

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОЧИПОВ И НЕЙРОПРОЦЕССОРОВ

*Т. Е. Мамонова, доцент ОАР
Г. А. Матлахов, студент гр. 8Е11
Томский политехнический университет
E-mail: gam11@tpu.ru*

Введение

Современные технические устройства применяют нейронные сети для решения различных задач управления, оптимизации и принятия решений в неопределённых внешних условиях. В свою очередь, нейросети с глубокой архитектурой требуют больших вычислительных мощностей. Обычные процессоры не обеспечивают достаточной работоспособности, потому что каждое ядро работает по Гарвардской модели или модели фон Неймана, где процессор и память разделены между собой. У нейропроцессоров же каждое ядро имеет собственную память, это позволяет производить параллельные вычисления. Так же неотъемлемой частью новых технологий являются нейрочипы. **Целью** предлагаемой работы является выполнение системного анализа современных нейропроцессоров различных производителей для отображения картины их последующего использования, а также описание наиболее современной модели нейрочипов.

Нейрочипы

Это звено, соединяющее мозговую активность с нейронными сетями. Устойчивое состояние нейрочипов в живом организме дает возможность осуществлять двустороннюю передачу информации. Они позволяют управлять протезами или специальными аппаратами, упрощающими жизнь. Это дает людям с ограниченными возможностями уменьшить сложности в повседневной жизни. Самым новым и технологичным примером нейрочипов является продукт от компании Neuralink во главе с Илоном Маском, который способен передавать сигналы мозга по Bluetooth, его размеры составляют 23×8 мм, зарядка осуществляется раз в сутки с помощью индуктивной технологии, в нем 1024 электрода диаметром 0.004 мм, что позволяет осуществлять сложные операции без вреда для кровеносных сосудов мозга. [1-2]

Нейропроцессоры

Информация об основных разработках в области нейропроцессоров различных разработчиков представлена в таблице 1. [3-5].

Таблица 1. Современные нейропроцессоры

Название	GPU	SpiNNaker	TPU	Loihi
Модель	CNN*	SNN**	CNN	SNN
Разработчик	NVIDIA, США	Университет Манчестера, Великобритания	GOOGLE, США	Intel, США
Ядра	CUDA, от $2 \cdot 10^3$ до $11 \cdot 10^3$	18	Тензорные ядра, 4096	128
Нейроны	Зависит от архитектуры нейронной сети	$16 \cdot 10^3$	Зависит от архитектуры нейронной сети	$130 \cdot 10^3$
Синапсы	Зависит от архитектуры нейронной сети	$16 \cdot 10^6$	Зависит от архитектуры нейронной сети	$130 \cdot 10^6$
Объем памяти	8 – 32 GB	128 MB SDRAM	8 GB	-
Масштабируемость	Неограниченна	Неограниченна	Неограниченна	Низкая
Мощность, Вт	Зависит от модели От 150 и более	1	40	0.37
Область применения	Видеоигры, интеллектуальные видеокамеры, обучение нейронных сетей	Нейробиология, базы данных, научные исследования, робототехника	Научные исследования, интеллектуальные видеокамеры, базы данных, обучение нейронных сетей	Обучение нейронных сетей, оптимизация систем
Плюсы	Производительность, эффективность, доступность, большая память	Устойчивость, масштабируемость, высокая скорость вычислений	Память, производительность, эффективность, доступна любому желающим	Низкое энергопотребление, оптимизация, высокая скорость

Минусы	Большая стоимость, энергопотребление и размеры	Низкая доступность	Большая стоимость, энергопотребление и размеры	Низкая доступность
Примечание	Стоимость более 329 \$		Стоимость более 1450 \$	

* – Сверточные нейронные сети; ** – Спайковые нейронные сети

Таблица 1. Современные нейропроцессоры

Название	TrueNorth	Алтай	Tianjic	NeuroGrid	BrainScales
Модель	SNN	SNN	Hybrid***	Hybrid	Hybrid
Разработчик	IMB, США	«Мотив», Россия	Университет Синьхуа, Китай	Stanford, США	HBR, Гейдельбергский университет, Германия
Ядра	4096	256	156	16	16
Нейроны	$1 \cdot 10^3$	$131 \cdot 10^3$	$40 \cdot 10^3$	$65 \cdot 10^3$	512
Синапсы	$256 \cdot 10^6$	$67 \cdot 10^6$	-	$100 \cdot 10^3$	-
Память	400 MB SRAM	-	-	-	-
Масштабируемость	Неограниченна	Неограниченна	Неограниченна	Нет	Неограниченна
Мощность, Вт	0.07 – 0.1	0.5	0.32	0.15	1.3
Область применения	Нейробиология, научные исследования, интеллектуальные видеокамеры,	Робототехника, беспилотные аппараты, системы кибербезопасности, интеллектуальные видеокамеры	Нейробиология, научные исследования	Нейробиология, скорость, научные исследования	Вычислительная нейробиология, научные исследования
Плюсы	Малое энергопотребление, большая масштабируемость, высокая мощность вычислений	Малое энергопотребление, производительность, большая масштабируемость, малые размеры,	Малое энергопотребление, большая Масштабируемость, нейроморфная архитектура****	Малое энергопотребление, нейроморфная архитектура	Высокая скорость, нейроморфная архитектура
Минусы	Низкая доступность	Малоизвестен, низкая доступность	Малоизвестно, доступность	Низкая доступность	Низкая доступность

*** – Гибридные нейронные сети; **** – Архитектуры для нейропроцессоров, внедряемых в голову человека

Заключение

Развития нейропроцессоров происходит по всему миру, а их области применения растут с каждым днем, также как и их возможности. Существует множество нейропроцессоров, каждый из которых предназначен для определенного круга задач и имеет для этого необходимые характеристики. Часть из них доступны для каждого желающего, кто хочет попробовать себя в нейронных сетях, другие доступны только научным лабораториям и большим компаниям. При выборе нейропроцессоров также нужно учитывать область их последующего применения и требования к разрабатываемой системе.

Список использованных источников

1. Нейрочип Neuralink: действительно ли мы будем вживлять гаджеты в мозг [Электронный ресурс]. URL : <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5f4ce51c9a79475172aeea28> (дата обращения: 22.02.2022)
2. Что такое Neuralink? Разбор [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/droider/blog/538742/> (дата обращения: 22.02.2022)
3. Зачем нам нужны нейронные процессоры? [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/droider/blog/508290/> (дата обращения: 22.02.2022)
4. Кратко о том, как работают нейропроцессоры на примере NM500 от NeuroMem [Электронный ресурс]. – URL: <https://tomsk.terraelectronica.ru/news/5549> (дата обращения: 20.02.2022)
5. Нейрочипы и их практическое применение. [Электронный ресурс]. – URL: <https://it-workings.ru/neirochipy-i-ih-primenenie/> (дата обращения: 22.02.2022)
6. Самые яркие проекты по созданию нейроморфных процессоров [part 3] [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/yadro/blog/648119/> (дата обращения: 22.02.2022)
7. Импульсные нейронные сети и нейропроцессоры [Электронный ресурс]. – URL: <https://synthesis.frcsc.ru/sigmod/seminar/s20210930.html> (дата обращения: 21.02.2022)