

## Nghiên cứu, thiết kế hệ thống bám mục tiêu cho mô hình nòng súng ứng dụng công nghệ xử lý ảnh

Researching, designing the tracking system for gun model using image processing technology

Vũ Đức Linh\*, Nguyễn Anh Văn, Nguyễn Công Minh

*Học viện Kỹ thuật Quân sự*

*\*Email: vuduc linh89@gmail.com*

*Mobile: 0972.65.69.70*

---

### Tóm tắt

#### *Từ khóa:*

Robot chiến trường; Xử lý ảnh; Thị giác máy; Điều khiển robot; Hệ ổn định tâm hướng.

Từ những yêu cầu của thực tiễn hiện đại hóa các khí tài trong quân sự, nhóm tác giả đã đưa ra ý tưởng “Nghiên cứu, thiết kế hệ thống bám mục tiêu cho mô hình nòng súng ứng dụng công nghệ xử lý ảnh” với mục tiêu hướng tới nhằm thiết kế chế tạo các robot chiến đấu thông minh sau này. Hệ thống sử dụng camera được bố trí hướng nhìn dọc theo mô hình nòng súng dùng quan sát mục tiêu trong phạm vi cho phép. Sau khi hệ thống quan sát phát hiện và nhận dạng được mục tiêu như người, máy bay, xe tăng..., chương trình tính toán sẽ đưa ra các thông số về vị trí, hướng và vận tốc của mục tiêu. Bộ điều khiển trung tâm dựa vào các thông số nhận được từ hệ thống quan sát sẽ đưa ra tín hiệu điều khiển các động cơ nhằm thay đổi góc tâm và góc hướng của mô hình nòng súng sao cho hướng của nòng súng luôn bám theo đối tượng cần bám. Phương pháp nghiên cứu của nhóm tác giả là từ nghiên cứu lý thuyết tới thiết kế chế tạo mô hình thực nghiệm. Sau đó, tiến hành thực nghiệm cụ thể trên mô hình thiết kế và đánh giá khả năng bám mục tiêu của hệ thống trong các điều kiện khác nhau.

---

### Abstract

#### *Keywords:*

Robot war field; Image processing; Machine vision; Robot control; The stable range and azimuth system

Based on the requirements of that practice in the military, we put forward the idea of “Researching, designing the tracking system for to the gun model using image processing technology” for designing intelligent battle robots. The system uses cameras which are positioned along the barrel of the gun are able to observe the target within the allowable range. After detecting and identifying target object (people, aircraft, tanks...), the information about the location, range, azimuth and velocity of the target object will be transmitted to the central controller. Based on the parameters received from the observation system, the central controller will control the range and azimuth motors of the gun model to track the target object. Researching methods is theoretical researching in combination with experimental designing and manufacturing. Then, the team conducts specific experiments on the designed model and assesses the tracking of ability of the system under different conditions.

---

Ngày nhận bài: 05/07/2018

Ngày nhận bài sửa: 14/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

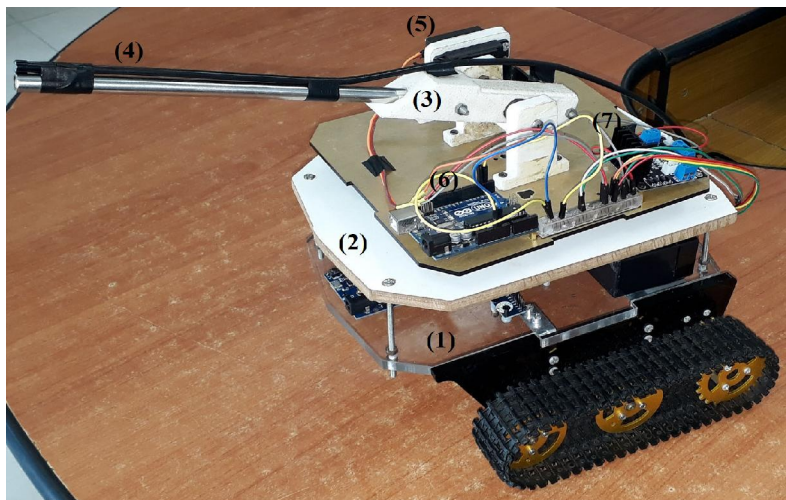
---

## 1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng công nghệ xử lý ảnh để giải quyết các bài toán thực tế trong các lĩnh vực y học, công nghiệp, khoa học vũ trụ, điều khiển... đang được các nhà nghiên cứu trên thế giới đặc biệt quan tâm. Cũng như vậy, trong quân sự, với mục đích tăng cường khả năng chiến đấu và giảm thiểu thương vong cho người lính, các nước trên thế giới đang đi sâu vào nghiên cứu ứng dụng công nghệ xử lý ảnh [1] nhằm thiết kế, chế tạo các robot thông minh có khả năng tác chiến thay thế người lính trên chiến trường. Vì vậy chúng tôi đề xuất ý tưởng “Nghiên cứu, thiết kế hệ thống bám mục tiêu cho mô hình nòng súng ứng dụng công nghệ xử lý ảnh” với mục tiêu hướng tới nhằm thiết kế chế tạo các robot chiến đấu thông minh sau này.

Như chúng ta đã biết, để giải quyết bài toán nhận dạng đối tượng bằng hình ảnh đã được các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước nghiên cứu từ khá lâu với nhiều thuật toán khác nhau và phổ biến vẫn là xây dựng các thuật toán nhận dạng theo mẫu, chương trình nhận dạng được viết trên nền Visual C++ cùng với Open CV [2]. Tuy nhiên hiện nay với sự lớn mạnh của một ngôn ngữ lập trình mới đó là LabVIEW [3] (viết tắt của Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) đã tạo ra một môi trường lập trình hiệu quả trong việc giao tiếp đa kênh giữa các thiết bị. Đối với kỹ sư, nhà khoa học hay giảng viên, LabVIEW dần dần trở thành một trong những công cụ phổ biến nhất để xây dựng các ứng dụng thu thập dữ liệu từ các cảm biến và phát triển các thuật toán. LabVIEW được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như đo lường, tự động hóa, cơ điện tử, robot, vật lý, toán học, sinh học. Đặc biệt là khả năng xử lý ảnh vô cùng mạnh mẽ của LabVIEW với các hàm tiêu chuẩn hoạt động tin cậy đã bước đầu làm thay đổi tư duy trong nghiên cứu thiết kế của các kỹ sư trên thế giới. Ngoài ra, với khả năng kết nối nhanh chóng và tin cậy với thiết bị ngoại vi hay các mạch điều khiển đã tạo nên những điểm mạnh của LabVIEW trong việc xây dựng các phần mềm nhận dạng và điều khiển trong các hệ thống cơ điện tử. Dựa trên các ưu điểm đó, nhóm tác giả đã chọn phần mềm LabVIEW để xây dựng chương trình nhận dạng và bám đối tượng cho mô hình nòng súng.

Trên hình 1 chính là mô hình thực nghiệm mà nhóm tác giả đã xây dựng dùng để khảo sát thuật toán bám đối tượng. Mô hình gồm các khối chính: (1) Thân xe; (2) Cụm giá đỡ; (3) Nòng súng; (4) Camera quan sát; (5) Động cơ RC Servo MG995; (6) Mạch nhúng Arduino Uno R3; (7) Mạch công suất L298.

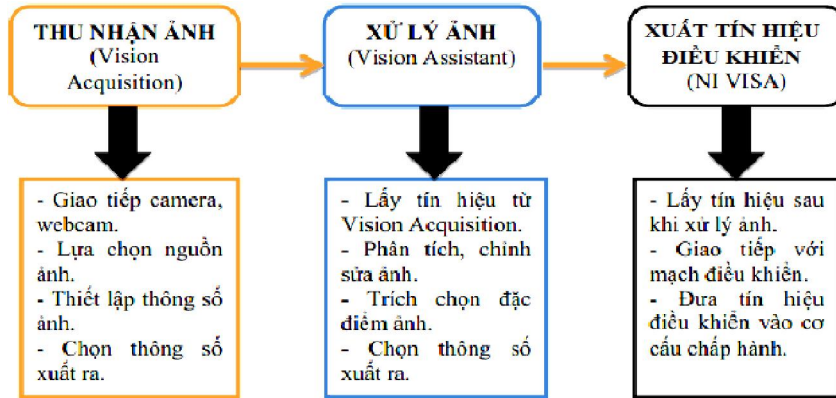


Hình 1. Mô hình hệ nòng súng bám mục tiêu

## 2. GIẢI PHÁP NHẬN DẠNG VÀ BẮM ĐỐI TƯỢNG

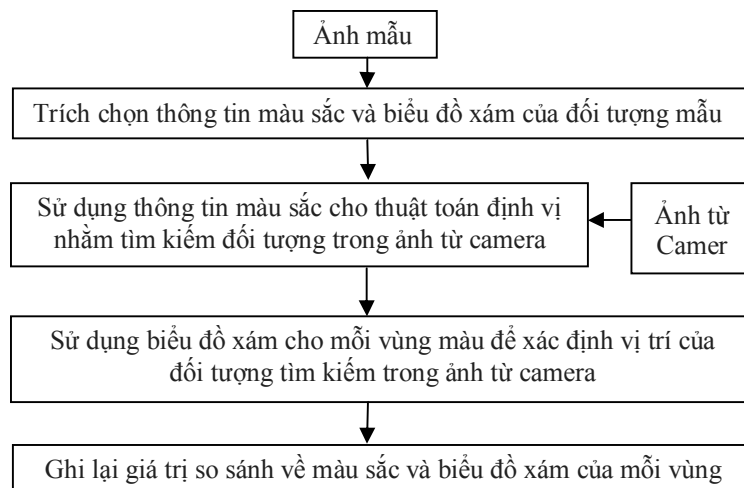
### 2.1. Giải pháp nhận dạng đối tượng

Trong LabVIEW để thu nhận ảnh, xử lý ảnh và nhận dạng đối tượng, chúng ta có thể dùng nhiều cách. Tuy nhiên với hai Toolkits NI là Vision Acquisition và Vision Assistant, chúng ta có thể xây dựng một chương trình thu và nhận dạng ảnh một cách nhanh chóng với độ tin cậy cao. Quá trình thu nhận ảnh, xử lý ảnh cũng như xuất tín hiệu điều khiển ta có thể hình dung qua các bước thể hiện trên hình 2.



**Hình 2.** Quá trình thu nhận, xử lý ảnh và xuất tín hiệu điều khiển

Việc thu nhận ảnh trong môi trường LabVIEW được thực hiện riêng thông qua Toolkits *Vision Acquisition* [4]. Đây là một Toolkits cơ bản cho phép người dùng xây dựng chương trình thu nhận ảnh từ camera một cách linh hoạt (kết nối không dây, có dây, Wifi, 3G...). Trong giới hạn của vấn đề nghiên cứu, nhóm tác giả chọn mẫu camera IP67 USB Borescope (640x480) để thiết lập chương trình kết nối thu nhận ảnh. Ảnh sau khi thu nhận sẽ được đưa sang Toolkits *Vision Assistant* để xử lý. Đây là bước quan trọng vì toàn bộ các công việc chính của xử lý ảnh đều tập trung ở đây. Vision Assistant cho phép xây dựng chương trình xử lý và nhận dạng ảnh. Ví dụ: Color Matching - nhận dạng những đối tượng theo màu sắc, Color Location - nhận dạng đối tượng theo phân bố khu vực màu, Color Pattern Matching - nhận dạng theo mẫu đối tượng, Object Tracking - bám đối tượng....

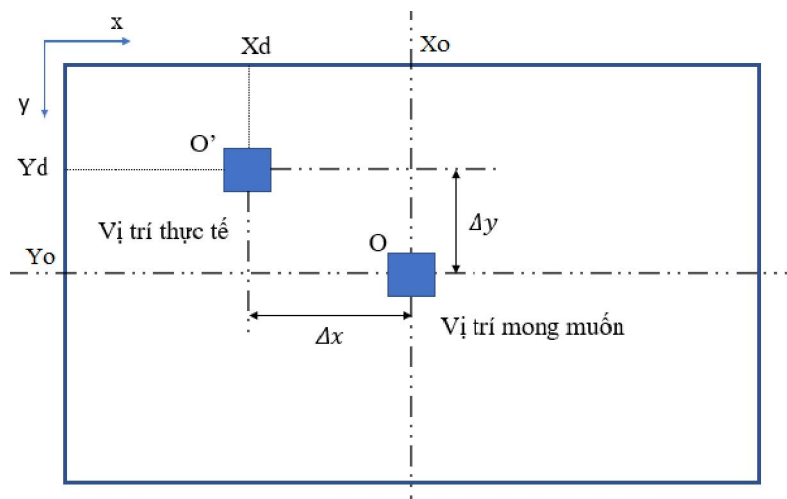


**Hình 3.** Sơ đồ thuật toán nhận dạng ảnh sử dụng hàm Color Pattern Matching

Trong nghiên cứu này, với yêu cầu cần nhận dạng đối tượng là mục tiêu bia số 4, mặt người. Hai đối tượng này có các đặc trưng cơ bản cả về cấu trúc và về màu sắc, vì vậy, nhóm tác giả dùng hàm *Color Pattern Matching* để xây dựng chương trình kiểm nhận dạng theo các mẫu cho trước. Thuật toán tìm kiếm và nhận dạng được thể hiện trên hình 3.

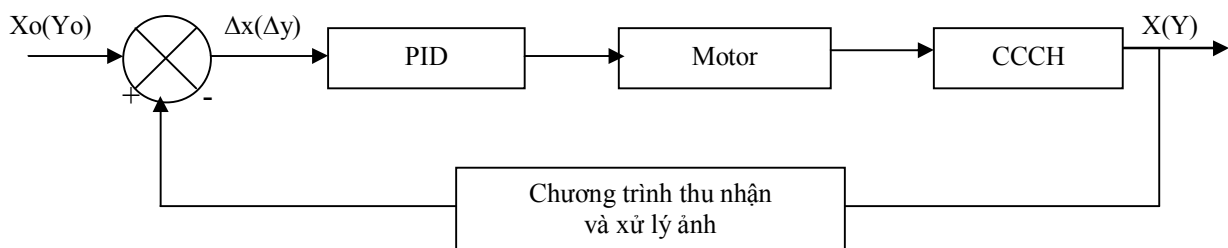
## 2.2. Giải pháp điều khiển bám đối tượng

Để mô hình nòng súng luôn bám theo mục tiêu, ta đưa ra yêu cầu của bài toán là chương trình điều khiển góc tầm và góc hướng của nòng súng phải đáp ứng làm sao cho tâm  $O'$  của vùng ảnh mục tiêu (vị trí nhận dạng mục tiêu) luôn trùng với tâm chuẩn (điểm  $O$ ). Yêu cầu của bài toán thực tế thể hiện trên hình 4: khi mục tiêu chuyển động tức là điểm  $O'$  di động thì sẽ xuất hiện sai số  $\Delta x$  theo phương ngang,  $\Delta y$  theo phương dọc so với điểm  $O$ . Bài toán ta cần phải giải quyết ở đây là điều chỉnh nòng súng để các sai số  $\Delta x = 0$  và  $\Delta y = 0$ .



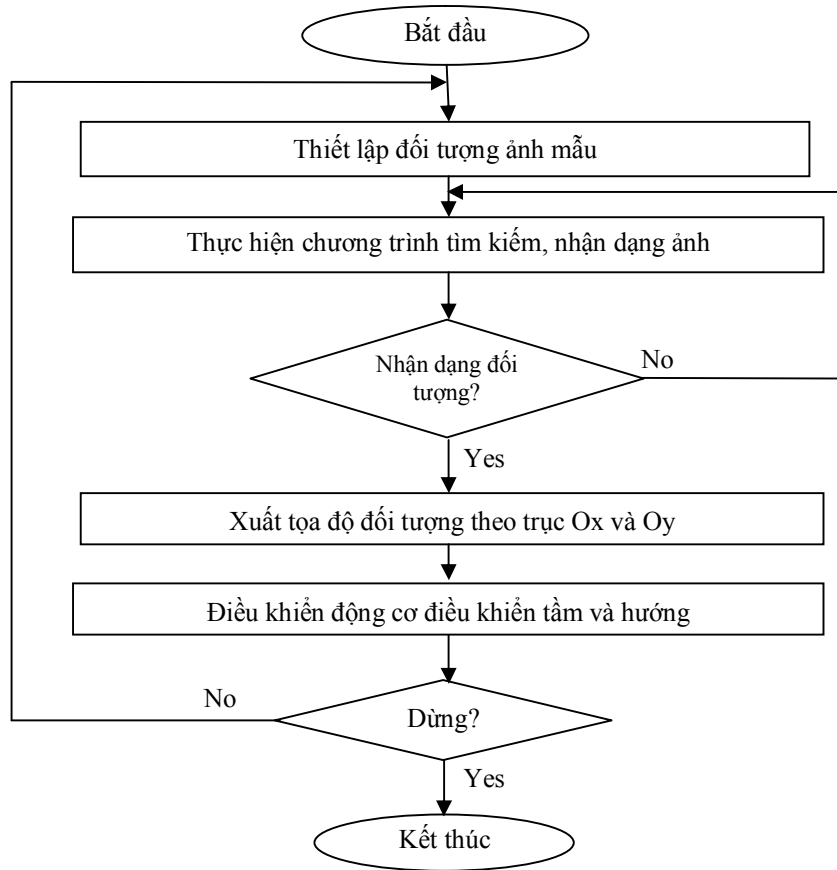
Hình 4. Sai số giữa vị trí thực tế  $O'$  và vị trí mong muốn  $O$

Trên thực tế với mục đích tăng tính ổn định của hệ thống, nhóm tác giả sử dụng bộ điều khiển PID để điều khiển hai động cơ RC Servo tầm và hướng theo sai số  $\Delta x$  và  $\Delta y$ . Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID điều khiển động cơ điều chỉnh góc tầm và góc hướng của nòng súng được thể hiện trên hình 5.



Hình 5. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển tầm và hướng

Lưu đồ thuật toán điều khiển được thể hiện trên hình 6.



**Hình 6.** Lưu đồ thuật toán điều khiển

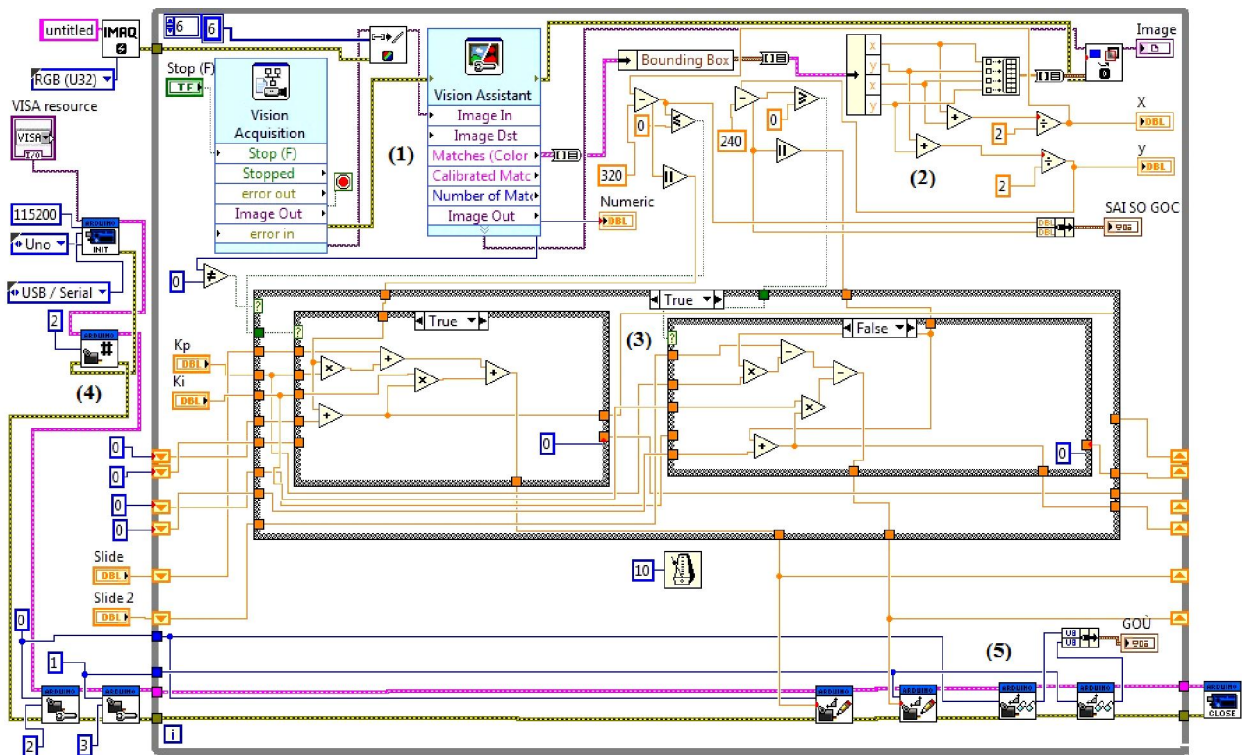
### 3. THỰC NGHIỆM

#### 3.1. Xây dựng mô hình thực nghiệm

Để xây dựng mô hình thực nghiệm, nhóm tác giả lựa chọn camera IP67 USB Borescope (640x480), mạch điều khiển nhúng Arduino Uno R3 [5] là một mạch nhúng khá phổ biến và tin cậy trên thị trường kết hợp mạch công suất L298 điều khiển hai động cơ RC Servo MG995 dùng ổn định góc tâm và góc hướng cho mô hình nòng súng.

Trên hình 7 mô tả chương trình nhận dạng đối tượng và điều khiển bả của mô hình nòng súng được nhóm tác giả xây dựng trên nền phần mềm LabVIEW:

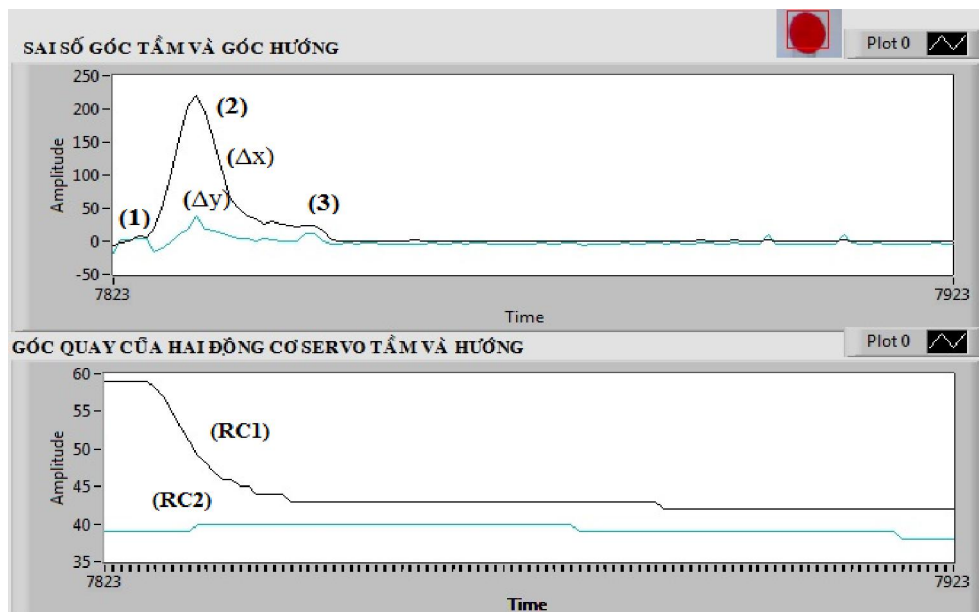
- Khu vực (1) có Toolkits Vision Acquisition để thiết lập chương trình thu nhận ảnh từ camera và Vision Assistant nhận dạng đối tượng mong muốn (khối màu, bia số 4, mặt người);
- Khu vực (2) là khu vực thiết lập chương trình tính toán sai số về vị trí của tâm đối tượng nhận dạng so với tâm ảnh ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ );
- Khu vực (3) là khu vực xây dựng bộ điều khiển PID cho hai động cơ RC Servo điều khiển góc tâm và góc hướng với sai số góc được tính toán theo sai số vị trí của tâm đối tượng nhận dạng so với tâm ảnh ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ );
- Khu vực (4) là khu vực thiết lập các thông số về mạch điều khiển (thiết lập kết nối mạch nhúng Arduino Uno R3 với chương trình LabVIEW);
- Khu vực (5) là khu vực thiết lập tín hiệu điều khiển động cơ (xuất tín hiệu điều khiển góc cho hai động cơ RC Servo).



Hình 7. Chương trình điều khiển

### 3.2. Thử nghiệm khả năng bám mục tiêu của mô hình

Để thực nghiệm khả năng bắt, bám đối tượng của mô hình, nhóm tác giả thực nghiệm trên nhiều mẫu đối tượng với độ phức tạp khác nhau.

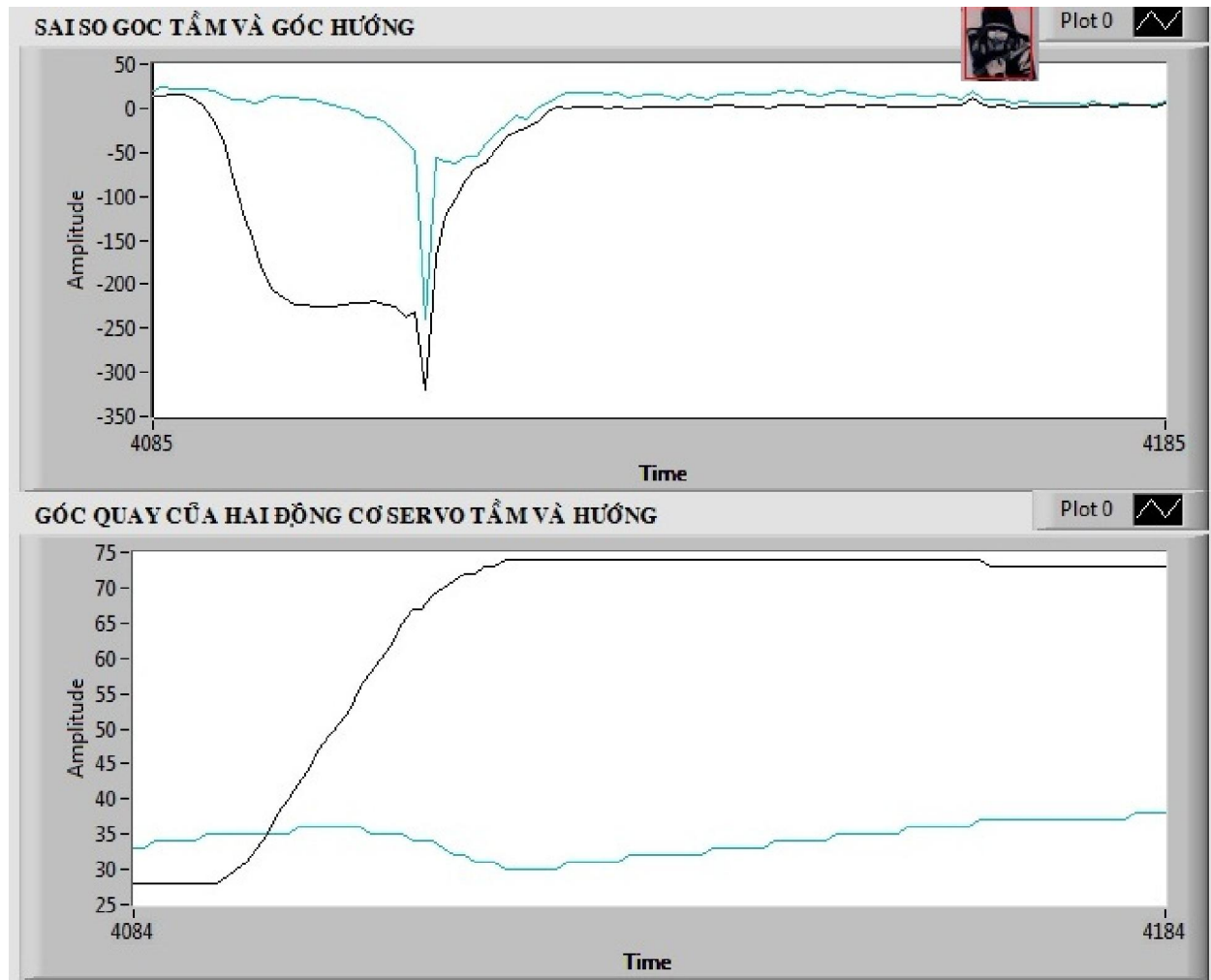


Hình 8 Kết quả hoạt động của hệ thống khi bắt bám một quả bóng màu đỏ



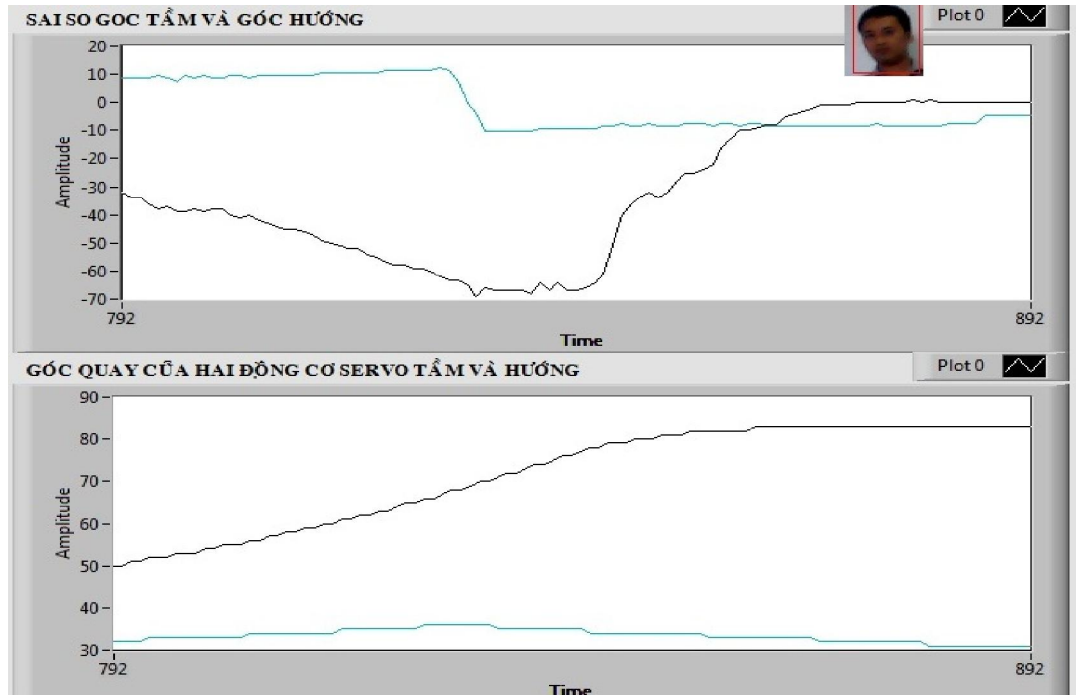
Trường hợp đầu tiên, nhóm tác giả thử nghiệm mô hình nhận dạng và bám một đối tượng đơn giản về cấu trúc và màu sắc, ở đây là một quả bóng màu đỏ. Khi chương trình đã bắt được đối tượng, nó sẽ tự động bộ điều khiển động cơ góc tầm và góc hướng sao cho vị trí đối tượng nhận dạng nằm chính giữa tâm khung ảnh. Lúc này sai số về vị trí  $\Delta x = 0$  và  $\Delta y = 0$  (khu vực 1 trên hình 8). Để khảo sát khả năng bám đối tượng, ta tiến hành di chuyển nhanh đối tượng cần nhận dạng ra khỏi vị trí tâm khung ảnh. Lúc này, sai số  $\Delta x$  và  $\Delta y$  bị thay đổi đáng kể (khu vực 2). Sau đó ta dừng di chuyển đối tượng cần bám để kiểm tra khả năng đáp ứng của hệ thống. Kết quả cho thấy hệ thống đáp ứng tốt, vị trí tâm đối tượng nhận dạng được đưa về tâm khung ảnh. Điều đó được thể hiện ở đồ thị hình 8, hai sai số  $\Delta x$  và  $\Delta y$  sau khi lệch khỏi giá trị 0 lại nhanh chóng được đưa về giá trị 0 (khu vực 3). Đáp ứng của động cơ điều chỉnh góc tầm và góc hướng thể hiện tại hai đường RC1 (góc tầm) và RC2 (góc hướng).

Trường hợp thứ hai, nhóm thực nghiệm cho mô hình bắt bám một đối tượng phức tạp hơn cả về cấu trúc và màu sắc, đó là một tấm bia số 4 (bia bắn số 4 thường sử dụng trong huấn luyện bộ đội). Quá trình thực nghiệm được tiến hành như trong trường hợp 1. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên hình 9 cũng cho thấy khả năng đáp ứng tốt của hệ thống trong quá trình bắt bám đối tượng.



Hình 9. Kết quả hoạt động của hệ thống khi bắt bám bia số 4

Tiếp theo, nhóm tác giả tiến hành một thực nghiệm phức tạp hơn, đó là một mặt người di chuyển trong phạm vi quan sát của hệ thống. Kết quả nhận dạng và bắt bám đối tượng được thể hiện trên hình 10 cũng cho thấy hệ thống hoạt động ổn định và độ tin cậy cao.



Hình 10. Kết quả hoạt động của hệ thống khi bắt bám mặt người

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế một mô hình nòng súng bắt, bám mục tiêu ứng dụng công nghệ xử lý ảnh. Nhóm tác giả đã đưa ra mô hình thiết kế của hệ thống; xây dựng thuật toán nhận dạng và bắt bám đối tượng và tiến hành xây dựng chương trình mô phỏng trên nền phần mềm LabVIEW. Kết quả thực nghiệm hoạt động của hệ thống cho thấy, khả năng phát hiện và bám mục tiêu của hệ thống hoạt động tốt, đáp ứng các yêu cầu đặt ra. Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả sẽ là một tiền đề quan trọng trong việc nghiên cứu phát triển các dạng robot chiến đấu thông minh sau này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. R. C. Gonzalez, R. E. Woods. Digital Image Processing. 3rd edition, Prentice-Hall, 2008
- [2]. Gary Bradski, Adrian Kaehler. Learning Open CV, 2004
- [3]. Raul G. Longoria. Basic Vision LabVIEW, The University of Texas at Austin, 2010
- [4]. Christopher G.Relf, Image Acquisition and Processing with LabVIEW, 2014
- [5]. Jonathan Oxer, Hugh Blemings,. Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware (Technology in Action), 2009.