เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
WIRELESS PRESSURE MEASUREMENT FOR WALKING

ปิยะดา เจริญสุทธิโยธิน
วัศพล สาระคำ
อรทวี มหามงคลสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

WIRELESS PRESSURE MEASUREMENT FOR WALKING

ปิยะดา เจริญสุทธิโยธิน
วัศพล สาระคำ
อรทวี มหามงคลสกุล

b00264486
TB00024

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

WIRELESS PRESSURE MEASUREMENT FOR WALKING

PIYADA CHAROENSUTTHIYOTHIN
WATSAPON SARAKAM
ONTAWEE MAHAMONGKONSAKUL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

WIRELESS PRESSURE MEASUREMENT FOR WALKING

ผู้จัดทำ	นางสาวปิยะดา	เจริญสุทธิโยธิน	57010787
	นายวัศพล	สาระคำ	57011163
	นางสาวอรทวี	มหามงคลสกุล	57011493

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ)

เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

โดย

นางสาวปิยะดา	เจริญสุทธิโยธิน	57010787
นายวัศพล	สาระคำ	57011163
นางสาวอรทวี	มหามงคลสกุล	57011493

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ถูกจัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์ ที่จะแสดงค่าความแตกต่างของการลงน้ำหนักเท้าในแต่ละจุดระหว่างเดิน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงกายภาพทางด้านการแพทย์ โดยมีตำแหน่งการวัดทั้งหมด 6 จุด ล้วนเป็นจุดที่เชื่อมโยงกับอวัยวะสำคัญๆ ของร่างกายทั้งสิ้น ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะถูกติดตั้งด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกด (Force Sensor Resister) มีลักษณะเป็นแผ่นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว ทำหน้าที่เป็นตัววัดแรงกดและส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Nano 3.0) หลังจากนั้นส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายบลูทูธ ไปยังโปรแกรม LabView โดยแสดงผลเป็นระดับสีที่แตกต่างกันตามน้ำหนักของแรงกด

WIRELESS PRESSURE MEASUREMENT FOR WALKING

By

Miss. Piyada Charoensutthiyothin 57010787

Mr. Watsapon Sarakam 57011163

Miss. Ontawee Mahamongkolsakul 57011493

Advisor

Asst.Prof.Dr. Sirichai Tammaruckwattana

Academic Year 2017

ABSTRACT

The aim of this project was to demonstrate the different pressure of six significant points that on feet while walking in real-time. The process of this device started by using six Forced Sensor Resistors(FSRs) for sensing and measuring the pressure, then sending the analog data to Microcontroller Atmega328 on Arduino Nano 3.0 for processing. At the same time LabVIEW program is designed to connecting with Microcontroller via Bluetooth, so that display the gradient of colors and graph depend on the pressure's quantity of six regions on plantar.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เนื่องจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ท่านอื่นๆ ในสาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ผู้จัดทำขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้ข้อแนะนำในการทำโครงงานนี้ จึงทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกๆ ท่าน มา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

คณะผู้จัดทำ
ปิยะดา เจริญสุทธิโยธิน
วัศพล สาระคำ
อรทวี มหามงคลสกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 ความสัมพันธ์ของเท้าและอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย	4
2.2 การลงน้ำหนักขณะเดิน	5
2.2.1 นิ้วหัวแม่เท้าเก (Hallux, Bunion)	5
2.2.2 อาการเจ็บบริเวณหัวกระดูกเท้า (Metatarsalgia)	5
2.2.3 อาการฝ่าเท้าแบน (Fallen Arch, Flat Feet)	5
2.3 เซนเซอร์ตรวจวัดแรง (Force Sensor)	6
2.3.1 เซนเซอร์วัดแรงกดแบบใช้ค่าความต้านทาน (Force Sensor Resister)	6
2.4 แผ่นสารกึ่งตัวนำ	8
2.4.1 แผ่นทองแดง	8
2.4.2 แผ่น PCB ชนิด Phenolic และ EPOXY	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 แผ่นฉนวน	9
2.5.1 ยาง EVA (Ethylene Vinyl Acetate)	9
2.6 Arduino	10
2.6.1 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino (Model : Arduino UNO R3)	10
2.7 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave Mode)	11
2.8 ตัวต้านทาน (Resister)	12
2.9 IC 7805	12
2.10 แหล่งจ่ายไฟ (ถ่านขนาด 9V)	13
2.11 โปรแกรม Arduino	13
2.11.1 ขั้นตอนการเริ่มใช้งานโปรแกรม Arduino	13
2.11.2 ตัวอย่างโปรแกรม	15
2.12 โปรแกรม LabVIEW	18
2.12.1 Front Panel	18
2.12.2 Block Diagram	20
2.12.3 Icon และ Connector	22
2.12.4 สำหรับคำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	**24**
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	24
3.1.1 ขั้นตอนของการดำเนินงานได้วางแผนไว้ดังนี้	24
3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	24
3.2.1 Arduino Nano 3.0	24
3.2.2 Bluetooth HC-05	25
3.2.3 Force Sensor Resister	25
3.2.4 Resister 10 KΩ	25

หน้า

3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง 26

3.3.1 Arduino Program 26

3.3.2 LabVIEW Program 26

3.4 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน 27

3.4.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Hardware 27

3.4.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Software 27

3.5 วิธีการดำเนินงาน 27

3.5.1 การประดิษฐ์เซนเซอร์ 27

3.5.2 การทดสอบเซนเซอร์ด้วยมิเตอร์ 31

3.5.3 สรุปผลการเลือกใช้เซนเซอร์ 36

3.5.4 การหาตำแหน่งที่ต้องการวางเซนเซอร์ใต้ฝ่าเท้า 37

3.5.5 การออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 38

3.5.6 การประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 42

3.5.7 การออกแบบวงจรที่ใช้กับเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 47

3.5.8 การเขียนโปรแกรม Arduino 48

3.5.9 การทดสอบการอ่านค่าเซนเซอร์ของโปรแกรม Arduino 49

3.5.10 การเขียนโปรแกรม LabVIEW 50

บทที่ 4 ผลการทดลอง **60**

4.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 60

4.2 ผลการออกแบบโปรแกรมแสดงผล 60

4.2.1 ส่วนที่เป็นรูปรองเท้า 60

4.2.2 ส่วนที่เป็นกราฟ 60

4.2.3 ส่วนของการเลือกพอร์ทเพื่อเชื่อมต่อบลูทูธ 60

4.2.4 ส่วนการแสดงค่าของเซนเซอร์ 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 61

4.4 การทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลของ Bluetooth (HC-05) 62

4.5 การทดสอบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน 62

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ **64**

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 64

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 64

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 65

เอกสารอ้างอิง **66**

ภาคผนวก **67**

ภาคผนวก ก Force Sensor Resister

658

ภาคผนวก ข Arduino Nano 3.0 **71**

ภาคผนวก ค Bluetooth HC-05 **74**

71

ภาคผนวก ง โปรแกรม

758

ภาคผนวก จ โปสเตอร์ **76**

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพจุดสะท้อนบริเวณเท้า	4
2.2 โครงสร้างของ Force Sensor Resister (FSR)	6
2.3 หลักการทำงานของ FSR	7
2.4 Force Sensor Resister ที่มีจำหน่ายทั้ง 3 ชนิด	7
2.5 แผ่นทองแดงแบบ Phenolic	8
2.6 แผ่นโฟม EVA	9
2.7 การทดสอบการใช้งาน Arduino	10
2.8 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino	10
2.9 Bluetooth Serial Module (HC-05 Master/Slave Mode)	11
2.10 ตัวต้านทานขนาด 10 KΩ	12
2.11 IC 7805	12
2.12 Battery 9V	13
2.13 การต่อใช้งาน Arduino	13
2.14 การเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการอัพโหลด	14
2.15 การเลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด	14
2.16 Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและอัพโหลดโค้ดโปรแกรม	15
2.17 ตัวอย่างโปรแกรมใน Arduino IDE	15
2.18 การเลือกใช้งานคำสั่งไฟ LED กระพริบ	16
2.19 หน้าตาของโปรแกรมคำสั่ง Blink	16
2.20 การอัพโหลดคำสั่งให้บอร์ด Arduino	17
2.21 ไอคอนแทนคำสั่งอัพโหลด	17
2.22 ผลที่ได้จากคำสั่ง Blink	17
2.23 Front Panel	19
2.24 ส่วน Controls	19
2.25 Indicators	20
2.26 Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW	20
2.27 ตัวอย่าง Terminal ใน LabVIEW	21
2.28 ฟังก์ชันของ Block Diagram	21
2.29 Icon และ Connector	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 Arduino Nano 3.0	24
3.2 Bluetooth HC-05	25
3.3 Force Sensor Resister	25
3.4 Resister 10 KΩ	25
3.5 Battery 9V	26
3.6 Arduino Program	26
3.7 LabVIEW Program	26
3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1	27
3.9 แผ่น PCB และแผ่นฉนวนในขนาดที่เท่ากัน	28
3.10 แผ่น PCB ที่บัดกรีสายไฟลงบนด้านที่เป็นทองแดง	28
3.11 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 1	28
3.12 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2	29
3.13 แผ่นทองแดงบางสองหน้า แผ่นฉนวนและกระดาษแข็งในขนาดที่เท่ากัน	29
3.14 แผ่นทองแดงที่บัดกรีสายไฟลงบนแผ่นทองแดงบางสองหน้าด้านใดด้านหนึ่ง	29
3.15 การติดแผ่นทองแดงกับกระดาษแข็ง	30
3.16 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 2	30
3.17 เซนเซอร์ที่ยังไม่ได้รับแรงกดแบบที่ 1	31
3.18 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่งแบบที่ 1	31
3.19 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดมากแบบที่ 1	31
3.20 เซนเซอร์ที่ยังไม่ได้รับแรงกดแบบที่ 2	33
3.21 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่งแบบที่ 2	33
3.22 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดมากแบบที่ 2	33
3.23 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่งแบบที่ 3	35
3.24 เซนเซอร์ที่ได้รับแรงกดมากแบบที่ 3	35
3.25 เซนเซอร์แบบที่ 1, 2 และ 3 (เรียงจากซ้ายไปขวา)	36
3.26 ตำแหน่งที่ใช้ในการวางเซนเซอร์	37
3.27 การลากสายไฟเลี้ยง	38
3.28 การลากสายกราวด์	39
3.29 การลากสายอินพุตเข้า Arduino	40

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.30 แบบการลากสายทั้งหมดภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน	41
3.31 การเตรียมแผ่นฐานเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน	42
3.32 การบัดกรีสายไฟเลี้ยงกับเซนเซอร์	42
3.33 การวัดความยาวสายอินพุตจากแบบ	43
3.34 การบัดกรีสายอินพุตและตัวต้านทานเข้ากับเซนเซอร์	43
3.35 การบัดกรีสายกราวด์เข้ากับตัวต้านทาน	44
3.36 การติดเซนเซอร์บนแผ่นฐาน	44
3.37 การลอดสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ไว้ด้านหลังของแผ่นฐาน	45
3.38 การจัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์	45
3.39 การจัดเรียงสายอินพุต	46
3.40 แผ่นฐานพร้อมเซนเซอร์แบบสมบูรณ์	46
3.41 วงจรต้นแบบระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์	47
3.42 วงจรระหว่างเซนเซอร์ 6 ตัวและไมโครคอนโทรลเลอร์	47
3.43 วงจรที่ใช้กับเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน	47
3.44 การเขียนโปรแกรม Arduino (1)	48
3.45 การเขียนโปรแกรม Arduino (2)	48
3.46 การเขียนโปรแกรม Arduino (3)	48
3.47 การเลือกพอร์ทของบลูทูธ	49
3.48 การแสดงค่าของเซนเซอร์แต่ละตัว	49
3.49 การแสดงค่าของเซนเซอร์ทุกตัว	49
3.50 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม LabVIEW	50
3.51 การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม LabVIEW	50
3.52 การสร้าง While Loop	51
3.53 การสร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธ	51
3.54 การสร้างคำสั่งอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์	52
3.55 การสร้างตัวแปรในโปรแกรม LabVIEW เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์	52
3.56 สร้างบูลีนจำนวน 6 รูป	53
3.57 การกำหนดช่วงให้กับบูลีน	53
3.58 สีที่แสดงในแต่ละบูลีน	54

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.59 ตัวอย่างการกำหนดสีให้กับบูลีนช่วง 1-100	54
3.60 การนำค่าตัวแปรมาใช้	55
3.61 ตัวอย่างการนำค่าตัวแปรมาเชื่อมกับบูลีนที่สร้างขึ้น	55
3.62 การรวมบูลีน	56
3.63 การลบชื่อบูลีน	56
3.64 การใช้ฟังก์ชัน Visible	57
3.65 การเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีน	57
3.66 ฟังก์ชัน Waveform Chart และ Bundle	58
3.67 การสร้างกราฟแสดงผล	58
3.68 กราฟแสดงผล	58
3.69 การใส่รูปภาพในโปรแกรม LabVIEW	59
3.70 รูปแผ่นเท้าที่ใช้ในการแสดงผล	59
4.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน	60
4.2 หน้าจอแสดงผล	61
4.3 เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน	61
4.4 การเลือกพอร์ทบลูทูธ	62
4.5 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 1	62
4.6 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 4	63
4.7 การออกแรงกดเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง (1)	63
4.8 การออกแรงกดเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง (2)	63

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW	23
3.1 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 ขนาดต่างๆ	32
3.2 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของแผ่น PCB	32
3.3 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามความหนาของแผ่น PCB	32
3.4 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของฉนวน	32
3.5 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 ขนาดต่างๆ	34
3.6 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 โดยแยกตามชนิดของฉนวน	34
3.7 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 2 โดยแยกตามความหนาของกระดาษแข็ง	34
3.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างเซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3	36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

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 ได้ ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาการหาสาเหตุของการเกิดโรคออทิสติกในเด็ก ซึ่งจากสถิติปี 2555 ของมูลนิธิออทิสติกไทยพบว่าเด็กไทย 370,000 แสนคน เป็นออทิสติกเฉลี่ยในเด็ก 1,000 คน พบว่าเป็นออทิสติกถึง 6 คนซึ่งถือเป็นอัตราส่วนที่สูงมาก และเพิ่มขึ้นทุกปีซึ่งสาเหตุของกลุ่มโรคออทิสติกเกิดจากความผิดปกติของสมองและระบบประสาทที่หลากหลายแต่ไม่พบความผิดปกติที่จำเพาะทั้งในด้านการรักษา ในปัจจุบันยังไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ และประชาชนยังเข้าใจเรื่องนี้น้อย ทำให้การเข้าถึงบริการน้อยมากเพียงประมาณร้อยละ 15 ดังนั้นจึงเป็นแนวคิดให้จัดทำเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินของเท้าขึ้นมา เพื่อวิเคราะห์สาเหตุการบาดเจ็บต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาถึงผู้ป่วยที่มีแผลกดทับ เช่น ผู้ป่วยอัมพฤกษ์ อัมพาตเพื่อที่จะหาแนวทางรักษาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เพื่อสร้างเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน มาใช้ในการช่วยหาตำแหน่งที่ใช้ลงน้ำหนักขณะเดินว่ามีความสมดุลหรือไม่ และนำผลไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพทางการแพทย์ต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

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

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักการของเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้
3. ออกแบบและวางแผนการประดิษฐ์เซนเซอร์
4. สั่งซื้ออุปกรณ์
5. ออกแบบและประดิษฐ์เซนเซอร์
6. ทดสอบเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นและเปรียบเทียบกับเซนเซอร์สำเร็จรูป
7. ออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
8. ประกอบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
9. เขียนโปรแกรมแสดงผล
10. ทดสอบและแก้ไขเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
11. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับทักษะเพิ่มเติมในด้านการคิด การวางแผน การตัดสิน ในระหว่างการทำโครงงาน
2. ได้รับทักษะเพิ่มเติมในการเขียนโปรแกรมและการออกแบบ
3. สามารถประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินให้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์
4. สามารถนำชิ้นงานไปประยุกต์ใช้งานเพิ่มเติม เช่น การวิเคราะห์หาตำแหน่งการกดทับต่างๆ

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย 5 บท และ 5 ภาคผนวก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

ภาคผนวก ก Force Sensor Resister

ภาคผนวก ข Arduino Nano 3.0

ภาคผนวก ค Bluetooth HC-05

ภาคผนวก ง โปรแกรม

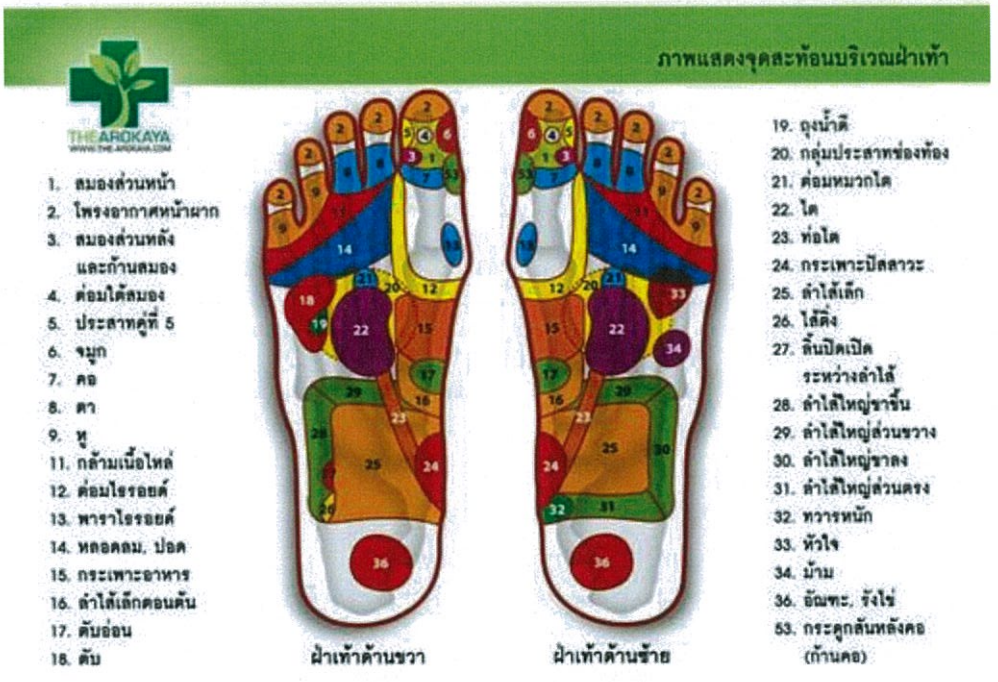
ภาคผนวก จ โปสเตอร์

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสัมพันธ์ของเท้าและอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย

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

ซึ่งจากจุดทั้งหมด 62 จุดของเท้านี้ได้ถูกแบ่งเป็น 6 จุดสำคัญๆ ที่จะนำไปทำชิ้นงานเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์การลงน้ำหนักของเท้าต่อไป



รูปที่ 2.1 ภาพจุดสะท้อนบริเวณเท้า

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

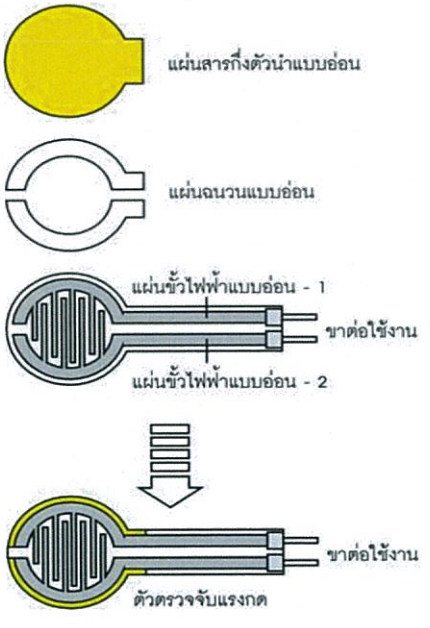
ในปัจจุบันพฤติกรรมการลงน้ำหนักในการเดินของคนทั่วไป มักจะลงที่ส้นเท้ามากกว่าบริเวณอื่น รวมไปถึงการวิ่งที่มักจะลงน้ำหนักโดยการกระแทกส้นเท้า จากงานวิจัยทางด้านการแพทย์พบผู้ที่มีอาการ Plantar Fasciitis หรือที่รู้จักกันในชื่อ โรครองช้ำ คือ โรคที่เกิดจากการอักเสบบริเวณพังผืดใต้ฝ่าเท้า ส่วนใหญ่มักเป็นบริเวณที่พังผืดยึดกับกระดูกส้นเท้า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

2.3 เซนเซอร์ตรวจวัดแรง (Force Sensor)

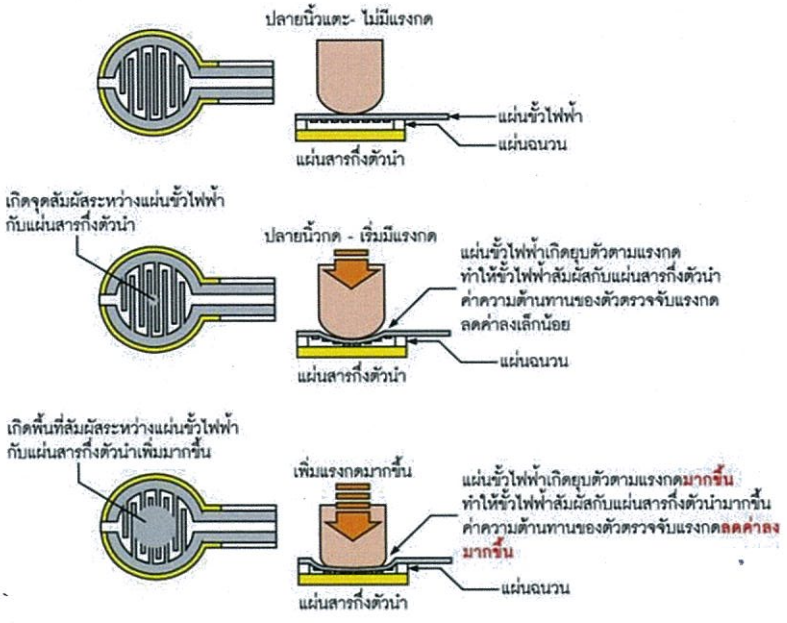
Force Sensor หรือเซนเซอร์ตรวจวัดแรงนั้นมีหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นแบบใช้ค่าความต้านทาน, แบบสเตรนเกจ และแบบใช้ Piezoelectric Transducer ซึ่งแต่ละประเภทจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันดังนี้

2.3.1 เซนเซอร์วัดแรงกดแบบใช้ค่าความต้านทาน (Force Sensor Resister)

Force Sensor Resister (FSR) ที่ใช้เทคโนโลยีฟิล์มโพลีเมอร์แบบหนา (Polymer Thick Film) โดยแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวตรวจจับจะลดลง เมื่อมีแรงกดมากระทำบนแผ่นตรวจจับ มีโครงสร้างของตัวตรวจจับแสดงในรูปที่ 2.2 ประกอบด้วยแผ่นสารกึ่งตัวนำแบบอ่อนที่เป็นตัวกำหนดค่าความต้านทานไฟฟ้าประกบเข้ากับแผ่นขั้วไฟฟ้าแบบอ่อน โดยมีแผ่นฉนวนแบบอ่อนคั่นกลาง ทำให้เกิดค่าความต้านทานไฟฟ้าขึ้นระหว่างขาต่อใช้งาน เมื่อมีการกดลงบนแผ่นขั้วนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดการสัมผัสระหว่างสารกึ่งตัวนำกับขั้วไฟฟ้า ส่งผลให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงกระบวนการทำงานในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ Force Sensor Resister (FSR)

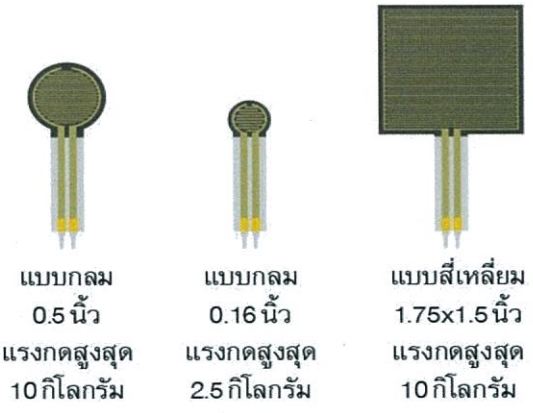


รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของ FSR

โดยเมื่อออกแรงกดมากค่าความต้านทานที่เซนเซอร์ก็จะลดลง และเมื่อออกแรงกดน้อยค่าความต้านทานที่เซนเซอร์ก็จะเพิ่มขึ้น

ดังนั้นตัวตรวจจับแรงกดแบบใช้ค่าความต้านทานนี้มีข้อดีคือ เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการรับรู้ว่ามีการกดเกิดขึ้นหรือไม่ เนื่องจากค่าที่ได้จากตัวตรวจจับเป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับพื้นที่ของการกด และยังสามารถวัดแรงกดได้แบบ Real Time ได้ซึ่งดังนั้นในงานวิจัยได้เลือกที่จะทำ Sensor ชนิดนี้เพื่อวัดค่าแรงกดของเท้า

ตัวตรวจจับแรงกด FSR ที่มีจำหน่ายหลักๆ มี 3 ขนาดดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 Force Sensor Resister ที่มีจำหน่ายทั้ง 3 ชนิด

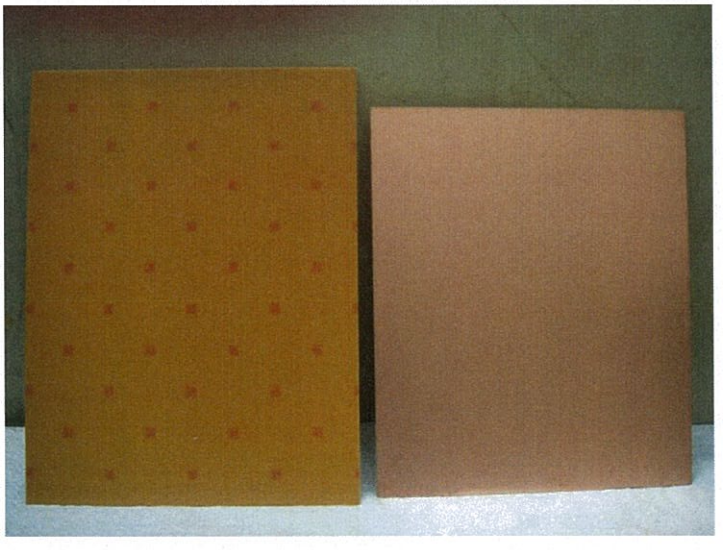
2.4 แผ่นสารกึ่งตัวนำ

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 จึงสะดวกที่จะนำมาใช้ทำเซนเซอร์ และจากการทดลองพบว่าในแผ่น 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



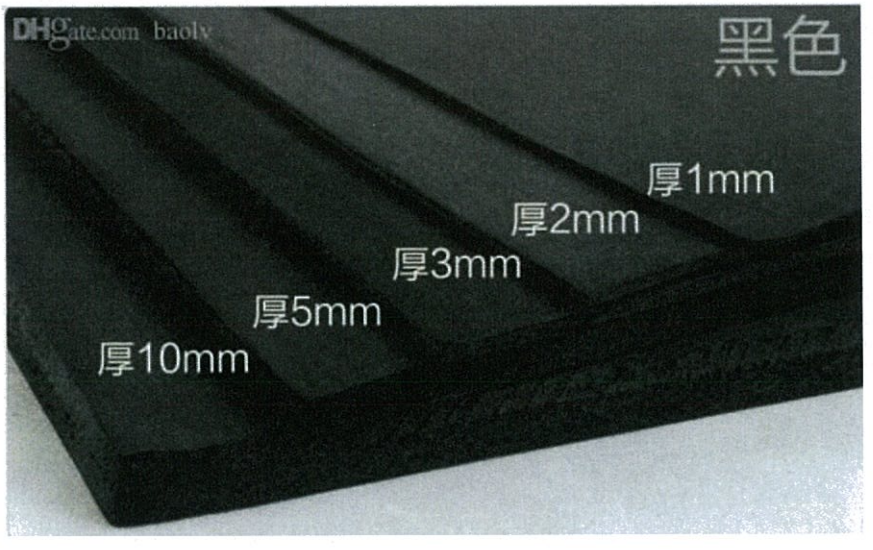
รูปที่ 2.5 แผ่นทองแดงแบบ Phenolic

2.5 แผ่นฉนวน

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

2.5.1 ยาง EVA (Ethylene Vinyl Acetate)

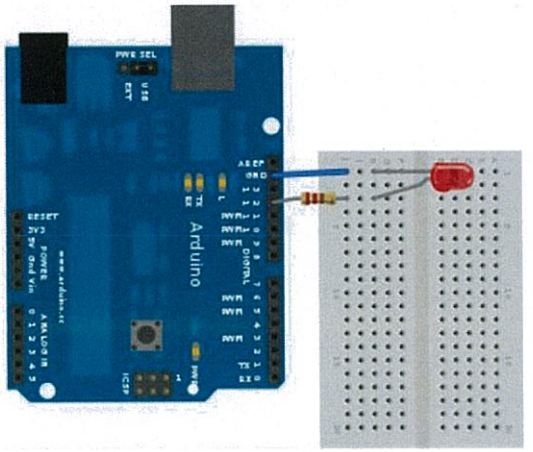
เป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการทำโพลิเมอร์ไรเซชั่น ของสารเอทิลีนโมโนเมอร์ กับสารไวนิลอะซีเตดโมโนเมอร์ EVA หรือที่นิยมเรียกกันติดปากว่า แผ่นโฟม EVA หรือ EVA Foam เป็นวัตถุดิบสำคัญที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมภาคต่างๆ เช่น วัตถุดิบในการทำรองเท้า พื้นรองเท้า แผ่นรองเม้าส์ ทำกระเป๋า บรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์กีฬาทางน้ำ 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 แผ่นโฟม EVA

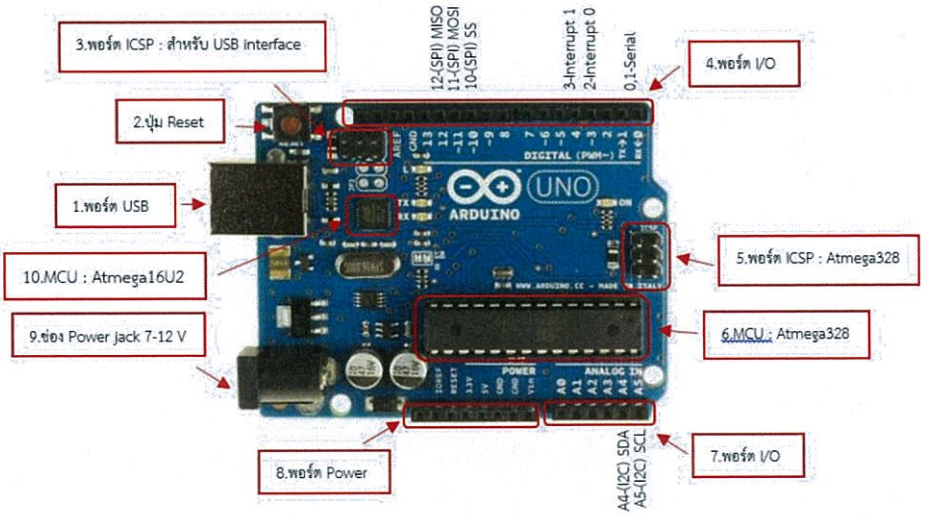
2.6 Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริมประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การทดสอบการใช้งาน Arduino

2.6.1 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino (Model : Arduino UNO R3)



รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงส่วนต่างๆ ของ Arduino

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

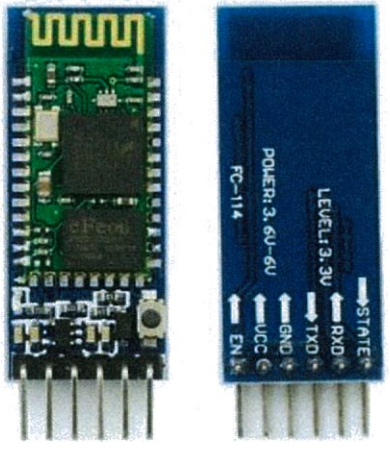
8. Power Port : ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3V, +5V, GND และ Vin

9. Power Jack : รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12V

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

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

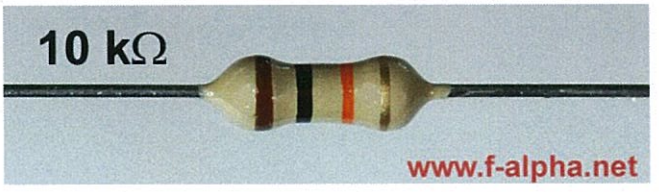
HC-05 เป็นโมดูล Bluetooth ที่ใช้งานในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทดีไวซ์ต่างๆ ให้สมาร์ทดีไวซ์สามารถสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino AVR PIC etc.) ได้ ผ่าน Serial Port โมดูลรุ่น HC-05 สามารถตั้งให้ใช้งานเป็นได้ทั้งโหมด Master (ให้อุปกรณ์อื่นมาเชื่อมต่อ) และโหมด Slave (เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น) การตั้งค่าต่างๆ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



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

2.8 ตัวต้านทาน (Resister)

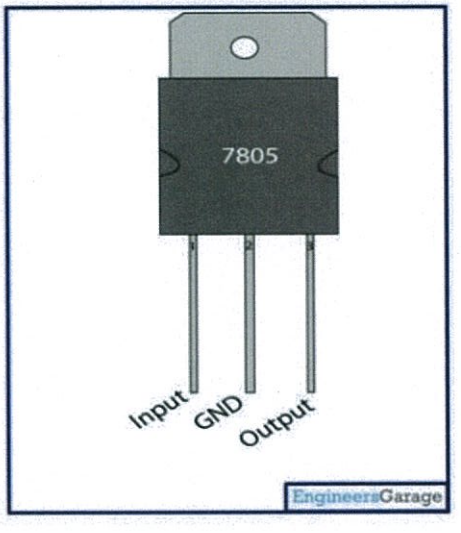
ในการต่อวงจรเกือบทุกๆ วงจรรวมทั้งในงานวิจัยนี้ที่ต้องมีการต่อตัวต้านทาน เพื่อที่จะส่งค่าไปประมวลผลในตัวคอนโทรลเลอร์ (Arduino) และแสดงผลออกทางหน้าจอมอนิเตอร์ (Interface) ในการที่นำตัวต้านทานมาต่อก็เพื่อที่จะลดกระแสที่ไหลผ่านวงจร ซึ่งหากค่ากระแสมากไปจนเกินกระแสพิกัดจะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ ในวงจรของงานวิจัยนี้จะใช้ค่าตัวต้านทานขนาด 10 KΩ



รูปที่ 2.10 ตัวต้านทานขนาด 10 KΩ

2.9 IC 7805

ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในยุคปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่จะใช้ไฟ 5V แต่แหล่งจ่ายที่ใช้มีไฟตั้งแต่ 9–12V ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแปลงไฟให้เหลือเพียง 5V ถึงแม้ว่าจะมีหลายวิธีแต่การใช้ IC 7805 นี้เป็นวิธีที่สะดวก และง่ายต่อการใช้งาน (มี 3 ขาคือ GND, Input, Output ดังรูปที่ 2.11) เนื่องจาก IC 7805 เป็น IC เรียงกระแสแบบคงที่ +5V โดย IC ตัวนี้มีคุณสมบัติหลายอย่าง เช่น ป้องกันความปลอดภัยในส่วนของอุปกรณ์นั้นๆ ทำการตัดวงจรเมื่อมีความร้อนสูง และจะจำกัดกระแสภายในเมื่อเกิดปัญหาที่ตัว IC



รูปที่ 2.11 IC 7805

2.10 แหล่งจ่ายไฟ (ถ่านขนาด 9V)

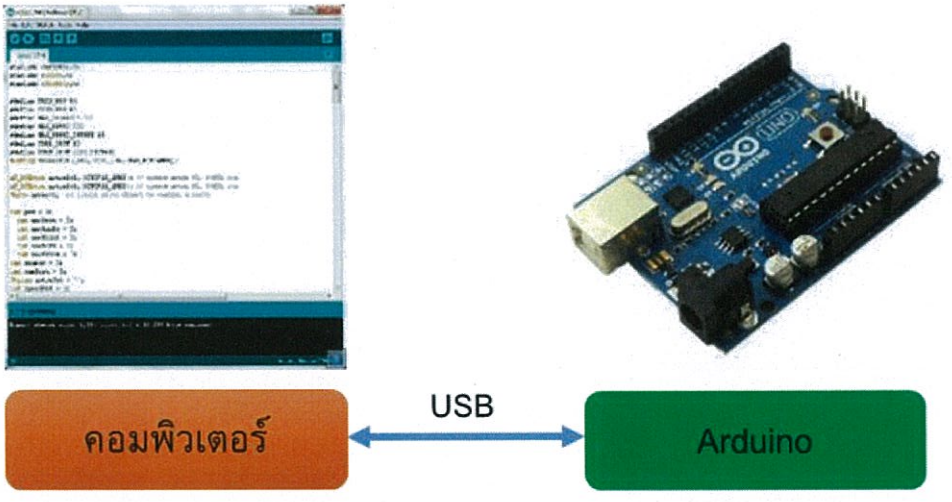
ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด (Arduino, IC 7805) ล้วนแต่ต้องการแหล่งจ่ายไฟเพื่อให้อุปกรณ์นั้นๆ ทำงานได้ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ถ่านที่มีแรงดันขนาด 9V มาเป็นแหล่งจ่ายให้อุปกรณ์ต่างๆในวงจร เนื่องจากจำเป็นต้องเลือกแหล่งจ่ายที่มีขนาดเล็กพอที่จะนำไปติดตั้งไว้ที่รองเท้าและถ่านไฟฉายแรงดัน 9V นี้มีคุณสมบัติดังกล่าวที่เหมาะสม ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 Battery 9V

2.11 โปรแกรม Arduino

2.11.1 ขั้นตอนการเริ่มใช้งานโปรแกรม Arduino

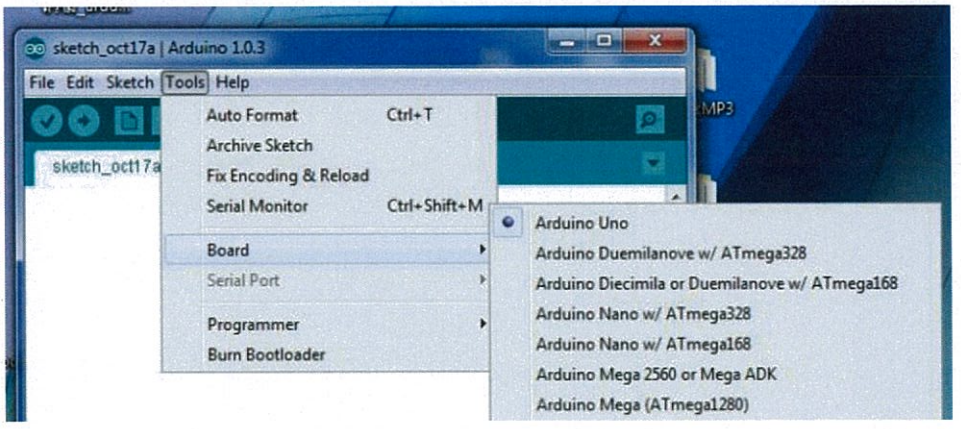
เริ่มจากต่อบอร์ด Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์



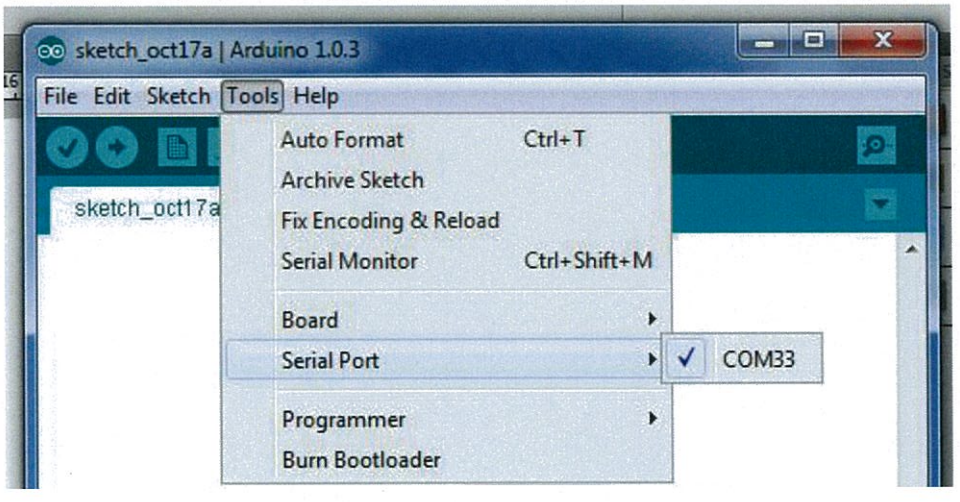
รูปที่ 2.13 การต่อใช้งาน Arduino

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของผู้ผลิตซอฟต์แวร์

2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และเลือกหมายเลข Comport ของบอร์ดดังรูปที่ 2.14 และรูปที่ 2.15

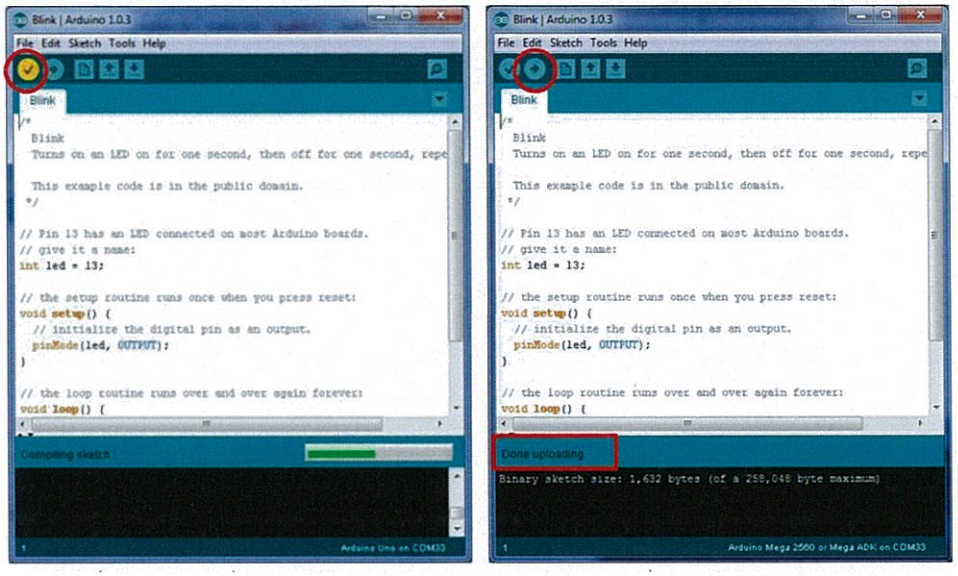


รูปที่ 2.14 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการอัพโหลด



รูปที่ 2.15 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

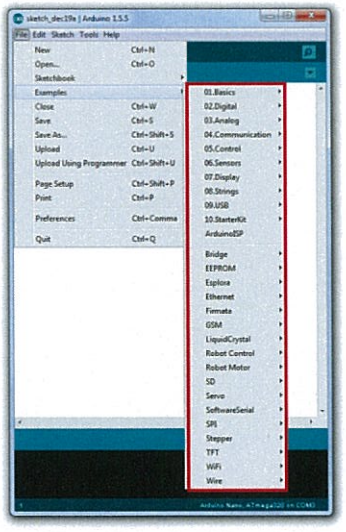
3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done Uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันทีดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและอัพโหลดโค้ดโปรแกรม

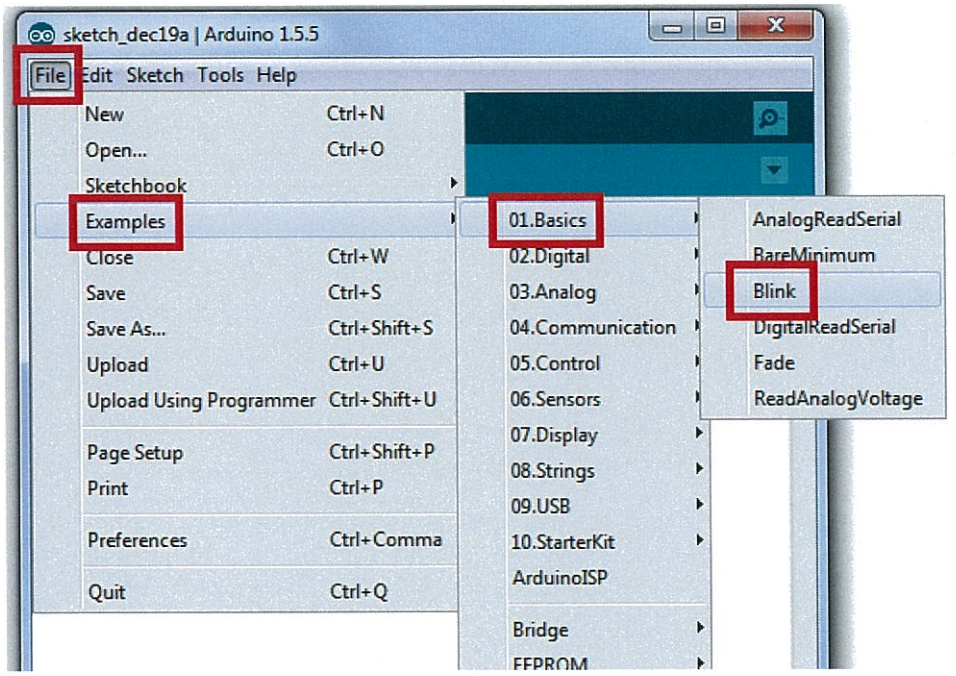
2.11.2 ตัวอย่างโปรแกรม

ใน Arduino IDE ได้รวบรวมเอาตัวอย่างโปรแกรมไว้มากมาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ เรียนรู้และนำวิธีการเขียนโปรแกรมตัวอย่างเหล่านี้มาประยุกต์หรือแก้ไข ให้ได้โปรแกรมตามที่ผู้ใช้ต้องการ ดังรูปที่ 2.17 โดยเริ่มจากเลือกที่ File >> Examples จะพบกับโปรแกรมตัวอย่างที่ Arduino IDE มีให้



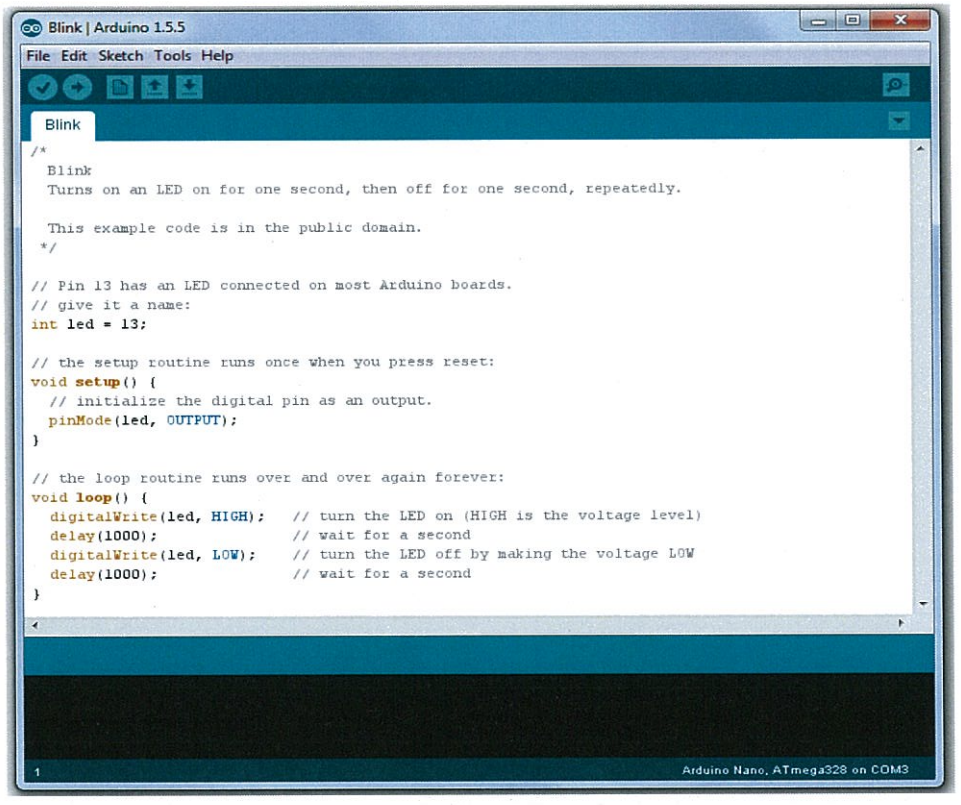
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างโปรแกรมใน Arduino IDE

ยกตัวอย่างเช่นหากต้องการจะทดสอบการทำงานของ Arduino ในหัวข้อนี้คือ โปรแกรมที่สั่งงานให้ LED ที่อยู่บนบอร์ด Arduino กระพริบ โดยเลือกโปรแกรมตัวอย่างจาก File >> Examples >> 01.Basics >> Blink ดังรูปที่ 2.18



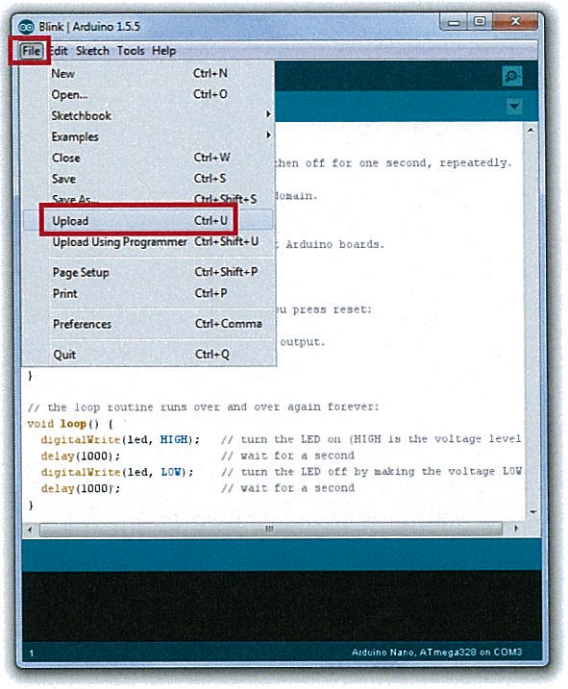
รูปที่ 2.18 การเลือกใช้งานคำสั่งไฟ LED กระพริบ

จากนั้นจะพบหน้าตาของโปรแกรมรูปที่ 2.19



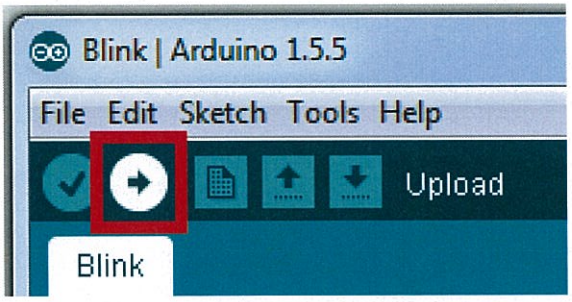
รูปที่ 2.19 หน้าตาของโปรแกรมคำสั่ง Blink

จากนั้นทำการอัพโหลดโค้ดโปรแกรมที่ต้องการให้กับบอร์ด Arduino สามารถทำได้โดยเลือกที่ File >> Upload (หรือกด Ctrl+U) ดังรูปที่ 2.20



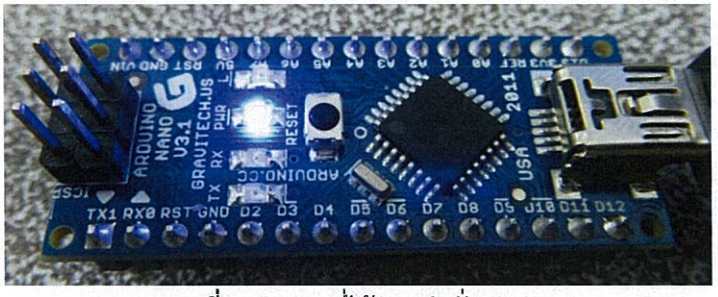
รูปที่ 2.20 การอัพโหลดคำสั่งให้บอร์ด Arduino

หรืออาจคลิกที่ไอคอน ดังภาพที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ไอคอนแทนคำสั่งอัพโหลด

การอัพโหลดในเมนูนี้คือ การตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนโปรแกรมและเป็นการส่งโปรแกรมที่เขียนไปให้กับ Arduino เมื่อไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในขั้นตอนไหน LED ที่อยู่บนบอร์ด Arduino จะกระพริบทุกๆ 1 วินาทีดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ผลที่ได้จากคำสั่ง Blink

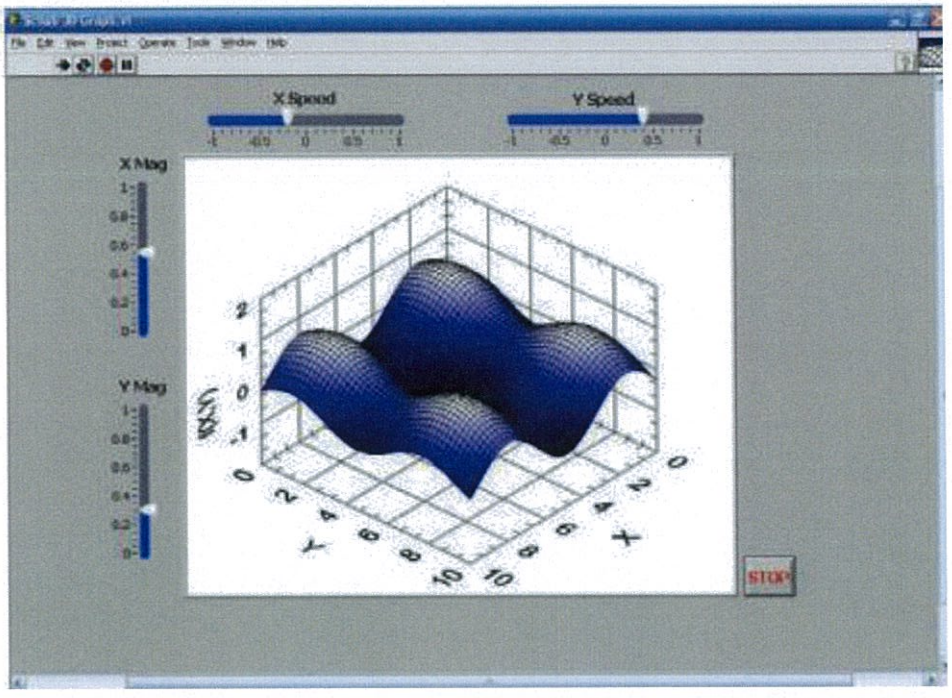
2.12 โปรแกรม LabVIEW

LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการจัดการ การวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) นั้นคือผู้ใช้พัฒนาโปรแกรมไม่จำเป็นต้องเขียน Code หรือ คำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และภาษาที่ใช้ในโปรแกรมจะเรียกว่าเป็นภาษารูปภาพหรือเรียกอีกอย่างว่าภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมดโดยจะช่วยอำนวยความสะดวก และสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น Port หรือ Card ต่างๆ รวมถึงการจัดวางตำแหน่งในหน่วยความจำ เพื่อที่จะสามารถรวบรวมข้อมูลมาใช้ ในการคำนวณ และเก็บข้อมูลให้ได้ประโยชน์สูงสุด

สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย LabVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument (VI) เพราะลักษณะที่ปรากฏทางจอภาพ เมื่อเริ่มใช้งานจะเหมือนกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม อุปกรณ์เสมือนจริงเหล่านั้นจะเป็นการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ซึ่งในหนึ่ง Virtual Instrument (VI) ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ 1. Front Panel 2. Block Diagram 3. Icon และ Connector ทั้ง 3 ส่วนนี้จะประกอบกันขึ้นมาเป็นอุปกรณ์เสมือนจริงตามลักษณะและหน้าที่ของส่วนประกอบ ทั้ง 3 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.12.1 Front Panel

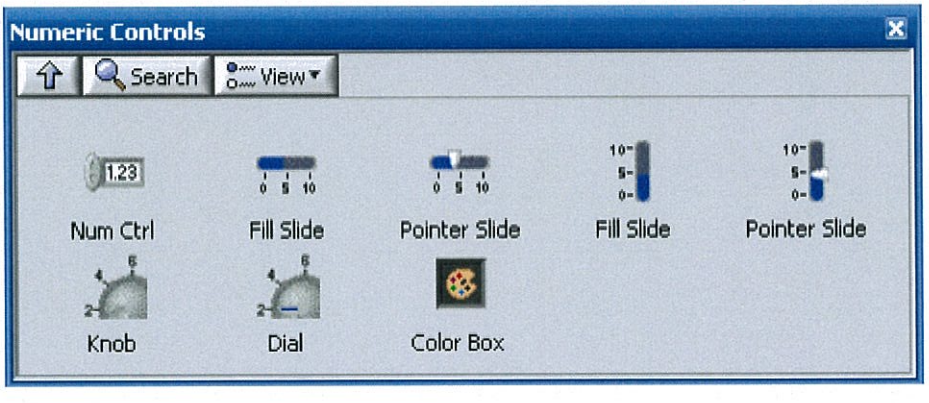
Fron Panel หรือหน้าปัทม์จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (หรือที่นิยมเรียก User Interface) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกับหน้าปทมของของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานด้านการวัดทั่วๆ ไป เช่น มีสวิตช์ปิดเปิด, ปุ่มบิด, ปุ่มกดจอแสดงผล ดังนั้น Front Panel นี้จึงเปรียบเสมือนเป็น GUI ของโปรแกรมหรือ VI นั่นเองลักษณะของ Front Panel แสดงดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 Front Panel

Controls

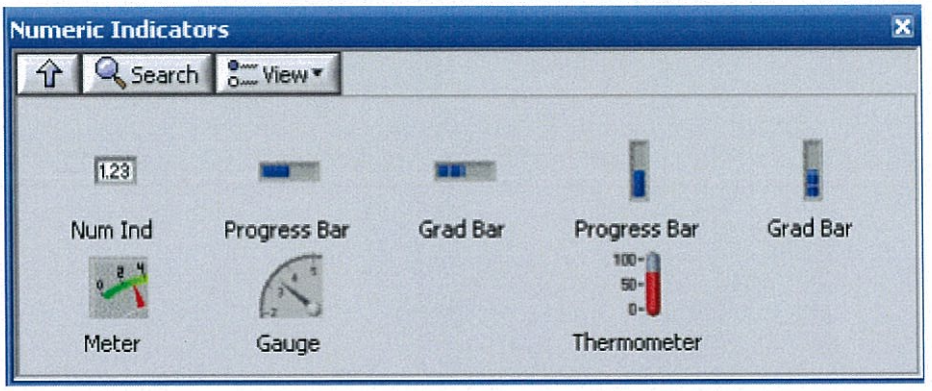
ส่วนนี้จะมีหน้าที่เป็นตัวควบคุม คือการใสคา (Input) จากผู้ใช ลักษณะของ Controls เชน ปุมปรับคา, สะพานปด – เปิดไฟ, แท่งเลื่อนเพื่อปรับคา, การใหค่าดวยตัวเลข Digital หรืออื่นๆ ดังนั้น Controls คือการกำหนดคาหรือแหล่ง (Source) ขอมูลแสดงตัวอยาง Controls ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ส่วน Controls

Indicators

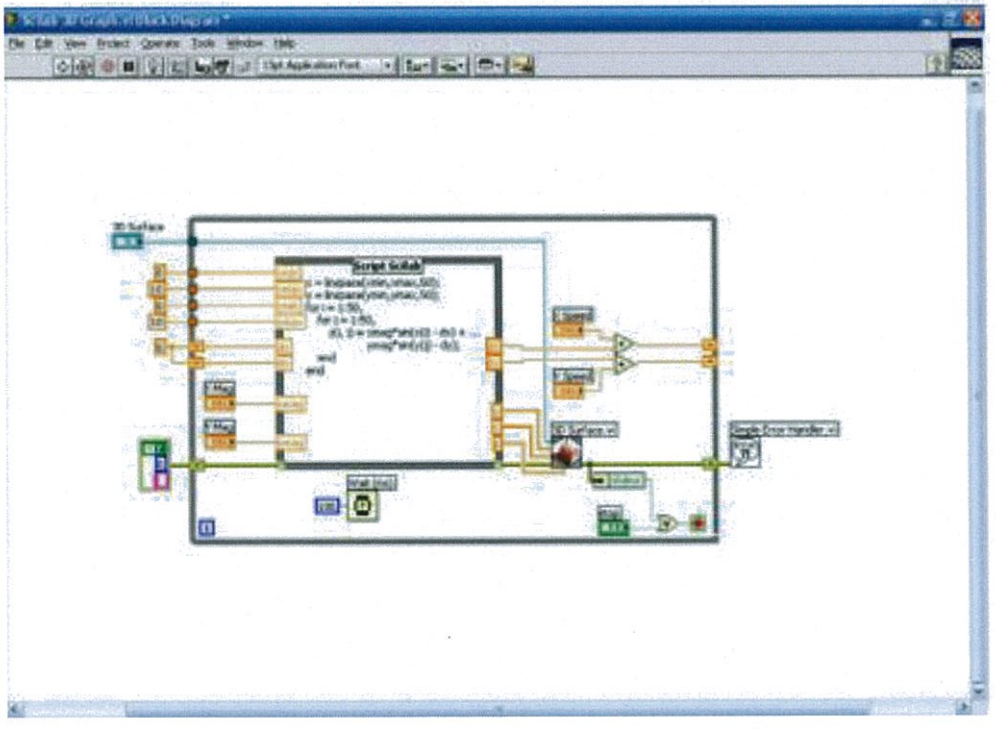
มีหนาที่แสดงผลเพียงอยางเดียวโดยจะรับคาที่ไดจากแหลงขอมูลมา แสดงผลซึ่งอาจปรากฏในรูปของกราฟ, เข็มชี้, ระดับของเหลว หรืออื่นๆ Indicators นี้เปรียบเสมือน Output เพื่อให ผูใชไดทราบคาสิ่งที่กำลังวิเคราะหอยูและผูใชงานจะไมสามารถปรับคาตางๆ บน Indicators ได โดยตรงแตจะตองมีแหลงขอมูลที่สงใหกับ Indicators ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 Indicators

2.12.2 Block Diagram

เปนเหมือนกับ Source Code ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นดวย LabVIEW ซึ่งปรากฏอยูในรูปของภาษา G โดย Block Diagram นี้จะถือวาเปน Executable Program คือสามารถที่จะทำงาน ไดทันที และขอดีอีกประการหนึ่งก็คือ LabVIEW จะมีการตรวจสอบขอผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลา โปรแกรมจะทำงานไดก็ตอเมื่อไมมีขอผิดพลาดในโปรแกรมเทานั้น โดยผูเขียนโปรแกรมสามารถที่จะดูรายละเอียดของขอผิดพลาดซึ่งแสดงใหเห็นไดตลอดเวลา ทำใหการเขียนโปรแกรมนั้นงายขึ้น สวนประกอบภายใน Block Diagram จะประกอบดวย ฟงกชัน คาคงที่โปรแกรมควบคุมการทำงาน หรือโครงสรางจากนั้นในแตละสวนเหลานี้ซึ่งจะปรากฏอยูในรูปของ Block จะไดรับการตอสาย สำหรับ Block ที่เหมาะสมเขาดวยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของขอมูลระหวาง Block เหลานั้น

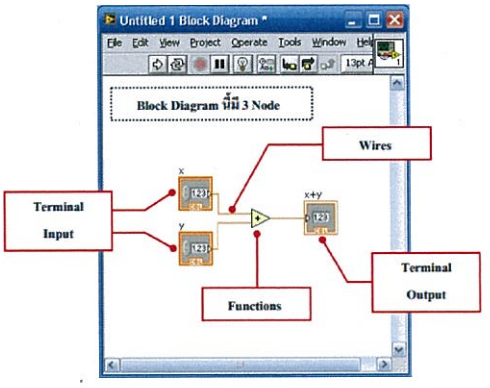


รูปที่ 2.26 Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW

สำหรับ Block Diagram จะมีสวนที่ทำหน่าที่หลักคือ การควบคุมการสงผานหรืออาจเรียกว่า การไหลของขอมูล (Data Flow) และกำหนดถึงวิธีการประมวลผลขอมูลมี 4 สวนดังนี้

Terminal

ทุกครั้งที่สร้าง Control หรือ Indicator บน Front Panel ใน Window ของ Block Diagram จะปรากฏ Terminal ขึ้น Terminal คล้ายกับสถานีของขอมูลคือ จะเปนทั้งสถานีต้นทาง ของขอมูล ถา Terminal นั้นเปน Terminal ของ Controls และขณะเดียวกันจะเปนทั้งสถานี ปลายทางของขอมูล ถา Terminal นั้นเปน Terminal ของ Indicator แสดงตัวอยางดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ตัวอย่าง Terminal ใน LabVIEW

Node

เปนจุดตอบนบล็อกไดอะแกรม แสดงแบบอินพุตหรือเอาตพุตจะทำงาน เมื่อสั่ง RUN VI

Functions

คือ ตัวดำเนินการตางๆ ที่สำเร็จรูป เชน Sine, Cos, tan, Log เปนตน ซึ่งสามารถเรียก แสดง Functions Palette นี้ไดโดยการคลิกขวาพื้นที่ว่าง ในฝง Block Diagram จะแสดง Functions Palette ดังรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.28 ฟังก์ชันของ Block Diagram

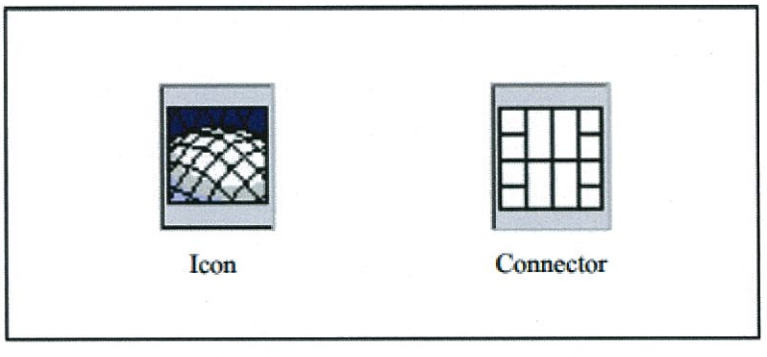
Wires

คือ การเชื่อมตอการรับ - สงขอมูลระหวาง terminal หรือ node ตางๆ ที่มีใน Block Diagram นี้เขาดวยกัน โดย wires นี้จะเปนการกำหนดเสนทางของขอมูลวาเมื่อออกจาก terminal หนึ่งแลว จะกำหนดการไหลขอมูลไปที่ Node ใดบาง มีลำดับเปนอยางไรและสุดทายจะใหแสดงผลลัพธ์ที่ Terminal ใด ซึ่งการเชื่อมตอสายนี้จะทำใหเขาใจถึงหลักการของ Data Flow Programming ไดดีขึ้น ซึ่งลักษณะตางๆ ของเสนจะมีรูปแบบและสีที่แตกตางกันไป ดังนี้

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

2.12.3 Icon และ Connector

เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อยในโปรแกรมปกติทั่วไป Icon จะหมายถึง block diagram ตัวหนึ่งที่มีการสงขอมูลเขาและออกผานทาง Connector ซึ่งใน LabVIEW จะเรียกโปรแกรมย่อยนี้วา subVI ขอดีของการเขียนโปรแกรมดวยภาษา G นี้ก็คือ สามารถสราง VI ทีละสวนขึ้นมาใหทำงานดวยตัวเองไดอยางอิสระ จากนั้นก็สามารถเขียนโปรแกรมอื่นเพื่อเรียกใชงาน VI ที่เคยสรางขึ้นมากอนหน้านี้ทีละตัว ซึ่งทำให VI ที่เขียนขึ้นกอนกลายเปน subVI ไป การเขียนในลักษณะนี้เรียกวา Module สำหรับลักษณะทั่วไปของ Icon จะแสดงดังรูปที่ 2.29 (ซายมือ) และ Connector นั้นจะแสดงพบวามีชองตอขอมูลหรือที่เรียกวา Terminal แสดงดังรูปที่ 2.29 (ขวามือ)



รูปที่ 2.29 Icon และ Connector

2.12.4 สำหรับคำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW

ตารางที่ 2.1 แสดงคำศัพท์ที่สำคัญในโปรแกรม LabVIEW

LabVIEW	รายละเอียด
VI	โปรแกรมหลัก
Function	ฟังก์ชั่นสำเร็จรูปที่มากับโปรแกรมนั้นๆ เช่น Sin และ Cos
Sub VI	โปรแกรมย่อย
Front panel	ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน
Block Diagram	การเขียนตามขั้นตอนของโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนไว้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

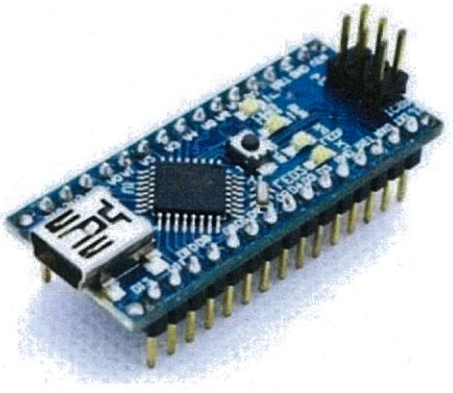
3.1.1 ขั้นตอนของการดำเนินงานได้วางแผนไว้ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักการของเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้
3. ออกแบบและวางแผนการประดิษฐ์เซนเซอร์
4. สั่งซื้ออุปกรณ์
5. ออกแบบและประดิษฐ์เซนเซอร์
6. ทดสอบเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นและเปรียบเทียบกับเซนเซอร์สำเร็จรูป
7. ออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
8. ประกอบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
9. เขียนโปรแกรมแสดงผล
10. ทดสอบและแก้ไขเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
11. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 Arduino Nano 3.0

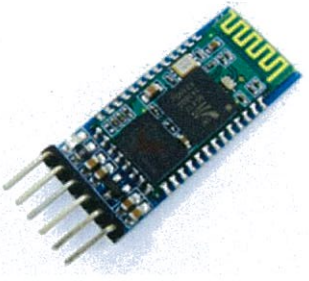
ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ส่งเข้ามายังขาอนาล็อกอินพุตช่อง A0 – A5 เพื่อทำการประมวลผลและส่งไปยังโปรแกรมแสดงผลผ่านเครือข่ายบลูทูธ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 Arduino Nano 3.0

3.2.2 Bluetooth HC-05

ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางที่ช่วยในการส่งข้อมูลแบบไร้สายจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังโปรแกรมแสดงผล ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Bluetooth HC-05

3.2.3 Force Sensor Resister

คือ เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดมีหน้าที่อ่านและส่งค่าแรงกดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินนี้จะใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตัว

รูปที่ 3.3 Force Sensor Resister

3.2.4 Resister 10 KΩ

ตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์มนำมาต่อเข้ากับวงจรเพื่อช่วยรองรับกระแสเมื่อเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดมีค่าเป็นศูนย์

รูปที่ 3.4 Resister 10 KΩ

3.2.5 Battery 9V

ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้วงจร

รูปที่ 3.5 Battery 9V

3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

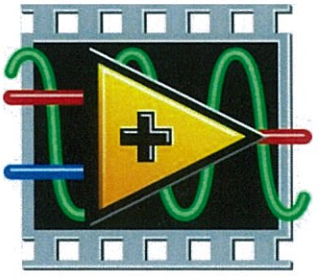
3.3.1 Arduino Program

ใช้โปรแกรมนี้สำหรับเขียนคำสั่งเพื่อรับข้อมูลจากเซนเซอร์และส่งค่าตัวแปรไปยังโปรแกรมแสดงผล

รูปที่ 3.6 Arduino Program

3.3.2 LabVIEW Program

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแสดงผลของเซนเซอร์ ซึ่งแสดงผลในรูปทั้งการเปลี่ยนแปลงของสีและกราฟแบบ Real Time



รูปที่ 3.7 LabVIEW Program

3.4 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน

3.4.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้าน Hardware

1. ศึกษาข้อมูลของเซนเซอร์
2. เลือกวิธีการประดิษฐ์เซนเซอร์
3. ทดสอบและทำการเลือกระหว่างเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นกับเซนเซอร์สำเร็จรูป
4. ออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
5. ออกแบบและทำวงจรที่ใช้ในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน
6. ทำการประกอบชิ้นงาน รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ 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

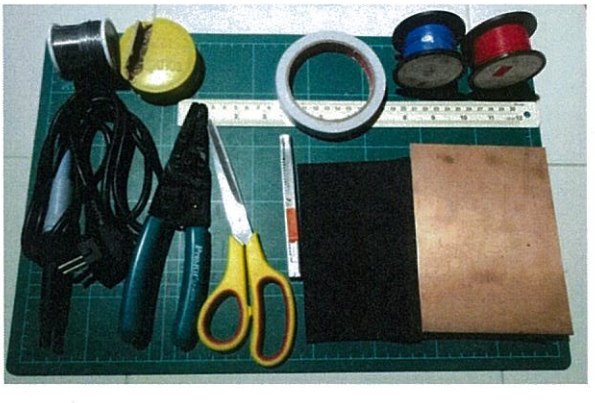
3.5 วิธีการดำเนินงาน

3.5.1 การประดิษฐ์เซนเซอร์ เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมีทั้งหมด 2 แบบ

เซนเซอร์แบบที่ 1 ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่น PCB

อุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1

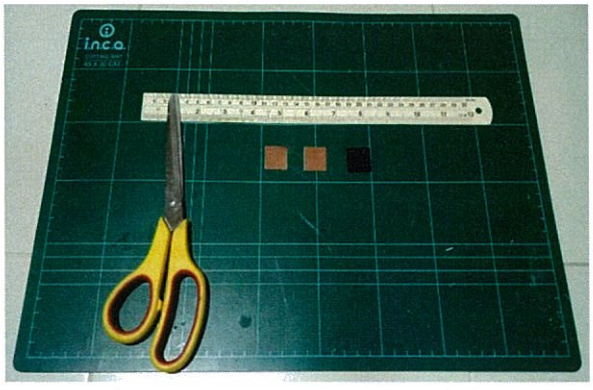
1. แผ่น PCB ที่มีทองแดง
2. ฉนวนที่มีความยืดหยุ่น
3. สายไฟ
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด ตัดและเชื่อม



รูปที่ 3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1

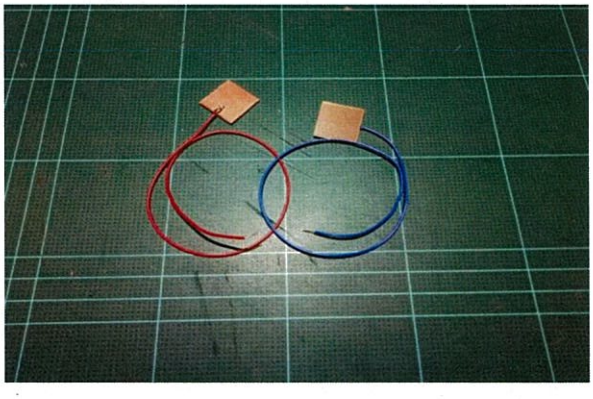
ขั้นตอนการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 1

1. ตัดแผ่น PCB ทองแดงและแผ่นฉนวน ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 2 และ 1 แผ่นตามลำดับ



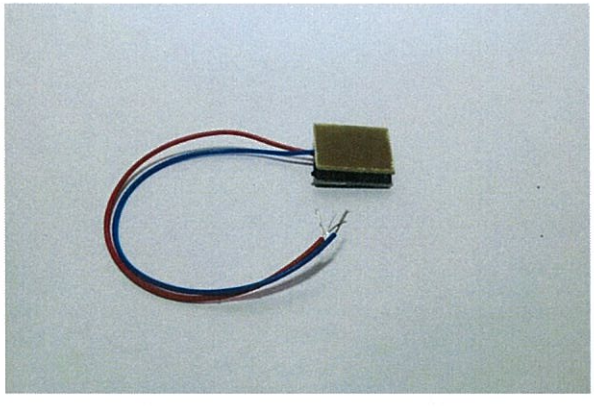
รูปที่ 3.9 แผ่น PCB และแผ่นฉนวนในขนาดที่เท่ากัน

2. บัดกรีสายไฟลงบนแผ่น PCB ด้านที่เป็นทองแดงทั้งสองชิ้น



รูปที่ 3.10 แผ่น PCB ที่บัดกรีสายไฟลงบนด้านที่เป็นทองแดง

3. ติดแผ่น PCB ที่บัดกรีสายไฟแล้วเข้ากับฉนวน โดยหันด้านทองแดงเข้าหาฉนวน



รูปที่ 3.11 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 1

เซนเซอร์แบบที่ 2 ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นทองแดงบางสองหน้า

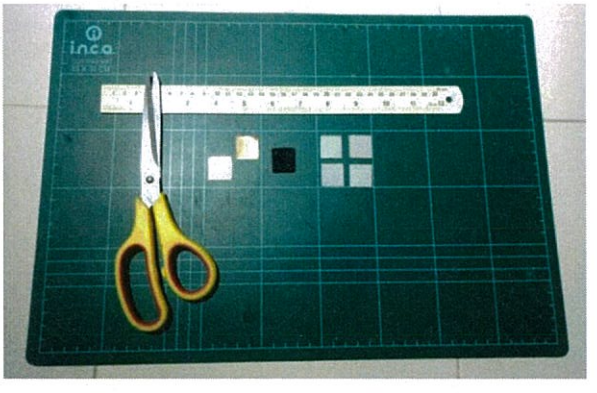
อุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2

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

รูปที่ 3.12 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2

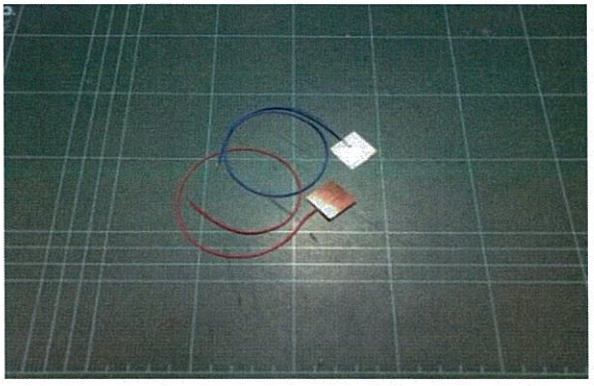
ขั้นตอนการประดิษฐ์เซนเซอร์แบบที่ 2

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



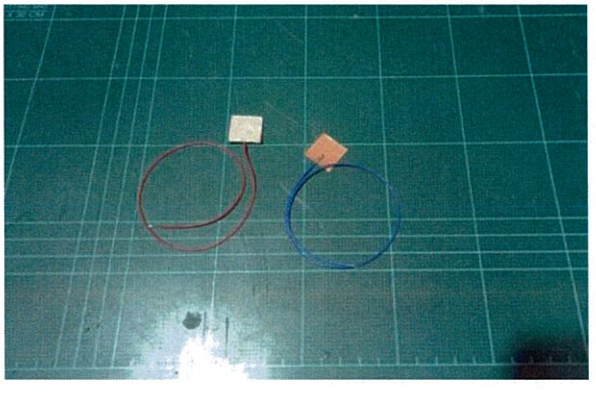
รูปที่ 3.13 แผ่นทองแดงบางสองหน้า แผ่นฉนวนและกระดาษแข็งในขนาดที่เท่ากัน

2. บัดกรีสายไฟลงบนแผ่นทองแดงบางสองหน้าด้านใดด้านหนึ่ง ทั้งสองชิ้น



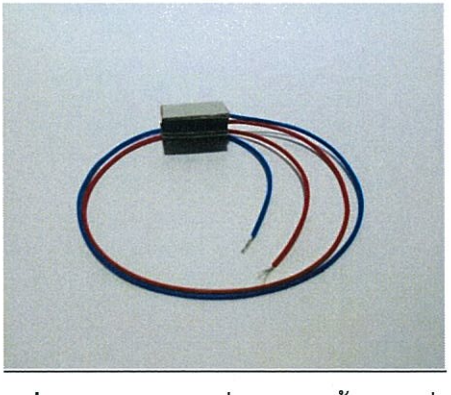
รูปที่ 3.14 แผ่นทองแดงที่บัดกรีสายไฟลงบนแผ่นทองแดงบางสองหน้าด้านใดด้านหนึ่ง

3. ติดแผ่นทองแดงที่บัดกรีสายไฟแล้วเข้ากับกระดาษแข็งฝั่งละ 2 แผ่น



รูปที่ 3.15 การติดแผ่นทองแดงกับกระดาษแข็ง

4. นำแผ่นทองแดงที่ติดกับกระดาษแข็งแล้วมาติดกับฉนวน โดยหันด้านที่เป็นทองแดงเข้าหาฉนวน



รูปที่ 3.16 เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นแบบที่ 2

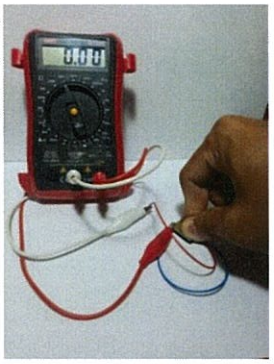
3.5.2 การทดสอบเซนเซอร์ด้วยมิเตอร์

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1

ทดสอบเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นว่าสามารถนำมาใช้งานได้หรือไม่นั้น ทดลองโดยการวัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปเมื่อได้รับแรงกด ซึ่งย่านที่ใช้ในการวัดคือ 0 - 20 เมกะโอห์ม

รูปที่ 3.18 เซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ยังไม่ได้รับแรงกด

รูปที่ 3.19 เซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่ง



รูปที่ 3.20 เซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ได้รับแรงกดมาก

การทดลองนี้สามารถบ่งบอกค่าความต้านทาน เมื่อได้รับแรงกดของเซนเซอร์ได้ว่า ค่าความต้านทานที่ได้จะแปรผกผันกับแรงกดเสมอ

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 เพิ่มเติม

เป็นการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของเซนเซอร์เพิ่มเติม โดยแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 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 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของแผ่น PCB

ชนิดของแผ่น PCB	ผลการทดลอง
อีพอกซี่	ในความหนาที่เท่ากัน อีพอกซี่สามารถแสดงค่าได้ดีและเร็วเมื่อได้รับกด
ฟีโนลิก	ในความหนาที่เท่ากัน ฟีโนลิก จำเป็นต้องออกแรงเยอะเผื่อให้แสดงค่า

ดังนั้น : ชนิดแผ่น PCB ที่เลือกนำมาใช้คือ อีพอกซี่

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามความหนาของแผ่น PCB

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

ดังนั้น : ความหนาของแผ่น PCB ที่เลือกใช้คือ 1 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.4 แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 1 โดยแยกตามชนิดของฉนวน

ชนิดของฉนวน	ผลการทดลอง
แผ่นยางสีดำ	คืนตัวได้ดี และทนทานต่อการกดย้ำๆ ได้
แผ่นโฟมกันกระแทก	คืนตัวได้ดี แต่ความยืดหยุ่นน้อย ค่าความต้านทานออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ดังนั้น : ชนิดของฉนวนที่เลือกใช้คือ แผ่นยางดำ

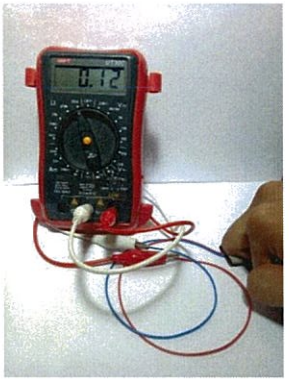
สรุปเซนเซอร์แบบที่ 1 ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่น PCB

เซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่ 1 คือ เซนเซอร์ที่ทำจากแผ่น PCB โดยด้านพลาสติกเป็นอีพอกซี่ ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร มีฉนวนกั้นเป็นแผ่นยางสีดำ และขนาดของเซนเซอร์คือ 2x2 เซนติเมตร มีคุณสมบัติสามารถแสดงค่าความต้านทานเมื่อได้รับแรงกดที่ตำแหน่งส้นเท้าและที่ตำแหน่งปลายเท้า แม้ออกแรงกดไม่มากได้ดี ที่สำคัญขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่ซับซ้อนมากและต้นทุนไม่แพง

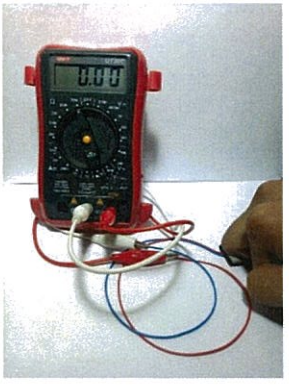
การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 2

ทดลองเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นว่าสามารถนำมาใช้งานได้หรือไม่นั้น ทดลองโดยการวัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปเมื่อได้รับแรงกด ซึ่งย่านที่ใช้ในการวัดคือ 0 - 20 เมกะโอห์ม

รูปที่ 3.21 เซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ยังไม่ได้รับแรงกด



รูปที่ 3.22 เซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ได้รับแรงกดในระดับหนึ่ง



รูปที่ 3.23 เซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ได้รับแรงกดมาก

การทดลองนี้สามารถบ่งบอกค่าความต้านทานเมื่อ ได้รับแรงกดของเซนเซอร์ได้ว่า ค่าความต้านทานที่ได้จะแปรผกผันกับแรงกดเสมอเช่นเดียวกับเซนเซอร์แบบที่ 1

การทดสอบเซนเซอร์แบบที่ 2 เพิ่มเติม

เป็นการทดลองคุณสมบัติต่างๆ ของเซนเซอร์เพิ่มเติม โดยแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการทดลองเซนเซอร์แบบที่ 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

สรุปเซนเซอร์แบบที่ 2 ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นทองแดงบางสองหน้า

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

การทดสอบเซนเซอร์สำเร็จรูป

การทดสอบเซนเซอร์สำเร็จรูปเพื่อเป็นการยืนยันว่าเซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นได้ผลตามทฤษฎี

รูปที่ 3.24 เซนเซอร์แบบที่ 3 ที่ได้รับแรงกดระดับหนึ่ง

รูปที่ 3.25 เซนเซอร์แบบที่ 3 ที่ได้รับแรงกดมาก

สรุปเซนเซอร์แบบที่ 3 เซนเซอร์สำเร็จรูป

การตอบสนองต่อแรงกดของเซนเซอร์สำเร็จรูปมีความไวดีเยี่ยม สามารถอ่านค่าได้แม้มีแรงกดเพียงเล็กน้อย เซนเซอร์สามารถแสดงค่าได้อย่างดีเมื่อมีการกดย้ำๆ หลายครั้ง และราคาของเซนเซอร์สำเร็จรูปนั้นอยู่ที่ประมาณ 295 บาท

3.5.3 สรุปผลการเลือกใช้เซนเซอร์

ตารางที่ 3.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างเซนเซอร์ที่ดีที่สุดของแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3

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

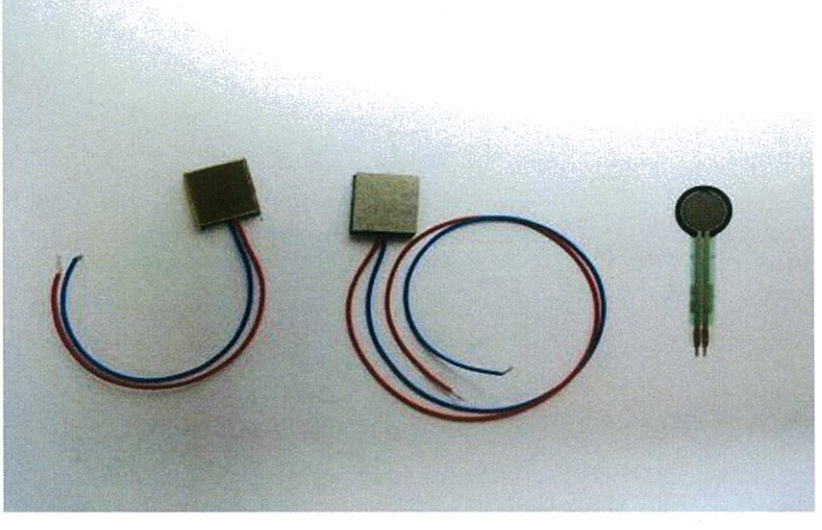
ความง่ายในการกดของเซนเซอร์คือ ความสามารถในการแสดงค่าเมื่อได้รับแรงกระทำที่เซนเซอร์ อันดับ 1 คือแบบที่ 1 และ 3 มีความง่ายในการกด 100% และรองลงมาคือ แบบที่ 2 80%

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

ความคงทนคือ ทนต่อการกดย้ำๆ ได้โดยสภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง และการอ่านค่าไม่ผิดเพี้ยน อันดับ 1 คือแ บบที่ 1 และแบบที่ 3 ทั้งสองแบบนี้สามารถทนต่อการกดสูงถึง 100 ครั้งได้ แต่แบบที่ 2 เมื่อกดย้ำบ่อยครั้งจะเกิดความยับของแผ่นทองแดง ทำให้แผ่นทองแดงเกิดความผิดรูปและไม่สามารถอ่านค่าได้

แต่เมื่อได้ลองนำเซนเซอร์ไปทดลองกับโปรแกรม Arduino ผลปรากฏว่า เซนเซอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นทั้งสองนั้นให้ค่าเป็นดิจิตอล โดยค่าจะเท่ากับศูนย์เมื่อไม่มีแรงกดและค่าจะเท่ากับค่าสูงสุดของค่าที่ตั้งไว้เมื่อมีแรงกดในระดับหนึ่ง ส่วนเซนเซอร์สำเร็จรูปนั้นสามารถให้ค่าเป็นอนาล็อกแปรผันกับแรงกดได้ดีเยี่ยม

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้เซนเซอร์สำเร็จรูปในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

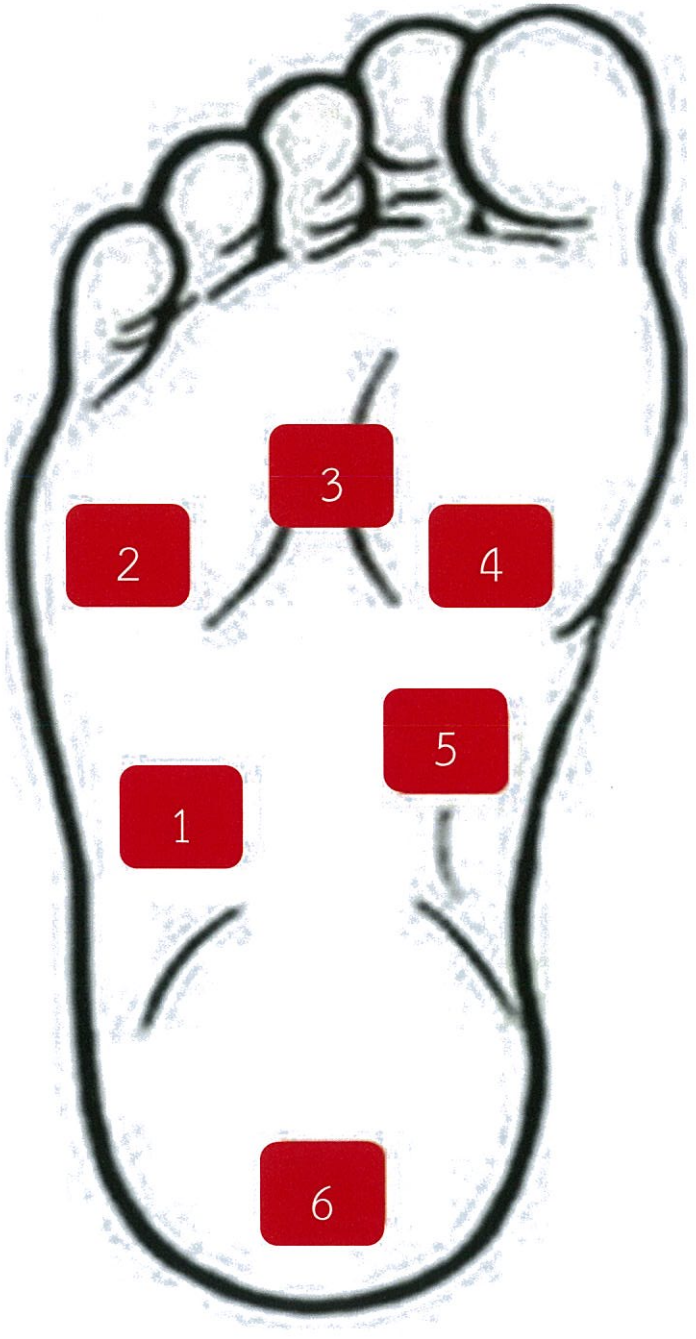


รูปที่ 3.26 เซนเซอร์แบบที่ 1, 2 และ 3 (เรียงจากซ้ายไปขวา)

3.5.4 การหาตำแหน่งที่ต้องการวางเซนเซอร์ใต้ฝ่าเท้า

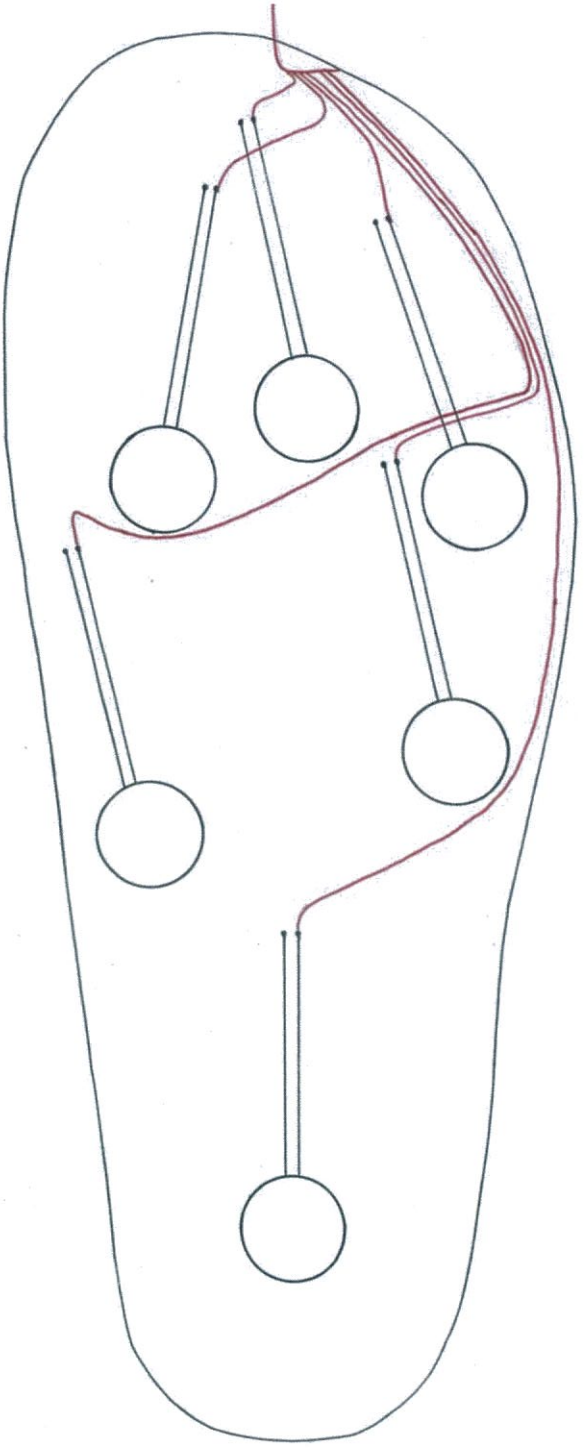
จากการศึกษาข้อมูลใต้ฝ่าเท้าของคนนั้นมีจุดสำคัญที่เชื่อมโยงกับอวัยวะต่างๆมากมาย แต่ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของขนาดและการวางของเซนเซอร์ ทำให้จำเป็นต้องเลือกตำแหน่งการวางเซนเซอร์ใหม่ โดยเลือกจุดที่คนส่วนใหญ่ใช้ในการลงน้ำหนักเท้าระหว่างเดิน

จากการวิเคราะห์แล้ว สามารถสรุปออกมาได้ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.27



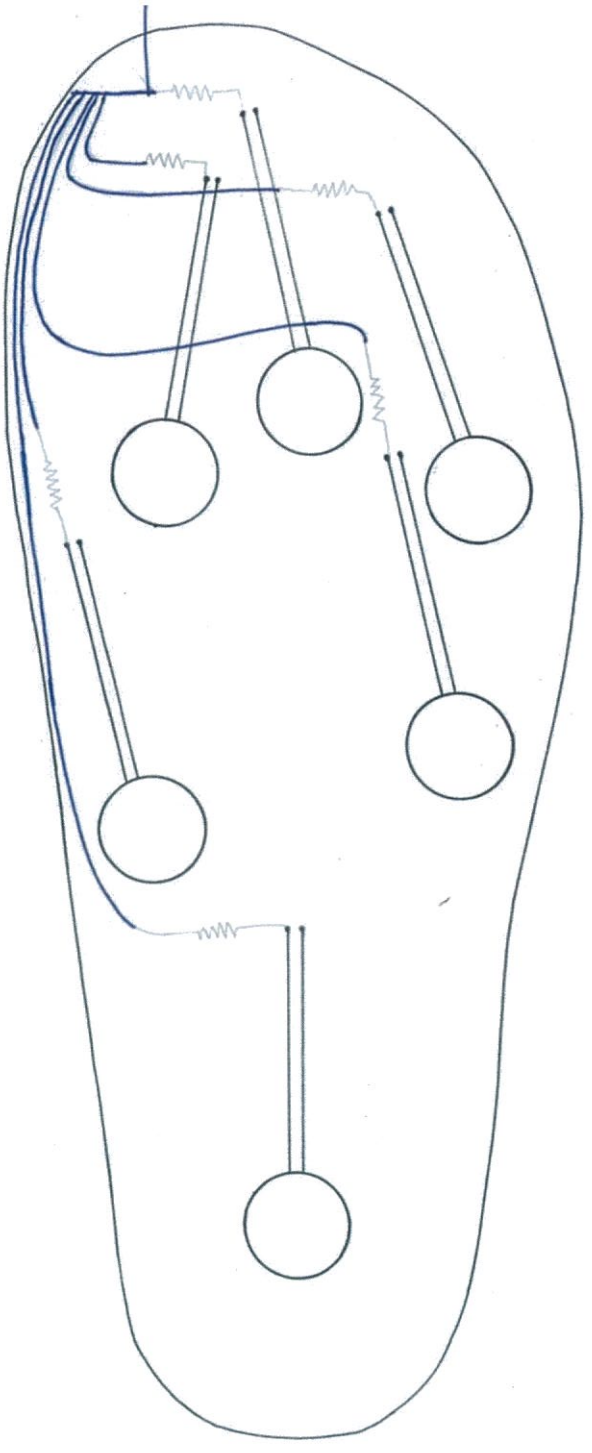
รูปที่ 3.27 ตำแหน่งที่ใช้ในการวางเซนเซอร์

3.5.5 การออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน



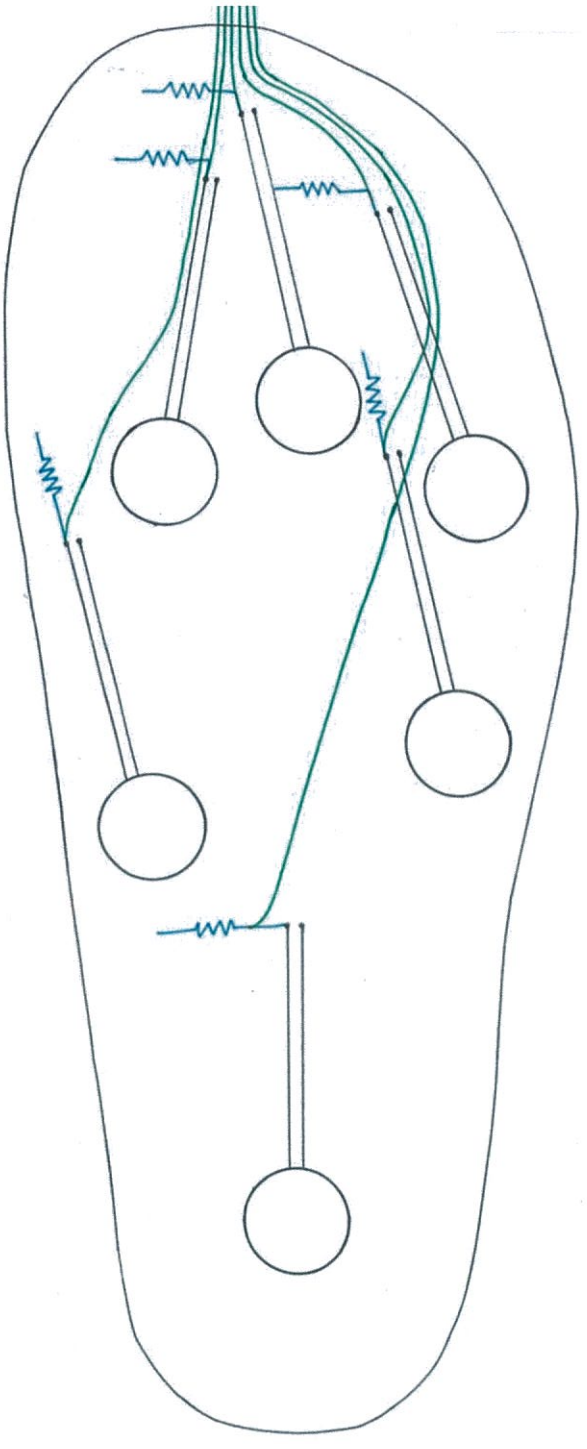
รูปที่ 3.28 การลากสายไฟเลี้ยง

หมายเหตุ; ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง



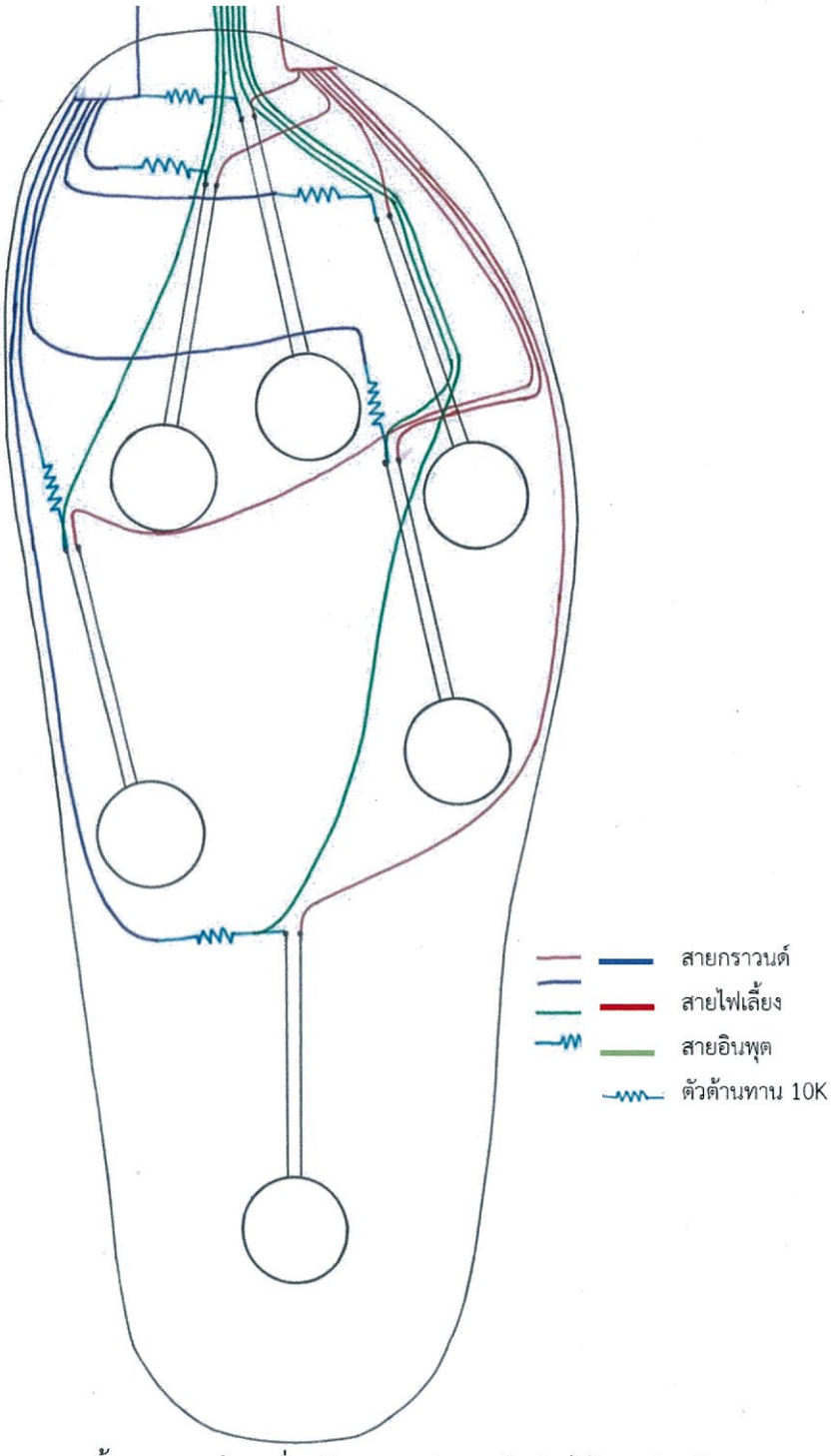
รูปที่ 3.29 การลากสายกราวด์

หมายเหตุ; ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง



รูปที่ 3.30 การลากสายอินพุตเข้า Arduino

หมายเหตุ; ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง



รูปที่ 3.31 แบบการลากสายทั้งหมดภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

จากรูปที่ 3.31; การโยงสายจริงจะนำสายกราวด์และสายไฟเลี้ยงลอดไปด้านหลังของเครื่องวัดแรงกดทับ ดังนั้นสายที่จะแสดงด้านหน้าจะมีเพียงสายอินพุตตามรูปที่ 3.32

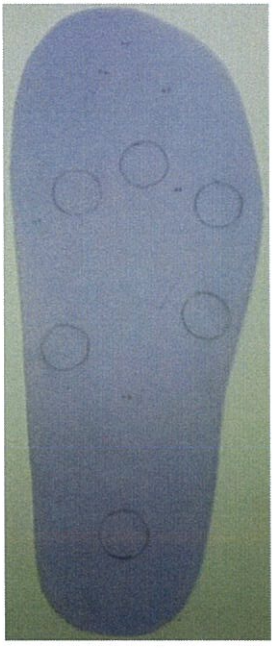
หมายเหตุ; ตำแหน่งเซนเซอร์ที่อยู่ในแบบเป็นตำแหน่งที่ได้จากการวัดกับใต้ฝ่าเท้าจริง

3.5.6 การประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินคือ เครื่องที่เป็นรองเท้าซึ่งภายในจะประกอบด้วยแผ่นฐานพร้อมเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดสอดอยู่ภายใน

ตัดแผ่นฐานและลอกลายตำแหน่งของเซนเซอร์จากแบบให้เรียบร้อย

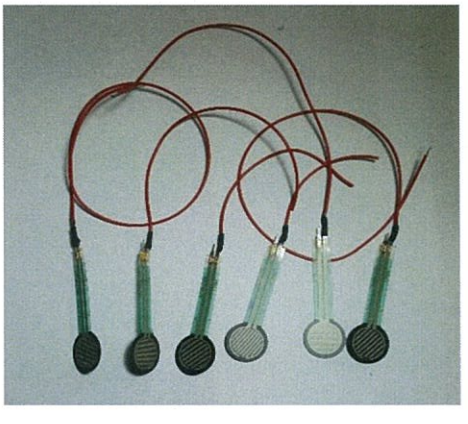
เพื่อเตรียมสำหรับการติดตั้งเซนเซอร์และการเดินสายไฟ



รูปที่ 3.32 การเตรียมแผ่นฐานเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

เชื่อมสายไฟเลี้ยงกับเซนเซอร์

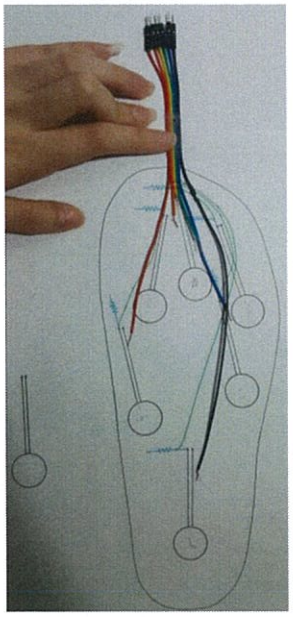
การเชื่อมสายไฟเลี้ยงจะใช้สายไฟสีแดงเพื่อง่ายต่อการจดจำ และบัดกรีสายไฟไว้ที่ด้านขวาของเซนเซอร์ โดยก่อนการบัดกรีจะมีการเขียนชื่อตำแหน่งของเซนเซอร์ไว้ที่ด้านหลังเพื่อง่ายต่อการเลือกความยาวสายไฟ ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 การบัดกรีสายไฟเลี้ยงกับเซนเซอร์

วัดสายอินพุตก่อนการบัดกรี

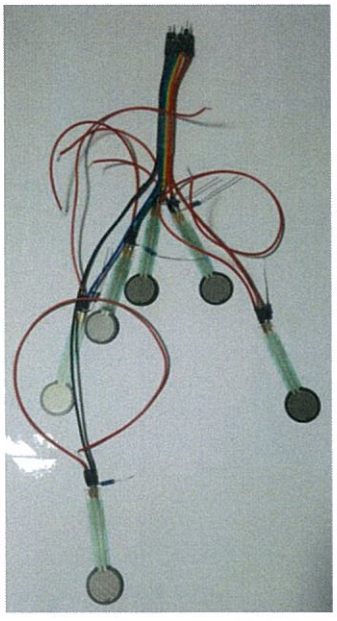
การเชื่อมสายอินพุตจะใช้สายแพ เพื่อสะดวกต่อการนำสายเข้าไปเสียบกับช่องอนาล็อกอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยก่อนบัดกรีจะมีการนำสายแพมาวัดความยาวตามแบบ ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 การวัดความยาวสายอินพุตจากแบบ

บัดกรีสายอินพุตและตัวต้านทาน

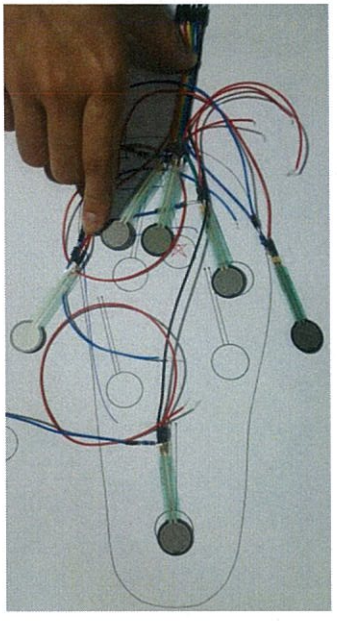
หลังจากตัดสายอินพุตเรียบร้อยแล้ว จึงนำมาบัดกรีเข้ากับตัวต้านทานและเชื่อมเข้ากับขาข้างซ้ายของเซนเซอร์ ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 การบัดกรีสายอินพุตและตัวต้านทานเข้ากับเซนเซอร์

บัดกรีสายกราวด์กับขาอีกข้างของตัวต้านทาน

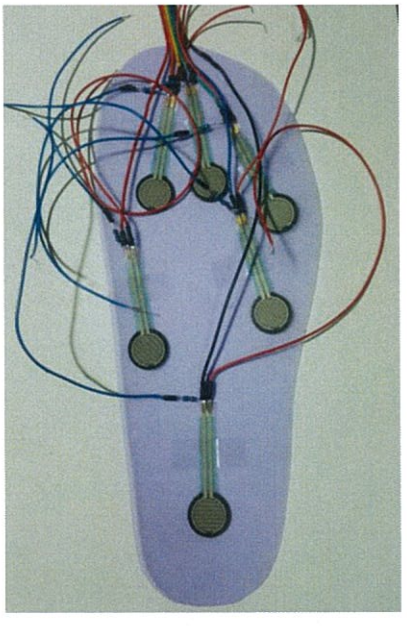
ก่อนทำการบัดกรีจะมีการวัดขนาดความยาวของสายไฟโดยประมาณที่ตำแหน่งต่างๆของเซนเซอร์ ยกเว้นตำแหน่งที่ 3 (ตำแหน่งที่มีการมาร์คดาวไว้) จะไม่ต้องบัดกรีสายกราวด์



รูปที่ 3.36 การบัดกรีสายกราวด์เข้ากับตัวต้านทาน

ติดเซนเซอร์ลงบนแผ่นฐาน

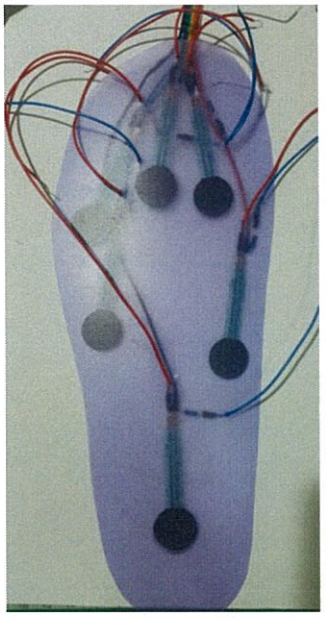
การติดเซนเซอร์จะติดตามตำแหน่งที่ได้มาร์คไว้ตามขั้นตอนที่ 1 (รูปที่ 3.32) ซึ่งติดเซนเซอร์ด้วยสก็อตเทปใสที่บริเวณขาของเซนเซอร์



รูปที่ 3.37 การติดเซนเซอร์บนแผ่นฐาน

ลอดสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ไว้ด้านหลังของแผ่นฐาน

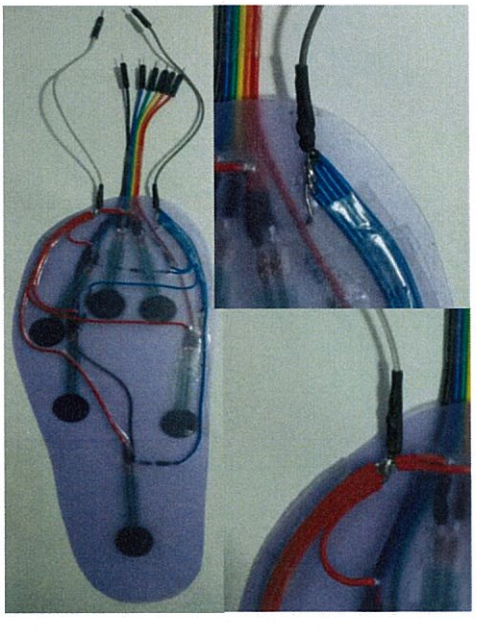
ในขั้นตอนนี้จะต้องทำการมาร์คจุดและเจาะรูให้มีขนาดพอดีกับสายไฟเพื่อความเรียบร้อยดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 การลอดสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ไว้ด้านหลังของแผ่นฐาน

จัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ให้เรียบร้อย

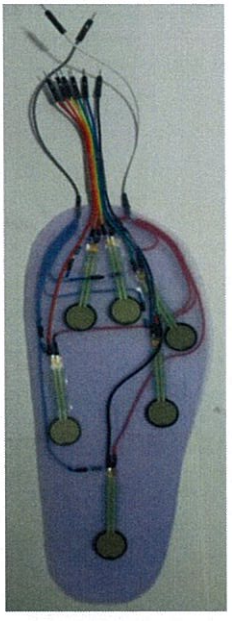
จัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งบัดกรีสายไฟรวมกัน โดยมีการนำสายแพมาเชื่อมกับปลายทั้งสองฝั่งเพื่อสะดวกต่อการเสียบเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.39 การจัดเรียงสายไฟเลี้ยงและสายกราวด์

จัดเรียงสายอินพุตให้เรียบร้อย

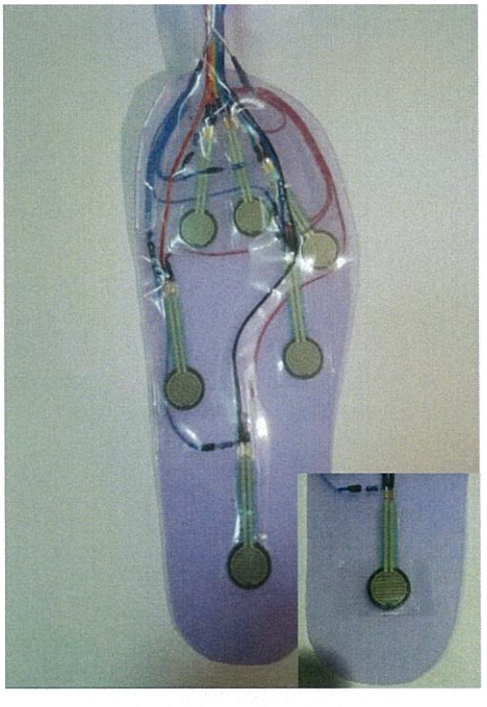
ทำการจัดเรียงสายอินพุตตามที่ออกแบบไว้ โดยไม่ให้สายอินพุตไปทับกับเซนเซอร์ ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 การจัดเรียงสายอินพุต

ติดทับด้วยสติกเกอร์ใส

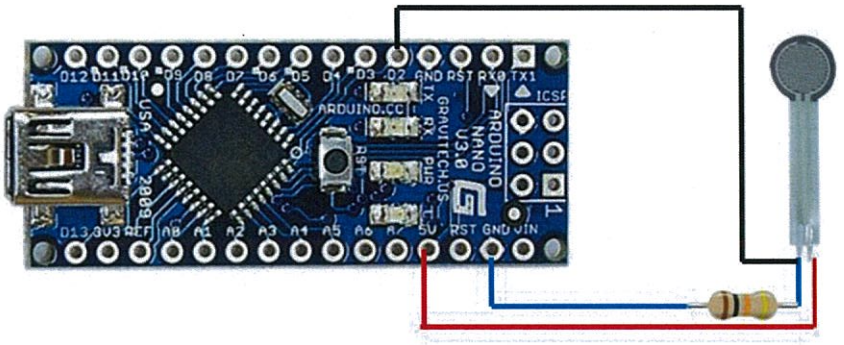
ก่อนการติดทับด้วยสติกเกอร์ใสนั้น จะมีการวางพลาสติกใสทับบริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์เพื่อป้องกันการเสียหายภายหลัง โดยติดสติกเกอร์ใสทั้งด้านหน้าและด้านหลัง



รูปที่ 3.41 แผ่นฐานพร้อมเซนเซอร์แบบสมบูรณ์

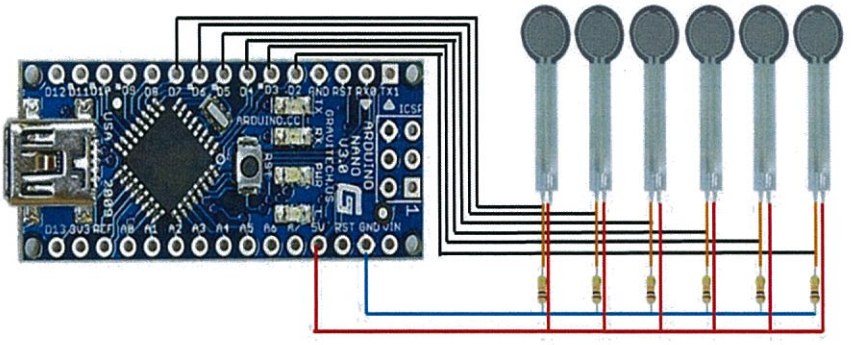
3.5.7 การออกแบบวงจรที่ใช้กับเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

วงจรต้นแบบที่ใช้ระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.42 วงจรต้นแบบระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

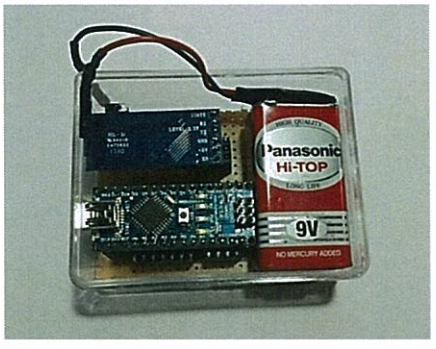
ประยุกต์วงจรต้นแบบมาใช้กับเซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตัว



รูปที่ 3.43 วงจรระหว่างเซนเซอร์ 6 ตัวและไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรที่ใช้กับเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

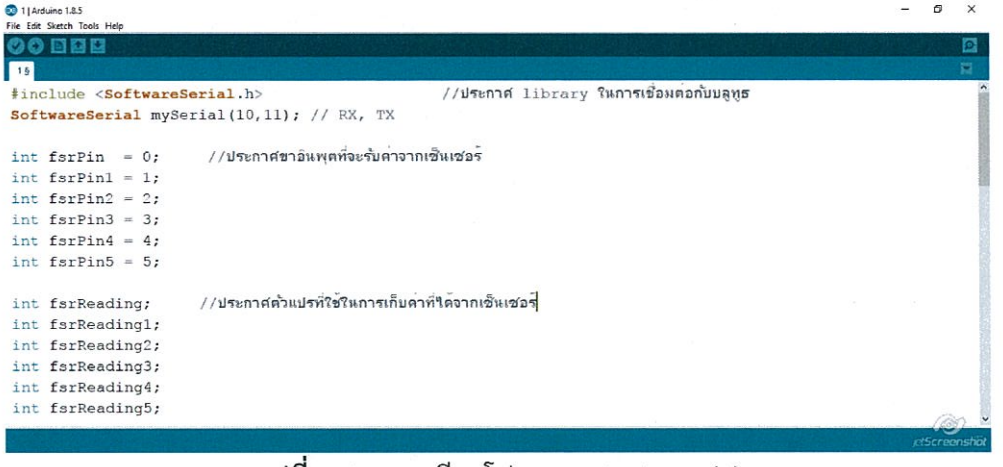
ภายในวงจรนี้จะประกอบด้วย Arduino Nano 3.0, Bluetooth HC-05 และ Battery 9V โดยสามารถไล่วงจรได้ดังนี้ Battery 9V ส่งไฟเลี้ยงโดยตรงไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนบลูทูธได้รับไฟ 5V จากไมโครคอนโทรลเลอร์ และต่อเซนเซอร์เข้ากับช่องอนาล็อกอินพุตขาที่ A0 - A5 ดังรูปที่ 3.44



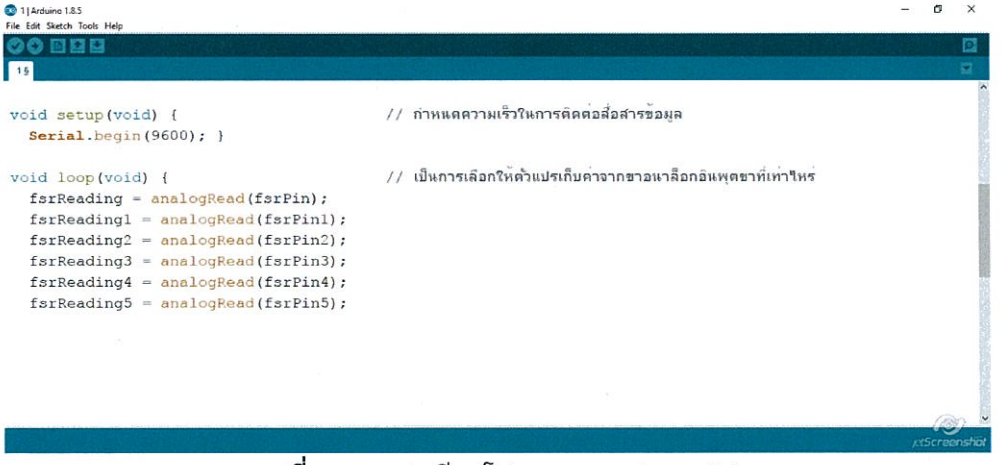
รูปที่ 3.44 วงจรที่ใช้กับเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

3.5.8 การเขียนโปรแกรม Arduino

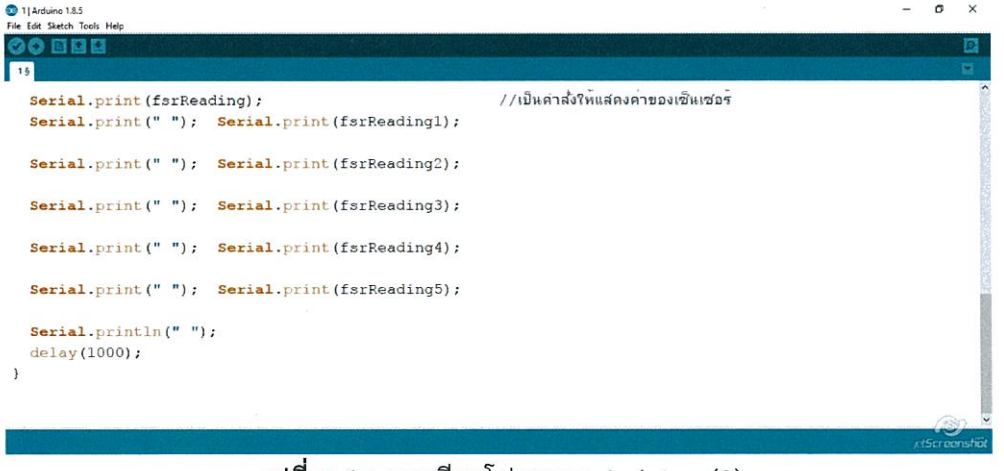
ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรม Arduino เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์เก็บเข้ามาในรูปของตัวแปรเพื่อส่งไปให้กับโปรแกรมแสดงผลผ่านเครือข่ายไร้สาย (บลูทูธ)



รูปที่ 3.45 การเขียนโปรแกรม Arduino (1)

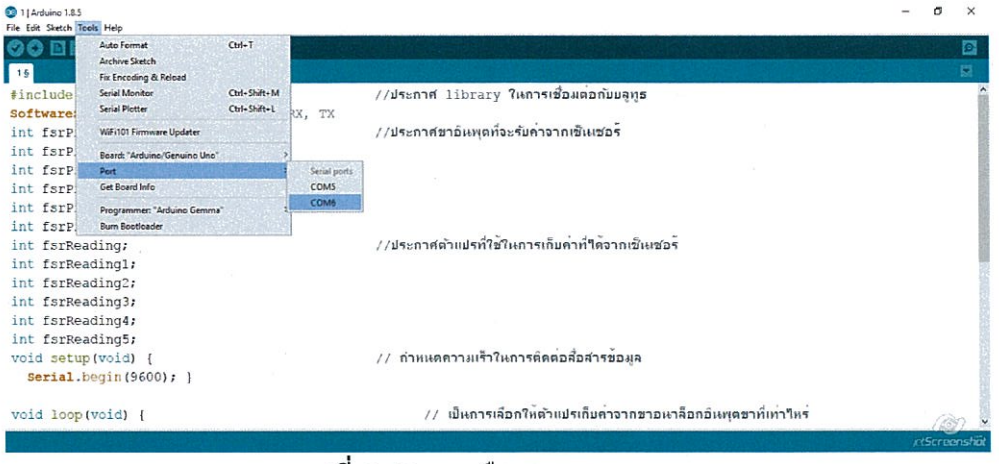


รูปที่ 3.46 การเขียนโปรแกรม Arduino (2)

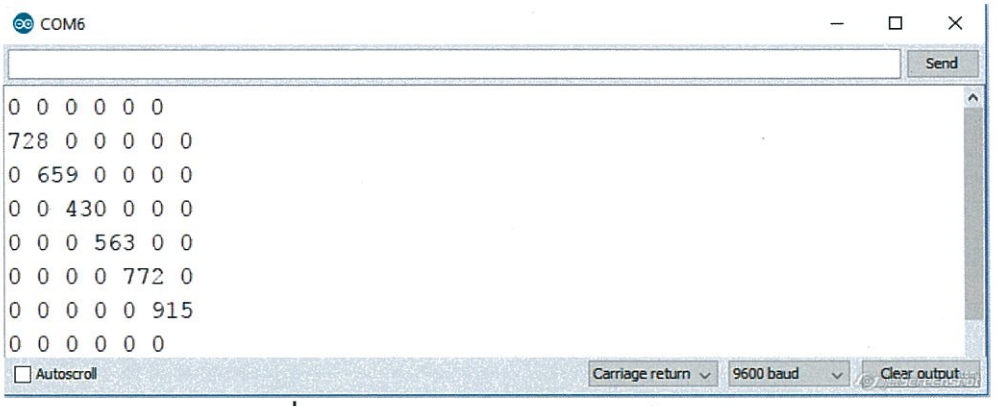


รูปที่ 3.47 การเขียนโปรแกรม Arduino (3)

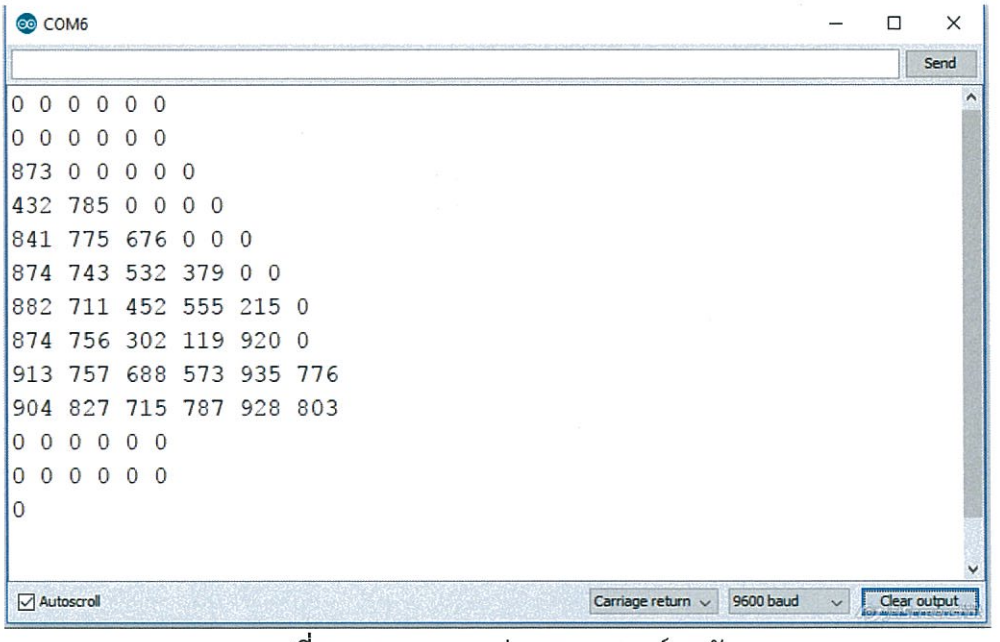
3.5.9 การทดสอบการอ่านค่าเซนเซอร์ของโปรแกรม Arduino



รูปที่ 3.48 การเลือกพอทของบลูทูธ



รูปที่ 3.49 การแสดงค่าของเซนเซอร์แต่ละตัว



รูปที่ 3.50 การแสดงค่าของเซนเซอร์ทุกตัว

3.5.10 การเขียนโปรแกรม LabVIEW

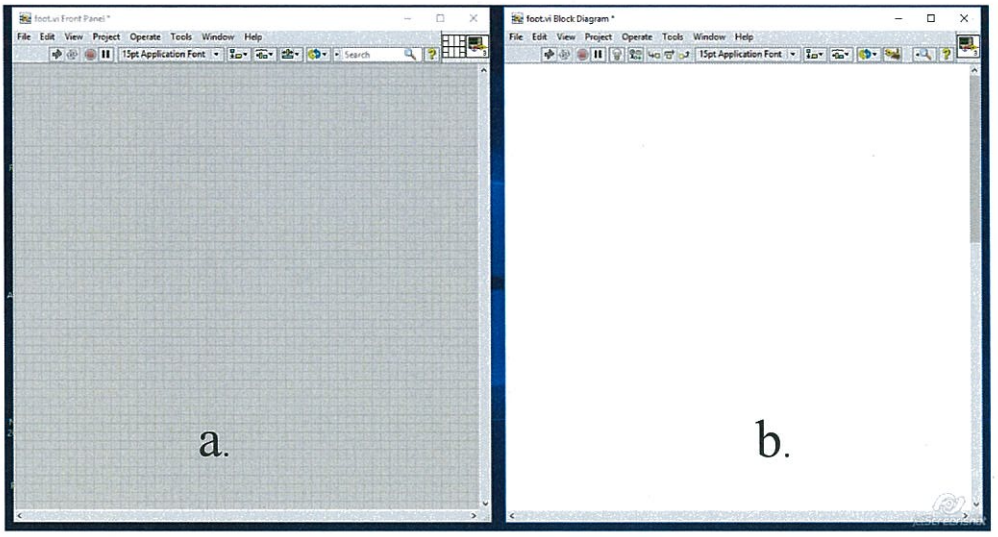
ในขั้นตอนนี้เป็นการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการแสดงผล

การเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม LabVIEW

หน้าจอการทำงานของโปรแกรม LabVIEW

ด้าน a. เรียกว่า Front Panel เป็นหน้าสำหรับใช้แสดงผล

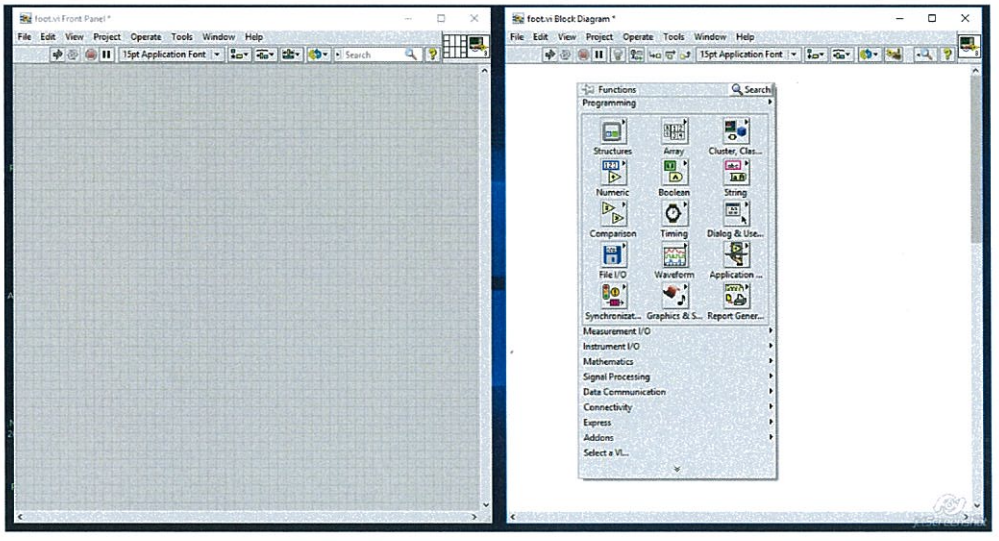
ด้าน b. เรียกว่า Block Diagram เป็นหน้าสำหรับเขียนคำสั่งต่างๆ



รูปที่ 3.51 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม LabVIEW

การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม LabVIEW

คลิกขวาทางด้านของ Block Diagram



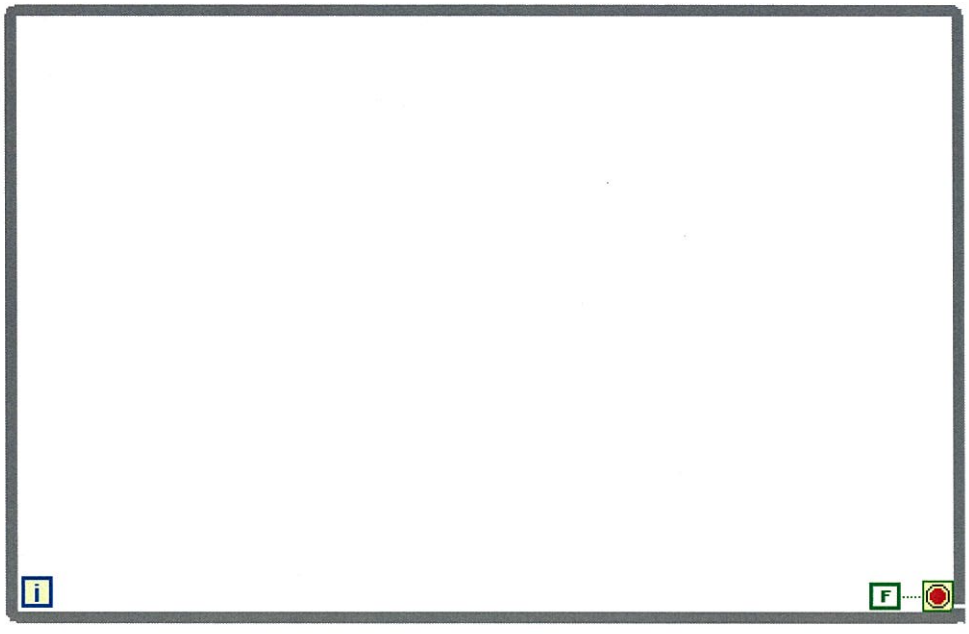
รูปที่ 3.52 การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม LabVIEW

การสร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธและการอ่านค่าข้อมูล

สร้าง While Loop

เพื่อให้โปรแกรมทำงานแบบวนลูป

โดยใช้ฟังก์ชัน While loop

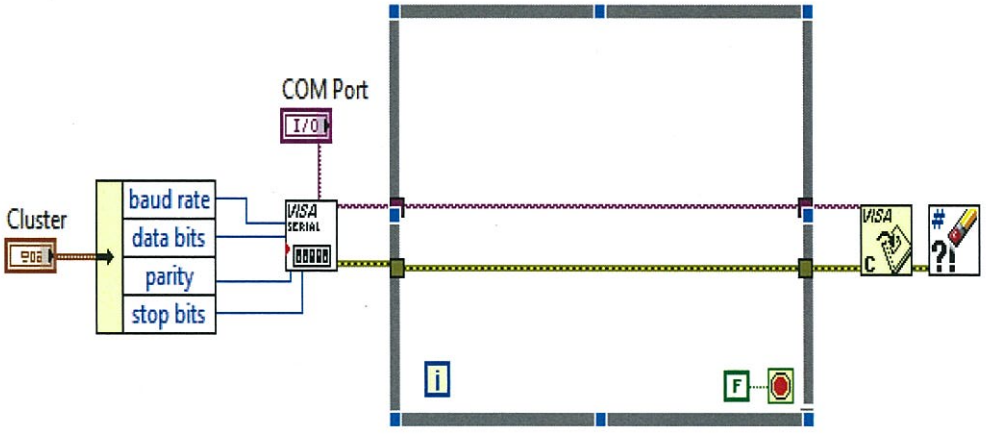


รูปที่ 3.53 การสร้าง While Loop

สร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธ

เพื่อให้โปรแกรม LabVIEW สามารถรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสัญญาณบลูทูธได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้สามารถเลือก Port เพื่อเชื่อต่อกับบลูทูธที่หน้าจอ Front Panel ได้

โดยใช้ฟังก์ชัน VISA Configure Serial Port

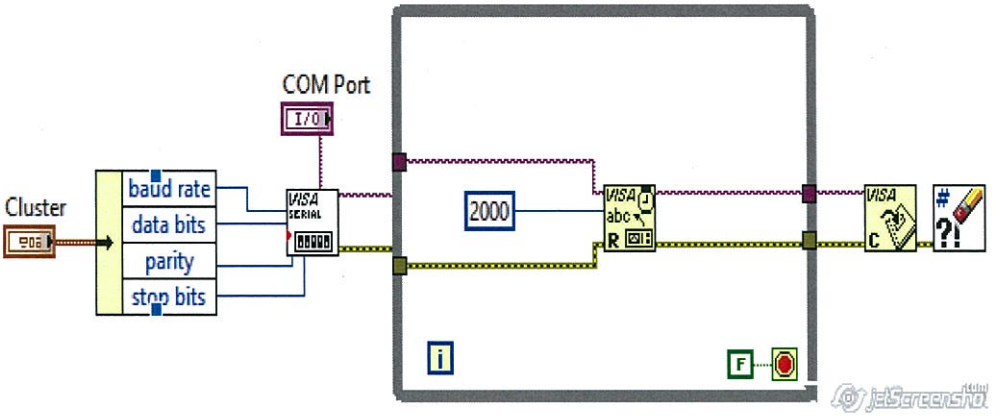


รูปที่ 3.54 การสร้างคำสั่งการเชื่อมต่อบลูทูธ

การสร้างคำสั่งอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์

หลังจากที่โปรแกรมสามารถติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมสามารถอ่านค่าจากเซนเซอร์ได้

โดยใช้ฟังก์ชัน VISA Read

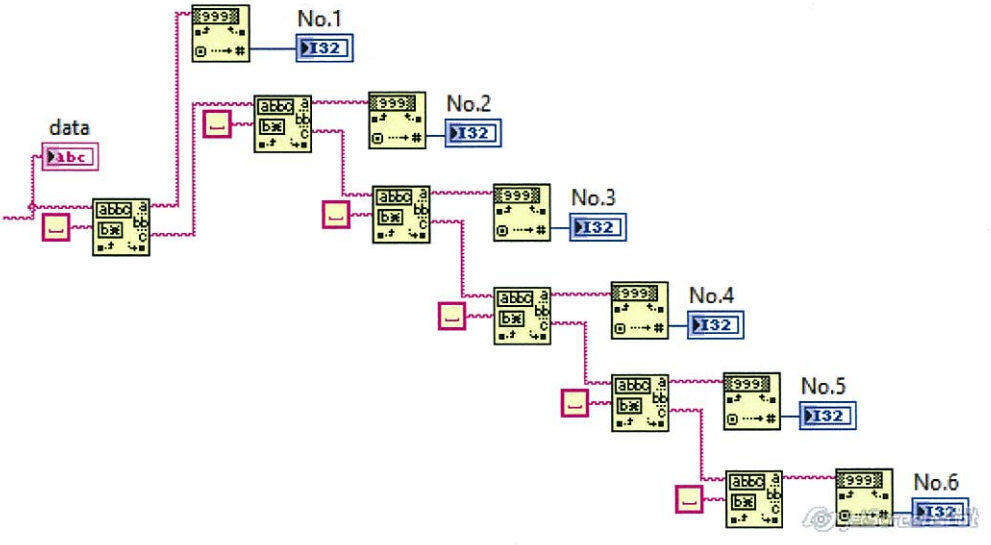


รูปที่ 3.55 การสร้างคำสั่งอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์

การสร้างตัวแปรในโปรแกรม LabVIEW เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์

ในขั้นตอนนี้จะต้องสร้างตัวแปรทั้งหมด 6 ตัวแปร ซึ่งจำนวนตัวแปรนี้มาจากจำนวนเซนเซอร์ที่มีทั้งหมด 6 ตัว โดยมีชื่อตัวแปรคือ No.1 – No.6 ตามลำดับ

โดยใช้ฟังก์ชัน Match Pattern และ Decimal String To Number



รูปที่ 3.56 การสร้างตัวแปรในโปรแกรม LabVIEW เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์

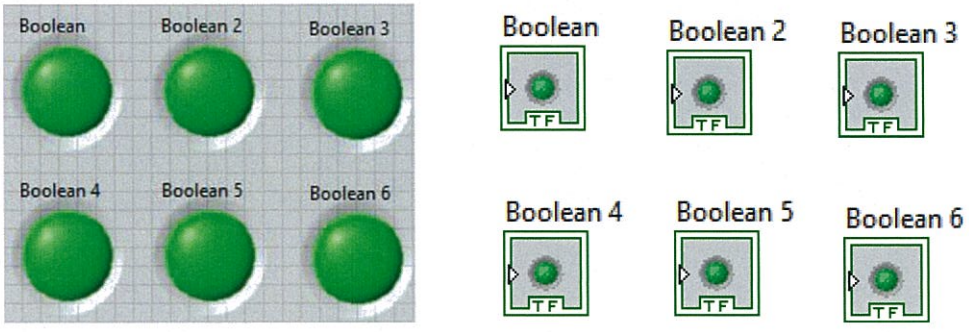
การสร้างบูลีนแสดงสีตามการออกแรงกดที่เซนเซอร์

จากการทดสอบค่าที่ได้จากเซนเซอร์ในหัวข้อ 3.5.9 ค่าจะอยู่ระหว่าง 0 – 1000 จากน้ำหนักน้อยไปมาก จึงได้ทำการแบ่งช่วงการแสดงสีทั้งหมด 11 ช่วง โดยมีช่วงสีหลักดังนี้ สีขาว -> สีฟ้า -> สีน้ำเงิน -> สีเขียว -> สีเหลือง -> สีแดง

สร้างบูลีนขึ้นมาทั้งหมด 6 รูป และกำหนดขนาดให้เท่ากัน

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

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



รูปที่ 3.57 สร้างบูลีนจำนวน 6 รูป

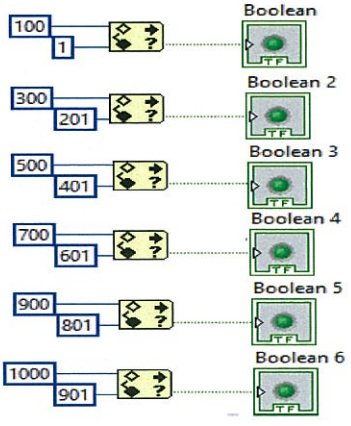
หมายเหตุ ภาพด้านซ้ายคือ Front Panel ภาพด้านขวาคือ Block Diagram

สร้างช่วงของการแสดงสี

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

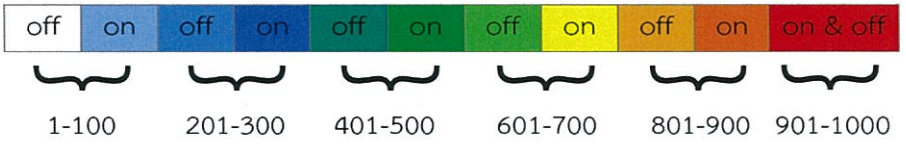


รูปที่ 3.58 การกำหนดช่วงให้กับบูลีน

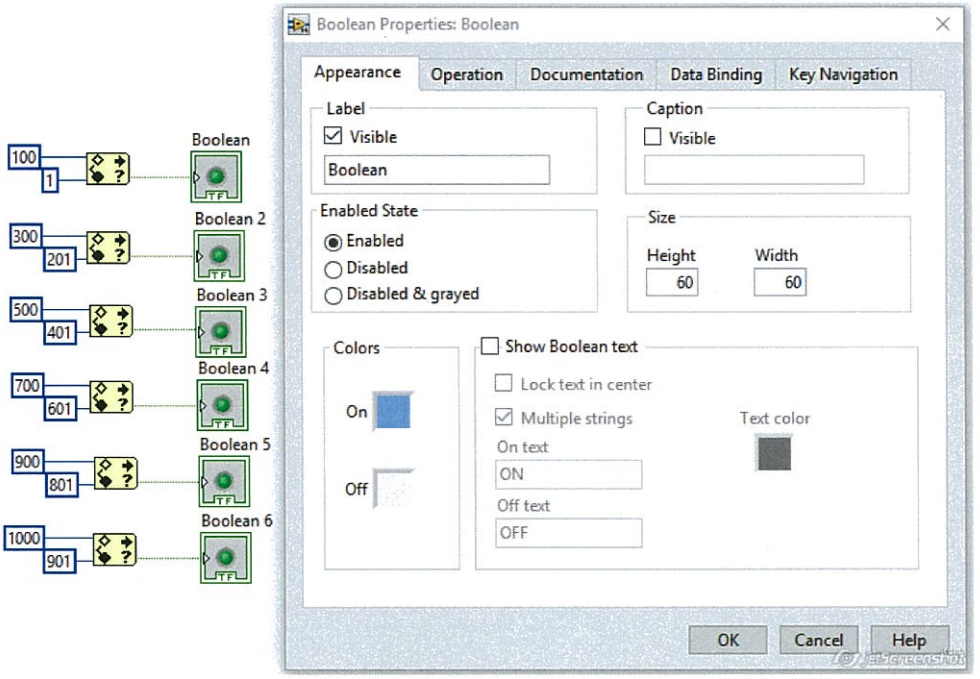
กำหนดสีของบูลีนในแต่ละช่วง

หลังจากกำหนดช่วงให้กับแต่ละบูลีนแล้ว จะทำการใส่สีให้กับช่วงที่ตั้งไว้ของแต่ละบูลีน

การใส่สีให้กับบูลีน >> คลิกขวาที่บูลีน -> properties



รูปที่ 3.59 สีที่แสดงในแต่ละบูลีน



รูปที่ 3.60 ตัวอย่างการกำหนดสีให้กับบูลีนช่วง 1-100

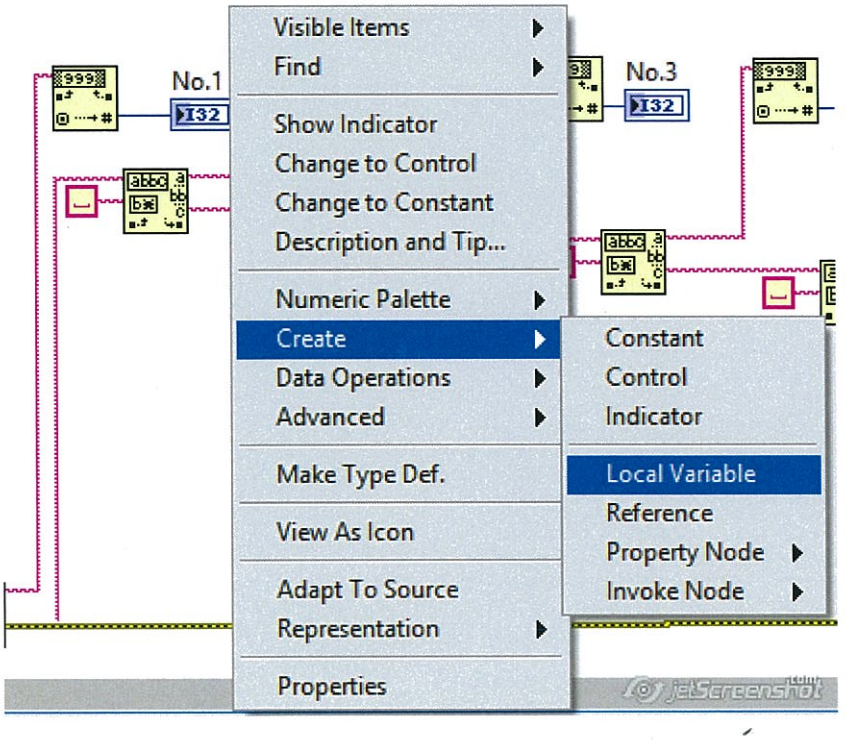
หมายเหตุ1 ในขั้นตอนนี้สามารถคัดลอกไว้ทั้งหมด 6 ชุด เพื่อใช้กับเซนเซอร์ทั้งหมด 6 เซนเซอร์

หมายเหตุ2 On หมายถึง ถ้าเซนเซอร์มีค่าอยู่ในช่วง 1-100 จะแสดงสีฟ้า

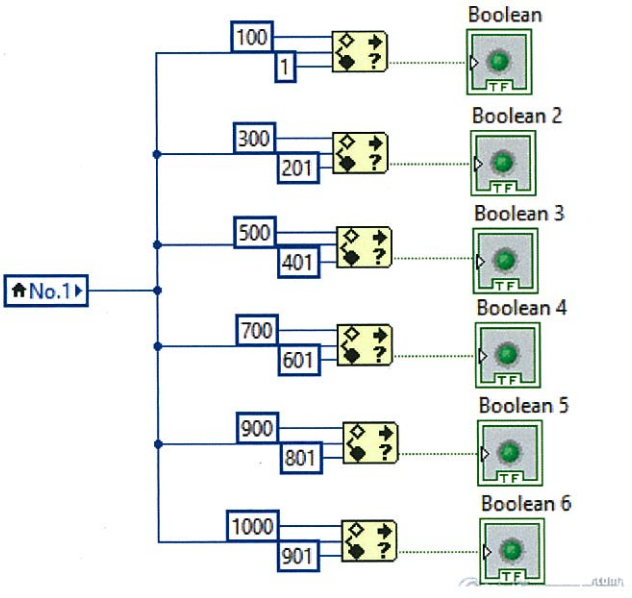
Off หมายถึง ถ้าเซนเซอร์มีค่าน้อยกว่าในช่วง 1 จะแสดงสีขาว

การใส่ตำแหน่งเซนเซอร์ให้บูลีน

เป็นการนำเอาตัวแปรที่เก็บค่าแต่ละตำแหน่งมาเข้ากับบูลีน



รูปที่ 3.61 การนำค่าตัวแปรมาใช้

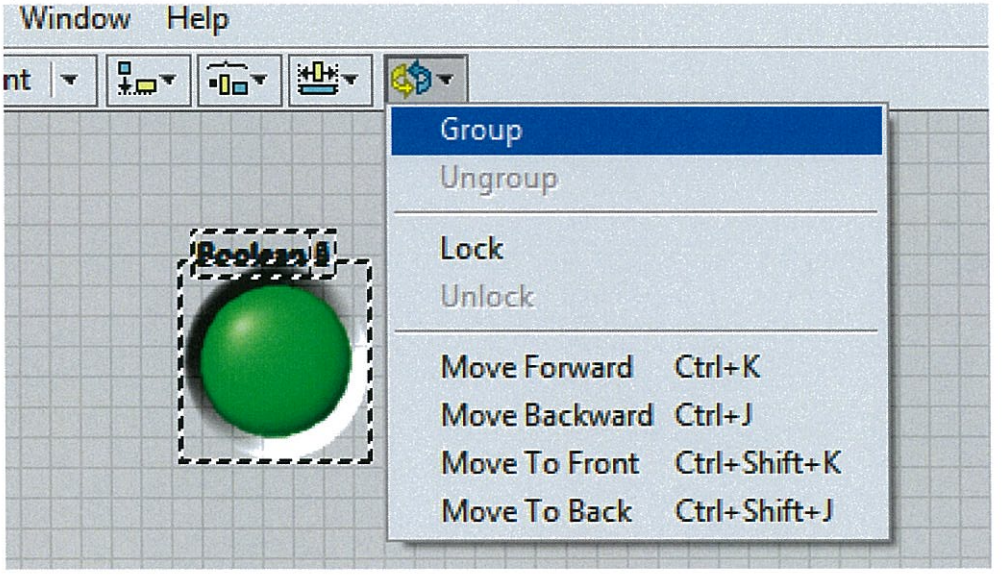


รูปที่ 3.62 ตัวอย่างการนำค่าตัวแปรมาเชื่อมกับบูลีนที่สร้างขึ้น

หมายเหตุ จากรูปที่ 3.62 เป็นเพียงขั้นตอนการทำของตำแหน่งที่ 1 โดยตำแหน่งอื่นๆ มีขั้นตอนการทำเช่นเดียวกัน

การจัดการกับบูลีนหน้า Front Panel

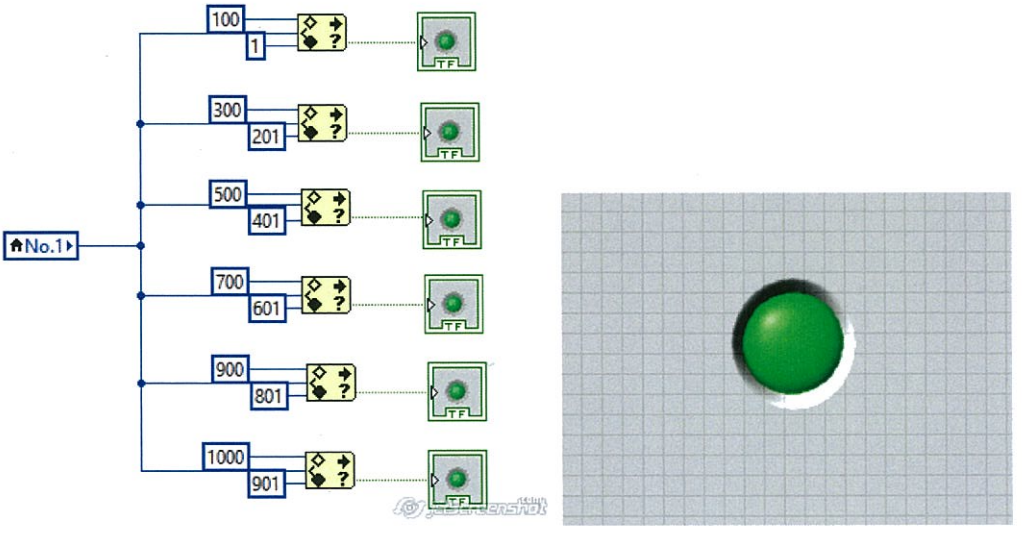
หลังจากที่สร้างบูลีนไว้ 6 รูป จำเป็นต้องนำบูลีนมารวมกันเพื่อแสดงเป็น 1 ตำแหน่ง ซึ่งมีขั้นตอนดังภาพ



รูปที่ 3.63 การรวมบูลีน

การลบข้อความบนบูลีนออก

จากรูปที่ 3.63 จะเห็นได้ว่ามีข้อความซ้อนทับกัน สามารถลบออกได้ตามขั้นตอนดังนี้ ดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อบูลีนแล้วทำการลบชื่อออกทุกตำแหน่ง

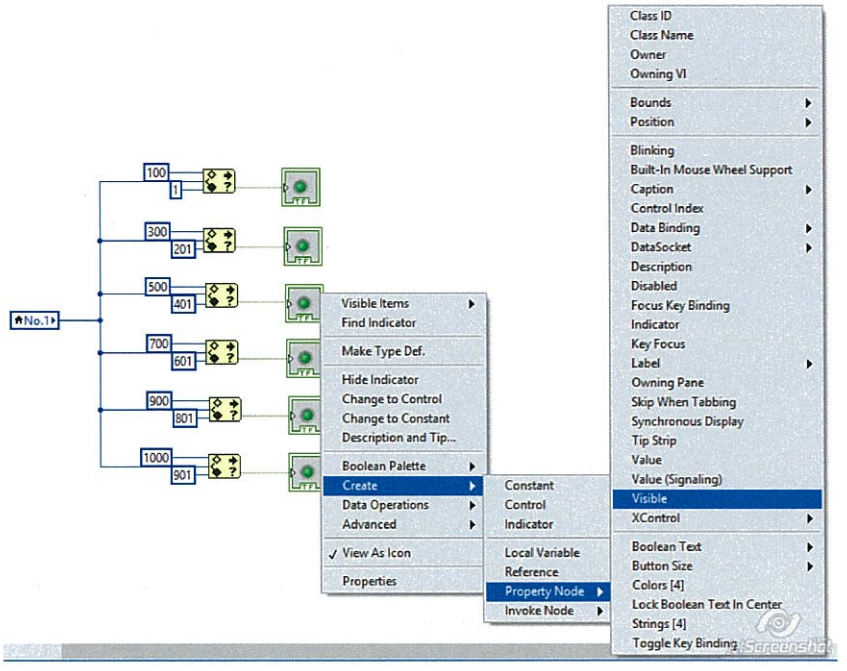


รูปที่ 3.64 การลบชื่อบูลีน

การเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีน

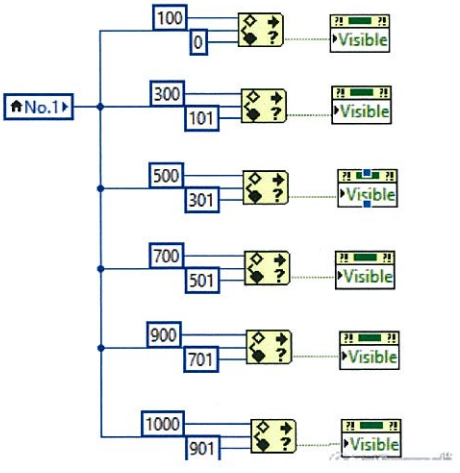
นอกจากการกำหนดช่วงสีให้กับบูลีนแล้ว จากขั้นตอนที่ 2 หากไม่มีการกำหนดช่วงการทำงานให้กับบูลีน จะทำให้เกิดการทำงานซ้อนทับของบูลีนได้

โดยใช้ฟังก์ชัน Visible เพื่อช่วยให้มีการแสดงบูลีนในช่วงที่กำหนดให้



รูปที่ 3.65 การใช้ฟังก์ชัน Visible

หลังจากนั้นเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีนได้ดังภาพ



รูปที่ 3.66 การเลือกช่วงการทำงานให้กับบูลีน

หมายเหตุ รูปที่ 3.66 เป็นเพียงขั้นตอนการทำของตำแหน่งที่ 1 โดยตำแหน่งอื่นๆ มีขั้นตอนการทำเช่นเดียวกัน

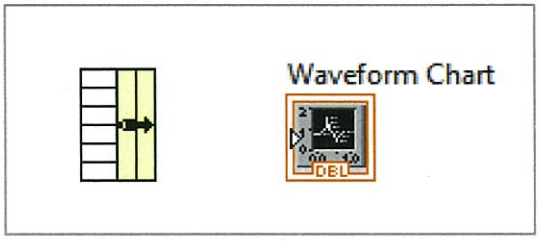
การสร้างกราฟแสดงผล

สร้างแสดงผลจะมีทั้งหมด 6 เส้น แทนแต่ละตำแหน่งด้วยสีที่แตกต่างกัน

โดยใช้ฟังก์ชัน Waveform Chart เพื่อแสดงกราฟ และใช้ฟังก์ชัน Bundle ในการรวมตัวแปรหลายๆ ตัวเพื่อส่งไปยังฟังก์ชัน Waveform Chart

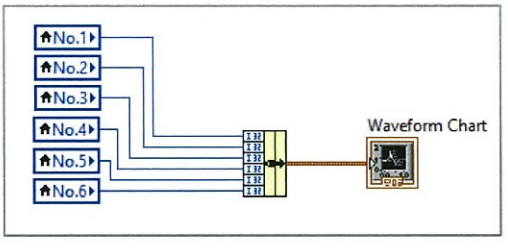
การเรียกใช้ฟังก์ชัน Waveform Chart >> คลิ๊กขวาที่ Front Panel -> Graph -> Waveform Chart

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

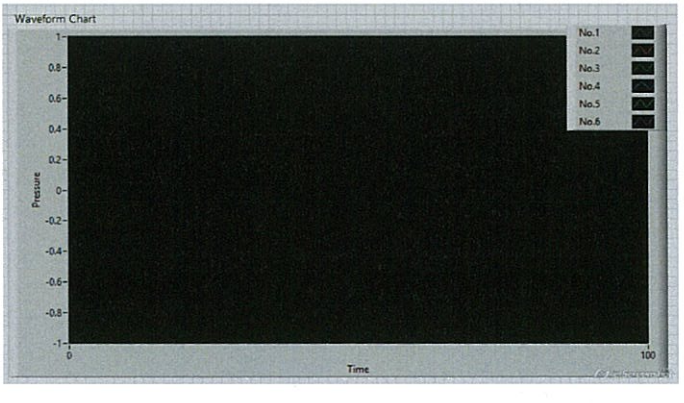


รูปที่ 3.67 ฟังก์ชัน Waveform Chart และ Bundle

หลังจากนั้นนำตัวแปรทั้ง 6 ตำแหน่งมาเชื่อมต่อกับ Bundle และ Waveform Chart โดยการนำตัวแปรมาใช้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.68 การสร้างกราฟแสดงผล

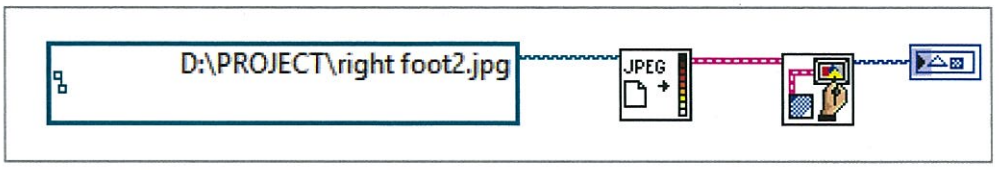


รูปที่ 3.69 กราฟแสดงผล

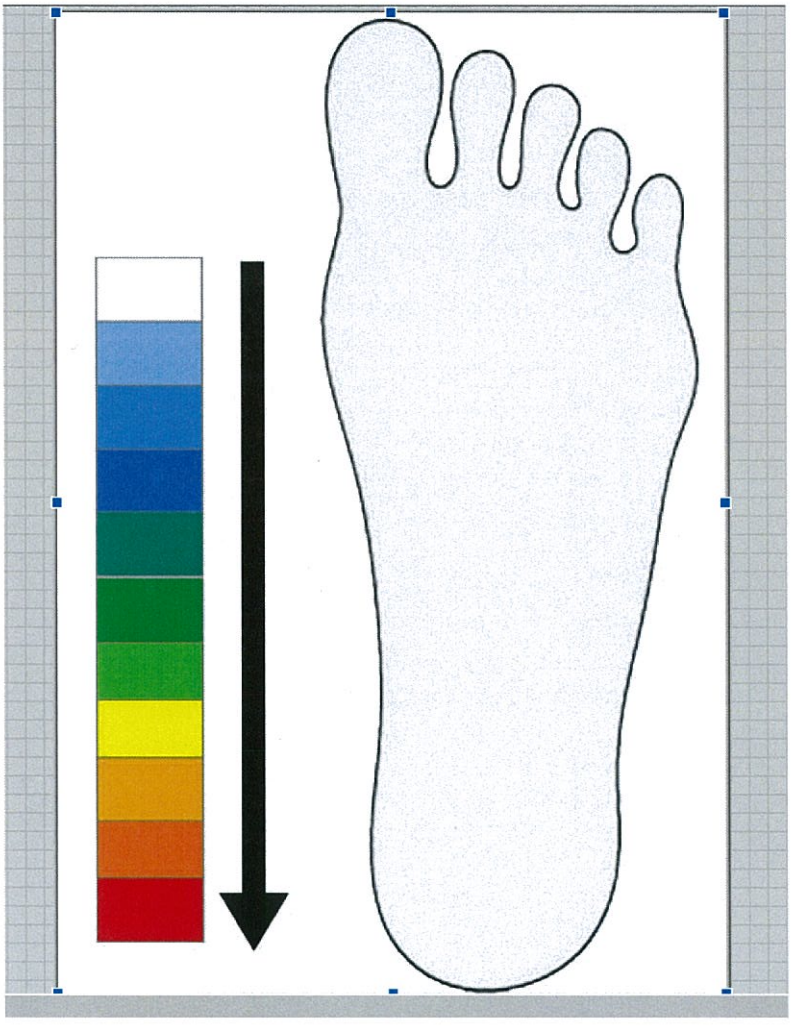
การใส่รูปในโปรแกรม LabVIEW

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการใส่รูปเท้าเพื่อช่วยให้การจัดวางบูลีนแสดงสีเป็นไปได้ง่ายและช่วยในการดูตำแหน่งได้ง่ายขึ้น

โดยใช้ฟังก์ชัน Read JPEG File.vi และ Draw Flattened Pixmap.vi



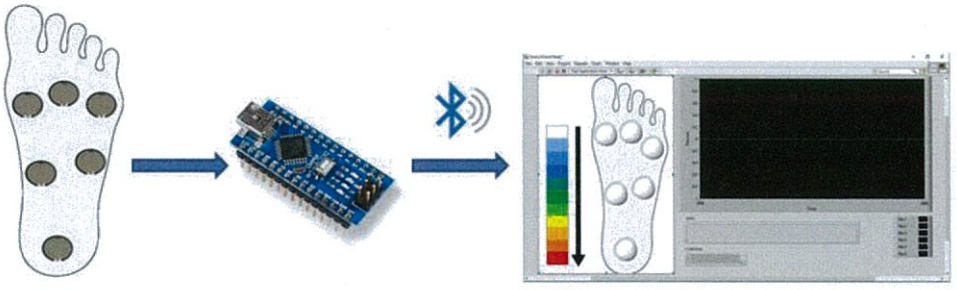
รูปที่ 3.70 การใส่รูปภาพในโปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 3.71 รูปแผ่นเท้าที่ใช้ในการแสดงผล

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน



รูปที่ 4.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

4.2 ผลการออกแบบโปรแกรมแสดงผล

ภายในหน้าจอแสดงผลจะประกอบด้วยทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่

4.2.1 ส่วนที่เป็นรูปรองเท้า

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงระดับการออกแรงทั้งหมด 6 ตำแหน่งจากตำแหน่งจริงของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน ซึ่งสามารถแสดงค่าให้เห็นแบบ Real-Time

4.2.2 ส่วนที่เป็นกราฟ

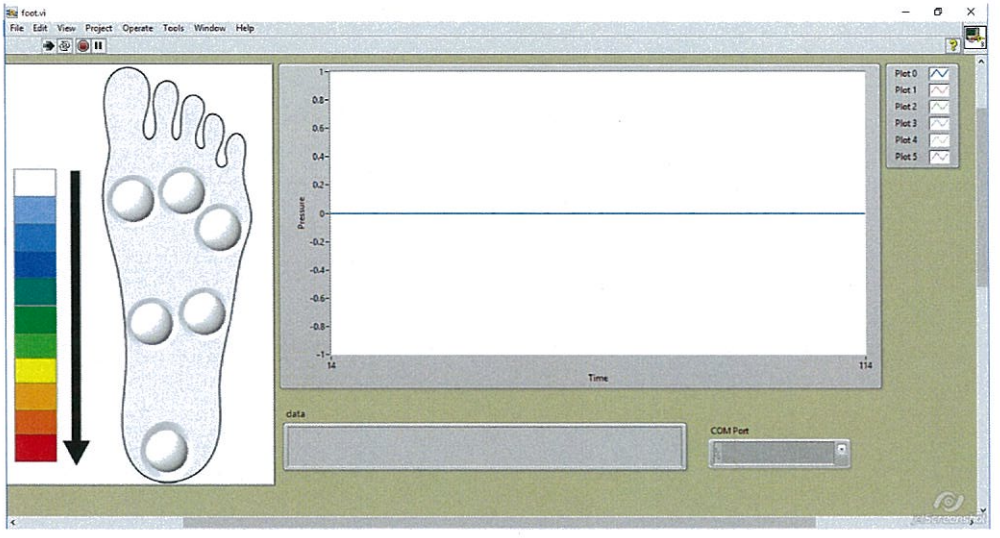
ในส่วนนี้จะแสดงกราฟทั้งหมด 6 เส้น โดยใช้สีในการบ่งบอกถึงตำแหน่งทั้ง 6 ตำแหน่งที่ด้านขวาของกราฟ ซึ่งค่าของกราฟก็สามารถแสดงในรูปแบบของ Real-Time เช่นกัน

4.2.3 ส่วนของการเลือกพอร์ทเพื่อเชื่อมต่อบลูทูธ

สามารถทำการเลือกพอร์ทในการติดต่อสื่อสารของบลูทูธได้ที่ช่อง COM Port

4.2.4 ส่วนการแสดงค่าของเซนเซอร์

ในส่วนของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์จะแสดงในช่องของ data โดยจะแสดงข้อมูลจากเซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผล

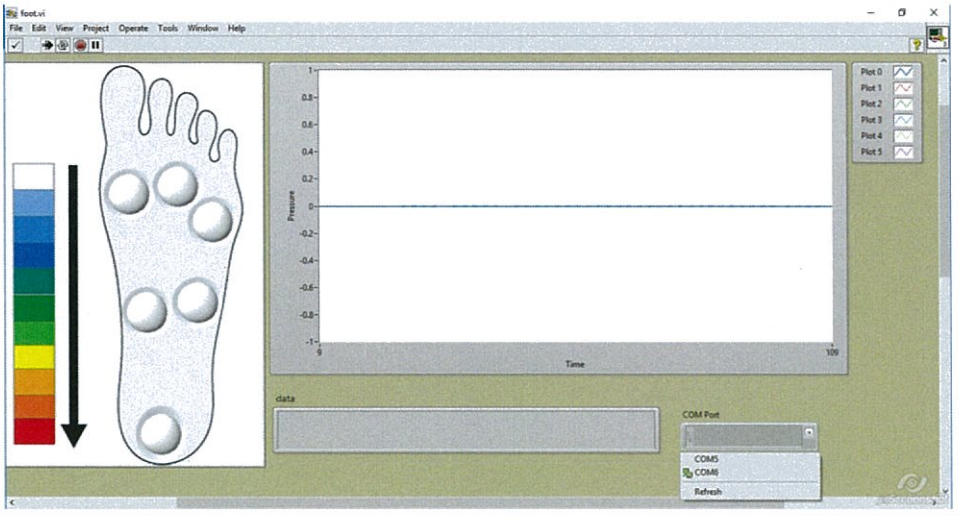
4.3 ผลการประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

ภายในเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินจะประกอบด้วยแผ่นเซนเซอร์ที่มีเซนเซอร์ทั้งหมด 6 ตำแหน่งตามจุดต่างๆ และเชื่อมโยงสายมายังวงจรที่อยู่ด้านบนของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

รูปที่ 4.3 เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน

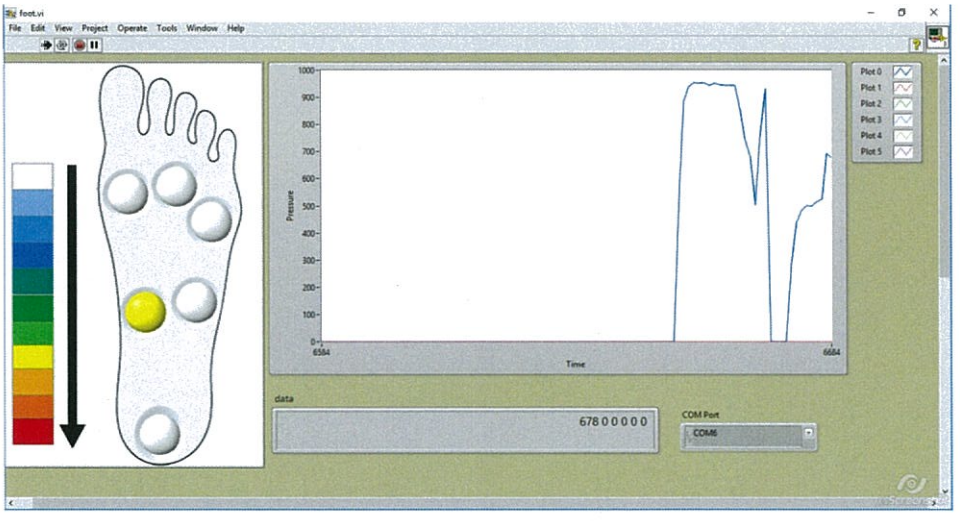
4.4 การทดสอบการรับ - ส่งข้อมูลของ Bluetooth (HC-05)

จากการทดสอบพบว่าโมดูล Bluetooth ที่ทำหน้าที่เป็น Client และโปรแกรม LabVIEW ที่ทำหน้าที่เป็น Server สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ โดยที่ค่าของ Client ที่ส่งไปนั้นจะไปแสดงยังโปรแกรม LabVIEW โดยสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้แบบ Real-time ซึ่งสามารถรับส่งค่าได้ทันที ซึ่งบางครั้งอาจเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อบลูทูธ เนื่องจากแบตเตอรี่อ่อนลง

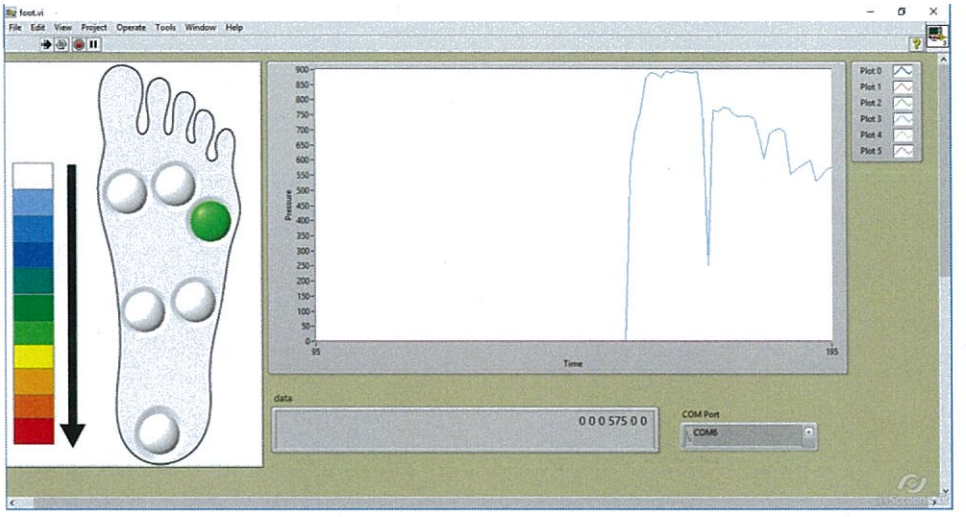


รูปที่ 4.4 การเลือกพอร์ทบลูทูธ

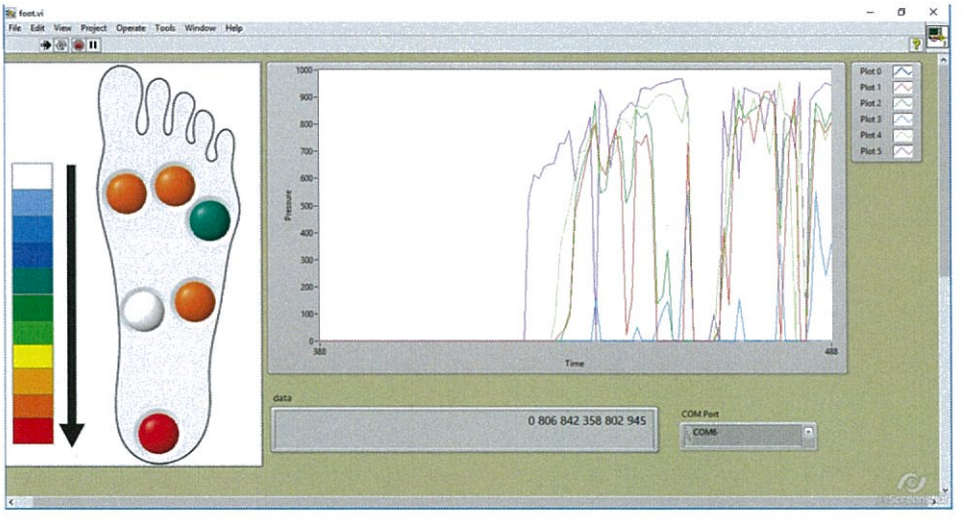
4.5 การทดสอบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน



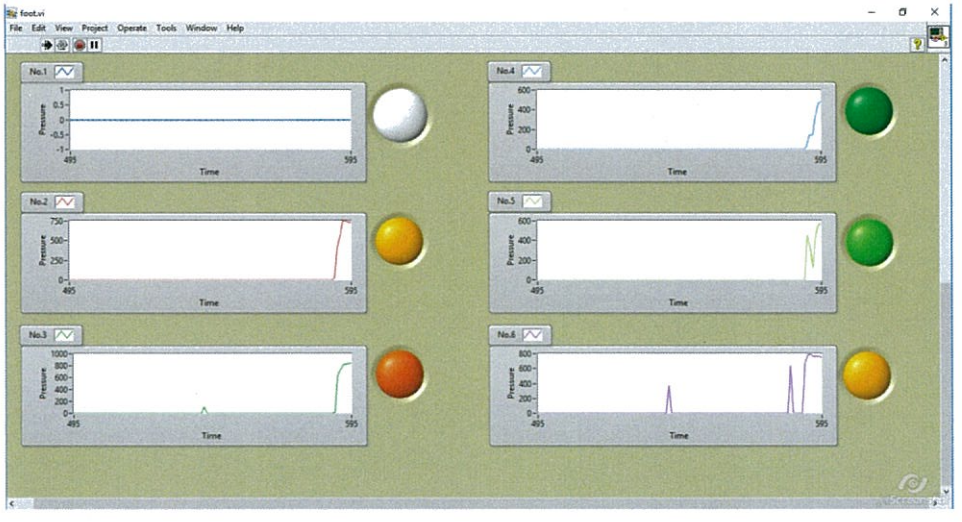
รูปที่ 4.5 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 1



รูปที่ 4.6 การออกแรงกดที่เซนเซอร์ในตำแหน่งที่ 4



รูปที่ 4.7 การออกแรงกดเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง (1)



รูปที่ 4.8 การออกแรงกดเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง (2)

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมา เริ่มจากขั้นตอนแรก คือ ขั้นตอนของการศึกษาทฤษฎีและหลักการพร้อมทำความเข้าใจกับขอบเขตของโครงงาน ดังนั้นจึงได้แบ่งส่วนของการดำเนินงานเป็นทั้งหมด 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของการประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน (Hardware) ในส่วนนี้ได้ศึกษาถึงหลักการการทำงานของเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน รวมถึงการออกแบบชิ้นงานให้สอดคล้องกับความต้องการ และวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด และ 2. ส่วนของการเขียนโปรแกรม (Software) เป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าของเซนเซอร์ในโปรแกรม Arduino และเขียนโค้ดที่ใช้แสดงผลในโปรแกรม LabVIEW รวมถึงออกแบบหน้าจอแสดงผลให้ออกกมาในรูปแบบที่สามารถเข้าใจง่ายและสามารถใช้งานได้ง่าย

หลังจากที่ได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินเรียบร้อยแล้ว จึงนำชิ้นงานมาทำการทดสอบด้วยการเดินจริง พบว่าเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดินสามารถใช้งานได้จริง สามารถเชื่อมต่อบลูทูธเพื่อส่งข้อมูลระยะไกลได้, สามารถส่งข้อมูลแบบ Real-Time ทั้งในส่วนของรูปและกราฟได้อย่างดี

ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานทุกคน ไม่ว่าจะเป็นเพื่อนร่วมทีม เพื่อนทุกคน อาจารย์ที่ปรึกษา และสื่อการสอนต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้การให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตลอดจนความช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดี

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. เนื่องจากการทำโครงงานเรื่องนี้เป็นการใช้ความรู้และหลักการใหม่ๆ ที่จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งทำให้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำโครงงาน

2. การประดิษฐ์เครื่องวัดแรงกด การที่จะทำให้แผ่นเซนเซอร์มีความบางที่มากกว่าเดิมและลดขนาดของวงจรให้เล็กลง จำเป็นต้องใช้ต้นทุนในการประดิษฐ์เพิ่มขึ้น

3. การเขียนโปรแกรมทั้งโปรแกรม Arduino และโปรแกรม LabVIEW ยังขาดความชำนาญในการเขียน ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษารูปแบบการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม

4. การใช้แบตเตอรี่เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร สามารถจ่ายไฟได้เพียง 6-8 ชั่วโมง และหลังจากนั้นเมื่อไฟเริ่มอ่อนลงทำให้โปรแกรมเกิดคลื่นรบกวนทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนไปบางส่วน

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาและสอบถามแนวทางเพิ่มเติมจากสื่อการสอนต่างๆ รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษา

2. ทำการออกแบบเครื่องวัดแรงกดผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเดิน ให้มีขนาดกะทัดรัดมากที่สุด

3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมและสอบถามจากเพื่อนที่มีความชำนาญในการเขียน

4. ทดสอบระยะเวลาในการจ่ายไฟของแบตเตอรี่ให้แน่นอน เพื่อให้สามารถเปลี่ยนถ่านได้ทันเวลาเพื่อลดการเกิดข้อมูลที่ผิดพลาด

เอกสารอ้างอิง

[1] "**หลักการของ Force Sensor Resister**" เข้าถึงได้จาก: http://doc.inex.co.th/force-sensor-with-unicon/

[2] "**การเขียนโปรแกรม Arduino**" เข้าถึงได้จาก: https://www.thaieasyelec.com/75-1-micro-metal-gearmotor-hp-detail.html?tmpl=component&flexiblelayout=print

[3] "**การเขียนโปรแกรม LabVIEW**" เข้าถึงได้จาก: http://home.npru.ac.th/piya/webscilab/file/Scilab-LabVIEW- Gateway.pdf

[4] "**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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Force Sensor Resister

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

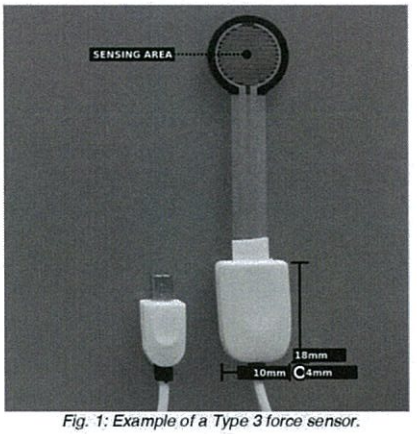


Fig. 1: Example of a Type 3 force sensor.

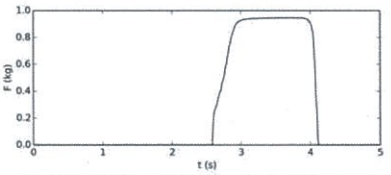


Fig. 2 Typical force data (acquired with biosignals).

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 Resister (1)

Force Sensitive Resistor (FSR)
Sensor Data Sheet

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.

รูปที่ ก.2 คุณสมบัติของ Force Sensor Resister (2)

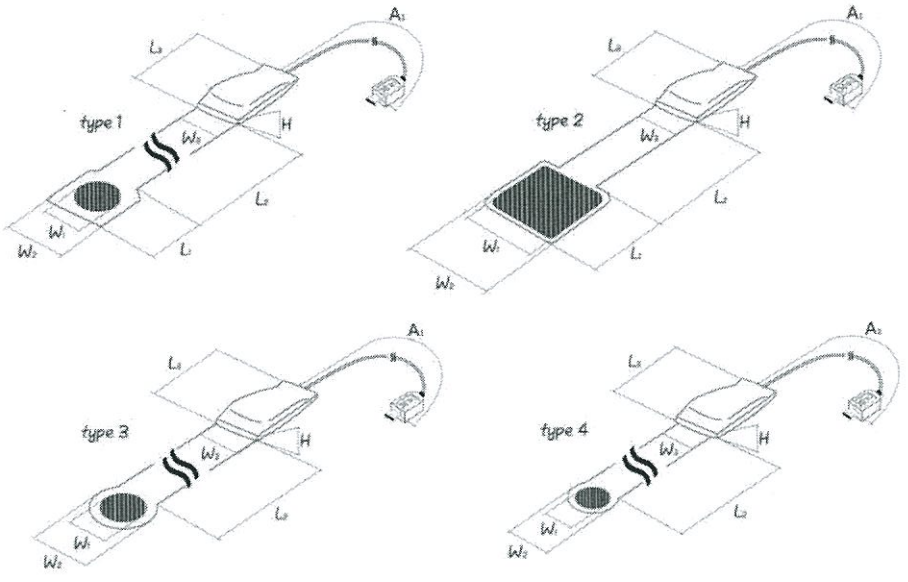


Fig. 3: Available types of FSR sensors.

ORDERING GUIDE

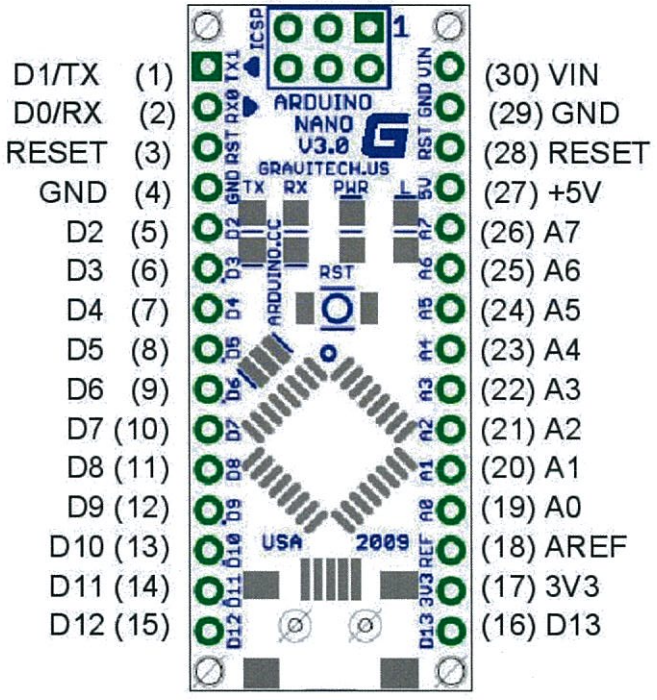
Reference	Package Description
SENSPRO-FSR	Type 3 Force Sensitive Sensor (FSR) sensor (Fig. 1) with standard physical characteristics and a random cable sleeve color.
SENSPRO-FSR1-A1-T-S	Force Sensitive Resistor (FSR) sensor of type T built with custom length A1 and custom sleeve color S; for standard 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 Resister (3)

ภาคผนวก ข

Arduino Nano 3.0

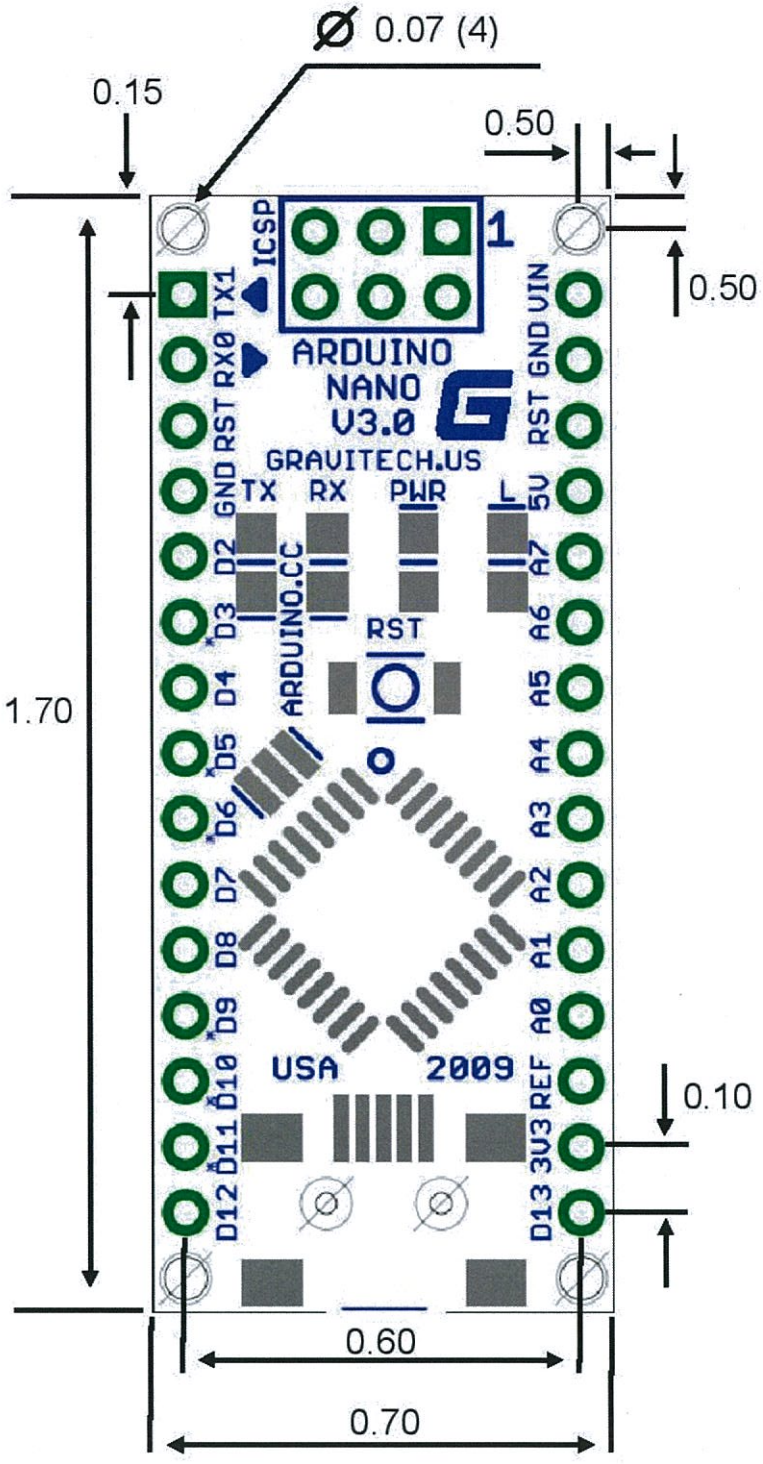
Arduino Nano Pin Layout



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)

Arduino Nano Mechanical Drawing



รูปที่ ข.2 คุณสมบัติของ Arduino Nano 3.0 (2)

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)

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.

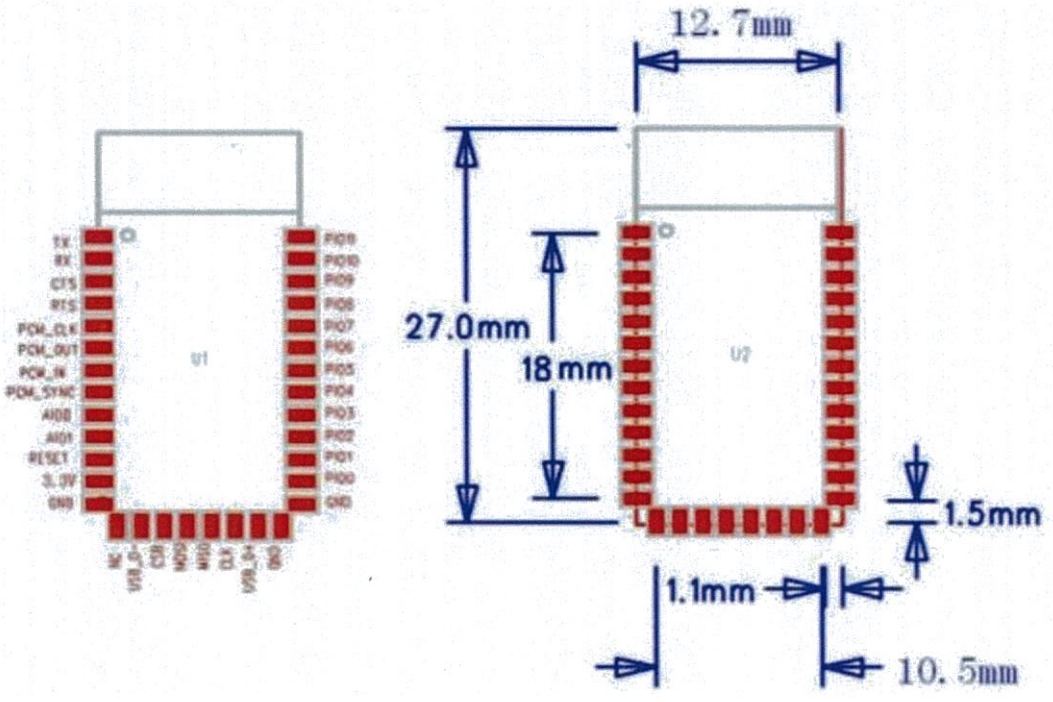
Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.

- 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)

- 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)

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)

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)

ภาคผนวก ง

โปรแกรม

```
#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); }
```

ภาคผนวก จ

โปสเตอร์

Department of Instrumentation and Control Engineering
(Control Engineering)
IC 60xx

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2018

Wireless Pressure Measurement for walking

Piyada Charoensutthiyothin, Watsapon Sarakam, Ontawee Mahamongkonsakul

Abstract

Wireless Pressure Measurement for walking is measure by using a shoe insole with 6 sensors placed in different significant anatomical zones of the foot, and placed inside a shoe. The aim of this project was to demonstrate the different pressure of six significant points that on feet while walking in real-time. The process of this device started by using six Forced Sensor Resistors (FSRs) for sensing and measuring the pressure, then sending the analog data to Microcontroller Atmega328 on Arduino Nano 3.0 board for processing. At the same time LabVIEW program is designed to connecting with Microcontroller via Bluetooth, so that display the gradient of colors and graph depend on the pressure's quantity of six regions on plantar.

Introduction

The foot is so important because it has been connected with Organs in the human's body for example Heart, Brain, Eye and Lung, So the distribution and magnitude of plantar pressure while walking can provide useful information to diagnose the various foot disorders. Wireless Pressure Measurement for walking was using 6 Forced Sensor Resistors (FSRs) for indicated ranges changed when a force is applied. It can monitor in real time with LabVIEW program via Bluetooth.

Methodology

1. Use Forced Sensor Resistors (FSRs) for sensing and measuring the variety range of the applied force.

2. Microcontroller (Arduino Nano 3.0 board) is used to be a processor which programmed to received analog value from Force Sensor Resistors and connecting with LabVIEW program.

3. LabVIEW program will show the colors gradient from light shade to darken shade depend on the applied force.

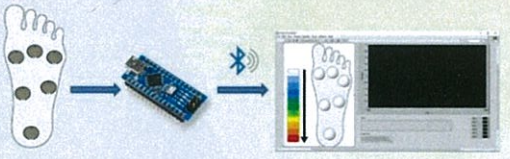


Figure1. Schematic of process for Wireless Pressure Measurement for walking.

Results

The results of Wireless Pressure Measurement for walking shows the relationships between action force, shades of colours and graph, The colors shows seven shade including white, ba byblue ,light blue, blue, ocean, pear, lime, yellow, cantaloupe, orange and red will slightly increased depend on magnitude of the applied force.

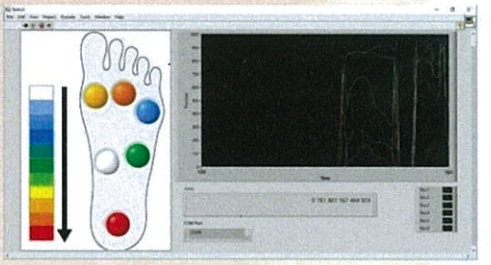


Figure2. The result from LabVIEW program.

Conclusion

It has been shown that a Wireless Pressure Measurement for walking could detect and measure in variety rates of change in force, In addition it could be describe the results of changes act force on monitor by LabVIEW program in real time monitoring, including use Bluetooth for communicated. If the applied force changes, the program will demonstrate the colors gradient and graph followed by the applied force.

References

[1] 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

ENGINEERS LADKRABANG

(Time New Roman 28 pt)

(ของอาจารย์)E-mail: email1@xxxx.ac.th, email2@xxxx.ac.th

รูปที่ จ.1 โปสเตอร์