**สารบัญ**

|  | **หน้า** |
| --- | --- |
| หน้าอนุมัติ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ซ |
| สารบัญรูปภาพ | ฌ |
| บทที่ 1 บทนำ |  |
| 1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 3 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับของโครงงาน | 4 |
| 1.5 แนวคิดและเหตุผล | 4 |
| 1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน | 5 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง |  |
| 2.1 โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก Visual Geometry Group 16-layer (VGG-16) | 7 |
| 2.1.1 สถาปัตยกรรมคอนโวลูชัน VGG-16 | 7 |
| 2.1.2 การแบ่งชั้นของ VGG-16 | 7 |
| 2.1.2.1 การนำเข้าข้อมูล | 7 |
| 2.1.2.2 ชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional layers) | 8 |
| 2.1.2.3 ฟังก์ชันการกระตุ้น ReLU | 8 |
| 2.1.2.4 เลเยอร์ซ่อน (Hidden layers) | 8 |
| 2.1.2.5 ชั้นการรวมข้อมูล (Pooling layers) | 8 |
| 2.1.2.6 ชั้นที่เชื่อมต่อเต็มรูปแบบ (Fully connected layers) | 8 |
| 2.1.3 หลักการทำงานของ VGG-16 | 9 |
| 2.1.3.1 โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) | 9 |
| 2.1.3.2 เลเยอร์คอนโวลูชัน (Convolutional Layers) | 9 |
| 2.1.3.3 การลดขนาดของภาพ (Pooling) | 9 |
| 2.1.3.4 Fully Connected Layers | 10 |
| 2.1.3.5 การเรียนรู้จากภาพ (Feature Learning) | 10 |

**สารบัญ (ต่อ)**

|  | **หน้า** |
| --- | --- |
| 2.1.3.6 ขนาดภาพอินพุต | 10 |
| 2.1.3.7 สมการที่ใช้งานในสถาปัตยกรรม |  |
| 2.2. กระบวนการปรับแต่งภาพและปรับปรุงภาพ (Image Preprocessing) |  |
| 2.2.1 การปรับขนาดภาพ (Image Resizing) | 12 |
| 2.2.2 การปรับความเข้มสีเทา (Gray Scale) | 12 |
| 2.2.3 การใช้ภาพสีในการแปลง (RGB to Grayscale) | 13 |
| 2.3. CycleGAN Architecture | 13 |
| 2.4. Haar Cascade | 16 |
| 2.4.1 **ขั้นตอนการ Integral image** | 17 |
| 2.4.2 ขั้นตอนการเรียนรูปด้วยวิธี Adaboost | 20 |
| 2.4.3 ขั้นตอนการรวมตัดจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง  (Cascade structure for Haar classifiers) | 21 |
| 2.5. OpenVC ในไลบรารี่ ha arcascade | 22 |
| บทที่ 3 การออกแบบโครงการ |  |
| 3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา | 25 |
| 3.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) | 25 |
| 3.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software) | 25 |
| 3.2 การจัดเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการฝึกสอน | 26 |
| 3.2.1 ข้อมูลรูปภาพบุคคลโดเมนเอกซ์ | 27 |
| 3.2.2 ข้อมูลรูปภาพบุคคลโดเมนวาย | 27 |
| 3.3 การออกเครือข่ายสร้างภาพเชิงการวนซ้ำ (CycleGAN) | 29 |
| 3.4 การออกแบบโครงข่ายสถาปัตยกรรม VGG-16 | 30 |
| 3.4.1 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมในการออกแบบ | 30 |
| 3.4.2 การฝึกสอนโมเดลใน VGG-16 | 32 |
| 3.5 การออกแบบการจับภาพใบหน้า (Opencv) | 33 |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน |  |
| 4.1 ผลการทดลอง | 36 |
| 4.2 ผลการฝึกสอนโมเดล VGG-16 เพื่อใช้ในระบบรู้จำใบหน้า | 38 |

**สารบัญ (ต่อ)**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **หน้า** |
| 4.2.1. ค่าความแม่นยำในการฝึกสอน | **38** |
| 4.2.2 ค่าความสูญเสียของข้อมูลในการฝึกสอน | **39** |
| 4.3 ผลการใช้ OpenCV ในการนำภาพเฉพาะใบหน้าคน | **40** |
| บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ และข้อเสนอแนะ |  |
| 5.1 สรุปผลการดำเนินการ | **41** |
| 5.1.2 ผลการสร้างภาพจาก CycleGAN | **41** |
| 5.1.2 การฝึกสอนโมเดลในการจำแนกใบหน้าด้วย VGG-16 | **41** |
| 5.1.3 การทดสอบระบบรู้จำใบหน้าด้วย OpenCV | **41** |
| 5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง | **42** |
| 5.3 สรุปผลการทดลอง | 42 |
| 5.4 ปัญหาและอุปสรรค | 42 |
| 5.5 แนวทางการแก้ไขปัญหา | 43 |
| 5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อ | 43 |
| บรรณานุกรม | 44 |
| ภาคผนวก | 45 |

**สารบัญตาราง**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **หน้า** |
| ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน | 5 |
| ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดการทำงานแต่ละเลเยอร์ของ VGG-16 | 31 |

**สารบัญภาพ**

|  | **หน้า** |
| --- | --- |
| ภาพที่ 2.1 สถาปัตยกรรม VGG-16 | 7 |
| ภาพที่ 2.2 แสดงขนาด(size) ของแต่ละชั้นของ VGG-16 | 8 |
| ภาพที่ 2.3 แสดงชั้น Hidden Layer | 9 |
| ภาพที่ 2.4 แสดงภาพต้นฉบับ และรูปที่แปลงเป็นสีเทา | 12 |
| ภาพที่ 2.5 ไดอะแกรมการทำงานของโมเดล GAN | 13 |
| ภาพที่ 2.6 โมเดล CycleGAN | 14 |
| ภาพที่ 2.7 ค่าสูญเสียความสมดุลตามรอบแบบไปข้างหน้า (Cycle-Consistency Loss) | 15 |
| ภาพที่ 2.8 แสดงการทำงานโดยรวมของโมเดล CycleGAN | 16 |
| ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการจำลองรูปแบบ Haar-like | 19 |
| ภาพที่ 2.10 แสดงตัวอย่างของตัวจำแนกแข็งแรงที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ด้วย Adaboots | 21 |
| ภาพที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง Cascade structure for Haar classifiers | 22 |
| ภาพที่ 2.12 แสดงการตรวจจับใบหน้าของ OpenCV haar cascade | 23 |
| ภาพที่ 3.1 ภาพรวมในการออกแบบการพัฒนาระบบ | 26 |
| ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างชุดข้อมูลในการฝึกสอนให้กับโมเดล CycleGAN | 27 |
| ภาพที่ 3.3 แสดงข้อมูลตัวอย่างใบหน้า ช่วงอายุ 40-50 ปี | 27 |
| ภาพที่ 3.4 แสดงข้อมูลตัวอย่างใบหน้า ช่วงอายุ 50-60 ปี | 28 |
| ภาพที่ 3.5 แสดงข้อมูลตัวอย่างใบหน้า ช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป | 28 |
| ภาพที่ 3.6 การออกแบบ CycleGAN ในการสร้างภาพ | 29 |
| ภาพที่ 3.7 ภาพรวมและขนาดของชั้นสถาปัตยกรรม VGG-16 | 30 |
| ภาพที่ 3.8 การฝึกสอนโมเดลของ VGG-16 | 32 |
| ภาพที่ 3.9 การออกแบบการครอบใบหน้าเพื่อใช้ในการเข้าระบบรู้จำใบหน้า | 33 |
| ภาพที่ 3.10 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ | 34 |
| ภาพที่ 4.1 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน ภาพโดเมน x, y และภาพผลลัพธ์ | 36 |
| ภาพที่ 4.2 การฝึกสอนเริ่มต้น ของCycleGAN | 37 |
| ภาพที่ 4.3 การฝึกสอนหลังจากผ่านมาที่ 1380 Epoch ของ CycleGAN | 37 |

**สารบัญภาพ (ต่อ)**

| ภาพที่ 4.4 เส้นกราฟแสดงความแม่นยำของชุดข้อมูลที่ใช้งานการฝึก | 38 |
| --- | --- |
| ภาพที่ 4.5 เส้นกราฟแสดงความสูญเสียของชุดข้อมูลที่ใช้งานการฝึกสอน | 39 |
| ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างชุดข้อมูลภาพที่ใช้ในการฝึกสอนโมเดล สำหรับการรู้จำใบหน้า | 40 |
| ภาพที่ 4.7 ด้านซ้าย การแสดงผลการรู้จำใบหน้า ในระยะที่ใกล้เกินไป  ภาพด้านขวา เป็นผลการแสดงผลการรู้จำใบหน้าที่ระยะที่เหมาะสม | 40 |