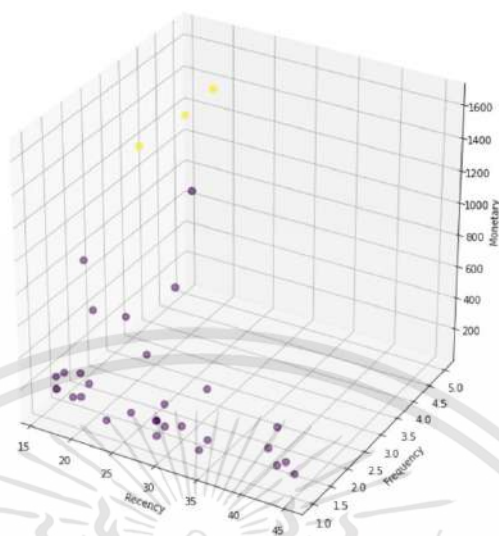
รูปที่ 4.147 แสดงข้อมูล RFM ของลูกค้าที่ยังไม่ผ่านการ pre-processing

นำข้อมูลที่เก็บมาตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าอัลกอริทึมที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตามหลักการของ K-Means โดยข้อมูลผ่านการ pre-processing แสดงดังรูปที่ 4.148

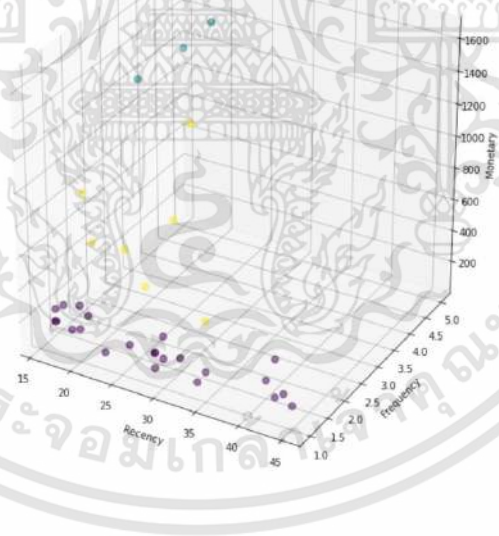
1	customer	date	total
2	Nirapai Kharueha	02-02-21	242
3	Nirapai Kharueha	05-02-21	444
4	Nirapai Kharueha	07-02-21	366
5	Nirapai Kharueha	13-02-21	298
6	Nirapai Kharueha	16-02-21	272
7	คุณศรีณย์ธร	12-02-21	1440
8	Chitralada Chutcl	01-02-21	606
9	Chitralada Chutcl	23-02-21	746

รูปที่ 4.148 แสดงข้อมูล RFM ของลูกค้าที่ผ่านการ pre-processing

เมื่อใช้ K-Means ในการจัดกลุ่มลูกค้าโดยกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง เท่ากับ 2, 3 และ 4 กลุ่ม ผลลัพธ์การแบ่งกลุ่มลูกค้าในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 แสดงดังรูปที่ 4.149, 4.150 และ 4.151 ตามลำดับ โดยแกน x คือ จำนวนวันที่ลูกค้าไม่ได้มาที่ร้านนานแล้วกี่วัน (Recency) แกน y คือ จำนวนครั้งที่ลูกค้ามาที่ร้าน (Frequency) และ แกน z คือ จำนวนเงินที่ลูกค้าใช้จ่ายกับร้าน (Monetary value)

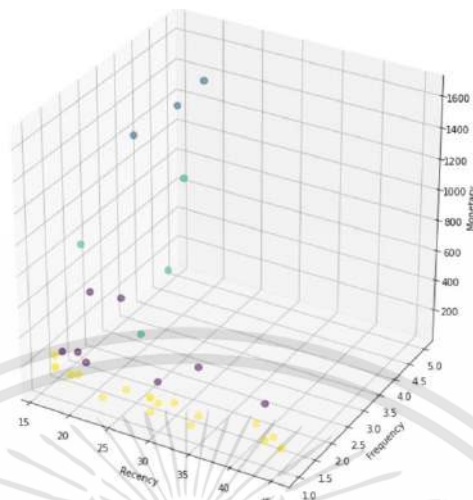


รูปที่ 4.149 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 2 กลุ่ม



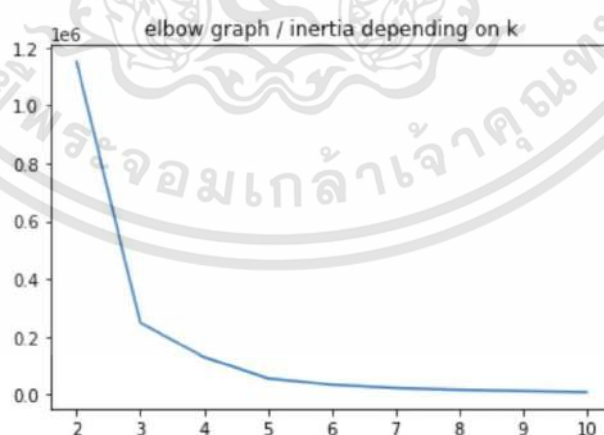
รูปที่ 4.150 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.151 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 4 กลุ่ม

การเลือกจำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับความประสงค์ของผู้ใช้ระบบ แต่หากพิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้ พบว่าการแบ่งกลุ่มด้วยจำนวนกลุ่ม 3 กลุ่มให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเพราะหากพิจารณาจากการแบ่งด้วย 2 และ 4 กลุ่ม จะมีวัตถุที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีจุดศูนย์กลางที่ใกล้ที่สุดรวมอยู่ด้วย หรือหากพิจารณาจากการหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วยวิธีข้อศอก (Elbow method) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.152 เมื่อพิจารณาตำแหน่งที่ทำให้ค่า WSS เริ่มเปลี่ยนแปลงคงที่ ค่านั้นคือค่าที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งกลุ่ม ซึ่งเท่ากับ 3



รูปที่ 4.152 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ Elbow method

จากรูปที่ 4.152 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า 3 กลุ่ม สามารถแสดงจำนวนลูกค้า ค่าเฉลี่ยและช่วงของค่า Recency, Frequency และ Monetary value ของแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มลูกค้า

Group	จำนวน	Mean of recency	Recency range	Mean of frequency	Frequency range	Mean of monetary value	Monetary value range
0	23	28.83	17-45	1	1	216.09	100-398
1	7	22.86	16-35	2.14	1-5	626.43	498-796
2	3	23.33	23-24	3	2-4	1600.67	1592-1618

จากรูปที่ 4.152 และตารางที่ 4.11 แสดงถึงลักษณะของลูกค้า 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 0 เป็นกลุ่มลูกค้าที่ไม่ได้มานานแล้วประมาณ 1 เดือน มาที่ร้าน 1 ครั้ง และใช้จ่ายน้อย ถือเป็นลูกค้าทั่วไป กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มลูกค้าที่ไม่ได้มานานแล้วแต่ไม่ถึง 1 เดือน มาที่ร้านไม่บ่อยมาก และใช้จ่ายปานกลาง ถือเป็นลูกค้าที่ควรนำเสนอโปรโมชั่นเพื่อจูงใจให้ลูกค้ากลับมาใช้บริการบ่อยขึ้น และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มลูกค้าที่ไม่ได้มานานแล้วแต่ไม่ถึง 1 เดือน มาที่ร้านไม่บ่อยมาก แต่ใช้จ่ายมาก ถือเป็นลูกค้าที่ควรรักษาไว้

4.5 การทดสอบการทำงานของระบบแนะนำสินค้า

นำรายการอาหารจากร้าน Kimukatsu ทั้งหมด 47 รายการ มากำหนดอัตลักษณ์หรือลักษณะเด่นของรายการอาหารแต่ละรายการโดยใช้คุณสมบัติด้านรสชาติ ลักษณะทางกายภาพ อุณหภูมิ และวัตถุดิบ เป็นสิ่งช่วยในการกำหนดอัตลักษณ์ของอาหารแต่ละรายการ โดยคุณสมบัติที่ใช้ในการสร้างอัตลักษณ์ของรายการอาหารแต่ละรายการประกอบด้วย 15 คุณสมบัติ ได้แก่ 1. รสหวาน 2. รสเค็ม 3. รสจัด 4. รสเปรี้ยว 5. อาหารที่เป็นซูป 6. กาแฟ 7. ชา 8. เย็น 9. ร้อน 10. เนื้อหมู 11. เนื้อวัว 12. เนื้อไก่ 13. เนื้อปลา 14. อาหารทะเล และ 15. ไข่ เมื่ออาหารมีคุณสมบัติใดจะแทนด้วยเลข 1 และเมื่ออาหารไม่มีคุณสมบัติจะแทนด้วยเลข 0 แสดงดังรูปที่ 4.153

menu_name	sweet	salty	spicy	sour	soup	coffee	tea	cold	hot	pork	beef	chicken	fish	seafood	egg
เบียร์	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
โด้ก	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ชาเขียว	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
ชาชาวสาส์	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
น้ำแร่	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
IC-ชน-โรงเรียน	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
เกี้ยวทอด	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
เซตข้าว น้ำซุสและเครื่องเคียง	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
แซลมอนโรตีสายไหม	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
แซลมอนทอดมัลฟิล	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ไก่ชนแก้ว	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
ไก่ทอด	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ไข่ดอง	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ไข่ตุ๋น	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ไข่อบนึ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ไอศกรีมมิ้น	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ไอศกรีมชาเขียว	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
ไอศกรีมวนลา	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ข้าวญี่ปุ่น Refill	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ฟอยปลาแซลมอน	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
น้ำเกี๊ยวทอด	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

รูปที่ 4.153 การสร้างเวกเตอร์อัตลักษณ์ของรายการอาหารแต่ละชนิดจากคุณสมบัติ 15 คุณสมบัติ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณหาความคล้ายคลึงของอาหารแต่ละรายการโดยใช้ Cosine similarity แสดงดังตารางที่ 4.12, 4.13 และ 4.14 ซึ่งจะแสดง 3 อันดับแรกที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด

ตารางที่ 4.12 ผลลัพธ์ของระบบแนะนำสินค้า (1)

เมนู	recommend 1	recommend 2	recommend 3
เบียร์	น้ำแร่	ไอศกรีมมิ้น	ไอศกรีมวนลา
	100%	70.70%	70.70%
โด้ก	ไอศกรีมวนลา	ไอศกรีมมิ้น	ชาชาวสาส์
	100%	100%	81.60%
ชาเขียว	ชาชาวสาส์	ไอศกรีมชาเขียว	โด้ก
	100%	100%	81.60%
ชาชาวสาส์	ชาเขียว	ไอศกรีมชาเขียว	ไอศกรีมมิ้น
	100%	100%	81.60%
น้ำแร่	เบียร์	ยาสาห์ราย	โด้ก
	100%	70.70%	70.70%
IC-ชน-โรงเรียน	ไก่ทอด	ข้าวหน้าเทรียก	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง
	100%	100%	86.60%
เกี้ยวทอด	ข้าวหน้าหมูทอดคัส	แซลมอนทอดมัลฟิล	ข้าวหน้าเทรียก
	86.60%	86.60%	66.70%
เซตข้าว น้ำซุสและเครื่องเคียง	ข้าวญี่ปุ่น Refill	Chicken Katsu Set	Signature Set
	70.70%	63.20%	57.70%
เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส	แซลมอนโรตีสายไหม	ไข่ดอง	ข้าวหน้ากุ้งคัส
	86.60%	86.60%	86.60%
แซลมอนโรตีสายไหม	ข้าวหน้าแซลมอนคัส	ข้าวคัสตัง	Chicken Katsu Set
	89.40%	89.40%	89.40%
แซลมอนทอดมัลฟิล	ข้าวหน้าหมูทอดคัส	เกี้ยวทอด	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส
	100%	86.60%	86.60%
ไก่ชนแก้ว	ข้าวแกงกะหรี่ดำ	ข้าวหน้าแซลมอนคัส	ข้าวคัสตัง
	89.40%	89.40%	89.40%
ไก่ทอด	ข้าวหน้าเทรียก	IC-ชน-โรงเรียน	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง
	100%	100%	86.60%
ไข่ดอง	ข้าวหน้าแซลมอนคัส	ข้าวคัสตัง	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส
	89.40%	89.40%	86.60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลลัพธ์ของระบบแนะนำสินค้า (2)

menu	recommend 1	recommend 2	recommend 3
ไข่ตุ๋น	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส	Kids Set – Kimukatsu	ข้าวหน้ากุ้งคัตสึ
	86.60%	81.60%	75%
ไข่อ่อนเข้	สลัดมันฝรั่ง	นิกเก็ตไก่เซต	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส
	70.70%	57.70%	57.70%
ไอศกรีมโมจิ	โค้ก	ไอศกรีมวนิลา	ไอศกรีมชาเขียว
	100%	100%	81.60%
ไอศกรีมชาเขียว	ชาข้าวสาลี	ชาเขียว	ไอศกรีมวนิลา
	100%	100%	81.60%
ไอศกรีมวนิลา	โค้ก	ไอศกรีมโมจิ	ไอศกรีมชาเขียว
	100%	100%	81.60%
กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง	A la carte Tei	Dragon Don	Set Menu tei
	86.60%	66.70%	66.70%
ข้าวญี่ปุ่น Refill	เซตข้าว น้ำซุปและเครื่องเคียง	โค้ก	ไอศกรีมโมจิ
	70.70%	70.70%	70.70%
ทองปลาแซลมอน	ข้าวแกงกะหรี่ดำ	Dragon Don	ข้าวหน้าปลาดีบ
	80%	77.50%	77.50%
นิกเก็ตไก่เซต	แซนวิชไก่มัลทิลล์	Signature A la Carte	Chicken Katsu A la carte
	86.60%	81.60%	81.60%
ปลาทราย	เบียร์	น้ำแร่	Chicken Katsu A la carte
	70.70%	70.70%	50%
สลัดมันฝรั่ง	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส	ข้าวหน้ากุ้งคัตสึ	ข้าวหน้าหมูทอดคัตสึ
	81.60%	70.70%	70.70%
A la carte Tei	Dragon Don	กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง	ทองปลาแซลมอน
	86.60%	86.60%	67.10%
Chicken Katsu A la carte	Signature A la Carte	ข้าวหน้าเทรียกี	IC-ชน-โรงเรียน
	100%	81.60%	81.60%
Chicken Katsu Set	Signature Set	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง&ดำ	Kids Set – Kimukatsu
	91.30%	91.30%	91.30%
Dragon Don	A la carte Tei	ทองปลาแซลมอน	กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง
	86.60%	77.50%	66.70%
Kids Set – Kimukatsu	Chicken Katsu Set	Signature Set	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง&ดำ
	91.30%	83.30%	83.30%
Set Menu tei	ไก่ชนแก้ว	Signature A la Carte	Chicken Katsu A la carte
	86.60%	81.60%	81.60%
Signature A la Carte	Chicken Katsu A la carte	IC-ชน-โรงเรียน	ไก่ทอด
	100%	81.60%	81.60%
Signature Set	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง&ดำ	Chicken Katsu Set	Kids Set – Kimukatsu
	100%	91.30%	83.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์ของระบบแนะนำสินค้า (3)

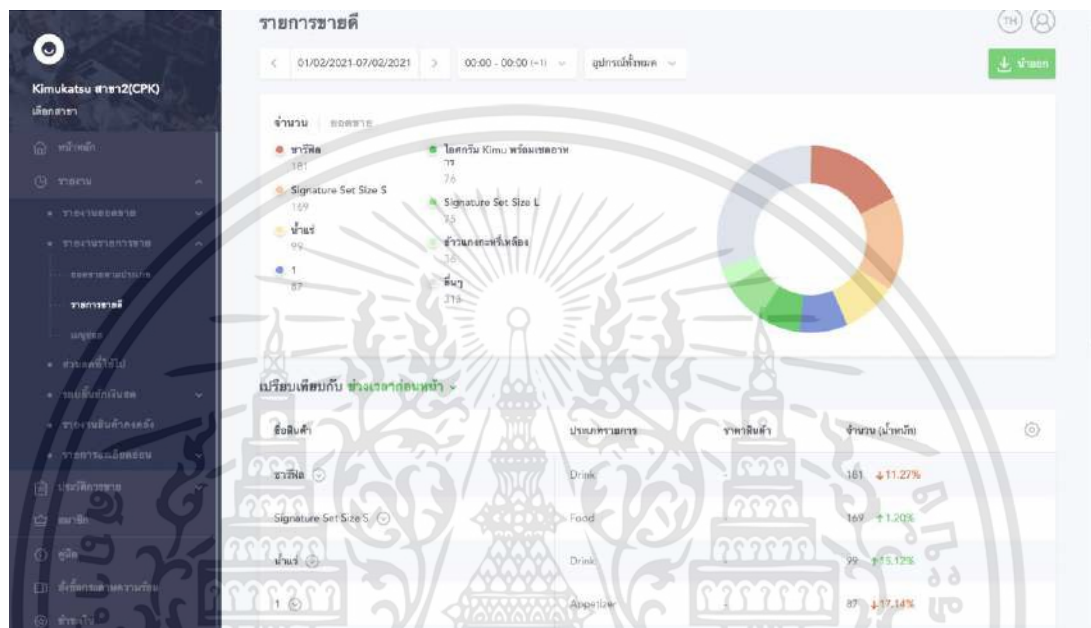
menu	recommend 1	recommend 2	recommend 3
เบนโตะ	ข้าวราดซอสคัสตัง	ข้าวแกงกะหรี่ดำ	ข้าวหน้าแฮมออนคัตสึ
	92.60%	84.50%	84.50%
ข้าวแกงกะหรี่เหลือง&ดำ	Signature Set	Chicken Katsu Set	Kids Set – Kimukatsu
	100%	91.30%	83.30%
ข้าวแกงกะหรี่เหลือง	ข้าวแกงกะหรี่ดำ	IC-ชน-โรงเรียน	ไก่ทอด
	89.40%	86.60%	86.60%
ข้าวแกงกะหรี่ดำ	ข้าวราดซอสคัสตัง	ไก่ชนแก้ว	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง
	91.30%	89.40%	89.40%
ข้าวคัสตัง	ข้าวหน้าแฮมออนคัตสึ	ข้าวราดซอสคัสตัง	แซนวิชไก่บิลฟิลล์
	100%	91.30%	89.40%
ข้าวราดซอสคัสตัง	เบนโตะ	ข้าวหน้าแฮมออนคัตสึ	ข้าวแกงกะหรี่ดำ
	92.60%	91.30%	91.30%
ข้าวหน้าเทรียก	ไก่ทอด	IC-ชน-โรงเรียน	แซนวิชไก่บิลฟิลล์
	100%	100%	86.60%
ข้าวหน้าแฮมออนคัตสึ	ข้าวคัสตัง	ข้าวราดซอสคัสตัง	แซนวิชไก่บิลฟิลล์
	100%	91.30%	89.40%
ข้าวหน้าหมูคัสตัง	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส	ข้าวหน้าหมูคัสตัง	ไข่ตุ๋น
	86.60%	75%	75%
ข้าวหน้าปลาต้ม	ห้องปลาแฮมออน	Dragon Don	ข้าวญี่ปุ่น Refill
	77.50%	66.70%	57.70%
ข้าวหน้าหมูคัสตัง	แซนวิชหมูทอดบิลฟิลล์	เต้าหู้โรยด้วยต้นหอมญี่ปุ่นราดซอส	เกี้ยวซ่าทอด
	100%	86.60%	86.60%
คัสตัง	เบนโตะ	ข้าวแกงกะหรี่ดำ	ห้องปลาแฮมออน
	75.60%	67.10%	67.10%
ชุดแกงกะหรี่หมูทอดออริจินัล	อุด้งน้ำ	ข้าวแกงกะหรี่เหลือง&ดำ	Signature Set
	91.30%	66.70%	66.70%
อุด้งน้ำ	ชุดแกงกะหรี่หมูทอดออริจินัล	แซนวิชหมูทอดบิลฟิลล์	ข้าวหน้าหมูคัสตัง
	91.30%	67.10%	67.10%

จากการทดลองพบว่าระบบแนะนำสินค้าสามารถแนะนำรายการอาหารที่มีความคล้ายคลึงกันได้ โดยใช้หลักการ Cosine similarity คำนวณหาความคล้ายคลึงของอาหารแต่ละรายการได้ ซึ่งในการสร้างอัตลักษณ์จากคุณสมบัติ 15 คุณสมบัติ จะสามารถสร้างเวกเตอร์อัตลักษณ์ได้ทั้งหมด 2^{15} หรือเท่ากับ 32768 แบบ ทำให้อาหารแต่ละรายการเกิดเวกเตอร์อัตลักษณ์ที่มีความแตกต่างกัน แต่ยังมีอาหารบางรายการที่มีเวกเตอร์อัตลักษณ์เหมือนกันจึงทำให้การคำนวณค่าความคล้ายคลึงเท่ากับ 100% เช่น ชาเขียว และชาข้าวสาลี มีคุณสมบัติ sweet, tea, cold เหมือนกัน เนื่องจากคุณสมบัติที่นำมาสร้างเวกเตอร์อัตลักษณ์นั้นใช้คุณสมบัติ 4 ด้านได้แก่ รสชาติ 4 คุณสมบัติ, ลักษณะทางกายภาพ 3 คุณสมบัติ, อุณหภูมิ 2 คุณสมบัติ, และวัตถุดิบ 6 คุณสมบัติ ดังนั้นในการสร้างอัตลักษณ์ของอาหารบางรายการจึงมีโอกาที่จะเหมือนกันได้

4.4 การทดสอบการทำงานของระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง

ทำการเก็บข้อมูลรายการอาหารที่ขายได้ในแต่ละสัปดาห์จำนวน 82 รายการอาหารจากหน้าเว็บไซต์ร้าน Kimukatsu แสดงดังรูปที่ 4.154 บันทึกข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft Excel

แสดงดังรูปที่ 4.155 และเก็บข้อมูลการซื้อวัตถุดิบและวัตถุดิบคงเหลือในแต่ละสัปดาห์ผ่านหน้าเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 4.156 จากนั้นบันทึกข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft Excel คอลัมน์ต่อจากข้อมูลรายการขาย แสดงดังรูปที่ 4.157



รูปที่ 4.154 ข้อมูลรายการอาหารที่ขายได้จากหน้าเว็บไซต์ร้าน Kimukatsu

Time	ข้าวฟัก	Signature Set	น้ำแร่	Signature Set	ขนมหวาน	เมนูพิเศษ	ชุดน้ำ	หมูรส	หมูน้ำ	หมูรส	หมูน้ำ	หมูรส	หมูน้ำ	หมูรส	หมูน้ำ
Feb week1	182	169	99	82	0	0	0	18	5	13	5	5	5	5	5
Feb week2	246	223	120	112	0	0	0	17	8	16	13	8	5	5	5
Feb week3	200	165	103	95	0	0	0	19	6	8	15	5	5	8	8
Feb week4	261	203	121	90	0	0	0	17	16	18	9	7	7	7	7
Mar week1	243	177	120	129	0	0	0	18	12	8	9	6	4	4	4
Mar week2	210	122	111	175	0	0	0	12	12	15	7	4	0	0	0
Mar week3	223	133	116	189	0	0	0	15	8	9	10	9	3	3	3
Mar week4	333	159	140	297	0	0	0	8	10	21	7	6	6	6	6
Apr week1	314	237	129	119	0	0	0	14	13	15	11	10	4	4	4
Apr week2	166	140	66	69	0	0	0	5	2	4	7	5	6	6	6
Apr week3	135	103	44	62	0	0	0	7	6	9	5	5	6	6	6
Apr week4	181	113	55	74	0	0	0	8	3	7	6	6	2	2	2
May week1	0	21	0	12	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0
May week2	0	29	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May week3	64	65	10	27	0	0	0	6	2	2	1	3	0	0	0
May week4	217	195	78	80	0	0	0	14	5	14	10	14	7	7	7
June week1	159	150	62	52	0	0	0	12	3	12	4	6	3	3	3
June week2	154	157	71	41	0	0	0	7	6	10	5	7	4	4	4

รูปที่ 4.155 บันทึกข้อมูลรายการอาหารที่ขายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสินค้าคงคลัง

01/02/2021-07/02/2021 | อุปกรณ์ทั้งหมด

ส่วนประกอบ | แสดงสินค้า

ชื่อสินค้าคงคลัง	จำนวนเป็นตัน	หน่วย	จำนวนการขาย
01-02028 ข้าวเปลือกหอมมะลิ (ขาว) 180g	0	กิโลกรัม	0
01-02029 ข้าวเปลือกหอมมะลิ 180g	0	Pcs	0
02-02062 ข้าวเปลือกหอมมะลิ 180g	0	กรัม	0
02-04005 ข้าวเปลือกหอมมะลิ Shoestring 7 mm Simlot 2 Rn.	0	กรัม	0
02-04006 ข้าวเปลือกหอมมะลิ Shoestring 10 mm Simlot 2 Rn.	0	กรัม	0
02-06016 ข้าวเปลือกหอมมะลิ Mingo Green SAKAUA (Capelin Fish Roe)	0	กรัม	0
02-08019 ข้าวเปลือกหอมมะลิ Koon Koon Mingo	90	Pcs	0
02-09064 ข้าวเปลือกหอมมะลิ ข้าว 180g	0	กรัม	0
02-09065 ข้าวเปลือกหอมมะลิ ข้าว 180g	0	กรัม	0

รูปที่ 4.156 ข้อมูลวัตถุดิบคงคลังจากหน้าเว็บไซต์ร้าน Kimukatsu

Kids Set - Kin	โกทอล 8 ชิ้น	กุ้งบุบเกล็ดข 100g	หมู กุ้ง แชลเบอร์รี่	สโตน	remain	output
0	2	0	20	0	1	0.8
4	3	0	26	0	0	1.48
1	1	0	18	0	0	1.7
5	3	0	21	0	0	0.96
3	2	1	27	0	0	1.28
3	0	0	15	0	0	1.94
5	4	0	13	0	0	1.4
6	5	0	29	0	0	1.36
2	5	0	29	0	0	0.6
0	3	0	9	0	0	2.16
0	0	0	8	0	0	1.98
0	0	0	12	0	0	1.66
0	2	0	0	0	0	2.26
1	3	0	0	0	0	2.4
0	0	0	6	0	0	1.84
1	5	0	24	0	0	0.68
1	2	0	17	0	0	2.02
0	3	0	12	0	0	1.74
0	2	0	18	0	0	0.7
6	1	1	7	0	0	1.56
0	1	1	23	0	0	1.08
0	6	0	29	0	0	1.46
1	2	0	17	0	0	1.2
1	4	1	24	0	0	0.8

รูปที่ 4.157 บันทึกข้อมูลปริมาณวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่เก็บข้อมูลประกอบด้วย 3 วัตถุดิบ ได้แก่ กุ้ง, น่องติดสะโพกไก่ และสันในไก่ ทั้งหมด 40 สัปดาห์ สำหรับการฝึกสอน และ 3 สัปดาห์สำหรับการทดสอบโมเดล ตารางสรุปชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบกุ้ง น่องติดสะโพกไก่ และสันในไก่ แสดงดังตารางที่ 4.15, 4.16 และ 4.17 ตามลำดับ และตารางสรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุดิบกุ้ง น่องติดสะโพกไก่ และสันในไก่ แสดงดังตารางที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 สรุปชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบกุ้ง

Column title	Description	Range
Menu name (82 menu)	Amount of sales for each menu	Data set min: 0 Data set max: 361
Remain	Amount of remaining shrimp in stock (unit: pcs)	Data set min: 1 Data set max: 247
Output	Amount of adding shrimp in stock (unit: pcs)	Data set min: 0 Data set max: 280

ตารางที่ 4.16 สรุปชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบน่องติดสะโพกไก่

Column title	Description	Range
Menu name (82 menu)	Amount of sales for each menu	Data set min: 0 Data set max: 361
Remain	Amount of remaining chicken thigh in stock (unit: kg)	Data set min: 0.26 Data set max: 2.46
Output	Amount of adding chicken thigh in stock (unit: kg)	Data set min: 0 Data set max: 4

ตารางที่ 4.17 สรุปชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอนของวัตถุดิบสันในไก่

Column title	Description	Range
Menu name (82 menu)	Amount of sales for each menu	Data set min: 0 Data set max: 361
Remain	Amount of remaining chicken tenderloin in stock (unit: kg)	Data set min: 0.08 Data set max: 2.4
Output	Amount of adding chicken tenderloin in stock (unit: kg)	Data set min: 0.4 Data set max: 3

ตารางที่ 4.18 สรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุดิบกุ้ง

Column title	Description	Range
Menu name (82 menu)	Amount of sales for each menu	Data set min: 0 Data set max: 361
Remain	Amount of remaining shrimp in stock (unit: pcs)	Data set min: 214 Data set max: 248
Output	Amount of adding shrimp in stock (unit: pcs)	Data set min: 30 Data set max: 70

ตารางที่ 4.19 สรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุดิบน่องติดสะโพกไก่

Column title	Description	Range
Menu name (82 menu)	Amount of sales for each menu	Data set min: 0 Data set max: 361
Remain	Amount of remaining chicken thigh in stock (unit: kg)	Data set min: 0.42 Data set max: 2.30
Output	Amount of adding chicken thigh in stock (unit: kg)	Data set min: 3.0 Data set max: 5.0

ตารางที่ 4.20 สรุปชุดข้อมูลสำหรับทดสอบของวัตถุดิบสันในไก่

Column title	Description	Range
Menu name (82 menu)	Amount of sales for each menu	Data set min: 0 Data set max: 361
Remain	Amount of remaining chicken tenderloin in stock (unit: kg)	Data set min: 0.74 Data set max: 1.18
Output	Amount of adding chicken tenderloin in stock (unit: kg)	Data set min: 1.6 Data set max: 2.0

ออกแบบการเก็บผลการทดลองโดยกำหนดค่า ชั้นซ่อนที่ 1 มีจำนวน 160 โหนด, ชั้นซ่อนที่ 2 มีจำนวน 480 โหนด, ชั้นซ่อนที่ 3 มีจำนวน 256 โหนด, epoch มีจำนวน 200 และ 400 รอบ ซึ่งได้กำหนดค่า Learning rate = 0.0007 จากนั้นคำนวณหาค่า Loss ของแต่ละโมเดลโดยใช้ MSLE function ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า Loss ของวัตถุดิบกุ้ง, น่องติดสะโพก และสันในไก่ แสดงดังตารางที่ 4.21, 4.22, 4.23 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า Loss ของวัตถุดิบกุ้ง

Hidden layer 1	Hidden layer 2	Hidden layer 3	Epoch	MSLE Loss
160	480	-	200	0.087
160	480	-	400	0.040
160	480	256	200	0.011
160	480	256	400	0.002

ตารางที่ 4.22 ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า Loss ของวัตถุดิบน่องติดสะโพกไก่

Hidden layer 1	Hidden layer 2	Hidden layer 3	Epoch	MSLE Loss
160	480	-	200	0.136
160	480	-	400	0.102
160	480	256	200	0.153
160	480	256	400	0.078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ผลลัพธ์การคำนวณหาค่า Loss ของวัตถุบัสในไก่

Hidden layer 1	Hidden layer 2	Hidden layer 3	Epoch	MSLE Loss
160	480	-	200	0.01
160	480	-	400	0.002
160	480	256	200	0.007
160	480	256	400	0.0009

ทั้งสามวัตถุบัสมีค่า Loss ต่ำที่สุดเมื่อ มี 3 ชั้นซ่อน และ epoch = 400 รอบ โดยระบบการทำนายปริมาณกุ้ง, น่องติดสะโพกไก่ และสันในไก่ มีค่า Loss ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.002, 0.078 และ 0.0009 ตามลำดับ หากพิจารณาค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบัสกุ้ง, น่องติดสะโพก และสันในไก่ แสดงได้ดังตารางที่ 4.24, 4.25, 4.26 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 ค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบัสกุ้ง (หน่วย : ชิ้น)

TRUE	Predicted
40	38.94
70	69.51
30	32.33

ตารางที่ 4.25 ค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบสน่องติดสะโพก (หน่วย : กิโลกรัม)

TRUE	Predicted
3.5	2.53
5.0	3.55
3.0	1.92

ตารางที่ 4.26 ค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ของวัตถุบัสสันในไก่ (หน่วย : กิโลกรัม)

TRUE	Predicted
1.7	1.75
2.0	2.10
1.6	1.50

จากการทดลองพบว่าระบบการทำนายปริมาณวัตถุบัสที่ควรซื้อในแต่ละครั้งสามารถทำนายได้โดยมีค่า Loss ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.0009 เมื่อค่าจริง คือ 1.70 กิโลกรัม สามารถทำนายได้

1.75 กิโลกรัม, ค่าจริง คือ 2.0 กิโลกรัม สามารถทำนายได้ 2.10 กิโลกรัม และค่าจริง คือ 1.60 กิโลกรัม สามารถทำนายได้ 1.50 กิโลกรัม สรุปได้ว่าเราสามารถใช้โมเดลเดียวกันในการทำนายปริมาณวัตถุดิบในแต่ละชนิดได้ เพราะในระบบคลาวด์คิทเช่นประกอบไปด้วยร้านอาหารจำนวนมาก และแต่ละร้านก็มีวัตถุดิบที่แตกต่างกันไปจำนวนมาก การใช้โมเดลร่วมกันจึงเหมาะสมมากกว่า สำหรับระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้จัดทำได้ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการคลาวด์คิทเช่น ร้านอาหาร และลูกค้าที่ใช้บริการ ระบบประกอบด้วยแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้าที่ใช้ในการสั่งอาหาร เว็บไซต์สำหรับร้านอาหารที่ใช้ในการแก้ไขรายการอาหารภายในร้านและแสดงรายการอาหารที่ลูกค้าสั่งซื้อ เว็บไซต์สำหรับระบบคลาวด์คิทเช่นสำหรับผู้ดูแลระบบ และอัลกอริธึมในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อส่งผลลัพธ์ไปแสดงที่เว็บไซต์และแอปพลิเคชันต่อไป โดยอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ กฎความสัมพันธ์ของสินค้า, การแบ่งกลุ่มลูกค้า, ระบบแนะนำสินค้า และระบบทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ควรซื้อในแต่ละครั้ง สรุปได้ว่าปริญญานิพนธ์นี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบที่สามารถเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นในคลาวด์คิทเช่นมาวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งที่ปริญญานิพนธ์นี้ให้ความสนใจ

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบการจัดการคลาวด์คิทเช่นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลนี้มีรายละเอียดในแต่ละส่วนค่อนข้างมาก ซึ่งสามารถปรับปรุงและพัฒนาต่อไปได้ในทุก ๆ ส่วน ทั้งในส่วนของการประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) การพัฒนาข้อจำกัดของฐานข้อมูล การปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริธึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ในการทำนายปริมาณวัตถุดิบที่ร้านอาหารควรซื้อในแต่ละครั้งอาจมีการเพิ่มการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เนื่องจากปัจจัยของรายการอาหารที่ขายได้ก็ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาหรือฤดูกาลเช่นกัน และการฝึกสอน machine learning ที่แยกกันของแต่ละวัตถุดิบอาจทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากร ในส่วนนี้ก็สามารถแก้ไขและพัฒนาต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ในส่วนจากระบบแนะนำสินค้าที่ใช้โมเดลแบบ Content-based หรือแนะนำรายการอาหารจากอัตลักษณ์ที่คล้ายคลึงกันของอาหาร เพื่อให้เกิดความหลากหลายอาจมีการนำ Collaborative filtering เข้ามาใช้ร่วมด้วย ซึ่งเป็นการแนะนำอาหารโดยใช้ข้อมูลของลูกค้าคนอื่นร่วมด้วย เป็นต้น การเพิ่ม

อัลกอริธึมอื่น ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการต่อการใช้งานได้ หรือการเชื่อมต่อบนระบบเข้ากับระบบขนส่งอาหารก็จะทำให้ระบบสมบูรณ์และเกิดเป็นระบบนิเวศทางธุรกิจ (Business Ecosystem) มากยิ่งขึ้น เนื่องจากระบบนี้ไม่มีโอกาสได้นำไปใช้กับคลาวด์คิดเช่นในชีวิตจริง แต่หากได้มีการนำไปทดลองใช้ และวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับร้านอาหารทั่วไปด้วยก็จะทำให้ปัญญาประดิษฐ์นี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] SMARTFINN. “ธุรกิจร้านอาหารสู่ Cloud Kitchen.”
<https://www.smartfinn.co.th/article/ธุรกิจร้านอาหารสู่-cloud-kitchen>.
- [2] MARKETEER. “3 นาทีเข้าใจง่าย ๆ ว่า Cloud Kitchen คืออะไร ทำไมร้านอาหารถึงหันมาทำกันเยอะขึ้น?”
<https://marketeeronline.co/archives/181086>.
- [3] ThaiSMEsCenter. “Cloud Kitchen 2021 ทางเลือก ทางรอด...ธุรกิจร้านอาหาร!”
<http://www.thaismescenter.com/cloud-kitchen-2021-ทางเลือก-ทางรอด-ธุรกิจร้านอาหาร/>.
- [4] wongnai. “A-roi hub@Thonglor.”
<https://www.wongnai.com/restaurants/966885os-a-roi-hub-thonglor>.
- [5] wongnai. “Ghost Restaurant, Cloud Kitchen คืออะไร? ค่ะไหมถ้าจะลงทุน.”
<https://www.wongnai.com/business-owners/ghost-kitchen-cloud-kitchen>.
- [6] psupsttar475. “ความหมายและประเภทของแอปพลิเคชัน.”
<https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/AI-Toolkits-for-Business.aspx>.
- [7] thantong. “ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.”
<https://sites.google.com/a/thantong.ac.th/rabb-ptibati-kar-android/android-khux-xari>.
- [8] modify. “iOS คืออะไร ประวัติความเป็นมา ใช้งานอุปกรณ์อะไร (ระบบปฏิบัติการ).”
<https://www.modify.in.th/7945>.
- [9] mindphp. “รู้จักกับ Visual Studio Code (วิซวล สตูดิโอ โค้ด) โปรแกรมฟรีจากค่ายไมโครซอฟท์.”<https://www.mindphp.com/บทความ/microsoft/4829-visual-studio-code.html>.
- [10] Suthamas. “Flutter คือ อะไร?”

- <https://www.jmandjm.com/blog/flutter-khuue-aair/>.
- [11] 1belief. “เว็บไซต์ (Website) ความหมายของเว็บไซต์ ประโยชน์ที่สำคัญ และองค์ประกอบต่างๆ.” <https://www.1belief.com/article/website/>.
- [12] จิตกร พัทธเมธากุล. “ทำความรู้จักกับ JWT (Json Web Token).” <https://www.jittagornp.me/blog/what-is-jwt/>.
- [13] Thai Programmer Association. “NodeJS ตอนที่ 1 [NodeJS คืออะไร ?].” <https://www.thaiprogrammer.org/2016/02/nodejs-ตอนที่1-nodejsคืออะไร/>.
- [14] Sakul Montha. “REST กับ RESTful API ต่างกันนะรู้ยัง” <https://iamgique.medium.com/restful-api/>.
- [15] Chat Phonbopit. “React คืออะไร ?.” <https://devahoy.com/blog/2015/11/getting-started-with-reactjs/>.
- [16] Chat Phonbopit. “Token และ JWT คืออะไร ?.” <https://devahoy.com/blog/2016/07/understanding-token-and-jwt-create-authentication-with-hapijs/>.
- [17] BB28003A. “ความหมายของฐานข้อมูล.” <https://sites.google.com/site/bb28003a/home/khwam-hmay-khxng-than-khxmud>.
- [18] Thekhnologyisarsnthest. “ฐานข้อมูล (Database).” <https://sites.google.com/site/thekhnologyisarsnthest/xngkh-prakxbkhxng-thekhnologyi-sarsnthest/than-khxmud-database>.
- [19] 9Expert. “SQL คืออะไร.” <https://www.9experttraining.com/articles/ภาษา-sql-คืออะไร>.
- [20] ณัฐพัชร เศรษฐีธร. “มาทำความรู้จัก Association Rule: เครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์ตะกร้าตลาดกัน!” <https://bigdata.go.th/big-data-101/data-science/what-is-association-rule/>.

[21]mindphp. “กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) คืออะไร ?.”

<https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/6852-what-is-a-association-rule.html>.

[22]ผศ.วิภาวรรณ บัวทอง. “AssociationRule.”

<https://wipawanblog.files.wordpress.com/2014/06/chapter-4-association-rule.pdf>.

[23] HANN. “4 วิธีการทำ Customer Segmentation ที่ควรรู้ก่อนนำ Data มาใช้วิเคราะห์.”

<https://www.d4biz.com/data-and-analytics/4-types-customer-segmentations/>.

[24]MDSOFT. “ระบบ CRM กับ การแบ่งกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของธุรกิจ Target Customer Segmentation.”<https://www.mdsoft.co.th/ความรู้/443-crm-target-customer-segmentation.html>

[25] Pakhapoom Sarapat. “อีกขั้นของ k-means algorithm ที่สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลได้ทุกประเภท.”<https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/AI-https://bigdata.go.th/big-data-101/k-means-algorithm-for-clustering-large-data-sets-with-categorical-values/>.

[26] Ichi.pro. “พื้นฐานของการเรียนรู้ของเครื่อง: K-mean Clustering.”
<https://ichi.pro/th/phun-than-khxng-kar-reiyn-ru-khxng-kheruxng-k-mean-clustering-16888187292324>.

[27]BIT FOUNDRY. “Recommendation System คืออะไร.”

<https://www.bitfoundry.co/2018/12/26/recommendation-system-เครื่องมือสำคัญสำหรับ-e-commerce-และ-ธุรกิจ-on-line/>.

[28]Sirinart Tangruamsub. “Recommendation System (แบบสรุปไม่ค่อยสั้น).”

<https://medium.com/@sinart.t/recommendation-system-แบบสรุปเอาเอง-ce6246f49754>.

- [29] กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. “AI TOOLKITS FOR BUSINESS
ธุรกิจไฮสปีดไหนก็ให้ AI ช่วยได้.” [https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/AI-
Toolkits-for-Business.aspx](https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/AI-Toolkits-for-Business.aspx)
- [30] กิรติ บุญโชติ. “บทที่ 3 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมและการประยุกต์.”
https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2132/8/284819_ch3.pdf.
- [31] ชิตพงษ์ กิตตินราทร. “Neural Network Algorithm.”
<https://guopai.github.io/ml-blog14.html>.
- [32] Surapong Kanoktipsatharporn. “Activation Function คืออะไร ใน Artificial
Neural Network, Sigmoid Function คืออะไร – Activation Function ep.1.”
[https://www.bualabs.com/archives/1261/what-is-activation-function-
what-is-sigmoid-function-activation-function-ep-1/](https://www.bualabs.com/archives/1261/what-is-activation-function-what-is-sigmoid-function-activation-function-ep-1/).
- [33] Surapong Kanoktipsatharporn. “ReLU Function คืออะไร ทำไมถึงนิยมใช้ใน Deep
Neural Network ต่างกับ Sigmoid อย่างไร – Activation Function ep.3.”
[https://www.bualabs.com/archives/1355/what-is-relu-function-why-
popular-deep-learning-training-deep-neural-network-activation-function-
ep-3/](https://www.bualabs.com/archives/1355/what-is-relu-function-why-popular-deep-learning-training-deep-neural-network-activation-function-ep-3/).
- [34] Nuttachot Promrit. “การเลือกใช้ Loss Function ในการพัฒนา Deep Learning
Model (ตอนที่ 1).” [https://blog.pjjop.org/loss-functions-for-training-deep-
learning-model-part1/](https://blog.pjjop.org/loss-functions-for-training-deep-learning-model-part1/).
- [35] Mr.P L. “Deep Learning แบบฉบับสามัญชน EP 2 Optimization & Activation
Function เรียนกันสบายๆสไตล์ชิลา.” [https://medium.com/mmp-li/deep-
learning-แบบฉบับสามัญชน-ep-2-optimization-activation-function-เรียนกัน
สบายๆสไตล์ชิลา-9feb5a87e3b2](https://medium.com/mmp-li/deep-learning-แบบฉบับสามัญชน-ep-2-optimization-activation-function-เรียนกันสบายๆสไตล์ชิลา-9feb5a87e3b2).
- [36] ชิตพงษ์ กิตตินราทร. “Neural Network Optimisers.”
<https://guopai.github.io/ml-blog17.html>.

- [37] ICHI.PRO. “ทำไม Data Normalization จึงจำเป็นสำหรับโมเดล Machine Learning.” <https://ichi.pro/th/thami-data-normalization-cung-capen-sahrab-model-machine-learning-114466878410793>.
- [38] Surapong Kanoktipsatharporn. “Normalization คืออะไร ปรับช่วงข้อมูล Feature Scaling ด้วยวิธี Normalization, Standardization ก่อนเทรน Machine Learning – Preprocessing ep.2.” <https://www.bualabs.com/archives/2100/what-is-normalization-feature-scaling-rescaling-normalization-standardization-feedforward-train-machine-learning-preprocessing-ep-2/>.



<https://drive.google.com/drive/folders/1-PHZ2XALS-9e57pU3q7ihk6z8gTVZ6d?usp=sharing>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

