

## ỨNG DỤNG INTERNET OF THINGS VÀO XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ, GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ

**Nguyễn Thanh Tùng, Đỗ Thị Loan\***

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

### TÓM TẮT

Song song với quá trình công nghiệp hoá, đô thị hóa là vấn nạn ô nhiễm môi trường. Tác hại của sự thay đổi lớn trong thành phần của không khí, do khói, bụi, hơi hoặc các khí lạ, làm giảm tầm nhìn xa, biến đổi khí hậu, gây bệnh cho con người và cho sinh vật khác hoặc hủy hoại nhiều hệ sinh thái. Các thiết bị giám sát chất lượng không khí trong thực tế còn thủ công và hướng đến đối tượng công nghiệp. Bài báo đưa ra kết quả của quá trình nghiên cứu, triển khai ứng dụng Internet Of Things vào việc xây dựng một hệ thống quản lý, giám sát chất lượng không khí nhằm mục đích khắc phục các hạn chế thực tại của các công cụ, thu thập liên tục tự động theo thời gian thực các giá trị về: Nhiệt độ, độ ẩm, bụi mịn 2,5, mức bức xạ tia tử ngoại UV, nồng độ khí các thải, và chỉ số AQI (Air Quality Index). Thiết bị có kích thước nhỏ, phù hợp với nhiều đối tượng sử dụng, trên nền tảng Website hoặc ứng dụng điện thoại thông minh (Android hoặc IOS) người dùng có thể theo dõi các thông số, để từ đó có thể phân tích dữ liệu, dự đoán sự biến đổi, nhận được cảnh báo, hoặc đưa ra các biện pháp xử lý, khắc phục.

**Từ khóa:** *MQTT, CoAp, giao thức ứng dụng; Internet vạn vật; mạng cảm biến không dây; quan trắc môi trường; chất lượng không khí.*

*Ngày nhận bài: 05/5/2020; Ngày hoàn thiện: 26/5/2020; Ngày đăng: 31/5/2020*

## APPLICATION OF INTERNET OF THINGS INTO THE CONSTRUCTION OF AIR QUALITY MANAGEMENT AND SUPERVISION SYSTEM

**Nguyen Thanh Tung, Do Thi Loan\***

*TNU - University of Information and Communication Technology*

### ABSTRACT

In parallel with the industrialization, urbanization is a problem of environmental pollution. The effects of a major change in the composition of the air, due to smoke, dust, vapors or foreign gases, reduce visibility, climate change, cause illness to humans and to other organisms, or cause extensive damage ecosystem. The air quality monitoring devices are in fact manual and aimed at industrial users. The paper presents the results of the research, deployment and application of the Internet Of Things to building an air quality management and monitoring system in order to overcome the practical limitations of the tools, Real-time continuous automatic collection of values for: Temperature, humidity, fine dust 2.5, UV radiation level, emissions concentration, and AQI (Air Quality Index). The device is small in size, suitable for many users, on the website platform or smartphone application (Android or IOS) users can monitor parameters, so that data can be analyzed. document, anticipate change, receive alerts, or take corrective measures.

**Keywords:** *MQTT; CoAp; application protocols; Internet of Things; wireless sensor networks; environmental monitoring; air quality.*

*Received: 05/5/2020; Revised: 26/5/2020; Published: 31/5/2020*

\* Corresponding author. Email: dtloan@ictu.edu.vn

## 1. Giới thiệu

Ô nhiễm không khí hiện đang là mối quan tâm chung của xã hội toàn cầu. Bởi nó được xem là tác nhân hàng đầu gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Nguyên nhân gây ô nhiễm đến từ nhiều nguồn khác nhau như khí thải giao thông, nhà máy công nghiệp, từ quá trình sản xuất nông nghiệp và một số nguyên nhân tự nhiên như cháy rừng, bụi sa mạc, núi lửa; do đó, việc xử lý khắc phục môi trường sống là trách nhiệm của mỗi người.

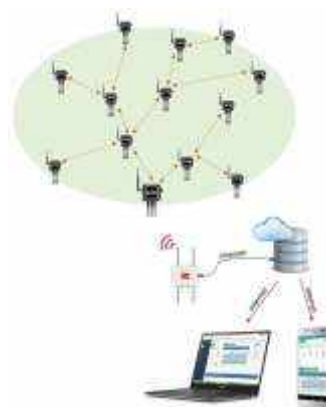
Các hệ thống quan trắc không khí triển khai trên thị trường hiện nay đa số được nhập về từ nước ngoài, do đó giá thành lớn, công suất cao, kích thước cồng kềnh phải đặt cố định, chủ yếu dành cho các khu công nghiệp, đô thị lớn, các trạm khí tượng thủy văn, mà chưa phổ biến như các thiết bị dân dụng [1]-[4]. Từ đó dẫn đến một số vấn đề như trên diện rộng thì các trạm quan trắc chưa có sự kết nối, trao đổi thông tin với nhau, dữ liệu có thể được gửi về thủ công khi đo đạc, không liên tục nên các số liệu được thống kê theo giá trị trung bình tại điểm đo trong một đơn vị thời gian, chưa đảm bảo độ tin cậy cao.

Internet Of Things (IoT) - mạng lưới vạn vật kết nối Internet hoặc Internet kết nối vạn vật là một kịch bản của thế giới, khi mà mỗi đồ vật, con người được cung cấp một định danh riêng của nó và tất cả có khả năng truyền tải, trao đổi thông tin, dữ liệu qua một mạng duy nhất mà không cần đến sự tương tác trực tiếp giữa người với người, hay người với máy tính. Khi tự động hóa có kết nối internet được triển khai đại trà ra nhiều lĩnh vực, IoT sẽ tạo ra lượng dữ liệu lớn từ đa dạng nguồn, kéo theo sự cần thiết cho việc kết tập dữ liệu nhanh, gia tăng nhu cầu đánh chỉ mục, lưu trữ, và xử lý các dữ liệu này hiệu quả hơn [5]. Trong cuộc cách mạng 4.0, việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như IoT vào việc đo lường tự động các thông số môi trường là hết sức cần thiết.

Xuất phát từ nhu cầu cấp thiết mà xã hội hiện đại đặt ra, nhóm tác giả đề xuất xây dựng một hệ thống quản lý, giám sát chất lượng không khí tự động, liên tục theo thời gian thực. Kết quả nghiên cứu có thể đem lại hiệu quả thực tế cho con người: Người dân được hưởng thụ cuộc sống văn minh, biết cách bảo vệ thiên nhiên, chủ động chăm sóc sức khỏe bản thân và phòng ngừa ô nhiễm không khí từ sự hỗ trợ của công nghệ. Chính quyền có biện pháp xử lý các vấn đề khủng hoảng môi trường được nhanh chóng, duy trì tự nhiên xanh sạch đẹp, sử dụng hiệu quả hạ tầng, qua đó giúp giảm chi phí, thu được nhiều thuế từ các doanh nghiệp, người dân đóng góp.

## 2. Thiết kế hệ thống quản lý, giám sát

### 2.1. Mục tiêu thiết kế



**Hình 1.** Sơ đồ khối hệ thống quản lý, giám sát chất lượng không khí

Hệ thống gồm các node cảm biến thu thập các dữ liệu về: Nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn 2,5, mức bức xạ tia tử ngoại UV, cường độ khí thải và chỉ số chất lượng không khí AQI (Air Quality Index).

Các node cảm biến truyền thông với nhau theo chuẩn Zigbee 802.15.4 hoặc mạng Lora. Dữ liệu từ node chủ được gửi lên Server qua Internet qua một trong các giao thức MQTT, HTTP hoặc CoAP như sơ đồ hình 1.

Quản trị viên có thể dựa vào giao diện trên Website hoặc ứng dụng trên điện thoại để giám sát các thông số, thống kê dữ liệu, từ đó đưa ra các phân tích, đánh giá, hay xử lý, cảnh báo phù hợp. Ví dụ như: giám sát mức ô

nhằm trong không khí, cường độ tia tử ngoại UV lớn để kịp thời cung cấp thông tin cảnh báo cho người dùng, nhất là những người dễ nhiễm bệnh về đường hô hấp, dị ứng ngoài da kịp thời đối phó. Nhiệt độ cao, độ ẩm thấp, lượng bụi lớn thì bật hệ thống phun sương, đài phun nước.

## 2.2. Thiết kế phần cứng mạch điện tử

Trong phạm vi nghiên cứu và thực nghiệm sản phẩm, nhóm tác giả sẽ giới hạn thiết bị trong một node cảm biến. Node cảm biến này vừa có nhiệm vụ thu thập giá trị cần quan trắc, vừa gửi dữ liệu hiển thị LCD và lên Server qua giao thức CoAP. Trên giao diện của Web hoặc ứng dụng của điện thoại, người dùng có thể quan sát được các thông số hoặc nhận được các cảnh báo. Hoạt động của hệ thống mô tả theo hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống triển khai

CoAP (Constrained Applications Protocol) là một giao thức truyền tải tài liệu theo mô hình client/server trên internet được thiết kế cho các thiết bị ràng buộc. Giao thức này hỗ trợ một giao thức one-to-one để chuyển đổi thông tin giữa client và server.

CoAP sử dụng UDP (User Datagram Protocol), không hỗ trợ TCP, hỗ trợ địa chỉ broadcast và multicast, truyền thông CoAP thông qua các datagram phi kết nối (connectionless) có thể được sử dụng trên các giao thức truyền thông dựa trên các gói [6].

Các linh kiện điện tử chính được sử dụng trong bảng mạch điện tử gồm: Cảm biến bụi, cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến tia tử

ngoại, cảm biến chất lượng không khí, bộ xử lý trung tâm MCU, module Wifi, relay chấp hành, màn hình LCD.

Cảm biến bụi 2,5 PM như hình 3 sản xuất bởi SHARP [7], dùng để nhận biết nồng độ bụi trong không khí, nguyên lý hoạt động dựa trên LED phát hồng ngoại tích hợp, khi phát hiện bụi trong vùng làm việc vào khiến tia hồng ngoại bị khúc xạ và giảm đi cường độ dẫn đến điện áp đầu ra thay đổi.



Hình 3. Cảm biến bụi 2,5PM Sharp

Các thông số kỹ thuật quan trọng của Cảm biến bụi 2,5 PM Sharp: Nguồn: 5 VDC; Dòng tiêu thụ: 10 mA; Ngõ ra: analog với tỉ lệ 0,5 V ~ 0,1 mg/m<sup>3</sup>; Nhiệt độ hoạt động: - 40°C ÷ 85°C; Khối lượng: 60 g; Kích thước: 3 cm x 4,4 cm.

Hình 4 là cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11 [8], sử dụng truyền thông dữ liệu 1-wire, có đặc tính: Điện áp hoạt động: 3V ÷ 5V; Dải nhiệt độ đo: 0°C ÷ 50°C với sai số là ± 2°C; Dải độ ẩm đo: 20% ÷ 90% với độ chính xác là ± 5%; Kích thước: 15,5 mm x 12 mm x 5,5 mm; Tần số lấy mẫu: 1 Hz.



Hình 4. Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11

DHT11 gửi và nhận dữ liệu với một dây tín hiệu DATA, với chuẩn dữ liệu truyền 1 dây này, phải đảm bảo sao cho ở chế độ chờ (idle) DATA ở mức cao, nên dây DATA phải được mắc với một trở kéo bên ngoài (thường là 4,7

k $\Omega$ ). Dữ liệu truyền về của DHT11 gồm 40 bit dữ liệu theo thứ tự: 8 bit biểu thị phần nguyên của độ ẩm + 8 bit biểu thị phần thập phân của độ ẩm + 8 bit biểu thị phần nguyên của nhiệt độ + 8 bit biểu thị phần thập phân của nhiệt độ + 8 bit check sum.

Cảm biến ML8511 của hãng Lapis trong hình 6 tích hợp dễ dàng công nghệ SOI-CMOS dùng để phát hiện và nghiên cứu chỉ số tia tử ngoại trong môi trường [9]. Cảm biến tia UV ML8511 nhận diện ánh sáng 280 - 390 nm hiệu quả nhất, là vùng cực tím của UVB (tia đốt) phổ và hầu hết các UVA (tanning tia) quang phổ. Cảm biến cho đầu ra giá trị điện áp analog được quan hệ tuyến tính với cường độ đo UV (mW/cm<sup>2</sup>).



**Hình 5.** Cảm biến tia UV ML8511

Cảm biến ML8511 có Điện áp cung cấp: 3,3 ÷ 5VDC; Tích hợp bộ khuếch đại nội; Dòng tiêu thụ thấp 300 microA, dòng nghỉ 0,1 microA.

MQ135 sử dụng để kiểm tra chất lượng không khí trong môi trường [10]. Cảm biến có độ nhạy cao khả năng phản hồi nhanh, độ nhạy có thể điều chỉnh được bằng biến trở, có thể phát hiện các khí NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, Ancol, Benzen, khói, CO, CO<sub>2</sub>.



**Hình 6.** Cảm biến MQ135

Cảm biến MQ135 như hình 6 có điện áp nguồn: ≤ 24VDC; Điện áp của heater: 5V ± 0,1 AC/DC; Điện trở tải: 2k $\Omega$  ÷ 47k $\Omega$ ; Điện trở của heater: 33  $\Omega$  ± 5%; Công suất tiêu thụ: ít hơn 800 mW; Kích thước: 32 mm x 20 mm.

Hệ thống sử dụng bộ xử lý trung tâm là Board Arduino Uno R3 như hình 7, được thiết kế trên nền tảng vi xử lý AVR Atmel 8 bit, hoặc ARM Atmel 32-bit mã nguồn mở [11]. Arduino gồm có phần cứng mạch điện tử có thể lập trình được và công cụ phát triển tích hợp IDE (Integrated Development Environment) dùng để soạn thảo, biên dịch code và nạp chương cho board.



**Hình 7.** Board xử lý Arduino Uno R3

Node MCU phiên bản như hình 8 là Module truyền thông wifi, được phát triển dựa trên Chip ESP8266EX bên trong Module ESP-12E, tích hợp IC CP2102, giúp giao tiếp với máy tính thông qua Micro USB [12]. Nhờ tài nguyên mã nguồn mở phong phú, module này hỗ trợ phát triển theo nhiều cách khác nhau như lệnh Lua/ AT/ mã nguồn MicroPython/ Arduino/ IoT.



**Hình 8.** Node MCU Wifi ESP8266

Node MCU ESP8266 tích hợp các tính năng: Điện áp hoạt động: 3,3 V ÷ 5 V; Số chân I/O: 11; Số chân Analog Input: 1 (điện áp vào tối đa 3,3 V); Bộ nhớ Flash: 4 MB; Hỗ trợ bảo mật: WPA/WPA2; sử dụng giao thức TCP/IP; WiFi: 2,4 GHz hỗ trợ chuẩn 802.11 b/g/n; Kích thước: 48,26 mm x 25,4 mm.

Relay là một công tắc điện tử có 2 loại chính là thường đóng và thường mở. Khi có tín hiệu điện chạy qua cuộn dây bên trong relay khiến

cho công tắc đầu ra chuyển trạng thái từ đóng sang mở hoặc ngược lại.



**Hình 9.** Module Relay 4 kênh

Mạch chấp hành sử dụng Relay 4 Kênh 5V như hình 9 hoạt động tại điện áp 5VDC, chịu được nguồn 250VAC 10A. Relay sử dụng transistor và IC cách ly quang giúp bảo vệ mạch điều khiển với thiết bị động lực.

LCD 12864 dùng chip KS0108 ở hình 10 là loại màn hình tinh thể lỏng nhỏ dùng để hiển thị chữ, số hoặc hình ảnh, có 128 cột và 64 hàng tương ứng có  $128 \times 64 = 8192$  chấm (dot). Mỗi chấm ứng với 1 bit dữ liệu, và cần 8192 bits hay 1024 bytes RAM để chứa dữ liệu toàn màn hình [13].

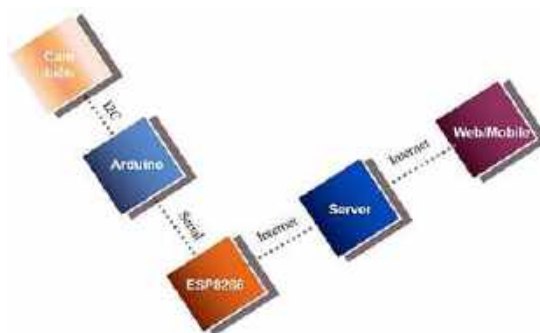


**Hình 10.** Màn hình LCD 12864

Chip KS0108 chỉ có 512 bytes RAM ( $4096 \text{ bits} = 64 \times 64$ ) vì vậy chỉ điều khiển hiển thị được 64 dòng x 64 cột. Để điều khiển toàn màn LCD cần 2 chip KS0108, và sẽ tương tự 2 LCD  $64 \times 64$  ghép lại. LCD 12864 thường có 20 chân trong đó có 2 chân Anode và Cathode của LED nền, 4 chân cung cấp nguồn và 14 chân điều khiển và dữ liệu. Điện áp hoạt động: 5VDC; Chuẩn giao tiếp: Nối tiếp, song song 4 bit, song song 8 bit; Kích thước:  $93 \times 70 \times 13,5 \text{ mm}$ .

Các cảm biến giao tiếp với Bộ xử lý trung tâm qua I2C. Truyền thông giữa trung tâm

điều khiển với module wifi sử dụng chuẩn nối tiếp UART (hay Serial). Node cảm biến với server, giữa server với các thiết bị di động, web sử dụng kết nối Internet thông qua các gói dữ liệu được đóng gói theo chuẩn JSON. Toàn bộ các kết nối trong hệ thống được mô tả như hình 11. Kết quả thi công phần cứng mạch điện tử được thể hiện trong hình 12 và hình 13.



**Hình 11.** Truyền thông giữa các bộ phận chính trong hệ thống



**Hình 12.** Thiết bị phần cứng mạch điện tử



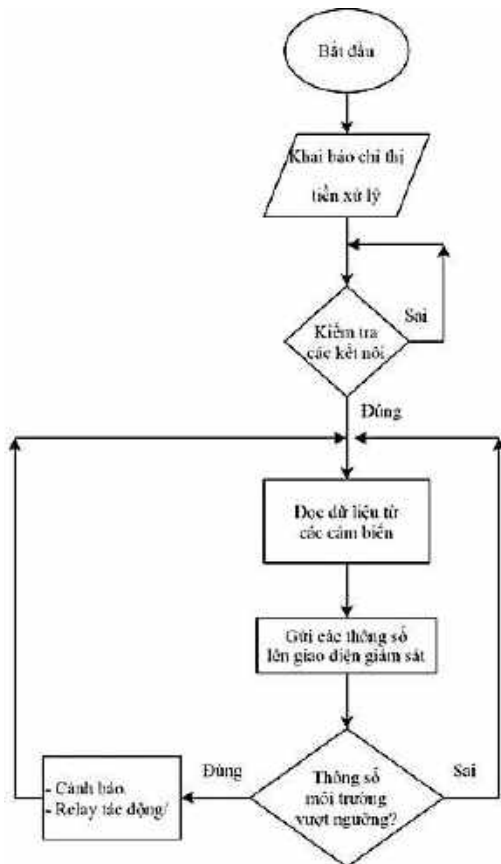
**Hình 13.** Sản phẩm sau khi đóng hộp

### 2.3. Thiết kế phần mềm

Toàn bộ chương trình điều khiển cho MCU được lập vô hạn theo thuật toán mô tả như hình 14, thông qua các bước:

- Bước 1: Bắt đầu chương trình điều khiển cần khai báo chỉ thị tiền xử lý gồm:

- + Khai báo các thư viện của các ngoại vi sử dụng.
- + Định nghĩa các biến, cài đặt các kết nối, truyền thông.
- + Cài đặt ngưỡng cảnh báo cho các giá trị thu được từ cảm biến.
- Bước 2: Kiểm tra các kết nối:
  - + Nếu sai: Quay trở lại chương trình, thử lại quá trình truyền thông dữ liệu.
  - + Nếu đúng: Chuyển sang Bước 3.
- Bước 3: Liên tục đọc các dữ liệu từ cảm biến và xử lý. Tính toán giá trị tương tự quy đổi ra các thang đo.
- Bước 4: Gửi các thông số lên giao diện giám sát:
  - + Hiện thị giá trị từ cảm biến lên LCD.
  - + Gửi dữ liệu lên Server.
- Bước 5: Nếu các giá trị môi trường thu được từ cảm biến vượt quá ngưỡng mà:
  - + Sai: Quay trở lại Bước 3.
  - + Đúng: Gửi cảnh báo lên Server, điều khiển Relay tác động, sau đó quay lại Bước 3.



Hình 14. Lưu đồ thuật toán cho MCU

### 3. Kết quả thực nghiệm

Sau khi những thuật toán điều khiển cho MCU và kết nối phần cứng, tiến hành chạy thử sản phẩm và thu được các dữ liệu như các hình 15, hình 16, hình 17 và hình 18.



Hình 15. Toàn bộ sản phẩm của hệ thống



Hình 16. Biểu đồ thời gian thực trên Web



Hình 17. Các chỉ số giám sát trên Web



Hình 18. Giao diện giám sát trên App Mobile

Trong phạm vi triển khai thử nghiệm sản phẩm của hệ thống còn một số hạn chế:

- Về số lượng các node cảm biến còn ít do đó chỉ có thể đo đạc trên vùng phát hiện của cảm biến.

- Còn nhiều vướng mắc về sai số trong quá trình thu thập dữ liệu đo đạc như: dung sai của các cảm biến, nhiễu do môi trường bên ngoài và các thành phần bên trong mạch điện tử.

- Truyền thông Internet sử dụng Wifi nên sẽ gặp một số vấn đề như chất lượng đường truyền, bảo mật kênh dẫn.

#### 4. Kết luận

Bằng cách truyền thông qua Internet sử dụng giao thức lớp ứng dụng CoAP của IoT, các dữ liệu về môi trường gồm: Nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ bụi mịn 2,5, mức bức xạ tia tử ngoại UV, cường độ khí thải và chỉ số AQI (Air Quality Index) được gửi liên tục tự động theo thời gian thực lên Server. Trên giao diện nền Web hoặc ứng dụng điện thoại, quản trị viên có thể theo dõi giá trị hiện tại hay sự biến đổi của các thông số, nhận được các cảnh báo khi quá ngưỡng cho phép. Các giới hạn an toàn của không khí có thể được cài đặt để đưa ra các thông báo cụ thể hoặc điều khiển tự động cơ cấu chấp hành phù hợp như bật máy bơm nước, bật quạt, mái che. Lịch sử của toàn bộ quá trình hoạt động của hệ thống có thể được xuất ra tệp excel, thuận tiện cho việc phân tích, tổng hợp hoặc dự đoán.

Để khắc phục các giới hạn còn tồn tại và ứng dụng vào thực tế thì cần bổ sung nhiều node cảm biến ở nhiều vị trí, kết nối với nhau theo mô hình mạng cảm biến không dây với chuẩn Zigbee dành cho không gian nhỏ trong nhà, hoặc trên diện rộng, ngoài trời thì các node giao tiếp với nhau theo chuẩn Lora. Các node sau khi khử nhiễu đầu vào ở các cảm biến, cần tính toán, đo đạc, hiệu chỉnh để tăng độ chính xác cho dữ liệu. Tùy thuộc vào khu vực triển khai mà lựa chọn phương thức truyền thông (qua mạng có dây, module sim kết nối 3G, 4G) và giao thức truyền thông phù hợp.

Trong thời gian tới nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu, cải tiến các giải pháp, thử nghiệm và triển khai thực tế để tiến tới chuyển giao công nghệ và thương mại hóa sản phẩm.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. A. A. Hapsari, A. I. Hajamydeen, and M. I. I. Abdullah, "A review on indoor air quality monitoring using iot at campus environment," *International Journal of Engineering Technology*, vol. 7, no. 4.22, pp. 55-60, 2018.
- [2]. W. H. Organization, *Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide*, No. 1, World Health Organization, 2006.
- [3]. J. O. Anderson, J. G. Thundiyil, and A. Stolbach, "Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health," *Journal of Medical Toxicology*, vol. 8, no. 2, pp. 89-90, 2012.
- [4]. R. Ruckerl et al., "Health effects of particulate air pollution: a review of epidemiological evidence," *Inhalation toxicology*, vol. 23, no. 10, pp. 555-592, 2011.
- [5]. L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. Netw.*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, Oct. 2010.
- [6]. C. Bormann, A. P. Castellani, and Z. Shelby, "CoAP: An application protocol for billions of tiny Internet nodes," *IEEE Internet Comput.*, vol. 16, no. 2, pp. 62-67, Mar./Apr. 2012.
- [7]. SHARP Corporation, *Sheet No. E4-A01501EN GP2Y1010AU0F Compact Optical Dust Sensor*, 2006.
- [8]. D-Robotics UK, *DHT11 Humidity & Temperature Sensor*, DHT11 sensor datasheet, 2010.
- [9]. Lapis, *UV Sensor with Voltage Output*, ML8511 sensor datasheet, 2013.
- [10]. Henan HanWei Electronics, *Technical data*, MQ135 gas sensor datasheet, 2015.
- [11]. Adafruit Industries, *Technical Details*, Arduino Uno Board datasheet, 2013.
- [12]. Espressif Systems, *Functional Description*, ESP8266EX datasheet, 2019.
- [13]. SamSung, *LCD driver IC*, KS0108B LCD datasheet, 1997.