

Análisis del uso de robots enfermeros en el hogar que integran IoT para el monitoreo de signos vitales de pacientes.

Andrés Felipe Porras Córdoba

Tutora

Ing. Alexandra Velasco Vivas, Ph.D.

Opción de grado para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Mecatrónica

Bogotá D.C

2022-1

Tabla de Contenido

1	Resumen	1
2	Introducción	2
3	Análisis de robots enfermeros que integran IoT para el monitoreo de signos vitales	4
3.1	Robots Enfermeros	4
3.1.1	Robots enfermeros existentes actualmente.....	4
3.1.2	Adaptación de la sociedad a los robots enfermeros	8
3.1.3	Funciones de los robots enfermeros.....	9
3.2	Conectividad aplicada a la robótica.....	11
3.2.1	Internet de las Cosas o IoT.....	11
3.2.2	Big Data.....	13
3.2.3	5G.....	13
3.3	Descripción de las características de un robot enfermero dispuesto al monitoreo de signos vitales.....	14
4	Conclusiones	17
5	Referencias.....	18

1 Resumen

En la actualidad vivimos en una pandemia que nos confina a estar en nuestros hogares y mantener distancia con las otras personas. Esta situación nos obliga a buscar alternativas y soluciones para mejorar la situación actual. Una de estas alternativas la encontramos en los avances de robótica y conectividad de hoy en día, al proveer robots que puedan desempeñar tareas por los médicos, evitando así el contacto físico directo entre el médico y el paciente y reduciendo el riesgo de contagio. En el presente trabajo se realizará un análisis del uso de robots enfermeros en el hogar que integran IoT para el monitoreo de signos vitales de pacientes sin contacto físico con el médico con el objetivo de analizar la conectividad en las tecnologías existentes para los tipos de robots enfermeros y los requerimientos de la implementación de sistemas de nuevas tecnologías como IoT y para que se pueda realizar el monitoreo de signos vitales de pacientes sin necesidad de un contacto físico con un doctor o enfermero. Para ello, se utiliza como guía el contenido de aprendizaje del curso internacional Gerencia de Proyectos y Pensamiento Estratégico, del cual se extraerán los recursos necesarios para el entendimiento y la propuesta de aplicación de las nuevas tecnologías presentes en la industria 4.0 en los sistemas robóticos de la actualidad, enfocados hacia una rama de la medicina.

Palabras Clave: Robots enfermeros, conectividad, IoT, 5G, Signos vitales.

2 Introducción

El distanciamiento social se ha vuelto una constante en nuestra vida en los últimos dos años debido a la pandemia por Covid-19, que ha traído múltiples consecuencias al sector de la salud. Como medida para reducir contagios, debemos evitar todo contacto físico y mantener la distancia con el resto de las personas. Sin embargo, los médicos, entre otros profesionales, muchas veces requieren contacto constante con sus pacientes, ya sea para realizar controles o tomar los signos vitales del paciente, actividad que incrementa el riesgo de los pacientes y del médico de contraer el Coronavirus y también diversas enfermedades de transmisión por contacto directo como lo es la varicela, el resfriado común, la conjuntivitis, la influenza, el herpes simple y la neumonía entre otras (DPH, 2007). Debido a esto se ha visto la necesidad de buscar soluciones para reducir el riesgo de contagio tanto de los pacientes como del médico. Es aquí donde los robots pueden ser una alternativa debido a que pueden desempeñar tareas como mantener un control en la medición de signos vitales de los pacientes, evitando así que un enfermero deba hacer esta tarea teniendo contacto directo con el paciente. Además, hoy en día se presentan alternativas de conectividad que permiten que estos robots tengan comunicación a distancia con el médico, reduciendo así el riesgo de contagio. Por ello, el presente trabajo se realiza con el objetivo de analizar esta conectividad en las tecnologías existentes para los robots enfermeros.

Actualmente existen algunos robots enfermeros, como por ejemplo, Pepper (Softbank, 2021) capaz de comunicarse con los humanos, Robear (Riken, 2015) diseñado para transportar personas mayores en sus brazos y Grace (Cairns, More than 50 robots are working at Singapore's high-tech hospital, 2021) capaz de almacenar datos de temperatura y pulso de los pacientes. Estos robots ya se presentan como una alternativa para mejorar la situación actual de la pandemia y algunos de estos presentan avances en conectividad que permiten reducir el riesgo de contagio al realizar tareas de comunicación y monitoreos de los pacientes.

Como resultado del análisis presentado, se dará un concepto de las características de los robots enfermeros y los requerimientos de la implementación de sistemas de nuevas tecnologías como IoT para realizar tareas de enfermería como el monitoreo de signos vitales de pacientes sin necesidad de un contacto físico con un médico o enfermero, además de mantener este registro y enviar los datos al médico tratante para el respectivo seguimiento del paciente. Adicionalmente, se plantea el uso de este tipo de robots en hospitales y hogares, pues gracias a la nueva tecnología de la industria 4.0 pueden estar todo el tiempo almacenando y enviando datos del paciente al médico o enfermero encargado por medio de internet.

Como primera sección, se abordará el análisis de las necesidades de los robots en el entorno del cuidado de enfermería y como incorporan la nueva industria 4.0, junto con algunas de las tecnologías existentes actualmente, seguido de la descripción de las características que el robot debe tener. Finalmente, se dará paso a las conclusiones del trabajo.

3 Análisis de robots enfermeros que integran IoT para el monitoreo de signos vitales

3.1 Robots Enfermeros

En esta sección se abordarán las tecnologías existentes actualmente en el desarrollo de robots enfermeros, seguido del análisis de las necesidades de los robots en el entorno del cuidado de enfermería como su adaptación y funcionalidad y como incorporan la nueva industria 4.0.

3.1.1 Robots enfermeros existentes actualmente

Los robots inteligentes se definen por la norma técnica ISO como “un robot capaz de realizar tareas sondeando su entorno y/o interaccionando con fuentes externas y adaptando su comportamiento” (ISO, 2012). Estos se presentan como el último avance en tecnología y serán fundamentales en los próximos años para el continuo avance de la humanidad (Alvarez, y otros, 2018). Estos robots son controlados por medio de un computador, desde el cual se ejecuta la correspondiente programación y se envían los comandos que se quiere realice el robot en cuestión. Asimismo, estos robots envían información hacia el computador con el fin de entregar datos de sensores o mantener al usuario al tanto de la ejecución del proceso en tiempo real (Alvarez, y otros, 2018). En el área de la medicina, estos robots también han presentado un impacto y una incursión grande en los últimos años; hoy en día, principalmente en países como China, Japón y Singapur, ya se presentan estos tipos de robots en la vida cotidiana de las personas, y son comúnmente usados en los hospitales (Cairns, More than 50 robots are working at Singapore's high-tech hospital, 2021) para ayudar con los procedimientos de cirugías, realizar trabajos administrativos o ayudar a los pacientes a guiarse dentro del hospital. El hospital general de Changi en Singapur (Cairns, More than 50 robots are working at Singapore's high-tech hospital, 2021) presenta más de 50 miembros de su personal como robots que se han convertido en una parte fundamental de ayuda para las 1000 camas que presenta este hospital.

A continuación, se detallan algunos de estos robots que ayudan a la comunidad médica en los países mencionados:

1. Robear

En 2015, los científicos de RIKEN (Instituto de investigación de Ciencias Naturales en Japón) debido al incremento de la población adulta mayor y a una necesidad de ayudar al personal que brinda cuidados, desarrollaron un robot enfermero al que llamaron Robear (Riken, 2015) que se puede observar en la figura 1, diseñado para transportar personas mayores en sus brazos levantándolos desde su cama hacia una silla o brindando asistencia a pacientes capaces de levantarse y caminar, pero que requieren ayuda para hacerlo.

Figura 1

Robot Robear sosteniendo una persona



Nota. Adaptado de Instituto de investigación de Ciencias Naturales en Japón [Fotografía] (Riken, 2015).

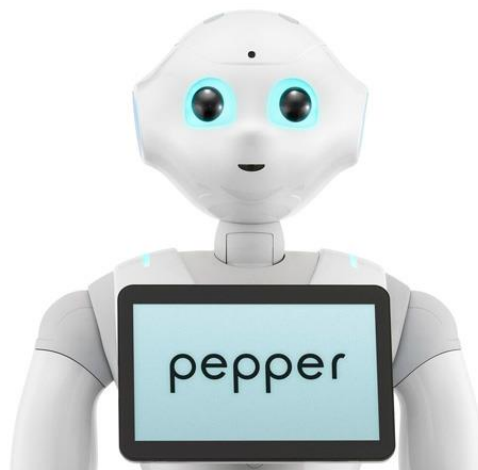
2. Pepper

Pepper, mostrado en la Figura 2 es un robot diseñado por la empresa de SoftBank Robotics (Softbank, 2021) que tiene como propósito comunicarse con los humanos.

Entre sus diversas funciones se encuentran mostrar información acerca del hospital en su tableta, informar a los visitantes acerca de horarios de comida, hablar con los visitantes, etc. Este robot viene integrado con sensores y cámaras que son capaces de leer emociones, distinguir géneros y edades. Se puede observar como la conectividad del sistema del robot con el sistema del hospital es muy importante debido a que el robot mantiene una base de datos actualizada de información del hospital como horarios y mapas de referencia, por lo que ayuda a los usuarios con sus necesidades de forma eficiente y ante cualquier cambio de estos datos, se realiza automáticamente la actualización con el sistema del hospital.

Figura 2

Robot Pepper



Nota. Adaptado de SoftBank Robotics [Fotografía] (Softbank, 2021).

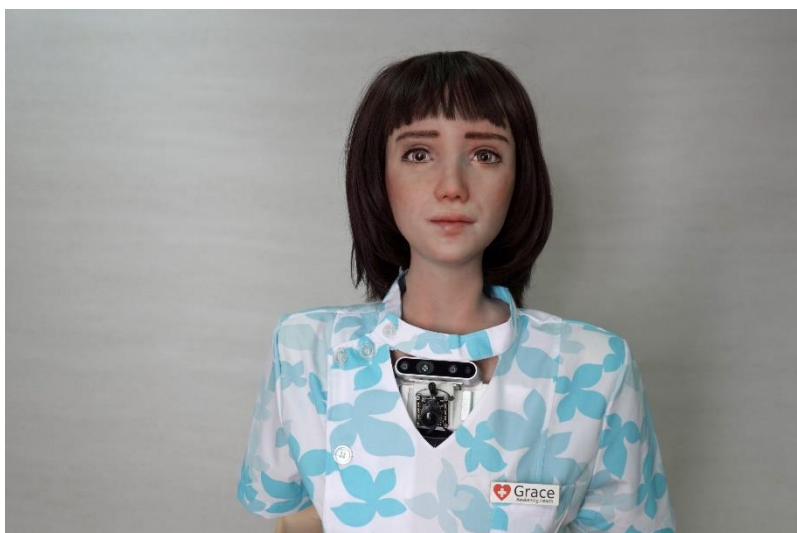
3. Grace

Probablemente uno de los robots inteligentes más importantes del momento, Grace, un robot humanoide mostrado en la Figura 3, hermana de la conocida SOPHIA (Hanson, 2022), diseñada por Hanson Robotics. Grace se presenta como una entidad integrada con sensores. Es capaz de tomar el pulso y la temperatura de los pacientes, con el fin de colaborar a los médicos con los respectivos seguimientos y liberar de estas responsabilidades a los enfermeros y médicos que pueden emplear este tiempo en desarrollar otras tareas. Adicionalmente, Grace es capaz de

socializar con los pacientes y hablar múltiples idiomas (Cairns, More than 50 robots are working at Singapore's high-tech hospital, 2021). Acá podemos observar como la conectividad del sistema del robot con el sistema del hospital es muy importante, ya que permite mantener un control de los signos vitales del paciente en todo momento, sin necesidad de que el médico tratante este presente, solo cuando lo requiera o se presente una emergencia que será avisada por el robot.

Figura 3

Robot Grace



Nota. Adaptado de Hanson Robotics [Fotografía] (Hanson, 2022).

Como se puede observar con estos ejemplos, se presentan avances en el desarrollo de robots enfermeros en el mundo, principalmente en países desarrollados. Estos robots traen muchas ventajas como asistentes médicos recolectando información, ayudando en el proceso de diagnosticar problemas de salud, llevando un control de historias clínicas, etc. como es el caso del robot Pepper (Softbank, 2021), estas ventajas se ven apoyadas por los avances en conectividad ya que permite al robot estar conectado a una base de datos actualizada del hospital de la cual descargar o subir la información que se requiera para poder ser consultada por el medico cuando lo necesite. Sin embargo, también presentan algunas desventajas, como el gran tamaño de algunos de estos robots como el Robear (Riken, 2015), lo que para

un ambiente de hospital puede ser adecuado, sin embargo, en el hogar estos tamaños pueden ser excesivos y en algunos casos invasivo para los pacientes.

3.1.2 Adaptación de la sociedad a los robots enfermeros

Del desarrollo y funcionalidades de estos robots, surge una pregunta con respecto a estos sistemas y es ¿cómo se adaptaría la sociedad a estos robots?, teniendo en cuenta que se busca que el robot pueda ser usado por personas de diversos rangos de edades y también por usuarios que no presenten conocimientos en computación. En un estudio realizado sobre el sistema de robot enfermero para el cuidado de ancianos en Corea (Park, Kang, Kim, & Oh, 2012), se presenta en la Figura 4 el robot Cafero desarrollado por Yujin Robot. La aplicación de este robot consiste en el reconocimiento facial, medición de signos vitales como la presión sanguínea, la medida de saturación de oxígeno en la sangre y un sistema de entretenimiento para interpretar cuentos o música popular a los pacientes.

Figura 4

Robot Cafero usado en el estudio sobre el sistema de robot enfermero para el cuidado de ancianos en Corea



Nota. [Fotografía] Adaptado de (Park, Kang, Kim, & Oh, 2012)

Para este estudio se tomaron datos de personas con un promedio de edad de 80 años que no tenían experiencia en computación. Se entrevistó a los pacientes después de utilizar el robot. Los resultados mostraron que los participantes estuvieron satisfechos con el servicio del robot y tuvieron especial interés en la música que ofrecía el robot. Estos resultados demuestran que estos sistemas en efecto cumplen la función de ayudar al personal médico y a los pacientes sin molestar ni incomodar, lo que los hace aptos para el uso en los hogares.

3.1.3 Funciones de los robots enfermeros

Al darle un vistazo a los robots enfermeros mencionados previamente que se encuentran actualmente en el mundo, podemos ver que físicamente presentan diferencias unos con otros y están diseñados para hacer labores distintas, lo que nos lleva a preguntarnos ¿Qué funciones y características debe de tener un robot enfermero para brindar cuidados de enfermería de calidad?

Un estudio realizado en residencias de personas mayores de Taiwan (Chang & Sabanovic, 2013) destaca 3 ítems fundamentales hacia donde deben enfocarse las aplicaciones de robots en enfermería, con respecto a algunas de las necesidades de los cuidadores y las enfermeras:

1. Las tecnologías robóticas deben ser lo suficientemente flexibles y fáciles de manejar para las enfermeras.
2. El personal médico debe atender solicitudes menores de los residentes como tomar controles y monitoreos de diversas variables, además de estar pendiente del resto de sus rutinas diarias, por lo que las tecnologías robóticas deben ayudarlos cumpliendo estas tareas.
3. Los robots deben ayudar con el entretenimiento ya que a menudo requiere que muchos trabajadores participen y ayuden a generar interacción entre los residentes.

Con esta lista se observa cómo principalmente se busca que los robots ayuden a los enfermeros y médicos con tareas menores que consumen gran parte de su tiempo. Si se presentan ayudas robóticas con estas tareas como lo son los monitoreos de signos vitales o con la atención de preguntas por parte de los

pacientes, mejoran la productividad de los médicos liberando su tiempo de estas actividades y concentran su atención en otras tareas que lo requieran.

Además de los requerimientos de los robots en cuanto a diseño, se debe de tener en cuenta que un robot orientado al cuidado de personas debe tener características funcionales de enfermería, esto debido a que el robot está diseñado para atender de un ser humano, por lo que su trato hacia el paciente debe de ser el más cómodo y adecuado. Estas características se evidencian en tareas como por ejemplo su interacción con el paciente y la comunicación con el mismo (Huang, Tanioka, Locsin, Parker, & Masory, 2011). Por ende, en el diseño de los robots enfermeros se deben tener en cuenta las funciones básicas de atención de enfermería, para que la interacción del robot con los pacientes sea lo más cómoda posible como si fuera un humano el que estuviera realizando el cuidado y monitoreo. Estas funciones básicas como se expone en (Ouslander & Shutes, 2017) son las siguientes:

- Proporcionar un entorno seguro y de apoyo para las personas con enfermedades.
- Restaurar y mantener el nivel más alto posible de independencia funcional.
- Preservar la autonomía individual.
- Maximizar la calidad de vida, el bienestar percibido y la satisfacción con la vida.
- Proporcionar comodidad y dignidad a los pacientes.
- Estabilizar y retrasar la progresión de las condiciones médicas.
- Prevenir enfermedades médicas, identificarlas y tratarlas rápidamente cuando ocurran.

Los diseños de robots enfermeros, por lo tanto, desde el punto de vista de la ingeniería deben cumplir los requerimientos para solventar las necesidades presentadas en los 3 items mencionados de (Chang & Sabanovic, 2013), pero sin dejar de lado el cumplimiento de estas funciones básicas de enfermería mencionadas ya sea por sí mismos o sirviendo de asistente del médico o enfermero tratante para brindar el mejor servicio posible a los pacientes.

Por suerte, hoy en día se presentan nuevas tecnologías de conectividad gracias a la cuarta revolución industrial como lo son el Big Data, el IoT y el 5G, cuya implementación asiste al desarrollo de las aplicaciones mencionadas con robots en enfermería.

3.2 Conectividad aplicada a la robótica

Esta sección mostrará las nuevas tecnologías de conectividad presentes en la cuarta revolución industrial. Estas nuevas tecnologías se presentan como el gran cambio de la conectividad y las comunicaciones como las conocemos hoy en día, permitiendo unas velocidades de conexión muy altas con tasas de retardo muy bajas logrando así que se presente conectividad casi en tiempo real, lo que para algunas aplicaciones como la mencionada de monitoreo de signos vitales a distancia es algo vital en un área donde un par de minutos o segundos pueden marcar la diferencia.

3.2.1 Internet de las Cosas o IoT

Cuando se menciona al Internet de las Cosas (IoT), se habla de una red de objetos físicos que traen sensores incorporados en sus sistemas, con el objetivo de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas por medio de Internet (Oracle, ¿Qué es el IoT?, 2022). Los dispositivos que pueden conectarse cubren una amplia variedad desde objetos domésticos comunes hasta objetos industriales más desarrollados. Con la implementación de esta tecnología se realiza la conexión de múltiples objetos cotidianos, lo que permite una comunicación muy fluida entre las personas, los procesos y las cosas (Oracle, ¿Qué es el IoT?, 2022). Estos dispositivos portátiles de IoT presentan diversas aplicaciones. Una de ellas es en el área de salud, al permitir a los médicos y enfermeros controlar de forma remota a sus pacientes, teniendo control de ellos y monitoreándolos en tiempo real mediante dispositivos y sensores. Esto sumado al intercambio de datos gracias al Big Data, permite la atención a distancia. Adicionalmente, con ayuda de diversos

dispositivos, como por ejemplo los dispositivos Wearable se pueden medir funciones vitales de los pacientes. (Martinez, 2019). Según un artículo publicado por la empresa multinacional de telecomunicaciones Orange (Martinez, 2019), se presentan los siguientes beneficios al usar el Internet de las cosas en la salud:

1. Mejorar la atención del paciente.
2. Gestión más eficaz de los recursos.
3. Disminución de los costes de servicio.
4. Reducción de errores de diagnóstico.

Como se puede observar, la tecnología de IoT permite traer ventajas al área de salud proporcionando una mejor asistencia al paciente, así como un seguimiento personalizado del tratamiento y velar por que éste se cumpla correctamente. También permite mejorar los tiempos de espera al realizar una gestión más eficaz de los recursos y tener un control en todo momento de los equipos médicos. Sin embargo, esta tecnología no es perfecta y se ve involucrada en retos que se deben mejorar hacia el futuro. En (Martínez, 2019) se habla los retos del IoT en la salud, los cuales son los siguientes:

- Alto coste. Se habla del alto coste para iniciar una nueva infraestructura, ya que supone un alto costo de tiempo y dinero implementarlo a gran escala, sin embargo, el costo de la inversión genera un retorno positivo una vez implementado.
- Seguridad. Como toda tecnología que realice manejo de datos, se debe tener un extremo cuidado de la seguridad de estos, por lo que la seguridad deberá de ser fundamental para la calidad del producto y del servicio. Si se presenta algún riesgo de pérdida o robo de datos, por mucho que los resultados médicos sean buenos, el sistema implementado no puede considerarse como bueno.
- Estandarización. Hoy en día existe una gran cantidad de dispositivos que emplean IoT, sin embargo, se necesita de un estándar para que todos estos dispositivos trabajen en armonía, sin generar interferencias o inestabilidades.

- Reglamentación. Las leyes con respecto a la medicina y la salud deben seguir los principios del sistema legal en cualquier país del mundo, por lo que debe acometerse la legislación del Internet médico de las cosas o IoMT con la misma seriedad.

3.2.2 Big Data

El Big Data se presenta como un gran conjunto de datos, tanto estructurados como no estructurados, que se pueden analizar computacionalmente, para revelar tendencias y patrones. Estos conjuntos de datos se presentan de un gran tamaño que proceden de nuevas fuentes de datos y son almacenados en bases de datos en la nube, el procesamiento computacional de estos datos se puede utilizar para solucionar problemas y sacar a relucir nuevas tendencias y patrones (Oracle, ¿Qué es el IoT?, 2022).

3.2.3 5G

Cuando hablamos de 5G hablamos de la quinta generación de las redes móviles que conocemos (Flores, 2019). Las ventajas que trae esta quinta generación de redes es el avance en la velocidad de navegación. El 5G permite navegar 10 veces más rápido que las mejores ofertas de fibra óptica de 4G del mercado; además, la latencia (el tiempo de retardo de la red) se reduce a 5 milisegundos, permitiendo una conexión prácticamente en tiempo real (Flores, 2019). Esta nueva velocidad cobra una gran importancia en las aplicaciones de robótica en enfermería, ya que permite a los dispositivos conectarse de forma exponencial y compartir información en tiempo real. Esta aplicación para un robot enfermero que mantiene un monitoreo en tiempo real de los signos vitales de un paciente o que reporte alguna novedad es vital, ya que podrá hacerlo con el menor tiempo de latencia posible, por lo que ante una emergencia puede generar una reacción mucho más rápida en un campo donde los segundos son vitales. Además de que, hablando de esta aplicación, gracias a las altas velocidades y la baja latencia presentada en el 5G, el paciente con el robot y el médico no deben estar limitados por una distancia para que la transmisión de los datos se realice correctamente, por lo que mientras que el

paciente está en casa, el médico lleva un monitoreo en tiempo real desde donde se encuentre.

Como se puede observar hoy en día la integración de estas tres tecnologías (Big Data, IoT y 5G) permite generar una amplia conectividad de cualquier sistema y si vamos a la aplicación específica de los robots enfermeros, integrar esta conectividad en estos sistemas genera una ventaja y unos beneficios considerables tanto para el paciente como para el médico tales como mejorar la atención del paciente, gestionar mejor los recursos y disminuir los costes de servicio, así como disminuir los errores en los diagnósticos como se menciona en Orange, (2019). Además de que la posibilidad de compartir información en tiempo real permite mantener un monitoreo constante de los signos vitales de un paciente y enviar un reporte inmediato al médico para mantener un control o seguir un tratamiento, sin la necesidad de que éste se encuentre presente. Gracias a las altas velocidades del 5G, ante la presencia de una emergencia se pueden tomar medidas mucho más rápidas y eficaces.

3.3 Descripción de las características de un robot enfermero dispuesto al monitoreo de signos vitales

Con base en los conceptos descritos previamente y el anterior análisis se describirá un sistema robótico enfermero “ideal” que permita monitorear los signos vitales de los pacientes a distancia, enviar y recibir mensajes con el paciente y mantener una comunicación en tiempo real de estos datos con el médico, sin necesidad de que se encuentre presente. La motivación detrás de esto es utilizar las nuevas tecnologías de conectividad (IoT y 5G) e integrarlas junto con robótica para que, por medio de sensores, se lean los signos vitales de los pacientes desde su hogar de forma no invasiva, luego sean almacenados en una base de datos y posteriormente por medio de internet se puedan enviar al médico tratante. Así, es posible asistir a los pacientes sin necesidad de que se presente un contacto físico disminuyendo el riesgo de contagio. Al mismo tiempo, los pacientes pueden ser monitoreados todo el tiempo, aislados desde su casa, generando que se reduzca el riesgo de contagio

no solo del Covid-19, sino de alguna otra enfermedad tanto por parte del paciente como del médico. Adicionalmente, el sistema debe de ser capaz de comunicarse con el paciente para registrar cualquier tipo de novedad. Para la medición de signos vitales se debe incorporar un sistema que utilice la menor cantidad de sensores y que tenga un tamaño pequeño para la comodidad del paciente. Estos sistemas se encuentran hoy en día en el mercado; por ejemplo, el monitor portátil para pacientes inalámbrico Caretaker mostrado en la imagen 5 (Caretaker, 2022).

Figura 5

Monitor portátil para pacientes inalámbrico Caretaker



Nota. Adaptado de Caretaker Medical [Fotografía] (Caretaker, 2022).

Este dispositivo monitorea de forma remota e ininterrumpida de la presión arterial, la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria, sin necesidad de que haya un cable conectado a la base central del robot. Esto es una ventaja para prevenir accidentes para el paciente, a otras personas o mascotas que pase por ahí. Además, el robot deberá tener incorporado un sensor que monitoree constantemente la temperatura del paciente. Una vez tome los datos de los sensores que se encuentran interconectados por WIFI en una misma red, los almacenará en una base de datos de la nube desde la cual será accesible por el médico tratante desde una aplicación de su celular o computador. Adicionalmente, el robot deberá contar con un monitor, micrófono y altavoces para realizar la

comunicación con el paciente, como lo puede ser recibir mensajes del paciente y enviárselos al médico o viceversa. En este punto el robot tendría los recursos básicos para mantener un monitoreo constante sobre el paciente y una comunicación en tiempo real con el médico.

El objetivo de este tipo de robots es reducir al máximo el contacto físico del paciente con otras personas, por lo que, aunque no se profundiza en este ensayo, se propone para futuros trabajos la incorporación de un sistema móvil en el diseño que le permita al robot desplazarse a través de la habitación para así llevarle al paciente medicamentos o alimentos entregados por sus familiares o enfermeros desde el exterior. Por seguridad, se requieren sensores de proximidad para que sea capaz de evitar colisiones o choques con alguna persona o mascota y no causarles algún daño.

4 Conclusiones

De forma general, integrar la conectividad de las nuevas tecnologías a sistemas de robots enfermeros es necesario porque abre diversas posibilidades al mundo de la salud. Se pudo comprobar como al integrar la conectividad de la industria 4.0 al concepto del robot enfermero, le permite a éste estar conectado en todo momento en tiempo real con el médico encargado, lo que a su vez permite que el robot realice varias tareas menores por los médicos, como lo son el monitoreo de signos vitales de los pacientes, evitando así que se presente un contacto físico directo entre el paciente y el médico o enfermero, disminuyendo las posibilidades de contraer Covid-19 o alguna otra enfermedad.

Asimismo, con las altas velocidades de conexión de las redes 5G y la baja latencia, este monitoreo se puede realizar desde los hogares de los pacientes, permitiendo así que para el caso del Covid-19, el paciente pueda estar aislado cumpliendo su cuarentena en casa mientras es monitoreado en tiempo real, liberando tiempo a los médicos de realizar estas tareas menores y liberando espacio en hospitales que puede ser aprovechado por otro paciente con más urgencia. Adicionalmente, se comprobó como estos sistemas robóticos en efecto cumplen la función de ayudar al personal médico y a los pacientes sin molestar ni incomodar, lo que los hace aptos para el uso en los hogares.

Se trabajó esta idea de la conectividad en los robots enfermeros enfocado hacia los pacientes con alguna enfermedad que deban estar aisladas, sin embargo, para futuros trabajos se puede ampliar la investigación hacia personas que no se encuentren enfermas, que les permita mantener un monitoreo en tiempo real de sus signos vitales, para así ante alguna emergencia poder tener un tiempo de reacción más rápido y así aumentar las posibilidades de salvar vidas.

5 Referencias

- Alvarez, J., Campos, G., Enriquez, V., Miranda, A., Rodriguez, F., & Ponce, H. (2018). Nurse-Bot: A Robot System Applied to Medical Assistance. *International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering*, (págs. 56-59). doi:10.1109/ICMEAE.2018.00017
- Cairns, R. (19 de Agosto de 2021). *Conoce a Grace, una robot enfermera que parece casi de carne y hueso*. Recuperado el 7 de Febrero de 2022, de CNN: <https://cnnespanol.cnn.com/2021/08/19/conoce-a-grace-la-robot-enfermera-que-parece-de-carne-y-hueso-trax/>
- Cairns, R. (2021). *More than 50 robots are working at Singapore's high-tech hospital*. Recuperado el 13 de Febrero de 2022, de CNN: <https://edition.cnn.com/2021/08/25/asia/cgh-robots-healthcare-spc-intl-hnk/index.html>
- Caretaker. (2022). *Caretaker What is It?* Recuperado el 10 de Febrero de 2022, de Caretaker Medical: <https://caretakermedical.net/en-gb/>
- Chang, W.-L., & Sabanovic, S. (2013). Potential use of robots in Taiwanese nursing homes. *8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, (págs. 99-100). doi:10.1109/HRI.2013.6483520
- DPH. (2007). *TRANSMISION DIRECTA E INDIRECTA DE ENFERMEDADES*. Recuperado el 8 de Febrero de 2022, de Servicios de salud y sociales de delaware: <https://dhss.delaware.gov/dhss/dph/files/directindtranspisp.pdf>
- Flores. (28 de Junio de 2019). *Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida*. Recuperado el 6 de febrero de 2022, de National Geographic España: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449
- Hanson, R. (2022). *Sophia*. Recuperado el 13 de Febrero de 2022, de Hanson Robotics: <https://www.hansonrobotics.com/sophia/>
- Huang, S., Tanioka, T., Locsin, R., Parker, M., & Masory, O. (2011). Functions of a caring robot in nursing. *7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering*, (págs. 425-429). doi:10.1109/NLPKE.2011.6138237

- ISO. (2012). ISO 8373:2012 Robots and robotic devices. 2. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/55890.html>
- Martinez, N. (9 de Agosto de 2019). *Pastillas inteligentes, audiómetros digitales y plataformas médicas, así es ya el IoT de la salud*. Recuperado el 5 de Febrero de 2022, de Orange: <https://blog.orange.es/innovacion/pastillas-inteligentes-audiometros-digitales-y-plataformas-medicas-asi-es-ya-el-iot-de-la-salud/>
- Oracle. (2022). *¿Qué es el big data?* Recuperado el 4 de Febrero de 2022, de Oracle: <https://www.oracle.com/co/big-data/what-is-big-data/>
- Oracle. (2022). *¿Qué es el IoT?* Recuperado el 4 de Febrero de 2022, de Oracle: <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/>
- Ouslander , J., & Shutes, J. (2017). *Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology, 7e*. McGraw Hill. Obtenido de <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1923§ionid=144518941>
- Park, C., Kang, S., Kim, J., & Oh, J. (2012). A study on service robot system for elder care. *9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)*, (págs. 546-547). doi:10.1109/URAI.2012.6463070
- Riken. (2015). *The strong robot with the gentle touch*. Recuperado el 7 de Febrero de 2022, de Riken: https://www.riken.jp/en/news_pubs/research_news/pr/2015/20150223_2/
- Softbank, R. (2021). *Pepper*. Recuperado el 7 de Febrero de 2022, de Softbank Robotics: <https://www.softbankrobotics.com/emea/es/pepper>