

PHƯƠNG PHÁP NHẬN DẠNG BIỂN SỐ XE SỬ DỤNG MẠNG NEURAL TRUYỀN THẮNG

Phạm Thị Liên¹, Ngô Thị Lan Phương, Trần Tuấn Việt
Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông – ĐHQG Thái Nguyên

TÓM TẮT

Nhận dạng biển số xe tự động đã và đang được ứng dụng rất phổ biến hiện nay. Nhiều phương pháp nhận dạng biển số xe được đề xuất. Bài báo này trình bày một thuật toán nhận dạng biển số xe trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật phân vùng ảnh gọi là cửa sổ trượt đồng tâm (Sliding Concentric Windows - SCW) và kết hợp nhận dạng ký tự Neural Network. Chúng tôi đã thử nghiệm phương pháp nhận dạng ký tự sử dụng mạng neural truyền thẳng (Feed Forward Neural Network (FFNN)) trên cơ sở dữ liệu ảnh (CSDL) là biển số xe của Việt Nam.

Từ khóa: SCW, nhận dạng biển số xe, cửa sổ trượt đồng tâm, gán nhãn thành phần liên thông, nhận dạng ký tự

GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của cơ sở hạ tầng và công nghệ phần cứng trong đó có các thiết bị thu nhận ảnh, lưu trữ dữ liệu. Những năm gần đây, hệ thống giao thông thông minh (ITS) tác động rộng rãi trong đời sống, làm cải thiện tinh hình an toàn giao thông, nâng cao hiệu suất thông qua việc sử dụng các công nghệ tiên tiến. Trên thực tế ITS ở Việt Nam chủ yếu dựa vào hệ thống nhận dạng biển số xe (License Plate Recognition: LPR). LPR được sử dụng trong các hệ thống thanh toán điện tử như: thu phí ở bãi đậu xe, trên đường cao tốc và hệ thống quản lý mạch để giám sát lượng xe tham gia. Hệ thống LPR được chia làm 3 giai đoạn: 1- Phát hiện biển số xe, 2- Phân đoạn ký tự, 3- Nhận dạng ký tự.

Một số hướng tiếp cận cho việc xây dựng hệ thống LPR ([1]-[10]):

Ở [1], tác giả sử dụng kỹ thuật Mathematical morphology để phát hiện biển số xe và kỹ thuật Hausdorff distance để nhận dạng ký tự, tỉ lệ thành công đạt 80,4%.

Ở [2], tác giả sử dụng kỹ thuật Hough transform để phát hiện biển số xe (tỉ lệ thành công là 98,8%) và kỹ thuật Hidden Markov Model để nhận dạng ký tự (tỉ lệ thành công là 95,2%). Trên CSDL gồm 805 ảnh biển số xe

của Việt Nam, được chụp ở các địa điểm và thời gian khác nhau.

Ở [3], sử dụng các vectơ đặc trưng và hình thái học, kết quả được báo cáo là phương pháp này có thể được sử dụng để phân đoạn ký tự trong biển số xe với các ký tự không dễ dàng phân biệt. Nhưng thuật toán có độ tính toán phức tạp, nó không được đề xuất để thực hiện nhận dạng biển số xe thời gian thực.

Ở [4], tác giả sử dụng kỹ thuật SCW để phát hiện biển số xe (tỉ lệ thành công là 96,5%) và kỹ thuật Probabilistic Neural Network với tập huấn luyện có giám sát để nhận dạng ký tự (tỉ lệ thành công là 89,1%). Tỉ lệ thành công chung đạt 86%. Trên CSDL gồm 1334 biển số xe.

Ở [5], tác giả sử dụng kết hợp 2 kỹ thuật là gán nhãn cho các thành phần liên thông và loại bỏ vùng không mong muốn để phát hiện biển số xe. Mô hình mạng neural truyền thẳng kết hợp giải thuật lan truyền ngược lối để nhận dạng ký tự, tỉ lệ thành công đạt 92%. Trên CSDL gồm 450 ảnh biển số xe của Việt Nam.

Ở [6], tác giả sử dụng kỹ thuật Connected component analysis để phát hiện biển số xe (tỉ lệ thành công là 100%) và sử dụng 2 mạng Probabilistic Neural Network. Một mạng cho nhận dạng chữ cái và một mạng cho nhận dạng chữ số (tỉ lệ thành công là 92.5%). Trên CSDL gồm 40 ảnh.

* Tel: 0976 882196, Email: pilien@ictu.edu.vn

Ở [7], tác giả sử dụng kỹ thuật Fuzzy Logic color rules để phát hiện biển số xe (tỷ lệ thành công là 97,6%) và kỹ thuật Self Organized Neural Network để nhận dạng ký tự (tỷ lệ thành công là 95,6%). Trên CSDL là 1065 ảnh biển số xe.

Ở [8], tác giả sử dụng kỹ thuật Multiple Interlacing để phát hiện biển số xe và kỹ thuật Artificial Neural Network để nhận dạng ký tự. Tỷ lệ thành công là 95%.

Ở [9], tác giả sử dụng kỹ thuật Time-Delay Neural networks để phát hiện biển số xe (tỷ lệ thành công là 100%) và kỹ thuật support vector machine để nhận dạng ký tự (tỷ lệ thành công là 94,7%). Trên CSDL là 1000 video liên tục.

Ở [10], tác giả sử dụng kỹ thuật Otsu's thresholding và column sum vector để phát hiện biển số xe (tỷ lệ thành công là 98,5%). Kỹ thuật Probabilistic Neural Network để nhận dạng ký tự (tỷ lệ thành công là 91%). Trên CSDL là 260 ảnh biển số xe.

Qua nghiên cứu, khảo sát chúng tôi nhận thấy rằng chưa có báo cáo nào về xây dựng hệ thống LPR có sử dụng kỹ thuật phân đoạn SCW kết hợp với mạng neural truyền thống.

Trong bài báo này, chúng tôi xây dựng hệ thống nhận dạng biển số xe sử dụng kỹ thuật Sliding Concentric Windows (SCW) [4] để phát hiện vùng chứa biển số xe và phân đoạn dãy ký tự. Kết hợp phương pháp nhận dạng ký tự là mạng neural truyền thống.

Nội dung của bài báo: Phương pháp phân đoạn SCW được trình bày trong phần II. Hệ thống nhận dạng biển số xe được trình bày trong phần III. Việc thực nghiệm được trình bày trong phần IV. Trong phần V chúng tôi đưa ra một số kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo.

PHƯƠNG PHÁP PHÂN ĐOẠN SCW [4]

Kỹ thuật phân đoạn có tên là cửa sổ trượt đồng tâm (Sliding Concentric Windows (SCW)). SCW sử dụng giá trị đo lường thống kê như độ lệch chuẩn hoặc giá trị trung bình.

Tất cả các điểm ảnh trong ảnh được kiểm tra lần lượt. Với mỗi điểm ảnh, người ta kiểm tra sự tương đồng về giá trị đo lường thống kê của các vùng lân cận. Thuật toán thực hiện các bước sau đây:

Với mỗi điểm ảnh (x, y) trong ảnh I:

Tạo ra hai cửa sổ đồng tâm A và B có kích thước $(2X_1)x(2Y_1)$ và $(2X_2)x(2Y_2)$ pixel tương ứng. Bắt đầu từ điểm ảnh đầu tiên của ảnh (góc trên bên trái). Các cửa sổ được trình bày trong hình 1(a).

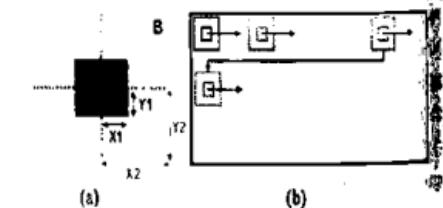
Tính toán phép đo lường thống kê trong cửa sổ A và B.

Kiểm tra: Nếu tỷ lệ của các phép đo lường thống kê trong hai cửa sổ vượt quá một ngưỡng được thiết lập bởi người sử dụng, thì các điểm ảnh trung tâm của cửa sổ được coi là thuộc về vùng quan tâm (RoI). Khi đó, giá trị điểm ảnh tương ứng (x, y) của ảnh kết quả I_{AND} được thiết lập hoặc là 0 (không thuộc RoI) hoặc 1 (thuộc RoI) như sau:

$$inI_{AND}(x, y) \Rightarrow \begin{cases} I_{AND}(x, y) = 0, & \text{if } \frac{M_B}{M_A} \leq T \\ I_{AND}(x, y) = 1, & \text{if } \frac{M_B}{M_A} > T \end{cases}$$

Ở đây, M là đo lường thống kê.

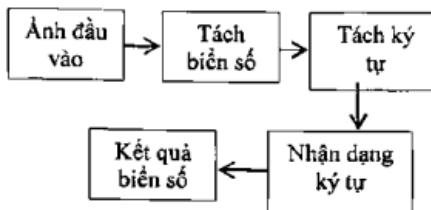
Hai cửa sổ trượt cho đến khi toàn bộ ảnh được quét như hình 1 (b). Các tham số X_1, X_2, Y_1, Y_2, T và M có thể tùy chọn theo từng ứng dụng cụ thể.



Hình 1. Hai cửa sổ trượt đồng tâm A và B

HỆ THỐNG NHẬN DẠNG BIỂN SỐ XE

Trình tự nhận dạng biển số xe được trình bày trong bài này bao gồm ba phần: Đầu tiên là phát hiện và tách biển số xe. Phần thứ hai là phân đoạn các ký tự trong biển số xe. Cuối cùng là nhận dạng ký tự. Số đồ họa hệ thống nhận dạng biển số xe được trình bày trong hình 2:



Hình 2. Sơ đồ hệ thống LPR

A. Phần 1: Tách biển số xe

Phần này có chức năng tách biển số từ ảnh đầu vào. Là quá trình tiền xử lý ảnh gồm 4 bước: Phát hiện vùng chứa biển số sử dụng SCW, mặt nạ ảnh, nhị phân hóa, ghi nhận các thành phần liên thông.

Bước 1: Phân đoạn với phương pháp SCW để phát hiện nhanh các vùng có khả năng là biển số xe. Đầu vào cho modul này là ảnh mức xám I_1 . Ảnh kết quả là ảnh nhị phân I_{AND} . Kích thước của 2 cửa sổ đồng tâm được chọn là $X_1=12$, $Y_1=4$, $X_2=6$, $Y_2=2$. Nguồn $T=0.5$ và M là giá trị trung bình.

Bước 2: Mặt nạ ảnh là thực hiện toán tử logic AND giữa ảnh I_{AND} và ảnh I_1 .

$$I_2 = I_1 \cap I_{AND}$$

Bước 3: Nhị phân hóa bằng phương pháp ngưỡng thích nghi cục bộ. Với mỗi điểm ảnh (x,y) , xác định cửa sổ kích thước $b \times b$. Khi đó, ngưỡng tại điểm (x,y) là $T(x,y)$ được tính như sau:

$$T(x,y) = m(x,y) + [1 + k \left(\frac{\sigma(x,y)}{R} - 1 \right)]$$

Trong đó $m(x,y)$ và $\sigma(x,y)$ là giá trị trung bình và phương sai. Trong bài này chọn $K=0.5$, $R=128$ và $b=10$. Khi đó kết quả nhị phân hóa ảnh I_2 như sau:

$$I_3 = \begin{cases} 1 & \text{if } I_2(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } I_2(x,y) < T \end{cases}$$

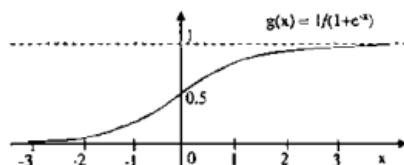
Bước 4: Phân tích các thành phần liên thông (Connected Components Analysis (CCA)) sẽ quét toàn bộ ảnh và ghi nhận cho các điểm ảnh liên thông, mục đích là tách các đối tượng trong ảnh. Giải thuật được thực hiện theo 8 hướng của một điểm ảnh trên ảnh nhị phân. Kết quả tọa độ của chúng được lưu trữ trong ma trận A.

B. Phần 2: Phân đoạn ký tự

Phần này để tách ra các vùng ký tự trong ảnh biển số xe. Đầu vào là ảnh kết quả biển số xe đã được tìm thấy ở phần 1 và tọa độ được lưu trữ trong ma trận A. Ảnh này được chuyển đến một kích thước là 75×228 điểm ảnh. Chúng tôi sử dụng phương pháp phân đoạn SCW để tách từng ký tự trong biển số. Các thông số cho cửa sổ bên trong được thiết lập là $X_1=2$, $Y_1=5$ và cửa sổ bên ngoài $X_2=4$, $Y_2=10$. Nguồn $T=0.7$ và M là giá trị trung bình. Sau khi phân đoạn, các đối tượng có khả năng là ký tự trong biển số sẽ được lưu trữ và chuyển đến mạng neural để nhận dạng ký tự.

C. Phần 3: Nhận dạng ký tự

Sau khi phân đoạn, các ký tự được tách từ biển số và tạo thành một chuỗi ký tự. Chuỗi này được đưa vào khối nhận dạng để tiến hành nhận dạng từng ký tự trong chuỗi. Để chuẩn hóa số liệu đầu vào cho mạng neural, chúng tôi sử dụng hàm chuyển là hàm sigmoid được mô tả trong hình 3:

Hình 3. Hàm Sigmoid $g(x) = 1/(1+e^{-x})$

Để nhận dạng, chúng tôi sử dụng một mạng neural truyền thẳng nhiều lớp kết hợp thuật toán học theo phương pháp lan truyền ngược.

Kiến trúc của mạng neural chia làm 3 phần: Lớp dữ liệu đầu vào, lớp ẩn, lớp dữ liệu đầu ra. Kiến trúc mạng được trình bày trong hình 4.

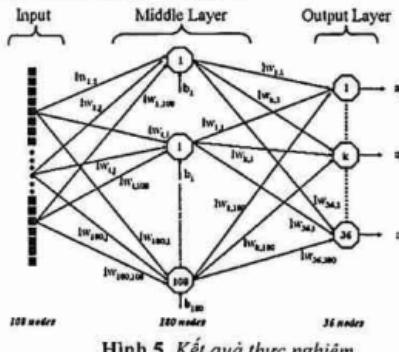


Hình 4. Mô hình mạng neural truyền thẳng

Phản quan trọng nhất với một mạng neural là trọng số liên kết (mạng neural điều chỉnh trọng số của dữ liệu đầu vào để có được kết quả theo đúng yêu cầu). Cấu trúc mạng neural chúng tôi sử dụng: Lớp đầu vào gồm 108 nút tương ứng với 108 vector đầu vào, Lớp ẩn gồm 180 nút tương ứng với tổng số tập huấn luyện được sử dụng (5 mẫu ảnh cho 1 trong 36 ký tự), Lớp ra gồm 36 nút đại diện cho 36 ký tự có thể có trong biển số xe.

THỰC NGHIỆM

Trong phần này, chúng tôi trình bày một số kết quả nhận dạng biển số. Chúng tôi tiến hành thực nghiệm với Visual C++, sử dụng thư viện OpenCV và chạy thử nghiệm với một CSDL ảnh gồm 154 ảnh biển số xe khác nhau của Việt Nam. CSDL ảnh là những ảnh chụp tự nhiên trong điều kiện ánh sáng, kích thước ảnh, khoảng cách từ máy ảnh đến phương tiện, độ cao từ mặt đất, độ phân giải hình ảnh là khác nhau. Kết quả tỉ lệ nhận dạng đúng là 143/154 đạt 92.8%. Hình ảnh minh họa hình 5 và hình 6.



Hình 5. Kết quả thực nghiệm



Hình 6. Kết quả thực nghiệm

Trong quá trình thử nghiệm đã xảy ra các trường hợp nhận dạng không chính xác. Qua

quá trình thực nghiệm, chúng tôi nhận thấy kết quả nhận dạng sai là do quá trình chuẩn hóa dữ liệu đầu vào cho mạng neural, cũng như đặc tả đặc trưng của ký tự, quá trình học của mạng neural dẫn đến nhận nhầm các ký tự gần giống nhau. Kết quả nhận dạng sai hình 7.



Hình 7. Kết quả nhận dạng sai

KẾT LUẬN – HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Chúng tôi đã xây dựng hoàn thiện công cụ định vị và nhận dạng biển số xe ô tô với bộ dữ liệu 154 ảnh. Phương pháp được đề xuất là sự kết hợp của 2 giải thuật: *Phân đoạn sử dụng thuật toán SCW [4]*, *mạng neural truyền thẳng kết hợp với thuật toán huấn luyện mạng là lan truyền ngược*. Hệ thống hóa được các bước định vị biển số, tách ký tự và nhận dạng biển số xe. Tuy nhiên, CSDL ảnh mà chúng tôi thử nghiệm là ảnh phía trước của xe ô tô, trong nghiên cứu tới đây chúng tôi sẽ khắc phục kết quả nhận dạng sai và thử nghiệm trên mẫu ảnh là biển số sau của ô tô tức là biển số vuông với 2 hàng chữ.

Bài báo này được tài trợ bởi đề tài cấp cơ sở mã số T2016-07-11 của Trường Đại học CNTT&TT - ĐHTN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. F. Martín, M. García, J. L. Alba, (2002, Jun.), New Methods for Automatic Reading of VLPs (Vehicle License Plates), presented at IASTED International Conference Signal Processing, Pattern Recognition, and Applications, SPPRA 2002.
2. Tran Duc Duan, Tran Le Hong Du, Tran Vinh Phuoc, Nguyen Viet Hoang, "Building an Automatic Vehicle License-Plate Recognition System", in proc. Intl. Conf. in Computer Science (RIVF), 2005, pp 59-63.

3. Shigae Nomura, Keiji Yamanaka, Osamu Katai, Hiroshi Kawakami, Takayuki Shiose, "A novel adaptive morphological approach for degraded character image segmentation", Pattern Recognition, Vol. 38, Issue 11, November 2005, pp.1961-1975.
4. C.N. Anagnostopoulos, I. Anagnostopoulos, V. Loumos, and E. Kayafas, 2005." A license plate recognition algorithm for Intelligent Transportation System applications", pp.5-10.
5. Alain Boucher-IFI, 2012."Image processing & Computer vision", Can Tho University slide 9 – "Binary Image" of course, pp. 10-22.
- 6.C. Anagnostopoulos, E. Kayafas, V. Loumos, "Digital image processing and neural networks for vehicle license plate identification", Journal of Electrical Engineering, vol. 1, No.2, p.p. 2-7, 2000.
7. Shyang-Lih Chang, Li-Shien Chen, Yun-Chung Chung, and Sei-Wan Chen, "Automatic License Plate Recognition", IEEE Trans. On Intelligent Transportation Systems, Vol. 5, No. 1, pp. 42-53, 2004.
8. A.Broumandnia, M.Fathy, (2005, Dec.) , Application of pattern recognition for Farsi license plate recognition, to be presented at ICGST International Conference on Graphics, Vision and Image Processing (GVIP-05).
9. K.K.Kim K.I.Kim J.B.Kim H. J.Kim, "Learning-Based Approach, for License Plate Recognition", in proc. IEEE Signal Processing Society Workshop, Neural Networks for Signal Processing, Vol. 2, 2000, pp 614 - 623.
10. Fikriye Öztürk, Figen Özen,"A New License Plate Recognition System Based on Probabilistic Neural Networks", INSODE 2011, pp 124-128.

SUMMARY

A VEHICLE LICENSE PLATE RECOGNITION METHOD USING FEED-FORWARD NEURAL NETWORK

Phạm Thị Liên^{*}, Ngô Thị Lan Phuong, Trần Tuấn Việt
College of Information and Communication Technology - TNU

Identification automatic license plate has been very popular application today. There are many methods to be implemented. In this paper, a new algorithm for vehicle license plate identification is proposed, on the basis of a novel adaptive image segmentation technique (Sliding Concentric Windows - SCW) and with a character recognition Neural Network. We tested with the algorithm character recognition using Feed Forward Neural Network (FFNN) based on image data of license plate of Viet Nam.

Keywords: *SCW, license plate recognition, Sliding Concentric Windows, connected component labeling, character recognition.*