

La evolución de la visualización de datos: Campos de aplicación y herramientas de Business Intelligence*

The evolution of data visualization: Fields of application and Business Intelligence tools

Recibido: septiembre 1 de 2023 - Evaluado: octubre 23 de 2023 - Aceptado: marzo 12 de 2024

Andrés Mauricio Grisales Aguirre**
Leidy Marian Espinosa Villa ***
Paola Alzate****

Para citar este artículo / To cite this Article

A. M. Grisales-Aguirre, L. M. Espinosa-Villa, Paola Alzate “La evolución de la visualización de datos: Campos de aplicación y herramientas de Business Intelligence” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 7, no.1, pp.1-12, 2024.

Resumen

La visualización de datos está moviendo al mundo en términos de toma de decisiones, al utilizar elementos y herramientas que proporcionan una manera accesible de entender la información por medio de gráficas, cuadros y mapas que captan el interés de todo aquel que desee analizar datos, tendencias y valores atípicos, ya que una buena visualización cuenta una historia, elimina ruidos y resalta información útil que aporta a la mejora continua de las empresas. Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión sobre las técnicas de la visualización de datos y cómo estas impactan en el mundo, en las empresas, en la industria y en el comercio. Para llevar a cabo este artículo se realizó una búsqueda en Scopus utilizando los criterios "data visualization" OR "visualization data" y "business" OR "enterprise" con los cuales se identificaron los autores que han publicado sobre este tema, los años de publicación, la importancia que ha tomado en los países y finalmente identificar hacia donde se dirigen las investigaciones en las diferentes áreas de aplicación.

Palabras clave: business intelligence, visualización de datos, análisis prescriptivo, toma de decisiones, metodologías de análisis.

*Artículo inédito: “La evolución de la visualización de datos: Campos de aplicación y herramientas de Business Intelligence”.

** Magister en Ciencias Matemáticas Aplicadas, PhD. (c) Ciencias Matemáticas, Docente investigador Universidad Católica Luis Amigó, grupo de investigación Sistemas de Información y Sociedad del Conocimiento (SISCO), Correo electrónico: andres.grisalesag@amigo.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-4385-4474>, Manizales, Colombia.

*** Especialista en Big data e inteligencia de negocios, Universidad Católica Luis Amigó, grupo de investigación Sistemas de Información y Sociedad del Conocimiento (SISCO), Correo electrónico: leidy.espinosavi@amigo.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-6043-030X>, Manizales, Colombia.

**** MSc. Investigación Operativa y Estadística, Ph.D. (c) Ingeniería, Docente investigadora, Universidad Católica Luis Amigó, grupo de investigación Sistemas de Información y Sociedad del Conocimiento (SISCO), Correo electrónico: paola.alzateon@amigo.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-5406-3355>, Manizales, Colombia.

Abstract

Data visualization is moving the world in terms of decision making, by using elements and tools that provide an accessible way to understand information through graphs, charts and maps that capture the interest of anyone who wants to analyze data, trends and outliers, since a good visualization tells a story, eliminates noise and highlights useful information that contributes to the continuous improvement of companies. The purpose of this article is to review data visualization techniques and how they impact the world, companies, industry and commerce. To carry out this article, a search was performed in Scopus using the criteria "data visualization" OR "visualization data" and "business" OR "enterprise" with which the authors who have published on this topic were identified, the years of publication, the importance it has taken in the countries and finally identify where the research in the different areas of application is directed.

Keywords: business intelligence, data visualization, prescriptive analysis, decision making, analysis methodologies.

1. Introducción

El campo del Big Data y el análisis de datos ha ganado gran popularidad en los últimos años realizando importantes contribuciones tanto en el mundo académico como en el ámbito empresarial. La visualización de datos, a nivel mundial, inició con la construcción de tablas, gráficas y procesamiento de datos simples; y ha evolucionado significativamente hacia visualizaciones interactivas de mayor atracción y utilidad en términos de interpretación para los lectores con la introducción de herramientas sencillas como Canva e Infogram [1].

La visualización de datos se presenta como una forma sencilla, rápida y familiar de acceder a la información y posteriormente a la interpretación más eficiente de los resultados. El procesamiento y la manipulación de los datos se ha llevado a cabo por avances importantes en el desarrollo de sistemas computacionales. Como resultado, se ha generado una revolución en campos como las comunicaciones, la tecnología, la economía y la educación [2].

Aprovechando el auge del aprendizaje automático de datos y la inteligencia artificial, las empresas han desarrollado múltiples sistemas y herramientas para recopilar datos masivamente de diversas fuentes. En este sentido, la visualización de datos ofrece la posibilidad de presentar la información de manera adecuada y de fácil interpretación [3], contribuyendo, a su vez, a la capacidad de tomar decisiones respaldadas por datos y, en última instancia, a la competitividad organizacional [4].

El mundo empresarial ha experimentado el mayor impacto en el uso de la información, gracias a herramientas y estrategias basadas en datos que permiten obtener rápidamente conocimientos sobre los clientes y la propia compañía a nivel global. Esta importancia ha dado lugar a un campo de estudio conocido como el Business Intelligence (en adelante, BI) [5]. Las empresas invierten en estrategias y sistemas por diversas razones, como adquirir nuevos conocimientos sobre los clientes, mejorar la visibilidad, obtener información

procesable, aumentar la eficiencia y acceder a datos en tiempo real. Estas inversiones apoyan a las organizaciones en la construcción de ventajas competitivas, al permitir la toma de decisiones oportuna y la planificación de esfuerzos futuros [6].

El BI, mediante el uso de aplicaciones, metodologías y tecnologías relacionadas permite acceder a información relevante y responder preguntas complejas dentro de las empresas a partir de estrategias como la subdivisión de los grandes conjuntos de datos para el procesamiento eficiente de pequeños grupos de información [7]. Para respaldar el crecimiento y la importancia de estos campos en el sector empresarial, se presentan cifras proporcionadas por [8], quien informa que la analítica y la inteligencia de negocios experimentó un crecimiento del 10,4%; mientras, las plataformas de BI aumentaron un 17,9% a nivel mundial en 2019. En general, el crecimiento de las herramientas en los últimos cinco años ha potenciado las herramientas como componente fundamental para la toma de decisiones basada en datos y el desarrollo de estrategias comerciales en una variedad de contextos empresariales [9].

La evolución de las técnicas y herramientas de visualización de datos, así como su correcta utilización y progreso han potenciado el desarrollo y la aparición de nuevas tecnologías. Por ejemplo, [10] propusieron una técnica que integra tecnologías de BI, minería de datos y visualización de datos, creando una solución completa para analizar tendencias comerciales, crecimiento empresarial, ganancias, rendimiento de los empleados, satisfacción del cliente y áreas de mejora. Sin embargo, existen organizaciones y empresas que no aplican estos elementos en sus contextos o no aprovechan todo su potencial, principalmente debido a la falta de conocimiento e información sobre su aplicación y operatividad [11].

2. Materiales y Métodos

El presente trabajo realiza un análisis sobre la visualización de datos y su campo de aplicación a partir de las herramientas de Business Intelligence. Inicialmente, se contextualiza la producción científica en el campo de estudio con las publicaciones identificadas en la base de datos Scopus. Posteriormente, se abordan las generalidades de la visualización de datos, destacando casos exitosos de su aplicación y describiendo los métodos y herramientas utilizadas. Por último, se presentan las conclusiones derivadas de esta revisión.

3. Resultados

Análisis de la producción científica sobre la visualización de datos

La evolución de las publicaciones relacionadas con la visualización de datos y el BI entre los años 2010 y 2022 se presentan en la Figura 1. La búsqueda realizada en la base de datos Scopus y que implementó los criterios "data visualization" OR "visualization data" y

"business" OR "enterprise" reflejan una tendencia ascendente con una acentuación en los últimos años.

Publicaciones por año

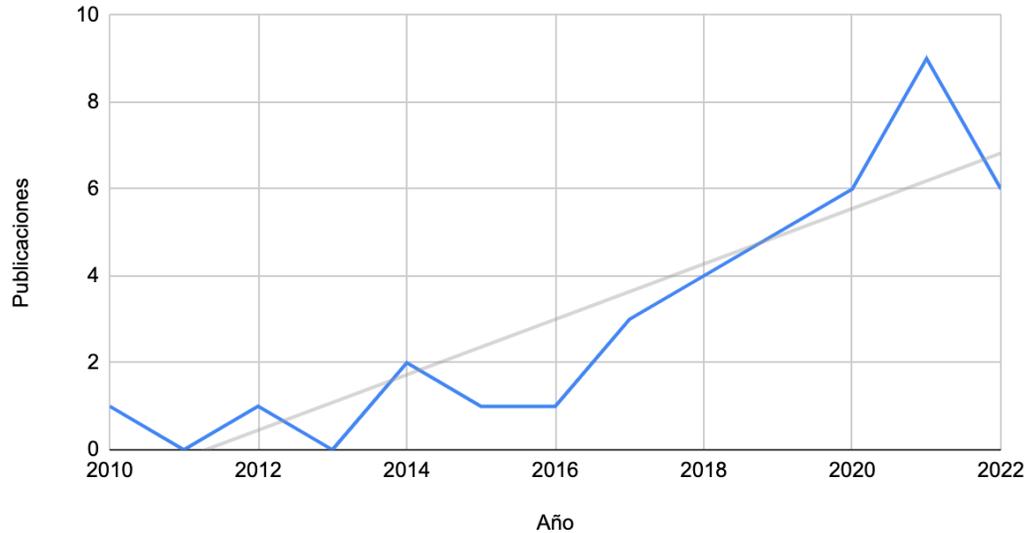


Figura 1. Número de publicaciones por año

La Figura 2, presenta los países con mayor participación en publicaciones sobre visualización de datos. Se destaca India con 13 publicaciones, seguida de China con 9, Estados Unidos con 6 y Malasia con 5. En particular, se observa que India, con la mayor cantidad de publicaciones, se enfoca en la interpretación de información tanto estructurada como no estructurada mediante herramientas que permiten a los interesados analizar los datos y tomar decisiones fundamentadas. Algunos de los autores más relevantes en el área son: [12],[13], [14] y [15].

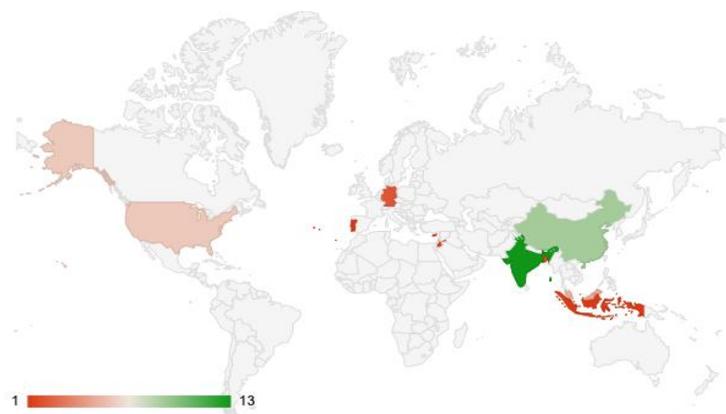


Figura 2. Países con mayor cantidad de producción científica

Al examinar la implementación de la visualización de datos y el BI a nivel global, se destaca que las cinco áreas principales que están aplicando estas tecnologías, metodologías y herramientas son las siguientes: ciencias de la computación, con un 33,3% equivalente a 25 publicaciones; ciencias de la decisión, con un 16% equivalente a 12 publicaciones; ingeniería, con un 13,3% equivalente a 10 publicaciones; negocios, administración y contabilidad, con un 10,7% equivalente a 8 publicaciones; y matemáticas, con un 9,3% equivalente a 7 publicaciones. Estos resultados evidencian la integración entre las ciencias computacionales y la aplicación de la visualización de datos y el BI, y cómo estas herramientas se han vuelto esenciales para el sector empresarial y la toma de decisiones (Figura 3).

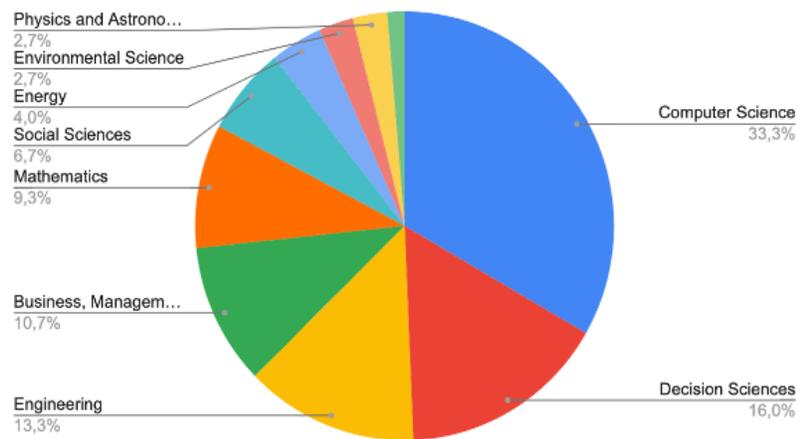


Figura 3. Porcentaje de publicaciones por área de conocimiento.

Contextos de aplicación de la visualización de datos

La visualización de datos proporciona una representación rápida de hallazgos y patrones, lo que facilita el análisis preciso y eficiente de datos del mundo real como una habilidad fundamental en el ámbito empresarial [16]. Estas herramientas son especialmente útiles en la toma de decisiones, siguiendo técnicas de *BI* de autoservicio, que permiten a los usuarios crear sus propios informes y acceder a los datos en cualquier momento sin depender de especialistas [17].

El Marco de Visualización de Datos Eficiente basado en IoT (IoT-EDVF) se utiliza para fortalecer la gestión de riesgos de fugas y analizar múltiples fuentes de datos, así como para el análisis de la calidad de los datos en el ámbito de la inteligencia empresarial en las finanzas corporativas [18]. La precisión de la minería de datos en diferentes modelos, como el de pronóstico económico basado en la tecnología de visualización de datos IoT de Big Data, alcanza más del 90% de precisión en la comparación entre el valor predicho y el valor real [19].

Durante los últimos 7 años, se han llevado a cabo diversas investigaciones que analizan las potencialidades del *BI* en el sector empresarial. Por ejemplo, en el estudio de [20], se examinaron las diferentes herramientas de visualización de datos implementadas para *BI*, mostrando casos de éxito en organizaciones en las primeras etapas de desarrollo de estas herramientas. Otras investigaciones, como la de [5], propusieron un método de visualización interactiva de datos de IoT para *BI*, mientras que [21] compararon el proceso de adquisición de dos grandes empresas públicas de la India para identificar indicadores clave de negocio (KPIs) y evaluar su rendimiento en adquisiciones.

Asimismo, [21] identificaron buenas prácticas de adquisición de datos mediante tecnologías de *BI*, que permitieron la previsión de precios, el análisis de ventas y la trazabilidad de la calidad del proceso de producción, ayudando a la toma de decisiones y a la mejora tecnológica de los procesos. Otros estudios evaluaron la aplicabilidad del *BI* en tareas como la selección de proveedores y el análisis de factores como el precio, la calidad y la entrega, utilizando la visualización de datos como plataforma para una comprensión oportuna de la información por parte de los tomadores de decisiones, como es el caso de [22].

Otros casos exitosos se han documentado para destacar el uso de tecnologías de *BI* y visualización de datos en diversos contextos empresariales alrededor del mundo. Por ejemplo, [23] relacionaron los sectores de comercio y consumo, así como los sectores público y privado, a través de una aplicación móvil que emplea métodos de previsión y visualización de inteligencia empresarial. Este enfoque contribuye a la protección del consumidor mediante dicha integración. Mientras, un análisis similar se realizó en el estudio de [24], quienes revisaron las capacidades predictivas de los métodos de visualización en el análisis de negocios. Este estudio evidenció que estos métodos no solo ahorran tiempo y recursos, sino que también brindan una mejor comprensión de los datos.

Otros estudios que demuestran la aplicación exitosa de tecnologías de *BI* y visualización de datos en diversos contextos empresariales alrededor del mundo son el trabajo de [25], quien presentó un estudio preliminar sobre la intención conductual y el uso real de las herramientas de visualización de datos para respaldar la toma de decisiones en las organizaciones empresariales. Además, la investigación de [17]) con la evaluación comparativa de las cuatro herramientas de visualización de datos más utilizadas en el mundo empresarial: Tableau, Microsoft Power BI, Sisense y QlikView.

Métodos implementados en la visualización de datos

En el ámbito de los campos del Big Data, Business Intelligence (BI) y análisis de datos en general, la minería de datos ha surgido como una estrategia eficiente para la exploración de la naturaleza intrínseca de los datos. Esta técnica aprovecha algoritmos de clasificación, agrupación y asociación con el propósito de descubrir patrones ocultos dentro de los datos [26] [27]. La combinación de estas herramientas con las aplicaciones de BI genera una estrategia altamente eficiente en el ámbito empresarial, ofreciendo resultados satisfactorios en un corto período de tiempo respaldados por un análisis riguroso de los datos.

[28]demostraron cómo la combinación de herramientas de minería de datos y BI promueve eficientemente la interacción de las pequeñas y medianas empresas en países en desarrollo, y proporciona una referencia para su desarrollo y toma de decisiones. Estos análisis están respaldados experimentalmente por [29], quienes presentaron un caso de estudio en el que combinan distintas metodologías de análisis de datos basados en la nube y en conjuntos de datos con consulta ad hoc. Por otro lado, el trabajo de [30], presentó un caso similar en el que se analizó la estrategia de marketing de una empresa en Facebook, proporcionando un estudio comparativo de las metodologías de visualización que presentan de manera clara el sentimiento del cliente, permitiendo al propietario del negocio diseñar un modelo de negocio efectivo con el máximo rendimiento y el mínimo gasto.

En la misma línea, [30] determinaron el papel que desempeñan las redes sociales en la creación y difusión de información aprovechando el enorme potencial que tienen los usuarios para influir en otros y crear comunidades en torno a necesidades específicas. Como resultado, es crucial comprender cómo la información puede difundirse mediante interacciones entre usuarios en las redes sociales y cómo el “voz a voz” puede influir en la decisión final de compra de productos. A su vez, otro estudio que examina en profundidad este fenómeno es el de Hwang et al. (2014), quienes analizaron el diseño de un sistema de monitoreo de redes sociales llamado "TweetPulse". Este sistema es capaz de analizar y mostrar patrones significativos de difusión entre los usuarios de Twitter a lo largo del tiempo, permite comprender las relaciones entre los patrones de difusión y la detección de eventos, utilizando palabras emocionales y el número de seguidores de los usuarios.

Otra estrategia similar que ha ganado popularidad en los últimos años es el análisis de sentimientos, el cual se basa en el análisis de publicaciones en redes sociales sobre temas específicos [31]. Este enfoque permite evaluar la opinión general de los usuarios y comprender su actitud y percepción hacia determinados temas o productos.

Herramientas para la visualización de datos

Desde la consolidación del campo de estudio del BI, han surgido diversas herramientas y tecnologías que se centran en objetivos diversos de visualización de datos. Entre las herramientas más populares en la actualidad se encuentran Datawrapper, Tableau, CARTO, PowerBi, Google Fusion Tables y la librería JavaScript D3.js, las cuales permiten a los usuarios crear y modificar visualizaciones de datos según sus necesidades [32]. Estas herramientas ofrecen la posibilidad de trabajar con grandes volúmenes de datos y se basan en la aplicación de tres tipos fundamentales de análisis en el BI: análisis univariado, análisis bivariado y análisis multivariado [33].

A este conjunto de herramientas se suman programas como Python y R, que han ido ganando popularidad y han incorporado librerías y paquetes cada vez más sofisticados y especializados para tareas como la visualización y el análisis de datos [34]. Incluso en herramientas tradicionales como Excel se han incorporado complementos importantes como Power Query y Power Pivot, que ofrecen diversas opciones para gestionar bases de datos externas y manipular grandes volúmenes de datos [35].

Además, existe una división en los análisis, donde se encuentran dos grupos principales: análisis cualitativos y cuantitativos, que permiten cuantificar el impacto o expresar datos numéricamente para lograr un mejor entendimiento de la información. Al realizar análisis de datos, también se puede aplicar la evaluación del análisis predictivo, que permite predecir el comportamiento futuro, el análisis descriptivo o estadístico, que analiza globalmente la historia de los datos recopilados, y el análisis prescriptivo, que además de predecir, sugiere cursos de acción y posibles implicaciones [36].

Conclusiones

La visualización de datos está transformando la forma en que las empresas comprenden y utilizan la información. Hasta hace unos años, los datos se procesaron utilizando metodologías estándar que no permitían un análisis profundo debido a las limitaciones en la manipulación de grandes volúmenes de datos, así como en el procesamiento de imágenes y comentarios. Sin embargo, con la proliferación de diversos medios de comunicación como Facebook, Instagram, LinkedIn, entre otros, se ha obtenido una gran cantidad de datos no estructurados, lo que ha dificultado aún más la extracción e interpretación de la información.

Las nuevas tecnologías y metodologías disponibles permiten a los interesados aprovechar tanto la información estructurada como la no estructurada para procesarla y visualizarla utilizando herramientas existentes. Esto posibilita un análisis más profundo y proporciona información sólida para tomar decisiones fundamentadas en hechos concretos en lugar de suposiciones. Ahora, las empresas pueden aprovechar al máximo todos los datos disponibles, generando gráficos y visualizaciones que facilitan la comprensión y el análisis de la información para tomar decisiones estratégicas con mayor confianza.

Referencias

- [1]A. Cairo, “Visualización de datos: una imagen puede valer más que mil números, pero no siempre más que mil palabras,” Prof. Inferm., vol. 26, no. 6, p. 1025, Nov. 2017, doi: 10.3145/epi.2017.nov.02.
- [2]C. Tomé, “Los orígenes de la visualización de datos — Cuaderno de Cultura Científica,” Cuaderno de Cultura Científica, Aug. 01, 2019. <https://culturacientifica.com/2019/08/01/los-origenes-de-la-visualizacion-de-datos/> (accessed Jun. 15, 2022).
- [3]M. Rouse, “Visualización de datos,” ComputerWeekly.es, Mar. 20, 2020. <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Visualizacion-de-datos> (accessed Jun. 14, 2022).

[4]E. S. N. Torres and P. del R. C. Ysla, “Inteligencia estratégica para la toma de decisiones gerenciales,” TZHOECOEN, vol. 12, no. 1, pp. 10–18, 2020, [Online]. Available: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1241>

[5]L. Zhang, B. Vinodhini, and T. Maragatham, “Interactive IoT Data Visualization for Decision Making in Business Intelligence,” Arab. J. Sci. Eng., Jul. 2021, doi: 10.1007/s13369-021-05889-w.

[6]L. J. Aguilar, *Inteligencia de negocios y analítica de datos: Una visión global de Business Intelligence & Analytics*. Alpha Editorial, 2019. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/books/details?id=ifR5EAAAQBAJ>

[7]C. A. Tavera Romero, J. H. Ortiz, O. I. Khalaf, and A. Ríos Prado, “Business Intelligence: Business Evolution after Industry 4.0,” *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 13, no. 18, p. 10026, Sep. 2021, doi: 10.3390/su131810026.

[8]B. C. Saavedra, “7 tendencias de inteligencia de negocios en 2021,” Zoho Blog, Apr. 01, 2021. <https://www.zoho.com/blog/es-xl/analytics/7-tendencias-inteligencia-negocios.html> (accessed Jun. 20, 2022).

[9]Y. Niu, L. Ying, J. Yang, M. Bao, and C. B. Sivaparthipan, “Organizational business intelligence and decision making using big data analytics,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 58, no. 6, p. 102725, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.ipm.2021.102725.

[10]S. M. Kumar and M. Belwal, “Performance dashboard: Cutting-edge business intelligence and data visualization,” in *2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)*, Aug. 2017, pp. 1201–1207. doi: 10.1109/SmartTechCon.2017.8358558.

[11]J. Lowe and M. Mathee, “Requirements of Data Visualisation Tools to Analyse Big Data: A Structured Literature Review,” in *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology*, Springer International Publishing, 2020, pp. 469–480. doi: 10.1007/978-3-030-44999-5_39.

[12]A. P. Behera, J. Singh, S. Verma, and M. Kumar, “Data visualization through non linear dimensionality reduction using feature based Ricci flow embedding,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 81, no. 11, pp. 14831–14850, May 2022, doi: 10.1007/s11042-021-11479-7.

[13]D. Maity and D. Pal, “MD DaVis: Interactive Data Visualization of Protein Molecular Dynamics,” *Bioinformatics*, May 2022, doi: 10.1093/bioinformatics/btac314.

[14]S. Das and N. R. Pal, “Nonlinear Dimensionality Reduction for Data Visualization: An Unsupervised Fuzzy Rule-Based Approach,” *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 30, no. 7, pp. 2157–2169, Jul. 2022, doi: 10.1109/TFUZZ.2021.3076583.

[15]A. R. Venmathi and L. Vanitha, “Data Visualization on Breast Phantom Mammogram Images Using Kernel Performance of SVM,” in *Advances in Data Science and Management*, Springer Nature Singapore, 2022, pp. 385–395. doi: 10.1007/978-981-16-5685-9_38.

[16]J. L. Hsu, A. Jones, J.-H. Lin, and Y.-R. Chen, “Data visualization in introductory business statistics to strengthen students’ practical skills,” *Teach. Stat.*, vol. 44, no. 1, pp. 21–28, Mar. 2022, doi: 10.1111/test.12291.

[17]A. Lousa, I. Pedrosa, and J. Bernardino, “Evaluation and Analysis of Business Intelligence Data Visualization Tools,” 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). 2019. doi: 10.23919/cisti.2019.8760677.

[18]C. Shao, Y. Yang, S. Juneja, and T. GSeetharam, “IoT data visualization for business intelligence in corporate finance,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 59, no. 1, p. 102736, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.ipm.2021.102736.

[19]X. X. Quan, J. F. Yang, and Z. Luo, “Models in digital business and economic forecasting based on big data IoT data visualization technology,” *Pers. Ubiquit. Comput.*, Aug. 2021, doi: 10.1007/s00779-021-01603-7.

[20]A. Shukla and S. Dhir, “Tools for Data Visualization in Business Intelligence: Case Study Using the Tool Qlikview,” in *Information Systems Design and Intelligent Applications*, Springer India, 2016, pp. 319–326. doi: 10.1007/978-81-322-2752-6_31.

[21]X. Ban, B. Wang, C. Cheng, and S. Taghzout, “Iron and Steel Enterprises Big Data Visualization Analysis Based on Spark,” *Lecture Notes in Computer Science*. pp. 280–286, 2018. doi: 10.1007/978-3-030-00560-3_39.

[22]N. N. A. Nik Alwi, N. H. Hassan, A. F. Baharuden, N. A. A. Bakar, and N. Maarop, “Data Visualization of Supplier Selection Using Business Intelligence Dashboard,” in *Advances in Visual Informatics*, Springer International Publishing, 2019, pp. 71–81. doi: 10.1007/978-3-030-34032-2_7.

[23]K. S. T. U. S. Kariyawasam, L. A. A. S. Liyanaarachchi, H. M. N. N. Chathurabhani, A. Jayakody, and B. Attanayaka, “A New Approach for Consumer Protection with Business Intelligence and Data Visualization,” in *2021 3rd International Conference on Advancements in Computing (ICAC)*, Dec. 2021, pp. 455–460. doi: 10.1109/ICAC54203.2021.9671221.

[24]M. Narayanan* et al., “Data Visualization Method as the Facilitator for Business Intelligence,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 8, no. 6. pp. 3925–3928, 2019. doi: 10.35940/ijeat.f9054.088619.

[25]M. Daradkeh, “A preliminary study of user acceptance and adoption of data visualisation tools for decision support in business organisations,” *International Journal of*

Business Information Systems, vol. 26, no. 3, pp. 297–317, Jan. 2017, doi: 10.1504/IJBIS.2017.087105.

[26]G. S. Ramesh, T. .V Rajinikanth, and D. Vasumathi, “Explorative Data Visualization Using Business Intelligence and Data Mining Techniques,” Int. J. Eng. Res.vol 12, no 24, 2017. Appl., [Online]. Available: https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n24_06.pdf

[27]S. Manishankar and S. Gokuldev, “Managing Enterprise Data and Providing a Personalized Employee Data Visualization,” in 2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC), Sep. 2017, pp. 885–890. doi: 10.1109/CTCEEC.2017.8455203.

[28]A. Gottfried, C. Hartmann, and D. Yates, “Mining Open Government Data for Business Intelligence Using Data Visualization: A Two-Industry Case Study,” Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, vol. 16, no. 4, pp. 1042–1065, Mar. 2021, doi: 10.3390/jtaer16040059.

[29]O. Q. Shubho, Z. N. Tumpa, W. I. R. Dipto, and M. R. Alam, “Real-Time Data Visualization Using Business Intelligence Techniques in Small and Medium Enterprises for Making a Faster Decision on Sales Data,” in Decision Intelligence Analytics and the Implementation of Strategic Business Management, P. M. Jeyanthi, T. Choudhury, D. Hack-Polay, T. P. Singh, and S. Abujar, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 189–198. doi: 10.1007/978-3-030-82763-2_17.

[30]A. Chellam, A. Chaturvedi, and L. Ramanathan, “Data Visualization: Visualization of Social Media Marketing Analysis Data to Generate Effective Business Revenue Model,” in Data Visualization: Trends and Challenges Toward Multidisciplinary Perception, S. M. Anuncia, H. A. Gohel, and S. Vairamuthu, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2020, pp. 75–92. doi: 10.1007/978-981-15-2282-6_5.

[31]S. Albahli, “Twitter sentiment analysis: An Arabic text mining approach based on COVID-19,” Front Public Health, vol. 10, p. 966779, Oct. 2022, doi: 10.3389/fpubh.2022.966779.

[32]Universitat Oberta de Catalunya, “Técnicas avanzadas de análisis y visualización de datos.” <https://comein.uoc.edu/divulgacio/comein/es/numero78/articulos/tecnicas-avanzadas-analisis-visualizacion-datos.html> (accessed Jun. 16, 2022).

[33]F. Carranza and A. Brayan, “Implementación de inteligencia de negocios con uso de la herramienta extracción, transformación y carga en las organizaciones para la toma de decisiones: una revisión sistemática,” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020. Accessed: Nov. 01, 2022. [Online]. Available: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3380>

[34]A. H. Sial, S. Y. S. Rashdi, and A. H. Khan, “Comparative analysis of data visualization libraries Matplotlib and Seaborn in Python,” Aquat. Microb. Ecol., vol. 10,

no. 1, 2021, [Online]. Available:
<https://www.academia.edu/download/65736020/ijatcse391012021.pdf>

[35]G. Raviv, Collect, Combine, and Transform Data Using Power Query in Excel and Power BI. Microsoft Press, 2018. [Online]. Available:
<https://play.google.com/store/books/details?id=al9wDwAAQBAJ>

[36]A. Mordenti, “Análisis de datos: técnicas y metodologías para la aplicación de Analytics,” InnovaciónDigital360, Dec. 28, 2021.
<https://www.innovaciondigital360.com/big-data/analisis-de-datos-tecnicas-y-metodologias-para-la-aplicacion-de-analytics/> (accessed Jun. 17, 2022).