

หุ่นยนต์เก็บผลส้ม Orange Harvesting Robot

หทัยเทพวงศ์สุวรรณ

ศูนย์นวัตกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์(IMERs)
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล(กำแพงแสน) คณะวิศวกรรมศาสตร์(กำแพงแสน)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
ผู้ติดต่อ : fenghtw@ku.ac.th, (034) 355310

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาถึงการนำเอาเทคโนโลยีหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรโดยมีวัตถุประสงค์คือ การเก็บผลส้มซึ่งสามารถทดแทนแรงงานคนได้โดยหุ่นยนต์สามารถเก็บผลส้มได้โดยอัตโนมัติ โดยหุ่นยนต์เก็บผลส้ม ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือส่วนของระบบประมวลผลภาพและส่วนของตัวหุ่นยนต์ระบบประมวลผลภาพจะทำหน้าที่ คัดแยกวัตถุโดยดูจากสีผิววัตถุขนาดรูปร่างเรขาคณิตเมื่อคัดแยกได้แล้วระบบประมวลผลภาพส่งข้อมูลเป็นตำแหน่งของ ภาพไปให้หุ่นยนต์การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาผลส้มไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้กริปเปอร์ทำการเก็บ ผลส้มได้ทันที

จากการทดลองการเก็บผลส้มทั้ง3ผลโดยที่ผลส้มผลที่ 1 อยู่สูงจากพื้น35 ซม.และอยู่ห่างจากลำต้นไปทางด้าน ขวา10 ซม.ผลส้มผลที่ 2 อยู่สูงจากพื้น 45 ซม.และอยู่ห่างจากผลส้มผลที่1ไปทางด้านซ้าย15 ซม. และผลส้มผลที่3 อยู่สูง จากพื้น 35 ซม.และอยู่ห่างจากผลส้มผลที่2ไปทางด้านซ้าย10 ซม. โดยการทดลองแบ่งเป็น3การทดลองสามารถทำเวลา ได้ดังนี้การทดลองที่1การเก็บผลส้มโดยไม่มีสิ่งกีดขวางระยะทาง 180 ซม. ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 46 วินาทีการทดลองที่2การ เก็บผลส้มโดยมีสิ่งกีดขวาง1ชั้นระยะทาง180 ซม. สิ่งกีดขวางอยู่ห่าง90 ซม.จากผลส้มขนาดสิ่งกีดขวาง25x15x30 ซม. ใช้ เวลาโดยเฉลี่ย 60วินาทีและการทดลองที่3การเก็บผลส้มโดยมีสิ่งกีดขวาง2ชั้นระยะทาง180 ซม. สิ่งกีดขวางชั้นแรกอยู่ห่าง ระยะ 120 ซม.และสิ่งกีดขวางชั้นที่2 อยู่ห่างระยะ 90 ซม. จากต้นส้มและห่างจากสิ่งกีดขวางชั้นแรก 50 ซม.ไปทางขวา ขนาดสิ่งกีดขวาง 25x15x30 ซม. ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 103วินาที

คำสำคัญ: หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ, หุ่นยนต์การเกษตร, เมคคาทรอนิกส์, ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This research studied about taking a robotic technology to assist the agricultural section. The aim is harvest oranges which can replace human powers. This robot harvests oranges automatically. Orange Harvest Robot consists of two parts. The main is an image processing. Another one is a movement system. The image processing can separate the oranges by noticing color, shape, and geometry. After separation, a camera will send the position of image to the movement system. The movement of robot and its arm was controlled by microcontroller. It can command the electronic system to control the movement of motor. When the robot moves close to the oranges, microcontroller commands gripper to harvest the oranges instantly

From the experiment of collecting three oranges, the first one;the height from the ground is 35 centimeters. It is far from the trunk to the right side 10 centimeters. The second orange is high from the ground 45 centimeters and far from the first one to the left side 15 centimeters. The last orange is high from the ground 35 centimeters and far from the second orange to the left side 10 centimeters. The experiment separates to three parts. The time is different by following; the first part is collecting orange without a barrier, a distance is 180 centimeters. The time by average is 46 minutes. The second part is collecting orange with a

layer of barrier, a distance is calculated 180 centimeters. A barrier is far from orange 90 centimeters; the size of barrier is 25*15*30 centimeters. The time by average is 60 minutes. The last experiment is collecting orange with two layers of barrier, a distance is 180 centimeters. The first barrier is far from the orange 120 centimeters while the second is far from the orange 90 centimeters and far from the first barrier 50 centimeters to the right side

Keywords: Automatic Mobile Robot, Agricultural Robot, Mechatronic, Automation

1. บทนำ

ในปัจจุบันแรงงานคนเป็นสิ่งที่ต้องการเป็นอย่างมาก สำหรับอุตสาหกรรมการเกษตรแต่ทั้งนี้ในทุกปีประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนเป็นจำนวนมากการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ไข ปัญหาแรงงานคนที่ขาดแคลนหนึ่งในเทคโนโลยีนั้นคือการนำเอาหุ่นยนต์มาเก็บเกี่ยวผลผลิตแทนแรงงานคนข้อดีของหุ่นยนต์คือสามารถทำงานได้ยาวนานกว่าแรงงานคนและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในอีกทางหนึ่งจากแนวคิดนี้จึงเป็นที่มาของโครงการโดยการควบคุมหุ่นยนต์นั้นจะควบคุมโดยMicrocontroller และโปรแกรม LabVIEW เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับหุ่นยนต์ในการเก็บเกี่ยวผลไม้ทำให้ไม่มีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานร่วมกับแรงงานคนในด้านงานเกษตรดังตัวอย่างต่อไปนี้

การพัฒนา ระบบMachine Vision Real-time สำหรับหุ่นยนต์เก็บผลแอปเปิ้ล[1] การเก็บเกี่ยวผลแอปเปิ้ลได้โดยที่ผลแอปเปิ้ลไม่บอบช้ำและแม่นยำหนึ่งในขั้นตอนสำคัญคือระบบการมองภาพบทความนี้อธิบายถึงขั้นตอนและผลลัพธ์ในการพัฒนาMachine Vision Real-time โดยที่สภาพแวดล้อมต่างกันเช่นมีเมฆมาก,แสงแดดส่องในมุมต่างกันการออกแบบและการควบคุมหุ่นเก็บแอปเปิ้ล[2] แขนกล5 แกนติดชุดการจับและภาพที่ใช้เซ็นเซอร์รับภาพระบบควบคุมการรับการแอปเปิ้ลเก็บเกี่ยวการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการทดสอบในสนามทุ่งโล่งอัตราความสำเร็จของเก็บเกี่ยวแอปเปิ้ลเป็น 77% และเวลาเก็บเกี่ยวเฉลี่ย15 วินาทีต่อแอปเปิ้ลการประเมินผลการทดสอบภาคสนามของหุ่นยนต์เก็บผลสตอเบอรี่ [3] โดยความคิดพื้นฐานคือความสามารถในการทำงานตอนการคืนซึ่งทดแทนในสิ่งที่มนุษย์ไม่สามารถทำงานได้การประเมินผลในภาคสนามนั้นประเมินทั้งในด้านการมองเห็นผลสตอเบอรี่การประเมินความสุกของผลสตอเบอรี่โดยดูจากสีผิวโดยใช้กล้องการเก็บเกี่ยวผลสตอเบอรี่โดยเทียบกับการใช้แรงงานคนการรับรู้ถึงคุณสมบัติ

ของผิวและสีของผลไม้บนต้นไม้[4] กล่าวถึงการค้นหาอัลกอริทึมของการความแตกต่างของผลไม้จำพวกแอปเปิ้ลในสวนผลไม้ในภาพที่มีแอปเปิ้ลอยู่บนต้นและการพิจารณาแอปเปิ้ลสีเขียวและสีแดงซึ่งจากการทดลองโดยภาพสีของสมการที่แปลงในการใช้งานเพื่อให้ภาพมีความเด่นชัดขึ้นด้วยการสกัดสีของสีแดง(redness)และกล่าวว่าการแยกแอปเปิ้ลเขียวมีความยากกว่าที่จะแยกส่วนที่เหลือของแอปเปิ้ลแดงแต่สามารถแยกแยะสีเขียวและสีแดงของแอปเปิ้ลได้หุ่นยนต์เก็บผลแอปเปิ้ล[5] ประมวลผลภาพด้วยข้อมูลCCD ผ่านทางPC และทำการแก้ไขอัลกอริทึมเพื่อนพัฒนาการมองเห็นของระบบ Machine Vision

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่และเก็บผลส้มได้อย่างอัตโนมัติโดยประมวลผลการเคลื่อนที่และเก็บผลของส้มผ่านทางกล้องและควบคุมด้วยNisb6932, myRIO1900 ด้วยโปรแกรมLabview

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

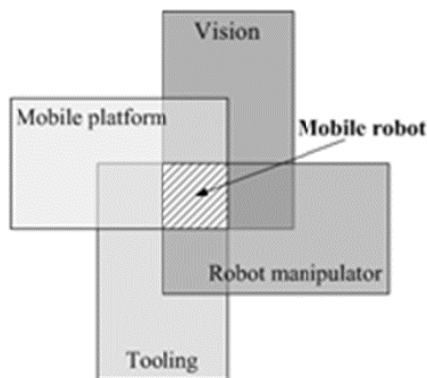
2.1 หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

โดยปกติหุ่นยนต์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งานคือหุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเองมีลักษณะเป็นแขนกลสามารถหยิบและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเองเท่านั้นมักนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเช่นโรงงานประกอบรถยนต์ และหุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่เพราะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเองโดยการใช้ล้อหรือการใช้ขาซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ปัจจุบันยังเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษายู่ภายในห้องทดลองเพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่างๆเช่นหุ่นยนต์สำรวจดาวอังคารขององค์การนาซ่า



รูปที่ 1 หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot)[6]

Mobile manipulator ในยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่เพราะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเองผสมเข้ากับหุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเองมีลักษณะเป็นแขนกลสามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเองเท่านั้นโดยผสมการจับยึดของGripper เข้ามาเพื่อจับในส่วนของเป้าหมายและใช้งานกล้องเพื่อเป็นส่วนของการมองเห็นทั้งหมด



รูปที่2องค์ประกอบของMobile manipulator

2.2 ระบบมองภาพ

ในที่นี้จะกล่าวภาพดิจิทัลจะเป็นการจัดเรียงค่าต่อกันในสองมิติ (2-D Array) โดยค่าที่แสดงคือค่าความเข้มของแสงที่ตำแหน่งนั้นเนื่องจากงานวิจัยนี้เน้นไปที่กระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัล (Image Processing) ดังนั้นคำว่า “ภาพ” (Image) ที่ใช้ในเอกสารนี้จะหมายถึงภาพดิจิทัลเท่านั้น ภาพจะเป็นฟังก์ชันของความเข้มของแสงที่เปลี่ยนไปตามตำแหน่งของแกน x และ y ในระนาบสองมิติหรือเขียนเป็นคณิตศาสตร์จะเขียนได้ว่าภาพคือฟังก์ชันที่เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่ง x และ y หรือ $f(x,y)$ โดย $f(x,y)$ จะเป็นความสว่าง (Brightness) ของจุด (x,y) ซึ่ง x และ y จะแทน

พิกัดในระนาบของส่วนเล็กๆของรูปภาพซึ่งจะใช้คำว่า Picture Element หรือเขียนย่อเป็นพิกเซล (Pixel) สำหรับข้อตกลงมาตรฐานจุดอ้างอิงของพิกเซลจะเริ่มด้วยพิกัด $(0,0)$ จะอยู่ที่ตำแหน่งบนซ้ายของรูปภาพและแกน x จะเป็นแกนในแนวราบค่าเพิ่มจากซ้ายไปขวาสำหรับค่า y จะเป็นแกนในแนวตั้งและจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง Digital Image จะมีคุณสมบัติพื้นฐานสามประการคือ ความละเอียด (Resolution) ขอบเขต (Definition) และ จำนวนระนาบ (Number of Plane)

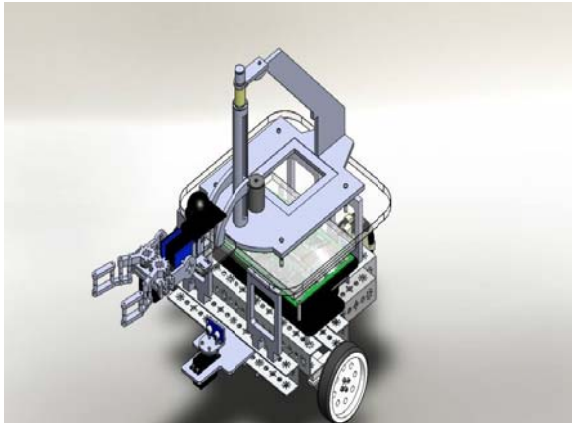
เมื่อมีการนำภาพเข้ามาเพื่อทำการประมวลผลและวิเคราะห์ผลในการประมวลผลภาพส่วนใหญ่แล้วเมื่อมีการประมวลผลค่าที่พิกเซลใด ๆ มักจะต้องใช้ค่าของพิกเซลที่อยู่รอบๆข้างมาใช้ในการประมวลผลด้วยเช่นการดูว่าค่าความเข้มของภาพนั้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือการหาค่าเฉลี่ยของภาพบนพื้นที่ที่ต้องการเป็นต้นภาพส่วนใหญ่จะถูกปรับให้มีค่าในส่วนขอบเพื่อให้เหมาะสมกับฟังก์ชันที่ใช้และลักษณะของภาพเช่นการใช้ฟังก์ชัน Low Pass Filter ของภาพระดับสีเทาหรือฟังก์ชันการกำหนดขอบจะใช้วิธีการหาค่าสะท้อนของค่าพิกเซลที่อยู่ติดขอบไปเป็นค่าพิกเซลในขอบส่วนฟังก์ชัน (1) Binary Morphology (2) Grayscale Morphology และ (3) Segmentation Functions จะใช้วิธีการทำสามส่วนฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับ (1) Correlate (2) Circles (3) Reject Border (4) Remove Particles (5) Skeleton และ (6) Label Functions จะใช้วิธีการกำหนดค่าในพื้นที่ที่รอบให้มีค่าเป็นศูนย์ทั้งหมดอย่างไรก็ตามค่าที่กำหนดบนส่วนพิกเซลที่ขอบนั้นมิได้เพื่อใช้ในการคำนวณเท่านั้นค่าเหล่านี้จะไม่มีการแสดงผลหรือจัดเก็บในระบบไฟล์ของภาพ

3. หุ่นยนต์เก็บผลส้ม

3.1 โครงสร้างหุ่นยนต์

การออกแบบหุ่นยนต์ Harvest O_bot ส่วนประกอบแบ่งออกเป็นสองส่วนคือการทำงานของฐานรถและส่วนของแขนส่วนของฐานรถมีการดัดแปลงทำฐานการออกแบบของส่วนแขนหุ่นยนต์ Harvest O_bot เป็นหุ่นยนต์ประเภทหุ่นยนต์ประเภทอเนกประสงค์คือออกแบบและสร้างขึ้นเป็นหุ่นยนต์ใช้การเคลื่อนที่โดยการหมุนของล้อสองล้อบังคับความเร็วความเร็วกว่าที่แตกต่างกันทำการหมุนตัวของหุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมาย Harvest O_bot เน้นการทำงานของการทำงานเก็บเกี่ยวผลส้มจึงสามารถบรรจุอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นอื่นการออกแบบแขนกลเพื่อ

การเก็บเกี่ยวออกแบบโดยการเน้นความต้องการในการเก็บเกี่ยวเป็นตำแหน่ง



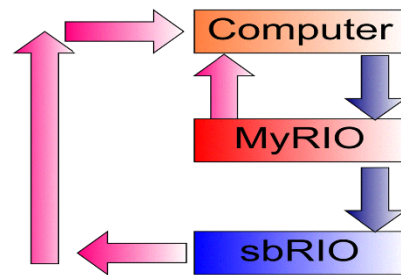
รูปที่ 3 โครงสร้างหุ่นยนต์เก็บผลส้ม (HavestO_bot)

3.2 การประมวลผลภาพ

Webcam รับสัญญาณภาพเพื่อประมวลผลด้วย Microcontroller Myrio1900 จากนั้นทำการเลือกประมวลผลและตั้งค่าช่วงสีโดยเลือกกระบบHSL โดยใส่ค่าช่วงสีHue Saturation และLightness เพื่อผ่านฟังก์ชันการกรองภาพที่ไม่ต้องการให้เป็นภาพแบบBinary และตั้งค่าให้จับภาพวัตถุที่มีค่าช่วงสีที่กำหนดจากนั้นทำการOverlays ภาพสีที่ผ่านการคัดกรองที่มีลักษณะเป็นวงกลมได้ออกเป็นตำแหน่ง (x, y) ในแนวระนาบและขนาดของpixel ของผลส้มจืดที่ต้องการและทำการออกแบบการเคลื่อนที่เพื่อให้ชิ้นส่วนของแขนกลที่เข้าหาเป้าหมายผ่านทางเงื่อนไขของตำแหน่งและจำนวนpixel

3.3 Flowchart การสื่อสาร

หลักการทำงานคือคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลเข้าสู่ MyRIO1900 ด้วยสัญญาณไวลส์เพื่อควบคุมระยะไกล หลังจากนั้น MyRIO1900 จะทำการประมวลผลภาพและส่งสัญญาณไวลส์เพื่อสั่งการทำงานของระบบหุ่นยนต์เข้าสู่ sbRIO9632 เพื่อประมวลผลสำหรับการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุเมื่อเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุเสร็จแล้ว sbRIO9632 จะส่งสัญญาณกลับไปให้ MyRIO1900 เพื่อให้ MyRIO1900 ทำการประมวลผลภาพใหม่สำหรับสั่ง Gripper ทำการเก็บผลส้มและ MyRIO1900 จะส่งสัญญาณกลับไปให้คอมพิวเตอร์เพื่อผู้ใช้สามารถเห็นถึงการทำงานของหุ่นยนต์เมื่อ Gripper ทำการเก็บผลส้มเสร็จแล้วจะส่งสัญญาณไปที่ sbRIO9632 เพื่อสั่งให้รถถอยหลังจากออกจากกระถางผลส้มหลังจากถอยมาได้ระยะที่กำหนดแล้ว sbRIO9632 จะส่งสัญญาณกลับไปให้ MyRIO1900 และ MyRIO1900 จะส่งสัญญาณกลับไปให้คอมพิวเตอร์

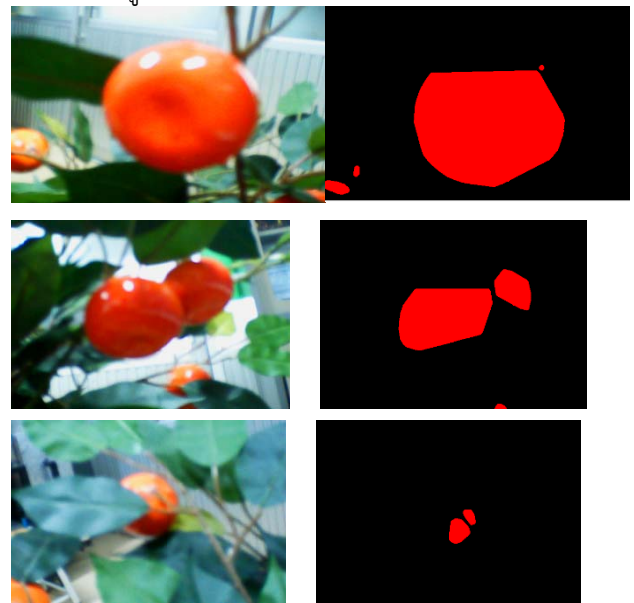


รูปที่ 4 Flowchart การสื่อสาร

4. การทดลอง

4.1 การประมวลผลภาพผลส้มที่สภาวะต่างกัน

เป็นการทดลองการตั้งค่า RGB ครึ่งเดียวและทดลองการประมวลผลภาพที่สภาวะต่างกันเพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การประมวลผลภาพโดยการทดลองได้ทดลองที่สภาวะ 4 สภาวะที่ต่างกัันดังนี้กรณีมีแหล่งกำเนิดแสงกรณีไม่มีแหล่งกำเนิดแสงกรณีผลส้มอยู่ติดกันกรณีถูกใบไม้บัง

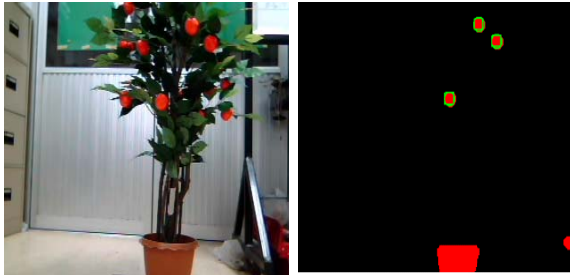


รูปที่ 5 ภาพก่อนและหลังจากการปรับปรุงภาพ ด้วย Colors Threshold ของ 1 ลูก 2 ลูก และถูกบัง

4.2 การประมวลผลภาพผลส้มที่สภาวะต่างกัน

เป็นการทดลองการวิเคราะห์ภาพโดยผ่านการประมวลผลด้วย 4 ขั้นตอนคือ 1. การแสดงภาพจริง 2. การแสดงภาพหลังจากการทำ Color Theshold 3. การแสดงภาพหลังจากผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพ 4. การแสดงภาพที่มีลักษณะวงกลมโดยการทดลองมีเงื่อนไขดังนี้
ก. การวิเคราะห์ภาพที่ระยะ 120cm จำนวน 8 ผล
ข. การวิเคราะห์ภาพที่ระยะ 90cm จำนวน 8 ผล
ค. การวิเคราะห์ภาพที่ระยะ 60cm จำนวน 9 ผล

ง.การวิเคราะห์ภาพที่ระยะ 30cm จำนวน 5ผล



รูปที่ 6 ภาพต้นส้มและการหาเป้าหมายที่มีลักษณะวงกลมของผลส้มภาพที่ระยะ 120cm จำนวน 8ผล



รูปที่ 7 ภาพต้นส้มและการหาเป้าหมายที่มีลักษณะวงกลมของผลส้มภาพที่ระยะ 90 cm จำนวน 8ผล



รูปที่ 8 ภาพต้นส้มและการหาเป้าหมายที่มีลักษณะวงกลมของผลส้มภาพที่ระยะ 60 cm จำนวน 9ผล

4.3 การทดลองการเก็บผลส้ม

ในการทดลองนี้จะปล่อยให้หุ่นยนต์ทำงานอัตโนมัติเพื่อดูระยะเวลาในการค้นหาผลส้มและการเก็บผลส้ม 3 ผลโดยตำแหน่งของผลส้มมีดังต่อไปนี้

ก. ผลส้มผลที่ 1 อยู่สูงจากพื้น 35 ซม. และอยู่ห่างจากลำต้นไปทางด้านขวา 10 ซม.

ข. ผลส้มผลที่ 2 อยู่สูงจากพื้น 45 ซม. และอยู่ห่างจากผลส้มผลที่ 1 ไปทางด้านซ้าย 15 ซม.

ค. ผลส้มผลที่ 3 อยู่สูงจากพื้น 35 ซม. และอยู่ห่างจากผลส้มผลที่ 2 ไปทางด้านซ้าย 10 ซม.

และทำการทดลองโดยการทดลองมีดังต่อไปนี้

ก. การทดลองการเก็บผลส้มโดยไม่มีสิ่งกีดขวางระยะทาง 180 ซม.

ข. การทดลองการเก็บผลส้มโดยมีสิ่งกีดขวาง 1 ชั้น ระยะทาง 180 ซม. สิ่งกีดขวางอยู่ห่าง 90 ซม. จากผลส้ม ขนาดสิ่งกีดขวาง 25x15x30 ซม.

ค. การทดลองการเก็บผลส้มโดยมีสิ่งกีดขวาง 2 ชั้น ระยะทาง 180 ซม. สิ่งกีดขวางชั้นแรกอยู่ห่างระยะ 120 ซม. และสิ่งกีดขวางชั้นที่ 2 อยู่ห่างระยะ 90 ซม. จากต้นส้มและห่างจากสิ่งกีดขวางชั้นแรก 50 ซม. ไปทางขวา ขนาดสิ่งกีดขวาง 25x15x30 ซม.

ก. การทดลองการเก็บผลส้มโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง ระยะทาง 180 ซม.



รูปที่ 9 แสดงการทดลองเก็บผลไม่มีสิ่งกีดขวาง

เมื่อรถเคลื่อนที่เข้าหาผลส้มและทำการเก็บผลส้มผลแรกที่ระยะทาง 180 ซม. โดยใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 12.69 วินาที จากนั้นรถจะเคลื่อนที่ถอยหลังเป็นระยะทาง 30 ซม. และทำการปล่อยลูกส้มหลังจากปล่อยลูกส้มลูกที่หนึ่งและเคลื่อนที่เข้าหาผลส้มผลที่สองเพื่อทำการเก็บผลใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 15.21 วินาที และหลังจากรถเคลื่อนที่ถอยหลังเป็นระยะทาง 30 ซม. พร้อมทั้งปล่อยผลส้มผลที่สองพร้อมทั้งเคลื่อนที่เข้าไปเก็บผลส้มผลที่สามใช้เวลาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 18.24 วินาที

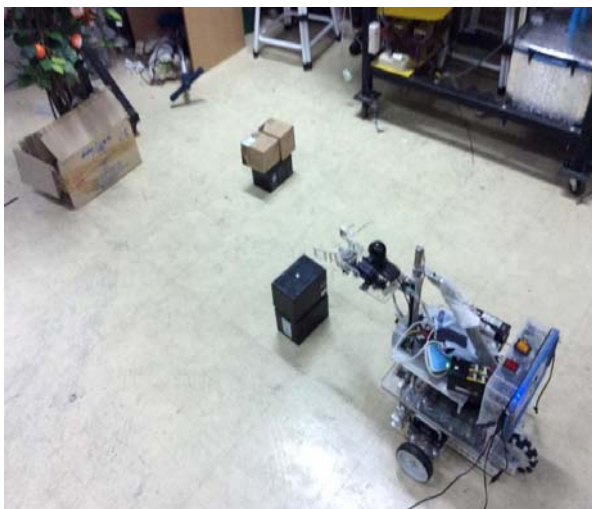
ข. การทดลองการเก็บผลส้มโดยมีสิ่งกีดขวาง 1 ชั้น ระยะทาง 180 ซม. สิ่งกีดขวางอยู่ห่าง 90 ซม. จากผลส้ม ขนาดสิ่งกีดขวาง 25x15x30 ซม.



รูปที่ 10 แสดงการทดลองเก็บผลส้มมีสิ่งกีดขวาง 1 ชั้น

เมื่อรถเคลื่อนที่เข้าหาผลส้มที่ระยะทาง 180 ซม. โดยทำการหลบหลีกสิ่งกีดขวางโดยมีขนาด 25x15x30 ซม. ระยะ 90 ซม. จากผลส้มและเคลื่อนที่เข้าไปเก็บผลส้มผลแรกโดยใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 29.25 วินาที หลังจากนั้นรถได้เคลื่อนที่ถอยหลังเป็นระยะทาง 30 ซม. และปล่อยผลส้มเพื่อที่จะเคลื่อนที่เข้าไปเก็บผลส้มผลที่สองโดยการเก็บผลส้มผลที่สองใช้เวลาเฉลี่ย 15.34 วินาทีหลังจากที่รถเคลื่อนที่ถอยหลังเป็นระยะทาง 30 ซม. พร้อมทำการปล่อยผลส้มผลที่สองและเคลื่อนที่ตรงเข้าไปเก็บผลส้มผลที่สามเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 16.29 วินาที

ค. การทดลองการเก็บผลส้มโดยมีสิ่งกีดขวาง 2 ชั้น ระยะทาง 180 ซม. สิ่งกีดขวางชั้นแรกอยู่ห่างระยะ 120 ซม. และสิ่งกีดขวางชั้นที่ 2 อยู่ห่างระยะ 90 ซม. จากต้นส้มและห่างจากสิ่งกีดขวางชั้นแรก 50 ซม. ไปทางขวาขนาดสิ่งกีดขวาง 25x15x30 ซม.



รูปที่ 11 แสดงการทดลองเก็บผลส้มมีสิ่งกีดขวาง 2 ชั้น

เมื่อรถเคลื่อนที่เข้าหาผลส้มที่ระยะทาง 180 ซม. และทำการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง 2 ชั้นโดยที่สิ่งกีดขวางชั้นแรกอยู่ห่างระยะ 120 ซม. และสิ่งกีดขวางชั้นที่ 2 อยู่ห่างระยะ 90 ซม. จากต้นส้มและห่างจากสิ่งกีดขวางชั้นแรก 50 ซม. ไปทางขวาขนาดสิ่งกีดขวาง 25x15x30 ซม. เมื่อทำการเก็บผลส้มผลแรกใช้เวลาโดยเฉลี่ยที่ 60.31 วินาทีและรถจะเคลื่อนที่ถอยหลังระยะทาง 30 ซม. และทำการปล่อยผลส้มหลังจากนั้นรถจะเคลื่อนที่ตรงเข้าไปเก็บผลส้มผลที่สองใช้เวลาโดยเฉลี่ย 20.53 วินาทีเมื่อทำการเก็บผลส้มผลที่สองรถจะเคลื่อนที่ถอยหลัง 30 ซม. และเคลื่อนที่ตรงเข้าไปเก็บผลส้มผลที่สามใช้เวลาโดยเฉลี่ย 22.60 วินาที

จากการทดลองที่กล่าวมาทั้งหมด ปัจจัยหลักที่ทำให้รถเก็บผลส้มได้เวลาไม่เท่ากันนั้นมีด้วยกันดังต่อไปนี้

1. ระบบประมวลผลภาพของหุ่นยนต์มีความคลาดเคลื่อนเมื่อหุ่นยนต์ทำการรับภาพและประมวลผลระยะทางในการเคลื่อนที่ในขณะที่เคลื่อนที่แขนกลจะเกิดการสั่นไหวทำให้กระบวนการในการประมวลผลภาพมีความคลาดเคลื่อนไปจากเดิมค่าที่ MyRIO ประมวลผลจึงผิดเพี้ยนไปส่งผลให้หุ่นยนต์เคลื่อนไปหาผลส้มได้ไม่ตรงตำแหน่งเมื่อไม่ตรงตำแหน่ง MyRIO จะสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ถอยหลังเพื่อเริ่มกระบวนการค้นหาผลส้มใหม่ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินเข้าหาผลส้ม
2. การเคลื่อนที่ของแขนกลมีความล่าช้าในขณะที่อยู่หน้าผลส้มแขนกลเคลื่อนที่ขึ้น-ลง โดยสัมพันธ์กับค่าของตำแหน่งผลส้มเมื่อแขนกลเกิดความล่าช้าในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง MyRIO จะทำการประมวลผลนานขึ้นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่แน่นอนในการเก็บส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการเก็บผลส้ม

3. สิ่งกีดขวางทางเดินในการทดลองที่ 2-3 เมื่อมีสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์ทำการหลบหลีกสิ่งกีดขวางเพื่อเข้าไปหาผลส้มจึงทำให้ใช้ระยะเวลาที่มากขึ้นในการเคลื่อนที่เข้าหาผลส้มเมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4

4. ปัจจัยภายนอกเช่น

4.1 ความสว่างของแสง

ความสว่างของแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้กล้องจับภาพผลส้มก่อนในขณะที่เคลื่อนที่และหลังเคลื่อนที่ได้ไม่เหมือนกันจึงทำให้ MyRIO เกิดความล่าช้าในการประมวลผลเพราะเมื่อกำลังจับผลส้มได้ไม่เหมือนก่อน

เคลื่อนที่MyRIOสั่งคำสั่งค้นหาผลส้มจึงทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการเก็บผลส้ม

4.2 ลม

ในขณะที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาผลส้มเมื่อมีลมปะทะกับผลส้มผลส้มเกิดการแกว่งทำให้ตำแหน่งของผลส้มคลาดเคลื่อนจึงเกิดความล่าช้าในการเก็บผลส้ม

5.สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบหุ่นยนต์เก็บผลส้มควบคุมด้วยโปรแกรมLabviewโดยทำงานแบบอัตโนมัติใช้NI MyRIO1900ควบคุมแขนกลและประมวลผลภาพใช้Labview Starter kit 2.0 เป็นฐานรถในการเคลื่อนที่ซึ่งควบคุมโดยsbRIO9632 พบว่าการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมLabviewโดยอาศัยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกันในกระบวนการImage processing สามารถจำแนกผลส้มได้ตามที่ต้องการและมีความแม่นยำทำให้การเคลื่อนที่เข้าหาผลส้มและเก็บผลส้มมีความแม่นยำส่วนฐานรถที่ใช้Ultrasonic sensor สามารถมองเห็นสิ่งกีดขวางในระยะที่เหมาะสมและทำให้รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ตามที่ต้องการ

แต่มีข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อเนื่องดังนี้ควรติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงเพื่อให้ระบบมองเห็นภาพประมวลผลภาพได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นระบบกล้องควรสามารถปรับค่าสีได้เพื่อที่สามารถทำงานได้ในสภาวะที่ต่างกันเช่นในบริเวณไม่มีแสงหรือแสงน้อยในบริเวณกลางแจ้งลดขนาดความซับซ้อนของโปรแกรมที่ควบคุมเพื่อให้NI MyRIO1900และsbRIO9632 สามารถประมวลผลได้เร็วขึ้นติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระยะบริเวณข้างซ้าย-ขวาของตัวรถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระยะการหมุนเพื่อควบคุมDC Motor ของแขนให้มีความแม่นยำทั้งการหมุนซ้าย-ขวาและเคลื่อนที่ขึ้น-ลงติดตั้งระบบแรงกระแทกตรงช่วงล่างของรถเพื่อที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในบริเวณพื้นผิวขรุขระพื้นผิวที่ต่างระดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล กำแพงแสน ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

[1]Bulanon, D.M. , Kataoka, T. , Ukamoto, H. , Hata, S.” Development of a Real-time Machine

Vision System for theApple Harvesting Robot”, SICE Annual Conference in Sapporo, August 4-6,2004

[2]Jun Zhao, Joel Tow and Jayantha Katupitiya, On-tree Fruit Recognition Using Texture Properties and Color Data, The University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia.

[3]Shigehiko Hayashi , Kenta Shigematsu , Satoshi Yamamoto , Ken Kobayashi ,Yasushi Kohno , JunzoKamata , Mitsutaka Kurita , “Evaluation of a strawberry-harvesting robot in a field test”, Institute of Agricultural Machinery, BRAIN, NARO, 1-40-2 Nisshin, Kita, Saitama 331-8537, Japan

[4]Wei Ji , Dean Zhao , Fengyi Cheng , Bo Xua, YingZhanga, Jinjing Wang, ”Automatic recognition vision system guided for apple harvesting robot”, The School of Electrical and Information Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

[5]Zhao De-An, LvJidong, Ji Wei*, Zhang Ying, Chen Yu, ” Design and control of an apple harvesting robot”, School of Electrical and Information Engineering, Jiangsu University, XueFu Road No.301, Zhenjiang, Jiangsu Province 212013, PR China

[6] <http://www.army-technology.com/projects/irobot-310-sugv-us/irobot-310-sugv-us1.html>

[7]กิจไพบุลย์ชีวพันธุ์ศรี,การสร้างระบบอัตโนมัติด้วยLabviewร่วมกับระบบData Acquisition และMachine Vision สำหรับผู้เริ่มต้น