

KỶ YẾU HỘI THẢO QUỐC GIA 2015
VỀ ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG
VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Proceedings of The 2015 National Conference
on Electronics, Communications
and Information Technology

ECIT 2015



KỶ YẾU HỘI THẢO QUỐC GIA 2015
VỀ ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
Proceedings of The 2015 National Conference on Electronics, Communications and Information Technology

ECIT 2015



SÁCH KHÔNG BÁN



HỘI VÔ TUYẾN ĐIỆN TỬ VIỆT NAM

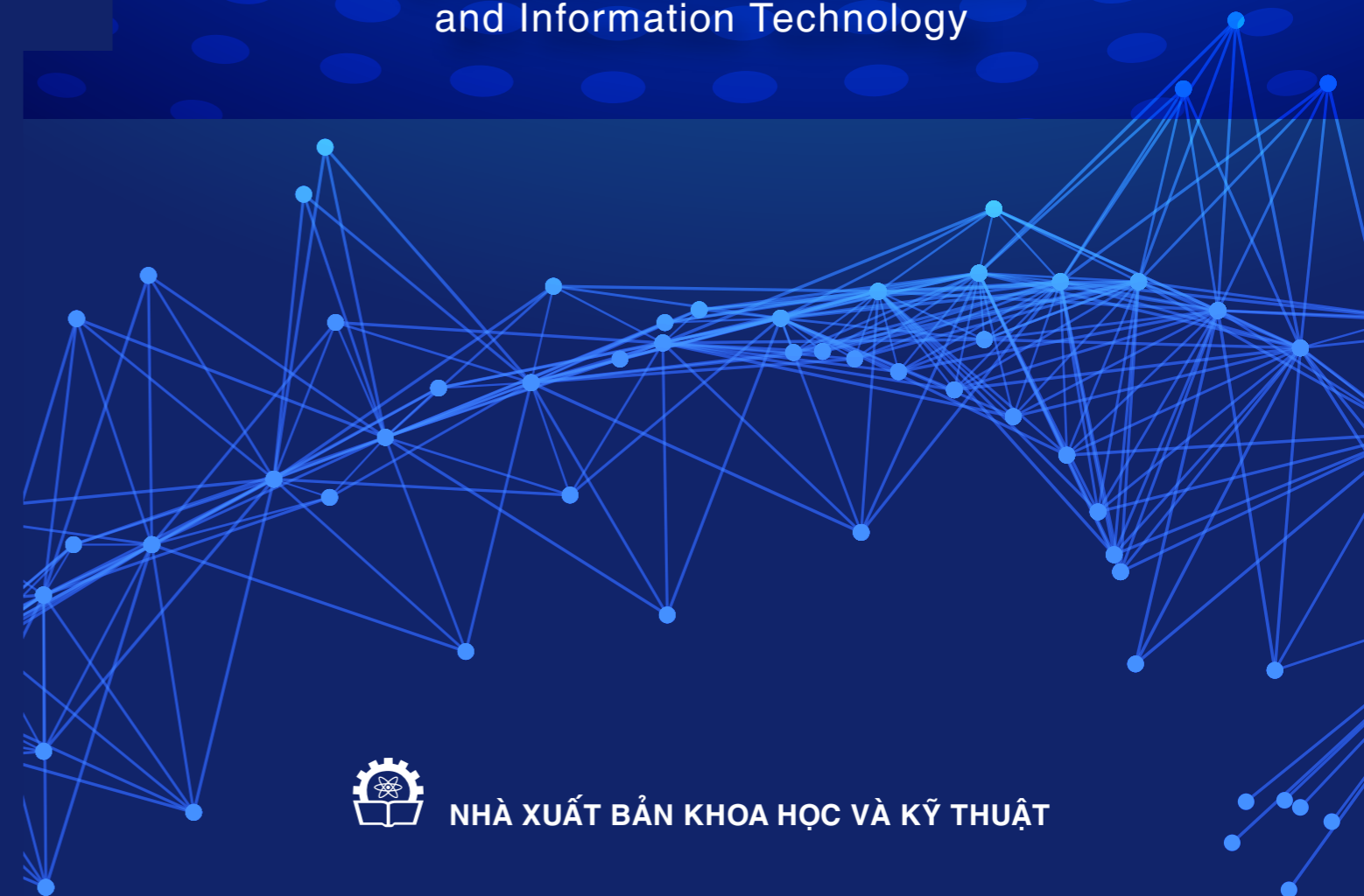


HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

ECIT 2015

KỶ YẾU HỘI THẢO QUỐC GIA 2015
VỀ ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG
VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Proceedings of The 2015 National Conference
on Electronics, Communications
and Information Technology



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

MỤC LỤC

Mục lục	iv
Lời chào mừng của Giám Đốc Học Viện	xi
Ban tổ chức hội thảo	xii
Ban chương trình	xiii
Danh sách các phản biện	xvi
Báo cáo mời 1: Quy hoạch tần số cho hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 5 tại Việt Nam Mr. Đoàn Quang Hoan, Cục Trưởng Cục Tần Số Vô Tuyến Điện, Bộ Thông tin và Truyền thông, Việt Nam	xviii
Báo cáo mời 2: Enabling Technologies for Future Sustainable Optical Infrastructure Dr. Tetsuya Miyazaki, Photonic Network Research Institute (PNRI), National Institute of Information and Communications Technology (NICT)	xix
Báo cáo mời 3: Điều Chế Đa Sóng Mang Như Công Cụ Chống Nhiễu Nhân Tạo (Multicarrier Modulation as Tool to Combat the Influence of Man-made Noise) Prof. Huỳnh Hữu Tuệ, Technical Editor-in-Chief, REV Journal on Electronics and Communications, Vietnam	xx
Báo cáo mời của tiểu ban Truyền Thông và Mạng: Build Tomorrow's 5G Systems Today Mr. Phạm Đăng Khoa, Kỹ sư ứng dụng, National Instruments	xxii
Hiệu quả sử dụng năng lượng của đường xuống trong hệ thống thông tin MIMO với rất nhiều ăngten ở trạm gốc Lương Đức Bằng, Nguyễn Thị Thanh Hương, Trương Trung Kiên	1
Giải pháp ánh xạ thích nghi cho hệ thống OFDM bằng mã BICM-ID với các bộ ánh xạ tín hiệu 16-QAM khác nhau Đỗ Công Hùng	7
Quy hoạch tần số cho hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 5 tại Việt Nam Đoàn Quang Hoan, Nguyễn Anh Tuấn	13
Tối ưu hoá lưu trữ nội dung trong mạng ICN Nguyễn Quốc Anh, Võ Thị Lưu Phương, Lê Tuấn Anh	18
Điều Phối Tác Vụ Trong Hệ Thống MAP-REDUCE Dựa Trên Tính Địa Phương Của Dữ Liệu Huỳnh Tấn Đạt, Bùi Xuân Lộc	24
Ứng dụng tối ưu hóa đa mục tiêu trong bài toán tự động phân loại thư rác Nguyễn Xuân Thắng, Trần Quang Anh, Trịnh Bảo Ngọc, Nguyễn Thanh Hà	30
Nâng cao chất lượng tạo ảnh siêu âm sóng biến dạng sử dụng hai bước lọc Lương Quang Hải, Nguyễn Linh Trung, Trần Đức Tân	36
Thủy văn trên mô hình 3D Nguyễn Lương Nhật, Đào Duy Liêm, Lương Xuân Dẫn	41
Phát hiện và ước lượng khoảng cách tới vật cản trợ giúp cảnh báo cho người khiếm thị Nguyễn Quốc Hùng, Trần Thị Thanh Hải, Vũ Hải, Hoàng Văn Nam, Nguyễn Quang Hoan	45

Phát hiện và ước lượng khoảng cách tới vật cản trợ giúp cảnh báo cho người khiếm thị

Nguyễn Quốc Hùng*[†], Trần Thị Thanh Hải* Vũ Hải* Hoàng Văn Nam* Nguyễn Quang Hoàn[‡]

* Viện nghiên cứu quốc tế MICA - Đại học Bách Khoa Hà Nội - CNRS/UMI - 2954 - INP Grenoble;

[†] Trường cao đẳng Y tế Thái Nguyên;

[‡] Khoa CNTT – Đại học sư phạm kỹ thuật Hưng Yên

Email: {Quoc-Hung.NGUYEN, Thanh-Hai.TRAN, Hai.Vu, Van-Nam.Hoang}@mica.edu.vn; quanghoanptit@yahoo.com.vn

Tóm tắt—Bài báo này trình bày về các công việc liên quan đến phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản. Ngữ cảnh chính của bài toán là sử dụng Robot dẫn đường trợ giúp người khiếm thị di chuyển tới các vị trí định nghĩa trong môi trường. Vật cản ở đây được chia ra làm hai loại vật cản cố định ít thay đổi trong môi trường và vật cản chuyển động xuất hiện bất ngờ. Các công việc thực hiện bao gồm mô hình hóa môi trường; đề xuất phương pháp phát hiện nhanh đối tượng; ước lượng khoảng cách từ đối tượng tới robot trên cơ sở xây dựng bản đồ chênh lệch từ hai quan sát thu thập từ camera gắn trên robot chuyển động; đưa ra các cảnh báo kịp thời. Phần đánh giá được thực hiện đánh giá với 14 học sinh khiếm thị (100% không nhìn thấy ánh sáng) tại trường THCS Nguyễn Đình Chiểu – thành phố Hà Nội. Kết quả cho thấy hệ thống đề xuất là khả thi, an toàn và giúp cho người khiếm thị có thể biết được các vật cản nguy hiểm trong khi di chuyển.

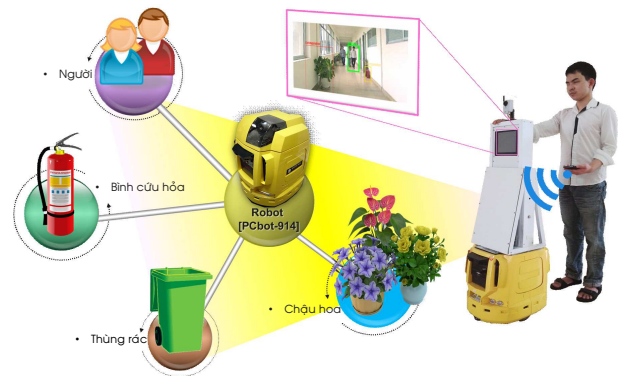
Từ khóa—Người khiếm thị; Vật cản; Robot; Môi trường điện hạp.

I. GIỚI THIỆU

Phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản là một chủ đề thu hút sự quan tâm của các nhà khoa học trong thời gian dài bởi ý nghĩa và tính ứng dụng của nó trong các bài toán dẫn đường tránh vật cản cho robot, xe tự hành. Đã có rất nhiều phương pháp đề xuất sử dụng công nghệ khác nhau như GPS, LIDAR, RFID, Camera nhằm tăng độ chính xác phát hiện, giảm độ sai số ước lượng nhỏ nhất hay hoạt động trong thời gian thực.

Mục tiêu của chúng tôi là nghiên cứu và phát triển hệ thống thông minh di động, có khả năng trợ giúp dẫn đường cho NKT trong một số tình huống cụ thể khi di chuyển tại các vị trí trong môi trường. Các nghiên cứu liên quan đến việc biểu diễn môi trường, định vị, dẫn hướng đã được trình bày trong các bài báo trước của chúng tôi [1]. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một phương pháp phát hiện vật cản nhằm hoàn thiện hệ thống cuối cùng là dẫn hướng và cảnh báo vật cản, giúp

cho NKT có thể tránh được các nguy hiểm sắp xảy ra minh họa như Hình 1.



Hình 1. Hệ thống phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản trợ giúp Người khiếm thị bằng robot

Bài báo này được bố cục như sau. Phần I giới thiệu bài toán phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản. Phần II trình bày các nghiên cứu liên quan đến bài toán phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản. Phần III đề xuất khung làm việc tổng quát hệ thống, trong đó trình bày chi tiết hai phương pháp là phát hiện đối tượng và ước lượng khoảng cách vật cản. Trong phần IV mô tả kịch bản thử nghiệm đánh giá hệ thống đề xuất với 14 học sinh khiếm thị (100% không nhìn thấy) tham gia. Phần V tóm lược lại các công việc đã thực hiện và đưa ra hướng phát triển trong tương lai.

II. CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

Trong phần này, chúng tôi trình bày một số nghiên cứu liên quan đến phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản trong ứng dụng dẫn đường cho robot. Các hướng tiếp cận được chia thành ba nhóm chính: (i) sử dụng 01

camera ; (ii) sử dụng camera kép (camera-stereo); (iii) sử dụng cảm biến kinect (RGB-D).

1) *Hướng tiếp cận sử dụng 01 camera:* Jeongdae Kim et.al 2012 [2] sử dụng 01 camera xây dựng bản đồ chênh lệch nhằm phát hiện đối tượng động (đối tượng người) có trong môi trường gần vị trí robot bằng cách dự đoán chuyển động khối phát hiện được. Phương pháp phát hiện đối tượng có tên BBME (Block-Based Motion Estimation) sẽ tính toán trên 02 ảnh thu nhận tại hai thời điểm khác nhau. Iwan Ulrich et.al 2000 [3] sử dụng thông tin màu trên 01 camera đơn trước thực hiện trong thời gian thực và cung cấp một hình ảnh vật cản dạng nhị phân ở độ phân giải cao. Hệ thống được thử nghiệm ở nhiều môi trường như trong nhà và ngoài trời. Taylor et.al 2004 [4] đề xuất phương pháp ROP (Radial Obstacle Profile) xây dựng bản đồ vật cản sử dụng 01 camera nhằm xác định phạm vi vật cản gần nhất trong bất kỳ hướng nào khi robot di chuyển. Erik Einhorn et.al 2009 [5] trình bày phương pháp sử dụng các đặc trưng SIFT, SURF bất biến với các phép biến đổi kết hợp với bộ lọc kalman mở rộng (EKF) xử lý một chuỗi các hình ảnh chụp bằng máy ảnh duy nhất được gắn ở phía trước của một robot di động nhằm tái tạo lại môi trường phục vụ cho bài toán phát hiện đối tượng.

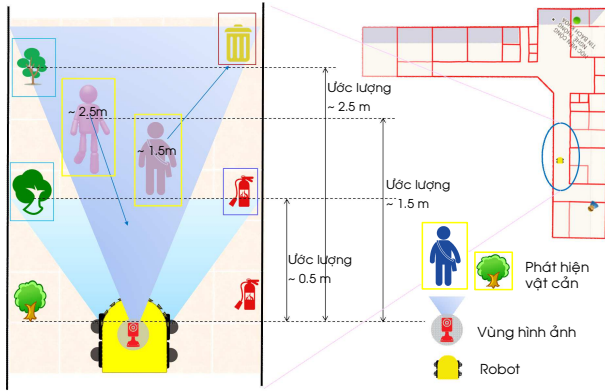
2) *Hướng tiếp cận sử dụng camera kép:* Lazaros Nalpantidis et.al 2009 [6] trình bày thuật toán ra quyết định (Decision Making) tránh vật cản dựa vào thông tin hình ảnh thu nhận từ camera-stereo. Thuật toán này gồm có hai khối cơ bản: khối thứ nhất có khả năng cung cấp một bản đồ độ sâu đáng tin cậy của các khung cảnh phù hợp với tốc độ di chuyển của robot; phần thứ hai là giải thuật ra quyết định sẽ phân tích bản đồ độ sâu và suy luận hướng di chuyển tránh vật cản. Ming Bai et.al 2010 [7] trình bày phương pháp phát hiện vật cản cho phép robot tìm đường an toàn trong các tình huống phức tạp sử dụng thông tin hình ảnh được thu thập từ camera-stereo. Phương pháp thực hiện thông qua hai giai đoạn: xây dựng bản đồ chênh lệch từ hai quan sát của camera và xác định vị trí vật cản dựa vào sự biến đổi độ sâu điểm ảnh. Rostam Affendi Hamzah et.al 2011 [8] sử dụng phương pháp xây dựng bản đồ chênh lệch từ hai quan sát nhằm ước lượng khoảng cách vật cản phía trước giúp robot tránh được va chạm khi di chuyển. Giải thuật truyền thống như so sánh vùng (block matching) cho việc so sánh vùng dữ liệu của hình ảnh bên trái tham chiếu tới vùng dữ liệu bên phải, đầu ra là một bản đồ chênh lệch trong đó bao gồm thông tin độ sâu của các điểm ảnh. Lagisetty et.al 2013 [9] đề xuất phương pháp phát hiện và tránh vật cản sử dụng camera-stereo gắn trên robot di động trong môi trường có cấu trúc nhằm

giải quyết 02 bài toán cơ bản là xác định vị trí, hướng của robot và xác định kích thước, hình dạng, khoảng cách phạm vi của vật cản có trong môi trường. Nhóm tác giả đã đề xuất sử dụng phương pháp tam giác tính toán giữa ba điểm sử dụng kỹ thuật tiên tiến hình học của camera-stereo khai nhằm tái tạo lại cấu trúc 3D của đối tượng có trong môi trường.

3) *Hướng tiếp cận sử dụng cảm biến Kinect:* Diogo Santos et.al 2012 [10] đề xuất phương pháp nhận dạng môi trường trong nhà. Hệ thống này gồm: hệ thống điều khiển có phản ứng trong đó robot tránh vật cản trong nhà sử dụng cảm biến khoảng cách kinect; hệ thống mạng nơ ron nhân tạo (ANN) để nhận dạng ra cấu trúc khác nhau của môi trường như con đường phía trước, bên phải, bên trái... Robot sẽ chuyển động theo mô hình topo và kết hợp với khả năng tránh vật cản, áp dụng trong môi trường trong nhà, không phụ thuộc vào điều kiện ánh sáng. Sharon Nissimov et.al 2015 [11] đề xuất mô hình xe gắn cảm biến kinect 3D để phát hiện vật cản phía trước sử dụng đồng bộ thông tin màu (RGB) và độ sâu (Depth). Việc quyết định vùng chứa vật cản được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin cường độ điểm ảnh nằm trong vùng độ dốc xác định so với các điểm ảnh lân cận. Brian Peasley et.al 2013 [12] trình bày phương pháp phát hiện vật cản sử dụng cảm biến kinect theo hướng tiếp cận chiếu các điểm 3D lên mặt phẳng được ước lượng trong quá trình hiệu chuẩn nhằm xây dựng một bản đồ 2D occupancy sử dụng để xác định xem có tồn tại vật cản trên bề mặt, từ vận tốc tịnh tiến và quay để tính toán quỹ đạo tránh vật cản. Các thử nghiệm với nhiều kịch bản trong nhà bao gồm các vật cản cố định và di chuyển với độ cao khác nhau, đặc biệt hệ thống không phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường như ánh sáng và hoạt động trong thời gian thực.

III. HỆ THỐNG ĐỀ XUẤT

Căn cứ vào các phân tích đánh giá phía trên, bài báo chọn hướng tiếp cận thứ nhất sử dụng 01 camera với mục đích thu nhận được hình ảnh có góc nhìn tốt nhất và thời gian tính toán nhanh cho cả hai bài toán phát hiện và ước lượng khoảng cách trong đó. Hình 2 minh họa robot gắn camera di chuyển với tốc độ nào đó. Trong quá trình di chuyển, robot có thể gặp các vật cản cố định trong môi trường (chậu hoa, bình cứu hỏa, thùng rác) hoặc các vật cản động xuất hiện bất ngờ (người). Giả thiết của bài toán là robot di chuyển trên 01 mặt sàn bằng phẳng. Chuyển động của robot theo một lộ trình đã được xác định.



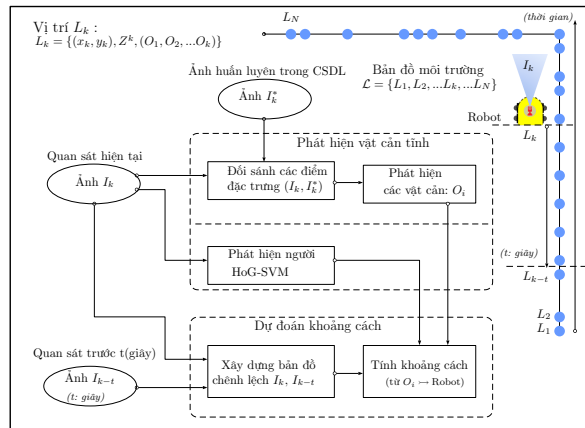
Hình 2. Mô hình phát hiện và định vị vật cản ước lượng khoảng cách

A. Khung làm việc tổng quát

Tại thời điểm k , camera trên robot thu nhận hình ảnh I_k . Với hình ảnh này, vị trí của robot trong môi trường đã được xác định bởi mô đun định vị (xem chi tiết trong bài báo [1]). Vị trí đó là một điểm $P(x,y,z=0)$ trong hệ quy chiếu đã được định nghĩa từ trước. $z = 0$ vì giả thiết robot chuyển động trên một mặt phẳng. Bài toán phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản được thể hiện như sau:

- + **Đầu vào:** ảnh I_k , vị trí của robot $P(x,y,z=0)$.
- + **Đầu ra:** Tập các vật cản và vị trí của nó trong hệ quy chiếu đã định nghĩa từ trước. $O_i = \{O_i(x,y), i = 1, n\}$.

SƠ ĐỒ CÁC BƯỚC TÍNH TOÁN



Hình 3. Các bước phát hiện và ước lượng khoảng cách vật cản

Mô hình phát hiện vật cản đề xuất gồm hai pha như minh họa trong Hình 3:

- **Phát hiện vật cản trên ảnh:** Mục đích là tại mỗi một quan sát hiện thời tìm ra vùng hình ảnh chứa

các đối tượng có trong môi trường trong thời gian nhanh nhất sử dụng phương pháp đối sánh mẫu. Hai loại vật cản quan tâm là vật cản cố định và vật cản động.

- **Ước lượng khoảng cách vật cản:** Sau khi phát hiện các vật cản và vị trí của chúng trên ảnh, thực hiện ước lượng khoảng cách từ vật cản đến camera.

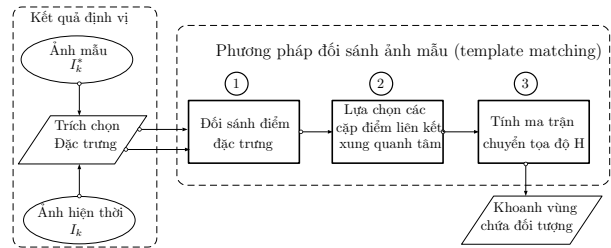
Trong các phần sau, chúng tôi trình bày chi tiết kỹ thuật phát hiện vật cản trên ảnh và ước lượng khoảng cách vật cản tới robot.

B. Phát hiện vật cản

Trong ngữ cảnh của bài toán robot dẫn đường, chúng tôi chia ra làm 02 loại: vật cản cố định và vật cản động.

1) **Phát hiện vật cản cố định:** Vật cản cố định là các đồ vật đặt trong môi trường như chậu hoa, bình cứu hỏa, thùng rác. Mục tiêu là phát hiện các đồ vật này chính xác và nhanh nhất có thể. Ý tưởng cơ bản của chúng tôi là học trước các vật cản cũng như vị trí của chúng trong hệ quy chiếu đã định nghĩa. Các thông tin này sẽ được lưu lại trong CSDL biểu diễn môi trường. Với ảnh đầu vào, sau khi đã xác định một cách tương đối vị trí của robot trên bản đồ bằng giải thuật định vị, tương ứng với nó là các đối tượng trong môi trường. Pha phát hiện vật cản tĩnh chỉ kiểm tra và định vị lại cho chính xác hơn. Vì vậy giải thuật đối sánh ảnh được sử dụng.

Trong hình 3, bản đồ môi trường là một tập $\mathcal{L} = \{L_1, L_2, \dots, L_k, \dots, L_N\}$ là tập N vị trí quan trọng đã được xây dựng từ trước. Tại sử tại thời điểm k , quan sát tương ứng I_k . Hệ thống định vị xác định robot ở vị trí L_j tương ứng với quan sát I_j .



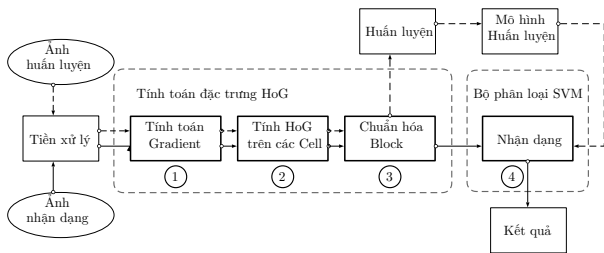
Hình 4. Các bước phát hiện vật cản tĩnh

Đầu tiên, các điểm đặc trưng sẽ được phát hiện trên ảnh hiện tại I_k và ảnh có trong CSDL I_j . Sau đó kỹ thuật Flann được sử dụng để tìm điểm các cặp điểm giống nhau trên hai ảnh này. Bản chất quá trình này là tìm cặp vector đặc trưng tương ứng trên hai ảnh sao cho khoảng cách giữa chúng là nhỏ nhất. Sau khi có các cặp điểm đặc trưng, chúng tôi sử dụng kỹ thuật RANSAC [13] để loại bỏ một số cặp đối sánh nhầm. Cuối cùng

các cặp điểm đặc trưng sẽ được đưa vào để tính toán ma trận chuyển hệ tọa độ H chứa vị trí bao đóng của vật cản trong ảnh hiện tại.

Ảnh I_j chứa các đối tượng định nghĩa sẵn $\{O_1, O_2, \dots, O_n\}$ với n : tập các đối tượng có trong ảnh. Các vị trí đối tượng $\{O'_1, O'_2, \dots, O'_n\}$ ánh xạ lên ảnh I_k . Kết quả của quá trình này là đối tượng $\{O'_1, O'_2, \dots, O'_n\}$ có trong ảnh I_k được khoanh vùng.

2) **Phát hiện vật cản động**: Ngoài các vật cản cố định trong môi trường, các vật cản động, đột ngột xuất hiện như người là mối lo lắng của NKT trong quá trình di chuyển. Để phát hiện người, chúng tôi sử dụng kỹ thuật kinh điển đã được đề xuất bởi [14] như sơ đồ dưới đây.



Hình 5. Sơ đồ các bước phát hiện vật cản động

Trong hình 5 trình bày các bước tính toán phát hiện người sử dụng kết hợp HoG-SVM, trong đó mũi tên nét đứt là quá trình học, mũi tên nét liền là quá trình nhận dạng. Ảnh đầu vào dùng cho huấn luyện và nhận dạng trước khi được tính Gradient, cần phải đưa về kích thước chuẩn. Ngoài ra, để tránh gây khó khăn cho việc nhận dạng đối tượng sau này các ảnh cần phải được chuẩn hóa màu, chuẩn hóa gamma (bước tiền xử lý) của giải thuật.

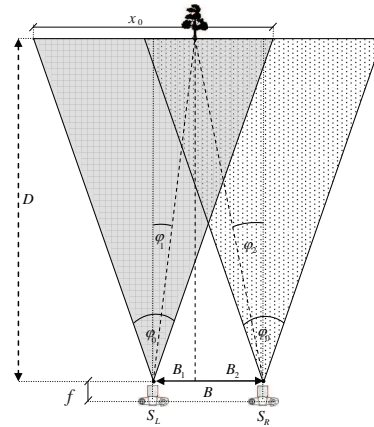
C. Ước lượng khoảng cách vật cản tới robot

1) **Nguyên lý phương pháp ước lượng khoảng cách**:

Mục đích của việc dự đoán khoảng cách là tái tạo lại không gian 3 chiều (3D), mô phỏng lại hệ thống thị giác của con người thông qua việc lấy đồng thời ảnh từ hai camera cùng quan sát một khung cảnh từ các góc nhìn khác nhau. Từ đó bằng cách phép biến đổi hình học sẽ tính toán được khoảng chênh lệch giữa hai quan sát trên ảnh để từ đó ước lượng ra khoảng cách trên thực địa, được minh họa hình 6.

Trong đó:

- + S_L và S_R hai camera được đặt đồng trục trên cùng một mặt phẳng.
- + B khoảng cách nối tâm hai camera; B_1 khoảng cách từ tâm chiếu đối tượng tới camera thứ nhất, B_2 khoảng cách đối camera thứ hai.



Hình 6. Mô hình ước lượng khoảng cách vật cản từ hai quan sát

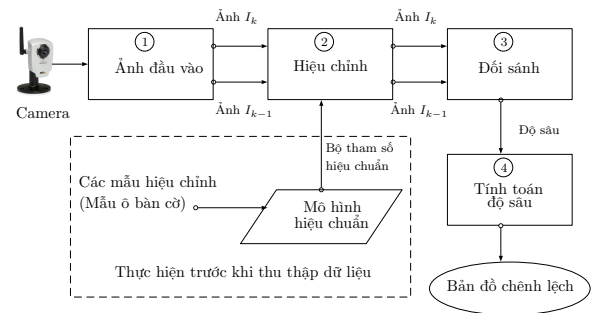
- + φ_0 góc quan sát đối tượng từ 02 camera, φ_1 và φ_2 là góc giữa trục quang học của camera và các đối tượng quan sát.
- + f tiêu cự ống kính hai camera; x_0 khoảng cách vùng quan sát của camera.

Khoảng cách D được tính toán như sau:

$$D = \frac{Bx_0}{2 \tan\left(\frac{\varphi_0}{2}\right)(x_1 - x_2)} \quad (1)$$

Với x_0 là chiều rộng của ảnh, $(x_1 - x_2)$ là sự chênh lệch (Disparity) về vị trí của đối tượng quan sát trên camera thứ nhất và thứ hai cùng tính theo từng điểm ảnh (pixels).

2) **Xây dựng bản đồ chênh lệch**: Theo [15] mô hình đề xuất sử dụng camera kép (camera-stereo) dựa theo nguyên lý cơ bản xây dựng bản đồ chênh lệch:



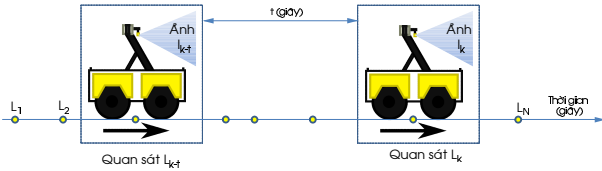
Hình 7. Sơ đồ các bước tính toán bản đồ chênh lệch và ước lượng khoảng cách

Các bước tính toán xây dựng bản đồ chênh lệch tổng quát bao gồm 6 giai đoạn thực hiện:

- 1) Thu thập dữ liệu.

- 2) Hiệu chỉnh cải thiện.
- 3) Đối sánh hình ảnh.
- 4) Tính toán độ sâu.

Trong phương pháp này chúng tôi sử dụng 01 camera thu thập hình ảnh ở các thời điểm khác nhau: (i) quan sát hiện tại tại L_k ; (ii) quan sát trước một khoảng thời gian L_{k-t} , với t là một khoảng thời gian xác định trước đủ để phân biệt hai ảnh I_k và I_{k-t} , mô tả hình 8.

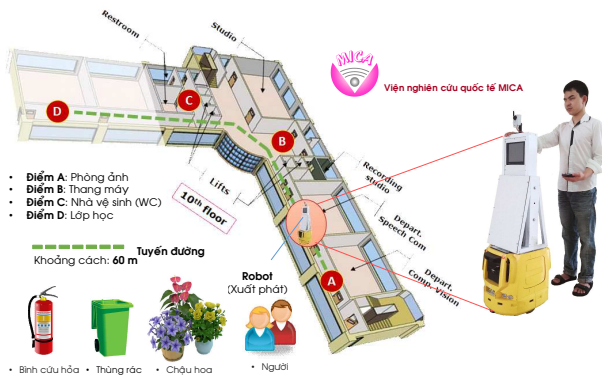


Hình 8. Minh họa quan sát thu thập dữ liệu khi camera chuyển động

Tóm tắt phương pháp xây dựng bản đồ chênh lệch: từ biến dạng xuyên tâm và tiếp tuyến của ống kính được loại bỏ bằng cách hiệu chỉnh máy ảnh bởi các thông số bên trong và bên ngoài máy ảnh. Để làm được điều này cần có sự hiểu biết về các thông số máy ảnh với mục đích khắc phục cả hai hình ảnh. Sau khi hiệu chỉnh, hình ảnh được tách ra thành các khu vực bằng cách sử dụng các thuật toán phân chia lại được đề xuất. Cuối cùng, thuật toán đối sánh (matching) được áp dụng trên các hình ảnh phân đoạn trái và phải với mục đích để tìm tất cả các tương quan (điểm phù hợp) và gán chiều sâu cho từng phân đoạn. Đầu ra của thuật toán đối sánh ảnh là các bản đồ chênh lệch chứa độ sâu điểm ảnh.

IV. ĐÁNH GIÁ THỰC NGHIỆM

A. Môi trường thử nghiệm



Hình 9. Môi trường thử nghiệm robot dẫn đường tránh vật cản

Môi trường thử nghiệm được tiến hành tại hành lang tầng 10 – Viện MICA – Trường Đại học Bách khoa Hà

Nội. Chiều dài của hành lang là 60m, với lộ trình di chuyển. Trong đó các vị trí quan trọng được định nghĩa từ trước: A: trước cửa Phòng Thị giác máy tính, B: cầu thang máy, C: phía trước nhà vệ sinh, D: lớp học). Vật cản trong môi trường bao gồm người (chuyển động), thùng rác, chậu hoa và bình cứu hỏa (cố định) mô tả hình 9.

B. Kết quả đánh giá

1) Độ đo đánh giá:

+ Độ đo khung giới hạn (Bounding Box) a_0 [16]

$$a_0 = \frac{\text{area}(B_p \cap B_{gt})}{\text{area}(B_p \cup B_{gt})} \quad (2)$$

Trong đó: a_0 : là tỷ lệ xếp chồng giữa vùng dự đoán B_p và vùng đánh dấu đối tượng sao cho $a_0 \geq 50\%$; $B_p \cap B_{gt}$ giao nhau giữa hai cùng xếp chồng; $B_p \cup B_{gt}$ ngược lại.

+ Độ đo triệu hồi (Recall công thức 4) và Độ đo chính xác (Precision công thức 3).

$$\text{Chính xác (Precision)} = \frac{tp}{tp + fp} \quad (3)$$

$$\text{Triệu hồi (Recall)} = \frac{tp}{tp + fn} \quad (4)$$

+ Độ đo sai số tiêu chuẩn (RMSE) trong việc ước lượng khoảng cách vật cản.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{\theta} - \theta)^2} \quad (5)$$

Trong đó $\hat{\theta}$ là khoảng cách đo thực địa tới vật cản; θ là khoảng cách dự đoán trên bản đồ chênh lệch.

2) Kết quả đánh giá: Chúng tôi tiến hành thu thập đồng thời 02 luồng dữ liệu hình ảnh khung cảnh và đường đi vào 3 thời điểm khác nhau (sáng, trưa, tối) với robot di chuyển ở các tốc độ v khác nhau.

Bảng I

KẾT QUẢ THU NHẬN DỮ LIỆU KHUNG CẢNH/ĐƯỜNG ĐI

Thời gian	Khung hình (frames)/ vận tốc (v)		
	$v = 100\text{mm/s}$	$v = 200\text{mm/s}$	$v = 300\text{mm/s}$
Sáng (L1)	481	256	175
Trưa (L2)	426	243	164
Chiều (L3)	431	251	170
Tổng số	1338	750	509

- Dữ liệu đánh giá phát hiện đối tượng: khoanh vùng các đối tượng có trong chuỗi hình ảnh khung cảnh bao gồm: chậu hoa, bình cứu hỏa, thùng rác, người. Kết quả

cho ra danh sách tọa độ các đối tượng có trong chuỗi hình ảnh liên tiếp.

- Dữ liệu đánh giá ước lượng khoảng cách: tiến hành đo và đánh dấu khoảng cách vị trí vật cản sử dụng dữ liệu đường đi so với gốc tọa độ (tọa độ ảnh 2D).

Bảng II
KẾT QUẢ PHÁT HIỆN ĐỐI TƯỢNG

Tên lớp	Độ triệu hồi Recall (%)	Độ chính xác Precision (%)	Thời gian (giây)
00. Chậu hoa	98.30	90.23	0.47
01. Bình cứu hỏa	94.59	89.42	
02. Thùng rác	85.71	92.31	
03. Người	92.72	89.74	

Bảng II trình bày chi tiết đánh giá phát hiện vật cản của phương pháp đề xuất với độ triệu hồi *recall* ~ 96.44% và độ chính xác *Precision* ~ 90.35% với thời gian tính toán $t \sim 0.47$ giây.

Bảng III
KẾT QUẢ DỰ ĐOÁN ĐỘ SAI SỐ ƯỚC LƯỢNG KHOẢNG CÁCH VẬT CẢN

Mã	Tên lớp	Sai số tiêu chuẩn RMSE(m)	Khoảng cách phát hiện vật cản(m)
00	Chậu hoa	0.41	2.22
01	Bình cứu hỏa	0.65	3.75
02	Thùng rác	0.47	4.04
03	Người	0.44	4.12
Trung bình		0.49	3.53

Bảng III trình bày kết quả ước lượng khoảng cách vật cản, trong đó khoảng cách trung bình ~ 3.35m với sai số tiêu chuẩn *RMSE* ~ 0.48m mà robot phát hiện và dự đoán được khoảng cách tốt nhất.

V. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày một phương pháp nhận dạng và ước lượng khoảng cách vật cản dựa vào kỹ thuật xử lý ảnh sử dụng một camera (thông thường) duy nhất. Công việc chính là nghiên cứu các phương pháp phát hiện nhanh đối tượng sử dụng phương pháp đối sánh mẫu (template matching) trên bộ dữ liệu vị trí quan trọng đã được đánh dấu các vị trí huấn luyện từ trước. Kết quả của phần này làm nền tảng để dự đoán khoảng cách trên vùng phát hiện được bằng phương pháp xây dựng bản đồ chênh lệch (Disparity map) từ hai quan sát chuyển động tịnh tiến. Hệ thống đánh giá trên tập người dùng với số lượng 14 học sinh khiếm thị tham gia gia các kịch bản di chuyển gặp vật cản động bất ngờ và các vật cản cố định. Kết quả khả thi giúp cho người khiếm thị tránh được các nguy hiểm sắp xảy ra, kết quả này cũng góp phần quan trọng trong hệ thống trợ giúp định hướng người khiếm thị sử dụng robot.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số FWO.102.2013.08.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Q.-H. Nguyen, H. Vu, T.-H. Tran, and Q.-H. Nguyen, "A vision-based system supports mapping services for visually impaired people in indoor environments," in *Control Automation Robotics & Vision (ICARCV), 2014 13th International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 1518–1523.
- [2] J. Kim and Y. Do, "Moving obstacle avoidance of a mobile robot using a single camera," *Procedia Engineering*, vol. 41, pp. 911–916, 2012.
- [3] I. Ulrich and I. Nourbakhsh, "Appearance-based obstacle detection with monocular color vision," in *AAAI/IAAI*, 2000, pp. 866–871.
- [4] T. Taylor, S. Geva, and W. W. Boles, "Monocular vision as a range sensor." International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, 2004.
- [5] E. Einhorn, C. Schroeter, and H.-M. Gross, "Monocular obstacle detection for real-world environments," in *Autonome Mobile Systeme 2009*. Springer, 2009, pp. 33–40.
- [6] L. Nalpantidis, I. Kostavelis, and A. Gasteratos, "Stereovision-based algorithm for obstacle avoidance," in *Intelligent Robotics and Applications*, 2009, vol. 5928, pp. 195–204.
- [7] M. Bai, Y. Zhuang, and W. Wang, "Stereovision based obstacle detection approach for mobile robot navigation," in *Intelligent Control and Information Processing (ICICIP), 2010 International Conference on*. IEEE, 2010, pp. 328–333.
- [8] R. A. Hamzah, H. N. Rosly, and S. Hamid, "An obstacle detection and avoidance of a mobile robot with stereo vision camera," in *Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA), 2011 International Conference on*. IEEE, 2011, pp. 104–108.
- [9] R. Lagisetty, N. Philip, R. Padhi, and M. Bhat, "Object detection and obstacle avoidance for mobile robot using stereo camera," in *Control Applications (CCA), 2013 IEEE International Conference on*. IEEE, 2013, pp. 605–610.
- [10] D. S. O. Correa, D. F. Sciotti, M. G. Prado, D. O. Sales, D. F. Wolf, and F. S. Osório, "Mobile robots navigation in indoor environments using kinect sensor," in *Critical Embedded Systems (CBSEC), 2012 Second Brazilian Conference on*. IEEE, 2012, pp. 36–41.
- [11] S. Nissimov, J. Goldberger, and V. Alchanatis, "Obstacle detection in a greenhouse environment using the kinect sensor," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 113, pp. 104–115, 2015.
- [12] B. Peasley and S. Birchfield, "Real-time obstacle detection and avoidance in the presence of specular surfaces using an active 3d sensor," in *Robot Vision (WORV), 2013 IEEE Workshop on*. IEEE, 2013, pp. 197–202.
- [13] D. Nistér, "Preemptive ransac for live structure and motion estimation," *Machine Vision and Applications*, vol. 16, no. 5, pp. 321–329, 2005.
- [14] N. Dalal and B. Triggs, *Histograms of oriented gradients for human detection*, 2005, vol. 1.
- [15] M. Pollefeys, R. Koch, and L. Van Gool, "A simple and efficient rectification method for general motion," in *Computer Vision, 1999. The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on*, vol. 1. IEEE, 1999, pp. 496–501.
- [16] M. Everingham, L. Van Gool, C. K. Williams, J. Winn, and A. Zisserman, "The pascal visual object classes (voc) challenge," *International journal of computer vision*, vol. 88, no. 2, pp. 303–338, 2010.