

## **Mục lục**

Lời cảm ơn.....	
Tóm tắt dự án.....	
I. Lý do chọn đề tài .....	Trang 1
II. Vấn đề nghiên cứu .....	Trang 2
1. Câu hỏi nghiên cứu .....	Trang 2
2. Mục tiêu nghiên cứu .....	Trang 2
3. Ý nghĩa khoa học và cộng đồng của dự án.....	Trang 2
III. Giả thuyết, phương pháp .....	Trang 3
1. Leap Motion .....	Trang 3
2. Cánh tay robot Niryo one.....	Trang 4
3. Cảm biến đầu ngón tay .....	Trang 4
4. Camera .....	Trang 5
IV. Xây dựng, thử nghiệm.....	Trang 5
1. Phần cứng.....	Trang 6
2. Phần mềm .....	Trang 12
V. Kết luận .....	Trang 13
VI. Hướng phát triển và thảo luận .....	Trang 14
VII. Tài liệu tham khảo .....	Trang 14

### **Lời cảm ơn**

Để hoàn thành dự án này, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến nhà trường, bạn bè và gia đình đã luôn quan tâm, tạo điều kiện giúp đỡ và động viên cả về tinh thần lẫn vật chất trong suốt quá trình thực hiện.

Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến các nhà cung cấp API và tác giả của các ứng dụng mã nguồn mở đã tạo điều kiện để hoàn thành dự án một cách thuận lợi với nhiều tính năng hơn. Bên cạnh đó không thể thiếu được sự giúp đỡ của các tài liệu, bài viết từ Internet. Kính mong nhận được sự giúp đỡ của mọi người để tiếp tục hoàn thiện đề tài này.

Chân thành cảm ơn ban tổ chức Cuộc thi nghiên cứu khoa học, kỹ thuật dành cho học sinh trung học đã tạo ra sân chơi giúp tôi có thể tích lũy kinh nghiệm về kỹ năng sáng tạo cũng như những kỹ năng cần thiết khác trong cuộc sống.

---

### **Tóm tắt dự án:**

Cánh tay robot cộng tác - một trong năm công nghệ chính của cách mạng công nghiệp 4.0 là một đề tài có rất nhiều ứng dụng trong thực tế. Tuy nhiên, những cánh tay này vẫn chưa phổ biến ở nước ta vì nhiều lý do như giá thành quá cao, điều khiển phức tạp; các dự án nghiên cứu cánh tay robot trong nước vẫn còn một số hạn chế nhất định. Trong dự án này, tác giả đã nghiên cứu về khả năng điều khiển các thiết bị kỹ thuật thông qua cử chỉ, hành vi của bàn tay người trong không gian ba chiều, áp dụng thành công việc điều khiển lên một cánh tay robot 6 bậc, và đặc biệt là thiết bị có thể phản hồi lại các số liệu từ môi trường cho người sử dụng như hình ảnh, lực gấp vật, nhiệt độ vật gấp. Đây là những giải pháp được nghiên cứu tối ưu nhằm đưa cánh tay robot cộng tác đến gần hơn với người Việt và đã đề xuất được cải tiến nhằm giải quyết được các vấn đề chính: Cánh tay robot thay thế con người trong các trường hợp đặc biệt, khó khăn và cánh tay robot hỗ trợ con người trong đời sống.

*Từ khóa:* cách mạng công nghiệp 4.0, thông qua cử chỉ, cánh tay robot 6 bậc, phản hồi lại các số liệu từ môi trường, thay thế con người, hỗ trợ con người.

## **I. Lý do chọn đề tài**

Ngày nay, việc sử dụng con người vào trong tất cả các thao tác, các môi trường khác nhau không còn đáp ứng được sự phức tạp của công việc. Trong các nhà máy, hay xử lý những thí nghiệm, những công việc nguy hiểm như tiếp xúc với phóng xạ, các chất độc hại hoặc trong những ca cấp cứu nhanh, từ xa, *việc phải có nhân lực trực tiếp xử lý công việc sẽ là rào cản lớn*. Trên thế giới, để giải quyết vấn đề này, công nghệ sử dụng các cánh tay robot cộng tác đã được ứng dụng và đem lại nhiều tác động mạnh mẽ trong mọi lĩnh vực không chỉ trong sản xuất công nghiệp. Tuy nhiên, *chi phí, tính độc lập về phần cứng và việc điều khiển đòi hỏi phải có đào tạo chuyên môn* đã phần nào khiến cho các sản phẩm này ít được tiếp cận, ứng dụng nhiều trong đời sống. Nhu cầu về một thiết bị dễ tiếp cận, dễ phổ biến hơn đã thôi thúc việc nghiên cứu về một cánh tay robot, phục vụ trong các tình huống:

- Thay thế con người làm việc ở những môi trường độc hại, nguy hiểm, tiềm ẩn nhiều rủi ro.

- Hỗ trợ con người trong cuộc sống thường ngày: Nhiều người bị các tai nạn, bệnh tật, tai biến, nhược cơ,... dẫn đến việc tay của họ *vẫn có thể cử động, thao tác nhưng bị yếu đi*, không thể làm việc nặng và tham gia sản xuất. Cánh tay robot có thể là giải pháp để họ làm việc mà không cần phải trực tiếp tham gia, đồng thời giúp phục hồi chức năng tay, tránh được các tai nạn đáng tiếc.

Cả hai trường hợp trên đều cần đến sự xử lý của con người nhưng con người lại khó mà tiếp cận trực tiếp.

Cánh tay robot do các tác giả ở Việt Nam nghiên cứu, chế tạo còn vài hạn chế:

- Điều khiển phức tạp, máy móc (đòi hỏi người sử dụng phải qua đào tạo, huấn luyện).

- Một trong những nhược điểm lớn là cánh tay robot vẫn chưa tương tác được với các tác động từ môi trường ngoài. Cụ thể là khi điều khiển cánh tay từ xa cầm nắm vật, người dùng khó mà biết được chính xác robot đã cầm vật hay chưa và hình ảnh môi trường nơi robot làm việc như thế nào, từ đó khó kiểm soát, thậm chí có thể gây tổn hại đến vật gắp và cả cánh tay robot.

Trong quá trình tìm hiểu, đặc biệt chú tâm tới các cánh tay robot điều khiển bằng cử chỉ (vì đây là giải pháp tối ưu, dễ dàng điều khiển đối với người sử dụng) thì hiện nay, đã có các nhóm trên Thế Giới và cả Việt Nam nghiên cứu. Do những nhóm này không công bố báo cáo hay mã nguồn, qua những hình ảnh và một số ít tài liệu cũng đã cho thấy chúng đều có một số nhược điểm như trên.

Từ lý do đó “Cánh tay robot cộng tác” ra đời nhằm đáp ứng các nhu cầu thiết thực và cải tiến những sản phẩm hiện có với các ưu điểm: *điều khiển bằng cử chỉ tay trong không gian ba chiều, truyền về hình ảnh, các số liệu của môi trường giúp người sử dụng kiểm soát dễ dàng*. Đề tài đưa ra được một cái nhìn mới trong cách mà thiết bị cánh tay robot tương tác và hỗ trợ con người.

## **II. Vấn đề nghiên cứu**

### **1. Câu hỏi nghiên cứu**

Làm thế nào để tạo ra một phương pháp điều khiển cánh tay robot tối ưu, mọi người ai cũng có thể dễ dàng tiếp cận, sử dụng để có thể ứng dụng vào thực tế. Đồng thời, nghiên cứu cách **tăng cường sự tương tác tự nhiên giữa con người và máy móc** (tìm ra cách để cánh tay truyền về hình ảnh, các tác động trực quan từ môi trường cho người điều khiển khi vận hành, giúp người dùng dễ kiểm soát cánh tay robot hơn)

### **2. Mục tiêu nghiên cứu**

Dự án nghiên cứu nhằm phát triển một Cánh tay robot cộng tác ứng dụng thay thế cho con người trong các hoạt động nguy hiểm hay hỗ trợ, tạo ra việc làm cho những người bị teo cơ, thiếu khả năng vận động mạnh.

Cánh tay robot cộng tác hướng đến các yếu tố sau:

- Hoạt động ổn định, linh hoạt, phản hồi nhanh, chính xác.
- Dễ điều khiển, kiểm soát.
- Đủ hoàn thiện để có thể ứng dụng vào thực tế.
- Tương tác giữa người điều khiển và cánh tay robot một cách tự nhiên.
- Giá thành có thể tiếp cận đối với đa số người Việt.

Các tính năng chính:

- Điều khiển bằng cử chỉ tay (sao chép hành động của cổ tay, ngón tay).
- Khả năng phản hồi, thu thập các tác động từ môi trường (lực nắm vật, nhiệt độ của vật) bằng các cảm biến để hỗ trợ người sử dụng trong việc điều khiển.
- Camera để người sử dụng có được hình ảnh trực quan về môi trường nơi robot đang làm việc.

### **3. Ý nghĩa khoa học và cộng đồng của dự án**

#### **a. Ý nghĩa khoa học**

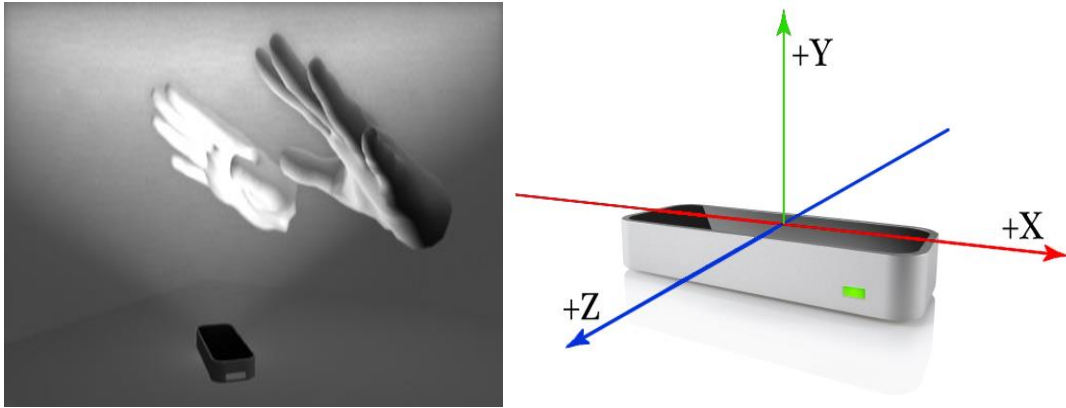
Đầu tiên, đề tài nghiên cứu một cách điều khiển khác với các phương pháp truyền thống: Điều khiển bằng cử chỉ tay của con người trong không gian ba chiều. Tiếp đến, dự án cũng đưa ra một khía cạnh khác, đó là phản hồi từ môi trường chứ không chỉ điều khiển một chiều như trước đây. Điều này sẽ giúp mở ra một kênh giao tiếp mới, giúp việc tương tác giữa con người và thiết bị máy móc trở nên tự nhiên, linh hoạt và hiệu quả hơn.

#### **b. Ý nghĩa cộng đồng**

Dự án sẽ đưa cánh tay robot đến gần hơn với đời sống, đó là một điều chắc chắn. Với những tính năng hữu ích, cánh tay robot cộng tác có thể được ứng dụng trong nhiều tình huống khó khăn, nguy hiểm hay có thể giúp một số người bệnh làm việc, phục hồi.

### III. Giả thuyết, phương pháp

#### 1. Leap Motion



**Hình 1. Leap Motion và hệ trục tọa độ (nguồn: [www.leapmotion.com](http://www.leapmotion.com))**

Leap Motion là một thiết bị ghi nhận hình ảnh về sự chuyển động của đôi tay trong không gian ba chiều. Kích thước của Leap Motion nhỏ gọn chỉ với 13mm x 13mm x 76mm và nặng có 45 gam. Thay vì các cảm biến chiều sâu (depth sensor) trước đây, Leap Motion sử dụng hai camera cảm biến hồng ngoại và ba LED hồng ngoại, cho phép theo dõi ánh sáng có bước sóng 850nm. Ba LEDs cho phép tái tạo lại một mẫu vật 3D dưới ánh sáng hồng ngoại theo trục Y để tương tác với bàn tay người trong một khoảng không tầm 60cm bên trên mặt thiết bị và 30cm sang hai bên. Leap Motion thu các hình ảnh vào bộ nhớ dưới dạng ảnh đen trắng, các ảnh này được lưu trong bộ nhớ và được xử lý bằng phần mềm loại bỏ các hình ảnh không phù hợp cũng như tăng cường các ảnh thiếu sáng sau đó được chuyển tới lớp ứng dụng cho lập trình viên. Leap Motion có thể cung cấp thông tin về:

- Vị trí cả hai tay và 10 ngón tay riêng biệt trong không gian.
- Hướng, vị trí và tốc độ từng đối tượng quan sát.
- Theo dõi được cả các khớp xương bàn tay, ngón tay.

Với độ chính xác 0,01mm ở tốc độ 200 khung hình trên giây và tập API rất tiện dụng, hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình và thường xuyên được cập nhật, Leap Motion cho phép phát triển rất nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau.

Nhờ khả năng theo dõi chuyển động rất nhanh và chính xác, sử dụng Leap Motion để lấy dữ liệu tay người từ đó tính toán, xử lý dữ liệu thu được để điều khiển cánh tay robot là một *hướng đi khả thi và hiệu quả*.

Thay vì những phương pháp điều khiển trước đây yêu cầu người sử dụng có kiến thức chuyên môn hoặc phải đeo các thiết bị công kênh như một số dự án sử dụng biến trở, encoder, cảm biến gia tốc,... gắn trực tiếp lên tay người khi điều

khiển. Sử dụng cảm biến Leap Motion giúp người sử dụng dễ dàng tiếp cận và thoải mái hơn trong việc điều khiển mà vẫn đảm bảo sự chính xác và ổn định.

## **2. Cánh tay robot Niryo One**

Do điều kiện thời gian nghiên cứu hạn chế cộng với chi phí nghiên cứu để tạo ra một cánh tay robot từ đầu là rất cao nên dự án đã sử dụng thiết kế của một cánh tay robot có mã nguồn mở là Niryo One để *chạy thử nghiệm* trong suốt quá trình nghiên cứu.



**Hình 2. Cánh tay robot Niryo one (nguồn: [www.niryo.com](http://www.niryo.com))**

Niryo One là một cánh tay robot giáo dục 6 bậc, với ưu điểm là giá rẻ, mọi người đều có thể dễ dàng tiếp cận. Với 6 trục tự do, hoạt động kết hợp giữa cả động cơ bước và servo là một thách thức cũng như cơ hội lớn trong việc phát triển dự án này. Lý do chọn Niryo one thay vì các cánh tay robot thử nghiệm đơn giản đang bán ở thị trường là vì nó có cấu trúc hoàn thiện, gần giống với các thiết bị thực tế. Nếu có thể áp dụng lý thuyết điều khiển trên Niryo one thì chứng tỏ dự án cũng có thể ứng dụng lên các thiết bị phần cứng khác.

Trong dự án, *chỉ sử dụng các file in 3D của cánh tay do Niryo cung cấp*, ngoài ra việc lắp đặt, tinh chỉnh, thay đổi và phương thức điều khiển, tính toán,... hoàn toàn do tác giả thực hiện để phù hợp với nhu cầu riêng của dự án: giảm chi phí (đa số linh kiện sử dụng của cánh tay chuẩn không có ở thị trường Việt Nam, nếu mua từ nước ngoài rất đắt tiền nên trong quá trình lắp đặt đã sửa đổi để phù hợp với điều kiện thực tế), cải tiến thêm các tính năng: Tích hợp thêm bàn tay gấp vật, đế camera,...

## **3. Cảm biến đầu ngón tay**

Chúng ta đều biết, con người có 5 giác quan, nếu không có một trong thị giác, thính giác, khứu giác, vị giác, ta sẽ gặp rất nhiều khó khăn nhưng chắc chắn vẫn có thể tồn tại. Thế nhưng hãy tưởng tượng nếu con người mất đi xúc giác thì sao? Đó sẽ thực sự là thảm họa. Ta không thể hoạt động mà không có



cảm giác về đối tượng mà ta tương tác, các thao tác sẽ lập tức rối loạn và mất kiểm soát nghiêm trọng. Ta không thể điều khiển được lực tác động của tay mình tới một người khác và có thể làm đau người ấy, hoặc có thể bị bỏng trước khi biết được vật thể đang cảm nóng thế nào.

Điều này cũng đúng với cánh tay robot. Khoan hãy bàn tới những loại “da nhân tạo” đang thách thức các nhà khoa học hay những loại cảm biến xúc giác đắt tiền. Dự án tập trung nghiên cứu đến loại cảm biến kiểu biến dạng (tenzô) kết hợp với nhiệt điện trở (thermistor) vì đây là *giải pháp tốt, đơn giản, rẻ tiền, dễ tiếp cận mà lại hiệu quả*.

Ta biết rằng khi có lực tác dụng vào vật dẫn thì kích thước và cấu trúc của vật sẽ thay đổi làm điện trở thay đổi. Velostat là một vật liệu làm bằng một lá polymer (polyolefin) được ngâm tẩm với cacbon đen để làm cho nó dẫn điện. Lợi dụng tính chất thay đổi điện trở khi có biến dạng hay lực tác động này của velostat, ta có thể tạo ra cảm biến đặt ở đầu ngón tay của cánh tay robot để theo dõi sự thay đổi của điện trở khi cánh tay gấp vật. Kết hợp với nhiệt điện trở, ta có thể biết được nhiệt độ trả về của vật thông qua Arduino.

#### **4. Camera**

Camera được đặt ở cánh tay robot sẽ giúp người dùng có được cái nhìn nơi robot đang làm việc. Hình ảnh được truyền đi nhờ việc sử dụng nền tảng **EZ WiFiBroadcast** do một số ưu điểm như tín hiệu có thể truyền đi xa, video mượt mà ổn định,...

Đặc biệt, không như cách hiển thị thông thường là truyền hình ảnh lên một màn hình, dự án kết hợp sử dụng kính VR để hiển thị nhờ ứng dụng **FPV-VR for wifibroadcast 2018**.

Ưu điểm của phương pháp này là sự hòa nhập, một phần đến từ việc kính thực tế ảo sẽ bao phủ hết tầm nhìn của mắt nên người điều khiển sẽ không thấy gì ngoài đời thực cả, cộng với việc camera di chuyển theo cánh tay robot khi hoạt động sẽ *tạo cảm giác như người dùng đang thực sự ở môi trường làm việc của robot*.

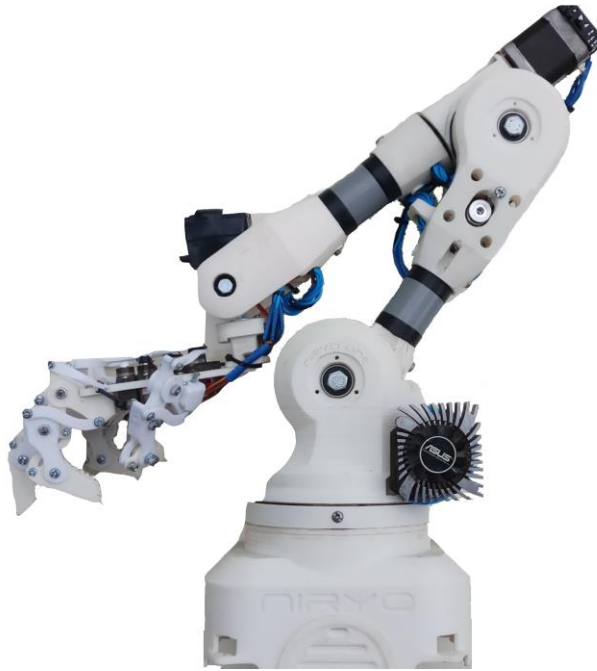
#### **IV. Xây dựng, thử nghiệm**

Cánh tay robot cộng tác là sự kết hợp cả về phần cứng và việc lập trình, tính toán để tổng hợp các yếu tố: Cánh tay robot Niryo one, cảm biến Leap Motion, cảm biến đầu ngón tay và camera.

Việc đầu tiên là lấy dữ liệu của bàn tay người trong không gian ba chiều từ Leap Motion, sau đó tính toán, thu thập những số liệu cần thiết, truyền những dữ liệu này qua mạch điều khiển để điều khiển cánh tay robot. Đồng thời khi cánh tay hoạt động, cảm biến ở đầu ngón tay robot sẽ ghi nhận các tác động lực, nhiệt độ và cả hình ảnh từ camera đều được truyền về cho người điều khiển.

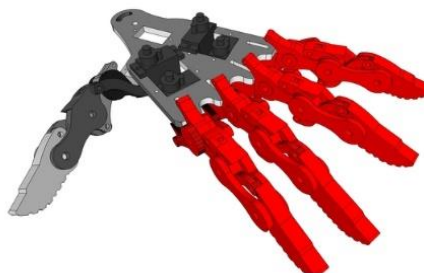
## **1. Phần cứng**

### **1.1. Cánh tay robot**



**Hình 3. Cánh tay robot cộng tác**

Sau khi in các chi tiết từ file 3D, tiến hành lắp ráp, tinh chỉnh. Trong dự án có tích hợp thêm bàn tay robot với 5 ngón tay điều khiển bằng servo để cầm nắm.



**Hình 4. Bàn tay 5 ngón gấp vật**

#### **a. Linh kiện sử dụng**

- Bốn động cơ bước size 42 ở các trục X (trái phải), Y (lên xuống), Z (tiến lùi) và Roll (độ xoay khuỷ tay). Dự án không sử dụng loại động cơ bước có hộp số giảm tốc vì loại động cơ này khá đắt tiền.

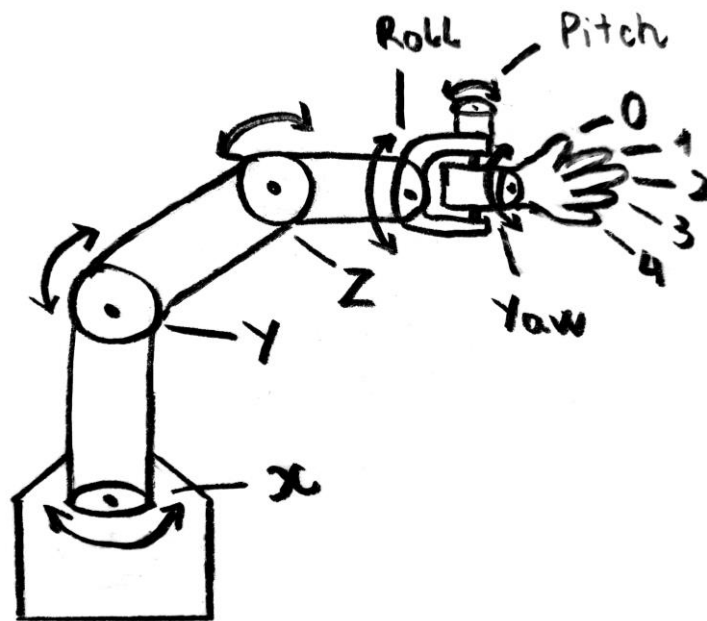


- Động cơ Serial Bus RC Servo LX-16A: hộp số bánh răng kim loại, tốc độ phản ứng nhanh với lực kéo khỏe theo thông số nhà sản xuất moment lên đến 17Kg.cm. Để di chuyển góc Pitch (độ gập của cổ tay).

- Động cơ RC Servo MG996: hộp số bánh răng kim loại, tốc độ nhanh, lực kéo khỏe, dễ dàng điều khiển. Dùng để điều khiển góc Yaw (bàn tay di chuyển qua trái, phải).

- Năm động cơ Servo MG90S điều khiển các ngón tay gập, duỗi

- Các bạc đạn, pully GT2, dây đai GT2, quạt tản nhiệt cho động cơ, jack nối SM, lò xo xoắn trợ lực,...



**Hình 5. Các trục của Cánh tay robot cộng tác**

**b. Thứ tự điều khiển các trục của cánh tay robot theo từng cử chỉ tay thu được từ Leap Motion**

STT	Đối tượng	Quỹ đạo chuyển động	Thời gian đi hết quỹ đạo (giây)	Phương thức điều khiển trên Leap motion (tay phải)	Độ trễ (giây)
1	Trục X	0-180°	6	Di chuyển của tay trên trục X	0.5
2	Trục Y	0-110°	2	Di chuyển của tay trên trục Y	0.5
3	Trục Z	0-120°	3	Di chuyển của tay trên trục Z	0.5
4	Trục Roll	0-240°	3	Độ xoay của cổ tay	0.5
5	Trục Pitch	0-162°	≈0.4	Độ gập của cổ tay	≈0.1

6	Trục Yaw	0-95°	≈0.5	Hướng của bàn tay sang trái/phải	≈0.15
7	Ngón cái	≈0-50°	≈0.5	Độ gập ngón cái	≈0.15
8	Ngón trỏ	≈0-50°	≈0.5	Độ gập ngón trỏ	≈0.15
9	Ngón giữa	≈0-50°	≈0.5	Độ gập ngón giữa	≈0.15
10	Ngón áp út	≈0-50°	≈0.5	Độ gập ngón áp út	≈0.15
11	Ngón út	≈0-50°	≈0.5	Độ gập ngón út	≈0.15

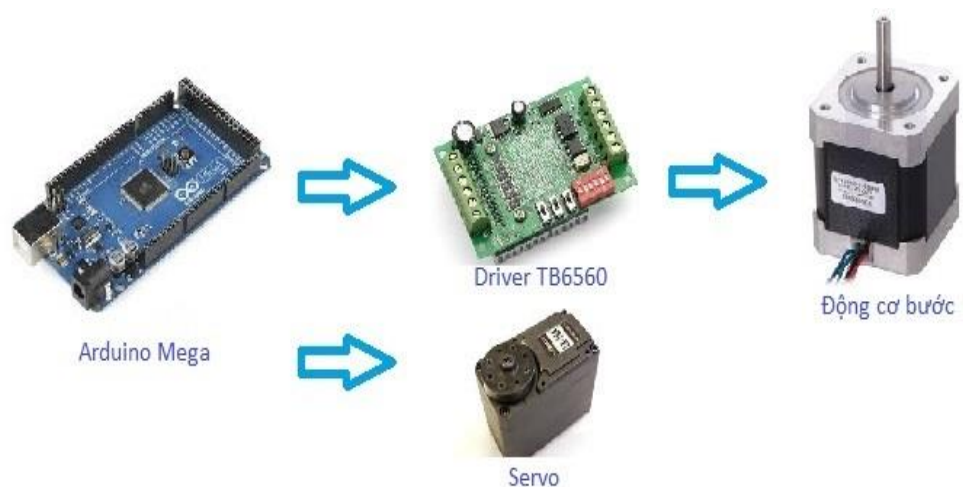
**Bảng B.1. Thông số điều khiển các trục của cánh tay robot tương quan với chuyển động của tay trên Leap motion**

## 1.2. Mạch điều khiển cánh tay robot

Với trung tâm là Arduino để kết nối với máy tính qua cổng COM để nhận dữ liệu điều khiển, từ đó truyền tín hiệu góc, bước để quay động cơ.



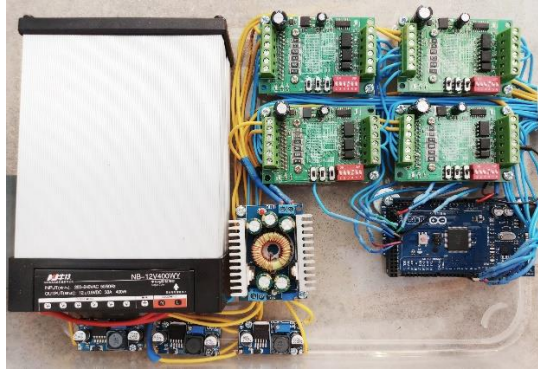
**Hình 6. Lấy dữ liệu từ cảm biến Leap motion, xử lý và truyền tín hiệu điều khiển đến Arduino**



**Hình 7. Arduino điều khiển các thiết bị**

Các mạch điều khiển, driver được sử dụng:

- Board Arduino Mega 2560.
- Mạch điều khiển động cơ bước TB6560 có thể setup dòng tải, vì bước để tùy chỉnh cho từng động cơ ở mỗi trục.
- Nguồn xung 12V 33A.
- Các mạch giảm áp DC 12A, LM25963A để điều chỉnh dòng, áp cho toàn bộ hệ thống.



**Hình 8. Mạch điều khiển**

### **1.3. Tính toán, tinh chỉnh, chạy thử**

Các công thức tính:

- Tỷ lệ truyền giữa pully động cơ bước và các khớp truyền động.
- Phân tích lực, công thức đòn bẩy.
- Cách mắc nguồn điện xong xong, nối tiếp,....

Sau quá trình chạy thử nghiệm đã xuất hiện những lỗi (chủ yếu đến từ các trục sử dụng động cơ bước) và cách giải quyết:

<b>Vấn đề</b>	<b>Nguyên nhân</b>	<b>Giải pháp</b>
Động cơ chạy mất bước	Momen động cơ yếu, không có hộp số giảm tốc	Tận dụng lợi thế của driver TB6560 để chia bước từ 1.8°/step ra còn 0.1125°/step. Đồng thời tích hợp thêm lò xo nén trợ lực ở trục Y.
Không xác định được vị trí	Động cơ bước không có encoder	Lưu lại vị trí hiện tại của động cơ, sau đó so sánh với giá trị cần quay tới
Hoạt động không mượt mà, chính xác	Do ma sát dẫn đến các sai số	Tích hợp thêm ổ bi, bôi trơn ở các vị trí tiếp giáp

Động cơ chạy không hết công suất	Nguồn điện không phù hợp	Sử dụng nguồn hợp lý, tính toán chia nguồn, giảm áp phù hợp
Bàn tay robot không cầm được vật, các trục không đồng bộ	Căn chỉnh không chính xác	Giới hạn quỹ đạo của mỗi trục sao cho tương thích

**Bảng B.2. Các vấn đề và cách khắc phục**

Khi khởi động cánh tay robot đi đến vị trí ban đầu, sau đó mới có thể đi đến các vị trí theo lệnh điều khiển. Điều này giúp việc xác định vị trí chính xác hơn.

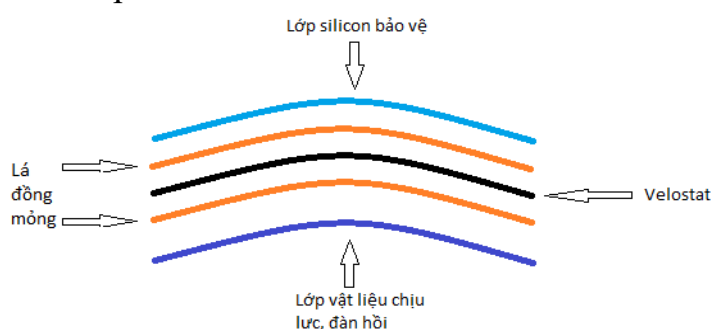
Từ bảng **B.1.** ta thấy tuy động cơ bước có độ trễ cao nhưng servo lại phản hồi rất nhanh. Điều này cho thấy được sự ổn định, linh hoạt, chính xác nếu áp dụng phương thức điều khiển với hệ thống phản cứng mạnh mẽ.

Quá trình chạy thử, tinh chỉnh nhiều lần giúp cánh tay hoàn thiện, đem đến sự tối ưu.

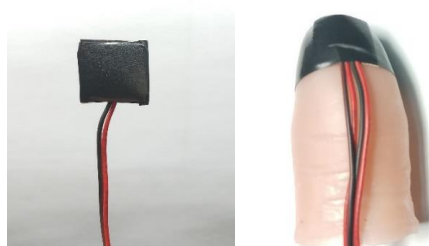
#### 1.4. Cảm biến đầu ngón tay

Cảm biến được đặt trên đầu ngón tay robot để nhận tín hiệu lực và tín hiệu nhiệt. Mỗi đầu ngón tay đều có một điện trở nhiệt và một miếng cảm biến biến dạng.

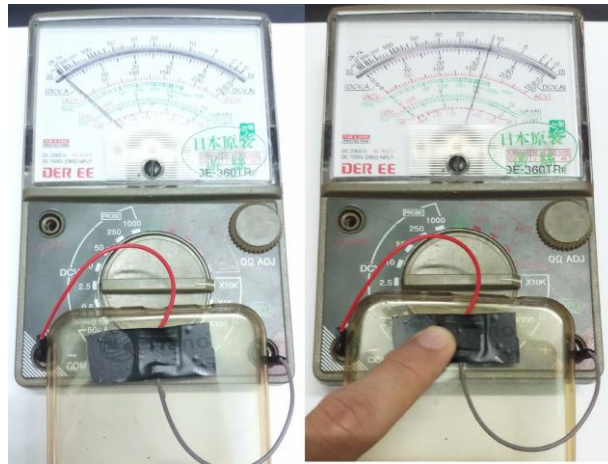
Loại cảm biến biến dạng này được *làm thủ công* trong dự án *nhằm giảm giá thành và mục đích thử nghiệm tính hiệu quả*. Chúng có cấu tạo như một chiếc bánh với nhiều lớp như hình:



**Hình 9. Mô Hình cảm biến biến dạng**



**Hình 10. Hình ảnh thực tế Cảm biến đầu ngón tay**

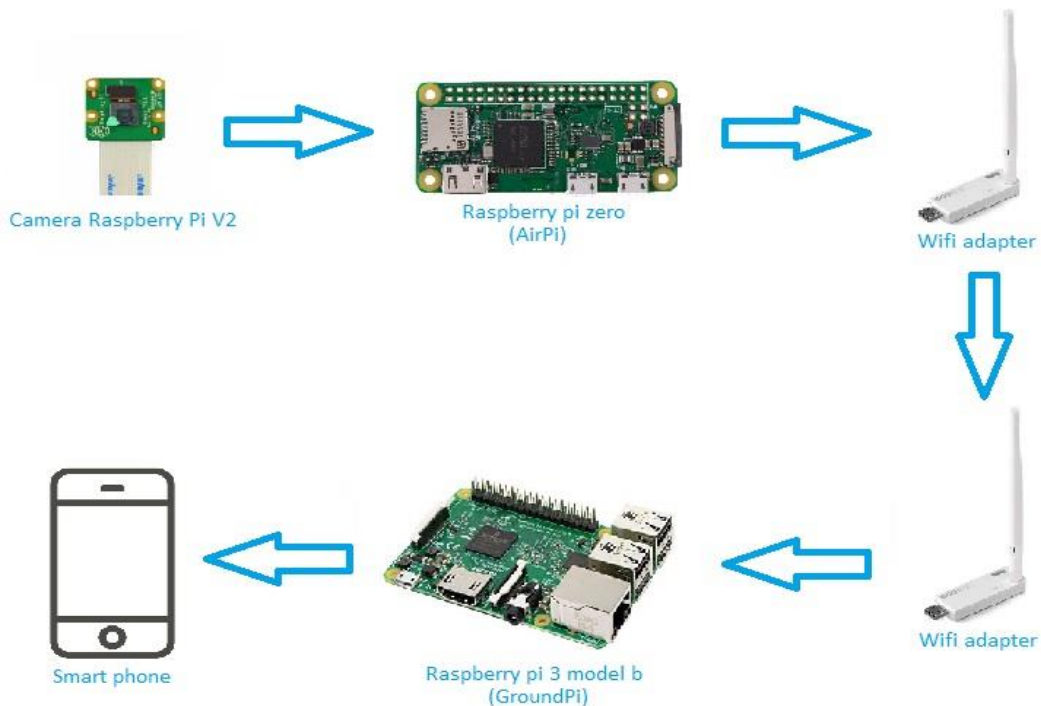


**Hình 11. Sự thay đổi điện trở khi lực tác động thay đổi**

Khi giá trị lực hoặc nhiệt độ thay đổi, giá trị điện trở cũng thay đổi theo đã cho thấy hướng đi từ giả thuyết là hoàn toàn khả thi.

### 1.5. Camera

Sau đây là các giảng đồ hoạt động của hệ thống:



**Hình 12. Truyền tín hiệu hình ảnh đến smart phone qua Wifi**

Sau khi chạy thử nghiệm đã cho về những số liệu khả quan sau:

- Độ trễ thấp (khoảng 110ms).
- Độ phân giải full HD.
- Khởi động nhanh, khoảng 15 giây cho đến khi video được hiển thị.



## 2. Phần mềm

Ngôn ngữ lập trình Python được sử dụng trong dự án này để lấy data truyền về từ Leap Motion sau đó tính toán và chuyển tín hiệu sang Arduino qua Serial để điều khiển.

Tập API của Leap Motion hỗ trợ rất tốt khi viết chương trình. Với tốc độ cập nhật lên tới 150Hz, các đáp ứng chuyển động của thiết bị cánh tay phải cực kỳ nhanh. Nếu chuyển động quá nhanh cộng với quán tính lớn, có thể gây hư tổn cho các thiết bị vận hành. Vì thế cần phải tính toán, tinh chỉnh thời gian thật hợp lý. Cụ thể là trong quá trình chạy thử nghiệm, tốc độ phản hồi của động cơ bước còn chậm, dẫn đến tình trạng động cơ không phản hồi kịp, chạy mất bước, lực kéo yếu. Vì thế tác giả đã chủ động giới hạn thời gian cập nhật vị trí bàn tay người và di chuyển các trục động cơ bước trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 0.4 giây.

Sau đây là những giá trị (của tay phải) được lấy từ cảm biến, quá trình xử lý và giá trị xuất ra phần cứng nhờ thư viện Pyserial

STT	Đối tượng thu về (trong hệ tọa độ Descartes trên Leap motion)	Xử lý, tính toán	Đối tượng xuất ra
1	Vị trí của lòng bàn tay trên trục X (Hình 1)	Đơn điệu hóa trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo trục X	Vị trí trục X cần quay tới
2	Vị trí của lòng bàn tay trên trục Y (Hình 1)	Đơn điệu hóa trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo trục Y	Vị trí trục Y cần quay tới
3	Vị trí của lòng bàn tay trên trục Z (Hình 1)	Đơn điệu hóa trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo trục Z	Vị trí trục Z cần quay tới
4	Góc Pitch của cổ tay	Đơn điệu hóa trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo trục Pitch	Vị trí trục Pitch cần quay tới
5	Góc Roll của cổ tay	Đơn điệu hóa trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo trục Roll	Vị trí trục Roll cần quay tới
6	Góc Yaw của cổ tay	Đơn điệu hóa trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo trục Yaw	Vị trí trục Yaw cần quay tới
7	Vector xương đốt bàn và vector xương đốt giữa của ngón cái	Tính góc giữa hai vector, đơn điệu trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo ngón cái	Vị trí động cơ ở ngón cái cần quay tới



8	Vector xương đốt bàn và vector xương đốt gần của ngón trỏ	Tính góc giữa hai vector, đơn điệu trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo ngón trỏ	Vị trí động cơ ở ngón trỏ cần quay tới
9	Vector xương đốt bàn và vector xương đốt gần của ngón giữa	Tính góc giữa hai vector, đơn điệu trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo ngón giữa	Vị trí động cơ ở ngón giữa cần quay tới
10	Vector xương đốt bàn và vector xương đốt gần của ngón áp út	Tính góc giữa hai vector, đơn điệu trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo ngón áp út	Vị trí động cơ ở ngón áp út cần quay tới
11	Vector xương đốt bàn và vector xương đốt gần của ngón út	Tính góc giữa hai vector, đơn điệu trong khoảng 0-1, sau đó nhân với quỹ đạo ngón út	Vị trí ngón út cần quay tới

**Bảng B.3. Đối tượng thu về, quá trình xử lý và đối tượng xuất ra**

Arduino có nhiệm vụ nhận dữ liệu, so sánh với vị trí cũ và điều khiển tương ứng từng động cơ.

Sau khi tiến hành kết hợp phần cứng và phần mềm, qua nhiều lần thử nghiệm và tinh chỉnh đã cho thấy được giả thuyết đặt ra là đúng và đã hoàn thành được mục tiêu đề ra.

## **V. Kết luận**

Sau rất nhiều thử nghiệm, tinh chỉnh cũng như không ít lần thất bại thì Cánh tay robot cộng tác cũng được hoàn thành với đầy đủ tính năng: điều khiển bằng cử chỉ tay với 6 bậc tự do, phản hồi nhanh chóng với độ chính xác cao. Truyền về các số liệu cho người dùng khi bàn tay đã kẹp vật, nhiệt độ của vật gấp. Cho phép người sử dụng có thể quan sát hình ảnh trực tiếp nơi robot làm việc với kính VR.

Thiết bị đã được sử dụng thử bởi người bị mất khả năng vận động mạnh sau một tai nạn chấn thương cột sống và đem lại hiệu quả rất khả quan. Phản hồi từ người sử dụng: thiết bị dễ làm quen, sử dụng, chỉ cần thực hiện cử chỉ tay, giúp phần nào tham gia thực hiện một số thao tác trong đời sống, đặc biệt là đem lại cảm giác mới lạ, hỗ trợ tập luyện, phục hồi chức năng.

Như vậy, dự án đã đưa ra một cách tiếp cận khác về cánh tay robot: điều khiển bằng cử chỉ tay trên không trung, phản hồi hai chiều thay vì điều khiển một chiều trước đây. Nguyên mẫu Cánh tay robot cộng tác và quá trình thử

nghiệm đã cho thấy tính khả thi của dự án và khẳng định lại các giả thuyết từ ban đầu đặt ra là hoàn toàn hợp lý.

## **VI. Hướng phát triển và thảo luận**

Trong quá trình thực hiện dự án, do một số điều kiện về thời gian và kinh tế không cho phép, Cánh tay robot cộng tác vẫn còn một số hạn chế:

- Cánh tay thử nghiệm chưa gấp được vật nặng.
- Cảm biến phản hồi còn chưa chính xác.
- Các thiết bị chưa thực sự kết hợp tối ưu.
- Các tính năng còn hoạt động đơn lẻ, chưa khai thác được hết các tiềm năng.

Tương lai, tác giả sẽ cố gắng tinh chỉnh, cải tiến dự án, đặc biệt:

- Phát triển, cải tiến phần cứng chính là cánh tay robot: hoạt động mượt mà, ổn định và phản hồi nhanh hơn.
- Hình thành giao diện người dùng.
- Khai thác, nghiên cứu thêm các tiềm năng của cảm biến, camera,...
- Tích hợp thêm phần đế pan tilt cho camera và viết ứng dụng trên điện thoại để ghi nhận chuyển động đầu của người điều khiển, từ đó truyền tín hiệu di chuyển camera theo chuyển động của người dùng.

## **VII. Tài liệu tham khảo**

- Leap Motion API:

<https://developer-archive.leapmotion.com/documentation/python/index.html>

- Niryo One STL files: <https://niryo.com/download/>
- Thư viện trong python: pyserial, thư viện math
- Thư viện điều khiển động cơ bước và động cơ servo trong Arduino:

Arduino.h, Servo.h, LobotServo.h

- Bàn tay robot open source:

<https://www.thingiverse.com/thing:2171811>

- EZ WifiBroadcast:

<https://github.com/rodizio1/EZ-WifiBroadcast/wiki>

- Ứng dụng fpv:

[https://play.google.com/store/apps/details?id=constantin.fpv\\_vr.wifibroadcast](https://play.google.com/store/apps/details?id=constantin.fpv_vr.wifibroadcast)

- Các bài viết tham khảo:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Velostat>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Leap\\_Motion](https://en.wikipedia.org/wiki/Leap_Motion)