

Ứng dụng mạng Noron nhân tạo nhận dạng biển số xe ô tô

Phan Ngọc Điệp, Trần Văn Đại, Trần Minh
Tuấn

Khoa Điện Tử Viễn Thông - Trường Đại học Bách
Khoa, Đại học Đà Nẵng
Đà Nẵng, Việt Nam

Email: ngocdiep10dt2@gmail.com,
mrdai.dna@gmail.com, minhtuan99bk@gmail.com

Phạm Văn Tuấn

Trung tâm Xuất Sắc, Phòng LAB 3DCS - Trường Đại
học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng
Đà Nẵng, Việt Nam

E-mail: pvtuan@dut.udn.vn

Tóm tắt—Bài báo này trình bày thuật toán nhận dạng biển số xe ô tô dùng mạng Noron nhân tạo. Ngoài ra, thuật toán còn ứng dụng phương pháp hình chiểu để tìm ra vùng chứa biển số, thuật toán đánh nhận để phân đoạn ký tự. Riêng trong phần nhận dạng ký tự, nhằm nâng cao hiệu suất đã đề xuất thêm bước phân loại ký tự thành ba loại, sau đó trích đặc tích và đưa vào ba mạng Noron nhân tạo riêng biệt để nhận dạng. Kết quả của thuật toán được đánh giá theo từng khối dựa trên nhiều tập cơ sở dữ liệu khác nhau về điều kiện ánh sáng, thời tiết, góc nghiêng. Sau khi đánh giá trên các cơ sở dữ liệu khác nhau, kết quả cho thấy khối nhận dạng ký tự cho hiệu suất cao nhất, lên đến 99.43% đối với dữ liệu đầu vào có chất lượng tốt, tuy nhiên lại đạt được kết quả thấp hơn đối với những dữ liệu đầu vào có có sự sai khác về điều kiện ánh sáng, phông chữ và góc nghiêng, hiệu suất chỉ đạt 85% - 94%.

Từ khóa— Nhận dạng biển số xe; Phát hiện vùng chứa biển số xe; Phân đoạn ký tự; Nhận dạng ký tự; Mạng Noron nhân tạo; Phương pháp chiểu; Thuật toán đánh nhận.

I. GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và nhu cầu di lại ngày càng tăng số lượng phương tiện giao thông đã làm này sinh nhiều vấn đề trong việc kiểm soát cũng như quản lý các phương tiện. Để giải quyết vấn đề này nhu cầu đặt ra là áp dụng các hệ thống tự động. Xuất phát từ nhu cầu trên có rất nhiều giải pháp đã được đưa ra để xây dựng hệ thống và một số giải pháp, thuật toán xử lý ảnh được nguyên cứu, phát triển cho việc nhận dạng biển số xe ô tô. Ví dụ như sử dụng đặc tính đường bao của biển số [1], [2], [4], [5] hay sử dụng bộ lọc Sobel để phát hiện đường viền giữa biển số và thân xe [14]-[19], sử dụng đặc trưng của màu sắc khác nhau giữa màu nền của biển số và ký tự [20] hoặc sử dụng phương pháp hình chiểu là những hướng nghiên cứu để tìm ra vùng chứa biển số. Phân đoạn ký tự có những hướng nghiên cứu như sử dụng phương pháp đánh nhận các liên kết được thực hiện trong [16], [21]-[25] cũng như phương pháp trích thuộc tính từ hình chiểu: từ ký tự và hình nền biển số có sự khác nhau về màu sắc,

phương pháp trên được đề xuất trong [19], [20], [26], [27], [29], hay nhị phân hóa, trích dẫn được tọa độ đầu và cuối của ký tự. Hoặc phân đoạn ký tự bằng phương pháp trích đường bao của ký tự: mô hình đường bao cũng nói lên đặc điểm của ký tự [28]. Riêng phần nhận dạng ký tự, vì đặc điểm của biển xe có giới hạn về số ký tự và cấu trúc rõ ràng vậy nên có thể áp dụng phương pháp cấu trúc kết hợp với đối sánh để nhận dạng, khớp mẫu đơn giản, so sánh độ tương quan chéo hoặc các phương pháp học: K-nearest neighbor, SVM, hoặc dùng mạng Noron nhân tạo [3], [7] để nhận dạng các ký tự trên biển số.

Bài báo này đề xuất thuật toán sử dụng mạng Noron nhân tạo cho phần nhận dạng ký tự, kết hợp với phương pháp hình chiểu cho việc tìm ra vùng chứa biển số và phương pháp đánh nhận để phân đoạn ký tự để nhận dạng biển số xe. Lý do lựa chọn mạng Noron nhân tạo để nhận dạng là cho được hiệu suất cao, còn hai phương pháp đánh nhận và hình chiểu thì thuật toán để thực hiện rất đơn giản, nhưng vẫn đạt được hiệu suất tìm ra vùng biển số và vùng chứa ký tự cao. Ngoài ra, các phương pháp đã lựa chọn trên vẫn còn có những nhược điểm nhất định. Một nhược điểm khi dùng mạng Noron nhân tạo là chưa có phương pháp luận chung khi thiết kế cấu trúc mạng cho các bài toán nhận dạng và điều khiển mà phải cần tới kiến thức của chuyên gia. Một khác khi xấp xỉ mạng Noron với một hệ phi tuyến sẽ khó khăn khi luyện mạng vì có thể không tìm được điểm tối ưu toàn cục.

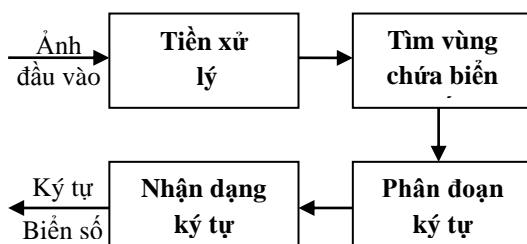
Giữa biển số ở Việt Nam và nước ngoài có rất nhiều sự khác biệt như: Cách bố trí, kích thước của chữ và số trên biển số, phông chữ của các ký tự trên biển số cũng có sự khác biệt và sẽ làm hướng tới kết quả và hướng áp dụng của thuật toán. Với những đặc điểm trên thì các công đoạn tìm vùng chứa biển số và phân đoạn ký tự đều có thể áp dụng được cho cả biển số Việt Nam và nước ngoài, riêng sự khác biệt về phông chữ, số có ảnh hưởng rất lớn tới sự phân nhóm và nhận dạng ký tự

trong mạng Noron nhân tạo. Bài toán được trình bày trong bài báo này chỉ giới hạn cụ thể dữ liệu đầu vào là biển số Việt Nam hoặc biển số nước ngoài nhưng có cùng phông chữ (ví dụ biển số của các nước Thái Lan, Ả Rập .v.v. thì không áp dụng được trong bài toán này).

Cấu trúc của bài báo được trình bày như sau: Đề xuất thuật toán được trình bày trong phần II, các bước tiền xử lý trình bày trong phần III, phát hiện vùng chứa biển số trình bày trong phần IV, phân đoạn ký tự trình bày trong phần V, nhận dạng ký tự trình bày trong phần VI, và phần VII là phần đánh giá kết quả.

II. ĐỀ XUẤT THUẬT TOÁN

Thuật toán nhận dạng biển số xe được thực hiện theo bốn bước như mô tả trong hình 1. Đầu tiên, là bước tiền xử lý, nó gồm các công việc như khử nhiễu, cân bằng sáng, cân bằng sắc thái, chuẩn hoá kích thước, nhằm cải thiện chất lượng bức ảnh đầu vào tốt nhất, để phục vụ cho ba bước chính tiếp theo. Bước thứ hai, phát hiện ra vùng chứa biển số, ở đây dùng phương pháp hình chiểu, phương pháp này thể hiện đặc tính thống kê của bức ảnh, dựa vào đặc tính này trích vùng chứa biển số [6]. Phương pháp hình chiểu là một trong những phương pháp đơn giản nhất, nhưng kết quả ta thu được sẽ có sự nhầm lẫn của các vùng không chứa biển số, vì vậy bằng cách này, có thể sẽ thu được nhiều hơn một vùng chứa biển số. Bước tiếp theo là phân tách các vùng chứa ký tự từ vùng chứa biển số ở bước hai nhờ thuật toán đánh nhận để tìm ra các đối tượng có chiều cao bằng nhau và ở cạnh nhau [7]. Bước cuối cùng là bước nhận dạng ký tự bằng mạng Noron nhân tạo [3]. Trước khi đi vào thực hiện việc nhận dạng ký tự, ta chia dữ liệu đầu ở đây là các ảnh ký tự đã được phân nhỏ thành 3 loại, nhằm mục đích giảm độ phức tạp cho mạng Noron nhân tạo, sau đó mỗi loại đó sẽ đi vào một mạng Noron riêng biệt. Và kết quả cuối cùng của bài toán này là các ký tự của biển số xe ở trong ảnh ở đầu vào.



Hình 1. Sơ đồ khái niệm bài toán nhận dạng biển số xe

III. TIỀN XỬ LÝ

Trong bước này, sẽ thực hiện các bước chuyển đổi ảnh đầu vào thành ảnh xám (Gray), và sau đó lọc nhiễu và phát hiện sự thay đổi biên.

A. Chuyển đổi ảnh màu (RGB) sang ảnh xám (Gray)

Trong việc nhận dạng biển số xe Ô tô, ảnh đầu vào là ảnh màu, các bức ảnh này không phải luôn luôn cùng độ sáng và sắc thái. Vì vậy, để cho đồng nhất các tiêu chuẩn cho tất cả dữ liệu đầu vào, thực hiện chuyển đổi từ ảnh màu (RGB) về ảnh định dạng ảnh xám (Gray) [6].

B. Lọc nhiễu và phát hiện sự thay đổi biên

Ảnh đầu vào được chụp ở nhiều thời điểm khác nhau, và chất lượng của các bức ảnh ít nhiều đều bị ảnh hưởng bởi các loại nhiễu không mong muốn. Việc cần làm tiếp theo là phải lọc nhiễu. Ngoài ra, để nhận thấy, tại vùng chứa biển số, thì thường là phần chữ số có giá trị xám chênh lệch khá lớn với phần nền. Vì vậy, cần phải làm nổi bật sự sai lệch đó lên, để phần chữ số trong biển số xe hiện rõ hơn, nhờ đó bước tiếp theo được thực hiện dễ dàng hơn. Để thực hiện 2 công việc nói trên ta dùng một phép chập rời rạc của hàm f với ma trận mặt nạ m , phương trình (1):

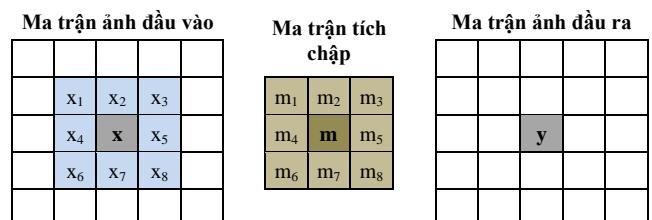
$$f'(x, y) = f(x, y) \tilde{*} m[x, y] = \sum_{i=0}^{w-1} \sum_{j=0}^{h-1} f(x-i, y-j) \cdot m[(x-i), (y-j)] \quad (1)$$

Với w, h là chiều rộng và chiều dài của bức ảnh được đại diện bởi hàm f .

Chú ý: $m[x, y]$ là phần tử cột x và hàng y của ma trận m .

Phép chập ở trên ảnh, được định nghĩa bởi một ma trận tích chập. Và một ma trận tích chập phải được định nghĩa sao cho sự biến đổi của 1 điểm ảnh nào đó là phụ thuộc vào các điểm ảnh lân cận trong quá trình chập. Một điểm ảnh sẽ phụ thuộc vào 8 điểm lân cận. Đặt ma trận tích chập là ma trận có kích thước 3×3 thì phép tích chập để tính giá trị điểm ảnh mới được tính theo phương trình (2), minh họa trong hình 2:

$$y = x \times y + x_1 \times m_1 + x_2 \times m_2 + \dots + x_7 \times m_7 + x_8 \times m_8 \quad (2)$$



Hình 2. Điểm ảnh x thực hiện phép nhân chập với ma trận tích chập m

IV. PHÁT HIỆN VÙNG CHÚA BIỂN SỐ

Sau một loạt các biến đổi ở bước tiền xử lý. Giờ chúng ta có thể phát hiện ra vùng biển số dựa trên các đặt tính thống kê của nó. Có rất nhiều phương pháp dùng để thống kê. Nhưng một trong số đó là ta dựa vào các hình chiếu đứng và chiếu ngang của nó theo các trục x , y . Ưu điểm của phương pháp này là thực hiện đơn giản. Ở trong thuật toán này, chỉ cần chiếu theo một phương ngang là có thể tìm ra vùng chứa biển số.

Sau khi chiếu ngang, phần chứa biến số sẽ có giá trị chiếu cao hơn nhiều so với các phần nền xung quanh. Dựa vào đặc tính đồ thị như vậy xác định được hai toạ độ y_1 và y_2 , của dải chứa biến số.

- Thực hiện phép chiếu ngang

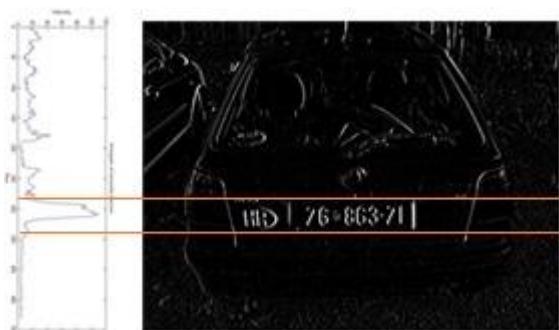
Xem ánh đầu vào của bước này là một bức ảnh xám và nó được định nghĩa như một hàm rời rạc $f(x, y)$. Với x, y là phần tử của hàng và của cột của ma trận ánh đầu vào. Sau đó, ta chiếu hàm f này xuống trục đứng, được một hàm P_x , phương trình (3).

$$P_x = \sum_{x=0}^{h-1} p(x) \quad (3)$$

Trong đó: $p(x) = \sum_{i=0}^{w-1} f(x, i)$

w, h là chiều rộng và cao của ảnh đầu vào.

x, y là phần tử hàng thứ x và cột thứ y của ảnh đầu vào.



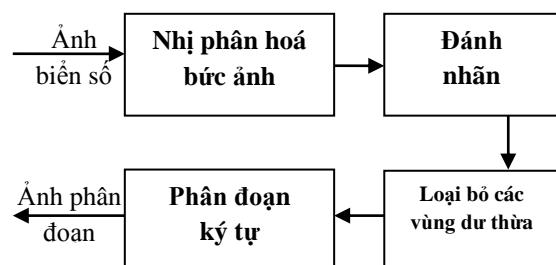
Hình 3. Phép chiếu ngang



Hình 4. Vùng chứa biến số đã được phát hiện

Sau khi chiếu ngang, phần chứa biến số sẽ có giá trị chiếu cao hơn nhiều so với các phần nền xung quanh. Dựa vào đặc tính đồ thị như vậy xác định được hai toạ độ y_1 và y_2 , của dải chứa biến số (*hình 3*). Kết quả quá bước phát hiện vùng chứa biến số được thể hiện trong *hình 4*.

V. PHÂN ĐOAN KÝ TỰ



Hình 5. Sơ đồ khái các bước phân đoạn ký tự

Bước phân đoạn ký tự được thực hiện qua bốn bước là Nhị phân hoá bức ảnh, Đánh nhãn, Loại bỏ các vùng dư thừa và Phân đoạn ký tự, như mô tả trong [hình 5](#).

A. Chuyển thành ảnh nhị phân

Ánh xám (*hình 6-a*) được chuyển thành ánh nhị phân (*hình 6-b*), sử dụng phương pháp phân ngưỡng. Giả sử, ngưỡng ở đây là k , nếu mức xám tại điểm ảnh đó $\geq k$ thì mã hoá thành ‘Bit 1’ tương đương với màu trắng, ngược lại là ‘Bit 0’ tương đương với màu đen. Từ thực nghiệm, xác định được $k = 0.6 \times 256$.



Hình 6-a. Ảnh được cắt gọn lại



Hình 6-b. Loại bỏ một phần dư thừa và đánh nhăn



Hình 6-c. Thu gọn lại vùng chứa biến số

B. Đánh nhän

Những điểm cận kề nhau có cùng giá trị là ‘Bit 1’, thì được đánh chung một nhãn (*hình 6-b*).

C. Loại bỏ biến, các vùng dư thừa.

Từ các nhãn đã xác định được và so sánh chiều cao sê loại được các vùng có toạ độ nằm riêng rẽ, hoặc loại được những vùng có độ lớn quá nhỏ so với các đối tượng còn lại. Từ đó sẽ thu hẹp được vùng chứa biến số (hình 6-c).

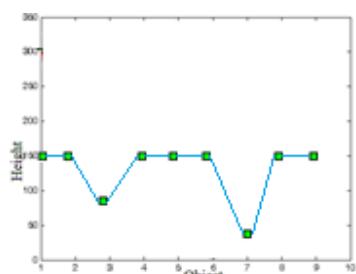
D. Phân đoạn ký tự

Đánh nhãn các đối tượng có khả năng là ký tự và phân tích chiều cao các đối tượng (hình 7). Sau đó so sánh chiều cao các đối tượng (hình 8).

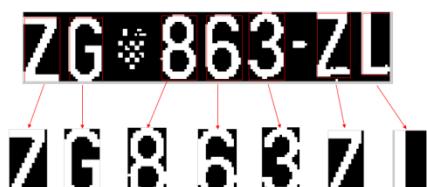
Từ những đối tượng có chiều cao bằng nhau, xác định được các tọa độ của đối tượng đó, sau đó cắt chúng ra thành những ảnh nhỏ có độ phân giải 64×32 (hình 9).



Hình 7. Đánh nhãn các đối tượng có khả năng là ký tự và phân tích chiều cao các đối tượng



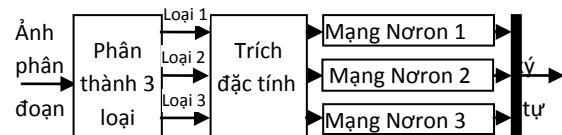
Hình 8. So sánh chiều cao



Hình 9. Ảnh biển số đã được phân đoạn

VI. NHẬN DẠNG KÝ TỰ

Vấn đề nhận dạng, mạng noron nhân tạo là một trong những cách phổ biến nhất được sử dụng [8]. Mặc dù nó có nhiều ưu thế, nhưng mạng noron nhân tạo vẫn còn một số hạn chế. Một hạn chế quan trọng là khó khăn trong việc huấn luyện một mạng lưới noron lớn. Huấn luyện mạng như vậy, nó đòi hỏi cơ sở dữ liệu rất lớn mà chúng ta không dễ dàng đáp ứng được yêu cầu đó. Như đã đề cập, để hạn chế độ phức tạp của mạng Noron nhân tạo, nên đã đề xuất sử dụng mô hình mạng Noron nhiều lớp, cụ thể với hai lớp ẩn, lớp thứ nhất với nhiệm vụ phân loại ký tự thành ba nhóm riêng biệt (dựa vào đặc điểm hình thái học của ký tự) và ở lớp mạng thứ 2 với 3 nhóm nhỏ được huấn luyện để đưa ra ký tự cuối cùng. Với việc thực hiện như vậy thì độ phức tạp của mạng lưới được giảm bớt rất đáng kể. Và quá trình phân loại được đề xuất chia các đối tượng thành ba loại. Mỗi thể loại sau đó sẽ được nhận dạng tiếp, nó sử dụng mạng noron nhân tạo nhỏ riêng biệt (hình 10).



Hình 10. Sơ đồ khái của các tầng trong bước nhận dạng ký tự

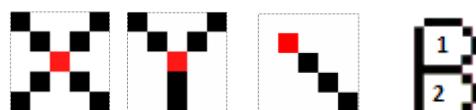
A. Phân loại ký tự

Phân tích cấu trúc xương là một phân tích phức tạp hơn so với việc phân tích các điểm ảnh (Hình 11). Ở đây ta sẽ xem xét đến các các điểm giao nhau, không giao nhau, các vòng khép kín... trong cấu trúc xương của đối tượng (Hình 10) [9], [10]. Bằng cách sử dụng phương pháp này ký tự sẽ được phân thành 3 loại là: loại 1 - không vòng khép kín, loại 2 - một vòng khép kín, loại 3 - hai vòng khép kín (Hình 12).



a. Ký tự phân đoạn b. Lấy xương

Hình 11. Lấy xương của ảnh đã phân đoạn

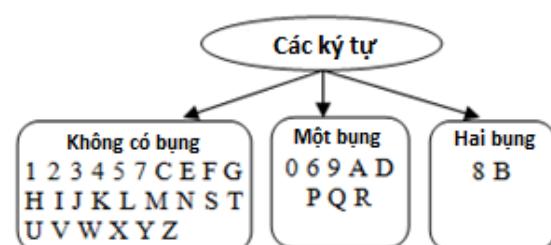


a. Có giao nhau b. Không giao nhau c. Có bụng

Hình 12. Ba đặc trưng

B. Mạng Noron nhận dạng

Sau khi phân thành ba nhóm ở bước trên, mỗi nhóm đó sẽ đi vào ba mạng Noron khác nhau. Ba mạng Noron này được sử dụng để huấn luyện nhằm phân loại cho mỗi nhóm ký tự (hình 13).



Hình 13. Tất cả ký tự được chia thành 3 loại dựa trên đặc tính có bụng (vùng khép kín)

I. Trích thuộc tính

Ký tự đầu vào có kích thước khá lớn nên sẽ gây khó khăn khi sử dụng cả ký tự làm thuộc tính đầu vào cho mạng Noron. Tuy nhiên chúng ta có thể sử dụng kỹ thuật trích giảm thuộc tính để ánh xạ dữ liệu thành kích thước

bé hơn nhưng vẫn không làm mất thông tin của dữ liệu. Có rất nhiều cách để trích giảm thuộc tính như: Phân tích thành phần chính - principal components analysis (PCA) [11], phương pháp chiêu - projection pursuit (PP), phân tích đường cong chính - principal curves (PC), self-organizing maps (SM) [12].

2. Mạng Noron nhân tạo

Để nhận biết các ký tự phân đoạn có hai phương pháp phổ biến là dựa trên mẫu phù hợp và dựa trên các mạng thần kinh nhân tạo. Phương pháp phù hợp với mẫu có thể nhanh chóng nhận ra các ký tự bằng cách tính toán các mối tương quan giữa các mẫu và hình ảnh [13], tuy nhiên khi các biến số có biến dạng hoặc được luân chuyển, tỉ lệ nhận dạng của mẫu phù hợp sẽ giảm đáng kể [13]. Vì lý do này, muốn mạng lưới Noron để mẫu phù hợp và đào tạo ba mạng nhận dạng mẫu sử dụng công cụ Matlab đã cung cấp, cho các nhiệm vụ nhận dạng. Mỗi mạng có 20 nút ẩn và được huấn luyện, sử dụng thuật toán Levenberg – Marquardt [30].

VII. ĐÁNH GIÁ

A. Đánh giá kết quả tìm vùng chứa biến số.

• Cơ sở dữ liệu đầu vào

Để đánh giá quá trình thực hiện tìm vùng chứa biến số bằng phương pháp đã đề xuất, sử dụng cơ sở dữ liệu có 127 tấm ảnh đã được xây dựng dựa trên việc sưu tầm hình ảnh trên internet, và được chụp lại bởi nhóm nghiên cứu. Cơ sở dữ liệu được phân loại theo điều kiện ánh sáng, thời tiết, góc định hướng và chất lượng của hình ảnh (một tấm ảnh có thể bao gồm nhiều điều kiện phân loại trên). Chi tiết của cơ sở dữ liệu, và kết quả được mô tả trong bảng 1.

BẢNG 1. CHI TIẾT KẾT QUẢ BUỚC TÌM VÙNG BIÊN SỐ

Cơ sở dữ liệu	Số lượng	Phân đoạn	Đúng (%)	Sai (%)
Tổng	127	107	84.25	15.75
Độ tương phản				
Thấp	35	27	77.14	22.86
Cao	92	79	85.87	14.13
Thời tiết				
Mưa	32	31	96.88	3.13
Gió	93	78	83.87	16.13
Nắng	25	23	92	8
Góc xoay, nghiêng				
Chính diện	60	55	91.67	8.33
Bị lệnh	39	32	82.05	17.95
Vị trí chụp				
Trước	95	86	90.53	9.47
Sau	31	20	64.52	35.48
Cành nền				
Đơn giản	40	34	85	15
Phức tạp	28	20	71.43	28.57

B. Đánh giá kết quả phân đoạn ký tự

• Cơ sở dữ liệu là vùng chứa biến số

Cơ sở dữ liệu của phần này là 341 tấm ảnh biển số xe được lấy từ kết quả của bước trên, và một phần được tìm kiếm trên internet. Và chia chúng thành 3 loại, chi tiết mỗi loại được mô tả trong bảng 2.

• Đánh giá

Kết quả của bước phân đoạn được cho trong bảng 3. Đối với bộ dữ liệu có chất lượng thì kết quả thu được lên đến 96.17%, là một kết quả khá tốt. Còn với các loại dữ liệu còn lại, kết quả thu được khá thấp, chưa đến 77%. Như vậy, hiệu suất của bước này đối với tất cả dữ liệu chỉ đạt 83%.

BẢNG 2. MÔ TẢ CƠ SỞ DỮ LIỆU

Cơ sở dữ liệu	Số lượng	Mô tả
Loại 1	183	Là tập hợp những biển số có chất lượng tốt: điều kiện sáng bình thường, thời tiết đẹp, ảnh không bị xoay, ký tự trên biển số màu đen trên nền trắng.
Loại 2	67	Là những biển số xe bị lệch, nghiêng với một góc bất kỳ và có cường độ sáng tốt.
Loại 3	91	Những biển số có góc lệnh lớn, cường độ sáng xấu (Quá sáng hoặc quá tối). Chất lượng kém, mờ, bị nhiễu.

BẢNG 3. CHI TIẾT KẾT QUẢ CỦA BUỚC PHÂN ĐOẠN

	Số lượng biển số	Phân đoạn	Hiệu suất
Loại 1	183	176	96.17%
Loại 2	67	51	76.12%
Loại 3	91	56	61.54%
Tổng	341	283	83%

C. Đánh giá bước phân loại ký tự

1. Cơ sở dữ liệu ký tự.

Do loại điều kiện chụp ảnh của dẫn đến sự khác biệt về kích thước, độ sáng, và độ tương phản của các ký tự được phân đoạn; hai loại cơ sở dữ liệu huấn luyện được đề xuất là dữ liệu sạch và dữ liệu không sạch để cải thiện chất lượng của việc phân loại. Tập dữ liệu không nhiều sẽ được huấn luyện trên một bộ dữ liệu bao gồm điều kiện chiếu sáng tốt và đối tượng không bị lệch. Mỗi ký tự trong tập huấn luyện có 20 mẫu. Tập dữ liệu không sạch được huấn luyện trên một bộ dữ liệu trong đó có 20 mẫu tốt và 30 mẫu không tốt cho mỗi ký tự.

Dữ liệu được chia thành 3 loại:

- Chất lượng tốt (WM):** Các mẫu thử của từng ký tự tương tự, gần giống như những mẫu mà ta đã huấn luyện cho mạng.
- Chất lượng trung bình (MM):** Là tập hợp bao gồm các mẫu mà có sự sai khác về điều kiện sáng, phông chữ, góc nghiêng.
- Chất lượng không tốt (HM):** Là tập hợp khác hẳn về phông chữ, góc xoay của đối tượng và điều kiện chiếu sáng so với đối tượng mà ta đã huấn luyện trước đó.

Cơ sở dữ liệu của phần này, các mẫu được đem đi huấn luyện cũng như kiểm tra, đánh giá đối với dữ liệu có chất lượng tốt (WM) được trích ra từ kết quả của phần phân đoạn ký tự trong loại 1 (*bảng 2*). Tương tự như vậy, dữ liệu loại MM được trích ra từ loại 2 và HM từ loại 3.

Cơ sở dữ liệu của phần đánh giá này được chia thành 2 loại: 1. Dữ liệu sạch: Bao gồm toàn bộ các mẫu tốt.

2. Dữ liệu không sạch: Bao gồm cả mẫu tốt xen lẫn mẫu chưa tốt.

Mô tả chi tiết của cơ sở dữ liệu cho hai loại dữ liệu huấn luyện và kiểm tra được trình bày trong *Bảng 4*.

BẢNG 4. CHI TIẾT CƠ SỞ DỮ LIỆU CỦA PHẦN PHÂN LOẠI KÝ TỰ VÀ KẾT QUẢ

	Huấn luyện (Số mẫu/ký tự)		Kiểm tra (Mẫu/ký tự)			
	Tốt	Chưa tốt	WM	MM	HM	ALL
Dữ liệu sạch	20	0	20	20	20	60
Dữ liệu không sạch	20	30	10	10	10	30

2. Đánh giá

Tập dữ liệu để đánh giá bao gồm WM, MM, HM và $TỔNG = (WM+MM+HM)$, nó được sử dụng để thực hiện đánh giá trong cả hai mô hình huấn luyện. Đầu tiên, đặc tính vùng đóng kín được dùng để phân loại ký tự. Kết quả phân loại được mô tả trong *Bảng 5* và *Bảng 6*.

a) Dữ liệu sạch

Tập dữ liệu của WM là 700 mẫu ký tự, MM 700 mẫu ký tự, HM 700 mẫu ký tự và $TỔNG$ là 2100 mẫu ký tự được sử dụng cho việc đánh giá dữ liệu sạch.

BẢNG 5. KẾT QUẢ CỦA KIỂM THỬ DỮ LIỆU SẠCH

Dữ liệu sạch	WM			MM			HM			TỔNG		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Không có bụng (T1)	498	2	0	499	1	0	499	1	0	1496	4	0
Có một bụng (T2)	2	158	0	4	155	1	6	150	4	12	463	5
Có hai bụng (T3)	0	0	40	0	0	40	1	0	39	1	0	119

b) Dữ liệu không sạch

Tập dữ liệu của WM là 350 mẫu ký tự, MM 350 mẫu ký tự, HM 350 mẫu ký tự và $TỔNG$ là 1050 mẫu ký tự được sử dụng cho việc đánh giá dữ liệu không sạch.

BẢNG 6. KẾT QUẢ CỦA KIỂM THỬ DỮ LIỆU KHÔNG SẠCH

Dữ liệu không sạch	WM			MM			HM			TỔNG		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Không có bụng (T1)	250	0	0	249	1	0	249	1	0	748	2	0
Có một bụng (T2)	2	78	0	1	79	0	1	78	1	4	235	1
Có hai bụng (T3)	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	60

D. Đánh giá bước nhận dạng ký tự.

1) Cách đánh giá

Trong bài báo này, thực hiện thuật toán nhận dạng được đề xuất đánh giá thông qua tỷ lệ ánh nhận dạng đúng (TPR), ánh nhận dạng sai (FPR):

$$TPR = \frac{TP}{TP+FN}, FPR = \frac{FP}{FP+TN} \quad (8)$$

Trong đó TP, FP, FN và TN được xác định như sau:

- TP: Số lượng những ký tự A được nhận dạng đúng.
- FP: Số lượng những ký tự không phải là A được nhận dạng sai thành ký tự A.
- FN: Số lượng ký tự A được nhận dạng sai.
- TN: Số lượng những ký tự không phải A được nhận dạng đúng là không phải ký tự A.

2) Đánh giá

Sau khi phân ký tự thành ba loại, mỗi loại được nhận dạng bằng ba mạng Noron riêng. Kết quả của cả hai loại dữ liệu được thể hiện trong *Bảng 7* và *Bảng 8*.

a) Dữ liệu sạch

BẢNG 7. KẾT QUẢ NHẬN DẠNG KÝ TỰ TRONG DỮ LIỆU SẠCH

Dữ liệu sạch	TỔNG	TPR	FPR
WM	700	99.43%	0.018%
MM	700	93.98%	0.187%
HM	700	85.12%	0.458%
ALL	2100	92.84%	0.221%

b) *Dữ liệu không sạch*

BÀNG 8. KẾT QUẢ NHẬN DẠNG KÝ TỰ TRONG DỮ LIỆU KHÔNG SẠCH

Dữ liệu không sạch	TỔNG	TPR	FPR
WM	350	99.43%	0.018%
MM	350	98.29%	0.054%
HM	350	92.00%	0.249%
ALL	1050	96.57%	0.107%

Dựa vào kết quả trên, chúng ta thấy rằng:

- Khi huấn luyện cho dữ liệu sạch, TPR của WM, MM, HM đạt được cao cụ thể lần lượt là 99.43%, 98.29%, 92.00%, trung bình cho cả ba là 96.57%. Còn FPR là khá thấp cho cả ba loại, trung bình là 0.107%.
- Khi huấn luyện cho dữ liệu không sạch, hiệu suất của kết quả phân loại đã được cải thiện đáng kể. TPR của MM, HM đã tăng xếp xỉ 4%.

VIII. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, đã trình bày bốn bước của việc nhận dạng biển số xe ô tô và cũng trình bày chi tiết đánh giá kết quả cho mỗi phần. Với thuật toán đã đưa ra cho thấy hiệu suất khôi nhận dạng ký tự cho ra kết quả cao nhất do đã được cải tiến bổ sung thêm bước phân loại ký tự. Ngoài ra trong phần phân đoạn ký tự cho hiệu suất thu được lên đến 96.57% nhờ sử dụng thuật toán đánh nhãn.

Kết quả của toàn bộ thuật toán phụ thuộc rất nhiều vào bước tiền xử lý. Do bước tiền xử lý đã đề xuất chưa làm nổi bật được phần chữ số nên khôi tìm vùng chứa biển số chỉ đạt hiệu suất 84.25%, làm cho hiệu suất của toàn bộ thuật toán bị giảm. Trong tương lai, sẽ tiếp tục nghiên cứu phương pháp phát hiện cạnh kết hợp với phát hiện sự thay đổi biến đổi nâng cao hiệu suất bước tiền xử lý. Và phương pháp Hough Transform sẽ xử lý các trường hợp góc chụp bị lệch.

LỜI CẢM ƠN

Để đạt được kết quả như đã trình bày, xin gửi lời cảm ơn đến tập thể nhóm nghiên cứu TRT 3DCS và Kỹ Sư Nguyễn Hải Triều Anh, Khoa Điện Tử Viễn Thông, Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng đã hỗ trợ, giúp đỡ rất nhiều trong quá trình thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Bai and C. Liu "A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology", Proc. Int. Conf. Pattern Recognit., vol. 2, pp.831 -834 2004.
- [2] D. Zheng, Y. Zhao and J. Wang "An efficientmethod of license plate location", Pattern Recognit. Lett., vol. 26, no. 15, pp.2431 -2438 2005.
- [3] A. Akoum, B. Daya , P. Chauviet, "Two Neural Networks for License Number Plates Recognition", Lebanese University, Institute of Technology, P.O.B. 813 - Saida – LEBANON.
- [4] S. Wang and H. Lee "Detection and recognition of license platecharacters with different appearances", Proc. Int. Conf. Intell. Transp.Syst., vol. 2, pp.979 -984 2003.
- [5] F. Faradj, A. H. Rezaie and M. Ziaratban "A morphological-based license plate location", Proc. IEEE Int. Conf. Image Process., vol. 1, pp.57 -60 2007.
- [6] Naikur Bharatkumar Gohil; "Car License Plate Detection"; B.E., Dharmasinh Desai University, India, 2006.
- [7] Trương Quốc Bảo, Võ Văn Phúc; "Giải thuật mới cho bài toán định vị và nhận dạng biển số xe ô tô"; Tạp chí khoa học Trường đại học Cần Thơ; Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường: 27(2013):44-45.
- [8] Lương Vũ Trúc, Lâm Tú Bình, Huỳnh Thị Phương Oanh, Nguyễn Chí Thành; "Ứng dụng mạng Neutral trong nhận dạng ký tự quang học"; Tiểu luận.
- [9] Lu Liu; Hongjiang Yu; Kehe Cai; Jia Wang; , "License plate recognition using topology structure features," Computing, Control and Industrial Engineering (CCIE), 2011 IEEE 2nd International Conference on, vol.2, no., pp.251-254, 20-21 Aug. 2011.
- [10] Peter Tarabek; "Morphology Image Pre-Processing For Thinning Algorithms" Journal of Information, Control and Management Systems, vol. 5, no. 1, pp. 131-138, 2007.
- [11] Ondrej Martinsky; "Algorithmic And Mathematical Principles Of Automatic Number Plate Recognition Systems", Faculty Of Information Technology Department Of Intelligent Systems, Brno University Of technology, 2007.
- [12] Fodor I. K.;, "A survey of dimension reduction techniques" LLNL technical report, june 2002.
- [13] Guangmin Sun; Canhui Zhang; Weiwei Zou; Guangyu Yu; "A new recognition method of vehicle license plate based on Genetic Neural Network" Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2010 the 5th IEEE Conference on, vol., no., pp.1662-1666, 15-17 June 2010.
- [14] M. Sarfraz, M. J. Ahmed and S. A. Ghazi "Saudi Arabian license plate recognition system", Proc. Int. Conf. Geom.Model. Graph., pp.36 -41 2003.
- [15] D. Zheng, Y. Zhao and J. Wang "An efficientmethod of license plate location", Pattern Recognit. Lett., vol. 26, no. 15, pp.2431 -2438 2005.
- [16] K. Kanayama, Y. Fujikawa, K. Fujimoto and M. Horino "Development of vehicle-license numberrecognition system using real-time image processing and its application to travel-time measurement", Proc. IEEE Veh. Tech. Conf., pp.798 -804 1991.
- [17] V. Kamat and S. Ganesan "An efficient implementation of the Hough transform for detecting vehicle license plates usingDSP's", Proc. Real-Time Tech. Applicat. Symp., pp.58 - 59 1995.
- [18] C. Busch, R. Domer, C. Freytag and H. Ziegler "Feature based recognition of trafficvideo streams for online route tracing", Proc. IEEE Veh. Tech. Conf., vol. 3, pp.1790 -1794 1998.
- [19] S. Zhang, M. Zhang and X. Ye "Car plate character extraction under complicated environment", Proc. IEEE Int. Conf. Syst. Man Cybern., vol. 5, pp.4722 -4726 2004.
- [20] X. Shi, W. Zhao and Y. Shen "Automatic license plate recognition system based on color imageprocessing", Lecture Notes Comput. Sci., vol. 3483, pp.1159 -1168 2005.
- [21] K. Miyamoto, K. Nagano, M. Tamagawa, I. Fujita and M. Yamamoto "Vehicle license-plate recognition byimage analysis", Proc. Int. Conf. Ind. Electron. Control Instrum., vol. 3, pp.1734 -1738 1991.
- [22] S.-L. Chang, L.-S. Chen, Y.-C. Chung and S.-W. Chen "Automatic license platerecognition", IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 5, no. 1, pp.42 -53 2004.
- [23] T. Nukano, M. Fukumi and M. Khalid "Vehicle license plate characterrecognition by neural networks", Proc. Int. Symp.

- Intell. Signal Process. Commun.Syst., pp.771 -775 2004.
- [24] V. Shapiro and G. Gluhchev "Multinational license plate recognition system: Segmentation and classification", Proc. Int. Conf. Pattern Recognit., vol. 4, pp.352 -355 2004.
- [25] B.-F. Wu, S.-P. Lin and C.-C. Chiu "Extracting characters from real vehicle license plates out-of-doors", IET Comput.Vision, vol. 1, no. 1, pp.2 -10 2007.
- [26] T. D. Duan, T. L. H. Du, T. V. Phuoc and N. V. Hoang "Building an automatic vehicle license-plate recognition system", Proc. Int. Conf. Comput. Sci. RIVF, pp.59 -63 2005.
- [27] K. K. Kim, K. I. Kim, J. B. Kim and H. J. Kim "Learning-based approach for license plate recognition", Proc. IEEE Signal Process. Soc. Workshop Neur. Netw. Signal Process., vol. 2, pp.614 -623 2000.
- [28] A. Capar and M. Gokmen "Concurrent segmentation and recognition with shape-driven fast marching methods", Proc. Int. Conf. Pattern Recognit., vol. 1, pp.155 -158 2006.
- [29] R. Parisi, E. D. D. Claudio, G. Lucarelli and G. Orlandi "Car plate recognition by neural networks and image processing", Proc. IEEE Int. Symp. Circuits Syst., vol. 3, pp.195 -198 1998.
- [30] Ananth Ranganathan "The Levenberg-Marquardt Algorithm", 8th June 2004.