

Desarrollo de un Robot asistente para detección de Alzheimer

Juan Sebastián Orozco Van¹, María del Carmen Santiago Díaz²,
Judith Pérez Marcial², Ana Claudia Zenteno Vázquez²,
Yeiny Romero Hernández², Hermes Moreno Álvarez³,
María Catalina Rivera Morales⁴, Gustavo Trinidad Rubín Linares²

¹ Universidad Autónoma de Occidente,
Facultad de Ingeniería,
Colombia

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Facultad de Ciencias de la Computación,
México

³ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Facultad de Ingeniería Química,
México

⁴ Universidad Autónoma de Chihuahua,
Departamento de Ingeniería Aeroespacial,
México

juan_s.orozco@uao.edu.co, {maricarmen.santiago, judith.perez,
ana.zenteno, yeiny.romero, gustavo.rubin}@correo.buap.mx

Resumen. En la actualidad, se ha evaluado el potencial de la robótica como una herramienta valiosa para el apoyo del tratamiento de la demencia. El propósito de este estudio es realizar un primer acercamiento de la robótica hacia el monitoreo de anomalías del comportamiento del paciente. Para el desarrollo del proyecto, se ha realizado un modelo 3D de un robot usando el programa SolidWorks, se simuló el sistema de percepción inicial, y finalmente se desarrolló un algoritmo de navegación básico para iniciar la ejecución de las tareas de seguimiento del paciente con Alzheimer y medir de acuerdo a la evolución temporal y ejecución de sus actividades cotidianas.

Palabras clave: Robótica, monitoreo, demencia.

Development of an Assistant Robot for Alzheimer's Detection

Abstract. Currently, the potential of robotics as a valuable tool to support dementia treatment has been evaluated. The purpose of this study is to make a first approach of robotics towards the monitoring of patient behavior

abnormalities. For the development of the project, a 3D model of a robot has been made using the SolidWorks program, the initial perception system was simulated, and finally a basic navigation algorithm was developed to start the execution of the monitoring tasks of the Alzheimer's patient. and measure according to the temporal evolution and execution of their daily activities.

Keywords: Robotics, monitoring, dementia.

1. Introducción

El Alzheimer es un trastorno neurodegenerativo asociado con una deficiencia progresiva en memoria y habilidades cognitivas, así como la pérdida de habilidades para pensar. De hecho, es la forma más común de demencia, de la cual se le atribuye entre el 60% y 80% de casos [1, 2].

De acuerdo con las estadísticas actuales, alrededor de seis millones de americanos mayores de 65 años viven con Alzheimer, con una proyección de 13.8 millones para el 2060[1]. El panorama no es alentador, pues de acuerdo con la tasa de prevalencia global, cada tres segundos, una persona se enferma de Alzheimer [3].

Además, se estima que la población en la Tierra será de 11.2 billones para el 2100 [3]. Por lo tanto, la población de adultos veteranos será de dos billones aproximadamente antes de la mitad del siglo XXI, quienes son los que tienden a sufrir de este tipo de condiciones [3].

Por otro lado, el costo total estimado estadounidense del cuidado del Alzheimer era de aproximadamente 355 billones de dólares en 2021, y se espera que crezca a un trillón de dólares para 2050 [1]. Otra problemática es que no existe una medicación aprobada para un tratamiento la cura del Alzheimer ni para detener sus síntomas [2].

Ante esta situación, se propone el desarrollo de un robot de asistencia social como un apoyo personalizado de bajo costo para los médicos con respecto al monitoreo de la salud de pacientes mayores de 65 años. Hoy en día, los robots de asistencia social presentan una popularidad ascendente en el monitoreo de la salud de personas de la tercera edad, pues, en el futuro, serán una herramienta fundamental para el cuidado de ellos [4].

Con respecto al tratamiento de la demencia, los robots representan una manera efectiva de llevar a cabo el cuidado de los pacientes, porque pueden brindar atención, sin quejas ni fatiga, en tareas que requieran de alta repetibilidad [5]. Así mismo, representan servicios inteligentes y adaptables a las necesidades del paciente [6].

Además, se plantea que el robot ejecute un seguimiento autónomo del paciente en tiempo real. Este tipo de robot (robot seguidor de persona) busca obtener la posición de una persona líder, y seguirla continuamente mientras ejecuta una tarea cooperativa [7]. Cabe destacar que seguir a la persona líder no es la operación primaria, pero es necesario para tener éxito en la misma [8].

Para estos robots, los factores que determinan sus características son: el medio de operación, la selección de sensores, el modo de interacción (explícita, donde hay una interacción humano-robot directa, e implícito, donde es indirecta), la granularidad (la cantidad de robots y humanos involucrados en toda la operación), y el grado de autonomía [8].

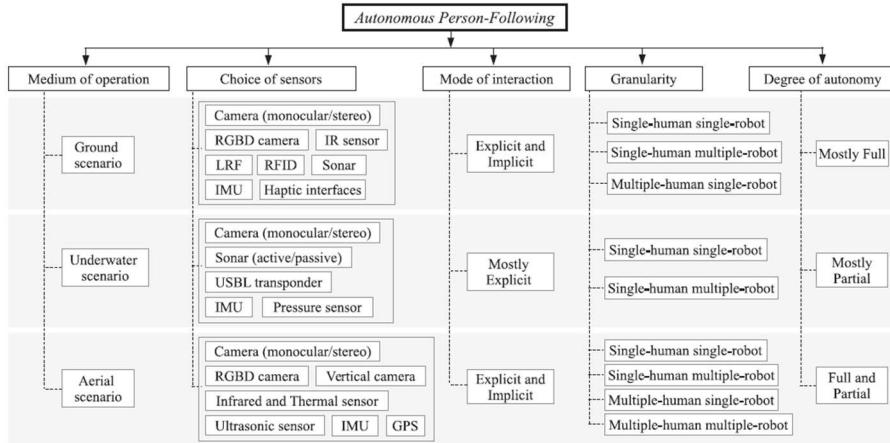


Fig. 1. Robots seguidores de personas y sus categorías.

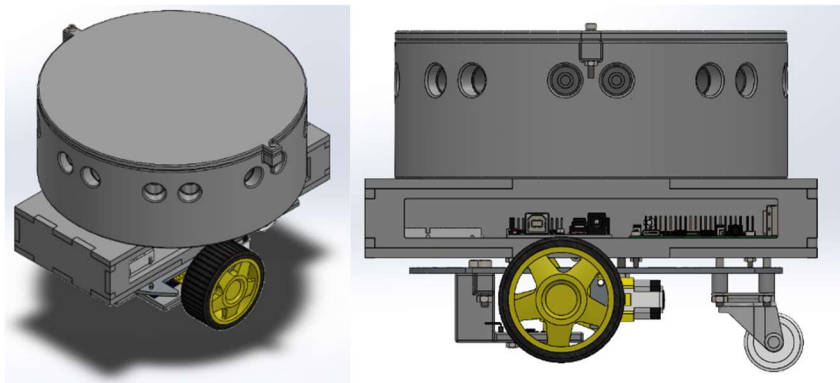


Fig. 2. Primer diseño de DETER.

A continuación, se presenta una figura con las categorías para robots seguidores de persona:

En éste trabajo se presenta el uso de la robótica y la inteligencia artificial como apoyo para el tratamiento de la demencia. Este estudio se realizó por el interés de explorar cómo la robótica y la inteligencia artificial puede respaldar a los médicos encargados sobre el estado de sus pacientes con respecto a las anomalías en su comportamiento.

Para el escenario propuesto, se plantea un robot terrestre (específicamente, diferencial) completamente autónomo, con un modo de interacción implícita, así como una granularidad de un humano y un robot.

La finalidad de esta investigación consiste en apoyar de manera remota y activa al tratamiento de pacientes de Alzheimer mayores de 65 años a través de la alerta hacia el médico y los familiares de anomalías en el comportamiento de estos.

Durante este artículo, primero, se detalla la metodología implementada para el desarrollo del proyecto para después hablar de los resultados encontrados.

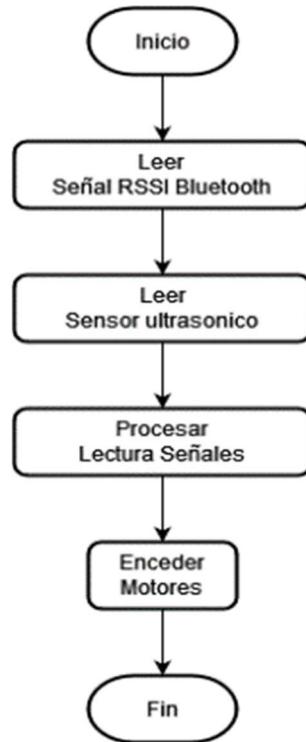


Fig. 3. Diagrama de bloques del circuito.

2. Metodología

Se desarrolló un modelo tridimensional virtual en SolidWorks para representar cómo se vería el robot en la vida real, de modo que se pueda decidir que materiales se van a emplear para la funcionalidad de este, materiales se refiere a qué plataformas, componentes mecánicos y electrónicos se piensan utilizar.

Se propone el uso de un chasis prefabricado para un robot diferencial. También se presenta filamentos de PLA para generar piezas que actúen como un apoyo para los sensores. Además, también se plantea implementar acrílico para construir una caja que sostenga la placa de control con sus respectivos circuitos para controlar los motores.

Diseñado el robot, se hizo un esquemático y simulación funcional en Proteus para definir cómo se relacionan los componentes electrónicos para el sistema de percepción de la solución, de modo que pueda registrar información del ambiente externo a ella para la navegación autónoma.

Finalmente, para probar la primera versión funcional se plantearon y evaluaron diferentes algoritmos en el IDLE de la plataforma Arduino, para que tomen la información del sistema de percepción para que el robot pueda permitirse una navegación autónoma y segura, mientras que, simultáneamente, sigue al paciente en tiempo real.

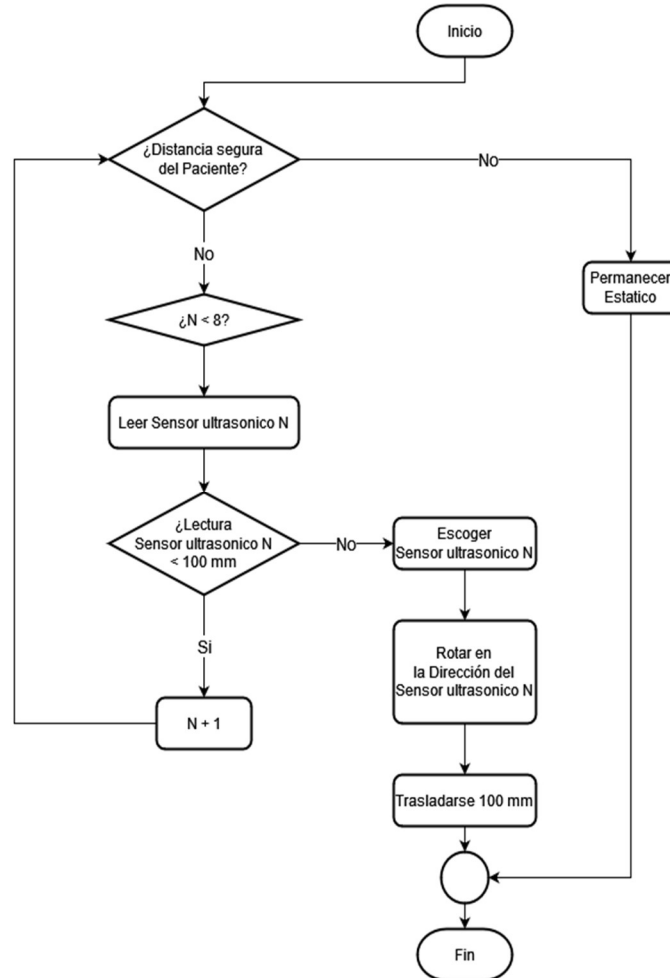


Fig. 4. Algoritmo de control.

3. Resultados

La solución propuesta a la problemática planteada consiste en un robot de asistencia social con la capacidad de monitorear posibles anomalías en el comportamiento mientras sigue al paciente en tiempo real. Para el seguimiento, el paciente hará uso de un rastreador (que consiste en un brazaletes).

En este artículo, se expresarán los resultados obtenidos hasta ahora con respecto al seguimiento de personas.

En esta primera propuesta, el sistema de percepción consiste en ocho sensores ultrasónicos que se encargan de detectar obstáculos cercanos al robot, pues toman

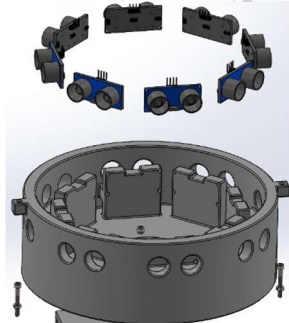


Fig. 5. Sensores ultrasónicos de DETER.

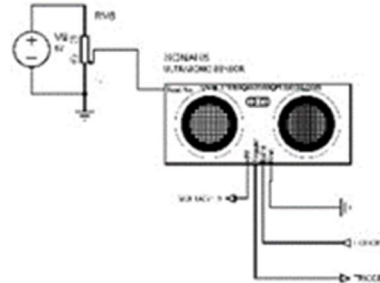


Fig. 6. Los ocho sensores ultrasónicos determinan que el robot tiene ocho direcciones hacia las cuales avanzar.

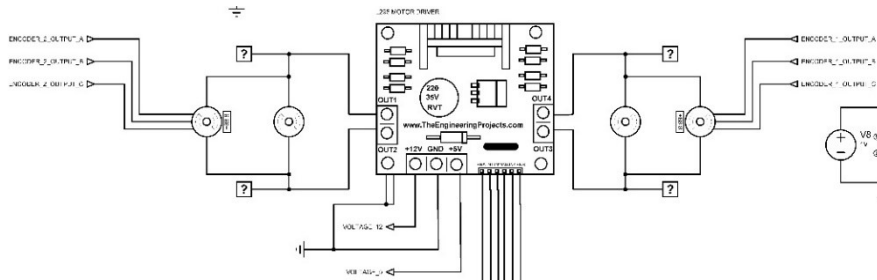


Fig. 7. El puente H actúa como un guía para los motores, diciéndoles la velocidad y el sentido a los mimos.

distancias de los objetos en las direcciones que ellos pueden cubrir. Las salidas de estos sensores son conmutadas por el multiplexor 74151, con el fin de no tener que emplear demasiados puertos de la placa.

Todas las señales de los ultrasónicos son mandadas hacia un Arduino UNO, que actúa como la placa encargada del procesamiento de la información dada por los sensores, así como el controlador para los actuadores.

El robot tiene ocho direcciones disponibles hacia las cuales avanzar porque tiene ocho sensores ultrasónicos instalados. Gracias a ellos, el analiza cuál de las direcciones se encuentran ocupadas y escoge la primera dirección que se encuentra disponible, entonces, procede a avanzar cierta distancia hacia ella.

Una vez se encuentra en dicha distancia, DETER evalúa si cumple con estar a la distancia necesaria del paciente. Si no lo está, vuelve a moverse en la primera dirección donde no haya obstáculos hasta que alcance al paciente.

Para moverse, el Arduino UNO les indica a los motores que se activen para girar y luego para moverse hacia la dirección especificada. Los motores son comandados por el driver L298, que es un puente H (circuito utilizado para controlar motores). Además, con el fin de medir y verificar la velocidad de ambos, los motores son medidos por unos encoders.

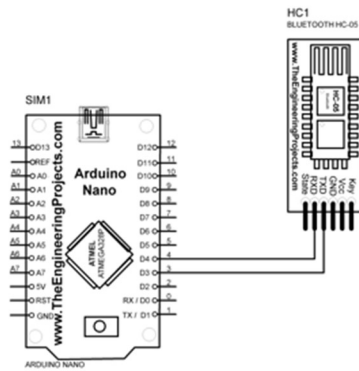


Fig. 8. Circuito del brazalete.

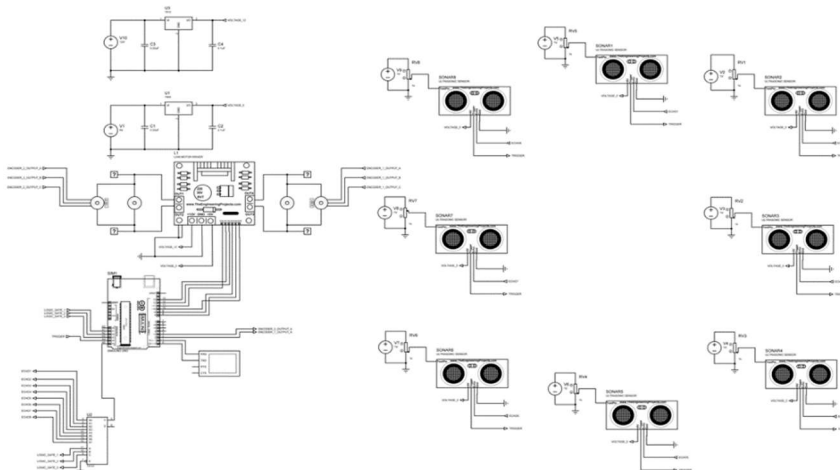


Fig. 9. El circuito final conecta los sensores ultrasónicos, el módulo bluetooth y los motores.

Para identificar y rastrear al paciente, el lleva puesto un brazalete que contiene un arduino NANO y un módulo bluetooth HC-05. El robot utiliza el RSSI (Received Signal Strength Indicator) de la conexión por bluetooth entre el Arduino del robot y el Arduino del brazalete que lleva el paciente.

En la Fig. 8 y 9, se presenta el circuito desarrollado hasta ahora para DETER:

4. Discusión y conclusiones

En la literatura, se ha visto a la robótica como una manera de suplir la necesidad de registrar y alertar de las anomalías en el comportamiento de pacientes de la enfermedad

del Alzheimer. En este artículo, se presenta un prototipo que cubre el primer intento de acercarse hacia dicha solución.

Para obtener mejores resultados en el futuro, se recomienda implementar un sistema de navegación más robusto y eficaz. Para ello, se recomienda instalar sensores adicionales con el fin de que la percepción del robot sea más precisa.

Así mismo, se propone implementar un algoritmo más robusto para el control de motores, pues el algoritmo actual es ineficaz para su uso en tiempo real dado que se demora mucho en seguir al paciente.

Referencias

1. Abubakar, M. B., Sanusi, K. O., Ugusman, A., Mohamed, W., Kamal, H., Ibrahim, N. H., Khoo, C. S., Kumar, J.: Alzheimer's disease: an update and insights into pathophysiology. *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 14 (2022) doi: 10.3389/fnagi.2022.742408
2. Miller, R. K., Washington, K.: Chapter 105: Alzheimer's disease and dementia. *Healthcare Business Market Research Handbook*, 21st Edition, pp. 433–439 (2013)
3. Fathi, S., Ahmadi, M., Dehnad, A.: Early diagnosis of alzheimer's disease based on deep learning: A systematic review. *Computers in Biology and Medicine*, vol. 146, pp. 105634 (2022) doi: 10.1016/j.combiomed.2022.105634
4. Napoli, C. D., Ercolano, G., Rossi, S.: Personalized home-care support for the elderly: A field experience with a social robot at home. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 33, no. 2, pp. 405–440 (2022) doi: 10.1007/s11257-022-09333-y
5. Yuan, F., Anderson, J. G., Wyatt, T. H., Lopez, R. P., Crane, M., Montgomery, A., Zhao, X.: Assessing the acceptability of a humanoid robot for alzheimer's disease and related dementia care using an online survey. *International Journal of Social Robotics*, vol. 14, no. 5, pp. 1223–1237 (2022) doi: 10.1007/s12369-021-00862-x
6. Olde-Keizer-Richelle, A. C. M., Velsen, L., Moncharmont, M., Riche, B., Ammour, N., Signore, S., Zia, G., Hermens, H., N'Dja, A.: Using socially assistive robots for monitoring and preventing frailty among older adults: a study on usability and user experience challenges. *Health and Technology*, vol. 9, no. 4, pp. 595–605 (2019) doi: 10.1007/s12553-019-00320-9
7. Wang, L., Wu, J., Li, X., Wu, Z., Zhu, L.: Longitudinal control for person-following robots. *Journal of Intelligent and Connected Vehicles*, vol. 5, no. 2, pp. 88–98 (2022) doi: 10.1108/jicv-01-2022-0003
8. Islam, M. J., Hong, J., Sattar, J.: Person-following by autonomous robots: A categorical overview. *The International Journal of Robotics Research*, vol. 38, no. 14, pp. 1581–1618 (2019) doi: 10.1177/0278364919881683