

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA 6

Avances - 03

MSc. Aned Esquerria Arguelles
MSc. Alberto Martínez Noa
MSc. Oscar Alejandro Hernández López
MSc. Rogelio Corralez Diaz

Marzo 2023

1. Resumen

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la forma en que la investigación de operaciones (OR) se realiza al proporcionar un nuevo conjunto de herramientas y técnicas para optimizar procesos complejos. La investigación de operaciones es una disciplina que aplica un análisis matemático y cuantitativo para resolver problemas complejos en una variedad de industrias, como la fabricación, el transporte, la logística y la gestión de la cadena de suministro. La integración de IA en o ha permitido a las organizaciones aumentar su eficiencia, reducir los costos y mejorar los procesos de toma de decisiones.



Figura 1: Integración de la Investigación de Operaciones.

Fuente: [urlhttps://towardsdatascience.com/why-operations-research-is-awesome-an-introduction-7a0b9e62b405](https://towardsdatascience.com/why-operations-research-is-awesome-an-introduction-7a0b9e62b405)

2. Objetivo

Establecer cómo hacer más eficiente el trabajo de la investigación al aplicar los pasos del método científico empleando las nuevas herramientas de la Inteligencia Artificial (entre ellas ChatGPT y otras similares orientadas a facilitar el trabajo de los investigadores), siguiendo patrones éticos y de buen proceder como investigador.

2.1. Las 5 mejores herramientas de Inteligencia Artificial para la investigación de posgrado

- Semantic Scholar: Motor de búsqueda académica.
- Bit.ai: Organización de investigación.
- Scholarcy: Resumen de la investigación.
- Scite: Evaluación de citas.
- Trinka: Redacción de documentos de investigación.

3. Desarrollo

La última década ha visto un crecimiento considerable en el uso de la inteligencia artificial para la gestión de operaciones con el objetivo de encontrar soluciones a problemas que aumentan en complejidad y escala, en su participación en “AI and OR in management of operations: history and trends” [12], hace una revisión extensiva de 1200 artículos publicados en Sciencedirect que abarca el período de 1995 a 2004, clasificando los documentos en cuatro áreas de gestión de operaciones: (a) diseño, (b) programación, (c) planificación y control de procesos y (d) calidad, mantenimiento y diagnóstico de fallas, subclasificando las áreas en dependencia de los algoritmos de Inteligencia Artificial empleado para las soluciones y dejando un campo abierto al análisis de las tendencias de la década y las posibles soluciones futuras sugeridas.

Muchos de los campos relacionados con la Investigación de Operaciones que de cierta forma enriquecen esta área del conocimiento, cada vez desdibujan sus fronteras para irse integrando como técnicas que permiten lograr resultados interesantes y totalmente nuevos al combinarse [21], [16], [9], [22], [20], la Inteligencia Artificial ha tenido un progreso sin precedentes desde su surgimiento y adopción por la mayoría de las empresas y áreas de aplicación, las cadenas de suministro, los servicios de salud [8], [18], la agricultura, la industria financiera [7] e innumerables áreas del quehacer humano se ven atraídas por la capacidad de los métodos de Inteligencia Artificial de encontrar soluciones atractivas y nuevas a problemas complejos y de difícil solución [5], [14]

Una de las herramientas esenciales de la Inteligencia Artificial utilizada en Investigación de Operaciones es el aprendizaje automático, aprendizaje de máquina o también conocido como machine learning por su nombre en inglés. El aprendizaje de máquina es una rama de Inteligencia Artificial que implica algoritmos de capacitación para aprender de los datos y tomar predicciones o decisiones. En Investigación de Operaciones, el área de Machine Learning puede emplearse para el mantenimiento predictivo [1], el pronóstico de la demanda y la optimización de la cadena de suministro. Por ejemplo, los algoritmos Machine learning pueden analizar datos históricos para predecir fallas de equipos y mantenimiento del cronograma antes de que ocurran, minimizando el tiempo de inactividad y aumentando la eficiencia. Machine learning también puede analizar los datos del cliente para predecir los patrones de demanda y optimizar los niveles de inventario, reducir los desechos y mejorar la satisfacción del cliente.

Otra herramienta de Inteligencia Artificial utilizada en Investigación de Operaciones es el Procesamiento Natural del Lenguaje. El Procesamiento Natural del Lenguaje es una rama de Inteligencia

Artificial que implica enseñar a las computadoras a comprender e interpretar el lenguaje humano. El Procesamiento Natural del Lenguaje se puede utilizar para el análisis de sentimientos, el servicio al cliente y la detección de fraude, entre otros procesos [15]. Por ejemplo, los algoritmos de Procesamiento Natural del Lenguaje pueden analizar las revisiones y comentarios de los clientes para identificar quejas y problemas comunes. Esta información se puede utilizar para mejorar el diseño del producto, el servicio al cliente y las estrategias de marketing. los pipelines y modelos de Procesamiento Natural del Lenguaje también pueden analizar las conversaciones de servicio al cliente para identificar áreas donde los agentes pueden mejorar su rendimiento, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente.

La optimización con Inteligencia Artificial es otra herramienta utilizada en Investigación de Operaciones. La optimización implica encontrar la mejor solución a un problema dada ciertas restricciones. En Investigación de Operaciones, la optimización se puede utilizar para la planificación de la producción, la asignación de recursos y la programación [6]. Los algoritmos de optimización con Inteligencia Artificial pueden analizar grandes cantidades de datos para encontrar las mejores soluciones, considerando múltiples restricciones y objetivos simultáneamente. Estos algoritmos pueden optimizar sistemas complejos, como cadenas de suministro, redes logísticas y procesos de fabricación, lo que lleva a un ahorro significativo de costos y una mayor eficiencia.

Otras de las estrategias y herramientas de la Inteligencia Artificial con alto impacto en Investigaciones de Operaciones son las simulaciones [2]. Una simulación implica modelar sistemas complejos y predecir su comportamiento en diferentes condiciones. En Investigaciones de Operaciones, la simulación se puede utilizar para el análisis de riesgos, el diseño del sistema y la planificación de la capacidad. Los algoritmos de simulación con IA pueden simular sistemas complejos con alta precisión y velocidad, lo que permite a los analistas probar diferentes escenarios y optimizar el rendimiento del sistema. Por ejemplo, la simulación se puede usar para probar diferentes horarios de producción e identificar la configuración óptima que minimiza los costos y maximiza el rendimiento.

3.1. ChatGPT para los investigadores de Investigación de Operaciones y otras especialidades

Como modelo de lenguaje de IA, ChatGPT puede ayudar a los investigadores de operaciones de varias maneras, que incluyen:

Proporcionar un acceso rápido y fácil a la información: los investigadores de operaciones pueden tener preguntas o necesitar información sobre un tema en particular. ChatGPT puede proporcionar rápidamente información relevante de su extensa base de datos de conocimiento, ayudando a los investigadores a ahorrar tiempo y esfuerzo [13], [10]. [3], [17]

Ayuda con el análisis de datos: la investigación de operaciones a menudo implica analizar grandes cantidades de datos. ChatGPT puede ayudar a los investigadores con tareas como la limpieza de datos, el preprocesamiento y el modelado, lo que hace que el proceso sea más eficiente, [19].

Generación de información: los investigadores de operaciones pueden necesitar generar información a partir de datos complejos. ChatGPT puede ayudar con el procesamiento y la comprensión del lenguaje natural para generar ideas a partir de datos no estructurados, como comentarios de los clientes, revisiones y datos de redes sociales.

No.	Nombre de la herramienta	Beneficios	Tipo de acceso (Pagos)
1	SEO.ai	A must-have tool for analyzing semantic keywords and optimizing content for search engines	Free trial, Subscription
2	ChatGPT	A powerful language generation model for a variety of writing tasks	Free, Subscription
3	GPT-3 by OpenAI	Generates human-like text, making it a powerful tool for writers	API access through subscription
4	QuillBot	AI-powered paraphrasing tool for faster writing	Free trial, Subscription
5	Grammarly	Checks grammar, spelling, and punctuation and improves writing style	Free trial, Subscription
6	Jasper.ai	Helps write efficiently with sentence suggestions and plagiarism checking	Free trial, Subscription
7	Hemingway Editor	Improves writing clarity and conciseness	Free, Subscription
8	ProWritingAid	A grammar checker, style editor, and writing mentor	Free trial, Subscription
9	Rytr.me	AI writing helper that produces content in seconds	Free, Subscription
10	Fraser.io	Helps research, write, and optimize content for Google's first page	Subscription
11	Copy.ai	An NLP-based text machine for social media and email marketing	Free, Subscription
12	INK	Create content with over 50 templates and a smart Chrome extension.	Subscription
13	Wordtune	An AI writing assistant for websites and apps, suggesting better alternatives.	Free, Subscription
14	Writer	AI writing platform for enterprises, automates content creation and editing.	Free trial, Subscription
15	LongShot	Generates blogs and content using AI.	Free trial, Subscription
16	GetGenie	WordPress plugin that replaces 10+ apps with AI capabilities.	Subscription
17	AI-Writer	Generates articles from a headline using AI.	Free trial, Subscription

Figura 2: Herramientas de generación de contenido para papers científicos.

Proporcionar apoyo para tomar decisiones: los investigadores de operaciones pueden necesitar tomar decisiones estratégicas basadas en datos y modelos complejos. CHATGPT puede ayudar proporcionando información relevante y sugiriendo posibles cursos de acción basados en datos históricos y análisis predictivos.

Explicando modelos y resultados: los investigadores de operaciones pueden necesitar explicar sus modelos y resultados a las partes interesadas que pueden no tener antecedentes técnicos. ChatGPT puede ayudar proporcionando explicaciones en un lenguaje simple que es fácil para el público no técnico de entender.

4. Conclusiones parciales

Como parte de una apresurada conclusión, se puede comentar que la Inteligencia Artificial ha revolucionado la forma en que se proyecta, investiga y se innova en el área de Investigación de Operaciones, proporcionando un nuevo conjunto de herramientas, métodos, estrategias y técnicas para optimizar una variedad de procesos complejos.

La integración de Inteligencia Artificial en procesos de optimización e investigación de operaciones ha permitido a las organizaciones aumentar su eficiencia, reducir los costos y mejorar los procesos de toma de decisiones.

La conducción de modelos de análisis predictivo, las mejoras a los algoritmos de optimización, la automatización y eliminación de ciertos *biases* en los sistemas de soporte de decisiones, modelos inteligentes *no-human-driven* para la gestión de inventario y el servicio al cliente son solo algunos ejemplos de cómo se está utilizando AI en Investigación de Operaciones.

La Inteligencia Artificial ha traído muchas herramientas al campo de la Investigación de Operaciones, mejorando sus capacidades y proporcionando a los analistas, directivos, y tomadores de decisiones herramientas poderosas para resolver problemas complejos [11]. Estas herramientas incluyen aprendizaje automático, procesamiento del lenguaje natural, optimización y simulación, entre otras. A medida que Inteligencia Artificial continúa evolucionando, se espera que estas herramientas se vuelvan aún más poderosas, permitieran o analistas resolver problemas cada vez más complejos y optimizar los sistemas de manera que antes eran imposible.

4.1. ChatGPT y herramientas modernas de Inteligencia Artificial: una nueva era para la Investigación de Operaciones

ChatGPT puede ser una herramienta valiosa para los investigadores de operaciones al proporcionar apoyo en una variedad de áreas, desde el análisis de datos hasta la toma de decisiones y la comunicación.

También se puede emplear para redactar esquemas de trabajos de investigación o esquemas de tesis. ChatGPT puede ayudar a generar un esquema claro y bien estructurado, especialmente si sigue ajustando la estructura con su ayuda. Sin embargo, al no tener una comprensión profunda de los temas de investigación, se pueden generar encabezados inapropiados e información poco acertada o no verdadera. Es importante éticamente conocer el alcance que tienen los documentos que han sido generados por agentes y modelos de Inteligencia Artificial ante comités de revisión de documentos científicos, para evitar ser considerados como *cheaters*.^{ei} invalidado el trabajo realizado por incumplimientos [4].

5. Establece los objetivos de la investigación

Una vez que se ha identificado el problema de investigación, es crucial establecer objetivos específicos, claros y alcanzables que se desean lograr a través del estudio. Estos objetivos deben ser claramente definidos y enfocados para permitir una investigación efectiva. Al establecer objetivos específicos, se puede evitar la ambigüedad y se puede asegurar que se está trabajando hacia un objetivo medible y alcanzable. Además, establecer objetivos claros y alcanzables puede ayudar a garantizar que los recursos y el tiempo se utilicen de manera efectiva en la investigación.

En este sentido, la IA puede ser de gran ayuda al permitir la recolección y análisis de grandes cantidades de datos de manera rápida y eficiente. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático pueden identificar patrones en los datos y proporcionar recomendaciones para establecer objetivos específicos. Los sistemas de recomendación pueden analizar datos de encuestas y proporcionar sugerencias sobre las preguntas que podrían ser más efectivas para lograr los objetivos de investigación. Los chatbots también pueden ser utilizados para obtener información de los participantes de la investigación y ayudar a definir objetivos específicos de manera más precisa y rápida.

Esto ayuda a reducir los tiempos de desarrollo del diseño de una investigación y mejorar la eficiencia del proceso en general. A modo de ejemplo se tomo la investigación de un integrante del equipo y se le proporciono a Chat GPT información sobre el problema a abordar, la hipótesis, objetivo general y algunos antecedentes. En el cuadro 1 se muestra los resultados obtenidos. En este ejemplo se puede

Cuadro 1: Comparativa de objetivos propuestos por Chat GPT y los de la investigación original

Objetivos por ChatGPT	Objetivos investigación original
Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva de los métodos y técnicas existentes para resolver el problema de empaquetamiento de polígonos en contenedores de dimensiones variables.	Elaborar un modelo matemático de programación no lineal que ayude a encontrar la mejor combinación de elementos a empaquetar, maximizando el espacio ocupado.
Diseñar y desarrollar un modelo matemático de programación no lineal para el problema de empaquetamiento de polígonos convexos y no convexos en contenedores de dimensiones variables.	Realizar modificaciones en el conjunto de restricciones de no intersección en el modelo matemático de programación no lineal propuesto.
Evaluar y comparar el rendimiento del modelo propuesto con otros métodos existentes en la literatura para diferentes instancias de prueba.	Abordar con el modelo propuesto el problema de área y perímetro mínimos.
Crear una colección de instancias de prueba para validar y probar el modelo propuesto, y para su uso por parte de la comunidad científica en general.	Abordar con el modelo propuesto el problema de contenedor mínimo sin restricción de forma, solo conservando la convexidad del contenedor y un número de vértices definidos.
Analizar los resultados obtenidos y presentar conclusiones sobre la eficacia y eficiencia del modelo propuesto en la resolución del problema de empaquetamiento de polígonos en contenedores de dimensiones variables.	Realizar una basta experimentación con el fin validar la metodología propuesta.

observar bastante similitud entre los resultados obtenidos de la IA y los de la investigación original en un tiempo considerablemente menor al que le tomo al autor de la investigación elaborar estos objetivos.

6. Selecciona la metodología

La selección de la metodología es un paso crucial en el diseño de la investigación. Es importante seleccionar una metodología adecuada que se ajuste a los objetivos específicos de la investigación y permita obtener información relevante y confiable. Como en el caso anterior se le pidió a la AI Chat GPT que con toda la información proporcionada anteriormente elaborara una metodología adecuada para la investigación. Los resultados se muestran en la 2. Podemos ver puntos en común en ambas Metodología, en este caso el autor de la investigación original es un poco mas específico dede un mayor conocimiento del contexto de la investigación. pero este sesgo se puede corregir informando un poco mejor a la IA.

7. Análisis de datos

Existen muchas herramientas basadas en inteligencia artificial para el análisis de datos, si bien estas herramientas son útiles en el proceso de análisis , una de las principales dificultades radica en que son de propósito general y en su mayoría realizan análisis estadísticos generales de las variables

Cuadro 2: Comparativa de metodologías propuestos por Chat GPT y la de la investigación original

Metodología por ChatGPT	Metodología investigación original
Revisión de literatura: Revisa la literatura existente sobre el problema de empaquetamiento de polígonos en contenedores de dimensiones variables y cualquier modelo de programación no lineal previamente utilizado para resolver este problema.	La primera fase de la investigación incluye una revisión minuciosa en la literatura de los temas relacionados:
Modelado matemático: Modela el problema de empaquetamiento de polígonos en contenedores de dimensiones variables como un problema de programación no lineal. Identifica las variables y las restricciones que deben ser consideradas para resolver el problema.	- Modelos de PNL de problemas de dimensiones abiertas.
Implementación del modelo: Implementa el modelo matemático utilizando un software de optimización, como Gurobi, CPLEX u otros.	- Modelos de empaquetamiento de polígonos convexos y no convexos.
Validación y pruebas: Crea una colección de instancias representativas del problema de empaquetamiento y utiliza esas instancias para validar y probar el modelo propuesto. Analiza el tiempo de solución y la calidad de las soluciones encontradas.	- Problemas de área y perímetro mínimos
Comparación con otros métodos: Compara los resultados obtenidos con el modelo propuesto con los resultados obtenidos con otros métodos de resolución de problemas de empaquetamiento reportados en la literatura.	- Problema de contenedor mínimo sin restricción de forma.
Conclusiones y recomendaciones: Presenta tus conclusiones sobre la eficacia y eficiencia del modelo propuesto en comparación con otros métodos. Haz recomendaciones sobre cómo el modelo podría ser mejorado en el futuro.	- Instancias grandes utilizadas en la literatura.
Documentación y publicación: Documenta cuidadosamente tus hallazgos y resultados en un informe o artículo científico y considera publicarlos en una revista relevante para la comunidad científica.	Modificación del modelo matemático.
	Adaptar el modelo a los problemas área, perímetros mínimos.
	Adaptar el modelo al problema de contenedor mínimo sin restricción de forma.
	Realizar experimentación con el modelo modificado y compáralo con los encontrados en la literatura y los resultados obtenidos con el modelo sin modificar.

que componen los datos, y algunos análisis bi-variados en otros casos, pero la obtención de insights esta ligada al hombre detrás del análisis. Entre ellas podemos comentar:

- IBM Watson Analytics
- Knime
- Qlik Sense
- Zoho Analytics
- CartoDB
- Socrata
- Infogr.am
- AutoPilot App
- Pandas profiling (para usuarios de Python)

8. Comunicación de los resultados

Tanto investigar como comunicar los resultados es importante, investigación que no se visualice realmente no existe, y realizar una adecuada comunicación de los hallazgos es de vital importancia no solo en el área de investigación académica, sino también la aplicada a la industria, encontrar herramientas de inteligencia artificial en esta área no es tan fácil, pero se han desarrollado herramientas que permitan organizar la información de manera que generar un documento de presentación de resultados estructurado y entendible de manera rápida y automatizada.

Entre ellas podemos comentar:

- ChatGPT
- elink.io
- bit.ai
- Wizdom.ai
- GanttPro
- Grammarly
- Semantic Scholar
- Iris.ai
- Genei.io
- Scrivener

- Salesforce Einstein

De manera general podemos decir que la IA ayuda a automatizar y acelerar el proceso de recopilación, análisis de datos, detección de patrones y tendencias en la información recopilada para la investigación y otras tareas sin hacer que la investigación pierda su carácter científico, dejando a los investigadores el foco de tareas más importantes como: desarrollar hipótesis, interpretación de los resultados y hallazgos. La IA revoluciona la investigación en la forma de hacerla más humana cuando se procesan cantidades de datos masivas, y la detección de relaciones entre los datos que pueden ser difíciles de descubrir y detectar por los humanos.

Es importante acotar que siempre el factor humano debe estar presente en las investigaciones para evitar los posibles sesgos que traen consigo estas herramientas por las diversas fuentes de información de entrenamiento, supuestos de los creadores y otros factores que pueden incidir en las conclusiones y resultados de estas.

Podemos ver puntos en común en ambas metodologías, en este caso el autor de la investigación original es un poco más específico dado un mayor conocimiento del contexto de la investigación, pero este sesgo se puede corregir informando un poco mejor a la IA.

Referencias

- [1] AMCOS. Operation research meets machine learning: How to get the most of both worlds to achieve excellent decision support system. *2nd conference of the EURO Working Group on the Practice of Operations Research*, 2, mar 2019. List of Abstracts – Keynotes.
- [2] M. Azlan Hussain. Review of the applications of neural networks in chemical process control — simulation and online implementation. *Artificial Intelligence in Engineering*, 13(1):55–68, 1999.
- [3] A. Borji. A categorical archive of chatgpt failures, 2023.
- [4] D. Cotton, P. Cotton, and J. R. Shipway. Chatting and cheating. ensuring academic integrity in the era of chatgpt, Jan 2023.
- [5] A. K. Dogru and B. B. Keskin. Ai in operations management: applications, challenges and opportunities. *Journal of Data, Information and Management*, 2(2):67–74, Jun 2020.
- [6] J. Dornemann, N. Rückert, K. Fischer, and A. Taraz. Artificial intelligence and operations research in maritime logistics. pages 337–381, Berlin, 2020. epubli GmbH. urn:nbn:de:gbv:830-882.0115422; hdl:10419/228915; <https://econpapers.repec.org/RePEc:zbw:hielpr:30>.
- [7] M. Doumpos, C. Zopounidis, D. Gounopoulos, E. Platanakis, and W. Zhang. Operational research and artificial intelligence methods in banking. *European Journal of Operational Research*, 306(1):1–16, 2023.
- [8] S. Elkefi and S. B. Layeb. *Artificial Intelligence and Operations Research in a Middle Ground to Support Decision-Making in Healthcare Systems in Africa*, pages 51–69. Springer International Publishing, Cham, 2022.
- [9] N. M. Emmanuel Hebrard. *Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research: 17th International Conference, CPAIOR 2020, Vienna, Austria, September 21–24, 2020, Proceedings*. Lecture Notes in Computer Science 12296. Springer International Publishing;Springer, 1st ed. edition, 2020.
- [10] S. Frieder, L. Pinchetti, R.-R. Griffiths, T. Salvatori, T. Lukasiewicz, P. C. Petersen, A. Chevalier, and J. Berner. Mathematical capabilities of chatgpt, 2023.
- [11] S. Gupta, S. Modgil, S. Bhattacharyya, and I. Bose. Artificial intelligence for decision support systems in the field of operations research: review and future scope of research. *Annals of Operations Research*, 308(1):215–274, Jan 2022.
- [12] K. A. H. Kobbacy, S. Vadera, and M. H. Rasmy. Ai and or in management of operations: history and trends. *Journal of the Operational Research Society*, 58(1):10–28, Jan 2007.
- [13] T. H. Kung, M. Cheatham, A. Medenilla, C. Sillos, L. De Leon, C. Elepaño, M. Madriaga, R. Aggabao, G. Diaz-Candido, J. Maningo, and V. Tseng. Performance of chatgpt on usmle: Potential for ai-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*, 2(2):1–12, 02 2023.
- [14] A. Kusiak. Artificial intelligence and operations research in flexible manufacturing systems. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 25(1):2–12, 1987.

- [15] Y. LIN, M. RUAN, K. CAI, D. LI, Z. ZENG, F. LI, and B. YANG. Identifying and managing risks of ai-driven operations: A case study of automatic speech recognition for improving air traffic safety. *Chinese Journal of Aeronautics*, 2022.
- [16] K. S. Louis-Martin Rousseau. *Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research: 16th International Conference, CPAIOR 2019, Thessaloniki, Greece, June 4–7, 2019, Proceedings*. Lecture Notes in Computer Science 11494. Springer International Publishing, 1st ed. edition, 2019.
- [17] F. M. Megahed, Y.-J. Chen, J. A. Ferris, S. Knoth, and L. A. Jones-Farmer. How generative ai models such as chatgpt can be (mis)used in spc practice, education, and research? an exploratory study, 2023.
- [18] A. Rao, J. Kim, M. Kamineneni, M. Pang, W. Lie, and M. D. Succi. Evaluating chatgpt as an adjunct for radiologic decision-making. *medRxiv*, 2023.
- [19] F. Sanmarchi, A. Bucci, and D. Golinelli. A step-by-step researcher’s guide to the use of an ai-based transformer in epidemiology: an exploratory analysis of chatgpt using the strobe checklist for observational studies. *medRxiv*, 2023.
- [20] P. Schaus. *Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research: 19th International Conference, CPAIOR 2022 Los Angeles, CA, USA, June 20–23, 2022 Proceedings*. Lecture Notes in Computer Science, 13292. Springer, 2022.
- [21] W.-J. van Hoeve. *Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research*. Lecture Notes in Computer Science 10848. Springer International Publishing, 1st ed. edition, 2018.
- [22] C. Vuppapapati. *Artificial Intelligence and Heuristics for Enhanced Food Security*. International Series in Operations Research Management Science, 331. Springer, 2022.