

Robot vital sign detector and dispenser with self-disinfection for the care of patients in recovery from COVID-19

Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica,
Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú

Diego Markel Nuñez Vargas,
diego.nunezv@urp.edu.pe

Owen Alexis Leonardo Mejia Palomino
owen.mejia@urp.edu.pe

Resumen — En el presente proyecto se realizará el diseño de un robot híbrido, dividido en dos secciones, la sección móvil del sistema contará con un espacio para el almacenamiento de bandejas con un sistema interno de desinfección por luz ultravioleta y la sección del robot manipulador contará con 5 grados de libertad para el manejo de las bandejas y las mediciones vitales del paciente en estado de recuperación o de atención primaria del virus COVID-19.

Palabras Clave - Robot, Manipulador, móvil, desinfección, COVID-19.

Abstract — In the currently project we introduce the design of hybrid robot, divided into two sections, the mobile section of the system will have a space for the storage of trays with an internal ultraviolet light disinfection system and the manipulator robot section will have 5 degrees of freedom for handling the trays and vital measurements of the patient in recovery or primary care status of the COVID-19 virus.

Keywords – Robot, Manipulator, mobile, disinfection, COVID-19

INTRODUCCIÓN

La pandemia a causa del SARS-CoV-2 ha generado diversos problemas en las organizaciones de salud, siendo uno de los mayores inconvenientes es la falta de personal que pueda cubrir la demanda de los pacientes ingresados en los hospitales. Para abarcar dicha falta de enfermeros se pretende diseñar un robot que ayude en las labores de triaje y recolección de datos como temperatura, saturación entre otros. de los pacientes en recuperación o con síntomas

leves a causa del virus SARS-CoV-2, de esta manera el personal de salud podrá dirigirse hacia los pacientes que presenten serias complicaciones a causa de la enfermedad.

I. DESARROLLO DE CONTENIDOS

A. Robot Híbrido

Este tipo de clasificación de los robots corresponde a aquellos cuya estructura es una combinación entre poliarticulados, móviles, andróides, y zoomórficos. Como estructura del robot diseñado en el presente proyecto, presenta un cuerpo móvil y un brazo robótico cuyo nombre teórico es robot manipulador.

B. Robot Móvil

Su principal característica es la movilidad, lo cual es muy ventajoso al momento de realizar determinadas tareas y poder trabajar en equipo de manera colaborativa o de manera aislada. La estructura de un robot móvil cuenta con un sistema que soporta demás subestructuras, que son la estructura mecánica, sensores, actuadores y unidad de procesamiento.

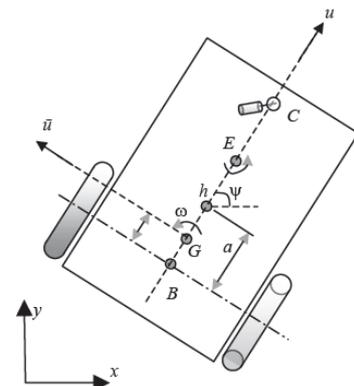


Fig1. Esquema de un Robot Móvil

C. Robot Manipulador

Un robot manipulador utiliza distintos enlaces rígidos llamados eslabones, que están interconectados por distintas articulaciones. Generalmente estos robots se usan para operar materiales bio-peligrosos, o radioactivos, además de usarse para llegar a lugares de difícil acceso. Estos robots se caracterizan por poseer una serie de segmentos que son deslizantes o articulados.

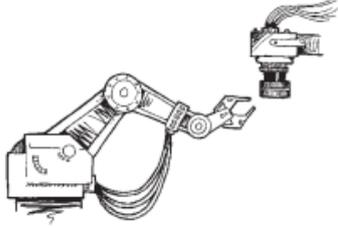


Fig. 2 Robot Manipulador Industrial Sensorizado

D. Rueda Universal Omnidireccional

Estas ruedas se basan en la idea de poseer un componente activo que provee tracción en una dirección y un componente pasivo en otra dirección. Las ruedas Universales Omnidireccionales poseen rodillos pasivos ubicados en la periferia de la rueda principal que brindan un componente pasivo adicional al activo que brinda la rueda en sí.



Fig. 3 Desplazamiento de Rueda Universal Omnidireccional

E. Luz UVC

Este tipo de rayo ultravioleta es particularmente efectivo para destruir el material genético de microorganismos como virus y bacterias, impidiendo su replicación. Ha sido un método básico de esterilización, siendo utilizado todos los días en hospitales, aviones, oficinas e incluso en fábricas de alimentos.

También es fundamental para el proceso de desinfección del agua potable pues algunos parásitos son resistentes a los antisépticos químicos como el cloro.

F. Bandeja de Medicación Wiegand

Cuenta con 17 ranuras y 35 posiciones para la distribución de dispensadores de medicación y vasos de medicación de tamaño pequeño y mediano.

Las ranuras y huecos mantienen los vasos y dispensadores estables en la bandeja. Los datos del paciente y de la medicación pueden integrarse mediante portaetiquetas y etiquetas.



Fig. 4 Bandeja de Medicación Wiegand

G. S300472 Sensor De Distancias Por Ultrasonidos Robonova

Sensor de distancias por ultrasonidos para Robonova 1 que incluye un sensor Maxsonar EZ1 con cable de conexión tipo servo y una carcasa frontal especialmente mecanizada para alojar el sensor en su interior. El sensor utilizado está basado en el sensor de ultrasonidos Maxsonar EZ1 que destaca por su pequeño tamaño y bajo consumo. El sensor MaxSonar- EZ1 detecta objetos situados entre 0 y 6,45 metros de distancia, proporcionando los datos obtenidos del cálculo de la distancia con una resolución de 1 pulgada (2,54 cm).



Fig. 5 Sensor S300472

H. S320085 Sensor Termico De 8 Pixeles Con Barrido Tpa81

TPA81 es un sensor térmico de 8 pixeles capaz de medir la temperatura de un objeto a distancia. Este sensor está formado en realidad por una matriz de 8 sensores colocados linealmente de forma que puede medir 8 puntos adyacentes simultáneamente.



Fig. 6 Sensor S320085

II. DISEÑO Y ANÁLISIS

I. Configuración del Robot

La configuración del robot viene definida por dos estructuras en conjunto, una que es la base móvil y donde servirá de almacenamiento para los medicamentos que serán entregados a los pacientes, y un manipulador de 5 grados de libertad el cual permitirá, de acuerdo a la herramienta seleccionada, sujetar las bandejas y repartirlas en las diversas habitaciones de un hospital.

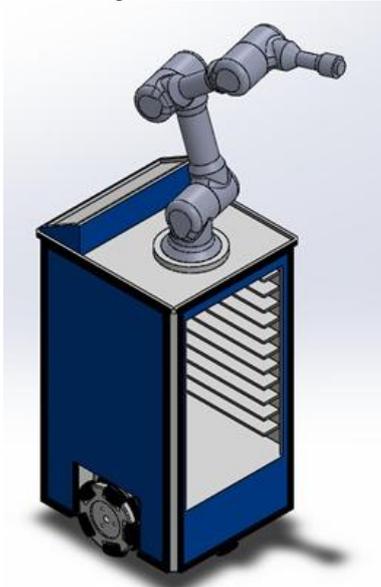


Fig. 7 Estructura del Robot

J. Base Móvil

La base móvil cuenta con un diseño rectangular, donde se toma en cuenta las medidas de las bandejas de medicina, estas bandejas tienen por dimensión 340 x 450 mm. Además de contar con el espacio para las ruedas omnidireccionales y de un tablero indicador donde mostrará los signos vitales de los pacientes.

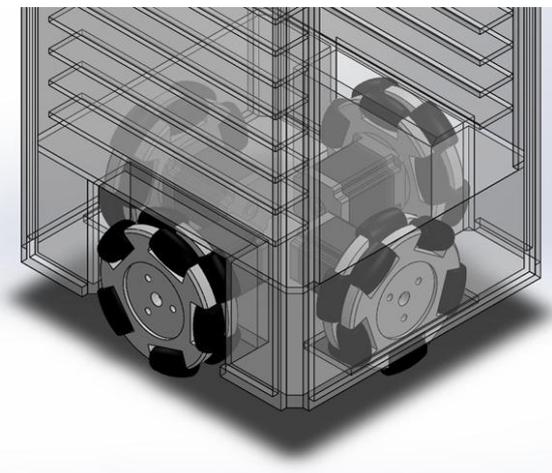


Fig. 8 Posicionamiento de Ruedas Omnidireccionales



Fig. 9 Base Móvil

K. Robot Manipulador

El manipulador cuenta con 5 DOF, los cuales le permitirán tener la movilidad necesaria para poder retirar las bandejas desde el compartimento ubicado en la base móvil y entregarlos en las mesas de las personas hospitalizadas. Además de contar con sensores de temperatura y oxímetro en el efector final.

Se tiene una articulación en la base del robot conformada por dos articulaciones rotacionales, obteniendo una articulación de 2 grados de libertad. Seguidamente un eslabón unido a una articulación rotacional que simulará el movimiento de un codo y finalmente una articulación compuesta que nos da 2 grados de libertad, que permitirá el movimiento de la herramienta a colocar en el efector final.



Fig. 10 Robot Manipulador de 5 DOF

L. Cinemática Directa

El problema cinemático directo se plantea en términos de encontrar una matriz de transformación que relaciona el sistema de coordenadas ligado al

cuerpo en movimiento respecto a un sistema de coordenadas que se toma como referencia. La matriz de transformación homogénea es una matriz de 4x4 que transforma un vector expresado en coordenadas homogéneas desde un sistema de coordenadas hasta otro sistema de coordenadas.

Parámetro Cinemático	Símbolo	Art. Revolución	Art. Prismática
Ángulo de articulación	θ	Variable	Fijo
Distancia de articulación	d	Fijo	Variable
Longitud del elemento	a	Fijo	Fijo
Torsión del elemento	α	Fijo	Fijo

Tabla 1. Parámetros y Tipo de Articulaciones

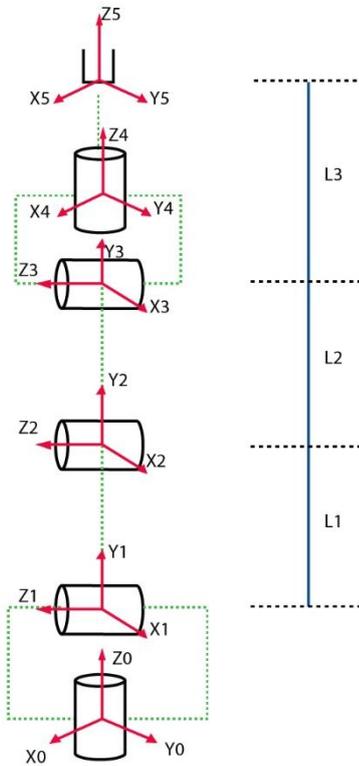


Fig. 11 Diagrama Cinemático del Robot Manipulador

	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	0	0	90
2	θ_2	L1	0	0
3	θ_3	L2	0	0
4	θ_4	0	0	-90
5	θ_5	L3	0	0

Tabla 2. Parámetros de Articulaciones

Matriz de análisis Cinemático Directo:

$$\begin{bmatrix} -S_1S_5 + C_1C_5C_{4+(3+2)} & S_1C_5 + S_5C_1C_{4+(3+2)} & -C_1S_{4+(3+2)} & S_1(L_1 + L_2) - L_3C_1S_{4+(3+2)} \\ C_1S_5 + C_5S_1C_{4+(3+2)} & -C_1C_5 + S_5S_1C_{4+(3+2)} & -S_1S_{4+(3+2)} & -C_1(L_1 + L_2) + L_3S_1S_{4+(3+2)} \\ C_5S_{4+(3+2)} & S_5S_{4+(3+2)} & C_{4+(3+2)} & L_3C_{4+(3+2)} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

M. Análisis de la Velocidad del Extremo del Robot

Funciones de Matriz de Traslación:

$$\begin{bmatrix} fx \\ fy \\ fz \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1(L_1 + L_2) - L_3C_1S_{4+(3+2)} \\ -C_1(L_1 + L_2) + L_3S_1S_{4+(3+2)} \\ L_3C_{4+(3+2)} \end{bmatrix}$$

Matriz de análisis Jacobiana Directa:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1(L_1 + L_2) + L_3S_1S_{4+(3+2)} & -L_3C_1S_{4+(3+2)} & -L_3C_1S_{4+(3+2)} & -L_3C_1S_{4+(3+2)} & 0 \\ S_1(L_1 + L_2) + L_3C_1S_{4+(3+2)} & -L_3S_1C_{4+(3+2)} & -L_3S_1C_{4+(3+2)} & -L_3S_1C_{4+(3+2)} & 0 \\ 0 & -S_{4+(3+2)} & -S_{4+(3+2)} & -S_{4+(3+2)} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \end{bmatrix}$$

III. IMPLEMENTACIÓN

La implementación del robot híbrido, como se explicó anteriormente, se dirigirá al sector médico con el fin de cumplir las funciones determinadas.

Para la construcción del proyecto se debe tomar en cuenta la adición de un tablero de control junto a una pantalla indicadora, la conexión del sensor de temperatura para el diagnóstico del paciente y la movilidad a raíz del análisis de movimiento para el desplazamiento del efector final hacia la toma de bandejas y los pacientes; la luz ultra violeta se implementada entre los vértices verticales interiores de la sección móvil, incluyendo una tapa desplegable con sello hermético.

Para el desplazamiento se implementará un prototipo de reconocimiento móvil por medio de sensores de ultra sonido con el fin de detectar la aproximación de los obstáculos y corredores por donde circulará, con el respectivo control para el funcionamiento de las ruedas universales omnidireccional

IV. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- Del proyecto de investigación podemos analizar los requerimientos teóricos y prácticos necesarios para confrontar una problemática, que para la presente tesis se optó la optimización de procesos médicos a base de la pandemia, siendo implementado los métodos de investigación.
- El presente proyecto se plantea como avance de diseño la implementación de un sistema de control a base de inteligencia artificial para la completa autonomía del mismo, logrando una mejor calidad de atención y poder generar un critica menos en las atenciones con respecto a pacientes en recuperación o de atención inicial del virus COVID-19

V. REFERENCIAS

- [1] A. Martinez and R. Sisto, *Control y Comportamiento de Robots Omnidireccionales*, Montevideo, Uruguay, Nov. 2009.
- [2] L. Arellano, *Diseño E Implementación De Un Robot Móvil Con Control De Trayectoria Mediante Principios Odométricos*. Lima, Perú, 2015.
- [3] *BBC News Mundo*. 2021. *Qué es la luz UVC que se utiliza en algunos países para eliminar el coronavirus de superficies (y qué riesgos conlleva)* - *BBC News Mundo*. [online] Available at: <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-52626354>>
- [4] A. Barrientos, L. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil, *Fundamentos de la Robótica. Edición 2, Madrid, España, 2007*.
- [5] J. Molina, V. Matellán, *Robots Autónomos: Arquitectura Y Control, Madrid, España, 1996*.
- [6] *Superrobotica.com*. 2021. *Sensores y detectores para robótica*. [online] Available at: <<http://www.superrobotica.com/sensores.htm>>