Computación Evolutiva para el Diseño y Mejora de Sistemas Inteligentes de Propósito General: Estudio y Perspectivas

Daniel Molina, Javier Poyatos
Dpto de Ciencias de la Computación e IA
Universidad de Granada
18071, Granada, España
dmolina@decsai.ugr.es

Javier Del Ser
TECNALIA, Basque Research
& Technology Alliance (BRTA)
48160 Derio, España
Univ. del País Vasco, 48940 Leioa, España

Salvador García
Dpto de Ciencias de la Computación e IA
Universidad de Granada
18071, Granada, España

Hisao Ishibuchi
Dept. Computer Science and Engineering
Southern University of Science and Technology
Shenzhen, China

Isaac Triguero
Dpto de Ciencias de la Computación e IA
Universidad de Granada
18071, Granada, España

Bing Xue
Victoria University of Wellington
School of Engineering and Computer Science
Wellington, Nueva Zelanda

Xing Yao
CERCIA, School of Computer Science
University of Birmingham
B15 2SQ Birmingham, U.K

Francisco Herrera
Dpto de Ciencias de la Computación e IA
Universidad de Granada
18071, Granada, España

Abstract

Este es un *keywork* del trabajo *D. Molina et al. «Evolutionary Computation for the Design and Enrichment of General-Purpose Artificial Intelligence Systems: Survey and Prospects», IEEE Transactions on Evolutionary Computation, pp. 1-1, 2025, doi: 10.1109/TEVC.2025.3530096.*

En Inteligencia Artificial existe una demanda creciente de modelos adaptativos capaces de abordar un espectro diverso de tareas de aprendizaje, superando las limitaciones de los sistemas concebidos para hacer frente a una única tarea. La reciente aparición de los Sistemas de Inteligencia Artificial de Propósito General (GPAIS a partir de sus siglas en inglés) plantea retos de configuración y adaptabilidad de modelos a mayor escala de complejidad que los modelos tradicionales de Aprendizaje Automático. La Computación Evolutiva ha sido una herramienta útil tanto para diseñar como para optimizar modelos de Aprendizaje Automático, por lo que su aplicación a GPAIS es una elección natural. En este trabajo de posición, analizamos el importante papel que la Computación Evolutiva puede jugar en el diseño de GPAIS. Revisamos varios casos de estudio y presentamos diferentes estrategias con este fin, discutiendo sobre áreas tangenciales, contribuciones recientes, identificando nichos de investigación y esbozando posibles direcciones de investigación. Este campo emergente promete revolucionar la Inteligencia Artificial, desplegando un nuevo y apasionante panorama de nuevas aplicaciones que aprovechan la sinergia entre Computación Evolutiva y GPAIS.

XVI XVI Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (maeb 2025).

1 Introducción

Este es un *keywork* del reciente trabajo [Molina et al., 2025], del que vamos a hacer un pequeño resumen en estas trés páginas, para más información no dude en consultar el trabajo original anteriormente mencionado.

El Aprendizaje Automático (Machine Learning, ML) es un subcampo de la Inteligencia Artificial (IA) que se centra en el desarrollo de modelos capaces de aprender patrones a partir de datos. La mejor de estos modelos mediante computación evolutiva ha sido un área destacada de investigación, arrojando resultados significativos [Song et al., 2019] al adaptar su diseño estructural y/o hiper-parámetros en función de diversos objetivos, como el rendimiento, la complejidad o la robustez, entre otros.

Recientemente, los avances en varias áreas de investigación de ML como Deep Learning (DL) [Goodfellow et al., 2016] y Large Language Models [Hirschberg and Manning, 2015] – con chatbots de rendimiento sin precedentes como ChatGPT – indican un cambio notable hacia sistemas de IA más generalizados. La idea clave de los sistemas de Inteligencia Artificial de propósito general (GPAIS a partir de sus siglas en inglés) es su capacidad única para abordar nuevos problemas, potencialmente diversos, para las que no fueron diseñados originalmente. Esta capacidad se ha puesto de relieve en las definiciones recientes de GPAIS [Triguero et al., 2024]. Como resultado, los GPAIS han ganado importancia en el último año debido a su flexibilidad y adaptabilidad en una amplia gama de aplicaciones. Dado que la Computación Evolutiva, CE, se ha aplicado exitosamente para mejorar modelos de ML [Al-Sahaf et al., 2019], consideramos de gran interés estudiar y análizar cómo la CE puede ser utilizada para mejorar modelos GPAIS, produciéndose una retroalimentación fructífera entre ambos sistemas.

Este trabajo posee la siguiente estructura, mucho más reducida que el artículo original. Por un lado, en la Sección 2 describimos en qué áreas de GPAIS se pueden beneficiar de la CE. En la Sección 3, se relacionan las áreas de investigación de CE que más podrían aportar al desarrollo de sistemas GPAIS. Finalmente, en la Sección 4, se resumen las principales conclusiones del trabajo.

2 Sistemas de IA mejorados por CE

Los modelos de GPAIS se pueden dividir en dos grupos [Triguero et al., 2024]. Los *GPAIS de Mundo cerrado*, que asume que se dispone de suficiente datos para entrenar cada tarea sobre la que se aplicará. Los *GPAIS de Mundo abierto*, por contra, reconocen que nuevas tareas pueden surgir, y el número de datos de éstas puede estar muy limitado para entrenar el modelo de forma suficiente.

El enfoque de *GPAIS de mundo abierto* es el más desafiante, ya que se hace necesario un diseño específico para adaptarse a nuevas tareas aprovechando el conocimiento de tareas previas. Para ello, la capacidad de diversidad en las soluciones y en los objetivos ofrecer la CE para optimizar modelos complejos pueden ser especialmente interesante. Por ejemplo, una mayor variedad de modelos permitiría poseer modelos capaces de afrontar mejor nuevos problemas. En el trabajo se realiza una revisión de las áreas en las que los la CE puede servir para mejorar los sistemas GPAIS, tanto en diseño, como en mejora, con estudios bibliográficos que no podemos incluir por espacio. En la figura 1 se resumen dichas ámbitos de aplicación de CE para mejora de GPAIS.

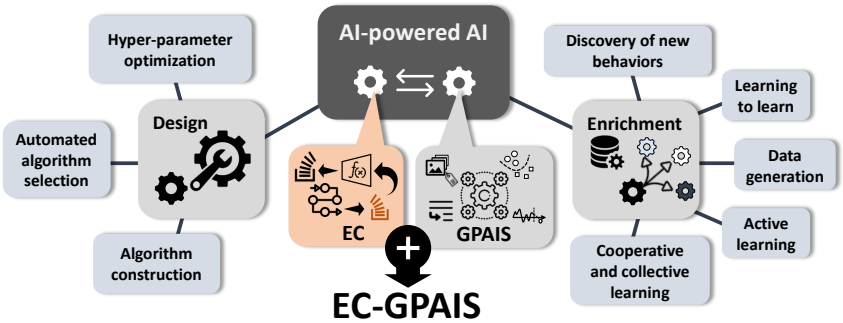

Figure 1: Taxonomía de áreas en las que la CE puede mejorar modelos de IA en el contexto de GPAIS.

3 Áreas de investigación de CE y necesidades de los sistemas GPAIS

El trabajo también describe áreas de investigación de la CE que mejoran los sistemas GPAIS, con múltiples referencias bibliográficas, que se puede ver de forma resumida en la figura 2. Este es uno de las motivaciones del trabajo, darle a los investigadores en el área de CE una visión más global que permita mostrar cómo son trabajos complementarios que pueden mejorar servir para ayudar a construir modelos GPAIS cada vez mejores.

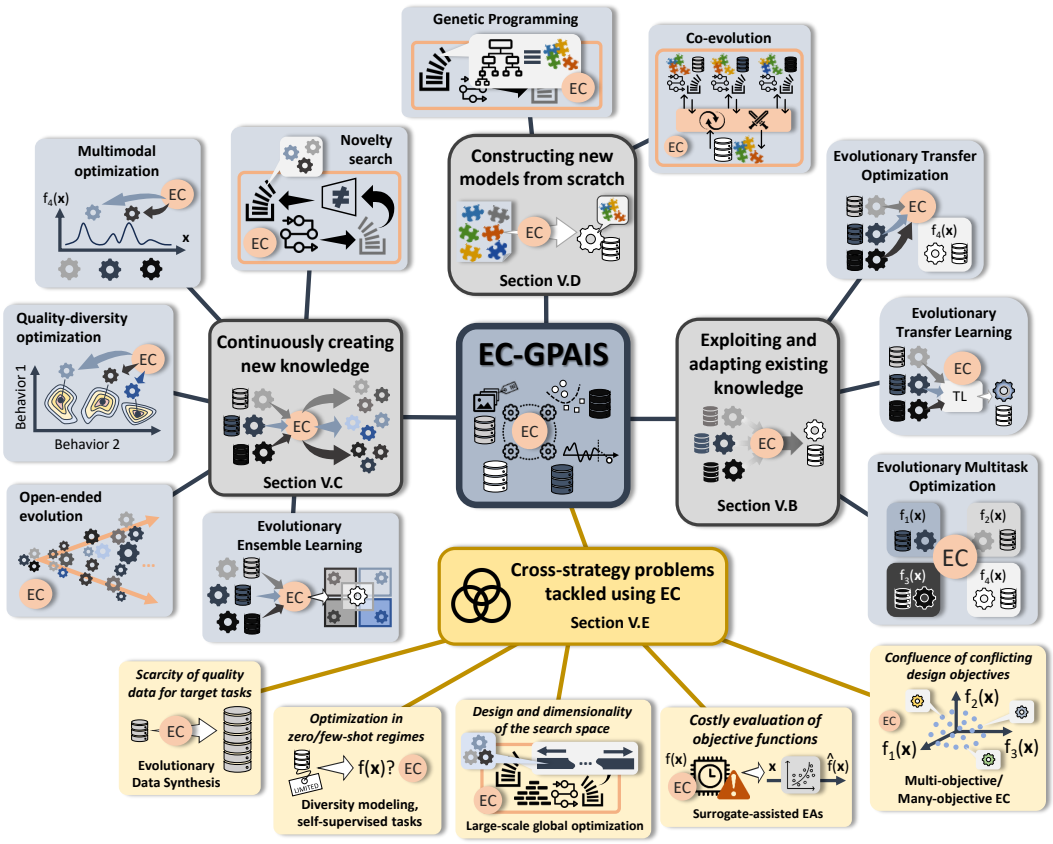

Figure 2: Resumen de las distintas estrategias para el diseño y mejora de GPAIS, relacionándolas con líneas de investigación de CE. Las secciones referenciadas en el texto de la figura se corresponden con las del artículo original publicado.

4 Conclusiones

Este trabajo destaca el papel relevante que la computación evolutiva puede jugar para mejorar sistemas de IA, específicamente GPAIS, y propone una taxonomía de IA mejorados por IA. Se ha discutido tanto la aportación en esquemas de *mundo abierto* y *mundo cerrado*, resaltando que su aportación puede ser especialmente importantes en sistemas de *mundo abierto* del GPAIS, ya que la diversidad que pueden introducir en los diseños y en los datos de entrada pueden mejorar significativamente la robustez de los modelos ante nuevos problemas.

Desde la perspectiva de modelos GPAIS, la aplicación de CE en su diseño y mejora puede ofrecer muchas ventajas, en particular en la confianza de estos sistemas al poder considerar objetivos de optimización relacionados con la fiabilidad de los GPAIS, como la transparencia, la equidad, y la sostenibilidad medioambiental. Adicionalmente, se ha observado que actualmente en la CE se están realizando una serie de líneas de investigación, que como se observa en la figura 2, pueden ser de gran utilidad para un mayor avance de modelos GPAIS.

Como conclusión, planteamos que la investigación activa de la colaboración entre sistemas CE y GPAIS, GPAIS evolutivos, presenta un gran potencial en transformar el ML evolutivo, creando IA

más generales y adaptables. La flexibilidad y adaptabilidad de la EC son capaces de complementan las necesidades de GPAIS, incluyendo multimodalidad de tareas, su variabilidad a lo largo de tiempo y alta dimensionalidad del diseño y construcción de GPAIS. La hibridación de estos algoritmos con GPAIS promete un futuro brillante en IA, representando la vanguardia de investigaciones en futuros años, con el objetivo final de desarrollar sistemas capaces de analizar, aprender y realizar diversas tareas por sí mismos.

Agradecimientos

Este trabajo cuenta con el apoyo de los Proyectos de Generación de Conocimiento PID2023-149128NB-I00 y PID2023-150070NB-I00, financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España. J. Del Ser agradece el apoyo financiero del Gobierno Vasco a través del grupo de investigación consolidado MATHMODE (ref. IT-1456-22).

References

H. Al-Sahaf et al. A survey on evolutionary machine learning. *Journal of the Real Society of New Zealand*, 49(2):205–228, May 2019.

I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville. *Deep learning*. MIT press, 2016.

J. Hirschberg and C. D. Manning. Advances in natural language processing. *Science*, 349(6245): 261–266, July 2015.

D. Molina, J. Poyatos, J. D. Ser, S. García, H. Ishibuchi, I. Triguero, B. Xue, X. Yao, and F. Herrera. Evolutionary Computation for the Design and Enrichment of General-Purpose Artificial Intelligence Systems: Survey and Prospects. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, pages 1–1, 2025. ISSN 1941-0026. doi: 10.1109/TEVC.2025.3530096.

H. Song, I. Triguero, and E. Özcan. A review on the self and dual interactions between machine learning and optimisation. *Progress in Artificial Intelligence*, 8(2):143–165, Apr. 2019.

I. Triguero et al. General Purpose Artificial Intelligence Systems (GPAIS): Properties, definition, taxonomy, societal implications and responsible governance. *Information Fusion*, 103:102135, Mar. 2024.