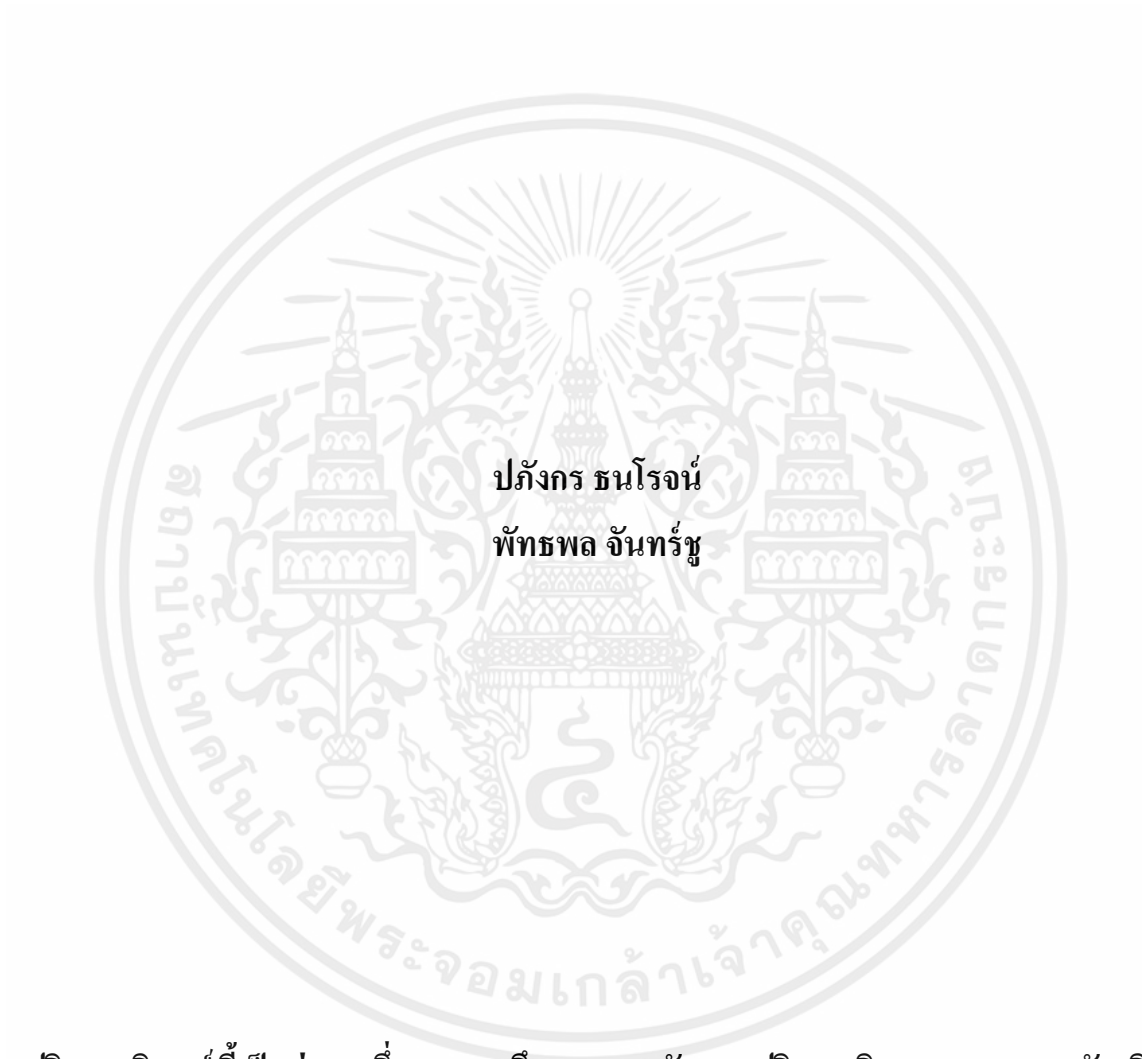


แอปพลิเคชันสำหรับซื้อขายและให้บริการสร้างโมเดล 3 มิติ
3D MODEL MARKETPLACE WITH 3D RECONSTRUCTION
SERVICE



ปภักร ชนโรจน์
พิทชพล จันทรัฐ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แอปพลิเคชันสำหรับซื้อขายและให้บริการสร้างโมเดล 3 มิติ

3D MODEL MARKETPLACE WITH 3D RECONSTRUCTION SERVICE

ผู้จัดทำ

1. นายปภักร ชนโรจน์ รหัสนักศึกษา 62010525

2. นายพัทธพล จันทรชู รหัสนักศึกษา 62010619



อรนัตร์ จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร.อรนัตร์ จิตต์โสภักตร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอปพลิเคชันสำหรับซื้อขายและให้บริการสร้างโมเดล 3 มิติ

นายปภักร	ชนโรจน์	62010525
นายพัทพล	จันทร์ชู	62010619
รศ.ดร.อรฉัตร	จิตต์โสภักตร์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2565		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ความต้องการ โมเดล 3 มิติ ได้เพิ่มสูงขึ้นในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สถาปัตยกรรม วิศวกรรม เกม และการผลิตภาพยนตร์ เพื่อตอบสนองความต้องการนี้ ตลาดซื้อขายโมเดล 3 มิติ ได้กลายเป็นแพลตฟอร์มยอดนิยมสำหรับผู้ซื้อและผู้ขายในการแลกเปลี่ยนโมเดล 3 มิติ อย่างไรก็ตาม การสร้างโมเดล 3 มิติที่แม่นยำอาจเป็นงานที่ยากและทำท่ายสำหรับหลาย ๆ คน

คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่ใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการสร้าง โมเดล 3 มิติ โดยการแปลงภาพถ่ายของวัตถุที่มีอยู่ในโลกจริงมาเป็น โมเดล 3 มิติ และสร้างแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับซื้อขาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงโมเดล 3 มิติได้หลากหลายรูปแบบที่ตรงกับความต้องการเฉพาะของคนได้ดีที่สุด

3D MODEL MARKETPLACE WITH 3D RECONSTRUCTION SERVICE

Mr. Paphankorn Tanaroj 62010525

Mr. Pattapon Janchoo 62010619

Assoc. Prof. Dr. Orachat Chitsobhuk Advisor

Academic Year 2022

Abstract

Nowadays, 3D models are widely used in various industries such as architecture, engineering, gaming, and film production. With the increasing demand on 3D models, 3D marketplaces have become popular platforms for buying and selling these models. However, creating a 3D model from scratch can be a time-consuming and challenging task for some users. To address this issue.

Our team, therefore, have proposed a technology for assisting users in creating 3D models by converting photos of real-world objects into 3D models and developing a 3D model marketplace to provide users with access to a variety of 3D models.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.อรนัตร์ จิตต์โสภัทกร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการนี้มาโดยตลอด ทำให้การทำงานต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่นและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ต่าง ๆ แก่คณะผู้จัดทำตลอดช่วงการศึกษาที่ผ่านมา ส่งผลให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวถึงและผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนด้วยดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความจริงใจ

ปภัทกร ธนโรจน์
พัทธพล จันทร์ชู

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 แผนการดำเนินงาน	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.3 แอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ	12
3.1 ภาพรวมระบบ	12
3.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ.....	14
3.3 การออกแบบ Use Case Diagram.....	15
3.4 การออกแบบ Sequence Diagram	23
3.5 การออกแบบฐานข้อมูล.....	30
3.6 การออกแบบ UI.....	42
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	48
4.1 การพัฒนาระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน	48
4.2 การพัฒนาระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติในส่วน API.....	62
4.3 ผลการทดลองการสร้างโมเดล 3 มิติ	72
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	98
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	98
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	99
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ	99
บทที่ 6 บรรณานุกรม.....	101

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานในปีการศึกษาที่ 1/2565.....	5
1.2 แผนการดำเนินงานในปีการศึกษาที่ 2/2565.....	6
2.1 เปรียบเทียบระหว่าง Sketchfab, TurboSquid และ Application ที่จะทำ.....	11
3.1 Register Use Case	17
3.2 Login Use Case.....	17
3.3 Search 3D Models Use Case.....	18
3.4 Show 3D Model Previews Use Case.....	18
3.5 Register Store Use Case	19
3.6 Add/Create 3D Models Use Case	19
3.7 Buy 3D Models Use Case.....	20
3.8 Export 3D Models Use Case.....	20
3.9 Manage Wallet Use Case.....	21
3.10 Edit Profile Use Case	21
3.11 Manage User Data Use Case	22
3.12 Suspend User Use Case.....	22
3.13 รายละเอียดตารางผู้ใช้ (User)	33
3.14 รายละเอียดตารางการยืนยันตัวตน (Identity)	34
3.15 รายละเอียดตาราง OTP	35
3.16 รายละเอียดตาราง OAuth Refresh Token	35
3.17 รายละเอียดตารางโมเดล 3 มิติ (Model)	36
3.18 รายละเอียดตารางสินค้า (Product).....	36
3.19 รายละเอียดตารางการถูกใจ (Like).....	37
3.20 รายละเอียดตารางตะกร้าสินค้า (Cart).....	37
3.21 รายละเอียดตารางคำสั่งซื้อขาย (Order).....	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
3.22 รายละเอียดตารางการถูกใจ (Favourite).....	38
3.23 รายละเอียดตารางการทำธุรกรรมกับกระเป๋าเงิน (Wallet Transaction)	39
3.24 รายละเอียดตารางการซื้อขายสินค้า (Order Product)	39
3.25 รายละเอียดตารางการแจ้งเตือน (Notification)	40
3.26 รายละเอียดตารางการจัดการผู้ใช้ (User Management).....	40
3.27 รายละเอียดตารางการรายงานผู้ใช้ (Report Product)	41
3.28 รายละเอียดตารางหมวดหมู่ (Category)	41
4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้เทรนโมเดลในการทดลองรูปแบบที่ 1	77
4.2 ค่าเวลาที่ใช้ในการเทรน, หน่วยความจำของ GPU สูงสุดที่ใช้.....	79
4.3 พารามิเตอร์ของโมเดล 3 มิติจากการเทรนที่มี Loss น้อยที่สุด และ Loss มากที่สุด.....	82
4.4 ค่า PSNR และ SSIM.....	84
4.5 พารามิเตอร์ของโมเดล 3 มิติที่มี PSNR และ SSIM น้อยที่สุด กับมากที่สุด	86
4.6 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้เทรนโมเดลในการทดลองรูปแบบที่ 2	92
4.7 หน่วยความจำของ GPU สูงสุด ที่ใช้.....	93

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 การทำงานของ NeRF.....	9
2.2 รวมขั้นตอนการสร้างข้อมูลในการเรนเดอร์.....	10
2.3 ผลลัพธ์การปรับคุณภาพของรูปภาพ.....	10
3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ.....	12
3.2 สถาปัตยกรรมของระบบในรูปแบบ 3-Tier.....	14
3.3 Use Case Diagram ของระบบ.....	15
3.4 ลำดับการทำงานของระบบสมาชิก.....	23
3.5 ลำดับการทำงานของระบบเข้าสู่ระบบ.....	24
3.6 ลำดับการทำงานของระบบเปิดแอป.....	25
3.7 ลำดับการทำงานของระบบซื้อโมเดล 3 มิติ.....	25
3.8 ลำดับการทำงานของระบบสร้างโมเดล 3 มิติ.....	26
3.9 ลำดับการทำงานของระบบแสดงหน้าสินค้า.....	26
3.10 ลำดับการทำงานของระบบจัดการตะกร้า.....	27
3.11 ลำดับการทำงานของระบบลงทะเบียนร้านค้า.....	27
3.12 ลำดับการทำงานของระบบค้นหาสินค้า.....	28
3.13 ลำดับการทำงานของระบบขายสินค้า.....	28
3.14 ลำดับการทำงานของระบบแสดงภาพโมเดล 3 มิติใน AR.....	29
3.15 Entity Relationship Diagram ของระบบ.....	30
3.16 Database Schema ของระบบ.....	32
3.17 หน้าเข้าสู่ระบบ, ระบบสมาชิก และหน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน.....	42
3.18 หน้าหลัก, หน้าสินค้าแต่ละชิ้น และหน้าค้นหาสินค้า.....	42
3.19 หน้าดูสินค้า 3 มิติเต็มจอ, หน้ารายการโปรด, หน้าตะกร้าสินค้า และหน้าการสั่งซื้อ.....	43
3.20 หน้าโปรไฟล์, หน้าตั้งค่าบัญชี, หน้าประวัติคำสั่งซื้อ, และหน้าแจ้งเตือน.....	43

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.21 หน้าแก้ไขโปรไฟล์ และหน้าตั้งค่าการชำระเงิน	44
3.22 หน้าร้านค้า และหน้าสินค้าของฉัน	44
3.23 หน้าโมเดลของฉัน และหน้าสร้างโมเดล 3 มิติ.....	45
3.24 หน้าเพิ่มสินค้า, หน้ารายได้ร้านค้า และหน้าถอนเงิน	45
3.25 หน้า Admin ตรวจสอบการยืนยันตัวตน	46
3.26 หน้า Admin จัดการผู้ใช้	46
3.27 หน้า Admin จัดการถอนเงิน	47
3.28 หน้า Admin จัดการสินค้า	47
4.1 หน้าโปรไฟล์, หน้าเข้าสู่ระบบ และหน้าสมัครสมาชิก	48
4.2 หน้ากรอกอีเมล, หน้ากรอก OTP และหน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน.....	49
4.3 หน้าหลักสำหรับผู้ใช้งาน	49
4.4 หน้าสำหรับค้นหาสินค้า	50
4.5 หน้าดูสินค้าแต่ละชิ้น ดูโมเดล 3 มิติแบบเต็มหน้าจอ และดูโมเดล 3 มิติแบบ AR	51
4.6 หน้าสำหรับการเพิ่มสินค้าลงตะกร้า และหน้าสำหรับดูสินค้าในตะกร้า.....	51
4.7 หน้าสำหรับเพิ่มสินค้าลงในรายการโปรด และหน้าดูสินค้านำรายการโปรด	52
4.8 หน้าสำหรับรายการการแจ้งเตือน หน้าสำหรับดูสินค้า และหน้าสำหรับการแจ้งเตือนที่กดดูแล้ว	53
4.9 หน้าสำหรับรายการการแจ้งเตือน หน้าสำหรับดูสินค้า และหน้าสำหรับการแจ้งเตือนที่กดดูแล้ว	53
4.10 หน้าชำระเงิน หน้าสั่งซื้อสำเร็จ หน้าประวัติการสั่งซื้อ และหน้าโมเดลของฉัน	54
4.11 หน้าตั้งค่าบัญชีผู้ใช้ หน้าแก้ไขโปรไฟล์ และหน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน	55
4.12 หน้าลงทะเบียนร้านค้า และหน้าร้านค้าของฉัน.....	55
4.13 หน้าโมเดล 3 มิติของฉัน หน้าถ่ายรูปสร้างโมเดล หน้าตั้งค่าการสร้างโมเดล	56
4.14 หน้าสินค้าของฉัน หน้าโมเดล 3 มิติของฉัน และหน้าเพิ่มสินค้า.....	57
4.15 หน้ารายรับของฉัน และหน้าถอนเงิน	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.16 หน้าเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ.....	58
4.17 หน้าแดชบอร์ดสำหรับผู้ดูแลระบบ	59
4.18 หน้าจัดการการยืนยันตัวตนสำหรับผู้ดูแลระบบ.....	59
4.19 หน้าจัดการบัญชีผู้ใช้สำหรับผู้ดูแลระบบ.....	60
4.20 หน้าจัดการคำขอถอนเงินสำหรับผู้ดูแลระบบ	60
4.21 หน้าจัดการการรายงานสินค้าสำหรับผู้ดูแลระบบ	61
4.22 หน้าจัดการสินค้าสำหรับผู้ดูแลระบบ	61
4.23 Postman Documentation ในส่วนของการยืนยันตัวตน	62
4.24 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการข้อมูลโปรไฟล์ผู้ใช้.....	63
4.25 Postman Documentation สำหรับจัดการหมวดหมู่สินค้า.....	63
4.26 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการโมเดล 3 มิติ.....	64
4.27 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการสินค้า	65
4.28 Postman Documentation ในส่วนของตะกร้าสินค้า	65
4.29 Postman Documentation ในส่วนของรายการโปรดสินค้า.....	66
4.30 Postman Documentation ในส่วนของการชำระเงิน	66
4.31 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการคำสั่งซื้อสินค้า.....	67
4.32 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการการเงินของร้านค้า	68
4.33 Postman Documentation ในส่วนของการลงทะเบียนร้านค้า	68
4.34 Postman Documentation ในส่วนของการกวดติดตาม	69
4.35 Postman Documentation ในส่วนของการแจ้งเตือน	70
4.36 Postman Documentation ในส่วนของการรายงานสินค้า.....	70
4.37 Postman Documentation ในส่วนของผู้ดูแลระบบ	71
4.38 การทดลองสร้าง Mesh จาก 1 รูป	72

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.39 ตัวอย่างภาพ 5 รูป	72
4.40 Point cloud ที่ได้จากภาพ 5 รูป.....	73
4.41 3D Mesh, Texture, โมเดล 3 มิติที่ได้.....	73
4.42 3D Mesh, Texture, โมเดล 3 มิติที่ได้สร้างโดยไม่มี mesh ตั้งต้น.....	74
4.43 3D Mesh, Texture, โมเดล 3 มิติที่ได้สร้างโดยใช้ mesh ตั้งต้นที่ได้จาก instant-ngp	74
4.44 Refine Percentile 70%, Decimate Percentile 50%	75
4.45 Refine Percentile 70%, Decimate Percentile 5%	75
4.46 Refine Percentile 100%, Decimate Percentile 0%	76
4.47 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดและหน่วยความจำของ GPU.....	78
4.48 ค่า L2 loss ของการเทรน 500 steps	81
4.49 ค่า L2 loss ของการเทรน 30000 steps.....	81
4.50 โมเดล 3 มิติจากการเทรน Loss น้อยที่สุดและ Loss มากที่สุด.....	82
4.51 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดและหน่วยความจำของ GPU.....	83
4.52 โมเดล 3 มิติภาพซ้าย มี PSNR (7.62) และ SSIM (0.06) น้อยที่สุด ส่วนภาพขวา PSNR (18.19) และ SSIM (0.89) มากที่สุด	86
4.53 หลักด้านซ้าย TRAINING_STEPS=500, หลักด้านขวา TRAINING_STEPS=30,000.....	87
4.54 ความสัมพันธ์ระหว่าง TRAINING_STEPS กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM	87
4.55 ด้านซ้าย NUMBER_OF_PICTURES = 120, ด้านขวา NUMBER_OF_PICTURES = 240.....	88
4.56 ความสัมพันธ์ระหว่าง NUMBER_OF_PICTURES กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM	88
4.57 ด้านซ้าย DISTANCE = 15 cm, ด้านขวา DISTANCE = 30 cm.....	89
4.58 ความสัมพันธ์ระหว่าง DISTANCE กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM.....	89
4.59 ด้านซ้าย AABB_SCALE = 1, ด้านขวา AABB_SCALE = 4.....	90
4.60 ความสัมพันธ์ระหว่าง AABB_SCALE กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM.....	90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.61 ด้านซ้าย CAMERA_MODEL = OPENCV, ตรงกลาง CAMERA_MODEL = PINHOLE ด้านขวา CAMERA_MODEL = RADIAL.....	91
4.62 ความสัมพันธ์ระหว่าง CAMERA_MODEL กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM.....	91
4.63 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความจำสูงสุดของ GPU กับ AABB_SCALE และ NUMBER_OF_PICTURES.....	91
4.64 เปรียบเทียบแต่ละความละเอียด ซ้าย=256, กลาง=512, ขวา=1024.....	93
4.65 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของต้นกระบองเพชร.....	93
4.66 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของพิคาซุ.....	94
4.67 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของรูปปั้นยีราฟ.....	94
4.68 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของนาฬิกาตั้งโต๊ะ.....	95
4.69 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของขวดน้ำ.....	95

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบัน ความต้องการโมเดล 3 มิติได้เพิ่มสูงขึ้นในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สถาปัตยกรรม วิศวกรรม เกม และการผลิตภาพยนตร์ เพื่อตอบสนองความต้องการนี้ ตลาดซื้อขายโมเดล 3 มิติได้กลายเป็นแพลตฟอร์มยอดนิยมสำหรับผู้ซื้อและผู้ขายในการแลกเปลี่ยนโมเดล 3 มิติ อย่างไรก็ตาม การสร้างโมเดล 3 มิติที่แม่นยำอาจเป็นงานที่ยากและท้าทายสำหรับหลาย ๆ คน

เนื่องจาก การสร้างโมเดล 3 มิติเป็นงานที่ซับซ้อนและต้องใช้ความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งในหลายด้าน เช่น ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการใช้ซอฟต์แวร์เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติ นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านการสร้างโมเดล 3 มิติที่ใช้เวลานาน และการลงทุนที่สูงสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง

คณะผู้จัดทำได้เห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับซื้อขายและให้บริการสร้างโมเดล 3 มิติ เพื่อแก้ปัญหาแก่ผู้ใช้ที่ต้องการโมเดล 3 มิติแต่ขาดความชำนาญหรือทรัพยากรในการสร้างโมเดล 3 มิติ ดังนั้นแอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงโมเดล 3 มิติจำนวนมากที่นักออกแบบได้ลงขายไว้ โดยโมเดลมีตั้งแต่เฟอร์นิเจอร์ สินค้าแฟชั่นไปจนถึงอาหารและธรรมชาติ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถซื้อโมเดล 3 มิติที่ตรงกับความต้องการเฉพาะของตนได้ดีที่สุด นอกเหนือจากตลาดสำหรับซื้อขายแล้วยังมีบริการสำหรับสร้างโมเดล 3 มิติ บริการนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างโมเดล 3 มิติที่ใกล้เคียงกับวัตถุต้นฉบับ โดยการถ่ายภาพโดยรอบของวัตถุนั้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาระบบสำหรับการแปลงรูปภาพ 2 มิติเป็น โมเดล 3 มิติ
- 2) เพื่อเพิ่มการเข้าถึง โมเดล 3 มิติที่หลากหลายด้วยระบบซื้อขายออนไลน์
- 3) เพื่อเพิ่มประสบการณ์ในการซื้อขายโมเดล 3 มิติ ด้วยเทคโนโลยี AR
- 4) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือที่ใช้งานง่ายและสะดวกสบายต่อผู้ใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

แบ่งผู้ใช้งานออกเป็น ผู้ดูแล ผู้ซื้อ และผู้ขาย

1.3.1 ขอบเขตของแอปพลิเคชัน

- 1) แอปพลิเคชันใช้งานได้เฉพาะบนโทรศัพท์มือถือ Android
- 2) แอปพลิเคชันใช้งานได้เฉพาะบนเว็บไซต์สำหรับผู้ดูแล
- 3) แอปพลิเคชันรองรับเฉพาะภาษาไทย

1.3.2 ขอบเขตระบบการจัดการของผู้ดูแล

- 1) ผู้ดูแลสามารถอนุมัติการยืนยันตัวตนสำหรับผู้ขายได้
- 2) ผู้ดูแลสามารถดูคำร้องขอถอนเงินได้
- 3) ผู้ดูแลสามารถดูการรายงานของร้านค้าได้
- 4) ผู้ดูแลสามารถระงับสินค้าของผู้ขายได้
- 5) ผู้ดูแลสามารถระงับบัญชีของผู้ใช้ได้

1.3.3 ขอบเขตระบบการจัดการของผู้ขาย

- 1) ผู้ขายสามารถลงขายสินค้าที่เป็น โมเดล 3 มิติได้
- 2) ผู้ขายสามารถกำหนดราคา และรายละเอียดของสินค้าได้
- 3) ผู้ขายสามารถดูประวัติการขายสินค้าได้
- 4) ผู้ขายสามารถเพิ่ม โมเดล 3 มิติหรือแปลงภาพถ่ายเป็นสินค้าที่เป็น โมเดล 3 มิติได้
- 5) ผู้ขายสามารถนำ โมเดล 3 มิติมาแสดงในโลกจริงได้ผ่านระบบ AR
- 6) ผู้ขายสามารถเลือกจัดหมวดหมู่สินค้าได้
- 7) ผู้ขายสามารถเปลี่ยนสถานะของสินค้าได้
- 8) ผู้ขายสามารถถอนเงินที่ขายสินค้าได้
- 9) ผู้ขายสามารถดูหน้าร้านของตัวเองได้

1.3.4 ขอบเขตระบบการจัดการของผู้ซื้อ

- 1) ผู้ซื้อสามารถดูสินค้าตามหมวดหมู่ได้
- 2) ผู้ซื้อสามารถค้นหาสินค้าที่ต้องการได้
- 3) ผู้ซื้อสามารถเลือกสินค้าที่สนใจใส่ในตะกร้าได้
- 4) ผู้ซื้อสามารถนำโมเดล 3 มิติมาแสดงในโลกจริงได้ผ่านระบบ AR
- 5) ผู้ซื้อสามารถดาวน์โหลดไฟล์โมเดล 3 มิติ (.GLB) ที่ซื้อไปได้
- 6) ผู้ซื้อสามารถดูตัวอย่างของสินค้าเป็นโมเดล 3 มิติได้
- 7) ผู้ซื้อสามารถให้คะแนนสินค้าที่ซื้อได้
- 8) ผู้ซื้อสามารถรายงานสินค้าได้
- 9) ผู้ซื้อสามารถติดตามร้านค้าได้
- 10) ผู้ซื้อสามารถกดดูใจสินค้า เพื่อเพิ่มไปยังสินค้าที่สนใจได้

1.3.5 ขอบเขตระบบฐานข้อมูล

- 1) จัดเก็บข้อมูลบัญชีผู้ใช้ (ผู้ดูแล, ผู้ขาย, ผู้ซื้อ)
- 2) จัดเก็บข้อมูลสินค้า
- 3) จัดเก็บข้อมูลสินค้าในตะกร้า
- 4) จัดเก็บข้อมูลการซื้อขาย
- 5) จัดเก็บข้อมูลคะแนนรีวิว
- 6) จัดเก็บข้อมูลการกดสนใจสินค้า
- 7) จัดเก็บข้อมูลการรายงานสินค้า
- 8) จัดเก็บข้อมูลการแจ้งเตือน
- 9) จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ของผู้ซื้อ เช่น ข้อมูลการชำระเงิน

1.3.6 ขอบเขตระบบแปลงภาพถ่ายให้กลายเป็นโมเดล 3 มิติ

- 1) สามารถสร้างโมเดล 3 มิติของวัตถุที่มีขนาดเล็กประมาณไม่เกินกว้าง 15 ซม. ยาว 15 ซม. สูง 15 ซม. ภายใน 3-4 ชม. ได้
- 2) สร้างโมเดล 3 มิติได้จากรูปภาพจำนวน 30-200 รูป
- 3) แสงในการถ่ายภาพต้องเพียงพอและสม่ำเสมอเท่า ๆ กัน ไม่ควรมีแสงสะท้อนบนพื้นผิววัตถุ
- 4) ภาพที่ถ่ายจะต้องมีส่วนที่ overlap กันหรือมุมเลื่อนในการขยับกล้องประมาณ 10-15 องศา

- 5) ภาพที่ถ่ายต้องมีความคมชัดและเห็นวัตถุชัดเจน รูปภาพควรมี texture ที่ชัดเจนไม่เป็นสีพื้น
- 6) จะต้องถ่ายภาพในทุกมุมมองรอบ ๆ วัตถุ
- 7) ระยะห่างในการถ่ายภาพของแต่ละรูปควรใกล้เคียงกันมากที่สุด

1.3.7 ขอบเขตระบบ AR

- 1) สามารถนำโมเดล 3 มิติมาลงวางบนโลกจริงได้ผ่านโทรศัพท์มือถือ Android ที่รองรับ Google ARCore

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติที่หลากหลาย
- 2) ระบบแปลงภาพถ่ายเป็นโมเดล 3 มิติ
- 3) สามารถนำโมเดล 3 มิติไปใช้ในงานอื่นได้เช่น ในเกม 3 มิติ, เครื่องพิมพ์ 3 มิติ, Metaverse
- 4) ระบบ AR เพื่อแสดงโมเดล 3 มิติ

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตาราง 1.1 แผนการดำเนินงานในปีการศึกษาที่ 1/2565

รายการ	สิงหาคม					กันยายน					ตุลาคม				พฤศจิกายน					ธันวาคม
	1	2	3	4	5	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	2	
Requirement Analysis	■	■	■	■	■	■	■													
UX/UI Design																				
Use Case Diagram						■														
Sequence Diagram							■													
Database Design								■												
Tools Study																			■	
3D Model Generation Study																			■	
Login page																				
Register page																				
Main home page																				
Search page																				
Product detail page																			■	
Reset password page																			■	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.2 แผนการดำเนินงานในปีการศึกษาที่ 2/2565

รายการ	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม					เมษายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Reset password page	■																
Search results page		■	■														
Product list page		■	■														
Product page in AR Mode			■	■													
Shopping cart page			■	■													
Product order page				■	■												
Payment page				■	■												
Order history page					■	■											
Profile page					■	■											
Customer's model page						■	■										
User's likes page						■	■										
Setting page							■	■									
Edit profile page							■	■									
Notification page								■	■								
Product registration page								■	■								
Store management page									■	■							
Store's product page										■	■						
Add product page											■	■					
Store's income page												■	■				
Store's score													■	■			
3D model generation page														■	■		
3D model generation module	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Admin Web App														■	■	■	
Testing																■	■
Deployment																	■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Multi-view 3D Reconstruction

เป็นการสร้างโมเดล 3 มิติจากภาพถ่ายหลาย ๆ มุม โดยมีการใช้ Deep Learning เข้ามาช่วยปรับ parameter ต่าง ๆ ทำให้สามารถสร้างโมเดล 3 มิติได้เหมือนจริงมากขึ้น

2.1.2 Augmented Reality (AR)

เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำโมเดล 3 มิติมาแสดงบนโลกจริงได้โดยมีวิธีในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือถือระยะห่างระหว่างสิ่งของกับมือถือ และสามารถจดจำตำแหน่งที่ผู้ใช้มีการตอบสนองกับโลกจริงได้ เช่น กดวงโมเดล 3 มิติบนโลก

2.1.3 Software development process

เป็นกระบวนการในการสร้าง Software เริ่มตั้งแต่การกำหนด Project Scope, การรวบรวม Requirement , การออกแบบ UX/UI, การออกแบบ Database, การ implement และการทดสอบระบบ

2.1.4 UX/UI Design

มีการใช้หลักการการจัดสี ตำแหน่งและองค์ประกอบของปุ่มต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก

2.1.5 Front end mobile app development

พัฒนาโดยใช้ Flutter เขียนด้วยภาษา Dart โดยมีการจัดการ state บนหน้า UI โดยใช้ BLoC design pattern

2.1.6 Front end web app development

พัฒนาโดยใช้ React เขียนด้วยภาษา TypeScript

2.1.7 Backend development

2.1.7.1 Express.js

เป็น Back-end JavaScript Framework ใช้ในการสร้าง RESTful API ซึ่งเป็นที่นิยมมีฟังก์ชันต่าง ๆ ช่วยในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเหตุผลที่เลือกใช้เครื่องมือนี้เพราะว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่ายเข้าใจง่าย และไม่ซับซ้อน

2.1.7.2 Flask

เป็น Back-end Python Framework ใช้ในการสร้าง RESTful API เหตุผลที่เลือกใช้เครื่องมือนี้เพราะว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย และสามารถใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับ AI ได้ง่ายเนื่องจากใช้ภาษา python

2.1.8 Database System

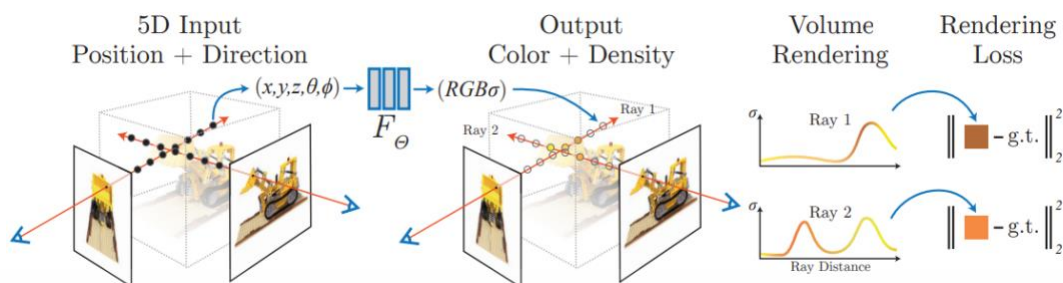
ได้มีการออกแบบ Database โดยเริ่มจากการสร้าง ER Diagram แล้วทำการแปลงให้เป็น Relational database แล้วได้ทำการใช้ PostgreSQL เป็น DBMS

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Instant Neural Graphics Primitives with a Multiresolution Hash Encoding

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ Nvidia ที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำให้ Neural graphics primitives ซึ่งปกติแล้วจะใช้เวลาในการเรนเดอร์ โดยที่ทีมวิจัยได้พัฒนาการทำ input encoding เพื่อให้สามารถใช้ neural network ที่เล็กลงแต่คุณภาพของงานยังคงดีอยู่ ซึ่งการทำเช่นนี้ทำให้ลดการประมวลผลเลข floating point และกระบวนการในการเข้าถึง memory โดยวิธีที่ทีมงานวิจัยใช้คือการนำ neural network ที่มีขนาดเล็กมาทำการแต่งเติมโดยการนำ feature vectors ที่สามารถเรนได้ไปใส่ไว้ใน multiresolution hash table ซึ่งวิธีการทำโครงสร้างแบบ multiresolution จะทำให้ตัว neural network สามารถแยกความต่างเมื่อเจอ hash collisions ได้และยังให้สามารถทำงานแบบขนานใน GPU รุ่นในยุคปัจจุบันและทีมวิจัยก็ได้พัฒนาระบบทั้งหมดโดยใช้ fully-fused CUDA kernels ซึ่งทำให้สามารถทำงานบน GPU ของ Nvidia ได้เป็นอย่างดี

จุดเด่นของงานวิจัยนี้มี 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับงานได้หลากหลายซึ่งในงานวิจัยนี้ทีมวิจัยได้นำวิธีทำ input encoding ที่ได้กล่าวมาข้างต้นไปใช้กับ Gigapixel image, Neural signed distance functions (SDF), Neural radiance caching (NRC), Neural radiance and density fields (NeRF) ซึ่ง NeRF จริงๆ แล้วจุดประสงค์หลักของ คือการสร้าง 3D Scene แต่สามารถใช้ Marching Cubes เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติจาก NeRF ได้ซึ่งนำมาสู่จุดเด่นส่วนที่สองของงานวิจัยนี้คือความเร็วในการสร้างโมเดล 3 มิติที่เร็วมากในการทดลองของทีมวิจัยนี้ใช้เวลาสร้างแค่ 5 วินาที



รูป 2.1 การทำงานของ NeRF

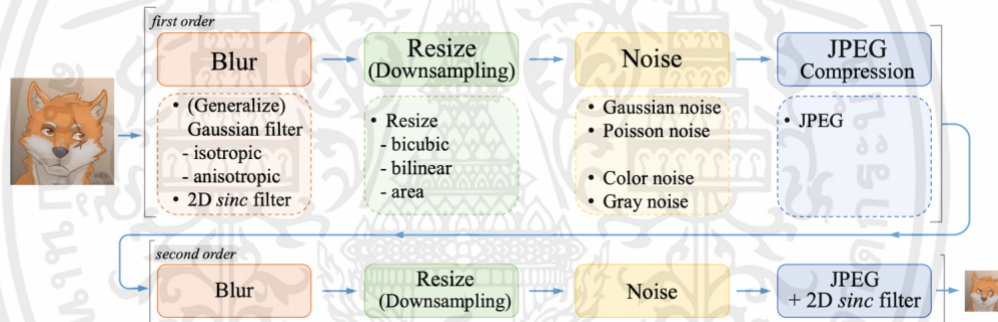
ขั้นตอนการเทรน NeRF ที่ใช้ Instant Neural Graphics Primitives with a Multiresolution Hash Encoding เพื่อให้ได้โมเดล 3 มิติคือ

- 1) ข้อมูลที่เราต้องมีคือ รูปภาพของวัตถุหลายมุมมองที่มีส่วนที่ overlap กันของรูปภาพ
- 2) พอเรามีรูปหลาย ๆ รูปแล้วแล้วจะต้องหามุมมองกล้องจากภาพนั้น โดยเราจะใช้ COLMAP ซึ่งสามารถให้มุมมองกล้องของแต่ละรูปได้โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า Structure-from-Motion (SfM)
- 3) พอเรารูปมุมมองของกล้องกับรูปภาพแต่ละภาพเราจะทำการสร้างเส้นตรงหรือยิง ray เข้าไปใน pixel ของรูปภาพแต่ละรูปโดยมุมมองเป็นตัวกำหนดทิศทางของเส้นนั้น
- 4) เมื่อเราสร้างเส้นตรงแล้วเราจะทำการ sample จุดบนเส้นตรงหลาย ๆ จุดโดยแต่ละจุดจะเป็นค่าตำแหน่ง x, y, z และค่ามุมมอง
- 5) เราเอาจุดที่มีค่าตำแหน่ง x, y, z และค่ามุมมองหลาย ๆ จุด ไปทำ Multiresolution Hash Encoding เพื่อสกัดคุณลักษณะของข้อมูล
- 6) เมื่อเรานำ input เข้า neural network ก็จะได้ output ออกมาเป็นค่าสี RGB และความหนาแน่นของจุดซึ่งสิ่งนี้เป็น 3D Scene
- 7) เราจะทำการ optimization ด้วยวิธี Gradient descent โดยเริ่มต้นจะทำการสิ่งที่เรียกว่า Volume Rendering คือการเอาจุดที่อยู่บนเส้นที่เรายิงออกไปหลาย ๆ อัน มาทำการย้อนกลับให้กลายเป็น pixel ของภาพและจากนั้นเราจะนำ pixel ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ pixel ของภาพจริง ๆ เพื่อหา loss แล้วจึงนำ gradient ของ loss ไปทำ Backpropagation เพื่อปรับน้ำหนักใน neural network
- 8) เรา ก็จะเทรน โมเดลจน loss เหลือน้อยก็จะได้ 3D Scene ที่สวยงามออกมาและเพื่อให้ได้โมเดล 3 มิติ จะต้องทำการนำ NeRF ไปทำ Marching Cubes เพื่อให้ได้เป็น mesh พร้อม texture ออกมา

2.2.2 Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data

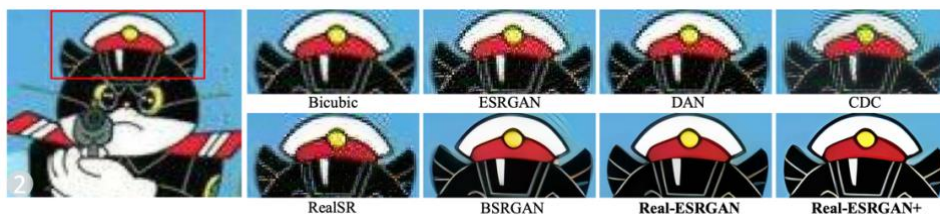
Data

งานวิจัยนี้สามารถทำให้รูปภาพมีคุณภาพที่สูงขึ้น เช่น คมชัดขึ้น, สีสวยขึ้น โดยจะเน้นแก้ปัญหาทางงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ไม่สามารถนำมาปรับใช้กับรูปภาพจริง ๆ ที่เกิดในชีวิตประจำวันได้ซึ่งอาจจะถูกลดคุณภาพเช่น Camera Blur, Sensor Noise, Resize, JPEG Compression เป็นต้นซึ่งเป็นปัจจัยที่หลากหลายและซับซ้อน งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้าง Training data โดยการเลียนแบบให้เหมือนรูปภาพในชีวิตประจำวันที่ถูกลดคุณภาพมากที่สุด โดยนำรูปภาพไปผ่านขั้นตอนการ Blur , ทำให้เกิด Noise, Resize รูปภาพ, ทำ JPEG Compression, ทำ 2D sinc filter ซึ่งจะรูปภาพจะถูกทำขั้นตอนเหล่านี้ซ้ำ ๆ โดยแต่ละครั้งมีการเปลี่ยน Hyperparameter ให้แตกต่างกัน และบางครั้งก็มีการสลับขั้นตอนกัน ทั้งหมดนี้เพื่อให้ Training data มีความหลากหลายมากที่สุดเสมือนเป็นรูปภาพในชีวิตประจำวันของเรา



รูป 2.2 รวมขั้นตอนการสร้างข้อมูลในการเทรน

ต่อมาเมื่อมี Training data แล้วทีมงานวิจัยก็ได้เตรียม neural network สำหรับการเทรนโดยนำ ESRGAN มาต่อยอดได้ใช้ generator เป็น ESRGAN generator และใช้ discriminator เป็น U-Net discriminator with spectral normalization ซึ่งจะไม่เหมือนกับ ESRGAN เพื่อให้ตอบโจทย์รูปภาพในชีวิตประจำวัน และทำการเทรน neural network



รูป 2.3 ผลลัพธ์การปรับคุณภาพของรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบระหว่าง Sketchfab, TurboSquid และ Application ที่จะทำ

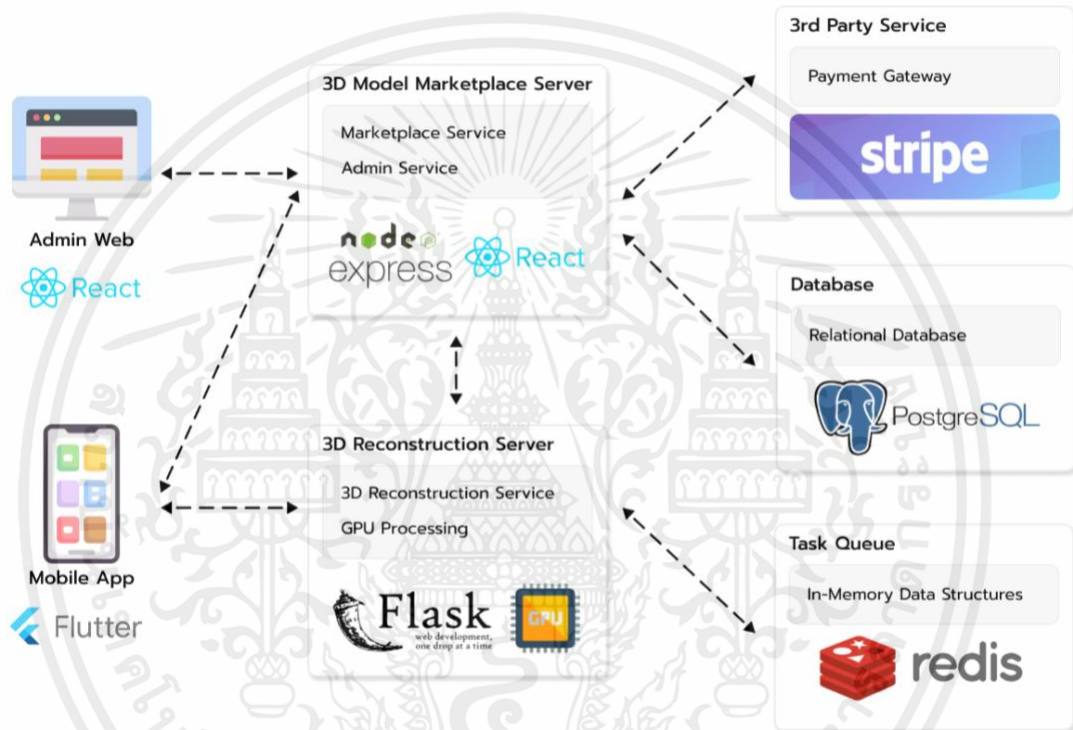
ความสามารถ	TurboSquid	Sketchfab	Application ที่จะทำ
ลักษณะการซื้อขาย	ซื้อขายโมเดล 3มิติ	ซื้อขายโมเดล 3มิติและสามารถนำ 3D Model มาลงให้คนอื่นดูได้แต่ไม่ได้ขายและบางอันปล่อยให้โหลดฟรี	ซื้อขายโมเดล 3มิติ
ระบบสร้างโมเดล 3มิติ	ต้องนำไฟล์โมเดล 3มิติของตนเอง upload ขึ้นเว็บ	ต้องนำไฟล์โมเดล 3มิติของตนเอง upload ขึ้นเว็บ	มีระบบแปลงจากภาพ 2 มิติเป็นโมเดล 3มิติให้และสามารถเลือกได้ถ้าต้องการ upload ไฟล์โมเดล 3มิติของตนเอง
ระบบ VR	ไม่มี	เวลาคาดดูสินค้าจะมีให้เลือก VR Mode เพื่อดูสินค้าได้ชัดเจนขึ้น	ไม่มี
ระบบ AR	ไม่มี	มีสามารถดูตัวอย่างสินค้าได้	เวลาดูตัวอย่างสินค้าสามารถนำมาทดลองวางบนโลกจริงๆ ได้
การลงทะเบียนเป็น ผู้ขาย	ไม่มี	มีการตรวจสอบคุณสมบัติและสินค้าที่จะขายก่อนลงทะเบียน	มีการยืนยันตัวตนก่อนที่จะลงขายโมเดล 3 มิติ
ระบบสมาชิก	มีระบบสมาชิก	มีระบบสมาชิก	มีระบบสมาชิก
Platform	Website	Mobile, Website	Mobile, Website

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 ภาพรวมระบบ



รูป 3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

Mobile Application สำหรับซื้อขายและให้บริการสร้างโมเดล 3 มิติ ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้งานระบบผ่าน User Interface บนมือถือ โดยผู้ใช้สามารถดูสินค้า ซื้อขายสินค้า และสร้างโมเดล 3 มิติได้บนมือถือ โดย Mobile Application จะทำการรับและส่งข้อมูลจาก 3D Model Marketplace Server ที่ใช้สำหรับจัดการระบบซื้อขายสินค้า และ 3D Reconstruction Server ที่ใช้สำหรับสร้างโมเดล 3 มิติ

Admin Web เป็นเว็บสำหรับผู้ดูแลระบบที่ใช้ในการจัดการข้อมูลสินค้า ข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลการชำระเงิน และการยืนยันตัวตนของผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถลงขายโมเดล 3 มิติได้ โดยการทำงานก็จะรับและส่งข้อมูลจาก 3D Model Marketplace Server

ซึ่งในการชำระเงินจะใช้งานผ่าน Stripe ซึ่งเป็น Payment Gateway ที่ใช้ในการชำระเงินออนไลน์ และในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ จะเก็บบน PostgreSQL

3.1.1 Mobile App

หน้า User Interface ใช้ Flutter ในการพัฒนา เมื่อผู้ใช้เริ่มทำการใช้งานระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติ จะทำการเชื่อมต่อไปยัง Marketplace Service เพื่อทำ Business Logic ต่างๆ

3.1.2 Admin Web

หน้า User Interface ใช้ ReactJS ในการพัฒนา เมื่อผู้ดูแลระบบใช้งานเว็บก็จะทำการเชื่อมต่อไปยัง 3D Model Marketplace Server เพื่อทำ Business Logic ต่างๆ เช่น การตรวจสอบการยืนยันตัวตน

3.1.3 3D Model Marketplace Server

เป็น Server ที่ทำ Business Logic เกี่ยวกับระบบ Marketplace ที่พัฒนาโดยใช้ ExpressJS เช่น การซื้อขายโมเดล 3 มิติ, การเชื่อมต่อกับ Payment Gateway, การจัดการผู้ใช้งานโดย 3D Model Marketplace Server จะมีการทำงานร่วมกับ Database เพื่อจัดการข้อมูลผู้ใช้และมีการ deploy ของ ReactJS สำหรับหน้าเว็บผู้ดูแลระบบ

3.1.4 3D Reconstruction Server

เป็น Server ที่ทำ Development เกี่ยวกับการสร้างโมเดล 3 มิติที่พัฒนาโดยใช้ Flask โดยมีการประมวลผล AI Model โดยใช้ GPU เป็น NVIDIA GeForce RTX 3090 และยังมี การเชื่อมต่อไปยัง 3D Model Marketplace Server เพื่อส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโมเดล 3 มิติไปบันทึกลง Database

3.1.5 Third Party Service

ใช้ Stripe เป็น Service ที่เป็นตัวกลางในการชำระเงินมีบริการ Payment Gateway และการเชื่อมต่อกับ 3D Model Marketplace Server เพื่อรับคำสั่งในขั้นตอนการชำระเงิน

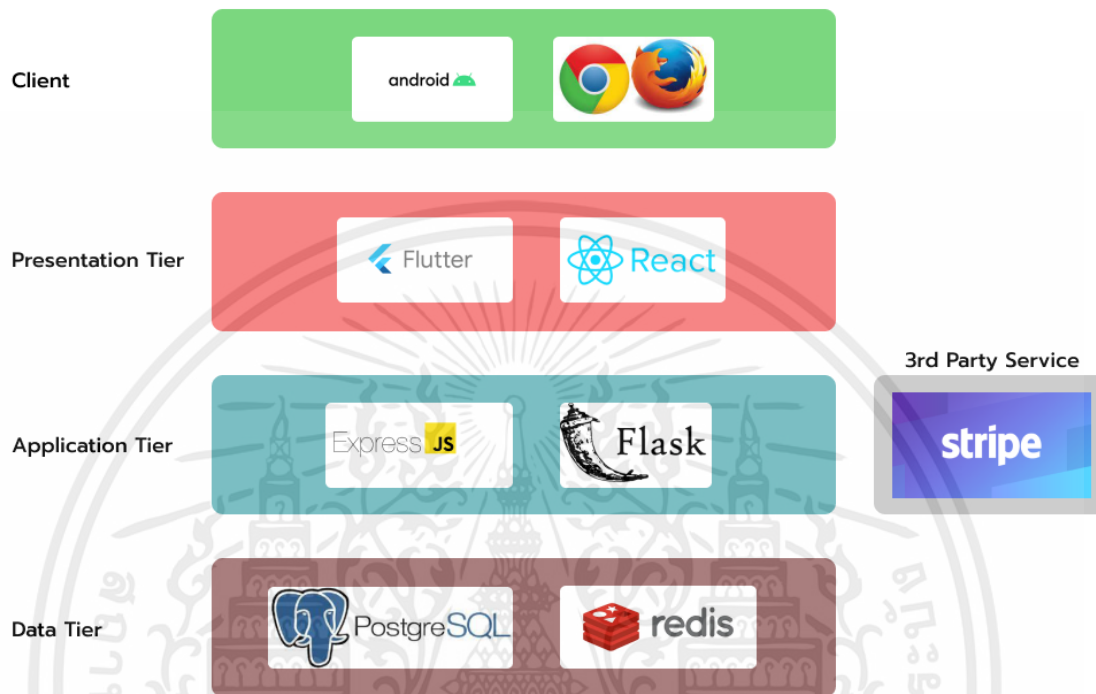
3.1.6 Database

เป็น Relational Database โดยใช้ PostgreSQL ทำหน้าที่จัดการฐานข้อมูลของระบบ และเชื่อมต่อกับทั้ง 3D Model Marketplace Server และ 3D Reconstruction Server

3.1.7 Task Queue

เป็น In-memory Data structures โดยใช้ Redis ทำหน้าที่จัดลำดับการสร้างโมเดล 3 มิติของ 3D Reconstruction Server

3.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ



รูป 3.2 สถาปัตยกรรมของระบบในรูปแบบ 3-Tier

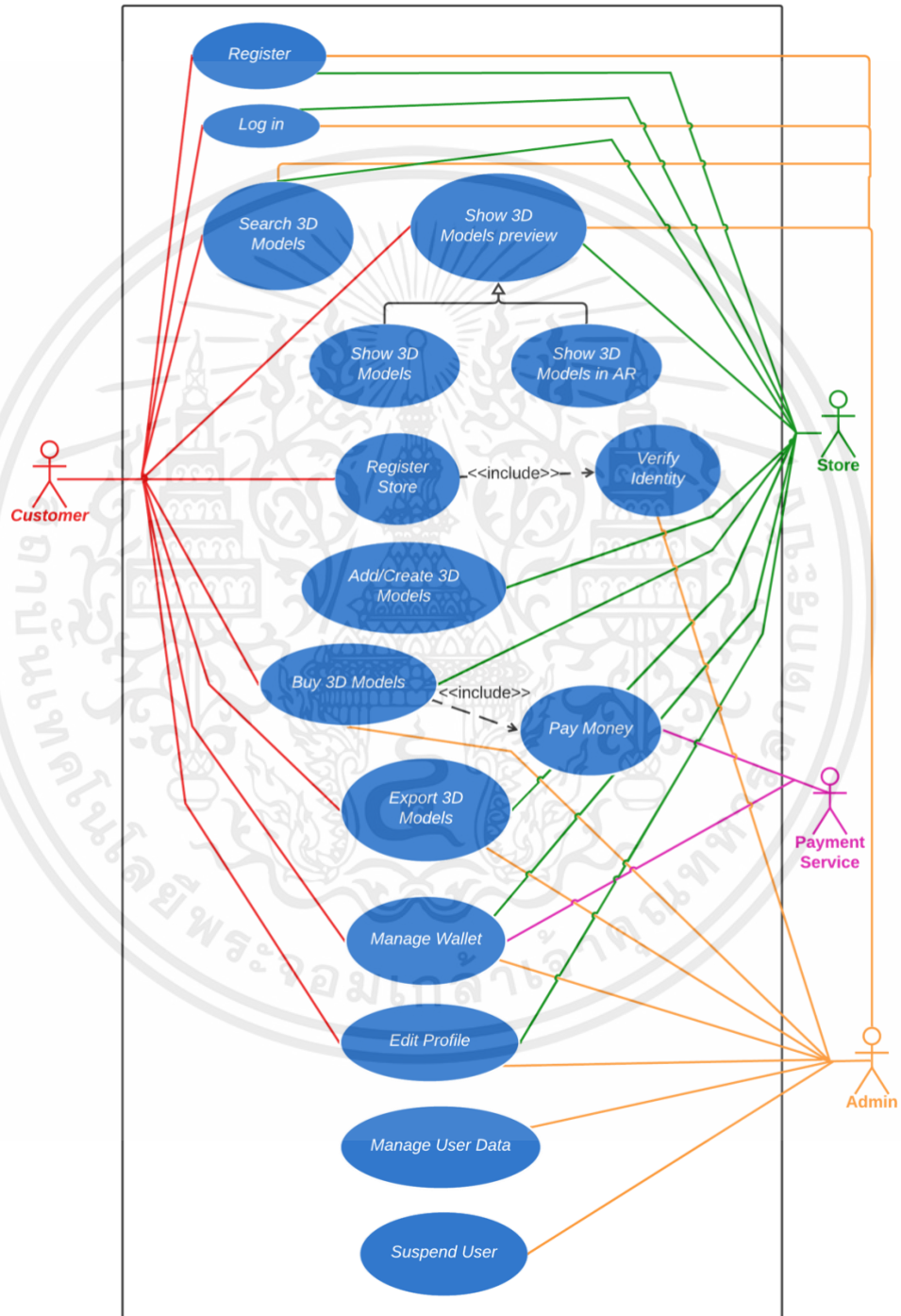
จากรูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบในรูปแบบ 3-Tier โดย Client จะมีส่วนที่เป็น Mobile Application คือ Android และมีส่วนที่เป็นเว็บสำหรับ Admin ที่สามารถเข้าผ่านทาง Web Browser

สำหรับ Presentation Tier จะเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานใช้งานซึ่งมี Flutter แสดงผลสำหรับ Mobile Application ส่วน React เป็นหน้าเว็บ, สำหรับ Application Tier ประมวลผล Business Logic โดยใช้ ExpressJS สำหรับการทำงานในส่วนของการซื้อขายโมเดล 3 มิติโดยการชำระเงินเราได้เลือกใช้ Stripe ซึ่งเป็น Payment Gateway ส่วน Flask จะใช้สำหรับการสร้างโมเดล 3 มิติและมีการใช้ Redis ซึ่งเป็น Task Queue เพื่อจัดการลำดับการสร้างโมเดล 3 มิติ, สำหรับส่วนของฐานข้อมูลใช้เป็น PostgreSQL

3.3 การออกแบบ Use Case Diagram

Use Case Diagram - 3D Model Marketplace with 3D Reconstruction Service

PAIPANAKORN TANARUJ | April 15, 2023



รูป 3.3 Use Case Diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 มี Use Case Diagram มี Actor 4 ประเภทดังนี้

3.3.1 Customer

มีบทบาทในระบบคือ

- 1) สามารถ Register และ Login เข้าสู่ระบบได้
- 2) สามารถดูรายละเอียดและตัวอย่างสินค้าได้ใน 3 รูปแบบ คือ ภาพ 2 มิติ, โมเดล 3 มิติ, ระบบ AR ที่ล้อนำโมเดลมาวางบนโลกได้
- 3) สามารถลงทะเบียนเป็นร้านค้าเพื่อเริ่มขายของได้โดยจะต้องยืนยันตัวตน
- 4) สามารถซื้อโมเดล 3 มิติและชำระเงินได้และ export เป็นไฟล์ glb ออกมาใช้งานข้างนอกได้

3.3.2 Store

มีบทบาทในระบบคือ

- 1) สามารถสร้างโมเดล 3 มิติจากกล้องมือถือของตนเองได้หรือเพิ่มไฟล์โมเดล 3 มิติ
- 2) สามารถลงขายสินค้าได้
- 3) บริหารจัดการเงินใน Wallet ได้

3.3.3 Payment Service

มีบทบาทในระบบคือ

- 1) จัดการธุรกรรมตอน Store ต้องการถอนเงิน
- 2) จัดการธุรกรรมตอน Customer ซื้อสินค้า

3.3.4 Admin

มีบทบาทในระบบคือ

- 1) สามารถตรวจสอบและอนุมัติการยืนยันตัวตนของร้านค้าได้
- 2) สามารถเพิ่ม, แก้ไข, ลบข้อมูลของ Customer และ Store ได้
- 3) สามารถระงับสิทธิ์การเข้าถึงบริการของผู้ใช้ได้
- 4) สามารถทำทุกอย่างที่ Store และ Customer ทำได้

ตาราง 3.1 Register Use Case

Use Case:	ระบบสมัครสมาชิก
Actor:	Customer, Admin
Pre-Condition:	1. Email ของ Actor ต้องไม่เคยสมัครสมาชิก
Post-Condition	1. Actor สามารถ Login ได้
Main Flow:	1. Actor ใส่อีเมลของตนเองและกดปุ่มสมัครสมาชิก 2. ระบบทำการตรวจสอบข้อมูลของ Actor ว่าถูกต้องหรือไม่ 3. ระบบจะทำการสมัครสมาชิกให้ Actor
Alternative Flow:	ในข้อที่ 2 ถ้าข้อมูลผิดระบบจะแสดงข้อความให้ Actor ตรวจสอบข้อมูลใหม่
Exception Flow:	Actor ยกเลิกการสมัครสมาชิก

ตาราง 3.2 Login Use Case

Use Case:	ระบบเข้าสู่ระบบ
Actor:	Customer, Admin
Pre-Condition:	1. Actor ยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ
Post-Condition	1. Actor เข้าสู่ระบบแล้ว
Main Flow:	1. Actor ใส่อีเมลของตนเองและกดปุ่มเข้าสู่ระบบ 2. ระบบทำการตรวจสอบข้อมูลของ Actor ว่าถูกต้องหรือไม่ 3. ระบบจะทำการยืนยันตัวตนให้ Actor เข้าสู่ระบบ
Alternative Flow:	ในข้อที่ 2 ถ้าข้อมูลผิดระบบจะแสดงข้อความให้ Actor ตรวจสอบข้อมูลใหม่
Exception Flow:	Actor ยกเลิกการเข้าสู่ระบบ

ตาราง 3.3 Search 3D Models Use Case

Use Case:	ระบบค้นหาโมเดล 3 มิติ
Actor:	Customer, Admin
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition	1. ระบบจะแสดงผลการค้นหาโมเดล 3 มิติ
Main Flow:	1. Actor ใส่อำนาจของโมเดล 3 มิติที่ต้องการ 2. ระบบจะทำการแสดงโมเดล 3 มิติที่ใกล้เคียงตามคำค้นหา
Alternative Flow:	ในข้อที่ 2 ถ้าไม่เจอโมเดล 3 มิติระบบจะแสดงข้อความว่าไม่พบ
Exception Flow:	Actor ยกเลิกการค้นหาโมเดล 3 มิติ

ตาราง 3.4 Show 3D Model Previews Use Case

Use Case:	ระบบแสดงตัวอย่างโมเดล 3 มิติ
Actor:	Customer, Admin
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition	1. ระบบจะแสดงตัวอย่างโมเดล 3 มิติ
Main Flow:	1. Actor เห็นภาพตัวอย่าง 2 มิติของโมเดล 3 มิติแล้วกดเลือกโมเดล 3 มิติ 2. ระบบจะทำการแสดงโมเดล 3 มิติในรูปแบบ 3 มิติ
Alternative Flow:	ในข้อที่ 2 Actor สามารถเลือกดูโมเดล 3 มิติในระบบ AR
Exception Flow:	Actor ออกจากหน้าแสดงตัวอย่าง

ตาราง 3.5 Register Store Use Case

Use Case:	ระบบลงทะเบียนเพื่อเป็นร้านค้า
Actor:	Customer, Admin
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition	1. Actor สามารถลงขายโมเดล 3 มิติได้
Main Flow:	1. Actor กรอกข้อมูลเพื่อยืนยันตัวตน 2. ระบบจะส่งข้อมูลให้ Admin ตรวจสอบ 3. Admin ตรวจสอบว่าผ่าน การลงทะเบียนสำเร็จ
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	ในข้อที่ 2 ถ้า Admin ตรวจสอบข้อมูลแล้วไม่ผ่าน

ตาราง 3.6 Add/Create 3D Models Use Case

Use Case:	ระบบสร้างโมเดล 3 มิติ
Actor:	Store
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition	1. Actor จะได้โมเดล 3 มิติมา
Main Flow:	1. Actor ถ่ายรูปภาพของวัตถุ และส่งให้ระบบ 2. ระบบจะทำการสร้างโมเดล 3 มิติให้ Actor
Alternative Flow:	1. Actor เพิ่มไฟล์โมเดล 3 มิติแทน
Exception Flow:	ระบบไม่สามารถหาคำมุกกล้องได้

ตาราง 3.7 Buy 3D Models Use Case

Use Case:	ระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติ
Actor:	Customer, Admin, Store, Payment Service
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition:	1. Actor จะได้โมเดล 3 มิติที่ซื้อ
Main Flow:	1. Store ลงขายโมเดล 3 มิติ 2. Customer, Admin ซื้อโมเดล 3 มิติ 3. Customer, Admin ชำระเงินโมเดล 3 มิติ โดยมี Payment Service จัดการ
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	เงินของ Customer, Admin ไม่เพียงพอ

ตาราง 3.8 Export 3D Models Use Case

Use Case:	ระบบบันทึกโมเดล 3 มิติเป็นไฟล์
Actor:	Customer, Admin, Store
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่ 2. Actor จะต้องซื้อโมเดล 3 มิติแล้วหรือเป็น Store
Post-Condition:	1. Actor จะได้ไฟล์โมเดล 3 มิติออกมาใช้งาน
Main Flow:	1. Actor กด Export โมเดล 3 มิติ 2. ระบบจะทำการบันทึกไฟล์โมเดล 3 มิติลงบนมือถือ
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตขณะบันทึกไฟล์

ตาราง 3.9 Manage Wallet Use Case

Use Case:	ระบบถอนเงินออกจาก Wallet
Actor:	Admin, Store, Payment Service
Pre-Condition:	1. Admin, Store จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition	1. Store, Admin จะสามารถถอนเงินออกจาก Wallet ได้
Main Flow:	1. Store กดถอนเงิน 2. Admin ตรวจสอบและยินยอมให้ถอนเงิน 3. ระบบจะเชื่อมต่อ ไปที่ Payment Service เพื่อทำธุรกรรม
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	1. เงินใน Wallet ไม่พอ 2. Admin ไม่ยินยอมให้ถอน

ตาราง 3.10 Edit Profile Use Case

Use Case:	ระบบแก้ไขข้อมูลผู้ใช้
Actor:	Customer, Admin, Store
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่ 2. Customer, Store สามารถแก้ไขข้อมูลของตนเองได้
Post-Condition	1. ข้อมูลของ Actor ที่จัดการ
Main Flow:	1. Actor แก้ไขข้อมูลผู้ใช้ของตนเอง 2. ระบบจะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผู้ใช้ของตนเอง
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	Actor กดปุ่มยกเลิกการแก้ไข

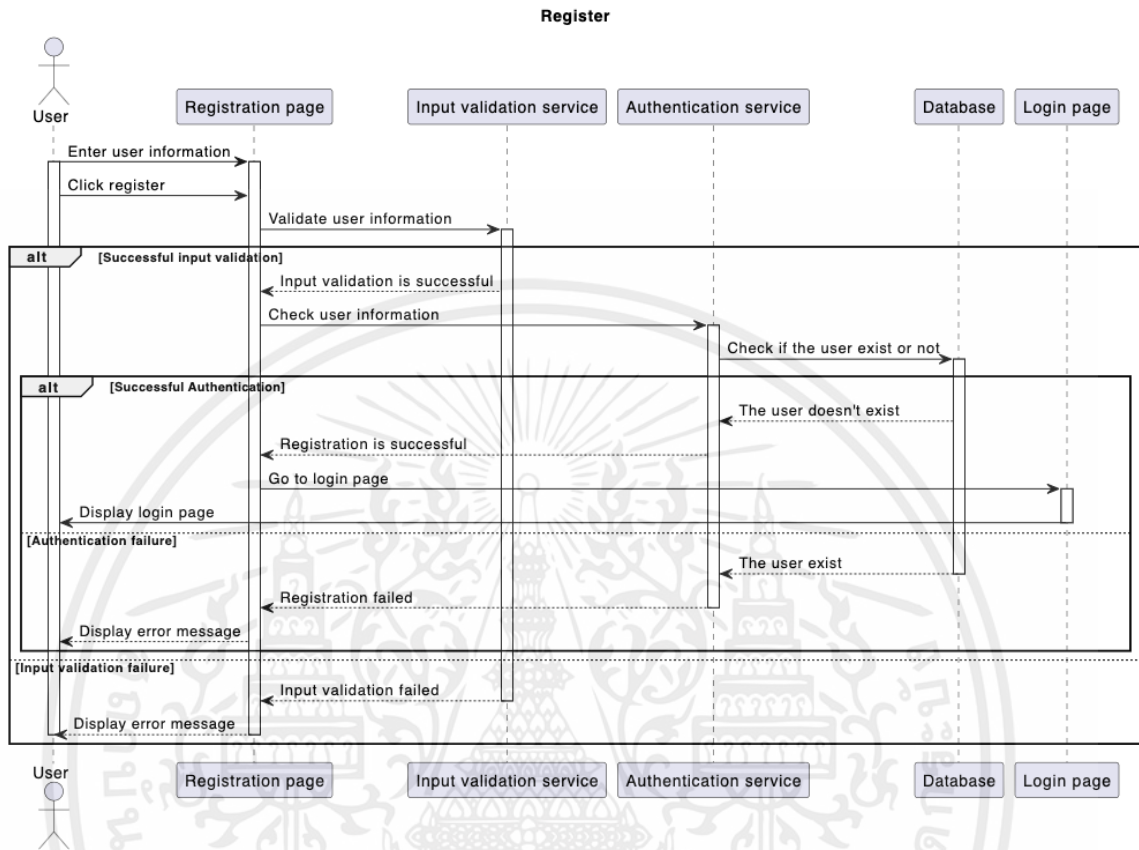
ตาราง 3.11 Manage User Data Use Case

Use Case:	ระบบจัดการข้อมูลผู้ใช้
Actor:	Admin
Pre-Condition:	1. Actor จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่ 2. Admin ที่สามารถแก้ไขข้อมูลผู้ใช้คือ Customer, Store ได้
Post-Condition	1. ข้อมูลของผู้ใช้ที่จัดการ
Main Flow:	1. Actor แก้ไขข้อมูลผู้ใช้ 2. ระบบจะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลผู้ใช้
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	Actor กดยกเลิกการแก้ไข

ตาราง 3.12 Suspend User Use Case

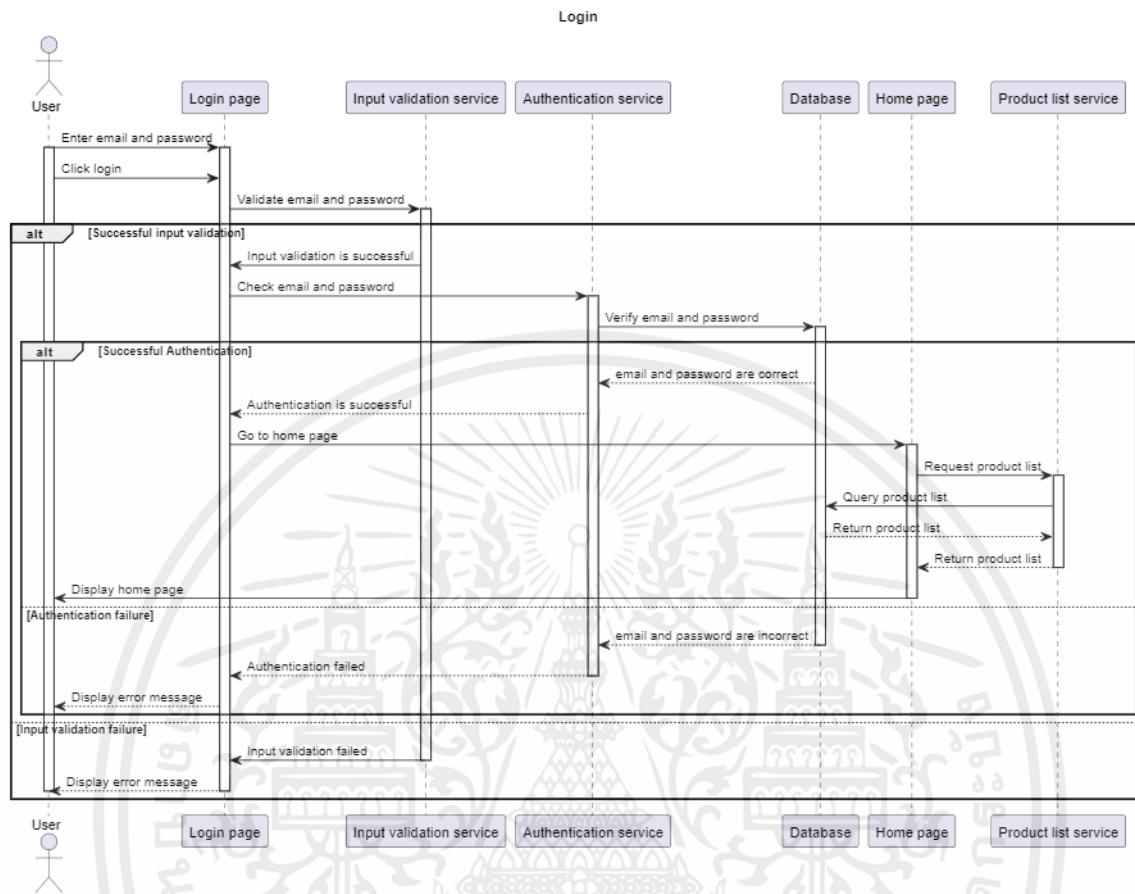
Use Case:	ระบบระงับบัญชีผู้ใช้
Actor:	Customer, Admin, Store
Pre-Condition:	1. Admin จะต้องเข้าสู่ระบบอยู่
Post-Condition	1. ข้อมูลผู้ใช้ถูกระงับ
Main Flow:	1. Admin กดระงับบัญชี Customer, Store 2. ระบบจะทำการจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้คนนั้น 3. Admin สามารถคืนสิทธิ์ให้ผู้ใช้งานได้ในภายหลัง
Alternative Flow:	-
Exception Flow:	Admin ยกเลิกการระงับสิทธิ์ผู้ใช้งาน

3.4 การออกแบบ Sequence Diagram



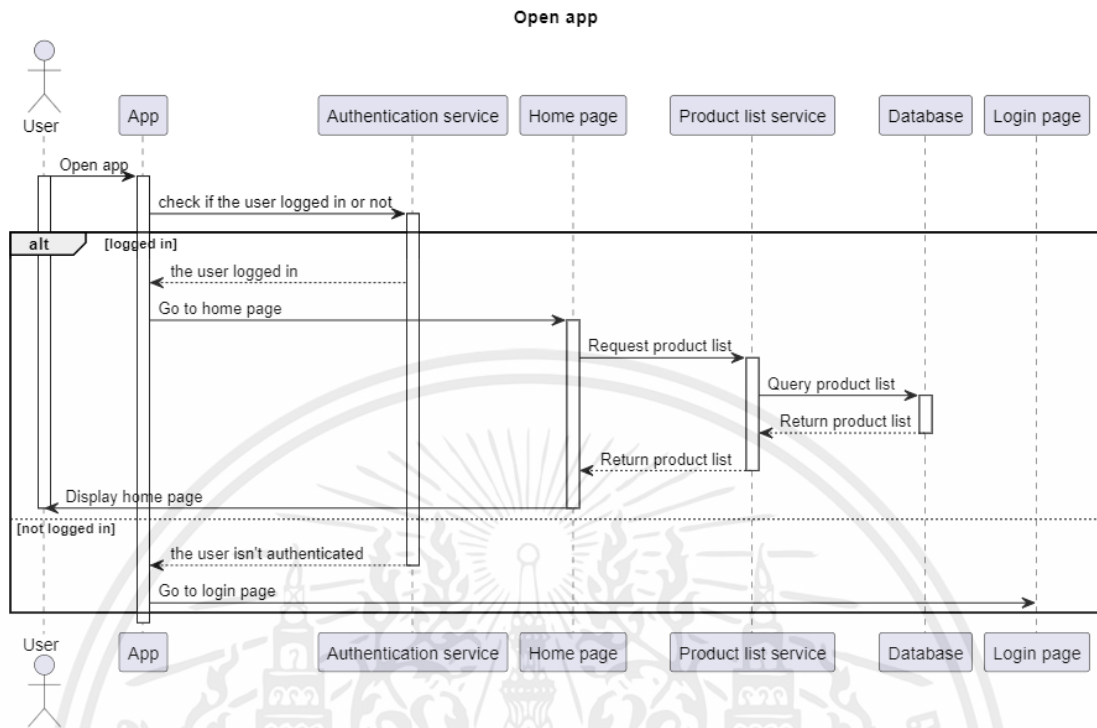
รูป 3.4 ลำดับการทำงานของกรสมัครสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

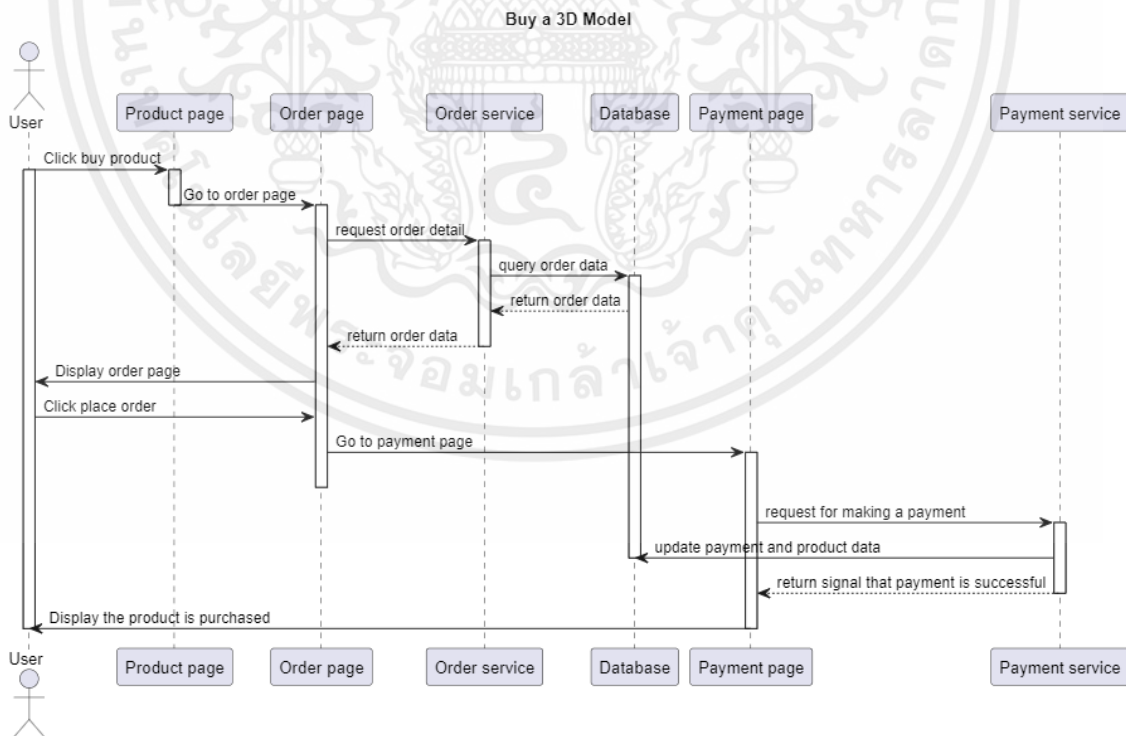


รูป 3.5 ลำดับการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

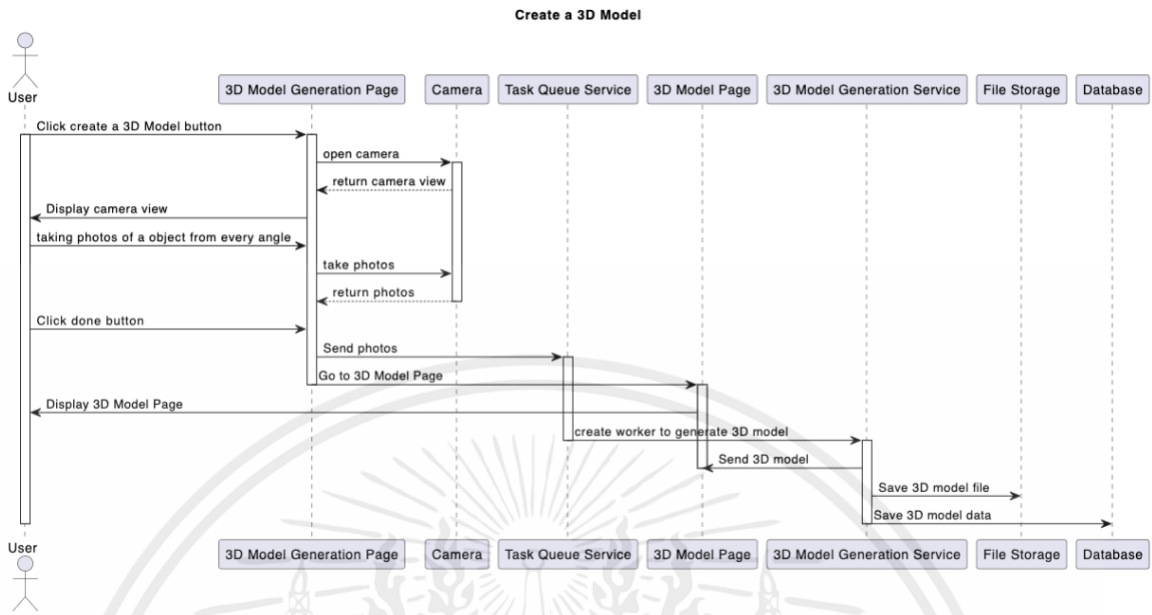


รูป 3.6 ลำดับการทำงานของแอป

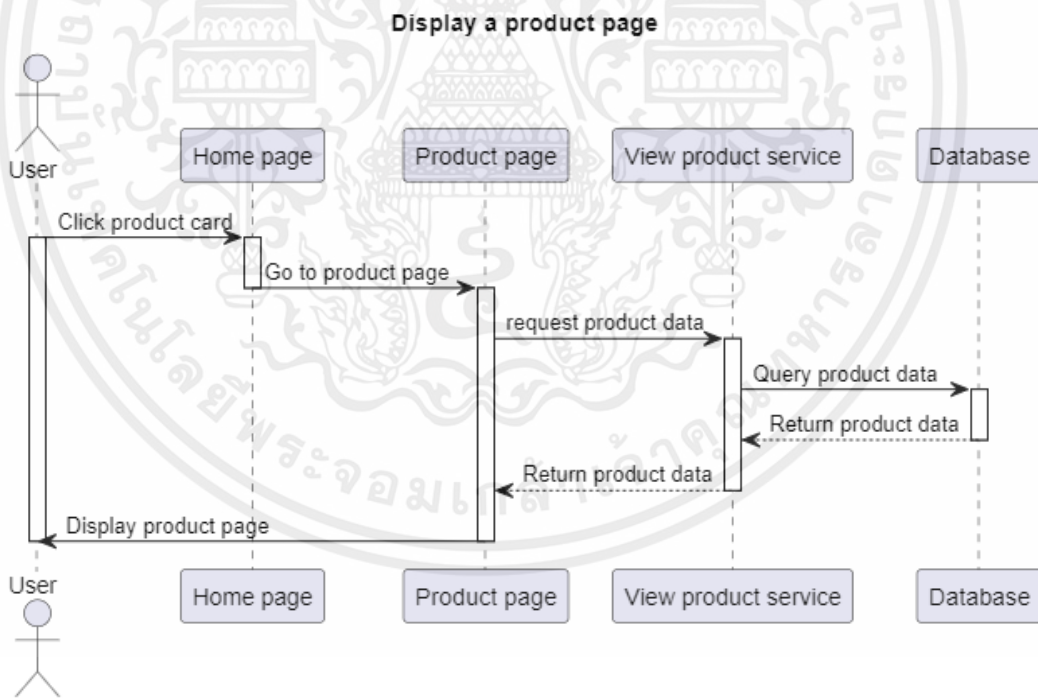


รูป 3.7 ลำดับการทำงานของซื้อโมเดล 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

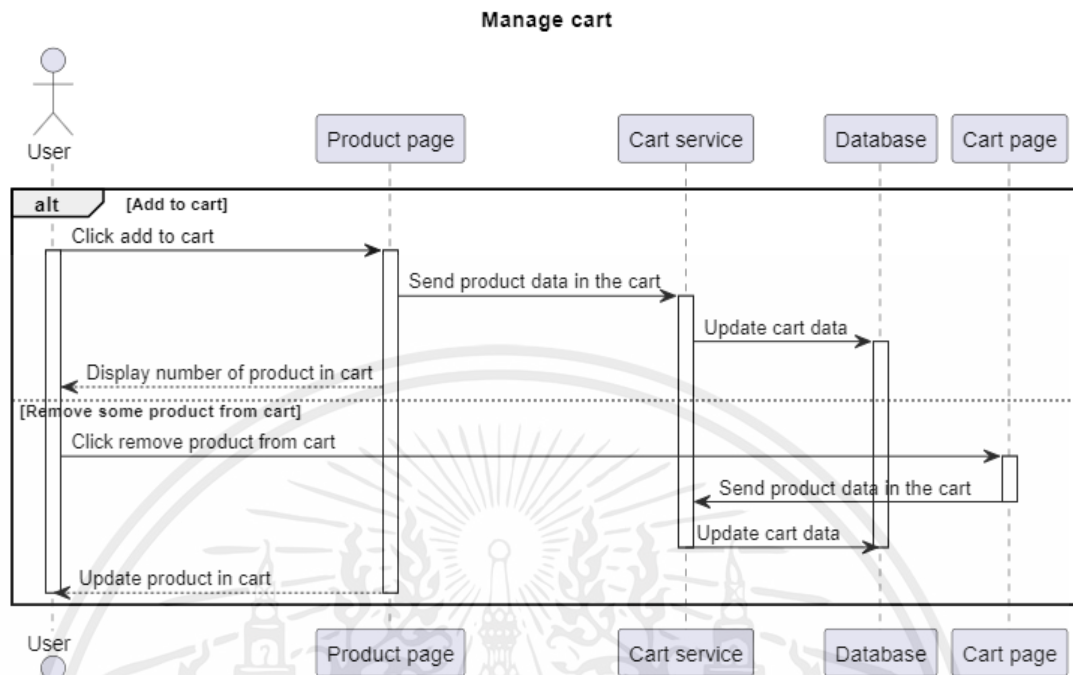


รูป 3.8 ลำดับการทำงานของการสร้างโมเดล 3 มิติ

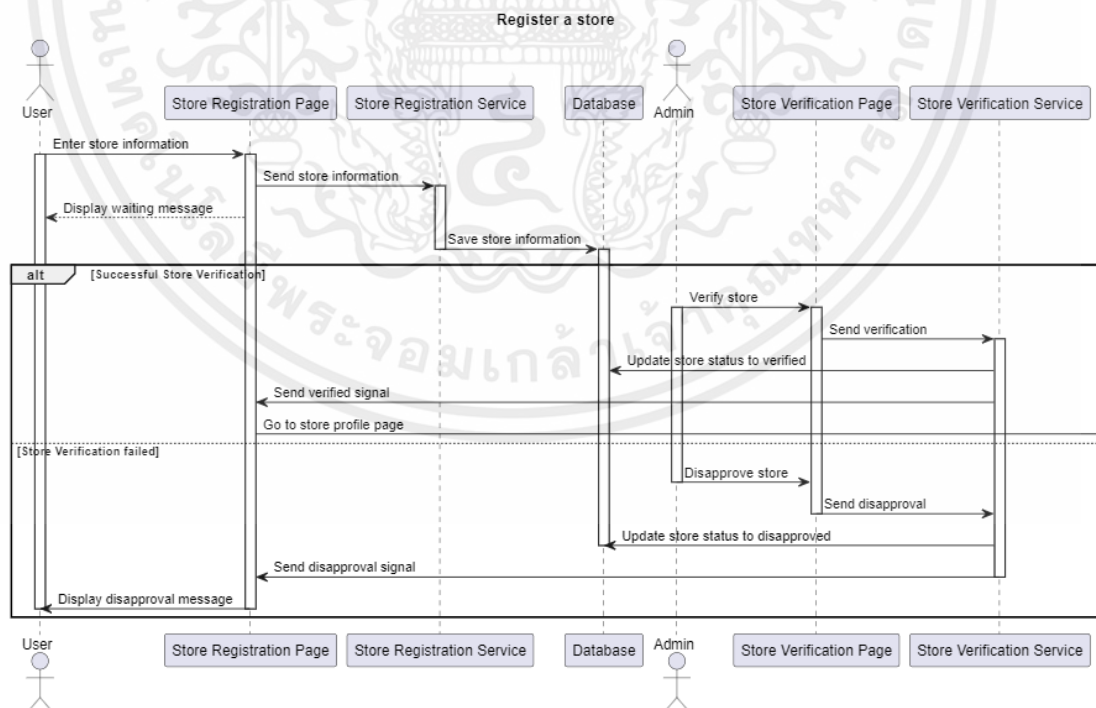


รูป 3.9 ลำดับการทำงานของหน้าสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

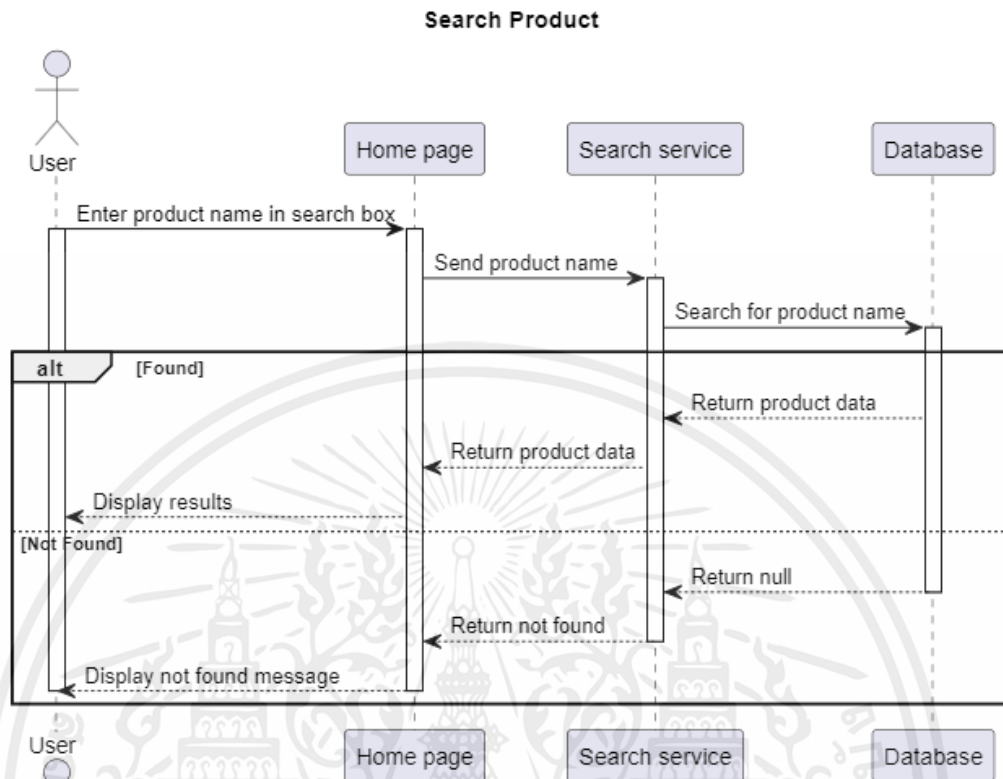


รูป 3.10 ลำดับการทำงานของจัดการตะกร้า

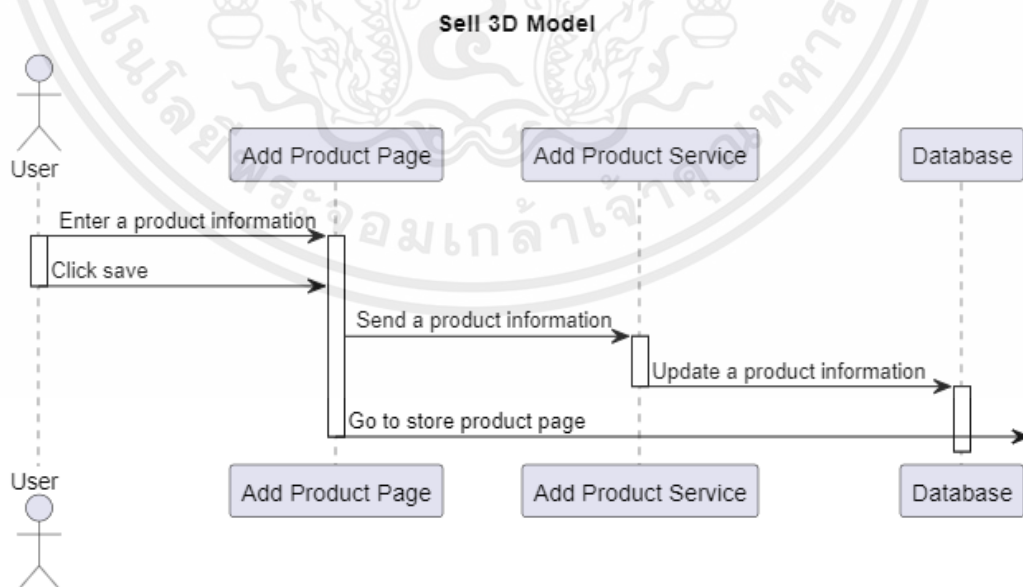


รูป 3.11 ลำดับการทำงานของลงทะเบียนร้านค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

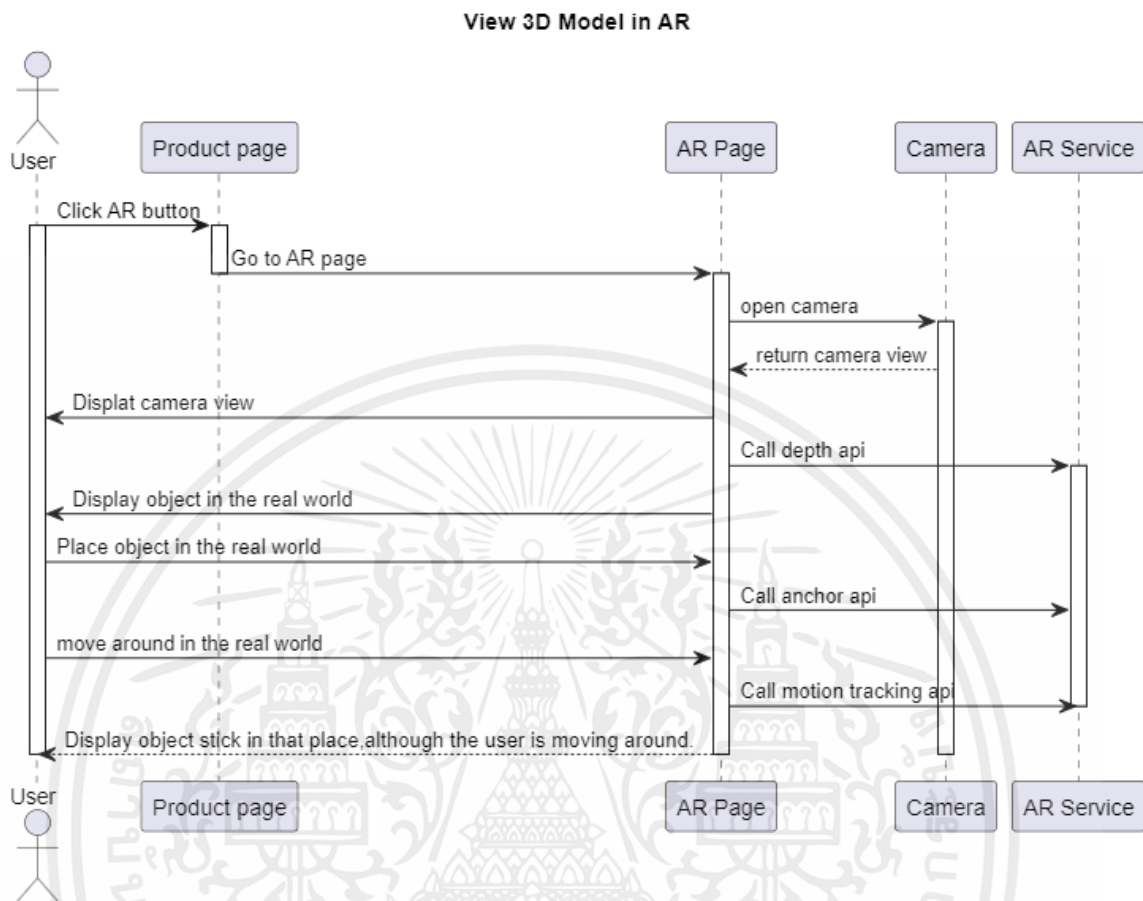


รูป 3.12 ลำดับการทำงานของการค้นหาสินค้า



รูป 3.13 ลำดับการทำงานของการขายสินค้า

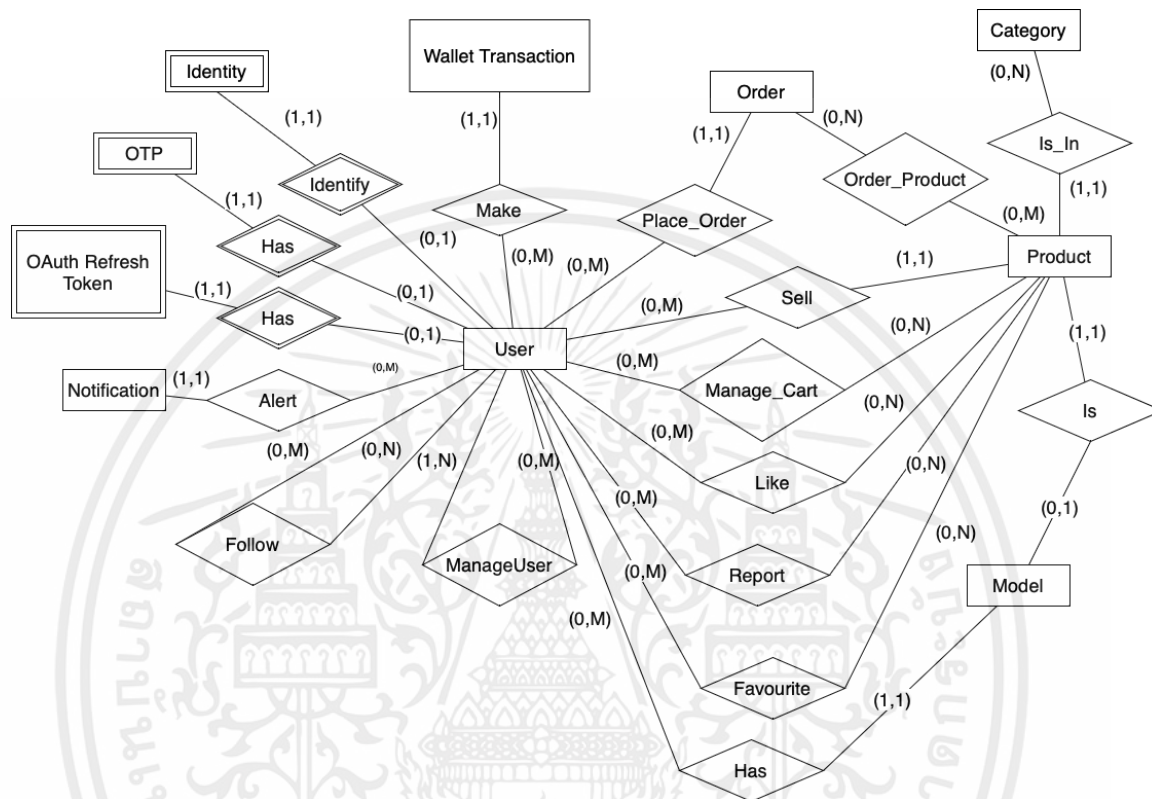
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.14 ลำดับการทำงานของารแสดงภาพโมเดล 3 มิติใน AR

3.5 การออกแบบฐานข้อมูล

3.5.1 การออกแบบ Entity Relationship Diagram



รูป 3.15 Entity Relationship Diagram ของระบบ

3.5.1.1 ความสัมพันธ์แบบ Many to Many

- 1) User จัดการตะกร้าสินค้า, กดถูกใจ, รายงาน Product
- 2) User (Admin) จัดการ User
- 3) Order กับ Product
- 4) User ติดตาม User
- 5) User ถูกใจ สินค้า

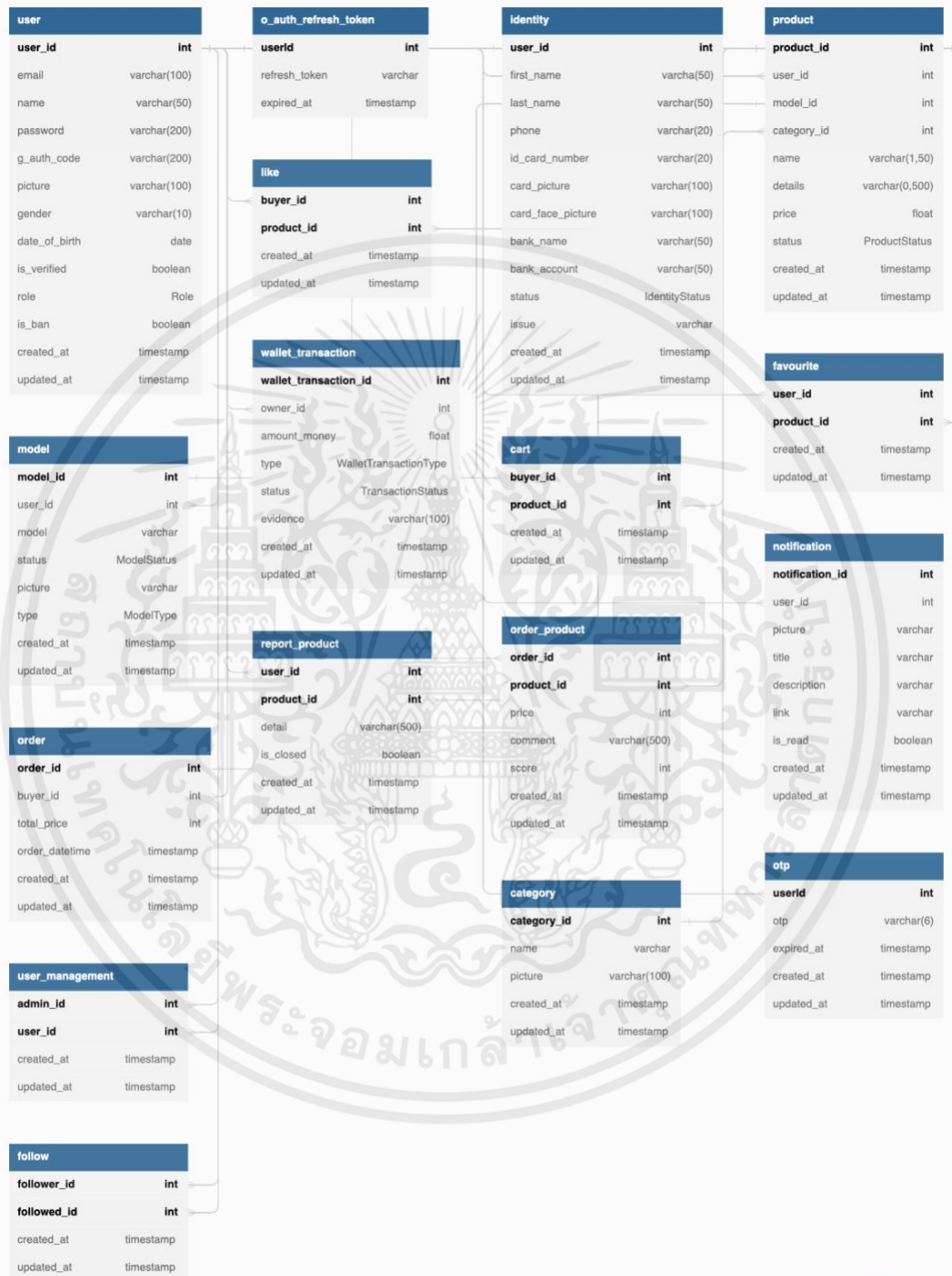
3.5.1.2 ความสัมพันธ์แบบ One to Many

- 1) User 1 คน ขายหลาย Product
- 2) User 1 คน วางหลาย Order
- 3) User 1 คน สร้างหลาย Wallet Transaction ได้หลายอัน
- 4) User 1 คน ถูกแจ้งเตือนโดยหลาย Notification
- 5) User 1 คนมีโมเดลได้หลายโมเดล
- 6) Category 1 หมวดมีสินค้าหลายตัว

3.5.1.3 ความสัมพันธ์แบบ One to One

- 1) User 1 คนที่เป็น Store มี wallet ได้ 1 อัน ส่วน User ที่เป็น Customer ไม่มี Wallet
- 2) User 1 คน ยืนยัน ได้ 1 Identity
- 3) User 1 คน มี OAuth Refresh Token ได้ 1 อัน
- 4) Model 1 โมเดลสามารถเป็น Product ได้ 1 สินค้า
- 5) User 1 คนมี OTP ได้ 1 OTP

3.5.2 การออกแบบ Database Schema



dbdiagram.io

รูป 3.16 Database Schema ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.13 รายละเอียดตารางผู้ใช้ (User)

Attribute	Type	Note	Description
user_id	int	pk	
email	varchar(100)		อีเมลผู้ใช้
name	varchar(50)		ชื่อผู้ใช้
password	varchar(200)		รหัสผู้ใช้
g_auth_code	varchar(200)		รหัสสำหรับยืนยันตัวตนด้วย Google
picture	varchar(100)		URL ที่จัดเก็บรูปภาพ
gender	varchar(10)		เพศผู้ใช้
date_of_birth	date		วันเดือนปีเกิดผู้ใช้
is_verified	boolean		เอาไว้ตรวจสอบว่ายืนยันตัวตนหรือยัง
role	varchar		มี USER,ADMIN
is_ban	boolean		เอาไว้ตรวจสอบว่าโดนระงับสิทธิ์หรือไม่
created_at	timestamp		วันเวลาที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.14 รายละเอียดตารางการยืนยันตัวตน (Identity)

Attribute	Type	Note	Description
user_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
first_name	varchar(50)		ชื่อ
last_name	varchar(50)		ชื่อผู้ใช้
phone	varchar(20)		เบอร์โทร
id_card_number	varchar(20)		บัตรประชาชน
card_picture	varchar(100)		URL ที่จัดเก็บรูปภาพบัตรประชาชน
card_face_picture	varchar(100)		URL ที่จัดเก็บรูปภาพหน้าผู้ใช้
bank_name	varchar(50)		ชื่อธนาคาร
bank_account	varchar(50)		เลขบัญชีธนาคาร
status	varchar		สถานะการยืนยันตัวตน
issue	varchar		ปัญหาการยืนยัน
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.15 รายละเอียดตาราง OTP

Attribute	Type	Note	Description
user_id	int	pk,fk	ไอดีผู้ใช้
otp	varchar(6)		เลข OTP
expired_at	timestamp		วันเวลาหมดอายุของ OTP
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่แก้ไข ข้อมูล

ตาราง 3.16 รายละเอียดตาราง OAuth Refresh Token

Attribute	Type	Note	Description
user_id	int	pk,fk	ไอดีผู้ใช้
refresh_token	varchar		เลข refresh token
expired_at	timestamp		วันเวลาหมดอายุของ refresh token
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่แก้ไข ข้อมูล

ตาราง 3.17 รายละเอียดตารางโมเดล 3 มิติ (Model)

Attribute	Type	Note	Description
model_id	int	pk	ไอดีของโมเดล
user_id	int	fk	ไอดีผู้ใช้
picture	varchar		URL ที่จัดเก็บไฟล์รูปภาพ
model	varchar		URL ที่จัดเก็บไฟล์โมเดล 3 มิติ
status	varchar		AVAILABLE, DELETED, FAILED
type	varchar		ADD, CREATE, BUY
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

ตาราง 3.18 รายละเอียดตารางสินค้า (Product)

Attribute	Type	Note	Description
product_id	int	pk	ไอดีสินค้า
user_id	int	fk	ไอดีผู้ใช้
model_id	int	fk	ไอดีของโมเดล
category_id	int	fk	ไอดีของหมวดหมู่
name	varchar(1,50)		ชื่อสินค้า
details	varchar(0,500)		รายละเอียดสินค้า
price	float		ราคาสินค้า
status	varchar		AVAILABLE, UNAVAILABLE, VIOLATION, DELETED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attribute	Type	Note	Description
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

ตาราง 3.19 รายละเอียดตารางการถูกใจ (Like)

Attribute	Type	Note	Description
buyer_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
product_id	int	pk, fk	ไอดีสินค้า
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

ตาราง 3.20 รายละเอียดตารางตะกร้าสินค้า (Cart)

Attribute	Type	Note	Description
buyer_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
product_id	int	pk, fk	ไอดีสินค้า
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.21 รายละเอียดตารางคำสั่งซื้อขาย (Order)

Attribute	Type	Note	Description
order_id	int	pk	
buyer_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
total_price	int		ราคารวม
order_datetime	timestamp		วันที่ทำการ Order
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

ตาราง 3.22 รายละเอียดตารางการถูกใจ (Favourite)

Attribute	Type	Note	Description
user_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
product_id	int	pk, fk	ไอดีสินค้า
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.23 รายละเอียดตารางการทำธุรกรรมกับกระเป๋าเงิน (Wallet Transaction)

Attribute	Type	Note	Description
wallet_transaction_id	int	pk	ไอดี wallet transaction
owner_id	int	fk	ไอดีผู้ใช้
amount_money	float		ยอดเงิน
type	varchar		ORDER, WITHDRAW
status	varchar		PENDING, APPROVED, REJECTED
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไข ข้อมูล

ตาราง 3.24 รายละเอียดตารางซื้อขายสินค้า (Order Product)

Attribute	Type	Note	Description
order_id	int	pk, fk	ไอดีคำสั่งซื้อ
product_id	int	pk, fk	ไอดีสินค้า
price	int		ราคา
comment	varchar(500)		คำติชม
score	int		คะแนนสินค้า
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันที่ล่าสุดที่แก้ไข ข้อมูล

ตาราง 3.25 รายละเอียดตารางการแจ้งเตือน (Notification)

Attribute	Type	Note	Description
notification_id	int	pk	
user_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
picture	varchar		URL ที่จัดเก็บรูปภาพ
title	varchar		หัวข้อ
description	int		รายละเอียด
link	varchar		URL เว็บ
is_read	boolean		ตรวจสอบว่าผู้ใช้อ่านแล้วหรือไม่
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

ตาราง 3.26 รายละเอียดตารางการจัดการผู้ใช้ (User Management)

Attribute	Type	Note	Description
admin_id	int	pk, fk	ไอดีแอดมิน
user_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่ล่าสุดที่แก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.27 รายละเอียดตารางการรายงานผู้ใช้ (Report Product)

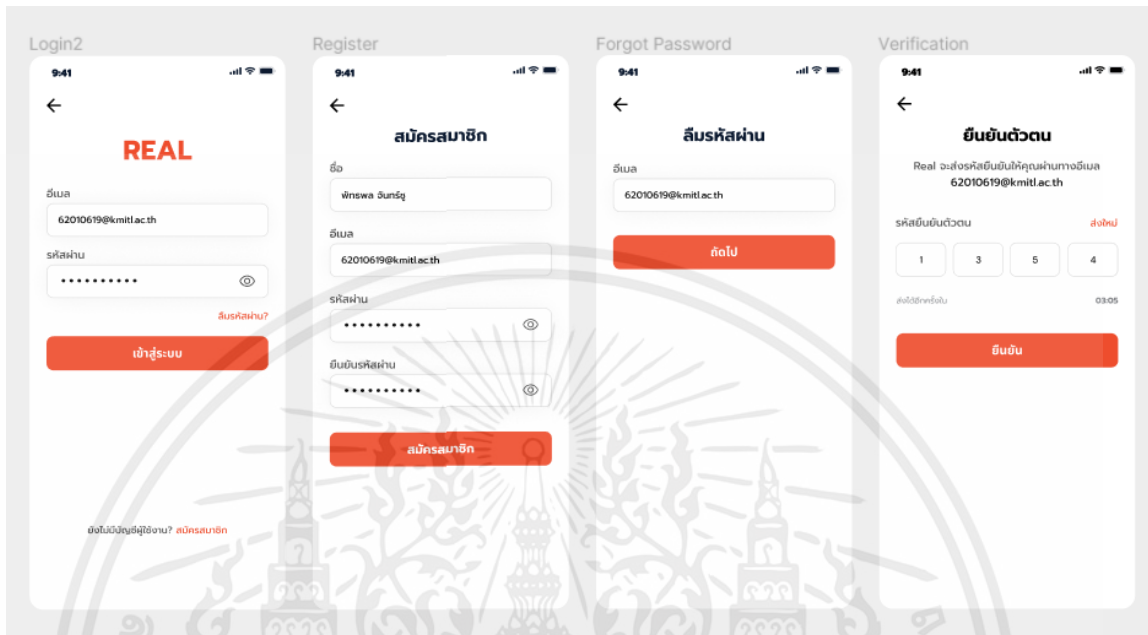
Attribute	Type	Note	Description
product_id	int	pk, fk	ไอดีสินค้า
user_id	int	pk, fk	ไอดีผู้ใช้
detail	varchar(500)		รายละเอียด
is_closed	boolean		ตรวจสอบว่ารายงานถูกปิดหรือไม่
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่แก้ไขข้อมูล

ตาราง 3.28 รายละเอียดตารางหมวดหมู่ (Category)

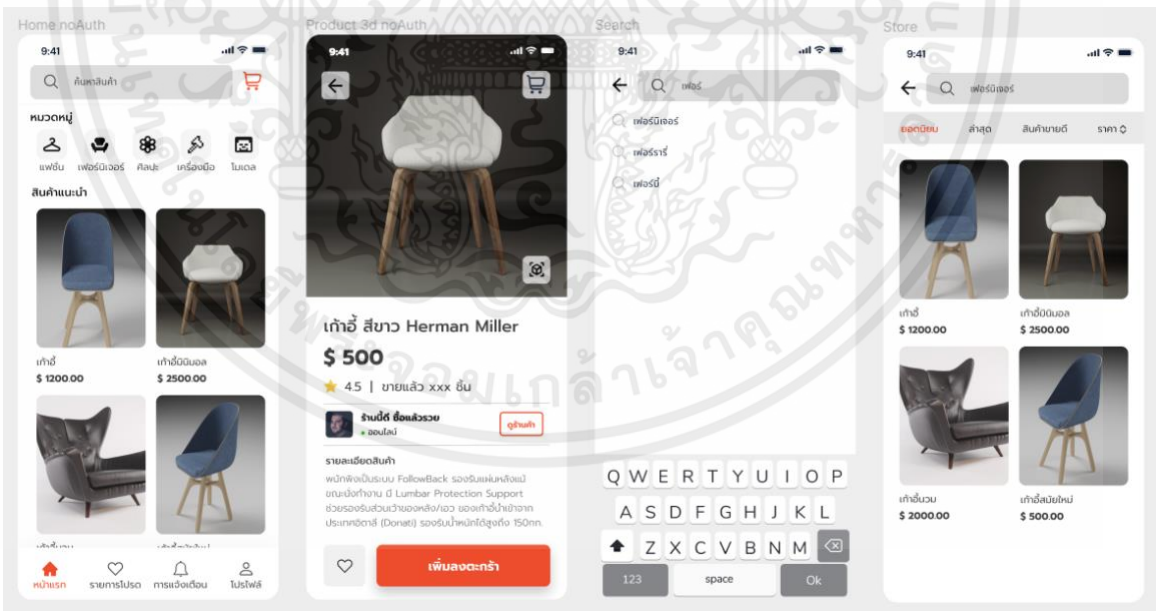
Attribute	Type	Note	Description
category_id	int	pk	
name	varchar		
created_at	timestamp		วันที่สร้างข้อมูล
updated_at	timestamp		วันเวลาที่แก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบ UI

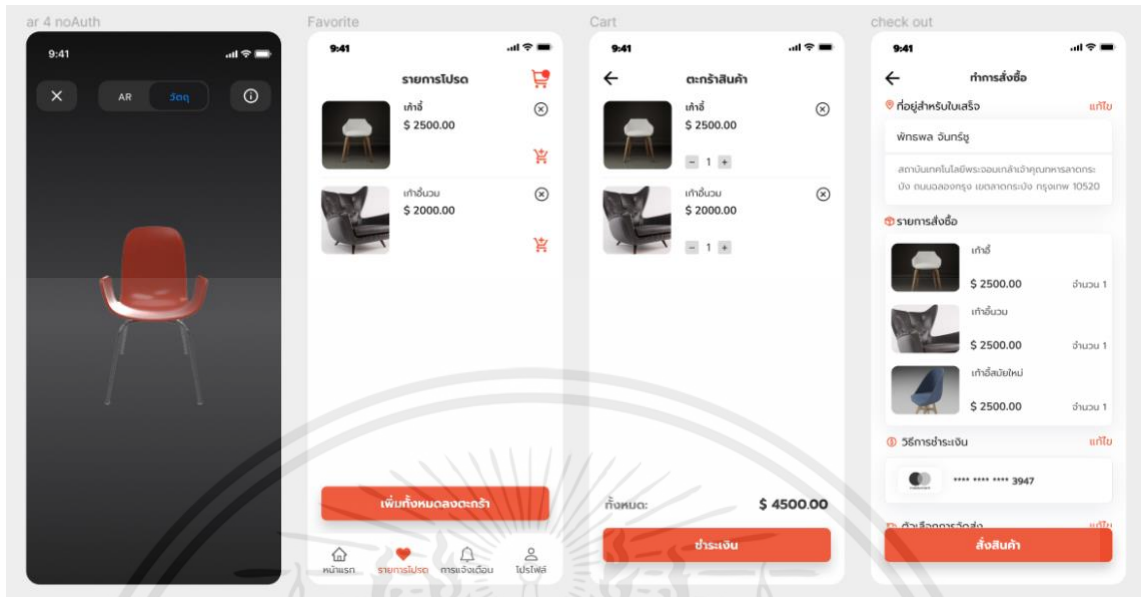


รูป 3.17 หน้าเข้าสู่ระบบ, สมัครสมาชิก และหน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน



รูป 3.18 หน้าหลัก, หน้าสินค้าแต่ละชิ้น และหน้าค้นหาสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

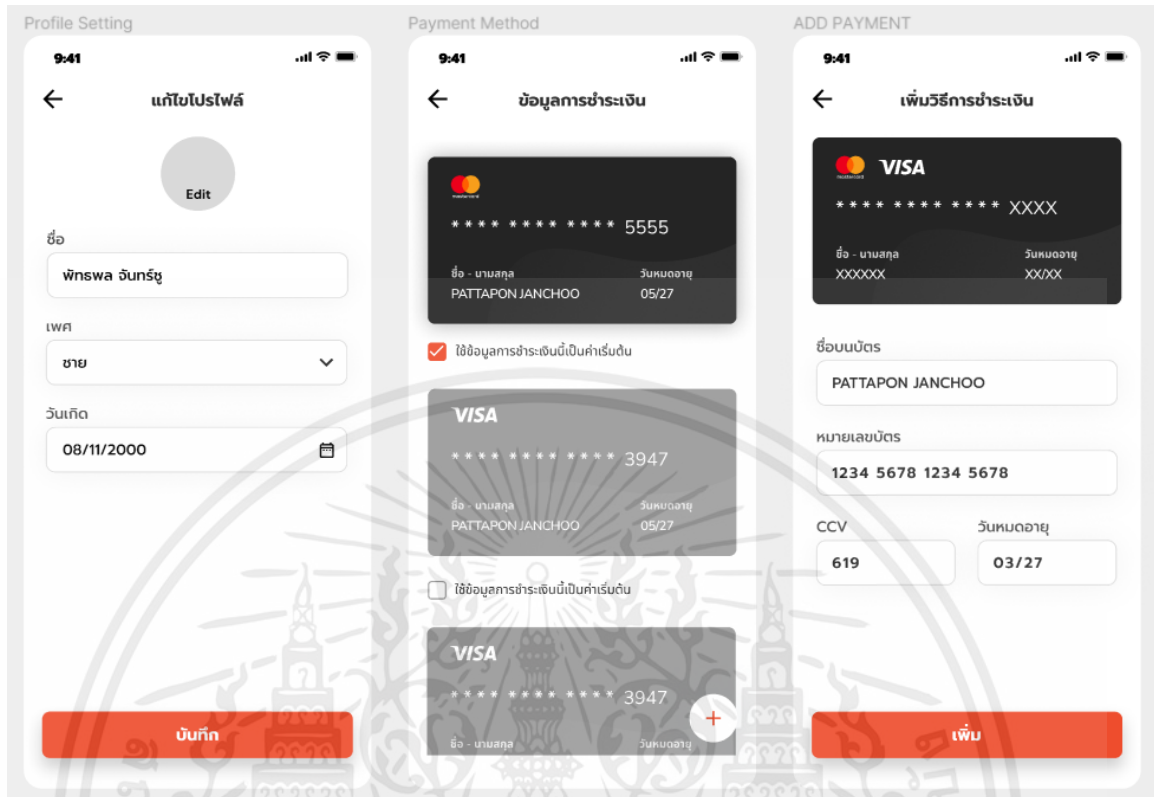


รูป 3.19 หน้าดูสินค้า 3 มิติเต็มจอ, หน้ารายการโปรด, หน้าตะกร้าสินค้า และหน้าการสั่งซื้อ



รูป 3.20 หน้าโปรไฟล์, หน้าตั้งค่าบัญชี, หน้าประวัติคำสั่งซื้อ, และหน้าแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

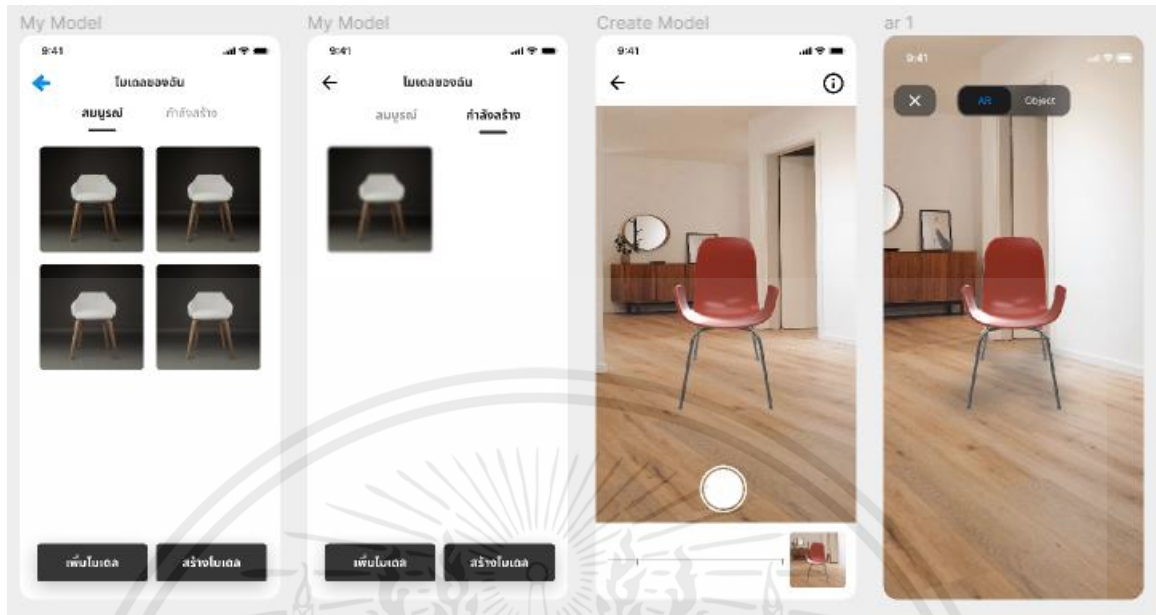


รูป 3.21 หน้าแก้ไขโปรไฟล์ และหน้าตั้งค่าการชำระเงิน

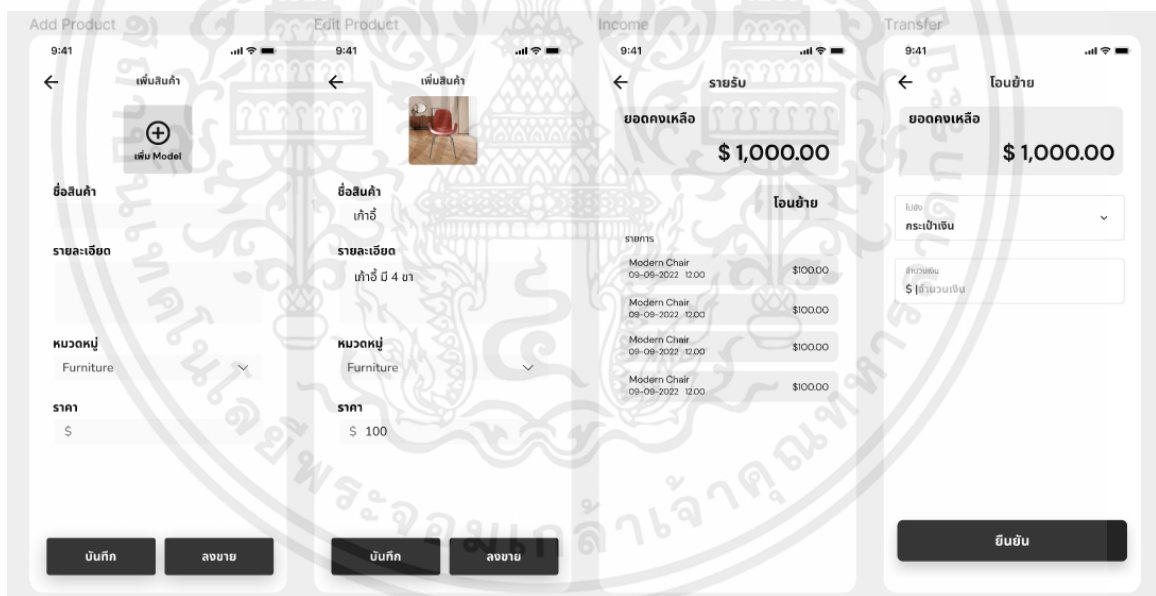


รูป 3.22 หน้าร้านค้า และหน้าสินค้าของฉัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

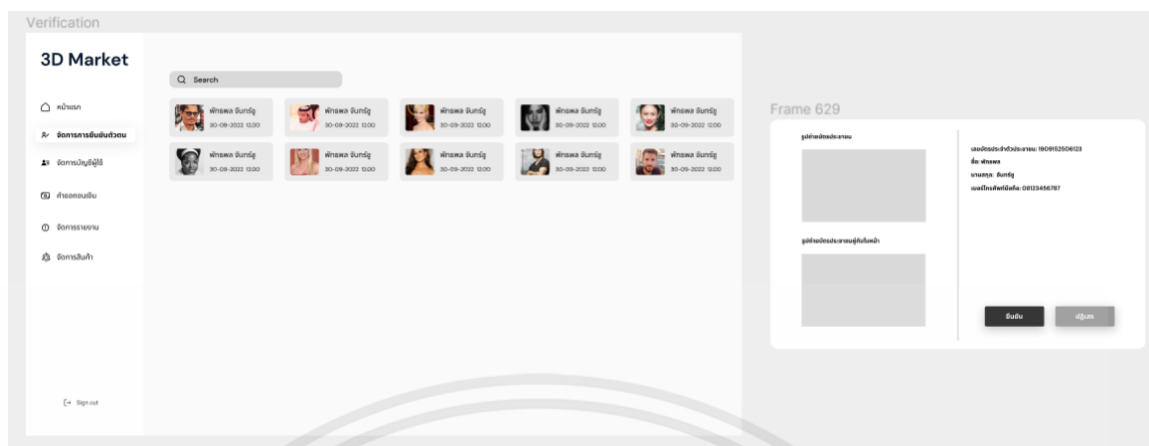


รูป 3.23 หน้าโมเดลของฉัน และหน้าสร้างโมเดล 3 มิติ

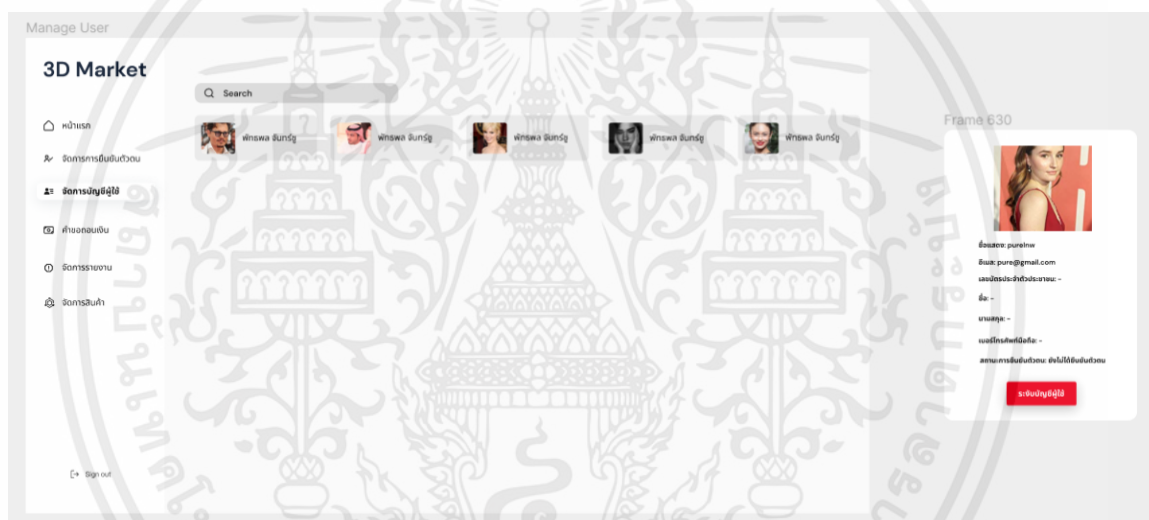


รูป 3.24 หน้าเพิ่มสินค้า, หน้ารายได้ร้านค้า และหน้าถอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

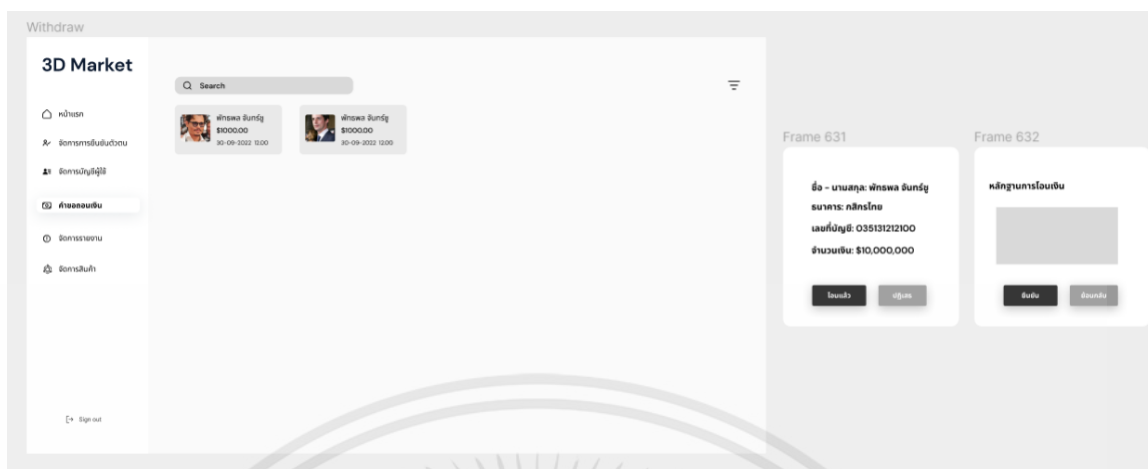


รูป 3.25 หน้า Admin ตรวจสอบการยืนยันตัวตน



รูป 3.26 หน้า Admin จัดการผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.27 หน้า Admin จัดการถอนเงิน



รูป 3.28 หน้า Admin จัดการสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

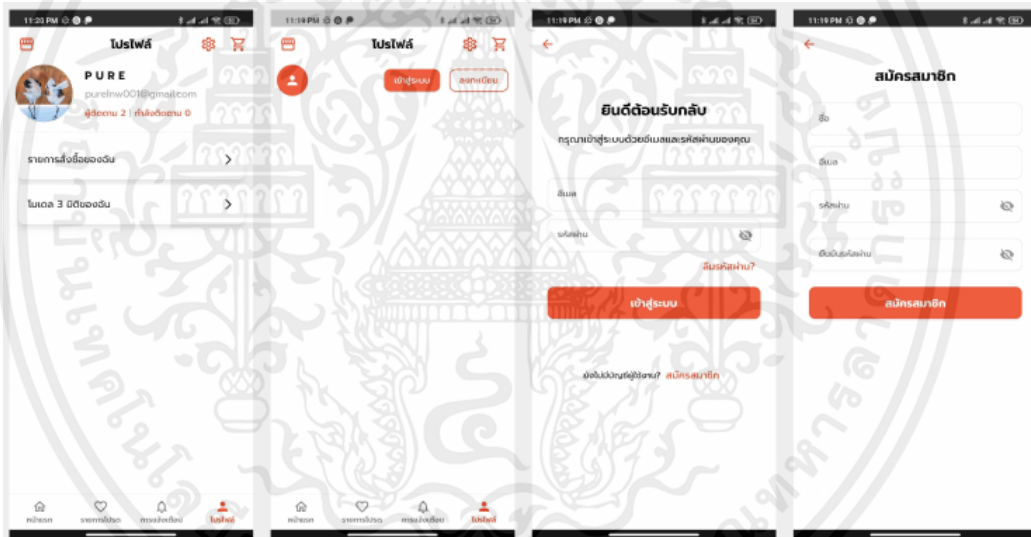
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การพัฒนาระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

4.1.1 ระบบการยืนยันตัวตน (Authentication)

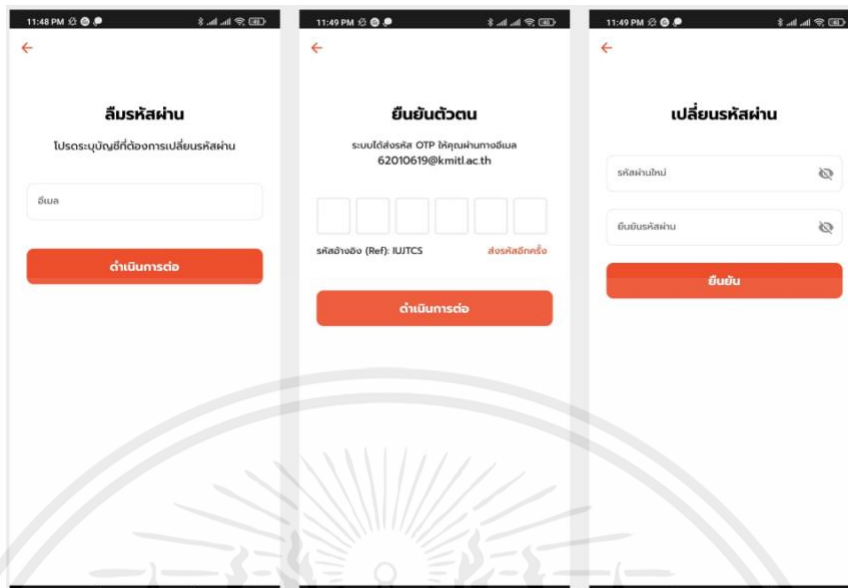
จัดทำในส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำหรับตรวจสอบว่าเข้าสู่ระบบหรือยังไม่เข้าสู่ระบบ ส่วนการสมัครสมาชิก และส่วนการเข้าสู่ระบบ หากผู้ใช้ยังไม่มีบัญชีผู้ใช้ก็จะต้องกดปุ่มลงทะเบียน หรือถ้ามีบัญชีผู้ใช้แล้วแต่ยังไม่ได้เข้าสู่ระบบก็จะต้องกดปุ่มเข้าสู่ระบบในหน้าโปรไฟล์ โดยผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลที่กำหนดและกดปุ่มยืนยันเพื่อสมัครสมาชิกหรือเข้าสู่ระบบ



รูป 4.1 หน้าโปรไฟล์, หน้าเข้าสู่ระบบ และหน้าสมัครสมาชิก

4.1.2 ระบบลิ้มรสผ่าน

จัดทำในส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API ซึ่งประกอบด้วยหน้าสำหรับกรอกอีเมล จากนั้นเมื่อดำเนินการต่อระบบจะทำการส่ง OTP ไปยังอีเมลนั้น จากนั้นเมื่อผู้ใช้ใส่ OTP ถูกต้องก็จะไปยังหน้าสำหรับเปลี่ยนรหัสผ่าน



รูป 4.2 หน้ากรอกอีเมล, หน้ากรอก OTP และหน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน

4.1.3 ระบบดูสินค้าแนะนำในหน้าแรก

จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับดึงข้อมูลรายการสินค้า และหมวดหมู่สินค้า ซึ่งในหน้าผู้ใช้งานสามารถกดค้นหาสินค้า กดดูสินค้าตามหมวดหมู่ และสามารถกดเข้าไปดูสินค้าในแต่ละชิ้นได้

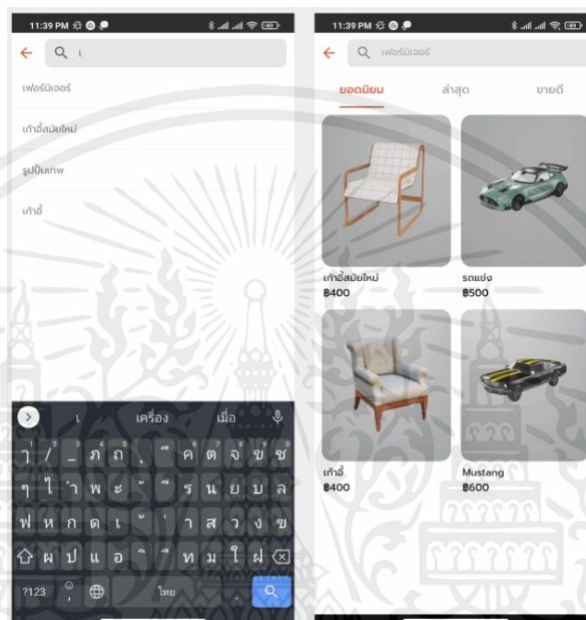


รูป 4.3 หน้าหลักสำหรับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ระบบค้นหาสินค้า

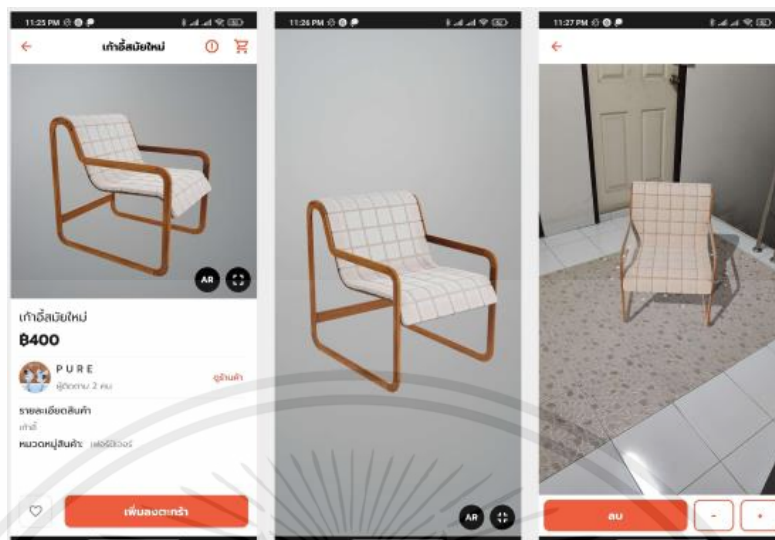
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และเชื่อมต่อ API สำหรับการค้นหาสินค้า โดยผู้ใช้สามารถพิมพ์ค้นหาสินค้าที่ต้องการได้ เมื่อกดค้นหา ก็จะไปยังหน้าแสดงรายการสินค้าตามคำค้นหา โดยสามารถเลือกดูสินค้าตามความนิยม สินค้าขายดี และสินค้าใหม่ล่าสุดได้



รูป 4.4 หน้าสำหรับค้นหาสินค้า

4.1.5 ระบบดูสินค้าแต่ละชิ้น

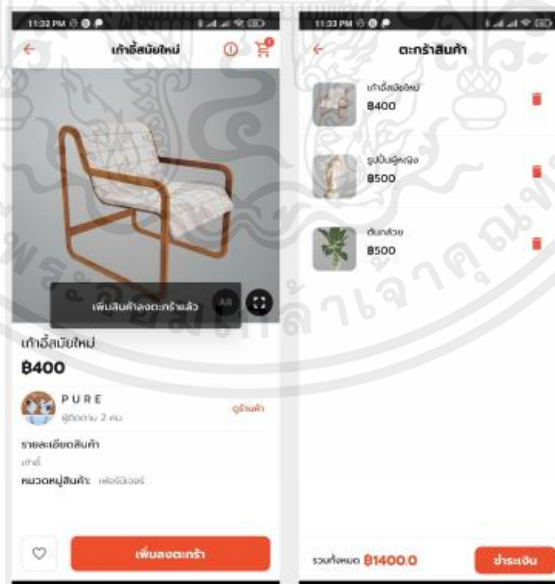
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และเชื่อมต่อ API สำหรับดูสินค้า โดยในหน้านี้สามารถดูรายละเอียดสินค้า ดูโมเดล 3 มิติของสินค้าแบบเต็มจอ ดูโมเดล 3 มิติแบบ AR กดเพิ่มสินค้าเข้ารายการโปรด กดเพิ่มสินค้าลงตะกร้า



รูป 4.5 หน้าดูสินค้าแต่ละชิ้น ดูโมเดล 3 มิติแบบเต็มหน้าจอ และดูโมเดล 3 มิติแบบ AR

4.1.6 ระบบตะกร้าสินค้า

จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับจัดการตะกร้าสินค้า โดยผู้ใช้สามารถกดเพิ่มสินค้าลงตะกร้าได้จากหน้าดูสินค้าในแต่ละชิ้น และในหน้าตะกร้าสินค้าผู้ใช้สามารถกดลบสินค้าออกจากตะกร้า และกดไปหน้าสำหรับสั่งซื้อสินค้าได้

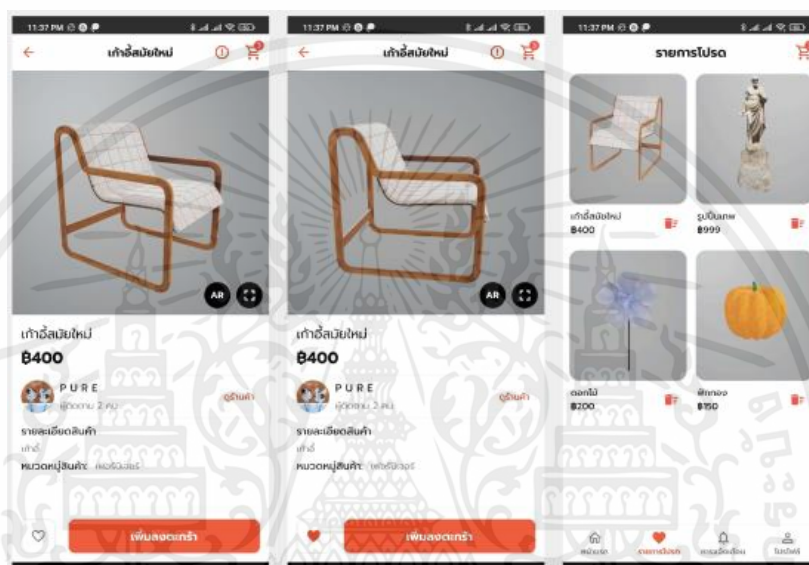


รูป 4.6 หน้าสำหรับการเพิ่มสินค้าลงตะกร้า และหน้าสำหรับดูสินค้าในตะกร้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ระบบรายการโปรดสินค้า

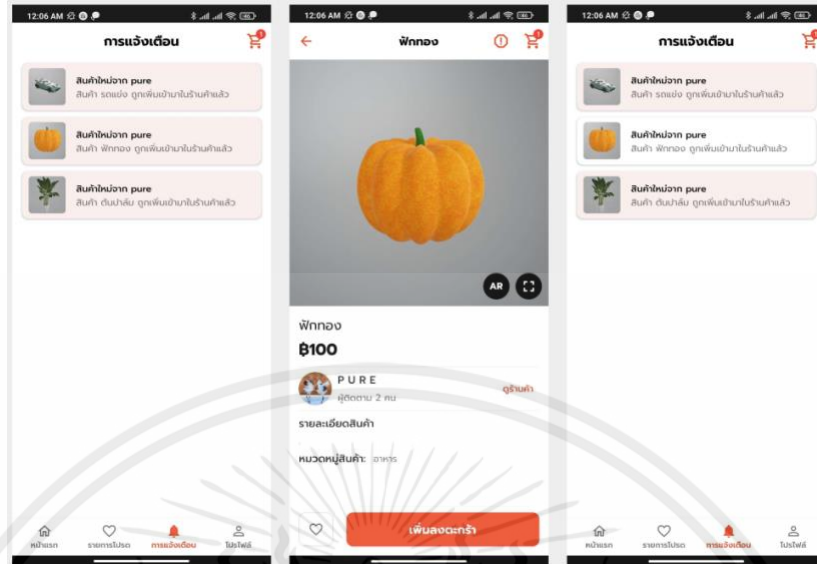
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับจัดการรายการโปรดสินค้า โดยผู้ใช้สามารถกดชอบสินค้าได้จากหน้าดูสินค้าในแต่ละชั้น ถ้าหากว่ากดชอบสินค้าแล้วจะขึ้นสัญลักษณ์หัวใจสีแดงในหน้าสินค้าชั้นนั้น และสามารถดูสินค้าที่กดชอบและนำสินค้าออกจากรายการโปรดได้จากหน้ารายการโปรด โดยสามารถกดเข้าได้จากแถบนำทางด้านล่างในหน้าแรก



รูป 4.7 หน้าสำหรับเพิ่มสินค้าลงในรายการโปรด และหน้าดูสินค้านำรายการโปรด

4.1.8 ระบบการแจ้งเตือน

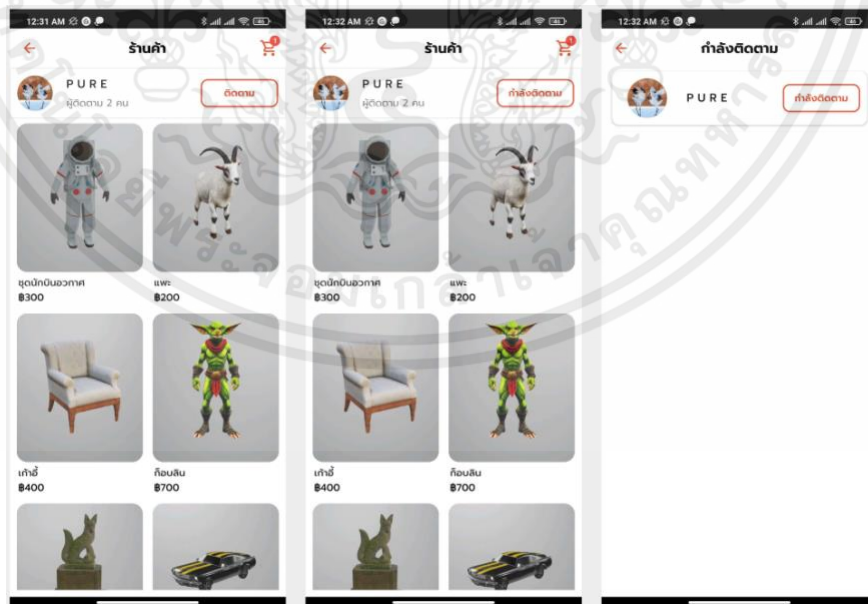
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับจัดการการแจ้งเตือน ซึ่งการแจ้งเตือนจะเกิดเมื่อร้านค้าที่ผู้ใช้ได้กดติดตามไว้ลงขายสินค้าใหม่ โดยเมื่อกรรายการสินค้าที่แจ้งเตือนจะไปยังหน้าแสดงสินค้าแต่ละชั้น โดยเมื่อกดดูแจ้งเตือนแล้วจะเปลี่ยนสีพื้นหลังของรายการการแจ้งเตือน เพื่อเป็นการบ่งบอกว่าผู้ใช้ได้ทำการดูรายการสินค้านั้นแล้ว



รูป 4.8 หน้าสำหรับรายการการแจ้งเตือน หน้าสำหรับดูสินค้า และหน้าสำหรับการแจ้งเตือนที่กดดูแล้ว

4.1.9 ระบบการกดติดตาม

จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับจัดการการกดติดตาม โดยผู้ใช้สามารถกดติดตามร้านค้าที่สนใจได้ และสามารถกดยกเลิกติดตามได้ โดยเมื่อกดติดตามแล้วสามารถดูรายชื่อคนที่กดติดตามอยู่ได้

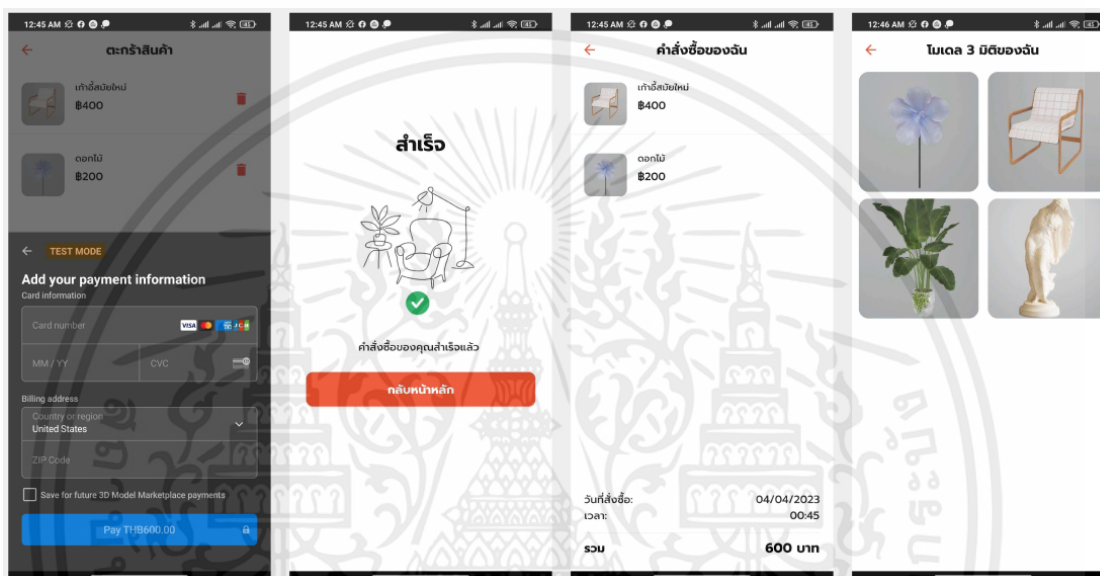


รูป 4.9 หน้าสำหรับรายการการแจ้งเตือน หน้าสำหรับดูสินค้า และหน้าสำหรับการแจ้งเตือนที่กดดูแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.10 ระบบสำหรับซื้อสินค้า

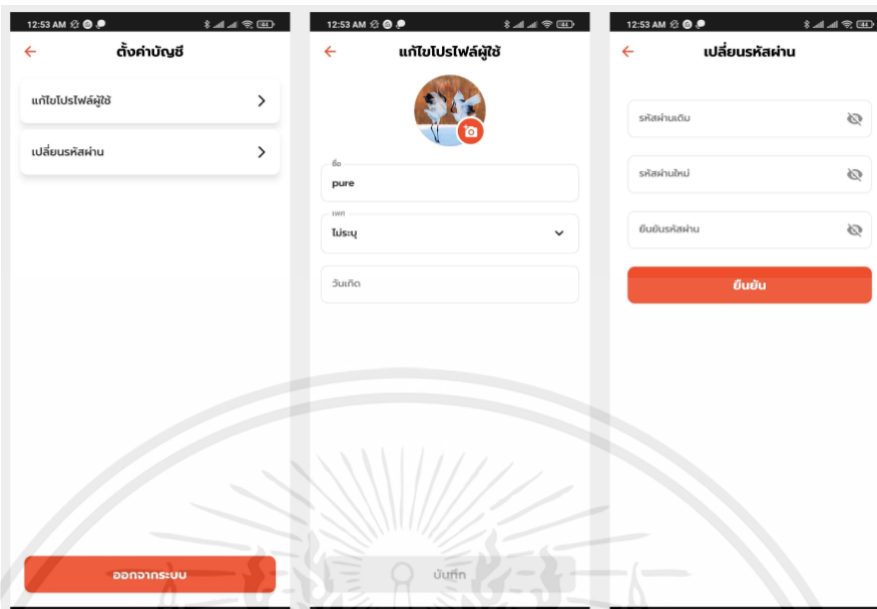
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับจัดการการซื้อสินค้าโดยในหน้าตะกร้าสินค้าเมื่อผู้ใช้งานชำระเงินก็จะมีช่องสำหรับกรอกข้อมูลบัตรเครดิตขึ้นมาเพื่อใช้ชำระเงิน เมื่อชำระเงินเสร็จสิ้นแล้ว ก็จะไปยังหน้าที่บ่งบอกว่าคำสั่งซื้อนี้สำเร็จแล้ว โดยผู้ใช้งานสามารถดูประวัติคำสั่งซื้อ และโมเดล 3 มิติที่ซื้อได้จากหน้าโปรไฟล์



รูป 4.10 หน้าชำระเงิน หน้าสั่งซื้อสำเร็จ หน้าประวัติการสั่งซื้อ และหน้าโมเดลของฉัน

4.1.11 ระบบตั้งค่าบัญชีผู้ใช้

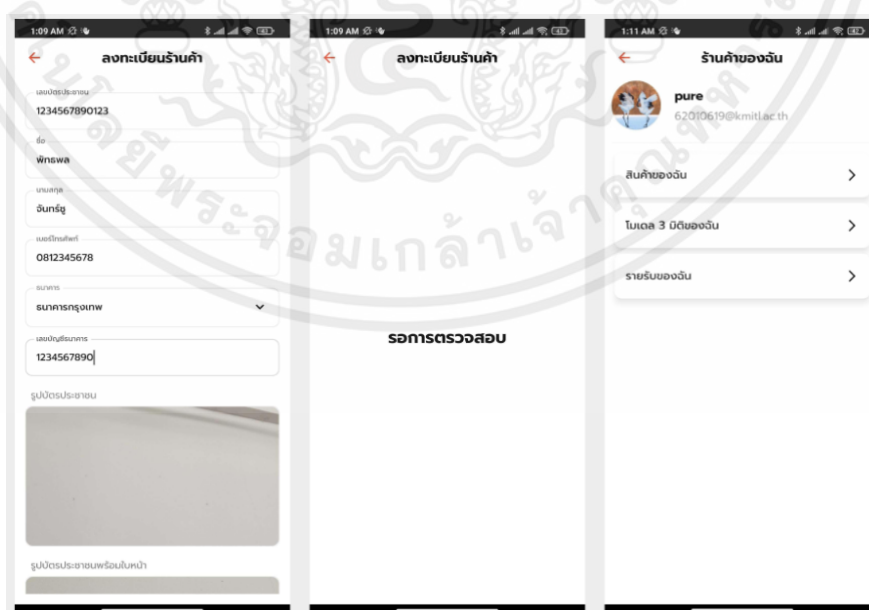
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ โดยเมื่อผู้ใช้งานกรูปรูปพื้นเพองในหน้าโปรไฟล์ก็จะมายังหน้าตั้งค่าบัญชีผู้ใช้ โดยเมื่อกดแก้ไขโปรไฟล์ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนรูปโปรไฟล์ และแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ได้ และเมื่อกดเปลี่ยนรหัสผ่านผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้โดยต้องใส่รหัสผ่านเดิม และรหัสผ่านใหม่



รูป 4.11 หน้าตั้งคำบัญชีผู้ใช้ หน้าแก้ไขโปรไฟล์ และหน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน

4.1.12 ระบบลงทะเบียนร้านค้า

จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API โดยในหน้านี้ผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูล และถ่ายรูป เพื่อลงทะเบียนและยืนยันตัวตน จากนั้นเมื่อกดยืนยันระบบจะส่งข้อมูลไปยังผู้ดูแลระบบเพื่อทำการตรวจสอบ หากผู้ดูแลระบบทำการอนุมัติการยืนยันตัวตนแล้ว ผู้ใช้สามารถไปยังหน้าร้านค้าของตนได้

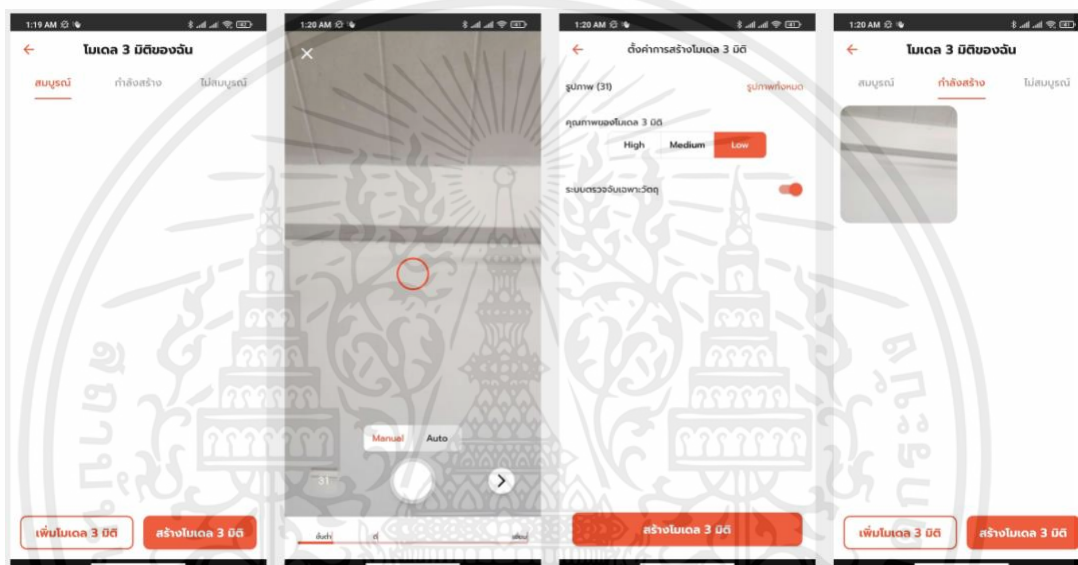


รูป 4.12 หน้าลงทะเบียนร้านค้า และหน้าร้านค้าของฉัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.13 ระบบเพิ่มและสร้างโมเดล 3 มิติสำหรับร้านค้า

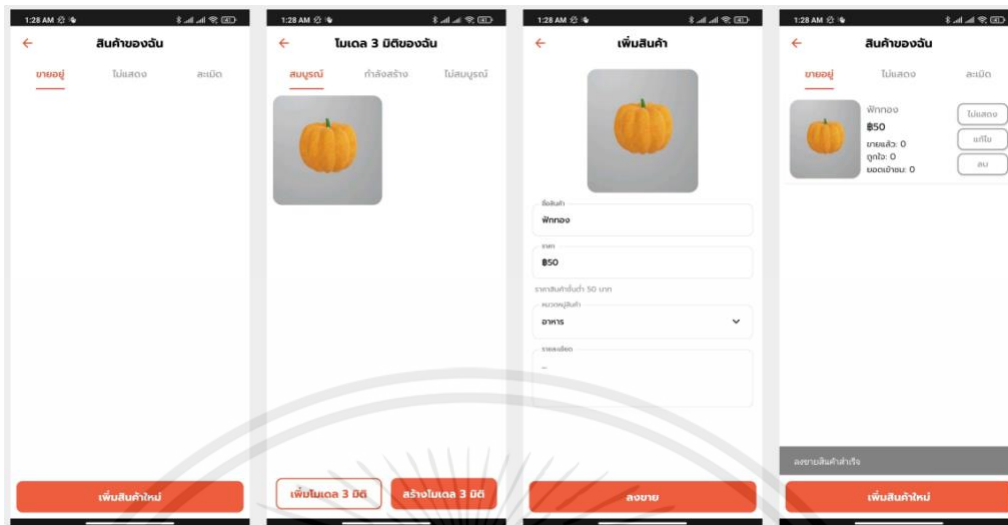
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API โดยในหน้าผู้ใช้สามารถเลือกที่จะเพิ่ม โมเดล 3 มิติ จากไฟล์ที่มีในเครื่อง หรือสร้าง โมเดล 3 มิติโดยการถ่ายภาพ ซึ่งการสร้างโมเดล 3 มิติด้วยการถ่ายภาพ จะต้องถ่ายขั้นต่ำ 30 รูปรอบ ๆ วัตถุ และสูงสุดได้ 200 รูป โดยเมื่อถ่ายเสร็จแล้วต้องกดไปยังหน้าตั้งค่าการสร้างโมเดล 3 มิติ จากนั้นเมื่อกดสร้างก็จะขึ้นสถานะว่ากำลังสร้าง เมื่อสร้างเสร็จก็จะไปยังหน้า สมบูรณ์



รูป 4.13 หน้าโมเดล 3 มิติของฉัน หน้าถ่ายรูปสร้างโมเดล หน้าตั้งค่าการสร้างโมเดล

4.1.14 ระบบลงขายสินค้าสำหรับร้านค้า

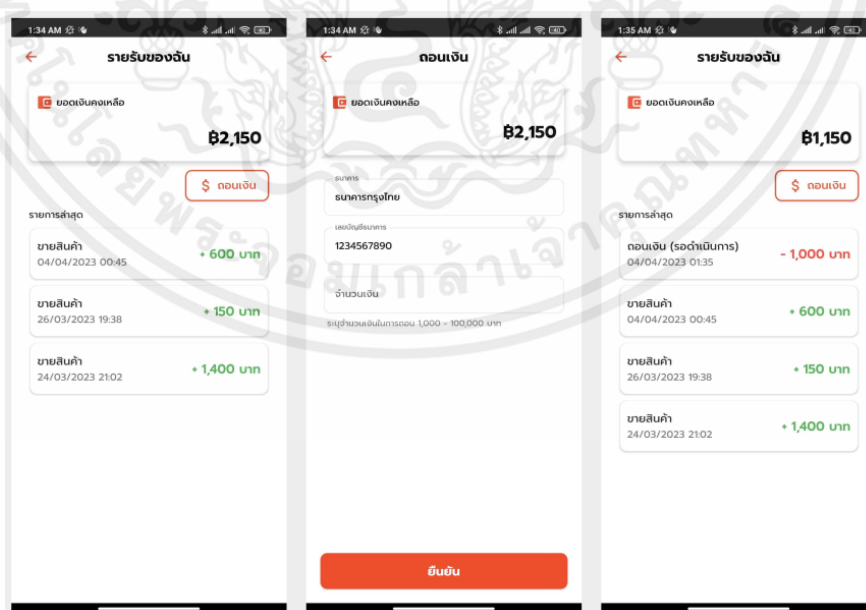
จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับขายสินค้า โดยในหน้านี้หากผู้ใช้ต้องการลงขายสินค้าจะต้องกดปุ่มเพิ่มสินค้า จากนั้นจะไปยังหน้าโมเดล 3 มิติของฉัน จากนั้นเลือกโมเดล 3 มิติที่ต้องการลงขาย จากนั้นบันทึกภาพและกรอกข้อมูล เมื่อกดลงขายก็จะไปยังหน้าสินค้าของฉัน และขึ้นแสดงสินค้าที่ลงขายอยู่



รูป 4.14 หน้าสินค้าของฉัน หน้าโมเดล 3 มิติของฉัน และหน้าเพิ่มสินค้า

4.1.15 ระบบรายรับสำหรับร้านค้า

จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับรายรับของร้านค้า โดยในหน้านี้ร้านค้าสามารถดูประวัติการขายสินค้า และการถอนเงินได้ โดยเมื่อผู้ใช้กดปุ่มถอนเงินก็จะไปยังหน้าถอนเงิน จากนั้นผู้ใช้งานจะต้องระบุจำนวนเงินที่ต้องการถอน เมื่อกดยืนยันก็จะไปยังหน้าแสดงประวัติ จะแสดงสถานะรอดำเนินการ ซึ่งการถอนเงินจะต้องถูกอนุมัติและโอนโดยผู้ดูแลระบบ

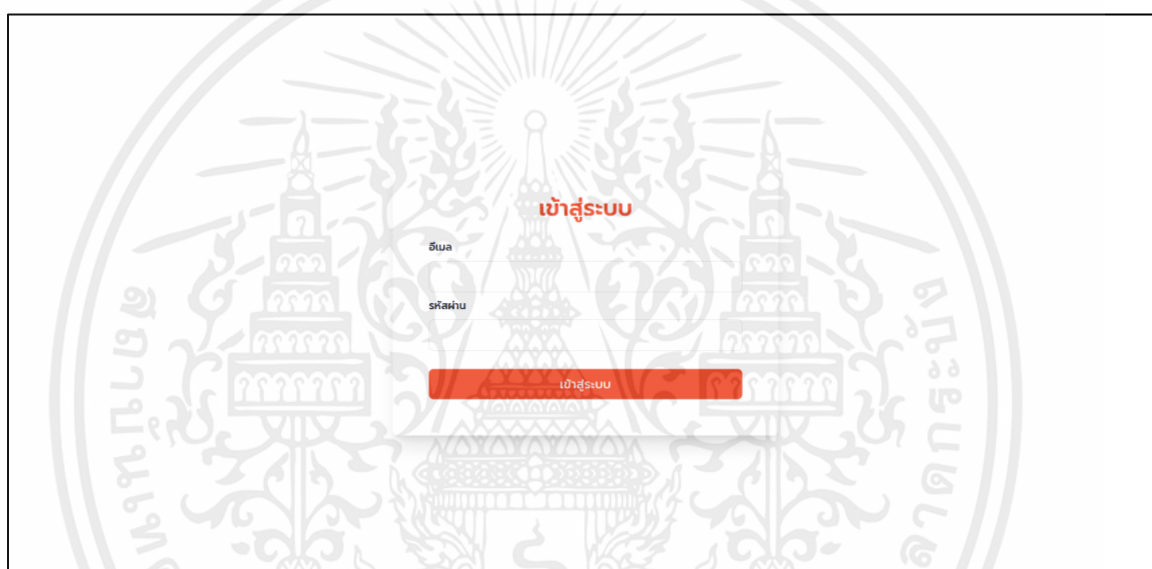


รูป 4.15 หน้ารายรับของฉัน และหน้าถอนเงิน

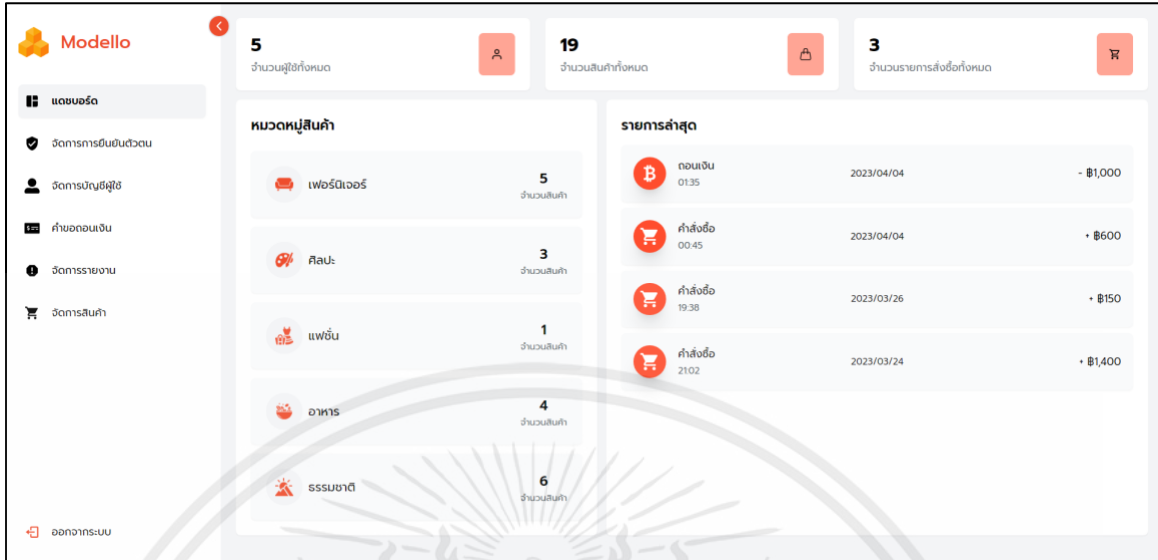
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.16 ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ

จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้ และเชื่อมต่อ API สำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อจัดการระบบสำหรับการซื้อขาย โดยผู้ดูแลระบบสามารถดูจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด จำนวนสินค้าทั้งหมด และจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมดได้ในหน้าแดชบอร์ด ผู้ดูแลระบบสามารถอนุมัติการยืนยันตัวตนของผู้ใช้ได้ในหน้าจัดการการยืนยันตัวตน ผู้ดูแลระบบสามารถแบนผู้ใช้ได้ในหน้าจัดการบัญชีผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบสามารถอนุมัติการถอนเงินได้ในหน้าคำขอลอถอนเงิน ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการการรายงานสินค้าได้ในหน้าจัดการการรายงาน และผู้ดูแลระบบสามารถระงับการขายสินค้าชิ้นนั้น ๆ ได้ในหน้าจัดการสินค้า



รูป 4.16 หน้าเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ

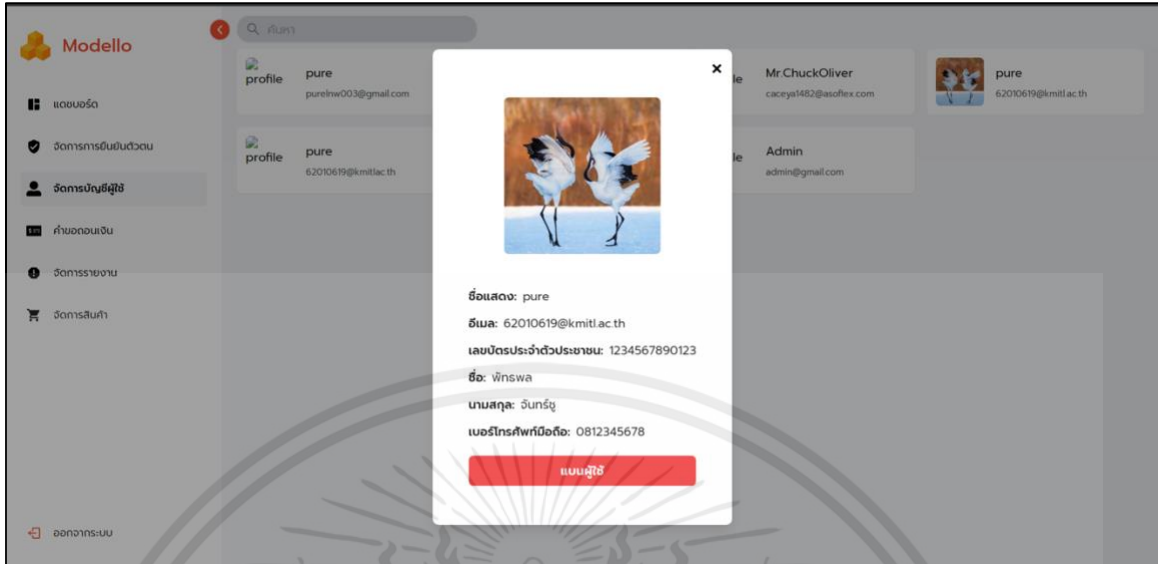


รูป 4.17 หน้าแดชบอร์ดสำหรับผู้ดูแลระบบ

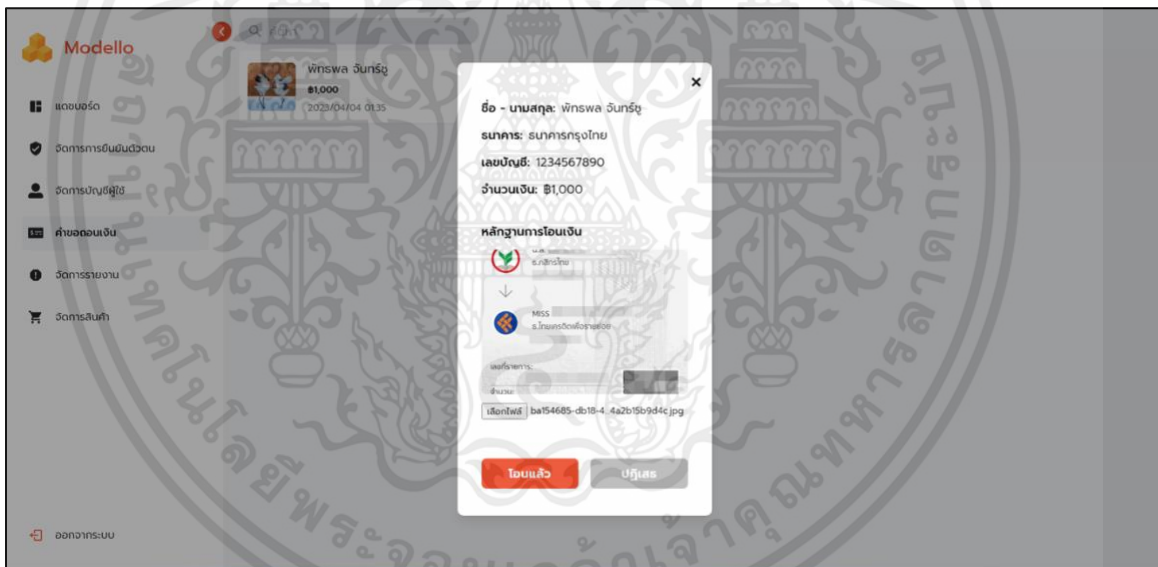


รูป 4.18 หน้าจัดการการยืนยันตัวตนสำหรับผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

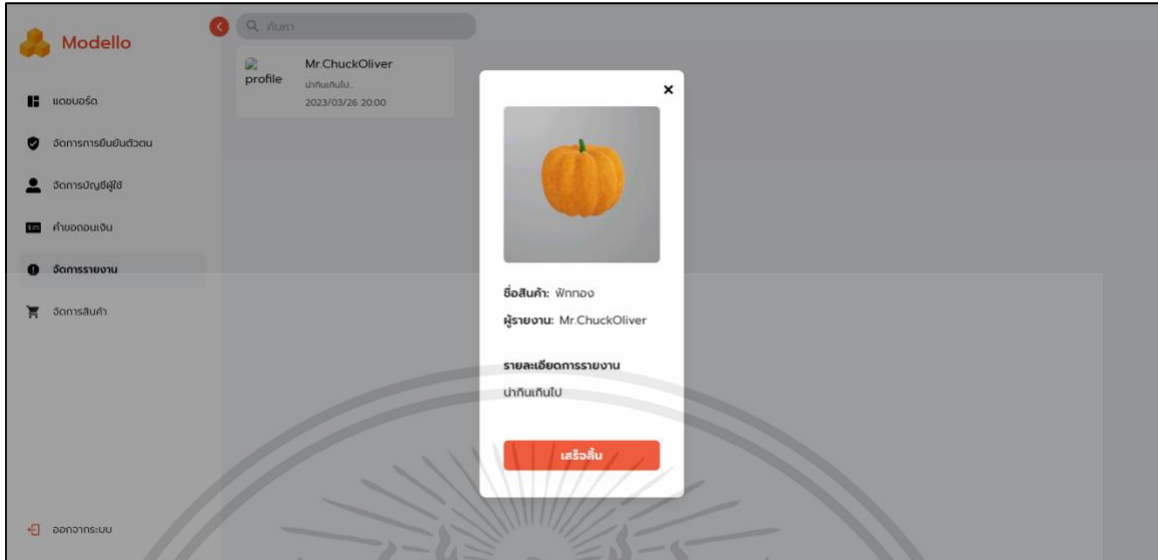


รูป 4.19 หน้าจัดการบัญชีผู้ใช้สำหรับผู้ดูแลระบบ

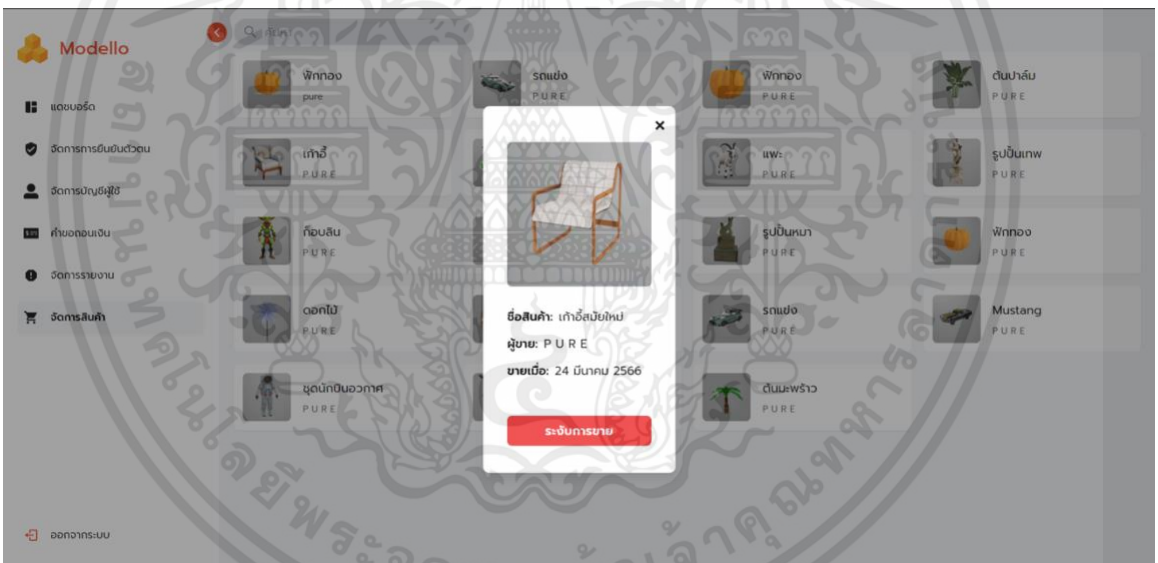


รูป 4.20 หน้าจัดการคำขอถอนเงินสำหรับผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.21 หน้าจัดการการรายงานสินค้าสำหรับผู้ดูแลระบบ



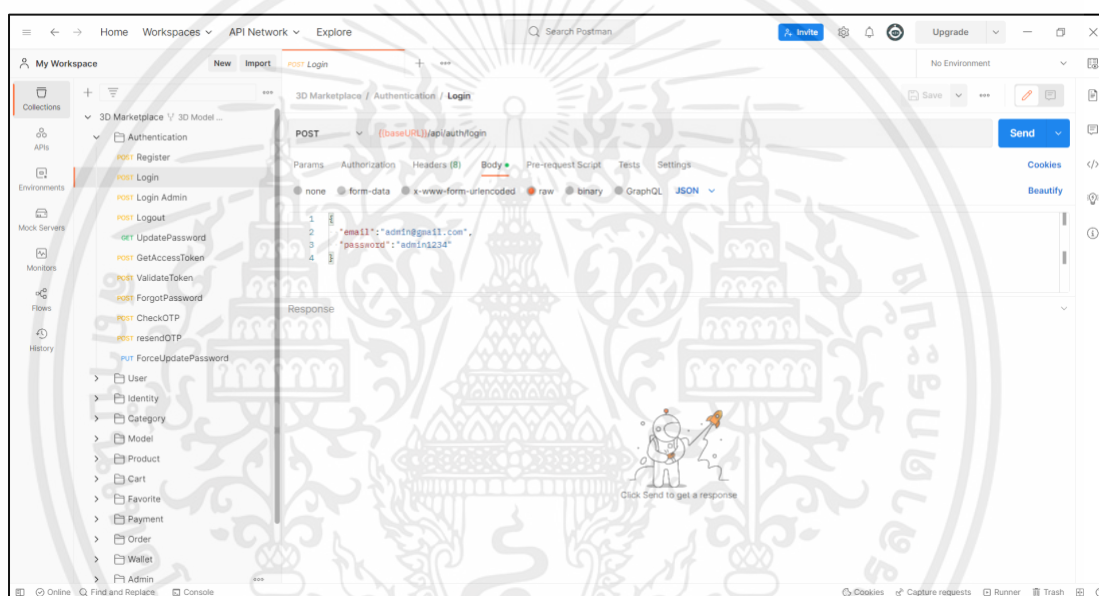
รูป 4.22 หน้าจัดการสินค้าสำหรับผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การพัฒนาระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติในส่วน API

4.2.1 API สำหรับการยืนยันตัวตน (Authentication)

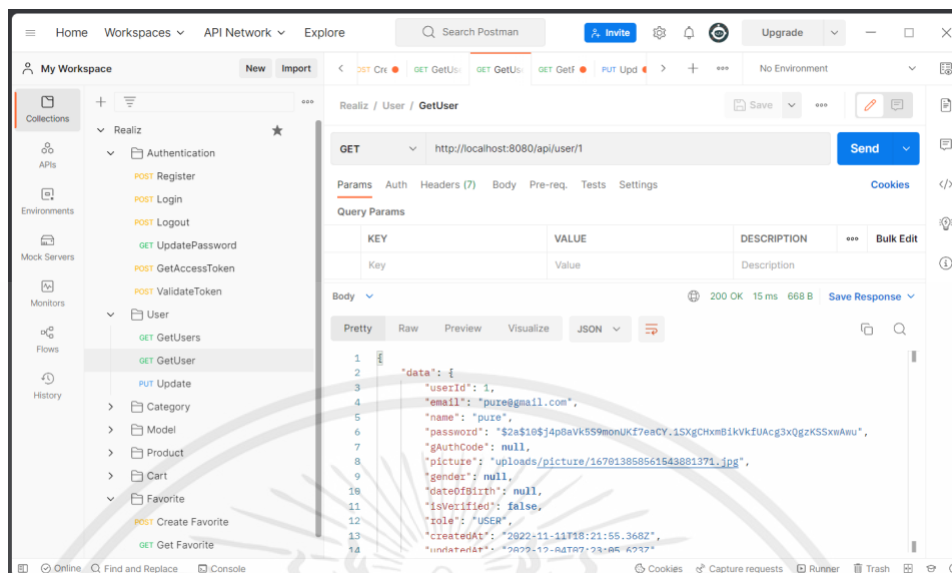
ระบบยืนยันตัวตน ผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิกและเข้าสู่ระบบได้ หากว่าผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบ ก็จะได้รับ Token เก็บไว้เพื่อไว้ใช้สำหรับการยืนยันตนในการใช้งานต่าง ๆ ที่ต้องมีสิทธิในการเข้าถึง และเพื่อสะดวกในการใช้งานโดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องเข้าสู่ระบบทุกครั้ง และหากผู้ใช้ต้องการลบ Token ก็สามารถทำได้โดยการออกจากระบบ ซึ่งในการสมัครสมาชิกครั้งแรกระบบจะทำการส่ง OTP ไปยังอีเมลที่ได้ลงทะเบียนไว้เพื่อยืนยันอีเมล



รูป 4.23 Postman Documentation ในส่วนของการยืนยันตัวตน

4.2.2 API สำหรับจัดการข้อมูลโปรไฟล์ผู้ใช้

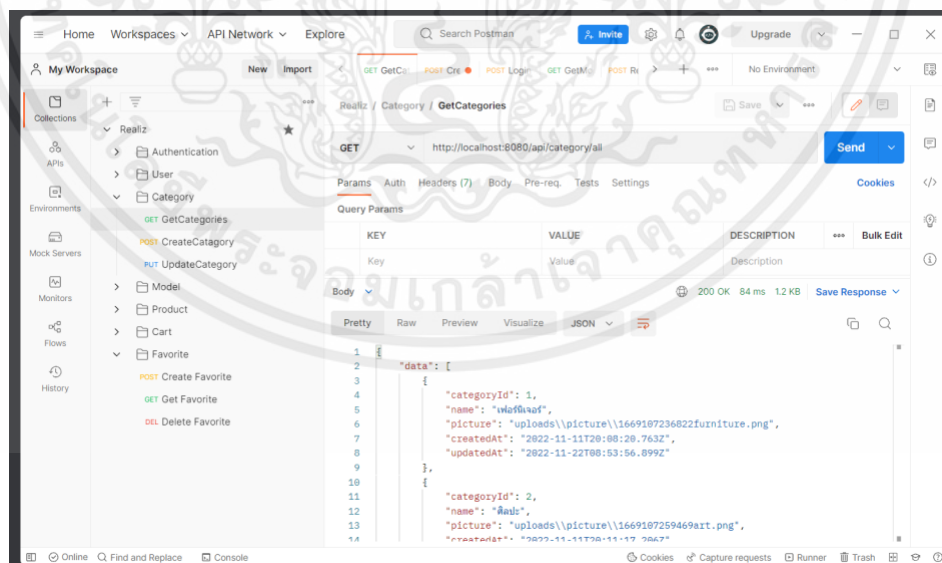
ระบบสำหรับจัดการข้อมูลโปรไฟล์ผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถแก้ไข และดูข้อมูลของตัวเองได้ ซึ่งข้อมูลที่ได้ก็จะมีชื่อ, อีเมล, รูป และอื่น ๆ



รูป 4.24 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการข้อมูลโปรไฟล์ผู้ใช้

4.2.3 API สำหรับจัดการหมวดหมู่สินค้า

ระบบสำหรับจัดการหมวดหมู่สินค้า โดยในการเพิ่ม และแก้ไขหมวดหมู่ของสินค้านั้น สามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบเท่านั้น ส่วนในการดึงข้อมูลสามารถทำได้จากผู้ใช้ทุกประเภท โดยข้อมูลที่ได้จากหมวดหมู่สินค้าจะมีชื่อหมวดหมู่ และสัญลักษณ์ประจำหมวดหมู่นั้น ๆ

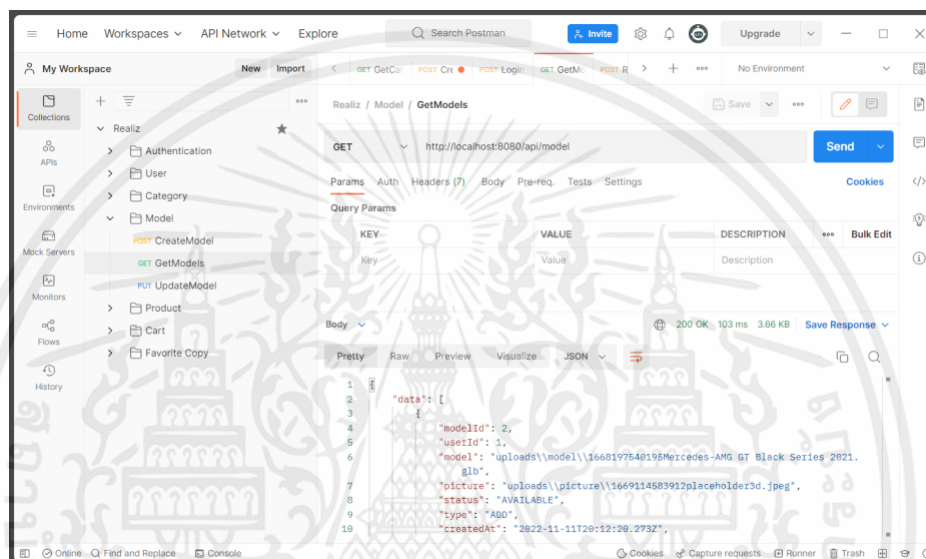


รูป 4.25 Postman Documentation สำหรับจัดการหมวดหมู่สินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 API สำหรับจัดการโมเดล 3 มิติ

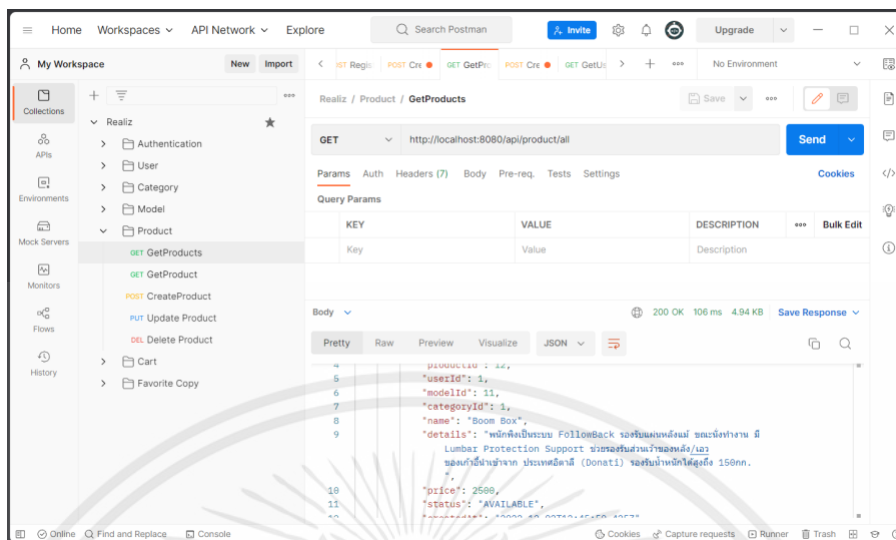
ระบบสำหรับการจัดการ โมเดล 3 มิติ ผู้ใช้สามารถเพิ่ม แก้ไข และดึงข้อมูลของโมเดล 3 มิติ ได้ ซึ่งข้อมูลที่ดึงจะมีไฟล์โมเดล 3 มิติ และรูปภาพ 2 มิติของโมเดลชิ้นนั้น โดยรูปภาพ 2 มิติจะใช้สำหรับแสดงผลโมเดลหลาย ๆ ชิ้นพร้อมกันบนหน้าจอ เพราะถ้าแสดงผลในรูปแบบโมเดล 3 มิติพร้อม ๆ กันหลายชิ้นอาจจะทำให้เกิดปัญหาในการใช้งานได้



รูป 4.26 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการโมเดล 3 มิติ

4.2.5 API สำหรับจัดการสินค้า

ระบบสำหรับการจัดการสินค้า ผู้ใช้สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และดูข้อมูลของสินค้าได้ โดยข้อมูลของสินค้าจะประกอบไปด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ของสินค้า และ โมเดล 3 มิติของสินค้า



รูป 4.27 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการสินค้า

4.2.6 API สำหรับจัดการตะกร้าสินค้า

ระบบสำหรับจัดการตะกร้าสินค้า โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่ม ลบ และดูข้อมูลสินค้าในตะกร้าได้ โดยข้อมูลของตะกร้าสินค้านั้นจะมีเจ้าของตะกร้า และข้อมูลสินค้าชิ้นนั้น ๆ

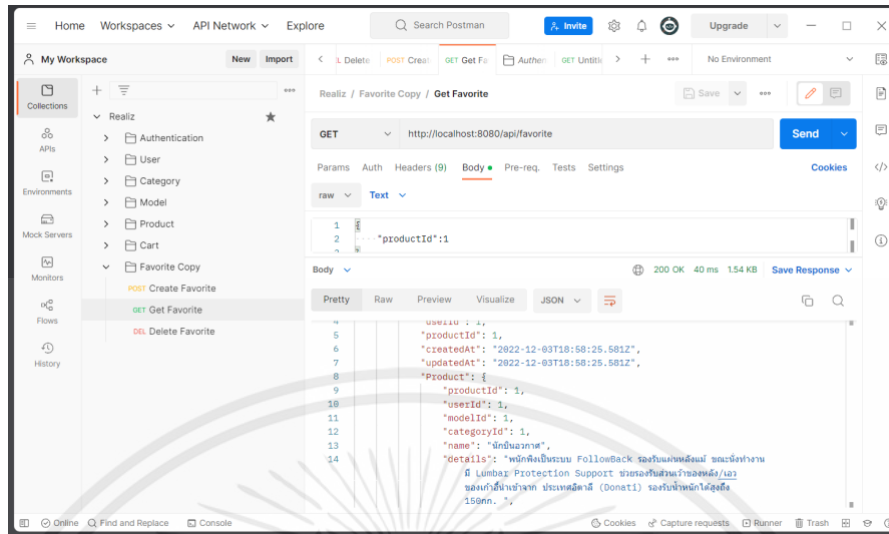


รูป 4.28 Postman Documentation ในส่วนของตะกร้าสินค้า

4.2.7 API สำหรับจัดการรายการโปรดสินค้า

ระบบสำหรับจัดการรายการโปรดสินค้า โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่ม ลบ และดูข้อมูลสินค้าในรายการโปรดได้ โดยข้อมูลของรายการโปรดสินค้านั้นจะมีเจ้าของรายการ และข้อมูลสินค้าชิ้นนั้น ๆ

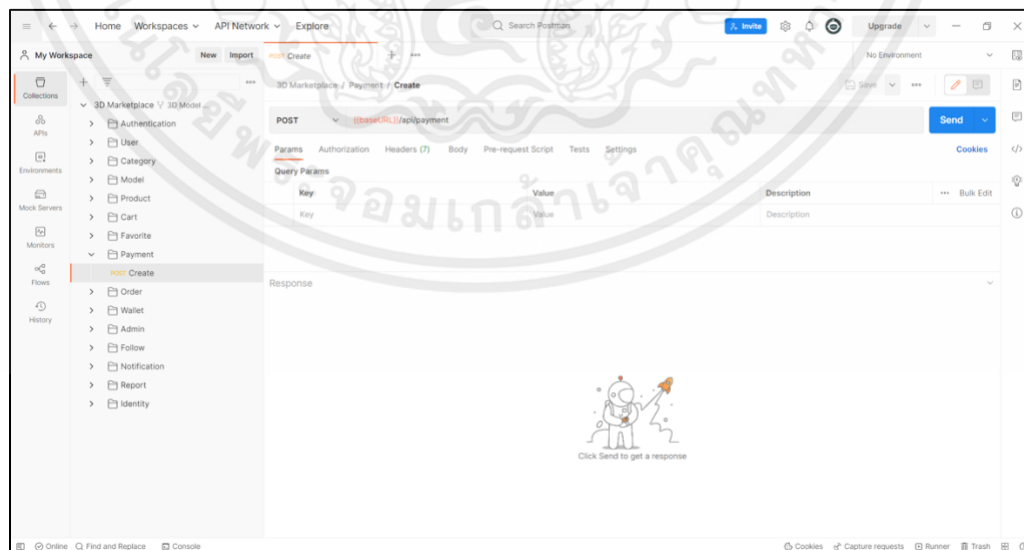
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.29 Postman Documentation ในส่วนของรายการโปรดสินค้า

4.2.8 API สำหรับจัดการการชำระเงิน

ระบบสำหรับสร้างการชำระเงิน โดยเมื่อผู้ใช้กดชำระเงินระบบจะสร้างการชำระเงินขึ้นมา หากเป็นผู้ใช้ใหม่ก็จะสร้างบัญชีการชำระเงินใหม่บน Stripe หากเป็นผู้ใช้เดิมแล้วเคยชำระเงินแล้ว Stripe จะส่งข้อมูลบัตรเครดิตที่เคยบันทึกไว้โดยไม่ต้องกรอกใหม่ เมื่อผู้ใช้ชำระเงินเสร็จสิ้น Stripe จะทำการเรียก Webhook ที่ได้สร้างเพื่อทำการสร้างคำสั่งซื้อ และทำการเพิ่มโมเดล 3 มิติไปยังบัญชีของผู้ซื้อ

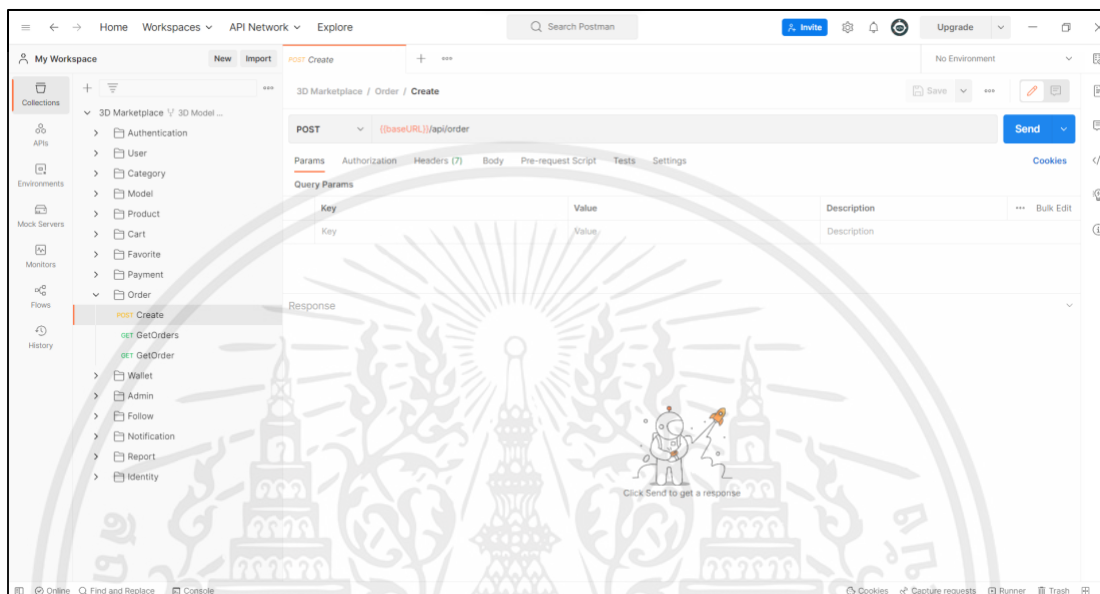


รูป 4.30 Postman Documentation ในส่วนของกรการชำระเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 API สำหรับจัดการคำสั่งซื้อ

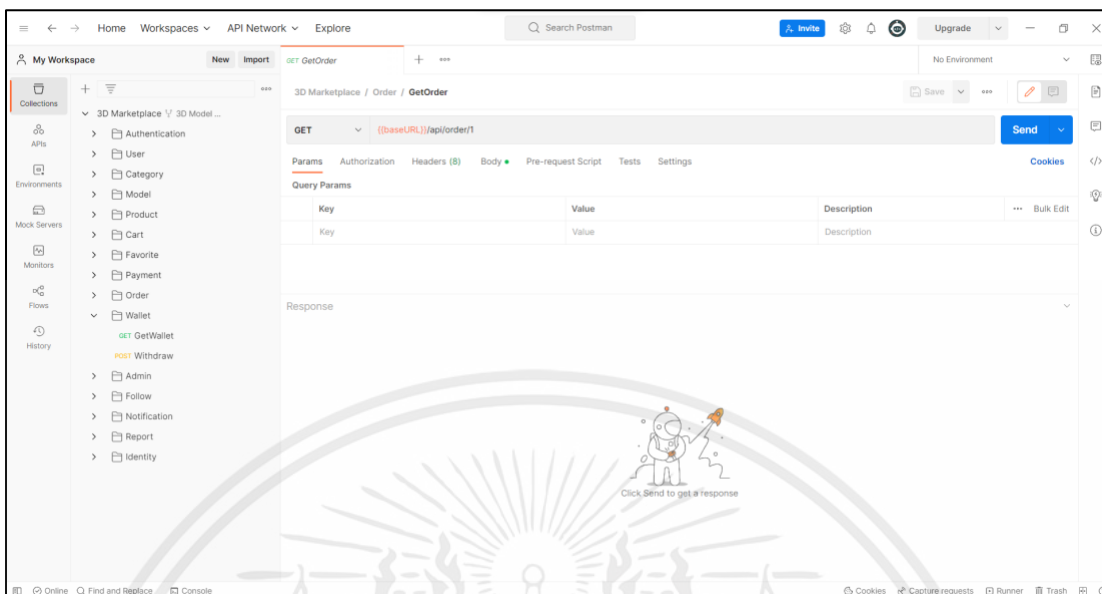
ระบบสำหรับจัดการคำสั่งซื้อ ซึ่งการสร้างคำสั่งซื้อจะถูกสร้างโดย Webhook ของ Stripe เมื่อชำระเงินสำเร็จ โดยผู้ใช้สามารถดูข้อมูลคำสั่งซื้อได้



รูป 4.31 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการคำสั่งซื้อสินค้า

4.2.10 API สำหรับจัดการกระเป๋าตั้งของร้านค้า

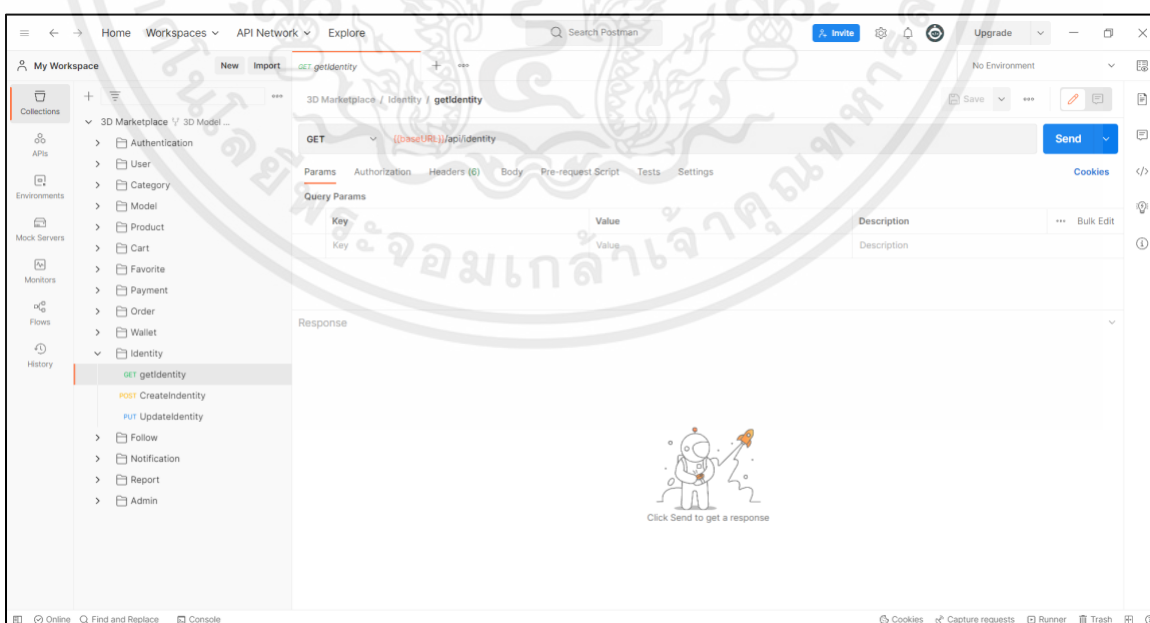
ระบบสำหรับจัดการกระเป๋าตั้งของร้านค้า โดยร้านค้าสามารถดูประวัติการขายสินค้าและการถอนเงินได้ โดยเมื่อถอนเงินก็จะมีสถานะบอกว่าอยู่ในขั้นตอนไหน ซึ่งการถอนเงินถูกจัดการโดยผู้ดูแลระบบ



รูป 4.32 Postman Documentation ในส่วนของการจัดการการเงินของร้านค้า

4.2.11 API สำหรับจัดการการลงทะเบียนร้านค้า

ระบบสำหรับจัดการการลงทะเบียนร้านค้า โดยเมื่อผู้ใช้งานต้องการลงทะเบียนร้านค้าก็จะต้องส่งข้อมูลเพื่อลงทะเบียน ซึ่งการอนุมัติการลงทะเบียนสามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถดูข้อมูลของผู้ลงทะเบียนได้ และกดยินยอมได้

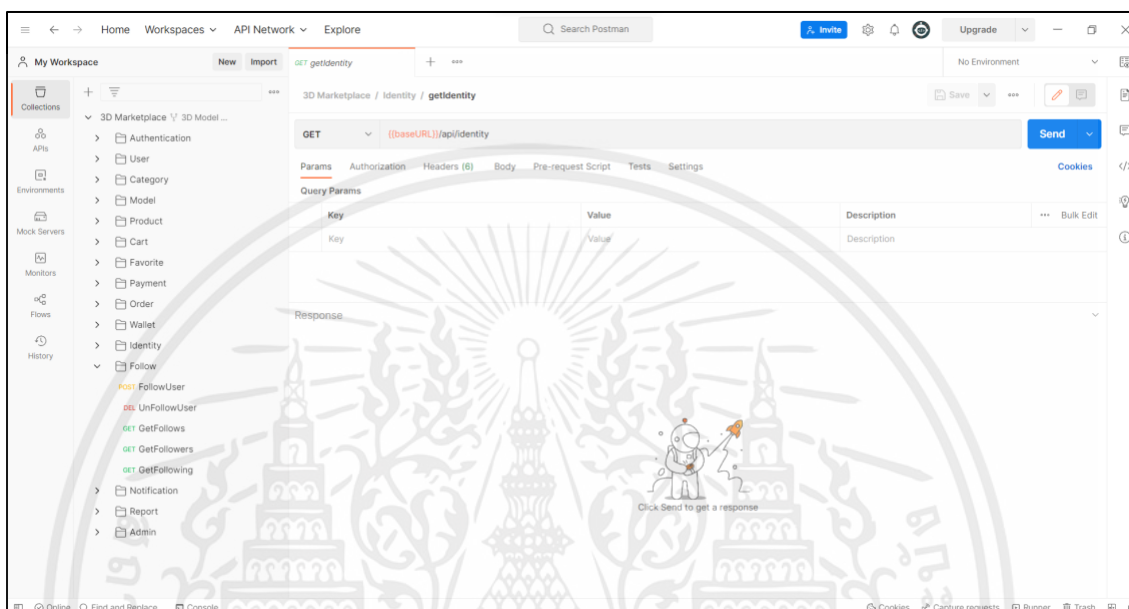


รูป 4.33 Postman Documentation ในส่วนของการลงทะเบียนร้านค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.12 API สำหรับจัดการการกดติดตาม

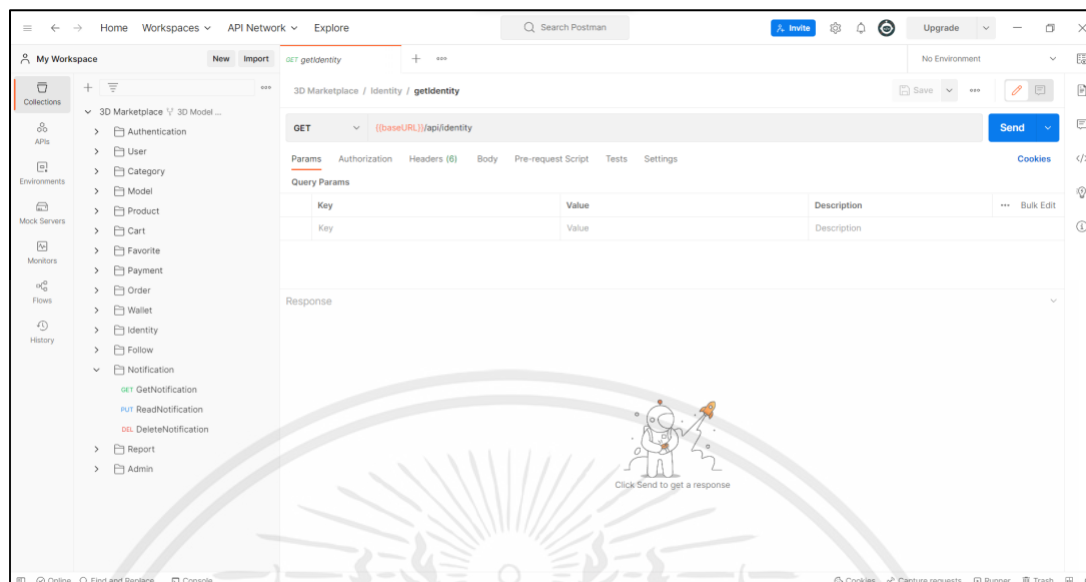
ระบบสำหรับการกดติดตาม ผู้ใช้สามารถกดติดตามร้านค้าที่สนใจได้ และกดยกเลิกติดตามได้ และสามารถดูรายชื่อคนที่กำลังติดตามอยู่ทั้งหมด และรายชื่อผู้ที่ติดตามเราอยู่ทั้งหมดได้



รูป 4.34 Postman Documentation ในส่วนของการกดติดตาม

4.2.13 API สำหรับจัดการการแจ้งเตือน

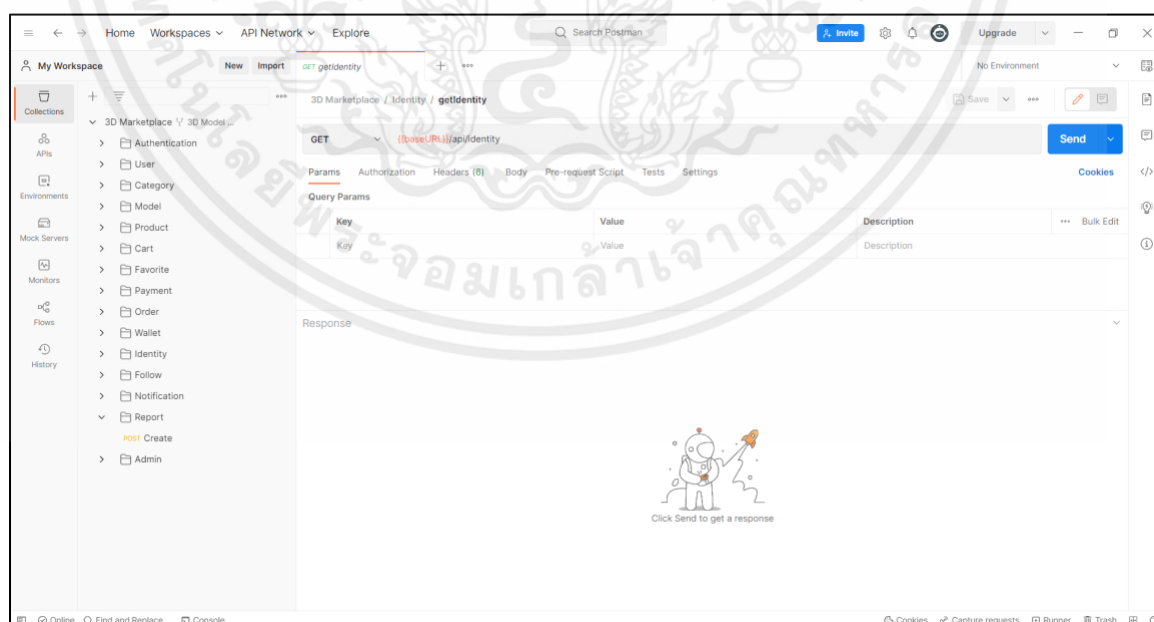
ระบบสำหรับจัดการการแจ้งเตือน โดยเมื่อร้านค้าที่ผู้ใช้ได้กดติดตามไว้ลงขายสินค้าใหม่ ระบบก็จะทำการส่งข้อมูลสินค้ามาให้ผู้ใช้ที่ได้กดติดตามไว้ โดยผู้ใช้สามารถดูรายการการแจ้งเตือนทั้งหมดได้ และสามารถกดดูการแจ้งเตือนนั้นได้



รูป 4.35 Postman Documentation ในส่วนของการแจ้งเตือน

4.2.14 API สำหรับการรายงานสินค้า

ระบบสำหรับการรายงานสินค้า โดยผู้ใช้งานสามารถกรอกข้อมูลสินค้าได้ โดยรายละเอียดการรายงานสามารถดูได้โดยผู้ดูแลระบบ เมื่อผู้ดูแลระบบทำการจัดการการรายงานนั้นแล้วก็สามารถระบุว่าการจัดการรายงานนั้นสำเร็จแล้ว

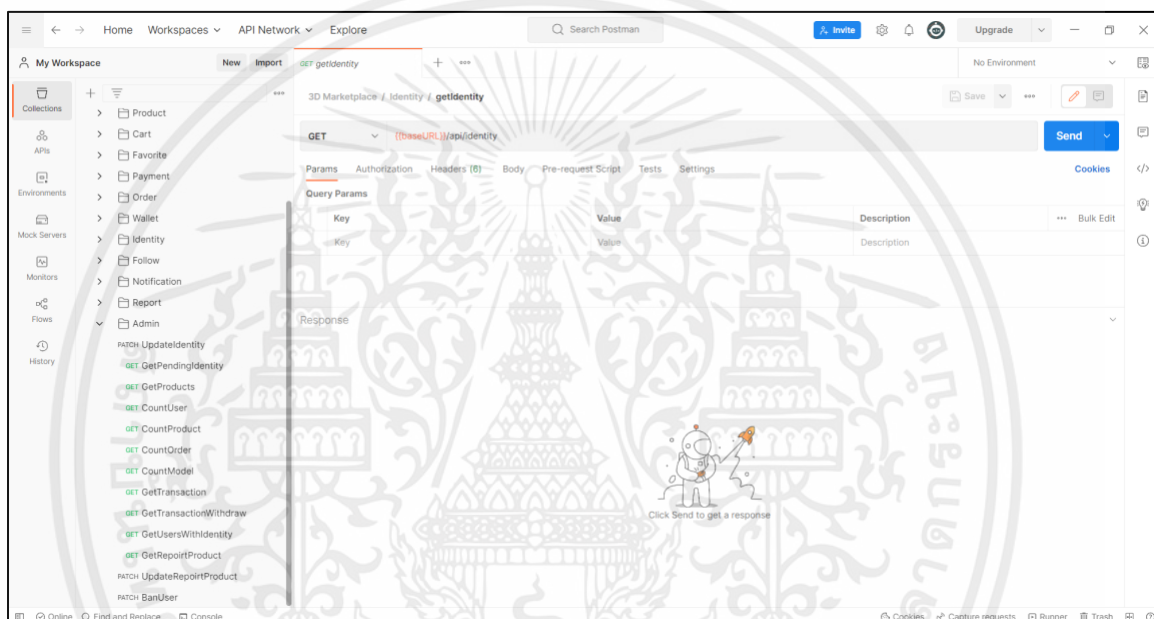


รูป 4.36 Postman Documentation ในส่วนของการรายงานสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.15 API สำหรับจัดการร้านค้าของผู้ดูแลระบบ

ระบบสำหรับจัดการร้านค้าของผู้ดูแลระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถดูจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด จำนวนสินค้าทั้งหมด และจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมดได้ ผู้ดูแลระบบสามารถดูผู้ที่ทำการลงทะเบียนร้านค้า และสามารถคอนุมัติการลงทะเบียนได้ ผู้ดูแลระบบสามารถแบนผู้ใช้ได้ ผู้ดูแลระบบสามารถดูค่าขอการถอนเงินและสามารถอนุมัติค่าขอได้ ผู้ดูแลระบบสามารถดูการรายสินค้าได้ และผู้ดูแลระบบสามารถระงับการขายสินค้าได้



รูป 4.37 Postman Documentation ในส่วนของผู้ดูแลระบบ

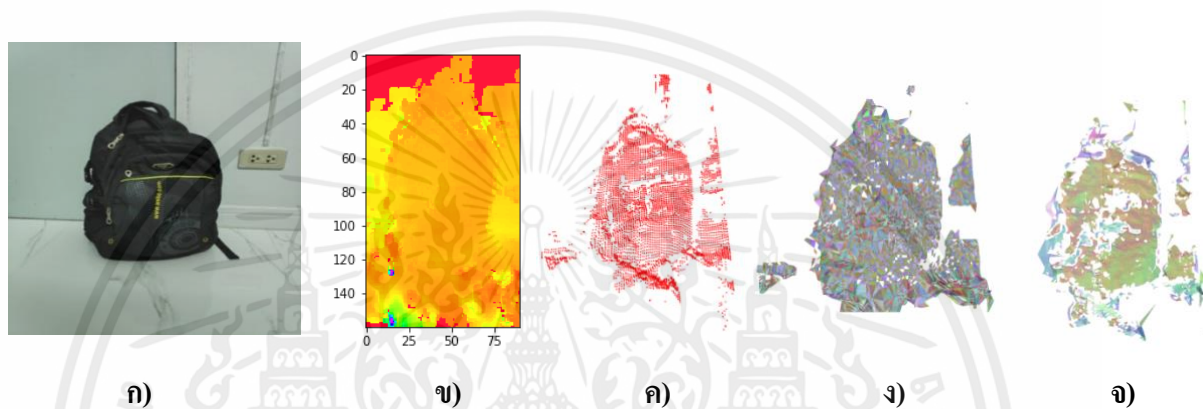
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองการสร้างโมเดล 3 มิติ

4.3.1 ทดลองสร้างโมเดล 3 มิติโดยใช้ Google ARCore

4.3.1.1 ทดลองสร้าง Mesh จาก 1 รูป

ทดลองใช้ Depth API ของ Google ARCore เพื่อหา x, y, z ของวัตถุซึ่งเป็น point cloud และนำมาทำ Surface Reconstruction เพื่อสร้างเป็น Mesh



ก)

ข)

ค)

ง)

จ)

รูป 4.38 การทดลองสร้าง Mesh จาก 1 รูป

ก) รูปภาพกระเป๋า

ข) ภาพ Depth ของกระเป๋า

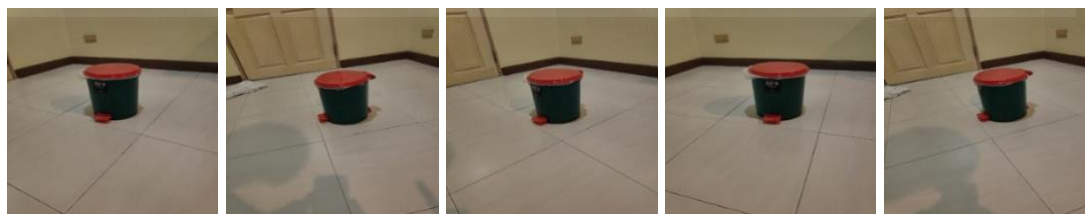
ค) ภาพ Point Cloud

ง) ภาพ 3D Mesh จากการทำ Alpha Shape

จ) ภาพ 3D Mesh จากการทำ Ball Pivoting Algorithm

4.3.1.2 ทดลองสร้าง Point Cloud จาก 5 รูป

ทดลองใช้ Depth API ของ Google ARCore เพื่อหา x, y, z ของวัตถุและนำรูปภาพมาหาค่า RGB ของตำแหน่งนั้นซึ่งเปลี่ยนเป็นใช้ 5 รูป เพื่อนำมาสร้าง point cloud



รูป 4.39 ตัวอย่างภาพ 5 รูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

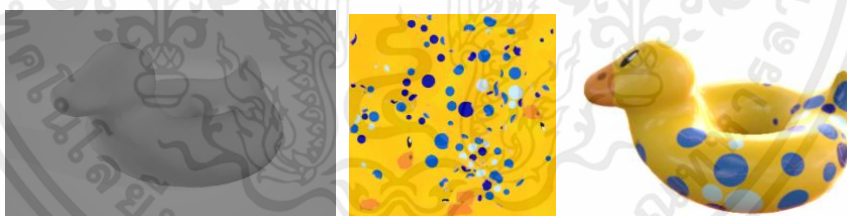


รูป 4.40 Point cloud ที่ได้จากภาพ 5 รูป

4.3.2 การสร้างโมเดล 3 มิติโดยใช้งานวิจัย Extracting Triangular 3D Models, Materials, and Lighting From Images

4.3.2.1 ทดลองสร้างโมเดล 3 มิติจากข้อมูลตัวอย่างของงานวิจัย

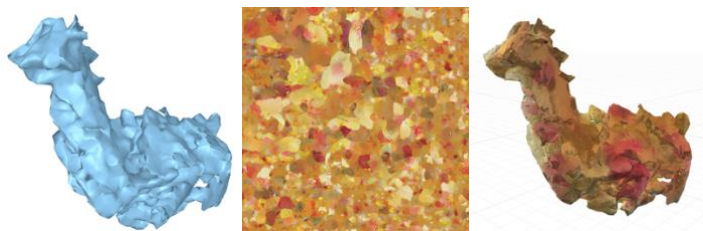
ข้อมูลตัวอย่างประกอบไปด้วยรูปภาพและค่ามุมมองของกล้องโดยเมื่อนำไปเทรนใช้เวลาประมาณ 40 นาที ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 3D Mesh คู่กับ Texture



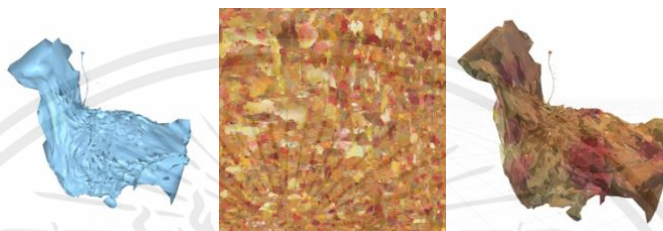
รูป 4.41 3D Mesh, Texture, โมเดล 3 มิติที่ได้

4.3.2.2 ทดลองสร้างโมเดล 3 มิติจากข้อมูลของตนเอง

ข้อมูลตัวอย่างประกอบไปด้วยรูปภาพและค่ามุมมองของกล้องโดยเมื่อนำไปเทรนใช้เวลาประมาณ 40 นาที ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 3D Mesh คู่กับ Texture



รูป 4.42 3D Mesh, Texture, โมเดล 3 มิติที่ได้สร้างโดยไม่มี mesh ตั้งต้น

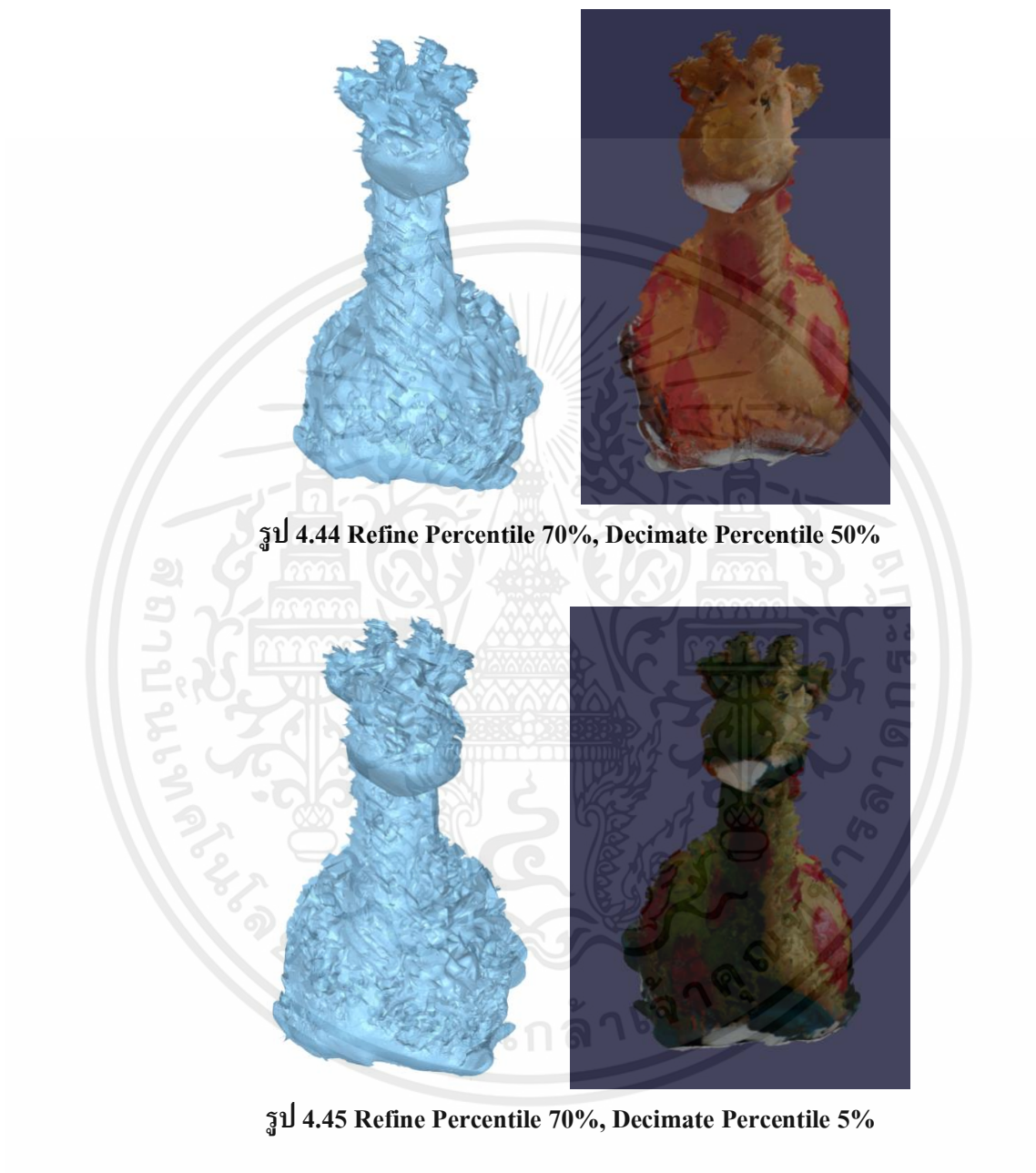


รูป 4.43 3D Mesh, Texture, โมเดล 3 มิติที่ได้สร้างโดยใช้ mesh ตั้งต้นที่ได้จาก instant-ngp

4.3.3 การสร้างโมเดล 3 มิติโดยใช้งานวิจัย Delicate Textured Mesh Recovery from NeRF via Adaptive Surface Refinement

เป็นการสร้างโมเดล 3 มิติโดยแบ่งเป็น 2 stage คือ stage ที่ 1 จะทำการสร้างโมเดล 3 มิติแบบหยาบออกมาโดยใช้งานวิจัย instant-ngp แล้ว stage ที่ 2 จะทำให้ mesh ละเอียดขึ้นและมี texture ที่ดีขึ้น การทำให้ mesh พื้นผิวละเอียดขึ้นคือ ทำการเก็บ error ของพื้นผิวจากการเทรน Neural Network และหา percentile 2 ตัวคือ percentile การทำ refine ถ้ามากกว่า percentile ที่กำหนดจะทำการ refine คือการแบ่งพื้นผิวเพิ่มเพื่อให้มีความละเอียด และ percentile การ decimate คือการน้อยกว่า percentile ที่กำหนดจะทำการนำพื้นผิวนั้นออกเพราะถือว่าไม่จำเป็น

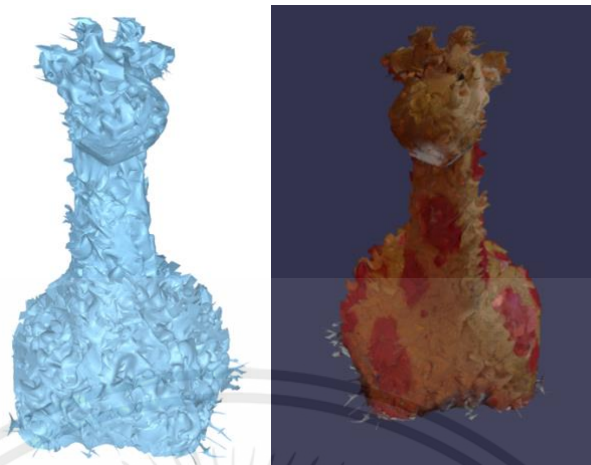
4.3.3.1 ผลการทดลองสร้างโมเดล 3 มิติ



รูป 4.44 Refine Percentile 70%, Decimate Percentile 50%

รูป 4.45 Refine Percentile 70%, Decimate Percentile 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.46 Refine Percentile 100%, Decimate Percentile 0%

4.3.4 การสร้างโมเดล 3 มิติโดยใช้งานวิจัย Instant Neural Graphics Primitives with a Multiresolution Hash Encoding (instant-ngp)

4.3.4.1 รายละเอียดขั้นตอนการทดลองรูปแบบที่ 1

- 1) การทดลองได้ทำการถ่ายวิดีโอ (720x1280 pixel 30fps) ของวัตถุรอบ 360 องศา มุมกึ่งประมาณ 45 องศา
- 2) Sample รูปภาพออกมาจากวิดีโอ
- 3) ใช้ COLMAP ในการหาพารามิเตอร์ของกล้อง
- 4) นำรูปมาทำการลบพื้นหลังออก
- 5) นำรูปที่ลบพื้นหลังแล้วคู่กับพารามิเตอร์ของกล้องเข้า instant-ngp จนได้ออกมาเป็นไฟล์ OBJ ซึ่งเป็นโมเดล 3 มิติ

4.3.4.2 การวัดผลในการทดลองรูปแบบที่ 1

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องระหว่างการทำการทดลองเพื่อนำมาวัดผลมีดังนี้

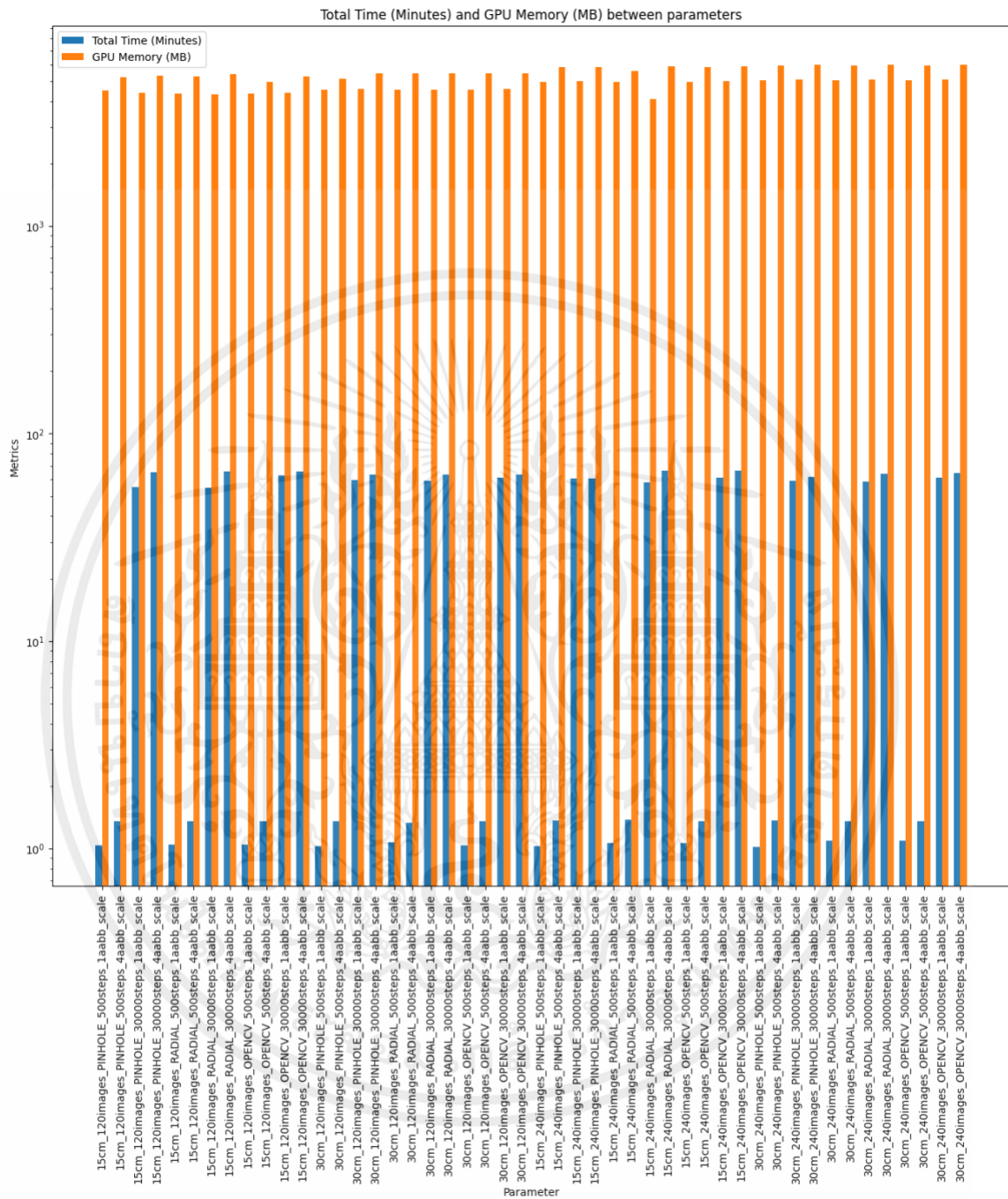
- 1) เวลาที่ใช้ในการเทรน
- 2) หน่วยความจำของ GPU สูงสุด ที่ใช้ในการเทรนใช้ NVIDIA GeForce RTX 3090 Memory 24 GB
- 3) ค่าเฉลี่ย PSNR, SSIM ที่ทดสอบกับข้อมูลทดสอบโดยวิธีทดสอบคือจะให้ค่ามุมมองกล้องกับ NeRF ที่เทรนแล้ว และให้ NeRF สร้างภาพออกมาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับรูปภาพจริงๆ ของมุมมองนั้น
- 4) Loss ระหว่างการเทรน

ตาราง 4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้เทรนโมเดลในการทดลองรูปแบบที่ 1

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์
NUMBER_OF_PICTURES	120, 240 images
DISTANCE	15, 30 cm
CAMERA_MODEL	(Pinhole, Radial, OpenCV)
RESOLUTION	720x1280 pixels
TRAINING_STEPS	500, 30000 steps
AABB_SCALE	1, 4
LEARNING_RATE	0.01
BATCH_SIZE	262,144
LOSS	Squared Error Loss (L2 loss)

หมายเหตุ: จำนวนรูปเป็นจำนวนโดยประมาณ

4.3.4.3 ผลการทดลองรูปแบบที่ 1



รูป 4.47 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดและหน่วยความจำของ GPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 ค่าเวลาที่ใช้ในการเทรน, หน่วยความจำของ GPU สูงสุดที่ใช้

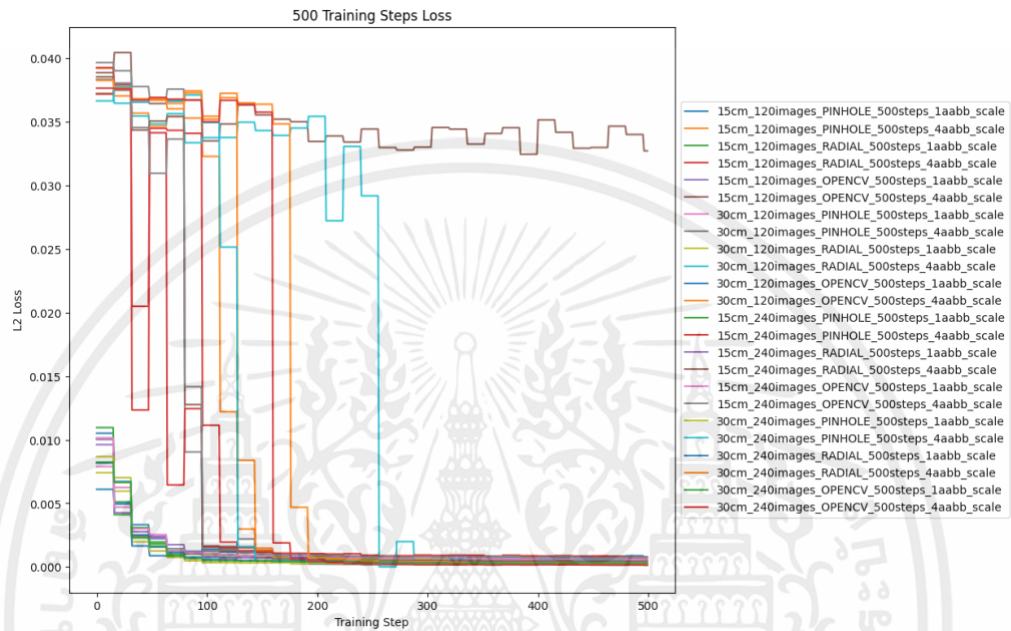
NUMBER_OF_PICTURES	DISTANCE (cm)	CAMERA_MODEL	TRAINING_STEPS	AABB_SCALE	Total Time (Minutes)	GPU Memory (MB)
120	15	PINHOLE	500	1	1.04	4488
120	15	PINHOLE	500	4	1.35	5198
120	15	PINHOLE	30000	1	55.38	4368
120	15	PINHOLE	30000	4	65.14	5318
120	15	RADIAL	500	1	1.05	4362
120	15	RADIAL	500	4	1.36	5256
120	15	RADIAL	30000	1	54.93	4322
120	15	RADIAL	30000	4	65.64	5404
120	15	OPENCV	500	1	1.05	4362
120	15	OPENCV	500	4	1.35	4960
120	15	OPENCV	30000	1	62.89	4376
120	15	OPENCV	30000	4	65.51	5274
120	30	PINHOLE	500	1	1.03	4536
120	30	PINHOLE	500	4	1.35	5116
120	30	PINHOLE	30000	1	59.96	4560
120	30	PINHOLE	30000	4	63.57	5454
120	30	RADIAL	500	1	1.07	4536
120	30	RADIAL	500	4	1.33	5424
120	30	RADIAL	30000	1	59.13	4522
120	30	RADIAL	30000	4	63.26	5454
120	30	OPENCV	500	1	1.04	4538
120	30	OPENCV	500	4	1.35	5426
120	30	OPENCV	30000	1	61.48	4566
120	30	OPENCV	30000	4	63.65	5456

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

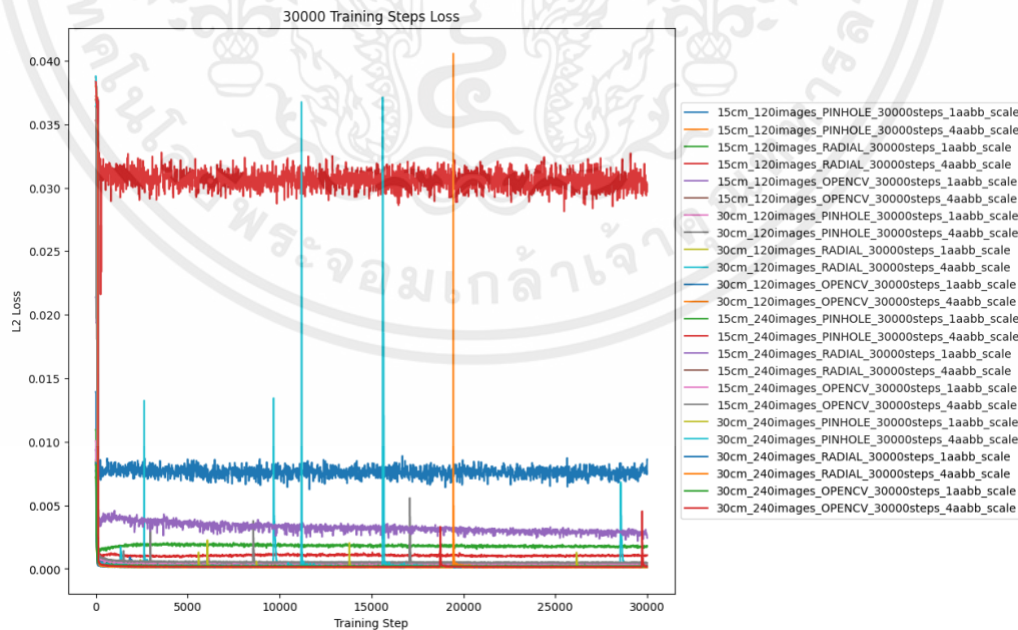
NUMBER_OF_PICTURES	DISTANCE (cm)	CAMERA_MODEL	TRAINING_STEPS	AABB_SCALE	Total Time (Minutes)	GPU Memory (MB)
240	15	PINHOLE	500	1	1.03	4950
240	15	PINHOLE	500	4	1.37	5846
240	15	PINHOLE	30000	1	60.64	4972
240	15	PINHOLE	30000	4	60.92	5844
240	15	RADIAL	500	1	1.06	4950
240	15	RADIAL	500	4	1.38	5582
240	15	RADIAL	30000	1	58.26	4086
240	15	RADIAL	30000	4	66.47	5872
240	15	OPENCV	500	1	1.06	4950
240	15	OPENCV	500	4	1.35	5846
240	15	OPENCV	30000	1	61.17	4970
240	15	OPENCV	30000	4	66.23	5872
240	30	PINHOLE	500	1	1.02	5046
240	30	PINHOLE	500	4	1.37	5940
240	30	PINHOLE	30000	1	59.05	5076
240	30	PINHOLE	30000	4	61.96	5972
240	30	RADIAL	500	1	1.09	5046
240	30	RADIAL	500	4	1.35	5934
240	30	RADIAL	30000	1	58.82	5078
240	30	RADIAL	30000	4	64.07	5978
240	30	OPENCV	500	1	1.09	5046
240	30	OPENCV	500	4	1.36	5934
240	30	OPENCV	30000	1	61.23	5082
240	30	OPENCV	30000	4	64.42	5978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าเฉลี่ยเวลาในการเทรนที่ใช้เมื่อ training steps เป็น 500 คือ 1.20 นาที (std=0.16) และ training steps เป็น 30,000 เป็น 61.82 นาที (std=3.19) ส่วนหน่วยความจำของ GPU ที่ใช้ในการเทรนจะเฉลี่ยอยู่ที่ 5148.46 MB (std=551.99)

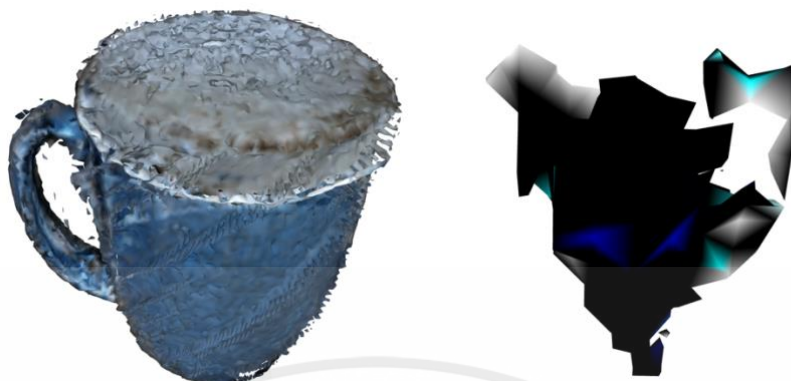


รูป 4.48 ค่า L2 loss ของการเทรน 500 steps



รูป 4.49 ค่า L2 loss ของการเทรน 30000 steps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

ข)

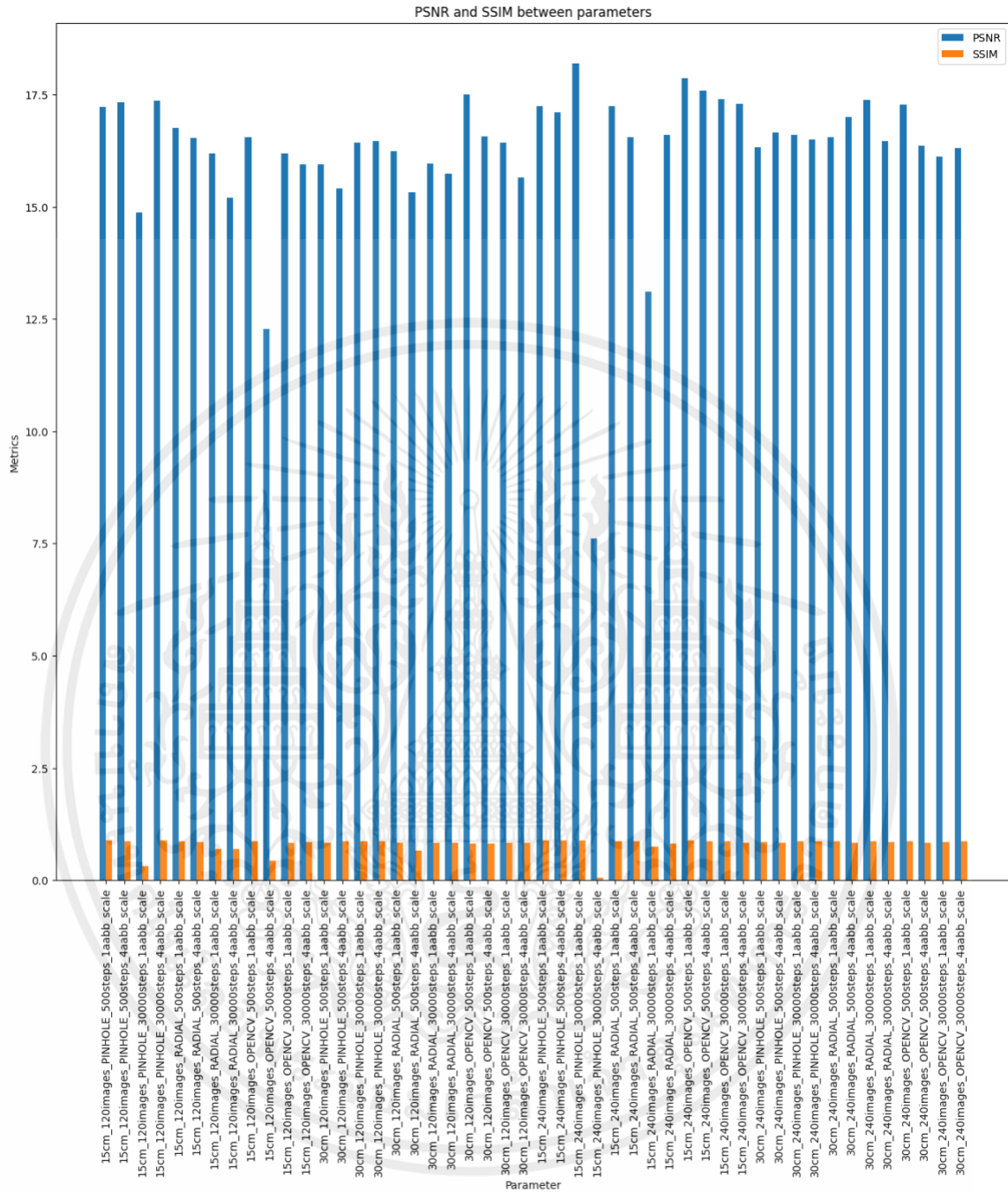
รูป 4.50 โมเดล 3 มิติจากการเทรน Loss น้อยที่สุดและ Loss มากที่สุด

ก) Loss น้อยที่สุดเท่ากับ 0.0001

ข) Loss มากที่สุดเท่ากับ 0.0327

ตาราง 4.3 พารามิเตอร์ของโมเดล 3 มิติจากการเทรนที่มี Loss น้อยที่สุด และ Loss มากที่สุด

พารามิเตอร์	Loss น้อยที่สุด	Loss มากที่สุด
NUMBER_OF_PICTURES	240 images	120 images
DISTANCE	30 cm	15 cm
CAMERA_MODEL	Pinhole	OpenCV
TRAINING_STEPS	30000 steps	500 steps
AABB_SCALE	1	4



รูป 4.51 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทั้งหมดและหน่วยความจำของ GPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 ค่า PSNR และ SSIM

NUMBER_OF_PICTURES	DISTANCE (cm)	CAMERA_MODEL	TRAINING_STEPS	AABB_SCALE	PSNR	SSIM
120	15	PINHOLE	500	1	17.23	0.88
120	15	PINHOLE	500	4	17.34	0.86
120	15	PINHOLE	30000	1	14.87	0.32
120	15	PINHOLE	30000	4	17.37	0.88
120	15	RADIAL	500	1	16.76	0.87
120	15	RADIAL	500	4	16.54	0.85
120	15	RADIAL	30000	1	16.19	0.69
120	15	RADIAL	30000	4	15.2	0.69
120	15	OPENCV	500	1	16.55	0.87
120	15	OPENCV	500	4	12.28	0.44
120	15	OPENCV	30000	1	16.19	0.84
120	15	OPENCV	30000	4	15.95	0.85
120	30	PINHOLE	500	1	15.95	0.84
120	30	PINHOLE	500	4	15.41	0.86
120	30	PINHOLE	30000	1	16.44	0.86
120	30	PINHOLE	30000	4	16.47	0.86
120	30	RADIAL	500	1	16.24	0.84
120	30	RADIAL	500	4	15.33	0.66
120	30	RADIAL	30000	1	15.96	0.83
120	30	RADIAL	30000	4	15.74	0.83
120	30	OPENCV	500	1	17.51	0.82
120	30	OPENCV	500	4	16.58	0.82
120	30	OPENCV	30000	1	16.44	0.84
120	30	OPENCV	30000	4	15.66	0.83
240	15	PINHOLE	500	1	17.25	0.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NUMBER_OF_PICTURES	DISTANCE (cm)	CAMERA_MODEL	TRAINING_STEPS	AABB_SCALE	PSNR	SSIM
240	15	PINHOLE	500	4	17.10	0.88
240	15	PINHOLE	30000	1	18.19	0.89
240	15	PINHOLE	30000	4	7.62	0.06
240	15	RADIAL	500	1	17.25	0.87
240	15	RADIAL	500	4	16.55	0.86
240	15	RADIAL	30000	1	13.11	0.75
240	15	RADIAL	30000	4	16.60	0.81
240	15	OPENCV	500	1	17.87	0.88
240	15	OPENCV	500	4	17.60	0.86
240	15	OPENCV	30000	1	17.4	0.86
240	15	OPENCV	30000	4	17.3	0.84
240	30	PINHOLE	500	1	16.33	0.85
240	30	PINHOLE	500	4	16.65	0.84
240	30	PINHOLE	30000	1	16.60	0.86
240	30	PINHOLE	30000	4	16.50	0.86
240	30	RADIAL	500	1	16.55	0.86
240	30	RADIAL	500	4	17.00	0.83
240	30	RADIAL	30000	1	17.38	0.87
240	30	RADIAL	30000	4	16.46	0.85
240	30	OPENCV	500	1	17.28	0.86
240	30	OPENCV	500	4	16.37	0.84
240	30	OPENCV	30000	1	16.13	0.85
240	30	OPENCV	30000	4	16.32	0.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



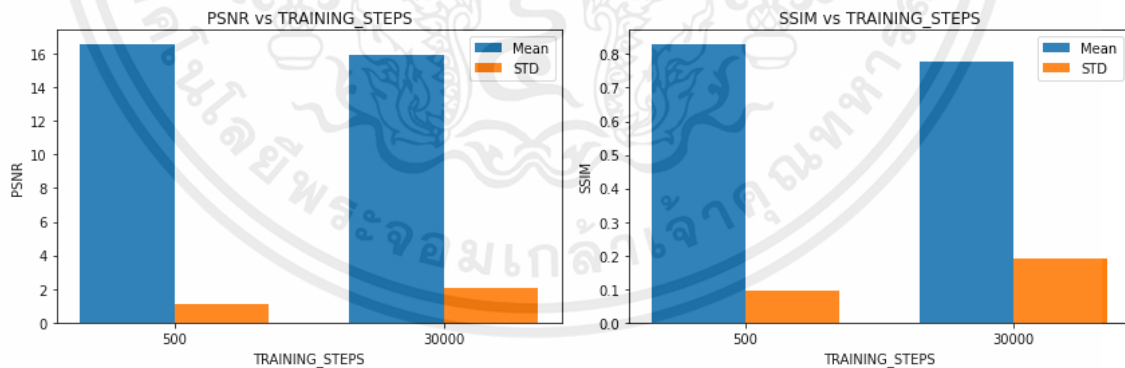
รูป 4.52 โมเดล 3 มิติภาพซ้ำ มี PSNR (7.62) และ SSIM (0.06) น้อยที่สุด ส่วนภาพขวา PSNR (18.19) และ SSIM (0.89) มากที่สุด

ตาราง 4.5 พารามิเตอร์ของโมเดล 3 มิติที่มี PSNR และ SSIM น้อยที่สุด กับมากที่สุด

พารามิเตอร์	PSNR และ SSIM น้อยที่สุด	PSNR และ SSIM มากที่สุด
NUMBER_OF_PICTURES	240 images	240 images
DISTANCE	15 cm	15 cm
CAMERA_MODEL	Pinhole	Pinhole
TRAINING_STEPS	30000 steps	30000 steps
AABB_SCALE	4	1

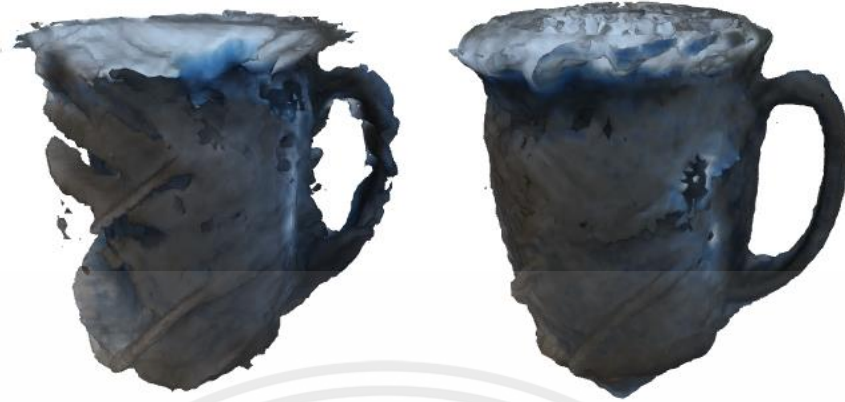


รูป 4.53 หลักด้านซ้าย TRAINING_STEPS=500, หลักด้านขวา TRAINING_STEPS=30,000

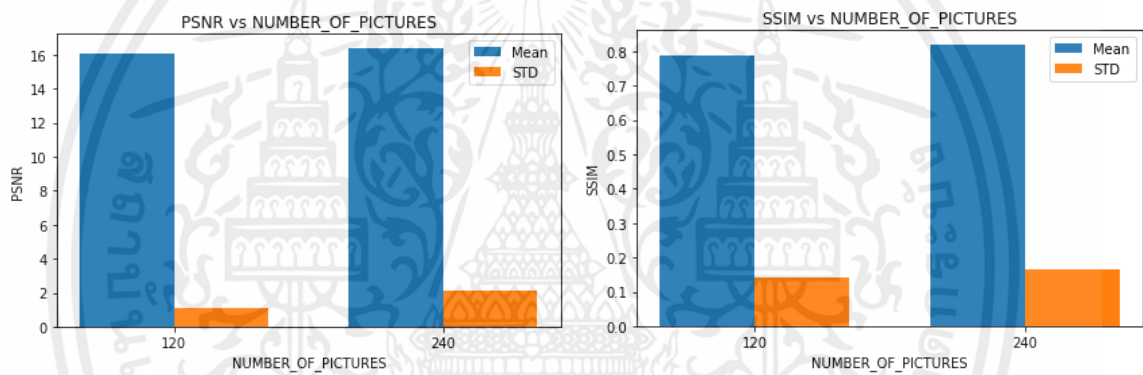


รูป 4.54 ความสัมพันธ์ระหว่าง TRAINING_STEPS กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



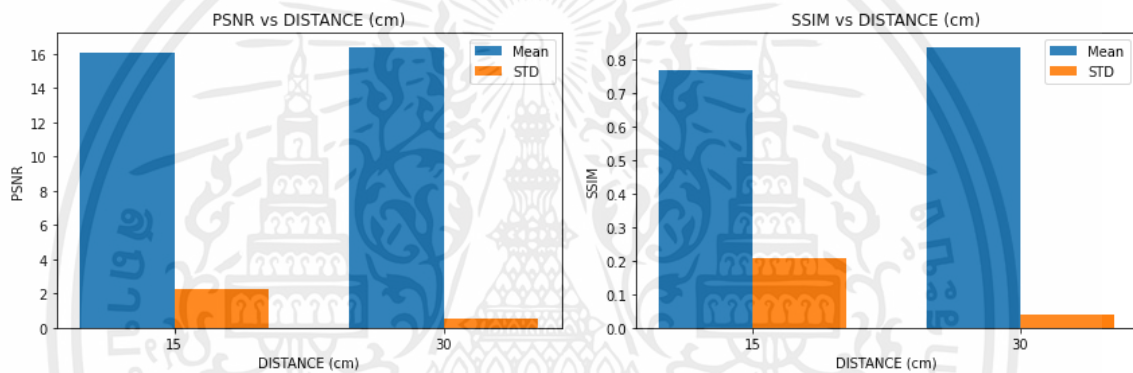
รูป 4.55 ด้านซ้าย NUMBER_OF_PICTURES = 120, ด้านขวา NUMBER_OF_PICTURES = 240



รูป 4.56 ความสัมพันธ์ระหว่าง NUMBER_OF_PICTURES กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM

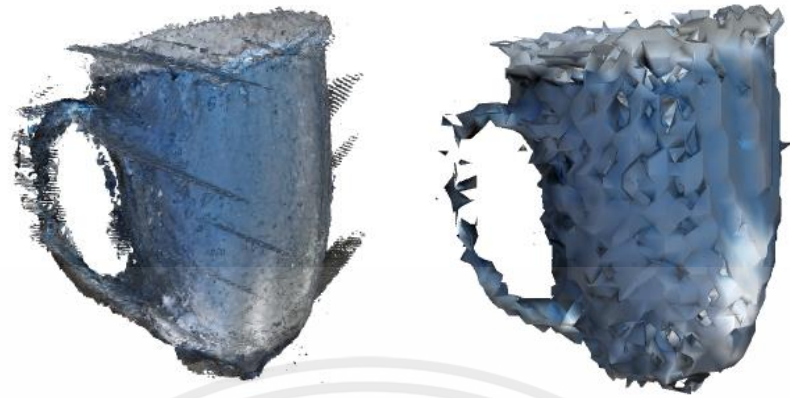


รูป 4.57 ด้านซ้าย DISTANCE = 15 cm, ด้านขวา DISTANCE = 30 cm

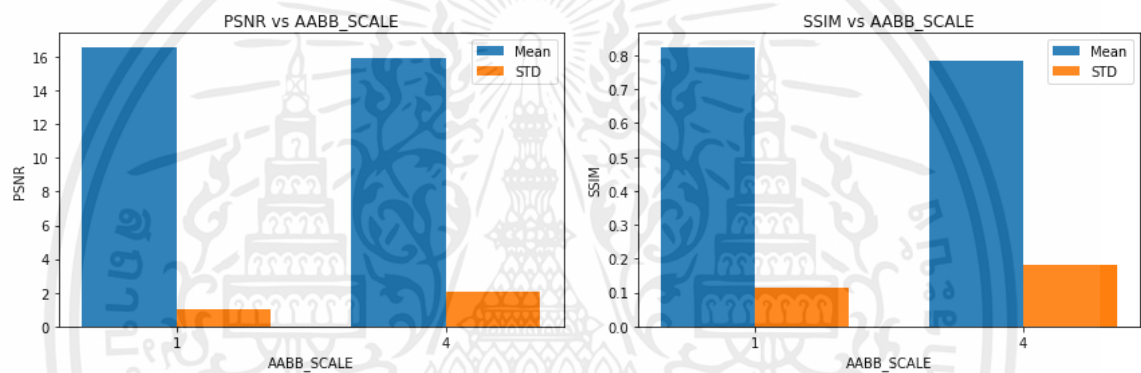


รูป 4.58 ความสัมพันธ์ระหว่าง DISTANCE กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.59 ด้านซ้าย ABB_SCALE = 1, ด้านขวา ABB_SCALE = 4

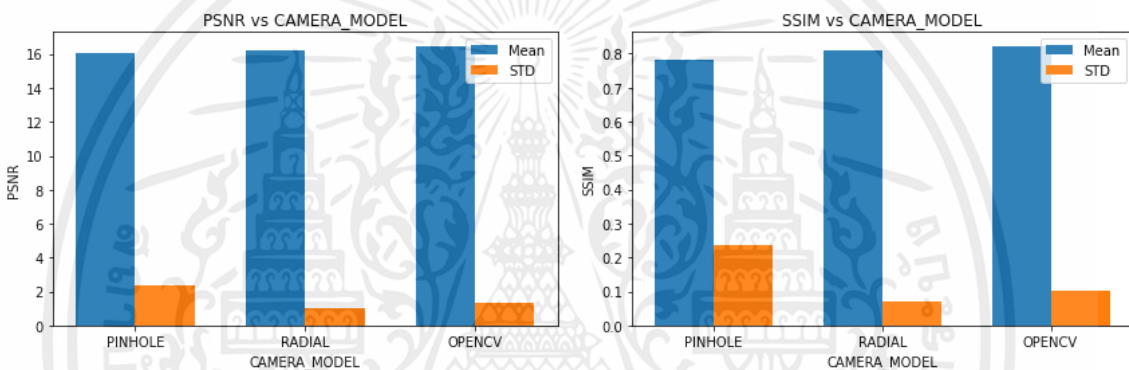


รูป 4.60 ความสัมพันธ์ระหว่าง ABB_SCALE กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM

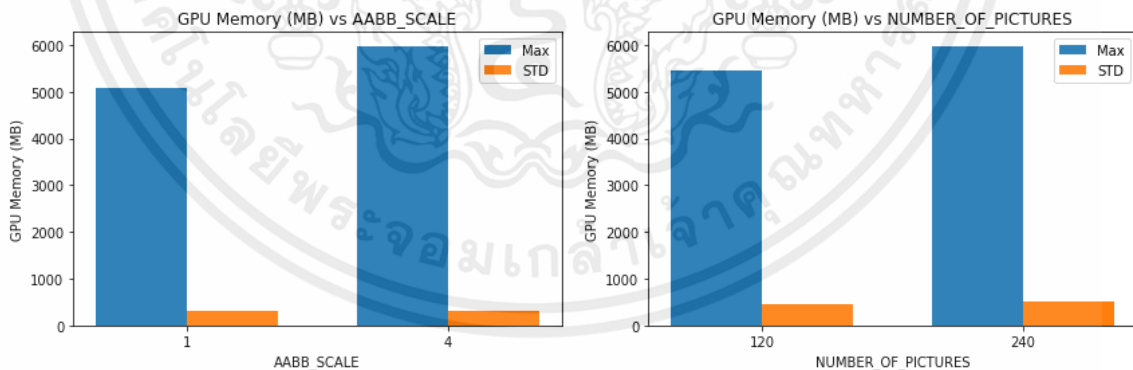
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.61 ด้านซ้าย CAMERA_MODEL = OPENCV, ตรงกลาง CAMERA_MODEL = PINHOLE ด้านขวา CAMERA_MODEL = RADIAL



รูป 4.62 ความสัมพันธ์ระหว่าง CAMERA_MODEL กับค่าเฉลี่ยของ PSNR, SSIM



รูป 4.63 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความจำสูงสุดของ GPU กับ ABB_SCALE และ NUMBER_OF_PICTURES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4.4 รายละเอียดขั้นตอนการทดลองรูปแบบที่ 2

- 1) ทำการถ่ายภาพขนาด 2160×3840 pixel ของวัตถุรอบ 360 องศาครบทุกมุมมอง
- 2) ได้ทำการ crop ให้เหลือขนาด 720×1280 pixel
- 3) ทำการเพิ่มคุณภาพของรูปภาพ
- 4) ใช้ COLMAP ในการหาพารามิเตอร์ของกล้อง
- 5) นำรูปมาทำการลบพื้นหลังออก
- 6) นำรูปที่ลบพื้นหลังแล้วคู่กับพารามิเตอร์ของกล้องเข้า instant-ngp จนได้ออกมาเป็นไฟล์ OBJ ซึ่งเป็นโมเดล 3 มิติ

4.3.4.5 การวัดผลในการทดลองรูปแบบที่ 2

- 1) รูปร่าง, ความสวยงามและความเหมือนจริงของโมเดล 3 มิติ
- 2) หน่วยความจำของ GPU สูงสุด ที่ใช้ในการเทรนใช้ NVIDIA GeForce RTX 3090 Memory 24 GB

ตาราง 4.6 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้เทรนโมเดลในการทดลองรูปแบบที่ 2

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์
NUMBER_OF_PICTURES	30-70 รูป
DISTANCE	10 cm
CAMERA_MODEL	(Pinhole)
RESOLUTION	720x1280 pixels
TRAINING_STEPS	500 steps
MARCHING_CUBES_RESOLUTION	256,512,1024
AABB_SCALE	1
LEARNING_RATE	0.01
BATCH_SIZE	262,144
LOSS	Squared Error Loss (L2 loss)

4.3.4.6 ผลการทดลองรูปแบบที่ 2

หน่วยความจำของ GPU สูงสุดที่ใช้ในการเรนจะขึ้นอยู่กับ Resolution การ ทำ Marching Cubes ตามตาราง

ตาราง 4.7 หน่วยความจำของ GPU สูงสุด ที่ใช้

MARCHING_CUBES_RESOLUTION	หน่วยความจำสูงสุดของ GPU ที่ใช้
256	8-16 GB
512	17-18 GB
1024	มากกว่า 18 GB



รูป 4.64 เปรียบเทียบแต่ละความละเอียด ซ้าย=256, กลาง=512, ขวา=1024

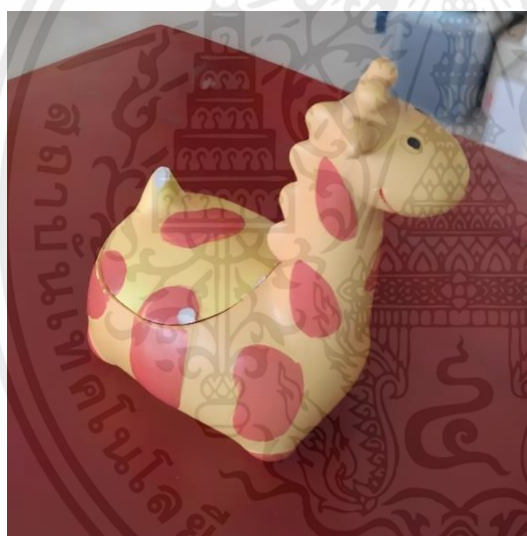


รูป 4.65 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของต้นกระบองเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.66 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของพิคาชู



รูป 4.67 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของรูปปั้นยีราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.68 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของนาฬิกาตั้งโต๊ะ



รูป 4.69 เปรียบเทียบวัตถุจริงและโมเดล 3 มิติของขวดน้ำ

4.3.4.7 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่ควรใช้ในการสร้างโมเดล 3 มิติ

- 1) รูปภาพควรใช้ขั้นต่ำ 30 รูป
- 2) สำหรับการสร้างวัตถุควรใช้ AABB_SCALE เท่ากับ 1
- 3) ระยะห่างระหว่างกล้องและวัตถุควรให้อยู่ในระยะที่วัตถุใหญ่มากที่สุดที่เห็นครบทุกส่วนของวัตถุ
- 4) CAMERA_MODEL ใช้เป็น PINHOLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เทรน 500 steps

4.3.4.8 การวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมด

- 1) จำนวนรอบการเรน 500 รอบ จะใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 1 นาที ส่วนจำนวนรอบการเรน 30,000 รอบ ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 60 นาที
- 2) จากการทดลองค่า loss จากการเรนอาจจะไม่สามารถบอกได้ว่าโมเดล 3 มิติสวยหรือไม่เพราะเมื่อดูด้วยตาตัวที่มีค่า loss สูงกว่ากลับสวยกว่า
- 3) จากข้อ 2 ถึงแม้ว่ามีโอกาสที่โมเดล 3 มิติออกมาแย่มากแต่จำนวนรอบในการเรนที่สูงสามารถทำให้โมเดล 3 มิติมีความละเอียดขึ้นได้
- 4) เมื่อดูจากค่า loss และผลลัพธ์ของโมเดล 3 มิติเมื่อจำนวนรอบที่เรน 50,000 รอบ loss จะมีค่าไม่เสถียรและมีบางกรณีโมเดล 3 มิติที่ออกมาแย่มากกว่าจำนวนรอบที่เรน 500 รอบ
- 5) ค่า PSNR และ SSIM ที่ได้จากการทดสอบอาจจะไม่ได้บอกถึงความสวยงามของโมเดล 3 มิติได้ทั้งหมด
- 6) ค่า AABBS_SCALE ที่สูงจะทำให้โมเดล 3 มิติมีความหยابกว่า AABBS_SCALE ที่ต่ำ
- 7) จำนวนรูปที่ใช้ในการสร้างโมเดล 3 มิติถ้ายังมีจำนวนมากโมเดล 3 มิติจะสมบูรณ์ขึ้น
- 8) ระยะทางในการถ่ายภาพส่งผลกับความละเอียดของโมเดล 3 มิติเพราะเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นรูปภาพจะเล็กลง
- 9) โมเดลกล้องที่ใช้มีผลต่อรูปร่างของโมเดล 3 มิติ
- 10) ค่า AABBS_SCALE และ NUMBER_OF_PICTURES ที่สูงขึ้นทำให้ใช้หน่วยความจำของ GPU เพิ่มมากขึ้น
- 11) วัตถุที่สร้างเป็นโมเดล 3 มิติได้ดีคือวัตถุที่มี texture ที่สูงไม่เป็นสีพื้นและพื้นผิวไม่สะท้อนแสง
- 12) งานวิจัยนี้ไม่ได้เน้นการทำ Texture ให้สวยงามแต่จุดเด่นคือรูปร่างของโมเดล 3 มิติที่จะมีความสมบูรณ์มากกว่า

- 13) การเพิ่มคุณภาพของภาพให้ชัดขึ้นสามารถเพิ่มคุณภาพให้สีของโมเดล 3 มิติได้
- 14) เพื่อให้สีของโมเดล 3 มิติชัดขึ้นจะต้องทำการ Extract สีของโมเดล 3 มิติออกมาเป็น Texture
- 15) ระยะห่างที่ถ่ายรูปควรอยู่ใกล้ตัววัตถุเพื่อให้สามารถขึ้นโมเดล 3 มิติที่มีความละเอียดของสีได้
- 16) แสงที่เพียงพอและสม่ำเสมอจะทำให้คุณภาพของโมเดล 3 มิติดี



บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1.4 ระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติ

พัฒนาระบบซื้อขายโมเดลประกอบไปด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) รวบรวม Requirement
- 2) ออกแบบ UX/UI
- 3) ออกแบบ Use Case Diagram
- 4) ออกแบบ Sequence Diagram
- 5) ออกแบบ Database
- 6) ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ
- 7) ระบบสมัครสมาชิก
- 8) ระบบเข้าสู่ระบบ
- 9) ระบบหน้าหลักแสดงสินค้า
- 10) ระบบดูสินค้าในแต่ละชั้น
- 11) ระบบตะกร้าสินค้า
- 12) ระบบสินค้ารายการโปรดและติดตามร้านค้า
- 13) ระบบซื้อขายสินค้า
- 14) ระบบในการถ่ายภาพ
- 15) ระบบในการดูสินค้าแบบ AR
- 16) ระบบชำระเงิน
- 17) ระบบถอนเงิน
- 18) ระบบแจ้งเตือน
- 19) ระบบสำหรับร้านค้า
- 20) ระบบในส่วนของผู้ดูแลระบบ

5.1.4 ระบบสร้างโมเดล 3 มิติ

พัฒนาระบบสร้างโมเดล 3 มิติจากรูปภาพ ได้ผลการศึกษาและพัฒนาต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีการทำ 3D Reconstruction
- 2) ศึกษางานวิจัยที่ใช้ในการสร้างโมเดล 3 มิติ 3 ตัว
- 3) ทดลองงานวิจัย instant-ngp โดยปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
- 4) ระบบการรับรูปภาพจากกล้องมือถือไปยัง GPU Processing server เพื่อทำการสร้างโมเดล 3 มิติ
- 5) ระบบการเตรียมข้อมูลรูปภาพเช่นการทำ image processing ในการแต่งภาพเพื่อให้อุณหภูมิดีขึ้นและลบพื้นหลังของรูปภาพ
- 6) ทดลองใช้งานวิจัยตัวอื่นในการสร้างโมเดล 3 มิติ
- 7) ทดลองปรับคุณภาพ texture ให้สวยงามยิ่งขึ้น
- 8) นำระบบไปเชื่อมต่อกับระบบซื้อขายโมเดล 3 มิติ

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

- 1) งานวิจัยมีความซับซ้อน ต้องใช้เวลาศึกษาทำความเข้าใจ
- 2) งานเสร็จไม่เป็นไปตามแผนเพราะไม่ได้ประเมินเวลาที่มีในการทำงานจริง ๆ
- 3) โมเดล 3 มิติยังไม่ดีละเอียดมากตามวัตถุประสงค์
- 4) แอปพลิเคชันบนมือถือ โดยใช้ Flutter, ภาษา Dart ในการพัฒนา และใช้ BLOC ในการจัดการข้อมูล ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ไม่เคยใช้มาก่อน ทำให้การพัฒนาในช่วงแรกมีความล่าช้า ซึ่งแก้ปัญหาโดยการดูตัวอย่างโค้ดที่มีรูปแบบการเขียนที่ดีเพื่อเป็นแนวทางพัฒนาและลดระยะเวลาในการศึกษา
- 5) บางระบบมีความต่อเนื่องกัน ทำให้ต้องพัฒนาระบบก่อนหน้าให้สมบูรณ์ก่อน จึงจะเริ่มพัฒนาระบบต่อไปได้ ทำให้การพัฒนาต่อยอดล่าช้าไม่เป็นตามแผนที่วางไว้แก้ปัญหาโดยการปรับแผนงานที่วางไว้ใหม่อีกรอบ โดยให้งานที่ต่อเนื่องกันทำต่อ ๆ กันไป

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1) พัฒนาระบบ Object Detection ในการตรวจจับวัตถุให้ดียิ่งขึ้น
- 2) พัฒนาระบบประเมินค่ามุมมองกล้องให้แม่นยำมากขึ้นเพื่อให้โมเดล 3 มิติมีความสมบูรณ์ขึ้น

- 3) พัฒนา texture บนโมเดล 3 มิติเพื่อให้โมเดล 3 มิติมีความเหมือนจริงมากขึ้น
- 4) เพิ่มระบบสำหรับแสดงผลโมเดล 3 มิติในรูปแบบ Virtual Reality (VR)
- 5) ลดขนาดไฟล์โมเดล 3 มิติ
- 6) เพิ่มคุณภาพของรูปภาพที่ถ่ายในที่แสงน้อย
- 7) พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถรองรับหลายภาษาเช่น ภาษาอังกฤษ เป็นต้น
- 8) พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถอัปโหลดรูปภาพและสร้างโมเดล 3 มิติบนเว็บไซต์ได้



บรรณานุกรม

Arif Nazar Purwandaru. “**Getting Started with Flutter Bloc Pattern.**” [Online]. Available :

<https://www.mitrais.com/news-updates/getting-started-with-flutter-bloc-pattern/#:~:text=What%20is%20Bloc%3F,and%20maintained%20by%20Felix%20Angelo.>

Ben Mildenhall, Pratul P. Srinivasan, Matthew Tancik, Jonathan T. Barron, Ravi Ramamoorthi, Ren Ng. 2020. “NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis”. **ECCV**

Matthew Fisher. “**Marching Cubes.**” [Online]. Available :

<https://graphics.stanford.edu/~mdfisher/MarchingCubes.html#:~:text=Marching%20cubes%20is%20a%20simple,a%20region%20of%20the%20function.2014>

Thomas Müller, Alex Evans, Christoph Schied, Alexander Keller. 2022. “Instant Neural Graphics Primitives with a Multiresolution Hash Encoding”. **ACM Trans. Graph.** 41(4) : 102:1-102:15

Xintao Wang, Liangbin Xie, Chao Dong, Ying Shan. 2021. “Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data”. **International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW).**