

Thiết kế hệ thống rửa tay khử khuẩn tự động kết hợp kiểm soát giãn cách sử dụng trí tuệ nhân tạo

Design of an automatically sterilized-hand washing system combined with social distancing control using artificial intelligence

Nguyễn Quang Biên¹, Đỗ Hoàng Khôi Nguyên¹, Nguyễn Tuấn²,
Nguyễn Trọng Các³, Trương Cao Dũng^{1*}

*Email: dungtc@ptit.edu.vn

¹Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

²Trường Cán bộ quản lý Văn hóa, Thể thao và Du lịch

³Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 15/02/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/8/2021

Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2021

Tóm tắt

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một giải pháp kiểm soát cảnh báo giãn cách xã hội qua camera sử dụng trí tuệ nhân tạo được tích hợp trên hệ thống rửa tay, khử khuẩn, đo nhiệt độ tự động. Thiết bị trong hệ thống của chúng tôi được xây dựng từ các linh kiện điện tử sẵn có nên giá thành rẻ, dễ dàng triển khai và đạt hiệu năng chính xác cao nhờ sử dụng công nghệ xử lý ảnh dựa trên công cụ mã nguồn mở Yolo-V4. Tiến trình huấn luyện nhờ các kỹ thuật học sâu trên tập dữ liệu huấn luyện người châu Á cho phép hệ thống nhận dạng chính xác cao và tin cậy, đồng thời cập nhật dữ liệu bởi tiến trình học thường xuyên. Nhờ lợi thế này, chúng ta có thể đặt hệ thống tại các khu đông dân cư, các nơi công cộng để đảm bảo an toàn hơn trong việc giãn cách xã hội và ngăn ngừa vi khuẩn trong thời kỳ Covid19.

Từ khóa: Hệ thống điện tử nhúng; khử khuẩn; đại dịch Covid19; xử lý ảnh; Yolo-V4; trí tuệ nhân tạo.

Abstract

In this paper, we propose a solution to control social distancing alert via camera using artificial intelligence integrated on automatic hand washing, sterilizing, and temperature measuring system. The equipment in our system is built from readily available electronic components, thus being cheap, easy to deploy and having high accuracy performance thanks to the use of Yolo-V4-based image processing technology with open source code. The training process is implemented by using deep learning models with the pretrained data set of Asian human enabling the accurate and reliable recognitions as well as the data updated continuously via learning. Thanks to this advantage, we can place the system in dense population areas and public places to ensure safer social distancing and virus prevention during Covid19 pandemic period.

Keywords: Embedded electronic system; sterilization; Covid19 pandemic; image processing; Yolo-V4; artificial intelligence.

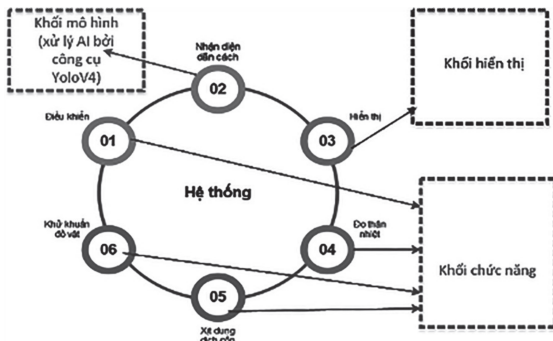
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đại dịch COVID-19 là một đại dịch bệnh truyền nhiễm với tác nhân là virus SARS-CoV-2, cho đến hiện tại vẫn đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu [1]-[6]. Điều này ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phát triển kinh tế và chất lượng an sinh xã hội của các quốc gia trên thế giới, kể cả Việt Nam [1], [7]. Không thể phủ nhận rằng

việc lây lan nhanh chóng của SARS-CoV-2 là do ý thức chủ quan của nhiều người. Một vài ví dụ cho luận điểm trên đó là phần lớn những người bị nhiễm Covid-19 trên thế giới không chấp hành hoặc đảm bảo yêu cầu về giãn cách xã hội [8], [9] hoặc sinh hoạt không được đảm bảo vệ sinh [10]. Do đó, việc chúng ta có ý thức phòng tránh sự lây lan này của Covid-19 là một điều cực kỳ cấp thiết. Với những vấn đề trên, chúng tôi nhận thấy rằng một trong những điều quan trọng có thể giúp phần lớn mọi người có ý thức tốt hơn hay giúp Chính phủ kiểm soát được sự lây lan một cách

Người phản biện: 1. PGS. TSKH. Trần Hoài Linh
2. PGS. TS. Nguyễn Tùng Lâm

chặt chẽ đó là sự phát triển của công nghệ giám sát dựa trên công nghệ điện tử và Internet of Things (IoT) [11]-[13]. Việc chúng ta áp dụng công nghệ để đưa ra sự cảnh báo hay đáp ứng được những cơ sở vật chất để tiện lợi hơn cho mọi người thực hiện giãn cách xã hội có thể tác động rất lớn đến kết quả phòng chống Covid-19. Từ đó, mọi người và Chính phủ sẽ được cảnh báo sớm để xử lý hoặc giãn cách kịp thời những trường hợp không đảm bảo yêu cầu giãn cách xã hội trước khi lây lan ra cộng đồng. Bên cạnh đó, chúng tôi nhận thấy rằng việc khử khuẩn hoặc đảm bảo chất lượng khu sinh hoạt cũng nên được quan tâm chặt chẽ và những máy khử khuẩn nên được đặt ở thành phố đặc biệt là các khu đông dân. Máy khử khuẩn là một dụng cụ quan trọng có thể hạn chế đáng kể sự phát tán của virus. Tuy nhiên, để tạo ra phổ biến những máy khử khuẩn đó lại cần nhiều sự đầu tư về mặt chi phí và tiền bạc và đa phần những máy khử khuẩn đó không tiện lợi và khó sử dụng đối với mọi người, dẫn đến cản trở phần nào đến công cuộc phòng chống Covid-19.



Hình 1. Mô hình hệ thống

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một giải pháp có thể khắc phục được tất cả các hạn chế kể trên.

Đầu tiên, chúng tôi đưa ra một hệ thống rửa tay đồng thời khử khuẩn cho mọi người khi đi ra vào các khu đông dân. Hệ thống hoàn toàn tự động và có tích hợp kiểm tra thân nhiệt, rửa tay bằng cồn sát khuẩn, khử khuẩn cho điện thoại và ví tiền bằng tia UV.

Thứ hai, chúng tôi sử dụng kỹ thuật học máy, cụ thể là mô hình Yolo-V4 (You Only Look One) phiên bản thứ tư cho các đối tượng riêng biệt, trong trường hợp này là con người [14]. Sau đó chúng tôi đo khoảng cách giữa các đối tượng và gửi về cảnh báo cho máy chủ. Mô hình của chúng tôi đề xuất vừa tiết kiệm về mặt chi phí, dễ dàng để triển khai và quan trọng nhất là đạt được hiệu quả cao [15].

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

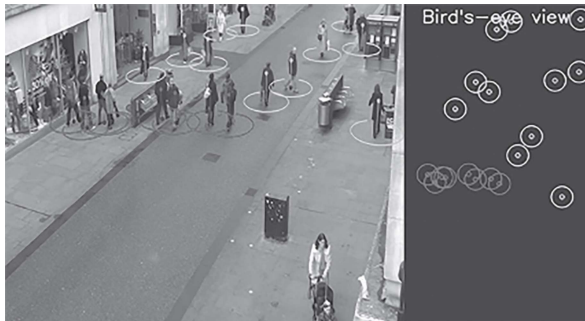
Để đảm bảo về sự phù hợp mà vẫn đạt được sự tối ưu với hệ thống với giá thành rẻ, linh kiện sẵn có hoặc dễ kiếm trên thị trường, chúng tôi lựa chọn những thiết bị chính để xây dựng gồm có: Vi điều khiển giá

rẻ hỗ trợ giao tiếp wifi ESP32 để kết nối và xử lý tín hiệu cảm biến đóng vai trò bộ xử lý trung tâm các dữ liệu cảm biến thu thập được và điều khiển việc thực thi các thiết bị phần cứng ngoại vi, cảm biến tiệm cận hồng ngoại, màn hình hiển thị, đèn chiếu tia UV. Đối với module ESP32, đây là thiết bị có cấu hình mạnh, có nhiều chức năng hơn các module khác chẳng hạn như ESP8266, đồng thời thiết bị này được tăng thêm nhiều chân I/O cho phép chúng tôi cải thiện nhiều cảm biến và giá thành lại phù hợp. Cảm biến tiệm cận hồng ngoại để xác định khoảng cách tới vật cản cho độ phản hồi nhanh và rất ít nhiễu do sử dụng mắt nhận và phát tia hồng ngoại theo tần số riêng biệt. Cảm biến này có thể chỉnh khoảng cách báo mong muốn thông qua biến trở. Hệ thống của chúng tôi được tích hợp màn hình hiển thị các thông tin phù hợp hoặc các chức năng cho người sử dụng nhằm làm ra tăng sự trực quan cho các tính năng của hệ thống. Đèn chiếu tia UV có khả năng tiêu diệt các vi sinh vật như vi khuẩn, virus. Đèn UV hoạt động theo cơ chế xuyên qua màng tế bào của vi khuẩn và virus, làm phá hủy ADN, ngăn chặn khả năng tái sinh và nhân lên của chúng. Ngoài ra, hệ thống của chúng tôi còn sử dụng một vài thiết bị bổ sung như là máy bơm phun sương, động cơ bước và một số linh kiện khác.

Từ những thành phần thiết bị kể trên, chúng tôi thiết kế hệ thống theo mô hình đơn giản Mô hình - Hiện thị - Chức năng (Model-View-Functionality), như được thể hiện trên Hình 1. Trong đó, khối mô hình là bộ phận chức năng lưu trữ toàn bộ dữ liệu của hệ thống, trong model sẽ lưu trữ các data mà hệ thống quan sát được từ camera phục vụ cho việc học máy. Những data này sẽ được cập nhật vào hệ thống hàng ngày, và mô hình Yolo-V4 sẽ được cập nhật liên tục để đảm bảo gia tăng sự chính xác. Hiện thị là phần giao diện dành cho người sử dụng, nơi mà người dùng có thể lấy được các thông tin trả về từ hệ thống để hiển thị. Cuối cùng, chức năng được sử dụng để xử lý các tác vụ yêu cầu được đưa đến, từ đó đưa ra các quy trình phù hợp để tạo ra các hành vi cho hệ thống và trả lại kết quả hiện thị lên bởi khối hiển thị. Một cách chi tiết hơn về mô hình trên, chúng tôi thiết kế hệ thống và chia chức năng thành 6 khối chính: Khối khử khuẩn đồ vật, khối xịt dung dịch cồn, khối đo thân nhiệt, khối hiển thị, khối nhận diện giãn cách xã hội và khối điều khiển hệ thống.

Khối điều khiển là trung tâm của hệ thống đây là khối của bộ phận chức năng (Chức năng) nơi cung cấp điện và điều khiển các khối còn lại, khối điều khiển được để trong hộp chống nước có kích thước 18 x 21 x 12 cm, và sử dụng vi điều khiển ESP32 kèm theo các role và thiết bị ổn định nguồn. Khối khử khuẩn đồ vật được thiết kế thành dạng hộp đóng mở, có kích thước 21 x 15 x 15 cm. Trong

hộp được bố trí hai công tắc hành trình, khi đồ vật như ví hoặc điện thoại được đặt vào hộp một công tắc sẽ được bật, khi đóng nắp hộp lại công tắc thứ hai sẽ được bật, cả hai công tắc đều được bật thì Chức năng sẽ cho phép đèn UV sẽ được bật trong vòng 5 s để khử khuẩn. Bên cạnh đó, Chức năng sẽ điều khiển 2 khối gồm khối xịt dung dịch cồn được bố trí trong một hộp $18 \times 18 \times 8$ cm và khối đo thân nhiệt có gắn cảm biến nhiệt và cảm biến tiệm cận, được lắp trên một thanh trượt dài 40 cm ở độ cao 1,5 m trên giá trượt. Một cách chi tiết hơn, khối xịt bao gồm hộp đựng cồn, máy bơm và một cảm biến khoảng cách, khối này sẽ hoạt động khi có người sử dụng đưa tay vào cách vòi phun nhỏ hơn 10 cm thì Chức năng sẽ cho phép máy bơm bơm phun cồn trong 1 s. Mặt khác, khối đo thân nhiệt hoạt động khi có người đứng vào thanh trượt sẽ kéo lên cho đến khi cảm biến tiệm cận không nhận diện được vật cản, lúc đó, cảm biến thân nhiệt sẽ nằm vào trán người sử dụng. Từ đó, kết quả đo thân nhiệt sẽ được cung cấp và trả về khối hiển thị để hiển thị, trong trường hợp nhiệt độ cơ thể cao thì màn hình sẽ hiện cảnh báo. Khối nhận diện giãn cách là khối riêng biệt so với các khối còn lại khối này sử dụng camera hai chiều qua đó dựa vào trí tuệ nhân tạo để nhận diện khoảng cách giữa mọi người, nếu có người đứng quá gần nhau thì sẽ cảnh báo, trong đó ứng dụng mô hình Yolo-V4 để nhận diện.



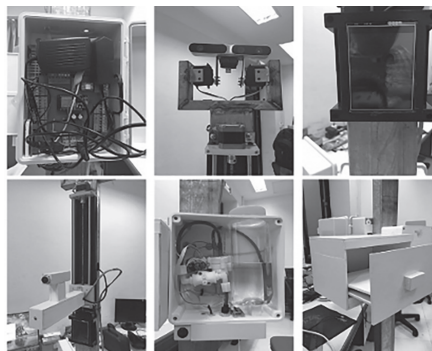
Hình 2. Mô hình chuyển đổi top-down sử dụng phương thức mắt bồ câu (Bird's eye) hiển thị

Vì khối nhận diện là một khối riêng biệt và cũng là một chức năng chính quan trọng so với các khối còn lại của hệ thống, chúng tôi sẽ đi chi tiết vào khối này như sau. Thứ nhất, các quá trình xử lý trong khối nhận diện được chia làm 3 giai đoạn gồm: Thu thập và xử lý dữ liệu, huấn luyện mô hình, thực hiện nhận diện. Trong quá trình thu thập và xử lý dữ liệu, bộ dữ liệu chúng tôi sử dụng là các hình ảnh về con người (object). Chúng tôi thực hiện gán nhãn dữ liệu sử dụng Image Labeling để đưa ra các vị trí của object trong bức ảnh. Với giai đoạn huấn luyện mô hình, chúng tôi sử dụng Yolo phiên bản thứ tư để huấn luyện các dữ liệu đã được gán nhãn và xử lý. Một trong những lý do quan trọng khi chúng tôi lựa chọn Yolo-V4 là bởi vì mô hình này có độ chính xác nhận diện cao, có khả năng phát

hiện đối tượng gần sát với thời gian thực. Từ đó trong giai đoạn nhận diện, mô hình có thể trả về cho chúng tôi các bounding box (hộp khối bao quanh đối tượng trong một khung hình), là một phần quan trọng trong việc tính toán để xem liệu các cặp đối tượng có đang vi phạm giãn cách xã hội hay không. Đồng thời các dữ liệu được chúng tôi chuyển qua góc nhìn từ trên xuống dưới bằng việc áp dụng kỹ thuật mắt bồ câu (Bird's eye) trong Yolo V4 hiển thị từ một dạng 3D chuyển đổi qua 2D, kết quả được thể hiện như Hình 2. Bộ thư viện dùng để huấn luyện sử dụng kỹ thuật TensorFlow. Mô hình được huấn luyện trước (pretrained model) được sử dụng theo chính mã nguồn được phát triển của nhóm tác giả công cụ Yolov4 tại [16]. Tại [16] này, các tác giả cũng đã hướng dẫn chi tiết cách triển khai viết mã nguồn với từng mô hình huấn luyện trước trong tệp Readme.h. Sau khi khối nhận diện giãn cách có kết quả cảnh báo, các kết quả này sẽ được gửi về máy chủ để tiến hành xem xét. Với việc phát hiện trên có thể giúp cơ quan hoặc Chính phủ biết được đối tượng nào đã tiếp xúc gần với những đối tượng có nguy cơ hoặc đã bị nhiễm Covid-19. Từ đó dễ dàng truy vết và kiểm tra khoanh vùng những người bị nhiễm để hơn, hạn chế được sự lây lan ra cộng đồng. Khối nhận diện giãn cách sẽ được hoạt động độc lập, song song cùng các khối còn lại của hệ thống để đảm bảo được thông tin và cảnh báo được cập nhật liên tục.

3. QUY TRÌNH XỬ LÝ HỆ THỐNG

Chúng tôi ghép nối các thành phần lại với nhau để có một hệ thống hoàn chỉnh. Hệ thống sau khi ghép nối được thể hiện ở Hình 3. Chiều cao của cả hệ thống là 2,2 m với các thiết bị được bố trí theo chiều dọc, do đó khá thon gọn và không chiếm nhiều diện tích. Với ưu điểm này hệ thống sẽ rất dễ để triển khai ở nhiều nơi, nhiều địa hình khác nhau như trường học, công sở, nhà riêng, nơi công cộng, công viên, bãi biển...



Hình 3. Các thành phần hệ thống khi hiện thực hóa theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới là khối điều khiển, khối nhận diện giãn cách, khối hiển thị, khối đo thân nhiệt, khối xịt dung dịch cồn và khối khử đồ vật

Để sử dụng hệ thống một cách hiệu quả nhất và tránh gây ra các lỗi khi vận hành, trong bài báo này chúng tôi đưa ra một quy trình sử dụng tiêu chuẩn cho hệ thống bao gồm 3 bước:

Bước 1: Đứng vào trước hệ thống sao cho cảm biến thân nhiệt cách mặt khoảng 2-4 cm, chờ cho đến khi cảm biến thân nhiệt kéo lên đến trán, khi thanh trượt dừng lại cảm biến sẽ đo thân nhiệt và kết quả đo sẽ được hiển thị trên màn hình.

Bước 2: Kéo ngăn hộp khử khuẩn ra, để vận dụng cá nhân chẳng hạn như điện thoại và ví tiền vào bên trong sau đó đóng lại. Máy khử khuẩn trong đó bao gồm tia khử khuẩn UV sẽ tiến hành khử vi khuẩn cho các vận dụng cá nhân.

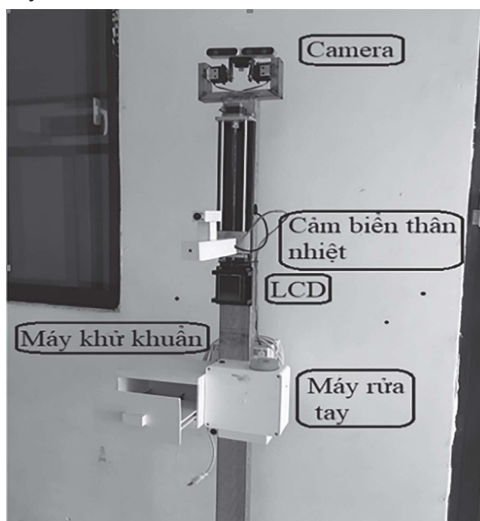
Bước 3: Đưa tay xuống dưới hộp phun dung dịch cồn sau khi dung dịch được phun ướt tay thì xoa đều, sau đó mở hộp khử khuẩn lấy lại ví và điện thoại kết thúc quy trình.

Đối với chức năng nhận diện giãn cách với 2 camera được đặt trên cùng của hệ thống cho phép chúng tôi quan sát và thu kết quả lên server. Lúc này mô hình Yolo-V4 sẽ thực hiện quan sát và phát hiện những đối tượng nào không tuân thủ giãn cách xã hội và lưu lại các mốc thời gian cũng như các khung hình tại mốc thời gian đó. Trong trường hợp chúng ta có càng nhiều thiết bị trên thành phố, những trường hợp bị phát hiện sẽ được gửi thông báo về điện thoại từ máy chủ của chúng tôi và có thể đi đến điểm khử khuẩn tiếp theo để tiến hành khử khuẩn theo quy trình từ các khối còn lại và được xác thực tại hệ thống đó. Việc này nói lên rằng hệ thống của chúng tôi có khả năng mở rộng và càng phát huy được tính năng khi được mở rộng với một quy mô lớn.

4. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ KHẢO SÁT ĐẶC TÍNH

4.1. Hệ thống khử khuẩn

Thực hiện thử nghiệm hệ thống hoàn chỉnh được thực hiện tuân thủ đúng như lưu đồ và quy trình như đã nêu ra ở trên. Các kết quả của quá trình thử nghiệm được trình bày tại Hình 4.

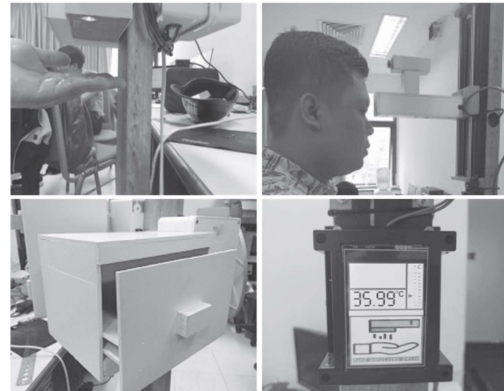


Hình 4. Hệ thống hoàn chỉnh

Sau khi thử nghiệm, chúng tôi rút ra một số nhật xét kết quả về hệ thống. Đầu tiên, kết quả đo thân nhiệt được thực hiện bởi camera hồng ngoại không tiếp xúc MLX90614 có độ chính xác rất cao ở khoảng cách 2-4 cm, khoảng cách giữa trán và cảm biến càng vượt xa thì sai số càng lớn. Động cơ bước mất 5-10 s trung bình để kéo cảm biến lên đến trán người đo. Quá trình đo trung bình mất 20-30 s. Dung dịch cồn được xịt chuẩn, khi mới đổ dung dịch có thể lượng xịt còn nhỏ giọt nhưng những lần kế tiếp dung dịch đều, ướt toàn bộ hai bàn tay. Hiện tại hệ thống chỉ có thể đo thân nhiệt cho người cao từ 1,5-1,9 m. Nói chung hệ thống hoạt động ổn định và không có lỗi trong quá trình vận hành.

4.2. Hệ thống nhận diện giãn cách xã hội

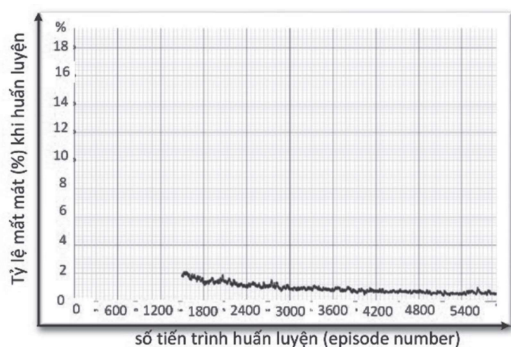
Chúng tôi tiến hành thực hiện huấn luyện cho mô hình xử lý ảnh bằng kỹ thuật nhân tạo từ phần mềm Yolo-V4 [12], với quy trình dữ liệu thu thập được xử lý ở phần 2, như thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Thử nghiệm hệ thống

Mô hình trọng số được lấy từ các mô hình đào tạo trước cho nhận diện con người, tuy nhiên, điều đáng chú ý là chúng tôi đã thực hiện kỹ thuật tinh chỉnh (fine-tune) với các lớp bậc cao trong mạng nơ ron (neural) để mô hình trở nên phù hợp hơn với người châu Á. Trong công cụ Yolo-V4 lấy từ [16], các tác giả của Yolo-V4 đã sử dụng mô hình của họ để huấn luyện cho phần “nhận diện người” từ những dữ liệu huấn luyện của riêng họ trong 1.500 epoch đầu tiên họ đã huấn luyện. Khi chúng tôi thực hiện mô hình huấn luyện trước với bộ dữ liệu “người châu Á” thì mô hình tự động cấu hình để vẽ tại các thời kỳ (epoch) từ 1.500 trở đi và để trống từ 1500 trở về trước. Với bộ số liệu “người châu Á”, chúng tôi thu thập dữ liệu từ các sinh viên và các giảng viên, cán bộ trường PTIT với bộ dữ liệu lớn được gán nhãn gồm hơn 5000 ảnh. Với kỹ thuật tinh chỉnh chúng tôi sử dụng kỹ thuật học chuyển đổi (transfer learning). Chi tiết kỹ thuật này được sử dụng như sau: Chúng tôi chỉ lấy các lớp dưới của mô hình Yolo-V4 bao gồm các lớp tích chập (convolutional layer), lớp gộp lại (pooling layer) và lớp Mish (lớp chức năng kích hoạt

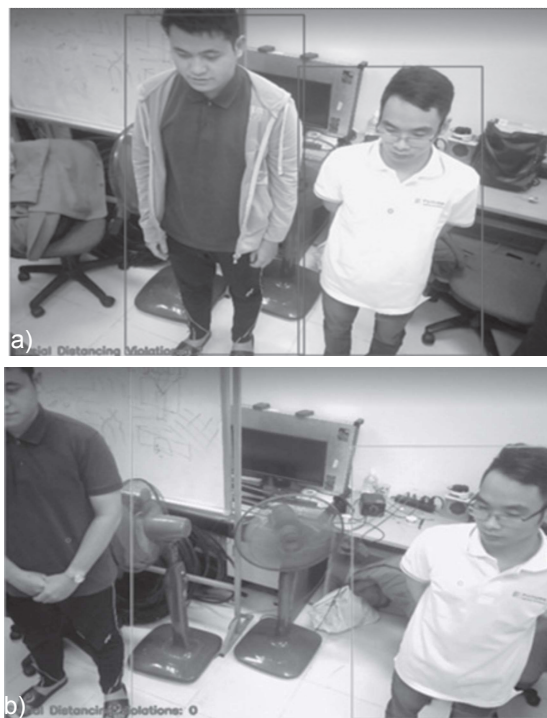
không đơn điệu tự điều chỉnh). Sau đó chúng tôi loại và thay thế các lớp cao nhất trong một mạng nhận thức giám sát đa lớp MLP (multilayer perceptron) cơ bản. Ở đây, perceptron là một thuật toán để học có giám sát các bộ phân loại nhị phân trong ngành học máy. Cuối cùng chúng tôi thực hiện training tiếp tục với bộ dataset được thu thập như đã nhắc đến ở trên với thời kỳ epoch từ 1.500 trở đi. Lý do cho điều này là vì chúng tôi muốn mô hình không bị quá overfitting khi đem ra thử nghiệm và để phù hợp hơn với người Việt Nam. Kết quả thử nghiệm cho thấy, mô hình cho kết quả huấn luyện cao đáng ngạc nhiên với độ chính xác cao, hàm mất mát cho giá trị thấp (<1%), tức độ chính xác >99%, như được thể hiện ở Hình 6.



Hình 6. Quá trình huấn luyện mạng nhận diện đối tượng của mô hình YoloV4 đo độ mất mát trong huấn luyện là hàm của số lần lặp

Độ mất mát của mô hình nằm ước tính trong khoảng 0,5 theo tham số mất mát là hệ số mức độ hỗn loạn ngẫu nhiên (entropy) phân loại chéo (Categorical Cross Entropy). Có thể rõ ràng nhận thấy, chúng tôi tiếp tục huấn luyện mô hình ở lần lặp thứ 1.500 do lần lặp (episodes) trước đó đã được huấn luyện với các dữ liệu của người không phải châu Á. Từ lần học thứ 1.500, mô hình thực hiện học chuyển đổi với bộ dữ liệu là tập dữ liệu (dataset) của người châu Á nên có kết quả chính xác khi đưa ra áp dụng thực tế. Hình 7 thể hiện kết quả nhận diện hình ảnh giãn cách thông qua một camera được tích hợp vào phần cứng và được xử lý thời gian thực qua mô hình học sâu trên nền tảng công cụ phần mềm thị giác máy tính Yolo-V4. Các viền đỏ Hình 7a thể hiện khoảng cách giãn cách chưa đúng theo quy định 2 m trong khi các đường bao xanh ở Hình 7b thể hiện cảnh báo an toàn nếu khoảng cách nhận diện xác định hai thực thể đứng trước camera đảm bảo yêu cầu khoảng cách tối thiểu 2 m trở lên theo quy định giãn cách xã hội. Để có được hình ảnh đầu ra từ mắt bồ câu (Bird's eye), kỹ thuật Bird's eye đã sử dụng phép biến đổi bằng cách sử dụng ma trận hình chiếu bằng cách ánh xạ mối quan hệ giữa pixel tọa độ $p(x, y)$ của hình ảnh xem Bird's eye và pixel có tọa độ $p(u, v)$ từ hình ảnh đầu vào theo chuyển đổi ảnh 3D sang 2D. Từ ảnh 2D, chúng ta có thể xử lý ảnh

từ khung vạch biên giới (bounding board) và đo tỷ lệ khoảng cách ảnh với tỷ lệ thực tế chuẩn hóa là 2 m để tính ra khoảng cách thực tế. Có thể tham khảo thêm về kỹ thuật Bird's eye từ các thư viện OpenCV ví dụ như trong [17].



Hình 7. Kết quả thử nghiệm thực tế của mô hình nhận diện giãn cách xã hội: (a) cảnh báo chưa đúng khoảng cách 2 m, (b) đã đảm bảo khoảng cách 2 m

5. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày kết quả thử nghiệm một hệ thống rửa tay, khử khuẩn, đo nhiệt độ tự động bởi các thiết bị điện tử nhúng và giám sát IoT thông qua kết nối wifi bởi vi mạch ESP8266. Bên cạnh đó, hệ thống kết hợp cảnh báo giãn cách không an toàn sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo Yolo-V4. Các thành phần tích hợp của hệ thống điện tử nhúng và mô hình xử lý hình ảnh bởi kỹ thuật học sâu của chúng tôi để dàng thực thi triển khai, áp dụng, đồng thời đạt được hiệu quả cao, tiện lợi sử dụng và giá thành rẻ.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được Quỹ Đổi mới Vingroup tài trợ (VINIF) chương trình tài trợ nghiên cứu hàng năm theo mã dự án VINIF.2019.DA12.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. B. X. Tran *et al.*, (2020), *Reaching further by village health collaborators: The informal health taskforce of Vietnam for COVID-19 responses*, J. Glob. Health, vol. 10, no. 1, pp. 3-6.

- [2]. J. A. Weiner *et al.* (2020), *Learning from the past: did experience with previous epidemics help mitigate the impact of COVID-19 among spine surgeons worldwide*, Eur. Spine J., vol. 29, no. 8, pp. 1789-1805.
- [3]. C. L. Atzrodt *et al.* (2020), *A Guide to COVID-19: a global pandemic caused by the novel coronavirus SARS-CoV-2*, FEBS J., vol. 287, no. 17, pp. 3633-3650.
- [4]. A. Sakurai *et al.* (2020), *Natural History of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection*, N. Engl. J. Med., vol. 383, no. 9, pp. 885-886.
- [5]. L. H. Schwamm, A. Erskine, and A. Licurse (2020), *A digital embrace to blunt the curve of COVID19 pandemic*, NPJ Digit. Med., vol. 3, no. 1, pp. 2-4.
- [6]. B. P. Linas *et al.* (2021), *A clash of epidemics: Impact of the COVID-19 pandemic response on opioid overdose*, J. Subst. Abuse Treat., vol. 120, no. 8, pp. 108-158.
- [7]. P. H. Chương (2020), *Tác động của đại dịch covid-19 đến nền kinh tế Việt Nam*, Tạp chí kinh tế và phát triển, vol. 274, tr. 1-13.
- [8]. M. J. Pedersen and N. Favero (2020), *Social Distancing during the COVID-19 Pandemic: Who Are the Present and Future Noncompliers ?*, Public Adm. Rev., vol. 80, no. 5, pp. 805-814.
- [9]. R. C. C. Dantas, P. A. De Campos, I. Rossi, and R. M. Ribas (2020), *Implications of social distancing in Brazil in the pandemic period of COVID-19*, Infect. Control Hosp. Epidemiol., pp. 1-2.
- [10]. J. J. Deeks *et al.* (2020), *Antibody tests for identification of current and past infection with SARS-CoV-2*, Cochrane Database Syst. Rev., vol. 2020, no. 6, pp. 1-20.
- [11]. M. Rezaei and M. Azarmi (2020), *Deepsocial: Social distancing monitoring and infection risk assessment in covid-19 pandemic*, Appl. Sci., vol. 10, no. 21, pp. 1-29.
- [12]. M. Otoom, N. Otoum, M. A. Alzubaidi, Y. Etoom, and R. Banihani (2020), *An IoT-based framework for early identification and monitoring of COVID-19 cases*. Biomed, Signal Process. Control, vol. 62, no. July, p. 102-149.
- [13]. S. Rahman *et al.* (2020), *Defending against the Novel Coronavirus (COVID-19) outbreak: How can the Internet of Things (IoT) help to save the world ?*, Heal. Policy Technol., vol. 9, pp. 136-138.
- [14]. Y. Li *et al.* (2020), *A Deep Learning-Based Hybrid Framework for Object Detection and Recognition in Autonomous Driving*, IEEE Access, vol. 8, pp. 194228-194239.
- [15]. K. Kumar, N. Kumar, and R. Shah (2020), *Role of IoT to avoid spreading of COVID-19*, Int. J. Intell. Networks, vol. 1, no. July, pp. 32-35.
- [16]. <https://github.com/AlexeyAB/darknet>
- [17]. <https://nikolasent.github.io/opencv/2017/05/07/Bird's-Eye-View-Transformation.html>

THÔNG TIN TÁC GIẢ



Nguyễn Quang Biên

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2021: Tốt nghiệp Đại học ngành Kỹ thuật Điện tử, Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông.
- Lĩnh vực quan tâm: Các hệ thống nhúng thông minh.
- Email: nguyenquangbien69@gmail.com.
- Điện thoại: 0364564477.



Đỗ Hoàng Khôi Nguyên

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2021: Tốt nghiệp Đại học ngành Kỹ thuật Điện tử, Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông.
- Lĩnh vực quan tâm: Học tăng cường, xử lý dữ liệu chuỗi thời gian, mạng nơon học sâu, mô hình đồ thị thống kê, mạng nơon biểu tượng, trí tuệ nhân tạo trong các mạng quang tử.
- Email: nguyendhk@ptit.edu.vn.
- Điện thoại: 0912569581.



Nguyễn Tuấn

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2004: Tốt nghiệp Đại học ngành Điện tử viễn thông, chuyên ngành Điện tử viễn thông, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- + Năm 2017: Tốt nghiệp Thạc sĩ ngành Điện tử viễn thông, chuyên ngành Điện tử viễn thông, Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông.
- Tóm tắt công việc hiện tại: Giảng viên, Phó trưởng phòng Đào tạo, Bồi dưỡng, Trường Cán bộ quản lý Văn hóa, Thể thao và Du lịch.
- Lĩnh vực quan tâm: Các hệ thống nhúng thông minh, các hệ thống cảm biến, xử lý tín hiệu và xử lý ảnh dựa trên trí tuệ nhân tạo, hệ thống thông tin quang.
- Email: tuanguyenit@gmail.com.
- Điện thoại: 0912721881.



Nguyễn Trọng Các

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2002: Tốt nghiệp Đại học ngành Điện, chuyên ngành Điện nông nghiệp, Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội (nay là Học viện Nông nghiệp Việt Nam).
- + Năm 2005: Tốt nghiệp Thạc sĩ ngành Kỹ thuật tự động hóa, chuyên ngành Tự động hóa, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- + Năm 2015: Tốt nghiệp Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tử, chuyên ngành Kỹ thuật điện tử, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- Tóm tắt công việc hiện tại: Giảng viên khoa Điện, Chủ tịch Hội đồng Trường Đại học Sao Đỏ.
- Lĩnh vực quan tâm: DCS, SCADA, hệ thống nhúng.
- Email: cacdhsd@gmail.com.
- Điện thoại: 0904369421.



Trương Cao Dũng

- Tóm tắt quá trình đào tạo, nghiên cứu (thời điểm tốt nghiệp và chương trình đào tạo, nghiên cứu):
- + Năm 2003: Tốt nghiệp Đại học ngành Điện tử viễn thông, chuyên ngành Điện tử viễn thông, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- + Năm 2006: Tốt nghiệp Thạc sĩ ngành Điện tử viễn thông, chuyên ngành Điện tử viễn thông, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- + Năm 2015: Tốt nghiệp Tiến sĩ ngành Điện tử viễn thông, chuyên ngành Kỹ thuật viễn thông, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- Tóm tắt công việc hiện tại: Giảng viên khoa Kỹ thuật Điện tử 1, Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông.
- Lĩnh vực quan tâm: Mạch tích hợp quang tử, trí tuệ nhân tạo cho quang tử, thông tin quang, cảm biến quang, các hệ thống nhúng thông minh.
- Email: dungtc@ptit.edu.vn.
- Điện thoại: 0936354555.