

## อธิบายการแก้ปัญหาทั้งหมด

ต่อไปนี้เป็น **สรุป** และ **อธิบายการแก้ปัญหาต่าง ๆ** ที่ได้ทำในโค้ดตลอดทั้งวันนี้ ตั้งแต่ปัญหาการสตรีมภาพ การควบคุมมอเตอร์ ไปจนถึงการส่งข้อมูลเซนเซอร์ AMG88xx แบบสตรีม (SSE) และการแยกเซิร์ฟเวอร์หลายตัวเพื่อไม่ให้บล็อกการทำงาน

---

## 1) ปัญหาการ “ค้าง” เมื่อสตรีมข้อมูลยาว ๆ

### ปัญหา

- เมื่อสตรีมภาพจากกล้อง (MJPEG) หรือสตรีมข้อมูลเซนเซอร์ (SSE) ภายในฟังก์ชัน Handler เขียนเป็น `while(true)` ทำให้โค้ดค้างอยู่ในลูปสตรีมนาน ๆ
- การรับคำสั่งควบคุมมอเตอร์ /action จึงอาจ “ไม่ตอบสนอง” ทันที หรือไม่ตอบสนองเลย เพราะ Task ของ HTTP Server ไม่ได้สลับไปทำงานคำสั่งใหม่

### แนวทางแก้

1. ใส่ `vTaskDelay()` ในลูปสตรีม
    - เพื่อสละ CPU เป็นระยะ ๆ ให้ Handler อื่น หรือ Request ใหม่ ๆ ได้รับการประมวลผล
  2. แยกเซิร์ฟเวอร์หลายตัว แล้วกำหนด **Priority** ต่างกัน
    - ให้เซิร์ฟเวอร์ที่รับคำสั่งควบคุมรถ มี Priority สูง ทำให้ Request ควบคุมมอเตอร์ถูกตอบสนองทันที
    - เซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานสตรีมภาพ/เซนเซอร์ Priority ต่ำกว่า จะไม่บล็อกการควบคุม
- 

## 2) ปัญหาเรียก /stream และ /sensorStream แล้วเจอ 404

### ปัญหา

- เมื่อเรามีหลายเซิร์ฟเวอร์ พอร์ตต่างกัน เช่น
  - พอร์ต 80: หน้าเว็บหลัก + /action
  - พอร์ต 81: สตรีมภาพ /stream
  - พอร์ต 82: สตรีมเซนเซอร์ /sensorStream
- หากหน้าเว็บไปเรียก `http://<ip>/stream` แทนที่จะเรียก `:81/stream` ก็จะเจอ 404 (ไม่พบ Handler)

### แนวทางแก้

- แก้โค้ด HTML ใน `<script>` หรือ `` ให้ชี้ไปยังพอร์ตที่ถูกต้อง (เช่น :81, :82)

ตัวอย่างเช่น

```
const ip = location.hostname; // เช่น 192.168.1.50

document.getElementById("photo").src = `http://${ip}:81/stream`;

const sensorSource = new EventSource(`http://${ip}:82/sensorStream`);
```

- ทำให้หน้าเว็บหลัก (port 80) สามารถดึงข้อมูลสตรีมต่าง ๆ จากพอร์ตอื่นได้ถูกต้อง
- 

### 3) ปัญหา SSE ขึ้น “A” หรือเห็นข้อมูลดิบ “data: [ ... ]”

#### ปัญหา

1. อักขระ “A”
    - เกิดจากการเข้ารหัสอักขระไม่ตรงกันระหว่าง UTF-8 กับ Latin-1 (ISO-8859-1)
    - แก้โดยกำหนด `<meta charset="UTF-8">` ในหน้า HTML และ/หรือกำหนด Header `Content-Type: text/event-stream; charset=utf-8` ให้ชัดเจน
  2. เห็นข้อมูล SSE เป็น raw data
    - ถ้าเปิดลิงก์ SSE (/sensorStream) โดยตรงในแท็บเบราว์เซอร์ เราจะเห็น data: [ ... ] ต่อ ๆ กัน เพราะเบราว์เซอร์จะไม่เรนเดอร์ SSE เป็นตาราง
    - วิธีที่ถูกต้องคือ ให้หน้าเว็บ (HTML + JavaScript) ใช้ `new EventSource("...")` แล้วใน `onmessage` นำข้อมูลมาแสดงผลใน `<div>` หรือ `<table>` เอง
- 

### 4) ปัญหา “อุณหภูมิเพี้ยน” หรือ อ่านค่า AMG88xx ไม่ถูก

#### ปัญหา

- บางครั้งได้ค่าอุณหภูมิติดลบหรือเป็นตัวเลขประหลาด ๆ เช่น -288°C ฯลฯ
- เกิดจาก
  1. ต่อสาย SDA/SCL ไม่ตรง หรือไม่ได้ใช้บัลลิ่ง I2C ที่ถูกต้อง)
  2. Address ของเซ็นเซอร์ไม่ตรง
  3. เซ็นเซอร์ต้องการ Warm-up สักพัก

## แนวทางแก้

- เรียก `amg.begin(0x68, &Wire);` (หรือ `0x69`) ให้ตรง Address ของโมดูลจริง
  - กำหนดขา SDA, SCL ให้ถูก (ตัวอย่าง `Wire.begin(47, 14);`)
  - รอเซ็นเซอร์ warm-up หรืออ่านค่าซ้ำหลายครั้ง
- 

## 5) การแยกเซิร์ฟเวอร์ 2–3 ตัว (Multi-port) และปรับ Priority

### ปัญหา

- เมื่อมีสตรีม MJPEG และ SSE พร้อมกันในเซิร์ฟเวอร์เดียว (พอร์ตเดียว) อาจบล็อกคำสั่งควบคุมรถ
- ต้องการให้ “ควบคุมรถ” สำคัญสุด ตอบสนองเร็ว, สตรีมกล้อง รองลงมา, และเซ็นเซอร์เป็นอันดับสุดท้าย

### แนวทางแก้

- สร้างเซิร์ฟเวอร์หลายตัว เช่น
    - **Server A** (Port 80, Priority สูง) — หน้าเว็บหลัก + `/action`
    - **Server B** (Port 81, Priority กลาง) — สตรีมกล้อง `/stream`
    - **Server C** (Port 82, Priority ต่ำ) — สตรีมเซ็นเซอร์ `/sensorStream`
  - หน้า HTML ที่เสิร์ฟจาก Server A จะไปเรียกภาพจาก `:81/stream` และ SSE จาก `:82/sensorStream`
  - ด้วย Priority ที่ต่างกัน คำสั่งมอเตอร์จะไม่ถูกบล็อกโดยงานสตรีม
- 

## 6) การแสดง IP ด้วย `WiFi.localIP()`

### ปัญหา

- ต้องการให้หน้าเว็บแสดง IP ที่อุปกรณ์ได้รับจาก WiFi
- สามารถเขียนโค้ด C++ ที่ฝังไว้ใน HTML โดยใช้ `String.replace()`

```
String page = INDEX_HTML;
```

```
page.replace("%%IP_ADDR%%", WiFi.localIP().toString());
```

- แล้วในไฟล์ INDEX\_HTML ทำ placeholder %%IP\_ADDR%% เอาไว้ใน <p>Device IP: %%IP\_ADDR%%</p>
- 

## 7) สรุปภาพรวมการแก้ไข

1. แยกโค้ดออกเป็นเซิร์ฟเวอร์หลายตัว เพื่อแบ่งพอร์ตให้ชัดเจน และปรับ Priority ต่างกัน
2. เพิ่ม/แก้ HTML ในส่วน <script> ให้ดึง location.hostname + :81 หรือ :82 เพื่อเรียกสตรีมภาพ และสตรีมเซนเซอร์จากพอร์ตที่ต้องการ
3. ตั้งค่า SSE (Handler /sensorStream) ให้ส่ง Header Content-Type: text/event-stream พร้อม “data: ...\n\n” ภายในลูป while(true), และใส่ vTaskDelay() เพื่อไม่บล็อก CPU
4. แก้ปัญหาอักขระเพี้ยน ด้วย <meta charset="UTF-8"> และ Content-Type: text/html; charset=utf-8 / text/event-stream; charset=utf-8
5. ตรวจสอบ I2C ของ AMG88xx ให้ตรง Address และกำหนดขาถูกต้อง
6. ไม่เปิด “ลิงก์ SSE” โดยตรง หากต้องการให้แสดงผลสวย ๆ ให้หน้าเว็บ (JavaScript) เป็นผู้อ่าน SSE แล้วนำข้อมูลไปเรนเดอร์ตารางแทน

### ผลลัพธ์

- สามารถสตรีมกล้อง + สตรีมเซนเซอร์ + รับคำสั่งมอเตอร์พร้อมกันได้
- คำสั่งมอเตอร์ตอบสนองรวดเร็ว ไม่ติดขัดแม้กำลังสตรีม
- อุณหภูมิแสดงผลใน <div> หรือ <table> ได้ตามต้องการ (แทนการใช้ raw SSE)

ทั้งหมดนี้คือ “การแก้ปัญหาเกี่ยวกับโค้ด” ที่ได้ทำ