

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

NGUYỄN VĂN TRUNG

**XÁC ĐỊNH VẬN TỐC ĐỐI TƯỢNG CHUYỂN ĐỘNG QUA
CAMERA**

Chuyên ngành: **KHOA HỌC MÁY TÍNH**

Mã số: 60.48.01

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học: **TS. Huỳnh Hữu Hưng**

Đà Nẵng - Năm 2012

- 2 -

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Với sự phát triển nhanh chóng của các loại máy móc hiện đại như máy ảnh số, máy quay số, máy vi tính, điện thoại di động ... thì lượng thông tin con người thu được dưới dạng hình ảnh là khá lớn. Để lượng thông tin này trở nên có ích hơn con người cần có các thao tác để tiến hành xử lý nó và từ đó tạo điều kiện cho sự phát triển không ngừng của các kỹ thuật xử lý hình ảnh. Xử lý ảnh là một trong những công nghệ được ứng dụng rộng rãi hiện nay trong nhiều lĩnh vực của đời sống xã hội. Không chỉ dừng lại ở việc xử lý những vết nhòe, tái chế và phục hồi các ảnh cũ (Hình 1), ngày nay công nghệ xử lý ảnh đã mang lại những tiến bộ vượt bậc như nhận dạng vân tay, nhận dạng khuôn mặt, nhận dạng đối tượng ...v.v khi nó kết hợp với lĩnh vực trí tuệ nhân tạo.

Bên cạnh đó, hệ thống camera quan sát ngày càng được sử dụng một cách rộng rãi với mục đích trợ giúp cảnh sát, người tham gia giao thông tại các điểm nút giao thông, từ đó phát hiện người vi phạm.

Hầm đường bộ ngày càng phổ biến ở nước ta, có vai trò lớn trong việc tích kiệm chi phí và an toàn cho người tham gia giao thông. Do đặc thù của hầm là ở dưới lòng đất nên việc quản lý xe qua lại rất khó khăn. Nên việc cảnh sát giao thông xử lý xe vi phạm trực tiếp ở trong hầm là không thể.

Vì vậy việc xác định vận tốc của xe dựa vào video đã ghi lại phục vụ cho việc xử lý và quản lý xe vi phạm tốc độ chậm tại hầm đường bộ là điều cần thiết.

2. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu

Mục đích của đề tài nhằm nghiên cứu các thuật toán phát hiện và theo vết, từ đó tính toán vận tốc của đối tượng chuyển động từ dữ liệu

video, làm cơ sở để xây dựng hệ thống xác định vận tốc của đối tượng tham gia giao thông.

- Xác định đối tượng giao thông đang chuyển động.
- Dò vết và ước lượng vận tốc sử dụng phương pháp optical flow.
- Tạo tiền đề cho việc xác định vận tốc của các đối tượng vi phạm, làm bằng chứng cho việc xử lý vi phạm, góp phần nâng cao ý thức chấp hành tham gia giao thông của người dân

Bên cạnh đó đề tài còn mong muốn giúp cho mọi người có một cái nhìn toàn diện hơn về vai trò và khả năng ứng dụng của công nghệ xử lý ảnh vào trong thực tế của đời sống xã hội.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu

Trong luận văn này, dữ liệu được xử lý là các đoạn video có sẵn được quay từ một camera tĩnh ghi lại với chuẩn AVI (Audio Video Interleave).

- Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu của đề tài liên quan đến lĩnh vực xử lý ảnh số thông qua việc sử dụng phần mềm Matlab.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết
 - Tìm hiểu cách lập trình với Matlab
 - Tìm hiểu phương pháp trừ nền (background subtraction) để phát hiện chuyển động
 - Tìm hiểu phương pháp phân mảnh vùng (region based segmentation) để dò vết đối tượng
 - Tìm hiểu phương pháp xác định vận tốc của đối tượng chuyển động sử dụng camera calibration.
- Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

- Tiến hành phân tích và cài đặt: thuật toán trừ nền để phát hiện chuyển động, thuật toán phát hiện và theo vết đối tượng chuyển động từ dữ liệu video, từ đó xác định vận tốc của đối tượng chuyển động.
- So sánh và đánh giá kết quả đạt được.

5. Kết quả dự kiến

- Nắm vững và cài đặt thành công các thuật toán: phát hiện chuyển động bằng phương pháp trừ nền, truy vết đối tượng bằng phương pháp phân mảnh vùng (region based segmentation), từ đó xây dựng thành công chương trình xác định vận tốc đối tượng chuyển động.
- Tạo được bảng so sánh kết quả, độ chính xác của các phương pháp phát hiện và theo vết đối tượng chuyển động dựa trên tập các video có sẵn.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận văn

- Về mặt lý thuyết

- Ứng dụng thành công công nghệ xử lý ảnh vào trong thực tế.
- Tạo tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo trong tương lai.

- Về mặt thực tiễn

- Giúp giảm công sức, tăng hiệu quả trong việc xác định đối tượng vi phạm tốc độ khi tham gia giao thông (qua hầm, cầu...).
- Đề tài có ứng dụng trong các hệ thống chăm sóc sức khỏe như xác định hành vi té ngã của người bệnh.

7. Bố cục luận văn

Nội dung của luận văn được chia thành các phần như sau:

Mở đầu

Chương 1: Nghiên cứu tổng quan

Tổng quan về camera số, về video, các kỹ thuật phát hiện và theo vết đối tượng trong video số nhằm giúp chúng ta hiểu rõ hơn về các kỹ thuật phát hiện chuyển động, theo vết đối tượng, phương pháp hiệu chỉnh camera (camera calibration).

Chương 2: Phân tích thiết kế hệ thống

Phân tích và thiết kế hệ thống để xây dựng các chức năng của chương trình.

Chương 3: Cài đặt và kết quả

Cài đặt chương trình, kết quả minh họa và các ràng buộc của chương trình.

Kết luận và hướng phát triển

Kết luận, phạm vi ứng dụng, hạn chế của chương trình và các hướng phát triển trong tương lai.

Phụ lục

Trình bày về việc thiết lập môi trường cho việc lập trình với Matlab và các bảng thống kê kết quả.

CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN

1.1. TỔNG QUAN VỀ CAMERA SỐ

1.1.1. Khái niệm về Camera số

Camera là một thiết bị ghi hình có thể ghi lại được những hình ảnh trong một khoảng thời gian nào đó và lưu trữ các dữ liệu hình ảnh này.

1.1.2. Phân loại Camera

Có 3 cách phân loại Camera.

Cách 1: Phân loại theo kỹ thuật hình ảnh.

Cách 2: Phân loại theo kỹ thuật đường truyền.

Cách 3: Phân loại theo tính năng sử dụng.

1.1.3. Hệ thống camera quan sát

Hệ thống camera giúp cho những nhà quản lý có thể kiểm soát công việc một cách chặt chẽ hơn, tiết kiệm được chi phí và làm cho hình ảnh của doanh nghiệp được chuyên nghiệp, hiện đại hơn.

1.2. TỔNG QUAN VỀ VIDEO

1.2.1. Khái niệm về Video

Thuật ngữ video dùng để chỉ nguồn thông tin hình ảnh trực quan (pictorial visual information), bao gồm một chuỗi các ảnh tĩnh (still image) liên tiếp nhau, được sắp xếp theo chiều thời gian.

1.2.2. Video số

1.2.2.1. Tín hiệu video số

Tín hiệu video số được lưu trữ dưới dạng số, do đó chúng được lấy mẫu và lượng tử hóa.

1.2.2.2. Ưu và nhược điểm của video số

- **Ưu điểm**

Với tín hiệu số, ta không cần phải chuyển đổi giữa các tín hiệu như trong tín hiệu tuần tự. Ngoài ra, còn có thể chỉnh sửa, tạo các hiệu

ứng trên tín hiệu video số.

- Nhược điểm

Nhược điểm của video số đó là nó đòi hỏi khối lượng lưu trữ lớn và băng thông rộng để truyền tải.

1.2.2.3. Chuẩn video số AVI

1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP TRỪ NỀN PHÁT HIỆN ĐỐI TƯỢNG

1.3.1. Tổng quan về phát hiện đối tượng

Phát hiện đối tượng chuyển động trong video là một trong các bài toán được nghiên cứu rộng rãi và có nhiều ứng dụng trong cuộc sống hiện nay..

1.3.2. Giới thiệu về phương pháp trừ nền

Ý tưởng chung của các phương pháp trừ nền là: Để phát hiện ra được các đối tượng chuyển động trong video chúng ta phải có được mô hình nền (background model). Mô hình nền này có thể được học qua nhiều frame ảnh nếu nền bị thay đổi, ngược lại ta có thể chọn một nền cố sẵn nếu nền không bị thay đổi. Sau đó, ta sẽ dùng mô hình nền này để so sánh với frame ảnh hiện tại và kết quả là ta sẽ nhận biết được đâu là phần nền, đâu là các phần chuyển động.

1.3.3. Frame Difference

Ý tưởng chính trong phương pháp Frame Difference là các đối tượng chuyển động sẽ được phát hiện dựa trên sự khác biệt giữa hai frame ảnh liên tiếp nhau cùng với một ngưỡng được chọn trước.

1.3.4. Running Gaussian Average

Phương pháp này do Wren, Azarbayejani, Darrell và Pentland đưa ra vào năm 1997. Phương pháp này đặt một phân phối Gaussian $G(\mu, \sigma)$ lên sự biến thiên giá trị của mỗi pixel trong đoạn video.

1.3.5. Codebook

Ý tưởng chính của phương pháp này là tại mỗi pixel của mô hình nền, một tập các cluster với tâm và giới hạn trong không gian màu sẽ được xây dựng nhằm thể hiện sự phân bố của pixel nền trong không gian màu đó. Mỗi cluster như vậy được gọi là codeword, tập cluster tại mỗi vị trí pixel được gọi là codebook.

1.3.6. Đánh giá và kết luận

Để so sánh giữa các phương pháp trừ nền, ta tiến hành thử nghiệm trên hơn 40 mẫu video khác nhau về kích thước, ánh sáng, độ rung của camera, độ dịch chuyển của nền,...v.v.

Dựa vào kết quả của việc phát hiện chuyển động của các phương pháp trừ nền trên các video mẫu ta có thể kết luận rằng: Trong 3 phương pháp trừ nền được đề cập ở trên thì phương pháp Running Gaussian Average luôn cho kết quả với độ chính xác cao và tốc độ xử lý của phương pháp này khá nhanh. Tuy nhiên xét về tốc độ xử lý thì phương pháp Frame Difference tốn ít thời gian xử lý nhất. Với phương pháp Codebook thì độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào số ảnh được chọn để học nền và nó bị ảnh hưởng bởi độ sáng vì thế kết quả của nó không chính xác trong một số trường hợp.

Từ những lý do trên ta có thể áp dụng phương pháp trừ nền Running Gaussian Average hoặc Frame Difference để phát hiện được các đối tượng chuyển động trong file video được lưu từ camera quan sát tùy vào tình huống cụ thể.

1.4. PHƯƠNG PHÁP HIỆU CHỈNH CAMERA

1.4.1. Tổng quan về hiệu chỉnh camera

Hiệu chỉnh camera là bước đầu tiên hướng tới tính toán thị giác máy tính. Mặc dù một vài thông tin từ ngữ cảnh đo có thể được lấy từ các camera không hiệu chỉnh, việc hiệu chỉnh là cần thiết khi thông tin hệ đo được yêu cầu.

1.4.1.1. Phân loại

- Hiệu chỉnh camera có thể được phân loại dựa theo nhiều tiêu chí khác nhau.

- Chúng ta có thể phân loại dựa vào các phương pháp đo đạc sử dụng để ước tính các thông số của mô hình camera:

- Kỹ thuật tối ưu không tuyến tính (non linear optimization).
- Những kỹ thuật tuyến tính mà việc tính toán chuyển đổi ma trận.
- Những kỹ thuật 2 bước (two-step).

1.4.1.2. Các phương pháp hiệu chỉnh camera

Phương pháp hiệu chỉnh camera phụ thuộc vào mô hình dùng để ước lượng hành vi của camera. Những mô hình tuyến tính Hall và Faugeras-Toscani, sử dụng phương pháp bình phương ít nhất để thu được các tham số của mô hình camera. Tuy nhiên, các phương pháp hiệu chỉnh camera phi tuyến tính như: Faugeras-Toscani với những biến dạng, Tsai và Weng; sử dụng kỹ thuật hai bước.

1.4.2. Đánh giá và kết luận

Độ chính xác trên vùng ảnh của các phương pháp phi tuyến là tốt hơn phương pháp hữu tuyến. Tuy nhiên thời gian thực hiện của phương pháp hữu tuyến là thấp hơn.

Từ những kết luận trên, để tăng độ chính xác của hiệu chỉnh camera, và thuận tiện trong phát triển bài toán sử dụng Matlab, ta chọn công cụ camera calibration toolbox [7], cái mà tích hợp nhiều phương pháp hiệu chỉnh [6] rất thích hợp để phát triển bài toán.

1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP THEO VẾT ĐỐI TƯỢNG

1.5.1. Tổng quan về theo vết đối tượng

Theo vết đối tượng là giám sát các thay đổi theo không gian và thời gian của đối tượng trong suốt chuỗi video như vị trí, kích thước hoặc hình dáng của đối tượng.

1.5.2. Phương pháp Region Segmentation

1.5.2.1. Giới thiệu về vùng (Region).

Vùng (region) trong xử lý ảnh là một nhóm các điểm ảnh liên kết với nhau có cùng các thuộc tính.

Ảnh sẽ được phân chia thành nhiều vùng, cái mà liên quan đến nhiều đối tượng, hoặc một phần của đối tượng,

Sự phân chia các vùng thường được thực hiện bằng cách sử dụng giá trị xám (gray values) của điểm ảnh. Gồm hai phương pháp tiếp cận phổ biến: Region-based, Edge Detection.

Bảng 1. 1 Bảng so sánh hai hướng tiếp cận

Region based	Edge detection
Đường biên đóng (closed boundaries)	Biên không cần thiết phải đóng
Tính toán dựa trên sự tương đồng	Tính toán dựa trên sự khác biệt.

1.5.2.2. Region-based segmentation

Mục tiêu của phân khúc là để phân vùng một hình ảnh vào khu vực. Khi một đối tượng di chuyển được phân đoạn, một khu vực của các điểm ảnh gán cho đối tượng là khả dụng. Khu vực này có thể được theo dõi sử dụng phương pháp tiếp cận như cross-correlation. Vị trí của khu vực trong khung tiếp theo được xác định. Một đối tượng chuyển động thường tương ứng với một hoặc một số khu vực theo dõi.

Sự kết hợp của một số khu vực cho một đối tượng sau đó được thực hiện ở một mức độ trừu tượng cao hơn.

1.5.2.3. Các hàm dùng phân vùng trong Matlab

Hàm `bwconncomp` dùng để tìm các thành phần liên kết trong file ảnh nhị phân.

`Bwlabel` là hàm dùng để gán nhãn các thành phần kết nối trong file ảnh nhị phân.

1.6. BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH VẬN TỐC ĐỐI TƯỢNG CHUYỂN ĐỘNG QUA CAMERA

1.6.1. Xác định vận tốc đối tượng chuyển động

1.6.1.1. Giới thiệu

Xác định vận tốc của đối tượng chuyển động qua camera là bước quan trọng trong phát triển các ứng dụng thị giác máy tính. Nó có nhiều ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như:

- Giao thông vận tải
- Hệ thống chăm sóc sức khỏe
- Công nghiệp sản xuất tự động

1.6.1.2. Các phương pháp xác định vận tốc

Hiện nay có nhiều phương pháp xác định vận tốc đối tượng chuyển động qua camera. Tuy nhiên, các phương pháp đều trải qua các bước chính sau:

- Bước 1: Phát hiện và dò vết các đối tượng chuyển động.
- Bước 2: Xác định đối tượng chuyển động mục tiêu.
- Bước 3: Tính vận tốc của đối tượng mục tiêu.

Có nhiều phương pháp được đưa ra để xác định vận tốc đối tượng chuyển động, tuy nhiên vấn đề này còn nhiều phức tạp cần nghiên cứu lâu dài. Trong luận văn này, ta giới thiệu các phương pháp sau:

- Phương pháp 1: Xác định vận tốc dựa vào phương pháp luồng quang học (optical flow).

- Phương pháp 2: Xác định vận tốc đối tượng chuyển động dựa vào phương pháp trừ nền kết hợp với phân mảnh vùng [8].

1.6.1.3. Xác định vận tốc dựa vào phương pháp luồng quang học (Optical flow)

Phương pháp luồng quang học dùng để tính toán hướng của chuyển động của đối tượng và đo lường vận tốc của đối tượng đó.

- Các bước chính để tính toán sự khác biệt luồng quang học:

- Bước 1: Đo lường các đạo hàm cường độ theo không gian và thời gian.
- Bước 2: Tích hợp vận tốc chuẩn (normal) vào trong vận tốc toàn thể.

- Các điều kiện ràng buộc của phương pháp:

- Tất cả các đối tượng trong cảnh là cố định, không có thay đổi về hình dạng.
- Đối tượng chuyển động trong mặt phẳng (2D), nghĩa là tọa độ (OZ) là hằng số.

- Ưu điểm của phương pháp là:

- Đơn giản, số lượng tính toán ít.
- Tính toán trong các điều kiện của thuật toán đem lại kết quả tính vận tốc với độ chính xác cao, và tỉ lệ sai số thấp.

- Nhược điểm của phương pháp:

- Không thích hợp trong tính toán vận tốc trong môi trường bên ngoài, và các đối tượng có hình dạng bất kì.
- Phương pháp chỉ cho kết quả tốt khi đối tượng chuyển động trong mặt phẳng, còn khi đối tượng chuyển động theo chiều sâu, phương pháp ít có tác dụng.

1.6.1.4. Xác định vận tốc dựa trên phương pháp trừ nền và phân mảnh vùng ảnh

Phương pháp dùng để xác định vận tốc của đối tượng chuyển động thông qua đoạn video dựa trên hai kỹ thuật là trừ nền và phân mảnh vùng.

- *Phương pháp*: Phương pháp trừ nền và phân mảnh vùng đã được đề cập trong phần lý thuyết ở các mục trên.

- Các điều kiện ràng buộc của phương pháp:

- Nền không được thay đổi.
- Đối tượng chuyển động trong mặt phẳng không theo chiều sâu.
- Các đối tượng không chồng lên nhau.

- Ưu điểm của phương pháp:

- Xác định được vận tốc nhiều đối tượng một lúc.
- Đơn giản, ít lỗi và hiệu quả đối với đối tượng bất kỳ.

- Nhược điểm của phương pháp:

- Phương pháp ít hiệu quả đối với đối tượng chuyển động theo chiều sâu.
- Chưa xác định được đối tượng khi nhiều đối tượng chuyển động chồng lên nhau.
- Tính vận tốc trung bình chưa quy đổi tọa độ thực nên độ chính xác chưa cao.

1.6.2. Đánh giá và kết luận

Từ kết quả nghiên cứu trên, ta nhận thấy rằng các phương pháp xác định vận tốc có độ chính xác khá cao, đơn giản dễ áp dụng. Tuy nhiên, các phương pháp còn nhiều hạn chế như:

- Chỉ xác định được vận tốc khi đối tượng chuyển động trong mặt phẳng.

- Độ chính xác giảm khi đối tượng chuyển động theo quỹ đạo phức tạp...

Để khắc phục những nhược điểm trên, Luận văn đã nghiên cứu phương pháp hiệu chỉnh camera kết hợp với phương pháp trừ nền và phân mảnh vùng ảnh để xác định tọa độ của đối tượng chuyển động qua tọa độ thực từ đó nâng cao độ chính xác của việc đo tốc độ.

CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1. PHƯƠNG PHÁP HIỆU CHỈNH CAMERA ĐỂ XÁC ĐỊNH VẬN TỐC

2.1.1. MÔ TẢ CHƯƠNG TRÌNH

Chương trình xác định vận tốc đối tượng chuyển động lấy dữ liệu từ đoạn video quay lại từ một camera tĩnh, ghi lại với chuẩn AVI.

Sau khi có dữ liệu đầu vào chương trình sẽ xử lý đoạn video để lấy tất cả khung hình. Tiếp đó, từ mỗi khung hình có được, ta tiến hành tìm kiếm và truy vết đối tượng dựa vào phương pháp trừ nền và phân mảnh vùng (region based segmentation). Tiếp đó ta xác định đối tượng chuyển động mục tiêu, tìm tọa độ trung tâm của đối tượng, và quy đổi nó ra tọa độ thực dựa vào kỹ thuật hiệu chỉnh camera (camera calibration).

2.1.2. XÂY DỰNG THUẬT TOÁN PHÁT HIỆN VÀ DÒ VẾT ĐỐI TƯỢNG CHUYỂN ĐỘNG

2.1.2.1. Mô tả thuật toán

Để dò vết mọi đối tượng ta kết hợp của hai phương pháp trừ nền (background extraction) và phân mảnh vùng (region based segmentation), đây là bước quan trọng nhất của bài toán.

Đầu tiên tại mỗi khung hình, tiền cảnh được tách ra khỏi nền bằng phương pháp ảnh tham chiếu [12]. Sau đó, dựa trên tiền cảnh lấy được ta sẽ xác định các thành phần liên kết (connected components), ước lượng diện tích các vùng ảnh, tìm diện tích vùng lớn nhất, và cuối cùng là trả về tọa độ trung tâm của vùng đó.

2.1.2.2. Thuật toán xử lý

- Đầu vào: Dữ liệu từ camera quan sát hoặc từ video được thu lại.

- Đầu ra: Tọa độ trọng tâm của đối tượng chuyển động.

- Thuật toán xử lý được trình bày như sau:

for $i=0$ to $(totalFrame-1)$ do

a. Đọc $frame[i]$.

b. Lấy ảnh tham chiếu, $rImg$.

c. Cập nhập $frame[i]$ bằng phương pháp trừ nền ảnh tham chiếu $rImg$.

d. Tại mỗi $frame[i]$:

-Xác định các thành phần liên kết bằng phương pháp gán nhãn.

-Tính toán diện tích của từng vùng liên kết.

-Xóa bỏ các đối tượng nhỏ hơn giá trị ngưỡng (threshold).

e. Tạo cấu trúc hình thái các thành phần, i.e.: Gắn cấu trúc hình các thành phần như sau:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

f. Đóng ảnh nhị phân bởi cấu trúc hóa các thành phần.

g. Ước lượng các vùng ảnh.

h. Tìm vùng lớn nhất.

i. Xác định vị trí trung tâm (x, y) của vùng lớn nhất.

j. Trả về giá trị tọa độ x, y .

k. Kết thúc.

2.1.3. XÂY DỰNG THUẬT TOÁN XÁC ĐỊNH VẬN TỐC ĐỐI TƯỢNG CHUYỂN ĐỘNG

2.1.3.1. Phương pháp tính khoảng cách

Khoảng cách Euclid (D) di chuyển bởi đối tượng giữa cặp khung hình liên tiếp nhau được tính toán sau khi chiếu tọa độ trung tâm của đối tượng trong mỗi khung hình qua tọa độ thực.

Khoảng cách giữa hai trọng tâm P (x_i, y_i, z_i) và Q (x_j, y_j, z_j) hệ tọa độ 3D:

$$dist_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2} \quad (2.1)$$

2.1.3.2. Thuật toán xác định vận tốc của đối tượng chuyển động mục tiêu

- Đầu vào: Dữ liệu từ camera quan sát hoặc từ video được thu lại.
- Đầu ra: vận tốc của đối tượng chuyển động mục tiêu.
- Thuật toán xử lý được trình bày như sau:

1. Xác định các tham số bên trong, bên ngoài bằng kỹ thuật hiệu chỉnh camera.
2. Đọc file video.
3. Xử lý file để lấy thông tin cần thiết từ đoạn video.
4. Tìm tham số tuần suất Frame của đoạn video R_F.
5. Tính tổng số thời gian và thời gian từng frame:

$$T = \frac{N_F / R_F}{\Delta_t} - 1$$

6. Xác định quãng đường D_i của đối tượng giữa khung thứ i và khung thứ (i+1) trong thế giới thực bằng cách sử dụng hàm truy vết đối tượng, và phương pháp tính khoảng cách.

7. Tính vận tốc giữa khung F_i và F_{i+1} như sau

$$S_i = \frac{D_i}{\Delta_t}$$

8. Lặp bước 6, 7 for i= 0 to N_F-2, để xác định tất cả vận tốc giữa các khung hình.

9. Tính toán vận tốc trung bình của đối tượng trong đoạn video như sau:

$$S = \frac{sum(S_i)}{N_F} - 1$$

10. Kết thúc.

2.1.3.3. Kết quả

Hiệu chỉnh Camera (Camera calibration):

- Khoảng cách tiêu điểm (Focal Length):

$$fc = [657.39535 \quad 657.76309] \pm [0.34691 \quad 0.37111]$$

- Điểm chính ảnh (Principal point):

$$cc = [302.98368 \quad 242.61630] \pm [0.34691 \quad 0.37111]$$

- Độ lệch (Skew):

$$\alpha = [0.00000] \pm [0.00000] \Rightarrow \text{Angle of pixel axes} \\ = 90.00000 \pm 0.00000 \text{ Degrees}$$

- Độ méo (Distortion):

$$k = [-0.25584 \quad 0.12758 \quad -0.00021 \quad 0.00003 \quad 0.00000] \pm [0.00271 \quad 0.00000 \quad 0.00000 \quad 0.00000 \quad 0.00000]$$

- Sai số điểm ảnh (Pixel error): $err = [0.12668 \quad 0.12604]$

Vận tốc di chuyển: Tiến hành thử nghiệm trên camera có tốc độ 30 khung hình trên giây, và kích thước khung hình như sau 640 X 480. Kết quả thống kê như sau:

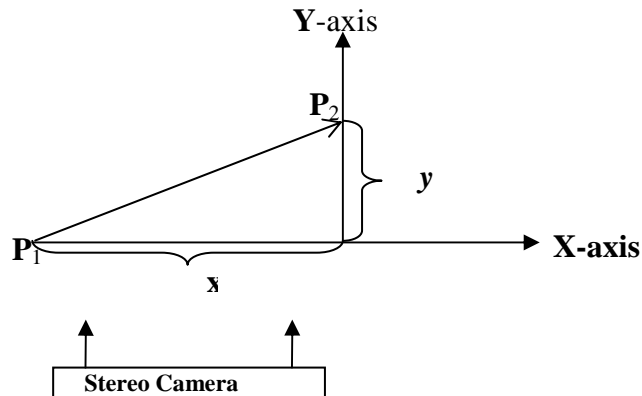
Bảng 2. 1 Bảng so sánh vận tốc đo lường và vận tốc tính toán

Vận tốc đo lường v (cm/s)	Vận tốc tính toán v' (cm/s)	Sai số $ v-v' $ (cm/s)	% sai số
18.90	18.59	0.31	1.6
18.71	18.424	0.288	1.54
25.82	26.096	0.276	1.06
26.69	26.58	0.109	0.412
24.62	24.54	0.0784	0.318

2.2. PHƯƠNG PHÁP CAMERA STEREO CHO XÁC ĐỊNH VẬN TỐC ĐỐI TƯỢNG CHUYỂN ĐỘNG

2.2.1. Mô tả phương pháp

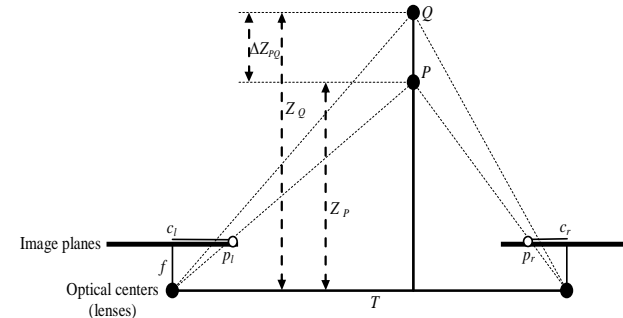
Phương pháp sử dụng kỹ thuật hiệu chỉnh camera và camera stereo để xác định vận tốc của đối tượng chuyển động.



Hình 2 1 Hướng chuyển động nhìn từ trên xuống

2.2.2. Tổng quan về Stereo Vision

Stereo vision là kỹ thuật sử dụng hai hay nhiều camera hoặc một camera chuyển động để đo lường khoảng cách [2]. Thiết lập đơn giản nhất (cấu hình kinh điển) sử dụng hai máy ảnh phẳng đặt cách nhau một khoảng cách theo chiều ngang biết trước (xem ảnh 2.4).



Hình 2. 2 Hệ thống chuẩn của hai camera với độ dài tiêu cự f và khoảng cách cơ sở T . Khoảng cách theo chiều ngang giữa hai camera có tọa độ p_i và p_r được gọi là độ lệch và nó cho phép tính toán độ sâu hoặc khoảng cách Z_p của điểm 3D P từ camera

2.2.3. Khoảng cách trên trục Y

Mẫu so khớp cho tính toán độ lệch:

Để ước lượng được độ lệch của đối tượng trong cặp ảnh stereo, đầu tiên chúng ta cần phải truy vết đối tượng trong ảnh bên trái. Đối tượng này sau đó được sử dụng là mẫu để tìm một đối tượng khớp bên ảnh bên phải. Điều đó hoàn toàn thực hiện được bởi vì ảnh của cùng một đối tượng trong khung nhìn bên trái và bên phải là rất tương đồng khi sử dụng mô hình stereo camera kinh điển trong luận văn.

2.2.4. Khoảng cách trên trục X

Tính khoảng cách trên trục X giống như phương pháp tính khoảng cách trong phương pháp hiệu chỉnh camera để xác định vận tốc.

2.2.5. Tính toán vận tốc

Sau khi có giá trị x và y, chúng ta tính toán khoảng cách giữa P₁ và P₂ sử dụng công thức Pythagorean:

$$P_1P_2 = \sqrt{x^2 + y^2} \tag{2. 2}$$

Cuối cùng, chúng ta có thể đo đặc vận tốc của đối tượng chuyển động trong tọa độ thực bằng cách tính toán tổng khoảng cách P₁P₂ trên số frame thu được trên mỗi giây.

$$S = \sum_{1 \text{ second}} P_1P_2 \tag{2. 3}$$

2.2.6. Kết luận và đánh giá

Phương pháp sử dụng kỹ thuật stereo vision kết hợp với phương pháp hiệu chỉnh camera để xác định vận tốc, từ đó có thể xác định được vận tốc của đối tượng chuyển động theo một quỹ đạo phức tạp.

Phương pháp hứa hẹn sẽ có nhiều ứng dụng trong tương lai. Tuy nhiên, luận văn chỉ mới dừng lại ở việc nghiên cứu lý thuyết chưa xây dựng được ứng dụng để kiểm thử.

CHƯƠNG 3: CÀI ĐẶT VÀ KẾT QUẢ

3.1. CÀI ĐẶT CHƯƠNG TRÌNH

3.1.1. Yêu cầu hệ thống

3.1.2. Cài đặt

Để thực hiện hiệu chỉnh camera, khởi động Matlab và gõ lệnh `ocam_calib`.

Sau đó chúng ta tải ảnh mẫu để thực hiện hiệu chỉnh.

Để sử dụng kết quả hiệu chỉnh ta chọn `save`, sau đó chọn `load`.

Sau khi có kết quả hiệu chỉnh camera ta tiến hành đo tốc độ bằng đoạn lệnh trong bài báo cáo chính.

3.2. KẾT QUẢ

Bảng 3. 1 Kết quả xác định tọa độ trọng tâm

STT khung	Tọa độ trọng tâm 2D	Tọa độ trọng tâm 3D
1	(41.5557 226.9085)	(-0.6842 -0.5694 0.4558)
30	(129.7268 233.4141)	(-0.6374 -0.6982 0.3259)
60	(216.7695 248.0980)	(-0.5287 -0.8340 0.1577)
90	(282.1158 263.4749)	(-0.3794 -0.9252 0.0125)
120	(359.9312 282.0263)	(-0.1032 -0.9856 -0.1336)
150	(445.5017 270.9559)	(0.2469 -0.9670 -0.0625)
180	(498.5813 264.3691)	(0.4199 -0.9071 0.0278)
210	(514.0632 263.8442)	(0.4637 -0.8844 0.0535)
240	(554.5049 260.1997)	(0.5559 -0.8206 0.1323)
270	(597.0754 261.2381)	(0.6338 -0.7456 0.2059)
283	(606.8679 267.5540)	(0.6588 -0.7222 0.2107)

Bảng 3. 2 Tổng khoảng cách di và vận tốc di chuyển được giữa các cặp khung hình

Cặp khung hình	Khoảng cách	Vận tốc
1-2	0.0007617	0.0229
30-31	0.0122	0.3671
60-61	0.00007739	0.0023
90-91	0.0111	0.3329
120-121	0.00015249	0.0046
150-151	0.0128	0.3838
180-181	0,00014403	0.0043
210-211	0.0017	0.0498
240-241	0.00057176	0.0172
270-271	0.000064816	0.0019
282-283	0.000062636	0.0019

Tổng khoảng cách di chuyển được:

$$D = 1.9627 \text{ (m)}$$

Vận tốc trung bình của đối tượng chuyển động là:

$$V = 0.2081 \text{ (m/s)}$$

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. Kết luận

Xét về mặt lý thuyết, đề tài đã hoàn thành được việc tìm hiểu các phần lý thuyết đã đặt ra như: Tìm hiểu và sử dụng thành thạo phần mềm matlab để phát triển bài toán, tìm hiểu được các khái niệm cơ bản về video và camera số, tìm hiểu được các thuật toán về phát hiện chuyển động bằng phương pháp trừ nền: Frame Difference, Running Gaussian Average và Codebook, tìm hiểu được phương pháp các phương pháp camera calibration, tìm hiểu được các phương pháp theo vết region based segmentation, tìm hiểu được cách thức xác định vận tốc đối tượng chuyển động.

Xét về mặt thực tiễn, đề tài đã hoàn thành được mục tiêu được đặt ra như: Phát hiện và truy vết đối tượng qua từng frame của video, xác định được tọa độ của đối tượng trong thế giới thực, xác định được vận tốc đối tượng chuyển động qua camera, hoàn thành việc cài đặt và chạy thành công các thuật toán đã nghiên cứu trong phần lý thuyết, thực hiện việc so sánh, đánh giá ưu nhược điểm của từng thuật toán và chọn ra được thuật toán phù hợp nhất với từng chức năng của chương trình, sử dụng thành công các công cụ phục vụ cho việc xử lý video như Motion Video, FLV Converter để chuyển đổi các định dạng video khác nhau về định dạng AVI để dễ dàng cho việc thao tác trên Matlab.

2. Phạm vi ứng dụng

Đề tài có phạm vi ứng trong các hệ thống giám sát y tế, trong các hệ thống xác định tốc độ trong giao thông (qua hầm).

Bên cạnh đó đề tài còn tạo nền tảng cho những nghiên cứu về cảm quan máy tính nói riêng và xử lý ảnh nói chung trong tương lai.

3. Hạn chế

Bên cạnh những kết quả đã đạt được, đề tài vẫn còn có một số hạn chế cần phải được khắc phục như:

- Tốc độ xử lý của chương trình còn chậm khi xử lý những video có độ phân giải cao và kích thước lớn.

- Việc xác định đối tượng chuyển động, chỉ dừng lại ở việc xác định đối tượng chiếm vùng lớn nhất.

- Việc tính vận tốc chỉ đúng cho chuyển động thẳng trong không gian 2D (chiều x,y) chưa chính xác khi đối tượng chuyển động theo chiều sâu.

4. Hướng phát triển

Trong quá trình thực hiện đề tài, do những hạn chế về trình độ và thời gian thực hiện đề tài có hạn, chương trình được xây dựng chỉ là phần demo của các thuật toán xác định vận tốc của đối tượng chuyển động. Để triển khai trong thực tế, nó đòi hỏi cần phải cải tiến hơn nữa. Hy vọng trong tương lai, những phát triển dưới đây sẽ giúp đề tài hoàn thiện hơn.

- Xác định đối tượng chuyển động với tiêu chí cụ thể.

- Xây dựng thuật toán cải thiện chất lượng của video như loại trừ nhiễu, loại bỏ bóng và tối ưu hóa các thuật toán để tăng tốc độ xử lý của chương trình.

- Ứng dụng kĩ thuật camera stereo để xác định được vị trí chính xác của đối tượng khi di chuyển theo chiều sâu(trong không gian 3D), từ đó tính toán vận tốc của đối tượng được chính xác.