

Últimos avances de la IA en cuánto a chips analógicos.

Diana Córdova, Ana Navas, Patricia Lema, Sebastián Ruiz

El uso de chips analógicos permite el ahorro de energía y el almacenamiento de datos dentro del mismo espacio de memoria, contrario a los chips digitales tradicionales. Sin embargo, su desarrollo enfrenta desafíos debido a las variaciones físicas y las limitaciones de control exacto, es decir, no pueden controlar perfectamente los valores que queremos procesar y además trabajan con una serie de pequeñas variaciones que pueden alterar los resultados. A diferencia de los chips digitales, que operan con datos binarios (unos y ceros), los chips analógicos trabajan con señales continuas, lo que permite representar información de forma más eficiente para ciertas tareas. El objetivo principal de la tecnología analógica son las redes neuronales para el manejo por ejemplo de imágenes en donde el 95% de exactitud es suficiente para dar un resultado confiable, como por ejemplo identificar si una imagen de un perro es un perro (Peña Juan de Dios 2024). El objetivo de este ensayo es discutir brevemente los últimos debates científicos y trabajos de investigación respecto al desarrollo de los chips analógicos, para así comprender los desafíos del campo y cómo los avances de la IA están planteando soluciones para resolverlos.

Uno de los avances más destacados está en el trabajo de la empresa Mythic. La empresa obtuvo el diseño e integración exitosa del procesador Mythic AMP M1076 que combina cómputo en memoria no volátil con procesamiento analógico para redes neuronales. Algunos de los elementos que explican el éxito de este acercamiento al problema son: no tuvo que utilizar la necesidad de memoria externa y redujo el consumo de energía, logró realizar multiplicaciones de matrices dentro de la memoria flash y en general, evitó la dependencia de la nube y de chips costosos (Codasip 2022). Además, la empresa ha logrado el uso de estos chips analógicos para redes neuronales en cámaras de seguridad, sistemas autónomos, etc, usando una mínima cantidad de energía.

El desarrollo de tecnología analógica enfrenta algunas dificultades, una de ellas es optimizar el diseño de circuitos neuronales analógicos, particularmente de los chips neuromemristivos (Krestinskaya, Salama, and James 2020) y memristivos (Ambrogio et al. 2023). Los sistemas neuromemristivos son útiles para los chips analógicos porque permiten superar el cuello de botella de Von Neumann que dice que la transferencia de datos entre memoria y CPU limita la velocidad y aumenta el consumo de energía. Tienen un consumo de energía más bajo, densidad de alta integración y la habilidad de simular plasticidad sináptica (Chen et al. 2023). No obstante, el desarrollo de chips neuromemristivos en sí tiene alta complejidad. El trabajo de Krestinskaya, Salama y James (2020) propone que el uso de una búsqueda genética acelera el diseño de redes neuromemristivas que resisten los fallos de hardware y encuentra compromisos óptimos entre precisión, consumo de energía y área.

En cuanto a los memristores, su importancia radica en que permiten crear chips analógicos neuromórficos que imitan al cerebro, combinando memoria y capacidad de procesamiento (Ambrogio et al. 2023). El desafío es poder garantizar su estabilidad. El trabajo de Ambrogio y colegas (2023) encontró que mejorando el diseño estructural con el uso de nanorods o nanovarillas mejora la migración de iones y reduce la inestabilidad. Es decir, la mejora de materiales y estructura física mejora la confiabilidad de su uso en aplicaciones de computación neuromórfica.

En conclusión, el progreso del uso de chips analógicos para la inteligencia artificial no solo representa una mejora tecnológica, sino una ganancia para la naturaleza y un cambio de pensamiento total. Podemos ver que estos avances van desde el desarrollo de la empresa privada para su uso hasta el trabajo científico de mejora de sus bases tecnológicas y de hardware. A medida que la tecnología crece, podríamos estar frente a una IA más integrada, eficiente y parecida a la inteligencia humana.

Referencias:

Ambrogio, S., P. Narayanan, A. Okazaki, A. Fasoli, C. Mackin, K. Hosokawa, A. Nomura, et al. 2023. "An Analog-AI Chip for Energy-Efficient Speech Recognition and Transcription." *Nature* 620 (7975): 768–75.
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06337-5>.

- Chen, Wenbin, Lekai Song, Shengbo Wang, Zhiyuan Zhang, Guanyu Wang, Guohua Hu, and Shuo Gao. 2023. "Essential Characteristics of Memristors for Neuromorphic Computing." *Advanced Electronic Materials* 9 (2): 2200833. <https://doi.org/10.1002/aelm.202200833>.
- Codasip. 2022. "Codasip_case-study_Mythic." 2022. https://codasip.com/wp-content/uploads/2021/03/Codasip_case-study_Mythic.pdf.
- Krestinskaya, Olga, Khaled N. Salama, and Alex P. James. 2020. "Automating Analogue AI Chip Design with Genetic Search." *Advanced Intelligent Systems* 2 (8): 2000075. <https://doi.org/10.1002/aisy.202000075>.
- Peña Juan de Dios. 2024. "El Potencial de los Chips Analógicos en la Era de la Competencia Digital-Analógica." Juande's Tech Blog. June 26, 2024. <https://juande.tech/el-potencial-de-los-chips-analogicos-en-la-era-de-la-competencia-digital-analogica/>.