

Recibido 11 Mar. 2024

ReCIBE, Año 13 No. 1, May. 2024

Aceptado 18 Mar. 2024

Estudio bibliográfico sobre las metodologías de big data y su aplicación en la movilidad inteligente

Bibliographical study on big data methodologies and their application in smart mobility

Viteri Chica Miguel Andrés*

mviteri2994@utm.edu.ec

Chancay-García Leonardo*

leonardo.chancay@utm.edu.ec

*Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Informáticas, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

El avance de las tecnologías de la información ha revolucionado numerosos aspectos de la vida cotidiana, incluyendo la manera en que gestionamos y planificamos la movilidad en las ciudades. La implementación de big data en la movilidad inteligente promete transformar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad del transporte urbano, ofreciendo soluciones innovadoras para los desafíos modernos.

El presente artículo científico tiene el propósito de analizar el impacto del uso de big data en la movilidad inteligente y cómo puede mejorar la planificación y gestión del transporte urbano. Se examinan las principales áreas de investigación, evaluando las contribuciones y limitaciones de la literatura existente.

Se realizó una revisión sistemática de la literatura en las principales bases de datos científicas como IEEE Xplore, Scopus y Web of Science, seleccionando artículos publicados entre los años 2017 y 2022 en inglés, español y portugués. Este estudio bibliográfico busca proporcionar una visión general de las investigaciones existentes sobre el uso de big data para la movilidad inteligente y destacar las tendencias emergentes en esta área.

Las aplicaciones del big data en la movilidad inteligente incluyen la predicción de congestiones, el análisis de patrones de tráfico y la optimización de rutas de transporte. Estas aplicaciones tienen un impacto significativo en el mundo real, mejorando la eficiencia del transporte, reduciendo la congestión y promoviendo un entorno urbano más sostenible. En definitiva, el uso de big data en la movilidad inteligente se presenta como un área de investigación en constante evolución, con un gran potencial para transformar la gestión del transporte en las ciudades modernas.

Palabras clave: Big data, movilidad inteligente, sistemas de transporte inteligente, dispositivos móviles.

Abstract

The advancement of information technologies has revolutionized numerous aspects of daily life, including the way we manage and plan mobility in cities. The implementation of big data in smart mobility promises to transform the efficiency, safety and sustainability of urban transportation, offering innovative solutions to modern challenges.

The purpose of this scientific article is to analyze the impact of the use of big data on smart mobility and how it can improve the planning and management of urban transportation. The main areas of research are examined, evaluating the contributions and limitations of the existing literature.

A systematic review of the literature was carried out in the main scientific databases such as IEEE Xplore, Scopus and Web of Science, selecting articles published between 2017 and 2022 in English, Spanish and Portuguese. This literature study seeks to provide an overview of existing research on the use of big data for smart mobility and highlight emerging trends in this area.

Applications of big data in smart mobility include congestion prediction, traffic pattern analysis, and transportation route optimization. These applications have a significant real-world impact, improving transportation efficiency, reducing congestion and promoting a more sustainable urban environment. In short, the use of big data in smart mobility is presented as an area of research in constant evolution, with great potential to transform transportation management in modern cities.

Keywords: Big data, smart mobility, smart transportation systems, mobile devices.

1. Introducción

El ser humano es una especie que ha desarrollado una tendencia a ser nómada, es decir, a moverse de un lugar a otro en busca de alimento, refugio y mejores condiciones de vida. Dicha característica se ha mantenido a lo largo de la historia, desde los primeros humanos hasta la actualidad, aunque con diferentes motivos y medios de transporte acortando de alguna manera las distancias. Por otro lado, las tecnologías informáticas se han venido utilizando desde hace varios años con la finalidad de automatizar la vida humana.

La movilidad inteligente es un concepto que se basa en el uso de las tecnologías digitales y de la información para mejorar la eficiencia, seguridad, accesibilidad y sostenibilidad de los sistemas de transporte y movilidad. Según (Carlo Ratti, 2020), "la movilidad inteligente implica la integración de las tecnologías digitales con la infraestructura física de transporte, para mejorar la eficiencia y la accesibilidad del sistema de transporte urbano y ofrecer a los usuarios una experiencia de transporte más cómoda y sostenible".

Por su parte el big data se refiere a conjuntos de datos muy grandes y complejos que no se pueden manejar con herramientas de procesamiento de datos tradicionales. Así mismo, el trabajo presentado por (Babak Hodjat, 2019), define al big data como: "un conjunto de tecnologías y herramientas que permiten recolectar, almacenar, procesar y analizar grandes cantidades de datos, para obtener información valiosa que ayude a tomar decisiones más informadas y eficientes."

El uso de tecnologías de big data para la movilidad inteligente tiene el potencial de revolucionar la forma en que las ciudades y los gobiernos manejan el transporte y la movilidad de sus ciudadanos, lo que va a reducir notablemente el consumo de combustibles fósiles y la contaminación ambiental en las zonas urbanas que generalmente son altamente pobladas, todo esto va a permitir mejorar notablemente la salud de sus ciudadanos. Los avances en big data y la movilidad inteligente han sido significativos en los últimos años, y con la creciente urbanización y la necesidad de soluciones de transporte más eficientes y sostenibles en las ciudades, se han realizado diversos estudios que han sido documentados por varios autores. Por ejemplo, (Seguí-Amortegui et al. 2019) en su trabajo orientado a ciudades de España señala que la urbanización es uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la movilidad en la actualidad, y que la gestión del transporte es fundamental para lograr un desarrollo sostenible en las ciudades.

Por otro lado, (Cheng et al. 2020) señalan que el análisis de big data puede ayudar a mejorar la planificación del transporte y la toma de decisiones en la gestión de la movilidad en las ciudades chinas. Es así que el uso de aplicaciones móviles y otros dispositivos conectados para recopilar datos de movilidad de los usuarios ha sido documentado por varios autores. Por ejemplo, Leng et al. (2019) en el análisis a las aplicaciones móviles chinas les pueden ayudar a proporcionar datos valiosos sobre la movilidad de los usuarios, incluyendo la ubicación, el tiempo de viaje y la preferencia de ruta, con el fin de mejorar notablemente la toma de decisiones a la hora de automatizar el tráfico.

El presente artículo sobre el big data orientado a la movilidad inteligente muestra un estudio bibliográfico el cual es importante debido a la gran cantidad de información que se utiliza para automatizar el tráfico, así como la movilidad inteligente se está convirtiendo rápidamente en una prioridad para las ciudades y las comunidades, se está considerando como una forma de mejorar la eficiencia del transporte, reducir la congestión y aumentar la sostenibilidad del medio ambiente. Por lo tanto, es importante conocer las técnicas y herramientas utilizadas en este ámbito, así como los datos pueden ser utilizados para mejorar la movilidad inteligente y cómo se pueden integrar en los sistemas existentes de transporte. En definitiva, se trata de un tema de gran relevancia e interés en la actualidad, que merece ser investigado y analizado en profundidad para mejorar la movilidad en las ciudades modernas.

2. Marco Teórico Big Data

Big data se refiere a la recopilación, almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de datos que son demasiado complejos para ser manejados por las herramientas tradicionales de procesamiento de datos. En el contexto de la movilidad inteligente, big data permite analizar patrones de tráfico, prever congestiones y optimizar rutas en tiempo real.

Aplicación: Utilización de técnicas de minería de datos y análisis predictivo para mejorar la eficiencia del transporte urbano y reducir los tiempos de viaje.

Movilidad Inteligente:

La movilidad inteligente implica el uso de tecnologías avanzadas como IoT, inteligencia artificial y big data para crear sistemas de transporte más eficientes, seguros y sostenibles. Se centra en la integración de diversos modos de transporte y la optimización del uso de infraestructuras existentes.

Aplicación: Implementación de sistemas de gestión de tráfico adaptativos, vehículos autónomos y plataformas de movilidad como servicio (MaaS).

Internet de las Cosas (IoT)

IoT se refiere a la interconexión de dispositivos a través de internet, que pueden recopilar y compartir datos en tiempo real. En la movilidad inteligente, IoT permite la monitorización continua del tráfico, las condiciones de las carreteras y el comportamiento de los usuarios.

Aplicación: Uso de sensores inteligentes en semáforos, vehículos y paradas de autobús para gestionar el tráfico de manera más eficiente y mejorar la seguridad vial.

Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML):

La IA y el ML son tecnologías que permiten a los sistemas aprender y mejorar a partir de datos. En el ámbito de la movilidad inteligente, estas tecnologías se utilizan para analizar datos de tráfico, prever demandas de transporte y optimizar rutas.

Aplicación: Implementación de algoritmos de aprendizaje profundo para la predicción de congestiones y la optimización dinámica de rutas de transporte público.

Aplicaciones Más Novedosas y de Mayor Impacto Sistemas de Gestión de Tráfico

Inteligente:

Descripción: Sistemas que utilizan IA y big data para monitorizar y gestionar el flujo de tráfico en tiempo real.

Impacto: Reducción de congestiones, mejora de la seguridad y optimización del uso de infraestructuras viales.

Vehículos Autónomos:

Descripción: Vehículos equipados con sensores y algoritmos de IA que pueden operar sin intervención humana.

Impacto: Incremento en la seguridad vial, reducción de accidentes y mejora en la eficiencia del transporte.

Plataformas de Movilidad como Servicio (MaaS):

Descripción: Servicios que integran diversos modos de transporte en una única plataforma accesible a través de aplicaciones móviles.

Impacto: Facilita el acceso a diferentes opciones de transporte, mejora la experiencia del usuario y promueve el uso de modos de transporte más sostenibles.

3. Materiales y Métodos

Para el desarrollo de este estudio se utilizó el procedimiento de RSL (Revisión Sistemática de la Literatura), recolectando información existente sobre big data y movilidad inteligente con el fin de conocer los avances y limitaciones en el tema.

La metodología utilizada en este artículo se fundamenta en el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) apoyado en su implementación mediante la herramienta en línea Parsifal. El proceso de revisión se dividió en tres fases principales: planificación, ejecución e informe, como se describe en la Figura 1.

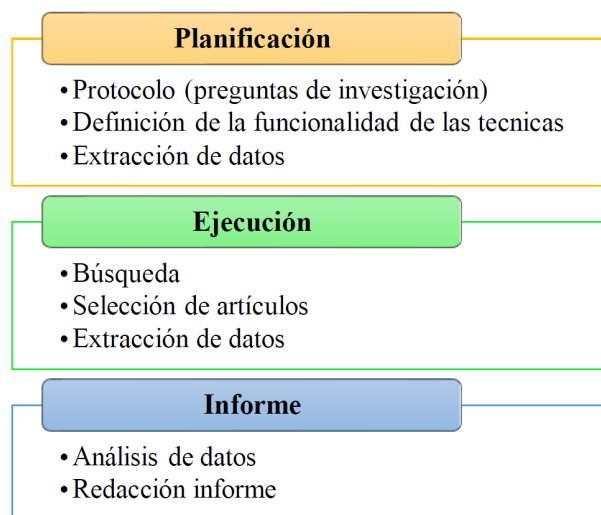


Figura 1. Esquema del proceso de revisión.

Fuente: Elaboración propia.

Planificación

En esta fase se elaboró el protocolo a seguir durante la revisión, identificando palabras clave como big data, movilidad inteligente, transporte y dispositivos móviles. Se definieron las siguientes preguntas de investigación (PI):

- **PI1.** ¿Qué dispositivos o herramientas existen para administrar el big data orientado a movilidad inteligente?
- **PI2.** ¿Qué tecnología de comunicación utilizan los dispositivos o herramientas para procesar el big data orientado a la movilidad inteligente?
- **PI3.** ¿Qué tipo de funcionalidad tienen estos dispositivos o herramientas?
- **PI4.** ¿Son estos dispositivos o herramientas portátiles o fijos?

La cadena de búsqueda utilizada en todas las colecciones de información y almacenes de datos consultados fue:

("Big data"; OR "movilidad inteligente"; OR "transporte"; OR "dispositivos móviles".) AND ("ciudades inteligentes") AND ("Internet de las cosas" OR "IoT").


Se establecieron las palabras clave a través del método Población, Intervención, Comparación, Salidas y Contexto (PICOC) que se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Palabras clave de PICOC.

Término	Palabras clave
Población	Big data, movilidad inteligente, transporte, dispositivos móviles
Intervención	Ciudades inteligentes
Comparación	Internet de las cosas

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se seleccionaron los estudios en base a los criterios de inclusión y exclusión presentados en la Figura 2.



Criterios de inclusión <ul style="list-style-type: none">• Artículos de revistas.• Publicado desde el 2018 a 2022.• Relacionado con big data y movilidad inteligente.• Resultados a los que se tenga acceso.	Criterios de exclusión <ul style="list-style-type: none">• Resúmenes• Capítulos de libros• Acceso anticipado• Editoriales• Reseñas• Duplicados• Contenido no accesible• Otro idioma que no sea inglés, español, portugués.• Otros temas
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 2. Criterios de selección y exclusión.

Fuente: Elaboración propia.

Ejecución

Se eligieron tres bases de datos científicas (IEEE Xplore, Scopus y Web of Science) para realizar la búsqueda en el proceso de revisión, ajustando algunos parámetros de búsqueda como el rango de años o el tipo de publicación.

Informe

A partir de los datos obtenidos en la última selección se llevaron a cabo diversos análisis, incluyendo la obtención de respuestas a las preguntas de investigación y una evaluación breve de las herramientas relacionadas con el tema. Finalmente, se procedió a la redacción del presente informe.

Propuesta de Tecnologías

Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático:

- **Descripción:** Integración de algoritmos avanzados de IA y aprendizaje automático para análisis predictivo y optimización en tiempo real de rutas de transporte.
- **Aplicación:** Implementar redes neuronales profundas para predecir patrones de tráfico y ajustar dinámicamente las rutas de transporte público y privado.
- **Impacto:** Mejora en la eficiencia del transporte, reducción de tiempos de espera y disminución de emisiones de carbono.

Internet de las Cosas (IoT) y Sensores Inteligentes:

- **Descripción:** Implementación de una red de sensores y dispositivos IoT para la recolección de datos en tiempo real sobre tráfico, condiciones meteorológicas y estado de infraestructuras.
- **Aplicación:** Desplegar sensores en semáforos, autobuses y estaciones para gestionar el tráfico de manera adaptativa.
- **Impacto:** Aumento de la seguridad vial, reducción de congestiones y mejora de la experiencia del usuario.

Vehículos Autónomos y Conectados:

- **Descripción:** Integración de vehículos autónomos y sistemas de comunicación V2V (vehículo a vehículo) y V2I (vehículo a infraestructura).
- **Aplicación:** Coordinación de movimientos de vehículos autónomos para mejorar la eficiencia y seguridad del tráfico.
- **Impacto:** Reducción de accidentes, mejora en la eficiencia del tráfico y facilitación de servicios de transporte autónomo compartido.

Análisis de Datos en la Nube y Computación en el Borde:

- **Descripción:** Uso de plataformas de análisis de datos en la nube y computación en el borde para procesamiento en tiempo real.
- **Aplicación:** Arquitecturas híbridas que combinan nube y borde para procesar grandes volúmenes de datos y proporcionar recomendaciones instantáneas.
- **Impacto:** Aceleración del procesamiento de datos, reducción de latencia y mejora de la capacidad de respuesta del sistema de transporte.

4. Resultados y Discusión

4.1. Selección de artículos y extracción de información

Se encontraron un total de 37 artículos en las bases de datos que se muestran en la tabla 2. Se realizó una selección de artículos basada en criterios de inclusión y exclusión, seguida de una evaluación de la calidad. Después de aplicar estos criterios, se seleccionaron 23 artículos que cumplían con dichos criterios. A continuación, se aplicó el PI a estos artículos, quedando sólo 12 artículos seleccionados para el estudio que si cumplían con todas las PI. Los datos extraídos se resumen en la Tabla 3, en esta tabla, la columna que corresponde a cada PI también está descrita acorde a lo que se quiere.

Tabla 2: Documentos recuperados y seleccionados.

Base de datos	Cantidad	1ra selección	2nd selección
IEEE Xplore	8	3	3
Scopus	11	4	4
Web of Science	18	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Datos extraídos de los estudios seleccionados.

ID	Referencia PI-1	Nombre	País	Año	Tecnología PI-2	Funcionalidad PI-3	Movilidad PI-4
1	Raul M. Abril et al.	Apache Hadoop / Apache Spark	Bélgica	2020	Bluetooth / GPS	Es un motor de procesamiento de datos en clústeres que permite realizar análisis en tiempo real de grandes conjuntos de datos.	Portátil / Fijo
2	Stefan Poslad et al.	Apache Cassandra / Apache Flink	Reino Unido	2018	Bluetooth / GPS	Se utiliza en una base de datos distribuida para gestionar grandes conjuntos de datos en varios servidores.	Portátil / Fijo
3	Mattias Hjerpe et al.	SAS	Suecia	2018	Wifi	Realiza análisis de datos que permite el procesamiento y la visualización de grandes conjuntos de datos.	Portátil / Fijo
4	Josep M. Salanova Grau et al.	QlikView	España	2020	GPS	Se centra en el análisis exploración, Y visualización de datos para tomar decisiones empresariales.	Portátil / Fijo
5	Mocholí et al.	RFID	España	2019	WAVE / RFID	Identificación de autobús mediante una tarjeta RFID (Identificación por radio frecuencia).	Portátil
6	Li Zhuet al.	Tableau	China	2019	Wifi	Establece la visualización de datos que permite crear informes y paneles interactivos para su respectivo análisis.	Portátil / Fijo
7	Guo et al.	Sistema BSP	China	2021	GNSS	Activación virtual de la señal de tráfico, mediante el uso de la tecnología de valla electrónica GNSS.	Portátil
8	Godfrid et al.	MobilityDB	Argentina	2022	GPS	Analizar la movilidad del transporte público en tiempo real.	Portátil
9	Zanchett et al.	Share Bus	Brasil	2019	WiFi	Traza rutas de forma precisa, maximizando la comodidad y minimizando el tiempo de viaje.	Portátil
10	Nassar and Vieira	Smart Bus	Brasil	2018	NFC/ RFID	Comparte datos con otras unidades de transporte.	Portátil
11	Souza et al.	Dispositivos ubicuos	Brasil	2020	Sensores IoT	Captura y transmite un gran volumen de datos en tiempo real, para monitorizar el transporte y generar alguna alerta.	Portátil
12	Belenko, Krundyshev, and Kalinin	VANET	Rusia	2018	Wifi / GPS	Establecer una comunicación inalámbrica entre vehículos.	Portátil

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis de datos

En esta sección se lleva a cabo un análisis individual de los campos de datos relacionados con cada PI.

PI-1 Estudios encontrados

La figura 3 muestra la distribución de los trabajos seleccionados según el año y el tipo de publicación (revista o congreso). Se observa un aumento en los primeros años en comparación con los años más recientes incluidos en el estudio. La cantidad de trabajos es similar para ambos tipos de publicación: 8 trabajos en revistas y 4 en congresos.

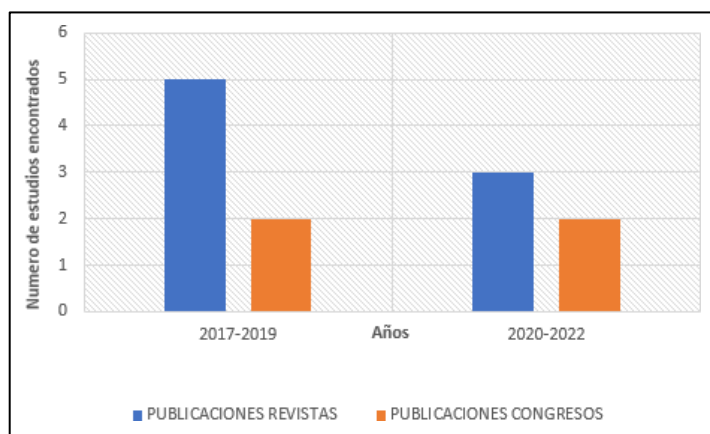


Figura 3: Clasificación de estudio por año.

Fuente: Elaboración propia.

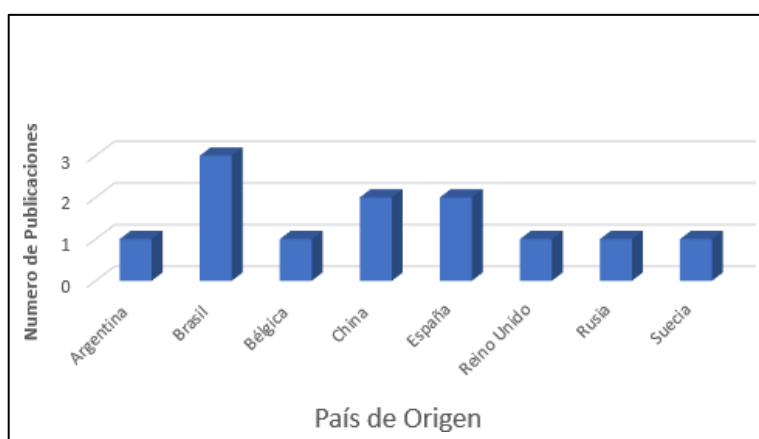


Figura 4: Distribución de los estudios encontrados por su país de origen.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 representa la distribución de los trabajos de acuerdo a su país de origen, donde podemos observar que la mayoría de estudios provienen de países europeos, aunque el país con mayor número de estudios encontrados es Brasil, seguidos por China y España.

PI-2 Tecnologías de comunicación

Se identificaron diversas opciones tecnológicas que abarcan desde aquellas diseñadas para distancias cortas como el Bluetooth y aquellas de largo alcance como el GPS. La Figura 5 presenta la distribución de estas tecnologías en los estudios seleccionados.

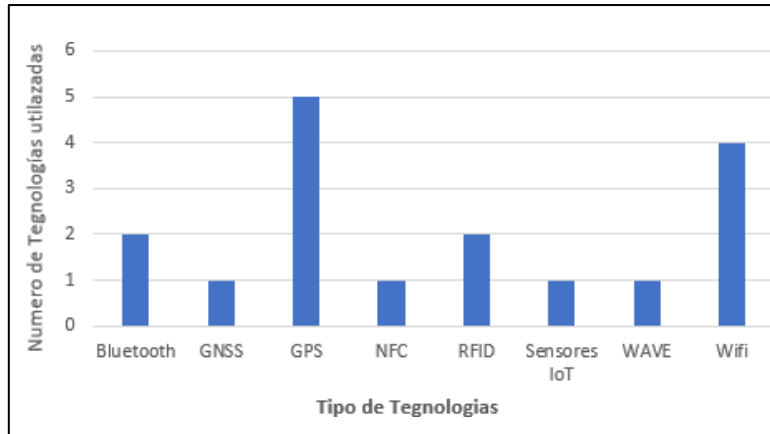


Figura 5: Tecnologías de comunicación utilizadas en los estudios encontrados.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se muestran las tecnologías de comunicación más utilizadas por sistemas y dispositivos dentro del campo del big data orientado a la movilidad inteligente. Cabe recalcar que muchos de los sistemas o dispositivos pueden utilizar tecnologías conjuntamente, ya sean tecnologías de corto o de largo alcance. Las tecnologías de comunicación utilizadas en los estudios encontrados fueron las siguientes:

- Bluetooth: es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite la transferencia de datos y la conexión entre dispositivos electrónicos a corta distancia.
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global): es un sistema de navegación por satélite que proporciona información precisa de ubicación y tiempo en cualquier parte del mundo.
- GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite): es un término general que engloba varios sistemas de navegación por satélite, incluyendo el GPS, GLONASS y otros, que proporcionan información precisa de posición y tiempo.
- NFC (Comunicación de Campo Cercano): es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance que permite la transferencia de datos entre dispositivos compatibles, como teléfonos móviles y tarjetas de pago, simplemente acercándolos entre sí.
- RFID (Identificación por Radiofrecuencia): es una tecnología de identificación automática que utiliza etiquetas o tags con chips integrados para transmitir datos mediante radiofrecuencia, permitiendo la identificación y seguimiento de objetos.
- Sensores IoT (Internet de las Cosas): son dispositivos que recopilan datos del entorno físico, como temperatura, humedad, movimiento, entre otros, y los transmiten a través de internet para su posterior procesamiento y análisis. Estos sensores forman parte de la infraestructura de la Internet de las Cosas.
- WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments): es una arquitectura de comunicación inalámbrica para vehículos que se basa en el estándar IEEE 802.11p.
- WiFi: es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite la conexión a internet y la transferencia de datos a través de ondas de radio.

PI-3 Funcionalidad

Las herramientas y sistemas de big data en la movilidad inteligente permiten recopilar, almacenar y analizar grandes volúmenes de datos generados por dispositivos y sensores en el entorno de la movilidad. Estos datos pueden ser utilizados para obtener información valiosa, generar conocimientos y respaldar la toma de decisiones en el ámbito del transporte y la movilidad. La funcionalidad se clasifica en tres partes:

- **Comunicación:** En la investigación de Orozco O. (2017), en el transporte urbano, los sistemas inteligentes hacen uso de tecnologías de comunicación para establecer conexiones entre vehículos, sensores y sistemas de control. Esto permite la transmisión de datos en tiempo real relacionados con el tráfico, la velocidad y la ubicación de los vehículos, lo que a su vez facilita la optimización de la circulación y la reducción de los tiempos de espera. Un ejemplo de estos sistemas son las redes vehiculares ad hoc (VANETs, por sus siglas en inglés), que utilizan la tecnología de comunicación vehículo a vehículo (V2V) para intercambiar información entre los automóviles y otros elementos del entorno vial. Gracias a estos sistemas, se pueden tomar decisiones basadas en datos actualizados en tiempo real, lo que contribuye a mejorar la eficiencia y la seguridad del transporte urbano.



Figura 6: Comunicación en los servicios inteligentes
Fuente: Autor

- **Monitorización:** Existen diversos sistemas para el monitoreo urbano de la accesibilidad en ciudades inteligentes. Un ejemplo es el proyecto mencionado por Mora y Gilart-Iglesias en 2017. Este proyecto utiliza varios dispositivos físicos como RFID (del inglés Radio Frequency Identification), Bluetooth, GPS y sistemas en la nube, que se integran con dispositivos móviles. Se implementan varios sistemas autónomos que registran las rutas más utilizadas por los transeúntes. Además, se utilizan aplicaciones instaladas en dispositivos móviles para recopilar y analizar esta información. Entre las aplicaciones más conocidas de este tipo se encuentran Uber, Cabify, Easy Taxi y BlaBlaCar.



Figura 7: Sistema Inteligente de gestión de tráfico ITS. **Fuente:** Revista Mexican

- Seguridad:** Como mencionan Tian, Zhang, y Hui 2018, los sistemas inteligentes en el transporte urbano desempeñan un papel fundamental en el mejoramiento de la seguridad tanto dentro como fuera de los vehículos. En este sentido, se implementan diversas tecnologías y soluciones para minimizar los riesgos y prevenir accidentes. Además, los vehículos pueden contar con sensores y sistemas de frenado automático que permiten evitar colisiones al detectar objetos u otros vehículos en su trayectoria. Estos sistemas emplean tecnologías como el radar, cámaras y LIDAR para monitorear el entorno y reaccionar de manera rápida y precisa.



Figura 8: Sensores ubicados en parqueaderos de Dahua Security. **Fuente:** Autor

En la figura 9 se muestra la tabulación de los artículos filtrados al final para cada categoría, donde podemos ver la funcionalidad con mayor uso es la comunicación, seguido de la monitorización y por último la seguridad.

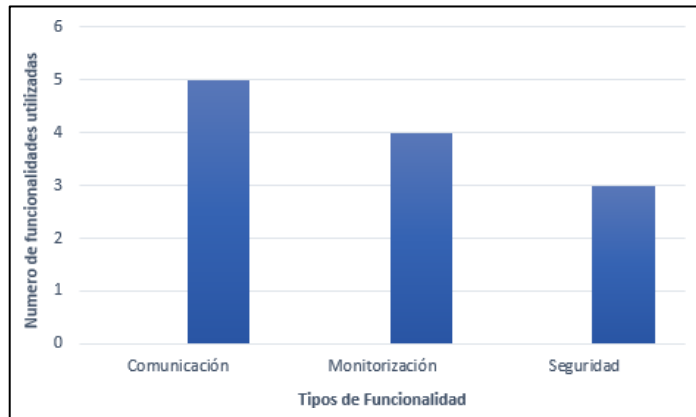


Figura 9: Función de los sistemas inteligentes.

Fuente: Elaboración propia.

PI-4 Movilidad

A continuación, se muestra la clasificación de las características de movilidad en dos categorías distintas:

Portátil: estos dispositivos son compactos, livianos y generalmente están diseñados para ser usados de manera autónoma, sin necesidad de estar conectados a una fuente de alimentación fija. Los dispositivos portátiles suelen tener funcionalidades específicas y están equipados con tecnologías como pantallas táctiles, conectividad inalámbrica, sensores y baterías recargables. Estos dispositivos ofrecen comodidad y flexibilidad al permitir a los usuarios llevar consigo la tecnología y acceder a diversas funciones y servicios en movimiento. Santander M (2020).

Fijo: estos dispositivos están diseñados para ser instalados y utilizados en una ubicación específica sin la intención de ser fácilmente transportados o movidos. Estos dispositivos están conectados a una fuente de alimentación fija y pueden requerir una instalación permanente o semipermanente. Estos dispositivos están diseñados para funcionar de manera estable en un entorno fijo y pueden tener mayor capacidad de procesamiento, almacenamiento y conectividad en comparación con los dispositivos portátiles. Santander M (2020).

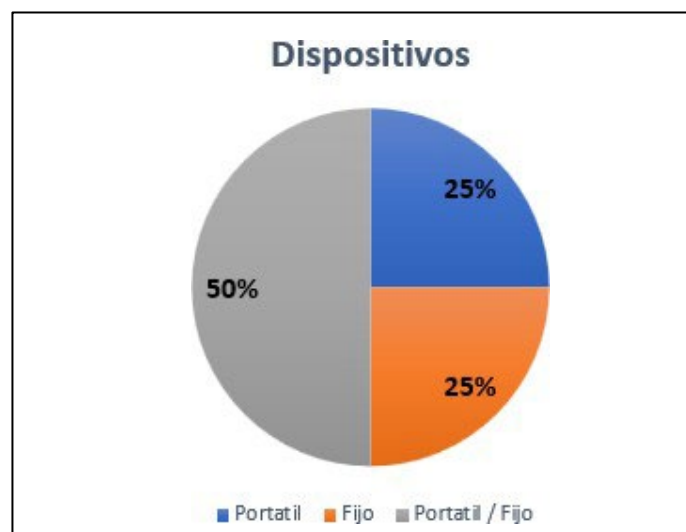


Figura 10: Movilidad de los dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 10 representa la distribución de sistemas inteligentes por categoría, donde se destaca que el modo preferido de uso para los usuarios es a través de dispositivos móviles. Esto permite a los ciudadanos aprovechar los beneficios de los sistemas de transporte inteligentes utilizando tanto dispositivos físicos como software, lo que les brinda movilidad y un servicio eficiente.

Como podemos observar, a través de la revisión de diversos estudios en este RSL, se presentan los resultados y la discusión sobre las herramientas de big data en la identificación de patrones de tráfico, la optimización de rutas, la mejora de la seguridad y la identificación de oportunidades de mejora en la movilidad inteligente. Además, se discuten los beneficios y limitaciones de la aplicación de big data en la movilidad inteligente, los desafíos de la implementación de tecnologías de big data y las oportunidades futuras en este campo. La presente revisión proporciona una comprensión de cómo las tecnologías de big data están ayudando a mejorar la eficiencia y la seguridad en la movilidad inteligente y puede servir como una guía para futuras investigaciones y desarrollos en este campo.

5. Conclusiones

El análisis realizado en este artículo demuestra que la integración de big data en la movilidad inteligente tiene un impacto profundo en la eficiencia, seguridad y sostenibilidad del transporte urbano. Las tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático permiten predicciones precisas de patrones de tráfico y la optimización de rutas, reduciendo los tiempos de viaje y mejorando la experiencia del usuario. La implementación de IoT y sensores inteligentes proporciona datos en tiempo real esenciales para una gestión dinámica del tráfico y una toma de decisiones más informada. Además, los vehículos autónomos y conectados, a través de su capacidad de comunicarse entre sí y con la infraestructura urbana, aumentan la seguridad vial y facilitan la movilidad autónoma, reduciendo potencialmente los accidentes y mejorando la eficiencia del tráfico.

Mirando hacia el futuro, se anticipa que las tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático seguirán evolucionando, permitiendo una mayor precisión en las predicciones de tráfico y una optimización en tiempo real de las rutas de transporte. La expansión de la implementación de sensores inteligentes en la infraestructura vial, vehículos y dispositivos personales mejorará aún más la precisión y el alcance de los datos recogidos. En el ámbito de los vehículos autónomos y conectados, se prevé un aumento en la adopción de estos vehículos y el desarrollo de sistemas de comunicación vehículo a vehículo (V2V) y vehículo a infraestructura (V2I) más avanzados, lo que permitirá una coordinación más eficiente entre vehículos e infraestructuras.

La combinación de análisis de datos en la nube y computación en el borde permitirá el procesamiento rápido y eficiente de grandes volúmenes de datos, reduciendo la latencia y mejorando la capacidad de respuesta del sistema de transporte. Se espera un mayor uso de arquitecturas híbridas que integren la computación en la nube y en el borde, optimizando el procesamiento de datos y mejorando la toma de decisiones en tiempo real.

En resumen, las tecnologías abordadas en este artículo tienen el potencial de transformar radicalmente la movilidad urbana. La inteligencia artificial, IoT, los vehículos autónomos y la computación en la nube ofrecen soluciones innovadoras para los desafíos del transporte moderno, mejorando la eficiencia, seguridad y sostenibilidad. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando, se espera que desempeñen un papel cada vez más crucial en la configuración del futuro de la movilidad inteligente, proporcionando beneficios tangibles para las ciudades y sus habitantes.

Agradecimientos

A mi madre por estar siempre apoyándome y alentándome para seguir adelante, y también a los docentes de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí en especial al Dr. Leonardo Chancay por hacer posible mi aprendizaje durante el desarrollo de la carrera y esta tesis.

Contribución de los autores

Autor	Contribución
Viteri Chica Miguel Andrés	Redacción: borrador original del artículo, conceptualización, metodologías, análisis y conclusiones
Chancay García Leonardo	Supervisión: Revisión y edición del artículo

Referencias

1. Belenko, V., V. Krundyshev, and M. Kalinin. (2018). "Synthetic Datasets Generation for Intrusion Detection in VANET." ACM International Conference Proceeding Series. doi: 10.1145/3264437.3264479.
2. Bovalis, K., Peristeras, V., Abecasis, M., Abril-Jimenez, R.-M., Rodriguez, M. A., Gattegno, C., Karalopoulos, A., Sagias, I., Szekacs, S., & Wigard, S. (2014). Promoting Interoperability in Europe's E- Government. *Computer*, 47(10), 25–33. <https://doi.org/10.1109/mc.2014.295>.
3. Burrieza Galán, J., Rodríguez Vázquez, R., Cantú Ros, O. G., Ayfantopoulou, G., Salanova Grau, J. M., Konstantinidou, M., Frederix, R., & Pápics, P. (2021). Future scenarios for mobility innovations and their impacts in cities and transport models. En *Advances in Mobility-as-a-Service Systems* (pp. 1129– 1138). Springer International Publishing.
4. Cheng, S., Liu, B., Ting, T. O., Qin, Q., Shi, Y., & Huang, K. (2016). Survey on data science with population-based algorithms. *Big Data Analytics*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s41044-016-0003-3>.
5. Godfrid, J., P. Radnic, A. Vaisman, and E. Zimányi. (2022). *Analyzing Public Transport in the City of Buenos Aires with MobilityDB*. Vol. 14. Springer Berlin Heidelberg.
6. Guo, J., X. Wu, H. Wu, Y. Liu, and B. Zhang. (2021). "Bus Signal Priority System Based on GNSS Electronic Fence Technology." ACM International Conference Proceeding Series 17–22. doi: 10.1145/3459012.3459015.
7. Hodjat, B. (2019). *AI's Biggest Challenge: Making The Black Box Transparent*.
8. Mocholí, F., A. Martínez, A. Mocholí, and J. Arroyo. (2019). "Vehicle Identification by Means of Radio- Frequency-Identification Cards and Magnetic Loops." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 21(12):5051–59. doi: 10.1109/TITS.2019.2948221.
9. Massoud, R., Berta, R., Poslad, S., De Gloria, A., & Bellotti, F. (2021). IoT sensing for reality-enhanced serious games, a fuel-efficient drive use case. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(10), 3559. <https://doi.org/10.3390/s21103559>.
10. Mora, H., & Gilart-Iglesias, V. (2017). A Comprehensive System for Monitoring Urban. *Sensors — Open Access Journal*, 7,10.

11. Nassar, V., and M. Vieira. (2018). "O Compartilhamento de Informações No Transporte Público Com as Tecnologias RFID e NFC: Uma Proposta de Aplicação." *Scielo* 9(2):327–40. doi: 10.1590/2175- 3369.009.002.AO12.
12. Orozco, O., and G. Llano. (2017). "Aplicaciones Para Redes VANET Enfocada En La Sostenibilidad Ambiental, Una Revisión Sistemática." *Dialnet*. 24(2):111. doi: 10.18359/rcin.396.
13. Ratti, C. (2020). *From Big Data to Smart Data: The Case of Urban Planning*. *IEEE Intelligent Systems*, 35(4), 92-96. DOI: 10.1109/MIS.2020.2999554.
14. Ren, Y., Leng, Y., Cheng, Y., & Wang, J. (2019b). Secure data storage based on blockchain and coding in edge computing. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 16(4), 1874–1892. <https://doi.org/10.3934/mbe.2019091>.
15. Santander, M. R., & Colazo, Z. S. L. (2020). Las aplicaciones móviles: Su uso educativo para compartir la información en la Bioinformática. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 13(9), 55-67.
16. Seguí-Amortegui, Clemente-Almendros, Medina, & Grueso. (2019). Sustainability and competitiveness in the tourism industry and tourist destinations: A bibliometric study. *Sustainability*, 11(22), 6351. <https://doi.org/10.3390/su11226351>.
17. Sköld Gustafsson, V., Hjerpe, M., & Strandberg, G. (2023). Construction of a national natural hazard interaction framework: The case of Sweden. *IScience*, 26(4), 106501. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106501>.
18. Souza, L., J. De Almeida, T. Melo, M. Soares, F. Rocha, and R. Nascimento. (2020). "An Investigation into Technology Solutions for Urban Public Monitoring through Ubiquitous Devices in the Context of Smart Cities." *ACM International Conference Proceeding Series Part F1667*. doi: 10.1145/3401895.3402082.
19. Tian, L., Y. Zhang, and J. Hui. (2018). "Service Optimization for Bus Corridors with Group Bus Strategy." *ACM International Conference Proceeding Series* 80–85. doi: 10.1145/3285957.3285972.
20. Zanchett, D., J. Junior, A. Monteiro, D. Haddad, and L. Assis. (2019). "Collaborative Information System to Find Efficient Routes Using Public Transport." *ACM International Conference Proceeding Series* 473–76. doi: 10.1145/3323503.3361717.
21. Zhu, L., F. R. Yu, Y. Wang, B. Ning and T. Tang, "Big Data Analytics in Intelligent Transportation Systems: A Survey," in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 20, no. 1, pp. 383-398, Jan. 2019, doi: 10.1109/TITS.2018.2815678.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.