

# TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI



**ĐỀ TÀI:**

## NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ CHO HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG PHÁT HIỆN HÀNH ĐỘNG GIAN LẬN TRONG PHÒNG THI

**Sinh viên thực hiện:**

Lê Đoàn Dương, 64TTNT.NB

Nguyễn Trường An, 64TTNT.NB

Đinh Quốc Việt, 64TTNT.NB

Nguyễn Lê Trung Thành, 64CNTT.NB

**Khoa:** Công nghệ thông tin

**Giáo viên hướng dẫn:** ThS. Trương Xuân Nam

*Hà Nội, Tháng 4 năm 2024*

## Mục Lục

I.MỞ ĐẦU.....	4
1.Tổng quan tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài .....	4
2.Lý do chọn đề tài.....	5
3.Mục tiêu đề tài.....	5
4.Phương pháp nghiên cứu.....	5
5.Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	5
a.Đối tượng nghiên cứu.....	5
b.Phạm vi nghiên cứu.....	6
II.NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU .....	6
1.Chương 1 .....	6
a.Nội dung nghiên cứu .....	6
b.Kết quả nghiên cứu đạt được .....	6
c.Đánh giá.....	6
2.Chương 2 .....	7
a.Nội dung nghiên cứu .....	7
b.Kết quả nghiên cứu đạt được .....	7
c.Đánh giá.....	8
3.Chương 3 .....	8
a.Nội dung nghiên cứu .....	8
b.Kết quả nghiên cứu đạt được .....	8
c.Đánh giá.....	10
4.Chương 4 .....	10
a.Nội dung nghiên cứu .....	10
b.Kết quả nghiên cứu đạt được .....	10
c.Đánh giá.....	13
5.Chương 5 .....	14
a.Nội dung nghiên cứu .....	14
b.Kết quả nghiên cứu đạt được .....	15

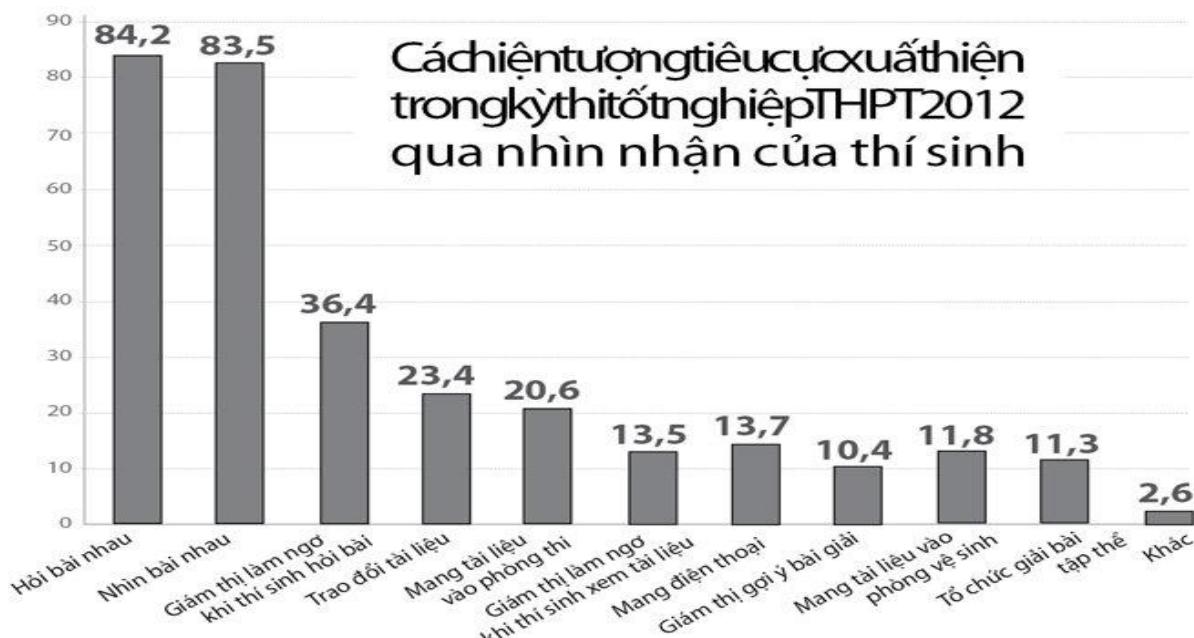
c.Đánh giá.....	16
6.Chương 6.....	17
a.Nội dung nghiên cứu .....	17
b.Kết quả nghiên cứu đạt được .....	17
c.Đánh giá.....	18
III.KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	18
1.Kết Luận.....	18
2.Kiến nghị.....	19
IV.TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	19
1.Danh mục link thao khảo .....	19
2.Danh mục sách tham khảo .....	20

# I. MỞ ĐẦU

## 1. Tổng quan tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài

Dù ở thời đại nào thì việc gian lận trong thi cử nói chung và gian lận trực tiếp trong phòng thi nói riêng luôn là một vấn đề nhức nhối của nền giáo dục tại bất cứ khu vực nào. Từ các cấp nhỏ như tiểu học hay trung học đến các cấp học lớn hơn như cao đẳng, đại học hay từ những bài kiểm tra nhỏ như 15 phút, 1 tiết trên lớp cho đến những kỳ thi lớn như thi vào lớp 10 hay tốt nghiệp trung học phổ thông luôn có những cá nhân không muốn làm bài và nhận kết quả theo đúng năng lực của bản thân. Họ sẽ tìm cách để sao chép bài làm và đáp án từ một nguồn nào đó, theo một cách nào đó ví dụ như chép bài thí sinh bên cạnh hay chép từ các tài liệu khác như sách, vở hay điện thoại thông minh. Điều này ít thì sẽ khiến cho giảng viên, giáo viên không đánh giá được năng lực thật sự của họ để đưa ra các phương pháp dạy phù hợp hơn, nhiều thì sẽ ảnh hưởng đến những thí sinh có năng lực và có gắng thực sự không đạt được những gì mà lẽ ra họ đạt được nhưng đã bị chiếm bởi những thí sinh gian lận để đạt được kết quả không xứng đáng với họ.

Năm 2012 nhóm phóng viên Tuổi Trẻ phối hợp với một số nhà xã hội học thực hiện thăm dò trên 500 thí sinh từ 36 tỉnh thành về tính nghiêm túc ở kỳ thi tốt nghiệp THPT năm 2012, kết quả: 84,6% thí sinh trong số đó thừa nhận có xuất hiện hiện tượng tiêu cực tại các bạn dự thi (tuoitre.vn).



Nguồn ảnh: [Hon 400/500 thí sinh nói có gian lận thi cử tuoitre.vn](http://Hon 400/500 thí sinh nói có gian lận thi cử tuoitre.vn)

Bỏ qua các sai phạm từ phía cán bộ coi thi thì các lỗi như hỏi bài, nhìn bài, trao đổi tài liệu, sử dụng tài liệu, điện thoại từ phía thí sinh xảy ra khá phổ biến. Điều đó ảnh hưởng đến chất lượng giáo dục của các cấp học sau và tương lai của đất nước khi có những kĩ sư không có năng lực thực sự.

Dù hiện tại và tương lai các trường học, tổ chức giáo dục sẽ luôn có những biện pháp và giải pháp để ngăn chặn nhưng vẫn luôn cần sự góp sức của tất cả các thí sinh và giám thị trong từng kỳ thi.

## **2.Lý do chọn đề tài**

Như đã nói ở phần 1.1 thì vấn đề phòng chống gian lận trong thi cử cần sự giúp sức cả tát cả mọi người. Đã có nhiều trường đại học, nhóm sinh viên trên Việt Nam như Đại học Bách khoa Hà Nội và Đại học Công nghiệp Hà Nội và trên toàn thế giới thực hiện nghiên cứu về các mô hình học máy, học sâu phát hiện hành động gian lận trong thi cử. Nhưng chúng tôi vẫn muốn đóng góp công sức của bản thân vì lợi ích xã hội và nhà nước. Vì vậy, chúng tôi quyết định chọn đề tài này để nghiên cứu.

## **3.Mục tiêu đề tài**

Đưa ra một giải pháp công nghệ thích hợp, tối ưu nhằm giải quyết được vấn đề đã nêu ra và đem lại độ chính xác, tin cậy cao. Từ đó phát triển được một hệ thống thông minh nhằm nhận diện, phân loại, thông báo, lưu trữ dữ liệu phục vụ huấn luyện hoặc thống kê, báo cáo khi phát hiện hành động gian lận trong phòng thi, có thể huấn luyện mô hình học máy mới khi có nhiều dữ liệu huấn luyện hơn hoặc khi có hành vi gian lận thi cử mới mà mô hình cũ chưa được học.

## **4.Phương pháp nghiên cứu**

Thực hiện nghiên cứu lý thuyết và thực tiễn hành vi. Từ đó, tìm ra công nghệ, giải pháp phù hợp, sau đó triển khai công nghệ trên thiết bị thực tế và đánh giá kết quả đạt được.

## **5.Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

### **a.Đối tượng nghiên cứu**

-Nghiên cứu hành vi, động tác được các thí sinh sử dụng để gian lận trong phòng thi phổ biến nhất .

-Nghiên cứu các giải pháp công nghệ, các phương pháp tự động nhận diện được hành động của các đối tượng.

-Nghiên cứu, xây dựng chương trình hỗ trợ gắn nhãn dữ liệu tự động để giảm thiểu thời gian gắn nhãn bằng tay.

-Nghiên cứu cơ sở dữ liệu phục vụ lưu trữ thông tin gian lận của thí sinh và lưu trữ dữ liệu phục vụ huấn luyện mô hình học máy.

### **b.Phạm vi nghiên cứu**

-Nghiên cứu trong phạm vi xây dựng một mô hình phát hiện hành vi gian lận thi cử và lưu trữ lại bằng chứng trong cơ sở dữ liệu để phục vụ thông kê báo cáo và huấn luyện mô hình học máy cái tiến hơn khi có nhiều dữ liệu hơn hoặc khi có hành vi gian lận mới mà hệ thống chưa được học.

## **II.NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

### **1.Chương 1**

#### **a.Nội dung nghiên cứu**

Nghiên cứu hành vi, động tác được các thí sinh sử dụng để gian lận trong phòng thi phổ biến nhất.

#### **b.Kết quả nghiên cứu đạt được**

Nhóm chúng tôi đã tiến hành tìm hiểu thực trạng trên các bài báo liên quan để giáo dục, thi cử, trực tiếp tham gia các kì thi từ lớn đến nhỏ trong quá trình học tập, thi cử. Qua đó, chúng tôi kết luận 2 hành vi gian lận được các thí sinh sử dụng nhiều nhất trong phòng thi là:

-Quay ngang, ngó nghiêng sang 2 bên để chép bài của thí sinh bên cạnh hoặc để trao đổi, làm bài tập thê.

-Cúi thấp, liếc xuống để quay còp từ điện thoại hoặc tài liệu dưới gầm bàn đã được mang vào phòng thi.

#### **c.Đánh giá**

Từ kết quả đạt được của nghiên cứu hành vi, động tác được các thí sinh sử dụng để gian lận trong phòng thi phổ biến nhất, nhóm chúng tôi đã có các nhìn bao quát về hành

vì, động tác của thí sinh. Từ đó đưa ra các giải pháp công nghệ phù hợp, cho từng vấn đề nghiên cứu.

## 2.Chương 2

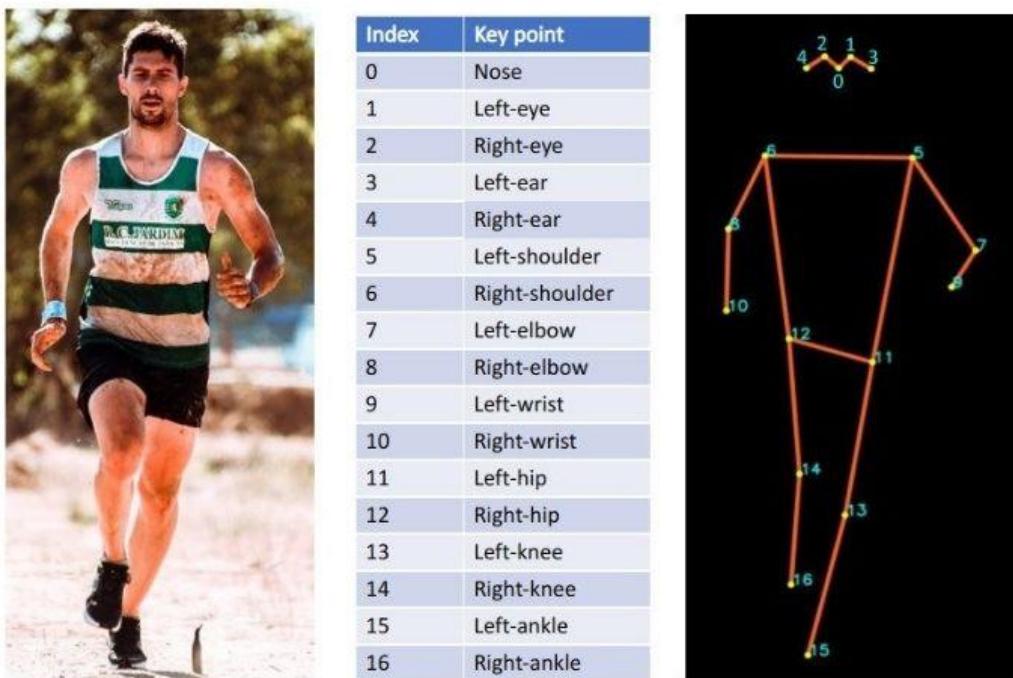
### a.Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu các giải pháp công nghệ, các phương pháp có khả năng tự động nhận diện được hành động của các đối tượng.

### b.Kết quả nghiên cứu đạt được

Sau một thời gian tìm tòi các phương pháp, công nghệ có thể phục vụ được yêu cầu đặt ra. Nhóm chúng tôi đưa ra một số kết quả, giải pháp công nghệ như sau:

- Sử dụng thi giác máy tính qua camera lắp trên phòng thi để có thể phát hiện theo thời gian thực hiệu quả nhất.
- Sử dụng phương pháp phát hiện tư thế và đánh giá tư thế (pose estimation) nửa thân trên của thí sinh qua các điểm khớp thông qua camera, từ đó phân loại được hành động, hành vi của thí sinh.



Hình 1: Hình minh họa 17 keypoints của human pose

Source: [learnopencv.com](http://learnopencv.com)

### **c.Đánh giá**

Việc nghiên cứu các giải pháp công nghệ, các phương pháp tự động nhận diện được hành động của các đối tượng có thể nói là phần quan trọng nhất của đề tài nghiên cứu của nhóm chúng tôi, cũng là vấn đề cốt lõi của mô hình này. Từ đó có thể đưa ra những lựa chọn cụ thể hơn phục vụ các bước nghiên cứu tiếp theo.

## **3.Chương 3**

### **a.Nội dung nghiên cứu**

Nghiên cứu, tìm mô hình thuật toán cụ thể có khả năng phát hiện, đánh giá tư thế (pose estimation), có thể huấn luyện mô hình mới bằng dữ liệu cá nhân.

### **b.Kết quả nghiên cứu đạt được**

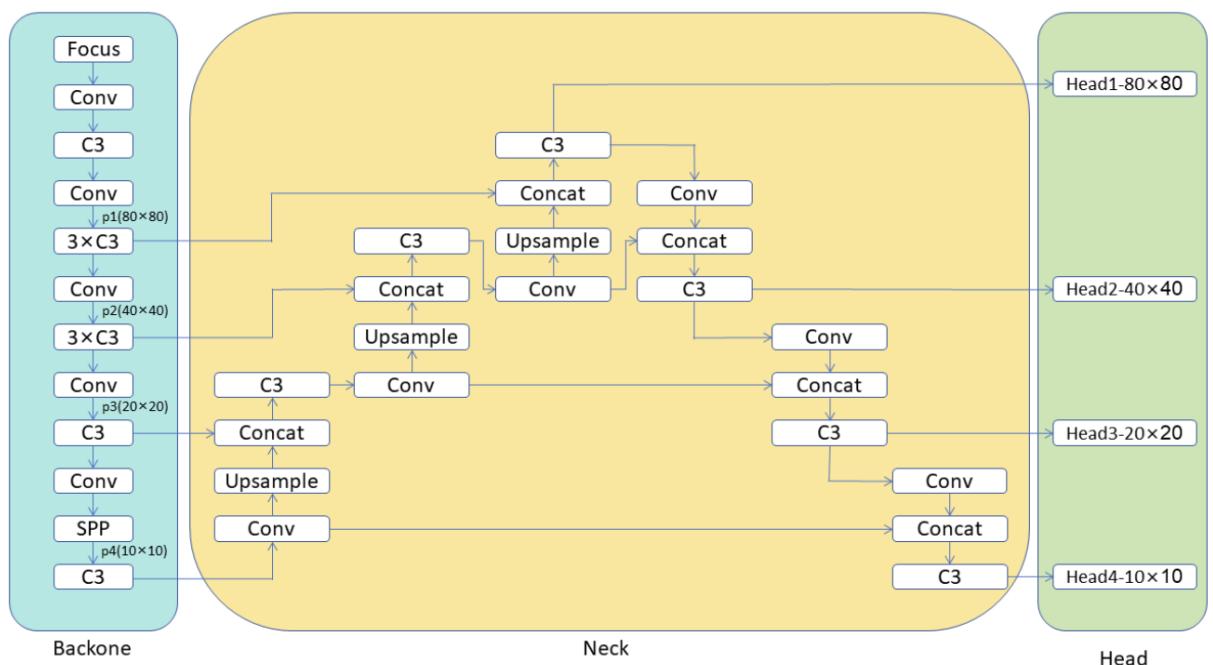
-Có thể nói vài năm trở lại đây là thời đại phát triển mạnh mẽ nhất của các lĩnh vực công nghệ thông tin nói chung và trí tuệ nhân tạo nói riêng, khi mà chỉ cần một thiết bị có khả năng kết nối và truy cập internet là bất cứ ai trong chúng ta đều có thể tiếp cận, sử dụng những ứng dụng của trí tuệ nhân tạo. Vậy nên các thuật ngữ như AI, học máy (Machine Learning), học sâu (Deep Learning) cũng trở nên gần gũi hơn với mọi người. Học máy là một lĩnh vực con của trí tuệ nhân tạo, giúp cho máy tính có thể học hỏi từ dữ liệu để giải quyết các vấn đề cụ thể, hỗ trợ con người rất nhiều trong đời sống hàng ngày. Đây cũng là hướng đi chính của nhóm chúng tôi để tìm ra mô hình phù hợp với yêu cầu đặt ra.

-Nhóm chúng tôi quyết định sử dụng thuật toán học máy YOLOv8n-pose được xây dựng bởi công ty ultralytics để huấn luyện một mô hình học máy mới. Đây là mô hình học máy phát hiện các điểm khớp của đối tượng trên ảnh hoặc video theo thời gian thực đã được huấn luyện, có thể dùng để huấn luyện mô hình mới bằng dữ liệu cá nhân.



Hình 2: Hình minh họa kết quả khi sử dụng thuật toán yolov8n-pose

Nguồn: [docs.ultralytics](#)



Hình 3: Sơ đồ kiến trúc mạng tổng thể của yolo-pose

*Nguồn: [YOLOv8-PoseBoost](#)*

Model	size (pixels)	$mAP^{pose}$ 50-95	$mAP^{pose}$ 50	Speed CPU ONNX (ms)	Speed A100 TensorRT (ms)	params (M)	FLOPs (B)
YOLOv8n- pose	640	50.4	80.1	131.8	1.18	3.3	9.2

Bảng 1: Các thông số quan trọng của mô hình thuật toán yolov8n-*pose*

*Nguồn: [docs.ultralytics](#)*

### c.Đánh giá

Đây là thuật toán học máy phù hợp nhất với yêu cầu đặt ra, là nền tảng quan trọng ảnh hưởng đến mô hình phát hiện hành vi gian lận thi cử mà nhóm đang phát triển.

## 4.Chương 4

### a.Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu, đào tạo mô hình học máy phát hiện hành vi gian lận của thí sinh với những hành vi gian lận đầu tiên và mô hình thuật toán yolov8n-*pose* đã có.

### b.Kết quả nghiên cứu đạt được

-Mô hình sẽ phát hiện khớp của đối tượng thông qua 13 điểm ở phần thân trên (từ thắt lưng trở lên) của cở thể thí sinh thay vì 17 điểm như thuật toán yolov8n-*pose*.



*Hình 4: hình minh họa 13 điểm khớp trên cơ thể*

-Chuẩn bị dữ liệu huấn luyện cho 3 lớp đầu tiên là lớp nghiêm túc thể hiện rằng thí sinh không thực hiện bất cứ hành vi gian lận nào, lớp quay ngang thể thực hiện các hành vi như chép bài, thảo luận, lớp quay cop tài liệu, điện thoại dưới gầm bàn:

- + Chúng tôi đã nhờ bạn bè, người thân thực hiện 3 hành vi trên theo nhiều hướng khác nhau sau đó chụp hình lại.
- + Sau đó để đa dạng dữ liệu huấn luyện hơn chúng tôi đã thực hiện xoay ảnh theo các góc khác nhau.
- + Chuẩn hóa dữ liệu phù hợp với đầu vào của thuật toán yolov8n-pose.
- + Cuối cùng chúng tôi đã có được cho mỗi lớp trên training set khoảng 4000 mẫu và validation set khoảng 1000 mẫu.

+ Mỗi mẫu sẽ gồm 1 ảnh kích thước 640px\*640px 1 file txt chứa nhãn của ảnh gồm tọa độ tâm đối tượng, kích thước hộp bao đối tượng và tạo độ 13 điểm khớp trên cơ thể theo đúng cấu trúc mà thuật toán yolov8n-pose yêu cầu.



*Hình 5: hình minh họa dữ liệu huấn luyện mô hình*

-Thực hiện huấn luyện mô hình với 100 epoch được kết quả như sau:

Class	Images	Instances	Box(P)	R	mAP50	mAP50-95)	Pose(P)	R	mAP50	mAP50-95)
all	2992	7476	0.911	0.937	0.968	0.943	0.858	0.879	0.884	0.692
Nghiem tuc	2992	2619	0.939	0.865	0.967	0.962	0.938	0.864	0.965	0.716
quay cop	2992	2768	0.922	0.986	0.986	0.964	0.918	0.982	0.98	0.815
quay ngang	2992	2089	0.872	0.96	0.952	0.902	0.717	0.79	0.707	0.547

*Hình 6: kết quả quá trình huấn luyện*

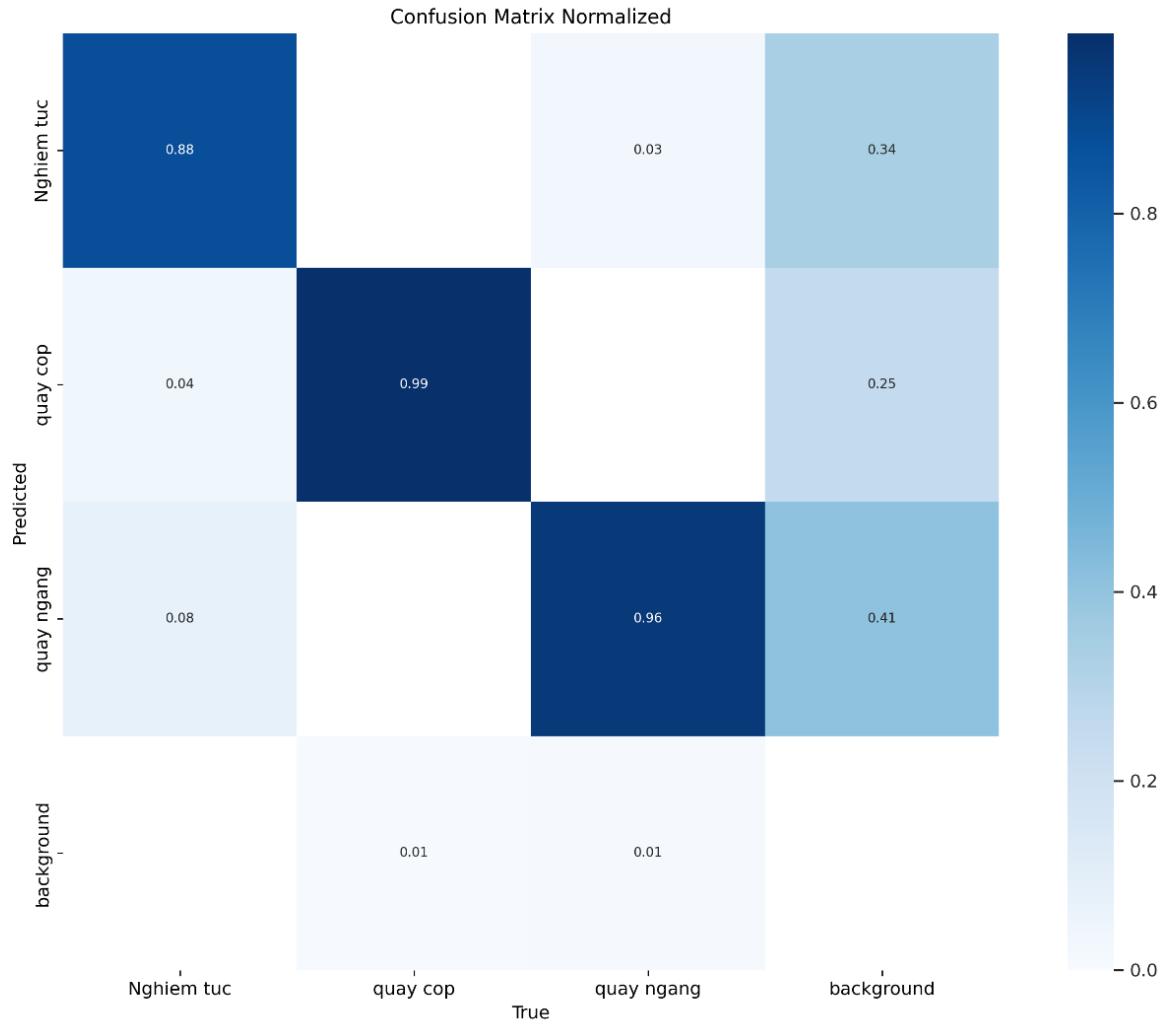
-Sau quá trình huấn luyện và ghi ra file mô hình last\_model.pt



*Hình 7: ví dụ về kết quả được mô hình trả về*

### c. Đánh giá

-Cùng với file mô hình thì ta còn có được ma trận nhầm lẫn như sau:



*Hình 7: Ma trận nhầm lẫn*

-Kết quả cho thấy mô hình được huấn luyện có chất lượng đủ tốt để làm mẫu thử nghiệm nhưng để đưa vào hoạt động trong thực tiễn cần đa dạng dữ liệu thực tế từ phòng thí hơn.

## 5.Chương 5

### a.Nội dung nghiên cứu

-Nghiên cứu, xây dựng chương trình hỗ trợ gắn nhãn tự động cho dữ liệu của mô hình Yolov8-pose để giảm thiểu thời gian gắn nhãn bằng tay.

### b.Kết quả nghiên cứu đạt được

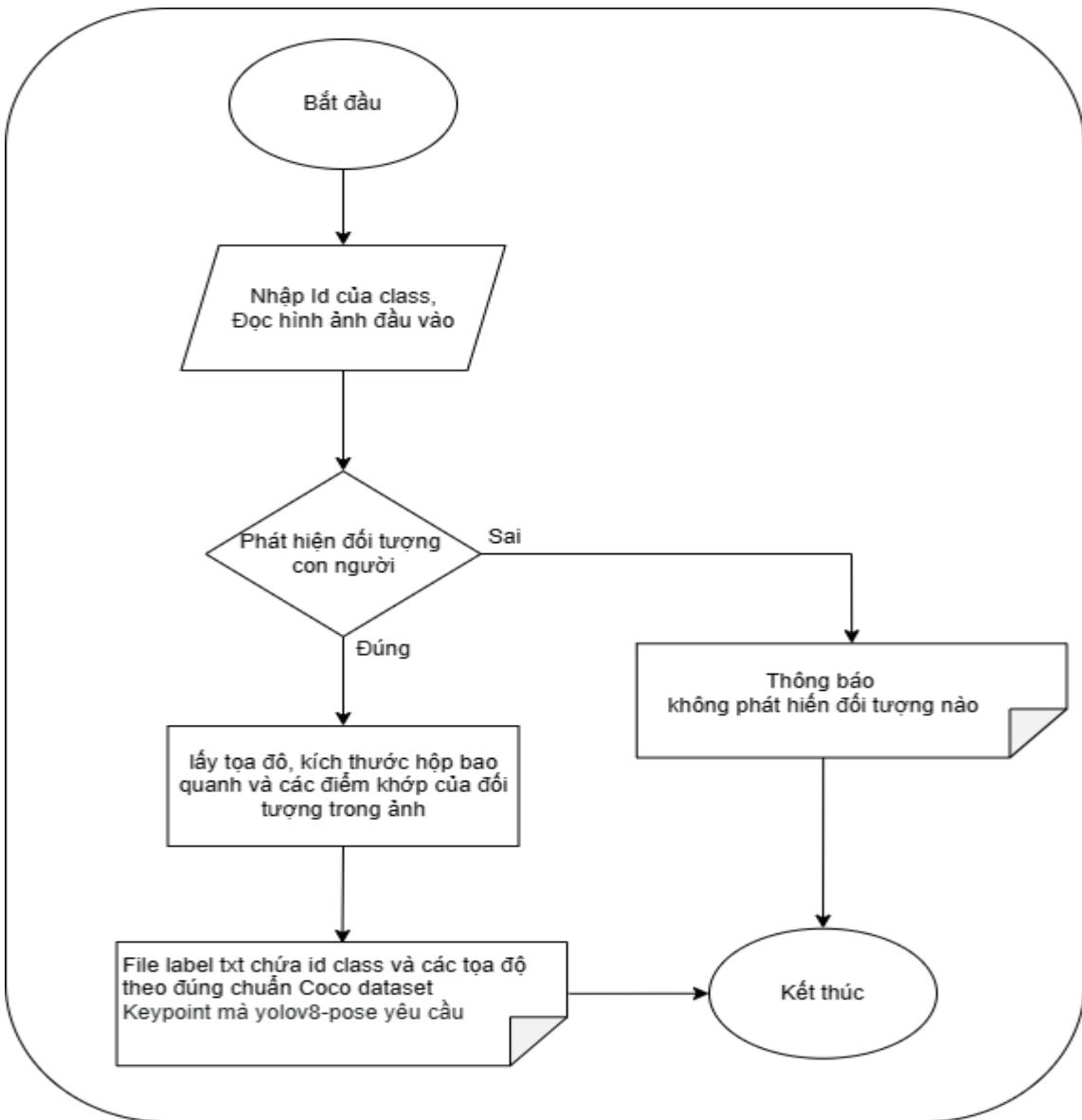
-Sau quá trình sưu tập và gắn nhãn bằng tay cho hình ảnh để xây dựng dữ liệu huấn luyện và kiểm tra cho mô hình phát hiện hành vi gian lận nhóm chúng tôi thấy rằng quá trình này tốn khá nhiều thời gian nên đã quyết định nghiên cứu và tìm cách hỗ trợ gắn nhãn tự động:

+Chúng tôi sử dụng thuật toán yolov8x-pose-p6 đã được huấn luyện sẵn có các thông số như bảng sau để phát hiện và lấy ra tọa độ tâm khung chứa đối tượng, kích thước khung đối tượng và toa độ 13 điểm khớp trên cơ thể đối tượng

Model	size (pixels)	$mAP^{pose}$ 50-95	$mAP^{pose}$ 50	Speed CPU ONNX (ms)	Speed A100 TensorRT (ms)	params (M)	FLOPs (B)
YOLOv8x-pose-p6	1280	71.6	91.2	4088.7	10.04	99.1	1066.4

Bảng 2: các thông số của mô hình yolov8x-pose-p6

Nguồn: [docs.ultralytics](https://docs.ultralytics.com/)



Hình 8: Sơ đồ thuật toán tạo nhãn tự động cho mô hình yolov8-pose

### c. Đánh giá

Chương trình cho ra nhãn chính xác với hầu hết các ảnh nhưng vì chương trình sử dụng sử một thuật toán học máy để phát hiện đối tượng và khớp của đối tượng nên có một vài trường hợp sẽ không phát hiện được đối tượng chính xác và sẽ phải gán nhầm lại bằng

tay, với phạm vi của một phòng học và độ phân giải trung bình của 1 camera giám sát là 1280x 720px, thì tỉ lệ phát hiện sai sẽ không đáng kể.

## 6.Chương 6

### a.Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu, xây dựng cơ sở dữ liệu để lưu trữ dữ liệu phục vụ huấn luyện và dữ liệu những lần phát hiện gian lận phục vụ báo cáo, thống kê.

### b.Kết quả nghiên cứu đạt được

-Khi thực hiện nghiên cứu nhóm chúng tôi muốn hệ thống này có khả năng lưu lại những hình ảnh gian lận để làm bằng chứng cho những hành vi lừa gian lận của thí sinh và có thể sử dụng những hình ảnh bằng chứng đó kết hợp với những dữ liệu cũ và dữ liệu mới được nhập vào để huấn luyện một mô hình học máy mới có khả năng phát hiện đối tượng gian lận tốt hơn.

-Nhóm chúng tôi quyết định chọn cơ sở dữ liệu NoSQL Mongodb vì phù hợp với các dự án liên quan đến lượng dữ liệu lớn và khả năng vượt trội trong việc chèn hoặc cập nhật một số lượng lớn bản ghi.

-Cơ sở dữ liệu sẽ có cấu trúc các thực thể và thuộc tính sau khi được chuẩn hóa như sau:

+Hành động gian lận thi cử được phát hiện(Id, Id loại hành động gian lận, Ảnh minh chứng, Thời gian thực hiện hành vi gian lận, Id môn thi , Id kỳ thi, xác nhận)

\*Trường xác nhận trong thực thể trên là xác nhận của giám thi xem có đã chuẩn là hành động gian lận và đúng loại hành vi gian lận chưa.

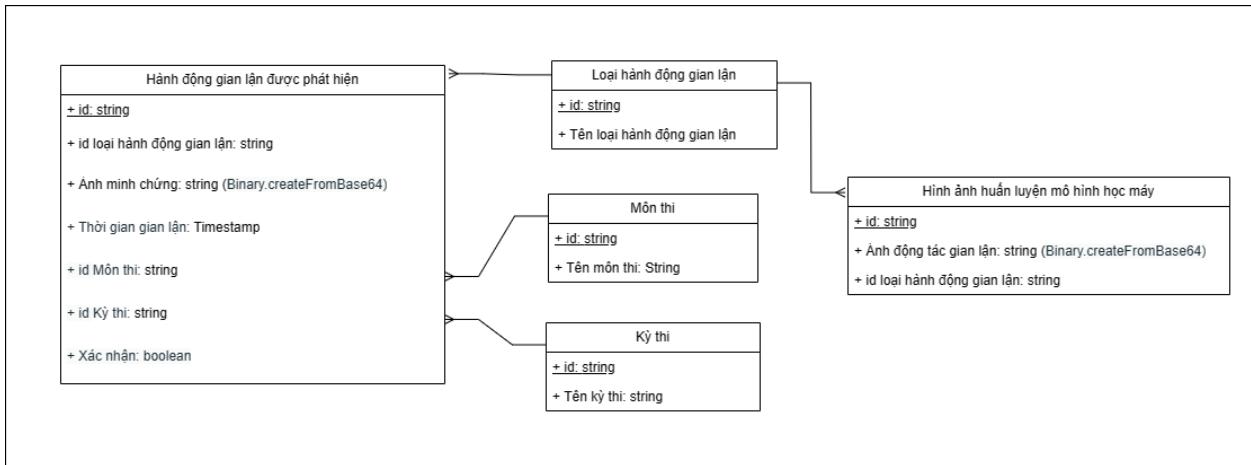
+Loại hành động gian lận(Id, tên loại hành động gian lận)

+Môn thi(Id, tên môn thi)

+Kỳ thi(Id, tên kỳ thi)

+Hình ảnh huấn luyện(Id, Hình ảnh động tác gian lận thi cử, id loại hành động gian lận)

\*Các thuộc tính là ảnh sẽ được lưu dưới dạng nhị phân



Hình 9: Mô hình cơ sở dữ liệu của hệ thống

### c. Đánh giá

Cơ sở dữ liệu trên mới là phiên bản đề xuất đầu tiên nên có thể xuất hiện những vấn đề này sinh khi đưa vào hệ thống hoạt động thực tế ở một tổ chức giáo dục nào đó nên có thể sẽ sửa chữa và cải thiện trong tương lai.

## III. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết Luận

- Sau một thời gian nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của giáo viên hướng dẫn nhóm chúng tôi cơ bản đã đạt được các mục tiêu đề ra. Hệ thống tự động phát hiện hành động gian lận trong phòng thi này là tập hợp của kết quả nghiên cứu về hành vi của thí sinh gian lận trong phòng thi, kết quả nghiên cứu các giải pháp công nghệ, các phương pháp tự động nhận diện được hành động của các đối tượng, kết quả nghiên cứu, tìm mô hình thuật toán cụ thể có khả năng phát hiện, đánh giá tư thế (pose estimation), có thể huấn luyện mô hình mới bằng dữ liệu cá nhân, kết quả nghiên cứu, xây dựng mô hình học máy phát hiện hành vi gian lận của thí sinh từ mô hình thuật toán YOLOv8-pose, kết quả nghiên cứu, xây dựng chương trình hỗ trợ gắn nhãn tự động cho dữ liệu của mô hình Yolov8-pose để giảm thiểu thời gian gắn nhãn bằng tay, kết quả nghiên cứu, xây dựng cơ sở dữ liệu để lưu trữ dữ liệu phục vụ huấn luyện và dữ liệu những lần phát hiện gian lận phục vụ báo cáo, thống kê.

-Tuy đã đạt được một số kết quả nhất định nhưng đây mới chỉ là mô hình thử nghiệm, vẫn cần nhiều cải tiến hơn trong tương lai để nâng cao chất lượng của mô hình.

## 2.Kiến nghị

-Hệ thống trên còn có thể tích hợp thêm các mô hình khác để phát hiện các biểu hiện bất thường hiệu quả hơn ví dụ như phát hiện điện thoại di động trong phòng thi, nhằm đa dạng hóa quy mô kết quả. Đem lại sự trung thực cao nhất trong các kì thi quan trọng.

-Từ những kết quả đạt được tôi kiến nghị rằng có thể sử dụng các kết quả đã đạt được trong nghiên cứu này để phục vụ các nghiên cứu, ứng dụng có cùng chủ đề về sau.

## IV.TÀI LIỆU THAM KHẢO

### 1.Danh mục link tham khảo

- [1] Yolov8 Pose Estimation: <https://docs.ultralytics.com/tasks/pose/>
- [2] Tìm Hiểu Mô Hình YOLO Cho Bài Toán Object Detection - Understanding YOLO: <https://pbcquoc.github.io/yolo>
- [3] Tìm Hiểu Mô Hình YOLO Cho Bài Toán Object Detection - Understanding YOLO: <https://pbcquoc.github.io/yolo>
- [4] Huấn luyện YOLO darknet trên google colab:  
<https://phamdinhkhánh.github.io/2020/03/10/DarknetGoogleColab.html>
- [5] YOLO You Only Look Once:  
<https://phamdinhkhánh.github.io/2020/03/09/DarknetAlgorithm.html>
- [6] Convolutional cheatsheet neural network:  
<https://stanford.edu/~shervine/lvi/teaching/cs-230/cheatsheet-convolutional-neural-networks>
- [7] MongoDB Documentation: <https://www.mongodb.com/docs/>
- [8] YOLOv8-PoseBoost: Advancements in Multimodal Robot Pose Keypoint Detection: <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/6/1046>
- [9] Nhập Môn Lập Trình Khoa Học Dữ Liệu: <https://txnam.net/course/nhap-mon-lap-trinh-khoa-hoc-du-lieu-k58>
- [10] LearnOpenCv: <https://learnopencv.com/tag/human-keypoint-detection/>

**2.Danh mục sách tham khảo**

- [1] Richard Szeliski, “Computer Vision: Algorithms and Applications 2nd Edition”, 2021
- [2] Vũ Hữu Tiệp, “Machine Learning cơ bản”, 2019
- [3] Nguyễn Thanh Tuấn, “Deep Learning cơ bản”, 2020