

Tìm hiểu thuật toán loại trừ nền và đếm đối tượng

Nguyễn Thị Mỹ Hạnh^{a*}

^a Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Ngoại ngữ - Tin học Thành phố Hồ Chí Minh

* Tác giả liên hệ: Email: hanh.ntm@hufit.edu.vn | Điện thoại: 0977.314.645

Tóm tắt

Ở những nơi công cộng như thư viện, bệnh viện, trường học, ... Ứng dụng trong trường hợp Quản lý khu vực muốn biết được lưu lượng người ra vào khu vực kiểm soát, muốn biết hiện tại trong khu vực hiện tại có bao nhiêu người, và đã có bao nhiêu lượt người ra khu vực kiểm soát. Đó là lý do mạnh mẽ tác giả muốn tìm hiểu và thực nghiệm hệ thống. Để giám sát luồng người ra vào, để trở thành là hệ thống rất hữu ích đối với lĩnh vực an ninh, ... Việc sử dụng camera để theo vết và đếm lượng người vẫn còn đang được quan tâm rất lớn đối với công nghệ máy tính và giải thuật xử lý ảnh.

Từ khoá: *counting system; motion detection; motion detection and counting.*

1. GIỚI THIỆU

Ước lượng mật độ lượng người di chuyển trong thời gian thực là thông tin dữ liệu rất hữu ích trong các ứng dụng an ninh hoặc các nhà quản lý muốn biết được thông tin lưu lượng người ở trạm xe hoặc ước lượng mật độ người trong các tour du lịch, trường học, bệnh viện. Việc sử dụng camera theo vết và đếm số lượng người càng chính xác khi chất lượng thiết bị camera tốt cùng với sự kết hợp giữa thuật toán xử lý và thiết bị công nghệ máy tính.

Hiện tại, nhiều nghiên cứu đã được xuất bản nhằm giải quyết vấn đề đếm số lượng người thông qua camera ghi hình. Nhiệm vụ này không đơn giản, còn nhiều vấn đề khó giải quyết với chi phí rất cao và môi trường thử nghiệm quá đông người hệ thống bị quá tải. Mục đích của đề tài này là xây dựng prototype với giá rẻ mà có thể đếm số lượng người một cách chính xác và có thể thương mại hóa.

2. Các nghiên cứu liên quan

Trong lĩnh vực thị giác máy tính nói chung, thuật toán đếm lượng người trong khung nhìn bằng cách tách người ra khỏi nền. Để thực hiện điều này hiện nay đã có rất nhiều nhà nghiên cứu phát minh và thực hiện trên nhiều phương pháp khác nhau:

Terada và cộng sự đã tạo ra một hệ thống có thể phát hiện người di chuyển và đếm được số lượng người đi qua một đường line ảo vào năm 1999 [1].

Beymer và Konolige cũng sử dụng thị giác stereo để theo vết sự di chuyển của người. Nhóm tác giả dựa vào theo vết để phát hiện người nhưng hệ thống bị tắc nghẽn, nhiều điểm không phải đối tượng được theo vết. Nhóm tác giả cải thiện độ phân giải bằng cách sử dụng 2 camera [2].

Hashimoto và cộng sự đã giải quyết vấn đề của việc đếm số lượng người bằng cách sử dụng hệ thống hình ảnh đặc biệt được thiết kế bởi nhóm tác giả. Hệ thống sử dụng loại trừ ảnh nền để tạo vùng ảnh để đếm số lượng người, tỉ lệ chính xác 95%. Nhưng hệ thống chỉ hoạt động chính xác trong khoảng cách dưới 10cm giữa các cá thể. Vì vậy hệ thống gặp khó khăn khi thí nghiệm trong siêu thị, do lượng người đi gần nhau và quá đông không thể đếm chính xác người ra – vào vùng kiểm soát [3].

Tesei và cộng sự sử dụng kỹ thuật phân mảnh hình ảnh và bộ nhớ để theo vết và xử lý các vấn đề mà các nhà nghiên cứu đang gặp. Để làm nổi bật vùng chứa đối tượng, hệ thống sử dụng loại trừ ảnh nền: bằng cách trừ đi vùng nền từ khung hình hiện tại và sau đó tính ngưỡng của khung ảnh. Sử dụng các đặc trưng như là vùng điểm ảnh chứa đối tượng với độ cao, rộng, khung bao quanh đối tượng, tính chu vi khung, bằng cách tăng độ xám được gọi là BLOB. Bộ nhớ sẽ lưu các đặc trưng, thuật toán có thể trộn và tách các đốm màu (blob) để tránh sự tắc nghẽn [4].

Shio và Sklansky đã cải tiến thuật toán phân mảnh nền bằng cách mô phỏng thị giác của người, đặc biệt là hiệu ứng nhóm thị giác. Đầu tiên, giải thuật tính toán ước lượng sự di chuyển từ nhiều khung ảnh (frame) liên tục nhau và sử dụng dữ liệu này để giúp cho thuật toán trừ khung nền phức tạp và xác định đường biên giữa các cá thể gần nhau để tách các đối tượng gần nhau [5].

Schofield và cộng sự đã sử dụng một phương pháp khác để tách nền bằng mạng nowrron và sử dụng thuật toán tùy chỉnh khoảng cách một cách tự động để giải quyết vấn đề tắc nghẽn. Nhưng do điều chỉnh tốc độ mạng nowrron mà thuật toán chỉ đếm được số lượng người trong một vài trường hợp [6].

Sexton và cộng sự sử dụng thuật toán phân mảnh đơn giản. Nhóm tác giả kiểm tra hệ thống ở trạm tàu xe Parisian và nhận về tỉ lệ sai từ 1%-20%. Hệ thống của họ sử dụng loại trừ nền để làm nổi bật người trong khung hình. Hình ảnh nền được cập nhật liên tục để cải thiện sự phân mảnh và giảm hiệu ứng ánh sáng môi trường xung quanh. Giải thuật theo vết được thực hiện từ frame đến frame và gán nhãn kết quả cho frame hiện tại và xác định tâm của frame tiếp theo [7].

Segen và Pingali đã tập trung vào việc xử lý ảnh sau sự phân mảnh. Giải thuật loại trừ nền chuẩn được sử dụng để xác định và vùng khác nhau. Sau đó, trong mỗi vùng này thuật toán định nghĩa và theo vết các đặc trưng giữa các frame. Tất cả đường dẫn của đặc trưng được lưu trữ lại và thể hiện sự hành động của con người trong quá trình xử lý. Tiếp theo, bằng việc sử dụng các đường dẫn (path) này, thuật toán có thể dễ dàng xác định có bao nhiêu người đi qua đường biên ảo và hướng. Hệ thống này không xử lý vấn đề nghẽn và có thể làm giảm hiệu suất nếu nhiều người trong khung hình [8].

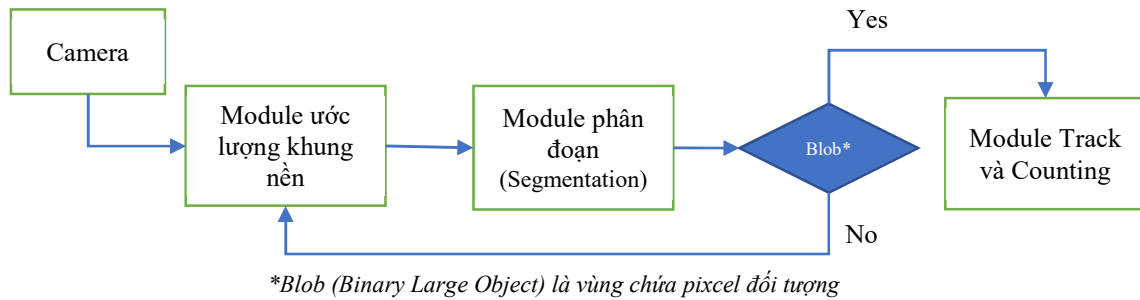
Haritaoglu và Flickner đã tìm ra một giải pháp để giải quyết vấn đề của theo vết trong thời gian thực bằng cách chọn sử dụng loại trừ nền dựa vào màu sắc và cường độ giá trị pixel. Những thông số này sẽ giúp việc phân loại tất cả các pixel trong hình. Ban phân loại được sử dụng: tiền cảnh, nền và bóng (shadow). Sau đó những pixel này được phân loại thành các vùng khác nhau, tiếp tục được phân mảnh thành cá nhân người bằng việc sử dụng 2 ràng buộc chuyển động khác nhau trong temporal và global để theo vết cá nhân và sử dụng mật độ màu và cạnh biên [9].

Gary Conrad và Richard Johnsonbaugh đã có thể đếm được số lượng người bằng sử dụng Camera đặt trên cao. Để tránh vấn đề ánh sáng, họ sử dụng các frame liên tục khác nhau thay vì loại trừ khung nền. Để hạn chế tính toán, giải thuật của họ sẽ giảm không gian chỉ trong vùng nhỏ vuông góc với luồng di chuyển các đối tượng. Thuật toán của nhóm tác

giả đã xác định được số lượng người trong khung hình và hướng bằng cách sử dụng trọng tâm của mỗi ảnh. Kết quả độ chính xác đạt được là 95.6% trên 7491 người [10].

2.1. Phân tích thuật toán

Trong phần nội dung này, tác giả thực hiện tìm hiểu các giải thuật khác nhau để đếm số lượng người trong khung hình. Dưới đây là lưu đồ thuật toán được tác giả tìm hiểu và nghiên cứu trong bài báo nghiên cứu này:



Hình 1. Lưu đồ thuật toán phát hiện và đếm lưu lượng người trong khung hình

Camera được đặt trên cao cách mặt đất khoảng 3m tại khu vực cần giám sát. Đầu tiên hệ thống sẽ học nền giai đoạn này rất quan trọng giúp cho việc phát hiện sự di chuyển của đối tượng tỉ lệ chính xác cao hay thấp. Tiếp theo, khi có sự thay đổi khung nền tức là có sự xuất hiện của sự chuyển động module phân đoạn sẽ chuyển ảnh màu thành ảnh nhị phân. Vùng chứa đối tượng di chuyển là bit 1, vùng nền là bit 0. Thuật toán sẽ theo vết vùng pixel 1 và tăng biến đếm khi đối tượng đi qua đường biên ảo.

2.1.1. Module ước lượng trọng số nền

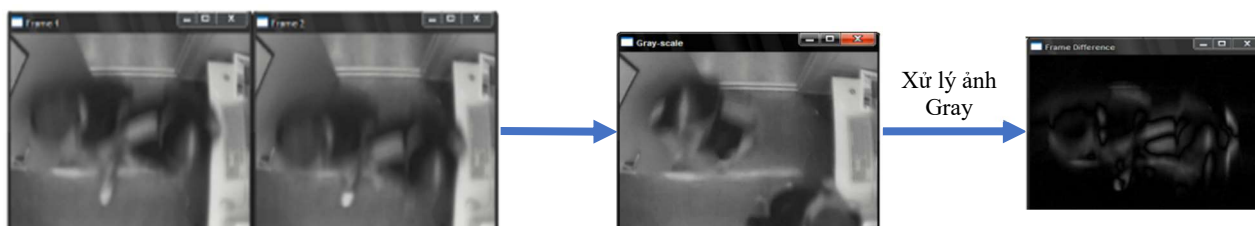
Chất lượng hình ảnh của thiết bị rất quan trọng giúp cho việc xử lý ảnh và hiệu suất phát hiện đối tượng chính xác hơn. Kích thước ảnh đầu vào của Camera là 320x240 pixels. Tiếp theo, chuyển sang hình xám. Việc chuyển qua ảnh xám giúp cho tính giá trị trung bình mỗi pixel dễ dàng hơn.



Hình 2. Xử lý ảnh ban đầu sang dạng gray

Module tách nền là bước rất quan trọng, vì phải thực hiện căng bằng giữa các pixel với nhau giữa hai frames liên tục nhau. Kết quả của phép tính này là một hình mới thể hiện tất cả sự khác nhau giữa hai frames. Sự khác nhau giữa các hình thể hiện có sự di chuyển của đối tượng trong khung hình. Tuy nhiên, những yếu tố môi trường độ chiếu sáng, chất

lượng thiết bị sẽ cho ra kết quả không chính xác, bị nhiễu pixel. Vì thế việc tính toán giá trị ngưỡng để xác định sự duy chuyển đúng trong khung nhìn là bước tính toán cốt lõi trong thuật toán tách nền.



Hình 3. Chuyển hình sang ảnh nhị phân thực hiện tính giá trị ngưỡng

Trong quá trình tìm hiểu các nghiên cứu của những nhà nghiên cứu trước đó, có 2 cách để tính giá trị ngưỡng trong ảnh xám để tìm sự chuyển động của đối tượng người trong khung hình:

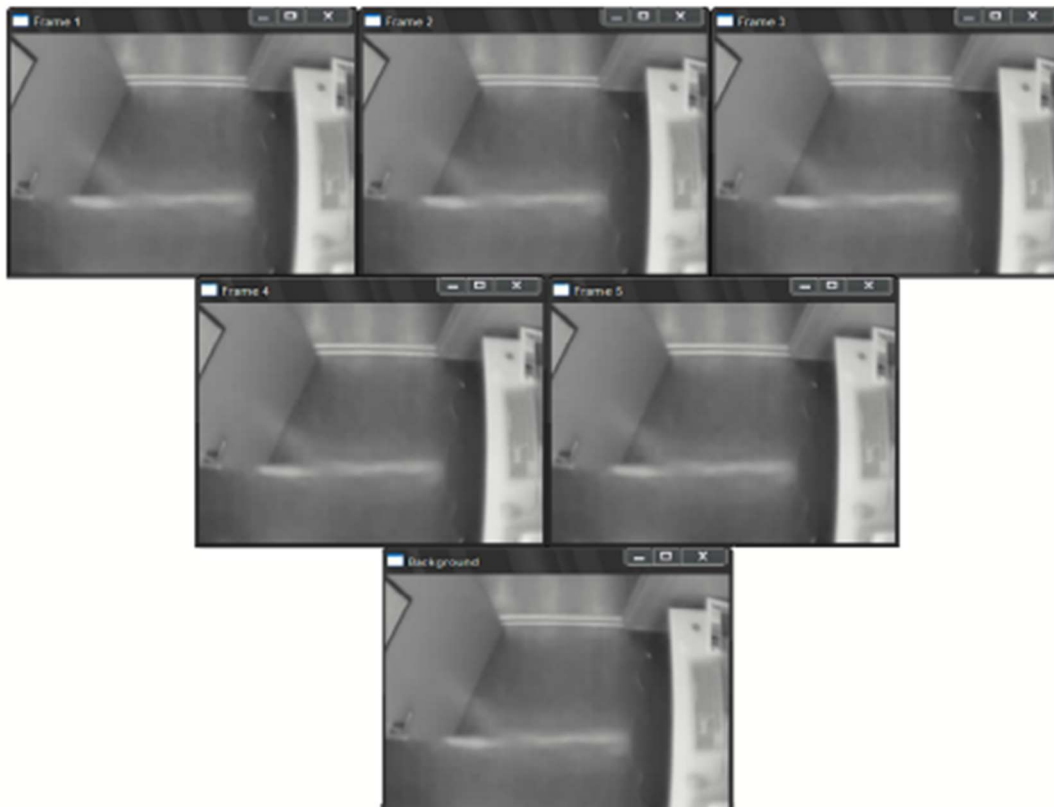
Thứ nhất là tìm giá trị ngưỡng giữa sự khác nhau giữa mỗi pixel, những giá trị khác biệt nhỏ hơn giá trị ngưỡng khởi tạo thì được coi là giá trị pixel rỗng hay pixel đen hay pixel thuộc nền. Trong trường hợp thu được giá trị trong hình lớn hơn giá trị ngưỡng khởi tạo ban đầu thì chúng tỏ có sự di chuyển trong khung hình của Camera.

Thứ hai là tính giá trị ngưỡng cho toàn bộ hình trong khung hình hiện tại, nếu tổng các pixel nhỏ hơn ngưỡng khởi tạo thì đó là giá trị rỗng hoặc nền. Nhưng phương pháp này có khó khăn là việc tìm giá trị ngưỡng vì còn dựa vào độ phân giải của hình (hay còn gọi là số lượng pixel trong hình).

Trước khi hệ thống xác định vị trí của con người trong khung hình Camera nó phải học ảnh nền để phát hiện có sự di chuyển. Giải thuật ước lượng nền tạo ảnh tham chiếu đại diện cho phần nền của khung hình. Hình nền là nền tảng để phát hiện sự di chuyển của đối tượng và theo vết đối tượng, và sẽ được dùng để tách nền với đối tượng. Để tránh tối đa bị nhiễu pixel, bộ lọc trung vị được áp dụng giữa năm khung hình liên tiếp để có được ước tính tốt về mô hình. Đối với mỗi pixel, bộ lọc trung vị lấy giá trị của chúng trong năm khung hình, sau đó sắp xếp các giá trị này và lấy giá trị trung vị. Quá trình này được lặp lại cho mỗi pixel và sau đó sẽ tạo ra một hình ảnh nền mới.

Ước tính nền phải động, có nghĩa là hình nền phải được cập nhật. Điều này rất quan trọng để tạo một thuật toán đếm số người chính xác và nhanh. Ví dụ như, nếu hệ thống đếm số người được đặt tại cổng ra vào tòa nhà, hệ thống hoạt động cả ngày dài có thể sẽ chậm hoặc thuật toán bị lệch nền. Trong thực tế, hệ thống hoạt động trong suốt một ngày, cường độ sáng mặt trời thay đổi, hoặc có thể là một vài đối tượng bị xóa hoặc bị thêm vào khung hình đang hoạt động. Vì vậy, nếu ước tính nền không được tính toán lại thì thuật toán sẽ luôn phát hiện các biến thể hoặc sai đối tượng đang di chuyển trong khung hình.

Nhưng trước khi khởi chạy ước tính nền, thuật toán phải chắc chắn không có chuyển động trong vùng Camera trong thời điểm ước tính nền. Nếu không có sự di chuyển, hình ảnh tham chiếu nền sẽ được cập nhật trong khi nếu có chuyển động thì hình nền sẽ không được cập nhật và sẽ cố gắng cập nhật trong lần ước tính nền tiếp theo.



Hình 4. Khung hình nền được hệ thống học

Ví dụ như, hình ảnh tỷ lệ xám ở định dạng 3x3 pixels. Dưới đây là năm ma trận đại diện cho 5 khung hình liên tiếp:

$$\text{Fram1} = \begin{pmatrix} 25 & 53 & 22 \\ 2 & 11 & 88 \\ 33 & 255 & 65 \end{pmatrix}$$

$$\text{Fram2} = \begin{pmatrix} 28 & 55 & 18 \\ 5 & 20 & 98 \\ 31 & 248 & 70 \end{pmatrix}$$

$$\text{Fram3} = \begin{pmatrix} 21 & 50 & 10 \\ 0 & 25 & 77 \\ 39 & 250 & 45 \end{pmatrix}$$

$$\text{Fram4} = \begin{pmatrix} 10 & 42 & 38 \\ 20 & 30 & 79 \\ 45 & 250 & 45 \end{pmatrix}$$

$$\text{Fram5} = \begin{pmatrix} 25 & 54 & 22 \\ 2 & 11 & 89 \\ 33 & 255 & 65 \end{pmatrix}$$

(1)

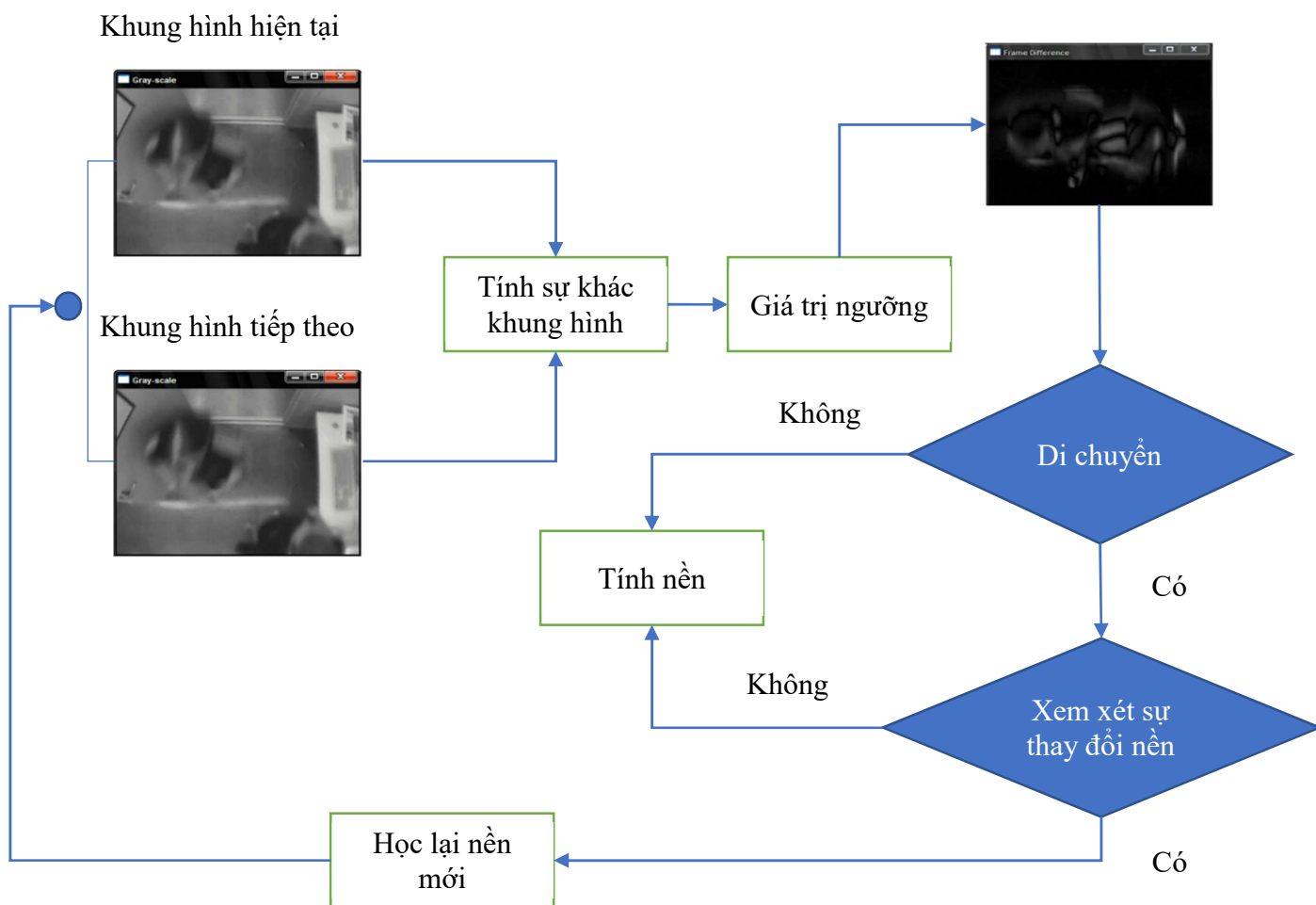
Tiếp theo (1) từ ma trận ảnh gray, sắp xếp giá trị của 5 frames cho mỗi Pixel thành 9 vector với tọa độ như sau:

$$\begin{aligned}
 P_{11} &= \begin{pmatrix} 10 \\ 21 \\ \rightarrow 25 \\ 25 \\ 28 \end{pmatrix} & P_{12} &= \begin{pmatrix} 42 \\ 50 \\ \rightarrow 53 \\ 54 \\ 55 \end{pmatrix} & P_{13} &= \begin{pmatrix} 10 \\ 18 \\ \rightarrow 22 \\ 22 \\ 38 \end{pmatrix} \\
 P_{21} &= \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ \rightarrow 2 \\ 5 \\ 20 \end{pmatrix} & P_{22} &= \begin{pmatrix} 11 \\ 11 \\ \rightarrow 20 \\ 25 \\ 30 \end{pmatrix} & P_{23} &= \begin{pmatrix} 77 \\ 79 \\ \rightarrow 88 \\ 89 \\ 98 \end{pmatrix} \\
 P_{31} &= \begin{pmatrix} 31 \\ 33 \\ \rightarrow 33 \\ 39 \\ 45 \end{pmatrix} & P_{32} &= \begin{pmatrix} 248 \\ 250 \\ \rightarrow 250 \\ 255 \\ 255 \end{pmatrix} & P_{33} &= \begin{pmatrix} 45 \\ 45 \\ \rightarrow 65 \\ 65 \\ 70 \end{pmatrix}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Từ (2) hình nền được nén bởi giá trị trung vị của mỗi vector P_{ii}

$$\text{Background} = \begin{pmatrix} 25 & 53 & 22 \\ 2 & 20 & 88 \\ 33 & 250 & 65 \end{pmatrix} \tag{3}$$

Module ước lượng hình nền:



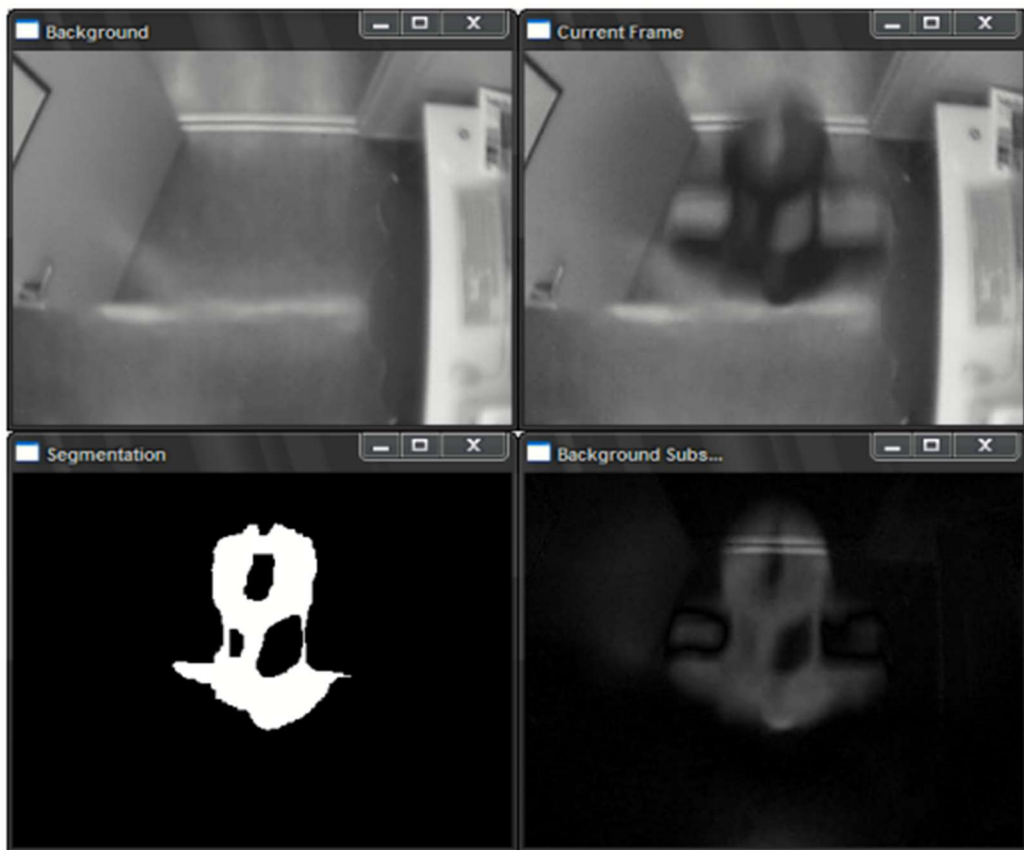
Hình 5. Mô hình ước tính nền

2.1.2. Module phân đoạn

Khi ước tính nền hoàn thành, thuật toán tách đối tượng và khung nền được sử dụng. Tiến trình này dùng để tách tiền cảnh và nền, tiền cảnh thể hiện sự thay đổi lớn giữa khung nền hiện tại và hình ảnh của Camera. Thuật toán này gần giống với thuật toán tìm khung hình khác nhau nhưng thật ra là không giống. Nó rất khó để tách tiền cảnh và nền của hình bằng việc sử dụng tiến trình tìm sự khác nhau giữa hai khung hình bởi vì nó chỉ làm nổi bật các cạnh của các đối tượng ở tiền cảnh nên việc phân tích khó hơn nhiều cho các giai đoạn sau. Và một lý do khác là không sử dụng khung hình trong giải thuật tìm sự khác nhau đó là tổng các vật thể đứng yên để phát hiện đối tượng trong tiền cảnh là không hiệu quả. Do đó, hệ thống đếm người sử dụng bước trừ nền để phát hiện các đối tượng của tiền cảnh và khung hình chênh lệch để phát hiện chuyển động.

Bước đầu tiên của giải thuật này là tạo ảnh mờ trừ nền là kết quả từ sự khác biệt tuyệt đối giữa nền hiện tại và khung nhìn hiện tại. Hình ảnh trừ nền là một hình xám nó phải được chuyển thành ảnh nhị phân để tạo ảnh được phân mảnh. Để chuyển ảnh xám có trị giá trong khoảng 255 trong một hình nhị phân chỉ có giá trị 0 hoặc 1 thì cần phải có giá trị ngưỡng. Tất cả các giá trị pixel nhỏ hơn giá trị ngưỡng thì được hiển thị như là nền và có giá trị là 0. Điều này sẽ loại bỏ nhiều pixel nhiễu, các giá trị này sẽ bị loại bỏ vì hầu hết các giá trị này được tạo ra do bóng của đối tượng di chuyển trong khung hình. Trong thực tế,

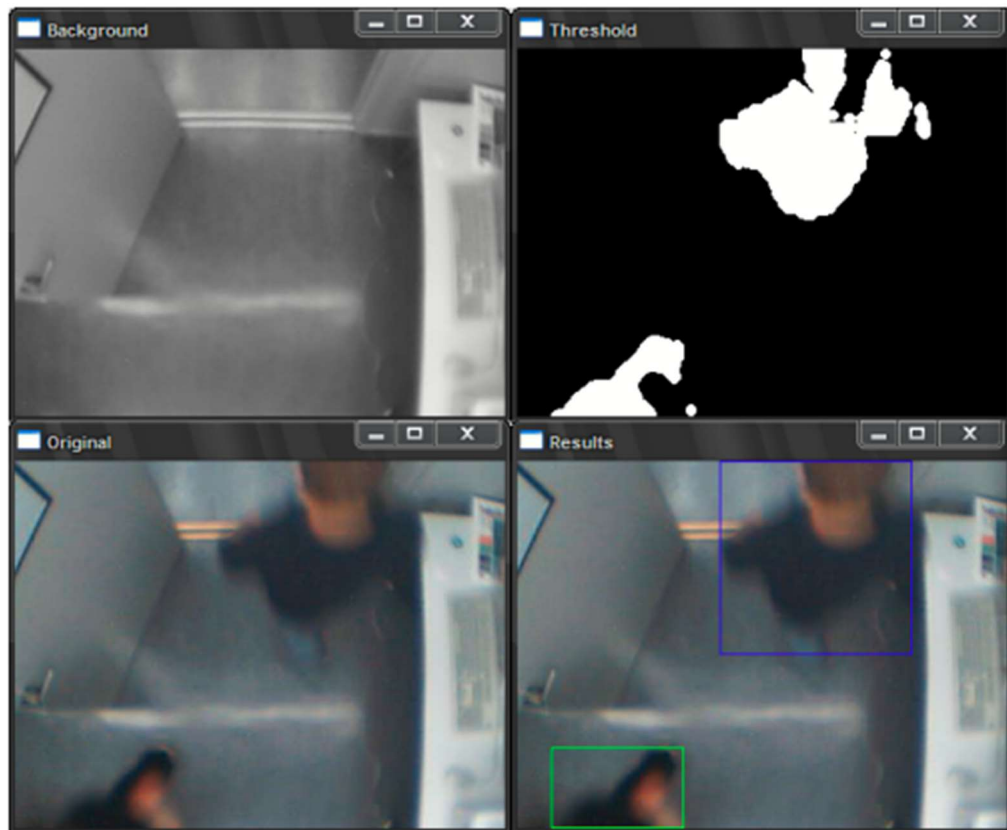
trong ảnh xám, bóng của đối tượng không thay đổi nhiều đặc trưng màu của pixel. Vì vậy bóng được loại trừ.



Hình 6. Trừ nền và phân mảnh

Nhưng giá trị ngưỡng này sẽ không loại bỏ tất cả các giá trị pixel sai. Vì thế bước thứ hai trong thuật toán này là tạo ra một hình thái mở trong ảnh nhị phân đây là một trong những phân đoạn của thuật toán. Sự thú vị của hoạt động hình thái học này là nó có thể loại bỏ các vật thể nhỏ tạo ra nhiễu. Mở đầu cho hình thái học là sự tạo ra bởi 2 phần tử cơ bản trong lĩnh vực hình thái học toán học cùng với cấu trúc phần tử giống nhau (Erosion và Dilatation). Đầu tiên là tạo ra một sự xói mòn (erosion) và sau đó là sự giãn nở (dilatation) với phần tử cấu trúc giống nhau cơ thể được thực hiện bởi một định danh. Nhưng trường hợp này thì không phải vậy, sự xói mòn (erosion) có khả năng xóa một số vật thể nhỏ, vì vậy việc giãn nở sau đó sẽ không làm cho các vật thể này xuất hiện trở lại, do đó kết quả hình thái mở trên hình ảnh nhị phân không hoàn toàn giống với hình ảnh gốc.

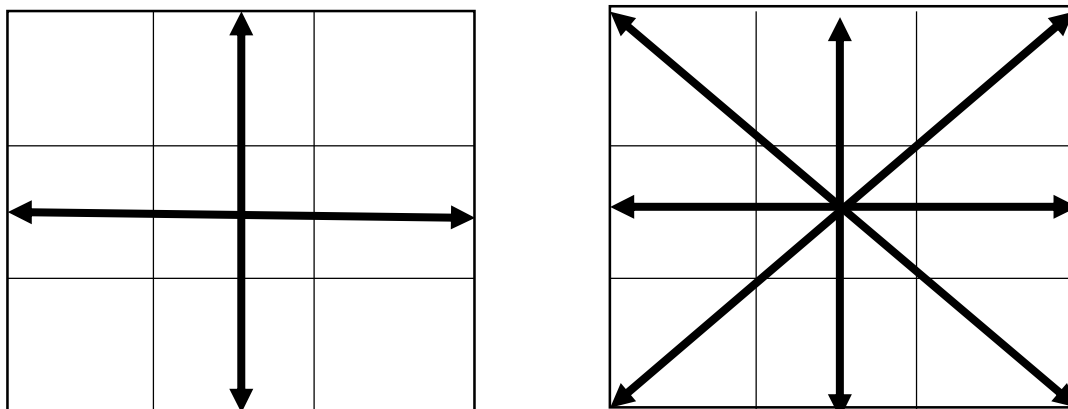
2.1.3. Theo vết



Hình 7. Theo vết và phân tích điểm ảnh nhị phân của đối tượng

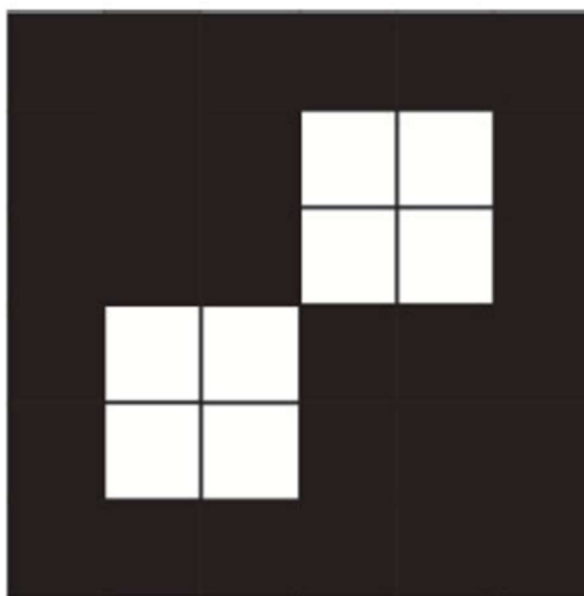
Khi quá trình phân đoạn được thực hiện, một quá trình xử lý ảnh khác phải được khởi chạy trong ảnh nhị phân. Trong thực tế, để theo dõi các đối tượng, bước đầu tiên cần làm là xác định tất cả các đối tượng trong khung hình và tính toán tất cả các đặc điểm của chúng. Quá trình này được gọi là “phân tích điểm ảnh của đối tượng”.

Nó bao gồm phân tích hình ảnh nhị phân, tìm tất cả các đốm màu hiện có và tính toán số liệu thống kê cho từng đốm màu. Thông thường, các đặc điểm của đốm màu thường được tính là diện tích (hay số điểm ảnh tạo đốm màu), chu vi, vị trí và hình dạng đốm màu. Trong quá trình này, có thể lọc các đốm màu khác nhau theo tính năng của chúng. Ví dụ: nếu các đốm màu tìm kiếm phải có diện tích tối thiểu, một số đốm màu có thể bị loại bỏ bằng thuật toán này nếu chúng không thỏa điều kiện nhằm giảm hoạt động tính toán. Hai cách kết nối khác nhau có thể được xác định trong thuật toán phân tích đốm màu tùy thuộc vào ứng dụng. Một trong những việc lấy các điểm ảnh liên kề dọc theo chiều dọc và chiều ngang làm điểm ảnh giao nhau và bao gồm các điểm ảnh theo đường chéo.



Hình 8. Hai luật của các điểm ảnh giao nhau

Thiết lập các quy tắc cho các điểm ảnh giao nhau thì rất quan trọng bởi vì kết quả của phân tích đốm màu có thể cho ra kết quả khác nhau. Ví dụ như hình 9, nhóm điểm ảnh sẽ được coi là một đốm màu nếu thuật toán sử dụng mạng có tám kết nối và hai đốm màu nếu nó sử dụng mạng tinh thể khác.



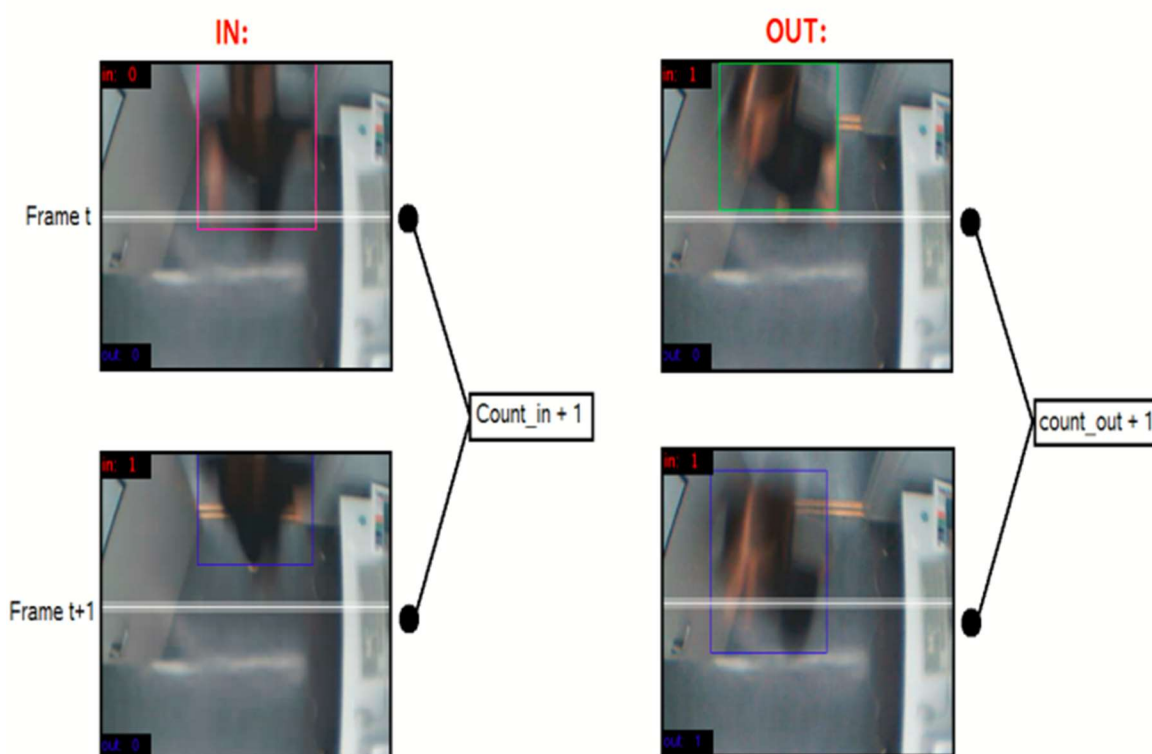
Hình 9. Sự quan trọng của việc sử dụng mạng tinh thể

Hiệu suất của thuật toán phân tích đốm màu dựa vào kết quả của sự phân đoạn ảnh. Với kết quả phân đoạn ảnh không tốt, sự phân tích đốm màu có thể phát hiện những đốm màu không phải sự di chuyển của đối tượng hoặc sự trộn các đốm màu khác nhau do điều kiện ánh sáng hoặc nhiễu của hình.

Trong khi hộp đường viền bao quanh đối tượng được tạo ra, tiến trình theo vết đặt một nhãn dán cho mỗi hình chữ nhật bao quanh đối tượng để hiển thị định danh hay số thứ tự cho mỗi đối tượng trong khung hình.

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Tiến trình đếm bao gồm việc xác định hướng của đám màu (blob) hay sự di chuyển của đối tượng trong khung hình xuyên qua đường ranh giới ảo để tăng biến đếm, là đường biên để phân ranh giới khu vực VÀO và khu vực RA. Để đếm số người, thuật toán chỉ cần xem xét vị trí của phân đoạn cuối của hộp giới hạn trong hai khung hình liên tiếp nhau (frame). Nếu trong khung hình thứ T, phân đoạn dưới đường ranh giới ảo và trong khung tiếp theo, đoạn tương tự ở trên thì thuật toán tăng giá trị biến đếm VÀO. Nhưng điều thực sự quan trọng là sử dụng phân đoạn dưới cùng của hộp giới hạn cho số RA nếu không sẽ bị lỗi biến đếm khi nhiều người cùng VÀO mà không đếm người RA.



Hình 10. Ví dụ đếm người VÀO-RA đường ranh giới ảo

4. KẾT LUẬN

Trong quá trình thực nghiệm, một số tình huống cho ra kết quả chưa tốt. Ví dụ như những người ở quá gần nhau thì thuật toán không thể tách các đám màu đó một cách chính xác. Cải tiến quan trọng đầu tiên là về phân đoạn. Để phân đoạn tốt hơn, nguyên mẫu phải sử dụng một máy quay hình chất lượng tốt và không tự động chỉnh độ sáng, sử dụng thông tin của bộ dò chuyển động để phát hiện và tạo ra hình bóng tốt hơn của các đối tượng và có thể sử dụng màu sắc phân tích để phân loại từng điểm ảnh nhằm loại bỏ bóng tối. Sau đó, phân đoạn theo vết có thể được cải thiện bằng cách ghi nhớ nhiều thông tin hơn về từng khung đếm màu để đóng khung như hộp giới hạn, vị trí của tâm, số điểm ảnh trong khu vực, giá trị trung bình của giá trị pixel xám. Như vậy, phân đoạn theo vết sẽ giải quyết tốt hơn các tình huống những người đi quá gần nhau và thực hiện tách các đám màu. Cuối cùng, định hướng tương lai là cải tiến phân đoạn đếm. Nếu chương trình phát hiện đối tượng chuyển động thì khởi chạy nhận dạng con người.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. Terada, D. Yoshida, S. Oe, and J. Yamaguchi, A method of counting the passing people by using the stereo images, International conference on image processing, 0-7803-5467-2,1999.
- [2] D. Beymer and K. Konolige, Real-time tracking of multiple people using stereo, ,1999.
- [3] Hashimoto, K. Morinaka, K. Yoshiike, N. Kawaguchi, C. Matsueda, S, People count system using multi-sensing application, 1997 International conference on solid state sensors and actuators, 0-7803-3829-4,1997.
- [4] A. Tesei, A. Teschioni, C.S. Regazzoni, G. Vernazza, \Long-Memory" matching of interacting complex objects from real image sequences, 1996 Conference on Time Varying Image Processing and Moving Objects Recognition, ,1996.
- [5] A. Shio and J. Sklansky, Segmentation of people in motion, 1991. Proceedings of the IEEE workshop on Visual Motion, 0-8186-2153-2,1991
- [6] A.J. Schofield, T.J. Stonham, and P.A, A RAM based neural network approach to people counting, Fifth International Conference on Image Processing and its Applications , 0-85296-642-3,1995.
- [7] G. Sexton, X. Zhang, D. Redpath, and D. Greaves, Advances in automated pedestrian counting, European Convention on Security and Detection , 0-85296-640-7,1995.
- [8] J. Segen and S.G. Pingali, A camera-based system for tracking people in real time, Proceedings of the 13th International Conference on Pattern Recognition, 0-8186-7282-X,1996.
- [9] I. Haritaoglu and M. Flickner, Detection and tracking of shopping groups in stores, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition , 0-7695-1272-0,2001.
- [10] Gary Conrad and Richard Johnsonbaugh, A real-time people counter, Proceedings of the 1994 ACM symposium on Applied computing, 0-89791-647-6 ,1994.
- [11] Nguyễn Văn A và Nguyễn Thị B, “Một số vấn đề cần nghiên cứu trong CNTT,” trong Hội nghị quốc gia lần thứ 1 về CNTT, NXB Khoa học và Công nghệ, tr. 10 – 15, tháng 03 năm 2018.
- [12] V. Kim, M. Jack, và K. John, “Hadoop and Mapreduce Framework Application”, IEEE, vol. 1, no. 2, 2017.