แบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

AUTOMATED STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM MODEL IN AUTOMATED WAREHOUSE SYSTEM

นางสาวภัสวนันท์ แก้วหา

MS. PHATWANAN KAEWHA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

AUTOMATED STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM MODEL IN AUTOMATED WAREHOUSE SYSTEM

MS. PHATWANAN KAEWHA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ แบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ
AUTOMATED STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM MODEL IN AUTOMATED WAREHOUSE SYSTEM

นักศึกษา นางสาวภัสวนันท์ แก้วหา รหัสประจำตัว 60010774

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.พลชัย โชติประยนกุล)

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ
นักศึกษา	นางสาวภัสวนันท์ แก้วหา
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อจำลองการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยนำหลักการเรื่องจุดศูนย์ถ่วงมาประยุกต์ใช้กับการจัดเรียงสินค้า เพื่อหาตำแหน่งการจัดเรียงที่เหมาะสมที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงมีค่าต่ำสุดซึ่งจะก่อให้เกิดความสมดุลและสเถียรภาพของชั้นวางสินค้า และได้สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อพิสูจน์กระบวนการนี้ การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการเขียนโปรแกรม (Software) และส่วนการสร้างชิ้นงานแบบจำลอง (Hardware) โดยการเขียนโปรแกรมคำนวณจุดศูนย์ถ่วงจะเขียนด้วยโปรแกรม MATLAB ให้สามารถใช้งานได้ทั้งแบบป้อนด้วยมือและแบบอัตโนมัติ ซึ่งตรวจสอบค่าจุดศูนย์ถ่วงที่ได้ด้วยการเปรียบเทียบกับแบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม SOLIDWORKS จากการตรวจสอบด้วยการจัดเรียงแบบ Manual พบว่าสามารถใช้ได้กับมวลที่หนักเท่ากันและไม่เท่ากันเนื่องจากตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงจากโปรแกรมทั้งสองมีค่าตรงกัน ส่วนการจัดเรียงแบบอัตโนมัติจะมีลำดับการจัดเรียงสินค้าคือนำมวลที่มีน้ำหนักมากที่สุดมาวางอยู่ใกล้กับจุดอ้างอิง (5,0) มวลที่หนักรองลงมาจะเรียงลำดับตามระยะทางแบบยุคลิดจนกระทั่งมวลที่หนักน้อยที่สุด เมื่อนำการจัดเรียงนี้มาสร้างแบบจำลองพบว่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงที่ได้ตรงกับค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Automated Storage and Retrieval System Model in Automated Warehouse System
Student	Ms. Phatwanan Kaewha
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Dr. Pholchai Chotiprayanakul

ABSTRACT

This thesis aims to simulate performance of an automated warehouse system. By applying the principle of center of gravity (CG) collaborated with product arrangements to find an optimal arrangement position to meet the lowest CG, so that it will lead to stability and shelf balance. The model is created to prove this process. The methodology was divided into 2 parts, which are software part and hardware part. In software parts, code for calculating CG was written by MATLAB. It can be used in both manually and automatically function. The value obtained from MATLAB was verified by comparing with a 3D model created by SOLIDWORKS. According to verifying, in manual arrangement find that both of equal mass and unequal mass cases are available since the positions from 2 programs are matching values. For automatic arrangement, the procedure is the maximum weight was closely placed to the reference point (5,0). The next maximum weight would be respectively placed by Euclidean distance until the minimum weight. Bringing this arrangement to create the model, find that CG position has the same value as MATLAB.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พลชัย โชติปรายนกุล ผู้ให้ความอนุเคราะห์ทั้งในด้านการให้ความรู้ การวางแผนปฏิบัติงาน และคอยชี้แนะในทุกขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด ผู้จัดทำทราบซึ้งในความอนุเคราะห์นี้จึงขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำงานครั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นการช่วยเหลือมากหรือน้อยก็ตาม ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนในด้านต่างๆ ผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจศึกษาระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ หรือเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปพัฒนาต่อยอดให้ดียิ่งขึ้น

นางสาวภัสวนันท์ แก้วหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ก**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ข**

กิตติกรรมประกาศ ..... **ค**

สารบัญ ..... **ง**

สารบัญตาราง ..... **ฉ**

สารบัญรูป ..... **ช**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 2

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 จุดศูนย์ถ่วง 4

2.2 ระยะทางแบบยุคลิด 6

2.3 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ 6

2.3.1 ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System) 7

2.3.2 อุปกรณ์จัดเก็บและเบิกจ่าย (Storage and Retrieval Machine) 8

2.4 อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบควบคุม 9

2.4.1 สเต็ปมอเตอร์ (Stepper Motor) 9

2.4.2 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) 10

2.4.3 บอร์ด Arduino 10

2.4.4 เฟืองสะพาน (Rack Gear) 11

2.4.5 สายพาน (Belt) 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

2.4.6 มู่เลย์ (Pulley) 12
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ส่วนของการเขียนโปรแกรม 13
3.1.1 การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual 13
3.1.2 การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าแบบ Automatic 17
3.2 ส่วนของการสร้างชิ้นงาน 24
3.2.1 การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของแบบจำลอง 24
3.2.2 อุปกรณ์สำหรับสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ 28
3.2.3 การสร้างชิ้นงานแบบจำลอง 29

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลของการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual 32
4.2 ผลของการจัดเรียงสินค้าแบบ Automatic 33

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 35
5.2 ข้อจำกัด 35
5.3 ข้อเสนอแนะ 35

เอกสารอ้างอิง 35
ภาคผนวก 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino Uno R3 11
ตารางที่ 3.1 การคำนวณมวลของวัสดุชนิดต่างๆ ต่อ 1 หน่วยปริมาตร 15
ตารางที่ 3.2 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 1 19
ตารางที่ 3.3 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 2 19
ตารางที่ 3.4 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 3 20
ตารางที่ 3.5 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 4 20
ตารางที่ 3.6 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 5 21
ตารางที่ 3.7 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 6 21
ตารางที่ 3.8 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 7 22
ตารางที่ 3.9 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 8 22
ตารางที่ 3.10 ลำดับการจัดเรียงสินค้าแบบอัตโนมัติ 24
ตารางที่ 3.11 วัสดุและอุปกรณ์ 28
ตารางที่ 3.12 วัสดุและอุปกรณ์ (ต่อ) 29
ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์ของจุดศูนย์ถ่วงกรณีที่มวลหนักเท่ากันทุกก้อน 32
ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ของจุดศูนย์ถ่วงกรณีที่มวลหนักไม่เท่ากันทุกก้อน 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การตัดกันของเส้นแนวแรง 4
รูปที่ 2.2 ความแตกต่างของการเลื่อนแนวแรงระหว่าง CG สูงและ CG ต่ำ 5
รูปที่ 2.3 การใช้ทฤษฎีพีทาโกรัสคำนวณหาระยะทางยุคลิด 2 มิติ 6
รูปที่ 2.4 ภาพรวมของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ 7
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างเครนที่มีเสาเดี่ยว 8
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างเครนที่มีเสาคู่ 9
รูปที่ 2.7 สเต็ปมอเตอร์ 9
รูปที่ 2.8 แผนภาพการทำงานของแหล่งจ่ายไฟ 10
รูปที่ 2.9 Rack กับ Pinion 11
รูปที่ 2.10 การส่งกำลังผ่านสายพาน 12
รูปที่ 3.1 เมทริกซ์ศูนย์ขนาด 8 x 10 13
รูปที่ 3.2 ขนาดของลูกบาศก์สี่เหลี่ยม 14
รูปที่ 3.3 หน้าต่างของการเขียนโค้ดคำสั่งของโปรแกรม MATLAB 16
รูปที่ 3.4 การใช้ฟังก์ชัน Mass Properties เพื่อหาจุดศูนย์ถ่วงในโปรแกรม SOLIDWORKS 16
รูปที่ 3.5 กระบวนการทำงานของการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual 17
รูปที่ 3.6 ตำแหน่งพิกัดของช่องจัดเก็บสินค้า 18
รูปที่ 3.7 ฐานข้อมูลของสินค้า 23
รูปที่ 3.8 หน้าต่างสำหรับเขียนโค้ดคำสั่งของโปรแกรม MATLAB 23
รูปที่ 3.9 ภาพจำลองชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของกลไกแนวราบ (ก) รางเลื่อน และ (ข) ไกด์เวย์ 25
รูปที่ 3.10 ภาพจำลองชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของกลไกแนวดิ่ง (ก) อลูมิเนียมโปรไฟล์ (ข) ฐานมอเตอร์ (ค) เฮ้าส์ซิ่ง และ (ง) ไกด์เวย์ 25
รูปที่ 3.11 ภาพจำลองชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของกลไกการจัดเก็บ (ก) โหลดรับน้ำหนัก (ข) เฟืองสะพาน และ (ค) เฟือง 26
รูปที่ 3.12 ภาพจำลองชั้นวางสินค้าขนาด 8 X 10 ช่อง 26
รูปที่ 3.13 ภาพจำลองฐานชั้นวางสินค้า 26
รูปที่ 3.14 ภาพจำลองพาเลท 27
รูปที่ 3.15 ภาพจำลองสายพานลำเลียง 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.16 ภาพจำลองพื้นไม้อัด 27
รูปที่ 3.17 ภาพแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ 28
รูปที่ 3.18 การสร้างกลไกในแนวราบ 30
รูปที่ 3.19 การสร้างกลไกในแนวดิ่ง 31
รูปที่ 4.1 ผลลัพธ์ของการจัดเรียงแบบอัตโนมัติ 34
รูปที่ 4.2 แบบจำลองของการจัดเรียงแบบอัตโนมัติ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และนิยามศัพท์ของปริญญานิพนธ์เรื่อง แบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ ซึ่งแสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการปรับรูปแบบระบบคลังสินค้ามาเป็นแบบอัตโนมัติด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการคลังสินค้า ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติคือระบบการจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าแบบอัตโนมัติ (Automated Storage/Retrieval System หรือ ASRS) ถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับตัวอุปกรณ์ขนถ่าย (Material Handling) ซึ่งสามารถขนย้ายวัสดุได้ทั้งในแนวราบและแนวดิ่งเพื่อนำสินค้าเข้าจัดเก็บหรือนำออกจากชั้นวางสินค้าตามตำแหน่งที่ต้องการ ภายใต้การควบคุมของระบบบริหารจัดการคลังสินค้า ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติควรจะต้องพิจารณาถึงการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อวางสินค้า หากจัดวางสินค้าที่มีน้ำหนักมากไปไว้ในที่สูงจะทำให้จุดศูนย์ถ่วงของทั้งชั้นวางอยู่สูงขึ้นและโครงสร้างของชั้นวางจะมีสเถียรภาพต่ำลง ซึ่งทำให้เกิดความไม่สมดุลของชั้นวางสินค้าและอาจก่อให้เกิดการล้มพังของชั้นวาง จากการศึกษาพบว่าระบบการจัดการของระบบ ASRS มีความสำคัญที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ผู้จัดทำจึงนำหลักการการจัดการจุดศูนย์ถ่วงมาผนวกใช้ในการจัดการระบบคลังสินค้าและจะได้สร้างแบบจำลองเป็นชั้นวางสินค้าขึ้นมาเพื่อทำการพิสูจน์กระบวนการจัดการที่ได้ออกแบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ
2. เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดเก็บสินค้าที่ทำให้เกิดความสมดุลของชั้นวางหรือมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. เพื่อสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติจำลองการทำงานของระบบจริงโดยใช้หลักการจัดการจุดศูนย์ถ่วง

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. แบบจำลองระบบคลังสินค้านี้ได้ทำการศึกษาการจัดเรียงสินค้าบนชั้นวาง โดยชั้นวางสินค้าที่ออกแบบมีขนาดความกว้าง, ยาว, ลึกเท่ากับ 32 x 45 x 6 เซนติเมตรตามลำดับ และมีช่องเก็บสินค้าจำนวน 10 x 8 ช่อง

2. แบบจำลองระบบคลังสินค้านี้ใช้โปรแกรม MATLAB สำหรับเขียนโปรแกรมจัดการคลังสินค้าเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลจาก spreadsheet หรือ Microsoft excel

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้จุดศูนย์ถ่วงที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความสมดุลของชั้นวางต่อการจัดเรียงสินค้าในรูปแบบใดๆ

2. สามารถเขียนโปรแกรม MATLAB เชื่อมโยงกับ Spreadsheet เพื่อใช้จัดการระบบคลังสินค้าได้

3. สามารถนำหลักการจัดการจุดศูนย์ถ่วงในการจัดวางสินค้าไปต่อยอดได้ทั้งการใช้งานแบบ Manual และ Automatic

4. สามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการจัดการคลังสินค้าเพื่อลดเวลาของกระบวนการจัดเก็บและค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ หมายถึง ระบบคลังสินค้าที่มีการนำเทคโนโลยีและระบบอัตโนมัติมาช่วยในบริหารจัดการคลังสินค้า เพื่อลดต้นทุนและประหยัดเวลาในการดำเนินการ

ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ หมายถึง เทคโนโลยีที่นำมาใช้ควบคุมการจัดเก็บสินค้าเข้า-ออกจากคลังสินค้า โดยเป็นการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ขนถ่าย

จุดศูนย์ถ่วง หมายถึง ตำแหน่งเฉลี่ยน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน เป็นปัจจัยสำคัญที่นำมาใช้พิจารณาว่าวัตถุนั้นมีความสมดุลหรือไม่

เมทริกซ์ หมายถึง ตัวแปรที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเชิงอาเรย์ โดยสามารสร้างตัวแปรได้หลายตัวเก็บไว้ในขอบเขตของเครื่องหมาย [ ] ซึ่งบรรจุเป็นแถวและคอลัมน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้และมีระยะการดำเนินงานดังตารางที่ 1.1

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่มีอยู่เดิม รวมถึงหลักการของจุดศูนย์ถ่วงและระยะทางแบบยุคลิด

2. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม MATLAB เบื้องต้นเกี่ยวกับการสร้าง Matrix

3. เขียนโปรแกรมสำหรับการจัดเรียงสินค้าและคำนวณจุดศูนย์ถ่วง

4. ออกแบบแบบจำลอง 3 มิติของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

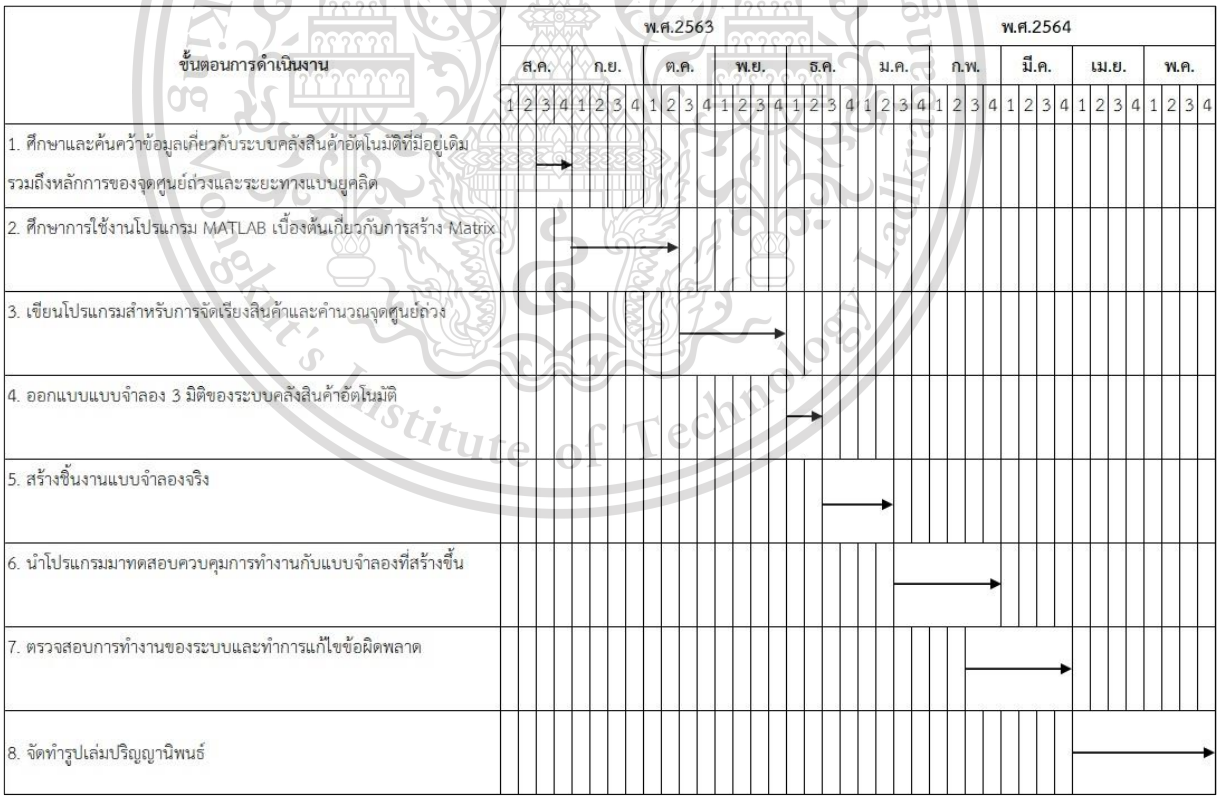
5. สร้างชิ้นงานแบบจำลองจริง

6. นำโปรแกรมมาทดสอบควบคุมการทำงานกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น

7. ตรวจสอบการทำงานของระบบและทำการแก้ไขข้อผิดพลาด

8. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีที่นำมาใช้ในปริญญานิพนธ์รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย

2.1 จุดศูนย์ถ่วง

2.2 ระยะทางแบบยุคลิด

2.3 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

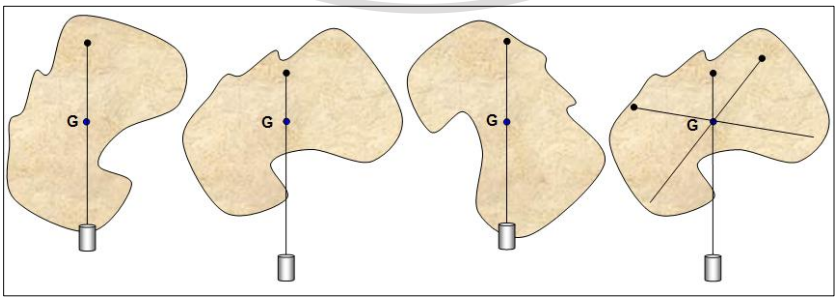
2.4 อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบควบคุม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 จุดศูนย์ถ่วง

จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) [1] คือ จุดที่เป็นตัวแทนของมวลทั้งหมดของวัตถุเดี่ยวหรือมวลรวมของทั้งระบบ ถูกดึงด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เสมือนว่ามวลทั้งก้อนของวัตถุรวมอยู่ ณ จุดนี้เพียงจุดเดียว ไม่ว่าจะวางวัตถุอยู่ในลักษณะใดเรียกโดยย่อว่า จุด CG แต่ในกรณีที่วัตถุไม่มีแรงดึงดูดของโลกมากระทำ จะเรียกจุดนี้ว่าจุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass)

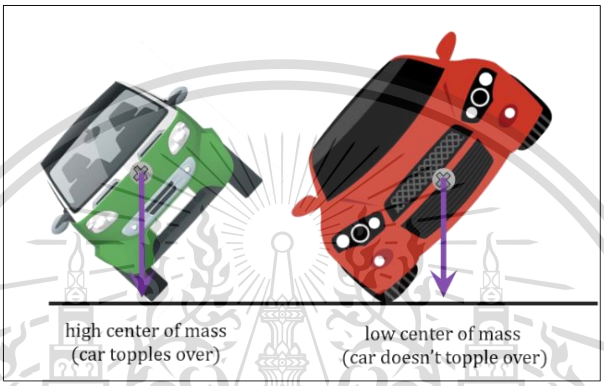
ภายใต้สนามความโน้มถ่วงของโลก แรงดึงดูดระหว่างวัตถุกับโลกคือแรงกระจายซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาตรของวัตถุนั้น แรงลัพธ์ของการกระจายเหล่านั้นเรียกว่า น้ำหนัก ขนาดของน้ำหนักพิจารณาได้จากผลคูณระหว่างมวลของวัตถุและความเร่งโน้มถ่วงของโลกหรือ W = mg เมื่อทำการทดลองแขวนวัตถุในแนวต่างๆ พบว่าเส้นแนวแรงตัดกันที่จุดหนึ่ง จุดนั้นคือจุดศูนย์ถ่วง ซึ่งแสดงว่าแนวแรงของน้ำหนักกระทำผ่านจุดศูนย์ถ่วง [2]



รูปที่ 2.1 การตัดกันของเส้นแนวแรง [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงมีความสำคัญต่อลักษณะการทรงตัวของวัตถุ หากตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงอยู่สูงจะทำให้วัตถุล้ม เนื่องจากแนวแรงมีแนวโน้มที่จะเลื่อนออกจากฐานรองรับ แต่ถ้าหากตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำจะทำให้วัตถุจะมีเสถียรภาพมากกว่าและเกิดความสมดุล ตัวอย่างของการนำจุดศูนย์ถ่วงมาใช้ประโยชน์ได้แก่ การออกแบบรถแข่งให้มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ แม้ว่าจะขับรถด้วยความเร็วสูงก็มีความเสี่ยงน้อยที่จะเกิดการพลิกคว่ำ การจัดแนวทิศทางของแนวแรงขับมอเตอร์จรวดให้กระทำผ่านจุดศูนย์ถ่วงของจรวด เพื่อให้สามารถบินได้ปกติ หรือการทรงตัวของนักยิมนาสติก เป็นต้น



รูปที่ 2.2 ความแตกต่างของการเลื่อนแนวแรงระหว่าง CG สูงและ CG ต่ำ [4]

การคำนวณหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุในระบบ 2 มิติ หาได้จากผลรวมของโมเมนต์หารด้วยน้ำหนักของสินค้าทั้งหมด ดังแสดงในสมการที่ 2.1 และ 2.2 [5]

เมื่อ $\sum M_y = 0$; $$C.X = \frac{m_1x_1+m_2x_2+m_3x_3+...+m_nx_n}{\sum m} \quad (2.1)$$

และ

เมื่อ $\sum M_x = 0$; $$C.Y = \frac{m_1y_1+m_2y_2+m_3y_3+...+m_ny_n}{\sum m} \quad (2.2)$$

โดย m_n คือ มวลย่อยในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

x คือ ระยะของวัตถุจากแนวแกน x

y คือ ระยะของวัตถุจากแนวแกน y

C.X คือตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงตามแนวแกน x

C.Y คือตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงตามแนวแกน y

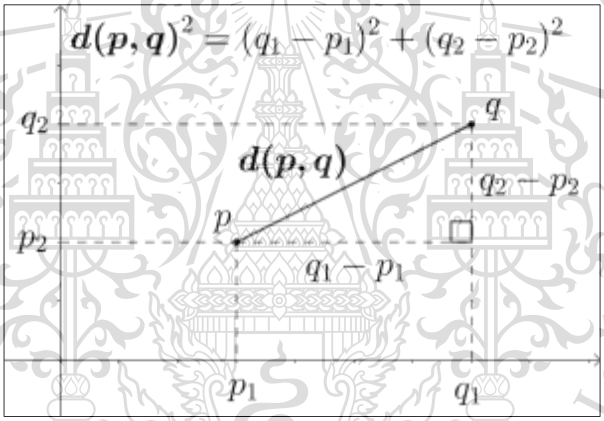
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 ระยะทางแบบยุคลิด

ในทางคณิตศาสตร์ Euclidean Distance หรือ Euclidean Metric คือ ระยะทางระหว่าง 2 จุด หรือเป็นระยะทางที่สั้นที่สุดของจุดทั้งสอง สามารถคำนวณได้จากพิกัดคาร์ทีเซียนของจุดโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระยะทางแบบยุคลิดระหว่างจุดสองจุด p และ q คือความยาวของส่วนของเส้นตรง pq

ถ้า $p = (p_1, p_2, ..., p_n)$ และ $q = (q_1, q_2, ..., q_n)$ ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน เป็นจุดสองจุดบนปริภูมิยุคลิด n มิติ ระยะทางระหว่างจุด p กับ q คำนวณได้ดังสมการที่ 2.3

$$d(p, q)=\sqrt{(p_1-q_1)^2+(p_2-q_1)^2+(p_2-q_2)^2+...+(p_n-q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(p_i-q_i)^2} \quad (2.3)$$



รูปที่ 2.3 การใช้ทฤษฎีพีทาโกรัสคำนวณหาระยะทางยุคลิด 2 มิติ [6]

2.3 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ เป็นกระบวนการในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้า-ออกคลังสินค้า หรืออาจเคลื่อนย้ายสินค้าภายในคลังสินค้า ระบบอัตโนมัตินั้นเริ่มตั้งแต่การป้อนข้อมูลสินค้าเข้าระบบผ่านโปรแกรมที่เป็นซอฟต์แวร์ ไปจนถึงการสั่งการเครื่องจักรอัตโนมัติหรือฮาร์ดแวร์ให้ทำการเคลื่อนย้ายหรือจัดเก็บสินค้า การนำระบบนี้มาใช้มีจุดประสงค์เพื่อจะทดแทนกลุ่มงานในคลังสินค้าดั้งเดิมที่มีขั้นตอนการทำงานซ้ำๆ มีความซับซ้อน ขั้นตอนมาก และมีโอกาสเกิดความผิดพลาดสูงเนื่องจากเดิมใช้แรงงานคน เมื่อนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับส่วน Manual ของการจัดเก็บ รวมถึงขั้นตอนการจัดเก็บจึงลดลง ส่งผลให้เวลาของกระบวนการจัดเก็บลดลง อีกทั้งยังมีความปลอดภัยเมื่อปฏิบัติงาน และสามารถตอบสนองความต้องการลูกค้าได้ถูกต้อง แม่นยำ และทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติมีอยู่หลากหลายประเภท การเลือกใช้งานอาจแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของบริษัทหรือโรงงาน แต่ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายเท่านั้น ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System)

ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติหรือเรียกชื่อย่อว่า ASRS คือ ระบบบริหาร จัดการและจัดเก็บสินค้าที่มีการทำงานควบคู่กันของเครื่องจักรอัตโนมัติและซอฟท์แวร์ ประโยชน์เด่นคือลดพื้นที่จัดเก็บในแนวราบแต่เพิ่มปริมาณการจัดเก็บสินค้าในแนวดิ่ง [7]

2.3.1.1 <u>องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ ASRS</u>

- ชั้นวางสินค้า เป็นโครงสร้างเหล็กที่แบ่งเป็นช่องต่างๆ สำหรับเก็บสินค้าปริมาณมากในแนวดิ่ง

- ซอฟท์แวร์ระบบคลังสินค้า เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับบริหารคลังสินค้าซึ่งรวมทั้งระบบบริหารจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System หรือ WMS) และระบบควบคุมเครื่องจักร (Warehouse Control System หรือ WCS) เข้าด้วยกัน

- อุปกรณ์จัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้า (Storage and Retrieval Machine) เป็นอุปกรณ์จำพวกเครนหรือสแตกเกอร์เครนที่สามารถวิ่งได้ทั้งในแนวราบและแนวดิ่งพร้อมกันเพื่อนำสินค้าเข้า-ออกจากชั้นวาง

- สถานีหยิบและรับฝากวัสดุ (Pickup and Deposit Station) เป็นจุดสำหรับรับวัสดุไปจัดเก็บหรือนำไปส่งเมื่อถูกเรียกใช้ โดยมีการเชื่อมต่อกับสายพานลำเลียง

รูปที่ 2.4 ภาพรวมของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.1.2 ประเภทของระบบ ASRS [9]

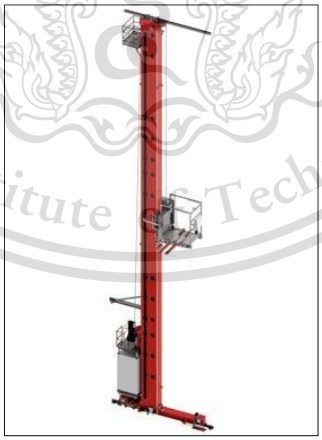
สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

- Unit Load ASRS ถูกออกแบบให้รองรับโหลดขนาดใหญ่ซึ่งมีน้ำหนักตั้งแต่ 0.5 -2.5 ตัน เหมาะสำหรับเก็บสินค้าประเภท Pallet เป็นทางเลือกที่เหมาะกับคลังที่มีพื้นที่การจัดเก็บ Pallet ที่จำกัด แต่ต้องการการเบิกจ่ายที่มีความเร็วสูง

- Mini Load ASRS เป็นระบบที่มีขนาดเล็กว่า Unit Load ใช้จัดเก็บสินค้าที่มีน้ำหนักเบา โดยรองรับน้ำหนักได้สูงสุด 35 กิโลกรัม เช่น ลัง กล่อง หรือถาด ระบบนี้เหมาะสำหรับรองรับ SKU ปริมาณมาก สามารถใช้งานในลักษณะเป็นจุดพักคอย (Buffer) เพื่อเติมเต็มสินค้าในจุดเบิกจ่ายได้อัตโนมัติ

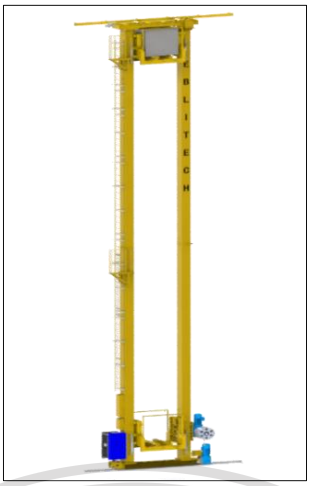
2.3.2 อุปกรณ์จัดเก็บและเบิกจ่าย (Storage and Retrieval Machine)

คือส่วนที่ประกอบไปด้วยเสา โหลดรับน้ำหนัก และอุปกรณ์ขนถ่าย ทำหน้าที่ในการจัดเก็บสินค้าเข้า-ออกจากชั้นวาง โดยทำงานในสามทิศทาง ได้แก่ ส่วนของการเคลื่อนที่แนวราบคือส่วนที่วิ่งขนานกับทางเดิน ส่วนของการเคลื่อนที่แนวดิ่งคือส่วนที่ยกโหลดขึ้นลง และส่วนที่ยื่นจับพาเลต โดยทั่วไปอุปกรณ์จัดเก็บและเบิกจ่ายจะถูกติดตั้งให้ทำงานในทางเดินแคบๆ ระหว่างชั้นวางสินค้า ถูกออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่ในแนวราบและแนวดิ่งด้วยความเร็วสูงไปยังตำแหน่งที่ต้องการจัดเก็บ อุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักมีลักษณะเป็นเครน โดยอาจเป็นเครนที่มีเสาเดี่ยวหรือเสาคู่ หากเป็นเครนเสาเดี่ยวโหลดรับน้ำหนักจะแนบติดกับบริเวณด้านข้างของเสา ส่วนเครนเสาคู่โหลดรับน้ำหนักจะอยู่ตรงกลางระหว่างเสา ดังแสดงในรูปที่ 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างเครนที่มีเสาเดี่ยว [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างเครนที่มีเสาคู่ [11]

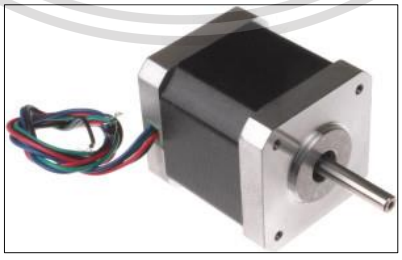
2.4 อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบควบคุม

การที่ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติจะสามารถทำงานได้นั้นจำเป็นอาศัยหลักการทำงานของสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.4.1 สเต็ปมอเตอร์ (Stepper Motor)

สเต็ปมอเตอร์เป็นมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดกระแสตรงที่หมุนอย่างไม่ต่อเนื่องแต่หมุนทีละสเต็ป เป็นมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (ไม่มีส่วนที่สัมผัสกันระหว่างขั้วไฟฟ้า Rotor และ Stator) ถูกขับเคลื่อนด้วยสัญญาณพัลส์เพื่อแปลงพลังงานไฟฟ้าให้กลายเป็นพลังงานกลให้เกิดการหมุน

การทำงานของสเต็ปมอเตอร์จะเป็นไปตามหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าคือ เมื่อจ่ายแรงดันที่ปลายขดลวดบน Stator จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปผลัก Rotor ให้เกิดการเคลื่อนที่ซึ่งการเคลื่อนที่นี้นับเป็น 1 สเต็ป

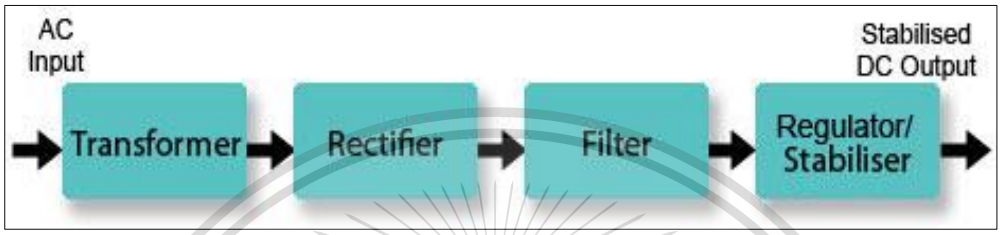


รูปที่ 2.7 สเต็ปมอเตอร์ [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.2 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้จ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้า หน้าที่หลักของแหล่งจ่ายไฟคือการเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดให้กลายเป็นแรงดัน ความถี่ และกระแสที่คงที่ หรือทำหน้าที่ในการเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงเพื่อนำมาใช้งานให้เหมาะสมกับ output ที่เชื่อมต่อ



รูปที่ 2.8 แผนภาพการทำงานของแหล่งจ่ายไฟ [13]

จากรูปที่ 2.8 แหล่งจ่ายไฟประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ Transformer, Rectifier, Filter และ Regulator การทำงานเริ่มต้นที่ Transformer หรือหม้อแปลงไฟฟ้าแปลงแรงดัน AC สูง เป็นแรงดัน AC ต่ำ จากนั้น Rectifier จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง แต่ยังคงมีความผันผวนมาก ต่อมา Filter จะทำหน้าที่กำจัดความผันผวนของแรงดันและสร้างกระแสตรงที่มีความเรียบขึ้นมา Regulator ทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณที่มาจาก Filter และจ่ายแรงดันที่คงที่ให้กับโหลด [14]

2.4.3 บอร์ด Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source ซึ่งใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่ยืดหยุ่นและใช้งานง่าย บอร์ด Arduino มีหลากหลายรุ่นให้เลือกใช้งาน โดยบอร์ดแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดบอร์ดหรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ ประสิทธิภาพของ MCU เป็นต้น [15] สำหรับบอร์ด Arduino รุ่นที่นิยมใช้มากที่สุดคือรุ่น Uno R3 เนื่องจากเหมาะสมกับการเริ่มต้นศึกษา ด้วยความเหมาะสมทางด้านราคาที่ไม่แพง ขนาดกะทัดรัด รวมทั้ง Library ต่างๆ อ้างอิงจากบอร์ดนี้เป็นหลัก ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกใช้บอร์ดรุ่นดังกล่าว ซึ่งคุณสมบัติของบอร์ด Arduino Uno R3 แสดงได้ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งจะกล่าวในหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino Uno R3 [16]

ข้อมูลจำเพาะ	รายละเอียด
ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50 mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32 KB พื้นที่โปรแกรมและ 500B ใช้โดย Boot Loader
พื้นที่แรม	2 KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1 KB
ความถี่คริสตัล	16 MHz
ขนาด	68.6 x 53.4 mm
น้ำหนัก	25 กรัม

2.4.4 เฟืองสะพาน (Rack Gear)

เฟืองสะพานเป็นอุปกรณ์เครื่องกลที่ใช้ในการส่งกำลัง ทำหน้าที่หมุนให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้น เป็นเฟืองประเภทหนึ่งที่มีลักษณะยาวเป็นเส้นตรงเหมือนกับสะพาน ใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าซึ่งเรียกว่า Pinion ซึ่งส่วนประกอบทั้งสองจะถูกเรียกรวมเป็นระบบว่า Rack กับ Pinion

รูปที่ 2.9 Rack กับ Pinion [17]

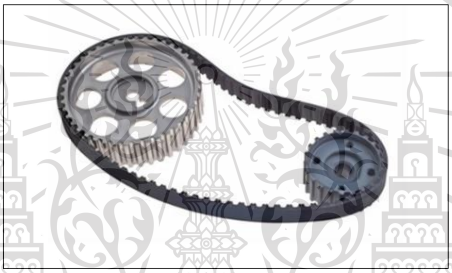
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.5 สายพาน (Belt)

สายพาน เป็นอุปกรณ์ที่คล้องโยงเครื่องจักรต่างๆ เพื่อพาให้หมุนไปด้วยกัน รับการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันระยะไกล หรือใช้ในงานเพื่อเป็นส่วนรองรับวัสดุสิ่งของต่างๆ ทำให้วัสดุขนถ่ายที่อยู่บนสายพานนั้นเคลื่อนที่ตามสายพานไปด้วย [18]

2.4.6 มู่เลย์ (Pulley)

มู่เลย์ เป็นชิ้นส่วนสำคัญชิ้นหนึ่ง ทำหน้าที่เป็นล้อขับสายพานและส่งกำลังจากเพลามอเตอร์ไปสู่อุปกรณ์อื่นๆ โดยในล้อของมู่เลย์ประกอบไปด้วยร่องซึ่งมีไว้สำหรับร้อยเข้ากับฟันเฟืองของสายพาน เพื่อขับเคลื่อนเปลี่ยนทิศทางไปตามการชักนำของสายพาน นอกจากนี้มู่เลย์ยังทำหน้าที่ปรับความตึงหรือหย่อนของสายพานให้เหมาะสมกับระยะการเคลื่อนที่



รูปที่ 2.10 การส่งกำลังผ่านสายพาน [19]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤสรณ์ ภูผาแนบ และคณะได้ศึกษาและออกแบบระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ [20] โดยสร้างระบบสายพานลำเลียงและระบบบริหารจัดการคลังสินค้าเพิ่มขึ้นมา ซึ่งเป็นการพัฒนาต่อยอดมาจากโครงงานเรื่อง “การออกแบบและสร้างสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ” เพื่อให้ระบบคลังสินค้ามีความสมบูรณ์มากขึ้น ในโครงงานจึงนี้ได้นำ PLC Mitsubishi รุ่น Q03UDE มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม และส่วน HMI หรือส่วนติดต่อผู้ใช้งานใช้ Wonderware InTouch ในการแสดงผลกราฟิก นอกจากนี้ยังเพิ่มส่วนของการบันทึกข้อมูลสินค้า โดยจัดเก็บข้อมูลลง Database ซึ่งใช้โปรแกรม Appserv

จากผลการทดสอบการควบคุมด้วย PLC เมื่อวางสินค้าในคลังสินค้า หน้าจอ HMI ในการควบคุมแบบ Mode 1 ได้แสดงผลถึงการมีอยู่ของสินค้าในช่องนั้นๆ และเมื่อวางสินค้าในคลังสินค้า หน้าจอ HMI ในการควบคุมแบบ Mode 2 การแสดงผลของสินค้าทำงานได้ตรงตามกระบวนการ อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบจะมีความสมบูรณ์ในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังขาดสิ่งอื่นๆ เช่น การกำหนดตำแหน่งให้แน่นอน หรือการสร้างโครงสร้างให้แข็งแรงและทนทาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

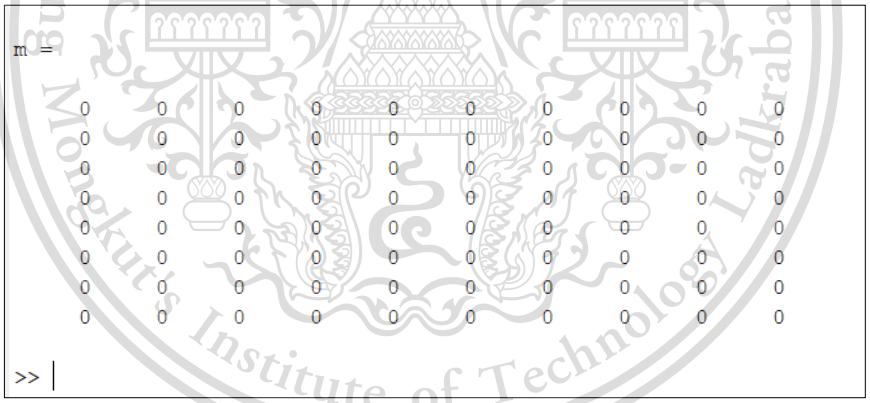
ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาค่าจุดศูนย์ถ่วงที่เหมาะสมสำหรับการจัดเรียงสินค้า แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.1 ส่วนของการเขียนโปรแกรม

3.2 ส่วนของการสร้างชิ้นงาน

3.1 ส่วนของการเขียนโปรแกรม

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการเรียงสินค้านั้นได้นำโปรแกรม MATLAB มาประยุกต์ใช้ ด้วยการการสร้าง Matrix แทนช่องเก็บสินค้า โดย Matrix ที่ใช้เป็น Matrix ศูนย์ขนาด 8 แถว 10 คอลัมน์ซึ่งเท่ากับจำนวนของช่องเก็บสินค้า เก็บไว้ในตัวแปร m สำหรับตัวเลข 0 นั้นหมายถึงช่องสินค้าที่ว่าง เมื่อป้อนคำสั่ง m = zeros (8,10) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เมทริกซ์ศูนย์ขนาด 8 x 10

การจัดเรียงจะทำด้วยการระบุเลขแถวและคอลัมน์เพื่อเติมน้ำหนักสินค้าลงไปในช่องของ Matrix โดยการเขียนโปรแกรมจะแบ่งการจัดเรียงเป็น 2 แบบดังต่อไปนี้

3.1.1 การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual

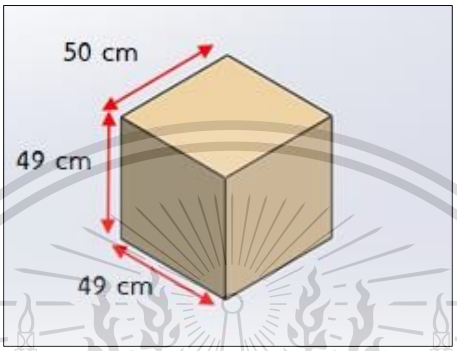
การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual หรือแบบมือหมายถึง การระบุหมายเลขแถวและหลักของ Matrix ที่ต้องการนำไปจัดวาง โดยพื้นฐานคือการนำสินค้าที่มีน้ำหนักมากวางไว้ชั้นล่าง จากนั้นจึงนำสินค้าที่มีน้ำหนักน้อยกว่ามาวางไว้ชั้นบน เพื่อให้สินค้าที่มีน้ำหนักมากกว่าเป็นตัวถ่วงดุล สำหรับการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมจัดเรียงสินค้าจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.1.1 <u>การคำนวณมวลของสินค้า</u>

สมมติให้มวลของสินค้ามีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์สี่เหลี่ยม ปริมาตรของลูกบาศก์สามารถคำนวณได้จากสมการ 3.1 [21]

ปริมาตรของลูกบาศก์สี่เหลี่ยม = กว้าง x ยาว x ลึก (3.1)



รูปที่ 3.2 ขนาดของลูกบาศก์สี่เหลี่ยม

กำหนดให้ความกว้าง ยาว ลึกของลูกบาศก์เท่ากับ 49 49 และ 50 เซนติเมตรตามลำดับ ดังนั้น ปริมาตร = 49 x 49 x 50 = 120,050 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากกฎของความหนาแน่น สามารถหามวลของวัตถุได้จากสมการที่ 3.2 [22] โดยข้อมูลความหนาแน่นของวัสดุชนิดต่างๆ อ้างอิงมาจาก Mass Properties ของโปรแกรม SOLIDWORKS ซึ่งการคำนวณมวลของวัสดุทั้งหมดแสดงได้ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจะกล่าวในหน้าถัดไป

มวล = ปริมาตร x ความหนาแน่น (3.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.1 การคำนวณมวลของวัสดุชนิดต่างๆ ต่อ 1 หน่วยปริมาตร

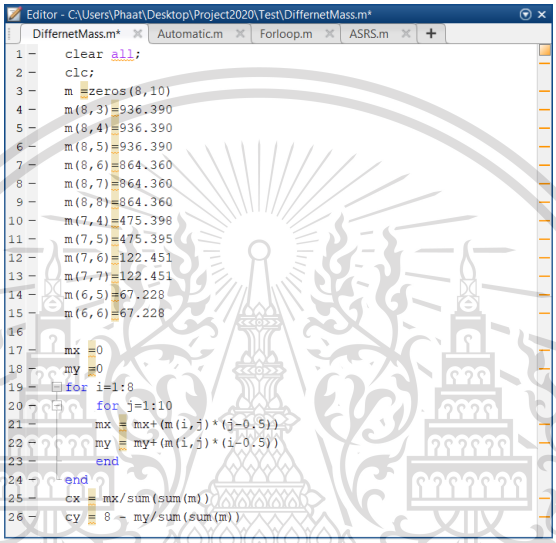
วัสดุ	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	ความหนาแน่น (ก./ลบ.ซม.)	น้ำหนัก (ก.ก)
1. ABS	120,050	1.02	122.451
2. Alumina	120,050	3.96	475.398
3. Steel	120,050	7.80	936.390
4. Iron	120,050	7.20	864.360
5. Oak	120,050	0.56	67.228
6. Aluminium	120,050	7.40	888.370
7. UNS C17000	120,050	8.26	991.613
8. Ti UNS	120,050	4.51	541.425
9. Zinc AC41A	120,050	6.70	804.335
10. Duranickle	120,050	8.20	984.410
11. Magnesium	120,050	1.70	204.085
12. Monel (R)	120,050	8.80	1056.440
13. Beryllium	120,050	1.84	221.372
14. Cobalt	120,050	8.90	1068.445
15. Pure Gold	120,050	0.019	2280.950
16. Pure Lead	120,050	0.011	1320.550
17. Titanium	120,050	4.60	552.230
18. Vanadium	120,050	6.10	732.305
19. Zirconium	120,050	6.60	792.330
20. Silicon	120,050	2.65	317.892
21. BUTYL	120,050	1.16	139.162
22. PE High	120,050	0.95	114.288
23. PET	120,050	1.42	170.047
24. PPE	120,050	1.06	127.253
25. Pine	120,050	0.34	40.817

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.1.2 <u>การเขียนโปรแกรมคำนวณจุดศูนย์ถ่วงและการพิสูจน์ความถูกต้องของจุดศูนย์ถ่วง</u>

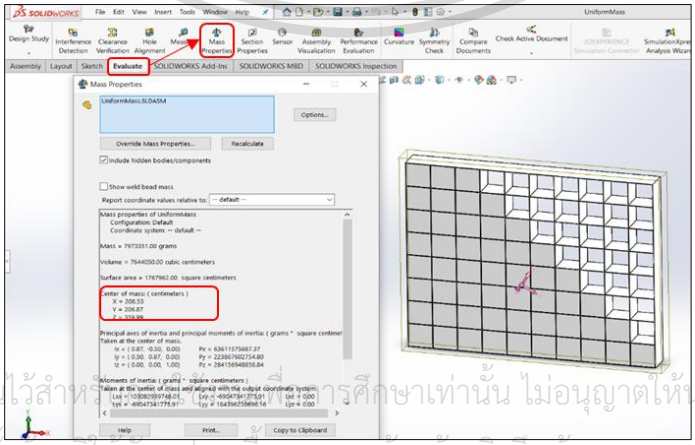
ในขั้นตอนนี้จะแบ่งการคำนวณจุดศูนย์ถ่วงเป็น 2 กรณีได้แก่ กรณีที่มวลหนักเท่ากันทุกก้อนและกรณีที่มวลหนักไม่เท่ากันทุกก้อน ซึ่งจะนำข้อมูลในตารางที่ 3.1 มาใช้ สำหรับกรณีมวลเท่ากันทุกก้อนจะใช้วัสดุ ABS เพียงอย่างเดียว โดยในแต่ละกรณีนั้นมีการจัดเรียงในรูปแบบที่แตกต่างกัน ขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อพิสูจน์ความถูกต้องของจุดศูนย์ถ่วงจะมีขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโค้ดคำสั่งการจัดเรียงและคำนวณจุดศูนย์ถ่วงในโปรแกรม MATLAB



รูปที่ 3.3 หน้าต่างของการเขียนโค้ดคำสั่งของโปรแกรม MATLAB

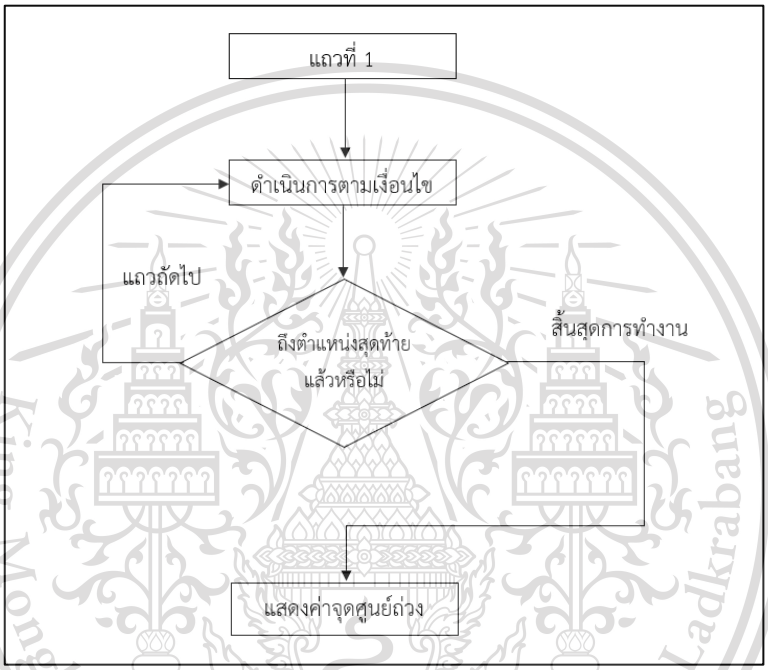
2. กด Run เพื่อแสดงผลลัพธ์
3. สร้างแบบจำลองการจัดเรียงที่โปรแกรม SOLIDWORKS
4. เปิดฟังก์ชัน Evaluate จากนั้นเลือก Mass Properties เพื่อแสดงจุดศูนย์ถ่วง



รูปที่ 3.4 การใช้ฟังก์ชัน Mass Properties เพื่อหาจุดศูนย์ถ่วงในโปรแกรม SOLIDWORKS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทำงานของการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual ทำงานโดย For loop โดยเริ่มทำงานวนรอบจากแถวที่ 1 จากนั้นจะเข้าสู่เงื่อนไขว่าเป็นตำแหน่งที่ระบุไว้หรือไม่ หากเป็นตำแหน่งที่ระบุไว้โปรแกรมจะเติมค่าน้ำหนักลงในช่องนั้น แต่หากไม่ใช่ตำแหน่งที่ระบุโปรแกรมจะเติมเลข 0 จากนั้นจะไปเติมช่องถัดไปเรื่อยๆ ซึ่งการทำงานวนซ้ำของทุกแถวจะสิ้นสุด ณ หลักที่ 10 จากนั้นจึงวนรอบไปยังแถวที่ 2 โปรแกรมจะทำงานวนซ้ำและเติมตัวเลขจนครบหมดทุกช่องของ Matrix ซึ่งมีขนาด 10 หลักคูณ 8 แถวจึงสิ้นสุดการทำงาน จากนั้นโปรแกรมจะแสดงค่าจุดศูนย์ถ่วงออกมา



รูปที่ 3.5 กระบวนการทำงานของการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual

3.1.2 การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าแบบ Automatic

การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงแบบอัตโนมัติ เป็นการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมจัดเรียงสินค้าโดยไม่ต้องระบุตำแหน่งช่องของ Matrix และป้อนค่าของมวลลงไปซึ่งแตกต่างจากแบบ Manual ที่ต้องระบุเอง และการจัดเรียงแบบอัตโนมัติจะใช้หลักการจัดเรียงที่แตกต่างจากแบบ Manual แต่ในเรื่องการคำนวณจุดศูนย์ถ่วงและการคำนวณยังทำเช่นเดิม โดยขั้นตอนการเขียนโปรแกรมการจัดเรียงแบบอัตโนมัติมีขั้นตอนต่างๆ เป็นดังนี้

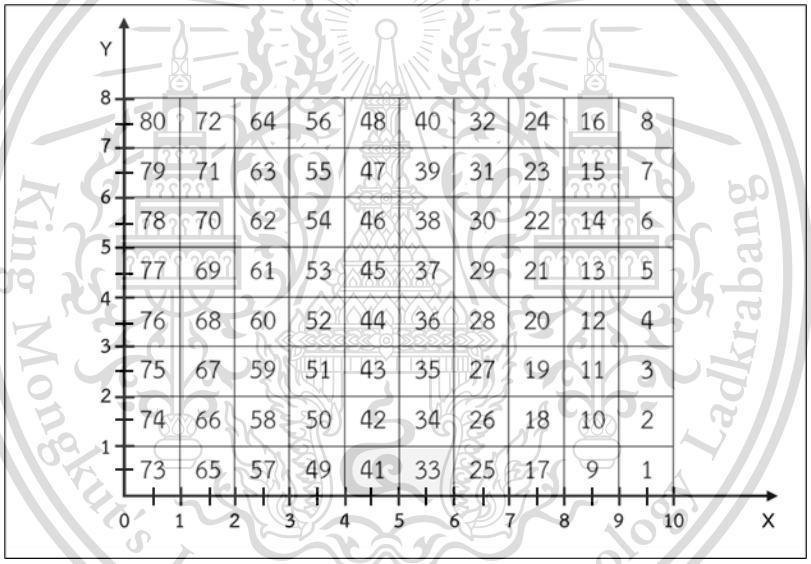
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.2.1 <u>การคำนวณระยะทางแบบยุคลิด</u>

การคำนวณระยะห่างของมวลจะใช้หลักการของยุคลิดเพื่อหาระยะทางระหว่างจุดพิกัด 2 จุด ในระนาบสองมิติ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.3 ซึ่งกล่าวมาแล้วในบทที่ 2

$$d(p, q)=\sqrt{(p_1-q_1)^2+\left(p_2-q_1\right)^2} \quad (3.2)$$

เมื่อ d(p, q) คือระยะทางระหว่างจุด 2 จุด ในการคำนวณจะคำนวณระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดกึ่งกลางของช่องปลายทาง โดยกำหนดให้จุดเริ่มต้นคือจุด P_0 ซึ่งมีพิกัดคือ (5,0) สำหรับหมายเลขและพิกัดของแต่ละช่องในชั้นวางสินค้าจำนวน 8 x 10 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ตำแหน่งพิกัดของช่องจัดเก็บสินค้า

การคำนวณระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 3.2 ถึง 3.9 ซึ่งจะกล่าวในหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.2 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 1

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	1	0.5	0.5	4.53
2	1	1.5	0.5	3.54
3	1	2.5	0.5	2.55
4	1	3.5	0.5	1.58
5	1	4.5	0.5	0.71
6	1	5.5	0.5	0.71
7	1	6.5	0.5	1.58
8	1	7.5	0.5	2.55
9	1	8.5	0.5	3.54
10	1	9.5	0.5	4.53

ตารางที่ 3.3 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 2

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	2	0.5	1.5	4.74
2	2	1.5	1.5	3.81
3	2	2.5	1.5	2.92
4	2	3.5	1.5	2.12
5	2	4.5	1.5	1.58
6	2	5.5	1.5	1.58
7	2	6.5	1.5	2.12
8	2	7.5	1.5	2.92
9	2	8.5	1.5	3.81
10	2	9.5	1.5	4.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.4 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 3

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	3	0.5	2.5	5.15
2	3	1.5	2.5	4.30
3	3	2.5	2.5	3.54
4	3	3.5	2.5	2.92
5	3	4.5	2.5	2.55
6	3	5.5	2.5	2.55
7	3	6.5	2.5	2.92
8	3	7.5	2.5	3.54
9	3	8.5	2.5	4.30
10	3	9.5	2.5	5.15

ตารางที่ 3.5 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 4

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	4	0.5	3.5	5.70
2	4	1.5	3.5	4.95
3	4	2.5	3.5	4.30
4	4	3.5	3.5	3.81
5	4	4.5	3.5	3.54
6	4	5.5	3.5	3.54
7	4	6.5	3.5	3.81
8	4	7.5	3.5	4.30
9	4	8.5	3.5	4.95
10	4	9.5	3.5	5.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.6 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 5

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	5	0.5	4.5	6.36
2	5	1.5	4.5	5.70
3	5	2.5	4.5	5.15
4	5	3.5	4.5	4.74
5	5	4.5	4.5	4.53
6	5	5.5	4.5	4.53
7	5	6.5	4.5	4.74
8	5	7.5	4.5	5.15
9	5	8.5	4.5	5.70
10	5	9.5	4.5	6.36

ตารางที่ 3.7 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 6

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	6	0.5	5.5	7.11
2	6	1.5	5.5	6.52
3	6	2.5	5.5	6.04
4	6	3.5	5.5	5.70
5	6	4.5	5.5	5.52
6	6	5.5	5.5	5.52
7	6	6.5	5.5	5.70
8	6	7.5	5.5	6.04
9	6	8.5	5.5	6.52
10	6	9.5	5.5	7.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.8 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 7

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	7	0.5	6.5	7.91
2	7	1.5	6.5	7.38
3	7	2.5	6.5	6.96
4	7	3.5	6.5	6.67
5	7	4.5	6.5	6.52
6	7	5.5	6.5	6.52
7	7	6.5	6.5	6.67
8	7	7.5	6.5	6.96
9	7	8.5	6.5	7.38
10	7	9.5	6.5	7.91

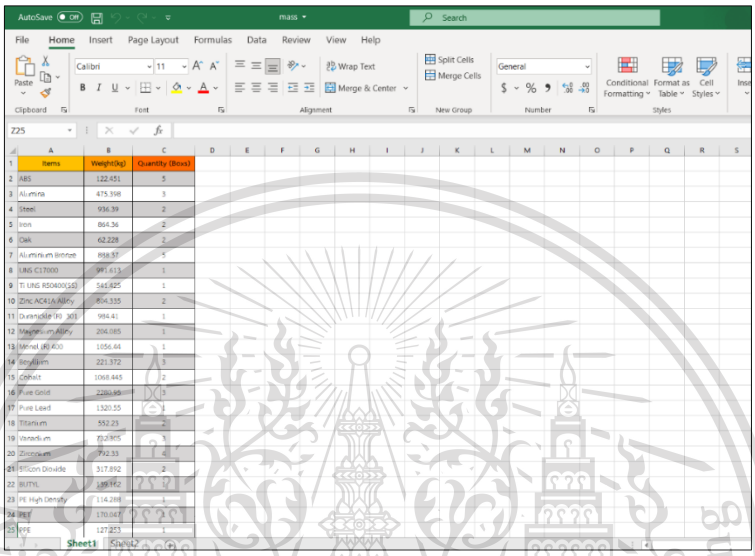
ตารางที่ 3.9 การคำนวณระยะจากจุดเริ่มต้น P_0 เมื่อ y = 8

x	y	x/2	y/2	ระยะทาง
1	8	0.5	7.5	8.75
2	8	1.5	7.5	8.28
3	8	2.5	7.5	7.91
4	8	3.5	7.5	7.65
5	8	4.5	7.5	7.52
6	8	5.5	7.5	7.52
7	8	6.5	7.5	7.65
8	8	7.5	7.5	7.91
9	8	8.5	7.5	8.28
10	8	9.5	7.5	8.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

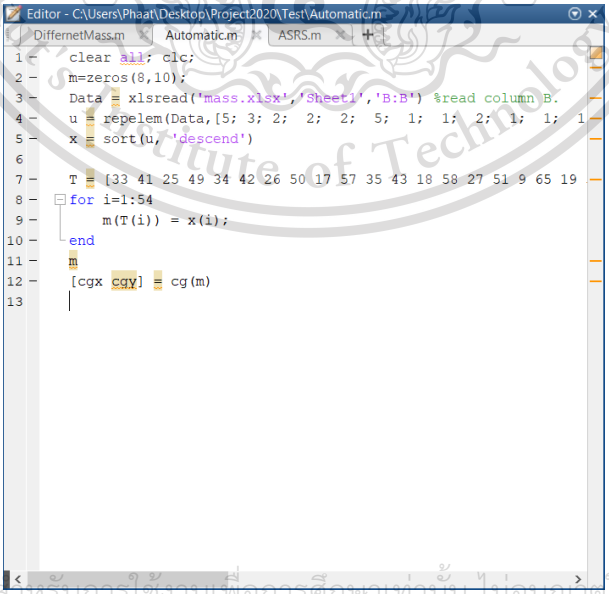
3.1.2.2 การเขียนโปรแกรมการจัดเรียงและคำนวณจุดศูนย์ถ่วง

1. สร้างฐานข้อมูลของสินค้าด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยฐานข้อมูลในนี้จะประกอบไปด้วยชื่อสินค้า, น้ำหนักของสินค้า และจำนวนที่มีอยู่ของแต่ละชนิด ซึ่งน้ำหนักของสินค้าจะนำค่าที่คำนวณได้จากตารางที่ 3.1 มาใช้



รูปที่ 3.7 ฐานข้อมูลของสินค้า

2. เขียนโค้ดคำสั่งการจัดเรียงและคำนวณจุดศูนย์ถ่วงในโปรแกรม MATLAB



รูปที่ 3.8 หน้าต่างสำหรับเขียนโค้ดคำสั่งของโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. กด Run เพื่อแสดงผลลัพธ์

4. สร้างแบบจำลองการจัดเรียงที่โปรแกรม SOLIDWORKS

การทำงานของโปรแกรมการจัดเรียงแบบ Automatic มีขั้นตอนเป็นดังนี้

1. นำเข้าข้อมูลจาก Spread Sheet หรือ Microsoft Excel มาที่โปรแกรม MATLAB

2. โปรแกรมทำการเรียงลำดับน้ำหนักของมวลสินค้าจากมากไปน้อย

3. จากนั้นโปรแกรมจะนำมวลมาใส่ในช่องของ Matrix โดยเลือกมวลที่มีน้ำหนักมากที่สุดมาวาง ณ ช่องที่อยู่ติดกับจุด 5,0 หรือเป็นช่องที่มีระยะทางใกล้กับจุดนี้ที่สุด ส่วนมวลอื่นๆ ในลำดับต่อมาก็จะถูกนำมาวางตามลำดับของระยะทางยุคลิดที่คำนวณได้จากตารางที่ 3.2 -3.9

4. เมื่อโปรแกรมจัดเรียงสินค้าจนครบจำนวนก็จะแสดงค่าจุดศูนย์ถ่วงออกมา

สำหรับลำดับการจัดเรียงสินค้าของช่องเก็บสินค้าที่มีจำนวนช่อง 8 x 10 ตามระยะทางของระยะทางแบบยุคลิดสามารถเรียงลำดับได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ลำดับการจัดเรียงสินค้าแบบอัตโนมัติ

25	25	24	23	22	22	23	24	25	25
24	21	19	18	17	17	18	19	21	24
20	17	15	14	13	13	14	15	17	20
16	14	12	10	9	9	10	12	14	16
14	11	8	7	6	6	7	8	11	14
12	8	6	5	4	4	5	6	8	12
10	7	5	3	2	2	3	5	7	10
9	6	4	2	1	1	2	4	6	9

3.2 ส่วนของการสร้างชิ้นงาน

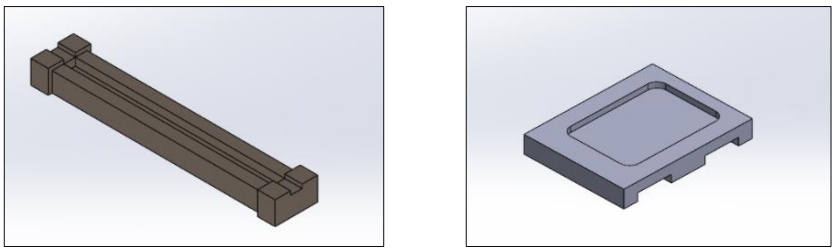
ชิ้นงานที่สร้างขึ้นนี้คือ แบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติซึ่งการจัดเรียงสินค้าจะถูกดำเนินการภายใต้ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System) กระบวนการทั้งหมดที่ทำในส่วนของโปรแกรมจะถูกพิสูจน์ด้วยแบบจำลองสามมิติที่สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างชิ้นงานเป็นดังนี้

3.2.1 การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของแบบจำลอง

ทำการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ ของแบบจำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS ซึ่งจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

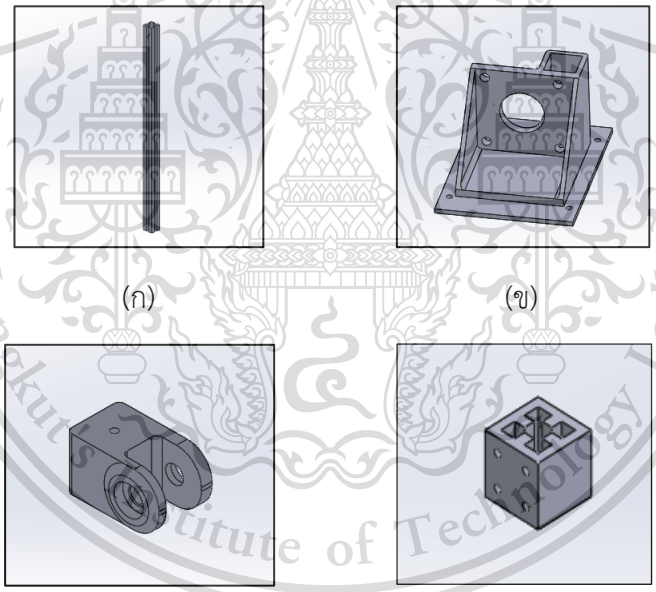
3.2.1.1 กลไกในแนวราบ (X Mechanism)



(ก) (ข)

รูปที่ 3.9 ภาพจำลองชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของกลไกแนวราบ (ก) รางเลื่อน และ (ข) ไกด์เวย์

3.2.1.2 กลไกในแนวดิ่ง (Y Mechanism)



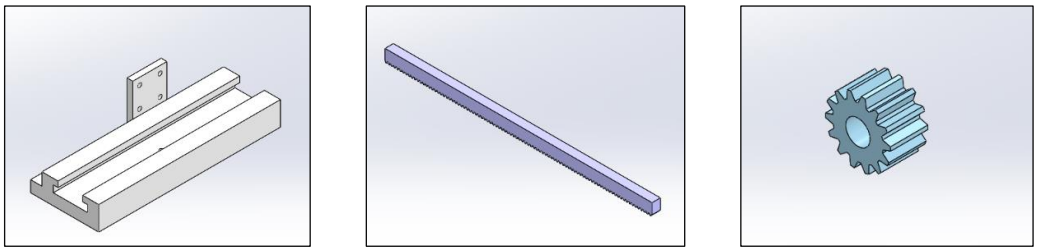
(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 3.10 ภาพจำลองชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของกลไกแนวดิ่ง (ก) อลูมิเนียมโปรไฟล์ (ข) ฐานมอเตอร์ (ค) เฮ้าส์ซิ่ง และ (ง) ไกด์เวย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

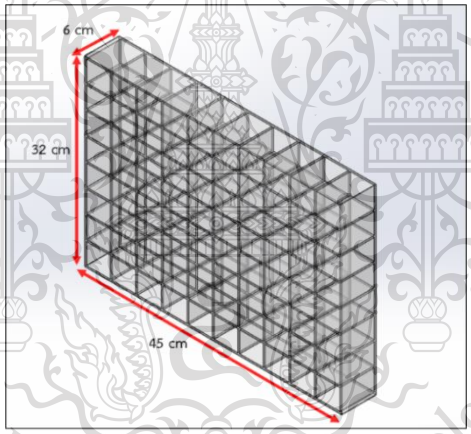
3.2.1.3 กลไกการจัดเก็บ (Z Mechanism)



(ก) (ข) (ค)

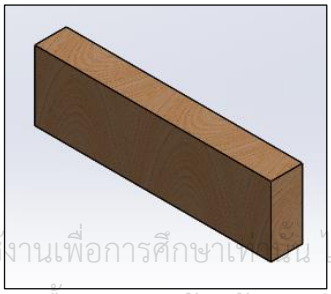
รูปที่ 3.11 ภาพจำลองชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของกลไกการจัดเก็บ (ก) โหลดรับน้ำหนัก (ข) เฟืองสะพาน และ (ค) เฟือง

3.2.1.4 ชั้นวางสินค้า



รูปที่ 3.12 ภาพจำลองชั้นวางสินค้าขนาด 8 x 10 ช่อง

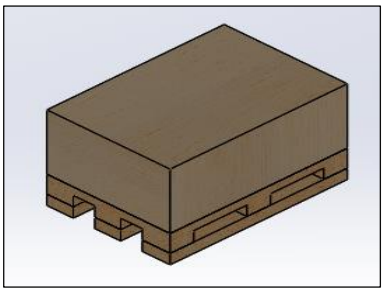
3.2.1.5 ฐานชั้นวางสินค้า



รูปที่ 3.13 ภาพจำลองฐานชั้นวางสินค้า

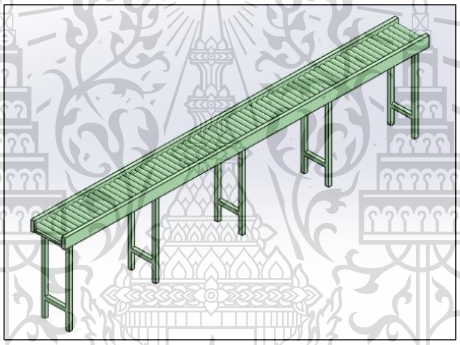
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.1.6 พาเลท



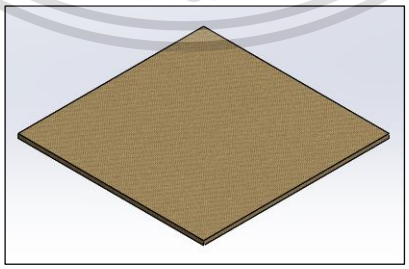
รูปที่ 3.14 ภาพจำลองพาเลท

3.2.1.7 สายพานลำเลียง



รูปที่ 3.15 ภาพจำลองสายพานลำเลียง

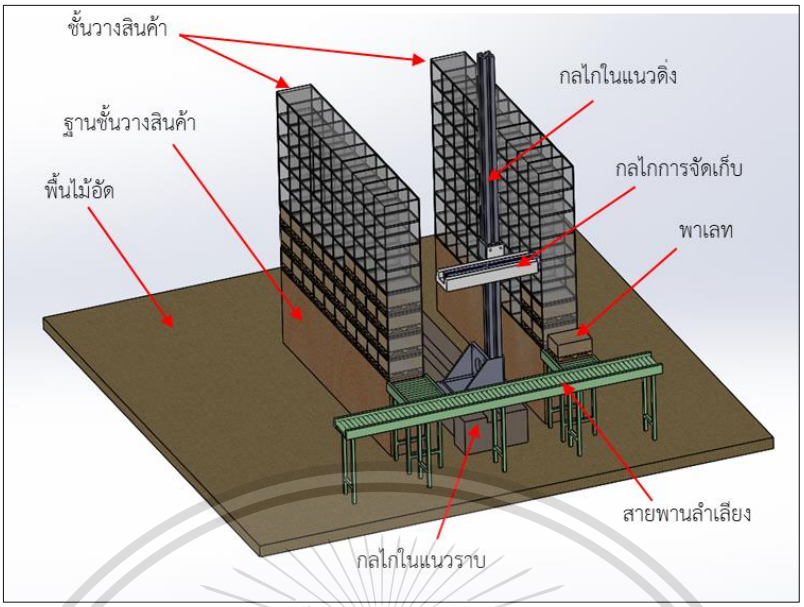
3.2.1.8 พื้นไม้อัด



รูปที่ 3.16 ภาพจำลองพื้นไม้อัด

เมื่อทำการประกอบสิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันจะได้แบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.17 ภาพแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ ส่วนใหญ่ได้ใช้วัสดุที่มีอยู่ในภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ และชิ้นส่วนอุปกรณ์บางอย่างได้ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติในการขึ้นรูป โดยวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้มีดังตารางที่ 3.11 ถึง ตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.11 วัสดุและอุปกรณ์

รายการ	ภาพตัวอย่าง	รายละเอียด
บอร์ด Arduino		รุ่น Uno R3
ตลับลูกปืน		625 Z จำนวน 6 ตัว
แกนเพลา		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม.
น็อตหัวกลม พร้อมน็อตตัวเมีย		ขนาด 3 มม. จำนวน 10 ตัว และ 4 มม. จำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.12 วัสดุและอุปกรณ์ (ต่อ)

รายการ	ภาพตัวอย่าง	รายละเอียด
สกรูเกลียวปล่อย		ขนาด 3 มม. จำนวน 12 ตัว และ 4 มม. จำนวน 4 ตัว
สายพาน		ความยาว 60 ซม. 2 เส้น และ 5 ซม. 1 เส้น
สเต็ปมอเตอร์ ทรงกลม		5 V DC จำนวน 2 ตัว
สเต็ปมอเตอร์ แบบมีเฟือง		5 V DC , เฟืองขนาด 8.75 มม. จำนวน 1 ตัว
ไม้อัด		ขนาด 63 x 66 ซม. หนา 5 มม. จำนวน 1 แผ่น
มูเล่ย์		ขนาด 10 มม. จำนวน 3 ตัว และขนาด 30 มม. 1 ตัว
อลูมิเนียมโปรไฟล์		ขนาด 30 x 30 ซม. ยาว 60 ซม.
แหล่งจ่ายไฟ		5 V DC
รางเลื่อน		ขนาด 11 x 63 ซม.

3.2.3 การสร้างชิ้นงานแบบจำลอง

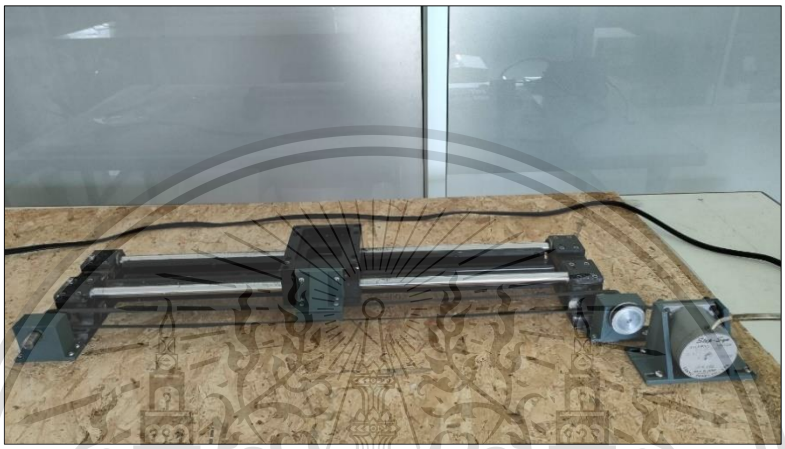
3.2.3.1 <u>การสร้างอุปกรณ์จัดเก็บและเบิกจ่าย</u>

ในส่วนการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์จัดเก็บและเบิกจ่ายประกอบไปด้วยกลไกสำคัญ 3 กลไก ได้แก่ กลไกในแนวราบ กลไกในแนวดิ่ง และกลไกการการจัดเก็บเข้า-ออก ซึ่งขั้นตอนในการสร้างกลไกต่างๆ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. ขั้นตอนการสร้างกลไกในแนวราบ

กลไกการขับเคลื่อนในแนวราบหรือแกน X สร้างขึ้นโดยใช้มอเตอร์ทำงานร่วมกับมู่เลย์ในการขับสายพานซึ่งจะมีตัวจับยึดยื่นรูปตัว L เป็นส่วนที่ทำหน้าจับกับสายพานเพื่อให้สายพานนำพาตัวเลื่อนวิ่งบนรางได้ ชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปโดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติในขั้นตอนนี้ได้แก่ ตัวจับรูปตัว L ฐานมอเตอร์ 1 ชิ้นและเฮ้าส์ซิ่งสำหรับประกอบกับมูเล่ย์ 2 ชิ้น เมื่อทำการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ จะได้กลไกดังรูปที่ 3.18

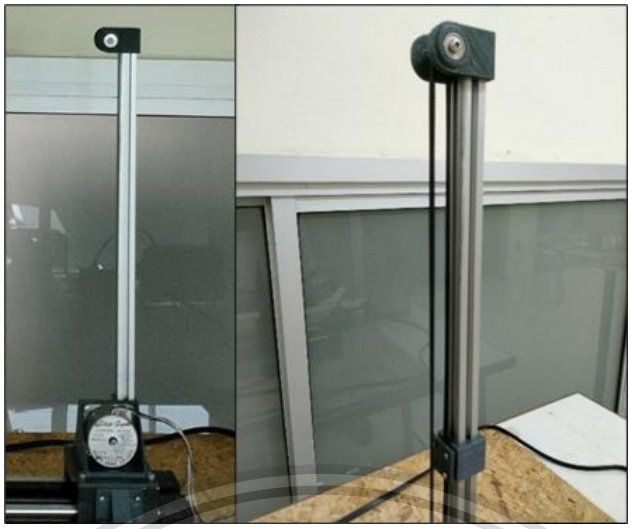


รูปที่ 3.18 การสร้างกลไกในแนวราบ

2. ขั้นตอนการสร้างกลไกในแนวดิ่ง

กลไกการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งหรือแกน Y จะใช้มอเตอร์ทำงานร่วมกับมู่เลย์และสายพานเช่นเดียวกับแนวราบ เพียงแต่ตัวรางในแนวดิ่งจะใช้เสาอลูมิเนียมโปรไฟล์ ลักษณะการทำงานนี้จะคล้ายกับรอกที่ดึงเชือกขึ้นลง ในส่วนของตัวเลื่อนบนรางจะสร้างโดยการพิมพ์สามมิติครอบเสาอลูมิเนียมโปรไฟล์ และมีตัวจับสายพานเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ จะได้กลไกแนวดิ่งดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.19 การสร้างกลไกในแนวดิ่ง

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองในส่วนของซอฟต์แวร์หรือตัวโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดเรียงสินค้าและการคำนวณจุดศูนย์ถ่วง โดยจะแบ่งผลการการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

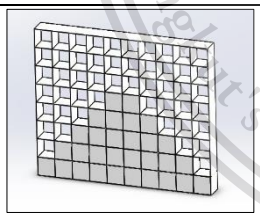
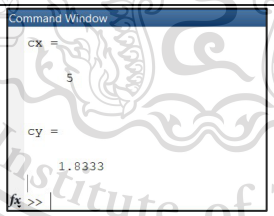
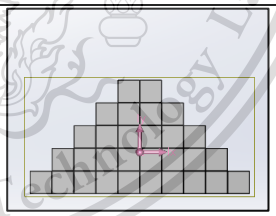
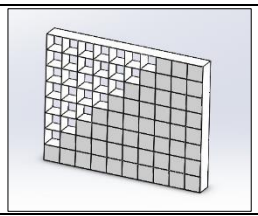
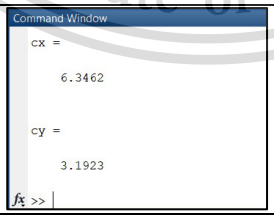
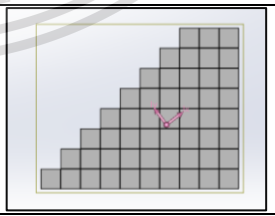
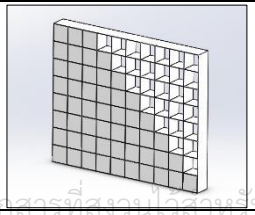
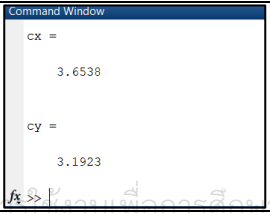
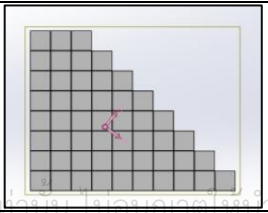
4.1 ผลของการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual

4.2 ผลของการจัดเรียงสินค้าแบบ Automatic

4.1 ผลของการจัดเรียงสินค้าแบบ Manual

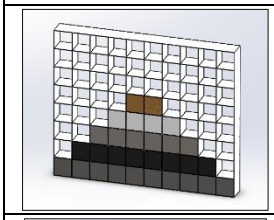
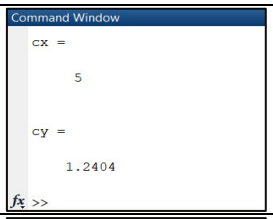
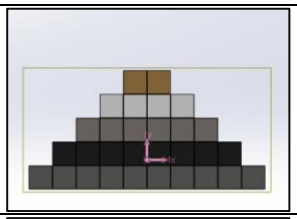
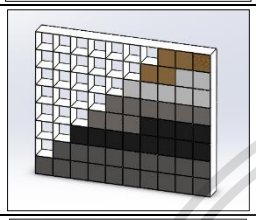
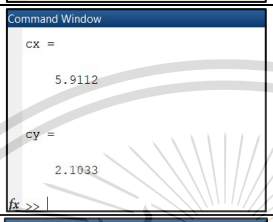
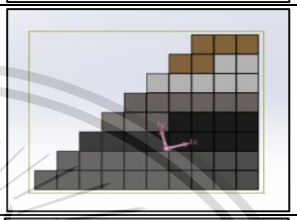
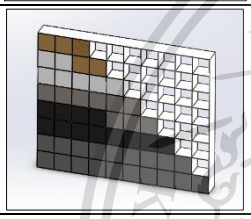
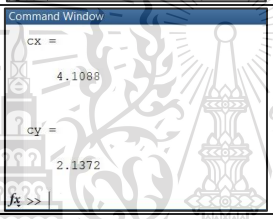
จากการเขียนคำสั่งการจัดเรียงในโปรแกรม MATLAB และนำการจัดเรียงมาสร้างเป็นแบบจำลองในโปรแกรม SOLIDWORKS เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทำให้ได้ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงจากการทดลองจัดเรียงในรูปแบบต่างๆ ของกรณีที่มวลของสินค้าเท่ากันทุกก้อนและกรณีที่มวลของสินค้าไม่เท่ากันทุกก้อนซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์ของจุดศูนย์ถ่วงกรณีที่มวลหนักเท่ากันทุกก้อน

แบบจำลองรูปแบบการจัดเรียง	ค่าจุดศูนย์ถ่วงจาก MATLAB	ค่าจุดศูนย์ถ่วงจาก SOLIDWORKS	เปรียบเทียบผลลัพธ์
			ตรงกัน
			ตรงกัน
			ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ของจุดศูนย์ถ่วงกรณีที่มวลหนักไม่เท่ากันทุกก้อน

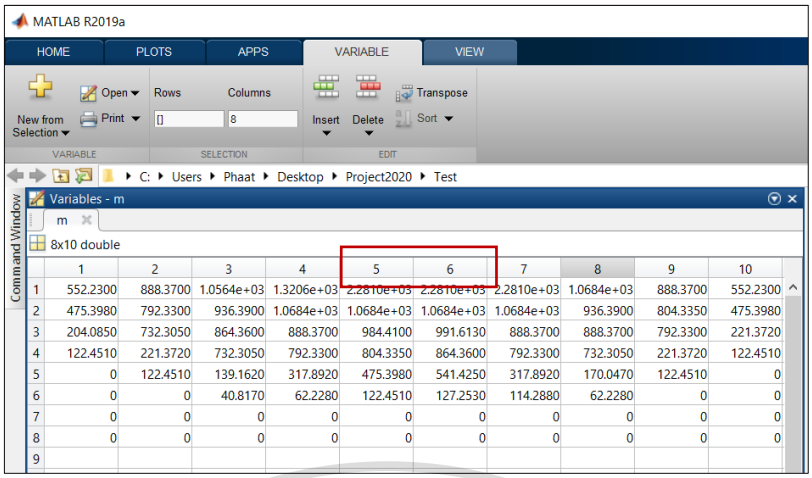
แบบจำลองรูปแบบการจัดเรียง	ค่าจุดศูนย์ถ่วงจาก MATLAB	ค่าจุดศูนย์ถ่วงจาก SOLIDWORKS	เปรียบเทียบผลลัพธ์
			ตรงกัน
			ตรงกัน
			ตรงกัน

จากผลการทดลองการจัดเรียงสินค้าในกรณีมวลของสินค้าเท่ากันทุกก้อนและกรณีมวลของสินค้าไม่เท่ากันทุกก้อน พบว่าในรูปแบบการจัดเรียงใดๆ ค่าจุดศูนย์ถ่วงที่คำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB จะมีผลลัพธ์ตรงกับตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงที่โปรแกรม SOLIDWORKS ได้แสดงขึ้น

4.2 ผลของการจัดเรียงสินค้าแบบ Automatic

จากการเขียนคำสั่งการจัดเรียงในโปรแกรม MATLAB ให้ทำการจัดเรียงสินค้าแบบอัตโนมัติ เมื่อกด Run ผลลัพธ์พบว่า Matrix ได้แสดงผลลัพธ์ของการจัดเรียง และเมื่อนำการจัดเรียงไปสร้างเป็นแบบจำลองในโปรแกรม SOLIDWORKS จะได้ผลลัพธ์เป็นดังนี้

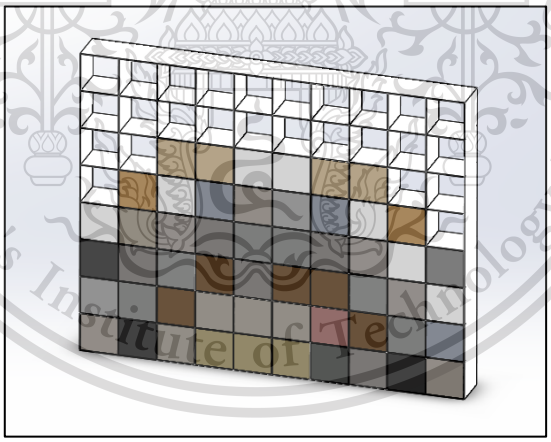
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	552.2300	888.3700	1.0564e+03	1.3206e+03	2.2810e+03	2.2810e+03	2.2810e+03	1.0684e+03	888.3700	552.2300
2	475.3980	792.3300	936.3900	1.0684e+03	1.0684e+03	1.0684e+03	1.0684e+03	936.3900	804.3350	475.3980
3	204.0850	732.3050	864.3600	888.3700	984.4100	991.6130	888.3700	888.3700	792.3300	221.3720
4	122.4510	221.3720	732.3050	792.3300	804.3350	864.3600	792.3300	732.3050	221.3720	122.4510
5	0	122.4510	139.1620	317.8920	475.3980	541.4250	317.8920	170.0470	122.4510	0
6	0	0	40.8170	62.2280	122.4510	127.2530	114.2880	62.2280	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9										

รูปที่ 4.1 ผลลัพธ์ของการจัดเรียงแบบอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.1 พบว่า Matrix ได้แสดงผลลัพธ์การจัดเรียงตรงตามระยะทางยุคลิดที่คำนวณได้ โดยมวลที่มีน้ำหนักมากที่สุดจะอยู่ ณ แถวล่างสุดและอยู่ในช่องที่ใกล้กับจุดกึ่งกลางของ Matrix ที่สุดซึ่งคือจุด 5,0 หรือจากในรูปคือแถวที่ 1 หลักที่ 5 และหลักที่ 6 โดยลำดับในช่องของ Matrix จะแสดงผลกลับทิศทางกับตำแหน่งที่ชั้นวางสินค้า และเมื่อนำไปสร้างแบบจำลองจะได้การจัดเรียงในลักษณะดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แบบจำลองของการจัดเรียงแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่ทำการออกแบบคือ ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System) มีจุดมุ่งเน้นในการศึกษาการจัดเรียงสินค้าบนชั้นวางที่มีจำนวนช่องเก็บสินค้าจำนวน 8 x 10 ช่องและมีขนาด 32 x 45 x 6 เซนติเมตร เพื่อหาตำแหน่งการจัดเรียงสินค้าที่เหมาะสมและทำให้ชั้นวางมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำที่สุด โดยได้นำหลักการของจุดศูนย์ถ่วงมาผนวกใช้กับการจัดเรียงสินค้าจากการเขียนโปรแกรมและการสร้างแบบจำลอง 3 มิติพบว่าตัวโปรแกรมกับแบบจำลองมีตำแหน่งจุดศูนย์ที่ตรงกันซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้

5.2 ข้อจำกัด

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์การออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติยังไม่สามารถสร้างฮาร์ดแวร์ได้เสร็จสมบูรณ์และยังไม่สามารถทดสอบโปรแกรมหรือนำมาใช้งานจริงกับฮาร์ดแวร์ได้ แต่ได้ทำการทดสอบเบื้องต้นกับกลไกการขับเคลื่อนในแนวราบพบว่าสามารถเคลื่อนที่ได้จากการ Serial Monitor เนื่องจากปัญหาการทำงานล่าช้ากว่าแผนการดำเนินการที่วางไว้ ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาด COVID-19 ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ทางสถาบันมีมาตรการสั่งปิดทุกพื้นที่ในสถาบันสำหรับนักศึกษาทุกระดับชั้นเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดจึงไม่สามารถที่จะทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นยังสามารถต่อยอดพัฒนารายละเอียดในด้านต่างๆ เพื่อนำไปสู่การใช้งานที่ดีขึ้นได้ ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานแบบ Manual หรือแบบ Automatic ผู้จัดทำขอเสนอว่าควรจะสร้างส่วนอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น การสร้างระบบของผู้ใช้งานให้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของสินค้าได้ผ่านเว็บไซต์ การแสดงสถานะของช่องเก็บสินค้า หรือการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของกลไกทั้ง 3 (กลไกในแนวดิ่ง กลไกในแนวราบ และกลไกในการจัดเก็บ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์. (2550). กลศาสตร์วิศวกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.

[2] มนตรี พิรุณเกษตร. (2559). กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตยศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

[3] https://peda.net/kenya/ass/subjects2/physics/form-two/equillirium/equillirium (เมษายน, 2564)

[4] https://www.omnicalculator.com/physics/car-mass-center (เมษายน, 2564)

[5] http://www.tutormathphysics.com/index.php/m4-equip/380-equip-part-5.html (ธันวาคม, 2563)

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance (เมษายน, 2564)

[7] http://www.nuigalway.ie/staff-sites/david_osullivan/documents/unit_9_automated_systems.pdf (เมษายน, 2564)

[8] https://www.mecalux.com/case-studies/adidas-warehouse-sports-clothes-shoes-pennsylvania-united-states (เมษายน, 2564)

[9] https://www.europages.co.uk/Pallet-stacker-crane-ASRS-for-Pallets/MIAS-MASCHINENBAU-INDUSTRIEANLAGEN-SERVICE-GMBH/cpid-5363412.html (เมษายน, 2564)

[10] https://www.jenbunjerd.com/blog/ทำความรู้จักประเภทต่างๆ-ของระบบ-AS-RS-57.html (เมษายน, 2564)

[11] http://www.njytech.com/1?product_id=141 (เมษายน, 2564)

[12] https://www.elprocus.com/stepper-motor-types-advantages-applications/ (เมษายน, 2564)

[13] https://learnabout-electronics.org/PSU/psu10.php (เมษายน, 2564)

[14] https://instrumentationtools.com/basic-dc-power-supply-circuit/ (เมษายน, 2564)

[15] https://gla.reru.ac.th/documents/KruPraphasArduinoBook.pdf (เมษายน, 2564)

[16] http://nfile.snru.ac.th/download.aspx?NFILE=TEACHER_50_22082018080609951.pdf (เมษายน, 2564)

[17] https://www.globalspec.com/learnmore/motion_controls/power_transmission/gears/rack_pinion_gears (เมษายน, 2564)

[18] https://www.tngroup.co.th/media/article_detail/143 (เมษายน, 2564)

[19] https://euromachthailand.com/our-product/pulley/ (เมษายน, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[20] นฤสรณ์ และคณะ, 2557. ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[21] https://www.khanacademy.org/math/cc-fifth-grade-math/5th-volume/volume-word-problems/a/volume-of-rectangular-prisms-review (เมษายน, 2564)

[22] https://sciencetrends.com/what-is-the-formula-for-mass/ (เมษายน, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

คำสั่งสำหรับการจัดเรียงแบบ Manual (กรณีมวลเท่ากัน)

```
clear all;
clc;
m = zeros(8,10)
m(8,1) = 122.451
m(8,2) = 122.451
m(8,3) = 122.451
m(8,4) = 122.451
m(8,5) = 122.451
m(8,6) = 122.451
m(8,7) = 122.451
m(8,8) = 122.451
m(8,9) = 122.451
m(8,10) = 122.451
m(7,2) = 122.451
m(7,3) = 122.451
m(7,4) = 122.451
m(7,5) = 122.451
m(7,6) = 122.451
m(7,7) = 122.451
m(7,8) = 122.451
m(7,9) = 122.451
m(6,3) = 122.451
m(6,4) = 122.451
m(6,5) = 122.451
m(6,6) = 122.451
m(6,7) = 122.451
m(6,8) = 122.451
m(5,4) = 122.451
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
m(5,5) = 122.451
m(5,6) = 122.451
m(5,7) = 122.451
m(4,5) = 122.451
m(4,6) = 122.451
mx =0
my = 0
for i = 1:8
    for j = 1:10
    mx = mx + (m(i,j) * (j-0.5))
    my = my + (m(i,j) * (i-0.5))
    end
end
cx = mx/sum(sum(m))
cy = 8 - my/sum(sum(m))
```

คำสั่งสำหรับการจัดเรียงแบบ Manual (กรณีมวลไม่เท่ากัน)

```
clear all;
clc;
m = zeros(8,10)
m(8,1) = 936.39
m(8,2) = 936.39
m(8,3) = 936.39
m(8,4) = 936.39
m(8,5) = 936.39
m(8,6) = 936.39
m(8,7) = 936.39
m(8,8) = 936.39
m(8,9) = 936.39
m(8,10) = 936.39
m(7,2) = 864.36
m(7,3) = 864.36
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
m(7,4) = 864.36
m(7,5) = 864.36
m(7,6) = 864.36
m(7,7) = 864.36
m(7,8) = 864.36
m(7,9) = 864.36
m(6,3) = 475.398
m(6,4) = 475.398
m(6,5) = 475.398
m(6,6) = 475.398
m(6,7) = 475.398
m(6,8) = 475.398
m(5,4) = 122.451
m(5,5) = 122.451
m(5,6) = 122.451
m(5,7) = 122.451
m(4,5) = 62.228
m(4,6) = 62.228
mx = 0
my = 0
for i = 1:8
    for j = 1:10
    mx = mx + (m(i,j) * (j-0.5))
    my = my + (m(i,j) * (i-0.5))
    end
end
cx = mx/sum(sum(m))
cy = 8 - my/sum(sum(m))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คำสั่งสำหรับการจัดเรียงแบบ Automatic

```
clear all; clc;
m = zeros(8,10);
Data = xlsread('mass.xlsx','Sheet1','B:B')  %read column B.
u = repelem(Data, [5; 3;      2;      2;      2;      5;      1;      1;      2;      1;
        1;      1;      3;      5;      3;      1;      2;      3;      4;      2;      1;
        1;      1;      1;      1;] ) %repeat element
x = sort(u, 'descend')  %sort max to min
T = [33 41 25 49 34 42 26 50 17 57 35 43 18 58 27 51 9 65 19 59 36 44 10 66 28 52 11
67 20 60 1 73 37 45 2 74 29 53 12 68 21 61 38 46 30 54 22 62 39 47 31 55 40 48]
%arrange element
for i = 1:54
    m(T(i)) = x(i); %fill data into T
end
m %show matrix
[cgx cgy] = cg(m)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.