

NHẬN DẠNG VÀ ĐÉM PHƯƠNG TIỆN TRONG HỆ THỐNG CẢNH BÁO VÀ ĐIỀU KHIỂN GIAO THÔNG DỰA VÀO PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ẢNH

MONITORING AND COUNTING THE VEHICLES IN VIETNAM'S TRAFFIC

Tưởng Phước Thọ,
Nguyễn Trường Thịnh,
Nguyễn Ngọc Phương.

ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP. HCM

TÓM TẮT

Hiện nay, tình hình giao thông ở Việt Nam rất phức tạp, cơ sở hạ tầng không theo kịp tốc độ phát triển của thành phố nên gây thiệt hại lớn về kinh tế do ùn tắc giao thông gây ra. Có nhiều giải pháp đã được thực hiện để giảm thiểu ùn tắc giao thông, cũng như để điều khiển các phương tiện chấp hành luật lệ giao thông nhưng chưa thật sự hiệu quả và tốn kém. Từ thực trạng này, một hệ thống giám sát và cảnh báo các phương tiện tham gia giao thông đã được chúng tôi nghiên cứu. Bài báo này giới thiệu ý tưởng cơ bản về một phần mềm có thể nhận dạng và đếm các phương tiện tham gia giao thông nằm trong hệ thống giám sát, cảnh báo và điều khiển giao thông. Hệ thống cảm biến thu nhận hình ảnh bao gồm các camera được đặt ở trên đường. Với dữ liệu chính được thu từ các camera này, phần mềm sẽ thực hiện những thuật toán để nhận dạng và phân tích các phương tiện tham gia giao thông trên đường. Từ số liệu tính toán, phần mềm có thể đưa ra các tình huống xử lý, có thể kết hợp với robot để điều khiển, cảnh báo và giám sát tình hình giao thông.

ABSTRACT

The current situation of traffic in Vietnam is very complicated, the infrastructure not keeping up with the growth of the city, resulting in frequent traffic congestion and causing great economic damage. Several solutions have been implemented to reduce traffic congestion, as well as to control the observance of traffic rules but very expensive and not at all effective. In this context, a system to monitor and control the means of communication proves to be necessary. This paper introduces the basic idea of a software that can identify and count the vehicles involved in traffic monitoring systems and traffic control. System image-capture sensors include cameras placed on roads. With the data collected from these cameras, the software will perform the algorithms for identification and analysis of the means of communication in traffic. From the calculated data, the software can help handling these situations, with the involvement of the robot to control and monitor the traffic.

I. Giới thiệu

Trong xu thế đổi mới và hội nhập hiện nay, nền kinh tế nước ta đã khởi sắc và đang phát triển nhanh chóng, nhiều đô thị được mở rộng và đi vào chiều sâu, nhiều khu công nghiệp được xây dựng. Sự tăng trưởng kinh tế, tốc độ đô thị hóa nhanh chóng đã tăng sức ép rất lớn đến cơ sở hạ

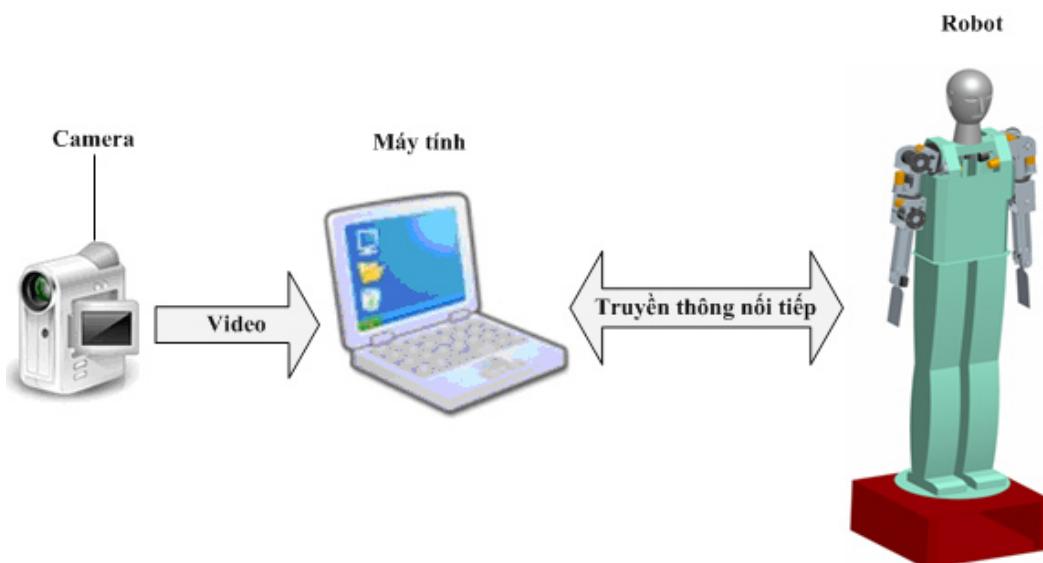
tầng đô thị nói chung và hạ tầng giao thông vận tải nói riêng. Đặc biệt tại các đô thị lớn như thành phố Hồ Chí Minh, Hà Nội, vấn đề kẹt xe làm thiệt hại hàng nghìn tỷ đồng mỗi năm.

Để khắc phục trình trạng ùn tắc giao thông, Thành phố đã đưa ra một số giải pháp như di dời

các nhà máy ra ngoại thành, bố trí lề giờ lệch ca, thiết lập một hệ thống điều khiển giao thông thông minh (ITS),... Do đó, một hệ thống giám sát và điều khiển các phương tiện tham gia giao thông đã được chúng tôi nghiên cứu, có thể kết hợp hoạt động như một phần của hệ thống điều khiển giao thông thông minh, chức năng quan trọng của hệ thống này là khả năng nhận dạng và đếm các phương tiện tham gia giao thông. Với dữ liệu chính được thu từ các camera đặt trên các con đường, phần mềm sẽ thực hiện những thuật toán để nhận dạng và phân tích các phương tiện tham gia giao thông. Từ số liệu tính toán, phần mềm có thể đưa ra các tình huống xử lý, có thể

kết hợp với robot để điều khiển và giám sát tình hình giao thông.

Có thể lắp hệ thống này ở những vị trí giao thông thường xảy ra hiện tượng ùn tắc, kẹt xe.. Phần mềm xử lý sẽ cho ra các số liệu về tình hình giao thông tại giao lộ trên giao diện. Từ đó, có thể kết hợp với robot đưa ra những cách xử lý tình huống cụ thể theo thời gian thực. Phần mềm nhận dạng và đếm phương tiện tham gia giao thông trong hệ thống giám sát và điều khiển giao thông có thể hỗ trợ việc điều khiển giao thông ở giao lộ với mục đích có thể giải quyết, khắc phục và giảm nhẹ những thiệt hại của những vấn đề về giao thông.

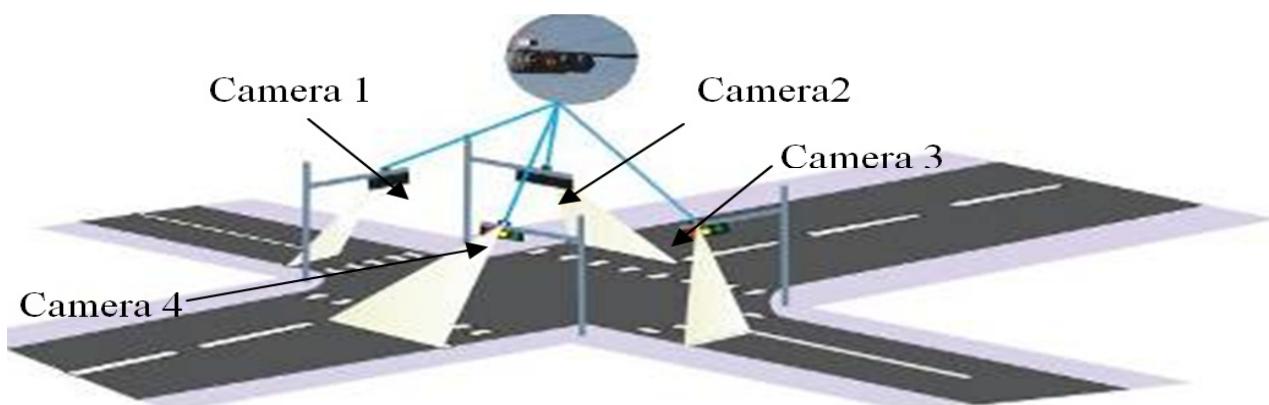


Hình 1: Sơ đồ khái niệm hệ thống Robot điều khiển và cảnh báo giao thông

Hệ thống giám sát và điều khiển giao thông bao gồm hệ thống Camera hồng ngoại có khả năng quan sát ngày và đêm. Chức năng thu video và truyền về cho máy tính. Được lắp đặt ở bốn góc để thu hình ảnh phương tiện giao thông. Máy tính thu nhận, xử lý video bằng phần mềm nhận dạng đếm đối tượng và so sánh lượng phương tiện giao thông trên bốn góc đường rồi xuất tín hiệu điều khiển xuống bộ phận điều khiển trên Robot. Bộ điều khiển nhận tín hiệu điều khiển từ máy tính, xử lý và xuất tín hiệu điều khiển các cơ cấu chấp hành thực hiện động tác phù hợp. Cơ cấu cơ khí thực hiện tín hiệu điều khiển và phản hồi về bộ phận điều khiển. [1]

Camera có nhiệm vụ thu hình ảnh tại hiện trường, đưa vào máy tính, chương trình xử lý trong máy tính sẽ phân tích tình hình giao thông thực tế tại thời điểm hiện tại, và đưa ra dữ liệu là số lượng người đang tham gia giao thông tại giao lộ.

Hình 2 là mô hình lắp đặt hệ thống camera tại một ngã tư, hệ thống gồm có 4 camera đặt trên các cột đèn giao thông với góc quan sát thích hợp. Tín hiệu từ các camera sẽ chuyển về máy tính qua sóng radio. Máy tính nhận tín hiệu và xử lý để phán đoán số lượng người tham gia giao thông.



Hình 2: Lắp đặt hệ thống camera trên đèn giao thông

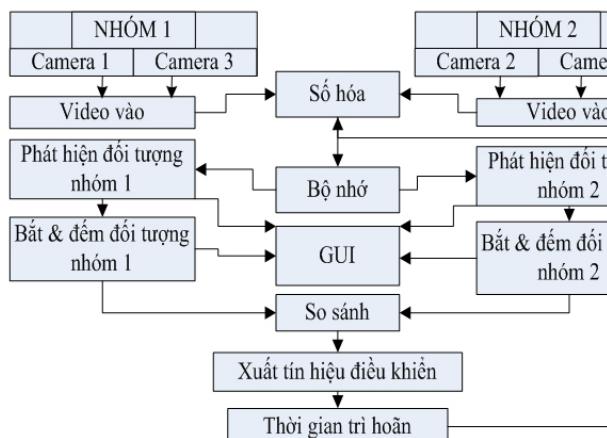
III.2 Phân tích giải thuật xử lý tín hiệu từ camera

Để nhận dạng đối tượng tham gia giao thông có nhiều kỹ thuật khác nhau được đề cập ở tài liệu [2]. Với yêu cầu của đề tài này, kỹ thuật trừ ảnh nền cố định (Static Background) được sử dụng (hình 3). Từ chuỗi hình ảnh (Current Frame) do camera thu về, sử dụng các kỹ thuật xử lý trên ma trận ảnh của Matlab từ thế có thể tìm hình nền cố định. Việc nhận dạng đối tượng tham gia giao thông từ những hình nền cố định được xác định bằng cách tìm ra ảnh khác biệt (Frame Differencing) từ chuỗi hình ảnh do camera thu về. Phương pháp sử dụng này được gọi là phương pháp trừ ảnh liên tục từ chuỗi hình ảnh cho hình nền cố định. Trong phương pháp trừ ảnh liên tục, ảnh khác biệt được tìm ra bằng cách xử lý chuỗi hình ảnh. Sự khác nhau giữa hai ảnh được tìm ra bằng cách tìm ra sự khác nhau giữa các pixel của hai ảnh. Để phát hiện được đối tượng giao thông, kỹ thuật phát hiện biên được sử dụng ở đây.

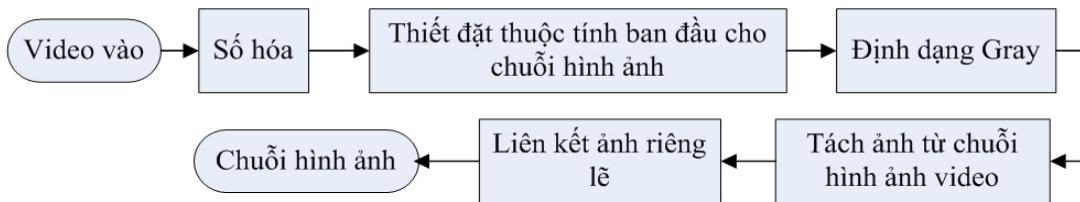
Sau khi bắt đối tượng (tracking), mỗi đối tượng sẽ có một tọa độ riêng. Trên khung hình, ở hướng xe vào vùng hoạt động của camera vẽ một đường thẳng ảo (hình 5). Khi 1 đối tượng qua đường thẳng này thì biến đổi đối tượng vào tăng lên 1 tương ứng. Ở hướng đối tượng ra khỏi vùng hoạt động của camera, vẽ một đường thẳng ảo (trùng với vạch vôi tại ngã tư). Khi 1 đối tượng vượt qua đường thẳng này thì biến đổi đối tượng ra tăng lên 1 tương ứng. Như vậy khi những đối tượng tham gia giao thông dừng trước vạch vôi (trước đường thẳng ảo để đối tượng ra), và đối tượng tham gia giao thông tiếp tục vào cùng hoạt động của camera khi tín hiệu đèn đỏ được bật, thì tổng số đối tượng tham gia giao thông sẽ được lưu vào bộ nhớ theo lưu đồ giải thuật hình 10. Giá trị này làm cơ sở dữ liệu cho quá trình so sánh và xuất tín hiệu điều khiển.

Để phát hiện và bắt đối tượng tham gia giao thông các bước sau được hiện :

a) Tiền xử lý chuỗi hình ảnh (Pre_processing)



Hình 3: Lưu đồ giải thuật cho hệ thống camera



Hình 4: Lưu đồ tiền xử lý

Video thu về từ camera được số hóa và đưa vào máy tính. Tại đây, chuỗi hình ảnh được thiết đặt các thuộc tính ban đầu, chuỗi hình ảnh được chuyển sang định dạng ảnh xám (Gray Scale). Mục đích nhằm làm giảm dung lượng của chuỗi hình ảnh. Bước tiếp theo là tách chọn ảnh từ chuỗi hình ảnh và liên kết chúng lại để tạo một chuỗi hình ảnh mới, là cơ sở cho việc xử lý tiếp theo. Hình 4 chỉ ra lưu đồ tiền xử lý của quá trình nhận dạng và đếm đối tượng tham gia giao thông.

b) Tìm hình nền cố định (Static Background)

Để tìm hình nền cố định, phương pháp sử dụng là từ chuỗi hình ảnh thu về chọn ra một số (n) ảnh (frame) liên tục. Từ các ảnh này tìm giá trị trung bình của ma trận ảnh của các ảnh.

Ví dụ : Giả sử, ban đầu có 5 ảnh liên tục có các ma trận tương ứng là:

$$\text{anh 1} = \begin{bmatrix} 25 & 53 & 22 \\ 2 & 11 & 88 \\ 33 & 255 & 65 \end{bmatrix}$$

$$\text{anh 2} = \begin{bmatrix} 28 & 55 & 18 \\ 5 & 20 & 98 \\ 31 & 248 & 70 \end{bmatrix}$$

$$\text{anh 3} = \begin{bmatrix} 21 & 50 & 10 \\ 0 & 25 & 77 \\ 39 & 250 & 45 \end{bmatrix}$$

$$\text{anh 4} = \begin{bmatrix} 10 & 42 & 38 \\ 20 & 30 & 79 \\ 45 & 250 & 45 \end{bmatrix}$$

$$\text{anh 5} = \begin{bmatrix} 25 & 54 & 22 \\ 2 & 11 & 88 \\ 33 & 255 & 65 \end{bmatrix}$$

- Sắp xếp thành phần ma trận của 5 ảnh, sẽ tạo ra 9 vecto \mathbf{P}_{ii}

$$\mathbf{P}_{11} = \begin{bmatrix} 10 \\ 21 \\ \rightarrow 25 \\ 25 \\ 28 \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}_{12} = \begin{bmatrix} 42 \\ 50 \\ \rightarrow 53 \\ 54 \\ 55 \end{bmatrix}$$

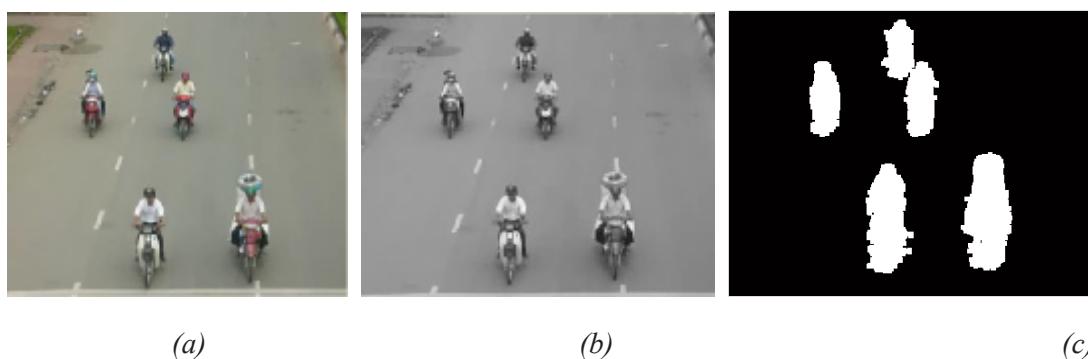
$$\mathbf{P}_{13} = \begin{bmatrix} 10 \\ 18 \\ \rightarrow 22 \\ 22 \\ 38 \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}_{21} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ \rightarrow 2 \\ 5 \\ 20 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_{22} = \begin{bmatrix} 11 \\ 11 \\ \rightarrow 20 \\ 25 \\ 30 \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}_{23} = \begin{bmatrix} 77 \\ 79 \\ \rightarrow 88 \\ 89 \\ 98 \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}_{31} = \begin{bmatrix} 31 \\ 33 \\ \rightarrow 33 \\ 39 \\ 45 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_{32} = \begin{bmatrix} 248 \\ 250 \\ \rightarrow 250 \\ 255 \\ 255 \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}_{33} = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \\ \rightarrow 65 \\ 65 \\ 70 \end{bmatrix}$$

- Hình nền sẽ bao gồm các giá trị trung bình của các vecto \mathbf{P}_{ii}

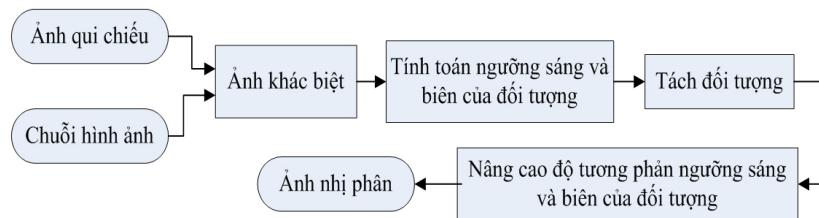
c) Phát hiện đối tượng (Detect Object)



Hình 5: Phát hiện đối tượng: (a) ảnh gốc, (b) ảnh trắng đen, (c) ảnh nhị phân.

Trước khi phân tích đếm đối tượng thì công việc đầu tiên và quan trọng là tìm ra sự khác biệt giữa những ảnh của chuỗi hình ảnh với hình nền (ảnh quy chiếu). Công việc này sẽ tạo ra một chuỗi những ảnh mới, được gọi là ảnh khác biệt. Ảnh khác biệt này sẽ được tính toán ngưỡng sáng và biên để tiến hành tách đối tượng khỏi hình nền

(hình 5). Ảnh chưa đối tượng được tách tiếp tục được xử lý để nâng cao độ tương phản ngưỡng sáng và biên đối tượng. Sau khi được xử lý để nâng cao chất lượng, ảnh chưa đối tượng được chuyển sang định dạng ảnh nhị phân, là cơ sở cho quá trình bắt đối tượng, hình 6 giải thích lùi đồ phát hiện đối tượng.

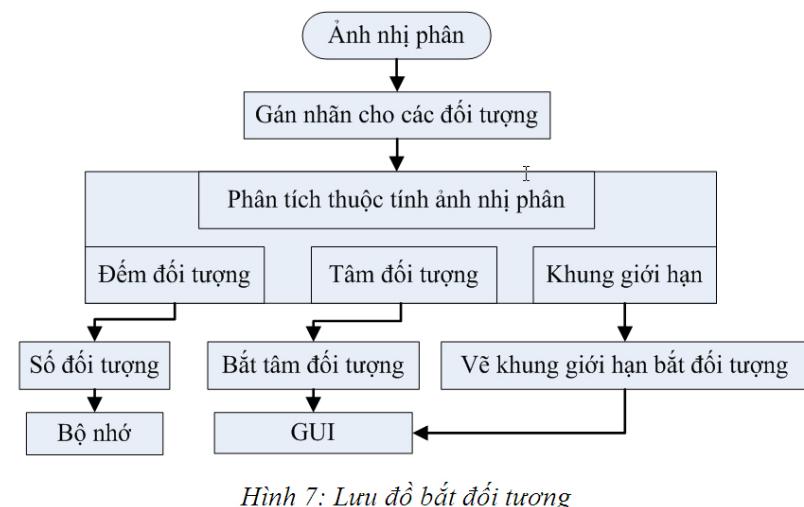


Hình 6: Lùi đồ phát hiện đối tượng

d) Bắt đối tượng (Tracking)

Kết quả của bước phát hiện đối tượng là ảnh nhị phân. Ảnh nhị phân này bao gồm những pixel có giá trị là 0 hoặc 1. Những pixel có giá trị 0 thuộc nền, và ngược lại những pixel có giá trị 1 thuộc đối tượng. Tập hợp những pixel có giá trị 1 kề nhau liên tiếp là đối tượng. Những nhóm pixel này được gán nhãn theo thứ tự. Các nhóm pixel đối tượng được gán nhãn sẽ được phân tích

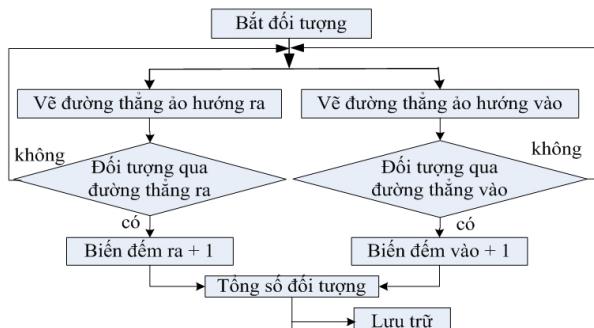
các thuộc tính: biên, tọa độ tâm... Từ kết quả của quá trình phân tích này, sẽ tiến hành bắt đối tượng, đếm và vẽ khung bao quanh đối tượng. Kết quả của quá trình đếm sẽ được lưu vào trong bộ nhớ là cơ sở dữ liệu cho bước tiếp theo là so sánh và xuất tín hiệu điều khiển (hình7). Kết quả của quá trình bắt đối tượng sẽ được thể hiện lên màn hình của giao diện để quan sát (hình 5).



Hình 7: Lưu đồ bắt đối tượng

e) Đếm số đối tượng (Counter)

Mục đích của việc đếm đối tượng là tìm ra tổng số đối tượng tham gia giao thông có trong khoảng quan sát của camera. Từ số liệu này, thực hiện việc so sánh để giám sát lưu lượng tham gia giao thông tại các giao lộ hay đường giao thông.



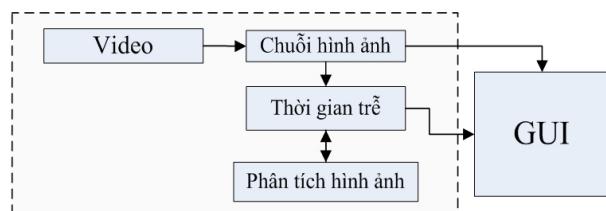
Hình 8: Lưu đồ đếm đối tượng

Hình 8 là lưu đồ đếm đối tượng. Sau khi bắt đối tượng (tracking), mỗi đối tượng sẽ có một tọa độ riêng. Trên khung hình, ở hướng xe vào vùng hoạt động của camera vẽ một đường thẳng ảo. Khi 1 đối tượng qua đường thẳng này thì biến đếm đối tượng vào tăng lên 1 tương ứng. Ở hướng đối tượng ra khỏi vùng hoạt động của camera, vẽ một đường thẳng ảo (trùng với vạch vôi tại ngã tư). Khi 1 đối tượng vượt qua đường thẳng này thì biến đếm đối tượng ra tăng lên 1 tương ứng. Như vậy khi những đối tượng tham gia giao thông dừng trước vạch vôi (trước đường thẳng ảo đếm đối tượng ra), và đối tượng tham gia giao thông tiếp tục vào cùng hoạt động của camera khi tín hiệu đèn đỏ được bật, thì tổng số đối tượng tham gia giao thông sẽ được lưu vào bộ nhớ. Giá trị này làm cơ sở dữ liệu cho quá trình so sánh và xuất tín hiệu điều khiển.

f) So sánh và xuất tín hiệu điều khiển

Từ kết quả của quá trình đếm đối tượng, chương trình sẽ tiến hành so sánh và xuất tín hiệu điều khiển robot qua cổng COM để điều khiển giao thông.

g) Đưa hình ảnh lên giao diện (GUI)



Hình 9: Lưu đồ đưa hình ảnh lên giao diện

Hình 9: Lưu đồ đưa hình ảnh lên giao diện

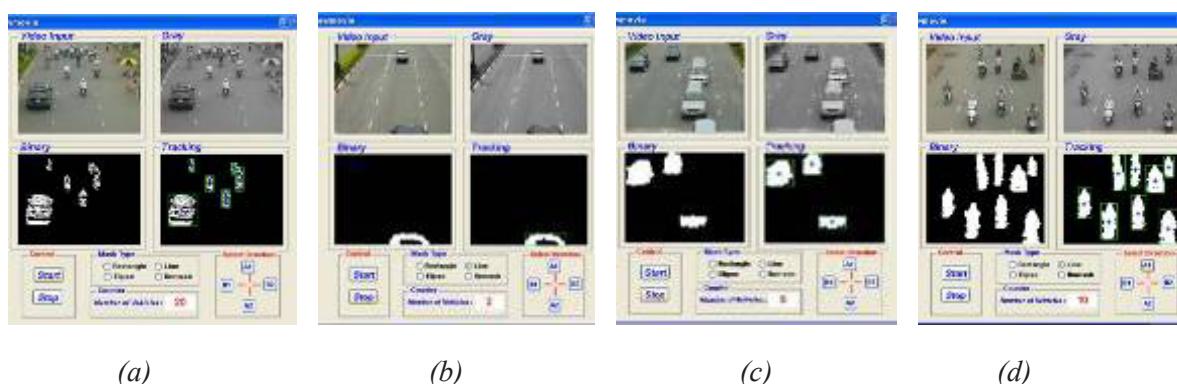
Video sau khi được camera thu về sẽ được xử lý. Tại đây, chuỗi hình ảnh được thiết đặt các thuộc tính ban đầu. Sau khi được thiết đặt các thuộc tính ban đầu chuỗi hình ảnh được đưa lên giao diện người dùng (hình 9).

IV. Thực nghiệm và thảo luận

Để đánh giá kết quả nghiên cứu và phát triển hệ thống nhận dạng và đếm các phương tiện tham gia giao thông. Hệ thống đã được thử nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm và thực tế., để từ đó có thể xác định được lưu lượng tham gia giao thông và mật độ xe cộ trên đường phố

Phần mềm phát hiện, đếm đối tượng tham gia giao thông và xuất tín hiệu điều khiển robot tương thích với điều kiện thực tế bằng phần mềm Matlab. Trong phần này, phần mềm có thể thực hiện các công việc sau: Thu nhận và xử lý video từ 4 camera đặt ở 4 hướng của 1 ngã tư cùng lúc, sau đó xử lý tín hiệu để phát hiện và bắt các đối tượng tham gia giao thông (xe đạp, xe máy và xe ôtô). Tiếp theo là đếm tổng số đối tượng tham gia giao thông trong vùng hoạt động của mỗi camera, giá trị này được lưu vào bộ nhớ để làm dữ liệu cho phần xuất tín hiệu điều khiển robot. Kết quả của quá trình đếm đối tượng tham gia giao thông sẽ được tiến hành so sánh và đưa vào bộ điều khiển để xuất tín hiệu điều khiển robot thực hiện các động tác tương ứng .

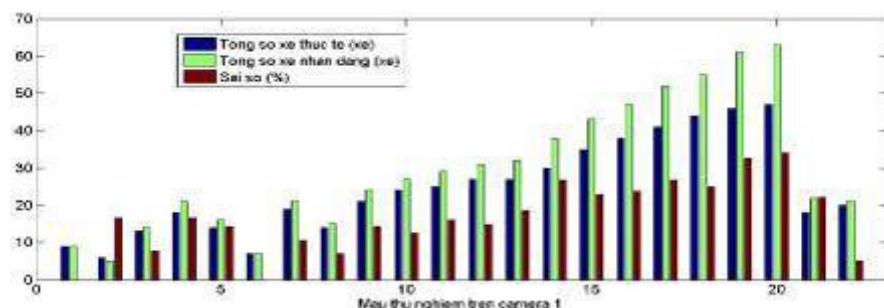
Hình 10 cho thấy một phần kết quả của chương trình phát hiện, đếm đối tượng tham gia giao thông tại ngã tư giao lộ Xa lộ Hà Nội và Tân Cảng (TP.Hồ Chí Minh), và xuất tín hiệu điều khiển robot sử dụng phần mềm Matlab.



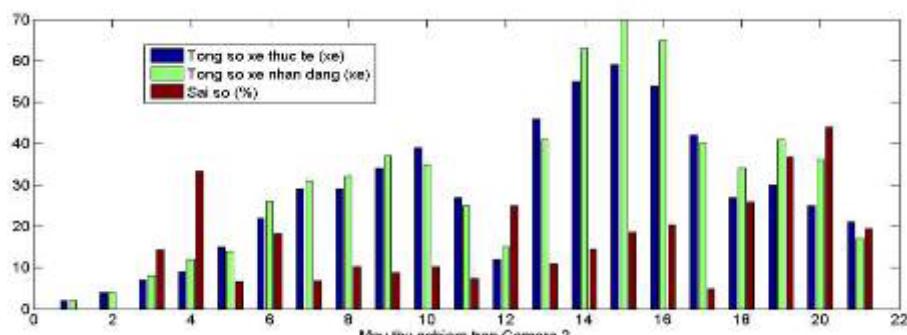
Hình 10: Giao diện chương trình Matlab phát hiện và đếm đối tượng tham gia giao thông tại ngã 4 giao lộ Xa lộ Hà Nội và Tân Cảng (TP.Hồ Chí Minh). Hình ảnh từ (a) Camera 1, (b) Camera 2, (c) Camera 3, (d) Camera 4 thu được trên màn hình điều khiển.

Chương trình bắt và đếm đối tượng tham gia giao thông hoạt động tốt. Sai số chấp nhận được trong ứng dụng điều khiển giao thông. Hình 11 là sự so sánh giữa số liệu thực tế đếm được với số liệu nhận dạng bằng hệ thống sau khi xử lý và sai số của các mẫu thực nghiệm qua từng thời điểm. Ứng với mỗi thời điểm có 3 cột, cột thứ nhất (màu xanh đậm) là tổng số xe thực tế, cột thứ 2 (màu xanh lá) là số xe do phần mềm đếm được,

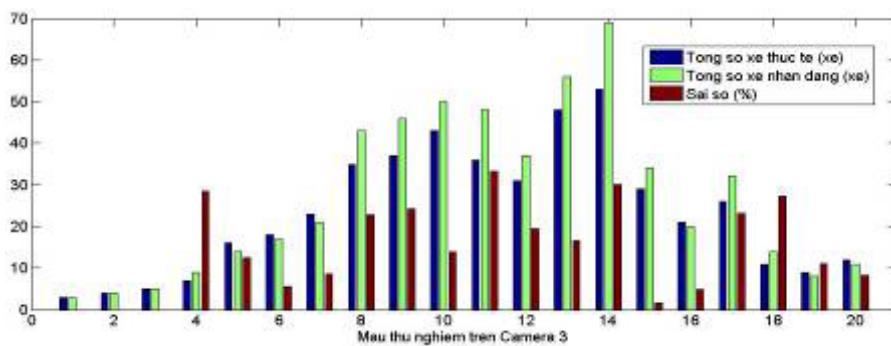
cột thứ 3 (màu xám) là sai số tương ứng. Chương trình hoạt động tốt ở điều kiện cho phép. Do sử dụng máy tính dân dụng, nên chương trình chạy chưa nhanh. Trong những điều kiện bất lợi: ánh sáng, gió... gây nhiễu cho hệ thống camera dẫn đến sai số lớn. Để phần mềm làm việc chính xác hơn, cần cải thiện điều kiện làm việc của camera, giảm sự ảnh hưởng của ánh sáng, gió, bụi,...



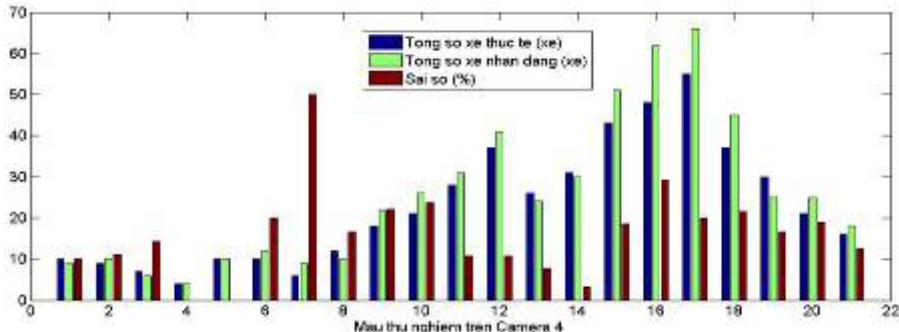
(a)



(b)



(c)



(d)

Hình 11: So sánh giữa số liệu thực tế đếm được với số liệu nhận dạng bằng hệ thống sau khi xử lý và sai số của các mẫu thử nghiệm: (a) camera 1, (b) camera 2, (c) camera 3, (d) camera 4.

V. Kết luận

Phần mềm có thể nhận dạng, giám sát và đếm số phương tiện đang di chuyển cũng như đứng yên trên đường kết hợp với robot thực hiện được những động tác điều khiển giao thông cơ bản. Từ số liệu thu được, có thể xây dựng một hệ thống cảnh báo, chỉ đường thông minh khi xảy ra ùn tắc bằng cách kết hợp nhiều hệ thống trên các con đường. Khả năng áp dụng vào thực tiễn của phần mềm này rất cao, nhất là trong tình hình giao thông của nước ta hiện nay. Giúp cải thiện tình hình ùn tắc, kẹt xe ở các giao lộ thiếu CSGT làm nhiệm vụ. Cảnh báo ở các công trường đang thi công trên đường phố. Hỗ trợ hướng dẫn người qua đường. Giúp làm tăng tính tự giác chấp hành luật giao thông của người dân Việt Nam ngay cả khi không có Cảnh Sát Giao thông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Katsuhiko Otaga, *Discrete-Time Control Systems*. Pearson Education. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- [2] Setsuo Hashimoto, Naoyuki Kubota, and Fumio Kojima, *Human Hand Detection Using Evolutionary Computation for Gestures Recognition of a Partner Robot*. Faculty of Economics, Kyoto Gakuen University, 1-1 Ootani, Nanjyo, Sogabe-cho, Kameoka, Kyoto, 621-8551, Japan.