

EGIT 2014

HỘI VÔ TUYẾN ĐIỆN TỬ VIỆT NAM

KỶ YẾU HỘI THẢO QUỐC GIA 2014 VỀ

**ĐIỆN TỬ,
TRUYỀN THÔNG VÀ
CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

Trường Đại học Thông tin liên lạc
Nha Trang, 18-19 tháng 9 năm 2014



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

ECIT2014

Kỷ yếu

Hội thảo quốc gia 2014 về Điện tử, Truyền thông
và Công nghệ thông tin

*Proceedings of
2014 National Conference on Electronics, Communications
and Information Technology*

*Nha Trang, Khánh Hòa
18-19 tháng 9 năm 2014*

Đơn vị tổ chức



Đơn vị bảo trợ kỹ thuật



IEEE
COMMUNICATIONS
SOCIETY
Vietnam Chapter



IEEE SSCS
Vietnam Chapter



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

LỜI CHÀO MỪNG

Kính thưa quý vị đại biểu, các nhà khoa học và các tác giả,

Ban Tổ chức xin nhiệt liệt chào mừng các quý vị đã đến với *Hội thảo Quốc gia năm 2014 về Điện tử, Truyền thông và Công nghệ Thông tin (Tên tiếng Anh: The 2014 National Conference on Electronics, Communications, and Information Technology-ECIT2014)* do Hội Vô tuyến Điện tử Việt Nam phối hợp với Trường Đại học Thông tin liên lạc tổ chức tại Nha Trang, Khánh Hòa.

Hội thảo ECIT là một hoạt động trao đổi học thuật cấp quốc gia do Hội Vô tuyến Điện tử tổ chức theo mô hình kết hợp giữa Hội khoa học với các trường đại học nhằm tạo lập một diễn đàn trao đổi chuyên sâu có chất lượng về các lĩnh vực thuộc chuyên ngành điện tử, truyền thông và công nghệ thông tin. Trong lần tổ chức này, Hội thảo ECIT2014 đã thu hút được sự quan tâm lớn của giới khoa học trong cả nước. Hội thảo đã nhận được 124 bài báo đăng ký tham dự. Kết thúc quá trình phản biện nghiêm túc bởi Ban Chương trình gồm các nhà khoa học có uy tín, đã có 67 bài báo (chiếm tỉ lệ 54%) được chấp nhận trình bày báo cáo (oral presentation) và 18 bài báo (chiếm 15%) được chấp nhận trình bày ở dạng poster. Các bài báo đã bao phủ hầu hết các lĩnh vực liên quan như lý thuyết thông tin, kỹ thuật truyền thông, mạng truyền dữ liệu, kỹ thuật ăng-ten và siêu cao tần, thiết kế điện tử và điều khiển, xử lý tín hiệu, kỹ thuật máy tính và công nghệ thông tin. Để bình duyệt các bài báo Ban Chương trình đã sử dụng 292 lượt phản biện với trung bình 2,5 phản biện/bài báo và đảm bảo mỗi bài báo có tối thiểu 2 phản biện. Ngoài các tiểu ban kỹ thuật, Hội thảo cũng đã tổ chức một tiểu ban chuyên đề trao đổi về kinh nghiệm trong việc xây dựng, tổ chức và triển khai các chương trình đào tạo về điện tử và truyền thông. Đặc biệt, nhận lời mời của Hội thảo, ông Shozo Fukui là chuyên viên nghiên cứu cao cấp của Viện Quốc gia về Công nghệ Thông tin và Truyền thông (NICT) của Nhật Bản đến tham dự và trình bày một báo cáo đề dẫn về công nghệ truyền hình số lai ghép giữa phát hình quảng bá vô tuyến và qua Internet tiên tiến của Nhật Bản với tên gọi "*Hybridcast, Now in Japan*". Hội thảo đã thu hút sự đăng ký tham dự của hơn 120 đại biểu là các tác giả, nhà khoa học, cán bộ quản lý và khách mời.

Để tổ chức Hội thảo thành công, Ban Tổ chức đã nhận được sự hợp tác và đóng góp tích cực của đơn vị đăng cai là Trường Đại học Thông tin liên lạc trực thuộc Bộ Quốc phòng. Trường được thành lập năm 1951 với tên gọi Trường Sĩ quan Chỉ huy Kỹ thuật Thông tin, với 63 năm đào tạo cử nhân quân sự trình độ đại học và cao đẳng các chuyên ngành thông tin. Từ tháng 8 năm 2013 Thủ tướng Chính phủ ra quyết định thành lập Trường Đại học Thông tin liên lạc trên cơ sở Trường Sĩ quan Thông tin và đảm nhiệm đào tạo cử nhân cho các đối tượng dân sự thuộc hai chuyên ngành Kỹ thuật điện tử, Truyền thông và Công nghệ Thông tin. Việc đăng cai tổ chức thành công Hội thảo lần này đánh dấu sự hòa nhập của Trường trong các hoạt động khoa học do Hội Vô tuyến Điện tử tổ chức.

Để đảm bảo chất lượng về chương trình và tổ chức của Hội thảo, Ban Tổ chức đã nhận được sự chỉ đạo và tư vấn thường xuyên của Ban Chỉ đạo Hội thảo. Ban Tổ chức xin cảm ơn

sự đóng góp nhiệt tình và trách nhiệm của Ban Chương trình, Ban Xuất bản, Ban Thư ký và các thành viên của Ban tổ chức địa phương Trường Đại học Thông tin Liên lạc.

Cuối cùng xin kính chúc quý vị đại biểu và khách mời thu được nhiều kết quả hữu ích từ Hội thảo, cũng như có cơ hội tham quan thành phố du lịch Nha Trang với nhiều danh lam thắng cảnh nổi tiếng.

Ban Tổ chức Hội thảo ECIT2014

MỤC LỤC

Mục lục	iii
Lời chào mừng	xi
Ban tổ chức hội thảo	xiii
Ban chương trình	xiv
Danh sách các phần biện	xvi

Báo cáo mời: Hybridcast, Now in Japan - The most advanced service model starts to combine broadcast and web <i>Shozo Fukui, National Institute of Information and Communications Technology (NICT) & Advanced Smart TV Promotion Committee, IPTV Forum Japan</i>	xviii
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

ECIT-1A: Tiểu ban Kỹ thuật Truyền thông 1

Đánh giá chất lượng mạng hợp tác MIMO trong môi trường vô tuyến nhận thức với kênh truyền đường can nhiễu không lý tưởng <i>Nguyễn Hồng Giang, Võ Nguyễn Quốc Bảo, Nguyễn Lê Hùng</i>	1
Kết hợp lựa chọn nút chuyển tiếp và tối ưu mạng hợp tác MIMO-SDM-OFDM <i>Trần Văn Cảnh, Trần Xuân Nam, Nguyễn Vĩnh Hạnh, Trần Ngọc Trung</i>	7
Đánh giá tác động riêng của méo phi tuyến gây bởi các bộ khuếch đại công suất trong hệ thống MISO 2x1 STBC <i>Nguyễn Tất Nam, Nguyễn Quốc Bình</i>	16
Kết hợp lựa chọn nút và ăng-ten cho kênh vô tuyến chuyển tiếp hai chiều MIMO-SDM-PNC <i>Vũ Đức Hiệp, Trần Xuân Nam</i>	23

ECIT-1B: Tiểu ban Điện tử & Kỹ thuật máy tính 1

Thiết kế ASIC bộ biến đổi DCT nguyên 4x4 hai chiều trực tiếp tốc độ cao cho chuẩn H.264 <i>Huỳnh Quốc Thịnh, Bùi Trọng Tú, Bùi An Đông</i>	32
Kiến trúc mạch tích hợp VLSI hiệu suất cao cho bộ ước lượng chuyển động trong H.264/AVC <i>Nguyễn Lê Hoài Hương, Nguyễn Lê Mai Duyên, Nguyễn Thị Bích Hạnh, Nguyễn Văn Thọ</i>	36
Kiến trúc mảng phần cứng có thể tái cấu hình cho các ứng dụng xử lý đa phương tiện và truyền thông <i>Nguyễn Kiêm Hùng</i>	40

Một phương pháp ước lượng kênh cải tiến có hiệu quả dựa trên các bit tin cậy cho giải mã lặp LDPC <i>Nguyễn Văn Duẩn, Nguyễn Tùng Hưng, Đỗ Văn Phương, Nguyễn Anh Hòa</i>	106
Xây dựng hệ mật khóa công khai dựa trên giao thức trao đổi khóa Diffie-Hellman và hệ mật ElGamal <i>Hoàng Văn Việt, Lưu Hồng Dũng, Phan Thanh Sơn</i>	112
Sơ đồ ký và nhận dạng sử dụng phương pháp chuẩn syndrome cho mã BCH <i>Phạm Khắc Hoan, Bùi Đức Chính, Lê Văn Thái</i>	119
Nâng cao hiệu quả bộ giải mã LDPC bằng công đoạn giải mã song song với các ma trận kiểm tra tương đương cải tiến <i>Nguyễn Văn Duẩn, Nguyễn Tùng Hưng</i>	125
Phân tích nhiễu trên mạng tải điện tại khu dân cư, một thực nghiệm tại Việt Nam <i>Trần Hữu Trung, Đoàn Hữu Chức, Huỳnh Hữu Tuệ</i>	133

ECIT-3B: Tiểu ban Điện tử & Kỹ thuật máy tính 2

Nghiên cứu và phát triển hệ thống trợ giúp định hướng cho người khiếm thị trong môi trường cảm thụ diện hẹp sử dụng Robot <i>Nguyễn Quốc Hùng, Vũ Hải, Trần Thị Thanh Hải, Nguyễn Đình Văn, Hoàng Văn Nam, Nguyễn Quang Hoan</i>	137
Phát hiện, theo vết và định vị đối tượng di động trong môi trường tòa nhà sử dụng thông tin hình ảnh <i>Phạm Thị Thanh Thủy, Lê Thị Lan, Đào Trung Kiên, Phạm Thị Ngọc Yến</i>	147
Thiết kế hệ thống hỗ trợ tập luyện một bậc tự do và đo đặc thông số chuyển động ứng dụng cho phục hồi chức năng khớp khuỷu tay <i>Phạm Phúc Ngọc, Vũ Duy Hải, Phạm Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Tùng, Nguyễn Đức Thuận</i> ..	153
Nghiên cứu và chế tạo robot lau nhà thông minh <i>Trần Văn Líc, Nguyễn Bá Tuệ, Phạm Văn Tuấn</i>	158
Tích hợp tính năng bay tự động cho máy bay mô hình điều khiển từ xa phục vụ sản xuất nông nghiệp và giám sát rừng <i>Nguyễn Duy Khánh, Lê Văn Tươi, Lương Vinh Quốc Danh, Trương Phong Tuyên</i>	165

ECIT-4A: Tiểu ban Kỹ thuật Ăng-ten và Truyền sóng 2

Tối ưu hóa cấu trúc hình học của ăng-ten quang dẫn trên lớp đế thấu kính tại tần số terahertz <i>Nguyễn Trương Khang, Nguyễn Thanh Tú, Đặng Lê Khoa, Huỳnh Văn Tuấn</i>	171
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Nghiên cứu và phát triển hệ thống trợ giúp định hướng cho Người khiếm thị trong môi trường cảm thụ điện hẹp sử dụng Robot

Nguyễn Quốc Hùng¹, Vũ Hải¹, Trần Thị Thanh Hải¹,
Nguyễn Đình Văn¹, Hoàng Văn Nam¹, Nguyễn Quang Hoan²

¹ Viện MICA – Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, ² Khoa CNTT- Trường Đại học sư phạm kỹ thuật Hưng Yên
Email: {quoc-hung.nguyen, hai.vu, thanh-hai.tran, van-nam.hoang, dinh-van.nguyen}@mica.edu.vn,
quanghoanptit@yahoo.com.vn

Tóm tắt— Bài báo này trình bày về một hệ thống mới trợ giúp dẫn đường cho người khiếm thị trong môi trường điện hẹp sử dụng Robot di động. Hệ thống sử dụng các kỹ thuật thị giác máy tính để định vị, xây dựng bản đồ môi trường, phát hiện vật cản. Chức năng định vị giúp cho Robot nhanh chóng biết được vị trí trên bản đồ môi trường. Chức năng phát hiện và nhận dạng đối tượng được thực hiện với thời gian thực đối với các vật cản tĩnh và động có trong môi trường. Chức năng tìm đường đi tối ưu liệt kê các điểm mà Robot phải đi qua nhằm tránh vật cản cố định, giao diện tương tác giữa người khiếm thị và robot được thực hiện để dàng qua cảm biến rung của 01 thiết bị điện thoại thông minh. Hệ thống được thực nghiệm trên một số học sinh khiếm thị của trường THCS Nguyễn Đình Chiểu – thành phố Hà Nội. Kết quả cho thấy hệ thống đề xuất là khả thi.

Từ khóa— Người khiếm thị, Robot, Môi trường điện hẹp.

I. GIỚI THIỆU

Trong cuộc sống hòa nhập với xã hội hiện nay, các hoạt động thường nhật của người mù, người khuyết tật về thị giác gọi chung là Người khiếm thị¹(NKT) gặp rất nhiều khó khăn vì họ không có khả năng nhìn thấy ánh sáng để cảm nhận thể giới xung quanh, việc di chuyển trong không gian hẹp thường theo thói quen được huấn luyện lâu dài. Ví dụ muốn làm quen được các vật dụng trong nhà, lúc đầu NKT tập cảm nhận khoảng cách, kích thước các đồ vật bên trong nhà như bàn ghế, giường ngủ, bàn học ... Sử dụng bàn tay lần, sờ, từ đó nhờ khả năng cảm nhận xúc giác để tưởng tượng đó là đồ vật gì. Tuy nhiên để NKT có thể tự di chuyển được trong phạm vi tương đối rộng hoặc một môi trường mới cần phải có sự trợ giúp của người mắt sáng trợ giúp dẫn đi và chỉ dẫn khi thực hiện một công việc nào đó. Do đó, một trong những vấn đề quan trọng nhất trong trợ giúp cho người khiếm thị là phát triển các hệ thống trợ giúp dẫn đường (hoặc định

hướng) thông minh. Việc hỗ trợ tìm đường cho tập trung giải quyết hai vấn đề: 1. Giúp người khiếm thị hiểu môi trường hiện thời và các đối tượng xung quanh họ. 2. Giúp người khiếm thị định vị được vị trí của chính bản thân họ (đang ở đâu). Một số hệ thống đã được phát triển (cả trong môi trường phòng thí nghiệm và sản phẩm bán cho người dùng cuối) thường sử dụng như: các cảm biến như sóng siêu âm (ultrasonic sensor) trong thiết bị iNavBelt gắn ở đầu gậy dẫn đường có tên GuideCane [4] [5]. Thiết bị EyeRing [8] chuyển đổi thông tin hình ảnh sang một dạng tín hiệu dưới vành tai;



Hình 1. Các thành phần chức năng của hệ thống trợ giúp định hướng người khiếm thị sử dụng Robot di động

Mặc dù có nhiều nỗ lực trong cải tiến phương thức giao tiếp, những sản phẩm này vẫn có những hạn chế cố hữu như giới hạn nguồn thông tin, không có tính tương tác với người dùng. Các tiến bộ gần đây trong ngành khoa học thị giác máy tính, học máy, thiết bị di động đã mở ra cơ hội to lớn cho phát triển các hệ thống hỗ trợ người khiếm thị. Trong bài báo này chúng tôi giới thiệu một hệ thống hoàn toàn mới hỗ trợ dẫn đường cho người khiếm thị trong môi trường cảm thụ điện hẹp. Ưu điểm của hệ

¹ Khiếm thị được xác định khi thị lực ở mắt tốt giảm dưới 6/18 (20/60 hoặc 3/10) cho đến 3/60 (20/400 hoặc 2,5/50) hoặc thị lực trên 6/18 nhưng thị trường (khoảng không gian mắt bao quát được) thu hẹp dưới 10 độ.

thông đề xuất là dễ dàng tương tác, thông tin dẫn đường phản hồi tức thời, hệ thống tự động trong toàn bộ quá trình hoạt động. Để đạt được các ưu điểm trên, hệ thống sử dụng các cảm biến hình ảnh gắn trên robot di động để định vị, tìm đường; đồng thời sử dụng các giao tiếp trên thiết bị di động cảm tay để tương tác với người khiếm thị. Hệ thống đề xuất như trong Hình 1 bao gồm các mô đun chính:

- Xây dựng bản đồ về môi trường: Xây dựng bản đồ hành trình của robot, xây dựng CSDL các vị trí (place) đặc trưng trong môi trường.
- Xác định vị trí hiện thời của Robot. Đây là bài toán định vị sử dụng cảm biến hình ảnh: Định vị vị trí của robot, các đối tượng vật cản cố trong môi trường, xác định phạm vi mà robot di chuyển.
- Xác định hướng chuyển động của robot: dựa vào môi trường bản đồ đã xây dựng và thông tin vị trí hiện thời, thông tin điểm cuối để tính toán đường đi đi ngắn nhất.
- Tương tác Người – Thiết bị di động: Đưa ra các phương pháp giao tiếp giữa NKT và robot như màn hình cảm ứng chạm để nhập vào điểm đích đến theo yêu cầu; phản hồi về hướng đi hiện thời của robot (cảm ứng rung).

Chúng tôi đánh giá hệ thống đối với một số học sinh khiếm thị. Hệ thống có thể dẫn đường đến 4 điểm đích đến khác nhau trong hành lang một tầng của tòa nhà thử nghiệm. Một số vấn đề phức tạp hơn như hỗ trợ NKT trong những hoàn cảnh đặc biệt: như đi trong thang máy, đi lên xuống cầu thang với cửa tự động đóng mở, người khiếm thị cần những trợ giúp đặc biệt để có thể tránh những nguy hiểm có thể xảy đến nằm ngoài phạm vi giải quyết của bài toán này.

Bài báo này được bố cục như sau: phần 1 giới thiệu chung về bài toán trợ giúp dẫn đường cho người khiếm thị trong môi trường diện hẹp sử dụng Robot di động, trình bày các thành phần cơ bản của hệ thống đề xuất. Trong phần 2 chúng tôi trình bày các nghiên cứu liên quan về bài toán trợ giúp dẫn đường cho người khiếm thị. Phần 3 mô tả chi tiết các thành phần của hệ thống đề xuất và tóm tắt kỹ thuật được sử dụng. Chúng tôi tập trung mô tả các mô đun giao tiếp tương tác Người-Máy trong hệ thống đề xuất. Phần 4 trình bày phương pháp đánh giá và kết quả thực nghiệm. Cuối cùng là chúng tôi kết luận các công việc đã làm và đưa ra một số hướng phát triển hệ thống trong tương lai.

II. NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

Trong vấn đề thứ nhất, iNavBelt là một ứng dụng sử dụng cảm ứng siêu âm (ultrasonic sensors) để tạo ra một góc nhìn 120 độ xung quanh người mù. Thiết bị iNavBelt được gắn trên đầu người sử dụng [3] [12]. GuideCane là một sản phẩm gắn một cảm ứng siêu âm ở đầu một gậy định hướng cho người mù [4]. Thiết bị GuideCane có khả

năng phát hiện các chướng ngại vật và đồ vật xung quanh người sử dụng thông qua một lực tương tác nhỏ ở phần đầu của gậy chỉ đường. Thiết bị EyeRing do MediaLab tại MIT phát triển là một thiết bị kích thước nhỏ bằng một đốt ngón tay. Thiết bị có khả năng truyền tải thông tin hình ảnh sang một dạng tín hiệu dưới vành tai. Hiện nay, những tín hiệu truyền tải gồm các thông tin về màu sắc, văn bản, nhận dạng chữ số của giá cả trên một miếng tag gắn trên hàng hóa. Mặc dù những thông tin này là hữu ích trong một số môi trường (ví dụ: siêu thị), hạn chế của thiết bị này là nó chỉ có khả năng hỗ trợ một lượng giới hạn thông tin, và đồng thời yêu cầu phải người khiếm thị phải điều khiển với sự tập trung cao độ. Hiện thời, các nhà nghiên cứu tại MIT đã phát minh việc sử dụng thêm một số cảm biến cho thiết bị này, ví dụ: cảm biến độ sâu, cảm biến quán tính. Một trong những ràng buộc quan trọng trong việc phát triển các thiết bị hỗ trợ người khiếm thị là nó phải truyền tải được lượng thông tin hữu ích nhất nhưng lại không làm, hoặc chỉ làm ảnh hưởng nhỏ tới các nguồn thông tin khác.

Do đó, ở một vài cách tiếp cận như “khả năng nhìn bằng âm thanh” (<http://www.Seeingwithsound.com/>) đã ngăn cản người mù nghe các luồng âm thanh tự nhiên có thể có. Ngược lại, trong khi đơn giản hóa nguồn thông tin quá nhiều, như thiết bị EyeRing [8], cũng không phải là một giải pháp cố tính toàn diện vì nó không có khả năng mở rộng cho bất kỳ môi trường nào. Do đó, *một nhiệm vụ cốt lõi của nghiên cứu này là cấu trúc nguồn thông tin đơn giản với khả năng tối ưu hóa cao nhất*: chúng tôi hướng tới mô tả môi trường xung quanh người khiếm thị đơn giản nhất nhưng có khả năng mang/truyền tải một lượng thông tin tối ưu nhất để có thể khả thi trong phản hồi lại người khiếm thị thông qua âm thanh, thiết bị rung hoặc các kích thích cảm ứng.

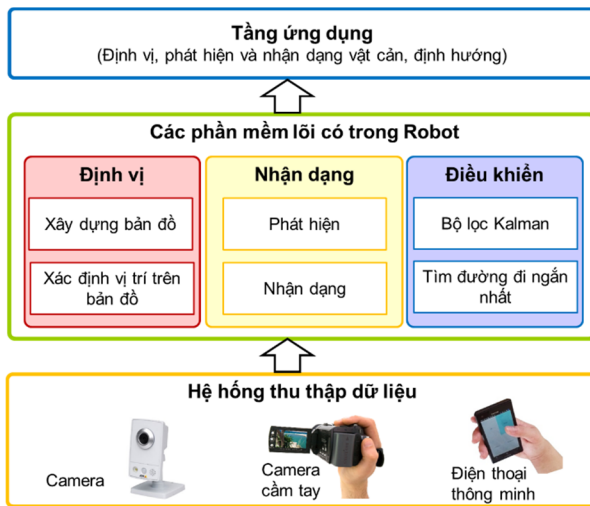
Để giải quyết vấn đề thứ hai, tự động định vị vị trí của người dùng, thiết bị BrailleNote PDA được Humanwave phát triển sử dụng 8 điểm trên bảng số nổi và 18 tế bào (cells) để hiển thị thông tin trên bảng số Braille, trong đó, mỗi tế bào braille ba gồm 8 điểm (dots). Thông tin GPS có thể phản hồi tới người khiếm thị dưới dạng âm thanh nghe được nhờ vào các kỹ thuật tổng hợp tiếng nói, cũng như khả năng hiển thị trên màn hình số Braille. Do đó, người sử dụng có thể truy cập các thông tin về môi trường như trạm xe bus, bến tàu. Điểm hạn chế lớn nhất của thiết bị GPS là độ chính xác thấp (trong khoảng 6-10 m) và không thể sử dụng định vị GPS trong môi trường trong nhà. Vì lý do này, một số hệ thống GPS đã kết hợp với các nguồn thông tin về vị trí khác như: cảm biến về chuyển động (motion sensors), thẻ RFID và các nguồn thông tin từ sóng WiFi. Các kết quả thực nghiệm đã chỉ ra một số cải tiến cả về độ chính xác và độ hội tụ khi kết hợp một số cảm biến khác nhau với thông tin về GPS. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều việc phải giải quyết theo các hướng tiếp cận này.

Khác với các nghiên cứu trên, trong bài báo này chúng tôi tập trung vào giải quyết vấn đề trợ giúp định

hướng người khiếm thị như định vị vị trí Robot trên bản đồ môi trường, phát hiện và nhận dạng vật cản từ đó cảnh báo cho người khiếm thị vật cản động và vật cản tĩnh trên dọc quãng đường di chuyển, tương tác người và Robot thân thiện, dễ sử dụng.

III. HỆ THỐNG ĐỀ XUẤT

A. Hệ thống tổng quát



Hình 2. Mô hình tổng quát của hệ thống đề xuất

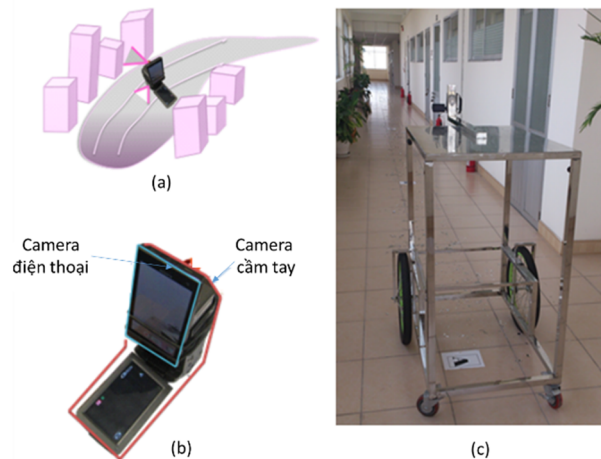
Chúng tôi đề xuất mô hình tổng quát như trong Hình 2 được chia ra làm 3 mô đun chính:

- **Định vị:** Chúng tôi đề xuất 02 bài toán: Xây dựng bản đồ môi trường và Xây dựng bộ từ điển môi trường phục vụ nhiệm vụ định vị. Tại đây chúng tôi đề xuất sử dụng thuật toán FAB-MAP [6] phục vụ cho việc tìm kiếm đối sánh giữa khung nhìn hiện tại và cơ sở dữ liệu môi trường, chi tiết được trình bày ở mục III.B
- **Phát hiện vật cản:** Tại đây chúng tôi đề xuất 02 bài toán Phát hiện và nhận dạng đối tượng. Cơ sở dữ liệu đối tượng được thu thập và xây dựng gồm có 02 loại: Vật cản tĩnh (Chậu hoa, bình cứu hỏa, thùng rác) và vật cản động (Người). Việc phát hiện và nhận dạng đối tượng trong hành trình di chuyển của Robot giúp cho người khiếm thị có thể tránh được vật cản hoặc biết được thông tin về nó. Chi tiết được mô tả ở phần III.C
- **Dẫn đường và tương tác Người – máy:** Tại đây chúng tôi đề xuất 02 bài toán: Tìm đường đi tối ưu và tương tác người máy. Một giải thuật mạnh “Shortest Path” tìm đường đi ngắn nhất và hướng di chuyển của Robot được sử dụng. Việc ra lệnh chính xác cho Robot di chuyển được quyết định bởi kết quả một bộ lọc Kalman kết hợp giữa hai luồng dữ liệu không chắc chắn giữa vị trí Robot định vị bằng hình ảnh và vị trí mà Robot đã thực

sự di chuyển. Một ứng dụng được xây dựng trên nền tảng Android chia màn hình cảm ứng của điện thoại thông minh ra thành các vị trí. Tín hiệu rung phản hồi, giúp cho người sử dụng biết được hệ thống đang hoạt động, phần này được mô tả chi tiết tại phần III.D

B. Định vị

Hệ thống thu thập dữ liệu: Chúng tôi thiết kế một hệ thống xe camera để thu thập đồng thời hình ảnh trong suốt hành trình mà Robot di chuyển, như hình Hình 3.



Hình 3. Hệ thống thu thập dữ liệu

Trong Hình 3a mô tả hướng nhìn và góc thu nhận hình ảnh của 2 camera, bao gồm 01 camera thu thập hình ảnh khung cảnh và 01 camera thu thập hình ảnh mặt đường, Hình 3b mô tả 02 camera được bố trí vuông góc với nhau. Hệ thống camera này được gắn trên xe đẩy như trong Hình 3c. Dữ liệu được thu thập đồng thời từ 2 camera, dữ liệu thứ nhất ghi lại hình ảnh mặt đường của toàn bộ hành trình phục vụ cho việc xây dựng bản đồ, dữ liệu thứ hai ghi lại hình ảnh khung cảnh phục vụ việc xây dựng cơ sở dữ liệu vị trí (điểm quan trọng) trong suốt hành trình và Robot di chuyển.

1) Xây dựng bản đồ môi trường sử dụng cảm biến hình ảnh:

Chúng tôi đề xuất sử dụng phương pháp đo lộ trình di chuyển [13], đây là một phương pháp cho phép sử dụng chỉ 01 camera nhưng có thể xác định lộ trình di chuyển của camera một cách nhanh chóng. Theo [13], tác giả thiết lập các thông số camera như sau: Giả sử $\mathbf{x} = [x \ y \ w]^T$ là tọa độ của điểm ảnh, tương ứng của điểm trong hệ tọa độ thể giới thực 3D: $\mathbf{X} = [X \ Y \ Z \ W]^T$. Khi đó ta có:

$$\mathbf{x} = C[R|t]X \quad (1)$$

Trong đó: C là ma trận thể hiện tham số trong của camera. R là ma trận quay giữa hệ tọa độ thể giới thực và hệ tọa độ camera, t là vector dịch chuyển giữa hai góc tọa

độ. Nếu ta chỉ quan tâm đến các điểm nằm trên mặt đất, $Z = 0$, khi đó mối liên hệ giữa x và X được thể hiện thông qua một phép homography H . Khi đó việc xác định X từ x được thực hiện thông qua phép biến đổi ngược: H^{-1} . Ma trận C được xác định bằng các giải thuật calibration camera [14]. t có thể đo đạc được vì đó là khoảng cách giữa vị trí đặt camera so với mặt đất t ít khi thay đổi nếu việc di chuyển được thực hiện trên một mặt tương đối bằng phẳng, ma trận R cũng được xác định một cách dễ dàng với quy ước ở trên.

Giải thuật xây dựng bản đồ [13] sử dụng cảm biến hình ảnh: Để xác định điểm ảnh xạ ngược trên mặt đất tương ứng, cần xác định góc ngẩng (pitch angle) và góc nghiêng (roll angle) của camera tại mỗi khung hình. Trên thực tế, các góc này không được xác định một cách chính xác mà chỉ biết được trong dải cho trước. Dải này xác định một vùng mà điểm ảnh sẽ rơi vào, vùng này không bắt buộc phải là vùng lõi. Tuy nhiên nếu giả thiết sự biến thiên về góc là tương đối nhỏ, có thể định nghĩa một Perspective uncertainty Tetragon (PUT) tương ứng với mỗi điểm Harris (đặc trưng sử dụng Harris corner). Mỗi PUT được xác định bằng cách lấy tổ hợp của các giá trị cực đại và cực tiểu của góc ngẩng và góc nghiêng như trong Hình 4.



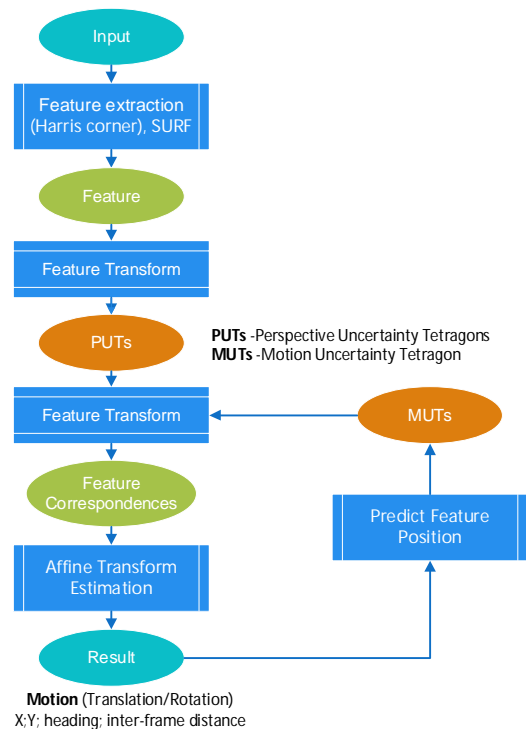
Hình 4. PUT và MUT (bên phải) tương ứng với mỗi điểm Harris phát hiện được (điểm đỏ bên trái)

Các bước trên được cụ thể gồm các bước sau:

+ Bước 1: Thiết lập tương ứng giữa các điểm Harris phát hiện được trong hai ảnh liên tiếp. Sự tương ứng này phụ thuộc vào tốc độ, góc lái, gia tốc của người đi. Như vậy đối với mỗi điểm, sự tương ứng này được xác định là một vùng mà các tác giả gọi là MUT (Motion Uncertainty Tetragon).

+ Bước 2: Mỗi khi các điểm đặc trưng được đặt tương ứng, vấn đề còn lại là xác định một cách chính xác các tham số chuyển động (tốc độ, góc lái). Khi biết được các tham số này, ta hoàn toàn có thể xây dựng được lộ trình chuyển động của đối tượng. Để làm được việc này, trước tiên các vùng MUT sẽ được chuẩn hóa về dạng chữ nhật với kích thước xác định. Diện tích của vùng giao nhau (Overlap) của một MUT với các PUT sẽ được thể hiện bởi một ảnh nhị phân có kích thước là kích thước của hình chữ nhật MUT. Tổng các ảnh nhị phân sẽ cho ta thước đo về tổ hợp dịch chuyển – góc quay trong không gian tham số.

Toàn bộ công việc dự đoán dịch chuyển của camera được minh họa bằng lưu đồ thuật toán sau đây:

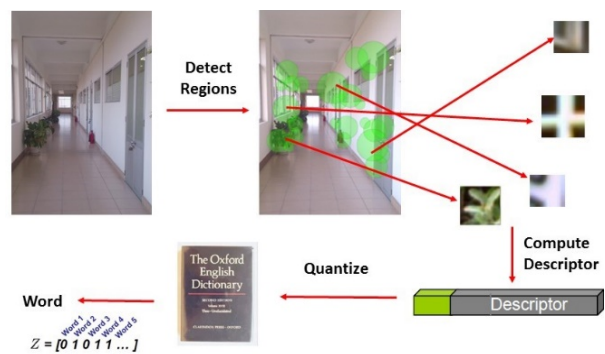


Hình 5. Các bước chính trong giải thuật xây dựng bản đồ Offline

2) Xây dựng cơ sở dữ liệu vị trí (place) đặc trưng trong môi trường:

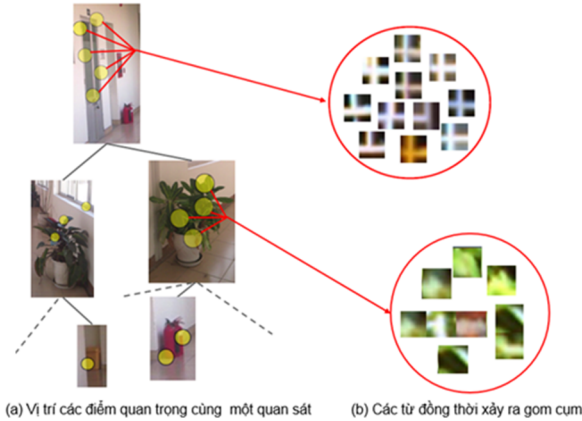
a) Xây dựng bộ từ đặc tả môi trường: sử dụng mô hình **Bag-of-Words** để định nghĩa các từ, trong hệ thống chúng tôi đề xuất sử dụng đặc trưng SURF [2] để mô tả các vị trí quan trọng như trong Hình 6.

Tại mỗi một khung hình thu thập, bộ mô tả các từ sẽ phát hiện ra các vùng nổi bật tại các vị trí quan trọng trong suốt hành trình. Từ đây các vùng phát hiện này được trích chọn ra, một bộ mô tả từ vựng, sử dụng đặc trưng SURF [2] để định nghĩa các từ. Sau đó sử dụng thuật toán gom cụm k-Mean để gom các từ đồng thời xây ra lại với nhau.



Hình 6. Các bước chính để xây dựng bộ từ đặc tả môi trường.

b) *Xây dựng cơ sở dữ liệu vị trí Chow Liu tree [5]:* được xây dựng từ mô hình **Bag-of-Word** với việc học các mô hình đã tạo ra từ các từ. Điểm mạnh của mô hình cây Chow Liu đó là kiểm soát sự xuất hiện đồng thời của các từ được định nghĩa, từ mô hình bởi vì chúng được tạo ra từ các điểm nổi bật của môi trường và mang lại cải tiến cho việc dự đoán vị trí quan trọng.

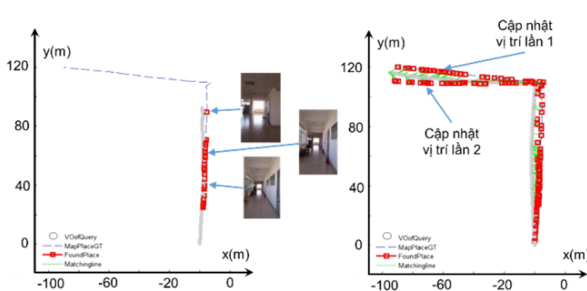


Hình 7. Mô hình cơ sở dữ liệu Chow Liu tree được xây dựng

Trong Hình 7a mô tả các vị trí quan trọng được định nghĩa thành mô hình cây, tại mỗi một quan sát, phải đồng thời xảy ra các từ được gom cụm lại Hình 7b.

c) *Xây dựng cơ sở dữ liệu chỉ mục vị trí.*

Với lần mỗi thử nghiệm mới, chúng tôi so sánh những hình ảnh với những vị trí truy cập trước đó đã lập chỉ mục trong cơ sở dữ liệu vị trí Chow Liu tree. Một thủ tục lập đánh chỉ mục cho các vị trí mới phát hiện trùng khớp với vị trí trên bản đồ, được thực hiện liên tục và kết thúc khi không còn phát hiện các vị trí mới. Đối với những phát hiện vị trí mới là rất cần thiết để xây dựng một bản đồ môi trường bằng việc gia tăng các vị trí phát hiện trên bản đồ trong suốt hành trình di chuyển. Hình 8a cho thấy chỉ vài nơi được đánh dấu bởi lần di chuyển đầu tiên, trong khi nhiều nơi mà được cập nhật sau những lần thứ hai v.v... minh họa trong Hình 8a.

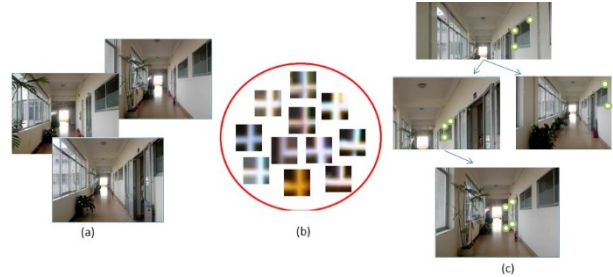


Hình 8. Xây dựng cơ sở dữ liệu vị trí trong suốt đọc hành trình.

d) *Định vị vị trí của Robot trên bản đồ môi trường.*

Tại một khung hình hiện tại, việc so sánh và tìm ra một hình ảnh đại diện xuất hiện trong tập các hình ảnh đã

huấn luyện trong cơ sở dữ liệu cần một giải thuật nhận dạng khung cảnh mạnh. Để giải quyết vấn đề đó, chúng tôi đề xuất sử dụng giải thuật FAB-MAP [6]. Đây là giải thuật mới trong những năm gần đây, được áp dụng thành công cho các bài toán nhận dạng cảnh với tuyến đường có khoảng cách tương đối dài (>1000 km - FAB-MAP 2.0) được minh họa như Hình 9.



Hình 9. Giải thuật FAB-MAP. (a) đặc trưng SURF trích chọn ra từ chuỗi hình ảnh thu thập. (b) Xây dựng bộ từ điển từ các đặc trưng trích chọn. (c) Đồng thời xảy ra các hình ảnh trong cùng một đối tượng.

Để đưa ra một cái nhìn hiện tại của một vị trí quan sát và được thể hiện trên bản đồ xây dựng như thế nào bằng công thức sau:

$$\rho(L_i|Z^k) = \frac{\rho(Z_k|L_i)\rho(L_i|Z^{k-1})}{\rho(Z_k|Z^{k-1})} \quad (2)$$

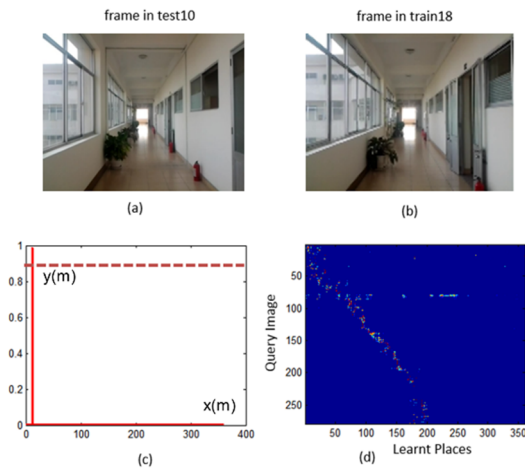
Trong đó:

- + $p(L_i|Z^k)$: Tập quan sát hiện thời
- + $p(Z_k|L_i)$: Khả năng quan sát
- + $p(L_i|Z^{k-1})$: Tập quan sát trước
- + $p(Z_k|Z^{k-1})$: Toàn bộ quan sát tới vị trí thứ k

Chúng tôi tiến hành đánh giá quan sát hiện tại tại vị trí L_i trên bản đồ của một xác suất khi được đưa ra các quan sát tất cả lên đến một vị trí k. Z_k chứa toàn bộ các từ xuất hiện toàn bộ quan sát tới vị trí thứ k-1; Z^k tập các từ tại vị trí thứ k. Trong hệ thống này, tại vị trí thứ i xác định một tham số k^* là ngưỡng $\text{argmax}(p(Z_k|L_i))$ là đủ lớn (Ngưỡng này được xác định trước $T=0.9$).

Trong Hình 10 cho thấy một ví dụ về khả năng nhận dạng cảnh giữa vị trí hiện thời với các vị trí đã được học trước đó. Từ một quan sát tại Hình 10a có chỉ mục $placeID = 10$, khả năng tìm thấy vị trí tốt nhất trong tập học có chỉ mục $placeID = 18$ thể hiện ở Hình 10b. Xác suất $p(L_i|Z^k)$ được hiển thị tại Hình 10c với một giá trị ngưỡng $T=0.9$ mà xác suất tối đa xác định vị trí tốt nhất $placeID = 18$.

Một ma trận vị trí thể hiện những vị trí phù hợp cho một chuỗi hình ảnh được hiển thị ở Hình 10d giúp cho chúng tôi có thể cải thiện các vị trí nhằm lần trong các lần thử nghiệm sau.



Hình 10. (a) Tại một quan sát hiện thời. (b) Vị trí phù nhất được đề xuất. (c) Xác suất $p(Li/Z^k)$ tính toán với mỗi vị trí k với trọng số $K = 350$ vị trí đã huấn luyện. (d) Ma trận vị trí thể hiện các vị trí phù hợp thể hiện tuần tự (290 vị trí).

C. Phát hiện và nhận dạng đối tượng

a) *Mô tả cơ sở dữ liệu:* Bao gồm 04 lớp đối tượng (Chậu hoa, bình cứu hỏa, thùng rác và người), mỗi đối tượng có 526 ảnh, tổng số ảnh trong cơ sở dữ liệu là 2104 ảnh được thu thập làm 04 lần được mô tả như Hình 11.



Hình 11. Cơ sở dữ liệu 04 đối tượng.

b) *Dữ liệu Huấn luyện và Thử nghiệm:* được chia ra làm 2 phần, 1600 ảnh cho phần thử nghiệm (testing), 504 ảnh cho phần huấn luyện (training).

c) *Giải thuật phát hiện và nhận dạng đối tượng:* trong 4 lớp đối tượng xây dựng, chúng tôi chia ra làm 02 loại:

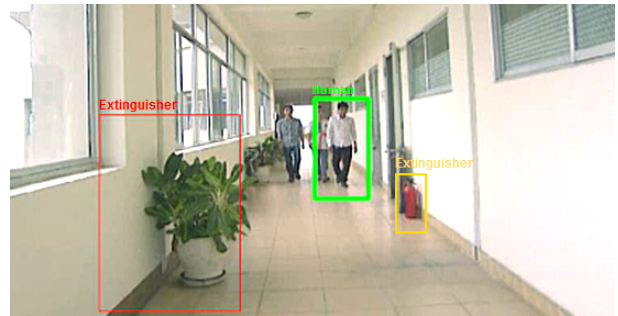
+ *Đối tượng tĩnh:* bao gồm các đối tượng ID#1.Chậu hoa; ID#2.Bình cứu hỏa; ID#3.Thùng rác. Giải thuật nhận dạng đối tượng tiến hành như sau: Trước hết, dùng giải thuật phát hiện theo nghiên cứu [1] để tìm ra các vùng chứa đối tượng, sau đó chúng tôi sử dụng giải thuật nhận dạng [11] với bộ phân lớp k-NN và đặc trưng GIST [10] để phân loại và nhận dạng đối tượng tĩnh (Chậu hoa, Bình cứu hỏa, Thùng rác).

+ *Đối tượng động:* ID#4.Người, chúng tôi sử dụng giải thuật học máy SVM với đặc trưng HoG [9] để nhận dạng ra đối tượng di động (Người).

d) *Độ đo đánh giá:* Sử dụng độ đo chính xác (Precision) [7] để đánh giá hiệu năng của hệ thống nhận dạng:

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

e) *Kết quả đánh giá:*



Hình 12. Kết quả nhận dạng đối tượng trong môi trường

BẢNG 1. KẾT QUẢ NHẬN DẠNG ĐỐI TƯỢNG

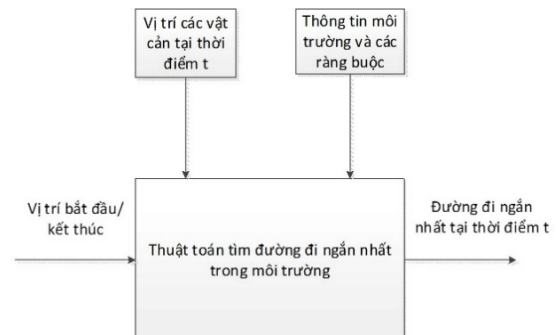
TT	Tên lớp	Độ chính xác
1	Chậu hoa	78.16%
2	Bình cứu hỏa	58.22%
3	Thùng rác	69.00%
4	Người	90.00%
	Trung bình	73.85%

Với kết quả trên, lớp đối tượng người đạt độ chính xác tốt nhất, đây cũng là lớp đối tượng di chuyển trong môi trường phục vụ chính cho bài toán phát hiện vật cản. Khoảng cách tối thiểu để phát hiện đối tượng trong môi trường $d \sim 2m$ như Hình 12. Kết quả nhận dạng các lớp còn lại cũng rất hữu ích cho việc cung cấp thông tin cho môi trường mà Robot cần cảnh báo cho người khiếm thị.

D. Dẫn đường và tương tác người máy

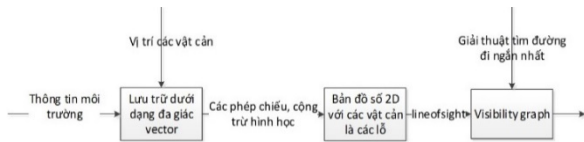
1) *Xác định đường đi tối ưu cho Robot trong môi trường có nhiều vật cản di động.*

Bài toán được phát biểu như Hình 13



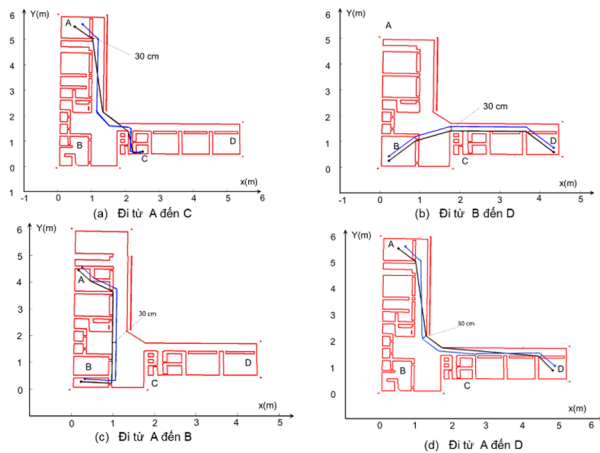
Hình 13. Mô hình bài toán tìm đường đi ngắn nhất.

Trong đó, đầu vào của bài toán là vị trí bắt đầu của đối tượng và điểm kết thúc mong muốn. Trong quá trình tìm kiếm đường đi tối ưu, các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thuật toán được tính đến như: vị trí của các đối tượng động, vật cản tại thời điểm tính toán (t) hay các yếu tố ràng buộc của môi trường bao gồm: trạng thái của các cửa ra vào, các khu vực không thể đi qua hoặc các hạn chế về mặt vật lý như người không thể đứng ngoài không gian môi trường với độ cao lớn... Bên cạnh đó, các thông tin về môi trường tĩnh cũng sẽ đóng vai trò quan trọng đến việc tìm kiếm đường đi tối ưu tại một thời điểm nhất định. Phương pháp được đề xuất là một phương pháp tiếp cận coi môi trường trong mặt phẳng 2 chiều với các hình chiếu hình học được lưu trữ dưới dạng vector. Bằng phép chiếu hình học, thông tin môi trường của từng tầng tòa nhà và các vật cản trên tầng đó được chiếu xuống mặt phẳng tương ứng.



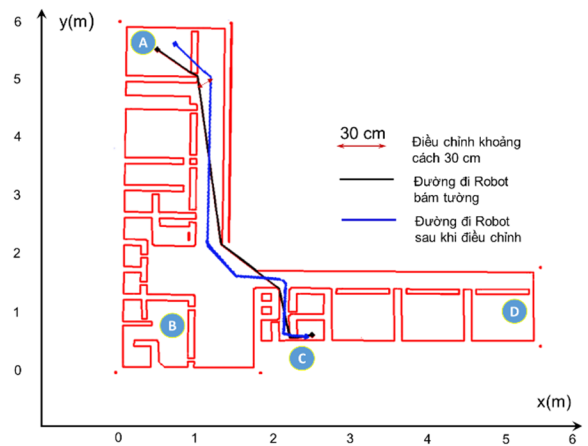
Hình 14. Thuật toán đường đi ngắn nhất sử dụng vector

Kết quả của phép chiếu này là một đa giác với các "lỗ" bên trong là các hình chiếu của vật cản. Từ đó, nhiệm vụ của thuật toán là tìm đường đi cho một đối tượng trong môi trường sao cho đường đi đó không cắt qua bất kỳ "lỗ" nào. Một đặc điểm của phương pháp này so với việc sử dụng các ảnh bitmap (chia môi trường ra làm các lưới với các ô là một pixel, tô màu cho các vật cản khác nhau) là độ chính xác của thông tin môi trường là tương đối cao không bị phụ thuộc vào độ phân giải. Tuy nhiên, việc sử dụng các đa giác vector cho bản đồ số gặp phải một số vấn đề trong hiệu suất tính toán thời gian thực. Vấn đề này thể hiện qua việc đánh giá các quy trình thực hiện của thuật toán tìm đường đi ngắn nhất sử dụng thông tin môi trường dạng vector như ở Hình 14.



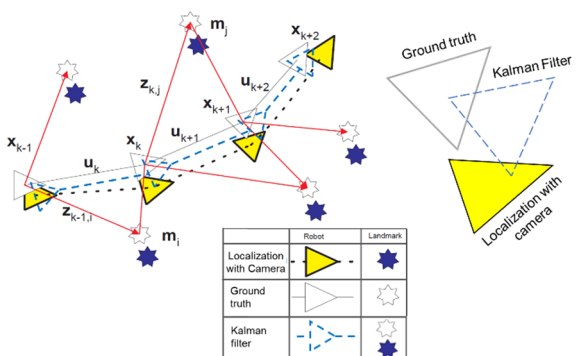
Hình 15. Một số kết quả tìm đường đi ngắn nhất, (a) Đi từ điểm A->C, (b) Đi từ điểm B->D, (c) Đi từ điểm A->B, (d) Đi từ điểm A->D.

Trong đó, hai bước có độ phức tạp cao và tốn tài nguyên tính toán nhất được kể đến là các bước chiếu, công trừ hình học và bước tìm mạng đồ thị liên thông (*visibility graph*) của môi trường sử dụng thuật toán nối 02 đỉnh (*vertex*) không bị che khuất (*lineofsight*). Đây là các bước tính toán có độ phức tạp đa thức đối với số đỉnh và số cạnh cần xét trong môi trường. Do đó, việc tối ưu hóa chương trình sẽ được chú trọng vào cải thiện hiệu suất tính toán của hai bước trên. Giải thuật đường đi ngắn nhất được lựa chọn thử nghiệm ở đây là giải thuật Dijkstra thông thường (không sử dụng cài đặt hàng đợi ưu tiên). Phần thực nghiệm cho mô đun này chúng tôi định nghĩa 04 kịch bản với 04 điểm đích biết trước A, B, C, D có trên bản đồ đã xây dựng như Hình 15. Giải thuật tìm đường đi tối ưu sẽ trả về một danh sách tập mà Robot phải đi qua, các điểm bám tường. Để Robot đi đúng quỹ đạo không chạm tường, chúng tôi thực hiện việc điều chỉnh, nắn các các điểm trong danh sách tìm được, cách tường 30cm, điều này sẽ giúp cho Robot luôn di chuyển ở vị trí trung tâm của tuyến đường như Hình 16.



Hình 16. Điều chỉnh danh sách các điểm tìm được cách tường 30 cm

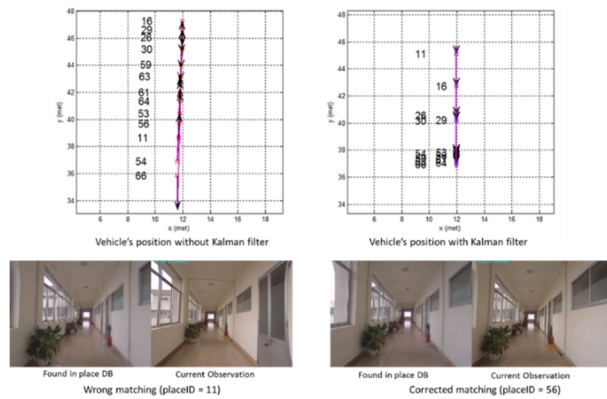
Để Robot đi đúng hành trình từ bản đồ các điểm đường đi ngắn nhất phía trên chúng tôi đề xuất sử dụng bộ lọc Kalman giải quyết các vấn đề nhiễu cho việc ra lệnh cho Robot đi theo một kịch bản cố định như hình Hình 17.



Hình 17. Mô hình bộ lọc Kalman dự báo vị trí ROBOT

Trong Hình 17 mô tả việc sử dụng bộ lọc Kalman cho việc dự đoán vị trí của Robot. Trong bối cảnh thực nghiệm chúng tôi có 02 luồng dữ liệu đưa vào, 01 là bộ tham số mà quãng đường robot di chuyển có sai số và 01 luồng dữ liệu định vị mà camera quan sát được. Hai bộ tham số này được đưa vào bộ lọc Kalman nhằm ước lượng giá trị đích thực của vị trí Robot.

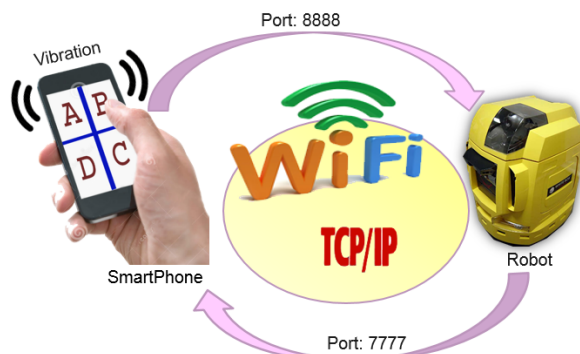
Bộ lọc Kalman nhằm ước lượng giá trị đích thực, bằng cách dự đoán giá trị của nó và tính độ tin cậy (hay độ bất định) của dự đoán đó, đồng thời đo đặc giá trị (nhưng bị sai số vì có các nhiễu), sau đó lấy một trung bình có trọng giữa giá trị dự đoán và giá trị đo đặc được, làm giá trị ước lượng. Việc tính toán đưa vào mô hình nhiều được thực hiện bằng phép thử sau mỗi lần thí nghiệm, kết hợp với việc đo đặc thực địa đưa ra mô hình nhiều phù hợp. Kết quả cho thấy sau khi dữ liệu đưa qua bộ lọc Kalman thì danh sách các điểm mà Robot phải đi qua là một tập tuyến tính được minh họa bằng Hình 18.



Hình 18. Dự đoán vị trí di chuyển của Robot kết hợp 02 luồng dữ liệu quan sát và di chuyển.

2) Tương tác Người – Thiết bị di động

Chúng tôi đưa ra giải pháp sử dụng điện thoại thông minh (SmartPhone) là thiết bị kết nối giữa người dùng và Robot qua hệ thống mạng Wi-Fi với giao thức truyền thông TCP/IP như Hình 19.



Hình 19. Mô hình truyền thông sử dụng giao thức TCP/IP

Hệ thống tương tác Người-Máy bao gồm có các thành phần cơ bản: Robot đóng vai trò bộ xử lý thông trung tâm có và điện thoại thông minh có vai trò kết nối thành phần vào ra hệ thống, cụ thể như sau:

+ *Robot*: Tại đây, chúng tôi sử dụng Robot có tên PCBOT-914 được tích hợp các phần mềm lõi: Nhận dạng và phát hiện đối tượng, định vị, điều khiển động cơ... Các phần mềm được tích hợp và hoạt động theo mô hình song song, đa tiến trình, cụ thể nhận các bản tin gửi về từ Smartphone (tín hiệu các vị trí cần tới được gửi đi dưới dạng ID của từng vị trí). Sau đó kích hoạt một loạt dịch vụ: Định vị, Xác định điểm xuất phát Robot (nhờ một loạt thủ tục đối sánh ảnh matching), tìm đường đi ngắn nhất trên bản đồ môi trường xây dựng, xác định hành trình đến điểm đích, xây dựng một lộ trình bao gồm tốc độ, khoảng cách di chuyển giữa các điểm. Cuối cùng, gửi các phản hồi với chu kỳ 100ms tới Smartphone. Các bản tin này là thông tin về các kiểu rung được định nghĩa sẵn, mỗi kiểu rung tương ứng với một thao tác chỉ dẫn định hướng như rẽ trái, rẽ phải, đi thẳng, dừng lại. Đối với người khiếm thị để hiểu được các tần số rung tương ứng phải có một thời gian huấn luyện để cảm nhận.

+ *Điện thoại thông minh (Smartphone)*: Với vai trò như một bàn phím không dây gửi lệnh từ người khiếm thị và nhận lệnh phản hồi (rung hoặc tiếng nói tổng hợp) từ hệ thống trung tâm (Robot). Giao diện tương tác giữa người và máy thông qua màn hình cảm ứng được chia ra làm 4 vùng tương ứng với 4 vị trí định nghĩa như Hình 19. Smartphone sẽ gửi bản tin tương ứng tới Robot qua cổng 8888 và nhận về cổng 7777. Sau khi Smartphone kết nối với hệ thống thì Robot sẽ gửi một tín hiệu kích hoạt trạng thái rung của Smartphone theo các kiểu tương ứng nhằm chỉ dẫn người khiếm thị tìm đường.

IV. ĐÁNH GIÁ THỬ NGHIỆM

A. Kịch bản thử nghiệm



Hình 20. Môi trường thử nghiệm hệ thống

Để tiến hành đánh giá hệ thống dẫn đường người khiếm thị bằng Robot, chúng tôi đề xuất kịch bản như sau:

Robot dẫn người khiếm thị từ một vị trí bất kỳ không biết trước của hành lang tầng 10 – Viện MICA – Đại học Bách khoa Hà Nội, tới các điểm được định nghĩa trước, với tổng chiều dài của hành lang 60m như Hình 19. Chúng tôi tiến hành định nghĩa các điểm quan trọng cụ thể như sau: 01 điểm xuất phát không biết trước, điểm A phía trước phòng xử lý ảnh (images group), điểm B cầu thang máy, điểm C phía trước nhà vệ sinh, D lớp học.

B. Kết quả đánh giá định lượng hệ thống Robot dẫn đường.

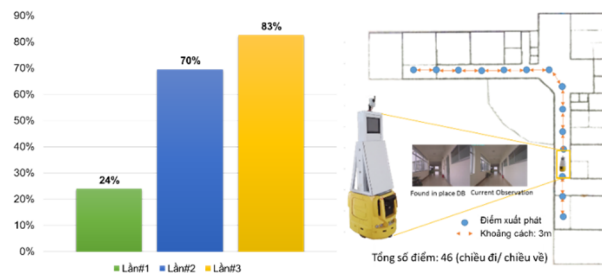
Với kết quả như trên cho thấy mặc dù các số liệu đánh giá độ chính xác (BẢNG 2, phân tích cảnh giống nhau), kết quả này phù hợp với bài toán định vị Robot và dẫn đường trong đó Robot di chuyển với tốc độ khoảng 10 cm/ giây và thời gian tính toán ở 1 khung hình / giây. Vì vậy, độ chính xác 65% (trung bình) có nghĩa là bằng cách di chuyển một khoảng cách 100 cm (10 khung hình chụp), 6 ~ 7 vị trí (trong khoảng cách 1 m) là căn cứ đáng tin cậy trong bài toán dẫn đường.

BẢNG 2. KẾT QUẢ ĐỊNH LƯỢNG ROBOT DẪN ĐƯỜNG

T	Lần thử	Chưa phân tách cảnh		Đã phân tách cảnh (Sử dụng đặc trưng GIST [10])	
		Độ đo chính xác	Độ đo triệu hồi	Độ đo chính xác	Độ đo triệu hồi
1	L2	12%	90%	67%	82%
2	L3	36%	85%	74%	88 %

C. Kết quả đánh giá xác định vị trí xuất phát của Robot.

Việc xác định điểm đầu và điểm cuối của hành trình di chuyển của Robot là rất cần thiết, trong ngữ cảnh này điểm cuối được định nghĩa trước. Do vậy việc xác định vị trí ở đầu trong môi trường là rất cần thiết, khi đặt Robot bất kỳ đâu trên quãng đường đều có thể xác định được vị trí đó trên bản đồ môi trường. Công việc được thực hiện nhờ thủ tục đối sánh ảnh 100 lần matching/ 01 vị trí, kết quả này trả giá trị ngưỡng ϵ (đếm số lần lặp lại vị trí IDplace). Giá trị ngưỡng đủ lớn $\epsilon > 70\%$ thì sẽ quyết định vị trí của Robot chính xác trên bản đồ xây dựng.



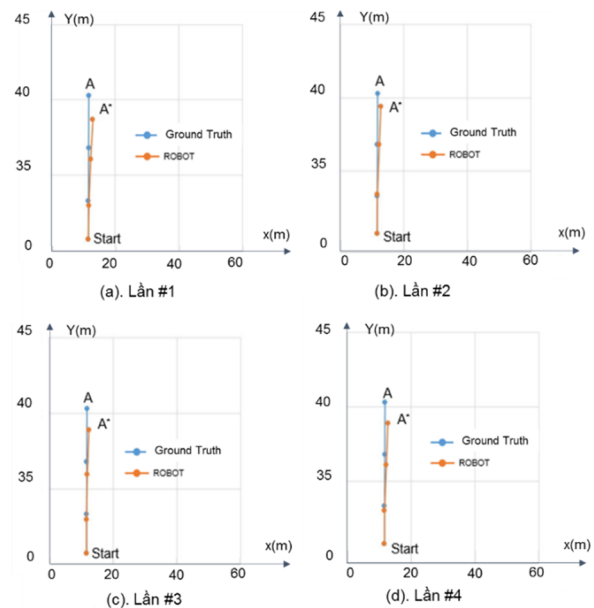
Hình 21. Kết quả xác định vị trí xuất phát của Robot

Chúng tôi tiến hành đánh giá 3 thời điểm (lần#3- sáng, lần#2- trưa, lần#1-tối) như Hình 21. Kết quả xác định vị trí xuất phát của Robot với tổng số điểm 46 cho cả quãng

đường đi và về trên quãng đường thử nghiệm, khoảng cách giữa hai điểm là 03 m. Để đánh giá độ chính xác định vị chúng tôi sử dụng độ đo triệu hồi Recal [7]. **Kết quả tốt nhất ~ 83%** với lần thử nghiệm 3, còn các lần thử nghiệm sau kết quả giảm. Điều này minh chứng, yếu tố môi trường (về điều kiện chiếu sáng) ảnh hưởng tương đối lớn đến kết quả thực nghiệm.

D. Kết quả đánh giá định tính hệ thống Robot dẫn đường.

Chúng tôi tiến hành thực hiện việc đánh giá hiệu quả của việc sử dụng bộ lọc Kalman trong việc điều khiển Robot, cụ thể như sau: Trong Hình 22 biểu diễn quãng đường mà Robot dẫn đường theo 4 lần thử nghiệm, cách thức thực hiện như sau: Xác định hành trình của Robot từ vị trí bất kỳ đến một vị trí được định nghĩa trước A, mô đun Shortest Path sẽ trả về kết quả là một tập danh sách gồm các điểm mà Robot phải đi qua để đến được điểm A. Đầu tiên chúng tôi thực hiện việc đo thực địa từ danh các điểm, ta được đường đi lý tưởng (ground truth), sau đó cho Robot di chuyển theo đúng hành trình này. Kết quả này cho thấy, nếu không sử dụng bộ lọc Kalman thì sau một khoảng thời gian vị trí điểm đích ngày càng cách xa nhau (giữa A và A*) như Hình 22.



Hình 22. Kết quả đánh giá 4 lần thực nghiệm

Do đó, Robot sẽ di chuyển sai quỹ đạo mong muốn sẽ gây ảnh hưởng tương đối lớn cho việc điều khiển Robot đi theo một hành trình biết trước. Điều này minh chứng cho việc sử dụng bộ lọc Kalman (kết hợp nhiều nguồn thông tin như camera, wifi, RFID...) sẽ bù lại độ sai định vị mà các yếu tố ngoại cảnh làm ảnh hưởng đến kết quả như: quán tính Robot, bề mặt mặt đường... Chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm cho Robot trợ giúp dẫn học sinh khiếm thị khiếm thị, với tốc độ di chuyển $v=200mm/s$, di

chuyển với khoảng cách $d=60m$. Kết quả được đánh giá bằng 02 thước đo: Độ triệu hồi Recall và sai số định vị δ (Median error): **Recall ~ 63 %** và **$\delta < 40cm$** .



Hình 23. Hệ thống đề xuất dẫn đường người khiếm thị bằng mobile Robot

Trong Hình 23 giao tiếp với hệ thống bằng việc người khiếm thị kích hoạt các vị trí được định nghĩa trên màn hình Smartphone. Tín hiệu phản hồi lại là tín hiệu rung với các tần số khác nhau tương ứng với các trạng thái: xuất phát, đi thẳng, rẽ, đến đích... Ngoài ra hệ thống cung cấp cho người khiếm thị thông tin môi trường như thông tin vật cản phía trên cao và dưới thấp, trường hợp gây nguy hiểm Robot sẽ dừng lại hoặc phản hồi rung lắc mạng điện thoại cầm tay. Trong tương lai, chúng tôi tích hợp phản hồi âm thanh bằng tiếng nói tổng hợp, kết quả cho thấy hệ thống đáp ứng yêu cầu đề xuất, tương tác rung trên smartphone giúp người khiếm thị cảm nhận được các tín hiệu phản hồi từ hệ thống dẫn đường.

V. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề xuất phương pháp về trợ giúp định hướng người khiếm trong môi trường diện hẹp sử dụng Robot, hệ thống đề xuất bao gồm các mô đun: xây dựng bản đồ môi trường, xác định vị trí hiện thời của Robot, định hướng chuyển động của robot, Tương tác Người – Thiết bị di động. Với các thuật toán rất mạnh về việc xây dựng bản đồ môi trường như Visual Odometry, FAB-MAP và điều khiển Robot theo đúng quy trình như bộ lọc Kalman, Shortest Path... để giải quyết một loạt các bài toán như xây dựng bản đồ môi trường, định vị đối tượng, hay tìm đường đi tối ưu tránh vật cản. Đề xuất được một hệ thống hoàn chỉnh Robot dẫn đường. Phần thực nghiệm đánh giá trên học sinh khiếm thị trong phạm vi hành lang dẫn hướng tới các vị trí đã định nghĩa trước. Kết quả được đánh giá trên tập cơ sở dữ liệu động đánh tin cậy, độ chính xác cao phục vụ cho bài toán Robot dẫn đường sử dụng nguồn thông tin hình ảnh camera. Với các kết quả nghiên cứu này sẽ là động lực để chúng tôi phát triển hệ thống một cách hoàn hảo hơn, nâng cao độ chính xác định vị, giảm bớt độ sai số định vị và có thể cung cấp thông

tin về vật cản có trong môi trường và hướng tới một hệ thống trợ giúp thân thiện, dễ sử dụng với người dùng.

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] B. Alexe, T. Deselaers and Ferrari V. (2010), "What is an object?," CVPR 2010,
- [2] Bay H., Ess A., Tuytelaars T. and Gool L. V. (2008), "Speeded-Up Robust Features (SURF)," *Comput. Vis. Image Underst.*, 110, 346-359.
- [3] Borenstein J., "The NavBelt-A Computerized Multi-Sensor Travel Aid for Active Guidance of the Blind," in *CSUN's Fifth Annual Conference on Technology and Persons with Disabilities*, 1990
- [4] Borenstein J. and Ulrich I., "The guidecane-a computerized travel aid for the active guidance of blind pedestrians," in *Robotics and Automation, 1997. Proceedings., 1997 IEEE International Conference on*, 1997, 1283-1288.
- [5] Chow C. and Liu C. (1968), "Approximating discrete probability distributions with dependence trees," *Information Theory, IEEE Transactions on*, 14, 462-467.
- [6] Cummins M. and Newman P. (2008), "FAB-MAP: Probabilistic localization and mapping in the space of appearance," *The International Journal of Robotics Research*, 27, 647-665.
- [7] Everingham M. and Winn J. (2012), "The PASCAL Visual Object Classes Challenge 2012 (VOC2012) Development Kit,"
- [8] Nanayakkara S., Shilkrot R., Yeo K. P. and Maes P., "EyeRing: a finger-worn input device for seamless interactions with our surroundings," presented at the Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference, Stuttgart, Germany, 2013.
- [9] Navneet Dalal B. T. (2005), "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," *Computer Vision and Pattern Recognition*, 1,
- [10] Oliva A. and Torralba A. (2001), "Modeling the Shape of the Scene: A Holistic Representation of the Spatial Envelope," *Int. J. Comput. Vision*, 42, 145-175.
- [11] Quattoni A. and A.Torralba (2009), "Recognizing Indoor Scenes," in *Proceeding of the International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1-8.
- [12] Shoval S., Borenstein J. and Koren Y. (1998), "Auditory guidance with the navbelt-a computerized travel aid for the blind," *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, 28, 459-467.
- [13] Van Hamme D., Veelaert P. and Philips W., "Communicationless navigation through robust visual odometry," in *Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2012 15th International IEEE Conference on*, 2012, 1555-1560.
- [14] Zhengyou Z., "Flexible camera calibration by viewing a plane from unknown orientations," in *Computer Vision, 1999. The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on*, 1999, 666-673 vol.661.

KỶ YẾU
HỘI THẢO QUỐC GIA 2014
VỀ ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG
VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PHẠM NGỌC KHÔI

Biên tập:

NGUYỄN TIẾN HÙNG

Trình bày bìa:

ĐẶNG NGUYỄN VŨ

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 04 3942 2443 Fax: 04 3822 0658

Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn>. Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh. ĐT: 08 3822 5062

In 150 bản, khổ 19 x 27 cm, tại Xưởng in - Trường Đại học Thông tin liên lạc.

Đăng ký xuất bản số: 1672-2014/CXB/3-104/KHKT.

Quyết định xuất bản số: 117/QĐXB-NXBKHKT, ngày 21/8/2014.

In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2014.

ECIT 2014



214109B00

978-604-67-0349-5



9 786046 170349 5