

Robot Recolector de desechos contaminados por Covid-19

Gonzales Carlotto, Juan A.; Monteagudo Arenas, Yuri.

Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica

Universidad Ricardo Palma

juan.gonzales@urp.edu.pe, yuri.monteagudo@urp.edu.pe

Resumen - En presente trabajo se desarrolló el diseño mecánico de un robot de 4 grados de libertad, el estudio cinemático y simulación mediante software Matlab, con el propósito de que sea pueda ser implementado y utilizado como robot asistente para la manipulación de desechos contaminados por Covid19 en los centros hospitalarios. Este proyecto fue elaborado como parte del curso de Modelamiento de Robots en la escuela de ingeniería mecatrónica, de la Universidad Ricardo Palma.

Palabras Claves: Robot Manipulador, Covid19, Simulink, Cinemática directa, Cinemática inversa.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día debido a la pandemia del nuevo coronavirus se ha visto la enorme carencia de personal médico y de limpieza en los hospitales de los centros de salud. Por lo cual muchas veces se deja residuos biológicos muy peligrosos sin recoger. Estos residuos podrían contener el virus en mención, así como otros virus más peligrosos. La falta de personal y de educación en sanidad de la población permiten que estos desechos sean más peligrosos. Es por eso que se propone la idea de automatizar este proceso ya que las maquinas no se enferman de coronavirus

Este proyecto tiene como objetivo crear un robot que recoja residuos biológicos para evitar lo más posible su contacto con los humanos. No es un concepto nuevo el que se está proponiendo, pero si uno que serviría de gran manera a enfrentar esta enfermedad llamada coronavirus

II. PROCEDIMIENTO

A. Etapa de Revisión

Este brazo consta de múltiples partes que se pueden dividir en dos grupos:

- El brazo que recoge los desechos
- El carro que los almacena

Los siguientes componentes son los que se van a usar para el robot, a parte de la carcasa:

Equipo	Marca o Modelo	Alimentacion
Motor GM37-545	Chihai	24V
Servomotor RMD5-106	Robotmodule	7-33V
Sensor V-SLAM o Lidar	Definir	Definir
Micro-serve	SG90 Genérico	Dc
Sensor de proximidad	LJC30A3-H-Z/BX	Dc
Sensor de distancia	HC-SR04	Dc
Camara VGA	OmniVision OV5647	Dc

El Brazo manipulador de 4 grados de libertad



Figura: Manipulador del robot

El brazo robótico que se utilizara para el proyecto es de 4 niveles de movilidad y consta de por lo menos 6 piezas diferentes. Esta programando para seguir las directivas provenientes de la computadora central ubicada en la parte inferior del robot. Consta de articulaciones simples pero que en su conjunto se le permite un amplio espectro de acción.

El brazo está diseñado específicamente para sujetar restos biológicos o biotóxicos que puedan hacerle daño a un limpiador humano. El brazo es muy ligero debido a que de ser más pesado provocaría un desequilibrio del robot, El brazo posee una garra que le permite agarrar bolsas con desechos biológicos, aunque se puede mejorar ese sistema a un tipo de garra más desarrollado y moderno. El brazo puede cargar el 20% del peso del robot, debido a que si el brazo robótico carga más el robot no resistiría el peso y caería

El Carro

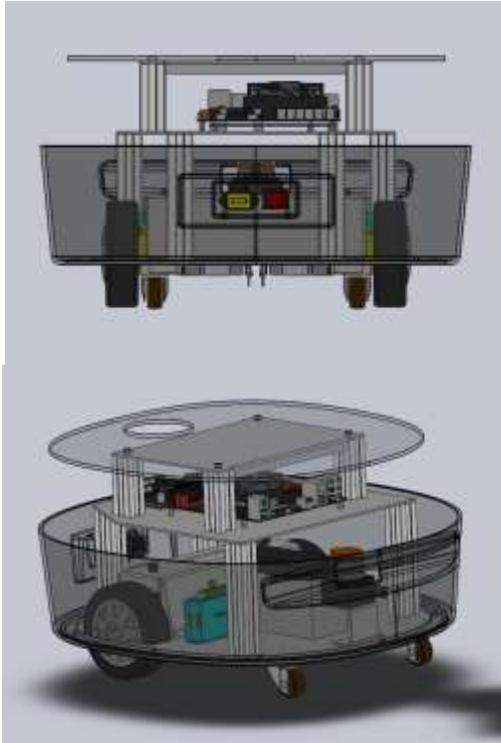


Figura: Detalles del carro

El carro es la parte móvil del robot. también es la parte del robot que hace las directivas para el robot ya que ahí esta la computadora central. El carro llega a una velocidad Máxima de 11.1km/h la cual no utiliza debido a que no es un robot velocista. Tiene un Sistema de sensores capaz de detectar un desecho biológico y almacenarlo en el depósito. Su carcasa está hecha de plástico y tiene ciertas partes de metal, como los soportes de las ruedas y el motor. El robot esta programado para resistir un cierto peso antes de dar su trabajo por terminado e ir a botar los desechos para después volver a su trabajo recogiendo desechos.

Sensores a Utilizar

- Cámara

	Camera Module v1	Camera Module v2	HQ Camera
Net price	\$25	\$25	\$50
Size	Around 25 x 24 x 9 mm		38 x 38 x 18.4mm (excluding lens)
Weight	3g	3g	
SR resolution	5 Megapixels	8 Megapixels	12.8 Megapixels
Video modes	1080p30, 720p60 and 640 x 480p60/90	1080p30, 720p60 and 640 x 480p60/90	1080p30, 720p60 and 640 x 480p60/90
Linux integration	VAL2 driver available	VAL2 driver available	VAL2 driver available
C programming API	OpenMAX IL and others available	OpenMAX IL and others available	
Sensor	Omnivision OV5647	Sony IMX219	Sony IMX647
Sensor resolution	2592 x 1944 pixels	8280 x 2464 pixels	4056 x 3040 pixels

Figura: Especificaciones de la cámara

La cámara es el sensor que le permite detectar los objetos a recoger. Es utilizado por el robot para identificar su objetivo

- Sensores de Proximidad

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de Operación: 6 - 36V DC • Corriente de trabajo: 20mA máx. • Corriente de salida (carga): 300mA máx. • Rango de detección: 3cm a 10cm (real) • Salida: Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON: GND / OFF: VCC) • Dimensiones: 0,30mm x 0,67mm • Cuerpo metálico roscado • Longitud del cable: 1.85m • Indicador de detección: LED rojo • Protección: IP67 • Temperatura de trabajo: -25 a 70°C • Peso: 167 gr.

CONEXIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Marrón (BN): Alimentación 5-36V DC (VCC) • Negro (BK): Salida NPN NO (Detección: GND, Reposo: VCC) • Azul (BU): Alimentación GND

El sensor de distancia Evita que el robot choque en su movimiento a parte de que le da sentido de profundidad para recoger los desechos

- Sensores de Distancia

El utilizado es un sistema SLAM (localización y mapeo simultáneos) para determinar la orientación y la posición del robot. SLAM visual (VSLAM, basado en una cámara) o LiDAR (basado en la detección de luz y rango).



Figura: Sensor Lidar

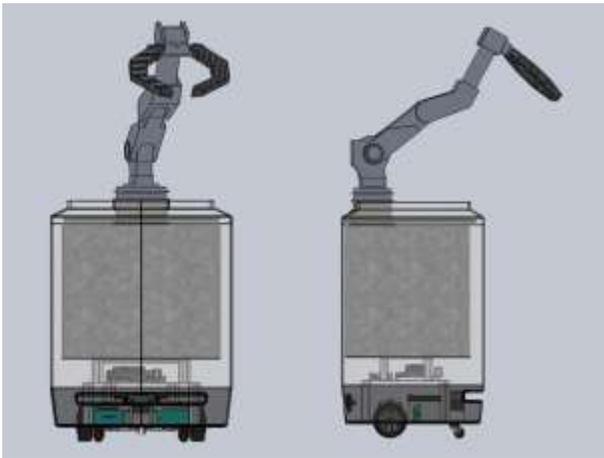
B. Etapa Final

En este apartado pondremos el aspecto del robot completado. Sus funciones y las recomendaciones de uso.

En estas vistas podemos observar la estructura interna del robot entre ello su depósito de basura y su chip principal

El robot es un brazo conectado a un carro que carga un depósito de basura para almacenar los desechos. Es un robot de mediano tamaño con ruedas y que tiene un equilibrio limitado especialmente cuando lleva desechos biológicos. Su centro de mando se ubica en el carro.

Función principal: Recoger desechos contaminados.



Vista Frontal del Robot Vista Lateral del Robot



Vista Isometrica del Robot

El robot es un brazo conectado a un carro que carga un depósito de basura para almacenar los desechos. Es un robot de mediano tamaño con ruedas y que tiene un equilibrio limitado especialmente cuando lleva desechos biológicos. Su centro de mando se ubica en el carro

Características Principales

- Motor con velocidad máxima de 11.1 km/h limitado a 7km/h debido a ahorro de energía
- Alimentación máxima de 30V CC usando una tarjeta para transformación de voltaje
- Pinza o herramienta removible
- Servomotores
- Sensores de proximidad y distancia
- Cámara VGA

Dimensiones Totales

- Ancho: 50 cm
- Altura: 85 cm
- Brazo
- Capacidad de carga máxima: 3kg
- Depósito: 60 L
- Ruedas principales: $\Phi=125\text{mm}$

Materiales a utilizar

- ABS
- Policarbonato
- Polipropileno
- Caucho
- Aluminio
- Acero galvanizado
- Acero Inox
- Hierro fundido

Funciones

- La función principal del robot es recoger desechos biológicos dejados en los hospitales
- Realiza una inspección del área para el recojo de los desperdicios
- Ahorra la necesidad de mano de obra para la limpieza de los hospitales
- Ayuda a mejorar la salud del personal al mantenerlo menos expuesto a enfermedades

III. SIMULACIÓN

Para poder realizar la simulación del robot se tuvo que hacer los cálculos de la cinemática directa e inversa del robot de 4 grados de libertad. Para esto se empleó el algoritmo de Denavit- Hartenberg.

CALCULO DE LOS PARAMETROS DEL ROBOT

link	L	alpha	d	theta
1	0	-90	280	Theta1
2	250	0	0	Theta2
3	339.85	0	84.85	Theta3
4	120	0	0	Theta4

CALCULO DE LAS MATRICES DE TRANSFORMACIÓN HOMOGÉNEAS

$$T_{01} = \begin{bmatrix} \cos(t_1) & 0 & -\sin(t_1) & 0 \\ \sin(t_1) & 0 & \cos(t_1) & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$T_{12} = \begin{bmatrix} \cos(t_2) & -\sin(t_2) & 0 & L_2 * \cos(t_2) \\ \sin(t_2) & \cos(t_2) & 0 & L_2 * \sin(t_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$T_{23} = \begin{bmatrix} \cos(t_3) & -\sin(t_3) & 0 & L_3 * \cos(t_3) \\ \sin(t_3) & \cos(t_3) & 0 & L_3 * \sin(t_3) \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$T_{34} = \begin{bmatrix} \cos(t_4) & -\sin(t_4) & 0 & L_4 * \cos(t_4) \\ \sin(t_4) & \cos(t_4) & 0 & L_4 * \sin(t_4) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

SE DETERMINA LA POSICIÓN DEL EFECTOR CON ALGORITMO D-H

$$T_{1234} = T_{01} * T_{12} * T_{23} * T_{34};$$

$$p_x = T_{1234}(1,4);$$

$$p_y = T_{1234}(2,4);$$

$$p_z = T_{1234}(3,4);$$

```

CINEMÁTICA INVERSA
T10=inv(T01)
FK=
    [r11 r12 r13 x]
    [r21 r22 r23 y]
    [r31 r32 r33 z]
    [ 0 0 0 1]

T10FK=T10*FK
T234=T12*T23*T34

SIMPLIFICANDO TERMINOS DE LAS MATRICES
n1 = x*cosd(t1) + y*sind(t1);    ...simplificando (T10FK(1,4))
n2 = d1 - z;                    ...simplificando (T10FK(2,4))
n3 = y*cosd(t1) - x*sind(t1);    ...simplificando (T10FK(3,4))
m1 = L3*cosd(t2 + t3) + L2*cosd(t2) + L4*cosd(t2 + t3 + t4);    ...simplificando (T234(1,4))
m2 = L3*sind(t2 + t3) + L2*sind(t2) + L4*sind(t2 + t3 + t4);    ...simplificando (T234(2,4))
m3 = d3;                          ...simplificando (T234(3,4))

IGUALANDO TERMINOS
ca=Py_inv/(sqrt(Fx_inv^2 + Py_inv^2));
sa=sqrt(1-ca^2);
a=atan2d(sa,ca);
cb=d3/(sqrt(Fx_inv^2 + Py_inv^2));
sb=sqrt(1-cb^2);
b=atan2d(sb,cb);
t1=b-a; ...theta1

nx=Fx_inv*cosd(t1)+Py_inv*sind(t1)-L4;
ny=d1-Fx_inv;
c3=(nx*nx+ny*ny-L2*L2-L3*L3)/(2*L2*L3);
t3=acosd(c3); ...theta3

s2=ny*(L3*c3+L2)-L3*sind(t3)*nx;
o2=nx*(L3*c3+L2)+L3*sind(t3)*ny;
t2=atan2d(s2,o2); ...theta2

t4=t234-t2-t3; ...theta4
    
```

Se desarrollo la programación del robot con el uso del software Matlab, empleando scripts y Simulink para los diagramas de bloques de control.

Figura: Código Matlab

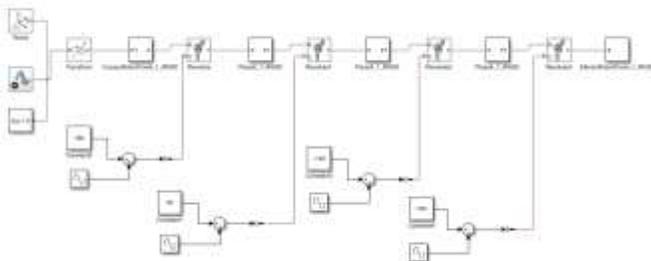


Figura: Diagrama bloques Robot

Finalmente se realizó la simulación del control del robot por medio de la interfaz GUIDE de Matlab y Simulink. Pudiendo

visualizar la variación de los grados de libertad del robot y la posición final del efector. Asimismo se implemento un botón con el cual asignada la posición final del efector es posible determinar la cinemática inversa del robot, es decir los ángulos necesarios para llegar a una cierta configuración.



Figura: Simulación del Robot de 4 grados de libertad.

IX. CONCLUSIÓN

- Se logro con el objetivo de diseñar un robot que recoja desechos biológicos en los hospitales, más debido a la situación actual y a la pandemia no se pudo implementar ese robot físicamente.
- Se requiere de cierto diseño y conocimiento de física para diseñar este tipo de robot para que mantenga el equilibrio y no caiga a pesar de la constante entrada y salida de desechos
- El brazo robótico se tuvo que reemplazarlo por uno diseñado por nosotros debido a que el brazo propuesto inicialmente no tenía las características que el robot necesitaba.
- El robot necesita de mantenimiento constante y de un personal técnico que lo repare para estar en optimas funciones debido a la naturaleza de su trabajo.

X. BIBLIOGRAFIA

- Bolton, W. (2001). Mecatrónica: Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Alfa-Omega
- Bishop, R. (2006). Mechatronics, an Introduction, Taylor & Francis.
- Andueza, L.; Aguirre, I. (2008). “Diseño de un manipulador robótico con tres grados de libertad para fines educativos. Escuela de ingeniería de sistemas”. Universidad de Los Andes. Venezuela.
- Collaborative Robot Elfin Series E5 User Manual. Han’s Robot