โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ	แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction	
ชื่อนิสิต	นาย นิรวิทย์ ศิริสวัสดิ์	5933637523
	นาย สุพจน์ ชนะพันธ์	5933663823
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2562	

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ

นาย นิรวิทย์ ศิริสวัสดิ์
นาย สุพจน์ ชนะพันธ์

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction

Nirawit Sirisawat

Supot Chanapun

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Bachelor of Science Program in Computer Science

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

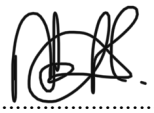
Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อโครงงาน	แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ
โดย	นาย นิรวิทย์ ศิริสวัสดิ์ นาย สุพจน์ ชนะพันธ์
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร
อาจารย์ทปี่รึกษาโครงงานหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. รัชลิดา ลิปิกรณ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิตในรายวิชา 2301499 โครงงานวิทยาศาสตร์ (Senior Project)



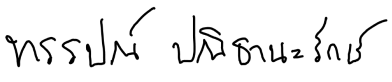
..... หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ เนียมมณี) และวิทยาการคอมพิวเตอร์

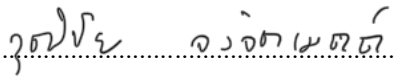
คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. รัชลิดา ลิปิกรณ์)

.  กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ทรรปณ์ ปณิธานะรักษ์)

.  กรรมการ

(อาจารย์ ดร. วุฒิชัย จงจิตเมตต์)

นาย นิรวิทย์ ศิริสวัสดิ์, นาย สุพจน์ ชนะพันธ์: แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ. (Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction) อ.ที่ปรึกษาโครงงานหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. รัชลิดา ลิปิกรณ์, 68 หน้า.

ด้วยการพัฒนาของเทคโนโลยีทำให้เทคโนโลยีการถ่ายภาพสามารถเข้าถึงได้โดยคนหมู่มาก แต่ถึงกระนั้นภาพถ่ายที่นิยมในยุคปัจจุบันนั้นยังอยู่ในรูปแบบสองมิติ ซึ่งไม่สามารถเทียบคุณภาพกับประสาทการมองเห็นของมนุษย์ที่สามารถมองวัตถุในสามมิติ ประกอบกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพสามมิตินั้นยังคงมีราคาที่สูง ดังนั้นผู้พัฒนาจึงเล็งเห็นว่าหากสามารถเพิ่มคุณค่าให้กับภาพถ่ายสองมิติโดยการจำลองการทำงานของกล้องถ่ายภาพแบบสเตอริโอจะสามารถเพิ่มคุณค่าให้กับภาพถ่ายได้โดยมีค่าใช้จ่ายที่ลดลง จากปัญหาดังกล่าวผู้พัฒนาจึงพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติที่สามารถแก้ปัญหาดังที่กว่าข้างต้น โดยใช้การถ่ายวีดิโอเพื่อจำลองการใช้กล้องสเตอริโอ และบูรณะภาพสามมิติเพื่อแสดงผล

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาโครงงานหลัก .....

ปีการศึกษา 2562

5933637523, 5933663823: MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS : DEPTH MAP / DEPTH MAP IMAGE / COMPUTOR VISION / 3D RECONSTRUCTION

NIRAWIT SIRISAWAT, SUPOT CHANAPUN: MOBILE APPLICATION FOR DEPTH MAP IMAGE GENERATION AND 3D IMAGE RECONSTRUCTION. ADVISOR : ASSOC. PROF. RAJALIDA LIPIKORN, Ph.D., 68 pp.

According to the technology development, the photography technology is freely used by many kinds of people. Still, the photography in this generation usually takes 2D photos which cannot match real 3D visualization of human sight. Moreover, the cost of the device to take 3D photos is still too high. We see that if we can simulate 3D camera, Stereo Camera, then we can increase the value of the photo with lower cost. Thus, we have developed the mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction to solve the problems by using 2D camera and depth map algorithm to generate 3D photos without stereo camera and reconstructing 3D photo to show the result.

Department :Mathematics and Computer Science Student's Signature .....

Student's Signature .....

Field of Study : Computer Science Advisor's Signature .....

Academic Year : 2019

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการ แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.รัชลิดา ลิปิกรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลักซึ่งได้เสียสละเวลา ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง ตรวจหาและแก้ไขข้อผิดพลาด ทั้งยังคอยสนับสนุนช่วยเหลืออย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ อาจารย์ ดร.ทรรปณ์ ปณิธานะรักษ์ และ อาจารย์ ดร. วุฒิชัย จงจิตเมตต์ ที่ให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้และให้คำสั่งสอนจนสามารถเข้าใจในทฤษฎีและการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ที่ได้มีการใช้งานสำหรับโครงการนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนและผู้ที่ไม่ได้กล่าวถึงข้างต้น ที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนในด้านต่างๆตลอดการทำโครงงานจนโครงงานสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ญ

สารบัญสมการ.....ฏ

บทที่1 บทนำ.....1

1.1 หลักการและเหตุผล.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 แผนภาพจับคู่ความลึก.....4

2.2 การสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสามมิติ.....5

2.3 การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง.....6

2.4 ตัวกรองมัธยฐาน.....7

2.5 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา.....8

2.6 การสร้างทดแทนภาพสามมิติ....9

2.7 การอินเพนท์....10

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน....11

3.1 หลักการ แนวคิด วิธีการ และเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบแอปพลิเคชัน....11

3.2 การออกแบบโครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน....11

3.3 แผนภาพอธิบายการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ออกแบบ....13

3.4 การออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้....26

3.5 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้....27

บทที่ 4 ผลการทำงานของแอปพลิเคชัน....32

4.1 ส่วนสำหรับการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก....32

4.2 ส่วนสำหรับแสดงผล....35

4.3 คุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานแอปพลิเคชัน....36

บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ....39

5.1 บทสรุป....39

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานและวิธีการแก้ไข....39

5.3 ข้อเสนอแนะ....40

เอกสารอ้างอิง....41

ภาคผนวก ก แบบเสนอหัวข้อโครงงาน รายวิชา 2301399 Project Proposal....45

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา....53

ประวัติผู้เขียน....57

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาการดำเนินงาน 3

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.1 ตัดคลิปวิดีโอเป็นภาพ.....16

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2 เปรียบเทียบรูปภาพ.....16

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.3 เลือกรูปภาพ.....17

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.1 ใช้ตัวกรองมัธยฐาน.....18

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.2 สร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสเตอริโอ.....18

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.3 ปรับปรุงแผนภาพจับคู่ความลึก.....19

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 4.1 สร้างจุด.....20

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 4.2 สร้างรูปภาพสามมิติ.....20

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.1 เปลี่ยนรูปเป็นรูปพื้นสีเทา.....21

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.2 เลือกคู่รูปภาพ.....22

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.3 ขยับรูปขวา.....22

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.4 ตัดรูปภาพ.....23

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.5 ลดขนาดรูปภาพ.....23

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.6 เปรียบเทียบรูปภาพ.....24

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.3.1 เกลี่ยภาพด้วยตัวกรองมัธยฐาน.....25

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.3.2 ปิดรูในรูป.....25

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 (ก) มิติและทิศทางในสามมิติ (ข) ค่าสีแสดงความลึกในมิติ z.....4

รูปที่ 2.2 (ก) รูปภาพจากกล้องทางซ้าย (ข) รูปภาพจากกล้องทางขวา (ค) รูปแผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้.....5

รูปที่ 2.3 (ก) ภาพแสดงค่าในแต่ละพิกเซล (ข) การใช้ตัวกรองมัธยฐานกับพิกัด (x,y) ในรูป (ก) และ (ค) ภาพหลังการกรอง.8

รูปที่ 2.4 (ก) รูปภาพดั้งเดิม (ข) แผนภาพจับคู่ความลึกของรูปที่ (ก) (ค) โมเดลสามมิติที่ได้จากรูป (ก) และ (ข).....9

รูปที่ 2.5 (ก) แผนภาพจับคู่ความลึกต้นฉบับ (ข) ส่วนที่ขาดหายของแผนภาพจับคู่ความลึกจากภาพ (ก) และ (ค)
แผนภาพจับคู่ความลึกที่ผ่านการปรับปรุงโดยการอินเพนท์.....10

รูปที่ 3.1 แผนภาพสถาปัตยากรรมของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึก
และการบูรณะภาพสามมิติ.....12

รูปที่ 3.2 แผนภาพปริบท (Context Diagram) ของแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ.....13

รูปที่ 3.3 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 0.....14

รูปที่ 3.4 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1
เลือกรูปภาพจากคลิปวิดีโอ.....15

รูปที่ 3.5 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1
สร้างแผนภาพจับคู่ความลึก.....17

รูปที่ 3.6 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1
สร้างภาพสามมิติ.....19

รูปที่ 3.7 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 2
เปรียบเทียบความเหมือนกันของภาพ.....21

รูปที่ 3.8 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 2
ปรับปรุงคุณภาพแผนภาพจับคู่ความลึก.....24

รูปที่ 3.9 แผนภาพโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ.....26

รูปที่ 3.10 รูปแสดงหน้าจอหลัก.....27

รูปที่ 3.11 รูปแสดงหน้าจอถ่ายภาพ.....28

รูปที่ 3.12 รูปแสดงหน้าจอแกลเลอรี.....29

รูปที่ 3.13 รูปแสดงหน้าจอรายละเอียด.....30

รูปที่ 3.14 รูปแสดงหน้าจอแสดงผลภาพสามมิติ.....31

รูปที่ 4.1 รูปที่ได้จากการตัดไฟล์คลิปวิดีโอ.....32

รูปที่ 4.2 (ก) รูปทางซ้าย (ข) รูปทางขวา.....33

รูปที่ 4.3 แผนภาพความลึกที่ได้จากวิธีการจับคู่สเตอริโอ 33

รูปที่ 4.4 (ก) แผนภาพความลึกหลังจากใช้ตัวกรองมัธยฐาน (ข) ตัวกรองแสดงส่วนที่ถูกกลบจากฟังก์ชัน Inpaint

(ค) แผนภาพความลึกหลังจากทำการปรับปรุงคุณภาพแล้ว.....34

รูปที่ 4.5 โมเดลที่ได้จากการแสดงลิสของจุดบนระนาบสามมิติ.....35

รูปที่ 4.6 (ก) รูปทางซ้าย (ข) แผนภาพจับคู่ความลึก.....35

รูปที่ 4.7 ภาพสามมิติของแผนภาพจับคู่ความลึกที่สร้างขึ้น.....36

รูปที่ 4.8 (ก) รูปภาพ 2 มิติรูปภาพที่ 1 (ข) แผนภาพจับคู่ตวามลึกที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชันของรูปที่ 1

(ค) แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากการถ่ายรูปในโหมด portrait ของรูปที่ 1 (ง) รูปภาพ 2 มิติรูปภาพที่ 2

(จ) แผนภาพจับคู่ตวามลึกที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชันของรูปที่ 2 (ฉ) แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จาก

การถ่ายรูปในโหมด portrait ของรูปที่ 2.....37

รูปที่ 4.8 (ก) มุมด้านหน้าของโมเดลสามมิติรูปที่ 1 (ข) มุมด้านข้างของโมเดลสามมิติรูปที่ 1 (ค) มุมด้านบนของ

โมเดลสามมิติรูปที่ 1 (ง) มุมด้านหน้าของโมเดลสามมิติรูปที่ 2 (จ) มุมด้านข้างของโมเดลสามมิติรูปที่ 2

(ฉ) มุมด้านบนของโมเดลสามมิติรูปที่ 2 (ช) มุมด้านหน้าของโมเดลสามมิติรูปที่ 3 (ซ) มุมด้านข้างของโมเดล

สามมิติรูปที่ 3 (ฌ) มุมด้านบนของโมเดลสามมิติรูปที่ 3.....38

สารบัญสมการ

หน้า

สมการที่ 2.1 สมการคำนวนหาค่าความต่างเพื่อสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก.....6

สมการที่ 2.2 สมการเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง.....6

สมการที่ 2.3 สมการเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้างแยกตามประเภทการเปรียบเทียบ.....7

สมการที่ 2.4 สมการค่าน้ำหนักของวิธีการเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง.....7

สมการที่ 2.5 สมการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา.....8

บทที่1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

มนุษย์มีการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมายมาเป็นเวลายาวนาน ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่มีการใช้ภาพวาดบนผนังถ้ำเพื่อบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นยุคที่มนุษย์มีการใช้ตัวอักษรภาพในการสื่อความหมาย เช่นยุคอียิปต์โบราณ ตราบจนถึงยุคที่ใช้ภาพถ่ายเพื่อสื่อความหมายเพื่อให้เข้าใจได้ลึกซึ้งมากกว่าการใช้ตัวอักษร แต่ถึงกระนั้นด้วยขีดจำกัดทางด้านเทคโนโลยีโดยทั่วไป การบันทึกภาพถ่ายนั้นสามารถทำได้เพียงบันทึกภาพสองมิติเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดความขัดแย้งกับการรับรู้ด้วยสายตาของมนุษย์ซึ่งถูกออกแบบให้มีการมองเห็นเป็นลักษณะของสามมิติ ดังนั้นคุณค่า และ ความหมายที่ได้จากการมองภาพถ่ายโดยทั่วไปจึงถูกลดทอนลงและเกิดความไม่เพียงพอต่อความรู้สึกของมนุษย์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีภาพถ่ายได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้กล้องถ่ายภาพสามารถถ่ายภาพที่ระบุความลึก-ตื้นของพื้นผิวของวัตถุได้ โดยใช้คลื่นชนิดต่าง ๆ ในการวัดค่าความลึก[1] ทำให้ภาพถ่ายในลักษณะนี้สามารถสื่ออารมณ์ความรู้สึกของภาพออกมาได้ดีมากยิ่งขึ้นและยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมเกมและภาพยนต์[4] อุตสาหกรรมยานยนต์[7] โดยมีการเก็บข้อมูลภาพแยกเป็นสองไฟล์คือ ไฟล์ภาพเชิงพื้นที่ และไฟล์ภาพจับคู่ความลึก แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่สามารถเข้าถึงได้อย่างกว้างขวาง ด้วยราคาที่ค่อนข้างสูงกว่ากล้องธรรมดา

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิคการพัฒนาภาพถ่ายเพื่อเพิ่มมิติความลึก-ตื้นให้แก่รูปภาพนั้น การสร้างทดแทนภาพสามมิติจากการใช้ภาพจับคู่ความลึก[14] คือการนำภาพจับคู่ความลึกของภาพไม่ว่าจะเป็นภาพที่เกิดจากการถ่ายด้วยกล้องแบบพิเศษหรือได้จากการวาดขึ้นมาใหม่แล้วนำมาซ้อนทับกับภาพต้นฉบับเพื่อสร้างเป็นโมเดลสามมิติ แต่วิธีการได้มาของภาพจับคู่ความลึกนั้นจำเป็นต้องใช้กล้องชนิดพิเศษสังเคราะห์ขึ้นมาหรือต้องวาดขึ้นมาเองด้วยมือจึงสร้างความลำบากให้แก่ผู้ใช้เป็นอย่างมาก จึงเกิดคำถามขึ้นว่า จะเป็นไปได้หรือไม่ที่จะสร้างภาพจับคู่ความลึก (depth map) ขึ้นจากภาพต้นฉบับสองมิติโดยไม่จำเป็นต้องใช้กล้องพิเศษหรือวาดขึ้นมาเองด้วยมือ

จากความรู้ในด้านเทคโนโลยีประมวลภาพและคอมพิวเตอร์วิทัศน์[15] ทำให้ผู้พัฒนาเล็งเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้ในการสร้างภาพจับคู่ความลึกได้ ผู้พัฒนาจึงคิดพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกจากภาพถ่ายสองมิติได้แบบอัตโนมัติเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าของภาพถ่ายสองมิติให้สื่ออารมณ์ความรู้สึกได้ดียิ่งขึ้นและไม่จำเป็นต้องใช้ต้นทุนที่สูงเกินความจำเป็น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับสร้างภาพจับคู่ความลึกแบบอัตโนมัติจากวีดีโอและนำภาพจับคู่ความลึกที่ได้มานำเสนอในรูปแบบสามมิติ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. วัตถุภายในวิดีโอจะต้องอยู่นิ่ง
2. วิดีโอจะต้องถ่ายในลักษณะมุมตรงในแนวระนาบ
3. วิดีโอที่นำเข้ามาใช้ในแอปพลิเคชันจะต้องเป็นวิดีโอที่ถ่ายจากตัวแอปพลิเคชันเท่านั้น
4. ความยาวของวิดีโอประมาณ 2 วินาที
5. วีดิโอที่ถ่ายต้องไม่มีความสั่นไหวในแนวแกนตั้ง
6. ภาพถ่ายที่มีวัตถุหลักในภาพอย่างน้อยหนึ่งชิ้นแต่ไม่เกินสามชิ้น
7. ภาพถ่ายมีรายละเอียดความลึกตื้นที่ไม่ซับซ้อน (วัตถุของภาพและพื้นภาพแยกจากกันอย่างชัดเจน ไม่มีส่วนของขอบที่มากเกินไป หรือ ขอบของวัตถุที่ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน)
8. ความละเอียดของวิดีโออยู่ที่ประมาณ 1280 x 720 พิกเซล
9. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพสี ภาพจับคู่ความลึก (Depth map) และภาพสามมิติ
10. ภาพสามมิติที่ได้จากแอปพลิเคชันสามารถมองเอียงได้ 120 องศา (60 องศาทางด้านขวาและ 60 องศาทางด้านซ้าย)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภาพถ่าย ภาพจับคู่ความลึก
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพจับคู่ความลึก
3. ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกอัตโนมัติ
4. ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน
5. จัดทำเอกสาร

ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2562					2563			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย
1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภาพถ่าย ภาพจับคู่ความลึก									
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพจับคู่ความลึก									
3. ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกอัตโนมัติ									
4. ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน									
5. จัดทำเอกสาร									

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

1.5.1.1 สามารถสร้างภาพจับคู่ความลึกจากภาพถ่ายสองมิติ

1.5.1.2 สามารถแสดงภาพสามมิติโดยใช้ภาพจับคู่ความลึก

1.5.1.3 สามารถเพิ่มคุณค่าของภาพถ่ายได้

1.5.1.4 ประหยัดค่าใช้จ่าย

1.5.1.5 สามารถนำแอปพลิเคชันไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ

1.5.2 **ประโยชน์ต่อผู้พัฒนา**

1.5.2.1 พัฒนาความรู้ความเข้าใจในการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

1.5.2.2 พัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีการประมวลภาพ

1.5.2.3 พัฒนาทักษาะการทำงานภายใต้เวลาที่จำกัด

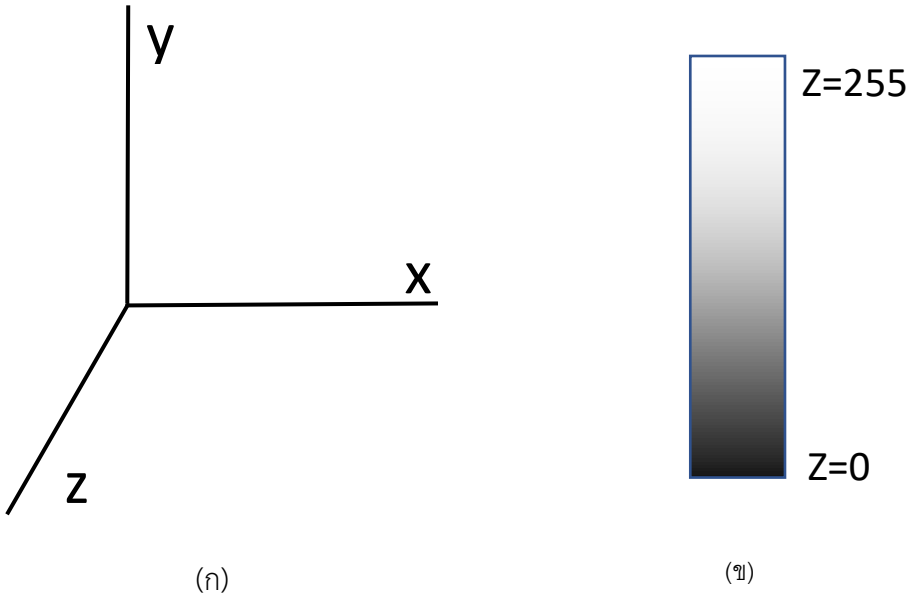
บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันจับคู่ความลึกอัตโนมัติ จะกล่าวถึงข้อมูลและความรู้พื้นฐานที่ต้องใช้ในการพัฒนาโครงการ ได้แก่ แผนภาพจับคู่ความลึก(depth map) การสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยหลักการภาพสามมิติ(stereo image) การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง(SSIM) การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน(median filtering) และการสร้างทดแทนภาพสามมิติ(3D image reconstruction)

2.1 แผนภาพจับคู่ความลึก

แผนภาพจับคู่ความลึก เป็นการแสดงค่าความลึกโดยใช้ภาพระดับสีเทา เมื่อใช้กฎมือขวาดังแสดงในรูปที่ 2.1 ค่าความลึกของวัตถุ หมายถึง แกน z ในระบบพิกัดสามมิติ ส่วนแกน x เป็นแกนแนวนอน และแกน y เป็นแกนแนวตั้ง ซึ่งโดยทั่วไปค่าความลึกจะใช้การแสดงค่านี้ออกมาในรูปแบบของภาพสองมิติที่ใช้ค่าดัชนีแทนพิกัด (x, y) และใช้ค่าระดับสีเทาแทนค่าความลึก ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้ภาพ 8 บิตในการแทนค่าความลึก ค่าความลึกจะมีค่าในช่วง [0-255] โดยแทนค่าความลึกของวัตถุที่อยู่ใกล้เป็นสีออกไปทางโทนสีขาว(ค่ามาก) และแทนค่าความลึกของวัตถุที่อยู่ไกลเป็นสีออกไปทางสีดำ(ค่าน้อย)



(ก) (ข)

รูปที่ 2.1 (ก) มิติและทิศทางในสามมิติ (ข) ค่าสีแสดงความลึกในมิติ z

2.2 การสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสเตอริโอ

การสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสเตอริโอหรือภาพสามมิติ (stereo image) เป็นหนึ่งในวิธีการทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เป็นอัลกอริทึมที่ใช้อย่างแพร่หลายในการหาความลึกของวัตถุในภาพ วิธีการนี้เกิดขึ้นจากการเลียนแบบระบบการมองเห็นของมนุษย์ที่ใช้ข้อมูลจากกล้อง 2 ตัวที่มองวัตถุพร้อมกันในมุมมองที่ต่างกัน หรือกล้อง 1 ตัว แต่มุมและเวลาต่างกันแต่สภาพแวดล้อมเหมือนกัน(รูปภาพ (ก) และ (ข)) โดยจะได้ข้อมูลสามมิติทางเรขาคณิต วิธีการทำงานของภาพสามมิติ คือการสร้างสามเหลี่ยมด้านเท่าระหว่างกล้อง 2 ตัวและวัตถุแต่ละชิ้น แล้วคำนวณหาระยะทางกระจัดจากกึ่งกลางของกล้องและวัตถุ[16] จากนั้นอัลกอริทึมจะหาจุดร่วมในรูปภาพผ่านการเลื่อนในแนวนอนและคำนวณหาความต่างของวัตถุจากทั้งสองภาพแล้วแสดงออกมาเป็นแฟนถาพจับคู่ความลึก(รูปภาพ (ค)) โดยวัตถุที่มีความต่างในแนวแกนนอนระหว่างสองภาพมากจะได้ค่าในแนวแกนความลึกมาก หมายความว่าวัตถุนั้นมีระยะห่างกับระยะกระจัด 2 กล้องน้อย ในทางตรงกันข้าม วัตถุที่มีความต่างในแกนแนวนอนระหว่างสองภาพน้อยจะได้ค่าในแนวแกนลึกน้อย หมายความว่า วัตถุนั้นมีระยะห่างกับระยะกระจัดระหว่าง 2 กล้องมาก [17] ดังแสดงในรูปที่ 2.2

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 2.2 (ก) รูปภาพจากกล้องทางซ้าย (ข) รูปภาพจากกล้องทางขวา (ค) รูปแผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้

การคำนวณหาค่าความต่างระหว่างรูปภาพทางซ้ายและรูปภาพทางขวาเพื่อสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก สามารถดูได้ดังแสดงในสมการ (2.1)

$$disparity = x - x' = \frac{Bf}{Z} \quad (2.1)$$

โดย

x คือ พิกเซลตำแหน่งของวัตถุใด ๆ ในรูปจากกล้องทางซ้าย

x' คือ พิกเซลตำแหน่งของวัตถุใด ๆ ในรูปจากกล้องทางขวา

f คือ ความยาวโฟกัสของกล้อง

B คือ ระยะกระจัดระหว่างกล้องทั้ง2ตัว

z คือ ระยะห่างระหว่างวัตถุและระยะกระจัดระหว่าง 2 กล้อง

2.3 การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง

การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง เป็นหนึ่งในวิธีการตรวจสอบความเหมือนระหว่างภาพสองภาพ การเปรียบเทียบความเหมือนจะใช้ทุกพิกเซลในภาพมาคำนวณโดยไม่มีการปรับแต่งภาพ การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้างถูกพัฒนาและดัดแปรมาจากวิธีดั้งเดิมคือ การหาอัตราส่วนของสัญญาณรบกวนสูงสุด(PSNR) และการหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(MSE) ซึ่งทำได้เพียงประมาณค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ แต่การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้างจะสนใจที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่มองเห็นได้ไปพร้อม ๆ กับความต่างอื่น ๆ ซึ่งรวมไปถึงการเพิ่มตัวกรองแสงและตัวกรองค่าเปรียบต่างเข้าไปเพื่อคมชัด โดยข้อมูลโครงสร้างนั้นอยู่บนพื้นฐานของการที่แต่ละพิกเซลมีการใช้ข้อมูลร่วมกันโดยเฉพาะเมื่ออยู่ใกล้กัน การคำนวณจะใช้ข้อมูลของรูปภาพทั้งสองรูปภาพ[18] ถ้าให้ x และ y แทนจุดบนภาพทั้งสองภาพในตำแหน่งเดียวกัน สามารถดูการเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้างคำนวณจากสมการ (2.2)

$$SSIM(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (2.2)$$

โดย

μ_x คือ ค่าเฉลี่ยของ x

μ_y คือ ค่าเฉลี่ยของ y

σ_x^2 คือ ค่าความแปรปรวนของ x

σ_y^2 คือ ค่าความแปรปรวนของ y

σ_{xy} คือ ค่าความแปรปรวนร่วมของ x และ y

$c_1 = (k_1 L)^2, c_2 = (k_2 L)^2$ คือ ตัวแปรที่มีไว้เพื่อทำให้เสถียรเมื่อตัวหารมีค่าน้อย

L คือ ความสามารถในการแสดงรายละเอียดของภาพตั้งแต่ดำไปจนถึงขาว

ในที่นี้กำหนดให้ $k_1 = 0.01$ และ $k_2 = 0.03$

การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้างมีพื้นฐานจากมาตรวัด 3 แบบหลักๆ ได้แก่ การดูค่ากรองแสง(l) การดูค่ากรองค่าเปรียบต่าง(c) การดูค่าโครงสร้าง(s) สามารถเขียนแยกในแต่ละส่วนได้ดังสมการ (2.3)

$$l(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)}$$

$$c(x,y) = \frac{(2\sigma_x\sigma_y + c_2)}{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \qquad (2.3)$$

$$s(x,y) = \frac{(\sigma_{xy} + c_3)}{(\sigma_x\sigma_y + c_3)}$$

เมื่อ $c_3 = c_2/2$

การเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้างมีค่าน้ำหนักเป็น α, β, γ โดยจะมีค่าเท่ากับ 1 เป็นค่าตั้งต้นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้ใช้ดังสมการ (2.4)

$$SSIM(x,y) = \left[l(x,y)^\alpha \cdot c(x,y)^\beta \cdot s(x,y)^\gamma\right] \qquad (2.4)$$

2.4 ตัวกรองมัธยฐาน

ตัวกรองมัธยฐานเป็นตัวกรองพื้นที่แบบไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear spatial filter) ที่นิยมใช้เพื่อลบหรือลดสัญญาณรบกวน เพราะตัวกรองชนิดนี้จะไม่ลบขอบของวัตถุในภาพเวลาที่ลบสิ่งรบกวนออกไป หลักการของตัวกรองมัธยฐานคือการใช้ค่าความเข้มของพิกเซลรอบ ๆ พิกเซลที่กำลังพิจารณามาเรียงลำดับ จากนั้นจะนำค่าที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางไปแทนที่ค่าความเข้มของพิกเซลที่กำลังพิจารณา[19] รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการใช้ตัวกรองมัธยฐานขนาด 3x3 กับบริเวณของภาพ เมื่อให้ รูปภาพ (ก) เป็นการแดสงค่าในแต่ละ

พิกเซลดั้งเดิม รูปภาพ (ข) เป็นสามการที่ได้จากการใช้ตัวกรองมัธยฐานกับรูปภาพ (ก) และแสดงการเปลี่ยนค่าในพิกเซลดังรูปภาพ (ค)

5	7	6
6	1	5
5	6	7

(ก)

$f(x,y)$ = Med(1,5,5,5,6,6,6,7,7)=6

(ข)

5	7	6
6	6	5
5	6	7

(ค)

รูปที่ 2.3 (ก) ภาพแสดงค่าในแต่ละพิกเซล (ข) การใช้ตัวกรองมัธยฐานกับพิกัด (x,y) ในรูป (ก) และ (ค) ภาพหลังการกรอง

2.5 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

ในการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทานั้นมีหลักการคือการนำค่าความเข้มสี (Intensity) ของค่าสีแดง เขียว และ น้ำเงิน มารวมกัน โดยมีค่าน้ำหนักต่างกัน วิธีในการกำหนดน้ำหนักของแต่ละสีเกิดจากการที่สีแต่ละสีมีความยาวคลื่นที่ต่างกัน[20] สามารถหาค่าสีในภาพระดับสีเทาตามสัดส่วนดังสมการ (2.5) ถ้าให้ x และ y แทนตำแหน่งบนภาพ

$$Gray(x,y) = [R(x,y) \cdot 0.299 + G(\mathrm{x},\mathrm{y}) \cdot 0.0587 + B(x,y) \cdot 0.114] \qquad (2.5)$$

โดย

$Gray$ คือ ค่าความเข้มของภาพระดับสีเทา

R คือ ค่าความเข้มของสีแดง

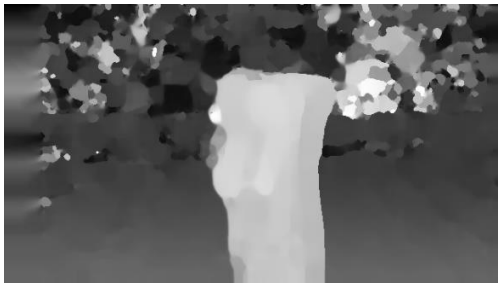
G คือ ค่าความเข้มของสีเขียว

B คือ ค่าความเข้มของสีน้ำเงิน

2.6 การสร้างทดแทนภาพสามมิติ

การสร้างทดแทนภาพสามมิติ เป็นขั้นตอนในการสร้างรูปร่างและพื้นผิวให้แก่วัตถุ ในความเป็นจริงแล้วมีวิธีสร้างทดแทนหลายวิธี เช่น การใช้ภาพหลาย ๆ ภาพในการสร้างทดแทนและเติมเต็มข้อมูลของวัตถุในมุมมองต่าง ๆ หรือ การใช้ข้อมูลของอัลตราซาวน์เพื่อสร้างรูปร่างของวัตถุจากการสะท้อนกลับ ในที่นี้จะกล่าวถึงการสร้างโดยใช้ข้อมูลภาพ 2 ภาพ ซึ่งหลักการนี้ใช้การเลียนแบบประสาทการมองเห็นของมนุษย์ โดยใช้กล้อง 2 ตัวที่ถ่ายในมุมมองที่ต่างกันเพื่อหาค่าความลึกของภาพเพื่อสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก หรือที่เรียกว่าภาพสเตอริโอนั่นเอง[21] ในการสร้างทดแทนภาพสามมิติสามารถทำได้หลายรูปแบบ โดยวิธีที่ง่ายและเป็นที่นิยมที่สุดสำหรับการนำไปใช้งานต่อ คือ การใส่ค่าความลึกเข้าไปที่แต่ละจุดของรูปภาพเดิมที่มีอยู่ (รูปภาพ (ก) และ (ข)) โดยการสร้างทดแทนในลักษณะนี้หลังจากที่ได้ความลึกของแต่ละพิกเซลในภาพมาแล้วจะใช้การเพิ่มมิติเข้าไปในภาพสองมิติดั้งเดิมเพื่อแสดงความตื้นลึกของพิกเซลนั้น โดยวิธีนี้จะมีปัญหาคือในส่วนที่ภาพไม่มีข้อมูล รูปภาพจะแหว่งหายไปเพราะไม่มีข้อมูลลามมิติในจุดนั้นๆ จึงมีการเชื่อมต่อจุดสร้างเป็นระนาบเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่มีข้อมูลเอาไว้แล้วสร้างเป็นโมเดล(รูปภาพ (ค)) ดังแสดงในรูปที่ 2.4

(ก)



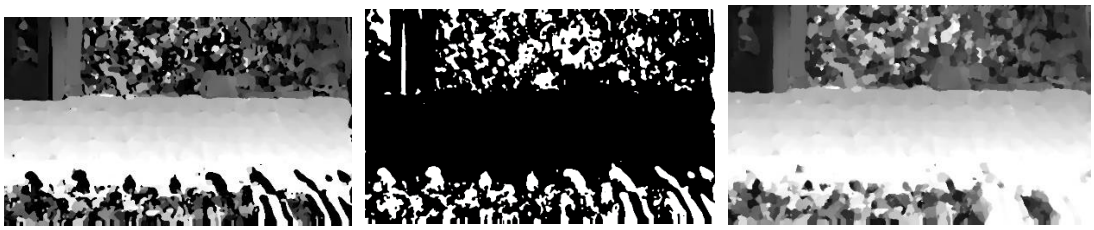
(ข)

(ค)

รูปที่ 2.4 (ก) รูปภาพดั้งเดิม (ข) แผนภาพจับคู่ความลึกของรูปที่ (ก) (ค) โมเดลสามมิติที่ได้จากรูป (ก) และ (ข)

2.7 การอินเพนท์

การอินเพนท์(Inpainting) คือขั้นตอนของการบูรณะภาพในพื้นที่ที่กำหนด โดยใช้ข้อมูลจากพิกเซลที่ล้อมรอบ โดยทั่วไปแล้วฟังก์ชันนี้ใช้ในการลบจุด และเส้นที่ไม่ต้องการออกจากพื้นภาพ ฟังก์ชันนี้มีประโยชน์มากกับภาพที่มีรอยขีดที่ขอบ หรือรอยน้ำหมึกบนภาพ วิธีการทำงานของฟังก์ชันคือการดึงข้อมูลที่เสียหายออกมาจากรูปภาพต้นฉบับ(รูปภาพ (ก) และ (ข)) แล้วแทนที่ส่วนที่ถูกทำลายด้วยพิกเซลที่ลักษณะคล้ายกันจากพิกเซลรอบข้างแลวจึงทำให้กลมกลืนไปกับรอบข้าง(รูปภาพ (ค))[22] ดังรูปที่ 2.5



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.5 (ก) แผนภาพจับคู่ความลึกต้นฉบับ (ข) ส่วนที่ขาดหายของแผนภาพจับคู่ความลึกจากภาพ (ก) และ (ค) แผนภาพจับคู่ความลึกที่ผ่านการปรับปรุงโดยการอินเพนท์

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน

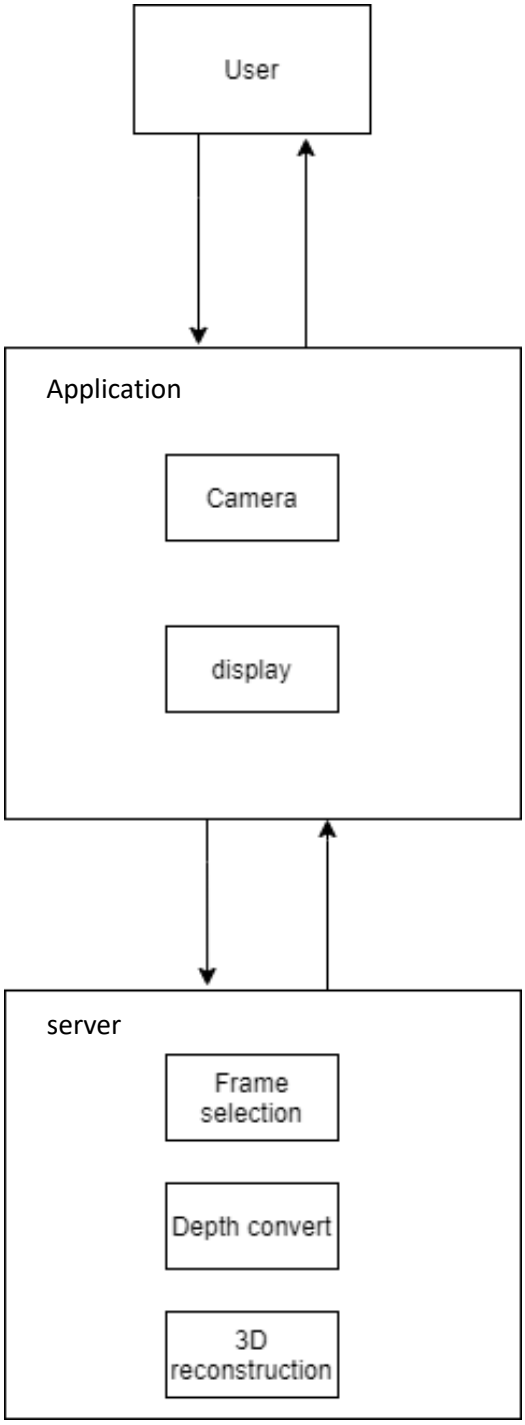
3.1 หลักการ แนวคิด วิธีการ และเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างภาพจับคู่ความลึกจากภาพสองมิติได้ตั้งแต่การถ่ายภาพไปจนสร้างภาพจับคู่ความลึกให้อัตโนมัติ การทำงานหลักของแอปพลิเคชัน ได้แก่ การใช้กล้องถ่ายวีดิโอ การมองภาพ3มิติ การสร้างและบันทึกภาพจับคู่ความลึกเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้

ในการออกแบบแอปพลิเคชันนี้ เน้นฟังก์ชันการทำงานและการส่งถ่ายข้อมูลเป็นหลัก ทางผู้พัฒนาใช้การออกแบบแอปพลิเคชันแบบการออกแบบเชิงฟังก์ชัน (function oriented design) และใช้การออกแบบระบบแบบแอจไจล์ (agile)

3.2 การออกแบบโครงสร้างหรือสถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน

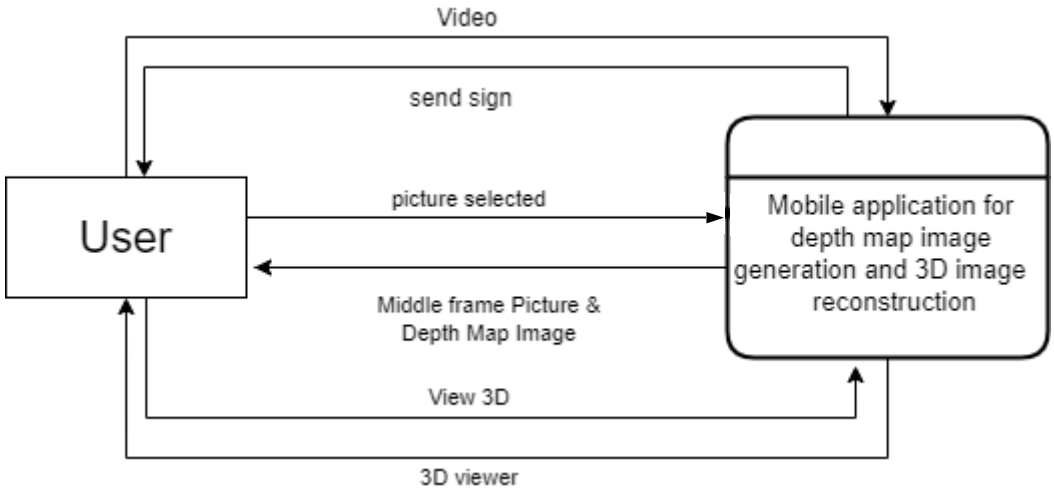
แอปพลิเคชันนี้จะมีการทำงาน 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่มีการทำงานและใช้ทรัพยากรบนมือถือ ได้แก่ การเรียกใช้กล้องเพื่อบันทึกภาพวิดีโอ การแสดงผลสามมิติที่ได้จากการสร้างทดแทนภาพสามมิติ และส่วนที่ทำงานและใช้ทรัพยากรภายนอกเพื่อจัดการคำนวณข้อมูลและแปลงผลภาพ ได้แก่ การตัดและคัดเลือกภาพจากคลิปวิดีโอ การตรวจหาความลึกของวัตถุและสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก และการสร้างทดแทนภาพสามมิติ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพสถาปัตยากรรมของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ

3.3 แผนภาพอธิบายการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ออกแบบ

3.3.1 แผนภาพปริบท



รูปที่ 3.2 แผนภาพปริบท (Context Diagram) ของแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ

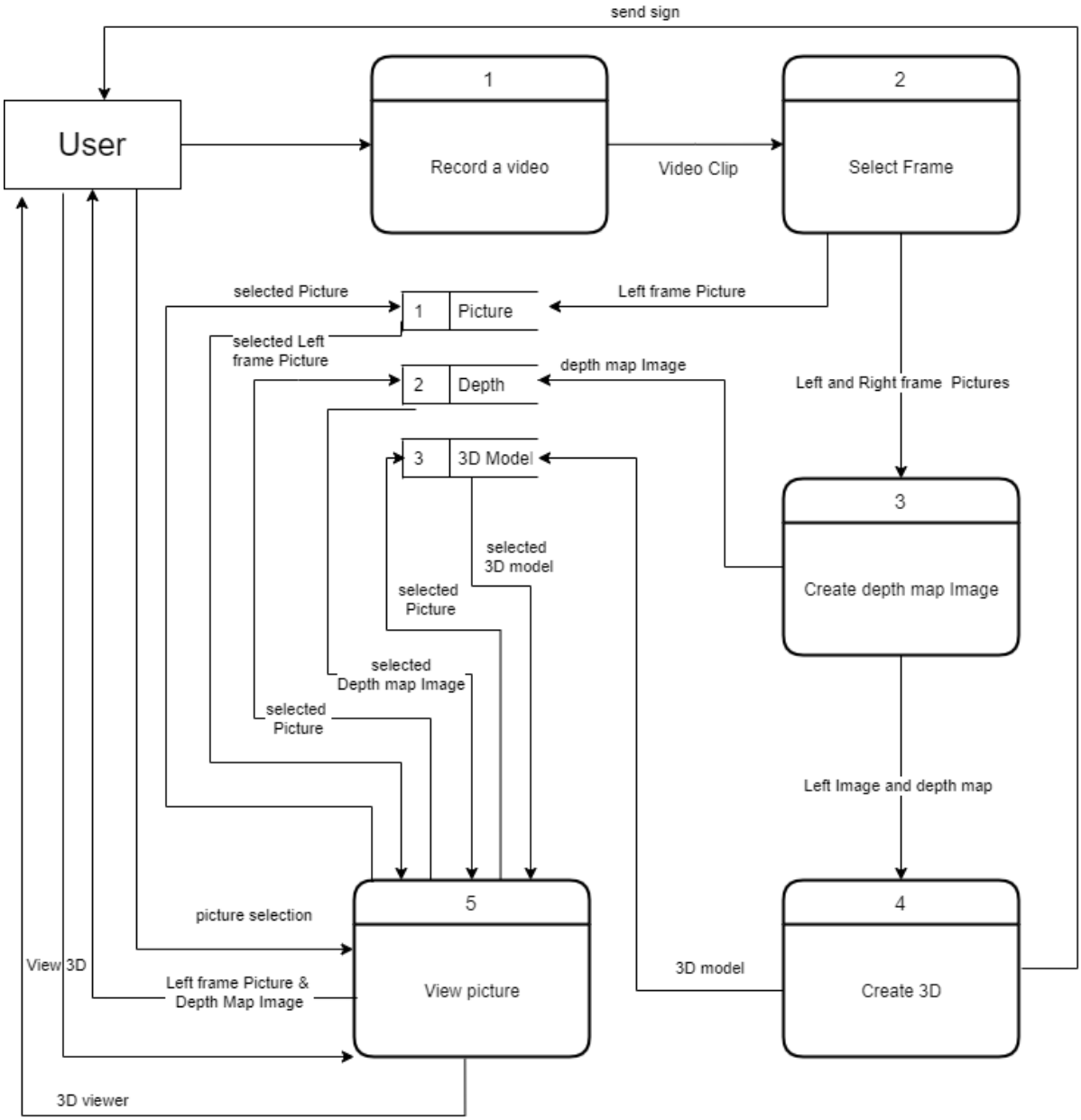
รูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพปริบท(Context Diagram) ของแอปพลิเคชัน ที่แสดงถึงข้อมูลที่ผู้ใช้นำเข้าสู่แอปพลิเคชัน และผลลัพธ์จากแอปพลิเคชันที่จะส่งกลับสู่ผู้ใช้ในการทำงาน ดังนี้

1. ผู้ใช้ทำการถ่ายรูปวิดีโอด้วยแอปพลิเคชัน และแอปพลิเคชันจะส่งสัญญาณกลับมาเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน

2. ผู้ใช้เลือกภาพที่ถูกสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกแล้ว จากนั้นแอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลภาพและแผนภาพจับคู่ความลึกที่คู่กันกลับสู่ผู้ใช้

3. ผู้ใช้เลือกดูภาพแบบสามมิติหลังจากเลือกภาพที่ถูกสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกแล้ว จากนั้นแอปพลิเคชันจะแสดงภาพที่เลือกในระบบภาพสามมิติ

3.3.2 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 0



รูปที่ 3.3 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 0

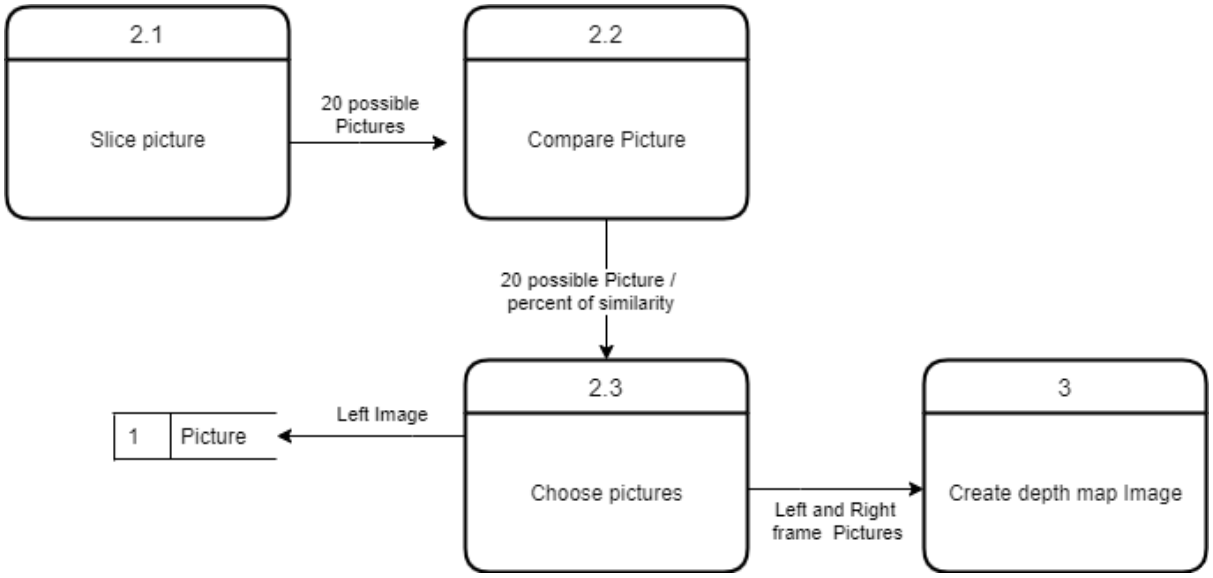
รูปที่ 3.3 แผนภาพกระแสข้อมูล (dataflow) แสดงการไหลของข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 0 ซึ่งมีภาพรวมการทำงานของระบบตามลำดับดังนี้

1. ผู้ใช้กดถ่ายวิดีโอจากแอปพลิเคชัน
2. แอปพลิเคชันรับวิดีโอเข้ามา ตัดและเลือกภาพจากเฟรมของวิดีโอ
3. แอปพลิเคชันสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกสำหรับแต่ละเฟรมภาพที่เข้าคู่กัน และบันทึกเอาไว้

4. แอปพลิเคชันสร้างโมเดลสามมิติและบันทึกเอาไว้พร้อมกับส่งสัญญาณบอกผู้ใช้ว่าทำงานเสร็จแล้ว

5. ผู้ใช้กดดูภาพและแผนภาพจับคู่ความลึก และ/หรือ กดดูรูปภาพสามมิติ (ทำหรือไม่ทำก็ได้) แอปพลิเคชันจะดึงรูปภาพ แผนภาพจับคู่ความลึก และ/หรือ โมเดลสามมิติมาแสดงผล (ทำหรือไม่ทำก็ได้)

3.3.3 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 1: เลือกเฟรม



รูปที่ 3.4 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1 เลือกรูปภาพจากคลิปวิดีโอ

รูปที่ 3.4 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1 เป็นการเลือกรูปภาพจากคลิปวิดีโอ ซึ่งแสดงการไหลของข้อมูลในส่วนการตัดและเลือกรูปภาพจากคลิปวิดีโอ โดยแจงรายละเอียดแต่ละกระบวนการตามตารางที่ 3.1-3.3 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.1 ตัดคลิปวิดีโอเป็นภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.1
Process name	Slice picture
Description	ตัดรูปจากคลิปวิดีโอ
Input	ไฟล์คลิปวิดีโอ
Output	รูปภาพพื้นสีประมาณ 20
Comment	รูปภาพที่ตัดมาจะมีจำนวนมากที่สุดที่ 20 รูปแต่สามารถที่จะน้อยกว่า 20 รูปขึ้นอยู่กับความยาววิดีโอ กระบวนการนี้ เป็นการทำงานโดยใช้ไลบรารี่ของ OpenCV

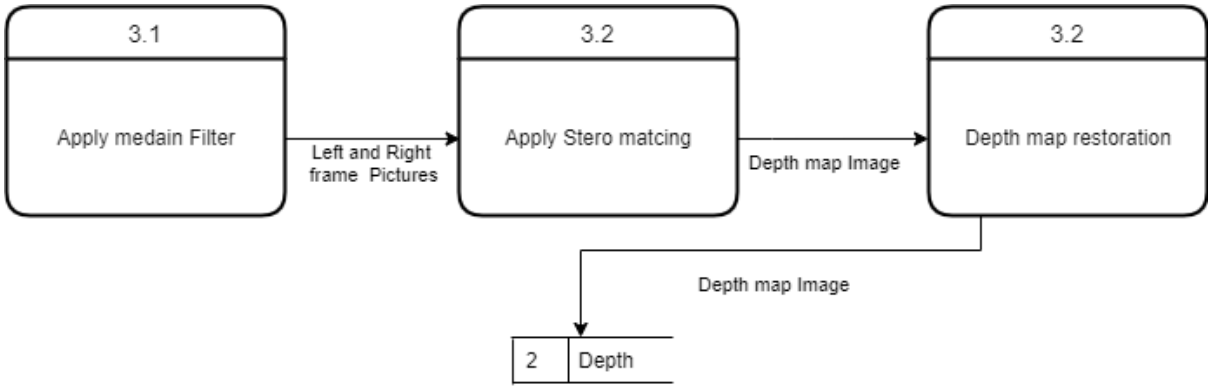
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2 เปรียบเทียบรูปภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2
Process name	Compare pictures
Description	เปรียบเทียบความเหมือนกันของรูปภาพ
Input	รูปภาพพื้นสีประมาณ 20 รูป
Output	เปอร์เซ็นความเหมือนของรูปภาพประมาณ 20รูป / รูปภาพพื้นสีประมาณ 20 รูป
Comment	อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมที่ 3.3.6

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.3 เลือกรูปภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.3
Process name	Choose picture
Description	เลือกคู่รูปภาพที่มีค่าความเหมือนมากที่สุด
Input	เปอร์เซ็นความเหมือนของรูปภาพประมาณ 20รูป / รูปภาพพื้นสีประมาณ 20 รูป
Output	รูปภาพทางซ้ายและรูปภาพทางขวา / รูปทางซ้าย
Comment	รูปภาพทั้ง2รูปภาพจะเป็นรูปภาพที่มีความเหมือนที่สุดจากทั้งหมดประมาณ 20 รูปโดยรูปที่ได้จะแบ่งเป็นรูปทางซ้าย และ รูปทางขวา

3.3.4 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 1: สร้างภาพแผนภาพจับคู่ความลึก



รูปที่ 3.5 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1 สร้างแผนภาพจับคู่ความลึก

รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1 สำหรับสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก ที่แสดงการไหลของข้อมูลในส่วนการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก โดยแจงรายละเอียดแต่ละกระบวนการตามตารางที่ 3.4-3.6 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.1 ใช้ตัวกรองมัธยฐาน

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	3.1
Process name	Apply median Filter
Description	เกลี่ยรูปภาพทั้ง 2 รูปด้วยตัวกรองมัธยฐาน
Input	รูปภาพทางซ้ายและรูปภาพทางขวา
Output	รูปภาพทางซ้ายและรูปภาพทางขวา
Comment	ลบสิ่งรบกวนของรูปที่เกิดจากการถ่ายรูปออก ตัวกรองมีขนาด 5*5

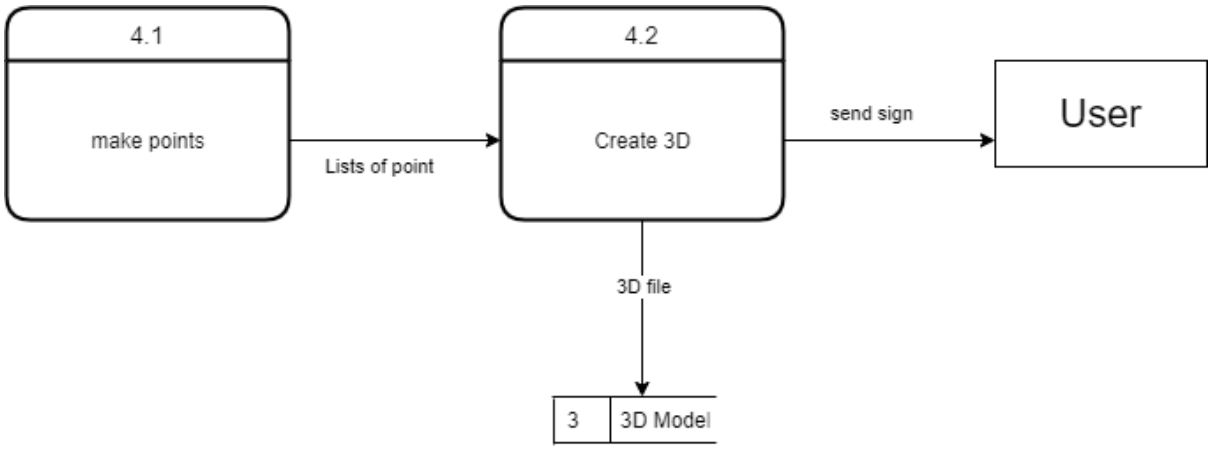
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.2 สร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสเตอริโอ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	3.2
Process name	Apply Stereo matching
Description	ใช้การทำสเตอริโอแมทชิ่งเพื่อสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก
Input	รูปภาพทางซ้ายและรูปภาพทางขวา
Output	แผนภาพจับคู่ความลึก
Comment	กระบวนการนี้ เป็นการทำงานโดยใช้ไลบรารี่ของ OpenCV

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.3 ปรับปรุงแผนภาพจับคู่ความลึก

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	3.3
Process name	Depth map restoration
Description	ปรับปรุงคุณภาพแผนภาพจับคู่ความลึก
Input	แผนภาพจับคู่ความลึก
Output	แผนภาพจับคู่ความลึก
Comment	อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมที่ 3.3.7

3.3.5 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 1: สร้างภาพสามมิติ



รูปที่ 3.6 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1 สร้างภาพสามมิติ

รูปที่ 3.6.แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 1 สำหรับสร้างภาพสามมิติ ที่แสดงการไหลของข้อมูลในส่วนการสร้างภาพสามมิติ โดยแจงรายละเอียดแต่ละกระบวนการตามตารางที่ 3.7-3.8 ดังต่อไปนี้

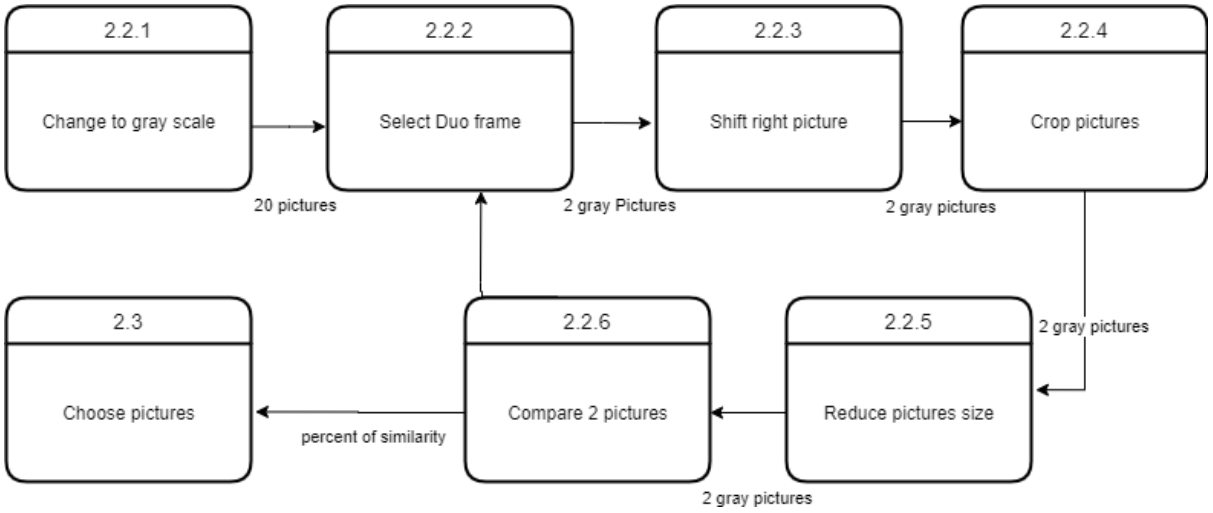
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 4.1 สร้างจุด

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	4.1
Process name	Make points
Description	นำรูปภาพและแผนภาพจับคู่ความลึกไปสร้างลิสของแต่ละจุด
Input	รูปภาพและแผนภาพจับคู่ความลึก
Output	ลิสของแต่ละจุดในแต่ละพิกเซลในรูปภาพ
Comment	ลิซเก็บข้อมูล ตำแหน่งในแกน x ตำแหน่งในแกน y ตำแหน่งในแกน z และค่าสี

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 4.2 สร้างรูปภาพสามมิติ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	4.2
Process name	Create 3D
Description	นำลิสของแต่ละพิกเซลมาสร้างเป็นไฟล์สามมิติ
Input	ลิสของแต่ละจุดในแต่ละพิกเซลในรูปภาพ
Output	ไฟล์ โมเดลสามมิติ / สัญญาณ บอกว่าทำงานเสร็จแล้ว
Comment	ไฟล์โมเดลสามมิติใช้ นามสกุล obj และ mtl โดยไฟล์ obj เป็นไฟล์โมเดล และเ ไฟล์ mtl เป็นไฟล์พื้นผิวของโมเดล

3.3.6 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 2: เปรียบเทียบภาพ



รูปที่ 3.7 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 2 เปรียบเทียบความเหมือนกันของภาพ

รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 2 สำหรับเปรียบเทียบความเหมือนกันของภาพ ที่แสดงการไหลของข้อมูลในส่วนการเปรียบเทียบความเหมือนกันของภาพ โดยแจงรายละเอียดแต่ละกระบวนการตามตารางที่ 3.9-3.14 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.1 เปลี่ยนรูปเป็นรูปพื้นสีเทา

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2.1
Process name	Change to gray scale
Description	แปลงรูปทั้งหมดเป็นภาพพื้นสีเทา
Input	รูปภาพพื้นสีประมาณ 20 รูป
Output	รูปภาพพื้นสีเทาประมาณ 20 รูป
Comment	

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.2 เลือกคู่รูปภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2.2
Process name	Select Duo frame
Description	เลือกรูปภาพ 2 รูปภาพจากรูปภาพทั้ง 20 รูป
Input	รูปภาพพื้นสีเทาประมาณ 20 รูป
Output	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Comment	ทุกครั้งหลังจากทำการเปรียบเทียบ (2.6) จะกลับมาเลือกรูปถัดไปจนกว่าจะครบทุกรูป โดยใช้เป็นรูปทางซ้าย และ รูปทางขวา

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.3 ขยับรูปขวา

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2.3
Process name	Shift right picture
Description	เลื่อนรูปภาพที่ถูกเลือกเป็นทางขวา
Input	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Output	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Comment	เลื่อนรูปทางขวาไปที่ด้านขวาอีก 48 พิกเซล เพื่อให้สิ่งของหลักในรูปทั้งสองเท่ากัน

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.4 ตัดรูปภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2.4
Process name	Crop pictures
Description	ตัดทางซ้ายของรูปทั้ง 2 ออก
Input	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Output	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Comment	ตัดทางซ้ายของทั้งสองรูปออก 48 พิกเซล เพื่อลบส่วนที่เป็นสีดำที่เกิดจากการเลื่อนออก

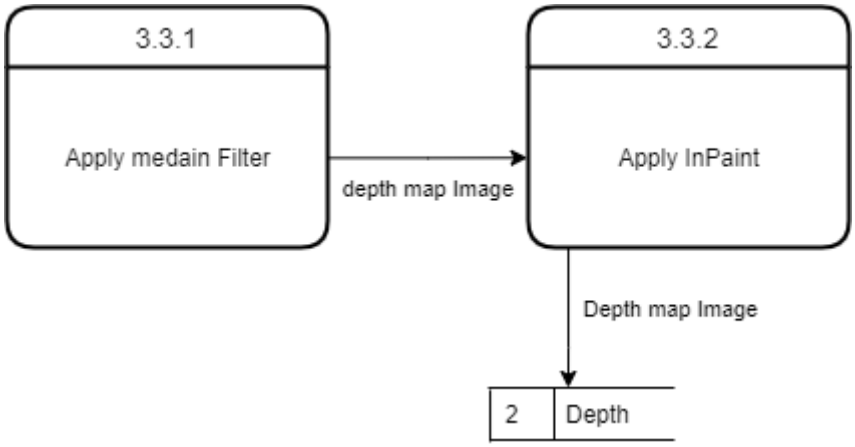
ตารางที่ 3.13 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.5 ลดขนาดรูปภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2.5
Process name	Reduce pictures size
Description	ลดขนาดของรูปลง
Input	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Output	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Comment	ลดขนาดของรูปลงเหลือ 50% เพื่อลดปริมาณงานของระบบ

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 2.2.6 เปรียบเทียบรูปภาพ

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	2.2.6
Process name	Compare 2 pictures
Description	เปรียบเทียบความเหมือนของรูปภาพ
Input	รูปภาพพื้นสีเทา 2 รูป
Output	เปอร์เซ็นความเหมือนของรูปภาพ
Comment	ย้อนกลับไป เลือกรูปภาพ 2 รูปภาพ(2.2.2) และทำซ้ำจนครบทุกภาพแล้วจึงส่งเปอร์เซ็นความเหมือนไปที่ เลือกรูปภาพ(2.3) กระบวนการนี้ เป็นการทำงานโดยใช้ไลบรารี่ของ openCV

3.3.7 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 2: ทำให้แผนภาพจับคู่ความลึก



รูปที่ 3.8 แผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพแผนภาพจับคู่ความลึก

รูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ระดับที่ 2 เพื่อปรับปรุงคุณภาพแผนภาพจับคู่ความลึก ที่แสดงการไหลของข้อมูลในส่วนปรับปรุงคุณภาพแผนภาพจับคู่ความลึก โดยแจงรายละเอียดแต่ละกระบวนการตามตารางที่ 3.15-3.16 ดังต่อไปนี้

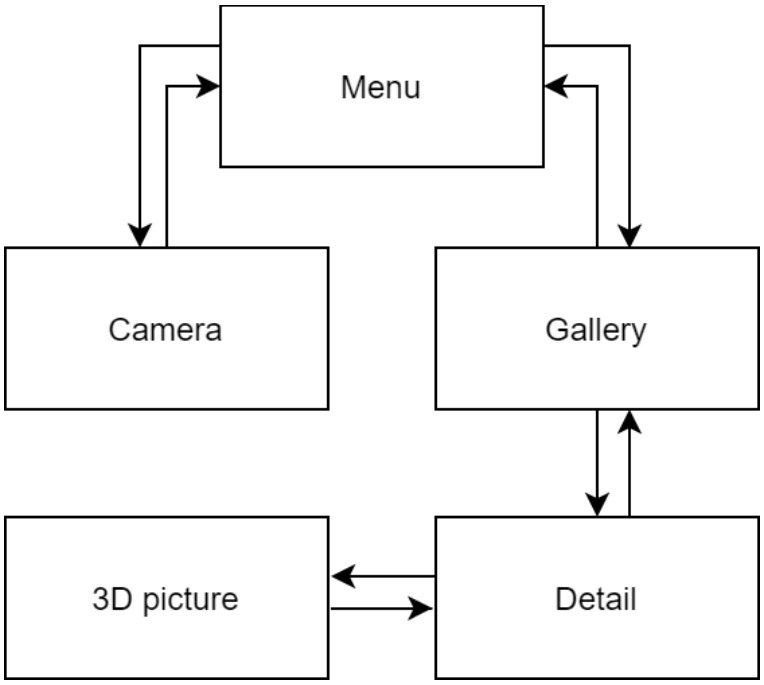
ตารางที่ 3.15 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.3.1 เกลี่ยภาพด้วยตัวกรองมัธยฐาน

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	3.3.1
Process name	Apply median Filter
Description	เกลี่ยแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยตัวกรองมัธยฐาน
Input	แผนภาพจับคู่ความลึก
Output	แผนภาพจับคู่ความลึก
Comment	ลบสิ่งรบกวนของรูปที่เกิดจากความแปรปรวนของอัลกอริทึม ตัวกรองมีขนาด 7*7

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดการทำงานของกระบวนการที่ 3.3.2 ปิดรูในรูป

Process Description	
System	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction
Context number	3.3.2
Process name	Apply Inpaint
Description	ปิดรูสีดำในรูป
Input	แผนภาพจับคู่ความลึก
Output	แผนภาพจับคู่ความลึก
Comment	กลบร่องรอยสีดำในแผนภาพจับคู่ความลึกที่เกิดจากการที่ไม่มีข้อมูลสามมิติในส่วนที่เข้าไม่ถึง กระบวนการนี้ เป็นการทำงานโดยใช้ไลบรารี่ของ OpenCV

3.4 การออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้



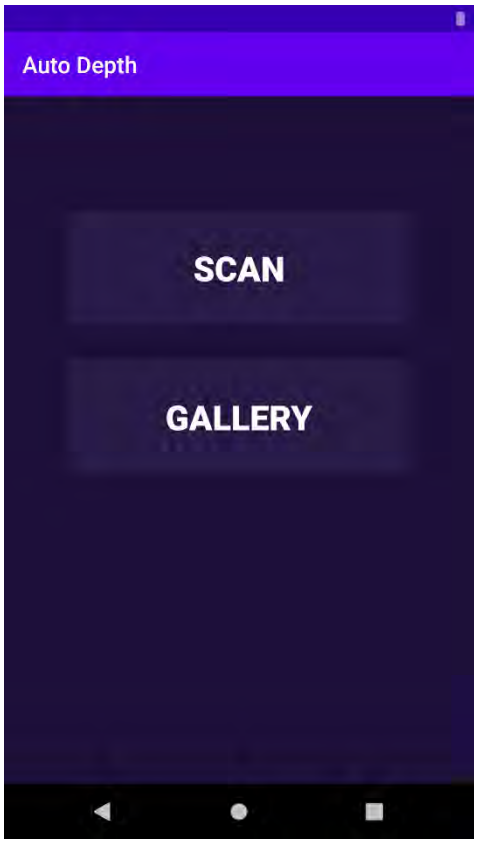
รูปที่ 3.9 แผนภาพโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ

รูปที่ 3.9 แสดงแผนภาพโครงสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ในแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกและบูรณะภาพสามมิติ ที่แสดงการเชื่อมต่อส่วนต่อประสานผู้ใช้ในแต่ละหน้า ได้แก่

1. หน้าจอเมนูหลัก สามารถเข้าถึงหน้า หน้าจอถ่ายภาพ และ หน้าจอแกลเลอรี
2. หน้าจอถ่ายภาพ สามารถเข้าถึงหน้า หน้าจอเมนูหลัก
3. หน้าจอแกลเลอรี สามารถเข้าถึงหน้า หน้าจอเมนูหลัก และ หน้าจอรายละเอียด
4. หน้าจอรายละเอียด สามารถเข้าถึงหน้า หน้าจอแกลเลอรี และ หน้าจอแสดงผลภาพสามมิติ
5. หน้าจอแสดงผลภาพสามมิติ สามารถเข้าถึงหน้า หน้าจอรายละเอียด

3.5 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

3.5.1. หน้าจอเมนูหลัก



รูปที่ 3.10 รูปแสดงหน้าจอหลัก

รูปที่ 3.10 แสดงหน้าจอเมนูหลัก เป็นหน้าจอแรกที่ผู้ใช้จะพบเมื่อเปิดใช้งานแอปพลิเคชัน โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.5.1.1. ส่วนหัว ของแอปพลิเคชัน

3.5.1.2. ปุ่มสำหรับเข้าสู่หน้าจอถ่ายภาพ

3.5.1.3. ปุ่มสำหรับเข้าสู่หน้าจอแกลเลอรี

3.5.2. หน้าจอถ่ายภาพ

รูปที่ 3.11 รูปแสดงหน้าจอถ่ายภาพ

รูป 3.11 แสดงหน้าจอถ่ายภาพ เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้ดำเนินการถ่ายวีดิโอสำหรับการนำไปสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.5.2.1. ส่วนหัวของแอปพลิเคชัน

3.5.2.2. ส่วนแสดงผลภาพ

3.5.2.3. ปุ่มถ่ายวีดิโอ

3.5.3. หน้าจอแกลเลอรี

รูปที่ 3.12 รูปแสดงหน้าจอแกลเลอรี

รูปที่ 3.12 หน้าจอแกลเลอรี่ เป็นหน้าจอที่ใช้แสดงวิดีโอที่ถ่ายจากหน้าจอถ่ายภาพโดยผู้ใช้สามารถเลือกวิดีโอจากรายการเพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมในหน้าจอแสดงรายละเอียด โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.5.3.1. ส่วนหัวของแอปพลิเคชัน

3.5.3.2. ชื่อหน้าจอ

3.5.3.3. รายการของวิดีโอ

3.5.4. หน้าจอรายละเอียด

รูปที่ 3.13 รูปแสดงหน้าจอรายละเอียด

รูปที่ 3.13 หน้าจอรายละเอียดแสดงภาพจากวีดิโอและภาพจับคู่ความลึกที่สร้างได้จากแอปพลิเคชัน โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.5.4.1. ส่วนหัวของแอปพลิเคชัน

3.5.4.2. ภาพจากวิดิโอต้นฉบับ

3.5.4.3. ภาพจับคู่ความลึก

3.5.4.4. ปุ่มสำหรับส่งออกภาพจับคู่ความลึก

3.5.4.5. ปุ่มสำหรับแสดงผลภาพสามมิติ

3.5.5. หน้าจอแสดงผลภาพสามมิติ

รูปที่ 3.14 รูปแสดงหน้าจอแสดงผลภาพสามมิติ

รูปที่ 3.14 หน้าจอรายละเอียดแสดงผลภาพสามมิติใช้สำหรับแสดงภาพที่จับคู่กับภาพจับคู่ความลึกในรูปแบบสามมิติ โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

3.5.5.1. ส่วนหัวของแอปพลิเคชัน

3.5.5.2. ส่วนแสดงผลภาพสามมิติ

บทที่ 4
ผลการทำงานของแอปพลิเคชัน

สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันในโครงงานนี้ สามารถแบ่งส่วนการทำงานหลักของแอปพลิเคชันได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสำหรับการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก และ ส่วนสำหรับแสดงผล ซึ่งบทนี้จะทำการแสดงผลลัพธ์ในส่วนต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันและคุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานแอปพลิเคชัน

4.1 ส่วนสำหรับการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก

การร้างแผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากแอปพลิเคชันมีส่วนในการทำแบ่งเป็นส่วน ๆ ได้แก่ การตัดและเลือกเฟรมของภาพ การจับคู่และเปรียบเทียบภาพที่ได้จากการเลือกเฟรมภาพ การสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสเตอริโอ การปรับปรุงแผนภาพจับคู่ความลึก และการสร้างไฟล์สามมิติ

4.1.1 การตัดและเลือกเฟรมของภาพ

เฟรมที่ได้จากการตัดโดยใช้ไลบรารี่ OpenCV ตัดจากแต่ละเฟรมในวิดีโอได้ภาพออกมาประมาณ 20 ภาพ โดยเฉลี่ยจากทั้งคลิปวิดีโอ ดังรูป 4.1

รูปที่ 4.1 รูปที่ได้จากการตัดไฟล์คลิปวิดีโอ

4.1.2 การจับคู่และเปรียบเทียบรูปภาพที่ได้จากการเลือกเฟรมภาพ

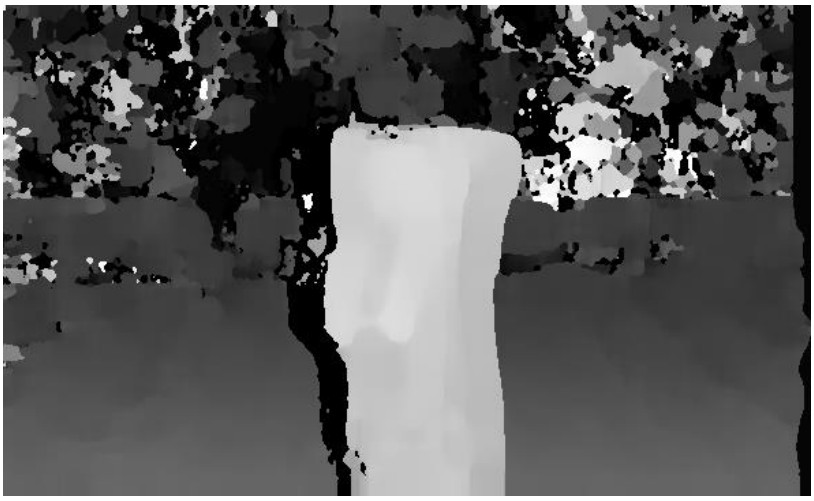
นำทุกภาพมาเปรียบเทียบกันด้วยฟังก์ชันการเปรียบเทียบความเหมือนของโครงสร้าง (SSIM) โดยภาพแต่ละภาพจะถูกเริ่มเปรียบเทียบโดยตั้งค่าภาพที่ I เป็นภาพทางซ้าย แล้วขยับภาพทางขวาไปทางขวา 48 พิกเซล(ภาพด้านซ้ายวัตถุจะอยู่ทางขวาของภาพ อ้างอิงจากตำแหน่งกล้อง) แล้วจึงค่อยใช้ฟังก์ชัน SSIM หาค่าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนของภาพทั้งสอง ทำวนซ้ำจนครบทุกรูปแล้วจึงเลือกคู่ที่มีค่าเปอร์เซ็นความเหมือนมากที่สุด โดยจะได้ออกมาเป็นภาพทางซ้ายและภาพทางขวาอ้างอิงจากตำแหน่งของกล้อง ดังรูปที่ 4.2

(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 (ก) รูปทางซ้าย (ข) รูปทางขวา

4.1.3 การสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสเตอริโอ

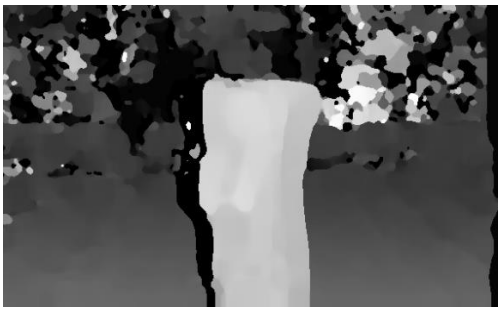
นำภาพทางซ้ายและภาพทางขวามาใช้ตัวกรองมัธยฐานปรับปรุงภาพ แล้วใช้ไลบรารี่ OpenCV สร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยวิธีการจับคู่สเตอริโอ (stereo matching) ดังรูปที่ 4.3



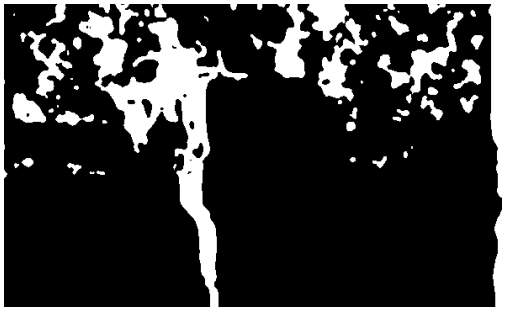
รูปที่ 4.3 แผนภาพความลึกที่ได้จากวิธีการจับคู่สเตอริโอ

4.1.4 การปรับปรุงแผนภาพจับคู่ความลึก

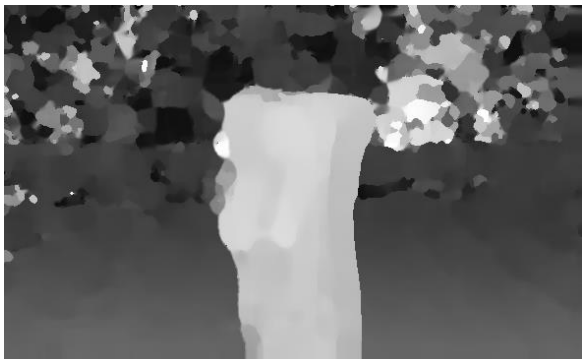
นำแผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้มาปรับปรุงคุณภาพ ด้วยการใส่ตัวกรองมัธยฐานอีกครั้งเพื่อลบรอยจุดสีขาวที่ฟังก์ชัน inpaint ไม่สามารถลบได้(รูปภาพ (ก)) แล้วจึงเรียกใช้ฟังก์ชัน inpaint มากลบร่องสีดำที่เกิดจากการที่ไม่มีข้อมูลสามมิติในส่วนที่เข้าไม่ถึงโดยฟังก์ชัน inpaint จะดึงข้อมูลสีดำจากรูปมาแล้วสร้างเป็นฟิลเตอร์ (รูปภาพ (ข)) แล้วนำฟิลเตอร์มากลบรอยแหว่งของรูป(รูปภาพ (ค))



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.4 (ก) แผนภาพความลึกหลังจากใช้ตัวกรองมัธยฐาน (ข)ตัวกรองแสดงส่วนที่ถูกกลบจากฟังก์ชัน Inpaint (ค) แผนภาพความลึกหลังจากทำการปรับปรุงคุณภาพแล้ว

4.1.5 การสร้างไฟล์สามมิติ

หลังจากได้รูปภาพทางซ้ายที่ใช้เป็นรูปภาพหลักและแผนภาพจับคู่ความลึกที่สัมพันธ์กันแล้ว นำแต่ละพิกเซลในรูปมาสร้างลิสเพื่อเก็บข้อมูลของแต่ละจุดในระนาบสามมิติ โดยในลิสนั้นจะเก็บข้อมูล ตำแหน่งบนระราบแกน x ตำแหน่งบนระนาบแกน y และ สีของพื้นผิวจุดนั้นๆ จากรูปภาพหลัก และตำแหน่งบนระนาบแกน z จากรูปแผนภาพจับคู่ความลึก โดยเมือแสดงลิสทั้งหมดของรูปจะได้โมเดลในลักแษณะดังรูปที่ 4.5 จากนั้นจึงนำแต่ละจุดมาเชื่อมกัน โดยแต่ละจุดจะเชื่อมเข้ากับจุดอื่นๆที่สัมพันธ์กัน สร้างเป็นระนาบที่เชื่อมต่อจุดเหล่านั้น แล้วเก็บโมเดลไว้เป็นไฟล์ .obj และเก็บสีพื้นผิวของจุดเหล่านั้นไว้เป็นไฟล์ .mtl

รูปที่ 4.5 โมเดลที่ได้จากการแสดงลิสของจุดบนระนาบสามมิติ

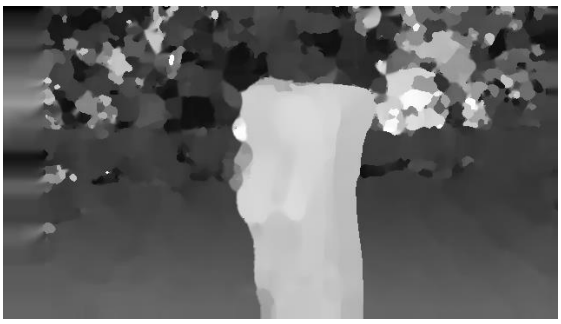
4.2 ส่วนสำหรับแสดงผล

ส่วนสำหรับแสดงผลของแอปพลิเคชันสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนของภาพสองมิติคู่กับแผนภาพจับคู่ความลึก และ ส่วนของภาพสามมิติ

4.2.1 ภาพสองมิติคู่กับแผนภาพจับคู่ความลึก

ภาพที่นำมาใช้แสดงให้กับผู้ใช้คือภาพทางซ้ายที่ได้จากการคัดเลือกภาพในขั้นตอนการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึก และแผนภาพจับคู่ความลึกที่นำมาใช้แสดงให้กับผู้ใช้แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้หลังจากปรับปรุงคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 4.6

(ก)



(ข)

รูปที่ 4.6 (ก) รูปทางซ้าย (ข) แผนภาพจับคู่ความลึก

4.2.2 ภาพสามมิติ

ภาพสามมิติที่นำมาแสดงนั้นเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .obj และนามสกุล .mtl โดยไฟล์ .obj เป็นไฟล์โมเดลสามมิติ เก็บค่าตำแหน่งของจุดในรูปภาพในระนาบสามมิติ และระนาบที่เชื่อมต่อจุดแต่ละจุดที่สัมพันธ์กัน และไฟล์ .mtl เป็นไฟล์พื้นผิวของโมเดลสามมิติ เก็บค่าสีของแต่ละจุดเอาไว้ โดยทั้งสองไฟล์ใช้ไลบรารี่ OpenGL ในการแสดงผลร่วมกันบนโทรศัพท์มือถือ โดยลักษณะของรูปสามมิติสามารถเห็นได้ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ภาพสามมิติของแผนภาพจับคู่ความลึกที่สร้างขึ้น

4.3 คุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานแอปพลิเคชัน

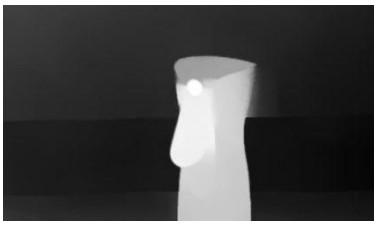
4.3.1 แผนภาพจับคู่ความลึก

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชันมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อวิดีโอที่นำเข้ามีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ตรงตามขอบเขตของการสร้างแอปพลิเคชัน คือ วัตถุในวิดีโอที่นำเข้ามาจะต้อง ไม่มีการสั่นไหวในแนวแกนตั้ง วัตถุต้องเป็นวัตถุอย่างง่ายคือมีขอบและรูปทรงชัดเจนและไม่มีการสะท้อนแสง ซึ่งนั่นรวมไปถึงการที่แหล่งกำเนิดแสงจะต้องอยู่ไกลจากวัตถุทำให้วัตถุไม่เกิดแสงสะท้อนด้วยหรือก็คือเป็นการใช้แสงจากดวงอาทิตย์แทนแสงจากหลอดไฟ โดยการวัดผลคุณภาพของการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกนั้นดูจาก 2 ปัจจัย คือ 1 รูปร่างของวัตถุชัดเจน และ 2 แผนภาพความลึกที่ได้จะต้องบอกได้อย่างถูกต้องว่าวัตถุอยู่ข้างหน้าหรืออยู่ข้างหลัง

ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างแผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากแอปพลิเคชัน(รูปภาพ (ข) และ รูปภาพ (จ)) และ แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากโทรศัพท์มือถือรุ่น iPhone 11 ที่มีฟังก์ชันในการดึงแผนภาพจับคู่ความลึก ผ่านการถ่ายรูปในโหมด portrait (รูปภาพ (ค) และ รูปภาพ(ฉ)) พบว่ารูปภาพที่ได้ออกมานั้นมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันคือ สามารถมองเห็นรูปร่างของวัตถุได้อย่างชัดเจน และสามารถบอกความลึกตื้นของวัตถุได้อย่างถูกต้อง แต่พบถึงความต่างคือ แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากโหมด portrait บนโทรศัพท์มือถือ iPhone 11 นั้นมีการทำ segment ในการแบ่งพื้นที่ของวัตถุแล้ว Thresholding ความลึกของวัตถุ ซึ่งทำให้เกิดความต่างระหว่างความลึกของระดับพื้นที่ที่วัตถุตั้งอยู่และความลึกของวัตถุจริง โดยในที่นี้ได้นำมาแสดงเป็นสองส่วนคือรูปภาพที่ไม่ได้ได้มีการควบคุมปัจจัยของวิดีโอตามขอบเขตของงาน(รูปภาพ (ก) รูปภาพ (ข) และรูปภาพ (ค)) และ รูปภาพที่ได้มีการควบคุมปัจจัยของวิดีโอ(รูปภาพ (ง) รูปภาพ (จ) และ รูปภาพ (ฉ)) สามารถเห็นได้ดังรูปที่ 4.8

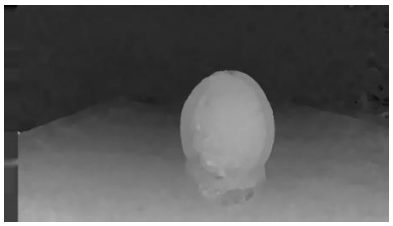
(ก)

(ข)

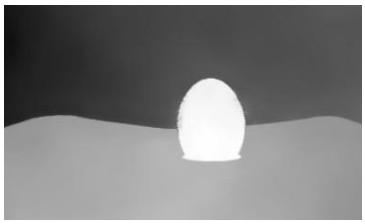


(ค)

(ง)



(จ)



(ฉ)

รูปที่ 4.8 (ก) รูปภาพ 2 มิติรูปภาพที่ 1 (ข) แผนภาพจับคู่ตวามลึกที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชันของรูปที่ 1 (ค) แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากการถ่ายรูปในโหมด portrait ของรูปที่ 1 (ง) รูปภาพ 2 มิติรูปภาพที่ 2 (จ) แผนภาพจับคู่ตวามลึกที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชันของรูปที่ 2 (ฉ) แผนภาพจับคู่ความลึกที่ได้จากการถ่ายรูปในโหมด portrait ของรูปที่ 2

4.3.2 ภาพสามมิติ

จากการสร้างโมเดลภาพสามมิติที่ได้กล่าวไป ผลลัพธ์ของโมเดลสามมิติสามารถวัดผลได้จากการที่สามารถดูความแตกต่างของความลึกระหว่างวัตถุและพื้นหลังได้อย่างชัดเจน โดยสามารถดูระดับของวัตถุนั้นได้จากมุมมองต่างๆ โดยมุมที่สามารถมองเห็นความต่างนั้นได้อย่างชัดเจนคือ มุมด้านหน้า(รูปภาพ (ก) รูปภาพ (ง) และ รูปภาพ (ช)) มุมด้านข้าง 90 องศาในแนวแกน x เมื่อเทียบกับระนาบสามมิติ(รูปภาพ (ข) รูปภาพ(จ)

และ รูปภาพ (ซ)) และ มุมด้านบน 90 องศาในแนวแกน y เมื่อเทียบกับระนาบสามมิติ(รูปภาพ (ค) รูปภาพ (ฉ) และ รูปภาพ (ฌ)) ดังรูปที่ 4.9

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

(ฉ)

(ช)

(ซ)

(ฌ)

รูปที่ 4.8 (ก) มุมด้านหน้าของโมเดลสามมิติรูปที่ 1 (ข) มุมด้านข้างของโมเดลสามมิติรูปที่ 1 (ค) มุมด้านบนของโมเดลสามมิติรูปที่ 1 (ง) มุมด้านหน้าของโมเดลสามมิติรูปที่ 2 (จ) มุมด้านข้างของโมเดลสามมิติรูปที่ 2 (ฉ) มุมด้านบนของโมเดลสามมิติรูปที่ 2 (ช) มุมด้านหน้าของโมเดลสามมิติรูปที่ 3 (ซ) มุมด้านข้างของโมเดลสามมิติรูปที่ 3 (ฌ) มุมด้านบนของโมเดลสามมิติรูปที่ 3

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน วิธีแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะ และบทสรุป ของการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ

5.1 บทสรุป

ผู้พัฒนาได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติที่สามารถสร้างภาพจับคู่ความลึกจากวีดิโอ เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการใช้อุปกรณ์เฉพาะได้ โดยการทำงานของแอปพลิเคชันสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนในการสร้างภาพจับคู่ความลึก และส่วนของการบูรณะภาพสามมิติ โดยผลลัพธ์ที่ได้ออกมาในลักษณะที่ดีมาก สามารถมองเห็นความลึกตื้นของวัตถุได้อย่างชัดเจนเมื่อสามารถควบคุมปัจจัยของวัตถุในวิดีโอที่นำเข้าสู่แอปพลิเคชันให้ตรงกับขอบเขตของงานคือ ไม่มีการสั่นไหวในแนวแกนตั้ง วัตถุต้องเป็นวัตถุอย่างง่ายคือมีขอบและรูปทรงชัดเจนและไม่มีการสะท้อนแสง

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานและวิธีการแก้ไข

5.2.1. **ปัญหา :** เนื่องจากหลักการทำงานของการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกด้วยภาพสองมิติเป็นการเลียนแบบสายตาของมนุษย์ที่มองวัตถุในเวลาและสภาพแวดล้อมเดียวกัน จึงทำให้ยากต่อการควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อจะทำให้จำลองการทำงานแบบนั้นได้ จึงทำให้ฟังก์ชันการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกสร้างออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร

วิธีแก้ไข : ศึกษาวิธีการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกวิธีอื่นเพิ่มเติมหรือศึกษาวิธีกระบวนการลดและกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ

5.2.2 **ปัญหา :** ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันมีความซับซ้อนและยากต่อการใช้งาน

วิธีแก้ไข : ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโดยอ้างอิงจากข้อมูลหลายแหล่งข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

5.2.3 **ปัญหา :** ผู้พัฒนาไม่สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแอปพลิเคชันกับวิธีการหลักคือการใช้กล้องสเตอริโอได้

วิธีแก้ไข : ซื้อกล้องสเตอริโอมาเพื่อเปรียบเทียบหรือใช้วิธีอื่นๆสำหรับการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกมาเพื่อเปรียบเทียบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

แอปพลิเคชันนี้มีผลที่น่าพึงพอใจสำหรับการสร้างแผนภาพจับคู่ความลึกเมื่อมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ในการถ่ายซึ่งอาจจะเป็นเรื่องยากเมื่อต้องนำมาใช้งานจริง เช่นการควบคุมแหล่งกำเนิดแสงให้แสงมีความสม่ำเสมอ หรือในส่วนของการขยับภาพในแนวตั้ง ซึ่งข้อจำกัดบางอย่างสามารถนำมาแก้ไขเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้ดียิ่งขึ้นในการใช้งานได้เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องของการจัดเรียงภาพย่อย(Image registration) มาช่วยในการแก้ไขการถ่ายวิดีโอที่มีความสั่นไหวในแนวตั้งได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Leandro Cruz., Djalma Lucio., and Luiz Velho. Kinect and RGBD Images: Challenges and Applications. In Leandro Cruz, **Conference: Conference on Graphics, Patterns and Images,** Ouro Preto: Leandro Cruz, 2012.

[2] Leandro Cruz., Djalma Lucio., and Luiz Velho. RGBD Camera Effects. In Leandro Cruz, **Conference: Conference on Graphics, Patterns and Images,** Ouro Preto: Leandro Cruz, 2012.

[3] Young Chan Kwon., Jae Won Jang., and Ouk Choi. Automatic sphere detection for extrinsic calibration of multiple RGBD cameras. **2018 18th International Conference on Control, Automation and Systems,** Daegwallyeong**:** IEEE, 2018.

[4] Yixian Liu., Xinyu Lin., Qianni Zhang., and Ebroul Izquierdo. Improved indoor scene geometry recognition from single image based on depth map. **IVMSP 2013,** Seoul: IEEE, 2013.

[5] Timothée de Goussencourt., and Pascal Bertolino. Using the unity® game engine as a platform for advanced real time cinema image processing. **2015 IEEE International Conference on Image Processing,** Quebec City: IEEE, 2015.

[6] Lin GS., Liu HW., Chen WC., Lie WN., and Huang SY. **Advances in Image and Video Technology.** PSIVT 2011. Lecture Notes in Computer Science, vol 7088. Berlin: Springer, 2011.

[7] Rui Fan., Umar Ozgunalp., Brett Hosking., Ming Liu., and Ioannis Pitas. **IEEE Transactions on Image Processing.** Vol 29**.** New York: IEEE, 2019.

[8] Lucian Petrescu., Anca Morar., Florica Moldoveanu., and Alin Moldoveanu. Kinect depth inpainting in real time**. 2016 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing**, Vienna: IEEE 2016

[9] Godard Clément., Mac Aodha Oisin., Firman Michael., and Brostow Gabriel. **Digging Into Self-Supervised Monocular Depth Estimation** [Online]. 2018. Available from: arXiv:1806.01260

[10] Chiman Kwan., Bryan Chou., and Bulent Ayhan. Stereo Image and Depth Map Generation for Images with Different Views and Resolutions. **2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference,** New York: IEEE, 2018.

[11] Hao Dong., Shouyi Yin., Weizhi Xu., Zhen Zhang., Rui Shi., Leibo Liu., and Shaojun Wei. An Automatic Depth Map Generation for 2D-to-3D Conversion. **The 18th IEEE International Symposium on Consumer Electronics**, JeJu Island: IEEE, 2014.

[12] Dzenan Lapandic., Jasmin Velagic., and Haris Balta. Framework for automated reconstruction of 3D model from multiple 2D aerial images. **2017 International Symposium ELMAR**, Zadar: IEEE, 2017.

[13] Hongxing Yuan. Robust semi-automatic 2D-to-3D image conversion via residual-driven optimization. **EURASIP Journal on Image and Video Processing 2018** (December 2018) **:** 66. researchgate.net.

[14] Peter Hedman., and Johannes Kopf. **ACM Transactions on Graphics**. ,Vol. 37. London: ACM, 2018

[15] L.G. Shapiro., and G.C. Stockman. **Computer Vision**. Washington, D.C.: Prentice Hall, Inc., 2003

[16] R.R.Orozco. C.Loscos. I.Martin. and A.Artusi. HDR multiview image sequence generation: toward 3D HDR video. **Proceedings Reims Image 2014 AFIG Reims**, Reims: Elsevier Ltd, 2017

[17] Robert Washbourne**. What Is Stereo Matching?** [Online]. 2016. Available from: devpy.me/what-is-stereo-matching/

[18] Alain Horé., and. Djemel Ziou. Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM, **2010 20th International Conference on Pattern Recognition**, Istanbul: IEEE, 2010.

[19] G. Devarajan., V. K. Aatre., and. C. S. Sridhar. Analysis of median filter. **ACE '90. Proceedings of [XVI Annual Convention and Exhibition of the IEEE In India]**, Bangalore: IEEE, 1990

[20] **Grayscale to RGB Conversion** [Online]. 2019. Available from: tutorialspoint.com/about/about_terms_of_use.htm

[21] F. Guo., X. Zhao., B. Zou., and. P. Ouyang. 3D Reconstruction and Registration for Retinal Image Pairs. **2018 IEEE 3rd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC)**, Chongqing: IEEE, 2018.

[22] Anannya Uberoi. **Image Inpainting using OpenCV** [Online]. 2019. Available from: geeksforgeeks.org/image-inpainting-using-opencv/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบเสนอหัวข้อโครงงาน รายวิชา 2301399 Project Proposal
ปีการศึกษา 2562

ชื่อโครงงาน (ภาษาไทย)	แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ	
ชื่อโครงงาน (ภาษาอังกฤษ)	Mobile application for depth map image generation and 3D image reconstruction	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. รัชลิดา ลิปิกรณ์	
ผู้ดำเนินการ	1. นาย นิรวิทย์ ศิริสวัสดิ์	เลขประจำตัวนิสิต **5933637523**
	2. นาย สุพจน์ ชนะพันธ์	เลขประจำตัวนิสิต **5933663823**
	สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	

หลักการและเหตุผล

มนุษย์มีการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมายมาเป็นเวลายาวนาน ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่มีการใช้ภาพวาดบนผนังถ้ำเพื่อบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นยุคที่มนุษย์มีการใช้ตัวอักษรภาพในการสื่อความหมาย เช่นยุคอียิปต์โบราณ ตราบจนถึงยุคที่ใช้ภาพถ่ายเพื่อสื่อความหมายเพื่อให้เข้าใจได้ลึกซึ้งมากกว่าการใช้ตัวอักษร แต่ถึงกระนั้นด้วยขีดจำกัดทางด้านเทคโนโลยีโดยทั่วไป การบันทึกภาพถ่ายนั้นสามารถทำได้เพียงบันทึกภาพสองมิติเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดความขัดแย้งกับการรับรู้ด้วยสายตาของมนุษย์ซึ่งถูกออกแบบให้มีการมองเห็นเป็นลักษณะของสามมิติ ดังนั้นคุณค่า และ ความหมายที่ได้จากการมองภาพถ่ายโดยทั่วไปถูกลดหลั่นและเกิดความไม่เพียงพอต่อความรู้สึกของมนุษย์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีภาพถ่ายได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้กล้องถ่ายภาพสามารถถ่ายภาพที่ระบุความ ลึก-ตื้น ของพื้นผิวของวัตถุได้ โดยใช้คลื่นชนิดต่าง ๆ ในการวัดค่าความลึก[1] ทำให้ภาพถ่ายในลักษณะนี้สามารถสื่ออารมณ์ความรู้สึกของภาพออกมาได้ดีมากยิ่งขึ้นและยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่นอุตสาหกรรมเกมและภาพยนต์[4] อุตสาหกรรมยานยนต์[7] โดยมีการเก็บข้อมูลภาพแยกเป็นสองไฟล์คือ ไฟล์ภาพเชิงพื้นที่ และไฟล์ภาพจับคู่ความลึก แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่สามารถเข้าถึงได้อย่างกว้างขวาง ด้วยราคาที่ค่อนข้างสูงกว่ากล้องธรรมดา

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิคในการพัฒนาภาพถ่ายเพื่อเพิ่มมิติความ ลึก-ตื้น ให้แก่รูปภาพนั้น การสร้างรูปภาพสามมิติจากการใช้ภาพจับคู่ความลึก[14] คือการนำภาพจับคู่ความลึกของรูปภาพไม่ว่าจะเป็นภาพที่เกิดจากการถ่ายด้วยกล้องแบบพิเศษหรือได้จากการวาดขึ้นมาใหม่แล้วนำมาซ้อนทับกับรูปภาพต้นฉบับเพื่อสร้างเป็นโมเดลสามมิติ แต่วิธีการได้มาของภาพจับคู่ความลึกนั้นจำเป็นต้องใช้กล้องชนิดพิเศษสังเคราะห์ขึ้นมาหรือต้องวาดขึ้นมาเองด้วยมือจึงสร้างความลำบากให้แก่ผู้ใช้เป็นอย่างมาก จึงเกิดคำถามขึ้นว่า จะเป็นไปได้หรือไม่ที่จะสร้างภาพจับคู่ความลึกขึ้นมาจากภาพต้นฉบับสองมิติโดยไม่จำเป็นต้องใช้กล้องพิเศษหรือวาดขึ้นมาเองด้วยมือ

จากความรู้ในด้านเทคโนโลยีประมวลผลภาพและคอมพิวเตอร์วิทัศน์[15] ทำให้ผู้พัฒนาเล็งเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้ในการสร้างภาพจับคู่ความลึกได้ ผู้พัฒนาจึงคิดพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกจากภาพถ่ายสองมิติได้แบบอัตโนมัติจะเป็นการเพิ่มคุณค่าของภาพถ่ายสองมิติให้สื่ออารมณ์ความรู้สึกได้ดียิ่งขึ้นและไม่จำเป็นต้องใช้ต้นทุนที่สูงเกินความจำเป็น

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ สำหรับสร้างภาพจับคู่ความลึกอย่างอัตโนมัติจากวีดิโอ และนำภาพจับคู่ความลึกที่ได้มานำเสนอในรูปแบบสามมิติ

ขอบเขตของโครงงาน

1. วัตภุภายในวิดีโอจะต้องอยู่นิ่ง
2. วิดีโอจะต้องถ่ายรอบวัตถุ
3. วิดีโอที่นำเข้ามาใช้ในแอปพลิเคชันจะต้องเป็นวิดีโอที่ถ่ายจากตัวแอปพลิเคชันเท่านั้น
4. ความยาวของวิดีโอประมาณ 2 วินาที
5. วิดีโอที่ได้จากการถ่ายวัตถุจะเป็นมุมรอบ ๆ วัตถุประมาณ 15 องศา
6. ภาพถ่ายที่มีวัตุหลักในภาพอย่างน้อยหนึ่งชิ้นแต่ไม่เกินสามชิ้น
7. ภาพถ่ายมีรายละเอียดความลึกตื้นที่ไม่ซับซ้อน (วัตถุของภาพและพื้นภาพแยกจากกันอย่างชัดเจน ไม่มีส่วนของขอบที่มากเกินไป หรือ ขอบของวัตถุที่ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน)
8. ความละเอียดของวิดีโออยู่ที่ประมาณ 1280 x 720 พิกเซล
9. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพสี ภาพจับคู่ความลึก (Depth map) และภาพสามมิติ
10. ภาพสามมิติที่ได้จากแอปพลิเคชันสามารถมองเอียงได้ 120 องศา (60 องศาทางด้านขวาและ 60 องศาทางด้านซ้าย)

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภาพถ่าย ภาพจับคู่ความลึก
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพจับคู่ความลึก
3. ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกอัตโนมัติ
4. ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน
5. จัดทำเอกสาร

ตารางเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2562					2563			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย
1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภาพถ่าย ภาพจับคู่ความลึก									
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพจับคู่ความลึก									
3. ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างภาพจับคู่ความลึกอัตโนมัติ									
4. ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน									
5. จัดทำเอกสาร									

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

1. สามารถสร้างภาพจับคู่ความลึก (Depth map) จากภาพถ่ายสองมิติ
2. สามารถแสดงภาพสามมิติโดยใช้ภาพจับคู่ความลึก
3. สามารถเพิ่มคุณค่าของภาพถ่ายที่มีอยู่ในปัจจุบัน
4. ประหยัดค่าใช้จ่าย
5. สามารถนำแอปพลิเคชันไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ

ประโยชน์ต่อผู้พัฒนา

1. พัฒนาความรู้ความเข้าใจในการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์
2. พัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีการประมวลภาพ
3. พัฒนาทักษาะการทำงานภายใต้เวลาที่จำกัด

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

ฮาร์ดแวร์

1. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows 10, CPU Intel Core i7-6700HQ, RAM 8 GB จำนวน 2 เครื่อง
2. โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จำนวน 1 เครื่อง

ซอฟต์แวร์

1. ระบบปฏิบัติการ Windows 10
2. โปรแกรมออกแบบ Prototype Adobe XD
3. Visual Studio Code รุ่นที่ 1.4.0

งบประมาณ

1. RAM 16 GB	3,500 บาท
2. SSD	2,500 บาท
3. SSD	2,500 บาท
4. เมาส์ไร้สาย	500 บาท
5. แป้นพิมพ์	400 บาท
6. ที่รองเมาส์	300 บาท
7. กระดาษ A4	300 บาท
	รวม 10,000 **บาท**

เอกสารอ้างอิง

[1] Leandro Cruz., Djalma Lucio., and Luiz Velho. Kinect and RGBD Images: Challenges and Applications. In Leandro Cruz, **Conference: Conference on Graphics, Patterns and Images,** Ouro Preto: Leandro Cruz, 2012.

[2] Leandro Cruz., Djalma Lucio., and Luiz Velho. RGBD Camera Effects. In Leandro Cruz, **Conference: Conference on Graphics, Patterns and Images,** Ouro Preto: Leandro Cruz, 2012.

[3] Young Chan Kwon., Jae Won Jang., and Ouk Choi. Automatic sphere detection for extrinsic calibration of multiple RGBD cameras. **2018 18th International Conference on Control, Automation and Systems,** Daegwallyeong**:** IEEE, 2018.

[4] Yixian Liu., Xinyu Lin., Qianni Zhang., and Ebroul Izquierdo. Improved indoor scene geometry recognition from single image based on depth map. **IVMSP 2013,** Seoul: IEEE, 2013.

[5] Timothée de Goussencourt., and Pascal Bertolino. Using the unity® game engine as a platform for advanced real time cinema image processing. **2015 IEEE International Conference on Image Processing,** Quebec City: IEEE, 2015.

[6] Lin GS., Liu HW., Chen WC., Lie WN., and Huang SY. **Advances in Image and Video Technology.** PSIVT 2011. Lecture Notes in Computer Science, vol 7088. Berlin: Springer, 2011.

[7] Rui Fan., Umar Ozgunalp., Brett Hosking., Ming Liu., and Ioannis Pitas. **IEEE Transactions on Image Processing.** Vol 29**.** New York: IEEE, 2019.

[8] Lucian Petrescu., Anca Morar., Florica Moldoveanu., and Alin Moldoveanu. Kinect depth inpainting in real time**. 2016 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing**, Vienna: IEEE 2016

[9] Godard Clément., Mac Aodha Oisin., Firman Michael., and Brostow Gabriel. **Digging Into Self-Supervised Monocular Depth Estimation** [Online]. 2018. Available from: arXiv:1806.01260

[10] Chiman Kwan., Bryan Chou., and Bulent Ayhan. Stereo Image and Depth Map Generation for Images with Different Views and Resolutions. **2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference,** New York: IEEE, 2018.

[11] Hao Dong., Shouyi Yin., Weizhi Xu., Zhen Zhang., Rui Shi., Leibo Liu., and Shaojun Wei. An Automatic Depth Map Generation for 2D-to-3D Conversion. **The 18th IEEE International Symposium on Consumer Electronics**, JeJu Island: IEEE, 2014.

[12] Dzenan Lapandic., Jasmin Velagic., and Haris Balta. Framework for automated reconstruction of 3D model from multiple 2D aerial images. **2017 International Symposium ELMAR**, Zadar: IEEE, 2017.

[13] Hongxing Yuan. Robust semi-automatic 2D-to-3D image conversion via residual-driven optimization. **EURASIP Journal on Image and Video Processing 2018** (December 2018) **:** 66. researchgate.net.

[14] Peter Hedman., and Johannes Kopf. **ACM Transactions on Graphics**. ,Vol. 37. London: ACM, 2018

[15] L.G. Shapiro., and G.C. Stockman. **Computer Vision**. Washington, D.C.: Prentice Hall, Inc., 2003

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

1.1 Android Studio

Android studio เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์ในระบบแปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

1.2 Microsoft Visual Studio Code

Microsoft Visual Studio Code เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับแก้ไขและจัดการโค้ด โดยเป็นซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟต์ สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลายและรองรับภาษาที่ครอบคลุมในการใช้งานในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ

1.3 Postman

Postman เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของ Application Programming Interface หรือ API ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการประมวนผลภาพ

1.4 3D Viewer

3D Viewer เป็นซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแสดงผลโมเดลสามมิติบนอุปกรณ์ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ พัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟต์

2. ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

2.1 Java

Java เป็นภาษาโปรแกรมชิงวัตถุ ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ในปี พ.ศ. 2534 ซึ่งภาษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส (C++) โดยภาษาจาวาเป็นภาษาที่ใช้อย่างแพร่หลายและสามารถน้ำไปติดตั้งได้บนระบบปฏิบัติการที่หลายหลาย รวมทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เป็นเป้าหมายของงานชิ้นนี้ โดยมีไรบรารี่ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1.1 OpenGL

OpenGL คือไลบรารี่ของฟังก์ชันการทำงานเประมวลผลภาพทั้งในระบบสองมิติและสามมิติ เช่นการตรวจสอบความลึกจากโมเดลสามมิติ หรือการสร้างและแสดงผลโมเดลสามมิติ โดยการทำงานมักจะเชื่อมต่อตรงไปที่หน่วยประมาลผล GPU เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2.2 Python

Python คือ ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยกรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เขียนให้เป็นภาษาเครื่อง Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละ บรรทัดเพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ โดยมีไรบรารี่ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.2.1 OpenCV

OpenCV คือ ไลบรารี่รวมฟังก์ชันสำหรับการประมวลผลภาพในการใช้งานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์วิทัศน์แบบเรียลไทม์ ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทอินเทล โดยในไลบรารี่นี้มีฟังก์ชันที่ใช้ในงานนี้หลายอย่าง เช่น การอ่านภาพและวีดิโอ การแปลงขนาดภาพ เป็นต้น

2.2.1 Flask

Flask เป็นไลบรารี่สำหรับเขียนเว็บเฟรมเวิร์คที่เขียนมาเพื่อภาษาไพทอนเพื่อใช้ร่วมกันกับ webserver โดยเป็นเฟรมเวิร์คที่มีขนาดเล็กสามารถขยายนาดได้ โดยเป็นไรบรารี่ที่เป็นที่นิยม

2.2.2 Json

Json เป็นไรบรารี่ที่ใช้จัดการไฟล์ในสกุล .json หรือ Java Script Object Notation โดยใช้ไฟล์ในสกุลนี้ในการส่งต่อข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์

2.2.4 NumPy

สำหรับใช้คำนวณทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยมีคำสั่งพร้อมใช้งานจำนวนมาก และโมดูลนี้สามารถสร้างข้อมูลชนิดอาร์เรย์ และคำนวณอาร์เรย์ ของตัวเลข สตริงและวัตถุได้ โดยในงานนี้ใช้อาร์เรย์ NumPy ในการแทนรูปภาพโดยหนึ่งช่องข้อมูลแทนภาพหนึ่งพิกเซล

3. รูปแบบไฟล์โมเดลสามมิติ

ผลที่ได้จากแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการสร้างภาพจับคู่ความลึกและการบูรณะภาพสามมิติ คือส่วนที่เป็นแผนภาพจับคู่ความลึก และผลที่ได้จากการบูรณะโดยโมเดลสามมิตาถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ Wavefront obj file (มีนามสกุลไฟล์คือ .OBJ) และส่วนที่เป็นลักษณะพื้นผิวจะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ Material template library (มีนามสกุลไฟล์คือ .MTL) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 Wavefront obj file

Wavefront obj file เป็นไฟล์อย่างง่ายที่ใช้ในการกำนดคุณลักษณะของรูปทรงเลขาคณิต โดยการกำหนดนั้นจะกำหนดโดยใช้ตัวอักษรนำหน้าและตามด้วยค่าที่ต้องการ โดยใช้ช่องว่างในการแยกค่าออกจากกัน และการขึ้นบรรทัดใหม่ใช้แยกคุณสมบัติ มีส่วนประกอบหลักดังนี้

3.1.1 จุดยอด คือ จุดยอดของรูปร่าง กำนดโดยใช้อักษร v ตามด้วยจุดพิกัดตามแกน X Y และ Z ตามลำดับ

3.1.2 ตำแหน่งของภาพพื้นผิว คือ จุดที่กำหนดว่า ณ จุดยอดนั้นจะต้องแสดงพื้นผิวส่วนใดของภาพพื้นผิว กำหนดโดยใช้อักษร vt นำหน้า ตามด้วยตำแหน่ง U และ V (ตำแหน่งในแนวนอน และแนวตั้ง ตามลำดับ) บนภาพพื้นผิวสองมิติ

3.1.3 เวกเตอร์แนวฉาก (Normal Vector) คือเวกเตอร์ที่ชี้ตั้งฉากกับระนาบบนผิววัตถุ โดยเวกเตอร์แนวฉากนี้จะใช้ในการคำนวณค่าแสงที่ตกกระทบวัตถุ กำหนดโดยใช้อักษร vn ตามด้วยค่าในแนว X Y และ Z

3.1.4 พื้นผิววัตถุ คือส่วนผิวของวัตถุที่เกิดจากการเชื่อมกันของจุดยอด กำหนดโดยใช้อักษร f ตามด้วยหมายเลขจุดที่เกี่ยวข้อง

3.2 Material template library

ไฟล์ Material template library ใช้กำหนดรูปแบบการแสดงผลของวัตถุในหัวข้อง 3.1 โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้

3.2.1 แสงล้อมรอบ ใช้กำหนดสีของแสงล้อมรอบว่ามีสีอะไร กำหนดโดยใช้อักษร Ka ตามด้วยค่าสี R G และ B

3.2.2 แสงสะท้อนไม่สมบูรณ์ ใช้กำหนดสีของแสงที่จะสะท้อนออกจากวัตถุ กำหนดโดยใช้อักษร Kd ตามด้วยค่าสี R G และ B

3.2.3 แสงสะท้อนสมบูรณ์ ใช้กำหนดสีของแสงที่สะท้อนออกจากวัตถุ กำหนดโดยใช้อักษร Ks ตามด้วยค่าสี R G และ B

3.2.4 ภาพพื้นผิว คือลักษณะพื้นผิวของวัตถุ กำหนดโดยอักษร map_Ka ตาด้วยชื่อไฟล์ภาพพื้นผิว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ: นาย นิรวิทย์ ศิริสวัสดิ์

Email: Nirawit.s@student.chula.ac.th

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย

ชื่อ: นาย สุพจน์ ชนะพันธ์

Email : Supot.cha@student.chula.ac.th

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย