

# Estudio exploratorio de tecnologías y herramientas para el cuidado de la salud por medio del uso de dispositivos médicos conectados en el contexto de sistemas inteligentes en entornos clínicos\*

## Exploratory study of technologies and tools for healthcare through the use of connected medical devices in the context of intelligent systems in clinical environments

Recibido: mayo 10 de 2023 - Evaluado: septiembre 12 de 2023 - Aceptado: noviembre 30 de 2023

Jorge Gómez-Gómez\*\*  
Daniel Salas-Álvarez\*\*\*  
Alexander Fernández-Arango\*\*\*\*

### Para citar este artículo / To cite this Article

J. Gómez-Gómez, D. Salas-Álvarez, A. Fernández-Arango, “Estudio exploratorio de tecnologías y herramientas para el cuidado de la salud por medio del uso de dispositivos médicos conectados en el contexto de sistemas inteligentes en entornos clínicos” Revista de Ingenierías Interfaces, Vol 6 (2), pp 1-11, 2023.

### Resumen

En mundo donde la digitalización y la interconexión son ya algo omnipresente, los sensores y dispositivos médicos han emergido como elementos cruciales para la evolución de la atención en salud. Este documento se hace énfasis en el papel fundamental de estos dispositivos en la atención médica actual, explorando cómo los datos generados por ellos pueden revolucionar el diagnóstico de enfermedades. A través de la interconexión de sensores y dispositivos médicos, se vislumbra un futuro en el que se puedan predecir y gestionar los síntomas de los pacientes de manera más eficaz.

**Palabras clave:** Sensores médicos interconectados, Predicción de síntomas, Diagnóstico, Inteligencia artificial, Datos de salud. IoT, Big Data, Data análisis.

---

\*Artículo inédito: “Estudio exploratorio de tecnologías y herramientas para el cuidado de la salud por medio del uso de dispositivos médicos conectados en el contexto de sistemas inteligentes en entornos clínicos”.

\*\*Universidad de Córdoba, jelienergomez@correo.unicordoba.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-8746-9386>, Montería, Colombia.

\*\*\*Universidad de Córdoba, danielsalas@correo.unicordoba.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-7097-7883>, Montería, Colombia.

\*\*\*\*Universidad de Córdoba, alexanderfernandez@correo.unicordoba.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-6785-6581>, Montería, Colombia.

## Abstract

In a world where digitization and interconnectedness are already ubiquitous, medical sensors and devices have emerged as crucial elements in the evolution of healthcare. This document emphasizes the fundamental role of these devices in current medical care, exploring how the data generated by them can revolutionize disease diagnosis. Through the interconnection of medical sensors and devices, a future is envisioned in which the symptoms of patients can be predicted and managed more effectively.

**Keywords:** Interconnected medical sensors, Symptom prediction, Diagnosis, Artificial intelligence, Health data, IoT, Big Data, Data analysis.

## 1. Introducción

En la intersección de la tecnología y la atención médica, los sensores y dispositivos médicos interconectados emergen como elementos cruciales para el presente y el futuro del cuidado médico. El ritmo vertiginoso de la innovación tecnológica ha dado lugar a un ecosistema de dispositivos que recopilan datos en tiempo real, estableciendo una revolución en la manera en que los pacientes son monitorizados y tratados.

Este documento se adentrará en la profunda influencia que estos dispositivos ejercen en la atención médica contemporánea, con un énfasis particular en su potencial para transformar el diagnóstico de enfermedades. A través de un análisis relacionado, se ilustrará cómo la interconexión de sensores y dispositivos médicos abre la puerta a la predicción de síntomas, marcando un hito en la evolución de la medicina.

En la última década, los avances tecnológicos han redefinido la atención médica. Los sensores y dispositivos médicos interconectados han asumido un papel protagónico en este cambio de paradigma, permitiendo una monitorización más eficaz y personalizada de los pacientes.

La atención médica ya no se limita a la clínica o al hospital; se extiende a los hogares de los pacientes, lugares de trabajo y comunidades, gracias a dispositivos que capturan datos vitales y los comparten en tiempo real con profesionales de la salud [1]. En este contexto, la capacidad de recopilar y analizar datos continuos se erige como un activo invaluable para la atención preventiva y el diagnóstico temprano de enfermedades[2].

Uno de los aspectos más prometedores de esta revolución médica es la mejora significativa en el diagnóstico de enfermedades. La tecnología de imagen médica, como la resonancia magnética y la tomografía computarizada, ha avanzado de manera espectacular, permitiendo una visualización más nítida y detallada del cuerpo humano[3].

Además, la conectividad en tiempo real de estos dispositivos a través de la nube ha agilizado el intercambio de información médica entre centros de atención y especialistas en todo el mundo, lo que ha facilitado diagnósticos más rápidos y precisos[4].

Los sensores y dispositivos médicos no solo han impulsado el diagnóstico, sino que también han revolucionado el manejo de enfermedades crónicas, como la diabetes y la hipertensión, al permitir a los pacientes y médicos monitorizar y ajustar el tratamiento de manera más efectiva[5]. Esta interconexión de dispositivos marca un punto de inflexión en el cuidado médico, con un potencial asombroso para transformar la salud y el bienestar de las personas.

Sin embargo, el impacto de los sensores y dispositivos médicos interconectados no se limita al diagnóstico y tratamiento. En este trabajo, se explorará cómo estos dispositivos están allanando el camino hacia una nueva era de predicción de síntomas y evolución de la atención médica.

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un habilitador clave en este contexto, al permitir el análisis de grandes conjuntos de datos de manera más rápida y precisa que nunca[6]. Los algoritmos de IA pueden identificar patrones y correlaciones en los datos de los pacientes, lo que abre la puerta a la predicción de síntomas y diagnósticos más certeros[7]-[8].

En este sentido, la interconexión de dispositivos y el poder de la IA están impulsando una atención médica más personalizada, preventiva y eficiente, que promete una mayor calidad de vida y una reducción de los costos en todos los aspectos relacionados al entorno del cuidado médico.

## **2. Tecnologías orientadas a la atención médica**

En la actualidad se ha vuelto muy evidente, como el manejo de la información hace que la humanidad pueda ser capaz de comprender su entorno de una forma precisa y objetiva. Cada vez en los diferentes campos del conocimiento ese manejo permite una evolución superior en las actividades comunes, incrementado la capacidad de reacción y predicción a las diversas situaciones, que, como personas, pueden enfrentar día con día.

La atención médica, así como los diversos cuidados en salud no son inmunes a las posibilidades que presentan el uso de los datos generados en el propio que hacer de esta actividad.

Se debe tener presente, que como en cualquier otra actividad el manejo de la información, desde aspectos meramente administrativos, hasta los que permiten conocer el estado de un paciente, son entendidos de suma importancia en el desarrollo de esta actividad.

El procesamiento de información mediante sensores y dispositivos médicos interconectados constituye una parte importante de los sistemas inteligentes en contextos clínicos. Estos dispositivos tienen la capacidad de recopilar una diversidad de datos, que incluyen mediciones como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, los niveles de glucosa en sangre y la temperatura corporal, entre otros[9].

Los datos obtenidos son transmitidos de forma instantánea a sistemas de monitorización en tiempo real, lo que hace posible el seguimiento constante de la salud de los pacientes.

Desde este punto de vista la recopilación y transmisión de datos a través de dispositivos médicos conectados es una herramienta valiosa para la atención médica moderna. Pues no solo brinda la capacidad de monitorizar de cerca la salud de los pacientes, sino que también permite una respuesta inmediata a cualquier cambio en los parámetros vitales[10].

La información en tiempo real obtenida de esta manera proporciona a los profesionales de la salud la posibilidad de tomar decisiones informadas y ajustar los tratamientos de manera precisa y oportuna, mejorando así la calidad de la atención médica.

### **Sensores y dispositivos un enfoque al diagnóstico**

Uno de los principales beneficios de los sensores y dispositivos médicos interconectados es su capacidad para mejorar el diagnóstico de enfermedades. Un ejemplo sobresaliente es la tecnología de imagen médica, como la resonancia magnética y la tomografía computarizada. Gracias a esto, es posible compartir instantáneamente entre centros médicos y especialistas en todo el mundo. Esto ha permitido un diagnóstico más rápido y preciso en una variedad de condiciones médicas[11].

La evolución en la interconexión de dispositivos ha revolucionado el diagnóstico de enfermedades crónicas. Los dispositivos portátiles, como los monitores de glucosa y presión arterial, proporcionan datos continuos que permiten a los pacientes y médicos rastrear y diagnosticar enfermedades como la diabetes y la hipertensión con mayor eficacia[12].

La capacidad de compartir estos datos con profesionales de la salud a través de plataformas en línea y aplicaciones móviles ha llevado a un mejor control de enfermedades crónicas y a una reducción en las complicaciones relacionadas[13].

### **Una evolución en el cuidado de la salud y el impacto de la Inteligencia Artificial (IA)**

La recopilación y el análisis de datos en tiempo real de sensores y dispositivos médicos permiten la predicción de síntomas y la evolución de la atención médica. Al utilizar algoritmos de aprendizaje automático, se pueden identificar patrones y correlaciones en los datos de los pacientes. Esto abre la puerta a la predicción de la aparición de síntomas y, en última instancia, a un diagnóstico más temprano y preciso[7]-[8]-[14]-[15].

La capacidad de predecir la aparición de síntomas es un avance transformador en la atención médica. Los dispositivos conectados pueden detectar signos tempranos de enfermedades, lo que permite una intervención más oportuna y, en muchos casos, la prevención de afecciones graves. Por ejemplo, los wearables que monitorizan el ritmo cardíaco pueden detectar arritmias antes de que el paciente sea consciente de los síntomas, logrando así una atención médica más inmediata y una reducción de los riesgos[4]-[9]-[16].

La inteligencia artificial (IA) juega un papel crucial en la interpretación de los datos generados por sensores y dispositivos médicos. Los algoritmos de IA pueden analizar grandes conjuntos de datos de manera más rápida y precisa de lo que podría hacerlo un ser humano. Esta capacidad se utiliza para identificar patrones y tendencias que a menudo pasan desapercibidos para los médicos, lo que facilita la predicción de síntomas y diagnósticos más certeros[17]-[18]-[19].

La inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta esencial para la interpretación de datos médicos. Al procesar grandes cantidades de información, los algoritmos de IA pueden detectar patrones sutiles y correlaciones que no serían evidentes para los médicos. Esto es especialmente valioso en la predicción de síntomas, ya que la IA puede anticipar cambios en la salud de un paciente basándose en datos históricos y en tiempo real[20].

### **Big data y el análisis de datos en el manejo de información del cuidado medico en el contexto hospitalario**

El manejo eficiente de los datos recopilados en el cuidado médico y hospitalario a través del uso de Big Data y Data Análisis se ha convertido en un componente esencial en la transformación de la atención médica moderna.

La recopilación masiva de información de pacientes, proveniente de sensores y dispositivos interconectados, ha dado lugar a un enorme conjunto de datos que ofrece oportunidades significativas para la mejora de diagnósticos, tratamientos y pronósticos. A través del análisis de estos datos, es posible identificar patrones y tendencias, lo que puede llevar a una atención médica más precisa y personalizada[6].

El enfoque de Big Data en la atención médica implica la recopilación de datos a gran escala de múltiples fuentes como son: Registros de Salud Electrónicos (EHR), estos contienen información detallada sobre la historia médica de los pacientes, incluyendo diagnósticos, tratamientos, resultados de laboratorio y más. Estos registros son fundamentales para analizar datos clínicos.

Dispositivos Médicos Conectados, los datos generados por dispositivos como monitores de frecuencia cardíaca, glucómetros, tensiómetros y termómetros digitales proporcionan mediciones en tiempo real que pueden integrarse en sistemas de análisis. Otro tipo de fuente incluye las Aplicaciones de Salud y Dispositivos Portátiles, estas aplicaciones móviles de salud y los dispositivos portátiles como smartwatches y rastreadores de fitness recopilan una gran cantidad de datos sobre la actividad física, el sueño y otros indicadores de salud.

Hacen parte de posibles fuentes los Sistemas de Imágenes Médicas, estas imágenes médicas, como tomografías computarizadas (CT) y resonancias magnéticas (MRI), generan datos voluminosos que pueden analizarse para detectar enfermedades y problemas de salud. Otra fuente usual no menos importante son los Datos de Laboratorio, estos resultados de pruebas

de laboratorio, como análisis de sangre y orina, proporcionan información importante sobre el estado de salud de los pacientes.

Otra fuente usual de datos están las Redes Sociales, Foros y eventos de Salud, estas redes sociales y los foros de salud en línea pueden contener datos valiosos sobre la percepción de los pacientes sobre su salud y sus experiencias con enfermedades. Sin dejar de lado la información proveniente de Sensores Ambientales, estos sensores en entornos clínicos, como la calidad del aire o la temperatura en hospitales, pueden ser útiles para monitorear y mejorar la atención médica.

Y por último se completan estas fuentes con los Datos de Monitoreo de Pacientes en Tiempo Real, estos sistemas son capaces del monitoreo en tiempo real, recopilan datos continuos de pacientes hospitalizados, lo que permite la detección temprana de problemas de salud[9]-[21].

El potencial de esta metodología es ilustrado por estudios que han demostrado la eficacia de la minería de datos en la identificación temprana de enfermedades, como el cáncer [22]. Este enfoque ha llevado a un cambio significativo en la práctica médica, permitiendo una detección más temprana y precisa de condiciones de salud, lo que a su vez mejora las tasas de supervivencia y la calidad de vida de los pacientes.

Además de la detección temprana, el análisis de datos en el cuidado médico también se utiliza para personalizar los tratamientos. Al evaluar los datos de un paciente individual, los médicos pueden seleccionar terapias específicas que se ajusten a las características únicas de ese paciente[23]. Esto representa un cambio importante en la atención médica, ya que los tratamientos ya no son genéricos, sino adaptados a las necesidades individuales de cada paciente.

La interconexión de sensores y dispositivos médicos juega un papel crucial en este proceso. La recopilación de datos en tiempo real de pacientes en el entorno clínico y doméstico brinda información continua que es vital para el análisis y la toma de decisiones informadas. Un ejemplo notable es la monitorización continua de glucosa en pacientes con diabetes a través de dispositivos conectados, que ha mejorado la gestión de la enfermedad y ha permitido ajustar la terapia de manera más precisa[24]-[25].

Sin embargo, es importante abordar las preocupaciones éticas y de privacidad que surgen con el manejo de Big Data en la atención médica. La recopilación y el análisis de datos de salud requieren un enfoque sólido en la seguridad y la privacidad de la información del paciente. Además, la propiedad y el acceso a estos datos deben ser regulados y protegidos para garantizar que los pacientes se beneficien de manera justa y segura de los avances en el análisis de datos[26].

A medida que los sensores y dispositivos médicos interconectados se vuelven más comunes en la atención médica y salud, surgen elementos éticos y de privacidad. La recopilación masiva de datos de pacientes plantea preocupaciones sobre la seguridad y la privacidad de la información personal de salud. Los entes colegiados y los reguladores así como los

profesionales de la salud deben abordar estas preocupaciones para garantizar que los beneficios de esta tecnología no se vean eclipsados por riesgos potenciales[27].

La interconexión de sensores y dispositivos médicos plantea importantes cuestiones éticas y de privacidad. La recopilación y el uso de datos de salud altamente sensibles requieren un marco legal y ético sólido.

La privacidad de los pacientes es una preocupación central, y es esencial que se establezcan políticas y protocolos sólidos para garantizar que los datos de los pacientes se protejan de manera adecuada [28].

Además, se deben abordar cuestiones éticas relacionadas con la propiedad y el acceso a estos datos, especialmente cuando se utilizan para la investigación médica[26]. La colaboración entre médicos, reguladores y expertos en ética es esencial para garantizar un equilibrio adecuado entre la innovación y la protección de la privacidad del paciente.

### **Futuro y desafíos en el procesamiento de datos en el cuidado de la salud en el contexto de sistemas inteligentes en entornos clínicos**

Inclusive hoy con los avances notables, se pueden hallar desafíos importantes en la implementación de sensores y dispositivos médicos interconectados. Uno de los desafíos es la interoperabilidad de dispositivos y sistemas, que hace necesario implementar estándares comunes que garanticen la comunicación efectiva entre dispositivos de diferentes fabricantes [29].

Además, la seguridad informática es una preocupación crítica, ya que los dispositivos médicos pueden ser vulnerables a ataques maliciosos, siendo necesaria la incorporación de elementos que conlleven a la mitigación de cualquier tipo de riesgo relacionado con el proceso de recopilación de datos en general en este contexto[2]-[30]-[31]-[32]-[33].

Sin embargo, a pesar de estos desafíos, el futuro de los sensores y dispositivos médicos interconectados es prometedor, así como del procesamiento de datos en el cuidado de la salud en el contexto de los entornos clínicos.

A medida que la tecnología continúa avanzando, se espera que los dispositivos sean más accesibles, precisos y versátiles. La combinación de sensores, dispositivos médicos y análisis de datos está en camino de transformar la atención médica en una experiencia más personalizada, preventiva y eficiente [6]-[21]-[34]-[35] -[36] -[37].

### **Conclusiones**

El procesamiento de datos del cuidado de la salud en contextos inteligentes clínicos, así como los sensores y dispositivos médicos interconectados son elementos esenciales para el futuro de la atención médica.

La capacidad de recopilar datos en tiempo real y compartirlos de manera efectiva está revolucionando el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. La predicción de síntomas se ha convertido en una realidad gracias a la interconexión de estos dispositivos y la aplicación de la inteligencia artificial.

El manejo de datos en el cuidado médico a través de Big Data y análisis de datos es un componente muy importante en la transformación de la atención médica moderna. La capacidad de recopilar, integrar y analizar grandes conjuntos de datos ofrece oportunidades sin precedentes para mejorar el diagnóstico, el tratamiento y el pronóstico de enfermedades.

A medida que la tecnología continúa avanzando y los datos médicos se vuelven más accesibles, la atención médica se encamina hacia un futuro más personalizado y eficiente.

Sin embargo, es fundamental abordar cuestiones éticas y de privacidad para garantizar que los beneficios de esta tecnología sean accesibles sin comprometer la seguridad y la privacidad de los pacientes.

En última instancia, los sensores y dispositivos médicos interconectados están allanando el camino hacia una atención médica más personalizada, preventiva y eficaz. A medida que la tecnología continúa avanzando, el potencial para mejorar la calidad de vida de los pacientes y prevenir enfermedades antes de que se conviertan en problemas graves se vuelve más evidente.

La interconexión de dispositivos médicos está en la vanguardia de la transformación de la atención médica y promete un futuro en el que la medicina sea más precisa y personalizada que nunca.

## Referencias

- [1] R. (2017). Solanas, A., Weber, J. H., Bener, A. B., Van Der Linden, F., & Capilla, "Recent advances in healthcare software: Toward context-aware and smart solutions.," *IEEE Softw.*, vol. 34(6), pp. 36–40, 2017, [Online]. Available: [https://repositori.urv.cat/estatic/PC0011/es\\_imarina9285556.html](https://repositori.urv.cat/estatic/PC0011/es_imarina9285556.html)
- [2] E. Batista, M. Angels Moncusi, P. López-Aguilar, A. Martínez-Ballesté, and A. Solanas, "Sensors for context-aware smart healthcare: A security perspective," *Sensors*, vol. 21, no. 20, 2021, doi: 10.3390/s21206886.
- [3] T. Ivaşcu and V. Negru, "Activity-aware vital signmonitoring based on a multi-agent architecture," *Sensors*, vol. 21, no. 12, 2021, doi: 10.3390/s21124181.
- [4] A. Haleem, M. Javaid, R. Pratap Singh, and R. Suman, "Medical 4.0 technologies for healthcare: Features, capabilities, and applications," *Internet Things Cyber-Physical Syst.*, vol. 2, pp. 12–30, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2022.04.001>.

[5] V. Sharmila Bhargavi and S. Pavai Madheswari, “IoT enabled healthcare system for predicting the diseases using feature optimization, decision tree, neural network, and fuzzy temporal rules,” *Concurr. Comput. Pract. Exp.*, vol. 34, no. 27, 2022, doi: 10.1002/cpe.7327.

[6] S. Venkatraman, S. Parvin, W. Mansoor, and A. Gawanmeh, “Big data analytics and internet of things for personalised healthcare: opportunities and challenges,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 13, no. 4, pp. 4306–4316, 2023, doi: 10.11591/ijece.v13i4.pp4306-4316.

[7] S. Mistry, L. Wang, Y. Islam, and F. A. J. Osei, “A Comprehensive Study on Healthcare Datasets Using AI Techniques,” *Electron.*, vol. 11, no. 19, 2022, doi: 10.3390/electronics11193146.

[8] C. E. Aitzaouiat, A. Latif, A. Benslimane, and H.-H. Chin, “Machine Learning Based Prediction and Modeling in Healthcare Secured Internet of Things,” *Mob. Networks Appl.*, vol. 27, no. 1, pp. 84–95, 2022, doi: 10.1007/s11036-020-01711-3.

[9] H. Keserwani, S. V Kakade, S. K. Sharma, M. Manchanda, and G. F. Nama, “Real-Time Analysis of Wearable Sensor Data Using IoT and Machine Learning in Healthcare,” *Int. J. Intell. Syst. Appl. Eng.*, vol. 11, no. 7s, pp. 85–90, 2023, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85164032637&partnerID=40&md5=508583757c28c6968b311fe9f20b07a0>

[10] S. C. Dhanvijay, M. M., & Patil, “Internet of Things: A survey of enabling technologies in healthcare and its applications,” *Comput. Networks*, vol. 153, pp. 113–131, 2019, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389128619302695>

[11] H. Verma, N. Chauhan, and L. K. Awasthi, “A Comprehensive review of ‘Internet of Healthcare Things’: Networking aspects, technologies, services, applications, challenges, and security concerns,” *Comput. Sci. Rev.*, vol. 50, p. 100591, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2023.100591>.

[12] E. Mbunge, B. Muchemwa, S. Jiyane, and J. Batani, “Sensors and healthcare 5.0: transformative shift in virtual care through emerging digital health technologies,” *Glob. Heal. J.*, vol. 5, no. 4, pp. 169–177, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2021.11.008>.

[13] E. Raso, G. M. Bianco, L. Bracciale, G. Marrocco, C. Occhiuzzi, and P. Loreti, “Privacy-Aware Architectures for NFC and RFID Sensors in Healthcare Applications,” *Sensors*, vol. 22, no. 24, 2022, doi: 10.3390/s22249692.

[14] F. Piccialli, F. Giampaolo, E. Prezioso, D. Camacho, and G. Acampora, “Artificial intelligence and healthcare: Forecasting of medical bookings through multi-source time-series fusion,” *Inf. Fusion*, vol. 74, pp. 1–16, 2021, doi: 10.1016/j.inffus.2021.03.004.

[15] A. Shrivastava, M. Chakkaravarthy, and M. A. Shah, “Health Monitoring based Cognitive IoT using Fast Machine Learning Technique,” *Int. J. Intell. Syst. Appl. Eng.*, vol. 11, no. 6s, pp. 720–729, 2023, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85167993065&partnerID=40&md5=a42aea133aae7e0ec6ccf697f90e7cf8>

[16] D. de Oliveira Cruz, C. Chechetti, S. M. D. Brucki, L. T. Takada, and F. L. S. Nunes, “A comprehensive systematic review on mobile applications to support dementia patients,” *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 90, p. 101757, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2023.101757>.

[17] C. Comito and C. Pizzuti, “Artificial intelligence for forecasting and diagnosing COVID-19 pandemic: A focused review,” *Artif. Intell. Med.*, vol. 128, p. 102286, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102286>.

[18] S. A. Wagan, J. Koo, I. F. Siddiqui, M. Attique, D. R. Shin, and N. M. F. Qureshi, “Internet of medical things and trending converged technologies: A comprehensive review on real-time applications,” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 10, Part B, pp. 9228–9251, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.09.005>.

[19] D. Nahavandi, R. Alizadehsani, A. Khosravi, and U. R. Acharya, “Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 213, p. 106541, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106541>.

[20] M. J. Baucas, P. Spachos, and S. Gregori, “Internet-of-Things Devices and Assistive Technologies for Health Care: Applications, Challenges, and Opportunities,” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 38, no. 4, pp. 65–77, 2021, doi: [10.1109/MSP.2021.3075929](https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3075929).

[21] J. Liang, Y. Song, Y. Sun, Y. Ji, L. Pan, and Y. Shi, “Research progress of human health IoT based on wearable and implantable techniques,” *Chinese J. Internet Things*, vol. 7, no. 2, pp. 26–34, 2023, doi: [10.11959/j.issn.2096-3750.2023.00343](https://doi.org/10.11959/j.issn.2096-3750.2023.00343).

[22] I. N. Muhsen *et al.*, “Current status and future perspectives on the Internet of Things in oncology,” *Hematol. Oncol. Stem Cell Ther.*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.hemonc.2021.09.003>.

[23] J. Zhang *et al.*, “Intelligent speech technologies for transcription, disease diagnosis, and medical equipment interactive control in smart hospitals: A review,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 153, p. 106517, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.106517>.

[24] A. Momenzadeh, A. Shamsa, and J. G. Meyer, “Bias or biology? Importance of model interpretation in machine learning studies from electronic health records,” *JAMIA Open*, vol. 5, no. 3, 2022, doi: [10.1093/jamiaopen/ooac063](https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooac063).

[25] O. H. Salman, Z. Taha, M. Q. AlSabah, Y. S. Hussein, A. S. Mohammed, and M. Aal-Nouman, “A review on utilizing machine learning technology in the fields of electronic emergency triage and patient priority systems in telemedicine: Coherent taxonomy, motivations, open research challenges and recommendations for intelligent future work,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 209, p. 106357, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106357>.

[26] T. Saheb, T. Saheb, and D. O. Carpenter, “Mapping research strands of ethics of artificial intelligence in healthcare: A bibliometric and content analysis,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 135, p. 104660, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104660>.

[27] S. Harrer, “Attention is not all you need: the complicated case of ethically using large language models in healthcare and medicine,” *eBioMedicine*, vol. 90, p. 104512, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104512>.

[28] K. Das *et al.*, “Informatics on a social view and need of ethical interventions for wellbeing via interference of artificial intelligence,” *Telemat. Informatics Reports*, vol. 11, p. 100065, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.teler.2023.100065>.

[29] M. Haghi Kashani, M. Madanipour, M. Nikravan, P. Asghari, and E. Mahdipour, “A systematic review of IoT in healthcare: Applications, techniques, and trends,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 192, p. 103164, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103164>.

[30] H. Kim, S. Lee, H. Kwon, and E. Kim, “Design and Implementation of a Personal Health Record Platform Based on Patient-consent Blockchain Technology,” *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 15, no. 12, pp. 4400–4419, 2021, doi: 10.3837/TIIS.2021.12.008.

[31] J.-S. Lee, C.-J. Chew, J.-Y. Liu, Y.-C. Chen, and K.-Y. Tsai, “Medical blockchain: Data sharing and privacy preserving of EHR based on smart contract,” *J. Inf. Secur. Appl.*, vol. 65, 2022, doi: 10.1016/j.jisa.2022.103117.

[32] A. Haleem, M. Javaid, R. P. Singh, R. Suman, and S. Rab, “Blockchain technology applications in healthcare: An overview,” *Int. J. Intell. Networks*, vol. 2, pp. 130–139, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.09.005>.

[33] Q. Mamun, “Blockchain technology in the future of healthcare,” *Smart Heal.*, vol. 23, p. 100223, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2021.100223>.

[34] S. Esposito, S. Orlandi, S. Magnacca, A. De Curtis, A. Gialluisi, and L. Iacoviello, “Clinical Network for Big Data and Personalized Health: Study Protocol and Preliminary Results,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 11, 2022, doi: 10.3390/ijerph19116365.

[35] J. Gómez, S. Castaño, T. Mercado, A. Fernández, and J. García. Sistema de Internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos. *Ingeniería e Innovación*, 5 (1), 24-31.,2017.

[36] J. Gómez, B. Oviedo and Zhuma. Patient monitoring system based on internet of things. *Procedia Computer Science*, 83, 90-97, 2016.

[37] V. Elamaran, N. Arunkumar, G. Babu, V. Balaji, J. Gomez, C. Figueroa, and G. Ramirez-González. Exploring DNS, HTTP, and ICMP response time computations on brain signal/image databases using a packet sniffer tool. *IEEE Access*, 6, 59672-59678, 2018.