



Fuente: <https://www.lanner-america.com/blog/healthcare-network-ot-security/>

Soluciones IoT para hacer frente a la Covid-19: Principales tendencias

Jorge G. Moreno López - Instituto Científico y Tecnológico del Ejército

RESUMEN

La aparición repentina y disruptiva de la Covid-19 ha calado de forma significativa en diversos sectores. Por su parte, las soluciones IoT, con un importante tiempo y trascendencia en la literatura, ofrece algunas aplicaciones desarrolladas para mitigar los efectos de la pandemia que afecta al mundo entero. Este artículo tiene como objetivo analizar las principales tendencias de las soluciones IoT Healthcare, específicamente las dirigidas al contexto de la pandemia. Para tal fin, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura en los principales motores de búsqueda disponibles. Como resultado, se ofrece una clasificación por categorías de cada artículo recuperado.

Palabras claves : Internet of Things, Healthcare, Covid-19, Revisión sistemática de la literatura.

ABSTRACT

The sudden and disruptive broke out of Covid-19 has a significant impact on various sectors. On the other hand, IoT solutions, with an important time and importance in the literature, offer some applications developed to mitigate the effects of the pandemic which affects the world wide. This article aims to analyze the main trends in IoT Healthcare solutions, specifically those aimed at the context of the pandemic. To this end, a systematic literature review is carried out in the main search engines available. As a result, a categorization of each papers retrieved is provided.

Keywords : Internet of Things, Healthcare, Covid-19, Systematic literature review

INTRODUCCIÓN

La enfermedad del Coronavirus-19 (COVID-19) es provocada por un virus llamado Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Al momento de la redacción de estas líneas, esta enfermedad había provocado 4'539,723 muertes a nivel mundial, desde su detección y reporte a la World Health Organization (WHO) en diciembre de 2019 [1]. La COVID-19 comprende algunos síntomas comunes, tales como: Fiebre, tos seca, fatiga, entre otros; además de algunos más severos como: Dificultad para respirar, pérdida de apetito, confusión, dolor o presión en el pecho, altas temperaturas corporales (mayor de 38°). Esta vertiginosa y disruptiva enfermedad ha impactado de manera trascendente y dramática en muchos sistemas económicos y de salud de todos los países del mundo, debido a su principal ruta de contagio person to person, lo cual incluye contacto nasal, oral y también secreciones de la mucosa ocular de pacientes con la enfermedad [2].

Por su parte, Internet of Things (IoT), término acuñado en 1999 por Ashton [3], considerado para muchos una extensión de los protocolos de Internet, es definido por Gubbia et al. como [4]: "Th

Adicionalmente, una solución IoT consiste de un conjunto de tecnologías y capacidades prolíficas, las cuales desde un punto de vista técnico no conforman una solución novedosa. Estas son algunas de las principales: (a) Comunicación y cooperación (b) Capacidad de ser encontrado (c) Identificación (d) Detección (e) Actuación (f) Procesamiento (g) Localización [5]. No obstante, la sinergia de estas constituye la clave para ofrecer y abarcar las distintas formas de aplicación en la actualidad. Entre las aplicaciones de IoT más importantes podemos citar: IoT en la industria, IoT en Smart Home, IoT en la producción agrícola, IoT en los transportes e IoT en los cuidados médicos [6].

Es en esta última aplicación en donde reside el principal interés de análisis de este artículo, ya que debido a las características inherentes de IoT en cuidados médicos (H-IoT) como: La recolección de datos ubicuamente, el procesamiento computacional y la capacidad de detección; se pueden emplear para mitigar y/o gestionar de manera mucho más eficiente los efectos de la pandemia que aqueja al mundo entero [7][8].

El objeto de este estudio es analizar las tendencias del empleo de Internet of Things frente a la pandemia de la COVID-19, ofreciendo una clasificación por concurrencias. Para esto, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura, la cual nos permite seguir una metodología fiable y evaluable que nos aleja de los errores de parcialidad.

Este artículo tiene el siguiente contenido: En la Sección II, se relatan estudios relacionados o similares al presente. En la Sección III, se detalla la metodología que subyace a esta investigación, además de las principales herramientas de análisis empleadas. En la Sección IV, se enumeran y discuten los principales resultados y hallazgos. Finalmente, en la Sección V se citan las conclusiones del presente estudio.



Fuente : <https://gpcinc.mx/blog/que-internet-cosas/>

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se detallan y comparan aquellos estudios secundarios encontrados en los principales motores de búsqueda, y debido a que estos son vastos solo se detallan aquellos con mayor similitud al presente.

En [9], Nasajpour et al. conducen un estudio acerca de los dispositivos IoT recientemente implementados para la asistir a los trabajadores de la salud que hacen frente a la pandemia, así mismo revisan el estado del arte de soluciones basadas en IoT. Por su parte, el artículo en curso ofrece un análisis de tendencias de soluciones IoT propuestas para hacer frente a la COVID-19; este estudio es basado en una metodología evaluable que les otorga fiabilidad a los hallazgos.

En [10], Singh et al. revisan las aplicaciones más importantes que presenta IoT para hacer frente a la COVID-19, en algunos motores de búsqueda disponibles. Esto para ofrecer una perspectiva que ayude a hacer frente a la pandemia. En el presente artículo, se define, como parte del análisis, una clasificación de aplicaciones como producto de la revisión sistemática.

Esta revisión comprende de tres fases: Planificación y conducción que serán detalladas en las siguientes subsecciones, y el informe de resultados tendrá lugar en la sección siguiente.

A. Fase de planificación

Esta fase de la SLR establece una guía para llevar a cabo la revisión, con la finalidad de reducir resultados sesgados. Esta fase se subdivide en los puntos siguientes: (i) Objetivo del estudio y preguntas de investigación. (ii) Estrategia de búsqueda. (iii) Criterios de inclusión y exclusión. (iv) Criterios de evaluación. (v) Estrategia de extracción.

1) Objetivo y pregunta de investigación.

El objetivo de este estudio es analizar las principales tendencias de las soluciones basadas en IoT para hacer frente a la pandemia de la COVID – 19.

RQ 1: ¿Cuáles son las principales tendencias de las soluciones basadas en IoT orientadas a hacer frente a la pandemia de la COVID-19?

2) Estrategia de búsqueda.

La estrategia de búsqueda de una SLR ofrece una revisión replicable y abierta a evaluaciones. Para tal fin, se establece una cadena de búsqueda con términos relacionados a la pregunta de investigación detallada en el numeral anterior. La cadena de búsqueda es la siguiente:

("Internet of Things" OR IoT) AND Healthcare AND ("COVID-19" OR "Coronavirus Disease" OR "SARS COV 2") AND (architecture OR model OR system OR solution OR platform OR framework)

Esta estrategia está aplicada en tres (03) motores de búsqueda, los cuales son mencionados en la TABLA I.

TABLA I. RECURSOS DE BUSQUEDA

Fuente de datos	Motores de búsqueda
Electronics Data Bases	IEEE Xplore Digital Library [12] ACM Digital Library [13] Springer Link [14]

3) Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de selección son definidos con la finalidad de acotar el rango de evidencias y poder centrarse en el interés del estudio. A continuación, se enumeran algunas como parte de la SLR.

a) Criterios de inclusión

- Artículos científicos que propongan arquitecturas, sistemas, modelos, soluciones, plataformas o frameworks IoT Healthcare para hacer frente a la COVID 19.
- Artículos científicos de estudios primarios en relación a la cadena de búsqueda definida en la sección anterior.
- Artículos científicos escritos en inglés en su totalidad.
- Artículos científicos publicados hasta julio de 2021

b) Criterios de exclusión

- Artículos científicos que no estén orientados a soluciones IoT Healthcare para hacer frente a la COVID 19.
- Artículos científicos que contemplen el termino IoT Healthcare con un significado diferente al del ámbito de las ciencias de computación.
- Artículos científicos sin disponibilidad de texto completo.
- Artículos científicos donde el lenguaje principal no sea inglés.
- Artículos científicos duplicados.
- Artículos científicos de estudios secundarios y terciarios.
- Artículos científicos en proceso de trabajo.

4) Criterios de evaluación

Estos criterios llegan a complementar los descritos en el numeral anterior; asimismo, evalúan el rigor, credibilidad y relevancia de cada estudio recogido.

TABLA II. CRITERIOS DE CALIDAD

ID	Criterio
CC1	¿El objetivo del estudio está definido con claridad?
CC2	¿Existe una adecuada descripción del contexto donde se desarrolla?
CC3	Los estudios describen la solución IoT-Healthcare propuesta?

5) Estrategia de extracción

Esta estrategia es detallada en la Fase de conducción.

B. Fase de conducción

Esta fase consta de lo siguiente: (i) Búsqueda y selección de estudios primarios (ii) Evaluación de calidad. (iii) Estrategia de extracción de datos.

1) Búsqueda y selección de estudios primarios.

Bajo lo estipulado en la fase de planeamiento, se recuperó 122 artículos, tal y como puede ser apreciado en la Tabla III. Adicionalmente, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se descuentan trece (13) estudios secundarios, un (01) artículo que no tiene como idioma principal el inglés, once (11) artículos en proceso de trabajo, y cuatro (04) publicaciones que no son considerados artículos científicos. Finalmente, quedan incluidos 93 artículos para la evaluación de calidad siguiente.

TABLA III. RESULTADO DE LA BÚSQUEDA SISTEMÁTICA

Motor de búsqueda	Recuperado	Incluido	Excluido
IEEE Xplore Digital Library			
ACM Digital Library			
Springer Link			
Total			

2) Evaluación de calidad.

En esta parte de la fase de conducción, se evalúa a detalle cada artículo, aplicando los criterios de calidad antes determinados. Al final, resultan 23 artículos que pasan a ser analizados en la extracción

TABLA IV. ARTÍCULOS SELECCIONADOS

Referencia	Título del artículo
[15]	An IoT based deep learning framework for early assessment of Covid-19
[16]	IoT based Health Monitoring Automated Predictive System to Confront COVID-19
[17]	Internet of Things (IoT) Privacy-Protected, Fall-Detection System for the Elderly Using the Radar Sensors and Deep Learning
[18]	Towards Reinforcing Healthcare 4.0: A Green Real-Time IIoT Scheduling and Nesting Architecture for COVID-19 Large-Scale 3D Printing Tasks
[19]	Covid-19: A Digital Transformation Approach to a Public Primary Healthcare Environment
[20]	Tracking Pandemics: A MEC-Enabled IoT Ecosystem with Learning Capability

Referencia	Título del artículo
[21]	Pervasive Communications Technologies for Managing Pandemics
[22]	A customized smart medical mask for healthcare personnel
[23]	An Internet of Robotic Things System for combating coronavirus disease pandemic (COVID-19)
[24]	Design of cost-effective wearable sensors with integrated health monitoring system
[25]	A New Embedded Surveillance System for Reducing COVID-19 Outbreak in Elderly Based on Deep Learning and IoT
[26]	Design and modeling of IoT IR thermal temperature screening and UV disinfection sterilization system for commercial application using blockchain technology
[27]	An automated system to limit COVID-19 using facial mask detection in smart city network
[28]	Leveraging IoTs and Machine Learning for Patient Diagnosis and Ventilation Management in the Intensive Care Unit
[29]	Efficient Monitoring and Contact Tracing for COVID-19: A Smart IoT-Based Framework
[30]	R-Mon: An mhealth Tool for Real-Time Respiratory Monitoring during Pandemics and Self-Isolation
[31]	COVID-SAFE: An IoT-based system for automated health monitoring and surveillance in post-pandemic life
[32]	Emotion-Aware and Intelligent Internet of Medical Things towards Emotion Recognition during COVID-19 Pandemic
[33]	A re-organizing biosurveillance framework based on fog and mobile edge computing
[34]	Enhanced Gaussian process regression-based forecasting model for COVID-19 outbreak and significance of IoT for its detection
[35]	An Enhanced IoT Based Tracing and Tracking Model for COVID -19 Cases
[36]	Accurate computation: COVID-19 rRT-PCR positive test dataset using stages classification through textual big data mining with machine learning
[37]	Deep-LSTM ensemble framework to forecast Covid-19: an insight to the global pandemic

TABLA V. LISTA DE ARTÍCULOS CATEGORIZADOS

Categoría		Artículo	Contribución
Forecasting		[15]	Un <i>framework</i> para la evaluación temprana de la Covid-19.
		[16]	Un sistema para monitorizar y predecir eficientemente la evolución de la Covid-19
		[34]	Un modelo de predicción para enfrentar el nuevo coronavirus
		[37]	Un modelo para diagnosticar Covid-19 empleando <i>Deep Learning</i>
Sensing	Symptom and vital signs detection	[17]	Un sistema basado en sensores de radar (IoT) y <i>Deep Learning</i> para detectar movimientos relacionados con la Covid-19.
		[19]	Investigación enfocada a recolectar señales vitales en un sistema público de atención primaria.
		[20]	Un ecosistema IoT para monitorizar los cuidados médicos de los síntomas de la Covid-19.
		[24]	Un sistema de monitorización en tiempo real empleando sensores portátiles.
		[28]	Un sistema basado en IoT para monitorizar datos desde dispositivos en las unidades de cuidados intensivos.
		[30]	Una herramienta médica para el diagnóstico, asistencia y control de signos de respiración en tiempo real para la Covid-19.
	Risks areas localization	[25]	Un sistema embebido para la detección y reporte en áreas de alto riesgo de contagio.
		[26]	Un Proyecto basado en IoT y Blockchain para detectar y desinfectar áreas públicas.
		[33]	Un <i>framework</i> para la detección y localización de peligros biológicos.
	Sanitary surveillance	[27]	Un sistema smart city que detecta personas que no usan algún tipo de protector facial o mascarilla.
		[31]	Una aplicación de Internet of Things (IoT) en cuidados médicos y el control del cumplimiento de la distancia social.
	Spread and infect detection	[29]	Un <i>framework</i> basado en IoT para el control del contacto e infección.
		[35]	Un método IoT para el seguimiento y control de posibles contactos.
	Support medical personnel	[18]	Una arquitectura basada en la asignación y programación ecológica en tiempo real adaptada a las demandas de impresión 3D a gran escala para los equipos de protección personal y los SP durante la pandemia actual de COVID-19.
[21]		El uso de tecnologías de comunicación generalizadas como enfoque para gestionar de forma eficaz la pandemia.	
[22]		Un sistema de monitoreo de salud inteligente que utiliza una máscara médica personalizada con tecnología de impresión Aerosol Jet 3D que impulsa el paradigma de bajo costo y personalización. Es capaz de controlar la temperatura y la tensión en la cara.	
[23]		Un sistema robótico basado en IoT que contribuye con las tareas que se realizan en los hospitales.	
[32]		Un <i>framework</i> IoT-Healthcare para el seguimiento y la toma de decisiones en entornos de la salud.	
[36]		Un sistema de aprendizaje automático para clasificar los informes clínicos en centros de salud.	

2) Sensing

La categoría de Sensing se define como aquella que recoge estudios en donde se aprovechan las capacidades de detección, monitorización, vigilancia y localización de características y efectos de la pandemia, tales como: Síntomas y signos vitales, áreas de riesgo, cumplimiento de las restricciones sanitarias, y propagación. Esta es una categoría de notable concurrencia en las soluciones IoT, por lo tanto, se ha subdividido en subcategorías las cuales serán descritas en los párrafos siguientes.

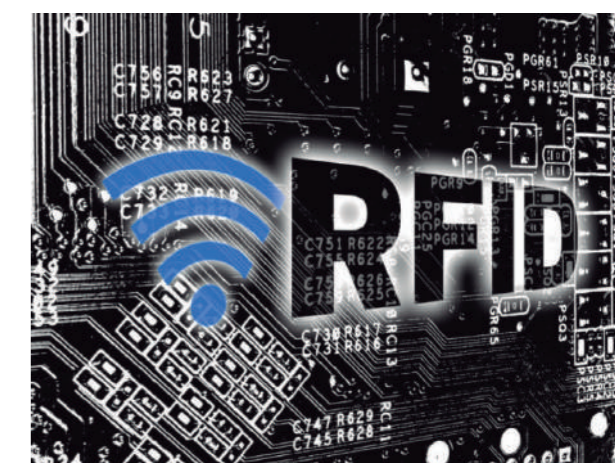
En la subcategoría de Symptom and Vital Signs Detection, dirigida al seguimiento de los síntomas y signos vitales de pacientes o posibles pacientes de la Covid-19, podemos citar los siguientes estudios: Chuma et al. en su estudio [17], presentan un sistema IoT que aprovecha las redes de radares y Deep Learning para poder detectar los movimientos usuales de las personas, esto puede ser empleado para determinar movimientos relacionados a los síntomas de la Covid-19, para así poder realizar tareas de predicción o descarte de manera temprana. Por tu parte, Nascimento et al. en [19], se centran en la detección de signos vitales como datos digitales, para provecho del sistema primario de salud pública. Feriani et al. en su estudio [20], establecen un ecosistema IoT-ehealth para el seguimiento de los principales síntomas de la Covid-19, tales como: Fiebre, tos seca, fatiga, entre otros. En [24], Nachiar et al. presentan un sistema para la monitorización en tiempo real de síntomas relacionados a la Covid-19, empleando sensores adaptables e interoperables. Rehm et al. en su estudio [28], presentan un sistema basado en IoT y Machine Learning destinado a la monitorización específica en unidades de cuidados intensivos. Valero et al. en [30] definen una herramienta médica con objetivo en la tarea de diagnóstico y seguimiento a tiempo real de la respiración de los pacientes; con la finalidad de apoyar las funciones del personal sanitario.

Con respecto a la subcategoría de Risks areas localization, con objetivo en la alerta oportuna de áreas con alto riesgo de contagio, se presentan los siguientes trabajos: Othman et al. en su artículo [25], emplean técnicas de Deep Learning bajo un sistema de detección que reporta personas con avanzada edad en áreas de alto riesgo de contagio de la Covid-19. Por otro lado, Paramasivan et al. en su estudio [26], mantienen la finalidad de detectar áreas de riesgo de contagio, no

obstante, emplean Blockchain en el sistema IoT para asegurar la fiabilidad de la data recogida. Para la detección y ubicación de riesgos biológicos, Al-Zinati et al. en [33] proponen un *framework* basado en IoT además de computación en la niebla y Mobile Edge Computing.

En relación a la subcategoría de Sanitary surveillance, la cual reúne a los estudios con propósitos de vigilancia en el cumplimiento de las restricciones sanitaria, podemos notar las siguientes referencias: Rahman et al. proponen en [27] un sistema Smart City basado en Closed-Circuit Television (CCTV) para la detección de personas que incumplen las restricciones sanitarias como el uso de mascarillas. Por su parte, Vedaei et al. en [31] muestran una aplicación IoT destinada a detectar y monitorizar el cumplimiento del distanciamiento social en áreas determinadas de mayor afluencia.

Para la subcategoría de Spread and infect detection, conjunto de estudios dirigidos a la detección oportuna de la propagación e infección del virus, podemos citar los artículos siguientes: Para la detección del contacto y propagación, Roy et al. en su trabajo [29], presentan un *framework* basado en IoT, que basado en las principales bondades de este paradigma cumple eficientemente funciones de vigilancia y alerta. Finalmente, Rajasekar propone en [35] un método basado en IoT para realizar el seguimiento de posibles contagios empleando etiquetas RFID.



Fuente: <https://www.automaticaeinstrumentacion.com/texto-diario/-ostrar/2734441/aei-520-tecnologia-rfid-habilitador-necesario-industria-40>

3) Support medical personnel

Esta categoría es referida a las soluciones que apuntan a beneficiar al personal médico y administrativo de un centro hospitalario o cuidados médicos.

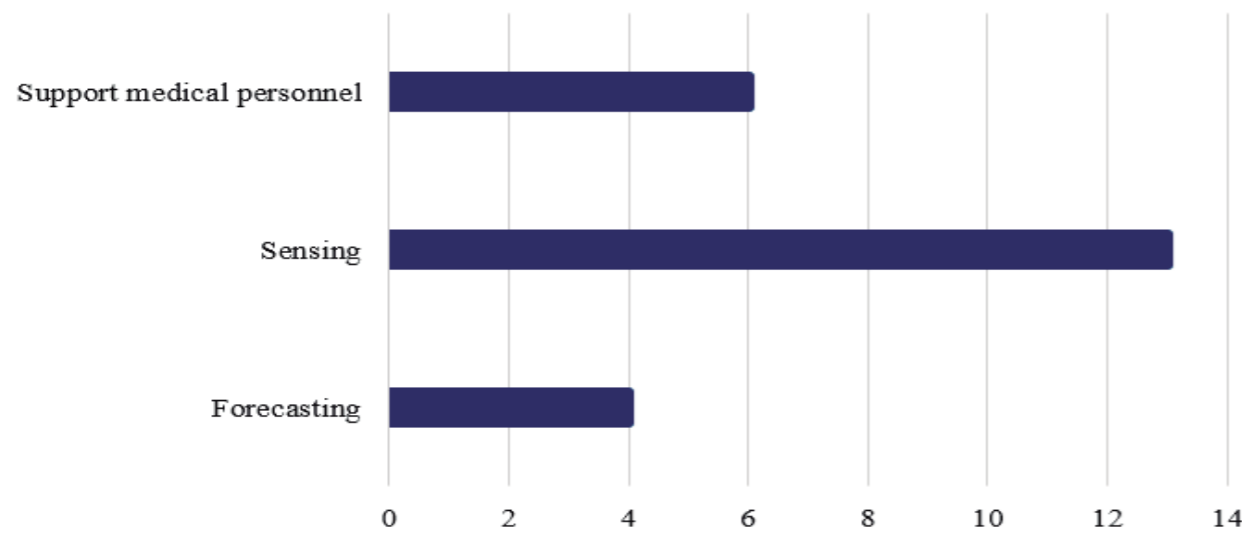
Podemos citar a Darwish et al. en [18], quienes presentan una arquitectura de asignación de recursos en tiempo real y programación horaria adaptable, para impresiones 3D de equipos de protección personal (EPP) durante la pandemia. Por su parte, Ilyas et al. presentan en [21] un enfoque eficiente para la gestión de la pandemia, basado en tecnologías de comunicaciones como IoT, Inteligencia artificial y Mobile Edge Cloud (MEC). Adicionalmente, una máscara facial médica inteligente es propuesta por Kim et al. en [22], empleando la tecnología Aerosol Jet 3D printing, la cual es caracterizada por su bajo costo y diseño; esta puede monitorizar la temperatura y tensión en el rostro. Además, Leila et al. presentan en [23] un sistema robótico en donde subyace el paradigma IoT, el cual es empleado para fortalecer las diversas actividades que se realizan en los hospitales que lidian con los efectos de la pandemia. En [32],

Zhang et al. describen un framework IoT destinado a la monitorización remota y toma de decisiones médicas, usando técnicas de Deep Learning jerárquico. Finalmente, para la clasificación de textos en informes clínicos, Ramanathan et al. en [36] definen un sistema Machine Learning que emplea Data Mining textual

B. Analysis

En esta sección se analizan y discuten los principales hallazgos encontrados en la sección anterior

FIGURA 1. TENDENCIAS DE LAS CATEGORÍAS



En la FIGURA 1, la cual representa las incidencias de las principales tendencias que dan respuesta la RQ1, podemos apreciar una notable diferencia en la categoría de Sensing en comparación a las otras dos. Esto puede ser consecuencia del marcado aprovechamiento de las redes de sensores inalámbricos subyacentes y disponibles normalmente en las soluciones IoT; por otro lado, es imperante el empleo de tecnologías que apoyen el mínimo de contacto entre personas, dado el contexto de la pandemia que se vive actualmente. Además, un dato importante que no puede ser obviado, es la presencia de técnicas de inteligencia artificial en la mayoría de estudios analizados, tales como Machine Learning y Deep Learning, las cuales en algunos estudios no son explícitas, pero son muy bien aprovechadas para el procesamiento de los datos recogidos por los sensores IoT. Esto nos permite, entre otras cosas, la automatización de procesos con mínimos fallos y el apoyo en la toma de decisiones en diferentes niveles.

Adicionalmente, la categoría de Support medical personnel es determinante en el ámbito industrial y la categoría de Forecasting mantiene un importante empleo de inteligencia artificial en sus predicciones.

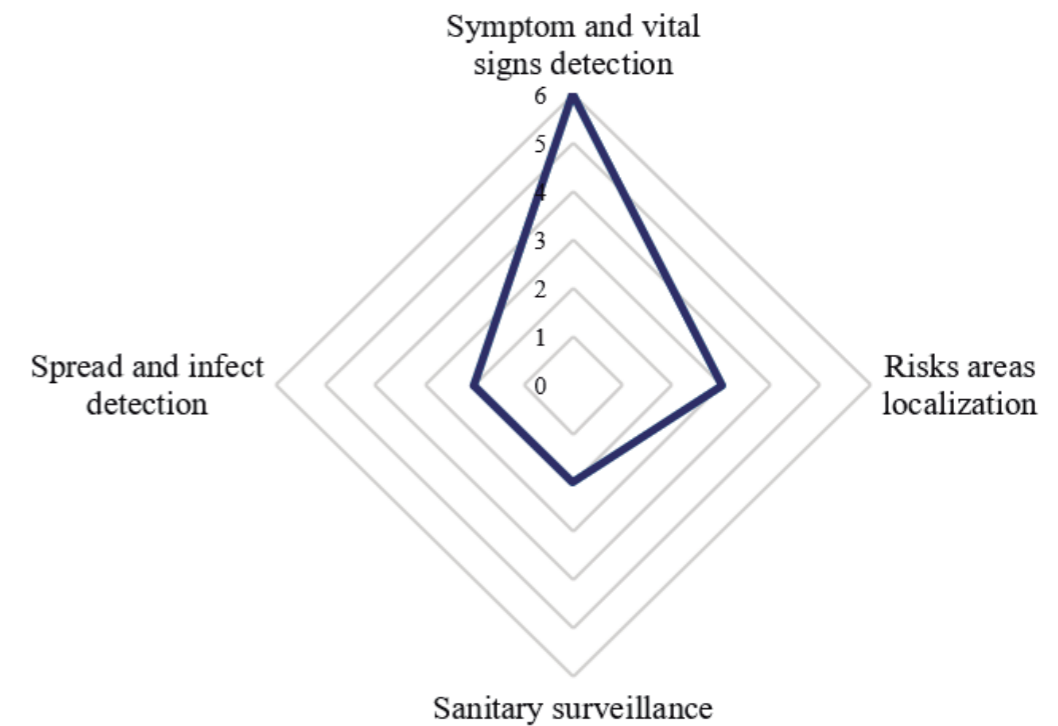


FIGURA 2. RECURRENCIA EN LA CATEGORÍA SENSING

Por su parte, la categoría de Sensing es dividida en subcategorías que son representadas en la FIGURA 2. Esto debido a su incidencia e importancia observada en los estudios encontrados. Dentro de esta subdivisión, podemos observar una diferencia en la recurrencia de la subcategoría de Symptom and vital signs detection con seis artículos relacionados. Esto reafirma las consideraciones descritas en el párrafo anterior, con respecto al empleo de las soluciones IoT para tareas que eviten o minoricen el contacto entre personas, en este caso, personal médico y pacientes.

Con respecto a las otras subcategorías, mantienen un mínimo de correspondencia, no obstante, su aplicación constituye una importante ayuda y soporte en la gestión y mitigación de los efectos de la pandemia del Covid-19

V. CONCLUSIÓN

En este artículo se analiza las principales tendencias de las soluciones IoT orientadas a mitigar los efectos de la pandemia de la Covid-19. Instrumentado por una SLR, producto de este artículo, se puede concluir que actualmente las soluciones IoT mantienen el principal objetivo de reducir el contacto entre personas, especialmente el personal médico y los pacientes. Asimismo, es notable la amalgama entre las soluciones IoT y las técnicas de inteligencia artificial en el procesamiento de los datos. Además, existen otras aplicaciones IoT que trascienden con menor impacto, sin embargo, con importantes para mitigar los efectos de la Covid-19.

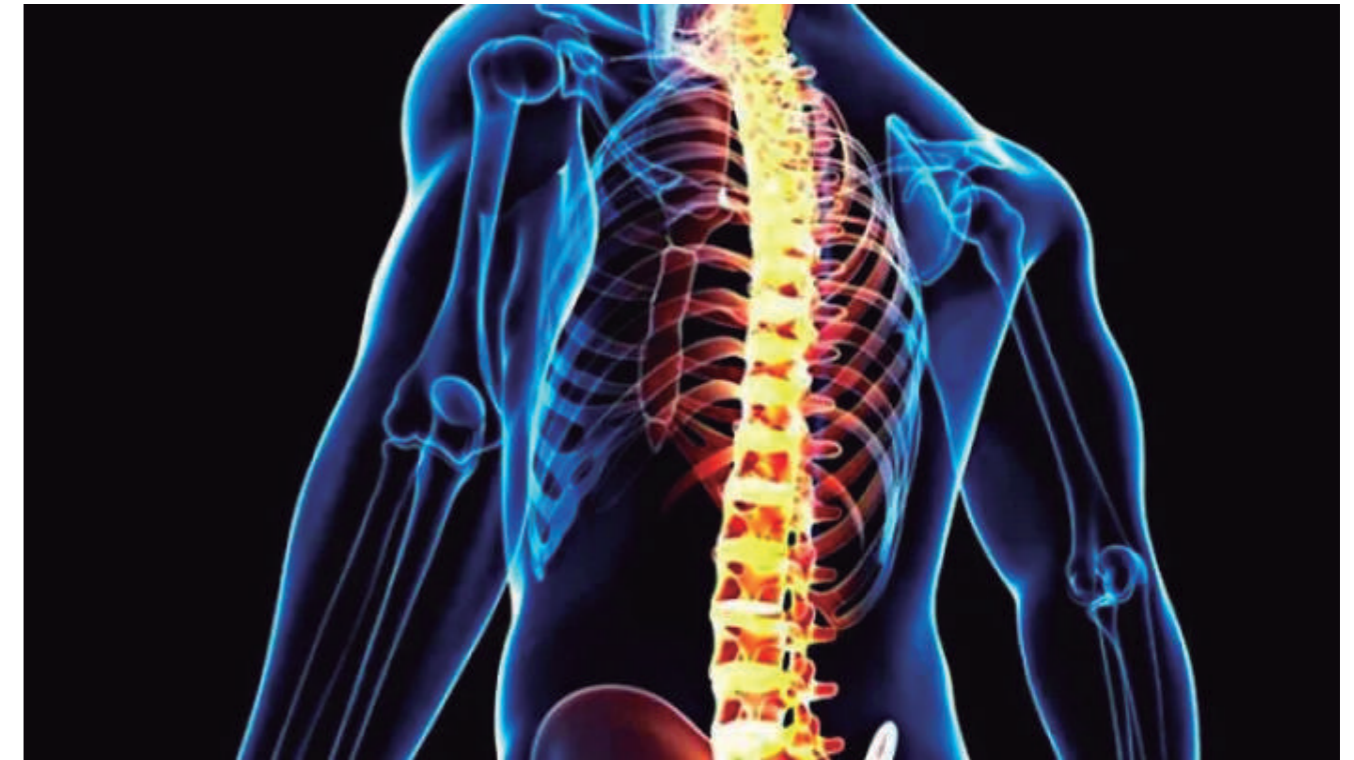
Este artículo ofrece una guía importante para los investigadores y también abre innumerables opciones para investigaciones futuras.

REFERENCES:

- [1] World Health Organization, "Coronavirus disease (COVID-19)." <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19> (accessed Sep. 05, 2021).
- [2] R. Chilamakuri and S. Agarwal, "COVID-19: Characteristics and Therapeutics," *Cells* 2021, Vol. 10, Page 206, vol. 10, no. 2, p. 206, Jan. 2021, doi: 10.3390/CELLS10020206.
- [3] K. Ashton, "That 'Internet of Things' Thing," *RFID J.*, vol. 22(7), no. 97–114., 2009, Accessed: Jan. 18, 2019. [Online]. Available: <http://www.rfidjournal.com/article/print/4986>.
- [4] J. Gubbia, R. Buyyab, M. Slaven, and P. Marimuthu, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Futur. Gener. Comput. Syst.* 29 1645–1660, 2013, doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.
- [5] F. Mattern and C. Floerkemeier, "From the Internet of Computers to the Internet of Things," *From Act. data Manag. to event-based Syst. more.* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg., pp. 242–259, 2010, doi: 10.1007/978-3-642-17226-7_15.
- [6] P. V. Dudhe, N. V. Kadam, R. M. Hushangabade, and M. S. Deshmukh, "Internet of Things (IOT): An Overview and its Applications," pp. 2650–2653, 2017.
- [7] M. Javaid and I. H. Khan, "Internet of Things (IoT) enabled healthcare helps to take the challenges of COVID-19 Pandemic," *J. Oral Biol. Craniofacial Res.*, vol. 11, no. 2, pp. 209–214, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.JOBCR.2021.01.015.
- [8] Y. A. Qadri, A. Nauman, Y. Bin Zikria, A. V. Vasilakos, and S. W. Kim, "The Future of Healthcare Internet of Things: A Survey of Emerging Technologies," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 22, no. 2, pp. 1121–1167, Apr. 2020, doi: 10.1109/COMST.2020.2973314.
- [9] M. Nasajpour, S. Pouriyeh, R. M. Parizi, M. Dorodchi, M. Valero, and H. R. Arabnia, "Internet of Things for Current COVID-19 and Future Pandemics: an Exploratory Study," *J. Healthc. Informatics Res.* 2020 44, vol. 4, no. 4, pp. 325–364, Nov. 2020, doi: 10.1007/S41666-020-00080-6.
- [10] R. P. Singh, M. Javaid, A. Haleem, and R. Suman, "Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic," *Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev.*, vol. 14, no. 4, pp. 521–524, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.DSX.2020.04.041.
- [11] B. Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3," 2007. doi: 10.1145/1134285.1134500.
- [12] "IEEE Xplore Digital Library." <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (accessed Oct. 06, 2018).
- [13] "ACM Digital Library." <https://dl.acm.org/> (accessed Oct. 06, 2018).
- [14] "Springer - International Publisher Science, Technology, Medicine." <https://www.springer.com/gp> (accessed Oct. 06, 2018).
- [15] I. Ahmed, A. Ahmad, and G. Jeon, "An IoT based deep learning framework for early assessment of Covid-19," *IEEE Internet Things J.*, pp. 1–1, 2020, doi: 10.1109/jiot.2020.3034074.
- [16] M. M. S. Choyon, M. Rahman, M. M. Kabir, and M. F. Mridha, "IoT based Health Monitoring Automated Predictive System to Confront COVID-19," *HONET 2020 - IEEE 17th Int. Conf. Smart Communities Improv. Qual. Life using ICT, IoT AI*, pp. 189–193, 2020, doi: 10.1109/HONET50430.2020.9322811.

- [17] E. L. Chuma, L. L. B. Roger, G. G. De Oliveira, Y. Iano, and D. Pajuelo, "Internet of Things (IoT) Privacy-Protected, Fall-Detection System for the Elderly Using the Radar Sensors and Deep Learning," *2020 IEEE Int. Smart Cities Conf. ISC2 2020*, pp. 14–17, 2020, doi: 10.1109/ISC251055.2020.9239074.
- [18] L. R. Darwish, M. M. Farag, and M. T. El-Wakad, "Towards Reinforcing Healthcare 4.0: A Green Real-Time IIoT Scheduling and Nesting Architecture for COVID-19 Large-Scale 3D Printing Tasks," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 213916–213927, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3040544.
- [19] M. G. Do Nascimento et al., "Covid-19: A Digital Transformation Approach to a Public Primary Healthcare Environment," *Proc. - IEEE Symp. Comput. Commun.*, vol. 2020-July, no. Dcc, pp. 10–15, 2020, doi: 10.1109/ISCC50000.2020.9219643.
- [20] A. Feriani, A. Refaey, and E. Hossain, "Tracking Pandemics: A MEC-Enabled IoT Ecosystem with Learning Capability," *IEEE Internet Things Mag.*, vol. 3, no. 3, pp. 40–45, 2020, doi: 10.1109/iotm.0001.2000142.
- [21] M. Ilyas and B. Qureshi, "Pervasive Communications Technologies for Managing Pandemics," *Proc. - 2020 1st Int. Conf. Smart Syst. Emerg. Technol. SMART-TECH 2020*, pp. 171–176, 2020, doi: 10.1109/SMART-TECH49988.2020.00049.
- [22] N. Kim, J. L. J. Wei, J. Ying, H. Zhang, S. K. Moon, and J. Choi, "A customized smart medical mask for healthcare personnel," *IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, vol. 2020-Decem, pp. 581–585, 2020, doi: 10.1109/IEEM45057.2020.9309863.
- [23] E. Leila, S. Ben Othman, and H. Sakli, "An Internet of Robotic Things System for combating coronavirus disease pandemic(COVID-19)," *Proc. - STA 2020 20th Int. Conf. Sci. Tech. Autom. Control Comput. Eng.*, pp. 333–337, 2020, doi: 10.1109/STA50679.2020.9329310.
- [24] C. C. Nachiar, N. Ambika, R. Moulika, and R. Poovendran, "Design of cost-effective wearable sensors with integrated health monitoring system," *Proc. 4th Int. Conf. IoT Soc. Mobile, Anal. Cloud, ISMAC 2020*, pp. 1289–1292, 2020, doi: 10.1109/I-SMAC49090.2020.9243462.
- [25] N. A. Othman, M. Z. N. Al-Dabagh, and I. Aydin, "A New Embedded Surveillance System for Reducing COVID-19 Outbreak in Elderly Based on Deep Learning and IoT," *2020 Int. Conf. Data Anal. Bus. Ind. W. Towar. a Sustain. Econ. ICDABI 2020*, 2020, doi: 10.1109/ICDABI51230.2020.9325651.
- [26] S. Paramasivam, C. H. Shen, A. Zourmand, A. K. Ibrahim, A. M. Alhassan, and A. F. Eltirifl, "Design and modeling of IoT IR thermal temperature screening and UV disinfection sterilization system for commercial application using blockchain technology," *2020 IEEE 10th Int. Conf. Syst. Eng. Technol. ICSET 2020 - Proc.*, no. November, pp. 250–255, 2020, doi: 10.1109/ICSET51301.2020.9265363.
- [27] M. M. Rahman, M. M. H. Manik, M. M. Islam, S. Mahmud, and J. H. Kim, "An automated system to limit COVID-19 using facial mask detection in smart city network," *IEMTRONICS 2020 - Int. IOT, Electron. Mechatronics Conf. Proc.*, 2020, doi: 10.1109/IEMTRONICS51293.2020.9216386.
- [28] G. B. Rehm et al., "Leveraging IoTs and Machine Learning for Patient Diagnosis and Ventilation Management in the Intensive Care Unit," *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 19, no. 3, pp. 68–78, 2020, doi: 10.1109/MPRV.2020.2986767.
- [29] A. Roy, F. H. Kumbhar, H. S. Dhillon, N. Saxena, S. Y. Shin, and S. Singh, "Efficient Monitoring and Contact Tracing for COVID-19: A Smart IoT-Based Framework," *IEEE Internet Things Mag.*, vol. 3, no. 3, pp. 17–23, 2020, doi: 10.1109/iotm.0001.2000145.

- [29] A. Roy, F. H. Kumbhar, H. S. Dhillon, N. Saxena, S. Y. Shin, and S. Singh, "Efficient Monitoring and Contact Tracing for COVID-19: A Smart IoT-Based Framework," *IEEE Internet Things Mag.*, vol. 3, no. 3, pp. 17–23, 2020, doi: 10.1109/iotm.0001.2000145.
- [30] M. Valero, H. Shahriar, and S. I. Ahamed, "R-Mon: An mhealth Tool for Real-Time Respiratory Monitoring during Pandemics and Self-Isolation," *Proc. - 2020 IEEE World Congr. Serv. Serv.* 2020, pp. 17–21, 2020, doi: 10.1109/SERVICES48979.2020.00017.
- [31] S. Vedaei et al., "COVID-SAFE: An IoT-based system for automated health monitoring and surveillance in post-pandemic life," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 188538–188551, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3030194.
- [32] T. Zhang, M. Liu, T. Yuan, and N. Al-Nabhan, "Emotion-Aware and Intelligent Internet of Medical Things towards Emotion Recognition during COVID-19 Pandemic," *IEEE Internet Things J.*, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1109/JIOT.2020.3038631.
- [33] M. Al-Zinati, R. Alrashdan, B. Al-Duwairi, and M. Aloqaily, "A re-organizing biosurveillance framework based on fog and mobile edge computing," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 80, no. 11, pp. 16805–16825, 2021, doi: 10.1007/s11042-020-09050-x.
- [34] S. Ketu and P. K. Mishra, "Enhanced Gaussian process regression-based forecasting model for COVID-19 outbreak and significance of IoT for its detection," *Appl. Intell.*, vol. 51, no. 3, pp. 1492–1512, 2021, doi: 10.1007/s10489-020-01889-9.
- [35] S. J. S. Rajasekar, "An Enhanced IoT Based Tracing and Tracking Model for COVID -19 Cases," *SN Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2021, doi: 10.1007/s42979-020-00400-y.
- [36] S. Ramanathan and M. Ramasundaram, "Accurate computation: COVID-19 rRT-PCR positive test dataset using stages classification through textual big data mining with machine learning," *J. Super comput.*, vol. 77, no. 7, pp. 7074–7088, 2021, doi: 10.1007/s11227-020-03586-3.
- [37] S. Shastri, K. Singh, S. Kumar, P. Kour, and V. Mansotra, "Deep-LSTM ensemble framework to forecast Covid-19: an insight to the global pandemic," *Int. J. Inf. Technol.*, vol. 13, no. 4, pp. 1291–1301, 2021, doi: 10.1007/s41870-020-00571-0.
- [38] D. S. Cruzes and T. Dybå, "Recommended Steps for Thematic Synthesis in Software Engineering," *2011 Int. Symp. Empir. Softw. Eng. Meas.*, no. 7491, pp. 275–284, 2011, doi: 10.1109/ESEM.2011.36.
- [39] "Bienvenido a ATLAS.ti 9 | ATLAS.ti." <https://atlasti.com/es/> (accessed Sep. 08, 2021).



Fuente: <https://definicion.xyz/medula-espinal/>

Reducción del dolor crónico aplicando Terapia e Implementación bioelectrónica en la medula espinal de la columna vertebral

AUTOR: UGARTE LEON Cesar Luis

Resumen

Actualmente muchos fármacos proporcionan su acción terapéutica solo en sitios específicos del cuerpo, pero se administran de manera que provocan la propagación del fármaco por todo el organismo. Esto puede provocar efectos secundarios graves. Estos se han logrado reducir significativamente, gracias a un dispositivo bioelectrónico de control. Con él, se logra reducir al máximo la administración de sustancias químicas y se maximiza el control del dolor. Todo a que el fármaco va directamente al núcleo del problema. El dolor crónico es uno de los mayores problemas de salud que afecta a la población y genera graves problemas físicos y psicológicos. De hecho, todos sabemos que cuando nos duele la cabeza aumenta nuestro nivel de estrés.

Imaginemos ahora a una persona con dolor crónico. Esta situación provoca irritación y frustración, lo que induce a un cambio en la calidad de vida. Además, puede ser el inductor de trastornos como la depresión, la ansiedad, alteración del apetito o alteración del sueño, entre otros. Todo esto conlleva a un empeoramiento, aún mayor, de la calidad de vida de la persona, repercutiendo en su vida social, familiar e incluso laboral.