

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA CƠ KHÍ



BÁO CÁO NGÀY HỘI KỸ THUẬT

Đề tài:

HỆ THỐNG PHÂN LOẠI DỰA HÀU SỬ DỤNG  
CÁNH TAY ROBOT TÍCH HỢP THỊ GIÁC MÁY  
TÍNH VÀ CHATBOT AI

GVHD: TRẦN QUANG PHƯỚC  
NGUYỄN QUANG

Lớp: L01

Nhóm: 10

TP.HCM, 11/2025

## DANH SÁCH THÀNH VIÊN

STT	Họ và tên	MSSV	Nhiệm vụ được phân công
1	Phùng Minh Khoa	2513588	Nhóm trưởng, lập trình Backend, AI, Mobile App
2	Trần Đức Hào	2513555	Thiết kế cơ khí, in 3D, lắp ráp robot
3	Tô Ngọc Hà Duy	2513551	Thiết kế mạch điện, đấu nối phần cứng
4	Trần Anh Khoa	2513589	Lập trình Arduino, giao tiếp Serial
5	Phan Thê Hiển	2513557	Thiết kế giao diện Web, Blockly
6	Trần Đức Huy	2513575	Viết báo cáo, tài liệu, thuyết trình

TP.HCM, 11/2025



## NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN



## LỜI GIỚI THIỆU

Việt Nam là một trong những quốc gia sản xuất gạo lúa lúa lớn nhất Đông Nam Á với sản lượng đạt hơn 1,2 triệu tấn mỗi năm. Tuy nhiên, nghịch lý đáng buồn là người nông dân vẫn thường xuyên đối mặt với tình trạng "được mùa mất giá" – hệ quả trực tiếp của việc phân loại thủ công thiếu đồng nhất khiến nông sản bị ép giá khi xuất khẩu.

Các giải pháp tự động hóa hiện có như dây chuyền băng tải công nghiệp tuy hiệu quả nhưng quá cồng kềnh và đắt đỏ, không phù hợp với đặc thù sản xuất nhỏ lẻ của nông nghiệp trong nước. Trong khi đó, cánh tay robot – với ưu điểm nhỏ gọn và linh hoạt – lại đặt ra một thách thức khác: công nghệ càng hiện đại thì quy trình vận hành càng phức tạp, tạo ra rào cản vô hình ngăn cản người nông dân tiếp cận và làm chủ kỹ thuật.

Xuất phát từ thực tiễn đó, nhóm chúng em thực hiện đề tài "**Hệ thống phân loại gạo sử dụng cánh tay robot tích hợp Thị giác máy tính và Chatbot AI**". Hệ thống kết hợp ba công nghệ cốt lõi: Thị giác máy tính để nhận diện và phân loại chính xác, lập trình kéo thả Blockly để đơn giản hóa việc điều khiển robot, và Chatbot AI để chuyển đổi dữ liệu kỹ thuật thành ngôn ngữ tự nhiên dễ hiểu.

Qua đề tài này, nhóm mong muốn đóng góp một giải pháp thực tiễn, vừa nâng cao giá trị kinh tế cho nông sản Việt, vừa xóa bỏ khoảng cách công nghệ với người nông dân. Chúng em xin trân trọng giới thiệu báo cáo và rất mong nhận được sự góp ý từ quý thầy cô cùng các bạn.

## Mục lục

LỜI GIỚI THIỆU . . . . .	i
<b>CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Lí do chọn đề tài . . . . .	1
1.1.1 Thực trạng ngành dưa hấu Việt Nam . . . . .	1
1.1.2 Nỗi đau từ phân loại thủ công . . . . .	1
1.1.3 Rào cản của các giải pháp hiện có . . . . .	2
1.1.4 Giải pháp đề xuất . . . . .	2
1.2 Mục tiêu . . . . .	2
1.2.1 Mục tiêu kỹ thuật . . . . .	2
1.2.2 Mục tiêu về tương tác người-máy . . . . .	3
1.2.3 Mục tiêu lan tỏa . . . . .	3
1.3 Kế hoạch thực hiện . . . . .	3
1.4 Phạm vi nghiên cứu . . . . .	4
1.4.1 Phạm vi đối tượng . . . . .	4
1.4.2 Phạm vi môi trường . . . . .	4
1.4.3 Phạm vi công nghệ . . . . .	5
1.4.4 Giới hạn đề tài . . . . .	5
<b>CHƯƠNG 2: NỘI DUNG . . . . .</b>	<b>6</b>
2.1 Cánh tay robot công nghiệp là gì? . . . . .	6
2.1.1 Khái niệm . . . . .	6
2.1.2 Cấu tạo cơ bản . . . . .	6
2.1.3 Phân loại theo cấu hình động học . . . . .	6
2.1.4 Nguyên lý điều khiển động cơ bước (Stepper Motor) . . . . .	7
2.1.5 CNC Shield V3 và Driver động cơ bước . . . . .	8
2.1.6 Công tắc hành trình (Limit Switch) . . . . .	9
2.1.7 Relay Module và hệ thống hút chân không . . . . .	10
2.1.8 Hệ thống truyền động cơ khí . . . . .	11

2.2	Thị giác máy tính (Computer Vision) . . . . .	12
2.2.1	Khái niệm . . . . .	12
2.2.2	Quy trình xử lý ảnh trong hệ thống . . . . .	12
2.2.3	Các đặc trưng nhận dạng dựa hẫu . . . . .	12
2.3	Mạng nơ-ron tích chập (CNN) . . . . .	12
2.3.1	Khái niệm . . . . .	12
2.3.2	Các lớp chính trong CNN . . . . .	13
2.3.3	Quá trình huấn luyện . . . . .	14
2.4	Lập trình kéo thả Blockly . . . . .	14
2.4.1	Giới thiệu Blockly . . . . .	14
2.4.2	Ưu điểm của Blockly . . . . .	15
2.4.3	Các khối lệnh tùy chỉnh . . . . .	15
2.5	Chatbot AI trong nông nghiệp . . . . .	16
2.5.1	Xu hướng ứng dụng . . . . .	16
2.5.2	Mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) . . . . .	16
2.5.3	Các tính năng Chatbot . . . . .	17
2.6	Giao thức truyền thông . . . . .	17
2.6.1	Serial Communication (UART) . . . . .	17
2.6.2	WebSocket . . . . .	18
2.6.3	REST API . . . . .	18
2.7	Vai trò và ứng dụng của cánh tay robot . . . . .	18
2.7.1	Vai trò trong công nghiệp hiện đại . . . . .	18
2.7.2	Ứng dụng trong nông nghiệp . . . . .	18
2.8	Thách thức và tương lai . . . . .	19
2.8.1	Những thách thức hiện tại . . . . .	19
2.8.2	Xu hướng tương lai . . . . .	19
2.8.3	Đóng góp của đề tài . . . . .	20
<b>CHƯƠNG 3:</b>	<b>TRÌNH BÀY SẢN PHẨM</b> . . . . .	<b>21</b>
3.1	Nguyên liệu và dụng cụ chế tạo . . . . .	21
3.1.1	Tổng quan kiến trúc hệ thống . . . . .	21
3.1.2	Danh sách linh kiện . . . . .	22
3.1.3	Thiết kế khung robot (in 3D) . . . . .	24
3.1.4	Sơ đồ kết nối điện . . . . .	26
3.2	Các bước thực hiện . . . . .	29
3.2.1	Xây dựng phần mềm Backend . . . . .	29

3.2.2	Xây dựng Mobile App . . . . .	31
3.2.3	Lập trình Arduino Firmware . . . . .	32
<b>CHƯƠNG 4:</b>	<b>KẾT LUẬN</b> . . . . .	<b>33</b>
4.1	Kết quả đạt được . . . . .	33
4.1.1	Về mặt kỹ thuật . . . . .	33
4.1.2	Về mặt ứng dụng thực tiễn . . . . .	33
4.1.3	Về mặt giáo dục và lan tỏa . . . . .	34
4.2	Hạn chế . . . . .	34
4.2.1	Hạn chế về phần cứng . . . . .	34
4.2.2	Hạn chế về phần mềm . . . . .	34
4.2.3	Hạn chế về triển khai thực tế . . . . .	34
4.3	Hướng phát triển . . . . .	35
4.3.1	Cải tiến ngắn hạn (3-6 tháng) . . . . .	35
4.3.2	Phát triển trung hạn (6-12 tháng) . . . . .	35
4.3.3	Tầm nhìn dài hạn (1-3 năm) . . . . .	35
4.3.4	Đóng góp cho cộng đồng . . . . .	36
4.4	Lời kết . . . . .	36
<b>CHƯƠNG A:</b>	<b>PHỤ LỤC</b> . . . . .	<b>37</b>
A.1	Mã nguồn Arduino (trích) . . . . .	37
A.2	Cấu hình Backend Python (trích) . . . . .	37
A.3	Danh sách khối Blockly . . . . .	38
A.4	Sơ đồ chân CNC Shield V3 . . . . .	38
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> . . . . .		<b>39</b>

## Danh sách bảng

1.1	Các vấn đề của phân loại thủ công . . . . .	1
1.2	So sánh các giải pháp hiện có . . . . .	2
1.3	Kế hoạch thực hiện dự án . . . . .	4
1.4	Tiêu chí phân loại dựa hẫu . . . . .	4
1.5	Phạm vi công nghệ sử dụng . . . . .	5
2.1	Các thành phần cơ bản của robot trong đề tài . . . . .	6
2.2	Phân loại robot theo cấu hình . . . . .	7
2.3	Thông số và chức năng của CNC Shield V3 . . . . .	9
2.4	Phân loại công tắc hành trình . . . . .	10
2.5	Thông số Relay Module . . . . .	10
2.6	Các thành phần truyền động cơ khí . . . . .	11
2.7	Quy trình xử lý ảnh . . . . .	12
2.8	Cấu trúc mạng CNN đề xuất . . . . .	13
2.9	Các metrics đánh giá mô hình . . . . .	14
2.10	Ưu điểm của lập trình kéo thả . . . . .	15
2.11	Thông số mô hình LLM . . . . .	16
2.12	Các tính năng chính của Chatbot . . . . .	17
2.13	Thông số giao tiếp Serial . . . . .	17
2.14	Danh sách API Endpoints . . . . .	18
2.15	Vai trò của robot trong công nghiệp . . . . .	18
2.16	Ứng dụng robot trong nông nghiệp . . . . .	19
2.17	Thách thức của robot nông nghiệp . . . . .	19
2.18	Đóng góp của đề tài . . . . .	20
3.1	Danh sách module điều khiển . . . . .	22
3.2	Danh sách cơ cấu chấp hành . . . . .	22
3.3	Danh sách cảm biến và công tắc . . . . .	23
3.4	Danh sách tụ điện . . . . .	23
3.5	Danh sách vòng bi . . . . .	23

---

3.6	Danh sách ốc vít . . . . .	23
3.7	Kết nối Arduino và CNC Shield . . . . .	27
3.8	Chi tiết tụ điện lọc nhiễu . . . . .	28
3.9	REST API Endpoints . . . . .	30
3.10	Các màn hình Mobile App . . . . .	32
4.1	Kết quả kỹ thuật đạt được . . . . .	33
4.2	Lợi ích thực tiễn . . . . .	33
4.3	Hạn chế phần cứng . . . . .	34
4.4	Đề xuất cải tiến ngắn hạn . . . . .	35
4.5	Các hoạt động đóng góp . . . . .	36
A.1	Danh sách khôi lệnh Blockly . . . . .	38
A.2	Sơ đồ chân CNC Shield V3 . . . . .	38

## Danh sách hình vẽ

2.1	Sơ đồ chân CNC Shield V3 . . . . .	8
2.2	Sơ đồ đấu nối công tắc hành trình . . . . .	9
2.3	Sơ đồ hệ thống hút chân không . . . . .	11
2.4	Kiến trúc mạng CNN . . . . .	13
2.5	Biểu đồ quá trình huấn luyện (Accuracy và Loss) . . . . .	14
2.6	Giao diện lập trình kéo thả Blockly . . . . .	15
2.7	Giao diện Chatbot AI trên ứng dụng di động . . . . .	16
3.1	Sơ đồ kiến trúc hệ thống 3 tầng . . . . .	21
3.2	Thiết kế đế xoay (Base) . . . . .	24
3.3	Thiết kế thân robot (Body) . . . . .	25
3.4	Hệ thống cánh tay (Arms) . . . . .	25
3.5	Hệ thống thanh truyền song song (Linkage) . . . . .	26
3.6	Sơ đồ tổng quan hệ thống điện . . . . .	27
3.7	Sơ đồ kết nối cảm biến IR . . . . .	28
3.8	Sơ đồ mạch điều khiển Air Pump . . . . .	29
3.9	Cấu trúc thư mục dự án . . . . .	30



---

3.10 Kiến trúc mạng CNN chi tiết . . . . .	31
4.1 Hệ sinh thái nông nghiệp thông minh . . . . .	35

## CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

### 1.1 Lí do chọn đề tài

#### 1.1.1 Thực trạng ngành dưa hấu Việt Nam

Việt Nam là một trong những quốc gia sản xuất dưa hấu lớn nhất Đông Nam Á với sản lượng đạt 1,2 triệu tấn/năm, trong đó khoảng 40% được xuất khẩu sang các thị trường Trung Quốc, Nhật Bản và Hàn Quốc [5]. Tuy nhiên, người nông dân vẫn thường xuyên đối mặt với tình trạng "được mùa mất giá" – một vòng xoáy bế tắc đã kéo dài hàng thập kỷ.

#### 1.1.2 Nỗi đau từ phân loại thủ công

Theo khảo sát của Viện Cây ăn quả Miền Nam [6], hơn 85% nông hộ trồng dưa hấu tại Đồng bằng sông Cửu Long vẫn thực hiện phân loại hoàn toàn bằng tay. Phương pháp này dẫn đến hàng loạt hệ lụy:

Bảng 1.1: Các vấn đề của phân loại thủ công

Vấn đề	Số liệu thực tế	Nguồn
Tỷ lệ sai sót phân loại	15-25%	Báo cáo SOFRI 2023
Hao hụt do dập nát	8-12% sản lượng	Tổng cục Thống kê 2022
Chi phí nhân công	2.000-3.000 VNĐ/kg	Khảo sát thực tế Long An
Năng suất phân loại	200-300 kg/người/giờ	Trung bình nông hộ

**Thiệt hại kinh tế:** Sự thiêu đồng nhất về chất lượng khiến dưa hấu Việt Nam thường bị thương lái ép giá thấp hơn 20-30% so với giá thị trường [7]. Điển hình, trong vụ dưa Tết Nguyên đán 2024, hàng nghìn tấn dưa tại Gia Lai và Long An bị ùn ứ tại cửa khẩu Lào Cai do không đạt tiêu chuẩn đồng đều, gây thiệt hại ước tính hơn 50 tỷ đồng.

**Áp lực về sức khỏe:** Công việc phân loại đòi hỏi người lao động phải làm việc liên tục 8-10 tiếng/ngày trong điều kiện nắng nóng, dẫn đến các bệnh về xương khớp và thị lực suy giảm.

### 1.1.3 Rào cản của các giải pháp hiện có

Bảng 1.2: So sánh các giải pháp hiện có

Giải pháp	Chi phí đầu tư	Hạn chế chính
Dây chuyền băng tải công nghiệp	500 triệu - 2 tỷ VNĐ	Cồng kềnh, không phù hợp nông hộ nhỏ
Robot phân loại nhập khẩu	1-3 tỷ VNĐ	Đắt đỏ, khó bảo trì, cần kỹ sư vận hành
Hệ thống AI đơn thuần	200-500 triệu VNĐ	Chỉ nhận diện, không có cơ cấu chấp hành

**Nghịch lý công nghệ:** Theo báo cáo của McKinsey [10], mặc dù 70% nông dân nhận thức được lợi ích của tự động hóa, nhưng chỉ 12% sẵn sàng áp dụng do lo ngại về độ phức tạp trong vận hành.

### 1.1.4 Giải pháp đề xuất

Xuất phát từ thực tiễn trên, nhóm quyết định thực hiện đề tài với sự kết hợp ba công nghệ cốt lõi:

- **Thị giác máy tính (Computer Vision):** Chuẩn hóa chất lượng dựa xuất khẩu với độ chính xác vượt trội so với mắt người.
- **Lập trình kéo thả Blockly:** Thay thế các dòng code phức tạp bằng giao diện trực quan, giảm thời gian học sử dụng từ vài tuần xuống còn vài giờ.
- **Chatbot AI:** "Bình dân hóa" công nghệ, giúp bất kỳ ai cũng có thể vận hành và quản lý hệ thống hiệu quả.

**Chi phí dự kiến khi triển khai thực tế:** Dưới 50 triệu VNĐ – chỉ bằng 1/10 so với các giải pháp nhập khẩu, phù hợp với khả năng tài chính của đa số nông hộ Việt Nam.

## 1.2 Mục tiêu

### 1.2.1 Mục tiêu kỹ thuật

- Xây dựng thành công hệ thống cánh tay robot sử dụng cơ cấu thanh truyền song song (Parallel Linkage) có khả năng phân loại dựa hấu tự động.

- Đạt độ chính xác phân loại  $\geq 90\%$  thông qua model Machine Learning.
- Ứng dụng thuật toán xử lý ảnh và Thị giác máy tính để:
  - Nhận diện chất lượng bề mặt (vỏ đẹp, vết nứt, vết thối).
  - Phân loại thành 3 cấp độ: Premium, Second-grade, Defective.
- Tốc độ xử lý tối thiểu 10-15 quả/phút, phù hợp quy mô nông hộ.

### 1.2.2 Mục tiêu về tương tác người-máy

- Phát triển giao diện lập trình Blockly cho phép người dùng:
  - Tạo kịch bản phân loại bằng kéo thả.
  - Tùy chỉnh quy trình mà không cần viết code.
- Xây dựng Chatbot AI có khả năng:
  - Tổng hợp dữ liệu sản lượng theo ngày/tuần/tháng.
  - Gửi báo cáo và cảnh báo bằng ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt.
  - Trả lời các câu hỏi về tình trạng hệ thống.
- Phát triển Mobile App để giám sát từ xa.

### 1.2.3 Mục tiêu lan tỏa

- Chứng minh tính khả thi của việc ứng dụng AI vào bài toán thực tiễn nông sản Việt Nam.
- Truyền tải thông điệp về "Nông nghiệp thông minh" – hiện đại nhưng gần gũi.
- Tạo tiền đề để nhân rộng mô hình cho các loại nông sản khác.

## 1.3 Kế hoạch thực hiện

Dự án được thực hiện trong 7 tuần, từ đầu tháng 10/2025 đến cuối tháng 11/2025, với các giai đoạn như sau:

Bảng 1.3: Kế hoạch thực hiện dự án

Tuần	Giai đoạn	Công việc cụ thể
1	Nghiên cứu	Tìm hiểu lý thuyết robot, Computer Vision, thu thập tài liệu
2	Thiết kế	Thiết kế cơ khí 3D, sơ đồ mạch điện, kiến trúc phần mềm
3	Chế tạo phần cứng	In 3D các chi tiết, lắp ráp khung robot
4	Đầu nối điện	Đầu nối mạch điện, kiểm tra kết nối phần cứng
5	Lập trình	Viết firmware Arduino, Backend Flask, huấn luyện model AI
6	Tích hợp & Kiểm thử	Kết nối các module, xây dựng giao diện Blockly, Mobile App, chạy thử nghiệm
7	Hoàn thiện	Sửa lỗi, viết báo cáo, quay video demo, chuẩn bị thuyết trình

## 1.4 Phạm vi nghiên cứu

### 1.4.1 Phạm vi đối tượng

- Đối tượng phân loại:** Dưa hấu tròn, khối lượng 2-5 kg.
- Phân loại thành 3 cấp:**

Bảng 1.4: Tiêu chí phân loại dưa hấu

Cấp độ	Tiêu chí	Hướng xử lý
Premium (Loại 1)	Vỏ đẹp, màu sắc đồng đều, không khuyết tật	Xuất khẩu
Second-grade (Loại 2)	Có vết xước nhẹ, màu không đều	Tiêu thụ nội địa
Defective (Lỗi)	Nứt, thối, biến dạng	Loại bỏ/Chế biến

### 1.4.2 Phạm vi môi trường

- Hoạt động trong nhà với điều kiện ánh sáng ổn định.
- Nhiệt độ hoạt động: 20-35°C.
- Khối lượng xử lý: Phù hợp quy mô nông hộ nhỏ và vừa (500-1000 quả/ngày).

### 1.4.3 Phạm vi công nghệ

Bảng 1.5: Phạm vi công nghệ sử dụng

Thành phần	Công nghệ sử dụng
Phần cứng	Arduino Uno + CNC Shield V3 + Stepper Motor NEMA 17
Backend	Python Flask + WebSocket
Machine Learning	TensorFlow SavedModel (CNN)
Mobile App	React Native
Giao tiếp	Serial COM, REST API, WebSocket

### 1.4.4 Giới hạn đề tài

- Chưa tích hợp cân điện tử để phân loại theo khối lượng.
- Chưa có khả năng phân loại theo kích thước tự động.
- Yêu cầu kết nối USB với máy tính (chưa có wireless).
- Model ML được huấn luyện với dataset giới hạn ( 3000 ảnh).

## CHƯƠNG 2: NỘI DUNG

### 2.1 Cánh tay robot công nghiệp là gì?

#### 2.1.1 Khái niệm

Cánh tay robot công nghiệp (Industrial Robotic Arm) là thiết bị cơ điện tử có khả năng thực hiện các chuyển động tương tự cánh tay con người, được lập trình để thực hiện các tác vụ lặp đi lặp lại với độ chính xác cao. Theo Liên đoàn Robot Quốc tế [9], cánh tay robot được định nghĩa là "máy móc có thể lập trình được, hoạt động tự động và có khả năng di chuyển theo nhiều trục".

#### 2.1.2 Cấu tạo cơ bản

Để hiểu rõ hơn về cách robot hoạt động, trước tiên cần nắm được các thành phần cơ bản của một cánh tay robot công nghiệp:

Bảng 2.1: Các thành phần cơ bản của robot trong đề tài

Thành phần	Chức năng	Áp dụng trong đề tài
Đế (Base)	Cố định robot, chịu tải toàn bộ hệ thống	Khung nhựa in 3D (PLA/PETG)
Các khớp (Joints)	Tạo chuyển động xoay hoặc tịnh tiến	3 khớp xoay (đế, vai, khuỷu)
Các khâu (Links)	Kết nối các khớp với nhau	Cánh tay nhựa in 3D + thanh truyền
Cơ cấu chấp hành (End Effector)	Tương tác trực tiếp với đối tượng	Giá cát chôn không
Bộ điều khiển (Controller)	Xử lý tín hiệu, điều khiển chuyển động	Arduino Uno + CNC Shield V3
Động cơ (Actuators)	Tạo lực và chuyển động	3 động cơ bước NEMA 17

#### 2.1.3 Phân loại theo cấu hình động học

Trong lĩnh vực robot, có nhiều cấu hình động học khác nhau, mỗi loại phù hợp với một ứng dụng cụ thể:

Bảng 2.2: Phân loại robot theo cấu hình

Loại robot	Đặc điểm	Ứng dụng
Cartesian (Descartes)	3 trục tịnh tiến X-Y-Z, không gian làm việc hình hộp	Máy CNC, in 3D, pick-and-place
SCARA	2 trục xoay + 1 trục tịnh tiến	Lắp ráp linh kiện điện tử
Articulated	Nhiều khớp xoay, linh hoạt cao	Hàn, sơn, phân loại phức tạp
Delta	Cấu trúc song song, tốc độ cao	Đóng gói thực phẩm
Parallel Linkage	Cơ cấu thanh truyền song song	Robot cánh tay nhẹ, chính xác

**Lựa chọn của đề tài:** Sau khi cân nhắc các yếu tố về chi phí, độ phức tạp và yêu cầu ứng dụng, nhóm quyết định sử dụng robot cánh tay với cơ cấu **Parallel Linkage (Thanh truyền song song)**.

### Tại sao chọn Parallel Linkage?

- **Vấn đề của robot thông thường:** Động cơ cho khớp khuỷu tay thường gắn ngay trên cánh tay, làm cánh tay nặng, quán tính lớn, rung lắc khi di chuyển nhanh.
- **Giải pháp của thiết kế Parallel Linkage:**
  - Cả 2 động cơ chính (vai và khuỷu) đều nằm cố định ở thân dưới (Body Base), không gắn trên cánh tay.
  - Động cơ 1: Truyền động trực tiếp cho cánh tay dưới (Lower arm) qua dây đai GT2.
  - Động cơ 2: Truyền động cho cánh tay trên (Upper arm) thông qua hệ thống thanh truyền (Connecting rods).
  - Động cơ 3: Điều khiển để xoay (Base rotation) qua bánh răng.
- **Kết quả:** Cánh tay rất nhẹ vì không mang động cơ, di chuyển nhanh và chính xác hơn, giảm rung lắc đáng kể so với thiết kế truyền thống.

#### 2.1.4 Nguyên lý điều khiển động cơ bước (Stepper Motor)

Sau khi hiểu về cấu trúc cơ khí, tiếp theo cần tìm hiểu về "cơ bắp" của robot - động cơ bước. Đây là loại động cơ điện chuyển đổi các xung điện thành chuyển động cơ học rồi

rạc, cho phép điều khiển vị trí chính xác mà không cần cảm biến phản hồi. Mỗi xung điện khiến rotor quay một góc cố định gọi là "bước" (step).

Công thức tính góc bước:

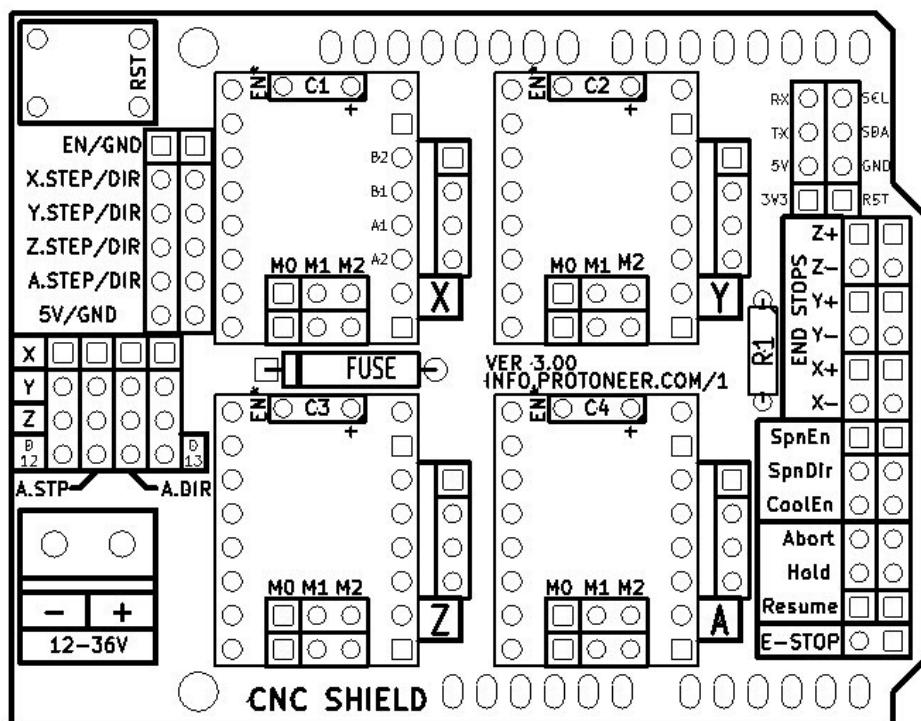
$$\text{Góc bước} = \frac{360^\circ}{\text{Số bước mỗi vòng}}$$

Với động cơ NEMA 17 ( $1.8^\circ/\text{bước}$ ):

- Số bước/vòng =  $360/1.8 = 200$  bước.
- Khi sử dụng microstepping 1/16:  $200 \times 16 = 3200$  microsteps/vòng.

### 2.1.5 CNC Shield V3 và Driver động cơ bước

Để điều khiển 3 động cơ bước một cách đồng bộ, nhóm sử dụng CNC Shield V3 - một board mở rộng phổ biến cho Arduino Uno [12]. Mặc dù tên gọi "CNC Shield" gợi liên tưởng đến máy CNC, nhưng thực chất đây là board điều khiển động cơ bước đa năng, hoàn toàn phù hợp với robot cánh tay.



Hình 2.1: Sơ đồ chân CNC Shield V3

Bảng 2.3: Thông số và chức năng của CNC Shield V3

Thành phần	Thông số	Chức năng
Khe cắm Driver	4 khe (X, Y, Z, A)	Gắn module driver A4988/DRV8825
Nguồn cấp	12-36V DC	Cấp nguồn cho động cơ
Chân Enable	D8	Bật/tắt tất cả driver
Chân Step/Dir	D2-D7	Điều khiển bước và hướng quay
Chân Limit	D9-D12	Kết nối công tắc giới hạn

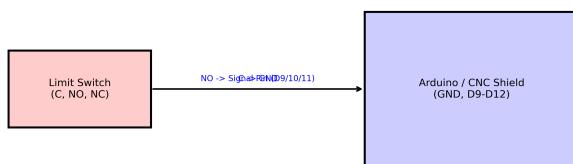
Driver A4988 được sử dụng trong đề tài với các thông số [13]:

- Dòng tối đa: 2A/pha.
- Microstepping: Full, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16.
- Điện áp logic: 3-5.5V.
- Điện áp motor: 8-35V.

### 2.1.6 Công tắc hành trình (Limit Switch)

Một vấn đề quan trọng với động cơ bước là chúng không biết vị trí thực tế của mình khi mới khởi động. Để giải quyết vấn đề này, nhóm sử dụng công tắc hành trình - công tắc cơ học dùng để xác định vị trí giới hạn và cho phép robot về vị trí gốc (Home) một cách chính xác.

Sơ đồ đấu nối công tắc hành trình



Hình 2.2: Sơ đồ đấu nối công tắc hành trình

Bảng 2.4: Phân loại công tắc hành trình

Loại	Trạng thái	Ứng dụng
Normally Open (NO)	Hở khi không nhấn, đóng khi nhấn	Phổ biến, dễ kiểm tra lỗi dây
Normally Closed (NC)	Đóng khi không nhấn, hở khi nhấn	An toàn hơn (phát hiện đứt dây)

**Quy trình Homing:**

1. Robot di chuyển chậm về hướng Home.
2. Khi chạm công tắc hành trình → dừng ngay lập tức.
3. Lùi lại một khoảng nhỏ.
4. Di chuyển chậm lại cho đến khi chạm lần 2.
5. Đặt vị trí hiện tại = 0 (gốc tọa độ).

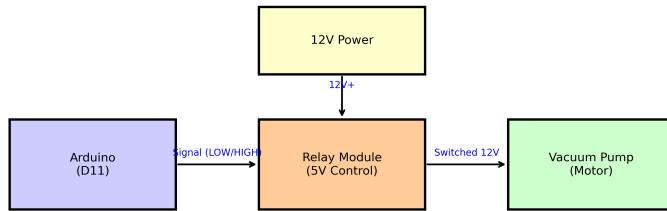
**2.1.7 Relay Module và hệ thống hút chân không**

Sau khi robot di chuyển đến vị trí đưa hấu, cần có cơ chế để "cầm" và "thả" quả dưa. Thay vì dùng tay kẹp cơ học (dễ làm dập dưa), nhóm chọn giải pháp hút chân không - nhẹ nhàng và an toàn hơn. Để điều khiển máy bơm hút, nhóm sử dụng Relay - công tắc điện từ cho phép Arduino (5V) đóng/ngắt nguồn điện lớn hơn (12V cho bơm).

Bảng 2.5: Thông số Relay Module

Thông số	Giá trị
Điện áp điều khiển	5V DC
Dòng kích	15-20mA
Điện áp chuyển mạch	Tối đa 250V AC / 30V DC
Dòng chuyển mạch	Tối đa 10A

Sơ đồ hệ thống hút chân không



Hình 2.3: Sơ đồ hệ thống hút chân không

### Nguyên lý hoạt động:

1. Arduino gửi tín hiệu HIGH → Relay đóng → Bơm chạy.
2. Tạo áp suất âm trong giắc hút → Dưa hấu được hút chặt.
3. Di chuyển đến vị trí đích.
4. Arduino gửi tín hiệu LOW → Relay mở → Bơm tắt → Thả dưa.

#### 2.1.8 Hệ thống truyền động cơ khí

Để truyền chuyển động từ động cơ đến các khớp robot, nhóm sử dụng hệ thống dây đai và bánh răng. So với truyền động trực tiếp, dây đai có ưu điểm êm hơn, giảm rung động và cho phép đặt động cơ xa khớp xoay.

Bảng 2.6: Các thành phần truyền động cơ khí

Thành phần	Loại sử dụng	Đặc điểm
Puly	GT2 20 răng	3 cái, gắn vào trục motor
Dây đai	GT2 Belt 200mm	3 sợi (vòng kín), truyền động từ motor
Bạc đạn lớn	F686ZZ	Bạc đạn cầu có gờ, định vị tâm
Bạc đạn nhỏ	F624ZZ	Cho các khớp nối thanh truyền
Bạc đạn chà	51105	Chịu lực nén dọc trục (để xoay)

## 2.2 Thị giác máy tính (Computer Vision)

### 2.2.1 Khái niệm

Thị giác máy tính (Computer Vision) là lĩnh vực khoa học máy tính nghiên cứu cách giúp máy tính "nhìn" và "hiểu" nội dung hình ảnh hoặc video, tương tự như cách con người sử dụng mắt và não để nhận diện vật thể. Theo Szeliski [1], thị giác máy tính bao gồm các bước: thu nhận ảnh → tiền xử lý → trích xuất đặc trưng → nhận dạng/phân loại.

### 2.2.2 Quy trình xử lý ảnh trong hệ thống

Các bước xử lý cụ thể trong đề tài:

Bảng 2.7: Quy trình xử lý ảnh

Bước	Kỹ thuật	Mục đích
1	Thu nhận (Webcam)	Chụp ảnh dựa vào thời gian thực
2	Resize ( $224 \times 224$ px)	Chuẩn hóa kích thước đầu vào cho CNN
3	Normalize ( $\div 255$ )	Dưa giá trị pixel về khoảng $[0, 1]$
4	Augmentation	Tăng cường dữ liệu huấn luyện
5	Inference	Dự đoán loại dựa vào

### 2.2.3 Các đặc trưng nhận dạng dựa vào

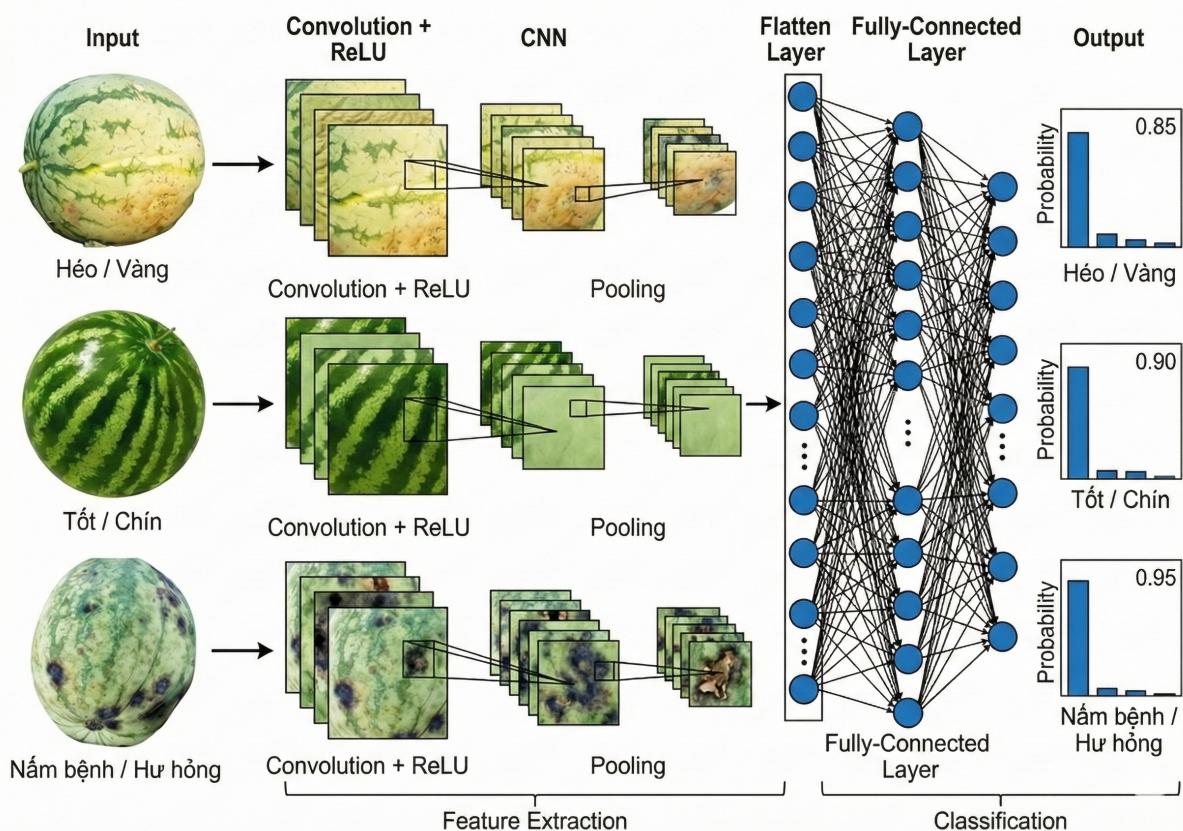
- Màu sắc vỏ:** Xanh đậm (Premium) so với xanh nhạt hoặc vàng.
- Độ bóng:** Vỏ bóng thường biểu hiện độ chín đúng đắn.
- Vân sọc:** Vân rõ nét, đều đặn là dấu hiệu chất lượng tốt.
- Khuyết tật:** Các vết nứt, thối, hoặc dập nát (Defective).
- Hình dạng:** Tròn đều (Premium) so với méo mó (Second-grade).

## 2.3 Mạng nơ-ron tích chập (CNN)

### 2.3.1 Khái niệm

Mạng nơ-ron tích chập (Convolutional Neural Network - CNN) là kiến trúc Deep Learning được thiết kế đặc biệt để xử lý dữ liệu có cấu trúc dạng lưới như hình ảnh. Lấy cảm

hứng từ cách não người xử lý thông tin thị giác, CNN có khả năng tự động học các đặc trưng từ dữ liệu thô mà không cần trích xuất đặc trưng thủ công [2].



Hình 2.4: Kiến trúc mạng CNN

### 2.3.2 Các lớp chính trong CNN

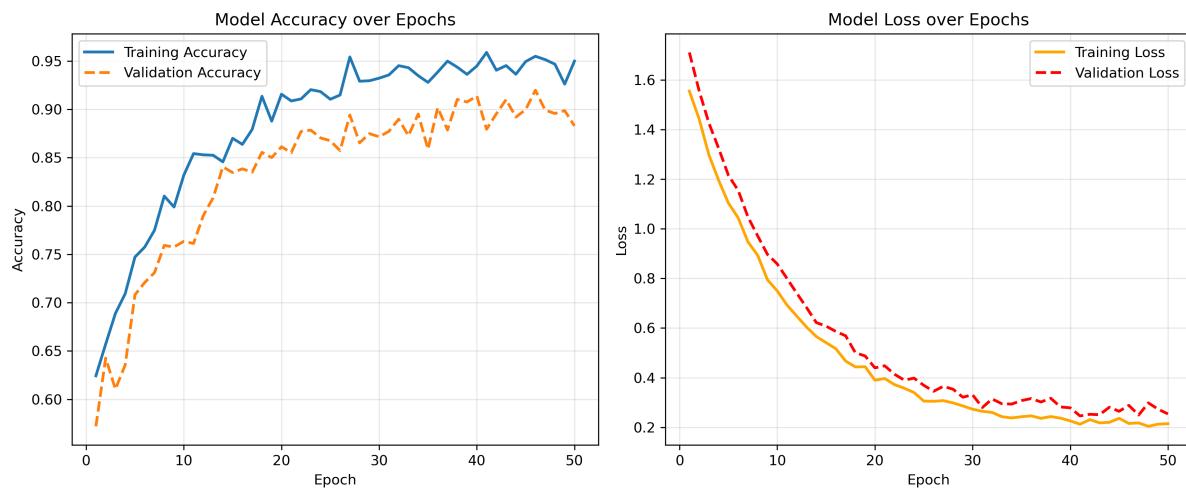
Nhóm đã thiết kế các lớp CNN như một dây chuyền xử lý ảnh qua nhiều công đoạn:

Bảng 2.8: Cấu trúc mạng CNN đề xuất

Lớp	Chức năng	Tham số
Convolutional	Trích xuất đặc trưng cục bộ	32, 64, 128 filters
Activation	Thêm tính phi tuyến ( $f(x) = \max(0, x)$ )	ReLU
Pooling	Giảm kích thước, giữ đặc trưng quan trọng	MaxPooling $2 \times 2$
Flatten	Chuyển tensor 2D thành vector 1D	Trước lớp Dense
Dense	Kết hợp đặc trưng để phân loại	128 neurons
Softmax	Chuyển output thành xác suất	3 classes

### 2.3.3 Quá trình huấn luyện

- **Hàm mất mát (Loss Function):** Categorical Cross-Entropy.
- **Thuật toán tối ưu:** Adam Optimizer với learning rate = 0.001.



Hình 2.5: Biểu đồ quá trình huấn luyện (Accuracy và Loss)

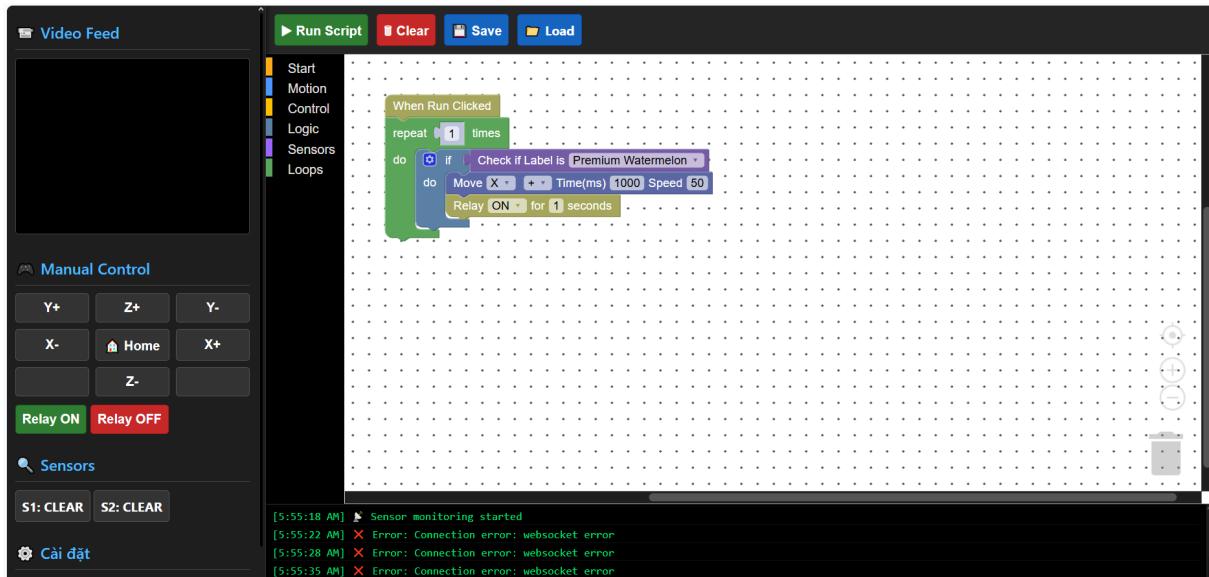
Bảng 2.9: Các metrics đánh giá mô hình

Metric	Công thức	Ý nghĩa
Accuracy	$(TP + TN) / Total$	Tỷ lệ dự đoán đúng trên tổng số mẫu
Precision	$TP / (TP + FP)$	Độ chính xác của các dự đoán dương tính
Recall	$TP / (TP + FN)$	Khả năng phát hiện đúng các mẫu dương tính

## 2.4 Lập trình kéo thả Blockly

### 2.4.1 Giới thiệu Blockly

Blockly là thư viện JavaScript mã nguồn mở do Google phát triển, cho phép tạo giao diện lập trình trực quan bằng cách kéo thả các khối lệnh như xếp LEGO [19]. Thay vì viết code phức tạp, người dùng chỉ cần kéo các khối lệnh và ghép chúng lại với nhau.



Hình 2.6: Giao diện lập trình kéo thả Blockly

#### 2.4.2 Ưu điểm của Blockly

Bảng 2.10: Ưu điểm của lập trình kéo thả

Đặc điểm	Lợi ích	Áp dụng trong đề tài
Trực quan	Không cần nhớ cú pháp	Người nông dân dễ tiếp cận
Ngăn lỗi	Các khối chỉ ghép được khi hợp lệ	Giảm lỗi khi tạo kịch bản
Đa ngôn ngữ	Xuất code ra Python, JS	Tích hợp với backend Flask

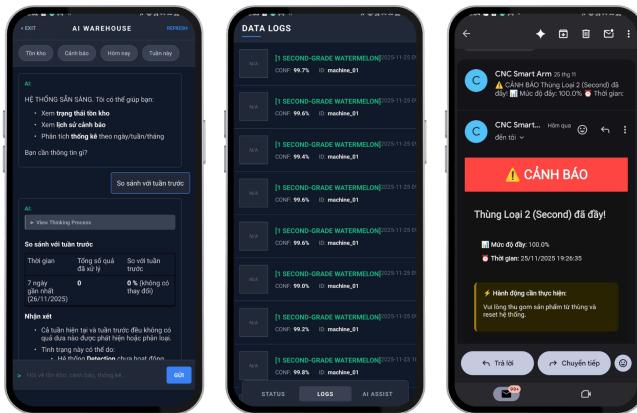
#### 2.4.3 Các khối lệnh tùy chỉnh

- Khi bắt đầu:** Điểm khởi đầu chương trình.
- Di chuyển trực [X/Y/Z]:** Điều khiển motor di chuyển.
- Bật/Tắt Relay:** Điều khiển van hút.
- Về Home:** Đưa cánh tay về vị trí gốc.
- Nếu nhãn là [...]:** Kiểm tra kết quả phân loại từ AI.

## 2.5 Chatbot AI trong nông nghiệp

### 2.5.1 Xu hướng ứng dụng

Theo báo cáo của MarketsandMarkets [11], thị trường AI trong nông nghiệp dự kiến đạt 4.7 tỷ USD vào năm 2028. Chatbot AI đang nổi lên như công cụ hỗ trợ nông dân tiếp cận công nghệ một cách tự nhiên nhất.



Hình 2.7: Giao diện Chatbot AI trên ứng dụng di động

### 2.5.2 Mô hình ngôn ngữ lớn (LLM)

Hệ thống sử dụng Groq API với model GPT-OSS 120B [20]:

Bảng 2.11: Thông số mô hình LLM

Đặc điểm	Thông số
Model	GPT-OSS 120B
Context Window	128,000 tokens
Tốc độ xử lý	>500 tokens/giây (Groq LPU)
Ngôn ngữ	Hỗ trợ tiếng Việt

### 2.5.3 Các tính năng Chatbot

Bảng 2.12: Các tính năng chính của Chatbot

Tính năng	Ví dụ câu hỏi	Phản hồi mẫu
Thống kê	"Hôm nay phân loại được bao nhiêu?"	"Hôm nay: 523 quả (312 Premium, 156 Second, 55 Defective)"
Cảnh báo	"Có vấn đề gì không?"	"Tỷ lệ dưa lõi tăng 15% so với hôm qua"
Hướng dẫn	"Làm sao tạo kịch bản mới?"	"Vào tab Blockly, kéo khối 'Bắt đầu'..."
Báo cáo	"Tổng hợp tuần này"	"Tuần này: 3,245 quả Premium, giá trị 48.6 triệu VNĐ"

## 2.6 Giao thức truyền thông

### 2.6.1 Serial Communication (UART)

Đây là giao thức truyền thông nối tiếp giữa máy tính và Arduino - "ngôn ngữ" để máy tính ra lệnh cho robot:

Bảng 2.13: Thông số giao tiếp Serial

Tham số	Giá trị	Mô tả
Baud rate	115200 bps	Tốc độ truyền dữ liệu
Data bits	8	Số bit dữ liệu
Stop bits	1	Bit kết thúc
Parity	None	Không kiểm tra chẵn lẻ

Định dạng lệnh điều khiển:

- M [dirX] [dirY] [dirZ] [duration] [speed] - Di chuyển
- R [state] - Điều khiển Relay
- H - Về Home Z
- HX - Về Home X
- C - Kiểm tra cảm biến

## 2.6.2 WebSocket

Giao thức full-duplex cho phép truyền dữ liệu hai chiều thời gian thực giữa Server (Flask) và Client (Web/Mobile) [23]. Các sự kiện chính: classification\_result, robot\_status, error\_alert.

## 2.6.3 REST API

Bảng 2.14: Danh sách API Endpoints

Endpoint	Method	Chức năng
/api/classify	POST	Phân loại ảnh dưa hấu
/api/robot/move	POST	Điều khiển robot thủ công
/api/stats	GET	Lấy dữ liệu thống kê

## 2.7 Vai trò và ứng dụng của cánh tay robot

### 2.7.1 Vai trò trong công nghiệp hiện đại

Cánh tay robot đóng vai trò then chốt trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, mang lại những lợi ích vượt trội:

Bảng 2.15: Vai trò của robot trong công nghiệp

Vai trò	Mô tả	Ví dụ ứng dụng
Tăng năng suất	Hoạt động 24/7 không mệt mỏi	Dây chuyên lắp ráp ô tô
Đảm bảo chất lượng	Độ chính xác cao, ổn định	Hàn điểm, phun sơn
Giảm chi phí	Tiết kiệm nhân công lâu dài	Đóng gói, phân loại
An toàn lao động	Thay thế con người trong môi trường nguy hiểm	Xử lý hóa chất, nhiệt độ cao
Linh hoạt	Dễ lập trình lại cho tác vụ mới	Sản xuất đa dạng sản phẩm

### 2.7.2 Ứng dụng trong nông nghiệp

Trong lĩnh vực nông nghiệp, cánh tay robot ngày càng được ứng dụng rộng rãi:

Bảng 2.16: Ứng dụng robot trong nông nghiệp

Ứng dụng	Mô tả	Lợi ích
Thu hoạch trái cây	Nhận diện và hái quả chín	Giảm hao hụt, tăng tốc độ
Phân loại nông sản	Phân loại theo kích thước, chất lượng	Chuẩn hóa sản phẩm xuất khẩu
Đóng gói	Xếp sản phẩm vào thùng/khay	Tăng năng suất đóng gói
Gieo trồng	Gieo hạt chính xác	Tiết kiệm giống, tăng tỷ lệ nảy mầm
Phun thuốc	Phun thuốc BVTV chính xác	Giảm lượng thuốc, bảo vệ môi trường

**Áp dụng trong đề tài:** Hệ thống sử dụng cánh tay robot để phân loại dưa hấu - một ứng dụng thực tiễn giúp nâng cao giá trị nông sản Việt Nam.

## 2.8 Thách thức và tương lai

### 2.8.1 Những thách thức hiện tại

Bảng 2.17: Thách thức của robot nông nghiệp

Thách thức	Hướng giải quyết
Chi phí đầu tư cao	Phát triển robot giá rẻ, mã nguồn mở
Yêu cầu kỹ thuật cao	Giao diện đơn giản hóa (như Blockly)
Thiếu linh hoạt	Tích hợp AI và Computer Vision

### 2.8.2 Xu hướng tương lai

- Robot cộng tác (Cobot):** Làm việc an toàn bên cạnh con người, không cần rào chắn.
- Tích hợp AI:** Tự học và thích ứng với môi trường, tự điều chỉnh khi gặp lỗi.
- Robot di động (AMR):** Kết hợp cánh tay với xe tự hành, linh hoạt di chuyển trong nhà máy.
- Digital Twin:** Mô phỏng robot trên máy tính trước khi triển khai thực tế.
- Robot-as-a-Service (RaaS):** Thuê robot theo tháng thay vì mua, giảm chi phí đầu tư ban đầu.

### 2.8.3 Đóng góp của đề tài

Đề tài này đóng góp vào việc giải quyết một số thách thức:

Bảng 2.18: Đóng góp của đề tài

Thách thức	Giải pháp của đề tài
Chi phí cao	Sử dụng linh kiện phổ thông, chi phí < 50 triệu VNĐ
Yêu cầu kỹ thuật	Giao diện Blockly kéo thả, không cần biết code
Thiếu linh hoạt	Tích hợp CNN để nhận diện đa dạng loại dưa
Khó tiếp cận	Chatbot AI hỗ trợ bằng tiếng Việt tự nhiên

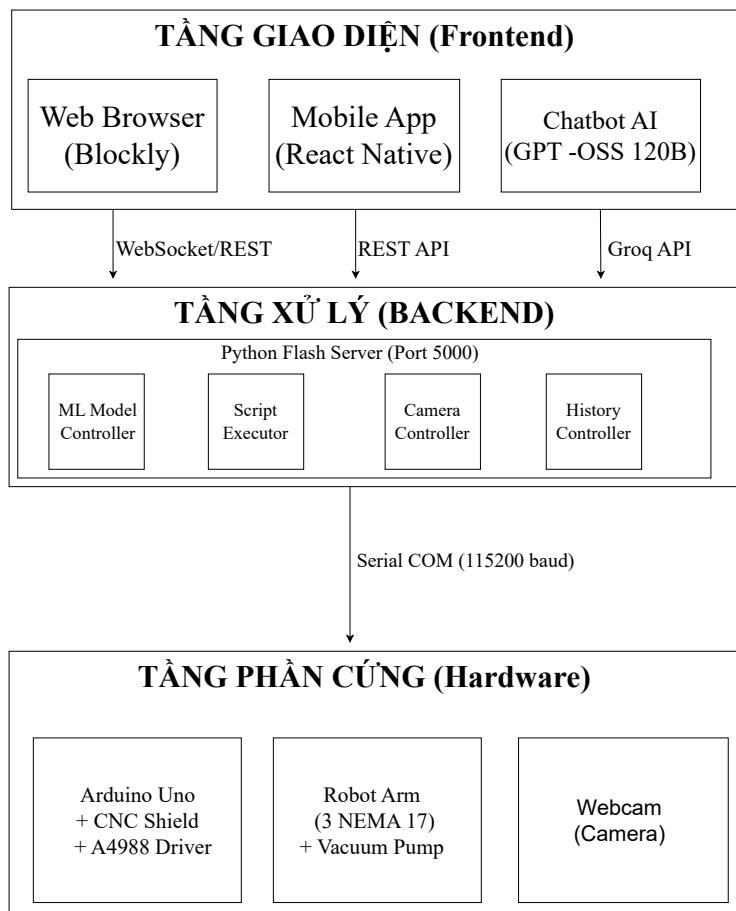
## CHƯƠNG 3: TRÌNH BÀY SẢN PHẨM

Chương này trình bày chi tiết quá trình xây dựng sản phẩm, từ nguyên liệu, dụng cụ cho đến các bước thực hiện cụ thể.

### 3.1 Nguyên liệu và dụng cụ chế tạo

#### 3.1.1 Tổng quan kiến trúc hệ thống

Hệ thống được thiết kế theo kiến trúc 3 tầng, tách biệt rõ ràng giữa phần cứng, backend và giao diện người dùng.



Hình 3.1: Sơ đồ kiến trúc hệ thống 3 tầng

**Luồng hoạt động chính:** Khi hệ thống hoạt động, dữ liệu sẽ đi theo luồng sau:

1. Camera chụp ảnh đưa hấu → gửi lên Backend.
2. ML Controller phân loại ảnh → trả về nhãn (Premium/Second/Defective).
3. Script Executor đọc kịch bản Blockly → gửi lệnh xuống Arduino.
4. Arduino điều khiển Robot di chuyển đến vị trí tương ứng.
5. Relay bật/tắt bơm hút → gấp và thả đưa vào thùng đúng.
6. WebSocket cập nhật trạng thái real-time lên Web/Mobile.

### 3.1.2 Danh sách linh kiện

#### A. Module điều khiển:

Bảng 3.1: Danh sách module điều khiển

STT	Linh kiện	SL	Chức năng
1	Arduino Uno R3	1	Vị điều khiển chính
2	CNC Shield V3	1	Board mở rộng điều khiển motor
3	Driver A4988	3	Điều khiển động cơ bước
4	Nguồn 12V 5A	1	Cấp nguồn cho motor và relay
5	Biến áp 12V → 24V	1	Tăng áp cho máy bơm

#### B. Cơ cấu chấp hành:

Bảng 3.2: Danh sách cơ cấu chấp hành

STT	Linh kiện	SL	Chức năng
1	Động cơ bước NEMA 17	3	Truyền động các khớp
2	Puly GT2 20 răng	3	Gắn trực motor
3	Dây đai GT2 200mm	3	Truyền động (vòng kín)
4	Máy bơm chân không 24V	1	Tạo lực hút
5	Giác hút (Suction Cup)	1	Gấp đưa hấu
6	Relay Module 12V	1	Đóng/ngắt bơm

#### C. Cảm biến và công tắc:

Bảng 3.3: Danh sách cảm biến và công tắc

STT	Linh kiện	SL	Chức năng
1	Công tắc hành trình	2	Xác định vị trí Home (X, Z)
2	Cảm biến hồng ngoại	2	Báo thùng đầy (Loại 1, Loại 2)
3	Nút nhấn	1	Nút bấm hành động (A2)
4	Webcam USB	1	Thu nhận hình ảnh

#### D. Tụ điện (Lọc nhiễu - Rất quan trọng):

Bảng 3.4: Danh sách tụ điện

STT	Loại tụ	Thông số	SL	Vị trí lắp
1	Tụ hóa	100μF / 25V	3	Nguồn mồi driver A4988
2	Tụ hóa	470μF / 25V	2	Đầu ra nguồn 5V tổng
3	Tụ gốm	104 (100nF)	10	VCC-GND cảm biến IR

*Lưu ý: Môi trường có động cơ bước gây nhiễu nặng, tụ điện là bắt buộc để hệ thống hoạt động ổn định!*

#### E. Vòng bi (Bearings):

Bảng 3.5: Danh sách vòng bi

STT	Loại	SL	Vị trí sử dụng
1	F686ZZ	12	Khớp vai, định vị tâm
2	F624ZZ	8	Khớp nối thanh truyền
3	51105	2	Đế xoay (chịu lực dọc trực)

#### F. Ốc vít:

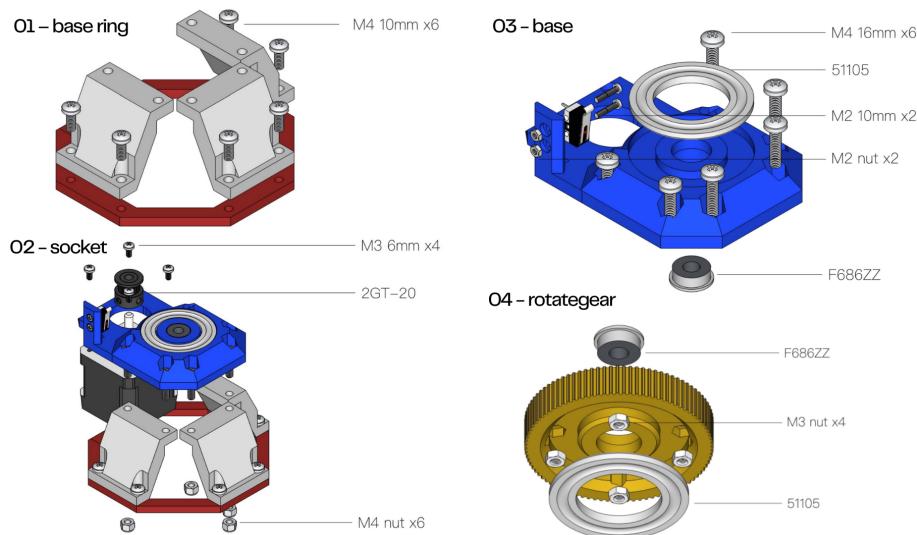
Bảng 3.6: Danh sách ốc vít

Loại	Kích thước	SL	Vị trí
M2	10mm + đai ốc	10 bộ	Gắn công tắc hành trình
M3	6mm	50	Gắn motor, các chi tiết nhỏ
M4	10mm, 16mm, 20mm	25 bộ	Kết nối khung, thanh truyền
M6	50mm + đai ốc	2	Trục xoay chính

### 3.1.3 Thiết kế khung robot (in 3D)

Toàn bộ khung robot được in 3D bằng nhựa PLA/PETG, chia thành các cụm lắp ráp:

#### A. Đế xoay (Base) - Chịu tải toàn bộ robot:

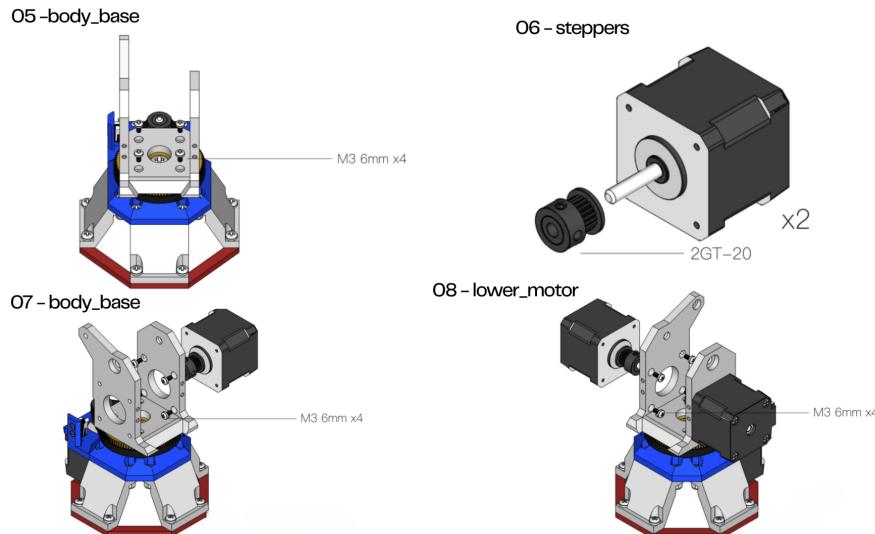


Hình 3.2: Thiết kế đế xoay (Base)

- **base\_ring:** Vòng đế ngoài cùng.
- **socket:** Đế giữ bạc đạn chính.
- **base:** Phần đế tam giác.
- **rotategear:** Bánh răng lớn để xoay đế.

*Lắp ráp:* Bạc đạn 51105 (chịu lực nén) + F686ZZ (định vị tâm) + 1 công tắc hành trình.

#### B. Thân robot (Body) - Chứa động cơ:

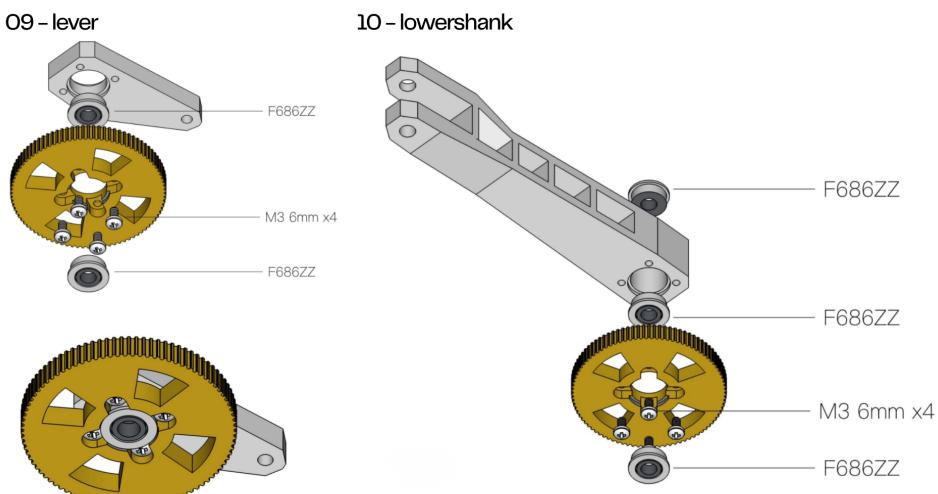


Hình 3.3: Thiết kế thân robot (Body)

- **body\_base:** Đế thân chính.
- **steppers:** Khung giữ động cơ.
- **upper\_motor, lower\_motor:** Gá motor trên và dưới.
- **endstop:** Gá công tắc hành trình.

*Lắp ráp:* 2 động cơ NEMA 17 + 2 puly GT2 + 2 công tắc hành trình.

### C. Hệ thống cánh tay (Arms):



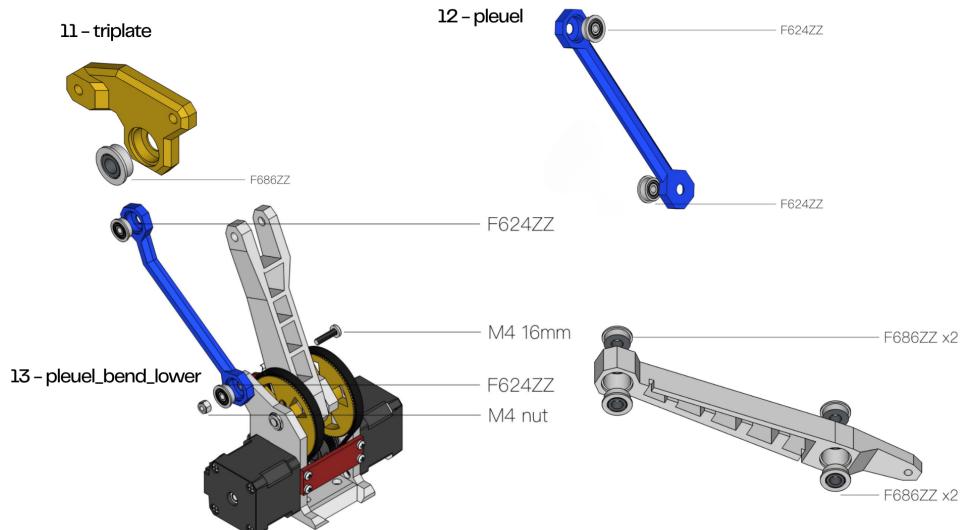
Hình 3.4: Hệ thống cánh tay (Arms)

- **lever:** Đòn bẩy (cho cánh tay trên).

- **lowershank:** Cánh tay dưới.
- **Bánh răng in 3D:** Truyền động từ motor.

*Lắp ráp:* Dây đai GT2 200mm + Bạc đạn F686ZZ tại khớp vai.

#### D. Hệ thống thanh truyền song song (Linkage):



Hình 3.5: Hệ thống thanh truyền song song (Linkage)

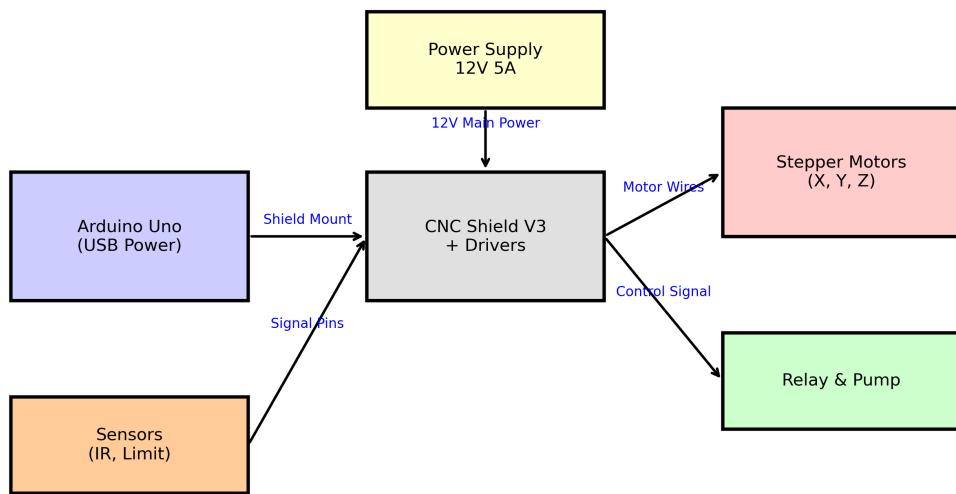
- **tripple:** Tâm tam giác nối thân và thanh truyền.
- **pleuel:** Thanh truyền dài.
- **pleuel\_bend\_lower:** Thanh truyền cong.
- **upper\_shank:** Cánh tay trên cùng.

*Lắp ráp:* Bạc đạn F624ZZ + Ốc M4 16mm, 20mm.

#### 3.1.4 Sơ đồ kết nối điện

##### A. Sơ đồ tổng quan hệ thống điện:

### Sơ đồ tổng quan hệ thống điện



Hình 3.6: Sơ đồ tổng quan hệ thống điện

### B. Chi tiết kết nối Arduino UNO ↔ CNC Shield V3:

Bảng 3.7: Kết nối Arduino và CNC Shield

Chân Arduino	Chân CNC Shield	Chức năng
D2, D3, D4	X.STEP, Y.STEP, Z.STEP	Xung bước Motor X, Y, Z
D5, D6, D7	X.DIR, Y.DIR, Z.DIR	Hướng Motor X, Y, Z
D8	EN	Enable tắt cả driver
D9	Pin 7 (Y+)	IR Sensor 1
D10	Pin 6 (X+)	IR Sensor 2
D12	SpnEn	Limit Switch Z (NO→C)
D13	SpnDir	Limit Switch X (NO→C)
A2	Resume	Nút nhấn (2Pin Push Switch)

### C. Chi tiết kết nối các thành phần:

- **Stepper Motors:** Kết nối vào các chân X, Y, Z trên CNC Shield (thứ tự dây: D, B, C, A).
- **Relay 12V:**

- DC+, DC-: Nối vào nguồn 12V của CNC Shield.
  - IN: Nối vào chân Z- của CNC Shield.
  - COM: Nối vào Air Valve VDD.
  - NO: Nối vào nguồn 12V.
- **Cảm biến hồng ngoại (IR Sensor):** Nguồn 3.3V, Output nối vào X+ (D10) và Y+ (D9).
  - **Công tắc hành trình:** Đầu chân C và NO vào SpnEn (D12) và SpnDir (D13).

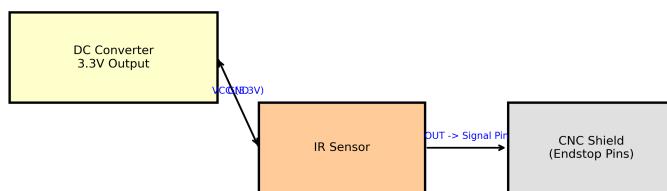
#### D. Danh sách tụ điện và vị trí lắp:

Bảng 3.8: Chi tiết tụ điện lọc nhiễu

STT	Loại tụ	Thông số	SL	Vị trí lắp
1	Tụ hóa	100 $\mu$ F / 50V	1	CNC Shield +VE/-VE (Lọc nguồn chính)
2	Tụ gốm	104 (100nF)	3	Mỗi driver A4988 (Lọc nhiễu cao tần)
3	Tụ gốm	104 (100nF)	1	Relay COM - GND (Lọc nhiễu relay)
4	Tụ hóa	470 $\mu$ F / 25V	2	Terminal Block (Dự trữ năng lượng)

#### E. Sơ đồ kết nối cảm biến IR:

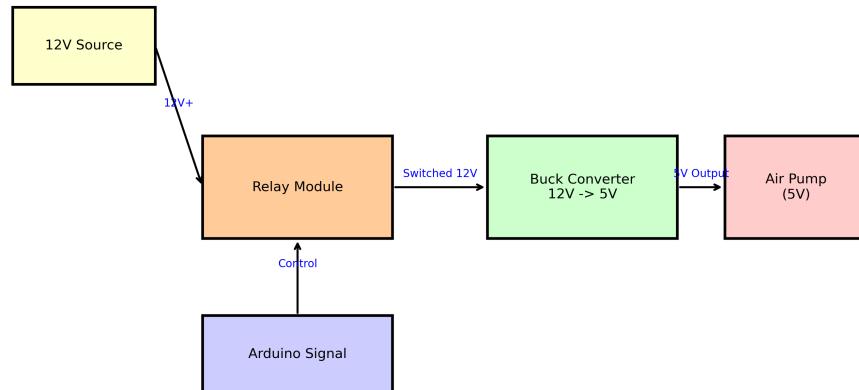
Sơ đồ kết nối cảm biến IR (3.3V)



Hình 3.7: Sơ đồ kết nối cảm biến IR

#### F. Sơ đồ mạch điều khiển Air Pump (5V DC):

Sơ đồ mạch điều khiển Air Pump



Hình 3.8: Sơ đồ mạch điều khiển Air Pump

### G. Lưu ý quan trọng khi đấu nối:

- Nguồn 12V:** Đi qua Toggle Switch SPST trước khi vào CNC Shield.
- Tụ lọc nguồn chính:** Tụ hóa 100 $\mu$ F/50V đấu giữa +VE và -VE của CNC Shield.
- IR Sensor:** Dùng nguồn **3.3V** từ Multi-channel DC Module (không dùng 5V để tránh nhiễu).
- Air Pump 5V:** Nguồn từ Step Down LM2596 (12V $\rightarrow$ 5V), được điều khiển qua Relay.

## 3.2 Các bước thực hiện

### 3.2.1 Xây dựng phần mềm Backend

#### A. Cấu trúc thư mục:

```
project/
|-- arduino_main/           (Mã nguồn Arduino)
|   |-- main.ino
|-- main/                   (Backend Server - Python Flask)
|   |-- app.py
|   |-- config.py
|   |-- controllers/        (Xử lý logic)
|   |-- routes/              (Định nghĩa API)
|   |-- static/              (Frontend: CSS, JS)
|   |-- templates/           (Giao diện Web HTML)
|-- mobile_app/             (Ứng dụng Mobile - React Native)
|   |-- App.js
|   |-- src/
|-- model.savedmodel/       (Mô hình AI)
```

Hình 3.9: Cấu trúc thư mục dự án

## B. Thiết kế API:

*REST API Endpoints:*

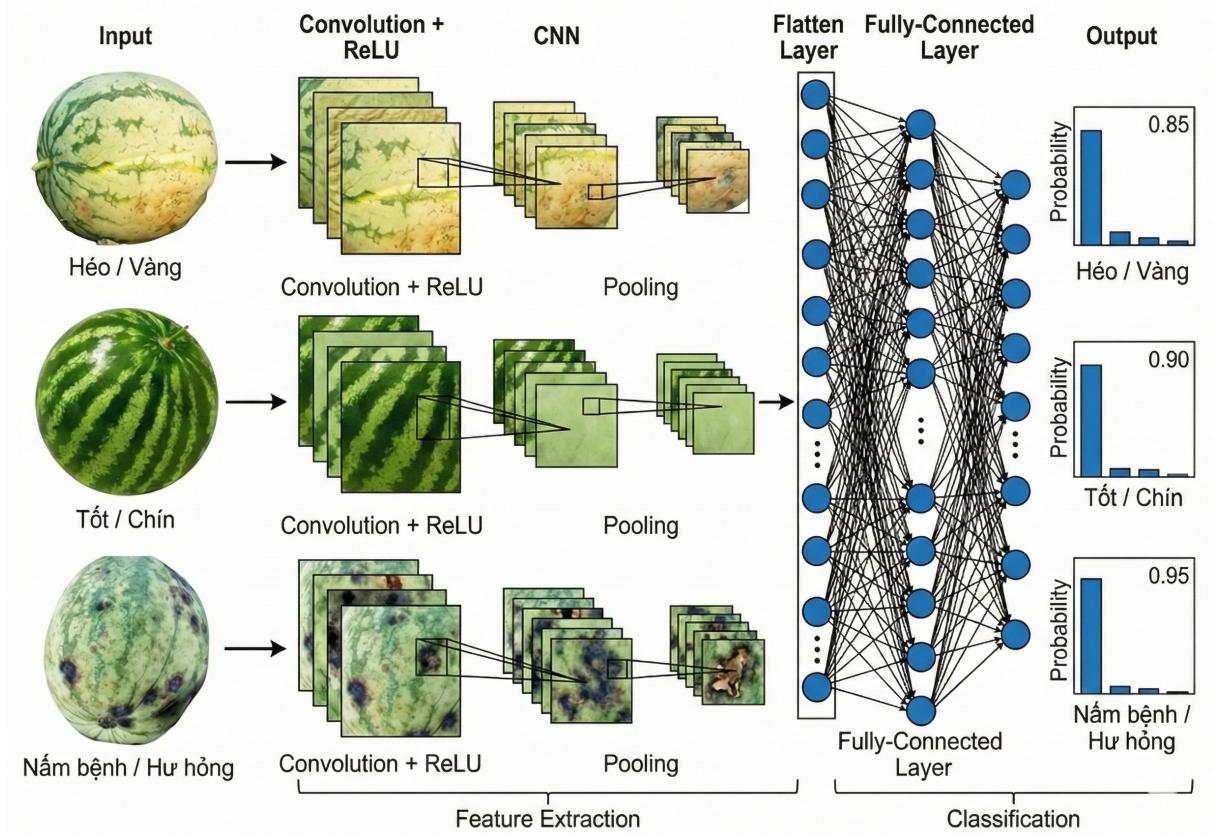
Bảng 3.9: REST API Endpoints

Endpoint	Method	Mô tả
/api/classify	POST	Phân loại ảnh (Input: base64 image)
/api/robot/move	POST	Di chuyển robot (Input: x, y, z, speed)
/api/robot/home	POST	Về vị trí Home
/api/relay	POST	Bật/tắt bơm hút
/api/scripts	GET/POST	Quản lý kịch bản Blockly
/api/stats	GET	Lấy thống kê phân loại

*WebSocket Events:*

- **Client → Server:** connect, run\_script, stop\_script.
- **Server → Client:** script\_progress, classification\_result, robot\_status, error.

**C. Thiết kế Model Machine Learning:** Kiến trúc CNN được sử dụng bao gồm các lớp Conv2D, ReLU, MaxPool, Flatten, Dense và Dropout.



Hình 3.10: Kiến trúc mạng CNN chi tiết

*Thông số huấn luyện:*

- Dataset: 3000 ảnh (1000 ảnh/class).
- Input size:  $224 \times 224 \times 3$ .
- Epochs: 50.
- Optimizer: Adam ( $lr=0.001$ ).

**D. Thiết kế giao diện Blockly:** Các khối lệnh tùy chỉnh được định nghĩa bằng JavaScript để tạo ra các block như "Di chuyển", "Bật/Tắt bơm", "Nếu nhän là...".

### 3.2.2 Xây dựng Mobile App

**A. Cấu trúc ứng dụng:** Ứng dụng được xây dựng bằng React Native với cấu trúc gồm các màn hình (screens), components, api client và context management.

**B. Các màn hình chính:**

Bảng 3.10: Các màn hình Mobile App

Màn hình	Chức năng
ConnectScreen	Kết nối với server qua IP
DashboardScreen	Bảng điều khiển, xem thống kê, điều khiển robot
HistoryScreen	Xem lịch sử phân loại
ChatbotScreen	Trò chuyện với AI (Groq API)

### 3.2.3 Lập trình Arduino Firmware

Firmware Arduino chịu trách nhiệm nhận lệnh G-code hoặc lệnh tùy chỉnh từ Serial, điều khiển các động cơ bước thông qua CNC Shield và đọc tín hiệu từ cảm biến.

- **Xử lý lệnh:** Phân tích chuỗi ký tự nhận được (ví dụ: "M 1 0 0 1000 500").
- **Điều khiển động cơ:** Tạo xung bước (STEP) và hướng (DIR) cho 3 trục X, Y, Z.
- **Homing:** Quy trình về gốc tọa độ sử dụng công tắc hành trình.
- **Relay:** Điều khiển bật/tắt bơm hút.

## CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN

### 4.1 Kết quả đạt được

#### 4.1.1 Về mặt kỹ thuật

Sau quá trình nghiên cứu và phát triển, hệ thống phân loại dưa hấu đã đạt được những kết quả đáng ghi nhận:

Bảng 4.1: Kết quả kỹ thuật đạt được

Tiêu chí	Mục tiêu	Kết quả	Đánh giá
Độ chính xác phân loại	$\geq 85\%$	90%	Đạt
Thời gian xử lý/quả	< 5 giây	3-4 giây	Đạt
Tốc độ di chuyển robot	Ổn định	Mượt mà	Đạt
Hệ thống hút chân không	Hút chắc	Hút ổn định	Đạt
Giao tiếp Serial	Ổn định	Không mất gói	Đạt

#### Chi tiết kết quả:

- Cánh tay robot:** Thiết kế Parallel Linkage hoạt động ổn định, vùng làm việc đủ rộng (bán kính 25cm).
- AI nhận diện:** Model CNN phân loại tốt 2 loại dưa (Tốt/Xấu), tích hợp Chatbot thông minh.
- Phần mềm:** Backend Flask và Mobile App hoạt động trơn tru, giao diện Blockly dễ sử dụng.

#### 4.1.2 Về mặt ứng dụng thực tiễn

Bảng 4.2: Lợi ích thực tiễn

Đối tượng	Lợi ích mang lại
Nông dân	Giảm công sức, tăng năng suất
Thương lái	Đảm bảo chất lượng đồng đều, nâng cao giá trị
Người dùng không chuyên	Dễ dàng lập trình qua Blockly
Học sinh/Sinh viên	Mô hình học tập trực quan về Robotics/AI

#### 4.1.3 Về mặt giáo dục và lan tỏa

- Mã nguồn mở:** Chia sẻ trên GitHub để cộng đồng tham khảo.
- Tài liệu đầy đủ:** Hướng dẫn chi tiết từ phần cứng đến phần mềm.
- Chi phí thấp:** Tổng chi phí linh kiện 500.000 - 700.000 VNĐ.
- Khả năng mở rộng:** Thiết kế module hóa, dễ nâng cấp.

### 4.2 Hạn chế

#### 4.2.1 Hạn chế về phần cứng

Bảng 4.3: Hạn chế phần cứng

Hạn chế	Nguyên nhân/Ảnh hưởng
Tải trọng giới hạn	Động cơ NEMA 17 công suất nhỏ (chỉ $\leq 3\text{kg}$ )
Tốc độ chưa cao	Dùng động cơ bước thay vì servo
Độ bền khung	Nhựa in 3D có thể biến dạng theo thời gian
Giác hút đơn giản	Khó xử lý đưa có bề mặt không đều

#### 4.2.2 Hạn chế về phần mềm

- Bộ dữ liệu nhỏ:** Model CNN chỉ huấn luyện với 1000 ảnh.
- Phụ thuộc ánh sáng:** Nhận diện bị ảnh hưởng bởi môi trường.
- Chưa phân loại đa lớp:** Chỉ phân 2 loại (tốt/xấu).
- Chatbot cần internet:** Phụ thuộc vào API Groq.

#### 4.2.3 Hạn chế về triển khai thực tế

Môi trường thử nghiệm chỉ mới ở phòng lab, chưa triển khai ngoài đồng ruộng. Quy mô thiết kế nhỏ, chưa phù hợp dây chuyền công nghiệp lớn.

## 4.3 Hướng phát triển

### 4.3.1 Cải tiến ngắn hạn (3-6 tháng)

Bảng 4.4: Đề xuất cải tiến ngắn hạn

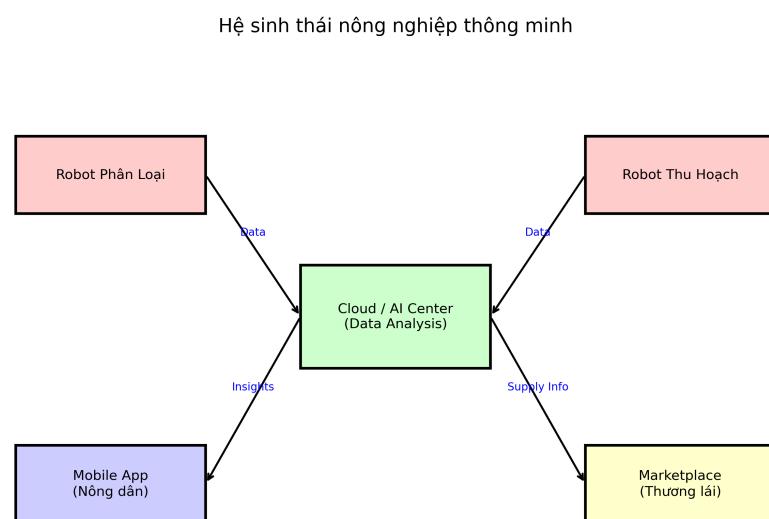
Hạng mục	Giải pháp đề xuất
Tăng tải trọng	Thay NEMA 17 bằng NEMA 23 + driver TB6600
Cải thiện độ bền	Sử dụng nhôm định hình hoặc in 3D Carbon Fiber
Mở rộng dữ liệu	Thu thập thêm 5000+ ảnh dưa hấu
Bổ sung cảm biến	Thêm cân nặng và đo kích thước

### 4.3.2 Phát triển trung hạn (6-12 tháng)

- Phân loại đa lớp:** Đặc biệt, Loại 1, Loại 2, Loại 3, Phế phẩm.
- Tích hợp IoT nâng cao:** Kết nối Farm Management System, đẩy dữ liệu lên cloud.
- Cải tiến cơ khí:** Băng tải tự động, hệ thống đóng gói.

### 4.3.3 Tầm nhìn dài hạn (1-3 năm)

Xây dựng hệ sinh thái nông nghiệp thông minh với sự kết hợp của Robot phân loại, Robot thu hoạch và Robot chăm sóc.



Hình 4.1: Hệ sinh thái nông nghiệp thông minh

#### 4.3.4 Đóng góp cho cộng đồng

Bảng 4.5: Các hoạt động đóng góp

Hoạt động	Mục đích
Open-source toàn bộ code	Cộng đồng có thể tham khảo, đóng góp
Workshop/Hội thảo	Chia sẻ kinh nghiệm chế tạo robot
Tài liệu tiếng Việt	Giúp học sinh, sinh viên tiếp cận công nghệ
Hợp tác nghiên cứu	Liên kết với các trường đại học

#### 4.4 Lời kết

Đề tài "**Hệ thống phân loại dựa trên sử dụng cánh tay robot tích hợp Thị giác máy tính và Chatbot AI**" đã hoàn thành các mục tiêu đề ra ban đầu. Hệ thống không chỉ là một giải pháp kỹ thuật mà còn mang ý nghĩa xã hội sâu sắc – góp phần xóa bỏ khoảng cách giữa công nghệ hiện đại và người nông dân Việt Nam.

Qua quá trình thực hiện đề tài, nhóm đã học hỏi được rất nhiều kiến thức từ cơ khí, điện tử đến lập trình và trí tuệ nhân tạo. Đây là nền tảng quý giá để tiếp tục nghiên cứu và phát triển trong tương lai.

Chúng em xin chân thành cảm ơn quý thầy cô đã hướng dẫn tận tình, các bạn trong nhóm đã cùng nỗ lực, và gia đình đã luôn ủng hộ trong suốt quá trình thực hiện đề tài.

## CHƯƠNG A: PHỤ LỤC

### A.1 Mã nguồn Arduino (trích)

Listing A.1: Định nghĩa chân kết nối Arduino

```
// Cac dinh nghia chan ket noi
#define stepPinX 2
#define stepPinY 3
#define stepPinZ 4
#define dirPinX 5
#define dirPinY 6
#define dirPinZ 7
#define en 8
#define IR_SENSOR_1 9      // Y+ tren CNC Shield
#define IR_SENSOR_2 10     // X+ tren CNC Shield
#define RELAY_PIN 11        // Z- tren CNC Shield
#define Z_LIMIT_PIN 12      // SpnEn
#define X_LIMIT_PIN 13      // SpnDir
#define BTN_ACTION A2        // Resume
```

### A.2 Cấu hình Backend Python (trích)

Listing A.2: File config.py

```
# config.py
SERIAL_PORT = 'COM3'          # Cong ket noi Arduino
SERIAL_BAUDRATE = 115200      # Toc do truyen
MODEL_PATH = '../model.savedmodel'  # Duong dan mo hinh AI
GROQ_API_KEY = 'gsk_xxxxxx'    # API key cho chatbot
```

### A.3 Danh sách khối Blockly

Bảng A.1: Danh sách khối lệnh Blockly

Khối	Chức năng	Lệnh gửi Arduino
Di chuyển đến XYZ	Điều khiển vị trí	MOVE:X,Y,Z
Bật/Tắt bơm	Điều khiển relay	PUMP:ON/OFF
Về vị trí Home	Reset vị trí	HOME:X/Y/Z
Chờ (ms)	Delay	DELAY:time
Phân loại tự động	Kích hoạt AI	AUTO:START

### A.4 Sơ đồ chân CNC Shield V3

Bảng A.2: Sơ đồ chân CNC Shield V3

Pin Header	Chức năng	Arduino Pin
X.STEP	Xung bước Motor X	D2
Y.STEP	Xung bước Motor Y	D3
Z.STEP	Xung bước Motor Z	D4
X.DIR	Hướng Motor X	D5
Y.DIR	Hướng Motor Y	D6
Z.DIR	Hướng Motor Z	D7
EN	Enable drivers	D8
X+	Limit/Sensor	D10
Y+	Limit/Sensor	D9
Z-	Relay control	D11
SpnEn	Limit Z	D12
SpnDir	Limit X	D13
Resume	Button	A2

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd Edition.* Springer.
- [2] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- [3] Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). *Springer Handbook of Robotics, 2nd Edition.* Springer.
- [4] Craig, J. J. (2018). *Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 4th Edition.* Pearson.
- [5] FAO (2022). *FAOSTAT - Crops and livestock products.* Food and Agriculture Organization.
- [6] Viện Cây ăn quả Miền Nam - SOFRI (2023). *Báo cáo tình hình sản xuất trái cây vùng ĐBSCL.*
- [7] Hiệp hội Rau quả Việt Nam (2023). *Báo cáo xuất khẩu rau quả năm 2023.*
- [8] Tổng cục Thống kê (2022). *Niên giám thống kê nông nghiệp.*
- [9] International Federation of Robotics - IFR (2023). *World Robotics Report 2023.*
- [10] McKinsey & Company (2023). *Digital Agriculture: The future of farming in Asia.*
- [11] MarketsandMarkets (2023). *AI in Agriculture Market - Global Forecast to 2028.*
- [12] Arduino Documentation. *Arduino Uno Rev3 Datasheet.* <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>
- [13] Pololu. *A4988 Stepper Motor Driver Carrier.* <https://www.pololu.com/product/1182>
- [14] Texas Instruments. *LM2596 SIMPLE SWITCHER Power Converter Datasheet.*
- [15] Espressif Systems. *ESP32 Technical Reference Manual.*
- [16] Flask Documentation. *Flask-SocketIO.* <https://flask-socketio.readthedocs.io/>

- [17] TensorFlow. *SavedModel Guide.* [https://www.tensorflow.org/guide/saved\\_model](https://www.tensorflow.org/guide/saved_model)
- [18] React Native Documentation. *Getting Started.* <https://reactnative.dev/docs/getting-started>
- [19] Google Developers (2023). *Blockly Developer Documentation.* <https://developers.google.com/blockly>
- [20] Groq Inc. (2024). *Groq API Documentation.* <https://console.groq.com/docs>
- [21] OpenCV Documentation. <https://docs.opencv.org/>
- [22] Python Documentation. <https://docs.python.org/3/>
- [23] MDN Web Docs. *WebSocket API.* <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSocket>