

Sistema de monitoreo de salud para adultos mayores en Cuba. Arquitectura conceptual

Health monitoring system for seniors in Cuba. Conceptual architecture

Sistema de vigilância da saúde dos idosos em Cuba. Arquitetura conceitual

Lidice Romero Amondaray*^{id}, Fernando José Artigas-Fuentes^{id}, Maikel Noriega Alemán^{id},
Caridad Anías Calderón^{id}

^I Centro de Estudios de Neurociencias, Procesamiento de Imágenes y Señales. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

^{II} Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”. La Habana, Cuba.

*Autora para la correspondencia: lidice@uo.edu.cu

Recibido: 04-05-2024 Aprobado: 18-09-2024 Publicado: 27-09-2024

RESUMEN

En este artículo se propone el monitoreo remoto de salud, basado en Internet de las Cosas, para aumentar su probabilidad de supervivencia ante emergencias médicas y su calidad de vida. Se analizaron los diferentes escenarios donde los adultos mayores desarrollan su vida diaria y se presentó una arquitectura general del sistema. Con el monitoreo remoto de salud se recopilan datos sobre el estado del adulto mayor, de forma discreta y no invasiva, ante anomalías o situaciones de emergencia se notifica a sus familiares, cuidadores o al sistema de emergencia para asistirlo oportunamente. Con estos sistemas también se detectan caídas y se siguen y localizan a los ancianos que padecen demencia.

Palabras clave: adulto mayor; monitoreo remoto de pacientes; IoT; computación en la niebla; computación en la nube

ABSTRACT

This article proposes remote health monitoring, based on IoT, to increase your probability of survival in medical emergencies and your quality of life. The different scenarios where older adults carry out their daily lives are analyzed and a general architecture of the system is presented. With remote health monitoring, data is collected on the status of the elderly adult, in a discreet and non-invasive way. In the event of anomalies or emergency situations, their family members, caregivers or the emergency system are notified to assist them in a timely manner. With these systems, falls are also detected and elderly people suffering from dementia are followed and located.

Keywords: older adult; remote patient monitoring; IoT; fog computing; cloud computing



RESUMO

Este artigo propõe o monitoramento remoto da saúde, baseado em IoT, para aumentar sua probabilidade de sobrevivência em emergências médicas e sua qualidade de vida. São analisados os diferentes cenários onde os idosos realizam o seu dia a dia e apresentada uma arquitetura geral do sistema. Com o monitoramento remoto da saúde, são coletados dados sobre o estado do idoso, de forma discreta e não invasiva. Em caso de anomalias ou situações de emergência, seus

familiares, cuidadores ou o sistema de emergência são notificados para atendê-los de forma imediata, maneira oportuna. Com estes sistemas também são detectadas quedas e acompanhados e localizados idosos com demência.

Palavras-chave: idoso; monitoramento remoto de pacientes; IoT; computação em neblina; computação em nuvem

Cómo citar este artículo:

Romero Amondaray L, Artigas-Fuentes FJ, Noriega Alemán M, Anías Calderón C. Sistema de monitoreo de salud para adultos mayores en Cuba. Arquitectura conceptual. Rev Inf Cient [Internet]. 2024 [citado Fecha de acceso]; 103:e4668. Disponible en: <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/4668>

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población cubana ocurre a gran velocidad. En el año 2020, el 21,3 % de la población tenía 60 años o más, y los pronósticos indican que para el 2050 esa cifra será 34,9 %.⁽¹⁾

En el 2017, el 80,6 % de las personas mayores en Cuba padecían al menos una enfermedad crónica y el 50,1 % dos o más.⁽²⁾ Los adultos mayores necesitan un control adecuado y cercano de sus patologías para evitar complicaciones de salud.

El envejecimiento provoca estrés al Sistema Nacional de Salud porque aumenta la demanda de asistencia sanitaria a la par que los recursos financieros y humanos disminuyen por los efectos de la situación económica. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), y específicamente Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), se han convertido en un recurso importante para los servicios de salud porque ayudan a reducir la carga de las instituciones y el personal de salud.

En Cuba son pocos los casos de uso de dispositivos IoT, teléfonos móviles y otros dispositivos inalámbricos para el monitoreo de pacientes. Entre las propuestas están un sistema inalámbrico de monitorización electrocardiográfica para dispositivos Android⁽³⁾, una propuesta de plataforma y red de sensores inalámbricos para el monitoreo de bioseñales⁽⁴⁾ y un paquete tecnológico SharExam/FortAM/EPS con la app SharExam utilizado por familiares y cuidadores de personas mayores, el equipo básico de salud (EBS) y estudiantes de la Filial de Ciencias Médicas de Colón (FCMC) en la realización del Examen Periódico de Salud (EPS) a nivel de Atención Primaria de Salud (APS).⁽⁵⁾



En este artículo se describe la arquitectura conceptual del sistema de monitoreo de salud para personas mayores (HeMSS) que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los adultos mayores en Cuba con la detección temprana de complicaciones de salud.

DESARROLLO

La adopción de IoT en el sector salud crece a un ritmo rápido y, una de las áreas de mayor crecimiento, es la monitorización remota de pacientes (RPM, por sus siglas en inglés).⁽⁶⁾ La RPM es un subconjunto de la telesalud, que permite el seguimiento de pacientes, en tiempo real y fuera de los entornos clínicos tradicionales, para darles asistencia temprana ante situaciones de emergencia o para seguir un tratamiento. Entre sus aplicaciones están el control del nivel de glucosa en sangre, la presión arterial y medidas de saturación de oxígeno en sangre, la frecuencia cardíaca, los patrones de sueño, entre otras muchas aplicaciones.⁽⁷⁾ En el caso de los adultos mayores, la RPM se utilizan también en la detección de caídas y para el seguimiento y localización de los que padecen demencia.

La RPM utiliza una red dedicada de dispositivos IoT que registran las señales biomédicas del paciente al sentarse, levantarse, ir al baño, ver la televisión, al caminar dentro y fuera del hogar, al dormir, entre otros; con las menores molestias para el usuario porque los sensores portátiles afectan mínimamente estas actividades (Ejemplo: las pulseras inteligentes). Los datos se transmiten a un servidor o la nube a través de diferentes redes que se encargan de acceder y establecer las conexiones entre las diferentes partes del sistema desde el extremo del cliente hasta el extremo del servidor.

Mishra y Pandey⁽⁸⁾ clasificaron los sistemas RPM en tres clases, en dependencia del acceso a la red: sistemas sin acceso a la red, sistemas de acceso directo a la red y sistemas con acceso a la red a través de una pasarela.

Los sistemas sin acceso a la red almacenan los datos sobre la salud del paciente en un teléfono inteligente, tableta u otro dispositivo destinado a la señalización y generación de alertas para pacientes o cuidadores. Entre ellos están HealthGear y BioHarness™.^(9,10) Estos sistemas son cerrados e independientes. Los datos, mecanismos de análisis y otras utilidades residen en el dispositivo propiedad del paciente, que se diseña exclusivamente para ese fin.

En los sistemas de acceso directo a la red no se utilizan dispositivos intermedios, los sensores acceden directamente, por una interfaz de red incorporada, a un hospital u otro centro salud. Entre las propuestas están las que se hacen mención Niyato y Kheirkhahan.⁽¹¹⁻¹³⁾

Los sistemas con acceso a la red a través de una pasarela son aquellos que utilizan un dispositivo intermedio ya sea un enrutador de propósito específico, un teléfono inteligente, una tableta o una PC. En trabajos como los de Iranpak y Yildirim^(14,15), la pasarela recopila los datos de los dispositivos sensores y los transfiere al sistema de monitoreo remoto ubicado en la nube, o en un hospital u otra institución, para su procesamiento, análisis y posterior visualización a cuidadores o personal de salud.



En otros sistemas⁽¹⁶⁻¹⁹⁾ el procesamiento y análisis de datos se realiza en la pasarela, para responder rápidamente ante de emergencias de salud. Este último enfoque se ha adoptado recientemente con la aparición de la computación en la niebla.

La niebla está compuesta por una red de nodos interconectados entre sí que agregan, procesan y almacenan los datos más cerca de los dispositivos finales.⁽²⁰⁾ Los nodos analizan los datos y toma de decisiones en tiempo real.⁽²¹⁾ Esta tecnología aporta una mejor interoperabilidad, escalabilidad, distribución geográfica, baja latencia, rápido procesamiento y geolocalización.

Sistema de monitoreo de salud para personas mayores en Cuba

En Cuba la atención al adulto mayor se articula en los escenarios principales donde realizan sus actividades diarias: en los hospitales, en instituciones como hogares de ancianos y en la comunidad.^(22,23)

En los hogares de ancianos un equipo multidisciplinario realiza controles cada tres meses a los adultos mayores con enfermedades crónicas o factores de riesgo y, cada seis, a aquellos en riesgo por la edad.⁽²⁴⁾ En caso necesario se realizan estos controles con mayor frecuencia.

En la comunidad está previsto el seguimiento y control de los ancianos con enfermedades crónicas, a través del examen periódico de salud por equipo básico de salud (EBS).⁽²⁵⁾ Este examen va dirigido a la búsqueda de los elementos que permitan evaluar el estado de sus enfermedades. Si agravan, los ancianos se ingresan en el hogar si las condiciones lo permiten.

El sistema HeMSS utiliza IoT, inteligencia artificial y computación en la nube para mejorar el diagnóstico y seguimiento del adulto mayor en Cuba, tanto en la comunidad como en instituciones de salud.

En el proyecto se desarrollaron además siete prototipos de dispositivos, de bajo costo, para la supervisión y evaluación de las condiciones de salud del adulto mayor. Como primera versión, se desarrolló un sistema de monitorización electrocardiográfica que funciona en una red de área local inalámbrica (WLAN, por sus siglas en Inglés).⁽²⁶⁾ Un dispositivo inalámbrico adquiere y transmite la señal electrocardiográfica, de uno o varios pacientes, a un servidor para su almacenamiento y procesamiento, en tiempo real o no. Un punto de acceso inalámbrico conecta a los dispositivos sensores a la red. Los datos transmitidos y su análisis pueden ser consultados por el especialista médico en una computadora (de escritorio o portátil), tabletas o dispositivos de comunicaciones móviles desde un navegador Web.

En la Figura 1 se muestra la visión general de la arquitectura del sistema de monitoreo propuesto. Los principales componentes son los dispositivos físicos, las pasarelas inteligentes y la plataforma de monitoreo remoto de pacientes.



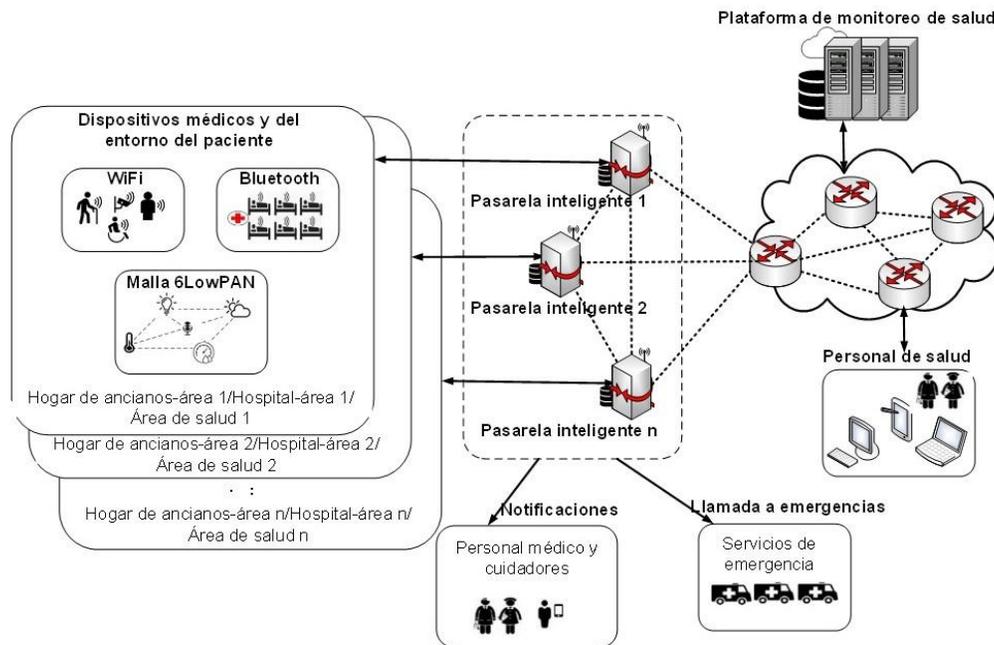


Fig. 1. Arquitectura del sistema de monitoreo remoto adultos mayores en Cuba basado en IoT.

Los dispositivos sensores adquieren señales biomédicas, y donde sea posible también del entorno, para el monitoreo continuo de la salud de los adultos mayores en hospitales, hogares de ancianos y en el hogar. En aquellos espacios donde existan varios pacientes, los dispositivos sensores se pueden comunicar entre sí formando redes. Los dispositivos médicos se adhieren al cuerpo del paciente, ya sea en la ropa o en el cuerpo. Con ellos se obtiene datos sobre la temperatura, la frecuencia cardíaca, la actividad física, la presión arterial, el nivel de saturación de oxígeno en la sangre (SpO₂), la electrocardiografía (ECG), entre otros. Los sensores ambientales proporcionan información contextual sobre el entorno y las actividades del paciente. Ejemplos de estos son los sensores de presencia, sonido, presión (para la cama o silla de ruedas), luminosidad, proximidad, temperatura y humedad, etc.

Las señales del paciente se transmiten a una red de pasarelas inteligentes distribuidas geográficamente para formar la capa de niebla. Estas soportan diferentes protocolos de comunicación y actúan como puentes entre los dispositivos sensores y la nube. Reciben datos de distintas subredes, realizan la conversión de protocolos y prestan otros servicios de nivel superior. Ejemplo de estos son las tareas de preprocesamiento de los datos como el filtrado, limpieza, extracción de características, comprensión, técnicas de reducción de las dimensiones de datos, para reducir el volumen de los datos que se envían a las aplicaciones.⁽²⁷⁾



Un sistema de monitorización continua de salud necesita decisiones rápidas y respuestas ágiles para varias enfermedades crónicas y situaciones de emergencias. En estos casos, el tiempo de procesamiento y transmisión de datos debe reducirse al mínimo. En la computación en nube los datos en bruto se transfieren de los nodos sensores a la nube, pero cuando las condiciones de la red son impredecibles existe incertidumbre en cuanto a la latencia de las respuestas.⁽¹⁷⁾ La situación es más crítica en aquellos sistemas que necesitan un procesamiento de datos en tiempo real, por ejemplo, el procesamiento de señales de ECG.^(19,27) El análisis de datos de alta prioridad en las pasarelas inteligentes, y la toma de decisiones críticas y sensibles en el menor tiempo posible hacen que el sistema sea más robusto y predecible.

La interoperabilidad desempeña un papel clave para el éxito de los sistemas RPM.⁽¹⁹⁾ Con una mezcla tan heterogénea de tecnologías de red y protocolos la integración de estos es un reto evidente. Las pasarelas inteligentes proporcionan interoperabilidad al sistema. Los dispositivos sensores se conectan a ellas utilizando diferentes estándares (por ejemplo, ZigBee, 6LoWPAN, Bluetooth, Wifi). Estas disponen de múltiples interfaces, el adaptador de protocolos facilita el intercambio de mensajes entre protocolos y la conversión de formatos, de esta forma se garantiza la interoperabilidad técnica y la sintáctica en el sistema.

En la nube se almacenan los datos de cada paciente en una base de datos para su posterior análisis. También se ejecutan algoritmos, de inteligencia artificial o *Big data*, que interpretan los datos recogidos y extraen información sobre el estado de salud del paciente para predecir el agravamiento de una enfermedad. Los servidores en la nube ofrecen ventajas como accesibilidad, escalabilidad, alta disponibilidad y rápido tiempo de recuperación ante problemas.

La plataforma de monitoreo proporciona una interfaz gráfica de usuario (GUI) que convierte la información procesada en contenido enriquecido y la muestra para que el personal médico y los cuidadores sigan en tiempo real el estado del paciente. Se accede a ella desde dispositivos como: computadora, tableta o teléfono inteligente. Desde la plataforma también se generan alertas en caso de emergencia.

En una primera fase las alertas del sistema son sonoras. En una segunda fase se deben implementar SMS a médicos y cuidadores y en un futuro sería importante valorar la integración con el Sistema Integrado de Urgencias Médicas (SIUM) del país.

CONCLUSIONES

Los sistemas de monitoreo remoto permiten que los cuidadores informales (familia, amigos, vecinos, etc.) y/o los profesionales (en instituciones de salud o sociales) estén pendientes de las personas dependientes sin la necesidad de encontrarse en el mismo lugar. Los familiares no tienen que dejar de trabajar para atenderlos, por lo tanto, la economía familiar y del país se benefician. En el caso de las instituciones, con estas tecnologías los cuidadores pueden atender una mayor cantidad de pacientes.



Para los servicios de salud, una acción preventiva permite reducir el número de hospitalizaciones y visitas médicas y con ellos los costos de atención médica.

En el artículo se presentan los conceptos computación en la niebla y pasarelas inteligentes en el contexto de los sistemas RPM basados en IoT. Las pasarelas inteligentes situadas en las proximidades de los nodos sensores en hogares, hogares de ancianos u hospitales pueden aprovechar su posición estratégica única para hacer frente a los retos de los sistemas de salud para atender el envejecimiento de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ONEI. 2021 [citado 23 Nov 2021]. El Envejecimiento de la Población. Cuba y sus territorios, 2020. Centro de Estudios de Población y Desarrollo (CEPDE) de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). Cuba.
2. Menéndez Jiménez J. El Decenio del Envejecimiento Saludable (2020-2030), una oportunidad para Cuba. Rev Cuba Salud Pública [Internet]. 2020 [citado 9 Nov 2021]; 46(4):e2748. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662020000400002
3. Smith Colás RE, Cobo Alea R, Vázquez Seisdedos CR. Diseño de un sistema inalámbrico de monitorización electrocardiográfica para dispositivos Android. RIELAC [Internet]. 2020 [citado 13 Nov 2021]; 41(2):63–79. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282020000200063&lng=en&nrm=iso&tlng=es
4. Ortega Eguino A, González Tristán Y, Mendoza Reyes MA. Red de sensores inalámbricos para el monitoreo de bioseñales Wireless. Rev Cuba Transform Digit [Internet]. 2022 [citado 31 Nov 2021]; 3(2). Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/389/3893118001/>
5. Fleites DAP, Álvarez EAT, Camejo TR. Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el envejecimiento saludable: 30 años de experiencias en Colón. MedEst [Internet]. 2024 [citado 31 Ene 2024]; 3(3). Disponible en: <https://revmedest.sld.cu/index.php/medest/article/view/175>
6. Zamanifar A. Remote Patient Monitoring: Health Status Detection and Prediction in IoT-Based Health Care. En: Marques G, Kumar Bhoi A, de Albuquerque VHC, Hareesha KS, editors. IoT in Healthcare and Ambient Assisted Living. Springer Singapore: 2021 [citado 6 Jul 2022]; 933:89–102. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-9897-5_5
7. Sahu D, Pradhan B, Khasnobish A, Verma S, Kim D, Pal K. The Internet of Things in Geriatric Healthcare. J Healthc Eng [Internet]. 2021 [citado 31 Ene 2024]; 2021: 6611366. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6611366>
8. Mishra RK, Pandey R. Aspects of Network Architecture for Remote Healthcare Systems. In: 2nd International Conference on Computational Intelligence & Networks. Bhubaneswar, India. 2016. IEEE, CPS: 2016 [citado 31 Ene 2024]. Disponible en:



- <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7556803/>
9. Oliver N, Flores-Mangas F. HealthGear: A real-time wearable system for monitoring and analyzing physiological signals. In: Proceedings of the International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks - BSN 2006. Cambridge, MA, USA. Apr. IEEE: 2006 [citado 31 Ene 2024]. DOI: <https://doi.org/10.1109/BSN.2006.27>
 10. Kim JH, Roberge R, Powell JB, Shafer AB, Jon Williams W. Measurement Accuracy of Heart Rate and Respiratory Rate during Graded Exercise and Sustained Exercise in the Heat Using the Zephyr BioHarness™. Int J Sports Med [Internet]. 2013 Jun [citado 26 Mayo 2022]; 34(6):497-501. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327661>
 11. Niyato D, Hossain E, Camorlinga S. Remote patient monitoring service using heterogeneous wireless access networks: Architecture and optimization. IEEE J Sel Areas Commun [Internet]. 2009 Mayo [citado 31 Ene 2024]; 27(4):412-23. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSAC.2009.090506>
 12. Shah SH, Iqbal A, Shah SSA. Remote health monitoring through an integration of wireless sensor networks, mobile phones & Cloud Computing technologies. In: IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC). San Jose, CA, USA. Oct 2013. IEEE: 2013 [citado 31 Ene 2024]. DOI: <https://doi.org/10.1109/GHTC.2013.6713719>
 13. Kheirhahan M, Nair S, Davoudi A, Rashidi P, Wanigatunga AA, Corbett DB, *et al.* A smartwatch-based framework for real-time and online assessment and mobility monitoring. J Biomed Inform [Internet]. 2019 Ene [citado 27 Mayo 2022]; 89:29-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2018.11.003>
 14. Iranpak S, Shahbahrami A, Shakeri H. Remote patient monitoring and classifying using the internet of things platform combined with cloud computing. J Big Data [Internet]. 2021 Dic [citado 12 Nov 2021]; 8(120):1-22. Disponible en: <https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-021-00507-w>
 15. Yıldırım E, Cicioğlu M, Çalhan A. Fog-cloud architecture-driven Internet of Medical Things framework for healthcare monitoring. Med Biol Eng Comput [Internet]. 2023 Mayo [citado 31 Ene 2024]; 61(5):1133-47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11517-023-02776-4>
 16. Debauche O, Mahmoudi S, Manneback P, Assila A. Fog IoT for Health: A new Architecture for Patients and Elderly Monitoring. Procedia Comput Sci [Internet]. 2019 Ene [citado 31 Ene 2024]; 160(C):289-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.087>
 17. Elhadad A, Alanazi F, Taloba AI, Abozeid A. Fog Computing Service in the Healthcare Monitoring System for Managing the Real-Time Notification. J Healthc Eng [Internet]. 2022 Mar [citado 31 Ene 2024]; 2022:5337733. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/5337733>
 18. Hussain A, Zafar K, Baig AR. Fog-Centric IoT Based Framework for Healthcare Monitoring, Management and Early Warning System. IEEE Access [Internet]. 2021 [citado 31 Ene 2024]; 9:74168-79. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/6287639/9312710/09430526.pdf>
 19. Hassan SR, Ahmad I, Ahmad S, Alfaify A, Shafiq M. Remote Pain Monitoring Using Fog Computing for e-Healthcare: An Efficient Architecture. Sensors (Basel) [Internet]. 2020 Nov [citado 9 Feb 2023]; 20(22):6574. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20226574>
 20. Quy VK, Hau N Van, Anh D Van, Ngoc LA. Smart healthcare IoT applications based on fog computing: architecture, applications and challenges. Complex Intell Systems [Internet]. 2022 Oct [citado 31 Ene 2024];



- 8(5):3805–15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00582-9>
21. Daraghmi Y-A, Daraghmi EY, Daraghma R, Fouchal H, Ayaida M. Edge–Fog–Cloud Computing Hierarchy for Improving Performance and Security of NB-IoT-Based Health Monitoring Systems. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2022 Nov [citado 31 Ene 2024]; 22(22):8646. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22228646>
22. García Quiñones R, Alfonso de Armas M. Envejecimiento, políticas sociales y sectoriales en Cuba. En: *La Habana*. 2020 [citado 2022 May 9]. Disponible en: <https://www.cepal.org/sites/default/files/evnts/files/rolandogarciapdf.pdf>
23. Fong Estrada JA. Crónica de la Gerontogeriatría en Santiago de Cuba. *Medisan* [Internet]. 2020 [citado 31 Ene 2024]; 24(06):1278–88. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192020000601278
24. Baster Moro JC. Gerontogeriatría desde el Hogar de Ancianos. *Correo Cient Med* [Internet]. 2004 [citado 31 Ene 2024]; 8(1). Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/ejemplar.php?id=3204>
25. García AZ, Reyes ET. Aporte de Tecnologías Móviles al Examen Periódico de Salud en un Consultorio Médico de Familia de Colón. In: *IV Convención Internacional de Salud*. Cuba. 2022. Cuba Salud: 2022 [citado 31 Ene 2024]. Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022>
26. Smith Colás RE, Cobo Alea R, Vázquez Seisdedos CR. Diseño de un sistema inalámbrico de monitorización electrocardiográfica para dispositivos Android. *RIELAC* [Internet]. 2020 [citado 31 Ene 2024]; 41(2):63-79. Disponible en: <https://rielac.cujae.edu.cu/index.php/rieac/article/view/792/416>
27. Rahmani AM, Nguyen Gia T, Negash B, Anzanpour A, Azimi I, Jiang M, *et al.* Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach. *Futur Gener Comput Syst* [Internet]. 2018 [citado 4 Mar 2021]; 78(2):641–58. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2017.02.014>

Declaración de conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Lidice Romero Amondaray: conceptualización, investigación, metodología, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

Fernando José Artigas-Fuentes: metodología, supervisión, redacción-borrador original y redacción-revisión y edición.

Maikel Noriega Alemán: metodología, supervisión, redacción-borrador original y redacción-revisión y edición.

Caridad Anías Calderón: metodología, supervisión, redacción-borrador original y redacción-revisión y edición

Financiación:

Los autores recibieron financiación para el desarrollo del proyecto de:

- Programa Territorial de Ciencia e Innovación Tecnológica: Desarrollo de Productos y servicios de salud. Proyecto “Monitoreo del adulto mayor con enfermedades crónicas, en ambientes controlados”.
- Programa Nacional de Telecomunicaciones e Informatización de la Sociedad. Proyecto “Plataforma para el seguimiento y asistencia al adulto mayor”.



- Neu-Ulm University of Applied Sciences. Proyecto “Estudio multinacional cruzado sobre la aceptación de los adultos mayores a las pulseras inteligentes”.
- Centro Universitario de Bavaria para América Latina (BAYLAT). Proyecto “Adopción de recursos digitales por personas mayores frágiles en Cuba”.
- Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) de Alemania. Proyecto “Sistemas de monitoreo de salud para personas mayores (HeMSS)”.

