



# Traffic Light Detection

Vo Minh Quan - 21520093

Nguyen Tran Viet Anh - 21520006

A decorative green dashed line consisting of five short, slightly curved segments, positioned on the left side of the blue circle.

Bài toán

A small, solid purple circle located at the bottom right edge of the large blue circle.

# Giới thiệu về bài toán

**Traffic light detection** là bài toán thị giác máy tính có mục tiêu là xác định vị trí và phân loại các đèn giao thông trong ảnh, video.



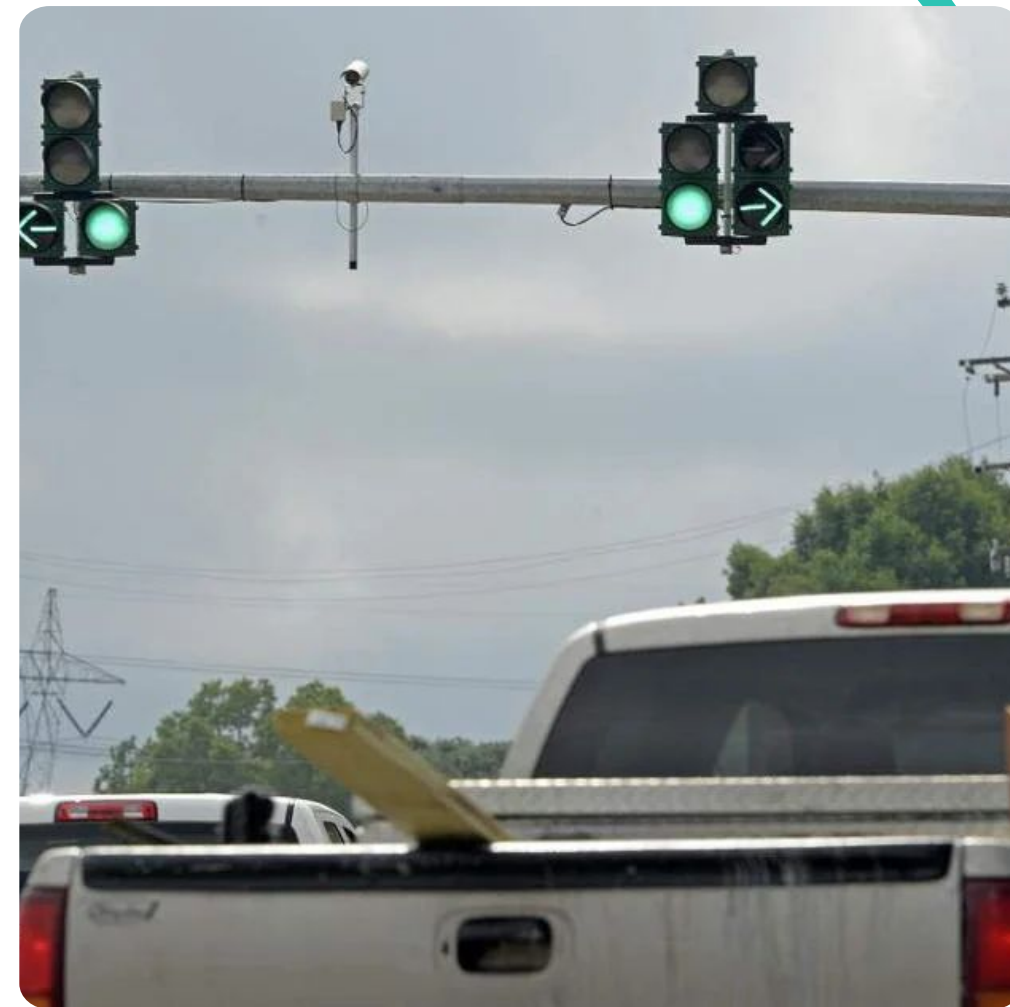
# Lý do chọn đề tài

- **Hệ thống hỗ trợ lái xe:** Bài toán Traffic light detection đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống xe tự hành và các hệ thống hỗ trợ lái xe. Giúp giảm nguy cơ tai nạn giao thông, bảo vệ tính mạng cho người tham gia giao thông.
- **Giảm ùn tắc giao thông:** Bằng cách phân tích dữ liệu từ các đèn giao thông, ta có thể hiểu được mô hình và cấu trúc của giao thông đường phố, từ đó đưa ra các phương án tối ưu hóa điều khiển đèn giao thông nhằm giảm ùn tắc giao thông và cải thiện hiệu suất giao thông.

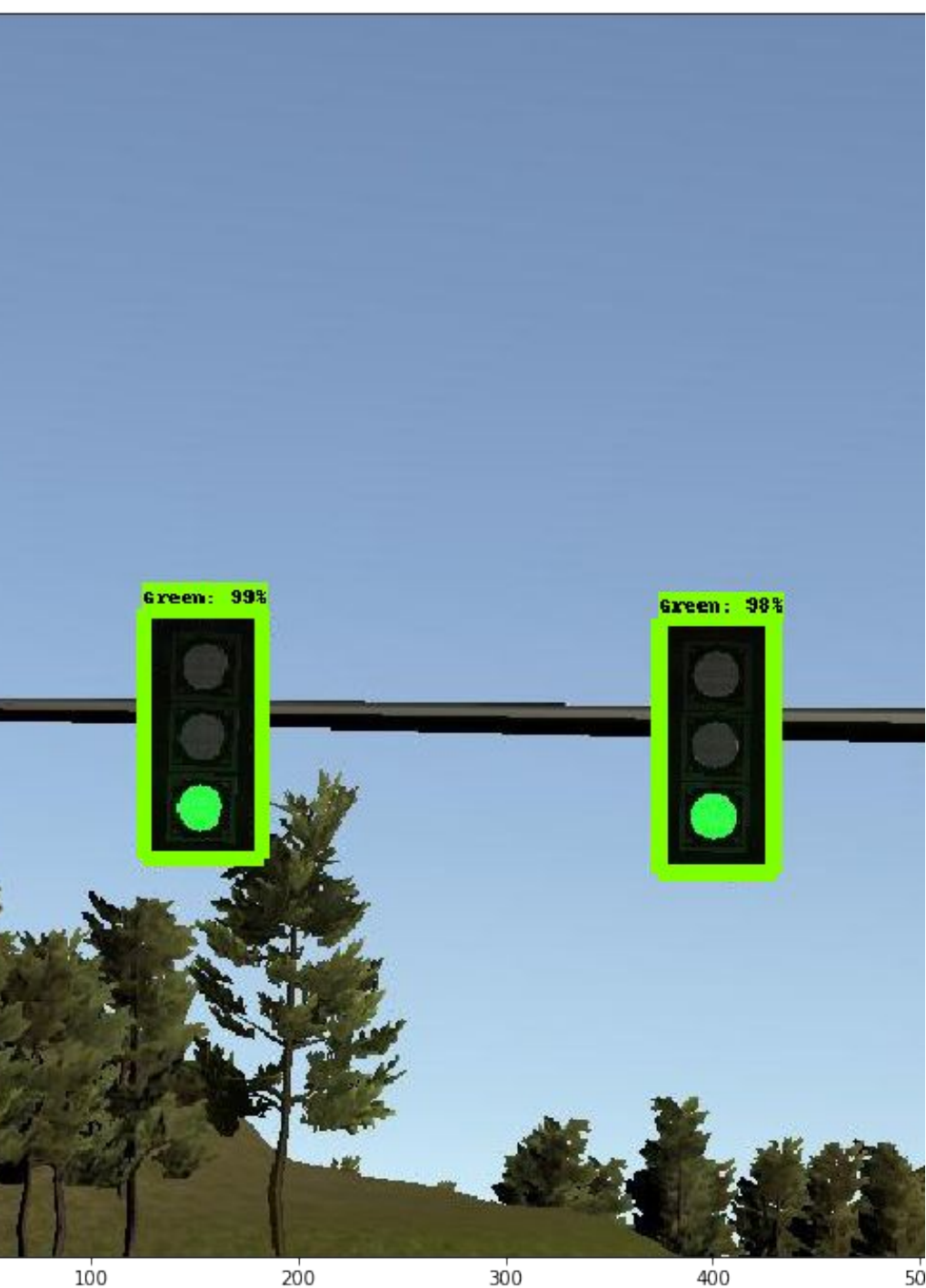


# Input

- Ảnh có thể chứa hoặc không chứa đèn giao thông. Các đèn giao thông trong ảnh phải được chụp từ góc thẳng.
- Dataset dùng để train bao gồm:
  - Tập các ảnh
  - Annotation gồm tập các bounding box chỉ vị trí của các đèn giao thông trong mỗi ảnh và class tương ứng.
- Chi tiết của bounding box:
  - $x1$ : tọa độ theo trục x của góc trái trên
  - $y1$ : tọa độ theo trục y của góc trái trên
  - $x2$ : tọa độ theo trục x của góc phải dưới
  - $y2$ : tọa độ theo trục y của góc phải dưới





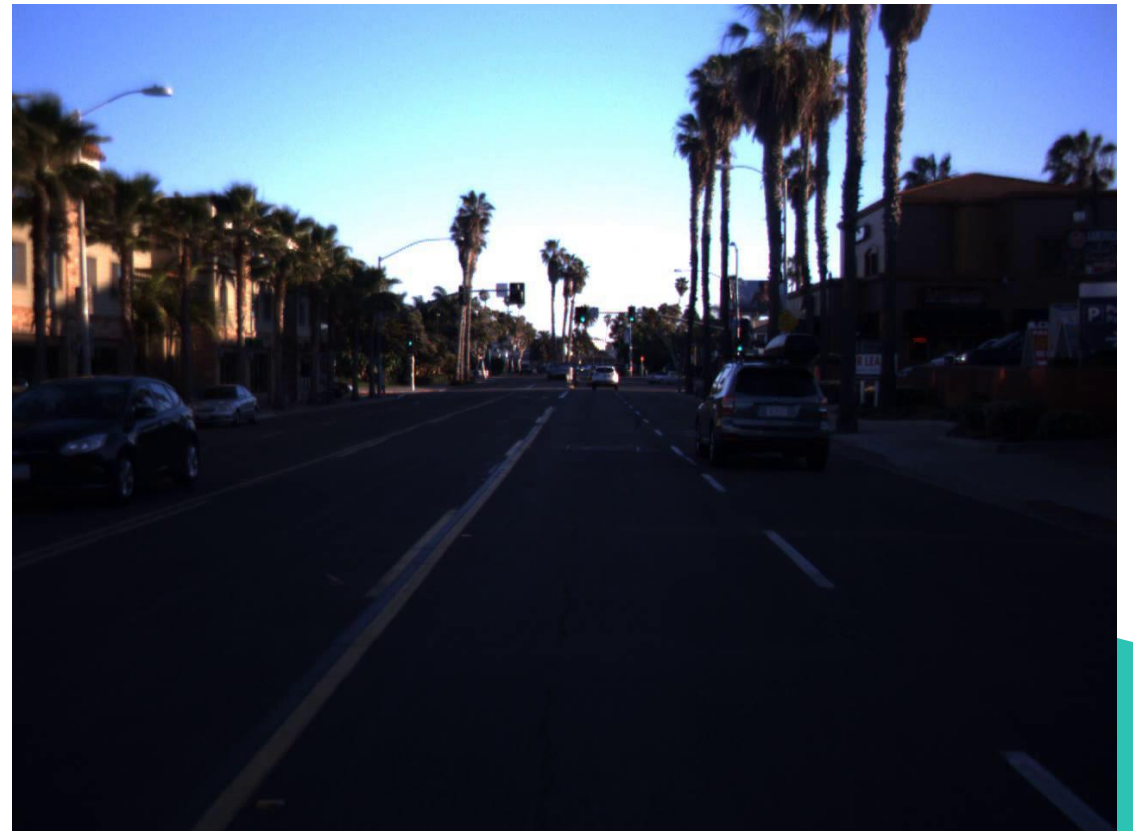


# Output

- Vị trí các đèn giao thông được xác định dưới dạng tập các **bounding box** ( $x_1, y_1, x_2, y_2$ ) cùng với nhãn (red, green, yellow) và **confidence score** tương ứng

# Khó khăn và thách thức

**Đa dạng góc nhìn và kích thước:** Đèn giao thông có thể được chụp từ nhiều góc độ, nhiều vị trí, nên sẽ có sự chênh lệch lớn về kích thước và hình dạng.



Traffic Light Detection

# Khó khăn và thách thức

**Đối tượng bị che khuất:** Đèn giao thông có thể bị che khuất bởi các vật cản, cây cối, xe cộ, cột điện,...



Traffic Light Detection



# Khó khăn và thách thức

**Nhầm lẫn với các đối tượng khác:** Đèn giao thông có thể bị nhầm lẫn với các đối tượng khác như đèn xe, đèn đường, đèn biển quảng cáo,...



Traffic Light Detection

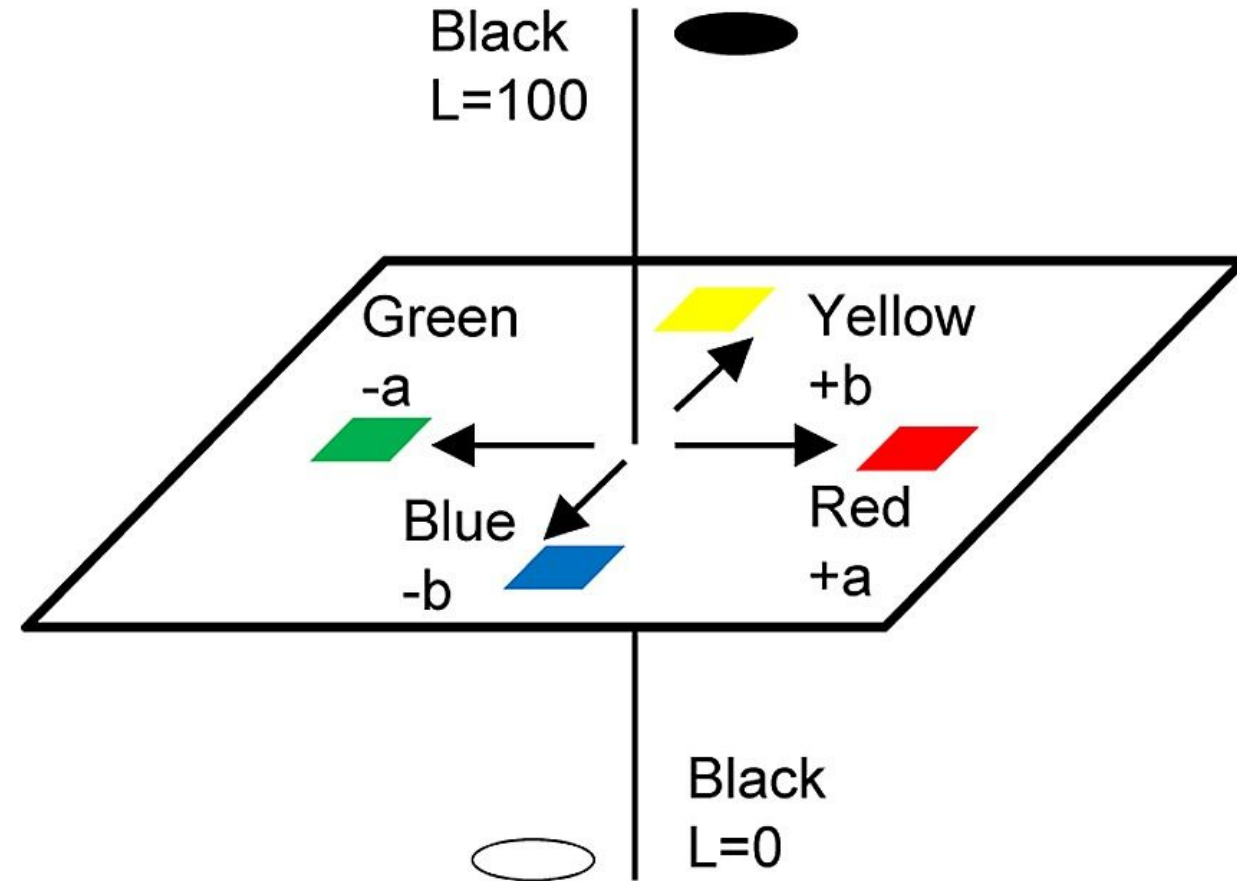


Phương pháp

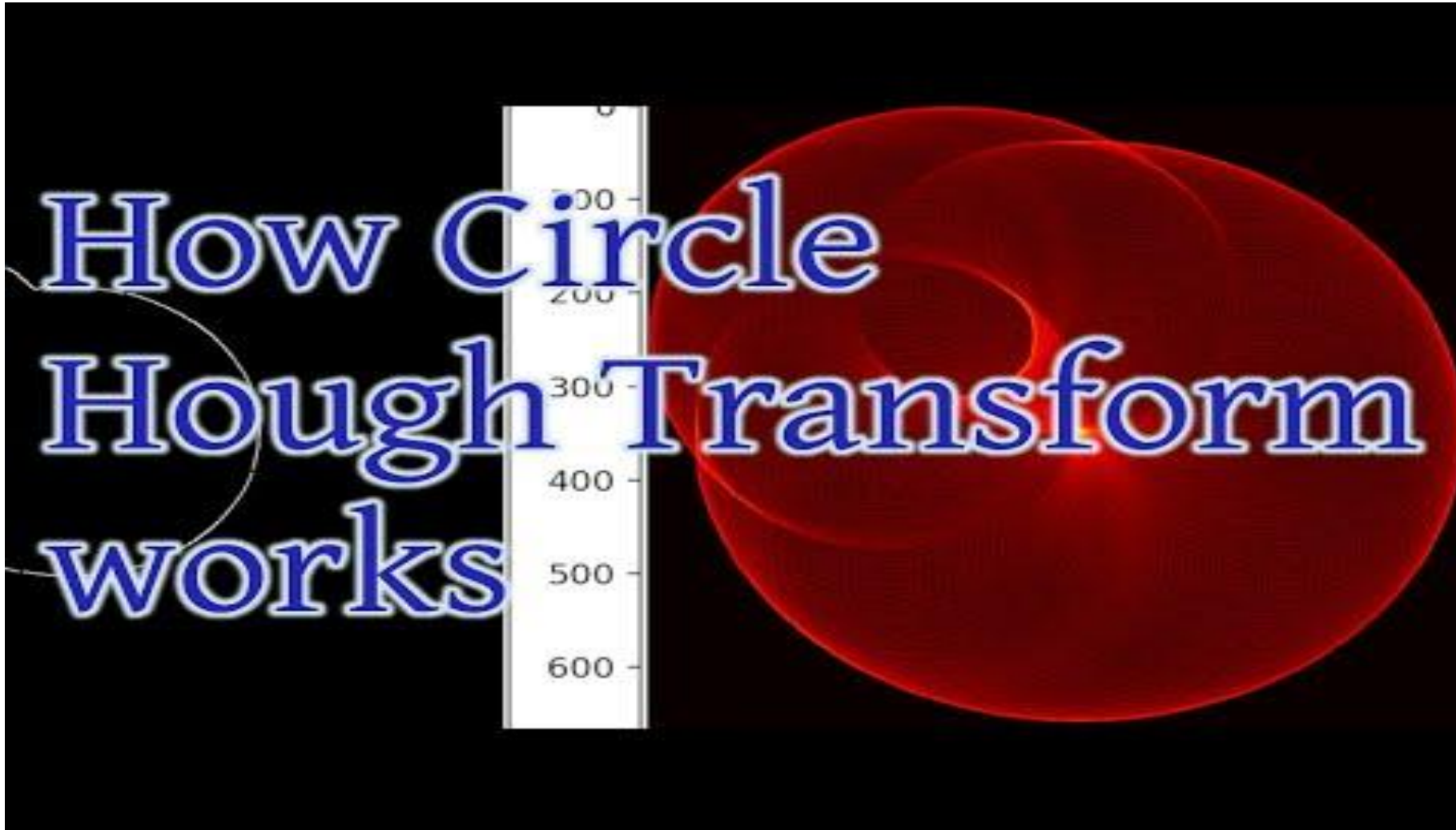
# Hệ màu CIELAB

Gồm ba kênh màu:

- $L^*$ : biểu diễn độ sáng.
- $a^*$ : biểu diễn thang màu xanh lá – đỏ.
- $b^*$ : biểu diễn thang màu xanh dương – vàng.

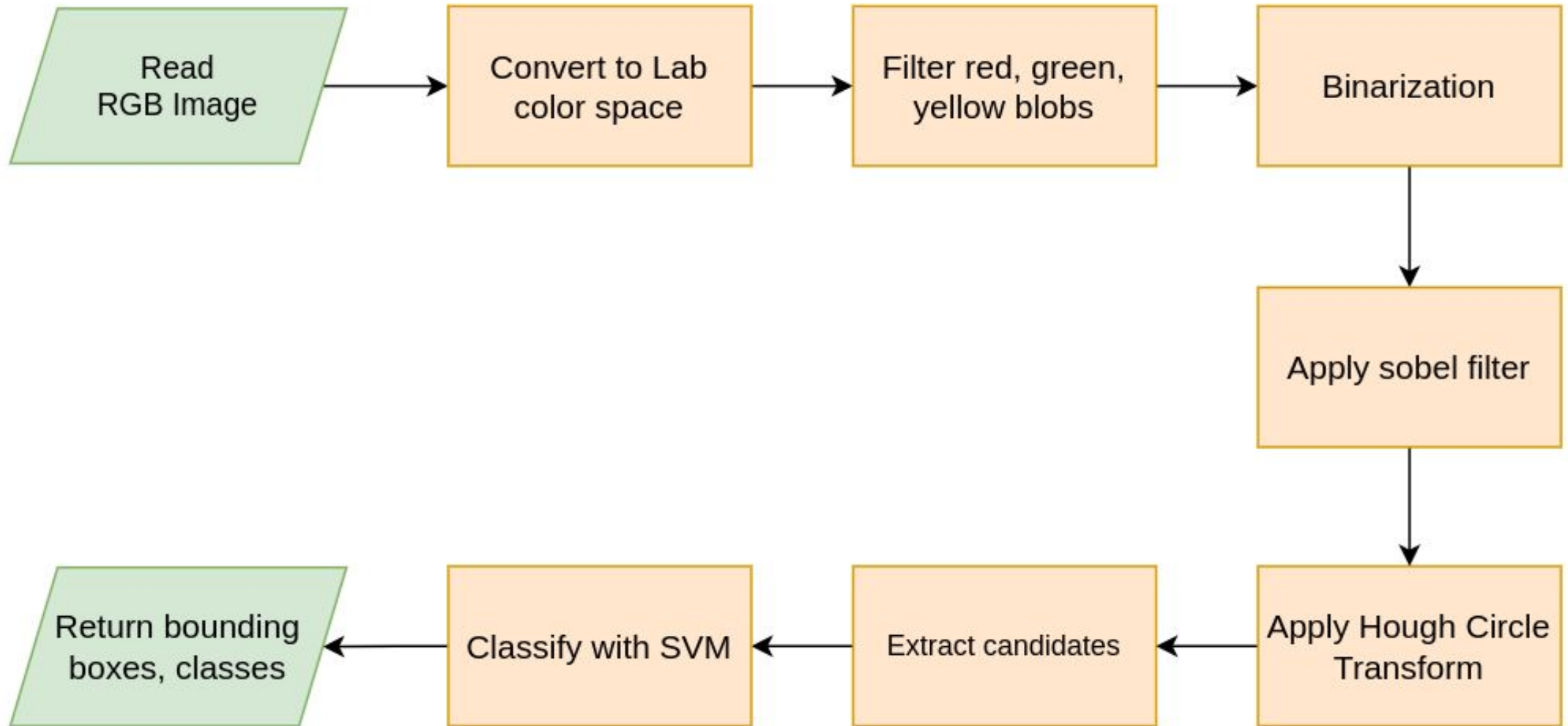


# Hough circle transform





# Phương pháp



# Image thresholding

- Tạo kênh màu mới RGYB, ở mỗi pixel,  $RGYB = L^* \times (a^* + b^*)$
- Lọc ra các phần tử có màu xanh lá, đỏ, vàng dựa trên kênh màu  $L^*$  và RGYB.
- Sau khi threshold, ta có được ảnh mask dựa trên các màu



Nguồn tham khảo: Traffic Lights Detection in adverse conditions using color, symmetry and spatiotemporal information

# Image thresholding



# Image thresholding





# Binarization

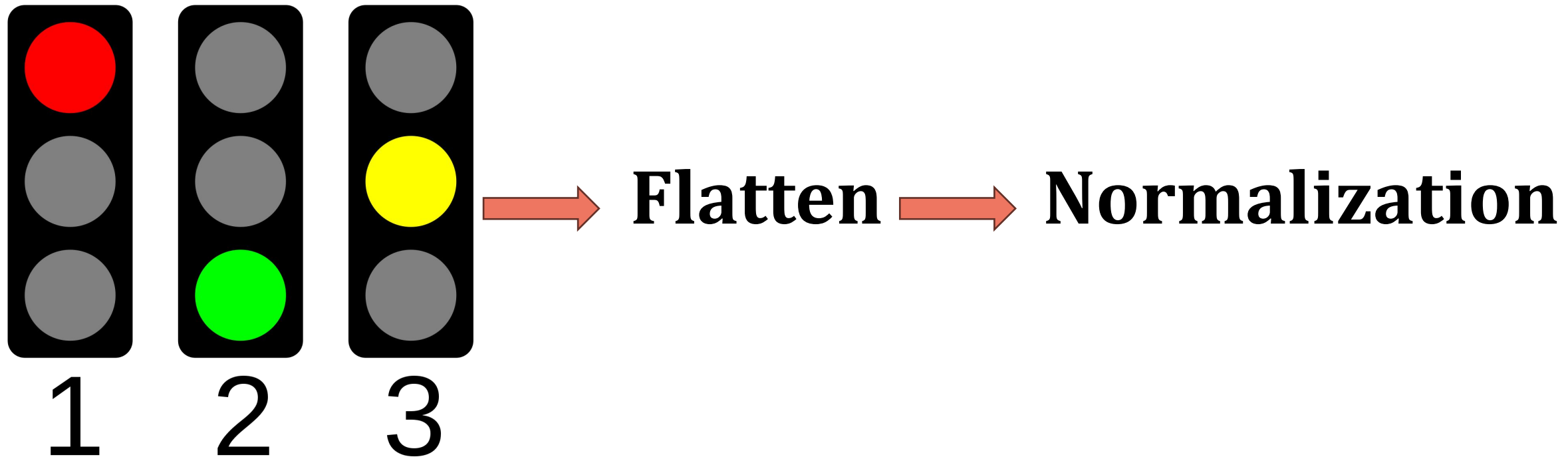


# Hough circle transform

- Áp dụng Sobel edge detection để tìm cạnh trên ảnh mask đã có.
- Sử dụng Hough Circle Transform để tìm các hình tròn trong mask.

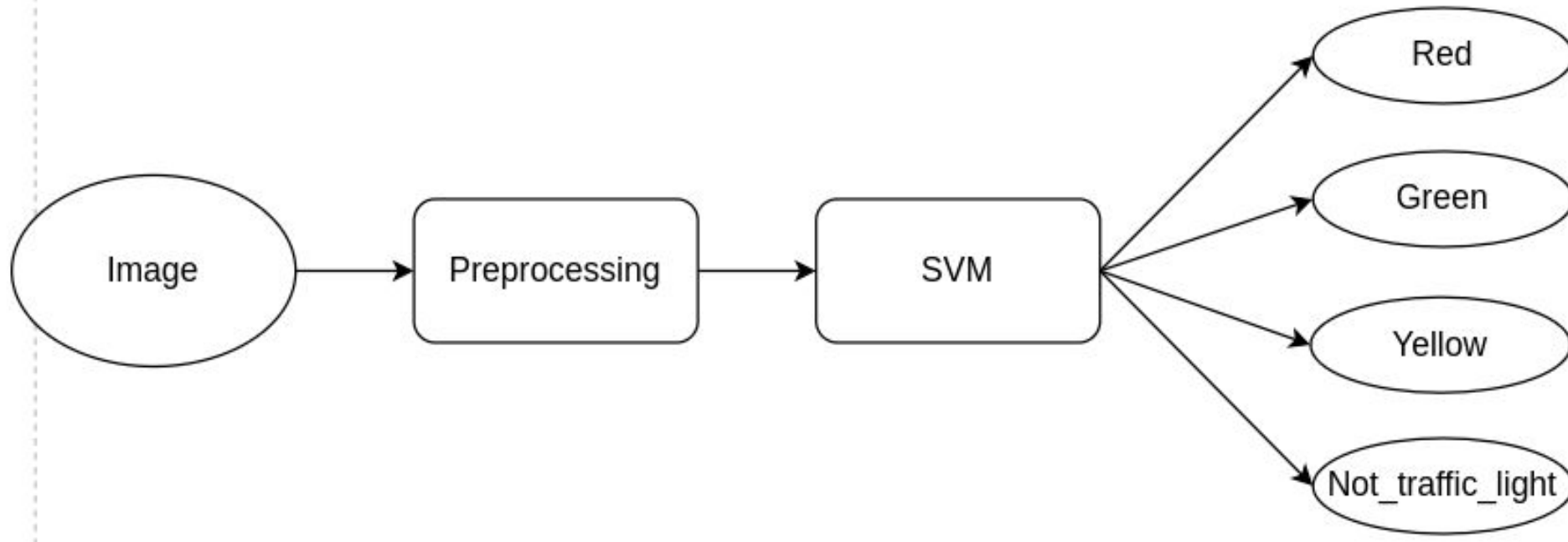


# Feature extraction



# Support vector machine

- Sau khi chọn được những ảnh có khả năng là đèn giao thông, những ảnh đó sẽ được cho vào SVM để phân lớp lại. SVM gồm có 4 lớp: red, yellow, green, not traffic light.







Thực nghiệm

# Dataset

**LISA Traffic Light Dataset**: Bao gồm 43,007 frames và 113,888 traffic light annotation. Các frame được chụp bởi camera hành trình được gắn trên ô tô.

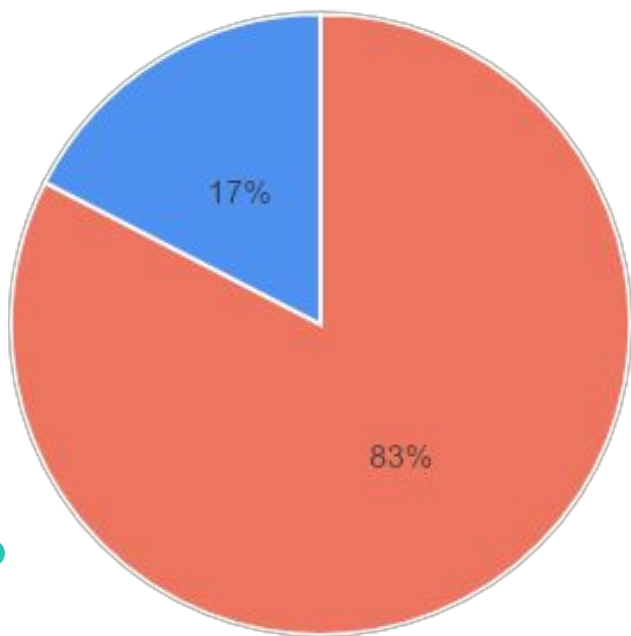
- Annotation theo tiêu chuẩn **PASCAL VOC** bao gồm tập các bounding box (x1, y1, x2, y2) cùng với các nhãn tương ứng {go, goForward, goLeft, stop, stopLeft, warning, warningLeft}.}
- Tuy nhiên, model chỉ predict được các class go, stop, warning.



# Dataset

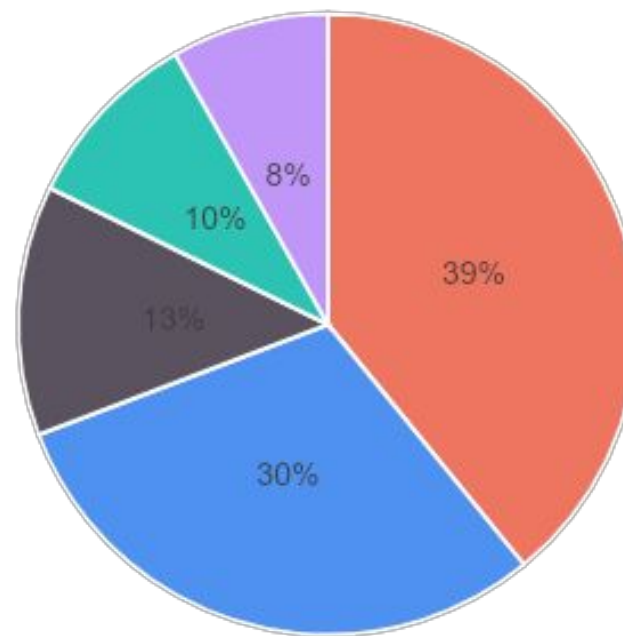
- Dataset bao gồm nhiều điều kiện môi trường: Ban ngày, ban đêm, các điều kiện thời tiết (nắng, mưa, âm u, sương mù,...).

Lighting conditions

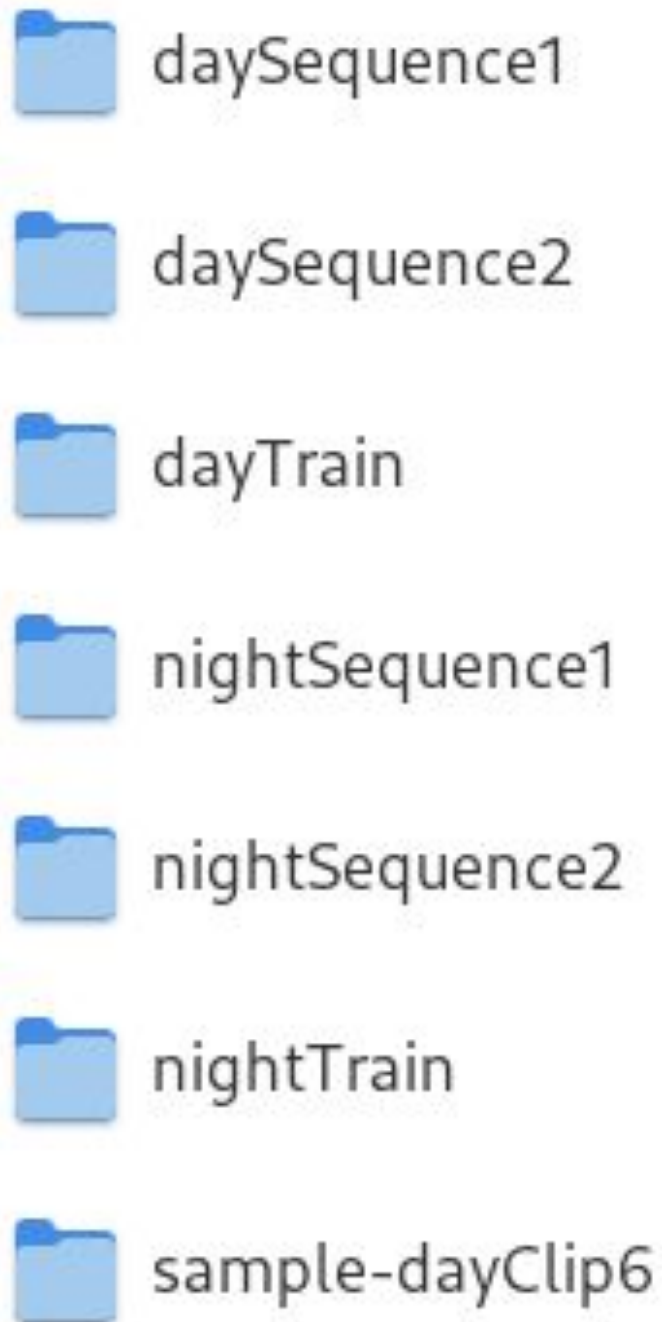


■ Daylight ■ Nighttime

Weather conditions



■ Sunny ■ Cloudy ■ Rainy ■ Snowy ■ Foggy



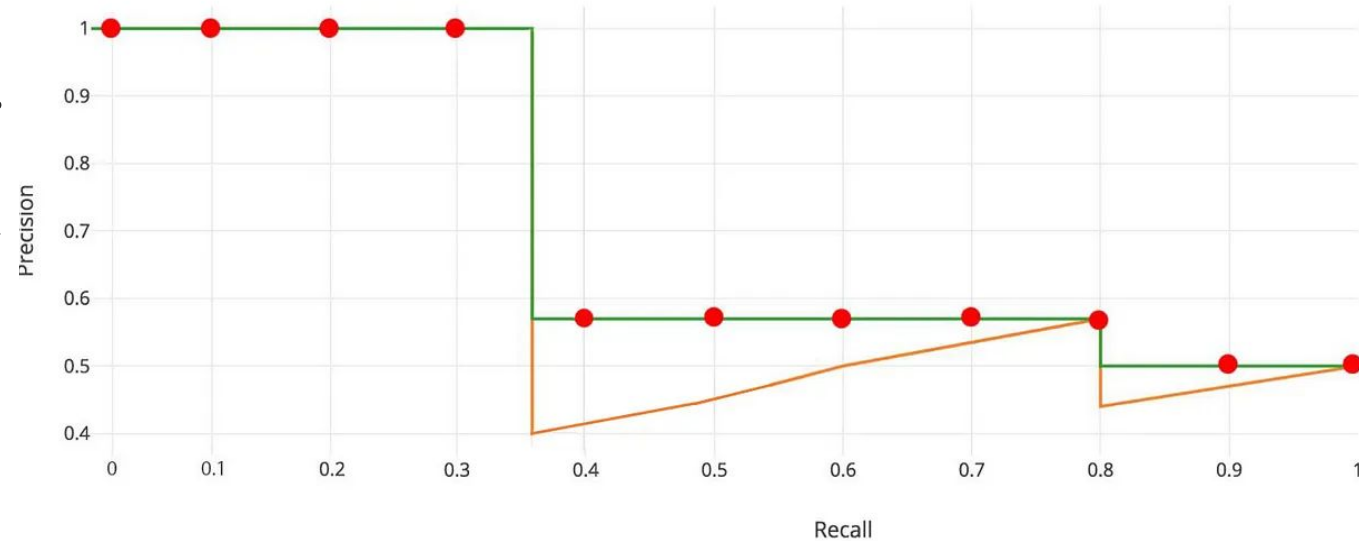
# Data splitting

- 5% random sample trong thư mục dayTrain và nightTrain của dataset được sử dụng cho việc training.
- 10% random sample trong thư mục daySequence1, daySequence2, nightSequence1, nightSequence2 được sử dụng cho việc evaluating.



# Độ đo (Evaluation Metric)

**mAP (mean Average Precision):** Là độ đo được sử dụng nhiều trong các bài toán Object Detection. mAP đánh giá mô hình kết hợp giữa Precision và Recall thông qua Precision-Recall curve và Average Precision.



# Độ đo (Evaluation Metric)

**F1 Score:** là harmonic mean giữa precision và recall. Do đó nó hiệu quả hơn trong việc đánh giá độ chính xác trên đồng thời precision và recall.

F1 Score được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình **SVM**.

$$F_1 = 2 \cdot \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \frac{1}{2}(\text{FP} + \text{FN})}$$

TP = number of true positives

FP = number of false positives

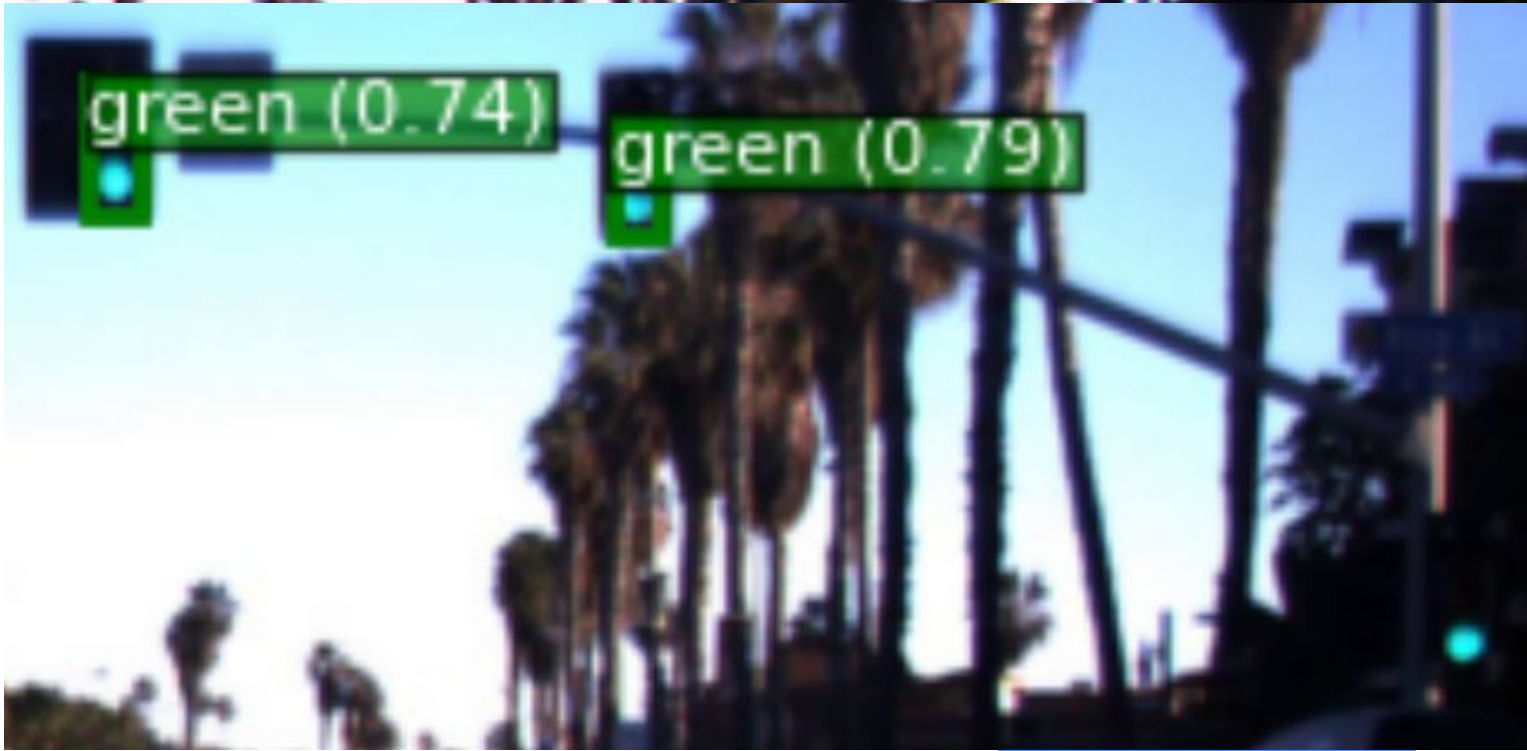
FN = number of false negatives

# Kết quả thực nghiệm.

	mAP@.5
DaySequence1,2	0.33
NightSequence1,2	0.082

# Kết quả thực nghiệm.





# Kết quả thực nghiệm.





# Kết quả thực nghiệm.



# Kết quả thực nghiệm.



# Kết quả thực nghiệm.







**THANK YOU**