

	VIETTEL AI RACE	TD090
	Máy Tính Neuromorphic – Kiến Trúc Lấy Cảm Hứng Từ Não Người Cho Trí Tuệ Nhân Tạo Thế Hệ Tiếp Theo	Lần ban hành: 1

“Cách tốt nhất để dự đoán tương lai là tạo ra nó.” – Peter Drucker, nhà tư vấn quản lý và tác giả nổi tiếng.

Chúng ta đang chứng kiến một sự thay đổi lớn trong lĩnh vực điện toán, hướng tới một phương pháp mới sao chép cách thức hoạt động của bộ não chúng ta. Lĩnh vực này, tính toán neuromorphic, có thể thay đổi cách chúng ta giải quyết các vấn đề phức tạp và sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI).

Nó được lấy cảm hứng từ cấu trúc của bộ não và cách nó hoạt động. **Điện toán hình thần kinh** muốn tạo ra các mạch và hệ thống điện tử tốt hơn trong những việc như nhìn, đưa ra quyết định và học tập. Bằng cách sử dụng cách xử lý thông tin hiệu quả của bộ não, chúng ta có thể làm cho máy tính sử dụng ít năng lượng hơn và hoạt động tốt hơn trong nhiều nhiệm vụ.

1. Giới thiệu

Trong khi máy tính truyền thống dựa trên kiến trúc Von Neumann (phân tách bộ xử lý và bộ nhớ), bộ não con người xử lý thông tin một cách song song, phân tán và cực kỳ tiết kiệm năng lượng. Máy tính neuromorphic được thiết kế để bắt chước cơ chế này, tạo ra các chip mô phỏng neuron và synapse sinh học, mở đường cho trí tuệ nhân tạo (AI) có khả năng học, suy nghĩ và thích nghi giống như não người nhưng tiêu thụ năng lượng chỉ bằng một phần nhỏ của siêu máy tính hiện đại.

2. Điện toán mô phỏng thần kinh là gì?

Điện toán mô phỏng thần kinh là một lĩnh vực kết hợp sinh học, vật lý, toán học, khoa học máy tính và kỹ thuật. Nó nhằm mục đích tạo ra các hệ thống thần kinh nhân tạo hoạt động giống như bộ não con người. Kỹ thuật cấu trúc thần kinh xem xét cấu trúc và chức năng của não có thể giúp tạo ra các hệ thống máy tính tốt hơn như thế nào.

3. Định nghĩa và nguồn cảm hứng từ bộ não con người

Bộ não con người cực kỳ phức tạp, với hàng tỷ tế bào thần kinh và hàng nghìn tỷ kết nối. *Điện toán hình thần kinh* cố gắng bắt chước cách xử lý thông tin của não. Nó tập trung vào cách các tế bào thần kinh làm việc cùng nhau và sử dụng Mạng lưới thần kinh tăng đột biến để xử lý các nhiệm vụ dựa trên thời gian.

4. Các khía cạnh chính của kỹ thuật thần kinh

- Mô phỏng tính chất tương tự của tính toán sinh học
- Hiểu vai trò của tế bào thần kinh trong nhận thức

	VIETTEL AI RACE	TD090
	Máy Tính Neuromorphic – Kiến Trúc Lấy Cảm Hứng Từ Não Người Cho Trí Tuệ Nhân Tạo Thể Hệ Tiếp Theo	Lần ban hành: 1

- Bằng cách sử dụng **Mạng lưới thần kinh tăng đột biến** cho tính toán thời gian
- Thiết kế *Kiến trúc lấy cảm hứng từ não* cho hiệu quả và mạnh mẽ *Máy tính nhận thức*
- Tận dụng *Mạng lưới thần kinh nhân tạo* để tạo ra *Kỹ thuật thần kinh hệ thống*

Hệ thống thần kinh được tạo ra để hoạt động giống như tế bào thần kinh và khớp thần kinh trong não. Điều này có thể làm cho chúng hoạt động hiệu quả hơn, dễ thích ứng hơn và có thể xử lý lỗi tốt hơn máy tính truyền thống.

đặc tính	Điện toán thần kinh	Máy tính truyền thống
Công suất tiêu thụ	Hiệu quả năng lượng cao, hoạt động chỉ bằng một phần năng lượng mà các hệ thống truyền thông yêu cầu	Tốn nhiều năng lượng, với siêu máy tính nhanh nhất thế giới cần 21 triệu watt điện
Phương pháp tiếp cận xử lý	Tiến trình song song , với các neuron và khớp thần kinh xử lý đồng thời cả bộ nhớ và tính toán	Xử lý tuần tự, với kiến trúc von Neumann tách biệt bộ nhớ và CPU
Phản hồi thời gian thực	Có khả năng phản hồi “tức thời”, lý tưởng cho việc xử lý dữ liệu cảm biến thời gian thực và các ứng dụng IoT	Thời gian phản hồi chậm hơn do chu kỳ liên tục giữa bộ xử lý và bộ nhớ
Pattern Recognition	Vượt trội trong việc nhận dạng mẫu nhờ xử lý song song ở khả năng	Khả năng nhận dạng mẫu hạn chế so với các hệ thống hình thái thần kinh

Bất chấp những thách thức như độ chính xác, hạn chế về phần mềm và các vấn đề về truy cập, *Điện toán thần kinh* đang được khám phá cho nhiều mục đích sử dụng. Chúng bao gồm AI, hệ thống tự trị, chất bán dẫn mới và học sâu.

“Câu hỏi về hiệu quả sử dụng năng lượng được cho là chìa khóa để giải mã những bí mật của bộ não và hiểu được cách nó đạt được mức độ hoạt động cao như vậy với mức tiêu thụ năng lượng tối thiểu.”

5. Sức mạnh siêu máy tính của bộ não

	VIETTEL AI RACE	TD090
	Máy Tính Neuromorphic – Kiến Trúc Lấy Cảm Hứng Từ Não Người Cho Trí Tuệ Nhân Tạo Thế Hệ Tiếp Theo	Lần ban hành: 1

Bộ não con người là một kỳ quan thiên nhiên kỳ thú, hoạt động như một siêu máy tính. Nó chỉ sử dụng công suất 20 watt nhưng có thể thực hiện những nhiệm vụ đáng kinh ngạc. Những nhiệm vụ này bao gồm xử lý thông tin, nhận thức thế giới và đưa ra quyết định. Điều này hiệu quả hơn nhiều so với các siêu máy tính nhanh nhất thế giới vốn cần 21 triệu watt.

Các nhà khoa học rất quan tâm đến cách thức hoạt động của bộ não. Họ nghiên cứu các phương pháp tính toán của nó để cải thiện các thuật toán và máy tính trong tương lai. Bằng cách xem xét cách bộ não sử dụng tiến trình song song, tính toán thời gian, và là tiết kiệm năng lượng, họ hy vọng sẽ đạt được những tiến bộ lớn trong *Bộ não như siêu máy tính*.

Máy tính thần kinh	HIỆU QUẢ	Công suất tiêu thụ
Điểm Hala	380 nghìn tỷ hoạt động khớp thần kinh mỗi giây	Tiết kiệm năng lượng gấp 100 lần so với máy thông thường
DeepSouth	228 nghìn tỷ hoạt động khớp thần kinh mỗi giây	Chỉ chiếm sáu giá đỡ trong một thùng máy chủ tiêu chuẩn
Biên giới doanh nghiệp Hewlett Packard	Hơn một triệu tỷ phép tính mỗi giây	Có diện tích 680 mét vuông và cần 22.7 megawatt để chạy

Bộ não như siêu máy tính tiết kiệm năng lượng hơn nhiều so với các siêu máy tính cũ. Điều này cho thấy tiềm năng to lớn của điện toán mô phỏng thần kinh. Khi các nhà nghiên cứu tiếp tục cải tiến công nghệ này, chúng ta có thể mong đợi một tương lai nơi máy tính và AI hoạt động hiệu quả và mạnh mẽ hơn, lấy cảm hứng từ bộ não con người.

6. Nguyên lý hoạt động

- Neuron nhân tạo phần cứng: Các mạch điện mô phỏng điện thế màng, xung điện và quá trình kích hoạt của neuron sinh học.
- Synapse điện tử: Dùng memristor hoặc các vật liệu có thể thay đổi điện trở để ghi nhớ trọng số kết nối – tương tự synapse thật.
- Xử lý song song và sự kiện (event-driven): Dữ liệu được truyền khi có xung điện, giảm lãng phí năng lượng so với đồng hồ xung liên tục.
- Tự học trong phần cứng: Học Hebbian và Spike-Timing Dependent Plasticity (STDP) cho phép chip tự điều chỉnh trọng số như não.

	VIETTEL AI RACE	TD090
	Máy Tính Neuromorphic – Kiến Trúc Lấy Cảm Hứng Từ Não Người Cho Trí Tuệ Nhân Tạo Thé Hệ Tiếp Theo	Lần ban hành: 1

7. Ưu thế vượt trội

- Hiệu quả năng lượng cao: Tiêu thụ vài mW cho hàng triệu neuron, lý tưởng cho thiết bị di động hoặc cảm biến IoT.
- Độ trễ thấp: Xử lý trực tiếp trong phần cứng, loại bỏ bottleneck giữa bộ nhớ và CPU.
- Khả năng học trực tuyến: Thích nghi với dữ liệu mới mà không cần huấn luyện lại toàn bộ mạng.
- Tích hợp cảm biến: Có thể đặt trực tiếp vào camera, robot, thiết bị y tế.

8. Ứng dụng thực tế

- Robot tự hành: Phản ứng nhanh với môi trường, nhận diện đối tượng và điều hướng với mức tiêu thụ điện cực thấp.
- Thiết bị IoT thông minh: Cảm biến môi trường, thiết bị đeo sức khỏe hoạt động hàng tháng chỉ bằng pin nhỏ.
- Thị giác máy tính thời gian thực: Nhận diện hình ảnh và âm thanh nhanh, hỗ trợ xe tự hành hoặc drone.
- Y tế và cây ghép thần kinh: Chip neuromorphic giao tiếp trực tiếp với hệ thần kinh, hỗ trợ phục hồi chức năng vận động.

9. Công nghệ nền tảng

- Memristor: Phần tử mạch điện có khả năng nhớ điện trở, lưu trữ trọng số synapse bền bỉ.
- Vật liệu 2D: Graphene và oxide kim loại cho tốc độ và độ bền cao.
- Hệ thống lập trình sự kiện: Ngôn ngữ và framework tối ưu cho mạng spiking neural network (SNN).
- Chip tiên phong: Intel Loihi, IBM TrueNorth, BrainScaleS của châu Âu.

10. Thách thức

- Chuẩn hóa phần mềm: Cần công cụ lập trình và thuật toán tối ưu cho mạng neuron dạng spiking.
- Sản xuất hàng loạt: Công nghệ memristor và vật liệu mới chưa phổ biến ở quy mô công nghiệp.
- Khả năng mở rộng: Cần duy trì tính ổn định khi số lượng neuron đạt hàng tỷ.

	VIETTEL AI RACE	TD090
	Máy Tính Neuromorphic – Kiến Trúc Lấy Cảm Hứng Từ Não Người Cho Trí Tuệ Nhân Tạo Thể Hệ Tiếp Theo	Lần ban hành: 1

- Hệ sinh thái ứng dụng: Phải phát triển phần mềm, hệ điều hành và công cụ hỗ trợ tương thích.

11. Tác động tương lai

- AI tiết kiệm năng lượng: Tạo điều kiện cho hàng tỷ thiết bị AI hoạt động bền vững, không cần đám mây.
- Điện toán giống não người: Mở đường cho các hệ thống nhận thức, suy luận gần với con người.
- Kết hợp với học tự giám sát: Giúp chip học từ dòng dữ liệu liên tục mà không cần gắn nhãn.
- Tích hợp trong y sinh: Thiết bị cấy ghép thần kinh và giao diện não-máy (BCI) trở nên khả thi và an toàn hơn.