

Jornadas de Automática

Evaluación de la inteligencia artificial generativa en el contexto de la automática: un análisis crítico

Barragán, A. Javier^{a,*}, Aquino, Arturo^a, Enrique, Juan M.^a, Segura, Francisca^a, Martínez, Miguel A.^a, Andújar, José M.^a

^aCentro de Investigación en Tecnología, Energía y Sostenibilidad (CITES), Universidad de Huelva, ctra. Huelva-Palos s/n, 21819, Palos de la Fra. (Huelva)

To cite this article: Barragán, A.J. et al. 2024. Evaluating generative artificial intelligence in the context of automa-tics: a critical analysis. *Jornadas de Automática*, 45. <https://doi.org/10.17979/ja-cea.2024.45.10733>

Resumen

La reciente proliferación de las inteligencias artificiales (IA), en particular las IA generativas, está impulsando una necesidad de transformación en la educación universitaria. La habilidad de las IA para generar contenido, redactar informes, resúmenes y solucionar problemas de diversa complejidad, debería inducir una revisión de muchos de los métodos de evaluación tradicionales; o al menos, un reconocimiento de la capacidad del estudiantado para emplear estas herramientas en la ejecución de sus tareas. Este artículo tiene como objetivo evaluar las competencias de las principales IA disponibles en la actualidad para llevar a cabo tareas asociadas con la ingeniería de control, tanto teóricas como prácticas. Los resultados indican que las IA actuales todavía no pueden resolver problemas de control de manera efectiva, y tienden a recurrir a soluciones estándar que no siempre son apropiadas; no obstante, muestran un rendimiento satisfactorio respecto de conocimientos teóricos generales.

Palabras clave: Automática, IA, Ingeniería de control, Inteligencia artificial, PID.

Evaluating generative artificial intelligence in the context of automatics: a critical analysis

Abstract

The recent proliferation of artificial intelligences (AIs), particularly generative AIs, is driving a need for transformation in university education. The ability of AIs to generate content, write reports, summaries and solve problems of varying complexity should prompt a review of many traditional assessment methods, or at least a recognition of students' ability to employ these tools in the execution of their tasks. This paper aims to assess the competencies of the main AIs currently available for carrying out tasks associated with control engineering, both theoretical and practical. The results indicate that current AIs are not yet able to solve control problems effectively, and tend to resort to standard solutions that are not always appropriate; however, they show satisfactory performance with respect to general theoretical knowledge.

Keywords: Automatic, AI, Artificial intelligence, Control engineering, PID.

1. Introducción

La revolución de las inteligencias artificiales (IA) está cambiando la forma en que interactuamos con la información, superando las limitaciones humanas en cuanto a la adquisición y retención de conocimientos, y minimizando los sesgos cognitivos a través del análisis exhaustivo de datos y la detección de patrones (Wang, 2022). La evolución acelerada de las

IA generativas está transformando la forma en que vivimos y trabajamos en una amplia variedad de sectores (Wang et al., 2023). El contexto educativo no es inmune a estos cambios, y la implementación de estas tecnologías está transformando, o debería hacerlo, la forma en que se enseña y se aprende en las universidades (Jiayu, 2023). Las IA generativas están transformando el panorama educativo, ofreciendo oportunidades y desafíos para la docencia (Yeralan and Lee, 2023) y

*Autor para correspondencia: antonio.barragan@diesia.uhu.es
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

la investigación (Zhang and Shi, 2021). La adopción de estas tecnologías promete cambiar la forma en que el estudiantado aprende y las instituciones educativas evolucionan (Popenici and Kerr, 2017). En particular, herramientas como las Redes Generativas Antagónicas (GANs) y modelos como GPT están siendo integradas en el aula para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ruiz-Rojas et al., 2023; Bethencourt-Aguilar et al., 2023; Walczak and Cellary, 2023). Sin embargo, debemos ser conscientes de que la implementación de las IA plantea desafíos para los enfoques docentes tradicionales, y exigirá cambios en los planes de estudio, la alfabetización digital y la ética universitaria para garantizar una educación adecuada y eficaz en este nuevo contexto (Walczak and Cellary, 2023).

Desde la perspectiva de la docencia, la inteligencia artificial (IA) generativa ofrece beneficios significativos para el aprendizaje autónomo y la autoevaluación (Rybiński and Kopuszewska, 2020; Yin, 2021). Estas herramientas pueden proporcionar experiencias educativas personalizadas y enriquecedoras, adaptando los materiales educativos a las necesidades individuales y preparando al estudiantado para las demandas del mercado laboral en constante evolución (Ruiz-Rojas et al., 2023). Además, las IA pueden ayudar a los docentes a identificar patrones de comportamiento en su estudiantado (Lopez-Carreño et al., 2022), analizar datos de aprendizaje para ofrecer retroalimentación y comentarios en tiempo real (Jiayu, 2023), o evaluar proyectos complejos de manera técnica y creativa (Divasón et al., 2023). La IA también puede apoyar la creación de métodos de enseñanza práctica, integrando el contenido de enseñanza en escenarios específicos y gestionando el proceso de enseñanza de manera inteligente (Yang et al., 2020). En campos como las titulaciones STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), estas oportunidades se ven amplificadas por su estrecha relación con la tecnología (Wang et al., 2023). Por ejemplo, las IA actuales ya han demostrado su capacidad para superar la brecha entre el profesorado y los asistentes artificiales, lo que les permite mejorar la tutoría del estudiantado de enseñanza superior y facilitar su acceso a explicaciones inmediatas y solución de dudas o problemas (Hemachandran et al., 2022).

Sin embargo, las IA generativas también plantean riesgos significativos para la evaluación objetiva de los trabajos del estudiantado, y existe una creciente inquietud sobre la posibilidad de deshonestidad académica (Yeralan and Lee, 2023). La capacidad de estas tecnologías para generar diálogos interactivos y textos significativos puede llevar a un uso indebido, lo que dificulta la distinción entre el trabajo original y el contenido generado por IA (Yeralan and Lee, 2023). Por ejemplo, algunos/as estudiantes pueden abusar de las IA, utilizándolas como sustituto del pensamiento crítico y el esfuerzo de investigación, lo que conlleva a una erosión de la integridad académica (Lund and Ting, 2023). Aunque los verificadores de plagio han mejorado su capacidad para detectar contenidos generados mediante IA, es probable que los resultados producidos por estas sean catalogados como originales (Khalil and Er, 2023). Como suele suceder, la tecnología para generar y detectar avanza simultáneamente, cada una impulsando el desarrollo de la otra, por lo que la educación en el uso responsable de las IA se vuelve más importante que la persecución de su abuso. Desde la perspectiva de los valores y la

ética, el estudiantado necesita orientación sobre cómo utilizar la IA de manera eficaz, responsable y eficiente para su propio aprendizaje, y debe aprender a adoptar un pensamiento crítico al aceptar contenidos generados, explorar combinaciones de herramientas complementarias y promover comportamientos fomentados o desaconsejados al utilizar la IA para su aprendizaje (Jiayu, 2023). Educar al estudiantado en los principios y mecanismos de funcionamiento de la IA les ayudará a comprender las limitaciones y los riesgos potenciales de sus aplicaciones. Además, existen preocupaciones sobre la privacidad de los datos, la opacidad y la explicabilidad de los algoritmos, lo que lleva a la necesidad de desarrollar conocimientos digitales y de uso ético de la IA entre el estudiantado (Yu and Guo, 2023; Stone, 2023).

Con sus ventajas y desventajas, las IA están revolucionando la forma en que vivimos y trabajamos, y se están convirtiendo en una herramienta esencial para el individuo moderno. Algunos autores incluso consideran que el acceso a la IA es un derecho fundamental en la era digital: “al igual que las habilidades tradicionales de alfabetización se han asociado con los derechos individuales, la comprensión de la IA es esencial en la era de la IA” (Yi, 2021). Incluso la UNESCO está desarrollando un marco de competencias sobre la IA para profesorado y estudiantado, cuyo borrador fue presentado en el *Digital Learning Week* en septiembre de 2023 (UNESCO, 2023). Como profesionales de la enseñanza, debemos estar al tanto de las ventajas y desventajas de las IA y ser conscientes de sus fortalezas y debilidades. Este artículo tiene como objetivo realizar un análisis inicial de las capacidades de las principales IA actuales en el ámbito de la Ingeniería de Control, tanto a nivel teórico como práctico. Para lograr esto, este trabajo se organiza en los siguientes apartados: después de esta introducción, en la sección 2 se presentará el caso de estudio, donde se describirán las IA seleccionadas para su análisis y las preguntas a realizar. Luego, en la sección 3, se mostrarán los resultados obtenidos y una discusión de los mismos. Finalmente, se presentarán algunas conclusiones y posibles trabajos futuros.

2. Caso de estudio

En primer lugar, se han seleccionado varias IA para su evaluación. Debido a la proliferación de aplicaciones y herramientas basadas en IA, no es posible evaluar todas ellas, por lo que se escogieron las más conocidas y accesibles: ChatGPT 3.5 (OpenAI, 2022), Copilot (modo más preciso) (Microsoft Corporation, 2024), Meta Llama 3 (modelo 70b-8192) (Meta Platforms, Inc., 2022), Gemini 1.0 Pro (Google AI, 2024) y, finalmente, Perplexity (Perplexity AI, 2022), por ser una IA más pensada para el entorno académico. Para evaluar las capacidades de estas IA, se ha creado una rúbrica con preguntas teóricas y prácticas, cubriendo aspectos simples y más complejos. En cualquier caso, se formularon preguntas adecuadas para un nivel de grado en ingeniería, ya que es el nivel donde se concentra la mayoría del estudiantado de esta disciplina.

Las respuestas proporcionadas por las IA se calificarán según una escala Likert de 5 valores (Likert, 1932): (1) Muy baja calidad, (2) Baja calidad, (3) Calidad media, (4) Buena calidad, (5) Alta calidad. Además, también se valorará de manera global la extensión de las respuestas y su formato (estética, utilización de ecuaciones, ejemplos, etc.).

2.1. Preguntas del bloque teórico

1. **PT1a.** Explique las diferencias fundamentales entre un sistema estático y uno dinámico.
2. **PT1b.** Dentro del ámbito de la Ingeniería de Control, explique las diferencias fundamentales entre un sistema estático y uno dinámico.
3. **PT2.** Demuestre la relación entre los polos de una función de transferencia y los autovalores de la matriz de estado de un modelo de estado del mismo sistema.
4. **PT3.** Explique cuáles son las componentes de un controlador PID, indicando para qué sirve cada una de ellas, sus ventajas y sus inconvenientes.
5. **PT4.** Bajo qué circunstancias se recomienda añadir cada una de las componentes del controlador PID.

Se han escogido 5 preguntas que cubren los aspectos fundamentales de automática básica. La primera pregunta se ha redactado de dos formas distintas (PT1a y PT1b) lo que permitirá evaluar la importancia de la redacción de las preguntas en el resultado obtenido.

2.2. Preguntas del bloque práctico

1. **PP1.** Dado el sistema $G(s) = 1/(s + 1)^2$, diseñe un controlador PID para dicho sistema.
2. **PP2.** Dado el sistema $G(s) = 1/(s + 1)^2$, diseñe un controlador P, PI, PD o PID, según sea necesario, para obtener un sistema en lazo cerrado con error de posición del 10 %.
3. **PP3.** Dado el sistema $G(s) = 1/(s(s + 1)^2)$, diseñe un controlador P, PI, PD o PID, según sea necesario, para obtener un sistema en lazo cerrado con error de posición nulo y un sobrepulso menor del 20 %.
4. **PP4.** Genere un código de MATLAB completo para simular la planta en lazo abierto y en lazo cerrado con el controlador que ha diseñado previamente.

Para las preguntas prácticas se han escogido una par de sistemas de los propuestos por Åström and Hägglund (2000), de forma que se pueda evaluar la capacidad de las IA para escoger el controlador adecuado y realizar el diseño con distintos requisitos.

Nota aclaratoria. En algunas situaciones las IA se quedan bloqueadas o paran de responder. Esto suele suceder porque han sobrepasado el tiempo de respuesta que tienen prefijado. En esos casos simplemente se les pidió continuar y de esta forma se les permitió terminar la explicación interrumpida.

3. Resultados y discusión

Es importante destacar que las respuestas de las IA generativas no son siempre consistentes, incluso cuando el comando (*prompt*) es idéntico. La forma en que funcionan internamente y las continuas actualizaciones de su base de conocimiento provocan variaciones en las respuestas, lo que hace imposible realizar un análisis exhaustivo de su “conocimiento” real. Es importante tener en cuenta este hecho si se desea replicar los resultados, ya que pueden diferir de los presentados aquí. Además, es importante reconocer que la evaluación es subjetiva, por lo que es posible que una evaluación realizada por otra persona no coincida con la presentada a continuación.

3.1. Bloque teórico

Los resultados obtenidos por las 5 IA analizadas en la rúbrica de las preguntas teóricas se muestran en la Tabla 1 junto con la media obtenida por cada una de ellas en este bloque teórico.

Tabla 1: Resultados teóricos.

	PT1a	PT1b	PT2	PT3	PT4	Media
ChatGPT 3.5	5	5	4	5	5	4,8
Copilot	5	4	3	4	5	4,2
Llama 3	5	3	4	4	4	4
Gemini	4	4	3	2	5	3,6
Perplexity	2	1	3	4	4	2,8

En general, y salvo algunos errores y omisiones no muy importantes, la mayoría de las IA dan unas respuestas adecuadas a las preguntas teóricas planteadas, sin entrar en gran detalle ni profundizar en la materia. Evidentemente, si se plantearan las preguntas de otra forma o se solicitasen más detalles de algún aspecto concreto, se entiende que las respuestas serían más adecuadas en este sentido. El mayor de los errores podría considerarse que lo ha cometido Gemini en la respuesta a la pregunta PT3, al indicar que la acción integral reduce la oscilación del sistema. Perplexity ha tenido un desempeño general sorprendentemente mediocre, ya que el echo de que se promocionen como una IA más específica para investigación daba a entender que debería haber tenido mejores resultados.

Todas las IA suelen comenzar las respuestas con una introducción o contextualización (lo que puede ser muy de agradecer en el caso de ser utilizada por un/a estudiante), para continuar con la respuesta y, al finalizar, suelen realizar un breve resumen.

Analizando las respuestas a las preguntas PT1a y PT1b se observa que es muy importante realizar las preguntas con el suficiente detalle, ya que de lo contrario las respuestas pueden ser muy genéricas. Perplexity es la única IA que dio exactamente la misma respuesta a las preguntas PT1a y PT1b, por lo que no fue capaz de contextualizar su respuesta según la petición de la pregunta. En el resto de respuestas tampoco destacó por su calidad.

Respecto de la pregunta PT2, solo Llama3 hizo la demostración matemática, aunque innecesariamente compleja y con algunos errores. ChatGPT hizo una demostración conceptual, correcta pero no formal, mientras que Llama3, Copilot, Gemini y Perplexity se limitaron a explicar el concepto y su importancia sin realizar la demostración solicitada. Finalmente, las respuestas a la pregunta PT3 fueron correctas, salvo el error ya comentado de Gemini, aunque poco completas. ChatGPT sí que dio una respuesta más completa que el resto en esta pregunta. Las respuestas a PT4 fueron de forma general correctas, más completas y detalladas en algunas IA que en otras, pero todas aceptables.

3.2. Bloque práctico

Los resultados obtenidos por las 5 IA analizadas en la rúbrica de las preguntas prácticas se muestran en la Tabla 2 junto con la media obtenida por cada una de ellas en este bloque práctico.

Tabla 2: Resultados prácticos

	PP1	PP2	PP3	PP4	Media
ChatGPT 3.5	3	2	1	1	1,75
Copilot	3	1	1	5	2,5
Llama 3	4	3	1	5	3,25
Gemini	5	2	2	1	2,5
Perplexity	1	1	1	5	2

Al observar los resultados obtenidos frente a los problemas prácticos PP1-PP3, se puede observar que estos son bastante peores que los obtenidos en las preguntas teóricas. Salvo alguna excepción en los problemas más simples (Gemini y Llama 3 en PP1), las IA son incapaces de realizar un diseño de un controlador correctamente. Se puede observar que tienden a emplear el método de Ziegler-Nichols de forma mecánica; al igual que añaden un integrador cuando se solicita error de seguimiento nulo, independientemente de si la planta ya lo posee o no. Por lo tanto, aunque a veces han podido acertar, seguramente de casualidad por la sencillez del problema planteado, en ningún caso se debería considerar el uso de las IA para diseñar controladores dadas sus frecuentes errores de planteamiento y diseño.

Respecto a la generación de código (problema PP4) sí que se observa unas respuestas más adecuadas en Copilot, Llama3 y Perplexity, no así en Gemini, que entregó un código completamente erróneo. Por su parte, ChatGPT generó un código que podría ser útil y ayudar a personas con problemas para programar, pero contenía errores a la hora de definir la planta del sistema. Hay que tener en cuenta que no se solicitó un código específico para realizar un simulación con datos dados, si no que se solicitó un código para realizar una simulación de un diseño previamente realizado por la propia IA. Por lo tanto, esta concatenación de solicitudes, la segunda depende de la primera, puede dificultar que las IA generen el código adecuado.

3.3. Formato

Finalmente, los resultados sobre el formato y la claridad en la presentación de los resultados se muestran en la tabla 3

Tabla 3: Resultados formato.

	ChatGPT 3.5	Copilot	Llama 3	Gemini	Perplexity
Formato	5	4	4	5	3

ChatGPT destaca por presentar respuestas bien estructuradas, con listas, negritas y tabulaciones que facilitan la lectura y comprensión. Además, tiene la capacidad de representar ecuaciones de manera gráfica, lo que es especialmente útil en nuestro campo de estudio. Sin embargo, si no se solicita explícitamente, no acompaña sus respuestas con ejemplos ilustrativos.

Por su parte, Copilot también utiliza un formato de texto agradable, pero carece de la capacidad de representar ecuaciones gráficas. Aunque ocasionalmente incluye algunos ejemplos, estos suelen ser simples y poco clarificadores.

Llama3, al igual que Copilot, presenta un formato de texto bien estructurado, pero también carece de la capacidad de representar ecuaciones gráficas. Curiosamente, a pesar de ser la única que realizó la demostración matemática de la pregunta PT2, utiliza texto plano y símbolos ASCII para representar las ecuaciones, lo que reduce la legibilidad de los resultados.

Las respuestas de Gemini tienen un formato muy cuidado, tanto en el texto como con el uso de listas y tablas para comparar características, aunque no es capaz de representar ecuaciones de forma gráfica. Utiliza ejemplos claros y útiles, y realiza resúmenes interesantes. Además, una característica única respecto al resto de IA analizadas en este documento, es que presenta referencias (normalmente páginas web) donde consultar más información o aclarar las respuestas; lo que puede ser muy útil en un contexto académico. Como problemas respecto del formato y la claridad de los resultados, debe destacarse que a veces presenta URL erróneas que la propia IA elimina, pero incomprensiblemente manteniendo el mensaje [*se quitó una URL no válida*], que no aporta nada.

Finalmente, Perplexity tiene la ventaja de presentar referencias importantes relacionadas con las respuestas, aunque en lo referente al formato de las mismas no destaca en ningún aspecto respecto al resto. No formatea el texto, ni representa ecuaciones. Además, a veces cuando responde código este no puede copiarse/pegarse correctamente, posiblemente por problemas de codificación, lo que puede provocar errores en los resultados si no se está atento.

4. Conclusiones y trabajos futuros

Este estudio ha demostrado que las IA actuales tienen el potencial de ser una herramienta valiosa para el estudiantado de ingeniería de control, especialmente en el ámbito teórico. Sin embargo, es fundamental que se mantenga una actitud crítica y se verifiquen los resultados, ya que pueden contener errores o imprecisiones. Es importante recordar que las IA no son infalibles y que su precisión depende de la calidad de los datos y algoritmos utilizados, así como de la claridad de las preguntas realizadas.

Las IA son una herramienta relativamente reciente, pero con un potencial muy importante. Su auge no es casual, y es que se están convirtiendo en unas herramientas de ayuda en todos los ámbitos. Es de esperar que los resultados de las IA vayan mejorando notablemente en los próximos años, ya que su popularidad no deja de crecer y son un nicho de negocio e inversión en la actualidad. En cualquier caso, si su popularidad y utilidad siguen en aumento, no tardarán en nacer IA específicas para materias más complejas, como matemáticas avanzadas o la propia ingeniería de control, lo que podría provocar una revolución en nuestro ámbito y en la forma de plantear nuestras asignaturas. Por último, este trabajo pretende ser extendido, tanto en lo referente a los cuestionarios teóricos y prácticos, como al análisis de los resultados generados por las diferentes IA, los cuales no han sido mostrados explícitamente debido a las restricciones en la extensión del artículo.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto *H2Integración&Control. Integración y Control de una planta piloto basada en hidrógeno para suministro energético en aplicaciones residenciales* (PID2020-116616RB-C3), Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Agencia Estatal de Investigación.

Referencias

- Bethencourt-Aguilar, A., Castellanos-Nieves, D., Sosa-Alonso, J. J., Area-Moreira, M., 2023. Use of generative adversarial networks (GANs) in educational technology research. *Journal of New Approaches in Educational Research*.
DOI: 10.7821/naer.2023.1.1231
- Divasón, J., de Pison, F. J. M., Romero, A., de Cabezón, E. S., 2023. Artificial intelligence models for assessing the evaluation process of complex student projects. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 16, 694–707.
DOI: 10.1109/TLT.2023.3246589
- Google AI, 2024. Gemini.
URL: <https://llama.meta.com>
- Hemachandran, K., Verma, P., Pareek, P., Arora, N., Kumar, K. V. R., Ahanger, T., Pise, A., Ratna, R., 2022. Artificial intelligence: A universal virtual tool to augment tutoring in higher education. *Computational Intelligence and Neuroscience* 2022.
DOI: 10.1155/2022/1410448
- Jiayu, Y., 2023. Challenges and opportunities of generative artificial intelligence in higher education student educational management. *Advances in Educational Technology and Psychology* 7 (9).
DOI: 10.23977/aetp.2023.070914
- Khalil, M., Er, E., 2023. Will chatgpt get you caught? Rethinking of plagiarism detection. In: Zaphiris, P., Ioannou, A. (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies*. Springer Nature Switzerland, Cham, pp. 475–487.
- Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 1–55.
- Lopez-Carreño, J., Calvo-Lavado, C., Azpilcueta-Vasquez, M., Zárate-Pérez, E., 2022. Artificial-intelligence-based school assistant for detecting the behavior of university students. 2022 IEEE 2nd International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER), 1–4.
DOI: 10.1109/ICALTER57193.2022.9964801
- Lund, B., Ting, W., 2023. Chatting about ChatGPT: How may AI and GPT impact academia and libraries? *SSRN Electronic Journal*.
DOI: 10.2139/ssrn.4333415
- Meta Platforms, Inc., 2022. Llama 3.
URL: <https://llama.meta.com>
- Microsoft Corporation, 2024. Copilot Pro.
URL: <https://copilot.microsoft.com>
- OpenAI, 2022. ChatGPT 3.5.
URL: <https://chat.openai.com>
- Perplexity AI, 2022. Llama 3.
URL: www.perplexity.ai
- Popenici, S. A. D., Kerr, S., 2017. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 12.
DOI: 10.1186/s41039-017-0062-8
- Ruiz-Rojas, L. I., Acosta-Vargas, P., De-Moreta-Llovet, J., González-Rodríguez, M., 2023. Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. *Sustainability*.
DOI: 10.3390/su151511524
- Rybiński, K., Kopciuszewska, E., 2020. Will artificial intelligence revolutionise the student evaluation of teaching? A big data study of 1.6 million student reviews. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 46, 1127–1139.
DOI: 10.1080/02602938.2020.1844866
- Stone, C., 2023. Artificial intelligence in social work practice education. the potential use of generative ai for learning. *The Journal of Practice Teaching and Learning*.
DOI: 10.1921/jpts.v20i3.2192
- UNESCO, 2023. Guidance for generative AI in education and research.
URL: <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- Walczak, K., Cellary, W., 2023. Challenges for higher education in the era of widespread access to generative AI. *Economics and Business Review* 9, 71–100.
DOI: 10.18559/ebv.2023.2.743
- Wang, J., Tan, Z., Zhou, F., Hu, Z., Fu, B., Wang, Y., 2023. Evaluation of the influence of artificial intelligence on college students' learning based on group decision-making method. *Journal of Artificial Intelligence Practice*.
DOI: 10.23977/jaip.2023.060805
- Wang, S., 2022. The day the AGI was born.
URL: <https://www.latent.space/p/everything-we-know-about-chatgpt>
- Yang, C., Huan, S., Yang, Y., 2020. A practical teaching mode for colleges supported by artificial intelligence. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.* 15, 195–206.
DOI: 10.3991/ijet.v15i17.16737
- Yeralan, S., Lee, L. A., 2023. Generative AI: Challenges to higher education. *Sustainable Engineering and Innovation*.
DOI: 10.37868/sei.v5i2.id196
- Yi, Y., 2021. Uspostavljanje koncepta UI pismenosti: Focusing on competence and purpose. *J. JAH* 12 (2), 353–368.
DOI: 10.21860/j.12.2.8
- Yin, Y., 2021. Research on ideological and political evaluation model of university students based on data mining artificial intelligence technology. *J. Intell. Fuzzy Syst.* 40, 3689–3698.
DOI: 10.3233/jifs-189403
- Yu, H., Guo, Y., Jun, 2023. Generative artificial intelligence empowers educational reform: current status, issues, and prospects. *Frontiers in Education* 8.
DOI: 10.3389/educ.2023.1183162
- Zhang, E., Shi, W., 2021. The construction of university teachers' scientific research performance evaluation system under artificial intelligence. 2021 World Automation Congress (WAC), 287–290.
DOI: 10.23919/WAC50355.2021.9559607
- Åström, K., Häggglund, T., Apr. 2000. Benchmark systems for pid control. *IFAC Proceedings Volumes* 33 (4), 165–166.
DOI: 10.1016/s1474-6670(17)38238-1