

NGHIÊN CỨU ROBOT 4 BẬC TỰ DO SỬ DỤNG ARDUINO MEGA 2560

Trịnh Thị Hậu^{1*}, Phan Văn Hải¹, Đinh Khắc Long¹,
Từ Viết Hoàng¹, Trịnh Bích Ngọc²

*Tác giả liên hệ, email: tthau7@hou.edu.vn. ORCID: 0009-0009-8017-3713

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 15/01/2026

Ngày phản biện đánh giá: 17/03/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 14/04/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1160

Tóm tắt: Mục tiêu của bài báo là chế tạo cánh tay robot 4 bậc tự do sử dụng động cơ step kết hợp động cơ servo để phân loại sản phẩm theo màu sắc sử dụng camera GENIUS 1000x. Camera GENIUS 1000x phát hiện các màu như màu đỏ, vàng, xanh. Hệ thống được trang bị một máy tính xách tay hiển thị đầu ra của Arduino Mega 2560 để thông báo về màu sắc đã phát hiện được. Quá trình di chuyển các sản phẩm dựa trên màu sắc được mô phỏng bằng ba sản phẩm có màu là đỏ, vàng, xanh. Cánh tay Robot di chuyển để kẹp vật ở vị trí đặt cố định và di chuyển các sản phẩm có màu sắc đến vị trí đã định trước. Phần mềm được sử dụng là Arduino IDE và Pycharm. Phân loại được các sản phẩm có màu sắc khác nhau sử dụng camera GENIUS 1000x máy tính nhận và xử lý thông tin để phân loại màu sắc sử dụng phần mềm Pycharm để phân tích, sau đó được Arduino Mega 2560 xử lý bằng cách sử dụng thuật toán lập trình trong phần mềm Arduino IDE.

Từ khóa: arduino mega 2560, động cơ bước, phân loại màu sắc, rô bốt 4 bậc tự do, xử lý ảnh

I. Đặt vấn đề

Nhu cầu nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm ngày càng đòi hỏi những ứng dụng rộng rãi của các phương tiện tự động hóa sản xuất. Xu hướng tạo ra những dây chuyền tự động có tính linh hoạt cao đang hình thành. Các thiết bị này đang thay thế dần các máy tự động “cứng” chỉ đáp ứng một việc nhất định

trong lúc thị trường luôn đòi hỏi thay đổi về chủng loại, về kích cỡ và về tính năng sản phẩm. Quá trình sản xuất phát triển đòi hỏi phải nâng cao năng suất và chất lượng của sản phẩm. Vì vậy càng tăng nhanh nhu cầu về ứng dụng tay máy để tạo ra các hệ thống sản xuất tự động và linh hoạt. Theo thời gian, tay máy ngày càng được phát triển mạnh mẽ, hiện đại

¹ Trường Đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

² Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

về công nghệ và tinh xảo về chức năng làm việc. Nhờ vậy tay máy công nghiệp (TMCN) đã có vị trí quan trọng trong các dây chuyền tự động sản xuất hiện đại (Vinh và cộng sự, 2019).

Cánh tay robot hoặc bộ điều khiển robot là sự kết hợp của các khớp và thường chia thành ba phần, đó là cánh tay, cổ tay và bộ kẹp (Thịnh & Quang, 2020). Cánh tay robot rất cần thiết trong lĩnh vực công nghiệp để công việc có thể hoàn thành nhanh chóng và không cần nhiều lao động con người. Robot được thiết kế để có thể tự động di chuyển các sản phẩm theo màu sắc, hình dạng đến các vị trí đã chỉ định trước. Tự động ở đây là robot hoạt động mà không cần sự can thiệp của con người. Cánh tay robot cũng hoạt động như một công cụ thay thế khi thực hiện các công việc có rủi ro cao như di chuyển hàng hóa nặng, làm việc trong môi trường hóa chất độc hại, vật liệu nóng và các công việc khác (Setiawan, 2018).

Để nghiên cứu, chế tạo ra một thiết bị thông minh có thể di chuyển các sản phẩm theo màu sắc, kích thước và có thể hoạt động tự động, cần có một công cụ hoặc bộ phận có thể điều khiển, ghi nhớ và đưa ra lựa chọn hoặc quyết định. Khả năng này thuộc phạm vi làm việc của Arduino. Arduino có thể được lập trình khi cần thiết để kiểm soát, ghi nhớ và đưa ra những lựa chọn mà chúng ta cần. Cảm biến thị giác đóng vai trò quan trọng trong hoạt động của cánh tay robot. Cảm biến hình ảnh được sử dụng là một máy ảnh camera với Arduino Mega 2560 làm vi điều khiển. Camera có chức năng phát hiện màu sắc của vật thể và Arduino Mega 2560 hoạt động như một bộ vi điều khiển được sử dụng trong hệ thống cánh tay robot (M.Kom & Ph.D, 2015).

Vào năm 2020, nghiên cứu thể hiện hệ thống robot vận chuyển hàng hóa tự động sử dụng trong lĩnh vực công nghiệp dựa trên cảm biến đường truyền và điều khiển logic mờ để robot có thể chạy ổn định và sử dụng cảm biến BFD-1000, hệ thống điều khiển logic của A Mutolib (Mutolib và cộng sự, 2020).

Vào năm 2018, Purwono Prasetya đã thực hiện nghiên cứu và chế tạo một cánh tay robot được điều khiển không dây bằng Arduino Uno làm vi điều khiển để điều khiển cánh tay robot bằng điện thoại thông minh thông qua Bluetooth trên hệ điều hành android và thiết kế một robot phân loại sản phẩm dựa trên màu sắc bởi Md Jamilur (Rahman và cộng sự, 2018; Prasetyawan và cộng sự, 2018). Cánh tay robot có thu hoạch cà chua đỏ và cà chua xanh bằng xử lý hình ảnh sử dụng camera, Arduino Mega 2560, Raspberry Pi của Yurni Oktarina. Cây tiêu sử dụng camera pixy 2, cảm biến màu TC3400 và thực hiện xử lý hình ảnh do Mustafa Ahmed thực hiện (Oktarina và cộng sự, 2020; Al-Sammarraie và Özbek, 2021).

Sau khi tìm hiểu các nghiên cứu trước đây, cánh tay robot 4 bậc tự do sử dụng để di chuyển sản phẩm. Số lượng các khối được sử dụng nhằm nâng cao phạm vi hoạt động của cánh tay robot. Mỗi khớp sử dụng các chuyển động với một động cơ được kết nối và điều khiển bởi bộ vi điều khiển Arduino Mega 2560 và camera GENIUS 1000x.

II. Cơ sở lý thuyết

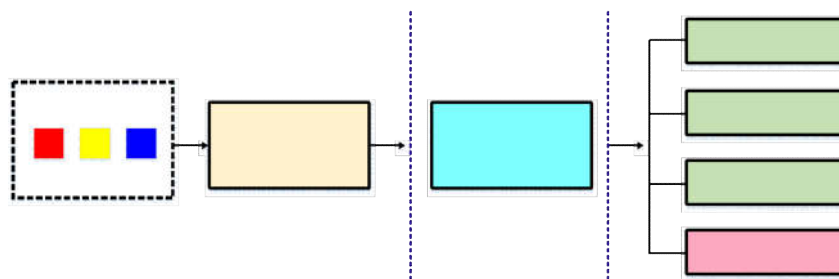
Sơ đồ khối cánh tay robot di chuyển sản phẩm sử dụng vi điều khiển Arduino Mega 2560 được thể hiện như trong hình 1. Nguyên lý hoạt động của cánh tay robot này là khi robot hoạt động, camera GENIUS 1000x sẽ phát hiện màu sắc của

vật thể ở phía trước robot sử dụng phần mềm Pycharm. Sau khi xác định được màu sắc của sản phẩm, cánh tay robot sẽ di chuyển để gấp sản phẩm bằng kẹp của robot ở tọa độ xác định và sau đó, cánh tay robot sẽ di chuyển sản phẩm đến khay để sản phẩm theo màu sắc của sản phẩm. Và cứ như vậy cho đến khi tất cả các đối tượng được di chuyển đến vị trí tương ứng.

Cánh tay robot di chuyển sản phẩm có thể được chia thành ba giai đoạn của hệ

thống: đầu vào, xử lý và đầu ra. Các giai đoạn của hệ thống cánh tay robot được thể hiện trong hình 1.

Cánh tay robot phân loại sản phẩm sử dụng vi điều khiển Arduino Mega 2560, bao gồm đầu vào, xử lý và đầu ra. Các bộ phận này liên quan, ảnh hưởng lẫn nhau để tạo ra một cánh tay robot có thể sử dụng được. Trong bài báo này, nhóm sử dụng phương pháp nghiên cứu giữa lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển cánh tay robot

III. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu kết hợp giữa mô phỏng và thực nghiệm để chế tạo cánh tay robot 4 bậc tự do ứng dụng cho phân loại sản phẩm theo màu sắc. Thiết kế cơ khí được thực hiện trên phần mềm SolidWorks, cho phép mô phỏng các khớp chuyển động và tối ưu hóa kích thước khung robot. Khung robot được chế tạo bằng công nghệ in 3D. Dữ liệu hình ảnh được xử lý và phân tích màu sắc trên Pycharm. Kết quả phân loại

màu sắc được gửi đến Arduino Mega 2560, để xử lý và điều khiển động cơ và servo được lập trình trong Arduino IDE. Hệ thống được chế tạo và thử nghiệm với ba sản phẩm mẫu (đỏ, vàng, xanh) để đánh giá độ chính xác trong nhận diện và phân loại.

3.1. Thiết kế phân cứng của hệ thống

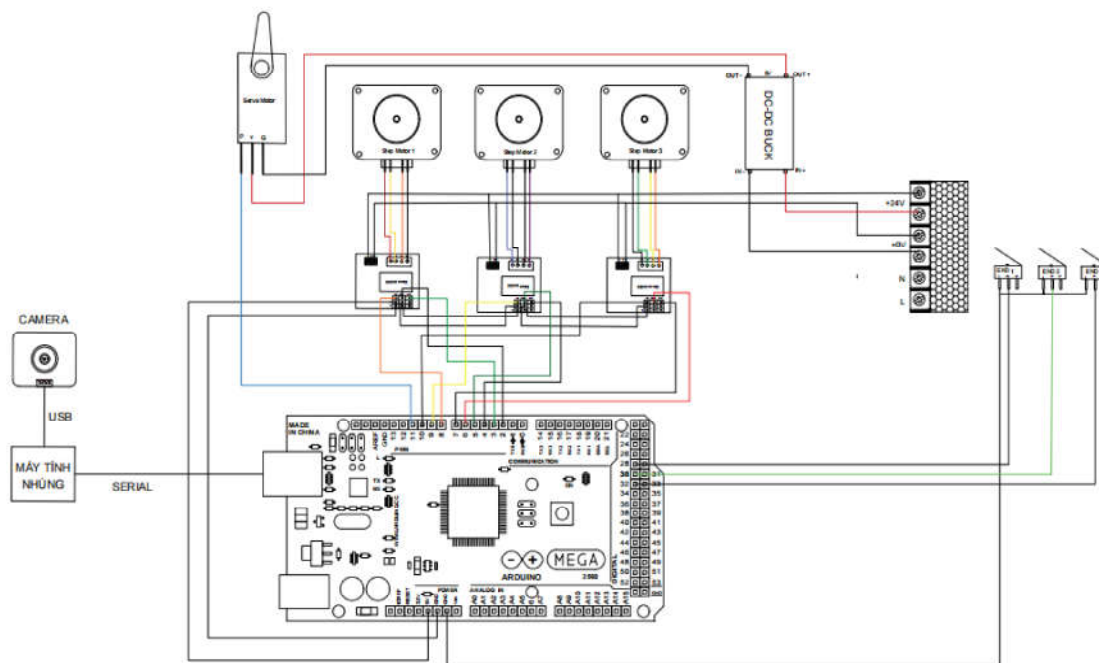
Để thiết kế được robot 4 bậc tự do ứng dụng cho phân loại sản phẩm theo màu sắc, một số các thiết bị sử dụng trong mô hình được mô tả như trong như bảng 1.

Bảng 1. Các thiết bị sử dụng trong mô hình

| STT | Tên thiết bị | Số lượng |
|-----|----------------------------|----------|
| 1 | Cánh tay robot | 1 |
| 2 | Arduino mega 2560 | 1 |
| 3 | Camera GENIUS 1000x | 1 |
| 4 | Động cơ step nema 17 | 3 |
| 5 | Động cơ servo MG1290s | 1 |
| 6 | Driver TB 6600 4A 9V-42VDC | 3 |
| 7 | Công tắc hành trình Tiahua | 3 |
| 8 | Mạch DC-DC buck LM2596 3A | 1 |
| 9 | Nguồn tổ ong 24V-5A | 1 |

Thiết kế mạch điện tử sử dụng trên cánh tay robot được thực hiện theo sơ đồ trong hình 2. Trong sơ đồ thiết kế, hệ thống cánh tay robot 4 bậc tự do sử dụng vi điều khiển Arduino Mega 2560, nhận dữ liệu từ camera và cảm biến để xác định màu sắc sản phẩm. Ba động cơ step NEMA 17 kết nối với driver TB6600 điều khiển chuyên

động các khớp, trong khi động cơ servo MG1290s điều khiển cơ cấu kẹp qua tín hiệu PWM. Công tắc hành trình Tiahua cung cấp phản hồi vị trí, bảo vệ cơ khí. Nguồn điện 24V từ nguồn tổ ong được hạ áp qua mạch DC-DC Buck LM2596 để cấp cho các thiết bị điện áp thấp.

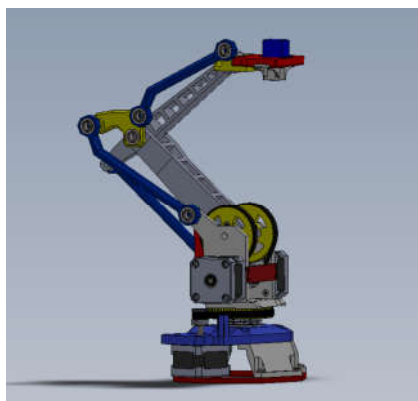


Hình 2. Sơ đồ đấu nối Arduino với các thiết bị của mô hình robot

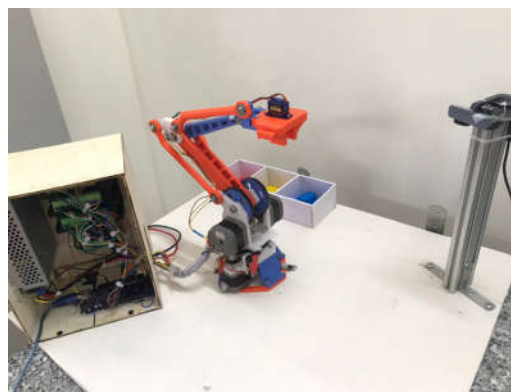
3.2. Mô hình thực nghiệm

Trong bài báo này, cánh tay robot 4 bậc tự do được chế tạo bằng cách sử dụng ba động cơ step, một động cơ servo. Bộ

khung của cánh tay robot được làm bằng in 3D và dài khoảng 30cm. Khung của cánh tay robot đang được thiết kế trên hình 3, hình 4.



Hình 3. Mô hình thiết kế trên phần mềm solidworks

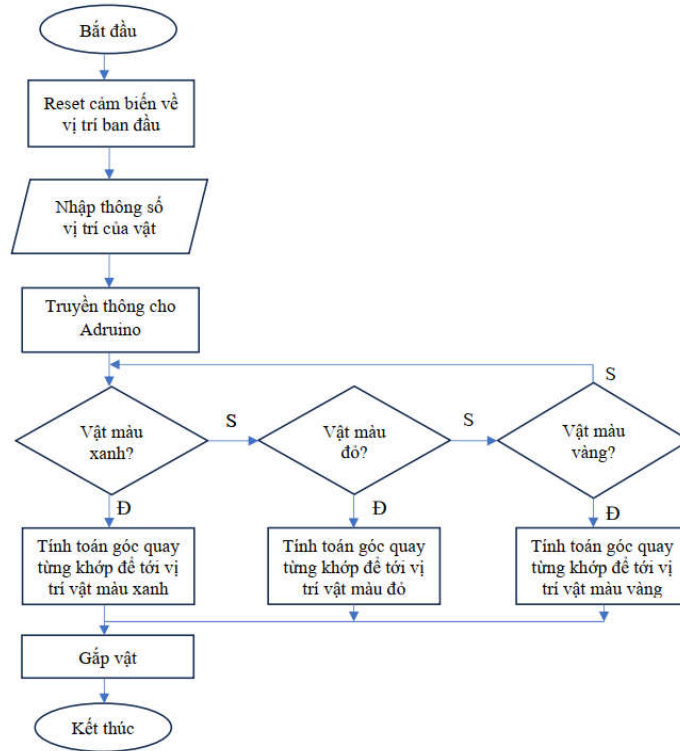


Hình 4. Mô hình cánh tay robot

Hình 4 là hình ảnh cánh tay robot đã được lắp ráp, với camera GENIUS 1000x và ba động cơ step, một động cơ servo nằm ở mỗi khớp của robot. Camera GENIUS 1000x đặt trên cột để robot có thể phát hiện sản phẩm theo màu sắc.

3.3. Thiết kế chương trình điều khiển

Lưu đồ thuật toán điều khiển mô hình cánh tay robot phân loại sản phẩm như trên hình 5. Mô hình được thiết kế phân loại được các màu sắc cơ bản như màu xanh, đỏ và vàng.



Hình 5. Lưu đồ thuật toán

Phần mềm thiết kế trên hệ thống mô hình cánh tay robot phân loại sản phẩm sử dụng camera. Sau khi thiết kế phần cứng và quy trình làm việc của hệ thống điều khiển cánh tay robot hoàn tất, việc lập trình được thực hiện trên phần mềm Arduino IDE và xử lý thông tin để phân loại màu sắc sử dụng phần mềm Pycharm để phân tích các sản phẩm dựa trên màu sắc.

IV. Kết quả và thảo luận

Hệ thống cánh tay robot 4 bậc tự do được đánh giá dựa trên các nội dung sau:

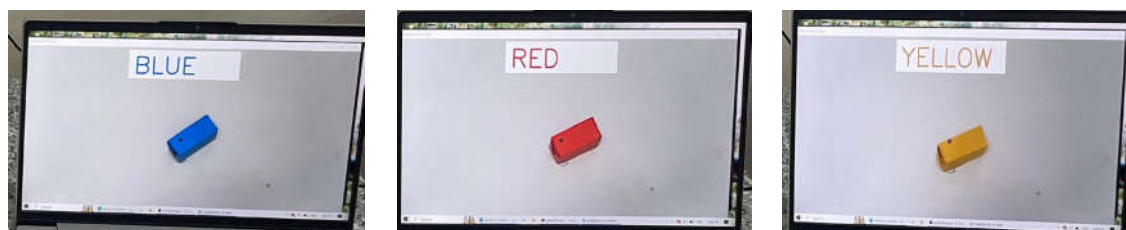
Kiểm tra khả năng nhận diện màu sắc của sản phẩm bằng camera GENIUS 1000x.

Kiểm tra độ chính xác và ổn định của các cơ cấu, bao gồm ba động cơ

step NEMA 17 điều khiển các khớp và động cơ servo MG1290s điều khiển cơ cấu kẹp.

4.1. Kiểm tra camera GENIUS 1000x

Camera GENIUS 1000x xác định màu sắc của các sản phẩm (màu đỏ, màu vàng, màu xanh) và dữ liệu màu sắc của sản phẩm được gửi đến Arduino Mega 2560. Bước một là khi không có sản phẩm và bước hai là khi có một sản phẩm (màu đỏ, màu vàng, màu xanh). Trong mô hình gồm có Arduino Mega 2560, Camera GENIUS 1000x, cáp nối và máy tính xách tay. Khi camera đã nhận diện được màu sắc của sản phẩm hiển thị trên màn hình máy tính được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Camera nhận diện màu sắc sản phẩm hiển thị trên màn hình máy tính

Qua kết quả kiểm tra cho thấy camera nhận diện chính xác từng màu, tín hiệu ổn định, không có sai lệch trong quá trình truyền dữ liệu. Như vậy, camera đã chọn phù hợp để nhận diện và cung cấp dữ liệu đầu vào cho hệ thống để xử lý thuật toán phân loại tự động của cánh tay robot.

4.2. Kiểm tra động cơ step và động cơ servo

Quá trình kiểm tra động cơ step và động cơ servo được thực hiện để xác định độ chính xác của số đọc góc trên servo bằng chiết áp và thước đo góc. Thiết bị được sử dụng trong mô hình này là servo, Arduino Mega 2560, chiết áp, thước đo góc và phần mềm Arduino IDE. Mô hình được thực hiện bằng cách kết nối 3 động cơ step và 1 động cơ servo với các chân (2), (3), (4) và (5) Arduino Mega 2560 được thể hiện trong Bảng 2.

Việc sử dụng 3 động cơ step và 1 động cơ servo này được điều chỉnh theo

số lượng khớp nối trong robot, động cơ step 1 là chân để để điều chỉnh vị trí của robot, động cơ step 2 được sử dụng ở khớp bên trái của robot, động cơ step 3 được sử dụng ở khớp bên phải của robot và động cơ servo được sử dụng để làm tay kẹp gấp vật của robot.

Bảng 2. Kiểm tra động cơ step và động cơ servo trên Arduino Mega 2560

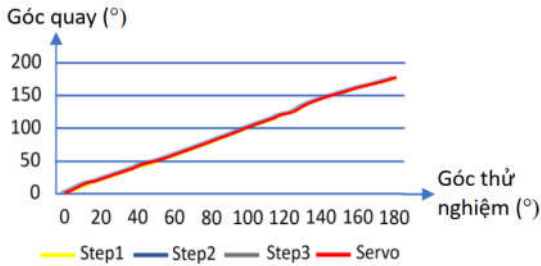
| No | Pin servo trên Arduino | |
|----|------------------------|---------|
| | Động cơ | Arduino |
| 1 | Động cơ step 1 (đế) | 8 |
| 2 | Động cơ step 2 (trái) | 9 |
| 3 | Động cơ step 3 (phải) | 10 |
| 4 | Động cơ servo (bộ kẹp) | 11 |

Khi động cơ step, động cơ servo và chiết áp đã được kết nối với Arduino, để đo độ chính xác của động cơ step và động cơ servo bằng chiết áp. Mô hình này được thực hiện bằng cách đo độ chính xác của góc step, servo từ 0 đến 180 độ. Từ kết quả thu được như trong Bảng 3.

Bảng 3. Góc quay của động cơ step và động cơ servo

| Góc thử nghiệm | Dữ liệu thử nghiệm động cơ step, servo trên chiết áp | | | |
|----------------|------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | Động cơ step 1 | Động cơ step 2 | Động cơ step 3 | Động cơ servo |
| 0° | 0° | 1° | 1° | 0° |
| 20° | 20° | 21° | 21° | 20° |
| 40° | 40° | 40° | 40° | 40° |
| 60° | 61° | 60° | 60° | 60° |
| 80° | 80° | 80° | 80° | 80° |
| 100° | 100° | 101° | 101° | 100° |
| 120° | 120° | 120° | 119° | 120° |
| 140° | 140° | 140° | 141° | 140° |
| 160° | 160° | 161° | 160° | 160° |
| 180° | 180° | 179° | 180° | 180° |

Dựa trên dữ liệu thu được trong Bảng 3, có thể thấy dưới dạng biểu đồ về kết quả động cơ step và động cơ servo sử dụng chiết áp ở Hình 7.



Hình 7. Biểu đồ kiểm tra góc quay của các động cơ

Qua kết quả kiểm tra đánh giá hoạt động của động cơ step và servo trong bảng 4 và hình 7, cho thấy cả động cơ step và động cơ servo đều đạt độ chính xác cao, sai số trong phạm vi $\pm 1^\circ$. Động cơ step có sai số phân bố rải rác, không tích lũy theo góc quay, trong khi servo hầu như trùng khớp hoàn toàn với góc đặt nhờ cơ chế điều khiển vòng kín. Ở các trí tối thiểu là 0° và tối đa là 180° thì sẽ rung nhẹ nên các bước được thực hiện bằng cách thay đổi độ tối thiểu và tối đa của servo thành 10° và 170° .

Động cơ step đảm bảo độ chính xác trong di chuyển khớp và chưa xuất hiện mất bước, chứng tỏ cơ cấu hoạt động ổn

Bảng 4. Góc quay của động cơ step và động cơ servo

| Chuyển động của robot | Góc quay của động cơ | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|-----------|
| | Step1 (đế) | Step2 (trái) | Step3 (phải) | Servo |
| Chế độ chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |
| Xuống dưới | 90° | 70° | 160° | 0° |
| Đi lên | 90° | 20° | 90° | 0° |
| Sang phải | 150° | 20° | 50° | 0° |
| Sang trái | 30° | 20° | 50° | 0° |

định. Động cơ servo có khả năng kẹp vật chính xác nhờ vòng điều khiển kín, phù hợp cho thao tác gấp và thả vật trong mô hình cánh tay robot.

4.3. Kiểm tra tổng thể

Kiểm tra tổng thể để biết khả năng của cánh tay robot trong việc di chuyển và phát hiện màu sắc của sản phẩm từ điểm gấp vật đến nơi đặt đã được xác định theo màu sắc của sản phẩm được phát hiện.

Cánh tay robot trong nghiên cứu này được triển khai để di chuyển các sản phẩm màu xanh, màu đỏ và màu vàng về các kho tương ứng. Bước đầu tiên của robot này là phát hiện màu sắc của sản phẩm bằng Camera GENIUS 1000x. Bảng 4 hiển thị đầu ra góc quay của động cơ step và động cơ servo trong khi robot di chuyển sản phẩm. Dữ liệu này cho thấy cánh tay robot di chuyển dựa trên màu sắc của sản phẩm được camera ghi lại. Chuyển động trái phải được điều khiển bởi 1 động cơ step gắn dưới đế của robot. Chuyển động lên xuống của robot được điều khiển bởi 2 động cơ bước nằm ở bên trái và bên phải của robot và động cơ servo MG1290s dùng để điều khiển tay kẹp của robot. Góc quay từ 3 động cơ step và 1 động cơ servo của cánh tay robot trong bảng 4.

Bảng 5. Góc quay của động cơ khi lấy và di chuyển sản phẩm xanh

| Chuyển động của robot | Góc quay của động cơ | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|
| | Step1 (đế) | Step2 (trái) | Step3 (phải) | Servo |
| Chế độ chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |
| Đi xuống | 90° | 70° | 160° | 0° |
| Gấp vật | 120° | 70° | 170° | 180° |
| Đi lên | 120° | 20° | 70° | 180° |
| Quay trái | 60° | 20° | 70° | 180° |
| Đi xuống | 60° | 60° | 160° | 180° |
| Nhả vật | 60° | 60° | 160° | 0° |
| Về vị trí chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |

Từ bảng 4, có thể thấy từ vị trí chờ của robot có thể di chuyển lên, xuống sang trái và sang phải. Trong nghiên cứu này, sẽ sử dụng cánh tay robot để phân loại 3 sản phẩm là màu xanh, vàng, đỏ. Nếu camera phát hiện sản phẩm màu xanh, robot sẽ di chuyển từ vị trí chờ sang

Bảng 6. Góc quay của động cơ khi lấy và di chuyển sản phẩm vàng

| Chuyển động của robot | Góc quay của động cơ | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|-------|
| | Step1 (đế) | Step2 (trái) | Step3 (phải) | Servo |
| Chế độ chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |
| Đi xuống | 90° | 70° | 160° | 0° |
| Gấp vật | 120° | 70° | 170° | 180° |
| Đi lên | 120° | 20° | 70° | 180° |
| Quay trái | 40° | 20° | 70° | 180° |
| Đi xuống | 60° | 50° | 150° | 180° |
| Nhả vật | 60° | 50° | 150° | 0° |
| Về vị trí chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |

Ở các bảng 5, 6 và 7, quy trình gấp và phân loại sản phẩm được giữ nguyên, chỉ thay đổi các giá trị góc tại bước quay và đặt vật. Sự khác biệt này phản ánh vị trí không gian khác nhau của từng kho chứa, cho thấy hệ thống đã được hiệu chỉnh cụ thể. Ngoài ra, servo chỉ hoạt động ở thao tác gấp và thả, giúp đơn giản hóa hiệu quả trong quá trình điều khiển.

Qua các kết quả kiểm tra đánh giá mô hình cho thấy, camera đã nhận diện chính xác các màu cơ bản và truyền dữ liệu ổn định về Arduino. Các động cơ step vận hành ổn định, sai số trong phạm vi $\pm 1^\circ$, không tích lũy theo góc quay, trong khi động cơ servo có khả năng kẹp, thả vật chính xác với vòng điều khiển kín. Hiện tượng rung ở biên độ được khắc phục bằng giới hạn phạm vi 10° - 170° . Như vậy, hệ thống thiết kế hoạt động ổn định, đáp ứng được nhiệm vụ phân loại sản phẩm theo màu sắc.

vị trí để vật. Sau đó tay gấp sẽ kẹp sản phẩm và robot sẽ chuyển sang vị trí đi lên và hạ vật xuống vị trí định trước. Số liệu về góc quay của động cơ khi lấy và di chuyển sản phẩm màu xanh, màu vàng và màu đỏ được trình bày trong bảng 5, bảng 6, bảng 7.

Bảng 7. Góc quay của động cơ khi lấy và di chuyển sản phẩm đỏ

| Chuyển động của robot | Góc quay của động cơ | | | |
|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|-------|
| | Step1 (đế) | Step2 (trái) | Step3 (phải) | Servo |
| Chế độ chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |
| Đi xuống | 90° | 70° | 160° | 0° |
| Gấp vật | 120° | 70° | 170° | 180° |
| Đi lên | 120° | 20° | 70° | 180° |
| Quay trái | 20° | 20° | 70° | 180° |
| Đi xuống | 60° | 50° | 155° | 180° |
| Nhả vật | 60° | 50° | 155° | 0° |
| Về vị trí chờ | 90° | 20° | 50° | 0° |

V. Kết luận

Nghiên cứu đã chỉ ra được quá trình thiết kế và chế tạo mô hình cánh tay robot 4 bậc tự do sử dụng Arduino Mega 2560 kết hợp với hệ thống xử lý ảnh từ camera GENIUS 1000x. Hệ thống có khả năng nhận diện màu sắc sản phẩm (xanh, vàng, đỏ) và thực hiện phân loại tự động thông qua sự phối hợp của ba động cơ step và một động cơ servo.

Kết quả thực nghiệm cho thấy robot hoạt động ổn định trong toàn bộ quá trình, từ nhận diện, gấp vật đến di chuyển và đặt sản phẩm vào đúng vị trí tương ứng. Dữ liệu từ thực nghiệm khẳng định robot có thể di chuyển linh hoạt từ vị trí chờ đến các vị trí làm việc theo từng màu sắc sản phẩm với độ tin cậy cao. Kết quả này cho thấy tính khả thi và hiệu quả của mô hình, đồng thời mở ra khả năng ứng dụng trong các hệ thống phân loại sản phẩm tự động quy mô nhỏ và trung bình.

Tài liệu tham khảo

- Al-Sammarraie, M., & Özbek, O. (2021). Comparison of the Effect Using Color Sensor and Pixy2 Camera on the Classification of Pepper Crop. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 44, 396-403.
- M.Kom, D. W. B., S. Si, & Ph.D, I. D. P., M. Eng. (2015). *Robot Vision: Teknik Membangun Robot Cerdas Masa Depan (Ed. Revisi)* (Vol. 1-1). Penerbit Andi.
- Mutolib, A., Mardiaty, R., Mulyana, E., Setiawan, A. E., & Fathonih, A. (2020). Design of Automatic Goods Carrier Robot System Based on Line Sensor and Fuzzy Logic Control Mamdani. *2020 6th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICWT50448.2020.9243629>
- Oktarina, Y., Dewi, T., Risma, P., & Nawawi, M. (2020). Tomato Harvesting Arm Robot Manipulator; a Pilot Project. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012003>
- Prasetyawan, P., Ferdianto, Y., Ahdan, S., & Trisnawati, F. (2018). Pengendali Lengan Robot Dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(2), 104-109. <https://doi.org/10.21063/JTE.2018.3133715>
- Rahman, Md. J., Prosad Das, D., Islam, O., & Zaman, H. U. (2018). A Novel Design of a Robotic Object Sorter Based on Color Differences using Image Processing Techniques. *2018 International Conference on Computer, Communication, Chemical, Material and Electronic Engineering (IC4ME2)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/IC4ME2.2018.8465620>
- Setiawan, W. T. (2018). Rancang Bangun Robot Lengan 5 DOF Pemindah Barang Menggunakan Sensor Kamera Berbasis Arduino DUE. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 6(1). <https://doi.org/10.26418/j3eit.v6i1.29986>
- Thịnh P. T., & Quang Đ. V. (2020). Điều khiển và phân loại vật thể dựa trên màu sắc sử dụng cánh tay robot 3 bậc tự do của Fischertechnik. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 56(1), 11-20. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2020.002>
- Vinh Đ. P., Nhật L. Đ. M., & Mẫn N. Đ. (2019). Thiết kế và chế tạo cánh tay robot 5 bậc tự do ứng dụng xử lý ảnh để phân loại vật thể. *Tuyển tập hội nghị khoa học toàn quốc lần thứ nhất động lực học và điều khiển*. <https://doi.org/10.15625/vap.2019000273>

RESEARCH OF A 4-DOF ROBOT USING ARDUINO MEGA 2560

Trinh Thi Hau¹, Phan Van Hai¹, Dinh Khac Long¹, Tu Viet Hoang¹,
Trinh Bich Ngoc²

Abstract: *The objective of this paper is to manufacture a 4-degrees-of-freedom robotic arm using a stepper motor combined with a servo motor to classify products by color using the GENIUS 1000x camera. GENIUS 1000x camera detects colors such as red, yellow, and blue. The system is equipped with a laptop that displays the Arduino Mega 2560's output to notify of detected colors. The process of moving products based on color is simulated by three colored products: red, yellow, and blue. The robot arm will move to clamp the object in a fixed position and move the colored products to the predetermined position. The software used is Arduino IDE and PyCharm. Sort products with different colors using a GENIUS 1000x camera. The computer receives and processes information to classify colors using PyCharm for analysis, and the results are then processed by an Arduino Mega 2560 using mathematical algorithms in the Arduino IDE.*

Keywords: *Arduino Mega 2560, stepper motor, color classification, 4-DOF robot, image processing*

¹ Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam

² Hanoi University of Civil Engineering, Hanoi, Vietnam