

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ XE TỰ HÀNH SỬ DỤNG MÁY TÍNH NHÚNG RASPBERRY PI VÀ CAMERA 3D ỨNG DỤNG VẬN CHUYỂN ĐỒ TỰ ĐỘNG TRONG NHÀ KHO

RESEARCH, DESIGNING AUTOMOBILE VEHICLES USING RASPBERRY PI COMPUTERS AND 3D CAMERA
APPLICATION OF AUTOMOTIVE TRANSPORTATION APPLICATIONS IN WAREHOUSES

Hoàng Văn Quang¹, Nguyễn Kim Huy¹,
Trần Ngọc Hải¹, Tô Anh Dũng^{2,*}

TÓM TẮT

Ngày nay, với sự bùng nổ của thương mại điện tử, logistics, nhà máy, kho vận thông minh với yêu cầu về năng suất, tính an toàn trong việc vận chuyển hàng hóa càng được nâng cao. Cùng với đó là bài toán chi phí khi sử dụng số lượng lớn lao động cho quá trình vận chuyển hàng hóa. Một trong những giải pháp hiệu quả cho những yêu cầu trên là sử dụng xe tự hành (AGV). Công nghệ "điều hướng tự nhiên - Natural Navigation" dẫn đường cho xe tự hành sử dụng cảm biến Lidar và camera 3D ngày càng được ứng dụng bởi công nghệ này không ảnh hưởng nhiều đến không gian kho như công nghệ đi theo vạch (sử dụng băng dính từ) và cho phép dễ dàng thiết lập, thay đổi bố trí điểm, quy trình vận hành và chi phí phải bỏ ra không quá cao.

Từ khóa: Xe tự hành, điều hướng tự nhiên, logistics.

ABSTRACT

Today, with the boom of e-commerce, logistics, factories, intelligent logistics with the requirements of productivity, the safety of goods transportation is increasingly enhanced. Along with that is the cost problem when using a large amount of labor for the process of transporting goods. One of the effective solutions for these requirements is to use autonomous vehicles (AGV). "Natural Navigation" technology is leading the way for self-driving cars using Lidar sensors and 3D cameras. Because this technology does not affect the storage space as much as the trailing technology (using magnetic tape). They allow easy set-up, change of point layout, operating procedures and cost not too high.

Keywords: Autonomous vehicles, natural navigation, logistics.

¹Lớp Điện 6 - K11, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: toanhdung.hau@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

Ứng dụng xe tự hành (AGV) là một xu thế tất yếu cho vấn đề vận chuyển hàng hóa trong các nhà máy, kho vận. Lợi ích mạng lại không chỉ về mặt chi phí sản xuất, năng suất vận chuyển mà cả tính an toàn cao. Hiện nay một số hãng sản xuất xe tự hành sử dụng công nghệ điều hướng tự nhiên (Natural Navigation) của nước ngoài như: MiR, KUKA

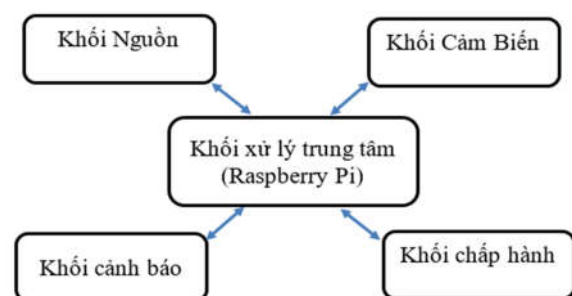
Robotics, OMRON, CASUN và tại Việt nam có công ty STI Vietnam.

Tại nước ta có tập đoàn nước ngoài lớn như Meiko Electronics của Nhật Bản đã và đang áp dụng công nghệ điều hướng tự nhiên do công ty STI Vietnam sản xuất. Xe tự hành sử dụng để vận chuyển các cuộn đồng có trọng lượng lớn (khoảng 70kg). Các cuộn đồng được truyền nhận qua hệ thống băng tải gắn trên thân AGV.

Nghiên cứu xe tự hành ứng dụng vận chuyển hàng hóa trong kho là một lĩnh vực tiềm năng. Nhưng thực tiễn tại nước ta chưa có nhiều công ty nghiên cứu về lĩnh vực này và hiện còn nhiều hạn chế. Do đó, nhóm tác giả đã nghiên cứu, thiết kế xe tự hành sử dụng máy tính nhúng Raspberry Pi và Camera 3D ứng dụng vận chuyển đồ tự động trong nhà kho. Với mong muốn có thể tìm hiểu, nghiên cứu quy trình vận hành, vận chuyển đồ trong kho, chế tạo xe tự hành và công nghệ điều hướng tự nhiên sử dụng cảm biến lidar 2D, camera 3D và máy tính nhúng.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Sơ đồ khối



Hình 1. Sơ đồ khối của hệ thống

Nguyên lý sơ đồ:

- Khối xử lý trung tâm sử dụng máy tính nhúng raspberry Pi 3B+. Nhóm sử dụng phần mềm ROS(Robot Operate System) chạy trên hệ điều hành Lubuntu. Nhiệm vụ của khối: Nhận tín hiệu từ các cảm biến, điều khiển khối

chấp hành có động cơ giúp xe di chuyển, tạo bản đồ 2D, đọc mã Aruco, tính toán ước tính vị trí của xe trong bản đồ, tính toán tạo kế hoạch, đường đi chuyển.

- Khối cảm biến gồm các cảm biến: RPlidar A1, Camera 3D, Encoder, IMU. Nhiệm vụ của khối là thu thập dữ liệu môi trường: khoảng cách của xe với các vật cản xung quanh, góc quay từ trường, tốc độ động cơ.

- Khối chấp hành gồm các mạch driver điều khiển động cơ, động cơ 1 chiều.

- Khối nguồn cung cấp điện áp 1 chiều DC cho tất cả các khối còn lại.

2.2. Các bộ phận chính

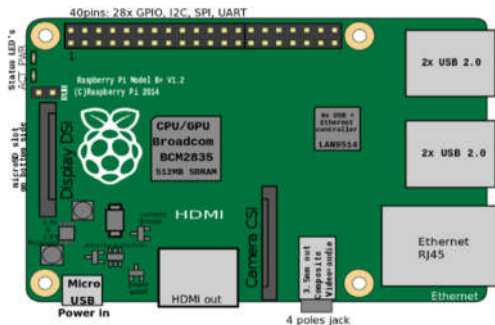
2.2.1. Máy tính Raspberry Pi 3B+



Hình 2. Máy tính nhúng Raspberry Pi 3 B+

Thông số kỹ thuật chi tiết:

- Sản xuất tại: nhà máy Sony tại Anh (Made in UK / PRC), chính hãng RS Components.
- 1.2GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53 CPU (BCM2837).
- 1GB RAM (LPDDR2 SDRAM).
- On-board Wireless LAN - 2.4GHz 802.11 b/g/n (BCM43438).
- On-board Bluetooth 4.1 + HS Low-energy (BLE) (BCM43438).
- 4 x USB 2.0 ports.
- 10/100 Ethernet.
- 40 GPIO pins.
- Full size HDMI 1.3a port



Hình 3. Phần cứng máy tính nhúng Raspberry

2.2.2. Cảm biến RPlidar



Hình 4. Cảm biến Rplidar A1

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp sử dụng: 5VDC.
- Chuẩn giao tiếp: UART.
- Phương pháp phát hiện vật cản: Laser.
- Khoảng cách phát hiện vật cản tối đa: 12m.
- Góc quay: 360 độ.
- Tốc độ lấy mẫu tối đa: 8000 Samples per time.
- Tần số quét tối đa: 10Hz.
- Kích thước: 71 x 97mm.

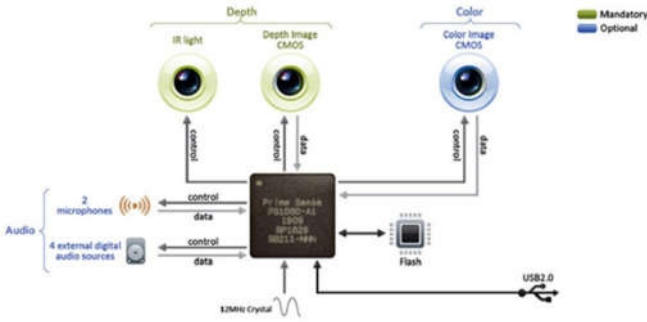
2.2.3. Camera Kinect Xbox 360



Hình 5. Camera 3D kinect xbox

Thông số kỹ thuật:

- Nguồn hoạt động 5V.
- Kết nối qua cổng USB Type B.
- Thấu kính cảm ứng màu sắc và độ sâu.
- Micro nhận diện âm thanh.
- Cảm ứng chuyển động.
- Tầm hoạt động:
 - Nhìn ngang: 57 độ.
 - Nhìn dọc: 43 độ.
 - Độ nghiêng vật lý: ± 27 độ.
- Tầm xa: 1,2 - 3,5m.
- Luồng dữ liệu.
 - 320x240 độ sâu mẫu 16-bit, 30 khung hình/giây.
 - 640x480 độ sâu mẫu 32-bit, 30 khung hình/giây.
- Âm thanh 16-bit, 16kHz.



Hình 6. Sơ đồ kết nối camera

2.2.4. Cụm động cơ và bánh xe di chuyển

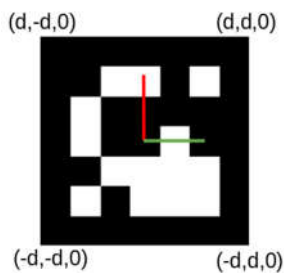
Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 12V.
- Bánh xe đường kính 70mm.



Hình 7. Động cơ 12V

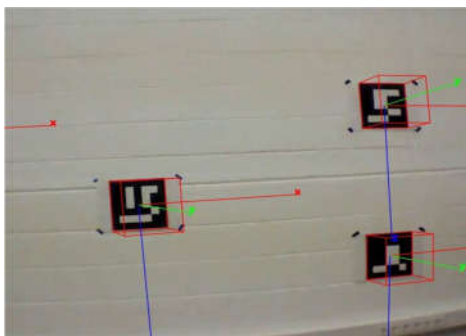
2.2.5. Mã Aruco



Hình 8. Mã Aruco

Thông số kỹ thuật:

- Kích thước 100x100mm.
- Số ô 5x5.

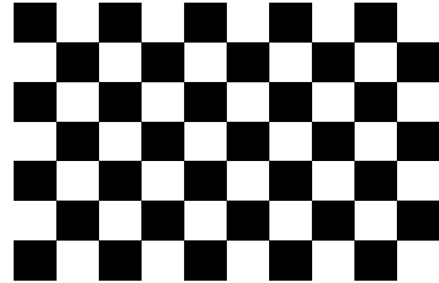


Hình 9. Khung tạo độ của mã Aruco đọc được từ Camera

3. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỆN TỬ VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM

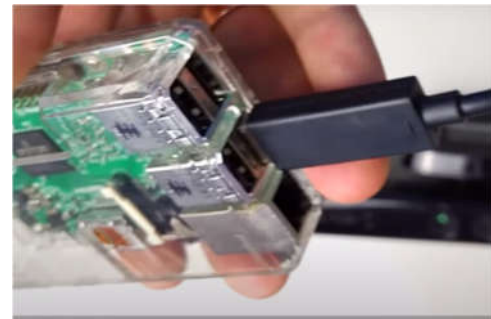
3.1. Quy trình thực hiện

Hiệu chỉnh camera 3D: Sử dụng bộ mã Aruco đặc biệt để hiệu chỉnh cho camera (hình 10).



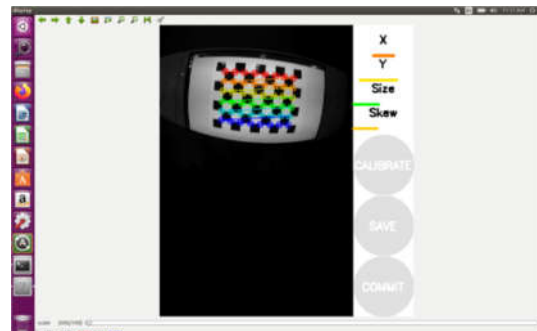
Hình 10. Mã Aruco để hiệu chỉnh cho camera

Kết nối camera, cảm biến lidar với máy tính và kiểm tra cổng kết nối hình 11.



Hình 11. Kết nối camera với máy tính

Phần mềm hiệu chỉnh trên Ubuntu như hình 12.



Hình 12. Phần mềm hiệu chỉnh camera

Kết nối cảm biến lidar với máy tính như hình 13.



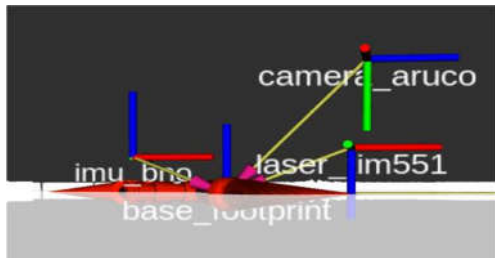
Hình 13. Kết nối cảm biến lidar với máy tính

Sử dụng câu lệnh "ls -l /dev | grep ttyUSB" kiểm tra và đảm bảo thiết bị được kết nối như hình 14.

```
pi@gopigo-robot:~/rplidar_ws$ ls -l /dev |grep ttyUSB
pi@gopigo-robot:~/rplidar_ws$ ls -l /dev |grep ttyUSB
crw-rw-rw- 1 root dialout 188, 0 Jan 31 10:24 ttyUSB0
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Jan 31 10:24 ydlidar -> ttyUSB0
pi@gopigo-robot:~/rplidar_ws$
```

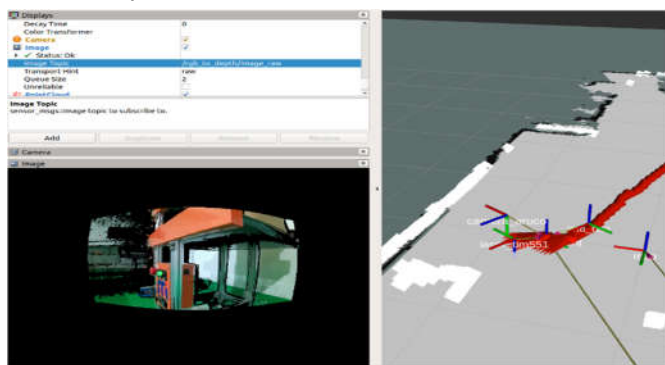
Hình 14. Kiểm tra cổng kết nối qua Terminal

Tạo mối liên kết khung tọa độ giữa Camera, cảm biến lidar với khung xe như hình 15.



Hình 15. Chuyển đổi khung tọa độ

Thu thập dữ liệu 3D từ camera 3D Kinect như hình 16.



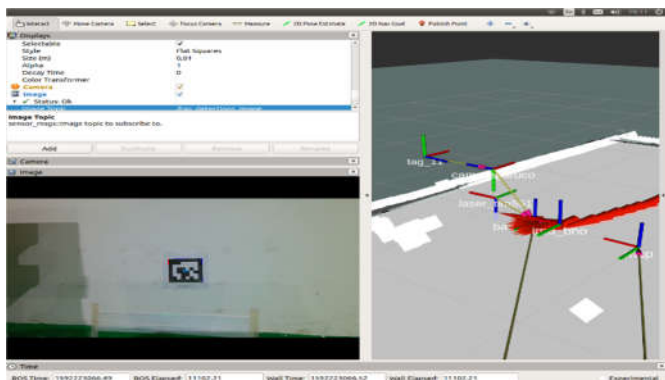
Hình 16. Hiển thị dữ liệu 3D thu được

3.2. Mô hình thực nghiệm sau khi hoàn thành

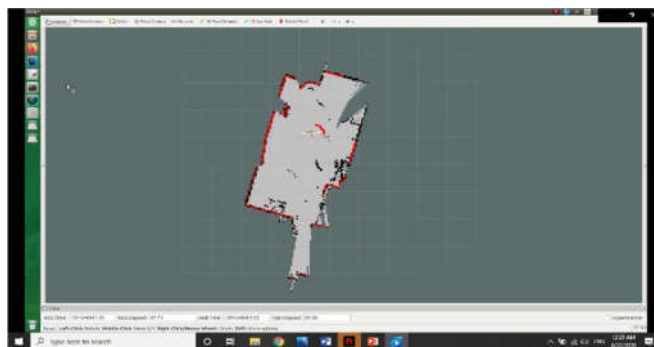
Mô hình thực nghiệm sau khi hoàn thành như hình 17, màn hình đăng nhập và tạo bản đồ 2D như hình 18, 19.



Hình 17. Mô hình tổng quát



Hình 18. Màn hình đăng nhập



Hình 19. Tạo bản đồ 2D

Thử nghiệm mô hình và kết quả

Sau quá trình tìm hiểu, nghiên cứu, nhóm thu được kết quả:

1. Sử dụng Hector mapping Packages Ros định vị và tạo bản đồ 2D thành công.
2. Đọc và định vị mã Aruco trong bản đồ.
3. Tự động kiểm tra lại vị trí trong bản đồ khi camera phát hiện bất kì mã Aruco đã được thiết lập và setpose khi thấy độ lệch quá lớn.
4. Xe tự động di chuyển, tránh vật cản khi chỉ điểm 1 điểm bất kì trong bản đồ.
5. Tăng độ chính xác cho quá trình di chuyển pha cuối nhờ sự kết hợp tạo độ của mã Aruco tại vị trí đặc biệt.
6. Phát hiện vật cản bất thường (nằm lơ lửng phía đầu xe) mà cảm biến lidar ko thể phát hiện.

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế xe tự hành sử dụng máy tính nhúng Raspberry Pi và Camera 3d ứng dụng vận chuyển đồ tự động trong nhà kho. Mô hình cơ bản đáp ứng yêu cầu ban đầu về thiết kế và vận hành với các chứng năng: Sử dụng Hector mapping Packages Ros định vị và tạo bản đồ 2D thành công; Đọc và định vị mã Aruco trong bản đồ; Tự động kiểm tra lại vị trí trong bản đồ khi camera phát hiện bất kì mã Aruco đã được thiết lập và setpose khi thấy độ lệch quá lớn; Xe tự động di chuyển, tránh vật cản khi chỉ điểm 1 điểm bất kì trong bản đồ; Tăng độ chính xác cho quá trình di chuyển pha cuối nhờ sự kết hợp tạo độ của mã Aruco tại vị trí đặc biệt; Phát hiện vật cản bất thường (nằm lơ lửng phía đầu xe) mà cảm biến lidar ko thể phát hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. https://en.wikipedia.org/wiki/Robot_Operating_System
- [2]. <https://chev.me/arucogen/>
- [3]. <http://wiki.ros.org/kinetic/Installation>
- [4]. <https://vi.wikipedia.org/wiki/Kinect>
- [5]. https://vi.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [6]. <https://tinhte.vn/thread/video-lidar-dung-laser-de-ban-toc-do-ve-ban-do-gan-len-xe-tu-hanh.2631993/>
- [7]. <https://www.atrinnovation.com/en/what-are-agvs/>
- [8]. https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_guided_vehicle