

Tecnologías de infoentretenimiento basadas en inteligencia artificial: Tendencias actuales de investigación y direcciones futuras

Infotainment technology based on artificial intelligence: Current research trends and future directions

Nadia Karina Gamboa Rosales¹, José María Celaya-Padilla², Carlos E. Galván-Tejada², Jorge I. Galván-Tejada², Huitzilopoztli Luna-García², Hamurabi Gamboa-Rosales², José Ricardo López Robles³, *

¹ CONACYT - Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

² Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

³ Unidad Académica de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

Email: ricardolopezrobles@outlook.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3780-1955>.

* Autor correspondiente

RESUMEN

Objetivo. Identificar los principales temas de investigación, desarrollo e innovación asociados a los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial durante el periodo: 2001-2022, incluyendo su rendimiento e impacto, tomando como referencia la información disponible en la base de datos *Scopus*.

Diseño/Metodología/Enfoque. La investigación se basó en dos fases. En la primera fase, se hizo un análisis de rendimiento e impacto a través de la evaluación de los principales indicadores bibliométricos. En la segunda fase, se hizo un mapeo científico de las publicaciones utilizando el software *SciMAT*. La combinación de ambas fases permitió analizar el estado inicial y actual de las áreas de conocimiento, sus temas y agentes.

Resultados/Discusión. Se identificaron 44 documentos relacionados con los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial en *Scopus*. Se identificaron 57 temas de investigación, desarrollo e innovación, destacándose: *HUMAN-COMPUTER-INTERACION-(HCI)*, *5G-MOBILE-COMMUNICATION-SYSTEMS*, *ACCIDENT-PREVENTION*, *WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS*, y *VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS-(VANETS)*. Se visualizan dos ámbitos, el de software y hardware, los cuales se articulan hacia los principios de estas tecnologías, donde el usuario y la conectividad son pilares claves en su evolución.

Conclusiones. Teniendo en cuenta con volumen de publicaciones y citas registradas en crecimiento, se espera que el desarrollo y la aplicación de éstos se incrementen en los próximos años. La investigación

Recibido: 21-12-2021. **Aceptado:** 17-03-2022

Editor: Carlos Luis González-Valiente

Cómo citar: Gamboa-Rosales, N. K.; Celaya-Padilla, J. M.; Galván-Tejada, C. E.; Galván-Tejada, J. I.; Luna-García, H.; Gamboa-Rosales, H.; & López-Robles, J. R. (2022). Tecnologías de infoentretenimiento basadas en inteligencia artificial: Tendencias actuales de investigación y direcciones futuras. *Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication*; 2(1), 1-13. DOI: 10.47909/ijsmc.144

Copyright: © 2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC 4.0 license which permits copying and redistributing the material in any medium or format, adapting, transforming, and building upon the material as long as the license terms are followed.

actual pone de manifiesto que los sistemas de infoentretenimiento y la inteligencia artificial son un área de investigación en crecimiento con diferentes enfoques. Además, son necesarias algunas líneas de investigación, desarrollo e innovación futuras para profundizar en estos sistemas, su evolución y su relación con otros temas desde el punto de vista de hardware u aplicaciones concretas.

Originalidad/Valor. Tanto las tecnologías de infoentretenimiento como la inteligencia artificial son ámbitos en crecimiento, por lo que, disponer de un marco de referencia ayudará en la definición y desarrollo de líneas de investigación, desarrollo e innovación más acordes a las necesidades.

Keywords: Inteligencia Artificial; Infoentretenimiento; Vehículo Autónomo; Vehículo Conectado; Vehículo Inteligente; Interfaz Humano-Máquina.

ABSTRACT

Objective. To identify the main research, development and innovation themes associated with infotainment systems and artificial intelligence from 2001 to 2022. In addition, to identify the performance and impact of these areas of knowledge using the *Scopus* database.

Design/Methodology/Approach. The research is based on a two-phase analysis. First is an analysis of performance and impact through evaluating the main bibliometric indicators. Secondly, a science mapping of the publications identified within the areas of knowledge with *SciMAT*. The combination of both phases allows for analyzing the initial and current state of the knowledge areas, identifying the main themes and stakeholders, thereby establishing a framework of reference.

Results/Discussion. In general, 44 documents related to infotainment and artificial intelligence systems have been identified in the *Scopus* database. From 2001 to 2022, 57 research, development, and innovation themes have been identified and ordered, among which the main themes are: *HUMAN-COMPUTER-INTERIORATION-(HCI)*, *5G-MOBILE-COMMUNICATION-SYSTEMS*, *ACCIDENT-PREVENTION*, *WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS*, and *VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS-(VANETS)*. A relevant aspect is that two areas are visualized, software and hardware, which are articulated towards the objectives of these technologies, where the user and connectivity are key pillars in its evolution.

Conclusions. In terms of performance, the dimension and weight of the literature related to infotainment systems and artificial intelligence has been exposed since its first publication in 2001. Considering the volume of publications and citations recorded growing, it is expected that the development and application of the same will increase in the coming years. Current research shows that infotainment systems and artificial intelligence are growing areas of research with different approaches. In addition, some lines of future research, development, and innovation are needed to deepen these systems, their evolution, and their relationship with other topics from the point of view of hardware or concrete applications.

Originality/Value. Both infotainment technologies and artificial intelligence are growing fields, so having a reference framework will be useful to define and develop the most appropriate R&D and innovation lines according to the needs.

Keywords: Artificial Intelligence; Infotainment; Autonomous Vehicle; Connected Vehicle; Intelligent Vehicle; Human-Machine Interface.

INTRODUCCIÓN

LOS VEHÍCULOS de pasajeros y transporte viven una profunda transformación que va, desde la forma en que se fabrican, hasta los modos en los que se usan. Uno de los aspectos más llamativos que están incorporando estos vehículos es la autonomía, principalmente impulsados por los últimos avances en el campo de la inteligencia artificial y las interfaces hombre-máquina (Bayoumi, 2022; Nadia Karina Gamboa-Rosales *et al.*, 2020; Zheng & Ren,

2022). Si bien estas innovaciones están interrelacionadas, y su objetivo es el de conseguir la autonomía del vehículo, la transición tiene que pasar por una etapa en la que el vehículo interactúa con el pasajero y viceversa. En esta etapa de transición, los sistemas de infoentretenimiento jugarán un papel cada vez más relevante, dado que están pasando de ser un elemento secundario a ser un elemento clave en la gestión y operación del vehículo (Bakhtina & Matulevicius, 2021; Tener & Lanir, 2022; Zhang & Karmargianni, 2022).

Un sistema de infoentrenamiento se define como el sistema central de supervisión y control que gestiona y administra las funciones necesarias para el entretenimiento, confort, seguridad y comunicaciones del vehículo, mismas que pueden ser con los usuarios, con otros vehículos y/o infraestructuras, así como con agentes externos (Kim & Kim, 2022; Marinkov, Mihajlović, Kenjić, & Antić, 2022; Yu & Cai, 2022). Los retos en torno a este tipo de sistemas se clasifican en dos tipos, por un lado, los asociados al hardware que constituye el sistema y, por otro, el software necesario para su funcionamiento. A pesar de que ambas oportunidades se pueden abordar por separado, la necesidad de tratarlas de manera conjunta resulta una de las estrategias más oportunas. Esto se debe a que la interacción con el hardware afecta directamente la estructura del software, y viceversa; por lo que entendemos que en ambos ámbitos resulta la estrategia más adecuada (Bilius, Vatavu, & Marquardt, 2021; Charissis *et al.*, 2021).

Si se observa en primera instancia el ámbito del hardware, es posible reconocer que los sistemas de infoentrenamiento se concentran en un solo elemento o interfaz. Este elemento suele ser una pantalla táctil central, en la que se visualizan las funciones del vehículo relacionadas con los sistemas que proporcionan datos e información sobre el estado del vehículo, las condiciones del viaje, comunicaciones y telefonía, así como entrenamiento y confort. Así pues, es importante resaltar todos los elementos necesarios para que dichas funciones se realicen, las cuales no siempre son visibles, tales como: antenas, sensores, cámaras, entre otros (Bilac, Stanisic, Kenjic, & Antic, 2022). Lo que refiere al software, éste se enfrenta a un cambio aún mayor, dado que además de dar tener que dar respuesta a las necesidades propias del hardware, también requiere de la capacidad para integrar los últimos adelantos, siendo la inteligencia artificial el elemento de mayor importancia. Estos adelantos son difíciles de conceptualizar, debido a que van vinculados a la parte física, a la percepción de los usuarios; pero también a aspectos normativos que regulan la seguridad y funcionamiento de los vehículos. Todo ello añade grados de complejidad a las actividades de investigación, desarrollo e innovación (de Freitas Foloni, Boas, Junior, Vieira, & da Costa, 2022).

En este sentido, resulta un reto comprender la forma en que ambos ámbitos seguirán avanzando y adaptándose a las últimas tendencias, para lo cual, es necesario reconocer cuáles son las principales líneas de investigación en torno a los sistemas de infoentrenamiento y la inteligencia artificial. Para ello, se realizó un análisis de rendimiento y de redes bibliométricas, mismo que sirve como marco de referencia para impulsar un análisis integrador, comparativo y objetivo de los principales temas de investigación relacionados con las áreas de conocimiento en cuestión. Además, permitirá incluir un apoyo prospectivo a la identificación de oportunidades y lagunas de investigación, desarrollo e innovación a las decisiones futuras de agentes interesados en las temáticas (Furstenau *et al.*, 2020; N. K. Gamboa-Rosales *et al.*, 2019; López-Robles, Otegi-Olaso, Porto-Gómez, & Cobo, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos de esta investigación son visualizar y comprender las relaciones que existen entre la inteligencia artificial y los sistemas de infoentrenamiento, a través de la evaluación de los principales indicadores relacionados con el rendimiento bibliométrico (publicaciones, citas recibidas, autores, distribución geográfica, entre otros) y las líneas de investigación cubiertas por el grupo de publicaciones seleccionado (López-Robles *et al.*, 2018; López-Robles, Rodríguez-Salvador, Gamboa-Rosales, Ramírez-Rosales, & Cobo, 2019).

METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de esta investigación, se emplea un enfoque bibliométrico completo basado en el análisis del mapa científico y los indicadores de rendimiento con el fin de descubrir el estado de la investigación sobre los sistemas de infoentrenamiento y la inteligencia artificial en la literatura.

Para ello, en primer lugar, se realiza el análisis de rendimiento, mismo que se basa en indicadores bibliométricos que miden la producción de los diferentes autores, organizaciones, países y fuentes, así como el impacto alcanzado por las publicaciones dentro de la base de datos de *Scopus* (Gutiérrez-Salcedo, Martínez, Moral-Muñoz, Herrera-Viedma, & Cobo, 2018; Herrera, Herrera-Viedma, Alonso, & Cabrerizo,

2009; Moed, Burger, Frankfort, & van-Raan, 1985; Moed, De Bruin, & Van Leeuwen, 1995). En segundo lugar, se realiza un análisis de mapeo científico conceptual basado en la red de co-palabras utilizando *SciMAT*, software que se basa en un enfoque centrado en dos etapas: (1) detección de temas de investigación, y (2) visualización de temas (líneas de investigación) y su relación como red temática (M. J. Cobo, 2012; M. J. Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma, & Herrera, 2011; Manuel Jesús Cobo *et al.*, 2018).

Los temas de investigación identificados se han plasmado en un diagrama estratégico. Se trata de un mapa de dos dimensiones separadas en cuatro áreas diferentes en función de su relevancia, donde los temas de investigación se muestran como una esfera y su volumen equivale al total de publicaciones vinculadas con el tema: (Q1) Temas motores (cuadrante superior derecho), los temas dentro de este cuadrante son relevantes para estructurar y desarrollar el campo de investigación; (Q2) Temas muy desarrollados y aislados (cuadrante superior izquierdo), los temas dentro de esta área son significativos pero no tienen la suficiente importancia como para ser considerados más que una actividad muy especializada o periférica para la investigación de los sistemas de infoentretenimiento en automoción; (Q3) Temas emergentes o en declive (cuadrante inferior izquierdo), las líneas de investigación dentro de este cuadrante son débiles, pero esta debilidad puede entenderse como temas emergentes o en declive; (Q4) Temas básicos y transversales (cuadrante inferior derecho), los temas incluidos en este cuadrante no están suficientemente desarrollados, pero podrían ser relevantes para el área de conocimiento.

Finalmente, se analizaron los temas de cada cuadrante a fin de entender cuáles son las líneas de investigación, desarrollo e innovación presentes en la literatura. Este procedimiento metodológico es una primera aproximación, ya que, en función de los resultados, y como siguiente interacción se puede realizar un análisis por periodos de tiempo, así como la identificación de áreas de temáticas (Herrera-Viedma, López-Robles, Guallar, & Cobo, 2020; López-Robles, Otegi-Olaso, WPorto-Gómez, Gamboa-Rosales, & Gamboa-Rosales, 2019; Sott *et al.*, 2021).

PREPARACIÓN DE DATOS

Para llevar a cabo el análisis de rendimiento y mapeo científico, se han recopilado y procesado las publicaciones relacionadas con los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial en la base de datos *Scopus*, empleando la siguiente búsqueda avanzada: TITLE-ABS-KEY("infotainment*" AND "artificial intelligence*"). La consulta avanzada utilizada en esta investigación recuperó un total de 44 documentos desde 2001 hasta 2022. Para mejorar la calidad de los datos, se llevó a cabo un proceso de eliminación de palabras clave sin sentido (por ejemplo: "SYSTEM", "APPLICATION" o "ALGORITHM" se detuvieron) y de duplicidades (por ejemplo: "ARTIFICIAL-INTELLIGENCE", "AI-ARTIFICIAL-INTELLIGENCE" y "ARTIFICIAL-INTELLIGENCE-(AI)" se fusionaron como "ARTIFICIAL-INTELLIGENCE").

RESULTADOS

Análisis bibliométrico de rendimiento e impacto (producción y autoría)

Esta sección aborda el desarrollo que han tenido los sistemas de infoentretenimiento y la inteligencia artificial en términos de publicación, citas e impacto a través de los principales indicadores bibliométricos y la técnica H-Classics basada en el h-index.

Publicaciones y citas

El análisis del rendimiento bibliométrico describe el crecimiento que han tenido las publicaciones y sus citas con el objetivo de evaluar el comportamiento de los campos desde la perspectiva de la investigación, desarrollo e innovación. La figura 1 muestra la distribución de las publicaciones y sus citas relacionadas con los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial desde 2001 hasta el 2022, mientras que la Tabla 1, muestra el detalle de los indicadores evaluados.

Las publicaciones han ido aumentando durante el periodo examinado, exceptuando el periodo 2004-2010, y de manera excepcional el año 2013. El crecimiento y evolución de publicaciones se concentra en los últimos años, previsiblemente por la transformación que se está dando en los principales sectores, con la llegada

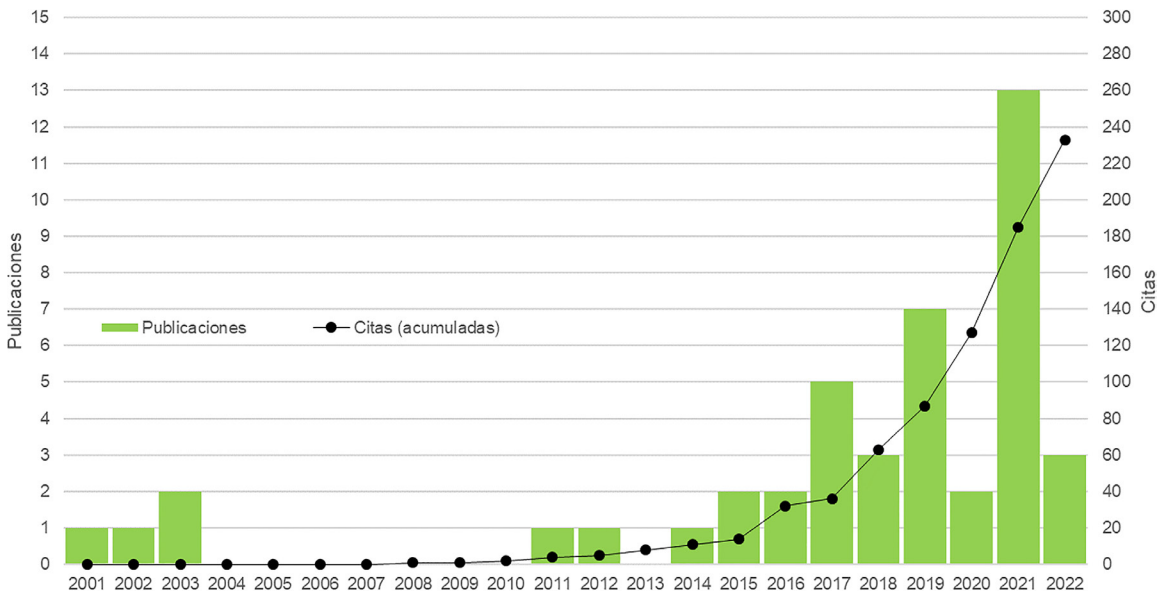


Figura 1. Distribución de publicaciones y citas relacionadas con los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial.

del concepto de Industria 4.0 y las estrategias contra los efectos económicos de las recesiones globales en 2004 y 2008.

El efecto de la COVID-19 en la productividad también es visible en 2020, registrando descensos importantes con respecto a los tres periodos anteriores. Sin embargo, en 2021 se identifica el año de mayor productividad de todo el periodo, aspecto que refleja también la evolución que está teniendo el vehículo en las principales economías del mundo.

En términos de productividad, y atendiendo al volumen de publicaciones, no es posible establecer un grupo de autores referentes, ya que los autores más productivos concentran entre 2 y 3 publicaciones, siendo Charissis, V., Drikakis, D., Gusikhin, O., Khan, S., y Lagoo, R. los más productivos, tal como se puede observar en la Tabla 1. Es importante resaltar que más de 136 autores cuentan con una única publicación, lo que refiere al crecimiento que se previa en este ámbito de la investigación, desarrollo e innovación.

Por su parte, en la tabla 1, se observa que, los autores más citados no coinciden con los autores más productivos. Esto evidencia que existen dos escenarios, por un lado, la productividad de los autores y la continuidad que pueden tener estos, y por otro, el impacto de los más citados. En esta línea, destacan Das, N., Ohn-Bar, E. y Trivedi, M. M. como autores más citados, a pesar de que la mayoría son poco citados.

De igual manera, se muestran los países más productivos, siendo Estados Unidos el país más productivo, seguido por India, Alemania, China y Reino Unido. Todos los países antes mencionados cuentan con una apuesta clara por la tecnología, e inclusive, algunos de ellos por el sector de la movilidad. En esta línea, las organizaciones más productivas, donde únicamente destacan *Glasgow Caledonian University*, *Ford Motor Company*, *University of Nicosia* y *Dar Al-Hekma University*, ya que el resto solo cuentan con una publicación. Es importante resaltar la coexistencia de empresas y universidades, ya que eso permite inferir la aplicación e interés empresarial que existe por la temática analizada.

Las fuentes más productivas varían entre fuentes asociadas a congresos, eventos y foros especializados, y revistas indexadas con publicaciones periódicas, lo que permite proponer que la difusión de los avances y resultados en los ámbitos de los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial son accesibles para una comunidad más amplia, y no solo la académica y/o científica. Finalmente, en la misma Tabla 1 se recogen las áreas de conocimiento asociadas a los ámbitos planteados en la presente investigación, donde se observa una aplicación orientada a la informática, toma de decisiones y software, pero también a la ingeniería y las posibilidades que pueden traer consigo la aplicación de este tipo de tecnologías en el corto, medio y largo plazo.

Descripción (n=44)	(Publicaciones) Descripción
Autores más productivos	(3) Charissis, V.; Drikakis, D.; Gusikhin, O.; Khan, S.; Lagoo, R. (2) Altarteer, S.; Bram-Larbi, K. F.; Harrison, D. K.; Wang, S. (1) 136 autores
Autores más citados (Citas totales=233)	(65) Das, N.; Ohn-Bar, E.; Trivedi, M.M. (32) Chang, W.-J.; Chen, L.-B.; Su, K.-Y. (16) Nazib, R.A.; Moh, S. (15) Di Lena, P.; Mirri, S.; Prandi, C.; Salomoni, P.; Delnevo, G. (13) Gaffar, A.; Monjezi, S. (<=8) 130 autores
Organizaciones más productivas	(3) Glasgow Caledonian University; Ford Motor Company; University of Nicosia (2) Dar Al-Hekma University (1) 61 organizaciones
Países más productivos	(9) Estados Unidos (7) India (6) Alemania (5) China; Reino Unido (3) Arabia Saudí; Chipre (2) España; Taiwán (1) 14 países
Fuentes más productivas	(6) Lecture Notes in Computer Science including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics (3) IEEE Access (2) Advances in Intelligent Systems and Computing (1) 17 fuentes
Áreas de conocimiento más productivas	(34) Informática (22) Ingeniería (11) Matemáticas (6) Ciencias de la Decisión (5) Ciencias de los Materiales (3) Ciencias Sociales; Energía; Física y Astronomía; (2) Ciencias Ambientales (1) 4 áreas de conocimiento

Tabla 1. Resultados bibliometricos para los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial en base a los datos recogidos en *Scopus*.

Tomando en cuenta el volumen de publicaciones, los resultados analizados, y que no existe un claro posicionamiento desde el enfoque de la productividad, resulta oportuno complementar el análisis desde la perspectiva de citas, y para ello se recurre a continuación se analizan las publicaciones en base al h-index y se clasifican siguiendo la técnica H-Classics.

Principales autores, países, organizaciones, fuentes y áreas de conocimiento según su impacto (h-index)

La figura 2 muestra la distribución de las publicaciones y sus citas relacionadas con la investigación, desarrollo e innovación de los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial de 2001 a 2022 según el h-index.

En línea con el apartado anterior, y tomando como referencia las publicaciones identificadas como referentes en base al h-index de la búsqueda descrita inicialmente, a continuación, se analiza el rendimiento de estas publicaciones en base a los mismos indicadores bibliométricos.

Atendiendo a los resultados obtenidos sobre las publicaciones con mayor impacto, es posible confirmar la existencia de dos escenarios, uno vinculado a la productividad y otro al impacto, hecho previsiblemente propiciado por el número total de publicaciones y la novedad de las áreas de conocimiento analizadas. A continuación, se presentan las principales publicaciones utilizando el h-index y H-Classics, a fin de reconocer cuáles son las publicaciones y el año de producción que representan las publicaciones más citadas en el área de conocimiento actualmente.

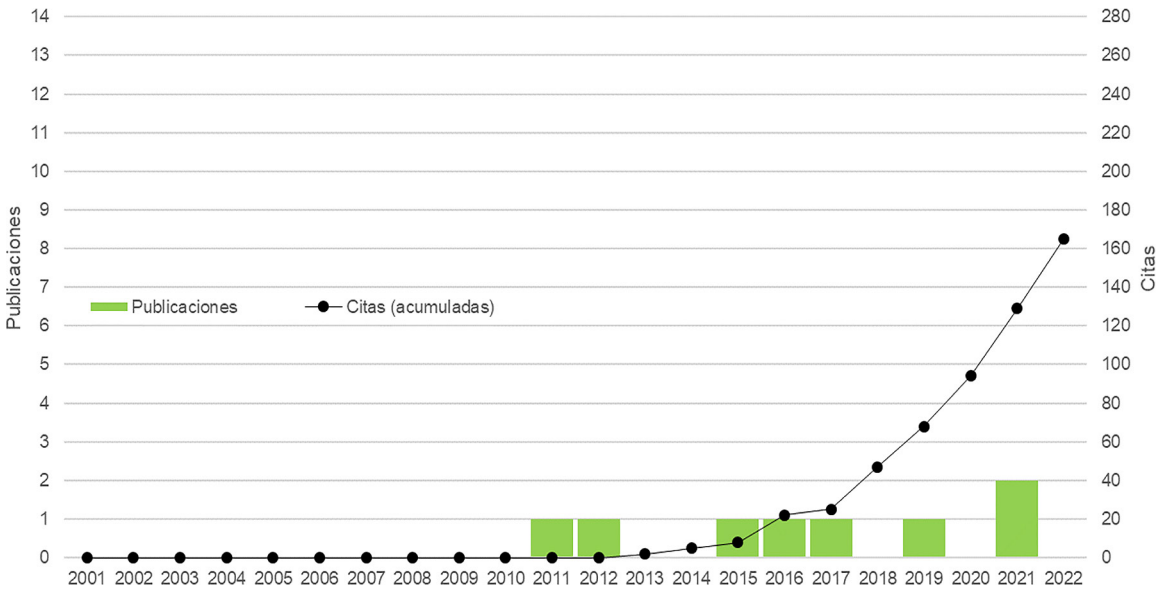


Figura 2. Distribución de publicaciones y citas relacionadas con los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial desde 2001 hasta 2022 según el h-index.

Descripción (h-index=8)	(Publicaciones) Descripción
Autores más productivos	(1) Alfalah, S. F. M.; Altarteer, S.; Chang, W. J.; Charissis, V.; Chen, L. B.; Chen, Y.; Das, N.; Delnevo, G.; Di Lena, P.; Drikakis, D.; Esparza, O.; Falah, J.; Filev, D.; Gaffar, A.; Gañán, C.; Ghosh, A.; Gusikhin, O.; Khan, S.; Klampfl, E.; Lagoo, R.; Larbi, K. B.; Loo, J.; Mirri, S.; Moh, S.; Monjezi, S.; Muñoz, J. L.; Nazib, R. A.; Ohn-Bar, E.; Prandi, C.; Reñé, S.; Salomoni, P.; Su, K. Y.; Trivedi, M. M.; Wang, S.
Autores más citados	Alfalah, S. F. M.; Altarteer, S.; Chang, W.-J.; Charissis, V.; Chen, L.-B.; Chen, Y.; Das, N.; Delnevo, G.; Di Lena, P.; Drikakis, D.; Esparza, O.; Falah, J.; Filev, D.; Ganan, C.; Gaffar, A.; Ghosh, A.; Gusikhin, O.; Khan, S.; Klampfl, E.; Lagoo, R.; Larbi, K. B.; Loo, J.; Mirri, S.; Moh, S.; Monjezi, S.; Munoz, J. L.; Nazib, R. A.; Ohn-Bar, E.; Prandi, C.; Rene, S.; Salomoni, P.; Su, K.-Y.; Trivedi, M.M.; Wang, S.
Organizaciones más productivas	(1) Volkswagen Group China; Arizona State University; Glasgow Caledonian University; Universitat Politècnica de Catalunya; Chosun University; Middlesex University; Arizona State University Downtown Phoenix Campus; Southern Taiwan University of Science and Technology; Alma Mater Studiorum Università di Bologna; Ford Motor Company; University of California, San Diego; Al-Balqa Applied University; The University of Jordan; School of Computing, Informatics, and Decision Systems Engineering; University of Nicosia; Dar Al-Hekma University
Países más productivos	(3) Estados Unidos (2) Reino Unido (1) China; Chipre; Italia; Jordania; Arabia Saudí; Corea del Sur; España; Taiwán
Fuentes más productivas	(2) IEEE Access (1) Applied Sciences Switzerland; IEEE Conference On Intelligent Transportation Systems Proceedings ITSC; Lecture Notes In Computer Science Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics; Lecture Notes In Electrical Engineering
Áreas de conocimiento más productivas	(7) Informática (6) Ingeniería (4) Ciencia de los Materiales (2) Física y Astronomía (1) Ingeniería Química; Matemáticas

Tabla 2. h-index para los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial.

Posición	Año	Título	Primer autor	Fuente	Citas
1	2015	On Performance Evaluation of Driver Hand Detection Algorithms: Challenges, Dataset, and Metrics	Das, N.	IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC	65
2	2019	DeepCrash: A deep learning-based internet of vehicles system for head-on and single-vehicle accident detection with emergency notification	Chang, W.-J.	IEEE Access	32
3	2021	Reinforcement Learning-Based Routing Protocols for Vehicular Ad Hoc Networks: A Comparative Survey	Nazib, R. A.	IEEE Access	16
4	2017	In-vehicle human machine interface: An approach to enhance eco-driving behaviors	Di Lena, P.	SmartObject 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Workshop on Interacting with Smart Objects, co-located with IUI 2017	15
5	2016	Using artificial intelligence to automatically customize modern car infotainment systems	Gaffar, A.	Proceedings of the 2016 International Conference on Artificial Intelligence, ICAI 2016 - WORLDCOMP 2016	13
6	2021	Employing emerging technologies to develop and evaluate in-vehicle intelligent systems for driver support: Infotainment AR hud case study	Charissis, V.	Applied Sciences (Switzerland)	8
7	2012	Analysis of inter-RSU beaconing interference in VANETS	Ganan, C.	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	8
8	2011	Emotive driver advisor system (EDAS)	Gusikhin, O.	Lecture Notes in Electrical Engineering	8

Tabla 3. Publicaciones más relevantes en el ámbito de los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial entre 2001 y 2022 según el Índice H.

Finalmente, y tomando en cuenta ambos análisis, se puede confirmar que existen varios escenarios, por un lado, el de la productividad y por otro el del impacto, pero estos a su vez, puede ser vistos de los centros de investigación o desde el mundo empresarial, hechos que favorecen la idea de que es un ámbito en crecimiento y que tiene una aplicación en el corto plazo, tal como se observa en la figura 2, que refleja las publicaciones más relevantes en los últimos años.

Análisis de la evolución de la temática

Atendiendo a la metodología definida, a continuación, se presentan los principales temas de investigación, desarrollo e innovación cubiertos por las publicaciones recabadas en los ámbitos de sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial. Estos temas se han clasificado y analizado atendiendo a cuatro categorías, según su relevancia, representando los mismos a manera de esferas y con un tamaño proporcional al número de publicaciones vinculados a estas. Para el periodo 2001-2022,

se identificaron cinco temas de investigación (Figura 3): *HUMAN-COMPUTER-INTERACTION-(HCI)*, *5G-MOBILE-COMMUNICATION-SYSTEMS*, *ACCIDENT-PREVENTION*, *WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS*, y *VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS (VANETS)*.

En términos de relevancia para el área de conocimiento, los temas más significativos relacionados con los sistemas de infoentretenimiento y la inteligencia artificial por sus aportaciones a la construcción de la futura estructura intelectual son: *HUMAN-COMPUTER-INTERACTION-(HCI)*, *5G-MOBILE-COMMUNICATIONS-SYSTEMS* y *ACCIDENT-PREVENTION*. En la figura 3 (A) se presenta la red conceptual del tema *HUMAN-COMPUTER-INTERACTION-(HCI)*, donde resaltan temas como: *INTELLIGENT-TRANSPORT-SYSTEMS*, *INTELLIGENT-VEHICLE-HIGHWAY-SYSTEMS*, *LEARNING-SYSTEMS*, *VIRTUAL-REALITY*, *HUMAN-MACHINE-SYSTEMS*, y *HUMAN-MACHINE-INTERFACE*.

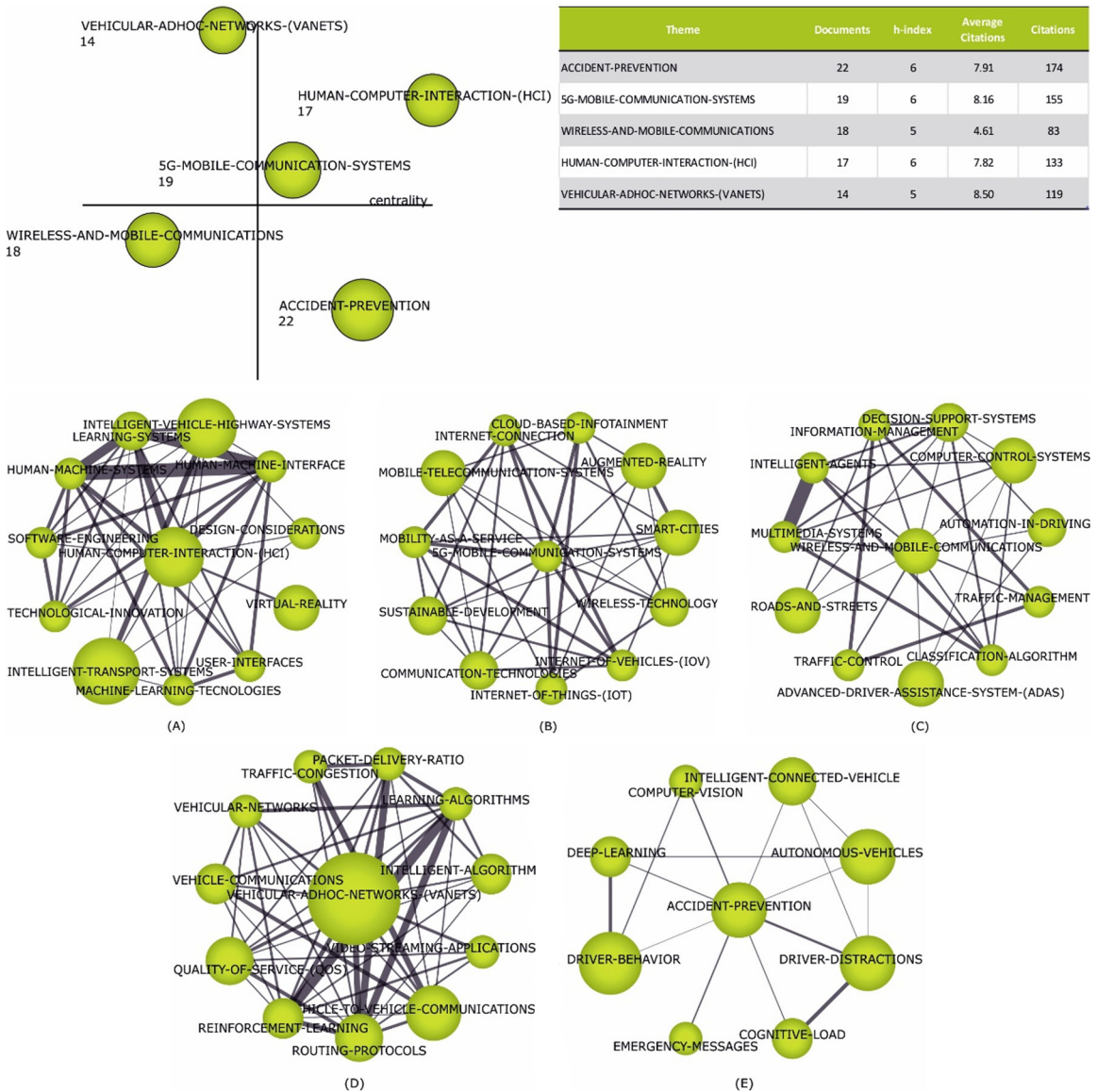


Figura 3. Mapa estratégico de los sistemas de infoentretenimiento e inteligencia artificial. (A) HUMAN-COMPUTER-INTERACION-(HCI), (B) 5G-MOBILE-COMMUNICATION-SYSTEMS, (C) WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS, (D) VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS (VANETS), (E) ACCIDENT-PREVENTION.

Es importante resaltar que, en esta red conceptual, se puede observar la relación que existe entre los sistemas de aprendizaje, la interacción con los usuarios, y los sistemas necesarios para ello. Esta condición refleja que la interacción entre el sistema y el usuario es un aspecto relevante, tal como se plantea al inicio de la presente publicación. En la Figura 3 (B) se visualiza la red conceptual del tema 5G-MOBILE-COMMUNICATION-SYSTEMS, destacando aspectos vinculados a la conectividad, tecnologías avanzadas y las propias ciudades

inteligentes. Los temas más relevantes son: MOBILE-TELECOMMUNICATIONS-SYSTEMS, SMART-CITIES, AUGMENTED-REALITY, WIRELESS-TECHNOLOGY, y SUSTAINABLE-DEVELOPMENT.

Dentro de las relaciones que se pueden apreciar en este tema, se visualiza la que existe entre MOBILITY-AS-A-SERVICE, INTERNET-CONNECTION, e INTERNET-OF-VEHICLES (IOV). Estas temáticas ponen como prioridad el uso del internet para los nuevos modelos de negocio asociados a la movilidad,

aspecto que de igual manera se refleja al inicio de esta investigación, donde se expresa la situación de cambio que está viviendo el vehículo y su utilización. De manera cercana al tema anterior, le siguen *WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS* Y *VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS-(VANET)*, reflejados la Figura 3. (C) y Figura 3. (D) respectivamente. *WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS* es un tema que se mantiene activo por su vinculación con las tecnologías de los sistemas de infoentretenimiento y su conectividad a otro tipo de servicios y actualizaciones. Muestra de ello, son los principales temas cubiertos por este, y de los cuales cabe mencionar: *COMPUTER-CONTROL-SYSTEMS*, *ADVANCED-DRIVER-ASSITANCE-SYSTEM-(ADAS)*, *DECISION-SUPPORT-SYSTEMS*, *INFORMATION-MANAGEMENT*, *INTELLIGENT-AGENT*, y *ROADS-AND-STREETS*.

La relación más estrecha dentro de los temas incluidos es la generada por *INTELLIGENT-AGENT*, *MULTIMEDIA-SYSTEMS*, y *CLASSIFICATION-ALGORITHM*. Mediante esta relación se aprecia a los sistemas como uno de los puntos de interacción con el usuario. En ellos se aplican técnicas relacionadas con la inteligencia artificial para captar información; pero también ofrecer la misma de manera más orientada al usuario. Por su parte, la red conceptual del *VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS-(VANET)*, pone el énfasis en las redes en las cuales se integran los vehículos más avanzados o de última tecnología. Entre los temas más relevantes se destacan: *VEHICLE-VEHICLE-COMMUNICATIONS*, *ROUTING-PROTOCOLS*, *QUALITY-OF-SERVICE-(QOS)*, *VEHICLE-COMMUNICATIONS*, *REINFORCEMENT-LEARNING*, e *INTELLIGENT-ALGORITHM*.

En este caso se identifican varias redes internas, siendo la establecida entre *LEARNING-ALGORITHMS*, *REINFORCEMENT-LEARNING*, y *ROUTING-PROTOCOLS* la que mayor fuerza presenta. Esto se corresponde con el enfoque planteado al inicio de la investigación, en la que los nuevos servicios y el aprendizaje serán elementos claves en el desarrollo del vehículo autónomo. Además, se observa que las comunicaciones de vehículo a vehículo, pero también las comunicaciones en general y aspectos vinculados a la inteligencia artificial, forman parte importante de la red.

En la figura 3 (E) se presenta el último tema, *ACCIDENT-PREVENTION*, el cual guarda una vinculación con algunos de los beneficios que traen consigo los nuevos sistemas de infoentretenimiento y la inteligencia artificial, y que puede ser considerado como un tema transversal al resto, generando sinergias con el resto de temas. En la red conceptual de *ACCIDENT-PREVENTION* es posible distinguir el vehículo inteligente, conectado y autónomo, siendo los temas de mayor peso: *AUTONOMOUS-VEHICLES*, *INTELLIGENT-CONNECTED-VEHICLE*, *DRIVER-DISTRACTIONS*, y *DRIVER-BEHAVIOR*, principalmente. Las relaciones que existen dentro de este tema son más equilibradas, y resaltan aquellas que se encuentran relacionadas a la inteligencia artificial y los vehículos del futuro, aspectos que no dejan de lado la posición del conductor, reforzando la idea del proceso de transición que existe antes de llegar a la implementación y despliegue de las tecnologías avanzadas.

Finalmente, es posible visualizar que los sistemas de infoentretenimiento están vinculados a la interacción con el usuario, los sistemas de comunicaciones y los servicios que se ofrecen a los vehículos más avanzados, con la particularidad de que cada aspecto de estos cuenta con temas vinculados a la inteligencia artificial, lo que sugiere que la evolución de la movilidad integrará ambos aspectos.

CONCLUSIONES

Esta investigación identifica y describe las principales líneas de investigación, desarrollo e innovación en torno a los sistemas de infoentretenimiento y la inteligencia artificial disponible en la literatura. Uno de los objetivos de este estudio es mostrar las principales tendencias en el y proporcionar un punto de partida que permita a los académicos y profesionales encontrar nuevas oportunidades, o fortalecer sus temas de investigación.

En términos de rendimiento, la dimensión y el peso de la literatura relacionada con los sistemas de infoentretenimiento y la inteligencia artificial expuso un desde su primera publicación en 2001 a la fecha. Teniendo en cuenta con volumen de publicaciones y citas registradas en crecimiento por lo que, se espera que el desarrollo y la aplicación del mismo se incrementen en los próximos años.

El mapa estratégico de los sistemas de infoentrenamiento y la inteligencia artificial revela que tiene diferentes enfoques. El primer enfoque está relacionado con la interacción que existe entre los usuarios y los sistemas, siendo el tema principal *HUMAN-COMPUTER-INTERACTION-(HCI)*, y sus componentes tales como: *INTELLIGENT-TRANSPORT-SYSTEMS*, *INTELLIGENT-VEHICLE-HIGHWAY-SYSTEMS*, *LEARNING-SYSTEMS*, *VIRTUAL-REALITY*, *HUMAN-MACHINE-SYSTEMS* y *HUMAN-MACHINE-INTERFACE*.

Por otro lado, se encuentra un ámbito más vinculado a las comunicaciones, siendo *5G-MOBILE-COMMUNICATION-SYSTEMS* y *WIRELESS-AND-MOBILE-COMMUNICATIONS* los temas principales. En este sentido, estos temas cubren aspectos como *MOBILE-TELECOMMUNICATIONS-SYSTEMS*, *SMART-CITIES*, *AUGMENTED-REALITY*, *WIRELESS-TECHNOLOGY*, *SUSTAINABLE-DEVELOPMENT*, *COMPUTER-CONTROL-SYSTEMS*, *ADVANCED-DRIVER-ASSITANCE-SYSTEM-(ADAS)*, *DECISION-SUPPORT-SYSTEMS*, *INFORMATION-MANAGEMENT*, *INTELLIGENT-AGENT* y *ROADS-AND-STREETS*, lo que refleja la evolución y una fuerte vinculación con la inteligencia artificial.

También, se encuentra un aspecto también vinculado a las comunicaciones, pero más desde el punto de vista de infraestructuras y las redes que se crearan en base a los servicios que se integran dentro del vehículo, y donde *VEHICULAR-ADHOC-NETWORKS-(VANET)* resulta ser el tema principal, incluyendo temas dentro de su red conceptual como *VEHICLE-VEHICLE-COMMUNICATIONS*, *ROUTING-PROTOCOLS*, *QUALITY-OF-SERVICE-(QOS)*, *VEHICLE-COMMUNICATIONS*, *REINFORCEMENT-LEARNING* e *INTELLIGENT-ALGORITHM*. De manera transversal a los temas, aparece *ACCIDENT-PREVENTION*, que claramente se posiciona como un posible resultado, aunque por los temas incluidos en este: *AUTONOMOUS-VEHICLES*, *INTELLIGENT-CONNECTED-VEHICLE*, *DRIVER-DISTRACTIONS* y *DRIVER-BEHAVIOR*, puede visualizarse más como una directriz para la adopción de las tecnologías y la evolución tecnológica del vehículo.

Atendiendo a los temas identificados es posible decir que la relación entre los sistemas de

infoentrenamiento y la inteligencia artificial pasa en gran medida por la evolución que tendrán las comunicaciones, principalmente las telecomunicaciones. Si bien, conexiones más estables y veloces favorecen el intercambio de datos, la conectividad entre vehículos, infraestructuras y con otros dispositivos es uno de los ejes más representativos en la concepción del vehículo del futuro.

Por último, la investigación actual pone de manifiesto que los sistemas de infoentrenamiento y la inteligencia artificial son un área de investigación en crecimiento con diferentes enfoques. Además, son necesarias algunas líneas de investigación, desarrollo e innovación futuras para profundizar en estos sistemas, su evolución y su relación con otros temas desde el punto de vista de hardware y/o aplicaciones concretas. Estas futuras líneas de investigación, pueden ser enfocadas desde los ámbitos evaluados en esta investigación o bien desde ámbitos más transversales, ya que la evolución de hardware y/o aplicaciones relacionadas con la inteligencia artificial, puede venir de sectores distintos, generando sinergias y oportunidades en el corto plazo.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y del Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (COZCYT) para la realización de este estudio.

Declaración de contribución

Conceptualización, Análisis formal, Preparación de datos, Investigación, Metodología, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Administración del proyecto, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición: Gamboa-Rosales, N. K. y López-Robles, J. R.

Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Validación, Redacción-revisión y edición: Celaya-Padilla, J. M.; Galván-Tejada, C. E.; Galván-Tejada, J. I.; Luna-García, H. y Gamboa-Rosales, H.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de consentimiento de datos

Los datos generados durante el estudio se han incluido en el artículo. ●

REFERENCIAS

- BAKHTINA, M., & MATULEVICIUS, R. (2021). *Information Security Analysis in the Passenger-Autonomous Vehicle Interaction*. Paper presented at the The 16th International Conference on Availability, Reliability and Security.
- BAYOUMI, K. (2022). *Innovation revolution of smart mobility changeover to autonomous vehicles (AVs): An Exploration to the role of autonomous public transportation in the form of smart mobility in Nordic municipalities: A comparative study between Denmark and Norway*: Digitala Vetenskapliga Arkivet.
- BILAC, L., STANISIC, D., KENJIC, D., & ANTIC, M. (2022). *One Solution of an Android In-Vehicle Infotainment Service for Communication with Advanced Driver Assistance System*. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO).
- BILIUS, L.-B., VATAVU, R.-D., & MARQUARDT, N. (2021). *Exploring application opportunities for smart vehicles in the continuous interaction space inside and outside the vehicle*. Paper presented at the IFIP Conference on Human-Computer Interaction.
- COBO, M. J. (2012). *SciMat: herramienta software para el análisis de la evolución del conocimiento científico. Propuesta de una metodología de evaluación*: Granada: Universidad de Granada; .
- COBO, M. J., LÓPEZ-HERRERA, A. G., HERRERA-VIEDMA, E., & HERRERA, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. doi:https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002
- COBO, M. J., WANG, W., LAENGLE, S., MERIGÓ, J. M., YU, D., & HERRERA-VIEDMA, E. (2018). *Co-words Analysis of the Last Ten Years of the International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*. Paper presented at the International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems.
- CHARISSIS, V., FALAH, J., LAGOO, R., ALFALAH, S. F., KHAN, S., WANG, S., ... DRIKAKIS, D. (2021). Employing emerging technologies to develop and evaluate in-vehicle intelligent systems for driver support: infotainment AR HUD case study. *Applied Sciences*, 11(4), 1397. doi:https://doi.org/10.3390/app11041397
- DE FREITAS FOLONI, B., BOAS, A. V. D. C. V., JUNIOR, U. D. M. P., VIEIRA, R. B., & DA COSTA, R. C. (2022). Automated validation tool for In-Vehicle mobile app-integration feature. *SAE Technical Paper*. doi:https://doi.org/10.4271/2021-36-0012
- FURSTENAU, L. B., SOTT, M. K., KIPPER, L. M., MACHADO, Ê. L., LÓPEZ-ROBLES, J. R., DOHAN, M. S., ... IMRAN, M. A. (2020). Link between sustainability and industry 4.0: trends, challenges and new perspectives. *Ieee Access*, 8, 140079-140096. doi:https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3012812
- GAMBOA-ROSALES, N. K., AYASTUY-ARIZTI, J. L., GAMBOA-ROSALES, H., GALVÁN-TEJADA, C. E., LUNA-GARCÍA, H., GALVÁN-TEJADA, J. I., ... LÓPEZ-ROBLES, J. R. (2019). *Past, current and future of fuel cell technologies: A bibliometric analysis of the research published during the 1968-2018 period*. Paper presented at the VII Symposium on Hydrogen, Fuel Cells and Advanced Batteries (HYCELTEC 2019), Barcelona (Spain).
- GAMBOA-ROSALES, N. K., CELAYA-PADILLA, J. M., HERNANDEZ-GUTIERREZ, A. L., MORENO-BAEZ, A., GALVÁN-TEJADA, C. E., GALVÁN-TEJADA, J. I., ... LÓPEZ-ROBLES, J. R. (2020). Visualizing the Intellectual Structure and Evolution of Intelligent Transportation Systems: A Systematic Analysis of Research Themes and Trends. *Sustainability*, 12(21), 8759. doi:https://doi.org/10.3390/su12218759
- GUTIÉRREZ-SALCEDO, M., MARTÍNEZ, M. Á., MORAL-MUÑOZ, J. A., HERRERA-VIEDMA, E., & COBO, M. J. (2018). Some bibliometric procedures for analyzing and evaluating research fields. *Applied Intelligence*, 48(5), 1275-1287. doi:https://doi.org/10.1007/s10489-017-1105-y
- HERRERA-VIEDMA, E., LÓPEZ-ROBLES, J. R., GUALLAR, J., & COBO, M. J. (2020). Global trends in coronavirus research at the time of Covid-19: A general bibliometric approach and content analysis using SciMAT. *El*

- profesional de la información*, 29(3). doi: <https://doi.org/10.3145/epi.2020.may.22>
- HERRERA, F., HERRERA-VIEDMA, E., ALONSO, S., & CABRERIZO, F.-J. (2009). Aggregation of bibliometric indices to evaluate the scientific production of researchers. *El profesional de la información*, 18(5), 559-561. doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2009.sep.11>
- KIM, J., & KIM, M. S. (2022). Study on Factors Influencing Intention to Use In-Vehicle-Infotainment System: Focusing on Dual-Calculus Model. *Journal of Digital Contents Society*, 23(5), 953-963. doi:<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2022.23.5.953>
- LÓPEZ-ROBLES, J. R., OTEGI-OLASO, J. R., PORTO-GÓMEZ, I., & COBO, M. J. (2019). 30 years of intelligence models in management and business: A bibliometric review. *International Journal of Information Management*, 48, 22-38. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.013>
- LÓPEZ-ROBLES, J. R., OTEGI-OLASO, J. R., PORTO-GÓMEZ, I., GAMBOA-ROSALES, H., & GAMBOA-ROSALES, N. K. (2019). Understanding the intellectual structure and evolution of Competitive Intelligence: a bibliometric analysis from 1984 to 2017. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(5), 604-619. doi:<https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1686136>
- LÓPEZ-ROBLES, J. R., OTEGI-OLASO, J. R., PORTO-GÓMEZ, I., GAMBOA-ROSALES, N. K., GAMBOA-ROSALES, H., & ROBLES-BERUMEN, H. (2018). *Bibliometric Network Analysis to Identify the Intellectual Structure and Evolution of the Big Data Research Field*. Paper presented at the International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, Madrid, Spain.
- LÓPEZ-ROBLES, J. R., RODRÍGUEZ-SALVADOR, M., GAMBOA-ROSALES, N. K., RAMÍREZ-ROSALES, S., & COBO, M. J. (2019). The last five years of Big Data Research in Economics, Econometrics and Finance: Identification and conceptual analysis. *Procedia computer science*, 162, 729-736. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.044>
- MARINKOV, S., MIHAJLOVIĆ, R., KENJIĆ, D., & ANTIĆ, M. (2022). *One Solution of a Communication Manager for Connecting Advanced Driver Assistance Systems with In-Vehicle Infotainment Systems*. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO).
- MOED, H. F., BURGER, W. J. M., FRANKFORT, J. G., & VAN-RAAN, A. F. J. (1985). A comparative study of bibliometric past performance analysis and peer judgement. *Scientometrics*, 8(3-4), 149-159. doi:<https://doi.org/10.1007/BF02016933>
- MOED, H. F., DE BRUIN, R., & VAN LEEUWEN, T. H. (1995). New bibliometric tools for the assessment of national research performance: Database description, overview of indicators and first applications. *Scientometrics*, 33(3), 381-422. doi:<https://doi.org/10.1007/bfo2017338>
- SOTT, M. K., FURSTENAU, L. B., KIPPER, L. M., RODRIGUES, Y. P. R., LÓPEZ-ROBLES, J. R., GIRALDO, F. D., & COBO, M. J. (2021). Process modeling for smart factories: using science mapping to understand the strategic themes, main challenges and future trends. *Business Process Management Journal*, 27(5), 1391-1417. doi: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2020-0181>
- TENER, F., & LANIR, J. (2022). *Driving from a Distance: Challenges and Guidelines for Autonomous Vehicle Teleoperation Interfaces*. Paper presented at the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- YU, Z., & CAI, K. (2022). Perceived Risks toward In-Vehicle Infotainment Data Services on Intelligent Connected Vehicles. *Systems*, 10(5), 162. doi:<https://doi.org/10.3390/systems10050162>
- ZHANG, Y., & KAMARGIANNI, M. (2022). A review on the factors influencing the adoption of new mobility technologies and services: autonomous vehicle, drone, micromobility and mobility as a service. *Transport Reviews*, 1-23. doi:<https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2119297>
- ZHENG, Y., & REN, X. (2022). Developing a Multimodal HMI Design Framework for Automotive Wellness in Autonomous Vehicles. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(9), 84. doi:<https://doi.org/10.3390/mti6090084>

