

PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN VÀ TÁCH BÓNG DỰA TRÊN BIÊN BÓNG TRONG VIDEO GIÁM SÁT GIAO THÔNG

METHOD FOR SHADOW REMOVAL BASED ON SHADOW EDGE IN VIDEO-BASED TRAFFIC SURVEILLANCE SYSTEMS

Trần Thiên Đạt, Hà Đắc Bình, Ngô Lê Minh Tâm
Trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng

Tóm tắt: Hệ thống giám sát giao thông dùng để cung cấp thông tin về tình trạng giao thông, bao gồm: lưu lượng, tốc độ, thông kê, phân loại, cảnh báo. Tách bóng của phương tiện chuyển động trong video giao thông là một khâu hết sức quan trọng giúp nâng cao độ chính xác của các giải thuật nhận dạng. Bài báo này đề cập đến một phương pháp cải tiến trong việc phát hiện và tách bóng của phương tiện chuyển động trong video giám sát giao thông dựa trên biên bóng, cấu trúc biên nội bộ kết hợp với các đặc tính của bóng. Kết quả thực nghiệm cho thấy phương pháp đề xuất này hiệu quả hơn và trích ảnh nguyên vẹn hơn so với một số phương pháp hiện có.

Từ khóa: Biên bóng, biên nội, biên ngoại, hệ thống giám sát giao thông, tách bóng.

Abstract: Because traffic video information has been collected and used as an important part of traffic surveillance and management, great importance has been attached to video surveillance technology which is based on video image processing, analyzing, and understanding, to improve the intelligence of traffic surveillance and management. Shadow removal of moving vehicles in traffic surveillance video plays an important role in improving the accuracy of identification algorithms. This paper presents a new method for moving shadow detection by using interior edge structure and characteristics of shadow. The experimental results show that the proposed method is more efficient and more integrated than other existing methods.

Keywords: External edge, internal edge, shadow removal, shadow edge, traffic surveillance system.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, hệ thống giám sát video được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực với số lượng ngày càng gia tăng, đặc biệt là lĩnh vực giám sát giao thông. Các hệ thống này có xu hướng được cải tiến và phát triển thành hệ thống giám sát thông minh, có thể tự động phát hiện và theo dõi các phương tiện chuyển động.

Có 3 kỹ thuật nghiên cứu trong hệ thống giám sát giao thông bằng hình ảnh: Trích ảnh xe chuyển động (Moving vehicle segmentation), theo vết chuyển động của phương tiện (Moving Vehicle Tracking), nhận dạng và phân loại xe (Vehicle Classification). Kỹ thuật trích ảnh chuyển động thường gặp khó khăn khi vật thể chuyển động thường sinh ra bóng của nó đi kèm. Bóng sẽ gây ra nhiều khó khăn trong việc định vị và nhận dạng chính xác đối tượng di chuyển như làm méo dạng phương tiện, nối chum đối tượng. Do đó, việc loại bỏ bóng ra khỏi đối tượng chuyển động sẽ làm

gia tăng độ tin cậy của hệ thống, tạo ra hiệu quả tốt cho các bước xử lý tiếp theo như theo dõi, nhận dạng mục tiêu, phân loại và phân tích hoạt động của hệ thống.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu và giải pháp trong lĩnh vực tách bóng được công bố. Phương pháp dựa trên hình dạng (shape-based) trong [1] sử dụng các thông tin hình học của cảnh, đối tượng và vị trí nguồn sáng để tách bóng. Hoặc trong [2], các tác giả áp dụng thuật toán line-based để tách bóng ra khỏi vật chuyển động. Tuy nhiên, phương pháp này phụ thuộc vào đặc tính tương quan hình học giữa các đối tượng trong ảnh nên nó sẽ không hiệu quả khi mối quan hệ hình học này thay đổi.

Một hướng tiếp cận khác là sử dụng phương pháp dựa trên thuộc tính (property-based) [3-4] trong đó các đặc tính như độ sáng, màu sắc và biên của bóng được sử dụng để tách bóng. Kỹ thuật này sẽ gặp vấn đề nếu như tiền cảnh (foreground) chứa đối tượng có độ sáng hay giá trị cường độ tương

tự như điểm ảnh của bóng. Trong trường hợp này, các điểm ảnh thuộc vật thể sẽ dễ bị nhầm thành các điểm ảnh của bóng và ngược lại. Để khắc phục nhược điểm này, kỹ thuật sử dụng thông tin biên và độ dốc được áp dụng [5-6]. Những phương pháp này giải quyết các hạn chế về màu sắc, cho hiệu quả tốt khi phạm vi khảo sát là môi trường trong nhà và bóng dễ dàng loại bỏ. Tuy nhiên, hiệu suất của các phương pháp này sẽ giảm khi khảo sát ở môi trường ngoài trời bởi phương pháp này không thể loại bỏ hoàn toàn biên của các bóng mảnh và nằm xa máy quay. Ngoài ra, phương pháp này gặp nhiều khó khăn trong việc xác định các thông số và ngưỡng. Có nhiều phương pháp để thiết lập ngưỡng nhằm tăng hiệu quả tính toán. Các công trình [7-8] đề xuất phương pháp thiết lập ngưỡng tự động thông qua các bước học tập. Ngưỡng được dự đoán từ các chuỗi video huấn luyện, sau đó sẽ xác định điểm ảnh được phát hiện đó thuộc bóng hay đối tượng di chuyển. Những phương pháp này yêu cầu chuỗi video và các dữ liệu huấn luyện phải lớn. Ngoài ra phương pháp này rất khó để thực hiện trực tuyến và trong thời gian thực vì nó cần phải thông qua các bước tự học. Bài báo [9] đưa ra phương pháp xóa biên ngoại và dùng biên nội để tạo phần ảnh phương tiện. Tuy nhiên, phương pháp này trong quá trình xóa biên ngoại thì xóa luôn phần biên ngoại của phương tiện. Trong bài báo [10], để loại bỏ bóng chuyển động, các tác giả sử dụng một mô hình tương phản để mô tả và loại bỏ bóng linh hoạt dựa trên ý tưởng một sự thay đổi bóng là một sự thay đổi trong sự tương phản.

Nhìn chung, các giải thuật phát hiện và tách bóng ra khỏi phương tiện chuyển động sao cho hiệu quả vẫn là đề tài cần tiếp tục nghiên cứu và phát triển do sự phức tạp của điều kiện chiếu sáng, điều kiện thời tiết và các yêu cầu ứng dụng. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một phương pháp cải tiến để tách bóng ra khỏi vật chuyển động. Như chúng ta đã biết, bóng có 4 đặc tính: 1) Bóng có cấu trúc tương tự như nền; 2) Bóng có màu sẫm hơn nền một ít; 3) Bóng không có nhiều biên nội và 4) Bóng thường nằm ở rìa ngoài của vùng chuyển động. Phương pháp

đề xuất chỉ dùng độ xám của ảnh dựa trên biên bóng, cấu trúc biên nội bộ kết hợp với các đặc tính của bóng, gọi tắt là phương pháp biên bóng (Shadow Edge Method SEM). Điều này cho phép giảm độ phức tạp tính toán và tăng hiệu quả loại bỏ bóng do sử dụng bước phát hiện đường biên của các điểm thuộc bóng.

Phần tiếp theo của bài báo được tổ chức như sau: Trong phần 2, chúng tôi đề xuất phương pháp phân vùng ảnh tiền cảnh, giải thuật phát hiện đường biên và xóa bóng của phương tiện chuyển động trong video giám sát giao thông. Một số kết quả mô phỏng và so sánh đánh giá với các phương pháp khác được phân tích trong phần 3. Cuối cùng chúng tôi kết luận công trình của chúng tôi trong phần 4.

2. Giải thuật tách bóng sem

Các bước thực hiện của giải thuật được mô tả như sau:

2.1. Bước 1: Khởi tạo ảnh nền

Ảnh xử lý gồm 2 phần: ảnh nền và ảnh tiền cảnh. Trong các nguồn dữ liệu video giám sát giao thông, ảnh nền không chứa các thành phần chuyển động và ảnh tiền cảnh chỉ chứa xe chuyển động kèm theo bóng của nó. Do đó, ảnh tiền cảnh nhận được bằng phương pháp trừ nền, lấy ảnh gốc trừ cho ảnh nền. Có nhiều phương pháp để khởi tạo ảnh nền, ở đây chúng tôi sử dụng phương pháp tạo nền theo phương pháp thống kê xác suất xuất hiện của mỗi điểm ảnh trong bài báo [11]. Để tạo ra ảnh nền, hệ thống xử lý 80 khung hình đầu tiên. Giải thuật được mô tả như sau:

$$D_{i,j}^{-1} = |I_{i,j}^{-1} - I_{i,j}^t| \quad D_{i,j}^{t+1} = |I_{i,j}^t - I_{i,j}^{t+1}| \quad (1)$$

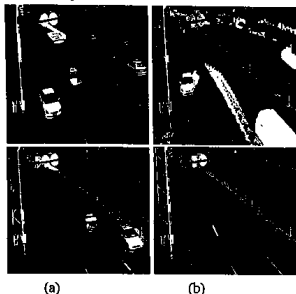
$$O_{i,j}^t = \begin{cases} 255, & \text{if } D_{i,j}^{-1} > T_0 \text{ and } D_{i,j}^{t+1} > T_0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$B_{i,j}^t = \begin{cases} I_{i,j}^t, & \text{if } O_{i,j}^t = 0 \\ 0, & \text{if } O_{i,j}^t = 255 \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó: $I_{i,j}^{t-1}, I_{i,j}^t, I_{i,j}^{t+1}$ tương ứng là giá trị điểm ảnh có tọa độ (i, j) của khung hình $t-1, t, t+1$.

$T_0 > 0$: Mức ngưỡng khởi tạo, chúng tôi chọn $T_0 = 30$, đây là giá trị thực nghiệm cho

loại video này từ các công trình nghiên cứu trước. Kết quả tạo nền như Hình 1.



(a) Ảnh gốc

(b) Ảnh nền được tạo tương ứng với $N=50$ và $N=100$

Hình 1. Kết quả tạo ảnh nền

Bước 2: Cập nhật ảnh nền

Để tăng độ chính xác khi xử lý của hệ thống, ảnh nền tham chiếu này phải trùng khớp với ảnh nền hiện tại. Tuy nhiên, trong thực tế, do ảnh hưởng của nhiều yếu tố như ánh sáng, thời tiết hay có vật chuyển động đi vào nền làm cho ảnh nền tham chiếu không đồng nhất với ảnh nền hiện tại. Do đó, vấn đề đặt ra là cần phải cập nhật ảnh nền tham chiếu để giảm sai số tính toán trong quá trình phân vùng tiền cảnh.

Để cập nhật ảnh nền, chương trình sử dụng mảng 2 chiều $SO_{i,j}$, $SN_{i,j}$ để tính điểm cập nhật nền và điểm tích lũy nền. Nếu $B'_{i,j} = I'_{i,j}$ thì $SN_{i,j}$ tăng lên 1, ngược lại $SN_{i,j} = 0$. Nếu điểm này lớn hơn giá trị ngưỡng thì xem xét cập nhật lại ảnh nền. Khi đó $B'_{i,j}$ sẽ được tính ở các khung tiếp theo.

Nếu $B'_{i,j} = 0$ thì $SO_{i,j}$ giảm 1, khi giảm về 0 thì $SN_{i,j}$ cũng giảm về 0.

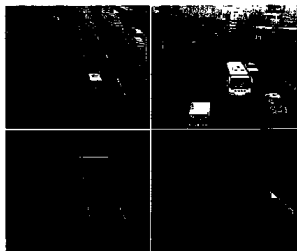
Nếu $B'_{i,j} - I'_{i,j} < T_0$ thì $SO_{i,j}$ tăng 1, giá trị ảnh nền cập nhật được tính như theo công thức:

$$B'_{i,j} = [B_{i,j} * SO_{i,j} + I'_{i,j}] / (SO_{i,j} + 1) \quad (4)$$

Bước 3: Nhận dạng mặt đường

Để giảm thời gian tính toán, chúng ta chỉ

xét phần mặt đường có xe chuyển động, lề đường và khung cảnh 2 bên đường không cần xem xét. Để khoanh vùng nền, chúng tôi sử dụng giải thuật kiểm tra biên với toán tử Sobel và chuyển đổi Hough [12] để nhận diện đường thẳng (lề đường), kết quả như Hình 2.

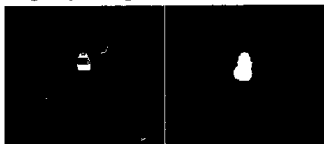


Hình 2. Kết quả khoanh vùng nền

Bước 4: Tạo ảnh nhị phân của vùng chuyển động

Dùng toán tử Sobel, tiến hành kiểm tra biên ảnh tiền cảnh được E_t và ảnh nền được B_t . Dựa vào ảnh $IB_t = E_t - B_t$, ta đánh dấu vùng chuyển động trên ảnh tiền cảnh.

Từ ảnh này, bằng cách duyệt từ trên xuống, từ dưới lên, từ phải sang trái và từ trái sang phải, xóa đi những điểm nằm ngoài biên, ta nhận được ảnh vùng chuyển động. Đồng thời, ta cũng được ảnh nhị phân của vùng chuyển động như Hình 3



Hình 3. Kết quả ảnh nhị phân

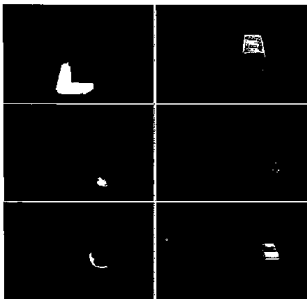
Bước 5: Kiểm tra biên ngoại, biên nội

Từ kết quả ảnh nhị phân vật chuyển động của bước 4, ta trích được biên ngoại. Cũng từ ảnh nhị phân này, ta lấy lại phần chuyển động từ ảnh tiền cảnh và đi kiểm tra biên, ta được ảnh đồng thời chứa cả biên nội và biên ngoại. Kết quả kiểm tra biên ngoại và biên nội ta được như Hình 4.



Hình 4. Ảnh biên nội và biên ngoại

Sau khi xóa biên ngoại xong, ta dùng phần còn lại (biên nội và biên ngoại của phương tiện) để tái tạo lại vùng ảnh của phương tiện, kết quả như Hình 5.



Hình 5. Ảnh kết quả sau khi tách bóng

3. Đánh giá kết quả thực hiện

Chúng tôi thực hiện phương pháp đề xuất trên PC INTEL với vi xử lý x86 Family 6 Model 15 Stepping 13 GenuineIntel ~2000 Mhz. Chúng tôi dùng 3 đoạn video với định dạng .YUV, mỗi đoạn có 1050 khung (<https://www.dropbox.com/sh/jbusd2gt1w7spbh/aWW-2snY4h>) và dùng ngôn ngữ C++ để viết chương trình thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm như Hình 5 bên phải.

Ngoài ra, chúng tôi còn đánh giá hiệu quả của phương pháp đề xuất thông qua 2 thông số: tỷ lệ phát hiện bóng η và tỷ lệ phân biệt bóng ξ [8]. Các thông số này được tính theo công thức:

$$h = \frac{TP_s}{TP_s + FN_s} \quad (5)$$

$$\xi = \frac{TP_F + FN_F - FP_s}{TP_F + FN_F} \quad (6)$$

Trong đó: TP kiểm tra đúng dương, FP kiểm tra sai dương, FN kiểm tra sai âm, S là ký hiệu bóng, F ký hiệu cho tiền cảnh.

Chúng tôi sử dụng 2 phương pháp loại bỏ bóng trong bài báo [9] và [13] để so sánh hai thông số tỷ lệ phát hiện bóng η và tỷ lệ phân biệt bóng ξ . Kết quả như trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả so sánh các thông số định lượng, tỷ lệ phát hiện bóng η và tỷ lệ phân biệt bóng ξ

	Video 1		Video 2		Video 3	
	$\eta\%$	$\xi\%$	$\eta\%$	$\xi\%$	$\eta\%$	$\xi\%$
[13]	68,6	62,6	68,2	74,6	78,7	73,7
[9]	79,1	85,6	85,9	77,8	88,2	83,3
SEM	79,3	85,5	88,2	77,1	89,2	84,5

Từ kết quả bảng, chúng tôi nhận thấy rằng phương pháp đề xuất SEM vượt trội so với phương pháp ở [13] và tốt hơn phương pháp ở [9] về cả hai thông số tỷ lệ phát hiện bóng η và tỷ lệ phân biệt bóng ξ . Về mặt khôi phục vùng ảnh phương tiện thì vùng ảnh phương tiện chuyển động nguyên vẹn hơn phương pháp ở [9] và [13] do phương pháp SEM giữ lại được biên ngoại của phương tiện chuyển động.

4. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày một phương pháp xóa bóng gọi tắt là phương pháp SEM. Phương pháp này chỉ dùng đồ xám của ảnh dựa trên biên bóng và các đặc tính của bóng. Kết quả thực nghiệm cho thấy, phương pháp SEM có nhiều ưu điểm hơn so với một số phương pháp đã có trước đó.

Tài liệu tham khảo

- [1] J-W. Hsieh, W-F Hu, C-J. Chang, Y-S. Chen. *Shadow elimination for effective moving object detection by Gaussian shadow modeling*. Image and Vision Computing, 21(2), 2003, pp. 505-516.
- [2] J-W. Hsieh, S-H. Yu, Y-S. Chen, W-F. Hu. *A shadow elimination method for vehicle analysis*. Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition, 23-26 Aug 2004, pp. 372-375.
- [3] J. Stauder, R. Mech, and J. Ostermann. *Detection of Moving Cast Shadows for*

- Object segmentation.* IEEE Trans. Multimedia, 1(1), 1999, pp. 65-76.
- [4] Omar Javed, Khurram Shafique, Mubarak Shah. *A hierarchical approach to robust background subtraction using color and gradient information.* Proceedings of the Workshop on Motion and Video Computing, 2002.
- [5] Wei Zhang, Xiang Zhong Fang, Xiaokang K. Yang, Q.M. Jonathan Wu. *Moving cast shadows detection using ratio edge.* IEEE Transactions on Multimedia, 9(6), 2007, pp. 1520-9210.
- [6] Mei Xiao, Chong-Zhao Han, and Lei Zhang *Moving Shadow Detection and Removal for Traffic Sequences.* International Journal of Automation and Computing, 4(1), 2007, pp. 38-46.
- [7] Fatih Porikli, Jay Thornton. *Shadow flow: a recursive method to learn moving cast shadows* Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Computer Vision, October 2005.
- [8] A.Prati, I. Mikic, M.M.Trivedi and R.Cucchiara. *Detecting moving shadows: Algorithms and evaluation.* IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 25(7), 2003, pp. 918 - 923.
- [9] Vinitha Panicker J, M Wilsocy *Detection of moving cast shadows using edge information.* The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE), Singapore, 26-28 Feb. 2010, pp 817 – 821.
- [10] H. Asaidi, A. Aarab, M Bellouki *Shadow elimination and vehicles classification approaches in traffic video surveillance context.* Journal of Visual Languages & Computing, 2014, pp. 1-13.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.02.001>.
- [11] Xie Lei, Zhu Guangxi, Wang Yuqi, Xu Haixiang, Zhang Zhenming *Robust vehicles extraction in a video-based intelligent transportation system.* International Conference on Communications, Circuits and Systems, 2005.5, 2: 887-890.
- [12] Dwayne Phillips. *Image Processing in C. R & D Publications, USA, 2000.*
- [13] Dac-Binh Ha, Guang-zhou Zhao, Cheng-en Lu, et al. *A New Method of Video-based Moving Vehicle Extraction Based on Seeded Region Growing.* Chinese Computer Application Journal, 28(4), 2008, pp. 979-981.

Ngày nhận bài: 16/12/2014

Ngày chấp nhận đăng: 02/02/2015

Phản biện: TS. Đặng Xuân Kiên