

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO VALI THÔNG MINH ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ ẢNH

DESIGN AND MANUFACTURING A SMART SUITCASE USING IMAGE PROCESSING

Nguyễn Đình Khang, Nguyễn Quốc Đạt, Đặng Phước Vinh*

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng¹

*Tác giả liên hệ: dpvinh@dut.udn.vn

(Nhận bài: 22/6/2022; Chấp nhận đăng: 15/7/2022)

Tóm tắt - Việt Nam ta ngày càng phát triển lĩnh vực xã hội, văn hóa, kinh tế, dẫn đến đòi hỏi con người phải năng động, sáng tạo để tạo ra những sản phẩm đáp ứng nhu cầu đa dạng của đời sống. Ngay cả trong nhu cầu di chuyển hàng ngày, con người cần sự gọn nhẹ, tự động hóa, bảo mật và tiện lợi. Trong các sản phẩm công nghệ, “Vali tự hành” mang tính ứng dụng cao và phù hợp với hiện đại hóa của đất nước. Ngày nay, nhiều người khi đến Cảng Hàng không phải kéo theo những chiếc vali nặng và cồng kềnh. Điều này có nhiều hạn chế, gây bất tiện, đau mỏi và khó chịu cho người sử dụng. Hơn nữa, những chiếc vali truyền thống không hỗ trợ quản lý bảo mật, nếu bị mất thì rất khó tìm lại. Trong bài báo này, tác giả đề xuất phương án thiết kế và chế tạo vali tự hành với khả năng đi theo người dùng, có kích thước theo chuẩn hành lý máy bay (356 × 552 × 278 mm) và có hệ thống mở khóa bằng nhận diện khuôn mặt.

Từ khóa - Vali tự hành; nhu cầu di chuyển; tiện lợi; đi theo người dùng; nhận diện khuôn mặt.

1. Đặt vấn đề

Robot tự hành ngày càng được sử dụng nhiều hơn trong kinh doanh, thương mại, y tế và các lĩnh vực khác phục vụ nghiên cứu và đời sống con người. Nó đưa ra những thách thức mới cho các nhà nghiên cứu khi nhu cầu trong thực tế ngày càng phát triển. Việc tích hợp robot tự hành và vali nhằm nâng cao trải nghiệm di chuyển đã được một số hãng công nghệ đi trước thực hiện nhưng chi phí để sở hữu chúng là rất cao.

Abstract - The increasing development of socio-cultural, and economic fields requires human-beings to be dynamic and innovative in order to create goods that adapt to the diversified demands of life. Even in daily travel needs, people still need compactness, automation, security, and convenience. "Autonomous suitcase" is a technology product that is extremely useful and appropriate for the country's modernization. Nowadays, pulling a bulky and heavy baggage to the airport causes several restrictions as well as making people feel inconvenience, pain, and uncomfortable. Furthermore, the standard luggages do not assist security monitoring and it is difficult to find out when getting lost. In this paper, authors present a designing and manufacturing option for a suitcase that can follow the user, with the dimensions meeting the airline luggage regulations (356 × 552 × 278 mm) and having a face unlock system.

Key words - Autonomous suitcase; daily travel; convenience; follow the user; face-recognizing.

rộng rãi trên thị trường. Cowardrobot R1 có kích thước 380 × 550 × 200 mm, nặng 4,8kg có giá \$999,99; Ưu điểm của Cowardrobot R1: Bền, nhẹ, có thể đi theo người dùng và tránh vật cản nhưng bất tiện khi yêu cầu người dùng phải đeo một chiếc vòng tay để có thể theo sau; Ngoài ra, còn dùng GPS để giám sát vị trí của vali [1]. Ovis có kích thước 380 × 550 × 230 mm, nặng 5,9kg có giá \$899; Ưu điểm của Ovis tương tự như Cowardrobot R1 nhưng không cần mang theo vòng tay vì sử dụng công nghệ xử lý ảnh và trong điều kiện đi song song với con người nên đến những góc cản rẽ người dùng cần phải di chuyển chậm lại để vali có thể đi theo, có thể sử dụng smartphone để kiểm tra cân nặng của vali [2]. Cả hai loại vali trên đều sử dụng khóa chuẩn TSA truyền thống. Travelmate có kích thước 400 × 550 × 200 mm có giá \$1099, cũng sử dụng xử lý ảnh và các cảm biến để đi theo người dùng và tránh vật cản; Bên cạnh đó, Travelmate sở hữu khóa Bluetooth chuẩn TSA [3].

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đề xuất một phương án thiết kế và chế tạo sản phẩm vali tự hành với khả năng đi theo người dùng và hệ thống bảo mật dựa trên công nghệ xử lý ảnh. Việc tự động hóa vali giúp người dùng không phải tốn nhiều sức lực khi di chuyển, từ đó cải thiện trải nghiệm và chất lượng của chuyến đi. Mặc dù, không cung cấp một số chức năng nâng cao nhưng sản phẩm vali của nhóm tác giả có mức chi phí sản xuất thấp (khoảng 10 triệu đồng), mang lại khả năng dễ tiếp cận cho



Hình 1. Các loại vali thông minh (Nguồn: Internet)

Đã có nhiều nghiên cứu để chế tạo và sản xuất thành công các sản phẩm vali tự động và đưa vào kinh doanh

¹ The University of Danang – University of Science and Technology (Nguyen Dinh Khang, Nguyen Quoc Dat, Dang Phuoc Vinh)

người dùng so với các sản phẩm khác. Sở hữu ứng dụng của robot tự hành dựa trên các cảm biến, công nghệ xử lý hình ảnh, sản phẩm đáp ứng được các nhu cầu cơ bản của người dùng, tăng tính tiện lợi khi tất cả có thể được điều khiển trên điện thoại và không cần phải mang theo bất cứ linh kiện gì để vali có thể theo sau. Đây là một sự cải tiến so với các sản phẩm khác trên thị trường vì đa số chúng đều đi theo người dùng dựa trên việc sử dụng các loại sóng, kém hiệu quả khi gặp một số điều kiện nhất định.

Bên cạnh đó, nhóm tác giả còn trang bị cho sản phẩm tính năng nhận diện khuôn mặt khi mở khóa vali. Đây là một sự thay thế hoàn hảo cho các phương pháp truyền thống như mật mã hoặc kí tự. Áp dụng công nghệ này vào hệ thống khóa của vali đã nâng cao tính bảo mật của sản phẩm. Mặc dù xuất hiện được một thời gian nhưng đây là một sự cải tiến khi được áp dụng lên hệ thống bảo mật của vali. Hơn nữa, tính năng này được nhóm tác giả phát triển thêm tính năng chống giả mạo bằng ảnh và video, giúp tăng sự an toàn và riêng tư của khách hàng.

Ứng dụng bao gồm hai hệ thống chính là hệ thống tự hành của vali để theo sau người dùng, hệ thống mở khóa bằng Face-ID và các chức năng phụ. Ngoài ra, tính năng gửi vị trí GPS của vali trong các trường hợp thất lạc hoặc khẩn cấp cũng là một đặc điểm nổi bật của sản phẩm.

2. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của bài nghiên cứu là phát triển một sản phẩm vali thông minh, phát triển dựa trên cơ sở của robot tự hành và công nghệ xử lý hình ảnh được điều khiển bằng Arduino, ESP32 và HuskyLens. Thêm vào đó là công nghệ nhận diện khuôn mặt được vận hành bởi máy tính nhúng NVIDIA Jetson Nano thông qua ngôn ngữ lập trình chính là Python. Dựa vào các tính năng mang tính thực dụng cao liên kết với các hệ thống công nghệ định vị và các mô hình thuật toán khác nhau nhằm tích hợp vào một sản phẩm duy nhất phục vụ cho việc di chuyển của con người.

Khi nói về sự tiện lợi mà công nghệ ứng dụng mang lại trong việc giải quyết các nhu cầu thường nhật tại Việt Nam trước đây và cả bây giờ chỉ dừng lại ở mức độ cơ bản và không có tính phổ cập cao đến người dân có mức thu nhập trung bình, những người thực sự cần những sản phẩm như một giải pháp cho vấn đề trong cuộc sống của họ. Vì vậy, sản phẩm này sẽ là một trong những giải pháp có thể thay đổi tư duy, cải thiện tốc độ và trải nghiệm khi di chuyển, đem lại hiệu quả cao cho các ngành liên quan đến du lịch.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Cơ cấu cơ khí

Đầu tiên, sử dụng phần mềm Fusion360 để thiết kế 3D, thực hiện các tính toán cơ bản về hệ thống khung, hệ thống truyền động. Sau bước này, xác định cơ bản về bố trí của các linh kiện/thiết bị điện tử sau đó tiến hành các bước gia công cơ và lắp ráp để tạo ra sản phẩm hoàn chỉnh.

Các bước thực hiện bao gồm:

- Thiết kế khung vỏ của vali bằng phần mềm Fusion360, đưa ra hai phương án thiết kế, so sánh các ưu nhược điểm và chọn phương án thiết kế tối ưu.



Hình 2. Thiết kế 3D bằng phần mềm Fusion360

- Tính chọn động cơ truyền động:

Tốc độ quay của bánh xe:

$$n = \frac{60 \times 1000 \times v}{2\pi r} = \frac{60 \times 1000 \times 0,5}{65\pi} \approx 147 \text{ (rpm)}$$

Trong đó: Đường kính bánh xe: 65mm; Tải trọng tối đa: 12 kg; Tốc độ tối đa: 0,5 m/s.

Khi vali đang chuyển động đều, trọng lượng của vali tác động lên mỗi bánh:

$$N = \frac{12 \times 10}{2} = 60 \text{ (N)}$$

Lực kéo:

$$F_k = \mu \times N = 0,015 \times 60 = 0,9 \text{ (N)}$$

Công suất:

$$N_{cđđ} = F_k \times v = 0,9 \times 0,5 = 0,45 \text{ (W)}$$

Khi vali bắt đầu di chuyển từ trạng thái nghỉ:

Gia tốc:

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Lực kéo:

$$F_k = \mu \times N + m_1 \times a = 33 \text{ (N)}$$

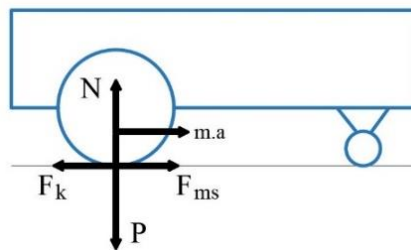
Công suất:

$$N_{tt} = F_k \times v = 33 \times 0,5 = 16,5 \text{ (W)}$$

Momen:

$$M_{tt} = F_k \times r = 33 \times 0,0325 = 1,0725 \text{ (Nm)}$$

Từ các thông số trên chọn động cơ GW31ZY 12VDC có công suất 18W và tốc độ 158 vòng/phút.



Hình 3. Tính chọn hệ thống truyền động

- Gia công cơ khí: Sử dụng các thanh nhôm làm hệ thống khung, các tấm hợp kim nhôm để làm vỏ, nút để đệm... Sau đó tiến hành lắp ráp.

- Tính thời lượng pin:
 Nguồn cấp từ pin: 12,6V; 8Ah.
 Nguồn sạc: 12,6V; 2A.

Thực tế cho thấy trong quá trình sạc, hao hụt là 40%, thời lượng để sạc đầy pin là:

$$\frac{8 \times 140\%}{2} = 5,6 \text{ (giờ)}$$

Công suất tiêu thụ của hệ thống chủ yếu từ 2 động cơ:
 $2 \times 18 = 36 \text{ (W)}$

Dòng tải tối đa:

$$I = \frac{P}{1,732 \times V} = \frac{36}{1,732 \times 12,6} \approx 1,65 \text{ (A)}$$

Thời lượng pin:

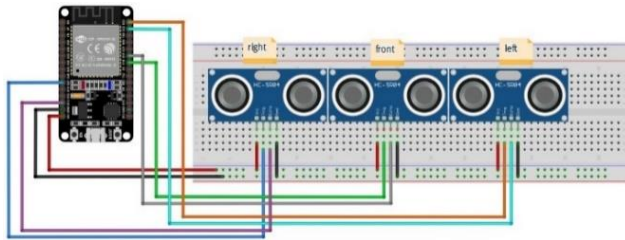
$$\frac{8 \times 0,7}{1,65} \approx 3,39 \text{ (giờ)}$$

2.2.2. Hệ thống tự hành/tránh vật cản

Sử dụng tín hiệu lấy từ bốn cảm biến siêu âm để nhận biết vị trí của vật cản và khi còn cách vật cản 15cm, vali sẽ thực hiện hành động tránh. Hệ thống được điều khiển bởi giao tiếp giữa ESP32 và Arduino UNO.

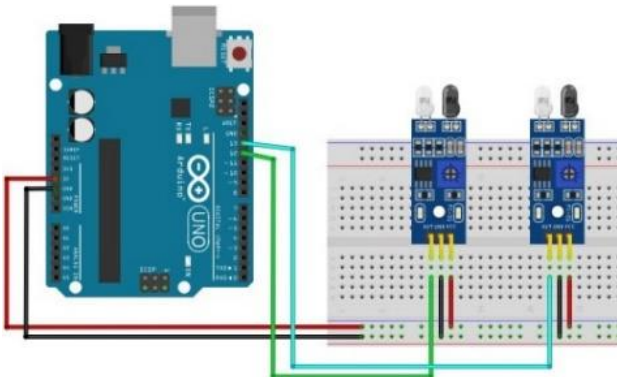
Các bước thực hiện bao gồm:

- Thiết lập cảm biến: Lắp đặt cảm biến siêu âm vào vali và kết nối với Arduino UNO và ESP32.

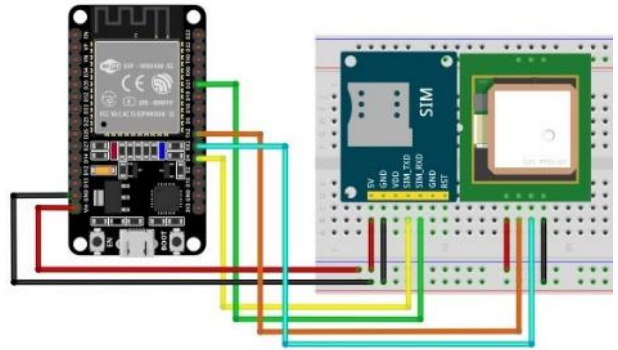


Hình 4. Kết nối ESP32 và các cảm biến siêu âm

- Code C/C++ bằng phần mềm ArduinoIDE để thiết lập hệ thống. Các tính năng bao gồm:
 - Tránh vật cản.
 - Phát hiện bậc thang.
 - Gửi vị trí GPS của vali đến người dùng trong trường hợp cần thiết.
 - Điều khiển bật/tắt các đèn biểu thị, Jetson Nano.
 - Theo dõi hành trình di chuyển bằng ESP32-CAM.



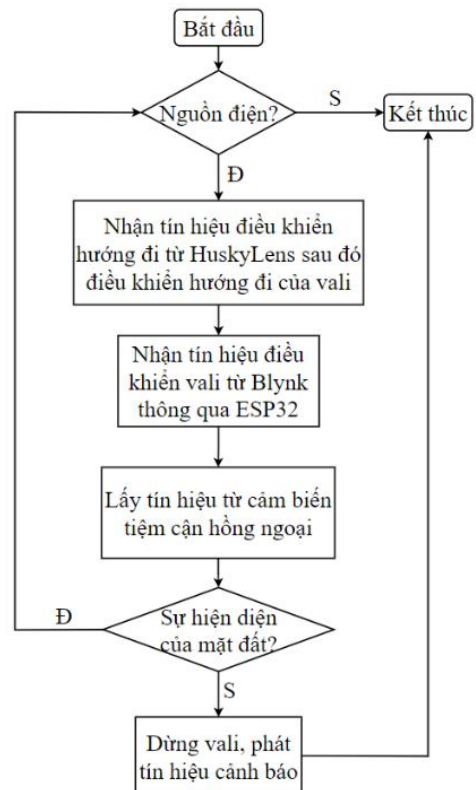
Hình 5. Cảm biến hồng ngoại tiệm cận phát hiện bậc thang



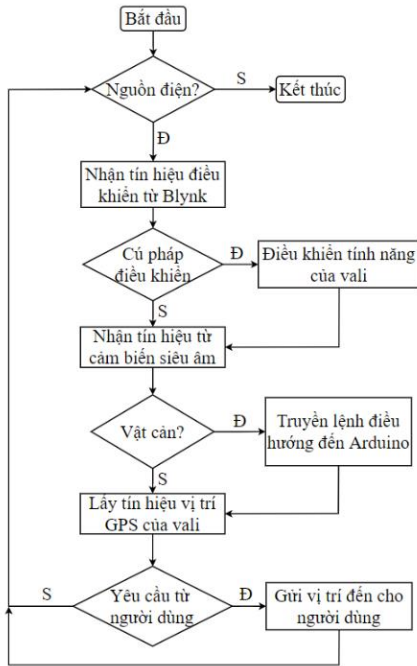
Hình 6. Module SIM và GPS gửi vị trí vali đến người dùng



Hình 7. Sản phẩm vali thông minh



Hình 8. Nhiệm vụ của Arduino UNO

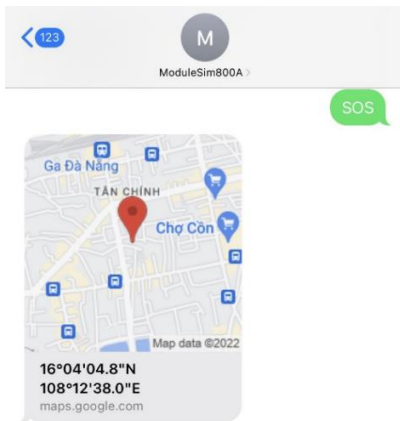


Hình 9. Nhiệm vụ của ESP32

- Thiết lập sa hình với các vật cản ngẫu nhiên và cho chạy thử.



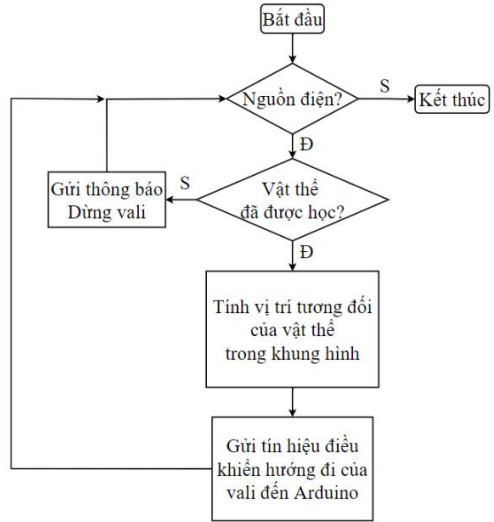
Hình 10. Chạy thử thực tế các chức năng tránh vật cản và bậc thang tại Bãi đỗ xe Nhà hát Trưng Vương Đà Nẵng



Hình 11. Chạy thử tính năng gửi vị trí GPS của vali

2.2.3. Hệ thống đi theo người dùng bằng xử lý hình ảnh

Sử dụng HuskyLens, vali xác định được vị trí tương đối của người dùng nhờ vào công nghệ xử lý ảnh và đưa ra các lệnh điều hướng. Sau khi nhận được tín hiệu, Arduino điều khiển động cơ để vali theo sau chủ nhân.

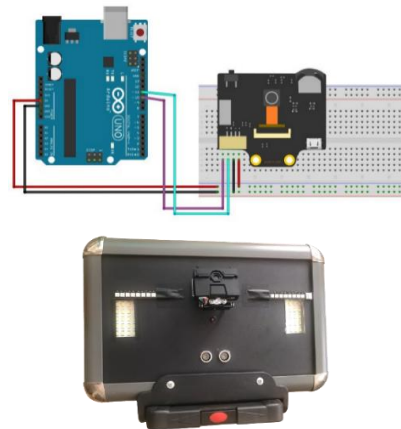


Hình 12. Lưu đồ thuật toán của HuskyLens

Chỉ một nút bấm, người dùng đã có thể kích hoạt hệ thống mà không cần bất kỳ thao tác phụ phức tạp nào khác.

Các bước thực hiện cơ bản như sau:

- Lắp đặt các module.



Hình 13. Lắp đặt HuskyLens

Đây là linh kiện có vai trò quan trọng trong tính năng theo sau người dùng, đảm nhiệm việc xử lý ảnh và truyền tín hiệu điều khiển hướng đi của vali. Hơn nữa, việc có thể học được các vật thể tùy biến làm nên tính tiện lợi của vali, HuskyLens có thể học được vật thể cần theo dõi một cách nhanh chóng và độ chính xác có thể chấp nhận được.

- Thiết lập giao diện điều khiển bằng phần mềm Blynk. Giao diện bao gồm các nút bấm trực quan mang lại khả năng dễ sử dụng cho người dùng.



Hình 14. Giao diện điều khiển Blynk

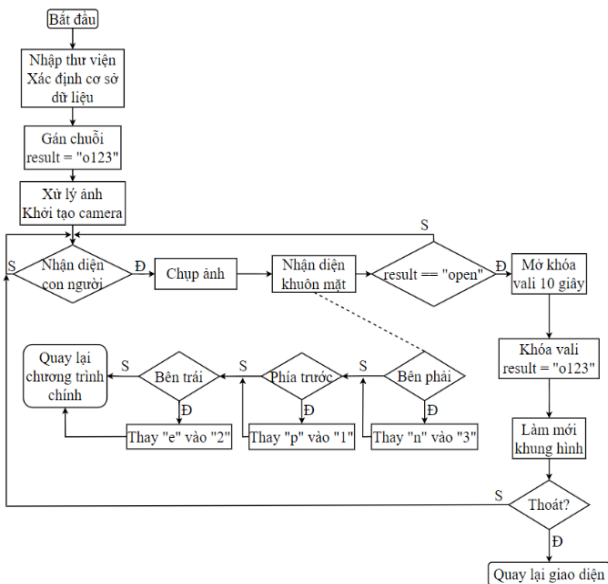
- Chạy thử vali trong các điều kiện khác nhau. Sản phẩm được chạy thử trong các điều kiện thay đổi về ánh sáng, không gian và quãng đường cũng như các điều kiện về vật cản xung quanh.



Hình 15. Chạy thử tính năng đi theo người dùng

- Ngoài ra, khi vali bị thất lạc, đồng nghĩa với việc bị mất kết nối với điện thoại, hệ thống cảnh báo bao gồm các đèn biểu thị và còi điện sẽ tự động phát tín hiệu cảnh báo cho đến khi người dùng tìm thấy vali.

2.2.4. Hệ thống mở khóa bằng Face-ID và các tính năng bổ sung khác



Hình 16. Lưu đồ thuật toán nhận diện khuôn mặt

Hệ thống sử dụng máy tính nhúng Jetson Nano có tính năng xử lý ảnh mạnh mẽ kết hợp với camera, khóa điện từ và rô-lê, được lập trình bằng ngôn ngữ Python trên Visual Studio Code, tất cả dữ liệu mà khách hàng cần cung cấp là video khoảng 60 giây quay chân dung và vali đã có thể sử dụng nhận diện khuôn mặt người dùng để mở khóa.

Tất cả đã được lập trình sẵn và người dùng không cần phải thực hiện các thao tác phức tạp, phù hợp với những người không có trình độ chuyên môn cao về kỹ thuật. Tính năng chống giả mạo khuôn mặt sẽ yêu cầu người dùng cung cấp một video khoảng 60 giây quay đủ các góc mặt (trước, trái và phải). Sau đó, video này sẽ được công cụ tự động cắt thành các khung hình và tự động xử lý ảnh để xuất dữ liệu vào dataset. Hệ thống sẽ huấn luyện mạng nơ-ron tích

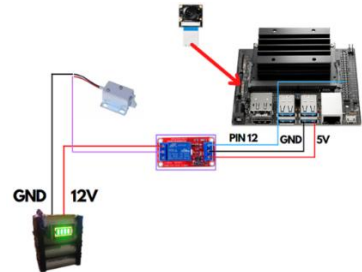
hợp dựa vào dataset để có thể nhận dạng khuôn mặt người dùng cũng như chống giả mạo từ hình ảnh hoặc video. Độ chính xác của hệ thống có thể lên đến 75% tùy thuộc vào video mà người dùng cung cấp.

Ngoài ra, trong trường hợp khách hàng không thể mở khóa bằng Face-ID, tính năng mở khóa bằng mật khẩu vẫn được tích hợp trong hệ thống. Sau khi được mở khóa, vali sẽ gửi email cảnh báo về cho người dùng. Hơn nữa, nếu hệ thống mất điện, vali được tích hợp hệ thống mở khóa bằng cơ cấu vật lý.

Hệ thống mở khóa bằng khuôn mặt được tích hợp tính năng chống giả mạo bằng hình ảnh và video, nâng cao tính bảo mật cho người sử dụng.

Các bước thực hiện bao gồm:

- Lắp đặt các thành phần của hệ thống (Jetson Nano, camera, rô-lê, khóa điện, màn hình, nguồn điện) vào vali.



Hình 17. Sơ đồ nối dây hệ thống Jetson Nano

- Lập trình các tính năng phụ trợ. Bên cạnh các tính năng chính, vali còn mang đến cho người dùng một số chức năng khác như tra cứu thông tin thời tiết để có được sự chuẩn bị tốt hơn cho chuyến đi. Bên cạnh đó, vali còn có thể được sử dụng như một chiếc máy tính bảng.

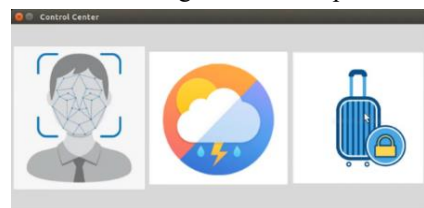


Hình 18. Tính năng mở khóa bằng mật khẩu



Hình 19. Tính năng tra cứu thời tiết

Mọi tính năng có thể được dễ dàng truy cập thông qua bảng điều khiển trung tâm được thiết lập sẵn và có thể thao tác trên màn hình cảm ứng được tích hợp.



Hình 20. Bảng điều khiển trung tâm

2.2.5. Tính toán chi phí

Bảng 1. Tính toán chi phí chế tạo sản phẩm vali thông minh

Nội dung	Chi phí (VND)
Khung vỏ vali, cơ cấu cơ khí	500.000
Hệ thống đi theo người dùng	3.500.000
Hệ thống bảo mật sử dụng Face-ID	5.500.000
Các phụ phí khác	200.000

Chi phí cần thiết để chế tạo sản phẩm vali thông minh là khoảng 10 triệu đồng (chưa bao gồm chi phí thiết kế, tiền công lao động cũng như các chi phí khác khi sản xuất). Tuy nhiên, khi đưa vào sản xuất hàng loạt sẽ giảm được đáng kể về chi phí cho phần cứng, giúp giảm giá thành của sản phẩm.

2.3. Kết quả

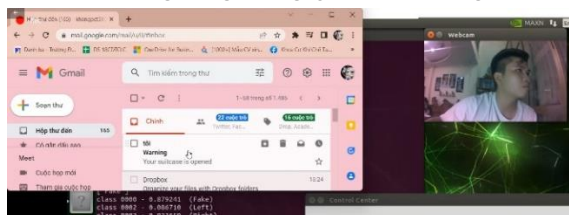
Kết quả khi thực hiện đến thao tác cuối cùng khi kết hợp tất cả các hệ thống lên vali, nó làm việc hiệu quả, dễ dàng sử dụng và cơ bản đạt được các mục tiêu đã đặt ra. Mặc dù, trong quá trình chạy thử phát sinh một số lỗi nhỏ nhưng đã được khắc phục đến mức tối đa và các sai số là có thể chấp nhận được.

Với mức chi phí để sản xuất thấp hơn rất nhiều so với các sản phẩm khác trên thị trường, sản phẩm có khả năng tiếp cận với khách hàng cao.

Kết quả thử nghiệm chức năng tự hành:



Hình 21. Chạy thử chức năng theo sau người dùng và tự hành tại Cảng Hàng Không Quốc Tế Đà Nẵng



Hình 22. Chức năng mở khóa bằng nhận diện khuôn mặt

3. Bàn luận

3.1. Ưu điểm

Ở một thế giới khi mà con người đang tiệm cận đến sự toàn diện về khoa học, thì những sản phẩm như vali thông minh sẽ là một trong những yếu tố thúc đẩy sự phát triển chung cho lĩnh vực Cơ điện tử - Tự động hóa. Khi mức giá để sản xuất sản phẩm này chỉ bằng một nửa với các đối thủ, khoảng 10 triệu đồng so với mặt bằng chung các sản phẩm khác khoảng 20 triệu đồng, nó mang tính cạnh tranh cực kỳ

cao khi lược bỏ các tính năng không thực sự cần thiết để có được một mức giá dễ tiếp cận hơn. Sản phẩm đáp ứng được nhu cầu về sự tiện lợi, tự động hóa và bảo mật, từ đó cải thiện rất nhiều trong nhu cầu di chuyển của con người.

Ngoài ra, việc tự chủ về công nghệ cũng là một ưu thế, không phụ thuộc vào nước ngoài, có lợi thế trên đường đua chung về công nghệ và thu hút được đầu tư.

3.2. Nhược điểm

Vì tích hợp các linh kiện và thiết bị điện tử chưa được tối ưu về khối lượng nên sẽ có sự hạn chế về cân nặng khi người dùng muốn mang vali lên máy bay. Ở phiên bản đầu tiên này thì khối lượng vali khá lớn (gần 9 kg) và tải trọng tối đa hiện tại là 12 kg. Do đây là phiên bản thử nghiệm nên tác giả chưa tối ưu được khối lượng cũng như cách lắp đặt, sắp xếp các thành phần cơ khí, các bo mạch điện tử... Ở những nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả sẽ thay đổi vật liệu làm khung và vỏ vali, sử dụng các linh kiện điện tử tối ưu hơn về khối lượng cũng như cách lắp đặt, sắp xếp các thành phần, cơ cấu... Bên cạnh đó, độ chính xác của hệ thống theo sau có độ chính xác chưa cao có thể mang lại trải nghiệm chưa tốt. Việc đưa sản phẩm vào thực tiễn sẽ cần một thời gian rất dài.

3.3. Hướng nghiên cứu trong tương lai

Cải thiện cân nặng, tốc độ di chuyển cũng như độ trễ phản hồi của vali. Phát triển thêm các chức năng tự cân và liệt kê đồ vật đã được cho vào để người dùng không phải lo lắng về vấn đề quá cân khi lên máy bay hay thất lạc đồ dùng. Hơn nữa, trong thời điểm đại dịch COVID-19 đang lây lan thì tính năng tự khử khuẩn cũng đang được phát triển.

Ngoài ra, có thể phát triển một số cải tiến trong ngoại hình của vali để phù hợp với thị hiếu người dùng.

4. Kết luận

Sản phẩm vali thông minh đã làm cho nhóm tác giả có niềm tin hơn về việc sử dụng các sản phẩm công nghệ mang tính ứng dụng cao để cải thiện chất lượng cuộc sống cho con người. Các công nghệ phục vụ đời sống thường nhật sẽ là hướng đi cực kỳ tiềm năng trong tương lai.

Việc không chỉ một số cá nhân mà cả một cộng đồng có thể cùng nhau tiếp cận những công nghệ mới, có thể thay đổi tư duy và mang lại sự phát triển cho đất nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Daniel, "Cowarobot R1 Smart Suitcase Autonomously Follows You", *Gadgets.in*, 28/07/2016.
- [2] Talia Avakian, "This Self-driving Suitcase Will Follow You Around the Airport", *TravelandLeisure*, 31/05/2018
- [3] "Travelmate Robot Suitcase", *55Gadgets*, 30/04/2020.
- [4] Đặng Phước Vinh, Võ Như Thành, *Giáo trình Kỹ thuật Vi điều khiển PIC*, NXB Xây dựng, 2019.
- [5] Hoàng Minh Công, *Giáo trình Cảm biến công nghiệp*, NXB Xây dựng, 2020.
- [6] Lê Thị Mỹ Hạnh, *Giáo trình môn học Lập trình hướng đối tượng*, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng. Lưu hành nội bộ, 2002.
- [7] Lưu Đức Bình, *Kỹ thuật gia công cơ*, NXB Xây dựng, 2019.
- [8] Lưu Đức Bình, *Kỹ thuật Đo Cơ khí*, NXB Giáo dục VN, 2015.