

Challenges and Opportunities of Using Artificial Intelligence to Enhance User Experience in Business Analytics: A Literature Review.

Rene Quesada Carranza
*Escuela de Ciencias de la
Computación e Informática
Universidad de Costa Rica*
San José, Costa Rica
rene.quesada@ucr.ac.cr

Gabriela Marín-Raventós
*Escuela de Ciencias de la
Computación e Informática
Universidad de Costa Rica*
San José, Costa Rica
gabriela.marin@ucr.ac.cr

Abstract— This study focuses on a systematic literature review of the use of artificial intelligence (AI) to enhance user experience in the field of business analytics. It stands out as innovative by addressing the intersection of current topics such as AI and business intelligence. Through a search of databases such as IEEE and ACM, key aspects related to AI and user experience in business analytics were explored, as well as the challenges designers face in this field and the proposed solutions to address these challenges.

The main opportunities identified lie in the potential of AI to improve user experience in analytics and data visualization. AI offers advanced problem-solving capabilities and natural language processing, enabling better understanding of data and the generation of valuable recommendations. However, significant challenges in the effective integration of AI and user experience are also recognized. This includes addressing the complexity of AI training and user trust in the generated results.

In conclusion, this study highlights the opportunities and challenges of using AI in business analytics, providing a solid foundation for future research and the development of best practices in this field.

Keywords— *HCI; AI; BI; Big data; Business Analytics; Data Visualizations; Natural language processing*

I. INTRODUCCION

En el entorno empresarial actual, la capacidad de tomar decisiones estratégicas e informadas se ha vuelto fundamental para el éxito de cualquier organización. En este contexto, las analíticas de negocios desempeñan un papel crucial al proporcionar a las empresas herramientas y técnicas para analizar y comprender sus datos, lo que les permite obtener perspectivas valiosas y tomar decisiones fundamentadas [1].

Con los avances en inteligencia artificial (IA), se han desarrollado nuevas herramientas de analíticas de negocios más sofisticadas y potentes, como las aplicaciones de Power BI [2] y Tableau [3]. Estas plataformas ofrecen una amplia gama de capacidades que utilizan IA, mejorando significativamente la experiencia de los usuarios y proporcionando nuevas perspectivas para la toma de decisiones.

Dada la importancia de garantizar una experiencia de usuario óptima en el ámbito de las analíticas de negocios, así como la necesidad de integrar de manera efectiva estas nuevas herramientas de IA, esta revisión se ha planteado el objetivo de identificar cuáles son los mayores retos y oportunidades para mejorar la interacción humano computador de las analíticas de negocios.

Las preguntas de investigación que guiarán este estudio son: **RQ1:** ¿Qué aspectos de la inteligencia artificial pueden ayudar a mejorar la experiencia de usuario en el uso de analíticas y visualización de datos?, **RQ2:** ¿Cuáles son las principales dificultades que los diseñadores en este campo encuentran y que afectan la experiencia de usuario?, **RQ3:** ¿Cuáles son las soluciones propuestas para abordar los desafíos identificados?

La exitosa integración de la inteligencia artificial en un diseño orientado hacia el humano sigue siendo un desafío importante para los desarrolladores [2]. Según una encuesta realizada en 2022 por la empresa McKinsey [4], la adopción de la IA en unidades de negocio ha aumentado 2.5 veces en comparación con 2017, y el interés en esta tecnología se ha mantenido constante en los últimos años.

A diferencia de otras revisiones de literatura que se centran en las mejoras de experiencia de usuario en el ámbito de las analíticas de negocios [5], este estudio se distingue por abordar de manera más exhaustiva las implicaciones de la inteligencia artificial (IA) en este contexto.

El presente artículo se estructurará de la siguiente manera. En la sección de Antecedentes y Marco Conceptual, se proporcionará una revisión exhaustiva de la literatura relevante sobre las analíticas de negocios, la inteligencia artificial y la experiencia de usuario. A continuación, en la sección de Metodología, se describirá el enfoque utilizado para la selección de los artículos de investigación, utilizando la metodología PRISMA. Finalmente, en la sección de Conclusiones, se presentarán los hallazgos clave de esta revisión literaria y se discutirán las implicaciones y posibles direcciones futuras de investigación.

II. ANTECEDENTES

En el campo de analíticas podemos encontrar artículos que profundizan en un diseño orientado hacia el humano, profundizando sobre las mejores formas de mostrar los datos según los usuarios o los datos [6], sin embargo muchos de estos artículos presentan soluciones usando elementos convencionales y no herramientas de AI.

De la misma forma podemos encontrar revisiones literarias de artículos, donde se encuentran hasta 23 artículos que desarrollaron sus propios elementos en los paneles de información para brindar una mejor experiencia de usuario [5]. También existe otra revisión que incluye guías de diseño de interfaces para mejorar la experiencia de usuario de productos de inteligencia artificial [7] que compilan un buen número de artículos.

Durante la selección de artículos no se encontraron revisiones de literatura específicas sobre el uso de la inteligencia artificial para mejorar la experiencia de usuario en las analíticas. Sin embargo, sí hay artículos que hablan sobre mejoras en la experiencia de desarrolladores usando inteligencia artificial [8] [9], y usos para los usuarios en contextos que no son de negocio como el médico [10].

III. MARCO CONCEPTUAL

Para esta revisión de literatura se estudia la conexión que hay entre la inteligencia artificial, las analíticas de negocio y Interacción Humano Computador y como estos pueden afectar la experiencia de usuario en las analíticas de negocio.

El primer concepto a usar es el de la Inteligencia Artificial, este es un sistema capaz de exhibir comportamiento inteligente al analizar su entorno y tomar decisiones con cierto grado de autonomía para alcanzar un objetivo específico [7] lo que la hace muy útil en diversos campos.

Entre las características más importantes de la IA tenemos:

Aprendizaje: Las IA pueden aprender a través del análisis de datos de entrada y las salidas esperadas durante una etapa de entrenamiento.

Resolución de problemas: Utilizando algoritmos de búsqueda, las IA pueden resolver problemas, como encontrar la mejor ruta entre dos ubicaciones. Además, mediante el uso de filtros y técnicas de minería de datos, pueden proporcionar recomendaciones o perspectivas importantes al usuario.

Procesamiento de lenguaje natural: La IA tiene la capacidad de comprender, generar y procesar lenguaje natural, lo que implica tareas como responder preguntas.

Estas características han llevado a la aplicación de la IA en numerosos contextos, incluyendo el ámbito de las analíticas de negocios. Por ejemplo, Microsoft ha desarrollado una herramienta importante en este campo llamada Power BI [2], que incluye componentes de inteligencia artificial que ayudan en tareas en tiempo real, tales como:

- 1) Generación de informes inteligentes a partir de datos
- 2) Análisis de anomalías en conjuntos de datos.
- 3) Realización de pronósticos.
- 4) Extracción de frases clave de textos.

- 5) Asignación de una valoración positiva o negativa a un texto en función del lenguaje utilizado.

El siguiente tema a abordar son las analíticas de negocio, pero primero es necesario definir qué se entiende por inteligencia de negocios [10]. La inteligencia de negocios es una infraestructura que ayuda a procesar, recopilar, almacenar y analizar información sobre las operaciones de una empresa. La inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) proporciona métricas de negocio que respaldan la toma de decisiones informada.

Las analíticas de negocio son un subconjunto de la inteligencia de negocios. Este término se refiere al proceso de tomar información sin procesar de la empresa y convertirla en información útil, como la identificación de tendencias y pronósticos, entre otros. Entre las metodologías utilizadas se encuentran la minería de datos, que busca patrones y tendencias en los datos, y la visualización de datos mediante tablas, gráficos, etc.

No obstante, el aumento exponencial en la cantidad de datos ha generado limitaciones significativas en las analíticas tradicionales, como por ejemplo:

- 1) La falta de una perspectiva completa de los datos, lo que puede llevar a la toma de decisiones basada en sesgos [11].
- 2) El exceso de analíticas e información, lo que reduce el tiempo disponible para la toma de decisiones [9].
- 3) La ausencia de una interfaz única que se adapte tanto a usuarios principiantes como a expertos [8].

Para finalizar el último concepto importante en esta revisión es el de la Interacción Humano Computador (HCI por sus siglas en inglés) se refiere al estudio y diseño de la interacción entre un ser pensante y la tecnología computacional. Es un campo multidisciplinario que combina conocimientos de áreas como la psicología cognitiva, la ergonomía, el diseño de interfaces y la ingeniería de software. [12]

Donald Norman, reconocido diseñador y experto en usabilidad, a través de su libro "The Design of Everyday Things"[13], ha propuesto seis principios fundamentales que definen la interacción y la experiencia del usuario. Estos principios se centran en crear productos y sistemas que sean intuitivos, fáciles de usar y satisfactorios para los usuarios.

Principios como visibilidad, retroalimentación, restricciones, consistencia, Modelos mentales y mapeo juegan un papel importante en el diseño de un producto orientado hacia el humano, asegurando que los usuarios puedan comprender y utilizar un producto de manera intuitiva y satisfactoria.

Además de estos principios de diseño se poseen evaluaciones para medir la experiencia de usuario. Evaluaciones como pruebas de usabilidad, heurísticas y otros instrumentos de evaluación de experiencia de usuario estandarizados [14].

Cabe destacar que para este estudio el interés va más allá de la simple integración la IA en las analíticas de negocio, sino también identificar como esa integración ayuda a mejorar la experiencia de usuario así como sus limitaciones a la hora de crear o mejorar interacciones con el humano.

IV. METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología utilizada para llevar a cabo la revisión de literatura en el presente estudio, siguiendo el enfoque del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [15].

A. Criterios de elegibilidad

Se establecieron los siguientes criterios de elegibilidad para la selección de artículos:

- 1) Año de publicación: Se incluyeron estudios publicados desde el año 2010 en adelante, ya que antes de esa fecha los temas relacionados con "big data" no eran tan relevantes, y este estudio se centra en el análisis de datos.
- 2) Tema relevante: El enfoque se limitó a temas específicos relacionados con la visualización de datos para la toma de decisiones en el ámbito de las analíticas de negocios.
- 3) Idioma: Se consideraron artículos publicados en inglés.

Se utilizaron las bases de datos de IEEE, ACM como fuentes de información. También se tomaron en cuenta estudios de las siguientes conferencias:

- 1) ACM CHI (International Conference on Human Factors in Computing Systems)
- 2) ACM IUI (International Conference on Intelligent User Interfaces)
- 3) ACM UMAP (International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization)
- 4) BIRTE (Business Intelligence for the Real-Time Enterprises): International Workshop on Real-Time Business Intelligence and Analytics

B. Cadena de búsqueda

La cadena de búsqueda utilizada fue la siguiente tomando en cuenta los temas más relevantes para la revisión de literatura: **("business intelligence") OR ("business analytics") AND (HCI OR ("Human computer interaction") OR ("Human-computer interaction")) AND ("artificial intelligence" OR AI).**

Esta cadena de búsqueda arrojó un total de 174 artículos en ACM y 229 en IEEE.

C. Procesamiento de datos

Utilizando el modelo PRISMA, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- 1) Identificación: Se identificaron 174 estudios en ACM y 223 estudios en IEEE. Además, se encontraron 3 artículos adicionales a través de referencias bibliográficas, lo que suma un total de 402 estudios identificados.
- 2) Examinación: Durante la etapa de examinación, se eliminaron 3 estudios duplicados y 74 documentos que no eran artículos de investigación. Tras una revisión de los títulos y un análisis rápido de los resúmenes, se descartaron otros 289 estudios que no cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

3) Revisión exhaustiva: Se realizó una revisión exhaustiva de los 46 estudios restantes, de los cuales 8 resultaron ser revisiones literarias y no estudios de investigación originales.

4) Al final del proceso, se incluyeron un total de 26 artículos en el presente estudio para su análisis y síntesis.

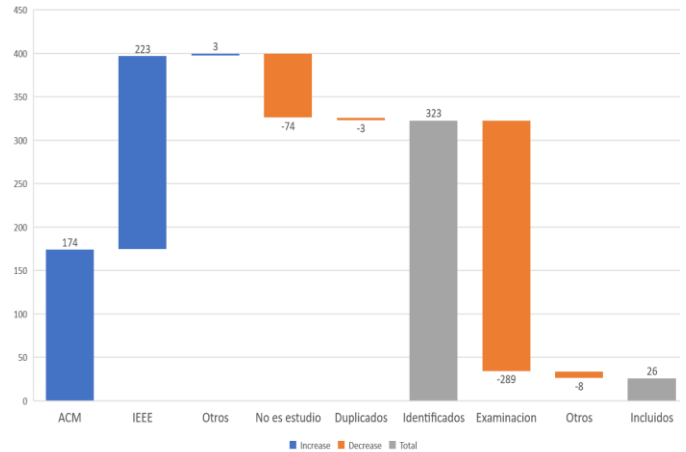


Fig. 1. Etapas de selección de estudio por numero de estudios

V. RESULTADOS

En esta sección, presentaremos los principales hallazgos de nuestra revisión literaria sobre el uso de la IA para mejorar la experiencia de usuario en las analíticas de negocios.

La mayoría de los artículos seleccionados tienen como contexto principal la IA y Analíticas Visuales (ver tabla 1)

TABLE I. ARTICULOS POR CONTEXTO PRINCIPAL

Contexto	Artículo	%
Big Data	[16,33]	7.7
HCI	[13,18,21,27]	15.4
IA	[7,23,25,26,30,38]	23.1
Analíticas Visuales	[6,10,19,20,22,24,28,29,31,34,35,36,37]	53.9

Podemos observar en la figura 2 que la mayoría de los estudios son de los últimos 5 años.

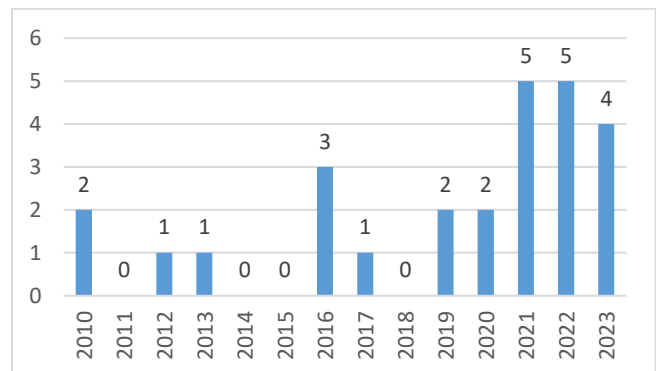


Fig. 2. Estudios de la revision según su año.

A. Usos Comunes de IA en la experiencia de usuario

En nuestra revisión de literatura encontramos artículos importantes para el ámbito de la IA que brindan guías de diseño y mejoras de experiencia de usuario. (ver figura 3)

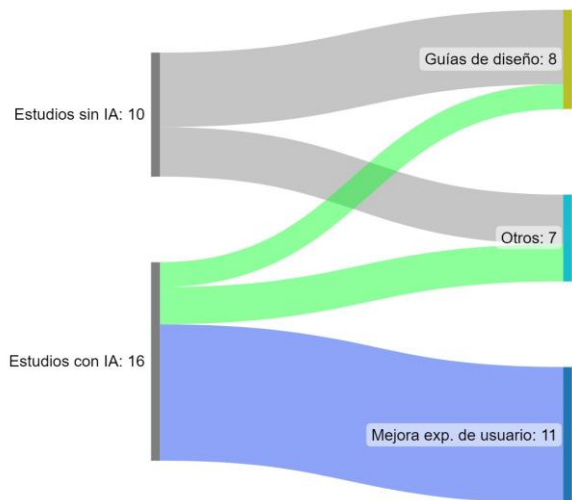


Fig. 3. Estudios con IA que presentan guias de diseño, mejoras y otros

Entre las principales características de la IA que se usa en mejoras de experiencia de usuario, los 11 estudios con IA encontramos mejoras con nuevas formas de interactuar con los usuarios creando nuevas métricas [22] además de usos de chats y lenguaje natural [30,32,38].

Otra característica de la IA es la de poder analizar cantidades masivas de datos y dar recomendaciones a los usuarios sobre compras por ejemplo u otro. [26,10]

También se brindan mejoras en experiencia de usuarios, enfocados en los desarrolladores de analíticas de datos y no al usuario común. Como por ejemplo usar IA para la extracción de información de una base de datos [25,31] y por último también hay consejos útiles de cómo mejorar la experiencia de usuario con IA. [17,18,27]

B. Dificultades encontradas

De los 26 estudios de la revisión de literatura tomado se identificaron 4 problemáticas comunes en la experiencia de usuario a la hora de usar las analíticas de negocio.

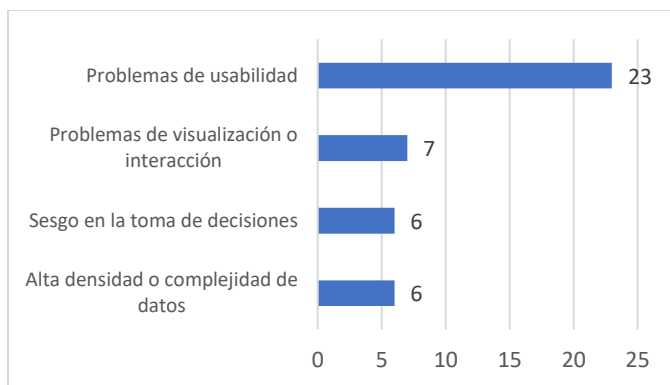


Fig. 4. Problemas más comunes encontrados en la revisión de literatura que fueron resueltos con IA.

Vemos en la Figura 4 que los problemas más comunes son los de usabilidad. Algunos ejemplos de estos problemas es el tener interfaces muy saturadas y complicadas de manejar y difíciles de analizar [16,19,22,6] y falta de estandarización [36].

También encontramos problemas importantes en la visualizaciones e interacciones, en algunos casos esto sucede al tener una alta densidad de datos ya que las visualizaciones se vuelven más complejas [16,18]. Por último, tenemos algunos problemas de sesgo [10,22,23] donde los usuarios filtran la información con algún sesgo causando que el análisis los lleve a conclusiones erróneas.

C. Soluciones y limitación encontrados

Hay muchas formas de brindar soluciones a problemas de la experiencia de usuario es el de brindar nuevas formas de interacción o visualización como nuevas métricas adaptables a diferentes usuarios [22]. También se ha utilizado para clasificar opiniones positivas o negativas en línea y brindar una sola métrica dándole al usuario nuevas perspectivas sobre su negocio [25]. Incluso se ha usado en análisis de datos de compradores [26] pero la gran mayoría de las soluciones vista has sido guías de diseño [7,16,17,18,19,27,29,33,35,36], la cual es de las soluciones más comunes en los estudios seleccionados según se observa en la figura 5.

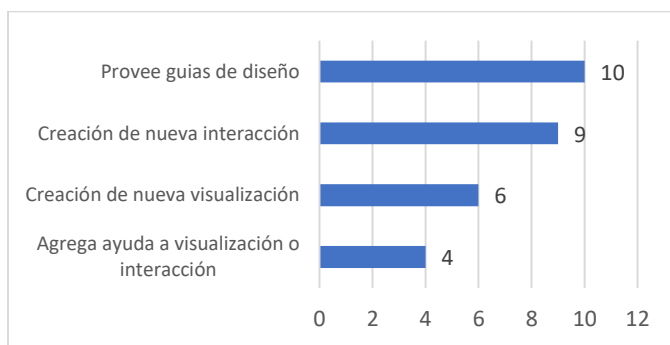


Fig. 5. Frecuencia de las soluciones más discutidas en los artículos con uso de IA en analíticas de negocio.

Entre las limitaciones más importantes mencionadas en los artículos es la falta de datos para entrenar las IA

[21,22,24,25,26,31] así como falta de participantes en las evaluaciones [16,17,19].

VI. DISCUSSION

Según los resultados obtenidos podemos concluir que para la RQ1, las características más utilizadas de la IA que mejoran la experiencia de usuario incluyen el procesamiento de lenguaje natural, que permite una interacción más fluida y la provisión de instrucciones para bases de datos. Además, la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos y ofrecer perspectivas y recomendaciones diversas también resulta destacada.

Para la RQ2 se identificaron problemas de usabilidad relacionados con la saturación de interfaces, así como la necesidad de métricas adecuadas para datos complejos y la presencia de sesgos en los filtros de información.

Para finalizar los problemas identificados, como la saturación de interfaces, podrían abordarse mediante nuevas formas de visualización o interacción, como el uso de un chat o el desarrollo de métricas construidas con IA lo cual nos ayuda contestar nuestra RQ3.

Estas conclusiones sugieren que la aplicación de características de IA, como el procesamiento de lenguaje natural y el análisis masivo de datos, puede mejorar significativamente la experiencia de usuario en las analíticas de negocios. Para abordar los problemas identificados, se recomienda la implementación de soluciones innovadoras, como nuevas formas de visualización de datos y la integración de algoritmos de IA para mejorar la usabilidad y la eficiencia en la toma de decisiones.

VII. CONCLUSIONES

Se puede concluir que el uso de la IA en la mejora de la experiencia en el contexto de las analíticas de negocio aún tiene margen de mejora. Muchos estudios actuales se centran en proporcionar guías de diseño como soluciones. Si bien el uso del procesamiento de lenguaje natural para conversaciones y la capacidad de leer opiniones pueden ser valiosos para desarrollar métricas y nuevas visualizaciones, existen limitaciones importantes a considerar. La falta de datos para el entrenamiento puede afectar tanto la precisión de estas herramientas como la experiencia del usuario final. Es necesario abordar estas limitaciones para maximizar el potencial de la IA en la mejora de la experiencia de usuario en las analíticas de negocio.

REFERENCES

- [1] Oracle. (s.f.). ¿Qué es la analítica de negocios? Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.oracle.com/pe/business-analytics/what-is-business-analytics>.
- [2] Microsoft. (n.d.). Transform data using AI insights in Power BI Desktop. Retrieved from <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/transform-model/desktop-ai-insights>
- [3] Tableau Software. (2023, May). Business Intelligence vs. Business Analytics: What's The Difference? Tableau. Retrieved from <https://www.tableau.com/learn/articles/business-intelligence/bi-business-analytics>
- [4] McKinsey & Company. (2022, December 6). The state of AI in 2022—and a half decade in review [Survey]. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review>
- [5] Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2019). Tailored Information Dashboards: A Systematic Mapping of the Literature. Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction. <https://doi.org/10.1145/3335595.3335628>
- [6] Amyrotos, C., Andreou, P., & Germanakos, P. (2021). Human-Centred Persona Driven Personalization in Business Data Analytics. Adjunct Proceedings of the 29th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, 175–180. <https://doi.org/10.1145/3450614.3462241>
- [7] Yildirim, N., Pushkarna, M., Goyal, N., Wattenberg, M., & Viégas, F. (2023). Investigating How Practitioners Use Human-AI Guidelines: A Case Study on the People + AI Guidebook. Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580900>
- [8] Zcan, F., Quamar, A., Sen, J., Lei, C., & Efthymiou, V. (2020). State of the Art and Open Challenges in Natural Language Interfaces to Data. Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 2629–2636. <https://doi.org/10.1145/3318464.3383128>
- [9] Wang, D., Weisz, J. D., Muller, M., Ram, P., Geyer, W., Dugan, C., Tausczik, Y., Samulowitz, H., & Gray, A. (2019). Human-AI Collaboration in Data Science: Exploring Data Scientists' Perceptions of Automated AI. Proc. ACM Hum.-Comput. Interact., 3(CSCW). <https://doi.org/10.1145/3359313>
- [10] Gotz, D., Sun, S., Cao, N., Kundu, R., & Meyer, A.-M. (2017). Adaptive Contextualization Methods for Combating Selection Bias during High-Dimensional Visualization. ACM Trans. Interact. Intell. Syst., 7(4). <https://doi.org/10.1145/3009973>
- [11] Xu, W., Dainoff, M. J., Ge, L., & Gao, Z. (2021). From Human-Computer Interaction to Human-AI Interaction: New Challenges and Opportunities for Enabling Human-Centered AI. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/3459030>
- [12] Benyon, D. (2014). Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX and Interaction Design (3rd ed.). Pearson
- [13] Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. Basic Books.
- [14] Laugwitz, B., Schrepp, M. & Held, T. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In: Holzinger, A. (Ed.): USAB 2008, LNCS 5298, pp. 63-76.
- [15] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med. 2009;6(7):e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097
- [16] See, S. L. (2015). Big data applications: Adaptive user interfaces to enhance managerial decision making. *ACM International Conference Proceeding Series, 03-05-August-2015*, 3–5. <https://doi.org/10.1145/2781562.2781574>
- [17] Schleith, J., Norkute, M., Mikhail, M., & Tsar, D. (2022). Cognitive Strategy Prompts Creativity Triggers for Human Centered AI Opportunity Detection. ACM International Conference Proceeding Series, 29–37. <https://doi.org/10.1145/3527927.3532808>
- [18] Dan, L. (2022). Construction and design of visual information platform in human-computer interaction. 2022 IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC), 152–157. <https://doi.org/10.1109/IPEC54454.2022.9777471>
- [19] Du, Y., Ma, C., Teng, D., & Dai, G. (2010). Cooperative Concept Map Based on Cognitive Model for Visual Analysis. Proceedings of the 3rd International Symposium on Visual Information Communication. <https://doi.org/10.1145/1865841.1865861>
- [20] Zhao, J., Glueck, M., Chevalier, F., Wu, Y., & Khan, A. (2016). Egocentric Analysis of Dynamic Networks with EgoLines. Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 5003–5014. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858488>

- [21] Wolf, C. T. (2019). Explainability Scenarios: Towards Scenario-Based XAI Design. *Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 252–257. <https://doi.org/10.1145/3301275.3302317>
- [22] Keck, I. R., & Ross, R. J. (2014). Exploring Customer Specific KPI Selection Strategies for an Adaptive Time Critical User Interface. *Proceedings of the 19th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 341–346. <https://doi.org/10.1145/2557500.2557536>
- [23] Piorkowski, D., Park, S., Wang, A. Y., Wang, D., Muller, M., & Portnoy, F. (2021). How AI Developers Overcome Communication Challenges in a Multidisciplinary Team: A Case Study. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 5(CSCW1). <https://doi.org/10.1145/3449205>
- [24] Almahmoud, J., DeLine, R., & Drucker, S. M. (2021). How Teams Communicate about the Quality of ML Models: A Case Study at an International Technology Company. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 5(GROUP). <https://doi.org/10.1145/3463934>
- [25] Vinogradov, A., Kurshev, E., Vlasova, N., & Podobryaev, A. (2019). Information extraction tasks in public administration domain ISIDA-T natural language processing system. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3373722.3373782>
- [26] Martins, D. M. L., Vossen, G., & De Lima Neto, F. B. (2017). Intelligent decision support for data purchase. *Proceedings - 2017 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, WI 2017*, 396–402. <https://doi.org/10.1145/3106426.3106434>
- [27] Crisan, A., Drouhard, M., Vig, J., & Rajani, N. (2022). Interactive Model Cards: A Human-Centered Approach to Model Documentation. *2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 427–439. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533108>
- [28] Hakanen, J., Radoš, S., Misitano, G., Saini, B. S., Miettinen, K., & Matković, K. (2022). Interactivized: Visual Interaction for Better Decisions With Interactive Multiobjective Optimization. *IEEE Access*, 10, 33661–33678. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3161465>
- [29] Smuc, M., Mayr, E., & Risku, H. (2010). Is Your User Hunting or Gathering Insights? Identifying Insight Drivers across Domains. *Proceedings of the 3rd BELIV'10 Workshop: BEyond Time and Errors: Novel Evaluation Methods for Information Visualization*, 49–54. <https://doi.org/10.1145/2110192.2110200>
- [30] Kernan Freire, S., Niforatos, E., Wang, C., Ruiz-Arenas, S., Foosherian, M., Wellsandt, S., & Bozzon, A. (2023). Lessons Learned from Designing and Evaluating CLAICA: A Continuously Learning AI Cognitive Assistant. *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*, 553–568. <https://doi.org/10.1145/3581641.3584042>
- [31] Xu, C., McAuley, J., & Wang, P. (2023). Mirror: A Natural Language Interface for Data Querying, Summarization, and Visualization. 49–52. <https://doi.org/10.1145/3543873.3587309>
- [32] Thovex, C., & Trichet, F. (2013). Opinion Mining and Semantic Analysis of Touristic Social Networks. *Proceedings of the 2013 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining*, 1155–1160. <https://doi.org/10.1145/2492517.2500235>
- [33] Qi, B. (2019). Research on Knowledge Management System Construction of High-Tech Enterprises Based on Big Data. *Proceedings of the 2019 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science*, 803–807. <https://doi.org/10.1145/3349341.3349516>
- [34] Rubart, J. (2016). Semantic Adaptation of Business Information Systems Using Human-Centered Business Rule Engines. *2016 IEEE Tenth International Conference on Semantic Computing (ICSC)*, 187–193. <https://doi.org/10.1109/ICSC.2016.18>
- [35] Choi, J., Oh, C., Suh, B., & Kim, N. W. (2021). Toward a Unified Framework for Visualization Design Guidelines. *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3411763.3451702>
- [36] Zhou, B., Tan, Z., Zheng, Z., Zhou, D., Savkovic, O., & Kharlamov, E. (2022). Towards A Visualisation Ontology for Reusable Visual Analytics. *ACM International Conference Proceeding Series, Section 4*, 99–103. <https://doi.org/10.1145/3579051.3579074>
- [37] Steichen, B., & Fu, B. (2019). Towards Adaptive Information Visualization - A Study of Information Visualization Aids and the Role of User Cognitive Style. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 2(November), 1–10. <https://doi.org/10.3389/frai.2019.00022>
- [38] Badawy, W., El-Helw, A., & Youssif, A. (2020). Towards Higher Customer Conversion Rate: An Interactive Chatbot Using the BEET Model. *2020 IEEE 10th International Conference on Consumer Electronics (ICCE-Berlin)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICCE-Berlin50680.2020.9352152>