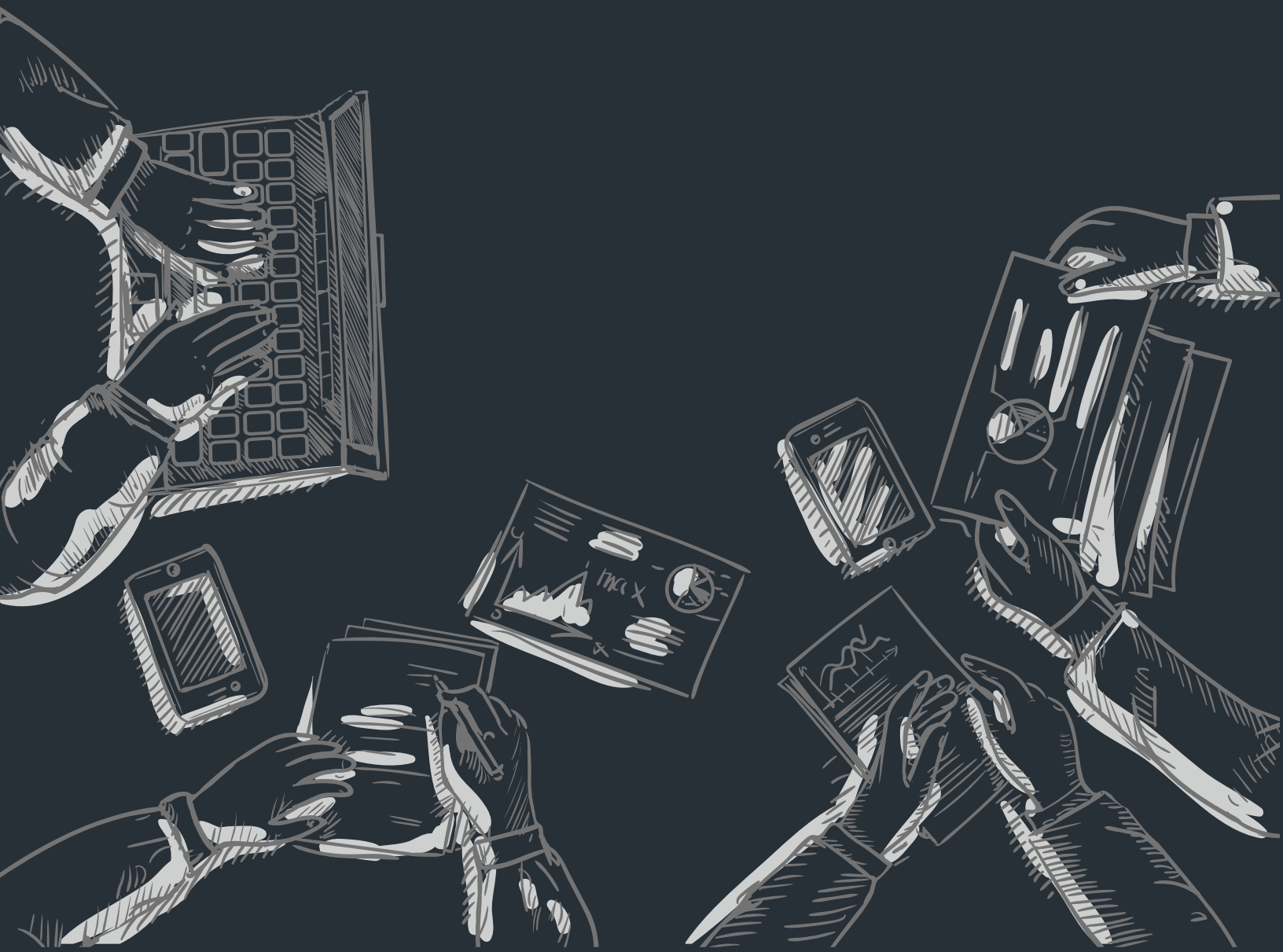


Utilidad de las tecnologías de las industrias 4.0 en los smart ports

Juanita González Aguirre
Paula Andrea Velásquez Giraldo
Valeria López Hernández
Tania Castaño González
Universidad Católica Luis Amigó



Resumen

La presente investigación en desarrollo tiene como objetivo analizar el uso de tecnologías empleadas en smart ports mediante consultas de análisis bibliométrico y revisión de literatura. En estudios identificados, se ha reconocido el creciente desarrollo de tecnologías en auge como lo son: Internet de las Cosas (IoT), big data, blockchain e Inteligencia Artificial. Dichas herramientas han ayudado a que los procesos sean seguros y eficientes. Para hablar de puertos inteligentes, no solo basta con adherir las tecnologías mencionadas previamente, sino incluir un tema esencial que es la sostenibilidad. Con esto se concluye que, al aprovechar la utilidad de las tecnologías, se puede alcanzar el objetivo del smart port el cual es ser competente bajo criterios de costos, tiempos e información en la cadena de suministro. Asimismo, se pueden destacar lugares que han implementado este tipo de procesos en los puertos, estos se encuentran principalmente en Asia, Europa y Estados Unidos.

Palabras clave: puertos inteligentes, internet de las cosas, industria 4.0, cadena de suministro, sostenibilidad.

Introducción

Como antecedentes temáticos, el avance de la informatización logística se ha convertido en la garantía para promover la calidad de los servicios portuarios, la competitividad y las soluciones de optimización de procesos; de ahí la expresión *puerto inteligente* que, surge en los años ochenta con el desarrollo de un puerto chino donde se presentan etapas de desarrollo como sistemas de información de gestión, el intercambio electrónico de datos y la rápida evolución de la economía que en la actualidad promueven la eficiencia y calidad de los servicios portuarios (Shuo et al., 2016).

La nueva era digital direcciona a los países a ser líderes en crecimiento e innovación con interconexión puerto / ciudad que generan entornos competitivos (Gurzhiy et al., 2021). En relación, los puertos se han convertido en sistemas reales de diseño que ayudan a identificar y evaluar recursos que brindan servicios operacionales de calidad capaces de prevenir retrasos, congestión y originar reducción de costos y tiempos en los eslabones de suministro (Ferreira, 2022a; Lakhmas y Sedqui, 2020).

Así mismo, la importancia de las zonas portuarias es generar alternativas de optimización y hacer frente a la presión del cambio climático (Sadiq et al., 2021). La sostenibilidad toma importancia en la medida en que las operaciones tengan sentido ecológico y sean eficientes energéticamente (Tan et al., 2018). Al mismo tiempo, se ha permitido el impulso de la distribución y flujo de datos más seguro, menores tiempos y monitoreo en tiempo real (Yao et al., 2018), sin omitir que la utilización de tecnologías

favorece la protección al medio ambiente y la reducción de gases de efecto invernadero Boullauazan et al. (2022) y Ahonen et al. (2020).

El proceso de smartificación responde a desafíos y factores influyentes como la gobernanza, las personas, la información, los nodos de la cadena de suministro y la tecnología, los cuales están inmersos en la evolución de las terminales portuarias que catalizan el comercio mundial (Boullauazan et al., 2022; Jia y Cui, 2021). Como principal tecnología emergente, se resalta el IoT, que detecta, comunica e influye en la ciberseguridad. Además, el IoT mediante el Big Data genera un flujo de información que respaldan y monitorean sistemas portuarios que apoyan la competitividad y son base para la aplicación de otras tecnologías como los sensores, computación en la nube, RFID, inteligencia artificial, gemelos digitales o blockchain (Aslam et al., 2020; Castellano et al., 2019).

Finalmente, se ha demostrado que los puertos como el de Hamburgo (Alemania), Barcelona (España), Rotterdam (Países Bajos), Salerno (Italia) y Los Ángeles (Estados Unidos) han mejorado sus procesos dentro de los terminales aplicando tecnología 5G y sensores para visibilizar información en tiempo real, posibles cuellos de botella y lugar de las maquinarias y equipos utilizados para maniobras en puertos (Wang et al., 2021).

Metodología

La metodología desarrollada para identificar y analizar las investigaciones sobre IoT en la cadena de suministro, empleó cuatro etapas, planteadas para una revisión bibliográfica: (1) definición del objetivo de la investigación; (2) consulta de la bibliografía; (3) organización de la información consultada y (4) redacción del artículo.

En la primera etapa, se partió del interés por abordar líneas de investigación en auge en lo que comprende la Industria 4.0 y a la aplicación de nuevas tecnologías en los procesos empresariales; se planteó un estudio de carácter descriptivo exploratorio de enfoque mixto, que tiene por objetivo identificar y analizar la utilidad de las tecnologías de industria 4.0 en las operaciones portuarias, lo cual se denomina como smart ports.

En la segunda etapa, para la consulta de la bibliografía, se desarrollaron tres subprocesos: consulta de bases de datos y fuentes documentadas, para lo cual se empleó Scopus para acceder a las investigaciones y publicaciones indexadas.

Tabla 1: Criterios de consulta en Scopus

Periodo de tiempo	Todos los años hasta agosto 2022
Tipo de documentos	Artículos, documentos de conferencias, libros y capítulos de libros
Tipo de revista	Open Access, Gold Open, Hybrid Gold, Bronze y Green
Ecuación de búsqueda	(TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS) (“smart ports” “)
Resultados	173

Nota: Elaboración propia.

En la tercera etapa se realizó la organización de la información consultada, mediante la lectura de los artículos, categorizando los ejes comunes de investigación: tecnologías empleadas en los smart ports, utilidad y optimización, enfoque ambiental y ejemplos empíricos.

En la cuarta etapa para la redacción del artículo, a partir de la lectura exhaustiva del título, resumen, desarrollo, resultados y conclusiones de las publicaciones, se identificaron los elementos comunes de investigación y se realiza la respectiva discusión temática según la revisión de la literatura.

Resultados

Se destaca que la aplicación de tecnologías emergentes en los procesos de la industria marítima son impulsos de crecimiento y desarrollo económico, siendo el medio más utilizado de traslado de mercancías a nivel mundial (Aslam et al., 2020). Actualmente, IoT revoluciona y brinda solución a los desafíos de operabilidad en los puertos, que incluye sensores y sistemas integrados al internet, conformando una estructura y base de un puerto inteligente (Yang et al., 2018). Según Kamolov y Park (2019), el nuevo mérito de los barcos inteligentes se centra en controlar datos y tener comunicación con zonas portuarias. Adicionalmente, la estandarización de los servicios TIC en los puertos del futuro, también llamados C-port se asocian a los buques y navegación marítima, logística intermodal, transporte de pasajeros y la sostenibilidad ambiental (Pagano et al., 2022).

Por otro lado, el blockchain soluciona problemas como aspectos de carga, manejo deficiente de datos. No obstante, al implementar esta tecnología se requiere demanda financiera para adquisición de mantenimiento, por eso la combinación del IoT y el blockchain resulta viable para los puertos pequeños que están en el proceso de alcanzar un potencial tecnológico en sus procesos (Duran et al., 2021). A su vez, el Big Data permite implementar redes de sensores que junto al internet de las cosas forman la infraestructura de procesamiento y almacenamiento de datos (Zissis, 2017). De este modo, dicha tecnología se aplica para la construcción de modelos de servicios en la cadena de suministro, estableciendo un beneficio mutuo, mediante la coordinación y flujo de información (Bo y Meifang, 2021). Se destaca también la tecnología de Gemelos Digitales (DT) donde permite representar las cosas en un mundo real, capaz de predecir riesgos e integrar el transporte y la operación en las cadenas de suministro relacionada con los puertos inteligentes (Wang et al., 2021). En definitiva, la inteligencia artificial resalta la importancia de un gran volumen de datos para determinar y optimizar procesos que conlleven la productividad del sector (Rajabi et al., 2018).

Conclusión

De acuerdo con lo abordado, el implementar la utilización del IoT, big data, blockchain e Inteligencia Artificial, brindan un soporte a los procesos portuarios y a los eslabones de la cadena de suministro, garantizando así entregas oportunas de mercancías, mayor fluidez y eficiencia, por ende, es importante que los puertos estén en constante avance y actualización, puesto que la implementación de tecnologías brinda optimización y reducción tanto en costos, riesgos y tiempos. Sin embargo, un eje esencial para los puertos inteligentes es desarrollar prácticas orientadas a la sostenibilidad, donde es necesario avanzar en temas como la reducción de la utilización de energías, tanto en terminales portuarios como en las embarcaciones. Frente a lo anterior, se identifican también prácticas como el uso de energías renovables, procesos como el planchado en frío que servirán como herramientas para el mejoramiento de las actividades portuarias. Finalmente, se detallaron algunos puertos que han implementado estas prácticas, como los son, el puerto Shanghái y Huanghua ubicados en China, también hacia el continente europeo que cuenta con puertos como el de Rotterdam en Países Bajos, Hamburgo en Alemania y puertos de Salerno y Rávena en Italia; del mismo modo, se identifican puertos en Norteamérica como lo son el de Vancouver y Los Ángeles.

Referencias

- Ahonen, T., Kortelainen, H. & Rantala, A. (2020). Towards Digitalized and Automated Work Processes in Port Environments. *Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems*. <https://doi.org/10.5220/0009488005350540>
- Aslam, S., Michaelides, M. P. & Herodotou, H. (2020). Internet of Ships: A Survey on Architectures, Emerging Applications, and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(10), 9714-9727.
- Boullauazan, Y., Sys, C. & Vanelslender, T. (2022). Developing and Demonstrating a Maturity Model for Smart Ports. *Maritime Policy & Management*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2074161>
- Bo, Y. & Meifang, Y. (2021). Construction of the Knowledge Service Model of a Port Supply Chain Enterprise in a Big Data Environment. *Neural Computing & Applications*, 33(5), 1699-1710.
- Castellano, R., Fiore, U., Musella, G., Perla, F., Punzo, G., Risitano, M., Sorrentino, A., & Zanetti, P. (2019). Do Digital and Communication Technologies Improve Smart ports? A fuzzy DEA approach. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(10), 5674–5681.
- Duran, C. A., Fernández-Campusano, C., Carrasco, R., Vargas, M. & Navarrete, A. (2021). Boosting the Decision-Making in Smart Ports by Using Blockchain. *Practical Innovations, Open Solutions*, 9, 128055–128068.
- Durán, C., Palominos, F., Carrasco, R. & Carrillo, E. (2021). Influence of Strategic Interrelationships and Decision-Making in Chilean Port Networks on Their Degree of Sustainability. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 13(7), 3959.
- Ferriera, M. R. (2022a). An Analysis of Post-Pandemic Scenarios and Prospects for the Shipping Industry: Perspective from Guadeloupe. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 14(2), 147-155. <https://doi.org/10.1108/whatt-12-2021-0153>
- Gurzhiy, A., Kalyazina, S., Maydanova, S. & Marchenko, R. (2021). Port and City Integration: Transportation Aspect. *Transportation Research Procedia*, 54, 890–899.
- Jia, X. & Cui, Y. (2021). Examining Interrelationships of Barriers in the Evolution of Maritime Port Smartification from a Systematic Perspective. *Transport Policy*, 114, 49–58.
- Kamolov, A. & Park, S. (2019). An IoT-Based Ship Berthing Method Using a Set of Ultrasonic Sensors. *Sensors*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/s19235181>

- Lakhmas, K. & Sedqui, P. A. (2020). Toward a Smart Port Congestion Optimizing Model. *2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*. <https://doi.org/10.1109/logistiqua49782.2020.9353875>
- Pagano, P., Antonelli, S. & Tardo, A. (2022). C-Ports: A proposal for a comprehensive standardization and implementation plan of digital services offered by the “Port of the Future”. *Computers in Industry*, 134(103556), 103556.
- Rajabi, A., Khodadad Saryazdi, A., Belfkih, A., & Duvallet, C. (2018, June). Towards Smart Port: An Application of AIS Data. 2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; *IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, 1414-142. <https://doi.org/10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00234>.
- Sadiq, M., Ali, S. W., Terriche, Y., Mutarraf, M. U., Hassan, M. A., Hamid, K., Ali, Z., Sze, J. Y., Su, C.-L. & Guerrero, J. M. (2021). Future Greener Seaports: A review of new infrastructure, challenges, and energy efficiency measures. *Practical Innovations, Open Solutions*, 9, 75568–75587.
- Shuo, C., Jian, W. & Ruoxi, Z. (2016). *The Analysis of the Necessity of Constructing the Huizhou “Smart Port” and Overall Framework*. *2016 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS)*, 159-162. <https://doi.org/10.1109/icitbs.2016.15>
- Wang, K., Hu, Q., Zhou, M., Zun, Z. & Qian, X. (2021). Multi-aspect Applications and Development Challenges of Digital Twin-Driven management in global smart ports. *Case Studies on Transport Policy*, 9(3), 1298-1312.
- Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X. & Postolache, O. (2018). Internet of Things for Smart Ports: Technologies and Challenges. *Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(1), 34-43.