

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทออิเล็กทรอนิกส์ Development of Electronic Textile Products

จิตติ พัทธวณิช^{1*}, ก้องเกียรติ มหาอินทร์², ณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร³ นิตยา วันโสภา² ฐิติมา พุทธิบูชา²
และธีรภัทร์ ปัญญาเพียร³

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

²คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: จิตติ พัทธวณิช email: jitti@eng.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการออกกำลังกาย โดยนำเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ต่างๆ มาใช้ เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดชีพจร และระบบ GPS เพื่อตรวจสอบสถานะของผู้สวมใส่ในระหว่างการออกกำลังกาย ชุดออกกำลังกายได้รับการออกแบบให้มีส่วนประกอบที่ถอดออกได้เพื่อความสะดวกในการทำความสะอาด และมีหน้าจอแสดงผลแบบ OLED เพื่อนำข้อมูลแสดงผลในเวลาจริง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชุดออกกำลังกายสามารถวัดค่าต่างๆ ได้อย่างแม่นยำใกล้เคียงกับอุปกรณ์มาตรฐาน การวิจัยนี้ช่วยสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งทออัจฉริยะเพื่อประโยชน์ในด้านสุขภาพและคุณภาพชีวิตของผู้ใช้

คำสำคัญ: สิ่งทออิเล็กทรอนิกส์ ชุดออกกำลังกาย เซนเซอร์ การตรวจวัดสุขภาพ เทคโนโลยีสิ่งทออัจฉริยะ

Abstract

This research focuses on the development of electronic textile products for exercise by integrating microcontroller technology and various sensors, such as temperature sensors, heart rate sensors, and GPS systems, to monitor the wearer's conditions during physical activities. The exercise suit is designed with detachable components for easy cleaning and features an OLED display for real-time data visualization. Experimental results show that the suit accurately measures parameters comparable to standard devices. This research contributes to advancing smart textile technology, benefiting health and improving users' quality of life.

Keywords: Electronic textiles, Exercise suit, Sensors, Health monitoring, Smart textile technology

1. บทนำ

สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มถือเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นอันดับ 7 ของการส่งออกทั้งหมด แต่ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ภาพรวมการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยกลับลดลงอย่างต่อเนื่องตามสภาพเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัว และยังพบปัจจัยเสี่ยงที่อาจทำให้ภาพรวมการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไปไม่ถึงจุดที่ตั้งไว้ ในระยะสั้น 1-2 ปีนี้ แม้ว่าประเทศไทยจะเป็นผู้ผลิตต้นน้ำปลายน้ำที่สมบูรณ์ เหมือนเป็นศูนย์กลางในอาเซียน แต่ปัจจุบันประเทศไทยเผชิญกับต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ผู้ผลิตบางรายเริ่มย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศใกล้เคียง ทำให้ประเทศเหล่านี้กลายเป็นคู่แข่งสำคัญของไทย

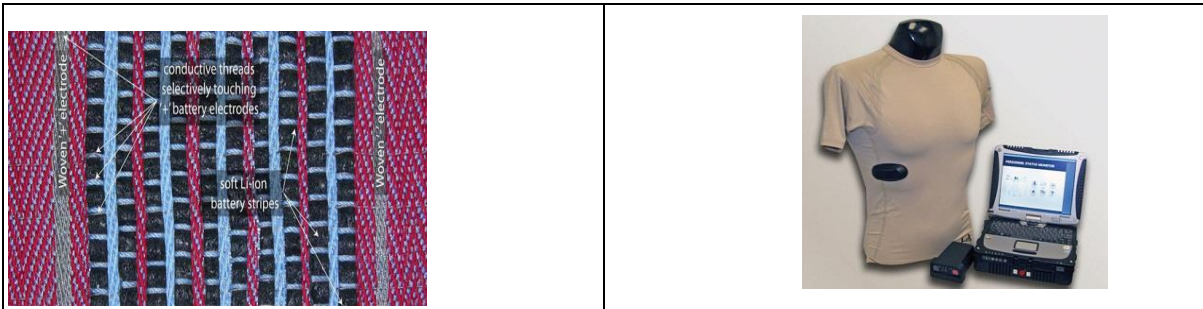
เนื่องจากอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มมีสายห่วงโซ่อุปทานที่ยาวเชื่อมโยงหลายอุตสาหกรรมย่อย จึงก่อให้เกิดการจ้างงานสูงถึง 1,023,000 คน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 19 ของแรงงานในภาคการผลิต โดยแรงงานประมาณ 796,000 คน หรือ ร้อยละ 78 อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่ม อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัญหาค่าแรงที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มเริ่มมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 1.7 ต่อปี จากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ และเครื่องนุ่งห่ม รวมทั้งอุตสาหกรรมอื่นๆ รัฐบาลได้กำหนดวิสัยทัศน์เชิงนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย หรือ โมเดลพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐบาล และประกาศนโยบายอย่างชัดเจนในการที่จะผลักดันประเทศไทยเป็น “ประเทศไทย 4.0 กับขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม”

หนึ่งในห้ากลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมายสู่ไทยแลนด์ 4.0 ที่สำคัญก็คือ กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่างๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital, IOT, Artificial intelligence & Embedded Technology) อาทิจากเทคโนโลยีการเงิน (Fintech) อุปกรณ์เชื่อมต่อออนไลน์โดยไม่ต้องใช้คน (IoT) เทคโนโลยีการศึกษา (Edtech) อี-มาร์เก็ตเพลส (E-Market place) อี-คอมเมิร์ซ (E-Commerce) เป็นต้น

ดังนั้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม รวมทั้งนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการให้ประเทศไทยเป็นไทยแลนด์ 4.0 นั้น จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มให้มีฟังก์ชัน และรูปแบบการใช้งานในลักษณะสิ่งทออัจฉริยะ (smart textile) โดยการพัฒนาสิ่งทอ หรือเครื่องนุ่งห่มให้เป็นสิ่งทออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Textiles หรือ E-Textiles) ซึ่งถือว่าเป็นอีกก้าวหนึ่งของการพัฒนาสิ่งทอทางเทคนิค โดยการนำโมดูล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้งานกับเสื้อผ้าสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มประโยชน์ในการใช้งานให้มากขึ้นนอกเหนือจากการสวมใส่เพื่อปกปิดร่างกาย อุปกรณ์เสริมเหล่านี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายของผู้สวมใส่เพื่อสุขภาพกาย และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ปัจจุบันมีผู้ประกอบการในต่างประเทศจำนวนมากทำการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ มีการพัฒนาสร้างอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ให้มีขนาดเล็กลง มีความมีความเหมาะสม เพื่อให้แนบชิดมากยิ่งขึ้น ทำให้สวมใส่สบาย มีความยืดหยุ่น ไม่อึดอัด และที่สำคัญ คือ มีความปลอดภัย ตัวอย่างสิ่งทออิเล็กทรอนิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมาในต่างประเทศ มีดังภาพที่ 1-6 [1-5]

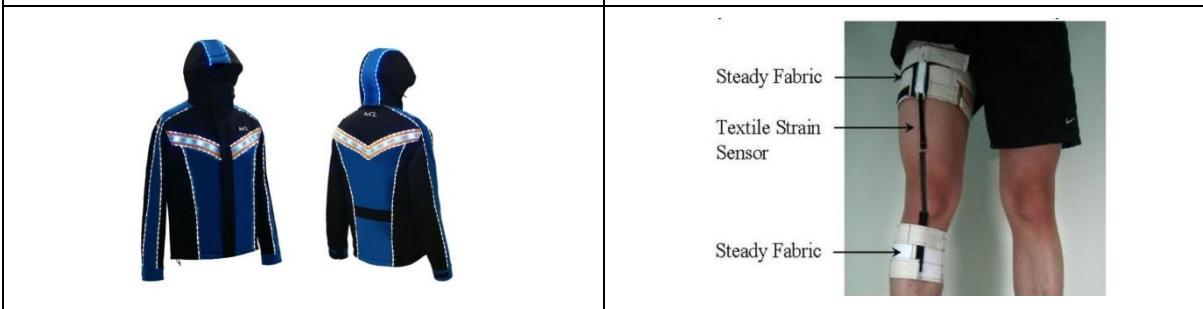


ภาพที่ 1 นวัตกรรมระบบสัมผัสเซนเซอร์โดยใช้เทคโนโลยีเชิงบูรณาการด้านสิ่งทอ [1]



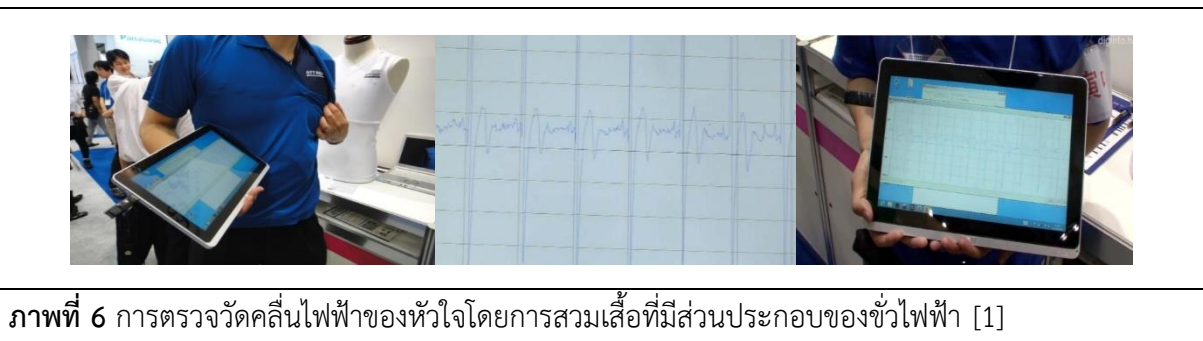
ภาพที่ 2 การใช้เส้นใยตัวนำ (Conductive fibers) และแบตเตอรี่รีมาประยุกต์ใช้ในเสื้อผ้าอัจฉริยะ [2-3]

ภาพที่ 3 เสื้อผ้าที่ช่วยดูแลการฟื้นฟูสมรรถภาพหัวใจ (cardiac rehabilitation monitor) [2-3]



ภาพที่ 4 เสื้อผ้าที่มีระบบแสงสว่างในตัวเอง [4]

ภาพที่ 5 เทคโนโลยีเกี่ยวกับสิ่งทอที่สามารถสวมใส่และใช้เป็นเสื้อผ้าอัจฉริยะ (Smart clothing) [5]



ภาพที่ 6 การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าของหัวใจโดยการสวมเสื้อที่มีส่วนประกอบของขั้วไฟฟ้า [1]

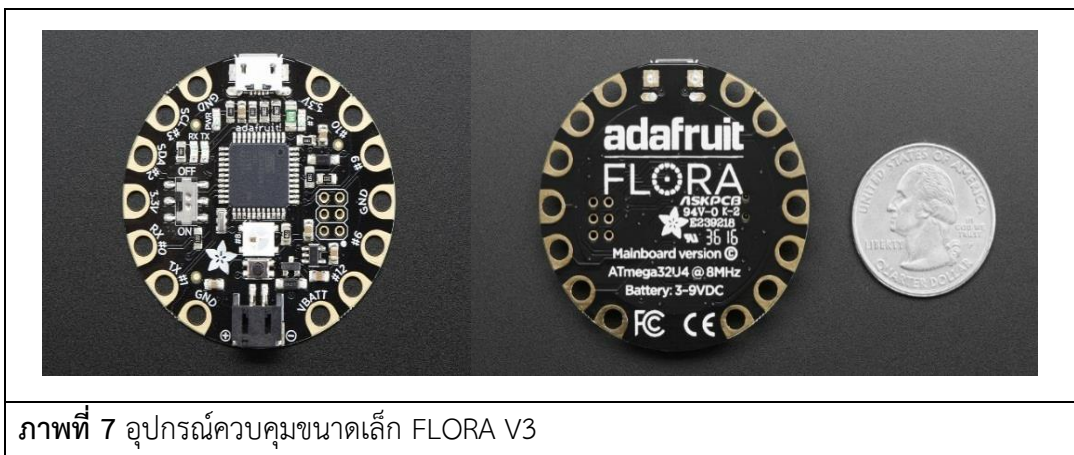
ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาชุดออกกำลังกายให้สามารถวัดและแสดงผลของสภาวะการออกกำลังกายของผู้สวมใส่ ตลอดจนทดสอบประสิทธิภาพของชุดออกกำลังกายที่ได้พัฒนาขึ้น

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุ อุปกรณ์

สืบเนื่องจากวัตถุประสงค์ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทออิเล็กทรอนิกส์ที่ว่า เพื่อพัฒนาชุดออกกำลังกายให้สามารถวัดและแสดงผลของสภาวะการออกกำลังกายของผู้สวมใส่ได้ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและรวบรวม อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (microcontroller) และตัวรับรู้ (Sensor) ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์สิ่งทอซึ่งจะต้องมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ และมีความทนทาน อุปกรณ์ที่ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้เพื่อให้ออกคล้องกับวัตถุประสงค์การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทออิเล็กทรอนิกส์ [6-7] แสดงได้ดังนี้

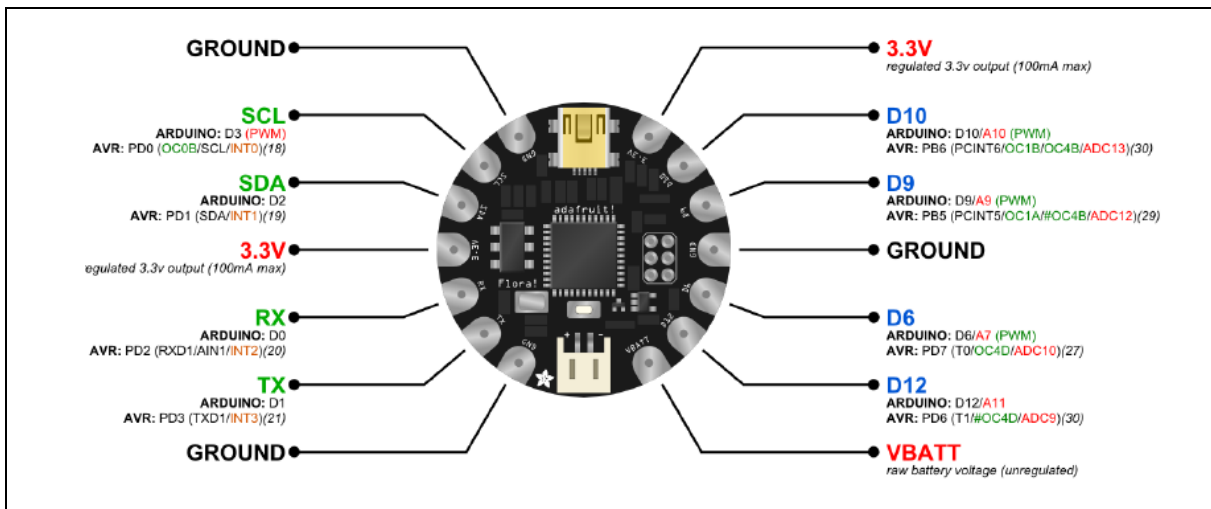
2.1.1. อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ซึ่งใช้เป็นหน่วยประมวลผลหลักมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับตัวรับรู้ (Sensor) แล้วนำสัญญาณจากตัวรับรู้มาประมวลผลเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการรวมทั้งส่งค่าดังกล่าวไปยังอุปกรณ์แสดงผล ในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กเป็นจำนวนมากซึ่งเหมาะกับการใช้งานที่แตกต่างกันไป สำหรับอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่ใช้กับสิ่งทอนั้นควรมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและสามารถเย็บติดกับสิ่งทอได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กรุ่น FLORA V3 (ภาพที่ 7) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซ็นติเมตรหนา 5 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 4.7 กรัม ใช้พลังงานต่ำ (ใช้แหล่งจ่ายพลังงาน 3.3 โวลต์)



ภาพที่ 7 อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก FLORA V3

ใช้ชิปประมวลผลรุ่น Atmega32u4 ซึ่งมีความละเอียดในการประมวลผล 8 บิต ความเร็วในการประมวลผล 16 MHz (ดังนั้นจึงใช้เวลาเพียง 63 ns ในการประมวลผล 1 คำสั่ง) มีหน่วยความจำภายใน 2.5 KB (สามารถเขียนคำสั่งได้ถึง 2,500 ตัวอักษร) สามารถรับ/ส่งได้ทั้งแบบสัญญาณดิจิทัลและแบบอนาล็อก (0 – 5V) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นผ่านทางช่องสื่อสารแบบ UART (TX/RX) และแบบ I2C (SCL/SCA) ทำให้สามารถ

เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้มากถึง 256 อุปกรณ์ บนบอร์ด FLORA มีช่องเชื่อมต่อแบบ micro-USB ทำให้สะดวกต่อการป้อนโปรแกรมควบคุมเข้าสู่ชิปประมวลผล ช่องสำหรับการทำงานต่างๆแสดงได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ช่องเชื่อมต่อบนบอร์ด FLORA V3

โปรแกรมควบคุมสามารถถูกเขียนขึ้นโดยใช้ Arduino IDE ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายภาษาซีซึ่งทำให้ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมควบคุม ลักษณะตัวอย่างโครงสร้างโปรแกรมควบคุมแสดงได้ดังภาพที่ 9

```
// Pin D7 has an LED connected on FLORA.
// give it a name:
int led = 7;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is
                           // the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making
                           // the voltage LOW
  delay(1000);            // wait for a second
}
```

ภาพที่ 9 ตัวอย่างโครงสร้างโปรแกรมควบคุม

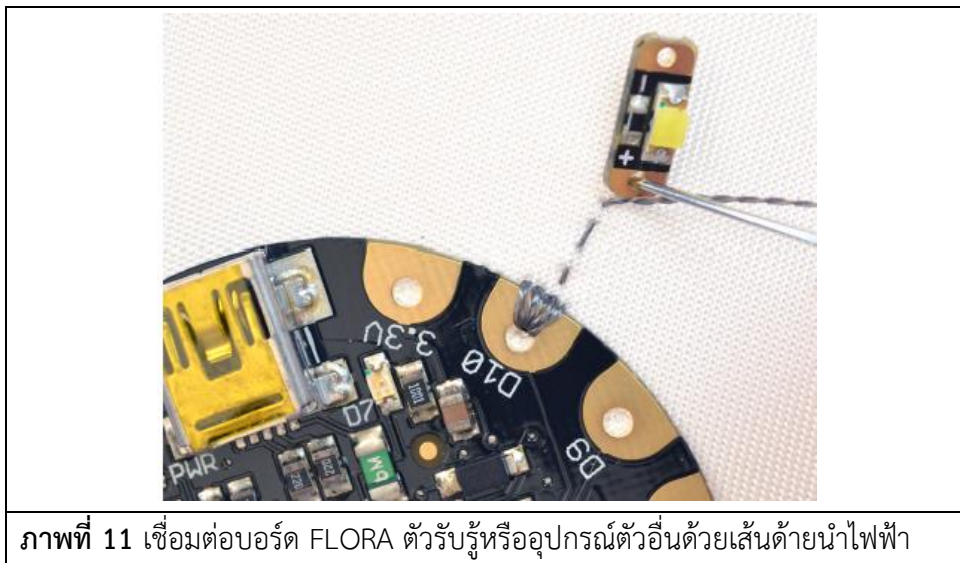
อุปกรณ์นี้มีช่องสำหรับใส่แบตเตอรี่แบบ JST เหมาะสำหรับการใช้แบตเตอรี่หลายชนิดเช่น Lilon/LiPoly, LiFe, alkaline or rechargeable NiMh/NiCad. (ภาพที่ 10) ตัวบอร์ดสามารถรับแรงดันไฟฟ้า

ได้ในช่วง 3.5 ถึง 16 โวลต์ หากเกินกว่ากำหนดจะตัดการทำงานโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้บอร์ด FLORA ยังสามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าขนาด 3.3 โวลต์ 250 มิลลิแอมแปร์ (mA) ให้กับตัวรับรู้และอุปกรณ์ภายนอกได้



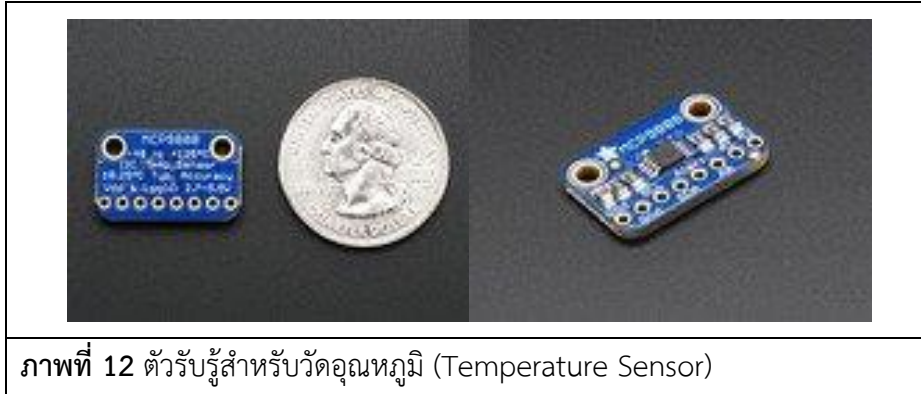
ภาพที่ 10 บอร์ด FLORA เชื่อมต่อกับแบตเตอรี่แบบ LiPoly และแบบ Alkaline

ในการเชื่อมต่อกับตัวรับรู้หรืออุปกรณ์ตัวอื่นสามารถทำได้ด้วยสายไฟขนาดเล็กหรือเส้นด้ายนำไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 11



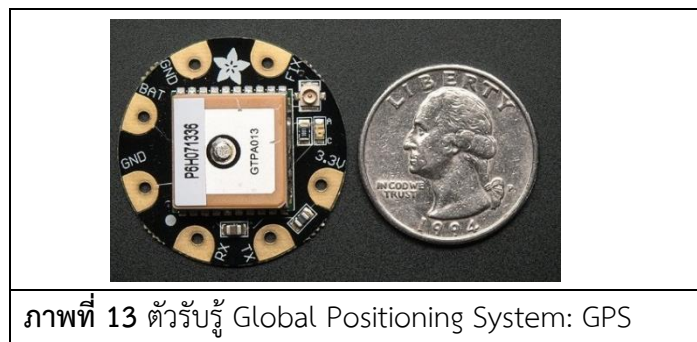
ภาพที่ 11 เชื่อมต่อบอร์ด FLORA ตัวรับรู้หรืออุปกรณ์ตัวอื่นด้วยเส้นด้ายนำไฟฟ้า

2.1.2. ตัวรับรู้สำหรับวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ในการวัดอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยของผู้สวมใส่ ได้เลือกใช้ตัววัดอุณหภูมิขนาดเล็กรุ่น MCP 9808 มีขนาด 4 x 2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 12) ซึ่งเป็นตัวรับรู้ที่สามารถวัดอุณหภูมิในช่วง -40 องศาเซลเซียส ถึง +125 องศาเซลเซียส มีความถูกต้องในการวัดอุณหภูมิ ± 0.25 องศาเซลเซียส และมีความละเอียดในการวัดอุณหภูมิ +0.0625 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นความละเอียดสูง จึงทำให้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้มีความถูกต้องสูง เชื่อมต่อกับบอร์ด FLORA ผ่านทางสัญญาณ I2C สามารถใช้กับแหล่งพลังงานไฟฟ้า 2.7 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์ ใช้กระแสไฟฟ้า 200 ไมโครแอมแปร์ (uA)

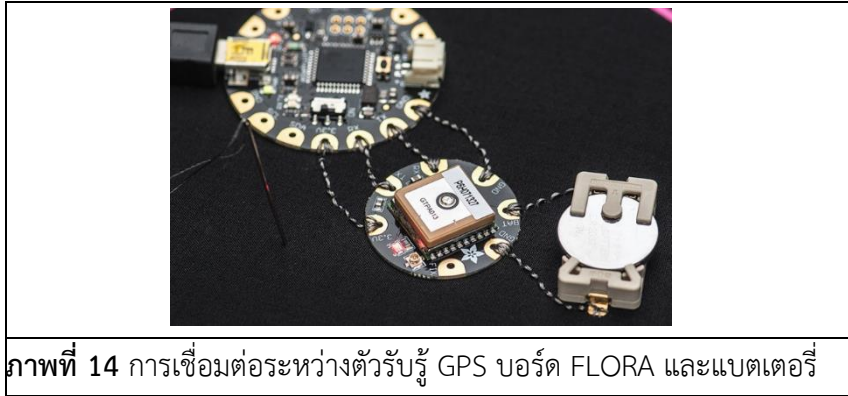


ภาพที่ 12 ตัวรับรู้สำหรับวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

2.1.3. ตัวรับรู้สำหรับวัดระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ (Distance and Velocity Sensor) ในการวัดระยะทางและความเร็วการเคลื่อนที่ที่ใช้ตัวรับรู้ประเภทระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) ซึ่งสามารถคำนวณระยะทางและความเร็วการเคลื่อนที่จากพิกัดตำแหน่งของผู้สวมใส่ที่ได้ติดตั้งตัวรับรู้ โดยได้ใช้ตัวรับรู้ GPS รุ่น MTK3339 ดังภาพที่ 13 ซึ่งเป็นตัวรับรู้ GPS ขนาดเล็ก มีขนาด 15 มม.x15 มม.x4 มม. น้ำหนัก 4 กรัม สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียม 22 ดวงในเวลาเดียวกัน ทำการรับค่าตำแหน่งจากดาวเทียมทุก 0.01 วินาที ถึง 0.1 วินาที ความถูกต้องในการวัดระยะทาง 3 เมตร ความถูกต้องในการวัดความเร็ว 0.1 เมตร/นาที่ ความเร็วสูงสุดที่ตัวรับรู้สามารถวัดได้ 500 เมตร/นาที่ มีความไวในการรับสัญญาณดาวเทียม -168 dBm ใช้เวลาในการเริ่มทำงาน 34 วินาที สามารถทำงานที่ความต่างศักย์ระหว่าง 3.0-4.3 โวลต์ ใช้กระแสไฟฟ้า 25 มิลลิแอมแปร์ เชื่อมต่อกับบอร์ด FLORA ผ่านทาง UART ที่อัตรารับ/ส่งข้อมูล (baud rate) 9600 bps หากต้องการให้ตัวรับรู้สามารถเก็บข้อมูลตำแหน่งสุดท้ายก่อนการเลิกใช้งานต้องต่อแบตเตอรี่ขนาด 3.3 โวลต์ เพื่อป้องกันกระแสไฟให้กับตัวรับรู้ การเชื่อมต่อระหว่างตัวรับรู้ GPS บอร์ด FLORA และแบตเตอรี่แสดงได้ดังภาพ 14

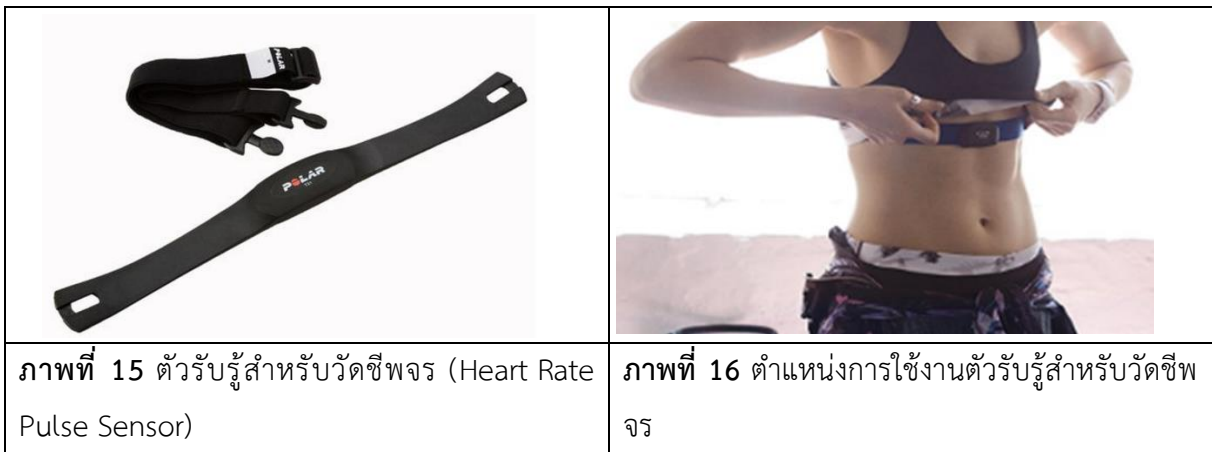


ภาพที่ 13 ตัวรับรู้ Global Positioning System: GPS



ภาพที่ 14 การเชื่อมต่อระหว่างตัวรับรู้ GPS บอร์ด FLORA และแบตเตอรี่

2.1.4. ตัวรับรู้สำหรับการวัดชีพจร (Heart Rate Pulse Sensor) ในการวัดสัญญาณชีพจรนั้นจะใช้ตัวรับรู้รุ่น Polar T34 Heart Rate Transmitter (ภาพ 15) ในการใช้งานต้องรัดที่ติดไว้ที่หน้าอกของผู้สวมใส่เพื่อสามารถวัดค่าสัญญาณชีพจรมีความถูกต้อง (ภาพ 16)

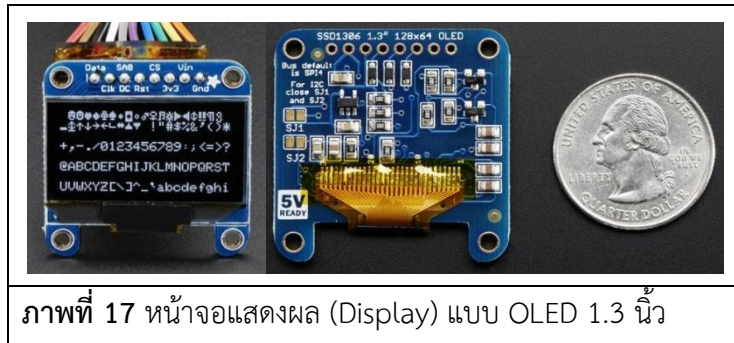


ตัวรับรู้สัญญาณชีพจรนี้สามารถวัดชีพจรได้โดยไม่ต้องใช้เจลนำไฟฟ้า (electrolyte gel) ระหว่างผิวหนังกับตัวรับรู้ สามารถกันน้ำได้ 30 เมตร มีอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ภายใน 25,000 ชั่วโมง ผิวด้านนอกของตัวรับรู้เคลือบสารป้องกันแบคทีเรีย ตัวรับรู้สามารถถอดซ็อกได้

ในการวัดชีพจร ตัวรับรู้จะส่งสัญญาณการเต้นของหัวใจไปยังตัวรับสัญญาณแบบไร้สาย โดยตัวรับสัญญาณที่เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด FLORA จะแปลงสัญญาณที่ได้รับไปเป็นระดับแรงดันทางไฟฟ้าส่งให้หน่วยประมวลผลผ่านทางช่องสัญญาณดิจิทัลเพื่อนำไปคำนวณอัตราการเต้นชีพจร

2.1.5. หน้าจอแสดงผล (Display) ค่าอุณหภูมิร่างกาย ความเร็ว ระยะทาง และอัตราการเต้นของชีพจร ที่วัดได้ จะถูกแสดงผลที่จอแสดงผลที่ติดอยู่กับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เพื่อการแสดงผลอย่างชัดเจน หน้าจอแสดงผลจะเป็นแบบ OLED ซึ่งจะให้แสงสว่างและสามารถอ่านค่าต่างๆได้ ทั้งในบริเวณที่มีแสงสว่างและบริเวณที่มืด รวมทั้งยังใช้พลังงานต่ำ ลักษณะของหน้าจอแสดงผลแบบ OLED ขนาด 1.3 นิ้ว (ภาพที่ 17)

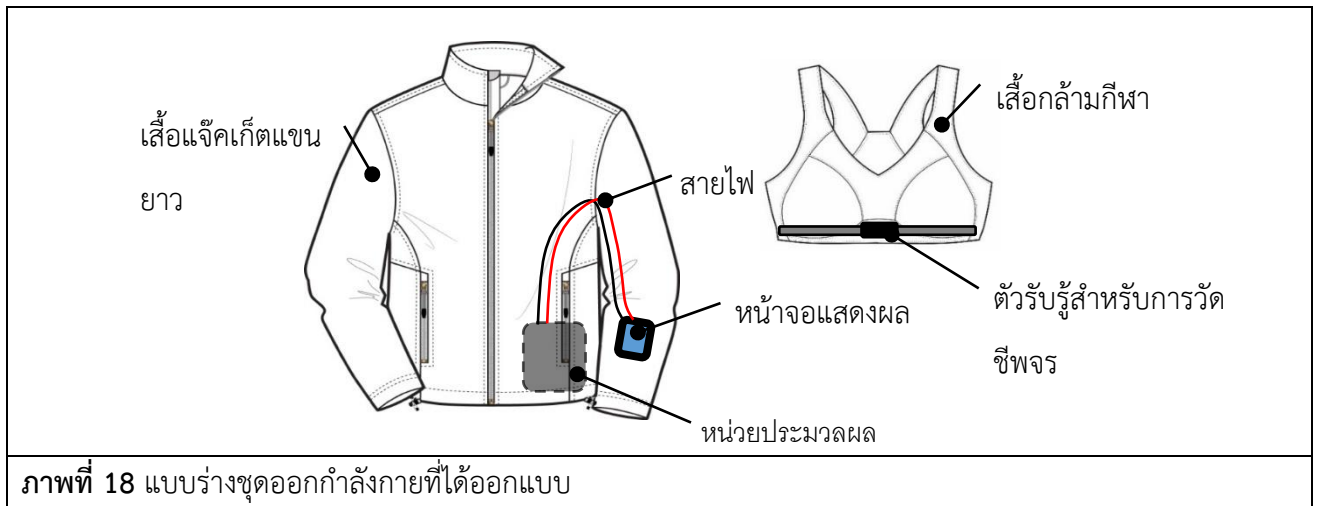
ความละเอียด 128 x 64 พิกเซล (pixel) ความละเอียดในการแสดงสี 16 bits ใช้ชิปประมวลผลกราฟฟิกสรุ่น SSD1306 พื้นหลังสีดำเพื่อให้แสดงตัวอักษรได้อย่างชัดเจน ใช้กับความต้งศักย์ 3.3 โวลต์ ใช้กระแสไฟ 40 มิลลิแอมแปร์ (mA) เชื่อมต่อกับบอร์ด FLORA ผ่านทาง I2C



ภาพที่ 17 หน้าจอแสดงผล (Display) แบบ OLED 1.3 นิ้ว

2.2. การออกแบบและสร้างชุดออกกำลังกาย

ชุดออกกำลังกายจะแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ส่วนของเสื้อคลุมซึ่งเป็นเสื้อแจ็กเก็ตแขนยาว และส่วนของเสื้อกล้ามกีฬาที่ตั้งแสดงในแบบร่างผลิตภัณฑ์ภาพที่ 18 โดยในส่วนของเสื้อคลุมจะมีการติดตั้ง อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ตัวรับรู้สำหรับวัดอุณหภูมิ ตัวรับรู้สำหรับวัดระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ และแหล่งพลังงานไฟฟ้า ไว้ที่ด้านในของเสื้อคลุม และติดตั้งหน้าจอแสดงผลที่บริเวณแขนเสื้อด้านซ้าย ในส่วนของเสื้อกล้ามกีฬาซึ่งมีลักษณะเป็นผ้ายืดแนบลำตัว ดังนั้นจึงได้ทำการติดตั้งตัวรับรู้สำหรับการวัดชีพจรไว้ที่ขอบของเสื้อกล้ามกีฬา

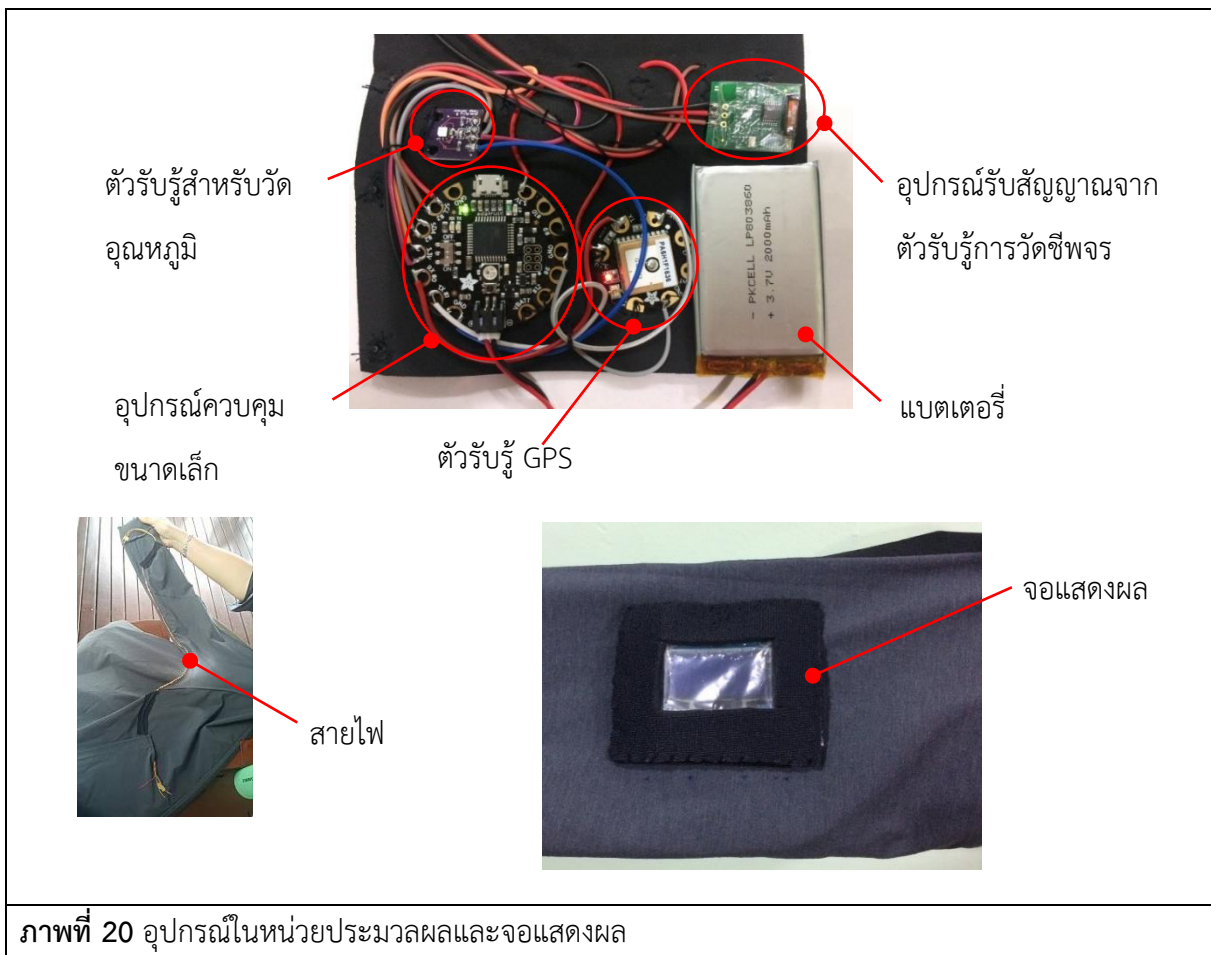


ภาพที่ 18 แบบร่างชุดออกกำลังกายที่ได้ออกแบบ

ชุดออกกำลังกายที่ได้ออกแบบได้ถูกนำมาสร้างจริงแสดงได้ดังภาพที่ 19 โดยอุปกรณ์ในหน่วยประมวลผล สายไฟ และจอแสดงผลแสดงได้ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 19 ชุดออกกำลังกายที่ได้พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 20 อุปกรณ์ในหน่วยประมวลผลและจอแสดงผล

เพื่อให้สามารถทำความสะอาดชุดออกกำลังกายได้นั้น ในส่วนของเสื้อแจ็คเกต ทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบให้หน่วยประมวลผลและหน้าจอแสดงผลสามารถถอดออกและใส่เข้าได้ผ่านทางหมุดนำไฟฟ้าที่เย็บติดในชุดออกกำลังกาย (ภาพที่ 21 และ 22) สำหรับเสื้อกั๊กก็หาจะออกแบบให้มีที่จับยึดตัวรับรู้สำหรับวัดสัญญาณชีพจร (ภาพที่ 23)



3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

เพื่อประเมินค่าความถูกต้องแม่นยำของตัวรับรู้ที่ใช้กับชุดออกกำลังกายที่ได้พัฒนาขึ้นชุดออกกำลังการ จึงได้ถูกนำไปทดสอบในสภาวะการใช้งานจริงโดยที่ค่าของตัวแปรที่ถูกวัดจากชุดออกกำลังกายซึ่งได้แก่ ระยะทางการเคลื่อนที่ ความเร็วในการเคลื่อนที่ อุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจร จะถูกเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดได้จากเครื่องมือที่มีความเชื่อถือได้ [8]

เนื่องจากได้มีการใช้ตัวรับรู้ชนิด GPS ในการวัดระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของผู้สวมใส่ชุดออกกำลังกาย ซึ่งตัวรับรู้ดังกล่าวได้ใช้หลักการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างตัวรับรู้กับดาวเทียมที่โคจรใกล้กับตัวรับรู้ ส่งผลให้บริเวณที่ทำการทดสอบมีผลต่อค่าที่ได้จากตัวรับรู้ ดังนั้นในการทดสอบเพื่อวัดวัดระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ที่จะกระทำทั้งบริเวณกลางแจ้งและบริเวณภายในอาคารที่มีหลังคาคลุม ส่วนตัวรับรู้ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิและชีพจรไม่ได้ใช้หลักการทำงานเช่นเดียวกับ GPS [9-10] ดังนั้นในการทดสอบเพื่อวัดค่าดังกล่าวจึงไม่ขึ้นกับสถานที่ในการทดสอบ การทดสอบเพื่อวัดค่าตัวแปรต่างๆสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1. ผลการทดสอบวัดระยะทางการเคลื่อนที่

ในการทดสอบเพื่อหาระยะทางการเคลื่อนที่จะกำหนดให้ผู้สวมใส่ชุดออกกำลังกายเดินและวิ่งตามระยะทางที่กำหนดโดยระยะทางสำหรับการทดสอบมีค่าตั้งแต่ 5 เมตร จนถึง 50 เมตร การทดสอบจะกระทำ 3 ครั้งในแต่ละระยะทาง โดยผลการทดสอบระยะทางเฉลี่ยที่วัดได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะทางเฉลี่ยที่วัดได้จากชุดออกกำลังกาย

ระยะทาง (เมตร)	บริเวณกลางแจ้ง				บริเวณภายในอาคาร			
	เดิน (เมตร)	ค่าผิดพลาด (เมตร)	วิ่ง (เมตร)	ค่าผิดพลาด (เมตร)	เดิน (เมตร)	ค่าผิดพลาด (เมตร)	วิ่ง (เมตร)	ค่าผิดพลาด (เมตร)
5	8.3	3.3	9.7	4.7	1.1	-3.9	0.8	-4.2
10	14.2	4.2	15.1	5.1	2.9	-7.1	1.1	-8.9
15	18.1	3.1	19.3	4.3	8.5	-6.5	6.3	-8.7
20	23.6	3.6	24.5	4.5	13.3	-6.7	11	-9
25	28.1	3.1	29.8	4.8	18.2	-6.8	15.4	-9.6
30	33.3	3.3	33.6	3.6	23.8	-6.2	21.6	-8.4
35	39.1	4.1	38.1	3.1	29.7	-5.3	27.3	-7.7
40	44.2	4.2	44	4	34.1	-5.9	33.7	-6.3
45	49.3	4.3	48.2	3.2	38.6	-6.4	36.2	-8.8
50	53.8	3.8	54.3	4.3	43.7	-6.3	41.4	-8.6
เฉลี่ย		3.7		4.2		-6.1		-8

จากผลการทดสอบพบว่าที่กิจกรรมเดียวกันค่าระยะทางที่ได้จากชุดออกกำลังกายจากการทดสอบกลางแจ้งจะมีค่าผิดพลาดน้อยกว่าการทดสอบภายในอาคาร และที่การทดสอบที่บริเวณเดียวกันพบว่าค่าผิดพลาดของระยะทางการเดินมีค่าน้อยกว่าการวิ่ง โดยที่ค่าเฉลี่ยผิดพลาดน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 3.7 เมตร ที่การเดินกลางแจ้ง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยผิดพลาดมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 8 เมตร ที่การวิ่งภายในอาคาร

3.2. ผลการทดสอบวัดความเร็วการเคลื่อนที่

ในการทดสอบเพื่อวัดความเร็วการเคลื่อนที่จะกำหนดให้ผู้สวมใส่ชุดออกกำลังกายนั่งอยู่บนยานพาหนะที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามความเร็วต่างๆที่กำหนดได้ โดยความเร็วที่ทำการทดสอบอยู่ในช่วง 5-40 กิโลเมตร/ชั่วโมง ค่าความเร็วที่อ่านได้จากชุดออกกำลังกายขณะการทดสอบจะกระทำ 3 ครั้งในแต่ละความเร็ว ผลการทดสอบความเร็วเฉลี่ยแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเร็วเฉลี่ยที่วัดได้จากชุดออกกำลังกาย

ความเร็วยานพาหนะ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	บริเวณกลางแจ้ง		บริเวณภายในอาคาร	
	ความเร็วที่อ่านได้ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ค่าผิดพลาด (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ความเร็วที่อ่านได้ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ค่าผิดพลาด (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
5	6.5	1.5	0.1	-4.9
10	12.3	2.3	4.2	-5.8
15	17.8	2.8	7.6	-7.4
20	23.6	3.6	9.2	-10.8
25	28.4	3.4	15.4	-9.6
30	33.1	3.1	21.9	-8.1
35	38.7	3.7	26.2	-8.8
40	44.2	4.2	31.1	-8.9
เฉลี่ย		3.1		-8.1

จากผลการทดสอบค่าความเร็วจากชุดออกกำลังกายที่ได้จากการทดสอบบริเวณกลางแจ้งจะมีค่าผิดพลาดเฉลี่ย 3.1 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าค่าผิดพลาดที่ได้จากการทดสอบที่บริเวณภายในอาคารซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.1 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ผลการทดสอบวัดค่าระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่พบว่าค่าที่วัดได้จากการทดสอบบริเวณกลางแจ้งจะมีค่าผิดพลาดน้อยกว่าบริเวณภายในอาคาร ทั้งนี้เนื่องมาจากการดูดซับและสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของหลังคาส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการวัดค่าตัวแปรของตัวรับรู้ GPS

3.3. การทดสอบวัดอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจร

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจรเป็นอุปกรณ์ที่สามารถวัดสัญญาณทางไฟฟ้าจากตัวอุปกรณ์ได้เองซึ่งไม่ขึ้นกับสถานที่ในการทดสอบ ดังนั้นในการทดสอบจะให้ผู้ใช้ชุดออกกำลังกายเดิน-วิ่งกลางแจ้งสลับกันเป็นเวลา 45 นาที โดยทำการบันทึกวัดอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจรทุก 5 นาที ค่าที่วัดได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากอุปกรณ์ที่เชื่อถือได้ ซึ่งค่าอุณหภูมิจะถูกวัดเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด (ภาพที่ 24) ที่มีค่าความถูกต้องร้อยละ 0.1 และเป็น การวัดอุณหภูมิโดยไม่มีการสัมผัสกับร่างกาย โดยตำแหน่งในการวัดจะอยู่บริเวณใกล้กับตัวรับรู้วัดอุณหภูมิ



ตารางที่ 3 อุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจร

เวลา (นาที)	กิจกรรม	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			อัตราการเต้นของชีพจร (BPM)		
		วัดโดยใช้อินฟราเรด	ชุดออกกำลังกาย	ค่าผิดพลาด (%)	อุปกรณ์แบบหนีบที่นิ้ว	ชุดออกกำลังกาย	ค่าผิดพลาด (%)
5	เดิน	36.2	36.4	0.6	75	74	1.3
10	เดิน	36.8	37.3	1.4	81	83	2.5
15	เดิน	37.2	37.5	0.8	95	93	2.1
20	วิ่ง	37.9	38.1	0.5	111	108	2.7
25	วิ่ง	38.4	38.9	1.3	126	123	2.4
30	วิ่ง	39.6	40.2	1.5	137	140	2.2
35	เดิน	38.8	40.0	3.1	130	133	2.3
40	เดิน	38.1	38.6	1.3	125	124	0.8
45	เดิน	37.9	38.2	0.8	119	120	0.8
เฉลี่ย				1.3			1.9

สำหรับค่าอัตราการเต้นชีพจรถูกวัดเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นชีพจรที่ใช้ในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความถูกต้องร้อยละ 5 และวัดอัตราการเต้นชีพจรที่บริเวณปลายนิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 25 ค่าอุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจรที่วัดได้แสดงได้ดังตารางที่ 3

ผลการทดสอบพบว่าค่าอุณหภูมิและอัตราการเต้นของชีพจรที่วัดได้จากชุดออกกำลังกายมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่นำมาวัดค่าเปรียบเทียบ โดยค่าผิดพลาดในการวัดค่าอุณหภูมิและอัตราการเต้นของชีพจรมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.3 และร้อยละ 1.9 ตามลำดับ

4. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดออกกำลังกายที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดชีพจร และระบบ GPS สามารถวัดค่าและแสดงผลได้อย่างแม่นยำในสภาพการใช้งานจริง โดยพบว่าการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลการทดสอบกลางแจ้งให้ค่าที่แม่นยำกว่าการทดสอบภายในอาคาร เนื่องจากการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในอาคารมีผลต่อการวัดค่าของระบบ GPS ในส่วนการวัดอุณหภูมิและอัตราการเต้นของชีพจรแสดงค่าที่วัดได้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับอุปกรณ์มาตรฐาน โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 2 สำหรับด้านการออกแบบและใช้งานชุดออกกำลังกายมีการออกแบบให้ถอดประกอบอุปกรณ์ได้ง่าย สะดวกต่อการทำความสะอาด และใช้งานได้หลากหลายสถานการณ์

ชุดออกกำลังกายที่ทางทีมงานผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถวัดค่าระยะทางการเคลื่อนที่ ความเร็วในการเคลื่อนที่ อุณหภูมิร่างกาย และอัตราการเต้นของชีพจร โดยแสดงผลผ่านทางหน้าจอที่ติดไว้บริเวณแขนเสื้อ จากการทดสอบสรุปได้ว่าหากต้องการความถูกต้องของค่าระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ ชุดออกกำลังกายควรถูกใช้ในที่กลางแจ้ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] รัตนพล มงคลรัตนาสีทธิ และณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร. นวัตกรรมกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอในประเทศไทยญี่ปุ่น. *Colourway*. 18 (100) (May-Jun 2012): 22-24. ISSN: 0859-1849.
- [2] รัตนพล มงคลรัตนาสีทธิ, จรูญ คล้ายจ้อย, กิตติศักดิ์ อริยะเครือ, ก้องเกียรติ มหาอินทร์, สมใจ แซ่ภู และณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร. นวัตกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไต้หวัน ปี 2014. *Colourway*. 21 (119) (July-August 2015): 30-32.
- [3] Textile International Forum and Exhibition 2014, Taiwan Textile Research Institute.
- [4] <http://pic.pimg.tw/twtechtextil2011/ef87b276d62213097267051f4b9fd058.jpg>
- [5] http://www.mdpi.com/sensors/sensors-14-04050/article_deploy/html/images/sensors-14-04050f5-1024.png
- [6] Toth-Chernin, J. (2014). E-textiles. Corporate Graphics Inc. North Carolina.

- [7] Hartman, K. (2014). *Make: Wearable Electronics*. Maker Media, Inc., Sebastopol.
- [8] James, D. A., & Petrone, N. (2016). *Sensors and Wearable Technologies in Sport: Technologies, Trends and Approaches for Implementation* (pp. 1-49). Berlin: Springer Nature.
- [9] Uğur, S. (2013). *Wearing embodied emotions: A practice based design research on wearable technology*. Milan: Springer Nature.
- [10] Wang, H., Mahmud, M. S., Fang, H., & Wang, C. (2016). *Wireless Health*. Cham: Springer