

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO ROBOT GIẢI MÃ RUBIC

## RESEARCH DESIGN AND MANUFACTURE RUBIC SOLVER ROBOT

Đàm Văn Công<sup>1</sup>, Lê Văn Hiếu<sup>1</sup>, Nguyễn Song Toàn<sup>1</sup>,  
Nguyễn Sách Tùng<sup>1</sup>, Đào Xuân Quân<sup>1</sup>, Nguyễn Như Tùng<sup>2,\*</sup>

### TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, Robot giải mã Rubic đã được nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công. Robot có thể giải thành công rubic 3x3 với số bước giải nhỏ hơn hoặc bằng 14 và thời gian giải trung bình là 60 giây. Robot được chế tạo chưa giải được rubic với số bước giải lớn hơn 14 do các sai số cộng dồn trong quá trình hoạt động. Nghiên cứu tiếp theo có thể được phát triển theo hướng tích hợp hệ thống xử lý ảnh để tự động hóa hoàn toàn trong quá trình giải mã Rubic.

### ABSTRACT

In this study, Rubic solver Robot has been successfully designed and manufactured. This robot was successfully solved the 3x3 rubic with a number of steps less than or equal to 14, and the average solution time is 60 seconds. The manufactured robot has not solved the rubic with the number of steps more than 14 due to the cumulative errors in the operation process. The further researches can be developed in the direction of integrating the image processing systems to fully automate the rubic solving process.

<sup>1</sup>Lớp Cơ khí 5 - K10, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội  
2Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội  
\*Email: tungnn@hau.edu.vn

### 1. GIỚI THIỆU

Ngày nay với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, Đảng và Nhà nước đã đề ra mục tiêu "công nghiệp hoá - hiện đại hoá" đất nước, muốn thực hiện được mục tiêu đó chúng ta phải thúc đẩy mọi ngành công nghiệp như: công nghệ thông tin, công nghệ chế tạo máy, công nghệ sinh học, điện điện tử. Trong đa ngành, chế tạo máy đóng vai trò rất quan trọng trong việc sản xuất ra các công cụ cho nền kinh tế quốc dân tạo tiền đề cho các ngành phát triển tốt hơn. Vì vậy việc phát triển khoa học kỹ thuật trong ngành chế tạo máy là mục tiêu hàng đầu nhằm thiết kế hoàn thiện và vận dụng phương pháp chế tạo, tổ chức và điều khiển quá trình sản xuất.

RUBIC là đồ chơi thông minh dành cho trẻ con nhưng không hẳn vì thế mà chỉ có trẻ con mới chơi khối RUBIC. Ngày nay, RUBIC được biết đến là một món đồ chơi thông minh phổ biến nhất trên thế giới. Mà hầu hết tất cả người chơi RUBIC chuyên nghiệp đều từ lứa tuổi thiếu niên trở lên [1].

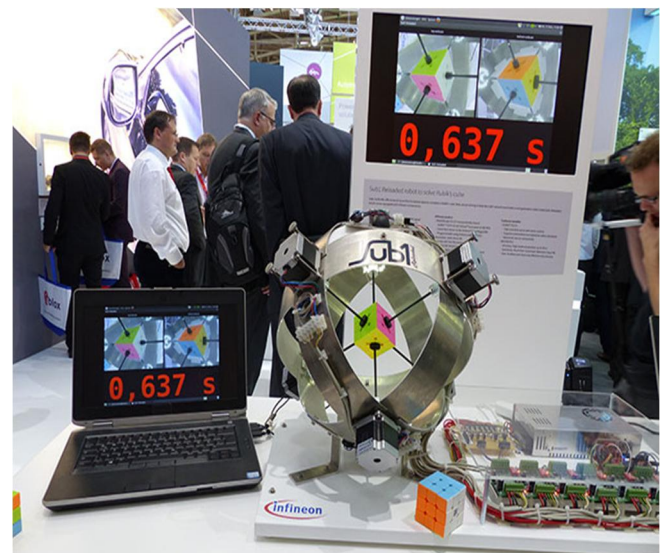
Lập phương RUBIC (Khối RUBIC) là một trò chơi giải đố cơ học được giáo sư kiến trúc, nhà điêu khắc gia người

Hungary, RUBIC phát minh vào năm 1974. Các tên gọi sai thường gặp của trò chơi này là Rubix, Rubic và Rubick. Tên của khối được đặt theo tên của nhà phát minh vĩ đại để tưởng nhớ đến ông [3].

Do tính chất của khối RUBIC rất đa dạng và nhiều chủng loại khác nhau nên chưa bao giờ con người có thể hoàn toàn chinh phục được nó. Chỉ là một khối lập phương gồm 6 mặt, 6 màu và 54 viên nhưng nó có đến 43 tỷ hoán vị khác nhau. Việc tìm ra cách giải tối ưu nhất luôn là tham vọng của nhiều người nghiên cứu về RUBIC [4].

Hiện tại, kỷ lục do người giải một khối RUBIC 3x3 là chưa đến 5 giây nhưng con người vẫn muốn nó nhỏ hơn nữa nên đã phát minh ra robot xoay RUBIC để rút ngắn thời gian quay. Chính vì vậy mà robot giải mã RUBIC trở thành mục tiêu của nhiều hãng công ty sản xuất RUBIC và cá nhân yêu thích khối RUBIC, nhằm quảng bá thương hiệu cũng như khẳng định công nghệ, chinh phục công nghệ [7].

Robot giải mã RUBIC được nhiều cá nhân và công ty đồ chơi thông minh phát triển từ khá lâu nhưng đến những năm gần đây mới thu lại được thành tựu vang dội nhờ kỹ thuật công nghệ tiên tiến [8]. So với kỷ lục do con người quay thì kỷ lục của robot nhanh gấp đến 8 lần và được ghi nhận bởi "Sub1 Reloaded" với sự trợ giúp của vi điều khiển AURIX™, một trong những máy tính mini mạnh nhất thế giới, kỷ lục được xác nhận là 0,637 giây (hình 1).



Hình 1. Sub1 Reloaded (Robot giải mã RUBIC giải nhanh nhất thế giới) [6]

Từ năm 2004 đến nay, đã có rất nhiều con robot RUBIC được sản xuất, đồng thời cũng có rất nhiều kỷ lục bị phá vỡ. Mỗi con robot do một hãng hay một cá nhân sản xuất đều sở hữu những ưu và nhược điểm riêng, cấu trúc thuật toán tối ưu nhất và tốc độ xử lý là hai yếu tố hàng đầu tạo nên sự thành công của một robot RUBIC.

Nghiên cứu tìm hiểu và tính toán, thiết kế, chế tạo mô hình thực tế của robot một cách cụ thể, chi tiết.

**2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết**

- + Dựa vào kiến thức đã được học, tìm hiểu qua internet, sách vở và tham khảo ý kiến của các nhà nghiên cứu.
- + Tìm hiểu những con robot phổ biến để học hỏi cách thiết kế chi tiết, cấu tạo tối ưu nhất có thể.
- + Áp dụng những phương pháp thiết kế, tính toán để xây dựng mô hình phù hợp.
- + Sử dụng các phần mềm lập trình, thiết kế đồ họa để hỗ trợ như: solidword, Autocad, Arduino, RUBIC Master.

**2.2. Phương pháp nghiên cứu thiết kế và chế tạo phần cơ khí**

- Sử dụng phần mềm thiết kế: Inventor và NX để thực hiện các nội dung:
  - + Thiết kế mô hình 2D, 3D
  - + Hiệu chỉnh, sửa chữa mô hình
  - + Phân tích và mô phỏng
- Phương pháp chế tạo phần cứng

Chủ yếu gia công các chi tiết phần cứng trên máy phay CNC 3 trục.

**2.3. Phương pháp nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển**

- Phân tích yêu cầu bài toán.
- Xây dựng lưu đồ thuật toán điều khiển cho robot, từ đó tính toán chọn các thành phần của hệ thống bao gồm:
  - + Mạch Arduino NANO
  - + 4 động cơ Servo MG 995
  - + Nguồn tổ ong 5V - 10A
  - + Nguồn tổ ong 24V - 1A
  - + Role điều khiển van điện từ
  - + 2 van điện từ điều khiển xylanh

**2.4. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm**

- Lắp ghép các chi tiết thành sản phẩm hoàn thiện, sau đó cho robot giải rubic và ghi nhận các nội dung sau:
- + Số bước mà robot có thể giải được.
  - + Thời gian mỗi lần giải rubic.
  - + Các trường hợp robot không giải được.
  - + Tìm hiểu nguyên nhân các hạn chế để khắc phục, hoàn thiện sản phẩm

**3. QUY TRÌNH THIẾT KẾ, CHẾ TẠO**

**3.1. Thiết kế, chế tạo hệ thống cơ khí**

**3.1.1. Tính toán chọn xy lanh, động cơ**

Thông số kỹ thuật của rubic:

Rubic trơn 6 mặt 3x3

DxRxR: 57x57x57

Kích thước của 1 đơn vị: 29x29x29

Lực xoay: 2N

Chọn Xylanh

- Hành trình xylanh

Khi cánh tay ở trạng thái kẹp xylanh ở điểm đầu của hành trình, khi xylanh ở điểm cuối hành trình nó phải đảm bảo khoảng cách để khi Rubic xoay không bị chạm vào cánh tay. Theo tính toán hành trình của xylanh phải lớn hơn 11,8mm.

- Đường kính Piston

Theo tính toán đường kính xylanh  $D = 16\text{mm}$

Từ các thông số tính toán kết hợp với khảo sát thực tế ta chọn xylanh: MAL 16x25 của hãng Airtac.

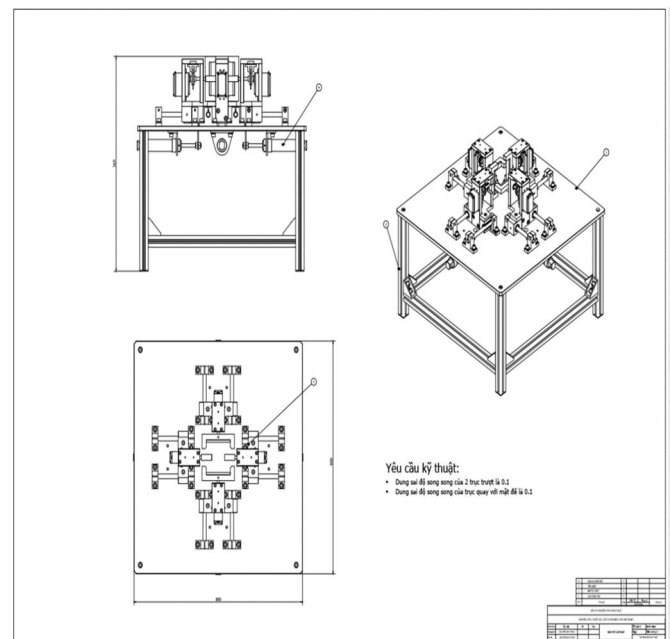
- Momen xoắn cần thiết để xoay được khối Rubic

Theo tính toán, chọn động cơ có momen xoắn  $T \geq T_{ct} / \eta = 56 / 0,9 = 62,22 \text{ N.mm}$

Từ yêu cầu kỹ thuật và tham khảo thị trường động cơ RC Servo MG995 được sử dụng.

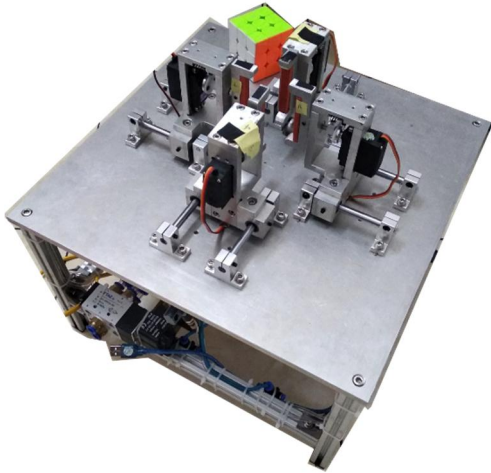
**3.1.2. Xây dựng mô hình và chế tạo robot:**

Mô hình 4 cánh tay robot, gồm 4 động cơ servo, 4 động cơ có nhiệm vụ xoay cả tay kẹp được sử dụng để xây dựng mô hình robot. Với mô hình này robot có khả năng hoàn thành giải rubic tương đối nhanh và đặc biệt là rất linh hoạt trong quá trình vận hành mô hình được mô tả trong hình 2.



Hình 2. Mô hình robot trong thiết kế

Phương pháp phay được lựa chọn để gia công những chi tiết của robot, đây là một phương pháp chế tạo thông dụng, giá thành rẻ theo mong muốn người gia công. Vì vậy để giảm khối lượng của sản phẩm, vật liệu nhôm được lựa chọn để chế tạo robot. Robot được chế tạo, lắp ráp và hoàn thiện. Kết cấu của robot được mô tả trong hình 3.

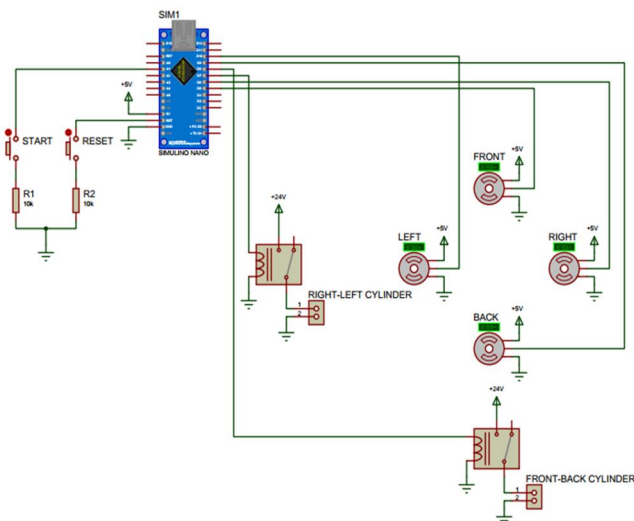


Hình 3. Robot đã được lắp ráp

### 3.2. Kết quả thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển

#### 3.2.1. Thiết kế sơ đồ điều khiển

Sơ đồ hệ thống điều khiển được mô tả trong hình 4.



Hình 4. Sơ đồ mạch điều khiển

#### 3.2.2. Thiết kế lựa chọn các linh kiện, thiết bị của hệ thống điều khiển

- Mạch công suất gồm 4 động cơ RC servo mg996R mắc song song với nhau, 1 arduino NANO, 1 nguồn điện DC.

- Mỗi động cơ servo RC gồm 3 chân dây:

+ Dây màu đỏ: dây lấy nguồn điện DC 5V từ chân lấy nguồn trên ARDUINO.

+ Dây màu vàng: dây lấy tín hiệu điều khiển của động cơ servo từ mạch điều khiển ARDUINO [2,5].

\* Động cơ servo 1 nối với chân D8 tín hiệu ra của arduino.

\* Động cơ servo 2 nối với chân D9 tín hiệu ra của arduino.

\* Động cơ servo 3 nối với chân D10 tín hiệu ra của arduino.

\* Động cơ servo 4 nối với chân D11 tín hiệu ra của arduino.

+ Dây màu nâu: dây nối đất lấy trên ARDUINO.

- Tại điện áp hoạt động 5V-DC.

Để động cơ hoạt động ổn định thì dòng điện xấp xỉ trên mỗi nhánh động cơ là 2A.

- Vì 4 động cơ mắc song song nên nguồn điện cần dùng cho 4 động cơ có điện áp 5V và dòng điện tối thiểu 8A để động cơ servo hoạt động ổn định.

- Điện áp vào khuyến nghị của ARDUINO là DC từ 7-12V để Arduino hoạt động ổn định.

- Nên chọn nguồn cấp cho ARDUINO là nguồn DC-9V dòng điện 10A để có thể hoạt động ổn định cả arduino và các động cơ servo mắc song song lấy nguồn từ các chân của arduino.

- Chọn nguồn cấp cho van điện từ để điều khiển ra vào của 4 xylanh là nguồn 24V-1A.

### 3.3. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm

Kết quả thử nghiệm được thống kê trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm

Lần thực hiện	Số bước	Thời gian (s)	Kết quả	Ghi chú
1	14	53	Hoàn thành	
2	14	41	Không hoàn thành	cánh tay robot lệch góc khi quay
3	14	50	Không hoàn thành	Cánh tay robot kẹp không khít với rubik
4	14	70	Hoàn thành	
5	15	125	Không thành công	Sai số cộng dồn sau mỗi lần quay
6	16	99	Không thành công	Sai số cộng dồn sau mỗi lần quay
7	17	130	Không thành công	Sai số cộng dồn sau mỗi lần quay
8	15	85	Không thành công	Sai số cộng dồn sau mỗi lần quay

Kết quả thử nghiệm chỉ ra rằng, robot có thể giải được rubic với số bước giải khoảng 14 bước, thời gian giải rubic trung bình là 60 giây. Nếu số bước giải lớn hơn 14 bước, robot chưa giải được rubic.

Nguyên nhân và giải pháp cho những hạn chế trên đó là: Nguyên nhân 1: cánh tay robot lệch góc khi quay (động cơ chất lượng kém, xung động cơ bị thay đổi dẫn đến động cơ quay sai góc). Giải pháp: thay động cơ chất lượng tốt hơn, chỉnh lại xung của động cơ. Nguyên nhân 2: cánh tay robot kẹp không khít với rubic (do góc bo của cánh tay robot và độ rộng trong quá trình gia công không chính xác). Giải pháp: gia công lại cánh tay với công nghệ chính xác hơn nhằm đảm bảo chính xác cao nhất. Nguyên nhân 3:

Sai lệch cộng dồn sau mỗi lần quay (do quá trình gia công các chi tiết cơ khí không chính xác hoàn toàn). Giải pháp: Cần nâng cao độ chính xác khi gia công và lắp ráp robot.

#### 4. KẾT LUẬN

Nhóm tác giả đã nghiên cứu và thiết kế và chế tạo thành công Robot giải mã Rubic 3x3. Đã xây dựng được thuật toán giải và lập trình giải bằng ngôn ngữ lập trình Arduino.

Quá trình thử nghiệm giải mã Rubic đã được thực hiện với kết quả như sau: Với trường hợp nhỏ hơn hoặc bằng 14 bước: Thời gian giải trung bình là 60 giây, robot hoạt động ổn định, độ chính xác tương đối tốt. Với trường hợp lớn hơn 14 bước, do có sai số cộng dồn nên đến các bước giải gần cuối độ lệch của tay kẹp lớn nên không kẹp chính xác được, dẫn đến không giải đến kết quả cuối cùng.

Các nghiên cứu tiếp theo có thể được thực hiện theo hướng nâng cao độ chính xác của quá trình chế tạo, gia công, lắp ráp robot và theo hướng tích hợp hệ thống xử lý ảnh để robot có thể hoạt động tự động hoàn toàn.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. <http://jacoburge.co.uk/rubix-cube-solving-robot/>
- [2]. <http://forum.arduino.cc/index.php?action=dlattach;topic=271827.0;attach=233044>
- [3]. <https://www.youtube.com/watch?v=vkRRdK-vaMg>
- [4]. <https://www.youtube.com/watch?v=bRf61fW8XBo>
- [5]. <http://arduino.vn/>
- [6]. <https://ruwix.com/the-rubiks-cube/herbert-kociemba-optimal-cube-solver-cube-X/>
- [7]. [https://vi.wikipedia.org/wiki/L%E1%BA%ADp\\_ph%C6%B0%C6%A1ng\\_Rubik](https://vi.wikipedia.org/wiki/L%E1%BA%ADp_ph%C6%B0%C6%A1ng_Rubik)
- [8]. <https://chiasewiki.com/cach-giai-rubik-3x3x3/>