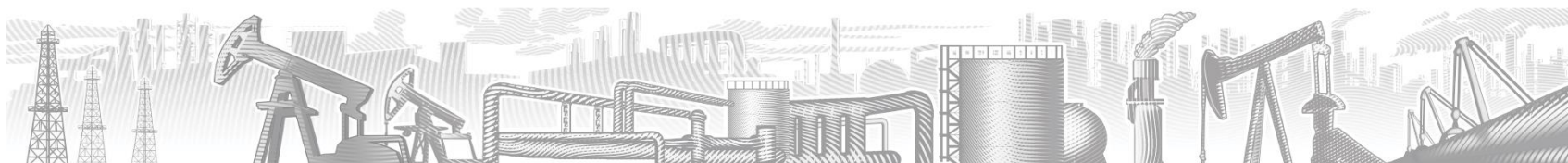




Кафедра «Информационные технологии, математика и естественные науки»

Курс ДОП
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Разработал д.т.н. Тынчеров Камиль Талятович



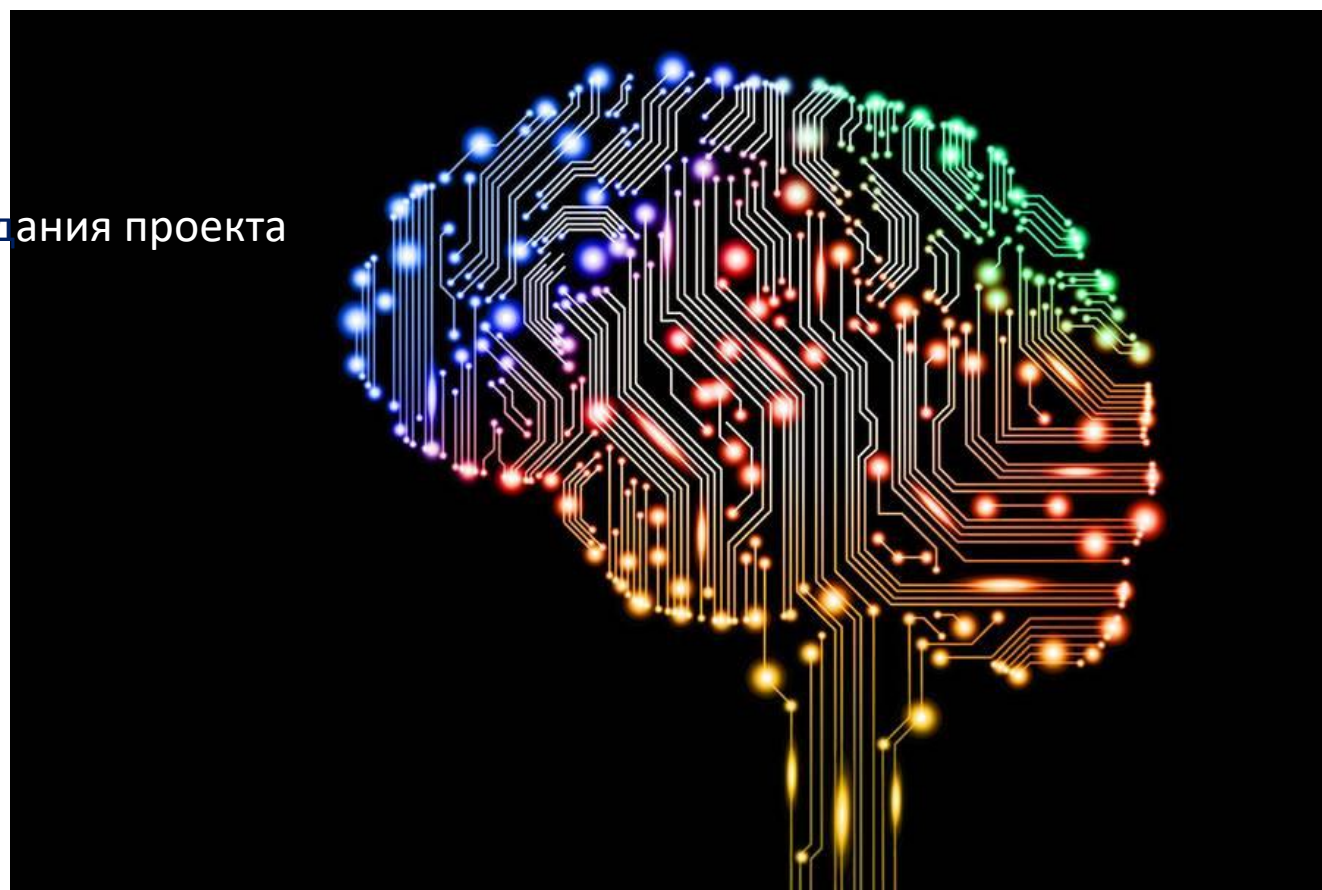
Материал предыдущей лекции: Искусственный интеллект, направления СИИ.

Учебные вопросы лекции

1. Предпосылки для создания проекта
2. Реализация проекта.

Blue Brain Project запущен 11 лет назад и за это время он уже успел завоевать статус одного из самых амбициозных проектов современности

Источник контента:
<https://naukatehnika.com/blue-brain-project-odin-iz-samyix-ambicioznyix-proektov-sovremennosti.html>
naukatehnika.com



1. Предпосылки для создания проекта.

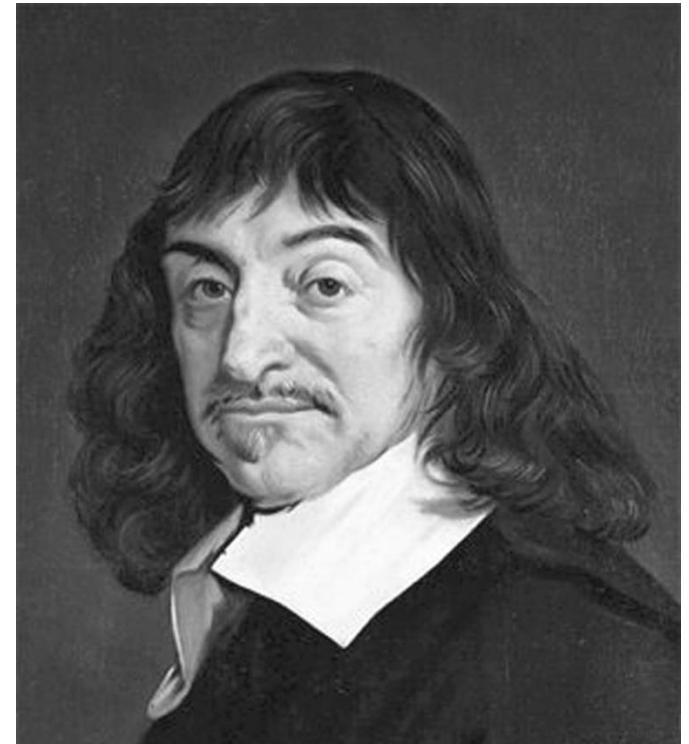
Механистическая теория

Ранее была исследована краткая история развития искусственного интеллекта вообще. Предпосылкой для создания Blue Brain Project служит **механистическая теория**, которая в значительной степени дополняет историю развития систем искусственного интеллекта. Мысль о создании искусственного аналога человеческого разума возникла задолго до появления в первой половине XX века первых электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

Возникшее на волне успехов в физике течение механистического материализма (XVI–XVIII вв.) основывалось на предположении, что весь мир можно рассматривать как механизм.

Интеллект человека не стал исключением в данном случае. Рене Декарт, в частности, в своей работе «Рассуждение о методе» (1637) высказал мнение, что животное представляет собой некий сложный механизм.

Так и появилась механистическая теория, последователями которой были Галилео Галилей, Роберт Гук, Роберт Бойль, Исаак Ньютон и многие другие не менее известные светила науки.



Рене Декарт. 1596-1650 — французский философ, математик, механик, физик и физиолог, создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики, автор метода радикального сомнения в философии, механицизма в физике, предтеча рефлексологии.

1. Предпосылки для создания проекта.

Но если Декарт оставил за собой право быть автором теоретической основы искусственного интеллекта, то Вильгельм Шикард, Блез Паскаль, Готфрид Лейбниц стали пионерами в создании первых «умных» машин.

Эта идея прижилась и стала основой для работы Чарльза Бэббиджа и Ады Лавлейс — ученых, трудившихся над созданием первых программируемых машин.



Августа Ада Кинг (1815 — 1852)
— английский математик.



Вильгельм Шиккард (1592-1635) — немецкий учёный, астроном, математик и востоковед, создатель первого, после антикитерского механизма, арифмометра, профессор кафедры восточных языков в университете Тюбингена.



Блез Паскаль (1623-1662) — французский математик, механик, физик, литератор и философ.



Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646 — 1716) — немецкий философ, логик, математик, механик, физик, юрист, историк, дипломат, изобретатель и языковед

Уфимский государственный нефтяной академии наук в Санкт-



Чарльз Бэббидж (1791 — 1871, там же) — английский математик, изобретатель первой аналитической вычислительной машины. Иностраннный член-корреспондент Императорской академии наук в Санкт-Петербурге (1832).

1. Предпосылки для создания проекта.

Развитие «интеллектуальных машин»

В XIX в. способности ЭВМ воспринимались в качестве возможности для увеличения продуктивности человеческого разума (например, первые компьютеры производили расчеты с большими числами значительно быстрее). Но останавливаться на достигнутых результатах ученые не собирались.

Научно-техническая революция поспособствовала развитию «интеллектуальных машин» (определение, автором которого является изобретатель механических устройств для поиска и систематизации, перфорированных карт — русский ученый Семен Николаевич Корсаков), и в первой половине XX в. одна за другой начали появляться работы, которые стали основой для развития современного искусственного интеллекта.

Бертран Рассел и А. Н. Уайтхэд произвели настоящую революцию в формальной логике, опубликовав свой труд под названием «Принципы математики» в 1910–1913 гг.

А уже в 1943 г. была представлена статья «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности» (авторы У. Мак-Каллок и У. Питтс), в которой впервые заговорили о нейронных сетях и показали модель искусственного нейрона.

1. Предпосылки для создания проекта.

Спустя шесть лет, в 1949 г., Д. Хебб описал способы обучения конструкции, состоящей из искусственных аналогов клеток человеческого мозга, в своем труде «Организация поведения». Настоящую революцию в этой отрасли совершил Алан Тьюринг, который в 1950 г. рассказал в своей статье «Вычислительные машины и разум» о том, как с помощью теста можно определить близость интеллекта компьютера к человеческому. Эмпирический тест Тьюринга до сих пор используется для проверки способностей искусственного интеллекта. Идеи, предложенные пионерами компьютерной инженерии и программирования, с огромным энтузиазмом подхватили их последователи, которые стали ломать голову над тем, как же создать «умную» машину.



Дональд Хебб - канадский физиолог и нейropsychолог. Известен работами, приведшими к пониманию значения нейронов для процесса обучения. Его также называют одним из создателей теории искусственных нейронных сетей, так как он предложил первый работающий алгоритм обучения искусственных нейронных сетей. Родился 22 июля 1904 г., Честер
Умер 20 августа 1985 г. (81 год)

1. Предпосылки для создания проекта.

О скорости развития современных технологий дополнительно говорить не приходится: мы на пороге создания сверхбыстрого квантового компьютера, а что за возможности появятся в результате открытия гравитационных волн, нам еще только предстоит узнать.

Так почему же создание искусственного разума так затруднительно? Давайте копнем глубже и узнаем больше о подходах к реализации искусственного интеллекта (ИИ).

Первый, символьный, подход, получив в качестве надежной опоры первый язык программирования ИИ LISP, ученые считали реальной возможностью для создания искусственного разума. Однако ограничения данного направления проявились буквально сразу: интеллектуальная задача поручалась аналитику или программисту, умеющему на необходимом уровне абстрагировать условия задания, и только после этого создавался программный код для машины.

В результате получалось, что компьютер лишь имитировал интеллект человека.



Семейство языков программирования (1985), программы и данные в которых представляются системами линейных списков символов. LISP был создан Джоном Маккарти для работ по искусственному интеллекту и до сих пор остаётся одним из основных инструментальных средств в данной области. Применяется он и как средство обычного промышленного программирования, от встроенных скриптов до веб-приложений массового использования, хотя популярным его назвать нельзя

1. Предпосылки для создания проекта.

Распознавание образов

Ученые пустили в ход логику и определили соответствующий логический подход, который основан на рассуждениях. Машине предлагалось решить задачу разными способами, при этом используя определенные условия. Однако и тут возникла серьезная проблема, которая впоследствии заставила ученых задуматься над вопросом: «А как же наделить машину сознанием?»

Например, у робота есть определенная задача, согласно которой он должен уничтожить небольшой движущийся объект.

У компьютера есть диапазоны размеров объекта, его скорости, по которым он и определит впоследствии цель.

Но что делать, если под такие параметры подходит младенец? Как объяснить машине, что в квадрокоптер стрелять можно, а вот в человеческого ребенка — нет?

Вот так исследователи искусственного интеллекта и пришли к *агентноориентированному подходу*, включающему в себя такое популярное ныне направление, как **распознавание образов**.

Мы это направление развития ИИ рассматривали в материалах первой лекции. Вспомним, что в основе этого подхода лежит способность машины воспринимать окружающий мир с помощью датчиков и реагировать на него соответственно результатам работы исполнительных механизмов.

1. Предпосылки для создания проекта.

Распознавание образов

Распознавание образов - это задача, заключающаяся в отнесении класса к какому-либо наблюдению на основе шаблонов, извлеченных из данных. Несмотря на схожесть, распознавание образов (**РО**) не следует путать с машинным распознаванием образов (**МРО**), которое может обладать (РО) возможностями, но их основная функция заключается в распознавании и создании новых шаблонов.

Распознавание образов находит применение в статистическом анализе данных, обработке сигналов, анализе изображений, поиске информации, биоинформатике, сжатии данных, компьютерной графике и машинном обучении. Распознавание образов берет свое начало в статистике и инженерии; некоторые современные подходы к распознаванию образов включают использование машинного обучения из-за возросшей доступности больших данных и новых возможностей обработки информации.

Системы распознавания образов обычно обучаются на основе помеченных "обучающих" данных. Когда нет доступных помеченных данных, можно использовать другие алгоритмы для выявления ранее неизвестных закономерностей. KDD и интеллектуальный анализ данных в большей степени ориентированы на неконтролируемые методы и имеют более тесную связь с бизнес-приложениями.

1. Предпосылки для создания проекта.

Распознавание образов

Распознавание образов больше фокусируется на сигналах, а также учитывает их получение и обработку. Оно зародилось в инженерной сфере, и этот термин популярен в контексте компьютерного зрения: Конференция по компьютерному зрению и распознаванию образов.

В **машинном обучении** распознавание образов — это присвоение метки заданному входному значению.

В статистике дискриминантный анализ был введен с той же целью в 1936 году. Примером распознавания образов является классификация, которая пытается присвоить каждому входному значению один из заданных классов (например, определить, является ли данное электронное письмо "спамом").

Распознавание образов — это более общая проблема, которая охватывает и другие типы выходных данных. Другими примерами являются регрессия, которая присваивает действительные выходные данные каждому входному значению; маркировка последовательностей, которая присваивает класс каждому члену последовательности значений (например, определение части речи, которое присваивает часть речи каждому слову во входном предложении); и синтаксический анализ, который присваивает дерево синтаксического анализа входному предложению, описывая синтаксическую структуру предложения.

1. Предпосылки для создания проекта.

Гибридный подход

На основе агентноориентированного подхода возник **гибридный подход**.

Его приверженцы считают, что комбинация нейронных и символьных моделей позволит создать сильную интеллектуальную систему. Этот подход лежит в основе машинного обучения.

Итак, ученые научили машину «видеть», чтобы отличать руку от ноги, «слышать», чтобы распознавать команды человека. Современные роботы могут даже похвастаться способностью к определению настроения (по мимике лица человека и тону его голоса).

В России сформулировали требования к системе искусственного интеллекта, которая должна обладать существенными характеристиками (ГОСТ Р 59276—2020 ИСО/МЭК 9126 (табл.1):

Характеристика	Субхарактеристика
1 Функциональные возможности	1.1 Пригодность 1.2 Корректность (правильность) 1.3 Способность к взаимодействию 1.4 Согласованность 1.5 Защищенность
2 Надежность	2.1 Стабильность 2.2 Устойчивость к ошибке 2.3 Восстанавливаемость
3 Эффективность	3.1 Характер изменения во времени 3.2 Характер изменения ресурсов
4 Практичность	4.1 Понятность 4.2 Изучаемость 4.3 Простота использования
5 Сопровождаемость	5.1 Анализируемость 5.2 Изменяемость 5.3 Устойчивость 5.4 Тестируемость
6 Мобильность	6.1 Адаптируемость 6.2 Простота внедрения 6.3 Соответствие 6.4 Взаимозаменяемость

1. Предпосылки для создания проекта.

Гибридный подход

Рассмотрим некоторые определения характеристик из табл.1.

Надежность [ГОСТ 27.002—2015, статья 3.1.5] - свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Объяснимость (explainability) - свойство системы искусственного интеллекта, заключающееся в возможности представления причин, приводящих к тому или иному решению системы, в виде, понятном человеку.

Понятность (transparency) - свойство системы искусственного интеллекта, заключающееся в возможности открытого, исчерпывающего, доступного, четкого и понятного представления информации.

Предсказуемость (predictability) - свойство системы искусственного интеллекта, заключающееся в способности принимать решения ожидаемым (естественным, приемлемым) для человека способом.

Интероперабельность (interoperability, ГОСТ Р 55062—2012, статья 3.1.8) - способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией, в том числе на организационном, семантическом и техническом уровнях, и к использованию информации, полученной в результате обмена.

1. Предпосылки для создания проекта.

Гибридный подход

В соответствие с ГОСТ Р59277—2020 разработана классификация СИИ, выделены классы СИИ по методам обработки информации (табл. 2):

8 По методам обработки информации	8.1 Нейросети 8.2 Обучение на примере 8.3 Эволюционные и генетические алгоритмы 8.4 Муравьиные алгоритмы 8.5 Иммунные вычисления 8.6 Глубокое обучение 8.7 Роевые вычисления 8.8 Метод Байеса 8.9 Уменьшение размерности 8.10 Природные вычисления 8.11 Мягкие вычисления 8.12 Кластеризация 8.13 Дерево решений 8.14 Регуляризация 8.15 Аналоговая обработка данных 8.16 Обработка фурье-образов 8.17 Регрессия 8.18 Решение обратных задач 8.19 Система правил 8.20 Прочее
--	---

1. Предпосылки для создания проекта.

Обработка естественного языка остается — наряду с вопросами: «Как научить машину чувствовать?», «Как создать искусственный интеллект, способный к самообучению?» и «Как наделить машину сознанием?» — главной проблемой отрасли искусственного интеллекта. Чтобы их решить ученые решили обратиться за ответом к анатомии человека: современные исследователи предположили, что феномены человеческого разума объясняются биологической структурой мозга и особенностями его функционирования. Именно эта идея легла в основу одного из самых амбициозных научных проектов современности — Blue Brain Project.



Цель Blue Brain — сделать симуляционную нейронауку дополнительным подходом к пониманию мозга наряду с экспериментальной, теоретической и клинической нейронаукой, создав первые в мире биологически детализированные цифровые реконструкции и симуляции мозга мыши.

2. Реализация проекта.

История проекта по компьютерному моделированию неокортекса человека (полное название **Blue Brain Project**) берет свое начало в июле 2005 г.

В реализации этого проекта принимают участие компания IBM и Швейцарский федеральный технический институт Лозанны (École Polytechnique Fédérale de Lausanne — EPFL).



Федеральная политехническая школа
Лозанны (EPFL)



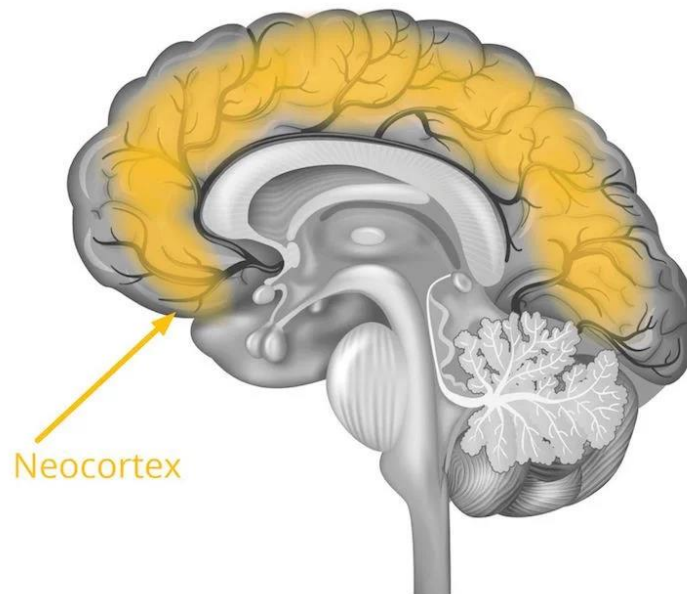
2. Реализация проекта.

А что такое собственно неокортекс?

Неокортекс (он же — новая кора, или изокортекс) — часть коры больших полушарий головного мозга. Степень его развитости — это как раз то, что отличает человека от других животных.

У рыб неокортекс отсутствует, у рептилий он весьма мал и просто устроен, у млекопитающих получил многослойное строение и делится на доли, а у человека имеет рекордное количество слоев и составляет основную часть коры головного мозга. Располагается новая кора в верхнем слое мозговых полушарий. Ее толщина — от 2 до 4 мм.

Неокортекс отвечает за сенсорное восприятие, осознанное мышление, речь и выполнение моторных команд.



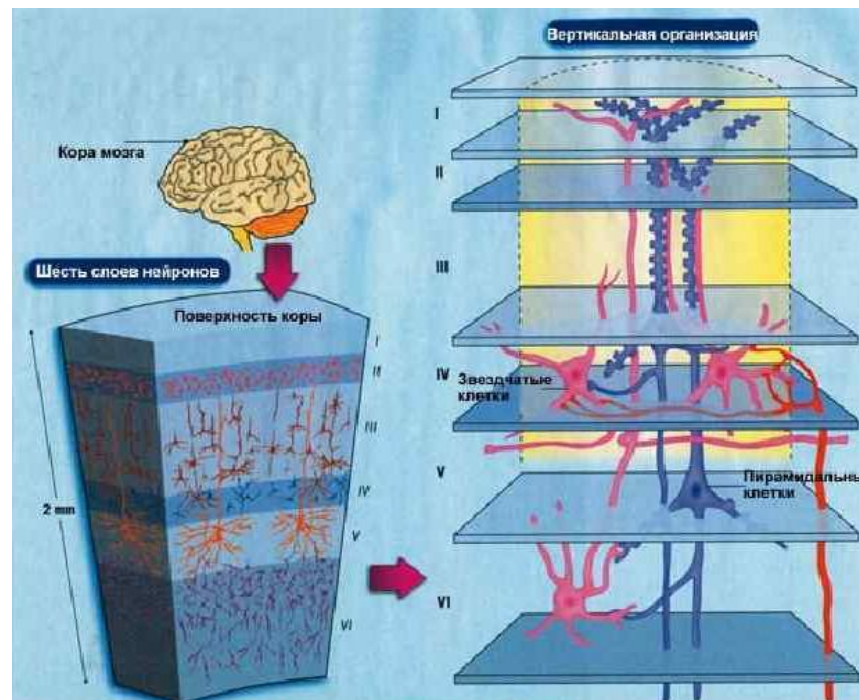
2. Реализация проекта.

В состав изокортекса входит два типа нейронов: пирамидальные, из которых почти на 80 % состоит новая кора, и вставочные (на них, соответственно, приходится 20 % нейронов неокортекса).

Эти нейроны объединены в нейронные колонки (в одной такой колонке около 10^3 – 10^4 нейронов). Дендриты в таких колонках проходят через всю их высоту.

Нейробиологи выяснили, что количество слоев неокортекса значительно влияет на мыслительный процесс. Так, например, новая кора в мозге собаки состоит из четырех слоев, поэтому у этого животного нет способности к прогнозированию ситуации и вычислению дальнейших логических действий на основе этого прогноза.

В человеческом мозге неокортекс шестислойный.



2. Реализация проекта.

Моделированием нейронных колонок изокортекса занимается суперкомпьютер **Blue Gene** (разработка компании IBM).

Первым достижением в его работе была одна колонка неокортекса мозга молодой крысы. Для получения этого результата команда Blue Brain Project использовала один суперкомпьютер, 8 192 процессора которого моделировали 10 000 нейронов.

Чтобы соединить искусственные нейроны, Blue Gene создал около 3×10^7 синапсов. Такие результаты команда профессора EPFL Генри Маркрама получила в рамках первой фазы проекта спустя год с его старта.

10^{15} FLOPS — величина, используемая для измерения производительности компьютеров, показывающая, сколько операций с плавающей запятой в секунду выполняет данная вычислительная система.



Суперкомпьютер Blue Gene от IBM Blue Gene — проект массово-параллельной архитектуры, разработанный для создания нескольких суперкомпьютеров и направленный на достижение скорости обработки данных, превышающей 1 петафлопс. На данный момент успешно освоена скорость почти в 20 петафлопс. Является совместным проектом фирмы IBM, Ливерморской национальной лаборатории, Министерства энергетики США и академических кругов. Предусмотрено три этапа проекта: Blue Gene/L, Blue Gene/P и Blue Gene/Q.

2. Реализация проекта.

Генри Джон Маркрам

Еще около 10 лет понадобилось программистам и нейрофизиологам из Blue Brain Project на то, чтобы создать первый искусственный аналог мозга крысы, состоящий из 31 000 нейронных колонок.

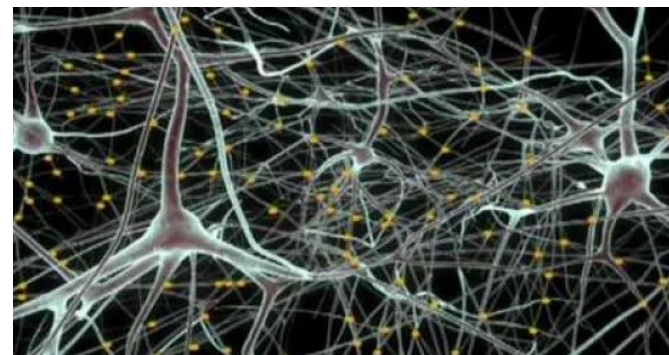
Такое количество времени, по словам Маркрама, понадобилось его команде потому, что для создания этой модели необходимо было изучить свойства разных типов клеток мозга и особенности взаимодействия между ними.

Для эмуляции работы компьютерного аналога такого небольшого участка мозга крысы (объемом всего 0,29 мм³) понадобилась вся вычислительная мощность суперкомпьютера Blue Gene — 20⁹ терафлопс.

Благодаря полученной модели исследователи подсчитали, что эта небольшая часть мозга содержит в себе 40 миллионов синапсов, при этом каждый нейрон связан с соседними и отдаленными клетками с помощью 2 000 таких связей.



Генри Джон Маркрам (28 марта 1962) - израильский нейробиолог, профессор в Федеральной политехнической школе Лозанны (EPFL) в Швейцарии и директор Blue Brain Project и основатель Human Brain Project.



2. Реализация проекта.

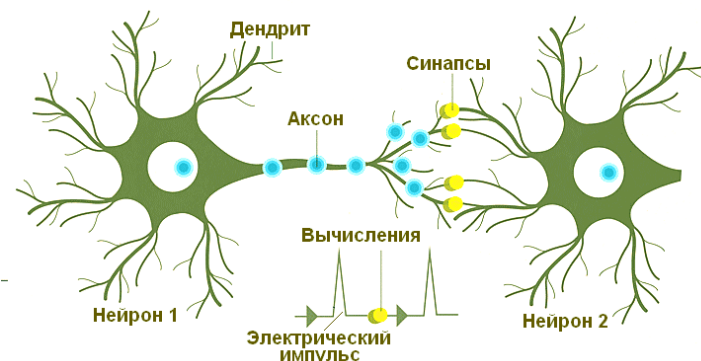
Взаимодействие индивидуальных нервных клеток

Искусственный аналог крысиного мозга также позволил ученым докопаться до основы одного из феноменов разума.

Нейрофизиологи выяснили, что любое периодическое изменение в концентрации ряда веществ (в числе которых и ионы кальция) может влиять на то, что взаимодействие индивидуальных нервных клеток будет перепрограммировано.

Руководитель проекта Blue Brain Project привел в качестве примера такого феномена реакцию на страх: повышение уровня адреналина и ряда других гормонов могут включить в мозге режим либо агрессии, либо побега.

Понимать влияние концентрации определенных веществ на работу мозга, отмечает Марккрам, позволит понять, почему человек может вести себя неадекватно в той или иной ситуации.



2. Реализация проекта.

Связи с соседними клетками головного мозга

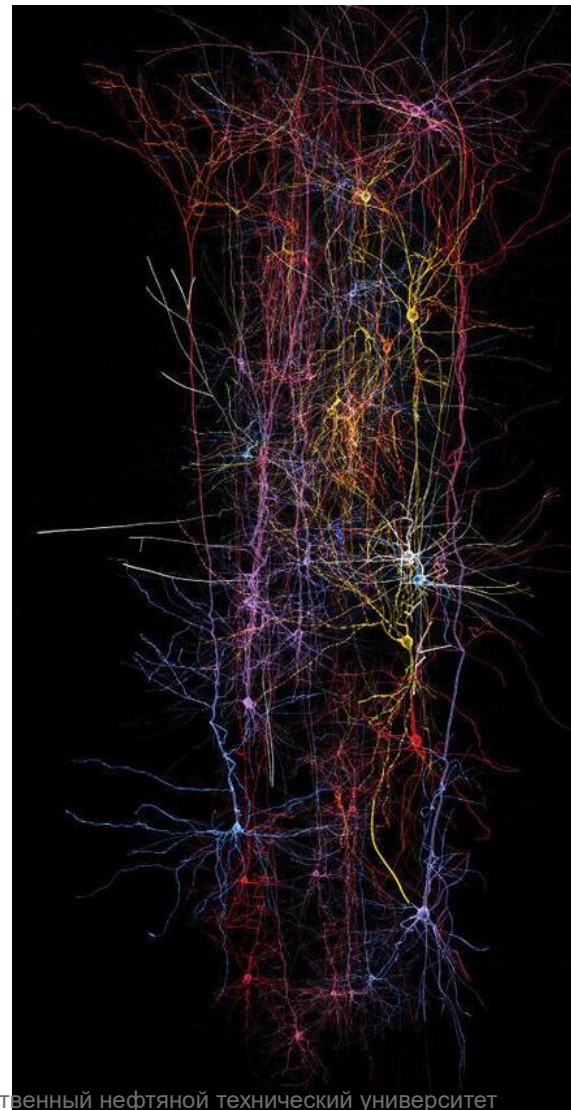
Достижения команды Blue Brain Project не ограничиваются только точной моделью неокортекса крысиного мозга: ученым из EPFL удалось разобраться в том, как же все-таки нейроны образуют связи с соседними клетками головного мозга.

Ранее большинство нейробиологов были приверженцами идеи, согласно которой соседние нейроны «привлекали» друг друга с помощью специального набора химических веществ, который они секретировали в межклеточную жидкость («гипотеза хемоафинности»).

Если придерживаться этой теории при создании искусственного аналога человеческого мозга, то необходимо разбирать участки мозга на мелкие детали и изучать отдельно каждую нейронную пару.

А поскольку один нейрон может взаимодействовать со многими другими, то вариантов для отдельного изучения получается слишком много.

Визуальное отображение разнообразия нейронов в неокортексе с помощью специального ферросплава — силикомарганца



2. Реализация проекта.

Формирование синаптических связей

Существует также предположение, что синапсы формируются в случайном порядке, а связи образуются именно там, где отростки разных нейронов сталкиваются друг с другом.

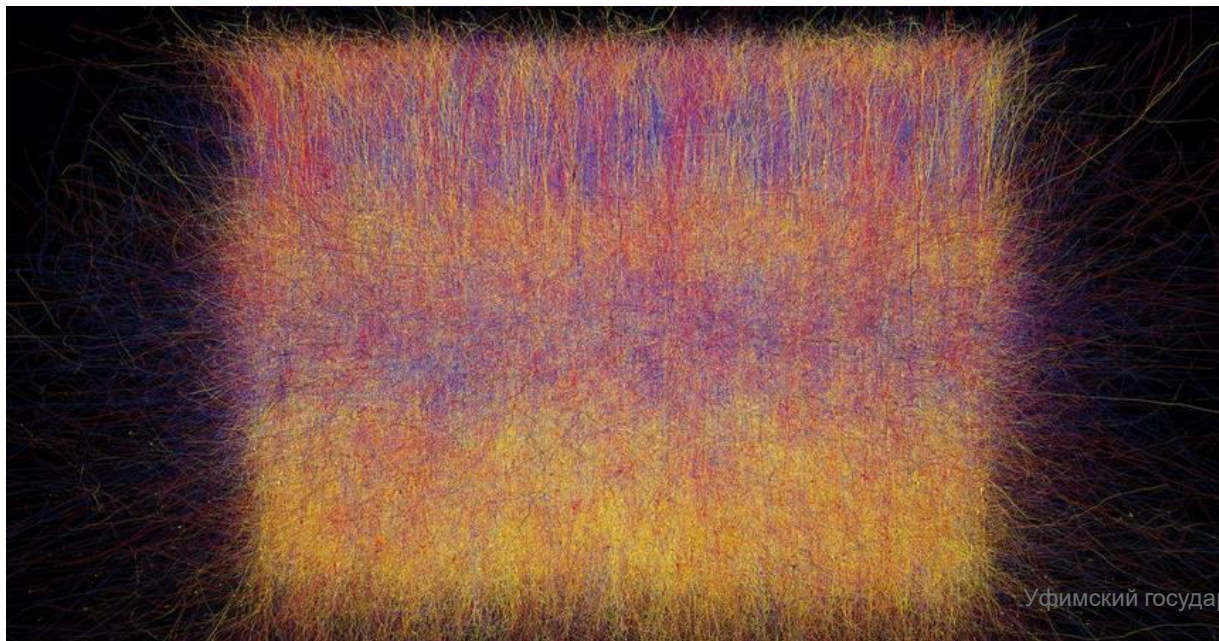
На живой ткани очень сложно доказать одну из перечисленных выше теорий, однако компьютерная модель, полученная в рамках Blue Brain Project, объяснила, как же именно нейроны «начинают дружить» с соседними клетками мозга.

С помощью компьютерного моделирования исследователи создали статистическую модель небольшого участка неокортекса, которая позволяла отследить связи между 298 нейронами шести типов, расположенных в объеме, который соответствует одной нейронной колонке в новой коре мозга мыши (каждый из этих нейронов был взят из базы ранее смоделированных мозговых клеток). На отдельных уровнях колонки расположение клеток производилось с учетом двух параметров — плотности их размещения и относительного количества нейронов каждого типа на каждом уровне. В остальном клетки размещались в случайном порядке. Сами нейроны из базы также выбирали не конкретные, а случайным образом.



2. Реализация проекта.

В полученной модели исследователи стали отмечать место для синапсов. В основу работы ученые положили теорию о том, что связи между нейронами образуются в местах их столкновения. В результате у нейрофизиологов было два набора данных для сравнения — первый, полученный в результате исследований реального мозга, и второй, который получили в рамках проекта Blue Brain Project. Их и использовали для сравнения, в ходе которого выяснилось, что связи между нейронами в компьютерной модели соответствуют реальным практически на 75 %. Это означает, что значительная часть синапсов образуется в местах стыков нейронных отростков.



Моделирование электрической активности в виртуальном срезе части крысиного мозга (части цифровой модели неокортекса, состоящей из семи нейронных колонн)

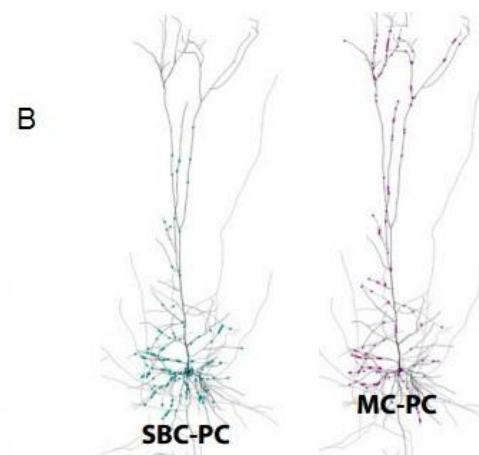
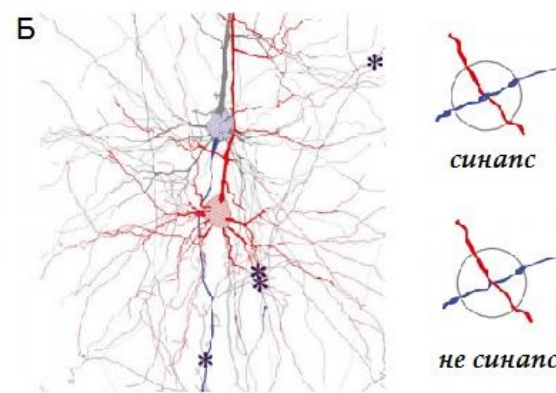
2. Реализация проекта.

Модель нейронной колонки со связями, созданная исследователями из Blue Brain Project, показала, что не нужно знать конкретное место расположения нейрона внутри определенного слоя коры, чтобы в результате смоделировать синапсы, соединяющие его с соседними мозговыми клетками.

Чтобы прогнозировать с высокой точностью нейронные связи, достаточно расположить нейроны определенного типа в соответствующих слоях, при этом учитывая такие параметры, как плотность их размещения и необходимое количество. Это значит, что исследователям теперь достаточно более общих представлений о расположении нейронов.

На рисунке А изображены связи между нейронами в реальном мозге, обнаруженные с помощью микроскопа. На рисунке Б представлены результаты компьютерного моделирования синаптических связей между нейронами.

Рисунок В подтверждает тот факт, что в зависимости от своего типа нейроны образуют разные узоры связей друг с другом.



2. Реализация проекта.

Что даст человечеству успех Blue Brain Project?

Сейчас команда Blue Brain Project расширяет масштабы своих исследований. Ученые объединились с 80 научными партнерами в рамках проекта The Human Brain Project, и теперь они будут совместно работать над компьютерной реконструкцией целых отделов мозга (сенсомоторная кора, гиппокамп, мозжечок, базальные ганглии), а впоследствии — всего мозга крысы. Полученные результаты станут основой для реконструкции человеческого мозга. Такой масштабный и амбициозный проект, как Blue Brain Project, инициировался не только ради решения проблем искусственного интеллекта. Мы слишком мало знаем о своем мозге, чтобы создать его синтетический аналог.

Структура головного мозга только на 15 % состоит из нейронов, помимо их есть еще вспомогательные клетки под названием **глии**.

Нейробиологи также акцентируют внимание на том, что мозг — лишь часть центральной нервной системы, поэтому для его функционирования важна целостность связей со спинным мозгом. Эти и ряд других вопросов ученым еще предстоит тщательно изучить.

А пока команда Маркрама работает над тем, чтобы разгадать феномены человеческого разума.

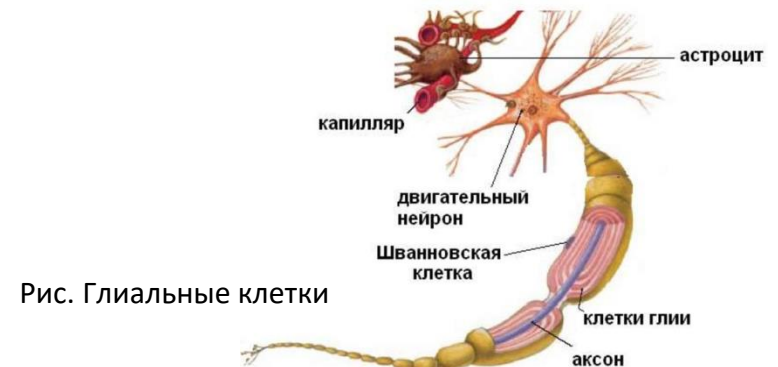


Рис. Глиальные клетки

2. Реализация проекта.

Что даст человечеству успех Blue Brain Project?

Во-вторых, добавил Маркрам, нам на каком-то этапе придется отказаться от опытов на животных, т. е. исследователям понадобится компьютерная модель, которая будет содержать в себе весь опыт и знания человека (другими словами, это будет большой архив уже полученных данных о том или ином объекте или явлении). Отдельное внимание руководитель проекта Blue Brain Project уделил значимости работы его команды для двух миллиардов людей, страдающих сегодня от психических расстройств. Первый шаг для понимания того, как происходят нарушения в работе мозга, исследователи уже сделали: они открыли взаимосвязь концентрации химических веществ и перестройки связей между нейронами. Такое достижение позволит разобраться в дальнейшем, как развивается, например, шизофрения, и на основе знания об устройстве мозга можно будет не гасить симптоматику данного заболевания, а устранить его причину.

Генри Маркрам также рассказал, что он и его коллеги в рамках своего проекта исследуют теорию, согласно которой человеческий мозг сначала создает некую модель Вселенной, а после проецирует ее на реальность. Это предположение объясняет, как человек принимает решения — важную составляющую повседневной жизни каждого из нас. На основе созданной в рамках Blue Brain Project модели, отмечает Маркрам, можно будет ответить, имеет ли такая теория реальные подтверждения, т. е. достаточно ли вычислительной мощности мозга для того, чтобы создать модель Вселенной, а также мы сможем понять, что такое восприятие действительности и по каким причинам в нем происходят сбои (развиваются психические отклонения).

Выводы.

Достижения Blue Brain Project поражают уже на данном этапе. Исследователи выяснили, что нет двух одинаковых нейронов даже в мозге двух разных людей. Тем не менее при таком разнообразии структуры мозга люди могут общаться друг другом, потому что узор взаимосвязей между нейронами у нас одинаковый, т. е. ткань мозга у всех нас идентична. Модель, созданная командой Маркрама, позволяет отображать на компьютере нейронную колонку мозга любой структуры, что дает возможность понять принципы восприятия мира разными людьми. В заключение своего выступления Генри Маркрам добавил, что создать компьютерную модель мозга можно «лет за 10». Поэтому вполне вероятно, что мы уже на пороге открытия тайн человеческого разума. Остается подождать следующего отчета по проекту Blue Brain Project.

29 июня 2020 года проект Human Brain Project (HBP) объявил о начале своей заключительной фазы. Европейская комиссия подписала грантовое соглашение о финансировании HBP на 150 миллионов евро до 2023 года.

В 2024 году одновременно с выпуском препринта из двух частей по соматосенсорной коре молодых крыс (nbS1), охватывающего как ее анатомию и физиологию, так и самой модели, Blue Brain делится тремя дополнительными программными пакетами. Они были центральными в моделировании и анализе nbS1, модели, которая содержит более 4 миллионов структурно детализированных нейронов и более 14 миллиардов связей.

Вопросы.

1. Игры и машинное творчество.
2. Механистическая теория
3. Развитие «интеллектуальных машин»
4. Распознавание образов на основе агентноориентированного подхода
5. Гибридный подход
6. История проекта по компьютерному моделированию неокортекса человека (Blue Brain Project)
7. Моделированием нейронных колонок изокортекса (Blue Gene)
8. Взаимодействие индивидуальных нервных клеток
9. Связи с соседними клетками головного мозга
10. Формирование синаптических связей
11. Что даст человечеству успех Blue Brain Project?

1. Аверкин А. Н., Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. — М.: Радио и связь, 1992. — 256 с.
2. What is Artificial Intelligence? FAQ от Джона Маккарти, 2007
3. Анатолий Гершман. Заблуждения искусственного интеллекта. Postnauka.ru. Дата обращения: 6 октября 2017.
4. М. Эндрю. Реальная жизнь и искусственный интеллект // «Новости искусственного интеллекта», РАИИ, 2000
5. Гаврилова Т. А. Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник для вузов (недоступная ссылка)
6. Г. С. Осипов. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее
7. Andreas Kaplan; Michael Haenlein (2019) Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence, Business Horizons, 62(1)
8. Ильясов Ф. Н. Разум искусственный и естественный // Известия АН Туркменской ССР, серия общественных наук. 1986. № 6. С. 46—54.
9. Алан Тьюринг, Могут ли машины мыслить?
10. Изобретения С. Н. Корсакова
11. Искусственный интеллект в СССР. Дата обращения 10 сентября 2018.
12. Д. А. Поспелов. Становление информатики в России
13. К истории кибернетики в СССР. Очерк первый, Очерк второй
14. Газета «Коммерсантъ» № 92 от 30.05.2019, стр. 1 Правительству прибавят искусственного интеллекта
15. Лилит Саркисян, Мария Ефимова. Но властелином быть обязан (рус.) // Новая газета. — 2019. — № 59. — С. 9.
16. Указ Президента Российской Федерации О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации
17. Jack Copeland. What is Artificial Intelligence? 2000
18. Alan Turing, «Computing Machinery and Intelligence», Mind, vol. LIX, no. 236, October 1950, pp. 433—460.
19. [<http://www.diary.ru/~Organon/p21769784.htm> МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССУЖДЕНИЙ :: Поп-математика для взрослых детей :: @дневники: асоциальная сеть]. www.diary.ru. Дата обращения: 10 сентября 2018.
20. Обработка естественного языка:
21. Russell & Norvig, 2003, pp. 790—831
22. Poole, Mackworth & Goebel, 1998, pp. 91—104
23. Luger & Stubblefield, 2004, pp. 591—632
24. Иванов, К. К. Искусственный интеллект. Основные направления исследований / К. К. Иванов, В. М. Лужин, Д. В. Кожевников. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 28 (132). — С. 16-18. — URL: <https://moluch.ru/archive/132/36805/> (дата обращения: 27.01.2021).

Спасибо за внимание!