

Robot móvil con brazo antropomórfico, para atención domiciliar de personas en el rango de edad avanzada contra el Covid-19

Mauricio R. Hurtado
Professional School of Mechatronics Engineering,
Universidad Ricardo Palma
Lima, PERU
201611955@urp.edu.pe

Luigi G. Morales
Professional School of Mechatronics Engineering,
Universidad Ricardo Palma
Lima, PERU
luigi.moralesch@urp.edu.pe

RESUMEN: Debido a la naturaleza de la pandemia, donde debemos mantenernos aislados, evitar el transporte y además mantener un determinado control de las medidas de salubridad y precaución. Se requiere de medidas y sistemas que luchan controla la pandemia en estos campos, uno de estas siendo la incorporación de robots, entre ellos los robots dedicados a la desinfección, limpieza de hogares, limpieza de calles, limpieza de hospitales y de espacios públicos. En cuando a transporte se están empleando robots en hospitales para la movilización de medicinas, drones y robots móviles para el envío de alimentos y mercancías, así como robots con la necesidad de transmitir y enviar datos logísticos y muestras. Y finalmente esta los de compañía, el cual se desarrollará en este trabajo de investigación analizando las distintas características de los mismos, viendo cual son las consideraciones a tener a la hora de cuidar a una persona mayor, así como el diseño y programación de los componentes del robot para el correcto cumplimiento de sus tareas de compañía y cuidado a mayores.

Palabras Clave---*Pandemia, robots de compañía, ancianos, cuidado*

ABSTRACT: Due to the nature of the pandemic, where we must remain isolated, avoid transportation and also maintain a certain control of health and precautionary measures. Measures and systems are required to fight the pandemic in these fields, one of these being the incorporation of robots, among them robots dedicated to disinfection, cleaning homes, cleaning streets, cleaning hospitals and public spaces. In terms of transport, robots are being used in hospitals for the mobilization of medicines, drones and mobile robots for the shipment of food and merchandise, as well as robots with the need to transmit and send logistics data and samples. And finally there is the company ones, which will be developed in this research work analyzing their different characteristics, seeing what are the considerations to have when caring for an elderly person, as well as the design and programming of the components of the robot for the correct fulfillment of its tasks of company and care for the elderly.

Keywords—*Pandemic, companion robots, elderly, care*

I. INTRODUCCION

En el Perú existen 4 millones 140,000 personas de 60 a más años de edad que representan el 12,7% de la población total al año 2020, informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), con motivo de celebrarse hoy el Día del Adulto Mayor.

Del total de la población de adultos mayores, el 52,4% son mujeres (2 millones 168 mil) y 47,6% hombres (1 millón 973

mil). Las mujeres adultas mayores representan el 13,2% del total de la población femenina del país y los hombres adultos mayores el 12,2% del total de la población masculina.

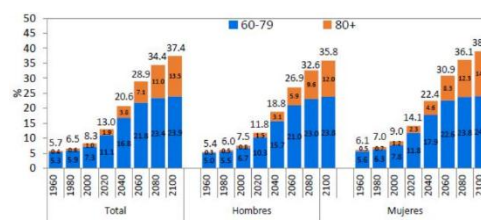


Fig. 1. Porcentaje de población mayor en Sur América

Sindef propuso que el reporte de fallecidos por la pandemia se elabore bajo la definición de caso “muerte por COVID-19”, con la cual se deben cumplir al menos uno de siete criterios técnicos establecidos. Tras la vinculación de registros y la eliminación de duplicados, se identificaron 180.764 muertes por COVID-19 (así se sumaron 111.422 al reporte oficial del Minsa). De ese total, 89.884 ocurrieron durante la primera ola, y 90.880 en la segunda ola (hasta el 22 de mayo).

Asimismo, el 70% de las víctimas eran adultos mayores (de 60 años a más). Respecto a la región donde fueron reportados, 83.121 fallecimientos corresponden a Lima (46%); le siguieron Piura (6%), Callao (5,2%), La Libertad (5,1%), Lambayeque (4,2%), Ica (4,1%), Arequipa (3,9%), Áncash y Junín (3,3%).

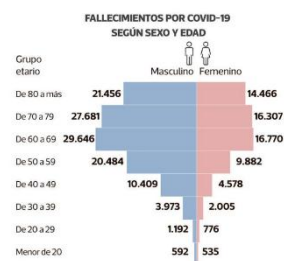


Fig 2. Fallecimiento por covid-19 según edad en el Perú

II. ANÁLISIS DEL PROYECTO

Para el diseño de nuestro robot de compañía se deben considerar varios factores, entre estos el diseño del entorno de la casa del adulto mayor, así como las principales consideraciones que deben tomarse en cuenta respecto a la salud de los mismos. También, tenemos una parte técnica, en la cual se analizará el diseño óptimo de nuestro mecanismo del robot y las dimensiones que debe tener el mismo para trabajar de forma óptima en el lugar, también está la consideración de que materiales y medidas usaremos para su diseño posterior.

Para la persona: Para este criterio hemos considerado como el Covid-19 interactúa con estas personas mayores, y así mismo, que cuidados debe tener en cuenta nuestro robot cuando realice sus cuidados a la persona mayor para evitar la propagación

Cuidados	Consideraciones
El riesgo de enfermarse gravemente a causa del COVID-19 aumenta con la edad, y los adultos mayores son quienes corren mayor riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> • Conservar sus hábitos de sueño e higiene • Favorezca la ventilación natural o artificial de los diferentes espacios del recinto • Limitar los movimientos del adulto mayor dentro del domicilio
Las personas con mayor nivel de riesgo, y aquellas que las visitan o viven con ellas, deben tomar precauciones para protegerse de contraer el COVID	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir al mínimo los espacios compartidos • Aproveche los servicios de telemedicina y telemedicina para ofrecer atención en salud esencial • Procure hablar con otras personas por teléfono para evitar el estrés
Ciertas afecciones también pueden aumentar el riesgo de enfermarse gravemente.	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe evitar el contacto directo con los fluidos corporales, sobre todo las secreciones orales y respiratoria

Tabla 1. Cuidados y consideraciones a un adulto mayor respecto al Covid-19

Para el entorno: Son las consideraciones que debe tomar el entorno para que nuestro robot pueda ejecutar sus tareas sin inconvenientes, entre estos tenemos:

Consideraciones
<ul style="list-style-type: none"> • Hay acceso a alimentos y cosas indispensables. • En la casa hay cuidadores adecuados disponibles • Se cuenta con un piso nivelado y estable, con un paso libre para el movimiento del robot. • Se cuenta con buena iluminación general del entorno, así como un orden en la disposición de las cosas en el hogar

Tabla 2. Consideraciones del entorno para el robot
Diseño del robot de compañía

Para el diseño del robot tuvimos cinco consideraciones principales, a partir de estas

Consideraciones	
Primera	Cuenta con 1 brazo antropomórfico para la maniobra de distintos elementos del entorno, con gran manejo tridimensional de las cosas.
Segunda	Cuenta con una pantalla para las videollamadas, para la visualización de datos como calendarios, agenda y estado de los componentes del hogar y una interfaz inteligente para el control de dispositivos de la casa.
Tercera	Cuenta con un sistema de ruedas para su movilización a través del hogar.
Cuarta	Cuenta con sensores para la detección de temperatura y revisión de la saturación, frecuencia cardíaca, presión arterial.
Quinta	Cuenta con un sistema de emergencia para dejar llamadas a familiares y centros médicos en caso de medidas anormales.

Tabla 3. Consideraciones para el diseño del robot

Esquema ideal del robot a diseñar con las consideraciones en cuenta



Fig. 3. Esquema del diseño del robot (sensores, cuerpo lógico del robot con una pantalla, brazo del robot y parte móvil del robot)

DESARROLLO TÉCNICO DEL ROBOT

Con el programa CoppeliaSim, diseñamos de un entorno de cuidado para adultos mayores con espacio para el paso de un robot, así como los elementos básicos que tendría la habitación a la hora de realizar los cuidados del anciano

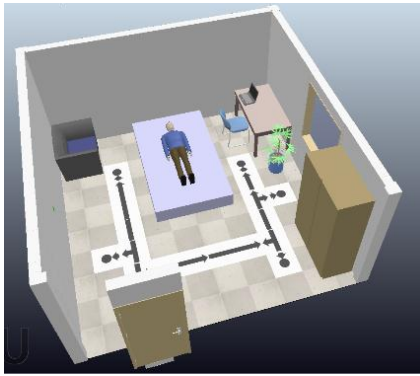


Fig 4. Entorno del adulto mayor(cuarto) para las consideraciones del proyecto



Fig 5. Ruta aproximada de la parte móvil del robot

Algunos dispositivos que se encontrarán en esta habitación son: Aire acondicionado, ventana, puerta, laptop, y las luces de la habitación. Las cuáles serán controladas posteriormente por la parte lógica de redes del robot final. A continuación, se verán las siguientes partes necesarias.

Brazo del robot

Para este apartado se consideró una estructura antropomórfica imitando el brazo de un ser humano, con ciertas consideraciones de limitación de movimiento de los ejes a la hora de hacer el diagrama de Denavit

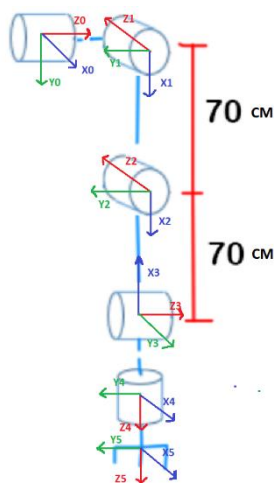


Fig 5. Esquema de ejes del brazo a implementar con sus ejes

De este sistema luego conseguiremos los datos del diagrama de denavit, para calcular su cinemática directa e inversa

	$\theta 1$	d_i	a_i	$\alpha 1$
1	$\theta 1+90^\circ$	0	0	-90°
2	$\theta 2$	0	0.7	0
3	$\theta 3+180^\circ$	0	0.7	-90°
4	$\theta 4+90^\circ$	0	0	-90°
5	$\theta 5$	d	0	0

Tabla. 4. Tabla de Denavit con los datos de los ejes

Con nuestro esquema del brazo, ahora faltaría la incorporación de un diseño asistido por computadora del brazo

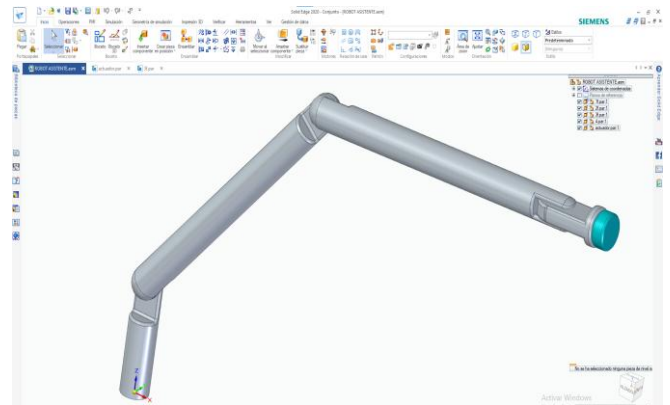


Fig 6,7. Diseño asistido por computador del brazo del robot

Una vez incorporado el diseño del brazo, tendremos que controlar su movimiento a través de la programación, donde dispondremos una parte para el cálculo de las matrices de transformación directa, además de un cálculo inverso por si trabajamos con la posición final del robot.

```

MATLAB R2020a - academic use
HOME  PLOTS  APPS  EDITOR  PUBLISH  VIEW
New  Open  Save  Print  Find  Comment  Indent  Breakpoints  Run  Run and Advance  Run and Time
FILE  NAVIGATE  EDIT  BREAKPOINTS  RUN
Current Folder: C:\CURSOS 2021-1\Modelamiento de Robots\agent\robotm
Editor: C:\CURSOS 2021-1\Modelamiento de Robots\agent\robotm
Name: robotm
588  % --- Executes on button press in Resultado.
589  % Función Resultado_Callback(NObject, eventdata, handles)
590  % hObject handle to Resultado (see GCBO)
591  % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
592  % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
593  %
594  %
595  theta=eval(get(handles.Theta1,'String'));
596  theta=eval(get(handles.Theta2,'String'));
597  theta=eval(get(handles.Theta3,'String'));
598  theta=eval(get(handles.Theta4,'String'));
599  theta=eval(get(handles.Theta5,'String'));
600  d1=eval(get(handles.D1,'String'));
601  d2=eval(get(handles.D2,'String'));
602  d3=eval(get(handles.D3,'String'));
603  d4=eval(get(handles.D4,'String'));
604  d5=eval(get(handles.D5,'String'));
605  a1=eval(get(handles.A1,'String'));
606  a2=eval(get(handles.A2,'String'));
607  a3=eval(get(handles.A3,'String'));
608  a4=eval(get(handles.A4,'String'));
609  a5=eval(get(handles.A5,'String'));
610  alpha=eval(get(handles.Alpha1,'String'));
611  alpha=eval(get(handles.Alpha2,'String'));
612  alpha=eval(get(handles.Alpha3,'String'));
613  alpha=eval(get(handles.Alpha4,'String'));
614  alpha=eval(get(handles.Alpha5,'String'));
615  %
616  %
617  A0_1=[cos(theta1)  -cos(alpha1)*sin(theta1)  sin(alpha1)*sin(theta1)  -sin(alpha1)*cos(theta1);
618  sin(theta1)  cos(alpha1)*sin(theta1)  -sin(alpha1)*cos(theta1)  a1*sin(theta1);
619  0  0  0  cos(alpha1);
620  0  0  0  0  1];
621  A1_2=[cos(theta2)  -cos(alpha2)*sin(theta2)  sin(alpha2)*sin(theta2)  -sin(alpha2)*cos(theta2);
622  sin(theta2)  cos(alpha2)*sin(theta2)  -sin(alpha2)*cos(theta2)  a2*sin(theta2);
623  0  0  0  cos(alpha2);
624  0  0  0  0  1];
625  A2_3=[cos(theta3)  -cos(alpha3)*sin(theta3)  sin(alpha3)*sin(theta3)  -sin(alpha3)*cos(theta3);
626  sin(theta3)  cos(alpha3)*sin(theta3)  -sin(alpha3)*cos(theta3)  a3*sin(theta3);
627  0  0  0  cos(alpha3);
628  0  0  0  0  1];
629  A3_4=[cos(theta4)  -cos(alpha4)*sin(theta4)  sin(alpha4)*sin(theta4)  -sin(alpha4)*cos(theta4);
630  sin(theta4)  cos(alpha4)*sin(theta4)  -sin(alpha4)*cos(theta4)  a4*sin(theta4);
631  0  0  0  cos(alpha4);
632  0  0  0  0  1];
633  A4_5=[cos(theta5)  -cos(alpha5)*sin(theta5)  sin(alpha5)*sin(theta5)  -sin(alpha5)*cos(theta5);
634  sin(theta5)  cos(alpha5)*sin(theta5)  -sin(alpha5)*cos(theta5)  a5*sin(theta5);
635  0  0  0  cos(alpha5);
636  0  0  0  0  1];
637  %
638  %
639  %RESULTADO MATRIZ DE TRANSFORMACION
640  A0_5=A0_1*A1_2*A2_3*A3_4*A4_5;
641  r=char(A0_5);
642  set(handles.final,'String',r);
643  %
644  %
  
```

Fig 8. Programación directa en Matlab

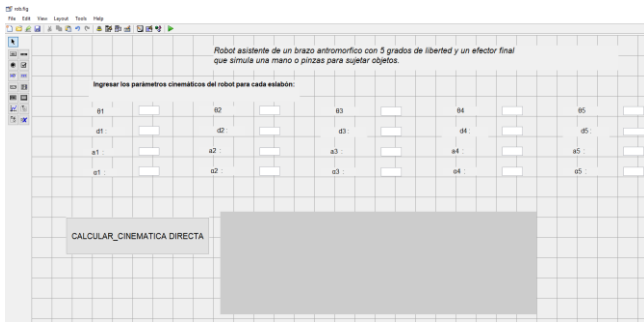


Fig 9. Interfaz grafica de usuario

Base móvil del robot

Para la base móvil del robot, hemos elegido el uso de un robot de plataforma omnidireccional, la cual se moverá en base a la parada de sus ruedas omnidireccionales, estas decidirán su dirección y velocidad con giros en un tiempo determinado a cierta velocidad, la cual es configurable en su programación



Fig 10. Robot móvil con plataforma omnidireccional

Para la programación del mismo, se debe configurar la activación y desactivación de las ruedas, las cuales se controlan con la siguiente programación.

```
function coroutineMain()
    platform=sim.getObjectHandle(sim.handle_self)
    omniPads={}
    for i=1,4,1 do
        omniPads[i]=sim.getObjectHandle('OmniWheel_regularRotation'..i)
    end
    v=180*2.398795*math.pi/180  %%2.398795 factor requerido para correcto giro
```

Fig. 11. Función rotacional del robot móvil, se configura el v para la velocidad de giro

```
sim.setJointTargetVelocity(omniPads[1],0)
sim.setJointTargetVelocity(omniPads[2],0)
sim.setJointTargetVelocity(omniPads[3],0)
sim.setJointTargetVelocity(omniPads[4],0)
sim.wait(3)
```

Fig. 12. Continuación de la función, acá se selecciona la rueda, y luego se pone un valor de giro a esta. Finalmente se ejecuta esta función durante el tiempo estipulado abajo

Pantalla, sensores y red inteligente para el control de la habitación

Para el control del robot sobre los dispositivos de la casa, este requerirá sensores para adaptarse al entorno, así como tratar de que este entre en lo menos posible en contacto con ellos por consideración a la limpieza, a menos que sea necesario, por lo que se requerirá incorporar un sistema inteligente para los componentes de la habitación, componentes que ya habían sido definidos al comienzo del capítulo

Componentes para el Sistema IoT
Puerta
Aire acondicionado
Ventana
luces
Laptop
Servidor
AccesPoint
Servidor
Switch
Sensor de temperatura
Sensor de presión

Tabla. 5. Componentes a utilizar en el sistema IoT para el control del Robot al entorno

Para la implementación de un sistema IoT de la habitación para el control de robot, se configuro el servidor con los bloques de IP 210.10.10.0 y servicio de DHCP para la conexión de los dispositivos a la red, el robot entrará en contacto con este servidor a través de una señal wifi y este junto a sus sensores le darán instrucciones al servidor para el control de los mecanismos de la habitación.

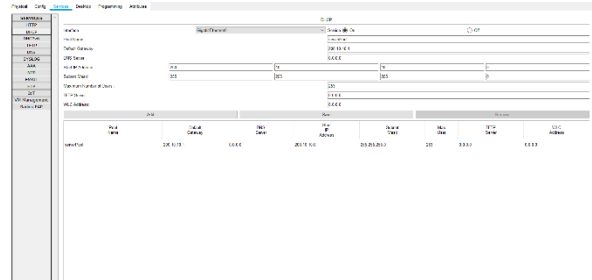


Fig 11. Configuración DHCP del servidor

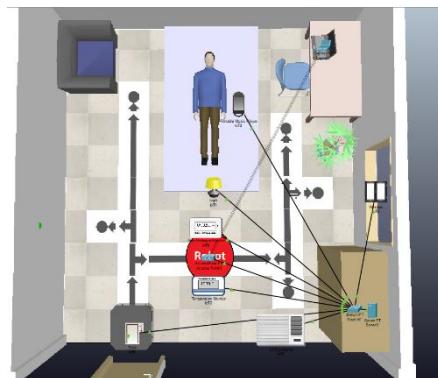


Fig 12. Distribución de la red en la habitación del adulto mayor

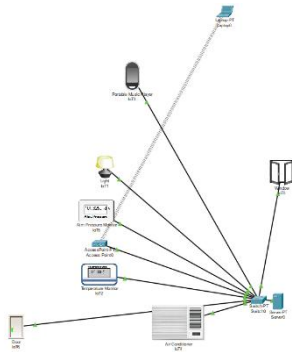


Fig 13. Esquema de red simplificado

De una vez configurada la red, podemos ver en la interfaz del servidor que podemos interactuar con los distintos componentes de la habitación a través del sistema IoT

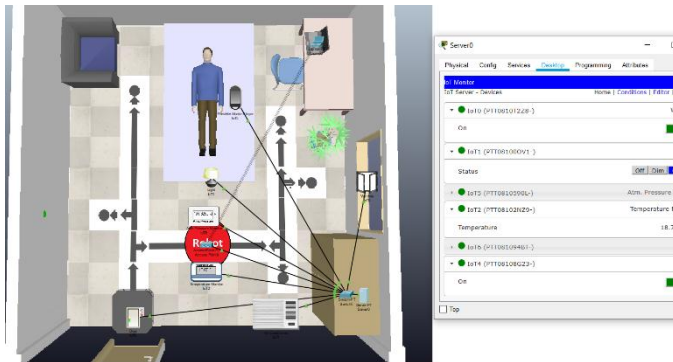


Fig 14. Control de los dispositivos de la habitación a través de la red IoT

III. CONCLUSIONS

La implementación de un sistema IoT tiene las limitaciones de los dispositivos, estos pueden ser inalámbricos más el programa no cuenta con conexión inalámbrica para este tipo de componentes.

Para el diseño del brazo mecánico, se requiere que el programa obtenga los datos de las matrices de salida de las fórmulas de cinemática, y con estas obtener las coordenadas deseadas en el espacio tridimensional.

REFERENCES

- Mena, D. (2011). Términos de Glosario de IA y Robótica. Retrieved from <http://www.cursosporinternet.info/index.php/the-news/38-iar/69-terminos-del-glosariode-ia-y-robotica.html>
- Mendoza, E. (2004). Control de un Robot Manipulador. (Tesis Profesional). México. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/mendoza_s_ea/capitulo2.pdf
- Notepad++ Home. (s.f.). Recuperado el 2014, de Notepad++: <http://notepad-plus-plus.org>
- Ollero, A. (2001). Robótica, manipuladores y robots móviles. Barcelona, España: Marcombo.
- Paul, R. P. (1981). Robot manipulators: mathematics, programming, and control : the computer control of robot manipulators. Massachusetts, United States of America.
- Pernia, R. (2002). Diseño y Construcción del Prototipo Mecánico de un Robot de Limpieza Doméstico. (Proyecto de Especialidad Mecánica).
- Ramírez, K. (s.f.). Cinemática directa del robot. Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de <http://www.kramirez.net/Robotica/Material/Presentaciones/CinemáticaDirectaRobot.pdf>
- Raz, T. (1989). Graphics Robot Simulator for Teaching Introductory Robotics. IEEE Transactions on Education,
- Romero, A. (s.f.). Estructura de un robot industrial. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso_romero_barcojo/departamentos/tecnologia/unidades_didacticas/ud_controlroboticav1/morfologia%20de%20un%20robot.pdf