

XÂY DỰNG HỆ THỐNG PHUN SƯƠNG TỰ ĐỘNG GIẢM ĐỘ NÓNG BỨC VÀ BỤI TRONG KHÔNG KHÍ

Phạm Thái Dương¹, Trần Văn Lăng^{2,1}

¹ Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc

² Trường Đại học Ngoại ngữ - Tin học TP.HCM

phamthaiduong999@gmail.com, langtv@huflit.edu.vn

TÓM TẮT— Bài báo này trình bày về phương pháp thiết kế và thi công hệ thống thu thập dữ liệu điều khiển hệ thống phun sương một cách tự động. Hệ thống được thiết kế dựa trên sự kết hợp giữa thiết bị thu thập, xử lý dữ liệu và công nghệ truyền thông không dây (IoT). Các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, và cảm biến nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí cung cấp cho các giá trị về nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn PM2.5 thông qua nền tảng phần cứng trung tâm NodeMCU ESP8266. Các dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm thu thập được sẽ được dùng để tính ra độ nóng bức, đồng thời kết quả dữ liệu độ nóng bức cùng dữ liệu nồng độ bụi mịn PM2.5 cảm biến thu thập được sẽ được sử dụng như dữ liệu đầu vào cho thuật toán fuzzy logic của hệ thống để xuất ra tín hiệu điều khiển hệ thống phun sương nhằm làm giảm nhiệt độ môi trường và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí giúp nâng cao chất lượng không khí cũng như sức khỏe cho con người. Các dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn PM2.5 và độ nóng bức sẽ được hiển thị, lưu trữ trên máy chủ Thingspeak thông qua kết nối wifi của hệ thống. Kết quả hệ thống hoạt động ổn định, các dữ liệu về chất lượng không khí mà hệ thống đo được liên tục được chuyển và lưu trữ trên máy chủ theo thời gian thực, dữ liệu thu thập được được sử dụng làm ý kiến đánh giá và đưa ra các dự đoán về môi trường không khí, thời tiết khí hậu ở khu vực lắp đặt thiết bị.

Từ khóa— IoT, môi trường, fuzzy control.

I. GIỚI THIỆU

Trong thời gian qua, do nhu cầu đô thị hóa và hiện đại hóa phát triển với tốc độ cao làm cho chất lượng môi trường không khí tại các thành phố lớn chịu tác động do phát sinh từ các hoạt động phát triển kinh tế-xã hội, giao thông vận tải và các khu công nghiệp ... Trong đó, khí thải từ các nhà máy và các phương tiện giao thông là nguyên nhân chính trong việc gây ô nhiễm chất lượng không khí và môi trường đô thị. Khí thải này thể hiện qua bụi mịn PM2.5. Theo báo cáo chất lượng không khí thế giới của IQAir trong năm 2020 [1], Việt Nam xếp hạng thứ 21 về tình trạng ô nhiễm không khí bụi mịn PM2.5 trên thế giới. Cũng theo cảnh báo của IQAir quá trình đô thị hóa thần tốc và phát triển kinh tế cũng làm gia tăng PM2.5. Nếu không có các biện pháp chính sách bổ sung, nồng độ PM2.5 tại các thành phố của Việt Nam có thể tăng khoảng 20-30% đến năm 2030.

Để giảm thiểu tình trạng bụi trong thành phố, tháng 3/2019, lãnh đạo thành phố Hà Nội đã có nhận định "Với tốc độ xây dựng như ở Hà Nội, rửa đường là một trong những biện pháp quan trọng để giảm bụi" [2]. Vào ngày 20/12/2017, Ủy ban Kiểm soát ô nhiễm Ấn Độ đã tiến hành đo mức độ không khí tại thủ đô New Delhi. Kết quả, nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí là khoảng 408, cao gấp tám lần ngưỡng an toàn tối đa và 12 lần so giới hạn mà các chuyên gia môi trường khuyến cáo. Trước tình hình đó, Bộ Môi trường Ấn Độ đã quyết định thử nghiệm súng phun sương giúp làm sạch tạm thời không khí [3].

Thực tế cho thấy phun nước hoặc phun sương là một giải pháp giúp giảm bớt bụi trong không khí. Để thực hiện vấn đề này, hiện nay cũng đã có nhiều gia đình, nhà hàng đã thiết lập một hệ thống phun sương được tự động phun theo thời gian định trước. Tuy nhiên những hệ thống này luôn luôn phun với một lượng nước cố định, vào những thời gian nhất định và không tùy thuộc vào thời tiết.

Để hệ thống phun sương có tính tự động cao, lượng nước sử dụng để phun tùy theo thời tiết thông qua cảm biến nhiệt độ, tùy theo độ ẩm không khí, đặc biệt là tùy theo hàm lượng nồng độ bụi mịn PM2.5.

Hiện nay đã có các hệ thống đáp ứng yêu cầu trên như là hệ thống hệ thống A/C [4], trong hệ thống này, người ta sử dụng thuật toán PID và kỹ thuật PWM để giải quyết hay hệ thống máy phun sương bay hơi [5]. Người ta sử dụng cách bật tắt on/off để điều khiển thiết bị. Tuy nhiên, để giải quyết triệt để như một hệ điều khiển mờ (Fuzzy Control System), thì hệ thống này chưa đề cập đến.

Hệ thống điều khiển mờ cũng đã sử dụng nhiều trong công nghiệp, nhưng để thiết kế một hệ thống có quy mô gia đình, và sử dụng tập trung cho việc phun sương là một vấn đề bị bỏ ngỏ. Bài báo này tập trung mô tả cách thức thiết kế một hệ thống bao gồm cả phần cứng lẫn phần mềm. Phần cứng là những cảm biến như cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ ẩm, cảm biến nồng độ PM2.5 được kết nối không dây đến server. Còn phần mềm được thiết y

¹ Coresponding Author

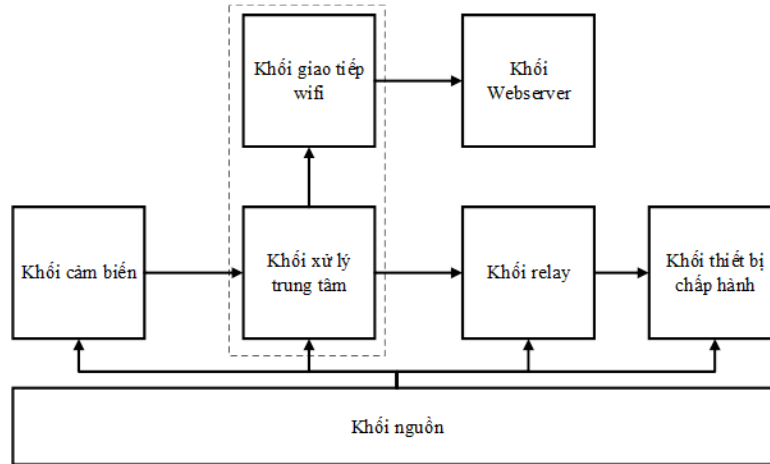
dựa trên các lập luận mờ để từ những input từ các cảm biến thu được để đưa ra lượng nước (hoặc thời gian) cần phun và thời điểm phun sương hợp lý với thời tiết.

Báo cáo này trình bày các nội dung nêu trên một cách chi tiết trong phần II. Phần III trình bày những kết quả thử nghiệm, phần còn lại là những kết luận và những đề xuất để phát triển hệ thống sao cho hoàn chỉnh.

II. THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG

A. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Sơ đồ khối hệ thống như Hình 1, trong đó chức năng từng khối như sau:



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống

- Khối nguồn: cung cấp nguồn cho toàn bộ hoạt động của hệ thống bao gồm: khối xử lý trung tâm, khối giao tiếp wifi, khối webservice, khối cảm biến, khối relay và khối cơ cấu chấp hành.
- Khối xử lý trung tâm: thu thập dữ liệu từ các thiết bị sau đó xử lý và điều khiển khối chấp hành và khối hiển thị.
- Khối giao tiếp wifi: để giao tiếp giữa khối điều khiển trung tâm và server, là cầu nối trung gian để nhận và gửi dữ liệu điều khiển các thiết bị điện trong khu vườn.
- Khối webservice: xây dựng giao diện web để hiển thị, lưu trữ dữ liệu, đồng thời cho phép người dùng thao tác, điều khiển gián tiếp hệ thống thông qua Wifi.
- Khối cảm biến: bao gồm các cảm biến có nhiệm vụ thu thập các thông số của môi trường để dựa vào các thông số đó điều khiển, giám sát khu vườn.
- Khối module Relay: đóng ngắt các tiếp điểm theo sự điều khiển của ngõ ra NodeMCU ESP8266 để điều khiển thiết bị. Cách ly giữa mạch công suất và mạch điều khiển.
- Khối chấp hành: sẽ gồm các thiết bị của hệ thống phun sương làm mát giúp làm giảm nhiệt độ không khí và nồng độ bụi mịn PM2.5.

B. THUẬT TOÁN XỬ LÝ

1. CÁCH TÍNH ĐỘ NÓNG BỨC KHÔNG KHÍ

Gần đây, một số quy tắc, chỉ mục và tiêu chuẩn đã được được phát hành trên toàn thế giới nhằm cung cấp các công cụ phù hợp để kiểm tra vi khí hậu trong nhà; trong số tất cả các tiêu chuẩn được phát hành, Humidex là một số chỉ mục được giới thiệu bởi các nhà khí tượng học Canada để mô tả cảm giác nhiệt của một người, bằng cách kết hợp tác động của nhiệt và độ ẩm [6].

Nghiên cứu sức khỏe môi trường sử dụng nhiều thước đo khác nhau để đo mức độ phơi nhiễm nhiệt, để nghiên cứu trực tiếp ảnh hưởng đến sức khỏe của nhiệt độ ngoài trời và để kiểm soát nhiệt độ trong các nghiên cứu về phơi nhiễm môi trường khác, bao gồm cả ô nhiễm không khí. Để đo mức độ tiếp xúc với nhiệt, các nghiên cứu về sức khỏe môi trường thường sử dụng chỉ số nhiệt, kết hợp cả nhiệt độ và độ ẩm không khí. Tuy nhiên, phương pháp tính toán chỉ số nhiệt khác nhau giữa các nghiên cứu môi trường, điều này có nghĩa là các nghiên cứu sử dụng các thuật toán khác nhau để tính toán chỉ số nhiệt có thể không so sánh được. Và một số thuật toán có thể có vấn đề, đặc biệt là trong một số điều kiện thời tiết nhất định (ví dụ độ ẩm tương đối rất thấp, thời tiết lạnh). Để tính toán chỉ số nhiệt bằng cách sử dụng thuật toán của Cục Thời tiết quốc gia Hoa Kỳ [7], công thức điển hình để tính chỉ số Heat index là:

$$HI = c_1 + c_2T + c_3R + c_4TR + c_5T^2 + c_6R^2 + c_7T^2R + c_8TR^2 + c_9T^2R^2 \quad (1)$$

Trong đó:

HI = chỉ số nóng bức (bằng độ Fahrenheit)

T = nhiệt độ bầu khô môi trường xung quanh (bằng độ Fahrenheit)

R = độ ẩm tương đối (phần trăm, từ 0 đến 100)

- $c_1 = -42.379$
- $c_2 = 2.04901523$
- $c_3 = 10.14333427$
- $c_4 = -0.22475541$
- $c_5 = -0.00683783$
- $c_6 = -0.05481717$
- $c_7 = 0.00122874$
- $c_8 = 0.00085282$
- $c_9 = -0.00000199$

Các hệ số sau đây có thể sử dụng để xác định chỉ số nóng bức khi nhiệt độ tính bằng độ Celsius.

Trong đó:

HI = chỉ số nóng bức (bằng độ Celsius)

T = nhiệt độ bầu khô môi trường xung quanh (bằng độ Celsius)

R = độ ẩm tương đối (phần trăm, từ 0 đến 100)

- $c_1 = -8.78469475556$
- $c_2 = 1.61139411$
- $c_3 = 2.33854883889$
- $c_4 = -0.14611605$
- $c_5 = -0.012308094$
- $c_6 = -0.0164248277778$
- $c_7 = 0.002211732$
- $c_8 = 0.00072546$
- $c_9 = -0.000003582$

HI là chỉ số nóng bức, con số này chỉ nhiệt độ cảm nhận được tính bằng độ F ($^{\circ}\text{F}$) hoặc độ C ($^{\circ}\text{C}$). Ví dụ, với nhiệt độ môi trường là 30°C và độ ẩm tương đối là 70% thì ta có chỉ số Humidex là 35. Nó có nghĩa là nhiệt độ cảm nhận của bất kỳ người bình thường nào sẽ cảm nhận được nhiệt độ là 35°C .

2. XÂY DỰNG THUẬT TOÁN FUZZY LOGIC

Suy luận gần đúng (dưới dạng logic mờ) được nhiều người biết đến là một chiến lược kiểm soát thành công bất cứ lúc nào các lĩnh vực khách quan và chủ quan giao thoa, như khi nói đến tiện nghi vi khí hậu.

Cơ sở lý thuyết được Zadeh đặt ra vào những năm 1960 để mở rộng cách tiếp cận thiết lập rõ nét thành sự phân loại liên tục. Fuzzification nói lỏng cách Boolean chỉ định các phần tử cho tập hợp tương ứng (phi thành viên bằng 0 và thành viên đầy đủ bằng 1) bằng cách xem xét tất cả các cấp trung gian của thuộc về hình dạng của các chức năng thành viên: các phần tử do đó có thể có lợi hơn một phần so với một tập hợp duy nhất.

Thông qua số liệu của các biến ngôn ngữ, thuật ngữ ngôn ngữ và hàm thành viên, dữ liệu rõ nét được định hình lại trở nên có thể quản lý được thông qua một tập hợp hữu hạn các quy tắc logic. Cách tiếp cận trực quan, không có mô hình toán học như vậy là một tài sản tiết kiệm thời gian hoạt động tốt hơn PID thông thường hoặc bộ điều khiển bật/ tắt trong trường hợp điều kiện làm việc theo thời gian hỗn loạn/ phi tuyến tính vì nó có thể bao gồm

một số lượng gần như vô hạn các tham số trong quy trình ra quyết định. Bên cạnh đó, kinh nghiệm khám phá và kinh nghiệm trong quá khứ có thể được tích hợp vào hệ thống điều khiển, bắt chước suy luận của con người [8].

Trong bối cảnh này, một thách thức lớn là tạo ra bộ điều khiển với bộ thông số đầu vào phù hợp. Ngoài thông số nóng bức, một biến số môi trường nữa là nồng độ bụi mịn PM2.5 đã được dự tính để xác định quá trình phun sương.

Các thang đo thông số nóng bức được xác định theo tiêu chuẩn của Cục hải dương và khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ (NOAA)[9] và thông số bụi mịn PM2.5 sẽ được thiết lập như trong bảng 1 và bảng 2 theo tiêu chuẩn IQAir [1].

Bảng 1. Các thang đo thông số nóng bức (Heat index)

Mức nhiệt	Cảnh báo	Ghi chú
27-32	Thận trọng	Có thể gây mệt mỏi nếu duy trì tiếp xúc và hoạt động thể chất kéo dài.
32-41	Cực kỳ thận trọng	Có khả năng say nắng, chuột rút hoặc kiệt sức vì nóng khi tiếp xúc hoặc hoạt động thể chất kéo dài.
41-54	Nguy hiểm	Rất có khả năng bị say nắng, kiệt sức vì nóng. Sốc nhiệt có thể xảy ra nếu tiếp xúc hoặc hoạt động thể chất kéo dài.
>54	Cực kỳ nguy hiểm	Rất có khả năng bị say nắng, sốc nhiệt.

Bảng 2. Các thang đo thông số bụi mịn PM2.5

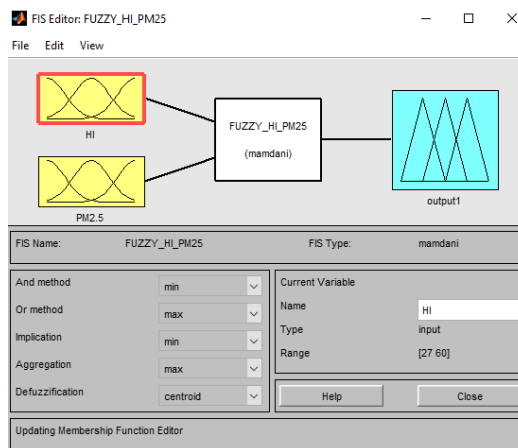
Mức bụi mịn	Cảnh báo	Ghi chú
0-50	Tốt	Chất lượng không khí tốt và gây ra ít hoặc không rủi ro tới sức khỏe con người.
51-100	Trung bình	Những người nhạy cảm nên tránh hoạt động ngoài trời vì họ có thể gặp các triệu chứng về hô hấp.
101-150	Xấu	Mọi người, đặc biệt là những người nhạy cảm, có nguy cơ gặp phải các vấn đề về dị ứng và hô hấp.
151-200	Kém	Tăng khả năng tác động xấu và trầm trọng hơn cho tim và phổi của con người.
201-300	Rất kém	Sức khỏe mọi người sẽ bị ảnh hưởng đáng kể. Những người nhạy cảm nên hạn chế các hoạt động ngoài trời.
301-500	Nguy hại	Mọi người có nguy cơ cao gặp phải các tác động xấu về sức khỏe và dị ứng nghiêm trọng. Mọi người nên tránh các hoạt động ngoài trời.

Bảng 3. Các tập mờ cho biến đầu vào và biến đầu ra

Input variables	Linguistic terms	Fuzzy sets
Heat Index	Thận trọng	27, 27, 31, 32
	Cực kỳ thận trọng	31, 32, 40, 41
	Nguy hiểm	40, 41, 53, 54
	Cực kỳ nguy hiểm	53, 54, 60, 60
PM2.5	Tốt	0, 0, 50, 51
	Trung bình	50, 51, 100, 101

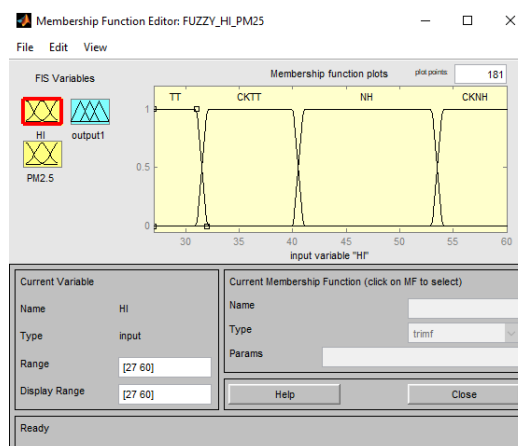
	Xấu	100, 101, 150, 151
	Kém	150, 151, 200, 201
	Rất kém	200, 201, 300, 301
	Nguy hại	300, 301, 500, 500
Output variable		
Relay	Tắt	0, 0, 0, 0
	Mở	1, 1, 1, 1

3. FUZZY MÔ PHỎNG MATLAB



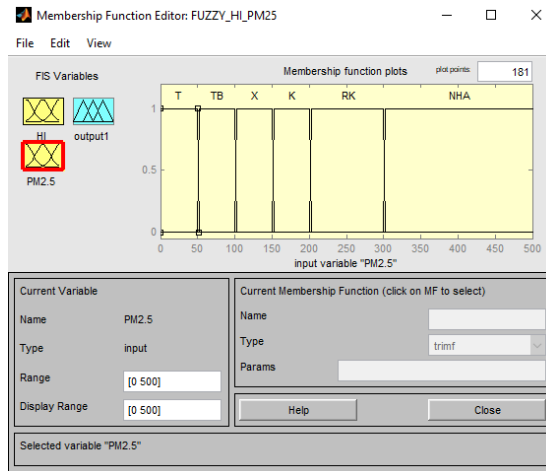
Hình 2. Kiến trúc thuật toán Fuzzy logic

Kiến trúc hệ thống Fuzzy với hai biến đầu vào và một biến đầu ra được thể hiện ở hình 5, hai biến đầu vào được thể hiện ở đây bao gồm biến Heat Index (HI) và biến bụi mịn (PM2.5), còn biến đầu ra là relay (output1).



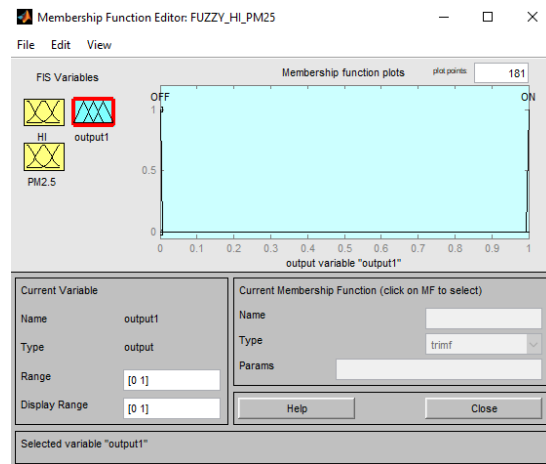
Hình 3. Mô tả tập mờ Heat Index (HI)

Tập mờ Heat Index (HI) được Matlab mô phỏng và cài đặt dữ liệu được cung cấp theo trong bảng 3 và được thể hiện như trong hình 6.



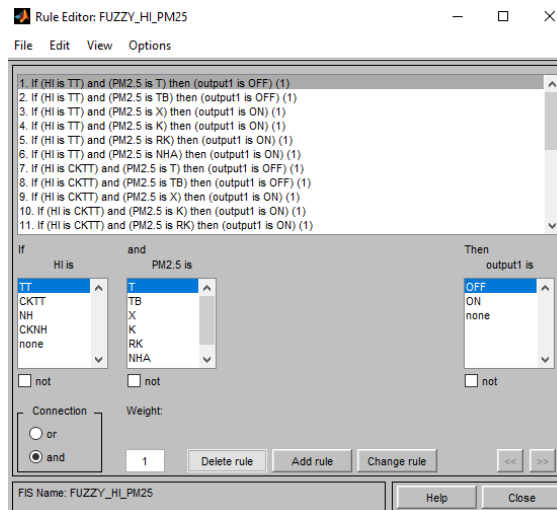
Hình 4. Mô tả tập mờ bụi mịn (PM2.5)

Tập mờ bụi mịn (PM2.5) được Matlab mô phỏng và cài đặt dữ liệu được cung cấp theo trong bảng 3 và được thể hiện như trong hình 7.



Hình 5. Mô tả tập mờ relay (output1)

Tập mờ relay (output1) được Matlab mô phỏng và cài đặt dữ liệu được cung cấp theo trong bảng 3 và được thể hiện như trong hình 8.



Hình 6. Thiết lập luật mờ

Luật mờ

Nếu mức nóng bức (HI) nằm từ mức nguy hiểm trở lên thì output1 bật.

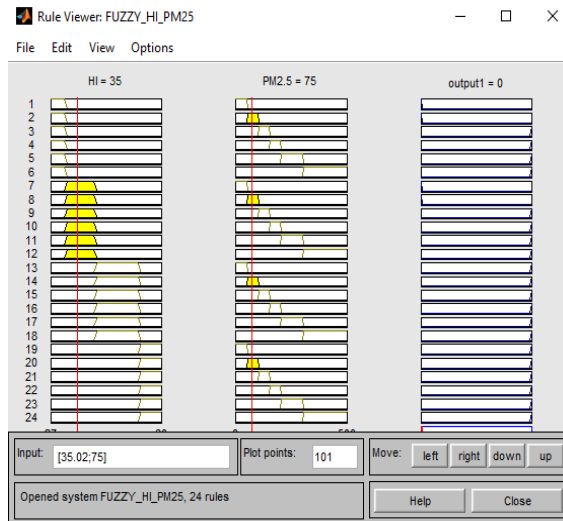
Nếu mức bụi mịn (PM2.5) nằm từ mức xấu trở lên thì output1 bật.

Bảng 4. Luật mờ

	TT	CKTT	NH	CKNH
T	OFF	OFF	ON	ON
TB	OFF	OFF	ON	ON
X	ON	ON	ON	ON
K	ON	ON	ON	ON
RK	ON	ON	ON	ON
NHA	ON	ON	ON	ON

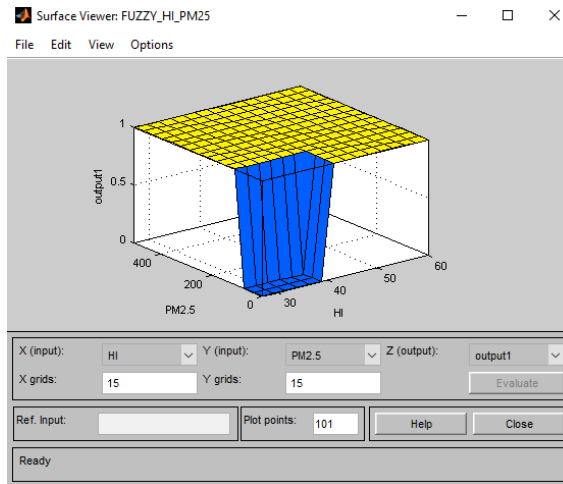
Để phủ khắp, số luật cần có $4 \times 6 = 24$ luật.

1. If (HI is TT) and (PM2.5 is T) Then (RELAY is OFF)
2. If (HI is TT) and (PM2.5 is TB) Then (RELAY is OFF)
3. If (HI is TT) and (PM2.5 is X) Then (RELAY is ON)
4. If (HI is TT) and (PM2.5 is K) Then (RELAY is ON)
5. If (HI is TT) and (PM2.5 is RK) Then (RELAY is ON)
6. If (HI is TT) and (PM2.5 is NHA) Then (RELAY is ON)
7. If (HI is CKTT) and (PM2.5 is T) Then (RELAY is OFF)
8. If (HI is CKTT) and (PM2.5 is TB) Then (RELAY is OFF)
9. If (HI is CKTT) and (PM2.5 is X) Then (RELAY is ON)
10. If (HI is CKTT) and (PM2.5 is K) Then (RELAY is ON)
11. If (HI is CKTT) and (PM2.5 is RK) Then (RELAY is ON)
12. If (HI is CKTT) and (PM2.5 is NHA) Then (RELAY is ON)
13. If (HI is NH) and (PM2.5 is T) Then (RELAY is ON)
14. If (HI is NH) and (PM2.5 is TB) Then (RELAY is ON)
15. If (HI is NH) and (PM2.5 is X) Then (RELAY is ON)
16. If (HI is NH) and (PM2.5 is K) Then (RELAY is ON)
17. If (HI is NH) and (PM2.5 is RK) Then (RELAY is ON)
18. If (HI is NH) and (PM2.5 is NHA) Then (RELAY is ON)
19. If (HI is CKNH) and (PM2.5 is T) Then (RELAY is ON)
20. If (HI is CKNH) and (PM2.5 is TB) Then (RELAY is ON)
21. If (HI is CKNH) and (PM2.5 is X) Then (RELAY is ON)
22. If (HI is CKNH) and (PM2.5 is K) Then (RELAY is ON)
23. If (HI is CKNH) and (PM2.5 is RK) Then (RELAY is ON)
24. If (HI is CKNH) and (PM2.5 is NHA) Then (RELAY is ON)



Hình 7. Suy luận mờ

Suy luận mờ: khi Heat Index (HI) là 35, nồng độ bụi mịn (PM2.5) là 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tại thời điểm này kết quả suy luận mờ cho kết quả output1 là 0 và các giá trị này được thể hiện như trong hình 10.

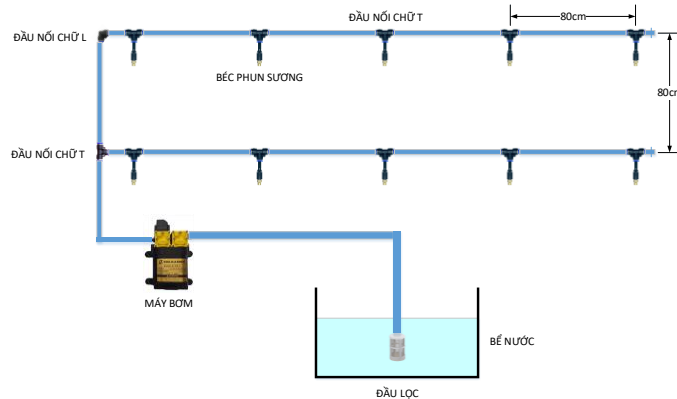


Hình 8. Sơ đồ 3D thể hiện mối quan hệ giữa các biến đầu vào và đầu ra

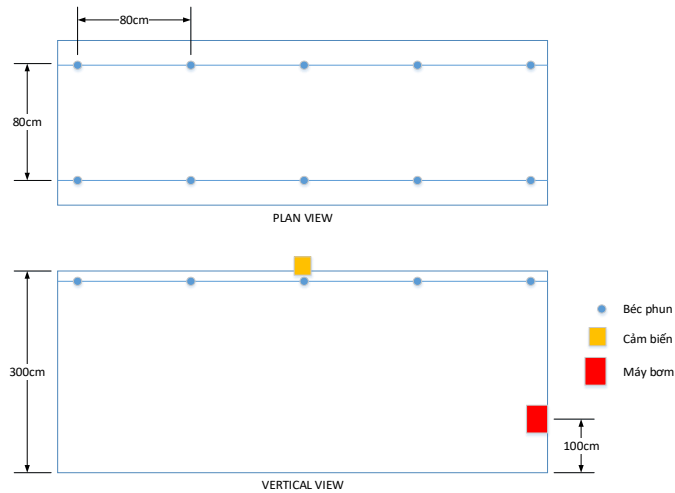
Quan hệ giữa các biến đầu vào và đầu ra được thể hiện rõ ràng thông qua sơ đồ 3d thể hiện mối quan hệ giữa Heat Index (HI), nồng độ bụi mịn (PM2.5) và relay (output1). Mối quan hệ được thể hiện như trong hình 11.

C. LẮP ĐẶT HỆ THỐNG

SƠ ĐỒ LẮP ĐẶT HỆ THỐNG



Hình 9. Sơ đồ kết nối hệ thống phun sương



Hình 10. Sơ đồ lắp đặt toàn hệ thống

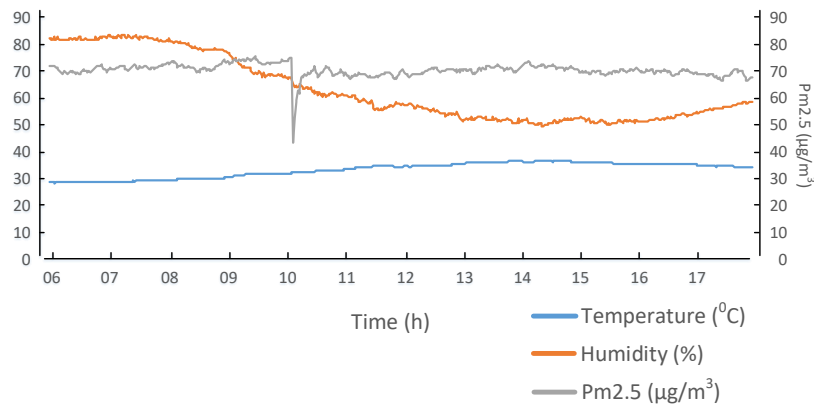
Hệ thống phun sương được lắp đặt thành 2 hàng béc phun với khoảng cách giữa mỗi béc phun là 80 cm, để kết nối giữa 2 hàng béc phun lại với nhau ta dùng các đầu nối chữ T và L sau đó thực hiện kết nối 2 hàng béc phun với máy bơm áp. Sơ đồ kết nối hệ thống phun sương được thể hiện như hình 13 và hình 14.

III. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

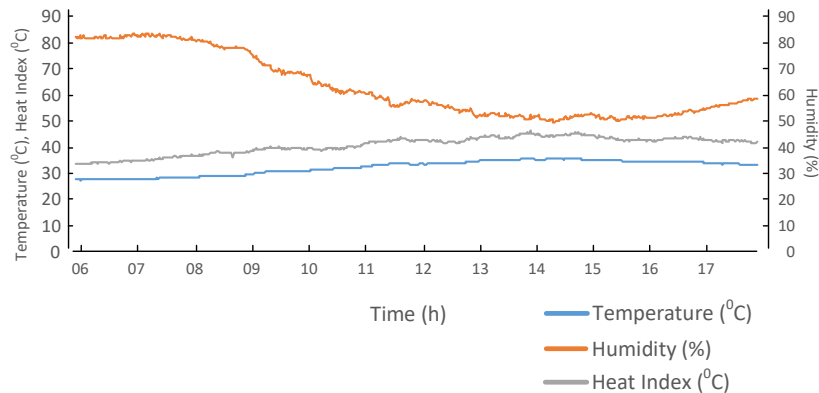
Kết quả đo nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí.

Dữ liệu thực tế được thu thập từ 06h00 đến 17h00 hằng ngày trong các ngày 24, 25, 26, 27, 28, 29 và 30 tháng 05 năm 2022. Vị trí thực hiện thu thập lấy dữ liệu nằm tại một địa điểm ở cửa ngõ vào thành phố Biên Hòa và nằm cạnh đường quốc lộ 1A nơi có mật độ phương tiện giao thông đông đúc.

A. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 24-05-2022



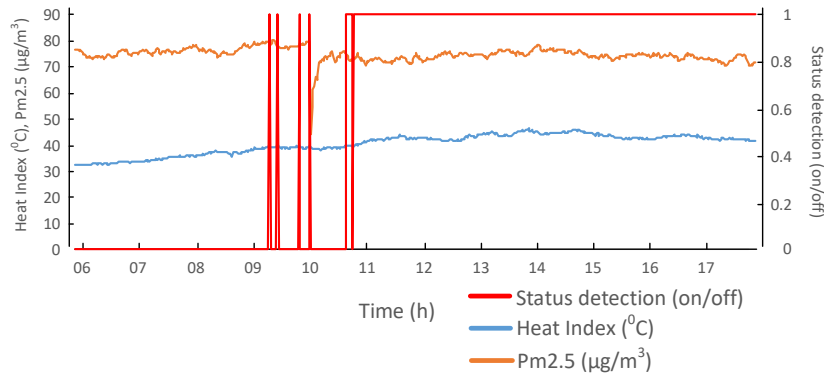
Hình 11. Dữ liệu Temperature, Hummidity, PM2.5 ngày 24/5/2022



Hình 12. Dữ liệu Temperature, Hummidity, Heat Index ngày 24/5/2022

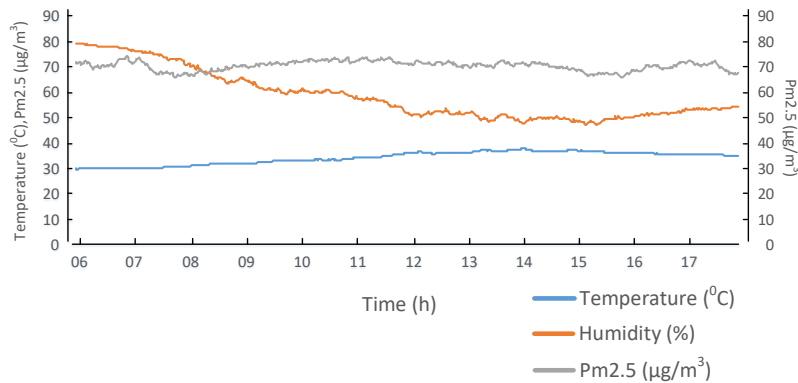
Hình 15 cho thấy tại thời điểm lúc 10h00 ngày 24/5/2022 có xảy ra hiện tượng nồng độ bụi mịn PM2.5 giảm mạnh từ 74.5 xuống 43.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ và dần trở về quanh mức 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ trong khoảng 20 phút sau đó.

Nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (26.9 $^{\circ}\text{C}$) và nhiệt độ đạt mức cao nhất vào lúc 13h40 (33,5 $^{\circ}\text{C}$) hầu như giữ nguyên cho đến 17h00 với mức giảm không đáng kể. Đồng thời cho thấy đường độ nóng bức cũng tăng tương tự như nhiệt độ với độ nóng bức đạt mức cao nhất vào lúc 13h40 (46.2 $^{\circ}\text{C}$) về chiều độ nóng bức có giảm nhẹ nhưng luôn duy trì ở mức cao trên 40 $^{\circ}\text{C}$, ngược lại với thời tiết nhiệt độ cao thì độ ẩm không khí lại giảm đáng kể từ mức 84% vào lúc 6h00 xuống mức 50% lúc 14h20 và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày dao động quanh mức 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ là mức tương đối cao trong suốt thời gian, từ đó nhận thấy rằng ngày 24/5/2022 là một ngày có thời tiết nóng bức, độ ô nhiễm bụi mịn PM2.5 ở mức tương đối cao và phải cẩn thận khi hoạt động lâu ngoài trời.

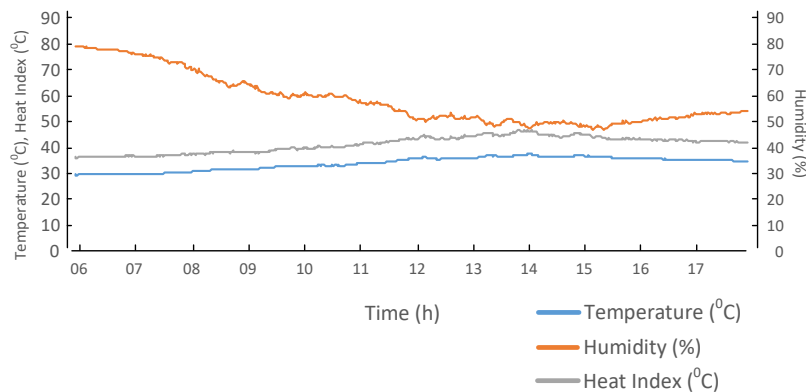


Hình 13. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 24/5/2022

B. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 25/5/2022



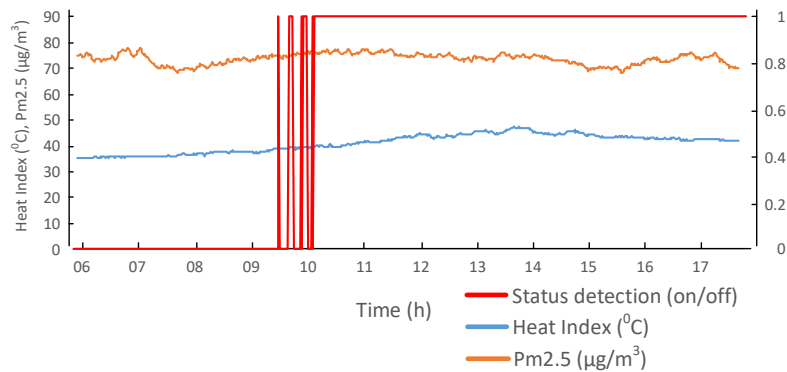
Hình 14. Dữ liệu Temperature, Hummidity, PM2.5 ngày 25/5/2022



Hình 15. Dữ liệu Temperature, Hummidity, Heat Index ngày 25/5/2022

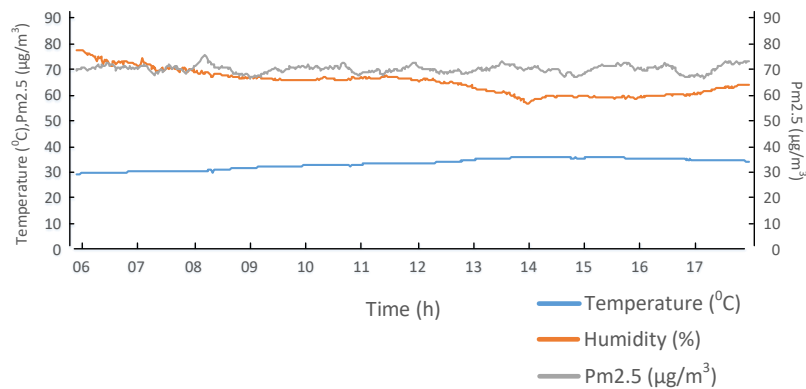
Hình 18 cho thấy thông số của ngày 25/5/2022, nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (29.6 $^{\circ}\text{C}$) và nhiệt độ cao nhất vào lúc 14h00 (37,0 $^{\circ}\text{C}$). Đồng thời cho thấy độ nóng bức tăng cao từ khoảng 9h30 về chiều độ nóng bức luôn ở mức cao trên 40 $^{\circ}\text{C}$, ngược lại với thời tiết nhiệt độ cao thì độ ẩm không khí lại giảm đáng kể từ mức 79% vào lúc

6h00 xuống mức 47% lúc 15h20 và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày giao động quanh mức 70mg/m³ là mức tương đối cao trong suốt thời gian, từ đó nhận thấy rằng ngày 25/5/2022 là một ngày có thời tiết khá nóng bức, độ ô nhiễm bụi mịn PM2.5 ở mức tương đối cao và phải cẩn thận khi hoạt động lâu ngoài trời.

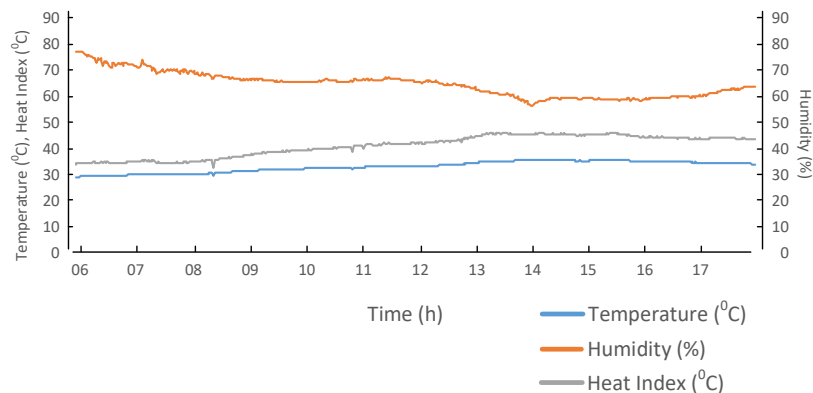


Hình 16. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 25/5/2022

C. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 26/5/2022

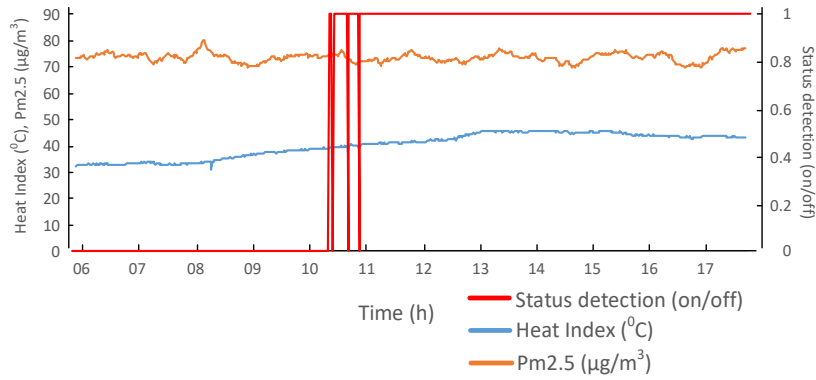


Hình 17. Dữ liệu Temperature, Humidity, PM2.5 ngày 26/5/2022



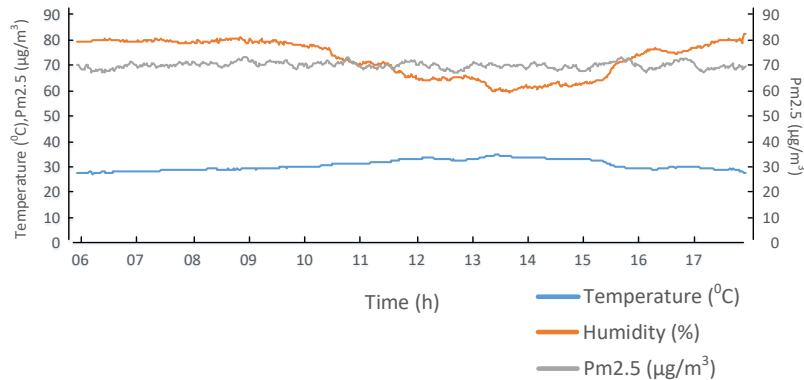
Hình 18. Dữ liệu Temperature, Humidity, Heat Index ngày 26/5/2022

Hình 21 cho thấy thông số của ngày 26/5/2022, nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (28.9°C) và nhiệt độ đạt mức cao nhất vào lúc 13h40 (35.7°C) duy trì đến khoảng 15h50 mới bắt đầu giảm. Đồng thời cho thấy độ nóng bức bắt đầu tăng cao từ khoảng 13h00 về chiều độ nóng bức có giảm nhẹ nhưng luôn duy trì ở mức cao trên 40°C, ngược lại với thời tiết nhiệt độ cao thì độ ẩm không khí lại giảm đáng kể từ mức 77% vào lúc 6h00 xuống mức 56% lúc 14h00 và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày dao động quanh mức 70mg/m³ là mức tương đối cao trong suốt thời gian, từ đó nhận thấy rằng ngày 26/5/2022 là một ngày có thời tiết khá nóng bức, độ ô nhiễm bụi mịn PM2.5 ở mức tương đối cao và phải cẩn thận khi hoạt động lâu ngoài trời.

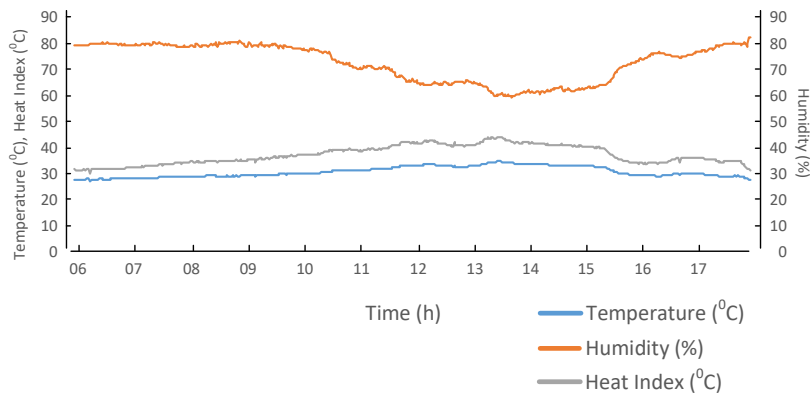


Hình 19. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 26/5/2022

D. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 27/5/2022

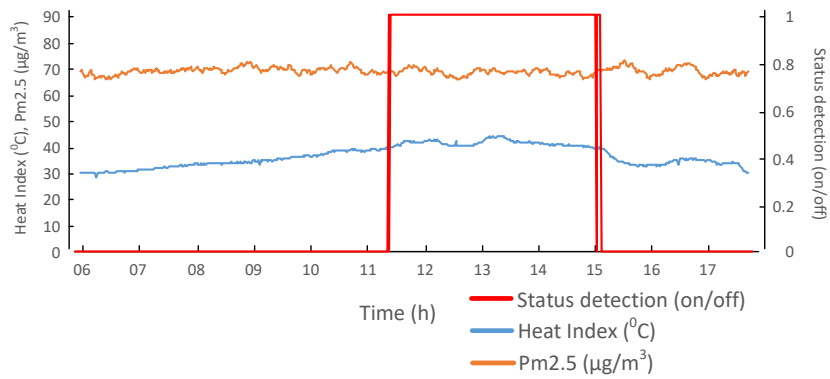


Hình 20. Dữ liệu Temperature, Hummidity, PM2.5 ngày 27/5/2022



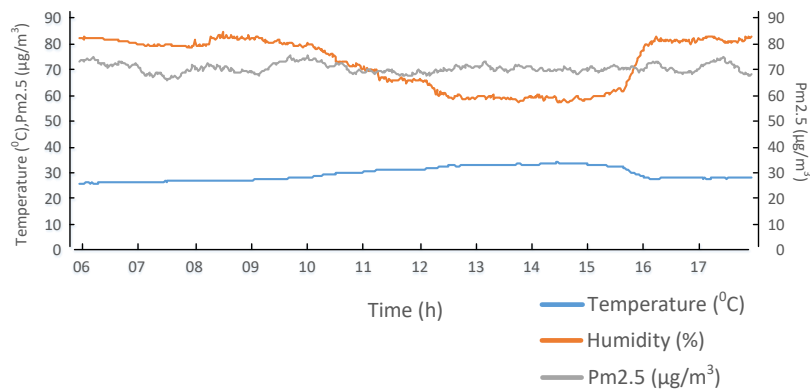
Hình 21. hDữ liệu Temperature, Hummidity, Heat Index ngày 27/5/2022

Hình 24 cho thấy thông số của ngày 27/5/2022, nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (27.1⁰C), nhiệt độ đạt mức cao nhất vào lúc 13h25 (34,6⁰C) sau đó bắt đầu giảm và giảm đột ngột từ 32.8⁰C xuống 29⁰C trong khoảng thời gian từ 15h10 đến 16h25 sau đó nhiệt độ dao động quanh mức 30⁰C. Đồng thời cho thấy độ nóng bức đạt đỉnh từ khoảng 13h20 đến 13h30, ngược lại với thời tiết nhiệt độ cao thì độ ẩm không khí lại giảm đáng kể từ mức 80% vào lúc 6h00 xuống mức 60% lúc 13h40 nhưng lại tăng vọt trở lại vào cuối ngày đạt mức 83% và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày dao động quanh mức 70mg/m³ là mức tương đối cao trong suốt thời gian, từ đó nhận thấy rằng ngày 27/5/2022 là một ngày có thời tiết khá tốt phù hợp cho các hoạt động ngoài trời.

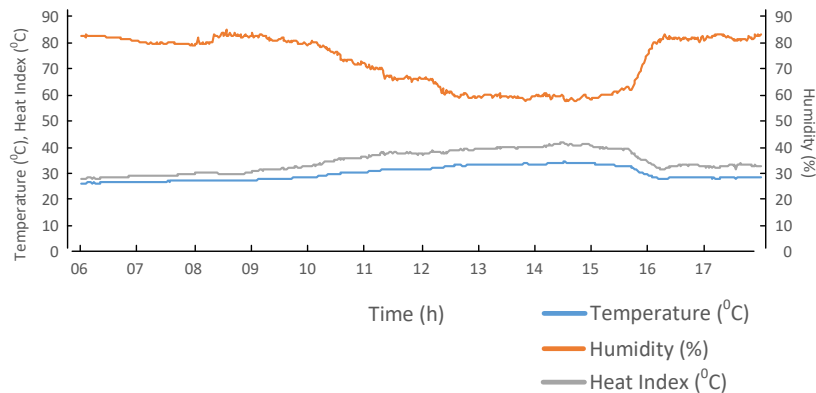


Hình 22. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 27/5/2022

E. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 28/5/2022

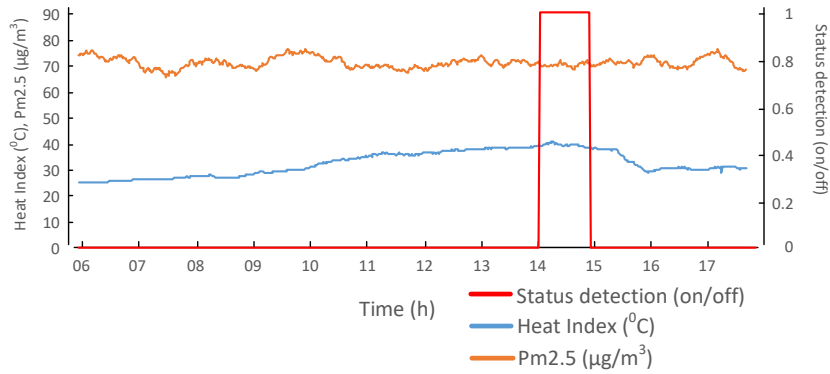


Hình 23. Dữ liệu Temperature, Hummidity, PM2.5 ngày 28-05-2022



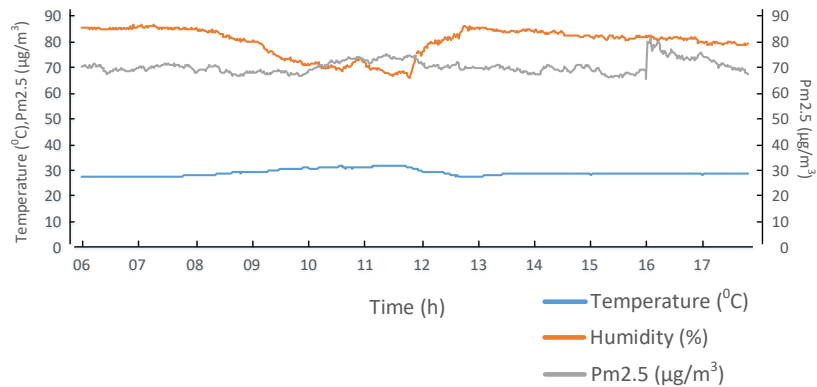
Hình 24. Dữ liệu Temperature, Hummidity, Heat Index ngày 28-05-2022

Hình 27 cho thấy thông số của ngày 28-05-2022, nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (26^oC), nhiệt độ đạt mức cao nhất vào lúc 14h30 (34^oC) sau đó bắt đầu giảm và giảm độ ngọt từ 32.4^oC xuống 27.6^oC trong khoảng thời gian từ 15h40 đến 16h20 sau đó nhiệt độ dao động quanh mức 28^oC. Đồng thời cho thấy độ nóng bức đạt đỉnh lúc 14h30 (41,7^oC) nhưng không kéo dài sau đó bắt đầu giảm mạnh, ngược lại với thời tiết nhiệt độ cao thì độ ẩm không khí lại giảm đáng kể từ mức 85% vào lúc 8h30 xuống mức 57% lúc 14h30 nhưng lại tăng vọt trở lại vào lúc 16h20 đạt mức 83% duy trì đến cuối ngày quanh mức 81% và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày dao động quanh mức 70µg/m³, đạt đỉnh lúc 9h40 (73.5 µg/m³), từ đó nhận thấy rằng ngày 28/5/2022 là một ngày có thời tiết khá tốt phù hợp cho các hoạt động ngoài trời.

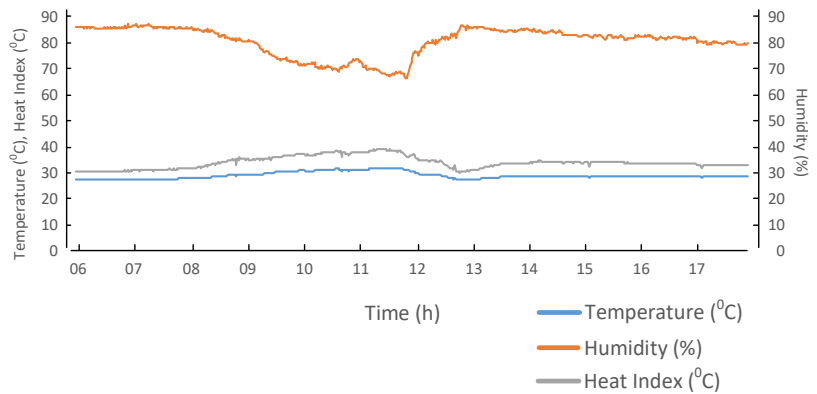


Hình 25. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 28/5/2022

F. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 29/5/2022

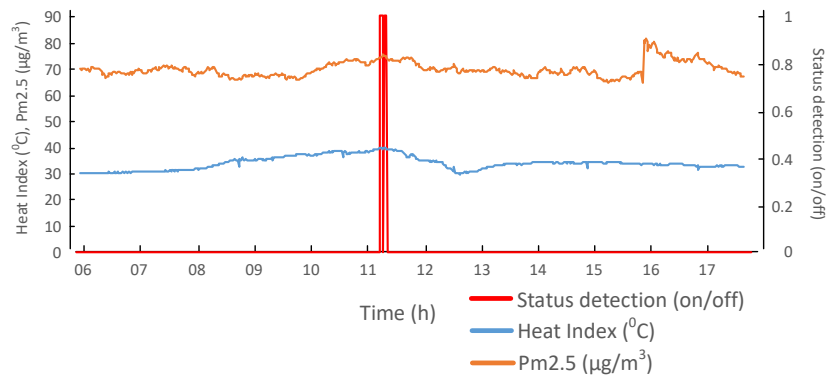


Hình 26. Dữ liệu Temperature, Hummidity, PM2.5 ngày 29/5/2022



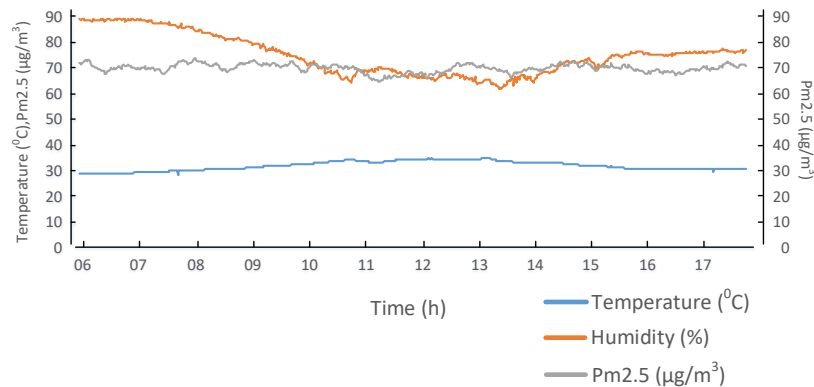
Hình 27. Dữ liệu Temperature, Hummidity, Heat Index ngày 29/5/2022

Hình 30 cho thấy thông số của ngày 29/5/2022, nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (27°C), nhiệt độ đạt mức cao nhất vào lúc 11h10 (32,3°C) sau đó bắt đầu giảm và dao động quanh mức 28°C. Đồng thời cho thấy độ nóng bức đạt đỉnh lúc 11h20 (40,3°C) nhưng không kéo dài sau đó bắt đầu giảm mạnh và duy trì quanh mức 34°C đến cuối ngày, ngược lại với thời tiết nhiệt độ thấp thì độ ẩm không khí lại nằm ở mức cao với giá trị trung bình đạt 81% và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày dao động quanh mức 70µg/m³ nhưng lúc 16h00 lại có sự biến động mạnh từ 69% giảm xuống 65% và tăng vọt trở lại lên mức 83% trong một thời gian ngắn sau đó quay về mức dưới 70% vào cuối ngày, từ đó nhận thấy rằng ngày 28-05-2022 là một ngày có thời tiết tốt phù hợp cho các hoạt động ngoài trời.

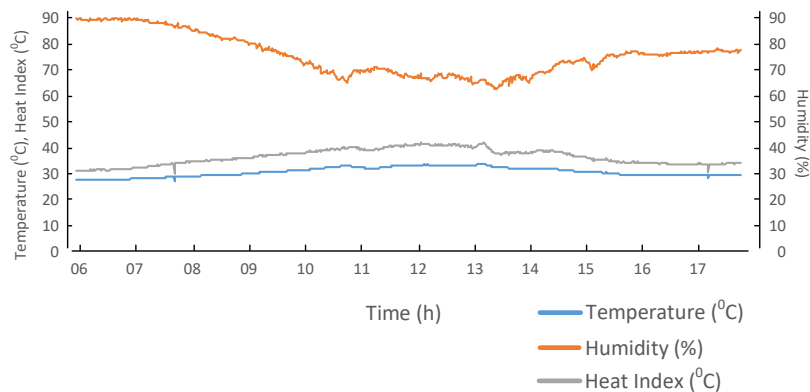


Hình 28. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 29/5/2022

G. KẾT QUẢ QUÁ TRÌNH THU THẬP VÀ XỬ LÝ DỮ LIỆU NGÀY 30/5/2022

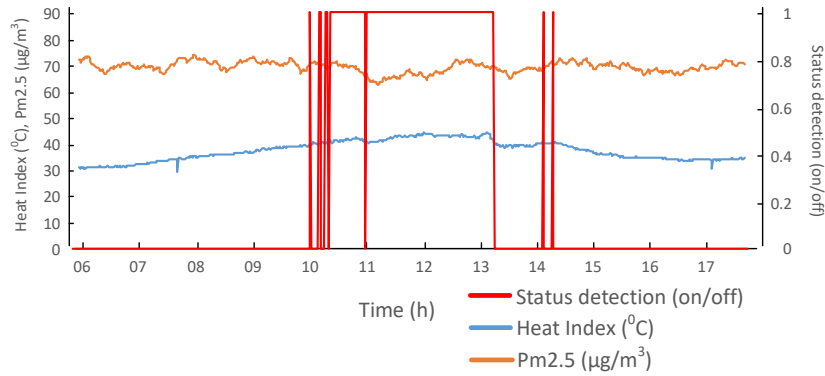


Hình 29. Dữ liệu Temperature, Hummidity, PM2.5 ngày 30-05-2022



Hình 30. Dữ liệu Temperature, Hummidity, Heat Index ngày 30/5/2022

Hình 33 cho thấy thông số của ngày 30/5/2022, nhiệt độ thấp nhất là vào lúc 6h00 (26.8°C), nhiệt độ đạt mức cao nhất vào lúc 13h10 (33.9°C) sau đó bắt đầu giảm và dao động quanh mức 30°C vào cuối ngày. Đồng thời cho thấy độ nóng bức đạt đỉnh lúc 13h10 (43,5°C) nhưng không kéo dài sau đó bắt đầu giảm mạnh và duy trì quanh mức 34°C đến cuối ngày, ngược lại với thời tiết nhiệt độ thấp thì độ ẩm không khí lại nằm ở mức cao vào đầu ngày với giá trị đạt 90% có mưa xảy ra nhưng không kéo dài lâu và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong ngày dao động quanh mức 70µg/m³, từ đó nhận thấy rằng ngày 30/5/2022 là một ngày có thời tiết tốt phù hợp cho các hoạt động ngoài trời.

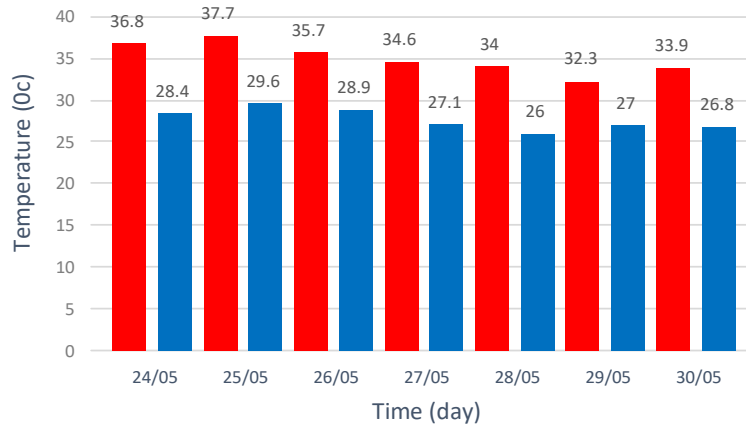


Hình 31. Dữ liệu hoạt động fuzzy logic, Heat Index, PM2.5 ngày 30-05-2022

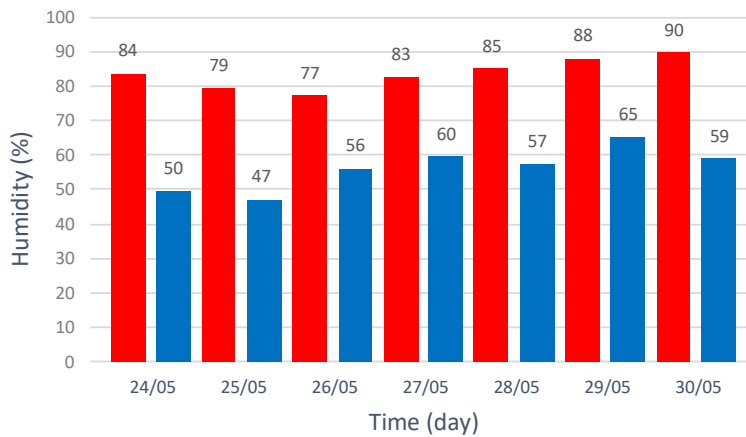
Các dữ liệu hệ thống thu thập qua các ngày (từ ngày 24 đến ngày 30 tháng 5 năm 2022) được thông qua các cảm biến dữ liệu đầu vào, các thông số hệ thống thu thập được bao gồm nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí. Các thông số này được thể hiện như trong các hình 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33.

Sau khi hệ thống thu thập được các dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí, hệ thống tính được thông số độ nóng bức (Heat Index) dựa vào dữ liệu của nhiệt độ và độ ẩm không khí mà hệ thống đã thu thập và được thể hiện như trong các hình 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34.

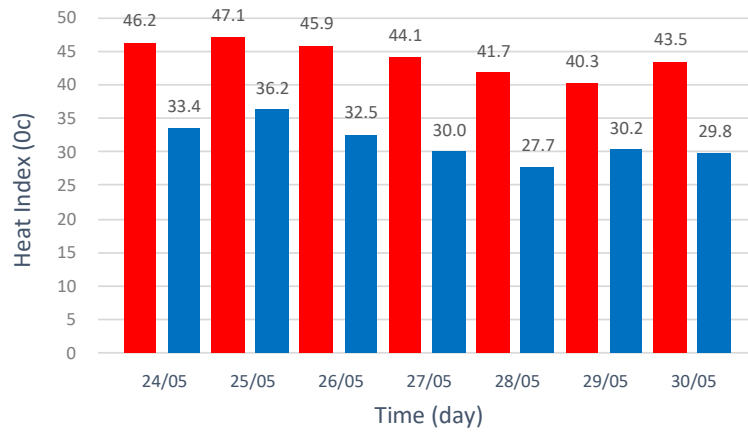
Dữ liệu về độ nóng bức (Heat Index) và nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí là dữ liệu đầu vào cho chương trình logic mờ (fuzzy logic). Hệ thống xử lý chương trình logic mờ dựa vào hai dữ liệu đầu vào cho ra output1 dùng để điều khiển relay hoạt động của hệ thống phun sương. Dữ liệu về độ nóng bức, nồng độ bụi mịn PM2.5 và output1 được thể hiện như trong các hình 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35.



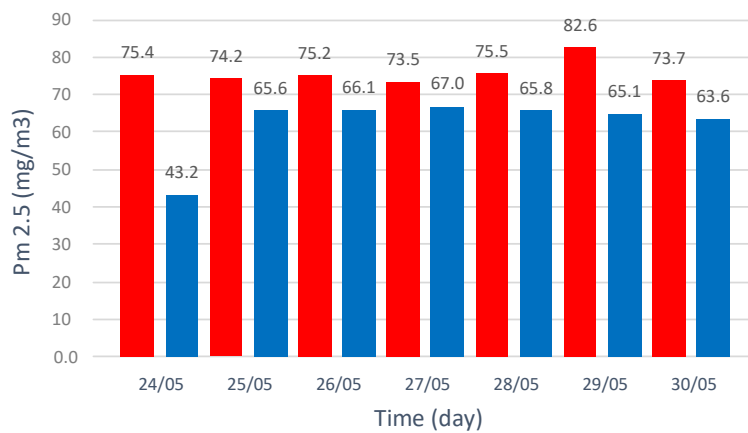
Hình 32. So sánh nhiệt độ từ ngày 24 đến 30/5/2022



Hình 33. So sánh độ ẩm từ ngày 24 đến 30/5/2022



Hình 34. So sánh độ nóng bức từ ngày 24 đến 30/5/2022



Hình 35. So sánh nồng độ bụi mịn PM2.5 từ ngày 24 đến 30/5/2022

Các thông số môi trường được hệ thống thu thập và thông kê lại được dùng để so sánh dữ liệu cho từng ngày trong quá trình hoạt động của hệ thống (từ ngày 24 đến ngày 30 tháng 5 năm 2022). Các thông số được hệ thống thu thập, xử lý và so sánh bao gồm nhiệt độ, độ ẩm, độ nóng bức, nồng độ bụi mịn PM2.5. Giá trị được sử dụng để so sánh là giá trị lớn nhất (Max), giá trị nhỏ nhất (Min) và giá trị trung bình (Average) của từng thông số trong từng ngày các giá trị này được thể hiện như trong các hình 36, 37, 38, 39 và như trong bảng 5.

Bảng 5. Thông số các giá trị môi trường không khí hệ thống thu thập từ ngày 24 đến ngày 30/5/2022

Parameter	Time	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05
Temperature (Oc)	Max	36.8	37.7	35.7	34.6	34	32.3	33.9
	Min	28.4	29.6	28.9	27.1	26	27	26.8
	Average	35.82	34.15	32.9	30.66	29.6	28.9	30.6
Humidity (%)	Max	84	79	77	83	85	88	90
	Min	50	47	56	60	57	65	59
	Average	76	59	64	73	73	81	74
Heat Index (Oc)	Max	46.2	47.1	45.9	44.1	41.7	40.3	43.5
	Min	33.4	36.2	32.5	30.0	27.7	30.2	29.8
	Average	62.94	41.56	40.88	37.27	34.29	34.43	37.23
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max	75.4	74.2	75.2	73.5	75.5	82.6	73.7
	Min	43.2	65.6	66.1	67.0	65.8	65.1	63.6
	Average	71.3	70.5	69.6	70.0	70.7	70.6	69.6

Trong các ngày hệ thống thu thập dữ liệu môi trường không khí từ ngày 24 tháng 5 đến ngày 30 tháng 5 năm 2022. Các số liệu thể hiện trong bảng 5 cho biết như sau:

Ngày có nhiệt độ cao nhất là ngày 25/5 (37.7°C), ngày có nhiệt độ thấp nhất là ngày 28/05 (26°C), ngày có nhiệt độ trung bình cao nhất là ngày 24/5 (35.28°C) và nhiệt độ trung bình thấp nhất là ngày 29/5 (28.9°C).

Ngày có độ ẩm cao nhất là ngày 30/5 (90%), ngày có độ ẩm thấp nhất là ngày 25/5 (47%), ngày có độ ẩm trung bình cao nhất là ngày 29/5 (81%) và độ ẩm trung bình thấp nhất là ngày 25/5 (59%).

Ngày có độ nóng bức cao nhất là ngày 25/5 (47.1°C), ngày có độ nóng bức thấp nhất là ngày 28/5 (27.7°C), ngày có độ nóng bức trung bình cao nhất là ngày 24/5 (62.94°C) và độ nóng bức trung bình thấp nhất là ngày 28/5 (34.29°C).

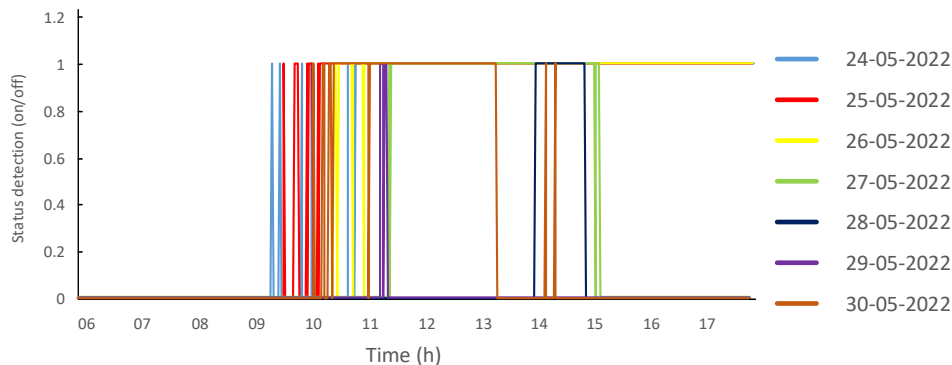
Ngày có nồng độ bụi mịn PM2.5 cao nhất là ngày 29/5 (82.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ngày có nồng độ bụi mịn PM2.5 thấp nhất là ngày 24/5 (43.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ngày có nồng độ bụi mịn PM2.5 trung bình cao nhất là ngày 24/5 (71.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) và nồng độ bụi mịn PM2.5 trung bình thấp nhất là ngày 26 ngày 30/5 (69.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Qua những thông số nêu trên ngày có chất lượng không khí tốt nhất phù hợp để làm các công việc ngoài trời là ngày 27, 28 và ngày 30 tháng 5. Ngày có chất lượng không khí xấu nhất là ngày 24 và ngày 25 tháng 5 do có nền nhiệt độ cao và nồng độ bụi mịn PM2.5 có trong không khí cũng nằm ở mức tương đối cao cho nên có thể xảy ra những vấn đề không tốt cho sức khỏe nếu làm việc liên tục ngoài trời với thời gian dài. Ngày 30 tháng 5 là ngày có khả năng có mưa thời gian ngắn do độ ẩm trong không khí đạt đến 90% và có nhiệt độ trung bình thấp 30.6°C. Ngày 29 tháng 5 là ngày có khả năng xảy ra mưa với thời gian kéo dài do có độ ẩm trung bình cao 81% và nhiệt độ trung bình toàn thời gian thấp 28.9°C.

H. NHẬN XÉT

Từ các kết quả hệ thống thu thập được cho thấy thời gian hệ thống phun sương thường hoạt động bắt đầu vào khoảng từ 09h00 – 11h00 và được thể hiện như trong hình 36, khoảng thời gian có nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ bụi mịn bắt đầu tăng cao trong ngày đồng thời khoảng thời gian này trong ngày cũng là lúc mật độ phương tiện giao thông tham gia lưu thông trên đường gia tăng làm tăng nồng độ bụi bay trong không khí và tần suất hoạt động của hệ thống phun sương giảm dần vào khoảng thời gian chiều tối trong ngày do nhiệt độ giảm và độ ẩm tăng làm giảm nồng độ bụi mịn PM2.5 bay trong không khí.

Hệ thống tạo ra tấm màn sương giúp làm giảm khả năng bụi bay vào trong nhà và tăng độ ẩm cho môi trường không khí giúp làm dịu đi sự oi bức giữa trưa nắng của mùa hè, tạo ra cảm giác thoải mái cho người sử dụng.



Hình 36. So sánh thời gian hoạt động của hệ thống phun sương từ ngày 24 đến 30/5/2022

IV. KẾT LUẬN

Hệ thống phun sương tự động đã thu thập những dữ liệu thông số về môi trường không khí như nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn PM2.5 trong không khí, đó là những thông số cơ bản và quan trọng trong không khí ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người.

Hệ thống có thể tính toán độ nóng bức theo cảm nhận của con người, thông qua dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm đã thu thập được từ môi trường thông qua cảm biến.

Đồng thời hệ thống còn sử dụng thuật toán Fuzzy logic để thực hiện tính toán điều khiển cho hệ thống phun sương làm mát giúp làm giảm nhiệt độ và nồng độ bụi mịn có trong không khí dựa vào độ nóng bức của không khí mà con người cảm nhận và nồng độ bụi mịn PM2.5 có trong không khí.

Hệ thống có thể trực tiếp thu thập các thông số và trực tiếp truyền dữ liệu lên máy chủ (ThingSpeak.com), giúp cho người sử dụng linh hoạt trong việc theo dõi thông tin môi trường mọi lúc, mọi nơi bằng các thiết bị thông minh.

Đề xuất để phát triển hệ thống:

Mở rộng thu thập thêm các thông số đầu vào thiết bị của môi trường không khí như SO₂, CO, CO₂,...

Hoàn thiện thêm phần cứng thiết bị để có thể theo dõi được các thông số và cài đặt ngay trên thiết bị.

Phát triển thuật toán bằng cách sử dụng nhiều thêm các thông số đầu vào để có thể tăng độ chính xác và điều khiển thiết bị hoạt động phù hợp với môi trường chất lượng không khí theo từng thời điểm trong ngày.

V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IQAir, 2020 BÁO CÁO CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ THẾ GIỚI Xếp hạng PM2.5 các thành phố và khu vực. 2021. p. 5-20.
- [2] Diên Khánh. Chống bụi mịn cách nào? - Báo Nhân Dân. 2019 [cited 2021 14/11]; Available from: <https://nhandan.vn/chuyen-de-cuoi-tuan/chong-bui-min-cach-nao-377734/>.
- [3] VÂN KHÁNH. Súng phun sương giúp giảm ô nhiễm - Báo Nhân Dân. 2017 [cited 2021 14/11]; Available from: <https://nhandan.vn/baohoinay-dothi-congnghesung-phun-suong-giup-giam-o-nhiem-313074/>.
- [4] Alwan, D.M., M.M. Jabbar, and M.O. Hameed, "High Efficiency A/C System Development Using Automated Water Mist System". 2018 International Conference on Engineering Technology and their Applications (IICETA), 2018: p. 1-6.
- [5] Vanos, J.K., et al., "Evaporative misters for urban cooling and comfort: effectiveness and motivations for use". 2022. *Int J Biometeorol* 66: p. 357-369.
- [6] Ciabattoni, L., et al., Indoor Thermal Comfort Control Based on Fuzzy Logic. 2016. 337: p. 829-850.
- [7] Anderson, G.B., M.L. Bell, and R.D. Peng, Methods to calculate the heat index as an exposure metric in environmental health research. *Environ Health Perspect*, 2013. 121(10): p. 1111-9.
- [8] Ulpiani, G., C. di Perna, and M. Zinzi, Water nebulization to counteract urban overheating: Development and experimental test of a smart logic to maximize energy efficiency and outdoor environmental quality. *Applied Energy*, 2019. 239: p. 1091-1113.
- [9] Amarillo, T., National Weather Services (NWS), and National Oceanic and Atmospheric administration. What is the heat index. 2022 [cited 2022 10/05]; Available from: <https://www.weather.gov/ama/heatindex>.

BUILDING AUTOMATIC MISTING SYSTEM TO REDUCE HEAT INDEX AND DUST IN THE AIR

Phạm Thái Dương, Trần Văn Lăng

ABSTRACT— This paper presents the method of design and construction of an automatic misting system control data collection system. The system is designed based on a combination of data collection and processing equipment and wireless communication technologies (IoTs). The temperature, humidity, and PM2.5 fine dust concentration sensors in the air provide temperature, humidity, and PM2.5 fine dust concentrations through a central hardware platform. NodeMCU ESP8266. The collected temperature and humidity data will be used to calculate the heat, and the temperature data results and the collected PM2.5 fine dust concentration data will be used as input data for the system's fuzzy logic algorithm to output a control signal for the fogging system to reduce the ambient temperature and the concentration of PM2.5 fine dust in the air to help improve air quality as well. like human health. The temperature, humidity, PM2.5 fine dust concentration, and heat data will be displayed and stored on the Thingspeak server through the system's wifi connection. The system results are stable, the air quality data measured by the system is continuously transferred and stored on the server in real-time, and the collected data is used as an evaluation opinion, and make predictions about the air environment, weather, and climate in the equipment installation area.



Phạm Thái Dương sinh năm 1988, là nhân viên Trường Cao đẳng Hòa Bình Xuân Lộc.



Trần Văn Lăng sinh năm 1959, hiện là giảng viên cao cấp của Trường Đại học HUFLIT. Ông tốt nghiệp Khoa Toán Trường Đại học Tổng hợp TP.HCM năm 1982, và nhận học vị tiến sĩ Toán - Lý vào năm 1995. Từ năm 2006 là Phó giáo sư Tin học. Trước khi trở thành giảng viên của HUFLIT, ông là nghiên cứu viên cao cấp của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, thành viên ban lãnh đạo của Viện Cơ học và Tin học ứng dụng, Phó tổng biên tập Tạp chí Tin học và Điều khiển học, Tổng biên tập chuyên mục Điện tử và Viễn thông của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Các lĩnh vực nghiên cứu quan tâm của ông là Tính toán song song và phân tán, Sinh tin học (Bioinformatics), Trí tuệ tính toán (Computational Intelligence), Khoa học và công nghệ tính toán.