

# PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG NGƯỜNG IOU ĐẾN KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH YOLOV5S

NGUYỄN HOÀI NAM

Ngày 27 tháng 11 năm 2023

## Tóm tắt nội dung

Bài báo cáo này tập trung vào việc phân tích ảnh hưởng của ngưỡng IoU (Intersection over Union) đối với kết quả đánh giá mô hình YOLOv5s trong bài toán nhận diện đầu người thuộc lĩnh vực thị giác máy tính. YOLOv5s là một phiên bản của YOLO (You Only Look Once), một mô hình tiên tiến trong nhận diện và phân loại đối tượng trên ảnh.

Bài báo cáo bao gồm việc thực hiện các thử nghiệm với các giá trị khác nhau của ngưỡng IoU để đánh giá hiệu suất của mô hình. Hiệu suất của mô hình được đánh giá thông qua các chỉ số bao gồm độ chính xác (precision), độ phủ (recall), f1-score, ma trận nhầm lẫn (confusion matrix) và thời gian tính toán.

Kết quả của báo cáo này sẽ cho thấy sự linh hoạt và hiệu suất của mô hình YOLOv5s dưới sự ảnh hưởng của ngưỡng IoU, mang lại hiểu biết sâu sắc về tính khả dụng và ứng dụng của mô hình trong các tình huống đa dạng.

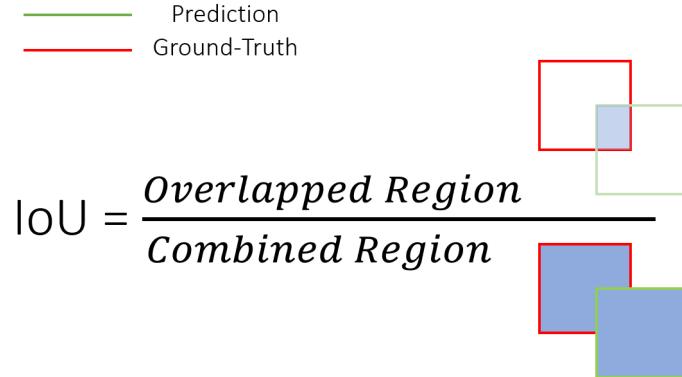
## 1 Introduction

Mô hình YOLOv5 (You Look Only Once - Version 5) được sáng tạo bởi Alexey Bochkovskiy [1] và được phát triển chủ yếu bởi nhóm nghiên cứu của anh ấy tại Ultralytics. Ultralytics là một tổ chức nghiên cứu và phát triển trong lĩnh vực thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo. Mô hình này với triết lý phát triển "You Only Look Once" đã gây được sự chú ý lớn trong cộng đồng xử lý ảnh và máy học nhờ vào khả năng nhận diện đối tượng nhanh chóng và hiệu quả.

IoU (Intersection over Union) [2] là một khái niệm trong lĩnh vực thị giác máy tính và xử lý ảnh được sử dụng rộng rãi. IoU đóng vai trò quan trọng trong các thuật toán đánh giá hiệu suất của mô hình nhận diện đối tượng. Trong bài báo cáo này, việc tuỳ chỉnh ngưỡng IoU sẽ là phương pháp chính để đánh giá hiệu suất cũng như sự linh hoạt của mô hình.

## 2 Methods

IoU có thể được xác định bằng công thức như hình 1 bên dưới.

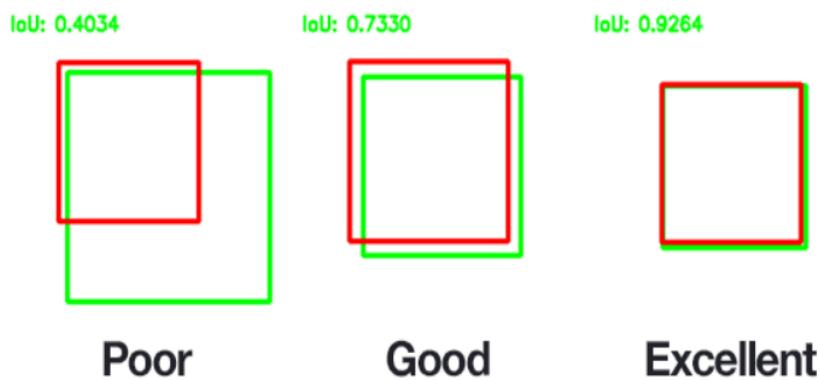


Hình 1: IoU Equation.

Nhận xét:

- Hộp giới hạn dự đoán (Predicted Bounding Box - PBB) được vẽ bằng màu xanh. Hộp giới hạn thực tế (Ground-Truth Bounding Box - GTBB) được vẽ bằng màu đỏ. Miễn là có được hai hộp này, chúng ta sẽ tính được IoU.
- Trên tử, chúng ta tính diện tích vùng chồng lấp (Overlapped Region - OR) giữa PBB và GTBB. Dưới mẫu, chúng ta tính diện tích vùng hợp nhất (Combined Region - CR) giữa PBB và GTBB. Chia OR cho CR ta sẽ được giá trị cuối cùng chính là IoU.
- Như vậy, IoU chính là thước đo đánh giá sự đồng nhất giữa kết quả dự đoán và kết quả thực tế.

Các mức độ đánh giá IoU được thể hiện như hình 2 dưới đây.



Hình 2: Các mức độ IoU.

Nhận xét:

- Trên thực tế, vì mô hình tồn tại rất nhiều tham số khác nhau như kích thước ảnh input (input image size), số lớp phát hiện, ... dẫn đến việc rất khó để PBB để khớp chính xác với GTBB.

- PBB càng chồng lên GTBB (càng khớp) thì IoU càng cao.
- Có 3 mức độ chính để đánh giá IoU: Mức 1, dưới 0.5 hoặc bằng gọi là Tệ (Poor); Mức 2, dưới hoặc bằng 0.9 và lớn hơn 0.5 gọi là Tốt (Good); Mức 3, còn lại, gọi là Tuyệt vời (Excellent).

Hình ảnh minh họa 3 dưới đây.



Hình 3: Đôi tượng.

Dựa trên các mức độ này, tôi quyết định chọn 3 ngưỡng 0.3, 0.7, 0.9 để tiến hành thử nghiệm và quan sát sự ảnh hưởng của ngưỡng IoU đến kết quả cuối cùng của mô hình.

### 3 Results

Bảng 1 bên dưới minh họa.

Bảng 1: Bảng quan sát ảnh hưởng ngưỡng IoU.

STT	Ngưỡng IoU	Số lượng ảnh	Precision	Recall	F1-score	Confusion Matrix	Time
1	0.3	440	0.3454	1.0	0.5135	$\begin{bmatrix} 152 & 288 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	0.0455
2	0.7	440	0.2931	1.0	0.4534	$\begin{bmatrix} 129 & 311 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	0.0588
3	0.9	440	0.4545	1.0	0.0869	$\begin{bmatrix} 20 & 420 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	0.0436

Nhận xét:

- Sự thay đổi rõ rệt nhất có thể nhận thấy chính là khi tăng ngưỡng IoU, giá trị TP (True Positive) sẽ tăng, FP (False Positive) sẽ giảm (Có thể nhận thấy thông qua ma trận nhầm lẫn (Confusion Matrix). Vì lý do này, giá trị F1-score giảm khi ta tăng ngưỡng IoU).
- Trong bài báo cáo này, các ảnh đầu vào đều đã có nhãn (tức đều đã được gán nhãn), nên không có trường hợp FN (False Negative) xảy ra, tức là trường hợp thực tế không gán nhãn nhưng mô hình lại dự đoán được. Vì vậy, giá trị Recall (Độ phủ) đều là 1.0.
- Ngưỡng IoU là một phép đo tốt để đánh giá độ chính xác của các BPP.
- Việc thay đổi ngưỡng IoU có ảnh hưởng đến thời gian tính toán. Ngưỡng IoU cao có thể giảm số lượng Bounding Boxes cần xem xét, làm giảm độ phức tạp quá trình đánh giá.
- Trong thử nghiệm, khi thay đổi các ngưỡng IoU, tôi chỉ xem xét liệu giá trị IoU trên hay dưới ngưỡng, để biết được có bao nhiêu dự đoán đúng và bao nhiêu dự đoán sai. Tôi đã không tiến hành vẽ Bounding Box dự đoán cho những trường hợp đúng để tránh mất thời gian thí nghiệm, đó là lí do cột Time của báo cáo rất nhỏ.

## 4 Discussion

### Hạn chế:

- Việc lựa chọn ngưỡng IoU để phù hợp với bài toán là khá nhạy cảm. Việc điều chỉnh này ảnh hưởng đáng kể đến kết quả đánh giá.
- Ngưỡng IoU chỉ đánh giá mức độ chồng lấn giữa BPP và GTBB chứ không quan tâm đến chất lượng dự đoán cụ thể bên trong Bounding Box. Mô hình có thể tạo ra dự đoán sai lệch nhưng vẫn có thể có IoU cao.

### Ưu điểm:

- Ngưỡng IoU là một phép đo tốt để đánh giá độ chính xác của các BPP.
- Tính toán IoU không phức tạp và có thể tích hợp dễ dàng vào quá trình đánh giá mô hình, giúp nhanh chóng đo lường chất lượng của dự đoán.

## 5 Conclusion

Ngưỡng IoU là một phép đo quan trọng trong đánh giá mô hình YOLOv5 và các mô hình nhận diện đối tượng khác. Đặc biệt, trong bài toán nhận diện đầu người bằng mô hình YOLOv5, ngưỡng IoU đóng vai trò khá quan trọng, việc chúng ta chọn lựa ngưỡng IoU có thể giúp mô hình có hiệu suất cao hơn nhiều so với bình thường, ngược lại, cũng có thể làm nó tệ hơn. Hãy hiểu rằng nó có những hạn chế và không phản ánh hoàn toàn chất lượng mô hình. Hãy thử nghiệm nhiều hơn để nắm rõ hơn về IoU.

## Danh sách bảng

1	Bảng quan sát ảnh hưởng của IoU. . . . .	3
---	--	---

## Danh sách hình vẽ

1	IoU Equation. . . . .	2
2	Các mức độ IoU. . . . .	2
3	Đối tượng. . . . .	3

## Mục lục

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methods</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Results</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Discussion</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>4</b>

## Tài liệu

- [1] Alexey Bochkovskiy. Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. 2020.
- [2] Adrian Rosebrock. Intersection over union (iou) for object detection. 2016.