

Ứng dụng công nghệ IoT tích hợp vào nón bảo hộ phục vụ công tác quản lý an toàn lao động tại công trường

Đỗ Tiến Sỹ^{1*}, Nguyễn Hữu Đại¹, Lê Gia Huy¹, Nguyễn Hữu Thành¹

¹ Bộ môn Thi công và Quản lý Xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách khoa (HCMUT) - 268 Lý Thường Kiệt, Phường 14, Quận 10, TP.HCM - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Phường Linh Trung, TP. Thủ Đức, TP. HCM

TỪ KHÓA

Nón bảo hiểm
An toàn lao động
Internet vạn vật - IoT
Công nghệ cảm biến

TÓM TẮT

Công trường xây dựng là một môi trường làm việc khắc nghiệt với nhiều rủi ro tai nạn tiềm tàng. Vì vậy để đảm bảo an toàn lao động, người công nhân và kỹ sư bắt buộc phải mang các thiết bị bảo hộ lao động, đặc biệt là nón bảo hộ lao động khi vào công trường. Tuy nhiên các tai nạn thương tâm vẫn xảy ra. Một trong những nguyên nhân chính là vì nón bảo hộ an toàn mà công nhân mang chưa thật sự chủ động hỗ trợ công nhân trong việc phòng chống các tai nạn lao động. Nghiên cứu này đưa ra giải pháp nón bảo hộ lao động được tích hợp các cảm biến và công nghệ Internet Vạn Vật (Internet of Things – IoT) để giúp mũ bảo hộ thông minh hơn, có khả năng phát hiện và cảnh báo cho người đội những sự cố có thể xảy ra trên công trường trước khi sự cố thật sự xảy ra. Nghiên cứu này sẽ đề xuất một quy trình mới cho việc áp dụng các công nghệ cảm biến và IoT tích hợp vào nón bảo hộ trong công tác quản lý an toàn lao động trên công trường xây dựng.

KEY WORDS

Labour Helmets
Safety management
Internet of Things – IoT
Sensor technologies

ABSTRACT

Construction sites are a harsh work environment with many potential accident risks. Therefore, in order to ensure labour safety, workers and engineers are required to wear labour protective equipment, especially labour helmets, as entering the construction sites. However, tragic accidents still occur, mainly because safety helmets have not actively supported workers in preventing accidents. This study offers a solution for helmets that integrates sensors and IoT technology to support the helmets more intelligent and capable of detecting and alerting the wearer of incidents on the construction sites before the incident occurs. This paper provides a new process for applying sensor technologies and the internet of things integrating with helmets to the safety management on the construction sites.

1. Giới thiệu

Hiện nay, ở hầu hết các công trường xây dựng cần có những quy định về an toàn và sức khỏe cho người lao động để giảm thiểu những nguy hiểm và rủi ro trong môi trường làm việc. Điển hình như ở Việt Nam, vấn đề an toàn lao động đã được quan tâm nhiều trong những năm gần đây. Trước đây, hầu hết công nhân làm việc trên công trường ít khi quan tâm đến bảo vệ của mình. Ví dụ, họ không đội mũ bảo hiểm, mặc áo phản quang, đi ủng bảo hộ cũng như phớt lờ các quy định về an toàn. Theo thống kê của Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội Việt Nam, từ năm 2016 đến năm 2020, cả nước có 4.774 người chết và gần 10.000 người bị thương do tai nạn lao động [1]. Vì vậy, nhiều phương pháp an toàn lao động đã được đưa ra nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống của người lao động trong môi trường làm việc bằng cách ứng dụng công nghệ 4.0 hiện đại vào công trường. Đã có nhiều nghiên cứu đưa ra các giải pháp nâng mức độ an toàn lên mức bảo vệ cao nhất. Đáng chú ý, đã có sự tích hợp IoT vào mũ bảo hiểm bằng cách sử dụng vi điều khiển WIFI ESP8266, mô-đun truyền RF chuẩn LoRa để giao tiếp

và truyền thông tin vị trí. Trong hệ thống này, vị trí, thông số được đo từ các cảm biến nhiệt độ độ ẩm, với khoảng cách hơn 2 km. Ban quản lý công trường sẽ ghi lại những thông tin trên để đưa ra giải pháp và hướng xử lý trong quá trình làm việc.

Nội dung của bài nghiên cứu sẽ bao gồm bốn phần sau: Phần 1 giới thiệu tổng quan chung; Phần 2 giới thiệu tổng quan nghiên cứu về hệ thống nhúng; Phần 3 mô tả thiết kế của hệ thống, sơ đồ phần cứng và sơ đồ thuật toán; Phần 4 phân tích hướng phát triển của hệ thống, khả năng ứng dụng và kết luận.

2. Tổng quan nghiên cứu

Hệ thống nhúng là một hệ thống tự quản (self-governing) được nhúng trong một môi trường hoặc hệ thống, hoạt động ổn định và tính tự động hóa cao. Các hệ thống nhúng tích hợp cả phần mềm và phần cứng. Ứng dụng của các hệ thống nhúng trong các lĩnh vực công nghiệp, tự động hóa, điều khiển, giám sát, thông tin liên lạc đã được thiết kế và ứng dụng từ rất lâu từ năm 1961. Hầu hết chúng phục vụ cho mục

*Liên hệ tác giả: sy.dotien@hcmut.edu.vn

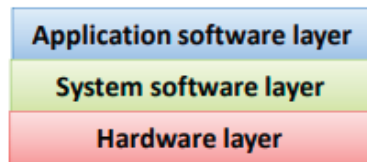
Nhận ngày 07/05/2022, sửa xong ngày 22/06/2022, chấp nhận đăng 10/01/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2023.445>

đích quân sự. Gần đây, hệ thống nhúng dần được ứng dụng vào ngành xây dựng, đặc biệt là trong lĩnh vực an toàn lao động. Để đảm bảo an toàn cho người lao động ở mức cao nhất, đã có rất nhiều nghiên cứu đưa ra về thiết kế đồng phục bảo hộ. Bài viết “Đánh giá về thiết bị và hàng may mặc IoT để tạo ra hàng dệt điện tử được kết nối thông minh” đã đề cập đến nhiều lợi ích từ các ứng dụng IoT từ các hệ thống được nhúng trong trang phục bảo vệ. Tuy nhiên, việc ứng dụng nhiều công nghệ phát triển hiện nay như IoT cũng gây ra những vấn đề an ninh mạng và các vấn đề liên quan đến thiết bị (sự thoải mái cho người đeo và chi phí).

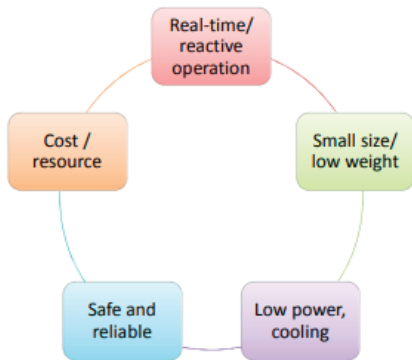
Mô hình của một hệ thống nhúng bao gồm ba lớp theo thứ tự sau (Hình 1):

- Phần mềm ứng dụng: chương trình ứng dụng, GUI và chương trình điều khiển.
- Phần mềm hệ thống: hệ điều hành, trình điều khiển hệ thống và thư viện hệ thống.
- Phần cứng: bộ xử lý, bộ nhớ, thiết bị ngoại vi, thiết bị đầu vào / đầu ra và PCB.



Hình 1. Các lớp (layer) của mô hình hệ thống nhúng.

Các hệ thống nhúng thông thường phải tuân thủ các yêu cầu cơ bản và tiêu chuẩn đánh giá chất lượng (Hình 2).



Hình 2. Năm yêu cầu cơ bản đối với một hệ thống nhúng.

Các tiêu chuẩn để đánh giá chất lượng của một hệ thống nhúng bao gồm tám khía cạnh cơ bản của chất lượng:

1. Hiệu suất: các đặc tính hoạt động chính của một sản phẩm.
2. Tính năng: những đặc điểm bổ sung cho các chức năng cơ bản của sản phẩm.
3. Độ tin cậy: xác suất sản phẩm bị trục trặc.
4. Độ bền: thước đo thời lượng sử dụng của một sản phẩm trước khi bị hỏng.
5. Khả năng phục vụ: dễ dàng và thời gian sửa chữa sau sự cố.

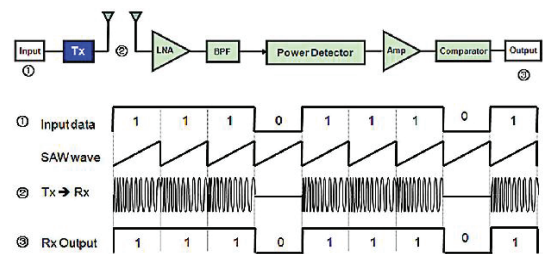
6. Sự phù hợp: sự hài lòng để đáp ứng các tiêu chuẩn.
7. Tính thẩm mỹ: hình thức bên ngoài của sản phẩm.
8. Chất lượng cảm nhận: chiều hướng gắn liền với danh tiếng.

3. Thiết kế hệ thống

3.1. Tiêu chuẩn và kiến trúc của LoRa

Local Area Network Short Range Communication	Low Power Wide Area (LPWAN) Internet of Things	Cellular Network Traditional M2M
40%	45%	15%
Well established standards In building	Low power consumption Low cost Positioning	Existing coverage High data rate
Battery Live Provisioning Network cost & dependencies	High data rate Emerging standards	Autonomy Total cost of ownership
Bluetooth 4.0	LoRa	3G / H+ / 4G

Hình 3. So sánh giữa LoRaWAN với LAN và mạng di động.



Hình 4. Kỹ thuật điều chế Chirp Spread Spectrum trong LoRa.

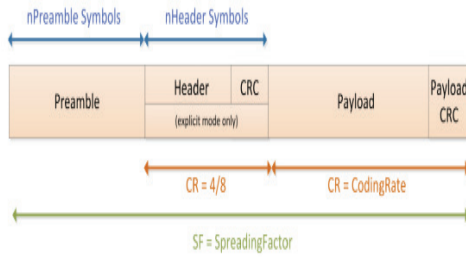
LoRa là viết tắt của từ xa, là công nghệ điều chế RF cho mạng điện rộng công suất thấp (LPWAN) có khả năng truyền dữ liệu lên đến 5 km ở khu vực thành thị và 10-15 km ở khu vực nông thôn. Sự so sánh giữa LPWAN và các mạng khác được thể hiện trong Hình 3. Công nghệ Lora được đặc trưng bởi các yêu cầu về điện năng thiếu hụt, cho phép tạo ra các thiết bị hoạt động bằng pin có tuổi thọ lên đến 10 năm.

LoRa sử dụng một kỹ thuật điều chế gọi là Chirp Spread Spectrum, như trong Hình 4. Nguyên tắc này có thể hiểu nôm na rằng dữ liệu lúc đầu sẽ được băm với các xung tần số cao để tạo ra tín hiệu có dải tần cao hơn tần số của dữ liệu gốc, được gọi là sóng mẹ. Sau đó, tín hiệu cao tần này tiếp tục được mã hóa theo các chuỗi tín hiệu Chirp, là các tín hiệu hình sin với tần số thay đổi theo thời gian. Có hai loại tín hiệu Chirp, up-Chirp với tần số tăng dần theo thời gian và down-Chirp với tần số giảm dần theo thời gian. Nguyên tắc mã hóa là bit 1 sẽ sử dụng up-Chirp và bit 0 sẽ sử dụng down-Chirp) trước khi được truyền đến anten để truyền. Băng tần làm việc LoRa từ 430 MHz đến 915 MHz cho các khu vực khác nhau trên thế giới:

- 430 MHz cho Châu Á.
- 780 MHz cho Trung Quốc.
- 433 MHz hoặc 866MHz cho Châu Âu.
- 915 MHz đối với Hoa Kỳ.

Nhờ tín hiệu Chirp, các tín hiệu LoRa với các tốc độ Chirp khác nhau có thể hoạt động trong cùng một khu vực mà không gây nhiễu lẫn

nhanh. Điều này cho phép nhiều thiết bị LoRa trao đổi dữ liệu trên nhiều kênh đồng thời với một kênh cho mỗi tốc độ Chirp. Gói vô tuyến của LoRa được hiển thị trong Hình 5.



Hình 5. Gói vô tuyến của LoRa trong quá trình truyền-nhận dữ liệu.

Tín hiệu CHIRP tăng hoặc giảm tần số trong một khoảng thời gian được phân định bằng tín hiệu BW. Cấu trúc PHY vô tuyến của LoRa ED bao gồm một nhóm các tiếng kêu lên và xuống đặc trưng cho các trường khác nhau của tín hiệu được truyền (Hình 5). Phần mở đầu bao gồm một chuỗi các tiếng kêu vang không được điều chế với số ký hiệu có thể lập trình được từ 6 đến 65,535. Trường này được sử dụng để phát hiện gói LoRa. Trường đồng bộ có hai mục đích, đồng bộ hóa ký hiệu khung (FSS) và đồng bộ hóa tần số (FS). FSS sử dụng hai ký hiệu up-Chirp để xác định các mạng LoRa. Khi từ đồng bộ được giải mã không khớp với các giá trị cấu hình, thiết bị LoRa sẽ ngừng lắng nghe quá trình truyền và từ chối kết nối. FS sử dụng hai ký hiệu giảm âm để đồng bộ hóa tần số, tiếp theo ký hiệu giảm âm là 0,25 để biểu thị khoảng lặng đồng bộ hóa thiết bị thu trong thời gian. Về Header, có hai chế độ cấu hình là rõ ràng và ngấm định. Trong chế độ rõ ràng, trường Header cung cấp thông tin về ba tham số: độ dài tải trọng-CR và sự hiện diện của kiểm tra dự phòng theo chu kỳ (CRC) tùy chọn cho tải trọng. Header có tổng kích thước là 20-bit, luôn được truyền với CR là 4/8. Trong chế độ ngấm định, Header bị vô hiệu hóa; chế độ này được sử dụng cho các trường hợp đã biết các thông số cấu hình. Trường trọng tải có thể chứa từ 1 Byte đến 255 Byte và một CRC tùy chọn ở cuối trọng tải. Dựa trên thông tin được đề cập ở trên, các tổ hợp khác nhau của cấu trúc PHY vô tuyến có thể được cấu hình bởi LoRa ED khi truyền thông tin qua sóng trong thảm thực vật. Để có được mô hình lan truyền trong điều kiện khác nghiệt, cấu hình của cấu trúc PHY vô tuyến phải cung cấp thời gian phát sóng thấp và do đó tốc độ truyền dữ liệu cao cho phép thu thập nhiều mẫu hơn tại mỗi điểm đo [3].

3.2. Vi điều khiển ESP8266 NodeMCU

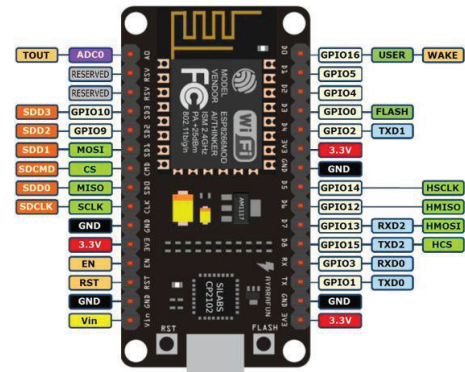
Sơ đồ, tính năng và thông số kỹ thuật của Nodemcu ESP8266–trong hướng dẫn bắt đầu cơ bản này, bạn sẽ tìm hiểu những điều rất cơ bản về Mô-đun Wifi NodeMCU ESP8266 [4].

NodeMCU là một phần mềm cơ sở nguồn mở có sẵn các thiết kế bảng tạo mẫu mã nguồn mở. Tên “NodeMCU” kết hợp giữa “nút” và “MCU” (bộ điều khiển vi mô). Thuật ngữ “NodeMCU” nói một cách chính xác là đề cập đến phần sụn chứ không phải là bộ công cụ phát triển liên quan. Cả phần sụn và thiết kế bảng tạo mẫu đều là mã nguồn mở.

Nodemcu ESP8266 và Nodemcu ESP32 đang trở nên rất phổ biến và gần như được sử dụng trong hơn 50 % các dự án dựa trên IoT ngày nay.

Phần sụn sử dụng ngôn ngữ kịch bản Lua. Phần sụn dựa trên dự án eLua và được xây dựng trên Espressif Non-OS SDK cho ESP8266. Nó sử dụng nhiều dự án mã nguồn mở, chẳng hạn như lua-cjson và SPIFFS. Do hạn chế về tài nguyên, người dùng cần chọn các mô-đun phù hợp với dự án của họ và xây dựng một phần sụn phù hợp với nhu cầu của họ. Hỗ trợ cho ESP32 32-bit cũng đã được triển khai.

Phần cứng tạo mẫu thường được sử dụng là bảng mạch hoạt động như một gói nội tuyến kép (DIP) tích hợp bộ điều khiển USB với bảng gắn trên bề mặt nhỏ hơn có chứa MCU và ăng-ten. Việc lựa chọn định dạng DIP cho phép tạo mẫu dễ dàng trên bảng mạch. Thiết kế ban đầu dựa trên mô-đun ESP-12 của ESP8266, là một SoC Wi-Fi được tích hợp với lõi Tensilica Xtensa LX106, được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng IoT.



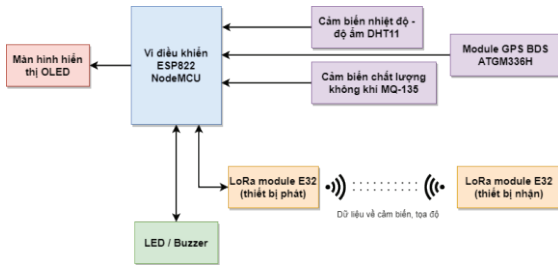
Hình 6. Sơ đồ chân kết nối của ESP8266 NodeMCU.

Mô-đun Wifi NodeMCU ESP8266 là một bo mạch phát triển và vi chương trình dựa trên Lua mã nguồn mở được nhằm mục tiêu đặc biệt cho các ứng dụng dựa trên IoT. Nó bao gồm phần sụn chạy trên ESP8266 Wi-Fi SoC của Espressif Systems và phần cứng dựa trên mô-đun ESP-12.

3.3. Sơ đồ khối của mũ bảo hiểm thông minh

Hình 7 mô tả các khối của thiết kế đối với chiếc mũ bảo hiểm thông minh gồm các module như sau:

- Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11
- Cảm biến chất lượng không khí MQ-135
- Mạch GPS BDS ATGM336H
- LoRa module E32
- Buzzer



Hình 7. Sơ đồ khối của mũ bảo hiểm thông minh.

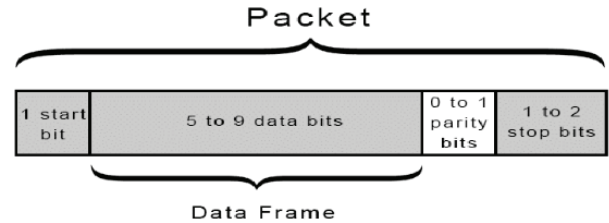
Như đã đề cập ở Hình 6, đối với các chân kết nối của ESP8266 NodeMCU, sử dụng chân D5 để kết nối với cảm biến DHT11. Cảm biến DHT11 [5] cơ bản chỉ có 3 chân giao tiếp bao gồm Vcc, Data và GND nên chân Data sẽ được đấu nối với các kết nối Digital của ESP8266 NodeMCU mà cụ thể là D5 còn nguồn Vcc và GND sẽ được cấp bởi điện áp hoạt động 3,3 V của vi điều khiển. Đầu ra Data được đưa ra bởi chân dữ liệu sẽ theo thứ tự là dữ liệu số nguyên độ ẩm 8-bit + 8-bit dữ liệu thập phân độ ẩm + dữ liệu số nguyên nhiệt độ 8-bit + dữ liệu nhiệt độ phân đoạn 8-bit + bit chẵn lẻ 8 bit. Đối với cảm biến chất lượng không khí MQ-135 thì sẽ kết nối với chân D6.

Cảm biến chất lượng không khí MQ-135 [6] sử dụng để kiểm tra chất lượng không khí trong môi trường. Cảm biến có độ nhạy cao khả năng phản hồi nhanh, độ nhạy có thể điều chỉnh được bằng biến trở. Cảm biến chất lượng không khí thường được dùng trong các thiết bị kiểm tra chất lượng không khí bên trong cao ốc, văn phòng, thích hợp để phát hiện NH3, NOx, Ancol, Benzen, khói, CO2,... Nó có hai đầu ra: đầu ra tương tự (Analog) và đầu ra TTL. Đầu ra TTL là đèn tín hiệu yếu có thể được truy cập thông qua các cổng IO trên vi điều khiển tức là khi giá trị cảm biến vượt quá giá trị ngưỡng (threshold) cho trước thì đèn LED thông qua tín hiệu TTL sẽ được kích lên và sáng đèn. Đầu ra Analog là nồng độ, tức là tăng điện áp tỷ lệ thuận với tăng nồng độ.

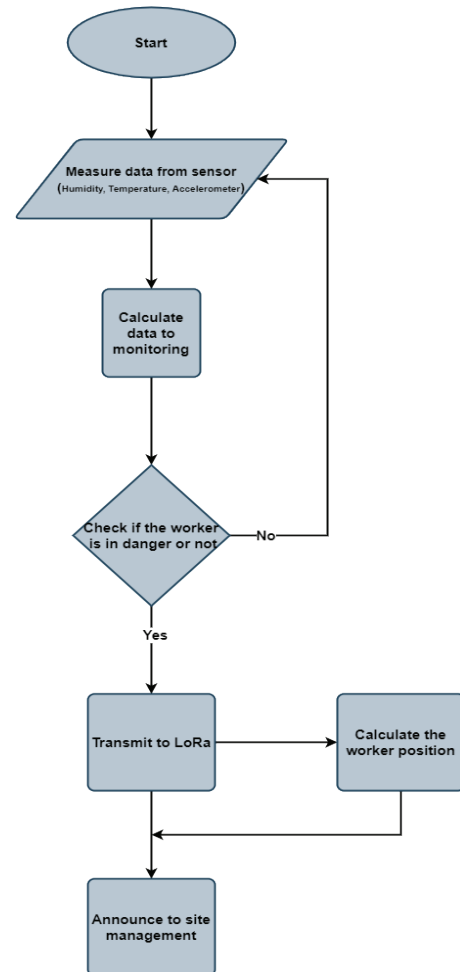
Đối với mạch GPS BDS ATGM336H [7] thì sẽ lấy vị trí của thiết bị với tín hiệu từ vệ tinh. Giao tiếp của ATGM336H là giao tiếp UART qua 2 chân D7-D8 (có ký hiệu TX và RX) ở vi điều khiển. Chân Tx (truyền) của một chip kết nối trực tiếp với chân Rx (nhận) của chip kia và ngược lại. Thông thường, quá trình truyền sẽ diễn ra ở 3,3 V hoặc 5 V. UART [8] là một giao thức một master, một slave, trong đó một thiết bị được thiết lập để giao tiếp với duy nhất một thiết bị khác. Dữ liệu truyền đến và đi từ UART song song với thiết bị điều khiển (ví dụ: CPU). Khi gửi trên chân Tx, UART đầu tiên sẽ dịch thông tin song song này thành nối tiếp và truyền đến thiết bị nhận. UART thứ hai nhận dữ liệu này trên chân Rx của nó và biến đổi nó trở lại thành song song để giao tiếp với thiết bị điều khiển của nó. Dữ liệu truyền qua UART được tổ chức thành các gói. Mỗi gói chứa 1-bit bắt đầu, 5 đến 9-bit dữ liệu (tùy thuộc vào UART), một bit chẵn lẻ tùy chọn và 1 hoặc 2-bit dừng (Hình 8).

Ở đây GPS dùng tín hiệu Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu – GNSS (Global Navigation Satellite System) từ các vệ tinh. Thông tin GNSS sẽ bao gồm các đoạn tin nhắn với định dạng nhất định tùy theo mục đích của chúng. Bắt đầu bằng "\$GP" + một trong các đoạn mã sau ["GGA, GLL, ZDA, RMC, ...]" theo chuẩn giao thức truyền thông NMEA

[mục số]. Để biết vị trí của người đội chiếc mũ bảo hộ thông minh thì chỉ cần quan tâm đến hai đoạn tin nhắn "\$GPZDA" và "\$GPGLL" sẽ lấy được thời gian (time), ngày giờ (date) kèm theo tọa độ của người đội gồm kinh độ (Longitude) và vĩ độ (Latitude). Với kinh độ và vĩ độ đã có sẽ được đưa vào đường dẫn thông qua nền tảng web về bản đồ, tọa độ, định vị vị trí của Google Maps để tra được chính xác vị trí của người đội cũng như đang hoạt động trong công trường.



Hình 8. Độ dài gói tin truyền qua giao tiếp UART.



Hình 9. Sơ đồ giải thuật của mũ bảo hiểm thông minh.

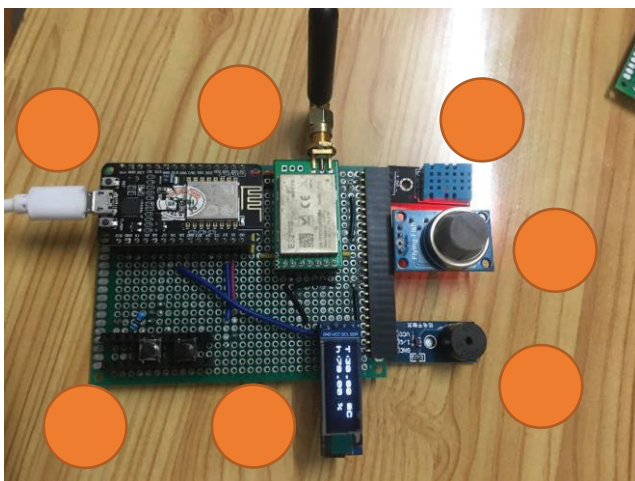
Cuối cùng vi điều khiển sẽ tổng hợp toàn bộ thông tin từ GPS và các cảm biến để gửi đến thiết bị nhận (Receiver) mà ở đây sẽ là ban quản lý thông qua module LoRa E32 với chuẩn giao tiếp UART và tần số hoạt

động ở 433 Mhz có thể truyền với khoảng cách hơn 3 km nhưng với năng lượng tiêu thụ thấp. Thông tin nhận được từ Transmitter sẽ được hiển thị thông qua Webserver để quản lý và kiểm soát các thiết bị. Buzzer ở đây có nhiệm vụ tạo ra tiếng còi hoặc tiếng bíp với biên độ âm thanh > 80 dB với kích thước nhỏ (đường kính 12 mm, cao 9,7 mm) dựa trên các giá trị threshold đã được thiết lập trước đó để đưa ra các cảnh báo đến với người sử dụng theo thời gian thực.

Trình tự các bước trong sơ đồ giải thuật đã được đề ra như Hình 9. Mục đích của chiến mũ bảo hộ thông minh là để kiểm tra tình trạng của người công nhân để từ đó có thể đưa ra các phương án xử lý.

4. Kết quả sản phẩm

Hình 10 và Hình 11 là hai bản mạch hoàn thiện bên trong của chiếc mũ bảo hộ thông minh. Ở Hình 10 là phần Transmitter sẽ được đặt ở phần mũ bảo hộ. Gồm các cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11 (1) đo với giá trị °C và %, cảm biến chất lượng không khí MQ-135 (2) đo với giá trị ppm. Buzzer (3) sẽ báo động đến cho người đội tiếng vang bíp khi vượt ngưỡng giá trị threshold cho trước.



Hình 10. Mạch Transmitter đặt ở mũ bảo hộ với cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11 (1), cảm biến chất lượng không khí MQ-135 (2), Buzzer (3), màn hình OLED 0.91 inch (4), Lora E32 (5), vi điều khiển ESP8266-NodeMCU (6), nút nhấn - button reset (7).

Màn hình OLED (4) hiển thị các giá trị đo được ở ba loại cảm biến. Module LoRa E32 (5) sẽ truyền các giá trị từ cảm biến đến cho bộ phận Receiver để ghi nhận các giá trị cảm biến và hiển thị trên webserver. Vi điều khiển ESP8266 NodeMCU (6) thực thi các thao tác tính toán cũng như xử lý tín hiệu qua LoRa E32. Cuối cùng là các phím nhấn (7) RESET và TURN OFF để reset thiết bị cũng như tắt Buzzer khi cần thiết. Mạch GPS BDS ATGM336H được đặt phía dưới mạch kèm ăng-ten dây để truyền vị trí của chiếc nón gồm kinh độ và vĩ độ.



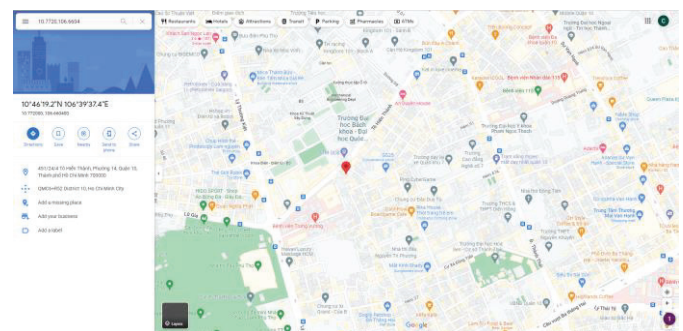
Hình 11. Mạch Receiver đặt ở ban quản lý với Lora E32 (1), buzzer (2), vi điều khiển ESP8266 - NodeMCU (3).

Mạch Receiver bao gồm module LoRa E32 (1) kèm Buzzer (2) để báo tín hiệu âm thanh đến ban quản lý còn ESP8266 NodeMCU (3) sẽ nhận tín hiệu được truyền từ Transmitter để hiển thị lên webserver như Hình 12.



Hình 12. Webserver ESP8266 NodeMCU với LoRa.

Trên webserver sẽ hiển thị thông tin gồm nhiệt độ, độ ẩm và chất lượng không khí từ các cảm biến được truyền trước đó thông qua Transmitter. Tiếp theo là vị trí của chiếc mũ bảo hộ thông qua đường dẫn "Position". Khi nhấn con trỏ chuột vào thì sẽ dẫn đến Google Maps như Hình 13 để hiển thị vị trí của Transmitter. Mạch Receiver đồng thời sẽ phát tín hiệu wifi để cho các thiết bị di động khác có thể truy cập lên Webserver mà không cần đến máy tính để bàn hay xách tay để truy cập. Như vậy việc giám sát có thể tiến hành ở mọi nền tảng.



Hình 13. Google Maps hiển thị vị trí của chiếc mũ bảo hộ thông minh.

5. Kết luận

Hệ thống nhúng và IoT là làn sóng đổi mới công nghệ thông tin và truyền thông với các đặc điểm ngày càng trưởng thành. Với những đặc điểm của mình, hệ thống nhúng ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong lĩnh vực xây dựng và an toàn lao động. Mũ bảo hiểm thông minh này được phát triển như một phần của công nghệ thông minh (AI, IoT, Hệ thống nhúng). Nó đáng tin cậy và chi phí thấp để được phát triển và vận hành, đồng thời mang lại nhiều lợi ích trong việc cảnh báo môi trường lao động, giữ cho người lao động không gặp phải những tai nạn nguy hiểm trong quá trình làm việc, do đó việc thương mại hóa sản phẩm và ứng dụng đại trà có thể mang lại giá trị rất lớn về an toàn lao động cũng như kinh tế.

Mặc dù có nhiều tiềm năng nhưng những khó khăn mà thiết bị dễ dàng gặp phải do tín hiệu kết nối do dễ bị gây nhiễu đối với các thiết bị điện tử phát ra sóng điện từ xung quanh khác với cùng tần số. Hạn chế về mặt truyền thông tin dữ liệu cũng như mất mát thông tin sẽ xảy ra khi khoảng cách dần được tăng lên. Khó khăn tiếp theo là pin phải thiết kế nhỏ gọn nhưng cung cấp năng lượng điện cho thiết bị được hoạt động liên tục cũng như mỹ quan của sản phẩm.

Trong tương lai, chiếc mũ bảo hộ thông minh này có thể được phát triển để hỗ trợ sự an toàn của người lao động và là một công cụ hỗ trợ quản lý, truyền thông, đánh giá và khảo sát môi trường. Tiến đến việc thiết kế PCB để hạn chế kích thước của thiết bị xuống nhỏ nhất để không ảnh hưởng đến bên ngoài của chiếc mũ bảo hộ cũng như góc độ thẩm mỹ của sản phẩm.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc Gia thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCM), trong khuôn khổ đề tài mã số To-KTXD-2021-22. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Lao Động - Thương binh và Xã hội "Thông báo tình hình tai nạn lao động tháng 6 đầu năm 2021," antoanlaodong.gov.vn. https://antoanlaodong.gov.vn/vi/tintuc_chitiet/tai-nan-lao-dong/thong-bao-tinh-hinh-tai-nan-lao-dong-6-thang-dau-nam-2021 (accessed: Aug 26, 2021)
- [2]. Intech Group "Tìm hiểu về hệ thống nhúng và công nghệ IoT," intech-group.vn. <https://intech-group.vn/tim-hieu-ve-he-thong-nhung-va-cong-nghe-iot-bv179.htm> (accessed: Oct 14, 2021)
- [3]. Bellouch, Abdessamad & Boujnoui, Ahmed & Zaaloul, Abdellah & Haqiq, Abdelkrim. (2021). Modeling and Performance Evaluation of LoRa Network Based on Capture Effect. 10.1007/978-981-33-6129-4_18
- [4]. COMPONENTS101 "NodeMCU EPS8266", components101.com. <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet> (accessed: Apr 22, 2020)
- [5]. Mouser "DHT11 Humidity & Temperature Sensor," mouser.com. [https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-](https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf)

- Sheet-Translated-Version-1143054.pdf (accessed: Sep 16, 2021)
- [6]. COMPONENTS101 "MQ-135 - Gas Sensor for Air Quality," components101.com. <https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality> (accessed: Feb 27, 2018)
- [7]. Icofchina "BDS/GNSS Whole Constellation Positioning And Navigation Module," icofchina.com. <https://www.icofchina.com/d/file/xiazai/2016-12-05/b5c57074f4b1fcc62ba8c7868548d18a.pdf> (accessed: Jul 16, 2016)
- [8]. E. Peña and M. G. Legaspi. UART: A Hardware Communication Protocol Understanding Universal Asynchronous Receiver/Transmitter. MyAnalog 2020, vol 54. <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/uart-a-hardware-communication-protocol.html>
- [9]. Campero-Jurado, I.; Márquez-Sánchez, S.; Quintanar-Gómez, J.; Rodríguez, S.; Corchado, J.M. Smart Helmet 5.0 for Industrial Internet of Things Using Artificial Intelligence. Sensors 2020, 20, 6241. <https://doi.org/10.3390/s20216241>.
- [10]. Fernández-Caramés, T.M.; Fraga-Lamas, P. Towards The Internet of Smart Clothing: A Review on IoT Wearables and Garments for Creating Intelligent Connected E-Textiles. Electronics 2018, 7, 405. <https://doi.org/10.3390/electronics7120405>.
- [11]. S. Chandran, S. Chandrasekar and N. E. Elizabeth, "Konnnect: An Internet of Things(IoT) based smart helmet for accident detection and notification," 2016 IEEE Annual India Conference (INDICON), 2016, pp. 1-4, doi: 10.1109/INDICON.2016.7839052.
- [12]. Theory and Principle of Advanced Ranging. (n.d.). Lora-Developers.Semtech. <https://lora-developers.semtech.com/documentation/tech-papers-and-guides/theory-and-principle-of-advanced-ranging/>
- [13]. Champoux, D.; Brun, J.P. Occupational health and safety management in small size enterprises: an overview of the situation and avenues for intervention and research. Saf. Sci. 2003, 41, 301–318.
- [14]. S. N. Swamy and S. R. Kota, "An empirical study on system level aspects of internet of things (IoT)," IEEE ACCESS, vol. 8, pp. 188082–188134, 2020.
- [15]. R. Liang, L. Zhao, and P. Wang, "Performance evaluations of Lora wireless communication in building environments," Sensors, vol. 20, no. 14, pp. 3828–3828, 2020.
- [16]. K. Staniec and M. Kowal, "Lora performance under variable interference and heavy-multipath conditions," Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 2018, Article ID 6931083, 9 pages, 2018.
- [17]. J. Zhang, P. V. Orlik, Z. Sahinoglu, A. F. Molisch, and P. Kinney, "UWB systems for wireless sensor networks," Proceedings of the IEEE, vol. 97, no. 2, article 2008786, pp. 313–331, 2009.