

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สัมประรดฤแลเชิงร่าย	4
2.2 เทคโนโลยีด้านประมวลผลภาพ (Image processing)	7
2.3 ปัญญาประดิษฐ์	18
2.4 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน	27
2.5 TensorFlow	32
2.6 Keras	33
2.7 OpenCV	34
2.8 k-fold cross validation	34
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	
3.1 แผนผังการดำเนินงาน	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน
3.2	การเตรียมข้อมูลรูปภาพความสุกสับปะรดก่อนนำไปฝึกสอนโมเดล 41
3.3	ขั้นตอนเรียนรู้แบบ convolutional neural network 43
3.4	การนำโมเดลไปใช้งาน 50
3.5	การออกแบบและพัฒนาเครื่องระบบคัดแยกกระดับสับปะรดด้วยสีผิวของ เปลือกสับปะรด 50
4	ผลการทดลอง
4.1	การทดลองหาค่าอัตราเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมสำหรับการลำเลียง สับปะรดผ่านจุดคัดแยก 55
4.2	การทดลองหาระยะความห่างจากสับปะรดและกล้องจับภาพ 56
4.3	การทดลองหาค่าแม่นยำของระบบ 57
4.4	การทดลองหาค่าแม่นยำด้วยวิธี 10-fold cross-validation 61
5	สรุปผลการวิจัย
5.1	สรุปและอภิปรายผล 66
5.2	ข้อเสนอแนะ 67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	
ก	อุปกรณ์ระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก 70
ข	โค้ดโปรแกรมระบบคัดแยกกระดับของสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกเทรนโมเดล 73
ค	โค้ดโปรแกรมระบบคัดแยกกระดับของสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก ตัวเครื่อง 77
ง	โค้ดโปรแกรมทดลอง 10 fold cross validation 85
ประวัติผู้วิจัย	88

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางกายภาพสับประตูกแล	4
2.2 พื้นที่ผลิตสับประตูกแลเชียงราย	6
2.3 การเก็บค่าของสีในแต่ละจุดภาพ	8
2.4 พิกัดที่อ้างอิงถึงภาพดิจิทัล	8
2.5 ภาพสีและค่าที่เก็บอยู่ในแต่ละจุดภาพซึ่งประกอบไปด้วยค่าในแกนสีแดง ค่าในแกนสีเขียวและค่าในแกนสีน้ำเงิน	9
2.6 การประกอบกันของภาพสีแดง เขียว และน้ำเงิน	9
2.7 ภาพระดับสีเทา	10
2.8 ภาพการเปลี่ยนจากสี RGB เป็นภาพระดับสีเทา grayscale	11
2.9 ตัวประกอบโครงสร้างรูปจาน (disk) ขนาด 3 หน่วย	12
2.10 ตัวประกอบโครงสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (diamond) ขนาด 3 หน่วย	12
2.11 ตัวประกอบโครงสร้างรูปแบนแปดด้าน (octagonal) ขนาด 3 หน่วย	13
2.12 ตัวประกอบโครงสร้างเส้นตรง (line) ขนาด 9 หน่วย เมื่อ นามาใช้สามารถ ปรับมุมได้	13
2.13 ตัวประกอบโครงสร้างสี่เหลี่ยม (square) ขนาด 3x3	13
2.14 กระบวนการขยายภาพ (dilation operation)	15
2.15 ภาพการขยายวัตถุภายในภาพโดยใช้ structure element ที่มีรูปทรงเป็น เส้นตรงในแนวตั้ง	15
2.16 โครงสร้างพื้นฐานของระบบรู้จำภาพ	16
2.17 การหาลักษณะเด่นโดยวิธีการหาความหนาแน่นของจุดขาว	17
2.18 ความสัมพันธ์ของปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง	18
2.19 เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง	19
2.20 การเรียนรู้เชิงลึกการรู้จำภาพ	20
2.21 bioelectric network	21

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.22 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (supervised learning)	23
2.23 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (unsupervised learning)	24
2.24 feed-forward network	25
2.25 feed-back network	25
2.26 Network Layer	26
2.27 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน	28
2.28 ลักษณะของ Filter	29
2.29 ลักษณะของ Stride	29
2.30 ลักษณะของ Stride ที่มากขึ้น	30
2.31 ลักษณะของ Padding	30
2.32 ลักษณะของ Max Pooling	30
2.33 10-Fold Cross Validation	35
3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยระบบคัดแยกความสุขของ สับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก	40
3.2 ลักษณะภาพถ่ายที่ได้จากกล้องโทรศัพท์	42
3.3 การแบ่งรูปภาพสับปะรดเป็น 5 ระดับจากผู้เชี่ยวชาญ	42
3.4 ตัดขอบรูปภาพในส่วนที่เกินขอบเขตออกไป	43
3.5 ขั้นตอนการวิจัยในกระบวนการเรียนรู้แบบ convolutional neural network	43
3.6 อิมพอร์ตไลบรารีต่าง ๆ เข้ามาใช้งานวิจัย	44
3.7 การสร้าง path ที่อยู่ของข้อมูลรูปภาพโดยใช้ไลบรารี os	44
3.8 จัดการข้อมูลรูปภาพด้วยไลบรารี image data generator	45
3.9 แปลงข้อมูลรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบ array	45
3.10 Architecture ของ Model Convolutional Neural Network	47

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.11 กราฟแสดงค่าความแม่นยำการฝึกสอนโมเดล 100 รอบเสร็จสิ้น	48
3.12 กราฟแสดงค่าความผิดพลาดการฝึกสอนโมเดล 100 รอบเสร็จสิ้น	49
3.13 ทดสอบความแม่นยำของโมเดลกับ Test set	49
3.14 converter โมเดล tensorflow ให้เป็นโมเดล tensorflow lite	50
3.15 ขั้นตอนการทำงานของระบบคัดแยกความสุกของสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก	51
3.16 การออกแบบระบบคัดแยกความสุกดิบของสับปะรดด้วยลักษณะสีของเปลือก	52
3.17 แผนภาพแสดงฮาร์ดแวร์ของระบบคัดแยกความสุกดิบของสับปะรดด้วยลักษณะสีของเปลือก	53
4.1 อุปกรณ์ต้นแบบระบบคัดแยกความสุกดิบของสับปะรดด้วยลักษณะสีของเปลือก	54
4.2 ระยะความห่างของกล่องเพื่อหาจุดโฟกัสและมุมมองที่ดีที่สุด	56
4.3 ภาพการทดลองระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกจากระยะที่ติดตั้งกล่อง	57
4.4 ภาพการทดลองระบบคัดแยกระดับสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกสับปะรดจากระยะที่ติดตั้งกล่อง	57
4.5 การเรียงข้อมูลรูปภาพสับปะรดทั้ง 5 ระดับ	62
4.6 ผลการทดลองหาค่าความแม่นยำทั้ง 10 รอบ	64
5.1 อุปกรณ์ที่สมบูรณ์ของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก	65
ก.1 เครื่องระบบคัดแยกระดับสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกสับปะรด	71
ก.2 หน้าจอแสดงผลของระบบคัดแยกระดับสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกสับปะรด	71
ก.3 การติดตั้งกล่องในระยะความห่างที่เหมาะสม	72
ก.4 รูปภาพที่ได้รับผ่านกล้องของระบบคัดแยกระดับสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกสับปะรด	72

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองการหาค่าอัตราเร็วที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งานลำเลียงสับปะรด ของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก	55
4.2 ผลการทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดของตัวอย่างระดับที่ 1	58
4.3 ผลการทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดของตัวอย่างระดับที่ 2	58
4.4 ผลการทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดของตัวอย่างระดับที่ 3	59
4.5 ผลการทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดของตัวอย่างระดับที่ 4	60
4.6 ผลการทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดของตัวอย่างระดับที่ 5	60
4.7 การแบ่งข้อมูลทั้ง 10 รอบ ของชุดข้อมูลฝึกสอนและทดสอบ	62