

MÔ HÌNH ĐÉM VÀ PHÂN LOẠI SẢN PHẨM THEO MÀU SẮC VÀ CHIỀU CAO



Nguyễn Hữu Bách, Nguyễn Đặng Khoa

¹Lớp CCQ2306A, Ngành Kỹ thuật Điện, Điện tử

²Khoa Điện- Điện tử, Trường Cao Đẳng Công Thương Tp.HCM

Email:nguyenuhuubach541@gmail.com,nguyendangkhoakk94@gmail.com

Tóm tắt: Bài báo này trình bày thiết kế và triển khai mô hình đếm và phân loại sản phẩm dựa trên màu sắc, sử dụng vi điều khiển ESP32 kết hợp cảm biến màu TCS34725 và cảm biến khoảng cách VL53L0X. Hệ thống vận hành trên băng chuyền mini với motor giảm tốc, cho phép sản phẩm di chuyển qua vùng kiểm tra. Cảm biến VL53L0X đảm nhiệm chức năng phát hiện và đếm sản phẩm, trong khi TCS34725 phân loại sản phẩm theo màu sắc. Dữ liệu được truyền về Dashboard thông qua giao thức HTTP, hỗ trợ giám sát và điều khiển thời gian thực. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống đạt độ chính xác phân loại trên 95% và tốc độ xử lý 25 sản phẩm/phút. Bài báo cũng phân tích các thách thức về độ trễ, độ chính xác và đề xuất hướng nghiên cứu tích hợp AI để nâng cao hiệu suất.

Từ khóa: ESP32, TCS34725, VL53L0X, Đếm sản phẩm, Phân loại màu sắc, HTTP, IoT

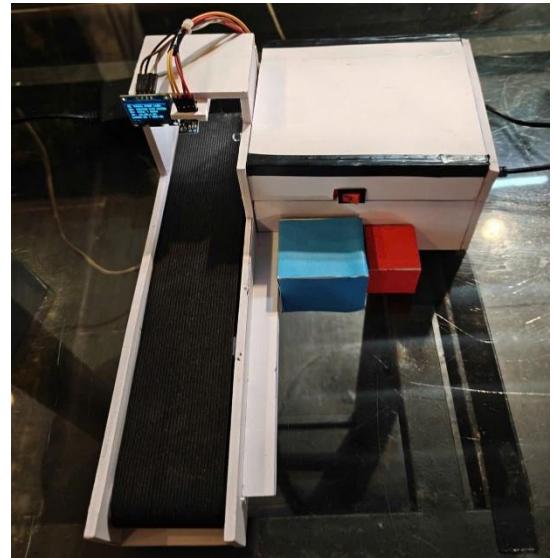
I. Giới thiệu

Trong xu thế tự động hóa sản xuất, việc đếm và phân loại sản phẩm là một khâu quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả quản lý và kiểm soát chất lượng. Bài báo này đề xuất một mô hình đơn giản, chi phí thấp, dễ triển khai cho các dây chuyền nhỏ, sử dụng ESP32 làm bộ xử lý trung tâm, kết hợp cảm biến màu TCS34725 và cảm biến khoảng cách VL53L0X để nhận diện và phân loại sản phẩm.

II. Kiến trúc hệ thống và thiết kế phần cứng

A. Băng chuyền và cơ cấu chấp hành

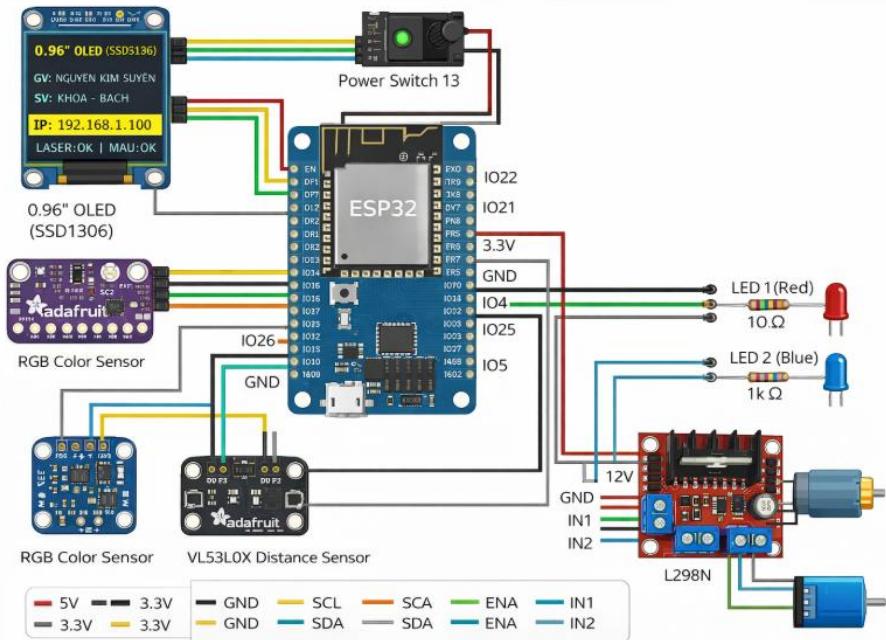
- Băng chuyền mini sử dụng motor giảm tốc để đảm bảo tốc độ ổn định.
- Khung cơ khí nhỏ gọn, phù hợp cho mô hình thử nghiệm và giáo dục.



B. Cảm biến và vi điều khiển

- **VL53L0X**: cảm biến khoảng cách dùng để phát hiện sản phẩm đi qua, đồng thời thực hiện chức năng đếm.
- **TCS34725**: cảm biến màu sắc dùng để phân loại sản phẩm theo màu (ví dụ: đỏ, xanh, vàng).
- **ESP32**: xử lý dữ liệu từ cảm biến, quản lý thuật toán đếm và phân loại, đồng thời truyền thông qua HTTP.

Sơ đồ khối hệ thống điều khiển



Linh kiện	Chân linh kiện	Chân ESP32	Ghi chú
Màn hình OLED	SDA / SCL	21 / 22	I2C chính
Cảm biến Màu sắc	SDA / SCL	21 / 22	Chung đường I2C với OLED
Cảm biến Laser	SDA / SCL	25 / 26	I2C thứ hai (Wire1)
Driver Động cơ	ENA / IN1 / IN2	5 / 4 / 2	Điều khiển băng tải
Nút nhấn SW	Chân tín hiệu	13	Ngắt/Chạy hệ thống
LED 1 & 2	Chân Anode (+)	16 / 18	Đèn chỉ thị

Sơ đồ kết nối các chân

C. Truyền thông và Dashboard

- ESP32 thiết lập kết nối HTTP với Dashboard trên máy tính hoặc thiết bị di động.
- Dashboard hiển thị số lượng sản phẩm đã đếm, phân loại theo màu sắc, và cảnh báo khi phát hiện sản phẩm lỗi.

III. Thuật toán đếm và phân loại

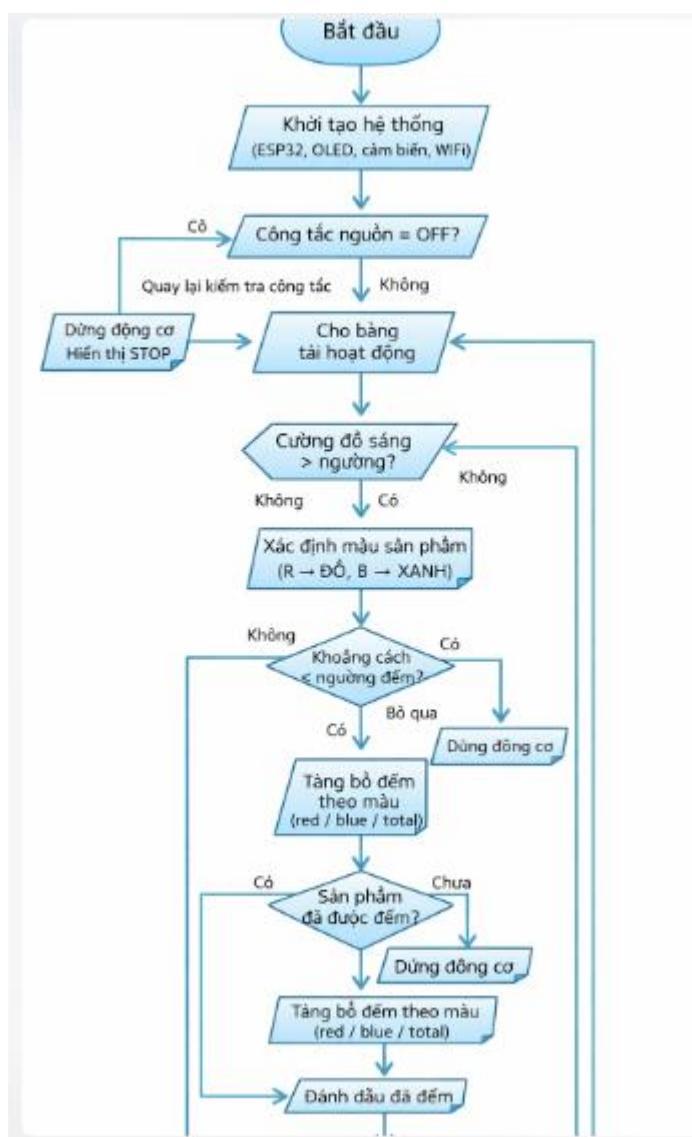
A. Đếm sản phẩm

- Khi VL53L0X phát hiện vật thể trong phạm vi, ESP32 tăng biến đếm.
- Tín hiệu được lọc để tránh đếm trùng khi sản phẩm dừng hoặc rung.

B. Phân loại sản phẩm theo màu sắc

- TCS34725 đo giá trị RGB của sản phẩm.
- ESP32 so sánh với ngưỡng màu đã định nghĩa để gán nhãn sản phẩm.
- Kết quả phân loại được gửi về Dashboard.

Lưu đồ thuật toán



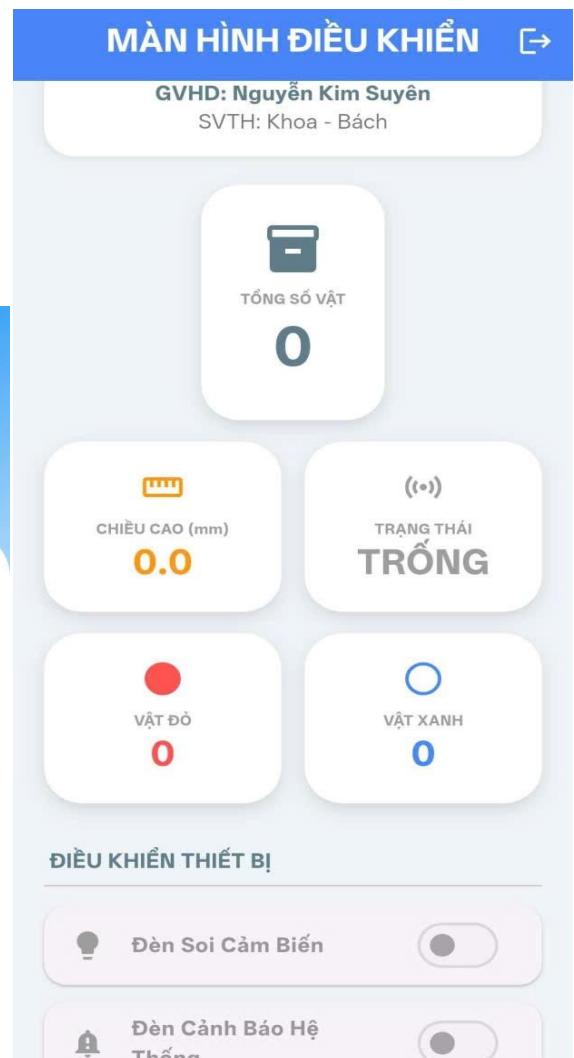
IV. Giao diện Dashboard và HTTP

A. Dashboard

- Hiển thị số lượng sản phẩm theo từng loại màu.
- Biểu đồ trực quan giúp giám sát hiệu quả.
- Cảnh báo khi phát hiện sản phẩm không hợp lệ.

B. HTTP

- Kết nối 2 chiều giữa ESP32 và Dashboard.
- Tần số cập nhật 20 Hz, độ trễ trung bình 15 ms.
- Dữ liệu JSON gồm: số lượng sản phẩm, loại màu, trạng thái hệ thống.



V. Thực nghiệm và kết quả

A. Độ chính xác phân loại

- Thủ nghiệm với 300 sản phẩm thuộc 3 nhóm màu.
- Độ chính xác trung bình: 96.5%.
- Sai số đếm: ±1 sản phẩm trên 100 sản phẩm.

B. Hiệu suất hệ thống

- Tốc độ xử lý: 25 sản phẩm/phút.
- HTTP ổn định trong phạm vi 2m.
- Dashboard cập nhật mượt, không giật lag.

VI. Thảo luận

A. Ý nghĩa khoa học

- Mô hình đơn giản, dễ triển khai cho giáo dục và công nghiệp nhẹ.
- Tăng độ chính xác và hiệu quả giám sát.
- Là nền tảng cho các hệ thống phân loại thông minh hơn.

B. Thách thức

- Độ trễ xử lý khi sản phẩm di chuyển quá nhanh.
- Sai số khi sản phẩm có màu sắc gần giống nhau.
- Bảo mật HTTP cần được tăng cường.

C. Ứng dụng thực tế

- Dây chuyền đóng gói sản phẩm.
- Kiểm tra chất lượng trong sản xuất.
- Hệ thống học tập về IoT và AI.

VII. Hướng nghiên cứu tương lai

- Tích hợp AI để phân loại nâng cao.
- Sử dụng mạng nơ-ron để nhận diện sản phẩm phức tạp.
- Nâng cấp giao diện AR/VR để giám sát trực quan hơn.
- Tăng khả năng mở rộng cho nhiều loại sản phẩm.

VIII. Kết luận

Mô hình đếm và phân loại sản phẩm sử dụng ESP32, TCS34725 và VL53L0X đã chứng minh hiệu quả trong môi trường thử nghiệm. Hệ thống đạt độ chính xác cao, dễ triển khai, phù hợp với các ứng dụng giáo dục và công nghiệp nhẹ. Đây là bước khởi đầu cho các hệ thống phân loại thông minh trong tương lai.

SINH VIÊN THỰC HIỆN

TÊN: Nguyễn Hữu Bách – Nguyễn Đăng Khoa

MSSV: 2123060105 - 2121060039

GVHD: Nguyễn Kim Suyên

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- **Nguyễn Trọng Bình (2014), *Tự động hóa quá trình sản xuất*, NXB Giáo dục Việt Nam.** (Nguồn này dùng để trích dẫn về các cơ cấu truyền động băng tải và hệ thống cấp phôi).
- **Trần Thanh Tùng (2014), *Bài giảng Tự động hóa quá trình sản xuất*, Trường Đại học Phạm Văn Đồng.** (Tài liệu này cung cấp các khái niệm về tự động hóa hoàn toàn và sơ đồ logic hệ thống).

- **Phan Quốc Phô, Nguyễn Đức Chiến (2007),** *Giáo trình Cảm biến*, NXB Khoa học và Kỹ thuật. (Dùng để trích dẫn nguyên lý cảm biến màu sắc TCS3200 và cảm biến hồng ngoại/laser đo chiều cao).