ChatGPT

Robo-Flect – Professional User Journey (Revision 1.2)

เวอร์ชัน 1.2 · **วันที่** 12 มิ.ย. 2025

---

1. ขอบเขตเอกสาร

เอกสารนี้สรุปเส้นทางการใช้งาน (*User Journey*) และรายละเอียดระบบ **Robo-Flect** ตั้งแต่เปิดเครื่องจนปิด พร้อมครอบคลุมกรณีผิดพลาด / โหมดพิเศษ เพื่อให้ทีมฮาร์ดแวร์ – เฟิร์มแวร์ – UX ทำงานสอดคล้องกัน

---

2. โครงสร้างโมดูล & บทบาท (Actors)

Actor / โมดูล	หน้าที่หลัก
Arduino Mega 2560	UI State-Machine, Keypad, LCD 20×4, VL53L0X, Stepper Motor, **UI Speaker** (เสียงเมนู/เอคชัน)
ESP32-Wi-Fi	Wi-Fi + MQTT (HiveMQ Cloud), Micro-SD log sync, **Ambient Speaker** (ไฟล์ MP3 บรรยากาศ), RFID (MFRC522), DFPlayer Mini
Trainee	ผู้ใช้งาน (ฝึก / ทดสอบ)
Local PC Server	รับข้อมูลจาก ESP32 ผ่าน HiveMQ(MQTT) มาเก็บบนฐานข้อมูล (MySQL/Timescale), แสดง Dashboard (Grafana) และ statdashboard สำหรับ user admin ที่ดูแลข้อมูลเกี่ยวกับการฝึก
Admin	ผู้ดูแลเข้าถึงเมนูลับ Calibration / FW Update

🔊 **ลำโพง 2 ตัว** \ *Ambient Speaker* (ESP32 + DFPlayer) — เพลงบรรยากาศ, เสียงฉาก\
UI Speaker (Mega) — เสียงอ่านข้อความเมนู, แจ้งเตือนแบบสั้น\ **AUDIO_TRIGGER** (GPIO จาก Mega) → ESP32 พร้อม **debounce 300 ms** เพื่อป้องกันคำสั่งซ้อน

---

3. ช่องทางสื่อสาร & พื้นที่จัดเก็บข้อมูล

- **Serial UART-1** Mega TX1 (18) → ESP32 RX2, Mega RX1 (19) ← ESP32 TX2 `<STX>{JSON}\n<ETX>` + CRC-8
- **AUDIO_TRIGGER** (debounced 300 ms) เพื่อเรียกไฟล์ MP3 บน ESP32
- **MQTT (TLS)** ผ่าน HiveMQ Cloud
- Broker `…hivemq.cloud` · Port 8883 · Client ID `ESP32_HiveMQ_TLS`
- Topics (retain = 🟢):
  - `roboflect/<uid>/profile` 🟢
  - `roboflect/<uid>/test`

    - `roboflect/system/log`
- **secret.json (บน Micro-SD)** — เก็บ Wi-Fi / MQTT credentials เพื่ออัปเดตง่าย ลดความเสี่ยง
- **Micro-SD** (ESP32) — บัฟเฟอร์ payload เมื่อ Offline (queue) และ *publish* ทันที เมื่อกลับ Online
- **Local PC Logger / Analytics**

- Subscribes to MQTT broker (`roboflect/#`) via **TCP port 1883**.

- Stores payloads to MySQL / TimescaleDB for dashboards (Grafana).

- หาก PC Offline ไม่ต้องมีคิวฝั่ง PC — ESP32 จะบัฟเฟอร์บน SD และ sync ให้อัตโนมัติเมื่อ Online.

---

4. ผังงานระดับสูง

```
Boot & Self-Check
   │ Wi-Fi OK? ──► Offline Flag (ใช้ SD queue)
   ▼
RFID Login (ESP32)
   ▼
Main Menu (Mega)
   ├─ Play Menu
   │   ├─ Tutorial  (UI + Ambient)
   │   ├─ Training  (ใช้ชั่วคราว ไม่บันทึก persistent)
   │   └─ Testing → Save: MQTT `test`, SD `test.csv`, Local PC
   ├─ Settings → Profile, Sound Vol., Language
   └─ Logout
        ▲
        └─ Calibration (Admin code D-#-9-9-9)
```

---

5. เส้นทางใช้งาน

5.1 Start / System Initialisation

เหมือนเดิม (เพิ่ม debounced AUDIO_TRIGGER และโหลด `secret.json` ช่วง Self-Check)

5.4.1 Training Mode

> **หมายเหตุ:** ใช้เพื่อสอนผู้ใช้เท่านั้น **ไม่บันทึก** ลง MQTT/SD — ข้อมูลหมดอายุเมื่อกลับ Main Menu

5.4.2 Testing Mode (Adaptive)

- เมื่อจบชุดทดสอบ Mega ส่งผลสรุปไป ESP32 → MQTT `<uid>/test`
- โครงสร้าง payload:

```
// roboflect/<uid>/test
{
```

```
  "ts": 1718088000,
  "stats": {
    "uid": "Nuigates",
    "level": 2,
    "progress": 3,          // ทันทีหลังคิดคะแนน
    "total_questions": 5,
    "correct_answers": 4,
    "score_percent": 80,
    "score_passed": true,
    "session_duration_ms": 6421,
    "avg_response_ms": 1185,
    "difficulty_range_cm": [10,60],
    "mistake_distances": [20],
    "timestamp_end": 1718088064
  }
}
```

- **Level Up Logic:** `progress >= 3` → เพิ่ม `level++`, รีเซ็ต `progress=0`, และ ESP32 Publish profile (retained) เพื่อให้ Dashboard ของผู้ดูแลการฝึก update

---

6. Calibration Flow (Admin)

1. เข้ารหัส `D-#-9-9-9`
2. ระบบขอให้วางเป้าที่ **30 cm** (ระยะที่แม่นที่สุดของ VL53L0X)
3. อ่าน 5 ครั้ง → คำนวณ offset
4. **Tolerance ±3 %** (ปรับได้ใน code)
5. บันทึกค่าใน `/system/cal.json` + MQTT `system/log`
6. กลับ Main Menu

---

7. โครงสร้าง ไฟล์ SD

```
/uid/
  profile.json   // {level,progress,nickname}
  test.csv       // ts,score%,correct,total,avg_response_ms,score_passed
/system/
  boot.log
  error.log
  cal.json
  queue/         // ไฟล์ payload รอ publish เมื่อ Online
secret.json      // {ssid,pass,mqtt_user,mqtt_pass}
```

---

8. หมายเหตุด้านการพัฒนา

- **Debounce AUDIO_TRIGGER 300 ms** (Prevent overlap)

- ใช้ SD queue & QoS 1 เมื่อ Offline
- เปิด WDT: Mega 2 s, ESP32 `esp_task_wdt`
- EMI: Ferrite on I^2C, Twisted pair STEP/DIR
