การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

พัฒนาหุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร
Development of Robot to Collected Agricultural Products

ณัฐวุฒิ ปวงแก้ว[1,*] กิตติพงษ์ ปาการะโต[1] ปิยะ น้อยใจดี[1] นิวัฒน์ ส่งเสริม[1] ธันฐกรณ์ กิจธนะ[1] วิทูลย์ ยืนนาน[1],
สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[2] ชานนท์ มูลวรรณ[1] และ สมภพ ทิมดิษฐ์[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Nattawut Poungkaew[1*], Kittiphong Pakarato[1], Piya Noychaidee[1], Niwat Songserm[1],
Thanthakorn Kitthana[1], Witoon Yuennan[1], Saharat Wongsrisa[2],
Chanon Moolwan[1] and Somphob Timdit[1]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University
[2]Department of Sustainable Industrial Engineering Management, Faculty of Engineering, Rajamangla
University of Technology Phra Nakhon
E-mail[1*]: nattawut.pou@gmail.com E-mail[2*]: saharat_w@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขือเทศ โดยระบบควบคุมอาดูอิโน่ (Arduino) เป็นการทำงานร่วมกับกล้องถ่ายภาพพิกซี่ (Pixy) ซึ่งมีหน้าที่ช่วยในการตรวจจับความสว่างแสงและสี ให้ระบบทำงานมองเห็นวัตถุ การระบุตำแหน่งและคัดแยกสีโดยจำลองสีของมะเขือเทศ หุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบสำหรับทดลองเก็บเกี่ยวผลผลิตในปริมาณที่รวดเร็วกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยมือของคนงาน หุ่นยนต์มีระบบควบคุมแขนกลเคลื่อนที่ได้ 3 แนวแกน เป็นโปรแกรมระบบสั่งการผ่านบอร์ดอาดูอิโน่โดยให้กล้องพิกซี่ทำหน้าที่สแกนหาวัตถุเป้าหมายตามระบบประมวลผล ที่มีหน่วยความจำจากการบันทึกไว้ในการทำงานหุ่นยนต์จะประมวลผลเพื่อกำหนดตำแหน่งของวัตถุและสั่งการให้ระบบมอเตอร์ควบคุมแขนกลทำงานตามคำสั่ง ผลการทดลองปรากฏว่า การทำงานของกล้องสามารถตรวจจับวัตถุได้แม่นยำ สามารถเก็บเกี่ยวมะเขือเทศที่ตำแหน่งแตกต่างกันได้ในระยะความสูงจากพื้นดินและรัศมีการทำงานของหุ่นยนต์ได้ตามต้องการ

คำหลัก: หุ่นยนต์, เก็บเกี่ยวผลไม้, มะเขือเทศ, ระบบอาดูอิโน่, กล้องพิกซี่, ทดแทนแรงงาน

Abstract

This research is the design and construction of a robot to harvest tomato products. The Arduino control system is a collaboration with a Pixie camera, which is responsible for detecting brightness, light and color, allowing the system to see objects, positioning and color separation by simulating the color of tomatoes. The robot developed as a prototype for experimenting to harvest products in quicker quantities than by hand labor. The robot has a 3-axis movable robot arm control system which is programmed via Arduino board, with the camera to scan the target object according to the processing system. That has the memory from being recorded in the operation, the robot recognizes

the processing to determine the position of the object and commands the motor system to control the robot arm to operate as instructed. The results show that the operation of the camera can detect objects precisely. Tomatoes can be harvested at different positions at the height from the ground and the working radius of the robot as needed.
Keywords: robot, fruit harvesting, tomatoes, Arduino system, pixy camera, labor replacement

1. บทนำ (Introduction)

ประชากรมีการบริโภคอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะผลผลิตด้านการเกษตรมีอัตราส่วนด้านความต้องการบริโภคและความปลอดภัยเพิ่มขึ้น ผลผลิตจากการเกษตร โดยเฉพาะ ผลไม้ พืช ผักชนิดต่างๆ ที่มีการเพาะปลูก ในกลุ่มพืชสวนครัว อาทิ พริก มะเขือ แตงกวา ถั่วชนิดต่างๆ มะเขือเทศ และพืชที่ต้องใช้นั่งร้านค้ำยันลำต้นหรือเถาเกาะเกี่ยวขึ้นแนวสูงเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย โดยมีการเพาะปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ขึ้น แต่การเก็บเกี่ยวผลผลิตดังกล่าวหาแรงงานได้ยากเนื่องจากมีแรงงานน้อยลง และต้นทุนค่าแรงงานสูงขึ้นโดยลำดับ โดยเฉพาะการผลิตมะเขือเทศมีสถิติการผลิตสูงขึ้น ดังตารางที่ 1 สถิติการผลิตมะเขือเทศ

ตารางที่ 1 สถิติการผลิตมะเขือเทศ

สถิติการผลิต									
	ปี2558			ปี2559			ปี2560		
	บริโภคสด	โรงงาน	รวม	บริโภคสด	โรงงาน	รวม	บริโภคสด	โรงงาน	รวม
เกษตรกร/ราย	4,836	4,917	9,753	4,768	5,460	10,228	5,037	5,693	10,730
พื้นที่เพาะปลูก/ไร่	13,724	21,179	34,903	14,621	21,823	36,444	15,360	22,313	37,673
พื้นที่เก็บเกี่ยว/ไร่	12,852	20,172	33,024	13,739	20,798	34,537	13,989	20,990	34,979
ผลผลิตรวม/ตัน	32,677	82,126	114,803	35,878	82,772	118,650	39,833	82,760	122,593
ผลผลิตเฉลี่ย(กก/ไร่)	2,381	3,878	3,289	2,454	3,793	3,256	2,943	3,943	3,254

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2560

จากตารางที่ 1 ผลผลิตมะเขือเทศ ในปี พ.ศ. 2558, พ.ศ. 2559 และ พ.ศ. 2560 โดยมีจำนวนผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นจาก 114,803 ตัน, 118,650 ตัน และ 122,593 ตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตมะเขือเทศ / ปี 2561

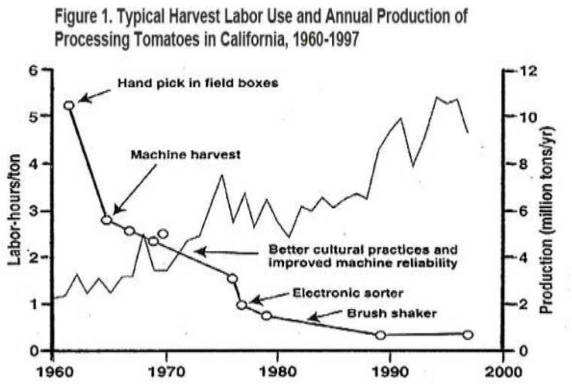
ต้นทุนการผลิต 1 ไร่(บาท/ไร่) ผลตอบแทน ปี 2561	
ค่าเมล็ดพันธุ์	700 บาท
ค่าไถเตรียมดิน	700 บาท
ค่าปุ๋ย	3,000 บาท
ค่าป้องกันศัตรูพืช	1,000 บาท
ค่าทำค้าง	2,000 บาท
ค่าปลูกดูแลรักษา	1,500 บาท
ค่าแรงเก็บเกี่ยว	1,500 บาท
รวมต้นทุนการผลิต	10,400 บาท
ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	17,400 บาท

ที่มา: กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาการผลิตสำนักงานเกษตร (2561)

การเก็บเกี่ยวมะเขือเทศมีข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมของมะเขือเทศ บางพื้นที่เกิดการระบาดของโรคและแมลงทำให้มีต้นทุนสูง การบริโภคมะเขือเทศสดและแปรรูปเพิ่มสูงขึ้น ค่าจ้างแรงงานสูง และเกษตรกรไม่มีทุนที่จะจ้างแรงงาน เกษตรกรที่ปลูกมะเขือเทศส่วนใหญ่ไม่ได้ปฏิบัติตามกระบวนการผลิตเกษตรที่เหมาะสม (GAP) เนื่องจากเกษตรกรเห็นว่ามีวิธีการปฏิบัติที่ยุ่งยากและมีพื้นที่การผลิตจำนวนมาก ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวพบในทุกพื้นที่ เนื่องจากเมื่อถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยว ผลผลิตจะออกมาเป็นจำนวนมากและออกในเวลาไล่เลี่ยกันเกษตรกรต้องเก็บผลผลิตในช่วงที่ผลผลิตมีสีชมพูอ่อน ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด หากล่าช้าผลผลิตจะสุกมากขึ้น ทำให้ระยะเวลาในการเก็บรักษาสั้นลง ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งเกษตรกรบางรายต้องเก็บผลผลิตทุกวันเนื่องจากปลูกในพื้นที่ใหญ่ (พื้นที่ปลูกมากที่สุด 53 ไร่) เมื่อมีความต้องการจ้างแรงงานสูงทำให้ราคาค่าจ้างสูงตามไปด้วย เกษตรกรบางรายต้องยอมเก็บผลผลิตให้ช้าลง เนื่องจากแรงงานไม่เพียงพอ พบว่าในพื้นที่อำเภอปากช่อง ต้องจ้างแรงงานต่างด้าว ทำให้ต้องมีเครื่องจักรเข้ามาทดแทนแรงงาน หุ่นยนต์ Grow ออกแบบและผลิตโดย Meto

Motion เป็นบริษัท Start Up อุตสาหกรรมเกษตรในโรงเรือน

เครื่องจักรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศมีข้อจำกัดในการใช้งาน เช่น ผลของมะเขือเทศจะต้องสุกพร้อมกันเกือบทั้งหมดทำให้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวนั้นจะต้องเกี่ยวต้นมะเขือออกทั้งต้นและลำเลียง ทำให้เศษดินติดมากับผลของมะเขือเทศ จึงทำให้เสียเวลาในการคัดมะเขือเทศซึ่งใช้เวลานาน ตามรูปที่ 1 การใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวทั่วไปและการผลิตมะเขือเทศแปรรูป



รูปที่ 1 การใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวทั่วไปและการผลิตมะเขือเทศแปรรูปประจำปีในแคลิฟอร์เนีย, 1960 - 1997
ที่ มา: THE STATUS OF LABOR-SAVING MECHANIZATION IN U.S. FRUIT AND VEGETABLE

รูปที่ 1 แสดงถึงจำนวนคนงานที่ลดลงของแรงงานใน การเก็บเกี่ยวมะเขือเทศในการใช้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.1960-2000 บริษัท Pik Rite เป็นผู้นำในการคิดค้นและผลิตรถเกี่ยวข้าว สำหรับรถแทรกเตอร์ผลไม้ขนาดเล็กและการเก็บเกี่ยวผักในสหรัฐอเมริกา ตะวันตกตอนกลางและตะวันออก ผู้ก่อตั้งบริษัทสร้างเครื่องเก็บมะเขือเทศด้วยกลไกครั้งแรกของเขาซึ่งเริ่มเก็บเกี่ยวในปี 1983 และหลังจากสามปีที่ได้มีการปรับปรุงและทดสอบ จึงทำให้ยอดขายเพิ่มขึ้นในปี 1986

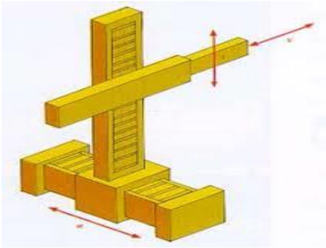
รูปที่ 2 เครื่องจักรเก็บมะเขือเทศ Rite Pik
ที่มา: The magazine of foods

เครื่องรุ่น 190 มีกำลังการผลิตสูง 30 ถึง 40 ตันต่อชั่วโมงเครื่องเก็บเกี่ยวแบบใช้รถลากที่มีการหมุนด้านข้างระบบเครื่องปั่นแปรงเดี่ยว เครื่องนี้มีเครื่องคัดแยกสีแสงความเร็วสูงที่มีการระเบิดของอากาศเป็นตัวช่วยในการแยกมะเขือเทศสุกจากผลสีเขียวและชิ้นส่วนของสิ่งสกปรก ค่าใช้จ่ายของเครื่องนี้คือ $150,000 - $160,000 และมีอายุการทำงาน 12-15 ปี เครื่องเก็บเกี่ยวมะเขือเทศ Rite Pik ใช้ในอินเดียน่า มิชิแกน โอไฮโอ และเพนซิลเวเนีย ที่ต้นทุนการเก็บเกี่ยวประมาณ $48 ต่อตันสูงกว่าค่าใช้จ่าย $28 ต่อตัน

โครงงานนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาหุ่นยนต์สำหรับประยุกต์การทำงานกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร โดยการจำลองใช้กับการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศ ที่มีสีแดง (มะเขือเทศสุกพร้อมเก็บ) โดยออกแบบให้ทำงาน 3 แนวแกน หุ่นยนต์จะหยิบจับลูกมะเขือเทศจากต้นแล้ววางลงในภาชนะที่กำหนด

2. แนวคิดในการพัฒนาหุ่นยนต์เก็บเกี่ยวมะเขือเทศ

2.1 แนวความคิด



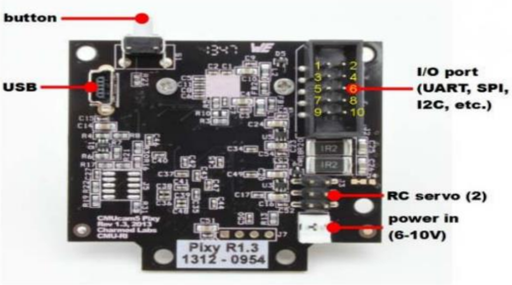
รูปที่ 3 รูปแบบของ Cartesian Robot
ที่มา: สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 11 เรื่องที่ 7

การนำหุ่นยนต์แบบ 3 แกนที่เคลื่อนที่แบบเชิงเส้น

(Prismatic) หุ่นยนต์ชนิดนี้มีโครงสร้างแข็งแรงตลอดแนวการเคลื่อนที่เหมาะสำหรับงานเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก (Pick-and-Place) เช่น ลำเลียงชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Machine loading) จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking) และงานประกอบ (Assembly) ที่ไม่ต้องการเข้าถึงในลักษณะที่มีมุมหมุนประกอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และงานทดสอบต่างๆ

2.2 Pixy โมดูลกล้องตรวจจับสีและวัตถุ

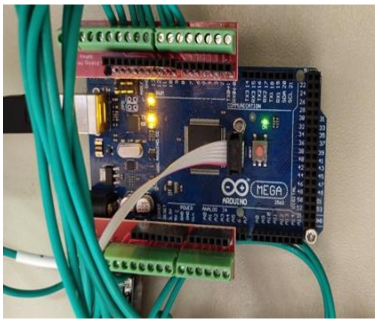
เป็นกล้องตรวจจับสีเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทั้ง Arduino สำหรับกล้องแยกสีเป็นโมดูลกล้องตรวจจับแยกแยะวัตถุด้วยสี ARM 32 บิต 2 แกน (dual core) เบอร์ LPC4330 ความเร็ว 204 MHz และความเร็วในการตรวจจับภาพ 50 เฟรมต่อวินาที ตรวจจับสีที่ต้องการได้พร้อมกัน 7 สี และแยกแยะวัตถุได้ 100 ชิ้น มีพอร์ต SPI เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB เพื่อแสดงผลภาพและตั้งค่า โดยทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Pixy Mon v2



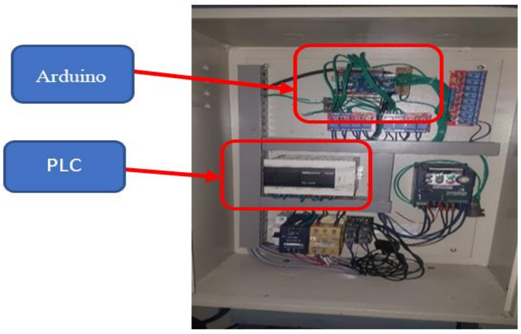
รูปที่ 4 แสดงจุดต่างๆและพอร์ต USB
ที่มา: Pixy โมดูลกล้องตรวจจับสีและวัตถุ Schematic › PDF › PIXY

2.3 บอร์ด Arduino

จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยมนำมาใช้เพราะสามารถควบคุมได้ง่ายและเชื่อมต่อกับกล้อง Pixy Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน ราคาไม่แพงง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อน



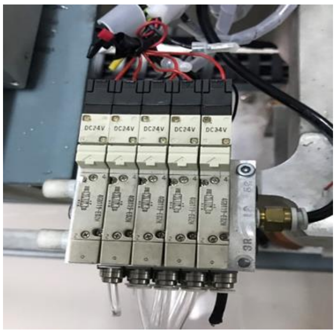
รูปที่ 5 บอร์ด Arduino



รูปที่ 6 บอร์ด Arduino ต่อเข้ากับ PLC

โดยการใช้โปรแกรม Arduino สำหรับ interface กับ PLC เนื่องจาก Microcontroller Arduino มีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลน้อยจึงนำ PLC มาช่วยในการบรรจุข้อมูลในการ Control หุ่นยนต์ ทั้งในส่วนของ Hardware และ Software ทำให้มี Scan Time ที่เร็วมากขึ้น ตอบสนองเร็วขึ้น มีความสามารถสูงกว่าระบบรีเลย์เนื่องจากมีฟังก์ชั่นต่างๆที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างมากมาย สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายและกว้างขวาง มีรูปแบบที่หลากหลาย สามารถเลือกให้เหมาะสมกับงานและราคา มีฟังก์ชั่นในการจัดเก็บหรือถ่ายโอนข้อมูลง่ายต่อการใช้กับงานที่ซับซ้อน ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง Sequence Control หมายถึง งานที่ทำต้องมีลำดับก่อนหลัง เช่นการทำงานของระบบรีเลย์ การทำงานของ Timer/Counter การทำงานของ P.C.B. Card การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ หรือ ระบบอัตโนมัติ งานควบคุมสมัยใหม่ Sophisticated Control เช่น การทำงานทางคณิตศาตร์ บวก ลบ คูณ หาร การควบคุมแบบอนาล็อก เช่น การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุม P.I.D. การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ การควบคุม Stepper-motor, Information Handling

2.4 กระบอกลม และ วาล์วควบคุม



รูปที่ 7 การต่อวาล์วลม 5/2 เข้ากับตัวหุ่นยนต์

การเลือกวาล์วลม 5/2 เข้ากับตัวหุ่นยนต์ เนื่องจากระบบง่ายต่อการใช้งาน ควบคุม เก็บรักษา และมีความปลอดภัยเมื่อทำงานเกินกำลัง

รูปที่ 8 การสร้างตัวหุ่นยนต์ต่อเข้ากับวาล์วลม 5/2 เข้ากับตัวหุ่นยนต์

2.5 คำนวณหาแรงของกระบอกสูบ

สูตร F = A x P

F = แรง (มีหน่วยเป็น kg)

A = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)

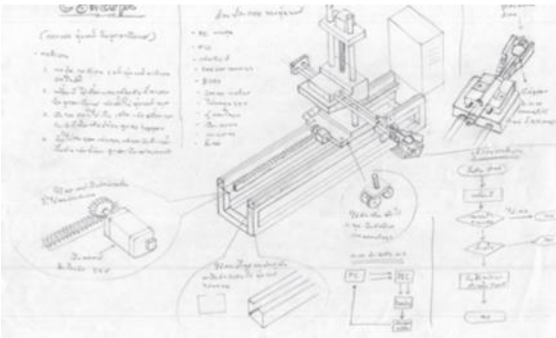
P = แรงดันของลมอัด (kg/cm^2)

โดยแรงของกระบอกสูบคำนวณได้จากความดันลมอัด ขนาดพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ และแรงเสียดทานของกระบอกสูบ ตามสูตรคำนวณหาแรงของกระบอกสูบ

2.6 ปั๊มลม

ปั๊มลม ใช้ในการผลิตลม เป็นต้น กำเนิดแหล่งพลังงานในโครงการครั้ง นี้

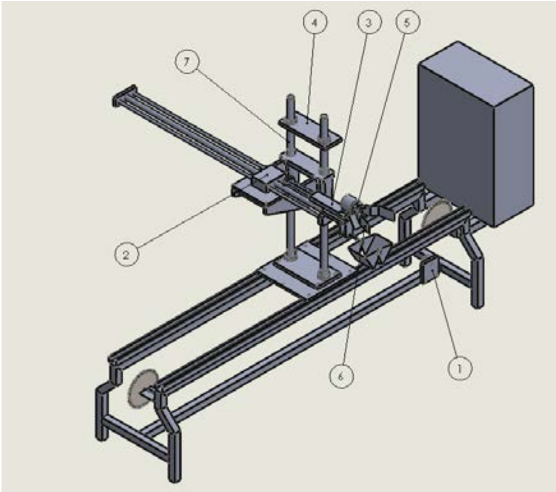
3. การออกแบบ (Concept และ Sketch design)



รูปที่ 9 การออกแบบ (Concept และ Sketch design)

การทำงานของหุ่นยนต์เก็บผลผลิตทางการเกษตร มีอุปกรณ์หลัก คือ โมดูล Arduino เป็นตัวเชื่อม ระหว่างอุปกรณ์ภายนอกรวมไปถึง PLC และมีการแสดงผลการทำงาน ของระบบหุ่นยนต์เก็บผลผลิตทางการเกษตรทั้งหมดด้วยหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส Touch screen ซึ่งมีการ ส่งผ่านข้อมูลระหว่าง PLC โดยผ่านพอร์ต RS485 เพื่อสั่งงานอุปกรณ์ภายในและภายนอกระบบ นอกจากนี้ผู้จัดทำได้ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ แยกออกเป็นส่วนต่างๆเพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบ

3.1 การออกแบบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เก็บผลผลิตทางการเกษตร



รูปที่ 10 ชิ้นส่วนสำคัญ

มีรายละเอียดชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) Induction Motor (อินดักชั่น มอเตอร์)

รูปที่ 11 อินดักชั่น มอเตอร์

มีหน้าที่ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ใน แนวแกน x ซึ่งขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า 220 vac และมอเตอร์มีขนาด 0.35 kW กระแสไฟ 1 A ตามรูปที่ 11 อินดักชั่น มอเตอร์ หมายเลข 1

2) MC CDPX2N15-150B-F7P cylinder

รูปที่ 12 กระบอกสูบแบบสไลด์

เป็นกระบอกสูบของแขนหลัก มีที่หน้าที่ ขับเคลื่อนในแนวแกน Y ตามรูปที่ 12 กระบอกสูบแบบสไลด์ หมายเลข 2

3) SMC CDPX2N15-25 CYL

รูปที่ 13 กระบอกสูบแบบสไลด์

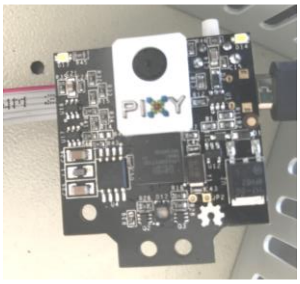
เป็นกระบอกสูบที่มีหน้าที่ยื่นตัว Gripper ไปเก็บลูกมะเขือเทศ ตามรูปที่ 13 กระบอกสูบแบบสไลด์ หมายเลข 5

4) Synchronous Motor & Break

รูปที่ 14 Synchronous Motor & Break

มีหน้าที่ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ในแนวแกน y ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า 220 vac ขนาด 0.35 kW กระแสไฟ 1 A รูปที่ 14 หมายเลข 4

5) Pixy 2 CMUcam5 Image Sensor

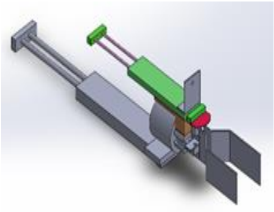


รูปที่ 15 กล้อง Pixy

มีหน้าที่เปรียบเสมือนดวงตาของหุ่นยนต์ตรวจจับสีตามที่เราตั้งไว้ ไฟเลี้ยง 5 Vdc รูปที่ 15 กล้อง Pixy หมายเลข 6

3.2 อุปกรณ์ที่สำคัญในการดำเนินงาน

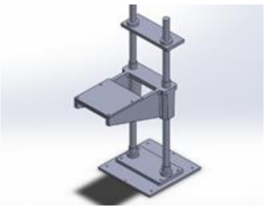
1) Gripper SMC Comparable



รูปที่ 16 แบบปากจับ รูปที่ 17 ปากจับ

มีหน้าที่เปรียบเสมือนมือที่จับชิ้นงานตามคำสั่งของหุ่นยนต์ หลังจากรับค่าจาก กล้อง Pixy ตามรูปที่ 16 แบบปากจับ และ รูปที่ 17 ปากจับ

2) โครงสร้างหลักของหุ่นยนต์ (Body)

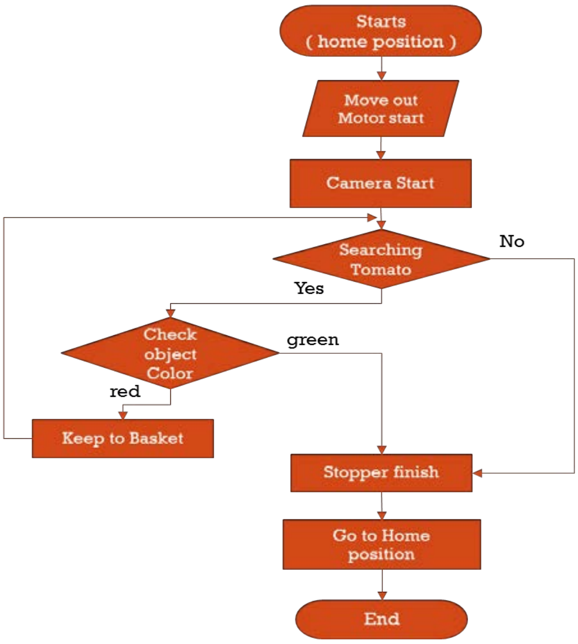


รูปที่ 18 แบบแท่นยึด รูปที่ 19 แท่นยึด

ออกแบบมาให้สามารถรับน้ำหนักของแขนของหุ่นยนต์ได้ในขณะที่แขนยื่นออก

3.3 กระบวนการทำงาน

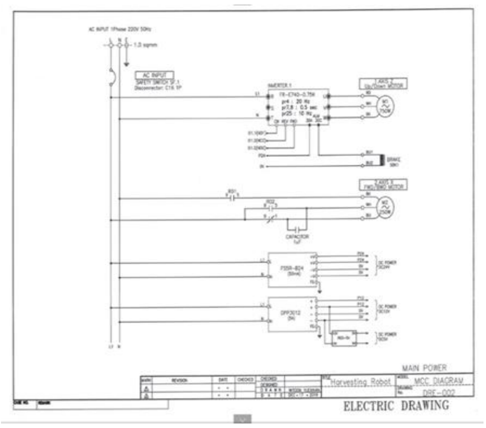
แผนภูมิ (Flowchart) การออกแบบระบบโปรแกรมการทำงาน มีขั้นตอน ตามรูปที่ 20 แผนภูมิการทำงาน



รูปที่ 20 แผนภูมิการทำงาน

แผนภูมิได้ออกแบบระบบกล้อง ระบบตรวจสอบสี แสงสว่าง ระบบความจำ ระบบสั่งการ ระบบประมวลผลและสั่งการทำงานของแขนและระบบมือจับ ตามรูฑี่ 20 แผนภูมิการทำงาน

3.4 ออกแบบระบบไฟฟ้า



รูปที่ 21 แบบไฟฟ้าควบคุม

4. การพัฒนาและการสร้าง

1) ติดตั้งกล้องตรวจจับวัตถุ

เลือกใช้กล้อง Pixy 2 CMUcam5 Image Sensor นำไปติดตั้งที่ปลายแขนของหุ่นยนต์ หลังจากกดปุ่ม Start หุ่นยนต์จะเริ่มทำงานเอง โดยเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจนกว่ากล้อง ค้นหาตำแหน่งของผลมะเขือเทศ เมื่อกล้องตรวจพบจะสั่งให้หยุดเคลื่อนที่แล้วจะประมวลผลได้ว่า วัตถุที่กำหนดไว้อยู่ใกล้หรือไกลจึงจะส่งข้อมูลไปยังชุดแขน เพื่อสั่งให้แขนยื่นออกไปหยิบจับผลมะเขือเทศ

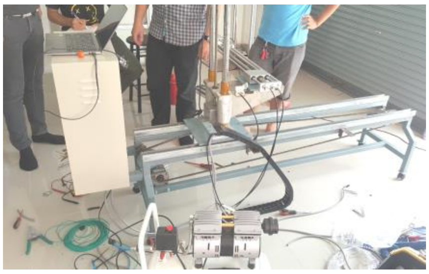
รูปที่ 22 การเซ็ทกล้อง

2) สร้างรางเลื่อนหุ่นยนต์

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำเหล็กราง ประตูสไลด์ที่มีความแข็งแรงมาออกแบบเป็นรางประคองล้อแบบแถวคู่ที่ใช้ยึดจับชุดแขนหยิบจับที่มีขนาดน้ำหนักมาก มีขนาดความยาว 2 เมตรและมีความกว้าง 3.5 เซนติเมตร แล้วใช้มอเตอร์ Dc 24V มาเป็นตัวขับเคลื่อนติดตั้งไว้ที่ฐานด้านล่างและทดรอบด้วยสเตอร์ 2 ตัวหน้าหลังใช้โซ่ เบอร์ 35 เป็นตัวปั่นนำพาชุดแขนหยิบจับเดินหน้าถอยหลังด้วยการสั่งจากกล้องตรวจจับวัตถุถ้าตรวจจับเจอจะหยุดถ้าไม่เจอก็จะเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ จนสุดรางแล้วจะถอยกับมายังจุดเริ่มต้นใหม่ ตัวฐานสามารถเคลื่อนย้ายได้ สะดวกมีการติดล้อไว้ 4 จุด ดังรูปที่ 23 การประกอบรางเลื่อนและล้อ

รูปที่ 23 การประกอบรางเลื่อนและล้อ

3) ประกอบชุดตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 24 ประกอบแขนหุ่นยนต์

ส่วนของระบบชุดตัวหุ่นยนต์ ผู้วิจัยได้นำ Cartesian (Gantry) Robot เข้ามาใช้ในการออกแบบการหยิบเก็บลูกมะเขือเทศ ซึ่ง Cartesian (Gantry) Robot เป็นหุ่นยนต์ 3 แกนโดยจะใช้มอเตอร์ Stepper Motor เป็นตัวขับเคลื่อน ขึ้นลงในแนวดิ่ง และใช้ลมเป็นตัวดันชุดแขนยึดเข้าออก โดยจะวางตัว Robot ไว้กึ่งกลางของชุดขับเคลื่อนที่ได้ทำการออกแบบเพื่อที่จะให้ Robot รับแรงได้เมื่อมีการเคลื่อนตัวและยื่นแขนออกไปเก็บลูกมะเขือเทศ

4) การติดตั้ง Gripper Robot เก็บลูกมะเขือเทศ

ทำการติดตั้ง Gripper ไว้ปลายสุดของแขนหุ่นยนต์ใช้แรงลมอัดจาก Air compressor เป็นตัวทำหน้าที่ดันให้หุบเข้าออกเมื่อเจอลูกมะเขือเทศที่ต้องการเก็บ ดังรูปที่ 25 การติดตั้ง Gripper

รูปที่ 25 การติดตั้ง Gripper

5) การประกอบชุดควบคุมการทำงานของระบบหุ่นยนต์

ประกอบไปด้วยตู้คอนโทรลและอุปกรณ์ภายในที่ใช้เป็นตัวควบคุม ชุดคำสั่งต่างๆที่อยู่ข้างใน ประกอบไปด้วยบอร์ด Arduino MEGA2560 R3 Power supply 12vdc, 24vdc Relay Module และ ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากน้ำหรืออากาศตู้คอนโทรลจะติดอยู่ที่จุดเริ่มต้น Start

รูปที่ 26 ตู้ไฟฟ้าควบคุม

6) ติดตั้งระบบการทำงานด้วยลม Air compressor

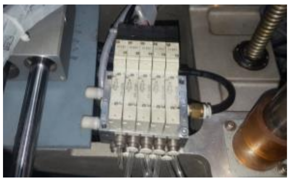
การใช้ลมอัดเข้ามาช่วยในการทำงานของ แขนหุ่นยนต์ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่รวดเร็ว ซึ่งได้นำ Air compressor มาเป็นแหล่งจ่ายลมส่งมายังชุดแขนให้เลื่อน

เข้าออกได้และมือจับ Gripper หุบเข้าออก โดยได้เลือกใช้ Air compressor ของรุ่น ZAPP ถังบรรจุขนาด 25 ลิตร

7) การติดตั้ง REGULATOR

การติดตั้ง REGULATOR ยี่ห้อ SMC รุ่น IR2000-02BG เพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดความดันวาล์วระบบนิวแมติกแล้วจ่ายลมไปยัง SOLENOID VALVE 5/2 DC 24 Vdc รุ่น CKD 4GB119-E02H เพื่อจะจ่ายลมไปยังชุดแขน Gripper และ Hopper ดังแสดงในรูปที่ 27 ชุดปรับแรงดันลม และ รูปที่ 28 ชุดวาล์วลม 5/2 DC 24 V

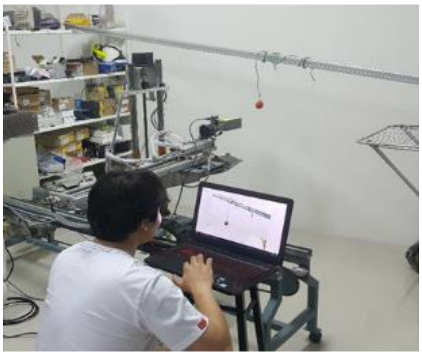
รูปที่ 27 ชุดปรับแรงดันลม



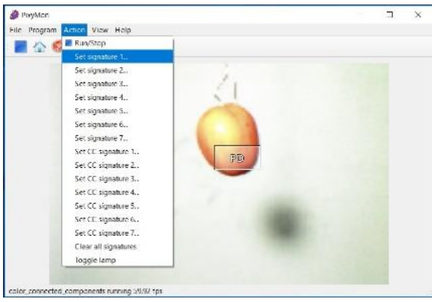
รูปที่ 28 ชุดวาล์วลม

5. การทดสอบหุ่นยนต์เก็บผลมะเขือเทศ

1) การทดสอบนี้ได้ใช้โมดูลกล้อง Pixy เพื่อเป็นดวงตาในการค้นหาและ ตรวจจับวิเคราะห์ตำแหน่งของผลมะเขือเทศเพื่อแสดงเป็นค่าแกน X Y Z ให้กับหน่วยประมวลผล Arduino โดยการเชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์ไปยัง โมดูลกล้องแล้วจากนั้นเปิดโปรแกรม Pixy เพื่อทำการปรับเทียบสีของมะเขือเทศ ดังรูปที่ 29 การตั้งค่าระยะชิ้นงาน, รูปที่ 30 ตั้งค่าชิ้นงาน และ รูปที่ 31 ตั้งค่ากล้อง

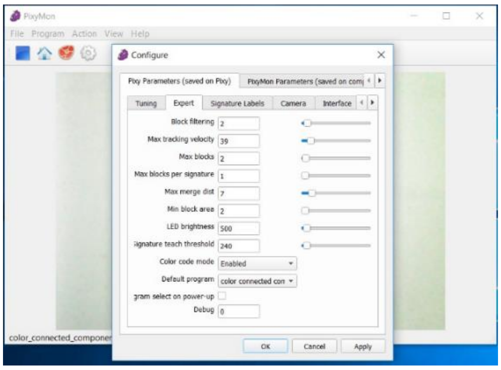


รูปที่ 29 การตั้งค่าระยะชิ้นงาน



รูปที่ 30 ตั้งค่าชิ้นงาน

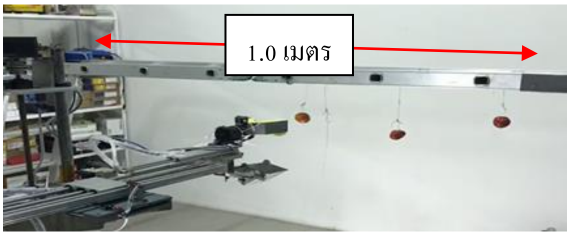
การตั้งค่ากล้องโปรแกรม Pixy ปรับระดับความชัด ปรับความสว่างของโมดูลกล้อง ภาพที่ออกมาขึ้นอยู่กับผู้ใช้เป็นคนกำหนด



รูปที่ 31 ตั้งค่ากล้อง

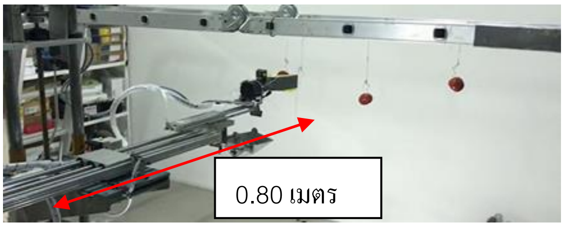
2) การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในแนวแกน X Y Z

ก) การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในแนวแกน X เป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวราบเพื่อเป็นการค้นหาผลของมะเขือเทศใน ระยะ 1.0 เมตร ไป-กลับ ดังรูปที่ 32 ทดสอบระยะหยิบแกน X



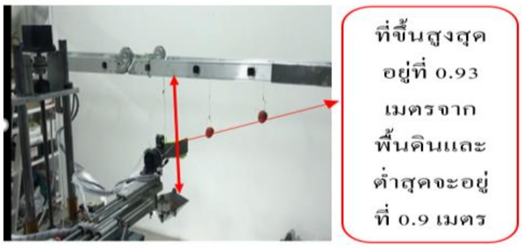
รูปที่ 32 ทดสอบระยะหยิบแกน X

ข) การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในแนวแกน Y เป็นการทดสอบการเคลื่อนที่ เข้า-ออก ของแขนเก็บมะเขือเทศซึ่งมีอยู่ 2 ช่วงการเคลื่อนที่โดยช่วงแรกจะเป็นส่วนของแขนเก็บช่วงที่อยู่ติดกับชุดเคลื่อนที่ซึ่งจะสามารถยืดออกได้ เมื่อยืดออกจะมีความยาวสูงสุด 0.67 เมตร และช่วงที่สองจะเป็นแขนเก็บส่วนปลายซึ่งแขนเก็บส่วนปลายนี้ ที่ปลายของแขนเก็บจะติดอุปกรณ์ที่เป็นตัวเก็บผลมะเขือเทศและที่รองรับผลมะเขือเทศหลังจากเก็บออกจากต้นแล้ว แขนเก็บส่วนปลายสามารถยืดออกได้ เมื่อยืดออกจะมีความยาวสูงสุด 0.80 เมตรดังรูปที่ 33 ทดสอบการจับชิ้นงานจริงแกน Y



รูปที่ 33 ทดสอบการจับชิ้นงานจริงแกน Y

ค) การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในแนวแกน Z เป็นการเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ในแนวดิ่ง การเคลื่อนที่ในแนวแกนนี้จะทำให้หุ่นยนต์สามารถเก็บผลมะเขือเทศที่อยู่ในความสูงที่แตกต่างกันได้โดยความสูงที่ขึ้นสูงสุดอยู่ที่ 0.93 เมตร จากพื้นดินและต่ำสุดจะอยู่ที่ 0.9 เมตร จากพื้นดิน ดังรูปที่ 34 ทดสอบการเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง แกน Z



รูปที่ 34 ทดสอบการเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง แกน Z

6. ผลการวิจัย (Results)

จากผลการวิจัยพบว่าการมองเห็นของหุ่นยนต์มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น

1) แสง ในการมองเห็นลูกมะเขือเทศนั้นจำเป็นจะต้องมีแสงที่เหมาะสมถ้าแสงน้อยจนเกิดไปจะทำให้เกิดเงาและทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน กล้องจะมองเห็นเงาจะคิดว่ามีผลมะเขือเทศ

2) ลม ในระบบนิวแมติกส์จะควบคุมตำแหน่งในการหยิบลูกมะเขือเทศคลาดเคลื่อนเล็กน้อย

3) ผลการพัฒนาต้นแบบ

จากการพัฒนาต้นแบบพบว่าจะต้องเพิ่มกล้องอีกหลายตัวเพื่อช่วยในการมองเห็นและกำหนดระยะ ตำแหน่งให้มีความแม่นยำ และการประมวลผลด้านแสงที่มีการผันแปร ทำให้การประมวลผลใช้เวลามากขึ้น และมีความผิดพลาดในการประมวลผลในจังหวะที่แสงไม่เพียงพอ

7. ผลการทดสอบเวลาในการเก็บผลมะเขือเทศ

ตารางแสดงเวลาการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ในการเก็บผลมะเขือเทศ 15 รอบ ผลที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงาน

ครั้งที่	ระยะทางแกน x (mm)	ระยะทางแกน z (mm)	เวลาที่ใช้เก็บ (วินาที)
1	280	130	2.44
2	280	150	2.41
3	270	150	2.34
4	262	150	2.37
5	278	130	2.22
6	235	120	2.33
7	262	128	2.32
8	263	120	2.24
9	265	123	2.25
10	264	123	2.24
11	255	110	2.25
12	266	100	2.18
13	262	107	2.07
14	270	100	2.70
15	265	103	2.86

8. สรุปผลการทดลอง

การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ ที่ใช้ระบบการมองเห็นผ่านกล้อง Pixy โดยทำการออกแบบให้สามารถระบุสีของมะเขือเทศและตำแหน่งของมะเขือเทศได้ โดยใช้คำสั่งจาก Arduino ผ่านหน้าจอ Touch screen เพื่อไปสั่งการให้

แขนกลทำงานตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้

จากการทดลองให้หุ่นยนต์เก็บมะเขือเทศทั้ง 15 ครั้งจะเห็นได้ว่าการใช้เวลาในการ สแกนหาตำแหน่งของการประมวลผลและเวลาในการเก็บมะเทศนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยของแสงเป็นหลัก กล้องจะสามารถตรวจจับสีได้ดีจะต้องมีค่าแสงสว่างที่เหมาะสม ดังนั้นเวลาที่กล้องจะสามารถสแกนหาลูกมะเขือเทศได้ดีตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. ถ้าช่วงเวลาหลังจากนั้นจะต้องใช้ไฟส่องสว่างเพิ่ม ค่าเฉลี่ยแกน x = 251 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยแกน Z = 122.94 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยในการเก็บ 1 ครั้งต่อ 1 ลูก = 2.348 วินาที และได้ทราบถึงระบบการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผศ.สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ผศ.ชานนท์ มูลวรรณ และ อ.สมภพ ทิมดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการดำเนินโครงการและช่วยให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ขจรศักดิ์ จันทร์แจ่ม, หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับถังพักขนาดใหญ่, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ศูนย์สารสนเทศและหอสมุด, ปีการศึกษา 2556

[2] จิราวัฒน์ สินวิลัย และ ผศ.ดร.หทัยเทพ วงศ์สุวรรณ, หุ่นยนต์เก็บผลส้มจี๊ด, ม.เกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน)

[3] วีจอมภพ ละออ ประจักร ลำจวน, การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์แบบคาร์ทีเซียน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 2017

[4] วีระยุทธ ศรีธุระวานิช รัชทิน จันทร์เจริญ, หุ่นยนต์คัดแยกและเก็บขยะรีไซเคิลโดยใช้กล้อง CCD, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, 2544

[5] ประภาส สุวรรณเพชร, Arduino เบื้องต้น, แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ สารานุกรมสำหรับเยาวน์ชน หุ่นยนต์