

# Hệ thống nhận dạng biển số xe ô tô sử dụng thuật toán học máy tiên tiến

## Car number plates recognition system using Advanced Machine learning algorithm

**Đoàn Văn Đồng**

Nhóm nghiên cứu Khoa học và công nghệ ứng dụng cho sự phát triển bền vững (STASD), Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Email liên hệ: dongdv@ut.edu.vn

### Tóm tắt:

Hiện nay tại Việt Nam, công tác quản lý phương tiện giao thông nói chung và quản lý ô tô, xe máy nói riêng là vấn đề vô cùng phức tạp. Hơn nữa, công tác phát hiện, xử phạt các hành vi vi phạm giao thông, chống trộm,... gặp rất nhiều khó khăn. Để giải quyết các vấn đề trên, nhu cầu đặt ra cần có các hệ thống tự động thực hiện công việc nhận dạng biển số xe, có khả năng đọc và hiểu biển số xe một cách tự động. Một hệ thống nhận dạng như vậy có rất nhiều ứng dụng trong thực tiễn như: Trạm cân xe tự động, trạm thu phí tự động, bãi gửi xe tự động. Giống như các hệ thống tự động khác, việc nhận dạng biển số xe bao gồm yêu cầu về phần cứng và phần mềm. Phần cứng là thiết bị thu nhận ảnh (camera), ảnh thu được sẽ được phần mềm xử lý và đưa vào nhận dạng. Việc nhận dạng bao gồm hai khâu: Tách biển số xe và nhận dạng ký tự. Trong bài báo này, phương pháp nhận dạng biển số xe ô tô dựa trên thuật toán học máy tiên tiến đã chứng minh được sự hiệu quả về tỷ lệ nhận dạng chính xác trong thời gian ngắn.

**Từ khóa:** Nhận dạng biển số xe; Học máy; OpenCV.

### Abstract:

Nowadays in Vietnam, the management of vehicles is extremely complicated. Moreover, the work of detecting and sanctioning traffic violations, anti-theft... have many difficulties. To solve the above problems, it needs automatic systems that perform the job of recognizing plates, capable of reading and understanding plates automatically. That identification system has many practical applications such as automatic vehicle weighing stations, automatic toll stations, and automatic parking lots. As other automation systems, plate recognition involves hardware and software requirements. Hardware is an image acquisition device (camera), the image will be processed by software. The identification includes two stages: plate separation and character recognition. In this paper, a method to recognize car number plates based on an advanced machine-learning algorithm has illustrated to be effective in accurate identification rate in a short time.

**Keywords:** Recognizing plates; Machine learning; OpenCV.

### 1. Giới thiệu

Hệ thống nhận dạng biển số xe [1]–[6] là hệ thống có khả năng phân tích hình ảnh và xác định biển số trên xe, thông qua video, thiết bị ghi hình và hình ảnh. Sau cùng là xác định các thông tin như: Chủ sở hữu xe và tốc độ xe.

Phân loại ứng dụng nhận dạng biển số xe có nhiều cách thức khác nhau. Một trong những cách

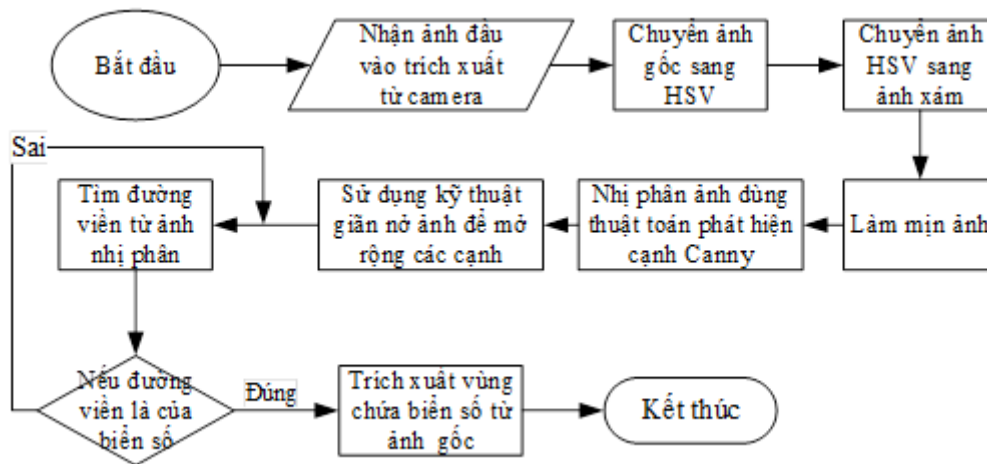
đơn giản là phân loại ứng dụng nhận dạng biển số xe thông qua mục đích sử dụng. Có thể chia ứng dụng nhận dạng biển số xe thành hai loại sau:

**Giới hạn vùng nhìn:** Ảnh thu trực tiếp từ các thiết bị ghi nhận ảnh kỹ thuật số. Ảnh được ghi nhận thường chỉ giới hạn trong vùng có biển số xe. Các phương tiện giao thông phải chạy với một tốc độ đủ chậm để máy ghi nhận hình ảnh có thể thu được ảnh

vùng biển số xe. Những ứng dụng nhận dạng biển số xe loại này thường được dùng tại các trạm kiểm soát, các trạm thu phí, các bãi gửi xe tự động, các trạm gác cổng.

**Không giới hạn vùng nhìn:** Ảnh đầu vào thu được từ các thiết bị ghi hình tự động, không phụ thuộc vào góc độ, các đối tượng xung quanh, ảnh không cần bắt buộc chỉ chụp vùng chứa biển số xe, mà có thể ảnh tổng hợp chứa thêm các đối tượng như người, cây, đường phố,... chỉ cần vùng biển số xe phải đủ rõ để có thể thực hiện nhận dạng được

các ký tự trong vùng đó. Do đặc tính không giới hạn vùng nhìn, ảnh đầu vào có thể thu được từ một thiết bị ghi hình (camera, máy ảnh). Do đó, công việc đầu tiên là dò tìm trong ảnh, để xác định đúng vùng chứa biển số xe. Sau đó, thực hiện tách vùng và nhận dạng. Cuối cùng tùy thuộc vào mục đích sử dụng mà kết quả nhận dạng được truyền đi hay lưu trữ để phục vụ nhu cầu khác. Vì không phụ thuộc vào hình ảnh thu được nên có thể dùng ứng dụng tại nhiều nơi như tại những nơi điều tiết giao thông như tại các vị trí của giao thông: ngã ba, ngã tư, tại các nút đường giao nhau.



**Hình 1.** Thuật toán dò tìm biển số.

Nội dung của bài báo này đề cập đến phương pháp nhận dạng biển số xe dựa trên thuật toán học máy tiên tiến. Ứng dụng thư viện OpenVC kết hợp mới máy vector hỗ trợ (Support Vector Machine – SVM) là một phương pháp đơn giản và hữu ích để giải quyết bài toán loại không giới hạn vùng nhìn. Để giải quyết được bài toán nhận dạng biển số xe, yêu cầu đặt ra là phải giải quyết được ba vấn đề sau:

- Thứ nhất: Xác định vùng chứa biển số xe và tách biển số;
- Thứ hai: Cách ly từng ký tự trong biển số;
- Thứ ba: Nhận dạng ký tự.

## 2. Phương pháp xác định biển số xe

Tách biển số là một bước quan trọng trong quá trình nhận dạng biển số xe. Khi tách biển số xe được chia làm hai giai đoạn chính (hình 1):

- Giai đoạn 1: Định vị trí của biển số trong ảnh chụp từ camera;
- Giai đoạn 2: Dùng các giải thuật để cắt biển số xe ra khỏi ảnh chụp.

### 2.1. Tiền xử lý ảnh

Các thao tác xử lý [7] trên ảnh dùng thư viện OpenCV để chuẩn bị cho những bước phân tích tiếp theo bao gồm: Chọn ngưỡng để chuyển ảnh đa cấp xám, ảnh màu về dạng nhị phân, giảm nhiễu để loại bỏ những dữ liệu không liên quan, phân đoạn để phân tách các thành phần trong ảnh và cuối cùng là làm mảnh hay dò biên để dễ dàng xác định các vùng, các đặc trưng thích hợp và đối tượng cần quan tâm.

Đầu tiên, chuyển màu ảnh từ BGR sang HSV. HSV biểu diễn một màu dựa trên ba số liệu:

- H (Hue): Vùng chứa màu sắc;

- S (Saturation): Độ bão hòa;
- V (Value): Độ sáng.

Khi muốn sử dụng một ngưỡng độ sáng của từng pixel để lọc ra các ký tự, với HSV có thể dễ dàng dùng riêng rẽ giá trị độ sáng (V), còn với màu GRAY không thể thao tác như vậy vì nó biểu diễn màu dựa trên chung một giá trị.



**Hình 2.** Ảnh không gian màu RGB.



**Hình 3.** Ảnh không gian màu HSV.

Bước chuyển đổi ảnh màu về ảnh xám sử dụng mã lệnh sau trong thư viện OpenCV: `cvtColor(src, src_gray, CV_BGR2GRAY)`; kết quả thể hiện qua hình 4.



**Hình 4.** Ảnh xám đã biến đổi.

Bước chuyển ảnh nhị phân, với những ảnh đa cấp xám các thông tin có sẵn ở dạng nhị phân chẳng hạn như các chuỗi văn bản hay các đối tượng ảnh, phương pháp nhị phân thông thường được thực hiện trước. Mục đích của phương pháp này tự động chọn một ngưỡng cần thiết để tách ảnh thành hai phần: Thông tin ảnh và thông tin nền. Để thực hiện việc tách ngưỡng này, OpenCV sẽ cung cấp chức năng “threshold”.

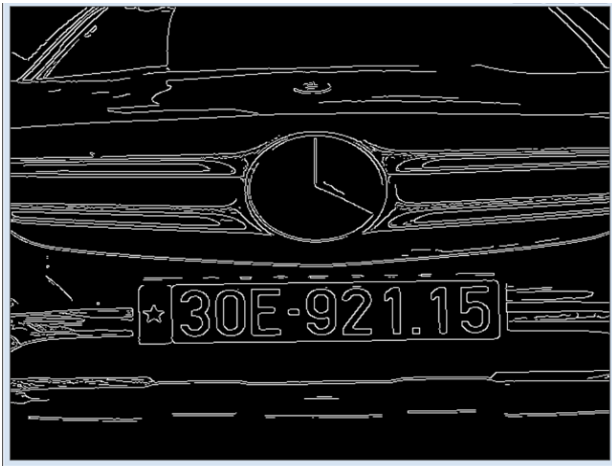


**Hình 5.** Ảnh nhị phân với threshold T=150

## 2.2. Tìm biển số bằng phương pháp tìm đường biên

Ở đây sẽ tìm đối tượng thông qua đường biên. Tác giả sử dụng hàm xác định biên `findContours` của thư viện OpenCV để tìm đối tượng trong ảnh. Cách hoạt

động của hàm này: Sau khi có được ảnh nhị phân với các điểm ảnh đánh dấu, thực hiện hàm findContours để nối các điểm ảnh lại với nhau tạo thành đường bao qua các vùng. Hàm này trả về tập hợp các điểm (x, y) trên đường bao và với mỗi đường bao ghép kín sẽ có được một vật thể. Theo kết quả thực nghiệm nếu số vật thể đếm được lớn hơn 184 thì chắc chắn có phần chứa biển số xe. Tiếp theo là kết hợp với hàm vẽ các đường bao để có được kết quả theo hình 6.



Hình 6. Kết quả khi vẽ đường bao.

### 2.3. Xác định vùng chứa và tách biển số xe

Theo tiêu chuẩn về kích thước ở Việt Nam, biển số xe qui định khá đồng đều cho mỗi loại, tỷ lệ chiều dài, rộng cho mỗi loại xe là như nhau. Đối với loại xe có một hàng ký tự thì tỉ lệ dài/rộng là:  $3.5 \leq W/H \leq 4.5$ . Đối với loại xe có hai hàng ký tự thì tỉ lệ dài/rộng là:  $0.8 \leq W/H \leq 1.4$ .

Từ các đặc tính này, có thể xác định được các vùng con thỏa mãn tiêu chí về ngưỡng tỉ lệ dài/rộng. Và chỉ những vùng con thỏa mãn thì khả năng chứa biển số xe cao. Số lượng ký tự trong biển số xe: Mỗi ký tự thường có tỉ lệ kích thước về chiều rộng, chiều cao tương ứng với chiều dài và chiều rộng của biển số xe. Chiều cao của ký tự luôn nhỏ hơn 85% chiều cao của biển số xe và luôn lớn hơn 33% chiều cao của biển xe. Còn chiều rộng của ký tự không lớn hơn 20% chiều dài của biển số xe.

Bài toán phát hiện biển số xe được giải quyết theo bốn bước như sau:

- Bước 1: Ảnh được truyền vào máy tính, gọi ảnh đầu vào là  $F(x, y)$ ;

- Bước 2: Từ ảnh đầu vào  $F(x, y)$  thực hiện phương pháp dò biên và phát triển vùng để tìm ra vùng con có khả năng chứa biển số xe, gọi tập các vùng con này là  $Sc = \{Pbi(x, y)\}$ ;

- Bước 3: Xác định chính xác vùng con nào chứa biển số xe bằng hai thao tác được miêu tả ở trên, đó là tiêu chí tỉ lệ chiều dài với chiều rộng và số ký tự trong biển số xe. Kết quả của bài toán này là một hay một tập các ảnh con chứa biển số xe. Gọi tắt là ảnh biển số xe và ký hiệu là  $Sbs = \{Fbj(x, y)\}$  - tập kết quả.

Sau khi tiến hành các bước thu được kết quả như hình 7.



Hình 7. Biển số xe sau khi được tách.

### 3. Cách ly ký tự trong biển số

Số ký tự trong biển số xe tại nước ta thường là 8, nên trong mục này, tác giả sẽ trình bày phương pháp cách ly các ký tự trong biển số xe đã được tách ra thành 8 ảnh đơn chứa các ký tự trên cho hai trường hợp biển dài và biển vuông.

Trường hợp đối với biển dài (hình 8) các bước xử lý như sau:

- Bước 1: Ma trận binary của biển số chính là ngõ vào của chương trình phân vùng ký tự;

- Bước 2: Trước khi phân vùng ký tự, có thể chia ma trận ảnh biển số thành từng hàng và lần lượt đưa từng hàng vào chương trình phân vùng;

- Bước 3: Để phân chia thành nhiều ma trận ký tự từ ma trận biển số có thể dựa vào tổng số pixel mức 1 (mức 1 là màu trắng- màu của ký tự, mức 0 là màu đen – màu của nền).

Tách các ký tự thông qua các đặc tính hình thái học:

- $15 \text{ pixels} < \text{chiều rộng} < 80 \text{ pixels}$ ;
- $30 \text{ pixels} < \text{chiều cao} < 85 \text{ pixels}$ ;
- $0.15 < \text{tỉ lệ điểm trắng} < 0.65$ .



Hình 8. Cách ly ký tự biển dài.

Trường hợp đối với biển vuông (hình 9), thực hiện chia hai hàng và đưa lần lượt ma trận chứa hai hàng để xử lý. Với ma trận của hàng 2 sau khi đã chia đôi, giữa hai ký tự có rất ít pixel ở mức 1 (trong trường hợp lý tưởng, thì sẽ là 0). Như vậy khi cộng giá trị các pixel theo từng cột cho thấy giá trị tại các vùng giữa hai ký tự rất thấp (đây cũng là tổng số pixel mức 1).



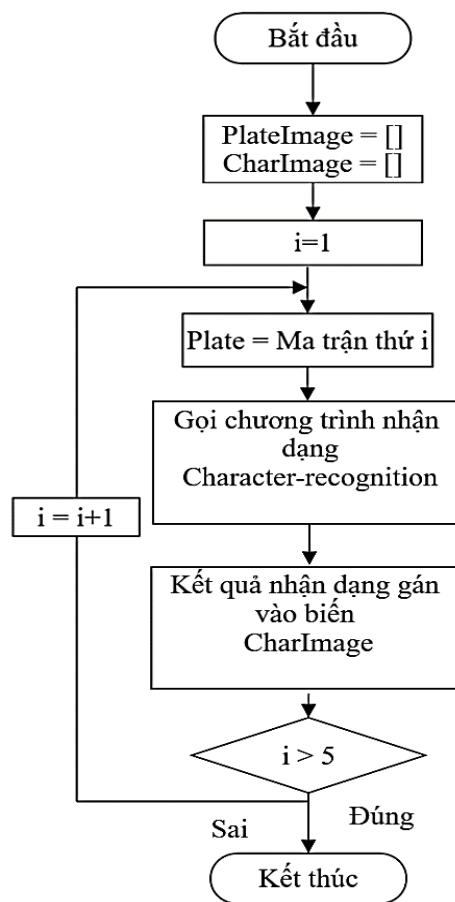
Hình 9. Cách ly ký tự biển vuông.

#### 4. Nhận dạng ký tự trên biển số xe

Các ký tự sau khi được cách ly là những ký tự đơn lẻ trong một khung hình chữ nhật có kích thước nhất định. Để nhận dạng được ký tự này, có thể sử dụng rất nhiều phương pháp khác nhau, từ đơn giản như phương pháp sử dụng độ tương quan chéo (cross correlation) cho đến những phương pháp sử dụng các mô hình học máy (machine learning) như mạng neuron nhân tạo, SVM. Đối với các phương pháp sử dụng học máy, cần sưu tầm một lượng mẫu các ký tự nhất định, từ vài trăm cho đến hàng nghìn mẫu rồi đưa vào các bộ huấn luyện. Các bước tiến hành của phương pháp SVM như sau: Sau khi thực hiện

phân vùng, có được ba ma trận trên hàng 1 và năm ma trận tương ứng với ký tự trên hàng 2 biển số. Lần lượt từng ma trận ký tự sẽ được đưa vào chương trình nhận dạng. Kết quả cuối cùng sẽ là 8 ký tự và chương trình sẽ hiển thị ký tự này dưới dạng text.

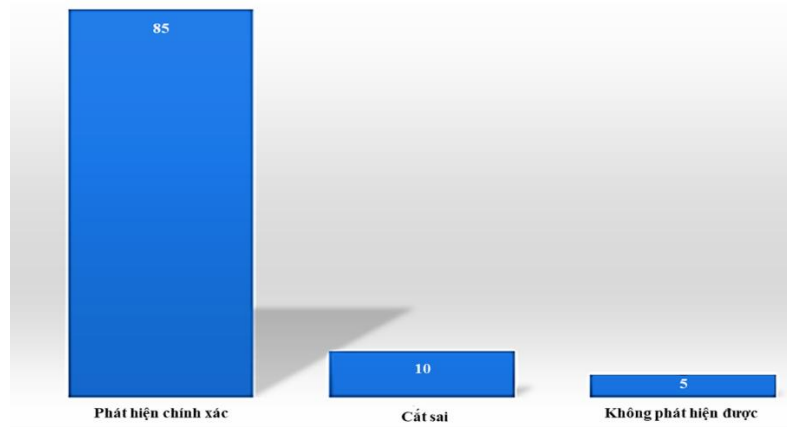
Thực chất, quá trình nhận dạng là quá trình đổi ma trận điểm ảnh của các ký tự thành mã ASCII tương ứng với ký tự đó. Để làm được điều này, người ta đem so sánh ma trận của ký tự với tất cả các ma trận trong tập mẫu, ma trận mẫu nào có khả năng giống nhiều nhất thì chính là ký tự cần tìm.



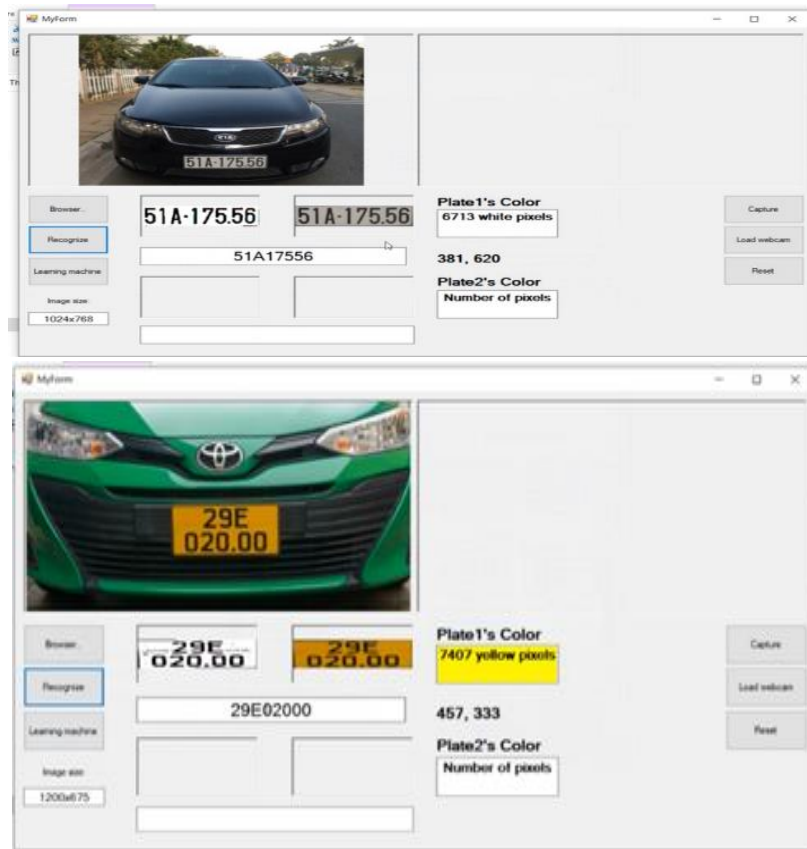
Hình 10. Lưu đồ thuật toán nhận dạng ký tự

#### 5. Kết quả thực nghiệm

Thực nghiệm với 100 bức ảnh đầu vào, phần cứng sử dụng máy tính Dell Latitude 7540 i7 8GRAM cho ra kết quả như hình 11.



Hình 11. Kết quả thực nghiệm.



Hình 12. Trường hợp nhận dạng đúng biển số.



Hình 13. Trường hợp nhận dạng sai biển số.

Thời gian xử lý khoảng 1 giây cho ra kết quả, tỷ lệ kết quả đúng đạt hơn 80%, một số kết quả sai do hình ảnh thiếu sáng, ảnh chụp nghiêng, ký tự bị mất một phần không nhận dạng được.

## 6. Kết luận

Trong bài báo này, tác giả đề xuất một hệ thống nhận diện biển số dựa trên thuật toán học máy tiên tiến SVM. Từ kết quả thực nghiệm có thể thấy rằng đối với những biển số có góc chụp chính diện thì việc nhận dạng biển số chính xác hoàn toàn. Hơn nữa, việc kết hợp sử dụng thuật toán học máy tiên tiến SVM, dữ liệu nhận dạng sẽ được tối ưu hóa và đa dạng hơn. Tuy nhiên, hệ thống chưa nhận dạng được biển số khi được chụp ở một góc nghiêng hoặc trong trường hợp biển số nhòe, không rõ ràng. Trong thời gian tới, hệ thống nhận dạng này có thể kết hợp với các phần cứng khác để nâng cao hiệu suất hoạt động.

## Tài liệu tham khảo

- [1] T. Q. Bảo, V. V. Phúc; “Giả thuật mới cho bài toán định vị và nhận dạng biển số xe ô tô”. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 2013; 27:44–55.
- [2] L. H. Tài; “Hệ thống quản lý tải trọng phương tiện ra vào cảng biển dựa trên kỹ thuật nhận dạng biển số xe động”; Luận văn Thạc sĩ; trường Đại học Công nghệ thông tin -ĐHQGHCM;Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam; 2018.
- [3] R. Laroca et al.; “A robust real-time automatic license plate recognition based on the YOLO detector” in Proc. 2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN); 08-13 July 2018; Rio de Janeiro, Brazil. IEEE; 2018; pp.1-10.
- [4] G. -S. Hsu, J. -C. Chen, Y.-Z. Chung; “Application-oriented license plate recognition”. IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2012; 62(2):552–561. DOI:10.1109/TVT.2012.2226218.
- [5] C. Gou, K. Wang, Y. Yao, Z. Li; “Vehicle license plate recognition based on extremal regions and restricted Boltzmann machines”. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2015; 17(4):1096–1107. DOI:10.1109/TITS.2015.2496545.
- [6] P. V. Khoa, T. N. Quang, N. Q. Ninh; “Xây dựng hệ thống gửi xe tự động sử dụng thị giác máy tính”. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng. 2022; 20(11.2):51–56.
- [7] S. Gollapudi; “Learn computer vision using OpenCV”. California, USA: Apress Berkeley; 2019.