

# Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ giá điều khiển đa năng cho súng 12,7 mm và 14,5 mm tự động bám ảnh mục tiêu

## Research design and manufacture complete system drives a versatile price for 12.7 mm and 14.5 mm gun automatically bind the target image

Nguyễn Văn Hùng<sup>1</sup>, Nguyễn Chí Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Xuất<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Viện Vũ Khí - Tổng cục CNQP

<sup>2</sup> Khoa Công Nghệ Thông Tin, Học Viện Kỹ Thuật Quân Sự, Bộ Quốc Phòng

e-Mail: [hungitd@yahoo.com](mailto:hungitd@yahoo.com), [Thanhnc@vnisa.org.vn](mailto:Thanhnc@vnisa.org.vn), [xuatnguyenvan@yahoo.com](mailto:xuatnguyenvan@yahoo.com)

### Tóm tắt

Hệ điều khiển bám mục tiêu di động liên quan đến vấn đề điều khiển và thị giác máy được rất nhiều tác giả quan tâm. Hệ thống được trình bày trong báo cáo này bao gồm một giá điều khiển hai bậc tự do tầm và hướng có gắn một camera cố định song song với trục nòng súng. Hệ thống có nhiệm vụ bám mục tiêu đang di chuyển với quỹ đạo không biết trước, thông qua điều khiển tầm hướng của giá sao cho ảnh của mục tiêu thu được ở chính giữa tâm màn hình quan sát của camera. Bài báo đưa ra mô hình động học của hệ, liên quan đến vị trí của mục tiêu trong ảnh và góc quay tâm, hướng. Sau đó, để mục tiêu luôn luôn ở chính giữa ảnh, một mô hình dự báo vị trí và tốc độ của mục tiêu được áp dụng. Bài báo cũng giới thiệu về phương pháp xử lý ảnh, tự động phát hiện chuyển động và bám mục tiêu di động. Các kết quả nghiên cứu được áp dụng trong hệ điều khiển giá súng 14.5 mm và 12.7 mm cho kết quả rất khả quan.

**Từ khóa:** hệ thống tự động; phát hiện đối tượng; bám đối tượng

### Abstract

The tracking control of moving targets is related to control and machine's vision. The system consists of platform with two degrees of freedom of altitude and azimuth, and a coaxial mounted camera which is fixed parallelly to the axis of the gun. The main task of this system is tracking targets moving on unknown trajectory by controlling the altitude and azimuth of the platform so that the image of target is always located in the middle of the camera's monitoring screen. The system's kinematic model with position of target in the image, with altitude and azimuth angles is described. The author uses a model which predicts location and speed of target to fix it in the center of the image. Methods which are used by the author for image processing, auto-detecting motion and auto-tracking moving targets are also described. The results of the research are applied in the control systems of 14.5mm and 12.7mm guns with positive achievements.

Keywords: automated systems; object detection; tracking object

### Ký hiệu

Ký hiệu Đơn vị Ý nghĩa

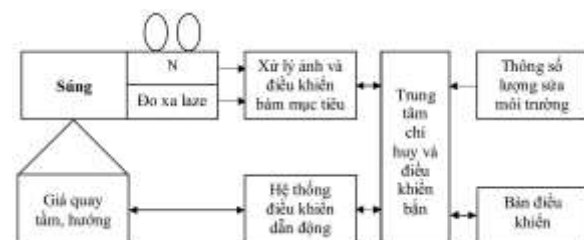
$\alpha$	độ	thể hiện góc quay
$n$	số vòng	Hướng có thể quay tròn
$\varphi, \theta$	góc	Tham số điều khiển
$\lambda$	mm	Tham số ống kính

### Chữ viết tắt

CCD	Charge-Coupled Device
CNTT	Công nghệ thông tin
img	Ma trận ảnh

## 1. Giới thiệu

Hệ thống điều khiển vũ khí có thị giác được sử dụng để theo dõi các mục tiêu di động trong các ứng dụng công nghiệp quốc phòng. Hệ thống thị giác có thể được phân thành hai lớp, theo như cấu trúc của hệ, đó là hệ có camera gắn cố định song song với trục nòng súng và hệ có camera gắn độc lập như một máy ngắm (thay cho cột ngắm của các hệ pháo thông thường). Trong hệ camera cố định, camera được gắn cố định so với hệ tọa độ thực của giá điều khiển của pháo. Mục đích của hệ này là cung cấp tín hiệu điều khiển sao cho trục nòng súng hướng tới vị trí mục tiêu cần tiêu diệt như mong muốn. Mục đích của cấu trúc hệ là điều khiển trục nòng súng sao cho ảnh của mục tiêu di động luôn luôn được duy trì ở vị trí mong muốn trên mặt phẳng ảnh thu được. Trên cơ sở ảnh thu được từ camera, được số hóa và tích hợp trong vòng điều khiển phản hồi, hệ thống điều khiển các kênh tầm, hướng. Để cải thiện chất lượng của hệ điều khiển bám, các thuật điều khiển khác như thích nghi, tối ưu, lọc Kalman thường được sử dụng. Máy tính được tích hợp trong vòng điều khiển và làm nhiệm vụ tính toán thông tin thị giác, nhận dạng, điều khiển, giải bài toán bắn đón và dự báo mục tiêu. Hình 1 giới thiệu sơ đồ của hệ vũ khí điều khiển bám mục tiêu di động.



H. 1 Sơ đồ khối hệ thống bám đối tượng di động

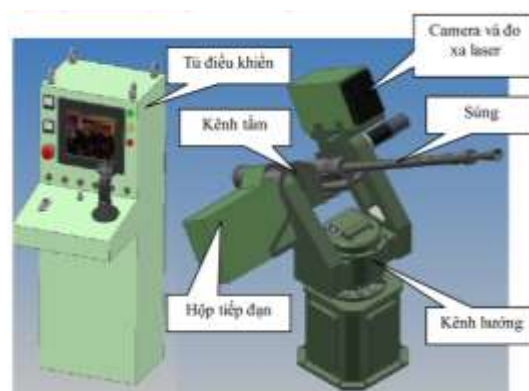
Bên cạnh việc phân loại theo cấu trúc, các nhà nghiên cứu còn phân ra hệ giá điều khiển bám đặt trong môi trường động hay tĩnh. Trong môi trường động - mục tiêu cần tiêu diệt luôn thay đổi vị trí và các đặc tính hình học thu được của nó với môi trường xung quanh, thậm chí môi trường xung quanh cũng có thể thay đổi. Các nghiên cứu với hệ môi trường tĩnh thì đã được đề cập nhiều và cũng có nhiều thành tựu nhất định, nhưng với hệ động thì gặp nhiều hạn chế đó là về mặt tốc độ tính toán đáp ứng thời gian thực, cũng như độ chính xác của việc phân tích ảnh.

Do vậy, có nhiều thuật toán để cải thiện tốc độ xử lý ảnh và xem xét đến các yếu tố nhiễu tác động lên quá trình thu thập ảnh. Một thách thức khác của bài toán là việc phân loại đối tượng. Một vùng quan sát có thể phải đối mặt với rất nhiều đối tượng khác nhau, trong đó chỉ có một đối tượng quan tâm, còn các đối tượng khác thì không. Do vậy chúng ta phải mở rộng khả năng của hệ thống bao gồm chức năng thông minh tự nhận dạng chính xác đối tượng cần tìm. Để nhận được thông tin về vị trí của mục tiêu trong môi trường động, các đặc trưng của mục tiêu rất quan trọng. Các đặc trưng hình học của mục tiêu được phân tích thông qua quá trình nhận dạng. Đặc tính về trọng tâm của mục tiêu có thể dễ dàng tính thông qua momen bậc nhất của ảnh, trong trường hợp môi trường tĩnh, nhưng trong trường hợp môi trường động, việc này rất khó thực hiện vì chi phí thời gian tính toán lớn. Một giải pháp hay được sử dụng để lọc nhiễu, dự báo vị trí tiếp theo của mục tiêu, do đó giảm đáng kể thời gian xử lý ảnh, được trình bày trong trong bài báo là phương pháp phát hiện chuyển động.

Hệ thống được thiết kế dựa trên sơ đồ hình 1 được thử nghiệm trong phòng thí nghiệm cho kết quả tốt, mặc dù có một số hạn chế sẽ được trình bày ở phần sau. Bài báo này được tổ chức như sau: phần thứ nhất mô tả hệ bám mục tiêu di động; phần thứ hai trình bày về xây dựng mô hình động học của hệ thống để xác định góc quay tầm hướng theo tọa độ tâm ảnh mục tiêu; phần tiếp theo giới thiệu về thuật toán phát hiện chuyển động, và bám mục tiêu di động. Kết quả thử nghiệm hệ thống sẽ được trình bày ở phần 5. Cuối cùng là kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo.

## 2. Mô tả hệ thống tự động bám mục tiêu di động

Hệ bám mục tiêu di động được trình bày trong bài này như hình 2. Hệ thống bao gồm một bộ giá quay theo hai kênh tầm và hướng, camera CCD cố định song song với trục nòng súng chuyên động đồng thời theo súng.



H. 2 Hệ thống điều khiển bám mục tiêu di động

Cấu trúc hệ điều khiển gồm hai thành phần chính. Phần thứ nhất là phần xử lý ảnh, dựa vào chuỗi ảnh liên tiếp thu được từ camera để nhận dạng và tính toán vị trí của mục tiêu lựa chọn. Phần thứ hai là phần điều khiển, dựa vào thông tin vị trí của đối tượng trong mặt phẳng ảnh, tính toán tín hiệu điều khiển tầm và hướng sao cho ảnh của mục tiêu chuyển động duy trì ở chính giữa mà hình quan sát.

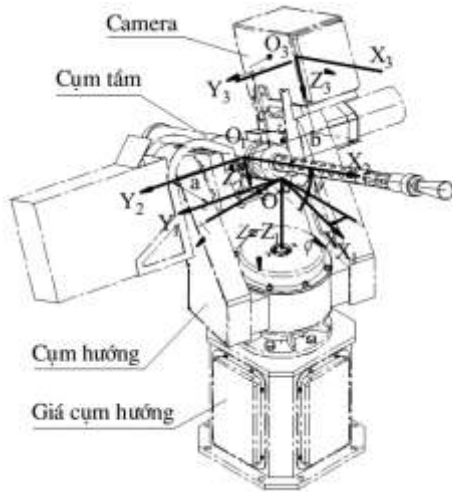
Bảng 1. Các đặc trưng chủ yếu của giá điều khiển

	Giới hạn góc (Độ)	Tốc độ max (Độ/giây)
Tầm	$-20^{\circ}, 80^{\circ}$	45
Hướng	$n \cdot 360$	45

Các thông số của giá điều khiển được giới thiệu như trên bảng 1. Do các tín hiệu điều khiển dựa trên thông tin xử lý ảnh, nên một mô hình ảnh xạ từ mặt phẳng ảnh vào không gian giá cần được thực hiện. Hơn nữa, để giảm ảnh hưởng của nhiễu và giảm khối lượng tính toán trong xử lý ảnh nên các bước tiền xử lý, nhận dạng, bám ảnh, thích nghi cũng được sử dụng. Các bước này sẽ lần lượt được trình bày dưới đây.

## 3. Xây dựng mô hình động học giá điều khiển

Nhằm mục đích duy trì ảnh của mục tiêu càng gần tâm của màn hình quan sát, chúng ta thiết lập mối quan hệ tương đối giữa biến quan sát được  $X_0$  và  $Y_0$  là tọa độ của đối tượng trên hệ tọa độ gắn với mặt phẳng ảnh (IP), đối với biến điều khiển của giá  $\varphi$  và  $\theta$ .



H. 3 Mô hình động học của hệ vũ khí khảo sát

Trong hình 3, ta có thể nhìn thấy rằng  $\varphi$  và  $\theta$  là các góc quay xung quanh trục tương ứng là  $OZ$  và  $OZ'$ , sao cho, sau khi di chuyển tâm của mục tiêu di động có tọa độ  $P(X, Y, Z)$  sẽ được ánh xạ lên tâm của mặt phẳng ảnh. Mô hình động học của hệ sẽ được thể hiện trong hai phần. Đầu tiên là xây dựng một mô hình hình học xấp xỉ quan hệ giữa biến điều khiển và biến quan sát. Tiếp theo, sử dụng xấp xỉ đó để xây dựng mô hình động học của hệ.

### 3.1. Mô hình xấp xỉ hình học

Gọi  $OXYZ$  là hệ tọa độ cố định gắn với giá của giá pháo;  $O_1X_1Y_1Z_1$ ,  $O_2X_2Y_2Z_2$ ,  $O_3X_3Y_3Z_3$  lần lượt là các hệ tọa độ gắn với cụm hướng, cụm tầm và camera. Vị trí tương quan giữa các hệ tọa độ minh họa trên hình 3.

Gọi  $P(X, Y, Z)$  là tọa độ của mục tiêu trên hệ tọa độ  $OXYZ$ . Ta cần tìm biểu thức xác định tọa độ của  $P$  trên hệ tọa độ gắn với camera để từ vị trí  $P$  trên ảnh do camera đem lại có thể xác định được hướng của  $P$  trong không gian.

Tọa độ của  $P$  trong hệ tọa độ  $O_1X_1Y_1Z_1$ :

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} &= R_{0,1} + A_{10} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos(-\phi) & -\sin(-\phi) & 0 \\ \sin(-\phi) & \cos(-\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (1) \\ &= \begin{bmatrix} X \cos \phi + Y \sin \phi \\ -X \sin \phi + Y \cos \phi \\ Z \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$R_{0,1}$  là tọa độ của  $O_1$  trong hệ tọa độ  $OXYZ$ ,  $A_{10}$  là ma trận quay của phép quay hệ tọa độ quanh trục  $OZ$  một góc  $(-\phi)$ .

Tọa độ  $P$  trong hệ tọa độ  $O_2X_2Y_2Z_2$ :

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} &= R_{0,2} + A_{21} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -a \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos \psi & 0 & \sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \psi & 0 & \cos \psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \cos \phi + Y \sin \phi \\ -X \sin \phi + Y \cos \phi \\ Z \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} (X \cos \phi + Y \sin \phi) \cos \psi + (-X \sin \phi + Y \cos \phi) \sin \psi - a \\ -X \sin \phi + Y \cos \phi \\ -(X \cos \phi + Y \sin \phi) \sin \psi + Z \cos \psi \end{bmatrix} \quad (2) \end{aligned}$$

$R_{0,2}$  là tọa độ của  $O_2$  trong hệ tọa độ  $O_1X_1Y_1Z_1$ ,  $A_{21}$  là ma trận quay của phép quay hệ tọa độ quanh trục  $OY_1$  một góc  $\psi$ .

Tọa độ  $P$  trong hệ tọa độ  $O_3X_3Y_3Z_3$ :

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{bmatrix} &= R_{0,3} + \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -b \\ -c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} (X \cos \phi + Y \sin \phi) \cos \psi + (-X \sin \phi + Y \cos \phi) \sin \psi - a \\ -X \sin \phi + Y \cos \phi - b \\ -(X \cos \phi + Y \sin \phi) \sin \psi + Z \cos \psi - c \end{bmatrix} \quad (3) \end{aligned}$$

Biểu thức (3) thể hiện quan hệ giữa tọa độ của  $P$  trong hệ tọa độ cố định  $OXYZ$  và trong hệ tọa độ gắn với camera  $O_3X_3Y_3Z_3$ .

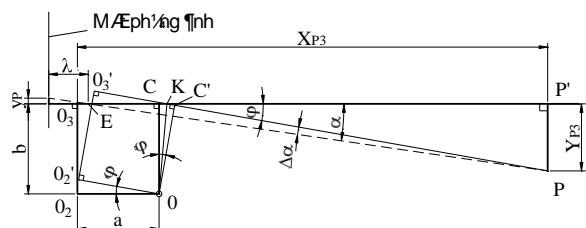
Từ (3) có thể thấy rằng: có thể xác định được hướng của  $P$  trong không gian (xác định bởi các góc  $\varphi, \psi$ ) nếu  $P$  nằm trên trục  $O_3X_3$ . Như vậy nếu điều khiển được các góc quay tầm, hướng ( $\varphi, \psi$ ) sao cho ảnh của  $P$  luôn ở tâm màn hình thì ta sẽ bám được  $P$  di chuyển trong không gian. Điều kiện này được thực hiện khi:

$$\begin{cases} -X \sin \phi + Y \cos \phi - b = 0 \\ -(X \cos \phi + Y \sin \phi) \sin \psi + Z \cos \psi - c = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Vì  $X, Y, Z$  là các đại lượng chưa đo được, nên ta cần xác định các góc ( $\varphi, \psi$ ) theo các đại lượng khác có thể xác định như mô hình xấp xỉ dưới đây.

### 3.2. Mô hình xấp xỉ

Giả sử điểm  $P$  nằm trong vùng quan sát của camera. Hình 2 thể hiện vị trí của điểm  $P$  ban đầu và sau khi cụm hướng quay góc  $\varphi$  để  $P'$  nằm trên mặt phẳng  $O_3X_3Z_3$  (đồng thời quay cụm tầm góc  $\psi$  sẽ chuyển  $P'$  nằm trên mặt phẳng  $O_3X_3Y_3$  - khi cả 2 điều kiện này thỏa mãn thì  $P'$  sẽ nằm trên trục  $O_3X_3$ ).



H. 4 Phép chiếu quay trên trục  $OZ$

Từ hình 4 ta tính được:

$$\phi + \angle C'PP' = \alpha + \angle EPP' = \frac{\pi}{2} \quad (5)$$

$$\Delta\alpha = \angle EPP' - \angle C'PP' \quad (6)$$

Suy ra:  $\phi = \alpha + \Delta\alpha \quad (7)$

Mặt khác, ta cũng có:

$$\operatorname{tg}\alpha = -\frac{y_P}{\lambda} \quad (8)$$

$(x_P, y_P)$  là tọa độ của P trong mặt phẳng ảnh;  $\lambda$  – tiêu cự camera; a, b, e là các kích thước của kết cấu quay tầm hướng - camera đã biết:

$$\tan\phi = \frac{PP'}{O_3P' - O_3C - CK} = \frac{Y_{P3}}{X_{P3} - a - b \tan\frac{\phi}{2}} \quad (9)$$

Mà: 
$$\tan\phi = \frac{2 \tan\frac{\phi}{2}}{1 - \tan^2\frac{\phi}{2}}$$

Đặt  $t = \tan\frac{\phi}{2}$ , khi đó t là nghiệm của phương trình:

$$\frac{2t}{1-t^2} = \frac{Y_{P3}}{X_{P3} - a - b \cdot t} \quad (10)$$

$$\Leftrightarrow (Y_{P3} - 2b)t^2 + 2(X_{P3} - a)t - Y_{P3} = 0 \quad (11)$$

Phương trình này có 2 nghiệm trái dấu, với cách quy ước tọa độ như hình 1, thì t trái dấu với  $Y_{P3}$ , do đó ta lấy nghiệm âm.

$$t = -\frac{X_{P3} - a + \sqrt{(X_{P3} - a)^2 + Y_{P3}(Y_{P3} - 2b)}}{Y_{P3} - 2b} \quad (12)$$

và: 
$$\tan\phi = \frac{Y_{P3}}{X_{P3} - a - b \cdot t} \quad (13)$$

$\phi$  là góc quay cần xác định phụ thuộc các đại lượng là  $X_{P3}, Y_{P3}$  mà ta không đo được.  $\phi$  sai khác với  $\alpha$  một lượng  $\Delta\alpha$  xác định theo phương trình (7).

Ta cần xác định điều kiện để  $\Delta\alpha \rightarrow 0$  thì có thể lấy gần đúng  $\phi = \alpha$ . Khi đó có thể tính được  $\phi$  qua các đại lượng đo được là  $y_P$  và  $\lambda$ .

Từ (7) suy ra:

$$\tan\Delta\alpha = \tan(\phi - \alpha) = \frac{\tan\phi - \tan\alpha}{1 + \tan\phi \cdot \tan\alpha} \quad (14)$$

Với  $\tan\alpha$  và  $\tan\phi$  lần lượt xác định theo (8) và (13).

Điều kiện:  $\Delta\alpha \rightarrow 0$  thỏa mãn khi:

- $Y_{P3} \rightarrow 0$ : khi hệ điều khiển bám chính xác mục tiêu;
- $X_{P3} \square Y_{P3}, a, b$ : khi khoảng cách tới mục tiêu rất lớn so với  $Y_{P3}$ , và các kích thước giá a, b, c.

Các điều kiện này là phù hợp với thực tế sử dụng của giá pháo đang xét: mục tiêu từ vài trăm đến hàng

nghìn mét; các kích thước a, b, c nhỏ hơn 300mm; vì góc quan sát của camera nhỏ nên để nhìn thấy mục tiêu thì  $Y_{P3} \square X_{P3}$ . Do đó ta có thể lấy gần đúng  $\phi = \alpha$ .

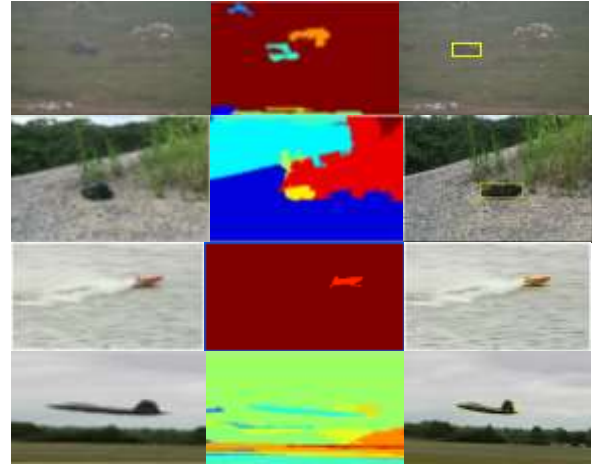
Với nhận xét này ta có:

$$\phi = -\arctan\left(\frac{y_P}{\lambda}\right) \quad (15)$$

Công thức (15) biểu diễn quan hệ giữa vị trí của mục tiêu trên hệ tọa độ ảnh và các biến điều khiển của giá, qua đó ta có thể điều khiển giá súng sao cho ảnh của mục tiêu tiến tới chính giữa của mặt phẳng ảnh.

#### 4. Phương pháp phát hiện và bám mục tiêu di động

Phát hiện mục tiêu chuyển động là bước quan trọng trong hệ tự động phát hiện và bám mục tiêu. Mục đích của quá trình này là thực hiện các phép xử lý ảnh để tìm kiếm đối tượng cần quan tâm - các thuật toán, phương pháp phát hiện đối tượng được trình bày kỹ ở các bài báo [14-16] của tác giả -, xác định vị trí của nó trong mặt phẳng ảnh hiện thời.



H. 5 Một số hình ảnh phát hiện đối tượng tiêu biểu

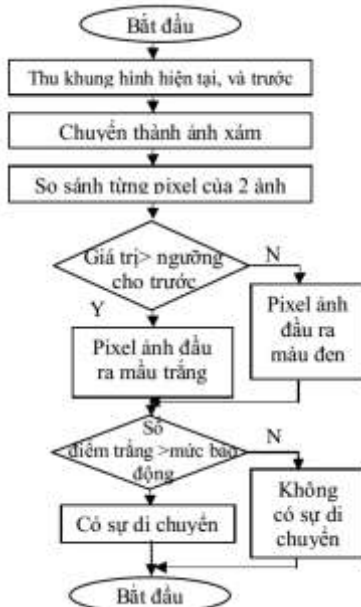
##### 4.1. Phương pháp phát hiện chuyển động

Có nhiều phương pháp tiếp cận để phát hiện chuyển động trong hình ảnh video liên tục [1-5] cụ thể được trình bày kỹ lưỡng của một số tài liệu tham khảo cùng tác giả [11-16]. Có thể so sánh khung hình hiện tại với hình nền chúng ta chụp từ ban đầu khi bật camera hoặc từ khung hình trước. Đối với phương pháp thứ nhất thì đơn giản và giảm được việc xử lý. Tuy nhiên, cách tiếp cận có một bất lợi lớn là điều gì sẽ xảy ra, ví dụ nếu có một đối tượng đang di chuyển ở frame đầu tiên, nhưng sau đó nó đã biến mất. Phương pháp thứ hai thì xử lý phức tạp hơn, xử lý nhiều hơn nhưng lại thích nghi với mọi môi trường, kể cả môi trường ít thay đổi hoặc thay đổi nhiều. Nhược điểm là nếu đối tượng di chuyển một cách rất chậm thì hệ thống không phát hiện ra. Nhưng có thể giải quyết bằng cách tăng số khung hình trên giây. Trong bài báo này sẽ giới thiệu theo phương pháp thứ hai.

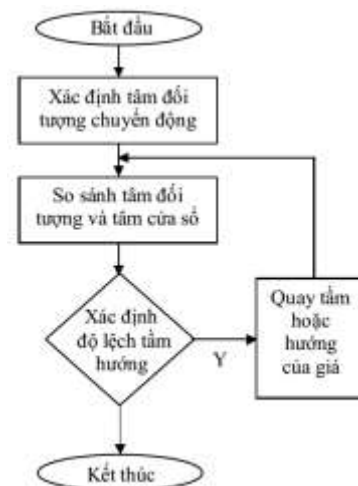
Giả sử rằng chúng ta có một bản gốc 24 bit RGB là hình ảnh hiện tại ( $img1$ ) và khung hình trước đó ( $img2$ ), một bản sao màu xám của nó ( $gray\_img1$ ) và ( $gray\_img2$ ). Trước hết, chúng ta hãy tìm những khu vực nơi hai khung hình khác nhau bằng cách trừ từng pixel của 2 khung hình xám kia và so sánh với một ngưỡng cho trước. Tiếp đó, chúng ta sẽ nhận được một hình ảnh ở đầu ra ( $result$ ) với các điểm ảnh màu trắng nơi mà những điểm ảnh của khung hiện tại khác với khung hình trước đó với một ngưỡng cho trước ở trên còn lại màu đen. Ta có thể đếm các điểm ảnh màu trắng và nếu số điểm ảnh của nó lớn hơn một mức độ báo động xác định trước chúng ta có thể báo hiệu về một sự kiện chuyển động. Lưu đồ thuật toán được thể hiện ở hình 5.

#### 4.2. Thuật toán bám mục tiêu di động

Khi có sự di chuyển giữa 2 khung hình ta sẽ xác định được tọa độ lớn nhất và nhỏ nhất trên mỗi hàng, cột mà ở đó pixel của hai khung hình có giá trị khác nhau, sau đó ta sẽ tìm được giá trị trung bình của các tọa độ kia đó là tâm của đối tượng di chuyển. Nếu tâm này nằm ngoài điểm ảnh mà định nghĩa trước là điểm giữa cửa sổ quan sát thì điều khiển động cơ quay tâm, hướng tùy vào là vị trí điểm giữa như nào sao cho sai số giữa tâm đối tượng với tâm của sổ là nhỏ nhất. Cách xác định thông số điều khiển để đạt được sự tương quan giữa tâm nòng súng và tâm cửa sổ quan sát được tính theo công thức (15). Lưu đồ thuật toán được thể hiện ở hình 6.



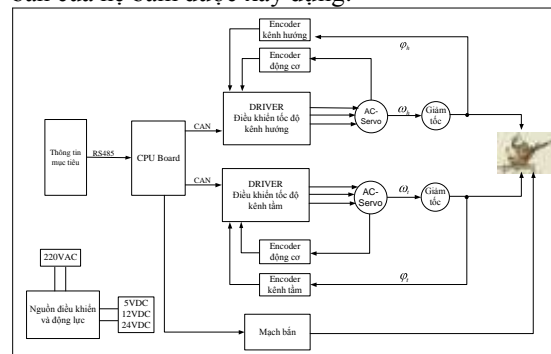
H. 6 Lưu đồ thuật toán phát hiện chuyển động



H. 7 Lưu đồ thuật toán bám đối tượng

#### 4.3. Sơ đồ chức năng của hệ thống điều khiển bám

Hệ truyền động giá súng là hệ tự động bám vị trí, nó được xây dựng với sơ đồ chung của một hệ bám vị trí, có vòng phản hồi vị trí để đảm bảo hệ thống luôn tự động tạo tín hiệu điều khiển bám theo tín hiệu đầu vào định trước một cách chính xác, với sai số vị trí  $\Delta\beta = \beta^* - \beta = 0$ ,  $\Delta\varepsilon = \varepsilon^* - \varepsilon = 0$ . Đồng thời, nâng cao chất lượng của hệ thống truyền động, chúng ta tiến hành sử dụng các vòng phản hồi tốc độ, mạch hiệu chỉnh nối tiếp theo tốc độ và vị trí. Như vậy, sơ đồ cơ bản của hệ bám được xây dựng:



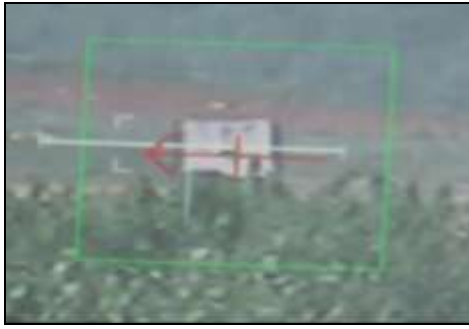
H. 8 Sơ đồ chức năng của hệ điều khiển bám

### 5. Kết quả thử nghiệm hệ thống



(a)





(b)

Hệ thống được xây dựng bao gồm một giá tầm hướng của súng 14,5 mm, như hình 1, với các đặc trưng chủ yếu của hệ giới thiệu trong bảng 1. Camera 27X auto



(c)



(d)



(e)

H. 9 Hình ảnh thử nghiệm tại trường bắn TB4 Hòa Thạch

focus của hãng Sony, có tiêu cự  $\lambda = 12\text{mm}$ , tín hiệu ra video 30 hình/s, tầm quan sát 2km.

Quá trình thu thập ảnh và số hóa ảnh được thực hiện nhờ card PCI video AverMedia EZCapture của hãng AverMedia, tốc độ xử lý 33ms/ảnh. Thiết bị tính toán và điều khiển là một máy tính Touchscreen màn hình

12" LCD, theo chuẩn PC104, tần số xử lý 1.6GHz, do hãng ADVANTECH chế tạo. Phần mềm của hệ điều khiển và xử lý ảnh được viết bằng ngôn ngữ Borland C++ trên môi trường Windows.

Thực nghiệm hệ thống với mục tiêu đặt cách camera là 900m. Mục tiêu di chuyển với tốc độ trung bình 50 km/h. Kết quả thực nghiệm thấy rằng, hệ bám mục tiêu di động với tốc độ xử lý ảnh khoảng 20 frame/s. Thử nghiệm cũng chỉ ra rằng, khi mục tiêu di chuyển với tốc độ nhanh thì ảnh mục tiêu sẽ di chuyển ra ngoài vùng quan sát của camera, do vậy hệ sẽ không bám được mục tiêu. Các thuật toán xử lý ảnh và bám sẽ được cải thiện nhằm tăng chất lượng của hệ thống.

## 6. Kết luận

Bài báo này đã mô tả ngắn gọn hệ thống vũ khí tự động bám mục tiêu di động sử dụng thông tin phân hồi từ nhận dạng ảnh mục tiêu. Động học của hệ được xây dựng, vị trí của đối tượng trong ảnh được tự động phát hiện theo kỹ thuật đã được trình bày ở trên. Nhằm mục đích duy trì mục tiêu ở tâm cửa sổ ảnh. Hệ thống đã cho kết quả tốt khi thử nghiệm, tuy nhiên để nâng cao tính ổn định và tốc độ bám, các nghiên cứu tiếp theo sẽ được thực hiện để hệ thống hoàn chỉnh hơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] D. R. Magee, "Tracking multiple vehicles using foreground, background and motion models," *Image and Vision Computing*, Vol. 22, 2004, pp. 143-155.
- [2] C. Kim, J. N. Hwang, "A fast and robust moving object segmentation in video sequences," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing*, Vol. 2, 1999, pp. 131-134.
- [3] S. C. Liu, C. W. Fu, S. Chang, "Statistical change detection with moments under time-varying illumination," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 7, 1998, pp. 1258-1268.
- [4] J. H. Lee, K. W. Lim, "A fast multi-resolution block matching algorithm and its LSI architecture for low bit-rate video coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 11, 2001, pp. 1289-1301.
- [5] S. Zhu, K. K. Ma, "A new diamond search algorithm for fast block-matching motion estimation," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 9, 2000, pp. 287 - 290.
- [6] A. Opelt, A. Pinz, and A. Zisserman, "Learning an alphabet of shape and appearance for multi-class object detection," *International Journal of Computer Vision*, vol. 80, pp. 16-44, 2008.
- [7] Z. Si, H. Gong, Y. N. Wu, and S. C. Zhu, "Learning mixed templates for object recognition," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2009, pp. 272-279.

- [8] Z. Si, H. Gong, Y. N. Wu, and S. C. Zhu, "Learning mixed templates for object recognition," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009, pp. 272-279.
- [9] J. Shotton, A. Blake, and R. Cipolla, "Multiscale categorical object recognition using contour fragments," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 30, pp. 1270-1281, 2008.
- [10] L. Szumilas and H. Wildenauer, "Spatial configuration of local shape features for discriminative object detection," in Lecture Notes in Computer Science, vol. 5875, ed, 2009, pp. 22-33.
- [11] Hung V. Nguyen, Linh Hoai Tran "Graph segmentation based method in thermal camera object detection". The 9<sup>th</sup> SEATUC symposium will take place from 27<sup>th</sup>-30<sup>th</sup> July 2015
- [12] Hung V. Nguyen, Linh Hoai Tran, Tri Cao Minh "Application of Graph segmentation based method in thermal camera object detection". The 20<sup>th</sup> IEEE International Conference on Methods and Models in Automation & Robotics MMAR 2015
- [13] Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Văn Xuất, Lê Mạnh Cường, "Một phương pháp phát hiện đối tượng ứng dụng trong hệ thống tự động bám mục tiêu". Hội nghị quốc gia lần thứ VIII "Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng công nghệ thông tin, VNU 9-10 tháng 7 năm 2015"
- [14] Nguyễn Văn Hùng, 2013. "Một phương pháp bám mục tiêu dựa trên các đặc trưng biểu đồ thu từ ảnh camera không tĩnh". Tạp chí khoa học trường đại học sư phạm hà nội số 58, 2013.
- [15] Nguyễn Văn Hùng, 06-2013. "Về một phương pháp phát hiện đối tượng chuyển động". Tạp chí khoa học trường đại học sư phạm hà nội số 58, 2013.
- [16] Nguyễn Văn Hùng, 06-2013. "Phương pháp phát hiện đối tượng chuyển động". Tạp chí nghiên cứu khoa học và công nghệ quân sự số 25, 06-2013



1995-2015.

PGS TS Nguyễn Văn Xuất cử nhân CNTT khoa Toán Tổng hợp Hà nội năm 1972. Nhận bằng Tiến sỹ tại Bách khoa vacsava Ba Lan 1986. Chủ nhiệm khoa CNTT trường Đại học Lê quý Đôn 1998-2008. Nhận học vị PGS 2003. Chủ nhiệm khoa CNTT trường Đại học Đông Đô



**Nguyễn Văn Hùng** nhận bằng Kỹ sư CNTT tại Trường Đại Học Lê Quý Đôn năm 2002, bằng Thạc sỹ Kỹ thuật CNTT tại Trường Đại Học Lê Quý Đôn năm 2007, và đang là NCS của Viện KH&CN Quân sự. Thạc sỹ Nguyễn Văn Hùng tham gia nghiên cứu tại Viện Vũ Khí - TCCN Quốc Phòng từ năm 2002 đến nay. Hiện anh đang là Nghiên cứu Viên Chính thuộc Phòng Tự Động Điều Khiển, Viện Vũ Khí; giữ chức vụ Trưởng Phòng Tự Động Điều Khiển - Viện Vũ Khí - TCCN Quốc Phòng.