**Мемристоры и компьютерные системы, которые создаются с использованием нейробиологии для развития искусственного интеллекта**

***Чжан Чжэннань***

*Студент (магистр)*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*Институт русского языка и культуры, Москва, Россия*

*E–mail:* *n2994208@gmail.com*

Искусственный интеллект (ИИ) – это имитация процессов человеческого интеллекта машинами, особенно компьютерными системами. Конкретные приложения ИИ включают экспертные системы, обработку информации на естественном языке, распознавание речи и машинное зрение.

ИИ способен к саморазвитию, накапливает данные, производит вычисления и обрабатывает многомерную информацию в многоуровневом, многогранном и очень пластичном сложном сетевом пространстве (способны к запоминанию и хранению информации, мышлению и обучению). Он не только подходит для обработки неструктурированной информации в сложных средах, но также способствует разработке механизмов автономного обучения.

Искусственный интеллект, в основном, состоит из двух частей: аппаратного обеспечения и программного обеспечения. Ядро первой части – это нейроморфные электронные модули, то есть аппаратно-импульсная нейронная сеть, которая имитирует работу биологической нейронной сети.

Нейрон – это вычислительная единица, которая получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше.

Синапс – это связь между двумя нейронами. У синапсов есть один параметр – вес. Благодаря ему, входная информация изменяется, когда передается от одного нейрона к другому. Количество связей намного превышает количество нейронов. Например, в человеческом мозге количество синапсов примерно в тысячу раз больше количества нейронов.

Искусственная нейросеть – это способ собрать нейроны в сеть, чтобы она решала определенную задачу, например, задачу классификации. Нейроны собираются по слоям. Есть входной слой, куда подается входной сигнал, есть выходной слой, откуда снимается результат работы нейросети, и между ними есть скрытые слои.

Многослойная нейронная сеть – одна из самых базовых архитектур. Она состоит из искусственных нейронов, которые объединяются в слои. Нейрон из одного слоя связан с каждым нейроном из следующего слоя, поэтому такие нейронные сети часто называют полносвязными. Чаще всего их используют для обработки числовых данных или в составе других нейронных сетей.

Еще один вид нейросетей – свёрточная нейронная сеть. Идея создания такой архитектуры во многом заимствована из исследований по работе зрительной коры головного мозга. Поэтому область, где применяют свёрточные нейронные сети, – это обработка изображений.

Для обработки последовательностей чаще всего используют рекуррентные нейронные сети. Основная особенность данной архитектуры – использование памяти. Нейронная сеть хранит внутри себя информацию о предыдущих данных и выдает ответ с учетом знания о всей последовательности.

Такая архитектура появилась благодаря исследованиям принципов работы памяти в головном мозге. Эти нейронные сети хорошо зарекомендовали себя в задачах обработки текста, видео, аудио и других данных, зависимых от времени.

 Использование нейроморфных чипов дает возможность избавится от недостатка архитектуры фон Неймана: данные из области памяти цикл за циклом должны передаваться в область вычислительного юнита и обратно. Интерфейс, связывающий вычислительный юнит и память компьютера, ограничен в своей пропускной способности. Даже тот факт, что современные процессоры имеют несколько уровней кэша непосредственно в вычислительном юните, не решает проблему. Данный подход усугубляется необходимостью аккумулировать и структурировать данные для полного заполнения буфера вычисляемых операций. Однако для того, чтобы обеспечить работу таких сетей, требуется новая материальная база, так как использование существующей повышает сложность, что сводит на нет все преимущества нового подхода — увеличение производительности при снижении электропотребления.

Синапсы мозга человека – это ключ к разработке нейроморфных чипов. С того времени как было обнаружено функциональное сходство процессов, протекающих в транзисторах и нейронах, велись работы, направленные на создание нейроморфных датчиков, сенсоров и автономных электронных устройств, в которых обработка информации осуществляется нейронными алгоритмами, реализованными «в железе»

Memristor – это электронный компонент, который сохраняет внутреннее сопротивление на основе истории приложенного напряжения и тока (memory – память, resistor – сопротивление). Изменение сопротивления является энергонезависимым, т. е. состояние сопротивления может сохраняться в течение длительного времени после удаления внешнего электрического поля.

Мемристор – это частный случай физического явления, которое называется резистивное переключение. Резистивное переключение это явление, когда сопротивление диэлектрического материала изменяется в ответ на приложение сильного внешнего электрического поля.

Мемристоры – один из лучших вариантов для нейроморфных базовых устройств для реализации искусственных синапсов. Мемристор обладает простой структурой, низким энергопотреблением, маленькими размерами, возможностями трехмерной интеграции и совместимостью с технологией КМОП (комплементарный металл-оксид-полупроводник). На данный момент ведущие научные коллективы разрабатывают прототипы нейровычислительных модулей на мемристорной логике, а также модули машинного зрения, акустико-речевых систем, тактильных ощущений, рецепции болевых ощущений и различные варианты гибких модулей для интеграции в системы биокогнитивного интерфейса.

**Литература**

1. Hassabis D.et al. Neuroscience-inspired artificial intelligence.Neuron 2017, 95, 245–258.

2. London M., Häusser M. Dendritic computation. Annu. Rev. Neurosci. 2005,28, 503–532.

3. Turing A.M. Computing machinery and intelligence, Mind, Volume LIX, Issue 236, October 1950, Pages 433–460.