

Ngày nhận bài: 17/12/2024; Ngày thẩm định: 19/12/2024; Ngày duyệt đăng: 02/01/2025

ỨNG DỤNG HỆ THỐNG CẢM BIẾN RADAR KẾT HỢP CAMERA - AI HỖ TRỢ CÔNG TÁC TÌM KIẾM, CỨU NẠN, CỨU HỘ CHO NHÀ KHO, NHÀ XƯỞNG

Thượng tá, TS TRẦN ĐỨC HOÀN

Phó trưởng Khoa Tự động và Phương tiện kỹ thuật PCCC&CNCH, Trường Đại học PCCC

*Tác giả liên hệ: Trần Đức Hoàn (hoant34@gmail.com)

Tóm tắt: Nhà kho, nhà xưởng là nơi có nguy cơ về cháy, nổ cao, khi xảy ra cháy, nổ, bên cạnh thiệt hại về tài sản còn có nguy cơ thiệt hại về người do vậy việc đảm bảo an toàn cho người lao động là vấn đề cấp bách và luôn được quan tâm hàng đầu. Các phương pháp kiểm soát và phát hiện số lượng người còn lại trong nhà máy, xí nghiệp khi có cháy xảy ra hiện nay chủ yếu dựa vào con người, tiềm ẩn nhiều tồn tại, hạn chế. Bài viết phân tích và đưa ra giải pháp ứng dụng hệ thống cảm biến Radar kết hợp với Camera - AI hỗ trợ công tác cứu nạn, cứu hộ cho công trình công nghiệp (nhà kho, nhà xưởng).

Từ khóa: Cảm biến radar, Camera AI, hỗ trợ, cứu nạn, cứu hộ, công trình công nghiệp.

Abstract: Warehouses and factories are high-risk environments for fires and explosions. In the event of such incidents, there is not only significant property damage but also the potential for harm to workers. Ensuring worker safety is a critical and urgent concern. Current methods for monitoring and detecting the presence of individuals in factories and industrial sites during emergencies primarily rely on human intervention, which presents various limitations. This article examines and proposes solutions for utilizing radar sensor systems combined with AI cameras to support search and rescue operations in industrial facilities, such as warehouses and factories.

Keywords: Radar sensors, AI cameras, support, rescue, industrial constructions.

1. Đặt vấn đề

Khi lĩnh vực công nghiệp và chuỗi cung ứng tiếp tục phát triển, thị trường nhà kho, nhà xưởng sản xuất đang được nhiều nhà đầu tư nước ngoài và trong nước quan tâm. Theo thống kê từ Bộ Công thương tính đến tháng 8/2023, Việt Nam đang có 388 khu công nghiệp có tổng diện tích hơn 100.000ha với nhiều nhà kho, nhà xưởng cho các nhà đầu tư thuê để đặt dây chuyền sản xuất. Tùy thuộc vào hạng sản xuất, khối tích công trình, phần lớn các nhà kho, nhà xưởng sản xuất thuộc danh mục cơ sở do cơ quan Công an quản lý được quy định tại Phụ lục II, Nghị định số 50/2024/NĐ-CP ngày 10/5/2024 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 136/2020/NĐ-CP ngày 24/11/2020.

Khoản 1, Điều 5, Nghị định 136/2020/NĐ-CP ngày 24/11/2020 của Chính phủ quy định điều kiện

an toàn về phòng cháy, chữa cháy (PCCC) đối với nhà kho, nhà xưởng, cụ thể: (1) Có nội quy, biển báo, biển cấm, sơ đồ hoặc biển chỉ dẫn PCCC, thoát nạn phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn PCCC hoặc quy định của Bộ Công an; (2) Có lực lượng PCCC cơ sở, chuyên ngành tương ứng với loại hình của cơ sở, được huấn luyện nghiệp vụ về PCCC và tổ chức sẵn sàng để chữa cháy đáp ứng theo yêu cầu chữa cháy tại chỗ; (3) Có phương án về chữa cháy được phê duyệt bởi cấp có thẩm quyền; (4) Hệ thống điện, chống tĩnh điện, chống sét, thiết bị sử dụng điện, sinh nhiệt, sinh lửa, việc sử dụng nguồn nhiệt, nguồn lửa đảm bảo an toàn PCCC phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn PCCC hoặc quy định của Bộ Công an; (5) Có hệ thống giao thông, thông tin liên lạc phục vụ cho chữa cháy, hệ thống cấp nước, hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu PCCC và truyền tin báo về sự cố, hệ thống PCCC,

ngăn cháy, khói, thoát nạn, các phương tiện PCCC khác, phương tiện cứu người đảm bảo số lượng và chất lượng, phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn PCCC hoặc quy định của Bộ Công an; (6) Có giấy chứng nhận thẩm duyệt thiết kế, văn bản thẩm duyệt thiết kế (nếu có) và văn bản chấp thuận kết quả nghiệm thu PCCC của cơ quan Cảnh sát PCCC đối với nhà xưởng.

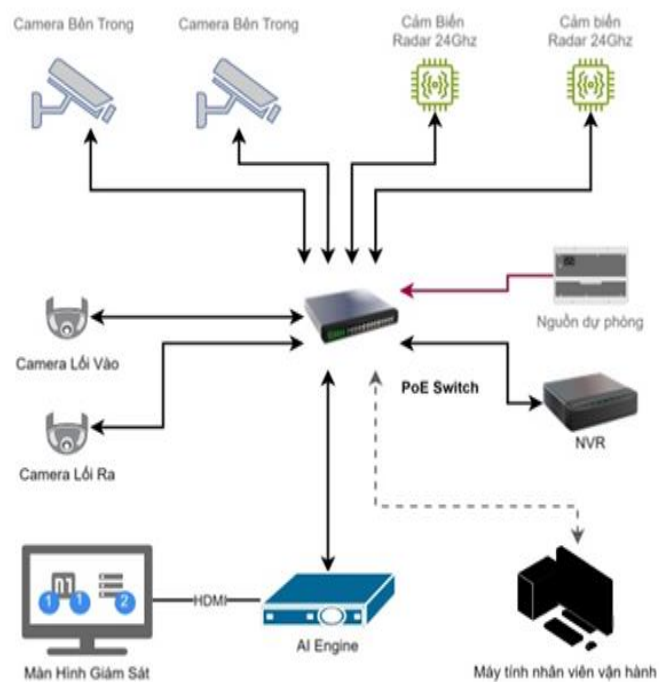
Hiện nay, đối với nhà kho, nhà xưởng nhỏ chỉ cần đảm bảo các quy định về PCCC tiêu chuẩn mà không cần phải có thiết kế, thẩm duyệt thiết kế PCCC. Tuy nhiên, đối với nhà kho, nhà xưởng thuộc công trình công sản xuất công nghiệp có hạng nguy hiểm cháy, nổ A, B có tổng khối tích từ 5.000m³ trở lên; hạng nguy hiểm cháy, nổ C có tổng khối tích từ 10.000m³ trở lên; hạng nguy hiểm cháy, nổ D, E có tổng khối tích từ 15.000m³ trở lên thì phải có thiết kế, thẩm duyệt thiết kế PCCC (Phụ lục V, Nghị định 136/2020/NĐ-CP ngày 24/11/2020 của Chính phủ). Nhà kho, nhà xưởng khi xảy ra sự cố cháy, nổ, bên cạnh thiệt hại về tài sản còn có nguy cơ thiệt hại về người, do vậy việc đảm bảo an toàn cho người lao động là vấn đề cấp bách và luôn được quan tâm hàng đầu. Các phương pháp kiểm soát và phát hiện số lượng người còn lại trong nhà máy, xí nghiệp khi có cháy xảy ra hiện nay chủ yếu dựa vào con người, tiềm ẩn nhiều tồn tại, hạn chế như dễ xảy ra sai sót do sơ suất đồng thời khi có sự cố xảy ra con người thường rất hoảng loạn và không có kênh thông tin xuyên suốt về số lượng người đã vào/đã ra trong khu vực và số lượng người còn bị kẹt lại trong nhà kho, nhà xưởng.

Một trong những giải pháp phục vụ hiệu quả công tác cứu nạn, cứu hộ, tìm kiếm người còn sót lại khi xảy ra tại các công trình công nghiệp đó là “Ứng dụng hệ thống cảm biến Radar kết hợp Camera - AI hỗ trợ công tác tìm kiếm, cứu hộ, cứu nạn cho nhà kho, nhà xưởng”.

2. Mô hình giải pháp

Mô hình hệ thống cảm biến radar tích hợp camera AI kiểm soát vào ra hỗ trợ công tác tìm kiếm cứu nạn cho nhà kho, nhà xưởng. Hệ thống bao gồm các thiết bị cảm biến và camera thông minh kết nối qua mạng ethernet, cho phép cung cấp dữ liệu thời gian thực và hỗ trợ phân tích tình hình để nâng cao hiệu quả cứu nạn khi có người còn mắc kẹt trong nhà kho, nhà xưởng.

**Sơ đồ tổng quan của hệ thống:*

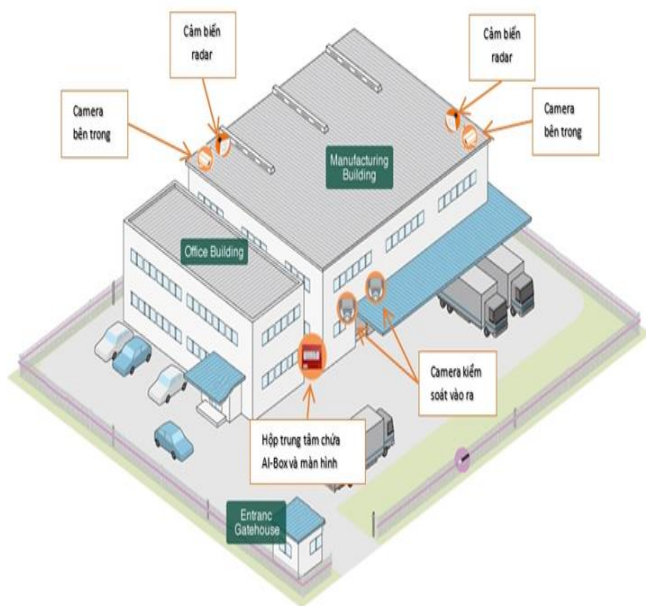


Hình 1: Sơ đồ tổng quan của hệ thống.

Hệ thống bao gồm các thành phần chính như sau: (1) Cảm biến Radar 24GHz phát hiện người có chức năng phát hiện và cung cấp dữ liệu về vị trí của con người trong điều kiện khói bụi và nhiệt độ cao; (2) Camera IP nhận diện khuôn mặt lối vào có chức năng giám sát và nhận diện khuôn mặt của những người vào nhà máy (bao gồm cả nhà kho, nhà xưởng); (3) Camera IP nhận diện khuôn mặt lối ra có chức năng giám sát và nhận diện khuôn mặt của những người ra khỏi nhà máy; (4) Camera IP đếm người bên trong nhà máy có chức năng giám sát và đếm số lượng người có mặt bên trong nhà máy, nhà kho, nhà xưởng; (5) AI Box (Hộp kỹ thuật trí tuệ nhân tạo) có chức năng xử lý nhận dạng khuôn mặt, đếm số người vào, ra, và số người còn lại bên trong nhà máy; nhận dữ liệu phát hiện người từ các cảm biến Radar 24GHz; cổng ra màn hình HDMI để hiển thị thông tin thống kê con người cho Đội Cứu hộ khi xảy ra cháy. AI Box được sử dụng trên nền tảng phần mềm dịch vụ quản lý toàn bộ hệ thống; (6) Ethernet POE Switch có chức năng là trung tâm kết nối và cung cấp nguồn cho các thiết bị trong hệ thống; (7) Nguồn dự phòng đảm bảo hệ thống hoạt động liên tục ngay cả khi có sự cố mất điện; (8) NVR (Network Video Recorder): ghi hình và lưu trữ dữ liệu từ các Camera IP; (9) Máy tính của

nhân viên vận hành: hỗ trợ truy cập và vận hành hệ thống qua mạng Ethernet.

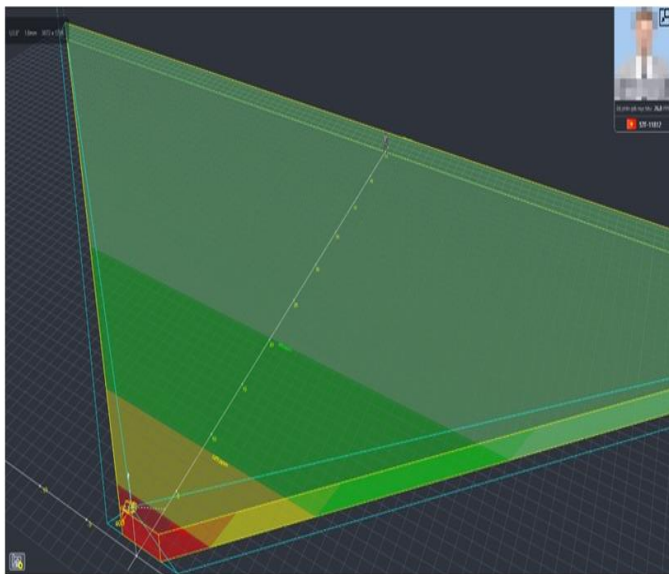
* Mô hình mẫu khi triển khai sản phẩm:



Hình 2: Mô hình mẫu khi triển khai sản phẩm

Hệ thống nhà kho, nhà xưởng được trang bị hai cảm biến Radar 24GHz để phát hiện người và 02 Camera IP được lắp đặt bên trong. Hai Camera IP có nhiệm vụ nhận diện khuôn mặt lối vào/ra lắp đặt tại cửa ra vào. Tủ trung tâm chứa các thiết bị AI-Box và màn hình hiển thị đặt tại phòng trực PCCC. Các thiết bị cảm biến và Camera kết nối tới tủ trung tâm qua mạng Ethernet.

*Tính toán mô phỏng diện tích giám sát của Camera:



Hình 3: Mô phỏng tính toán diện tích giám sát của Camera IP.

Theo kết quả mô phỏng tính toán diện tích giám sát, với camera IP có độ phân giải là 5MP và góc mở

110 độ, một người cao khoảng 1m70, có vị trí đứng tại khoảng cách 50m sẽ thu được hình ảnh với độ phân giải mục tiêu 26.8ppm, đảm bảo đủ để thuật toán phát hiện và bám sát mục tiêu hoạt động bình thường. Tương đương với diện tích giám sát là 2.500m² trên mỗi camera.

3. Một số yêu cầu của giải pháp

Hệ thống cảm biến Radar kết hợp Camera - AI hỗ trợ công tác tìm kiếm, CNCH cho công trình công nghiệp có yêu cầu về thiết bị phần cứng và phần mềm, cụ thể:

- Thiết bị phần cứng:

(1) Camera IP có chức năng nhận diện khuôn mặt: 02 camera IP tại lối vào và lối ra với độ phân giải 2MP và góc mở 90 độ, đồng thời sử dụng 02 camera IP góc rộng độ phân giải 5MP bên trong nhà máy để đếm số người tại các khu vực quan trọng.

(2) Cảm biến Radar 24GHz: được đặt trong nhà máy để phát hiện người trong điều kiện khói bụi và nhiệt độ cao. Cảm biến có góc mở 60 độ và tầm hoạt động lên tới 15m.

(3) AI Box: xử lý nhận dạng khuôn mặt, khả năng xử lý từ 04 - 16 Camera đồng thời. AI Box cũng sẽ nhận dữ liệu từ các cảm biến radar với số lượng tối đa lên tới 256 cảm biến.

- Thiết bị phần mềm:

Phần mềm cho hệ thống cảm biến Radar và Camera AI đóng vai trò quan trọng trong việc giám sát, điều khiển và xử lý dữ liệu. Phần mềm của hệ thống bao gồm 03 thành phần chính:

(1) Phần mềm nhúng tại cảm biến và Camera AI: được tích hợp trực tiếp trên các thiết bị cảm biến Radar và Camera AI, chịu trách nhiệm thu thập, xử lý dữ liệu sơ bộ và truyền tải thông tin tới hệ thống dịch vụ. Các chức năng chính bao gồm: phần mềm nhúng hệ điều hành thời gian thực (RTOS) cho cảm biến Radar, đọc tín hiệu phát hiện con người và áp dụng các thuật toán xử lý tín hiệu, lọc nhiễu, truyền kết quả về AI-Box. Phần mềm nhúng Linux cho Camera AI, sử dụng các mô hình học máy và AI để phát hiện và bám sát chuyển động của con người, phát hiện khuôn mặt và truyền về AI-Box đồng thời nhận và cài đặt các bản cập nhật phần mềm tự động từ hệ thống dịch vụ để duy trì hiệu suất và tính năng mới nhất. Đồng thời, phần mềm xử lý AI được triển khai trong AI-

Box, đóng vai trò trung tâm xử lý dữ liệu nâng cao và phân tích thông tin từ các thiết bị cảm biến và camera AI, bao gồm: nhận và phân tích dữ liệu thời gian thực từ các cảm biến Radar; sử dụng các mô hình học máy và AI để nhận dạng và so khớp khuôn mặt; tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn cảm biến và camera để cung cấp thông tin tổng hợp về số người còn lại bên trong nhà máy và giảm sai số phân tích.

(2) Phần mềm dịch vụ (Backend Service): chịu trách nhiệm xử lý, lưu trữ dữ liệu và cung cấp API (Application Programming Interface – Giao diện lập trình ứng dụng) cho các ứng dụng khác. Các chức năng cụ thể bao gồm: quản lý thiết bị (đăng ký, cấu hình và giám sát trạng thái hoạt động của các thiết bị Camera IP, Sensor Radar 24GHz, AI Box và các thiết bị khác; cập nhật Firmware và quản lý cấu hình từ xa cho các thiết bị); xử lý và lưu trữ dữ liệu (thu thập dữ liệu từ các camera và cảm biến, bao gồm hình ảnh, video và thông tin phát hiện người; lưu trữ dữ liệu theo cấu trúc dễ dàng truy xuất và phân tích; quản lý cơ sở dữ liệu chứa thông tin về nhật ký hoạt động, sự kiện và báo cáo); cung cấp API (xây dựng API để các ứng dụng khác có thể truy cập dữ liệu và điều khiển hệ thống; đảm bảo tính bảo mật và hiệu suất cao cho API, phục vụ nhu cầu truy cập thời gian thực).

(3) Phần mềm điều khiển (Frontend): là giao diện người dùng, cho phép nhân viên vận hành hệ thống giám sát và điều khiển các thiết bị tại chỗ và từ xa. Các chức năng chính bao gồm: giao diện giám sát; điều khiển thiết bị; quản lý người dùng và phân quyền; báo cáo và phân tích; hỗ trợ đa ngôn ngữ.

Tùy thuộc vào diện tích của nhà xưởng mà hệ thống sẽ được thiết kế để đáp ứng được yêu cầu của người sử dụng bao gồm: bổ sung thêm các thiết bị camera, cảm biến Radar và AI Box mà không cần thay đổi cấu trúc của hệ thống hiện tại.

4. Kết luận

Bài viết đã phân tích và đề xuất xây dựng được mô hình giải pháp ứng dụng hệ thống cảm biến radar kết hợp Camera - AI hỗ trợ công tác tìm kiếm, CNCH cho nhà kho, nhà xưởng đáp ứng yêu cầu thực tiễn của lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH trong tình hình hiện nay. Giải pháp được xây dựng dựa trên nền tảng cấu trúc, đặc điểm của cảm biến Radar, Camera

và AI-Box để có thể nhận diện và tính toán được số lượng người vào/ra và số lượng người còn sót lại trong nhà xưởng, cơ sở sản xuất theo thời gian thực giúp cho lực lượng chức năng có thêm căn cứ, cơ sở để tính toán giải pháp CNCH cho người còn mắc kẹt trong các công trình công nghiệp giảm thiểu tối đa thiệt hại về người khi có sự cố cháy, nổ xảy ra.■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chính phủ (2024), *Nghị định số 50/2024/NĐ-CP ngày 10/5/2024 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 136/2020/NĐ-CP ngày 24/11/2020 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Phòng cháy chữa cháy và Luật Sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Phòng cháy chữa cháy và Nghị định số 83/2017/NĐ-CP ngày 18/7/2017 của Chính phủ quy định về công tác CNCH của lực lượng PCCC*, Hà Nội.
2. Nguyễn Huy Hoàng (2019), *Giáo trình Trí tuệ nhân tạo Artificial intelligence*, Đại học Sư phạm, Hà Nội.
3. O. Elharrouss, N. Almaadeed, and S. Al-Maadeed, “A review of video surveillance systems”,
4. W. Sun, P. Bocchini, and B. D. Davison, “Applications of artificial intelligence for disaster management”.
5. A. P. Shah, J.-B. Lamare, T. Nguyen-Anh, and A. Hauptmann, “CADP: A Novel Dataset for CCTV Traffic Camera based Accident Analysis,” in 2018 15th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS).