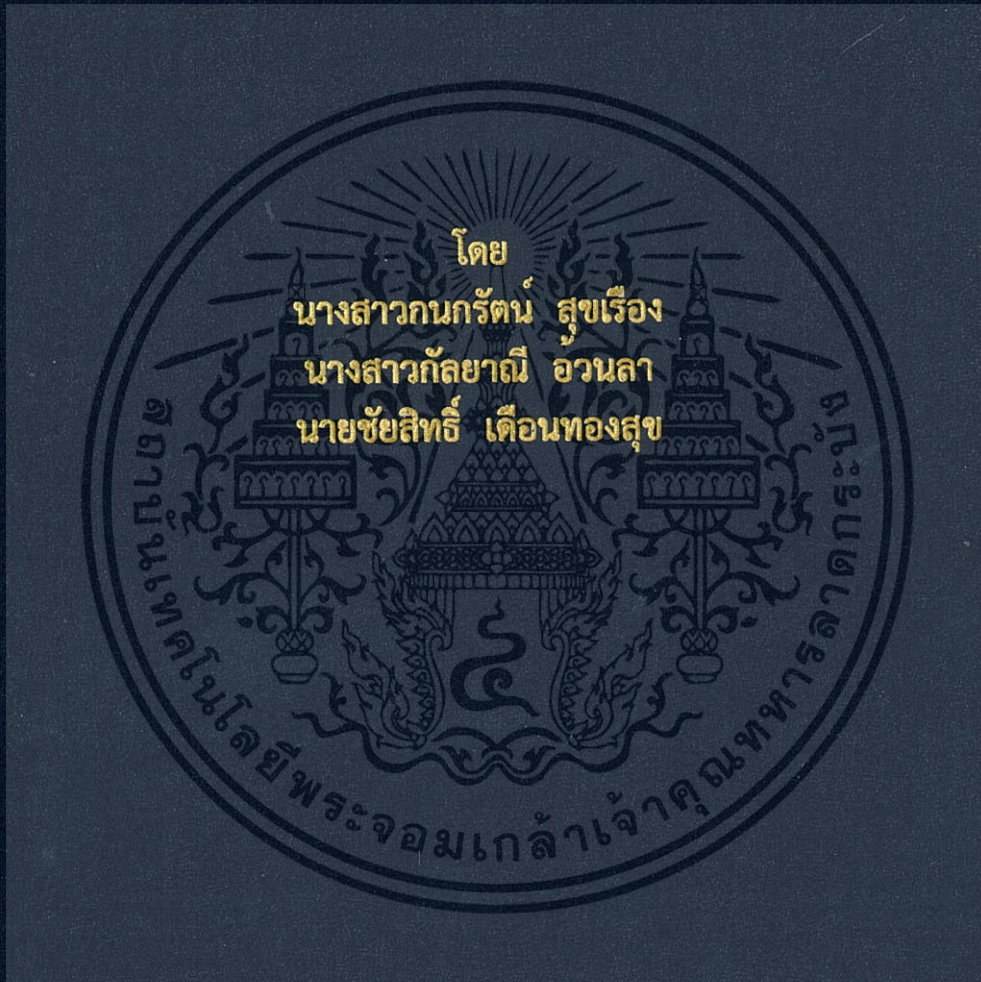


กระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ
SMART SCHOOL BAG



ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

กระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ
SMART SCHOOL BAG

โดย

| | |
|--------------------------|----------|
| นางสาวกนกรัตน์ สุขเรือง | 57010008 |
| นางสาวกัลยาณี อ้วนลา | 57010067 |
| นายชัยสิทธิ์ เตือนทองสุข | 57010307 |

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. มนต์ชัย แซ่มซ้อย

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. สถาพร พรหมวงศ์

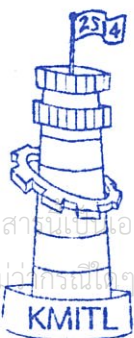
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560



ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

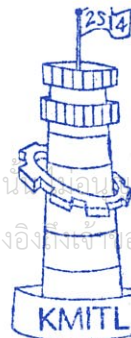

.....
อาจารย์ที่ปรึกษา

15/11/61

15/11/61

วิศวกรรมโทรคมนาคม

Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว


.....
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

16/11/61

16/11/61

วิศวกรรมโทรคมนาคม

Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ให้นำไปทำซ้ำ ห้ามนำไปตีพิมพ์ ห้ามนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ

SMART SCHOOL BAG

ผู้จัดทำ

- | | |
|-----------------------------|----------|
| 1. นางสาวกนกรัตน์ สุขเรือง | 57010008 |
| 2. นางสาวกัลยาณี อ้วนลา | 57010067 |
| 3. นายชัยสิทธิ์ เตือนทองสุข | 57010307 |

(ผศ. มนต์ชัย แซ่มช้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สถาพร พรหมวงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา (ร่วม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงการ “กระเป่านักเรียนอัจฉริยะ” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผศ. มนต์ชัย แซ่มซ้อยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คือ ดร.สถาพร พรหมวงศ์ ที่ให้คำแนะนำคำสั่งสอนและแนวทางการแก้ไขปัญหาตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการนี้ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการจัดทำโครงการ

ขอขอบพระคุณท่านในความห่วงใยและความหวังดีที่ให้แก่วางเราเป็นอย่างยิ่ง ขอขอบคุณท่านอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมา จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ความดีอันเกิดจากการทำโครงการนี้ผู้จัดทำขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ เพื่อน นักศึกษาและผู้มีพระคุณทุกท่าน

| | |
|----------------|-------------|
| นางสาวกนกรัตน์ | สุขเรือง |
| นางสาวกัลยาณี | อ้วนลา |
| นายชัยสิทธิ์ | เดือนทองสุข |
| | ผู้จัดทำ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเป๋าอัจฉริยะ
SMART SCHOOL BAG

โดย นางสาวกนกรัตน์ สุขเรือง 57010008
นางสาวกัลยาณี อ้วนลา 57010067
นายชัยสิทธิ์ เตือนทองสุข 57010307

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.มนต์ชัย แซ่มซ้อย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.สถาพร พรหมวงศ์

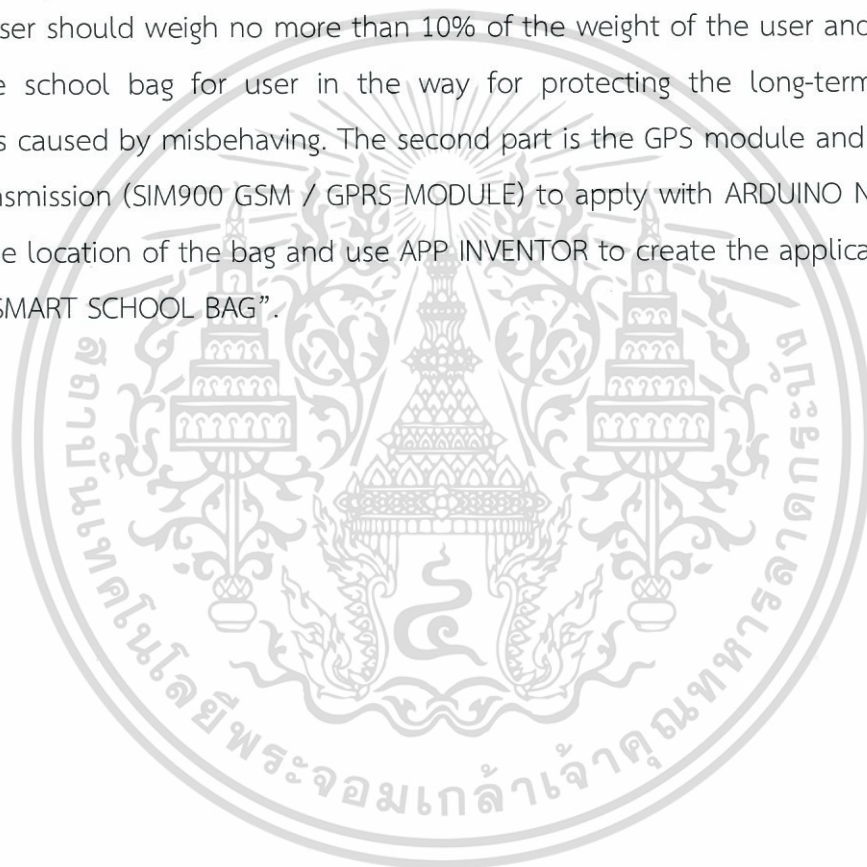
บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอการออกแบบกระเป๋านักเรียนอัจฉริยะโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้มีการนำ ARDUINO NANO มาประยุกต์ใช้ในการทำงานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด (FORCE-SENSITIVE RESISTOR) เพื่อใช้ในการตรวจสอบลักษณะการสะพายกระเป๋าของนักเรียน และยังทำงานร่วมกับโหลดเซลล์ (LOAD CELL) เพื่อใช้ในการตรวจสอบน้ำหนักกระเป๋าที่นักเรียน สะพาย ในการจัดทำกระเป๋าเรียนอัจฉริยะนั้นจะมี 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของน้ำหนัก ของกระเป๋า เป็นการระบุน้ำหนักของกระเป๋าให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนที่มีน้ำหนักตัวต่างกัน ออกไป โดยจากข้อเสนอแนะของแพทย์กระเป๋าที่เหมาะสมกับผู้ใช้ควรมีน้ำหนักไม่เกิน 10% ของ น้ำหนักของผู้ใช้ รวมถึงการตรวจสอบลักษณะการสะพายกระเป๋าของนักเรียน เพื่อป้องกันปัญหา ด้านสุขภาพในระยะยาวที่เกิดจากการสะพายกระเป๋าที่ผิดวิธี ส่วนที่สอง คือ ส่วนของอุปกรณ์รับค่า พิกัด(GPS MODULE) และอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย(SIM900 GSM/GPRS MODULE) มาประยุกต์ใช้ งานกับ ARDUINO NANO เพื่อให้สามารถบอกตำแหน่งของกระเป๋าได้ และใช้ APP INVENTOR ใน การสร้างแอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

In this project, we propose the design of smart school bag using microcontroller. Arduino Nano is applied to work with Force –Sensitive Resistor (FSR). FSR is used for checking how students carry their school bags and also work with load cell for checking the weight of school bag. There are two parts, the first part is the weight of the bag. The weight of the bag is appropriate for each student who has different weight. Based on the advice of the doctor, the bag that suitable for the user should weigh no more than 10% of the weight of the user and how to carry the school bag for user in the way for protecting the long-term health problems caused by misbehaving. The second part is the GPS module and wireless data transmission (SIM900 GSM / GPRS MODULE) to apply with ARDUINO NANO for telling the location of the bag and use APP INVENTOR to create the application. It's called "SMART SCHOOL BAG".



สารบัญ

| | หน้า |
|--|----------|
| กิตติกรรมประกาศ | I |
| บทคัดย่อ | II |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญรูป | VI |
| สารบัญตาราง | IX |
| บทที่ 1 | |
| บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ | 2 |
| บทที่ 2 | |
| ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.1 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด (FORCE SENSITIVE RESISTOR: FSR) | 3 |
| 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MICROCONTROLLER, MCU) | 4 |
| 2.3 ARDUINO NANO | 6 |
| 2.4 โหลดเซลล์ | 9 |
| 2.5 โมดูล HX711 | 10 |
| 2.6 อุปกรณ์แจ้งเตือน (BUZZER) | 11 |
| 2.7 อุปกรณ์รับค่าพิกัด | 12 |
| 2.8 อุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (SIM900 GSM/GPRS MODULE) | 13 |
| 2.9 APP INVENTOR | 14 |
| 2.10 การสพายกระเป่าที่ถูกรวสี | 15 |
| 2.11 โรคที่เกี่ยวข้อง | 17 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|-----------|
| บทที่ 3 | |
| การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์ | 19 |
| 3.1 การออกแบบ | 19 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 28 |
| 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 29 |
| บทที่ 4 | |
| ผลการทดลอง | 30 |
| 4.1 การทดลองการวัดค่าน้ำหนักของกระเป่าโดยใช้โหลดเซลล์และการวัด การสลายกระเป่าที่ถูกรื้อโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด | 30 |
| 4.2 ผลการทดลองของการรับค่าพิกัดด้วย GPS MODULE | 36 |
| 4.3 ผลการทดลองการใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ | 44 |
| บทที่ 5 | |
| สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 52 |
| 5.1 สรุปผล | 52 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 53 |
| บรรณานุกรม | 54 |
| ภาคผนวก ก | |
| โปรแกรม ARDUINO ที่ใช้ในการควบคุมเซนเซอร์วัดแรงกดและโหลด เซลล์ | 56 |
| ภาคผนวก ข | |
| โปรแกรม ARDUINO ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์รับค่าพิกัดฝั่งรับ | 61 |
| ภาคผนวก ค | |
| โปรแกรม ARDUINO ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์รับค่าพิกัดฝั่งส่ง | 65 |
| ภาคผนวก ง | |
| เอกสารอ้างอิง | 69 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด | 3 |
| 2.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่างแรงกดและความต้านทาน | 3 |
| 2.3 ดาตาชีทของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด | 4 |
| 2.4 ARDUINO NANO (ซ้าย) และ ARDUINO UNO R3 (ขวา) | 6 |
| 2.5 ARDUINO NANO | 7 |
| 2.6 ผังโครงสร้างวงจรของ ARDUINO NANO | 8 |
| 2.7 โหลดเซลล์ | 9 |
| 2.8 โหลดเซลล์ที่ไม่มีแรงมากระทำ (ซ้าย) และโหลดเซลล์เมื่อมีแรงมากระทำ (ขวา) | 9 |
| 2.9 การเปรียบเทียบวงจรของโหลดเซลล์แบบแท่งตรงกับวงจรวีตส์โตนบริดจ์ | 10 |
| 2.10 การสร้างฐานที่มั่นคงให้กับโหลดเซลล์ | 10 |
| 2.11 โมดูล HX711 | 11 |
| 2.12 ลักษณะขาของ IC บน HX711 | 11 |
| 2.13 อุปกรณ์แจ้งเตือน (BUZZER) | 12 |
| 2.14 GY- NEO6MV2 UBLOX NEO-6MV2 | 12 |
| 2.15 การเชื่อมต่อโมดูล GPS GY-NEO6MV2 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ | 13 |
| 2.16 SIM900 GSM/GPRS MODULE | 13 |
| 2.17 หน้าจอส่วนของ BLOCK ของโปรแกรม APP INVENTOR | 15 |
| 2.18 การสสพายกระเป่าที่ถูกวิธี (ซ้าย) และการสสพายกระเป่าที่ผิดวิธี (ขวา) | 16 |
| 2.19 หมอนรองกระดูกปลิ้นออกมาทับเส้นประสาท | 17 |
| 2.20 โครงสร้างของกล้ามเนื้อหลังส่วนนอก | 17 |
| 2.21 ตำแหน่งการเสื่อมของข้อต่อ FACET JOINT | 18 |
| 2.22 ตำแหน่งข้อต่อ SACROILIAC JOINT จุดที่ทำให้ปวด | 18 |
| 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของกระเป่านักเรียนอัจฉริยะ | 19 |
| 3.2 โหลดเซลล์และฐานรับน้ำหนัก | 21 |

สารบัญญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.3 การเชื่อมต่อโพลดเซลล์, โมดูล HX711 และ ARDUINO NANO | 21 |
| 3.4 โพลดเซลล์และฐานรับน้ำหนัก | 22 |
| 3.5 การเชื่อมต่อเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด, BUZZER และ ARDUINO NANO | 22 |
| 3.6 การสพายกระเป่าข้างเดียว | 23 |
| 3.7 การสพายกระเป่าแบบหลังค่อมหรือโค้งตัวลงไปข้างหน้า | 23 |
| 3.8 การสพายกระเป่าที่มีน้ำหนักของกระเป่ามากเกินไปเกินมาตรฐานที่เหมาะสม ต่อผู้ใช้งาน | 24 |
| 3.9 การออกแบบโครงสร้างกระเป่านักเรียนอัจฉริยะ | 24 |
| 3.10 การเชื่อมต่อ GPS MODULE ต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ | 25 |
| 3.11 สัญลักษณ์ของแอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG | 26 |
| 3.12 แอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG หน้าต่างแรก | 27 |
| 3.13 แอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG หน้าต่างที่สอง | 27 |
| 3.14 แอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG หน้าต่างที่สาม | 28 |
| 4.1 โพลีชาร์ตการทำงานของ FSR และโพลดเซลล์ | 31 |
| 4.2 หน้าจอ мониเตอร์แสดงการทดสอบน้ำหนักของกระเป่า | 32 |
| 4.3 หน้าจอ мониเตอร์กรณีมีความสมดุลในการสพายกระเป่า | 33 |
| 4.4 หน้าจอ мониเตอร์กรณีไม่มีความสมดุลในการสพายกระเป่า | 34 |
| 4.5 หน้าจอ мониเตอร์กรณีเซนเซอร์ตำแหน่งตรงกลางกระเป่าได้รับแรงกดทับ มากเกินไป | 35 |
| 4.6 หน้าจอ мониเตอร์กรณีเซนเซอร์ตำแหน่งตรงกลางกระเป่าได้รับแรงกดทับ น้อยหรืออาจไม่ได้รับแรงกดทับ | 36 |
| 4.7 ค่าพิกัดบนหน้าจอ SERIAL MONITOR | 37 |
| 4.8 ค่าพิกัดจาก GOOGLE MAPS | 38 |
| 4.9 ค่าพิกัดบนหน้าจอ SERIAL MONITOR | 39 |
| 4.10 ค่าพิกัดจาก GOOGLE MAPS | 39 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.11 ค่าพิกัดบนหน้าจอ SERIAL MONITOR | 40 |
| 4.12 ค่าพิกัดจาก GOOGLE MAPS | 40 |
| 4.13 ค่าพิกัดบนหน้าจอ SERIAL MONITOR | 41 |
| 4.14 ค่าพิกัดจาก GOOGLE MAPS | 42 |
| 4.15 ค่าพิกัดบนหน้าจอ SERIAL MONITOR | 43 |
| 4.16 ค่าพิกัดจาก GOOGLE MAPS | 43 |
| 4.17 โพล์ชาร์ตการทำงานของอุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย | 46 |
| 4.18 แอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG หน้าต่างแรก | 47 |
| 4.19 แอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG หน้าต่างที่สอง | 47 |
| 4.20 แอปพลิเคชัน SMART SCHOOL BAG หน้าต่างสาม | 48 |
| 4.21 กระเป๋ามีน้ำหนักไม่เกินน้ำหนักที่แอปพลิเคชันระบุ BUZZER จะไม่แจ้งเตือน | 48 |
| 4.22 กระเป๋ามีน้ำหนักเกินที่แอปพลิเคชันได้ระบุไว้ BUZZER จะทำการแจ้งเตือน | 49 |
| 4.23 กรอกหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน | 49 |
| 4.24 สิ้นสุดการโทร | 50 |
| 4.25 ค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้รับผ่านทางข้อความทางโทรศัพท์มือถือหน้าจอ | 50 |
| 4.26 กรอกค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้รับผ่านทางข้อความทางโทรศัพท์มือถือ | 51 |
| 4.27 ตำแหน่งที่ตั้งของ SMART SCHOOL BAG ใน GOOGLE MAPS | 51 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 2.1 | ความแตกต่างระหว่าง ARDUINO NANO และ ARDUINO UNO R3 | 6 |
| 2.2 | รายละเอียดของ ARDUINO NANO | 7 |
| 2.3 | ลักษณะการใช้งานขา PIN ของ ARDUINO NANO | 8 |
| 2.4 | การเชื่อมต่อของโมดูล GPS GY-NEO6MV2 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ | 13 |
| 4.1 | เปรียบเทียบค่าละติจูดและลองจิจูดระหว่างข้อมูลที่ได้จาก GPS MODULE กับ GOOGLE MAPS | 44 |



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเป็นยุคที่พ่อแม่หรือผู้ปกครองให้การสนับสนุนบุตรหลานทางการศึกษาเป็นอย่างมาก ซึ่งเด็กในยุคนี้มีการแข่งขันทางการศึกษาที่มากกว่าเด็กในยุคก่อน รวมทั้งมีการเพิ่มหลักสูตรทางการศึกษา ดังนั้นอุปกรณ์ทางการเรียนและหนังสือเรียนจึงมากขึ้นตามหลักสูตร ทำให้ในทุกวันกระเป๋าของนักเรียนมีการบรรจุอุปกรณ์การเรียนต่างๆ ที่มากจนเกินไป อาจส่งผลถึงสุขภาพของตัวนักเรียนเอง จากข้อแนะนำทางการแพทย์ที่ระบุว่า น้ำหนักของกระเป๋าที่เราสะพายแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มิเช่นนั้น อันตรายที่จะเกิดในระยะยาว คือ กระดูกสันหลัง อาจจะมีปัญหา เป็นต้น

ในปริญญาณิพนธ์ได้นำเสนอ การจัดทำกระเป๋านักเรียนที่สามารถป้องกันการสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของผู้สะพายและยังมีการติดตั้งระบบ GPS เพื่อบอกตำแหน่งพิกัดของกระเป๋า รวมถึงการสร้างแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ เพื่อกรอกข้อมูลน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานและใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระเป๋า โดยนำโหนดเซลล์และเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดมาประยุกต์ใช้งานกับบอร์ด Arduino เพื่อให้สามารถสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักเหมาะสมกับผู้ใช้งานและสะพายกระเป๋าได้อย่างถูกวิธี ซึ่งได้นำอุปกรณ์รับค่าพิกัด (GPS Module) และอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (SIM900 GSM/GPRS Module) มาประยุกต์ใช้งานกับ Arduino Nano เพื่อให้สามารถบอกตำแหน่งของกระเป๋าได้และใช้โปรแกรม App Inventor ในการสร้างแอปพลิเคชัน Smart school bag ขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อป้องกันการสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ผู้ใช้งานสามารถรับน้ำหนักของกระเป๋าได้
- 2) เพื่อป้องกันการสะพายกระเป๋าที่ผิดวิธี
- 3) เพื่อติดตามตำแหน่งของกระเป๋าในกรณีที่ผู้ใช้งานทำกระเป๋าหายหรือเกิดการสลับกระเป๋ากับผู้อื่นโดยไม่รู้ตัว
- 4) เพื่อป้องกันปัญหาด้านสุขภาพที่จะเกิดในระยะยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. สามารถแจ้งเตือนผู้ที่สะพายกระเป๋าเมื่อผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานที่ผู้ใช้งานสามารถรับน้ำหนักของกระเป๋าได้ โดยส่วนนี้เป็นการทำงานของโหนดเซลล์ เมื่อกระเป๋ามีน้ำหนักเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ โหนดเซลล์จะอ่านค่าน้ำหนักที่ได้และส่งไปยัง Arduino จากนั้นเมื่อ Arduino ได้รับค่าน้ำหนักที่มีค่ามากกว่าค่าที่เหมาะสมจะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยเสียง (Buzzer) เพื่อแจ้งเตือนผู้ที่สะพายว่าน้ำหนักเกินมาตรฐานที่ผู้ใช้งานสามารถรับได้

2. สามารถแจ้งเตือนผู้สะพายกระเป๋าเมื่อผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าที่ผิดวิธี โดยมีเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดเป็นตัวตรวจสอบว่าผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าถูกวิธีหรือไม่ โดยเมื่อมีแรงกดเข้ามาที่เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด โดยเซนเซอร์จะทำการส่งค่าแรงกดที่ได้รับส่งเป็นกระแสไฟฟ้าไปยัง Arduino Nano จากนั้นเมื่อ Arduino Nano ได้รับค่าแรงกด จะส่งกระแสไฟฟ้าไปยัง Buzzer เพื่อให้ Buzzer แจ้งเตือนผู้ใช้งานกระเป๋าว่าผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าผิดวิธี

3. สามารถระบุตำแหน่งของกระเป๋าได้ โดยเป็นการทำงานร่วมกันของ GPS module และ SIM900 GSM/GPRS คือ เมื่อมีการโทรเข้ามาหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ร่วมกับโมดูล SIM900 GSM/GPRS จากนั้นหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ร่วมกับโมดูล SIM900 GSM/GPRS จะส่งข้อความเป็นละติจูดและลองจิจูดของตำแหน่งกระเป๋ายังเบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้งาน จากนั้นจึงนำค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้กรอกลงบนแอปพลิเคชัน Smart school bag เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จ แอปพลิเคชัน Smart school bag ก็จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับ Google maps และผู้ใช้งานสามารถทราบตำแหน่งพิกัดของกระเป๋าได้จาก Google maps

4. สามารถตรวจสอบน้ำหนักกระเป๋าและระบุตำแหน่งผ่านแอปพลิเคชันได้

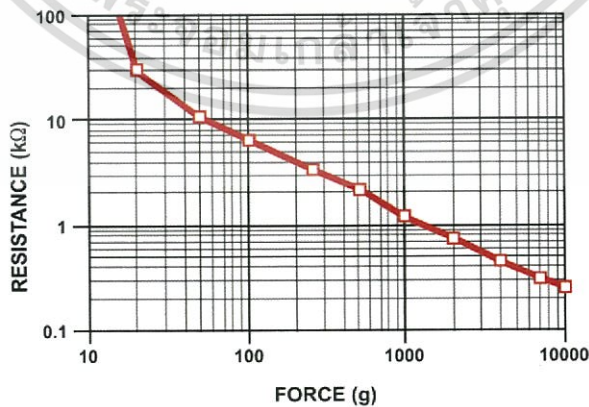
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด (Force Sensitive Resistor: FSR)

เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดเป็นเซนเซอร์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว สำหรับเป็นพื้นที่ตรวจจับแรงกด เซนเซอร์ตัวนี้สามารถตรวจจับแรงที่ใช้ในช่วง 100 กรัม – 10 กิโลกรัม ได้มีหมุดสองตัวยื่นออกมาจากปลายของเซนเซอร์ขนาด 0.1 นิ้ว โดยเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดตัวนี้จะเปลี่ยนแปลงความต้านทานขึ้นอยู่กับแรงกดที่มีต่อพื้นที่การตรวจจับแรงกด ซึ่งค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับแรงกด เซนเซอร์เหล่านี้ติดตั้งง่ายและเหมาะสำหรับการตรวจจับแรงกด มีคุณสมบัติคือ ความยาวโดยรวม 2.375 นิ้ว ความกว้างโดยรวม 0.75 นิ้วและเส้นผ่าศูนย์กลางของเซนเซอร์ 0.5 นิ้ว ดังรูปที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

รูปที่ 2.1 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด [8]



รูปที่ 2.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่างแรงกดและความต้านทาน [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Device Characteristics

| Feature | Condition | Value* | Notes |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|
| Actuation Force | | 0.1 Newtons | |
| Force Sensitivity Range | | 0.1 - 10.0 ² Newtons | |
| Force Repeatability ³ | (Single part) | ± 2% | |
| Force Resolution ³ | | continuous | |
| Force Repeatability ³ | (Part to Part) | ±6% | |
| Non-Actuated Resistance | | >10M W | |
| Size | | 18.28mm diameter | |
| Thickness Range | | 0.2 - 1.25 mm | |
| Stand-Off Resistance | | >10M ohms | Unloaded, unbent |
| Switch Travel | (Typical) | 0.05 mm | Depends on design |
| Hysteresis ³ | | +10% | $(R_{F+} - R_{F-})/R_{F+}$ |
| Device Rise Time | | <3 microseconds | measured w/steel ball |
| Long Term Drift | | <5% per log ₁₀ (time) | 35 days test, 1kg load |
| Temp Operating Range | (Recommended) | -30 - +70 °C | |
| Number of Actuations | (Life time) | 10 Million tested | Without failure |

รูปที่ 2.3 ดาตาชีทของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด [9]

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller, MCU)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน โดยโครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

2.2.2 หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานขดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม

2.2.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

2.2.4 ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

2.2.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

ความแตกต่างระหว่าง Arduino Nano และ Arduino Uno R3 โดยข้อดีของ Arduino Nano คือ มีน้ำหนักเบาซึ่งจะเหมาะสมกับการออกแบบกระเป๋ามากกว่า Arduino Uno R3 ดังรูปที่ 2.4 และมีการเปรียบเทียบดังตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่าง Arduino Nano และ Arduino Uno R3

| | Arduino Nano | Arduino Uno R3 |
|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Microcontroller | ATmega328 | ATmega328P |
| Digital I/O Pins | 22 | 14 |
| Flash Memory | 32 KB (ใช้งานจริง 30 KB) | 32 KB (ใช้งานจริง 31.5 KB) |
| SRAM | 2 KB | 2 KB |
| EEPROM | 1 KB | 4 KB |
| Length | 45 mm | 68.6 mm |
| Width | 18 mm | 53.4 mm |
| Weight | 7 g | 25 g |

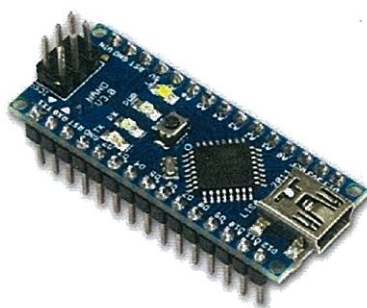


รูปที่ 2.4 Arduino Nano (ซ้าย) และ Arduino Uno R3 (ขวา) [7]

2.3 Arduino Nano

บอร์ด Arduino Nano ออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก และใช้กับงานต่างๆ ไป ใช้ชิปไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATmega168 หรือเบอร์ ATmega328 โปรแกรมผ่านโปรโตคอล UART มีชิป USB to UART มาให้ใช้ Mini USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีพอร์ตดิจิทัลอินพุตเอาต์พุต 14 พอร์ต มีพอร์ตอนาล็อกอินพุต 8 พอร์ต บนบอร์ดยังมีข้อกำหนด คือ สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 7-12 โวลต์ เพื่อให้บอร์ดทำงานได้ (จ่ายไฟที่ขา Vin) กรณีมีแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์อยู่แล้วก็จ่ายเข้าได้เลยที่ขา 5 โวลต์ ลักษณะโดยทั่วไปของ Arduino Nano แสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Arduino Nano [7]

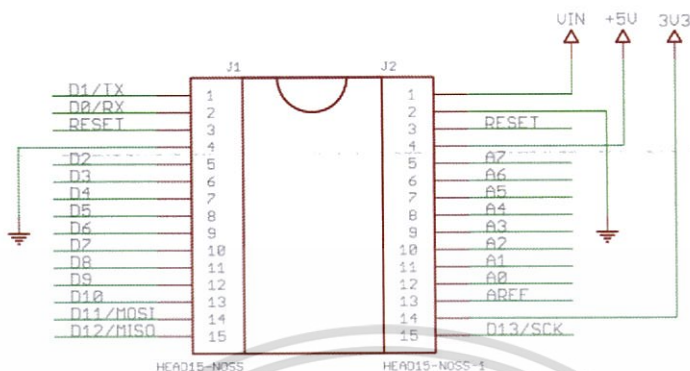
2.3.1 รายละเอียดของ Arduino Nano

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของ Arduino Nano

| | |
|-------------------------------------|--|
| ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ | : ATmega168 หรือ ATmega328 |
| ใช้แรงดันไฟฟ้า | : 5V |
| รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ) | : 7 – 12V |
| รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด) | : 6 – 20V |
| พอร์ต Digital I/O | : 14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output) |
| พอร์ต Analog Input | : 6 พอร์ต |
| กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต | : 40mA |
| กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V | : 50mA |
| พื้นที่โปรแกรมภายใน | : 16KB หรือ 32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Boot loader |
| พื้นที่แรม | : 1 หรือ 2KB |
| พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM) | : 512B หรือ 1KB |
| ความถี่คริสตัล | : 16MHz |
| ขนาด | : 45x18 mm |
| น้ำหนัก | : 5 กรัม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ผังโครงสร้างวงจรของ Arduino Nano



รูปที่ 2.6 ผังโครงสร้างวงจรของ Arduino Nano [7]

2.3.3 ลักษณะการใช้งานขา pin ของ Arduino Nano

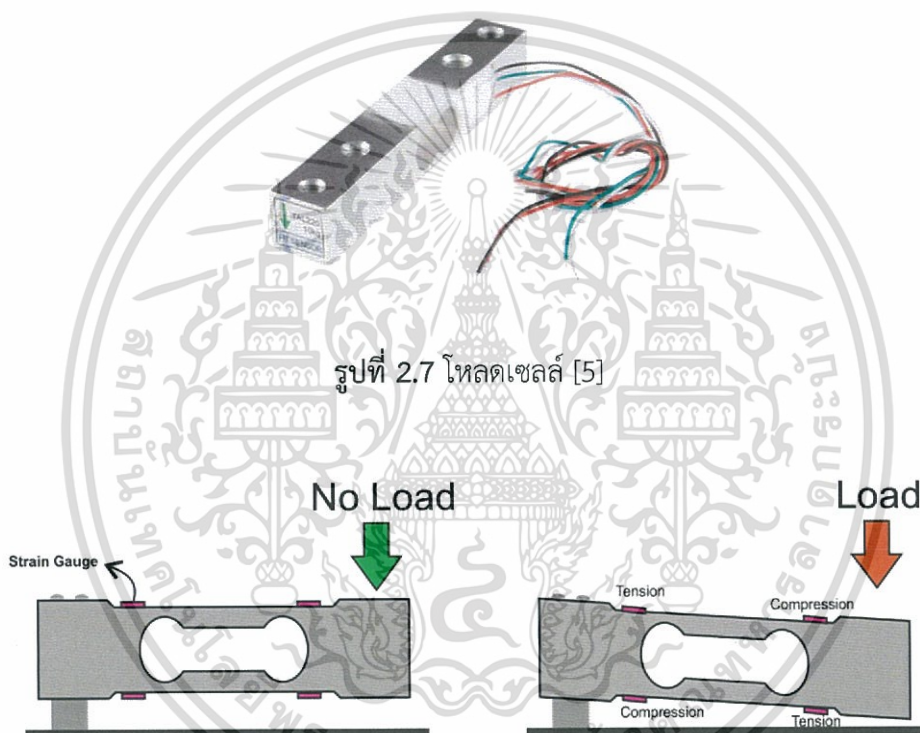
ตารางที่ 2.3 ลักษณะการใช้งานขา pin ของ Arduino Nano

| 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 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

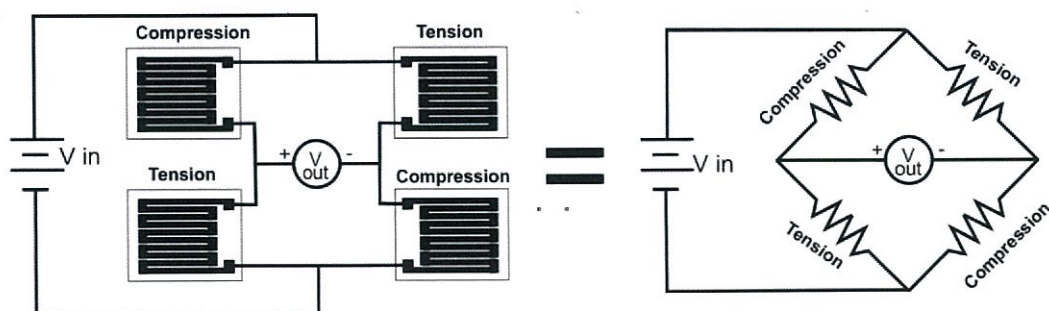
2.4 Load cell

โหลดเซลล์ คือ เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดน้ำหนัก แรงกระทำทางกล หรือปริมาณของ โหลดที่ต้องการดังรูปที่ 2.7 ทราบค่าโดยใช้สเตรนเกจ (Strain Gauge) มาติดตั้งในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของโหลดเซลล์ เมื่อมีแรงมากระทำกับตัวโหลดเซลล์จะทำให้สเตรนเกจที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนรูปทรง ยืด หรือหดตัว ทำให้ค่าความต้านทานที่ตัวสเตรนเกจเปลี่ยนไป



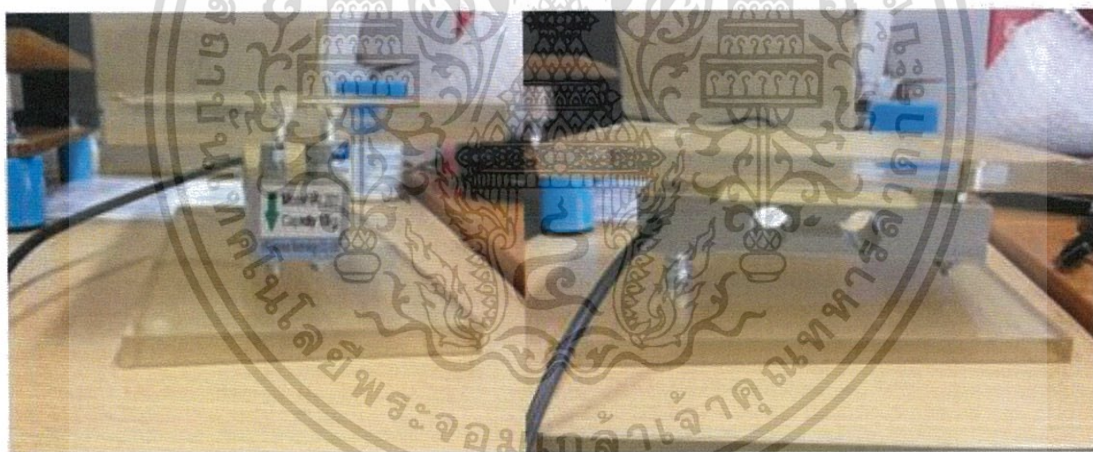
รูปที่ 2.8 โหลดเซลล์ที่ไม่มีแรงมากระทำ (ซ้าย) และโหลดเซลล์เมื่อมีแรงมากระทำ (ขวา) [3]

จากรูปที่ 2.8 ในจุดที่สเตรนเกจได้รับแรงกด (Compression) จะทำให้สเตรนเกจหดตัวเข้าหากันและในจุดที่ได้รับแรงดึง (tension) จะทำให้สเตรนเกจถูกยืดออก จึงทำให้ค่าความต้านทานของสเตรนเกจเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสเตรนเกจทั้ง 4 ตัวที่อยู่บนโหลดเซลล์แบบแท่งตรง (Straight Bar) จะถูกต่ออยู่ด้วยกันในลักษณะของวงจรวีตสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การเปรียบเทียบวงจรของโหลดเซลล์แบบแท่งตรงกับวงจรวีตสโตนบริดจ์ [4]

ก่อนนำโหลดเซลล์ไปใช้งานจริง ต้องทำการสร้างฐานที่มั่นคงให้กับตัวโหลดเซลล์ก่อน เพราะตัวโหลดเซลล์นั้นเมื่อวัดตรงๆ โดยไม่มีฐาน ค่าที่ได้จะคลาดเคลื่อนและไม่ตรงตามต้องการ เพราะการโค้งงอตามหลักการของตัว Load Cells นั้นไม่ถูกต้อง ขนาดฐาน และ วัสดุในการทำฐาน ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังรูปที่ 2.10

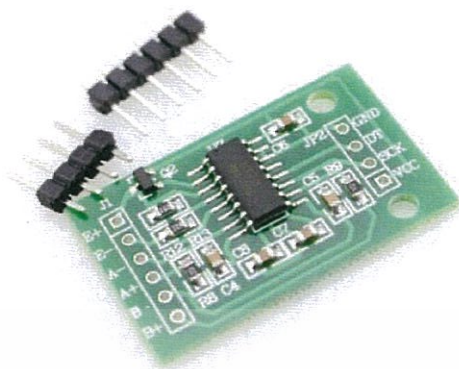


รูปที่ 2.10 การสร้างฐานที่มั่นคงให้กับโหลดเซลล์ [5]

2.5 โมดูล HX711

โมดูล HX711 เป็นโมดูลขยายสัญญาณจากโหลดเซลล์และส่งค่าให้ Arduino ในรูปแบบดิจิตอล 24 บิต โดยใช้ไฟเลี้ยง 2.6 - 5.5 โวลต์ ดังรูป 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โมดูล HX711 [12]

2.5.1 ลักษณะขาของ IC บน HX711

| | | | | | |
|--------------------------|------|---|----|--------|--------------------------------------|
| Regulator Power | VSUP | 1 | 16 | DVDD | Digital Power |
| Regulator Control Output | BASE | 2 | 15 | RATE | Output Data Rate Control Input |
| Analog Power | AVDD | 3 | 14 | XI | Crystal I/O and External Clock Input |
| Regulator Control Input | VFB | 4 | 13 | XO | Crystal I/O |
| Analog Ground | AGND | 5 | 12 | DOUT | Serial Data Output |
| Reference Bypass | VBG | 6 | 11 | PD_SCK | Power Down and Serial Clock Input |
| Ch. A Negative Input | INNA | 7 | 10 | INPB | Ch. B Positive Input |
| Ch. A Positive Input | INPA | 8 | 9 | INN | Ch. B Negative Input |

รูปที่ 2.12 ลักษณะขาของ IC บน HX711 [12]

2.6 อุปกรณ์แจ้งเตือน (Buzzer)

อุปกรณ์แจ้งเตือน คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่ส่งเสียงสัญญาณเตือน ติดตั้งใช้งานบนแผงควบคุม, ตัวตั้งเวลา, อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณเตือนหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป ภายในอุปกรณ์แจ้งเตือนจะประกอบด้วยขดลวดต่ออนุกรมกับแผ่นสั่นสะเทือน ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสตัดต่อวงจร (คล้ายกับกริ่งไฟฟ้า), เมื่อจ่ายไฟหน้าสัมผัสที่ต่อวงจรอยู่ จะทำให้ไฟฟ้าไหลครบวงจร เกิดสนามแม่เหล็กที่ขดลวดดึงแผ่นสั่นสะเทือนเข้าหาขดลวด เมื่อแผ่นสั่นสะเทือนถูกดึง หน้าสัมผัสจะแยกออกจากกัน ทำให้วงจรขาด และแผ่นสั่นสะเทือนดีดกลับเข้าที่เดิม ต่อวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลได้อีกครั้ง ซ้ำไปเรื่อยๆ ทำให้กลายเป็นการสั่นสะเทือนต่อเนื่องและเกิดเป็นเสียงดังขึ้น ลักษณะโดยทั่วไปของ Buzzer แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 อุปกรณ์แจ้งเตือน (Buzzer) [14]

2.7 อุปกรณ์รับค่าพิกัด

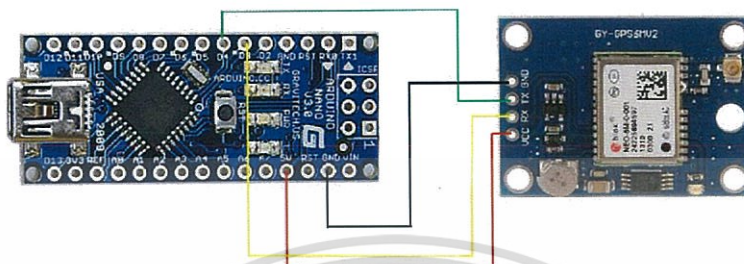
การรับค่าพิกัดจะใช้อุปกรณ์ GPS Module ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม GPS Module ให้รับค่าพิกัด ซึ่ง GPS Module ที่ใช้ GY-NEO6MV2 Ublox NEO-6MV2 ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 GY- NEO6MV2 Ublox NEO-6MV2 [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อของ GPS Module Ublox NEO-6MV2 กับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำได้ดังแสดงในรูปที่ 2.15 และตารางที่ 2.4



รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อโมดูล GPS GY-NEO6MV2 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ [16]

ตารางที่ 2.4 การเชื่อมต่อของโมดูล GPS GY-NEO6MV2 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

| ATMega328 | GPS GY-NEO6MV2 |
|-----------|----------------|
| 3.3V | VCC |
| D10 | Rx |
| D11 | Tx |
| GND | GND |

2.8 อุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (SIM900 GSM/GPRS Module)

SIM900 เป็น โมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900MHz และควบคุมผ่านทาง AT ด้วย UART (TTL) interface สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น การรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data และ Fax เป็นต้น ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.2V ถึง 4.8V ดังแสดงในรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 SIM900 GSM/GPRS Module [15]

2.9 APP INVENTOR

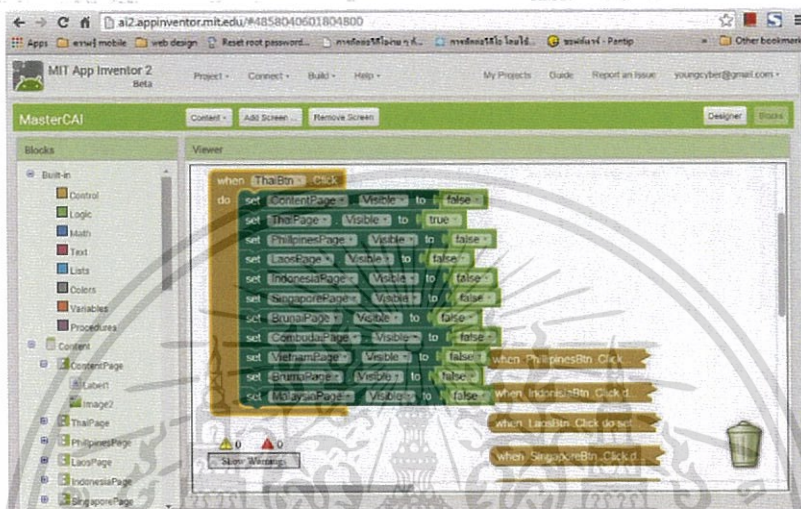
App Inventor เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android บริษัท Google ร่วมมือกับ MIT พัฒนาโปรแกรม App Inventor ขึ้น ต่อมา Google ถอนตัวออกมาและยกให้ MIT พัฒนาต่อเอง ในนาม MIT App Inventor

โปรแกรม App Inventor มีหน้าจอส่วส่วนของ Block ของโปรแกรม App Inventor แสดงดังรูป 2.17 ช่วยให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งทำผ่านการใช้เว็บเบราว์เซอร์และทดสอบบนโทรศัพท์ที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์หรือทดสอบบนโทรศัพท์จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมที่สร้างทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ App Inventor ซึ่งช่วยให้สามารถพัฒนางานต่อที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ เพียงแค่ได้มีการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตไว้เท่านั้น

การสร้างแอปพลิเคชันจะแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนออกแบบ (App Inventor Designer) ที่จะให้เราเลือกคอมโพเนนท์ที่ต้องการสำหรับที่จะให้สร้างแอปพลิเคชัน ส่วนที่สองเป็นส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor) ที่ให้เราเขียนโค้ดด้วยการต่อบล็อกต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นคำสั่ง ซึ่งจะเป็นการกำหนดพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับคอมโพเนนท์ การเขียนโปรแกรมจะเหมือนการต่อชิ้นส่วนตัวต่อจิ๊กซอว์เข้าด้วยกัน ในแต่ละขั้นตอนการสร้างจะสามารถทำการทดสอบได้ทุกขณะ และเมื่อสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วจะสามารถแพ็คเกจแอปพลิเคชันเพื่อนำไปใช้งานบนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android เครื่องใดก็ได้ หรือหากไม่มีโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ก็สามารถที่จะทดสอบได้บนโทรศัพท์จำลองที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานเหมือนโทรศัพท์จริงทุกประการ สภาพแวดล้อมในการพัฒนาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม App Inventor นั้น สนับสนุนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการ Mac OS X, GNU / Linux และระบบปฏิบัติการ Windows และแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นนั้นสามารถติดตั้งและทำงานได้บนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android หลากหลายรุ่นที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน



รูปที่ 2.17 หน้าจอส่วนของ Block ของโปรแกรม App Inventor [17]

2.10 การสะพายกระเป๋าที่ถูกวิธี

2.10.1 น้ำหนักของกระเป๋า

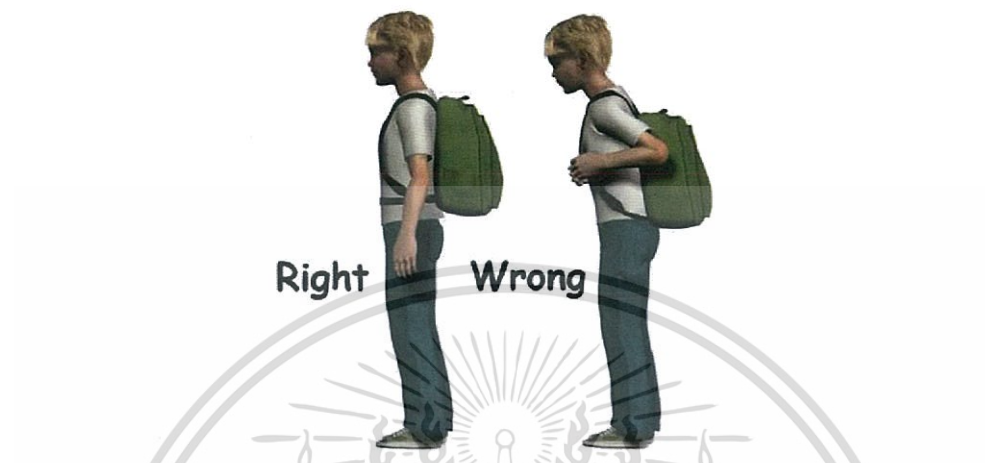
น้ำหนักของสัมภาระในกระเป๋าที่เยอะเกินไป อาจจะเป็นอันตรายต่อกล้ามเนื้อ และกระดูก ซึ่งน้ำหนักที่ควรสะพายไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวเรา ซึ่งจะปลอดภัยกับกล้ามเนื้อและกระดูกเรามากที่สุด เช่น เราน้ำหนัก 60 กิโลกรัม เราก็ไม่ควรสะพายเป้ที่มีน้ำหนักมากกว่า 6 กิโลกรัม เป็นต้น ซึ่งข้อมูลนี้สามารถอ้างอิงได้จากเอกสารอ้างอิง

2.10.2 ท่าสะพาย

ท่าสะพายมีผลต่อกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก เพราะกระดูกสันหลังเราทำหน้าที่เป็นเหมือนเครื่องป้องกันแรงกระแทก ถ้าเราสะพายเป้ในตำแหน่งที่ไม่รองรับกับกระดูก บวกกับน้ำหนักที่มากเกินไป อาจทำให้เราได้รับบาดเจ็บได้ เช่น การกดทับของกระดูก, การผิดรูปของกระดูก หรือ อาการปวดเมื่อยต่างๆ อีกด้วย โดยวิธีการสะพายกระเป๋าที่ถูกต้อง คือ สะพายกระเป๋า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนไหล่ทั้งสองข้างและไม่สะพายสูงหรือต่ำเกินไป ก้นกระเป๋าควรอยู่ช่วงส่วนโค้งของหลังส่วนล่างพอดี ควรปรับสายให้พอดีกับร่างกายเราและไม่ควรสะพายเป้โดยใช้สายข้างเดียว ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การสะพายกระเป๋าที่ถูกต้อง (ซ้าย) และการสะพายกระเป๋าที่ไม่ถูกต้อง (ขวา) [1]

2.10.3 กระเป๋าควรมีโฟมเสริมด้านหลัง

นอกจากโฟมจะช่วยให้สะพายกระเป๋าอย่างสบายแล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้ของมีคม เช่น ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด หรือปลายสมุด มาทิ่มหลังเวลาสะพายอีกด้วย เพราะฉะนั้นควรเลือกเป้ที่มีโฟมเสริมด้านหลัง

2.10.4 เป้ใบใหญ่ควรมีสายรัดเอว

เป้ขนาดเล็กอาจไม่ต้องมีสายรัดเอวก็ได้ เพราะน้ำหนักที่สะพายไม่เยอะมาก แต่เป้ที่มีขนาดใหญ่และมีความจุที่เยอะ ควรมีสายรัดเอวเพื่อกระจายน้ำหนักสัมภาระให้ไปยังจุดต่างๆ ของร่างกาย ทำให้ตัวเราสมดุลกับกระเป๋าเป้มากยิ่งขึ้น

2.10.5 จัดสัมภาระให้ถูกที่

ของที่มีน้ำหนักมาก เช่น หนังสือ สมุด ควรอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของหลังให้มากที่สุด หรือใกล้ตัวของเรามากที่สุดนั่นเอง ซึ่งจะช่วยลดน้ำหนักของเป้ไม่ให้เกิดกระจายไปที่คอและไหล่มากเกินไป แล้วยังช่วยให้เป้ไม่ชำรุดหรือเสียหายอีกด้วย เพราะส่วนกลางของหลังจะเป็นตัวรับน้ำหนักแทนเป้ของเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

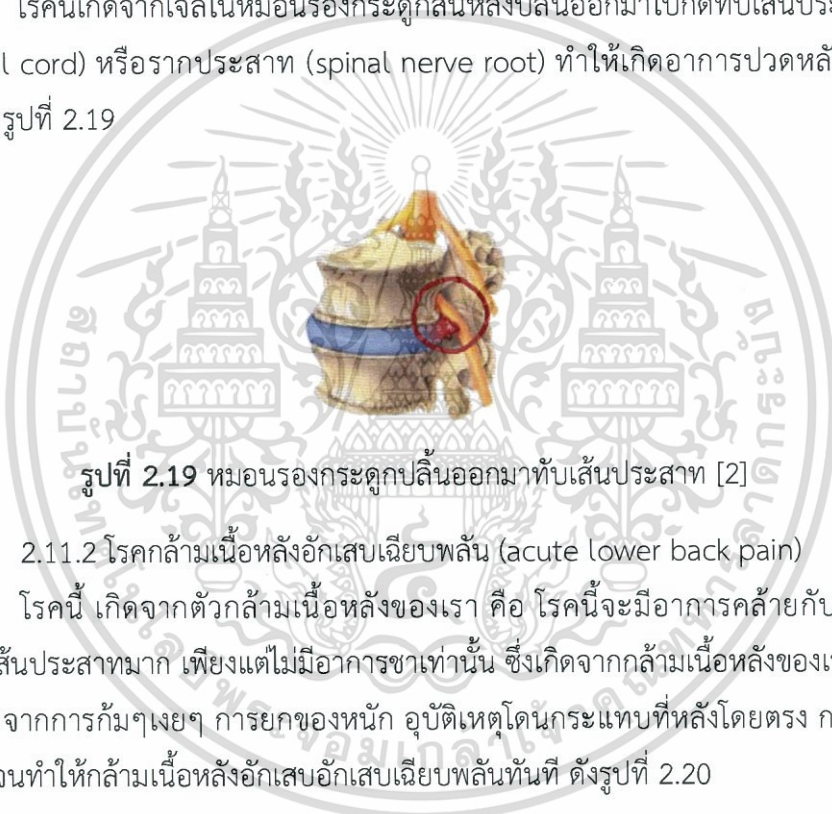
2.10.6 จัดกระเปาะอยู่สม่ำเสมอ

เราควรจัดกระเปาะอยู่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะนักเรียน ควรจัดหนังสือให้ตรงกับตารางสอน หรือสิ่งที่ต้องใช้ในแต่ละวันให้พอดีกับที่ใช้ เพื่อเป็นการลดน้ำหนักและจัดระเบียบกระเปาะของเรา แลจะช่วยให้กระเปาะเป็มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากขึ้น

2.11 โรคที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 โรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท (herniated disc pulposus : HNP)

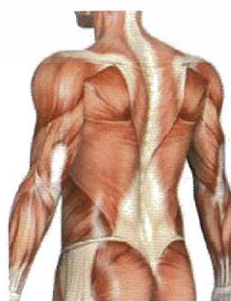
โรคนี้เกิดจากเจลในหมอนรองกระดูกสันหลังปลิ้นออกมาไปกดทับเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal cord) หรือรากประสาท (spinal nerve root) ทำให้เกิดอาการปวดหลัง ซึ่งพบได้บ่อยมาก ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 หมอนรองกระดูกปลิ้นออกมาทับเส้นประสาท [2]

2.11.2 โรคกล้ามเนื้อหลังอักเสบเฉียบพลัน (acute lower back pain)

โรคนี้ เกิดจากตัวกล้ามเนื้อหลังของเรา คือ โรคนี้จะมีอาการคล้ายกับหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทมาก เพียงแต่ไม่มีอาการชาเท่านั้น ซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อหลังของเราถูกใช้งานมากเกินไป จากการก้มๆเงยๆ การยกของหนัก อุบัติเหตุโดนกระแทกที่หลังโดยตรง การเล่นกีฬาอย่างหนัก จนทำให้กล้ามเนื้อหลังอักเสบเฉียบพลันทันที ดังรูปที่ 2.20

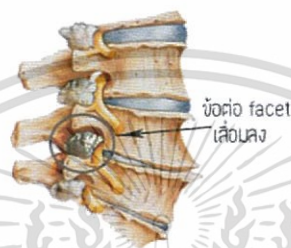


รูปที่ 2.20 โครงสร้างของกล้ามเนื้อหลังส่วนนอก [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 โรคกระดูกสันหลังเสื่อม (spondylosis)

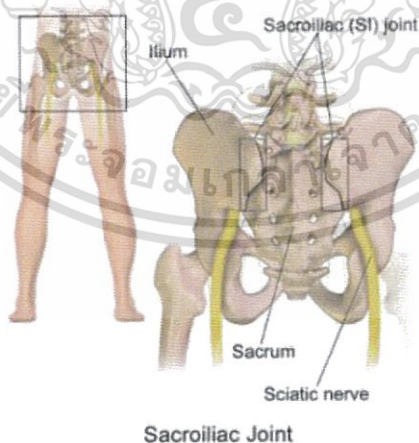
โดยปกติแล้วโรคกระดูกสันหลังเสื่อมในระยะแรกจะไม่มีอาการปวดใดๆ ผู้ป่วยจะมามีอาการปวดหลังก็ต่อเมื่อข้อต่อ facet joint ที่ทำหน้าที่เชื่อมกระดูกสันหลังขึ้นบนกับชั้นล่าง เกิดเสื่อมลงมากจนทรุดตัว ถึงจะเริ่มมีอาการปวดหลัง นอกจากนี้ ยังเกิดจากกระดูกงอก (หินปูน) ที่เกิดจากการซ่อมแซมกระดูกสันหลังที่เสื่อมลง เกิดงอกมากเกินไปจนไปกดทับรากประสาทสันหลังเข้า ทำให้มีอาการชาขาได้ไม่ต่างจากหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ตำแหน่งการเสื่อมของข้อต่อ facet joint [2]

2.11.4 โรคปวดสะโพกร้าวลงขา (sacroiliac joint dysfunction symptoms)

โรคนี้นั้นเป็นเยอะไม่แพ้โรคกระดูกสันหลังเสื่อม แต่คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยรู้จักกัน เพราะอาการมันคล้ายกับกระดูกสันหลังเสื่อม ต่างกันแค่ตำแหน่งที่ปวด ซึ่งก็คือที่ตำแหน่งรอยต่อระหว่างกระดูกเชิงกรานกับกระดูกสันหลังส่วนปลาย ดังรูปที่ 2.22



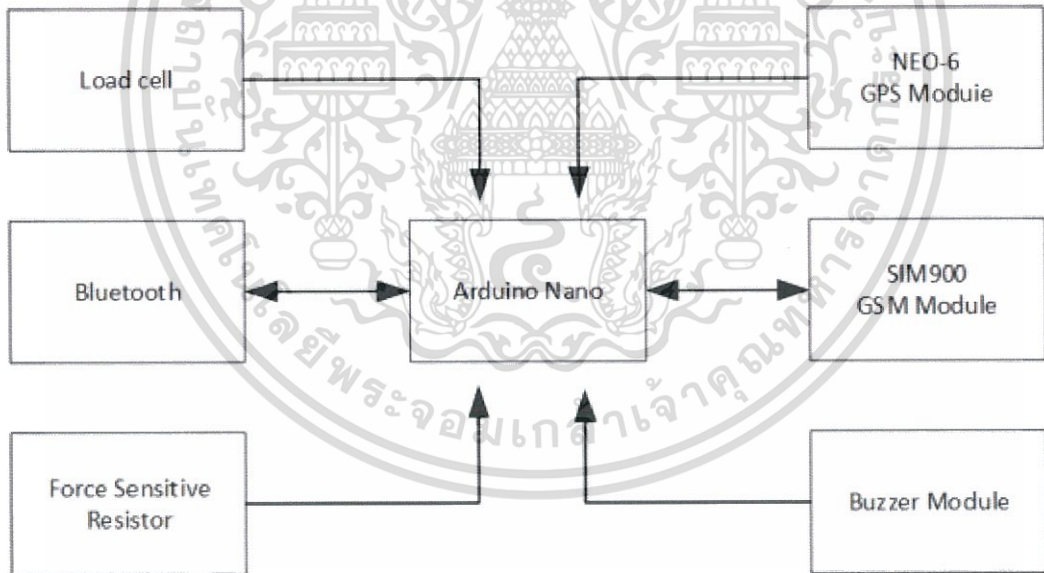
รูปที่ 2.22 ตำแหน่งข้อต่อ sacroiliac joint จุดที่ทำให้ปวด [2]

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอระบบการทำงานของกระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอในส่วนของการออกแบบระบบทั้งหมดของปริญญานิพนธ์ โดยภาพรวมการทำงานของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1 โดยการทำงานของระบบรวมจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการทำงานของโหลดเซลล์ร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดเพื่อใช้ในการตรวจสอบน้ำหนักกระเป๋านักเรียนสะพายและใช้ในการตรวจสอบการสะพายกระเป๋าให้ผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าได้อย่างถูกวิธี และในส่วนที่สองเป็นการทำงานของอุปกรณ์รับค่าพิกัดแลอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย เพื่อใช้ในการตรวจสอบพิกัดตำแหน่งของกระเป๋า

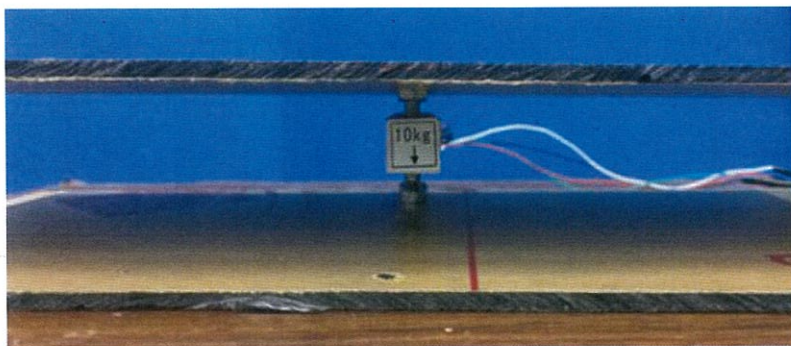


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของกระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ

การทำงานของระบบในส่วนแรกจะเริ่มจากการนำค่าน้ำหนักของกระเป๋าที่วัดได้จาก โหลดเซลล์ ส่งค่าน้ำหนักไปยัง Arduino Nano จากนั้น Arduino Nano จะทำการประมวลผลว่า ค่าน้ำหนักที่ได้นั้นเกินค่าน้ำหนักมาตรฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าน้ำหนักของกระเป๋าเกินมาตรฐาน Arduino Nano จะทำการส่งกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือน (Buzzer) เพื่อให้ Buzzer แจ้งเตือนกับผู้ใช้งานว่าผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานและเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด ได้รับแรงกดจากเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดทั้ง 3 ตำแหน่ง เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดจะทำการส่งค่าแรงกดที่ได้ไปยัง Arduino Nano จากนั้น Arduino Nano จะทำการประมวลผลว่าค่าแรงกดที่ได้นั้น มีค่าแรงกดที่อยู่ในช่วงเดียวกันหรือไม่ ถ้าอยู่คนละช่วงกัน Arduino Nano จะทำการส่งกระแสไฟฟ้าไปยัง Buzzer เพื่อให้ Buzzer แจ้งเตือนกับผู้ใช้งานว่าผู้ใช้งานสะพายกระเป่านักเรียน ผิดวิธี ในส่วนที่สอง คือ เมื่ออุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (SIM900 GSM/GPRS Module) ได้รับสัญญาณจากการโทรเข้ามา จะทำการส่งตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากอุปกรณ์รับค่าพิกัด (GPS Module) ในรูปแบบของข้อความไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่โทรเข้ามาเพื่อร้องขอพิกัด จากนั้นเมื่อผู้ใช้งานได้รับค่าละติจูดและลองจิจูดจากอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สายแล้ว ก็จะนำไปกรอกใน แอปพลิเคชัน Smart school bag บนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ เมื่อกรอกเสร็จแอปพลิเคชัน Smart school bag จะเชื่อมต่อกับ Google maps เพื่อแสดงค่าตำแหน่งพิกัดของกระเป๋าในปัจจุบัน

3.1.1 การวัดน้ำหนักของกระเป๋าโดยใช้โหลดเซลล์ (Load cell)

การวัดน้ำหนักของกระเป๋าโดยใช้โหลดเซลล์ เป็นการนำค่าของน้ำหนักในกระเป๋าที่ได้ไปประมวลผลโดยใช้ Arduino Nano เมื่อน้ำหนักเกินค่าที่กำหนดไว้ Buzzer จะทำการแจ้งเตือน ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการอ้างอิงจากข้อมูลทางการแพทย์ คือ น้ำหนักของกระเป๋าที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานควรมีน้ำหนักไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของผู้ใช้งาน เช่น หากผู้ใช้งานมีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม ดังนั้นกระเป๋าควรมีน้ำหนักไม่เกิน 4 กิโลกรัม ซึ่งในโครงงานนี้ใช้โหลดเซลล์ที่สามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด 10 กิโลกรัมดังรูปที่ 3.2 และการเชื่อมต่อโหลดเซลล์ Buzzer และ Arduino Nano ซึ่งจะต้องใช้โมดูล HX711 ซึ่งเป็นโมดูลขยายสัญญาณจากโหลดเซลล์และส่งค่าให้ Arduino Nano ในรูปแบบดิจิตอล 24 บิต โดยใช้ไฟเลี้ยง 2.6 - 5.5 โวลต์ ดังรูปที่ 3.3



(a)

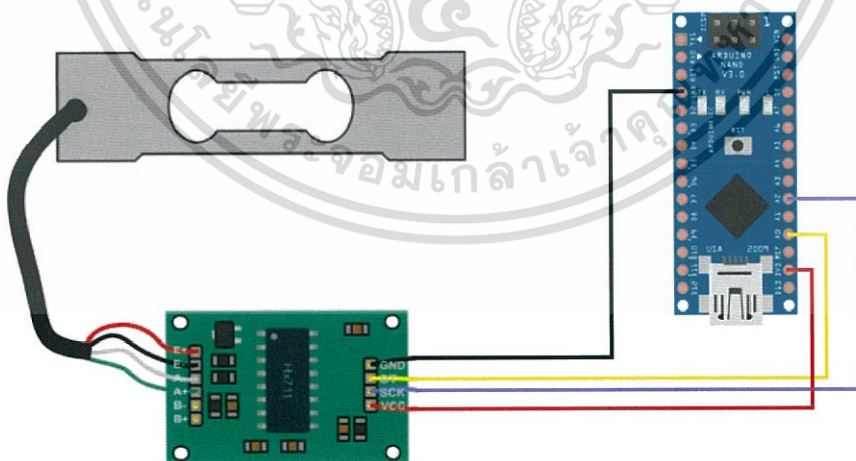


(b)

รูปที่ 3.2 โหลดเซลล์และฐานรับน้ำหนัก

(a) ด้านหน้า

(b) ด้านข้าง



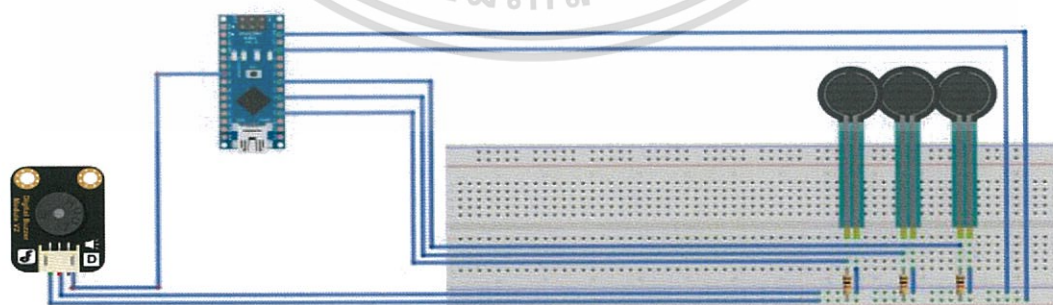
รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อโหลดเซลล์, โมดูล HX711 และ Arduino Nano

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การตรวจสอบการสพายกระเป่าโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด (FSR)

การตรวจสอบการสพายกระเป่าอย่างถูกวิธีโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด เป็นการวางเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดไว้สามตำแหน่ง คือ ตำแหน่งด้านซ้ายบนสายสพายของกระเป่า, ตำแหน่งด้านขวาบนสายสพายของกระเป่าและตำแหน่งกึ่งกลางที่ด้านหลังของกระเป่า ซึ่งที่ตำแหน่งด้านซ้ายและขวาบนสายสพายของกระเป่าวัดแรงกดที่ได้รับจากกระเป่า โดยมีการกำหนดช่วงค่าความแตกต่างระหว่างฝั่งซ้ายและฝั่งขวาไว้เป็นช่วง และที่ตำแหน่งกึ่งกลางที่ด้านหลังของกระเป่าเป็นการตรวจสอบว่าได้รับแรงกดหรือไม่ เมื่อตำแหน่งด้านซ้ายและขวาบนสายสพายของกระเป่าได้รับแรงที่มีความแตกต่างกันมากเกินไปหรือตำแหน่งกึ่งกลางที่ด้านหลังของกระเป่าได้รับแรงกด Buzzer จะทำการแจ้งเตือน โดยการจัดทำปฏิญานิพนธ์ครั้งนี้ใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว สำหรับเป็นพื้นที่รับแรงกดทับ โดยเซนเซอร์ตัวนี้สามารถตรวจจับแรงที่ใช้ในช่วง 100 กรัม – 10 กิโลกรัม ดังรูปที่ 3.4 และการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดกับ Arduino Nano แสดงดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.4 โหลดเซลล์และฐานรับน้ำหนัก



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด, Buzzer และ Arduino Nano

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การทำการแจ้งเตือนโดยใช้อุปกรณ์แจ้งเตือน (Buzzer)

Buzzer จะดังก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าผิดวิธี ซึ่งเสียงที่แจ้งเตือนจะมีลักษณะการแจ้งเตือนที่ตั้งต่างกันในแต่ละกรณี การสะพายกระเป๋าผิดวิธี มีทั้งหมด 3 กรณี คือ

- กรณีที่ 1 เมื่อเราสะพายกระเป๋าเพียงข้างเดียวจะทำให้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดของสายสะพายข้างนั้นได้รับแรงกดทับเพียงข้างเดียว ในขณะที่เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดอีกข้างไม่ได้รับแรงกดทับ จึงเกิดความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์ทั้งสองฝั่งเกินช่วงที่กำหนดไว้ ทำให้ buzzer ดัง ลักษณะการสะพายกระเป๋าแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การสะพายกระเป๋าข้างเดียว

- กรณีที่ 2 เมื่อสะพายกระเป๋าแบบหลังค่อมหรือโค้งตัวไปข้างหน้า จะทำให้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดในตำแหน่งด้านหลังกระเป๋า ได้รับแรงกดทับ ทำให้ buzzer ดัง ลักษณะการสะพายกระเป๋าแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การสะพายกระเป๋าแบบหลังค่อมหรือโค้งตัวลงไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีที่ 3 เมื่อผู้ใช้งานทำการสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักมากเกินไปเกินมาตรฐานที่เหมาะสม จะทำให้ buzzer ดัง ลักษณะการสะพายกระเป๋าแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักของกระเป๋ามากเกินไปเกินมาตรฐานที่เหมาะสมต่อผู้ใช้งาน

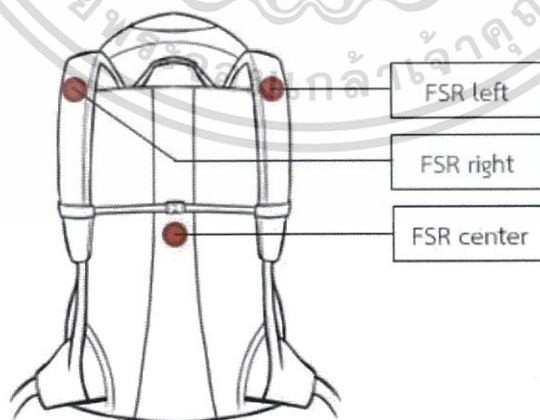
3.1.4 ออกแบบโครงสร้างของกระเป๋า

ออกแบบโครงสร้างของกระเป๋า โดยนำเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดวางไว้ 3 ตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 3.9

3.1.4.1 ตำแหน่งด้านซ้ายบนสายสะพายของกระเป๋า

3.1.4.2 ตำแหน่งด้านขวาบนสายสะพายของกระเป๋า

3.1.4.3 ตำแหน่งกึ่งกลางที่ด้านหลังของกระเป๋า

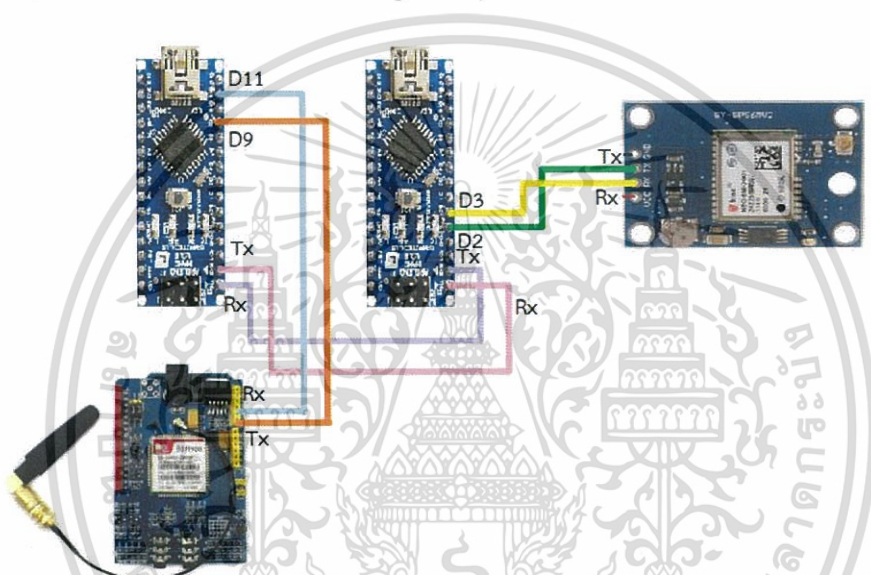


รูปที่ 3.9 การออกแบบโครงสร้างกระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การทราบค่าตำแหน่งของกระเป๋โดยอุปกรณ์รับค่าพิกัด (GPS Module)

การทราบค่าตำแหน่งของกระเป๋โดยอุปกรณ์รับค่าพิกัด เป็นการอาศัยการทำงานระหว่างอุปกรณ์รับค่าพิกัด (GPS Module) และอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (SIM900 GSM/GPRS Module) มาประยุกต์ใช้งานกับ Arduino Nano แสดงดังรูปที่ 3.10 เพื่อใช้ในการหาค่าพิกัดตำแหน่งของกระเป๋ หากต้องการทราบตำแหน่งของกระเป๋จะใช้การโทรเข้าเบอร์โทรศัพท์ที่ใช้กับอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย จากนั้นจะได้ค่าพิกัดตำแหน่งของกระเป๋ออกมาทางหน้าจอ serial monitor และนำค่าพิกัดที่ได้ ไปเปิดใน Google Maps

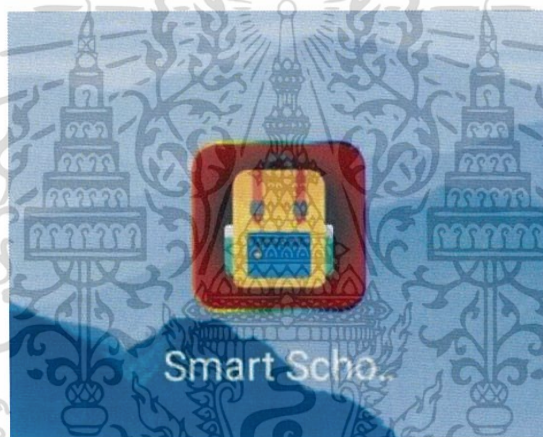


รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อ GPS Module ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.6 การออกแบบแอปพลิเคชัน Smart school bag

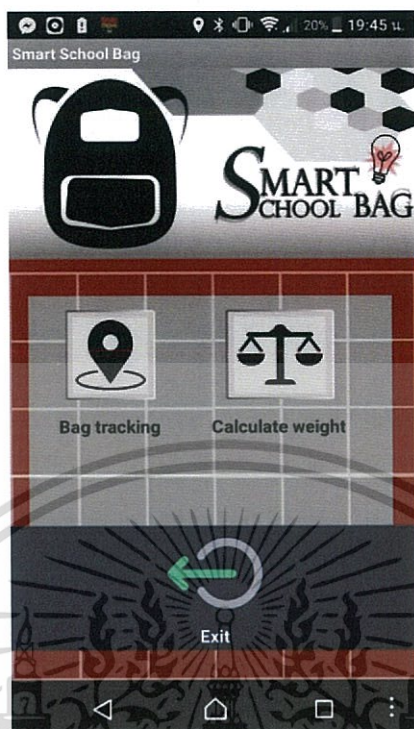
ออกแบบสัญลักษณ์ของแอปพลิเคชันแสดงดังรูปที่ 3.11 โดยมีหน้าจอหลักแสดงดังรูปที่ 3.12 และมีปุ่มฟังก์ชันการทำงานด้วยกัน 3 ปุ่ม คือ คือก Bag tracking, Calculate weight และ Exit โดยปุ่ม Calculate weight และ Bag tracking คือ ปุ่มที่เชื่อมโยงหน้าต่างที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนปุ่ม Exit คือ ปุ่มที่กดเมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากแอปพลิเคชัน หน้าต่างที่ 2 คือ หน้าต่าง Calculate weight ใช้สำหรับกรอกน้ำหนักของผู้ใช้งาน โดยเมื่อกรอกน้ำหนักเสร็จ แอปพลิเคชันจะคำนวณและระบุน้ำหนักของกระเป๋ที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งาน นอกจากนี้ค่าน้ำหนักของผู้ใช้งานที่กรอกลงไปจะถูกส่งไปยัง Arduino Nano ผ่านทางบลูทูธ เพื่อทำงานร่วมกับ

อุปกรณ์แจ้งเตือน (Buzzer) คือ หากกระเป๋ามีน้ำหนักเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผู้ใช้งาน Buzzer ก็จะแจ้งเตือน ส่วนช่อง Current bag weight จะระบุน้ำหนักของกระเป๋าในปัจจุบัน โดยจะอาศัยการทำงานร่วมกันของโหลดเซลล์และ Arduino Nano เพื่อส่งค่าน้ำหนักของกระเป๋าผ่านทางบลูทูธ แสดงดังรูปที่ 3.13 และหน้าต่างที่ 3 คือ Bag tracking โดยหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบตำแหน่งของกระเป๋า ให้ผู้ใช้งานกรอกเบอร์โทรศัพท์มือถือที่ใช้กับอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (SIM900 GSM/GPRS Module) เพื่อร้องขอค่าละติจูดและลองจิจูดจากโมดูล SIM900 GSM/GPRS จากนั้น Arduino Nano จะส่งค่าละติจูดและลองจิจูดผ่านทางข้อความมายังโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน หลังจากนั้นผู้ใช้งานนำค่าละติจูดและลองจิจูดในข้อความมากรอกในแอปพลิเคชัน จากนั้นกดปุ่ม Location เพื่อดูตำแหน่งของกระเป๋า จากนั้นแอปพลิเคชันจะเชื่อมไปยัง Google Maps เพื่อบอกตำแหน่งที่ตั้งของกระเป๋า ณ ขณะนั้น แสดงดังรูปที่ 3.14

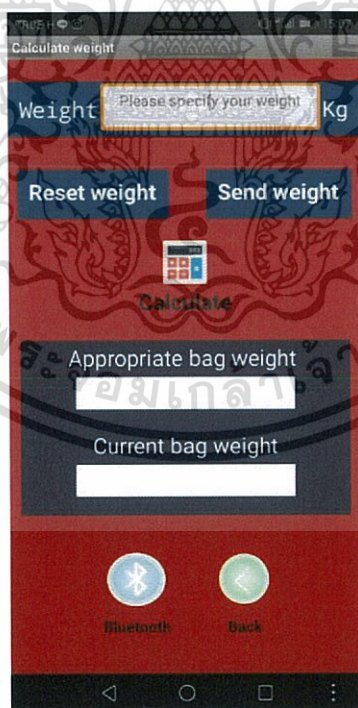


รูปที่ 3.11 สัญลักษณ์ของแอปพลิเคชัน Smart school bag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

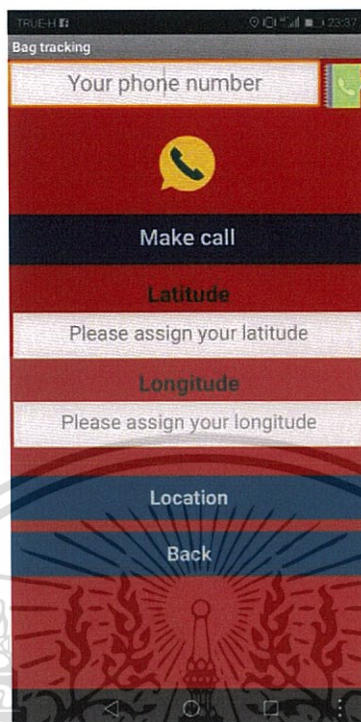


รูปที่ 3.12 แอปพลิเคชัน Smart School Bag หน้าต่างแรก



รูปที่ 3.13 แอปพลิเคชัน Smart School Bag หน้าต่างที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แอปพลิเคชัน Smart School Bag หน้าต่างที่สาม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

| | | |
|----------------------------------|---|-------|
| 3.2.1 Arduino Nano | 3 | บอร์ด |
| 3.2.2 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด (FSR) | 3 | ตัว |
| 3.2.3 Load cell | 1 | ตัว |
| 3.2.4 HX711 | 1 | บอร์ด |
| 3.2.5 Buzzer | 1 | ตัว |
| 3.2.6 GY- NEO6MV2 Ublox NEO-6MV2 | 1 | บอร์ด |
| 3.2.7 SIM900 GSM/GPRS Module | 1 | บอร์ด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การเก็บค่าน้ำหนักของกระเป่าที่วัดได้จากโหลดเซลล์

เนื่องจากโครงการนี้กำหนดให้น้ำหนักของกระเป่ามีน้ำหนักไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของผู้ใช้งาน เช่น เมื่อผู้ใช้งานมีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม ดังนั้นกระเป่าควรมีน้ำหนักไม่เกิน 4 กิโลกรัม เป็นต้น ซึ่งถ้ากระเป่ามีน้ำหนักเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้งาน จะมีการแสดงข้อความ “over” บนหน้าจอ serial monitor และ Buzzer จะทำการแจ้งเตือน

3.3.2 การทำงานเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด

เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดจะเปลี่ยนแปลงความต้านทานขึ้นอยู่กับแรงกดที่มีต่อพื้นที่ ซึ่งหากพบการตรวจจับแรงกดที่มากขึ้น ค่าความต้านทานจะต่ำลงและเมื่อแรงกดน้อยลง ค่าความต้านทานก็มากขึ้นด้วย เรียกว่า ขนาดของแรงกดแปรผกผันกับความต้านทาน โดยในหน้าจอมอนิเตอร์จะแสดงความสัมพันธ์ของความต้านทาน (Resistance) และแรงกด (Force)

3.3.3 การทดลองการรับค่าพิกัดด้วย GPS Module

การทดสอบการรับค่าพิกัดของกระเป่าด้วยโมดูลจีพีเอสนั้น จะทำการรันโค้ดคำสั่ง ณ สถานที่ต่างๆ ภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทดสอบความแม่นยำในการรับค่าพิกัดของโมดูลจีพีเอส ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor และนำค่านั้นมาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ผลที่ได้มีตำแหน่งที่ตั้งที่แสดงใน Google maps คือ ตำแหน่งที่ตั้งของกระเป่าในปัจจุบัน

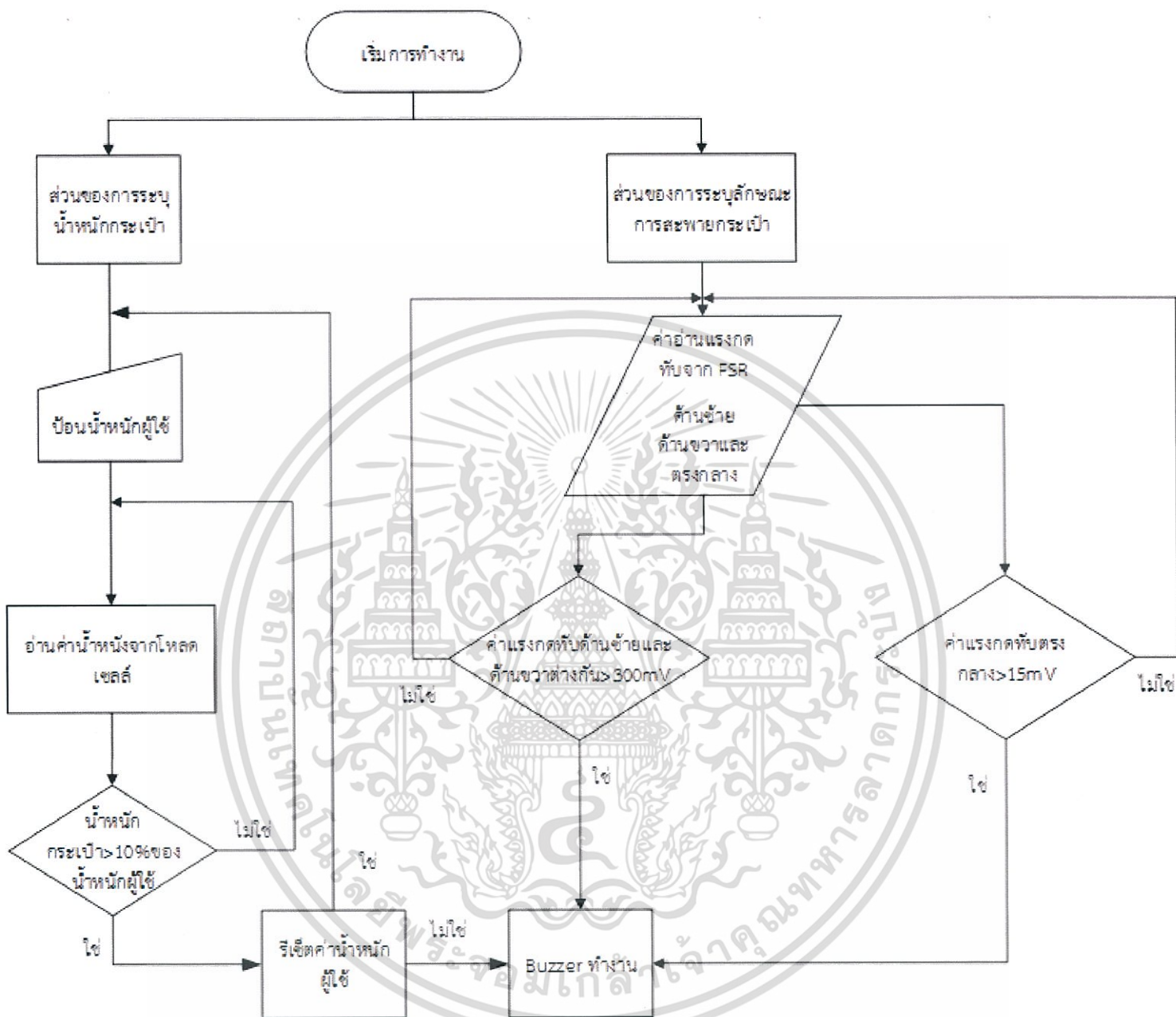
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลจากการทดลองเพื่อยืนยันผลการออกแบบในบทที่ 3 โดยการทดลองแบ่งหัวข้อเพื่อนำเสนอเป็นสองส่วนหลัก โดยส่วนแรก คือ ผลการทดลองการวัดค่าน้ำหนักของกระเป่าโดยใช้โพลด์เซลล์และการวัดการสพายกระเป่าที่ถูกวิธีโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดและส่วนที่สอง คือ ผลการทดลองในการหาค่าพิกัดตำแหน่งของกระเป่าผ่านแอปพลิเคชัน โดยใช้อุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สายก่อนจะทดสอบระบบรวมเป็นลำดับสุดท้าย

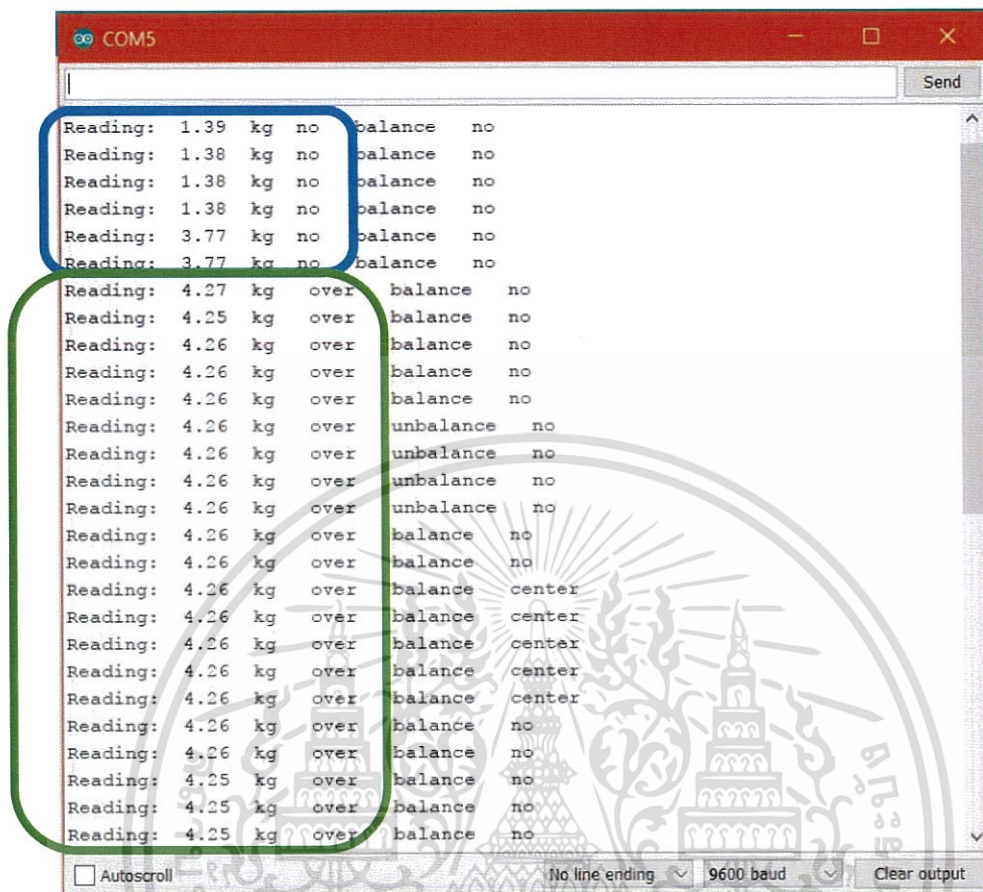
4.1 การทดลองการวัดค่าน้ำหนักของกระเป่าโดยใช้โพลด์เซลล์และการวัดการสพายกระเป่าที่ถูกวิธีโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด

ในการทดสอบการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ซึ่งโฟลว์ชาร์ตของการทำงานของระบบรวมนี้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 โดยส่วนแรก คือ ส่วนของการทดสอบน้ำหนักของกระเป่า โดยในส่วนนี้จะอาศัยการทำงานของโพลด์เซลล์ในการชั่งน้ำหนักของกระเป่า ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการอ้างอิงจากข้อมูลทางการแพทย์ คือ น้ำหนักของกระเป่าที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานควรมีน้ำหนักไม่เกิน 10 เพอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของผู้ใช้งาน เช่น ผู้ที่น้ำหนัก 40 กิโลกรัม ดังนั้นกระเป่าจะต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 4 กิโลกรัม หากมีน้ำหนักเกิน 4 กิโลกรัม buzzer ก็จะทำการแจ้งเตือนและเพื่อให้เห็นผลลัพธ์ชัดเจน ทางผู้จัดทำจึงใช้หน้าจอมอนิเตอร์เพื่อสังเกตผลการทดลองดังรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อโพลด์เซลล์ชั่งน้ำหนักได้น้อยกว่า 4 กิโลกรัม หน้าจอมอนิเตอร์ไม่ปรากฏคำว่า “over” (กรอบด้านบน) แต่เมื่อพบว่าน้ำหนักที่ชั่งมีค่ามากกว่า 4 กิโลกรัม หน้าจอมอนิเตอร์จะปรากฏคำว่า “over” (กรอบด้านล่าง)



รูปที่ 4.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของ FSR และโหนดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

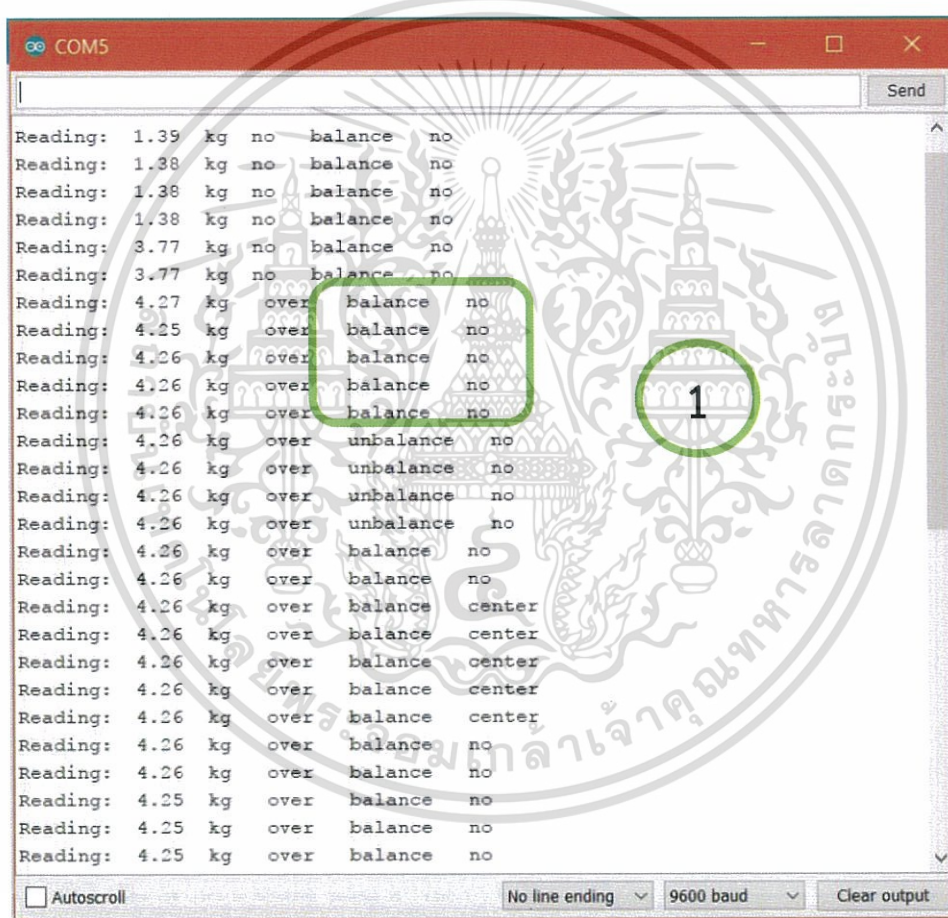


รูปที่ 4.2 หน้าจอโมนิเตอร์แสดงการทดสอบน้ำหนักของกระเป๋

ในส่วนที่สองเป็นส่วนของการตรวจสอบการสะพายกระเป๋าของผู้ใช้งานว่าถูกต้องหรือไม่ โดยในส่วนนี้จะอาศัยการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด (FSR) ซึ่งการทำงานแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดตำแหน่งซ้ายและขวา ตัวอย่างที่แสดงถึงการสะพายกระเป๋าที่ผิดปกติในส่วนนี้ คือ สะพายกระเป๋าเพียงข้างเดียว การถ่วงน้ำหนักของสัมภาระในกระเป๋าของฝั่งซ้ายและขวาไม่เท่ากัน เป็นต้น ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการที่เซนเซอร์สองตำแหน่งรับน้ำหนักไม่เท่ากันและเกิดความไม่สมดุลในการสะพายกระเป๋า เมื่อพบการสะพายที่ไม่ถูกวิธีจะมีการแจ้งเตือนด้วย Buzzer และเพื่อง่ายต่อการสังเกตผลการทดลอง ทางคณะผู้จัดทำจึงใช้หน้าจอโมนิเตอร์และกำหนดเงื่อนไขเป็น 2 กรณี ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีที่ 1 เมื่อพบว่าค่าของแรงที่เซนเซอร์ทั้งสองตำแหน่งรับน้ำหนักเท่ากันหรือมีผลต่างน้อยกว่า 300 มิลลิโวลต์ กล่าวคือ เกิดความสมดุลในการสวะพายกระเป่า จึงปรากฏคำว่า “balance” บนหน้าจอมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 4.3
- กรณีที่ 2 เมื่อพบว่าค่าของแรงที่เซนเซอร์ทั้งสองตำแหน่งรับน้ำหนักไม่เท่ากันหรือค่าที่ได้มีผลต่างมากกว่า 300 มิลลิโวลต์ กล่าวคือ เกิดความไม่สมดุลในการสวะพายกระเป่าจึงปรากฏคำว่า “unbalance” บนหน้าจอมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 หน้าจอมอนิเตอร์กรณีมีความสมดุลในการสวะพายกระเป่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

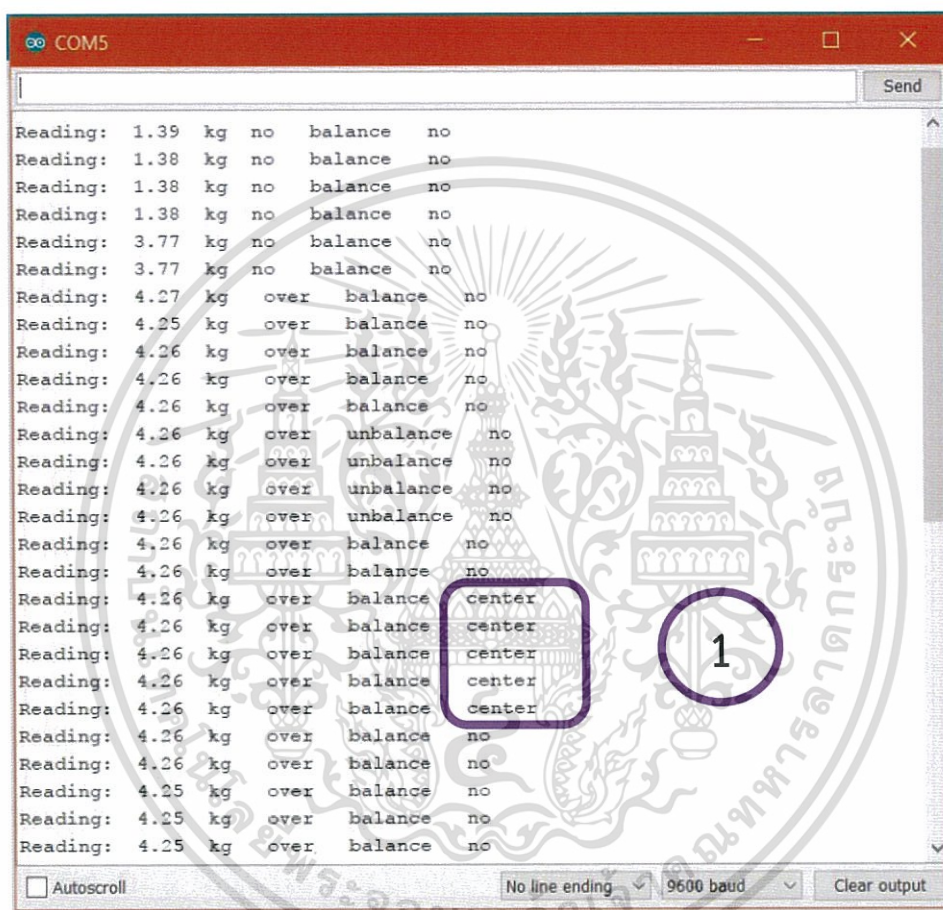
COM5
Send
Reading: 1.39 kg no balance no
Reading: 1.38 kg no balance no
Reading: 1.38 kg no balance no
Reading: 1.38 kg no balance no
Reading: 3.77 kg no balance no
Reading: 3.77 kg no balance no
Reading: 4.27 kg over balance no
Reading: 4.25 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over unbalance no
Reading: 4.26 kg over unbalance no
Reading: 4.26 kg over unbalance no
Reading: 4.26 kg over unbalance no
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over balance center
Reading: 4.26 kg over balance center
Reading: 4.26 kg over balance center
Reading: 4.26 kg over balance center
Reading: 4.26 kg over balance center
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.26 kg over balance no
Reading: 4.25 kg over balance no
Reading: 4.25 kg over balance no
Reading: 4.25 kg over balance no
Reading: 4.25 kg over balance no
Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
  
```

รูปที่ 4.4 บนหน้าจอมอนิเตอร์กรณีไม่มีความสมดุลในการสะพายกระเป๋า

ส่วนของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดตำแหน่งตรงกลาง ตัวอย่างที่แสดงถึงการสะพายกระเป๋าที่ผิดวิธีในส่วนนี้ คือ สะพายกระเป๋าแบบหลังค่อมหรือโค้งตัวไปข้างหน้า เป็นต้น ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการที่เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดในตำแหน่งตรงกลางกระเป๋าได้รับแรงกดทับ เมื่อพบการสะพายที่ไม่ถูกต้องจะมีการแจ้งเตือนด้วย Buzzer และเพื่อถ่ายทอดการสังเกตผลการทดลอง ทางคณะผู้จัดทำจึงใช้หน้าจอมอนิเตอร์และกำหนดเงื่อนไข 2 กรณี ดังนี้

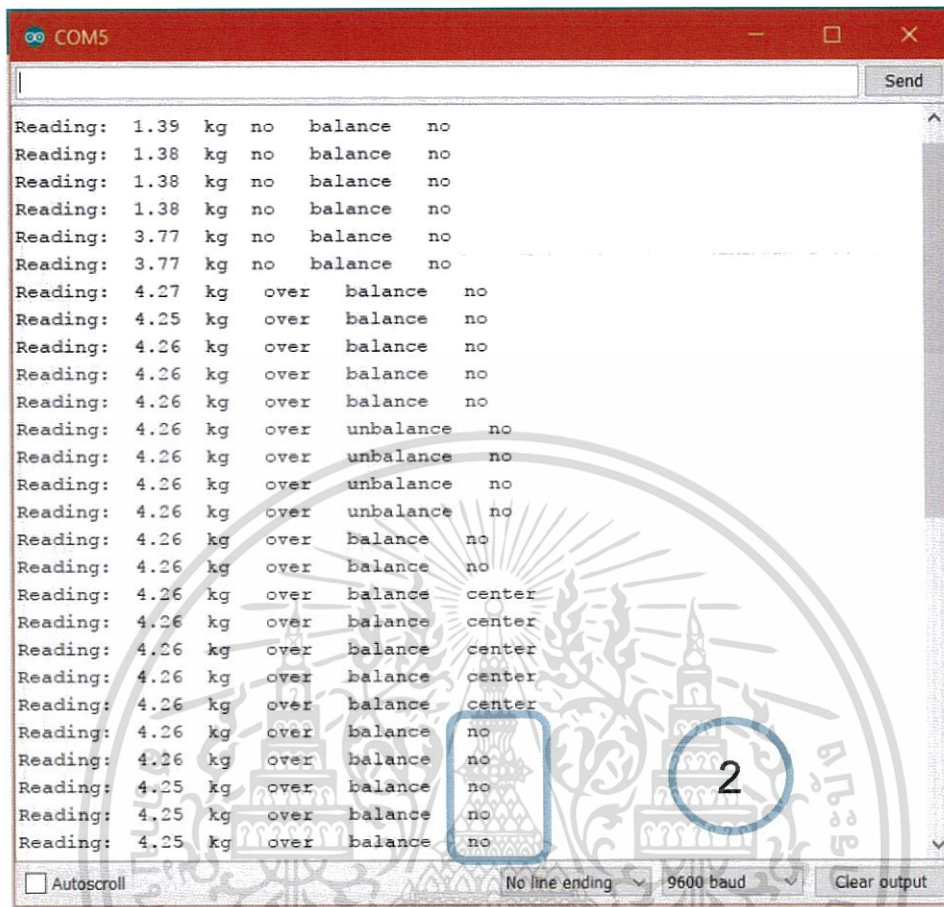
- กรณีที่ 1 เมื่อพบว่าค่าของแรงที่เซนเซอร์ตำแหน่งตรงกลางมีค่ามากกว่า 15 มิลลิโวลต์ กล่าวคือ เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดในตำแหน่งตรงกลางกระเป๋าได้รับแรงกดทับมากเกินไป ดังนั้นจึงปรากฏคำว่า “center” บนหน้าจอมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 4.5

- กรณีที่ 2 เมื่อพบว่าค่าของแรงที่เซนเซอร์ตำแหน่งตรงกลางมีค่าน้อยกว่า 15 มิลลิโวลต์ กล่าวคือ เซนเซอร์ตรวจจับแรงกดในตำแหน่งตรงกลาง กระเป๋าดำได้รับแรงกดทับน้อยหรืออาจไม่ได้รับแรงกดทับ ดังนั้นจึงปรากฏคำว่า “no” บนหน้าจอมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 หน้าจอมอนิเตอร์กรณีเซนเซอร์ตำแหน่งตรงกลางกระเป๋าดำได้รับแรงกดทับมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 หน้าจออินเตอร์เฟซเซนเซอร์ตำแหน่งตรงกลางกระเป๋ารับค่าที่ได้รับแรงกดที่น้อยหรืออาจไม่ได้รับแรงกดทับ

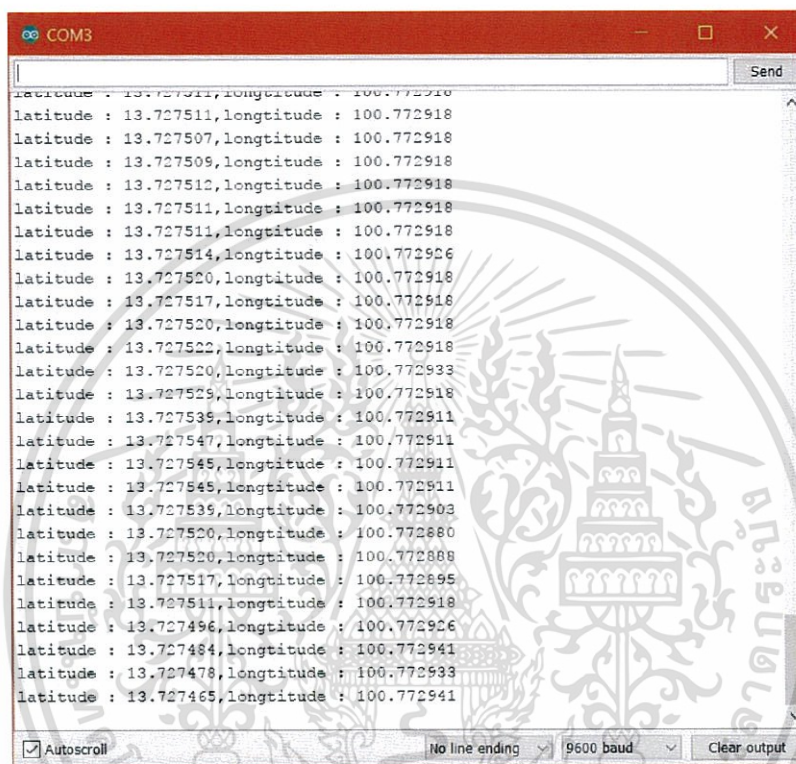
4.2 ผลการทดลองของการรับค่าพิกัดด้วยอุปกรณ์รับค่าพิกัด (GPS Module)

การทดสอบการรับค่าพิกัดของกระเป๋ารับค่าด้วยโมดูลจีพีเอสนั้น จะทำการรันโค้ดคำสั่ง ณ สถานที่ต่างๆ บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทดสอบความแม่นยำในการรับค่าพิกัดของโมดูลจีพีเอส ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor และนำค่านั้นมาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ซึ่งมีสถานที่ที่ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. บริเวณหอพักนักศึกษา RNP ตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หอประชุมเจ้าพระยา สุรวงษ์ไวยวัฒน์ (วร บุนนาค) และคณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. โดยผลการทดสอบมีข้อมูลเปรียบเทียบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

ในขณะที่ทำการทดสอบบริเวณอาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. ได้นำค่าพิกัดที่ได้จาก GPS Module ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.7 มาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ดังรูปที่ 4.8



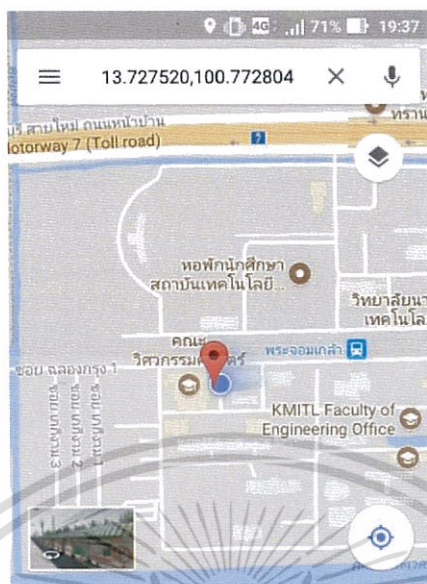
```

latitude : 13.727511, longitude : 100.772918
latitude : 13.727511, longitude : 100.772918
latitude : 13.727507, longitude : 100.772918
latitude : 13.727509, longitude : 100.772918
latitude : 13.727512, longitude : 100.772918
latitude : 13.727511, longitude : 100.772918
latitude : 13.727511, longitude : 100.772918
latitude : 13.727514, longitude : 100.772926
latitude : 13.727520, longitude : 100.772918
latitude : 13.727517, longitude : 100.772918
latitude : 13.727520, longitude : 100.772918
latitude : 13.727522, longitude : 100.772918
latitude : 13.727520, longitude : 100.772933
latitude : 13.727529, longitude : 100.772918
latitude : 13.727539, longitude : 100.772911
latitude : 13.727547, longitude : 100.772911
latitude : 13.727545, longitude : 100.772911
latitude : 13.727545, longitude : 100.772911
latitude : 13.727539, longitude : 100.772903
latitude : 13.727520, longitude : 100.772880
latitude : 13.727520, longitude : 100.772889
latitude : 13.727517, longitude : 100.772895
latitude : 13.727511, longitude : 100.772918
latitude : 13.727496, longitude : 100.772926
latitude : 13.727484, longitude : 100.772941
latitude : 13.727478, longitude : 100.772933
latitude : 13.727465, longitude : 100.772941

```

รูปที่ 4.7 ค่าพิกัดบนหน้าจอ Serial monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เขต ลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520 · 11 น.

ข้อมูลเพิ่มเติม

เส้นทาง

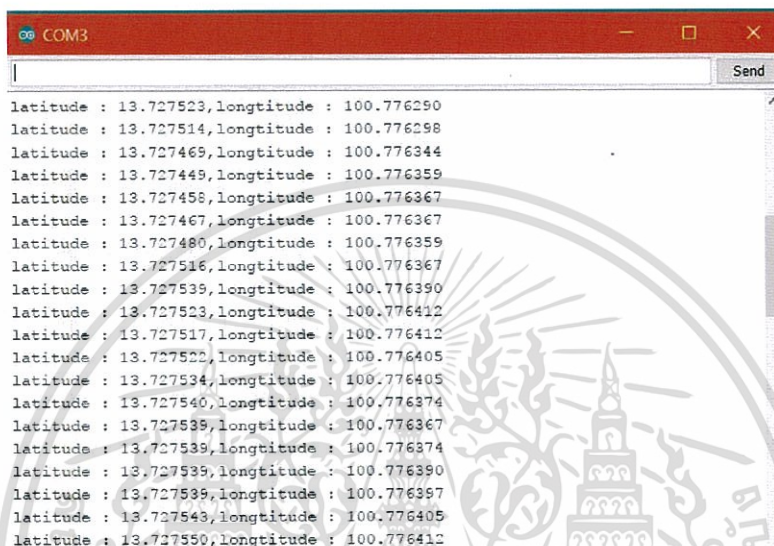
รูปที่ 4.8 ค่าพิกัดจาก Google maps

4.2.2 บริเวณหอพักนักศึกษา RNP

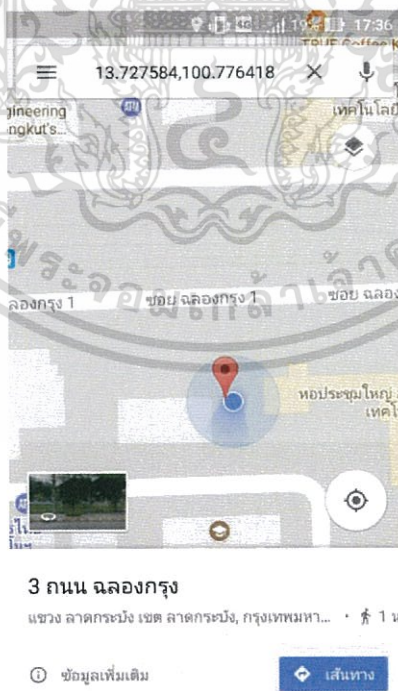
ในขณะที่ทำการทดสอบบริเวณหอพักนักศึกษา RNP ได้นำค่าพิกัดที่ได้จาก GPS Module ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.9 มาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ดังรูปที่ 4.10

4.2.3 ตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ในขณะที่ทำการทดสอบบริเวณตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ได้นำค่าพิกัดที่ได้จาก GPS Module ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.11 มาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 ค่าพิกัดบนหน้าจอ Serial monitor

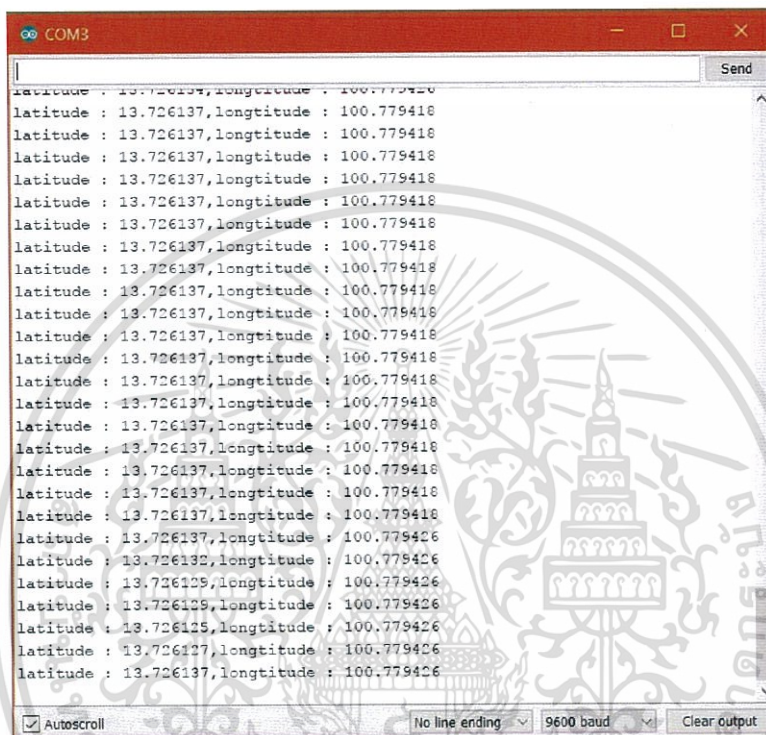


รูปที่ 4.12 ค่าพิกัดจาก Google maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

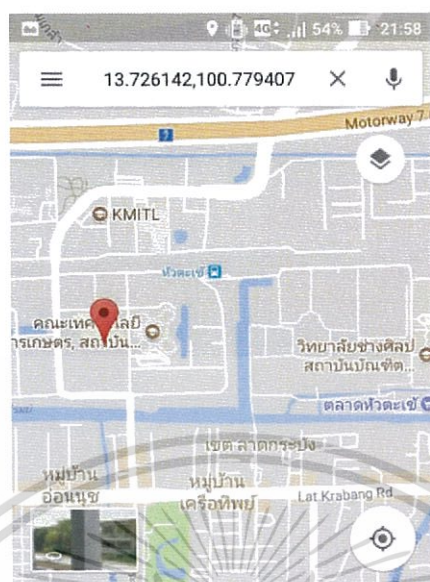
4.2.4 หอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ (วร บุนนาค)

ในขณะที่ทำการทดสอบบริเวณหอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ (วร บุนนาค) ได้นำค่าพิกัดที่ได้จาก GPS Module ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.13 มาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 ค่าพิกัดบนหน้าจอ Serial monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

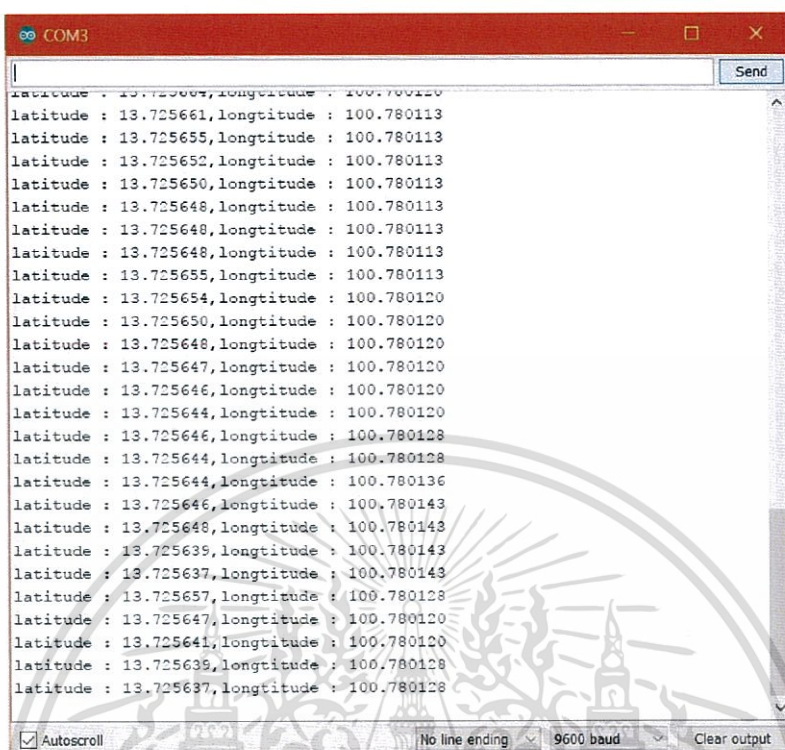


รูปที่ 4.14 ค่าพิกัดจาก Google maps

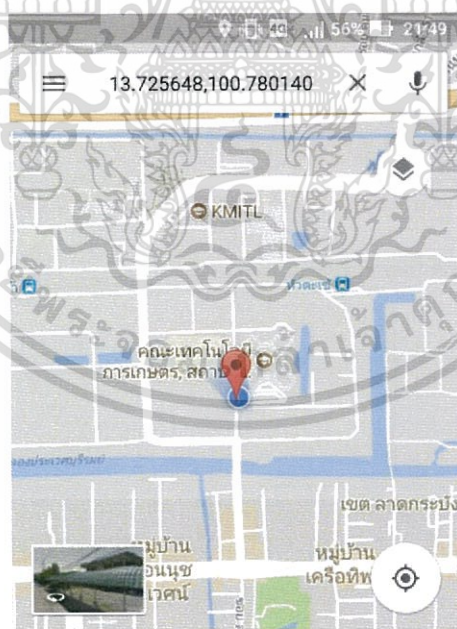
4.2.5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

ในขณะที่ทำการทดสอบบริเวณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. ได้นำค่าพิกัดที่ได้จาก GPS Module ซึ่งแสดงบนหน้าจอ Serial monitor ดังรูปที่ 4.15 มาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่ได้จาก Google maps ดังรูปที่ 4.16

ความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดจาก GPS Module เทียบกับ Google maps ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก



รูปที่ 4.15 ค่าพิกัดบนหน้าจอ Serial monitor



รูปที่ 4.16 ค่าพิกัดจาก Google maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าละติจูดและลองจิจูดระหว่างข้อมูลที่ได้จาก GPS MODULE กับ Google maps

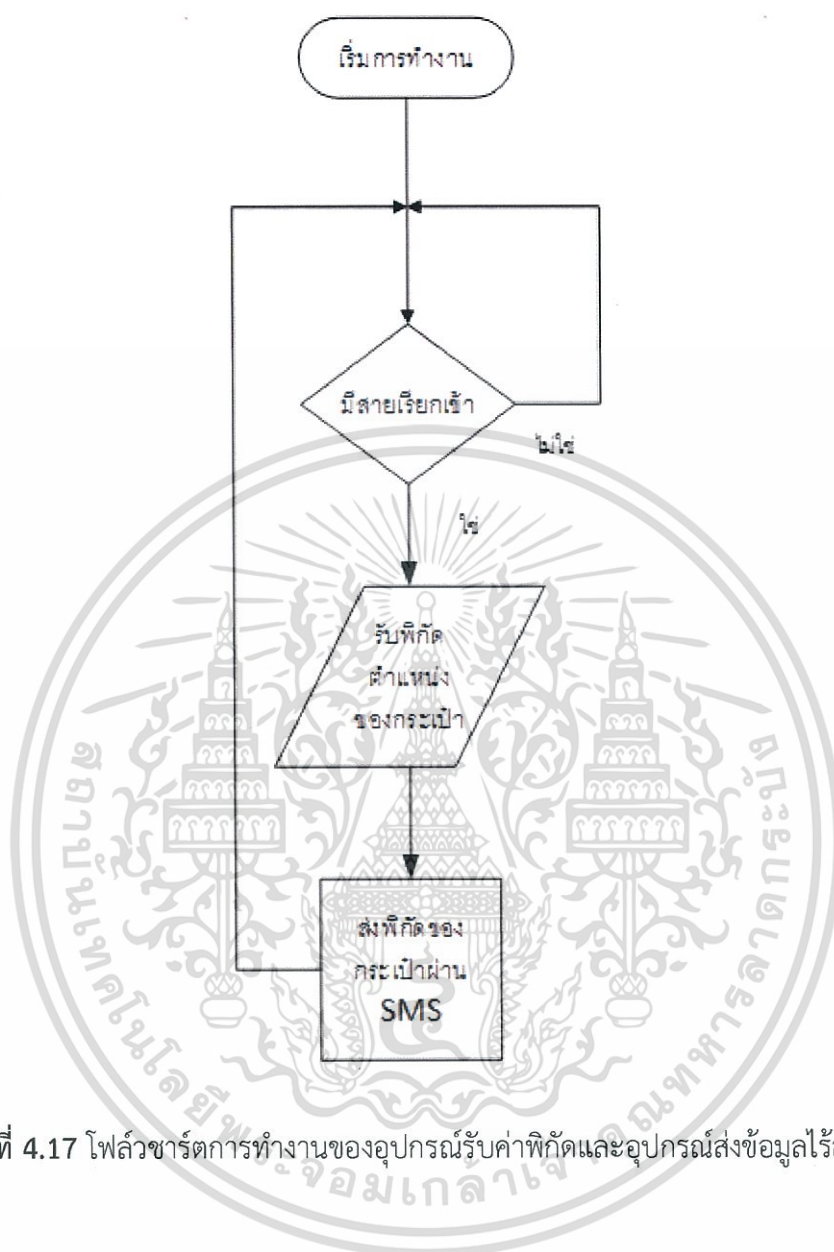
| สถานที่ | GPS MODULE | | Google maps | | ความคลาดเคลื่อน (%) | |
|---|------------|------------|-------------|------------|---------------------|----------|
| | ละติจูด | ลองจิจูด | ละติจูด | ลองจิจูด | ละติจูด | ลองจิจูด |
| อาคาร 12 ชั้น วิศวกรรมศาสตร์ สจล. | 13.727511 | 100.772918 | 13.727517 | 100.772963 | 0.000044 | 0.000045 |
| บริเวณหอพัก นักศึกษา RNP | 13.727596 | 100.763267 | 13.727586 | 100.763350 | 0.000073 | 0.000082 |
| ตึกภาควิชา วิศวกรรม โทรคมนาคม | 13.727539 | 100.776397 | 13.727584 | 100.776418 | 0.000328 | 0.000021 |
| หอประชุม เจ้าพระยาสุรวงษ์ ไวยวัฒน์ (วร บุนนาค) | 13.725661 | 100.780113 | 13.726142 | 100.779407 | 0.003504 | 0.000703 |
| คณะเทคโนโลยี การเกษตร สจล. | 13.726142 | 100.779407 | 13.725648 | 100.780140 | 0.003599 | 0.000727 |

4.3 ผลการทดลองการใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ

ผลการทดลองการใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ เกิดจากการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย แสดงดังรูปที่ 4.17 แล้วนำมาสร้างเป็นแอปพลิเคชัน เมื่อเข้าแอปพลิเคชัน Smart School Bag ในหน้าต่างแรก จะแบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 2 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันของน้ำหนักกระเป๋าและฟังก์ชันบอกตำแหน่งของกระเป๋า โดยมีปุ่ม Calculate weight เป็นฟังก์ชันของน้ำหนักกระเป๋าและปุ่ม Bag tracking เป็นฟังก์ชันบอกตำแหน่งของกระเป๋า แสดงดังรูปที่ 4.18 ในส่วนฟังก์ชันของน้ำหนักกระเป๋าเมื่อคลิกที่ปุ่ม Calculate weight จะมีหน้าต่างการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.19 ซึ่งในหน้าต่างนี้จะให้กรอก

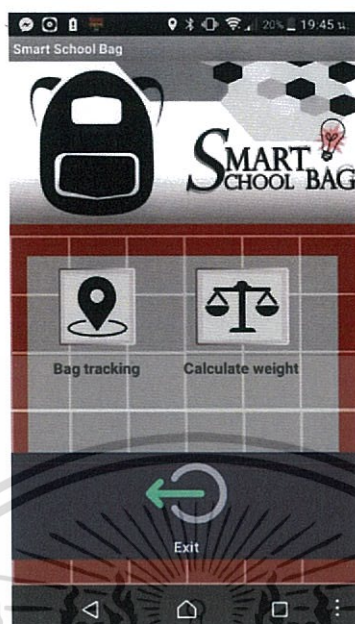
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน โดยเมื่อกรอกน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานเสร็จ แอปพลิเคชันจะระบุน้ำหนักของ กระเป่าที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน เมื่อกระเป่ามีน้ำหนักไม่เกินน้ำหนักที่แอปพลิเคชันระบุ buzzer จะไม่แจ้งเตือน แสดงดังรูปที่ 4.20 แต่เมื่อกระเป่ามีน้ำหนักเกินที่แอปพลิเคชันได้ระบุไว้ buzzer จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4.21 ส่วนปุ่ม Reset weight นั้นมีไว้เพื่อเมื่อมีการ เปลี่ยนผู้ใช้งานกระเป่าสะพาย ให้กดปุ่มนี้เพื่อเคลียร์ค่าใน Arduino แล้วกรอกน้ำหนักของผู้ใช้งาน คนใหม่ได้ในทันที และในส่วนฟังก์ชันบอกตำแหน่งของกระเป่าเมื่อคลิกที่ปุ่ม Bag tracking จะมี หน้าต่างการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.22 เป็นการให้ผู้ใช้งานกรอกเบอร์โทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน ลงไป แล้วกดที่ปุ่ม Make call จากนั้นหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ร่วมกับโมดูล SIM900 GSM/GPRS จะโทรเข้ามายังเบอร์โทรศัพท์ที่ผู้ใช้งานได้กรอกลงไป แสดงดังรูปที่ 4.23 เมื่อสิ้นสุดการโทรจะแสดง หน้าต่างการใช้งานดังรูปที่ 4.24 จากนั้น Arduino Nano จะส่งค่าละติจูดและลองจิจูดมาทาง ข้อความผ่านหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่กรอก แสดงดังรูปที่ 4.25 เมื่อผู้ใช้งานได้รับค่าละติจูดและ ลองจิจูดผ่านข้อความแล้ว ให้นำค่าที่ได้มากรอกลงในช่องละติจูดและลองจิจูด ตามลำดับ แสดงดัง รูปที่ 4.26 จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Location แอปพลิเคชันจะเชื่อมโยงไปยัง Google Maps เพื่อระบุ ตำแหน่งของกระเป่า ณ ขณะนั้น ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.27

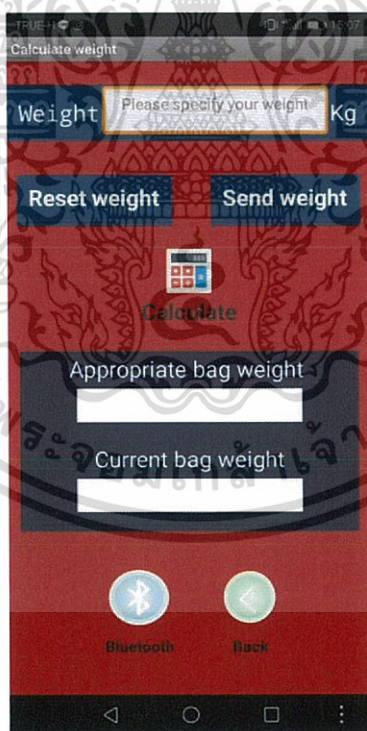


รูปที่ 4.17 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของอุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

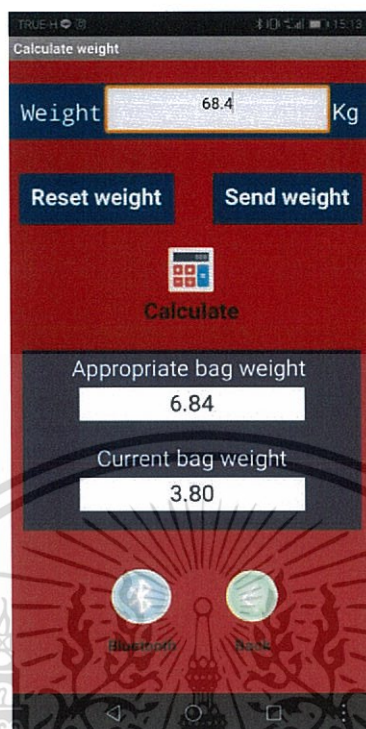


รูปที่ 4.18 แอปพลิเคชัน Smart School Bag หน้าต่างแรก

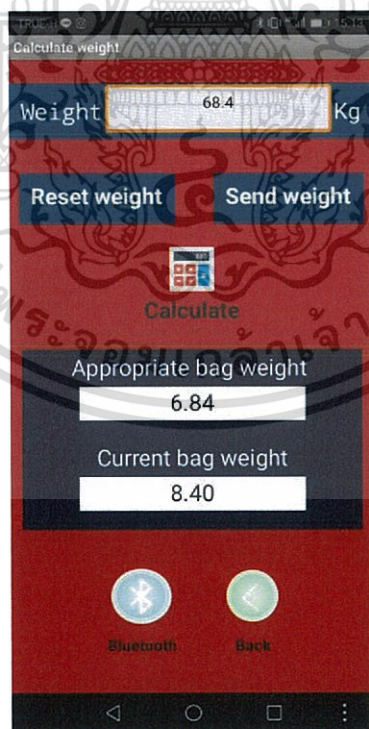


รูปที่ 4.19 แอปพลิเคชัน Smart School Bag หน้าต่างที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

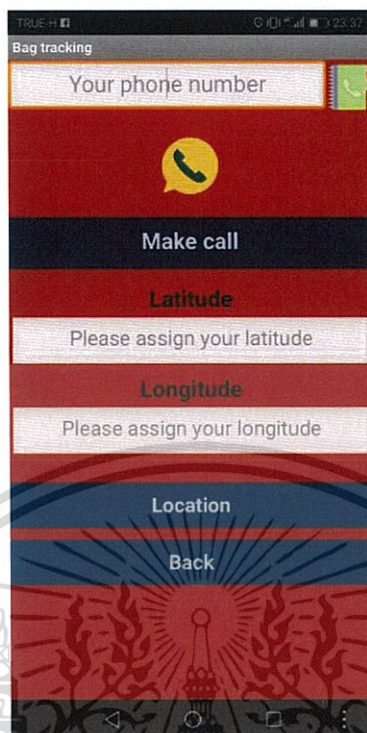


รูปที่ 4.20 กระเป๋ามีน้ำหนักไม่เกินน้ำหนักที่แอปพลิเคชันระบุ buzzer จะไม่แจ้งเตือน

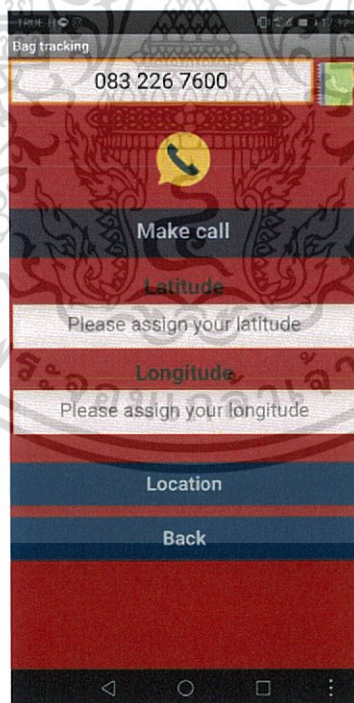


รูปที่ 4.21 กระเป๋ามีน้ำหนักเกินที่แอปพลิเคชันได้ระบุไว้ buzzer จะทำการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

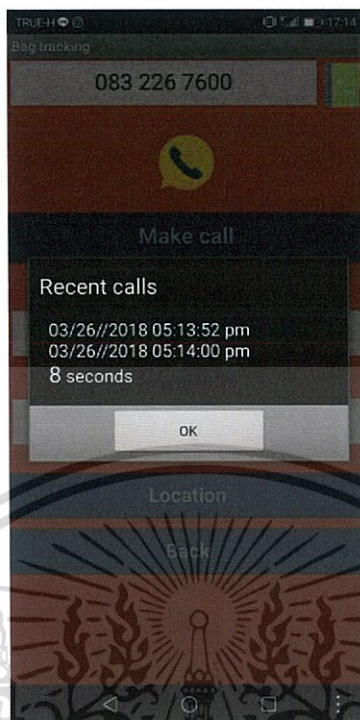


รูปที่ 4.22 แอปพลิเคชัน Smart School Bag หน้าต่างที่สาม



รูปที่ 4.23 กรอกหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

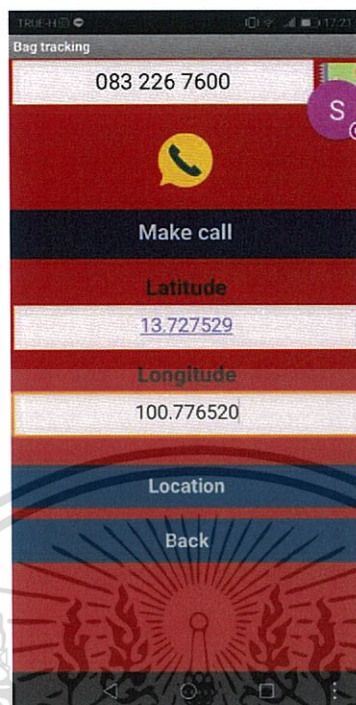


รูปที่ 4.24 สิ้นสุดการโทร

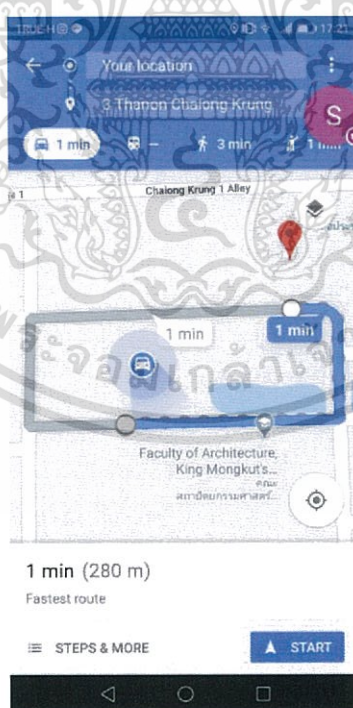


รูปที่ 4.25 ค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้รับผ่านทางข้อความทางโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 กรอกรหัสติดต่อและลองจิจูดที่ได้รับผ่านทางข้อความทางโทรศัพท์มือถือลงบนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.27 ตำแหน่งที่ตั้งของ Smart School Bag ใน Google maps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการนำโพลดเซลล์ เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด อุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยเสียง (Buzzer) อุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย มาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน จนเกิดเป็นกระเป๋านักเรียนอัจฉริยะ คือ การนำโพลดเซลล์และเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดมาใช้ในการวัดน้ำหนักของกระเป๋าและตรวจสอบการสะพายกระเป๋า รวมทั้งหากน้ำหนักของกระเป๋าเกิน 10 เพอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผู้ใช้งานหรือสะพายกระเป๋าผิดวิธี Buzzer จะทำการแจ้งเตือน โดยมีลักษณะของเสียงที่ใช้ในการแจ้งเตือนแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแยกความผิดพลาดได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการสะพายกระเป๋าที่มีน้ำหนักเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ผู้ใช้งานสามารถรับน้ำหนักของกระเป๋าได้ เพื่อป้องกันการสะพายกระเป๋าอย่างผิดวิธีและเพื่อป้องกันปัญหาด้านสุขภาพที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว โดยอีกส่วน คือ เป็นการนำอุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สายมาใช้ในการหาตำแหน่งพิกัดของกระเป๋า เพื่อป้องกันการสูญหายของกระเป๋าและสามารถระบุได้ว่ากระเป๋าอยู่ที่ตำแหน่งใด ณ ขณะนั้น โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก คือ การทำงานของโพลดเซลล์และเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด ส่วนที่สอง คือ การทำงานของอุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย

1) การทำงานของโพลดเซลล์และเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด ส่วนแรกเป็นการทำงานของโพลดเซลล์เป็นการวัดค่าน้ำหนักของกระเป๋า จากข้อเสนอแนะของแพทย์น้ำหนักของกระเป๋าต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 10 เพอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผู้ใช้งาน หากน้ำหนักกระเป๋ามีน้ำหนักเกิน 10 เพอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผู้ใช้งาน Buzzer จะทำการแจ้งเตือนให้ทราบว่า มีค่าน้ำหนักเกินมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ และส่วนที่สองเป็นการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกด เป็นการตรวจสอบการสะพายกระเป๋า โดยวางเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดไว้สามตำแหน่ง คือ ตำแหน่งด้านบนซ้ายของสายสะพาย ตำแหน่งด้านบนขวาของสายสะพายและตำแหน่งกึ่งกลางด้านหลังของกระเป๋า โดยตำแหน่งด้านบนซ้ายและขวาของสายสะพายต้องได้รับแรงกดที่มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงเดียวกันตามที่กำหนดไว้ และตำแหน่งกึ่งกลางด้านหลังกระเป๋าต้องไม่ได้รับแรงกด จึงจะเป็นการสะพายกระเป๋าที่ถูกต้อง หากไม่ตรงกับเงื่อนไขข้างต้น Buzzer จะทำการแจ้งเตือนให้ทราบว่า ผู้ใช้งานสะพายกระเป๋าผิดวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทำงานของอุปกรณ์รับค่าพิกัดและอุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย เป็นการหาค่าพิกัดตำแหน่งของกระเป๋าผ่านแอปพลิเคชันอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ คือ เมื่อผู้ใช้งานกรอกเบอร์โทรศัพท์มือถือของตนเองลงไปในแอปพลิเคชันและกดโทร จะเป็นการส่งการไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ร่วมกับโมดูล SIM900 GSM/GPRS ให้โทรมาที่เบอร์โทรศัพท์ที่ผู้ใช้งานได้กรอกลงไป เพื่อร้องขอให้โมดูลจีพีเอสส่งค่าตำแหน่งของกระเป๋า ณ ขณะนั้น โดยส่งในรูปแบบของข้อความ จากนั้น Arduino Nano จะหาค่าตำแหน่งของกระเป๋า ณ ขณะนั้น ซึ่งจะเป็นค่าละติจูดและลองจิจูดมาทางข้อความผ่านโทรศัพท์มือถือที่ได้กรอกไป เมื่อได้รับค่าแล้วให้ผู้ใช้งานนำค่าที่ได้มากรอกลงในช่องละติจูดและลองจิจูดตามลำดับและกดที่ปุ่ม Location เพื่อเชื่อมไปยัง Google maps ผู้ใช้งานสามารถทราบตำแหน่งของกระเป๋า ณ ขณะนั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองสะพานยกกระเป๋าอัจฉริยะ อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ในขณะที่ผู้ใช้งานมีการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น เดิน วิ่ง ลุก นั่ง เป็นต้น เนื่องจากเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดมีค่าความไวค่อนข้างสูง หากได้รับแรงจากการเคลื่อนไหวอาจทำให้ได้ผลที่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น นอกจากนี้หากผู้ใช้งานมีสัดส่วนของร่างกายที่ต่างกัน เช่น รูปร่างและความสูง ตำแหน่งของเซนเซอร์ตรวจจับแรงกดทั้งสามตำแหน่งอาจคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน

บรรณานุกรม

- [1] ศิริรัตน์ ตีสุงเนิน, นवलลอ ธวินชัย. การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสะพายกระเป๋าและอาการปวดที่เกิดขึ้นในขณะที่สะพายกระเป๋าในนักเรียนมัธยมศึกษา โรงเรียนดาราวิทยาลัย เชียงใหม่. เชียงใหม่: ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2557.
- [2] สราวุธ จันทรแสง, ศิริรัตน์ แก้ววิชัย, ณิชฐริกา พวงแม่กลอง, วณิชฐา ไชยสุวรรณ, อิงอร ปรีทอง, และเกสรา เกตุเกลี้ยง. บทควมวิจัยผลของท่าทางการสะพายกระเป๋าที่แตกต่างกันต่อการทำงานของกล้ามเนื้อบ่า (upper trapezius) ข้างที่สะพายกระเป๋าและกล้ามเนื้อหลัง (Para spinal) ข้างตรงข้ามในเพศหญิง อายุ 18-35 ปี Effects of Bag Carrying Patterns on Muscle Activities of Ipsilateral Upper Trapezius and Contralateral Para spinal Muscles in 18-35 Ages Female. นครศรีธรรมราช: สาขากายภาพบำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2557.
- [3] Joo, J.W, K.S. Na and Kang D.I.. 2002. Design and evaluation of a six-component load cell. International Journal of measurement 2002 (32): 125-133.
- [4] Van Paepegem, W. and Degrieck J.. 2001. Experimental set-up for and numerical modelling of bending fatigue experiments on plain woven glass/epoxy composites. International Journal of Composite Structures 2001 (51): 1-8
- [5] เพิ่มศักดิ์ เกตุพนม, “การออกแบบโพลีเมอร์โดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางไฟไนต์เอลิเมนต์”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.
- [6] วรพจน์ กรแก้ววัฒนุกู และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนท์ จำกัด, 2545.
- [7] เดชฤทธิ์ มณีธรรม และ สำเร็จ เต็มราม. (2548). คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- [8] Eventoff, Franklin N. Electronic Pressure Sensitive Transducer Apparatus. Eventoff Franklin Neal, assignee. Patent 4314227. 2 Feb. 1982. Print.
- [9] TR Jensen, RG Radwin, and JG Webster. A conductive polymer sensor for measuring external finger forces. Journal of biomechanics, 24(9):851, 1991.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] N. Maalej, S. Bhat, H. Zhu, J.G. Webster, J.J. Tompkins, W.J. Wertsch, and P. Bach-y Rita. *A conductive polymer pressure sensor*. In *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE, volume 2, pages 770–771*. Dept. of Electronics and Computer Engineering, Wisconsin University, Madison, WI, USA, November 1988.
- [11] A. Desai, S. Payandeh, and J. Vaisey. *On the localization of objects using an FSR pressure pad transducer*. In *1994 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1994. 'Humans, Information and Technology', volume 1, 1994*.
- [12] 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales-HX711 Retrieved March 01, 2016, from https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf
- [13] Arduino Nano, [Online]. Available: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>, เข้าถึงเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2560.
- [14] บัซเซอร์ (Buzzer), [Online]. Available: <http://www.thaimicrotron.com/mcs51/Speaker.htm>, เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560.
- [15] GSM SIM900, [Online]. Available: http://www.ett.co.th/prod2013/et-base%20gsm%20sim900/ET-BASE%20GSM%20SIM900_Manual_Th.pdf, เข้าถึงเมื่อ 27 มกราคม 2561.
- [16] Lee, S., Tewolde, G., & Kwon, J. (2014). Design and implementaion of vehicle tracking system using GPS/GSM/GPRS technology and smartphone application. *IEEE World Forum on Internet of Things*, 353-358, เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2561.
- [17] Kloss, Jörg H. (2012). *Android apps with app inventor* (Online). Available: <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780321812704/samplepages/0321812700.pdf>, เข้าถึงเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2561.



ภาคผนวก ก

โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการควบคุมเซนเซอร์วัดแรงกดและโหลดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include "HX711.h"
#include <SoftwareSerial.h>
float calibration_factor =93678.00;
#define zero_factor 70531
#define DOUT A3
#define CLK A2
#define DEC_POINT 2
#define buz 5
#define C A4
#define R A5
#define L A6
int i,j;
float people;
float bag=0.1*people;
String cal,mean;
int fc,fr,fl;
float offset=0;
float get_units_kg();
void weightpeople();
HX711 scale(DOUT, CLK);
SoftwareSerial mySerial(10, 11);
void setup()
{
  pinMode(C,INPUT);
  pinMode(R,INPUT);
  pinMode(L,INPUT);
  pinMode(buz,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Load Cell");
  scale.set_scale(calibration_factor);
  scale.set_offset(zero_factor);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pinMode(buz,OUTPUT);
digitalWrite(buz,HIGH);
mySerial.begin(9600);
}
void loop()
{
  if(mySerial.available(>0){
    char c = mySerial.read();
    cal += c;
    Serial.println(cal.length());
    for(i=0;i<20;i++){
      {
        if(cal[i]=='$')
        {
          mean="";
          for(j=4;j>0;j--)
          {
            mean += cal[i-j];
            people = mean.toFloat();
            Serial.println(mean);
            Serial.println(people);
          }
        }
      }
      else if(cal[i]=='*'){
        cal="";
      }
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.println("in");
fc = analogRead(C);
fl = analogRead(L);
fr = analogRead(R);
Serial.print("Reading: ");
String data = String(get_units_kg()+offset, DEC_POINT);
Serial.print(data);
Serial.print(" kg");
weightpeople();
FSR();
mySerial.print(data);
delay(1000);
}
float get_units_kg()
{
return(scale.get_units()*0.453592);
}
void weightpeople()
{
String data = String(get_units_kg()+offset, DEC_POINT);
float weightbag = data.toFloat();
if(weightbag>bag)
{
Serial.print(" over");
tone(5,523, 300);
}
else
{
Serial.print(" no");
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    digitalWrite(buz,HIGH);
  }
  delay(500);
}
void FSR()
{
  if((abs(fr-fl)>300))
  {
    digitalWrite(buz,LOW);
    Serial.print(" unbalance");
  }
  else
  {
    digitalWrite(buz,HIGH);
    Serial.print(" balance");
  }
  if(fc>15)
  {
    tone(5,494, 500);
    Serial.println(" center");
  }
  else
  {
    Serial.println(" no");
  }
  delay(500);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include "SIM900.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include "sms.h"
#include "call.h"
MSGSMS sms;
CallGSM call;
char mystr[20]; //Initialized variable to store recieved data
char x;
String mass="";
String com;
float latitude, longitude, speed;
String buf;
int numdata;
boolean started=false;
char smsbuffer[160];
String stat="";
char n[20];
char tchar[42];
char tstat[11];
int state=0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  gsm.begin(2400);
}

void loop() {
  if(Serial.available()>0 )
  {
    Serial.println("in");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

x = Serial.read();
Serial.print("x : ");
Serial.print(x);
mass += x;
mass.toCharArray(tchar,42);
if(x=='^' && mass==tchar)
{
    Serial.println(mass);
    state=1;
    Serial.println("send location");
    Serial.println(tchar);
    stat = call.CallStatusWithAuth("",0,0);
    stat.toCharArray(tstat,11);
    Serial.print("phone number : ");
    Serial.println(tstat);
    call.HangUp();
    mass="";
    if(stat[0]){
        Serial.println("inininin");
        Serial.println(tchar);
        if(gsm.readSMS(smsbuffer, 160, n, 20)) {
            Serial.println(n);
            Serial.println(smsbuffer);
            if(sms.SendSMS(tstat, tchar )){
                state=0;
                Serial.println("\nSMS sent OK");
            }
            stat = "";
        }
    } else {Serial.println("don't send");}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(x=="||x=='\n'){  
    mass = "";  
}  
}else {Serial.println("disconnect");}  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial GPS(9, 11); // RX, TX
float latitude, longitude, speed;
String buf;
char tchar;
void setup() {
    // Begin the Serial at 9600 Baud
    Serial.begin(9600);
    GPS.begin(9600);
}
void loop() {
    if (getPosition()) {
        Serial.println(buf);
        buf="";
        delay(1000);
    }
}
bool getPosition() {
    if (GPS.available()) {
        String line = "";
        while(GPS.available()) {
            char c = GPS.read();
            if (c == '\r') {
                if (line.indexOf("$GPRMC") >= 0) {
                    String dataCut[13];
                    int index = 0;
                    for (int dataStart=0;dataStart<line.length();) {
                        dataCut[index] = line.substring(dataStart+1, line.indexOf(',',
dataStart+1));
                        dataStart = line.indexOf(',', dataStart+1);
                        index++;
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    if (dataCut[2] == "A") {
        int dotPos = 0;
        dotPos = dataCut[3].indexOf('.');
        String latDeg = dataCut[3].substring(0, dotPos-2);
        String latMin = dataCut[3].substring(dotPos-2, dotPos+10);
        dotPos = dataCut[5].indexOf('.');
        String lngDeg = dataCut[5].substring(0, dotPos-2);
        String lngMin = dataCut[5].substring(dotPos-2, dotPos+10);
        latitude = (latDeg.toFloat() + (latMin.toFloat() / 60.0)) * (dataCut[4]
        == "N" ? 1 : -1);
        longitude = (lngDeg.toFloat() + (lngMin.toFloat() / 60.0)) *
        (dataCut[6] == "E" ? 1 : -1);
        speed = dataCut[7].toFloat() * 1.652;
        buf += "latitude:";
        buf += String(latitude,6);
        buf += "longitude:";
        buf += String(longitude,6);
        buf += "^";
        buf.toCharArray(tchar, 42);
        return true;
    } else {
        Serial.println("Error : No fix now.");
    }
}
}
line = "";
} else if (c == '\n') {
} else {
    line += c;
}
delay(1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }  
  }  
  return false;  
}  
  
void serialFlush() {  
  while(Serial.available()) Serial.read();  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® 400 Series Data Sheet

Force Sensing Resistors®

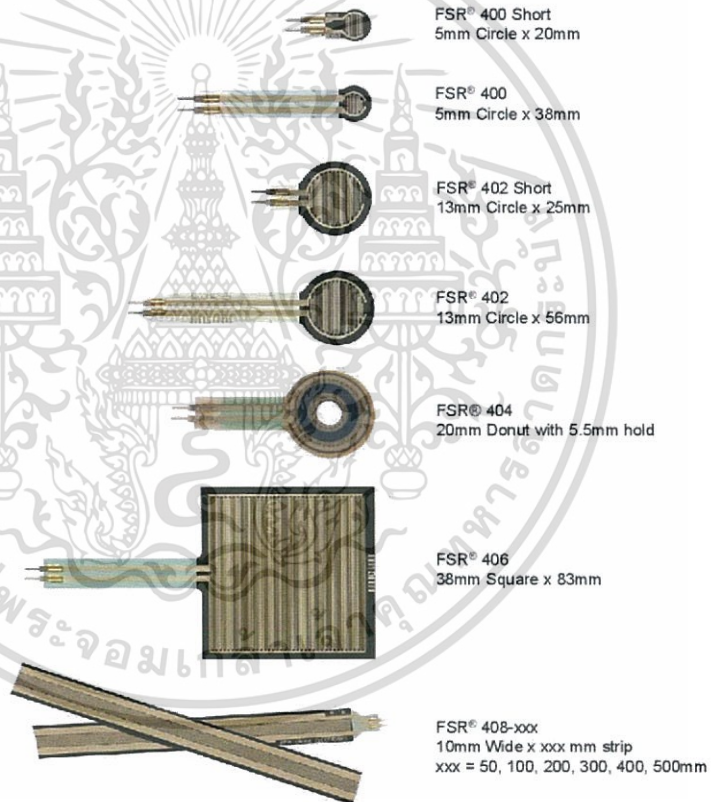
Features and Benefits

- Actuation force as low as 0.2N and sensitivity range to 20N
- Cost effective
- Ultra thin
- Robust; up to 10M actuations
- Simple and easy to integrate

Description

Interlink Electronics FSR® 400 Series is part of the single zone Force Sensing Resistor® family. Force Sensing Resistors, or FSR's, are robust polymer thick film (PTF) devices that exhibit a decrease in resistance with increase in force applied to the surface of the sensor. This force sensitivity is optimized for use in human machine interface devices including automotive electronics, medical systems, industrial controls and robotics.

The FSR 400 Series sensors come in seven different models with four different connecting options. A battery operated demo is available. Call us for more information at +1 805-484-8855.



PIN: PDS-10004-C

Human-Machine Interface Solutions for a Connected World

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® 400 Series Data Sheet

Force Sensing Resistors®

Device Characteristics

| | |
|---|---|
| Actuation Force* | ~0.2N min |
| Force Sensitivity Range* | ~0.2N – 20N |
| Force Resolution | Continuous (analog) |
| Force Repeatability Single Part | +/- 2% |
| Force Repeatability Part to Part | +/- 6% (Single Batch) |
| Non-Actuated Resistance | >10 Mohms |
| Hysteresis | +10% Average (RF+ - RF-)/RF+ |
| Device Rise Time | < 3 Microseconds |
| Long Term Drift 1kg load, 35 days | < 5% log ₁₀ (time) |
| Operating Temperature Performance Cold: -40°C after 1 hour Hot: +85°C after 1 hour Hot Humid: +85°C 95RH after 1 hour | -5% average resistance change -15% average resistance change +10% average resistance change |
| Storage Temperature Performance Cold: -25°C after 120 hours Hot: +85°C after 120 hours Hot Humid: +85°C 95RH after 240 hours | -10% average resistance change -5% average resistance change +30% average resistance change |
| Tap Durability Tested to 10 Million actuations, 1kg, 4Hz | -10% average resistance change |
| Standing Load Durability 2.5kg for 24 hours | -5% average resistance change |
| EMI | Generates no EMI |
| ESD | Not ESD Sensitive |
| UL | All materials UL grade 94 V-1 or better |
| RoHS | Compliant |

Specifications are derived from measurements taken at 1000 grams, and are given as (one standard deviation/mean), unless otherwise noted.
 *Typical value. Force dependent on actuation interface, mechanics, and measurement electronics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® 400 Series Data Sheet

Force Sensing Resistor®

Connector Information

Bare Tail



Female Tin Contacts
PN: TE 2-487406-4



Female Tin Contacts with 2 Pin Housing
PN: TE 2-487406-4
PN: TE 487378-1



Solder Tabs
PN: TE 1-88997-2



Other Available Part Numbers:
Hardware Development Kit, PN 54-76247

Application Information

For specific application needs please contact Interlink Electronics support team. An Integration Guide and Hardware Development Kit (HDK) are also available. FSR's are two-wire devices with a resistance that depends on applied force. Below is a force vs. resistance graph that illustrates a typical FSR® response characteristic. Please note that the graph values are reference only and actual values are dependent upon actuation system mechanics and sensor geometry.

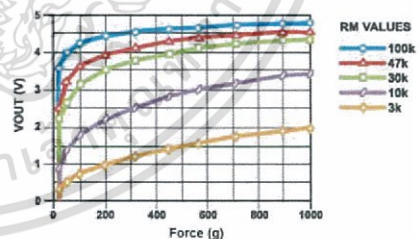
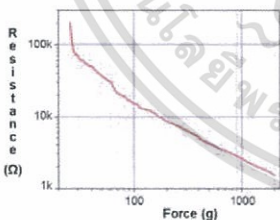
For simple force-to-voltage conversion, the FSR device is tied to a measuring resistor in a voltage divider (see figure below) and the output is described by the following equation.

$$V_{OUT} = \frac{R_M V_+}{(R_M + R_{FSR})}$$

In the configuration shown, the output voltage increases with increasing force. If R_{FSR} and R_M are swapped, the output swing will decrease with increasing force. The measuring resistor, R_M , is chosen to maximize the desired force sensitivity range and to limit current. Depending on the impedance requirements of the measuring circuit, the voltage divider could be followed by an op-amp.

A family of force vs. V_{OUT} curves is shown on the graph below for a standard FSR in a voltage divider configuration with various R_M resistors. A V_+ of 5V was used for these examples. Please note that the graph values are for reference only and will vary between different sensors and applications.

Refer to the FSR Integration Guide for more integration methods and techniques.



FSR® Model 400

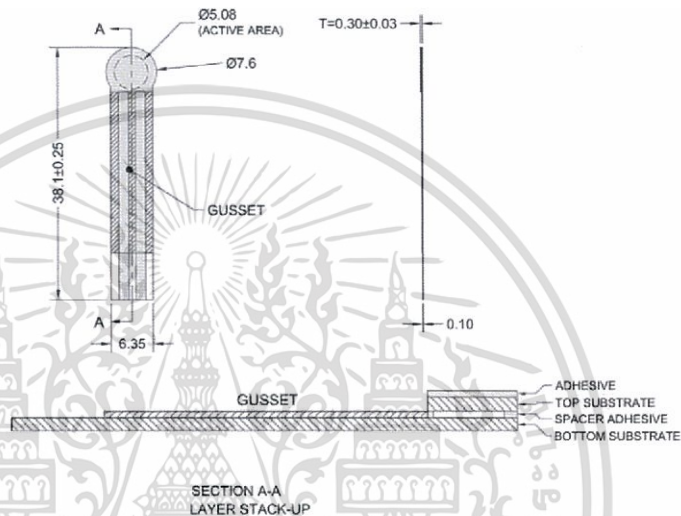
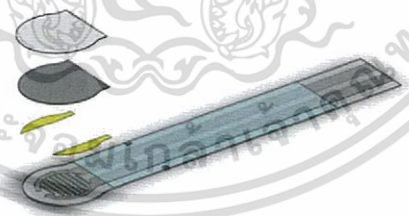
Force Sensing Resistor®

Model 400:

 Active Area: $\varnothing 5.08\text{mm}$
 Nominal Thickness: 0.30mm
 Switch Travel: 0.05mm

Sensor Mechanical Data
Available Part Numbers:

- PN: 34-00007 Model 400
 - No contacts or solder tabs
- PN: 34-00011 Model 400
 - with female contacts
- PN: 34-44001 Model 400
 - with female contacts and housing
- PN: 30-48649 Model 400
 - with solder tabs


Exploded View


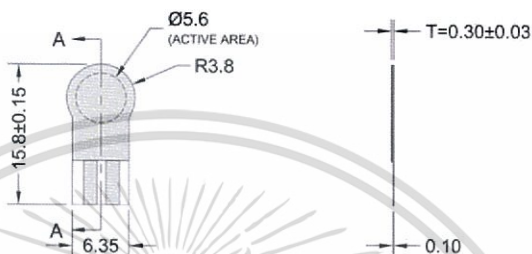
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® Model 400 Short Tail

Force Sensing Resistor®

Model 400 Short Tail:

Active Area: $\varnothing 5.62\text{mm}$
 Nominal Thickness: 0.30mm
 Switch Travel: 0.05mm

Sensor Mechanical Data

Available Part Numbers:

- PN: 34-47021 Model 400 Short Tail
 - No contacts or solder tabs
- PN: 34-00005 Model 400 Short Tail
 - with female contacts
- PN: 34-00006 Model 400 Short Tail
 - with female contacts and housing
- PN: 34-00004 Model 400 Short Tail
 - with solder tabs


**SECTION A-A
 LAYER STACK-UP**
Exploded View


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® Model 402

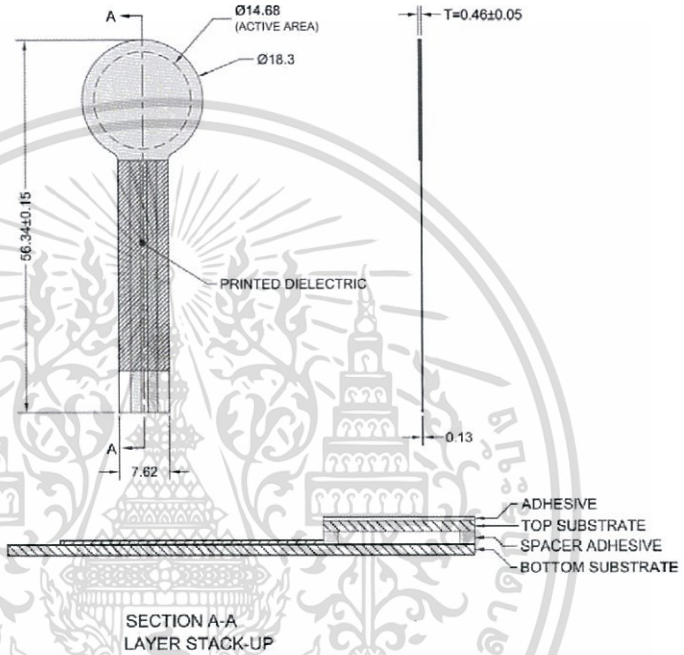
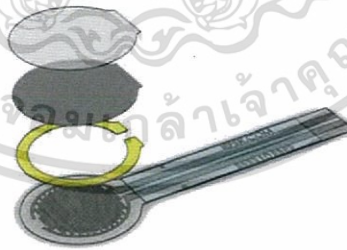
Force Sensing Resistor®

Model 402:

 Active Area: $\varnothing 14.68\text{mm}$
 Nominal Thickness: 0.46mm
 Switch Travel: 0.15mm

Sensor Mechanical Data
Available Part Numbers:

- PN: 44-29103 Model 402
 - No contacts or solder tabs
- PN: 34-00012 Model 402
 - with female contacts
- PN: 34-00001 Model 402
 - with female contacts and housing
- PN: 30-81794 Model 402
 - with solder tabs


Exploded View


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® Model 402 Short Tail

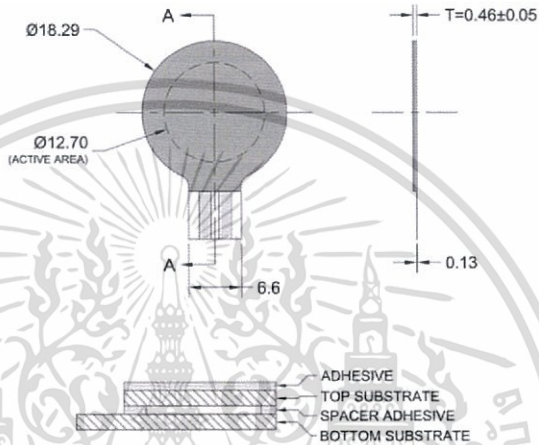
Force Sensing Resistor®

Model 402 Short Tail:

Active Area: $\varnothing 12.70\text{mm}$
 Nominal Thickness: 0.46mm
 Switch Travel: 0.15mm

Sensor Mechanical Data
Available Part Numbers:

- PN: 34-00016 Model 402 Short Tail
 - No contacts or solder tabs
- PN: 34-00017 Model 402 Short Tail
 - with female contacts
- PN: 34-00018 Model 402 Short Tail
 - with female contacts and housing
- PN: 34-00015 Model 402 Short Tail
 - with solder tabs


 SECTION A-A
 LAYER STACK-UP

Exploded View


FSR® Model 406

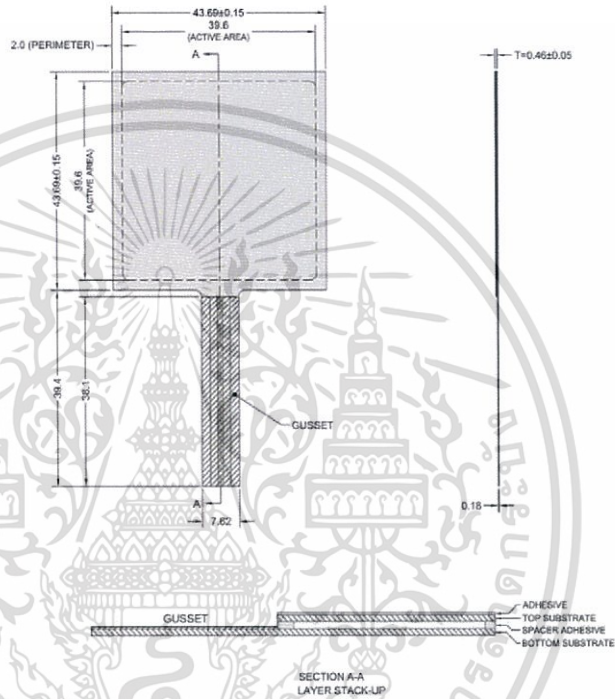
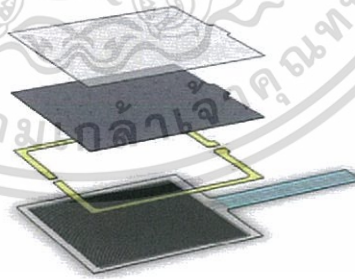
Force Sensing Resistor®

Model 406:

Active Area: 39.6mm x 39.6mm
 Nominal Thickness: 0.46mm
 Switch Travel: 0.15mm

Sensor Mechanical Data
Available Part Numbers:

- PN: 34-00009 Model 406
 - No contacts or solder tabs
- PN: 34-00013 Model 406
 - with female contacts
- PN: 34-61152 Model 406
 - with female contacts and housing
- PN: 30-73258 Model 406
 - with solder tabs


Exploded View


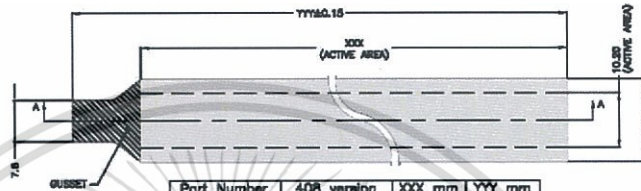
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSR® Model 408

Force Sensing Resistor®

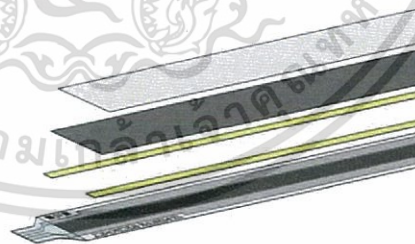
Model 408:

 Active Area: XXXmm x 10.2mm
 Nominal Thickness: 0.41mm
 Switch Travel: 0.15mm

Sensor Mechanical Data

Available Part Numbers:

- PN: 34-00010 Model 408
 - No contacts or solder tabs
- PN: 34-75319 Model 408
 - with female contacts
- PN: 34-23845 Model 408
 - with female contacts and housing
- PN: 30-61710 Model 408
 - with solder tabs
- PN: 34-00068 Model 408-50
 - 50mm with solder tabs
- PN: 34-00069 Model 408-100
 - 100mm with solder tabs
- PN: 34-00070 Model 408-200
 - 200mm with solder tabs
- PN: 34-00071 Model 408-300
 - 300mm with solder tabs
- PN: 34-00072 Model 408-400
 - 400mm with solder tabs
- PN: 34-00073 Model 408-500
 - 500mm with solder tabs

| Part Number | 408 version | XXX mm | YYY mm |
|-------------|-------------|--------|--------|
| 34-00068 | 408-50 | 50.00 | 62.70 |
| 34-00069 | 408-100 | 100.00 | 112.70 |
| 34-00070 | 408-200 | 200.00 | 212.70 |
| 34-00071 | 408-300 | 300.00 | 312.70 |
| 34-00072 | 408-400 | 400.00 | 412.70 |
| 34-00073 | 408-500 | 500.00 | 512.70 |
| 30-61710 | 408 | 609.60 | 622.30 |


Exploded View

Contact Us

United States Corporate Office
 Interlink Electronics, Inc.
 31248 Oak Crest Drive
 Suite 110
 Westlake Village, CA 91361 USA
 Phone: +1 (805) 484-8855
 Fax: +1 (805) 484-9457
 www.interlinkelectronics.com
 Sales & Support: sales@iefsr.com

www.interlinkelectronics.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEO-6

u-blox 6 GPS Modules

Data Sheet

Abstract

Technical data sheet describing the cost effective, high-performance u-blox 6 based NEO-6 series of GPS modules, that brings the high performance of the u-blox 6 positioning engine to the miniature NEO form factor.

These receivers combine a high level of integration capability with flexible connectivity options in a small package. This makes them perfectly suited for mass-market end products with strict size and cost requirements.



16.0 x 12.2mm

www.u-blox.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.3 GPS performance

| Parameter | Specification | | |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------|
| Receiver type | Channels | 50 | |
| | Frequency | L1 | |
| | Signals | GPS C/A Code | |
| Configuration | Time pulse | 0.25 Hz to 1 kHz | |
| | Navigation update rate | up to 5Hz (ROM) | |
| Time-To-First-Fix ¹ | | NEO-6G/Q | NEO-6M |
| | Cold Start (Autonomous) | 28 s | 32s |
| | Warm Start (Autonomous) | 28 s | 32s |
| | Hot Start (Autonomous) | 1 s | 1 s |
| | Aided Starts ² | 1 s | <3 s |
| Sensitivity ³ | | NEO-6G/Q | NEO-6M |
| | Tracking & Navigation | -160 dBm | -160 dBm |
| | Reacquisition | -160 dBm | -160 dBm |
| | Cold Start (Autonomous) | -147 dBm | -146 dBm |
| Accuracy | Horizontal position | < 2.5 m Autonomous | < 2.0 m SBAS |
| | RMS | 30 ns | |
| | 99% | <60 ns | |
| | Velocity ⁴ | 0.1m/s | |
| Limits | Heading | 0.5 degrees | |
| | Acceleration | ≤ 4 g | |
| | Altitude ⁵ | 50000 m | |
| | Velocity | 500 m/s | |

Table 2: NEO-6 GPS performance

¹ All satellites at -130 dBm

² Dependent on aiding data connection speed and latency

³ Demonstrated with a good active antenna

⁴ CEP, 50%, 24 hours static, -130dBm, SEP: <3.5m

⁵ 50% @ 30 m/s

⁶ Assuming Airborne <4g platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 Block diagram

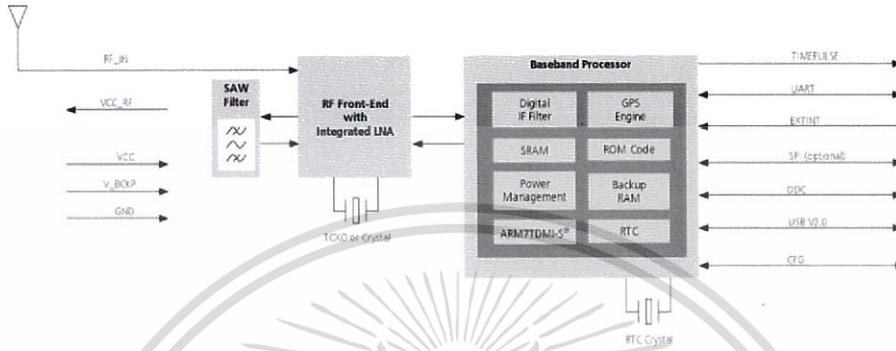


Figure 1: Block diagram (For available options refer to the product features table in section 1.2).

1.5 Assisted GPS (A-GPS)

Supply of aiding information like ephemeris, almanac, rough last position and time and satellite status and an optional time synchronization signal will reduce time to first fix significantly and improve the acquisition sensitivity. All NEO-6 modules support the u-blox AssistNow Online and AssistNow Offline A-GPS services⁷ and are OMA SUPL compliant.

1.6 SuperSense Indoor GPS

All NEO-6 modules come with SuperSense, providing improved acquisition/reacquisition and tracking sensitivity. SuperSense enables high performance tracking and navigation even in difficult signal environments such as urban canyons or indoor locations.

1.7 KickStart / Oscillators

An available feature is KickStart. This functionality uses a TCXO to accelerate weak signal acquisition, enabling faster start and reacquisition times. KickStart is available with the NEO-6Q and NEO-6G.

1.8 Protocols and interfaces

| Protocol | Type |
|----------|--|
| NMEA | Input/output, ASCII, 0183, 2.3 (compatible to 3.0) |
| UBX | Input/output, binary, u-blox proprietary |

Table 3: Available protocols

Both protocols are available on UART, USB, and DDC. For specification of the various protocols see the u-blox 5/6 Receiver Description including Protocol Specification [2].

⁷ Requires external memory.

2 Mechanical specifications

| Parameter | Specification | |
|-----------|------------------|-------------------|
| A | 16.0 +0.6/-0.1mm | [628.8 +24/-4mil] |
| B | 12.2 ±0.1mm | [479.5 ±4mil] |
| C | 2.4 ±0.2mm | [94.3 ±8mil] |
| D | 1.0 +0.3/-0.1mm | [39.3 +18/-4mil] |
| E | 1.1 ±0.1mm | [43.2 ±4mil] |
| F | 3.0 ±0.1mm | [117.9 ±4mil] |
| G | 1.1 ±0.1mm | [43.2 ±4mil] |
| Weight | 1.6 g | |

Table 8: Dimensions

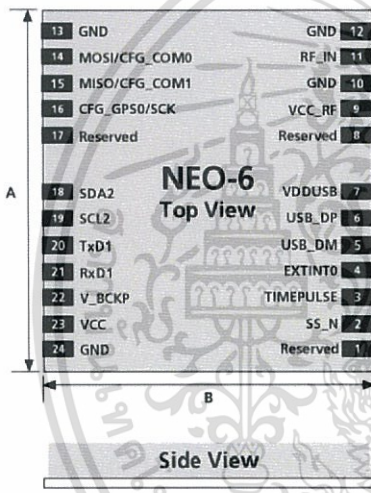


Figure 2: Dimensions (see Table 9 for specification)



For information regarding the Paste Mask and Footprint see the LEA-6/NEO-6 Hardware Integration Manual [1].



2.1 Pin assignment

| No | Module | Name | I/O | Description |
|----|--------|---------------|-----|--|
| 1 | All | Reserved | I | Reserved |
| 2 | All | SS_N | I | SPI Slave Select |
| 3 | All | TIMEPULSE | O | Time pulse (1PPS) |
| 4 | All | EXTINT0 | I | External Interrupt Pin |
| 5 | All | USB_DM | I/O | USB Data |
| 6 | All | USB_DP | I/O | USB Data |
| 7 | All | VDDUSB | I | USB Supply |
| 8 | All | Reserved | | See Hardware Integration Manual Pin 8 and 9 must be connected together. |
| 9 | All | VCC_RF | O | Output Voltage RF section Pin 8 and 9 must be connected together. |
| 10 | All | GND | I | Ground |
| 11 | All | RF_IN | I | GPS signal input |
| 12 | All | GND | I | Ground |
| 13 | All | GND | I | Ground |
| 14 | All | MOSI/CFG_COM0 | O/I | SPI MOSI / Configuration Pin. Leave open if not used. |
| 15 | All | MISO/CFG_COM1 | I | SPI MISO / Configuration Pin. Leave open if not used. |
| 16 | All | CFG_GPS/SCK | I | Power Mode Configuration Pin / SPI Clock. Leave open if not used. |
| 17 | All | Reserved | | Reserved |
| 18 | All | SDA2 | I/O | DDC Data |
| 19 | All | SCL2 | I/O | DDC Clock |
| 20 | All | TxD1 | O | Serial Port 1 |
| 21 | All | RxD1 | I | Serial Port 1 |
| 22 | All | V_BCKP | I | Backup voltage supply |
| 23 | All | VCC | I | Supply voltage |
| 24 | All | GND | I | Ground |

Table 9: Pinout



Pins designated Reserved should not be used. For more information about Pinouts see the LEA-6/NEO-6 Hardware Integration Manual [1].

SIM900
The GSM/GPRS Module for M2M applications

SIM900 GSM/GPRS Module



The SIM900 is a complete Quad-band GSM/GPRS solution in a SMT module which can be embedded in the customer applications.

Featuring an industry-standard interface, the SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz performance for voice, SMS, Data, and Fax in a small form factor and with low power consumption. With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3 mm, SIM900 can fit almost all the space requirements in your M2M application, especially for slim and compact demand of design.

- SIM900 is designed with a very powerful single-chip processor integrating AMR926EJ-S core
- Quad - band GSM/GPRS module with a size of 24mmx24mmx3mm
- SMT type suit for customer application
- An embedded Powerful TCP/IP protocol stack
- Based upon mature and field-proven platform, backed up by our support service, from definition to design and production

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

