

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO ĐỒ ÁN MÔN HỌC
PHÁT HIỆN VÀ NHẬN DIỆN BIỂN SỐ XE MÁY SỬ DỤNG CHO NHÀ XE

HỌ VÀ TÊN: **TRẦN HẢI QUANG – 21520416**
 HỒ TẤN HUY – 21520258
 NGUYỄN TRƯỜNG TIẾN ĐẠT – 21521946

LỚP: **CS114.O11**

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN:
PSG.TS LÊ ĐÌNH DUY
ThS PHẠM NGUYỄN TRƯỜNG AN

TP. HỒ CHÍ MINH – Tháng 1 năm 2024

Tóm tắt đồ án nhận diện biển số xe máy cho hệ thống nhà xe.

1. Lý do và mục tiêu của đề tài

Dựa trên nhu cầu thực tế của hệ thống thu phí và giám sát của nhà giữ xe, cũng như mức độ phù hợp của đồ án môn học. Nhóm chúng em quyết định đã chọn đề tài nhận diện biển số xe máy cho hệ thống này.

Mục tiêu của đề tài là xây dựng một hệ thống có khả năng phát hiện và nhận diện biển số xe máy một cách tự động, chính xác và nhanh chóng.

2. Input và Output của bài toán

Input: Một bức ảnh chứa biển số xe máy phù hợp.

Output: Một bức ảnh với biển số xe được khoanh vùng và đọc chữ số.

3. Cách thức thực hiện

Nhóm nghiên cứu đã sử dụng thuật toán YOLOv5 để phát hiện biển số xe.

YOLOv5 là một thuật toán phát hiện đối tượng nhanh và chính xác, có thể đáp ứng yêu cầu về hiệu suất và độ chính xác của hệ thống.

Để huấn luyện mô hình YOLOv5, nhóm nghiên cứu đã xây dựng hai tập dữ liệu:

- Tập dữ liệu phát hiện biển số: Tập dữ liệu này bao gồm các hình ảnh biển số xe máy được chụp từ camera điện thoại.
- Tập dữ liệu nhận dạng biển số: Tập dữ liệu này bao gồm các hình ảnh biển số xe máy được đọc và gán nhãn bằng tay.

4. Kết quả đạt được

Hệ thống nhận diện biển số xe máy do nhóm nghiên cứu xây dựng có độ chính xác đạt 65%. Đây là một kết quả khả quan, đáp ứng được các yêu cầu của đề tài. Tuy nhiên, hệ thống vẫn còn một số hạn chế cần được cải thiện.

5. Link github: <https://github.com/NguyenTTDat/CS114.O11-21521946>

MỤC LỤC

MỤC LỤC ẢNH	IV
0. Bổ sung sau khi vấn đáp	1
I. Tổng quan đề án.	3
I.1 Lý do và mục tiêu của đề tài.	3
I.2 Input và Output của bài toán	4
II. Xây dựng bộ dữ liệu.	5
III. Mô hình đề xuất.	7
III.1 YOLOv5.....	7
III.2 Quá trình train module phát hiện và nhận dạng biển số	7
III.3 Đánh giá độ chính xác hai mô hình YOLOv5.....	9
IV. Hiện thực mô hình tổng quát	10
V. Đánh giá và hạn chế của mô hình tổng thể	11
VI. Hướng phát triển của mô hình.....	12
VII. Tài liệu tham khảo.....	13

MỤC LỤC ẢNH

Hình 1 – Input	4
Hình 2 - Output.....	4
Hình 3 – Thống kê kí tự trong dataset.....	5
Hình 4 – Các tập cần chuẩn bị	8
Hình 5 – Setup file yaml cho model1	8
Hình 6 – Setup file yaml cho model2	8
Hình 7 - Lệnh để train model 1	8
Hình 8 - Lệnh để train model 2	8
Hình 9 - Sơ đồ tổng quát	10
Hình 10 - Ví dụ đọc biến số sai	11

0. Bổ sung sau khi vấn đáp

Đánh giá so với phương pháp thầy đề xuất là sử dụng xử lý ảnh thay vì mô hình nhận diện và đọc biển số, ở đây chúng ta có thể xử lý bài toán theo cách xử lý ảnh vì góc chụp và vị trí xe đã được cố định.

Sau khi tìm kiếm các nguồn thông tin trên mạng, thì chúng em không tìm được nguồn về bài toán đọc biển số xe theo cách xử lý ảnh. Nên nhóm đã quyết định kết hợp phần nhận diện biển số bằng mô hình của chúng em và sử dụng xử lý ảnh để đọc biển số xe. Chúng em sử dụng kết hợp việc nhận diện biển số bằng máy học và đọc biển số bằng thư viện easyocr như sau:

- Đầu tiên khi thử thực hiện việc đọc biển số bằng phương pháp xử lý ảnh, chúng em nhận thấy phương pháp này bị ảnh hưởng rất nhiều từ các yếu tố xung quanh như độ sáng và các cạnh viền của biển số. Sau đó chúng em đã thử cắt gọn biển số lại nhằm tránh tạo ra những đường thẳng ảnh hưởng đến kết quả đọc. Ví dụ như số 7 khi có đường viền ở dưới thường sẽ đọc ra số 2.
- Cuối cùng khi thực hiện xong và kiểm tra lại với 177 tập test trùng với tập test đã sử dụng để kiểm tra độ chính xác của mô hình thì nhận được kết quả là độ chính xác chỉ chiếm 38,4% (68/177 hình chính xác) nhỏ hơn so với kết quả mô hình chúng em kiểm tra được là 65%.

Việc xử lý ảnh thuần (truyền thống) và sử dụng máy học (machine learning) đều có ưu điểm và nhược điểm riêng biệt, dưới đây là so sánh giữa hai phương pháp:

- Xử lý ảnh thuần:
 - Ưu điểm:
 - Hiệu suất tốt trong điều kiện đơn giản như ánh sáng tốt và ảnh chụp rõ ràng.
 - Thực hiện nhanh chóng trên các ảnh có độ phức tạp thấp.
 - Không yêu cầu tập dữ liệu lớn để huấn luyện.
 - Nhược điểm:
 - Khó điều chỉnh và thích ứng khi có sự biến đổi lớn trong điều kiện ánh sáng, góc nhìn, và môi trường.
 - Đòi hỏi kiến thức chuyên sâu về xử lý ảnh và các kỹ thuật thống kê.
- Máy học:
 - Ưu điểm:
 - Các mô hình máy học có khả năng học được các đặc trưng tự động từ dữ liệu, giúp chúng thích ứng tốt với sự biến đổi và phức tạp trong dữ liệu.

- Thường đạt hiệu suất tốt hơn trong điều kiện phức tạp, như ngoại trừ đối với ánh sáng yếu, góc nhìn khó, và nhiễu.
- Các mô hình máy học có thể được huấn luyện trên một loại dữ liệu và sau đó được chuyển giao để thực hiện trên các loại dữ liệu khác.
- Nhược điểm:
 - Đòi hỏi một lượng lớn dữ liệu huấn luyện để có hiệu suất tốt.
 - Mô hình máy học thường khó giải thích, đặc biệt là đối với các quyết định phức tạp.
- Kết luận:
 - Khi ứng dụng yêu cầu độ chính xác cao trong điều kiện đơn giản và có sẵn dữ liệu huấn luyện đủ, xử lý ảnh thuần có thể là lựa chọn tốt.
 - Trong các tình huống phức tạp và đòi hỏi khả năng tự học, máy học thường mang lại hiệu suất tốt hơn, nhưng cũng đòi hỏi nhiều tài nguyên và dữ liệu hơn.
 - Trong nhiều trường hợp, việc kết hợp cả hai phương pháp có thể đem lại hiệu quả tốt nhất, tận dụng sức mạnh của cả xử lý ảnh truyền thống và máy học.

I. Tổng quan đề án.

I.1 Lý do và mục tiêu của đề tài.

Đối mặt với sự đô thị hóa ngày càng gia tăng, nhu cầu đi lại của con người cũng gia tăng dẫn đến việc quản lý hiệu quả lưu lượng giao thông và đảm bảo an toàn trên đường trở thành một thách thức đặc biệt khó khăn. Ở Việt Nam, chủ yếu số lượng phương tiện tham gia giao thông vẫn là xe máy. Trong bối cảnh này, nhận diện biển số xe máy trở thành một công nghệ quan trọng, giúp cải thiện quá trình giám sát giao thông, tăng cường an ninh và hỗ trợ quản lý đô thị. Biển số xe là một vật mang thông tin quan trọng của phương tiện, cung cấp một dấu hiệu nhận dạng duy nhất cho phương tiện. Nhận dạng biển số xe là một mắt xích quan trọng trong việc xây dựng giao thông thông minh, có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm tốc độ giao thông, theo dõi phương tiện, bãi đỗ xe không người lái và thu phí đường cao tốc tự động.

Với khả năng ứng dụng rộng rãi, nhận diện biển số xe máy có thể được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, bao gồm:

- Quản lý lưu lượng giao thông: Nhận diện biển số xe máy có thể được sử dụng để giám sát lưu lượng giao thông, phát hiện các phương tiện vi phạm luật giao thông, phân luồng giao thông,...
- Thu phí tự động: Nhận diện biển số xe máy có thể được sử dụng để thu phí tự động tại các trạm thu phí, các khu vực dịch vụ,...
- Giám sát an ninh: Nhận diện biển số xe máy có thể được sử dụng để giám sát an ninh tại các khu vực quan trọng, các khu vực trọng điểm,...
- Công tác xử phạt và theo dõi: Nhận diện biển số xe máy có thể được sử dụng để hỗ trợ công tác xử phạt vi phạm giao thông, theo dõi các phương tiện có liên quan đến các vụ án,...

Trong ngữ cảnh hiện nay, việc kiểm soát và giữ xe truyền thống đòi hỏi nhiều nhân công, sử dụng giấy tờ và phương pháp truyền thống, gặp nhiều hạn chế. Nhận thấy đề tài nhận diện biển số xe máy cho hệ thống thu phí và giám sát của nhà giữ xe là một đề tài thực tế, có tính ứng dụng cao nên nhóm quyết định chọn đề tài trên cho phạm vi đề án môn học. Hệ thống của nhóm tập trung vào hai giai đoạn chính: phát hiện biển số xe và nhận diện đọc ra biển số xe, với sự hỗ trợ của YOLOv5 để đảm bảo hiệu suất và độ chính xác trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ này.

Mục tiêu chính của đề tài là xây dựng một hệ thống nhận diện biển số xe máy cho hệ thống thu phí và giám sát của nhà giữ xe. Hệ thống cần đạt được các mục tiêu sau:

- Hiệu suất cao: Hệ thống cần có khả năng xử lý hình ảnh nhanh chóng, đảm bảo thời gian thực để đáp ứng yêu cầu của hệ thống thu phí và giám sát.

- Độ chính xác cao: Hệ thống cần có khả năng nhận diện biển số xe chính xác, giảm thiểu sai sót.
- Khả năng ứng dụng rộng rãi: Hệ thống cần có khả năng ứng dụng trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau, bao gồm cả điều kiện ánh sáng phức tạp.

Để đạt được các mục tiêu trên, nhóm nghiên cứu sẽ tập trung vào các nội dung sau:

- Sử dụng thuật toán YOLOv5: YOLOv5 là một thuật toán phát hiện đối tượng nhanh và chính xác, có thể đáp ứng yêu cầu về hiệu suất và độ chính xác của hệ thống. Huấn luyện mô hình trên tập dữ liệu phong phú:
- Tập dữ liệu huấn luyện cần bao gồm nhiều hình ảnh biển số xe máy trong các điều kiện môi trường khác nhau để đảm bảo khả năng ứng dụng rộng rãi của hệ thống.
- Tối ưu hóa hệ thống: Nhóm nghiên cứu sẽ tối ưu hóa hệ thống về mặt hiệu suất và độ chính xác, cũng như khả năng sử dụng.

I.2 Input và Output của bài toán

Input: Bức ảnh chứa biển số xe phù hợp.

Output: Bức ảnh với biển số xe được khoanh vùng và đọc chữ số trên biển.



Hình 1 – Input



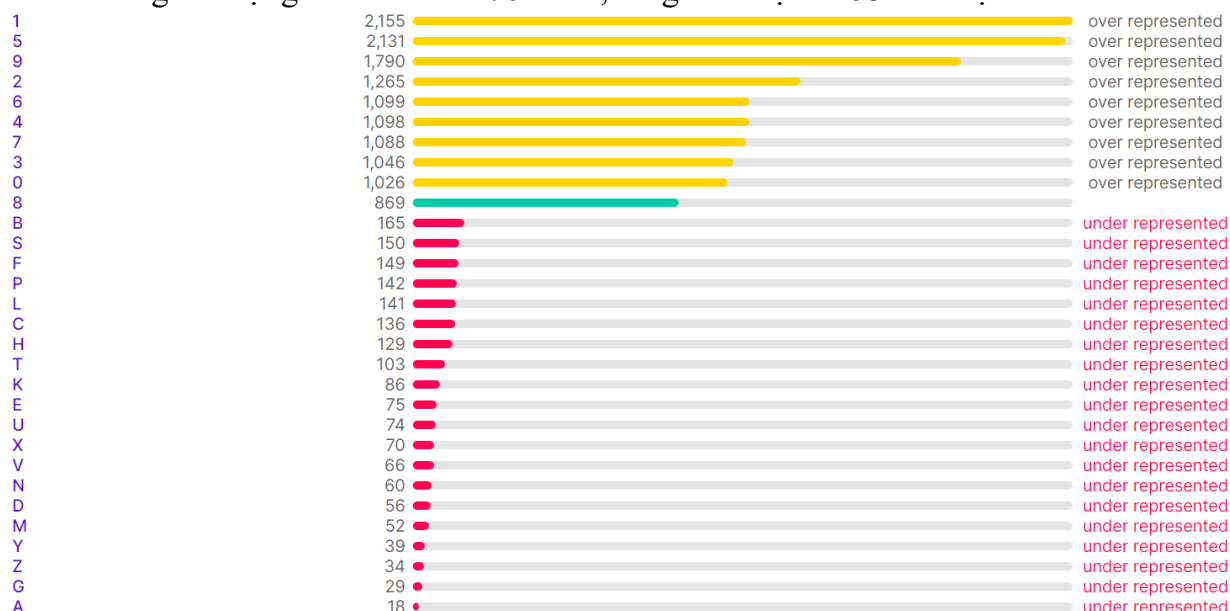
Hình 2 - Output

II. Xây dựng bộ dữ liệu.

- Công việc đầu tiên cũng là công việc đầu tiên cũng là công việc quan trọng nhất, chính là chuẩn bị bộ dữ liệu phục vụ cho bài toán. Để thực hiện yêu cầu của mô hình nhận diện biển số xe máy bọn em đã xây dựng 2 tập dữ liệu, trong đó có một tập dữ liệu dùng để train cho mô hình phát hiện được vùng chứa biển số trong hình. Tập dữ liệu còn lại dùng để train cho mô hình phát hiện số và chữ cái trong biển số xe máy.

- Cách thức thu thập hình ảnh:

- Đối với hình dùng cho tập dữ liệu phát hiện biển số: Bọn em tự xây dựng bằng cách sử dụng điện thoại chụp các biển số xe máy trong khuôn viên trường Đại học Công nghệ thông tin và nhà xe tại Ký túc xá. Góc chụp của hình cao khoảng 1.5m do tụi em tự ước lượng. Tổng số lượng hình ảnh là 888 tấm.
- Đối với hình dùng cho tập dữ liệu thứ phát hiện số và chữ tụi em lấy từ nguồn: [Real-time-Auto-License-Plate-Recognition-with-Jetson-Nano/doc/dataset.md at main · winter2897/Real-time-Auto-License-Plate-Recognition-with-Jetson-Nano \(github.com\)](https://github.com/winter2897/Real-time-Auto-License-Plate-Recognition-with-Jetson-Nano/blob/main/doc/dataset.md). Vì trong phạm vi đề tài, hệ thống chỉ cần nhận diện biển số xe máy, nên nhóm nghiên cứu đã tiến hành chọn lọc tập dữ liệu ban đầu để chỉ bao gồm các hình ảnh biển số xe máy. Cụ thể, nhóm đã sử dụng các tiêu chí sau để chọn lọc tập dữ liệu: biển số xe phải nằm hoàn toàn trong khuôn hình ảnh, không bị che khuất bởi các vật thể khác, biển số xe phải có chất lượng hình ảnh tốt, không bị nhiễu. Tổng số lượng hình ảnh là 1762 tấm, tổng số kí tự là 15341 kí tự.



Hình 3 – Thống kê kí tự trong dataset

- Công cụ label dữ liệu: Nhóm chúng em sử dụng công cụ label của Roboflow để gắn nhãn dữ liệu. Công cụ này có giao diện trực quan và dễ sử dụng, giúp cho việc gắn nhãn trở nên đơn giản và hiệu quả hơn.

- Đối với tập dữ liệu phát hiện biển số: chúng em chỉ gắn nhãn bounding box ôm gọn biển báo. Do tập dữ liệu này chỉ gồm vùng chứa biển báo nên số class sẽ là 1.
- Đối với tập dữ liệu nhận diện chữ và số: chúng tôi gắn nhãn bounding box ôm gọn các chữ số và chữ cái trong biển báo. Theo quy định thì biển số xe máy bao gồm các số từ 0 đến 9 và các chữ cái là A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, N, P, S, T, U, V, X, Y, Z. Do đó sẽ gồm tổng cộng 30 class.
- Sử dụng định dạng tệp *.txt cho tập dữ liệu labels. Định dạng này cho phép mô hình Yolo dễ dàng đọc và phân tích các nhãn dữ liệu.
- Chia dữ liệu theo tỷ lệ 80/20 tương đương với hai tập dữ liệu train/valid.

III. Mô hình đề xuất.

Hệ thống nhận dạng biển số tổng thể được mô phỏng trong Hình, bao gồm hai phần: phát hiện biển số và nhận dạng biển số. Hai phần này được kết hợp thành một mô hình tổng thể để xuất ra được biển số xe.

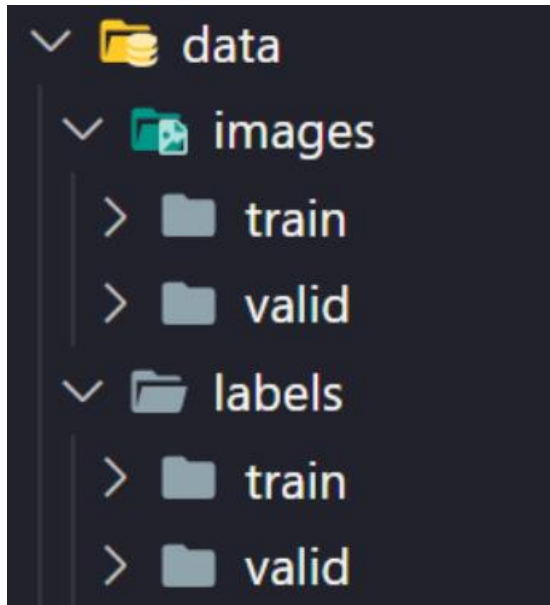
- **Module phát hiện biển số:** Module xác định vị trí biển số sử dụng mô hình YOLOv5 để thực hiện công việc phát hiện và cắt biển số trong hình ảnh. Mô hình YOLOv5 là một mô hình phát hiện đối tượng nhanh và chính xác, được thiết kế cho các ứng dụng thực tế thời gian thực. Mô hình này có thể phát hiện được nhiều loại đối tượng khác nhau, bao gồm cả biển số xe. Trong module này mô hình YOLOv5 sẽ được huấn luyện trên một tập dữ liệu bao gồm các hình ảnh biển số xe được chụp từ các góc độ mà tui em đã nhắc đến ở phần xây dựng bộ dữ liệu, trong điều kiện ánh sáng khác nhau. Sau khi được huấn luyện, mô hình YOLOv5 sẽ có thể phát hiện được biển số xe trong các hình ảnh mới.
- **Module nhận dạng biển số:** Module này cũng sử dụng chính mô hình YOLOv5 để hoàn thành công việc nhận dạng kí tự trên biển số. Trong module này, mô hình YOLOv5 sẽ được sử dụng để phát hiện các chữ cái và số trên biển số. Các chữ cái và số này sẽ được phân loại và ghép lại thành biển số xe.
- **Mô hình tổng thể:** Hai module xác định vị trí biển số và nhận dạng biển số được kết hợp thành một mô hình tổng thể. Mô hình tổng thể sẽ nhận đầu vào là một hình ảnh xe và trả về đầu ra là khung chứa biển số xe và 1 dòng văn bản chứa nội dung của biển số xe.

III.1 YOLOv5

- YOLOv5 là một mô hình phát hiện đối tượng nhanh và chính xác, được thiết kế cho các ứng dụng thực tế thời gian thực. Mô hình này có thể phát hiện được nhiều loại đối tượng khác nhau, bao gồm cả biển số xe.
- YOLOv5 có một số ưu điểm sau:
 - + Tốc độ nhanh: YOLOv5 có thể xử lý hình ảnh trong thời gian thực, giúp đáp ứng được các yêu cầu của ứng dụng thực tế.
 - + Độ chính xác cao: YOLOv5 có thể đạt được độ chính xác cao trong phát hiện đối tượng, bao gồm cả biển số xe.
 - + Linh hoạt: YOLOv5 có thể được sử dụng cho nhiều loại ứng dụng khác nhau, bao gồm giám sát, an ninh, và tự lái xe.
- YOLOv5 là một mô hình phát hiện đối tượng mạnh mẽ và linh hoạt, có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau.

III.2 Quá trình train module phát hiện và nhận dạng biển số

- Môi trường train và đánh giá: Google Colab
- Chuẩn bị dữ liệu trước khi train và valid theo thư mục như sau:



Hình 4 – Các tập cần chuẩn bị

- Gitclone repo: <https://github.com/ultralytics/yolov5>
- Cài môi trường như hướng dẫn trong repo.
- Setup lại 2 file detect.yaml và char_detect.yaml

```
train: /content/gdrive/MyDrive/CS114_FinalProject/LP_Detection.v1i.yolov5pytorch/train
val: /content/gdrive/MyDrive/CS114_FinalProject/LP_Detection.v1i.yolov5pytorch/valid
nc: 1
names: ['license_plate']
```

Hình 5 – Setup file yaml cho model1

```
train: /content/gdrive/MyDrive/CS114_FinalProject/OCR_final/images/train
val: /content/gdrive/MyDrive/CS114_FinalProject/OCR_final/images/val
nc: 30
names: ['1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G',
```

Hình 6 – Setup file yaml cho model2

- Chạy lệnh để train

```
!python train.py --img 320 --batch 32 --epochs 100 --data /content/yolov5/data/detect.yaml --weights yolov5m.pt --cache
```

Hình 7 - Lệnh để train model 1

```
!python train.py --img 640 --batch 32 --epochs 100 --data char_detect.yaml --weights yolov5m.pt --cache
```

Hình 8 - Lệnh để train model 2

- Sau khi được train sau sẽ được lưu lại thành 2 file đặt tên là LP.pt và OCR.pt để sử dụng cho mô hình tổng thể

III.3 Đánh giá độ chính xác hai mô hình YOLOv5

- Sau khi đào tạo mô hình, để xác định mô hình có đủ tốt để sử dụng trong thực tế hay không, chúng ta cần có một phương pháp đánh giá với tiêu chí cụ thể. Đối với bài toán phát hiện vật thể, mô hình thường được đánh giá dựa trên mAP, một chỉ số đánh giá độ chính xác của mô hình trong việc phát hiện các vật thể với các mức độ trùng lặp khác nhau giữa khung dự đoán và khung thực tế.
- Trong bài toán này, chúng em quyết định sử dụng mAP để đánh giá độ chính xác của mô hình.
- mAP50-95 là một chỉ số đánh giá hiệu suất của mô hình ở một loạt các ngưỡng IoU từ 0,5 đến 0,95, với bước nhảy 0,05. Điều này cho biết hiệu suất của mô hình trong việc phát hiện vật thể với các mức độ trùng lặp khác nhau giữa khung dự đoán và khung thực tế. mAP50-95 cung cấp một đánh giá toàn diện hơn so với mAP50 hoặc mAP75, vì nó xem xét một phạm vi ngưỡng IoU rộng hơn.
- Ở mô hình phát hiện biển số sau khi đào tạo 100 epoch mô hình đạt được chỉ số mAP50-95 là 91.2%.
- Ở mô hình nhận dạng chữ cái và ký tự sau khi train 100 epoch mô hình đạt được chỉ số mAP50-95 là: 70.6%.

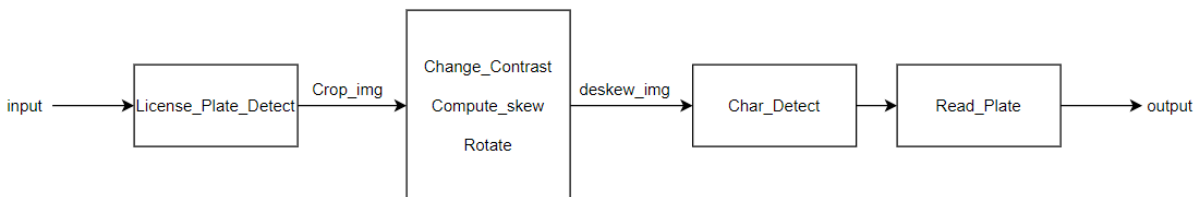
IV. Hiện thực mô hình tổng quát

Sau khi đã có được 2 mô hình, việc tiếp theo của chúng ta là kết hợp nó lại cùng với hàm đọc biển số dựa vào tọa độ của các bounding box và một số hàm xử lý ảnh giúp tăng hiệu độ hiệu quả của mô hình tổng quát.

Cụ thể:

- Các hàm xử lý ảnh có trong code của em là: thay đổi độ tương phản và xoay hình ảnh theo góc được đưa vào (góc được lấy hàm tính góc nghiêng của biển số trong hình ảnh được cắt ra).
- Hàm đọc biển số.

Sơ đồ mô hình tổng quát:



Hình 9 - Sơ đồ tổng quát

Công dụng và cách vận hành của các hàm được biểu hiện đầy đủ ở trong notebook trên Colab.

Link GoogleColab: https://colab.research.google.com/drive/1_ui6_OQFSxyj-Yo514t7tJZRltKBpy07?usp=sharing

V. Đánh giá và hạn chế của mô hình tổng thể

Sau khi test 177 hình ảnh biển số xe máy, mô hình nhận diện biển số xe có những kết quả như sau:

- Tỷ lệ phát hiện được biển số: 100%

Như vậy, mô hình có thể phát hiện được biển số xe trong tất cả các hình ảnh được test. Điều này cho thấy mô hình có khả năng phát hiện biển số tốt. Điều này cho thấy mô hình có khả năng phát hiện biển số tốt, ít bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như góc chụp, độ sáng,...

- Tỷ lệ đọc đúng chữ và số trên biển: 65%

Tỷ lệ này bị ảnh hưởng bởi sự chênh lệch giữa các ký tự được train là quá lớn như bảng thống kê hình 3 ở trên và sự chồng chéo bounding boxes khi đọc.



Hình 10 - Ví dụ đọc biển số sai

Phân tích kết quả: Mặc dù tỷ lệ phát hiện được biển số là 100%, nhưng tỷ lệ đọc được đúng chữ và số chỉ đạt 65%, cho thấy mô hình vẫn còn một số hạn chế trong việc đọc các chữ, số bị mờ, bị che khuất. Một số nguyên nhân dẫn đến hạn chế này có thể kể đến như:

- Mô hình được huấn luyện trên tập dữ liệu có kích thước chưa đủ lớn. Tập dữ liệu này bao gồm 1410 hình ảnh biển số xe, nhưng đa số các hình ảnh này đều có chất lượng tốt, rõ ràng. Do đó, mô hình chưa có đủ dữ liệu để học cách nhận diện các chữ và số trong các hình ảnh có chất lượng kém.
- Mô hình sử dụng các thuật toán nhận diện chữ và số đơn giản. Các thuật toán này có thể hoạt động tốt trong trường hợp các chữ và số được viết rõ ràng, nhưng có thể gặp khó khăn trong trường hợp các chữ và số bị mờ hoặc bị che khuất.

Kết luận Mô hình nhận diện biển số xe có khả năng phát hiện được biển số xe trong tất cả các hình ảnh được test. Tuy nhiên, tỷ lệ đọc đúng chữ và số vẫn còn một số hạn chế. Để cải thiện tỷ lệ này, cần thực hiện các giải pháp như tăng kích thước tập dữ liệu huấn luyện và sử dụng các thuật toán nhận diện chữ và số phức tạp hơn.

VI. Hướng phát triển của mô hình

Dựa trên các kết quả và hạn chế ở trên, chúng em có đưa ra một số hướng phát triển trong tương lai của mô hình nhận diện và đọc biển số xe như sau:

- Về phần Data
 - Tăng kích thước tập dữ liệu huấn luyện. Đây là hướng phát triển quan trọng nhất để cải thiện tỉ lệ đọc được đúng chữ và số. Cần có thêm số lượng ảnh biển số xe, nhiều loại biển số khác nhau, nhiều góc chụp và điều kiện ánh sáng.
 - Tăng cường độ đa dạng của dữ liệu, bao gồm các biển số xe bị mờ, bị che khuất, bị biến dạng,...
- Các hướng mở rộng bài toán và phát triển trong tương lai
 - Nhận diện biển số cho nhiều loại phương tiện khác như ô tô, xe tải, xe bus, xe quốc tế với các màu biển khác nhau,...
 - Tích hợp thêm một số chức năng về cảm biến, âm thanh, thời gian thực,...
 - Kết hợp với một số hệ thống khác trong thực tế như hệ thống giám sát giao thông, thu phí tự động, CCTV,... nhằm nâng cao hiệu quả của các hệ thống trên.

VII. Tài liệu tham khảo

- ❖ yolov5: <https://github.com/ultralytics/yolov5>
- ❖ yolov5-custom-training-tutorial: <https://github.com/roboflow/yolov5-custom-training-tutorial/blob/main/yolov5-custom-training.ipynb>
- ❖ Auto Number Plate Recognition: https://www.researchgate.net/publication/369341358_Auto_Number_Plate_Recognition
- ❖ Research on License Plate Location Algorithm Based on YOLOv5: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2278/1/012040/pdf>
- ❖ License Plate Recognition System Based On Improved YOLOv5 and GRU: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=10029347>
- ❖ Real-time Auto License Plate Recognition with Jetson Nano: <https://github.com/winter2897/Real-time-Auto-License-Plate-Recognition-with-Jetson-Nano/>
- ❖ EasyOCR: <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR>