



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004510

(51) **H04N 21/00**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2025-00637

(22) 30/11/2022

(67) 1-2022-07845

(45) 25/11/2025 452

(43) 27/03/2023 420A

(73) **TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỆN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)**

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hòa, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

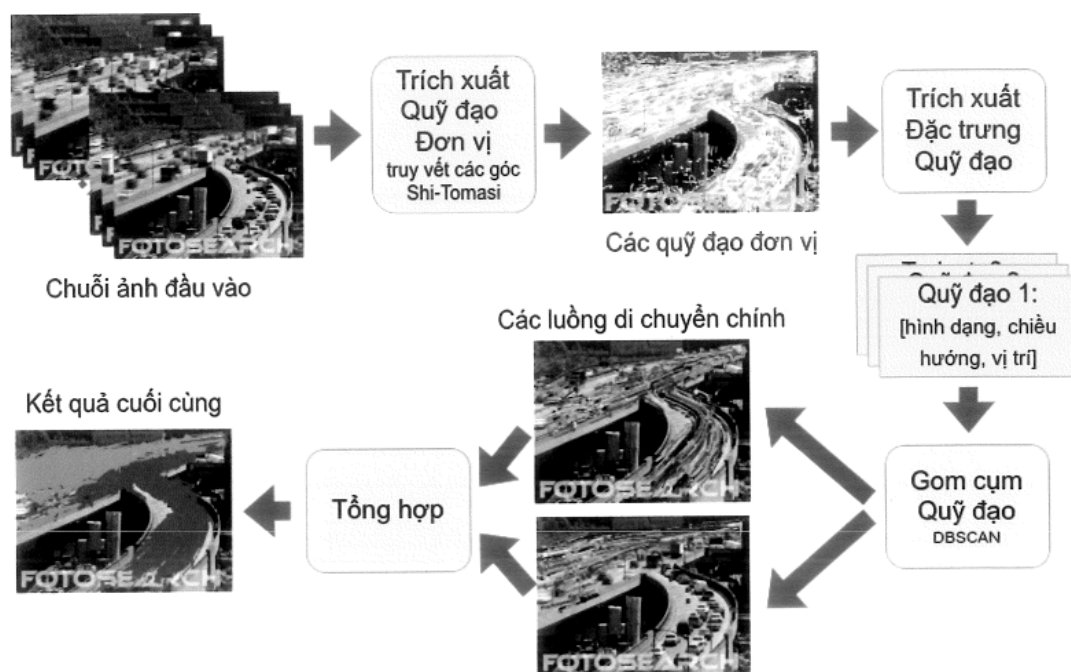
(72) **Lê Văn Bằng (VN); Lê Thanh Tùng (VN).**

(74) **CÔNG TY TNHH NACILAW (NACILAW)**

(54) **PHƯƠNG PHÁP TRÍCH XUẤT LƯỒNG DI CHUYỂN CHÍNH TRONG VIDEO
CÓ MẬT ĐỘ ĐỐI TƯỢNG CAO**

(21) 2-2025-00637

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp trích xuất luồng di chuyển chính trong video có mật độ tương đối cao, đặc biệt là trường hợp các vật thể di chuyển chồng chéo nhau, như giao lộ, bùng binh, ngã tư, quảng trường. Trong đó, một chuỗi ảnh đầu vào sẽ được sử dụng để trích xuất ra các đường quỹ đạo đơn vị, các đường này sẽ được định lượng bằng các hàm tính toán ra đặc trưng riêng như hình dạng, chiều hướng, vị trí. Dựa trên các đặc trưng này, các quỹ đạo đơn vị được gom cụm với nhau nếu có một hoặc nhiều đặc trưng giống nhau, thành các luồng chính. Cuối cùng lọc lại các luồng chính nhất để ra kết quả quỹ đạo cuối cùng, mô tả các hướng di chuyển của đối tượng.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp trích xuất luồng di chuyển chính trong video có mật độ tương đối cao, đặc biệt là trường hợp các vật thể di chuyển chồng chéo nhau. Cụ thể, phương pháp này được ứng dụng phân tích hướng di chuyển của người, động vật và các vật thể.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Camera giám sát giao thông đã dần được triển khai tại nhiều nơi trên cả nước. Tuy nhiên, các hệ thống hiện tại chỉ thực hiện một số tác vụ phát hiện, nhận diện, đo lường cơ bản (như phát hiện xe lấn làn, vượt đèn đỏ, quá tốc độ,...). Chưa có tác vụ phân tích mật độ, các hướng di chuyển chính của phương tiện tại giao lộ, ngã tư, để tìm ra các nút nghẽn giao thông, cũng như xu hướng di chuyển theo từng khoảng thời gian trong ngày. Ngoài ra, các tác vụ hiện nay đều cần qua bước đầu vào là nhận diện được phương tiện, vật thể, trong khi có những thời điểm có quá nhiều vật thể, không thể nhận diện hết được. Do đó, nhằm đưa ra được nhiều thông tin phân tích hơn về luồng di chuyển từ hình ảnh camera giao thông đã có sẵn, cũng như dự đoán được phân nào các phương tiện vi phạm giao thông trong điều kiện mật độ cao, việc ứng dụng các thuật toán thị giác máy tính để trích xuất được các luồng giao thông trong video là một nhu cầu cấp thiết.

Trong gần một thập kỷ qua, đã có rất nhiều phương pháp được đề xuất nhằm giải quyết vấn đề này, có thể kể đến như:

(i) Phương pháp sử dụng nguyên lý động lực học chất lưu: dựa trên động lực học Lagrangian, trong đó một mạng lưới các hạt được đặt trên khung và kết dính với trường dòng quang học để tạo ra quỹ đạo của các hạt này.

(ii) Phương pháp sử dụng véc-tơ chuyển động trong miền nén: véc-tơ chuyển động được nhóm lại bằng cách sử dụng tối đa hóa kỳ vọng thuật toán.

(iii) Phương pháp gom cụm quỹ đạo cong: đầu tiên tách riêng vùng có chuyển động ra để xử lý, sau đó chọn các khối điểm ảnh nổi bật và truy vết các khối này, từ đó tạo được các quỹ đạo di chuyển trong đám đông. Các quỹ đạo này được gom cụm dựa trên các đặc trưng không gian, hình dạng, chiều, độ dày đặc, thông qua giải thuật phân cụm không gian dựa trên mật độ các ứng dụng với nhiễu (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, DBSCAN) và phép đo khoảng cách Jaccard.

Qua thời gian, các phương pháp ngày càng đạt độ chính xác cao. Tuy nhiên, vẫn còn những vấn đề chưa giải quyết triệt để.

Hạn chế của phương pháp (i) và (ii) là dựa trên phân tích chuỗi ảnh hai chiều, mỗi điểm ảnh chỉ có một giá trị đặc trưng, do đó không phù hợp cho các bài toán giao lộ, ngã tư, các trường hợp nhiều vật thể di chuyển đan xen nhau.

Hạn chế của phương pháp (iii) là sử dụng khối điểm ảnh làm đơn vị truy vết (truy vết ra luồng di chuyển) ảnh hưởng tới độ chính xác của chất lượng đầu ra, ngoài ra việc sử dụng trọng tâm như một đặc trưng cho từng quỹ đạo, khiến cho giải thuật DBSCAN gom cụm các quỹ đạo tuy khác nhau nhưng có trọng tâm gần nhau, nhất là các quỹ đạo cong, quỹ đạo cùng chiều ngược hướng,...

Đối với bài toán trích xuất luồng di chuyển trong video đám đông, nhất là những nơi có hiện tượng các luồng chồng chéo lên nhau, không thể tiếp cận bằng phương pháp dựa vào đặc trưng của từng điểm ảnh, vì mỗi điểm ảnh chỉ thể hiện được đặc trưng của duy nhất một luồng đi qua nó.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục các vấn đề kỹ thuật còn tồn tại như trên bằng cách tiếp cận hiện đại hơn. Một chuỗi ảnh đầu vào sẽ được sử dụng để trích xuất ra các đường quỹ đạo đơn vị (thường có độ dài nhỏ), các đường này sẽ được định lượng bằng các hàm tính toán ra đặc trưng riêng như hình dạng, chiều hướng, vị trí. Dựa trên các đặc trưng này, các quỹ đạo đơn vị được gom cụm với nhau nếu có một hoặc nhiều đặc trưng giống nhau, thành các luồng chính. Cuối cùng lọc lại các luồng chính nhất để ra kết quả cuối cùng.

Cụ thể, để đạt được mục đích đã nêu ở trên, phương pháp được đề xuất trong giải pháp hữu ích cần thực hiện các bước như sau:

Bước 1: tiếp nhận tín hiệu video; việc này được thực hiện từ các camera, sử dụng các công cụ như Gstreamer, CamGear. Phương pháp sẽ nhận đầu vào là một chuỗi ảnh thu được trong một khoảng thời gian đủ dài để phân tích được luồng đại diện (thường là một đến hai phút, tùy thuộc điều kiện, mật độ phương tiện, có đèn giao thông hay không).

Bước 2: tính toán điểm đặc biệt trong ảnh. Toàn bộ các ảnh đầu vào được đưa tuần tự vào khối trích xuất quỹ đạo đơn vị để trích ra các điểm đặc biệt theo giải thuật của Shi-Tomasi, các điểm đó sẽ được truy vết qua các ảnh bằng giải thuật Lucas-Kanade. Khi chạy hết ảnh cuối cùng cũng là lúc trích xong tất cả các quỹ đạo đơn vị, vốn là đường đi của các điểm đặc biệt đó.

Bước 3: trích xuất đặc trưng quỹ đạo của đối tượng. Toàn bộ các quỹ đạo đơn vị (được cấu trúc theo dạng mảng các điểm hai chiều là lịch sử di chuyển của một điểm đặc biệt) được đưa qua khối trích xuất đặc trưng quỹ đạo để tính ra các đặc trưng đại diện cho từng quỹ đạo đơn vị, gồm bộ phận mô tả hình dạng đối tượng (tám số thực), chiều hướng di chuyển của đối tượng (hai số thực), và vị trí của đối tượng trong ảnh (bốn số nguyên). Trong đó, vị trí là đặc trưng bổ sung, tùy thuộc vào yêu cầu người thực hiện cũng như tình huống giao thông đang diễn ra có chồng chéo, phức tạp không, có nhiều luồng khác nhau có cùng hướng di chuyển không.

Bước 4: gom nhóm các đặc trưng quỹ đạo. Dựa vào đặc trưng đại diện, các quỹ đạo đơn vị sẽ được gom cụm bằng giải thuật phân cụm dựa trên mật độ không gian với các dạng dữ liệu có nhiễu DBSCAN (Density-based spatial clustering of applications with noise). Trong đó, các tham số quan trọng trong giải thuật như hệ số ngưỡng khoảng cách (epsilon), số điểm tối thiểu (minimal samples) và cách thức tính khoảng cách được định nghĩa từ trước tùy vào tình huống di chuyển thuộc kiểu nào (giao lộ phức tạp, giao lộ đơn giản, vòng xoay, đường phân làn) để trích xuất ra được luồng chính tiềm năng. Thông thường lựa chọn epsilon=0,5, minimal samples=5, cách thức tính khoảng cách sử dụng khoảng cách Euclidean.

Bước 5: trích xuất ra các luồng chính, tiêu biểu trong các nhóm khác nhau. Các luồng chính tiềm năng này được đưa vào bộ tổng hợp để giữ lại những luồng chính nhất, tiêu biểu nhất cho tình huống di chuyển cần phân tích.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện các bước thực hiện phương pháp trích xuất luồng di chuyển chính được đề xuất trong giải pháp hữu ích;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện các điểm được chọn từ thuật toán Shi-Tomasi;

Hình 3 là hình vẽ thể hiện quá trình trước và sau khi loại bỏ quỹ đạo bất thường;

Hình 4 là hình vẽ minh họa tình huống đường phân làn;

Hình 5 là hình vẽ minh họa tình huống giao lộ đơn giản;

Hình 6 là hình vẽ minh họa tình huống giao lộ phức tạp;

Hình 7 là hình vẽ minh họa tình huống vòng xoay;

Hình 8 là hình vẽ minh họa kết quả với tập dữ liệu đường phân làn;

Hình 9 là hình vẽ minh họa kết quả với tập dữ liệu vòng xoay;

Hình 10 là hình vẽ minh họa kết quả với tập dữ liệu giao lộ đơn giản;

Hình 11 là hình vẽ minh họa kết quả với tập dữ liệu giao lộ phức tạp.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Tham chiếu Hình 1, là hình vẽ thể hiện các bước thực hiện phương pháp trích xuất luồng di chuyển chính trong trường hợp mật độ vật thể đông, đặc biệt là trường hợp các vật thể di chuyển chồng chéo nhau.

Cụ thể, các bước thực hiện phương pháp như sau:

Bước 1: tiếp nhận tín hiệu video; trong bước này, việc tiếp nhận tín hiệu video từ các camera để lấy làm đầu vào cho khối xử lý đầu tiên ở bước 2. Tại bước này, sử dụng các công cụ như Gstreamer, CamGear để nhận đầu vào là một chuỗi ảnh thu được trong một khoảng thời gian đủ dài của video từ các camera để đưa sang các bước sau nhằm phân tích được luồng di chuyển chính (thường là một đến hai phút, tùy thuộc điều kiện, mật độ phương tiện, có đèn giao thông hay không).

Bước 2: tính toán điểm đặc biệt trong ảnh. Toàn bộ các ảnh đầu vào được đưa tuần tự vào khối trích xuất quỹ đạo đơn vị để trích ra các điểm đặc biệt, là các điểm thể hiện sự tồn tại của góc trong ảnh (ví dụ như bốn góc của một hình chữ nhật), hay nói cách khác các điểm này thể hiện sự chuyển hướng của một đường hoặc một quỹ đạo, được xác định thông qua giải thuật của Shi-Tomasi (với ngưỡng xám và ngưỡng xác định lần lượt là 30 và 0,01), các điểm đó sẽ được truy vết qua các ảnh bằng giải thuật Lucas-Kanade. Khi chạy hết ảnh cuối cùng cũng là lúc trích xong tất cả các quỹ đạo đơn vị, vốn là đường đi của các điểm đặc biệt đó.

Việc chọn ra các điểm để truy vết sẽ bao gồm cả những vật tĩnh không có chuyển động (Hình 2), nhưng điểm này sẽ được lọc trong phần tiếp theo. Để truy vết những phương tiện mới vào khung hình, các điểm mới sẽ được cập nhật trong khoảng n khung hình. Trước khi chọn ra các điểm mới, với các điểm đang theo dõi chúng ta sẽ đánh dấu quanh điểm đó với bán kính r để việc chọn ra các điểm mới không trùng với điểm cũ. Thời gian cập nhật các điểm mới có thể phụ thuộc tùy theo số khung hình xử lý được trong một giây fps (frame per second) của camera để việc cập nhật phù hợp hơn.

Tiếp theo là việc truy vết những điểm đã được chọn bằng thuật toán Lucas-Kanade. Để đảm bảo tính chính xác và hạn chế sai sót (Hình 3) một số phương pháp sau đã được áp dụng:

- Truy vết ngược để đảm bảo tính chính xác của quỹ đạo;
- Tính khoảng cách euclid và góc với quỹ đạo hiện tại, loại bỏ các quỹ đạo bất thường như quỹ đạo có khoảng cách giữa các điểm thuộc quỹ đạo tăng giảm đột ngột, dịch

chuyển quá xa, quỹ đạo có tổng chiều dài quá ngắn tính đến lúc mất truy vết do giải thuật, quỹ đạo có hình dạng quá dích dắc, có góc bất kỳ tạo bởi ba điểm liên tiếp thuộc quỹ đạo nhỏ hơn ngưỡng cho phép, mặc định lấy ngưỡng 90 độ;

Với những quỹ đạo chạm rìa khung hình (1%) thì việc truy vết sẽ được dừng lại để tiết kiệm chi phí tính toán.

Sau đó các quỹ đạo sẽ được chọn lọc ra với khoảng cách Euclid $> D1$ và tổng độ dài quỹ đạo $> D2$. Trong đó, $D1$ và $D2$ được xác định từ trước, căn cứ vào trường hợp ứng dụng thuật toán, sử dụng phương pháp thống kê thực nghiệm.

Bước 3: trích xuất đặc trưng quỹ đạo của đối tượng. Toàn bộ các quỹ đạo đơn vị (được cấu trúc theo dạng mảng các điểm hai chiều là lịch sử di chuyển của một điểm đặc biệt) được đưa qua khối trích xuất đặc trưng quỹ đạo để tính ra các đặc trưng đại diện cho từng quỹ đạo đơn vị, gồm bộ phận mô tả hình dạng đối tượng (tám số thực), chiều hướng di chuyển của đối tượng (hai số thực), và vị trí của đối tượng trong ảnh (bốn số nguyên). Trong đó, vị trí là đặc trưng bổ sung, tùy thuộc vào yêu cầu người thực hiện cũng như tình huống giao thông đang diễn ra có chồng chéo, phức tạp không, có nhiều luồng khác nhau có cùng hướng di chuyển không.

Với các quỹ đạo T có cấu trúc:

$$T = \{(x_s, y_s), (x_{s+1}, y_{s+1}), \dots, (x_e, y_e)\}$$

với (x_j, y_j) là tọa độ của quỹ đạo tại khung hình j với s và e là khung hình bắt đầu và kết thúc. Đặc trưng của quỹ đạo sẽ được tính như sau:

+ Hình dạng: để thể hiện hình dạng của quỹ đạo chúng ta nội suy các tọa độ của quỹ đạo thành các hệ số đa thức bậc ba theo thời gian $t \in (1, s - e)$ công thức như sau:

$$x(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$$

$$y(t) = b_0 + b_1t + b_2t^2 + b_3t^3$$

Đối với f_s , được xác định như sau:

$$f_s = [a_0, a_1, a_2, a_3, b_0, b_1, b_2, b_3]^T$$

+ Chiều hướng: để thể hiện chiều hướng của quỹ đạo trong không gian ảnh. Khác với các phương pháp trước đây, vốn định nghĩa đặc trưng chiều hướng có giá trị -1 hoặc 1 tùy theo cùng chiều hay ngược chiều dòng quỹ đạo chính theo trục x hoặc y , rất mập mờ, không mang nhiều ý nghĩa và dễ bị nhiễu ở các đường biên lấy ngưỡng 1 hay -1. Nhóm tác giả định nghĩa đặc trưng chiều hướng như sau:

Với góc C là góc tạo bởi trục x và véc-tơ $[(x_s, y_s), (x_e, y_e)]$, ta có:

$$f_o = [\cos(C), \sin(C)]^T$$

Bằng cách này, đặc trưng chiều hướng mang nhiều thông tin hơn và thể hiện chính xác hơn tính chất quy định chiều hướng, bằng các giá trị trong miền liên tục thay vì rời rạc [1;-1].

Với hai đặc trưng trên, ta đã có được bộ thông số $F = [f_s, f_o]$ cho từng quỹ đạo đơn vị, và đã có thể đưa sang bước tiếp theo, gom cụm các quỹ đạo đơn vị thành luồng chính, cho các trường hợp đơn giản, ít luồng, ít chồng chéo.

Tuy nhiên, với các trường hợp tại giao lộ, đường có nhiều làn, nhiều đường cùng hướng nhưng cách xa nhau, do hai đặc trưng trên chỉ xác định được hình dạng và hướng, nên nhiều luồng cùng hướng, cùng hình dạng nhưng xa nhau vẫn được gom thành một luồng. Do đó nhóm tác giả đề xuất thêm đặc trưng vị trí để biểu diễn vị trí của quỹ đạo đơn vị.

+ Vị trí: biểu diễn vị trí của quỹ đạo đơn vị. Ở các phương pháp trước đây có sử dụng đặc trưng tâm điểm của quỹ đạo, tính theo công thức $f_L = [\bar{x}, \bar{y}]^T$, như đã đề cập trước đó, việc sử dụng trọng tâm khiến cho giải thuật DBSCAN gom cụm các quỹ đạo tuy khác nhau nhưng có trọng tâm gần nhau, nhất là các quỹ đạo cong, quỹ đạo cùng chiều ngược hướng,... Do đó nhóm tác giả đề xuất đặc trưng vị trí như sau:

$$f_P = [(x_s, y_s), (x_e, y_e)]$$

Với cách tính này, vừa đảm bảo thể hiện vị trí của quỹ đạo đơn vị, vừa phân tách được các quỹ đạo khác nhau có trọng tâm gần nhau, đồng thời biểu diễn thêm được một số thông tin như chiều hướng, độ dài.

Bước 4: gom nhóm các đặc trưng quỹ đạo. Dựa vào đặc trưng đại diện, các quỹ đạo đơn vị sẽ được gom cụm bằng giải thuật DBSCAN. Trong đó, các tham số quan trọng trong giải thuật như hệ số ngưỡng khoảng cách (epsilon), số điểm tối thiểu (minimal samples) và cách thức tính khoảng cách được định nghĩa từ trước tùy vào tình huống di chuyển thuộc kiểu nào (giao lộ phức tạp, giao lộ đơn giản, vòng xoay, đường phân làn) để trích xuất ra được luồng chính tiềm năng. Thông thường lựa chọn hệ số ngưỡng khoảng cách là 0,5, số điểm tối thiểu là 5, cách thức tính khoảng cách sử dụng khoảng cách Euclidean.

Giải thuật gom cụm DBSCAN được sử dụng, nhằm liên kết các quỹ đạo gần giống nhau về cùng một luồng chính, mặc định sẽ định nghĩa độ giống nhau giữa hai quỹ đạo là khoảng cách Euclid của hai bộ đặc trưng của hai quỹ đạo đó.

Qua quá trình thu thập, đánh giá dữ liệu, nhóm tác giả đã phân ra bốn tình huống chính để áp dụng số DBSCAN phù hợp, gồm đường phân làn, giao lộ đơn giản, giao lộ phức tạp và vòng xoay (các véc-tơ đặc trưng đã được chuẩn hóa trước khi đưa vào bộ DBSCAN) cũng như quyết định có dùng đặc trưng vị trí hay không, nhằm gom cụm các quỹ đạo đơn vị được hiệu quả và bao quát nhất.

Bước 5: trích xuất ra các luồng chính, tiêu biểu trong các nhóm khác nhau. Các luồng chính tiềm năng này được đưa vào khối tổng hợp. Khối này mang tính chất hậu xử lý, loại bỏ các luồng chính không đáng kể, chỉ giữ lại luồng chính nhất, tiêu biểu nhất cho tình huống di chuyển cần phân tích, ngoài ra còn tổng hợp kết quả để biểu diễn và đo đạc các thông số đánh giá định lượng.

Phương pháp loại bỏ các luồng chính không đáng kể được thực hiện như sau:

- + Sắp xếp các luồng chính theo thứ tự tổng số quỹ đạo đơn vị giảm dần;
- + Xét dần các luồng từ trên xuống dưới, nếu luồng đó có tổng số quỹ đạo đơn vị nhỏ hơn 10 lần luồng trước đó, thì loại bỏ luồng đó và các luồng bên dưới;
- + Xem xét nếu tổng số luồng chính lọc được quá nhiều thì chỉ giữ lại N luồng ở trên nhất (có thể bỏ qua bước này với các trường hợp đơn giản, không có đan xen, chồng lấn luồng).

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Phương pháp được đề cập trong giải pháp hữu ích đã được sử dụng trong các sản phẩm camera giao thông thông minh triển khai thực tế của Tổng công ty Công nghiệp Công nghệ cao Viettel. Trong đó, phương pháp trích xuất luồng di chuyển chính trong trường hợp mật độ vật thể đồng ứng dụng cho việc phân tích các luồng di chuyển chính của phương tiện trên đường, tại giao lộ, bùng binh, trong những điều kiện thời gian khác nhau. Trong quá trình triển khai, các ví dụ về bộ hệ số của DBSCAN được sử dụng như sau:

- + Đường phân làn (Hình 4): không dùng đặc trưng vị trí, số mẫu là 10, hệ số ngưỡng khoảng cách từ 0,2 đến 0,4.
- + Giao lộ đơn giản (mỗi luồng có một hướng di chuyển riêng) (Hình 5): không dùng đặc trưng vị trí, số mẫu là 10, hệ số ngưỡng khoảng cách từ 0,1 đến 0,3;
- + Giao lộ phức tạp (nhiều luồng có cùng hướng di chuyển) (Hình 6): dùng đặc trưng vị trí, số mẫu là 7, hệ số ngưỡng khoảng cách từ 0,5 đến 0,6.
- + Vòng xoay (Hình 7): Không dùng đặc trưng vị trí, số mẫu là 10, hệ số ngưỡng khoảng cách từ 0,3 đến 0,4. Kết quả đạt được mô tả như trong các Hình 8, Hình 9, Hình 10

và Hình 11, trong đó, các màu khác nhau biểu thị luồng di chuyển chính của đối tượng (trong trường hợp này là người và phương tiện) trong video.

Lợi ích (hiệu quả) có thể đạt được bởi giải pháp hữu ích

Phương pháp trích xuất luồng di chuyển trong đám đông của giải pháp hữu ích có thể sử dụng cho nhiều mục đích:

- + Phân tích các luồng di chuyển chính của phương tiện trên đường, tại giao lộ, vòng xoay, trong những điều kiện thời gian khác nhau: từ kết quả phân tích có thể xác định được các điểm nóng ảnh hưởng đến ùn tắc giao thông giờ cao điểm, dự đoán được lưu lượng giao thông tại từng thời điểm trong ngày, trong trường hợp phương tiện quá đông, không thể nhận diện từng phương tiện được.

- + Phân tích hướng di chuyển trong cửa hàng, khu triển lãm, quảng trường: từ đó xác định những gian hàng, địa điểm nhiều người ghé thăm, xác định lưu lượng, mật độ và xu hướng tham quan của mọi người.

- + Phân tích hướng di chuyển của côn trùng, ong, cá, sinh vật,... ở những nơi chăn nuôi và môi trường tự nhiên: để xác định được quỹ đạo di chuyển, đặc tính, sở thích và mật độ di chuyển của sinh vật, các tín hiệu giao tiếp được sinh vật tạo ra bằng việc di chuyển,...

Đây cũng là một bước đột phá về công nghệ, phục vụ cho quá trình giám sát tự động, nhằm giám sát và có thể ứng dụng phát hiện hành vi bất thường (như vật thể di chuyển khác với đám đông) trong nhiều trường hợp khác nhau.

Sử dụng mô hình trích xuất luồng di chuyển cho các hệ thống camera giám sát có khả năng triển khai linh động trên nền tảng tính toán đám mây.

Giải pháp hữu ích này tạo ra dữ liệu quan trọng để người giám sát có thể phân tích và đưa ra những sách lược điều tiết giao thông phù hợp, cũng như làm tiền đề để phát hiện những hành vi di chuyển bất thường.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp trích xuất luồng di chuyển chính trong video có mật độ đối tượng cao, bao gồm:

bước 1: tiếp nhận tín hiệu video; bước này tiến hành tiếp nhận tín hiệu từ các camera để lấy làm đầu vào cho khối xử lý đầu tiên ở bước 2; tại bước này, sử dụng các công cụ như gstreamer, camgear để nhận đầu vào là một chuỗi ảnh thu được trong một khoảng thời gian đủ dài của video từ các camera để đưa sang các bước sau nhằm phân tích được luồng di chuyển chính (thường là một đến hai phút, tùy thuộc điều kiện, mật độ phương tiện, có đèn giao thông hay không);

bước 2: tính toán điểm đặc biệt trong ảnh; toàn bộ các ảnh đầu vào được đưa tuần tự vào khối trích xuất quỹ đạo đơn vị để trích ra các điểm đặc biệt, là các điểm thể hiện sự tồn tại của góc trong ảnh (ví dụ như bốn góc của một hình chữ nhật), hay nói cách khác các điểm này thể hiện sự chuyển hướng của một đường hoặc một quỹ đạo, được xác định thông qua giải thuật của shi-tomasi (với ngưỡng xám và ngưỡng xác định lần lượt là 30 và 0,01), các điểm đó sẽ được truy vết qua các ảnh bằng giải thuật lucas-kanade; khi chạy hết ảnh cuối cùng cũng là lúc trích xong tất cả các quỹ đạo đơn vị, vốn là đường đi của các điểm đặc biệt đó; việc chọn ra các điểm để truy vết sẽ bao gồm cả những vật tĩnh không có chuyển động, nhưng điểm này sẽ được lọc trong phần tiếp theo; để truy vết những phương tiện mới vào khung hình, các điểm mới sẽ được cập nhật trong khoảng n khung hình; trước khi chọn ra các điểm mới, với các điểm đang theo dõi sẽ được đánh dấu quanh điểm đó với bán kính r để việc chọn ra các điểm mới không trùng với điểm cũ; thời gian cập nhật các điểm mới có thể phụ thuộc tùy theo số khung hình xử lý được trong một giây fps (frame per second) của camera để việc cập nhật phù hợp hơn;

tiếp theo là việc truy vết những điểm đã được chọn bằng thuật toán lucas-kanade; để đảm bảo tính chính xác và hạn chế sai sót một số phương pháp sau đã được áp dụng:

truy vết ngược để đảm bảo tính chính xác của quỹ đạo;

tính khoảng cách euclid và góc với quỹ đạo hiện tại, loại bỏ các quỹ đạo bất thường như quỹ đạo có khoảng cách giữa các điểm thuộc quỹ đạo tăng giảm đột ngột, dịch chuyển quá xa, quỹ đạo có tổng chiều dài quá ngắn tính đến lúc mất truy vết do giải thuật, quỹ đạo có hình dạng quá dích dắc, có góc bất kỳ tạo bởi ba điểm liên tiếp thuộc quỹ đạo nhỏ hơn ngưỡng cho phép, mặc định lấy ngưỡng 90 độ;

với những quỹ đạo chạm rìa khung hình (1%) thì việc truy vết sẽ được dừng lại để

tiết kiệm chi phí tính toán;

sau đó các quỹ đạo sẽ được chọn lọc ra với khoảng cách euclid $> D1$ và tổng độ dài quỹ đạo $> D2$; trong đó, $D1$ và $D2$ được xác định từ trước sử dụng phương pháp thống kê thực nghiệm;

bước 3: trích xuất đặc trưng quỹ đạo của đối tượng; toàn bộ các quỹ đạo đơn vị (được cấu trúc theo dạng mảng các điểm hai chiều là lịch sử di chuyển của một điểm đặc biệt) được đưa qua khối trích xuất đặc trưng quỹ đạo để tính ra các đặc trưng đại diện cho từng quỹ đạo đơn vị, gồm bộ phận mô tả hình dạng đối tượng (tám số thực), chiều hướng di chuyển của đối tượng (hai số thực), và vị trí của đối tượng trong ảnh (bốn số nguyên);

với các quỹ đạo T có cấu trúc:

$$T = \{(x_s, y_s), (x_{s+1}, y_{s+1}), \dots, (x_e, y_e)\}$$

với (x_j, y_j) là tọa độ của quỹ đạo tại khung hình j với s và e là khung hình bắt đầu và kết thúc; đặc trưng của quỹ đạo sẽ được tính như sau:

hình dạng: để thể hiện hình dạng của quỹ đạo chúng ta nội suy các tọa độ của quỹ đạo thành các hệ số đa thức bậc ba theo thời gian $t \in (1, s - e)$ công thức như sau:

$$x(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$$

$$y(t) = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3$$

đối với f_s , được xác định như sau:

$$f_s = [a_0, a_1, a_2, a_3, b_0, b_1, b_2, b_3]^T$$

chiều hướng: để thể hiện chiều hướng của quỹ đạo trong không gian ảnh; với góc C là góc tạo bởi trục x và véc-tơ $[(x_s, y_s), (x_e, y_e)]$, ta có:

$$f_o = [\cos(C), \sin(C)]^T$$

vị trí: biểu diễn vị trí của quỹ đạo đơn vị; được xác định như sau:

$$f_p = [(x_s, y_s), (x_e, y_e)]$$

bước 4: gom nhóm các đặc trưng quỹ đạo; dựa vào đặc trưng đại diện, các quỹ đạo đơn vị sẽ được gom cụm bằng giải thuật DBSCAN; trong đó, các tham số quan trọng trong giải thuật như hệ số ngưỡng khoảng cách (epsilon), số điểm tối thiểu (minimal samples) và cách thức tính khoảng cách được định nghĩa từ trước tùy vào tình huống di chuyển thuộc kiểu nào (giao lộ phức tạp, giao lộ đơn giản, vòng xoay, đường phân làn) để trích xuất ra được luồng chính tiềm năng; thông thường lựa chọn hệ số ngưỡng khoảng cách là 0,5, số

điểm tối thiểu là 5, cách thức tính khoảng cách sử dụng khoảng cách Eeuclidean;

giải thuật gom cụm DBSCAN được sử dụng, nhằm liên kết các quỹ đạo gần giống nhau về cùng một luồng chính, mặc định sẽ định nghĩa độ giống nhau giữa hai quỹ đạo là khoảng cách euclid của hai bộ đặc trưng của hai quỹ đạo đó;

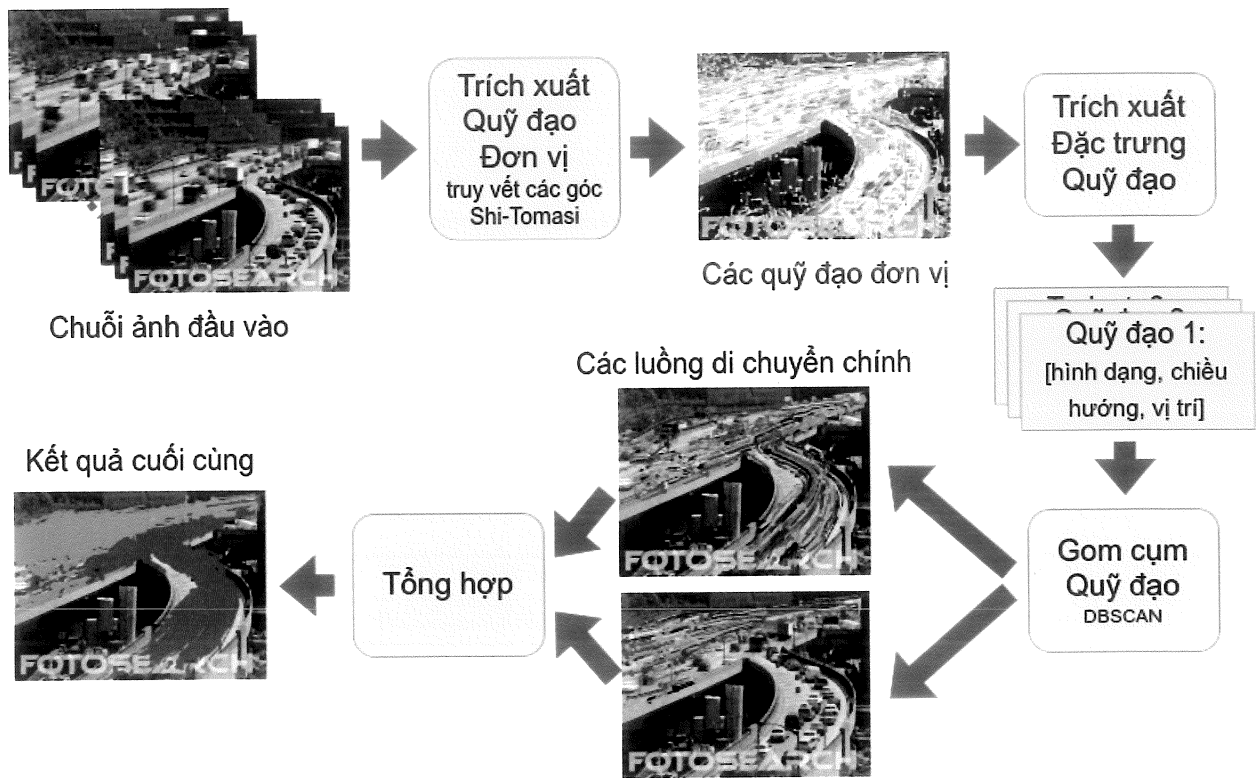
qua quá trình thu thập, đánh giá dữ liệu, nhóm tác giả đã phân ra bốn tình huống chính để áp thông số DBSCAN phù hợp, gồm đường phân làn, giao lộ đơn giản, giao lộ phức tạp và vòng xoay (các véc-tơ đặc trưng đã được chuẩn hóa trước khi đưa vào bộ DBSCAN) cũng như quyết định có dùng đặc trưng vị trí hay không, nhằm gom cụm các quỹ đạo đơn vị được hiệu quả và bao quát nhất;

bước 5: trích xuất ra các luồng chính, tiêu biểu trong các nhóm khác nhau; các luồng chính tiềm năng này được đưa vào khối tổng hợp; khối này mang tính chất hậu xử lý, loại bỏ các luồng chính không đáng kể, chỉ giữ lại luồng chính nhất, tiêu biểu nhất cho tình huống di chuyển cần phân tích, ngoài ra còn tổng hợp kết quả để biểu diễn và đo đạc các thông số đánh giá định lượng; phương pháp loại bỏ các luồng chính không đáng kể được thực hiện như sau:

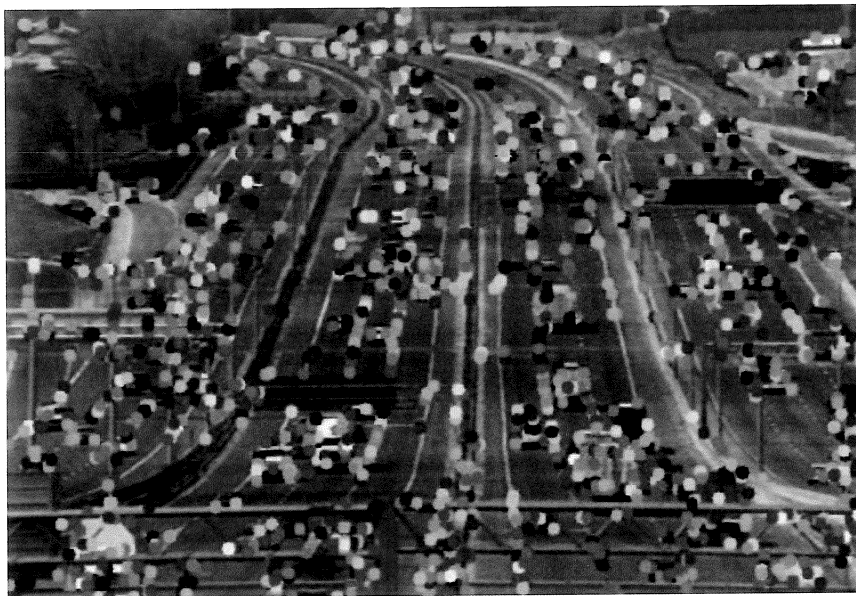
sắp xếp các luồng chính theo thứ tự tổng số quỹ đạo đơn vị giảm dần;

xét dần các luồng từ trên xuống dưới, nếu luồng đó có tổng số quỹ đạo đơn vị nhỏ hơn 10 lần luồng trước đó, thì loại bỏ luồng đó và các luồng bên dưới;

xem xét nếu tổng số luồng chính lọc được quá nhiều thì chỉ giữ lại N luồng ở trên nhất (có thể bỏ qua bước này với các trường hợp đơn giản, không có đan xen, chồng lấn luồng).



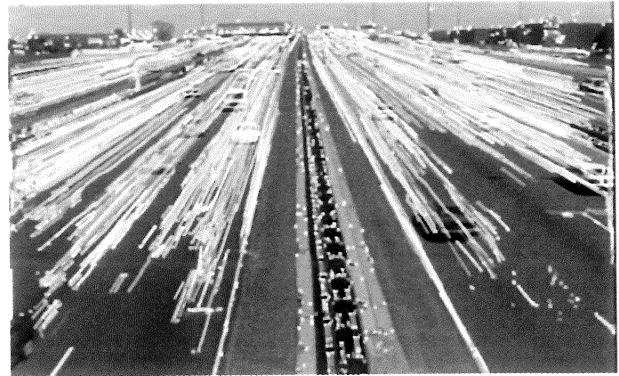
Hình 1



Hình 2



(a)



(b)

Hình 3



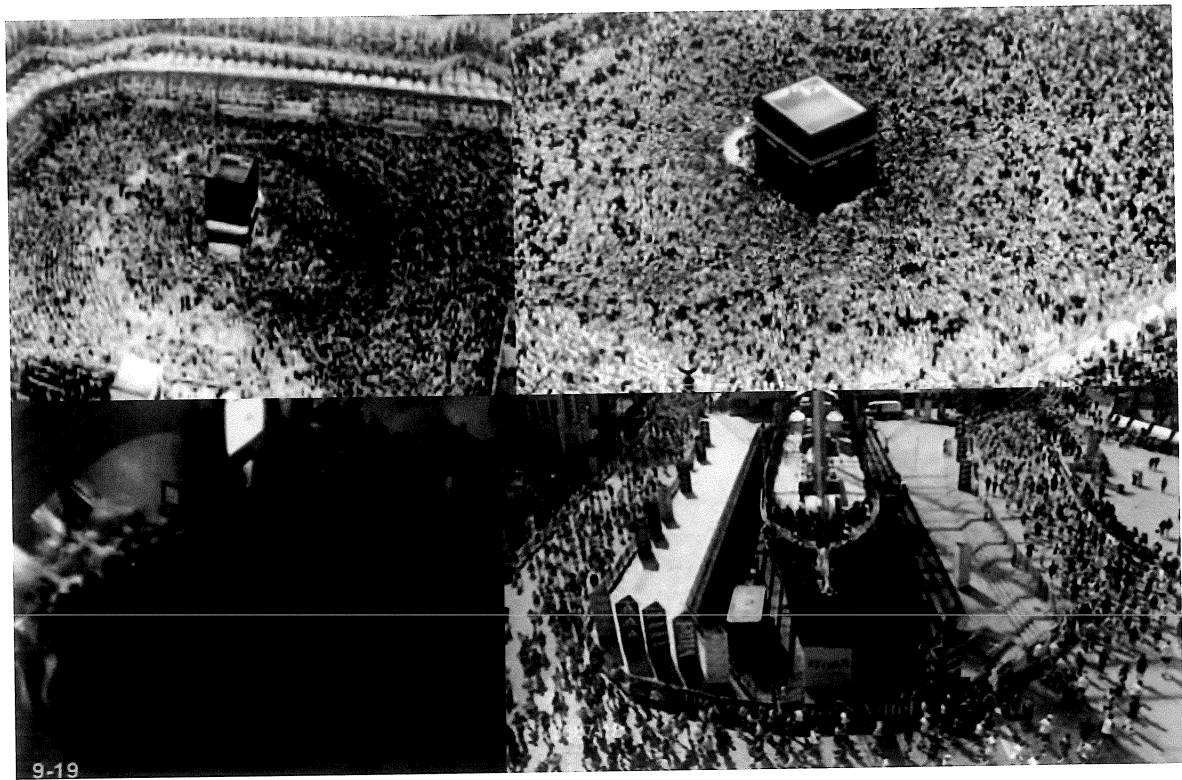
Hình 4



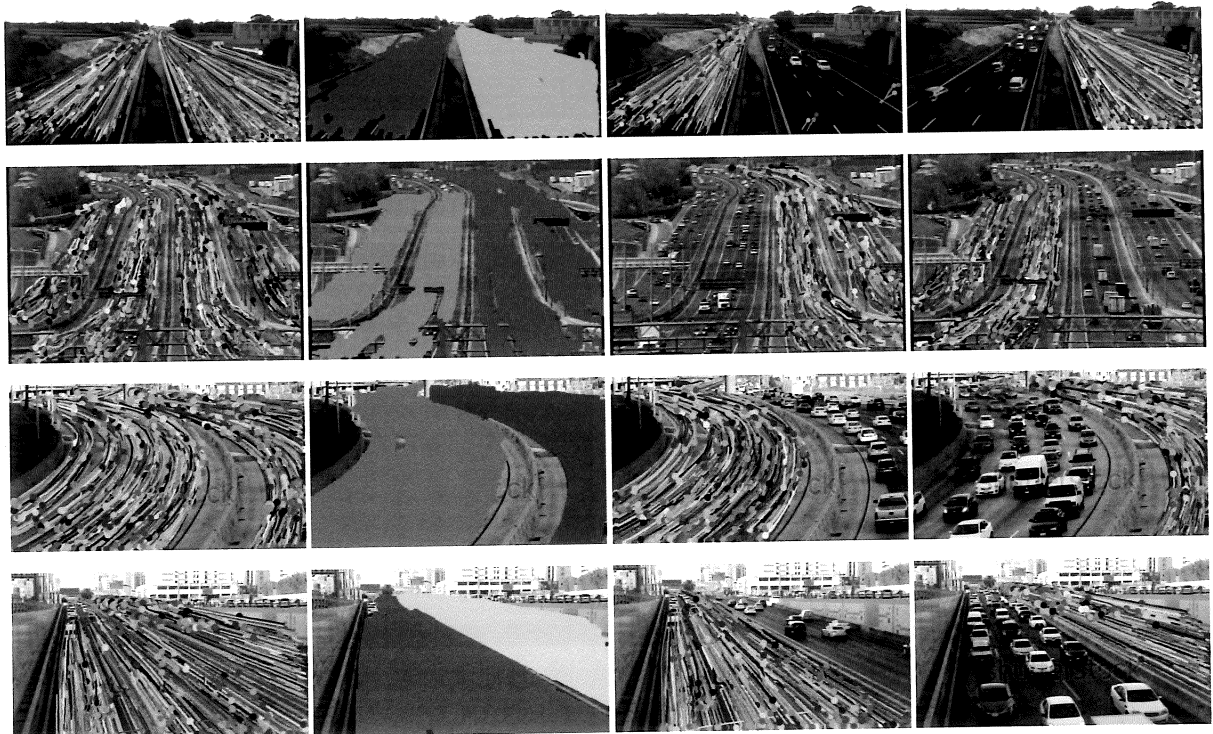
Hình 5



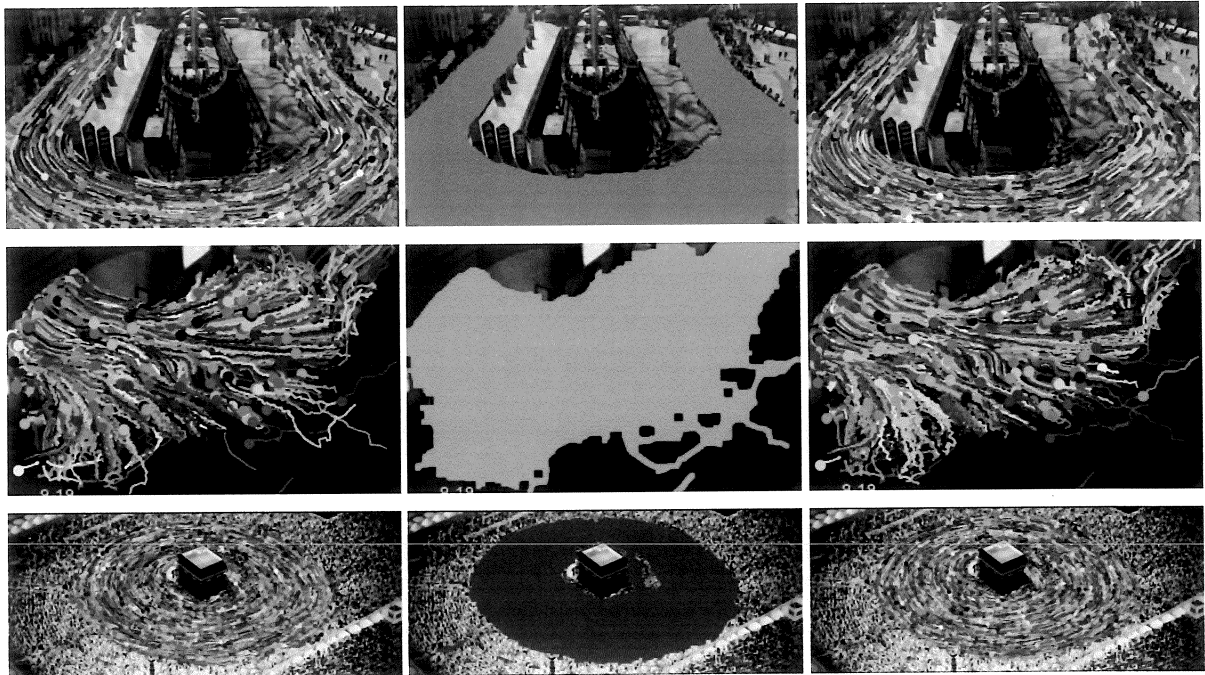
Hình 6



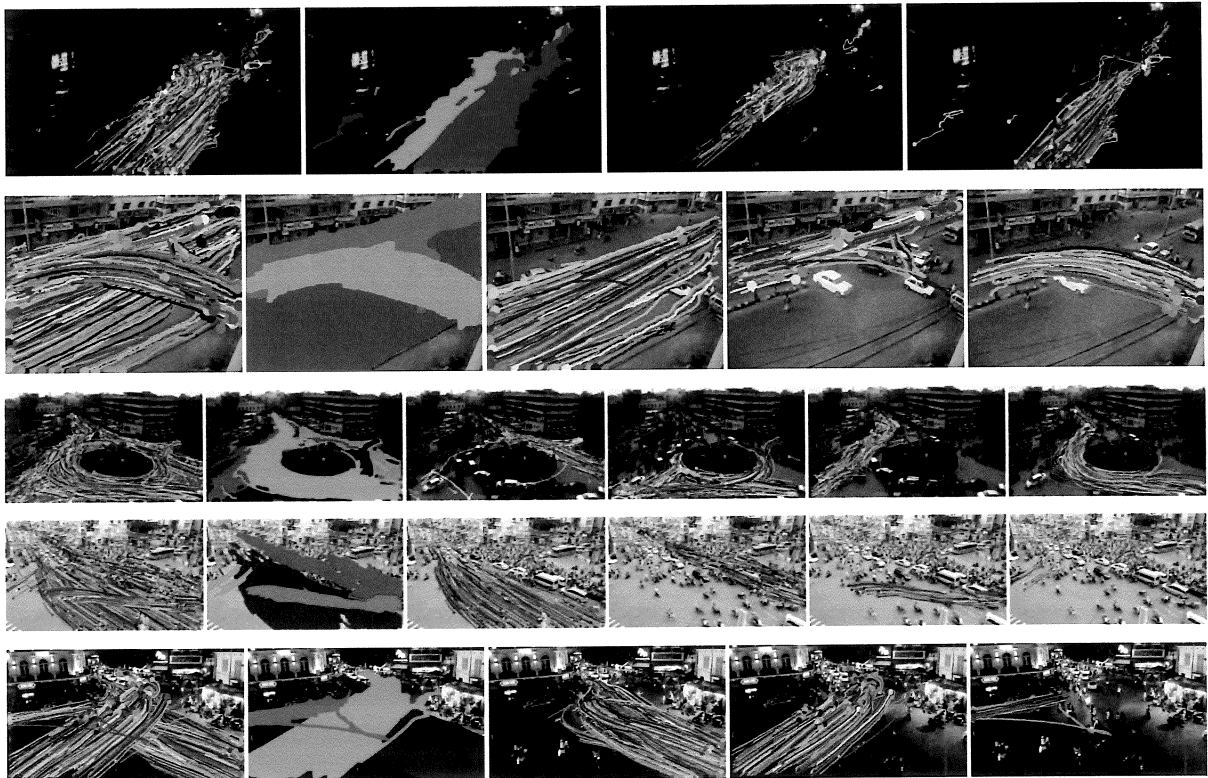
Hình 7

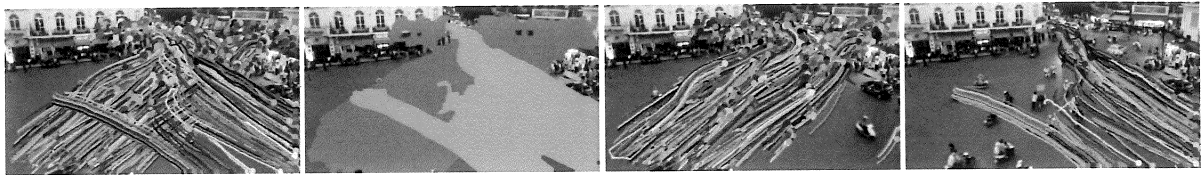


Hình 8

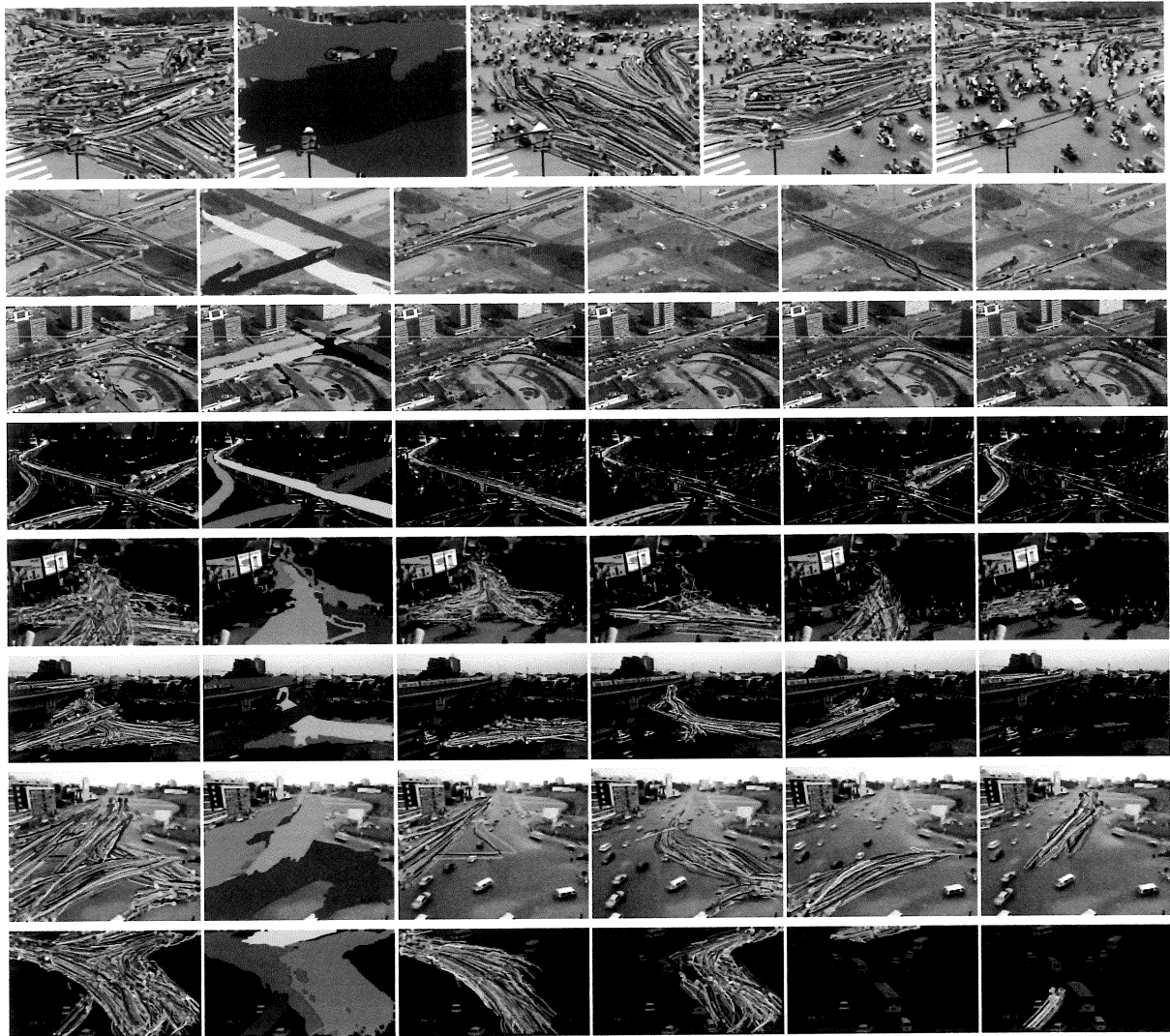


Hình 9





Hình 10



Hình 11