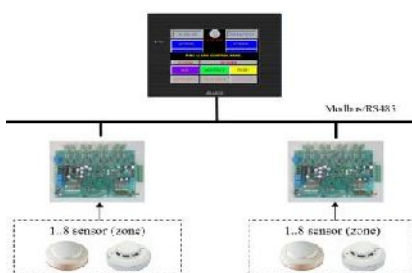


Sau khi thực hiện các nhiệm vụ ở các mục 4 và 5 ta có sơ đồ cấu trúc của hệ thống báo cháy phân tán cho tàu biển bao gồm một trung tâm báo cháy tập trung (đóng vai trò một master) và hai trung tâm báo cháy phân tán (slave) có thể quản lý được 16 địa chỉ như hình 7 sau đây:



Hình 7. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống báo cháy phân tán cho tàu biển

## 6. Kết luận

Mỗi trung tâm báo cháy phân tán với khả năng phân biệt 8 kênh địa chỉ cảm biến báo cháy và cho phép mở rộng lên tới 256 kênh mà một trung tâm báo cháy tập trung có khả năng quản lý có thể áp dụng cho các hệ thống báo cháy lớn, hiện đại trên các con tàu khác nhau, từng bước nội địa hóa và làm chủ công nghệ trong lĩnh vực báo cháy.

Việc nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ cao là xu hướng tất yếu mang tính thời đại. Bài báo đã giải quyết được các vấn đề cụ thể là nghiên cứu, thiết kế chế tạo hoàn chỉnh một hệ thống báo cháy trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật số, mạng truyền thông công nghiệp đáp ứng được các yêu cầu của đăng kiểm ngành hàng hải và sử dụng lắp đặt trên tàu biển. Phát triển và ứng dụng lý thuyết về vi điều khiển, vi xử lý và hệ SCADA vào thực tiễn cuộc sống. Kết quả nghiên cứu cùng sản phẩm chế tạo được sẽ làm phong phú thêm bài giảng và mô hình vật lý phục vụ công tác thực hành thí nghiệm, đào tạo nguồn nhân lực tự động hóa.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 5738, *Hệ thống báo cháy tự động – Yêu cầu kỹ thuật*, Hà Nội, 2010

[2] Juliana Barbu, *Fire alarm system*, Electrician's Book lulu.com, 2011

*Người phản biện: PGS.TS. Trần Anh Dũng; TS. Hoàng Đức Tuấn*

## ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NHẬN DẠNG KHUÔN MẶT ĐỂ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ SERVO APPLICATION OF FACE DETECTION TECHNOLOGY TO CONTROL SERVO MOTORS

**TS. ĐÀO MINH QUÂN**

*Khoa Điện – ĐT, Trường ĐHHH Việt Nam*

**KS. TRẦN VƯƠNG MINH**

*Cao học TDH 2012, Trường ĐHHH Việt Nam*

### Tóm tắt

*Bài báo giới thiệu công nghệ nhận dạng khuôn mặt sử dụng camera. Nó được ứng dụng trong điều khiển, xây dựng các mô hình hệ thống tự động theo dõi. Các mô hình này có thể ứng dụng trong thực tế như hỗ trợ cho các cuộc hội họp trực tuyến, các cuộc gọi video, quảng cáo...*

### Abstract

*This paper introduces the face detection technology using camera. Its applications are used for control, creating auto tracking systems. These models can be applied in many practice application such as online meetings, video calling, advertisement and so on.*

**Key word:** *Machine Vision, iphone, face*

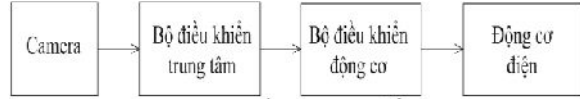
### 1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, trên thế giới nghiên cứu ứng dụng xử lý và nhận dạng ảnh (Machine Vision) đang là hướng nghiên cứu tập trung của rất nhiều nhà khoa học trong đa số các lĩnh vực. Xử lý ảnh số đã được phát triển và trở thành một lĩnh vực khoa học. Xử lý ảnh số không chỉ nâng cao chất lượng của ảnh mà còn phân tích và lý giải để phục vụ các mục đích riêng biệt. Các thiết bị ngày nay được ứng dụng công nghệ xử lý và điều khiển theo hình ảnh ngày càng

nhiều và cho thấy rõ sự ưu việt của nó, trong đó có rất nhiều ứng dụng mang tính cách mạng như quân sự, an ninh, phòng chống tội phạm, hàng không, công nghiệp, giao thông, xây dựng, y sinh được học, giải trí truyền hình [1,2,6]... trong khuôn khổ bài báo tác giả đề xuất giải pháp ứng dụng công nghệ nhận dạng khuôn mặt để điều khiển động cơ quay theo hướng đối tượng.

**2. Nội dung**

Cấu trúc hệ thống và các phần tử thực hiện, phân tích đặc điểm của hệ thống camera robot tác giả đề xuất cấu trúc chung của hệ thống hình 1:



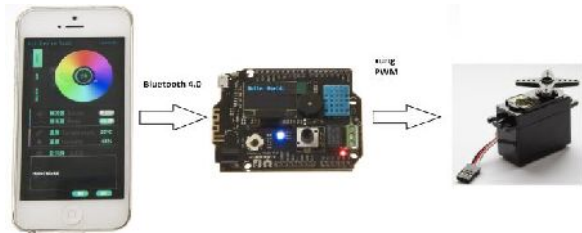
Hình 1. Cấu trúc hệ thống

Ảnh của không gian được camera thu nhận lại sau đó bộ xử lý trung tâm sẽ tìm các khuôn mặt có trong bức ảnh. Cắt ảnh các khuôn mặt và so sánh với đặc điểm nhận dạng được lưu trữ trong data base. Từ đây hệ thống sẽ tìm ra được các khuôn mặt nằm trong danh sách nhận dạng và thực hiện các chức năng như ghi lại lịch sử xuất hiện, điều khiển camera bám theo một đối tượng cụ thể. Trong quá trình nghiên cứu, với cấu trúc như trên thì thuận tiện cho quá trình triển khai mô hình hệ thống. Các module trong hệ thống có thể sử dụng phần cứng có sẵn của các hãng sản xuất. Bởi vậy tác giả lựa chọn giải pháp tích hợp công nghệ, và lập trình xây dựng phần mềm điều khiển trên phần cứng đề xuất như sau:

- Camera và máy tính nhúng: Điện thoại iphone 5 của hãng Apple;
- Mạch điều khiển động cơ: Mạch điện Bluno của hãng Df Robot;
- Động cơ điện: Động cơ servo Fataba S3003.

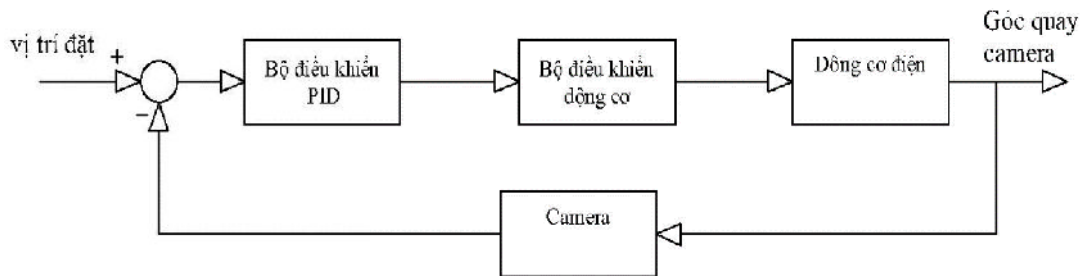
**Các module trong hệ thống:** Máy tính nhúng-iphone, mạch điều khiển và động cơ (hình 2).

Khuôn mặt người được camera trên iphone thu nhận và xác định giá trị điều khiển. Giá trị điều khiển góc quay động cơ sau đó được truyền xuống mạch điều khiển động cơ qua giao tiếp bluetooth. Mạch điều khiển động cơ sau khi nhận được tín hiệu điều khiển từ iphone sẽ tính toán độ rộng xung PWM. Xung PWM được xuất ra pin out của vi điều khiển truyền xuống động cơ servo.



Hình 2. Kết nối các module trong hệ thống

**Mạch vòng điều khiển:** Để điều khiển camera bám theo khuôn mặt người, tác giả sử dụng bộ điều khiển tỷ lệ, tích phân và vi phân (PID) [2,4,7] thể hiện ở hình 3a.



Hình 3a. Mạch vòng điều khiển

Trong mạch vòng điều khiển camera sẽ thu nhận hình ảnh từ môi trường và chương trình nhận dạng khuôn mặt sẽ tìm vị trí khuôn mặt từ ảnh thu nhận bởi camera. Từ vị trí thu nhận được bởi chương trình nhận diện khuôn mặt tính ra sai lệch so với vị trí đặt. Sai lệch được đưa vào bộ điều khiển PID số với các tham số bộ điều khiển được chọn theo phương pháp Ziegler–Nichols, Tốc độ và chiều quay của động cơ sau đó được truyền xuống cho bộ điều khiển động cơ, bộ điều khiển này sẽ làm quay động cơ có gắn cơ khí với camera.

### **Camera và máy tính nhúng**

Trong bài báo sử dụng điện thoại di động iphone 5 đóng vai trò vừa là camera vừa là máy tính nhúng điều khiển trung tâm, vì thiết bị này có khả năng xử lý mạnh mẽ và phần cứng đầy đủ, thích hợp để phát triển mô hình nghiên cứu và triển khai ứng dụng trong thực tế với các ứng dụng mang tính cá nhân (ví dụ: Ứng dụng bấm theo khuôn mặt trong cuộc gọi video).

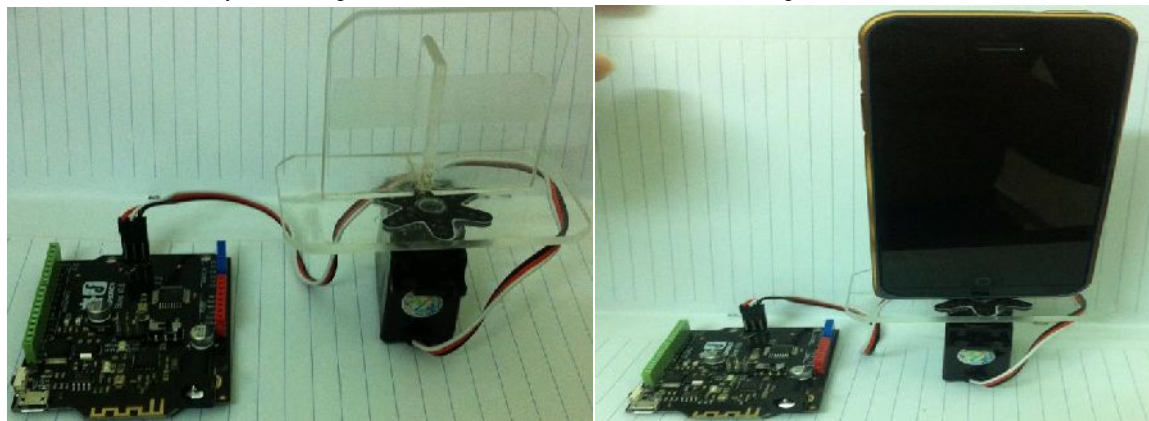
Iphone 5 do hãng công nghệ Apple sản xuất, sử dụng vi xử lý nhân ARM Apple A6, 2 nhân, 1.3 GHz, có 2 camera, 1 camera trước có độ phân giải 1.3 MP, camera sau có độ phân giải 8.0 MP. Bluetooth 4.0 cho cho tốc độ truyền tải nhanh hơn và tiết kiệm điện năng. iOS là hệ điều hành trên các thiết bị di động của Apple như iphone, iPod touch, iPad và Apple TV. Hệ điều hành này cho phép các lập trình viên phát triển các ứng dụng trên các thiết bị di động của hãng. Các ứng dụng được phát triển không chỉ gói gọn trong chiếc điện thoại mà còn có thể kết nối đến các thiết bị khác hoặc các phần cứng tự phát triển. Một số ứng dụng điều khiển được xây dựng trên môi trường này như: Điều khiển máy bay mô hình, điều khiển các thiết bị gia dụng trong nhà (smart Home), Ứng dụng theo dõi sức khỏe cụ thể như theo dõi nhịp tim, huyết áp... các ứng dụng này được phát triển bởi các nhà phát triển hoặc các hãng công nghệ thứ 3.

### **Mạch điều khiển động cơ**

Mạch điều khiển động cơ được lựa chọn là mạch điện Bluno do DFRobot sản xuất (hình 4), là sự kết hợp giữa mạch arduino UNO và chip bluetooth 4.0 BLE TI CC2540. Bluno được tạo ra để phục vụ cho mục đích nghiên cứu và các ứng dụng điều khiển có sự kết nối giữa smartphone và các thiết bị khác như động cơ, đèn điện... Bluno có thể là một bộ điều khiển trung tâm cũng có thể là một mạch giúp cho việc giao tiếp giữa smartphone và mạch điều khiển khác tùy theo mục đích sử dụng. Để sử dụng được mạch bluno thì người sử dụng phải lập trình trên chip AVR 328 được tích hợp trên mạch. Chip bluetooth 4.0 trên mạch giao tiếp với chip AVR qua chuẩn kết nối RS-232. Ở đây mạch tiếp nhận tín hiệu điều khiển từ iphone 5 qua bluetooth và điều khiển động cơ quay.

Để đơn giản về kết cấu cơ khí sử dụng động cơ servo Futaba S3003 để quay camera theo chuyển động vị trí của khuôn mặt. Động cơ servo được thiết kế cho những hệ thống hồi tiếp vòng kín. Tín hiệu ra của động cơ được nối với mạch điều khiển. Khi động cơ quay, vận tốc và vị trí sẽ được hồi tiếp về mạch điều khiển này. Nếu chuyển động quay của động cơ chưa đúng, cơ cấu hồi tiếp sẽ nhận thấy tín hiệu ra chưa đạt được vị trí mong muốn. Mạch điều khiển tiếp tục chỉnh sai lệch cho động cơ đạt được điểm chính xác. Bên trong của động cơ gồm: Động cơ DC, chuỗi các bánh răng giảm tốc, mạch điều khiển, biến trở (dùng để phản hồi vị trí của servo bằng điện áp) hình 4. Phương pháp điều khiển động cơ RC servo: Nguồn cấp cho động cơ servo RC thường từ 4.8V đến 7.2V. Động cơ được thiết kế để quay có giới hạn (khoảng 270). Góc quay của servo được điều khiển bởi xung PWM có tần số 50Hz với độ rộng của xung biến thiên từ 1ms+2ms. [8]

Mô hình vật lý hệ thống camera robot: Mạch điều khiển, động cơ điện trên Hình 3b



**Hình 3b. Mạch điều khiển động cơ và động cơ điện**

### 3. Thuật toán điều khiển

Thuật toán điều khiển chung ở hình 5, Thuật toán cho mạch điều khiển động cơ ở hình 6 [2]:

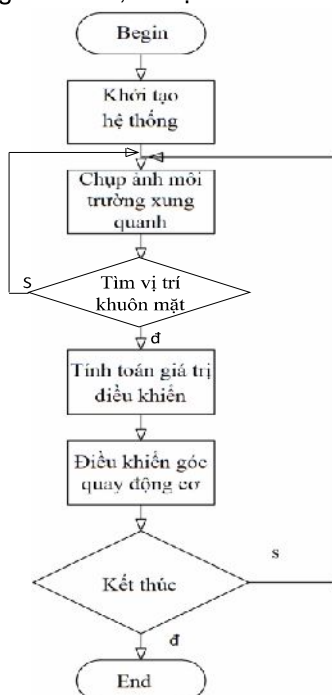


a)

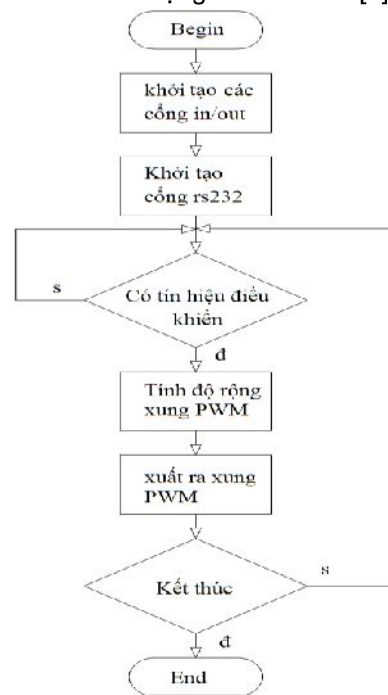


b)

**Hình 4. Cấu tạo động cơ servo Futaba S3003**



**Hình 5. Thuật toán điều khiển chung**



**Hình 6. Thuật toán cho mạch điều khiển động cơ**

Khi khởi động ứng dụng trên iphone thì sẽ tiến hành khởi tạo các điều kiện ban đầu cho hệ thống như: Quay động cơ về giữa dải làm việc, mở camera, kết nối mạch điều khiển động cơ với iphone. Sau khi các điều kiện ban đầu xong, hình ảnh thu nhận từ camera sẽ được sử dụng để tìm vị trí khuôn mặt trong hình. Khi xác định được vị trí của khuôn mặt sẽ tính toán giá trị sai lệch và đưa ra giá trị điều khiển. Giá trị này được truyền xuống mạch điều khiển động cơ thông qua bluetooth. Giới hạn Speed vật lý của hệ phụ thuộc: 0.23 sec/60° @ 4.8V hay 0.19 sec/60° @ 6V. Trong giải thuật tính được độ lệch vị trí khuôn mặt so với vị trí giữa camera. việc tính độ lệch này trên một chu kỳ nhất định, bao gồm vận tốc di chuyển của khuôn mặt được tính toán nên việc điều khiển được động cơ thực hiện được.

Để nhận dạng khuôn mặt người sử dụng các phép phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis - PCA) gọi là thuật toán nhận dạng ảnh, tóm tắt như sau: [2,5]

Tọa độ (x,y) nhận dạng được trong hệ trục camera với gốc là tâm ảnh thu nhận được

Giả sử tập huấn luyện có P ảnh, khi đó ta sẽ có P vector:  $T_1, T_2, \dots, T_p$ .

Tính vector ảnh trung bình :

$$m = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P T_i \quad (1)$$

Với H là bức ảnh có cùng kích thước với những bức ảnh trong tập huấn luyện Tại mỗi vị trí (x,y) trong H, đặt  $H(x,y)$  là một vùng trong ảnh H có kích thước  $M \times N$  tại (x,y), ta xem ảnh con  $H(x,y)$  là một vector  $M \times N$  chiều.

$$K(x,y) = H(x,y) - m \quad (2)$$

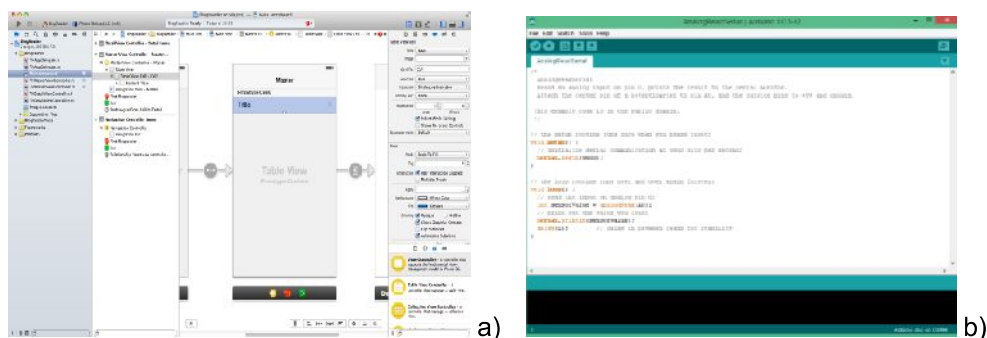
Tìm  $K^f(x,y)$  là hình chiếu của  $K(x,y)$  lên không gian khuôn mặt .

Tính  $s(x, y) = |K(x, y) - K^f(x, y)|$

Tập hợp các giá trị  $s(x,y)$  tạo thành một bản đồ khuôn mặt (face map) của H, từ đó ta có thể xác định vị trí và nhận diện những khuôn mặt trong ảnh.

#### 4. Lập trình điều khiển và thực nghiệm

**Giao diện phần mềm:** Từ các thuật toán trên, chương trình nhận diện khuôn mặt và tính toán giá trị điều khiển được viết bởi phần mềm xcode của hãng Apple (hình 7). Ngoài ra, còn sử dụng một số hàm trong thư viện OpenCV [3] để thực hiện xử lý ảnh số. Ngôn ngữ lập trình sử dụng: Objective – c, C/C++. Chương trình trên mạch điều khiển động được lập trình bằng ngôn ngữ lập trình C/C++. Công cụ hỗ trợ lập trình là phần mềm biên dịch Arduino Software.



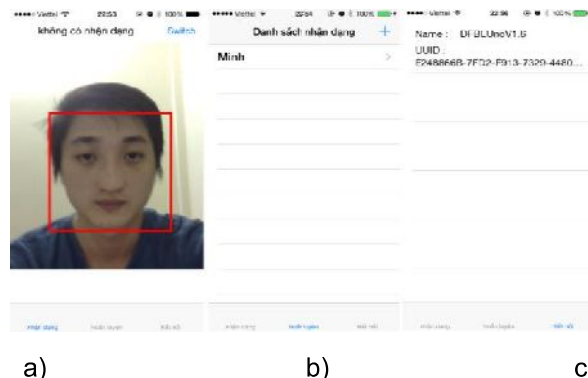
Hình 7. Giao diện phần mềm hỗ trợ lập trình xcode (a) - arduino software (b)

**Kết quả và đánh giá:** Trên hình 8 thể hiện kết quả giao diện hiển thị nhận dạng của chương trình trên iphone (máy tính nhúng). Chương trình nhận dạng trên iphone có 3 màn hình gồm:

àn hình nhận dạng: Hiển thị hình ảnh thu nhận được từ camera và vị trí khuôn mặt trong hình được bao bởi hình vuông màu đỏ (Hình 8a).

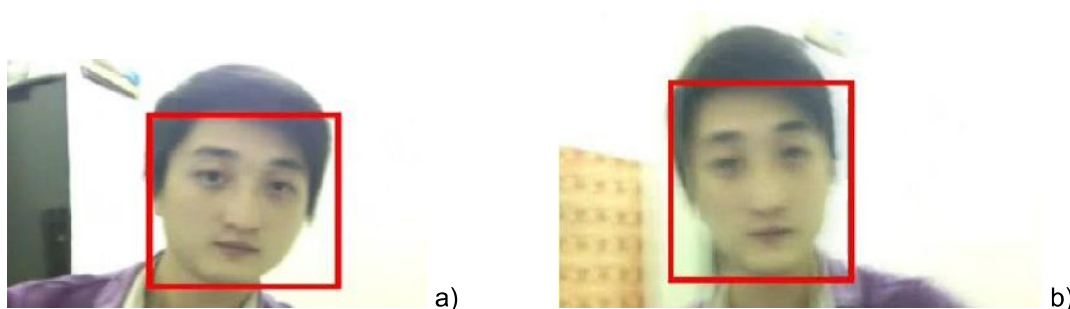
Màn hình huấn luyện: Thêm mới nhận dạng, Tại màn hình này có thể thực hiện huấn luyện cho chương trình về nhận dạng của mặt người (Hình 8b).

Màn hình kết nối: Chức năng quét các thiết bị có kết nối bluetooth. Khi vào màn hình này thì sẽ hiện ra danh sách các thiết bị có bluetooth xung quanh. Chọn thiết bị thì iphone sẽ kết nối với thiết bị đó qua bluetooth (Hình 8c).



Hình 8. Giao diện, a) nhận dạng, b) huấn luyện, c) các kết nối

Một số kết quả thực nghiệm bám vị trí khuôn mặt của hệ thống camera robot như ở Hình 9:



Hình 9. a) Phát hiện khuôn mặt; b) Quay camera khi khuôn mặt chuyển động sang trái

Đánh giá kết quả:

- Chương trình nhận diện khuôn mặt: Chương trình nhận diện tốt ở điều kiện ánh sáng vừa phải; Nhận diện tốt ở các góc độ khác nhau cả khi gương mặt bị che một phần;

- Chương trình điều khiển động cơ: Mạch điều khiển động cơ hoạt động nhanh và chính xác khi nhận được tín hiệu điều khiển; điều khiển được góc quay; điều khiển tốc độ quay;

- Kết quả thử nghiệm hệ thống: Hệ thống camera robot bám theo khuôn mặt tốt ở các điều kiện sau: Môi trường có ánh sáng vừa phải. Đối tượng cần bám theo không ở quá xa camera. Đối tượng chuyển động không quá nhanh. Độ chính xác của chương trình nhận dạng phụ thuộc rất nhiều vào bước huấn luyện cho máy tính do vậy để hệ thống cho kết quả tốt nhất cần có bước huấn luyện cho máy tính tốt hơn để nâng cao chất lượng. Để bám theo đối tượng nhanh hơn cần có máy tính nhúng với khả năng xử lý hình ảnh mạnh hơn. Hướng phát triển tiếp theo là: xây dựng hoàn chỉnh hệ thống camera kết hợp máy tính nhúng có khả năng phát hiện khuôn mặt, nhận dạng danh tính của nhiều đối tượng cùng lúc, bám theo đối tượng được chỉ định phục vụ giám sát an ninh khu vực công cộng, có khả năng giám sát từ xa qua mạng internet.

## 5. Kết luận

Đã xây dựng thành công mô hình hệ thống camera robot phát hiện và bám theo khuôn mặt người. Việc tự động điều khiển camera bám theo đối tượng được thực hiện tốt, với độ chính xác cao trong những điều kiện phù hợp. Ứng dụng của mô hình là có thể sử dụng ngay với các ứng dụng thực tế như hỗ trợ cho các cuộc hội họp trực tuyến, hoặc các cuộc gọi video, quay lại các clip cá nhân. Hay sử dụng để làm để quảng cáo trưng bày sản phẩm, khi người xem di chuyển thì để quay sản phẩm theo, thu hút sự chú ý và quan tâm của người xem. Ngoài ra có thể sử dụng máy tính nhúng và camera chuyên biệt để ứng dụng trong giám sát an ninh, hỗ trợ trong các hệ thống chấm công bằng vân tay kết hợp camera.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Duy Nghĩa, “Nghiên cứu kỹ thuật xử lý video số, ứng dụng và theo vết phân loại đối tượng”- Đại học Quốc gia Hà Nội, 2004.
- [2] Trần Vương Minh, “Nghiên cứu, công nghệ nhận dạng khuôn mặt, ứng dụng trong điều khiển camera robot quay theo chuyển động khuôn mặt người”, Luận văn thạc sỹ, ĐHHHVN, 2014.
- [3] Adrian Kaehler, “*Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*”, 2000.
- [4] Annadurai, “*Fundamentals Of Digital Image Processing*”, 2004.
- [5] Cigdem Eroglu Erdem, “*Video Object Segmentation and Tracking: Performance Measures and Active Contour Approaches*”- LAP Lambert Academic Publishing, 2010.
- [6] Gonzalez, R. C., Woods, R. E, “*Digital image processing*”- Kluwer Academi Publisher, 2003.
- [7] Subhash Challa, “*Fundamentals of Object Tracking*” - Cambridge University Press, 2011.
- [8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Servo\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Servo_control)

**Người phản biện: PGS.TS. Trần Anh Dũng; TS. Đinh Anh Tuấn**