**ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**Thiết kế hệ thống cảnh báo hỏa hoạn cho chung cư mini**

**NGUYỄN THẠC HIẾU**

[Hieu.nt213921@sis.hust.edu.vn](mailto:Hieu.nt@sis.hust.edu.vn)

**NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH**

[Trinh.ntt214114@sis.hust.edu.vn](mailto:Trinh.ntt214114@sis.hust.edu.vn)

**Ngành Kỹ thuật Điện tử - Viễn thông**

**Trường Điện – Điện tử**

|  |  |
| --- | --- |
| **Giảng viên hướng dẫn:** | Chữ ký của GVHD |
| **KHOA:** | Điện tử |
| **HÀ NỘI, 6/2025** | |

**ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

**Tên đề tài:** Thiết kế hệ thống cảnh báo hỏa hoạn cho chung cư mini

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Họ và tên sinh viên: | Nguyễn Thạc Hiếu | MSSV: 20213921 |
| Họ và tên sinh viên: | Nguyễn Thị Tuyết Trinh | MSSV: 20214114 |
| Họ và tên sinh viên: |  |  |

Giáo viên hướng dẫn

Ký và ghi rõ họ tên

**Lời cảm ơn**

Đây là mục tùy chọn, nên viết phần cảm ơn ngắn gọn, tránh dùng các từ sáo rỗng, giới hạn trong khoảng 100-150 từ.

**Lời cam đoan**

Đây là mục tùy chọn, nên viết ngắn gọn, cam đoan về sản phẩm do chính nhóm thực hiện. Viết khoảng 100 từ.

**Tóm tắt nội dung đồ án**

Tóm tắt nội dung của đồ án tốt nghiệp trong khoảng tối đa 300 chữ. Phần tóm tắt cần nêu được các ý: vấn đề cần thực hiện; phương pháp thực hiện; công cụ sử dụng (phần mềm, phần cứng…); kết quả của đồ án có phù hợp với các vấn đề đã đặt ra hay không; tính thực tế của đồ án, định hướng phát triển mở rộng của đồ án (nếu có); các kiến thức và kỹ năng mà sinh viên đã đạt được.

Sinh viên thực hiện

Ký và ghi rõ họ tên

**MỤC LỤC**

[CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI 1](#_Toc192717018)

[1.1 Đặt vấn đề 1](#_Toc192717019)

[1.2 Mục tiêu của đề tài 3](#_Toc192717020)

[1.3 Mục tiêu chức năng 3](#_Toc192717021)

[1.3.1 Phát hiện sớm nguy cơ cháy 3](#_Toc192717022)

[1.3.2 Xử lý dữ liệu tại biên (Edge Computing) 3](#_Toc192717023)

[1.3.3 Tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) xử lý hình ảnh 3](#_Toc192717024)

[1.3.4 Tạo cơ chế cảnh báo đa tầng và can thiệp thủ công 3](#_Toc192717025)

[1.4 Mục tiêu phi chức năng 4](#_Toc192717026)

[1.5 Phạm vi nghiên cứu 4](#_Toc192717027)

[1.6 Phương pháp nghiên cứu 5](#_Toc192717028)

[1.7 Đối tượng hướng đến 5](#_Toc192717029)

[1.8 Phân chia công việc 5](#_Toc192717030)

[CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT 5](#_Toc192717031)

[CHƯƠNG 3. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG 5](#_Toc192717032)

[3.1 Phân tích và thiết kế hệ thống 5](#_Toc192717033)

[3.1.1 Phân tích tổng thể 5](#_Toc192717034)

[3.1.2 Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống 7](#_Toc192717035)

[3.1.3 Sơ đồ thuật toán tổng quát 9](#_Toc192717036)

[3.1.4 Thiết kế phần mềm hệ thống 10](#_Toc192717039)

[3.1.5 Thiết kế app 10](#_Toc192717040)

[CHƯƠNG 4. TRIỂN KHAI THỰC HIỆN 11](#_Toc192717041)

[4.1 Triển khai thực hiện phần cứng 11](#_Toc192717042)

[4.1.1 Các thiết bị/linh kiện sử dụng 11](#_Toc192717043)

[4.1.2 Thiết kế mạch 11](#_Toc192717044)

[4.2 Thực hiện huấn luyện mô hình 11](#_Toc192717053)

[4.3 Triển khai app 11](#_Toc192717064)

[4.3.1 Lập trình app 11](#_Toc192717065)

[4.3.2 Cơ sở dữ liệu 11](#_Toc192717066)

[4.3.3 Kiểm thử và gỡ lỗi 11](#_Toc192717067)

[4.3.4 Kết quả 11](#_Toc192717068)

[4.4 Truy cập hệ thống từ xa 11](#_Toc192717077)

[4.5 Kết quả thực nghiệm 11](#_Toc192717078)

[CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN 11](#_Toc192717079)

[5.1 Kết luận 11](#_Toc192717080)

[5.2 Hướng phát triển của đồ án trong tương lai 11](#_Toc192717083)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 11](#_Toc192717084)

[PHỤ LỤC 12](#_Toc192717085)

**DANH MỤC HÌNH VẼ**

[Hình 2.1 Đồ thị kiểu bánh 20](#_Toc20580104)

[Hình 2.2 Đồ thị kiểu thanh ngang 20](#_Toc20580105)

[Hình 2.3 Đồ thị kiểu cột đứng 21](#_Toc20580106)

[Hình 2.4 Đồ thị kiểu đường 21](#_Toc20580107)

[Hình 2.5 Đồ thị kiểu diện tích 22](#_Toc20580108)

**DANH MỤC HÌNH VẼ**

[Bảng 1.1 Thống kê các thiết bị và giá thành 8](#_Toc20580109)

# TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

Chương này trình bày các mục đích và yêu cầu của đề tài, đồng thời mô tả phạm vi và phương pháp nghiên cứu được áp dụng để thực hiện đề tài.

## Đặt vấn đề

Hỏa hoạn là một trong những hiểm họa có thể gây thiệt hại nghiệm trọng đến tính mạng, tài sản và môi trường. Hàng năm nước ta xảy ra hàng nghìn vụ cháy, cướp đi sinh mạng của rất nhiều người và gây ra tổn thất nặng nề về mặt kinh tế. Đặt biệt là tại các đô thị đông dân cư và có cơ sở hạ tầng phức tạp như thủ đô Hà Nội thì nguy cơ hỏa hoạn luôn hiện hữu và có thể bùng phát bất cứ lúc nào nếu không có biện pháp phòng ngừa và ứng phó kịp thời.

Theo thông tin của Cục Cảnh sát Phòng cháy, chữa cháy và cứu nạn cứu hộ thì trong năm 2024 cả nước đã ghi nhận 4.112 vụ cháy, làm chết 100 người và bị thương 89 người, thiệt hại về tài sản ước tính khoảng 657,45 tỷ đồng và 637,08 ha rừng. Trong số này, 48 vụ cháy lớn và 51 vụ cháy gây thiệt hại nghiêm trọng về người, khiến 99 người chết và 89 người bị thương. So sánh với năm 2023, số vụ cháy tăng 13,67% (4.112/3.550 vụ), nhưng số người chết giảm 50% (100/150 người) và số người bị thương giảm 28,09% (89/114 người), tuy nhiên thiệt hại về tài sản lại tăng 37,73%.

Cũng theo thống kê của Cục Cảnh sát Phòng cháy, chữa cháy và cứu nạn cứu hộ về tình hình cháy 6 tháng đầu năm 2024, Cháy chủ yếu xảy ra tại khu vực thành thị với 1.343 vụ (chiếm 60,4%), nông thôn xảy ra 879 vụ (chiếm 39,6%). Trong đó cháy tại loại hình nhà dân vẫn chiếm tỷ lệ cao nhất với 37% (823 vụ); vụ cháy kho, cơ sở sản xuất, kinh doanh chiếm 12,2% (271 vụ). Các loại hình khác, mỗi loại hình đều chiếm tỷ lệ dưới 10%.

Theo thống kê, 1.873 vụ cháy (chiếm 74,83% trong số 2.503 vụ đã điều tra) có nguyên nhân xuất phát từ sự cố hệ thống, thiết bị điện. Đây là lí do chính khiến tình trạng cháy nổ gia tăng ở khu vực thành thị, nơi có tốc độ đô thị hóa và sản xuất nhanh. Trong số này, các vụ cháy nhà ở kết hợp kinh doanh chiếm 41,58%, là khu vực đáng báo động nhất.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Địa điểm** | **Nguyên nhân gây cháy** | **Hậu quả** | **Nguyên nhân tử vong** |
| 1 | 29/70 phố Khương Hạ, quận Thanh Xuân, Hà Nội | Do chập mạch điện trên đường dây dẫn diện tại khu vực bình ắc quy thuộc phần đầu xe mô tô sử dụng động cơ xăng. | 56 người tử vong, 37 người bị thương. | Phần lớn do ngạt khói hoặc bị thương do nhảy khỏi tòa nhà từ tầng cao. |
| 2 | Ngõ 119 Trung Kính, phường Trung Hòa, quận Cầu Giấy, Hà Nội | Do chập mạch điện trên đường dây dẫn điện tại khu vực đầu xe máy điện. Sau đó, làm cháy lớp vỏ cách điện và cháy lan ra các xe máy xung quanh. | 14 người tử vong | Ngạt khí độc |
| 3 | Số 207 phố Định Công Hạ, phường Định Công, quận Hoàng Mai | Vẫn đang trong quá trình điều tra, theo nhận định ban đầu là chập điện tại phòng ngủ ở tầng 4 sau đó lan ra các tầng khác. | 4 người tử vong | Ngạt khí độc |

Bảng 1‑1: Một số vụ cháy gây thiệt hại lớn về người và của

Theo những thông tin nhóm em tổng hợp được từ báo cáo điều tra của các cơ quan chức năng thì có thể tóm gọn lại nguyên nhân phổ biến dẫn đến các vụ cháy thương tâm như sau:

* **Sự cố về điện:** Đây là một trong những nguyên nhân chủ yếu gây cháy, xuất phát từ tình trạng chập mạch, dây dẫn hư hỏng, thiết bị xuống cấp. Dù đây là nguyên nhân chủ yếu gây cháy nhưng lại rất khó phát hiện và kiểm soát.
* **Bất cẩn trong sinh hoạt:** Nhiều vụ cháy xuất phát từ những hành vi thiếu thận trọng của con người, chẳng hạn như đốt rác không kiểm soát, hút thuốc gần vật dễ cháy hoặc sử dụng bếp lửa, các thiết bị trong nhà bếp không an toàn.
* **Hệ thống phòng cháy chữa cháy chưa đảm bảo:** Đây không phải là nguyên nhân gây ra hỏa hoạn nhưng lại là nguyên nhân khiến đám cháy khó kiểm soát, dẫn đến hậu quả nghiêm trọng. Những hạn chế thường gặp gồm thiếu thiết bị phòng cháy chữa cháy, thiết bị cảnh báo hỏng, hệ thống chữa cháy không đủ công suất,…
* **Hệ thống thoát hiểm:** Những vụ cháy gây hậu quả to lớn về người thì nguyên nhân chính gây tử vong lại không phải là bỏng, cháy mà là ngạt khí độc. Nguyên nhân chủ yếu là do lối thoát hiểm không có hoặc bị chặn, không đạt tiêu chuẩn an toàn PCCC.

Trước thực trạng này, việc ứng dụng công nghệ để cải thiện hệ thống cảnh báo và ngăn ngừa hỏa hoạn là điều cấp thiết. Là những người trực tiếp sinh sống trong chung cư mini, nhóm sinh viên lớp Điện tử 05 – K66 chúng em nhận thức rõ mức độ nguy hiểm của hỏa hoạn và đã lựa chọn đề tài " Thiết kế hệ thống cảnh báo hỏa hoạn cho chung cư mini". Đề tài này được xây dựng dựa trên những kiến thức đã học tại Đại học Bách khoa Hà Nội, cũng như kiến thức trong quá trình phát triển bản thân, với mục tiêu phát triển hệ thống giám sát, cảnh báo sớm và tự động hóa các giải pháp ứng phó khi có sự cố cháy xảy ra.

## Mục tiêu của đề tài

Phát triển và nghiên cứu hệ thống cảnh báo hỏa hoạn cho chung cư mini, tích hợp cảm biến khói và xử lý hình ảnh từ camera tại biên (Edge Computing) cùng với trí tuệ nhân tạo, nhằm phát hiện sớm dấu hiệu hỏa hoạn, tối ưu hóa hiệu năng và chi phí triển khai để hướng đến ứng dụng thực tế và thương mại hóa.

**Mục tiêu cụ thể:**

* Tìm hiểu và nghiên cứu hệ thống cảnh báo hỏa hoạn.
* Tối ưu hóa hiệu năng và chi phí triển khai.
* Ứng dụng thực tiễn và kiểm nghiệm hệ thống.

## Mục tiêu chức năng

### Phát hiện sớm nguy cơ cháy

* Thông qua cảm biến: Hệ thống tích hợp các cảm biến khói được lắp đặt tại các vị trí trọng yếu trong không gian chung cư mini. Các cảm biến này liên tục giám sát nồng độ hạt bụi mịn và khí cháy. Mọi biến đổi bất thường sẽ được ghi nhận và đánh giá nhằm phát hiện sớm khả năng xảy ra hỏa hoạn.
* Thông qua trí tuệ nhân tạo (AI): Dữ liệu thu thập từ cảm biến, cùng với hình ảnh hoặc video từ camera, sẽ được xử lý bởi các thuật toán học máy. Hệ thống AI được huấn luyện để nhận diện các đặc điểm và biểu hiện của hỏa hoạn trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau, từ đó đưa ra các cảnh báo chính xác và kịp thời.

### Xử lý dữ liệu tại biên (Edge Computing)

* Xử lý dữ liệu tại biên: Dữ liệu thu thập từ cảm biến và camera được phân tích ngay tại tầng, giúp giảm thiểu độ trễ so với khi truyền tải thông tin đến hệ thống trung tâm. Điều này cho phép hệ thống phản ứng nhanh chóng trong tình huống khẩn cấp.
* Tính độc lập và độ tin cậy cao: Mỗi đơn vị xử lý hoạt động độc lập, hạn chế việc cả hệ thống bị ảnh hưởng khi có một đơn vị gặp sự cố, giúp nâng cao khả năng chịu lỗi và đảm bảo sự ổn định của toàn hệ thống.

### Tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) xử lý hình ảnh

* Nghiên cứu, ứng dụng các thuật toán AI để phân tích hình ảnh từ camera và nhận diện dấu hiệu cháy, từ đó xác định mức độ nghiêm trọng của tình huống.
* Kết hợp dữ liệu từ cảm biến khói và hình ảnh để đưa ra quyết định cảnh báo chính xác.

### Tạo cơ chế cảnh báo đa tầng và can thiệp thủ công

* Tổng hợp dữ liệu thu được: Hệ thống sẽ liên tục thu thập và phân tích dữ liệu từ cảm biến và hình ảnh/video từ camera xử lý bởi AI. Việc tích hợp này cho phép hệ thống đánh giá chính xác tình trạng cháy dựa trên nhiều nguồn dữ liệu khác nhau.
* Cảnh báo nội bộ và kích hoạt sơ tán: Ngay khi phát hiện dấu hiệu cháy qua cảm biến hoặc khi hình ảnh được AI nhận diện có đặc trưng của đám cháy, hệ thống sẽ kích hoạt cảnh báo nội bộ tại phòng bằng cách bật đèn báo. Sau một khoảng thời gian, nếu không nhận được phản hồi từ người dùng và tình trạng nguy hiểm được xác định rõ ràng, hệ thống sẽ tự động gửi cảnh báo chi tiết qua ứng dụng di động đến chủ căn hộ và ban quản lý chung cư. Điều này sẽ giúp người dùng kịp thời kiểm soát và can thiệp khi cần thiết.
* Kích hoạt đèn thoát hiểm: Trong trường hợp xảy ra cháy, các đèn thoát hiểm được bố trí tại các vị trí chiến lược (gần cửa ra vào và lối thoát hiểm) sẽ tự động bật sáng. Điều này chỉ dẫn con đường an toàn, giúp mọi người nhanh chóng định hướng và sơ tán khỏi khu vực nguy hiểm.

## Mục tiêu phi chức năng

* Tính bảo mật: Đảm bảo chỉ những người dùng được ủy quyền mới có thể đăng nhập vào ứng dụng giám sát để xem hình ảnh và video từ camera. Hệ thống sẽ triển khai các cơ chế xác thực đơn nhằm ngăn chặn truy cập trái phép, mà không yêu cầu bảo vệ phức tạp dữ liệu cá nhân.
* Độ tin cậy và ổn định: Hệ thống phải luôn duy trì hoạt động liên tục trong mọi điều kiện. Có thể nghiên cứu, tích hợp các giải pháp dự phòng, theo dõi trạng thái liên tục và cơ chế tự phục hồi khi gặp sự cố để đảm bảo hiệu suất ổn định và tính sẵn sàng cao của toàn bộ hệ thống.
* Khả năng mở rộng: Với thiết kế theo mô hình phân mảnh, hệ thống có thể dễ dàng mở rộng hoặc bổ sung thêm các loại cảm biến và tính năng mới mà không ảnh hưởng đến hoạt động hiện tại. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc nâng cấp hệ thống khi có yêu cầu phát triển trong tương lai.
* Dễ sử dụng: Giao diện của hệ thống phải thân thiện, trực quan và dễ thao tác, cho phép người dùng ở mọi trình độ có thể nhanh chóng làm quen và sử dụng hiệu quả.
* Hiệu suất: Hệ thống phải đảm bảo tốc độ phản hồi nhanh chóng với độ trễ ở mức tối thiểu, nhất là trong các tình huống khẩn cấp.

## Phạm vi nghiên cứu

Đề tài tập trung vào việc nghiên cứu và triển khai thử nghiệm một hệ thống nhà thông minh phòng cháy chữa cháy sử dụng mạng không dây. Nội dung của đề tài bao gồm các kiến thức sau:

* Phân tích và thiết kế hệ thống nhúng: Xác định các yêu cầu cho hệ thống,

nghiên cứu các công nghệ và giải pháp hiện có, từ đó chọn ra phương án/giải

pháp phù hợp nhất cho hệ thống.

* Lập trình cho vi điều khiển: Tìm hiểu và sử dụng các bộ công cụ phát triển

phần mềm cho vi điều khiển để lập trình các chức năng như nhận diện đám cháy và điều khiển các thiết bị nhúng. Triển khai chương trình phần mềm trên vi điều khiển để đảm bảo tính ổn định và hiệu suất của hệ thống.

* Phân tích thiết kế hướng đối tượng: Sử dụng phương pháp phân tích thiết

kế hướng đối tượng để xác định và tổ chức các đối tượng, lớp, và mối quan

hệ trong hệ thống. Xây dựng các biểu đồ lớp, biểu đồ tuần tự, và biểu đồ hoạt động để mô tả cấu trúc và hoạt động của hệ thống.

* Trí tuệ nhân tạo: Ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích dữ liệu từ camera,

phát hiện sớm dấu hiệu cháy

## Phương pháp nghiên cứu

* Tổng hợp lại kiến thức đã học trong chương trình đào tạo tại trường.
* Tìm kiếm, nghiên cứu các bài báo khoa học, tạp chí, luận văn, và báo cáo kỹ thuật liên quan đến đề tài.
* Tham khảo các tài liệu liên quan đến công cụ được sử dụng cho hệ thống.
* Nghiên cứu về các tiêu chuẩn về phòng cháy chữa cháy của các tổ chức uy tín. Khảo sát các giải pháp hiện có trên thị trường.
* Tham khảo ý kiến trên các diễn đàn.
* Hỗ trợ từ giảng viên hướng dẫn.

## Đối tượng hướng đến

* Chung cư mini: Hệ thống được thiết kế phù hợp cho các khu chung cư mini hoặc nhà trọ nhiều tầng nhằm hạn chế mối nguy hại về hỏa hoạn đối với cư dân xuống mức thấp nhất.
* Hộ gia đình cá nhân: Các hộ gia đình có thể mua và lắp đặt hệ thống này tại nhà. Với khả năng phát hiện sớm nguy cơ hỏa hoạn và cảnh báo tự động, sản phẩm giúp tăng cường an toàn, đặc biệt khi không có người ở nhà hoặc vào ban đêm, từ đó bảo vệ an toàn cho tất cả các thành viên trong gia đình.
* Nhà xưởng: Với việc xử lý dữ liệu tại biên, hệ thống này cũng phù hợp để sử dụng tại các nhà xưởng. Tuy nhiên, trong một môi trường khác, điều kiện khác sẽ cần một số điều chỉnh và cải tiến.

## Phân chia công việc

# CƠ SỞ LÝ THUYẾT

# PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG

## Phân tích và thiết kế hệ thống

### Phân tích tổng thể

Trong hệ thống báo cháy, cảm biến và camera đóng vai trò cực kỳ quan trọng. Bên cạnh đó sẽ có những thiết bị cảnh báo như đèn, chuông sẽ được lắp đặt ở những nơi dễ nhận biết, không bị hạn chế âm thanh, nên đặt gần các thiết bị phòng cháy chữa cháy. Qua đó, nhóm em đưa ra cấu trúc hệ thống như sau:

* **Bộ cảm biến (chạy bằng pin):**
  + Cảm biến khói quang
  + Cảm biến nồng độ khí CO
  + Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm

Vị trí lắp đặt đề xuất:

* Trần nhà, cách tường ít nhất 50 cm (để phát hiện khói bay lên).
* Khu vực trung tâm căn hộ (phát hiện khói từ nhiều hướng).
* Không được quá gần bếp và nhà vệ sinh (tránh báo động giả do khói nấu ăn, hơi nước).
* Cách xa quạt hút, cửa sổ, điều hòa (hạn chế luồng khí làm loãng CO).
* Gần phòng ngủ (đề phòng ngộ độc CO khi ngủ).
* **Các thiết bị báo động:**
  + Đèn báo
  + Chuông báo
  + Thông báo qua app

Với đèn báo thì sẽ được gắn cùng với bộ cảm biến, còi chuông báo sẽ được lắp đặt ở bên ngoài căn hộ để có thể báo động trong phạm vi lớn hơn).

Ngoài ra, để tăng độ chính xác, hạn chế cảnh báo giả, nhóm em quyết định tích hợp thêm trí tuệ nhân tạo (AI) để phát hiện khói, lửa. Nhóm em sẽ sử dụng một camera gắn với một máy tính nhúng làm trung tâm điều khiển. Trung tâm điều khiển này sẽ được gắn ở ngoài căn hộ, tại hành lang hay các khu sinh hoạt chung (như nhà xe, sân thượng,…). Bình thường trung tâm điều khiển sẽ sử dụng nguồn điện chính từ ổ cắm, nhưng đòi hỏi cần nguồn điện dự phòng để có thể hoạt động khi có sự cố điện xảy ra, đặc biệt là sự cố điện do hỏa hoạn.

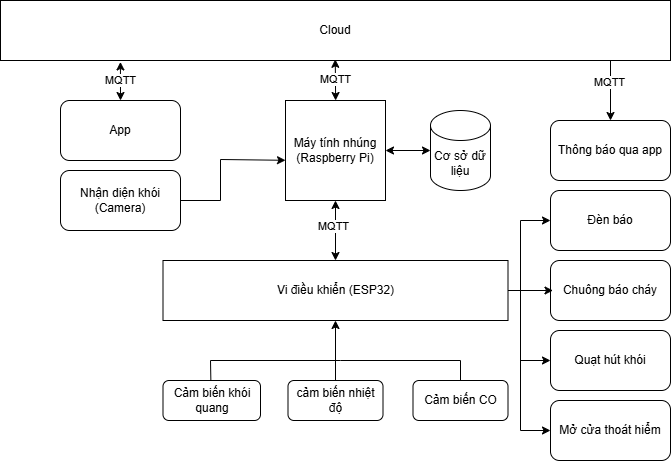
Một hệ thống trung tâm điều khiển sẽ có chức năng:

* Nhận dữ liệu: Hệ thống này sẽ liên tục nhận dữ liệu từ các cảm biến và camera và tiến hành xử lý tại biên. Việc xử lý tại biên này giúp hệ thống có thể nhanh chóng phản ứng trước các tình huống khẩn cấp.
* Lưu trữ dữ liệu: Dữ liệu thu thập được sau khi xử lý sẽ được lưu trữ để phân tích, đánh giá hiệu suất hệ thống. Dữ liệu này sẽ được dùng để huấn luyện hệ thống, giúp nâng cao độ chính xác, phát hiện từ sớm các vấn đề.
* Gửi cảnh báo đến người dùng: Ngay khi phát hiện các dấu hiệu bất thường nhận được từ cảm biến, hệ thống sẽ ngay lập tức bật đèn cảnh báo. Nếu sau một khoảng thời gian không có phản hồi từ người dùng và chỉ số dữ liệu các cảm biến thu được tiếp tục tăng thì sẽ thông báo qua app.
* Giao diện app để người dùng điều khiển, cấu hình, hiển thị.

Qua nghiên cứu, nhóm em nhận thấy nguyên nhân chính dẫn đến số người thiệt mạng cao trong các vụ hỏa hoạn không phải đến từ nguyên nhân bỏng do lửa mà là do ngạt khí độc. Chính vì thế nhóm em đã nghiên cứu, thiết kế một giải pháp giúp hạn chế tình trạng ngạt khí độc khi xảy ra cháy đó là một hệ thống quạt hút khí độc. Hệ thống với một quạt ly tâm đặt trên tầng thượng, sẽ hút khí độc, khói thông qua đường ống sẽ được hút lên tầng thượng rồi thải ra ngoài. Điều này sẽ giúp giảm lượng khí độc trong nhà, đồng thời giúp những hộ dân xung quanh sớm nhận ra vấn đề để có biện pháp can thiệp kịp thời.

### Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống

Từ những phân tích ở mục 3.1.1, nhóm em đưa ra sơ đồ khối cho toàn hệ thống như sau:



Hệ thống được thiết kế để phát hiện và cảnh báo sớm nguy cơ cháy thông qua phân tích hình ảnh khói và dữ liệu từ các cảm biến. Hệ thống xử lý tại biên (ngay trên máy tính nhúng) và gửi dữ liệu lên cloud để lưu trữ, làm cơ sở huấn luyện sau này.

**Vi điều khiển (ESP32)** sẽ đóng vai trò trung gian trong việc điều khiển, xử lý và gửi các dữ liệu từ các cảm biến đến trung tâm điều khiển.

* Cảm biến khói quang: Cảm biến này sẽ hoạt động dựa trên nguyên lý tán xạ ánh sáng. Khi có khói đi qua luồng cảm biến, các hạt khói làm tán xạ ánh sáng từ một nguồn sáng (thường là LED hồng ngoại). Cảm biến quang điện sẽ phát hiện mức độ ánh sáng bị tán xạ, từ đó xác định mật độ khói trong không khí. Yêu cầu cảm biến phải phân biệt được các loại khói khác, ví dụ khói do cháy sẽ có nồng độ hạt mịn cao, màu đen hoặc xám, dễ tán xạ ánh sáng mạnh; khói do nấu ăn thường chứa dầu mỡ và hơi nước nên có thể phản xạ ánh sáng khác với khói cháy; hơi nước thì không có hạt rắn, ít làm tán xạ ánh sáng; khói do thắp hương thì hạt khói nhỏ, màu trắng hoặc xám nhẹ, có thể gây nhầm lẫn với khói do cháy nhưng nồng độ sẽ thấp hơn.
* Cảm biến nhiệt độ: Cảm biến nhiệt độ có nhiệm vụ đo lường nhiệt độ môi trường xung quanh để phát hiện dấu hiệu hỏa hoạn tiềm tàng. Khi nhiệt độ tăng cao đột ngột vượt ngưỡng an toàn, hệ thống sẽ cảnh báo ngay lập tức bằng cách kích hoạt đèn báo.
* Cảm biến khí CO (Carbon Monoxide): Khi hỏa hoạn xảy ra, nhiệt độ cao sẽ làm phân hủy các chất hữu cơ, nếu không đủ Oxy để phản ứng tạo thành CO2 thì CO sẽ sinh ra, khi hít phải khí này nó sẽ kết hợp với hemoglobin trong máu, ngăn cản Oxy lưu thông trong cơ thể. Cảm biến khí CO giúp phát hiện sự gia tăng nồng độ CO trong không khí qua đó đưa ra cảnh báo từ sớm.
* Đèn báo: Khi cảm biến phát hiện ra khói, nồng độ CO, nhiệt độ tăng vượt ngưỡng an toàn sẽ có cảnh báo ánh sáng, giúp dễ dàng nhận biết tình trạng báo động.
* Chuông báo cháy: Phát ra tín hiệu âm thanh to và rõ, giúp cảnh báo cho mọi người trong chung cư, đặc biệt hữu ích vào buổi đêm.
* Hệ thống hút khói: Khi xảy ra hỏa hoạn hệ thống sẽ được bật để hút khí CO, khói thải ra ngoài qua đường ống dẫn lên tầng thượng. Điều này giúp giảm lượng khí độc trong chung cư, đồng thời giúp những hộ gia đình xung quanh dễ dàng nhận biết hiểm họa để có biện pháp can thiệp kịp thời.

Vi điều khiển sẽ giao tiếp với máy tính nhúng thông qua giao thức MQTT: Đây là giao thức nhẹ dành cho thiết bị IoT để giao tiếp với máy tính nhúng. Điều này giúp truyền dữ liệu nhanh chóng và đáng tin cậy giữa các thiết bị.

**Máy tính nhúng:** Nhận dữ liệu từ vi điều khiển, lưu trữ các dữ liệu nhận được vào cơ sở dữ liệu. Do xử lý tại biên nên máy tính nhúng sẽ lưu trữ dữ liệu cục bộ và chỉ gửi lên cloud để phục vụ phân tích sau này. Ngoài ra máy tính nhúng còn đảm nhận chức năng nhận diện khói bằng trí tuệ nhân tạo (AI) (có thể là sẽ sử dụng YOLOv8). Cuối cùng, máy tính nhúng sẽ giao tiếp với người dùng thông qua app giúp dễ dàng hiển thị các dữ liệu và điều khiển cho người dùng (máy tính nhúng gửi dữ liệu lên cloud, sau đó app sẽ lấy dữ liệu từ cloud để hiển thị).

* Nhận diện khói thông qua công nghệ AI: Phân tích hình ảnh thu được từ camera để nhận diện khói. AI sẽ được huấn luyện để nhận biết các dấu hiệu của khói từ hình ảnh/video, giúp phát hiện sớm các nguy cơ cháy.
* Cơ sở dữ liệu: Cơ sở dữ liệu giữ tất cả dữ liệu từ các cảm biến và hoạt

động của hệ thống để phục vụ cho việc phân tích và huấn luyện.

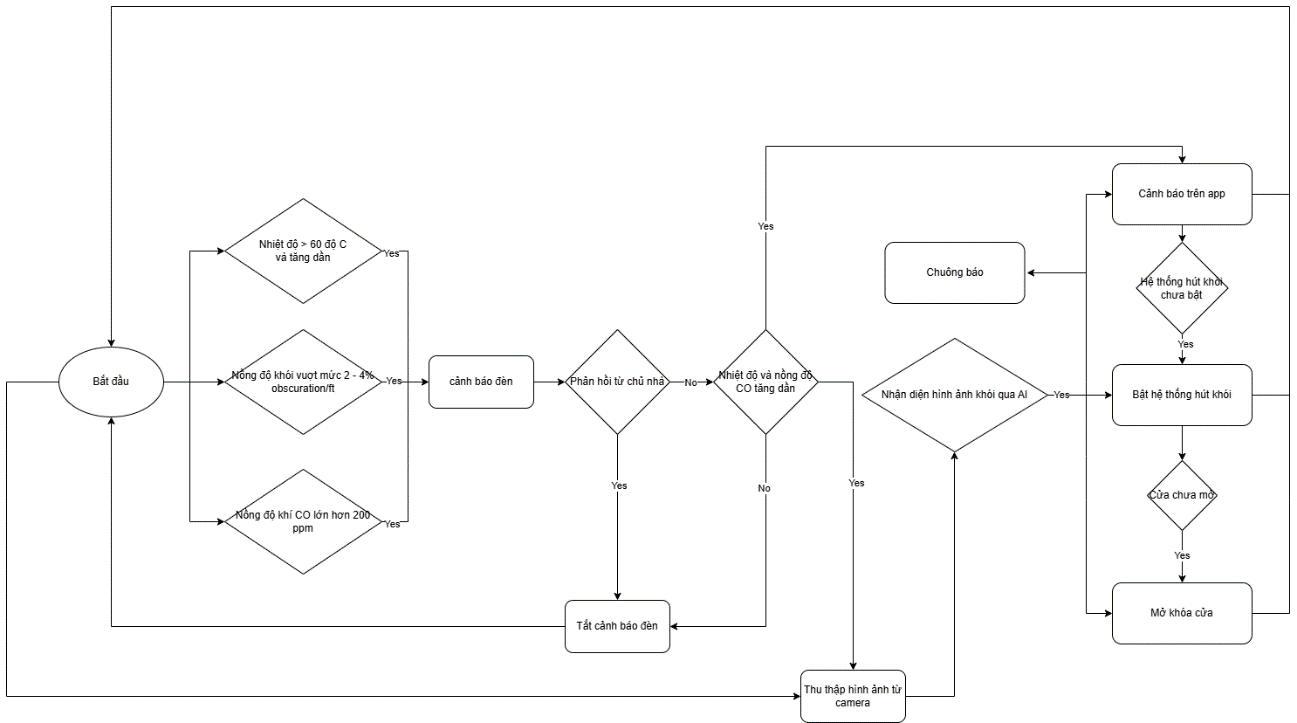
* App: App cung cấp giao diện cho người dùng để họ có thể xem trực tiếp dữ liệu từ hệ thống, nhận thông báo khẩn cấp, và điều khiển các thiết bị như chuông báo, đèn báo, hệ thống hút khói (app sẽ gửi lệnh lên cloud cloud nhận lệnh và chuyển xuống máy tính nhúng qua giao thức MQTT máy tính nhúng sẽ xử lý lệnh gửi tín hiệu xuống ESP32 để điều khiển các thiết bị ESP32 thực thi các trạng thái Phản hồi trạng thái về app).

**Cloud:** Đóng vai trò là trung tâm dữ liệu và giao tiếp từ xa, giúp kết nối giữa máy tính nhúng, app người dùng và hệ thống lưu trữ.

Vì sao cần sử dụng Cloud mà không giao tiếp trực tiếp app với hệ thống luôn?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiêu chí** | **Điều khiển qua cloud** | **Điều khiển trực tiếp (dùng chung mạng nội bộ, bluetooth)** |
| Khoảng cách | Điều khiển từ xa, ở bất kỳ đâu | Chỉ trong phạm vi mạng nội bộ, Bluetooth |
| Tốc độ phản hồi | Chậm hơn do phải xử lý qua Cloud | Nhanh hơn do giao tiếp trực tiếp |
| Khả năng hoạt động khi mất internet | Không hoạt động | Vẫn hoạt động bình thường |
| Triển khai | Đơn giản | Phức tạp hơn, cần cấu hình mạng nội bộ |
| Bảo mật | Cần bảo vệ Cloud API | Dễ bị xâm nhập nếu không bảo mật mạng nội bộ tốt |

### Sơ đồ thuật toán tổng quát



**Kiểm tra điều kiện nguy hiểm vật lý:** Hệ thống sẽ liên tục giám sát các thông số môi trường và kiểm tra các điều kiện nguy hiểm sau:

* Kiểm tra nhiệt độ vượt quá 60°C: Đây là mức nhiệt có nguy hiểm tiềm ẩn, môi trường lúc này đang quá nóng, có khả năng có cháy. Dự đoán sẽ được củng cố nếu nhiệt độ ngày càng tăng, không có xu hướng giảm.
* Kiểm tra nồng độ CO vượt mức 200 ppm (part per million – một phần triệu): Nồng độ khí CO trong không khí là bình thường khi dưới 0.001% (tức 100 ppm). Nếu nồng độ này từ 0.01% trở lên sẽ gây độc cho người hít phải. Vậy nên lựa chọn ngưỡng 200ppm để giảm cảnh báo giả (do xe cộ,…), hơn nữa đây chưa phải mức quá nguy hiểm gây tử vong, chỉ gây đau đầu nếu tiếp xúc quá lâu, vẫn đủ thời gian để cảnh báo và phản ứng.
* Kiểm tra nồng độ khói vượt mức an toàn: Ngưỡng báo động phổ biến hiện nay là 2 - 4% obscuration/ft, tức là ánh sáng sẽ bị giảm đi 2 – 4% sau khi đi qua 1 (~30cm) không khí chứa khói. Đây là ngưỡng tiêu chuẩn mà các hệ thống báo cháy uy tín trên thế giới đã đưa ra để hạn chế cảnh báo giả do bụi, hơi nước. Mức độ này trong thực tế tương đương là khói trong giai đoạn đầu của đám cháy, nếu thấp hơn thì có thể là ô nhiễm không khí hoặc khói từ hoạt động nấu ăn, nếu cao hơn thì là nguy cơ cháy rất lớn.

**Dấu hiệu nguy hiểm trực quan:** Song song với việc kiểm tra điều kiện nguy hiểm vật lý, hệ thống cũng sẽ liên tục phân tích hình ảnh thu được từ camera. Nếu phát hiện ra hình ảnh khói hệ thống sẽ ngay lập tức gửi cảnh báo đến app.

**Cảnh báo nội bộ:** Bất kỳ điều kiện nguy hiểm vật lý nào được phát hiện thì hệ thống sẽ bật đèn cảnh báo (nhấp nháy đỏ).

*(Nếu có cảnh báo từ đèn, người dùng thấy và đã tắt, nhưng điều kiện môi trường vẫn tiếp tục ở mức nguy hiểm thì sao? Hệ thống lại báo lại hay sẽ back – off một khoảng thời gian?)*

**Cảnh báo từ xa:** Khi AI nhận diện được hình ảnh cháy từ camera thì ngay lập tức sẽ có cảnh báo trên app. Hoặc nếu khi phát hiện điều kiện nguy hiểm vật lý, hệ thống đã báo đèn nhưng không có sự phản hồi từ người dùng, sau đó điều kiện nguy hiểm tiếp tục gia tăng, kết hợp với hình ảnh khói mà AI nhận diện được thì lúc này hệ thống sẽ không chỉ cảnh báo qua app mà còn bật chuông báo, cảnh báo qua sms (đến số điện thoại đã đăng ký).

**Khởi động biện pháp an toàn:** Chỉ cần dấu hiệu nguy hiểm trực quan được phát hiện thì ngay lập tức hệ thống hút khói và mở cửa sẽ được kích hoạt nhằm đảm bảo an toàn cho người bên trong chung cư (rất có thể bộ cảm biến đã bị hỏng hoặc ở vị trí không thể cảm nhận được điều kiện nguy hiểm vật lý).

**Đo lại thông số từ đầu:** Khi không còn nhận diện được hình ảnh khói và các thông số cảm biến đã ở mức an toàn thì hệ thống sẽ tắt các biện pháp an toàn.

### Thiết kế phần mềm hệ thống

### Thiết kế app

# TRIỂN KHAI THỰC HIỆN

## Triển khai thực hiện phần cứng

### Các thiết bị/linh kiện sử dụng

### Thiết kế mạch

## Thực hiện huấn luyện mô hình

## Triển khai app

### Lập trình app

### Cơ sở dữ liệu

### Kiểm thử và gỡ lỗi

### Kết quả

## Truy cập hệ thống từ xa

## Kết quả thực nghiệm

# KẾT LUẬN

## Kết luận

## Hướng phát triển của đồ án trong tương lai

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Trần Bách, Lưới điện và hệ thống điện, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, 2004. |
| [2] | Abe Masayuki, “A Practical Approach to Accurate Fault Location on Extra High Voltage Teed Feeders,” *IEEE Transaction on Power Delivery,* pp. 159-168, 1995. |
| [3] | Microsoft, "Add citations in a Word document," 2017. |

# PHỤ LỤC