

รายงานความคืบหน้าโครงการ 1

ชื่อโครงการภาษาไทย: ระบบแจ้งเตือนฮีทสโตรก

ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ: Heatstroke warning system

ชื่อและเลขทะเบียนนักศึกษา: ภัทรกร แก้วชูกุล 6310611030

อาจารย์ที่ปรึกษา: อ.ดร.กาญจนา ศีลาราวาทย์

1. คำโครงของโครงการ

1.1. ที่มาและความสำคัญ

ฮีทสโตรก (Heatstroke) เป็นภาวะที่เกิดจากร่างกายมีอุณหภูมิที่สูงเกินไป เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงถึง 40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า และมักจะเกิดในช่วงฤดูร้อนหรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง นับเป็นหนึ่งในภาวะฉุกเฉินทางการแพทย์ที่ร้ายแรง และอาจทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะสำคัญ เช่น สมอง หัวใจ ปอด ไต และกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากในประเทศไทยในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงในหลายภูมิภาค จากข้อมูลการเฝ้าระวังเรื่องการเสียชีวิตจากภาวะอากาศร้อนของกองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค ระหว่าง มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2558 - 2564 มีข้อมูลผู้เสียชีวิตจากภาวะอากาศร้อนจำนวนทั้งสิ้น 234 ราย ที่เกิดจากการอยู่ในสภาพอากาศที่ร้อนจัดเป็นเวลานานจนกระทั่งร่างกายปรับสภาพไม่ทัน การเกิดภาวะฮีทสโตรกบุคคลทั่วไปไม่สามารถรู้ล่วงหน้าได้เลยว่าจะเกิดภาวะฮีทสโตรกเมื่อไหร่ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการแจ้งเตือนซึ่งอาจทำให้เสียชีวิตได้

โครงการนี้จึงมีความคิดที่สร้างระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนฮีทสโตรก เพื่อติดตามอุณหภูมิภายใน อุณหภูมิโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการเต้นของหัวใจเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาความเสี่ยงที่จะเป็นฮีทสโตรก และแจ้งเตือนผู้ใช้งานรวมถึงเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลบนเว็บไซต์เพื่อให้ผู้ที่สนใจนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และใช้งานต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์

- 1.2.1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับและเฝ้าระวังฮีทสโตรกที่สามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้
- 1.2.2. เพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิภายในร่างกาย อุณหภูมิโดยรอบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการเต้นของหัวใจ และคำนวณหาความเสี่ยงที่จะเกิดฮีทสโตรก
- 1.2.3. เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับผู้สนใจนำไปวิเคราะห์หรือใช้งานต่อไป

1.3. ขอบเขต

1.3.1 ออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนที่ประกอบไปด้วย

- อุปกรณ์ตรวจวัดที่วัดค่าได้ ดังนี้ อุณหภูมิร่างกาย ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิโดยรอบ และอัตราการเต้นของหัวใจ ประกอบด้วยบล็อกแขน Microcontroller, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิพื้นผิว, เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิโดยรอบ, เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ติดไว้ที่นิ้วมือ และ Buzzer
- อุปกรณ์ตรวจวัดสามารถส่งข้อมูลที่วัดได้ไปให้ฐานข้อมูล เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้ค่าสูงในระดับที่เสี่ยงต่อการเกิดฮีทสโตรก ระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้หากมีโอกาสเกิดฮีทสโตรกผ่านเสียงด้วย Buzzer มี 2 ระดับดังนี้
 - ค่าความเสี่ยงสูง ใช้ความถี่ต่ำ
 - ค่าความเสี่ยงสูงมาก ใช้ความถี่สูง
- เว็บไซต์แสดงผลระดับความเสี่ยงและกราฟของข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัด
- วิเคราะห์ คำนวณค่าความเสี่ยงในการเกิดฮีทสโตรก

1.3.2 แสดงผลผ่านเว็บไซต์ด้วย Django framework ประกอบด้วยหน้าดังนี้

- หน้า Sign-up สามารถให้ผู้ที่สนใจสมัครมาเป็นผู้ใช้งานทั่วไปได้
- หน้า Login สามารถเข้าสู่ระบบและใช้หน้า Notification ได้
- หน้า Display data แสดงข้อมูลและสถานะความเสี่ยงที่ได้รับมาจากอุปกรณ์

1.3.3 ระบบจะรองรับผู้ใช้งาน 2 ประเภทดังนี้

- ผู้ใช้งานทั่วไป สามารถดูข้อมูลดังต่อไปนี้
 - สถานะความเสี่ยง
 - ค่าอุณหภูมิภายในร่างกาย ค่าอุณหภูมิโดยรอบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ณ ขณะนั้น
 - ส่วนสูง(ซม.)
 - อายุ
 - น้ำหนัก(กก.)
 - กราฟแสดงผลรายวันของอุณหภูมิภายในร่างกาย อุณหภูมิโดยรอบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความเสี่ยงฮีทสโตรก
- ผู้ดูแลระบบ สามารถดูข้อมูลดังต่อไปนี้
 - เลือกข้อมูลของผู้ใช้งานแต่ละคน
 - กราฟแสดงผลภาพรวมรายวันจากทุกผู้ใช้งานโดยรวม อุณหภูมิภายในร่างกาย อุณหภูมิโดยรอบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความเสี่ยงฮีทสโตรก
 - สถานะความเสี่ยงย้อนหลังของแต่ละผู้ใช้งาน

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ระบบแจ้งเตือนฮีสโตรกที่แจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านอุปกรณ์ตรวจวัดและเว็บไซต์ที่แสดงผลเป็นระดับความเสี่ยงและกราฟของข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัด

1.4.2 ได้ข้อมูลเกี่ยวกับฮีสโตรกที่เป็นข้อมูลพื้นฐานให้ผู้สนใจนำไปวิเคราะห์และใช้งานต่อได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. อาการของฮีสโตรกที่สามารถตรวจวัดได้ อุณหภูมิภายในร่างกายที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 40 องศาเซลเซียสเกิดพร้อมอาการร้อน ผิวน้ำและอาจทำให้เกิดอาการเพ้อ อาการชัก หรืออาการโคม่า [1]

2.2. การตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายจากการคำนวณจากอุณหภูมิผิวหนังและอุณหภูมิโดยรอบ เพื่อให้ได้อุณหภูมิภายในร่างกาย [2]

$$T_c = T_s + \alpha \times (T_s - T_a) \quad (1)$$

โดย

- T_c = ค่าอุณหภูมิภายในร่างกาย
- T_s = ค่าอุณหภูมิจากผิวหนัง
- α = ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้แทนตำแหน่งบนร่างกายในการวัดค่าจากเซนเซอร์
- T_a = ค่าอุณหภูมิโดยรอบ

ตารางที่ 1 แสดงค่า α ของแต่ละตำแหน่งบนร่างกาย

| ตำแหน่ง | ค่า α |
|---------|--------------|
| ทวาร | 0.0699 |
| หัว | 0.3094 |
| ลำตัว | 0.5067 |
| มือ | 0.7665 |
| เท้า | 2.1807 |

2.3. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

2.3.1. GY-906-BAA MLX90614

GY-906-BAA MLX90614 [3] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิแบบอินฟราเรด สามารถวัดค่าอุณหภูมิโดยรอบได้ตั้งแต่ -40 ถึง 125 °C และวัดค่าอุณหภูมิของผิววัตถุได้ตั้งแต่ -70 ถึง 380 °C ค่าความแม่นยำ ± 0.5 °C ใช้เพื่อวัดอุณหภูมิจากผิวหนังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าอุณหภูมิ

ภายในร่างกาย เลือกใช้ GY-906-BAA MLX90614 เพราะมีความสะดวกสบายเวลาตรวจวัดไม่ติดกับผิวหนัง ในบางครั้งผิวหนังอาจจะมีเหงื่อทำให้วัดค่าได้ผิดพลาดหากใช้เซนเซอร์แบบสัมผัส

2.3.2. LM35

LM35 [4] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิแบบ IC สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -55 ถึง $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ และค่าความแม่นยำ $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

2.4. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

2.4.1. BME280

BME280 [5] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดความกดอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความแม่นยำ $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 0 ถึง $100\text{ }\%$ ความแม่นยำ $\pm 3\text{ }\%$ และวัดค่าความกดอากาศตั้งแต่ 300 ถึง 1100 hPa ความแม่นยำ $\pm 1\text{ Pa}$

2.4.2. DHT

- DHT11 [6] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มีราคาถูก สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความแม่นยำ $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 20 ถึง $80\text{ }\%$ ค่าความแม่นยำ $\pm 5\text{ }\%$
- DHT22 [7] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มีราคาถูก สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความแม่นยำ $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 0 ถึง $100\text{ }\%$ ค่าความแม่นยำ ± 2 ถึง $5\text{ }\%$ ใช้เพื่อวัดค่าอุณหภูมิโดยรอบและค่าความชื้นสัมพัทธ์จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าอุณหภูมิภายในและค่าความเสี่ยงในการเกิดฮีทสโตรก เลือกใช้ DHT22 เพราะว่าเป็นเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำสูง ราคาถูก ใช้ทำงานง่าย และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม

2.4.3. SHT

- SHT31 [8] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความแม่นยำ $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 0 ถึง $100\text{ }\%$ ค่าความแม่นยำ $\pm 2\text{ }\%$
- SHT35 [9] คือเซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความแม่นยำ $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 0 ถึง $100\text{ }\%$ ค่าความแม่นยำ $\pm 1.5\text{ }\%$

2.4.4. HDC1080

HDC1080 [10] คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 125 °C ความแม่นยำ ± 0.2 และวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 0 ถึง 100 % ค่าความแม่นยำ ± 2 %

2.5. ESP32

ESP32 [11] คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาถูก ที่ใช้พลังงานต่ำ และมี Wi-Fi กับ Bluetooth ในตัว ESP32 จะใช้ Tensilica Xtensa LX6 microprocessor ในแบบ dual-core และแบบ single-core ใช้ Xtensa LX7 microprocessor แบบ dual-core หรือใช้ RISC-V microprocessor ในแบบ single-core และรวมทั้งมี built-in antenna switch, RF balun power amplifier, low-noise receive amplifier, filters, และ power-management modules ESP32 สร้างและพัฒนาโดยบริษัท Espressif Systems ใช้เพื่อเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ทั้งหมด และส่งข้อมูลผ่านทาง WiFi เลือกใช้ ESP32 เพราะสามารถส่งข้อมูลผ่าน WiFi ได้ มีราคาถูกและมีขา GPIO ที่หลากหลาย

2.6. Active Buzzer

Active Buzzer คือ อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงโดยแปลงจากสัญญาณไฟฟ้าเป็นเสียง ใช้เพื่อส่งเสียงแจ้งเตือนเมื่อค่าความเสี่ยงในการเกิดฮิสโตรกถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2.7. XD-58C Pulse Sensor

XD-58C Pulse Sensor [12] เป็นเซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจที่สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกชนิดได้รับการออกแบบและผลิตโดยบริษัท World Famous Electronics ใช้เพื่อวัดค่าชีพจรจากปลายนิ้วจากนั้นนำมาคำนวณหาอัตราการเต้นของหัวใจเพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงในการเกิดฮิสโตรก เลือกใช้ XD-58C Pulse Sensor เพราะว่ามีตัวอย่างการใช้งานที่หลากหลาย ราคาถูก และมีความแม่นยำ

2.8. Django framework

Django framework [13] เป็นเว็บเฟรมเวิร์ก open-source ที่ใช้ภาษา python และมีสถาปัตยกรรมแบบ model-template-views ที่ได้รับการดูแลโดย Django Software Foundation ใช้เพื่อสร้างเว็บไซต์สำหรับการแสดงผลและเก็บข้อมูลเข้าฐานข้อมูล เลือกใช้ Django framework เพราะว่าเป็น framework ที่ใช้งานง่ายใช้ร่วมกับภาษา python มีความปลอดภัยสูง มี admin interface ในตัว และใช้ฐานข้อมูล SQLite

3. เทคโนโลยีที่ใช้ในการทำโครงการ

โครงการนี้จะพัฒนาอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย ESP32, DHT22, XD-58C Pulse Sensor, Active Buzzer และ GY-906-BAA MLX90614 เพื่อนำค่าที่อ่านได้มาคิดค่าความเสี่ยงที่จะเป็นฮีทสโตรกโดยมีวิธีคิดดังนี้

ตารางที่ 2 แสดง input และค่าความเสี่ยงจะเป็นฮีทสโตรก

| Input | สถานะ | ค่าที่อ่าน | ค่าความเสี่ยงที่จะเป็นฮีทสโตรก |
|---|---------|-------------|--------------------------------|
| อัตราการเต้นของหัวใจ (bpm) | ปกติ | 60 – 100 | 0 |
| | ปานกลาง | 101 – 120 | 1 |
| | สูง | ≥ 121 | 2 |
| อุณหภูมิร่างกาย (°C) | ปกติ | 35.4 - 37.4 | 0 |
| | ปานกลาง | 37.5 - 38.4 | 1 |
| | สูง | 38.5 - 39.4 | 2 |
| | สูงมาก | ≥ 39.5 | 3 |
| ความชื้นสัมพัทธ์และ อุณหภูมิโดยรอบ (RHTA) | ปกติ | ≤ 27 | 0 |
| | ปานกลาง | 28 - 34 | 1 |
| | สูง | 35 - 37 | 2 |
| | สูงมาก | 38 - 50 | 3 |

$$RHTA = Ta + RH \times 0.1 \quad (2)$$

โดย

- RHTA = ค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิโดยรอบ
- Ta = ค่าอุณหภูมิโดยรอบ
- RH = ค่าความชื้นสัมพัทธ์

เนื่องจากค่าความชื้นสัมพัทธ์อย่างเดียวนั้นมีน้ำหนักน้อยมากถ้าเทียบกับอุณหภูมิจึงกำหนดให้ความชื้นสัมพัทธ์มีน้ำหนักที่ 20 % โดยกำหนดให้อุณหภูมิโดยรอบสูงสุดที่ 40 °C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่ 100 %

ตารางที่ 3 แสดงสถานะของค่าความเสี่ยงที่จะเป็นอีทสโตรก

| Output | สถานะ | ค่าความเสี่ยงที่จะเป็นอีทสโตรก |
|-----------------------------|---------|--------------------------------|
| ความเสี่ยงที่จะเป็นอีทสโตรก | ปกติ | 0 - 2 |
| | ปานกลาง | 3 - 5 |
| | สูง | 5 - 6 |
| | สูงมาก | 7 - 8 |

โดยที่อุปกรณ์จะส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ และค่าความเสี่ยงทุกๆ 15 นาที ไปให้เว็บไซต์เพื่อเก็บเข้าฐานข้อมูล และเว็บไซต์จะนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟเพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และเมื่อฐานข้อมูลได้รับข้อมูลว่ามีความเสี่ยงจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Notification บนเว็บไซต์ และในส่วนของอุปกรณ์จะมีการส่งเสียงผ่าน Buzzer ที่จะทำให้การแจ้งเตือนหากมีสถานะสูง และสูงมาก

3.1. Flowchart ของการแจ้งเตือน

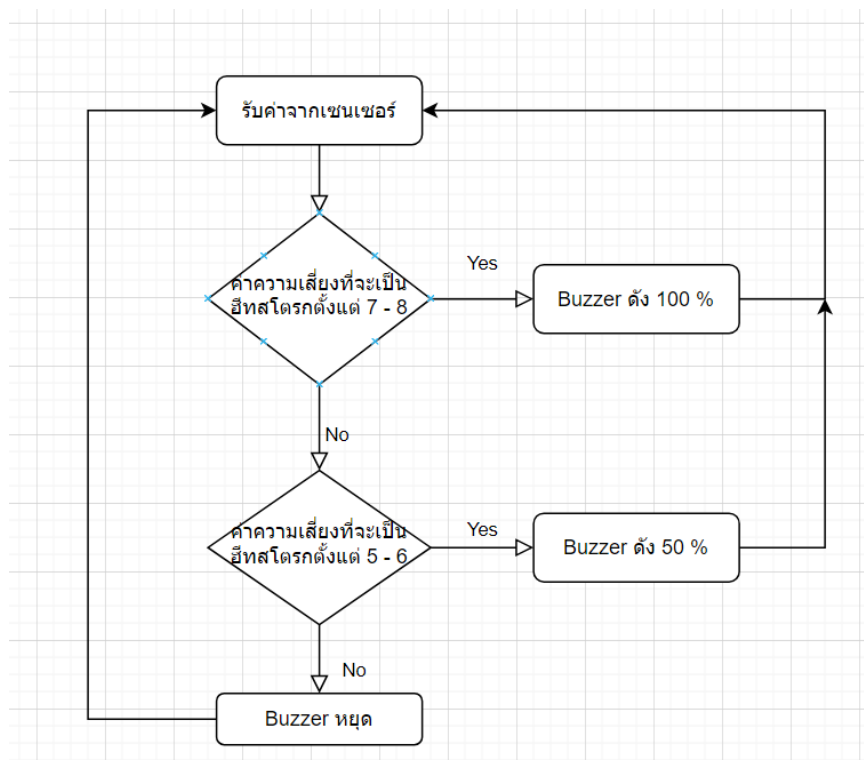


Fig.1: Flowchart แสดงการแจ้งเตือนของอุปกรณ์

เมื่ออุปกรณ์อ่านค่าจะเซนเซอร์อุปกรณ์จะทำการคำนวณค่าความเสี่ยง ถ้าหากว่ามีค่าความเสี่ยงตั้งแต่ 7 ถึง 8 Buzzer จะทำการส่งเสียงที่ความถี่ 2000 Hz และเมื่อมีค่าความเสี่ยงตั้งแต่ 5 ถึง 6 Buzzer จะทำการส่งเสียงที่ความถี่ 1000 Hz และเมื่อค่าความเสี่ยงลดลงต่ำกว่า 5 Buzzer ก็จะหยุดส่งเสียง

3.2. Site map

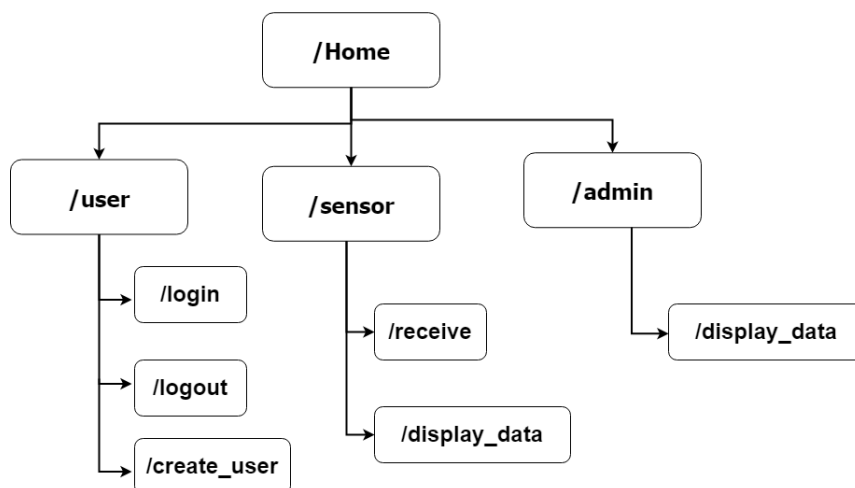


Fig.2: Site map ของเว็บไซต์

เมื่อผู้ใช้งานเข้ามาที่เว็บไซต์ก็จะพบกับหน้า Home ก่อนในหน้า Home ก็จะมี link สำหรับ หน้า login และ create user สำหรับ หน้าของ path ที่เป็น sensor จะต้อง login ก่อนในส่วนนี้จะมีส่วน display data ที่จะแสดงข้อมูลที่ได้มาจากอุปกรณ์ และกราฟแสดงผล ส่วนหน้า receive จะเป็นส่วนของ API ที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ ในส่วนของ admin ก็จะมี path display data ที่สามารถเลือกแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานทั่วไปได้ และข้อมูลค่าความเสี่ยงย้อนหลัง

4. โครงการหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

Design and Development of a Wearable Device for Heat Stroke Detection [14] ซึ่งเป็นงานวิจัยของ Sheng-Tao Chen, Shih-Sung Lin ,Chien-Wu Lan และ Hao-Yen Hsu งานวิจัยนี้ได้พัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับฮีทสโตรกโดยจะมีการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิโดยรอบและความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิภายในร่างกาย และค่าความต้านทานต่อผิวหนัง (skin resistance) โดยใช้เซนเซอร์ซีพจร, เซนเซอร์ SHT75, เซนเซอร์ MLX90614, เซนเซอร์ Grove-GSR (เซนเซอร์วัดค่าความต้านทานต่อผิวหนัง) และ Arduino Nano เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งข้อมูลโดยใช้โมดูลในการส่งข้อมูล IL-LoRa 1272 ไปคำนวณข้อมูลที่ PC จากนั้นก็ส่งข้อมูลกลับไปให้อุปกรณ์เพื่อแจ้งเตือนข้อเสียของอุปกรณ์นี้ก็คือการอ่านข้อมูลเนื่องจากผู้ใช้งานยังไม่สามารถดูข้อมูลจากอุปกรณ์ได้ทันทีและไม่มีหน้า interface ราคาแพงเนื่องจากการใช้งานเซนเซอร์ที่มีราคาสูงและโมดูลในการรับส่งข้อมูล

5. ผลการดำเนินงาน

ระบบแจ้งเตือนฮีทสโตรกมีความสามารถดังนี้

5.1. อุปกรณ์ตรวจวัด

- 5.1.1. วัดค่าต่อไปนี้ได้ อุณหภูมิโดยรอบ อุณหภูมิจากผิวหนังและค่าความชื้นสัมพัทธ์
- 5.1.2. ส่งข้อมูลที่วัดได้ไปยังฐานข้อมูล
- 5.1.3. ส่งเสียงแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์วัดค่าได้ถึงค่าที่กำหนด

5.2. เว็บไซต์

- 5.2.1. รับข้อมูลจากอุปกรณ์มาเก็บเข้าฐานข้อมูล
- 5.2.2. สร้างผู้ใช้งานใหม่ในระบบ
- 5.2.3. เข้าสู่ระบบ
- 5.2.4. ออกจากระบบ

6. ปัญหาและอุปสรรค

- 1. ขอบเขตตลาดทำให้การซื้อวัสดุและการจัดทำอุปกรณ์ล่าช้า
- 2. การใช้งาน XD-58C Pulse Sensor ยังมีปัญหาบางอย่างที่ยังต้องแก้ไข

7. แผนดำเนินงานต่อไป

- 1. ทำหน้าแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์ที่จะประกอบไปด้วยกราฟของค่าที่อุปกรณ์วัดได้และค่าความเสี่ยง
- 2. ทำหน้าแจ้งเตือนบนเว็บไซต์เมื่อมีค่าความเสี่ยงสูงจะมีการแจ้งเตือนบนเว็บไซต์
- 3. คำนวณและส่งค่าความเสี่ยงจากอุปกรณ์ไปให้ฐานข้อมูล
- 4. แก้ปัญหาการใช้งาน XD-58C Pulse Sensor ในเรื่องการอ่านค่า
- 5. หาปลอกแขนหรือวัสดุอื่นเพื่อให้สามารถนำอุปกรณ์ไปสวมใส่ได้

8. บรรณานุกรม

[1] A. Bouchama and J. P. Knochel, "Heat Stroke," New England Journal of Medicine, vol. 346, no. 25, pp. 1978–1988, Jun. 2002, doi: <https://doi.org/10.1056/nejmra011089>.

[2] J. G. Labs Principal Application Engineer, Sensor Products, Silicon, "High-Precision Temperature Sensing for Core Temperature Monitoring in Wearable Electronics," Electrical Engineering News and Products, Nov. 23, 2016.
<https://www.eeworldonline.com/high-precision-temperature-sensing-for-core-temperature-monitoring-in-wearable-electronics/>

[3] Melexis, "MLX90614 family."

- [4] Texas Instruments Incorporated, “LM35.”
- [5] Bosch Sensortec GmbH, “BME280 sensor API,” GitHub, Nov. 03, 2023.
https://github.com/BoschSensortec/BME280_driver (accessed Nov. 20, 2023).
- [6] A. Industries, “DHT11 basic temperature-humidity sensor + extras,”
www.adafruit.com. <https://www.adafruit.com/product/386>
- [7] Adafruit Industries, “DHT22 temperature-humidity sensor + extras,” Adafruit.com, 2019. <https://www.adafruit.com/product/385>
- [8] Sensirion AG, “SHT31-DIS-B,” sensirion.com.
<https://sensirion.com/products/catalog/SHT31-DIS-B/>
- [9] Sensirion AG, “SHT35-DIS-F,” sensirion.com.
<https://sensirion.com/products/catalog/SHT35-DIS-F> (accessed Nov. 20, 2023).
- [10] Texas Instruments Incorporated, “HDC1080 data sheet, product information and support | TI.com,” www.ti.com. <https://www.ti.com/product/HDC1080> (accessed Nov. 20, 2023).
- [11] Espressif, “ESP32 Series Datasheet .” Available:
https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- [12] World Famous Electronics LLC,
“WorldFamousElectronics/PulseSensorPlayground,” GitHub, May 19, 2023.
<https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensorPlayground>
- [13] Django, “Django,” Django Project. <https://docs.djangoproject.com/en/4.2/>
- [14] S.-T. Chen, S.-S. Lin, C.-W. Lan, and H.-Y. Hsu, “Design and Development of a Wearable Device for Heat Stroke Detection,” *Sensors*, vol. 18, no. 2, p. 17, Dec. 2017, doi: <https://doi.org/10.3390/s18010017>.
- [15] D. Ruthirago and P. Laengvejkal, “Be careful of heatstroke – a potentially life-threatening form of heat illness | Bangkok International Hospital,”
www.bangkokinternationalhospital.com.
<https://www.bangkokinternationalhospital.com/health-articles/disease-treatment/hot-weather-must-be-careful-of-heatstroke> (accessed Nov. 13, 2023).
- [16] T. W. Son, D. A. Ramli, and A. A. Aziz, “Wearable Heat Stroke Detection System in IoT-based Environment,” *Procedia Computer Science*, vol. 192, pp. 3686–3695, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.142>.
- [17] C. Tamantini, Cristiana Rondoni, F. Cordella, E. Guglielmelli, and L. Zollo, “A Classification Method for Workers’ Physical Risk,” *Sensors*, vol. 23, no. 3, pp. 1575–1575, Feb. 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/s23031575>.

[18] R. Eichner, “Heat Stroke in Sports: Causes, Prevention and Treatment,” Gatorade Sports Science Institute, 2018. <https://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-86-heat-stroke-in-sports-causes-prevention-and-treatment>

[19] S.-S. Lin, C.-W. Lan, H.-Y. Hsu, and S.-T. Chen, “Data Analytics of a Wearable Device for Heat Stroke Detection,” *Sensors*, vol. 18, no. 12, p. 4347, Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/s18124347>.

[20] SYNPHAET HOSPITAL, “โรคฮีทสโตรก (Heat Stroke) หรือโรคลมแดด - โรงพยาบาลสินแพทย์,” โรงพยาบาลสินแพทย์, Mar. 28, 2023. <https://www.synphaet.co.th/%E0%B9%82%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%AE%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%AA%E0%B9%82%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%81-heat-stroke-%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%82%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%A1/>

[21] สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น, “แพทย์เตือน ภาวะเจ็บป่วยจากลมร้อน ‘ฮีทสโตรก’ เสี่ยงอาการรุนแรง และอาจเสียชีวิตได้,” ddc.moph.go.th, Mar. 25, 2022. https://ddc.moph.go.th/odpc7/news.php?news=24196&deptcode=odpc7&news_views=4272

[22] Centers for Disease Control and Prevention, “Frequently Asked Questions (FAQ) About Extreme Heat | Natural Disasters and Severe Weather | CDC,” www.cdc.gov, Apr. 14, 2020. <https://www.cdc.gov/disasters/extremeheat/faq.html#:~:text=Heat%20stroke%20is%20the%20most>

[23] T. Durongbhandhu, “โรคลมร้อน (Heat Stroke) ธรรมชาติ ดุรงค์พันธุ์ พ.บ.,” Dec. 2019.

[24] Adafruit, “adafruit/DHT-sensor-library,” GitHub, May 04, 2020. <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>

[25] Primus, “RTD/PT100/PTC/NTC มีหลักการทำงานอย่างไร?,” www.primusthai.com. <https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=201> (accessed Nov. 20, 2023).