**MÔ HÌNH AI – Phân tích kĩ thuật**

**Mô hình phân loại phương tiện giao thông**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| STT | Ngày | Phiên bản | Nội dung sửa đổi |
| 1 | 18/6/2025 | V1 | Tạo tài liệu |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SOẠN THẢO** | **THẨM ĐỊNH** | **PHÊ DUYỆT** |
| **Nguyễn Công Hiếu** |  |  |
|  |  | **Tổng Giám đốc**  **Triệu Tuyên Hoàng** |

**Mục lục**

[1 Giới thiệu 4](#_Toc1)

[1.1 Phạm vi 4](#_Toc2)

[1.2 Mục đích tài liệu 4](#_Toc3)

[1.3 Đối tượng sử dụng tài liệu 4](#_Toc4)

[1.4 Giải thích thuật ngữ và viết tắt 4](#_Toc5)

[1.5 Tài liệu tham chiếu 4](#_Toc6)

[2 Tổng quan mô hình 5](#_Toc7)

[2.1 Giới thiệu 5](#_Toc8)

[2.1.1 Mục tiêu 5](#_Toc9)

[2.1.2 Ứng dụng 5](#_Toc10)

[2.2 Điều kiện triển khai mô hình 6](#_Toc11)

[2.2.1 Điều kiện môi trường tiêu chuẩn 6](#_Toc12)

[2.2.2 Điều kiện thiết bị 7](#_Toc13)

[2.2.3 Số lượng camera 9](#_Toc14)

[3 Phương pháp thực hiện 10](#_Toc15)

[3.1 Kỹ thuật áp dụng 10](#_Toc16)

[3.2 Dữ liệu 10](#_Toc17)

[3.2.1 Tiêu chuẩn dữ liệu 10](#_Toc18)

[3.2.2 Dữ liệu huấn luyện 25](#_Toc19)

[3.2.3 Dữ liệu kiểm thử 26](#_Toc20)

[3.3 Đánh giá mô hình 27](#_Toc21)

[3.3.1 Quy tắc 27](#_Toc22)

[3.3.2 Đánh giá độ chính xác 28](#_Toc23)

[3.3.3 Đề xuất tiêu chuẩn độ chính xác sơ bộ 30](#_Toc24)

[3.3.4 Kết quả đánh giá trên dữ liệu kiểm thử 33](#_Toc25)

[3 Lưu ý 33](#_Toc26)

[3.3 Các trường hợp ngoại lệ 33](#_Toc27)

[3.4 Khác 33](#_Toc28)

# Giới thiệu

## Phạm vi

Tài liệu tiêu chuẩn kĩ thuật này được áp dụng cho **mô hình phân loại vũ khí** từ **18/06/2025**

## Mục đích tài liệu

Tài liệu này được lập ra nhằm mục đích:

* Mô tả chi tiết tính năng, khả năng áp dụng của mô hình AI.
* Mô tả điều kiện triển khai lý tưởng cho mô hình AI để đạt hiệu quả tốt nhất.
* Phương pháp thực hiện mô hình AI
* Hướng dẫn đánh giá độ chính xác, hiệu suất của mô hình AI.

## Đối tượng sử dụng tài liệu

Đối tượng sử dụng tài liệu tiêu chuẩn kĩ thuật bao gồm:

* Nhân viên kỹ thuật:
  + Nhân sự team tác vụ AI của AIBox Innovation khi có nhu cầu sử dụng mô hình để tạo các tác vụ theo yêu cầu khách hàng.
  + Nhân viên công ty khách hàng/ đối tác khi có nhu cầu sử dụng.
* Nhân viên QC: Người có nhiệm vụ đánh giá mô hình AI.
* Các cấp Quản lý kỹ thuật, Quản lý chất lượng liên quan khác.

## Giải thích thuật ngữ và viết tắt

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| STT | Thuật ngữ, viết tắt | Định nghĩa |
| 1 | AI | Artificial intelligence |
| 2 | YOLO | You Only Look Once |

*Bảng 1: Các thuật ngữ và viết tắt*

## Tài liệu tham chiếu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| STT | Tên tài liệu | Mã số tài liệu | Vị trí tài liệu | Ngày phát hành |
|  |  |  |  |  |

*Bảng 2: Tài liệu tham chiếu*

# Tổng quan mô hình

## Giới thiệu

### Mục tiêu

* Xây dựng mô hình phân loại vũ khí tự động nhận diện chính xác các loại vũ khí (súng, dao, gậy,…) trong ảnh/video, hoạt động hiệu quả ở nhiều điều kiện môi trường để phục vụ hệ thống an ninh, giám sát và cảnh báo thời gian thực..
* Tích hợp mô hình với các hệ thống trích xuất thuộc tính (vị trí vũ khí, nhận diện người mang vũ khí,…) tạo thành giải pháp phân tích an ninh đa chiều, nâng cao khả năng phát hiện và xử lý mối đe dọa.

### Ứng dụng

* Mô hình phân loại vũ khí có thể ứng dụng trong nhiều lĩnh vực an ninh và giám sát, bao gồm:
  + Giám sát an ninh công cộng: Phát hiện và cảnh báo sự hiện diện của vũ khí tại các khu vực nhạy cảm như sân bay, trường học, trung tâm thương mại.
  + Hỗ trợ hệ thống camera an ninh: Tự động nhận diện vũ khí trong đám đông hoặc tình huống khẩn cấp, giúp can thiệp kịp thời.
  + Phân tích dữ liệu an ninh: Theo dõi xu hướng sử dụng vũ khí, hỗ trợ điều tra và phòng ngừa tội phạm.
  + Tích hợp hệ thống cảnh báo khẩn cấp: Kết hợp với hệ thống báo động để tự động thông báo cho lực lượng an ninh khi phát hiện vũ khí nguy hiểm.
  + Ứng dụng trong quân sự và thực thi pháp luật: Hỗ trợ nhận diện vũ khí từ hình ảnh drone hoặc camera của cảnh sát.
  + Phối hợp với các mô hình AI khác: Như nhận diện khuôn mặt, theo dõi hành vi đáng ngờ để nâng cao hiệu quả giám sát an ninh toàn diện.

## Điều kiện triển khai mô hình

Mô hình đạt hiệu quả tốt nhất khi được triển khai dưới các điều kiện môi trường và camera dưới đây.

### Điều kiện môi trường tiêu chuẩn

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Nội dung** | **Mô tả** | **Ghi chú** |
| 1 | Khu vực | - Khu vực công cộng (sân bay, trường học, trung tâm thương mại)  - Khu vực nhạy cảm (ngân hàng, cơ quan chính phủ)  - Khu vực đông người (sự kiện, nhà ga) | Cần ưu tiên các điểm nóng về an ninh |
| 2 | Môi trường (điều kiện ánh sáng, thời tiết, ...) | - Ánh sáng: Trong nhà/ngoài trời, ban ngày/ban đêm  - Thời tiết: Mưa, sương mù, nắng gắt | Cần bộ dữ liệu đa dạng điều kiện để tăng độ tổng quát |
| 3 | Khoảng cách từ camera đến đối tượng, vật thể | - Tầm nhận diện tối ưu: 3-20m  - Vũ khí nhỏ (dao): 3-10m  - Vũ khí lớn (súng trường): 5-20m | Phụ thuộc độ phân giải camera và kích thước vũ khí |
| 4 | Mật độ đối tượng | - Thấp (1-2 người)  - Trung bình (3-5 người)  - Cao (đám đông) | Cần thuật toán xử lý chồng lấp trong đám đông |
| 5 | Góc quan sát | - Trực diện  - Nghiêng  - Từ trên xuống | Đa dạng góc nhìn để tăng độ chính xác |
| 6 | Độ che khuất | - 0-30% (rõ ràng)  - 30-60% (một phần)  - >60% (khó nhận diện) | Cần xử lý trường hợp vũ khí bị giấu một phần |

*Bảng 3: Điều kiện môi trường, ngoại cảnh*

### Điều kiện thiết bị

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Nội dung** | **Thông số** | **Ghi chú** |
| 1 | Cảm biến hình ảnh | 1/1.8" CMOS độ nhạy cao | Ưu tiên cảm biến low-light performance |
| 2 | Độ phân giải tối thiểu | ≥ 8MP (3840×2160 @ 30fps) | Phát hiện vũ khí nhỏ (dao, súng ngắn) từ xa |
| 3 | Tốc độ ghi hình tối thiểu | ≥ 25 FPS | Bắt chuyển động nhanh của vũ khí |
| 4 | Độ nhạy sáng màu tối thiểu | ≤ 0.005 lux | Nhận diện màu sắc vũ khí ban đêm |
| 5 | Độ nhạy IR | ≤ 0.0001 lux (với IR 850nm) | Hoạt động không cần ánh sáng khả kiến |
| 6 | Chống chói | Smart IR + HLC | Chống lóa từ đèn flash/vũ khí phản quang |
| 7 | Dải tương phản động (WDR) | ≥ 140dB | Rõ nét cả vùng tối (ví dụ: vũ khí trong túi áo) |
| 8 | Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR) | ≥ 55dB | Giảm nhiễu khi phóng to phân tích chi tiết. |
| 9 | Tốc độ màn chập (Shutter speed) | 1/1000s ~ 1/50s | Bắt chính xác chuyển động nhanh |
| 10 | Ống kính | Zoom quang 5-50mm (f/1.4) | Phát hiện từ xa + nhận diện chi tiết |
| 11 | Chế độ ngày và đêm | IR-Cut Filter Auto Switch | Tự động cân bằng màu sắc vũ khí |
| 12 | Khả năng tùy chỉnh thông số cho hình ảnh (ánh sáng, tương phản,…) | Điều chỉnh ánh sáng (AE), tương phản, độ nét, cân bằng sáng | Tối ưu hóa cho từng kịch bản, điều kiện ngoại cảnh. |
| 13 | Môi trường hoạt động | Ngoài trời, ≥ IP66, nhiệt độ -20°C ~ 60°C | Chống bụi, nước, hoạt động ở mọi thời tiết. |
| 14 | Nguồn cấp | 12V DC hoặc PoE | Tiết kiệm chi phí lắp đặt, ổn định. |

*Bảng 4: Tiêu chuẩn thông số cài đặt camera*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Nội dung** | **Mô tả** | **Ghi chú** |
| 1 | Chiều cao gắn camera | - Khu vực trong nhà (sảnh, hành lang): 2.5–3.5m (tầm ngang tầm mắt người)  - Khu vực ngoài trời (cổng, tường rào): 3–6m (tránh với tới)  - Camera drone/UAV: 10–50m (tuỳ mục đích giám sát) | Tránh đặt quá thấp dễ bị che khuất hoặc phá hoại. |
| 2 | Hướng camera | - Tránh ngược sáng (cửa kính, đèn LED)  - Ưu tiên góc nghiêng 30–45° (phát hiện vũ khí giấu trong người)  - Hướng vào điểm kiểm soát (cổng an ninh, máy quét) | Góc nghiêng giúp phát hiện vũ khí bị giấu (dưới áo, túi xách). |
| 3 | Ví trí lắp đặt | - Điểm kiểm soát an ninh (cổng ra vào, máy quét kim loại)  - Khu vực đông người (sảnh chờ, lối thoát hiểm)  - Vị trí ẩn (trần nhà, cột giả) để tránh bị phát hiện | Ưu tiên nơi có nguồn điện dự phòng và kết nối mạng ổn định. |
| 4 | Độ che khuất | - Góc quan sát thông thoáng ≥70% (ưu tiên không có vật cản) | Sử dụng phần mềm mô phỏng (như Blender, CCTV design tools) để tối ưu góc nhìn. |
| 5 | Khác | - Sử dụng giá đợ chống rung nếu lắp trên cột cao.  - Bảo vệ khỏi phá hoại (hộp kim loại). | Cân nhắc camera có chức năng chống phá hoại. |

*Bảng 5: Tiêu chuẩn vị trí lắp đặt camera*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Loại góc nhìn** | **Ưu điểm** | **Ứng dụng** | **Hình ảnh** |
| 1 | Góc nghiêng (30–45°) | - Phát hiện vũ khí giấu trong người (dưới áo, túi xách)  - Nhận diện loại vũ khí (súng ngắn, dao, lựu đạn) | - Khu vực kiểm soát an ninh (sân bay, sự kiện)  - Cổng ra vào tòa nhà quan trọng |  |
| 2 | Góc thẳng đứng (≥60°) | - Bao quát đám đông, phát hiện vũ khí trong tình huống hỗn loạn  - Giảm thiểu góc chết | - Khu vực công cộng đông người (nhà ga, sân vận động)  - Lắp trên trụ cao hoặc drone |  |
| 3 | Góc ngang (0–15°) | - Nhận diện vũ khí cầm tay trực diện  - Phát hiện hành vi rút vũ khí nhanh | - Trạm kiểm soát an ninh  - Camera body-worn (cảnh sát)  - Cửa an ninh siêu thị |  |

*Bảng 6: Minh họa bố trí một số góc camera*

### Số lượng camera

Số lượng: ~15 luồng camera.

# Phương pháp thực hiện

## Kỹ thuật áp dụng

Mô hình sử dụng kỹ thuật phát hiện đối tượng (Object Detection) dựa trên mạng học sâu hiện đại như YOLOv10 hoặc YOLOv11 để xác định và phân loại, cảnh báo các vũ khí trong ảnh hoặc video giám sát. Đầu ra của mô hình bao gồm:

* Hộp giới hạn (Bounding Box): Xác định vị trí vũ khí (súng, dao,...) trong khung hình.
* Độ tin cậy (Confidence Score): thể hiện mức độ chắc chắn của mô hình với mỗi dự đoán.

## Dữ liệu

Dữ liệu đóng vai trò then chốt trong việc quyết định độ chính xác, khả năng tổng quát và độ tin cậy của mô hình. Dữ liệu huấn luyện và kiểm thử được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau nhằm đảm bảo sự đa dạng về bối cảnh, góc nhìn và chủng vũ khí khác nhau.

### Tiêu chuẩn dữ liệu

* Đặc điểm dữ liệu:
* Dữ liệu là ảnh tĩnh hoặc khung hình (frame) trích xuất từ video giám sát trong thực tế, có chứa các loại vũ khí: Súng ngắn, súng trường, dao, gậy, búa, ...
* Tất cả đối tượng cần được gán nhãn đầy đủ bằng bounding box và tên lớp (label).
* Đảm bảo dữ liệu bao gồm nhiều góc nhìn: chính diện, bên hông, từ trên cao, góc chéo, từ xa,...
* Bao phủ đầy đủ các điều kiện môi trường: trong nhà, ngoài trời, ban ngày, ban đêm, trời nắng, mưa,...
* Dữ liệu có thể được xử lý tăng cường (data augmentation) như: thay đổi độ sáng, độ tương phản, thêm nhiễu, để tăng khả năng tổng quát của mô hình.
* Tỉ lệ class (Class Ratio):
  + Dataset lý tưởng khi các lớp có số lượng mẫu tương đương nhau.
  + Nếu một lớp chiếm ít hơn 5% tổng số mẫu, cần thực hiện cân bằng lại dữ liệu (bằng cách thu thập thêm hoặc kỹ thuật oversampling/undersampling).
* Vật thể cần rõ nét, không bị mờ, méo hoặc che khuất quá nhiều.
* Đặc điểm dữ liệu **KHÔNG** đạt yêu cầu:
* Vũ khí bị che khuất >60% diện tích (trừ trường hợp đặc thù như súng giấu trong túi áo).
* Vật thể giống vũ khí nhưng không xác định được loại (ví dụ: dao bị bọc vải)
* Ảnh đã qua xử lý làm biến dạng tỷ lệ thực tế (phóng đại hoặc bóp méo kích thước).
* Vũ khí đã qua ngụy trang (súng cải tạo thành đồ vật khác).
* Vũ khí chiếm <40x40 pixel trong khung hình.
* Nguồn thu thập dữ liệu:
* Nguồn trực tuyến: Thu thập dữ liệu từ các nền tảng và kho dữ liệu trực tuyến như GitHub, Kaggle ...
* CCTV: Hệ thống camera tại khu vực nhạy cảm (sân bay, ngân hàng) - đã được làm mờ thông tin cá nhân, Bodycam của lực lượng an ninh.
* Camera máy quay, điện thoại: Ghi hình bằng camera, điện thoại tại khu vực có mô hình vũ khí giả (đạt tiêu chuẩn an toàn) trong môi trường kiểm soát, hợp tác với các đơn vị huấn luyện quân sự (sử dụng vũ khí tập luyện).
* Quy tắc gán nhãn:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Phân loại xe** | **Hình ảnh nhận diện** | **Ghi chú** |
| 1 | Súng ngắn (gun) |  | Súng lục, pistol, anaconda |
| 2 | Súng trường |  | Súng trường, súng máy, liên thanh, … |
| 3 | Súng khác |  | Súng hoa cải, súng đi săn, shotgun, súng ngắm, snipper, súng tự chế,… |
| 4 | Dao to |  | Dao thái, chặt |
| 5 | Dao nhỏ |  | Dao găm, dao hoa quả, … |
| 6 | Gậy |  | Gậy, baton, côn, … |
|  |
| 7 | Kiếm |  | Kiếm, phóng lợn, đao, |
| 8 | Rìu, búa |  | Rìu, búa các loại |
|  |

*Bảng 7: Quy tắc gán nhãn dữ liệu*

### Dữ liệu huấn luyện

* Tổng số dữ liệu: images
* Số lượng nhãn: nhãn

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tên nhãn** | **Số lượng** | **Tỉ lệ (%)** |
| 1 | Súng ngắn (gun) |  |  |
| 2 | Súng trường |  |  |
| 3 | Súng khác |  |  |
| 4 | Dao to |  |  |
| 5 | Dao nhỏ |  |  |
| 6 | Gậy |  |  |
| 7 | Kiếm |  |  |
| 8 | Rìu, búa |  |  |

*Bảng 8: Số lượng các nhãn trong dữ liệu huấn luyện*

* Kết luận:
* Phân loại ảnh theo thời gian:
  + Ảnh ban ngày: images
  + Ảnh ban đêm: images

### Dữ liệu kiểm thử

* Đặc điểm dữ liệu kiểm thử: Dữ liệu được phân chia theo từng camera và từng luồng xử lý tương ứng. Mỗi luồng phản ánh một kịch bản hoặc tình huống cụ thể trong môi trường thực tế, nhằm đảm bảo khả năng bao phủ các trường hợp kiểm thử đa dạng. Việc phân tách theo cam và luồng giúp xác định rõ nguồn gốc dữ liệu, hỗ trợ truy vết lỗi hiệu quả và tối ưu hóa quá trình đánh giá chất lượng mô hình.
* Tổng số dữ liệu:
* Số lượng từng nhãn:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tên nhãn** | **Số lượng** | **Tỉ lệ (%)** |
| 1 | Súng ngắn (gun) |  |  |
| 2 | Súng trường |  |  |
| 3 | Súng khác |  |  |
| 4 | Dao to |  |  |
| 5 | Dao nhỏ |  |  |
| 6 | Gậy |  |  |
| 7 | Kiếm |  |  |
| 8 | Rìu, búa |  |  |

*Bảng 9: Số lượng các nhãn trong dữ liệu kiểm thử*

* Kịch bản thử nghiệm:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TestID** | **Mô tả** | **Minh họa** |
| 1 |  |  |

*Bảng 10: Kịch bản đánh giá, thử nghiệm mô hình*

## Đánh giá mô hình

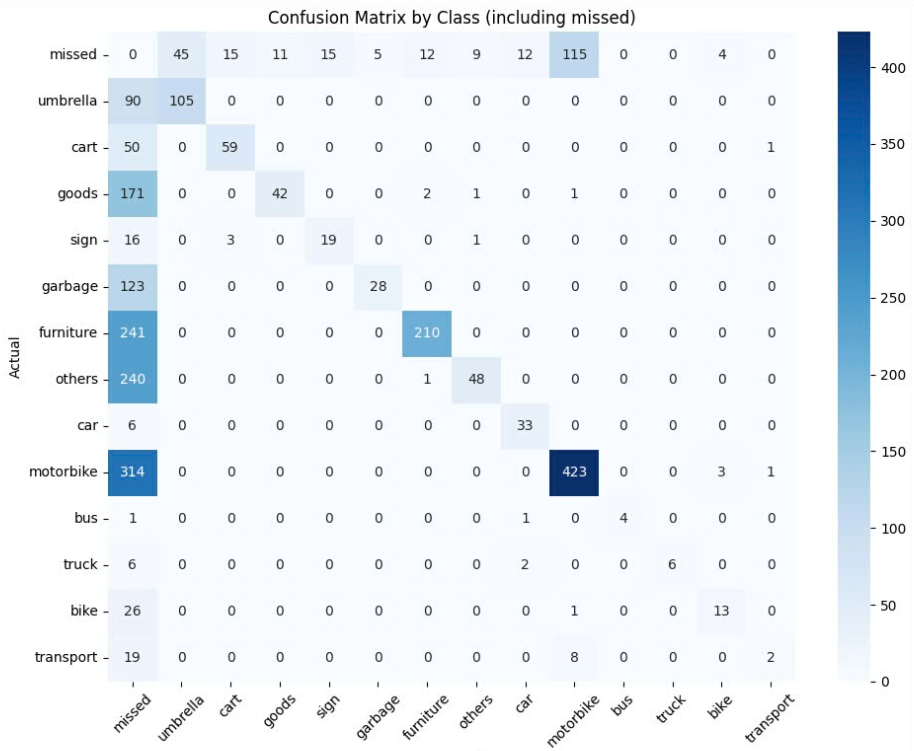
### Quy tắc

Cần thống nhất một số quy tắc để đánh giá độ chính xác mô hình như sau:

* Mong muốn:
* Mô hình phải nhận diện chính xác các loại vũ khí trong danh sách class đã định nghĩa.
* Chỉ đánh giá các vật đã nêu danh sách các class đã đề cập để đảm bảo độ chính xác.
* Cách đánh giá:
* Đầu ra của mô hình bao gồm:
* Tọa độ hộp giới hạn (bounding box)
* Độ tin cậy (confidence score)
* Các chỉ số đánh giá:
* Precision
* Recall
* F1-score
* mAP

### Đánh giá độ chính xác

* Confusion matrix: là một bảng thể hiện sự so sánh giữa kết quả dự đoán của mô hình và kết quả thực tế. Nó giúp hình dung được số lượng dự đoán đúng và sai của mô hình, và quan trọng hơn là kiểu dự đoán sai mà model mắc phải.



*Hình 1: Ví dụ minh họa về confusion matrix*

* Ví dụ giải thích confusion matrix cụ thể:
* Các ô đường chéo của matrix là số lượng dự đoán đúng. Các ô ngoài đường chéo là số lượng dự đoán sai/nhầm lẫn giữa các class.
* Ví dụ: Class “motorbike” có 314 motorbike bị mô hình bỏ só → nằm ở hàng “motorbike”, cột “missed”. Có 423 motorbike được mô hình dự đoán đúng → nằm tại ô giao giữa “motorbike” (actual) và “motorbike” (predicted). Có vài đối tượng bị nhầm với “bike” (3 đối tượng) hoặc “transport” (1 đối tượng).
* Để đánh giá hiệu quả của mô hình AI trong các bài toán phân loại hoặc phát hiện đối tượng, ta sử dụng các chỉ số phổ biến với các công thức sau:
* Precision:
* Giải thích: Là tỷ lệ phần trăm trong số tất cả các trường hợp mô hình dự đoán là “positive”, thực sự đúng là “positive”. → Precision càng cao, mô hình càng ít báo nhầm.
* Ví dụ: Mô hình phát hiện 10 đối tượng là “car”, nhưng chỉ có 8 đúng là “car” → Precision = 8 / 10 = 80%
* Recall:
* Giải thích: Là tỷ lệ phần trăm trong số tất cả các “positive” thực tế, mô hình đã dự đoán đúng. → Recall càng cao, mô hình càng ít bỏ sót.
* Ví dụ: Có 10 đối tượng “car” thật sự xuất hiện, mô hình phát hiện được 8 đối tượng “car” → Recall = 8 / 10 = 80%
* F1 – score (Chỉ số cân bằng giữa Precision và Recall):
* Giải thích: Là trung bình điều hòa của Precision và Recall. → F1-score cao nghĩa là mô hình vừa chính xác (ít nhầm) vừa đầy đủ (ít bỏ sót).
* mAP (mean Average Precision) là giá trị trung bình của độ chính xác trung bình (Average Precision – AP) trên tất cả các lớp (object classes) mà mô hình cần phát hiện.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ký hiệu** | **Ý nghĩa** |
| TP (True Positive) | Dự đoán đúng – Thực tế đúng (mô hình nhận diện đúng đối tượng cần tìm) |
| FP (False Positive) | Báo nhầm - Mô hình dự đoán có, nhưng thực tế không có |
| FN (False Negative) | Bỏ sót – Thực tế có nhưng mô hình không phát hiện |
| TN (True Negative) | Dự đoán đúng – Mô hình dự đoán không có, và thực tế cũng không có gì |

*Bảng 11: Giải nghĩa các ký hiệu chung*

* Khi dữ liệu mất cân bằng, nên ưu tiên sử dụng F1-scrore để đánh giá, vì nó phản ánh được sự cân bằng giữa độ chính xác và khả năng phát hiện.

### Đề xuất tiêu chuẩn độ chính xác sơ bộ

* Mục tiêu tối thiểu cho mô hình AI trong từng điều kiện sử dụng:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Điều kiện** | **Precision(%)** | **Recall (%)** | **F1-score (%)** | **Ghi chú** |
| 1 | Ban ngày(ánh sáng tốt) | >=90 | >=85 | >=88 | Ánh sáng đồng đều, vũ khí rõ nét |
| 2 | Ban đêm | >=75 | >=70 | >=72 |  |
| 4 | Mưa | >=75 | >=70 | >=72 |  |
| 5 | Vũ khí nhỏ (<50px) | <=65 | >=60 | >=62 | Dao/súng ngắn ở khoảng cách xa |

*Bảng 12: Bảng mục tiêu của mô hình theo điều kiện sử dụng*

* Mục tiêu tối thiểu cho mô hình AI theo từng class

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Class** | **Precision** | **Recall** | **F1-Score** | **Ghi chú** |
| 1 | Súng ngắn (gun) | 0.88 | 0.85 | 0.86 | Tăng cường small-object detection (kích thước <50px) |
| 2 | Súng trường | 0.92 | 0.90 | 0.91 | Ưu tiên giảm false alarm (tránh nhầm với gậy dài) |
| 3 | Súng khác | 0.85 | 0.80 | 0.82 | Bổ sung synthetic data |
| 4 | Dao to | 0.85 | 0.83 | 0.84 | Tập trung vào bề dày hơn dao nhỏ |
| 5 | Dao nhỏ | 0.82 | 0.78 | 0.80 | Tập trung vào góc cạnh kim loại |
| 6 | Gậy | 0.85 | 0.80 | 0.82 | Phân biệt với gậy chống/ô |
| 7 | Kiếm | 0.75 | 0.72 | 0.73 | Dataset góc giấu kiếm (sau lưng, trong áo) |
| 8 | Rìu, búa | 0.75 | 0.72 | 0.73 | Kết hợp phát hiện tay cầm |

*Bảng 13: Bảng mục tiêu của mô hình theo từng class*

### Kết quả đánh giá trên dữ liệu kiểm thử

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TestID** | **Độ chính xác** | **Tốc độ xử lý** | **Ghi chú** |
| 1 |  |  |  |

*Bảng 16: Kết quả đánh giá mô hình trên dữ liệu kiểm thử*

# Lưu ý

Trong quá sử dụng mô hình cần lưu ý các vấn đề sau.

## Các trường hợp ngoại lệ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Mô tả** | **Minh họa (nếu có)** | **Ghi chú** |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

*Bảng 17: Trường hợp ngoại lệ*

## Khác