ระบบเฝ้าตรวจวัดแรงกดฝ่าเท้าผ่านเครือข่ายไร้สาย

WIRELESS FOOT PRESSURE DATA ACQUISITION SYSTEM

นพคุณ แสงสุวรรณ

NOPPAKOON SEANGSUWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-EN-M-080-007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIRELESS FOOT PRESSURE DATA ACQUISITION SYSTEM

NOPPAKOON SEANGSUWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT’S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

KMITL-2023-EN-M-080-007

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบเฝ้าตรวจวัดแรงกดฝ่าเท้าผ่านเครือข่ายไร้สาย
นักศึกษา	นายนพคุณ แสงสุวรรณ
รหัสประจำตัว	62601255
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบควบคุม
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบเฝ้าตรวจวัดแรงกดฝ่าเท้าผ่านเครือข่ายไร้สาย เนื่องจากเท้ามีการเชื่อมต่อกับอวัยะส่วนอื่นในร่างกายมนุษย์ เช่น หัวใจ สมอง ตา และปอด ดังนั้นการลงแรงกดและขนาดของแรงกดฝ่าเท้าขณะที่เดิน สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคต่างๆ และป้องกันการเกิดโรคต่างๆ ที่มีผลต่อการเดิน ที่สามารถใช้ฝ่าเท้าในการวิเคราะห์ได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างเครื่องวัดการวัดแรงกดของฝ่าเท้าโดยผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับในการเดิน โดยการใช้ เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกด (Forced Sensor Resistor, FSR) จำนวน 6 จุด สำหรับฝ่าเท้า ใช้สำหรับช่วงที่ต้องการเก็บข้อมูลของการเดิน สามารถตรวจสอบได้แบบเรียลไทม์ด้วยโปรแกรม LabVIEW ผ่านทางบลูทูธ ที่จะแสดงค่าความแตกต่างของการลงน้ำหนักเท้าในแต่ละจุดระหว่างเดิน แสดงผลเป็นระดับสีที่แตกต่างกันตามน้ำหนักของแรงกด เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงกายภาพทางด้านการแพทย์ โดยทั้ง 6 จุด ล้วนเป็นจุดที่เชื่อมโยงกับอวัยวะสำคัญๆ ของร่างกายทั้งสิ้น ซึ่งเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกด มีลักษณะเป็นแผ่นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Wireless Foot Pressure Data Acquisition System
Student	Mr. Noppakoon Seangsuwan
Student ID.	62601255
Degree	Master of Engineering
Program	Control Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sirichai Tammaruckwattana

ABSTRACT

This thesis presents a wireless foot pressure data acquisition system since the feet are connected to other organs in the human body such as the heart, brain, eyes, and lungs. So, the pressure applied and the magnitude of the foot pressure while walking can provide useful information in diagnosing disorders of various diseases and preventing the occurrence of various diseases affecting walking that can use the soles of the feet for analysis. Therefore, the researchers created a foot pressure measurement via a wireless network for walking by using six forced sensor resistors (FSR) applied on the foot sole used when collecting walking data which can be monitored in real-time with the LabVIEW program via Bluetooth. As the result, the difference in foot pressure at each point during walking displays the different color values. The collected data will be used in the medical physical analysis. The six measurement positions are linked to important organs in the body. The pressure sensor used in this research has a round shape with a size of 0.5 inches.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ ที่ได้ให้ความรู้และแนะนำแนวทางการวิเคราะห์เนื้อหาสาระของงานวิจัยที่เคยนำเสนอในอดีตเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการทำงานและศึกษางานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาและแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อนำความรู้และทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.วันชัย ริ้วรุจา อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาในเชิงความคิด วิเคราะห์ หลักเหตุผล ตลอดจนแนะแนวความรู้พร้อมให้คำปรึกษาแนะนำที่ดียิ่งเสมอมา

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ที่แนะแนวความรู้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือสำหรับการทดลองพัฒนาแก้ปัญหาร่วมกัน ตลอดจนน้ำใจเอื้อเฟื้อที่มีให้ในทุกๆ ด้าน และคอยเป็นกำลังใจ ให้คำแนะนำที่ดีในหลายๆ ด้าน จนผ่านอุปสรรคได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ให้โอกาสและมอบสถานที่ในการศึกษาวิจัย ตลอดจนเหล่าคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนเสมอมา

ขอบคุณพี่น้อง ๆ และน้อง ๆ ทีมวิจัยห้องปฏิบัติการ Sirichi-Lab ทุกท่านที่ช่วยเหลือสนับสนุนให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสมปอง คุณแม่อัชฌิมา และบุคคลสำคัญในครอบครัว อีกหลายท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจ เป็นแรงผลักดันให้ข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา ด้วยความซาบซึ้งและยินดียิ่ง

นพคุณ แสงสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2
1.3 หลักการใหม่ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์.....2
1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....2
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์.....2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 กล่าวนำ.....4
2.2 การลงน้ำหนักขณะเดิน.....5
2.2.1 นิ้วหัวแม่เท้าเก.....5
2.2.2 อาการเจ็บบริเวณหัวกระดูกเท้า.....5
2.2.3 อาการฝ่าเท้าแบน.....5
2.3 เซนเซอร์ตรวจวัดแรง (Force Sensor).....6
2.3.1 เซนเซอร์วัดแรงกดแบบใช้ค่าความต้านทาน.....6
2.4 แผ่นสารกึ่งตัวนำ.....8
2.4.1 แผ่นทองแดง.....8
2.4.2 แผ่น PCB ชนิด Phenolic และ EPOXY.....8
2.5 แผ่นฉนวน.....9
2.5.1 ยาง EVA (Ethylene Vinyl Acetate).....9
2.6 Arduino.....10
2.6.1 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ.....10
2.7 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/ Slave Mode).....11
2.8 โปรแกรม Arduino.....12
2.8.1 ขั้นตอนการเริ่มใช้งานโปรแกรม.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.8.2 ตัวอย่างโปรแกรม....13
2.9 โปรแกรม LabVIEW....16
2.9.1 Front Panel....17
2.9.2 Controls....17
2.9.3 Indicators....18
2.9.4 Block Diagram....18
2.9.5 Terminal....19
2.9.6 Node....20
2.9.7 Functions....20
2.9.8 Wires....20
2.9.9 Icon และ Connector....20
2.9.10 คำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW....21
2.10 สรุป....22
บทที่ 3 การออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน....23
3.1 กล่าวนำ....23
3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง....23
3.2.1 Arduino Nano 3.0....23
3.2.2 Bluetooth HC-05....24
3.2.3 Force Sensor Resistor....24
3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง....24
3.3.1 Arduino Program....24
3.3.2 LabVIEW Program....25
3.4 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน....25
3.4.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Hardware....25
3.4.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Software....25
3.5 วิธีการดำเนินงาน....26
3.5.1 เซนเซอร์แบบที่ 1 ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่น PCB....26
3.5.2 ขั้นตอนการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1....29
3.5.3 เซนเซอร์แบบที่ 2 ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นทองแดงบางสองหน้า....27
3.5.4 ขั้นตอนการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5.5 การทดสอบเซนเซอร์ด้วยมิเตอร์วัดแรงดัน..29
3.5.6 สรุปเซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่น PCB 31
3.5.7 สรุปเซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นทองแดงบางสองหน้า.................33
3.5.8 การทดสอบเซนเซอร์สำเร็จรูป...33
3.5.9 สรุปเซนเซอร์แบบที่ 3 เซนเซอร์สำเร็จรูป...33
3.5.10 สรุปผลการเลือกใช้เซนเซอร์..34
3.6 การทดสอบและการเลือกใช้ขนาดของเซนเซอร์ 35
3.6.1 วัตถุประสงค์ในการทดสอบขนาดและทดสอบแผ่นรองรองเท้า..........................35
3.6.2 ขั้นตอนการทดลอง..35
3.6.3 สรุปในการเลือกใช้ขนาดเซนเซอร์ 35
3.6.4 สมการหาค่าตัวต้านทานเซนเซอร์ที่ Output 37
3.7 การทดสอบวัสดุแผ่นลองกับเซนเซอร์ FSR ขนาด 0.5 นิ้ว 39
3.8 วิเคราะห์ผลและสรุปการเลือกใช้วัสดุแผ่นรองดูดซับแรง 45
3.9 การดำเนินการติดตั้งเซนเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน 46
3.9.1 การหาตำแหน่งที่ต้องการวางเซนเซอร์ใต้ฝ่าเท้า. 46
3.9.2 การออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 47
3.9.3 การติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับฐานต้นแบบของเซนเซอร์ทั้ง 6 จุด 50
3.9.4 การเชื่อมต่อและติดตั้งระหว่างเซนเซอร์และกล่องควบคุม 54
3.9.5 การเขียนโปรแกรม Arduino 55
3.9.6 การทดสอบการอ่านค่าเซนเซอร์ของโปรแกรม Arduino.....................................56
3.9.7 การเขียนโปรแกรม LabVIEW..57
3.10 สรุป..68

บทที่ 4 การทดสอบและผลลัพธ์...69
4.1 กล่าวนำ 69
4.2 การแสดงผลบนหน้าจอ 70
4.2.1 ส่วนที่เป็นรูปรองเท้า...70
4.2.2 ส่วนที่เป็นกราฟ...70
4.2.3 ส่วนของการเลือกพอร์ทเพื่อเชื่อมต่อบลูทูธ 70
4.2.4 ส่วนการแสดงค่าของเซนเซอร์...70
4.3 ผลการประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 70
4.4 การทดสอบการรับ - ส่งข้อมูลของ Bluetooth (HC-05) 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.5 การทดสอบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 72
4.6 สรุป 74
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะแนวทางการวิจัยต่อ 75
5.1 บทสรุป 75
5.2 ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยต่อ 76
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 76
เอกสารอ้างอิง 77
ภาคผนวก 78
ภาคผนวก ก Force Sensor Resistor 79
ภาคผนวก ข Arduino Nano 3.0 82
ภาคผนวก ค Bluetooth HC-05 85
ภาคผนวก ง Code Program 89
ภาคผนวก จ Code Program 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงคำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW....21
3.1 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 ขนาดต่างๆ....30
3.2 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของแผ่น PCB....30
3.3 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามความหนาของแผ่น PCB....30
3.4 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของฉนวน....32
3.5 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 ขนาดต่างๆ....32
3.6 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 โดยแยกตามชนิดของฉนวน....32
3.7 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 โดยแยกตามความหนาของกระดาษแข็ง....32
3.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างเซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3....34
3.9 แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนัก....36
3.10 แสดงผลการทดสอบของวัสดุสักหลาดแบบหนา....40
3.11 แสดงการทดสอบของวัสดุพรมขนาด 0.5 มิลลิเมตร....41
3.12 แสดงการทดสอบของวัสดุแผ่นยาง 0.25 มิลลิเมตร....42
3.13 แสดงการทดสอบของวัสดุผ้าสักหลาดแบบบาง....43
3.14 แสดงการทดสอบของวัสดุหนังเทียมแบบผ้า....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า
2.1 ภาพจุดสะท้อนบริเวณเท้า 4
2.2 โครงสร้างของ Force Sensor Resistor (FSR) 6
2.3 หลักการทำงานของ FSR 7
2.4 Force Sensor Resistor ที่มีจำหน่ายทั้ง 3 ชนิด 7
2.5 แผ่นทองแดงแบบ Phenolic 8
2.6 แผ่นโฟม EVA 9
2.7 การทดสอบการใช้งาน Arduino 10
2.8 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino 11
2.9 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave Model) 11
2.10 การต่อใช้งาน Arduino 12
2.11 การเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการอัพโหลด 12
2.12 การเลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด 13
2.13 Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและอัพโหลดโค้ดโปรแกรม 13
2.14 ตัวอย่างโปรแกรมใน Arduino IDE 14
2.15 การเลือกใช้งานคำสั่งไฟ LED กระพริบ 14
2.16 หน้าตาของโปรแกรมคำสั่ง Blink 15
2.17 การอัพโหลดคำสั่งให้บอร์ด Arduino 15
2.18 ไอคอนแทนคำสั่งอัพโหลด 16
2.19 ผลที่ได้จากคำสั่ง Blink 16
2.20 Front Panel 17
2.21 ส่วน Controls 18
2.22 Indicators 18
2.23 Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW 19
2.24 ตัวอย่าง Terminal ใน LabVIEW 19
2.25 ฟังก์ชันของ Block Diagram 20
2.26 Icon และ Connector 21
3.1 Arduino Nano 3.0 23
3.2 Bluetooth HC-05 24
3.3 Force Sensor Resistor 24
3.4 Arduino Program 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.5 LabVIEW Program 25
3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1 26
3.7 แผ่น PCB และแผ่นฉนวนในขนาดที่เท่ากัน 26
3.8 แผ่น PCB ที่บัดกรีสายไฟลงบนด้านที่เป็นทองแดง 27
3.9 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 1 27
3.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2 27
3.11 แผ่นทองแดงบางสองหน้า แผ่นฉนวนและกระดาษแข็งในขนาดที่เท่ากัน 28
3.12 แผ่นทองแดงที่บัดกรีสายไฟลงบนแผ่นทองแดงบางสองหน้าด้านใดด้านหนึ่ง 28
3.13 การติดแผ่นทองแดงกับกระดาษแข็ง 28
3.14 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 2 29
3.15 เซนเซอร์ที่ยังไม่ได้รับแรงกดแบบที่ 1 29
3.16 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่งแบบที่ 1 29
3.17 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดมากแบบที่ 1 30
3.18 เซนเซอร์ที่ยังไม่ได้รับแรงกดแบบที่ 2 31
3.19 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่งแบบที่ 2 31
3.20 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดมากแบบที่ 2 31
3.21 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่งแบบที่ 3 33
3.22 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดมากแบบที่ 3 33
3.23 เซนเซอร์แบบที่ 1, 2 และ 3 (เรียงจากซ้ายไปขวา) 34
3.24 วงจรการต่อทดสอบทั้ง 3 ขนาดของเซนเซอร์ (FSR) 36
3.25 ฐานที่ปริ้นเพื่อลองรับ 37
3.26 การทดสอบถ่วงน้ำหนักวางไว้บนฐานโดยมีเซนเซอร์อยู่ 37
3.27 เปรียบแสดงผลระหว่างค่า V และค่าที่ Arduino อ่านค่าได้(จาก Datasheet) 38
3.28 การเปรียบเทียบระหว่าง V(out) ของการทดลองและของทฤษฎี (10K) 38
3.29 เซนเซอร์กับตัวฐาน 39
3.30 วัสดุที่นำมาทดสอบทั้ง 5 แบบ 39
3.31 ทดสอบสักหลาดแบบหนา 40
3.32 ทดสอบวัสดุพรมขนาด 0.5 มิลลิเมตร 41
3.33 ทดสอบวัสดุแผ่นยาง 0.25 มิลลิเมตรมิลลิเมตร 42
3.34 ทดสอบวัสดุสักหลาดแบบบาง 0.25 มิลลิเมตร 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.35 เกิดการเสียรูปตัวไม่คืนรูปสักหลาดแบบบาง 0.25 มิลลิเมตร หลังการทดสอบ 43
3.36 ทดสอบวัสดุหนังเทียมแบบผ้า 0.25 มิลลิเมตรมิลลิเมตร 44
3.37 เกิดการยุบตัวไม่คืนรูปหนังเทียมแบบผ้า 0.25 มิลลิเมตร หลังการ 44
3.38 ตำแหน่งที่ใช้ในการวางเซนเซอร์....................46
3.39 การเดินสายกราวด์ 47
3.40 การลากสายอินพุตเข้า Arduino....................48
3.41 แบบการลากสายทั้งหมดภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน....................49
3.42 การเตรียมแผ่นฐานเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน....................50
3.43 การวัดความยาวสายอินพุตจากแบบ....................51
3.44 การบัดกรีสายกราวด์เข้ากับตัวต้านทาน....................51
3.45 การติดเซนเซอร์บนแผ่นฐาน 52
3.46 การลอดสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ไว้ด้านหลังของแผ่นฐาน 52
3.47 การจัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์....................53
3.48 การจัดเรียงสายอินพุต 53
3.49 แผ่นฐานพร้อมเซนเซอร์แบบสมบูรณ์....................54
3.50 วงจรต้นแบบระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ 54
3.51 วงจรระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์....................54
3.52 กล่องควบคุมเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน....................55
3.53 การเขียนโปรแกรม Arduino (1) 55
3.54 การเขียนโปรแกรม Arduino (2) 56
3.55 การเขียนโปรแกรม Arduino (3) 56
3.56 การเลือกพอร์ทของบลูทูธ....................56
3.57 การแสดงค่าของเซนเซอร์แต่ละตัว....................57
3.58 การแสดงค่าของเซนเซอร์ทุกตัว....................57
3.59 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม LabVIEW....................58
3.60 การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม LabVIEW....................58
3.61 การสร้าง While Loop 59
3.62 การสร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธ 59
3.63 การสร้างคำสั่งอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์....................60
3.64 การสร้างตัวแปรในโปรแกรม LabVIEW เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.65 สร้างบูลีนจำนวน 6 รูป	61
3.66 การกำหนดช่วงให้กับบูลีน	61
3.67 สีที่แสดงในแต่ละบูลีน	62
3.68 ตัวอย่างการกำหนดสีให้กับบูลีนช่วง 1-100	62
3.69 การนำค่าตัวแปรมาใช้	63
3.70 ตัวอย่างการนำค่าตัวแปรมาเชื่อมกับบูลีนที่สร้างขึ้น	63
3.71 การรวมบูลีน	64
3.72 การลบชื่อบูลีน	64
3.73 การใช้ฟังก์ชัน Visible	65
3.74 การเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีน	65
3.75 ฟังก์ชัน Waveform Chart และ Bundle	66
3.76 การสร้างกราฟแสดงผล	66
3.77 กราฟแสดงผล	66
3.78 การใส่รูปภาพในโปรแกรม LabVIEW	67
3.79 รูปแผ่นเท้าที่ใช้ในการแสดงผล	67
4.1 กระบวนการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สาย	69
4.2 หน้าจอแสดงผล	70
4.3 เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน	71
4.4 การเลือกพอร์ทบลูทูธ	71
4.5 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 1	72
4.6 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 4	72
4.7 การออกแรงกดเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง	73
4.8 การแสดงผลแยกตำแหน่งแต่ละจุด	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เท้าเป็นอวัยวะสำคัญที่ถูกมองข้าม โดยไม่รู้เลยว่าเท้าเป็นอวัยวะสำคัญที่รับบทหนักในแต่ละวัน เนื่องจากเท้าทำหน้าที่รับแรงกระทำต่างๆ จากร่างกาย และช่วยทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถเคลื่อนที่ไปได้ ในหนึ่งวัน โดยแทบจะไม่เคยคำนึงเลยว่าได้ใช้งานเท้าทั้งสองข้างหนักแค่ไหน ทั้งการทำงาน การออกกำลังกาย หรือแม้แต่การเดินเลือกซื้อของ ในขณะเดียวกันฝ่าเท้ายังคงซ่อนความลับบางอย่างที่มีส่วนสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่างๆ ภายในร่างกาย ไม่ว่าจะเป็น สมอง หัวใจ ตับ ไต ไส้ พุง ทุกๆ ส่วนล้วนเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงเกี่ยวพันกันไว้ทั้งสิ้น ซึ่งเท้าของไม่ได้เป็นกระดูกชิ้นเดียว แต่ประกอบด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ ทั้งหมดถึง 26 ชิ้น ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าร่างกายประมาณ 1 ใน 3 ส่วน ซึ่งจะประกอบไปด้วย ข้อต่อ และพังผืด เป็นต้น นอกจากนั้นเท้ายังประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเส้นเอ็นต่างๆ มากกว่า 100 ชิ้น เพื่อเป็นตัวช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวของเท้าและเป็นจุดรวมของปลายประสาทและเส้นเลือดจากส่วนต่างๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการออกแรงที่เท้ามีความเกี่ยวเนื่องกับการบาดเจ็บต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพโดยตำแหน่งของศีรษะจะสัมพันธ์กับหัวแม่เท้า ตำแหน่งดวงตาอยู่ที่บริเวณโคนนิ้วเท้าที่ 2 และ 3 ตำแหน่งหูอยู่ที่โคนนิ้วเท้าที่ 4 และ 5 ปอดอยู่ที่ต่ำลงมา หัวใจอยู่ทางด้านนอกของฝ่าเท้าซ้าย ในขณะที่ตับและถุงน้ำดีจะอยู่บริเวณด้านนอกของฝ่าเท้าขวา กระเพาะอาหารอยู่ทางด้านใน ไส้ติ่งอยู่ที่ฝ่าเท้าขวา ส่วนไตจะอยู่ที่กึ่งกลางของส่วนโค้งของฝ่าเท้าทั้งสอง ยกตัวอย่างเช่น คนที่รู้สึกปวดหลังส่วนล่างและมีการปวดร้าวตามแนวของเส้นประสาท จะมีอาการกดเจ็บที่ส้นเท้าเวลายืนลงน้ำหนัก เนื่องจากตำแหน่งของเส้นประสาทเซียติค ซึ่งมักทำให้เกิดอาการปวดร้าวที่ด้านหลังของขานั้นอยู่ที่ส้นเท้านั่นเอง ดังนั้นการวิเคราะห์การออกแรงกดในตำแหน่งต่างๆ ของเท้า จึงมีความสำคัญในด้านการแพทย์เป็นอย่างมาก นั่นคือ สามารถนำผลการออกแรงกดในตำแหน่งต่างๆ ไปวิเคราะห์หาสาเหตุของโรคต่างๆ [1] ได้ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาการหาสาเหตุของการเกิดโรคออทิสติกในเด็ก

ซึ่งจากสถิติปี 2555 ของมูลนิธิออทิสติกไทยพบว่าเด็กไทย 370,000 แสนคนเป็นออทิสติก เฉลี่ยในเด็ก 1,000 คน พบว่าเป็นออทิสติกถึง 6 คนซึ่งถือเป็นอัตราส่วนที่สูงมาก และเพิ่มขึ้นทุกปีซึ่งสาเหตุของกลุ่มโรคออทิสติกเกิดจากความผิดปกติของสมองและระบบประสาทที่หลากหลายแต่ไม่พบความผิดปกติที่จำเพาะทั้งในด้านการรักษา ในปัจจุบันยังไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ และประชาชนยังเข้าใจเรื่องนี้น้อย ทำให้การเข้าถึงบริการน้อยมากเพียงประมาณร้อยละ 15 ดังนั้นจึงเป็นแนวคิดให้จัดทำเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินของเท้าขึ้นมา เพื่อวิเคราะห์สาเหตุการบาดเจ็บต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาถึงผู้ป่วยที่มีแผลกดทับ เช่น ผู้ป่วยอัมพฤกษ์ อัมพาตเพื่อที่จะหาแนวทางรักษาต่อไป [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน มาใช้ในการช่วยหาตำแหน่งที่ใช้ลงน้ำหนักขณะเดินว่ามีความสมดุลหรือไม่ และนำผลไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพทางการแพทย์ต่อไป

1.3 หลักการใหม่ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้แรงกดหรือนั่งทับตัวเซนเซอร์วัดแรงกด Forced Sensor Resistors (FSR) สำหรับการตัวจับค่าแรง จากนั้นใช้บอร์ดArduino Nano 3.0 เป็นตัวควบคุมรับค่าจากเซนเซอร์วัดแรงกด FSR จากนั้นส่งสัญญาออกจาก Arduino ด้วยสัญญาณ บลูทูธ เข้าสู่โปรแกรม LabVIEW โปรแกรมจะแสดงออกมาเป็นกราฟ ตามจำนวนตัวเซนเซอร์ กราฟจะแสดงเฉดสีตามระดับ ยิ่งแรงมากกราฟจะมีความเข้มของสีแปรผันตรงกับแรง ผลของการวัดแรงกดโดยใช้ เซนเซอร์วัดแรงกด FSR ผ่านโปรแกรม LabVIEW แบบไร้สาย สำหรับการออกแรงกดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและกราฟเฉดสี จำนวนของสีและเส้นกราฟขึ้นอยู่กับจำนวนที่ติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงกด FSR จำนวน 6 จุด ความเข้มของเฉดสีกราฟจะเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่น้ำหนักของแรงกด

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษารูปแบบของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
2. ศึกษารูปแบบและหลักการของเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้
3. ออกแบบและสร้างเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
4. ศึกษาโปรแกรมที่นำมาใช้แสดงผล

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดแบ่งเนื้อหาทั้งหมด 5 บท และภาคผนวกอีก 2 ภาค โดยจะมีเนื้อหาที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงที่มาของปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์ ขอบเขตของโครงงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและรายละเอียดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎี หลักการ อุปกรณ์ และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ เป็นการเพิ่มเติมความรู้ทฤษฎีและความเข้าใจในอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนจะเริ่มการทำโครงงาน

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นการอธิบายขั้นตอนการทำชิ้นงานโดยละเอียดทั้งในการฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน เป็นการแสดงผลการใช้งานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน รวมถึงอธิบายถึงวิธีการอ่านค่าที่ได้จากการทดสอบ

บทที่ 5 ผลสรุปและข้อเสนอแนะ เป็นบทสรุปภาพรวมของชิ้นงานรวมถึงสิ่งที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนท้ายของวิทยานิพนธ์นี้ คือ ภาคผนวก ซึ่งกล่าวถึงการวิเคราะห์สมการต่างๆ ของแต่ละบท รวมทั้งบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

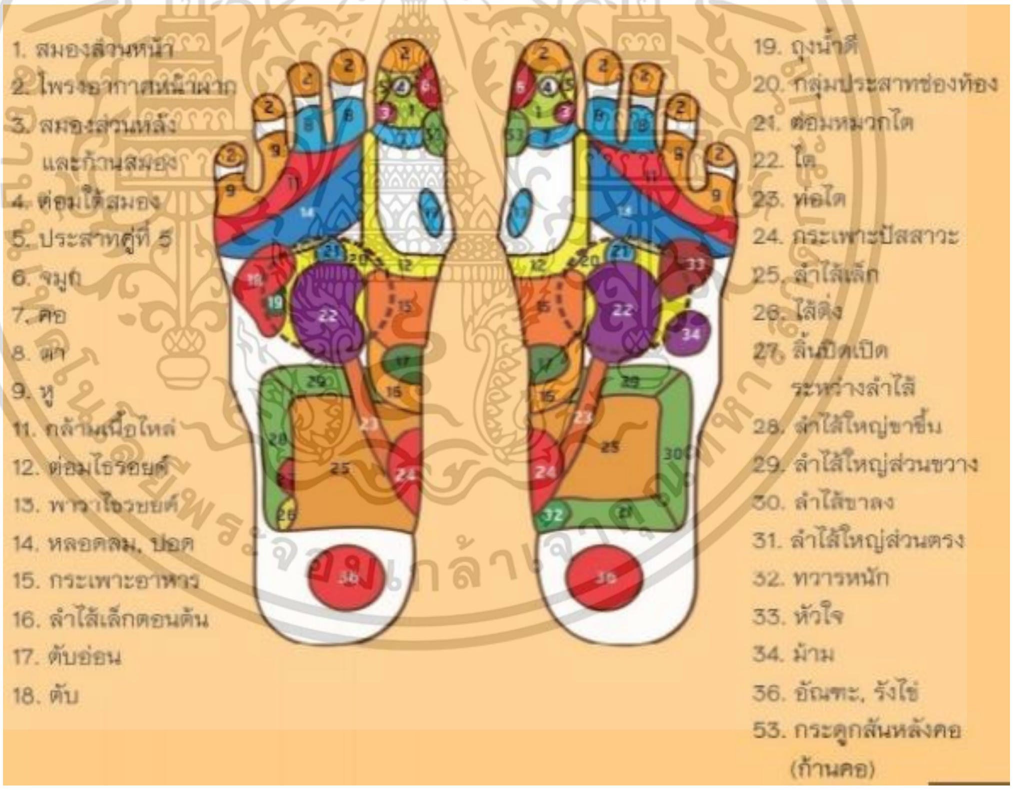
ภาคผนวก ก เซนเซอร์วัดแรงกด FSR
ภาคผนวก ข Arduino Nano 3.0
ภาคผนวก ค Bluetooth HC-05
ภาคผนวก ง โปรแกรม
ภาคผนวก จ บทความวิจัยที่ได้เผยแพร่และตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

จากที่ทราบกันว่าเท้าเป็นจุดรวมปลายประสาท ที่เชื่อมโยงไปยังอวัยวะที่สำคัญในร่างกายทั้ง 62 อย่าง และมีความรู้สึกรับรู้ทั้งหมด 62 แบบ หากทำการกระตุ้นที่ใดก็ย่อมสะท้อนไปยังอวัยวะที่สัมพันธ์กับจุดนั้นๆ โดยตรง เป็นผลให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ระบบต่อเนื่องและการปรับสมดุล ดังรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าฝ่าเท้าซ้ายบ่งบอกถึงอวัยวะซีกซ้ายคือ หัวใจ ม้าม, ไต, กรวยไต, กระเพาะปัสสาวะ, ลำไส้เล็ก, หัวแม่เท้าบ่งบอกถึงศีรษะ มีสมองเล็ก สมองใหญ่ ส่วนฝ่าเท้าขวาบ่งบอกถึง อวัยวะซีกขวา คือ ถุงน้ำดี, ตับ, ไส้ติ่ง ที่แตกต่างกัน นอกนั้นจะเหมือนกันทั้งซ้ายและขวา ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการลงน้ำหนักในแต่ละจุดของเท้าที่แตกต่างกันไม่ส่งผลเสียต่อกระดูกและข้อเพียงเท่านั้น แต่ยังส่งผลเสียต่ออวัยวะที่เกี่ยวข้องและระบบสมดุลภายในร่างกายอีกด้วย [3]



รูปที่ 2.1 ภาพจุดสะท้อนบริเวณเท้า

ที่มา www.komchadluek.net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การลงน้ำหนักขณะเดิน

จากการศึกษาพบว่า ขณะยืนน้ำหนักตัวประมาณ 60% กดลงที่ส้นเท้าอีก 40% กดลงที่ส้นเท้าส่วนหน้า ขณะเดินเท้ารับน้ำหนัก 120% ของน้ำหนักตัว และขณะวิ่งเท้ารับน้ำหนักมากถึง 275% ของน้ำหนักตัว นอกจากนี้ยังพบว่าการปวดเท้าจะนำไปสู่ปัญหาต่างๆ เช่น ปวดเข่า ปวดสะโพก และปวดหลัง และอาการเท้าผิดรูปก็มีผลต่อการลงน้ำหนักที่ผิด ยกตัวอย่างเช่น

2.2.1 นิ้วหัวแม่เท้าเก (Hallux, Bunion)

เป็นการผิดรูปของนิ้วหัวแม่เท้า โดยกระดูกปลายนิ้วหัวแม่เท้าเกเบียดไปทางนิ้วเท้าด้านถัดไป และดันให้กระดูกโคนนิ้วหัวแม่เท้านูนออกมามักมีการเบียดและเสียดสีกับรองเท้า ซึ่งมักเกิดขึ้นจากพันธุกรรม โรคข้อบางชนิด การใส่รองเท้าแคบและรองเท้าส้นสูง

2.2.2 อาการเจ็บบริเวณหัวกระดูกเท้า (Metatarsalgia)

มักเกิดจากการกระจายน้ำหนักลงไปที่ฝ่าเท้าส่วนหน้ามากผิดปกติ ทำให้มีอาการเจ็บเท้าโดยเฉพาะตอนลงน้ำหนัก เกิดตาปลาและหนังหนาด้านขึ้นบริเวณนั้น หรืออาจเกิดจากการใส่รองเท้าที่ไม่เหมาะสมกับความกว้างของรูปเท้า ทำให้เส้นประสาทถูกบีบ เสียดสีและอักเสบ จนบางครั้งอาจบวมเป็นก้อน

2.2.3 อาการฝ่าเท้าแบน (Fallen Arch, Flat Feet)

เป็นลักษณะของคนที่ไม่มีอุ้งเท้าซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีปัญหาเวลาเดิน โดยมักจะลงน้ำหนักมาทางฝ่าเท้าด้านใน กล้ามเนื้อขาด้านในก็จะทำงานหนัก ทำให้รู้สึกปวดเมื่อยเท้า ข้อเท้าด้านในบวม ปวดน่องและปวดหลังด้วย

ในปัจจุบันพฤติกรรมการลงน้ำหนักในการเดินของคนทั่วไป มักจะลงที่ส้นเท้ามากกว่าบริเวณอื่น รวมไปถึงการวิ่งที่มักจะลงน้ำหนักโดยการกระแทกส้นเท้า จากงานวิจัยทางด้านการแพทย์พบผู้ที่มีอาการ Plantar Fasciitis หรือที่รู้จักกันในชื่อ โรครองช้ำ คือ โรคที่เกิดจากการอักเสบบริเวณพังผืดใต้ฝ่าเท้า ส่วนใหญ่มักเป็นบริเวณที่พังผืดยึดกับกระดูกส้นเท้า ผู้ป่วยมักมีการเจ็บปวดบริเวณส้นเท้าเวลาลงน้ำหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกๆ ของการลงน้ำหนัก เช่น ตื่นนอนตอนเช้า หรือหลังจากการนั่งเป็นเวลานาน แต่เมื่อได้เดินอาการปวดจะเริ่มดีขึ้น ซึ่งนักวิ่งก็เช่นกันอาการปวดจะมีมากในช่วงแรกของการวิ่ง เมื่อวิ่งไปได้ระยะหนึ่งอาการปวดจะค่อยๆ ดีขึ้น แต่จะกลับมาปวดอีกครั้งเมื่อหยุดวิ่ง เมื่อเป็นมากขึ้นจะมีอาการปวดตลอดเวลา นอกจากอาการปวดเวลาลงน้ำหนักแล้ว อาจมีอาการกดเจ็บบริเวณกึ่งกลางของกระดูกส้นเท้าร่วมด้วย หากคลำที่กระดูกบริเวณนั้นจะพบว่ามีความนูนมากกว่าปกติ หรือในผู้ป่วยบางคนอาจมีเนื้อส้นเท้า บริเวณนั้นบางกว่าคนปกติ ซึ่งอาการของโรคนี้มีสาเหตุหลักที่เห็นได้ชัดคือ การลงน้ำหนักที่ส้นเท้ามากจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เซนเซอร์ตรวจวัดแรง (Force Sensor)

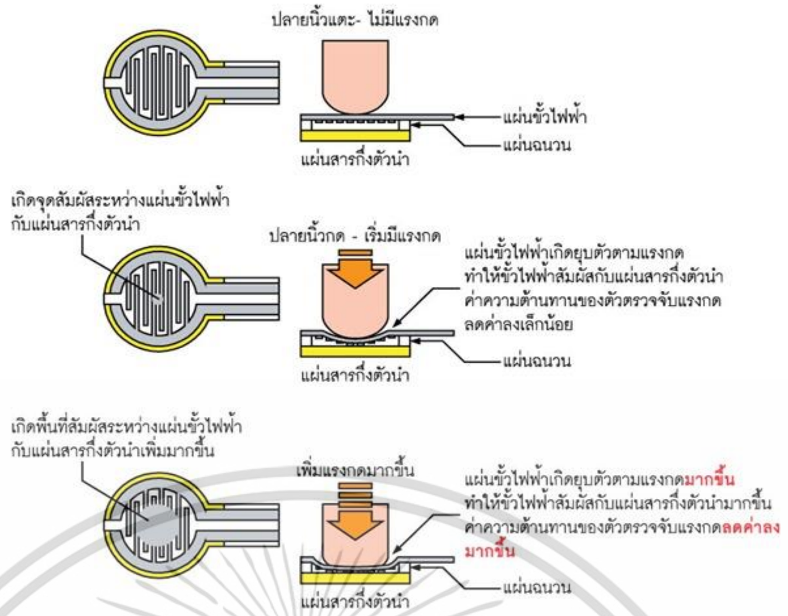
เซนเซอร์ตรวจวัดแรง [4] หรือเซนเซอร์ตรวจวัดแรงนั้นมีหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นแบบใช้ค่าความต้านทาน, แบบสเตรนเกจ และแบบใช้ Piezoelectric Transducer ซึ่งแต่ละประเภทจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันดังนี้

2.3.1 เซนเซอร์ตรวจวัดแรง (Force Sensor Resistor)

เซนเซอร์ตรวจวัดแรง [5] ที่ใช้เทคโนโลยีฟิล์มโพลีเมอร์แบบหนา (Polymer Thick Film) โดยแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวตรวจจับจะลดลง เมื่อมีแรงกดมากระทำบนแผ่นตรวจจับ มีโครงสร้างของตัวตรวจจับแสดงในรูปที่ 2.2 ประกอบด้วยแผ่นสารกึ่งตัวนำแบบอ่อนที่เป็นตัวกำหนดค่าความต้านทานไฟฟ้าประกบเข้ากับแผ่นขั้วไฟฟ้าแบบอ่อน โดยมีแผ่นฉนวนแบบอ่อนคั่นกลาง ทำให้เกิดค่าความต้านทานไฟฟ้าขึ้นระหว่างขาต่อใช้งาน เมื่อมีการกดลงบนแผ่นขั้วนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดการสัมผัสระหว่างสารกึ่งตัวนำกับขั้วไฟฟ้า ส่งผลให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงกระบวนการทำงานในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ Force Sensor Resistor (FSR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของเซนเซอร์ FSR

โดยเมื่อออกแรงกดมากค่าความต้านทานที่เซนเซอร์ก็จะลดลง และเมื่อออกแรงกดน้อยค่าความต้านทานที่เซนเซอร์ก็จะเพิ่มขึ้น [6]

ดังนั้นตัวตรวจจับแรงกดแบบใช้ค่าความต้านทานนี้มีข้อดีคือ เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการรับรู้ว่ามีการกดเกิดขึ้นหรือไม่ เนื่องจากค่าที่ได้จากตัวตรวจจับเป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับพื้นที่ของการกด และยังสามารถวัดแรงกดได้แบบ Real time ได้ซึ่งดังนั้นในงานวิจัยได้เลือกที่จะทำเซนเซอร์ชนิดนี้ เพื่อวัดค่าแรงกดของเท้าตัวตรวจจับแรงกดเซนเซอร์ FSR ที่มีจำหน่ายหลักๆ มี 3 ขนาดดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 Force Sensor Resistor ที่มีจำหน่ายทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แผ่นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Sheet)

2.4.1 แผ่นทองแดง

แผ่นทองแดงมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีราคาถูกกว่าเงิน นิยมนำไปใช้แทนเงิน สามารถนำความร้อนได้ดี ทนทานต่อการผุกร่อน แต่มีข้อเสียคือ เปลี่ยนรูปได้ง่าย จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นสารตัวนำในการทำเซนเซอร์ได้ เนื่องจากจะเกิดค่าความคลาดเคลื่อนอย่างมากเมื่อพื้นที่หน้าตัดของแผ่นทองแดงเปลี่ยนแปลงไป

2.4.2 แผ่น PCB ชนิด Phenolic และ EPOXY

ที่ใช้เลือกใช้แผ่น PCB เพราะแผ่น PCB มีฉนวนรองอยู่ด้วย จึงสะดวกที่จะนำมาใช้ทำเซนเซอร์และจากการทดลองพบว่าในแผ่น PCB มีสัดส่วนของสารกึ่งตัวนำคือ แผ่นทองแดงและสารฉนวนที่ดีมากเหมาะกับการประดิษฐ์เซนเซอร์เอง ที่ต้องการและดีกว่าแผ่นทองแดงเพราะมีความแข็งแรงรับน้ำหนักได้ดี ไม่งอตัวง่ายเหมือนแผ่นทองแดงซึ่งจะมีผลต่อพื้นที่หน้าตัด ซึ่งคุณสมบัติทั้งหมดของแผ่น PCB นี้ทำให้เซนเซอร์ทำงานได้ดี ถึงแม้ว่าระหว่าง Phenolic และ EPOXY จะมีคุณสมบัติที่กันความร้อนหรือเป็นฉนวนได้ดีทั้งคู่นั้น แต่ก็มีข้อแตกต่างกันคือ Phenolic จะอ่อนตัวง่ายกว่าโค้งงอง่าย ซึ่งข้อนี้คือ เสียต่อการประดิษฐ์เซนเซอร์โดยตรงเพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ แต่ตรงกันข้ามกัน EPOXY มีความแข็งแรงคงทน และยังเป็นฉนวนได้ดี นอกจากนั้นยังป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตได้อีกด้วย ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 แผ่นทองแดงแบบ Phenolic

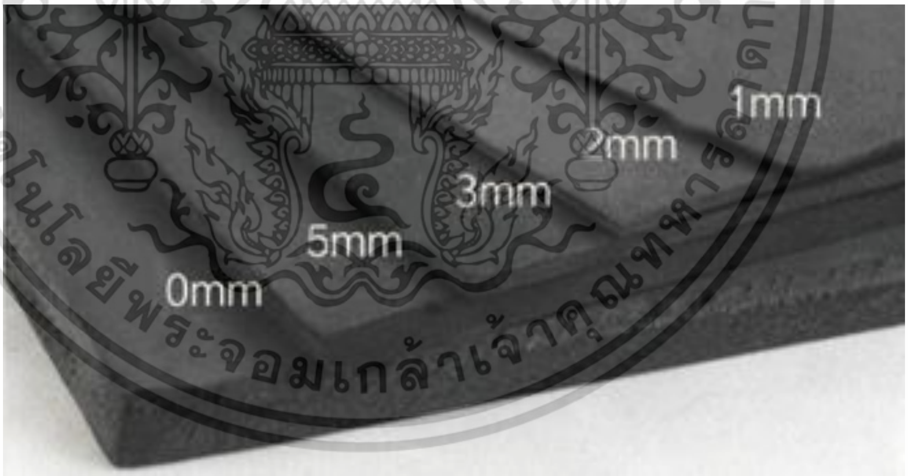
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แผ่นฉนวน

การเลือกแผ่นฉนวนมาใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกด เพื่อที่จะได้เกิดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไป จำเป็นที่จะต้องเลือกวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง (คืนตัวไว) และมีความเป็นฉนวนที่สัมพันธ์กันกับแผ่น PCB ที่เป็นสารกึ่งตัวนำ ซึ่งจากการทดลองค้นพบว่ายาง EVA มีคุณสมบัติดังกล่าวเมื่อประดิษฐ์เซนเซอร์ออกมาแล้วสามารถทำงานได้ดี โดยให้ได้ค่าความต้านทานที่สัมพันธ์กันกับแรงกด

2.5.1 ยาง EVA (Ethylene Vinyl Acetate)

เป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการทำโพลิเมอร์ไรเซชั่น ของสารเอทิลีนโมโนเมอร์ กับสารไวนิลอะซีเตดโมโนเมอร์ EVA หรือที่นิยมเรียกกันติดปากว่า แผ่นโฟม EVA หรือ EVA Foam เป็นวัตถุดิบสำคัญที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมภาคต่างๆ เช่น วัตถุดิบในการทำรองเท้า พื้นรองเท้า แผ่นรองเม้าส์ ทำกระเป๋า บรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์กีฬาทางน้ำ เสื่อโยคะ ของเล่นเด็ก แผ่นรองคลาน แผ่นกันกระแทก ฉนวนหุ้มกันไฟฟ้า เป็นต้น ยาง EVA มีข้อดีคือ มีความนุ่ม มีความยืดหยุ่นสูง สามารถคืนตัวได้เร็วเมื่อได้รับแรงกระทำ น้ำหนักเบา ทนทาน ทนต่อแรงกระแทก ทำความสะอาดง่าย สามารถปั๊มเป็นลวดลายต่างๆ ได้ด้วยระบบ Hot Press และ Cold Press สามารถนำไปแปรรูปเป็นสินค้าเพื่อเพิ่มมูลค่า และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 2.6

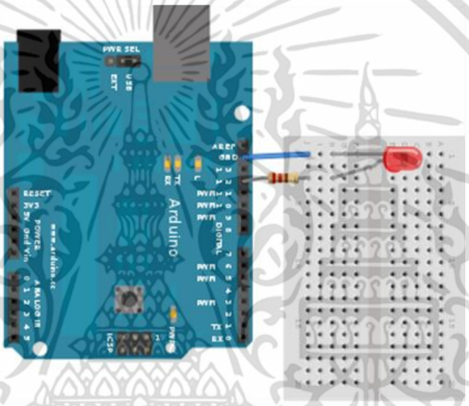


รูปที่ 2.6 ขนาดยาง EVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด [7] Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริมประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาต่อกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้ [8] ดังรูปที่ 2.7



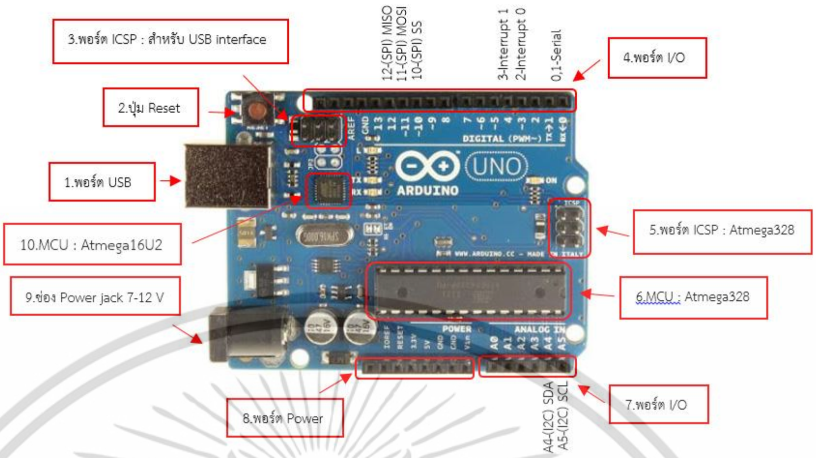
รูปที่ 2.7 การทดสอบการใช้งาน Arduino

2.6.1 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino (Model: Arduino UNO R3)

1. USB Port: ใช้ต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้บอร์ด
2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2: เป็น Visual Com Port บน Atmega16U2
4. I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0, 1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ทที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3V, +5V, GND และ Vin
9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2



รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino

2.7 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/ Slave Mode)

HC-05 เป็นโมดูลบลูทูธ ที่ใช้งานในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทดีไวซ์ต่างๆ ให้สมาร์ทดีไวซ์สามารถสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino AVR PIC etc.) ได้ ผ่าน Serial Port โมดูลรุ่น HC-05 สามารถตั้งให้ใช้งานเป็นได้ทั้งโหมด Master (ให้อุปกรณ์อื่นมาเชื่อมต่อ) และโหมด Slave (เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น) การตั้งค่าต่างๆ เช่น ชื่ออุปกรณ์ รหัสผ่าน ทำได้ผ่าน AT Command ซึ่งจะต้องมีการต่อขาพิเศษเพื่อให้โมดูลเข้าโหมดการตั้งค่า หรือกดปุ่มบนโมดูลค้างไว้ดังรูปที่ 2.9

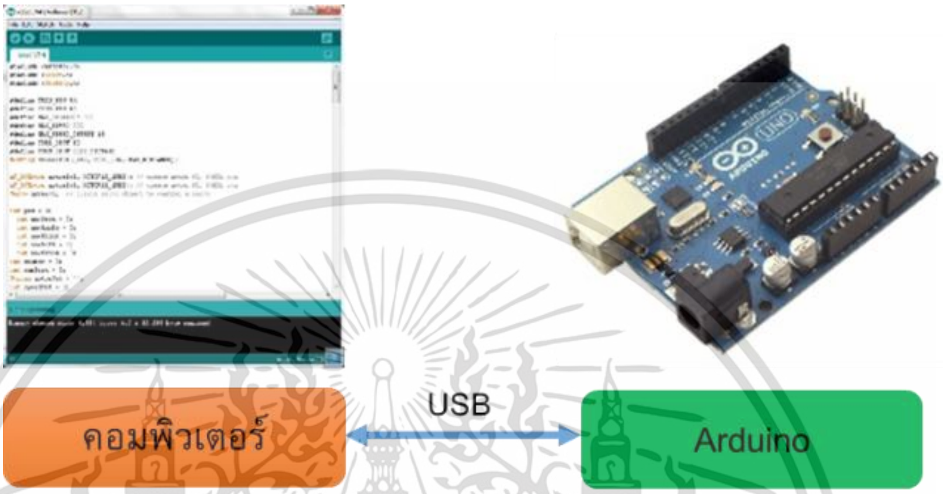
รูปที่ 2.9 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 โปรแกรม Arduino

2.8.1 ขั้นตอนการเริ่มใช้งานโปรแกรม Arduino

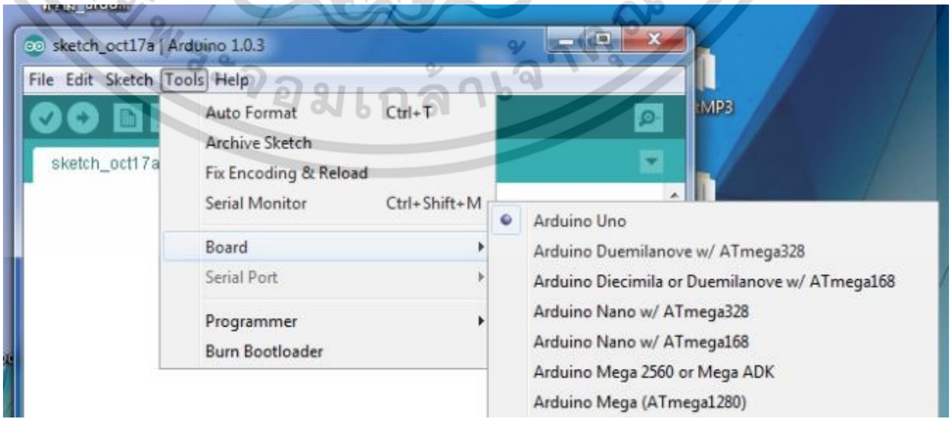
เริ่มจากต่อบอร์ด Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.10 การต่อใช้งาน Arduino

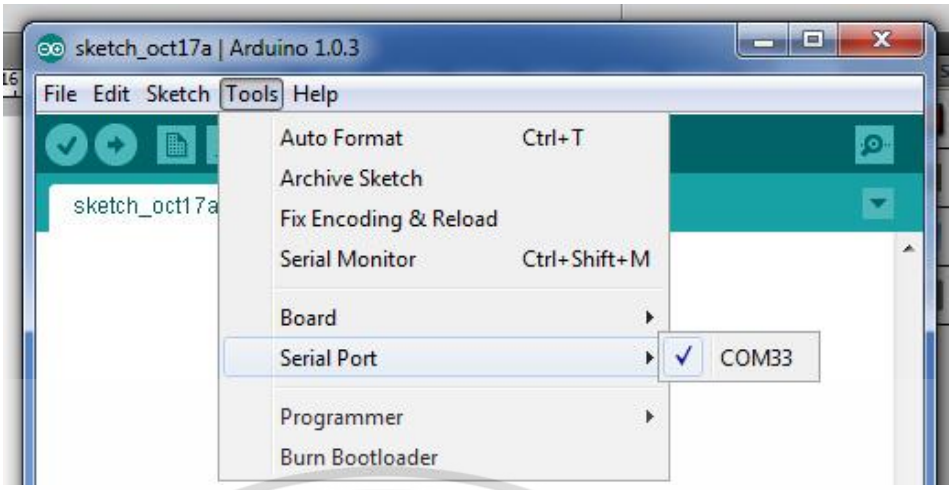
1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของผู้ผลิตซอฟต์แวร์

2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และเลือกหมายเลข Comport ของบอร์ดดังรูปที่ 2.11 และรูปที่ 2.12



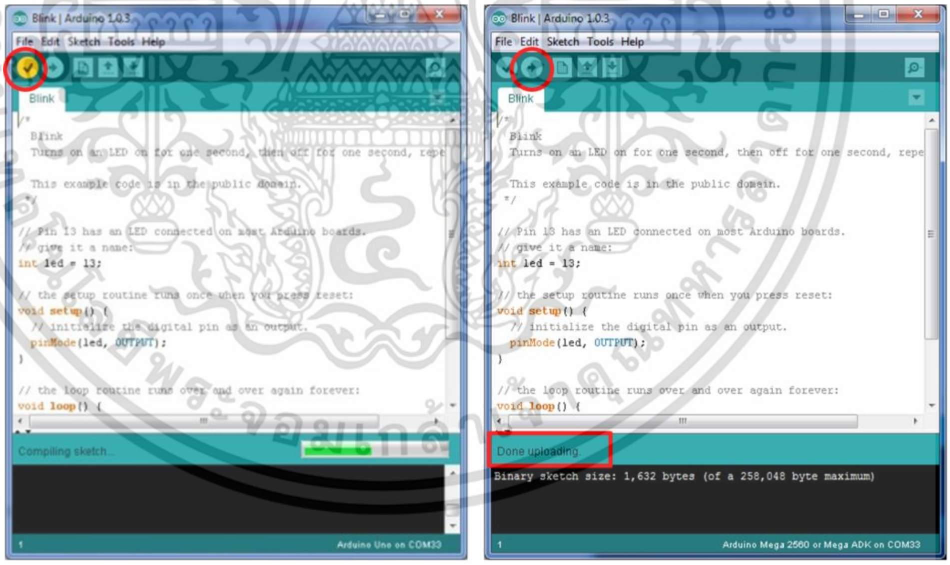
รูปที่ 2.11 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการอัพโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done Uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันทีดังรูปที่ 2.13

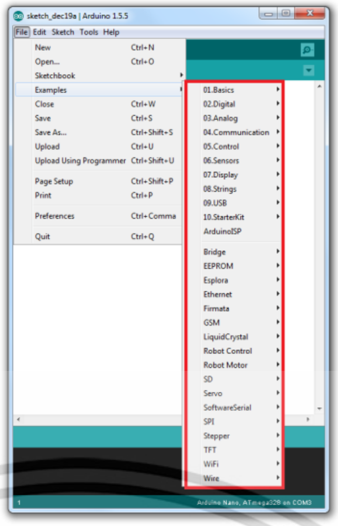


รูปที่ 2.13 Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและอัพโหลดโค้ดโปรแกรม

2.8.2 ตัวอย่างโปรแกรม

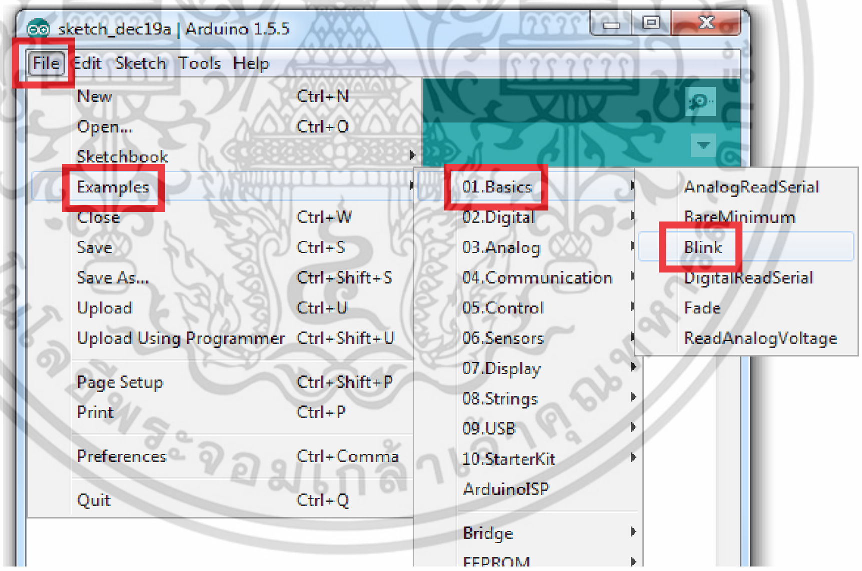
ใน Arduino IDE ได้รวบรวมเอาตัวอย่างโปรแกรมไว้มากมาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ เรียนรู้และนำวิธีการเขียนโปรแกรมตัวอย่างเหล่านี้มาประยุกต์หรือแก้ไข ให้ได้โปรแกรมตามที่ผู้ใช้ต้องการ ดังรูปที่ 2.14 โดยเริ่มจากเลือกที่ File >> Examples จะพบกับโปรแกรมตัวอย่างที่ Arduino IDE มีให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างโปรแกรมใน Arduino IDE

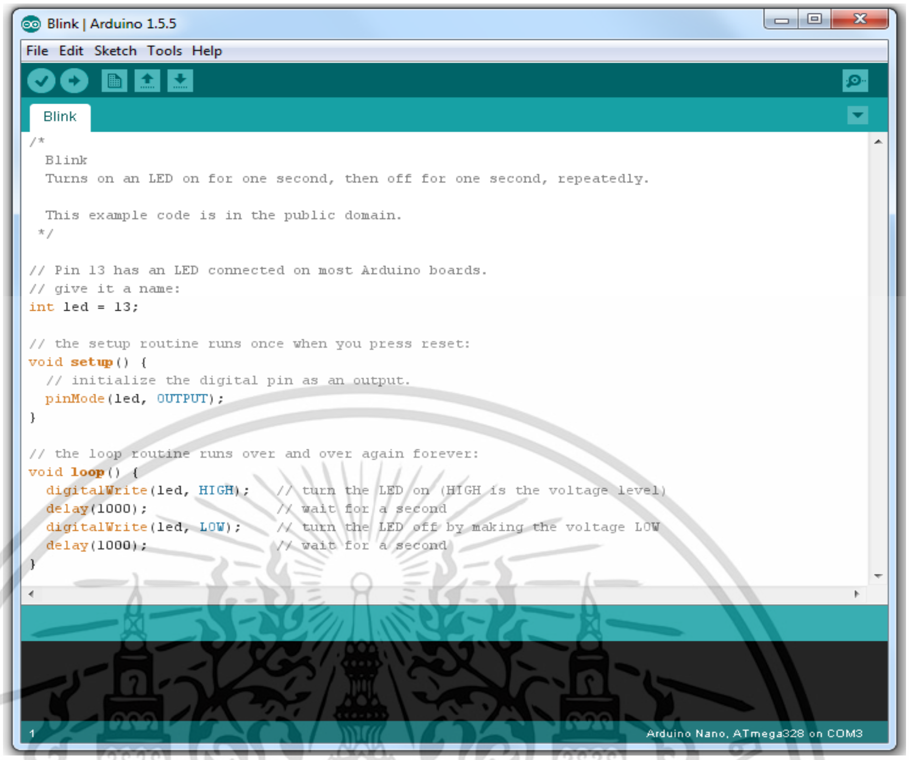
ยกตัวอย่างเช่นหากต้องการจะทดสอบการทำงานของ Arduino ในหัวข้อนี้คือ โปรแกรมที่สั่งงานให้ LED ที่อยู่บนบอร์ด Arduino กระพริบ โดยเลือกโปรแกรมตัวอย่างจาก File >> Examples >> 01.Basics >> Blink ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การเลือกใช้งานคำสั่งไฟ LED กระพริบ

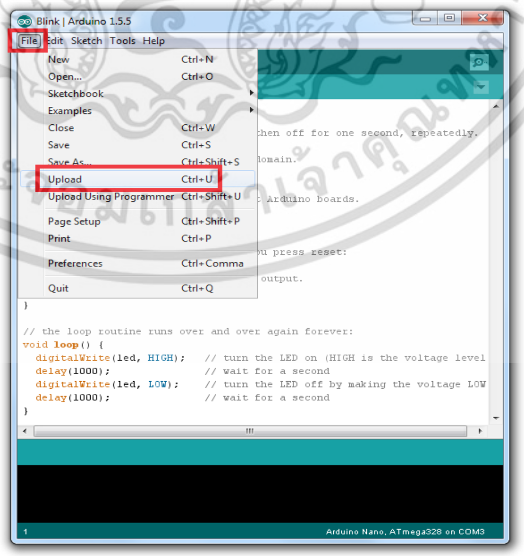
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะพบหน้าตาของโปรแกรมดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 หน้าตาของโปรแกรมคำสั่ง Blink

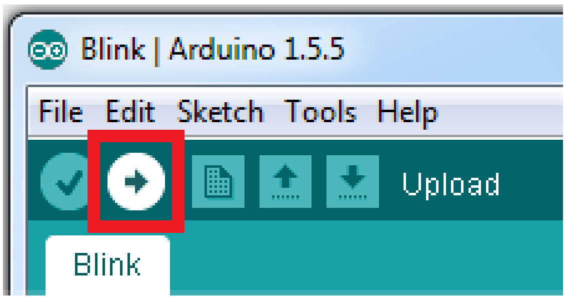
จากนั้นทำการอัพโหลดโค้ดโปรแกรมที่ต้องการให้กับบอร์ด Arduino สามารถทำได้โดยเลือกที่ File >> Upload (หรือกด Ctrl+U) ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การอัพโหลดคำสั่งให้บอร์ด Arduino

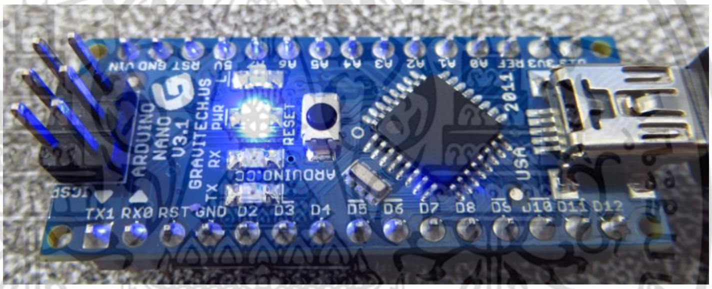
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรืออาจคลิกที่ไอคอน ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ไอคอนแทนคำสั่งอัพโหลด

การอัพโหลดในเมนูนี้คือ การตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนโปรแกรมและเป็นการส่งโปรแกรมที่เขียนไปให้กับ Arduino เมื่อไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในขั้นตอนไหน LED ที่อยู่บนบอร์ด Arduino จะกระพริบทุกๆ 1 วินาทีดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ผลที่ได้จากคำสั่ง Blink

2.9 โปรแกรม LabVIEW

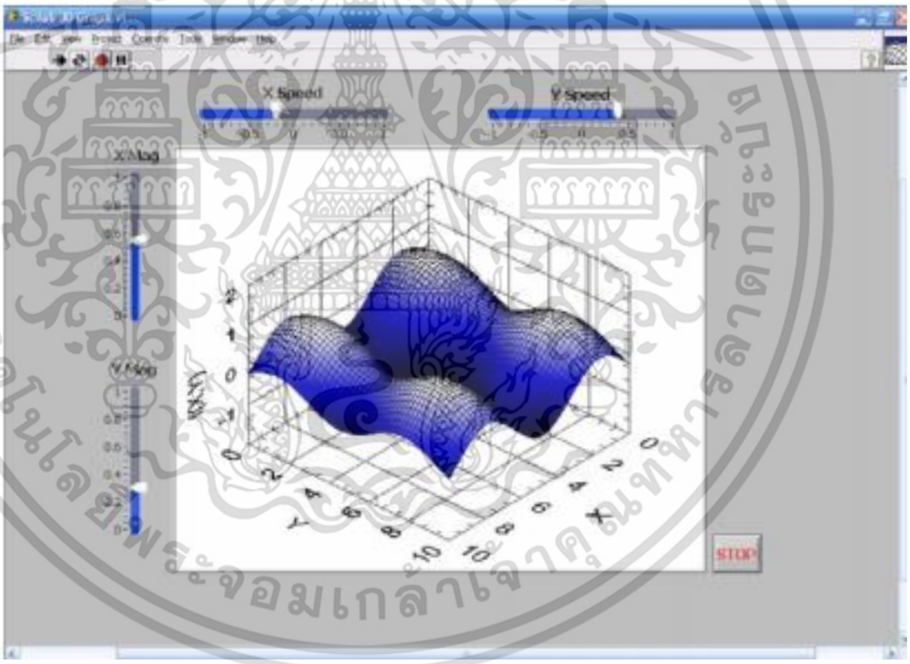
LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เพื่อนำมาใช้ในด้านการจัดการ การวัดและเครื่องวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) นั่นคือผู้ใช้สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ โดยไม่จำเป็นต้องเขียน Code หรือ คำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และภาษาที่ใช้ในโปรแกรมคือภาษารูปภาพหรือเรียกอีกอย่างว่าภาษา G (Graphic Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดแบบภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด โดยจะช่วยอำนวยความสะดวก และสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น Port หรือ Card ต่างๆ รวมถึงการจัดวางตำแหน่งในหน่วยความจำ เพื่อที่จะสามารถรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการคำนวณ และเก็บข้อมูลให้ได้ประโยชน์สูงสุด [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย LabVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument (VI) เพราะลักษณะที่ปรากฎทางจอภาพ เมื่อเริ่มใช้งานจะเหมือนกับเครื่องหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม อุปกรณ์เสมือนจริงเหล่านั้นจะเป็นการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ซึ่งในหนึ่ง Virtual Instrument (VI) ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ 1. Front Panel 2. Block Diagram และ 3. Icon และ Connector ทั้ง 3 ส่วนนี้ จะประกอบกันขึ้นมาเป็นอุปกรณ์เสมือนจริงตามลักษณะและหน้าที่ของส่วนประกอบทั้ง 3 โดยมีรายละเอียดต่อดังนี้

2.9.1 Front Panel

Front Panel หรือหน้าปัทม์ จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (หรือที่นิยมเรียกกันว่า User Interface) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกับหน้าปัมท์ของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานด้านการวัดทั่ว ๆ ไป เช่น มีสวิตช์ปิดเปิด, ปุ่มบิด และปุ่มกดจอแสดงผล ดังนั้น Front Panel นี้จึงเปรียบเสมือนเป็น GUI ของโปรแกรมหรือ VI นั่นเอง ลักษณะของ Front Panel จะแสดงในรูปที่ 2.20

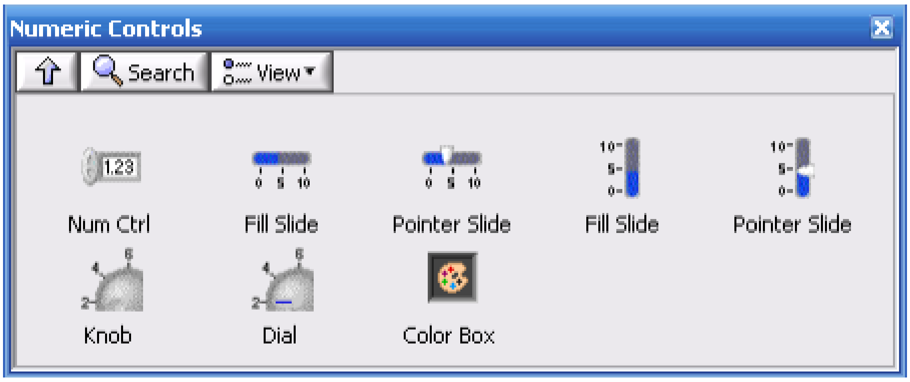


รูปที่ 2.20 Front Panel

2.9.2 Controls

ส่วนนี้จะมีหน้าที่เป็นตัวควบคุม คือการใส่ค่าอินพุตจากผู้ใช้ ลักษณะของ Controls เช่น ปุ่มปรับค่า, สะพานปิด-เปิดไฟ, แท่งเลื่อนเพื่อปรับค่า, การให้ค่าด้วยตัวเลข Digital หรืออื่นๆ ดังนั้น Controls คือ การกำหนดค่าหรือแหล่งข้อมูล แสดงตัวอย่างของ Controls ดังรูปที่ 2.21

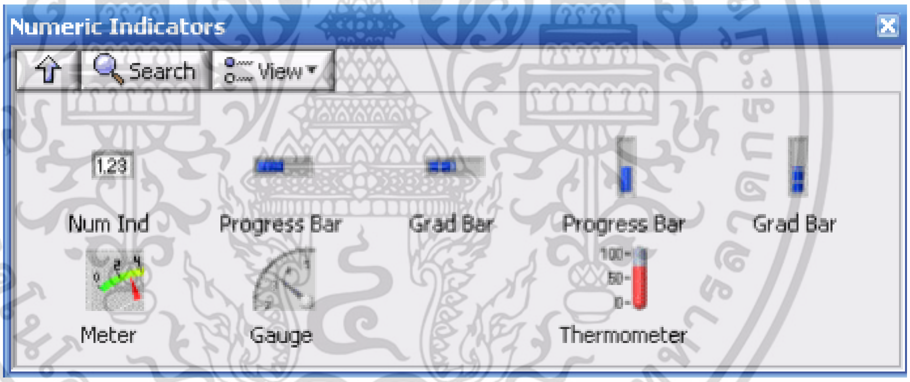
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ส่วน Controls

2.9.3 Indicators

มีหน้าที่แสดงผลเพียงอย่างเดียว โดยจะรับค่าที่ได้จากแหล่งข้อมูลมาแสดงผล ซึ่งอาจปรากฏในรูปของกราฟ, เข็มชี้, ระดับของเหลว หรืออื่นๆ Indicators นี้เปรียบเสมือน Output เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบค่าถึงสิ่งที่กำลังวิเคราะห์อยู่และผู้ใช้งานจะไม่สามารถปรับค่าต่างๆ บน Indicators ได้โดยตรง แต่จะต้องมีแหล่งข้อมูลที่ส่งให้กับ Indicators ดังรูปที่ 2.22

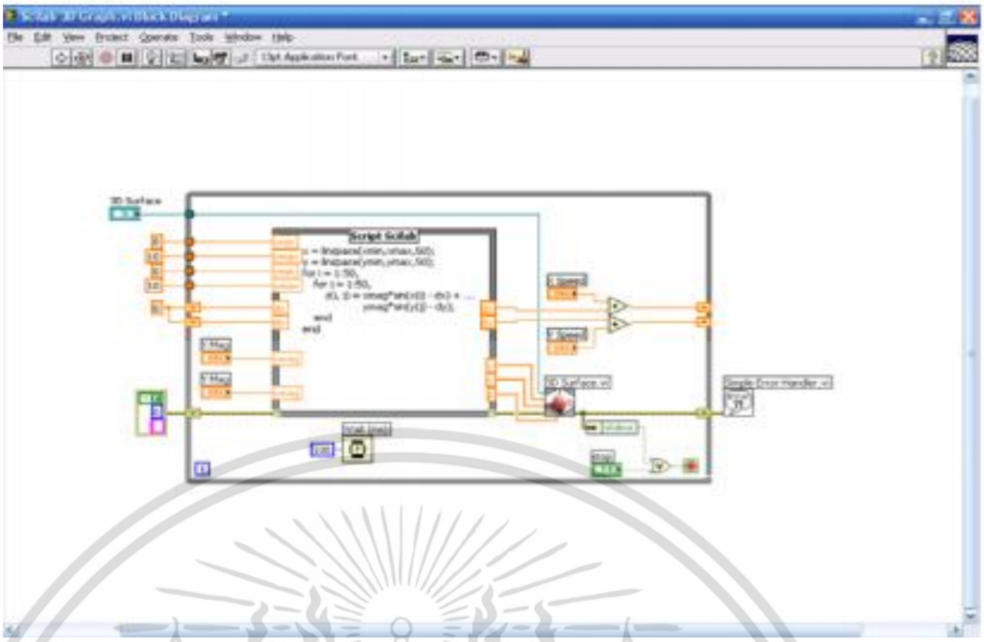


รูปที่ 2.22 Indicators

2.9.4 Block Diagram

เป็นเหมือนกับ Source Code ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นด้วย LabVIEW ซึ่งปรากฏอยู่ในรูปของภาษา G โดย Block Diagram นี้ถือว่าเป็น Executable Program คือ สามารถที่จะทำงานได้ทันทีและข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ LabVIEW จะมีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลา โปรแกรมจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อไม่มีข้อผิดพลาดในโปรแกรมเท่านั้น โดยผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะดูรายละเอียดของข้อผิดพลาด ซึ่งแสดงให้เห็นได้ตลอดเวลา ทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้น ส่วนประกอบภายใน Block Diagram จะประกอบด้วย ฟังก์ชัน ค่าคงที่โปรแกรมควบคุมการทำงาน หรือโครงสร้าง แต่ละส่วนเหล่านี้จะปรากฏอยู่ในรูปของ Block ซึ่งจะได้รับการต่อสายสำหรับ Block ที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่าง Block เหล่านั้น ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

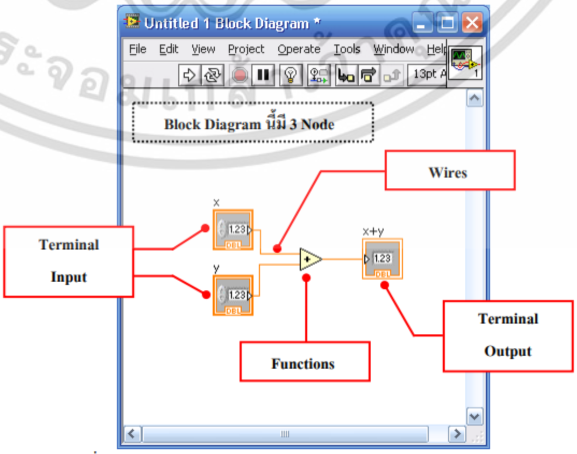


รูปที่ 2.23 Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW

สำหรับ Block Diagram จะมีส่วนที่ทำหน้าที่หลักคือ การควบคุมการส่งผ่านหรืออาจจะเรียกว่า การไหลของข้อมูล (Data Flow) และกำหนดถึงวิธีการประมวลผลข้อมูลมี 4 ส่วนดังนี้

2.9.5 Terminal

ทุกครั้งที่สร้าง Control หรือ Indicator บน Front Panel ใน Window ของ Block Diagram จะปรากฏ Terminal ขึ้น สามารถอธิบายได้ว่า Terminal คล้ายๆกับสถานีของข้อมูลคือ จะเป็นทั้งสถานีต้นทางของข้อมูล ถ้า Terminal นั้นเป็น Terminal ของ Controls และขณะเดียวกันจะเป็นทั้งสถานี้ปลายทางของข้อมูล ถ้า Terminal นั้นเป็น Terminal ของ Indicator ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ตัวอย่าง Terminal ใน LabVIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6 Node

เป็นจุดต่อ Block Diagram แสดงแบบอินพุตหรือเอาต์พุตซึ่งจะทำงานเมื่อสั่ง Run VI

2.9.7 Functions

คือ ตัวดำเนินการต่างๆ ที่สำเร็จรูปเช่น Sine, Cos, Tan, Log เป็นต้น ซึ่งสามารถเรียกแสดง Function Palette นี้ได้ โดยการคลิกขวาตรงพื้นที่ว่างในฝั่งของ Block Diagram จะแสดง Function Palette ดังรูปที่ 2.25

รูปที่ 2.25 ฟังก์ชันของ Block Diagram

2.9.8 Wires

คือการเชื่อมต่อการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Terminal หรือ Node ต่างๆ ที่มีใน Block Diagram นี้เข้าด้วยกัน โดย Wire นี้จะเป็นการกำหนดเส้นทางของข้อมูล ว่าเมื่อออกจาก Terminal หนึ่งแล้วจะกำหนดให้ข้อมูลไหลไปที่ Node ใดบ้าง มีลำดับเป็นอย่างไร และสุดท้ายจะให้แสดงผลลัพธ์ที่ Terminal ใด ซึ่งการเชื่อมต่อสายนี้จะทำให้เข้าใจถึงหลักการของ [10] Data Flow Programming ได้ดีขึ้น ซึ่งลักษณะต่างๆ ของเส้นจะมีรูปแบบและสีที่แตกต่างกันไป ดังนี้

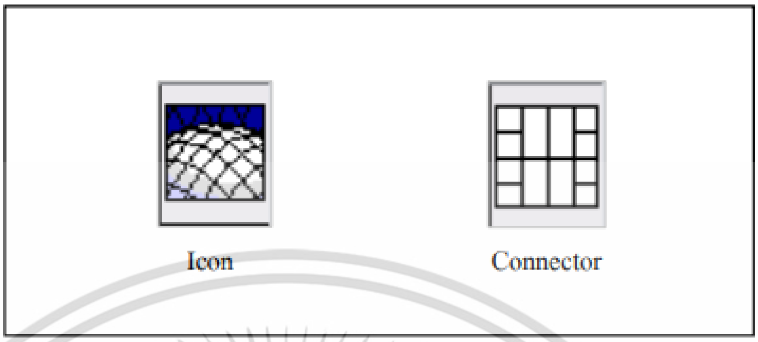
1. สีส้ม แสดง เลขทศนิยม
2. สีน้ำเงิน แสดง เลขจำนวนเต็ม
3. สีเขียว แสดง Boolean
4. สีชมพู แสดง ตัวอักษร

2.9.9 Icon และ Connector

เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อยในโปรแกรมปกติทั่วไป Icon จะหมายถึง Block Diagram ตัวหนึ่งที่มีการส่งข้อมูลเข้าและออกผ่านทาง Connector ซึ่งใน LabVIEW จะเรียกโปรแกรมย่อยนี้ว่า SubVI ข้อดีของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา G นี้คือ สามารถสร้าง VI ทีละส่วนขึ้นมาให้ทำงานด้วยตัวเองได้อย่างอิสระ จากนั้นก็สามารถเขียนโปรแกรมอื่นเพื่อเรียกใช้งาน VI ที่เคยสร้างขึ้นมาก่อนหน้านี้ทีละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทำให้ VI ที่เขียนขึ้นก่อนหน้านี้กลายเป็น SubVI ไป การเขียนในลักษณะนี้เรียกว่า Module สำหรับลักษณะทั่วไปของ Icon จะแสดงดังในรูปที่ 2.26 (ซ้ายมือ) และ Connector นั้นจะพบว่ามีช่องต่อข้อมูลหรือที่เรียกว่า Terminal ดังแสดงในรูปที่ 2.26 (ขวามือ)



รูปที่ 2.26 Icon และ Connector

2.9.10 คำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW

ตารางที่ 2.1 แสดงคำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW

LabVIEW	รายละเอียด
VI	โปรแกรมหลัก
Function	ฟังก์ชันสำเร็จรูปที่มากับโปรแกรมนั้นๆ เช่น Sin และ Cos
SubVI	โปรแกรมย่อย
Front Panel	ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน
Block Diagram	การเขียนตามขั้นตอนของโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 สรุป

ในบทนี้ได้นำเสนอหลักการทำงานเซนเซอร์ FSR ซึ่งเป็นตัวหลักในการรับค่าแรงกดจากเท้า จากนั้นแปลงสัญญาณเอาต์พุตที่ได้ผ่านตัวควบคุมคือตัว Arduino รวมไปถึงวิธีการใช้โปรแกรมของตัว Arduino เป็นโปรแกรมที่เปิดให้ใช้ฟรี รวมไปถึงการเลือกใช้เซนเซอร์และวัสดุต่างๆ และหลักการทำงานขของเซนเซอร์ FSR และอุปกรณ์ส่งสัญญานของบลูทูธโดยได้เลือกใช้ HC-05 Master/ Slave Mode รวมถึงได้อธิบายการใช้โปรแกรม LabVIEW โดยกล่าวถึงการ Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW อยู่ในรูปของไอคอน นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงเทคนิคการปรับแต่งสัญญาณให้มีความเป็นสีตามค่าที่เราต้องการ อีกทั้งได้อธิบายการทำงานของการเชื่อมต่อการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Terminal หรือ Node ต่างๆ ที่มีใน Block Diagram นี้เข้าด้วยกัน โดยใช้ Wire นี้จะเป็นการกำหนดเส้นทางของข้อมูล หลักการที่ได้อธิบายในบทนี้จะนำไปใช้ในพัฒนาการออกแบบวงจรซึ่งได้กล่าวถึงในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

3.1 กล่าวนำ

จากที่ได้กล่าวถึงหลักการทำงานของเซนเซอร์ FSR และตัวควบคุม Arduino และโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้แสดงบนหน้าจอและแนะนำการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ จากบทที่ 2 รวมถึงเทคนิคต่างๆ ในการใช้โปรแกรมเบื้องต้นและสรุปอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด ในบทนี้ขอกล่าวถึงวิธีการดำเนินการต่างๆ และการทดสอบเซนเซอร์ต่างๆ นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงการทำงานในแต่ละส่วนของเซอเซอร์ที่ได้เลือกใช้ โดยเซนเซอร์แต่ละขนาด จะถูกเก็บบันทึกและนำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แสดงใน ซึ่งประกอบด้วย เซนเซอร์ด้วยกันหลายขนาด และได้ทำการทดโดยใช้มิเตอร์เพื่อวัดแรงดันไฟ วัดการตอบสนองของเซนเซอร์แต่ละขนาดและวัสดุที่แตกต่างกันออกไปและให้สัญญาณสำหรับการทำงานของแต่ละแบบได้ถูกต้อง เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานได้ถูกต้อง

3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 Arduino Nano 3.0

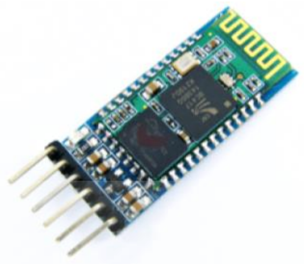
ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ส่งเข้ามายังขาอนาล็อกอินพุตช่อง A0–A5 เพื่อทำการประมวลผลและส่งไปยังโปรแกรมแสดงผลผ่านเครือข่ายบลูทูธ ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 Arduino Nano 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Bluetooth HC-05

ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางที่ช่วยในการส่งข้อมูลแบบไร้สาย จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังโปรแกรมแสดงผล ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Bluetooth HC-05

3.2.3 Force Sensor Resistor

คือ เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดมีหน้าที่อ่านและส่งค่าแรงกดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินนี้ จะใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตัว ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 Force Sensor Resistor

3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 Arduino Program

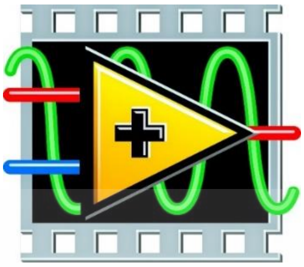
โปรแกรมนี้ใช้สำหรับเขียนคำสั่งเพื่อรับข้อมูลจากเซนเซอร์ และส่งค่าตัวแปรไปยังโปรแกรมแสดงผล ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 Arduino Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 LabVIEW Program

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแสดงผลของเซนเซอร์ ซึ่งแสดงผลในรูปทั้งการเปลี่ยนแปลงของสีและกราฟแบบ Real Time ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 LabVIEW Program

3.4 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน

3.4.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Hardware

1. ศึกษาข้อมูลของเซนเซอร์
2. เลือกวิธีการประดิษฐ์เซนเซอร์
3. ทดสอบและทำการเลือกระหว่างเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นกับเซนเซอร์สำเร็จรูป
4. ออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
5. ออกแบบและทำวงจรที่ใช้ในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
6. ทำการประกอบชิ้นงาน รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้

3.4.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Software

1. ศึกษาโปรแกรมที่จะนำมาใช้งาน
2. วางแผนความต้องการในการแสดงผล
3. เขียนโปรแกรม Arduino เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์
4. เขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อรับค่าจาก Arduino มาแสดงผล
5. ตกแต่งหน้าต่างแสดงผลในโปรแกรม LabVIEW
6. ทดสอบโปรแกรมกับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การประดิษฐ์เซนเซอร์ เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมีทั้งหมด 2 แบบ

3.5.1 เซนเซอร์แบบที่ 1 ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่น PCB

อุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1

1. แผ่น PCB ที่มีทองแดง
2. ฉนวนที่มีความยืดหยุ่น
3. สายไฟ
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด ตัดและเชื่อม

รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1

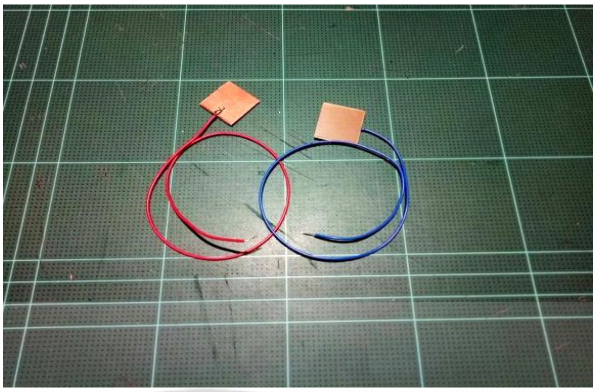
3.5.2 ขั้นตอนการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1

1.ตัดแผ่น PCB ทองแดงและแผ่นฉนวน ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 2 และ 1 แผ่น ตามลำดับ

รูปที่ 3.7 แผ่น PCB และแผ่นฉนวนในขนาดที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บัดกรีสายไฟลงบนแผ่น PCB ด้านที่เป็นทองแดงทั้งสองชิ้น



รูปที่ 3.8 แผ่น PCB ที่บัดกรีสายไฟลงบนด้านที่เป็นทองแดง

3. ติดแผ่น PCB ที่บัดกรีสายไฟแล้วเข้ากับฉนวน โดยหันด้านทองแดงเข้าหาฉนวน

รูปที่ 3.9 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 1

3.5.3 เซนเซอร์แบบที่ 2 ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นทองแดงบางสองหน้า

อุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2

1. แผ่นทองแดงบางสองหน้า
2. ฉนวนที่มีความยืดหยุ่น
3. กระดาษแข็ง
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด ตัดและเชื่อม

รูปที่ 3.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2

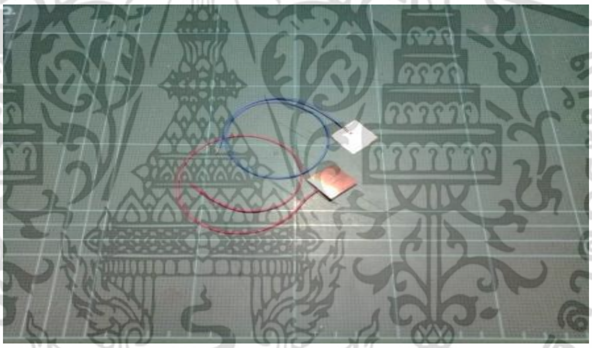
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 ขั้นตอนการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2

1. ตัดแผ่นทองแดงบางสองหน้า แผ่นฉนวนและกระดาษแข็ง ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 2, 1 และ 4 แผ่นตามลำดับ

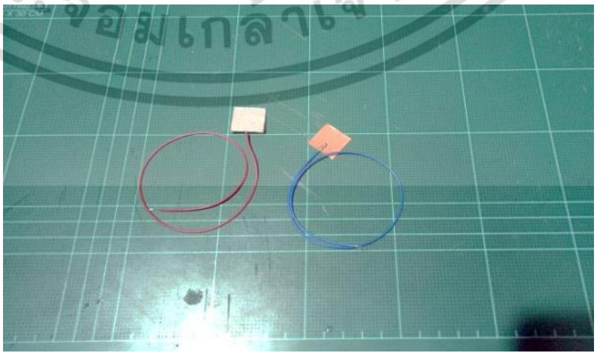
รูปที่ 3.11 แผ่นทองแดงบางสองหน้า แผ่นฉนวนและกระดาษแข็งในขนาดที่เท่ากัน

2. บัดกรีสายไฟลงบนแผ่นทองแดงบางสองหน้าด้านใดด้านหนึ่ง ทั้งสองชิ้น



รูปที่ 3.12 แผ่นทองแดงที่บัดกรีสายไฟลงบนแผ่นทองแดงบางสองหน้าด้านใดด้านหนึ่ง

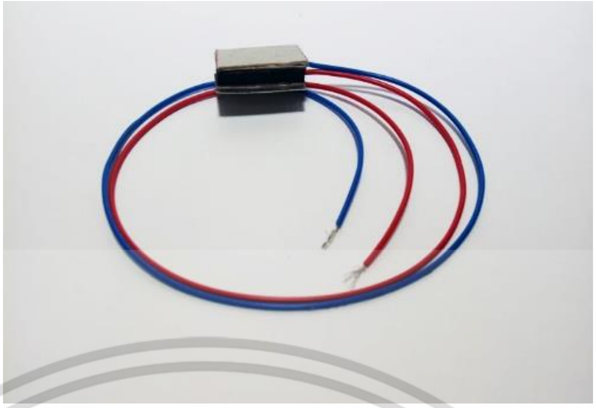
3. ติดแผ่นทองแดงที่บัดกรีสายไฟแล้วเข้ากับกระดาษแข็งฝั่งละ 2 แผ่น



รูปที่ 3.13 การติดแผ่นทองแดงกับกระดาษแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำแผ่นทองแดงที่ติดกับกระดาษแข็งแล้วมาติดกับฉนวน โดยหันด้านที่เป็นทองแดงเข้าหาฉนวน

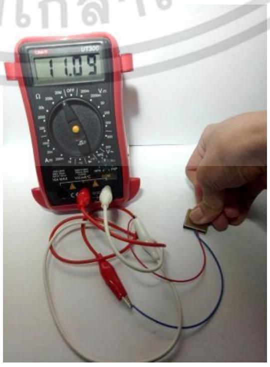


รูปที่ 3.14 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 2

3.5.5 การทดสอบเซนเซอร์ด้วยมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 ทดสอบเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นว่าสามารถนำมาใช้งานได้หรือไม่นั้น ทดลองโดยการวัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปเมื่อได้รับแรงกด ซึ่งย่านที่ใช้ในการวัดคือ 0-20 MΩ

รูปที่ 3.15 เซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ยังไม่ได้รับแรงกด



รูปที่ 3.16 เซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 เซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ได้รับแรงกดมาก

การทดลองนี้สามารถบ่งบอกถึงค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงของเซนเซอร์เมื่อได้รับแรงกดได้ว่า ค่าความต้านทานที่ได้จะแปรผกผันกับแรงกดเสมอ

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 เพิ่มเติม เป็นการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของเซนเซอร์เพิ่มเติมโดยแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 ขนาดต่างๆ

ขนาดของเซนเซอร์	ผลการทดลอง
1x1 cm.	ไม่มีผลตอบสนอง
2x2 cm.	สามารถแสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ดี สามารถกดย้ำๆได้
3x3 cm.	สามารถแสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่ค่าขึ้นบ้างไม่ขึ้นบ้าง
2x3 cm.	สามารถแสดงค่าความต้านทานได้เมื่อออกแรงกดที่ตำแหน่งตรงกลาง

ดังนั้น : เลือกขนาดเซนเซอร์ที่เลือกใช้คือ 2x2 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของแผ่น PCB

ชนิดของแผ่น PCB	ผลการทดลอง
อีพอกซี่	ในความหนาที่เท่ากัน อีพอกซี่สามารถแสดงค่าได้ดีและเร็วเมื่อได้รับแรงกด
ฟีโนลิก	ในความหนาที่เท่ากัน ฟีโนลิก จำเป็นต้องออกแรงเยอะเผื่อให้แสดงค่า

ดังนั้น : ชนิดแผ่น PCB ที่เลือกนำมาใช้คือ อีพอกซี่

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามความหนาของแผ่น PCB

ความหนาของแผ่น PCB	ผลการทดลอง
1 mm.	ออกแรงกดง่าย ค่าความต้านทานแสดงค่าออกมามีแนวโน้มที่ดี
1.6 mm.	ต้องออกแรงในการกดมากขึ้น ค่าความต้านทานถึงแสดงค่าออกมา

ดังนั้น : ความหนาของแผ่น PCB ที่เลือกใช้คือ 1 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของฉนวน

ชนิดของฉนวน	ผลการทดลอง
แผ่นยางสีดำ	คืนตัวได้ดี และทนทานต่อการกดย้ำๆ ได้
แผ่นโฟมกันกระแทก	คืนตัวได้ดี แต่ความยืดหยุ่นน้อย ค่าความต้านทานออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ดังนั้น : ชนิดของฉนวนที่เลือกใช้คือ แผ่นยางดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

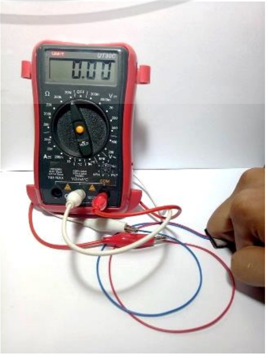
3.5.6 สรุปเซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่น PCB

เซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่ 1 คือ เซนเซอร์ที่ทำจากแผ่น PCB โดยด้านพลาสติกเป็นอีพอกซี่ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร มีฉนวนกั้นเป็นแผ่นยางสีดำ และขนาดของเซนเซอร์คือ 2x2 เซนติเมตร มีคุณสมบัติสามารถแสดงค่าความต้านทานเมื่อได้รับแรงกดที่ตำแหน่งส้นเท้าและที่ตำแหน่งปลายเท้าแม้ออกแรงกดไม่มากได้ดี ที่สำคัญขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ซับซ้อนมากและต้นทุนไม่แพง

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 2 ทดลองเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นว่าสามารถนำมาใช้งานได้หรือไม่นั้น ทดลองโดยการวัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปเมื่อได้รับแรงกด ซึ่งย่านที่ใช้ในการวัดคือ 0-20 MΩ

รูปที่ 3.18 เซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ยังไม่ได้รับแรงกด

รูปที่ 3.19 เซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่ง



รูปที่ 3.20 เซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ได้รับแรงกดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองนี้สามารถบ่งบอกถึงค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงของเซนเซอร์เมื่อได้รับแรงกดได้ว่า ค่าความต้านทานที่ได้จะแปรผกผันกับแรงกดเสมอ เช่นเดียวกับเซนเซอร์แบบที่ 1

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 2 เพิ่มเติม เป็นการทดลองคุณสมบัติต่างๆ ของเซนเซอร์เพิ่มเติม โดยแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 การทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 ขนาดต่างๆ

ขนาดของเซนเซอร์	**ผลการทดลอง**
1x1 cm.	ไม่มีผลตอบสนอง
2x2 cm.	แสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่ยังไม่ตอบสนองแรงกดที่ปลายเท้า
3x3 cm.	แสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่ยังไม่ตอบสนองแรงกดที่ปลายเท้า
2x3 cm.	แสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่เซนเซอร์จะตอบสนองช่วงตรงกลางของเซนเซอร์

ดังนั้น : เลือกขนาดเซนเซอร์ที่เลือกใช้คือ 2x2 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.6 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 โดยแยกตามชนิดของฉนวน

ชนิดของฉนวน	**ผลการทดลอง**
แผ่นยางสีดำ	คืนตัวได้ดี และทนทานต่อการกดย้ำๆได้ และช่วยให้ค่าความต้านทานออกมาได้ดี
แผ่นโฟมกันกระแทก	คืนตัวได้ดี แต่ความยืดหยุ่นน้อย ค่าความต้านทานออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ดังนั้น : ชนิดของฉนวนที่เลือกใช้คือ แผ่นยางดำ

ตารางที่ 3.7 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 โดยแยกตามความหนาของกระดาษแข็ง

กระดาษแข็ง (ด้านละ)	**ผลการทดลอง**
1 ชั้น	แสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่ยังไม่ตอบสนองแรงกดที่ปลายเท้า
2 ชั้น	แสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่ยังไม่ตอบสนองแรงกดที่ปลายเท้า
3 ชั้น	แสดงค่าความต้านทานเมื่อออกแรงกดได้ แต่ยังไม่ตอบสนองแรงกดที่ปลายเท้า

ดังนั้น : ความหนาของกระดาษแข็งที่เลือกใช้คือ 2 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.7 สรุปเซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นทองแดงบางสองหน้า

เซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่ 2 คือ เซนเซอร์ที่มีขนาด 2x2 เซนติเมตร และติดด้วยกระดาษแข็ง 2 ชั้น ซึ่งมีความแข็งแรงพอดีและไม่ยากเกินต่อการออกแรงกด โดยใช้ฉนวนกั้นคือแผ่นยางสีดำ มีคุณสมบัติคือ สามารถแสดงค่าความต้านทานเมื่อได้รับแรงกดที่ตำแหน่งส้นเท้าได้ แต่ไม่สามารถแสดงค่าความต้านทานเมื่อมีแรงกดที่ตำแหน่งปลายเท้าได้

3.5.8 การทดสอบเซนเซอร์สำเร็จรูป

การทดสอบเซนเซอร์สำเร็จรูปเพื่อเป็นการยืนยันว่าเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นได้ผลตามทฤษฎี

รูปที่ 3.21 เซนเซอร์แบบที่ 3 ที่ได้รับแรงกดระดับหนึ่ง

รูปที่ 3.22 เซนเซอร์แบบที่ 3 ที่ได้รับแรงกดมาก

3.5.9 สรุปเซนเซอร์แบบที่ 3 เซนเซอร์สำเร็จรูป

การตอบสนองต่อแรงกดของเซนเซอร์สำเร็จรูปมีความไวดีเยี่ยม สามารถอ่านค่าได้แม้มีแรงกดเพียงเล็กน้อย เซนเซอร์สามารถแสดงค่าได้อย่างดีเมื่อมีการกดย้ำๆ หลายครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.10 สรุปผลการเลือกใช้เซนเซอร์

ความง่ายในการกดของเซนเซอร์คือ ความสามารถในการแสดงค่าเมื่อได้รับแรงกระทำที่เซนเซอร์ อันดับ 1 คือแบบที่ 1 และ 3 มีความง่ายในการกด 100% และรองลงมาคือ แบบที่ 2 ความง่ายในการกดคิดเป็น 80% ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างเซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3

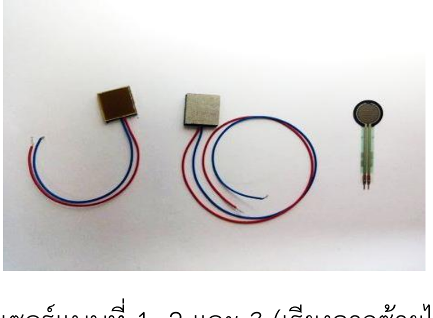
การเปรียบเทียบ	ความง่ายในการกด	ความสามารถในการอ่านค่า	ความคงทน
แบบที่ 1	100%	95%	100%
แบบที่ 2	80%	80%	90%
แบบที่ 3	100%	100%	100%

ความสามารถในการอ่านค่าคือ ความสามารถในการแสดงค่าเมื่อได้รับแรงกดที่น้อย อันดับ 1 คือ แบบที่ 3 มีความสามารถในการอ่านค่า 100% เพราะสามารถแสดงค่าเมื่อออกแรงกดกับเซนเซอร์แม้เพียงเล็กน้อย อันดับ 2 คือแบบที่ 1 มีความสามารถในการอ่ารค่าคิดเป็น 95% ประสิทธิภาพสู้เซนเซอร์สำเร็จรูปไม่ได้แต่สามารถอ่านค่าแรงกดน้อยๆ ได้ อันดับสุดท้ายคือ แบบที่ 2 ไม่สามารถแสดงค่าเมื่อออกแรงกดน้อยๆ บนเซนเซอร์ได้

ความคงทนคือ ทนต่อการกดย้ำๆ ได้โดยสภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง และการอ่านค่าไม่ผิดเพี้ยนอันดับ 1 คือ แบบที่ 1 และแบบที่ 3 ทั้งสองแบบนี้สามารถทนต่อการกดสูงถึง 100 ครั้งได้ แต่แบบที่ 2 เมื่อกดย้ำบ่อยครั้งจะเกิดความยับของแผ่นทองแดง ทำให้แผ่นทองแดงเกิดความผิดรูปและไม่สามารถอ่านค่าได้

แต่เมื่อได้ลองนำเซนเซอร์ไปทดลองกับโปรแกรม Arduino ผลปรากฏว่า เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นทั้งสองนั้นให้ค่าเป็นดิจิตอล โดยค่าจะเท่ากับศูนย์เมื่อไม่มีแรงกด และค่าจะเท่ากับค่าสูงสุดของค่าที่ตั้งไว้เมื่อมีแรงกดในระดับหนึ่ง ส่วนเซนเซอร์สำเร็จรูปนั้นสามารถให้ค่าเป็นอนาล็อกแปรผันกับแรงกดได้ดีเยี่ยม

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้เซนเซอร์สำเร็จรูปในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน (แบบที่ 3) เซนเซอร์ FSR



รูปที่ 3.23 เซนเซอร์แบบที่ 1, 2 และ 3 (เรียงจากซ้ายไปขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การทดสอบและการเลือกใช้ขนาดของเซนเซอร์

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการเลือกเซนเซอร์แบบที่ 3 ทั้งนี้ยังได้ทำการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 3 ทั้ง ทั้ง 3 ขนาด และยังได้ทำการทดลองแผ่นรองรองเท้าเพื่อที่จะได้ลดแรงกดโดยตรงของเซนเซอร์กับฝ่าเท้า

3.6.1 วัตถุประสงค์ในการทดสอบขนาดและทดสอบแผ่นรองรองเท้า

1.ทดสอบเซนเซอร์ FSR ทั้ง 3 ขนาด 0.2, 0.5, 1.5นิ้ว ว่าแบบไหนมีความเหมาะสม,ใช้น้ำหนักถ่วงดูผล

2.ทดสอบตัวต้านทาน เมื่อค่าความต้านทานแตกต่างกันส่งผลหรือไหมอย่างไร

3.ทดสอบวัสดุที่ใช้รองตัวเซนเซอร์ ส่งผลหรือไม่หรือว่ามีตัวไหนตอบสนองดีกว่ากัน

4.เขียนโปรแกรม Arduino เพื่อทดสอบเซนเซอร์ (ปรับเปลี่ยนตามความแหมะสม)

3.6.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการเขียนโปรแกรม Arduino (IDE)
2. นำเอาเซนเซอร์แต่ละแบบมาทดลอง เริ่มจากขนาดเล็กไปมาก 0.2, 0.5, 1.5นิ้ว ตามลำดับ
3. นำน้ำหนักมาถ่วงจากนั้น สังเกตค่าเซนเซอร์ที่อ่านออกมาได้ โดยผ่าน R ปรับค่าได้

3.6.3 สรุปในการเลือกใช้ขนาดเซนเซอร์

1.ค่า R ที่ใช้มีผลต่อเซนเซอร์

R มาก = ค่าที่แสดงโชว์บน Arduino (IDE) ทำให้เซนเซอร์ถึงจุดค่า maximum เร็ว ไม่ว่าจะกดมากหรือน้อย

R น้อย = **ค่าแรงดันไฟฟ้า (V) การทำงานของเซนเซอร์คือตัวต้านทานแปรผันแบบแรงกด Force Sensing Resistor ขนาด 0.5" รุ่น FSR402 หรือ Force Sensitive Resistor (FSR402) เป็นเซนเซอร์วัดแรงกดในช่วง 0.1N-10N ค่าที่วัดได้จะเป็นแบบ Analog 0-5VDC (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5VDC FSR402 จึงเหมาะสำหรับโปรเจคที่ต้องการเซนเซอร์วัดแรงกดได้ หลายระดับ

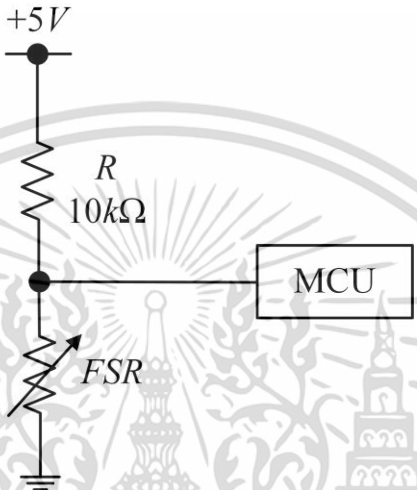
2.การทดสอบเซนเซอร์ขนาด 0.2 นิ้ว

จากการทดลองเมื่อใช้เซนเซอร์ 0.2 นิ้ว เราได้ทำการกระจายแรง จึงได้พบว่าการตอบสนอง ของเซนเซอร์ตอบสนองยากเพราะว่าขนาดของเซนเซอร์มีขนาดเล็กเกินไปต้องกดเน้นให้ตรงจุดเซนเซอร์ถึงจะอ่านค่าและแสดงออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบเซนเซอร์ขนาด 1.5 นิ้ว

พื้นที่ที่รับแรงกดมีผลกับค่าที่อ่านได้ด้วย ที่บริเวณกึ่งกลางของแผ่นตรวจจับจะให้การตอบสนองการกดได้ดีที่สุดถ้ากดที่ริมขอบและที่มุมของแผ่นตรวจจับ แม้ว่าจะกดด้วยแรงเท่าๆ กัน การตอบสนองจะน้อยกว่านั่นคือค่าที่ได้จะลดลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการนำไปใช้งานควร เลือกขนาดให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานเซนเซอร์มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้เซนเซอร์ มีโอกาส อ่านค่าได้เพี้ยนสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้เซนเซอร์ ขนาด 0.5 นิ้ว



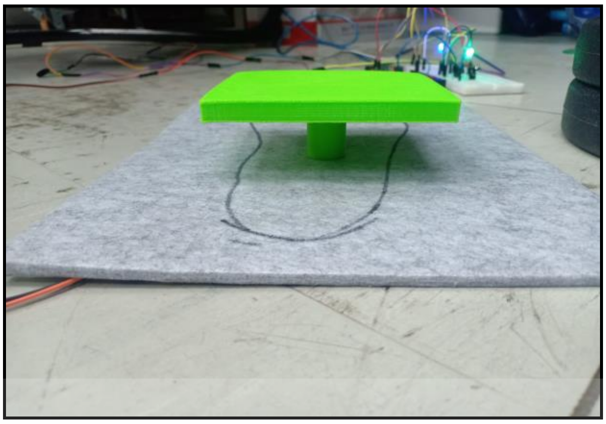
รูปที่ 3.24 วงจรการต่อทดสอบทั้ง 3 ขนาดของเซนเซอร์ FSR

ตารางที่ 3.9 แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนักตามกิโลกรัม 2, 4, 6, 8 และ 10 กิโลตามลำดับ

น้ำหนัก	ค่า Analog ที่ Arduino อ่านค่าได้	Vout ที่วัดได้
2 Kg	250 ± 20	2.2
4 Kg	440 ± 20	2.8
6 Kg	530 ± 20	2.9
8 Kg	600 ± 20	3
10 Kg	650 ± 20	3.1

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยการปริ้นแผ่นดังรูป 3.25 เพื่อเพื่อติดตั้งรองรับการทดสอบแรงกดโดยตรงเพื่ออ่านค่าน้ำหนักที่ตัวควบคุม Arduino อ่านค่าได้ออกมาเป็นตัวเลข 1-1024 เพื่อทราบแรงกดว่ามีขนาดกี่กิโลกรัมโดยลูกตุ้มที่นำมาทดสอบดังรูป 3.26 1 ลูกหนัก 2 กิโลกรัม ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบตั้งแต่ 2 – 10 กิโลกรัม โดยการเพิ่มลูกตุ้มถ่วงน้ำหนักตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ฐานที่ปริ้นเพื่อรองรับน้ำหนัก

รูปที่ 3.26 การทดสอบถ่วงน้ำหนักวางไว้บนฐานโดยมีเซนเซอร์อยู่

3.6.4 สมการหาค่าตัวต้านทานเซนเซอร์ที่ Output

$$\text{RFSR} = \frac{RM}{Vout}(\text{Vref} - \text{Vout})$$

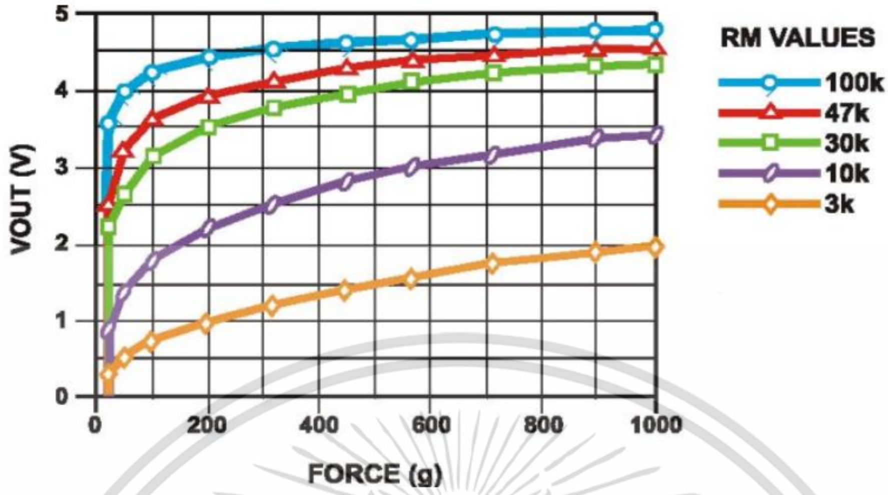
RM = ตัวต้านทานที่ใช้

Vref = แรงดันไฟฟ้าเริ่มต้น

Vout = แรงดันไฟฟ้าที่ออกไปยังตัวอ่านค่า

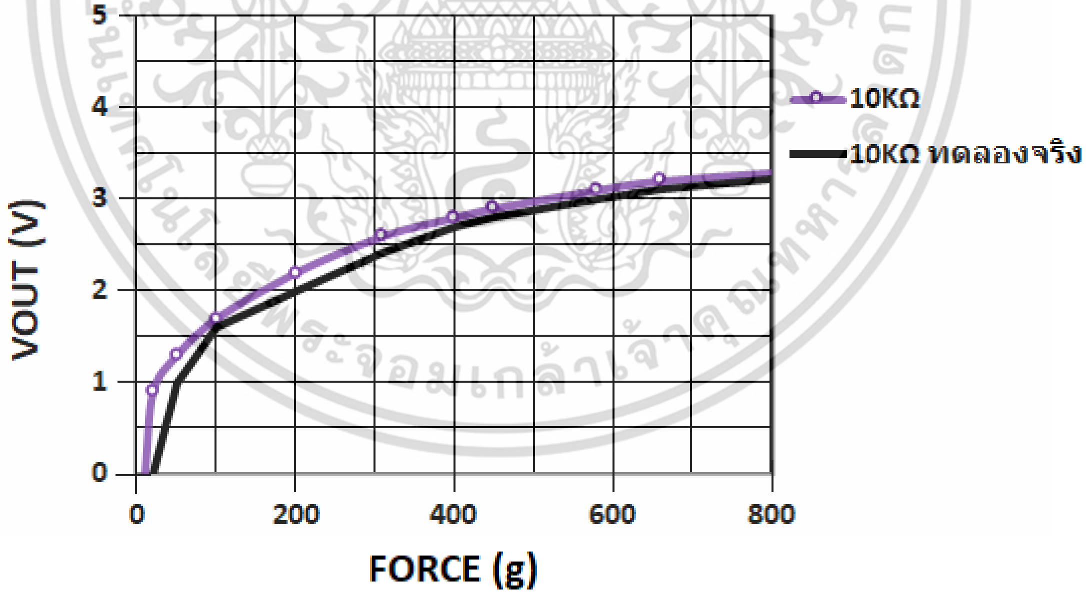
RFSR = ค่าต้านทานของตัวเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 กราฟการเปรียบแสดงผลระหว่างค่าแรงดัน Vout และค่าที่ Arduino อ่านค่าได้

จากการทดลองน้ำหนักและแรงกดในตารางที่ 3.9 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของเซนเซอร์ใน Data Sheet ในรูปที่ 3.27 ที่ความต้านทานขนาด 10 kΩ ตามที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้เปรียบเทียบได้ดังนี้



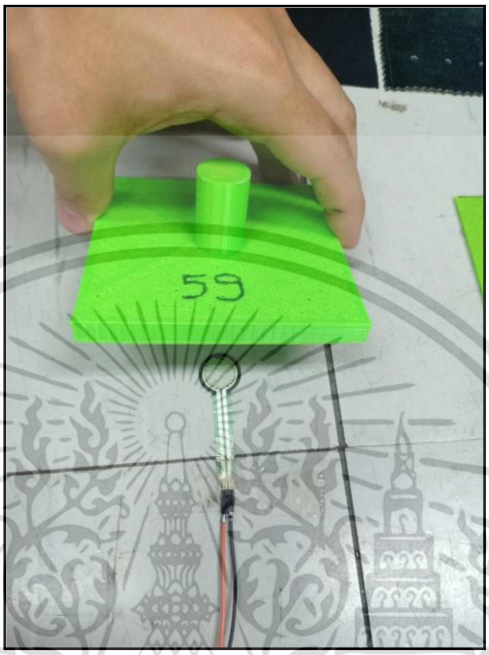
รูปที่ 3.28 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงดัน Vout จากการทดลองจริงที่ค่าความต้านทานขนาด 10 kΩ กับค่าที่ Arduino อ่านค่าได้

จากกราฟเมื่อเราวัดค่าทดลองถ่วงน้ำหนักจากตารางที่ 3.9 วัดค่า Vout ที่ได้เปรียบเทียบกับค่าจาก Data sheet เมื่อเราได้ทำการวัดค่าและเปรียบเทียบแปลงค่าที่ได้ ค่าที่ได้ค่อนข้างที่จะใกล้เคียงกันกับการใช้ตัวต้านทานขนาด 10 kΩ ของ Data sheet

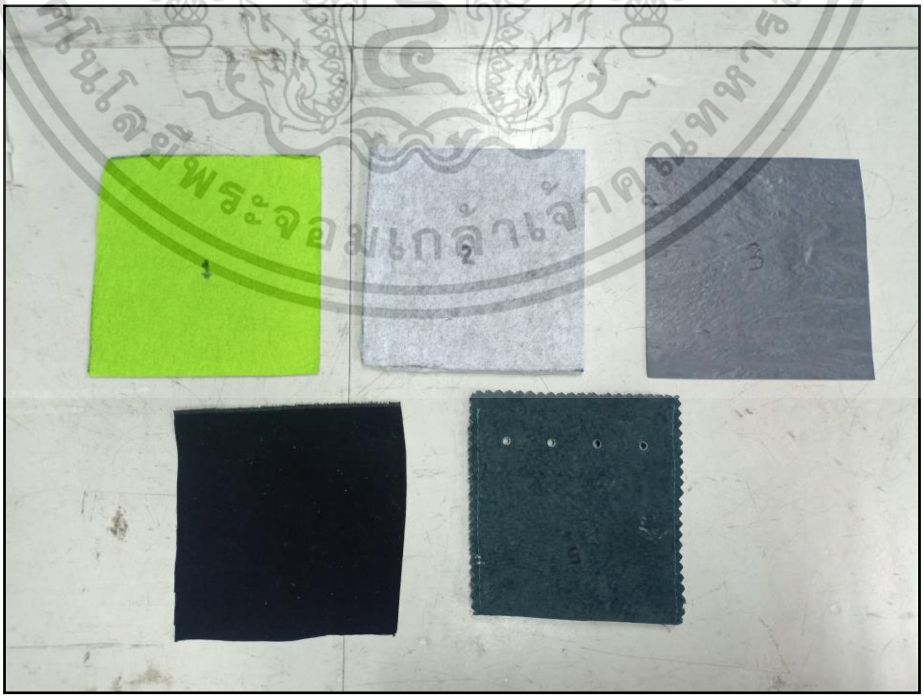
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การทดสอบวัสดุแผ่นรองกับเซนเซอร์ FSR ขนาด 0.5 นิ้ว

เป็นการทดสอบวัสดุแผ่นรองนำมาทดสอบกับเซนเซอร์ FSR เพื่อดูว่าวัสดุแผ่นรองชนิดไหนตอบสนองดที่สุดแหมะที่จะนำไปใช้ในการรองเซอรเซอร์บนพื้นผิวของรองเท้า ที่จะนำเซนเซอร์ FSR ไปติดตั้ง



รูปที่ 3.29 เซนเซอร์กับตัวฐานไว้ใส่น้ำหนักถ่วง Froce หน่วยเป็น g



รูปที่ 3.30 วัสดุที่นำมาทดสอบทั้ง 5 แบบ Force หน่วยเป็น g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ ... ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวัสดุที่นำมาทดสอบ

1.สักหลาดแบบหนา

2.พรมขนาด 0.5 มิลลิเมตร

3.แผ่นยาง 0.25 มิลลิเมตร

4.ผ้าสักหลาดแบบบาง

5.หนังเทียมแบบผ้า

รปที่ 3.31 ทดสอบสักหลาดแบบหนา

ตารางที่ 3.10 การทดสอบของวัสดุสักหลาดแบบหนา ทำการทดสอบถ่วงน้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละน้ำหนัก 2, 4, 6 และ 8 กิโลกรัมตามลำดับเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ครั้งที่	**น้ำหนักและค่า Force(g) ที่โปรแกรม Arduino วัดค่าได้**			
	2 KG	**4 KG**	**6 KG**	**8 KG**
1	660	745	763	784
2	647	740	760	785
3	658	742	761	785
4	660	744	765	776
5	661	744	764	778
6	655	745	764	781
7	661	730	765	777
8	660	732	762	774
9	654	738	762	780
10	662	733	770	782
ค่าเฉลี่ย	657.8	739.3	763.6	780.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 การทดสอบของวัสดุพรมขนาดความหนา 0.5 มิลลิเมตร ทำการทดสอบถ่วงน้ำหนักจำนวน 10 ครั้งในแต่ละน้ำหนัก 2, 4, 6 และ 8 กิโลกรัมตามลำดับเพื่อหาค่าเฉลี่ย

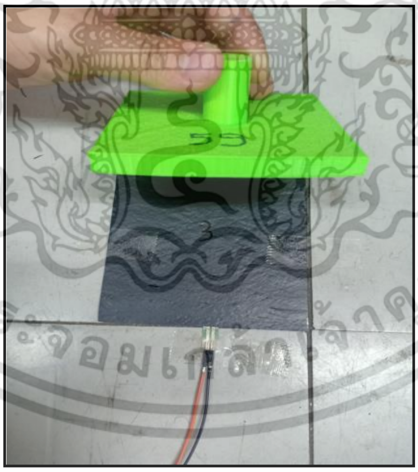
ครั้งที่	น้ำหนักและค่า Force(g) ที่โปรแกรม Arduino วัดค่าได้			
	2 KG	4 KG	6 KG	8 KG
1	624	746	767	792
2	618	748	768	771
3	656	742	761	785
4	650	757	745	782
5	642	740	756	786
6	630	745	770	788
7	648	747	770	785
8	641	729	769	778
9	656	740	777	779
10	655	742	756	788
ค่าเฉลี่ย	642	743.6	763.9	783.4

รูปที่ 3.32 ทดสอบวัสดุพรมขนาด 0.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 การทดสอบของวัสดุแผ่นยาง 0.25 มิลลิเมตร ทำการทดสอบถ่วงน้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละน้ำหนัก 2, 4, 6 และ 8 กิโลกรัมตามลำดับเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ครั้งที่	**น้ำหนักและค่า Force(g) ที่โปรแกรม Arduino วัดค่าได้**			
	2 KG	**4 KG**	**6 KG**	**8 KG**
1	117	280	400	462
2	64	192	422	480
3	43	253	325	515
4	50	231	382	542
5	77	268	379	554
6	50	230	440	538
7	67	250	299	568
8	43	270	403	518
9	62	260	453	520
10	65	260	450	508
ค่าเฉลี่ย	63.8	249.4	395.3	520.5



รูปที่ 3.33 ทดสอบวัสดุแผ่นยาง 0.25 มิลลิเมตรมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 การทดสอบของวัสดุผ้าสักหลาดแบบบาง ทำการทดสอบถ่วงน้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละน้ำหนัก 2, 4, 6 และ 8 กิโลกรัมตามลำดับเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ครั้งที่	**น้ำหนักและค่า Force(g) ที่โปรแกรม Arduino วัดค่าได้**			
	2 KG	**4 KG**	**6 KG**	**8 KG**
1	652	734	800	833
2	658	743	791	840
3	651	755	802	804
4	655	741	790	825
5	673	763	803	826
6	675	766	804	832
7	687	772	815	837
8	680	772	700	835
9	671	765	820	821
10	673	760	806	828
ค่าเฉลี่ย	667.5	757.1	793.1	828.1

รูปที่ 3.34 ทดสอบวัสดุสักหลาดแบบบาง 0.25 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.35 เกิดการเสียรูปตัวไม่คืนรูปสักหลาดแบบบาง 0.25 มิลลิเมตร หลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 การทดสอบของวัสดุหนังเทียมแบบผ้า ทำการทดสอบถ่วงน้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละน้ำหนัก 2, 4, 6 และ 8 กิโลกรัมตามลำดับเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ครั้งที่	**น้ำหนักและค่า Force(g) ที่โปรแกรม Arduino วัดค่าได้**			
	2 KG	4 KG	6 KG	8 KG
1	494	614	680	797
2	546	634	745	791
3	506	630	769	766
4	485	612	760	740
5	500	672	768	760
6	530	663	770	763
7	495	640	781	762
8	510	633	772	765
9	507	635	773	738
10	511	630	764	750
ค่าเฉลี่ย	508.4	636.3	758.2	763.2

รูปที่ 3.36 ทดสอบวัสดุหนังเทียมแบบผ้า 0.25 มิลลิเมตรมิลลิเมตร

รูปที่ 3.37 เกิดการยุบตัวไม่คืนรูปหนังเทียมแบบผ้า 0.25 มิลลิเมตร หลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วิเคราะห์ผลและสรุปการเลือกใช้วัสดุแผ่นรองดูดซับแรง

1. สักหลาดแบบบางหนา ค่าเฉลี่ยนน้ำหนัก
   2 กิโลกรัม = 657.8 4 กิโลกรัม = 739.3 6 กิโลกรัม = 763.6 8 กิโลกรัม = 780.2
2. พรมขนาดความหนา 0.5 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยนน้ำหนัก
   2 กิโลกรัม = 642 4 กิโลกรัม = 743.6 6 กิโลกรัม 763.9 8 กิโลกรัม =783.4
3. แผ่นยาง 0.25 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยนน้ำหนัก
   2 กิโลกรัม = 63.8 4 กิโลกรัม = 249.4 6 กิโลกรัม 395.3 8 กิโลกรัม =520.5
4. ผ้าสักหลาดแบบบาง ค่าเฉลี่ยนน้ำหนัก
   2 กิโลกรัม = 667.5 4 กิโลกรัม = 757.1 6 กิโลกรัม = 793.1 8 กิโลกรัม = 828.1
5. หนังเทียมแบบผ้า ค่าเฉลี่ยนน้ำหนัก
   2 กิโลกรัม = 508.4 4 กิโลกรัม = 636.3 6 กิโลกรัม 758.2 8 กิโลกรัม =763.2

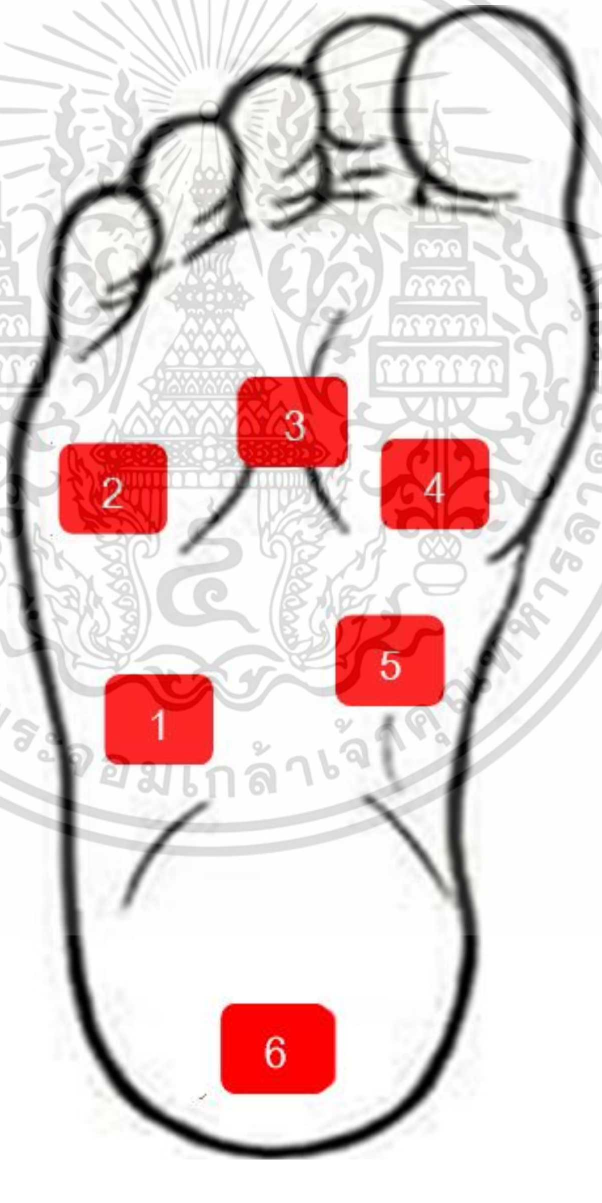
สรุปผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้แผ่นยางเนื่องจากมีการคืนตัวและการเสียรูปยากและค่าที่ได้ก็มีการแต่งต่างกันอย่าชัดเจนเมื่อทำการเปลี่ยนน้ำหนักในการกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การดำเนินการติดตั้งเซนเซอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

3.9.1 การหาตำแหน่งที่ต้องการวางเซนเซอร์ใต้ฝ่าเท้า

จากการศึกษาข้อมูลใต้ฝ่าเท้าของคนนั้นมีจุดสำคัญที่เชื่อมโยงกับอวัยวะต่างๆ มากมาย แต่ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของขนาดและการวางของเซนเซอร์ ทำให้จำเป็นต้องเลือกตำแหน่งการวางเซนเซอร์ใหม่ โดยเลือกจุดที่คนส่วนใหญ่ใช้ในการลงน้ำหนักเท้าระหว่างเดิน จากการวิเคราะห์แล้วสามารถสรุปออกมาได้ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง [12] ดังรูปที่ 3.38 และแต่ละตำแหน่งยังเชื่อมกับอวัยวะต่างๆของร่างกายแตกต่างกันไปอีกด้วย

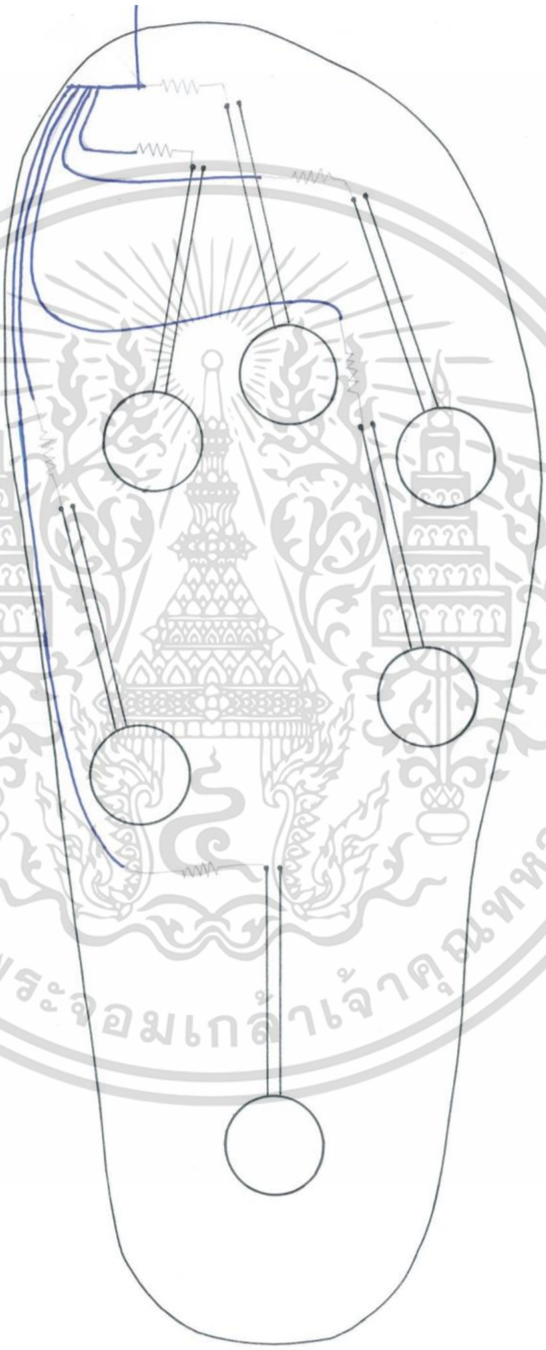


รูปที่ 3.38 ตำแหน่งที่ใช้ในการวางเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 การออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

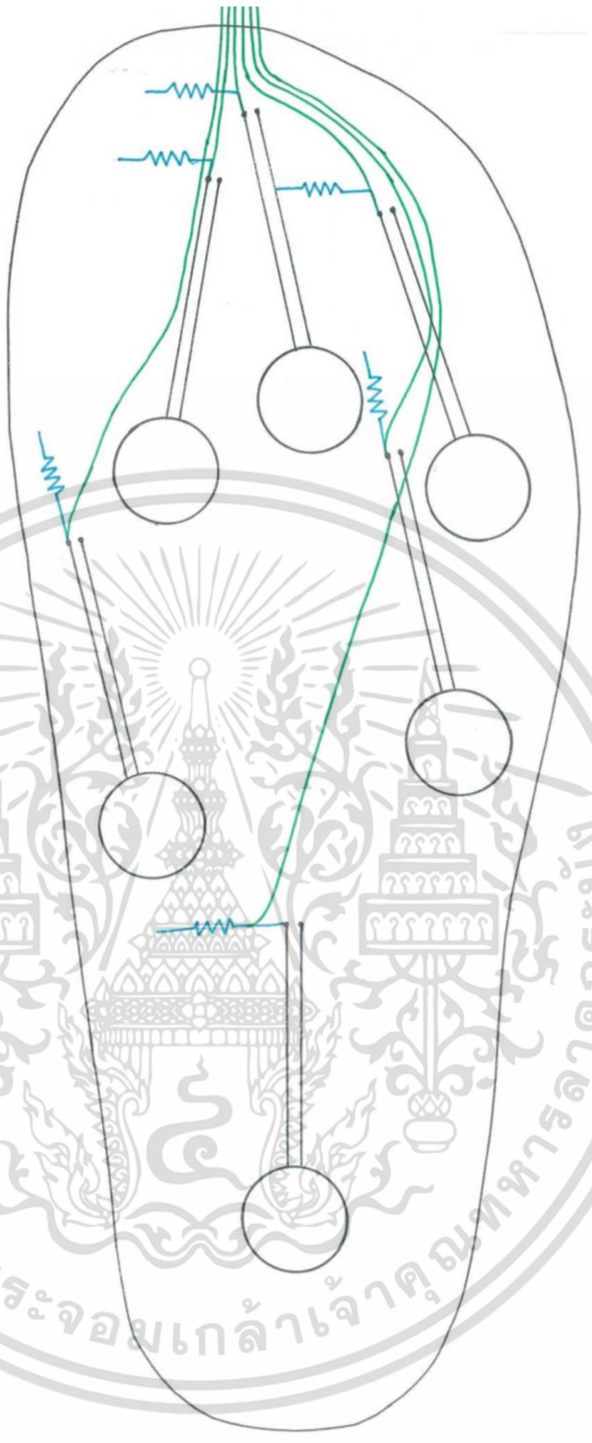
จากรูปที่ 3.39 เป็นการแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ทั้ง 6 จุดที่โดนติดตั้งแล้วและแสดงการเดินของสายกราวด์ให้ออกไปทางมุมบนซ้าย



รูปที่ 3.39 การเดินสายกราวด์

หมายเหตุ ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง

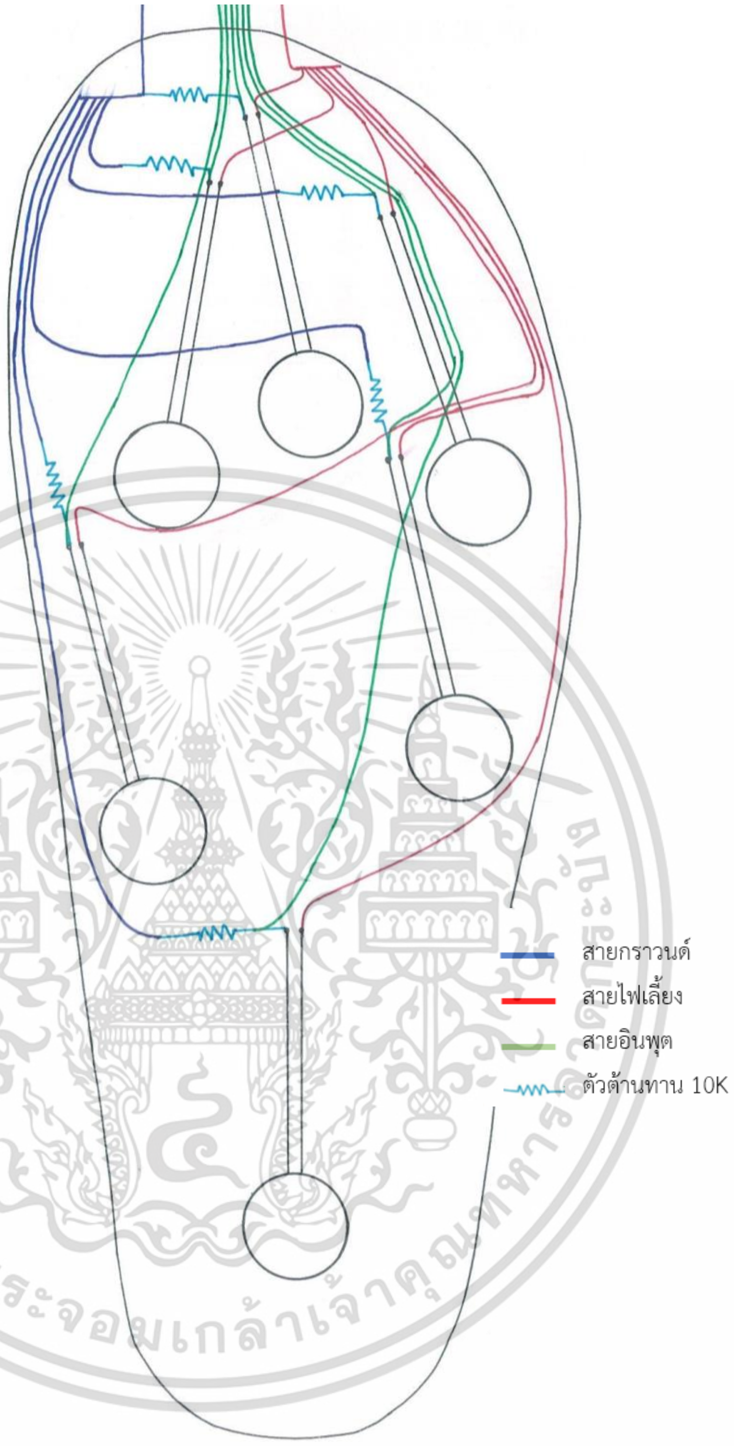
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 การลากสายอินพุตเข้า Arduino

หมายเหตุ ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 แบบการลากสายทั้งหมดภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

จากรูปที่ 3.40 การเชื่อมโยงสายจะนำสายกราวด์และสายไฟเลี้ยงลอดผ่านไปด้านหลังของเครื่องวัดแรงกดทับผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน ดังนั้นสายที่จะแสดงด้านหน้าจะมีเพียงสายอินพุตตามรูปที่ 3.41

หมายเหตุ ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

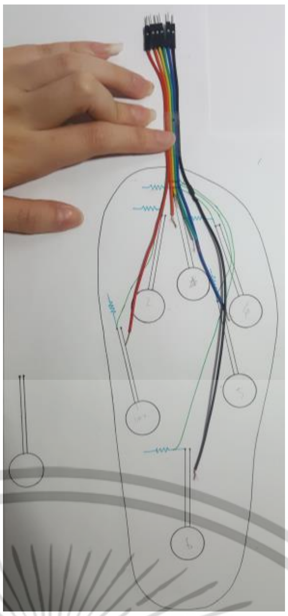
3.9.3 การติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับฐานต้นแบบของเซนเซอร์ทั้ง 6 จุด

เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน โดยนำจะถูกนำมาติดตั้งคู่กับรองเท้าซึ่งภายในจะประกอบด้วยแผ่นฐานพร้อมเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดติดตั้งอยู่ภายใน ทำการติดตั้งเซนเซอร์แผ่นฐานตามที่ได้ระบุตำแหน่งของเซนเซอร์จากแบบให้เรียบร้อยเพื่อเตรียมสำหรับการติดตั้งเซนเซอร์และการเดินติดตั้งสายไฟ

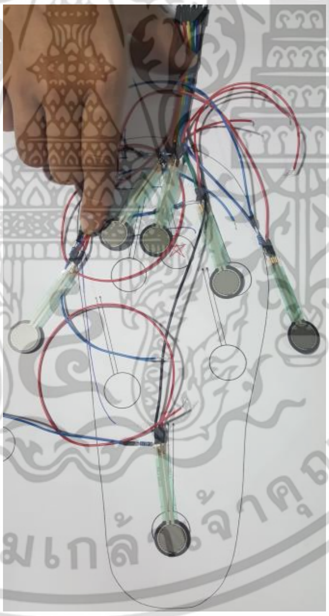
รูปที่ 3.42 การเตรียมแผ่นฐานเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

วัดสายอินพุตก่อนการบัดกรี การเชื่อมสายอินพุตจะใช้สายแพ เพื่อสะดวกต่อการนำสายเข้าเชื่อมต่อกับช่องอนาล็อกอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยก่อนบัดกรีจะมีการนำสายแพมาวัดความยาวตามแบบ ดังรูปที่ 3.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



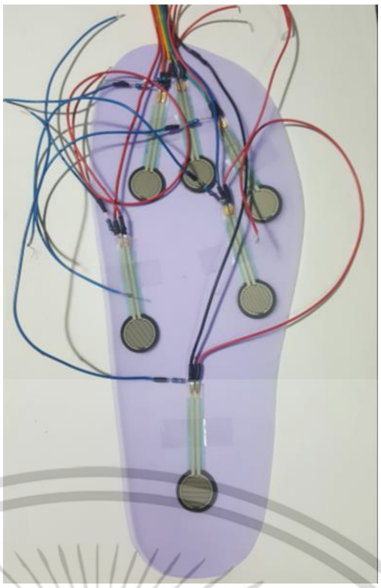
รูปที่ 3.43 การวัดความยาวสายอินพุตจากแบบ



รูปที่ 3.44 การบัดกรีสายกราวด์เข้ากับตัวต้านทาน

ติดเซนเซอร์ลงบนแผ่นฐานการติดเซนเซอร์จะติดตามตำแหน่งที่ได้มาร์คไว้ (รูปที่ 3.38) ซึ่งติดเซนเซอร์ด้วยสก็อตเทปใสที่บริเวณขาของเซนเซอร์ ดังรูปที่ 3.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



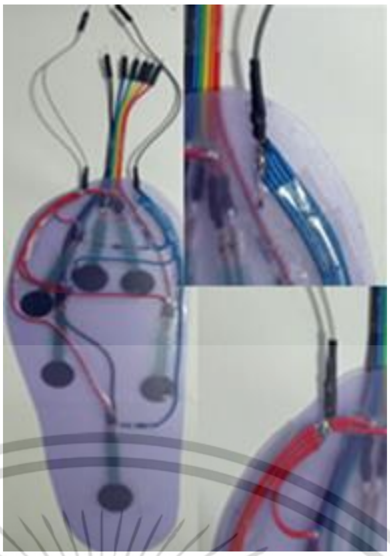
รูปที่ 3.45 การติดเซนเซอร์บนแผ่นฐาน

ติดตั้งสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ไว้ด้านหลังของแผ่นฐานในขั้นตอนนี้จะต้องทำการมาร์คจุดและเจาะรูให้มีขนาดพอดีกับสายไฟเพื่อความเรียบร้อยดังรูปที่ 3.46

รูปที่ 3.46 การลอดสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ไว้ด้านหลังของแผ่นฐาน

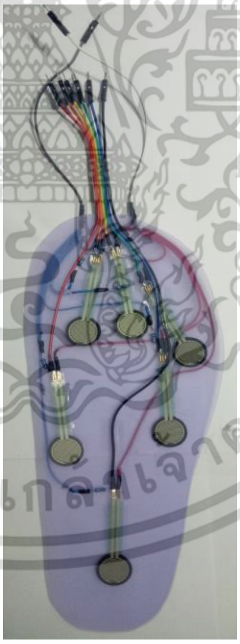
จัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งบัดกรีสายไฟรวมกัน โดยมีการนำสายแพมาเชื่อมกับปลายทั้งสองฝั่งเพื่อสะดวกต่อการเชื่อมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.47 การจัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์

จัดเรียงสายอินพุตทำการจัดเรียงสายอินพุตตามที่ออกแบบไว้ โดยไม่ให้สายอินพุตไปทับกับเซนเซอร์เพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบ ดังรูปที่ 3.48



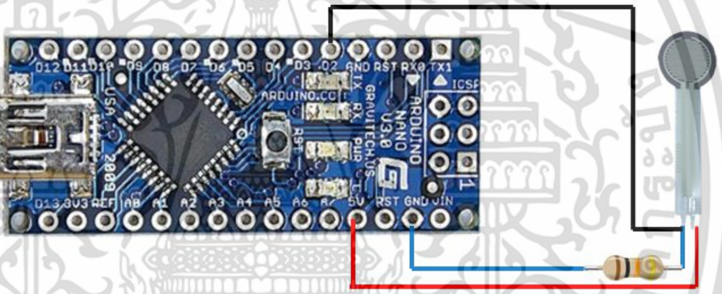
รูปที่ 3.48 การจัดเรียงสายอินพุต

ติดทับด้วยสติกเกอร์ใสก่อนการติดทับด้วยสติกเกอร์ใสนั้น จะมีการวางพลาสติกใสทับบริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์เพื่อป้องกันการเสียหายภายหลัง โดยติดสติกเกอร์ใสทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ดังรูปที่ 3.49

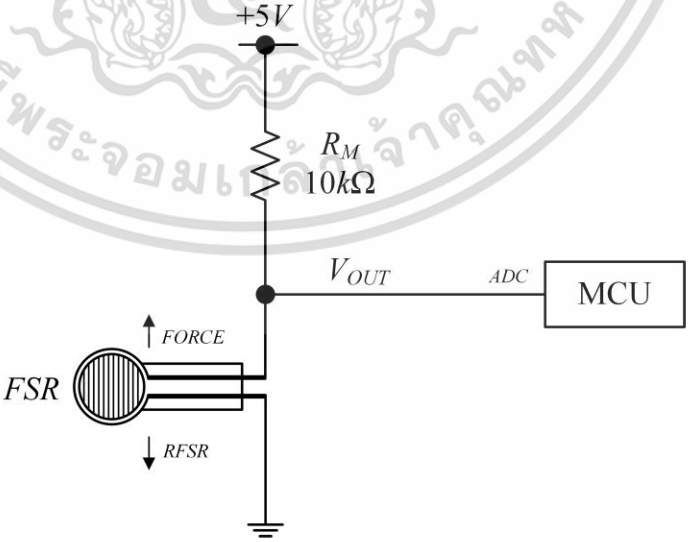
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.49 แผ่นฐานพร้อมเซนเซอร์แบบสมบูรณ์

3.9.4 การเชื่อมต่อและติดตั้งเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินระหว่างเซนเซอร์และกล่องควบคุม



รูปที่ 3.50 วงจรต้นแบบระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.51 วงจรที่ใช้ทดลองจริงระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่องควบคุมเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินประกอบไปด้วยดัง รูปที่ 3.52 Arduino Nano 3.0, Bluetooth HC-05 และกล่องนี้จะถูกนำไปติดตั้งข้างบนของรองเท้า และรองรับการเชื่อมต่อเซนเซอร์ทั้ง 6 ตัว เชื่อมเข้ากับขา A0-A5 ของ Arduino ตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ ที่ได้ทำการติดเข้ากับฐานก่อนหน้านี้

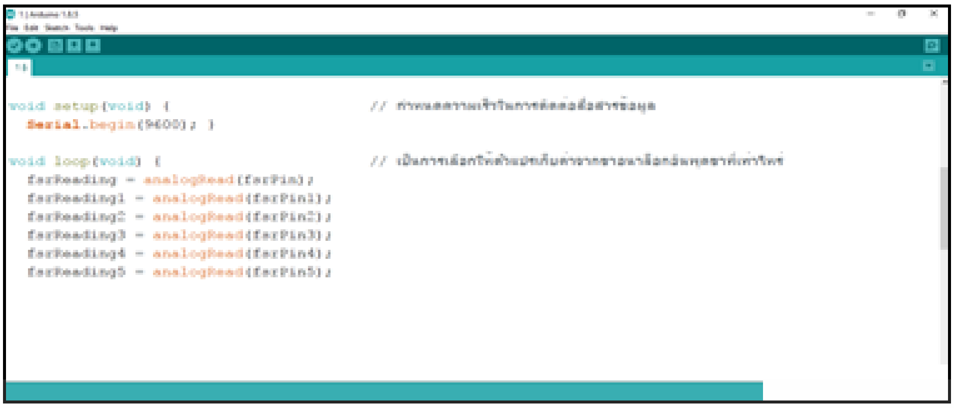
รูปที่ 3.52 กล่องควบคุมเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

3.9.5 การเขียนโปรแกรม Arduino

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรม Arduino เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์เข้ามาในรูปของตัวแปร เพื่อส่งไปให้กับโปรแกรมแสดงผลผ่านเครือข่ายไร้สาย (บลูทูธ) ดังแสดงในรูปที่ 3.53 ถึง รูปที่ 3.55

รูปที่ 3.53 การเขียนโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

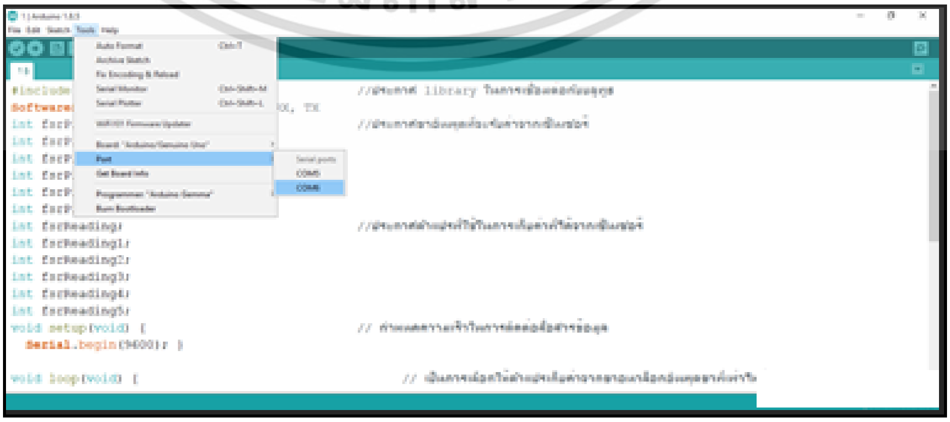


รูปที่ 3.54 การเขียนโปรแกรม Arduino

รูปที่ 3.55 การเขียนโปรแกรม Arduino

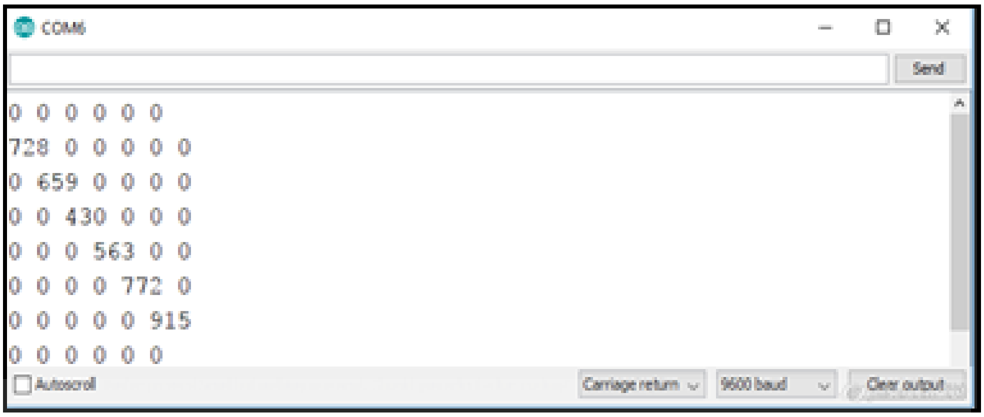
3.9.6 การทดสอบการอ่านค่าเซนเซอร์จากโปรแกรม Arduino

ขั้นตอนการเลือกพอร์ทของบลูทูธโดยไปที่ Tool >> Port จากนั้นเลือกพอร์ทที่ถูกต้อง ถ้าเลือกไม่ถูกจะไม่สามารถอัพโค้ดไปยังบอร์ดได้ เมื่อได้ได้ทำการอัพโค้ดเสร็จแล้วก็ทำกดทดสอบกดที่ตัวเซนเซอร์ว่าค่าขึ้นหรือไหมจะแสดง ถ้าค่าขึ้นแปรผันตรงตามแรงที่เรากดแสดงว่าเป็นปกติ ดังรูปที่ 3.56 ถึง รูปที่ 3.58



รูปที่ 3.56 การเลือกพอร์ทของบลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.57 การแสดงค่าของเซนเซอร์แต่ละตัว

รูปที่ 3.58 การแสดงค่าของเซนเซอร์ทุกตัว

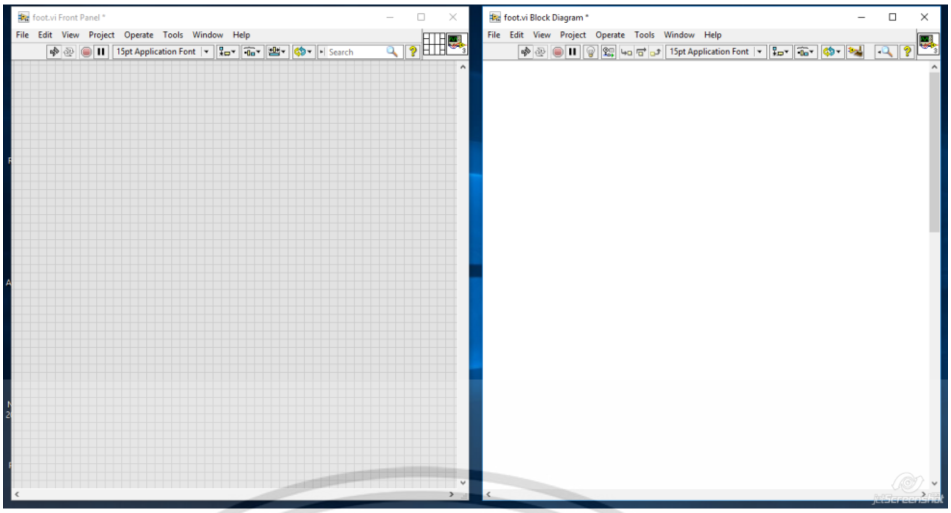
3.9.7 การเขียนโปรแกรม LabVIEW

ในขั้นตอนนี้เป็นการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการแสดงผล การเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม LabVIEW หน้าจอการทำงานของโปรแกรม LabVIEW [11]

ดังรูปที่ 3.59 ด้าน a. เรียกว่า Front Panel เป็นหน้าสำหรับใช้แสดงผล

ดังรูปที่ 3.59 ด้าน b. เรียกว่า Block Diagram เป็นหน้าสำหรับเขียนคำสั่งต่างๆ

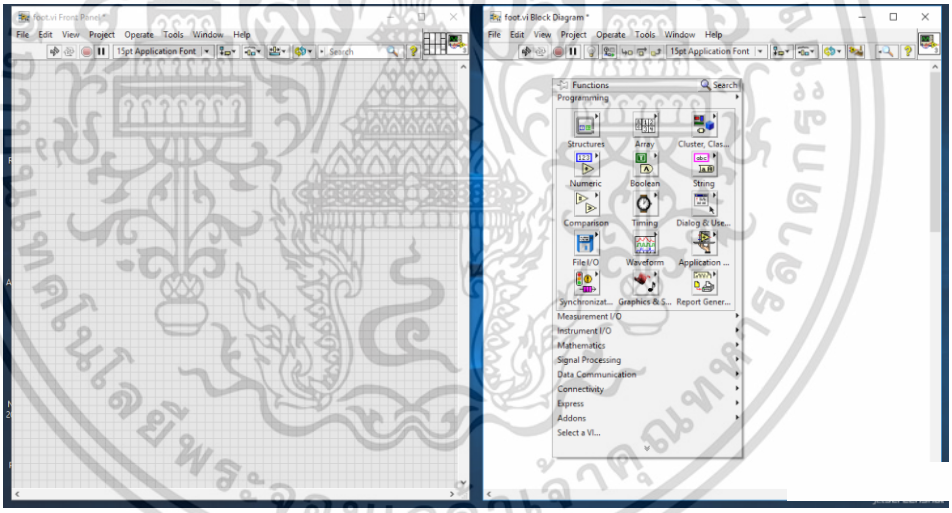
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ด้าน a. ด้าน b.

รูปที่ 3.59 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม LabVIEW

การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม LabVIEW คลิกขวาทางด้านของ Block Diagram ดังรูปที่ 3.60



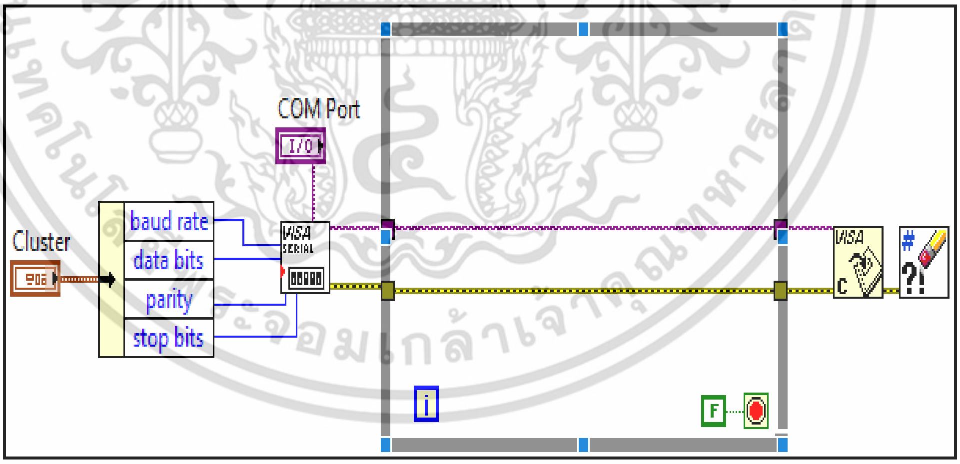
รูปที่ 3.60 การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม LabVIEW

การสร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธและการอ่านค่าข้อมูล สร้าง While Loop เพื่อให้โปรแกรมทำงานแบบวนลูป โดยใช้ฟังก์ชัน While loop ดังรูปที่ 3.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.61 การสร้าง While Loop

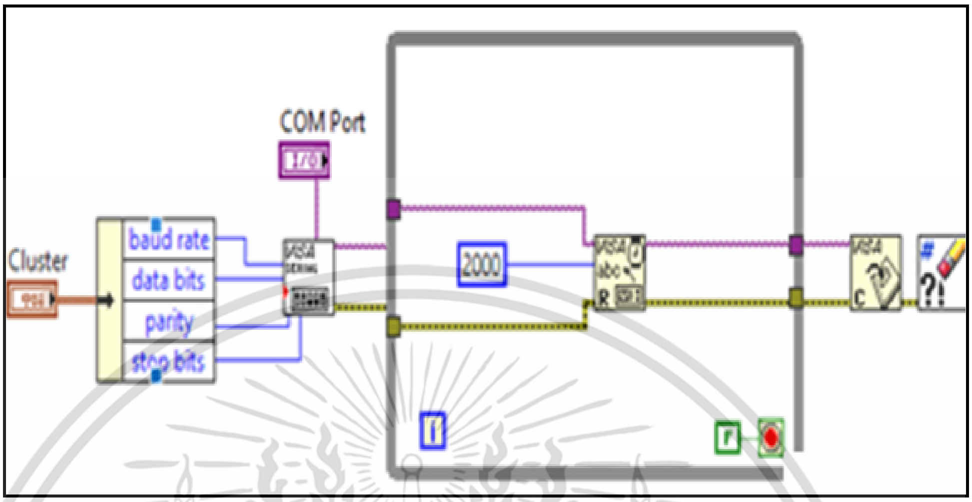
สร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธ เพื่อให้โปรแกรม LabVIEW สามารถรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสัญญาณบลูทูธได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้สามารถเลือก Port เพื่อเชื่อต่อกับบลูทูธที่หน้าจอ Front Panel ได้ โดยใช้ฟังก์ชัน VISA Configure Serial Port ดังรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 การสร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธ

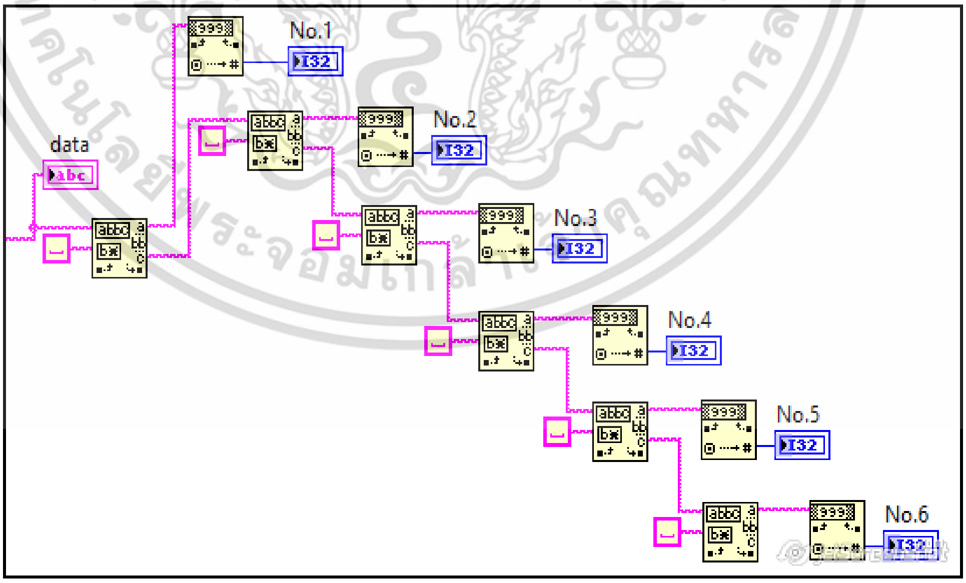
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างคำสั่งอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ หลังจากที่โปรแกรมสามารถติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมสามารถอ่านค่าจากเซนเซอร์ได้โดยใช้ฟังก์ชัน VISA Read ดังรูปที่ 3.63



รูปที่ 3.63 การสร้างคำสั่งอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์

การสร้างตัวแปรในโปรแกรม LabVIEW เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ในขั้นตอนนี้จะต้องสร้างตัวแปรทั้งหมด 6 ตัวแปร ซึ่งจำนวนตัวแปรนี้มาจากจำนวนเซนเซอร์ที่มีทั้งหมด 6 ตัว โดยมีชื่อตัวแปรคือ No.1–No.6 ตามลำดับ โดยใช้ฟังก์ชัน Match Pattern และ Decimal String To Number ดังรูปที่ 3.64



รูปที่ 3.64 การสร้างตัวแปรในโปรแกรม LabVIEW เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์

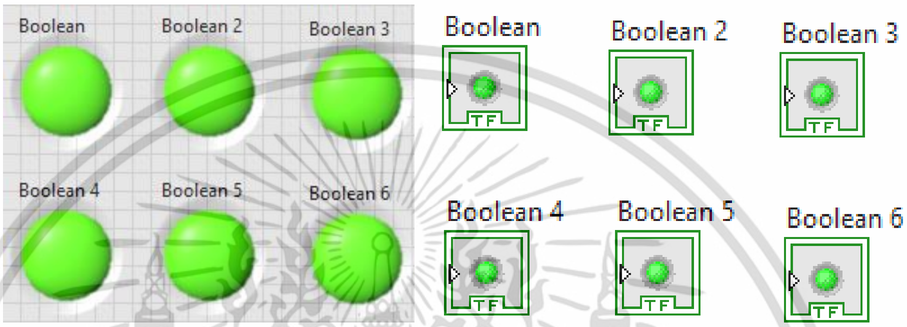
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างบูลีนแสดงสีตามการออกแรงกดที่เซนเซอร์ จากการทดสอบค่าที่ได้จากเซนเซอร์ในตารางที่ 3.9 ค่าจะอยู่ระหว่าง 0–1000 จากน้ำหนักน้อยไปมาก จึงได้ทำการแบ่งช่วงการแสดงสีทั้งหมด 11 ช่วง โดยมีช่วงสีหลักดังนี้ สีขาว -> สีฟ้า -> สีน้ำเงิน -> สีเขียว -> สีเหลือง -> สีแดง

จากรูปที่ 3.65 สร้างบูลีนขึ้นมาทั้งหมด 6 รูป และกำหนดขนาดให้เท่ากัน

การสร้างบูลีน >> คลิกขวาที่ Front Panel -> Boolean -> Round LED

การกำหนดขนาด >> คลิกขวาที่บูลีน -> Properties -> Hight และ Width



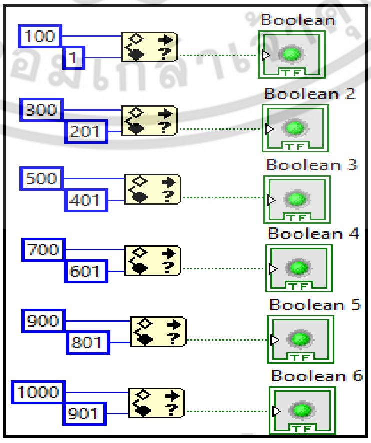
รูปที่ 3.65 สร้างบูลีนจำนวน 6 รูป

หมายเหตุ ภาพด้านซ้ายคือ Front Panel ภาพด้านขวาคือ Block Diagram

จากรูปที่ 3.66 การกำหนดช่วงของการแสดงสี สร้างช่วงให้บูลีน 6 ช่วงคือ 1-100, 101-200, ..., 901-1000 เพื่อกำหนดสีทั้งหมด 11 สี

การใช้ฟังก์ชันเปรียบเทียบ >> คลิกขวาที่หน้าจอ Block Diagram -> Comparison -> In Range and Coerce

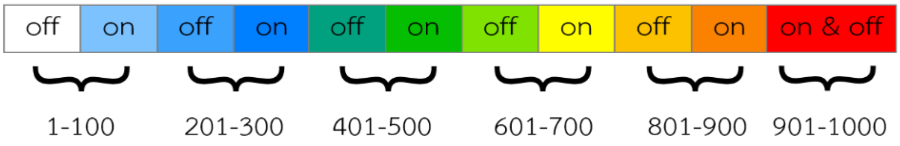
การใส่ตัวเลขช่วง >> คลิกขวาที่ In Range and Coerce -> Numeric Palette -> Numeric Constant



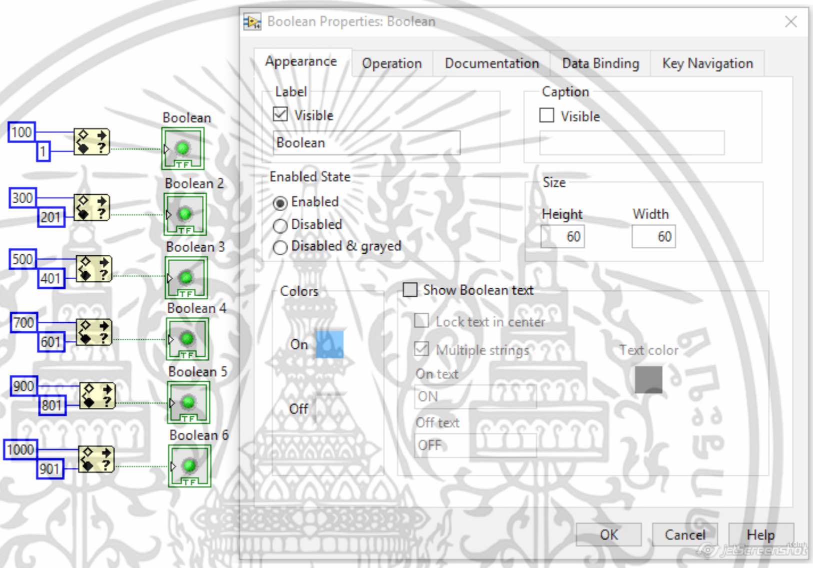
รูปที่ 3.66 การกำหนดช่วงของการแสดงสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดสีของบูลีนในแต่ละช่วง หลังจากกำหนดช่วงให้กับแต่ละบูลีนแล้ว จะทำการใส่สีให้กับช่วงที่ตั้งไว้ของแต่ละบูลีนดังรูปที่ 3.67 การใส่สีให้กับบูลีน >> คลิกขวาที่บูลีน -> Properties ดังรูปที่ 3.68



รูปที่ 3.67 สีที่แสดงในแต่ละบูลีน



รูปที่ 3.68 ตัวอย่างการกำหนดสีให้กับบูลีนช่วง 1-100

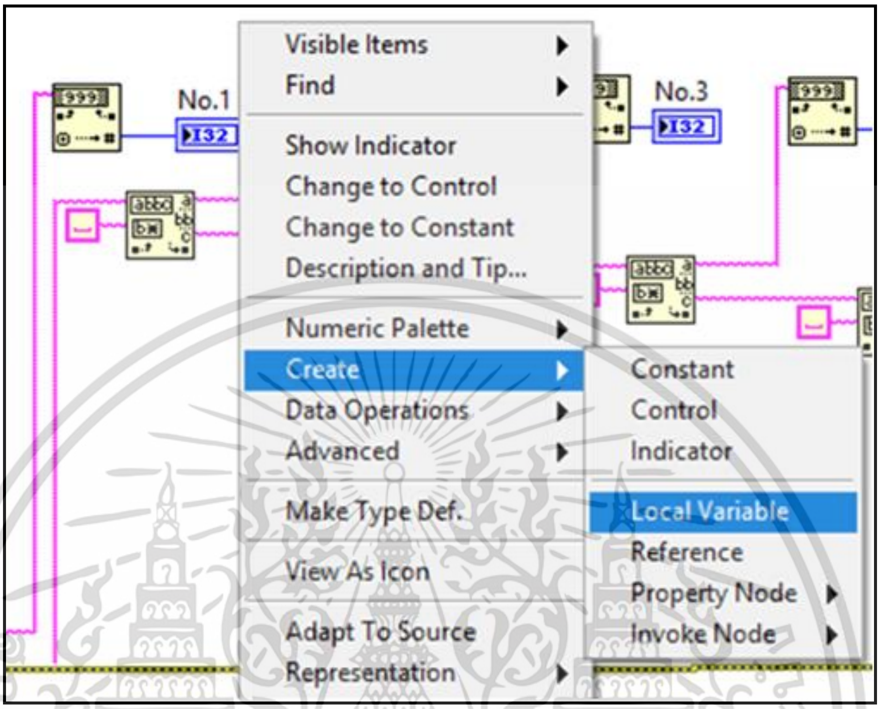
หมายเหตุ 1 ในขั้นตอนนี้สามารถคัดลอกไว้ทั้งหมด 6 ชุดเพื่อใช้กับเซนเซอร์ทั้งหมด 6 เซนเซอร์

หมายเหตุ 2 On หมายถึง ถ้าเซนเซอร์มีค่าอยู่ในช่วง 1-100 จะแสดงสีฟ้า

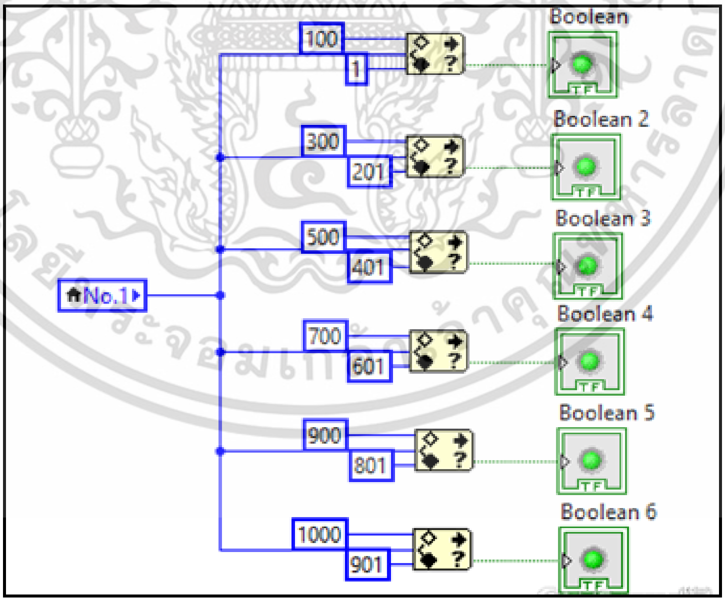
Off หมายถึง ถ้าเซนเซอร์มีค่าน้อยกว่าในช่วง 1 จะแสดงสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่ตำแหน่งเซนเซอร์ให้บูลีน เป็นการนำเอาตัวแปรที่เก็บค่าแต่ละตำแหน่งมาเข้ากับบูลีน ดังรูปที่ 3.69 และ 3.70



รูปที่ 3.69 การนำค่าตัวแปรมาใช้

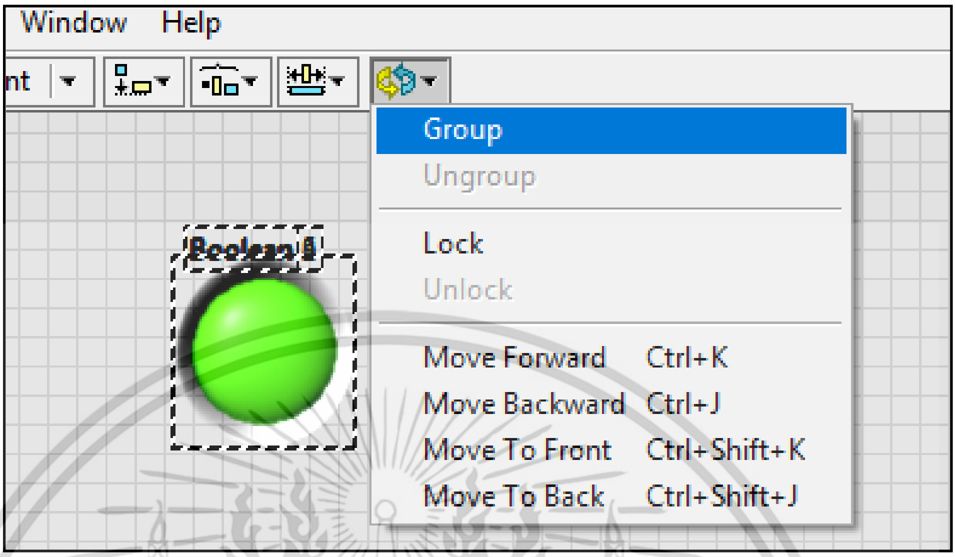


รูปที่ 3.70 ตัวอย่างการนำค่าตัวแปรมาเชื่อมกับบูลีนที่สร้างขึ้น

หมายเหตุ จากรูปที่ 3.66 ถึง รูปที่ 3.70 เป็นเพียงขั้นตอนการสร้างบูลีนให้แสดงสีตามการออกแรงกดของเซนเซอร์ตำแหน่งที่ 1 โดยตำแหน่งอื่นๆ มีขั้นตอนการทำเช่นเดียวกัน

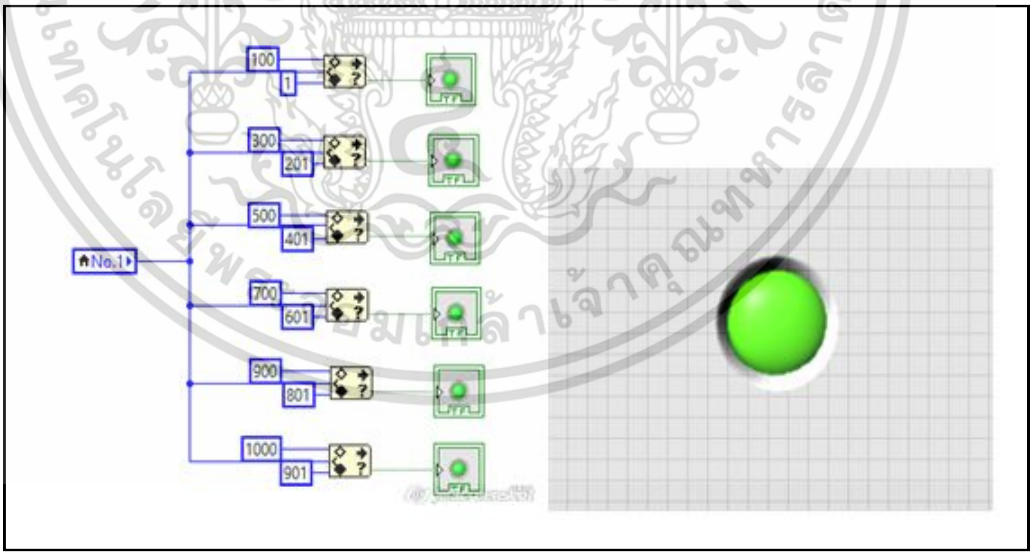
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการกับบูลีนหน้า Front Panelหลังจากที่สร้างบูลีนไว้ 6 รูป จำเป็นต้องนำบูลีนมารวมกันเพื่อแสดงเป็น 1 ตำแหน่ง ซึ่งมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.71



รูปที่ 3.71 การรวมบูลีน

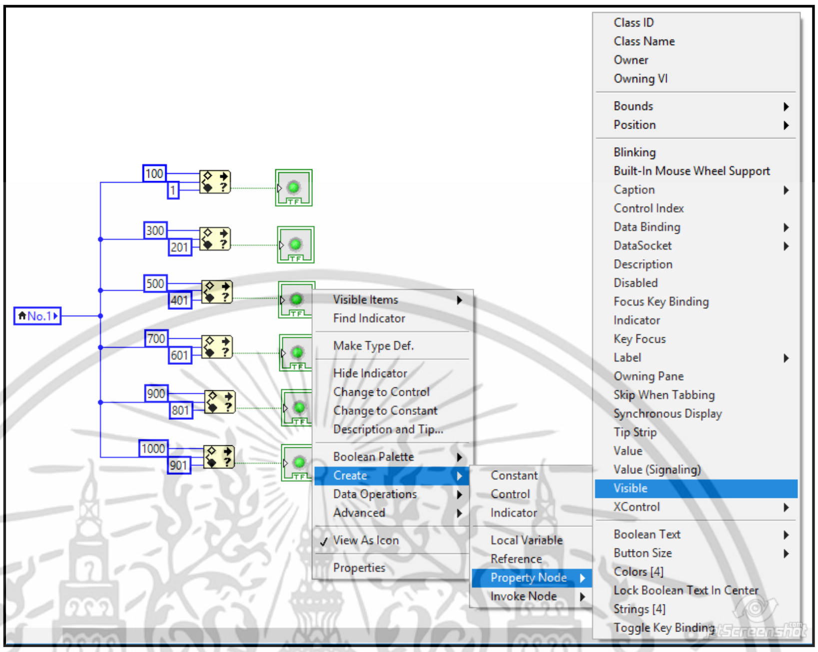
การลบข้อความบนบูลีนออกจากรูปที่ 3.71 จะเห็นได้ว่ามีข้อความซ้อนทับกัน สามารถลบออกได้ตามขั้นตอนดังนี้ ดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อบูลีนแล้วทำการลบชื่อออกทุกตำแหน่ง จะได้ดังรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.72 การลบชื่อบูลีน

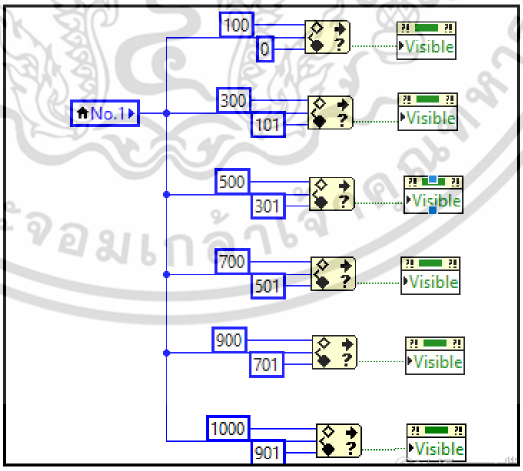
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีนนอกจากการกำหนดช่วงสีให้กับบูลีนแล้ว หากไม่มีการกำหนดช่วงการทำงานให้กับบูลีน จะทำให้เกิดการทำงานซ้อนทับของบูลีนได้ โดยใช้ฟังก์ชัน Visible เพื่อช่วยให้มีการแสดงบูลีนในช่วงที่กำหนดให้ ดังรูปที่ 3.73



รูปที่ 3.73 การใช้ฟังก์ชัน Visible

หลังจากนั้นเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีนได้ดังรูปที่ 3.74



รูปที่ 3.74 การเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีน

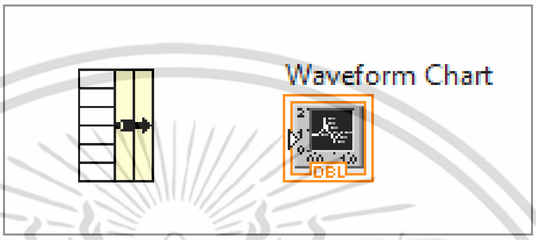
หมายเหตุ จากรูปที่ 3.71 ถึง รูปที่ 3.74 เป็นเพียงขั้นตอนการเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีนของเซนเซอร์ตำแหน่งที่ 1 โดยตำแหน่งอื่นๆ มีขั้นตอนการทำเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟแสดงผล สร้างแสดงผลจะมีทั้งหมด 6 เส้น แทนแต่ละตำแหน่งด้วยสีที่แตกต่างกันโดยใช้ฟังก์ชัน Waveform Chart เพื่อแสดงกราฟ และใช้ฟังก์ชัน Bundle ในการรวมตัวแปรหลายๆ ตัวเพื่อส่งไปยังฟังก์ชัน Waveform Chart ดังรูปที่ 3.75

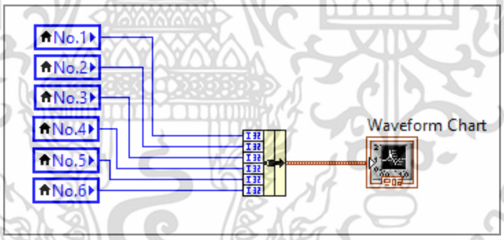
การเรียกใช้ฟังก์ชัน Waveform Chart >> คลิกขวาที่ Front Panel -> Graph -> Waveform Chart

การเรียกใช้ฟังก์ชัน Bundle >> คลิกขวาที่ Block Diagram -> Cluster, Class & Variant -> Bundle



รูปที่ 3.75 ฟังก์ชัน Waveform Chart และ Bundle

หลังจากนั้นนำตัวแปรทั้ง 6 ตำแหน่งมาเชื่อมต่อกับ Bundle และ Waveform Chart โดยการนำตัวแปรมาใช้ได้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.76 และ 3.77

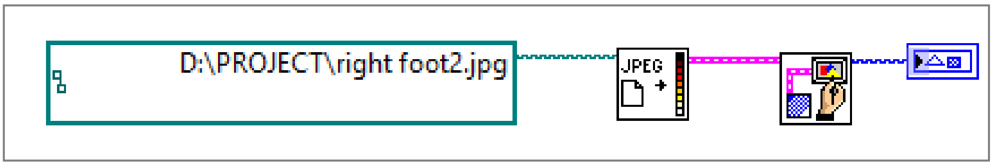


รูปที่ 3.76 การสร้างกราฟแสดงผล

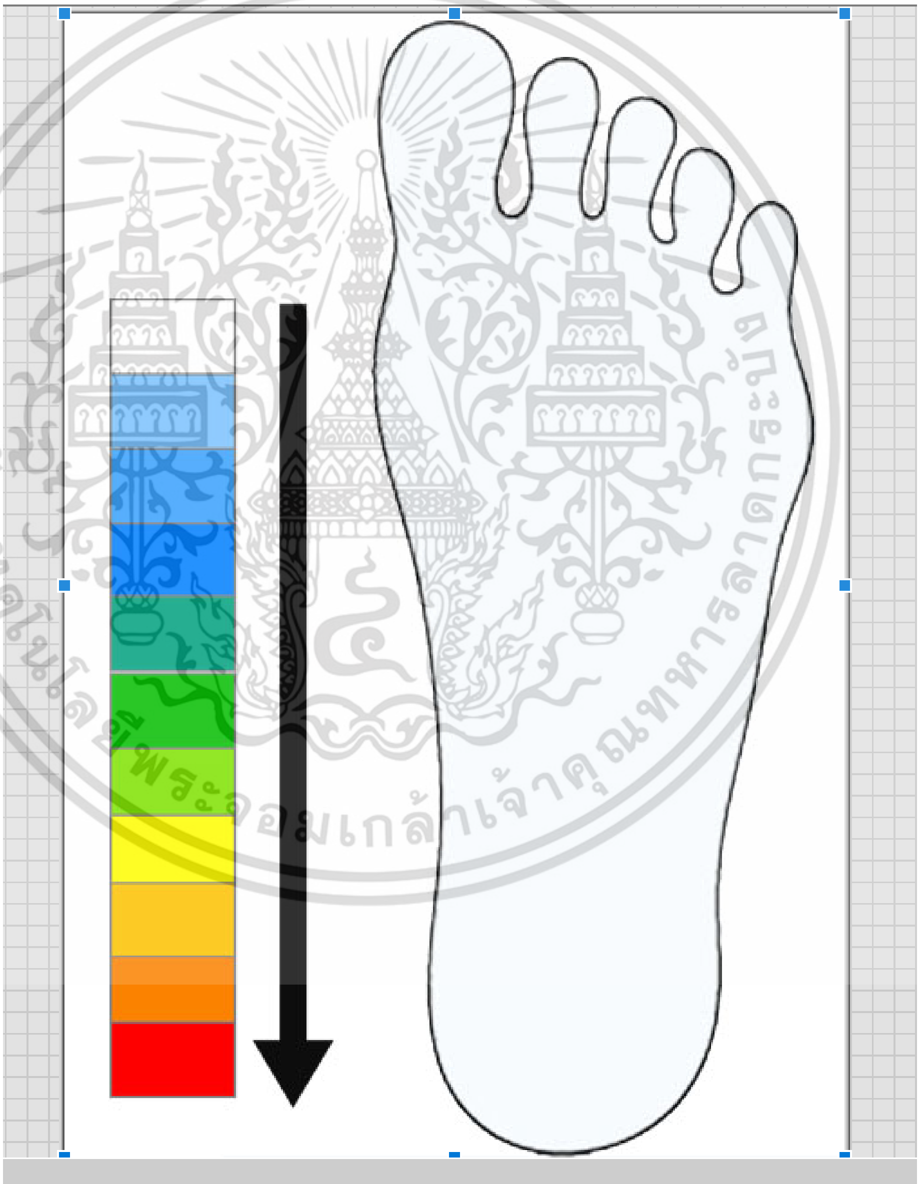
รูปที่ 3.77 กราฟแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่รูปในโปรแกรม LabVIEW ในขั้นตอนนี้จะเป็นการใส่รูปเท้าเพื่อช่วยให้การจัดวางบูลีนแสดงสีเป็นไปได้ง่ายและช่วยในการดูตำแหน่งได้ง่ายขึ้น โดยใช้ฟังก์ชัน Read JPEG File.vi และ Draw Flattened Pixmap.vi ดังรูปที่ 3.78 และ 3.79



รูปที่ 3.78 การใส่รูปภาพในโปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 3.79 รูปแผ่นเท้าที่ใช้ในการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 สรุป

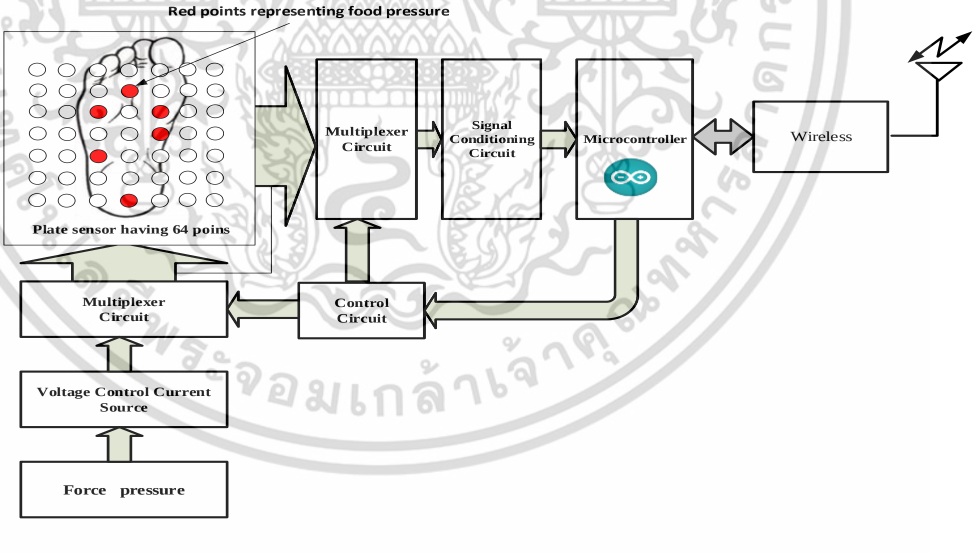
ในบทนี้ได้นำเสนอวงจรที่ใช้ในการออกแบบวงจรเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วยเซนเซอร์ FSR วงจรแปลงสัญญาณจากแรงดันไฟฟ้า (V) เป็นสัญญาณของค่า Arduino ที่อาศัยหลักการป้อนกลับเพื่อตอบสนองการทำงานตลอดเวลาในการแปลงสัญญาณแบบเรียลไทม์ วงจรแปลงสัญญาณ Arduino ที่รับสัญญาณจากตัวเซนเซอร์ FSR เป็นสัญญาณอนาล็อกและส่งสัญญาณออกจากตัวควบคุมแปลงสัญญาณเป็นดิจิตอล ซึ่งใช้ในส่งต่อไปยังประมวลผลที่โปรแกรม LabVIEW โดยการทำงานทดสอบการทำงานและเก็บบันทึกผล ของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน จะนำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กล่าวถึงในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

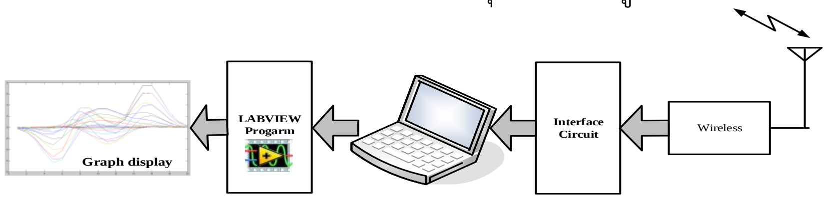
บทที่ 4
การทดสอบและผลลัพธ์

4.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 3 ได้อธิบายการทำงานของระบบทั้งหมดที่นำมาใช้งานในการออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินนำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จากรูปที่ 4.1 กระบวนการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินประกอบด้วยเซนเซอร์ FSR จำนวน 49 จุด ที่ได้ทำการทดลองขนาดเท้าของผู้ใหญ่ โดยการเดินลงน้ำหนักเท้าซ้ำๆหลายๆครั้ง พบว่ามีจำนวนเซนเซอร์ 6 จุด ที่สามารถอ่านค่าน้ำหนักที่เท้าได้ เราจึงใช้ตำแหน่งเซนเซอร์ 6 จุดนี้ในการทดลอง เป็นการรับค่าอินพุตหลายๆตัวพร้อมกัน (Multiplexer circuit) จากนั้นวงจรแปลงสัญญาณจากแรงดันไฟ (V) เป็นสัญญาณของค่า Arduino (Signal Conditioning Circuit) ที่มีการควบคุมอาศัยหลักการป้อนกลับเพื่อตอบสนองการทำงานตลอดเวลาในการแปลงสัญญาณแบบเรียลไทม์ วงจรแปลงสัญญาณ Arduino ที่รับสัญญาณจากตัวเซนเซอร์ FSR เป็นสัญญาณอนาล็อกและส่งสัญญาณออกจากตัวควบคุมแปลงสัญญาณเป็นดิจิตอล ซึ่งใช้ในส่งต่อไปยังประมวลผลที่โปรแกรม LabVIEW โดยการทำการส่งข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless) ส่งข้อมูลออกดังรูปที่ 4.1(ก) ของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน และส่งสัญญาณออกไปยังตัวรับ ดังในรูปที่ 4.1(ข) และได้ทำการส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล (Interface Circuit) และนำไปประมวลผลในโปรแกรม LabVIEW เพื่อแสดงออกเป็นกราฟบนหน้าจอต่อไป



(ก) แบบจำลองกระบวนการควบคุมการส่งข้อมูลออก



(ข) แบบจำลองกระบวนการควบคุมการรับข้อมูล

รูปที่ 4.1 กระบวนการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การแสดงผลบนหน้าจอ

ภายในหน้าจอแสดงผลจะประกอบด้วยทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่

4.2.1 ส่วนที่เป็นรูปรองเท้า

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงระดับการออกแรงทั้งหมด 6 ตำแหน่งจากตำแหน่งจริงของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน ซึ่งสามารถแสดงค่าให้เห็นแบบ Real-Time

4.2.2 ส่วนที่เป็นกราฟ

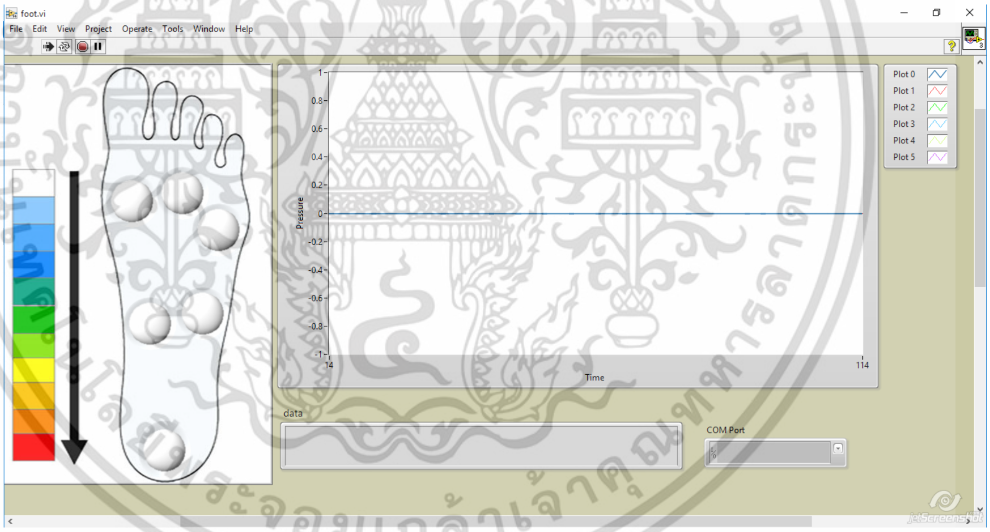
ในส่วนนี้จะแสดงกราฟทั้งหมด 6 เส้น โดยใช้สีในการบ่งบอกถึงตำแหน่งทั้ง 6 ตำแหน่งที่ด้านขวาของกราฟ ซึ่งค่าของกราฟก็สามารถแสดงในรูปแบบของ Real-Time เช่นกัน

4.2.3 ส่วนของการเลือกพอร์ทเพื่อเชื่อมต่อบลูทูธ

สามารถทำการเลือกพอร์ทในการติดต่อสื่อสารของบลูทูธได้ที่ช่อง COM Port

4.2.4 ส่วนการแสดงค่าของเซนเซอร์

ในส่วนของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์จะแสดงในช่องของ data โดยจะแสดงข้อมูลจากเซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

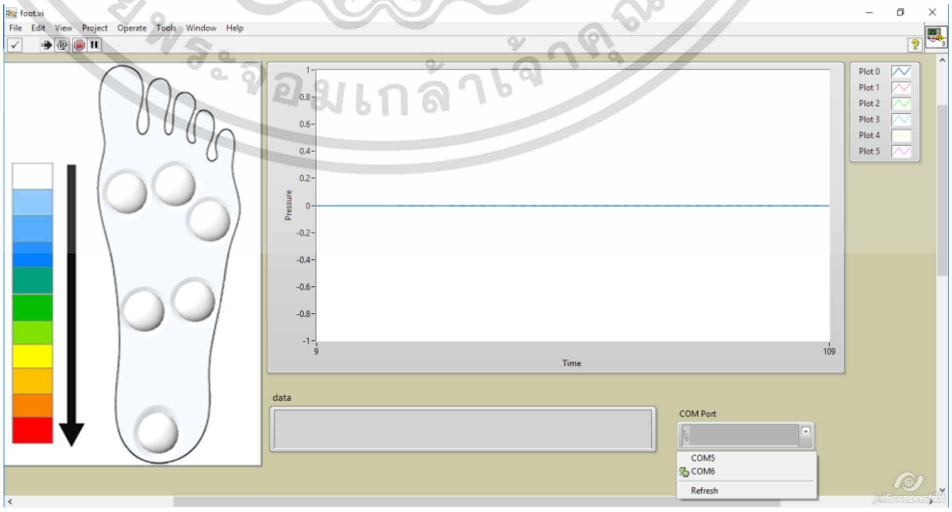
4.3 เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน จะประกอบด้วยแผ่นเซนเซอร์ที่มีเซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตัวตามตำแหน่ง ต่อเชื่อมโยงมายังกล่องควบคุมเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินที่อยู่ด้านบนของรองเท้า ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

4.4 การทดสอบการรับ - ส่งข้อมูลของ Bluetooth (HC-05)

จากการทดสอบพบว่าโมดูลบลูทูธ ที่ทำหน้าที่เป็น Client และโปรแกรม LabVIEW ที่ทำหน้าที่เป็น Server สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ โดยที่ค่าของ Client ที่ส่งไปนั้นจะไปแสดงยังโปรแกรม LabVIEW โดยสามารถรับ–ส่งข้อมูลได้แบบ Real-Time สามารถรับส่งค่าได้ทันที ข้อควรระวังเนื่องจากแบตเตอรี่อ่อนลง ซึ่งบางครั้งอาจเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อบลูทูธ

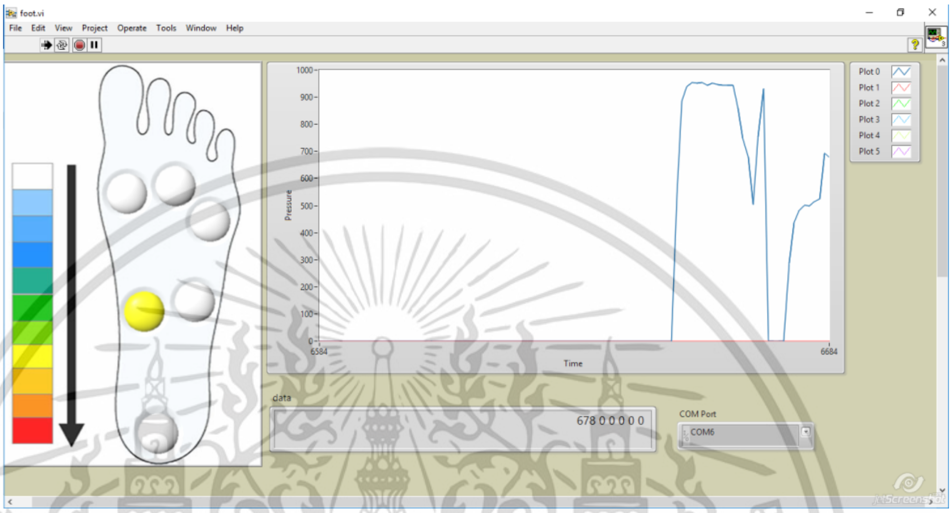


รูปที่ 4.4 การเลือกพอร์ทบลูทูธ

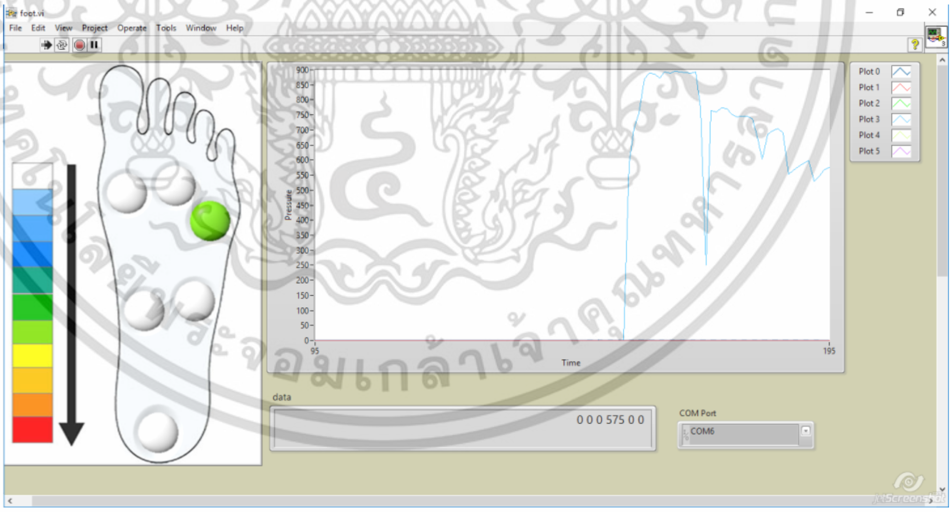
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

เมื่อมีแรงกดตรงจุดนั้นๆ เพียง 1 จุดบนหน้าจอก็จะแสดงเส้นกราฟตามค่าแรงที่ระบบอ่านค่าได้และแสดงสีตามระดับที่ได้ตั้งไว้ แต่ถ้าจุดไหนไม่มีแรงกดก็จะเป็นสีขาวตามที่เรากำหนดค่าแรงไว้ตามระดับ ดังรูปที่ 4.5 และ รูปที่ 4.6 จะสังเกตได้ว่าผู้วิจัยได้ทำการทดสอบลงน้ำหนักในจุดใดจุดหนึ่งเพียงเท่านั้น



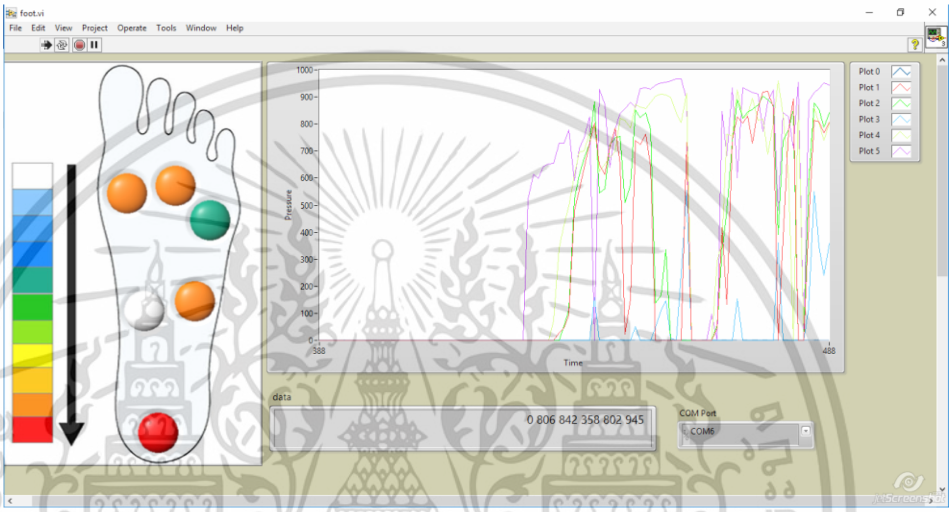
รูปที่ 4.5 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 1



รูปที่ 4.6 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 4

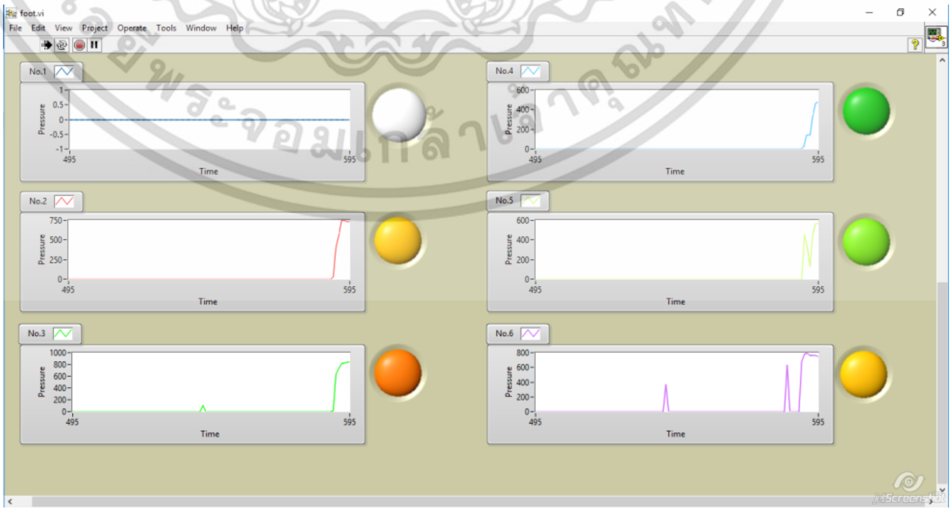
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 เป็นการแสดงบนหน้าจอขณะเดินจังหวะลงเท้าจากการทดสอบเดินจริง จากรูปจะแสดงการลงน้ำหนักที่แตกต่างกันแต่ละจุดและทำให้รู้ว่าสีแต่ละสีคือแรงกดที่แตกต่างกันออกไป และยังขึ้นแสดงเป็นกราฟเก็บค่าแบบเรียลไทม์สามารถดูค่าย้อนหลังและสามารถนำกราฟไปเปรียบเทียบกับจุดอื่น ๆ ได้ จากรูปเราจะเห็นได้ว่าจุดที่ขึ้นสีเดงคือบริเวณส้นเท้านั้นเอง ซึ่งค่าน้ำหนักก็จะสามารถแบ่งได้ตามการทดลองในตารางของบทที่ 3 ผ่านมาในรูปที่ 3.69 และสามารถเปรียบเทียบน้ำหนักได้ในตารางที่ 3.9 นอกจากนี้เรายังสามารถดูแยกแต่ละจุดพร้อมกันขณะเดินได้อีกด้วยดังรูปที่ 4.8 และยังสามารถแสดงแยกกราฟของแต่ละจุดเพื่อวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบระหว่างจุดเพื่อในไปวิเคราะห์ในทางด้านการแพทย์ต่อไป



รูปที่ 4.7 การออกแรงกดเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง

ทั้งนี้เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน ยังสามารถให้แสดงค่าแยกแต่ละจุดเพื่อนำไปวิเคราะห์ เฉพาะจุดที่ต้องการได้ สามารถแสดงผลได้บนหน้าจอ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การแสดงผลแยกตำแหน่งแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สรุป

ในบทนี้นำเสนอการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โครงสร้างของวงจรประกอบด้วย 3 อย่างหลักๆ ได้แก่ เซนเซอร์ FSR ตัวควบคุมคือ Arduino และโปรแกรม LabVIEW และวงจรแปลงสัญญาณเมื่อทำการส่งสัญญาณไปยังตัวประมวลผลจะใช้สัญญาณดิจิตอลแปลงเป็นสัญญาณสัญญาณอนาล็อก และเมื่อทำการรับสัญญาณจะใช้สัญญาณอนาล็อกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งในส่วนของ Arduino สามารถทำได้ภายในตัวเองได้ และได้ทำการทดสอบการทำงานของโดยส่งค่าผ่านทางระบบบลูทูธ ด้วยการทดสอบกับคนจริง เพื่อเป็นการยืนยันการว่าวงจรที่นำเสนอสามารถทำงานได้จริง สัญญาณเอาต์พุตของวงจงปรับเปลี่ยนไปตามแรงกด และระดับสีที่ได้ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะแนวทางการวิจัยต่อ

5.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน จากการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมา เริ่มจากขั้นตอนแรกคือ ขั้นตอนของการศึกษาทฤษฎีและหลักการพร้อมทำความเข้าใจกับขอบเขตของโครงงาน ดังนั้นจึงได้แบ่งส่วนของการดำเนินงานเป็นทั้งหมด 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของออกแบบสร้างเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน (Hardware) ในส่วนนี้ได้ศึกษาถึงหลักการการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน รวมถึงการออกแบบชิ้นงานให้สอดคล้องกับความต้องการ และวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด

2. ส่วนของการเขียนโปรแกรม (Software) เป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าของเซนเซอร์ในโปรแกรม Arduino และเขียนโค้ดที่ใช้แสดงผลในโปรแกรม LabVIEW รวมถึงออกแบบหน้าจอแสดงผลให้ออกมาในรูปแบบที่สามารถเข้าใจง่ายและสามารถใช้งานได้ง่าย

หลังจากที่ได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินเรียบร้อยแล้ว จึงนำชิ้นงานมาทำการทดสอบด้วยการเดินจริง พบว่าเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินสามารถใช้งานได้จริง สามารถเชื่อมต่อบลูทูธเพื่อส่งข้อมูลระยะไกลได้, สามารถส่งข้อมูลแบบ Real-Time ทั้งในส่วนของรูปและกราฟได้อย่างดี

ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานทุกคน ไม่ว่าจะเป็นเพื่อนร่วมทีม เพื่อนๆ อาจารย์ที่ปรึกษา และสื่อการสอนต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้การให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตลอดจนความช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยต่อ

1. เนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการใช้ความรู้และหลักการใหม่ๆ ที่จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งทำให้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำโครงงาน

2. การสร้างและออกแบบเครื่องวัดแรงกด การที่จะทำให้แผ่นเซนเซอร์มีความบางที่มากกว่าเดิมและลดขนาดของวงจรให้เล็กลง จำเป็นต้องใช้ต้นทุนในการประดิษฐ์เพิ่มขึ้น

3. การเขียนโปรแกรมทั้งโปรแกรม Arduino และโปรแกรม LabVIEW ขึ้นอยู่กับความชำนาญในการเขียน ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษารูปแบบการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม

4. การใช้แบตเตอรี่เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร สามารถจ่ายไฟได้เพียง 6-8 ชั่วโมง และหลังจากนั้นเมื่อไฟเริ่มอ่อนลงทำให้โปรแกรมเกิดคลื่นรบกวนทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนไปบางส่วน

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาและสอบถามแนวทางเพิ่มเติมจากสื่อการสอนต่างๆ รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษา

2. ทำการออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน ให้มีขนาดกะทัดรัดมากที่สุด

3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมและสอบถามจากเพื่อนที่มีความชำนาญในการเขียนและแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด

4. ทดสอบระยะเวลาในการจ่ายไฟของแบตเตอรี่ให้แน่นอน เพื่อให้สามารถเปลี่ยนถ่านได้ทันเวลาเพื่อลดการเกิดข้อมูลที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Nurul Haswani Embong,Yee Chang Soh, Long Chiau Ming ,Tin Wui Wong, Revisiting reflexology: Concept, evidence, current practice, and practitioner training, Journal of Traditional and Complementary Medicine 5 197-206, 2015

[2] Ulla Hellstrand Tang, Roland Zügner, Vera Lisovskaja, Jon Karlsson, Kerstin Hagberg and Roy Tranberg,Foot deformities, function in the lower extremities, and plantar pressure in patients with diabetes at high risk to develop foot ulcers, Diabetic Foot & Ankle,6: 27593,2015

[3] Open music Lab Websitehttp://www.openmusicl abs.com/learning/sensors /fsr/index.html เซนเซอร์

[4] I. Morales, R. González-Landaeta and F. Simini, “Pressure sensors used as bioimpedance plantar,” *2021 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)*, 2021.

[5] “บทความวิจัย” S.J. Morris and J.A. Paradiso, “Shoe-integrated sensor system for wireless gait analysis and real-time feedback,” Proceedings of the 2nd Joint IEEE EMBS (Engineering in Medicine and Biology Society) and BMES (the Biomedical Engineering Society) Conference, 2002

[6] “หลักการของ Force Sensor Resister” เข้าถึงได้จาก: http://doc.inex.co.th/force-sensor-with-unicon/

[7] Controller Website: https://www.Controller.cc/en/guide/introduction อาดูโน้

[8] “การเขียนโปรแกรม Arduino” เข้าถึงได้จาก: https://www.thaieasyelec.com/75-1-micro-metal-gearmotor-hp-etail.html?tmpl=component&flexiblelayout=print

[9] “การเขียนโปรแกรม LabVIEW” เข้าถึงได้จาก: http://home.npru.ac.th/piya/webscilab/file/Scilab-LabVIEW- Gateway.pdf

[10] Tsair-Chun Liang,Jhe-Jhun Lin and Lan-Yuen Guo ,”Plantar Pressure Detection with Fiber Bragg Gratings Sensing System”,Sensors 2016,16,1766,2016

[11] Jose Agraz and Robert Pozos, “LabVIEW based control software for finger force sensor instrumentation design” IEEE AUTOTESTCON,2013 แลปวิว

[1 2] S.J. Morris and J.A. Paradiso, “Shoe-integrated sensor system for wireless gait analysis and real-time feedback,” Proceedings of the 2nd Joint IEEE EMBS (Engineering in Medicine and Biology Society) and BMES (the Biomedical Engineering Society) Conference, 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Force Sensor Resistor

Force Sensitive Resistor (FSR)
Sensor Data Sheet

FSR 01022018

SPECIFICATIONS
> **Range:** up to 150 Kg (depend on the type)
> **Response Time:** <1.2ms
> **Repeatability:** ~±2.5% (of full scale)
> **Drift:** <7%
> **Consumption:** ~0.4mA

FEATURES
> Thin film technology
> Pre-conditioned analog output
> High signal-to-noise ratio
> Shielded miniaturized cables
> Medical-grade raw-data output
> Ready-to-use form factor

APPLICATIONS
> Biomechanics
> Kinematics
> Ergonomics
> Reaction time measurement
> Gait analysis
> Load distribution assessment
> Human-Computer Interaction
> Robotics & Cybernetics

GENERAL DESCRIPTION

From reaction time measurement to load distribution in shoe insoles, our thin film force sensors offer uncompromised performance in the most demanding applications. The low profile membrane and miniaturized signal conditioning circuitry are ideal for minimally intrusive setups. Multiple sensing area dimensions and measurement ranges are available, enabling forces up to 150Kg, although other options are also available upon request. Example: http://bit.ly/1FnY0aJ

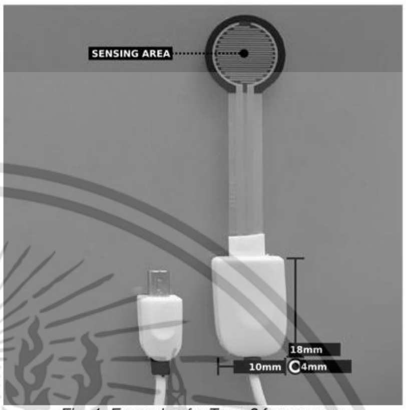


Fig. 1: Example of a Type 3 force sensor.

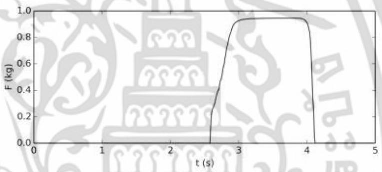


Fig. 2 Typical force data (acquired with biosignals).

biosignalsplux wearable body sensing platform

PLUX – Wireless Biosignals, S.A.
Av. 5 de Outubro, n. 70 – 8.
1050-059 Lisbon, Portugal
plux@plux.info
http://biosignalsplux.com/

REV B

© 2018 PLUX

This information is provided "as is," and we make no express or implied warranties whatsoever with respect to functionality, operability, use, fitness for a particular purpose, or infringement of rights. We expressly disclaim any liability whatsoever for any direct, indirect, consequential, incidental or special damages, including, without limitation, lost revenues, lost profits, losses resulting from business interruption or loss of data, regardless of the form of action or legal theory under which the liability may be asserted, even if advised of the possibility of such damages.

รูปที่ ก.1 คุณสมบัติของ Force Sensor Resistor (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Force Sensitive Resistor (FSR)
Sensor Data Sheet

FSR 01022018

TRANSFER FUNCTION

The sensor requires frequent calibrations to provide reliable measurement, a constant transfer function does therefore not exist. Please follow the instructions below to calibrate your sensor and to convert the acquired data.

Step 1: Calculate voltage output of the sensor

$$V_{out} = \frac{3 \times ADC}{2^n}$$

V_{out} – Voltage output of the sensor (V)
ADC – Value sampled from the channel
n – Number of bits of the channel[1]

Step 2: Calculate sensor conductance

$$G = \frac{V_{out}}{(6 - V_{out}) \times 47}$$

G – Sensor conductance (mS)

Step 3: Acquire calibration signal

Compute the slope of the acquired signal using the sensor conductance computed in step 2.

Step 4: Convert data

The conductance is approximately proportional to the applied force. The force can be computed by the equation below.

$$F_{lb} = \frac{G}{S}$$

F_{lb} – Force weight equivalent in pounds (lb)
S – Slope of the calibration signal

PHYSICAL CHARACTERISTICS

> Weight: 8g

(in cm)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
W1	0.95	3.80	1.27	0.50
W2	1.40	4.37	1.83	0.76
W3	11.00	7.60	18.3±0.5	6.4±0.5
L1	17.00	4.00	3.60	3.10
Thickness	0.02	0.05	0.05	0.03
A1	105.00			

[1] The number of bits for each channel depends on the resolution of the Analog-to-Digital Converter (ADC); in biosignalsplux the default is 16-bit resolution ($n = 16$), although 12-bit ($n = 12$) and 8-bit ($n = 8$) may also be found.

biosignalsplux

PAGE 2 OF 3

รูปที่ ก.2 คุณสมบัติของ Force Sensor Resistor (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Force Sensitive Resistor (FSR)
Sensor Data Sheet

FSR 01022018

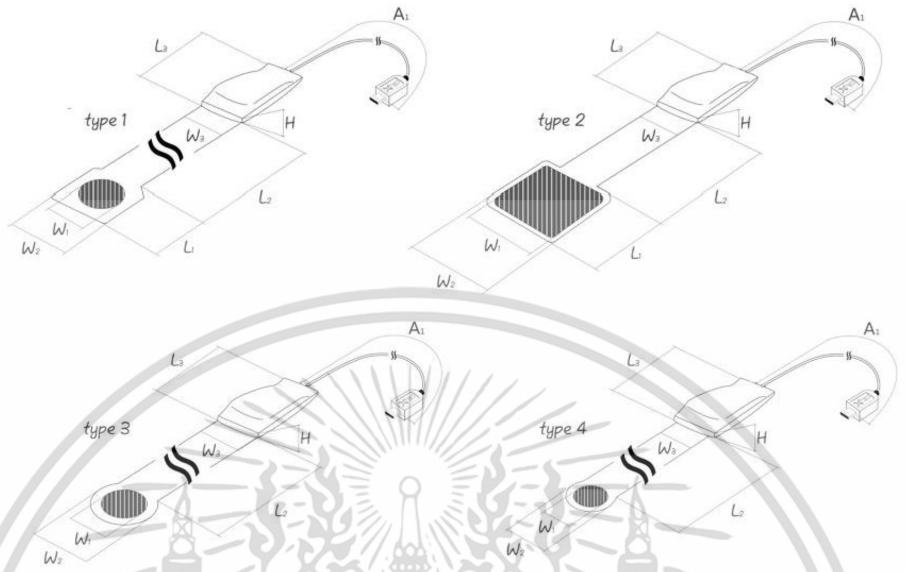


Fig. 3: Available types of FSR sensors.

ORDERING GUIDE

Reference	Package Description
SENSPRO-FSR	Type 3 Force Sensitive Sensor (FSR) sensor (Fig. 1) with standard physical characteristics and a random cable sleeve color.
SENSPRO-FSR1-A1-T-S	Force Sensitive Resistor (FSR) sensor of type T built with custom length A1 and custom sleeve color S; for standard physical characteristics in A1 or S use 0. Examples: > FSR1-200-0-0: Type 3 FSR with 200cm cable A1 and a random sleeve color > FSR1-0-1-Yellow: Type 1 FSR with yellow cable sleeve

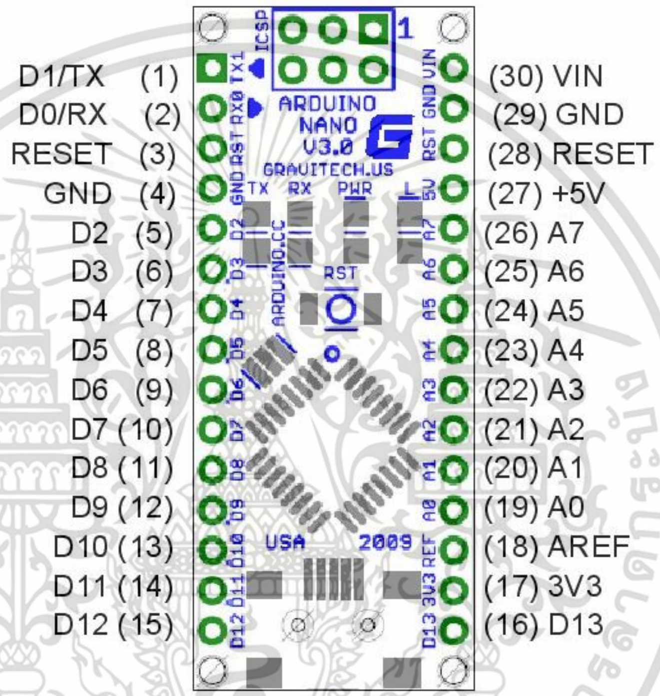
รูปที่ ก.3 คุณสมบัติของ Force Sensor Resistor (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Arduino Nano 3.0

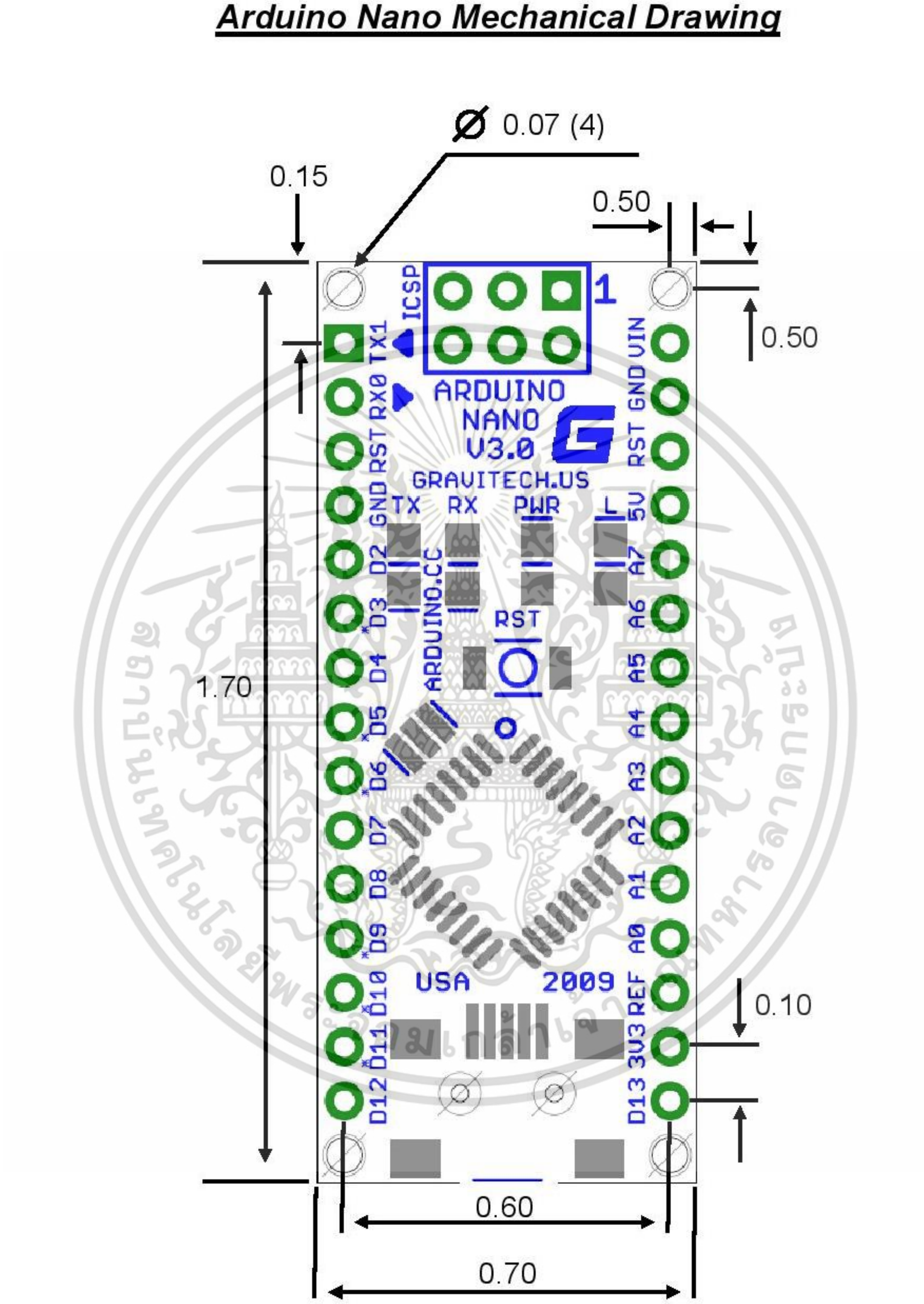
Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A0-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

รูปที่ ข.1 คุณสมบัติของ Arduino Nano 3.0 (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 คุณสมบัติของ Arduino Nano 3.0 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications:

Microcontroller	Atmel ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	32 KB (of which 2KB used by bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.70" x 1.70"

Electronics Source Co.,Ltd
7/129 Central Pinklao Bldg., 17FL., Unit 1702
Baromrachonnee Rd., Bangkok-noi, Bangkok 10700

Website : http://www.es.co.th
Email : info@es.co.th
Tel : (662) 884-9210 (6 line)
Fax : (662) 884-9213-4

รูปที่ ข.3 คุณสมบัติของ Arduino Nano 3.0 (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
Bluetooth HC-05

HC-05-Bluetooth to Serial Port Module

Overview

HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup. Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has.

Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.

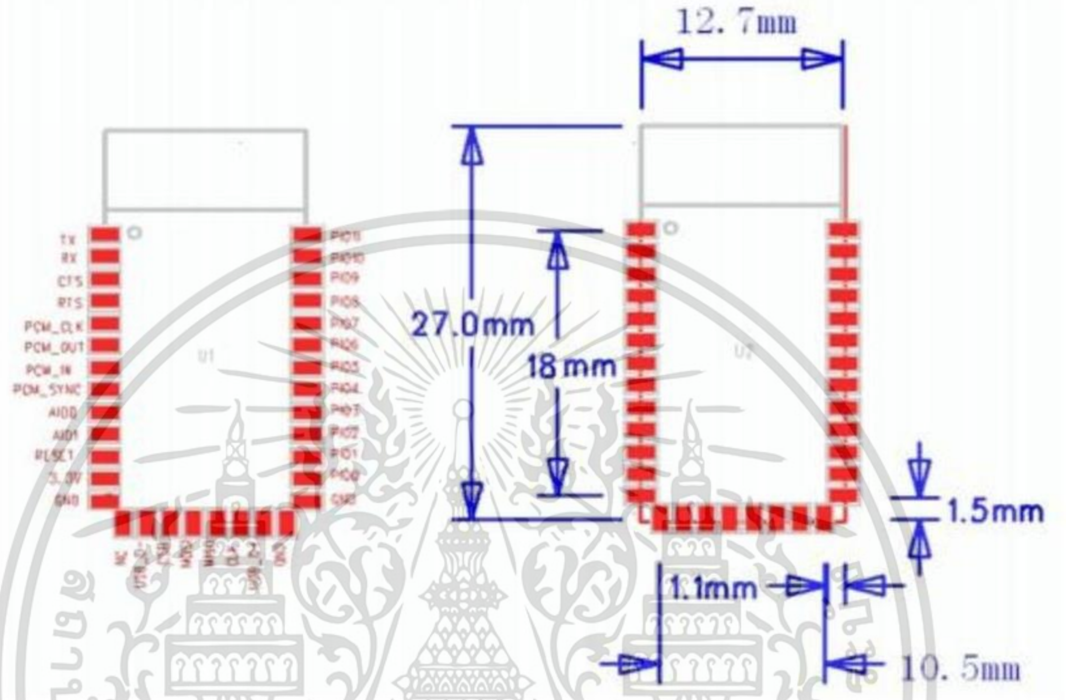
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.

รูปที่ ค.1 คุณสมบัติของ Bluetooth HC-05 (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware



รูปที่ ค.2 คุณสมบัติของ Bluetooth HC-05 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pot	
3.3 VCC	12	3.3V	Integrated 3.3V (+) supply with On-chip linear regulator output within 3.15-3.3V	
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	
PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	
USB_+	20	Bi-Directional		
NC	14			
PCM_CLK	5	Bi-Directional	Synchronous PCM data clock	
PCM_OUT	6	CMOS output	Synchronous PCM data output	
PCM_IN	7	CMOS Input	Synchronous PCM data input	
PCM_SYNC	8	Bi-Directional	Synchronous PCM data strobe	

รูปที่ ค.3 คุณสมบัติของ Bluetooth HC-05 (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESETB	11	CMOS input with weak internal pull-up	Reset if low.input debouncde so must be low for >5MS to cause a reset	
UART_RTS	4	**CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up**	**UART request to send, active low**	
UART_CTS	3	**CMOS input with weak internal pull-down**	**UART clear to send, active low**	
UART_RX	2	**CMOS input with weak internal pull-down**	**UART Data input**	
UART_TX	1	**CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up**	**UART Data output**	
SPI_MOSI	17	**CMOS input with weak internal pull-down**	**Serial peripheral interface data input**	
SPI_CSB	16	**CMOS input with weak internal pull-up**	**Chip select for serial peripheral interface, active low**	
SPI_CLK	19	**CMOS input with weak internal pull-down**	**Serial peripheral interface clock**	
SPI_MISO	18	**CMOS input with weak internal pull-down**	**Serial peripheral interface data Output**	
USB_-	15	**Bi-Directional**		

AT command Default:

How to set the mode to server (master):

1. Connect PIO11 to high level.
2. Power on, module into command state.
3. Using baud rate 38400, sent the "AT+ROLE=1\r\n" to module, with "OK\r\n" means setting successes.
4. Connect the PIO11 to low level, repower the module, the module work as server (master).

รูปที่ ค.4 คุณสมบัติของ Bluetooth HC-05 (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

Code Program

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(10,11); // RX, TX

int fsrPin    = 0;
int fsrPin1  = 1;
int fsrPin2  = 2;
int fsrPin3  = 3;
int fsrPin4  = 4;
int fsrPin5  = 5;
int fsrReading;
int fsrReading1;
int fsrReading2;
int fsrReading3;
int fsrReading4;
int fsrReading5;

void setup(void) {
  Serial.begin(9600); }

void loop(void) {
  fsrReading = analogRead(fsrPin);        Serial.print(fsrReading);
  fsrReading1 = analogRead(fsrPin1);     Serial.print(fsrReading1);
  fsrReading2 = analogRead(fsrPin2);     Serial.print(fsrReading2);
  fsrReading3 = analogRead(fsrPin3);     Serial.print(fsrReading3);
  fsrReading4 = analogRead(fsrPin4);     Serial.print(fsrReading4);
  fsrReading5 = analogRead(fsrPin5);     Serial.println(fsrReading5);
  delay (1000); }
```

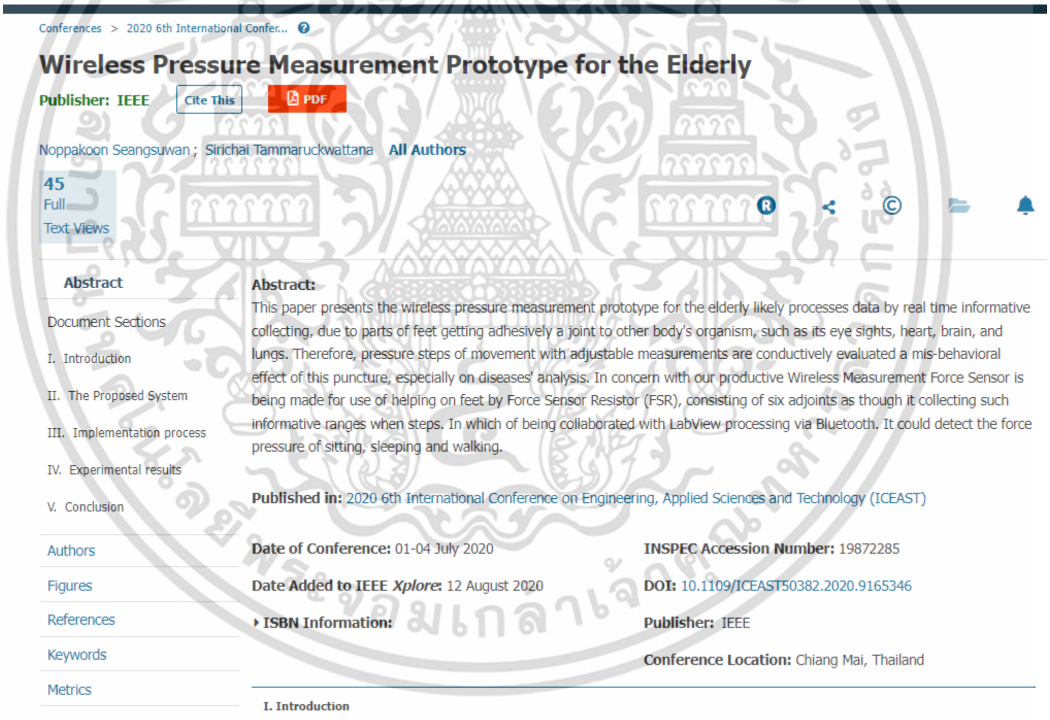
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

บทความวิจัยที่ได้เผยแพร่และตีพิมพ์

บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่และการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและการประชุมวิชาการระดับนานาชาติในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีรายละเอียดดังนี้

[1] Noppakoon Seangsuwan, and Sirichai Tammaruckwattana, “Wireless Pressure Measurement Prototype for the Elderly,” Wireless Pressure Measurement Prototype for the Elderly2020 6th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), Chiang Mai, Thailand, 01-04 July 2020, **Date Added to IEEE *Xplore*:** 12 August 2020 **Number:** 19872285



Conferences > 2020 6th International Confer...

Wireless Pressure Measurement Prototype for the Elderly

Publisher: IEEE Cite This PDF

Noppakoon Seangsuwan ; Sirichai Tammaruckwattana **All Authors**

45
Full
Text Views

Abstract
Document Sections
I. Introduction
II. The Proposed System
III. Implementation process
IV. Experimental results
V. Conclusion
Authors
Figures
References
Keywords
Metrics

Abstract:
This paper presents the wireless pressure measurement prototype for the elderly likely processes data by real time informative collecting, due to parts of feet getting adhesively a joint to other body's organism, such as its eye sights, heart, brain, and lungs. Therefore, pressure steps of movement with adjustable measurements are conductively evaluated a mis-behavioral effect of this puncture, especially on diseases' analysis. In concern with our productive Wireless Measurement Force Sensor is being made for use of helping on feet by Force Sensor Resistor (FSR), consisting of six adjoints as though it collecting such informative ranges when steps. In which of being collaborated with LabView processing via Bluetooth. It could detect the force pressure of sitting, sleeping and walking.

Published in: 2020 6th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST)

Date of Conference: 01-04 July 2020

Date Added to IEEE *Xplore*: 12 August 2020

ISBN Information:

INSPEC Accession Number: 19872285

DOI: 10.1109/ICEAST50382.2020.9165346

Publisher: IEEE

Conference Location: Chiang Mai, Thailand

I. Introduction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conference Abstract Book

IEEE THAILAND SECTION

KMITL 60 BEYOND THE LIMIT

1-4 July 2020

www.iceast2020.org

6th iCEAST 2020

Chiang Mai, Thailand

BTS IEEE BT Society Thailand Chapter

ENGINEERS LADKRABANG

6th ICEAST 2020 Thailand

CALL FOR PAPER

The 6th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology

July 1-4, 2020, Thailand

The International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST) was inaugurated in 2007 to provide opportunities for enhancing collaboration and exploring current interdisciplinary topics. This year is the 6th event and held online at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Bangkok, Thailand.

Honorary Chair
- Suchatvee Suwansawat (KMITL, Thailand)
- Viboon Rerksirathai (IEEE Thailand Section)
- Anuwat Jangwanitlert (KMITL, Thailand)

General Chairs
- Sathaporn Promwong (KMITL, Thailand)

Organizing-Chairs
- Worapong Tangsrirat (KMITL, Thailand)

International Advisory Committee (IAC)
- Yoshikazu Miyanaka (Hokkaido University, Japan)
- Takao Onoye (Osaka University, Japan)
- Kazuhiko Hamamoto (Tokai University, Japan)
- Kyung Sup Kwak (Inha University, South Korea)
- Dusit Niyato (Nanyang Technological University,Singapore)
- Tadashi Ariga (Tokai University, Japan)
- Tomotaka Homae (National Institute of Technology,Toyama College, Japan)
- Nobutaka Ito (Chiang Mai University, Thailand)
- Satoru Seto (National Institute of Technology, IshikawaCollege, Japan)
- Kuniaki Yajima (National Institute of Technology, Sendai College, Japan)
- Phonekeo Chanthamaly (NUOL, Lao PDR)
- Sengpasong Phrakonekham (NUOL, Lao PDR)
- Eryk Dutkiewicz (University of Technology Sydney, Australia)
- Myo Myint Maw (Mandalay Technological University, Myanmar)

ICEAST Steering Committee
- Khamphoui Southisombat (NUOL, Lao PDR)
- Anantawat Kunakorn (KMITL, Thailand)
- Vanchai Riewruja (KMITL, Thailand)
- Worapong Tangsrirat (KMITL, Thailand)
- Uma Seeboonruang (KMITL, Thailand)
- Chuwong Phongcharoenpanich (KMITL,Thailand)
- Chaowalit Hamontree (KMITL, Thailand)
- Theerayod Wiangtong (KMITL, Thailand)
- Somsanouk Pathoumvanh (NUOL, Lao PDR)
- Khanthanou Luangxaysana (NUOL, Lao PDR)
- Myint Thein (Yangon Technology University, Myanmar)
- Sint Soe (Mandalay Technology University, Myanmar)
- Somphone Kanthavong (NUOL, Lao PDR)
- Sathaporn Promwong (KMITL, Thailand)

Technical Program Chairs
- Monsak Pimsarn (KMITL, Thailand)

Special Session Chairs
- Norasage Pattanadech (KMITL, Thailand)
- Sarun Duangsuwan (KMITL, Thailand)

Publication Chair
- Sumek Wisayataksin (KMITL, Thailand)
- Kriangkrai Sooksood (KMITL, Thailand)

Information System Chair/ Performance Publicity/Public Relation Chairs
- Chayapol Khamyod (MFU, Thailand)
- Aditep Chaisang (RBRU, Thailand)

Financial Chair
- Wiboon Promphanich (KMITL, Thailand)

Registration Chair
- Rathachai Chawuthai (KMITL, Thailand)
- Pichaya Supanakoon (KMITL, Thailand)

Sponsor & Exhibition Chair
- Chartchai Chantarawat (MCOT, Thailand)
- Bundit Ruckveratham (MCOT, Thailand)

Local Arrangements Chairs
- Thanadol Tiengthong (KMITL, Thailand)
- Kittisak Thungsook (RUTR, Thailand)

General Secretary
- Chanin Bunlaksananusorn (KMITL, Thailand)

CALL FOR PAPERS

Track 1 - Industrial Engineering, Materials and Manufacturing

Track 2 - Mechanical, Mechatronics and Civil Engineering

Track 3 - Food, Chemical and Agricultural Engineering

Track 4 - Telecommunications, Computer Science,Instrumentation and Control, Electrical and Electronic Engineering

Track 5 - Acoustic and music engineering, The science and applications of music technology, and other

Post-conference Publication

High quality papers will be invited to submit an extended version of their work for potential publication in a Special Issue of Journal of Mobile Multimedia (JMM) ISSN: 1550-4646 (Print Version), JMM is an international peer reviewed journal focusing on all aspects of communication, Industrial and manufacturing engineering, and media technology published by River Publishers. It is indexed by SJR (2019 Q2; Impact Factor:0.19), Scopus, Inspec, etc.

And Journal of Web Engineering ISSN: 1540-9589 (Print Version) which is an international peer-reviewed journal focusing on all aspects of computer science, computer network and communications, information system, software published by River Publishers and indexed by Web of Science (2018 JCR Q3; Impact Factor: 0.854), Scopus, Inspec, etc.

IMPORTANT DATES

Online Submission Open	Jan 10, 2020
Paper Submission Deadline	May 15, 2020
Notification of Acceptance	May 20, 2020
Final Paper Submission Deadline	May 27, 2020
Author Registration Deadline	May 27, 2020
Conference Date	July 1-4, 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

IEEE THAILAND SECTION · BTS IEEE BT Society Thailand Chapter · KMITL GO BEYOND THE LIMIT · ENGINEERS LADKRABANG · FIT Fukuoka Institute of Technology 福岡工業大学 · TOKAI UNIVERSITY

Session 12: Telecommunication, Computer Science, Instrumentation and Control, Electrical and Electronic Engineering - 7

Session chair: ***Chanin Bunlaksananusorn and Rachen Kanana***
Room: C

08:30-08:50	Paper ID 28: Longitudinal Magnetic Field Effect in Critical Current Characteristics of YBCO Super-conducting Tape (p. 68) *Yaowei Liu and Baorong Ni, Japan*
08:50-09:10	Paper ID 62: Tractive Force Estimation of Hybrid Electromagnetics Suspension Levitation Systems in Maglev Train Prototype (p. 69) *Paiwan Kerdtuad and Supat Kittiratsatcha, Thailand*
09:10-09:30	Paper ID 77: Analysis and design of a Zero-Voltage-Switched (ZVS) quasi-resonant buck converter operating in full-wave mode (p. 70) *Virot Wuti, Amata Luangpol, Alisala Taylim, Kaweewat Tattiwong, Siripan Trakuldit and Chanin Bunlaksananusorn, Thailand*
09:30-09:50	Paper ID 61: A Number of RC Pairs Consideration of Electrical Equivalent Circuit Model of Li-ion Battery (p. 71) *Chairat Kamrueng, Assoc. Prof. Dr. Supat Kittiratsatcha and Dr. Sompob Polmai, Thailand*
09:50-10:10	Paper ID 65: Evaluation of Loss Factor Tan δ of Natural Ester with Temperature Normalization (p. 72) *S. Maneerot, P. Nimsanong and N. Pattanadech, Thailand*

Session 13: Telecommunication, Computer Science, Instrumentation and Control, Electrical and Electronic Engineering - 8

Session chair: ***Phichet Moungnoul and Myo Myint Maw***
Room: A

10.25-10:45	Paper ID 95: Impulse Radio Transmission Model Based UWB Techlonogy for BAN Applications (p. 74) *Supakorn Suwan and Sathaporn Promwong, Thailand* *Khamphoui Southisombath, Lao PDR*
10:45-11:05	Paper ID 10: Wireless Pressure Measurement Prototype for the Elderly (p. 75) *Noppakoon Seangsuwan and Sirichai Tammaruckwattana, Thailand*
11:05-11:25	Paper ID 8: Development of the calibration method for the multi-channel sea–tide measurement radar (p. 76) *Iori Gondo, Ryouta Nakazono, Yuichiro Kogi, Atsushi Mase, Hiroyuki Ikezi and Masaaki Inutake, Japan*
11:25-11:45	Paper ID 88: Impact of LTE-Pro on LTE-A Network (p. 77)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wireless Pressure Measurement Prototype for the Elderly

Noppakoon Seangsuwan
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand
62601255@kmitl.ac.th

Sirichai Tammaruckwattana
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand
sirichai.ta@kmitl.ac.th

***Abstract*—This paper presents the wireless pressure measurement prototype for the elderly likely processes data by real time informative collecting, due to parts of feet getting adhesively a joint to other body's organism, such as its eye sights, heart, brain, and lungs. Therefore, pressure steps of movement with adjustable measurements are conductively evaluated a mis-behavioral effect of this puncture, especially on diseases' analysis. In concern with our productive Wireless Measurement Force Sensor is being made for use of helping on feet by Force Sensor Resistor (FSR), consisting of six adjoints as though it collecting such informative ranges when steps. In which of being collaborated with LabView processing via Bluetooth. It could detect the force pressure of sitting, sleeping and walking.**

***Keywords*—Wireless Pressure, Puncture, Force Sensor Resistor (FSR), LabView**

I. Introduction

The pressure of the organs of the body is important to be overlooked. Without knowing that the body's pressure load is important to get the heavy chapters each day, such as feet, because the feet serve various lateral from the body and help them to move around the day. It's almost never been used to work hard. It is not always considered to be a workout, and it's never taken to think of the two feet at the same time. Still hiding some secrets that relate to the elements within the body, whether they are brain, heart, lung liver, are associated with thousands of links. The foot is not a single bone, but consists of up to 26 small pieces of bones, which is more than one in three parts, which include: Connection and webbed, etc. In addition, the feet also consist of more than 100 pieces of tendons to control the movement of the feet and are the combination of nerve and blood vessels from various parts, so it can be seen as a foot weight. As associated with various bodily injuries, which directly affect health by the position of the head, relative to the foot of the head.

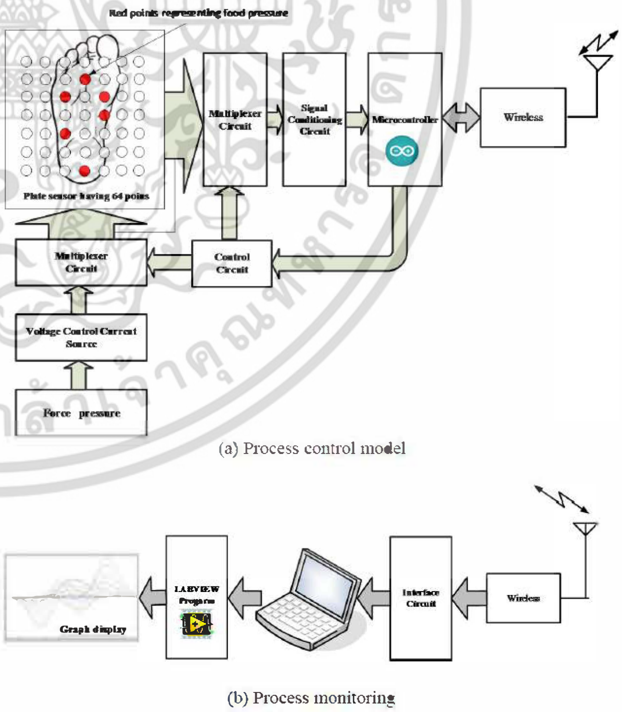
Eyes position is at the 2nd and 3rd toe. The ears are at the 4th and 5th toe. The lungs are lower. The heart is on the outside of the left foot. While the liver and gallbladder are located on the outside of the right foot. The stomach is on the inside. Appendicitis in the right foot. The kidneys are at the center of the arch of both feet. For an example People who have lower back pain and have pain along the nerves; will have a sore pressure on the heel when standing down for weight due to the position of the sympathetic nerves.

Which often causes pain in the back of the leg, located on the heel Therefore, the analysis of the pressure on various positions of the feet is very important in medicine, that is, the results of the pressure can be applied in various positions in which analyzes the causes of various diseases and prevent the occurrence of abnormalities that occurs.

This paper proposes the wireless pressure measurement prototype for the elderly. For a realization of the pressure measurement the whole system including the main circuit and controllers are real machine is discussed.

II. The Proposed System

The proposed wireless pressure measurement prototype and process control model is shown in "Fig 1".



(a) Process control model

(b) Process monitoring

Fig. 1. The proposed wireless pressure measurement prototype

Figure 1: Show the structure of the proposed wireless pressure measurement prototype. The pressure and main circuit. The plate mechanism that directly connects force

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

978-1-7281-9978-8/20/$31.00 ©2020 IEEE

Authorized licensed use limited to: King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang provided by UniNet. Downloaded on August 31,2020 at 05:09:53 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

sensor. The process control system. The wireless system. with the force pressure using a plate sensor is realized by adopting the foot pressure as a test.

Figure 1(a): Show the process control model the press force or replace the Forced sensor Resistors (FSR) for the force detector, then use the Controller Nano board as the control value from the pressure sensor. Force Sensor Resistors (FSR) then sends the contract out of Controller with a Bluetooth signal into the program LABVIEW the program will display a graph based on the number of six sensors. The higher the pressure of the feet will affect the graph. The graphs have a variable color intensity that matches the force.

Figure 1(b): Show the process monitoring the receiving phase of the signal will be the second picture in the Interface Circuit, then into the Notebook, Computer with the boot receiver to forward it to the LABVIEW program to be shown as a graph.

A. System Summary

Also known as the foot, is a point of nerve that links to important organs in the body), each point is the nerve tip linked to various important organs in the body. If a call is triggered, it is directly reflected to the organs associated with that point, resulting in a continuous movement, and the balance adjustment will see that the left foot indicates the left side of the spleen. Kidney, kidney cone, bladder, small intestine, foot head indicates the head with a small brain, big brain, the right foot part indicates the right hemisphere, the liver, appendicitis, and different. The outside is the same both left and right, so it can be seen that the weight in each point of a different foot does not affect the bones and the only thing. It also affects the relevant organs and the balance system within the body. This is from the entire point of the feet linked to other organs of the body. We have divided into 6 key points to make the workpiece easy to analyze the weight of the next foot. From the 6 points "Fig. 2" we divide, each point is correlated and connected to other organs, as follows:

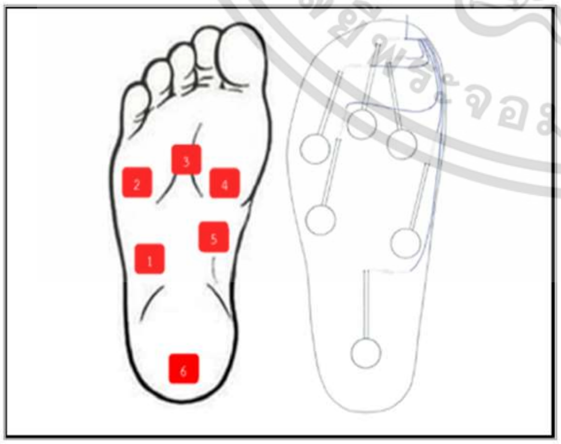


Fig. 2. Position pressure is up at 6 points

- Positions 2, 3 and 4 as in the image is close to the nose of the foot, where the foot nose is more convenient for the blood circulation. Stress-relief Reduced line fatigue and close to the thumb Helps stimulate muscle breathing, shoulder and shoulder areas reduce pain, neck headaches and blood pressure.

- *B.* Positions 1 and 5 is the closest close to the foot. Affects the nervous system and the kidneys can be relaxed from fatigue because they stimulate the body's skin as a detox, and near the foot. Affects the functioning of the stem because the diet and intestines are in common, also helps in the digestive system and blood circulation.

- *C.* Position 6 as a heel position Increased strength in the spine and pelvis areas, helping to sleep well. And also reduces women's menstrual pain.[1]

B. Force Sensor Resister

Force Sensor Resister (FSR) using thick polymer film technology (Polymer Thick Film) by the voltage bracketing, the detector is reduced. When there is much pressure made on the detector pad. The structure of the detector is shown in "Fig. 3", consisting of a soft-conductor sheet that is a power impedance that is configured to attach to a soft terminal plate with a soft, neutral insulating sheet. This causes the electrical impedance to occur during the working leg. When pressed onto the electrode pad, the contact will cause a touch between the semiconductor and the electrodes. Result in the electrical resistance of the change. As shown in the work Show "Fig. 4" [3].

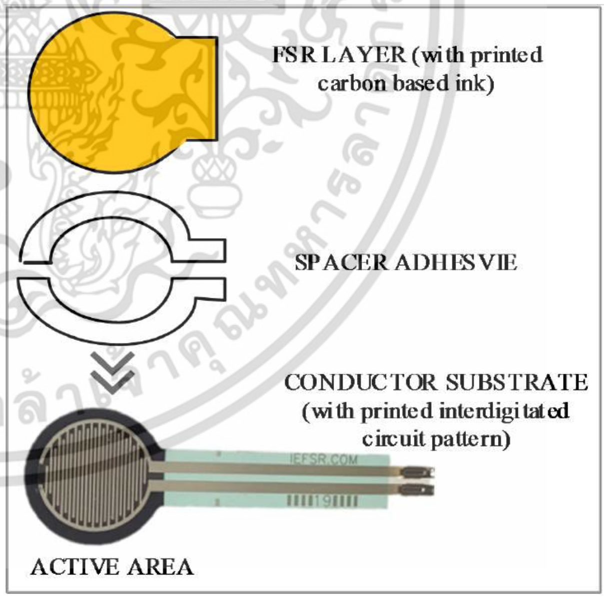


Fig. 3. Internal Measurement Structure

The sensor requires frequent calibration to provide reliable measurement, a constant transfer function does therefore not exist. Please follow the instruction below to calibrate your sensor and to convert the acquired data. This equation from Data sheets 4 Step.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
Authorized licensed use limited to: King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang provided by UniNet. Downloaded on August 31,2020 at 05:09:53 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

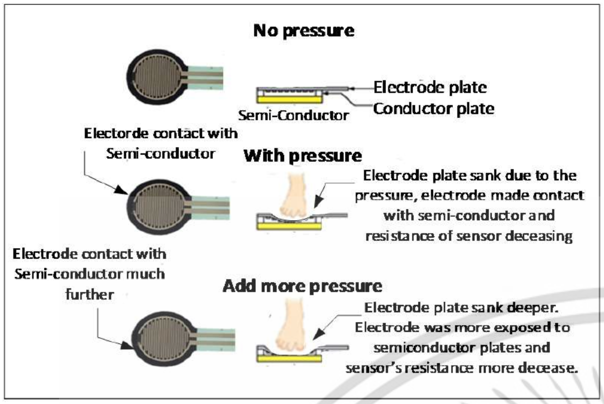


Fig. 4. FSR sensor measurement principles

- Calculate Voltage output of the sensor

$$V_{out} = \frac{3 \times ADC}{2^n} \tag{1}$$

V_{out}−Voltage output of the sensor (V)
ADC-Value sampled form the channel
n-Number of bits of the channel

- Calculate sensor conductance

$$G = \frac{V_{out}}{(6 - Vout) \times 47} \tag{2}$$

G-Sensor conductance(ms)

- Acquire calibration signal Compute the slope of the acquired signal using the sensor conductance computed in step 2.
- Covert data

The Conductance is approximately proportional to the applied force. The force can be computed by the equation below.

$$F_{lb} = \frac{G}{s} \tag{3}$$

F_{lb}−Force weight equivalent in pounds (lb)

S-Slope of the calibrantion signal

C. Controller System

Figure 5: Show the controller system the controller chosen is use open-source electronics platform based on easy-to-use hardware and software. Controller boards are able to read inputs - light on a sensor, a finger on a button, or a Twitter message and turn it into an output - activating a motor, turning on an LED, publishing something online. You can tell your board what to do by sending a set of instructions to the microcontroller on the board. To do so you use the Controller programming language (based on Wiring), and the Controller Software (IDE), based on Processing.

According to "Fig. 5" connected, by which passes Force Sensor Resister (FSR) Controller, linking to Resister.

Over the years Controller has been the brain of thousands of projects, from everyday objects to complex scientific instruments. A worldwide community of makers - students, hobbyists, artists, programmers, and professionals - has gathered around this open-source platform, their contributions have added up to an incredible amount of accessible knowledge that can be of great help to novices and experts alike.

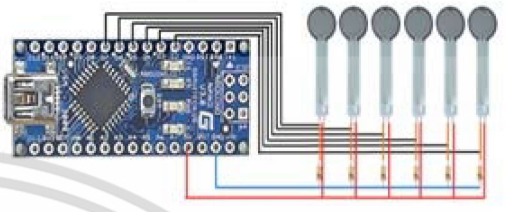


Fig. 5. Controller system

D. LabView Program

LabVIEW is a simple software used for testing, measurement and control, with a quick and easy access to hardware and data insights [2]. Specifically, a computer programming task to connect to external devices, such as ports or cards, as well as memory placement. In order to gather data in the most efficient way to calculate and store the data, we used LabView to collect data and shown it as a graph. In the proposed system, LabVIEW is used as a signal monitoring of pressure measurement is shown in "Fig. 6".

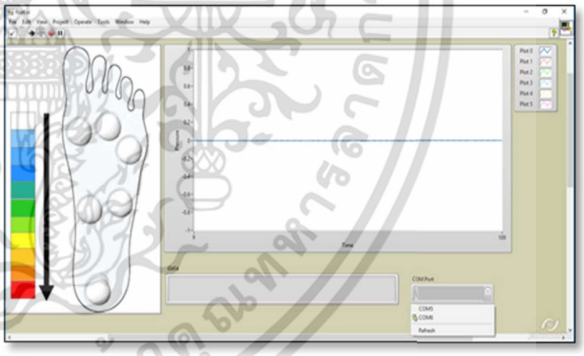


Fig. 6. The human machine interface (HMI) screen of the proposed system.

III. IMPLEMENTATION PROCESS

The implementation of wireless pressure measurement prototype for the elderly is evaluated with the simulation and real experimental are implemented. The models consider the force pressure, the voltage control current source, the multiplexer circuit, the plate sensor, the microcontroller, the control circuit systems, the wireless system and LabView program.

This paper verifies the fundamental implementation of wireless pressure measurement prototype for the elderly.

Figure 7: Showed different color representing different level of force pressure.

Figure 8: Showed 2 points from 2 different force pressures, red point (901-1,000) and yellow point (700-800)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Authorized licensed use limited to: King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang provided by UniNet. Downloaded on August 31,2020 at 05:09:53 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

Fig. 7. Different color representing different level of force pressure.

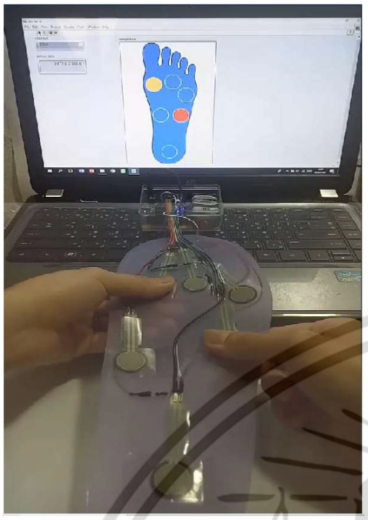
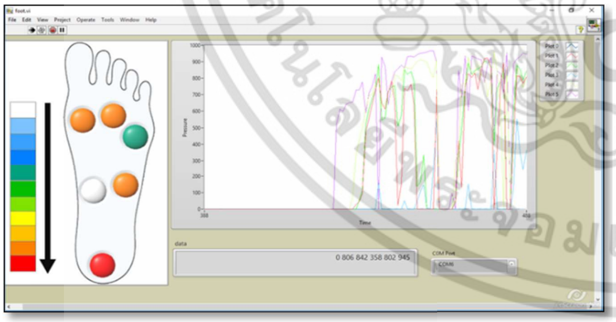


Fig. 8. Force pressure test by using wireless pressure measurement prototype.

IV. Experimental Results

The results of measuring force by using FSR through a wireless LabView program showed the relationship between force and shading graphs. Number of line graphs depend on the number of FSR. The intensity of graph depends on the size of force pressure as shown in "Fig. 9 (a)". In addition, the wireless pressure measurement prototype could show a separate graph of each point of FSR as shown in "Fig. 9 (b)".



(a) Multiple graphs from various signal sensor

V. Conclusion

It shows that the wireless force measurement can detect and measure various change rates. It can also explain the results of changes made on the screen by LABVIEW programs in realtime monitoring, including through Bluetooth wireless use. If there is a change in the data collection, the program will demonstrate the gradation of colors and graphs according to the size of the force that is made to the sensor. From the image, the data collection is displayed as a graph by x axis, the time in minutes. The y-axis is

(b) Separate signal analysis

Fig. 9. The results of force pressure of foot by using wireless pressure measurement prototype

the strength that is pressed while the walk graph indicates that the 6 sensor points are the most powerful. Position 6 is the heel position. Increased strength in the spine and pelvis areas, help sleeping well. Furthermore, it helps to reduce women's menstrual pain. The data of patient could be take from wireless pressure measurement prototype and forward to doctor via internet [7]. Also, it can be used to analyze walking characteristics and caring patients with abnormal gaits as well.

Acknowledgment

This work was supported by the National Science and Technology Development Agency (NSTDA).

References

[1] N. H. Embong,Y. C. Soh, L. C. Ming and T. W. Wong, Revisiting reflexology: Concept, evidence, current practice, and practitioner training, Journal of Traditional and Complementary Medicine 5 197-206, 2015

[2] J. Agraz and R. Pozos, "LabVIEW based control software for finger force sensor instrumentation design" IEEE AUTOTESTCON,2013

[3] Open music Lab Website: http://www.openmusiclabs.com/learning/sensors/fsr/index.html

[4] Controller Website: https://www.Controller.cc/en/guide/introduction

[5] T. C. Liang, J. J. Lin and L. Y. Guo ,"Plantar Pressure Detection with Fiber Bragg Gratings Sensing System", S e n s o r s 2016,16,1766,2016

[6] S.J. Morris and J.A. Paradiso, "Shoe-integrated sensor system for wireless gait analysis and real-time feedback," Proceedings of the 2nd Joint IEEE EMBS (Engineering in Medicine and Biology Society) and BMES (the Biomedical Engineering Society) Conference, 2002

[7] U. H. Tang, R. Zügner, V. Lisovskaja, J. Karlsson, K. Hagberg and R. Tranberg,Foot deformities, function in the lower extremities, and plantar pressure in patients with diabetes at high risk to develop foot ulcers, Diabetic Foot & Ankle,6: 27593,2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Authorized licensed use limited to: King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang provided by UniNet. Downloaded on August 31,2020 at 05:09:53 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายนพคุณ แสงสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 02 เมษายน 2537
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีการศึกษา 2559 และในปี 2562 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้