

SMART AIR FILTER SYSTEM

Vu Thuy Hang

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 26/01/2021	In this article, the author focuses on building a smart dust filter system applied to life to clean the air, minimize the harmful effects of air pollution, especially pollution caused by small dust. Results through experimental cases and surveys showed that the system automatically updated the value of PM (Particulate Matter) 2.5 (size of diameter less than or equal to 2.5 micrometres) and PM10 (diameter size less than or equal to 10 micrometres) dust concentrations. Based on that, if the small dust concentration exceeds the allowable threshold, the air purification function is activated: Increasing the the exhaust fan speed to increase air flow through the system; The mist generator is turned on to moisten the air and increase the dust size, making the air filtration through the activated carbon filter and the heppa filter maximally effective. In addition, the author builds an application on the Android operating system with the name ICTUAir which can display information about the small dust index in the air at the locations in the Google maps. The GIS map website has the ability to update information on the level of air pollution based on data automatically uploaded from the system location.
Revised: 17/3/2021	
Published: 04/5/2021	
KEYWORDS	
Air quality	
Dust filtering system	
Air pollution	
PM2.5	
AQI	

HỆ THỐNG LỌC BỤI MỊN THÔNG MINH

Vũ Thúy Hằng

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 26/01/2021	Trong bài báo này, tác giả tập trung xây dựng một hệ thống lọc bụi mịn thông minh áp dụng vào đời sống nhằm làm sạch không khí, giảm thiểu những tác hại mà ô nhiễm không khí, đặc biệt là ô nhiễm do bụi mịn gây ra. Kết quả qua các trường hợp thực nghiệm, khảo sát cho thấy hệ thống đã tự động cập nhật được giá trị nồng độ bụi mịn PM (Particulate Matter) là PM2,5 (kích thước đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 micromet) và PM10 (kích thước đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 10 micromet). Dựa vào đó, nếu nồng độ bụi mịn vượt ngưỡng cho phép thì chức năng lọc không khí được kích hoạt: Tăng tốc độ quạt hút gió để tăng lưu lượng không khí đi qua hệ thống; Bộ phận tạo hơi nước được bật để làm ẩm không khí và tăng kích thước bụi, giúp việc lọc không khí qua màng lọc than hoạt tính và màng lọc heppa được hiệu quả tối đa. Ngoài ra, tác giả còn xây dựng ứng dụng trên hệ điều hành Android với tên ICTUAir có khả năng hiển thị thông tin về chỉ số bụi mịn trong không khí tại các điểm đặt hệ thống dưới dạng bản đồ Google maps. Website bản đồ GIS có khả năng cập nhật thông tin về mức độ ô nhiễm không khí dựa trên dữ liệu được gửi lên tự động từ vị trí đặt hệ thống.
Ngày hoàn thiện: 17/3/2021	
Ngày đăng: 04/5/2021	
TỪ KHÓA	
Chất lượng không khí	
Hệ thống lọc bụi	
Ô nhiễm không khí	
PM2,5	
AQI	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.3949>

Email: vthang@ictu.edu.vn

<http://jst.tnu.edu.vn>

11

Email: jst@tnu.edu.vn

1. Giới thiệu

Chất lượng môi trường không khí tại Việt Nam nói chung và tại các đô thị lớn nói riêng chịu tác động do phát sinh bụi, khí thải từ các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội, giao thông vận tải... Trong đó, khí thải từ các phương tiện giao thông cơ giới đường bộ, đặc biệt là xe ô tô, xe gắn máy chiếm tỉ lệ lớn nhất, đồng thời cũng chiếm tỷ trọng lớn trong tổng lượng phát thải gây ô nhiễm môi trường không khí đô thị.

Từ những năm 2000, các nhà nghiên cứu tiên phong như GS.TS Phạm Duy Hiên (nguyên Viện trưởng Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt), GS.TS Nguyễn Thị Kim Oanh (Viện công nghệ Á Châu, Thái Lan) và TS David D Cohen (Tổ chức Công nghệ và Khoa học Hạt nhân Úc) đã đặt nền móng nghiên cứu bước đầu về các chất ô nhiễm trong không khí của Hà Nội [1].

Theo đó, giai đoạn 2002-2005 [2], nồng độ bụi mịn của Hà Nội cao hơn so với nhiều nước ở châu Á như Thái Lan, Philippines, Indonesia, Sri Lanka; và nồng độ bụi PM10 khi đó đã có xu hướng cao hơn cả Ấn Độ, Hàn Quốc và Trung Quốc.

Một nghiên cứu lấy mẫu trong năm 2007 [3] tại 96 địa điểm ở Hà Nội chỉ ra rằng, nồng độ các chất ô nhiễm dạng khí SO₂ và Benzen ở dưới ngưỡng quy chuẩn của Việt Nam (QCVN), riêng NO₂ có dấu hiệu tiệm cận hoặc vượt ở nội thành. Các nhà khoa học cũng tìm ra quy luật, mùa hè (tháng 5-9) ở Hà Nội thường có mức độ ô nhiễm dạng hạt thấp hơn nhiều so với mùa đông (tháng 10-2). Hiện tượng nghịch nhiệt [4], nhất là vào mùa đông, khiến mức độ ô nhiễm ban đêm có thể cao hơn khoảng 2 lần so với ban ngày.

Nguy hại nhất là bụi mịn gồm những hạt nhỏ bay lơ lửng trong không trung như PM_{2,5} hoặc PM₁₀, khi thẩm thấu qua đường hô hấp sẽ là nguyên nhân tiềm ẩn của hàng loạt các căn bệnh, ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng. Phơi nhiễm với ô nhiễm bụi PM có thể làm tăng tỷ lệ nhập viện và tử vong, do đó góp phần ảnh hưởng đến tình hình sức khỏe cộng đồng ở Việt Nam. Phân tích báo cáo gánh nặng bệnh tật toàn cầu [5] chỉ ra rằng số người chết bởi phơi nhiễm PM_{2,5} ở Việt Nam từ năm 1990-2015 có xu hướng tăng, từ mức khoảng trên 26.000 người/năm lên trên 42.000 người/năm. Việt Nam cũng là một trong những nước có mật độ tử vong vì ô nhiễm không khí ở mức trung bình khá trên thế giới.

WHO cũng ước tính, năm 2016, Việt Nam có hơn 60.000 người chết vì bệnh tim, đột quỵ, ung thư phổi, tắc nghẽn phổi mãn tính do ô nhiễm không khí gây ra.

Đứng trước thực trạng ô nhiễm không khí ngày càng có xu hướng tăng, tác giả đã thực hiện thiết kế và chế tạo hệ thống lọc bụi mịn thông minh nhằm giảm thiểu nồng độ bụi mịn PM_{2,5} và PM₁₀ tối đa với chi phí thấp, hiệu quả cao để có thể sử dụng trong hộ gia đình, trường học, nhà xưởng, bệnh viện... góp phần cải thiện chất lượng không khí, nâng cao sức khỏe con người.

2. Xây dựng hệ thống lọc bụi mịn thông minh

2.1. Giải pháp

Để xây dựng hệ thống, yêu cầu phải giải quyết các vấn đề sau:

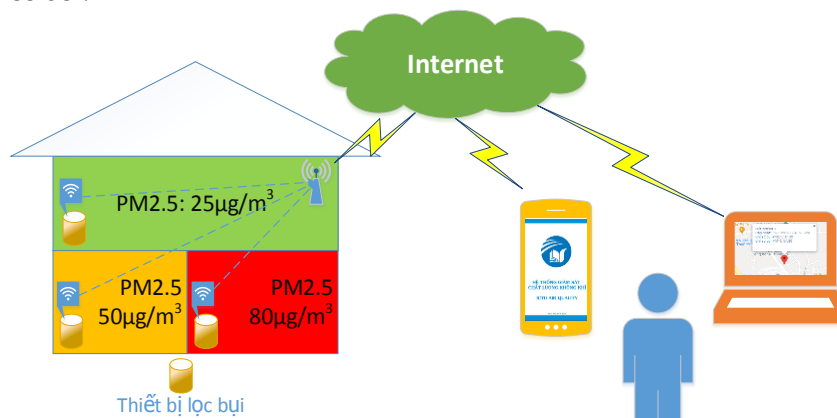
- Thiết kế thiết bị hút và lọc không khí có kèm giám sát lượng bụi mịn xung quanh khu vực đặt thiết bị (hộ gia đình, trường học, nhà xưởng, bệnh viện...).
- Thiết bị lọc bụi được kết nối internet thông qua wifi.
- Các thông số về lượng bụi (PM_{2,5}; PM₁₀) được theo dõi và điều khiển thông qua website hoặc ứng dụng trên điện thoại di động.
- Thiết bị có thể tự động điều chỉnh tốc độ hút tương ứng với các mức ô nhiễm nhiều hay ít.

2.2. Xây dựng hệ thống

2.2.1. Sơ đồ ngữ cảnh hệ thống

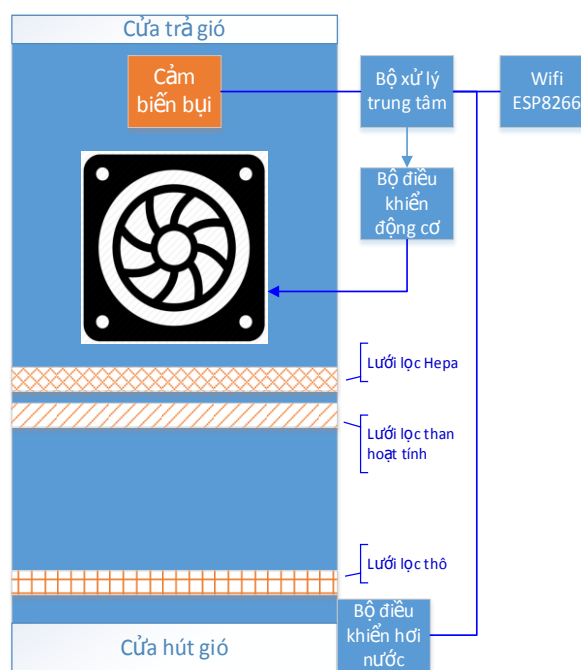
Sơ đồ ngữ cảnh của hệ thống được thể hiện trên hình 1. Ở đó, các thiết bị lọc bụi sẽ thu thập chất lượng không khí thông qua hai thông số là nồng độ bụi mịn PM₁₀ và PM_{2,5}. Các thông số

này được gửi lên internet thông qua kết nối wifi. Người dùng có thể giám sát được các chỉ số bụi trong phòng (khu vực cần làm sạch không khí) thông qua ứng dụng trên điện thoại Android hoặc trên website theo dõi.



Hình 1. Sơ đồ ngữ cảnh của hệ thống

2.2.2. Sơ đồ khối hệ thống



Hình 2. Sơ đồ khối hệ thống

Hệ thống bao gồm:

- Bộ phận cảm biến nồng độ bụi mịn PM2,5 và PM10.
- Thành phần lọc không khí công suất lớn.
- Phần mềm thu thập dữ liệu và điều khiển.
- Phần mềm ứng dụng trên hệ điều hành Android.

Hệ thống lọc và bộ phận cảm biến sẽ được lắp đặt tại khu vực cần làm sạch không khí. Các dữ liệu cảm biến sẽ được gửi về hệ thống thu thập và điều khiển. Nếu nồng độ bụi mịn vượt quá ngưỡng cho phép (nồng độ bụi mịn $PM_{2,5} > 30 \mu g/m^3$ và $PM_{10} > 60 \mu g/m^3$), hệ thống sẽ điều khiển thành phần tạo hơi nước để lọc không khí bằng phương pháp hơi nước. Đồng thời,

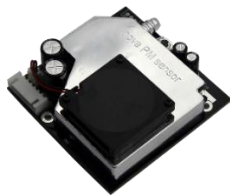
người dùng có thể theo dõi mức độ ô nhiễm hay kết quả quá trình lọc bụi tại các khu vực bị ô nhiễm trên ứng dụng Android.

Sơ đồ khối hệ thống được thể hiện trên hình 2, bao gồm:

- Khối xử lý trung tâm: Là vi điều khiển sử dụng ngôn ngữ lập trình Arduino, có chức năng xử lý dữ liệu từ cảm biến và điều khiển toàn bộ các khối chức năng trong hệ thống.
- Khối Wifi ESP8266: Là khối kết nối wifi. Khối xử lý trung tâm sẽ gửi dữ liệu cảm biến lên internet thông qua kết nối wifi.
- Khối điều khiển động cơ: Có chức năng điều khiển tốc độ quạt hút gió theo thông số bụi cảm biến được.
- Khối cảm biến bụi: Sử dụng module cảm biến bụi SDS011 thể hiện ở hình 3, module này sử dụng nguyên tắc quang học laze, có thể cảm biến được nồng độ hạt bụi PM2,5 và PM10 trong không khí. Module có tích hợp quạt hút tự động hút luồng khí vào trong buồng cảm biến. Đầu ra kỹ thuật số có độ chính xác cao.
- Khối điều khiển hơi nước: Có chức năng phun sương bằng phương pháp tạo hơi nước thông qua sóng siêu âm. Bụi sau khi đi qua luồng hơi nước sẽ bám vào các hạt nước và được giữ lại tại lưới lọc thô.
- Lưới lọc thô: Có chức năng ngăn chặn bụi bẩn vừa được làm ẩm
- Lưới lọc than hoạt tính: Có chức năng khử mùi, và làm khô luồng khí vừa đi qua lưới lọc thô.
- Lưới lọc Hepa: Có chức năng lọc các bụi mịn PM2,5 còn lại trong không khí.

3. Kết quả

3.1. Kết quả xây dựng phần cứng



Hình 3. Cảm biến bụi SDS011



Hình 4. Sản phẩm sau khi hoàn thiện

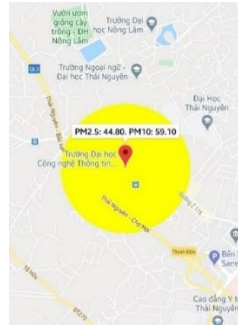


Hình 4 là ảnh chụp hệ thống sau khi hoàn thiện với các thông số:

- Kích thước: 85 cm x 32 cm x 32 cm
- Thể tích không khí: 185 m³/h
- Độ ồn: 59 dBA
- Khả năng cảm biến bụi: PM10 và PM2,5.

3.2. Ứng dụng ICTUAir chạy trên hệ điều hành Android

Chương trình ICTUAir trên điện thoại Android để theo dõi thông số chất lượng không khí dưới dạng bản đồ trực quan như được mô tả trên hình 5.



Hình 5. Biểu tượng và giao diện ứng dụng ICTUAir



@ Xây dựng bởi vthang@ictu.edu.vn

Hình 6. Hình ảnh đăng nhập vào website

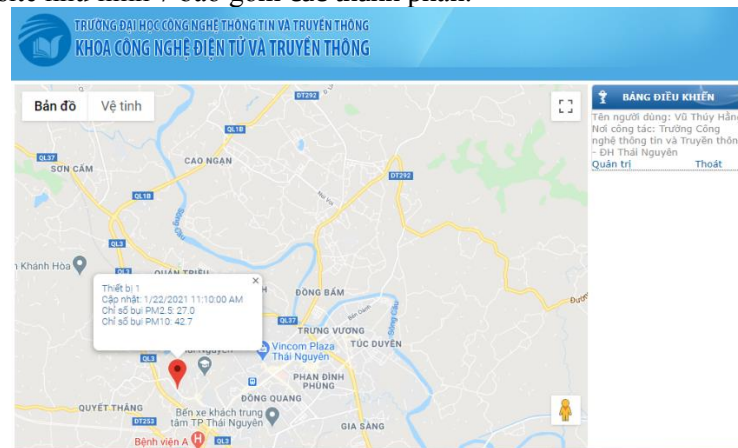
- Biểu tượng location: Vị trí đặt hệ thống
- PM2,5: Thông số nồng độ bụi mịn PM2,5
- PM10: Thông số nồng độ bụi mịn PM10
- Vùng lấy mẫu với chỉ số bụi mịn PM2,5:
- + Hiện thị màu xanh (ngưỡng an toàn) đối với nồng độ bụi mịn $\leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- + Hiện thị màu vàng (ngưỡng nguy hiểm) đối với nồng độ bụi mịn $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- + Hiện thị màu đỏ (cực kì nguy hiểm) đối với nồng độ bụi mịn $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.3. Website

Địa chỉ website: <http://125.214.0.122:82/Home.aspx>

Hình 6 biểu diễn giao diện đăng nhập vào website. Sử dụng tài khoản đăng nhập được cấp hoặc sử dụng tài khoản mặc định: Tài khoản: VTHANG; mật khẩu: 123456

Giao diện website như hình 7 bao gồm các thành phần:



Hình 7. Giao diện website

- Quản trị: Đi tới trang thống kê dữ liệu cập nhật theo thời gian.
- Biểu tượng location: Vị trí đặt cảm biến và hệ thống lọc.
- Cập nhật: Thời gian lần cuối cùng thiết bị cảm biến gửi dữ liệu lên website.
- Chỉ số bụi PM2,5: Thông số nồng độ bụi mịn PM2,5
- Chỉ số bụi PM10: Thông số nồng độ bụi mịn PM10.

3.4. Số liệu khi vận hành thực tế

Hệ thống được thử nghiệm trong phòng gia đình có diện tích 30 m², đo ngày 22/01/2021. Sau khi chạy hệ thống 03 giờ thì kết quả cho thấy các chỉ số nồng độ bụi mịn giảm theo thời gian và về ngưỡng an toàn, cụ thể kết quả thu thập trên website theo dõi như bảng 1 và hình 8.

Bảng 1. Kết quả nồng độ bụi thu thập trên website

STT	PM2.5	PM10	UPDATE TIME	STT	PM2.5	PM10	UPDATE TIME
1	149.5	183.4	22/01/2021 08:00	21	87	127.5	22/01/2021 09:40
2	149	183.5	22/01/2021 08:05	22	86.1	123.9	22/01/2021 09:45
3	149.6	176.8	22/01/2021 08:10	23	85.4	123.4	22/01/2021 09:50
4	143.1	175.6	22/01/2021 08:15	24	79	118.7	22/01/2021 09:55
5	140.5	176	22/01/2021 08:20	25	76.8	110.9	22/01/2021 10:00
6	135.4	171.1	22/01/2021 08:25	26	74.9	107.4	22/01/2021 10:05
7	133.9	172	22/01/2021 08:30	27	70.7	105.5	22/01/2021 10:10
8	132.2	168.3	22/01/2021 08:35	28	62.2	103.2	22/01/2021 10:15
9	125.3	161.1	22/01/2021 08:40	29	60.8	102.6	22/01/2021 10:20
10	123.7	159.3	22/01/2021 08:45	30	55.2	97.5	22/01/2021 10:25
11	116.4	158.2	22/01/2021 08:50	31	51.6	91.8	22/01/2021 10:30
12	114.1	158.6	22/01/2021 08:55	32	52.2	84.9	22/01/2021 10:35
13	112.6	158.2	22/01/2021 09:00	33	49.9	80.1	22/01/2021 10:40
14	113.2	153.5	22/01/2021 09:05	34	45.1	74	22/01/2021 10:45
15	110.6	151.1	22/01/2021 09:10	35	39.5	72.9	22/01/2021 10:50
16	104.7	149.6	22/01/2021 09:15	36	37.3	67.7	22/01/2021 10:55
17	100.9	144.8	22/01/2021 09:20	37	36	63.2	22/01/2021 11:00
18	97.8	144.4	22/01/2021 09:25	38	32.2	58.3	22/01/2021 11:05
19	94.6	137.9	22/01/2021 09:30	39	27	42.7	22/01/2021 11:10
20	94.8	131.2	22/01/2021 09:35				

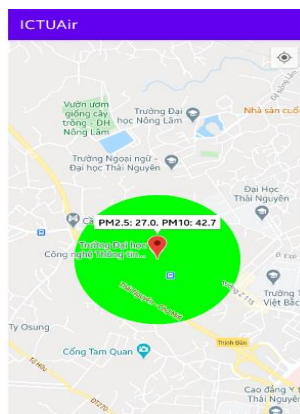
Các giá trị nồng độ bụi mịn PM_{2.5} và PM₁₀ cũng được hiển thị trên màn hình LCD của thiết bị như hình 9 và trên ứng dụng ICTUAir như hình 10.



Hình 8. Kết quả hiển thị trên website



Hình 9. Nồng độ bụi được hiển thị trên LCD tại thiết bị



Hình 10. Hình ảnh hiển thị trên điện thoại di động

4. Kết luận

Bài báo trình bày quá trình thiết kế hệ thống lọc bụi mịn thông minh góp phần mang lại hiệu quả cao trong lĩnh vực lọc không khí. Hệ thống giúp giảm thiểu tối đa nồng độ bụi mịn PM_{2,5} và PM₁₀ trong không khí, từ đó hạn chế được những tác hại mà những loại bụi mịn này có thể gây ra tới sức khỏe chúng ta. Hệ thống hoạt động khá chính xác, ổn định, hình thức nhỏ gọn, giao diện ứng dụng ICTUAir và Website dễ sử dụng. Hệ thống hoàn toàn tự động và gửi các chỉ số nồng độ bụi mịn về máy tính (điện thoại) giúp cho việc quản lý, giám sát thuận lợi và hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] D. D. Cohen, J. Crawford, E. Stelcer, and T. B. Vuong, "Long range transport of fine particle windblown soils and coal fired power station emissions into Hanoi between 2001 to 2008 – Science Direct," *Atmospheric Environment*, vol. 44, no. 31, pp. 3761-3769, 2010.
- [2] P. K. Hopke, D. D. Cohen, B. A. Begum, S. K. Biswas, B. Ni, G. G. Pandit, M. Santoso, Y.-S. Chung, P. Davy, A. Markwitz, S. Waheed, N. Siddique, F. L. Santos, P. C. B. Pabroa, M. C. S. Seneviratne, W. Wimolwattanapun, S. Bunprapob, T. B. Vuong, D. H. Pham, and A. Markowicz, "Urban air quality in the Asian region – Science Direct," *Science of The Total Environment*, vol. 404, no. 1, pp. 103-112, 2008.
- [3] P. D. Hien, M. Hangartner, S. Fabian, and P. M. Tan, "Concentrations of NO₂, SO₂, and benzene across Hanoi measured by passive diffusion samplers – Science Direct," *Atmospheric Environment*, vol. 88, pp. 66-73, 2014.
- [4] P. D. Hien, P. D. Loc, and N. V. Dao, "Air pollution episodes associated with East Asian winter monsoons – Science Direct," *Science of The Total Environment*, vol. 409, no. 23, pp. 5063-5068, 2011.
- [5] A. J. Cohen, M. Brauer, R. Burnett, H. R. Anderson, J. Frostad, K. Estep, K. Balakrishnan, B. Brunekreef, L. Dandona, R. Dandona, V. Feigin, G. Freedman, B. Hubbell, A. Jobling, H. Kan, L. Knibbs, Y. Liu, R. Martin, L. Morawska, C. A. Pope III, H. Shin, K. Straif, G. Shaddick, M. Thomas, R. van Dingenen, A. van Donkelaar, T. Vos, C. J. L. Murray, and M. H. Forouzanfar, "Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015," *The Lancet*, vol. 389, no. 10082, pp. 1907-1918, 2017.