

HỆ THỐNG THEO DÕI GIAO THÔNG BẰNG THỊ GIÁC MÁY TÍNH

Lê Hoài Bắc, Trương Thiên Đình

Khoa Công nghệ thông tin – Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG-HCM
(Bài nhận ngày 05 tháng 4 năm 2004, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 16 tháng 8 năm 2004)

Tóm tắt: Trong bài báo này, chúng tôi đưa ra một hệ thống theo dõi giao thông tự động dựa trên thị giác máy tính. Hệ thống theo dõi luồng xe một chiều để đếm xe và phát hiện xe chạy ngược chiều. Thao tác đối tượng tự động sử dụng phương pháp lai giữa trừ nền và phát hiện chuyển động dựa trên sự khác biệt theo thời gian. Hệ thống xem mỗi đối tượng là một vùng liên thông. Thao tác theo vết đối tượng tìm độ dài của đối tượng bằng phương pháp so khớp mẫu ảnh. Hệ thống đạt tốc độ thời gian thực trên máy tính Athlon XP 2000+ với dữ liệu video có phân giải 352×288 và tốc độ khoảng 12 frame/giây.

1. Giới thiệu

Hiện nay, tại các nước có trình độ phát triển cao trên thế giới như Mỹ, Nhật, Pháp, Anh, Úc ..., số lượng phương tiện giao thông rất khổng lồ, gấp nhiều lần so với những nước đang phát triển như Việt Nam. Tuy vậy, công tác theo dõi, giám sát, điều độ giao thông được thực hiện rất tốt, đó là nhờ vào các hệ thống xa lộ thông minh. Ý tưởng của những hệ thống này là thay vì sử dụng con người tại các điểm kiểm soát, người ta sử dụng một hệ thống cảm biến như: cảm biến từ, cảm biến hình ảnh (camera) để thu nhận thông tin. Thông tin được thu nhận này có thể được truyền trực tiếp về trung tâm điều độ giao thông hoặc được xử lý bằng một máy tính được đặt ngay tại điểm quan sát để rút ra các thông số giao thông cần thiết như lưu lượng xe, vận tốc trung bình luồng xe, v.v... Những thông số giao thông này sẽ được truyền về trung tâm điều độ. Tại trung tâm điều độ, những thông số giao thông từ rất nhiều điểm quan sát trên khắp mạng lưới giao thông được tập hợp, xử lý bằng máy tính để hỗ trợ con người ra quyết định điều độ giao thông như: điều khiển đèn tín hiệu, điều phối cảnh sát giao thông...

Hiện nay có hai phương pháp theo dõi giao thông tự động. Phương pháp sử dụng cảm biến từ có độ chính xác cao nhưng chỉ ứng dụng để đếm xe và đo vận tốc luồng xe và tốn chi phí lắp đặt phần cứng rất cao (chôn cảm biến dưới nền đường). Phương pháp dựa trên thị giác máy tính là phương pháp đang được tiếp tục nghiên cứu phát triển do tính ứng dụng rộng rãi hơn (đo được nhiều thông số hơn như phát hiện vi phạm luật giao thông) và chi phí lắp đặt phần cứng thấp hơn (chỉ cần một camera và một máy tính tại địa điểm quan sát). Đối với thực trạng giao thông đặc thù Việt Nam, đường nhỏ, nhiều loại xe chạy lẫn lộn với nhau, không chạy theo làn, thì phương pháp theo dõi, giám sát dựa trên thị giác máy tính tỏ ra hứa hẹn hơn. Bài báo này đưa ra một hệ thống theo dõi giao thông dựa trên thị giác máy tính.

2. Hệ thống đề nghị

Yêu cầu của một hệ theo dõi giao thông tự động với dữ liệu đầu vào là hình ảnh video của vùng quan sát, hệ phải phân tích và rút ra được các thông số giao thông như: lưu lượng xe, vận tốc trung bình của luồng xe, có xe chạy phạm luật hay không v.v... Để có được những thông số này điều cơ bản và quan trọng nhất là ta phải tách được các đối tượng giao thông có nghĩa và theo vết được chúng trong suốt quá trình chúng đi ngang qua vùng quan sát. Những hướng tiếp cận chính trên thế giới để giải quyết bài toán này:

- **Tiếp cận dựa trên mô hình 3 chiều:** Ý tưởng của cách tiếp cận này là xây dựng lại chi tiết quỹ đạo và mô hình ba chiều của những đối tượng giao thông.
- **Tiếp cận dựa trên miền:** Ý tưởng là xem các đối tượng giao thông như là những vùng liên thông trên ảnh, tìm những liên thông này, và theo vết đối tượng bằng cách so khớp.

- **Tiếp cận dựa trên đường viền:** Ý tưởng này gần giống với tiếp cận dựa trên miền, nó biểu diễn mỗi đối tượng bằng đường bao xung quanh đối tượng. Theo vết đối tượng bằng cách cập nhật đường bao này theo thời gian.
- **Tiếp cận dựa trên đặc trưng:** Ý tưởng cách tiếp cận này là thay vì theo vết toàn bộ đối tượng thì nay chúng ta sẽ theo vết một tập các đặc trưng của đối tượng (ví dụ như các điểm ở góc của những đường nét nằm trên xe)

Hệ thống theo dõi giao thông trong bài báo này dựa theo cách tiếp cận dựa trên miền. Hướng tiếp cận này có ưu điểm là có tốc độ nhanh, dễ cài đặt về mặt phần mềm cũng như phần cứng nên có tính ứng dụng trong thực tiễn cao.

2.1. Tổng quan hệ thống

Để dễ dàng giải quyết bài toán này trên máy tính, chúng tôi đưa ra một số ràng buộc về ngữ cảnh mà trên thực tế hoàn toàn có thể thực hiện được. Đó là camera phải đặt tĩnh, chỉ giám sát một luồng xe một chiều, vùng quan sát phải được chỉ định trước, vị trí đặt camera phải nằm trên luồng xe và hướng camera trùng với hướng chuyển động của luồng xe (xem hình), chiều cao của điểm đặt camera phải từ 7m trở lên so với mặt đường. Những ràng buộc ngữ cảnh trên cho ta được một số thuận lợi: ảnh nền cố định, có tri thức về không gian 3 chiều của thế giới thực, có tri thức về các đối tượng cần theo dõi là đối tượng chuyển động, làm giảm chi phí tính toán, biết được hướng của luồng xe, camera đặt càng cao thì càng làm giảm hiện tượng ảnh các xe che phủ lẫn nhau. Hệ thống đề nghị gồm có 4 bước như trong hình sau:



Hình 1 Mô hình theo dõi giao thông tự động bằng máy tính

Máy quay video được đặt ngay trên luồng xe, có hướng quay trùng với hướng luồng xe. Dữ liệu video được số hoá và đưa vào máy tính phải qua công đoạn tiền xử lý để chuẩn hóa dữ liệu. Ở bước kế tiếp, ta sẽ tách những đối tượng chuyển động có nghĩa ra khỏi nền, những đối tượng tham gia giao thông này có thể là xe tải, xe bốn bánh, xe máy, xe đạp, xe ba bánh, người đi bộ v.v... Khi ta đã có được các đối tượng, thì bước kế tiếp là theo vết các đối tượng này qua các frame liên tiếp thuộc chuỗi video. Nhiệm vụ chính của bước này là cập nhật vị trí của những đối tượng đã biết ở trước đó và nhận biết những đối tượng mới di chuyển vào vùng quan sát. Kết quả của bước theo vết đối tượng là quỹ tích chuyển động qua vùng quan sát và vận tốc tức thời của mỗi đối tượng ở từng frame. Nhờ những thông tin này ta sẽ dễ dàng rút ra được những tham số giao thông như số lượng xe, vận tốc trung bình của luồng xe, phát hiện xe chạy ngược chiều v.v...

2.2 Khởi động hệ thống

Bước phát hiện đối tượng chuyển động yêu cầu phải có được ảnh nền trống của vùng quan sát. Trong thực tế, yêu cầu này rất khó thực hiện vì trên mặt đường lúc nào cũng có phương tiện giao thông. Do đó, hệ thống đưa ra ở đây sẽ phải mất một khoảng thời gian ngắn để tự động khởi tạo ảnh nền trống trước khi bắt đầu hoạt động.

Bước khởi động của hệ gồm hai thao tác sau:

1. Người dùng chọn vùng quan sát bằng tay
2. Hệ thống tự động chạy thuật toán khởi tạo nền

2.2.1 Chọn vùng quan sát

Ở bước này người sử dụng sẽ dùng tay để vẽ xác định vùng quan sát theo các yêu cầu như sau:

- Chọn quan sát là nền đường, do các đối tượng khác như cây cối, người đi bộ trên lề không nằm trong diện quan tâm của bài toán.
- Vùng quan sát phải nằm gần camera để các đối tượng có kích thước đủ lớn để phân biệt chúng với nhau.

Hình sau là gợi ý chọn vùng quan sát:



Hình 2 Cách chọn vùng quan sát

2.2.2 Khởi tạo nền

Bước này có mục đích là phải thu được nền trống, không có đối tượng giao thông nào của vùng quan sát. Ta có thể tìm được nền trống này bằng cách chụp ảnh của vùng quan sát vào những giờ trống xe. Nhưng rất khó kiếm được thời điểm thích hợp. Bài báo này sử dụng phương pháp khởi tạo nền dựa trên sự thay đổi theo thời gian giữa hai frame liên tiếp và phép biến đổi morphology. Gọi $M_n(x)$ là mặt nạ thu được tại thời điểm n . $I_n(x)$ là frame ảnh của vùng quan sát tại thời điểm n . $B(x)$ là ảnh nền của vùng quan sát.

Đầu tiên ta khởi tạo nền $B(x)$ bằng frame ảnh đầu tiên của vùng quan sát: $B(x) = I_1(x)$. $M_1(x)$ được tạo bằng cách lấy ngưỡng ảnh khác của hai frame đầu tiên $I_0(x)$ và $I_1(x)$.

Tại thời điểm $n > 1$ ta tính $M_n(x)$ bằng cách tìm những điểm chuyển động giữa hai frame $I_n(x)$ và $I_{n-1}(x)$, với ngưỡng T cho trước :

$$M_n(x) = \begin{cases} 1 & , \quad |I_n(x) - I_{n-1}(x)| > T \\ 0 & \end{cases}$$

Mặt nạ nhị phân $M_n(x)$ được xử lý qua bộ lọc morphology dẫn. Những điểm thuộc nền $B(x)$ được cập nhật như sau:

if $M_1(x) = 1$ and $M_n(x) = 0$ then

$B(x) = I_n(x)$; $M_1(x) = 0$;

if $M_1(x) = 0$ and $M_n(x) = 0$ then

$B(x) = (1 - \alpha)I_n(x) + \alpha B(x)$;

2.3 Tách đối tượng

Ở bước này ta buộc phải lấy tách được chính xác các đối tượng có nghĩa. Có nghĩa ở đây tức là những đối tượng phương tiện tham gia giao thông. Những đối tượng này rất đa dạng về hình dáng, màu sắc, kích thước, tuy nhiên chúng đều có chung một đặc tính là tính chất chuyển động. Đây là một tri thức rất quan trọng mà chúng ta được biết trước. Phương pháp tách đối tượng ở đây sẽ chủ yếu dựa trên tính chất chuyển động này.

Dữ liệu đầu vào của bước này là dòng dữ liệu video xám. Yêu cầu đối với kết quả là phải xác định được những điểm thuộc về các đối tượng giao thông, còn những điểm nào thuộc về nền đường. Hai phương pháp thường dùng nhất là phát hiện chuyển động dựa trên sự khác biệt theo thời gian và

trừ nền. Phương pháp dựa trên sự khác biệt theo thời gian thì thường để lại lỗ hổng trên đối tượng đồng màu trong khi phương pháp trừ nền thì nhạy cảm với sự thay đổi của nền. Cho nên chúng tôi chọn một giải pháp lai giữa hai phương pháp trên.

Ý tưởng của phương pháp này như sau: phát hiện chuyển động bằng phương pháp so sánh 3 frame liên tiếp, tiếp đó lấp những lỗ trống bằng phương pháp trừ nền có cập nhật và ngưỡng là ngưỡng động cho mỗi điểm ảnh.

Xét một đoạn video thu được từ một camera tĩnh. Gọi $I_n(x)$ là giá trị cường độ điểm ảnh tại vị trí x tại thời điểm n . Ta quyết định một điểm có phải là điểm chuyển động hay không dựa vào luật sau:

“Một điểm được xem là chuyển động nếu giá trị cường độ điểm ảnh của nó thay đổi đáng kể cả giữa frame hiện hành với frame trước đó và giữa frame hiện hành và frame liền trước đó nữa”.

Nghĩa là x là điểm chuyển động nếu:

$$\left(|I_n(x) - I_{n-1}(x)| \right) > T_n(x) \quad \text{và} \quad \left(|I_n(x) - I_{n-2}(x)| \right) > T_n(x)$$

trong đó $T_n(x)$ là một giá trị ngưỡng mô tả thế nào là sự thay đổi “đáng kể” giá trị cường độ điểm ảnh tại tọa độ x .

Khuyết điểm lớn nhất của phương pháp so sánh các frame ảnh liên tiếp là nó để lại những lỗ hổng trên các đối tượng đồng màu. Tuy nhiên, ta có thể khắc phục điều này bằng cách gom những điểm ảnh lại thành vùng liên thông rồi sau đó lấp đầy những chỗ trống bằng những điểm nằm trong đường bao của vùng liên thông R được xác định là “chuyển động” khi áp dụng phương pháp trừ nền.

Gọi $B_n(x)$ là giá trị cường độ điểm ảnh nền tại điểm x , ta có thể lấp đầy lỗ trống b bằng những điểm nằm trong đường bao R có giá trị cường độ điểm ảnh khác một cách đáng kể so với nền. Nghĩa là:

$$b = \{ x : |I_n(x) - B_n(x)| > T_n(x), x \in R \}$$

Cả nền $B_n(x)$ và ngưỡng $T_n(x)$ đều là thuộc tính thống kê của giá trị cường độ điểm ảnh được quan sát từ chuỗi frame ảnh $\{I_k(x)\}$ với $k < n$. $B_0(x)$ được khởi tạo là một ảnh nền trống của vùng quan sát. Trên $B_0(x)$ không có đối tượng nào cả.

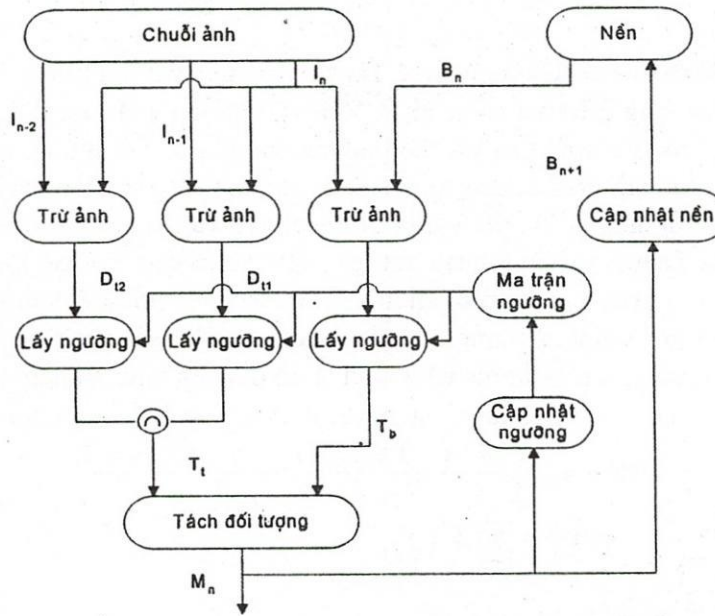
$B_0(x) = I_0(x)$, còn $T_0(x)$ được khởi tạo bằng một giá trị khác không cho trước. Nền $B_n(x)$ và ngưỡng $T_n(x)$ được cập nhật bằng công thức sau:

$$B_{n+1}(x) = \begin{cases} \alpha B_n(x) + (1-\alpha) I_n(x) & \text{x không chuyển động} \\ B_n(x) & \text{x chuyển động} \end{cases}$$

$$T_{n+1}(x) = \begin{cases} \alpha T_n(x) + (1-\alpha) (5 \times |I_n(x) - B_n(x)|) & \text{x không chuyển động} \\ T_n(x) & \text{x chuyển động} \end{cases}$$

Trong đó, α là hằng số diễn tả tốc độ thay đổi của thông tin nền. α càng nhỏ thì nền được cập nhật càng sát thực tế. Ngưỡng này được chọn theo kinh nghiệm.

Sơ đồ thuật giải phát hiện đối tượng chuyển động được trình bày như sau:



Hình 3 Thuật giải phát hiện đối tượng chuyển động

2.4 Theo vết đối tượng:

Theo vết một đối tượng tức là tính toán và cập nhật thường xuyên trạng thái của một đối tượng. Do đó trước tiên ta phải định nghĩa tập thông số trạng thái của đối tượng. Một đối tượng gồm có những thông số sau:

- ✓ p: toạ độ tâm đối tượng trên mặt phẳng ảnh
- ✓ v: vận tốc đối tượng trên mặt phẳng ảnh
- ✓ c: độ tin cậy của đối tượng
- ✓ vị trí đường bao đối tượng theo hệ toạ độ mặt phẳng ảnh
- ✓ mẫu ảnh của đối tượng

Thuật giải theo vết đối tượng như sau:

- 1) Dự đoán vị trí mới của các đối tượng đã biết
- 2) Liên kết đối tượng vừa tách được với các đối tượng đã biết.
- 3) Cập nhật các thông số trạng thái của đối tượng.
- 4) Trở lại bước 1.

Ý tưởng của thuật giải này như sau: ta sẽ lưu giữ một danh sách các đối tượng đã biết. Mỗi frame mới thu nhận được xử lý qua bước phát hiện đối tượng chuyển động. Ta thu được một danh sách các đối tượng trong frame mới. Các đối tượng này có thể là những đối tượng ta đã biết hoặc cũng có thể là đối tượng ta chưa biết. Ta sẽ sử dụng phương pháp so khớp xem đối tượng nào là những đối tượng ta đã biết, những đối tượng nào là đối tượng mới. Từ đó ta quyết định cập nhật thông số trạng thái đối tượng, hay thêm, xoá đối tượng.

2.4.1 Dự đoán vị trí mới của đối tượng:

Để theo vết một đối tượng trên một đoạn video ta cần phải biết vị trí của nó trên frame kế tiếp. Để giảm chi phí tính toán, ta phải dự đoán vị trí tiềm năng của đối tượng trên frame mới. Điều này có thể thực hiện được khi ta biết được vector vận tốc tức thời của đối tượng vì khoảng cách thời gian giữa hai frame là nhỏ khoảng 1/24 đến 1/10 giây nên đối tượng không thể thay đổi vận tốc quá đột ngột. Vị trí mới của đối tượng được dự đoán như sau:

$$p_{n+1} = p_n + v_n \Delta t$$

Tất cả những đối tượng nào có tâm nằm trong đường bao của đối tượng ở vị trí được dự đoán đều sẽ là ứng viên để so khớp.

2.4.2 So khớp đối tượng:

Cho trước một đối tượng đã biết, cái ta cần ở đây là tìm trong tập đối tượng ứng viên ở frame sau cái nào là khớp với đối tượng ở frame trước nhất. Vấn đề khó khăn là một đối tượng tham gia giao thông có thể di chuyển trong vùng quan sát theo hướng vuông góc với hướng camera hay hướng từ camera ra xa, từ xa lại gần camera. Lúc này kích thước của đối tượng sẽ luôn thay đổi, to dần lên, nhỏ dần đi. Còn một trường hợp nữa là khi đối tượng mới nhú vào vùng quan sát, khi đó, đối tượng sẽ lộ dần những chi tiết khác nhau vào vùng quan sát, gây khó khăn cho việc so khớp. Phương pháp so khớp được sử dụng ở đây là phương pháp so khớp miền. Cho trước miền ảnh đối tượng R ta xác định vùng ảnh khớp nhất với đối tượng ở frame sau bằng cách tính hệ số tương quan của vùng ảnh ứng viên trên frame mới với vùng R trên frame cũ. Gọi d là độ dời của vùng ảnh ứng viên trên frame mới so với R trên frame cũ, ta có C(d) là độ tương quan với R của vùng ảnh có độ dời d:

$$C(d) = \sum_{x \in R} \frac{W(x) |I_n(x) - I_{n+1}(x+d)|}{\|W\|}$$

với
$$\|W\| = \sum_{x \in R} W(x)$$

trong đó W(x) là trọng số tại điểm x

Đối tượng nào ở frame mới có d sao cho C(d) có giá trị nhỏ nhất sẽ là được chọn là đối tượng cũ. Lúc này thông số của đối tượng này sẽ được cập nhật như sau

$$p_{n+1} = p_n + d$$

và giá trị vận tốc tức thời v được cập nhật là: $v = \frac{d}{\Delta t}$, với #t = thời gian 1 frame

Do kích thước của các đối tượng thay đổi theo thời gian nên chúng tôi đã chọn trọng số W(x) như sau:

$$W(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{r(x)}{r_{max}} \right)$$

với r(x) là khoảng cách từ x đến tâm đối tượng, và r_{max} là bán kính lớn nhất của đối tượng. Cách chọn trọng số này cho phép ưu tiên hơn cho những điểm nằm ở vùng trung tâm đối tượng.

2.4.3 Theo vết và cập nhật đối tượng:

Sau khi so khớp thì ta có thể sẽ có một số kết quả sau:

- Đối tượng ở frame mới không khớp với đối tượng nào ở frame cũ cả, bỏ nó vào danh sách đối tượng và khởi tạo giá trị độ tin cậy ở mức thấp.
- Đối tượng đã biết không khớp với đối tượng nào trong frame mới, có thể chúng đã đi ra khỏi vùng quan sát, ta giảm độ tin cậy của chúng xuống. Nếu độ tin cậy giảm xuống một ngưỡng nào đó thì gỡ bỏ nó ra khỏi danh sách đối tượng.
- Đối tượng đã biết chỉ khớp chính xác với một đối tượng duy nhất trong frame mới, chúng ta đã theo vết thành công đối tượng, cập nhật lại các thông số của nó và tăng độ tin cậy lên.
- Đối tượng đã biết khớp với nhiều đối tượng mới, đối tượng phân rã ra nhiều đối tượng (ví dụ người bước ra khỏi xe, nhóm người đi bộ), cập nhật đối tượng cũ với đối tượng khớp nhất với nó, bỏ các đối tượng khác vào danh sách đối tượng.
- Nhiều đối tượng đã biết khớp với một đối tượng mới, các đối tượng cũ đã nhập lại thành 1 đối tượng, gỡ các đối tượng này ra khỏi danh sách đối tượng và thêm đối tượng mới vào danh sách.

2.5 Rút trích thông số giao thông:

Những thông tin ta đã có ở bước này là vị trí và vận tốc, độ tin cậy của từng đối tượng. Cách phân tích thông số giao thông như sau:

Đếm xe: Khi có đối tượng mới vào vùng quan sát, ta chưa thể đếm ngay mà phải đợi cho hệ số tin cậy của nó vượt qua một ngưỡng T định trước, điều này có nghĩa là ta đã theo vết được đối tượng trong một khoảng thời gian khá dài thì mới đếm là có 1 xe vào vùng quan sát.

Phát hiện xe chạy ngược chiều: Thông tin ta có được ở đây là chiều luồng xe là hướng từ camera ra xa. Góc tọa độ ảnh là ở góc trên trái của đối tượng, chiều dương là chiều từ trái sang phải và từ trên xuống dưới. Chiều luồng xe là chiều đi từ dưới lên trên. Nếu đối tượng nào thành phần vận tốc theo chiều thẳng đứng đi từ trên xuống dưới thì đối tượng đó là đối tượng đi ngược chiều

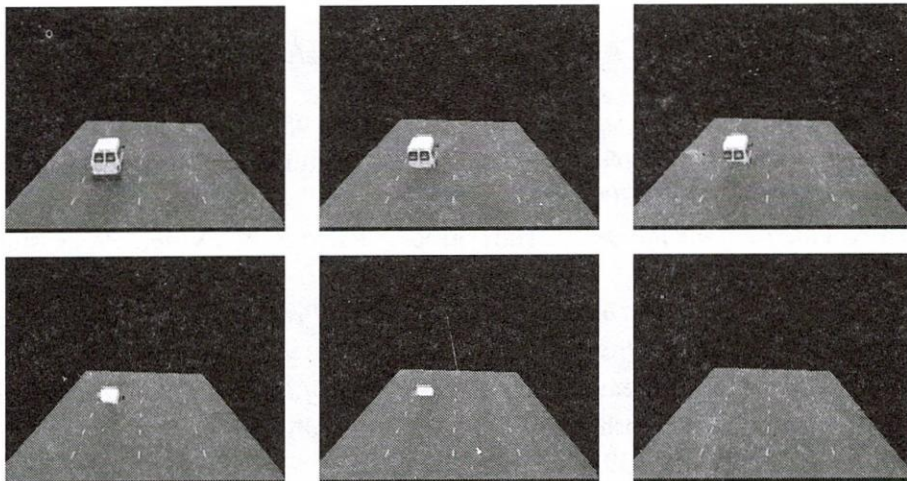
Đo vận tốc xe: ta cần có thông tin ở đây là kích thước thật trong môi trường 3 chiều của chiều dọc vùng quan sát nếu có kích thước này ta sẽ tính được vận tốc thực của đối tượng bằng cách chia giá trị này cho thời gian đối tượng chạy qua vùng quan sát.

3 Kết quả thử nghiệm và hướng phát triển:

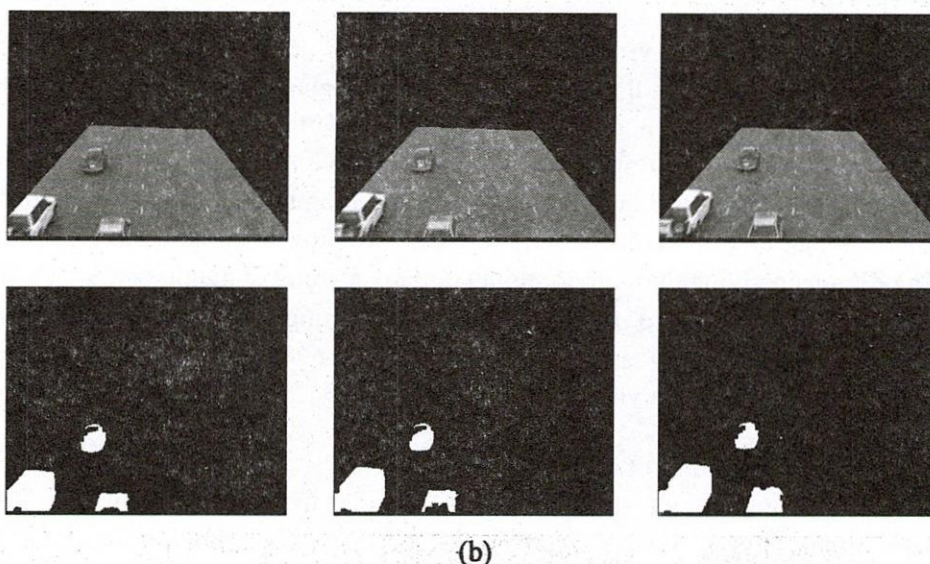
Dữ liệu thử nghiệm được quay tại Cầu vượt Văn Thánh 2 trên đường Điện Biên Phủ - TPHCM. Thiết bị thu nhận là máy quay kỹ thuật số Sony DCR-TRV355E. Thời gian thu dữ liệu là khoảng 5h30 chiều. Máy tính thử nghiệm có CPU AMD Athlon XP 2000+, RAM 256 MB, HDD 40 GB, hệ điều hành Windows XP. Dữ liệu video được số hóa ngay trên máy quay và truyền vào máy tính thông qua cổng Fire Wire IEEE 1394 vào máy tính, lưu dưới dạng AVI không nén, kích thước bằng phần mềm Roxio Video Wave 5 Power Edition. Dữ liệu video có độ phân giải 352x288, số frame tổng cộng 292 frame, tốc độ khoảng 12 frame/giây. Số frame sử dụng để khởi tạo nền là 18 frame. Số frame dùng để quan sát $292-18 = 274$ frame. Kết quả đếm xe là đếm được 11/12 xe so với trên thực tế là đạt tỉ lệ 92%.

Những kết quả đạt được trong bài báo này chỉ là những bước đầu tiên của một hệ thống theo dõi giao thông hoàn chỉnh. Để hệ thống có thể ứng dụng vào thực tế, cần phải tiếp tục nghiên cứu phát triển các vấn đề sau:

- Nghiên cứu các thuật toán phân vùng đối tượng đối với trường hợp các đối tượng che phủ lẫn nhau.
- Nghiên cứu các phương pháp truyền dẫn dữ liệu phù hợp với điều kiện kinh tế và cơ sở hạ tầng thông tin của Việt Nam.



Hình 3 Một số kết quả của bước khởi tạo nền sử dụng từ frame 1 đến frame 37



Hình 4: Kết quả phát hiện đối tượng chuyển động. (a) ảnh thô. (b) mặt nạ chuyển động, mỗi vùng liên thông tương ứng với một đối tượng

A VISION-BASED TRAFFIC SURVEILLANCE SYSTEM

Le Hoai Bac, Truong Thien Dinh

Faculty of Information Technology, University of Natural Sciences – VNU-HCM

ABSTRACT: In this paper, we propose an automated vision-based traffic surveillance system. The system works on one-direction roads for vehicle counting and moving- contrariwise vehicle detection. Objects are extracted by using a hybrid method of background subtraction and temporal differencing, which consider each object as a connected component. The proposed multiple-object tracking method finds object correspondences by template matching. Our surveillance system works in real time at approximately 12Hz for 352×288 resolution color video on an Athlon XP 2000+ PC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.M.Tekalp, *Digital Video Processing*, Prentice Hall, 1995
- [2] Janusz Konrad, *Motion Detection and Estimation*, in Hand Book of Image & Video Processing, Academic Press, pp.207-226, 2000
- [3] A.M.Tekalp, *Video Segmentation*, in Hand Book of Image & Video Processing, Academic Press, pp.383-399, 2000
- [4] Alan C.Bovik, *Introduction to Digital Image and Video Processing*, in Hand Book of Image & Video Processing, Academic Press, pp.3-17, 2000
- [5] J.L.Baron, D.J.Fleet and S.S.Beauchemin, *Performance of Optical Flow Techniques*, 1994
- [6] Alan J.Lipton, Hironobu Fujiyoshi and Raju S.Patil, *Moving Target Classification and Tracking From Real-time Video*, WACV'98, p. 8, 1998.
- [7] Robert T.Collins, Alan J.Lipton and Takeo Kamade, *A System for Video Surveillance and Monitoring*, tech. report CMU-RI-TR-00-12, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, May 2000.
- [8] Paul L. Rosin, *Thresholding for Change Detection*, Computer Vision and Image Understanding, vol.86,no. 2, pp. 79-95(17), Academic Press, May 2002.
- [9] E. Rivlin, M. Rudzsky, R. Goldenberg, U. Bogomolov, S. Lapchev, *A Real-Time System for Classification of Moving Objects*, IPCR'02, vol. 3, p.30688, 2002.
- [10] Ihtisham Kabir, *High Performance Computer Imaging*, MANNING, 1996.