



융합 Weekly TIP

Technology · Industry · Policy

두뇌 신경회로 모방 뉴로모픽 칩

소아영 | 융합연구정책센터



두뇌 신경회로모방 뉴로모픽 칩

소아영 | 융합연구정책센터

선정배경

01

💡 빅데이터와 인공지능, 그리고 머신러닝 등의 신기술이 발전하기 시작하면서 수많은 데이터를 한꺼번에 처리해야 하는 수요 증대

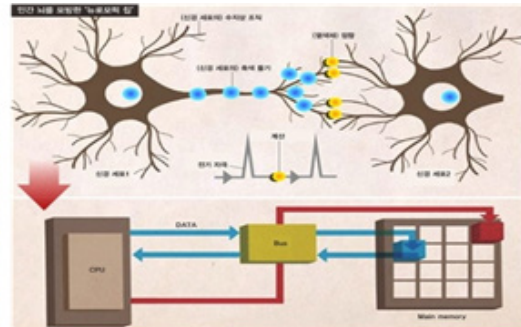
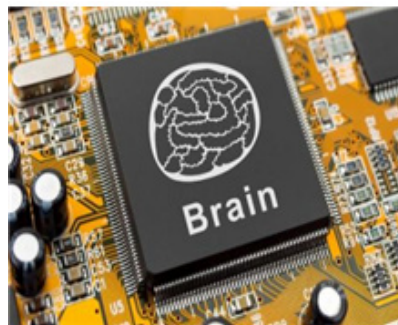
💡 클라우드, 빅데이터 시대의 도래와 함께 전 세계 각 지역에 수천대의 서버를 갖춘 데이터 센터가 건립중이며, 미래 사회에는 엄청난 규모의 컴퓨터와 이에 따른 막대한 전력 필요

- 정보처리 과정에서 막대한 전력이 소모*되는 기존 컴퓨팅 시스템의 문제해결을 위해 별다른 전력을 사용하지 않고 막대한 정보를 처리하는 사람의 뇌를 모방한 뉴로모픽 칩에 대한 관심 증가

* 반도체는 연산을 하는 CPU와 정보를 저장하는 메모리로 나뉘며, CPU와 메모리 간 데이터를 처리하고 저장하는 과정에서 병목 현상이 발생하여 많은 전기를 소모

※ 뉴로모픽칩 시장은 '16년 660만 달러 규모에서 '22년에는 2억 7,290만 달러 시장으로 연평균 36% 성장할 것으로 관측 (마켓 인 마켓, 세계 뉴로모픽 컴퓨팅 시장 예측 보고서, '16)

📌 그림 1. 뉴로모픽 칩



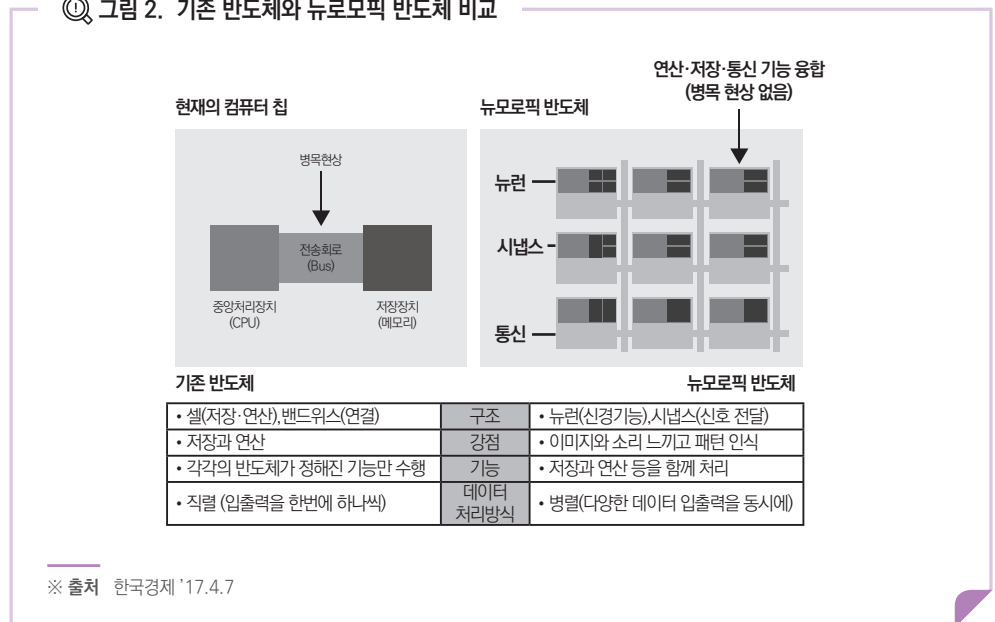
※ 출처 <SK하이닉스> <HUFFPOST, 두뇌 신경회로를 닮은 컴퓨터 시대 열린다>

02

개요

- 💡 **(개념)** 뉴로모픽 컴퓨팅의 핵심 기술인 뉴로모픽 칩은 사람의 사고 과정과 비슷하게 정보를 처리하는 새로운 반도체로 뇌의 작동방식을 최대한 실리콘에 구현하는 기술
 - 반도체 칩 안에는 여러 개의 '코어(Core)'들이 존재하며, 코어에는 트랜지스터를 포함한 몇 가지 전자 소자들과 메모리 등이 탑재
 - 코어의 일부 소자는 뇌의 신경세포인 뉴런의 역할을 담당하며, 메모리칩은 뉴런과 뉴런 사이를 이어주는 시냅스 기능을 담당
 - 인공 뉴런 역할을 하는 코어를 사람의 뇌처럼 병렬로 구성하였기 때문에 적은 전력*만으로 많은 양의 데이터 처리가 가능하며, 인간의 뇌처럼 학습하고 연산하는 능력**까지 증가
- * 뇌는 뉴런과 시냅스를 잇는 방대한 연결구조가 병렬로 이루어져 소요전력이 적으며, 특히 시냅스의 경우 일을 하거나 하지 않을 때 수시로 이어졌다 끊어지면서 에너지 소모량을 최소화
- ** 뉴로모픽 칩 스스로가 학습능력을 가지고 있어 이용자의 행동·습관·주위환경까지 인지하여 작동하는 컴퓨팅 시스템으로 변화 가능

📐 그림 2. 기존 반도체와 뉴로모픽 반도체 비교





● 뉴로모픽칩 컴퓨터는 기존 반도체칩 기반 컴퓨터처럼 미리 프로그램 된 방식으로만 작동하지 않고, 주변 상황을 감지하여 스스로 학습하는 방식으로 처리 능력이 발전

- 💡 **(활용영역)** 뉴로모픽칩 탑재를 통해 학습 및 연산 능력, 전력효율이 증대되어 IoT, 스마트폰, 로봇, 자동차, 클라우드 컴퓨팅, 슈퍼컴퓨팅에 이르기까지 모든 컴퓨팅에 지능화 적용 가능
- 방대한 양의 데이터 처리 영역에서 활용·확대 가능성이 무한하며, 특히 현재는 목소리·신호 이미지 인식 및 데이터 마이닝 분야에 적용 중
 - * 클라우드 서버에 모이는 방대한 양의 데이터 중 사람과는 달리 기계가 쉽게 인식하기 어려운 비정형적인 문자·이미지·음성·영상 등이 혼재해 있는데, 뉴로모픽칩은 이러한 비정형적인 데이터를 처리하는 데 효율적
 - 스마트폰 등 모바일 기기에 뉴로모픽 칩을 탑재하면, 저전력으로 스마트폰 카메라가 인간의 두뇌처럼 각종 사물 인식·구별 가능
 - 자율주행차와 지능형 센서 프로세싱, 로봇과 안면인식 분야 등 다양한 산업 애플리케이션에도 적용 가능
 - ※ 뉴로모픽 하드웨어는 과도기인 3~7년간 자동차 첨단운전자보조시스템(ADAS), 실시간 얼굴 및 물체 인식, 실시간 문자 번역, IoT 센서 등에서 활용되고, 10년 이후부터는 지능형 로봇, 무인기, 자율주행 자동차, AI 비서 등에서 폭넓게 활용될 것으로 예측 (가트너 '테크놀로지 하이프 싸이클', '17)

03

국내외 R&D 사례

- 💡 **(퀄컴)** 세계 최초로 뇌에서 영감을 얻어 신경세포처럼 스파이크 형태의 신호를 주고받고 시냅스 연결 강도를 조절해 정보를 처리하는 프로세서인 '제로스(Zeroth) 개발'(13)
- 제로스는 회로 구조만이 아니라 기능도 인간의 학습기제를 모방하여 강화학습*(reinforcement learning) 기제를 활용해 로봇을 제어하는 데모 영상 시연
 - * 기계학습을 학습방식으로 구분하였을 때 학습수행 결과에 대해 적절한 보상을 주면서 피드백을 통해 학습하는 방식을 의미

● (기계학습 개념) 인공 지능의 한 분야로 컴퓨터가 여러 데이터를 이용하여 학습한 내용을 기반으로 새로운 데이터에 대한 적절한 작업을 수행할 수 있도록 하는 알고리즘과 기술을 개발하는 분야

- 💡 **(IBM)** 미국 국방부 산하 방위고등연구계획국(DARPA)이 주도하는 ‘인공두뇌 만들기 프로젝트’에 참여 (08)해 ‘트루노스’(TrueNorth)라는 뉴로모픽 칩을 만드는 데 성공(14.8)
 - 트루노스 칩은 무려 54억 개 트랜지스터를 내장한 4,096개의 프로세서로 이루어져 전자회로 소자들을 인간의 신경망처럼 연결해 인간 두뇌 활동을 모방
 - * 사용되는 전력은 기존 마이크로프로세서의 1만분의 1 소모
 - 트루노스가 기존 컴퓨터와 비교하여 속도와 효율성 입증을 위한 테스트와 벤치마크 작업을 지속적으로 진행
 - * 트루노스 칩의 학습 및 연산 능력, 절전성에 기반하여 사물인터넷부터 스마트폰, 로봇, 자동차, 클라우드 컴퓨팅, 슈퍼컴퓨팅에 이르기까지 모든 컴퓨팅 스택(Stack)에 지능을 적용할 수 있는 가능성을 NS16e라는 새로운 컴퓨터에서의 트루노스 칩 시연 (16.9)을 통해 보여줌

- 💡 **(삼성전자, SK 하이닉스)** 반도체 D램 분야에서 미국 스탠퍼드대학과 강유전체(ferroelectrics·強誘電體) 물질을 활용한 ‘인공신경망 반도체 소자 공동 연구개발’협약 체결(16.10)
 - SK하이닉스는 전하 유입 여부를 통해 0과 1을 구분하는 기존의 반도체 입력 방법 대신 전압 크기에 따라 다양한 신호를 저장할 수 있는 유기물질 강유전체를 사용해 뉴로모픽 칩 개발 추진 중

- 💡 **(삼성전자, SK 하이닉스, 서울대, KAIST, ETRI)** 뉴로모픽 반도체 프로젝트를 통해 16,000개 CPU역할을 작은 칩 하나로 처리하는 기술 상용화 추진

- 💡 **(제너럴 비전, 네패스)** CM1K(Cognitive Memory 1000) 뉴로모픽 칩을 최초 선보인 이래 파일럿 제품 출시 (07)하고, 반도체 패키징·테스팅 기업 네패스가 GV의 뉴로멤(NeuroMem, NM500) 상용화 추진(17.6)

🔍 그림 3. 뉴로모픽 칩



※ 출처: 퀄컴社, IBM社, 제너럴 비전社 홈페이지 참조



04

미래 적용 및 확산 분야

💡 (메모리 임플란트 칩) 뉴로모픽 칩 이식을 통해 기억저장을 유도할 수 있는 신경신호를 생성하여 새로운 기억을 심거나 기억을 삭제할 수 있는 기술

- * 단기 기억을 장기 기억으로 넘기는 해마가 손상된 환자들에게 뉴로모픽 칩을 이식하면 장기 기억에 대한 저장 유도가 가능
- 사고로 시력을 잃은 환자, 치매로 기억력을 잃어버린 환자들이 회복할 수 있도록 하는 데 활용 가능

05

결론 및 시사점

💡 인간의 신경회로가 어떻게 데이터를 처리하는지 시스템 수준에서의 이해가 여전히 부족한 수준

- * 신경세포들이 사용하는 신경암호 등 '뇌의 언어'를 정확히 이해하는 연구 등 기초·원천 분야 연구 기반 필요

💡 현재는 간단한 수준에서 단일 신경세포들을 모사하는 수준으로 실제 인간의 뇌와 같이 복잡하고 집적도 높은 구조를 가지기 위해서는 기술적 측면에서 해결해야 할 문제가 많음

- 뉴로모픽 칩 안에서 가장 기본이 되는 회로인 '멤리스터'를 고용량으로 집적하는 기술*이 필요하며, 이는 반도체 집적기술 전반에 근본적인 혁신이 요구

- * 단위 면적 안에 고밀도로 시냅스를 연결하는 기술

💡 다양한 소재 및 구조를 갖는 뉴로모픽 프로세서 연구가 전 세계적으로 진행 중이며, 현재까지는 독보적 경쟁력을 가진 선두 그룹 부재

- 향후 10년 이내 세계시장을 선도할 수 있는 고집적 고효율 뉴로모픽 프로세서를 개발하기 위해 소자, 회로, 컴퓨팅 분야 등을 융합하는 국가적 차원의 기초·원천 연구가 절실



참고자료



1. KEIT (2017), 인공지능의 발전현황과 뇌 모방형 컴퓨팅 기술
2. IT Biz news(2017.5.24), 인간두뇌 모방한 '뉴로모픽 칩' 국내서 최초 양산한다.
3. The Science Times(2017.8.10), 사람 뇌 닮은 반도체칩 '뉴로모픽'
4. LG CNS(2016), 작은 칩 속에 뇌가 들어있다.
5. SK 하이닉스 Tech/반도체 Insight (2016), 뇌구조 닮은 새로운 반도체, 뉴로모픽칩이 떠오른다.

융합
Weekly TIP
Technology · Industry · Policy

