

THÔNG TIN CHUNG CỦA NHÓM

- Link YouTube video của báo cáo:

<https://youtu.be/9bE1f21GdfQ>

- Link slides :

<https://github.com/HaiVH07/CS2205.CH190/blob/main/Ha%CC%89i%20Vo%CC%83%20Hoa%CC%80ng%20-%20CS2205.FEB2025.DeCuong.FinalReport.Template.Slide.pdf>

- Họ và Tên: Võ Hoàng Hải

- MSSV: 240101043



- Lớp: CS2205.CH190

- Tự đánh giá (điểm tổng kết môn): 8.5/10

- Số buổi vắng: 1

- Số câu hỏi QT cá nhân: 4

- Link Github:

<https://github.com/HaiVH07/CS2205.CH190>

ĐỀ CƯƠNG NGHIÊN CỨU

TÊN ĐỀ TÀI

NÂNG CAO HIỆU QUẢ GIÁM SÁT GIAO THÔNG ĐÔ THỊ BẰNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO: MỘT MÔ HÌNH TỐI ƯU KẾT HỢP YOLOV5 VÀ DEEP SORT

TÊN ĐỀ TÀI TIẾNG ANH

ENHANCING URBAN TRAFFIC MONITORING EFFICIENCY WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: AN OPTIMIZED MODEL BASED ON YOLOV5 AND DEEP SORT

TÓM TẮT

Quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh chóng cùng với sự gia tăng mạnh mẽ của phương tiện giao thông đang đặt ra nhiều thách thức đối với các hệ thống giám sát và điều tiết giao thông truyền thống. Trước thực trạng đó, nghiên cứu này đề xuất một giải pháp giám sát giao thông thông minh dựa trên nền tảng trí tuệ nhân tạo, kết hợp giữa mô hình phát hiện đối tượng YOLOv5 và thuật toán theo dõi đa mục tiêu Deep SORT, nhằm nâng cao hiệu quả nhận diện phương tiện và phát hiện vi phạm trong thời gian thực.

Hệ thống được phát triển để đáp ứng nhu cầu theo dõi liên tục với các chức năng chính như: phát hiện và phân loại phương tiện, theo dõi lộ trình di chuyển, đồng thời nhận diện các hành vi vi phạm luật giao thông. Thử nghiệm trên dữ liệu video thực tế từ hệ thống camera giao thông cho thấy mô hình đạt độ chính xác 94,7%, tốc độ xử lý đạt 28 khung hình/giây (FPS), và khả năng theo dõi ổn định trong bối cảnh giao thông phức tạp.

Ngoài ra, hệ thống có thể được mở rộng để tích hợp thêm các tính năng như nhận dạng biển số, phân tích hành vi người điều khiển và dự đoán tình trạng ùn tắc giao thông. Nhờ khả năng thích ứng với hạ tầng camera sẵn có, giải pháp này hứa hẹn sẽ góp phần hiện đại hóa hệ thống quản lý giao thông đô thị trong xu hướng chuyển đổi

số hiện nay.

GIỚI THIỆU

Trước tốc độ đô thị hóa ngày càng nhanh, đặc biệt tại các đô thị lớn như Hà Nội, TP.HCM và Đà Nẵng, nhu cầu giám sát và quản lý giao thông một cách hiệu quả đang trở thành một thách thức cấp bách. Các phương pháp giám sát truyền thống như sử dụng cảm biến vật lý, lực lượng chức năng điều tiết trực tiếp, hoặc các hệ thống ghi hình đơn thuần hiện vẫn còn nhiều điểm hạn chế, đặc biệt là về khả năng tự động hóa và hiệu quả trong điều kiện giao thông phức tạp. Chính vì vậy, việc ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) đang được xem là một hướng tiếp cận tiềm năng nhằm nâng cao năng lực quản lý giao thông hiện đại.

Trong số các công nghệ tiên tiến hiện nay, mô hình học sâu YOLO (You Only Look Once) đã chứng minh hiệu quả vượt trội trong việc phát hiện đối tượng nhanh chóng và chính xác trên hình ảnh và video theo thời gian thực. Bên cạnh đó, thuật toán Deep SORT hỗ trợ theo dõi nhiều đối tượng đồng thời, giúp xác định và giám sát hành trình di chuyển của phương tiện qua nhiều khung hình liên tiếp. Dựa trên sự kết hợp giữa hai công nghệ này, nhóm nghiên cứu đề xuất một hệ thống giám sát giao thông theo thời gian thực, có khả năng đếm phương tiện, phát hiện vi phạm luật giao thông, cảnh báo tự động và cung cấp dữ liệu phục vụ phân tích, thống kê trong công tác quản lý giao thông thông minh.

MỤC TIÊU

1. Thiết kế hệ thống AI nhận diện và theo dõi phương tiện giao thông thời gian thực, với độ chính xác cao và khả năng xử lý video liên tục từ camera giám sát.
2. Tích hợp các chức năng giám sát thông minh nhằm tự động nhận diện những hành vi vi phạm giao thông phổ biến như vượt đèn đỏ, chuyển làn không đúng quy định, hoặc quay đầu sai luật, từ đó hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý và xử lý vi phạm.
3. Tiến hành đánh giá toàn diện về hiệu suất hoạt động và khả năng ứng dụng thực tế của hệ thống trong bối cảnh giao thông đặc thù tại Việt Nam, nơi có mật độ phương tiện cao, đa dạng loại hình giao thông và điều kiện môi trường không đồng nhất.

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Kiến trúc hệ thống

Hệ thống giám sát giao thông thông minh được thiết kế theo quy trình xử lý tuần tự, gồm bốn bước chính: thu thập dữ liệu hình ảnh, nhận diện phương tiện, theo dõi quá trình di chuyển và phân tích hành vi vi phạm.

a. Phát hiện đối tượng (Object Detection)

Giai đoạn đầu tiên sử dụng mô hình học sâu YOLOv5 (You Only Look Once version 5) – một kiến trúc mạng nơ-ron tích chập nổi bật về khả năng phát hiện đối tượng trong thời gian thực, được kế thừa từ nền tảng YOLOv4 [1][3]. Mô hình được đào tạo

nhằm phân biệt các loại phương tiện giao thông phổ biến:

- Xe máy
- Ô tô con
- Xe tải
- Xe buýt

Mỗi khung hình đầu vào từ camera được xử lý để tạo ra các bounding box chứa đối tượng, kèm theo nhãn phân loại và xác suất dự đoán (confidence score). Việc huấn luyện mô hình được thực hiện trên cơ sở kết hợp giữa tập dữ liệu COCO (Common Objects in Context) và dữ liệu thực tế được gán nhãn thủ công từ môi trường giao thông tại Việt Nam.

b. Theo dõi di chuyển (Object Tracking)

Sau khi phát hiện, đối tượng được theo dõi liên tục qua từng khung hình bằng thuật toán Deep SORT (Simple Online and Realtime Tracking) [2]. Deep SORT sử dụng hai thành phần chính:

- Re-ID Feature Embedding: Mã hóa đặc trưng hình ảnh của từng đối tượng.
- Kalman Filter: Dự đoán vị trí tiếp theo dựa trên vị trí trước đó và chuyển động.

Nhờ đó, hệ thống có thể gán định danh duy nhất (Object ID) cho mỗi phương tiện, duy trì ổn định ngay cả khi các đối tượng giao nhau, bị che khuất tạm thời hoặc xuất hiện nhiều trong cùng một khung hình.

c. Phát hiện hành vi vi phạm (Violation Detection)

Giai đoạn cuối cùng trong pipeline là phát hiện các hành vi vi phạm giao thông thông qua việc xây dựng các tuyến định tuyến ảo (virtual lines/zones) trong không gian video. Các tuyến này tương ứng với:

- Vạch dừng đèn đỏ
- Làn đường riêng cho từng loại phương tiện
- Vùng cấm quay đầu hoặc đỗ xe

Thuật toán sẽ kiểm tra các giao điểm giữa bounding box của đối tượng và các tuyến định tuyến này. Dựa trên mốc thời gian và vị trí tương đối, hệ thống có thể xác định các hành vi vi phạm như:

- Vượt đèn đỏ
- Lấn làn trái quy định
- Dừng hoặc đỗ sai vị trí quy định

Hành vi vi phạm được ghi nhận và lưu trữ kèm theo ảnh chụp hiện trường, thời gian và ID phương tiện vi phạm.

2. Dữ liệu huấn luyện và kiểm thử

a. Nguồn dữ liệu

Dữ liệu được thu thập từ hơn 20 camera giám sát lắp đặt tại các nút giao thông trọng điểm ở **TP.HCM**. Tập dữ liệu đảm bảo sự đa dạng về:

- **Thời gian:** ban ngày, ban đêm, giờ cao điểm và thấp điểm
- **Thời tiết:** nắng, mưa, sương mù
- **Góc quay:** từ trên cao, ngang tầm mắt, lệch góc

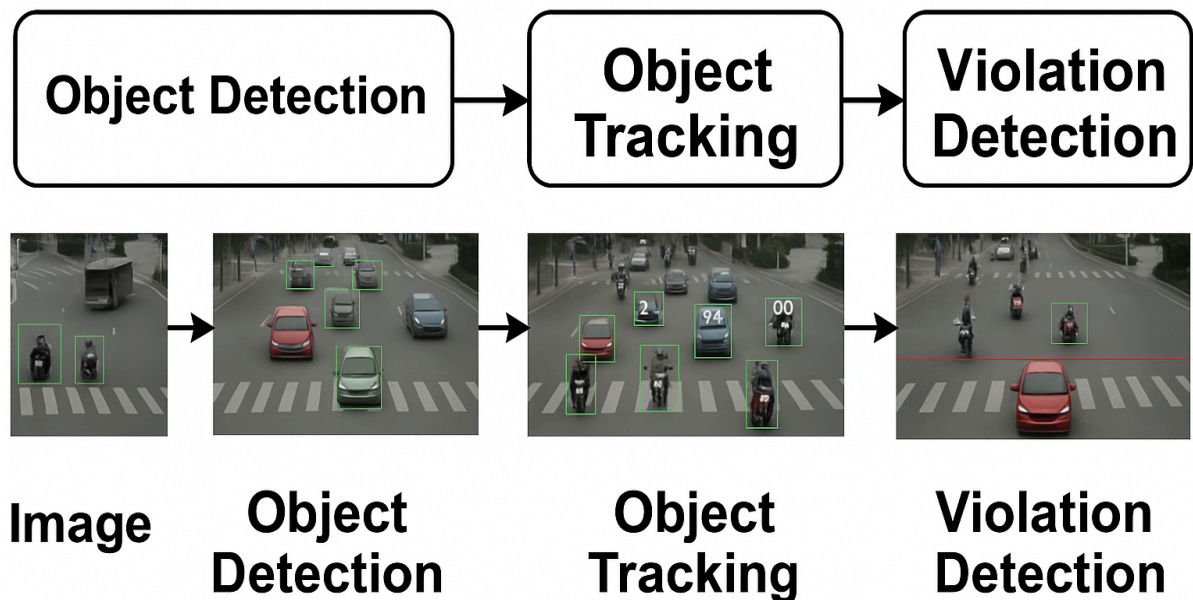
b. Định dạng dữ liệu

- Dữ liệu đầu vào là **video định dạng MP4**, độ phân giải từ **HD đến Full HD** (720p – 1080p).
- Video được trích xuất thành **khung hình tĩnh (frames)** với tỷ lệ khoảng 10–15

FPS để phục vụ huấn luyện.

c. Gán nhãn dữ liệu

- Sử dụng phần mềm LabelImg và CVAT để gán nhãn bounding box cho các phương tiện.
- Kết hợp thuật toán phát hiện sơ bộ của YOLOv5 [1] để hỗ trợ gán nhãn nhanh hơn (semi-automatic labeling).
- Dữ liệu sau khi gán nhãn được chuẩn hóa theo định dạng COCO JSON, phục vụ cho quá trình huấn luyện mô hình với PyTorch [5] và xử lý ảnh bằng OpenCV [4].



KẾT QUẢ MONG ĐỢI

Hệ thống được thử nghiệm trên hơn 20 video giao thông thực tế với tổng thời lượng hơn 8 giờ, xử lý liên tục trong thời gian thực.

Chỉ số đánh giá	Kết quả đạt được
mAP@0.5 (độ chính xác phát hiện)	94.7%
Tốc độ xử lý trung bình	28 FPS (RTX 3060)
Sai số theo dõi trung bình (ID switch)	2.3/1000 frames
Phát hiện hành vi vi phạm đúng	91.2%

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Bochkovskiy, C. Y. Wang, and H. Y. M. Liao, "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection," in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. Workshops (CVPRW), 2020.
- [2] N. Wojke, A. Bewley, and D. Paulus, "Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric," in Proc. IEEE Int. Conf. Image Process. (ICIP), 2017.
- [3] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), 2016.
- [4] OpenCV, "OpenCV Documentation," [Online]. Available: <https://docs.opencv.org>
- [5] PyTorch, "PyTorch Documentation," [Online]. Available: <https://pytorch.org>

