บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบ

แนวคิดในการพัฒนาเครื่องต้นแบบการคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการควบคุมการแยกขนาดของดอกดาวเรือง โดยนำความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาประยุกต์ใช้งานจริง ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการสร้างฮาร์ดแวร์ของระบบคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองอัตโนมัติ โดยใช้วิธีการประมวลผลทางภาพโดยการทำงานของส่วนต่างๆ จะเป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมด ไร้คนบังคับโดยเมื่อนำปลาที่วางบนสายพานไหลมาจนถึงตำแหน่งของกล้องที่ติดตั้งไว้ กล้องจะทำการจับภาพแล้วนำไปประมวลผลด้วยกระบวนการของการประมวลผลภาพ เพื่อหาขนาดของดอกดาวเรือง จากนั้นจึงนำดอกดาวเรืองที่หาขนาดเรียบร้อยแล้วไปเทียบกับเกณฑ์ข้อมูลที่กำหนดไว้ เพื่อจำแนกขนาดดอกดาวเรืองที่ต้องการแล้วสั่งการให้ฮาร์ดแวร์ทำงานเพื่อผลักดอกดาวเรืองลงตามขนาดที่กำหนดไว้ของแต่ละช่องแบบอัตโนมัติ เนื่องจากวิธีการประมวลผลทางภาพใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมและจัดการจึงทำให้การประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้น

หลักการออกแบบ

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบได้มีการแบ่งการทำงานของระบบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของซอฟต์แวร์และส่วนของฮาร์ดแวร์ ดังนี้

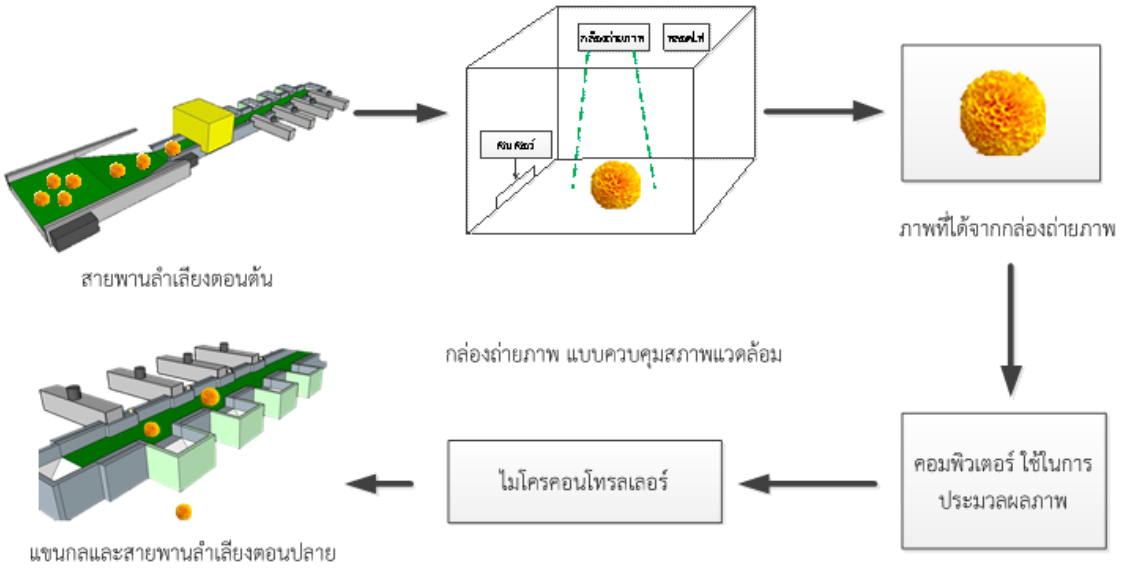
ส่วนซอฟต์แวร์

คือส่วนของการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ฮาร์ดแวร์ทำงานโดยจะแบ่งการออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์เป็นสองส่วน คือส่วนของการประมวลผลภาพเพื่อหาขนาดของดอกดาวเรือง และอีกส่วนคือส่วนของการควบคุมชุดสายพายและอีกส่วนคือส่วนของการควบคุมชุดสายพานและชุดแขนกลสำหรับผลักดอกดาวเรืองโดยทำการเขียนด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์วิชวลสตูดิโอ 2010 และใช้ภาษาไพทอน (Python) ในการเขียนโปรแกรม

ส่วนฮาร์ดแวร์

คือส่วนของการออกแบบส่วนต่าง ๆของระบบการคัดแยกขนาดของดอกดาวเรืองโดยจะมีการออกแบบทั้งส่วนของชุดสายพาน ชุดแขนผลัก และชุดการติดตั้งหลอดไฟและกล้องเว็บคาเมร่า

ซึ่งการทำงานร่วมกันของทั้ง 2 ส่วนนี้จะทำงานร่วมกันโดยการเขียนโปรแกรมในการควบคุมระบบทั้งหมด โดยแบ่งการทำงานส่วนของการเขียนโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการติดต่อกล้องเพื่อหาขนาดของดอกดาวเรืองและส่วนของการควบคุมการทำงานของระบบสายพานและแขนผลัก เมื่อทำการเขียนโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์แล้วจึงทำการส่งชุดคำสั่งที่เขียนไว้ผ่านทางพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์เพื่อไปสั่งให้ฮาร์ดแวร์ทำงานและสามารถแยกดอกดาวเรืองได้ตามที่กำหนดไว้ โดยมีภาพรวมของระบบดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพรวมของระบบคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองแบบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ

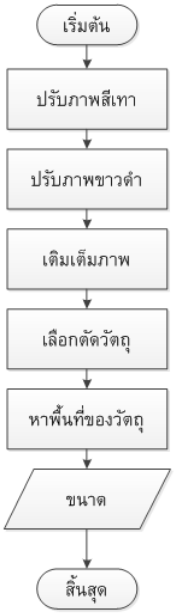
จากภาพที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมการทำงาน เริ่มต้นถึงสิ้นสุดกระบวนการ โดยประกอบด้วยสายพานลำเลียงตอนต้น ทำหน้าที่นำดอกดาวเรืองเข้าสู่สายพานลำเลียงไปยังกล่องถ่ายภาพ กล่องถ่ายภายที่ควบคุมสภาพแวดล้อมจะถ่ายภาพเมื่อดอกดาวเรืองเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เพื่อนำภาพที่ถ่ายได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ จากนั้นส่งข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไปสั่งการทำงานของแขนกลที่อยู่บนสายพานลำเลียงตอนปลายด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบระบบส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

การออกแบบซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย การออกแบบซอฟต์แวร์ของ 2 ส่วน คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ส่วนประมวลผลภาพ และการออกแบบซอฟต์แวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การออกแบบการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของการประมวลผลภาพ

การออกแบบการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของการประมวลผลภาพมีรายละเอียดดังแผนภาพในภาพที่ 3.2



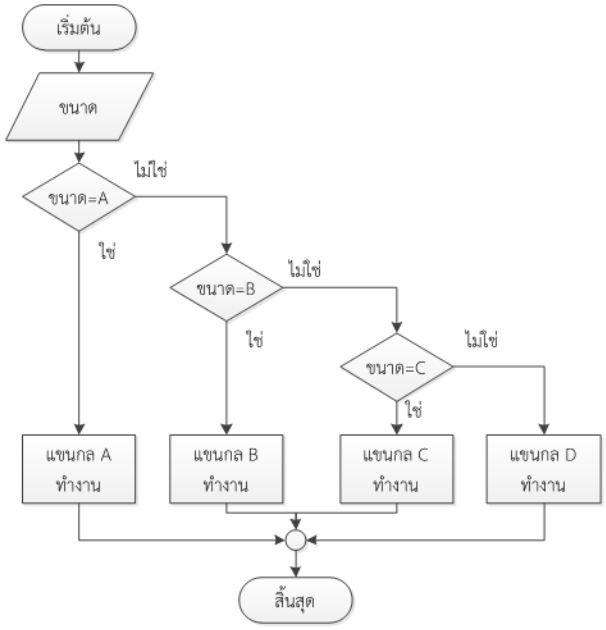
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของการประมวลผลภาพบนคอมพิวเตอร์

จากภาพที่ 3.2 เป็นการออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์โดยเขียนอธิบายการทำงานเป็นโฟลว์ชาร์ต (Flow Chart) เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานโดยการติดต่อกับกล้อง เมื่อพบดอกดาวเรืองอยู่ในตำแหน่งของกล้องและเซนเซอร์ จะทำการจับภาพของดอกดาวเรืองแล้วนำภาพที่ได้ไปแปลงเป็นภาพสีเทาและภาพไบนารี จากนั้นการเติมเต็มภาพโดยใช้กระบวนการประมวลผลแบบมอร์โฟโลยี (Morphology Processing) เพื่อปรับภาพให้วัตถุให้มีความชัดเจนมากขึ้น และนำวัตถุนั้นมาตัดภาพให้เหลือเพียงวัตถุที่

สนใจ ทำการหาพื้นที่ของวัตถุ จึงได้ขนาดของดอกดาวเรือง จากนั้นส่งขนาดของดอกดาวเรืองที่วิเคราะห์ได้ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อส่งการแขนกลต่อไป

การออกแบบการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์

การออกแบบการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์มีรายละเอียดดังแผนภาพในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของการสั่งงานแขนกลด้วยไมโครคอนโทรเลอร์

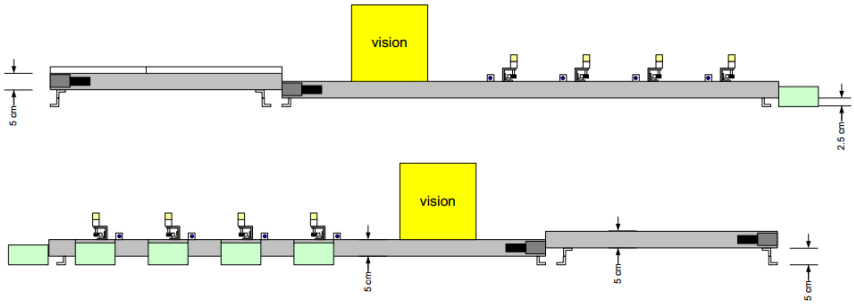
จากภาพที่ 3.3 เป็นการออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์โดยเขียนอธิบายการทำงานเป็นโฟลว์ชาร์ต (Flow Chart) เมื่อได้รับขนาดจากซอฟต์แวร์ในส่วนของการประมวลผลภาพแล้ว จากนั้นตรวจสอบขนาดที่ได้กับเงื่อนไข ตัวอย่างเช่น ถ้าขนาดที่ได้เป็นขนาด A ไมโครคอนโทรเลอร์จะสั่งการแขนกล A ให้ผลักดอกดาวเรืองลงไปยังช่องขนาด A เป็นต้น ทำซ้ำจนกระทั้งดอกดาวเรืองหมดจากสายพาน

การออกแบบฮาร์ดแวร์ส่วนของระบบการคัดแยกขนาดดอกดาวเรือง

การออกแบบฮาร์ดแวร์สำหรับการคัดแยกขนาดของดอกดาวเรืองได้จัดทำขึ้นโดยจำลองจากของจริง แต่มีขนาดที่เล็กลงโดยจะมีการกำหนดขนาดและรูปร่างและส่วนประกอบต่างๆ โดยจะมีการร่าง

แบบภาพออกมาในมุมมอง ด้านข้าง และด้านบน ของฮาร์ดแวร์โดยจะมีการบอกถึงขนาดของส่วนต่างๆ ของฮาร์ดแวร์ดังนี้

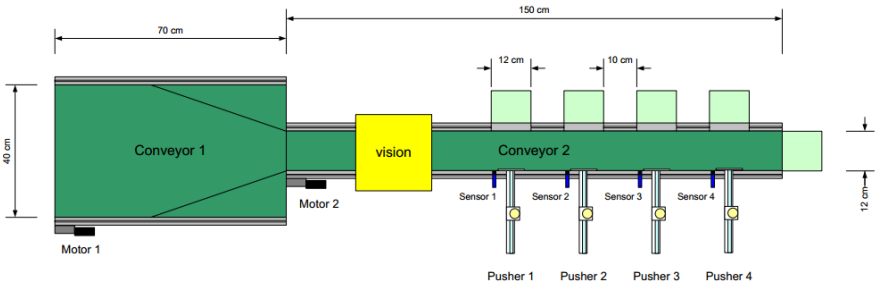
1) มุมมองด้านข้าง



ภาพที่ 3.4 ระบบคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองมุมมองด้านข้าง

จากภาพที่ 3.4 เป็นการออกแบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้สำหรับการแยกขนาดดอกดาวเรืองโดยมองจากมุมมองด้านข้างโดยมองจากด้านนี้จะเห็นการติดตั้งของชุดมอเตอร์ แขนกลผลักดอกดาวเรือง และเซ็นเซอร์ของสานพาน ตำแหน่งการติดตั้งและได้กำหนดขนาดต่างๆ ไว้อย่างละเอียดและอุปกรณ์ที่ใช้ทำเป็นเหล็กแป๊บแบนขนาด 5 เซนติเมตร เครื่องมีความยาว 220 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร และเครื่องจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของสายพานตอนต้น และส่วนของสายพานตอนปลายที่มีแขนกลติดตั้งพร้อมเซ็นเซอร์

2) มุมมองด้านบน

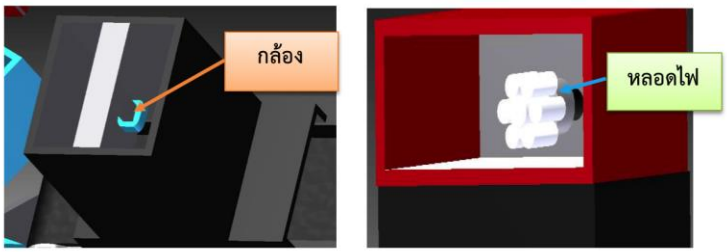


ภาพที่ 3.5 ระบบคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองมุมมองจากด้านบน

จากภาพที่ 3.5 เป็นการมองจากด้านบนของเครื่องโดยมองจากด้านนี้จะพบส่วนของสายพานได้ชัดเจนซึ่งมีขนาดความยาวสายพาน 220 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร และ 12 เซนติเมตร และความกว้างของเครื่องเท่ากับ 40 เซนติเมตร และยังสามารถเห็นส่วนของถาดรับที่ใช้คัดแยกขนาดดอกดาวเรือง

และแขนกลในการผลักดอกดาวเรืองได้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่อง โดยขนาดความกว้างของถาดรับ 12 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร

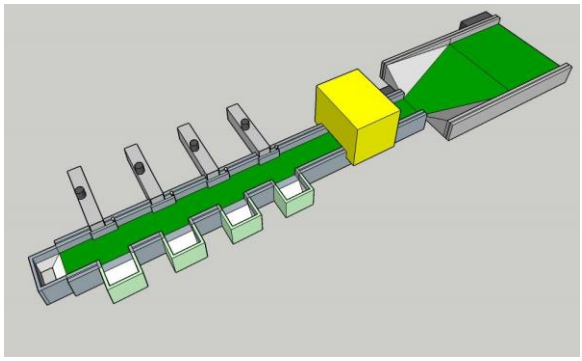
3) การติดกล้องและหลอดไฟภายในกล่อง



ภาพที่ 3.6 การติดกล้องและหลอดไฟภายในกล่อง

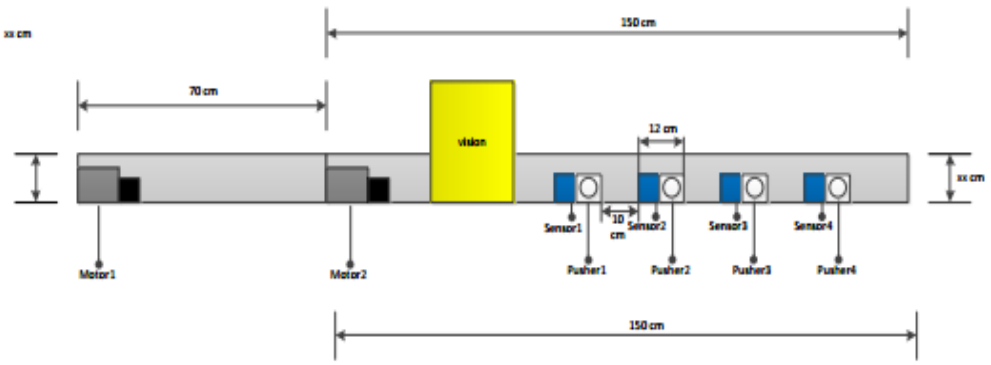
จากภาพที่ 3.6 เป็นการติดตั้งกล้องและหลอดไฟไว้ภายในกล่องส่วนการติดตั้งกล้องจะติดสูงจากสายพาน 20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ดีที่สุดและกล่องนี้สามารถเปิดได้มีหน้าที่สำหรับให้แสงสว่างสำหรับกล้องเพื่อทำการถ่ายภาพของวัตถุ

4) มุมมองแบบ 3 มิติ ของเครื่องคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองแสดงดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ระบบคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองมุมมองแบบ 3 มิติ

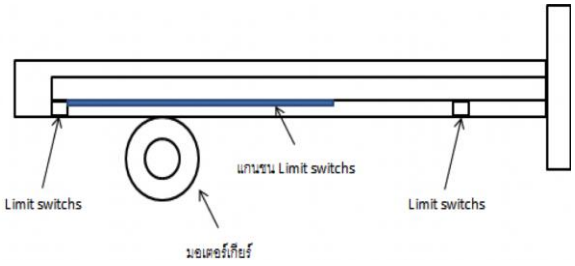
จากภาพที่ 3.7 เป็นภาพเครื่องต้นแบบที่ใช้ในการคัดแยกดอกดาวเรือง โดยประกอบด้วย กล่องถ่ายภาพ แขนผลัก และเซ็นเซอร์มนแต่ละจุด โดยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมด โดยมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนระบบสายพาน

จากภาพที่ 3.8 ระบบสายพานจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ประมวลผลจากข้อมูลรับเข้าจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับข้อมูลส่งออกไปยังอุปกรณ์ที่เป็นเอาต์พุตโดยประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 แขนผลักประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ลิมิตสวิตช์ มอเตอร์ และเซนเซอร์ของแต่ละแขนผลัก แสดงรายละเอียดของแขนผลักดังภาพที่ 3.9



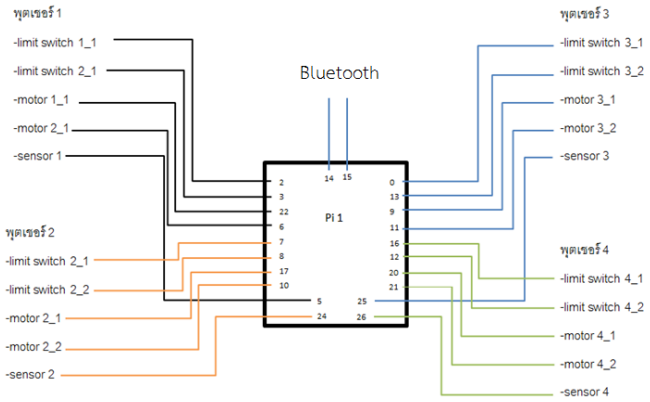
ภาพที่ 3.9 พุตเซอร์หรือแขนผลัก

จากภาพที่ 3.9 ขาไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ของแขนผลักทั้ง 4 ชุด ซึ่งการควบคุมการทำงานของทั้งระบบใช้โครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัว ตัวที่ 1 ควบคุมการทำงานของแขนผลัก และตัวที่ 2 ควบคุมการทำงานของสายพานโดยรายละเอียดการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 เป็นไปดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ต่างๆ บนระบบสายพานคัดแยกดอกดาวเรืองกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1

ชื่ออุปกรณ์	แขนผลัก 1	แขนผลัก 2	แขนผลัก 3	แขนผลัก 4
ลิมิตสวิตช์ 1	2	7	0	16
ลิมิตสวิตช์ 2	3	8	13	12
มอเตอร์ 1	22	17	9	20
มอเตอร์ 2	6	10	11	21
เซนเซอร์	5	24	25	26

จากตารางที่ 3.1 ทางผู้วิจัยได้จัดขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 โดยใช้ขาจำนวนทั้งหมด 20 ขา โดยมีรายละเอียดของการต่อวงจรการทำงานดังภาพที่ 3.10



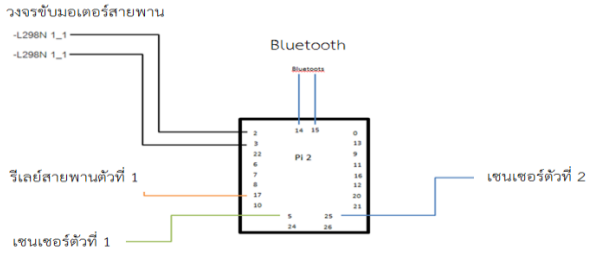
ภาพที่ 3.10 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 กับแขนผลัก

จากภาพที่ 3.10 แสดงให้เห็นแผนภาพการเชื่อมต่อขาต่างๆกับอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็นถึงความชัดเจนของการทำงานของราสเบอรี่พายกับแขนผลักส่วนการเชื่อมต่อใช้สำขาที่ 14 (Tx) และ 15 (Rx) ต่อกับโมดูล HC-05 ในการสื่อสารกับโปรแกรม ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 ที่ใช้สำหรับควบคุมสายพานทั้ง 2 ชุด มีรายละเอียดการเชื่อมต่อขาและอุปกรณ์ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์ต่างๆ บนระบบสายพานคัดแยกดอกดาวเรืองกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2

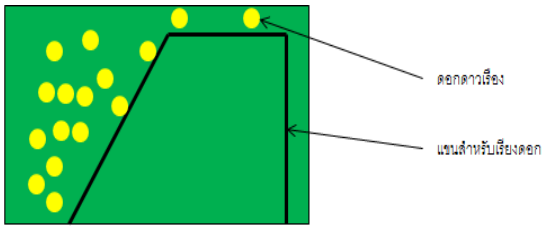
ชื่ออุปกรณ์	สายพานชุดที่ 1	สายพานชุดที่ 2	เซนเซอร์จุดที่ 1	เซนเซอร์จุดที่ 2
รีเลย์	-	17	5	25
L298N 1	2	-	-	-
L298N 2	3	-	-	-

จากตารางที่ 3.2 อธิบายเกี่ยวกับการกำหนดขาเพื่อใช้กำหนดการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำงานของสายพานคัดแยกดอกดาวเรือง (การควบคลุมส่วนแขนผลัก) ได้ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 กับรีเลย์และวงจรขับมอเตอร์

จากภาพที่ 3.11 แสดงให้เห็นแผนภาพการเชื่อมต่อขาต่างๆ กับอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็นถึงความชัดเจนของการทำงานของราสเบอรี่พายกับส่วนควบคุมสายพาน ส่วนการเชื่อมต่อใช้สำขาที่ 14 (Tx) และ 15 (Rx) ต่อกับโมดูล HC-05 ในการสื่อสารกับโปรแกรม โดยส่วนที่ต้องควบคุมการหยุดของสายพานเรียงดอกดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 สายพานชุดที่ 1 สำหรับเรียงดอกดาวเรือง

จากภาพที่ 3.12 เมื่อมีดอกดาวเรืองเคลื่อนเข้ามาจากทางซ้ายของสายพาน เมื่อเคลื่อนเข้ามาถึงแขนเรียงดอกดาวเรืองนั้นแขนเรียงดอกจะทำหน้าที่บีบเหมือนคอขวด เพื่อเรียงให้ดอกดาวเรืองนั้นเป็น

แถวและเคลื่อนเข้าสู่สายพานคัดแยกทีละ 1 ดอก เพื่อทำการรอการประมวลผลภาพและเมื่อทำการประมวลผลภาพสำเร็จแล้วดอกดาวเรืองจะเคลื่อนเข้าสู่สายพานชุดที่ 2 เพื่อแยกด้วยแขนผลักต่อไป

การออกแบบและแนวคิดสำหรับการทดสอบระบบ

สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ในการออกแบบการทดลองซึ่งในการทดลองผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรือง
2. การทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์และการผลักของแขนผลัก
3. การทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบ
4. การทดสอบด้านเวลาการทำงาน

การทดลองความถูกต้องในการวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรือง

ในที่นี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมดอกดาวเรืองพลาสติกที่ทราบขนาดชัดเจนจำนวน 100 ดอกแบ่งเป็นขนาดละ 25 ดอกเพื่อทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 10 รอบ และบันทึกผลการทดลองลงบนตาราง ที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

ขนาดที่ x					
รอบที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**ค่าความถูกต้อง**
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
รวมเฉลี่ย					

การทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์และการผลักของแขนผลัก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมดอกดาวเรืองจำนวน 20 ดอกแบ่งเป็นขนาดละ 5 ดอกเพื่อทำการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์และการผลักของแขนผลักโดยการทดสอบแขนผลักมีการทดสอบเกี่ยวองศา เพื่อให้ดอกที่ดาวเรืองที่เข้ามานั้นถูกแขนผลักผลักได้อย่างแม่นยำ และบันทึกผลการทดลองลงบนตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ขนาดที่ 1	ผลัก	สมบรูณ์	ไม่สมบรูณ์	เปอร์เซ็นต์	ขนาดที่ 2	ผลัก	สมบรูณ์	ไม่สมบรูณ์	เปอร์เซ็นต์
x องศา					x องศา				
x องศา					x องศา				
x องศา					x องศา				
x องศา					x องศา				
ขนาดที่ 3	ผลัก	สมบรูณ์	ไม่สมบรูณ์	เปอร์เซ็นต์	ขนาดที่ 4	ผลัก	สมบรูณ์	ไม่สมบรูณ์	เปอร์เซ็นต์
x องศา					x องศา				
x องศา					x องศา				
x องศา					x องศา				
x องศา					x องศา				

การทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมดอกดาวเรืองจำนวน 20 ดอก เพื่อนำไปทดลองทั้งหมด 6 จุด คือ 1) เซ็นเซอร์จุดที่ 1 ตรวจสอบวัตถุที่เข้ามายังสายพาน 2) เซ็นเซอร์จุดที่ 2 ตรวจสอบวัตถุก่อนเข้าสู่การถ่ายภาพ และแขนผลัก (Pusher) ทั้ง 4 จุด โดยแบ่งเป็นขนาดละ 5 ดอก เพื่อทำการทดลองซ้ำจำนวน 5 รอบในการทำการทดสอบการทำงานภาพรวมของระบบจะใช้ดอกดาวเรืองเดียวกันกับในการทดลองแขนผลัก และบันทึกผลการทดลองลงบนตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

รอบที่	**S1**	**ค่าความถูกต้องของเซ็นเซอร์ตัวที่ 1**	**S2**	**ค่าความถูกต้องของเซ็นเซอร์ตัวที่ 2**	**P1**	**ค่าความถูกต้องของแขนผลัก 1**
1						
2						
3						
4						
5						
รวมเฉลี่ย			**รวมเฉลี่ย**		**รวมเฉลี่ย**	
รอบที่	**P2**	**ค่าความถูกต้องของแขนผลัก 2**	**P3**	**ค่าความถูกต้องของแขนผลัก 3**	**P4**	**ค่าความถูกต้องของแขนผลัก 4**
1						
2						
3						
4						
5						
รวมเฉลี่ย			**รวมเฉลี่ย**		**รวมเฉลี่ย**	

การทดสอบด้านเวลาการทำงาน

ทำการทดสอบโดยเตรียมดอกดาวเรือง 4 ดอก โดยแต่ละดอกเป็นแต่ละขนาด โดยทำซ้ำเป็นจำนวน 10 รอบ และดำเนินการหาค่าเวลาต่อดอกและเวลาเฉลี่ยของการทำงานทั้งหมด และการทดสอบหาค่าเวลาเฉลี่ยในการหาขนาดของดอกดาวเรืองแต่ละดอก และบันทึกผลการทดลองลงบนตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

ครั้งที่	เวลาของแขนผลัก 1	เวลาของแขนผลัก 2	เวลาของแขนผลัก 3	เวลาของแขนผลัก 4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
รวมเฉลี่ย				