

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ .....	ก
กิตติกรรมประกาศ .....	ข
สารบัญ .....	ค
สารบัญตาราง .....	จ
สารบัญภาพประกอบ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 หลักการและเหตุผล .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	1
1.4 ภาพรวมของระบบ .....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
1.6 แผนการดำเนินงาน .....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	24
2.3 การประเมินประสิทธิภาพ .....	25
บทที่ 3 กระบวนการดำเนินงาน .....	27
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง .....	27
3.2 การจัดทำชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง .....	27
3.4 การตรวจสอบภาพ .....	27
3.5 กระบวนการจำแนก .....	31
3.6 การสุ่มรูปแบบคำถาม .....	41
3.7 การหาคำตอบจากรูปแบบของคำถาม .....	42
บทที่ 4 ผลการทดลอง .....	43
4.1 ผลการทดลอง .....	43
4.2 สรุปผลการทดลอง .....	48
บทที่ 5 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง .....	49
5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง .....	49

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	49
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	49
เอกสารอ้างอิง .....	50
ภาคผนวก.....	51
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งาน .....	52
ภาคผนวก ข ตาราง Confusion matrix.....	55
บทความวิจัย .....	57
โปสเตอร์โครงงาน.....	63
ประวัติย่อผู้จัดทำโครงงาน .....	65

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน .....	6
ตารางที่ 2.1 ตารางความคลาดเคลื่อน.....	26
ตารางที่ 4.1 รูปแบบของ model cnn.....	43
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการ training.....	44
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างคำทำนาย 5 รูป.....	45
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างคำทำนาย 4 รูป.....	45
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างคำทำนาย 3 รูป.....	46

## สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1.1 รูปเรขาคณิตที่ต่อเนื่อง และ ไม่ต่อเนื่อง.....	2
ภาพประกอบที่ 1.2 รูปเรขาคณิตที่ถูกต้อง และ ไม่ถูกต้อง.....	2
ภาพประกอบที่ 1.3 ภาพรวมระบบ .....	3
ภาพประกอบที่ 1.4 ภาพตัวอย่างของคำถาม.....	3
ภาพประกอบที่ 1.5 ภาพกระบวนการตรวจสอบภาพ.....	3
ภาพประกอบที่ 1.6 ภาพกระบวนการสร้าง Modal.....	3
ภาพประกอบที่ 1.7 ภาพที่นำเข้ามา Training.....	4
ภาพประกอบที่ 1.8 ขั้นตอนเบื้องต้น Image Processing .....	4
ภาพประกอบที่ 1.9 การแบ่ง Class ตามรูปทรงเรขาคณิต .....	5
ภาพประกอบที่ 1.10 ตัวอย่างหน้าGUI หน้าแสดงคำถาม .....	5
ภาพประกอบที่ 2.1 ภาพที่มีจำนวนจุดภาพต่างกัน.....	8
ภาพประกอบที่ 2.2 การอ้างอิงพิกัดของข้อมูลภาพ .....	8
ภาพประกอบที่ 2.3 การทำ sampling และ quantization.....	9
ภาพประกอบที่ 2.4 ลักษณะของภาพ ภาพทริกซ์เลอร์.....	10
ภาพประกอบที่ 2.5 แบบจำลองสี RGB .....	11
ภาพประกอบที่ 2.6 แบบจำลองสี HSV .....	12
ภาพประกอบที่ 2.7 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซลภาพที่ประกอบเป็นตัว อักษร .....	13
ภาพประกอบที่ 2.8 ตัวอย่างการแทนค่าพิกเซลลงบนรูปที่รับเข้ามา .....	14
ภาพประกอบที่ 2.9 จำลองเมทริกซ์ที่ได้จากรูปที่รับเข้ามาและเมทริกซ์ตัวกรองค่า .....	15
ภาพประกอบที่ 2.10 การทำงานของตัวกรองค่าและการกำเนิดเมทริกซ์ชุดใหม่หรือพีเจอร์แมพ.....	15
ภาพประกอบที่ 2.11 ภาพขาวดำดั้งเดิมเมื่อผ่านการทำคอนโวลูชันกลายเป็นพีเจอร์แมพ .....	16
ภาพประกอบที่ 2.12 ตัวอย่างผลลัพธ์หลังการทำ ReLU .....	16
ภาพประกอบที่ 2.13 การพูลลิงค่ามากที่สุด .....	17
ภาพประกอบที่ 2.14 ภาพผลลัพธ์ที่ได้หลังการทำพูลลิง.....	17
ภาพประกอบที่ 2.15 ภาพผังการทำงานของระบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบสังวัตนาการ.....	17
ภาพประกอบที่ 2.16 การเชื่อมต่อกันของแต่ละชั้นอย่างสมบูรณ์ .....	18
ภาพประกอบที่ 2.17 ตัวอย่าง Gimpy CAPTCHA.....	19
ภาพประกอบที่ 2.18 EZ-Gimpy CAPTCHA.....	19
ภาพประกอบที่ 2.19 ตัวอย่างแคปท์ชาของ Google, Microsoft และ Yahoo ตามลำดับ .....	19

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 2.20 ตัวอย่าง Fedora CAPTCHA.....	20
ภาพประกอบที่ 2.21 audio and visual CAPTCHA .....	20
ภาพประกอบที่ 2.22 แคปต์ชารูปแบบเสียงที่ให้ผู้ใช้ออกเสียงตามประโยคที่ได้ยิน .....	21
ภาพประกอบที่ 2.23 ESP-PIX CAPTCHA.....	22
ภาพประกอบที่ 2.24 Asirra CAPTCHA.....	23
ภาพประกอบที่ 2.25 Four-panel cartoon CAPTCHA .....	23
ภาพประกอบที่ 2.26 NuCAPTCHA.....	23
ภาพประกอบที่ 2.27 แคปต์ชารูปร่าง เรขาคณิต.....	24
ภาพประกอบที่ 2.28 แบบรูปที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะของรูปร่าง .....	24
ภาพประกอบที่ 2.29 แคปต์ชารูปร่าง เรขาคณิต และสี .....	25
ภาพประกอบที่ 2.30 แบบรูปที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะของสี .....	25
ภาพประกอบที่ 3.1 ตัวอย่างภาพที่สร้างขึ้น.....	27
ภาพประกอบที่ 3.2 ขั้นตอนการตรวจสอบภาพ.....	27
ภาพประกอบที่ 3.3 ตัวอย่างภาพที่นำเข้า.....	28
ภาพประกอบที่ 3.4 ตัวอย่างการนับสีดำแต่ละพิกเซล .....	28
ภาพประกอบที่ 3.5 ตัวอย่างการเปลี่ยนสี .....	29
ภาพประกอบที่ 3.6 ตัวอย่างภาพที่เปลี่ยนสีพื้นหลังและด้านในรูปเรขาคณิต.....	29
ภาพประกอบที่ 3.7 ตัวอย่างภาพที่หาตำแหน่งได้.....	30
ภาพประกอบที่ 3.8 ตัวอย่างการนำภาพที่แยก ใส่ Label.....	30
ภาพประกอบที่ 3.9 การหาข้อมูลของรูปทรงเรขาคณิต ทั้งแนวนอน และแนวตั้ง .....	31
ภาพประกอบที่ 3.10 ตัวอย่างภาพที่input มาขนาด 6*6 .....	31
ภาพประกอบที่ 3.11 ตัวอย่าง Filter ที่กำหนดขนาด 2*2.....	32
ภาพประกอบที่ 3.12 ตัวอย่างขนาดของภาพใหม่ ขนาด 7*7.....	32
ภาพประกอบที่ 3.13 ตัวอย่างภาพ input ที่ทำการเพิ่มขอบของภาพต้นฉบับ .....	32
ภาพประกอบที่ 3.14 ตำแหน่งการวาง Filter ในรอบแรก.....	33
ภาพประกอบที่ 3.15 ค่าใหม่หลังจากการ Stride ในรอบที่ 1 .....	33
ภาพประกอบที่ 3.16 ตำแหน่งการวาง Filter ในรอบที่ 2 .....	34
ภาพประกอบที่ 3.17 ค่าใหม่หลังจากการ Stride ในรอบที่ 2 .....	34
ภาพประกอบที่ 3.18 ผลลัพธ์จากการทำ Convolution จนครบทุกช่อง .....	35

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 3.19 ตัวอย่างการทำ Max-Pooling.....	35
ภาพประกอบที่ 3.20 โครงสร้าง Convolution Neural Network .....	36
ภาพประกอบที่ 3.21 Code การกำหนด layers.....	36
ภาพประกอบที่ 3.22 กระบวนการสร้าง Model .....	37
ภาพประกอบที่ 3.23 ตัวอย่างภาพที่นำเข้ามา Training .....	37
ภาพประกอบที่ 3.24 Code การโหลดข้อมูลภาพ .....	37
ภาพประกอบที่ 3.25 ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ภาพที่นำเข้ามา Training .....	37
ภาพประกอบที่ 3.26 ขั้นตอนเบื้องต้น Image Processing .....	38
ภาพประกอบที่ 3.27 ตัวอย่างภาพ Template.....	38
ภาพประกอบที่ 3.28 ตัวอย่างภาพต้นฉบับก่อนทำ Dilation .....	39
ภาพประกอบที่ 3.29 ตัวอย่างภาพก่อนและหลังทำ Dilation รอบที่ 2.....	39
ภาพประกอบที่ 3.30 ตัวอย่างภาพก่อนและหลังทำ Dilation รอบที่ 3.....	39
ภาพประกอบที่ 3.31 ตัวอย่างภาพหลังทำ Dilation .....	39
ภาพประกอบที่ 3.32 การแบ่ง Class ตามรูปทรงเรขาคณิต และ สี.....	40
ภาพประกอบที่ 3.33 ตัวอย่าง Layers ของ model การรู้จำรูปเรขาคณิต.....	40
ภาพประกอบที่ 3.34 ตัวอย่าง การเรียง Layers ของmodel การรู้จำรูปเรขาคณิต .....	40
ภาพประกอบที่ 3.35 การสุ่มรูปแบบคำถาม .....	41
ภาพประกอบที่ 3.36 โค้ดของการหาคำตอบ .....	42
ภาพประกอบที่ 4.1 กราฟแสดงค่า loss และ accuracy ของ model ที่สร้างขึ้น.....	44
ภาพประกอบที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยการคาดเดาคำตอบ.....	48
ภาพประกอบที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยเวลา .....	48
ภาพประกอบที่ ก-1 ตัวอย่างหน้า GUI ของ โปรแกรม.....	53
ภาพประกอบที่ ก-2 หน้า GUI เมื่อคลิกที่ปุ่ม Random .....	53
ภาพประกอบที่ ก-3 หน้า GUI เมื่อคลิกที่ปุ่ม .....	54
ภาพประกอบที่ ข-1 Confusion matrix .....	56