

EL DESARROLLO DE BIG DATA FRAME FUNCIONA PARA UNA EFICIENCIA SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE PARA LA SEGURIDAD Y SEGURIDAD

P. KIRAN KUMAR¹, A. VIJAY GOPAL²

^{1,2}Profesor adjunto, Instituto Vignan de Tecnología y Ciencia, Hyderabad.

ABSTRACTO

El big data es una tecnología avanzada que podemos utilizar para nuestras aplicaciones. El big data gestiona grandes volúmenes de datos ante un aumento repentino de la demanda de los usuarios. El sistema de transporte es un sistema que requiere el manejo de big data. Con base en los datos recopilados, se deben tomar decisiones para adoptar medidas más seguras, eficientes, rentables y seguras. En este artículo, realizamos un estudio sobre el big data en los sistemas de transporte inteligente (ITS). Se explican la recopilación, el análisis y los marcos de trabajo de los datos. Concluimos que el uso del big data resolverá los problemas de tráfico tradicionales. Intentamos proporcionar una arquitectura para los ITS mediante el uso del big data, el cálculo del flujo de tráfico de bayoneta, el cálculo de la velocidad promedio de una carretera, la consulta de la ruta de un vehículo y la verificación y el control de vehículos falsos.

Palabras clave: ITS, big data, seguimiento de vehículos, almacenamiento de grandes datos, computación en la nube.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos días, el big data se ha popularizado. Sus aplicaciones se han expandido a todos los ámbitos día a día. Además, existen marcos, plataformas y herramientas que permiten trabajar con big data de forma muy eficiente, tanto en términos de comodidad como de coste.

Los sistemas de transporte inteligentes son aquellos en los que todos los días nos enfrentamos a muchos problemas que se pueden resolver mediante el uso de aplicaciones de big data que manejan bien grandes volúmenes de datos producidos de vez en cuando. Big data maneja un aumento repentino de los datos de los usuarios cuando se enfrentan a cosas desiguales o beneficiosas de varias empresas como Facebook, Twitter, etc. Big data cuenta el comportamiento social de un grupo de personas en función de sus actividades en la web.

Los sistemas inteligentes de transporte (ITS) se han desarrollado desde principios de la década de 1970. Representan la dirección futura del sistema de transporte. Los ITS incorporan tecnologías avanzadas, como sensores electrónicos, transmisión de datos y control inteligente. Su objetivo es brindar mejores servicios a conductores y pasajeros.

En ITS, los datos se pueden obtener de diversas fuentes, como tarjetas inteligentes, GPS, sensores, detectores de vídeo, redes sociales, etc.

El análisis preciso y eficaz de datos aparentemente desorganizados puede mejorar el servicio de los ITS. Con el desarrollo de los ITS, la cantidad de datos generados está pasando de billones de bytes a petabytes.

Dada la cantidad de datos, los sistemas tradicionales de procesamiento de datos son ineficientes y no pueden satisfacer las necesidades de análisis de datos, ya que no prevén el rápido crecimiento de la cantidad y la complejidad de los datos.

2. ESTUDIO DE LITERATURA

En la actualidad, con el rápido desarrollo de la ciudad, las personas tienen cada vez más demanda de transporte y se enfrentan a problemas de normalización como la congestión del tráfico urbano, la seguridad vial, la organización del tráfico, etc. La forma tradicional de pensar no ha podido resolver estos problemas [5]. Con el rápido desarrollo de la ciencia y la tecnología, como la información geográfica, la comunicación, los sensores y la tecnología informática, el nuevo modo de pensar del transporte inteligente se ha convertido gradualmente en una aplicación práctica desde la concepción del concepto, lo que hace que la gestión del tráfico sea más eficiente, basada en la información y extensa [8].

El big data es un cambio tecnológico disruptivo, posterior a la computación en la nube, el Internet de las cosas, que tiene las características de gran volumen de datos, gran tipo de datos, baja densidad de valor, alto valor comercial y rápida velocidad de procesamiento.

En el campo del transporte, los datos masivos incluyen todo tipo de monitoreo de tráfico, datos de servicios y aplicaciones, como carreteras, vías fluviales, estaciones de pasajeros y puertos y otros datos de monitoreo de video, detección de flujo de tráfico de carreteras y autopistas de la ciudad, datos meteorológicos, transporte público urbano, datos de posicionamiento satelital de taxis y vehículos de pasajeros, y datos de peajes de carreteras y vías fluviales, etc., estos tipos de datos de tráfico son numerosos y enormes.

A través de la investigación y el análisis de mercado, existen algunos productos sistemáticos para la gestión del tráfico tanto a nivel nacional como internacional, pero aún existen algunos problemas, como la función de sistema único, la falta de integración y la tecnología atrasada, y eso se refleja principalmente en la construcción del sistema de aplicación de datos masivos distribuidos, la falta de integración efectiva de los datos de tráfico, la baja tasa de utilización, el valor de los datos no se puede aprovechar al máximo y la difusión limitada de información de tráfico es difícil para el acceso oportuno a las advertencias de tráfico, etc. en [9,11,21].

Con el desarrollo de la tecnología de la información, los departamentos de tráfico necesitan urgentemente un método de análisis de datos inteligente más avanzado, con el fin de llevar a cabo un análisis eficiente y en tiempo real de los datos de la industria del transporte masivo, y para proporcionar un servicio de información de tráfico preciso y en tiempo real para los viajeros, a fin de proporcionar una referencia para que los departamentos de gestión del tráfico se ocupen de los accidentes inesperados y el comportamiento ilegal del tráfico. Con el surgimiento de datos de tráfico masivo, la tecnología de análisis de grandes datos trae nuevas oportunidades para el desarrollo del transporte inteligente. La capacidad de almacenamiento de la tecnología de grandes datos y el poder de procesamiento serán una configuración más razonable de los recursos de tráfico, apoyarán de manera más efectiva la planificación, gestión, operación, servicio y seguridad del transporte, y proporcionarán nuevas ideas y medios para la seguridad pública y la gestión social.

Existen numerosos estudios en la literatura sobre la aplicación y los desafíos del análisis de big data en el contexto de RTS. Sin embargo, la mayoría de estos estudios tienden a centrarse en un aspecto específico de RTS.

Por ejemplo, en Hodge [23], se realizó un estudio sobre la tecnología de redes de sensores inalámbricos para la monitorización y el análisis de sistemas, estructuras, vehículos y maquinaria ferroviaria. Un estudio sobre la planificación ferroviaria.

y las cuestiones de programación en Europa fueron abordadas en Turner [22].

Como otro ejemplo, Núñez y Atttoh-Okine ([13,15]) realizaron una revisión bibliográfica sobre la aplicación de la optimización metaheurística en la ingeniería ferroviaria. Se pueden encontrar otros artículos sobre la aplicación del análisis de datos en un ámbito específico de la RTS en Soleiman Meigouni ([17]) y Singh ([24].

Hodge en [5], Thaduri [19], Griffin [6], Summit [27], Figueres-Esteban [25] explicaron lo mismo.

Según el conocimiento del autor, la literatura en este campo de estudio carece de un estudio holístico que adopte una perspectiva amplia del transporte ferroviario de pasajeros (RTS) en su conjunto y que lo integre con el análisis de big data. En la Sección 2, nuestro estudio desarrolla un marco taxonómico que identifica las áreas del transporte ferroviario de pasajeros (RTS) y las conecta con el nivel de análisis, los modelos y las técnicas de análisis de big data. El marco desarrollado busca proporcionar una visión completa de dónde y cómo se ha aplicado el análisis de big data en el transporte ferroviario de pasajeros. Para lograr este objetivo, el estudio considera cuatro aspectos: las áreas del transporte ferroviario en las que se aplica el análisis de big data, el nivel de análisis de big data en el transporte ferroviario, los tipos de modelos de big data y las técnicas de big data utilizadas para aplicar estos modelos.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

El Big Data se ha convertido en un tema candente tanto en el ámbito académico como en la industria. Representa conjuntos de datos grandes y complejos obtenidos de diversas fuentes. Muchas de las técnicas de procesamiento de datos más populares incluyen técnicas de Big Data, como la minería de datos, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial, la fusión de datos, las redes sociales, etc. Muchas personas utilizan el análisis de Big Data en diversos campos y han alcanzado un gran éxito.

El big data se está convirtiendo en un foco de investigación en los sistemas de transporte inteligentes (ITS), lo que se puede ver en muchos proyectos alrededor del mundo. Los sistemas de transporte inteligentes generarán una gran cantidad de datos. El big data generado tendrá un profundo impacto en el diseño y la aplicación de estos sistemas, lo que hará que los ITS sean más seguros, eficientes y rentables. El estudio del análisis de big data en ITS es un campo en auge.

Este artículo analiza primero la historia y las características del big data y los sistemas de transporte inteligentes. A continuación, se describe el marco para el análisis de big data en ITS, donde se resumen las fuentes y métodos de recopilación de datos, los métodos y plataformas de análisis de datos, y las categorías de aplicación del análisis de big data. Se presentan varios casos prácticos de aplicaciones del análisis de big data en sistemas de transporte inteligentes, incluyendo el análisis de accidentes de tráfico, la predicción del flujo de tráfico, la planificación del servicio de transporte público, la planificación de rutas de viaje personales, la gestión y el control del transporte ferroviario, y los activos.

4. ARQUITECTURA DE ITS EN GRANDE PLATAFORMA DE DATOS

Un sistema de transporte inteligente basado en una plataforma de big data es una combinación de múltiples sistemas, modelos, departamentos y tecnologías. Se puede decir que es un sistema integral que combina ciencia de sistemas, ciencias de la gestión, matemáticas, economía, ciencias del comportamiento y tecnologías de la información. En cuanto a la arquitectura, la plataforma incluye una capa de negocio básica, una capa de análisis de datos y una capa de publicación de información, como se muestra en la Figura 1.

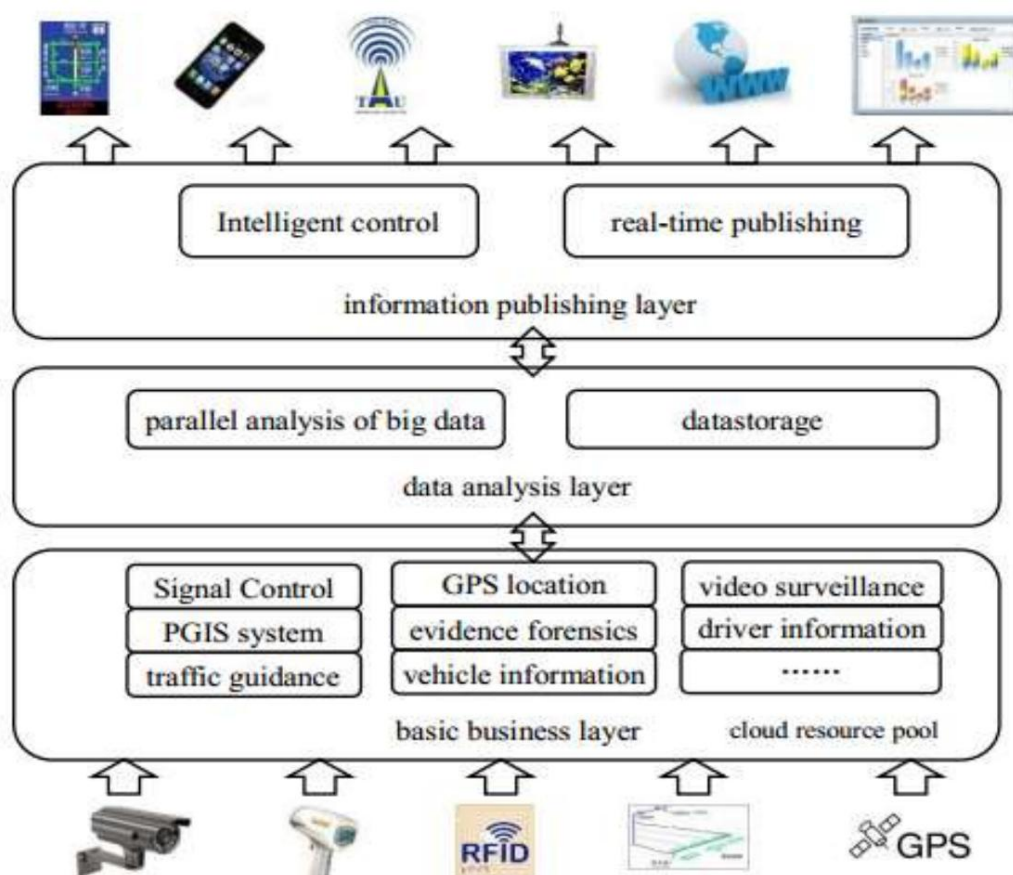


Fig. 1 Arquitectura de Transporte Inteligente en Plataforma de Big Data. Sistema de

rastreo de ubicación de vehículos GPS, sistema de guía de tráfico, sistema de gestión de información de vehículos, sistema de gestión de información del conductor, sistema PGIS, etc. El servicio de la capa empresarial básica es la base del trabajo de las distintas unidades de negocio. Sus datos provienen del sistema de adquisición de datos mencionado anteriormente, y su almacenamiento y manejo son muy importantes. Por lo tanto, la computación en la nube...

La capa básica de negocio es la base de la capa de análisis de datos y la capa de publicación de información. Su función principal es completar el trabajo básico de las distintas unidades de negocio y generar datos comerciales básicos. Incluye el sistema de recopilación de información de tráfico, los sistemas de control de señales, los sistemas de videovigilancia, el sistema de análisis forense de pruebas ilegales y el sistema de recepción y eliminación de alarmas 122.



La tecnología se puede utilizar en la capa empresarial básica y el sistema descentralizado se puede...

Integrado en la nube, esto garantizará la seguridad y estabilidad del sistema de aplicación y proporcionará un entorno informático eficiente.

5. LA TECNOLOGÍA CLAVE EN LOS DATOS CAPA DE ANÁLISIS

La diferencia entre los sistemas inteligentes de transporte (ITS) y los sistemas tradicionales de control de tráfico radica en sus características inteligentes. Los ITS pueden realizar un control inteligente según las condiciones del tráfico. El ecosistema Hadoop cuenta con una ventaja natural en el manejo de big data de tráfico.

Cálculo del flujo de tráfico de bayonetas

ITS puede calcular el flujo de tráfico de cada bayoneta en un intervalo de tiempo determinado, como 5, 10 o 15 minutos, y enviar los datos calculados a la capa de publicación de datos para informar a los viajeros, a los responsables políticos y a los supervisores comerciales. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el modelo paralelo Hadoop MapReduce, que es el método más eficiente. Los datos se obtuvieron de la base de datos HBase, incluyendo el ID de la bayoneta, el ID de dirección y el tiempo de paso.

Las claves de la función map() son bayonetID y directionID, y su valor es el tiempo de paso. El par <clave-valor> de salida de la función Map() es <clave, uno>. La clave incluye bayonetID, directionID y passingtime, y su valor es uno. La función reduce() calcula la suma de una dirección del flujo de tráfico, entre la hora de inicio y la hora de fin en una bayoneta. El par <clave-valor> de salida es <bayonetID_directionID_passingtime, count>.

par

Cálculo de la velocidad media de una carretera

La velocidad media de una carretera es un indicador importante de la eficiencia del tráfico. En general, a mayor velocidad, mayor eficiencia. La velocidad media no es la velocidad medida por radar en un lugar y un momento dado, ya que solo puede representar un punto, pero no toda la carretera.

$$\bar{v} = \frac{n \times s}{\sum_{i=1}^n (t_{end} - t_{start})}$$

Donde s es la distancia entre bayonetas adyacentes, t es el tiempo que tarda el vehículo en salir del tramo de carretera, t es el tiempo que tarda el vehículo en entrar en el tramo de carretera, y t y t deben ser los tiempos en que el mismo vehículo entra y sale del tramo de carretera. No se incluye la entrada o salida del vehículo en el tramo intermedio de la carretera.

6. APLICACIÓN EN LA NUBE DE ANÁLISIS DE BIG DATA PLATAFORMA VENTAJAS

Mejorar la eficiencia de la operación del tráfico:

La tecnología de datos puede mejorar la eficiencia de la operación del tráfico, la capacidad de la red vial y la frecuencia de las instalaciones, además de controlar la demanda de tráfico. La mejora del tráfico implica un gran esfuerzo de ingeniería, y las características de gran volumen de los macrodatos ayudan a resolver este problema. El tiempo real de los macrodatos hace que la gestión del tráfico sea más racional. Cuando se procesan datos estáticos inactivos y es necesario utilizarlos, se pueden utilizar de forma inteligente. La tecnología de big data tiene una mayor capacidad de predicción, puede reducir la probabilidad de falsos positivos e informes perdidos y proporcionar un monitoreo en tiempo real de la naturaleza dinámica del tráfico.

Mejorar el nivel de seguridad vial:

La tecnología de big data, en tiempo real y predictibilidad, puede mejorar la capacidad de procesamiento de datos de los sistemas de seguridad vial. Por ejemplo, mediante el detector de trayectoria de vehículos de inspección en carretera (IVR), la rápida integración de datos de sensores y la construcción de modelos de seguridad tras un análisis exhaustivo de la seguridad vial, se reduce eficazmente la probabilidad de accidentes. En el ámbito del rescate de emergencia, gracias a su rápido tiempo de respuesta y su completo modelo de decisión, el big data puede proporcionar una función auxiliar para la toma de decisiones en situaciones de emergencia, mejorar la capacidad de rescate y reducir las víctimas y los daños materiales.

Proporcionar métodos: ambiental escucha

La tecnología de big data desempeña un papel importante en la reducción de la congestión del tráfico vial y la reducción de la

Impacto del transporte automotor en el medio ambiente. Mediante el establecimiento de monitores regionales de emisiones de tráfico y un modelo de pronóstico para compartir datos ambientales y de operación de tráfico, y el establecimiento de un sistema de prueba para compartir datos ambientales y de operación de tráfico, la tecnología de big data puede analizar eficazmente el impacto del tráfico en el medio ambiente.

medio ambiente, mientras se analizan datos históricos. La tecnología también puede proporcionar la base para la toma de decisiones de control inteligente de señales de tráfico para reducir los retrasos del tráfico y reducir las emisiones en [11]. Se establecen un sistema prototipo de control de señales de tráfico de bajas emisiones y un sistema de simulación del impacto ambiental de las emisiones de los vehículos.

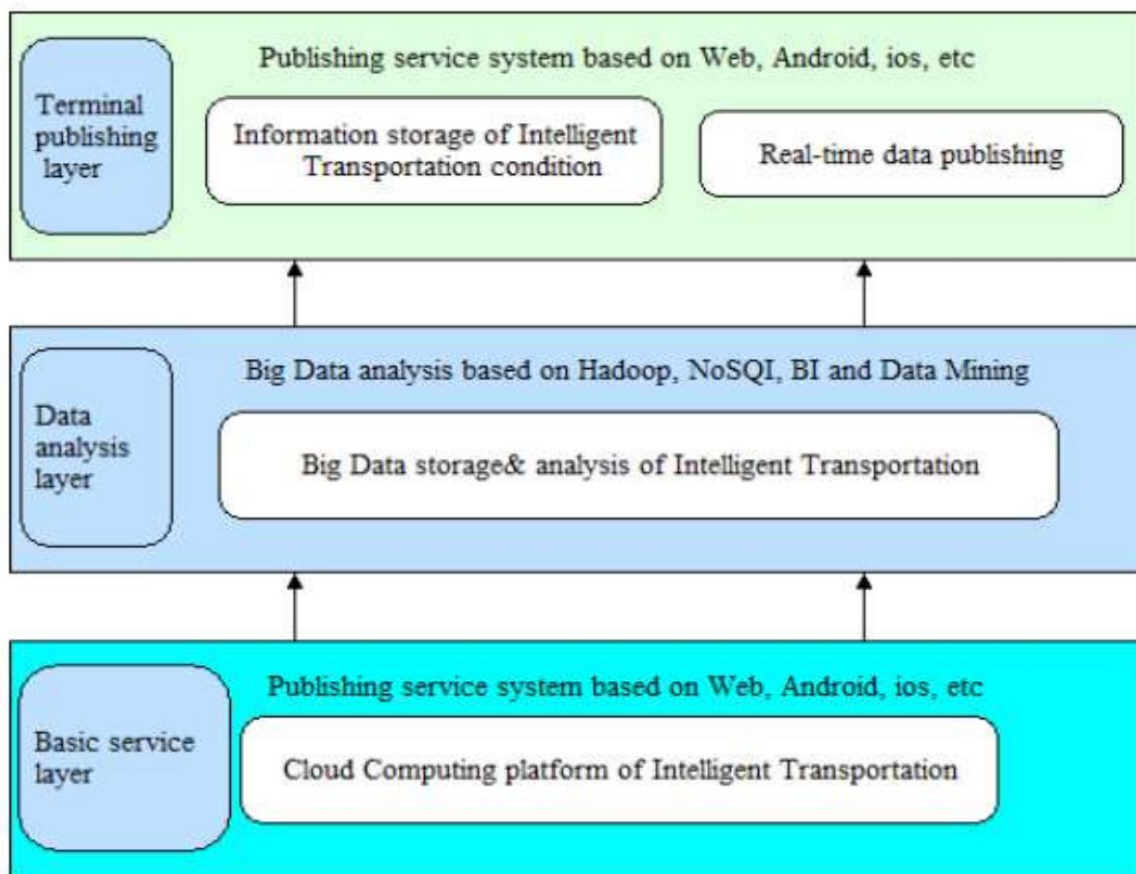


Figura 2. Plataforma de nube para análisis de grandes datos de transporte inteligente

7. REALIZACIÓN TÉCNICA

La idea de realización técnica específica de la plataforma es utilizar una gran tecnología de procesamiento y almacenamiento de datos de tráfico, combinada con la tecnología de big data y computación en la nube, y el uso de un modelo matemático experto para datos de tráfico masivo.

Arquitectura general para análisis y minería multidimensional y, a través de servicios de publicación en la nube, los resultados del análisis se comunicarán a todo tipo de terminales, mejorarán la percepción de las personas sobre la condición del puente de la carretera y las condiciones del tráfico, permitirán a los participantes del tráfico completar la evaluación del tráfico y la toma de decisiones de manera rápida, integral y precisa, y lograr una gestión inteligente del tráfico.

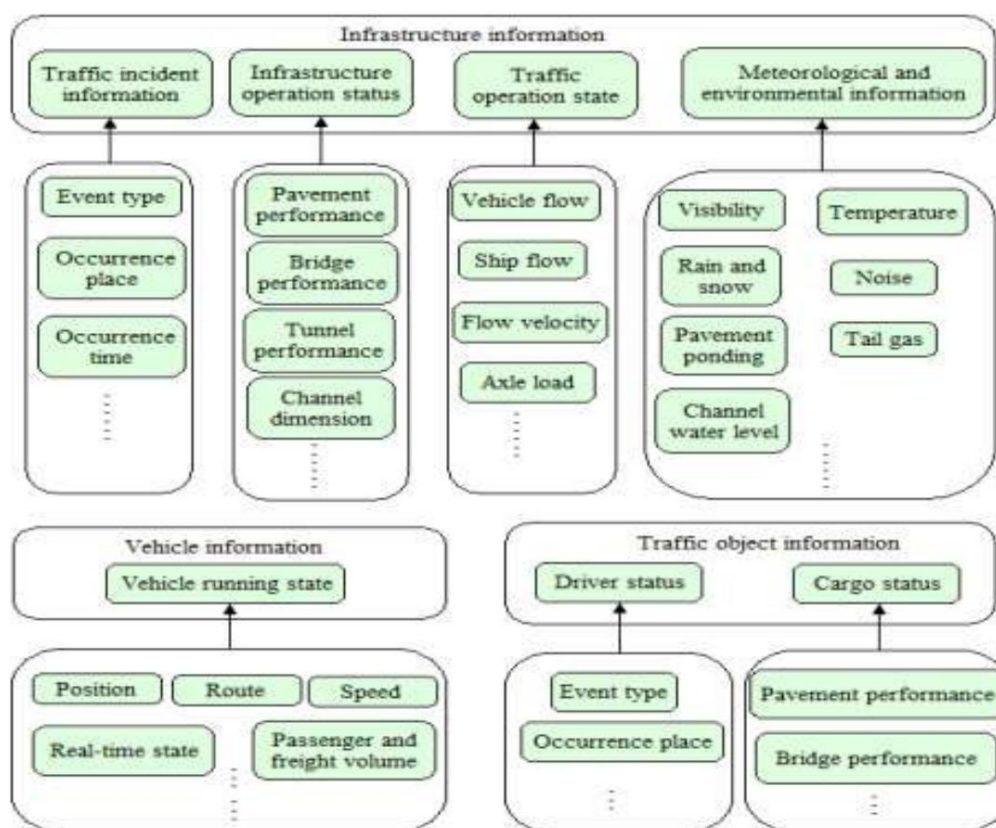


Fig.3. Virtualización

8. LA ARQUITECTURA QUE REALIZA GRANDES ANÁLISIS EN SU

DE DATOS

Los sistemas de transporte inteligentes incorporan tecnologías avanzadas, como electrónica, de transmisión de datos y de sensor control inteligente. Los datos recopilados por los sistemas de transporte inteligentes (ITS) son cada vez más complejos y presentan características de Big Data. Grandes empresas, como Gartner, IBM y Microsoft, plantearon que el Big Data podría describirse mediante tres V: volumen, variedad y velocidad.

Capa de recopilación de datos: Esta capa es la base de la arquitectura, ya que proporciona los datos necesarios para la capa superior. Los datos provienen de diversas fuentes.

como detectores de bucle de inducción, radares de microondas, videovigilancia, teledetección, datos de identificación por radiofrecuencia y GPS, etc.

En las siguientes secciones se presentarán detalles sobre la recopilación de Big Data.

Capa de análisis de datos: La capa de análisis de datos es la capa central de la arquitectura. Esta capa se encarga principalmente de recibir datos de la capa de recopilación de datos y, posteriormente, aplicar diversos enfoques de análisis de Big Data y la plataforma correspondiente para completar el almacenamiento, la gestión, la minería, el análisis y el intercambio de datos. En las siguientes secciones se presentarán detalles sobre los enfoques y la plataforma de análisis de Big Data.

Capa de aplicación: La capa de aplicación es la capa superior de esta arquitectura. Aplica los resultados del procesamiento de datos de la capa de análisis de datos en diferentes circunstancias de transporte, por ejemplo, predicción del flujo de tráfico, guía de tráfico, control de señales y rescate de emergencia, etc.

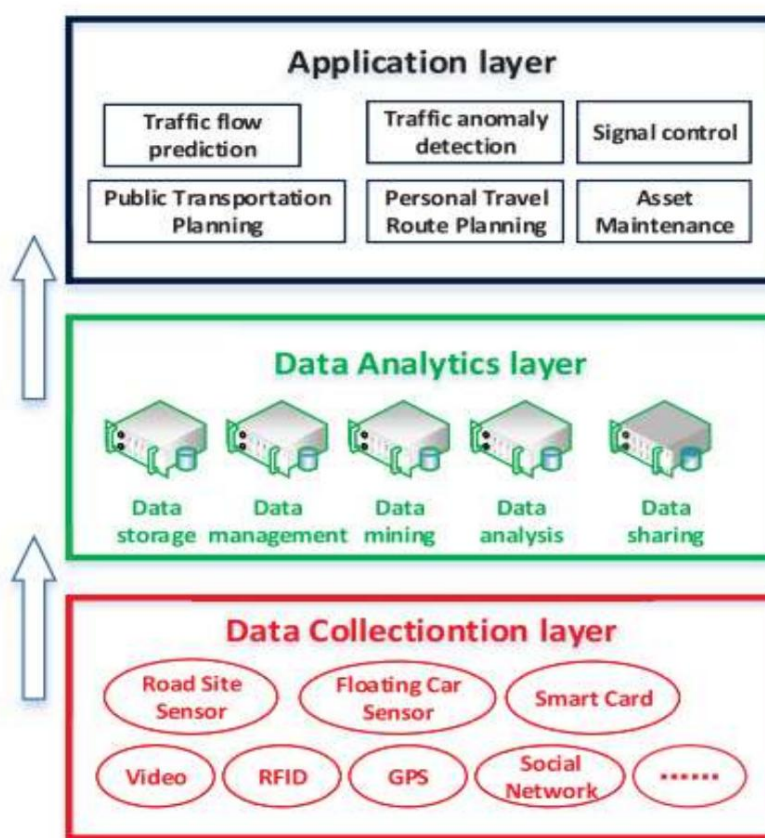


Figura 4. Análisis de datos para ITS

Fuente	Herramientas	Datos
Red inteligente	Red inteligente	Flujos OD, Tiempo de viaje
GPS	GPS	Posición del vehículo, densidad, velocidad
Video	Cámara de video	Posición del vehículo, densidad, velocidad, clasificación
Sensores de sitio de carretera	Bucles de inducción, tubos de carretera, Radar de microondas, plazas de peaje	Posición del vehículo, densidad, velocidad, clasificación
Flotante auto sensor	Reorganización de matrículas	Posición del vehículo, densidad, velocidad, clasificación
Ancho área sensores	GPS, rastreo de teléfonos celulares, air bone sensores	Flujos OD, Tiempo de viaje

9. RECOPIACIÓN DE BIG DATA EN SU

Las personas participan inconscientemente en la recopilación, transmisión y aplicación de Big Data en los ITS. El desarrollo tecnológico en los ITS ha conllevado un aumento en la complejidad, diversidad y cantidad de datos generados y recopilados a partir de los movimientos de vehículos y personas. Según diferentes fuentes, el Big Data en los ITS se puede clasificar principalmente en los siguientes tipos, y los datos recopilados se ilustran en la Tabla 1 sobre Big Data de Smart.

Tarjetas, GPS, Vídeos, Sensores, CAV y VANET, Recolección Pasiva y Otras Fuentes.

10. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE BIG DATA ES

El aprendizaje automático es la teoría de modelado y análisis más popular en los ecosistemas de Big Data, lo que facilita la derivación de patrones y modelos a partir de grandes cantidades de datos. En el ámbito de los sistemas de información y telecomunicaciones (ITS), la teoría del aprendizaje automático también se ha utilizado ampliamente para realizar análisis de datos. Dependiendo de la integridad del conjunto de datos disponible para el aprendizaje, los modelos de aprendizaje automático pueden...

Se clasifican en algoritmos de aprendizaje supervisado, no supervisado y de refuerzo. Con el rápido desarrollo de la inteligencia artificial, los potentes modelos de aprendizaje profundo también se han incorporado recientemente a los sistemas de aprendizaje automático (ITS).

Aprendizaje supervisado

Los datos de entrenamiento etiquetados se utilizan en algoritmos de aprendizaje supervisado [7]. Los modelos utilizan los datos de entrada y las salidas objetivo (etiquetas) para aprender la función o mapearlas. Combinando el modelo aprendido y los datos de entrada, se pueden predecir las salidas no observadas. Entre todos los modelos de aprendizaje supervisado, la regresión lineal, los árboles de decisión, las redes neuronales y las máquinas de vectores de soporte son los más utilizados en los sistemas de aprendizaje supervisado (ITS).

Aprendizaje no supervisado

El aprendizaje no supervisado, también conocido como agrupamiento, se centra en el aprendizaje de grupos naturales a partir de datos multidimensionales sin etiquetar [7]. K-means es la herramienta de aprendizaje no supervisado más popular y se ha adoptado ampliamente en la planificación del transporte por carretera [3] y la predicción del tiempo de viaje [7].

11. APLICACIONES DE BIG DATA EN SU

El Big Data proporciona soporte técnico para el desarrollo y las aplicaciones de los ITS. Mediante la recopilación, el análisis y el procesamiento eficientes, precisos y oportunos de datos en los sistemas de transporte por carretera y ferrocarril, las aplicaciones de Big Data pueden proporcionar al público un transporte conveniente y altamente eficiente. Para identificar problemas, mejorar la eficiencia de los ITS, reducir costos y obtener información valiosa, las aplicaciones de Big Data en los ITS se pueden dividir en las siguientes seis categorías.

- Análisis de accidentes de tráfico • Predicción del flujo de tráfico • Planificación de servicios de transporte público • Planificación de rutas de viaje personales • Gestión del transporte ferroviario y Control • Mantenimiento de Activos

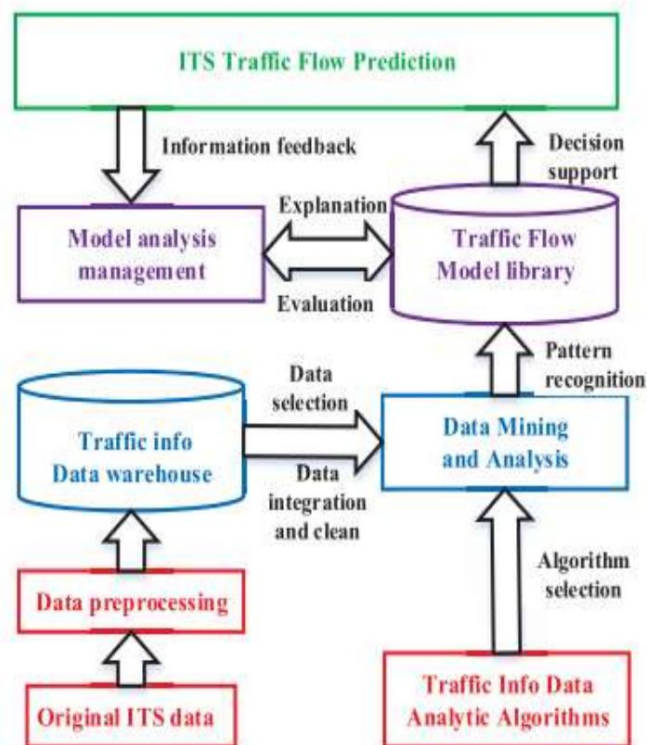


Fig. 5. Un modelo típico de predicción del flujo de tráfico.

12. CONCLUSIONES

En este artículo, presentamos el desarrollo del Big Data y el conocimiento relevante de los ITS. Se analizó el marco para la realización del análisis de Big Data en ITS. Resumimos las fuentes y métodos de recopilación de datos, los métodos y plataformas de análisis de datos, y las categorías de aplicación del análisis de Big Data en ITS. Presentamos diversas aplicaciones del análisis de Big Data en ITS, incluyendo el mantenimiento de activos, la predicción del flujo de tráfico vial, el análisis de accidentes de tráfico, la planificación de servicios de transporte público, la planificación de rutas de viaje personales y la gestión y el control del transporte ferroviario. Se analizaron varios desafíos pendientes del uso del análisis de Big Data en ITS, incluyendo la recopilación, la privacidad, el almacenamiento, el procesamiento y la apertura de datos. El análisis de Big Data tendrá un profundo impacto en el diseño de sistemas de transporte inteligentes, haciéndolos más seguros, eficientes y rentables.



REFERENCIAS

- [1] Big Analytics en sistemas de transporte inteligentes: una encuesta, Li Zhu, Fei Richard Yu, miembro del IEEE, Yige Wang, Bin Ning, miembro del IEEE, y Tao Tang, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.
- [2] Aplicación de Big Data en el sistema de tráfico inteligente, Gang Zeng, IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE).
- [3] Investigación sobre la aplicación de big data en sistemas de transporte inteligentes, Shengneng Hu1, Wei Liu2, Revista de la Facultad de Ingeniería UCV, Vol. 32, N°5, págs.517-524, 2017.
- [4] Ravindra Changala, Sistema automatizado de gestión de atención médica mediante tecnología de big data, en Journal of Network Communications Emerging Technologies (JNCET), volumen 6, número 4, abril (2016), 2016, págs. 37-40, ISSN: 2395-5317, ©Publicaciones EverScience.
- [5] Cao WD (2015). Aplicación de la minería de datos en el análisis de sistemas de transporte inteligentes, Ingeniería Informática, 31(4), 91-92.
- [6] Porter G., San Diego UC, Jolla A. (2016). Desacoplamiento del almacenamiento y la computación en Hadoop con Super DataNode. ACM SIGOPS Operating System Review, 44 (2), 15-21.
- [7] Wang P. (2010). Tecnologías clave y ejemplos de aplicación de la computación en la nube, Beijing: People's Posts and Telecommunications Press.
- [8] Ravindra Changala, "Recuperación de datos válidos Información agrupada y distribuida Bases de datos" en Revista de innovaciones en informática e ingeniería (JICSE), Volumen 6, Número 1, Páginas 21-25, septiembre de 2016. ISSN: 2455-3506.
- [9] G. Bello-Orgaz, JJ Jung y D. Camacho, "Big data social: logros recientes y nuevos desafíos", Inf. Fusion, vol. 28, pp. 45-59, marzo de 2016.
- [10] M. Chen, S. Mao y Y. Liu, "Big data: una encuesta", Mobile Netw.Appl., vol. 19, n.º 2, págs. 171-209, abril de 2014.
- [11] H. Chen, RH Chiang y VC Storey, "Inteligencia empresarial y análisis: del big data al gran impacto", MIS Quart., vol. 36, n.º 4, págs. 1165-1188, 2012.
- [12] TB Murdoch y AS Detsky, "La inevitable aplicación del big data a la atención sanitaria", JAMA, vol. 309, núm. 13, págs. 1351-1352, 2013.
- [13] M. Mayilvaganan y M. Sabitha, "Una arquitectura basada en la nube para análisis de big data en redes inteligentes: una propuesta", en Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Intel. Computadora. Res. (ICCIC), diciembre de 2013, págs. 1-4.
- [14] Ravindra Changala, "Técnicas de minería de datos para tecnología en la nube" en Revista internacional de investigación avanzada en ingeniería informática y de comunicaciones (IJARCCE), volumen 4, número 8, páginas 2319-5940, ISSN: 2278-1021, agosto de 2015.
- de Qi, "Investigación sobre sistemas y aplicaciones tecnologías de transporte inteligentes [15]L.", en Proc. Workshop Power Electron. Intell. Transp. Syst., 2008, págs. 529-531.
- [16] S.-H. An, B.-H. Lee y D.-R. Shin, "Un estudio de sistemas de transporte inteligentes", en Proc. Int. Conf. Comput. Intell., julio de 2011, págs. 332-337.
- [17] N.-E. El Faouzi, H. Leung y A. Kurian, "Fusión de datos en sistemas de transporte inteligentes: avances y desafíos: un estudio", Inf.Fusion, vol. 12, n.º 1, págs. 4-10, 2011.
- [18] J. Zhang, F.-Y. Wang, K. Wang, W.-H. Lin, X. Xu y C. Chen, "Sistemas de transporte inteligentes basados en datos: un estudio", IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 12, n.º 4, págs. 1624-1639, diciembre de 2011.
- [19] Q. Shi y M. Abdel-Aty, "Aplicaciones de big data en la operación del tráfico en tiempo real y la monitorización y mejora de la seguridad en autopistas urbanas", Transp. Res. C, Emerg. Technol., vol. 58, págs. 380-394, septiembre de 2015.
- [20] N. Mohamed y J. Al-Jaroodi, "Análisis de big data en tiempo real: Aplicaciones y desafíos", en Proc. Int. Conf. High Perform. Comput.Simulation, julio de 2014, págs. 305-310.
- [21] X. Lin, P. Wang y B. Wu, "Análisis de registros en un entorno de computación en la nube con Hadoop y Spark", en Proc. 5th IEEE Int. Conf. Red de Banda Ancha. Tecnología Multimedia. (IC-BNMT), noviembre de 2013, págs. 273-276.



- [22] M. Zaharia et al., "Análisis rápido e interactivo de datos de Hadoop con Spark", USENIX Login, vol. 37, núm. 4, págs. 45–51, 2012.
- [23] D. Corrigan, P. Zikopoulos, K. Parasuraman, T. Deutsch, D. Deroos y J. Giles, Aprovechar el poder del Big Data: la plataforma de Big Data de IBM. 1.ª ed. Nueva York, NY, EE. UU.: McGraw-Hill, noviembre de 2012.
- [24] Ravindra Changala, Desafíos de la minería de datos con macrodatos, Revista internacional de investigación en ciencias aplicadas y tecnología de ingeniería (IJRASET)" con factor de impacto 1.241, ISSN: 2321-9653, Volumen 3 Número VI, junio de 2015.
- [25] L. Basche, "Afirma que resolver el desafío del 'big data' implica más que simplemente gestionar volúmenes de datos", Bus. Wire, San Francisco, CA, EE. UU., Tech. Rep., junio de 2011.
- [26] M. Bagchi y PR White, "El potencial de los datos de las tarjetas inteligentes del transporte público", Transp. Política, vol. 12, no. 5, págs. 464–474, 2005.
- [27] M.-P. Pelletier, M. Trépanier y C. Morency, "Uso de datos de tarjetas inteligentes en el transporte público: Una revisión bibliográfica", Transp. Res. C, Emerg. Technol., vol. 19, n.º 4, págs. 557–568, 2011.
- [28] Y. Liu, X. Weng, J. Wan, X. Yue y H. Song, "Explorando la validez de los datos en sistemas de transporte para ciudades inteligentes" IEEE Commun.Mag., vol. 55, núm. 5, págs. 26–33, 2017.