

NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH CÁNH TAY ROBOT 4 BẬC TỰ DO TÍCH HỢP HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

RESEARCH OF A ROBOT ARM MODEL 4 DEVICES OF FREEDOM
INTEGRATE CONTROL SYSTEM

PGS,TS. **Phan Văn Hiếu**
Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, vi điều khiển được sử dụng ngày càng rộng rãi trong công nghiệp như là một giải pháp lý tưởng cho việc tự động hóa quá trình sản xuất. Cùng với sự phát triển của công nghệ máy tính, bộ điều khiển logic khả trình đã đạt được ưu thế cơ bản trong những ứng dụng điều khiển công nghiệp, đó là dễ dàng lập trình, nhanh chóng thay đổi chương trình điều khiển, độ tin cậy cao trong môi trường công nghiệp, cấu tạo nhỏ gọn và giá thành thấp so với hệ thống điều khiển truyền thống dùng Relé. Vì vậy, việc nghiên cứu vi điều khiển trong các hệ thống điều khiển là một nhu cầu rất cần thiết.

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu mô hình cánh tay robot 4 bậc tự do tích hợp vi điều khiển, cụ thể là quá trình nghiên cứu mô hình cánh tay robot dựa trên tính chọn, thiết kế hệ thống điều khiển cho cánh tay robot và lắp ráp mô hình cánh tay robot từ các thiết bị có sẵn trên thị trường, chạy thử tốt trên điều kiện khoa học công nghệ thực tiễn. Các kết quả này góp phần làm rõ thêm tiềm năng ứng dụng các thiết bị có sẵn trên thị trường, định hướng mới về việc nghiên cứu cánh tay robot với giá thành thấp, không sử dụng các hệ thống, thiết bị ngoại nhập đắt tiền.

Từ khóa: Phân loại sản phẩm; Vi điều khiển; Cánh tay robot.

ABSTRACT

In recent years, microcontrollers are increasingly used in the industry as an ideal solution for automating the manufacturing process. Along with the development of computer technology, programmable logic controllers have gained a fundamental advantage in industrial control applications, which are easy programming, fast programmable control, high reliability in industrial environment, compact structure and low cost compared to traditional control system using Relay. Therefore, the study of microcontrollers in control systems is a necessity.

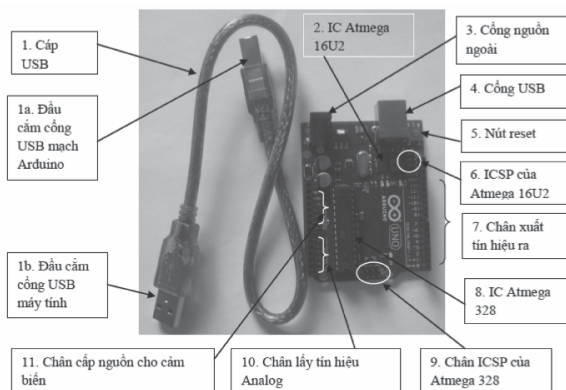
This paper presents some results of research on a 4-degree-of-freedom robotic arm model integrated with a microcontroller, specifically the process of researching a robotic arm model based on selectivity, designing a control system for the wing. robot arm and assemble robot arm models from commercially available equipment, run well on practical scientific and technological conditions. These results contribute to clarifying the potential for application of available devices on the market, a new orientation on the research of robotic arms with low cost, without using expensive imported systems and equipment.

Keywords: Product classification; Microcontroller; Robotic arm.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong nhiều nhà máy và doanh nghiệp sản xuất, việc phân loại sản phẩm vẫn còn áp dụng công nghệ sản xuất lạc hậu, chưa theo kịp với xu thế phát triển và đáp ứng được nhu cầu sản xuất trong nước và trên thị trường quốc tế. Chính vì thế, tác giả chọn đề tài: “Nghiên cứu mô hình cánh tay robot 4 bậc tự do tích hợp hệ thống điều khiển” với mong muốn đưa ra giải pháp nhằm cải thiện quá trình sản xuất sao cho giảm được chi phí nhân công, tăng năng suất mà vẫn đảm bảo được chất lượng sản phẩm, giảm giá thành sản phẩm để có thể cạnh tranh trên thị trường.

Như ta đã biết, cốt lõi của hệ thống điều khiển điện tử hoặc cơ điện tử là việc nhận các tín hiệu điện tử, xử lý tín hiệu rồi xuất các tín hiệu điện tử theo kịch bản được thiết lập. Bộ mạch Arduino Uno R3 là một trong các bộ mạch được dùng để thực hiện các công việc xử lý tín hiệu kiểu trên; là một nền tảng thiết bị điện tử mã nguồn mở dựa trên sự giản tiện của phần cứng và phần mềm. Nó phục vụ cho những người xây dựng các dự án tương tác.



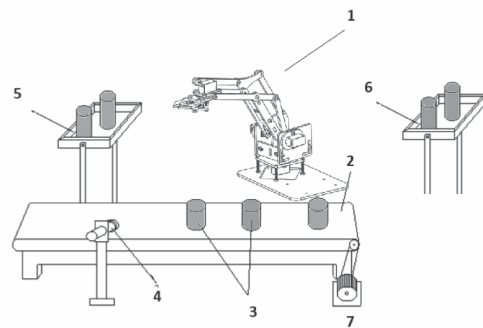
Hình 1. Bộ mạch Arduino Uno R3

Bài báo này sẽ giải quyết một hướng tiếp cận việc nghiên cứu mô hình cánh tay robot dựa trên tính chọn, thiết kế hệ thống điều khiển cho

cánh tay robot và lắp ráp mô hình cánh tay robot từ các thiết bị có sẵn trên thị trường, chạy thử tốt trên điều kiện khoa học công nghệ thực tiễn.

2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH CÁNH TAY ROBOT 4 BẬC TỰ DO TÍCH HỢP VI ĐIỀU KHIỂN

Đặc điểm làm việc của mô hình là thực hiện các thao tác vận chuyển, phân loại sản phẩm, với yêu cầu là mô hình phải cứng vững, các thao tác có tốc độ chậm, không tạo gia tốc lớn và làm việc êm; kết cấu mô hình thuận tiện cho điều khiển; robot làm việc tin cậy; hệ thống điều khiển làm việc tin cậy, khả năng kháng nhiễu tốt.



Hình 2. Sơ đồ tổng thể hệ thống

1. Cánh tay robot; 2. Băng tải; 3. Phôi;
4. Cảm biến; 5. Khay chứa vật màu cam;
6. Khay chứa vật màu xanh; 7. Động cơ băng tải.

Cơ cấu ngăn chứa sản phẩm: có 2 ngăn chứa cho 2 phôi màu khác nhau.

Cơ cấu băng tải sản phẩm: Gồm một động cơ DC, băng tải, cảm biến phát hiện vật có nhiệm vụ đưa sản phẩm vào để tiến hành gấp sản phẩm. Ngoài ra, trên băng tải có các cảm biến tiệm cận để phát hiện phôi đã vào vị trí phân loại và cảm biến phát hiện màu sắc để phân loại màu sắc của sản phẩm.

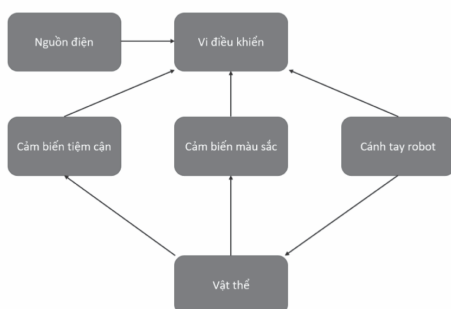
Cơ cấu cánh tay robot: Gồm 4 động cơ Servo: động cơ servo 1 để quay trục cánh tay, 

động cơ servo 2 và động cơ servo 3 để điều khiển nâng hạ, tiến ra trường lùi lại cho cánh tay, động cơ servo 4 dùng để gấp vật thể. Mô hình sử dụng tín hiệu điều khiển từ vi điều khiển Arduino.

Nguyên lý làm việc: Sản phẩm sau công đoạn gia công sẽ được đưa ra khỏi các máy công cụ và được vận chuyển trên băng tải qua cảm biến quang, robot. Tín hiệu từ cảm biến sẽ được đưa về bộ điều khiển để phân loại, đưa các sản phẩm dừng đúng vị trí gấp. Cánh tay robot gấp sản phẩm đặt vào ngăn chứa sản phẩm. Sản phẩm được cảm biến màu sắc phân loại sau đó được đưa vào các ngăn chứa sản phẩm cùng màu riêng. Ngay khi cơ cấu gấp được reset thì lập tức cho băng tải hoạt động lại. Hệ thống tự động hoạt động theo chu kỳ như trên cho đến khi nhấn STOP thì hệ thống ngừng làm việc.

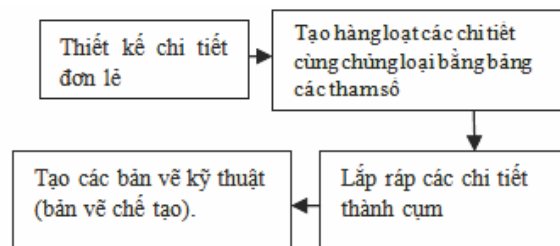
2.1. Xây dựng cấu trúc hệ thống mô hình

Bài báo nghiên cứu mô hình cánh tay robot phân loại sản phẩm trên băng chuyền theo màu sắc. Vật thể có dạng hình trụ. Vi điều khiển sẽ thông qua cảm biến màu sắc, cảm biến tiệm cận sẽ thu nhận thông tin về vật thể để xử lý các công việc cần thiết: điều khiển cánh tay robot thực hiện gấp vật và xếp vào đúng vị trí theo màu sắc. Sử dụng cánh tay robot có 4 bậc tự do: 3 bậc tự do để định vị trong không gian, 1 bậc tự do để xoay vật thể theo phương Z.



Hình 3. Cấu trúc hệ thống

Trong sơ đồ tổng thể trên, phần cơ khí của mô hình được thiết kế thành các bộ phận, cụm như: băng tải, khung nhôm, con lăn [1].



Hình 3. Trình tự thiết kế mô hình

Trình tự thiết kế: Từ một bản vẽ phác, tác giả phân tích, bóc tách thành từng cụm, từng chi tiết riêng rẽ, các mối liên hệ giữa chúng, dùng phần mềm Inventor để thực hiện việc xây dựng các vật thể trong không gian ba chiều và xuất thành bản vẽ kỹ thuật.

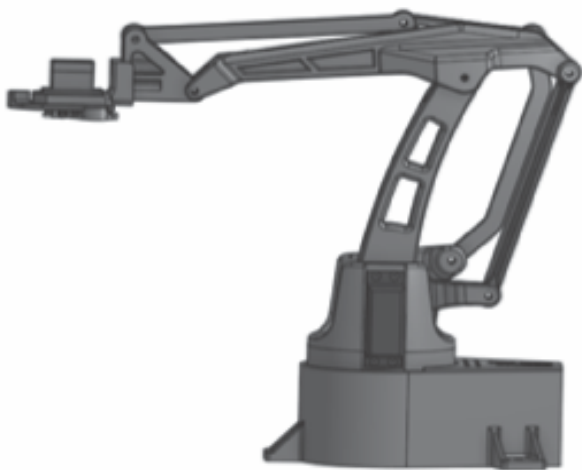
Thiết kế chi tiết đơn lẻ: Tập tin chứa chi tiết chỉ quản lý việc tạo ra một chi tiết hình khối thể đặc hoặc hình rỗng. Tất cả các hình khối tạo ra trong tập tin này được hiểu là một chi tiết để sử dụng cho lắp ghép. Do đó khi thiết kế, trong một tập tin chỉ nên xây dựng một chi tiết duy nhất. Dùng chi tiết của tập tin này để lắp ghép với các chi tiết trong các tập tin khác. Tạo hàng loạt các chi tiết cùng chủng loại bằng bảng các tham số.

Lắp ráp các chi tiết thành cụm: Tập tin chứa cụm các chi tiết đã lắp ghép, tập tin này chứa các chi tiết có thể lắp ghép với nhau. Tại tập tin này có thể tạo ra các cụm chi tiết hoặc các cụm chi tiết con. Lấy các chi tiết từ các tập tin đơn lẻ để ghép với nhau.

Tạo các bản vẽ kỹ thuật: Tập tin này chứa các bản vẽ phẳng có đầy đủ các hình chiếu của chi tiết hoặc cụm chi tiết 3D, kích thước của các chi tiết hoặc cụm chi tiết. Chúng ta cần phân biệt bản vẽ phác và bản vẽ xuất ra

giấy vì theo quan điểm lập trình của phần mềm Inventor, bản vẽ phác là các bước thiết kế mô hình 2D hoặc 3D còn bản vẽ kỹ thuật là kết xuất ra giấy của mô hình đã được thiết kế hoàn chỉnh dùng cho gia công. Đối với Drawing, chúng tôi gọi là Bản vẽ kỹ thuật [2].

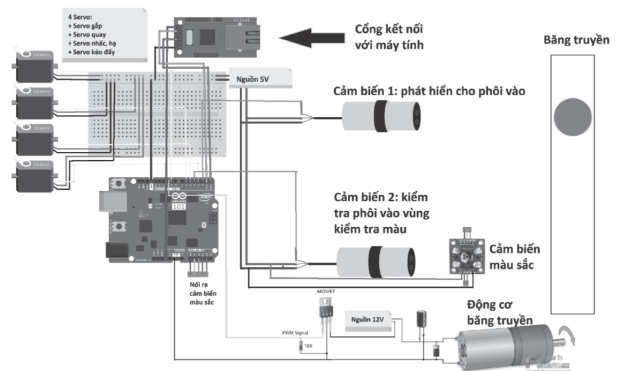
Thiết kế cánh tay robot: Cánh tay gấp phải được thiết kế một cách chắc chắn, có độ chính xác cao; chịu được lực lớn trong quá trình nâng hạ, gấp sản phẩm; hệ thống nâng hạ, gấp sản phẩm phải có lực đủ lớn; cánh tay không bị ngã hay lệch trong khi di chuyển; đảm bảo yêu cầu về mặt thẩm mỹ.



Hình 4. Mô hình cánh tay robot 4 bậc tự do thiết kế

2.2. Thiết kế hệ thống điều khiển

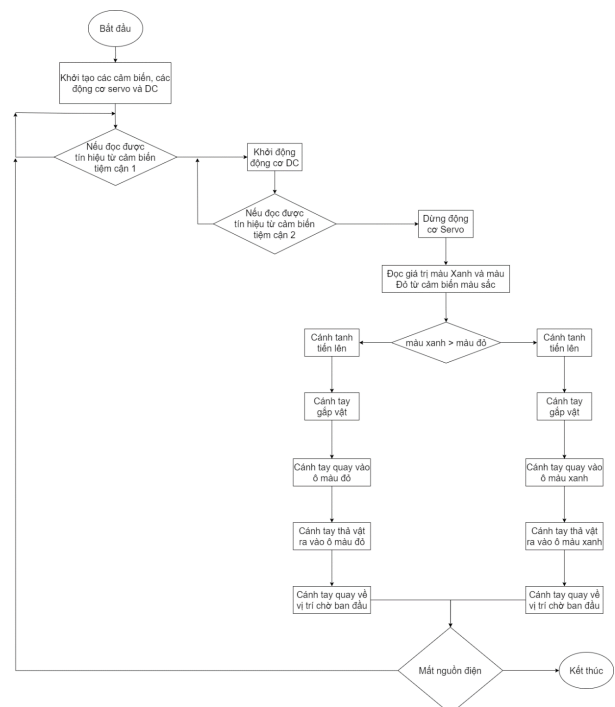
Khi thiết kế hệ thống điều khiển cần đáp ứng một số yêu cầu sau: hệ thống điều khiển hoạt động tự động từ khâu cấp sản phẩm đến nhận sản phẩm đến khâu đưa sản phẩm đến thùng; đếm, phân loại chính xác lượng sản phẩm đủ theo yêu cầu kỹ thuật; robot phải hoạt động nhịp nhàng; độ an toàn lao động phải được đảm bảo.



Hình 5. Sơ đồ kết nối mạch điện

Các chi tiết, thiết bị được lắp trên khung mô hình: động cơ 12V có tốc độ 22RPM (vòng/phút) trục 6mm để di chuyển băng chuyền; Các cảm biến: Cảm biến CB1 là cảm biến phát hiện có phôi trong khâu cấp sản phẩm, cảm biến CB2 là cảm biến phát hiện có phôi nằm trong vị trí kiểm tra màu; Robot có nhiệm vụ gấp phôi vào thùng chứa [3], [4], [5].

Thiết kế điều khiển mô hình



a. Lưu đồ thuật toán

Lưu đồ này trình bày thuật toán tổng quát của mô hình từ lúc khởi động hệ thống đến kết thúc.



b. Chương trình cho Arduino

Hình 6 (a, b). Lưu đồ thuật toán và chương trình cho Arduino

3. CHẾ TẠO MÔ HÌNH

Chế tạo khối băng tải vận chuyển sản phẩm gồm Khung băng tải có chiều dài 650mm, rộng 125mm, chiều cao từ sàn đến mặt băng tải là 150mm. Chế tạo tám gá các cảm biến phân loại màu sắc.

Lắp ghép các chi tiết đã chế tạo và chạy thử mô hình dây chuyền: Lắp ghép các khối của mô hình. Sau khi lắp ghép hoàn thiện các khối của mô hình. Khi đó, các khối này được ghép lại với nhau để có thể thực hiện được yêu cầu công việc của mô hình. Hoàn thiện lắp ghép mô hình và bố trí thiết bị trên dây chuyền, chạy thử robot ổn định.

4. KẾT LUẬN

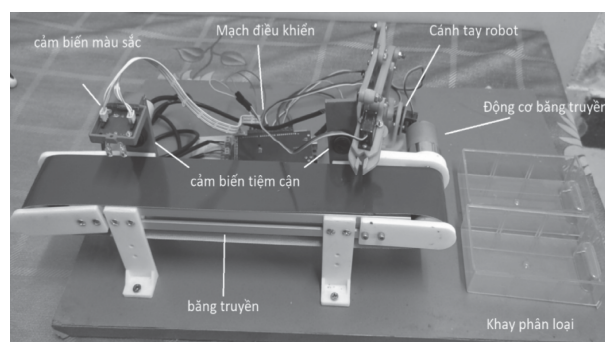
Từ những khả năng cùng với những tiện ích, hiệu quả của vi điều khiển và yêu cầu bài toán của đề tài, tác giả chọn Arduino UNO R3 để điều khiển thực nghiệm. Giải quyết bài toán lập trình điều khiển và mô phỏng hoạt động của mô hình kết hợp cánh tay robot 4 bậc tự do.

Với sự trợ giúp của phần mềm thiết kế Inventor, mô hình robot phân loại sản phẩm theo màu sắc dùng vi điều khiển đã được tác giả thiết kế hoàn chỉnh và tiến hành chế tạo thành công.

Khảo sát thực nghiệm các thông số hoạt động của sản phẩm; Đánh giá các kết quả khảo sát thực tế với mô hình trên phòng thí nghiệm; Mạch chạy ổn định, chạy đúng theo sơ đồ nguyên lý; Mạch điện không quá phức tạp, bảo đảm sự an toàn sử dụng. Giá thành rẻ.

Kết quả chạy thử cho thấy cánh tay robot bám chính xác các quỹ đạo chuyển động chuẩn với sai số góc quay tĩnh cũng như sai số góc quay trong giai đoạn di chuyển tốc độ không đổi rất nhỏ. Sai số góc quay trong giai đoạn gia tốc và giảm tốc cũng đủ nhỏ ở giới hạn cho phép.

Mô hình này đáp ứng được những yêu cầu thực tiễn, có thể ứng dụng trong đào tạo sinh viên hệ đại học chính quy thuộc các chuyên ngành chế tạo máy, cơ điện tử và các chuyên ngành gần liên quan. ♦



Hình 7. Mô hình tổng thể cánh tay robot 4 bậc tự do tích hợp hệ thống điều khiển

Ngày nhận bài: 25/5/2023

Ngày phản biện: 02/6/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển; *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí* (tập 1). NXB. Giáo dục, 2000.
- [2]. Trương Minh Trí, Phạm Quang Huy; *Thiết kế cơ khí với Autodesk Inventor*. NXB. Giáo dục, 2013.
- [3]. Phạm Đắc, Trần Xuân Tuyền; *Điều khiển tự động trong các lĩnh vực cơ khí*. NXB. Giáo dục, 2002.
- [4]. Nguyễn Doãn Phước; *Lý thuyết điều khiển tuyến tính*. NXB. Khoa học Kỹ thuật, 2002.
- [5]. Lê Trí Quang, Nguyễn Hải Hà, Lê Ngọc Trúc; *Điều khiển và lập trình với Arduino Uno*, NXB. Giáo dục Việt Nam, 2021.
- [6]. TS. Phan Văn Hiếu (Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội); *Thiết kế, chế tạo mô hình phân loại sản phẩm theo chiều cao dùng vi điều khiển*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 1+2, năm 2018.