

รายงานการทดลอง

Computer Assignment 2

นายธนวัฒน์ บำเพ็ญพันธุ์ 630610736

CPE 261456

(Introduction to Computational Intelligence)

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ระบบควบคุมพัดลมในเครื่องฟอกอากาศ

1.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

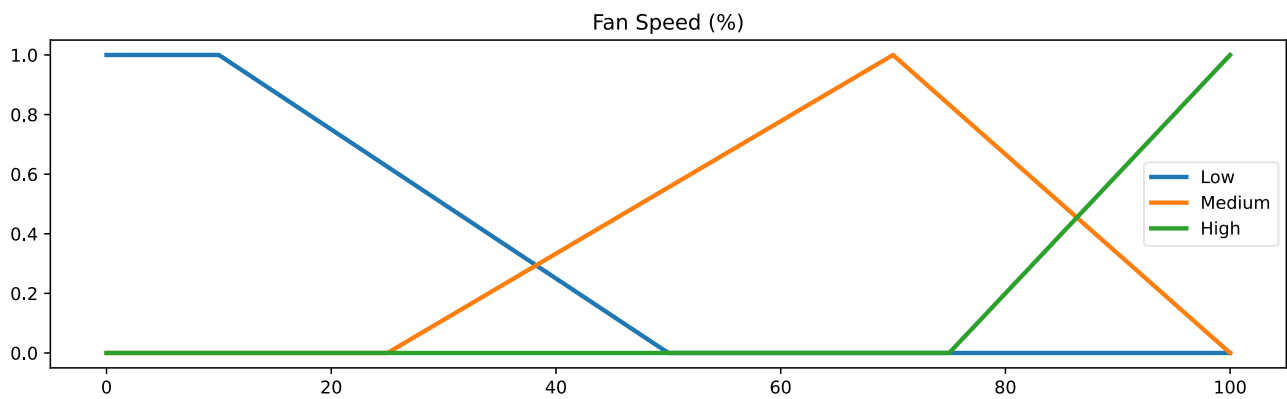
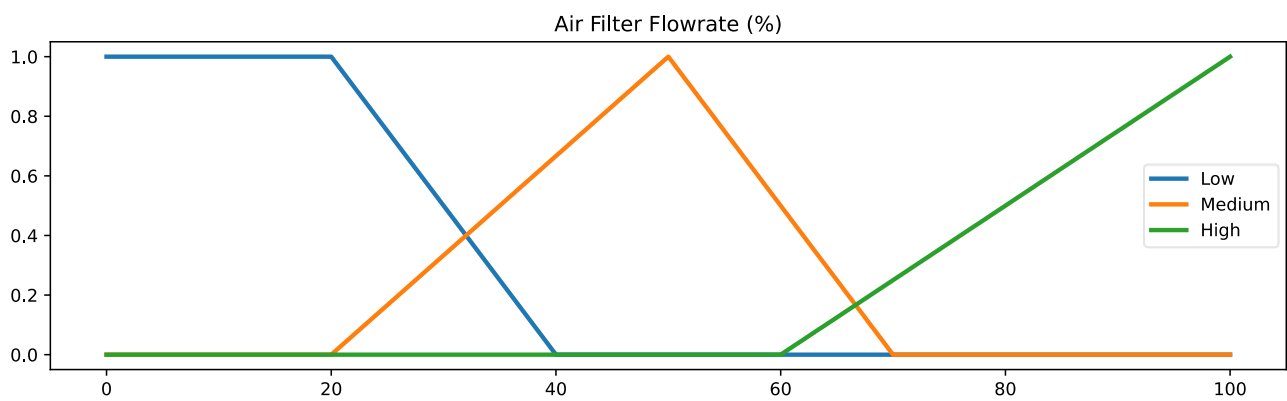
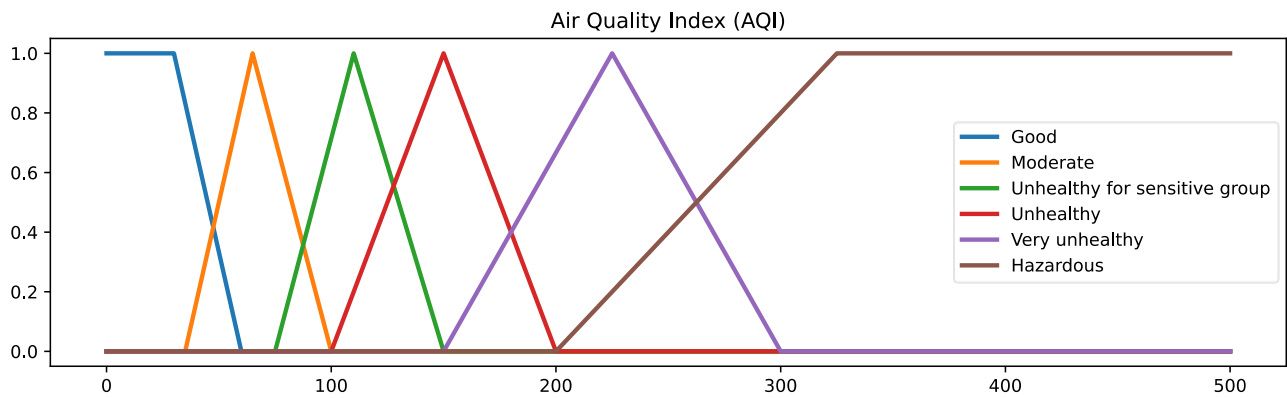
เครื่องฟอกอากาศจะวัดมลพิษในอากาศเช่น ฝุ่น PM2.5 แล้วแปลงค่ามาอยู่ในรูปของดัชนีวัดคุณภาพอากาศ (Air Quality Index) หน่วยเป็น AQI และวัดอัตราการไหลของอากาศ (Air Flowrate) ที่ผ่านไส้กรองอากาศ (Air Filter) ณ ขณะที่ความเร็วพัดลมที่ควบคุมด้วย Pulse Width Modulation (PWM) อยู่ที่ 50% เทียบกับอัตราการไหลของอากาศตามสเปคไส้กรอง หากไส้กรองเก่ามีฝุ่นอุดตันก็จะมีอัตราการไหลที่ต่ำลงโดยอัตราการไหลจะอยู่ในช่วง 0-100% เพื่ออ้างอิงคุณภาพของไส้กรองอากาศ แล้วจากทั้ง 2 ค่า คุณภาพอากาศ และ อัตราการไหลของอากาศ จะนำมาเป็นอินพุตของระบบ Fuzzy Logic ที่จะปรับความเร็วพัดลมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยเอาท์พุตของระบบจะเป็น PWM Duty Cycle โดยใน Simulation นี้ได้กำหนดให้ความเร็วพัดลมอ้างอิงได้จาก PWM Duty Cycle เป็น Fan Speed Percentage

1.2 การควบคุมพัดลมด้วย Fuzzy Logic

ความเร็วพัดลมจะปรับตามความเหมาะสมของคุณภาพอากาศ และ คุณภาพของไส้กรอง โดยอ้างอิงจากอัตราการไหลของอากาศ คุณภาพอากาศมีค่าตัวแปรภาษาเป็น Good, Moderate, Unhealthy for Sensitive Groups, Unhealthy, Very Unhealthy, Hazardous อัตราการไหลของอากาศมีค่าตัวแปรภาษาเป็น Low, Medium, High และ ความเร็วพัดลมมีค่าตัวแปรภาษาเป็น Low, Medium, High ใช้วิธีการของ Mamdani ในการหาฟัซซีเอาต์พุต

1.2.1 Membership Functions

สร้างจาก Trapezoidal Membership Function และ Triangular Membership Function



รูปที่ 1: แสดงกราฟ Membership Function ของ คุณภาพอากาศ (Air Quality Index), อัตราการไหลของอากาศ (Air Filter Flowrate), และความเร็วพัดลม (Fan Speed)

1.2.2 Rules

กฎที่ใช้เพื่อปรับความเร็วพัดลมโดยดูจากคุณภาพอากาศและอัตราการไหลของอากาศ

| Rule | Input | | Output |
|------|-------------------------------|---------------------|-----------|
| No. | Air Quality Index | Air Filter Flowrate | Fan Speed |
| 1 | Good | Low | Low |
| 2 | Good | Medium | Low |
| 3 | Good | High | Low |
| 4 | Moderate | Low | Medium |
| 5 | Moderate | Medium | Low |
| 6 | Moderate | High | Low |
| 7 | Unhealthy for sensitive group | Low | Medium |
| 8 | Unhealthy for sensitive group | Medium | Medium |
| 9 | Unhealthy for sensitive group | High | Medium |
| 10 | Unhealthy | Low | High |
| 11 | Unhealthy | Medium | Medium |
| 12 | Unhealthy | High | Medium |
| 13 | Very Unhealthy | Low | High |
| 14 | Very Unhealthy | Medium | High |
| 15 | Very Unhealthy | High | Medium |
| 16 | Hazardous | Low | High |
| 17 | Hazardous | Medium | High |
| 18 | Hazardous | High | High |

ตารางที่ 1: กฎที่ใช้ใน Fuzzy Logic

1.2.3 Fuzzification

รับค่าอินพุตเป็นดัชนีวัดคุณภาพอากาศหน่วยเป็น AQI โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0-500 AQI และ อัตราการไหลของอากาศหน่วยเป็น % มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100% นำมาแปลงให้เป็นฟัซซีเซตโดยใช้ Membership Function ดังรูปที่ 1

1.2.4 Decision Logic

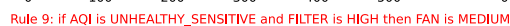
เลือกใช้วิธีการของ Mamdani เพราะทำงานได้ง่ายกว่าแบบ Takagi-Sugeno ใช้วิธี Correlation-min ในการหาความสัมพันธ์ แล้วรวมความสัมพันธ์หาฟัซซีเอาต์พุตรวมโดยใช้ฟัซซี ยูเนียนมาตรฐาน

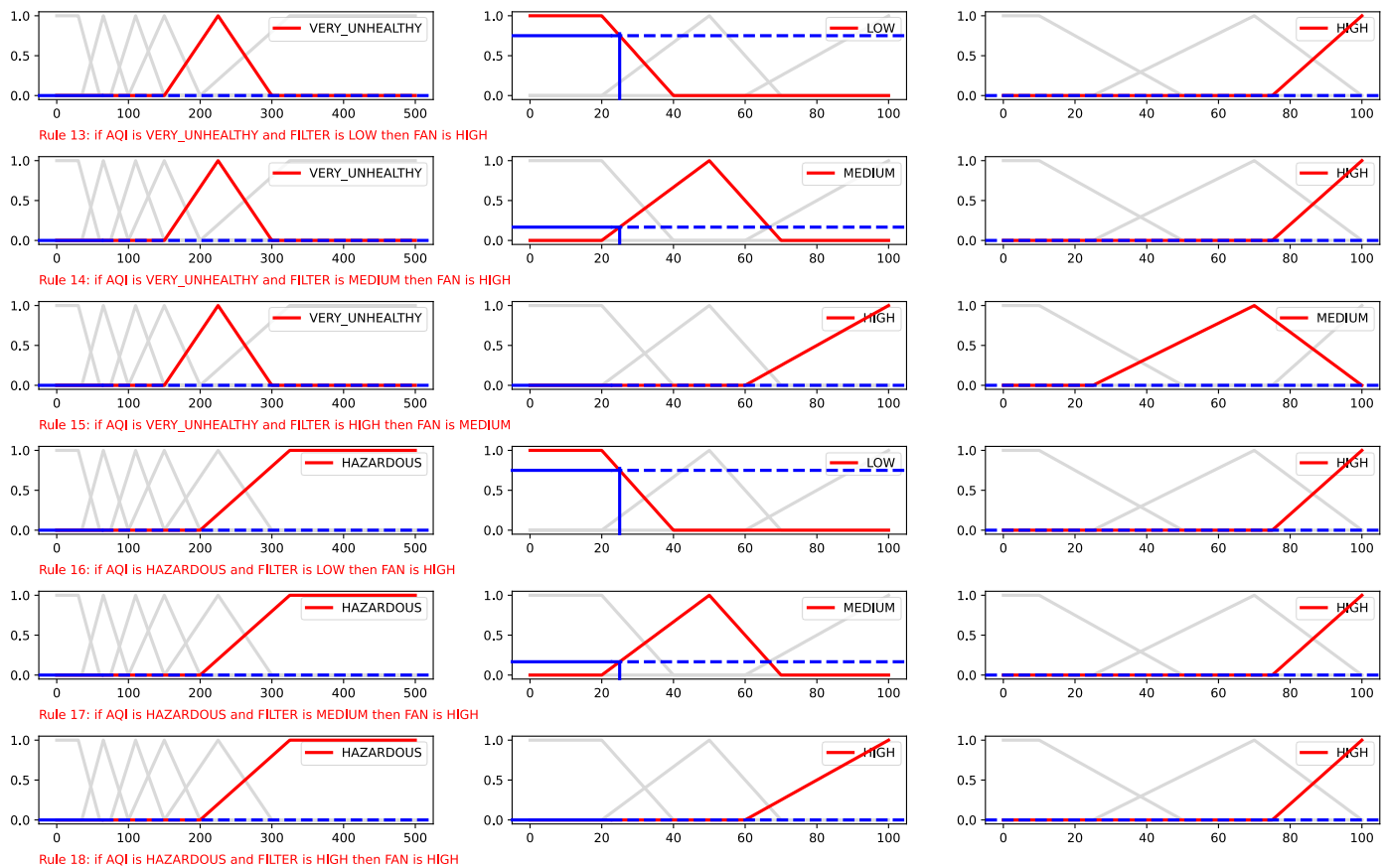
1.2.5 Defuzzification

หลังจากที่ได้ฟัซซีเอาต์พุตรวมจะนำไปแปลงค่าออกมาเป็นตัวเลข % ความเร็วพัดลมที่ต้องตั้ง ซึ่งคือ PWM Duty Cycle (ในระบบนี้ให้ความเร็วพัดลมอ้างอิงตรงกับ PWM Duty Cycle) โดยใช้วิธี Center of Area (Centroid)

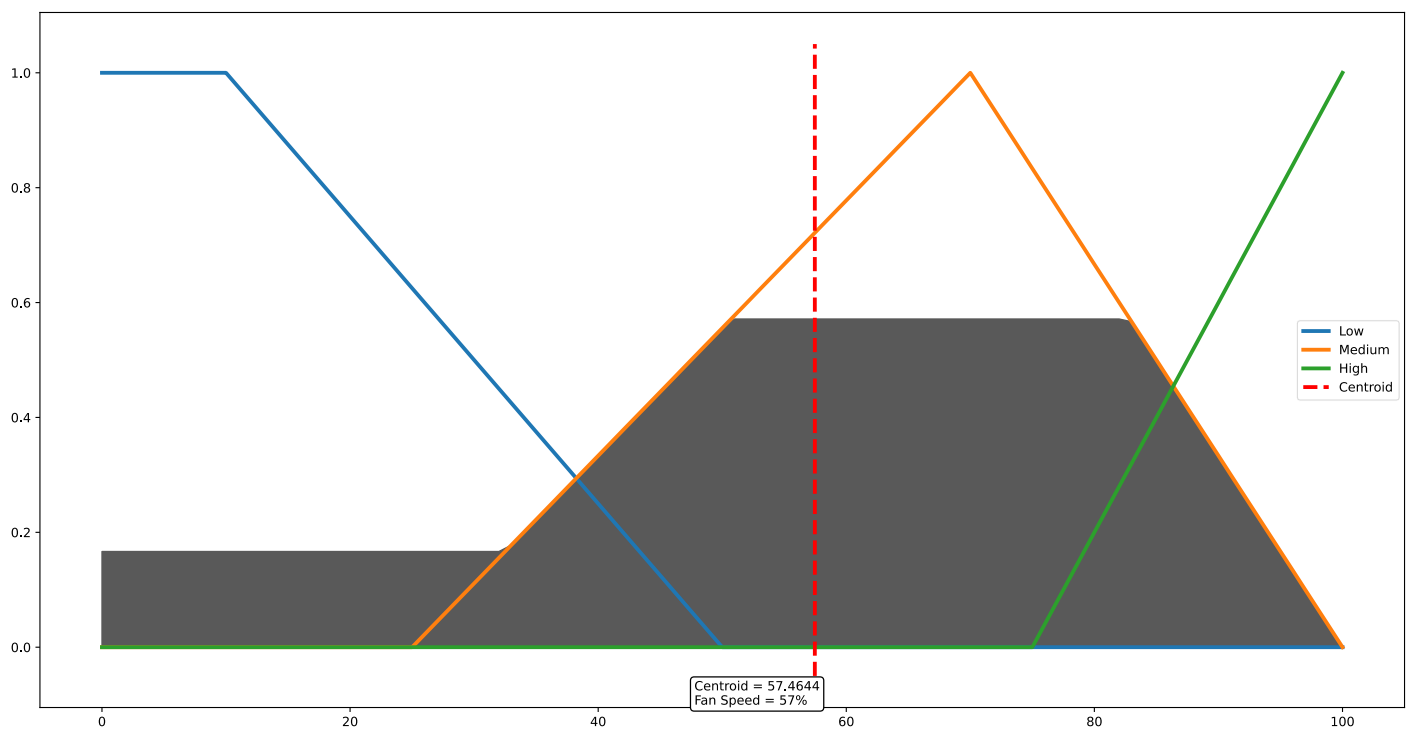
1.3 Simulation

เมื่อเครื่องฟอกอากาศวัดระดับ PM2.5 แล้วแปลงให้อยู่ในรูปดัชนีวัดคุณภาพอากาศได้เท่ากับ 80 AQI และวัดอัตราการไหลของอากาศเทียบกับอัตราการไหลของไส้กรองตามสเปคที่ความเร็วพัดลม 50% ได้อยู่ที่ 25% ซึ่งจะเห็นว่าอินพุตดัชนีอากาศอยู่ในช่วงคุณภาพอากาศ Good, Moderate และอัตราการไหลอยู่ในช่วง Low, Medium เมื่อใส่อินพุต 80 AQI และ 25% ใน Fuzzy Logic จะทำการ Fuzzification อินพุต หาความสัมพันธ์จากกฎในตารางที่ 1 แล้วหาฟัซซีเอาต์พุตรวมได้ดังนี้





รูปที่ 2: แสดงการหาความสัมพันธ์โดยใช้ Correlation-min จากกฎในตารางที่ 1
 เมื่อมีอินพุตเป็นคุณภาพอากาศ 80 AQI และอัตราการไหลของอากาศ 25%



รูปที่ 3: กราฟฟuzzyเซตที่ได้จากการรวมความสัมพันธ์และแปลงค่าออกมาเป็น
 ตัวเลขโดยได้ความเร็วพัดลมที่ต้องตั้งคือ 57%

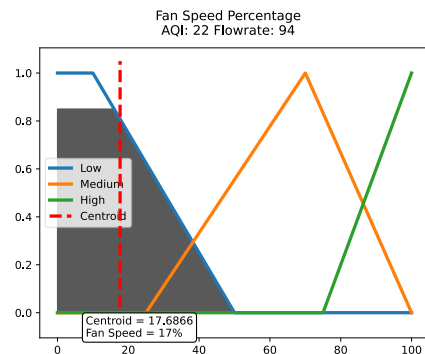
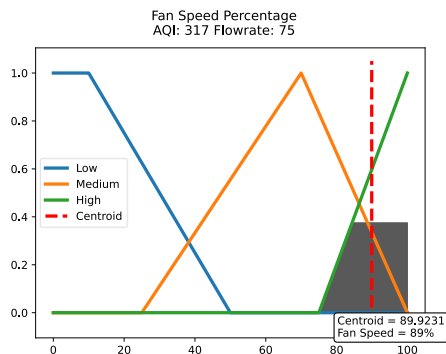
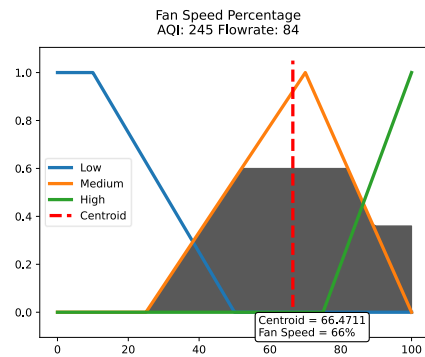
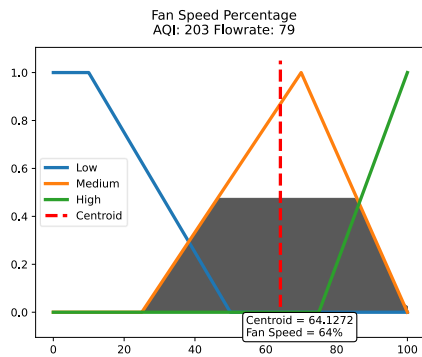
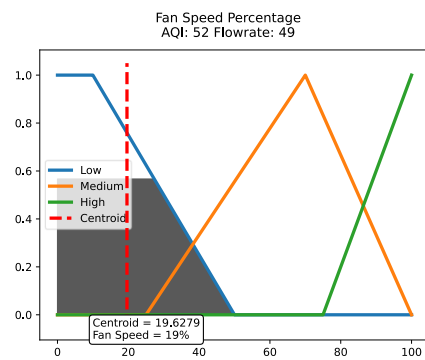
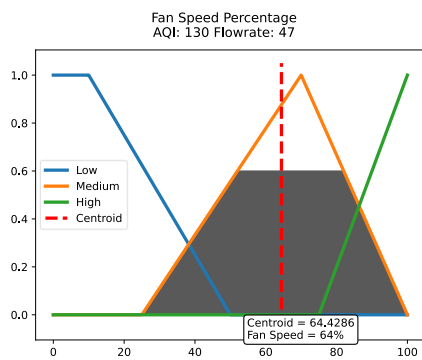
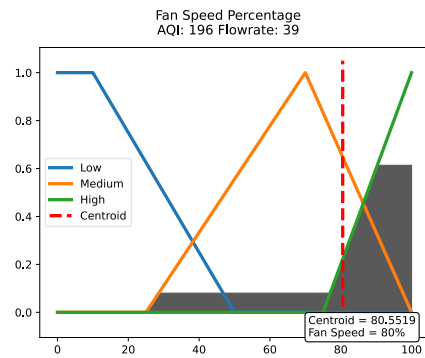
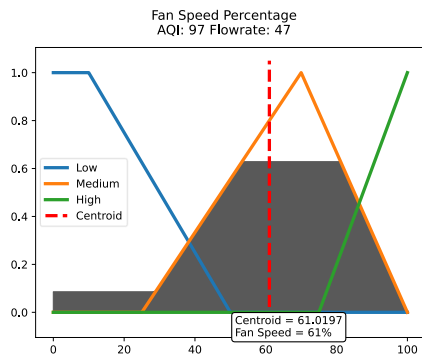
1.4 การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อจำลองกับอินพุตทั้งหมดในตารางนี้

| Input | |
|-------------------|---------------------|
| Air Quality Index | Air Filter Flowrate |
| 97 | 47 |
| 196 | 39 |
| 130 | 47 |
| 52 | 49 |
| 203 | 79 |
| 245 | 84 |
| 317 | 75 |
| 22 | 94 |

ตารางที่ 2: แสดงอินพุตที่ใช้ในการทดลอง

1.4.1 ผลการทดลอง



1.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเอาต์พุตที่ได้ออกมา มีการปรับความเร็วพัฒนาได้อย่างเหมาะสมตามกฎ ซึ่งหากทำการปรับเปลี่ยน Membership Function ก็จะส่งผลต่อผลลัพธ์เพราะรูปร่างกราฟเอาต์พุตรวมมีผลกับการหา Centroid หากออกแบบ Membership ให้เหมาะสมหรือมีการเพิ่มตัวแปรภาษาก็อาจจะทำให้ผลลัพธ์จากระบบ Fuzzy Logic ดีขึ้นกว่าเดิม