

DỰ ÁN

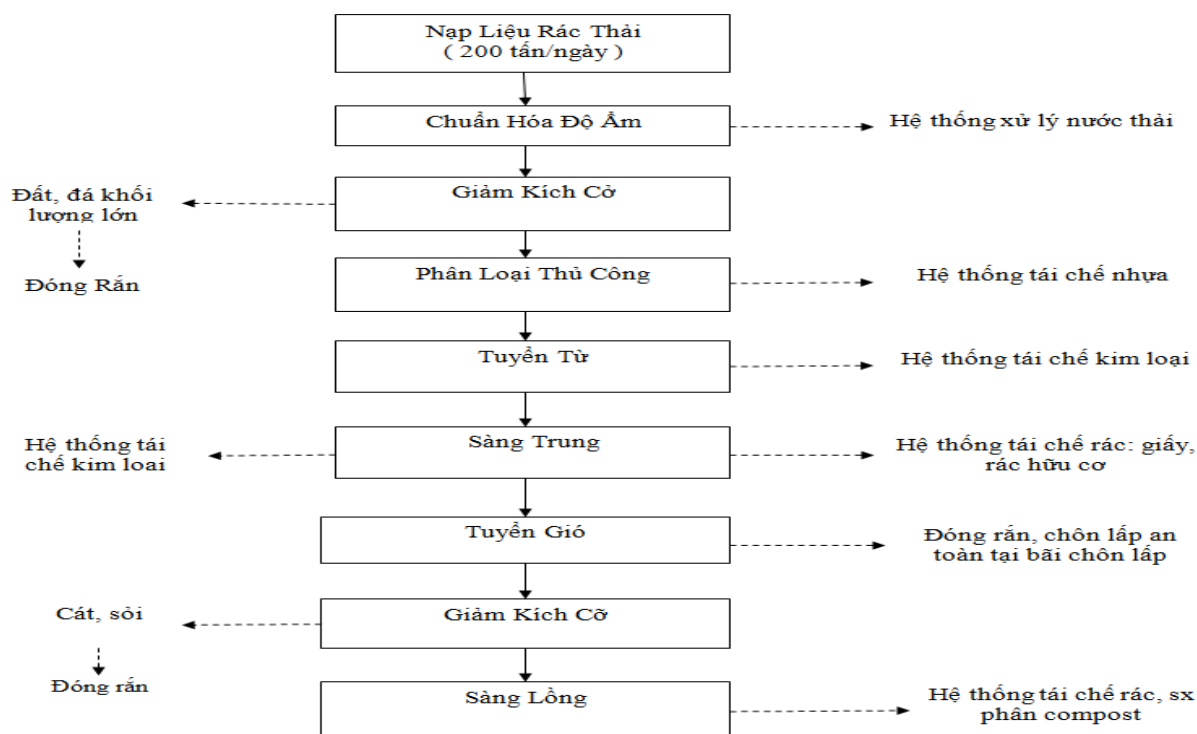
THIẾT BỊ PHÂN LOẠI RÁC THẢI DỰA
VÀO THỊ GIÁC MÁY TÍNH VÀ TRÍ
TUỆ NHÂN TẠO

MỤC LỤC

1. Lí do chọn đề tài	3
2. Quá trình nghiên cứu	4
2.1. Câu hỏi nghiên cứu.....	4
2.2. Vấn đề cần nghiên cứu.....	4
2.3. Giả thuyết khoa học.....	4
3. Thiết kế và phương pháp nghiên cứu.....	4
3.1. Tìm hiểu thực tế	4
3.2. Trình tự thực hiện.....	5
3.2.1. Tìm hiểu lí thuyết	5
3.2.2. Phân tích, thảo luận và lựa chọn giải pháp	5
4. Tiến hành nghiên cứu.....	5
4.1. Thiết kế robot mô phỏng	5
4.1.1. Xây dựng robot như thế nào?.....	5
4.2. Lập trình.....	111
4.2.1. Nhận diện vật thể.....	111
4.2.2. Xử lí hành động.	122
4.3. Ứng dụng trên băng chuyền.....	122
4.4. Board điều khiển	122
4. Kết luận , những điều cần cải tiến và tiếp tục nghiên cứu	Error! Bookmark not defined.

1. Lí do chọn đề tài

Cùng với sự phát triển của cuộc cách mạng 4.0 là sự biến đổi khí hậu toàn cầu do lượng rác thải trên thế giới ngày càng tăng nhưng vẫn chưa được xử lí một cách cụ thể , rõ ràng . Nắm bắt được nhu cầu phân loại rác thải , tác giả đã tiến hành nghiên cứu , phát triển “Thiết bị phân loại rác thải bằng thị giác máy tính



và trí tuệ nhân tạo”.

Phân loại rác thải trong công nghiệp

Theo sơ đồ trên , sản phẩm tác giả đề ra có thể thực hiện được tại bước 4 (Phân loại rác thải trong công nghiệp). Tuy chỉ là những quá trình nhỏ , nhưng đây là những quá trình còn thủ công. Nếu xử lí được móc xích này, thì dây chuyền phân loại rác thải sẽ có sự tiến bộ.

Sản phẩm là một thiết bị được xây dựng dựa trên việc ghi nhận những hình ảnh từ camera , sau đó phân tích và ra lệnh cho cánh tay robot hoạt động. Ngoài khả năng làm việc với công suất cao hơn con người, giải phóng con người khỏi những công việc nhàm chán lặp đi lặp lại, và đặc biệt khả năng phân loại của sản phẩm sẽ áp dụng được trong nhiều lĩnh vực, không cần tốn nhiều công sức vận hành.

2. Quá trình nghiên cứu

2.1. Câu hỏi nghiên cứu

Trong môi trường làm việc toàn rác thải ô nhiễm , liệu rằng robot hay con người có thể làm việc đảm bảo hơn ?

Liệu có đưa robot vào làm những công việc như vậy mà còn làm được các công việc khác nữa hay không ?

Ứng dụng của thiết bị chỉ sử dụng trong công nghiệp hay còn nhiều hơn ?

2.2. Vấn đề cần nghiên cứu

Robot trong đời sống hiện nay, cách mà robot được sử dụng, vận hành, robot đã làm được những gì.

Robot và những kiến thức cần phải biết để tạo ra robot – lựa chọn thiết bị, cách lắp ráp, điều khiển và vận hành.

Điểm sáng tạo và mới mẻ của thiết bị.

Nhận dạng rác thải bằng hình ảnh.

Ứng dụng của sản phẩm trên băng chuyền trong công nghiệp.

2.3. Giả thuyết khoa học

Trong công nghiệp và cuộc sống hằng ngày , việc phân loại rác thải là một quá trình cần thiết để quá trình xử lí rác thải diễn ra một cách hoàn chỉnh. Do đó thiết bị phân loại rác thải ra đời giúp việc phân loại nhanh chóng và đơn giản .

Với tính năng phân loại , thiết bị có thể áp dụng trong nhiều lĩnh vực ngoài công nghiệp như sắp xếp hàng hóa ,

3. Thiết kế và phương pháp nghiên cứu

3.1. Tìm hiểu thực tế

Trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, robot ngày càng phát triển và được ưu tiên sử dụng trong nhiều lĩnh vực thay thế con người. Tuy nhiên, ở nước ta vẫn chưa áp dụng được nhiều robot trừ các ngành công nghiệp nặng, sản xuất dây chuyền, nhà máy có vốn đầu và trình độ chuyên môn cao.

Tại Việt Nam , đã có những sản phẩm phân loại rác thải , tuy nhiên đa số chỉ dựa vào cảm biến nên độ chính xác vẫn còn chưa cao. Do đó, tác giả nghiên cứu

sản phẩm “thiết bị phân loại rác thải dựa vào thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo” nhằm tăng sự chính xác trong sự phân loại.

3.2. Trình tự thực hiện

Bước 1: Tìm hiểu lí thuyết

Bước 2: Phân tích, thảo luận, lựa chọn giải pháp

Bước 3: Thiết kế robot

Bước 4: Thu thập số liệu thiết kế thiết bị điều khiển

Bước 5: Lập trình

Bước 6: Hoàn thiện

Bước 7: Thử nghiệm, rút kinh nghiệm, cải tiến và hoàn thiện sản phẩm

3.2.1. Tìm hiểu lí thuyết

Tìm hiểu qua sách báo, tài liệu, mạng internet để thu thập các dữ liệu có liên quan, từ đó lựa chọn ra các thiết bị phù hợp để lắp ráp, chế tạo robot:

- + Arduino Uno
- + Động cơ servo
- + Camera

3.2.2. Phân tích, thảo luận và lựa chọn giải pháp

Sau khi tìm hiểu thực tế và lí thuyết. Thấy được ưu điểm của việc sử dụng robot cũng như tìm được những thiết bị phù hợp cho việc lắp ráp chế tạo. Tác giả bắt tay vào chế tạo “Thiết bị phân loại rác thải dựa vào thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo.”: Với tiêu chí tạo ra một thiết bị có khả năng xử lí việc phân loại rác thải dựa vào hình ảnh thông qua trí tuệ nhân tạo.

4. Tiến hành nghiên cứu

4.1. Thiết kế robot mô phỏng

4.1.1. Xây dựng robot như thế nào?

Để tạo ra robot tác giả chia bài toán lớn thành các bài toán nhỏ để dễ dàng thực hiện:

Vấn đề 1: Tưởng tượng ra hình dạng robot, sau khi hoàn thành robot sẽ như thế nào?

Với mục đích tạo ra robot có tính ứng dụng cao, dễ sử dụng, tác giả đã suy nghĩ xây dựng như thế nào để robot có thể cử động linh hoạt. Chính là cánh tay người.

Bộ phận cánh tay của con người là bộ phận có tính linh hoạt cao tuy nhiên rất phức tạp rất khó bắt trước. Do đó tác giả quyết định thiết kế robot có hình dáng gần tương ứng với bộ phận tay người và với mục tiêu đạt được 50% khả năng như cánh tay.

Vấn đề 2: Thông số kĩ thuật của robot trên lí thuyết như thế nào? Thực hiện tính toán trên lí thuyết (kích thước, khối lượng, lực)

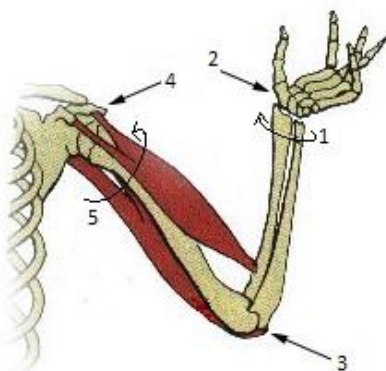
Kích thước: Để tiết kiệm chi phí cũng như thực hiện thí nghiệm đơn giản tác giả lựa chọn bắt chước 5 bậc tự do cơ bản của cánh tay người với kích thước nhỏ bằng $\frac{1}{2}$.

Thiết lập bảng tỉ lệ kích thước, lấy cánh tay phải của tác giả làm độ dài chuẩn ban đầu.

Các khu vực	Độ dài cánh tay người (cm)	Độ dài cánh tay robot (cm)
Bả vai \rightarrow cùi chỏ (d_{BC})	25	12,5
Cùi chỏ \rightarrow cổ tay (d_{CD})	26	13
Cổ tay \rightarrow đầu ngón tay (d_{DE})	18	9

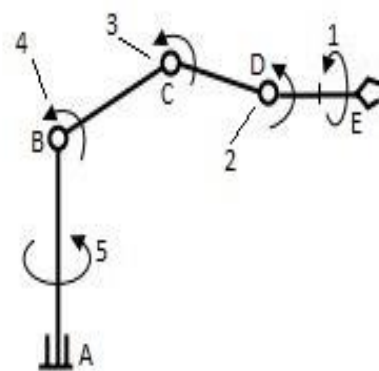
Bảng chuyển đổi kích thước tay người thành tay robot

Bắt đầu những bản thiết kế vẽ đơn giản chuyển cấu trúc từ tay người thành cánh tay robot.



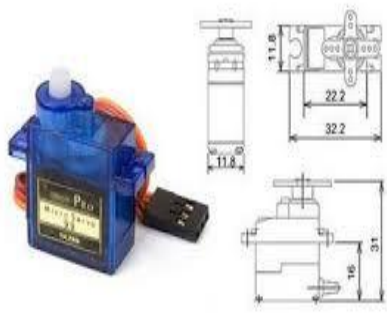
Cấu trúc cánh tay người

*Khối lượng và lực:



Cấu trúc cánh tay robot

Giả sử : Sử dụng động cơ RC servo 9g để nâng các cánh tay đòn, ta có:



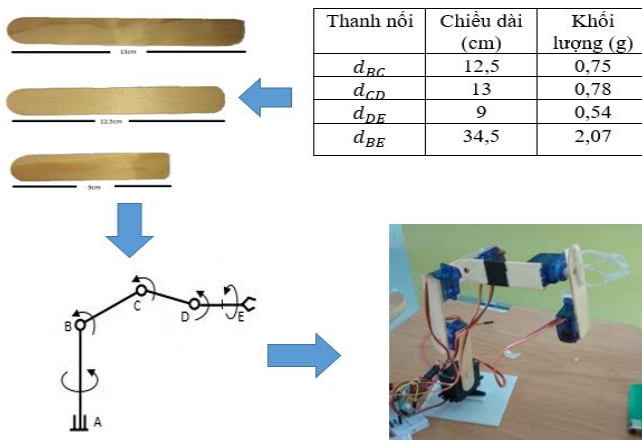
Động cơ RC servo 9g

Chi tiết	Thông số kỹ thuật
Điện áp hoạt động	4.8-5 V
Tốc độ	0.12 sec/ 60 degrees (4.8V)
Momen quay	1.6 kg.cm
Kích thước	21x12x22mm
Trọng lượng	9g

Bảng số liệu động cơ RC servo 9g

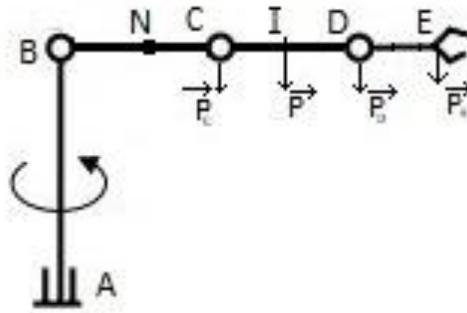
Vấn đề 3: Tính toán số liệu trên robot thí nghiệm: Tạo ra một robot để thử nghiệm trước.

Giả sử: Các thanh nối dùng để lắp robot theo mô hình đã vẽ có số liệu như bảng dưới. Lắp ráp thành robot như hình và các động cơ servo lắp ở các vị trí A, B, C, D, E tương ứng đều có khối lượng là 9g. Tính khối lượng m (kg) mà vật có thể nâng được tối đa trên đầu kẹp? Biết lực kéo động cơ là $M=16 \text{ N.cm}$ và $g=10 \text{ m/s}^2$



Giải

Để tính khối lượng nâng được ở đầu kẹp trong mọi trường hợp ta chọn ra trường hợp các động cơ phải chịu tác động nhiều lực nhất, là trường hợp các thanh nối đều có giá vuông góc với trục AB.



Gọi I là trung điểm của BE $\rightarrow d_{BI} = 17,25 \text{ (cm)}$

Ta có: $P_c = P_d = P_e = 0,09 \text{ (N)}$

Tại vị trí E có thêm 1 động cơ để điều khiển đầu kẹp

P là trọng lượng của thanh BE: $P = 0,0207 \text{ (N)}$

Áp dụng công thức tính momen lực trục quay tại B:

$$B_N \cdot 16 = B_C \cdot P_c + B_I \cdot P + B_D \cdot P_d + 2 \cdot B_E \cdot P_e + B_E \cdot 10 \cdot m$$

$$\Leftrightarrow 16 - 0,09 \cdot (B_C + B_D + 2 \cdot B_E) - B_I \cdot P = 10 \cdot B_E \cdot m$$

$$\Leftrightarrow 16 - 0,09 \cdot (12,5 + 25,5 + 2 \cdot (12,5 + 13 + 9)) - 17,25 \cdot 0,0207 = 34,5 \cdot g \cdot m$$

$$\Leftrightarrow 6,012925 = 345 \cdot m$$

$$\Leftrightarrow m = 6,012925 \div 345 \text{ (kg)} \approx 0,01743 \text{ (kg)}$$

$$\Leftrightarrow m \approx 17,43 \text{ (g)}$$

Giả sử đầu kẹp như trong hình có khối lượng 2g vậy khối lượng robot nâng được trên đầu kẹp là: $m = 17,43 - 2 = 16,43 \text{ (g)}$

Như vậy khả năng nâng vật của robot thử nghiệm là quá ít. Tuy nhiên robot này dùng để thử phần mềm điều khiển. Robot chạy ổn định khi nạp chương trình điều khiển. Từ đó tác giả đặt hàng các linh kiện bằng kim loại và động cơ Servo mới lắp ráp robot cải thiện độ thẩm mỹ cũng như khối lượng nâng vật.

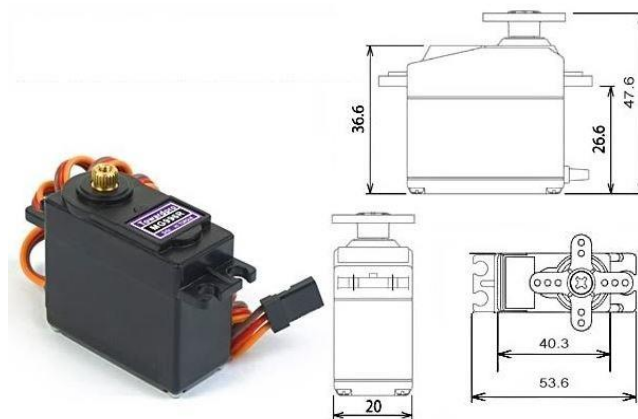
Bài toán 4: Đặt thiết bị robot. Với các số liệu như sau

Sử dụng động cơ Servo MG996R và các thanh liên kết vẫn có kích thước như ban đầu.

Số liệu kĩ thuật Servo MG996R

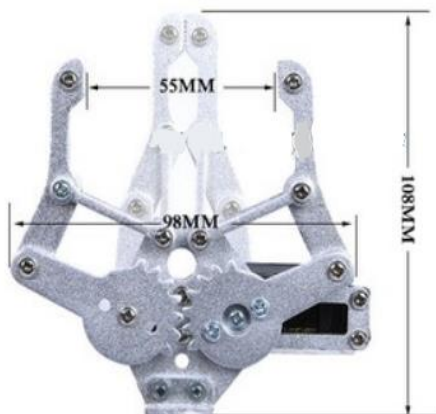
Chi tiết	Thông số kĩ thuật
Điện áp hoạt động	4,8 – 6,6 V
Kích thước	40mm x 22mm x 43mm
Trọng lượng	55g

Momen quay động cơ	5,5 kg.cm (6V)
Tốc độ	0.13 sec/60° (6V)



Khung robot bao gồm:

Tên	Khung đa chức năng	gá U	Khung hình chữ L	Kim loại tay lái
Hình ảnh				
Số lượng	3	2	2	3
Tên	Robot	Vít cột đồng	Chùm	
Hình ảnh				
Số lượng	1	Một số	2	



Đầu kẹp robot

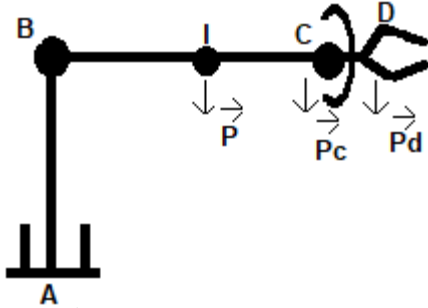
Bảng giá trị khối lượng

Tên linh kiện	Khối lượng (g)
Khung đa chức năng	11
Gá U và khung U	16
Khung chữ L	4
Chùm	48
Kẹp	55
Các linh kiện nhỏ khác	5

Với bảng số liệu và hình như trên ta tính được khối lượng của các thanh nối như sau:

Thanh nối	Chiều dài (cm)	Khối lượng (g)
d_{BC}	13	32 (2 gá U)
d_{CD}	9,5	16 (1 khung U)
d_{BD}	22,5	48

Như vậy, giải quyết vấn đề 3 với số liệu khối lượng mới của thanh nối và sử dụng động cơ Servo MG996R có khối lượng là 55g, lực kéo 5,5kg.cm và đầu kẹp có khối lượng 55g, $g = 10\text{m/s}^2$. Tính khối lượng m vật có thể nâng được trên đầu kẹp?



Đổi: $F = 5,5\text{g} = 55 \text{ (N.cm)}$

Gọi I là trung điểm của BD $\rightarrow d_{BI} = 11,25 \text{ (cm)}$

Ta có: $P_c = P_d = 0,55 \text{ (N)}$

P là trọng lượng cả thanh BD: $P = 0,48 \text{ (N)}$

Áp dụng công thức tính momen lực trục quay tại B:

$$55 = BC.P_c + BI.P + BD.P_d + BD.10.m$$

$$\Leftrightarrow 55 - 0,55. (BC + BD) - BI.P = 10.BD.m$$

$$\Leftrightarrow 55 - 0,55. (13+22,5) - 11,25.0,48 = 10.BD.m$$

$$\Leftrightarrow 30,075 = 10.BD.m$$

$$\Leftrightarrow 30,075 = 10.22,5.m$$

$$\Leftrightarrow m \approx 0,13367 \text{ (kg)} \approx 133,67\text{g}$$

Vậy khối lượng robot nâng được là 133g gần khoảng 7,8 lần robot thử nghiệm.

Như vậy qua 4 bài toán nhỏ để giải quyết 1 bài toán lớn về thiết kế robot. Ta thu được kết quả trong bảng sau:

Thông số kĩ thuật của robot mô phỏng

Chi tiết	Số liệu
Số bậc tự do	4 bậc tự do, 1 đầu kẹp
Chiều cao	25cm
Gấp vật được xa nhất	14cm
Lực kéo tại 1 động cơ	5,5 kg.cm
Lực ép của 1 thanh kẹp	70 g
Lực nâng của robot	133g

Độ mở của kẹp	270 độ
Khối lượng khung robot	239
Khối lượng động cơ	220g
Khối lượng các chi tiết khác	55g
Khối lượng đế	500g
Tổng khối lượng	1kg

Sau khi hoàn thành thiết kế robot mô phỏng, tác giả bắt đầu thực hiện các thí nghiệm liên quan đến ứng dụng và độ chính xác của thiết bị.

4.2. Lập trình.

4.2.1. Nhận diện vật thể.

Tác giả nghiên cứu sử dụng thuật toán YOLO (you only look once), là thuật toán nổi tiếng về nhận diện vật thể kết hợp với ngôn ngữ Python và thư viện Opencv.

Mô phỏng thuật toán:

- + Ta cung cấp dữ liệu (cụ thể là ảnh) cho thuật toán.
- + Sau đó chia ảnh thành nhiều hình hộp, mỗi hình hộp sẽ nhận diện vật thể trong hình hộp đó. Vị trí của vật thể chính là tọa độ của hình hộp đó.
- + Sử dụng thông tin toàn bộ bức ảnh một lần và dự đoán toàn bộ hình hộp chứa các đối tượng.

Thuật toán nổi tiếng về tốc độ nhận diện vì chỉ quét qua khung ảnh một lần.

Các bước nhận diện vật thể :

Bước 1: Cung cấp nguồn dữ liệu thông qua ảnh nhờ labelimg.

Bước 2: Đọc nguồn dữ liệu đầu vào

```
net = cv2.dnn.readNet("weights/yolov3.backup", "cfg/yolov3.cfg")
with open("yolo.names", "r") as f:
```

Trong đó :

- yolov3.backup : file dữ liệu đã chuẩn bị sẵn tại bước 1.
- yolov3.cfg : file config là dữ liệu cho thuật toán YOLO.
- yolo.names: file chứa tên vật thể.

Bước 3: Kết nối với board mạch bằng thư viện Serial.

Bước 4: Đọc giá trị trả về từ camera.

```
scores = detection[5:]
class_id = np.argmax(scores)
confidence = scores[class_id]
if confidence > 0.4:
    Data_CMD = str(class_id)
```

Trong đó:

-class_id: chỉ số mà mỗi vật thể được gán.

-confidence : sự đánh giá độ chính xác của vật thể được xác định.

-Data_CMD: thông tin truyền về board mạch.

Bước 5: Truyền thông tin về board mạch để xử lý hành động.

4.2.2. Xử lý hành động.

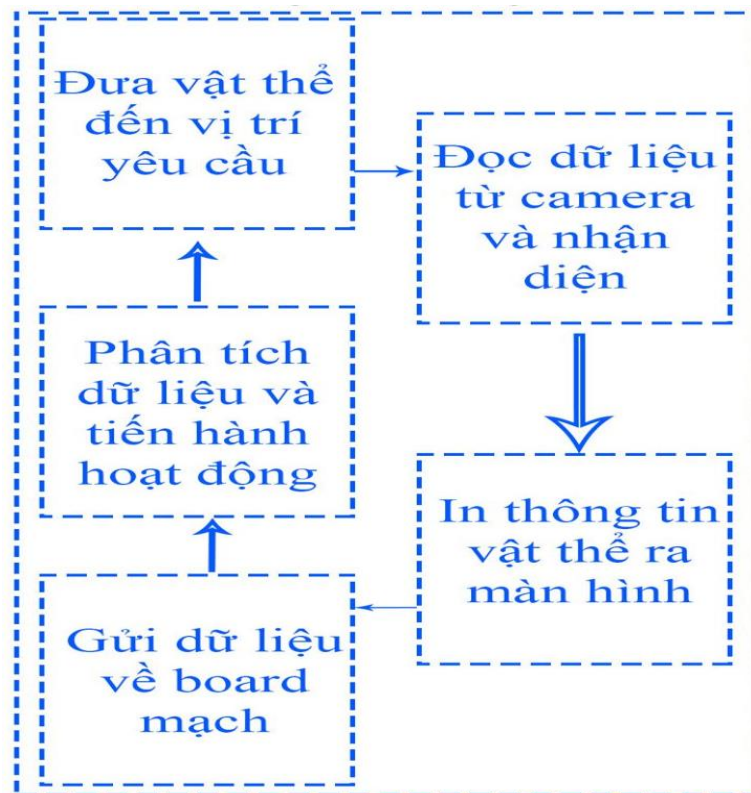
Sử dụng ngôn ngữ C++ và thư viện Serial để điều khiển thiết bị.

```
while (data == old)
    data = Serial.read();
old = data;
```

Đọc dữ liệu truyền về.

```
if (data == '0') can();
else if (data == '1') bottle();
else if (data == '2') milk();
```

Kiểm tra dữ liệu trả về.



Quy trình hoạt động.

4.3. Ứng dụng của thiết bị trên băng chuyền.

Vấn đề: Tính toán vị trí đặt của camera trên băng chuyền.

Giả sử thiết bị được ứng dụng trên băng chuyền mini. Thời gian nhận diện mỗi vật thể (được tính bằng trung bình của các lần đo) :

Vật thể	Thời gian nhận diện
---------	---------------------

Lon nước	1.87 giây
Chai nhựa	1.83 giây
Hộp sữa	1.92 giây

Vì sự chênh lệch không lớn nên thời gian nhận diện bằng thời gian trung bình của 3 vật thể : $(1.87 + 1.83 + 1.92) / 3 = 1.873$ (giây)

Bài toán : Cho 1 vật nằm trên băng tải mini cách cánh tay robot x mét, vận tốc băng tải là 20m/phút, thời gian camera nhận diện được vật là 1.873 giây. Tìm khoảng cách từ camera đến cánh tay robot để cánh tay robot kịp gấp vật.

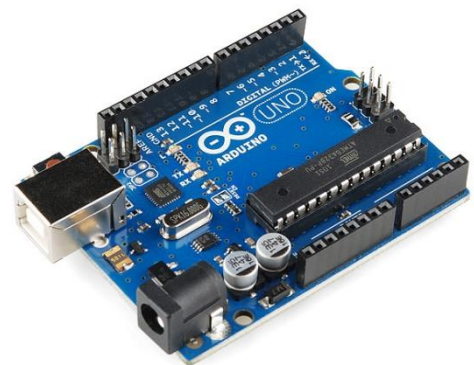
Đổi : 1.873 giây = 0.031 phút

Khoảng cách từ camera đến cánh tay robot là: $0.031 * 20 = 0.62(m)$.

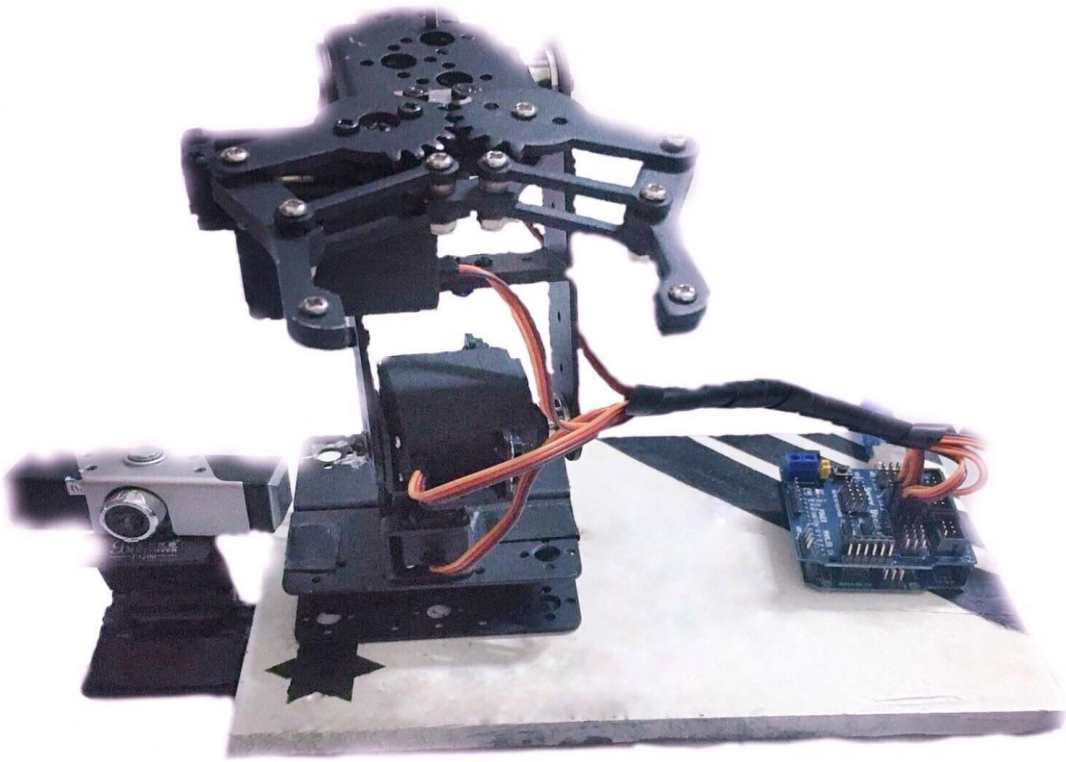
Vậy khoảng cách để thiết bị gấp rác thải 0.62 mét.

4.4. Board điều khiển

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.



***Thiết bị mô phỏng:**



Kết luận:

- Thiết bị là sự kết hợp giữa thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo nên có hiệu quả làm việc nhanh hơn cánh tay con người, tăng độ chính xác và tốc độ quá trình sản xuất, gần như làm giảm thiểu tối đa những sai sót do con người gây ra và còn cắt giảm được bớt chi phí lao động.
- Thiết bị còn thay thế con người trong những công việc nguy hiểm, ảnh hưởng đến sức khỏe và tính mạng con người trong những môi trường làm việc khắc nghiệt, tăng tính an toàn đến mức cao nhất.
- Thiết bị mang tính ứng dụng cao, dễ dàng sử dụng giúp người dùng có thể nhanh chóng linh động ứng dụng sản phẩm vào các công việc phù hợp.
- Chi phí lắp ráp, mua sản phẩm thấp dễ dàng tiếp cận.
- Các giả thiết đưa ra robot đều đã được thử nghiệm và thực hiện được.
- Qua thử nghiệm thì một số góc mô phỏng chưa hoàn toàn đúng.

Những điểm cần cải tiến và tiếp tục nghiên cứu:

- Trong tương lai, sản phẩm sẽ được điều khiển bằng sóng có phạm vi xa hơn thực hiện nhiều công việc nguy hiểm.
- Tính thẩm mỹ của sản phẩm cũng sẽ được cải thiện.
- Tốc độ và tính chính xác cần được nâng cao hơn nữa.

- Tăng khối lượng nâng vật.
- Phổ biến rộng rãi vào thị trường để người dân dễ dàng tiếp cận.
- Khả năng xử lý thông tin nhanh và linh động hơn.
- Tăng khả năng hoạt động tương trợ với đối tượng bên ngoài.