

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	15
1.1 หลักการและเหตุผล.....	15
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	15
1.3 ขอบเขตของโครงการ	15
1.4 ภาพรวมของระบบ	18
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	19
1.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	20
1.6.1 Hardware	20
1.6.2 Software	20
1.7 แผนการดำเนินงาน.....	21
1.8 ตัวอย่างโปรแกรม.....	22
1.8.1 Website.....	22
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.1.1 ภาษาที่เกี่ยวข้อง	24
2.1.2 ขั้นตอนการ Pre-process.....	25
2.1.3 การรู้จำตัวอักษร (Optical Character Recognition หรือ OCR)	28
2.1.4 Convolution Neural Network	29
2.1.5 Long Short-Term Memory (LSTM).....	31
2.1.6 Gated Recurrent Units (GRU).....	32
2.1.7 การตรวจจับข้อความด้วยการ Contour	33
2.1.8 Connection Temporal Classification (CTC).....	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	36
3.1 กรอบการดำเนินงาน	36
3.2 การสแกนหาเอกสาร (Document Scanner).....	39
3.2.1 การรับข้อมูลภาพเข้ามา (Input Image).....	40
3.2.2 การแปลงภาพสี RGB ไปเป็นภาพระดับเทา (Gray Scale).....	40
3.2.3 การลดสัญญาณรบกวน (Noise) ภาพระดับเทาด้วยตัวกรองเกาส์เซียน.....	42
3.2.4 การทำตรวจจับขอบ (Edge Detection) โดยใช้ตัวกรอง Canny	44
3.2.5 การหาเส้นเค้าโครง (Contours) ของเอกสาร.....	47
3.2.6 การบิดแปลงภาพให้ตรงด้วย Warp Perspective	51
3.3 การตรวจจับข้อความ (Text Detection)	55
3.3.1 การเตรียมพร้อมภาพ (Pre-Processing).....	56
3.4 การรู้จำลายมือ (Handwritten recognition).....	58
3.5 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง.....	66
3.6 การวัดประสิทธิภาพ	66
3.6.1 การวัดประสิทธิภาพการตรวจจับข้อความ Confusion Matrix	67
3.6.2 การวัดประสิทธิภาพการรู้จำตัวอักษร Character Error Rate (CER).....	68
3.7 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ	70
3.7.1 Context Diagram	70
3.7.2 External Entity Description	70
3.7.3 Data Store Description.....	70
3.7.4 Data Structure Description.....	71
3.7.5 รายละเอียดตารางข้อมูล (Data Table Description)	73
บทที่ 4 ผลการทดลอง	74
4.1 ผลการทดลองขั้นตอนการ pre-process.....	74
4.2 การตัดภาพส่วนที่มีข้อความ	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำโดยการปรับค่า Optimizers.....	80
4.3.1 การประเมินประสิทธิภาพ Model	80
4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำเอกสารกับ Tesseract.....	86
4.5 ผลลัพธ์ประสิทธิภาพการรู้จำจาก Model Optimizer	92
4.6 ตัวอย่าง Website Application บน Mobile	97
4.7 ตัวอย่างบน Website Application	99
4.8 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	102
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง.....	103
5.1 สรุปผล และอภิปรายผล.....	103
5.2 ปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินงาน.....	103
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	103
เอกสารอ้างอิง	104
ภาคผนวก.....	107
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้บน Mobile	108
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน Website Application	115
บทความวิจัย	122
โปสเตอร์โครงงาน.....	136
ประวัติย่อผู้จัดทำโครงงาน.....	138

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน	21
ตารางที่ 3.1 รูปผลลัพธ์ของแต่ละขั้นตอนในการทำ Document Scanner	38
ตารางที่ 3.2 จุดต่ำกว่าและสูงกว่าของค่ากรองที่ตั้งไว้.....	46
ตารางที่ 3.3 ตารางของ Confusion Matrix	67
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างชุดข้อมูลอบรมและสัมมนา.....	67
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการคำนวณ Confusion Matrix	68
ตารางที่ 3.6 ตารางแสดง External Entity Description	70
ตารางที่ 3.7 ตารางแสดง Data Store Description.....	70
ตารางที่ 3.8 ตารางแสดง Data Structure Description.....	71
ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงข้อมูลการทำนาย (Predicts).....	73
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการทำงานของขั้นตอนการ Pre-process.....	74
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างการทำงานของขั้นตอนการ gray scale และ GaussianBlur	75
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการทำงานของขั้นตอนการ Canny และ Contours	76
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการทำงานของขั้นตอนทำการ crop.....	77
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการตัดภาพส่วนที่มีข้อความ	78
ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ภาพที่ได้จากการ Crop.....	79
ตารางที่ 4.7 รูปแบบ Model ที่ทำการทดลอง ทั้ง 2 Model	80
ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินประสิทธิภาพค่า CER	80
ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 1	82
ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 2.....	82
ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 3.....	82
ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 4.....	83
ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 5.....	83
ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 6.....	83
ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 7.....	84
ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 8.....	84
ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 9.....	84
ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายผลจาก Optimizer ทั้ง 3 ประเภท ภาพที่ 10.....	85

สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1.1 ตัวอย่างเอกสาร	17
ภาพประกอบที่ 1.2 แผนผังภาพรวมของระบบ	18
ภาพประกอบที่ 1.3 GUI Website Upload File	22
ภาพประกอบที่ 1.4 GUI Website Search&Delete.....	22
ภาพประกอบที่ 1.5 GUI Website All Results	23
ภาพประกอบที่ 1.6 GUI Website Edit.....	23
ภาพประกอบที่ 2.1 ชุดข้อมูลภาษาอังกฤษ.....	24
ภาพประกอบที่ 2.2 ชุดข้อมูลภาษาไทย.....	25
ภาพประกอบที่ 2.3 ตัวอย่างไดเลชัน (Dilation).....	26
ภาพประกอบที่ 2.4 ตัวอย่างหลังทำอีโรชัน (Erosion).....	26
ภาพประกอบที่ 2.5 ตัวอย่างการแบ่งระดับ	27
ภาพประกอบที่ 2.6 Covolution Neural Network	29
ภาพประกอบที่ 2.7 Convolution Neural Network Layer.....	29
ภาพประกอบที่ 2.8 Convolution Layer.....	30
ภาพประกอบที่ 2.9 Max Pooling.....	30
ภาพประกอบที่ 2.10 Average Pooling.....	30
ภาพประกอบที่ 2.11 Long Short-Term Momory (LSTM) ที่ 1	31
ภาพประกอบที่ 2.12 Long Short-Term Momory (LSTM) ที่ 2.....	31
ภาพประกอบที่ 2.13 Gated Recurrent Units (GRU)	32
ภาพประกอบที่ 2.14 ตัวอย่างก่อนทำและหลังทำ Contour	33
ภาพประกอบที่ 3.1 กรอบการดำเนินงานของระบบ	36
ภาพประกอบที่ 3.2 ขั้นตอนในการทำ Document Scanner.....	37
ภาพประกอบที่ 3.3 ขั้นตอนการตรวจจับข้อความ	39
ภาพประกอบที่ 3.4 ก่อนและหลังจากค่า RGB ไปเป็น Gray Scale	40
ภาพประกอบที่ 3.5 ข้อมูลภาพที่รับเข้ามาเป็น RGB.....	41
ภาพประกอบที่ 3.6 ภาพหลังจากแปลง RGB เป็นภาพระดับเทา.....	41
ภาพประกอบที่ 3.7 ตัวกรองสัญญาณรบกวนเกาส์เซียนแบบ 1 มิติ.....	42
ภาพประกอบที่ 3.8 ตัวกรองสัญญาณรบกวนเกาส์เซียนแบบ 2 มิติ.....	43

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 3.9 ภาพระดับเทา	43
ภาพประกอบที่ 3.10 ภาพระดับเทาหลังใช้ตัวกรองสัญญาณรบกวนเกาส์เซียน	44
ภาพประกอบที่ 3.11 Sobel Mask ขนาด 3x3	45
ภาพประกอบที่ 3.12 การคำนวณหา Gradient	45
ภาพประกอบที่ 3.13 ภาพระดับเทาหลังใช้ตัวกรองสัญญาณรบกวนเกาส์เซียน	46
ภาพประกอบที่ 3.14 ภาพระดับเทาหลังใช้ตัวกรอง Canny	47
ภาพประกอบที่ 3.15 การทำงานของ Draw Contours	47
ภาพประกอบที่ 3.16 ตัวอย่างการ Contour ขั้นตอนที่ 1	48
ภาพประกอบที่ 3.17 ตัวอย่างการ Contour ขั้นตอนที่ 2	48
ภาพประกอบที่ 3.18 ตัวอย่างการ Contour ขั้นตอนที่ 3.1	49
ภาพประกอบที่ 3.19 ตัวอย่างการ Contour ขั้นตอนที่ 3.2	49
ภาพประกอบที่ 3.20 ภาพผลลัพธ์หลังการทำ Contour จนครบ	50
ภาพประกอบที่ 3.21 ภาพตัวอย่างก่อนการทำ Contour	50
ภาพประกอบที่ 3.22 ภาพตัวอย่างหลังการทำ Contour	51
ภาพประกอบที่ 3.23 การทำงานของ Warp Perspective.....	51
ภาพประกอบที่ 3.24 เมทริกซ์ 2 มิติของพิกัดในรูปภาพ.....	52
ภาพประกอบที่ 3.25 เมทริกซ์พิกัดของรูปภาพที่รับเข้ามา	52
ภาพประกอบที่ 3.26 เมทริกซ์บิดแปลงรูปภาพขนาด 3x3	52
ภาพประกอบที่ 3.27 การคำนวณเมทริกซ์ของพิกัดใหม่	52
ภาพประกอบที่ 3.28 เมทริกซ์ของพิกัดใหม่.....	53
ภาพประกอบที่ 3.29 ตัวอย่างการคำนวณหาเมทริกซ์พิกัดใหม่.....	53
ภาพประกอบที่ 3.30 ตัวอย่างการแปลงพิกัดเก่าไปยังพิกัดใหม่.....	54
ภาพประกอบที่ 3.31 ภาพตัวอย่างก่อนการทำ Warp Perspective	54
ภาพประกอบที่ 3.32 ภาพตัวอย่างหลังการทำ Warp Perspective.....	54
ภาพประกอบที่ 3.33 ตัวอย่างภาพที่ผ่านการสแกน.....	55
ภาพประกอบที่ 3.34 ตัวอย่างเอกสารหลัง reshape.....	56
ภาพประกอบที่ 3.35 ตัวอย่างการระบุตำแหน่งที่ต้องการตัด.....	57
ภาพประกอบที่ 3.36 ผลลัพธ์การตัด crop.....	57

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 3.37 ขั้นตอนการทำงานของกรรผู้จำลายมือ.....	58
ภาพประกอบที่ 3.38 Flow การทำงานกรรผู้จำลายมือ	58
ภาพประกอบที่ 3.39 ภาพต้นฉบับก่อนทำ Convolution.....	60
ภาพประกอบที่ 3.40 Filter สำหรับการทำ Convolution ขนาด 3 x 3.....	60
ภาพประกอบที่ 3.41 การทำ Convolution ในรอบแรก.....	60
ภาพประกอบที่ 3.42 ค่าใหม่หลังจากการคำนวณ ในรอบแรก.....	61
ภาพประกอบที่ 3.43 การทำ Convolution ในรอบที่สอง	61
ภาพประกอบที่ 3.44 ค่าใหม่หลังจากการคำนวณ ในรอบที่สอง	62
ภาพประกอบที่ 3.45 ค่าหลังจากการคำนวณ Convolution จนครบทั้งหมด.....	62
ภาพประกอบที่ 3.46 ภาพก่อนการทำ Max Pooling	63
ภาพประกอบที่ 3.47 ภาพการทำ Max Pooling ครั้งแรก	63
ภาพประกอบที่ 3.48 ภาพการทำ Max Pooling ครั้งที่สอง.....	63
ภาพประกอบที่ 3.49 ภาพหลังจากการทำ Max Pooling จนครบแล้ว.....	63
ภาพประกอบที่ 3.50 ตัวอย่าง Time-Step ของข้อมูล.....	64
ภาพประกอบที่ 3.51 ตัวอย่างการ Feed ข้อมูลเข้าทีละ Time Step	64
ภาพประกอบที่ 3.52 ตัวอย่างชุดข้อมูลเอกสาร เบิกค่าลงทะเบียน (ชุดข้อมูล 1 ภาพ).....	66
ภาพประกอบที่ 3.53 ตัวอย่างชุดข้อมูลเอกสาร เบิกค่าลงทะเบียน (ชุดข้อมูล 1 บรรทัด).....	66
ภาพประกอบที่ 3.54 การวัดประสิทธิภาพกรรผู้จำตัวอักษรค่าที่ 1	69
ภาพประกอบที่ 3.55 การวัดประสิทธิภาพกรรผู้จำตัวอักษรค่าที่ 2	69
ภาพประกอบที่ 3.56 ภาพ Context Diagram	70
ภาพประกอบที่ 4.1 กราฟโมเดล 3 โมเดล Adam, SGD, RMSprop.....	81
ภาพประกอบที่ 4.2 ภาพกราฟแสดงค่า Loss ที่ได้จาก Model	86
ภาพประกอบที่ 4.3 ตัวอย่างก่อนทำนาย Website บน Mobile.....	97
ภาพประกอบที่ 4.4 ตัวอย่างปุ่มเมนู Website บน Mobile.....	97
ภาพประกอบที่ 4.5 ตัวอย่างหน้า “Search” และ “Delete” ข้อมูลบน Mobile	98
ภาพประกอบที่ 4.6 หน้า Edit Form บน Mobile.....	98
ภาพประกอบที่ 4.7 ตัวอย่าง หน้า “All Results” บน Mobile.....	99
ภาพประกอบที่ 4.8 ตัวอย่างก่อนทำนายบน Website.....	99

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 4.9 ตัวอย่างหลังทำนายบน Website	100
ภาพประกอบที่ 4.10 ตัวอย่างหน้า “Search” และ “Delete” ข้อมูลบน Website.....	100
ภาพประกอบที่ 4.11 หน้า Edit Form บน Website.....	101
ภาพประกอบที่ 4.12 ตัวอย่าง หน้า “All Results”	101
ภาพประกอบที่ ก-1 หน้าแรกสุดเมื่อเข้าลิงค์เว็บมา	109
ภาพประกอบที่ ก-2 เมนูฟังก์ชัน.....	109
ภาพประกอบที่ ก-3 หน้าเลือกรูปภาพนำเข้า.....	110
ภาพประกอบที่ ก-4 หน้าเมื่อเลือกรูปภาพแล้ว	110
ภาพประกอบที่ ก-5 หน้าแสดงผลการทำนายและบันทึก	111
ภาพประกอบที่ ก-6 หน้า Select และ Delete	111
ภาพประกอบที่ ก-7 รูปเลือกเอกสารที่ต้องการลบ	112
ภาพประกอบที่ ก-8 หน้าลบรูปเอกสารสำเร็จ	112
ภาพประกอบที่ ก-9 หน้าแสดงผลการทำนายทั้งหมด	113
ภาพประกอบที่ ก-10 หน้า Edit Form	113
ภาพประกอบที่ ก-11 หน้าแสดงเอกสารที่ต้องแก้ไข	114
ภาพประกอบที่ ก-12 หน้าบันทึกข้อมูลจากการแก้ไข.....	114
ภาพประกอบที่ ข-1 หน้าแรกสุดเมื่อเข้าลิงค์เว็บมา	116
ภาพประกอบที่ ข-2 หน้าเลือกรูปภาพนำเข้า.....	116
ภาพประกอบที่ ข-3 หน้าเมื่อเลือกรูปภาพแล้ว	117
ภาพประกอบที่ ข-4 หน้าแสดงผลการทำนายและบันทึก	117
ภาพประกอบที่ ข-5 หน้า Select และ Delete	118
ภาพประกอบที่ ข-6 หน้าลบรูปเอกสารสำเร็จ	118
ภาพประกอบที่ ข-7 หน้าลบรูปเอกสารสำเร็จ	119
ภาพประกอบที่ ข-8 หน้าแสดงผลการทำนายทั้งหมด	119
ภาพประกอบที่ ข-9 Edit Form	120
ภาพประกอบที่ ข-10 หน้าแสดงเอกสารที่ต้องแก้ไข	120
ภาพประกอบที่ ข-11 หน้าบันทึกข้อมูลจากการแก้ไข.....	121