



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาระบบจักรกลวิทัศน์ภาพถ่ายความร้อนสำหรับตรวจจับสิ่ง
แปลกปลอมในเมล็ดพืชแบบอัตโนมัติ

Design and Development of Thermal Imaging Machine Vision System
for Automatic Foreign Bodies Detection in Grains

นายทวีพล ชี้อัสตัย
นางนวกัษรา หนูนาค
นายเอกสิทธิ์ ศรีธรรม

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาระบบจักรกลวิทัศน์ภาพถ่ายความร้อนสำหรับตรวจจับสิ่ง
แปลกปลอมในเมล็ดพืชแบบอัตโนมัติ

Design and Development of Thermal Imaging Machine Vision System
for Automatic Foreign Bodies Detection in Grains

นายทวีพล ชื้อสัตย์

นางนวกัษรา หนูนาค

นายเอกสิทธิ์ ศรีธรรม

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยโครงการ “การออกแบบและพัฒนาระบบจักรกลวิทัศน์ภาพถ่ายความร้อนสำหรับตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในเมล็ดพืชแบบอัตโนมัติ (Design and Development of Thermal Imaging Machine Vision System for Automatic Foreign Bodies Detection in Grains)” ภายใต้แผนงานวิจัย “การวิจัยและพัฒนา ระบบตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่มีสมบัติทางกายภาพคล้ายเมล็ดพืช (Research and Development of Detecting System for Foreign Bodies Having Similar Physical Properties to Grains)” ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร และภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมสำหรับการอำนวยความสะดวกให้การ สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือวิจัย และสถานที่สำหรับการดำเนินงานวิจัยโดยการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุน การวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

ทวีพล ชี้อัสต์ย
นวกัฑรา หนูนาค
เอกสิทธิ์ ศรีธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 เมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม.....	5
2.2 การตรวจสอบและคัดแยกสิ่งแปลกปลอม.....	5
2.3 การถ่ายเทความร้อน.....	11
2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 ชุดอุปกรณ์และตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....	16
3.2 การหาเวลาสำหรับการถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม.....	23
3.2 การทำงานของระบบและโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอม.....	24
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	28
4.1 เวลาสำหรับการถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม.....	28
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบและโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอม.....	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	39
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	39
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	40
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย.....	41
บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง.....	42
ภาคผนวก.....	43
ประวัตินักวิจัย.....	45

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของสิ่งแปลกปลอมและเมล็ดพืช.....	10
2.2 ตัวอย่างความจุความร้อนจำเพาะของสิ่งแปลกปลอมและเมล็ดพืช.....	10
4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของชิ้นทดสอบและเวลาคายความร้อน.....	28
4.2 แสดงผลการทดลอง ข้าว-เศษไม้.....	36
4.3 แสดงผลการทดลอง ข้าว-ก้อนหิน.....	36
4.4 แสดงผลการทดลอง ข้าว-เศษกระดาษ.....	37
4.5 แสดงผลการทดลอง ข้าว-พลาสติก.....	37

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การคัดแยกสิ่งแปลกปลอมโดยใช้แรงงานคน.....	6
2.2 (ก) เครื่องคัดแยกถั่วเหลือง (ข) ถั่วเหลืองและสิ่งแปลกปลอมในถังเก็บเมล็ด.....	6
2.3 (ก) หลักการทำงานของเครื่องคัดแยกสี (ข) เมล็ดพืชที่ยังไม่ถูกแยกและเมล็ดพืชถูกแยกแล้ว.....	8
2.4 (ก) การให้ความร้อนกับพื้นผิวไม้ (ข) บริเวณที่เป็นโพรงจะสะสมความร้อนได้นานกว่า.....	9
2.5 การแผ่รังสีจากพื้นผิวแปรผันตามทิศทาง.....	11
2.6 ระบบการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการแผ่รังสีอินฟราเรดของวัตถุ.....	12
2.7 (ก) การถ่ายภาพเมล็ดพืชด้วยกลุ่มควมคุมแสง (ข) การประมวลผลภาพจากโปรแกรม.....	14
2.9 การกระจายความร้อนของการบรรจุแบบสุญญากาศ (ก) บรรจุแบบไม่มีพื้นที่ว่างเต็มถุง 100% (ข) บรรจุแบบมีพื้นที่ว่างโดยมีพื้นที่บรรจุประมาณ 85% (ค) หลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุ.....	15
2.10 ภาพถ่ายความร้อนของเมล็ดพืชและสิ่งแปลกปลอม (ก) เศษไม้กับลูกเกต (ข) เศษกระดาศ และ (ค) เศษ หินกับเมล็ดอัลมอลล์.....	15
3.1 ระบบการทดลองการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในข้าว.....	16
3.2 สายพานลำเลียง.....	17
3.3 ที่ 3.3 มอเตอร์ รุ่น GLM-18.....	18
3.4 พีแอลซี (PLC) Omron รุ่น C200HX	18
3.5 เซนเซอร์แสง รุ่น E3X-DA11.....	19
3.6 หลอดไฟ halogen 50-60 Hz.....	19
3.7 อินเวอร์เตอร์ รุ่น 3G3IV-A2004-V2.....	20