



뉴로모픽

권오현 계간 스펙틱 편집자

컴퓨터의 꿈은 인간이 되는 것이다. 앨런 튜링 같은 위대한 과학자들은 인간과 구별되지 않는 생각하는 기계를 연구해왔고 그것이 바로 인공지능이라는 개념으로 구체화됐다. 오늘날 인공지능은 바둑을 두고, 그림을 그리고, 소설을 창작하는 등 실제로 인간이 할 수 있는 일을 해내는데, 여기에는 '딥러닝'이라는 인공 신경망 기술이 한몫을 했다.

딥러닝은 뉴런과 뉴런이 연결되어 정보를 처리하는 생물의 신경망을 모사했다. 신경망처럼 입력과 출력 사이에 인공 뉴런을 층층이 쌓고 연결해 데이터를 주어 학습시킨 후 특정한 결과값을 얻는다. 딥러닝은 복잡한 인지 과제를 수행하는데 있어 인간을 뛰어넘는다. 그러나 엄밀히 말해

인간의 신경망과는 다르며 그 효율에서도 인간에 비할 바가 아니다.

인간의 뇌에는 약 1000억 개의 뉴런이 있고 이 뉴런 하나는 또 약 1000개의 시냅스로 다른 뉴런과 연결된다. 그러니 단순 계산해도 약 100조 개 이상의 시냅스가 1000억 개의 뉴런과 병렬적으로 연결돼 있다. 뇌는 뉴런과 시냅스의 복잡한 연결망으로서 약 20W 수준의 저전력으로 기억·연산·추론·학습 같은 인지 기능을 동시에 수행한다. 반면 현재의 딥러닝 기반 인공지능은 메모리에서 가져온 데이터를 중앙처리장치에서 순차적으로 처리하는 방식이며, 전력 소모도 매우 많다. 예를 들어 바둑 인공지능인 알파고의 소비 전력은 170kW이지만 이세돌은 0.02킬로

와트이다. 알파고 혼자 8500명 정도의 전력을 소비한다. 그렇다면 당연히 이런 질문이 나온다. 컴퓨터를 인간의 뇌와 똑같은 방식으로 작동하게 하면 어떻게?

‘뉴로모픽(Neuro + Morphic, Neuromorphic)’이란 단어 뜻 그대로 반도체 같은 하드웨어에 인간 신경세포의 작동 방식을 그대로 모사한 것이다. 이전의 인공 신경망과 달리 오직 신경망 연산을 위해 특화된 반도체 칩을 지칭한다.

현재 뉴로모픽 반도체는 개별 뉴런의 작동 방식을 구현하는 것을 넘어 하나의 칩에 인공 뉴런들을 집적해 뉴런이 주고받는 정보를 처리하는 수준까지 발전했다. 본격적인 모델은 2014년 IBM이 공개한 트루노스(TrueNorth)이다. IBM은 미국 방위고등연구계획국(DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency)의 시냅스 프로젝트를 수주하면서 뉴로모픽 칩을 개발했다. 트루노스는 54억 개의 트랜지스터를 내장한 4096개의 뉴로시냅틱코어를 통해 약 100만 개의 인공 뉴런이 약 2억5000만 개의 인공 시냅스로 연결된다. 뉴런 수로 비교하자면 인간 뇌에 비해 아주 미약하지만 소비 전력이 약 70mW로, 이전의 컴퓨터와 비교하면 매우 적은 전력을 소비하는 양산형 뉴로모픽 칩으로 호평받았다. 이후 인텔, 퀄컴 같은 반도체 기업들도 앞다투어 뉴로모픽 칩을 개발해 양산에 나섰다.

오늘날의 뉴로모픽 칩은 이른바 스파이킹 신경망(SNN, Spiking Neural Network)이라는 방식으로 인간 뇌를 모사한다. ‘스파이크’란 인간 뇌의 뉴런과 뉴런이 정보를 주고받을 때 일어나는 전기적 신호를 말한다. 따라서 뉴로모픽 칩의 인공 뉴런들도 스파이크라는 전기적 신호로 데이터를 처리한다.

스파이크는 신호의 강도를 빈도와 타이밍으

로 표현하며 인간 뇌처럼 신호 간의 타이밍에 따라 시냅스 간 결합을 약화하거나 강화할 수 있다. 즉 SNN에서는 ‘특정 뉴런에서 특정 시간에 스파이크가 일어났느냐’라는 정보만을 주고받는다. 스파이크 신호의 시간 간격이 짧으면 시냅스 결합이 강해지고, 길면 약해지는 구조인데, 이를 스파이크 시점 의존 가소성(spike-timing-dependent plasticity)이라 한다. 뇌신경 분야에서 신호를 약화하는 시냅스를 억제성 시냅스, 반대로 결합을 강화하는 시냅스를 흥분성 시냅스라고 부르는 것과 같다. 이처럼 모든 층위의 정보를 양적으로 연산하는 딥러닝과 달리 SNN은 스파이크를 주고받는 단순한 구조라 저전력으로 구동이 가능하다.

뉴로모픽 반도체가 부상하면서 인간의 뇌와 더 유사하게 만들기 위해 뉴로모픽 반도체를 구성하는 소자 개발도 가속화하고 있다. 시냅스의 특성을 모방한 소자는 여러 조건을 갖춰야 한다. 비휘발성 단일 소자이면서 여러 단계의 시냅스 강도와 시냅스 학습을 구현할 수 있어야 한다. 이러한 특성을 지닌 대표적인 소자로는 멤리스터(memristor) 속성을 띠는 소자들이 있다. 멤리스터는 메모리(memory)와 레지스터(resistor)의 합성어로 저항의 특성을 띠는 소자다. 저항값이 일정하지 않고, 멤리스터를 구성하는 두 단자에 얼마나 많은 전류가 흘렀는지 기억할 수 있다. 멤리스터 특성을 가진 소자에는 ReRAM(Resistive RAM), PCRAM (Phase Change RAM), FeRAM(FerroelectricRAM) 등이 있다

뉴로모픽은 미래 인공지능을 위해 반드시 필요한 기술이다. 뉴로모픽 칩이 인간의 뇌와 정말 흡사해진다면 말 그대로 생각하는 기계라는 꿈은 꿈이 아니라 현실이 될지도 모른다. TTA