

Кулянин Евгений Михайлович,

студент третьего курса Филиала ФГБОУ ВПО Самарский государственный технический университет в г. Сызрани, г. Сызрань

kulyanin@outlook.com

Научный руководитель: кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и систем управления Крайнова Екатерина Анатольевна

Нейронные сети: история развития и перспективы применения

Аннотация. В статье рассматриваются основные этапы развития нейросетевых технологий, анализируется современное состояние вопроса, приводятся варианты использования технологий искусственных нейронных сетей, а также прогнозируется дальнейшее развитие науки в данном направлении.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, IBM, перцептрон, нейросетевые технологии.

Кинокартина Джеймса Кэмерона «Терминатор», мировая премьера которой состоялась 26 октября 1986 года, была встречена зрителями с восторгом. Описанный в фильме уровень технологического развития казался научной фантастикой. Лишь немногие в самых смелых своих фантазиях могли вообразить, что человечество сможет приблизиться к нему, а машины и компьютеры когда-нибудь смогут мыслить как человек. Многим и сегодня симбиоз техники и человеческой нервной системы кажется недостижимым.

Вместе с тем, ученые уже давно ведут исследования в области нейросетевых технологий. Начало было положено еще в 40-х годах XX века. Как научное направление, теория искусственных нейронных сетей (ИНС) была обозначена в классической работе Уоррена Мак-Каллока и Уолтера Питтса, заложившей основы двух направлений исследований нейронных сетей (НС) [1]. Первый был ориентирован на изучение биологических процессов в головном мозге, второй – на применение НС для создания искусственного интеллекта.

В конце 40-х годов Дональд Хебб выдвинул свою теорию обучения ИНС [2] на основе механизма нейронной пластичности [3], впоследствии нашедшую применение в работе вычислительных моделей в машинах Алана Тьюринга.

В 1962 году американский ученый Фрэнк Розенблатт для решения проблемы классификации символов предложил использовать особый тип ИНС, который получил название «Перцептрон» [4]. И уже в 1958 году им же был создан первый нейрокомпьютер «Марк-1» на основе перцептрона.

Но и советские ученые не стояли на месте. Так, в 60-х годах Александр Петров и Михаил Бонгард начали заниматься изучением перцептрона, конкретно - задач, которые он не был способен решить [5]. А в 1969 году уже американские ученые Марвин Ли Мински и Сеймур Паперт опубликовали доказательство того, что возможности перцептрона имеют существенные ограничения [6]. После появления этой работы большинство исследований в области ИНС были приостановлены на полтора десятилетия [7].

Однако в 1982 году американец Джон Джозеф Хопфилд сумел достичь двусторонней передачи информации между нейронами и изобрел ассоциативную нейронную сеть [8]. Специализация узлов, предложенная Хопфилдом, позже нашла применение в первых гибридных нейронных сетях.

С середины 80-х годов теория нейронных сетей получила «технологический импульс», вызванный появлением новых доступных и высокопроизводительных

персональных компьютеров.

Самых значительных достижений в данном вопросе достигла американская компания IBM (англ. International Business Machines). Первые результаты исследований были продемонстрированы 14 ноября 2009 года. Компания представила на суд общественности успешно смоделированный мозг кошки. Правда, следует отметить, что тогда его работа была в 643 раза медленнее реального времени [9].

Следующей вехой в развитии ИНС можно считать 18 августа 2011 года, когда IBM создали передовой на тот момент нейронный процессор, который содержал 256 нейронов и 262144 синапсов [10].

15 ноября 2012 г. на конференции «Supercomputing 2012» этой компанией были продемонстрированы итоги долгой работы над симуляцией нейрокомпьютера, который можно было бы сопоставить с мозгом человека (он «состоял» из 530 миллиардов нейронов и 137 триллионов синапсов). Эта симуляция, осуществлявшаяся на базе суперкомпьютера «Sequoia», проводилась в 1542 раза медленнее реального времени, в процессе работы были задействованы 1572864 ядер и 1,5 петабайта памяти [11].

7 августа 2014 г. произошло знаковое событие для научно-технического сообщества: компания IBM в рамках программы SyNAPSE (англ. Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics; рус. Системы Нейроморфической Адаптивной Пластически Масштабируемой Электроники) представила нейросинаптический процессор для архитектуры TrueNorth. На сегодняшний день это - последняя обнародованная разработка в данном направлении [12].

Вот каких результатов удалось достичь разработчикам IBM: TrueNorth насчитывает 1 миллион программируемых нейронов, объединенных в 4096 нейросинаптических вычислительных ядер, 256 миллионов синапсов и имеет колоссальное число транзисторов – 5,4 миллиарда, что является рекордным количеством для чипов, основанных на традиционной CMOS-логике (англ. CMOS, complementary metal-oxide-semiconductor; рус. КМОП, комплементарная структура металл-оксид-полупроводник). Таким образом, всего за три года был совершен скачок от 256 нейронов и 262144 синапсов до 1 миллиона и 256 миллионов соответственно [13].

Разработанный процессор соответствует всем главным признакам и особенностям нейросетей: в процессе своей работы он способен самообучаться, анализировать и приходить разными путями к решению нестандартных или нечетко сформулированных задач.

Отдельного рассмотрения заслуживает описание режима энергопотребления TrueNorth. IBM удалось достичь в этом направлении значительных результатов: во время работы в режиме реального времени потребляемая мощность составила всего 70 МВт, что на несколько порядков меньше затрат энергии, требующейся процессорам традиционной архитектуры.

При этом производительность нового чипа составляет 46 миллиардов синаптических операций в секунду на один ватт [14]. Для сравнения: человеческий мозг насчитывает более 85 миллиардов нейронов и более 100 триллионов синапсов [15]. Теоретически, имея 85 тысяч процессоров TrueNorth, можно воссоздать человеческий мозг. Безусловно, такой опыт позволит современной науке вплотную приблизиться к пониманию одной из величайших загадок современности – человеческому сознанию.

Подобный технический прорыв открывает современной науке целый ряд значимых перспектив как в нейробиологии, так и в кибернетике. Область применения таких чипов крайне широка.

Во-первых, быстроедействие и малое энергопотребление нового чипа могут

привести к прорыву в области протезирования. Особенности процессора таковы, что он может быть связующим звеном между нервной системой человека и узлом механического протеза. Таким образом, протез будет приводиться в движение, получая команды непосредственно от головного мозга человека. Прототипы таких устройств уже сегодня успешно проходят апробацию [16]. Кроме того, использование данной технологии позволит в будущем создавать устройства, способные заменить человеку органы чувств, например, зрение или слух, а люди, которые не имели возможности видеть и слышать, получат возможность вести полноценную жизнь [17].

Во-вторых, их можно использовать в робототехнике и системах распознавания объектов. Благодаря особенностям чипа, в видеоаналитике роботам и другим устройствам больше не будут требоваться лидары (устройства для определения дальности и светового обнаружения), им будет достаточно всего нескольких камер с таким процессором. На сегодняшний день распознавание объектов - весьма сложная задача для современных компьютеров. Для обработки информации и распознавания изображения требуется более тысячи мощных компьютеров. В то время как для решения этой же задачи было бы достаточно лишь одного чипа TrueNorth [18].

В-третьих, распознавать можно не только изображения, текст и объекты, но также запахи, звуки и даже иные физические или химические процессы, неосязаемые человеческими органами чувств. Данный процессор можно использовать на предприятиях для мониторинга, например, уровня вредных веществ в рабочей среде. Внедрение данной технологии может существенно повысить безопасность производства и качество охраны труда, особенно - на предприятиях химической и энергетической промышленности. Более того, его можно использовать для слежения за уровнем загазованности в городах, что существенно снизит риск техногенных катастроф [19].

Конечно, IBM - не единственная компания, занимающаяся исследованиями в данном направлении. Определенный прогресс в последние десятилетия был достигнут в области разработки моделирующего программного обеспечения. Сегодня широко известны такие программы, как NeuralWorks Professional II Plus, Matlab Neural Network Toolbox, NeuroShell 2.0., ExploreNet 3000 и др. Но прорыв, сделанный IBM, способен привлечь внимание ученых к конструированию именно аппаратного обеспечения. Косвенно о перспективах подобного рода исследований свидетельствует интерес инвесторов. Так, например, ряд компаний инвестировали более 10 миллионов долларов в разработку робота, в основу которого взяты нейросети [20].

Обзор был бы неполон без анализа выявленных недостатков. Конечно же, на первом месте стоит программная сторона вопроса. Обусловлено это тем, что, в отличие от современных процессоров архитектуры фон Неймана, выполняющие процессы в строгой линейной последовательности, программирование нейропроцессоров отличается коренным образом и требует программного решения к каждому синапсу, а в TrueNorth их 256 миллионов, что является крайне сложной задачей.

Для рационализации данной проблемы, IBM разработали новый интегрируемый язык программирования и библиотеку готовых частей кода [21], что существенно увеличит производительность труда программистов, а также ускорит поиск решений поставленных задач.

На втором месте стоит аппаратная сторона вопроса: высокая стоимость оборудования, затрудняющая массовое производство уже существующих прототипов, к которым также относится и TrueNorth.

Существуют и другие проблемные моменты. Например, недостатком является необходимость проводить предварительную обработку данных, то есть

масштабировать их в определенный диапазон и проводить стандартизацию. Кроме того, в случае большой обучающей выборки, затраты по времени на процесс обучения сети могут быть весьма ощутимыми. Впрочем, несмотря на все временные затраты, ИНС часто являются единственным механизмом решения задач.

Очевидно, именно решению этих проблем будут посвящены усилия разработчиков в ближайшее время.

Таким образом, резюмируя все вышесказанное, можно с уверенностью сказать, что человечество идет семимильными шагами к имитации разума и искусственному интеллекту, а также - к построению сложных конструкций, позволяющих симбиотически соединять нервную систему человека и машины. И то, что в 86-ом году казалось научной фантастикой, сегодня обретает все более зримые очертания. И создание робота T-800 и «Скайнет» может произойти в ближайшее десятилетие.

А случится ли восстание машин – это зависит только от человека. И не стоит забывать о трех законах робототехники...

Ссылки на источники

1. Mc Culloch W. C. H. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. / W. C. Mc Culloch, W. H. Pitts. // Bulletin of Mathematical Biophysics. – 1943. – Vol. 5. – P. 115–119.
2. Hebb D. O. A Neuropsychological Theory. In Psychology: A Study of a Science. – Vol. 1. / Edited by Sigmund Koch. – New York: McGraw-Hill, 1959. – 846 p.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 21.
4. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга. / Ф. Розенблатт. – М.: Мир, 1965. – 480 с.
5. Петров А. П. О возможностях перцептрона. / А. П. Петров. // Известия АН СССР, Техническая кибернетика. – 1964. – №6.
6. Минский М. Перцептроны = Perceptrons. / М. Минский, С. Пейперт. – М.: Мир, 1971. – 261 с.
7. Аксенов С. В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / С. В. Аксенов, В. Б. Новосельцев ; под общ. ред. В. Б. Новосельцева. – Томск : Изд-во НТЛ, 2006. – С. 5.
8. Hopfield J. J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. / J. J. Hopfield. // Proceedings of National Academy of Sciences. – April. 1982. – Vol. 79. – P. 2554–2558.
9. IBM achieves accurate brain simulation // Electronic Engineering Times. [Электронный ресурс] URL: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1172387 (дата обращения 28.02.2015).
10. DARPA SyNAPSE Program // Artificial Brains: The quest of build sentient machines [Электронный ресурс] URL: <http://www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program> (дата обращения 28.02.2015).
11. Там же.
12. Robert F. Service. A million spiking-neuron integrated circuit with a scalable communication network and interface // Science. 8 August 2014. – Vol. 345. – No. 6197. – P. 668–673.
13. Brain Power: A brain-inspired chip to transform mobility and Internet of Things through sensory perception. // The official website of IBM Corporation: IBM Research. [Электронный ресурс] URL: http://www.research.ibm.com/cognitive-computing/neurosynaptic-chips.shtml#fbid=qCb_EakR1OO (дата обращения 28.02.2015).
14. Там же.
15. Аксенов С. В. Указ. соч. – С. 4.
16. Нейрокомпьютерный симбиоз: Движение силой мысли // Официальный сайт Инновационного центра «Сколково». [Электронный ресурс] URL: <http://sk.ru/news/b/press/archive/2013/03/22/neyrokompyuternyy-simbioz-dvizhenie-siloy-mysli.aspx> (дата обращения 28.02.2015).
17. Collinger J. L. et al. High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia // The Lancet. – 2012. – № 6736(12). – P. 61816–61819.
18. Neurosynaptic systems: Building applications for cognitive computers. // The official website of IBM Corporation: IBM Research. [Электронный ресурс] URL: http://www.research.ibm.com/cognitive-computing/neurosynaptic-chips.shtml#fbid=qCb_EakR1OO (дата обращения 28.02.2015).
19. Круг П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры. / П. Г. Круг. – М: Изд-во МЭИ., 2002. – С. 25.
20. ABB Follows Mark Zuckerberg Investing in Artificial Intelligence // The official website of Bloomberg Company [Электронный ресурс] URL: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-11-06/abb-follows-mark-zuckerberg-investing-in-artificial-intelligence> (дата обращения 28.02.2015).
21. Introducing a Brain-inspired Computer: TrueNorth's neurons to revolutionize system architecture. // The official website of IBM Corporation: IBM Research. [Электронный ресурс] URL: <http://www.research.ibm.com/articles/brain-chip.shtml> (дата обращения 28.02.2015).