กล้องวีดีโอ 360 องศา

360 VIDEO CAMERA

ณัชพล รักเจริญ

ณัชพล แสงบุญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

กล้องวีดีโอ 360 องศา

360 VIDEO CAMERA

ณัชพล รักเจริญ

ณัชพล แสงบุญ

b0026 4496
TB00023

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กล้องวีดีโอ 360 องศา

360 VIDEO CAMERA

ผู้จัดทำ

1. นายณัชพล รักเจริญ รหัสนักศึกษา 57010390

2. นายณัชพล แสงบุญ รหัสนักศึกษา 57010391

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องวีดีโอ 360 องศา

นายณัชพล	รักเจริญ	57010390
นายณัชพล	แสงบุญ	57010391
อาจารย์จิระศักดิ์	สิทธิกร	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

กล้องวงจรปิดมีบทบาทสำคัญในด้านความปลอดภัยระบบกล้องวงจรปิดทั่วไปมีมุมมองภาพค่อนข้างที่จำกัด ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัย และทรัพย์สิน โครงงานนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้วีดีโอ 360 องศาเข้ากับระบบกล้องวงจรปิด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกล้องวงจรปิดให้มีมุมมองที่กว้างขึ้น โดยนำกล้องแต่ละตัวมาต่อกับ Raspberry Pi เพื่อรับภาพเข้ามาประกอบกัน สร้างเป็นภาพ 360 องศา ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ หลังจากนั้นจะนำภาพ 360 องศาในแต่ละเฟรมที่ผ่านการประมวลผลแล้วไปสร้างเป็นวีดีโอ 360 องศา เก็บไว้ในระบบ เพื่อให้ผู้ใช้ที่มีสิทธิ์สามารถชมการถ่ายทอดสดผ่านเว็บแอพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นมา ทำให้สะดวกต่อการเข้าชมและยังสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

360 VIDEO CAMERA

Mr. Natchapon	Rakcharoen	57010390
Ms. Nutchaphon	Seangboon	57010391
Mr. Jirasak	Sittigorn	Advisor

Academic Year 2017

ABSTRACT

CCTV has more become important in system security. In general, CCTV system has a limited view that affect security and property issue. The project is going to present how to apply 360 video with CCTV for improving performance on the view. Use webcam and Raspberry PI for getting the image and stitch them together making 360 image with image processing technique. After that using each frame make 360 video keep in system. User can view streaming video and recorded video via web application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายทั้งในทางตรงและทางอ้อม ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้หากปราศจากความช่วยเหลือของบุคคลเหล่านี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร เป็นผู้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และช่วยเหลือในการทำงาน ทำให้งานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้ให้ความพื้นฐานในการทำงานด้านต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานชิ้นนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้เลี้ยงดู สั่งสอน และให้การสนับสนุนพร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาและให้กำลังใจเสมอมา

ณัชพล รักเจริญ

ณัชพล แสงบุญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 Raspberry Pi 3

2.2 OpenCV (Open Source Computer Vision Library) 3

2.3 Django 3

2.4 Image Stitching 3

2.5 พาโนรามา 13

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 17

3.1 ภาพรวมระบบ 17

3.2 ภาพรวมการจัดการอุปกรณ์ 18

3.3 ขั้นตอนการรวมภาพและการสร้างวิดีโอ 19

3.4 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) 21

3.5 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล 31

3.6 แผนผังลำดับงานข้ามฟังก์ชัน 35

3.7 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 37

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 42

4.1 ทดลองการรับภาพด้วย Raspberry Pi 42

4.2 ความสามารถในการรับภาพของกล้องแต่ละตัว 43

4.3 ทดลองประสิทธิภาพการรับภาพของ Raspberry Pi 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

4.4 ทดลองการรวมภาพจากกล้องสองตัวเทียบกับระยะและความละเอียดของวัตถุที่สนใจ 46
4.5 ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัลกอลิทึ่ม SIFT และ SURF ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพ 51
4.6 ความสามารถในการรวมภาพ 56
4.7 ทดลองการเพิ่มวีดีโอเข้าสู่ระบบ 57
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 59
5.1 บทสรุป 59
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 59
5.3 แนวทางการแก้ไข 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

4.1 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการรับภาพโดยใช้ Thread กับแบบไม่ใช้ Thread...44
4.2 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการต่อกล้องหลายตัว ...45
4.3 ตารางผลการทดลองของการจับภาพโดยใช้วัตถุที่มารายละเอียดน้อย...46
4.4 ตารางผลการทดลองของการจับภาพโดยใช้วัตถุที่มารายละเอียดน้อย...46
4.5 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีส่วนทับซ้อนขประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์...51
4.6 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีส่วนทับซ้อนขประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์...51
4.7 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีส่วนทับซ้อนขประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์...52
4.8 การทดลองการรวมภาพตั้งแต่ 2 ภาพ ถึง 12 ภาพ โดยแสดงข้อมูลจำนวนภาพกับเวลาเฉลี่ยจากการทดลอง 20 ครั้ง ...56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป หน้า

2.1 Key Point Detection 5
2.2 แสดงจุดที่สนใจเปรียบเทียบกับจุดรอบข้างคือจุดสีเขียว 26 จุด 5
2.3 จุดสีแดงคือจุดของ pixel ในภาพแต่จุดสีเขียวคือจุด maxima 6
2.4 Random Sampling 7
2.5 Model building 8
2.6 Model building 8
2.7 Inlier counting 9
2.8 การวางแนวรูปภาพในรูปแบบต่างๆ 9
2.9 ภาพที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ Automatic Panorama Straightening 10
2.10 การหา up vector 10
2.11 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Automatic Panorama Straightening 11
2.12 ภาพที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ Gain Compensation 11
2.13 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Gain Compensation 12
2.14 ตัวอย่างภาพพาโนรามา 14
2.15 ลักษณะของภาพพาโนรามาทรงกระบอก 14
2.16 ลักษณะของภาพพาโนรามาทรงกลม 15
2.17 ตัวอย่างภาพทรงกลมแบบคลี่ 15
2.18 ตัวอย่างภาพลูกบาศก์แบบคลี่ 16
3.1 ภาพรวมของระบบ 17
3.2 มุมมองอุปกรณ์จากด้านบน 18
3.3 มุมมองอุปกรณ์จากด้านหน้าและด้านข้าง 19
3.4 ขั้นตอนการรวมภาพและการสร้างวิดีโอ 19
3.5 ขั้นตอนการรวมภาพ 20
3.6 ภาพผลลัพธ์จากการรวมภาพ 20
3.7 การรวมภาพในส่วนที่ซ้อนทับกัน 20
3.8 ภาพอัตราส่วน 2:1 ที่เกิดจากการต่อเติมด้วยแถบสีดำ 21
3.9 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) 22
3.10 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram) 32
3.11 แผนผังลำดับงานการลงทะเบียน 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป หน้า

3.12 แผนผังตั้งค่าเริ่มต้น....36
3.13 แผนผังการเข้าใช้งานและการจัดการผู้ใช้งาน....37
3.14 หน้ายืนยันตัวตนการเข้าใช้งาน....37
3.15 หน้าแสดงพื้นที่ที่สามารถรับชมได้และเลือกพื้นที่ต้องการรับชม....38
3.16 หน้ารับชมวีดีโอ....38
3.17 หน้าแสดงข้อมูลโดยรวมของระบบ....39
3.18 หน้าจัดการผู้ใช้งานโดยสามารถเลือกที่จัดการผู้ใช้งานได้จากตาราง....39
3.19 หน้าจัดการกลุ่มผู้ใช้งาน....40
3.20 หน้าจัดการพื้นที่ที่มีอยู่ในระบบ....40
3.21 หน้าจัดการวีดีโอในแต่ละพื้นที่....41
3.22 หน้ารับชมวีดีโอและจัดดารวีดีโอ....41
4.1 แสดงการดึงภาพจากกล้องด้วย OpenCV....42
4.2 แสดงการบันทึกภาพจากกล้องด้วย OpenCV....42
4.3 ทดลองการรับภาพ....43
4.4 การทดลองความสามารถในการรวมภาพ....43
4.5 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 36 ซ.ม.....47
4.6 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 66 ซ.ม.....47
4.7 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 96 ซ.ม.....47
4.8 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 126 ซ.ม.....48
4.9 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 156 ซ.ม.....48
4.10 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 186 ซ.ม.....48
4.11 การรวมภาพวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 186 ซ.ม.....49
4.12 วัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 36 ซ.ม.....49
4.13 วัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 66 ซ.ม.....50
4.14 วัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 96 ซ.ม.....50
4.15 การรวมภาพวัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 96 ซ.ม.....50
4.16 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์....52
4.17 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.13 52
4.18 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป หน้า

4.19 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.15 53

4.20 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์....53

4.21 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.17 53

4.22 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์....54

4.23 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.19 54

4.24 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์....54

4.25 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.21 54

4.26 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์....55

4.27 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.23 55

4.28 หน้าเว็บการเพิ่มวีดีโอเข้าสู่ระบบ 57

4.29 ตัวอย่างการจัดเรียงภาพเพื่อทำการรวมภาพ 57

4.30 รูปตัวอย่างผลลัพธ์การรวมภาพ....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

วิดีโอ 360 องศาเป็นวิดีโอที่ถูกบันทึกในทุกมุมมองในเวลาเดียวกันโดยใช้กล้องที่มีคุณสมบัติเฉพาะ หรือใช้กล้องหลายตัวในการบันทึก ทั้งนี้การรับชมวิดีโอที่บันทึกได้นั้นผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมมุมมองการรับชมที่ผู้ใช้ต้องการได้ผ่านทางคอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ทโฟน ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวได้ตอบสนองต่อการมาของโลกความจริงเสมือนที่มีความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน ทั้งยังช่วยทำให้ผู้ชมสามารถรับรู้ถึงประสบการณ์หรือบรรยากาศเสมือนว่าตัวเองนั้นได้ไปอยู่สถานที่นั้นจริงๆ ผ่านการรับชมที่สามารถควบคุมได้อย่างอิสระ ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวทำให้วิดีโอ 360 องศา เริ่มมีการใช้งานที่แพร่หลายมากขึ้นทั้งด้านความบันเทิง ด้านพาณิชย์ รวมไปถึงด้านการศึกษา ซึ่งสังเกตได้จากการถูกนำมาใช้งานตามเว็บไซต์ที่เป็นที่นิยม เพิ่มมากขึ้น และมีสินค้า หรือร้านค้าที่มีนโยบายส่งเสริมการขายด้วยการถ่ายวิดีโอ 360 องศา

วิดีโอเป็นสื่อที่ถูกนิยมนำมาใช้งานมากในปัจจุบัน เทียบเท่ากับสื่อด้านอื่น ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ เสียง รูปภาพ เว็บไซต์ เป็นต้น โดยที่เทคโนโลยีของวิดีโอนั้นมีการพัฒนามากขึ้นตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน และถูกนำมาใช้งานด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความปลอดภัย เนื่องด้วยความสามารถของวิดีโอนั้นสามารถที่จะบันทึกได้ทั้งภาพและเสียง ทั้งยังสามารถที่จะลำดับเวลาของเหตุการณ์ได้ จึงทำให้รับทราบได้ว่าสถานที่ที่ได้บันทึกวิดีโอไว้เกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นมาบ้าง สามารถนำวิดีโอที่ได้จากการบันทึกมาเป็นหลักฐาน หรือข้อบ่งชี้ อ้างอิงได้ในช่วงเวลาดังกล่าวว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุใด ทำให้มีความนิยมในการติดตั้งกล้องวงจรปิดหรือกล้องติดรถยนต์เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งประโยชน์โดยอ้อมที่นอกเหนือจากการบันทึกเหตุการณ์ได้แล้วนั้น ยังสามารถที่จะลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น หรือลดกรณีข้อพิพาทต่างๆ จากความสามารถของตัวกล้องวิดีโอเอง

ด้วยคุณสมบัติของวิดีโอ 360 องศาที่ทำให้ผู้ชมได้รับประสบการณ์เสมือนอยู่ในเหตุการณ์จริงผ่านการควบคุมต่างๆ ด้วยอุปกรณ์แต่ละชนิด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิดีโอแบบปกติที่มีจุดด้อยที่มีมุมมองจำกัดเพียงมุมมองเดียว และไม่สามารถรับรู้ถึงเหตุการณ์อื่นนอกเหนือจากที่แสดงผลมา ทั้งนี้การรับชมวิดีโอแบบ 360 องศานั้นทำให้ผู้ชมสามารถเชื่อมต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในมุมมองที่แตกต่างกันได้ดีกว่าวิดีโอแบบปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีการซ้อนทับกันของภาพของเหตุการณ์นั้นจากทั้งสองมุมมอง ด้วยข้อด้อยของการถ่ายวิดีโอแบบปกติทีมีมุมมองของภาพที่มีจำกัด ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าวได้เมื่อเทียบกับกล้องที่ถ่ายเป็นวิดีโอ 360 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานกล้องวิดีโอ 360 องศาเป็นการประยุกต์โดยการดึงข้อมูลที่ได้จากกล้องวิดีโอแต่ละตัวนั้นมาสร้างเป็นวิดีโอ 360 องศาที่สามารถรับชมภาพได้รอบทิศทางเสมือนอยู่ในเหตุการณ์ดังกล่าว โดยที่ตัวระบบสามารถให้ผู้ใช้งานดูวิดีโอ 360 องศาที่บันทึกไว้ โดยที่ผู้ที่ใช้งานนั้นสามารถที่จะเข้าใช้งานระบบได้ทางเว็บแอพลิเคชั่นผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยที่จะมุ่งเน้นในการแก้ปัญหาในด้านการรักษาความปลอดภัย ที่กล้องวิดีโอแบบปกตินั้นไม่สามารถทำได้ในด้านการนำเสนอของมุมมองที่จำกัด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) สามารถดึงภาพจากอุปกรณ์แต่ละตัวเพื่อนำมารวมกันเป็นวิดีโอ 360 องศา แล้วทำการเก็บบันทึก
2) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมาสร้างประโยชน์ในชีวิตประจำวันในด้านความปลอดภัย
3) แก้ปัญญาหาในการรับภาพในมุมมองที่จำกัดของกล้องแบบปกติ
4) สามารถรับชมภาพในแต่ละมุมมองได้อย่างอิสระ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สร้างอุปกรณ์ที่สามารถที่สามารถบันทึกภาพส่งขอมูลของภาพที่ได้จากอุปกรณ์แต่ละตัวไปยังตัวประมวลผลการเพื่อสร้างภาพ 360 องศาได้
2) สามารถบันทึกวิดีโอเพื่อรับชมแบบย้อนหลังได้
3) สามารถเข้าใช้งานระบบได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4) สร้างสามารถทำงานร่วมกันในระบบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) แนวคิดในการสร้างภาพและวีดีโอในรูปแบบ 360 องศา
2) เรียนรู้การดึงข้อมูลภาพจากกล้องเข้าสู่ Raspberry Pi
3) ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสิ่งต่างๆ ได้ในมุมมอง 360 องศา
4) ความสะดวกสบายเพราะสามารถดูผ่านเว็บแอพลิเคชั่นได้
5) เรียนรู้การดึงข้อมูลจากอุปกรณ์หลายตัว และประมวลผลข้อมูลดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อจอหรือทีวี และเมาส์กับคีย์บอร์ดเพื่อใช้งานได้ สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการเพื่อผู้ใช้งานทั่วไป คล้ายเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปทำให้ใช้งานได้ง่าย จนถึงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการเรียนรู้เพื่อเขียนโปรแกรมพื้นฐาน เช่น Python หรือ Scratch เป็นต้น สำหรับระบบปฏิบัติการที่สามารถใช้งานบน Raspberry Pi นั้นมีมากมาย โดยระบบปฏิบัติการที่ได้นำมาใช้ คือ Raspbian

2.2 OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

CV ย่อมาจาก Computer Vision เป็นการนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ประมวลผลได้ทั้งในส่วนภาพและเสียง

OpenCV เป็น Library ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเกี่ยวกับ Computer Vision แบบ Realtime สามารถใช้ได้บนระบบปฏิบัติการ Windows, Linux, Mac, iOS และ Android ซึ่งมี อัลกอริทึ่มที่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานมากกว่า 2,500 อัลกอริทึ่ม OpenCV ยังรองรับการใช้งานด้วยภาษา C, C++, Java และ Python สำหรับการนำมาพัฒนาต่อยอด

2.3 Django

Django เป็น Framework ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ เป็นการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา Python Django สามารถกำหนด Data Model ด้วยภาษา Python เพื่อจัดการการทำงานด้านของข้อมูล Django Frameworkยังมีการสร้าง Interface สำหรับ add, edit, delete และ search เพื่อง่ายต่อการใช้งาน มีการจัดการ URL ให้สั้น กระชับและสื่อความหมาย ในส่วนของข้อมูลที่มีการดาวน์โหลดหรือบันทึกจะมีการจัดการด้วย Cache system เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเว็บไซต์ในด้านความเร็วและด้านอื่นๆ ด้วย

2.4 Image Stitching

เป็นกระบวนการในการนำภาพแต่ละภาพมารวมกัน โดยที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพที่จะนำมารวมกันนั้นจะต้องมีความเหมือนหรือความสอดคล้องกัน ผลลัพธ์ที่ออกมาจะได้ภาพที่มีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่เพิ่มมากขึ้น โดยขั้นตอนการทำ Image Stitching สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 4 ขั้นตอนคือ Key Point, Image Registration, Calibration และ Blending

2.4.1 Key Point

เป็นกระบวนการในการหาลักษณะเด่นของภาพโดยที่มีความจำเป็นในการหาสิ่งที่เชื่อมโยงกันระหว่างภาพสองภาพ และใช้ในการคำนวณว่าจะต้องมีการปรับมุมของภาพอย่างไรก่อนที่จะมีการนำมารวมกัน โดยอัลกอริทึ่มที่ใช้ในการหาลักษณะเด่นของภาพคือ SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

SIFT เป็นกระบวนการหาลักษณะเด่นของภาพที่รับเข้ามาที่โดยไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของวัตุในภาพ ซึ่งลักษณะของวัตถุที่รับเข้ามาถ้าเป็นวัตถุเดียวกันย่อมมีลักษณะเด่นที่คล้ายกัน การหาลักษณะเด่นด้วยอัลกอริทึ่ม SIFT นั้นมีขั้นตอนอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

2.4.1.1 Key Point Detection

เป็นขั้นตอนการหาลักษณะเด่นของภาพที่ไม่ขึ้นกับขนาดและทิศทาง เริ่มจากทำการเบลอภาพด้วยฟังก์ชันของเกาส์เซียน (Gaussian Function) เป็นการทำคอนโวลูชันภาพด้วยตัวกรองเกาส์เซียนหลายระดับจากสมการ 2.1 และ 2.2 จากนั้น นำภาพที่ผ่านการเบลอมาทำกระบวนการ DoG (Difference of Gaussian) คือการนำภาพที่ผ่านการเบลอมาหาผลต่างเพื่อหาลักษณะเด่นของภาพ ดังสมการที่ 2.3

$$L(x,y,\sigma) = G(x,y,\sigma) * I(x,y) \tag{2.1}$$

$$G(x,y,\sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)} \tag{2.2}$$

$$DoG = (L(x,y,\sigma_2) - L(x,y,\sigma_1)) \tag{2.3}$$

เมื่อ L คือ ภาพที่ผ่านการเบลอ

G คือ ตัวกรองเกาส์เซียนที่มีขนาด σ

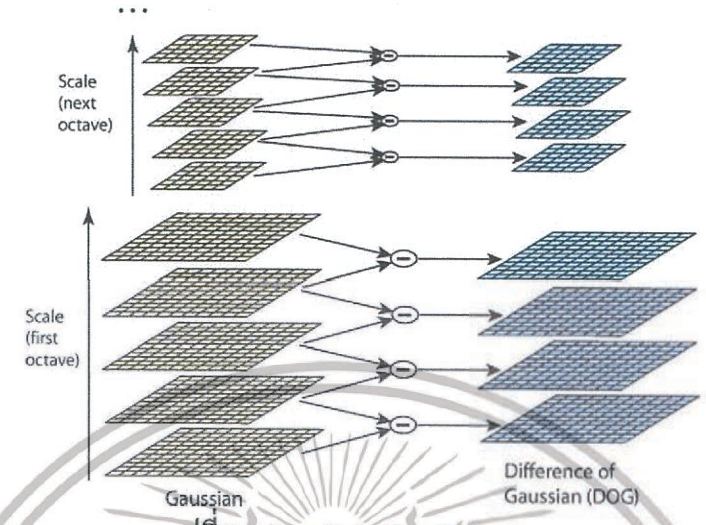
DoG คือ ค่าที่ได้จาการนำภาพที่เบลอมาหาผลต่างจะได้ ลักษณะเด่นของภาพ

x, y คือ พิกัดจุดบนภาพ

σ คือ ค่าการเบลอของภาพยิ่งค่ามากยิ่งทำให้ภาพออกมาเบลอมาก

$*$ คือ การคอนโวลูชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

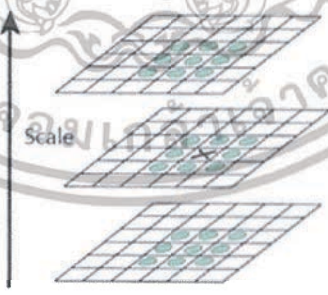


รูปที่ 2.1 Key Point Detection

Key Point Localization การหาจุดสำคัญจะถูกแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) Locate maxima/minima in DoG image

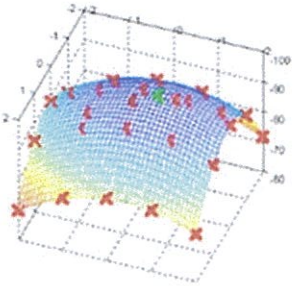
เป็นการประมาณหาค่าจุดภาพที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด การประมาณนี้จะเป็นการประมาณแบบหยาบ โดยเปรียบเทียบกับจุดรอบข้าง โดยจะผ่านแต่ละจุดภาพและตรวจสอบทุกจุดรอบข้าง ของจุดที่สนใจทั้งหมด 26 จุด คือจุดที่อยู่ติดกันรอบข้างในระนาบเดียวกัน 8 จุด ระนาบด้านบน 9 จุด และระนาบด้านล่าง 9 จุด ดังรูป 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงจุดที่สนใจเปรียบเทียบกับจุดรอบข้างคือจุดสีเขียว 26 จุด

กระบวนการนี้เป็นเพียงการประมาณเพราะผลลัพธ์ของตำแหน่งที่ออกมาได้ส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่างแต่ละจุดภาพซึ่งเป็นตำแหน่งที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ จึงต้องทำการหาตำแหน่งจุดภาพรองทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 จุดสีแดงคือจุดของ pixel ในภาพแต่จุดสีเขียวคือจุด maxima

2) Find subpixel maxima/minima

ใช้ข้อมูลของจุดภาพที่มีอยู่จากขั้นตอน Locate maxima/minima in DoG image สร้างค่าจุดภาพรองที่เป็นจุดที่มีค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดที่แท้จริง จากสมการ Taylor ดังสมการ 2.4

$$D(x) = D + \frac{\partial D^T}{\partial x}x + \frac{1}{2}x^T\frac{\partial^2 D}{\partial x^2}x \tag{2.4}$$

จากขั้นตอนดังกล่าวทำให้ได้รับ Key Point จำนวนมากแต่เพื่อที่จะได้จุดที่เหมาะสมแก่การเป็น Key Point มากที่สุดนั้นต้องเลือกจุดที่เป็นจุดภาพรอง โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ถ้าจุดนั้นมีค่าน้อยกว่าก็จะทำการคัดออก จากนั้นให้นำจุด 2 จุดที่เป็น Key Point ซึ่งตั้งฉากกัน นำมาคำนวณหาค่าเกรเดียนต์

3) Orientation Assignment

ในขั้นตอนนี้จะคำนวณหาขนาด $m(x,y)$ และทิศทาง $\theta(x,y)$ ของเกรเดียนต์รอบ Key Point เพื่อกำหนดทิศทางให้กับ Key Point ตามสมการดังต่อไปนี้

$$m(x,y) = \sqrt{(L(x+1,y)-L(x-1,y))^2 + (L(x,y+1)-L(x,y-1))^2} \tag{2.5}$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1}\left(\frac{L(x,y+1)-L(x,y-1)}{L(x+1,y)-L(x-1,y)}\right) \tag{2.6}$$

เมื่อ $m(x,y)$ คือ ขนาดของ Key Point

$\theta(x,y)$ คือ ทิศทางของ Key Point

$L(x,y)$ คือ ภาพที่ผ่านการเบลอ

x,y คือ พิกัดจุดบนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Key Point Descriptor

กระบวนการนี้จะสร้างหน้าต่างภายในภาพ (Window) ขนาด 16×16 (หน้าต่างภายในภาพ คือ บริเวณที่ใช้เก็บข้อมูลทิศทาง) โดยหน้าต่างภายในภาพที่สร้างจะอยู่รอบ Key Point และทำการแบ่งออกเป็นหน้าต่างภายในภาพขนาด 4×4 จะแบ่งได้ 16 ชุด โดยแต่ละชุดจะทการคำนวณขนาดและทิศทางของเกรเดียนต์จากนั้นจะนำมาสร้างเป็นฮิสโตแกรมขนาด 8 bit และขนาดของฮิสโตแกรมในแต่ละส่วนนั้นขึ้นอยู่กับ ผลคูณของขนาดกับค่าถ่วงน้ำหนัก (ระยะห่างจาก Key Point) เมื่อคำนวณออกมาผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับ 128 จากนั้นนำมาทำการนอร์มัลไลต่อ และจะใช้เป็น Feature Vector ของ Key Point แต่ละตัว

2.4.2 Registration

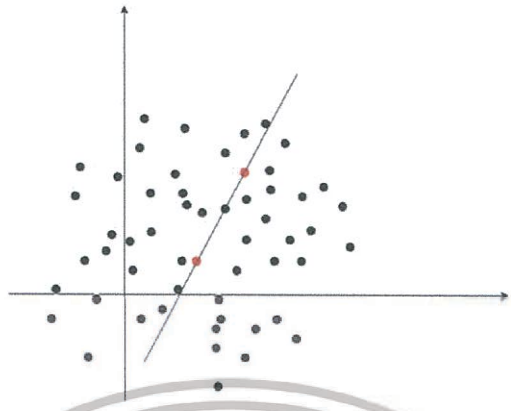
เป็นการจัดเรียงภาพเพื่อนำไปประกอบให้เป็นภาพใหญ่ โดยการนำภาพที่มีการถ่ายในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันครั้งละ 2 ภาพ มาทำการจัดเรียง แล้วนำมาประกอบกัน ซึ่งในแต่ละภาพนั้นจะมีส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่ โดยจะมีการใช้วิธี RANSAC (Random Sample Consensus) ซึ่งเป็นกระบวนการทำซ้ำ โดยจะหาค่าที่เป็นไปได้มากที่สุดโดยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบที่ทำซ้ำ การทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) Random Sampling จะสุ่มจุด 2 จุดจากข้อมูล เรียกข้อมูลนี้ว่า Hypothetical Inliers

รูปที่ 2.4 Random Sampling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Model building วางเส้นตรงผ่านจุดที่ทำการสุ่มขึ้นมา



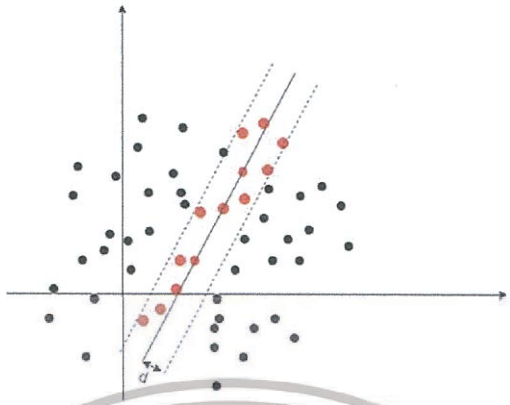
รูปที่ 2.5 Model building

3) Thresholding กำหนดขอบเขตของเส้นที่รากผ่านจุด 2 จุด

รูปที่ 2.6 Model building

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

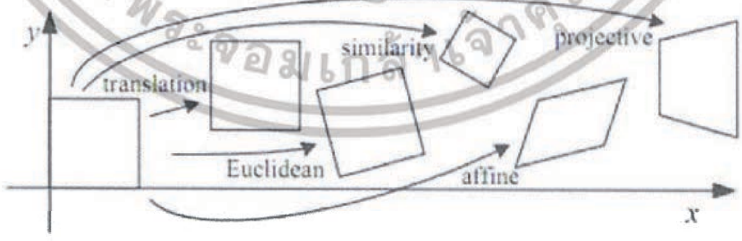
4) Inlier counting นับจุดที่อยู่ในขอบเขตที่ได้กำหนดไว้



รูปที่ 2.7 Inlier counting

2.4.3 Calibration

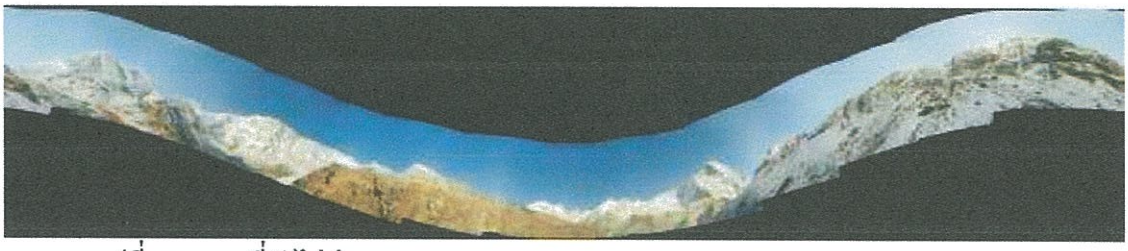
เป็นกระบวนการที่ต้องการลดความแตกต่างระหว่างภาพที่ใช้ในการรวมภาพที่เกิดจากข้อบกพร่อง เช่น การบิดเบือนของภาพ (Distortions) ความสว่าง และสีของภาพมีความคลาดเคลื่อน เป็นต้น วิธีการแก้ไข คือการจัดตำแหน่งรูปภาพ (Alignment) โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปภาพในระบบพิกัด เพื่อนำไปใช้ในระบบพิกัดใหม่ ซึ่งจะแสดงผลภาพออกมาในมุมมองที่ต้องการ กระบวนการที่ใช้ คือ Homography ซึ่งเป็นแนวคิดในการหมุนภาพที่ถ่ายในมุมที่ต่างกัน โดยจะนำตำแหน่งที่ระบุจากภาพ 2 ภาพ โดยใช้ภาพละ 4 ตำแหน่งในการระบุพิกัด เพื่อบิดภาพไปยังตำแหน่งที่ต้องการในการทำภาพ Panorama นั้นจำเป็นต้องใช้แนวคิดนี้เนื่องจากภาพที่รับเข้ามาในตำแหน่งที่ต่างกันจึงจำเป็นต้องใช้แนวคิดนี้เพื่อบิดภาพให้ตรงแล้วภาพมีความต่อเนื่องกัน



รูปที่ 2.8 การวางแนวรูปภาพในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 Automatic Panorama Straightening



รูปที่ 2.9 ภาพที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ Automatic Panorama Straightening

การถ่ายภาพแต่ละภาพนั้นจะเห็นว่าภาพที่ถ่ายนั้นอาจมีการวางแนวกล้องที่ไม่เท่ากันทุกภาพ เมื่อนำภาพเหล่านั้นมาทำเป็นภาพพาโนรามาภาพที่ได้ออกมาจะมีความบิดเบี้ยวขึ้นลงอันเกิดจากการวางกล้องที่ไม่เท่ากัน ในส่วนนี้จะเป็นส่วนกำจัดปัญหาเหล่านี้

$$(\sum_{i=1}^{n} X_i X_i^T)u = 0 \tag{2.7}$$

จากสมการ X คือเวคเตอร์ในแนวแกนนอนของด้านแต่ละด้านที่หมุนไปในแนวการถ่ายภาพ ซึ่งสามารถหา up-vector หรือ u คือเวคเตอร์ที่ชี้ในแนวแกนตั้งเสมอ ซึ่งมีผลในการนำมาลบส่วนที่ทำให้ภาพที่นำมาต่อกันนั้นเกิดความโค้งขึ้น-ลง ของภาพพาโนรามา

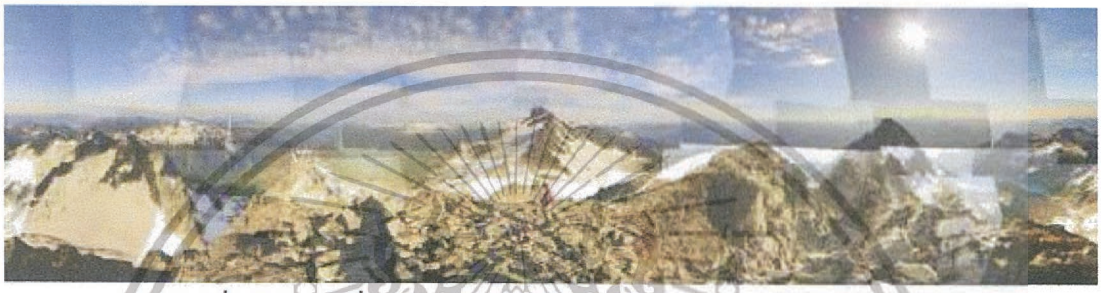
รูปที่ 2.10 การหา up vector

จากรูปที่ 2.10 จะเป็นว่าภาพที่นำมารวมกันนั้นมีแนวการวางรูปที่ขึ้น-ลง หลังจากการผ่านกระบวนการนี้จะช่วยปรับให้ผลลัพธ์ของภาพพาโนรามามีแนวการวางภาพที่ต่อเนื่องดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Automatic Panorama Straightening

2.4.5 Gain Compensation



รูปที่ 2.12 ภาพที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ Gain Compensation

จากรูปที่ 2.12 จะเห็นรอยต่อของภาพแต่ละภาพที่นำมาต่อกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะช่วยลดรอยต่อซึ่งเป็นข้อผิดพลาดอันเกิดมาจากความเข้มของแสงในแต่ละมุมมองนั้นไม่เท่ากัน

ฟังก์ชันที่นำมาใช้แก้ไข ข้อผิดพลาดข้อผิดพลาด คือ error function เป็นการหาผลรวมของค่าข้อผิดพลาดของส่วนที่ซ้อนทับกันระกว่าภาพที่นำมารวมกันดังสมการที่ 2.8

$$e = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{u_i \in R(i,j)} (g_i I_i(u_i) - g_j I_j(u_j))^2 \tag{2.8}$$

$$\tilde{u}_i = H_{ij}\tilde{u}_j \tag{2.9}$$

ให้ g_i, g_j เป็นภาพส่วนที่ซ้อนทับกัน และ $R(i,j)$ เป็นพื้นที่ที่ซ้อนทับกันระหว่างภาพ i และ j ในทางปฏิบัติแล้วใช้ $I(u_i)$ เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ที่ซ้อนทับกัน $\bar{I}_{ij}$ ดังสมาการที่ 2.10

$$\bar{I}_{ij} = \frac{\sum_{u_i \in R(i,j)} I_i(u_i)}{\sum_{u_i \in R(i,j)} 1} \tag{2.10}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นค่า g ที่ดีที่สุดในกระบวนการนี้คือ $g=0$ นอกจากนี้ยังได้บวกค่า g ของส่วนก่อนหน้าเข้าด้วยกันจะได้สมการดังนี้

$$e=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}N_{ij}\left(\frac{(g_i\bar{I}_{ij}-g_j\bar{I}_{ji})^2}{\sigma_N^2}+\frac{(1-g_i)^2}{\sigma_g^2}\right) \tag{2.11}$$

เมื่อ $N_{ij}=|R(i,j)|$ เท่ากับจำนวนพิกเซลในภาพ i ที่ซ้อนทับกับภาพ j ตัวแปล σ_N และ σ_g เป็น Standard Deviation of Error และ ส่วนที่ซ้อนทับกัน ตามลำดับ

จากรูปเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ Gain Compensation จะเห็นว่าความเข้มแสงของภาพนั้นจะมีความต่อเนื่องกันมากขึ้น

รูปที่ 2.13 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Gain Compensation

2.4.6 Multi Band Blending

ในการผสานภาพหลายภาพ ถ้าส่วนที่ซ้อนกันของภาพที่นำมาผสานกันนั้นเหมือนกันจะได้ผลลัพธ์ที่ดี ซึ่งในความเป็นจริงแล้วมีโอกาสน้อยมากที่ส่วนที่ซ้อนทับของภาพจะมีความเหมือนกันทุกประการจึงทำให้เมื่อรวมภาพแล้วส่วนที่ซ้อนทับนั้นเกิดความผิดพลาด

ในขั้นแรกจะมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักจะเป็นส่วนทำกำหนดความเข้มของภาพ

ค่าถ่วงน้ำหนักเป็นการเบลอภาพอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นรูปแบบของ การผสานภาพด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก ในแต่ละช่วงของภาพ ที่ใช้รวมเป็นภาพพาโนรามา ขั้นตอนดังกล่าวเป็นการทำ High Pass Version เพื่อประมวลผลภาพจะใช้สมการที่ 2.12

$$B_\sigma^i(\theta,\phi)=I^i(\theta,\phi)-I_\sigma^i(\theta,\phi) \tag{2.12}$$

$$I_\sigma^i(\theta,\phi)=I^i(\theta,\phi)*g_\sigma(\theta,\phi) \tag{2.13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $g_\sigma(\theta,\phi)$ คือ Gaussian of Standard Deviation σ และ * ใช้ในการคำนวณความบิด $B_\sigma(\theta,\phi)$ คือ แสดงถึงช่วงความถี่ในในช่วงความยาวคลื่น $\lambda \in [0,\sigma]$ สามารถผสานส่วนที่ซ้อนทับกันของภาพโดยสมการการถ่วงน้ำหนักโดย การเบลอรูปภาพด้วย Weight Map

$$W_\sigma^i(\theta,\phi) = W_{\max}^i(\theta,\phi) * g_\sigma(\theta,\phi) \tag{2.14}$$

เมื่อ $W_\sigma^i(\theta,\phi)$ คือค่าถ่วงน้ำหนักการผสานของความยาวคลื่นในช่วง $\lambda \in [0,\sigma]$ ซึ่งถายหลับช่วงความถี่ที่ใช้ผสานใช้เป็นภาพ lower frequency bandpass แล้วจึงนำมาเบลอด้วยค่าถ่วงน้ำหนักการผสาน

$$B_{(k+1)\sigma}^i = I_{k\sigma}^i - I_{(k+1)\sigma}^i \tag{2.15}$$

$$I_{(k+1)\sigma}^i = I_{k\sigma}^i * g_{\sigma'} \tag{2.16}$$

$$W_{(k+1)\sigma}^i = W_{k\sigma}^i * g_{\sigma'} \tag{2.17}$$

เมื่อ $\sigma' = \sqrt{(2k+1)\sigma}$ เป็นเซ็ตของช่วงความยาวคลื่นก่อนหน้า

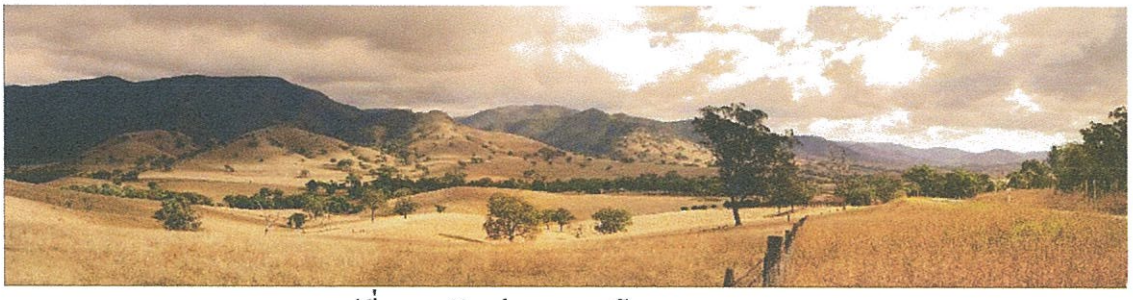
สำหรับแต่ละช่วงที่ซ้อนทับกันของรูปภาพเป็นผลรวมเชิงเส้นจะใช้ corresponding blend weight ดังสมการที่ 2.18

$$I_{k\sigma}^{multi}(\theta,\phi) = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_{k\sigma}^i(\theta,\phi) W_{k\sigma}^i(\theta,\phi)}{\sum_{i=1}^{n} W_{k\sigma}^i(\theta,\phi)} \tag{2.18}$$

2.5 พาโนรามา

เป็นภาพมุมกว้างที่เกิดจากภาพถ่ายของกล้องถ่ายภาพในหลายมุมมอง แล้วนำภาพเหล่านั้นมารวมเป็นภาพเดียว ทำให้ภาพให้ภาพที่ได้ออกมานั้นมีมุมมองที่กว้างขึ้น โดยรูปแบบของภาพพาโนรามา นั้นสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างภาพพาโนรามา

2.5.1 ภาพพาโนรามาทรงกระบอก

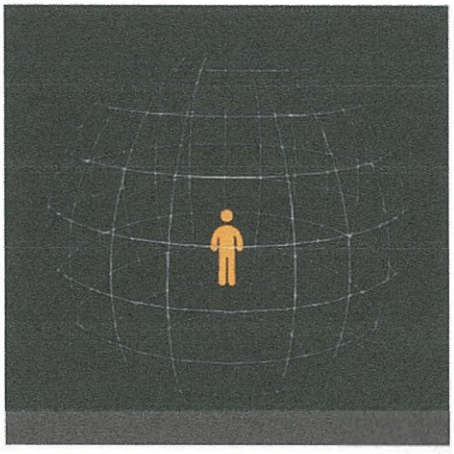
เป็นการทำภาพพาโนรามาที่แสดงในแนวแกนนอนแบบ 360 องศา แต่ในแนวแกนตั้งจะมีมุมองที่จำกัด รูปแบบภาพ Panorama นี้ จะล้อมด้วยทรงกระบอกเสมือนมองจากด้านในทรงกระบอกนั้น แต่เมื่อคลี่ภาพออกมาอยู่ในระนาบ 2 มิติ จะเห็นได้ว่าเส้นในแนวแกนนอนจะปรากฏส่วนโค้งแต่ในแนวแกนตั้ง แต่เส้นแนวแกนตั้งยังคงเป็นเส้นตรง และในแนวแกนตั้งภาพจะมีความเพี้ยนมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้ส่วนบน

รูปที่ 2.15 ลักษณะของภาพพาโนรามาทรงกระบอก

2.5.2 ภาพพาโนรามาทรงกลม

ในรูปแบบภาพ Panorama นี้สามารถแสดงภาพในแนวแกนนอนได้ 360 องศา และในแนวแกนตั้ง 180 องศา จะมีลักษณะเป็นทรงกลม รูปแบบภาพโนรามานี้จะเป็นทรงกลมเสมือนมองอยู่ภายในทรงกลมนั้น เมื่อคลี่ภาพออกมาในระนาบ 2 มิติ เส้นในแนวแกนนอนจะปรากฏส่วนโค้งคล้ายกับภาพพาโนรามาทรงกลมแต่เส้นในแนวแกนตั้งยังคงเดิม โดยที่รูปแบบของภาพที่ใช้นิยมใช้กันมีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ลักษณะของภาพพาโนรามาทรงกลม

2.5.2.1 ภาพทรงกลมแบบคลี่

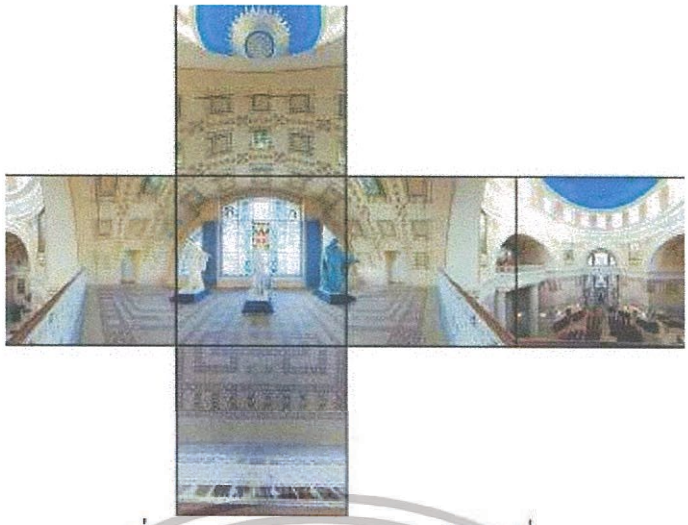
เป็นรูปแบบที่ใช้มากในการทำ Panorama เช่น PTView และ SPi-V จะประกอบภาพด้วยภาพที่เป็นสัดส่วน 2:1 (ความกว้างของภาพจะเท่ากับความสูง 2 เท่า) ดังรูป 2.17

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างภาพทรงกลมแบบคลี่

2.5.2.2 ภาพลูกบาศก์แบบคลี่

เป็นรูปแบบที่ประกอบไปด้วย 6 ด้าน ที่ประกอบเป็นด้านแต่ละด้านของทรงกลม ภาพที่ประกอบจะต่อเนื่องกันพอดี โดยทั่วไปรูปแบบนี้จะใช้ทำงานเกี่ยวกับ VR (Virtual Reality) ซึ่งภาพในรูปแบบนี้จะประกอบไปด้วยภาพ 6 ด้าน ภาพที่นำมาประกอบจะเป็นภาพในอัตราส่วน 6:1 ดังรูป 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



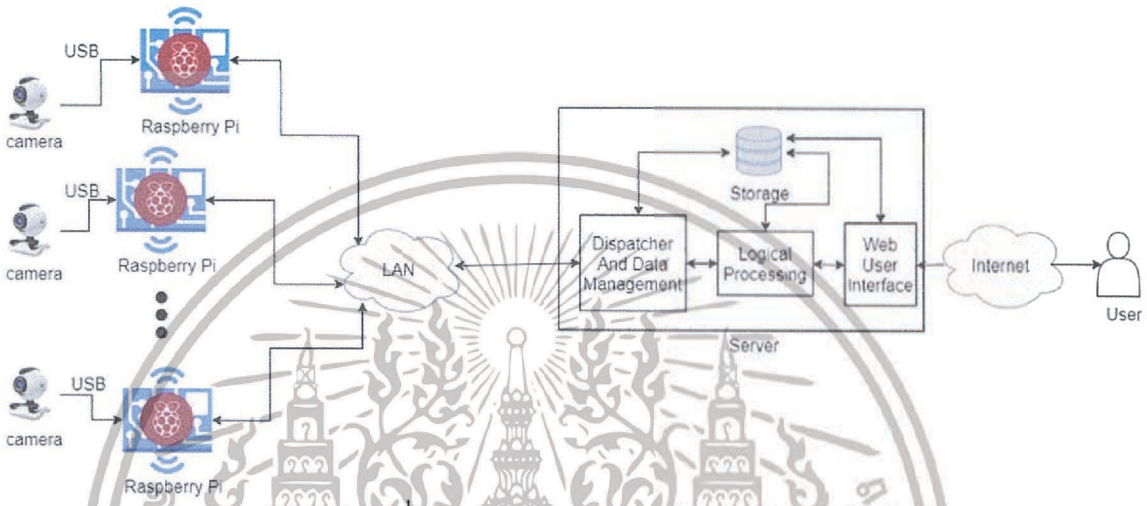
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างภาพลูกบาศก์แบบคลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 ภาพรวมระบบ



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

จากรูป 3.1 เป็นรูปที่อธิบายถึงภาพรวมของระบบโดยประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) Camera ใช้เป็นกล้อง Webcam ใช้รับภาพ
2) Raspberry Pi ใช้เป็น Raspberry Pi 3 ใช้ควบคุมกล้องและติดต่อกับเครื่องแม่ข่าย
3) Server เป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลและประมวลผล
4) Dispatcher and Data Management ใช้จัดการข้อมูลที่ได้จาก Raspberry Pi
5) Logical Processing เป็นส่วนหลักที่ใช้ประมวลผลภาพและการทำงานอื่นอื่นๆในระบบ
6) Storage ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ ของระบบ
7) Web User Interface เป็นส่วนที่ต่อกับผู้ใช้งาน
8) User คือผู้ใช้งาน

โดยลักษณะของการทำงานจะแบ่งได้เป็น 3 ส่วนได้แก่

1) ส่วนของ Camera ที่ต่อกับ Raspberry Pi เป็นส่วนที่ใช้บันทึกวีดีโอโดยจะใช้ Raspberry Pi เป็นส่วนเก็บข้อมูลย่อยก่อนส่งไปยังส่วนประมวลผลและเก็บข้อมูล (Dispatcher and Data Management) ซึ่งระหว่าง 2 ส่วนนี้จะมีการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วน Dispatcher and Data Management เป็นส่วนที่ใช้จัดการข้อมูลต่างๆ เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Storage และส่งไปประมวลผลที่ Logical Processing เพื่อประมวลผลภาพและส่งต่อข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วไปเก็บที่ Storage
3) ส่วน Web User Interface เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและ User สามารถดึงข้อมูลได้จาก Storage ผ่าน Web User Interface

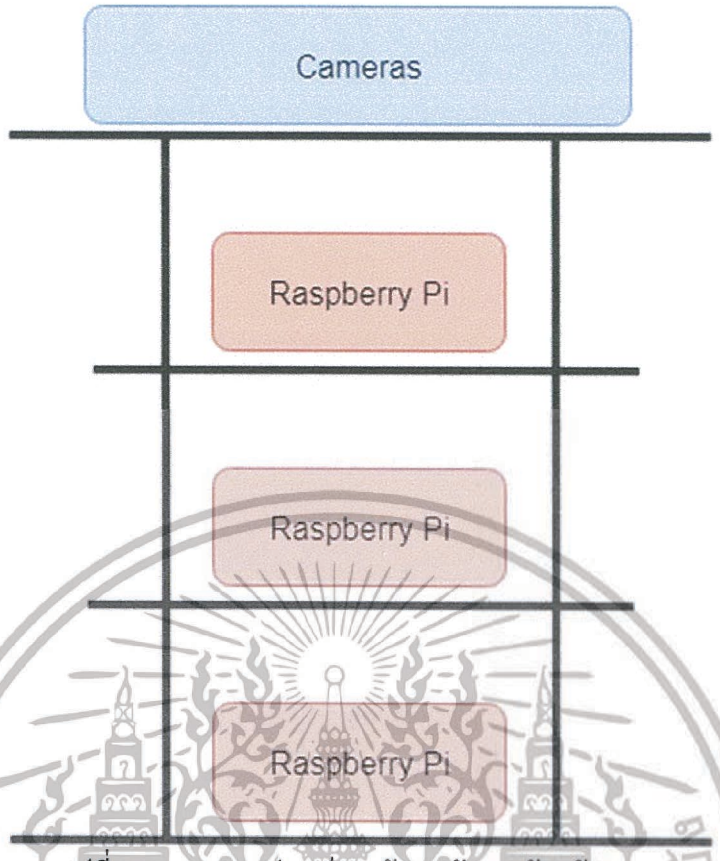
3.2 ภาพรวมการจัดการอุปกรณ์

3.2.1 การออกแบบอุปกรณ์

รูปที่ 3.2 มุมมองอุปกรณ์จากด้านบน

จากรูปเป็นมุมมองอุปกรณ์รับภาพจากด้านบน กล้องจะมีการวางเป็นแนววงกลม ต้องใช้กล้องอย่างน้อย 12 ตัวถึงสามารถรวมภาพได้ 360 องศา เนื่องจากกล้องแต่ละตัวนั้นมีมุมมองในแนวแกนนอน 39.5 องศา โดยให้การซ้อนทับของภาพประมาณ 9.5 องศา

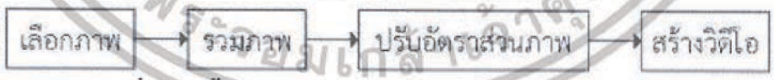
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 มุมมองอุปกรณ์จากด้านหน้าและด้านข้าง

จากรูปเป็นมุมมองอุปกรณ์รับภาพจากด้านข้างและด้านหน้า จะเห็นว่าชั้นบนสุดจะใช้ในการวางกล้องรับภาพส่วนชั้นถัดๆลงมาจะใช้ในการวาง Raspberry Pi

3.3 ขั้นตอนการรวมภาพและการสร้างวิดีโอ



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการรวมภาพและการสร้างวิดีโอ

3.3.1 เลือกภาพ

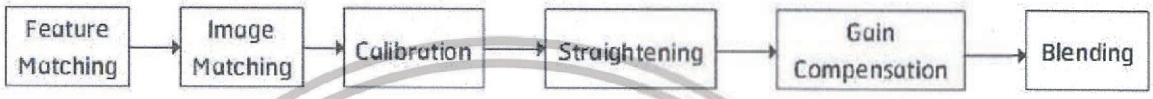
เลือกภาพที่จะใช้ในการรวมภาพจากกล้องแต่ละตัวที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาเวลาจากภาพถ่ายให้มีเวลาที่เท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติภาพที่ได้จากกล้องแต่ละตัวนั้นจะไม่ตรงกับที่ต้องการ เนื่องจากความเร็วในการถ่ายภาพของกล้องแต่ละตัวไม่เท่ากัน ทั้งนี้ในการพิจารณานั้นจะเลือกภาพที่อยู่ในช่วงวินาทีเดียวกัน โดยภาพที่ได้จากกล้องแต่ละตัวนั้นจะมีจำนวนภาพที่ไม่เท่ากัน โดยวิธีการทำคือจะต้องทำให้ภาพของกล้องแต่ละตัวนั้นมีจำนวนภาพในช่วงวินาทีที่พิจารณาเท่ากับจำนวนเฟรมต่อวินาทีของวิดีโอที่ต้องการสร้าง โดยถ้าภาพของกล้องมีจำนวนน้อยกว่าที่กำหนดจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้การคัดลอกภาพซ้ำเฉลี่ยแต่ละภาพให้เท่ากันจนครบจำนวน ถ้าภาพมีจำนวนที่มากกว่าที่กำหนดให้เลือกภาพเท่ากับจำนวนที่ต้องการโดยแบ่งเป็นช่วงที่เท่า ๆ กัน

3.3.2 รวมภาพ

ภาพที่ได้จากขั้นตอนการเลือกภาพนั้น จะถูกนำมารวมภาพ โดยขั้นตอนที่ใช้ในการรวมภาพนั้นจะใช้การรวมภาพที่สร้างขึ้นโดย Yuxin Wu ที่อ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features โดย Matthew Brown และ David G. Lowe โดยมีขั้นตอนการรวมภาพ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการรวมภาพ

โดยการรวมภาพจะใช้วิธีการรวมภาพแบบทรงกรวย ภาพที่ได้จะเป็นภาพที่เกิดจากการรวมโดยเรียงต่อกันจากซ้ายไปขวา ทำให้ผลลัพธ์ของของภาพที่นำมารวมเป็นภาพ 360 องศามีส่วนที่ซ้อนทับกันบริเวณด้านซ้ายและขวาของภาพ ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 ภาพผลลัพธ์จากการรวมภาพ

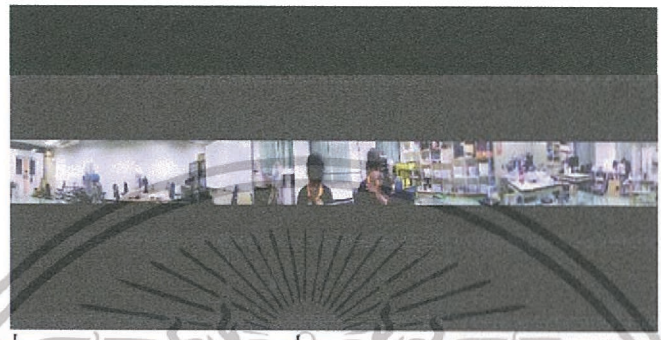
โดยภาพส่วนที่ซ้อนทับกันจะรวมภาพโดยใช้วิธีการถ่วงน้ำหนักให้สอดคล้องกับระยะห่างของภาพ ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 การรวมภาพในส่วนที่ซ้อนทับกัน

3.3.3 ปรับอัตราส่วนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำภาพที่ได้จากการรวมภาพจากกระบวนการก่อนหน้ามาสร้างเป็นภาพอัตราส่วน 2:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนเดียวกับรูปแบบของวิดีโอที่ใช้ในการแสดงผลวิดีโอแบบ 360 องศา เพื่อให้ภาพที่ได้นั้นมีอัตราส่วนที่สมจริงจะไม่มีการปรับอัตราส่วนของภาพแต่จะใช้วิธีการแทนตำแหน่งของภาพส่วนที่เหลือด้วยแถบสีดำ ซึ่งในมุมของภาพวิดีโอ 360 องศาจะเป็นมุมมองของภาพที่มองไม่เห็นเนื่องจากข้อจำกัดของกล้อง ดังรูปที่ 3.8



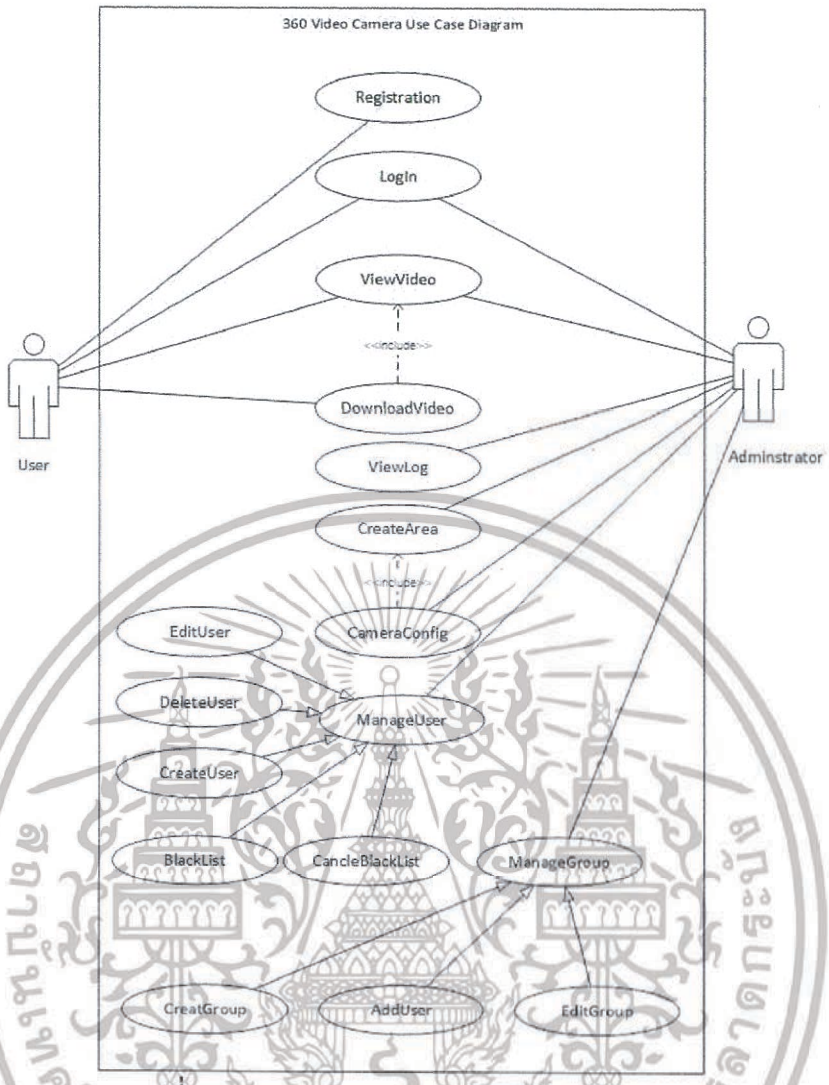
รูปที่ 3.8 ภาพอัตราส่วน 2:1 ที่เกิดจากการต่อเติมด้วยแถบสีดำ

3.3.4 สร้างวิดีโอ

นำภาพที่ได้จากกระบวนการก่อนหน้ามาทำเป็นวิดีโอ โดยเรียงลำดับของภาพตามเวลาที่ถ่าย

3.4 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของผู้กระทำ (Actor) กับระบบในแต่ละหน้าที่ที่ระบบสามารถทำได้ โดยผู้กระทำต่อระบบจะประกอบไปด้วยผู้ใช้งาน (User) และ ผู้ดูแลระบบ (Administrator) รายละเอียดต่างๆ ที่ระบบทำได้ประกอบไปด้วย

รายละเอียด Use Case : Registration

Use Case No.	1
Use Case Name	Registration
Actor	User

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Case Purpose	ลงทะเบียนเพื่อรับบัญชีเข้าใช้งานระบบ
Pre-Conditions	กดปุ่มลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	ลงทะเบียนสำเร็จ
Primary-Scenario	1.กรอกข้อมูลทั้งหมดลงในแบบฟอร์มการสมัคร 2. ยืนยันการลงทะเบียน 3. ลงทะเบียนสำเร็จ [A1: ข้อมูลไม่ถูกต้อง] [A2: ลงทะเบียนซ้ำ]
Alternative-Scenario	A1: ข้อมูลไม่ถูกต้อง 1. มีข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูลให้ถูกต้อง A2: ลงทะเบียนซ้ำ 1. มีความแจ้งเตือนว่ามีการลงทะเบียนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด Use Case : LogIn

Use Case No.	2
Use Case Name	LogIn
Actor	User หรือ Administrator
Use Case Purpose	เข้าใช้งานระบบ
Pre-Conditions	อยู่ในหน้าการเข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	เข้าส่ระบบสำเร็จ
Primary-Scenario	1. กรอก Username และ Password 2. กดปุ่มเข้าสู่ระบบ 3. เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ [A1: Username หรือ Password ไม่ถูกต้อง]
Alternative-Scenario	A1: Username หรือ Password ไม่ถูกต้อง 1. มีข้อความแจ้งเตือนให้กรอก Username และ Password ใหม่อีกครั้ง

รายละเอียด Use Case : ViewVideo

Use Case No.	3
Use Case Name	ViewVideo
Actor	User หรือ Administrator
Use Case Purpose	รับชมวิดีโอส่วนที่ต้องการ
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีสิทธิ์ในการเข้าถึงวิดีโอในพื้นที่ที่ต้องการ
Post-Conditions	รับชมวิดีโอที่ที่ต้องการได้สำเร็จ
Primary-Scenario	1. เลือกพื้นที่ที่ต้องการ 2. เลือกพื้นที่ย่อยที่ต้องการ (กล้องหรือกลุ่มของกล้อง) 3. เลือกวันและเวลาที่ต้องการดู [A1: ไม่มีการบันทึกในช่วงเวลานั้น] 4. แสดงภาพวิดีโอวิดีโอที่ต้องการรับชม
Alternative-Scenario	A1: ไม่มีการบันทึกในช่วงเวลานั้น 1. มีข้อความเตือนแจ้งว่าไม่มีการบันทึกวิดีโอในช่วงเวลาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด Use Case : DownloadVideo

Use Case No.	4
Use Case Name	DownloadVideo
Actor	User หรือ Administrator
Use Case Purpose	ดาวน์โหลดวิดีโอที่บันทึกไว้
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีสิทธิ์ในการเข้าถึงการดูวิดีโอในพื้นที่ที่ต้องการ
Post-Conditions	ดาวน์โหลดวิดีโอที่บันทึกไว้ได้สำเร็จ
Primary-Scenario	1. จาก <<Use Case No. 3>> 2. เลือกช่วงเวลาที่ต้องการดาวน์โหลด 3. กดปุ่มดาวน์โหลดวิดีโอ 4.ดาวน์โหลดวิดีโอสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : ViewLog

Use Case No.	5
Use Case Name	ViewLog
Actor	Administrator
Use Case Purpose	เข้าดูสถิติและประวัติการเข้าใช้งานภายในระบบ
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	เข้าดูสถิติและประวัติการเข้าใช้งานภายในระบบได้สำเร็จ
Primary-Scenario	1. กดปุ่มดูสถิติและประวัติการเข้าใช้งาน 2. แสดงผลข้อมูลที่ต้องการ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : CreateArea

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Case No.	6
Use Case Name	CreateArea
Actor	Administrator
Use Case Purpose	สร้างกลุ่มของพื้นที่
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	สร้างกลุ่มของพื้นที่ได้สำเร็จ
Primary-Scenario	1. กดปุ่มจัดการพื้นที่ 2. เลือกสร้างพื้นที่ใหม่ 3. กำหนดชื่อพื้นที่ที่ต้องการสร้างใหม่ 4. สร้างพื้นที่ใหม่ได้สำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : ConfigCamera

Use Case No.	7
Use Case Name	ConfigCamera
Actor	Administrator
Use Case Purpose	สร้างกลุ่มพื้นที่ย่อยหรือกลุ่มของกล้อง
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	สร้างกลุ่มพื้นที่ย่อยได้สำเร็จ
Primary-Scenario	1. จาก <<Use Case No. 6>> 2. กดปุ่มสร้างพื้นที่ย่อย 3. แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างพื้นที่ย่อยแบบอัตโนมัติ 4. ยืนยันการสร้างแบบอัตโนมัติจากระบบ [A1: เลือกสร้างพื้นที่ย่อยด้วยตัวเอง]
Alternative-Scenario	A1: เลือกสร้างพื้นที่ย่อยด้วยตัวเอง 1. เลือกกล้องให้อยู่ในแต่ละพื้นที่ย่อย 2. เลือกลำดับกล้องของพื้นที่ย่อยที่มีกล้องมากกว่า 1 ตัวเพื่อสร้างภาพ 360 องศา 3. ตั้งชื่อแต่ละพื้นที่ย่อย 4. สร้างพื้นที่ย่อยสำเร็จ

รายละเอียด Use Case : ManageUser

Use Case No.	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Case Name	ManageUser
Actor	Administrator
Use Case Purpose	ใช้ในการจัดการผู้ใช้งานระบบ
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	จัดการผู้ใช้งานในระบบสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดการผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดการจัดการ 3.จัดการผู้ใช้งานที่ต้องการ 4.จัดการผู้ใช้งานสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : EditUser

Use Case No.	8.1
Use Case Name	EditUser
Actor	Administrator
Use Case Purpose	แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีบัญชีผู้ใช้งานในระบบ
Post-Conditions	แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดการผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดรายชื่อผู้ใช้งานทั้งหมด 3.เลือกผู้ใช้งานที่ต้องการแก้ไข 4.แก้ไขข้อมูลที่ต้องการ 5.ยืนยันการแก้ไข 6. แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด Use Case : DeleteUser

Use Case No.	8.3
Use Case Name	DeleteUser
Actor	Administrator
Use Case Purpose	ลบบัญชีผู้ใช้งานและมีบัญชีผู้ใช้งานในระบบ
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	ลบบัญชีผู้ใช้งานสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดการผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดรายชื่อผู้ใช้งานทั้งหมด 3.เลือกบัญชีผู้ใช้งานที่ต้องการลบ 4.ยืนยันการลบ 5 ลบบัญชีผู้ใช้งานสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : CreateUser

Use Case No.	8.4
Use Case Name	CreateUser
Actor	Administrator
Use Case Purpose	สร้างบัญชีผู้ใช้งานใหม่
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีรายชื่อที่ลงทะเบียนในระบบ
Post-Conditions	สร้างบัญชีผู้ใช้งานใหม่สำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดการผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดรายชื่อผู้ลงทะเบียน 3.เลือกรายชื่อที่อนุมัติการลงทะเบียน 4.ยืนยันการสร้างบัญชีใหม่ 5.สร้างบัญชีผู้ใช้งานใหม่สำเร็จ
Alternative-Scenario	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด Use Case : BlackList

Use Case No.	8.5
Use Case Name	BlackList
Actor	Administrator
Use Case Purpose	ย้ายรายชื่อผู้ลงทะเบียนไปที่บัญชีรายชื่อผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียน
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีรายชื่อที่ลงทะเบียนในระบบ
Post-Conditions	ย้ายรายชื่อผู้ลงทะเบียนไปที่บัญชีรายชื่อผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียนสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดการผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดรายชื่อผู้ลงทะเบียน 3.เลือกรายชื่อที่จะไม่อนุมัติการลงทะเบียน 4.ยืนยันการการย้ายรายชื่อไปที่บัญชีรายชื่อผู้ไม่อนุมัติการลงทะเบียน 5.ย้ายรายชื่อผู้ลงทะเบียนไปที่บัญชีรายชื่อผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียนสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : CancelBlackList

Use Case No.	8.6
Use Case Name	CancelBlackList
Actor	Administrator
Use Case Purpose	ย้ายรายชื่อจากบัญชีรายชื่อผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียนไปบัญชีรายชื่อผู้ลงทะเบียน
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีรายชื่อที่บัญชีผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียน
Post-Conditions	ย้ายรายชื่อจากบัญชีรายชื่อผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียนไปบัญชีรายชื่อผู้ลงทะเบียนสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดการผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดรายชื่อผู้ที่ไม่อนุมัติการลงทะเบียน 3.เลือกรายชื่อที่จะย้ายไปที่บัญชีรายชื่อผู้ลงทะเบียน 4.ยืนยันการการย้ายรายชื่อไปที่บัญชีรายชื่อผู้ลงทะเบียน 5.ย้ายรายชื่อไปที่บัญชีรายชื่อผู้ลงทะเบียนสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : ManageGroup

Use Case No.	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Case Name	ManageGroup
Actor	Administrator
Use Case Purpose	จัดการกลุ่มผู้ใช้งาน
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	จัดการกลุ่มผู้ใช้งานสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน 2.เลือกหมวดหมู่การจัดการ 3.จัดการกลุ่มผู้ใช้งานที่ต้องการ 4.จัดการกลุ่มผู้ใช้งานสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

รายละเอียด Use Case : CreateGroup

Use Case No.	9.1
Use Case Name	CreateGroup
Actor	Administrator
Use Case Purpose	สร้างกลุ่มผู้ใช้งานใหม่
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ
Post-Conditions	สร้างกลุ่มผู้ใช้งานใหม่สำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน 2.เลือกสร้างกลุ่มผู้ใช้งานใหม่ 3.กำหนดชื่อกลุ่มผู้ใช้งานใหม่ [A1: ชื่อกลุ่มผู้ใช้งานซ้ำ] 4.เลือกพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงได้ 5. กำหนดรูปแบบในการถึงข้อมูลในแต่ละพื้น 6.ยืนยันการสร้างกลุ่มผู้ใช้งานใหม่ 7.สร้างกลุ่มผู้ใช้งานใหม่สำเร็จ
Alternative-Scenario	A1: ชื่อกลุ่มผู้ใช้งานซ้ำ 1.แจ้งเตือนว่าชื่อที่กลุ่มที่สร้างขึ้นมาใหม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น 2. กำหนดชื่อกลุ่มผู้ใช้งานใหม่

รายละเอียด Use Case : EditGroup

Use Case No.	9.2
Use Case Name	EditGroup
Actor	Administrator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

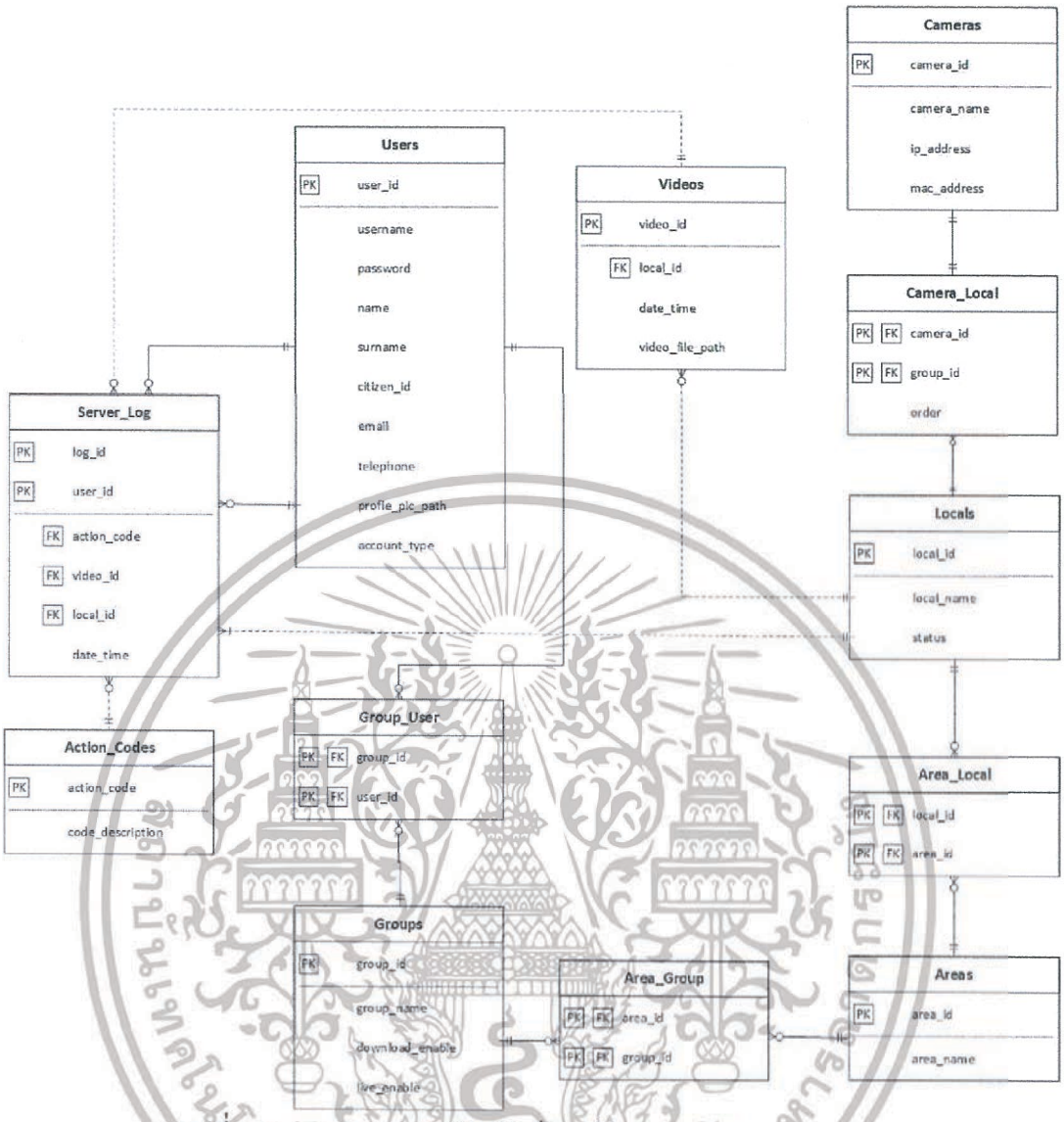
Use Case Purpose	แก้ไขกลุ่มผู้ใช้งาน
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบและมีกลุ่มผู้ใช้งานในระบบ
Post-Conditions	แก้ไขกลุ่มผู้ใช้งานสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน 2.เลือกกลุ่มผู้ใช้งานที่ต้องการ 3.แก้ไขชื่อกลุ่ม พื้นที่ในการเข้าถึง หรือรายละเอียดในการเข้าถึงในแต่ละพื้นที่ 4. ยืนยันการแก้ไขกลุ่มผู้ใช้งาน [A1: ชื่อกลุ่มผู้ใช้งานซ้ำ]
Alternative-Scenario	A1: ชื่อกลุ่มผู้ใช้งานซ้ำ 1.แจ้งเตือนว่าชื่อที่กลุ่มที่สร้างขึ้นมาใหม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น 2. กำหนดชื่อกลุ่มผู้ใช้งานใหม่

รายละเอียด Use Case : AddUser

Use Case No.	9.3
Use Case Name	AddUser
Actor	Administrator
Use Case Purpose	เพิ่มบัญชีผู้ใช้งานลงในกลุ่มผู้ใช้งาน
Pre-Conditions	เข้าใช้งานระบบ มีบัญชีผู้ใช้งาน และมีกลุ่มผู้ใช้งานในระบบ
Post-Conditions	เพิ่มบัญชีผู้ใช้งานลงในกลุ่มผู้ใช้งานสำเร็จ
Primary-Scenario	1.เลือกปุ่มการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน 2.เลือกกลุ่มผู้ใช้งานที่ต้องการ 3.เลือกเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน 4. เลือกบัญชีผู้ใช้งานที่ต้อง 5. ยืนยันการเลือก 6. เพิ่มบัญชีผู้ใช้งานลงในกลุ่มสำเร็จ
Alternative-Scenario	-

3.5 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram)

แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลดังภาพถูกแสดงรูปของ Crow's Feet Diagram แบบ Physical Model ที่สามารถไปใช้งานในการพัฒนาระบบได้โดยตรง โดยรายละเอียดของแต่ละตารางมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 Users

เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้งานทั้งหมดในระบบ

1) user_id : ใช้ระบุถึงตัวตนของแต่ละคนโดยระบุเป็นตัวเลข
2) username : ชื่อที่ใช้งานในการเข้าใช้งานระบบ
3) password : รหัสที่ใช้ในการเข้าใช้งานระบบ
4) name : ชื่อจริงของผู้ใช้งาน
5) surname : นามสกุลของผู้ใช้งาน
6) citizen_id : รหัสบัตรประชาชนของผู้ใช้งาน
7) email : อีเมลของผู้ใช้งาน
8) telephone : เบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้งาน
9) profile_pic_path : ตำแหน่งของรูปภาพผู้ใช้งานที่เก็บลงใน Storage
10) is_admin : ระบุว่าเป็นผู้ดูแลระบบหรือไม่
11) enable : เป็นส่วนที่ระบุว่ารายชื่อผู้ใช้งานนี้สามารถใช้งานในระบบได้หรือไม่

3.5.2 Groups

เป็นส่วนที่ระบุถึงข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้งานในระบบ

1) group_id : ใช้ระบุแต่ละกลุ่มโดยจะระบุเป็นตัวเลข
2) group_name : ชื่อของกลุ่ม
3) download_enable : ระบุว่าสามารถดาวน์โหลดได้หรือไม่
4) live_enable : ระบุว่าสามารถดูถ่ายทอดสดได้หรือไม่

3.5.3 Areas

ระบุข้อมูลของแต่ละพื้นที่ใช้งานภายในระบบ

1) area_id : ใช้ระบุแต่ละพื้นที่โดยจะระบุเป็นตัวเลข
2) area _name : ชื่อของพื้นที่

3.5.4 Locals

ระบุข้อมูลของแต่ละกลุ่มของกล้องใช้งานภายในระบบ

1) local_id : ใช้ระบุแต่ละพื้นที่ย่อยโดยจะระบุเป็นตัวเลข
2) local _name : ชื่อของพื้นที่ย่อย
3) status : สถานะการมีอยู่ของกลุ่มของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 Cameras

ระบุข้อมูลของกล้องที่ใช้งานภายในระบบ

1) camera_id : ใช้ระบุกล้องแต่ละตัวโดยจะระบุเป็นตัวเลข
2) camera _name : ชื่อของกล้อง
3) ip_address : IP Address ของกล้อง
4) mac_address : MAC Address ของกล้อง

3.5.6 Videos

ระบุข้อมูลของไฟล์วิดีโอที่บันทึกไว้ในระบบ

1) video_id : ใช้ระบุวิดีโอที่บันทึกไว้โดยจะระบุเป็นตัวเลข
2) local_id : กลุ่มของพื้นที่ย่อยที่บันทึกวิดีโอดังกล่าว
3) data_time : วันและเวลาที่มีการบันทึก
4) video_file_path : ตำแหน่งของวิดีโอที่เก็บลงใน Storage

3.5.7 Server_Logs

ข้อมูลที่ถูกบันทึกการใช้งานของผู้ใช้งานแต่ละคนในระบบ

1) log_id : ใช้ระบุการกระทำหนึ่งในระบบไว้โดยจะระบุเป็นตัวเลข
2) user_id : ผู้ใช้งานที่กระทำการกระทำนั้น
3) action_code : เป็นเภทของการกระทำโดยระบุเป็นรหัส
4) video_id : วิดีโอที่เกี่ยวข้องต่อการกระทำนั้น
5) local_id : พื้นที่ย่อยที่เกี่ยวข้องต่อการกระทำนั้น
6) date_time : วันและเวลาที่กระทำต่อการกระทำนั้น

3.5.8 Action_Codes

ใช้ในการเก็บบันทึกรหัสของการกระทำต่างๆ

1) action_code : รหัสของแต่ละการกระทำโดยระบุเป็นตัวเลข
2) code_description : คำอธิบายของการกระทำ

3.5.9 Group_User

ระบุว่าในแต่ละกลุ่มผู้ใช้งานนั้นนั้นมีผู้ใช้งานคนใดบ้าง โดยที่แต่ละกลุ่มนั้นมีผู้ใช้งานได้หลายคน และแต่ละคนสามารถอยู่ได้หลายกลุ่ม

1) user_id : ผู้ใช้งาน
2) group_id : กลุ่มผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.10 Area_Group

ระบุว่าในแต่ละกลุ่มผู้ใช้งานนั้นมีพื้นที่ในการเข้าถึงพื้นที่ใดบ้างโดยมีได้หลายพื้นที่ และแต่ละพื้นที่นั้นสามารถเข้าถึงได้จากกลุ่มผู้ใช้งานหลายกลุ่ม

1) area_id : พื้นที่การเข้าถึง
2) group_id : กลุ่มผู้ใช้งาน

3.5.11 Area_Local

ระบุว่าแต่ละพื้นที่นั้นมีพื้นที่ย่อยอะไรบ้างโดยมีได้หลายพื้นที่ ซึ่งในแต่พื้นที่ย่อยนั้นจะอยู่ได้พื้นที่เดียว

1) area_id : พื้นที่การเข้าถึง
2) local_id : พื้นที่ย่อย

3.5.12 Camera_Local

ระบุว่าแต่ละพื้นที่ย่อยนั้นมีกล้องอะไรบ้างโดยที่ต้องมีกล้องอย่างน้อย 1 ตัวขึ้นไป โดยพื้นที่ย่อยที่มีกล้องมากกว่า 1 ตัวจะเป็นพื้นที่ย่อยที่จะแสดงวิดีโอเป็น 360 องศา ทั้งนี้กล้องแต่ละตัวจะอยู่พื้นที่ย่อยได้แค่ที่เดียว

1) camara_id : กล้องที่ใช้งาน
2) local_id : พื้นที่ย่อย
3) order : ลำดับของกล้องที่ใช้ในการระบุในการสร้างวิดีโอ 360 องศา

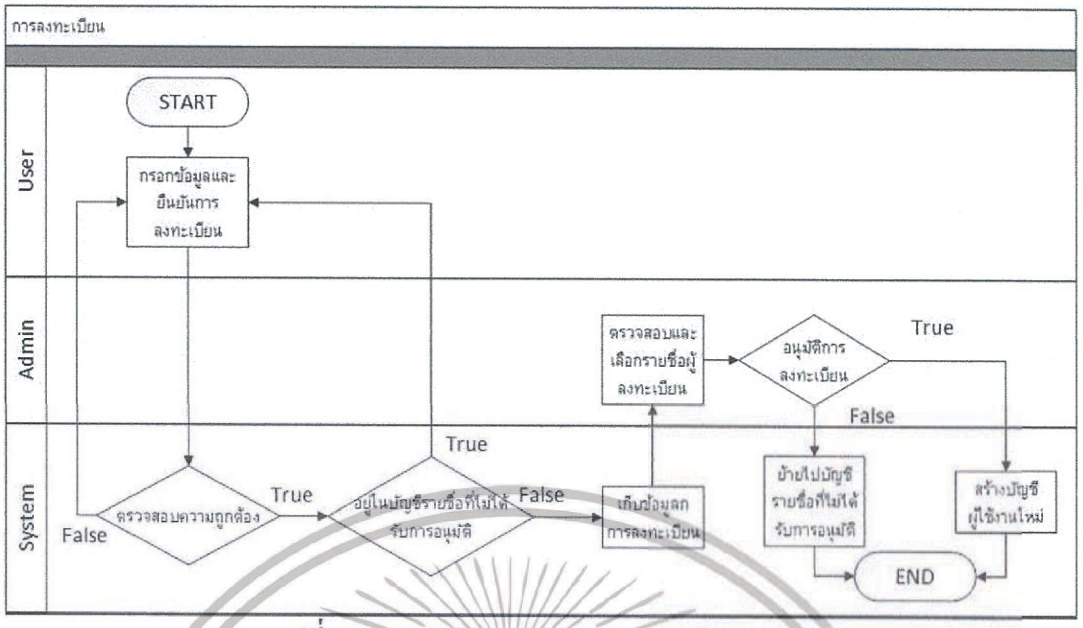
3.6 แผนผังลำดับงานข้ามฟังก์ชัน

ใช้แสดงถึงลำดับการทำงานของแต่ละส่วน ว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นมีความเกี่ยวข้องกับส่วนใดภายในระบบ

3.6.1 การลงทะเบียน

แสดงถึงลำดับการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ของการลงทะเบียนผู้ใช้งานจนได้บัญชีผู้ใช้งานขึ้นมาใหม่ในการเข้าใช้งานระบบ

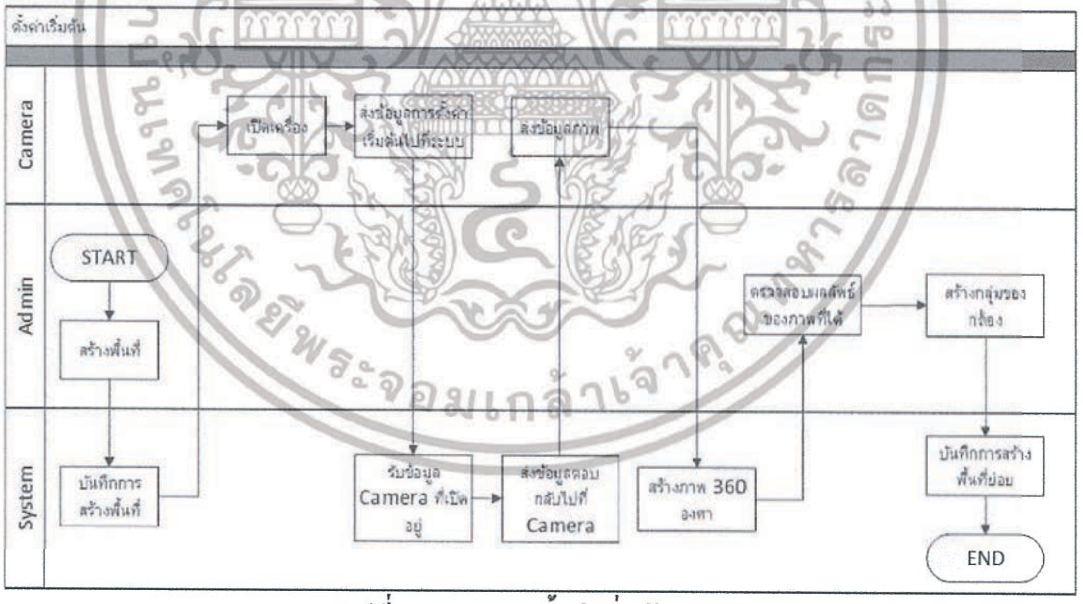
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผนผังลำดับงานการลงทะเบียน

3.6.2 ตั้งค่าเริ่มต้น

แสดงถึงลำดับการทำงานในการตั้งค่าเริ่มต้นของกล้องในแต่ละพื้นที่

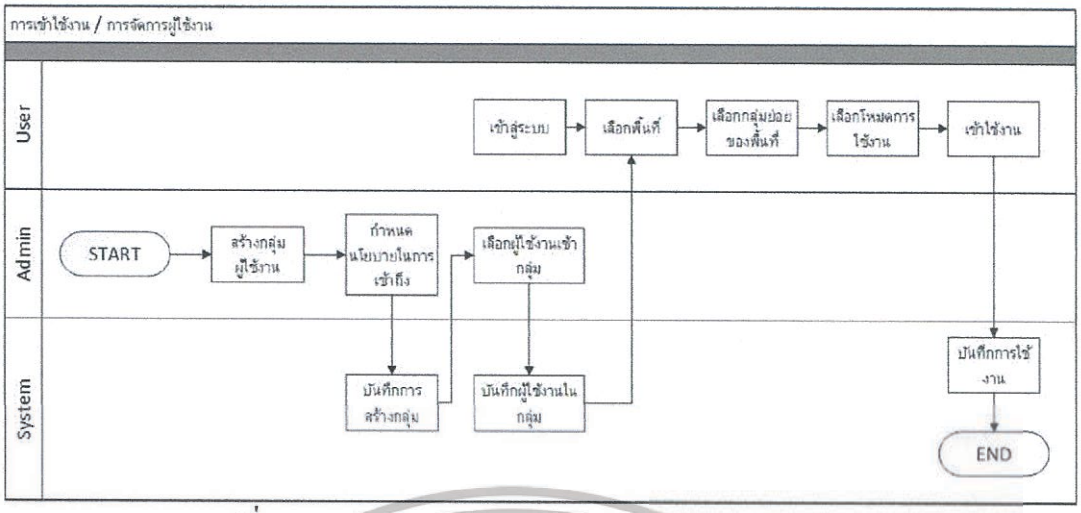


รูปที่ 3.12 แผนผังตั้งค่าเริ่มต้น

3.6.3 การเข้าใช้งานและ การจัดการผู้ใช้งาน

แสดงถึงลำดับการทำงานก่อนที่ผู้ใช้งานจะสามารถเข้าใช้งานระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แผนผังการเข้าใช้งานและการจัดการผู้ใช้งาน

3.7 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

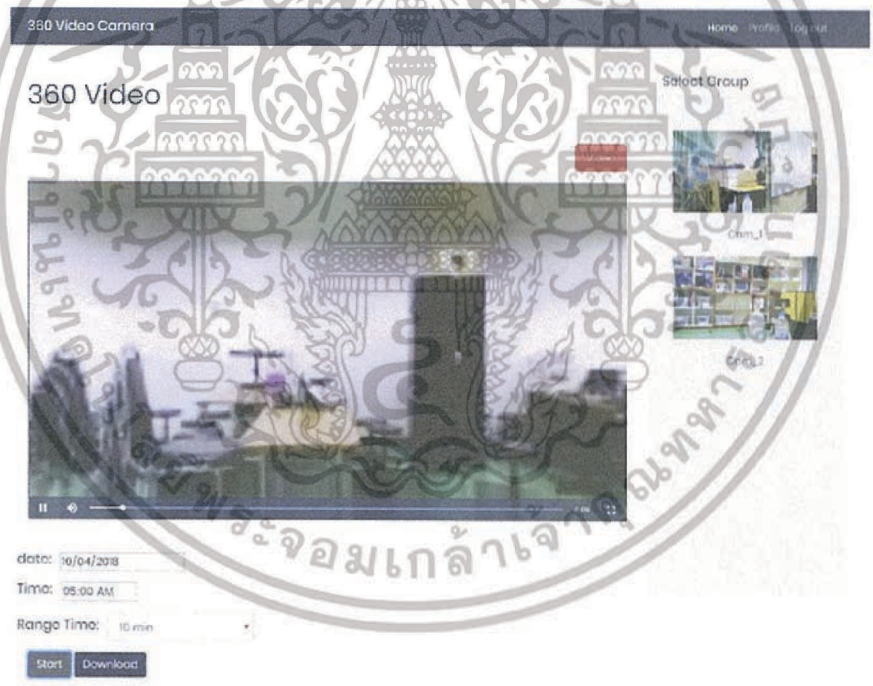
รูปที่ 3.14 หน้ายืนยันตัวตนการเข้าใช้งาน

ในหน้านี้จะให้ผู้ใช้ยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งาน โดยระบบจะทำการตรวจสอบว่าผู้ใช้ที่เข้าใช้งานนั้นเป็นผู้ใช้งานทั่วไปหรือผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 หน้าแสดงพื้นที่ที่สามารถรับชมได้และเลือกพื้นที่ต้องการรับชม

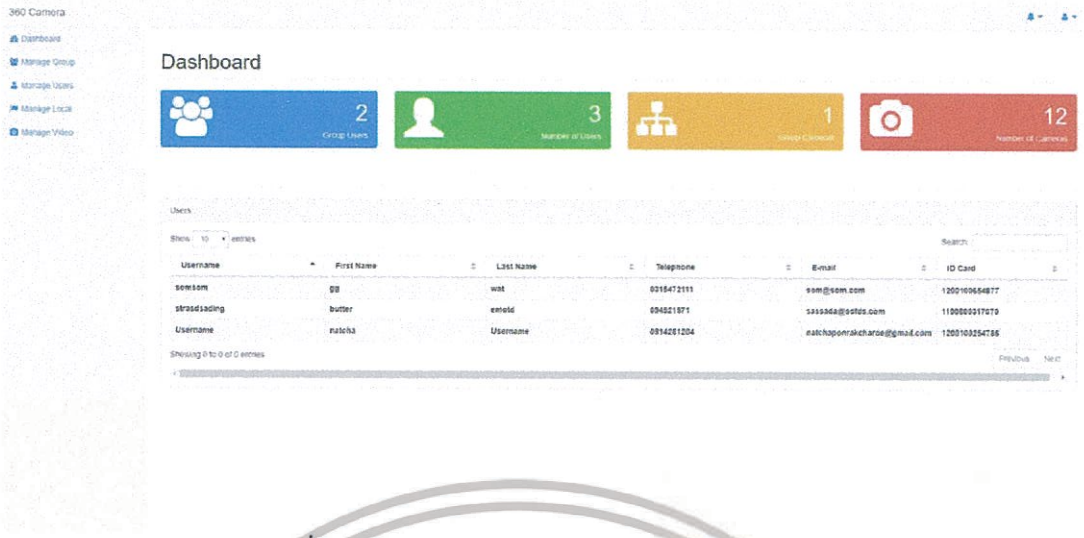
ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ใช้งานทั่วไปโดยในหน้านี้จะเป็นหน้าที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้ที่ใช้งานอยู่นั้นสามารถรับชมวีดีโอในพื้นที่ใดได้บ้าง



รูปที่ 3.16 หน้ารับชมวีดีโอ

ในหน้านี้เป็นหน้าใช้งานของผู้ใช้งานทั่วไป หลังจากผู้ใช้งานทั่วไปเลือกพื้นที่ที่ต้องการรับชมและผู้ใช้งานจะต้องมาเลือกว่าต้องการรับชมวีดีโอจากกล้องกลุ่มใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



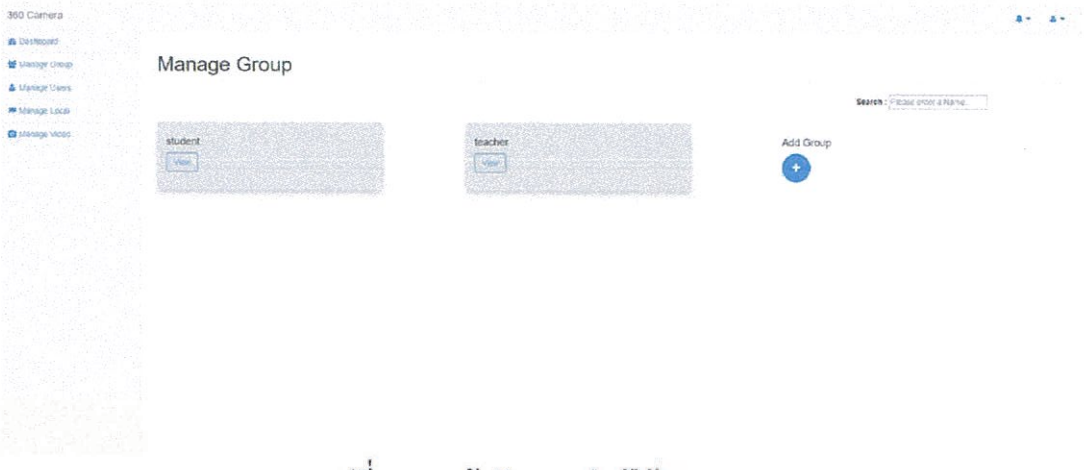
รูปที่ 3.17 หน้าแสดงข้อมูลโดยรวมของระบบ

ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ดูแลระบบที่จะแสดงข้อมูลภาพรวมของระบบเช่น จำนวนผู้ใช้งานทั่วไป จำนวนกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป จำนวนกลุ่มของกล้อง รายชื่อผู้ใช้งานทั่วไปที่มีอยู่ในระบบ เป็นต้น

รูปที่ 3.18 หน้าจัดการผู้ใช้งานโดยสามารถเลือกที่จัดการผู้ใช้งานได้จากตาราง

ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ดูแลระบบ ใช้ในการจัดการผู้ใช้งานทั่วไปโดยสามารถเลือกเข้าไปแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้งานทั่วไปหรือจะลบได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



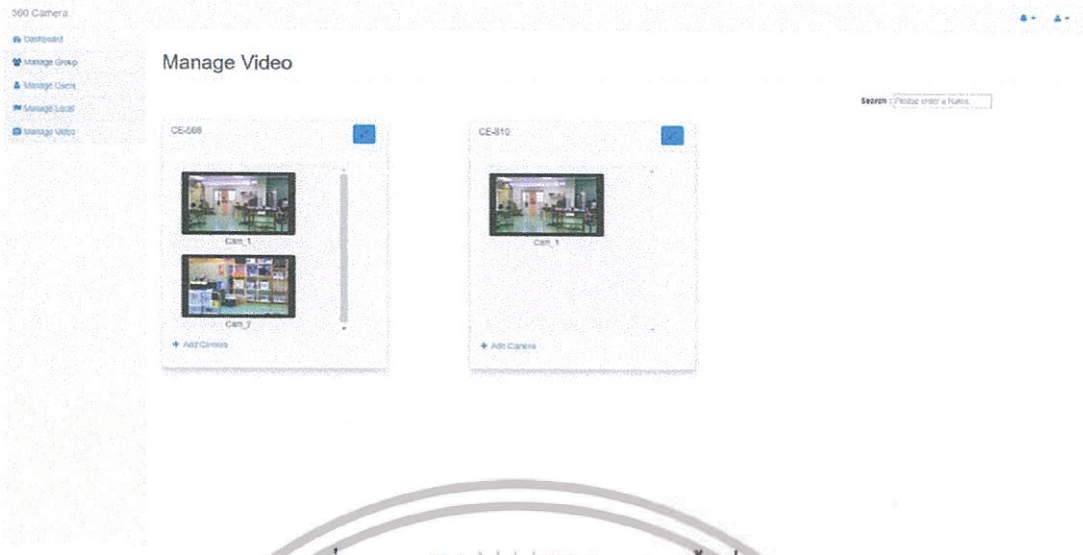
รูปที่ 3.19 หน้าจัดการกลุ่มผู้ใช้งาน

ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ดูแลระบบ ใช้ในการจัดการกลุ่มของผู้ใช้งานทั่วไปโดยสามารถเข้าไปแก้ไขชื่อกลุ่ม เพิ่มกลุ่มหรือแก้ไขการเข้าถึงของผู้ใช้ทั่วไปให้สามารถรับชมวีดีโอในแต่ละพื้นที่

รูปที่ 3.20 หน้าจัดการพื้นที่ที่มีอยู่ในระบบ

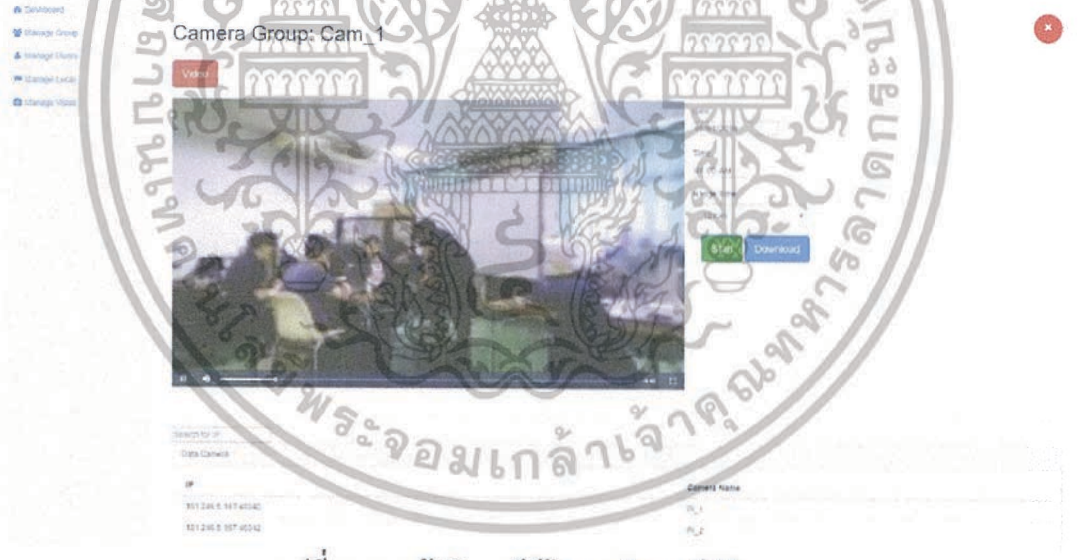
ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ดูแลระบบ ใช้ในการจัดการพื้นที่ต่างๆที่มีการติดตั้งระบบกล้องวีดีโอ 360 องศา สามารถแก้ไขชื่อพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 หน้าจัดการวีดีโอในแต่ละพื้นที่

ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ดูแลระบบ จะแสดงพื้นที่ที่มีในระบบและวีดีโอที่มีในแต่ละพื้นที่เพื่อให้ผู้ดูแลระบบเข้าไปแก้ไขที่ตัววีดีโอได้หรือสามารถเพิ่มกลุ่มของกล้องให้แต่ละพื้นที่



รูปที่ 3.22 หน้ารับชมวีดีโอและจัดดารวีดีโอ

ในหน้านี้เป็นหน้าการใช้งานของผู้ดูแลระบบ สามารถเข้ามารับชมวีดีโอ ดาวน์โหลดวีดีโอ ตรวจสอบชื่อและไอพีของกล้องกลุ่มนี้ และสามารถลบกลุ่มของกล้องนี้ได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดลองการรับภาพด้วย Raspberry Pi

4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบการรับภาพด้วย Raspberry Pi สามารถรับภาพผ่าน Webcam ได้จริง

4.1.2 วิธีการทดลอง

นำ Raspberry Pi มาต่อกับ Webcam แล้วทดลองการรับภาพผ่านไลบรารีของ OpenCV โดยใช้ฟังก์ชันการรับภาพและบันทึกภาพลง memory และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ของภาพที่บันทึกมา

```
while time.time() < end:
    ret, frame = cap.read()
    frame = cv2.flip(frame, 180)
    if ret == True:
        lock.acquire()
        list.append(frame)
        lock.release()
        e.set()
```

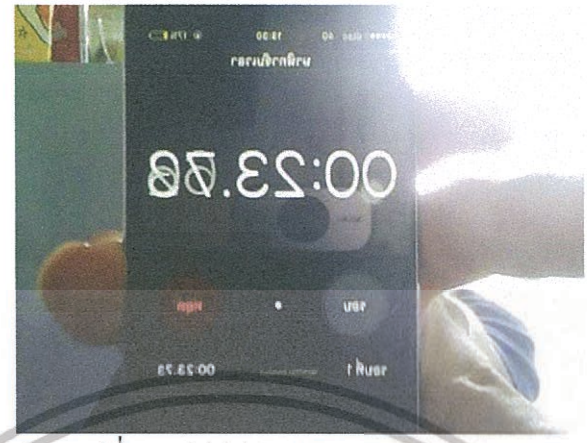
รูปที่ 4.1 แสดงการดึงภาพจากกล้องด้วย OpenCV

```
lock.acquire()
while not list:
    if check:
        return
    lock.release()
    e.wait()
    lock.acquire()
f = list.pop(0)
path = directory + str(count) + '.jpg'
cv2.imwrite(path, f)
```

รูปที่ 4.2 แสดงการบันทึกภาพจากกล้องด้วย OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.3 ทดลองการรับภาพ

จากภาพเป็นการรับภาพจาก Webcam แล้วนำมาเก็บไว้ที่ Raspberry Pi

4.1.4 สรุปผลการทดลอง

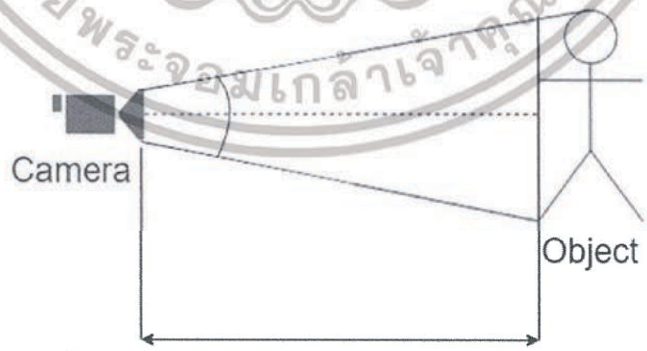
Raspberry Pi สามารถรับภาพจาก Webcam โดยใช้ OpenCV ได้

4.2 ความสามารถในการรับภาพของกล้องแต่ละตัว

4.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อตรวจสอบว่าในการรวมภาพเพื่อให้ได้ภาพ 360 องศานั้นจะต้องใช้กล้อง

4.2.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.4 การทดลองความสามารถในการรวมภาพ

จากรูปใช้กล้องจับวัตถุ โดยให้กล้องอยู่ในระดับกึ่งกลางของวัตถุ โดยให้ภาพที่แสดงออกมานั้นจับภาพวัตถุให้ขอบบนของวัตถุพอดีกับขอบบนของภาพที่กล้องจับได้ ขอบล่างของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอดีกับขอบล่างของภาพที่กล้องจับได้แล้วใช้ความสูงของวัตถุหาร 2 กับระยะห่างของวัตถุกับกล้องมาคำนวณมุมตามทฤษฎี 3 เหลี่ยมมุมฉาก แล้วนำมุมที่ได้คูณ 2 จะได้มุมในแนวแกนตั้งของกล้อง และใช้วิธีเดิมแต่จับภาพวัตถุในแนวแกนนอน เพื่อหามุมในแนวแกนนอนที่กล้องสามารถจับได้

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

1) กล้องที่ใช้งานสามารถจับภาพในแนวแกนตั้งได้ 33.4 องศา
2) กล้องที่ใช้งานสามารถจับภาพในแนวแกนอนได้ 39.5 องศา

4.3 ทดลองประสิทธิภาพการรับภาพของ Raspberry Pi

4.3.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบความสามารถในการรับภาพของ Raspberry Pi สามารถในการรับภาพได้ด้วยความเร็ว เท่าไหร่

4.3.2 วิธีการทดลอง

ทดลองโดยการให้กล้องถ่ายภาพการจับเวลาเพื่อนำมาคำนวณค่า FPS (จำนวนภาพต่อวินาที) โดยภาพที่ถ่ายได้จะนำเวลาของภาพแรกและภาพสุดท้ายมาลบกันเพื่อหาว่าใช้เวลาเท่าไหร่ แล้วนำเวลาที่ได้มาหารกับจำนวนภาพที่ถ่ายได้ ผลลัพธ์ที่ได้คือค่า FPS

ทดลองต่อกล้องหลายตัวเข้ากับ Raspberry Pi เพื่อทดลองประสิทธิภาพของการรับภาพเข้าใน Raspberry Pi โดยนำกล้องมาต่อกับ Raspberry Pi จำนวนมากกว่า 1 ตัว แล้วทดลองถ่ายการจับเวลา จากนั้นนำภาพแรกและภาพสุดท้ายของกล้องที่ต่อแต่ละตัว นำเวลาจากภาพแรกและภาพสุดท้ายมาลบกันจะได้เวลาที่ใช้จริง ของกล้องแต่ละตัว เพื่อคำนวณค่า FPS ของกล้องแต่ละตัว

4.3.3 ผลการทดลอง

4.3.3.1 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการรับภาพโดยใช้ Thread กับแบบไม่ใช้ Thread

กระบวนการรับภาพ	จำนวนภาพ (รูป)	เวลา (วินาที)	จำนวนภาพ ต่อ วินาที
รับภาพจาก Webcam แบบไม่ใช้ Thread	595	60	9.91
รับภาพจาก Webcam แบบใช้ Thread	748	60	12.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการต่อกล้องหลายตัว

จำนวนกล้อง	จำนวนภาพ	เวลา (วินาที)	จำนวนภาพ ต่อ วินาที
1	595	60	9.91
2	243	60	4.05
3	167	60	2.78

4.3.3.2 รับภาพจาก Webcam แบบไม่ใช้ Thread

รับภาพจาก Webcam ด้วยการถ่ายภาพแล้วเก็บภาพทั้งหมดไว้ที่ Memory แล้วเมื่อถ่ายเสร็จจึงนำมาเขียนเป็นไฟล์ ผลที่ได้คือได้ภาพจำนวน 595 ภาพ ในเวลา 60 วินาที จะได้ค่า FPS เท่ากับ 9.91 ภาพต่อวินาที

4.3.3.3 รับภาพจาก Webcam แบบไม่ใช้ Thread

รับภาพจาก Webcam ด้วยการถ่ายภาพพร้อมกับเขียนไฟล์ภาพด้วย คือการใช้ Thread ผลที่ได้ได้ภาพจำนวน 748 ภาพ ในเวลา 60 วินาที จะได้ค่า FPS เท่ากับ 12.47 ภาพต่อวินาที

4.3.3.4 การทดลองการต่อกล้องหลายตัวเพื่อใช้รับภาพ

ทดลองต่อกล้องมากกว่า 1 ตัวกับ Raspberry Pi พบว่ายิ่งต่อกล้องหลายตัวค่า FPS จะถูกหารแบ่งไปยังกล้องแต่ละตัวทำให้ประสิทธิภาพลดลง

4.3.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นว่าการถ่ายภาพโดยใช้ Thread นั้นสามารถรับภาพได้ใน FPS ที่ดีกว่า ดังนั้นเราจึงเลือกใช้ Thread ในการรับภาพ

การต่อกล้องหลายตัวกับ Raspberry Pi เพื่อรับภาพทำให้ประสิทธิภาพของการรับภาพลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดลองการรวมภาพจากกล้องสองตัวเทียบกับระยะและความละเอียดของวัตถุที่สนใจ

4.4.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบการรวมภาพ

4.4.2 วิธีการทดลอง

นำกล้อง 2 ตัวจับภาพในมุมมองที่ต่างกันโดยใช้วัตถุระบุระยะระหว่างกล้องกับวัตถุเพื่อตรวจสอบว่าในการถ่ายภาพวัตถุที่มีความสูงเท่ากันแต่รายละเอียดของวัตถุนั้นต่างกันมีผลต่อการรวมภาพอย่างไร และใช้วัตถุนั้นเป็นจุดอ้างอิงในการรวมภาพทั้ง 2 ภาพที่มีส่วนซ้อนทับกัน โดยระยะที่วัดนั้นมี ระยะ 36 ซ.ม. 66 ซ.ม. 96 ซ.ม. 126 ซ.ม. 156 ซ.ม.และ186 ซ.ม. วัตถุที่นำมาทดลองมีลักษณะ 2 แบบ คือ วัตถุที่มารายละเอียดน้อย และวัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจน

4.4.3 ผลการทดลอง

4.4.3.1 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลองของการจับภาพโดยใช้วัตถุที่มารายละเอียดน้อย

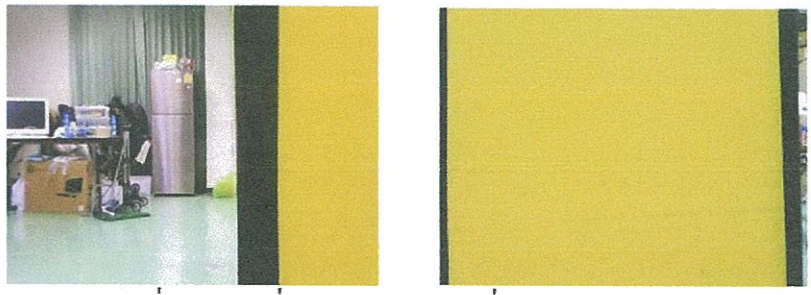
ระยะ(ซ.ม.)	ความสามารถในการรวมภาพ (ได้/ไม่ได้)
36	ไม่ได้
66	ไม่ได้
96	ไม่ได้
126	ไม่ได้
156	ไม่ได้
186	ได้

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดลองของการจับภาพโดยใช้วัตถุที่มารายละเอียดน้อย

ระยะ(ซ.ม.)	ความสามารถในการรวมภาพ (ได้/ไม่ได้)
36	ไม่ได้
66	ไม่ได้
96	ได้

4.4.3.2 การทดลองที่ 1 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 36 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 36 ซ.ม.

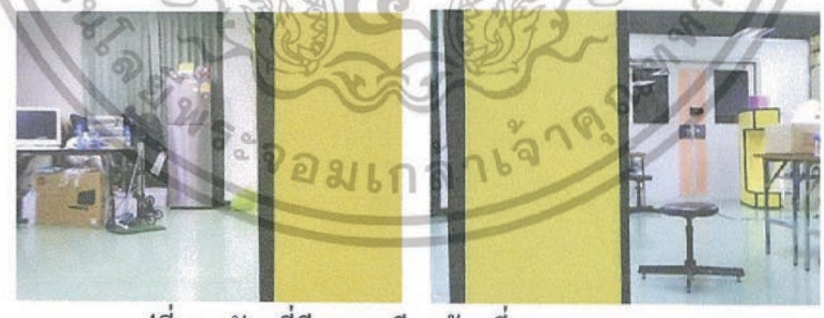
จากรูปไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากมีรายละเอียดน้อยเกินไปที่จะใช้รวมภาพ

4.4.3.3 การทดลองที่ 2 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 66 ซ.ม.

รูปที่ 4.6 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 66 ซ.ม.

จากรูปไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากมีรายละเอียดน้อยเกินไปที่จะใช้รวมภาพ

4.4.3.4 การทดลองที่ 3 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 96 ซ.ม.

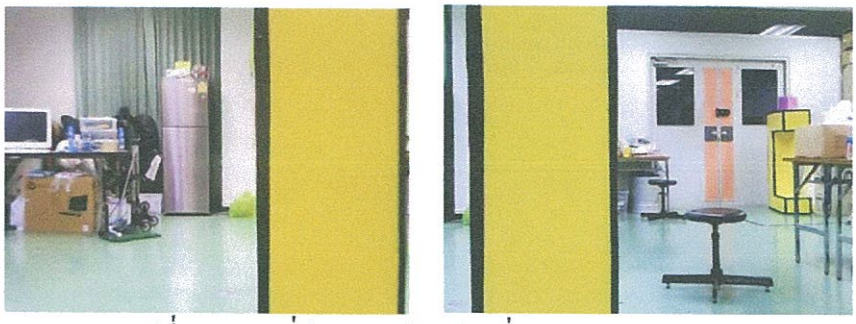


รูปที่ 4.7 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 96 ซ.ม.

จากรูปไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากมีรายละเอียดน้อยเกินไปที่จะใช้รวมภาพ

4.4.3.5 การทดลองที่ 4 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 126 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 126 ซ.ม.

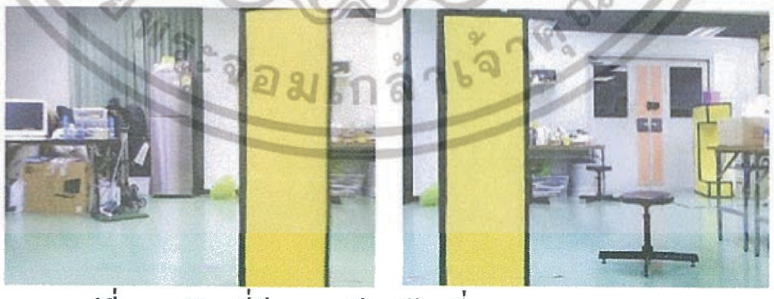
จากรูปไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากมีรายละเอียดน้อยเกินไปที่จะใช้รวมภาพ

4.4.3.6 การทดลองที่ 5 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 156 ซ.ม.

รูปที่ 4.9 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 156 ซ.ม.

จากรูปไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากมีรายละเอียดน้อยเกินไปที่จะใช้รวมภาพ

4.4.3.7 การทดลองที่ 6 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 186 ซ.ม.



รูปที่ 4.10 วัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 186 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 การรวมภาพวัตถุที่มีรายละเอียดน้อยที่ระยะ 186 ซ.ม.

สามารถรวมภาพได้เนื่องจากสามารถจับจุดสนใจของภาพได้จึงสามารถรวมภาพได้

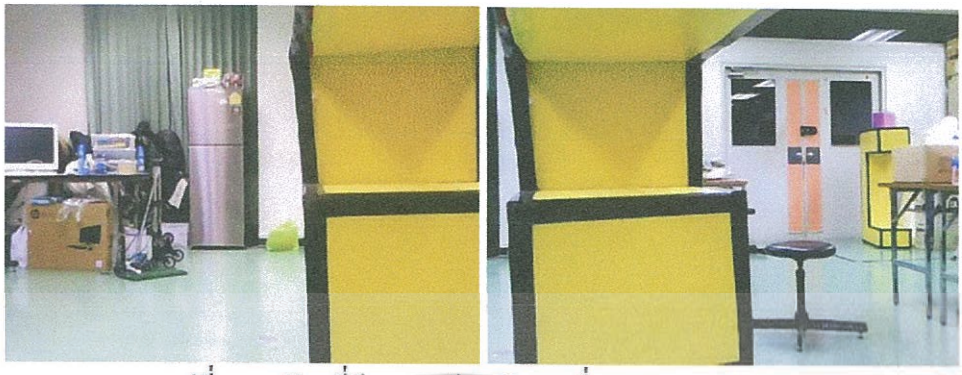
4.4.3.8 การทดลองที่ 7 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 36 ซ.ม.

รูปที่ 4.12 วัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 36 ซ.ม.

จากรูปยังไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากยังไม่เห็นส่วนที่เป็นรายละเอียดของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.9 การทดลองที่ 8 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 66 ซ.ม.



รูปที่ 4.13 วัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 66 ซ.ม.

ยังไม่สามารถรวมภาพได้เนื่องจากการมองเห็นรายละเอียดยังคงน้อยไป

4.4.3.10 การทดลองที่ 9 ทดลองจับวัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 96 ซ.ม.

รูปที่ 4.14 วัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 96 ซ.ม.

รูปที่ 4.15 การรวมภาพวัตถุที่มีรายละเอียดชัดเจนที่ระยะ 96 ซ.ม.

สามารถรวมรูปภาพได้เนื่องจากมีจุดสนใจให้ตรวจจับพอเพื่อรวมภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าถ้าส่วนที่ใช้รวมภาพมีรายละเอียดในการจับภาพน้อยเกินไป จะทำให้ระบบไม่สามารถรวมภาพได้ แต่ถ้าในส่วนที่ใช้รวมภาพมารายละเอียดพอให้ระบบสามารถจับจุดสนใจได้ก็จะทำให้ระบบสามารถรวมภาพได้

4.5 ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัลกอลิทึ่ม SIFT และ SURF ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพ

4.5.1 จุดประสงค์การทดลอง

ทดลองประสิทธิภาพของ อัลกอริทึ่ม SIFT กับ SURF และเพื่อต้องการแสดงขั้นตอนการตรวจจับจุดสนใจของ ทั้ง 2 อัลกอริทึ่ม ด้วยสิ่งที่สนใจจากการทดลองคือโดยจะเปรียบเทียบ เวลาที่ใช้ จำนวนจุดสนใจที่สามารถตรวจจับได้ ที่เกี่ยวข้องของทั้งสองภาพ และความถูกต้องของจุดสนใจที่เกี่ยวข้องกัน

4.5.2 วิธีการทดลอง

โดยเราจะทดลองถ่ายภาพในมุมมองที่ต่างกัน มีส่วนทำให้บริเวณการซ้อนทับของภาพ 3 มุมมอง คือ ซ้อนทับประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ซ้อนทับประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์และซ้อนทับประมาณ 10 เปอเซ็นต์ ซึ่งแต่ละขนาดของการซ้อนทับกันจะใช้ 2 ภาพ ในการรวมภาพ อัลกอริทึมที่ใช้ในการทดลองนี้คือ SIFT และ SURF จากนั้นบันทึกผลและเปรียบเทียบสิ่งที่มีผลต่อระบบคือ เวลาการทำงาน จำนวนจุดสนใจที่สามารถตรวจจับได้ และความถูกต้องของจุดสนใจนั้นๆ

4.5.3 ผลการทดลอง

4.5.3.1 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลอง

เป็นการแสดงผลการทดลองในรูปแบบตาราง ส่วนที่นำมาพิจารณาประกอบไปด้วย ขนาดของส่วนที่ซ้อนทับของรูปภาพ จำนวนจุดสนใจที่มีความเกี่ยวข้องกันของทั้ง 2 รูปภาพที่สามารถตรวจจับได้ และเวลาที่ใช้ในการทำงาน

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีส่วนทับซ้อนขประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

อัลกอริทึม	ส่วนซ้อนทับ (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนจุดสนใจ(Key Point)	เวลา(วินาที)
SIFT	50	252	0.143
SURF	50	133	0.236

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีส่วนทับซ้อนขประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลกอริทึม	ส่วนซ้อนทับ (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนจุดสนใจ(Key Point)	เวลา(วินาที)
SIFT	30	16	0.117
SURF	30	23	0.069

ตารางที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีส่วนทับซ้อนขประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

อัลกอริทึม	ส่วนซ้อนทับ (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนจุดสนใจ(Key Point)	เวลา(วินาที)
SIFT	10	7	0.105
SURF	10	6	0.078

4.5.3.2 ผลการทดลองของภาพ 2 ภาพที่มีการซ้อนทับของภาพประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

1) การหาความสัมพันธ์ SIFT

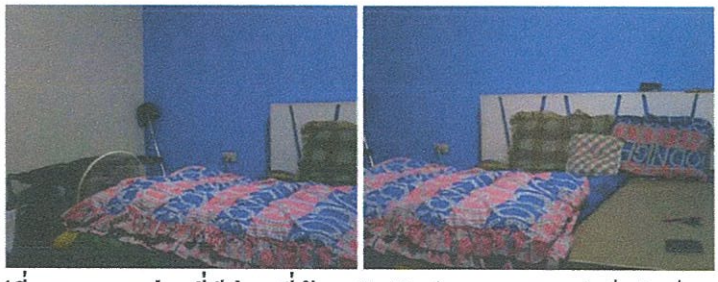
รูปที่ 4.16 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.17 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.13

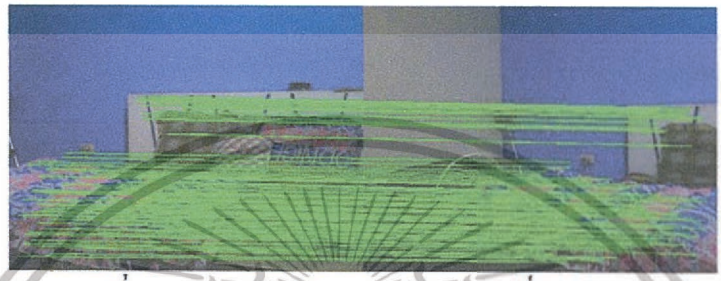
จากรูปสามารถตรวจจับจุดสนใจได้จำนวน 252 จุด เวลาที่ใช้คือ 0.143 วินาที

2) การหาความสัมพันธ์ SURF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์



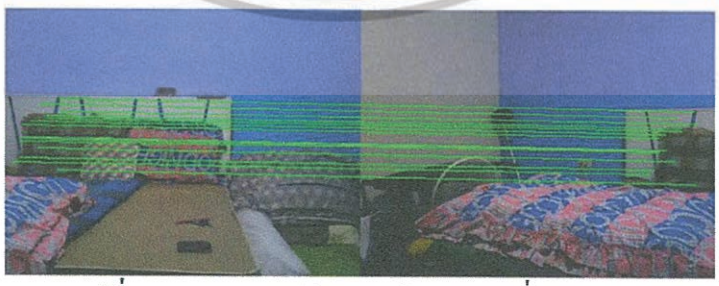
รูปที่ 4.19 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.15

จากภาพสามารถตรวจจับจุดสนใจได้ 133 จุด เวลาที่ใช้คือ 0.236 วินาที

4.5.3.3 ผลการทดลองของภาพ 2 ภาพที่มีการซ้อนทับของภาพประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

1) การหาความสัมพันธ์ SIFT

รูปที่ 4.20 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

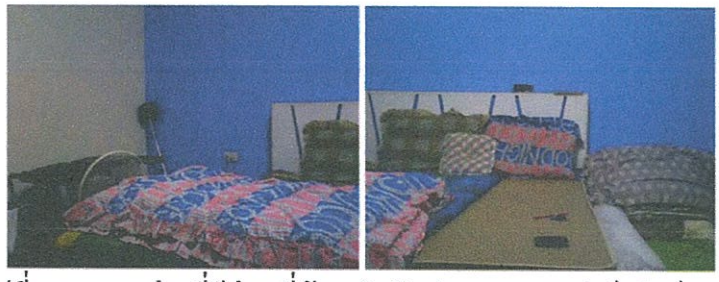


รูปที่ 4.21 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.17

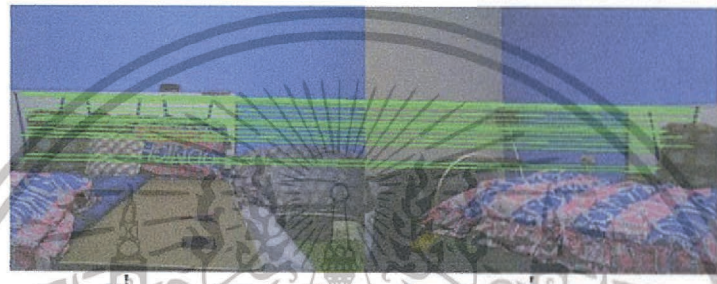
จากภาพสามารถตรวจจับจุดสนใจได้ 16 จุด เวลาที่ใช้คือ 0.117 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การหาความสัมพันธ์SURF



รูปที่ 4.22 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์



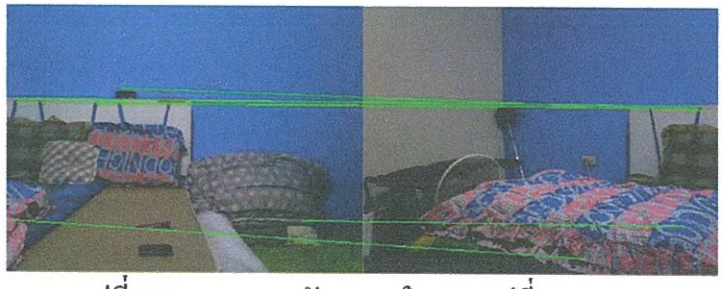
รูปที่ 4.23 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.19

จากภาพสามารถตรวจจับจุดสนใจได้ 23 จุด เวลาที่ใช้คือ 0.069 วินาที

4.5.3.4 ผลการทดลองของภาพ 2 ภาพที่มีการซ้อนทับของภาพประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

1) การหาความสัมพันธ์ SIFT

รูปที่ 4.24 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์



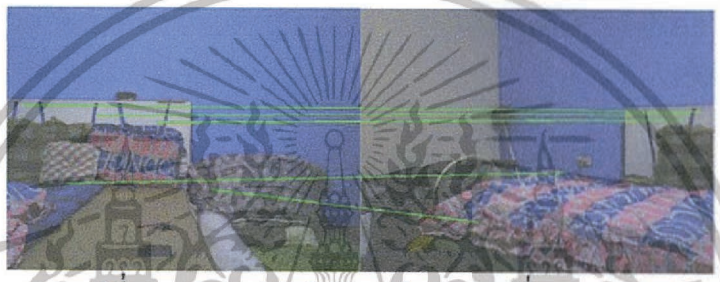
รูปที่ 4.25 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพสามารถตรวจจับจุดสนใจได้ 7 จุด เวลาที่ใช้คือ 0.105 วินาที

2) การหาความสัมพันธ์ SURF

รูปที่ 4.26 ภาพถ่ายที่มีส่วนที่ซ้อนทับกันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.27 การตรวจจับจุดสนใจของ รูปที่ 4.23

จากภาพสามารถตรวจจับจุดสนใจได้ 6 จุด เวลาที่ใช้คือ 0.078 วินาที

4.5.4 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ ในด้านของการตรวจจับจุดสนใจ โดยส่วนใหญ่ SIFT สามารถตรวจจับจุดสนใจได้มากกว่า SURF จากเส้นที่ใช้ระบุตำแหน่งที่ใช้ Match มีความถูกต้องเหมือนกัน แต่ทั้ง 2 อัลกอริทึมจะมีการ Match เมื่อส่วนทับซ้อนของรูปภาพนั้นมีน้อย ดังรูปที่ 4.24 และ 4.22 จะเห็นว่าตำแหน่งของจุดที่ Match มีบางจุด Match ไม่ตรงกับตำแหน่งที่ควรจะเป็น ในด้านเวลาที่ใช้งานโดยส่วนใหญ่ SURF ใช้เวลาน้อยกว่า SIFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ความสามารถในการรวมภาพ

4.6.1 จุดประสงค์การทดลอง

ทดลองว่าในแต่ละเฟรมต้องใช้เวลาในการรวมภาพเท่าใด เพื่อนำภาพที่รวมไปทำเป็นวีดีโอ

4.6.2 ผลการทดลอง

ทดลองการรวมภาพโดยเริ่มตั้งแต่ 2 ภาพ จนถึง 12 ภาพ โดยแต่ละการทดลองนั้นจะทดลองรวมภาพจำนวน 20 ครั้ง แล้วนำเวลาที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยในของแต่ละการทดลอง

ตารางที่ 4.8 การทดลองการรวมภาพตั้งแต่ 2 ภาพ ถึง 12 ภาพ โดยแสดงข้อมูลจำนวนภาพกับเวลาเฉลี่ยจากการทดลอง 20 ครั้ง

จำนวนภาพ (ภาพ)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการรวม (วินาที)
2	0.83489093
3	0.923633647
4	1.068625486
5	1.731363511
6	1.853308117
7	2.021033275
8	2.260052466
9	2.938249075
10	3.701832736
11	4.207937324
12	4.626664495

4.6.3 สรุปผลการทดลอง

การรวมภาพนั้นยิ่งภาพที่นำมารวมมีจำนวนมาก การใช้เวลาในการรวมภาพก็จะยิ่งมากขึ้นด้วยเช่นกัน

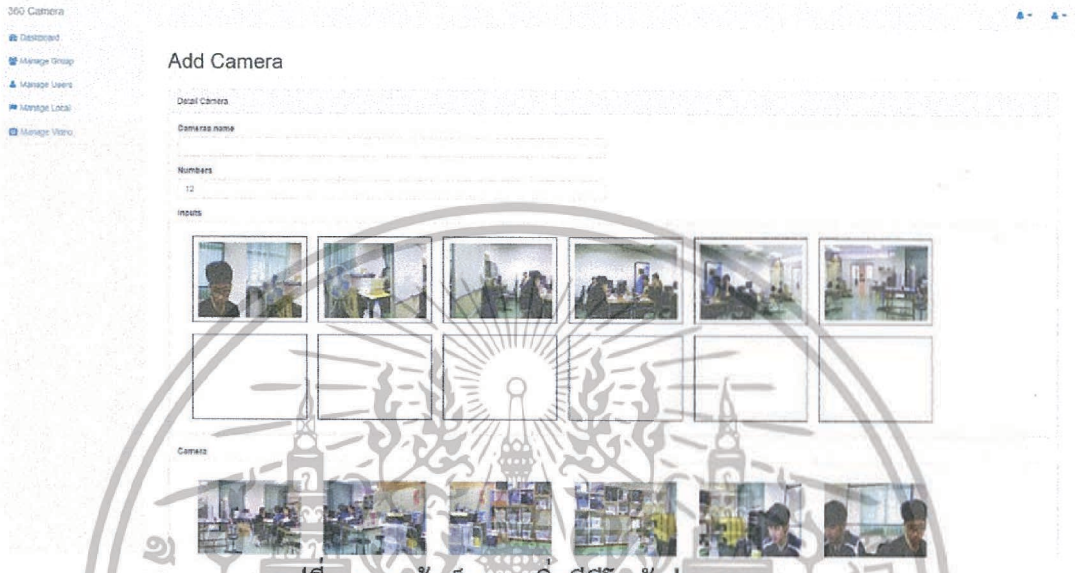
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ทดลองการเพิ่มวีดีโอเข้าสู่ระบบ

4.7.1 จุดประสงค์การทดลอง

ทดลองการตั้งค่าเริ่มต้นของระบบ

4.7.2 วิธีการใช้งาน



รูปที่ 4.28 หน้าเว็บการเพิ่มวีดีโอเข้าสู่ระบบ

จากรูปเป็นหน้าเว็บที่ใช้ในการเพิ่มวีดีโอในพื้นที่ที่ต้องการ โดยผู้ดูแลระบบจะต้องเลือกพื้นที่ที่ต้องการเพิ่มก่อน ข้อมูลที่ระบบต้องการคือ ชื่อวีดีโอ จำนวนกล้องของกลุ่มวีดีโอ และเลือกภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอโดยจะนำมาเรียงในช่องที่กำหนด ซึ่งลำดับจะเรียงจากซ้ายไปขวา

รูปที่ 4.29 ตัวอย่างการจัดเรียงภาพเพื่อทำการรวมภาพ

เมื่อเรียงภาพตามที่ต้องการแล้วสามารถตรวจสอบผลลัพธ์การรวมภาพได้จาก PreTest จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.30 รูปตัวอย่างผลลัพธ์การรวมภาพ

จากรูปจะแสดงตัวอย่างผลลัพธ์การรวมภาพถ้าผลลัพธ์เป็นไปตามที่ต้องการก็ผู้ใช้ก็สามารถกดปุ่ม "Create" เพื่อสร้างวีดีโอ แต่ถ้าผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามที่ต้องการให้กลับไปตรวจสอบการเรียงภาพใหม่เพื่อทดลองรวมภาพใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ระบบวีดีโอ 360 องศา เป็นระบบที่ใช้ความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพเพื่อนำมาสร้างเป็นภาพ 360 องศา โดยจะนำมาแก้ปัญหากล้องวงจรปิดที่มีมุมมองที่จำกัด และเพิ่มในส่วนความสะดวกในการรับชมของผู้ใช้ผ่านแอพพลิเคชั่น การทำงานของระบบนี้จะเริ่มจากกล้องจะรับภาพเข้ามาเก็บไว้ที่หน่วยเก็บข้อมูลย่อยเพื่อส่งต่อไปยังระบบประมวลผลภาพเพื่อให้ได้ภาพ 360 องศา ออกมาแล้วจึงนำภาพที่ได้แต่ละเฟรมไปทำเป็นวีดีโอ 360 องศา สุดท้ายจะอัพโหลดขึ้นบนเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถรับชมได้ ความรู้ที่ได้ศึกษาคือความรู้ด้านการประมวลผลภาพ อัลกอริทึมที่ใช้สร้างภาพพาโนรามา รูปแบบการนำภาพพาโนรามาไปทำเป็นภาพ 360 องศา

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) ความเร็วของรับภาพของ Raspberry Pi นั้นเร็วกว่าการบันทึกภาพทำให้หน่วยความจำในการประมวลผลไม่เพียงพอ
2) ความเร็วของการรับภาพที่เครื่องแม่ข่ายรับจาก Raspberry Pi นั้นเร็วกว่า การนำภาพไปรวม เมื่อใช้ไปในระยะเวลานานทำให้หน่วยความสำรองไม่เพียงพอ

5.3 แนวทางการแก้ไข

1) บันทึกภาพลงที่ SD Card แล้วจึงส่งภาพที่เก็บไว้ใน SD Card ไปยังเครื่องแม่ข่าย แต่ส่งผลให้ความเร็วในการรับน้อยลง
2) ลดประสิทธิภาพของวีดีโอให้มีเฟรมเรทน้อยลงโดยลดภาพที่ไม่ได้ใช้ออกไปหรือลดความเร็วในการส่งรูปมายังเครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Adrian, R. (2017). **OpenCV panorama stitching.**[Online].

Available : https://www.pyimagesearch.com/2016/01/11/opencv-panorama-stitching/

Kushal, V. (2017). **Image stitching.**[Online].

Available : https://kushalvyas.github.io/stitching.html

Matthew, B and David G, L. (2017). **Automatic Panoramic Image Stitching.** [Online].

Available : http://matthewalunbrown.com

Yung-Yu Chuang. (2017). **Image stitching.**[Online].

Available : https://www.csie.ntu.edu.tw

Yuxin. (2017). **Panorama Stitcher.**[Online].

Available : http://ppwwyyxx.com

Ioannis, G. (2017). **Image Blending.** [Online].

Available : http://graphics.cs.cmu.edu

(2017). **Panorama formats.**[Online].

Available : https://wiki.panotools.org/Panorama_formats

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้