

Ứng dụng thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo phát hiện đối tượng trên ảnh phục vụ công tác bảo vệ bí mật nhà nước

Computer vision and artificial intelligence applications for object detection in the support of state secret protection tasks

Đặng Thanh Hải^{a,b*}, Huỳnh Đức Thảo^a, Lương Minh Hà^a, Trần Phú Hoàn^b
Dang Thanh Hai^{a,b*}, Huynh Duc Thao^a, Luong Minh Ha^a, Tran Phu Hoan^b

^aCông an thành phố Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam

^aDanang city's Public Security, Da Nang, 550000, Vietnam

^bTrung tâm Điện - Điện tử, Trường Công nghệ và Kỹ thuật, Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam

^bCenter of Electrical Engineering, School of Engineering and Technology, Duy Tan University, Da Nang, 550000, Vietnam

(Ngày nhận bài: 04/06/2024, ngày phản biện xong: 13/09/2024, ngày chấp nhận đăng: 14/10/2024)

Tóm tắt

Phát hiện đối tượng trong thị giác máy tính là kỹ thuật tìm kiếm các vật thể trong ảnh hoặc trong video, là lĩnh vực được nghiên cứu rộng rãi và có nhiều ứng dụng trong cuộc sống hiện nay. Có rất nhiều hướng tiếp cận để giải quyết vấn đề trên, tuy nhiên việc lựa chọn phương pháp áp dụng thường dựa vào tình huống cụ thể và có thể được thực hiện bằng trí tuệ nhân tạo. Trước tình hình phức tạp trong công tác bảo vệ bí mật nhà nước (BMNN) trên không gian mạng và các tài liệu số chứa BMNN càng đòi hỏi phải tăng cường sử dụng công nghệ hiện đại mới đáp ứng được yêu cầu công tác bảo vệ BMNN đặt ra trong tình hình mới [1]. Để phát hiện chính xác các dấu “Mật”, “Tối mật”, “Tuyệt mật” trong ảnh một cách dễ dàng, mô hình YOLOv8 là mô hình đơn giản và ít hao tốn tài nguyên, hứa hẹn hỗ trợ giải pháp đáp ứng tốt cho công tác bảo vệ BMNN của ngành công an và các cơ quan đảng, nhà nước.

Từ khóa: YOLOv; xử lý hình ảnh; trí tuệ nhân tạo.

Abstract

Detecting objects in computer vision is a widely researched field with numerous applications in today's life. There are various approaches to solve this problem, but choosing the appropriate method depends on specific situations and can be achieved using artificial intelligence. Given the complex nature of safeguarding state secrets in cyberspace and digital documents containing such secrets, the demand for modern technology to meet the requirements of state secret protection tasks is increasing in the current context. To accurately detect objects such as “Confidential”, “Top secret”, “Classified” in images or digital data files, YOLOv8 object detection model is quite simple and resource-efficient, making it a promising solution for the state secret protection tasks of the police forces and governmental agencies.

Keywords: YOLOv; image processing; artificial intelligence.

*Tác giả liên hệ: Đặng Thanh Hải

Email: dthaidng@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Thị giác máy tính là một lĩnh vực của khoa học máy tính liên quan đến việc xử lý và hiểu thông tin từ hình ảnh và video. Nó đóng một vai trò quan trọng trong việc phát hiện và theo dõi đối tượng. Bên cạnh đó, trí tuệ nhân tạo đã trở thành một công cụ không thể thiếu đối với lĩnh vực thị giác máy tính, đặc biệt là trong việc phát hiện đối tượng. Trong nhiều thập kỷ qua, AI đã mang lại những tiến bộ đáng kể trong lĩnh vực này, từ việc phát triển các công nghệ, các phương pháp tăng tốc độ tính toán, nhận dạng, đến việc tạo ra các ứng dụng phát hiện mới và cung cấp các bộ dữ liệu và chỉ số để đánh giá hiệu suất... Có nhiều phương pháp phát hiện đối tượng (Object Detection) đã được phát triển, ví dụ như VJ detector, HOG detector, DPM, Faster-RCNN, YOLO, SSD và nhiều hơn nữa [2]. Ngày nay, AI đóng một vai trò quan trọng trong việc phát hiện đối tượng, giúp máy tính có khả năng “nhìn” thấy các đối tượng trong ảnh và cung cấp thông tin về đối tượng cho các ứng dụng thị giác máy tính.

Trong ngành công an, việc triển khai các biện pháp đấu tranh, phòng chống các loại tội phạm, đặc biệt là tội phạm mạng và những hành vi vi phạm luật bảo vệ bí mật nhà nước cần phải giải quyết được các vấn đề cơ bản như sau:

(a). Đối với các hệ thống thư điện tử, hệ thống chia sẻ dữ liệu số dùng chung (file server) phải có cơ chế giám sát thường trực nhằm kiểm soát việc người dùng sử dụng các tệp tin số có chứa nội dung BMNN hay không để chia sẻ, trao đổi cho người dùng khác trên các hệ thống thông tin. Điều này đồng nghĩa là cơ chế giám sát trên phải luôn thường trực trên hệ thống và xác định được chính xác các tệp tin số có chứa nội dung BMNN mà người dùng có thể đang truy vấn, cập nhật lên hệ thống hoặc trao đổi với người dùng khác để kịp thời đưa ra phương án xử lý (công tác phòng ngừa).

(b). Thông thường các tệp dữ liệu đều được lưu trữ trên các thiết bị điện tử, công nghệ thông tin có bộ phận lưu trữ bên trong và các thiết bị nhớ ngoài như thẻ nhớ, đĩa cứng di động, đĩa CD/DVD... Việc tìm kiếm các tệp tài liệu số hoặc phân loại và xác định một cách nhanh chóng trong các tệp tài liệu số được lưu trữ trên các thiết bị nhớ là tài liệu nào có chứa nội dung bí mật nhà nước là một công việc rất khó. Do vậy phải cần phát triển các công cụ, ứng dụng có thể thực hiện khối lượng công việc lớn một cách nhanh chóng và chính xác (công tác kiểm tra, phát hiện và thu thập chứng cứ điện tử).

Bài toán được đặt ra ở đây là dữ liệu đầu vào là hình ảnh, kích cỡ, màu sắc của các dấu mật (“Mật”, “Tối mật”, “Tuyệt mật”) trong các tệp tài liệu số kiểu định dạng ảnh bmp, jpg, png, pdf, doc, docx (các tệp pdf, doc, docx phải chuyển đổi sang dữ liệu ảnh)... có chứa nội dung BMNN, trên cơ sở các dữ liệu ban đầu, sử dụng xử lý ảnh, trí tuệ nhân tạo phát hiện (phát hiện đối tượng - Object Detection) các tài liệu số có chứa nội dung BMNN bằng các dấu mật.

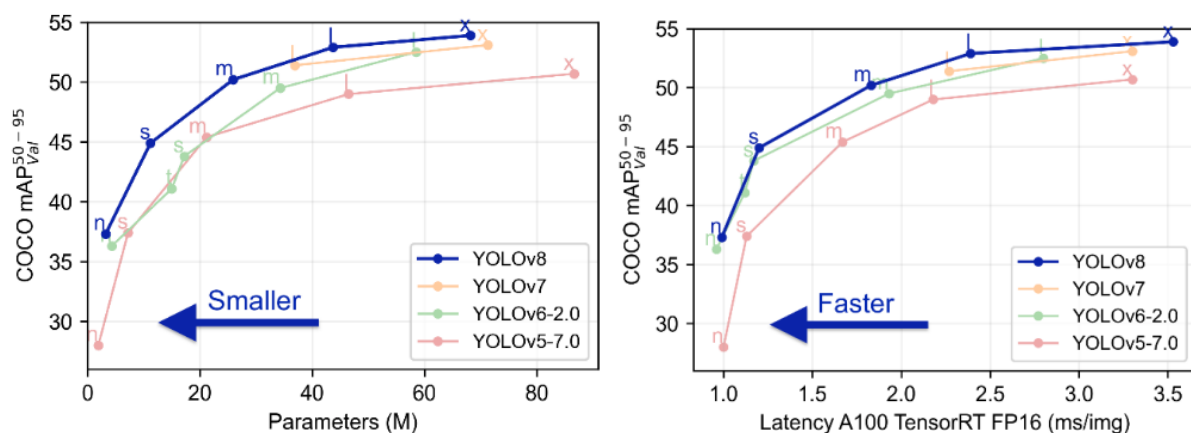
2. Một số nghiên cứu liên quan

Một họ mô hình phát hiện đối tượng phổ biến hiện nay là Yolo (You only look one). Các họ mô hình Yolo có tốc độ nhận dạng nhanh và thậm chí đạt được việc phát hiện đối tượng trong thời gian thực. Mô hình Yolo được mô tả lần đầu tiên bởi Joseph Redmon và các cộng sự. Phương pháp chính dựa trên một mạng neural network duy nhất được huấn luyện dạng end-to-end model. Mô hình lấy input là một bức ảnh và dự đoán các bounding box và nhãn lớp cho mỗi bounding box. Do không sử dụng region proposal nên kỹ thuật này có độ chính xác thấp hơn, mặc dù hoạt động ở tốc độ 45 fps (khung hình/giây) và tối đa 155 fps cho phiên bản tối ưu hóa tốc độ. Tốc độ này còn nhanh hơn cả tốc độ khung hình của máy quay phim thông thường chỉ vào khoảng 24 fps [3].

Hiện nay các nhóm tác giả đã liên tục ra các phiên bản nâng cấp của Yolo để cải thiện về độ chính xác và tốc độ phát hiện. Đến nay đã ban hành phiên bản mới nhất là YOLOv9 [4].

Ultralytics YOLOv8 [5] [6] là mô hình tiên tiến, hiện đại, được xây dựng dựa trên sự thành công của các phiên bản Yolo trước đó và giới

thiệu các tính năng cũng như cải tiến mới để tăng thêm hiệu suất và tính linh hoạt. Yolo được thiết kế để hoạt động nhanh, chính xác và dễ sử dụng, khiến nó trở thành sự lựa chọn tuyệt vời cho nhiều nhiệm vụ phát hiện và theo dõi đối tượng, phân đoạn đối tượng, phân loại hình ảnh và ước tính tư thế... [7]



Hình 1. So sánh các hiệu suất của Yolo các phiên bản

Các mô hình YOLOv8 được đào tạo trên COCO, bao gồm 80 lớp được đào tạo trước.

Bảng 1. Các mô hình đào tạo trước của YOLOv8

Model	Size	mAPval	Speed	Speed	Params	FLOPs
	(pixels)	50-95	CPU ONNX	A100 TensorRT	(M)	(B)
			(ms)	(ms)		
YOLOv8n	640	37.3	80.4	0.99	3.2	8.7
YOLOv8s	640	44.9	128.4	1.2	11.2	28.6
YOLOv8m	640	50.2	234.7	1.83	25.9	78.9
YOLOv8l	640	52.9	375.2	2.39	43.7	165.2
YOLOv8x	640	53.9	479.1	3.53	68.2	257.8

3. Một số nội dung liên quan đến đánh giá hiệu suất của các mô hình YOLOv8 sau khi huấn luyện

Chỉ số hiệu suất là công cụ chính để đánh giá độ chính xác và hiệu quả của mô hình phát hiện đối tượng, những thông tin này rất quan trọng để đánh giá và nâng cao hiệu suất của mô hình [8].

3.1. Chỉ số theo lớp

- *Class*: điều này biểu thị tên của lớp đối tượng
- *Images*: số lượng hình ảnh trong nhóm xác thực có chứa lớp đối tượng
- *Instances*: số lần lớp xuất hiện trên tất cả các hình ảnh trong tập hợp xác thực
- *Box* (P , R , $mAP50$, $mAP50-95$):

- ✓ *P (Precision)*: Độ chính xác của các đối tượng được phát hiện, cho biết có bao nhiêu phát hiện là chính xác
- ✓ *R (Recall)*: Khả năng của mô hình để xác định tất cả các trường hợp của các đối tượng trong hình ảnh
- ✓ *mAP50*: Độ chính xác trung bình được tính ở ngưỡng giao nhau trên giao nhau (IoU) là 0,50. Đó là thước đo độ chính xác của mô hình chỉ xem xét các phát hiện “dễ dàng”.
- ✓ *mAP50-95*: Trung bình của độ chính xác trung bình được tính ở các ngưỡng IoU khác nhau, dao động từ 0,50 đến 0,95. Nó cung cấp một cái nhìn toàn diện về

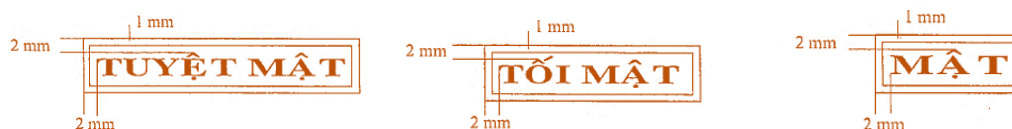
hiệu suất của mô hình qua các mức độ khó phát hiện khác nhau.

3.2. Chỉ số về tốc độ

Tốc độ suy luận có thể quan trọng như độ chính xác, đặc biệt là trong các tình huống phát hiện đối tượng thời gian thực. Phần này chia nhỏ thời gian thực hiện cho các giai đoạn khác nhau của quy trình xác nhận, từ tiền đến hậu xử lý.

4. Đối tượng cần phát hiện của bài toán

Theo Thông tư số 24/2020/TT-BCA ngày 10/3/2020 của Bộ trưởng Bộ Công an ban hành biểu mẫu sử dụng trong công tác bảo vệ bí mật nhà nước [9], quy định mẫu dấu mật như sau:



Hình 2. Mẫu dấu “Tuyệt mật”, “Tối mật”, “Mật”

- Mẫu dấu “Tuyệt mật”: Hình chữ nhật, kích thước 40mm x 8mm, có hai đường viền xung quanh, khoảng cách giữa hai đường viền là 01mm; bên trong của hai đường viền là chữ “Tuyệt mật” được trình bày bằng chữ in hoa, kiểu chữ đứng, đậm; cách đều đường viền bên ngoài là 02mm.

- Mẫu dấu “Tối mật”: Hình chữ nhật, kích thước 30mm x 8mm, có hai đường viền xung quanh, khoảng cách giữa hai đường viền là 01mm; bên trong của hai đường viền là chữ “Tối mật” được trình bày bằng chữ in hoa, kiểu chữ đứng, đậm; cách đều đường viền bên ngoài là 02mm.

- Mẫu dấu “Mật”: Hình chữ nhật, kích thước 20mm x 8mm, có hai đường viền xung quanh, khoảng cách giữa hai đường viền là 01mm; bên trong của hai đường viền là chữ “Mật” được trình bày bằng chữ in hoa, kiểu chữ đứng, đậm; cách đều đường viền bên ngoài là 02mm.

- Số lượng đối tượng cần phát hiện: 03 dấu (03 lớp) “Mật”, “Tối mật”, “Tuyệt mật”.

5. Kết quả thực nghiệm

5.1. Thu thập dữ liệu (build data set)

- Tải các dữ liệu văn bản từ trang thông tin: Công báo nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam <https://congbao.chinhphu.vn/> [10]. In ấn tài liệu đã tải xuống từ cổng công báo của Chính phủ.

- Sử dụng 05 bộ mẫu dấu mật khác nhau thực hiện việc đóng mẫu dấu trên trang giấy A4 chưa có nội dung văn bản và tài liệu đã in ấn có nội dung văn bản theo đúng quy tắc đã đặt ra. Mỗi trang giấy in A4 trắng đóng 30 các loại mẫu dấu và tài liệu văn bản đã có nội dung đóng một mẫu dấu “Mật”, “Tối mật”, “Tuyệt mật”. Cách đóng dấu mẫu: song song với các dòng chữ trong văn bản, có thể lệch từ 0° đến +20° hoặc -20° so với các dòng chữ trong văn bản (tương tự như người có trách nhiệm xác định độ mật và đóng dấu văn bản gần với thực tế), có thể sử dụng công cụ phần mềm để điều chỉnh góc lệch của mẫu. Điều chỉnh độ đậm, nhạt của màu mực mẫu dấu khi đóng dấu.

- Kỹ thuật ghi nhận ảnh bằng các loại máy ảnh và điện thoại thông minh sử dụng góc từ 45° đến 90° đối với mẫu ảnh đến thiết bị. Sau khi điều chỉnh kích thước, độ sáng, tối, tương phản, sắc thái, độ nhiễu, độ bão hòa, độ phơi sáng, màu sắc, hướng mẫu dấu, độ nghiêng mẫu dấu... bằng công cụ xử lý ảnh đầu vào của các dự án AI trên trang web: <https://app.roboflow.com/> [11], thu được bộ mẫu hoàn chỉnh để phục vụ huấn luyện, tổng cộng các mẫu gồm: 8.089 mẫu, trong đó được phân chia là:

- ✓ 5.558 mẫu dữ liệu huấn luyện (train)

- ✓ 2.531 mẫu dữ liệu xác thực (val)

- ✓ 0 dữ liệu kiểm thử (test)

- Để có cơ sở đánh giá các tiêu chí về chi phí thời gian phát hiện, độ chính xác, tỷ lệ phát hiện đúng, sai... ngoài việc xây dựng các bộ dữ liệu theo các mô hình AI đã được chọn là YOLOv8 đã được thực hiện ở trên, tiếp theo phải xây dựng được bộ dữ liệu để kiểm thử hiệu quả của các mô hình đã được đào tạo. Trên cơ sở các dữ liệu đã thu thập tiếp tục xây dựng bộ mẫu để kiểm thử với các số liệu như Bảng 2.

Bảng 2. Số liệu dữ liệu kiểm thử

Số TT	Mẫu	Tài liệu BMNN	Tài liệu thường	Tổng số mẫu
1	Mẫu 01	500	50	550
2	Mẫu 02	1,000	100	1,100
3	Mẫu 03	2,000	200	2,200
4	Mẫu 04	4,000	400	4,400
5	Mẫu 05	6,000	600	6,600
6	Mẫu 06	8,000	800	8,800
	Cộng	21,500	2,150	23,650

5.2. Huấn luyện (training)

Do YOLOv8 có các mô hình phiên bản khác để tùy chỉnh tốc độ, độ chính xác... như: nano (n), small (s), medium (m), larger (l), extra (x), do đó yêu cầu của đề tài cần phải đào tạo toàn bộ các mô hình trên để thực nghiệm và tính toán, so sánh từng hiệu suất, chi phí thời gian, tài nguyên máy tính... từ đó có thể lựa chọn một mô hình tối ưu nhất. Cấu hình máy tính huấn luyện gồm: CPU 12th Gen Intel(R) Core(TM) i9-12900K 3.20 GHz; RAM 64G; SSD 1024G; GPU NVIDIA GeForce RTX 2060, 6GB. Môi trường huấn luyện: Để có thể đào tạo, huấn luyện (train) mô hình YOLOv8 phải cài đặt một số công cụ sau:

- Cài đặt Anaconda [12]
- Cài đặt CUDA Toolkit

- Cài đặt Ultralytics: *conda install ultralytics*

- Cách thức huấn luyện, đào tạo (train) cụ thể sử dụng câu lệnh: (YOLOv8) PS D:\YOLOv8> yolo task=detect mode=train epochs=300 data=datasets\bmnn_yolov8\data.yaml model=yolov8n.pt imgsz=640. Trong đó:

- ✓ *Epochs* là số lần duyệt qua hết các dữ liệu trong tập huấn luyện
- ✓ *Data* là dữ liệu đã được chuẩn bị để đào tạo
- ✓ *Model* mô hình các phiên bản được xuất ra các tệp trọng số của yolov8
- ✓ *Imgsz* kích cỡ đầu vào của ảnh

- Chi phí thời gian huấn luyện, độ chính xác đối với tất cả mô hình YOLOv8

Bảng 3. Kết quả huấn luyện tất cả các mô hình Yolov8

Mô hình	Batch	Thời gian (giờ)	File size	Kết quả					
				Mật		Tối mật		Tuyệt mật	
				mAP50	mAP50-95	mAP50	mAP50-95	mAP50	mAP50-95
Yolov8l	8	29.656	87.6	0.995	0.781	0.995	0.826	0.995	0.835
Yolov8m	8	21.332	52.0	0.995	0.778	0.995	0.813	0.995	0.826
Yolov8n	16	9.438	6.2	0.995	0.754	0.995	0.788	0.995	0.791
Yolov8s	16	12.988	22.5	0.995	0.768	0.995	0.806	0.995	0.813
Yolov8x	4	44.695	137	0.995	0.779	0.995	0.820	0.995	0.824

5.3. Phát hiện thử nghiệm

Sử dụng Python để viết chương trình phát hiện đối tượng là dấu mật, bao đóng tất cả các đối tượng, hiển thị loại đối tượng và độ chính xác.

- Phát hiện đối với từng ảnh: đã phát hiện chính xác các mẫu dấu mật.

- Phát hiện đối tượng trên bộ dữ liệu kiểm thử như số liệu tại Bảng 2 đã liệt kê, kết quả số liệu thống kê theo từng mô hình (5 mô hình) của Yolov8 lần lượt như các bảng dưới đây.

5.3.1. Đối với GPU

Bảng 4. Kết quả kiểm thử mô hình V8N_GPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.0155	0.0517	18.0800	0.0329	0.8993	0.7530	0	0.0000
2	1100	0.0156	0.0560	30.3100	0.0276	0.8993	0.7462	0	0.0000
3	2200	0.0141	0.0636	61.7900	0.0281	0.8993	0.7462	0	0.0000
4	4400	0.0151	0.0714	125.5400	0.0285	0.9072	0.7456	0	0.0000
5	6600	0.0145	0.0560	178.4000	0.0270	0.9312	0.7282	0	0.0000
6	8800	0.0141	0.0638	230.2300	0.0262	0.9460	0.6522	1	0.0114
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.0148	0.0604			0.9137	0.7286	1	0.0042

Bảng 5. Kết quả kiểm thử mô hình V8S_GPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.0155	0.0434	13.9600	0.0254	0.9097	0.7711	0	0.0000
2	1100	0.0151	0.0544	29.5900	0.0269	0.9097	0.7711	0	0.0000
3	2200	0.0147	0.0560	58.8500	0.0268	0.9199	0.7711	0	0.0000
4	4400	0.0143	0.0539	117.9800	0.0268	0.9199	0.7711	0	0.0000
5	6600	0.0148	0.0486	168.3200	0.0255	0.9456	0.7711	0	0.0000
6	8800	0.0172	0.0529	246.3600	0.0280	0.9563	0.7711	0	0.0000
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.0153	0.0517			0.9269	0.7711	0	0.0000

Bảng 6. Kết quả kiểm thử mô hình V8M_GPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/ xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.0284	0.0589	21.2800	0.0387	0.9011	0.7895	0	0.0000
2	1100	0.0287	0.0632	43.6300	0.0397	0.9011	0.7858	0	0.0000
3	2200	0.0288	0.0647	88.5500	0.0403	0.9011	0.7858	0	0.0000
4	4400	0.0283	0.0679	176.0600	0.0400	0.9065	0.7858	0	0.0000
5	6600	0.0287	0.0645	257.9500	0.0391	0.9398	0.7858	0	0.0000
6	8800	0.0279	0.0601	338.9200	0.0385	0.9528	0.7858	0	0.0000
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.0285	0.0632			0.9171	0.7864	0	0.0000

Bảng 7. Kết quả kiểm thử mô hình V8L_GPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.0443	0.0736	30.0600	0.0547	0.9015	0.7826	0	0.0000
2	1100	0.0455	0.0865	61.8300	0.0562	0.9015	0.7826	0	0.0000
3	2200	0.0449	0.0807	125.0600	0.0568	0.9119	0.7826	0	0.0000
4	4400	0.0452	0.0907	249.6500	0.0567	0.9119	0.7826	0	0.0000
5	6600	0.0448	0.0799	366.6700	0.0556	0.9441	0.7826	0	0.0000
6	8800	0.0467	0.1259	507.3900	0.0577	0.9542	0.7826	0	0.0000
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.0452	0.0896			0.9209	0.7826	0	0.0000

Bảng 8. Kết quả kiểm thử mô hình V8X_GPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.0702	0.1013	44.8400	0.0815	0.9044	0.7883	0	0.0000
2	1100	0.0562	0.1042	90.3200	0.0821	0.9044	0.7883	1	0.0909
3	2200	0.0561	0.1066	181.4100	0.0825	0.9044	0.7838	2	0.0909
4	4400	0.0561	0.1204	365.5300	0.0831	0.9074	0.7838	2	0.0455
5	6600	0.0537	0.1319	544.9200	0.0826	0.9480	0.7838	2	0.0303
6	8800	0.0546	0.1525	713.4400	0.0811	0.9575	0.6482	3	0.0341
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.0578	0.1195			0.9210	0.7627	10	0.0423

- Mức độ tiêu hao tài nguyên của hệ thống khi thực hiện phát hiện đối tượng dầu mật trong ảnh (từ 4.400, 6.600 và 8.800 tệp) CPU trung bình từ khoảng 10-13% và GPU trung bình từ 33-71%.

5.3.2. Đối với CPU

Bảng 9. Kết quả kiểm thử mô hình V8N_CPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.0725	0.1211	48.3700	0.0879	0.8993	0.7530	0	0.0000
2	1100	0.0714	0.1233	97.5300	0.0887	0.8993	0.7462	0	0.0000
3	2200	0.0709	0.1190	196.2000	0.0892	0.8993	0.7462	0	0.0000
4	4400	0.0706	0.1337	398.1700	0.0905	0.9072	0.7456	0	0.0000
5	6600	0.0692	0.1275	577.1600	0.0874	0.9312	0.7282	0	0.0000
6	8800	0.0641	0.1353	767.3500	0.0872	0.9460	0.6522	1	0.0114
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.0698	0.1267			0.9137	0.7286	1	0.0042

Bảng 10. Kết quả kiểm thử mô hình V8S_CPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.1386	0.2092	86.3900	0.1571	0.9097	0.7711	0	0.0000
2	1100	0.1358	0.2004	170.4100	0.1549	0.9097	0.7711	0	0.0000
3	2200	0.1371	0.1941	347.8200	0.1581	0.9199	0.7711	0	0.0000
4	4400	0.1353	0.2092	693.0400	0.1575	0.9199	0.7711	0	0.0000
5	6600	0.1357	0.1997	1045.2700	0.1584	0.9456	0.7711	0	0.0000
6	8800	0.1355	0.1991	1376.5300	0.1564	0.9563	0.7711	0	0.0000
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.1363	0.2020			0.9269	0.7711	0	0.0000

Bảng 11. Kết quả kiểm thử mô hình V8M_CPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.2711	0.3280	159.8800	0.2907	0.9011	0.7895	0	0.0000
2	1100	0.2732	0.3464	326.6400	0.2969	0.9011	0.7858	0	0.0000
3	2200	0.2724	0.3531	652.7200	0.2967	0.9011	0.7858	0	0.0000
4	4400	0.2789	0.3589	1316.4400	0.2992	0.9065	0.7858	0	0.0000
5	6600	0.2768	0.4410	1964.3700	0.2976	0.9398	0.7858	0	0.0000
6	8800	0.2739	0.4057	2639.9800	0.3000	0.9528	0.7858	0	0.0000
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.2744	0.3722			0.9171	0.7864	0	0.0000

Bảng 12. Kết quả kiểm thử mô hình V8L_CPU (CoreI9_64_1T)

Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.4538	0.5188	257.1700	0.4676	0.9015	0.7826	0	0.0000
2	1100	0.4618	0.5457	522.8900	0.4754	0.9015	0.7826	0	0.0000
3	2200	0.4585	0.5393	1048.3700	0.4765	0.9119	0.7826	0	0.0000
4	4400	0.4567	0.6373	2120.8700	0.4820	0.9119	0.7826	0	0.0000
5	6600	0.4598	0.5312	3144.0500	0.4764	0.9441	0.7826	0	0.0000
6	8800	0.4557	0.8408	4194.9000	0.4767	0.9542	0.7826	0	0.0000
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.4577	0.6022			0.9209	0.7826	0	0.0000

Bảng 13. Kết quả kiểm thử mô hình V8X_CPU (CoreI9_64_1T)

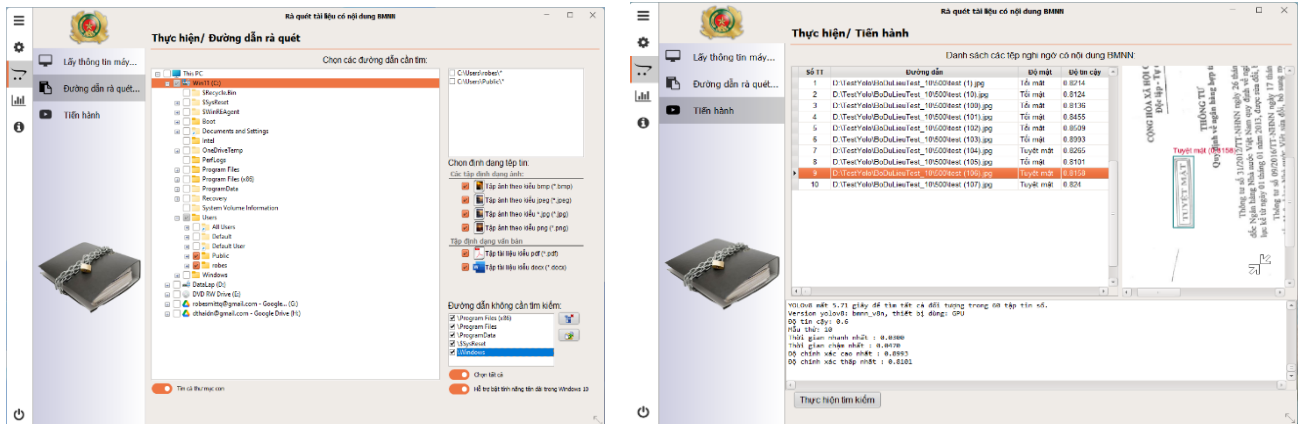
Stt	Mẫu thử	Thời gian phát hiện/xử lý (Giây)				Độ chính xác (100%=1)		Tỷ lệ nhận sai	
		Nhanh nhất	Chậm nhất	Tổng thời gian	T/g trung bình/ ảnh	Cao nhất	Thấp nhất	SL	%
1	550	0.6066	0.7279	341.1300	0.6202	0.9044	0.7883	0	0.0000
2	1100	0.5024	0.7242	691.7300	0.6288	0.9044	0.7883	1	0.0909
3	2200	0.4967	0.7386	1380.0600	0.6273	0.9044	0.7838	2	0.0909
4	4400	0.5015	0.6872	2763.8700	0.6282	0.9074	0.7838	2	0.0455
5	6600	0.5062	0.6898	4155.8100	0.6297	0.9480	0.7838	2	0.0303
6	8800	0.4981	0.9332	5624.8200	0.6392	0.9575	0.6482	3	0.0341
Tổng cộng		T/B	T/B						
	23650	0.5186	0.7502			0.9210	0.7627	10	0.0423

- Mức độ tiêu hao tài nguyên của hệ thống khi thực hiện phát hiện đối tượng dấu mật trong ảnh (từ 4.400, 6.600 và 8.800 tệp) CPU trung bình từ khoảng 24-44% và GPU trung bình từ 1%.

- Kết quả của việc thử nghiệm cho thấy: Chi phí thời gian thấp nhất trên GPU là 0,014 giây/1 ảnh, với độ chính xác cao nhất 92,69%, tỷ lệ sai thấp 0,042%. Chi phí thời gian thấp nhất trên CPU là 0,069 giây/1 ảnh, với độ chính xác cao nhất 92,69%, tỷ lệ sai thấp 0,042%. Các kết quả trên đều được thực nghiệm trên các mô hình là Yolov8 nano (n), small (s).

6. Kết luận

Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình Yolov8 có thể áp dụng tốt vào bài toán phát hiện các dấu mật. Đơn giản nhất có thể sử dụng kết quả huấn luyện mô hình yolov8 nano (n), xây dựng một ứng dụng rà quét (sử dụng API FindFile trong Window) tất cả các tệp tài liệu số kiểu định dạng ảnh bmp, jpg, png, pdf, doc, docx (các tệp pdf, doc, docx phải chuyển đổi sang dữ liệu ảnh)... để phát hiện các tài liệu số có chứa nội dung BMNN bằng các dấu mật phục vụ công tác kiểm tra, phát hiện và thu thập chứng cứ điện tử (như hình dưới đây).



Hình 3. Ứng dụng chạy trên nền Window

Ngoài ra, cũng có thể xây dựng một mô đun tích hợp vào hệ thống thư điện tử, hệ thống chia sẻ dữ liệu dùng chung để giám sát các truy vấn, cập nhật lên hệ thống hoặc trao đổi với người dùng khác để kịp thời đưa ra phương án xử lý phục vụ công tác phòng ngừa lộ lọt BMNN.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phương, L.Đ. (2021). Một số kinh nghiệm bảo vệ bí mật nhà nước trong tình hình hiện nay. Truy cập 2/2/2024 từ <https://vietnamnet.vn/mot-so-kinh-nghiem-bao-ve-bi-mat-nha-nuoc-trong-tinh-hinh-hien-nay-790906.html>.
- [2] Thắng, N.C. (2020). Cơ bản về Object Detection với R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN và YOLO. Truy cập 2/2/2024 từ <https://www.miai.vn/2020/07/04/co-ban-ve-object-detection-voi-r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-va-yolo/>.
- [3] Khánh, P. Đ. (2019). Các thuật toán Object Detection. Truy cập 2/2/2024 từ <https://phamdinhhkhanh.github.io/2019/09/29/OverviewObjectDetection.html>.
- [4] Wang, C.Y, Yeh, H and Hong-Yuan, M.L. (2024). "YOLOv9: Learning What You Want to Learn Using Programmable Gradient Information" Computer Vision and Pattern Recognition. Truy cập 3/3/2024 từ <https://arxiv.org/pdf/2402.13616.pdf>.
- [5] Ultralytics. (2023). "Brief summary of YOLOv8 model structure". Truy cập 2/2/2024 từ <https://github.com/ultralytics/ultralytics/issues/189>.
- [6] Dillon Reis*, Jordan Kupec, Jacqueline Hong, Ahmad Daoudi. (2023). Real-Time Flying Object Detection with YOLOv8. Truy cập 2/2/2024 từ <https://arxiv.org/pdf/2305.09972.pdfv>.
- [7] VIỆN IMC. (2023). Mô hình nhận dạng đối tượng YOLOv8 có gì đặc biệt? Truy cập 2/2/2024 từ <https://www.imc.org.vn/mo-hinh-nhan-dang-doi-tuong-yolov8-co-gi-dac-biet.html>.
- [8] Ultralytics. (2023). Tìm hiểu sâu về chỉ số hiệu suất Ultralytics. Truy cập 2/2/2024 từ <https://docs.ultralytics.com/vi/guides/yolo-performance-metrics/>.
- [9] Báo điện tử Chính phủ. (2020). Thông tư 24/2020/TT-BCA. Truy cập 2/2/2024 từ <https://congbao.chinhphu.vn/noi-dung-van-ban-so-24-2020-tt-bca-30903>.
- [10] Báo điện tử Chính phủ. (2024). Truy cập 2/2/2024 từ <https://congbao.chinhphu.vn/>.
- [11] HumanSignal. (2024). Data labeling and exploration tools for Machine Learning. Truy cập 2/2/2024 từ <https://github.com/HumanSignal/labelImg>.
- [12] Roboflow. (2024). Truy cập 2/2/2024 từ <https://blog.roboflow.com/getting-started-with-roboflow/>.
- [13] Anaconda's. (2024). Data Science Platform. Truy cập 2/2/2024 từ <https://www.anaconda.com/demo-enterprise>.