

# Thiết kế hệ thống cảnh báo cháy trong tòa nhà cao tầng

## Designing the fire warning system for high building

Phạm Ngọc Pha<sup>1</sup>, Nguyễn Trọng Hiếu<sup>1</sup>, Phạm Minh Triển<sup>2</sup>, Nguyễn Đắc Trung<sup>3</sup>, Nguyễn Hữu Phát<sup>3</sup>, và Nguyễn Trọng Các<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Viện Nghiên cứu sáng chế và Khai thác công nghệ, [pnpha@most.gov.vn](mailto:pnpha@most.gov.vn); [nthieu@most.gov.vn](mailto:nthieu@most.gov.vn)

<sup>2</sup>Trường Đại học Công Nghệ, [trienpm@gmail.com](mailto:trienpm@gmail.com)

<sup>3</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, [phat.nguyenhuu@hust.edu.vn](mailto:phat.nguyenhuu@hust.edu.vn);  
[trung.nguyendac1@hust.edu.vn](mailto:trung.nguyendac1@hust.edu.vn)

<sup>4</sup>Trường Đại học Sao Đỏ, [cacdhds@gmail.com](mailto:cacdhds@gmail.com)

### Tóm tắt

Bài báo được thực hiện với mục đích chính là đưa ra giải pháp thiết kế cho một thiết bị có khả năng phát hiện và cảnh báo cháy hoạt động ở môi trường trong nhà (indoor). Cụ thể hơn bài báo sẽ tập chung vào nghiên cứu các giải pháp phát hiện khói của các đám cháy, thu thập dữ liệu hình ảnh của khu vực cháy, cảnh báo khi có cháy, cũng như việc đưa ra các giải pháp truyền các dữ liệu đó về trung tâm điều khiển. Vấn đề thu thập hình ảnh được đưa vào vì mục tiêu xa hơn bài báo hướng tới đem công nghệ xử lý ảnh để tăng cường khả năng phát hiện cháy nổ. Bài báo cũng trình bày các phương án kiểm tra hệ thống, thu thập các kết quả và tính toán sai số, sau cùng là đánh giá và kết luận. Các kết quả đạt được đã đáp ứng được các yêu cầu, chức năng đặt ra.

**Từ khóa:** mạng cảm biến không dây; cảnh báo cháy; báo cháy thông minh; xử lý phân tán; méo dạng ảnh.

### Abstract

The paper is designed to provide a design solution for a device capable of detecting and warning fires operating in an indoor environment. In this paper, we will focus on research solutions to detect smoke of fires, collect image data of fire areas, warn of fires, and propose solutions to transmit data back to the center. The issue of image acquisition was included with the goal beyond the article which aims to bring image processing technology to enhance detection of fire and explosion. The paper also presents systematic testing options, collection of results and calculation of errors, and final evaluation and conclusions. The achieved results have met the requirements and functions.

**Key words-** wireless sensor network; fire warning; intelligent fire alarm; distributed processing; distorted image.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thời gian gần đây tại Việt Nam vấn đề phòng cháy chữa cháy đang rất được quan tâm vì đã có nhiều vụ cháy lớn xảy ra gây thiệt hại nặng nề. Có thể kể tới như vụ cháy chung cư Carina ở TP. Hồ Chí Minh, khiến 13 người thiệt mạng, 91 người khác nhập viện và rất nhiều tài sản khác của người dân trong chung cư đã bị thiêu rụi. Tại Hà Nội gần đây có vụ cháy chung cư Fodacon và trước đó là vụ cháy lớn nhỏ khác tại các chung cư. Các tòa nhà cao tầng, cao ốc khi gặp sự cố cháy nổ sẽ rất dễ bùng phát thành một vụ hỏa hoạn lớn và gây ra thiệt hại rất nặng nề do mật độ dân cư đông đúc. Vì thế vấn đề phòng cháy chữa cháy đặc biệt phải được chú trọng nhất là với các tòa nhà cao tầng.

Trong thời đại công nghệ đang phát triển mạnh mẽ như hiện nay, mọi lĩnh vực đều được ứng dụng công nghệ mới, hiện đại. Việc nghiên cứu và triển khai những công nghệ mới vào lĩnh vực giám sát, cảnh báo cháy nổ cũng là không thể

thiếu. Nhất là đối với các tòa nhà cao tầng, khi mà các hệ thống báo cháy công nghiệp hiện nay đang được sử dụng đã là một công nghệ có từ nhiều thập kỷ trước mà vẫn chưa được đổi mới, cải tiến. Hệ thống báo cháy là một phần quan trọng để đảm bảo không xảy ra các vụ hỏa hoạn gây ảnh hưởng tới đời sống kinh tế xã hội. Vì thế yêu cầu kỹ thuật của hệ thống này đã được quy chuẩn bởi các tài liệu của nhà nước. Chúng ta có TCVN 5738:2000 (Tiêu Chuẩn Việt Nam) và gần đây nhất là TCVN 7568:2015 dựa trên một chuẩn quốc tế là ISO 7240:2013. Theo TCVN 5738:2000 định nghĩa hệ thống báo cháy tự động gồm ba loại: Hệ thống báo cháy kinh điển (Conventional fire alarm System), hệ thống báo cháy có đánh địa chỉ (Addressable fire alarm system), và hệ thống báo cháy thông minh (Intelligent fire alarm system). Hai loại đầu tiên được coi là phổ biến hơn cả.

Trong [1] các tác giả đã định nghĩa và so sánh về hai loại hệ thống báo cháy thông thường và báo

cháy địa chỉ. Hệ thống Conventional kết nối các thiết bị tới trung tâm một cách độc lập, mỗi thiết bị đều nối dây tới trung tâm điều khiển. Khi yêu cầu thiết kế quá nhiều thiết bị người ta sẽ không thể nối từng thiết bị tới trung tâm mà chia thành các khu vực nhỏ, mỗi khu vực các thiết bị sẽ được kết nối và cùng kết nối về trung tâm theo một đường truyền, như vậy khi có báo cháy xảy tại một địa điểm hệ thống này chỉ biết được vị trí cháy thuộc khu vực nào chứ không biết chính xác vị trí cháy. Với hệ thống báo cháy địa chỉ, các thiết bị phát hiện cháy và báo hiệu được kết nối trên cùng một đường dây, tạo thành một vòng kín trở về trung tâm điều khiển. Các đề tài đã được nghiên cứu về thiết kế hệ thống báo cháy tự động có thể kể tới như [2]. Một số đề tài khác lại tập trung vào việc thiết kế thiết bị phát hiện cháy như [3] [4]. Hai đề tài đều thiết kế một mạch phát hiện sự thay đổi của nhiệt độ và khói trong không khí để đưa ra cảnh báo cháy, đề tài [4] còn tích hợp thêm giải pháp cảnh báo cháy qua tin nhắn SMS.

Như đã nêu trên, các thiết bị trong hệ thống báo cháy đã được đưa vào sử dụng từ cả chục năm trước mà chưa có sự cải tiến, thay thế nào cả. Việc nghiên cứu và ứng dụng công nghệ cao lên hệ thống này là tất yếu [5]. Có rất nhiều bài viết, bài báo khác cũng nói về vấn đề áp dụng công nghệ truyền dẫn không dây vào hệ thống báo cháy tự động, nhưng một đề tài [6] cũng sử dụng công nghệ GSM để phát tín hiệu cảnh báo, bài báo này còn đưa ra thiết kế chi tiết của toàn bộ một node cảm biến khói. Một đề tài khác [7] đã đưa ra thiết kế hệ thống với công nghệ Wireless Sensor Network trên nền tảng Xbee kết hợp với GSM để kết nối từ xa. Một xu hướng nghiên cứu khác là ứng dụng công nghệ hình ảnh vào phát hiện cháy như [8], [9], [10]. Ngoài ra còn có đề tài [11], có sử dụng phương pháp phát hiện lửa, khói từ Leonardo Millan-Garcia, cũng sử dụng thống kê màu sắc nhưng trước đó ảnh được phân đoạn thành các phần có liên quan với nhau để giảm số lượng tính toán.

Với những ý tưởng ở trên bài báo sẽ trình bày về vấn đề thiết kế một hệ thống camera an ninh tích hợp các cảm biến môi trường không khí. Đầu tiên, bài báo sẽ trình bày các vấn đề lý thuyết chung để làm cơ sở cho phần thiết kế. Phần này sẽ đi vào chi tiết thiết kế, cấu tạo của một cảm biến phát hiện khói, cảm biến nhiệt độ độ ẩm, và camera. Sau đó sẽ tìm hiểu các giao thức kết nối tới các loại cảm biến trên để thu dữ liệu. Cuối cùng sẽ nói tới phương thức truyền dữ liệu thu được đi tới máy chủ. Tiếp theo, bài báo sẽ trình bày tới các vấn đề thiết kế phần cứng. Mục kết luận sẽ đánh giá phương án thiết kế đã thực hiện, đưa ra các phương án để cải thiện, phát triển cho thiết kế.

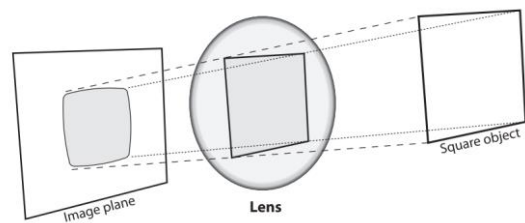
## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1. Thiết bị phát hiện khói

Thiết bị phát hiện khói, hay trên thị trường còn gọi là thiết bị báo cháy, là tên gọi chung cho một loại thiết bị sử dụng với mục đích cảnh báo có cháy sử dụng trong các tòa nhà (môi trường indoor – trong nhà) [12]. Thiết bị báo cháy đã có rất nhiều thập kỷ để cải tiến và phát triển vì thế hiện nay có rất nhiều loại thiết bị báo cháy với các nguyên lý hoạt động rất khác nhau như đo nồng độ Carbon monoxide và Carbon dioxide hay sử dụng phương pháp hóa học hay đốt nóng, sử dụng một điện cực [13]. Loại thiết bị báo cháy thông dụng nhất hiện nay được sử dụng là Photoelectric hay Optical smoke detector, thiết bị báo cháy quang. Đây cũng là loại sẽ được đề tài sử dụng cho việc triển khai thiết kế. Chi tiết thiết bị này có thể xem trong [12].

### 2.2. Hiện tượng méo dạng trong camera

Thiết bị thứ hai là cảm biến hình ảnh. Trong thiết bị này chúng ta quan tâm đến một hiện tượng méo dạng như trên hình 1. Trên hình này, thực tế hệ tạo ảnh, ống kính camera này là một hệ thống quang học có cấu trúc phức tạp với rất nhiều thấu kính khác nhau. Các camera giá rẻ thường có chất lượng thấu kính kém, dẫn tới gây ra các méo dạng trong ảnh thu được. Một mặt khác các camera có những ứng dụng đặc biệt như camera góc rộng, hay camera phục vụ các mục đích đặc biệt khác lại có hệ thống thấu kính cực kỳ phức tạp và đặc biệt, lúc này méo dạng ảnh là không thể tránh khỏi.



**Hình 1:** Ảnh hưởng của lens gây ra méo dạng xuyên tâm

Với những lý do kể trên ta có một loại méo dạng do cấu trúc và hình dạng của lens là radial distortions (méo dạng xuyên tâm). Nhìn hình 1 có thể thấy ảnh hưởng của méo dạng xuyên tâm gây ra nhiều hơn ở viền ngoài của ảnh. Tại tâm của ảnh độ méo bằng 0 và càng ra xa tâm thì độ méo càng tăng dần. Hình 1 cho ta một ví dụ về méo dạng ảnh trong thực tế. Ta có thể biểu diễn độ méo bằng một khai triển Taylor xoay quanh

giá trị  $r = 0$ , với  $r = (\sqrt{x^2 + y^2})$ . Với các camera giá rẻ thường biểu diễn méo dạng chỉ với hai bậc của chuỗi Taylor với hai hệ số  $k_1$  và  $k_2$ . Với các camera góc rộng hoặc lens mắt cá thì có thể sử dụng tới hệ số thứ ba  $k_3$  để biểu diễn méo dạng. Vị trí của điểm ảnh chịu ảnh hưởng của méo dạng xuyên tâm có thể được biểu diễn theo công thức:

$$\begin{cases} \tilde{x}_{corrected} = \tilde{x}(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6) \\ \tilde{y}_{corrected} = \tilde{y}(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6) \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó, (x, y) là tọa độ điểm ảnh gốc chịu ảnh hưởng của méo dạng xuyên tâm. Còn (xcorrected, ycorrected) là tọa độ đúng của điểm ảnh (đã được loại bỏ méo dạng).

Ngoài méo dạng xuyên tâm, một loại méo dạng khác được gọi là tangential distortion (méo dạng tiếp tuyến) cũng xuất hiện phổ biến trên camera giá rẻ. Nguyên nhân chủ yếu của loại méo dạng này là lens và mặt phẳng cảm biến ảnh không được đặt song song với nhau. Méo dạng này được biểu diễn bằng công thức:

$$\begin{cases} \tilde{x}_{corrected} = \tilde{x} + [2p_1\tilde{y} + p_2(r^2 + 2\tilde{x}^2)] \\ \tilde{y}_{corrected} = \tilde{y} + [p_1(r^2 + 2\tilde{y}^2) + 2p_2\tilde{x}] \end{cases} \quad (2)$$

Các tham số k1, k2, k3 p1, p2 sẽ được tìm ra với phương pháp hiệu chỉnh camera phương pháp sẽ được nêu tới trong phần thiết kế bên dưới. Việc chỉnh sửa méo dạng xuyên tâm và méo dạng tiếp tuyến có thể cho phép ta linh hoạt điều chỉnh hình ảnh từ camera giám sát thu được với lens góc rộng. Do thấu kính của các camera giám sát thường được thiết kế là loại góc rộng để tận dụng hết mức có thể hình ảnh thu được vì thế đề tài này sẽ ứng dụng phương pháp hiệu chỉnh camera lên một lens góc rộng để tiền xử lý hình ảnh thu được [14].

### 2.3. Giao thức mạng

Giao thức IP là giao thức mạng phổ biến nhất hiện nay như IPv4, thể hệ thứ tư của IP. Các thiết bị khi truyền tải dữ liệu cho nhau sẽ phải chia nhỏ thành các gói tin. Giao thức IP chỉ quan tâm tới việc truyền từng gói tin đi các tốt nhất có thể, không quan tâm tới tình trạng dữ liệu nhận ở đích [16]. Giao thức UDP thường được dùng để truyền các dữ liệu media như hình ảnh, video, âm thanh. Khi mà không cần sự toàn vẹn của dữ liệu người ta vẫn có thể nhận được đầy đủ thông tin. Hơn nữa kích thước dữ liệu hình ảnh, video thường rất lớn, nếu truyền đi với giao thức TCP rất có thể không đáp ứng được về mặt độ trễ và thông suốt của dịch vụ. Trong đề tài chúng ta sử dụng giao thức UDP.

## 3. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

### 3.1. Mô tả kỹ thuật

Bài báo này hướng tới thiết kế một hệ thống cảnh báo cháy trong tòa nhà cao tầng. Trong giới hạn bài báo chúng ta sẽ thiết kế một node báo cháy riêng lẻ của hệ thống báo cháy. Sau khi hoàn thành chúng ta sẽ tích hợp các nút thành một hệ thống hoàn chỉnh. Mục tiêu hệ thống là lắp đặt hệ thống cho hành lang tòa nhà cao tầng (lắp cho 3 tầng của tòa nhà có hành lang dài 15m, rộng 2m để thử nghiệm). Trên cơ sở đó hệ thống cần 03 camera IP và 01 camera mẫu cho 03 tầng tòa nhà đề xuất. Camera IP có thông số như sau: Vùng bảo vệ là hình chóp nón có góc α

= 45°, có chiều cao 5m đủ điều kiện bao quát hành lang 15 m và bề rộng 2 m; Nhiệt độ môi trường làm việc từ 10-40°C.

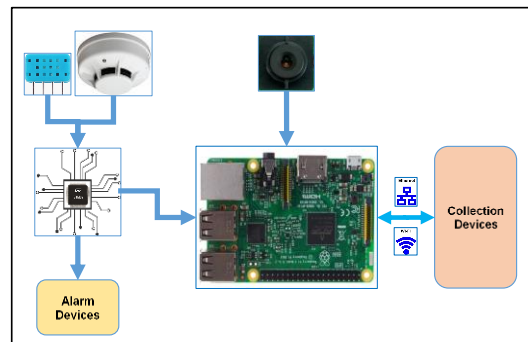
*Yêu cầu chức năng:*

- Cảm biến báo cháy loại phát hiện khói bằng quang
- Module camera giao tiếp chuẩn USB
- Giao tiếp mạng IP gồm: Ethernet, Wifi.
- Truyền tải video thu từ camera trung tâm.
- Thu dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm và tín hiệu báo cháy và gửi về trung tâm.
- Điều khiển các thiết bị tạo cảnh báo.

*Yêu cầu phi chức năng:*

- Môi trường hoạt động trong nhà
- Môi trường phần mềm nền tảng java.
- Yêu cầu truyền tải hình ảnh liên tục độ trễ không quá 1 giây.
- Yêu cầu hình ảnh độ phân giải tối thiểu 360p, tối thiểu 8 khung hình trên giây.
- Kích thước 20 cm x 20cm x 20cm, trọng lượng không quá 1.5kg.
- Tiêu thụ: mạch sử dụng nguồn 5V - 3A từ adapter.
- Độ chính xác ±1°C, độ ẩm ±5%.
- Phát hiện khói độ trễ dưới 2 phút.

### 3.2. Giải pháp



**Hình 2:** Sơ đồ khối thiết kế phần cứng

Hình 2 là sơ đồ khối hệ thống đề xuất tại một nút. Các khối được thiết kế với trung tâm xử lý là một máy tính nhúng Raspberry Pi phiên bản 3 model B. Module có tích hợp sẵn các phần cứng thực hiện chức năng kết nối mạng Ethernet và Wifi. Hệ điều hành cài lên module này là một phiên bản của Linux và cũng có các thư viện Java hỗ trợ sẵn cho vi xử lý BroadCom, vi xử lý trung tâm của Raspberry Pi.

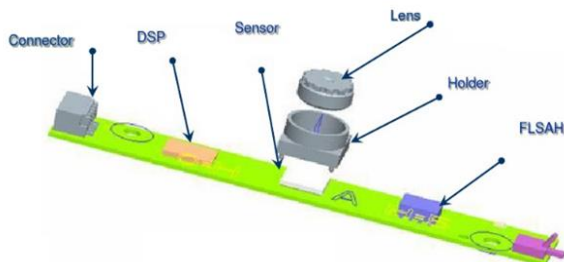
Cảm biến phát hiện khói và cảm biến nhiệt độ độ ẩm được kết nối với một mạch điện tử khác chứa vi điều khiển STM32, vi điều khiển đọc giá trị cảm biến sau đó chuyển dữ liệu về Raspberry thông qua giao tiếp USB. Cảm biến hình ảnh được sử dụng là một module camera và nó cũng sử dụng giao thức USB để truyền tải hình ảnh tới vi điều khiển. Phương án là sử dụng một module đã xử lý tín hiệu hình ảnh và kết nối qua giao tiếp USB.

Khối xử lý trung tâm sử dụng một RPi phiên bản 2.0. Sử dụng module camera cho RPi với hai phiên bản V1 (5 MPixels) và V2 (8 MPixels) nên tính tương thích và ổn định rất cao. Cảm biến hình ảnh giao tiếp trực tiếp với vi xử lý qua SCCB với module V1 và qua CSI với module V2. Chi tiết sơ đồ nguyên lý của module này nhưng có thể tham khảo từ nguồn [14] để có thêm thông tin về module camera RPi. Chúng ta sẽ sử dụng một module camera đã chuyển đổi dữ liệu từ cảm biến ảnh sang giao tiếp USB 2.0 như bảng 1.

Bảng 1. Các phương án lựa chọn khối cảm biến hình ảnh

Phương án	Linh kiện	Độ phân giải	Kết nối tới cảm biến ảnh	Kết nối tới máy tính
Module Camera RPi	OV5647, IMX219	Từ 5MP	Trực tiếp	SCCB, CSI
Module Webcam	SPCA533A, SN9C2028AF	Dưới 5MP	SCCB, CSI	USB 2.0

Do giới hạn ở phạm vi đề tài, cũng như tiện cho các bước phát triển tiếp theo, và để rút ngắn thời gian nghiên cứu sản phẩm chúng tôi sử dụng một module webcam như hình 3.



Hình 3. Sơ đồ khối một module webcam [5]

Thành phần chính của module webcam sẽ gồm có một cảm biến hình ảnh, và một vi xử lý loại DSP (Digital Signal Processor). DSP này sẽ thu nhận dữ liệu hình ảnh từ cảm biến sau đó thực hiện các thao tác nén rồi chuyển qua giao tiếp USB tới máy tính. Một số dòng DSP sử dụng trên các module webcam phổ biến hiện nay trong bảng 1 và 2.

Bảng 2. Các loại DSP cho webcam thông dụng

STT	Nhà sản xuất Webcam	Nhà sản xuất DSP
1	Logitech	SUNPLUS
2	HP laptop webcam	Jmicron, SONix
3	Acer laptop	Alcor Micro

	webcam	
--	--------	--

Khối vi xử lý trung tâm lựa chọn một mạch Raspberry Pi 3 đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra [17]:

- Module mạng Ethernet: sử dụng IC LAN9514
- Module USB 2.0: IC LAN9514
- Module wifi tích hợp sẵn một anten 2.4GHz trong mạch: IC BCM43328

Việc sử dụng RPi sẽ cho lợi thế lớn là các tài nguyên hỗ trợ cho RPi hay cho một hệ điều hành Linux là rất lớn để có thể tận dụng và tùy biến. Yêu cầu của đề tài là thiết kế một hệ thống cảnh báo cháy kết hợp hình ảnh và cảm biến báo khói, vì thế mục tiêu trước mắt là thu thập được dữ liệu hình ảnh và khói để đưa ra các giải pháp phân tích dữ liệu hình ảnh và cảm biến khói. Có ba phương án lựa chọn thiết kế cho khối cảm biến khói, như phần cơ sở lý thuyết đã nêu ra. Đó là cảm biến khói ion hóa, cảm biến khói quang, cảm biến đo nồng độ khí Cacbon Dioxide. Với mỗi loại có thể tìm được các cảm biến tương ứng như sau:

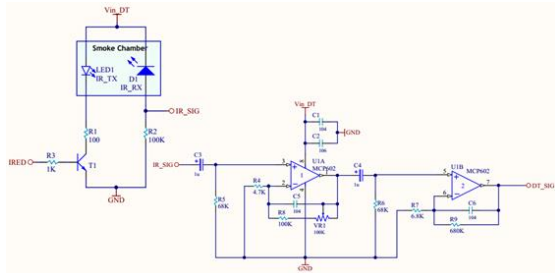
Bảng 3. So sánh các phương án thiết kế cảm biến phát hiện khói ([12])

Phương pháp	Cảm biến	Đặc điểm
Cảm biến ion hóa	AP-07, NIS-02C	Phát hiện được cả những loại khói rất nhỏ Thời gian đáp ứng nhanh hơn cảm biến quang. Sử dụng chất phóng xạ để chế tạo cảm biến. Chỉ hoạt động tốt trong môi trường không khí ổn định
Cảm biến quang	Photodiode in chamber	Sử dụng hiện tượng tán xạ ánh sáng. Phát hiện hạt khói có kích cỡ 0.4 - 10.0 $\mu\text{m}$ . Thời gian đáp ứng chậm hơn cảm biến ion
Cảm biến nồng độ khí	MQ-135	Sử dụng thay đổi của điện dẫn từ. Thời gian đáp ứng rất nhanh. Không phụ thuộc vào kích thước hạt khói

Điều kiện của hệ thống là phát hiện ngay khi đám cháy chưa bùng phát lớn, khi đó thiệt hại và nguy



cơ lây lan cháy thấp hơn. Vì vậy lựa chọn tốt hơn chính là cảm biến khói quang [12], [6]. Để chuyển được tín hiệu từ photodiode thành tín hiệu điện ta có thể sử dụng một mạch khuếch đại xung trong sơ đồ hình 4.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý mạch cảm biến khói hồng ngoại

Photodiode có các đặc tính của một diode thông tức là sẽ dòng điện đi qua theo một chiều mà không cho đi qua theo chiều ngược lại. Nhưng photodiode hồng ngoại sẽ cho dòng điện đi qua theo chiều ngược lại nếu nó được chiếu sáng bởi tia hồng ngoại. Có nghĩa rằng khi có ánh sáng hồng ngoại đi qua thì photodiode sẽ có điện trở nhỏ hơn khi không có. Vì sự thay đổi điện trở nên điện áp trên tính hiệu IR\_SIG sẽ thay đổi. Mạch khuếch đại xung có đầu vào là tín hiệu IR\_SIG sẽ khuếch đại bất cứ thay đổi nào của tín hiệu này lên. Điện trở C3 - R5 sẽ tạo ra một mạch lọc thông cao tần số lọc là  $f_c = 1 / (2\pi * R * C) = 0.23 \text{ Hz}$  tức là bộ lọc sẽ không cho các tín hiệu một chiều đi qua mà chỉ có các biến đổi điện áp hay các xung đi qua. Sau khi qua bộ lọc các xung tín hiệu từ photodiode sẽ được khuếch đại khoảng 10000 ở cả hai tầng nhằm biến các xung tín hiệu thu được thành mức logic cao sau đó mới đưa tới chân vi điều khiển. LED hồng ngoại được điều khiển bởi một transistor để bật tắt theo một cho kỳ khoảng 1 giây sẽ bật một lần. Mạch vi điều khiển sẽ đóng vai trò thực hiện các nhiệm vụ phụ trợ, điều khiển IO và đọc dữ liệu từ các cảm biến. Công suất mỗi chân IO của RPi cũng rất nhỏ chỉ cỡ 5mA với điện áp 3.3V. Do vì xử lý luôn hoạt động ở điện áp thấp hơn các vi điều khiển thông thường.

Cảm biến nhiệt độ độ ẩm được thiết kế thêm vào như một chức năng phụ trợ, thể hiện khả năng mở rộng phát triển thêm các ngoại vi khác của hệ thống. Cảm biến được chọn ở đây là DHT12, một phiên bản nâng cấp từ DHT11. Ưu điểm chính của loại này là giá rẻ mà vẫn đảm bảo yêu cầu về độ chính xác, đặc biệt là cảm biến này khá nhỏ gọn.

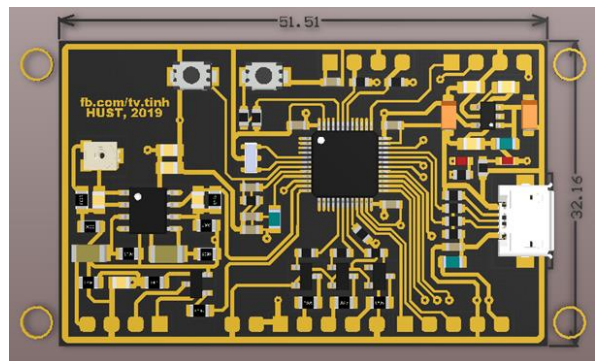
#### 4. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

##### 4.1. Sơ đồ mạch in

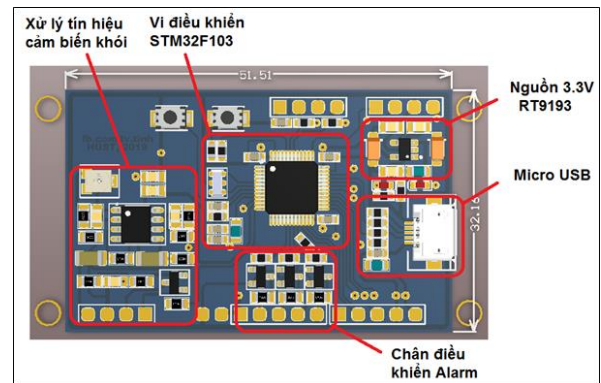
Từ các thiết kế mạch nguyên lý như trên mạch in được thiết kế với các tiêu chí:

- Kích thước và chiều dài các đường tín hiệu đảm bảo các chức năng của mạch hoạt động tốt.
- Kích thước tổng thể nhỏ gọn, có thể gá lắp với khối vi xử lý.
- Đạt được tính thẩm mỹ: sắp xếp gọn gàng, đẹp mắt.

Mạch in cuối cùng được thiết kế như hình bên dưới. Mạch được thiết kế hai lớp với kích thước khoảng 33x52 mm chưa tính tới các khu vực để gá lắp mạch. Mọi linh kiện được chọn đều là loại dán và có kích thước nhỏ nhất có thể để tiết kiệm diện tích mạch. Hình 5 mô tả các đường dây mặt top của mạch in và cách sắp xếp bố trí linh kiện của các khối trên mạch.



a)

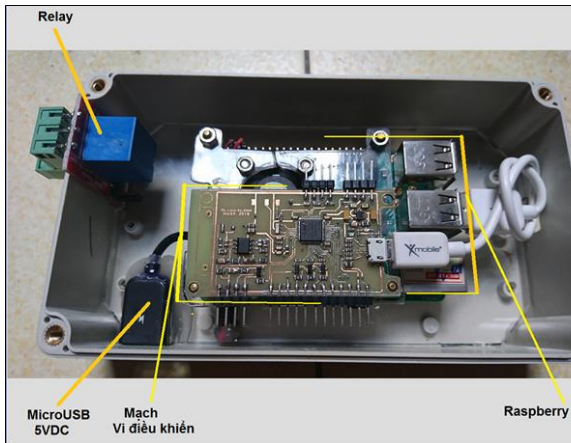


b)

Hình 5. a) Sơ đồ mạch in và b) Sắp xếp linh kiện

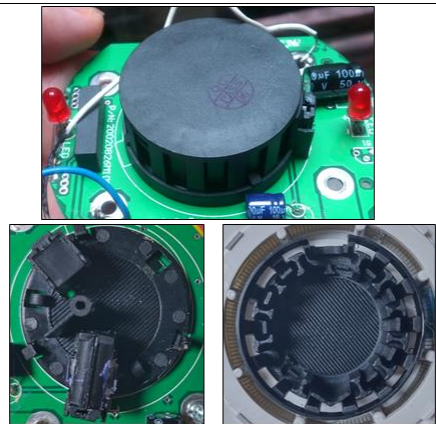
#### 4.2. Gia công và đóng gói

Thực hiện mạch sẽ được làm bằng phương pháp thủ công tuy sẽ không đạt độ thẩm mỹ cao như mạch in được gia công bằng máy như đảm bảo được thời gian gia công nhanh chóng hơn. Mạch được thiết kế để có thể gá lắp lên module RPi và kết quả đạt được như hình 6.

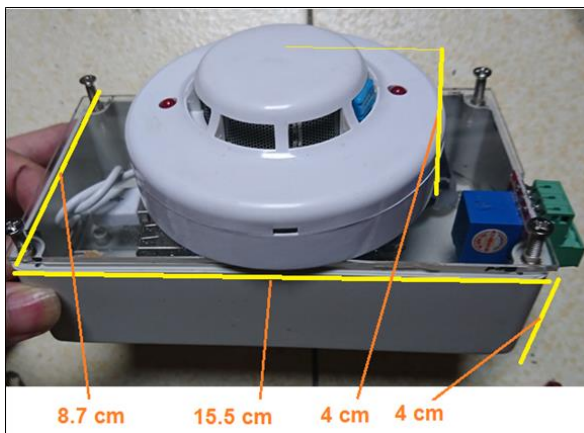


Hình 6. Hình ảnh mạch in và sắp xếp, lắp đặt thiết bị vào vỏ hộp

Do hạn chế về khả năng thiết kế và gia công cơ khí, module cảm biến khói bên trên được lấy sẵn từ một thiết bị cảm biến khói quang. Chi tiết thiết kế bên trong rất trùng khớp với những thiết kế trong sáng chế của Miller. Có thể quan sát các hình bên dưới của thiết bị. Sau khi lắp đặt hoàn chỉnh thiết bị có kích thước lần lượt dài, rộng, cao là: 15.5x8.7x8 cm đảm bảo yêu cầu đã đặt ra.



Hình 7. Hình ảnh module cảm biến khói quang

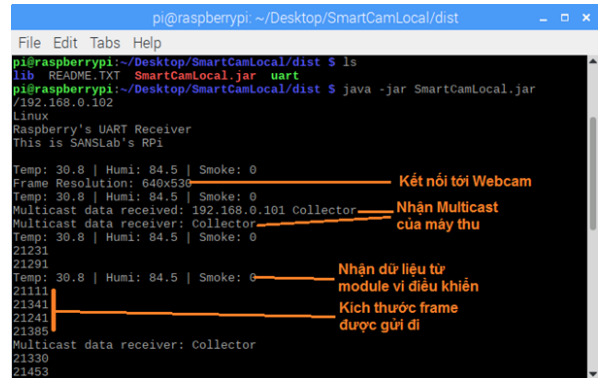


Hình 8. Vỏ thiết bị và kích thước thực tế

#### 4.3. Kết quả thử nghiệm

Sau khi kết nối hết các khối, chương trình trên RPi mới có thể hoạt động được. Module camera và vi điều khiển được kết nối qua cổng USB. Có

thể kiểm tra với lệnh terminal "lsusb" và "dmesg". Ứng dụng .jar phải được đặt cùng thư mục với các tập thư viện của OpenCV, đồng thời file thực thi đọc dữ liệu Uart cũng sẽ đặt trong cùng thư mục đó. Khi khởi chạy ứng dụng và kết nối tới máy tính thu dữ liệu ta sẽ nhận được các log thông báo như hình 9.



Hình 9. Quá trình truyền tải dữ liệu diễn ra

Kết quả bên thu tín hiệu nhận về được các khung hình và liên tục làm mới hiển thị mỗi khi nhận được một khung mới, một luồng xử lý khác sẽ lấy dữ liệu từ các khung nhận được từ đó tạo thành một video và lưu trữ lại. Hình ảnh bên phía thu nhận được như hình bên dưới.



Hình 10. Kết quả nhận được từ thiết bị thu nhận dữ liệu.

Kiểm tra khối cảm biến khói bằng các nguồn tạo khói là các chất cháy phổ biến. Đặt thiết bị để hướng cảm biến khói xuống dưới, theo đúng chiều mà trong thực tế lắp đặt thiết bị. Sau đó đốt các chất cháy để tạo khói. Quan sát hình bên dưới để nắm được chi tiết cách thức tiến hành kiểm tra.



Hình 11 Sơ đồ khối phương án kiểm tra hoạt động của cảm biến phát hiện khói

Do điều kiện thử nghiệm không đầy đủ nên việc kiểm tra sẽ chỉ sử dụng các nguồn tạo khói thông thường từ việc đốt hương, giấy, vải và hơi nước đun sôi với khoảng cách từ xa đến gần nhất cho đến khi hệ thống phát hiện khói với đầu cảm biến hướng đến luồng khói. Sau khi tiến hành các bước kiểm tra ta thống kê được các kết quả như trong bảng bên dưới.

Bảng 4. Thống kê thời gian đáp ứng của cảm biến phát hiện khói

STT	Nguồn tạo khói	Mô tả về cách tạo khói	Thời gian đáp ứng của cảm biến (thời gian từ lúc tiếp xúc với khói tới khi phát ra tín hiệu cảnh báo)
1	Hương	Đốt một que hương loại thông thường sau đó đặt làn khói lại gần đầu cảm biến	43 giây
2	Giấy	Vò nhiều tờ giấy A4 lại thành một khối. Đốt khối giấy để tạo khói	31 giây
3	Vải	Dùng loại vải cô – tông thường thấy trên các loại khăn mặt đốt để tạo khói cảm biến	76 giây
4	Hơi nước	Hơi nước từ ấm đun nước	Không xác định
		Hơi nước từ nồi cơm điện	97 giây

Cho thiết bị hoạt động liên tục và đặt trong không gian ngoài trời, do nguồn cấp không thể kéo quá dài nên chỉ đặt được thiết bị bên ngoài cửa sổ có

thể gây ra các sai số. Mục đích là khi thu tín hiệu nhiệt độ, độ ẩm từ cảm biến ta có thể đem so sánh với dữ liệu thời gian thực về thời tiết của các trạm quan trắc được đặt tại phố Bạch Mai, Hà Nội cũng khá gần với vị trí trường đại học Bách Khoa Hà Nội. Các kết quả đo được so sánh như trong bảng bên dưới.

Bảng 5. Thống kê kết quả đo nhiệt độ, độ ẩm

STT	Giá trị nhiệt độ, độ ẩm từ thiết bị	Giá trị nhiệt độ, độ ẩm từ trạm quan trắc đặt gần Bạch Mai	Chênh lệch
1	27.5 °C, 84.3%	26 °C, 89%	+1.5 °C, - 4.7%
2	33.2 °C, 52.3%	35 °C, 57%	+1.8 °C, - 5.0%
3	29.0 °C, 85.3%	27 °C, 89%	+2.0 °C, - 3.7%
4	30.5 °C, 90.3%	28 °C, 96%	+2.5 °C, - 5.7%

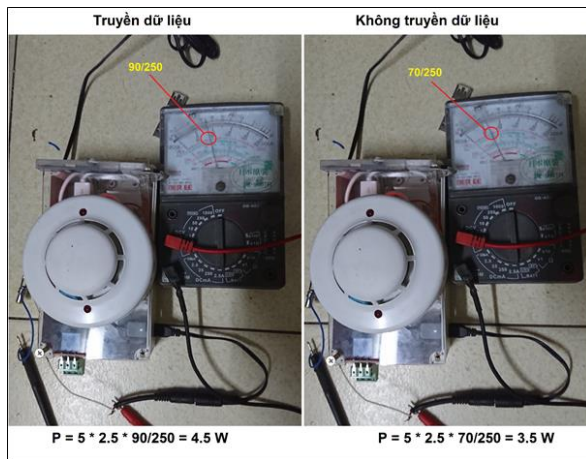
Hình dưới mô tả phương pháp đo độ trễ của thiết bị với chức năng truyền tải hình ảnh. Sử dụng một phần mềm có tên là Vysor sử dụng để kết nối màn hình của điện thoại thông minh với máy tính. Lúc này ta có thể quan sát cùng lúc hình ảnh từ camera và hình ảnh trên màn hình điện thoại ta có kết quả thống kê như trong bảng 6.

Bảng 6. Thống kê độ trễ truyền dữ liệu hình ảnh

STT	Thời gian trong hình ảnh	Thời gian trên điện thoại	Độ trễ
1	06:55:26	06:55:57	310 ms
2	01:44:58	01:46:05	470 ms
3	03:20:39	03:20:97	580 ms
4	02:51:82	02:52:20	380 ms
5	05:37:62	05:38:01	390 ms

Công suất tiêu thụ của thiết bị được đo bằng cách sử dụng một đồng hồ đo điện đo dòng tiêu thụ tổng của thiết bị như hình 12.





Hình 12. Đo công suất tiêu thụ của thiết bị

#### 4.4. Thảo luận

Các kết quả đã đạt được sẽ được đem so sánh với các yêu cầu của thiết kế như bảng 7.

Bảng 7. So sánh các thông số kỹ thuật của thiết bị và yêu cầu đặt ra

STT	Tiêu chí	Yêu cầu	Kết quả đạt được
1	Kích thước	Nhỏ hơn 20x20x20 cm	15.5x8.7x8 cm
2	Độ phân dải	Lớn hơn hoặc bằng 360p	640x480 (480p)
3	Độ trễ hình ảnh	Nhỏ hơn 1 giây	426 ms
4	Sai số nhiệt độ	$\pm 1.0$ °C	+1.92 °C
5	Sai số độ ẩm	$\pm 5.0$ %	-5.22 %
6	Công suất tiêu thụ	< 15W	4.5 W
7	Độ trễ cảm biến khói	120 giây	61.75 giây

Có thể thấy từ bảng trên các yêu cầu kỹ thuật cho thiết bị đã được đảm bảo đáp ứng được yêu cầu. Điểm vượt trội của thiết bị là tích hợp khả năng đọc dữ liệu cảm biến cũng như khả năng kết nối với hạ tầng mạng trong các tòa nhà cao tầng không nhiều thiết bị được tích hợp các chức năng này.

#### 5. KẾT LUẬN

Như các kết quả đánh giá thông số kỹ thuật đã cho thấy, thiết bị đáp ứng tốt các yêu cầu phi chức năng đã đặt ra. Các khối phần cứng sau khi gia công lắp đặt đã hoạt động ổn định các chức năng theo yêu cầu. Khối cảm biến khói cho đáp ứng tốt, trong nhiều kiểu loại khói, thời gian đáp ứng nhanh hơn so với yêu cầu đặt ra gần một nửa. Kích thước sau khi gia công lắp ráp cũng

nhỏ gọn hơn so với yêu cầu. Tuy nhiên sản phẩm còn một số hạn chế như:

Chất lượng hình ảnh thu được vẫn khá thấp. Cảm biến khói tuy hoạt động đã rất ổn định nhưng vẫn là dùng IC tích hợp, mạch khuếch đại tín hiệu sử dụng khuếch đại thuật toán vẫn chưa hoạt động ổn định được. Nhiệt độ tỏa ra trong quá trình hoạt động rất cao, dù đã lắp đặt thêm quạt tản nhiệt cho RPi. Vấn đề nhiệt độ cao là vấn đề sẽ phải giải quyết bằng cách thay đổi thiết kế phần cứng. Vì thế đây vẫn là một nhược điểm phải khắc phục trong tương lai.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ trong đề tài: "Khai thác sáng chế trong lĩnh vực xử lý và nhận dạng ảnh nhằm ứng dụng giám sát, cảnh báo cháy", hợp đồng số 01/2019/VSCCN-ĐTCTB.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. K. Deve, G. Hancke and B. Silva, "Design of a smart fire detection system," *IECON 2016 - 42<sup>nd</sup> Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Florence, pp. 6205-6210, 2016.
- [2]. Phạm Hồng Hoàng, "Thiết Kế Hệ Thống Báo Cháy Cho Tòa Nhà Tower," Đại học dân lập Hải Phòng.
- [3]. Asok Bala và Md. Najmul Hossain, "Design & implementation of fire alarm circuit", *Electronics And Communication Engineering Northern University Bangladesh*
- [4]. Lâm Văn Trung, "Thiết bị báo cháy tự động," Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM
- [5]. Nhóm tác giả, "Nghiên cứu hệ thống báo cháy sử dụng công nghệ IoT để điều khiển và giám sát," Đại học Hàng Hải
- [6]. Toufiqul Islam, Syed Asif Abdullah, and Golam Sarwar, "Enhanced Wireless Control System for Smoke and Fire Detection," *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, Vol. 5, No. 2, April 2013
- [7]. KB Deve, GP Hancke and BJ Silva, "Design of a smart fire detection system", *IECON 2016*
- [8]. Oh-Hyun Kwon, Sung-Min Cho, Sun-Myung Hwang, "Design and Implementation of Fire Detection System," Publisher: IEEE, 2008
- [9]. Jareerat Seebamrungsat, Suphachai Praising, and Panomkhawn Riyamongkol, "Fire Detection in the Buildings Using Image Processing," Publisher: IEEE, 2014
- [10]. Nguyễn Hữu Phát, Trần Hoàng Vũ, "Đề xuất một thuật toán phát hiện cháy rừng dựa trên khói/lửa trong hình ảnh," *Tạp chí khoa học và công nghệ Đà Nẵng*, 2016
- [11]. Trần Quang Bảo, Nguyễn Trọng Cương, Lê Ngọc Hoàn, Mai Hà An, "Nghiên cứu xây dựng phần mềm tự động phát hiện sớm cháy



- rừng từ trạm quan trắc mặt đất,” Tạp chí KHLN, 2016
- [12]. Wikipedia, “Smoke detector”, [https://en.wikipedia.org/wiki/Smoke\\_detector](https://en.wikipedia.org/wiki/Smoke_detector), truy cập ngày cuối 05/06/2019.
- [13]. Wikipedia, “Capnography”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Capnography>, truy cập ngày cuối 05/06/2019.
- [14]. R. J. Radke, “Computer Vision for Visual Effects”, Cambridge University Press, New York, USA, 2013.
- [15]. DrYerzinia, “<https://hackaday.io/project/19480-raspberry-pi-camera-v21-reversed>”, truy cập ngày cuối 05/06/2019.
- [16]. Colocationamerica, “<https://www.colocationamerica.com/blog/tcp-ip-vs-udp>”, truy cập ngày cuối 05/06/2019.
- [17]. Raspberry, “Raspberry Pi 3: Specs, Benchmarks & Testing”, <https://www.raspberrypi.org/magpi/raspberry-pi-3-specs-benchmarks/>, truy cập lần cuối 05/06/2019.

