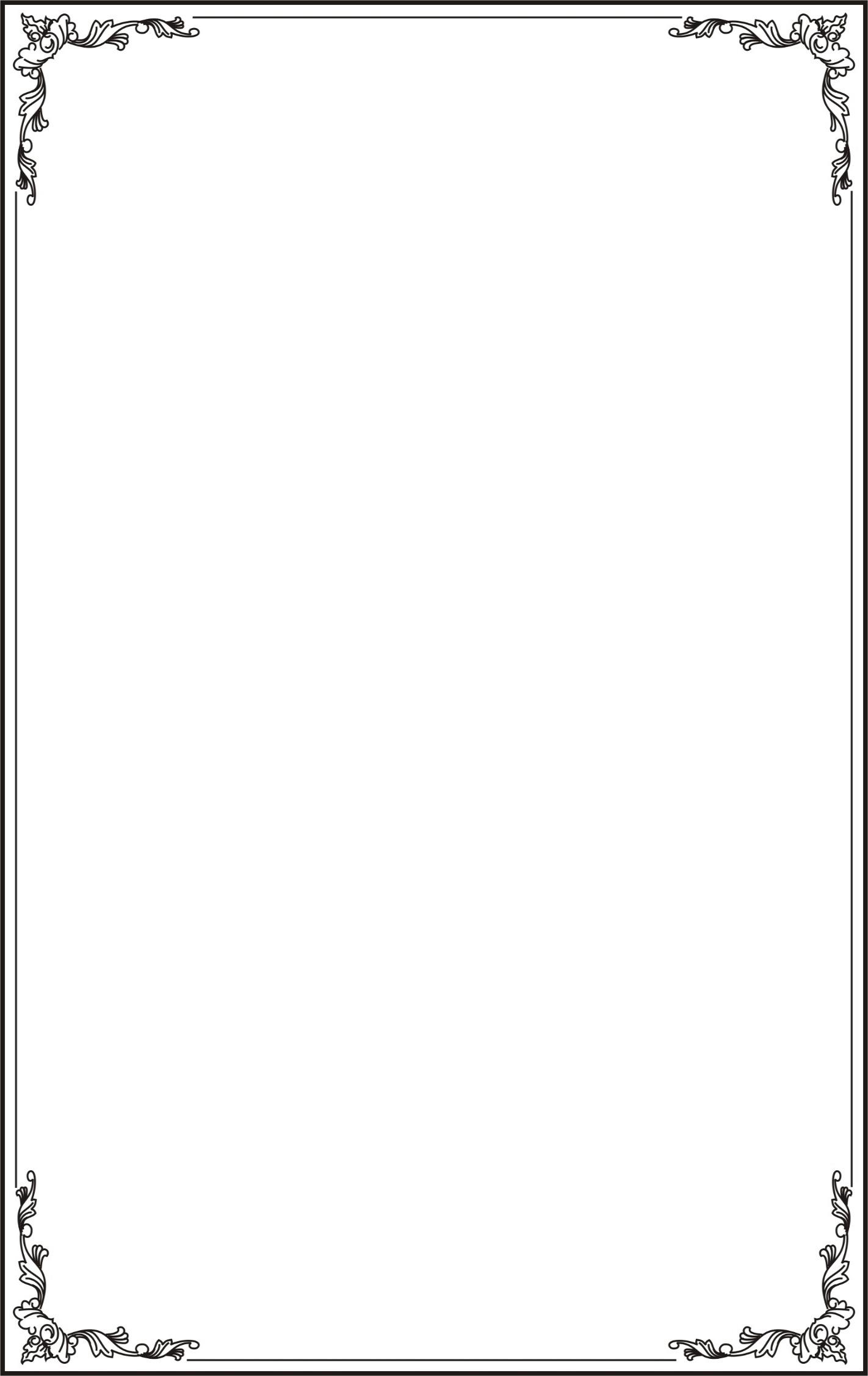
**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HỒ CHÍ MINH**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

**KHOA KHOA HỌC & KỸ THUẬT MÁY TÍNH**

**🙚🙚🕮🙘🙘**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**GÁN NHÃN ĐỐI TƯỢNG DI CHUYỂN QUA NHIỀU CAMERA**

**(TO ASSIGN LABEL FOR MOVING OBJECTS IN MULTIPLE CAMERAS)**

**GVHD: TS. Nguyễn Thanh Bình**

**---o0o---**

**HVTH : Võ Hoàng An 1670211**

**TP. Hồ Chí Minh – Tháng 6/2018**

# MỤC LỤC

[MỤC LỤC](#_Toc514503985)

[Bảng tóm tắt kí tự](#_Toc514503986)

[Chương 1. GIỚI THIỆU 1](#_Toc514503987)

[**1.1.** **GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI** 1](#_Toc514503988)

[**1.2.** **MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG ĐỀ TÀI** 2](#_Toc514503989)

[**1.2.1.** **Mục tiêu đề tài** 2](#_Toc514503990)

[**1.2.2.** **Nội dung đề tài** 2](#_Toc514503991)

[**1.3.** **GIỚI HẠN ĐỀ TÀI** 2](#_Toc514503992)

[**1.4.** **ĐÓNG GÓP CỦA ĐỀ TÀI** 3](#_Toc514503993)

[**1.4.1.** **Đóng góp về mặt khoa học** 3](#_Toc514503994)

[**1.4.2.** **Đóng góp về mặc thực tiễn** 3](#_Toc514503995)

[**1.5.** **PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU** 4](#_Toc514503996)

[**1.6.** **CẤU TRÚC LUẬN VĂN** 4](#_Toc514503997)

[Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN 5](#_Toc514503998)

[**2.1** **CƠ SỞ LÝ THUYẾT** 5](#_Toc514504001)

[**2.1.1** **Cắt frame từ đoạn video** 5](#_Toc514504002)

[**2.1.2** **Xác định vùng không gian trùng lắp** 5](#_Toc514504003)

[**2.1.3** **Phát hiện đối tượng di chuyển** 6](#_Toc514504004)

[**2.1.4** **Rút trích đặc trưng của đối tượng** 7](#_Toc514504005)

[**2.1.5** **Gán nhãn đối tượng trên từng camera** 7](#_Toc514504006)

[**2.2** **CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN** 8](#_Toc514504007)

[Chương 3. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT GÁN NHÃN ĐỐI TƯỢNG DI CHUYỂN QUA NHIỀU CAMERA 10](#_Toc514504008)

[**3.1.** **MÔ TẢ BÀI TOÁN** 10](#_Toc514504012)

[**3.2.** **PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT** 10](#_Toc514504013)

[**3.2.1.** **Chuẩn bị dữ liệu** 11](#_Toc514504014)

[**3.2.2.** **Xác định vùng không gian trùng lắp** 12](#_Toc514504015)

[**3.2.3.** **Phát hiện đối tượng** 13](#_Toc514504016)

[**3.2.4.** **Rút trích đặc trưng đối tượng** 14](#_Toc514504017)

[**3.2.5.** **Gán nhãn cho đối tượng trên từng camera** 16](#_Toc514504018)

[**3.2.6.** **Gán nhãn cho đối tượng xuất hiện giữa hai camera** 18](#_Toc514504019)

[**3.2.7.** **Dữ liệu đầu ra** 20](#_Toc514504020)

[**3.3.** **PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ** 20](#_Toc514504021)

[Chương 4. THÍ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ 21](#_Toc514504022)

[**4.1.** **TẬP DỮ LIỆU ĐÁNH GIÁ** 21](#_Toc514504023)

[**4.2.** **KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM** 22](#_Toc514504024)

[Chương 5. KẾT LUẬN 22](#_Toc514504025)

[**5.1.** **KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC** 22](#_Toc514504031)

[**5.2.** **ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT** 23](#_Toc514504032)

[**5.2.1.** **Ưu điểm** 23](#_Toc514504033)

[**5.2.2.** **Nhược điểm** 23](#_Toc514504034)

[**5.3.** **HƯỚNG MỞ RỘNG** 23](#_Toc514504035)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 24](#_Toc514504036)

# Bảng tóm tắt kí tự

RGB : red-green-blue

HSV: Hue, Saturation, Value

IoU: Intersection over Union

GSA: Gale Shaply Algorithm

MTMC: Multiple Tracker Multiple Camera.

FOV: Field Of View

SIFT: the Scale Invariant Feature Transform.

CNN: Convolutional Neural Network.

VOC: Virtual Object Classes.

CL: Convolutional Layer.

FCL: Full Convolutional Layer.

HAAR, SIFT, HOG.

HIM: Hu’s invariant moments.

# Chương 1. GIỚI THIỆU

## **GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI**

Ngày nay, với sự phát triển ồ ạt của nền kinh tế toàn cầu và xu thế dân số già đối với các nước phát triển đang là một dấu hỏi lớn chưa có lời giải đối với bài toán nhân lực. Dân số già dẫn đến nguồn nhân lực trẻ, năng động đang dần hiếm hoi khiến cho việc thiếu lao động con người trong các ngành công nghiệp và dịch vụ rất phổ biến. Điều này thúc đẩy cho việc làm sao có thể đưa máy tính vào thay thế người lao động, chính vì thế mà ngày càng có rất nhiều lĩnh vực trong đời sống cần đến ứng dụng của thị giác máy tính.

Trong lĩnh vực quảng cáo, để người chủ quảng cáo biết được số lượng khách hàng chú ý tới quảng cáo của họ, cách thông thường là họ sẽ phải thuê người theo dõi và tính số người xem quảng cáo đó của họ. Tuy nhiên, với sự giúp đỡ của thị giác máy tính, người quảng cáo có thể đặt một hệ thống camera trước quảng cáo và tiến hành theo dõi lượng người ngước mặt lên nhìn vào màn hình quảng cáo. Điều này giúp cho người quảng cáo có thể tính được số lượt xem đối với quảng cáo đó là bao nhiêu mà không bị giới hạn về thời, bởi vì hệ thống camera có thể hoạt động xuyên suốt trong thời gian dài và đưa ra kết quả thống kê liên tục. Từ kết quả này, người quảng cáo có thể thấy được mức độ cuốn hút của quảng cáo đối với người xem và đưa ra chiến lượt và ý tưởng quảng cáo thu hút người theo dõi.

Trong lĩnh vực an ninh, các camera chống trộm từ các điểm đặt camera có thể thu được hình ảnh của những kẻ trộm trước, trong và sau khi thực hiện hành vi trái pháp luật. Một hệ thống camera có thể xác định được đối tượng di chuyển trong video ghi hình và thu được đặc trưng, thông tin của đối tượng đó, thậm chí trước khi thực hiện hành vi trái pháp luật, một hệ thống camera thông minh có thể phát hiện được kẻ khả nghi có khả năng thực hiện hành vi trái pháp luật để đưa ra cảnh báo. Từ đó, thay vì dùng mắt thường để xác định đối tượng có hành vi sai trái, ta có thể dùng hệ thống thị giác máy tính để đưa ra thông tin của đối tượng, giúp người điều tra có thể truy vết đối tượng một cách dễ dàng.

Trong lĩnh vực dịch vụ, thị giác máy tính có thể áp dụng một cách hiệu quả cho việc tìm kiếm người đi lạc. Khi một gia đình vào trong nhà ga, trường hợp nhà ga đông thì rất có thể một thành viên nào đó bị lạc khỏi mọi người, đặc biệt là trẻ nhỏ. Phương pháp thông thường có thể dùng loa để thông báo đến người lạc đường và cử người đi tìm kiếm. Tuy nhiên, đối với tình huống một trẻ nhỏ bị lạc và đang bấn loạn, sợ hãi thì phương pháp này đôi khi không cho kết quả khả quan. Áp dụng thị giác máy tính chúng ta chỉ cần xác định được đối tượng thất lạc dựa trên camera ghi nhận thời gian họ vào nhà ga, sau đó hệ thống sẽ tự động theo dõi đối tượng này di chuyển từ camera này đến camera khác, đến khi xác định được vị trí người đó đứng cuối cùng, từ đó có thể tìm lại được người thất lạc.

Chính từ việc nhận thấy được những ứng dụng quan trọng đó của thị giác máy tính đối với các lĩnh vực xung quanh mà tôi đã chọn thực hiện đề tài “*gán nhãn đối tượng di chuyển qua nhiều camera*” này.

## **MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG ĐỀ TÀI**

* + 1. **Mục tiêu đề tài**

Chúng ta có thể thấy được tầm quan trọng của thị giác máy tính trong việc thay thế mắt người to lớn như thế nào. Từ việc giám sát, thống kê đến việc vận hành tự động của máy móc, thiết bị, dây chuyền sản xuất, các thiết bị tự động … Chính vì thế mà ngày càng có nhiều công trình nghiên cứu nhằm cải thiện và phát triển thị giác máy tính. Với đề tài này, tôi đặt mục tiêu xây dựng một hệ thống có thể phát hiện đối tượng di chuyển thông qua hai camera quan sát. Một hệ thống như vậy rất có ích cho việc giám sát và truy vết đối tượng, có thể được áp dụng phổ biến trong các hệ thống giám sát sân bay, nhà ga giúp cho việc tìm người bị thất lạc nhanh hơn, ít tốn nhân lực hơn và không gây hoang mang cho những người khác, hay cũng có thể áp dụng cho việc giữ an ninh đối với các cơ quan, tổ chức và các nơi công cộng. Khi có bất kì đối tượng trộm cắp, cướp bóc hay thậm chí là đối tượng tình nghi có khả năng gây ra một hành động phạm tội nào đó, bằng việc phân tích thêm hành vi của đối tượng, ta cũng có thể phát hiện sớm và đưa ra cảnh báo cho các cá nhân, tổ chức có liên quan đến việc đảm bảo an ninh của khu vực đó. Mục tiêu của đề tài này vẫn chỉ ở mức làm sao có thể phát hiện đối tượng di chuyển qua nhiều camera nhằm truy vết đối tượng.

* + 1. **Nội dung đề tài**

Để đặt được mực tiêu trên, tôi sẽ thực hiện các công việc sau:

* Tìm hiểu các công trình nghiên cứu liên quan để có cái nhìn tổng quát và các kiến thức cơ bản đối với lĩnh vực thị giác máy tính nói chung và đề tài mà mình đang thực hiện nói riêng. Cũng như tìm hiểu được nhược điểm cần khắc phục và thế mạnh của từng nghiên cứu trước để đề ra hướng xây dựng và phương pháp đề xuất của mình.
* Đề xuất ra phương pháp gán nhãn cho đối tượng di chuyển qua nhiều camera.
* Hiện thực theo phương pháp đề xuất để từ đó đánh giá kết quả đạt được và tính chính xác của phương pháp đề xuất.

## **GIỚI HẠN ĐỀ TÀI**

Trong vấn đề nhận dạng đối tượng di chuyển qua nhiều camera thông qua việc gán nhãn đối với đối tượng, chúng ta có rất nhiều hướng để phát triển mà mở rộng. Với đề tài này của mình, tôi muốn xoáy quanh việc giải quyết mục tiêu mà mình đặt ra. Đó là:

- Chỉ hiện thực trên hai camera được thiết kế theo nội dung của đề tài.

- Từ hai đoạn video thu được từ hai camera, tôi có thể gán nhãn các đối tượng di chuyển trong mỗi đoạn video, đồng thời có thể đảm bảo được tính nhất quán, chính xác của việc gán nhãn.

- Đảm bảo tính nhất quán trong việc gán nhãn đối tượng khi đối tượng đó di chuyển qua hai camera. Có nghĩa là khi một đối tượng di chuyển từ camera này sang camera khác, hệ thống mà tôi đề xuất phải đảm bảo gán cùng một nhãn cho đối tượng đó khi đối tượng xuất hiện trên cả hai camera.

- Thực hiện đo đạt kết quả của hệ thống đối với cả hai trường hơp đặt camera trùng lắp song song và trùng lắp không song song, từ đó so sánh đâu là cách đặt camera cho độ chính xác cao hơn.

* 1. **ĐÓNG GÓP CỦA ĐỀ TÀI**
     1. **Đóng góp về mặt khoa học**
* Mục tiêu của đề tài nhằm giải quyết bài toán gán nhãn cho đối tượng di chuyển qua nhiều camera cũng là một bài toán nhỏ trong bài toán lớn truy vết đối tượng di chuyển qua nhiều camera. Đây là một trong những đề tài hấp dẫn và thách thức đối với thị giác máy tính. Tuy chỉ dừng lại ở việc gán nhãn đối với hai camera có vùng không gian trùng lắp, chưa thể giải quyết được bài toán khi hai camera không có khoảng không gian trùng lắp, nhưng nó cũng đóng góp một phần lớn trong việc đa dạng hóa các phương pháp truy vết đối tượng di chuyển qua nhiều camera có vùng không gian trùng lắp. Từ đó, tạo cơ sở so sánh cho những phương pháp được đề xuất sau này nhằm cải thiện về tính chính xác cũng như tốc độ xử lý bài toán.
* Một đóng góp không kém phần quan trọng của đề tài này là làm phong phú thêm kiến thức cũng như phương pháp giải quyết đối với bài toàn truy vết đối tượng. Làm cơ sở tham khảo cho các nghiên cứu sau này trong lĩnh vực thị giác máy tính.
  + 1. **Đóng góp về mặc thực tiễn**

Việc truy vết đối tượng có một vai trò quan trọng trong thực tiễn khi mà ngày nay, thị giác máy tính đóng một vai trò quan trọng trong các lĩnh vực đời sống, đặc biệt là an ninh và dịch vụ. Tuy nhiên, với chỉ một camera ta không thể xây dựng được một vùng quan sát rộng lớn. Tầm nhìn của mỗi camera có một phạm vi hẹp, mỗi camera sẽ chỉ quan sát được một phần không gian nhỏ. Do đó, để có thể xây dựng được một vùng không gian quan sát rộng lớn, ta cần phải kết hợp nhìu camera lại với nhau. Các camera này sẽ chia sẻ vùng không gian mà nó quan sát được, tạo thành một hệ thống nhằm mô hình hóa không gian rộng lớn hơn, giải quyết được bài toán về che phủ khi truy vết đối tượng trên một camera duy nhất.

Với phương pháp gán nhãn đối tượng di chuyển qua nhiều camera này, đề tài đóng góp giải pháp truy vết đối tượng trong một vùng không gian rộng lớn. Trong môi trường thực tiễn, nó sẽ góp một phần rất quan trọng trong việc truy tìm vị trí của một người khi họ di chuyển trong hệ thống camera đã được thiết lập trước hay truy vết đối tượng vi phạm pháp luật, trộm cắp trong tòa nhà, văn phòng, chung cư…

* 1. **PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Trong lĩnh vực khoa học, có hai phương pháp nghiên cứu cơ bản được sử dụng để định hướng cho việc nghiên cứu của mỗi đề tài đó là nghiên cứu định tính và nghiên cứu định lượng.

Nghiên cứu định tính là phương pháp tiếp cận với mục tiêu thăm dò, mô tả và đưa ra lời giải thích phù hợp dựa trên các phương pháp khảo sát có liên quan đến đối tượng mà mình đang nghiên cứu về mặt nhận thức, kinh nghiệm, dự định, động cơ thúc đẩy, hành vi và thái độ…

Nghiên cứu định lượng có một cách tiếp cận khác, cũng tìm hiểu thông tin từ các nghiên cứu khác nhau nhưng thông tin tìm hiểu ở đây là những con số cụ thể đã được lượng hóa, đo lương nhằm phản ánh và diễn giải các mối quan hệ giữa các nhân tố với nhau.

Đối với đề tài này, tôi sử dụng phương pháp nghiên cứu định lượng. Cách tiếp cận của tôi sử dụng nguồn tài liệu từ các nghiên cứu liên quan đến thị giác máy tính nói chung và truy vết đối tượng nói riêng để có được một cách nhìn tổng quan về phương pháp mà các nghiên cứu trước đó đã và đang ứng dụng nhằm giải quyết các bài toán tương tự như tôi đề xuất. Với một lượng nghiên cứu to lớn như vậy, tôi hiểu và có thể xây dựng cho mình một cách tiếp cận mới nhằm giải quyết bài toán “*gán nhãn đối tượng di chuyển qua nhiều camera*” này. Phần quan trọng nhất của phương pháp nghiên cứu này là xây dựng được mô hình đề xuất và thống kê dữ liệu thu thập được để chứng minh mức độ hiệu quả của mô hình mà mình đề xuất.

* 1. **CẤU TRÚC LUẬN VĂN**

Bài báo cáo sẽ được chia làm năm chương chính:

* Chương 1 sẽ giới thiệu sơ qua về đề tài, mục tiêu và nội dung, những giới hạn khi thực hiện đề tài, phương pháp nghiên cứu cũng như những đóng góp của đề tài về mặc khoa học và thực tiễn;
* Chương 2 sẽ giới thiệu cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu liên quan đến đề tài;
* Chương 3 là chương chính mô tả về những yêu cầu của bài toán, phương pháp mà tôi đề xuất để giải quyết các bài toán đó và phần phương pháp đánh giá để xác định được phương pháp đề xuất này hiệu quả hay không trên các ngữ cảnh mà tôi đã đặt ra trong đề tài này;
* Chương 4 giới thiệu về tập dữ liệu mà tôi sử dụng đồng thời thực hiện thí nghiệm trên tập dữ liệu này để thu được kết quả của phương pháp được đề xuất.
* Chương 5 sẽ là chương kết luận, dựa trên kết quả đạt được từ thí nghiệm tôi sẽ đưa ra ưu nhược điểm cũng như những nguyên nhân dẫn đến các ưu nhược điểm này, đồng thời có những bình luận về chúng để đưa ra hướng mở rộng cho phương pháp nhằm cải tiến phương pháp đề xuất để thu được kết quả tốt hơn.

# Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN



## **CƠ SỞ LÝ THUYẾT**

* + 1. **Cắt frame từ đoạn video**

Đối với thị giác máy tính, chúng ta không thể xử lý trực tiếp trên dữ liệu là một đoạn video được, mà chúng ta cần phải chuyển các đoạn video này sang tập các frame ảnh. Đoạn video cơ bản được tạo thành từ một tập hợp các frame ảnh liên tiếp nhau. các frame này là các ảnh chụp được tại một thời điểm cụ thể. Do đó mà việc xử lý video sẽ được ánh xạ sang việc xử lý từng frame ảnh. Việc chuyển từ video sang frame ảnh ta có thể sử dụng các chương trình bổ trợ như matlab 7.12.0, FFMPEG, OpenCV, EmguCV…Tất cả các chương trình này được áp dụng rất phổ biến trong lĩnh vực xử lý ảnh và yêu cầu cụ thể ở đây là chuyển video sang các frame ảnh.

FFMPEG là một thư viện có nhiều tiện ích hỗ trợ cho việc xử lý video. Tính năng nổi bật nhật là khả năng encode/decode nhiều định dạng video khác nhau, giúp chuyển video qua từ định dạng này sang định dạng khác. Ngoài ra, FFMPEG còn hỗ trợ cắt đoạn video để chuyển sang dạng frame và từ frame chuyển sang các file ảnh.

OpenCV có lẽ là một bộ thư viện khá phổ biến đối với hầu hết những người làm việc trong lĩnh vực xử lý ảnh. OpenCV là một thư viện mã nguồn mở cung cấp các interface C/C++, Java, Python và hỗ trợ cho Windows, Linux, Mac OS, iOS và cả Android. Các đặc trưng nổi bậc có thể kể đến rút trích đặc trưng thông qua các giải thuật như PCA…, phát hiện đối tượng như khuôn mặt, người, xe hơi, xử lý đoạn video và chuyển sang các frame…

EmguCV cơ bản là một OpenCV nhưng nó được tạo ra để hỗ trợ phát triển trên ngôn ngữ C#, vì vậy nên nó có đầu đủ các tính năng nổi bật của OpenCV.

* + 1. **Xác định vùng không gian trùng lắp**

Trong bài toán truy vết đối tượng qua nhiều camera có vùng không gian trùng lắp, việc xác định vùng không gian trùng lắp là một bước hết sức quan trọng và cần thiết. Vùng không gian mà cả hai camera này quan sát được là một trong những yếu tố giúp xác định được vị trí của đối tượng trong không gian thực tế, nhằm đảm bảo quá trình gán nhãn cho đối tượng được nhất quán. Phương pháp xác định vùng không gian trùng lắp có thể chia ra làm hai loại dựa vào vị trí đặt của camera.

Trường hợp hai camera được đặt song song để quan sát cùng một hướng như camera giao thông quan sát được đặt hai bên đường hoặc tổng quát hơn là camera được đặt để quan sát đia hình theo chiều dài…Ta có thể rút trích các điểm đặc biệt để tìm sự tương đồng giữa hai frame ảnh thu được từ hai camera. Từ các điểm tương đồng đó, ta sẽ xác định được vùng không gian trùng lắp giữa chúng. Trường hợp hai camera được đặt không song song, ta không thể sử dụng phương pháp rút trích điểm tương đồng được mà thay vào đó, ta phải thực nghiệm đo đạc để tìm vùng không gian trùng lắp thích hợp. Phương pháp sẽ được trình bày rõ hơn trong phần 3.2.2.

* + 1. **Phát hiện đối tượng di chuyển**

Có rất nhiều phương pháp đã được đưa ra để phát hiện đối tượng di chuyển trong một đoạn video. Ta có thể chia ra thành các lớp: Point detectors, background subtraction, segmentation, supervisioned learning. Đơn giản nhất và cổ điển nhất là background subtraction. Tuy nhiên, phương pháp đem lại hiệu quả cao nhất và có tính khoa học lại phải kể đến phương pháp supervisioned learning.

Phương pháp supervisioned learning gọi theo tiếng việt là học có giám sát, đây là một phương pháp khá là phổ biến trong thời gian gần đây và có khuynh hướng sẽ trở thành phương pháp chính hỗ trợ không chỉ trong việc phát hiện đối tượng mà còn cả trong các mặt ứng dụng khác của thị giác máy tính nói riêng và trí tuệ nhân tạo nói chung. Phương pháp này mang tính khoa học ở chỗ nó mô phỏng quá trình học của con người để áp dụng cho máy tính. Con người thông qua quá trình sống, học tập và làm việc mà ghi nhận được những kiến thức khoa học thì ở đây máy tính cũng được học từ những kiến thức khoa học mà con người thu nhận và truyền tải cho nó để biến nó trở thành tri thức mà máy có thể hiểu và thực thi.

Một cách cụ thể hơn bằng ngôn ngữ tự nhiên, con người học được cách nhận dạng một chiếc xe máy bằng việc tiếp nhận vô số các hình ảnh, âm thanh cũng như các tính chất của xe máy để từ đó lọc ra được những đặc trưng mà một chiếc xe máy có thể có và như thế ta học được cách nhận dạng đối tượng nào là xe máy. Còn đối với máy tính, ta cũng cung cấp tập dữ liệu gọi là tập huấn luyện. Tập dữ liệu này cũng tương tự là những hình ảnh, âm thanh, các tính chất của một chiếc xe máy. Với tập dữ liệu này, chúng ta sẽ xây dựng phương pháp để máy tính tính toán, xây dựng mẫu đại diện cho đối tượng xe máy. Cuối cùng máy tính có thể đưa ra quyết tịnh một đối tượng có phải là xe máy hay không dựa trên mức độ tương đồng của đối tượng đó với mẫu đã xây dựng.

* + 1. **Rút trích đặc trưng của đối tượng**

Đối với các phương pháp rút trích đặc trưng của đối tượng, mục tiêu là tìm ra được các đặc trưng thể hiện sự khác biệt giữa đối tượng này với các đối tượng khác. Một trong số đó có thể kể đến như:

1. **Màu**

Màu là một trong những đặc trưng quan trọng nhất giúp cho việc phân biệt đối tượng. Màu rất dễ để phân tích thông qua frame ảnh cũng như ý tưởng khá đơn giản. Chất lượng của đặc trưng màu phụ thuộc lớn vào không gian màu sử dụng để biểu diễn đối tượng. Một số phương pháp rút trích đặc trưng màu của đối tượng phổ biến là moment màu, moment màu mờ, biểu đồ màu…Chính vì có nhiều phương pháp rút trích đặc trưng màu mà nó trở nên rất phổ biến trong việc nhận diện đối tượng trong ảnh.

1. **Hình dáng**

Hình ảnh cũng khá là quan trọng trong rút trích đặc trưng đối tượng. Khi một đối tượng quay lưng lại hoặc thay đổi trang phục thì đặc trưng màu sắc không còn có thể giúp phân biệt các đối tượng được nữa, nhưng hình dáng của đối tượng thì vẫn sẽ không thay đổi nhiều, một người béo thì không thể gầy ngay trong khi di chuyển qua camera được và ngược lại. Một đặc trưng về hình dáng tốt là một đặc trưng mà không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi hình dáng do quá trình di chuyển, xoay hay thu phóng kích thước của đối tượng. Phương pháp hiệu quả nhất là sử dụng moment bất biến của hình dáng. Phướng pháp này sẽ giúp rút trích ra các vector đặc trưng không thay đổi dựa trên hình dáng của đối tượng.

* + 1. **Gán nhãn đối tượng trên từng camera**

Gán nhãn thực chất là quá trình truy vết đối tượng từ frame ảnh này sang frame ảnh khác. Việc xác định đối tượng trong frame ảnh tiếp theo có thể dựa vào việc phân tích đặc trưng của đối tượng như hình dáng, màu sắc, vị trí của đối tượng trong frame ảnh hiện tại với frame ảnh trước.

Ta có thể gán nhãn cho đối tượng thông qua ba lớp giải thuật:

- Giải thuật phân lớp, phân cụm: sử dụng các đặc trưng thu được của đối tượng trong các frame ảnh, ta xây dựng mô hình mẫu đại diện cho đối tượng đó. Khi đó, khi một đối tượng mới phát hiện trong frame ảnh, ta so sánh với tập mẫu để xác định được đối tượng thuộc mẫu nào và gán nhãn cho mẫu đó.

- Giải thuật chuỗi thời gian: sử dụng các phép tính toán, ước lượng để từ các thông số hiện tại, phỏng đoán giá trị tương lai của đối tượng. Giá trị phỏng đoán ở đây thường là vị trí, kích thước của đối tượng.

## **CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN**

Từ khi hình thành, thị giác máy tính phát triển rất nhanh và dần phổ biến mà ngày nay hầu hết các lĩnh vực đều cần đến như truy vết tội phạm, phát hiện người vi phạm giao thông, tính toán mật độ xe để điều tiết giao thông…tất cả đều xoay quanh bài toán cốt yếu nhất, đó là bài toán nhận dạng đối tượng.

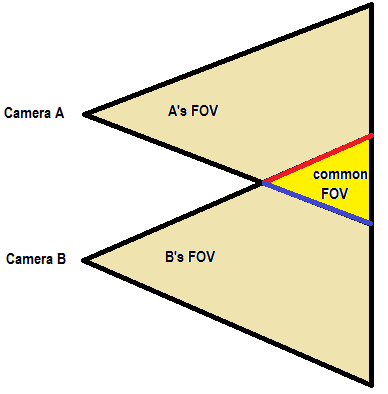
Tiziana [4] đã nghiên cứu phát hiện các đối tượng di chuyển qua hệ thống camera giám sát thế hệ thứ ba. Tác giả giới thiệu rằng ở hệ thống giám sát thế hệ thứ ba này, hệ thống cần phải cung cấp đầy đủ các dịch vụ kĩ thuật số từ cấp độ của cảm biến, đến việc đưa ra các thông tin đã được hình ảnh hóa hộ trợ cho việc thực hiện thao tác đơn giản hơn, nghĩa là người sử dụng có thể thấy được các thông tin đã được trực quan hóa.

Shipra [1] lại làm một cuộc khảo sát rất chi tiết về các kĩ thuật trong xử lý ảnh để giải quyết bài toán truy vết đối tượng trong camera quan sát. Tác giả bắt đầu từ việc giới thiệu làm thế nào để biểu diễn được đối tượng thông qua các đặc trưng quan trọng của nó, từ đó tìm hiểu các phương pháp phát hiện đối tượng thông các đặc trưng biểu diễn đối tượng bao gồm: background subtraction, temporal differencing hay optical flow đến các phương pháp truy vết đối tượng dựa trên đặc trưng đối tượng, dựa trên hình dáng viền và bên trong của đối tượng…Bên cạnh đó việc truy vết dựa trên màu sắc của đối tượng cũng là một đặc trưng được tác giả đặc biệt quan tâm bởi sự đơn giản và dễ rút trích, nhận dạng của nó.

Còn đối với Shantaiya [9], tác giả nghiên cứu về các phương pháp truy vết đối tượng thông qua việc tính toán trạng thái của đối tượng thông qua đặc trưng di chuyển của đối tượng. Trạng thái của đối tượng mới sẽ được dự đoán dựa trên các thông số của trạng thái hiện tại, từ đó có thể giải quyết được bài toán về phủ lấp của đối tượng. Trong khi sử dụng các phương pháp truy vết dựa trên đặc trưng bên ngoài của đối tượng như hình dáng, màu sắc, ta không thể nhận dạng được đối tượng khi đối tượng bị che khuất bởi một đối tượng khác hoặc bơi hình nền. Tuy nhiên, với các phương pháp tính toán trạng thái của đối tượng để dự đoán vị trí của nó trong frame ảnh tiếp theo như thế này, ta có thể dễ dàng ước lượng được vị trí của đối tượng ngay cả trong trường hợp đối tượng bị che khuất. Tác giả nghiên cứu hai phương pháp truy vết khá nổi tiếng là: Kalman filter và Optical flow. Từ việc đánh giá điểm mạnh, điểm yếu của cả hai phương pháp này mà tác giả đã cải tiến giải thuật optical flow để đạt hiệu quả cao hơn, nâng cao cả độ chính xác trong việc truy vết cũng như giảm thời gian tính toán.

Trong môi trường thực tiễn việc nhận dạng đối tượng thông qua camera không chỉ đơn giản là nhận dạng trên duy nhất một camera, vì phạm vi theo dõi của một camera rất giới hạn nên không thể đáp ứng được yêu cầu thiết yếu của thực tiễn khi mà việc theo dõi đối tượng có thể là xuyên xuốt qua một vùng không gian rộng lớn từ không gian giữa hai căn phòng đến không gian giữa các căn nhà hay thậm chí là không gian giữa các tuyến đường…, Ergys [5] đã làm một cuộc nghiên cứu về vấn đề độ hiệu quả và tập dữ liệu cho nhiều đối tượng truy vết qua nhiều camera. Trong nghiên cứu này, Ristani định nghĩa những biện pháp mới để tính toán hiệu suất theo dõi của nhiều đối tượng trong nhiều camera (MTMC). Tác giả cũng giới thiệu về tập dữ liệu đã được hiệu chỉnh lớn nhất cho tới thời điểm thực hiện nghiên cứu đó để so sánh các phương pháp theo dõi MTMC.

Đối với hệ thống theo dõi MTMC, thông thường mỗi camera đơn phải có khả năng theo dõi đối tượng một cách độc lập với nhau. Các camera sẽ tương tác với nhau, chia sẻ thông tin giúp theo dõi đối tượng trong một khoảng thời gian dài hơn, không gian rộng hơn. Với vùng không gian trùng lắp, mối quan hệ giữa vùng quan sát được của các camera sẽ được sử dụng như một dạng thông tin quan trọng. Chuyển tất cả các thông tin từ các camera trùng lắp lại thành một hệ thống không gian 3D là một cách tiếp cận khá phổ biến trong trường hợp này. Lalita [2] sử dụng một khái niệm gọi là góc nhìn (FOV) của các camera khác nhau để kết nối các camera trùng lắp với nhau thành một thộng thống đồng nhất. FOV là vùng không gian mà mỗi camera theo dõi được và khi hai camera có vùng không gian phủ lắp thì có nghĩa là sẽ có một khoảng FOV nào đó mà cả hai camera đều thấy được cùng một hình ảnh (Hình 2.1),



Hình 2.1: Vùng không gian trùng lắp giữa hai camera.

Đường màu xanh được gọi là cạnh của FOV của camera A trong camera B và đường màu đỏ là cạnh của FOV của camera B trong camera A. Việc xác định được hai cạnh này cực kì quan trọng vì nó giúp cho hệ thống có thể kết nối FOV của các camera lại với nhau. Trường hợp một đối tượng đang nằm trong vùng giao nhau (Common FOV), ta chỉ cần tính tổng khoảng cách từ đối tượng đó đến hai cạnh (đỏ và xanh), nếu tổng khoảng canh bằng đúng khoảng cách từ cạnh đỏ đến cạnh xanh thì đối tượng đó trong hai camera là một. Đây chính là cách kết nối thông tin chia sẻ được từ các camera theo dõi vùng không gian trùng lắp

Có hai cách thiết lập camera đó là thiết lập nhiều camera theo dõi vùng không gian trùng lắp song song và không song song.

# Chương 3. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT GÁN NHÃN ĐỐI TƯỢNG DI CHUYỂN QUA NHIỀU CAMERA



## **MÔ TẢ BÀI TOÁN**

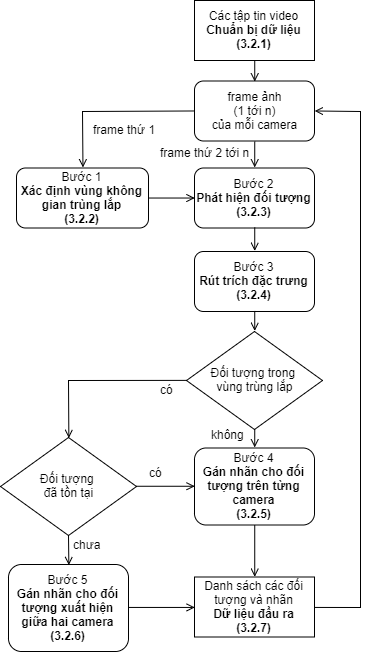
- Phát hiện đối tượng di chuyển trong từng camera.

- Gán nhãn cho các đối tượng này và đảm bảo tính nhất quán trong quá trình gán nhãn khi mà các đối tượng có thể di chuyển theo nhiều hướng khác nhau, hình dạng, kích thức sẽ thay đổi theo góc nhìn, vị trí xa gần đối với camera.

- Đảm bảo tính nhất quán trong việc gián nhãn đối tượng di chuyển qua hai camera. Hai camera này có thể được thiết lập một trong hai trường hợp: hai camera đặt song song và không song song.

## **PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT**

Với bài toán được mô tả ở trên tôi không thể giải quyết thông qua một bước duy nhất, mà phải chia ra từng phần nhỏ để giải. Sơ đồ khối hình 3.1 giúp cho tôi có thể giới thiệu khái quát về phương pháp mà tôi đề xuất để giải quyết tuần tự các yêu cầu đối với nội dung đề tài đã đặt ra.



Hình 3.1. Sơ đồ khối quy trình gán nhãn cho các đối tượng di chuyển

* + 1. **Chuẩn bị dữ liệu**

Với một hệ thống camera được thiết kế theo mô tả trong chương giới thiệu đề tài tôi sẽ thu được hai đoạn video định dạng dav tương ứng với từng camera. Tôi sẽ đặt tên file lần lượt là camera1.avi và camera2.avi.

* + 1. **Xác định vùng không gian trùng lắp**

1. **Hai camera đặt song song với nhau**

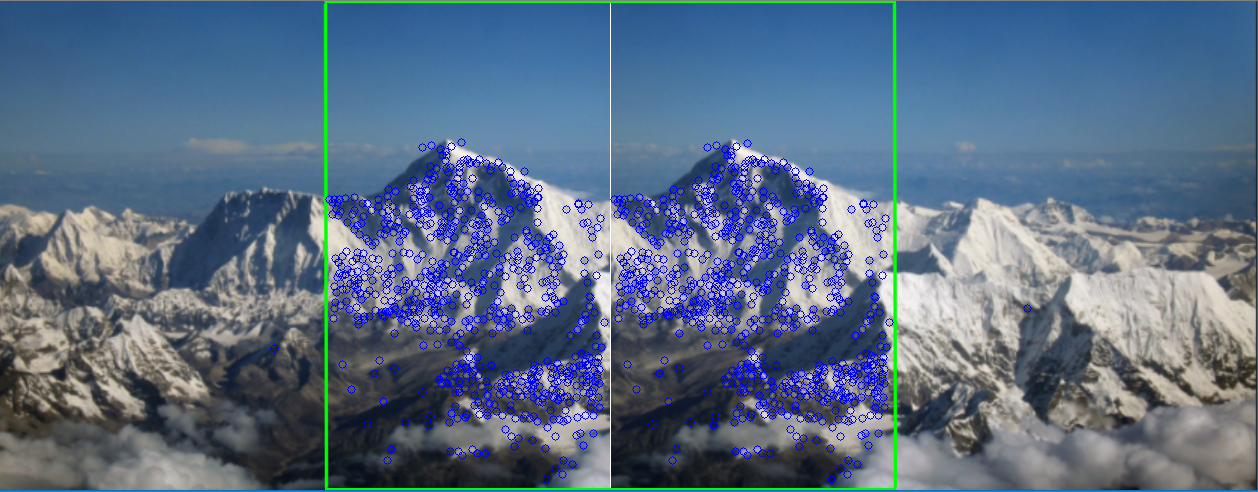
Đối với hai camera đặt song song với nhau ta có thể dễ dàng xác định được vùng không gian trùng lắp thông qua việc rút trích đặc trưng SIFT giữa hai frame ảnh cắt được từ hai camera. Để thực hiện được điều đó, tôi sẽ lần lượt thực hiện các bước sau:

Bước 1: cắt frame ảnh đầu tiên từ hai đoạn video thu được từ camera.

Bước 2: rút trích đặc trưng SIFT để tìm được các điểm đặc trưng (landmark) của mỗi frame ảnh.

Bước 3: tìm tất cả các điểm đặc trưng khớp nhau giữa hai frame ảnh

Bước 4: dựa trên các điểm đặc trưng khớp nhau đó, ta có thể tìm được phép chíu giữa hai frame ảnh và khoanh vùng được vùng không gian trùng lắp



Hình 3.2: tìm vùng không gian trùng lắp sử dụng đặc trưng SIFT.

1. **Hai camera đặt chéo nhau**

Để xác định được vùng không gian trùng lắp của hai camera trong trường hợp này ta không thể sử dụng đặc trưng SIFT được mà phải dùng phương pháp tìm điểm nằm trên đường biên.

Như ví dụ bên dưới, để xác định được vùng không gian mà hai camera có thể cùng quan sát được, tôi sử dụng một người di chuyển theo đường biên (đường biên là đường mà ở đó đối tượng đang ở ranh giới giữa trong và ngoài vùng quan sát được của camera) của camera một. Người đó sẽ lần lượt di chuyển qua các vị trí A, B, C, D theo chiều ngược kim đồng hồ. Đặc điểm để nhận biết vị trí nào là A, B, C, D đó là các điểm này là điểm mà người di chuyển xuất hiện đồng thời trên cả hai camera một và hai. Cụ thể:

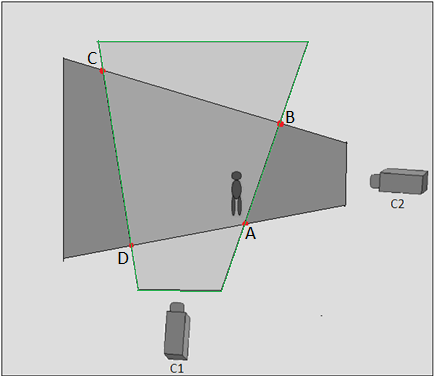
- Điểm A là điểm mà người đó lần đầu tiên xuất hiện trên camera hai.

- Điểm B là điểm cuối cùng mà người đó xuất hiện trên camera hai.

- Điểm C là điểm mà người đó lần đầu tiên xuất hiện trở lại camera hai.

- Điểm D là điểm mà người đó xuất hiện cuối cùng trên camera hai.

Từ bốn điểm A, B, C, D này ta xác định được vùng không gian trùng lắp mà cả hai camera đều thấy được.

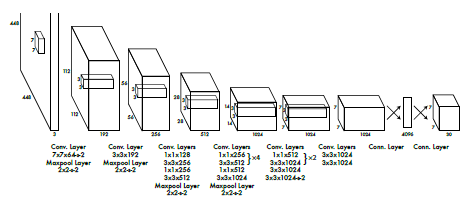


Hình 3.3: hai camera cắt nhau.

* + 1. **Phát hiện đối tượng**

Đối với bài toán nhận dạng đối tượng di chuyển trong đoạn video sẽ có nhiều cách để giải quyết. Ở đây tôi sử dụng phương pháp mạng nơ ron để xây dựng mô hình đối tượng. Mạng nơ ron mà tôi sử dụng ở đây là mạng nơ ron YOLO[10].

Tác giả Joseph[10] và các cộng sự đã xây dựng một mạng nơ ron CNN dựa trên tập dữ liệu VOC 2007 và 2012. Lớp CL của mạng nơ ron dùng để rút trích các đặc trưng từ ảnh bao gồm các đặc trưng HAAR, SIFT, HOG còn các lớp FCL dự đoán xác xuất đầu ra và tọa độ của đối tượng. Mạng YOLO được lấy cảm hứng từ mạng GoogLeNet phục vụ cho việc phân loại ảnh. Mạng YOLO có 24 lớp CL và sau cùng là 2 lớp FCL được mô tả như hình 3.4:



Hình 3.4: Kiến trúc mạng YOLO với 24 CL và 2 FCL [10].

* + 1. **Rút trích đặc trưng đối tượng**

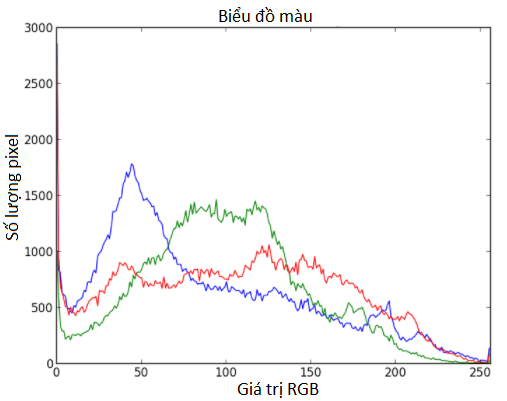
Đầu ra của quá trình nhận dạng đối tượng giúp ta tìm được vị trí thực của đối tượng trong frame ảnh, từ đó ta tiến hành thu thập các đặc trưng của đối tượng bao gồm:

* + - 1. **Màu**

Ở đây, rút trích đặc trưng biểu đồ màu để đại diện cho đối tượng. Biểu đồ màu thể hiện cho sự phân tán của màu trong frame ảnh. Trong ảnh kĩ thuật số, ta sẽ có rất nhiều khoảng màu khác nhau và biểu đồ màu sẽ là số lượng của các pixel nằm trong từng khoảng màu nhất định đó. Biểu đồ màu có thể được sử dụng trong không gian màu RBG hay HSV do đó nó rất được phổ biến trong thị giác máy tính nói chung và sử lý ảnh nói riêng. Hình 3.5 và 3.6 minh họa cho biểu đồ màu.



Hình 3.5: ảnh của một chú chó



Hình 3.6: Biểu đồ màu của hình 3.5.

* + - 1. **Hình dáng**

Để tăng tính chính xác của việc phân lớp, tôi sử dụng thêm phương pháp các moment bất biến của Hu (HIM) để rút trích đặc trưng hình dáng của đối tượng. Điểm mạnh của phương pháp này là loại bỏ được rào cản về sự thay đổi hình dáng của đối tượng bởi việc xoay, thay đổi kích thước, góc nhìn đối với camera. HIM là đặc trưng rất có lợi đối với ảnh 2 chiều, nếu chúng ta đại diện đối tượng R cho một khung ảnh, moment trung tâm của thứ tự (p + q) của R được định nghĩa là:

(3.5)

Trong đó, (xc,yc) là trung tâm của đối tượng.

Ta chuẩn hóa moment trung tâm theo công thức:

(3.6)

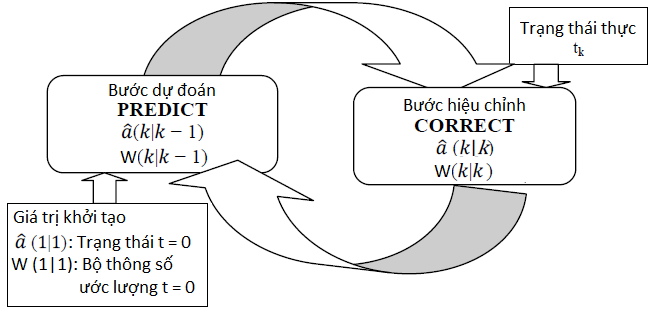
Dựa vào các moment trung tâm đã được chuẩn hóa, Hu giới thiệu bảy moment bất biến.

Bảy moment bất biến này là nhưng đặc trưng cực kì hữu dụng khi mà nó không bị thay đổi cho dù đối tượng trong ảnh có bị thay đổi kích thước, xoăy hoặc di chuyển theo các chiều khác nhau. Điều này giúp cho việc phân lớp đối tượng chính xác hơn trong môi trường thực tế đối với camera quan sát. Đối tượng có thể di chuyển qua lại theo nhiều hướng khác nhau hoặc di chuyển lại gần hay ra xa camera, tất cả những thay đổi đó đều làm cho hình dáng của đối tượng không còn giống như ban đầu nữa và khiến cho việc phân lớp đối tượng gặp khó khăn.

* + 1. **Gán nhãn cho đối tượng trên từng camera**

Để thực hiện việc gán nhãn cho đối tượng trên từng frame ảnh nối tiếp nhau, tôi sử dụng giải thuật Kalman filter.

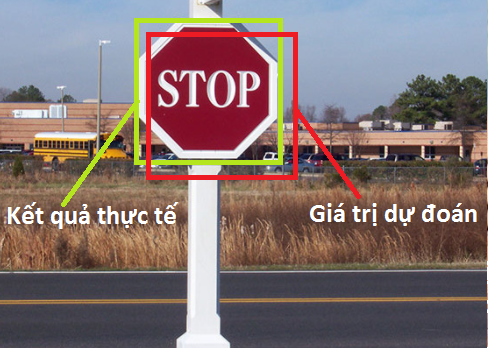
Kalman filter là một trong những giải thuật khá nổi tiếng trong lớp giải thuật chuỗi thời gian. Kalman filter là giải thuật ước lượng đệ quy giữa hai trạng thái dự đoán (prediction) và hiệu chỉnh (correction) nhằm xác định trạng thái của một quá trình tuyến tính. Trạng thái thứ nhất là trạng thái dự đoán, ở trạng thái này giải thuật kalman filter sẽ dự đoán gía trị trạng thái tiếp theo của quá trình dựa trên các thông số đã được tính toán. Tới giai đoạn thứ hai là giai đoạn hiệu chỉnh, khi ta có được giá trị thực của trạng thái dự đoán trước đó, các thông số dự đoán sẽ được cập nhật lại để chuẩn bị cho giai đoạn dự đoán tiếp theo. Các bước của giải thuật kalman filter mô tả theo hình 3.7:



Hình 3.7: Chu trình của giải thuật kalman filter.

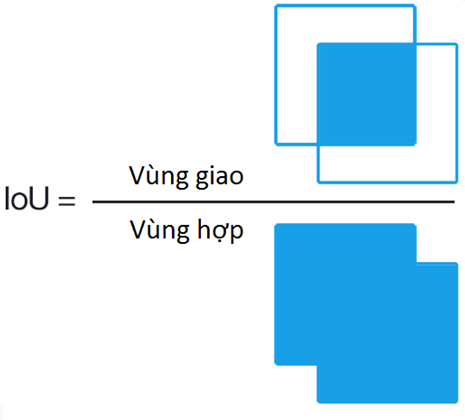
Với việc sử dụng giải thuật Kalman filter để dự đoán vị trí của đối tượng trong frame ảnh tiếp theo, ta có thể gán nhãn cho đối tượng di chuyển trong đoạn video.

Tuy nhiên, trong việc gán nhãn đối tượng di chuyển trên từng frame ảnh nếu sử dụng giải thuật kalman filter thông thường sẽ không cho kết quả tốt khi các đối tượng di chuyển gần nhau. Do đó, tôi sử dụng phương pháp tính toán IoU để cải thiện hiệu suất gán nhãn dựa trên kalman filter. Phương pháp này thường được sử dụng trong các giải thuật phát hiện đối tượng có giá trị dự đoán. Thực tế, giá trị dự đoán và giá trị thu nhận được bao giờ cũng có một khoảng chênh lệch như hình 3.8:



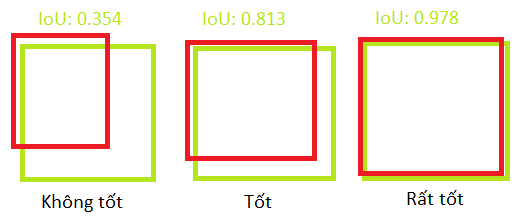
Hình 3.8: giá trị dự đoán và giá trị thực của quá trình phát hiện đối tượng.

Khi đó, giá trị IoU sẽ được tính dựa trên tỉ số giữa vùng giao và vùng hợp của giá trị thực thu được và giá trị dự đoán theo hình 3.9



Hình 3.9: Cách tính giá trị IoU.

Giá trị IoU này được sử dụng như là một thước đo xác định tính đúng đắn của giá trị dự đoán so với giá trị thu được. Miền giá trị của IoU Є [0,1], khi giá trị gần về 1 nghĩa là vùng giao sẽ gần bằng vùng hợp và giá trị dự đoán sẽ gần bằng với giá trị thu được.

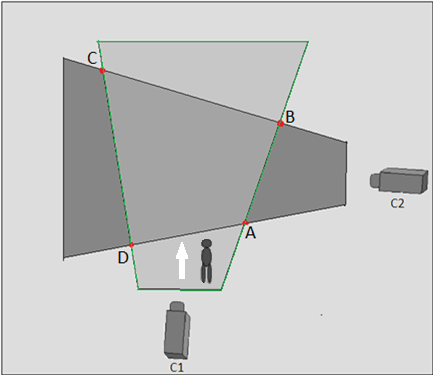


Hình 3.10: ý nghĩa của giá trị IoU.

* + 1. **Gán nhãn cho đối tượng xuất hiện giữa hai camera**

Dựa trên việc thiết lập hệ thống camera, khi một đối tượng di chuyển từ camera này (C1) sang camera kia (C2), đối tượng sẽ di chuyển qua vùng không gian trùng lắp giữa hai camera. Lúc này, đối tượng khi ở camera C1 đã được gán nhãn và như vậy, để đảm bảo tính nhất quán trong việc gán nhãn giữa các camera, tôi sẽ gán nhãn cho đối tượng đó trong camera C2 bằng nhãn của nó trong camera C1.

Để có thể xác định chính xác đối tượng vừa xuất hiện trong camera C2 này là đối tượng nào trong camera C1, tôi sẽ sử vị trí của đối tượng trong vùng không gian trùng lắp. Trong bước 3.2.2, tôi đã xác định được vùng không gian trùng lắp giữa hai camera. Khi đó trong camera C1 và C2, tôi sẽ lần lượt có được tọa độ của 4 đỉnh A, B, C, D như hình 3.3. Việc xác định được đối tượng vừa xuất hiện trong C2 là đối tượng nào trong C1 ta tính toán khoảng cách từ các đối tượng trong C1 đến các cạnh tương ứng của tứ giác ABCD. Quan sát hình 3.11:



Hình 3.11: đối tượng di chuyển từ camera C1 sang camera C2.

Trong hình 3.11 trên, một đối tượng di chuyển từ camera C1 sang camera C2 theo hướng mũi tên, như vậy vị trí đầu tiên mà đối tượng xuất hiện trong camera C2 sẽ gần cạnh AD của tứ giác ABCD. Khi phát hiện được đối tượng trong camera C2, tôi sẽ tính khoảng cách của tất cả các đối tượng xuất hiện trong vùng không gian trùng lắp ABCD của camera C1 đến cạnh AD. Đối tượng nào có khoảng cách gần với AD nhất rất có khả năng là đối tượng ta cần xét. Tuy nhiên, chỉ với một tiêu chí như vậy, tôi chưa thể kết luận đó chính là đối tượng mà ta quan tâm vì rất có thể một đối tượng khác đã xuất hiện trong camera C2 vô tình đứng gần AD hơn cả đối tượng mà ta quan tâm. Chính vì thế, tôi sẽ sử dụng giải thuật GSA.

Giải thuật GSA hay còn có thể gọi là giải thuật Stable Matching, đây là một giải thuật rất phổ biến sử dụng để xác định các cặp tương đồng giữa hai nhóm đối tượng. Áp dụng vào bài toán của tôi, tôi sẽ có hai nhóm đối tượng cần ghép cặp với nhau. Nhóm thứ nhất là nhóm các đối tượng di chuyển xuất hiện trong vùng không gian trùng lắp của camera C1 ký hiệu tập M và nhóm thứ hai là nhóm các đối tượng di chuyển xuất hiện trong vùng không gian trùng lắp của camera C2 ký hiệu tập N. Giải thuật GSA sẽ tìm các cặp đối tượng tương ứng cùng xuất hiện trong cả hai camera cụ thể như sau:



Hình 3.12: mô tả giải thuật GSA.

Sau khi thực hiện giải thuật GSA, ta sẽ có được một tập các đối tượng ở vùng không gian trùng lắp của camera C1 tương ứng với các đối tượng xuất hiện ở vùng không gian trùng lắp của camera C2. Sau đó ta sẽ có được đối tượng tương ứng với đối tượng vừa mới xuất hiện trong camera C2 và thực hiện gán nhãn cho nó.

* + 1. **Dữ liệu đầu ra**

Sau khi gán nhãn xong tôi thu được đối tượng đã được gán nhãn với các đặc trưng của nó. Dữ liệu này tôi sẽ lưu vào kho dữ liệu. Mỗi lần xử lý một frame, tôi sẽ có một danh sách các đối tượng di chuyển trong foreground frame với đầy đủ thông tin về đặc trưng màu sắc, hình dáng và nhãn của nó.

## **PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ**

Với bài toán này, tôi sẽ có 2 tiêu chí để đánh giá độ chính xác của việc gán nhãn: tính nhất quán, chính xác của việc gán nhãn trên từng camera và tính nhất quán, chính xác của việc gán nhãn trên hai camera.

Khi một đối tượng xuất hiện trong camera, tôi sẽ xác định đối tượng đó và gán nhãn cho nó. Khi đối tượng di chuyển, nếu việc gán nhãn đối tượng đó qua các frame ảnh nhất quán, tôi sẽ cho đó là một gán nhãn đúng ngược lại sẽ là gán nhãn sai. Tương tự như vậy, khi đối tượng di chuyển qua hai camera khác nhau, nếu việc gán nhãn ở hai camera nhất quán trên đối tượng, tôi sẽ xác định đó là một gán nhãn đúng, ngược lại là gán nhãn sai.

Tiến hành quá trình trên cho từng đối tượng di chuyển trong hai đoạn camera, tôi sẽ thu được số lượng các đối tượng được xác định là gán nhãn đúng và sai. Từ đó sẽ thống kê trên số liệu thu thập đó để xác định hiệu xuất và đưa ra nhận xét cho phương pháp mà tôi đề xuất.

# Chương 4. THÍ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

* 1. **TẬP DỮ LIỆU ĐÁNH GIÁ**

Với mục tiêu đã đặt ra trong chương 1, tôi sẽ xây dựng một hệ thống gán nhãn đối tượng di chuyển qua hai camera được thiết lập trong cả hai trường hợp: có vùng không gian trùng lắp song song và không song song. Kết quả dự kiến sau khi xây dựng hệ thống:

- Hệ thống có khả năng phát hiện đối tượng di chuyển trong hai đoạn video.

- Gán nhãn thành công và đảm bảo được tính nhất quán đối với việc gán nhãn. Một đối tượng di chuyển qua nhiều vị trí khác nhau trong đoạn video đều được gán nhãn giống nhau.

- Đảm bảo tính nhất quan trong việc gán nhãn đối với một đối tượng di chuyển qua cả hai camera.

* 1. **KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM**

# Chương 5. KẾT LUẬN

5. 1. **KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC**

Với việc hiện thực dựa trên phương pháp mà mình đã đề xuất, tôi có thể phát hiện được đối tượng di chuyển trên hai camera từ đó gán nhãn cho chúng, đồng thời cũng có thể đảm bảo được tính nhất quán cho quá trình gán nhãn. Nhãn của đối tượng di chuyển trong cùng một camera thống nhất với nhau và thống nhất với đối tượng trên camera khác. Kết quả thu được tuy chưa được chính xác hoàn toàn, nhưng nó cũng đảm bảo được mục tiêu đề ra của đề tài và thực hiện đúng với hướng phát triển của nó. Với kết quả này, tôi có thể đầu tư và cải tiến bằng cách cải thiện giải thuật kalma filter cũng như cải thiện các đặc trưng rút trích được của đối tượng để tăng độ chính xác cho quá trình gán nhãn, mở rộng thêm cho việc gán nhãn đối tượng di chuyển qua nhiều camera không trùng lắp.

* 1. **ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT**
     1. **Ưu điểm**
* Tận dụng được phương pháp phát hiện đối tượng di chuyển trong đoạn camera đã được hiện thực trước đó, tính chính xác cao.
* Hiện thực giải thuật kalman filter đơn giản.
* Phương pháp xác định vùng không gian trùng lắp dễ hiện thực và có tính chính xác cao, có thể áp dụng rộng rãi vì tính đơn giản của nó.
* Giải thuật stable matching đưa ra được tập đối tượng tương đồng trên hai camera hiệu quả và có độ chính xác cao, hiện thực đơn giản và xử lý nhanh.
* Phương pháp đề xuất dễ hiểu.
  + 1. **Nhược điểm**
* Giải thuật kalman filter rất dễ bị nhiễu khi hai đối tượng di chuyển gần nhau. Khi đó, các đối tượng dễ bị gán nhầm cho nhau.
* Các đặc trưng rút trích được chưa thật sự kết hợp với nhau một cách hiệu quả để quá trình so trùng đạt kết quả cao.
  1. **HƯỚNG MỞ RỘNG**

Đề tài này chỉ dừng lại ở việc gán nhãn cho đối tượng di chuyển qua nhiều camera có vùng không gian trùng lắp các giới hạn về thời gian hiện thực, phương pháp rút trích và kết hợp các đặc trưng của đối tượng chưa mang lại hiệu quả cao. Mục tiêu mà đề tài muốn hướng tới là giải quyết được bài toán truy vết đối tượng di chuyển qua nhiều camera có vùng không gian trùng lắp và không có vùng không gian trùng lắp nên tiếp theo sau tôi sẽ cải thiện việc rút trích đặc trưng sinh trắc của đối tượng di chuyển đảm bảo tính định danh cho đối tượng khi đối tượng xuất hiện ở những camera khác nhau. Đồng thời có thể giải quyết được bài toán trong thời gian thực. Tìm kiếm phương pháp phát hiện đối tượng di chuyển vừa có tính chính xác cao, vừa có thời gian tính toán và thực thi nhanh để cải thiện tốc độ xử lý của phương pháp đề xuất.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Shipra Ojha; Sachin Sakhare. “*Image processing techniques for object tracking in video surveillance-A survey*”. In International Conference on Pervasive Computing (ICPC). IEEE, Pp.1-6, 2015.
2. GAVIT, Lalita, et al. “*Object Tracking Using Multiple Cameras”*. *IJ of Technology Enhancements and Emerging Engineering Reaearch*, vol.2, pp(36-41), **2014**.
3. Wu, Yi, Jongwoo Lim, and Ming-Hsuan Yang. "Object tracking benchmark." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* vol.37, pp(1834-1848), **2015**.
4. D'Orazio, Tiziana, and Cataldo Guaragnella. "A survey of automatic event detection in multi-camera third generation surveillance systems." *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, vol.29, 1555001, **2015**.
5. Ristani, Ergys, et al. "Performance measures and a data set for multi-target, multi-camera tracking." *European Conference on Computer Vision*. Springer International Publishing, pp(17-35), **2016**.
6. Shantaiya, Sanjivani, Kesari Verma, and Kamal Mehta. Multiple object tracking using kalman filter and optical flow. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, vol.2, pp(34-39), **2015**.
7. Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "YOLO9000: better, faster, stronger." *arXiv preprint* (2017).