

HỆ THỐNG GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ BẰNG PHƯƠNG TIỆN BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI

Vương Minh Nhật⁽¹⁾, Lê Thanh Hiệp⁽¹⁾, Nguyễn Bá Thành⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài: 22/10/2021; Ngày gửi phản biện: 30/10/2021; Chấp nhận đăng: 30/11/2021

Liên hệ Email: thanhhb@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2021.06.250>

Tóm tắt

Ô nhiễm không khí đang là thách thức về môi trường và sức khỏe cộng đồng lớn nhất trên thế giới hiện nay. Ô nhiễm không khí dẫn đến những ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người, khí hậu và hệ sinh thái. Không khí ngày càng bị ô nhiễm do phát thải từ công nghiệp, phương tiện giao thông, v.v... Điều này cũng tạo ra nhu cầu đo lường và giám sát chất lượng không khí ngày càng thiết thực. Việc ứng dụng khoa học và công nghệ vào việc giám sát môi trường được phát triển mạnh mẽ, trong đó có công nghệ thiết bị bay không người lái. Bài báo này sẽ trình bày về ứng dụng thiết bị bay không người lái để giám sát môi trường trên không. Hệ thống này cho phép ghi nhận dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm, mật độ bụi, chất lượng không khí và lưu trữ vào thẻ nhớ SD. Hệ thống được thử nghiệm tại khu vực trường Đại học Thủ Dầu Một và nó đã chứng minh rằng việc giám sát có thể được thực hiện từ xa. Nghiên cứu này góp phần kiểm soát chất lượng môi trường, giúp xây dựng thành phố xanh.

Từ khóa: chất lượng không khí, giám sát môi trường, thiết bị bay không người lái

Abstract

AIR QUALITY MONITORING SYSTEM BY USING UNMANNED AERIAL VEHICLE

Air pollution is the biggest environmental and public health challenge in the world today. Air pollution leads to negative effects on human health, climate and ecosystems. The air is increasingly polluted by emissions from industry, vehicles, etc., which creates an increasingly practical need for air quality measurement and monitoring. The application of science and technology to environmental monitoring, including drone technology has been strongly developed. This article will present the drone application to the aerial environmental monitoring. This system allows to record temperature, humidity, dust density, air quality data and store them on a SD memory card. The system was tested at the Thu Dau Mot University area and proved that the monitoring can be done remotely. This study contributes to environmental quality control and helps to build green cities.

1. Giới thiệu

Ô nhiễm không khí làm cho mọi người phải tiếp xúc với các hạt mịn trong không khí bị ô nhiễm. Các hạt mịn này thâm nhập sâu vào phổi và hệ thống tim mạch, gây ra các bệnh đột quỵ, bệnh tim, ung thư phổi, bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính và các bệnh nhiễm trùng đường hô hấp. Các ngành công nghiệp, giao thông vận tải và nhà máy nhiệt điện chạy than cùng với việc sử dụng nhiên liệu rắn là các nguồn chủ yếu gây ra ô nhiễm không khí. Ô nhiễm không khí tiếp tục gia tăng với tốc độ đáng báo động và ảnh hưởng tới các nền kinh tế và chất lượng cuộc sống của con người (Kampa và Castanas, 2008; WHO 2018).

Ô nhiễm không khí đe dọa sức khỏe của người dân ở khắp mọi nơi trên thế giới. Ước tính mới đây năm 2018 cho thấy rằng 9/10 người dân phải hít thở không khí chứa hàm lượng các chất gây ô nhiễm cao. Ô nhiễm không khí cả ở bên ngoài và trong nhà gây ra khoảng 7 triệu ca tử vong hàng năm trên toàn cầu; chỉ tính riêng khu vực Tây Thái Bình Dương, khoảng 2,2 triệu người tử vong mỗi năm. Ở Việt Nam, khoảng 60.000 người chết mỗi năm có liên quan đến ô nhiễm không khí (WHO, 2018).

Có nhiều vật chất lỏng hoặc rắn siêu nhỏ bay lơ lửng trong không khí và gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người, đặc biệt ảnh hưởng đến hệ hô hấp (Wang và cộng sự, 2020; Cui và cộng sự, 2020).

Đã có nhiều nghiên cứu thiết kế ứng dụng UAV để giám sát chất lượng không khí. (Zheng và nnk., 2016) đã trình bày về hệ thống giám sát chất lượng không khí dựa theo tiêu chuẩn IEEE/ISO/IEC 21451, nồng độ CO, CO₂, SO₂ và NO₂, được đo bằng cách sử dụng điện hóa và cảm biến hồng ngoại, kết quả được lưu trên đám mây điện toán. (Marinov và nnk., 2016) giám sát môi trường thông số với cảm biến và sử dụng vi điều khiển PIC18F87K22, hệ thống cảm biến được thiết lập ở các khu vực khác nhau để theo dõi thời gian thực, kết quả được hiển thị trên bản đồ thành phố. (Beryozkina và Al-Shakhs, 2020) trình bày hệ thống giám sát khí thải đơn giản hóa bằng cách sử dụng máy bay không người lái làm công cụ mang, hệ thống cung cấp giải pháp linh hoạt, đáng tin cậy, thân thiện với người dùng và giá rẻ. (Zulkifli và nnk., 2020) đã phát triển hệ thống giám sát chất lượng không khí sử dụng cảm biến MQ 135. Mahanteshaiah và nnk. (2020) đã ứng dụng máy bay không người lái để giám sát chỉ số các bon, các hạt bụi.

Trương tự như các nghiên cứu trước, bài báo này trình bày giám sát chất lượng không khí bằng thiết bị bay không người lái. Có các cảm biến DHT22, MQ-135, GP2Y1010AU0F được gắn trên thiết bị bay và truyền lưu trữ tín hiệu qua thẻ SD. Sau đó, dữ liệu này được xuất ra file Excel.

2. Cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu

2.1 Các tiêu chí về chất lượng không khí

Các tiêu chí về chất lượng không khí được thể hiện qua các chỉ số như: nhiệt độ, độ ẩm, mật độ bụi, v.v.

Nhiệt độ môi trường lý tưởng cho con người là từ 25°C-28°C. Những thay đổi nhiệt độ môi trường đột ngột sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe con người (Ghorani-Azam và nnk., 2016; Kampa và Castanas, 2008).

Độ ẩm là lượng hơi nước có trong không khí, hơi nước chính là dạng khí của nước và vô hình với mắt người. Độ ẩm là thước đo cho thấy được khả năng về lượng mưa hoặc sương mù. Độ ẩm càng cao thì việc đổ mồ hôi làm mát cơ thể càng kém hiệu quả (Venugopalan và nnk., 2008).

Bụi là một hỗn hợp phức tạp chứa các hạt vô cơ và hữu cơ ở dạng lỏng hoặc rắn bay lơ lửng trong không khí; bao gồm sulfate, nitrat, amoniac, natri clorua, cacbon đen, bụi khoáng và nước. Bụi hay hợp chất có trong bụi được gọi chung là Particulate Matter – ký hiệu PM.

Bụi mịn là bụi có kích thước nhỏ và siêu nhỏ có trong không khí. Hiện nay, có ba loại bụi mịn mà chúng ta cần quan tâm, đó là:

- * PM 10: Các hạt bụi có kích thước đường kính từ 2.5 tới 10µm.
- * PM 2.5: Các hạt bụi có kích thước đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 2.5µm.
- * PM 1.0: là những hạt bụi dạng lỏng; hoặc rắn trôi nổi ngoài không khí, có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 1 micromet (1µm).

AQI (Air Quality Index) là một chỉ số báo cáo chất lượng không khí hàng ngày. Đây được coi là một thước đo đơn giản hóa mức độ ô nhiễm không khí, cho biết không khí xung quanh ta là sạch hay ô nhiễm, ô nhiễm đến mức độ nào. Rủi ro đối với sức khỏe cộng đồng càng cao khi chỉ số AQI càng lớn. Chỉ số AQI tập trung vào sự ảnh hưởng tới sức khỏe người dân có thể gặp trong vòng vài giờ hoặc vài ngày sau khi hít thở không khí ô nhiễm như bảng 1.

Bảng 1. Thang đo bụi mịn PM2.5 (U.S. Embassy & Consulate in Vietnam, 2017)

Khoảng giá trị AQI	Chất lượng không khí	Ảnh hưởng sức khỏe	Màu
0-50	Tốt	Không ảnh hưởng đến sức khỏe	Xanh
51-100	Trung bình	Nhóm nhạy cảm nên hạn chế thời gian ở bên ngoài	Vàng
101-200	Kém	Nhóm nhạy cảm nên hạn chế thời gian ở bên ngoài	Da cam
201-300	Xấu	Nhóm nhạy cảm tránh ra ngoài. Những người khác hạn chế ở bên ngoài	Đỏ
Trên 300	Nguy hại	Mọi người nên ở trong nhà	Nâu

2.2. Thiết bị bay không người lái (UAV)

Máy bay không người lái (UAV), còn được gọi là drone, được phân loại theo nhiều tiêu chí, trong đó có 2 tiêu chí thông dụng là dựa vào phương pháp nâng (loại khung máy bay) và dựa vào số cánh quạt. (Zhang and Kovacs, 2012; Nowak và nnk., 2019). Việc lựa chọn loại UAV phù hợp là rất quan trọng trong việc lập kế hoạch một cuộc khảo sát nghiên cứu, tuy vậy, các cảm biến đi cùng máy bay đóng vai trò quan trọng trong việc thực hiện dự án.



Hình 1. Hình ảnh về một Quadcopter (DroneLab, n.d.)

2.3. Thiết kế hệ thống thu thập dữ liệu môi trường bằng UAV

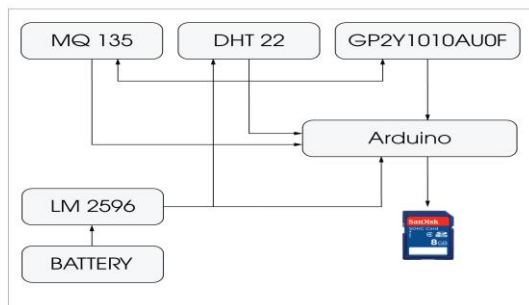
2.3.1. Thiết kế phần cứng

Hệ thống thu thập dữ liệu môi trường không khí trên cao được thiết kế gồm có các khối: khối cảm biến, khối vi điều khiển, khối nguồn và thẻ nhớ SD. Các bộ phận này được gắn trên thiết bị bay. Thiết bị bay được điều khiển từ xa bằng sóng vô tuyến RF (hình 2).

Khối cảm biến gồm có cảm biến MQ 135 dùng để phát hiện benzen, alcohol, khói (Kumar Sai và nnk., 2019). Cảm biến DHT 22 dùng để đo độ ẩm, nhiệt độ môi trường với độ chính xác cao, cảm biến có chất lượng tốt, độ bền và độ ổn định cao (Hassan và nnk., 2020). Cảm biến GP2Y1010AU0F dùng để đo mật độ bụi trong không khí (Jha, 2020).

Các dữ liệu thu được từ cảm biến được xuất về vi điều khiển Arduino R3 (Ghosh, Roy và Dhar, 2018) và lưu trữ vào thẻ nhớ SD (Mahzan và nnk., 2013). Sau khi máy bay bay lên không, các dữ liệu được ghi vào thẻ, sau đó dữ liệu này được xuất lên máy tính và mở bằng phần mềm Excel. Các dữ liệu về chất lượng môi trường không khí được truy xuất thành từng cột.

Hệ thống được cung cấp bởi nguồn pin thông qua mạch hạ áp LM2596 (Kumar và nnk., 2013).

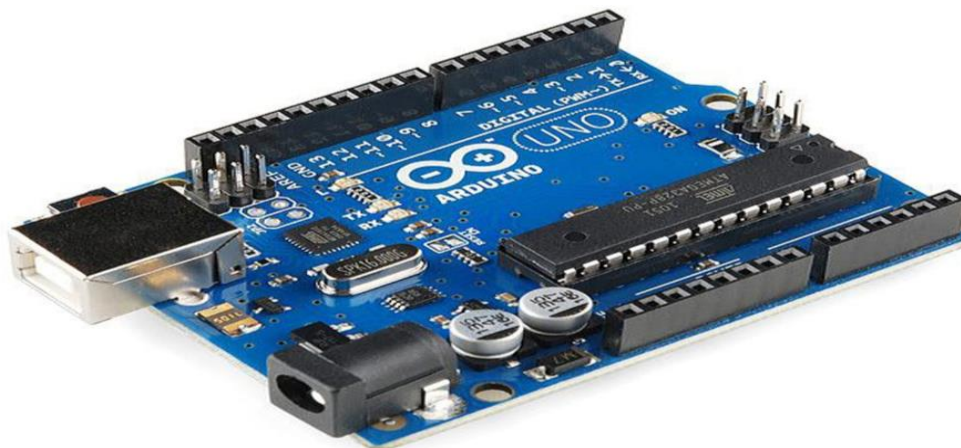


Hệ thống vi điều khiển và cảm biến gắn trên drone



Hình 2. Hệ thống thu thập dữ liệu bằng drone

Hình ảnh của Arduino Uno R3 được mô tả như hình 3

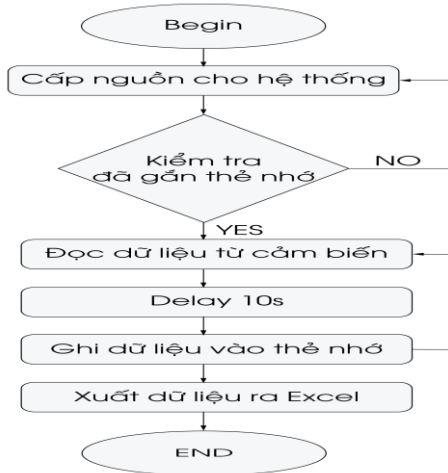


Hình 3. Arduino UNO R3

Bảng 2. Các thông số Arduino UNO R3

Thông số	Giá trị
Vi điều khiển	ATmega328 họ 8bit
Điện áp hoạt động	5V DC (chỉ được cấp qua cổng USB)
Tần số hoạt động	16 MHz
Dòng tiêu thụ	khoảng 30mA
Điện áp vào khuyến dùng	7-12V DC
Điện áp vào giới hạn	6-20V DC
Số chân Digital I/O	14 (6 chân hardware PWM)
Số chân Analog	6 (độ phân giải 10bit)
Dòng tối đa trên mỗi chân I/O	30 mA
Dòng ra tối đa (5V)	500 mA
Dòng ra tối đa (3.3V)	50 mA
Bộ nhớ flash	32 KB (ATmega328) với 0.5KB dùng bởi bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)

2.3.2. Thiết kế phần mềm



Hình 4. Lưu đồ giải thuật chương trình

Phần mềm của hệ thống thu thập

3. Kết quả và thử nghiệm

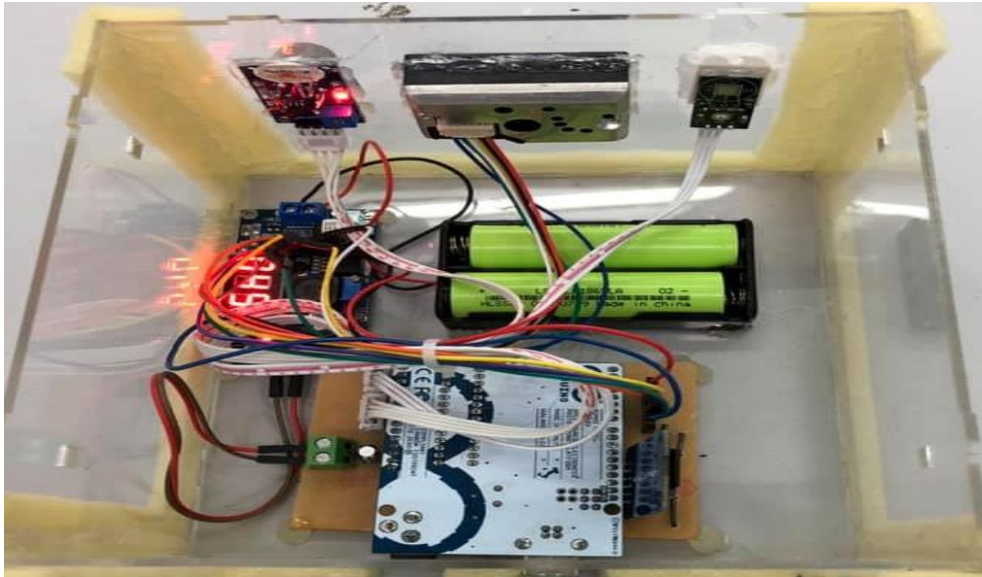
3.1 Kết quả thi công

Kết quả thi công hệ thống giám sát chất lượng không khí được mô tả như hình 5.



Hình 5. Hệ thống giám sát môi trường không khí ứng dụng drone và bay thử nghiệm

Hình 6 mô tả các thiết bị cảm biến, vi điều khiển Arduino và nguồn được đặt trên thiết bị bay.



Hình 6. Các thiết bị được gắn trên thiết bị bay

3.2. Kết quả thử nghiệm

Hệ thống được thử nghiệm tại trường Đại học Thủ Dầu Một ngày 05/05/2021 ngày 06/05/2021, kết quả được trình bày như bảng 3, 4.

Bảng 3. Kết quả thử nghiệm vào lúc 8 giờ sáng ngày 05/05/2021

Thời gian	Nhiệt độ	Độ ẩm	Chất lượng không khí	Mật độ bụi
08:00:00	31.50°C	69.80%	0.33ppm	0.10µm
08:00:10	31.50°C	69.70%	0.33ppm	0.10µm
08:00:20	31.50°C	69.60%	0.29ppm	0.10µm
08:00:30	31.60°C	69.60%	0.26ppm	0.10µm
08:00:40	31.60°C	69.60%	0.23ppm	0.10µm
08:00:50	31.60°C	69.60%	0.22ppm	0.10µm
08:01:00	31.60°C	69.60%	0.20ppm	0.10µm
08:01:10	31.70°C	69.70%	0.18ppm	0.10µm
08:01:20	31.60°C	69.70%	0.16ppm	0.10µm
08:01:30	31.70°C	69.70%	0.14ppm	0.10µm
08:01:40	31.70°C	69.80%	0.13ppm	0.10µm
08:01:50	31.80°C	69.80%	0.11ppm	0.10µm
08:02:00	31.80°C	69.60%	0.10ppm	0.10µm
08:02:10	31.70°C	69.60%	0.09ppm	0.10µm
08:02:20	31.80°C	69.80%	0.08ppm	0.10µm
08:02:30	31.90°C	69.80%	0.07ppm	0.10µm
08:02:40	31.90°C	69.50%	0.06ppm	0.11µm
08:02:50	31.80°C	69.00%	0.06ppm	0.10µm
08:03:00	31.90°C	68.90%	0.05ppm	0.10µm

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm vào lúc 16h00 giờ chiều ngày 06/05/2021

Thời gian	Nhiệt độ	Độ ẩm	Chất lượng không khí	Mật độ bụi
16:00:00	33.60°C	65.10%	4.76ppm	0.10µm
16:00:10	33.50°C	66.10%	102.18ppm	0.10µm

16:00:20	33.50°C	66.70%	28.47ppm	0.10µm
16:00:30	33.50°C	68.60%	4.97ppm	0.10µm
16:00:40	33.50°C	71.30%	2.44ppm	0.10µm
16:00:50	33.80°C	66.20%	1.91ppm	0.10µm
16:01:00	34.20°C	66.00%	1.60ppm	0.10µm
16:01:10	34.40°C	65.90%	1.35ppm	0.10µm
16:01:20	34.60°C	65.50%	1.26ppm	0.10µm
16:01:30	34.80°C	65.40%	1.03ppm	0.10µm
16:01:40	34.90°C	65.10%	1.13ppm	0.10µm
16:01:50	35.10°C	64.60%	1.00ppm	0.10µm
16:02:00	35.20°C	65.70%	0.86ppm	0.10µm
16:02:10	35.40°C	64.20%	1.08ppm	0.10µm
16:02:20	35.50°C	63.40%	0.93ppm	0.10µm
16:02:30	35.60°C	64.10%	0.93ppm	0.11µm
16:02:40	35.80°C	64.10%	0.80ppm	0.11µm
16:02:50	35.90°C	62.70%	0.76ppm	0.10µm
16:03:00	36.00°C	62.80%	0.61ppm	0.12µm

4. Kết luận

Hệ thống giám sát chất lượng không khí ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) đã được thực hiện hoạt động ổn định, có khả năng đo các thông số cơ bản về chất lượng không khí ở khu vực thành phố. Hệ thống hoạt động linh hoạt, có thể đo được các điểm có khoảng không và tốc độ gió thấp. Hệ thống được thử nghiệm tại trường Đại học Thủ Dầu Một cho kết quả hoạt động ổn định; số liệu đo được cho thấy không khí trên không tại trường đạt mức trong lành, tốt cho sức khỏe.

Trong tương lai, hệ thống cần được cải tiến với nhiều cảm biến hơn, cũng như có khả năng truy xuất dữ liệu thời gian thực.

Nghiên cứu này đóng góp trong việc kiểm soát chất lượng không khí, giúp đảm bảo môi trường sống cho các khu vực dân cư.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Beryozkina, S., & Al-Shakhs, N. (2020). Real-life Application of the Emission Monitoring System by Using a Drone. Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC / I and CPS Europe 2020. <https://doi.org/10.1109/IEEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160738>
- [2] Cui, L., Zhou, J., Peng, X., Ruan, S., & Zhang, Y. (2020). Analyses of air pollution control measures and co-benefits in the heavily air-polluted Jinan city of China, 2013–2017. Scientific Reports, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62475-0>
- [3] DroneLab. (n.d.) (2021). How to Build Arduino Quadcopter Drone: Step-by-Step DIY Project. From <https://www.mydronelab.com/blog/arduino-quadcopter.html>
- [4] Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B., & Balali-Mood, M. (2016). Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. In Journal of Research in Medical

- Sciences (Vol. 21, Issue 5). Isfahan University of Medical Sciences(IUMS). <https://doi.org/10.4103/1735-1995.189646>
- [5] Ghosh, A., Roy, H., & Dhar, S. (2018). Arduino quadcopter. Proceedings - 2018 4th IEEE International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks, ICRCICN 2018, 280–283. <https://doi.org/10.1109/ICRCICN.2018.8718695>
- [6] Hassan, M. N., Islam, M. R., Faisal, F., Semantha, F. H., Siddique, A. H., & Hasan, M. (2020). An IoT based environment monitoring system. Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems, ICISS 2020, 1119–1124. <https://doi.org/10.1109/ICISS49785.2020.9316050>
- [7] Jha, R. K. (2020). Air Quality Sensing and Reporting System Using IoT. Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2020, 790–793. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9182796>
- [8] Kampa, M., & Castanas, E. (2008a). Human health effects of air pollution. In Environmental Pollution (Vol. 151, Issue 2, pp. 362–367). Environ Pollut. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
- [9] Kampa, M., & Castanas, E. (2008b). Human health effects of air pollution. In Environmental Pollution (Vol. 151, Issue 2, pp. 362–367). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
- [10] Kumar Sai, K. B., Mukherjee, S., & Parveen Sultana, H. (2019). Low Cost IoT Based Air Quality Monitoring Setup Using Arduino and MQ Series Sensors with Dataset Analysis. Procedia Computer Science, 165, 322–327. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.043>
- [11] Kumar, K. S., Moorthy, S. A. S., & Noor Mahammad, S. K. (2013). Design of low cost programmable DC power supply unit. CARE 2013 - 2013 IEEE International Conference on Control, Automation, Robotics and Embedded Systems, Proceedings. <https://doi.org/10.1109/CARE.2013.6733735>
- [12] Mahanteshaiah, M. K., Holla, S. A., Nirahankar, K. S., Sivan, A., & Purushotham, G. (2020). Environmental pollution control using artificial intelligence drone. AIP Conference Proceedings, 2311(1), 030031. <https://doi.org/10.1063/5.0034004>
- [13] Mahzan, N. N., Omar, A. M., Mohammad Noor, S. Z., & Mohd Rodzi, M. Z. (2013). Design of data logger with multiple SD cards. CEAT 2013 - 2013 IEEE Conference on Clean Energy and Technology, 175–180. <https://doi.org/10.1109/CEAT.2013.6775621>
- [14] Marinov, M. B., Topalov, I., Gieva, E., & Nikolov, G. (2016). Air quality monitoring in urban environments. Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2016-September, 443–448. <https://doi.org/10.1109/ISSE.2016.7563237>
- [15] Nowak, M. M., Dziób, K., & Bogawski, P. (2019). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in environmental biology: A review. European Journal of Ecology, 4(2), 56–74. <https://doi.org/10.2478/eje-2018-0012>
- [16] U.S. Embassy & Consulate in Vietnam. (2017). Về quan trắc chất lượng không khí. U.S. Embassy & Consulate in Vietnam. https://vn.usembassy.gov/wp-content/uploads/sites/40/2017/03/AQI_FAQ_vi.pdf
- [17] Venugopalan, T., Sun, T., & Grattan, K. T. V. (2008). Long period grating-based humidity sensor for potential structural health monitoring. Sensors and Actuators, A: Physical, 148(1), 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2008.07.015>
- [18] Wang, M., Wang, S., Wang, X., Tian, Y., Wu, Y., Cao, Y., Song, J., Wu, T., & Hu, Y. (2020). The association between PM2.5 exposure and daily outpatient visits for allergic

- rhinitis: evidence from a seriously air-polluted environment. *International Journal of Biometeorology*, 64(1), 139–144. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01804-z>
- [19] WHO. (2018). Ô nhiễm không khí ở Việt Nam. WHO. <https://www.who.int/vietnam/vi/health-topics/air-pollution>
- [20] Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. In *Precision Agriculture* (Vol. 13, Issue 6, pp. 693–712). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>
- [21] Zheng, K., Zhao, S., Yang, Z., Xiong, X., & Xiang, W. (2016). Design and Implementation of LPWA-Based Air Quality Monitoring System. *IEEE Access*, 4, 3238–3245. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2582153>
- [22] Zulkifli, S. A., Shukor, M. H. F. M., Razman, F. N., Wahab, M. H. A., & Idrus, S. Z. S. (2020). Air Drone Pollution Monitoring System with Self Power Generation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(2), 22103. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/2/022103>