



DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.071

## ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IoT TRONG CẢNH BÁO RÒ RỈ KHÍ GAS HỘ GIA ĐÌNH

Phan Thị Xê Riêng<sup>1</sup>, Lưu Trọng Hiếu<sup>2</sup> và Nguyễn Chí Ngôn<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

<sup>2</sup>Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Chí Ngôn (email: ncngon@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 07/02/2022

Ngày nhận bài sửa: 21/02/2022

Ngày duyệt đăng: 21/02/2022

### Title:

An application of IoT technology in warning of household gas leakages

### Từ khóa:

Công nghệ IoT, giải thuật Levenberg-Marquardt, hệ cảm biến, phòng chống cháy nổ, vi điều khiển ESP8266

### Keywords:

ESP8266 micro-controller, IoT technology, fire prevention, Levenberg-Marquardt algorithm, sensor system

### ABSTRACT

This paper presents a solution for applying IoT technology to fire prevention from household gas leakages. The system consists of a smartphone application and an IoT circuit which can control equipment's power supply, detect gas leakages, and monitor environment temperature. The smartphone application is built based on the Blynk tool, which is highly convenient and easy to install. The hardware consists of an ESP8266 microcontroller that collects data from two sensors, including DS18B20 temperature sensor and MQ-02 gas detector. The microcontroller can also alarm with a buzzer and cut off the power supply in the kitchen through an intermediate relay. The IoT circuit is integrated with an error compensation function, which is determined by the Levenberg-Marquardt least squares algorithm. In addition, the sensor data is also removed noised samples with abnormal amplitudes. Experimental results showed that the IoT circuit can detect gas leakages and release warning in a timely manner, without the appearance of "fake alarms" like common gas sensors on the market.

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày giải pháp ứng dụng công nghệ IoT trong phòng chống cháy do rò rỉ khí gas hộ gia đình. Hệ thống gồm một ứng dụng trên điện thoại thông minh và một mạch IoT có khả năng điều khiển cấp nguồn các thiết bị, phát hiện rò rỉ khí gas và theo dõi nhiệt độ môi trường. Phần mềm điện thoại được xây dựng bằng công cụ Blynk, tiện lợi và dễ cài đặt. Phần cứng gồm vi điều khiển ESP8266 thu thập dữ liệu từ hai cảm biến nhiệt độ DS18B20 và cảm biến khí gas MQ-02. Vi điều khiển còn có thể báo động bằng còi và ngắt điện trong nhà thông qua một relay trung gian. Mạch IoT được tích hợp hàm bù sai số, xác định bằng giải thuật bình phương tối thiểu Levenberg-Marquardt. Ngoài ra, dữ liệu cảm biến cũng được loại mẫu nhiễu có biên độ bất thường. Kết quả thực nghiệm cho thấy giải pháp đề xuất có thể phát hiện rò rỉ khí gas và cảnh báo kịp thời, không xuất hiện tình trạng “cảnh báo giả” như các cảm biến gas phổ thông trên thị trường.

### 1. GIỚI THIỆU

Theo Cục cảnh sát phòng cháy, chữa cháy (PCCC) và cứu nạn, cứu hộ, cháy là một tai nạn gây

thiệt hại lớn trong xã hội hiện nay. Chín tháng đầu năm 2021, toàn quốc xảy ra 1.723 vụ cháy, làm chết 72 người, bị thương 104 người, gây thiệt hại về tài sản ước tính 332,91 tỷ đồng; và 18 vụ nổ làm 10

người chết và 10 người bị thương (Cục cảnh sát PCCC và CNCH, 2021). Lực lượng cảnh sát PCCC và CNCH đã trực tiếp ứng cứu 806 vụ tai nạn và sự cố, cứu được 283 người, tìm được 459 thi thể nạn nhân bàn giao cho cơ quan chức năng xử lý. Đồng thời, lực lượng cảnh sát cũng hướng dẫn thoát nạn cho hàng nghìn người, trực tiếp cứu an toàn 323 người bị nạn trong các vụ cháy (Cục cảnh sát PCCC và CNCH, 2021). Như vậy, cháy nổ là vấn đề nghiêm trọng trong đời sống của người dân. Cháy không chỉ gây ra thiệt hại cho một cá nhân gia đình, gây ảnh hưởng đến trật tự an toàn xã hội mà còn gây thiệt hại về vật chất và cả tính mạng con người.

Trong các vụ cháy đã xảy ra, rò rỉ khí gas trong không gian bếp là một trong những nguyên nhân chủ yếu, bởi vì hiện nay việc sử dụng bếp gas đang phổ biến trong cộng đồng. Gas không chỉ được sử dụng trong sinh hoạt gia đình mà còn được ứng dụng nhiều trong các dây chuyền sản xuất trong công nghiệp,... Tuy nhiên, sử dụng gas tiềm ẩn nguy hiểm nhân cháy nổ do rò rỉ gas mà người dùng không phát hiện kịp thời. Ngoài ra, rò rỉ gas cũng ảnh hưởng lớn đến sức khỏe, tính mạng của những người vô tình hít phải (Khan, 2020). Hiện nay, nhiều gia đình đã lắp các hệ thống báo cháy tích hợp nhiều tính năng điều khiển nhà thông minh (Ana et al., 2017; Saeed et al., 2018). Tuy nhiên, các hệ thống tích hợp này có giá thành cao và không phải hộ gia đình nào cũng có thể tiếp cận được. Trong khi đó, nguy cơ cháy nổ do rò rỉ khí gas không loại trừ gia đình nào, mà thậm chí còn có nguy cơ cao ở những gia đình có thu nhập thấp.

Việc trang bị các bộ cảm biến báo cháy, báo rò rỉ khí gas độc lập trên thị trường hiện nay không có chức năng cảnh báo từ xa, nếu gia chủ không có ở nhà. Điều này tỏ ra bất lợi, khi người lao động phải đi làm mà bình ga ở nhà lại rò rỉ. Ngoài ra, khảo sát cho thấy các bộ cảnh báo rò rỉ khí gas phổ thông trên thị trường có tình trạng “cảnh báo giả”. Việc khắc phục hạn các chế này không quá khó khăn, bởi vì các mạch IoT hiện nay đã được phát triển rất tốt, có thể triển khai được vào các ứng dụng IoT giá rẻ (Danh et al., 2020) và giải quyết được nhiều vấn đề phức tạp cho người dân (Nghe et al., 2020a; Nghe et al., 2020b).

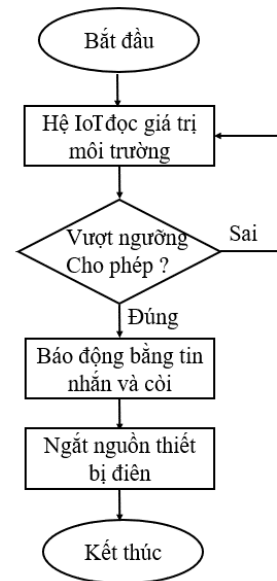
Nghiên cứu này phát triển một ứng dụng công nghệ IoT phòng chống cháy nổ do rò rỉ khí gas từ không gian bếp. Công nghệ này đáp ứng nhu cầu cho các gia đình thu nhập thấp, thiết bị lắp đặt có giá thành rẻ, dễ mua và lắp đặt trong các hộ gia đình. Hệ thống IoT bao gồm một module phần cứng và phần mềm. Phần cứng sử dụng vi điều khiển ESP8266 có

kết nối với 2 cảm biến nhiệt độ và khí gas. Phần mềm là một ứng dụng trên điện thoại, dùng mã nguồn mở Blynk. Phương pháp bình phương tối thiểu Levenberg-Marquardt được ứng dụng để bù sai số của các cảm biến.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Sơ đồ tổng quan của hệ thống

Trong không gian bếp gia đình, khi khí gas rò rỉ ra môi trường đạt nồng độ nhất định, chỉ cần xuất hiện môi lửa, sự cố cháy sẽ xảy ra. Từ diễn tiến trên, hệ thống phản ứng với vi điều khiển ESP8266 được xây dựng để thu thập dữ liệu khí gas và nhiệt độ môi trường, nhờ 2 cảm biến đo khí gas MQ-2 (Hanwei Electronics Co. Ltd., 2021) và đo nhiệt độ DS18B20 (Dallas Semiconductors, 2021) phổ biến trên thị trường trong nước.



Hình 1. Sơ đồ tổng quan của hệ thống

Nguyên tắc hoạt động của hệ thống được trình bày như Hình 1. Theo đó, hệ thống IoT cập nhật liên tục tín hiệu môi trường từ cảm biến gas bag cảm biến nhiệt. Khi một trong hai thông số này vượt ngưỡng cần thiết, hệ thống sẽ gửi tin nhắn SMS trực tiếp đến điện thoại của gia chủ và bật còi để cảnh báo có sự cố. Cuối cùng, để đảm bảo an toàn, hệ thống sẽ tự động ngắt nguồn các thiết bị điện được đấu với role cấp nguồn của hệ thống.

### 2.2. Thiết kế hệ IoT trên công cụ Blynk

Có nhiều phần mềm hỗ trợ các ứng dụng công nghệ IoT đơn giản. Trong nghiên cứu này, nhóm sử dụng phần mềm Blynk (Durani et al., 2019; Alani et al., 2021) để thu thập dữ liệu từ các cảm biến, gửi

thông tin cảnh báo và điều khiển ngắt nguồn điện. Ưu điểm chính của công cụ này là cho phép người lập trình có thể tùy chỉnh giao diện theo mong muốn mà không cần lập trình trực tiếp trên máy tính. Phần mềm Blynk bao gồm các chức năng cơ bản là: (i) Blynk App cho phép tạo các giao diện từ Widget có sẵn; (ii) Blynk Server cho phép truyền tải thông tin 2 chiều giữa server và phần cứng (Blynk Server có thể dùng công nghệ đám mây của Blynk hoặc có thể cài đặt trên máy cá nhân); (iii) Blynk Libraries là thư viện cung cấp kết nối phần cứng đến máy chủ, xử lý các lệnh đến và đi. Một giao diện trên điện thoại dùng công cụ Blynk được minh họa trên Hình 2.



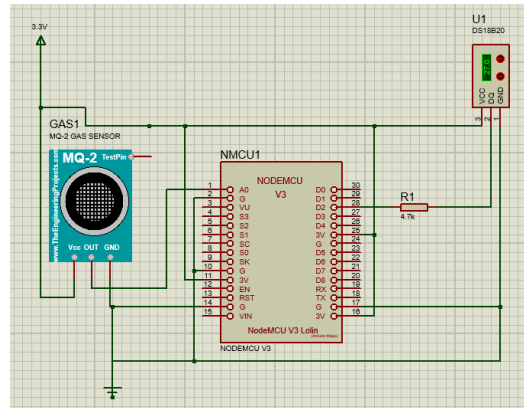
Hình 2. Giao diện Blynk của hệ thống

Giao diện ứng dụng của nghiên cứu này (Hình 2) cung cấp hai chức năng đo nhiệt độ và nồng độ khí gas. Nhiệt độ có thang đo từ 0 đến 100 độ và nồng độ khí gas có thang đo từ 0 đến 9999 ppm. Hệ thống sẽ chớp đèn cảnh báo khi nhiệt độ hoặc nồng độ khí gas vượt ngưỡng đặt trước. Trong khi đó, vi điều khiển sẽ báo động bằng còi và ngắt nguồn các thiết bị điện gia đình để bảo vệ an toàn.

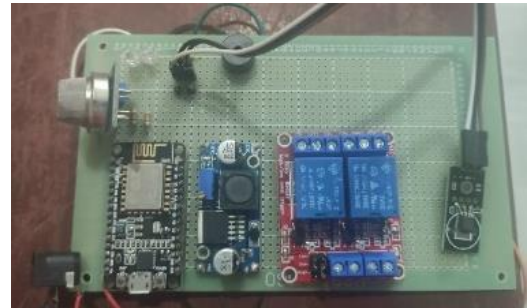
### 2.3. Thiết kế phần cứng

Sơ đồ mạch điện của hệ thống được trình bày trong Hình 3. Theo đó, hệ thống gồm 1 vi điều khiển Node-MCU ESP8266 sử dụng thư viện Arduino. Vi điều khiển này có nguồn hoạt động ở mức 3.3V. Cảm biến MQ-02 dùng để đo nồng độ khí gas và cảm biến DS18B20 dùng xác định nhiệt độ trong không gian bếp. Cảm biến gas MQ-02 kết nối với ESP8266 tại chân 1, chức năng A0. Đây là chân ngõ vào của bộ biến đổi tương tự - số AD 10 bit của vi

điều khiển. Tương tự, cảm biến DS1307 kết nối với vi điều khiển thông qua điện trở R1 kéo lên tại chân 28. Hệ thống được mô phỏng trên Proteus (Hình 3a) trước khi được chế tạo mạch thực nghiệm (Hình 3b).



(a) Mạch điện trên Proteus



(b) Mạch điện thực nghiệm

Hình 3. Sơ đồ mạch của hệ thống

### 2.4. Giải thuật bù sai số cảm biến

Thử nghiệm thiết bị cảnh báo khí gas phổ thông trên thị trường cho thấy với giá thành chế tạo rẻ, người dùng hộ gia đình có thể dễ dàng tiếp cận. Tuy nhiên, các bộ cảnh báo khí gas phổ thông này có độ tin cậy không cao. Nhằm hạn chế tình trạng “cảnh báo giả” tương tự các bộ cảnh báo gas phổ thông, hàm bù sai số cho cảm biến được tiến hành xây dựng. Nguyên nhân của hiện tượng này được xác định là do các thiết bị cảnh báo trên không có chức năng bù sai số cảm biến khí gas. Thực tế khảo sát cho thấy dãy đo tuyến tính của module cảm biến gas nằm trong khoảng từ 4.000 ppm đến 6.000 ppm. Trong khi đó, đặc điểm của khí gas là bay hơi ngẫu nhiên trong không khí, với độ dao động môi trường cao từ 100 ppm đến 9.999 ppm. Tức là cảm biến vận hành ngoài tầm tuyến tính của nó, do đó kết quả thu được có sai số. Ngoài ra, giải thuật đọc cảm biến trong các thiết bị cảnh báo gas phổ thông cũng

không có chức năng loại trừ các mẫu nhiễu có giá trị lớn bất thường cũng góp phần gây ra cảnh báo giả.

Để khắc phục các nhược điểm này, một giải pháp cải thiện và kiểm soát các module cảm biến được xây dựng. Phần mềm hệ thống sẽ được tích hợp tính năng khắc phục sai số cảm biến khí gas. Để thực hiện được yêu cầu này, các thí nghiệm thu thập dữ liệu đo khí gas đồng thời bằng mạch IoT và thiết bị chuẩn được thiết lập. Thiết bị được chọn là máy đo gas chuẩn công nghiệp TETGA01 trên Hình 4 với thông số kỹ thuật trong Bảng 1. Giá trị đo từ thiết bị này được dùng để làm cơ sở để so sánh với dữ liệu đo của mạch IoT, nhằm đánh giá sai số. Giải thuật bình phương tối thiểu Levenberg-Marquardt (Moré, 1978; Jebur et al., 2018) được áp dụng để xây dựng hàm bù sai số cho cảm biến.



Hình 4. Thiết bị đo gas chuẩn TETGA01

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của thiết bị TETGA01

Đặc điểm	Giá trị
Phạm vi	0-9999 ppm (với metan)
Đặc điểm	Phát hiện khí dễ cháy
Độ chính xác	Sai số < 1% (với metan)
Độ nhạy cảm	< 50 ppm (với metan)
Thời gian khởi động	30 giây
Thời gian chờ	120 giây
Độ dài cáp	0.45m
Hiện thị kết quả	Màn hình LCD

Thực tế cho thấy khí gas bay hơi ngẫu nhiên vào môi trường, ở các vị trí khác nhau sẽ cho ra các giá trị đo đặc khác nhau. Để có thể nhận dạng được hàm quan hệ giữa giá trị nồng độ khí gas đọc từ mạch IoT và giá trị đọc được thiết bị chuẩn, 2 đầu dò cảm biến khí gas được bố trí cạnh nhau. Một lượng gas bất kỳ sẽ được chủ động cho rò rỉ ra môi trường xung quanh đầu dò của 2 thiết bị. Giá trị mỗi lần đo của 2 thiết bị sẽ được ghi lại để thiết kế hàm quan hệ.

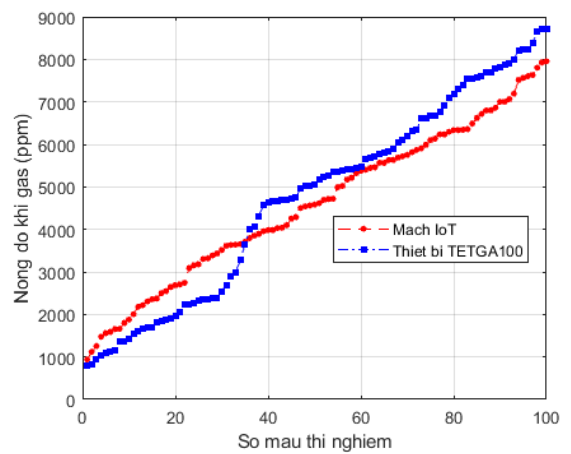
Tập hợp các giá trị đo bằng mạch IoT là  $\mathbf{x}$  và các giá trị đo bằng thiết bị chuẩn là  $\mathbf{y}$ , ta thu được 2 vector dữ liệu:

$$\begin{aligned} \mathbf{x} &= [x_1, x_2, \dots, x_n] \\ \mathbf{y} &= [y_1, y_2, \dots, y_n] \end{aligned} \quad (1)$$

với  $n = 100$  mẫu. Biểu diễn 2 vector dữ liệu  $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  trong Bảng 2 và Hình 5, ta thấy nồng độ khí gas đo được bằng cảm biến  $x_i$  bị sai lệch so với nồng độ đo bằng thiết bị TETGA100  $y_i$ .

Bảng 2. Dữ liệu đo bằng mạch IoT và thiết bị chuẩn

Thứ tự mẫu	Mạch IoT $x_i$ (ppm)	Thiết bị TETGA01 $y_i$ (ppm)
1	940	740
2	1.105	838
...	...	...
99	9.727	8.710
100	7.957	8.781



Hình 5. Biểu diễn dữ liệu thực nghiệm

Việc bù sai số cảm biến đo khí gas MQ-02 được sử dụng trong mạch IoT là việc xác định hàm quan hệ (2), dựa trên tập hợp  $n$  mẫu dữ liệu đo  $(x_i, y_i)$ , bằng giải thuật bình phương tối thiểu Levenberg-Marquardt (Marquardt, 1963).

$$y = \hat{f}(x, \mathbf{p}) \quad (2)$$

với  $\mathbf{p}$  là vector tham số của hàm  $\hat{f}(\cdot)$ .

Gọi  $Err^2(\mathbf{p})$  là sai số bình phương tối thiểu:

$$Err^2(\mathbf{p}) = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{y_i - \hat{f}(x_i, \mathbf{p})}{\sigma y_i} \right]^2 \quad (3)$$

với  $\sigma y_i$  là sai số phép đo khi lấy mẫu dữ liệu  $y_i$ .

Giải thuật bình phương tối thiểu được dùng để tìm tham số  $\mathbf{p}$  của hàm  $\hat{f}(\cdot)$  với hàm mục tiêu (4):

$$\min_{\mathbf{p}} Err^2(\mathbf{p}) = \min_{\mathbf{p}} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{y_i - \hat{f}(x_i, \mathbf{p})}{\sigma y_i} \right]^2 \quad (4)$$

Về mặt toán học, để  $Err^2(p)$  đạt cực tiểu thì:

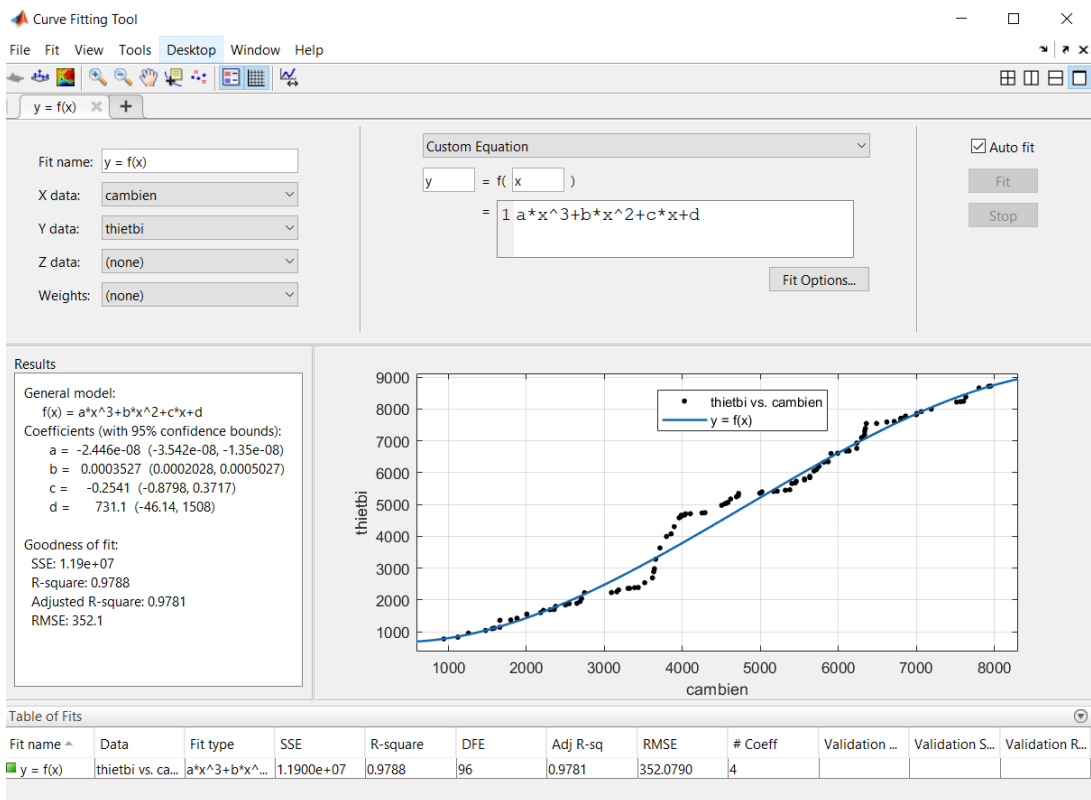
$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial p} Err^2(p) &= 2 \mathbf{y} - \hat{f}(p)^T \mathbf{W} \frac{\partial}{\partial p} \mathbf{y} - \hat{f}(p) \\ &= 2 \mathbf{y} - \hat{f}(p)^T \mathbf{W} \left[ \frac{\partial \hat{f}(p)}{\partial p} \right] \\ &= 2 \mathbf{y} - \hat{f}(p)^T \mathbf{W} \mathbf{J} \rightarrow 0 \end{aligned} \quad (5)$$

với  $\mathbf{W}$  là ma trận đường chéo trọng số

Theo Marquardt (1963), ta cập nhật (6) bởi:

$$[\mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{J} + \lambda \mathbf{I}] \mathbf{h} = \mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{y} - \hat{f}(p) \quad (7)$$

trong đó, hệ số  $\lambda$  được khởi tạo đủ lớn để đảm bảo  $h_0$  theo hướng xuống dốc nhất;  $\mathbf{I}$  là ma trận đơn vị đồng cấp với  $\mathbf{J}$ . Quá trình lặp lại, nếu  $Err^2(p+h) > Err^2(p)$ , thì tăng  $\lambda$ . Ngược lại, nếu  $Err^2(p+h) \leq Err^2(p)$ , thì giảm  $\lambda$ . Các giá trị của  $\lambda$  được chuẩn hóa thành các giá trị của  $\mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{J}$ , tức là:



Hình 6. Giải thuật Lavenberg-Marquardt trên công cụ cftool của MATLAB

$W_{ii} = 1 / \sigma_{y_i}^2$  và  $\mathbf{J} = \left[ \frac{\partial \hat{f}}{\partial p} \right]$  là ma trận Jacobian.

Theo Marquardt (1963), để tìm cực trị của  $Err^2(p)$ , ta định nghĩa tham số  $\mathbf{h}$  là bước di chuyển của tham số  $\mathbf{p}$  theo hướng xuống dốc về giá trị cực tiểu. Giá trị cập nhật tham số  $\mathbf{h}$  để  $Err^2(p)$  đạt cực trị được xác định từ  $\frac{\partial Err^2(p+h)}{\partial h}$ , tức là:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial h} Err^2(p+h) \\ \approx 2 \mathbf{y} - \hat{f}(p)^T \mathbf{W} \mathbf{J} + \mathbf{h}^T \mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{J} \mathbf{h} \end{aligned} \quad (6)$$

$$[\mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{J} + \lambda \mathbf{diag} \mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{J}] \mathbf{h} = \mathbf{J}^T \mathbf{W} \mathbf{y} - \hat{f}(p) \quad (8)$$

Điểm thuận lợi của nghiên cứu này là giải thuật bình phương tối thiểu Levenberg-Marquardt được MATLAB tích hợp sẵn vào công cụ *Curve Fitting Toolbox*, cho phép sử dụng lệnh trực tiếp hoặc dùng công cụ *cftool* để xác định hàm quan hệ (2).

Dữ liệu thực nghiệm Hình 5 cho thấy giá trị cảm biến MQ-02 và thiết bị chuẩn tăng không theo hàm tuyến tính. Giá trị nhỏ nhất của cảm biến đo được là gần 1.000 ppm, trong khi thiết bị đo được chỉ hơn 700 ppm. Khi nồng độ dưới 3.800 ppm, giá trị cảm



biên cho kết quả cao hơn thiết bị chuẩn. Ngược lại, khi nồng độ khí gas trên 3.800 ppm, giá trị đo bằng thiết bị chuẩn lại cao hơn cảm biến. Để có thể hiệu chỉnh giá trị cảm biến theo thiết bị chuẩn, việc xác định hàm bù sai số (2) là rất cần thiết. Hàm bù sai số này được ước lượng theo dạng sau:

$$y = \hat{f} x, \mathbf{p} = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (9)$$

Với công cụ *cftool*, vector tham số  $\mathbf{p} = [a, b, c, d]$  dễ dàng được xác định. Hình 6 thể hiện sự tiện dụng của công cụ *cftool* này trên MATLAB. Trong đó, giải thuật Levenberg-Marquardt được cài đặt độ ổn định theo phương pháp phần dư tuyệt đối ít nhất (least absolute residuals – LAR). Từ dữ liệu thực nghiệm, hàm bù sai số được xác định là:

$$y = 0,9572x^3 + 0,4854x^2 + 0,8003x + 0,1419 \quad (10)$$

Ngoài ra, việc loại mẫu nhiễu có giá trị lớn bất thường có vai trò quan trọng trong việc lọc mẫu nhiễu. Nghiên cứu này áp dụng giải thuật rất đơn giản (Ngôn và ctv., 2021) như sau:

$$x(k) = \begin{cases} x(k-1), & \text{if } x(k) \geq \eta x(k-1) \\ x(k), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$$

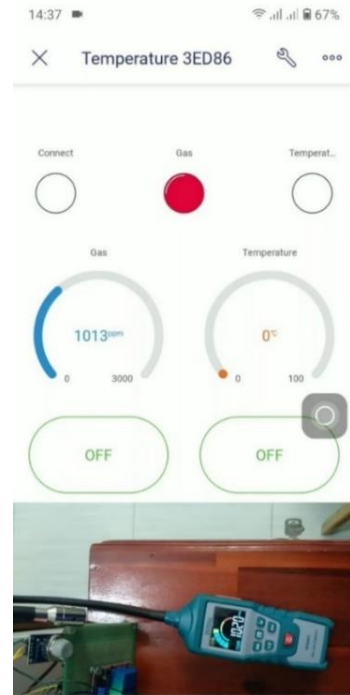
Trong (11),  $x(k)$  là giá trị cảm biến gas đo được tại thời điểm  $k$  và  $x(k-1)$  là giá trị cảm biến đo được ở thời điểm lấy mẫu trước đó. Trong đó,  $\eta \in \mathbb{R}^+$  là hệ số thực nghiệm (nghiên cứu này chọn  $\eta = 2$ ).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

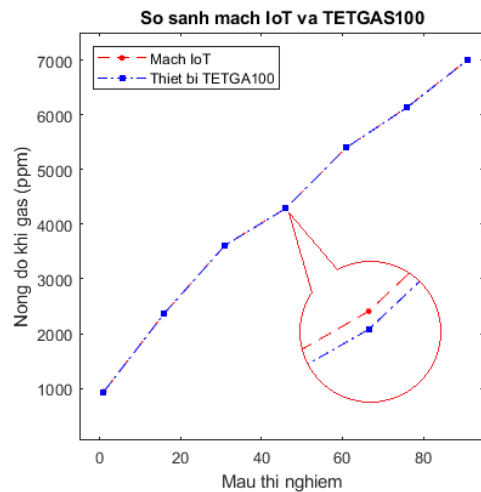
Sau khi tích hợp hàm bù sai số (10) và hàm loại mẫu nhiễu (11) lên vi điều khiển, mạch IoT được thực nghiệm để kiểm chứng độ tin cậy của phương pháp xử lý tín hiệu đã đề xuất. Nghiên cứu đã tiến hành lại các thực nghiệm tương tự như khi thu mẫu dữ liệu. Tức là, một lượng khí gas nhất định được chủ động cho rò rỉ ra môi trường tại vị trí 2 đầu dò của mạch IoT và thiết bị chuẩn được đặt gần nhau. Giá trị của cảm biến được truyền lên Blynk bằng công nghệ IoT, trong khi giá trị đo của thiết bị chuẩn được thể hiện trên màn hình LCD của nó. Kết quả của lần đo kiểm chứng được minh họa trên Hình 7. Ở Hình 7, giá trị đo được của mạch IoT đạt được là 1.013 ppm, trong khi đó giá trị của thiết bị chuẩn là 1.020 ppm. Đây là một sai số rất nhỏ nếu so sánh với các kết quả đo trước khi tích hợp hàm bù sai số và kỹ thuật lọc nhiễu.

Một số mẫu dữ liệu thực nghiệm so sánh kết quả đo kiểm bằng mạch IoT và thiết bị TETGAS100 được minh họa trên Hình 8. Kết quả cho thấy hàm  $y=f(x)$  có độ bám cao đối với tập dữ liệu thực

thực nghiệm. Thử nghiệm được tiến hành với 100 lần đo kiểm cùng lúc hai thiết bị, cho sai số đo khí gas của mạch IoT đạt được là  $9 \pm 0,5$  ppm với độ tin cậy ước đạt 1%.



Hình 7. Thực nghiệm hoạt động của mạch IoT



Hình 8. Kiểm chứng hàm bù sai số cảm biến

Có thể thấy hàm bù sai số cảm biến dùng giải thuật bình phương tối thiểu Levenberg-Marquardt được triển khai một cách đơn giản nhưng mang lại hiệu quả tốt trong việc hiệu chỉnh kết quả đo khí gas bằng cảm biến phổ thông theo thiết bị chuẩn. Việc kết nối internet và hiển thị các kết quả đo trên điện

thoại di động thông qua vi điều khiển ESP8266 và công cụ Blynk (Hình 8) đã trở nên phổ biến và đơn giản. Do đó, nội dung này không được đề cập nhiều trong bài báo.

Thực nghiệm mạch IoT để xác định rò rỉ khí gas trong gian bếp trong suốt thời gian thử nghiệm chưa phát hiện tình trạng “cảnh báo giả” như các thiết bị cảnh báo gas phổ thông trên thị trường. Ngoài ra, với phần mềm ứng dụng trên điện thoại di động, cho phép người dùng theo dõi được tình trạng khí gas và nhiệt độ trong không gian bếp một cách liên tục, giúp họ yên tâm hơn đối với nguy cơ cháy nổ.

#### 4. KẾT LUẬN

Giải pháp ứng dụng công nghệ IoT trong phòng chống cháy nổ cho các hộ gia đình được triển khai

trong nghiên cứu này. Phần cứng của mạch IoT gồm vi điều khiển ESP8266 kết nối với cảm biến nhiệt độ DS18B20 và cảm biến khí gas MQ-02 đều là các module linh kiện dễ tìm trên thị trường trong nước. Phần mềm ứng dụng trên điện thoại thông minh, dựa trên công cụ trực tuyến Blynk đã được xây dựng, cho phép người dùng có thể theo dõi liên tục tình trạng khí gas và nhiệt độ trong không gian bếp gia đình. Các thí nghiệm kiểm chứng cho thấy mạch IoT hoạt động hiệu quả, cung cấp thông tin liên tục cho người dùng và cảnh báo kịp thời khi nồng độ khí gas và nhiệt độ trong không gian bếp vượt ngưỡng cài đặt. Mạch IoT sau khi được tích hợp hàm bù sai số cảm biến có khả năng đo khí gas rò rỉ với độ tin cậy ước đạt 1% trên thang đo 100 -9.999 ppm. Kết quả thực nghiệm cho thấy khả năng thương mại hóa sản phẩm này là khả thi.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alani, S., Mahmood S. N., Attaallah, S. Z., Mhmood, H. S., Khudhur, Z. A., & Dhannoon, A. A. (2021). IoT based implemented comparison analysis of two well-known network platforms for smart home automation. *Inter. Journal of Electrical & Computer Engineering*, 11(1), 442-450. DOI: <http://doi.org/10.11591/ijece.v11i1>
- Ana, M. C. I., & Carmela, V. (2017). Design of a smart gas detection system in areas of natural gas storage. *IEEE Inter. Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 5954-5957. DOI: 10.1109/IGARSS.2017.8128365.
- Cục cảnh sát PCCC và CNCH. (2021). *Thông cáo báo chí về tình hình cháy, nổ 9 tháng đầu năm 2021 và một số hoạt động kỷ niệm 60 năm ngày truyền thống lực lượng Cảnh sát PCCC và CNCH, 20 năm ngày toàn dân PCCC*. <http://cansatpccc.gov.vn/ArticlesDetail/tabid/193/cateid/1172/id/10151/language/vi-VN/Default.aspx>. (truy cập 12/2021).
- Dallas Semiconductors. (2021). DS18B20 digital thermometer Datasheet. *Dallas Semiconductors Corporation*, 1-27. [Online]. Available: [www.dalsemi.com](http://www.dalsemi.com)
- Durani, H., Sheth, M., Vaghasia, M., & Kotech, S. (2018). Smart automated home application using IoT with Blynk app. *Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*, 393-397. DOI: 10.1109/ICICCT.2018.8473224.
- Hanwei Electronics Co. Ltd. (2021). MQ-2 gas sensor -technical data, 1-3. [Online]. Available: <https://www.hwsensor.com/>
- Jebur, A. A., Atherton, W., AlKhaddar, R. M., & Loffill, E. (2018). Settlement prediction of model piles embedded in sandy soil using the Levenberg–Marquardt (LM) training algorithm. *Geotechnical and Geological Engineering*, 36(5), 2893-906. <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0511-1>
- Khan, D. M. M. (2020). Sensor Based Gas Leakage Detector System. *Proceedings of 7th International Electronic Conference on Sensors and Applications*. DOI:10.3390/ecsa-7-08278.
- Marquardt, D. W. (1963). An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11(2), 431-441. <https://doi.org/10.1137/0111030>
- Moré, J. J. (1978). The Levenberg-Marquardt algorithm: implementation and theory. *In Numerical Analysis*, 105-116, Springer. <https://doi.org/10.1007/BFb0067700>
- Nghe, N. T., Hai, N. T., & Ngon, N. C. (2020a). Deep Learning Approach for Forecasting Water Quality in IoT Systems. *Inter. J. of Advanced Computer Science and Applications*, 11(8), 686-693. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110883>
- Nghe, N. T., Hung, T. T., & Ngon, N. C. (2020b). A Forecasting Model for Monitoring Water Quality in Aquaculture and Fisheries IoT Systems. *Proc. of the Inter. Conf. on Advanced Computing and Applications (ACOMP)*, 25-27 Nov. 2020, 165-169. DOI: 10.1109/ACOMP50827.2020.00033.
- Ngôn, N. C., Tân, T.T., Phụng, V. C., & Cảnh, N. M. (2021). Cải thiện thiết bị hỗ trợ người khiếm thị điều hướng di chuyển dùng sóng siêu âm. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên*, 226(11), 292 - 299. DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4812>.

Danh, L. V. Q., Dung, D. V. M., Danh, T. H., & Ngon, N. C. (2020). Design and Deployment of an IoT-Based Water Quality Monitoring System for Aquaculture in Mekong Delta. *Inter. J. of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 9(8), 1170-1175. doi: 10.18178/ijmerr.9.8.1170-1175.

Saeed, F., Paul, A., Rehman, A., Hong, W., & Seo, H. (2018). IoT-Based Intelligent Modeling of Smart Home Environment for Fire Prevention and Safety. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 7(1), 11. doi:10.3390/jsan701001