



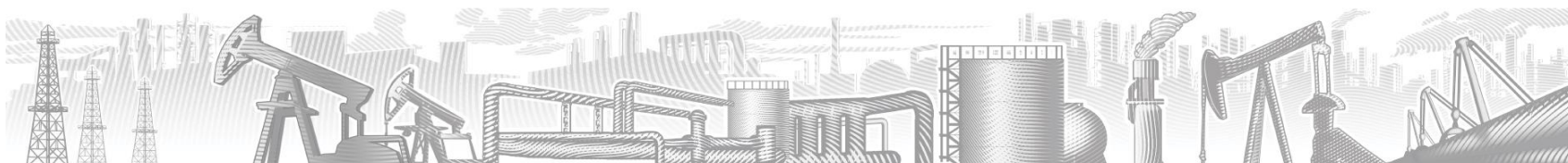
**УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА (филиал в г. Октябрьском)



Кафедра «Информационные технологии, математика и естественные науки»

Курс ДОП
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Разработал д.т.н. Тынчеров Камиль Талятович



ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА (филиал в г. Октябрьском)

Цель: формирование систематического представления об интеллектуальных технологиях, связанных с областью искусственного интеллекта, включающих аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) и их программной реализации

Задачи: изучить историю развития, состояние и направления развития искусственного интеллекта; интеллектуальные алгоритмы решения задач; основные положения об ИНС и их применении для решения интеллектуальных задач; принципы организации нейродинамических алгоритмов и вопросы их применения для задач прогнозирования; методы программной реализации ИНС.

Компетенции:

Иметь представление: о состоянии и направлениях развития систем искусственного интеллекта в целом и в нефтегазовой отрасли, в частности; о методах представления знаний на ЭВМ; об алгоритмах обучения ИНС; о методах программной реализации ИНС на интеллектуальных месторождениях нефти и газа;

Знать: терминологию нейронных сетей и искусственного интеллекта; основы экспертных систем; нейросетевой аппарат интеллектуального моделирования; основные функции активации формальных нейронов; алгоритм обратного распространения; принципы работы сетей на основе радиальных базисных функций; принципы нейродинамического программирования; алгоритмы инженерии знаний; основы программирования с помощью нейросимуляторов.

Уметь: выбирать интеллектуальные технологии программирования, в зависимости от вида решаемой задачи; решать задачи распознавания образов; решать задачи кластеризации; решать задачи прогнозирования; решать задачи анализа данных; программировать нейроконтроллеры; применять технологии искусственного интеллекта для извлечения информации из баз данных

Владеть: информацией о парадигмах систем искусственного интеллекта, представлении знаний в интеллектуальных системах, применении нейропроцессоров и системах искусственного интеллекта, навыками использования систем искусственного интеллекта, экспертных систем, нейропроцессоров, навыком применения математического инструментария для анализа данных, обработки данных с помощью ПО, машинного обучения.

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Краткая характеристика курса

ЗЕ 2, всего 108, ауд. 22, СРО 48, КСР 0, КТР 24, лек. 6, пр. 8, лаб. 8, зачёт 2

Характеристика разделов

- 1. Задачи и парадигмы систем искусственного интеллекта.** Задачи систем искусственного интеллекта (искусственный интеллект; направления СИИ); Проект Blue Brain (предпосылки для создания и реализации проекта)
- 2. Представление знаний в экспертных системах.** Состав знаний экспертной системы (классификация знаний с точки зрения и архитектуры ЭС). Организация знаний (уровни представления и уровни детальности, организация знаний в рабочей памяти и базе знаний); Модели представления знаний (логическая модель представления знаний, продукционная модель, модули, управляемые образцами, семантические модели, фреймы, объектно-ориентированный подход, практика использования моделей представления знаний в ЭС); Экспертные системы на языке ПРОЛОГ (классическая парадигма, логика программного мышления)
- 3. Нейропроцессоры.** Нейронные сети (нейрон, модели нейронов, типы нейронных сетей); Нейропроцессоры. Применение нейропроцессоров и систем искусственного интеллекта в нефтегазовой промышленности (концепция построения интеллектуального месторождения, направления реализации проекта в ООО Лукойл-Пермь).
- 4. Основы программирования на Python.**
Практический (лабораторный) практикум

Трудоёмкость (2 з.е.) кратное трем 72 часа

Объем аудиторной нагрузки 22 часа

Вид промежуточной аттестации – диф. зачет

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Связь с дисциплинами учебных планов, реализуемых в университете (в соответствии с Приложением Б)

Математика: линейная алгебра, аналитическая геометрия, математический анализ; Дискретная математика: теория множеств, теория графов, теория сетей (сети Петри); Информатика: теория кодирования, электротехника (электроника), Объектно-ориентированное программирование.

Описание курсов, клубов, семинаров

Цель - овладеть основными принципами программирования на высокоуровневом языке Python и прикладными аспектами его применения.

Изучение курса направлено на:

- развитие у обучающихся алгоритмического мышления,
- формирование навыков реализации различных алгоритмов на высокоуровневом языке программирования,
- применение знаний к решению прикладных задач, конкретно на нефтегазовом деле.

На занятиях обучающимся будут предоставлены реальные кейсы, решаемые специалистами по анализу данных: задачи с применением теории вероятности и их практическим решением на языке программирования Python.

Критерии отбора (входные параметры): курс универсальный, т.е. подходит для любого желающего, независимо от направления обучения

Материально-техническое обеспечение

Требования к помещению: компьютерный класс

ПО: ПК Python версий 3.2- 3.8 беспл.

Лабораторная установка: программно-аппаратный комплекс NeuroMatrix® <https://www.module.ru/products/4-programmno-apparatnye-kompleksy-pak>

РАЗДЕЛ 1. ЗАДАЧИ И ПАРАДИГМЫ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Лекция 1. ЗАДАЧИ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Учебные вопросы лекции

1. Искусственный интеллект.
2. Направления СИИ.



1. Искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ГОСТ Р 59895-2021)— это комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека.

Термин часто применяется к проекту развития систем, наделенных интеллектуальными процессами, характерными для человека, такими как способность рассуждать, обобщать или учиться на прошлом опыте. Кроме того, определение понятия ИИ (искусственный интеллект) сводится к описанию комплекса родственных технологий и процессов, таких как, например, машинное обучение, виртуальные агенты и экспертные системы.

Говоря простыми словами, ИИ — это грубое отображение нейронов в мозге. Сигналы передаются от нейрона к нейрону и, наконец, выводятся — получается числовой, категориальный или генеративный результат. Это можно проиллюстрировать на таком примере. если система делает снимок кошки и обучена распознавать, кошка это или нет, первый слой может идентифицировать общие градиенты, которые определяют общую форму кошки. Следующий слой может идентифицировать более крупные объекты, такие как уши и рот. Третий слой определяет более мелкие объекты (например, усы). Наконец, основываясь на этой информации, программа выведет «да» или «нет», чтобы сказать, является ли это кошкой или нет. Программисту не нужно «говорить» нейронам, что это те функции, которые они должны искать. ИИ изучил их сам по себе, тренируясь на многих изображениях (как с кошками, так и без кошек).

1. Искусственный интеллект.

Прикладной и универсальный искусственный интеллект

Прикладной ИИ

Если Вы слышите, читаете о ИИ, то с уверенностью можно сказать о том, что это прикладной ИИ. Он способен решать лишь определенную задачу, для решения которой он был обучен. Так например ИИ, который сейчас используют в смартфонах, позволяет подобрать для камеры светочувствительность, экспозицию, баланс белого и т.д. Но на большее он не способен. Он не может обсудить с Вами получившуюся фотографию, предложить поменять место съемки и т.п.

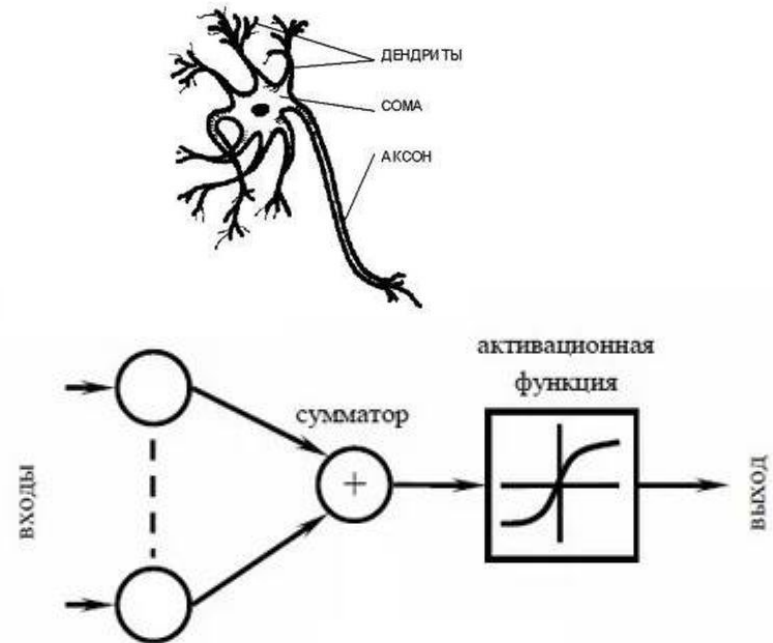
Универсальный ИИ

Это тот ИИ, который мы привыкли видеть в кино, либо читать в книгах. Интеллект, который может решать разнообразные задачи и схож с человеком. Но в настоящее время, подобных алгоритмов не существует и то, что сейчас мы видим, лишь маленькая молекула в организме полноценного ИИ. Даже возможно мы движемся совершенно не в ту сторону и основа полноценного ИИ будет совершенно другой.

1. Искусственный интеллект.

Описание искусственного нейрона

Структура ИИ берет начала из строения мозга человека, а именно его нейронов. У нейрона есть вход и выход, для передачи сигнала дальше, другим нейронам. При обучении сигнал, проходящий по нужной для решения задачи цепочке нейронов, становится сильнее и нам проще затем повторить действие. Аналогично устроен и искусственный нейрон, который лежит в основе ИИ. Нейрон представляет собой сумматор его входов и активируется по заданной программистом функции.



Искусственный нейрон — это математическая функция, задуманная как модель биологических нейронов, нейронной сети.

Искусственные нейроны — элементарные единицы в искусственных нейросетях.

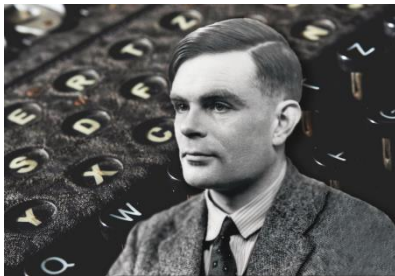
Искусственный нейрон получает один или несколько входов и суммирует их, чтобы произвести выход или активацию, представляющую потенциал действия нейрона, который передается вдоль его аксона. Обычно каждый вход анализируется отдельно, и сумма передается через нелинейную функцию, известную как функция активации, или передаточная функция.

1. Искусственный интеллект.

История развития ИИ

В 1935 году британский исследователь А.М. Тьюринг описал абстрактную вычислительную машину, которая состоит из безграничной памяти и сканера, перемещающегося вперед и назад по памяти, символ за символом. Сканер считывает то, что он находит, записывая дальнейшие символы. Действия сканера диктуются программой инструкций, которая также хранится в памяти в виде символов.

Самая ранняя успешная программа ИИ была написана в 1951 году Кристофером Стрейчи. В 1952 году эта программа могла играть с человеком в шашки, удивляя всех своими способностями предсказывать ходы. В 1953 году Тьюринг опубликовал классическую раннюю статью о шахматном программировании.



Алан Тьюринг разработал эмпирический тест, который показывает, способна ли программа уловить все нюансы поведения человека до такой степени, что человек не сможет определить, с кем именно он общается — с ИИ или с живым собеседником. Тьюринг предложил, чтобы сторонний наблюдатель оценивал разговор между человеком и машиной, которая отвечает на вопросы. Судья не видит, кто именно отвечает, но знает, что один из собеседников — ИИ. Разговор ограничен только текстовым каналом (компьютерная клавиатура и экран), поэтому результат не зависит от способности машины отображать слова как человеческую речь. В случае, если программе удастся обмануть человека, считается, что она эффективно справилась с тестом.

1. Искусственный интеллект.

История развития ИИ

- Коллежский советник Семён Николаевич Корсаков (1787—1853) ставил задачу усиления возможностей разума посредством разработки научных методов и устройств, перекликающуюся с современной концепцией искусственного интеллекта, как усилителя естественного. В 1832 году С. Н. Корсаков опубликовал описание пяти изобретённых им механических устройств, так называемых «интеллектуальных машин», для частичной механизации умственной деятельности в задачах поиска, сравнения и классификации. В конструкции своих машин Корсаков впервые в истории информатики применил перфорированные карты, игравшие у него своего рода роль баз знаний, а сами машины по существу являлись предтечами экспертных систем[10].
- В СССР работы в области искусственного интеллекта начались в 1960-х годах [6]. В Московском университете и Академии наук был выполнен ряд пионерских исследований, возглавленных Вениамином Пушкиным и Д. А. Пospelовым. С начала 1960-х М. Л. Цетлин с коллегами разрабатывали вопросы, связанные с обучением конечных автоматов.
- В 1964 году была опубликована работа ленинградского логика Сергея Маслова «Обратный метод установления выводимости в классическом исчислении предикатов», в которой впервые предлагался метод автоматического поиска доказательства теорем в исчислении предикатов.
- В 1966 году В. Ф. Турчиным был разработан язык рекурсивных функций Рефал.

1. Искусственный интеллект.

История развития ИИ

- До 1970-х годов в СССР все исследования ИИ велись в рамках кибернетики. По мнению Д. А. Поспелова, науки «информатика» и «кибернетика» были в это время смешаны, по причине ряда академических споров. Только в конце 1970-х в СССР начинают говорить о научном направлении «искусственный интеллект» как разделе информатики. При этом родилась и сама информатика, подчинив себе прародительницу «кибернетику». В конце 1970-х создаётся толковый словарь по искусственному интеллекту, трёхтомный справочник по искусственному интеллекту и энциклопедический словарь по информатике, в котором разделы «Кибернетика» и «Искусственный интеллект» входят наряду с другими разделами в состав информатики. Термин «информатика» в 1980-е годы получает широкое распространение, а термин «кибернетика» постепенно исчезает из обращения, сохранившись лишь в названиях тех институтов, которые возникли в эпоху «кибернетического бума» [11] конца 1950-х — начала 1960-х годов[12]. Такой взгляд на искусственный интеллект, кибернетику и информатику разделяется не всеми. Это связано с тем, что на Западе границы данных наук несколько отличаются [13].
- В России 30 мая 2019 г. на совещании по развитию цифровой экономики под председательством В. В. Путина было принято решение о подготовке национальной стратегии по искусственному интеллекту. В её рамках готовится федеральная программа с выделением 90 млрд рублей [14][15].
- 11 октября 2019 г. В. В. Путин своим указом утвердил национальную стратегию развития искусственного интеллекта в России до 2030 года.[16]

1. Искусственный интеллект.

Отличие искусственного интеллекта от естественного

Интеллект можно определить как общую умственную способность к рассуждению, решению проблем и обучению. В силу своей общей природы интеллект интегрирует когнитивные функции, такие как восприятие, внимание, память, язык или планирование. Естественный интеллект отличает осознанное отношение к миру. Мышление человека всегда эмоционально окрашено, и его нельзя отделить от телесности. Кроме того, человек — существо социальное, поэтому на мышление всегда влияет социум. ИИ не имеет отношения к эмоциональной сфере и социально не ориентирован.

Как сравнить человеческий и компьютерный интеллекты?

Сравнить мышление человека с искусственным интеллектом можно исходя из нескольких общих параметров организации мозга и машины. Деятельность компьютера, как и мозга, включает четыре этапа: кодирование, хранение, анализ данных и выдачу результата. Кроме того, мозг человека и ИИ могут самообучаться в зависимости от данных, полученных из окружающей среды. Также человеческий мозг и машинный интеллект решают проблемы (или задачи), используя определенные алгоритмы.

У компьютерных программ есть IQ?

Нет. Показатель IQ связан с развитием интеллекта человека в зависимости от возраста. ИИ в чем-то превышает некоторые человеческие способности, например может удерживать в памяти огромное количество цифр, но это не имеет отношения к IQ.

1. Искусственный интеллект.

Риск для развития человеческой цивилизации - есть ли он?

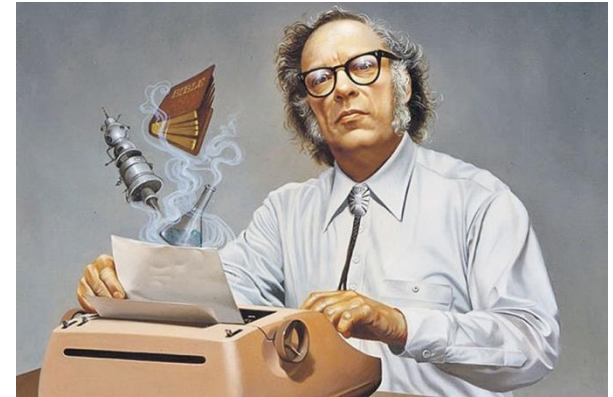
- Илон Маск считает, что развитие ИИ может угрожать человечеству и результаты могут оказаться страшнее, чем применение ядерного оружия.
- Стивен Хокинг, британский ученый, опасается, что люди могут создать искусственный интеллект, обладающий сверхразумом, который может нанести вред человеку.

Айзек Азимов (2 января 1920 — 6 апреля 1992) — американский писатель-фантаст, популяризатор науки, по профессии биохимик.

Слово «робототехника» было впервые использовано в печати Айзеком Азимовым в научно-фантастическом рассказе «Лжец», опубликованном в 1941 г. Он же в рассказе «Хоровод» 1942 г. впервые сформулировал **«Три закона робототехники»**:

1. Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред.
2. Робот должен повиноваться всем приказам, которые даёт человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону.
3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму Законам.

Этот несложный кодекс послужил основой для сюжета многочисленных фантастических рассказов Азимова, в которых исследуется практическое применение формализованной этики.



1. Искусственный интеллект.

Рынок технологий искусственного интеллекта

Ожидается, что рынок к 2025 году вырастет до 190,61 млрд долларов, при ежегодном темпе прироста — 36,62%. На рост рынка влияют такие факторы, как внедрение облачных приложений и сервисов, появление больших массивов данных и активный спрос на интеллектуальных виртуальных помощников. Однако экспертов, разрабатывающих и внедряющих технологии ИИ, пока немного, и это сдерживает рост рынка. Системам, созданным на основе ИИ, необходима интеграция и техническая поддержка при обслуживании.

Мировой рынок

Драйверами и лидерами рынка являются две корпорации — Intel и AMD, производители самых мощных процессоров. Intel традиционно концентрируется на выпуске машин с более высокой тактовой частотой, AMD ориентирована на постоянное увеличение числа ядер и обеспечение многопоточной производительности

В России

В конце 2018 года в России запустили серию серверов «Эльбрус-804», показывающих высокую производительность. Каждый из компьютеров оснащен четырьмя восьмиядерными процессорами. С помощью данных устройств можно выстроить вычислительные кластеры, они позволяют работать с приложениями и базами данных.

Национальная концепция развития

Национальные стратегии развития ИИ уже утвердили три десятка стран. В октябре 2019 года проект Национальной стратегии развития ИИ должен быть принят в России. Предполагается, что в Москве будет введен правовой режим, облегчающий разработку и внедрение технологий ИИ.

1. Искусственный интеллект.

Подходы к пониманию проблемы разработки систем ИИ

Единого ответа на вопрос, чем занимается искусственный интеллект, не существует, но есть основные парадигмы:

- **нисходящая парадигма** (англ. Top-Down AI), семиотическая — создание экспертных систем, баз знаний и систем логического вывода, имитирующих высокоуровневые психические процессы: мышление, рассуждение, речь, эмоции, творчество и т. д.;
- **восходящая парадигма** (англ. Bottom-Up AI), биологическая — изучение нейронных сетей и эволюционных вычислений, моделирующих интеллектуальное поведение на основе биологических элементов, а также создание соответствующих вычислительных систем, таких как нейрокомпьютер или биокомпьютер.

Последний подход, строго говоря, не относится к науке об ИИ в смысле, данном Джоном Маккарти, — их объединяет только общая конечная цель.

Существует группа ученых, которые заявляют о том, что есть еще и третья - **гибридная парадигма**, которая является как бы промежуточной между восходящей и нисходящей, беря из каждой только лучшие свойства:

От восходящей парадигмы берутся такие важные возможности, как оптимизация решений, поиск скрытых закономерностей, массивные вычисления.

А от нисходящей — возможность объяснить полученные результаты или принятые решения. Ведь это очень важно в мире, где какая-то доля решений будет приниматься ИИ-системами.

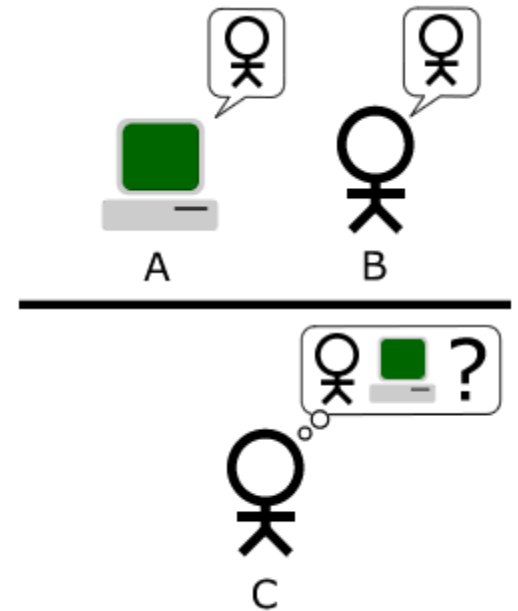
1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

1. Тест Тьюринга — эмпирический тест, идея которого была предложена Аланом Тьюрингом в статье «Вычислительные машины и разум», опубликованной в 1950 году в философском журнале Mind. Тьюринг задался целью определить, может ли машина мыслить.

Стандартная интерпретация этого теста звучит следующим образом: «Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача компьютерной программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор».

Все участники теста не видят друг друга. Если судья не может сказать определённо, кто из собеседников является человеком, то считается, что машина прошла тест. Чтобы протестировать именно интеллект машины, а не её возможность распознавать устную речь, беседа ведётся в режиме «только текст», например, с помощью клавиатуры и экрана (компьютера-посредника). Переписка должна производиться через контролируемые промежутки времени, чтобы судья не мог делать заключения, исходя из скорости ответов. Во времена Тьюринга компьютеры реагировали медленнее человека. Сейчас это правило тоже необходимо, потому что они реагируют гораздо быстрее, чем человек.



Стандартная интерпретация теста Тьюринга

1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

2. Символьный подход—первый в эпоху цифровых машин, так как именно после создания Лисп, первого языка символьных вычислений, у его автора возникла уверенность в возможности практически приступить к реализации этими средствами интеллекта. Символьный подход позволяет оперировать слабоформализованными представлениями и их смыслами.

Успешность и эффективность решения новых задач зависит от умения выделять только существенную информацию, что требует гибкости в методах абстрагирования. Тогда как обычная программа устанавливает один свой способ интерпретации данных, из-за чего её работа и выглядит предвзятой и чисто механической. Интеллектуальную задачу в этом случае решает только человек, аналитик или программист, не умея доверить этого машине. В результате создается единственная модель абстрагирования, система конструктивных сущностей и алгоритмов. А гибкость и универсальность выливается в значительные затраты ресурсов для не типичных задач, то есть система от интеллекта возвращается к грубой силе.

Основная особенность символьных вычислений — создание новых правил в процессе выполнения программы. Тогда как возможности не интеллектуальных систем завершаются как раз перед способностью хотя бы обозначать вновь возникающие трудности. Тем более эти трудности не решаются и наконец компьютер не совершенствует такие способности самостоятельно.

Недостатком символьного подхода является то, что такие открытые возможности воспринимаются не подготовленными людьми как отсутствие инструментов. Эту, скорее культурную проблему, отчасти решает логическое программирование.

Символьные вычисления — это преобразования и работа с математическими равенствами и формулами как с последовательностью символов. Они отличаются от численных расчётов, которые оперируют приближёнными численными значениями, стоящими за математическими выражениями. Системы символьных вычислений (их так же называют системами компьютерной алгебры) могут быть использованы для символьного интегрирования и дифференцирования, подстановки одних выражений в другие, упрощения формул и т. д.

1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

3. Логический подход к созданию систем искусственного интеллекта основан на моделировании рассуждений. Теоретической основой служит логика.

Логический подход может быть проиллюстрирован применением для этих целей языка и системы логического программирования Пролог.

Пролог (англ. Prolog) — язык и система логического программирования, основанные на языке предикатов математической логики дизъюнктов Хорна, представляющей собой подмножество логики предикатов первого порядка. Язык сосредоточен вокруг небольшого набора основных механизмов, включая сопоставление с образцом, древовидного представления структур данных и автоматического перебора с возвратами. Хорошо подходит для решения задач, где рассматриваются объекты (в частности структурированные объекты) и отношения между ними. Пролог, благодаря своим особенностям, используется в области искусственного интеллекта, компьютерной лингвистики и нечислового программирования в целом. В некоторых случаях реализация символьных вычислений на других стандартных языках вызывает необходимость создавать большое количество кода, сложного в понимании, в то время как реализация тех же алгоритмов на языке Пролог даёт простую программу, легко помещающуюся на одной странице.

Prolog является декларативным языком программирования: логика программы выражается в терминах отношений, представленных в виде фактов и правил. Для того чтобы инициировать вычисления, выполняется специальный запрос к базе знаний, на которые система логического программирования генерирует ответы «истина» и «ложь».

Логическое программирование — парадигма программирования, основанная на автоматическом доказательстве теорем, а также раздел дискретной математики, изучающий принципы логического вывода информации на основе заданных фактов и правил вывода. Логическое программирование основано на теории и аппарате математической логики с использованием математических принципов резолюций.

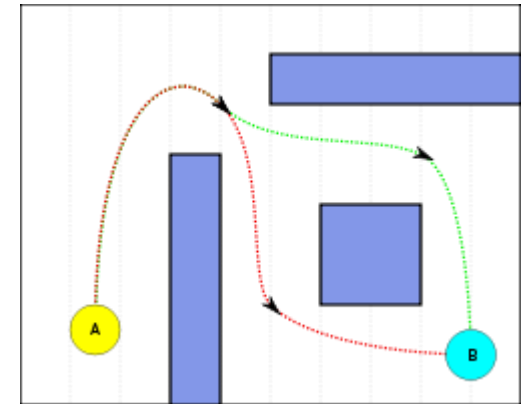
Самым известным языком логического программирования является Prolog.

1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

4. Агентно-ориентированный подход основан на использовании интеллектуальных (рациональных) агентов. Согласно этому подходу, интеллект — это вычислительная часть (грубо говоря, планирование) способности достигать поставленных перед интеллектуальной машиной целей. Сама такая машина будет интеллектуальным агентом, воспринимающим окружающий его мир с помощью датчиков, и способной воздействовать на объекты в окружающей среде с помощью исполнительных механизмов.

Этот подход акцентирует внимание на тех методах и алгоритмах, которые помогут интеллектуальному агенту выживать в окружающей среде при выполнении его задачи. Так, здесь значительно тщательнее изучаются алгоритмы **поиска пути** и **принятия решений**.



Эквивалентные пути между A и B в двухмерном пространстве



Теория принятия решений — область исследования, вовлекающая понятия и методы математики, статистики, экономики, менеджмента и психологии с целью изучения закономерностей выбора людьми путей решения проблем и задач, а также способов достижения желаемого результата.

1. Искусственный интеллект.

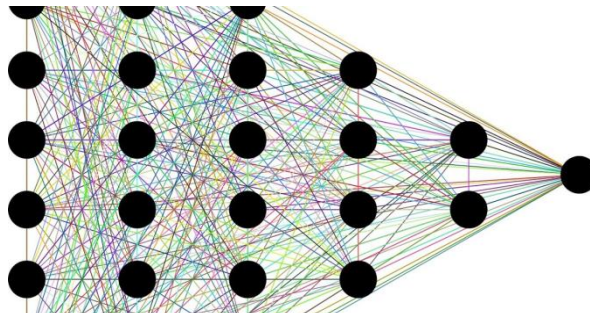
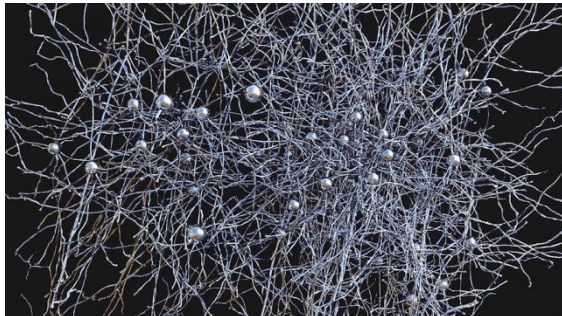
Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

5. Гибридный подход предполагает, что только синергичная комбинация нейронных и символьных моделей достигает полного спектра когнитивных и вычислительных возможностей.

Например, экспертные правила умозаключений могут генерироваться нейронными сетями, а порождающие правила получают с помощью статистического обучения.

Сторонники данного подхода считают, что гибридные информационные системы будут значительно более сильными, чем сумма различных концепций по отдельности.

Под **гибридной интеллектуальной системой (ГиИС)** принято понимать систему, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека. ГиИС — это совокупность: аналитических моделей; экспертных систем; искусственных нейронных сетей; нечетких систем; генетических алгоритмов; имитационных статистических моделей.



Синергия (греч. συνεργία «сотрудничество, содействие, помощь, соучастие, сообщничество» от др.-греч. σύν «вместе» + ἔργον «дело, труд, работа, (воз)действие») — усиливающий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что совместное действие этих факторов существенно превосходит простую сумму действий каждого из указанных факторов, эмерджентность [1].

Например:
соединение (синергизм) двух и более кусков радиоактивного материала, превышающее критическую массу, даёт выделение энергии, превосходящее простое суммирование излучения энергии каждым из отдельных кусков; знания и усилия нескольких человек могут организовываться таким образом, что они взаимно усиливаются; прибыль после слияния двух компаний может превосходить сумму прибылей этих компаний до объединения.

1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

6. Символьное моделирование мыслительных процессов -моделирование рассуждений[19].

Моделирование рассуждений подразумевает создание символьных систем, на входе которых поставлена некая задача, а на выходе требуется её решение. Как правило, предлагаемая задача уже **формализована**, то есть переведена в математическую форму, но либо не имеет алгоритма решения, либо он слишком сложен, трудоёмок и т. п. В это направление входят: доказательство теорем, принятие решений и **теория игр, планирование и диспетчеризация, прогнозирование.**

Формализация — представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации, поиска информации, научных теорий) в виде формальной системы или исчисления.

Теория игр — математический метод изучения оптимальных стратегий в играх. Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более сторон, ведущие борьбу за реализацию своих интересов. Каждая из сторон имеет свою цель и использует некоторую стратегию, которая может вести к выигрышу или проигрышу — в зависимости от поведения других игроков. Теория игр помогает выбрать лучшие стратегии с учётом представлений о других участниках, их ресурсах и их возможных поступках[1].

Автоматическое планирование и диспетчеризация — область задач искусственного интеллекта, касающаяся выполнения стратегии или последовательности действий, обычно для интеллектуальных агентов, автономных роботов и беспилотных аппаратов. В отличие от классических проблем управления и классификации, решения задач данной области комплексны, неизвестны и должны разрабатываться и оптимизироваться в многомерном пространстве.

Прогноз — это научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления. В узком смысле, это вероятностное суждение о будущем состоянии объекта исследования.

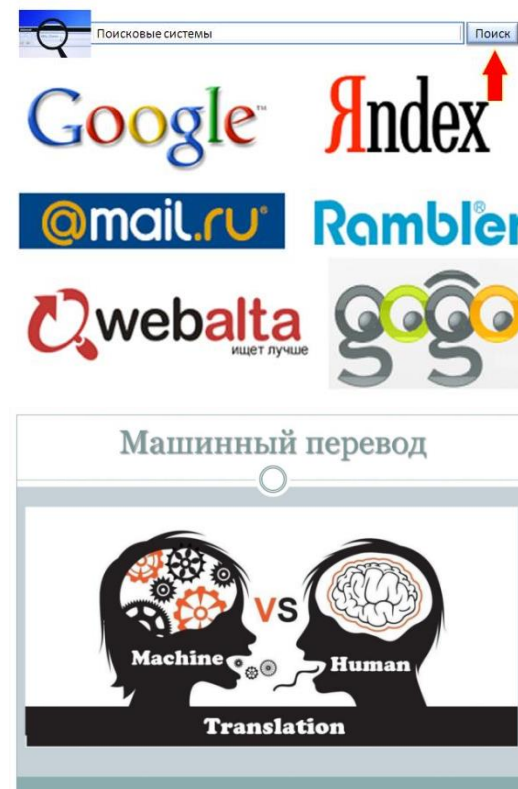
1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

7. Работа с естественными языками, в рамках которого проводится анализ возможностей понимания, обработки и генерации текстов на «человеческом» языке. Ставится цель такой обработки естественного языка, которая была бы в состоянии приобрести знание самостоятельно, читая существующий текст, доступный по Интернету. Некоторые прямые применения обработки естественного языка включают информационный поиск (в том числе, глубокий анализ текста) и машинный перевод [21].

Информацио́нный по́иск (англ. information retrieval) — процесс поиска неструктурированной документальной информации, удовлетворяющей информационные потребности [1], и наука об этом поиске.

Маши́нный перево́д — процесс перевода текстов с одного естественного языка на другой с помощью специальной компьютерной программы. Так же называется направление научных исследований, связанных с построением подобных систем.



1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

8. Представление и использование знаний. Направление инженерия знаний объединяет задачи получения знаний из простой информации, их систематизации и использования. Это направление исторически связано с созданием экспертных систем — программ, использующих специализированные базы знаний для получения достоверных заключений по какой-либо проблеме.

Производство знаний из данных — одна из базовых проблем интеллектуального анализа данных. Существуют различные подходы к решению этой проблемы, в том числе — на основе нейросетевой технологии [22], использующие процедуры вербализации нейронных сетей.

Инженерия знаний — область наук об искусственном интеллекте, связанная с разработкой экспертных систем и баз знаний. Относится ко всем техническим, научным и социальным аспектам, связанным с построением, поддержкой и использованием систем, основанных на знаниях. Изучает методы и средства извлечения, представления, структурирования и использования знаний.

Представление знаний — вопрос, возникающий в когнитологии и информатике, а также в исследовании вопросов, связанных с искусственным интеллектом. В когнитологии он связан с тем, как люди хранят и обрабатывают информацию. В информатике — с подбором представления конкретных и обобщённых знаний, сведений и фактов для накопления и обработки информации в ЭВМ. Главная задача в искусственном интеллекте (ИИ) — научиться хранить знания таким образом, чтобы программы могли осмысленно обрабатывать их и достигнуть тем подобия человеческого интеллекта.



Модели представление знаний

1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

9. Машинное обучение (machine learning, ГОСТ Р 59895-2021) - процесс автоматического обучения и совершенствования поведения системы искусственного интеллекта на основе обработки массива обучающих данных без явного программирования. В 1956 году, на Дартмундской летней конференции, Рей Соломонофф написал отчёт о вероятностной машине, обучающейся без учителя, назвав её: «Индуктивная машина вывода» [25].

Обучение без учителя — позволяет распознать образы во входном потоке.

Обучение с учителем включает также классификацию и **регрессионный анализ**. Классификация используется, чтобы определить, к какой категории принадлежит образ. Регрессионный анализ используется, чтобы в рядах числовых примеров входа/выхода и обнаружить непрерывную функцию, на основании которой можно было бы прогнозировать выход. При обучении агент вознаграждается за хорошие ответы и наказывается за плохие. Они могут быть проанализированы с точки зрения теории решений, используя такие понятия как полезность.

Математический анализ машинных алгоритмов изучения — это раздел теоретической информатики, известный как вычислительная теория обучения (англ. Computational learning theory).

К области **машинного обучения** относится большой класс задач на распознавание образов. Например, это распознавание символов, рукописного текста, речи, анализ текстов. Многие задачи успешно решаются с помощью биологического моделирования (см. след. пункт). Особо стоит упомянуть компьютерное зрение, которое связано ещё и с робототехникой.

Регрессионный анализ — набор статистических методов исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную. Независимые переменные иначе называют регрессорами или предикторами, а зависимые переменные — критериальными. Терминология зависимых и независимых переменных отражает лишь математическую зависимость переменных, а не причинно-следственные отношения. Наиболее распространенный вид регрессионного анализа — линейная регрессия, когда находят линейную функцию, которая, согласно определённым математическим критериям, наиболее соответствует данным. Например, в методе наименьших квадратов вычисляется прямая(или гиперплоскость), сумма квадратов между которой и данными минимальна.

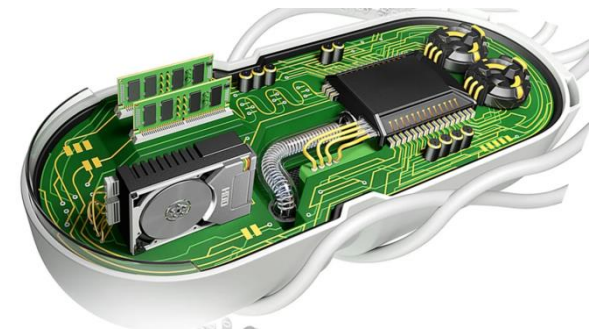
1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

10. Биологическое моделирование искусственного интеллекта.

(Биокомпьютинг) — биологическое направление в искусственном интеллекте, сосредоточенное на разработке и использовании компьютеров, которые функционируют как живые организмы или содержат биологические компоненты, так называемые биокомпьютеры.

Отличается от понимания искусственного интеллекта по Джону Маккарти, когда исходят из положения о том, что искусственные системы не обязаны повторять в своей структуре и функционировании структуру и протекающие в ней процессы, присущие биологическим системам. Сторонники данного подхода считают, что феномены человеческого поведения, его способность к обучению и адаптации есть следствие именно биологической структуры и особенностей её функционирования.



Сюда можно отнести несколько направлений. Нейронные сети используются для решения нечётких и сложных проблем, таких как распознавание геометрических фигур или кластеризация объектов. Генетический подход основан на идее, что некий алгоритм может стать более эффективным, если позаимствует лучшие характеристики у других алгоритмов («родителей»). Относительно новый подход, где ставится задача создания автономной программы — агента, взаимодействующей с внешней средой, называется агентным подходом.

1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

11. Робототехника. (Интеллектуальная робототехника) — Области робототехники [26] и искусственного интеллекта тесно связаны друг с другом. Интегрирование этих двух наук, создание интеллектуальных роботов составляют ещё одно направление ИИ. Интеллектуальность требуется роботам, чтобы манипулировать объектами [27], выполнять навигацию с проблемами локализации (определять местонахождение, изучать ближайшие области) и планировать движение (как добраться до цели) [28]. Примером интеллектуальной робототехники могут служить игрушки-роботы:

Pleo — робот-динозавр. По задумке разработчиков, Pleo имитирует детёныша динозавра (Камаразавр) недельного возраста. Эта разновидность динозавра была выбрана потому, что его форма туловища и большой череп идеально подошли для сокрытия большого количества датчиков и электроники, необходимых для реалистичных движений робота. Разработчиком Pleo является Калеб Чанг, один из создателей интерактивной игрушки Furby. Производством Pleo занимается американская компания Ugobe. По заявлениям представителей Ugobe, каждый Pleo будет «учиться», основываясь на событиях, происходящих в окружающем его мире. Сложный искусственный интеллект дает возможность формировать уникальную индивидуальность каждому отдельно взятому роботу Pleo.



Aibo — серия собак-роботов, разработанная компанией Sony. Aibo умеет ходить, «видеть» окружающие его предметы с помощью видеокамеры и инфракрасных датчиков расстояния, распознавать команды и лица. Робот является полностью автономным: он может учиться и развиваться, основываясь на побуждениях своего хозяина, обстановки, или другого AIBO. Несмотря на это, он поддается настройкам с помощью специальных программ. Существует программное обеспечение, имитирующее «взрослую собаку», которая сразу использует все свои функции, и программное обеспечение, имитирующее «щенка», который раскрывает свои возможности постепенно[1].



QRIO — разработанный компанией Sony двуногий робот-андроид. Рост робота составляет 58 сантиметров, вес — 8 килограмм. Встроенные 38 сервомоторов наделяют QRIO достаточной свободой движений и хорошей координацией. Например, робот может быстро передвигаться, брать предметы, подниматься по лестнице, танцевать и держать равновесие, стоя на одной ноге.



1. Искусственный интеллект.

Различные подходы к пониманию проблемы ИИ

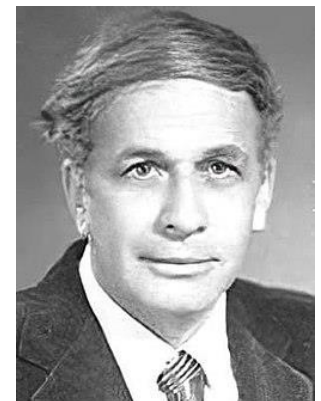
12. Машинное творчество — здесь поставлены проблемы написания компьютером музыки, литературных произведений (часто — стихов или сказок), художественное творчество. Создание реалистичных образов широко используется в кино и индустрии игр.

Отдельно выделяется изучение проблем технического творчества систем искусственного интеллекта. Теория решения изобретательских задач, предложенная в 1946 году Г. С. Альтшуллером, положила начало таким исследованиям.

Добавление данной возможности к любой интеллектуальной системе позволяет весьма наглядно продемонстрировать, что именно система воспринимает и как это понимает. Добавлением шума вместо недостающей информации или фильтрация шума имеющимися в системе знаниями производит из абстрактных знаний конкретные образы, легко воспринимаемые человеком, особенно это полезно для интуитивных и малоценных знаний, проверка которых в формальном виде требует значительных умственных усилий.

Теория решения изобретательских задач, или ТРИЗ, — набор методов решения технических задач и совершенствования технических систем.

Генрих Саулович Альтшуллер (псевдоним Генрих Альтов; 15 октября 1926, Ташкент, Узбекская ССР, СССР — 24 сентября 1998, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия) — советский писатель-фантаст и изобретатель, автор ТРИЗ—ТРТС (теории решения изобретательских задач — теории развития технических систем), автор ТРТЛ (теории развития творческой личности).



1. Искусственный интеллект.

Выводы

1. Искусственный интеллект уже оказал огромное влияние на развитие нашего мира, что было невозможно предсказать еще столетие назад. «Умные» телефонные сети маршрутизируют звонки более эффективно, чем любой человек-оператор. Автомобили строятся на беспилотных заводах автоматизированными роботами. Искусственный интеллект интегрируется в самые обычные бытовые предметы, например в пылесос. Механизмы ИИ до конца не изучены, но эксперты прогнозируют, что развитие ИИ еще более приблизится к развитию человеческого мозга уже в ближайшие годы.
2. Единого ответа на вопрос, чем занимается искусственный интеллект, не существует. Почти каждый автор, пишущий книгу об ИИ, отталкивается в ней от какого-либо определения, рассматривая в его свете достижения этой науки. Поэтому существуют различные подходы к пониманию проблемы ИИ, их, как минимум, двенадцать.

2. Направления СИИ.

Два основных направления развития ИИ:

- **Нейрокибернетика.** Основан на том, что мыслить способен исключительно человеческий мозг, поэтому для создания ИИ необходимо воссоздать его структуру. Подобные системы называют нейронными сетями. Особое внимание уделяется биологическому аспекту. Предполагается, что открытие биологической обработки информации позволит совершить невиданный скачок в развитии. Поэтому нейрокибернетика, необходимость применения которой многократно возрастает при решении плохо формализованных задач, имеет большую популярность в наше время. Так, ученым из Цюриха удалось создать постоянную память на основе ДНК. Тем не менее, и без биологической обработки информации создаются и развиваются самообучающиеся (использующие уже накопленный опыт) нейронные сети, заточенные, например, под распознавание образов.
- **Кибернетика «черного ящика».** Подход гласит, что неважно то, как будет устроен ИИ, а важно лишь то, что он должен преобразовать данные как человеческий мозг. Большое внимание в данном подходе уделяется решению интеллектуальных задач. Именно из-под его крыла появились первые системы, основанные на знаниях, которые также называются экспертными системами. Они представляют собой набор знаний высококлассных специалистов определенных предметных областей, который будет в дальнейшем использоваться менее квалифицированными специалистами.

В настоящий момент в области искусственного интеллекта наблюдается вовлечение многих предметных областей, имеющих скорее практическое отношение к ИИ, а не фундаментальное. Многие подходы были опробованы, но к возникновению искусственного разума ни одна исследовательская группа пока так и не подошла. Рассмотрим лишь некоторые наиболее известные разработки в области ИИ.

1. Искусственный интеллект.

Технологии искусственного интеллекта

Технологии искусственного интеллекта (ГОСТ Р 59277-2020): комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека при решении задач компьютерного зрения, обработки естественного языка, распознавания и синтеза речи, поддержки принятия решений и других практически значимых задач обработки данных.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований (технологий) СИИ [24]

1. Представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях.

Данное направление является основным в области разработки ИИ, отвечая за описанные выше экспертные системы, то есть за предоставление некоторых структурированных знаний с точки зрения инженерии знаний, суть которой заключается в формализации этих добытых знаний.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

2. Программное обеспечение систем ИИ.

Разработано немалое число языков программирования, в которых на первом месте стоят не вычислительные процедуры, а логические и символьные. Наиболее известными из них являются языки Лисп и Пролог. Язык Лисп был создан американским информатиком Джоном Маккарти для решения задач искусственного интеллекта и является важнейшим языком в среде символьной обработки информации. На языке Лисп написано огромное число программ в области работы с естественным языком, что делает основополагающим для использования в области ИИ. В свою очередь, язык Пролог, также созданный в качестве языка программирования для решения задач искусственного интеллекта, отвечает за логику. Математическая логика является формализацией мышления человека, поэтому ее применение в ИИ неизбежно. Нельзя не упомянуть, что к ПО систем ИИ относятся экспертные системы, наполнение которых знаниями происходит уже после их разработки. Ярким примером подобной системы является оболочка EXSYS, с помощью которой можно решить проблемы любой проблемной области, в которой решение задачи происходит путем выбора одного варианта из нескольких, причем этот выбор основан на строгой логике.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

3. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод.

Машинный перевод (machine translation, ГОСТ Р 59895-2021) - автоматический перевод текста или речи с одного естественного языка на другой с помощью компьютерной системы.

Самым ярким представителем данного направления долгое время являлись системы перевода с одного языка на другой. Большинство из нас пользовались такими системами и отмечали иногда так называемый «корявый» перевод. Связано это с тем, что машине необходимо понять смысл текста, ведь именно так и переводит текст человек (он не просто заменяет слова одного языка их эквивалентом другого языка, а анализирует передаваемый ими смысл), а это является очень сложной задачей. Тем не менее, прогресс в данной области на лицо. Сейчас наиболее перспективным представителем данного направления являются голосовые помощники, которые анализируют речь человека и выполняют соответствующие действия. Наиболее известными являются Siri от компании Apple и GoogleAssistant от компании Google.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

4. Интеллектуальные роботы.

Сегодня робототехника очень популярна, ведь роботы уже широко используются в промышленности. Тем не менее, пока они не отвечают задаче искусственного интеллекта, заключающейся в их самоорганизации. На пути к этому стоят проблемы машинного зрения и адекватного хранения, а также обработки трехмерной визуальной информации [1]. Но работа идет и уже совершаются первые серьезные шаги. Так, например, в области машинного зрения удалось добиться того, что на смену прежним роботам, запрограммированным на то, чтобы взять деталь и выполнить операцию в определенном месте и в определенное время, и являющимися попросту слепыми, пришли новые роботы, оснащенные видеокамерами и новым программным обеспечением, что позволяет им идентифицировать и искать детали, а это, в свою очередь, делает систему передвижения менее дорогостоящей [5].

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

5. Обучение и самообучение.

Результатам исследований в ходе данного направления являются системы, способные накапливать знания и принимать решения, исходя из накопленного опыта. Подобные системы обучаются по некоторым примерам, после чего запускается процесс их самообучения.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов.

Процедура распознавания некоторого образа происходит за счет каждого объекта с некоторым набором признаков, присущих ему. Данное направление тесно развивается с предыдущим, благодаря чему распознавание становится более верным за счет уточнения признаков и обучения на ошибках.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов.

Остановимся на данном направлении, как наиболее часто используемом и наиболее показательном чуть подробнее. Понятно, что для получения образов необходимо изображение - это некий объект-копия, дающий нам представление о том, как выглядит объект-оригинал. Наскальные рисунки, египетские фрески, картины на холстах, 3d-модели, фотографии — это всё изображения. В обработке сигналов есть понятие аналогового, дискретного и цифрового сигналов.

Аналоговый сигнал — это непрерывный (чаще всего, звуковой) сигнал, переложенный на некий колебательный аналог (чаще всего, электромагнитные колебания) максимально приближенно по характеристикам к исходной (той самой, звуковой) кривой. Он имеет свои искажения, но зато может обрабатываться и передаваться аналоговой аппаратурой.

Дискретный сигнал — это аналоговый сигнал, над которым произвели процедуру дискретизации, то есть из бесконечного числа значений непрерывного аналогового сигнала нащипали конечное число отсчётов с выбранным шагом. Дискретный сигнал не является непрерывным, это просто набор точек. Тем не менее, чтобы стать совсем уж приятным цифровым сигналом, он должен ещё пройти процедуру квантования — аналогичная дискретизации штука, но применяется к области значения, и вообще-то может иметь неравномерную шкалу квантования — логарифмическую, например.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

Дискретизация для изображения — это разделение его на «обрезание» цветов пикселей под машиноинтерпретируемые цвета. Чем мельче шаг, тем выше качество, но и выше затраты памяти.

Если говорить о самом обычном изображении, то (чаще всего) это матрица из N на M пикселей, каждый из которых (чаще всего) описывается тремя числами от 0 до 255, смысл которых (чаще всего) — яркость красного, зелёного и синего цветов в каждом дискрете изображения.

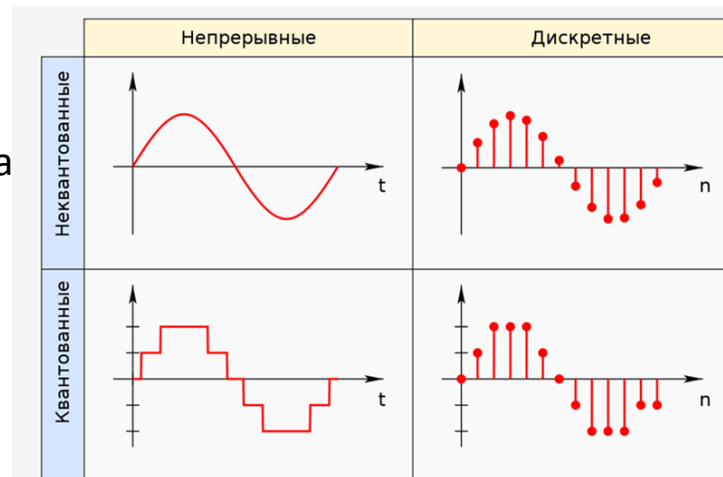


Рис. Наглядное представление процедур дискретизации и квантования

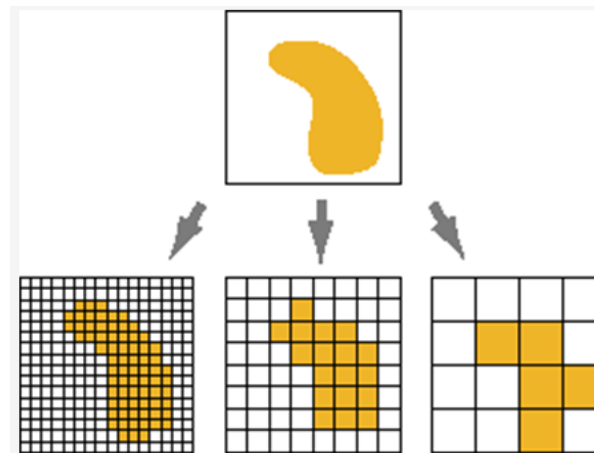


Рис. Дискретизация изображения с разным шагом

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

Чтобы обрабатывать такие вот цифровые изображения, часто используют так называемую процедуру свёртки или, иначе говоря, конволюции. Математически это преобразование записывается так:

$$(h \otimes f)_{j_1, j_2} = \sum_{i_1=0}^{K_1} \sum_{i_2=0}^{K_2} h_{i_1, i_2} \cdot f_{i_1-j_1, i_2-j_2}$$

При свёртке предполагается, что у нас есть f — основное изображение, а также h — некий фильтр, ядро свёртки, матрица размером K_1 на K_2 , в которой лежат какие-то числа. Чаще всего h при свёртке сильно меньше f , и крайне распространены, например, фильтры размером 3 на 3.

После свёртки мы получаем матрицу того же размера, что изначальное изображение. Механически, в формуле написано, как считается каждый пиксель получаемой матрицы:

1. К изображению f прикладывается фильтр h ;
2. Все пиксели h и f , для которых есть наложение, перемножаются;
3. Потом результат умножений суммируется и записывается в пиксель.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

Помимо свёртки, есть ещё такая штука как корреляция — или, более официально, корреляционная функция.

Она записывается так:

$$(h * f)_{j_1, j_2} = \sum_{i_1=0}^{K_1} \sum_{i_2=0}^{K_2} h_{i_1, i_2} \cdot f_{i_1+j_1, i_2+j_2}$$

От свёртки её отличает только знак в индексе, и он выливается в угол поворота кусочка h . Корреляцию можно считать при $h = f$, тогда она будет **автокорреляционной функцией (АКФ)**.

Если считать от разных изображений, то она **называется взаимной корреляционной функцией (ВКФ)**.

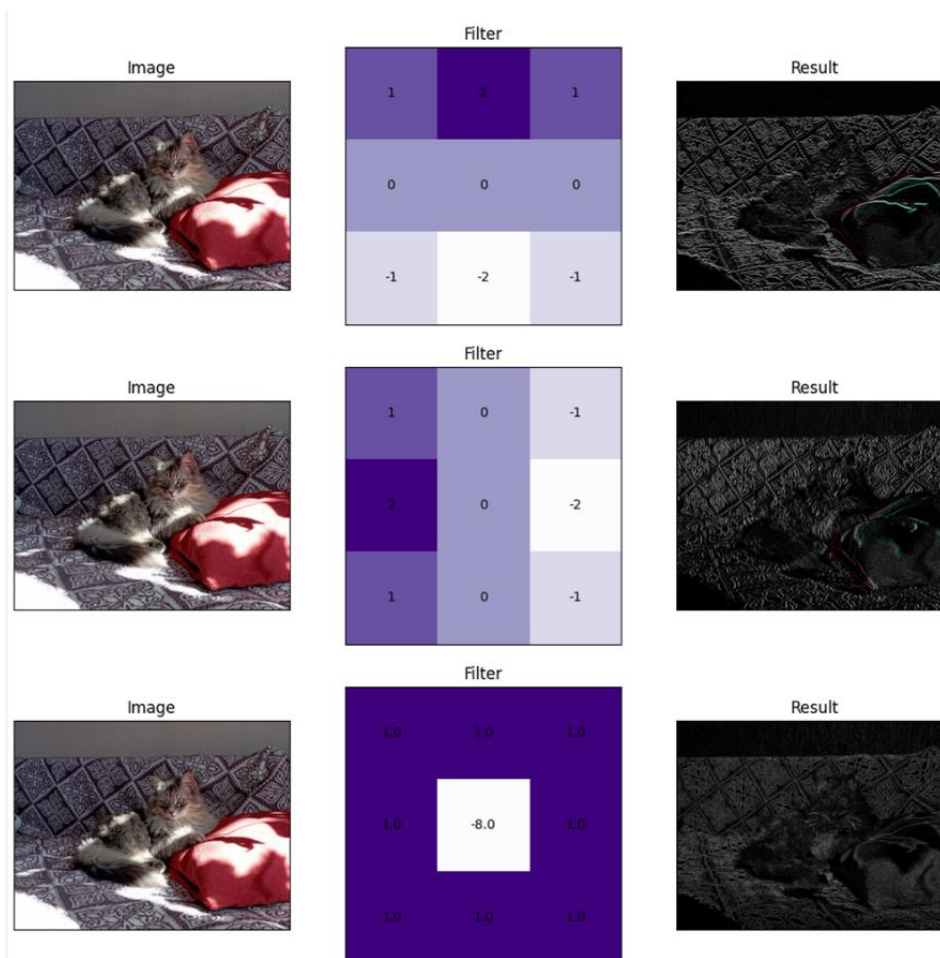


Рис. Примеры использования свёртки с фильтрами 3x3 «на кошках»

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

ВКФ вообще применяется для анализа похожести сигналов — она выдаёт большое значение там, где сигналы сходятся, и небольшое значение там, где они различны. И если мы возьмём небольшой кусочек сигнала (например, звуковую запись какого-нибудь слова) и вычислим его ВКФ с некоторым сигналом (например, со звуковой записью человеческой речи), то в общем случае получим максимальные значения там, где было что-то, существенно похожее на этот кусочек (в нашем примере, место записи речи, в котором есть выбранное слово).

Однако если так считать ВКФ по предыдущей формуле, картинка получится специфическая. Здесь h — не какой-то специально подобранный фильтр, а такая же картинка. Она по размеру обычно более сравнима с основной картинкой f , и сумма пикселей у нее не обязательно будет нормальна. Поэтому, для наших целей, такую ВКФ надо нормировать, чтобы не получить засвеченную картинку:

$$(h * f)_{j_1, j_2} = \frac{\sum_{i_1=0}^{K_1} \sum_{i_2=0}^{K_2} h_{i_1, i_2} \cdot f_{i_1+j_1, i_2+j_2}}{\sqrt{\left[\sum_{i_1=0}^{K_1} \sum_{i_2=0}^{K_2} h_{i_1, i_2}^2 \right] \cdot \left[\sum_{i_1=0}^{K_1} \sum_{i_2=0}^{K_2} f_{i_1+j_1, i_2+j_2}^2 \right]}}$$

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

Перейдём же теперь к практике. Реализуем ВКФ для картинок в коде, при помощи операторов + и * (правда, имея ввиду нормализацию, всё-таки +, *, / и ** — возведение в степень 2 и 1/2). Таким образом, в коде ВКФ будет выглядеть следующим образом:

```
import numpy as np
from numba import njit
@njit
def count_correlation(main, part):
    res = np.zeros(main.shape)
    h_f, w_f = main.shape # высота и ширина основного изображения
    h_h, w_h = part.shape # высота и ширина искомого кусочка
    s_h = np.sum(np.square(part)) # двойная сумма по h, считается один раз
    for j1 in range(w_f):
        for j2 in range(h_f):
            k = 0 # двойная сумма ВКФ
            s_f = 0 # двойная сумма по f, эту нужно накапливать
            for i1 in range(w_h):
                for i2 in range(h_h):
                    if j1 + i1 >= w_f or j2 + i2 >= h_f:
                        continue
                    k += part[i2, i1] * main[j2 + i2, j1 + i1]
                    s_f += main[j2 + i2, j1 + i1] ** 2
            res[j2, j1] = k / ((s_f * s_h) ** 0.5) # запись значения пикселя
    return res
```

Рис. Объект ProgressBar в модуле numba_progress

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

Давайте же применим это к каким-нибудь картинкам. Например, результаты, которые получаются от подобных изображений:



Рис. Пример изображения

Возьмём разные фрагменты этого изображения и посмотрим, что выдаст ВКФ.



Рис. Участки изображения для поиска ВКФ

Условно назовём эти фрагменты «буква F», «точка», «буква I», «четвёрка» и «восьмёрка» соответственно. Посмотрим, что получается для них, и подумаем, почему так.

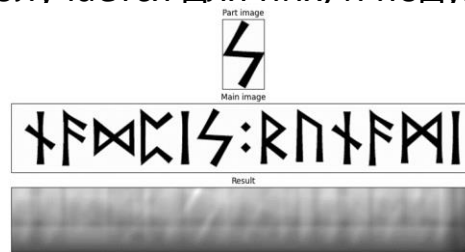


Рис. «Четвёрка»

На «четвёрке» хорошо можно увидеть, как вообще работает поиск через ВКФ. В том самом месте, где будет левый верхний угол маски, когда маска будет лежать ровно на символе «четвёрки», появляется отчётливый «засвет». Кроме того, на ВКФ можно увидеть чуть менее светлые, но всё же видимые участки, параллельные «ногам». Потому что если маска сдвинется в направлении, параллельном направлению этих «ног», ВКФ, хоть и не будет совсем уж большой, то всё-таки останется существенной.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

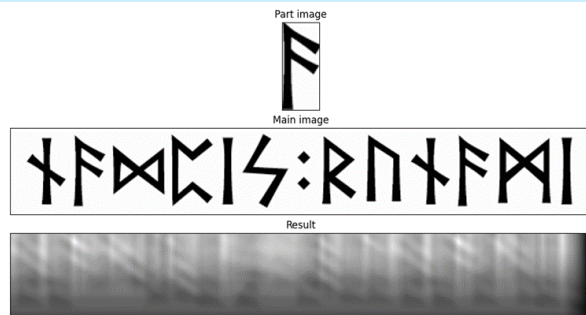


Рис. «Буква F»

Аналогичную ситуацию можно увидеть для «буквы F»: во всех местах, где маска ложится на что-то более или менее похожее, есть «засвет» — в том числе отдельно подсвечивается узел нижней перекладины «буквы F». Фактически, она неплохо находит все вертикальные «столбы».

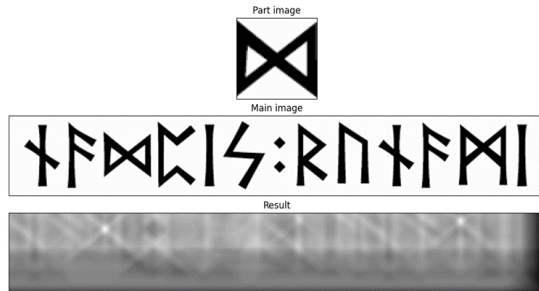


Рис. «Восьмёрка»

Используя данный подход, можно реализовать алгоритм детектирования, например, символов на сканах документов, книг. Для этого нужно набрать соответствующее количество изображений детектируемых объектов и сравнивать их все с анализируемым изображением (сканированной страницей), а потом соединять светлые пятна на разных корреляциях по локации и находить для каждого пятна символ по максимальному сходству.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

На практике такой алгоритм довольно специфичен, неустойчив к смене, например, начертания и кегля шрифта, цвета бумаги, слабо применим к рукописному вводу, чрезвычайно уязвим к повороту и так далее. К тому же он довольно громоздкий и плохо расширяемый: с увеличением пула картинок вычислительная сложность будет расти довольно существенно. Опять-таки, для обычных фотографий эта штука таких выразительных результатов не даёт.

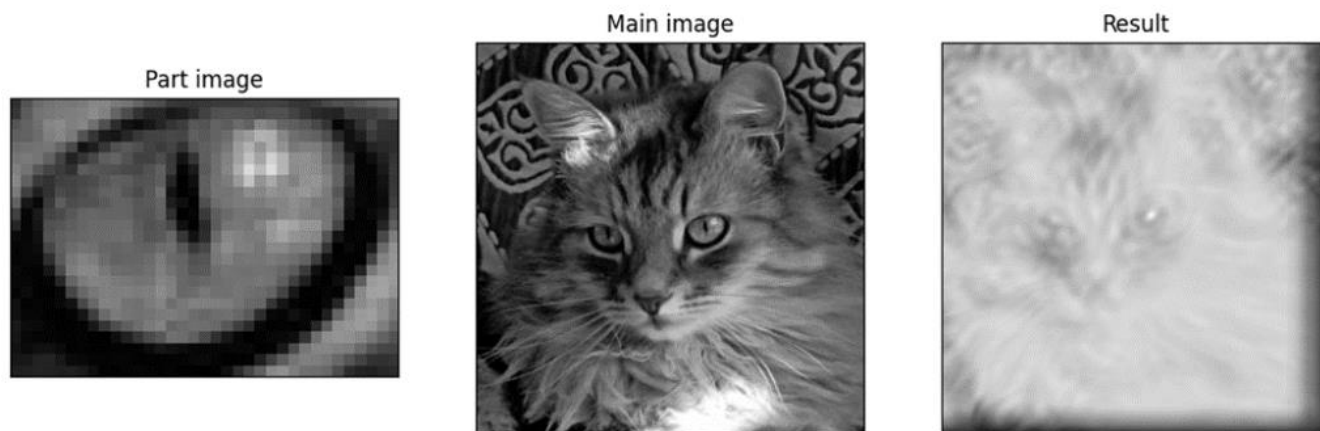


Рис. Примеры работы ВКФ на фотографии

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

Теперь кратко о свёрточных нейронных сетях — тех самых, которыми в большинстве и решается задача распознавания графических образов. Почему они так называются и как подходят к проблеме распознавания графических объектов?

На английском название этой технологии звучит как Convolution Neural Network (CNN), на русском слово «свёрточная» распространено, пожалуй, больше. По сути, как работает нейронная сеть:

1. на вход сети подаются какие-то фиксированные признаки (допустим, первый вход — это всегда длина помидора, второй вход — всегда усреднённый коэффициент упругости, третий — степень видимости прожилок и т. д.);
2. каждый нейрон первого слоя умножает эти признаки на веса (у каждого нейрона веса свои, и они настраиваются в процессе обучения — когда сеть смотрит на разные помидоры);
3. каждый нейрон первого слоя складывает результаты взвешенных признаков;
4. каждый нейрон первого слоя прикладывает полученную сумму к функции активации и получает свой итоговый выход;
5. нейроны первого слоя передают свой выход следующему слою (и всё, что было с нейронами первого слоя, повторяется для второго и так далее, пока слои не закончатся);
6. наконец, нейроны последнего слоя, а вернее один нейрон (допустим, ответ нейронной сети — это одно число: «0» — если помидор нельзя кушать, «1» — если можно) свой выход выдают как ответ сети.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

Основная особенность технологии CNN заключается в том, что она позволила обрабатывать нейросетью не какие-то «руками» выделенные признаки картинки, а загружать изображение как есть, в виде пиксельных матриц. Выделение же признаков изображения, по сути, было перенесено на веса изображений, которые в CNN представляют собой (чаще всего) квадратные матрицы и настраиваются в процессе обучения. Если раньше исследователь при создании архитектуры сети подбирал набор признаков изображения, обучал на них сети, искал новые признаки, потому что первые (чаще всего) не работают так хорошо, как хотелось бы — с CNN стало можно показывать сети как можно больше картинок, чтобы она их запоминала через «фильтры». Правда, это происходит за счёт монструозного увеличения вычислительной сложности, требований к объёму датасетов, сложностей с обучением глубоких слоёв сети... но это работает.

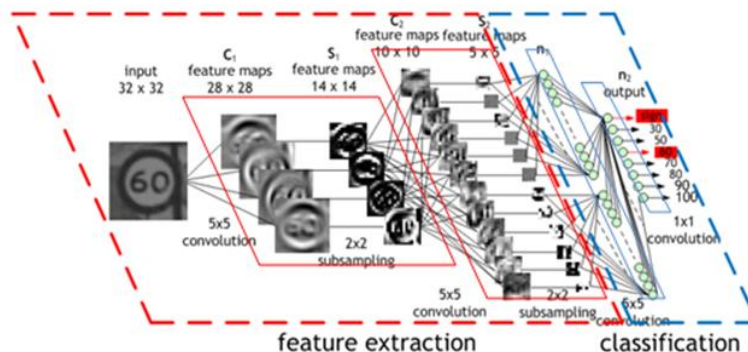


Рис. Схема работы CNN

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

6. Распознавание образов

CNN используют тот же самый принцип, только матрицы h в них зашиты в веса сети — они изменяются в процессе обучения, и в них лежит обычно что-то категорически неисповедимое. Ну, кроме того, можно вспомнить, что процесс в CNN на самом деле разделён по слоям, и не происходит за одну свёртку-корреляцию, и что базовое применение CNN в задаче классификации, а не детектирования, так что она фактически — одно приложение фильтра к картинке, причём ко всей (но при этом у неё внутри много раз происходит свёртка). Так что, конечно, эта технология сложнее и интереснее, чем можно рассказать за один раз.

Наверное, ещё можно упомянуть специфику обучения CNN и вообще глубоких сетей. Долгое время было очень сложно с тем, чтобы обучать сети с большим количеством слоёв. Вообще для малых нейронных сетей вполне возможно рассчитать оптимальные веса по уравнению. Но с ростом числа слоёв (так как слои идут один за другим, и их веса друг от друга зависят), вычислительная сложность растёт. И, кроме того, в описании вклада нейронов последующих слоёв есть нормировочный член, который меньше единицы, с увеличением глубины слоя уменьшается с квадратичной скоростью. Из-за этого на определённой глубине веса «пробьют дно» машинной точности, и из-за этого применение численных методов вычисления ограничено. Поэтому глубокие сети обучают по-другому.

По вопросу распознавания образов пока всё. Вернёмся к другим направлениям исследований СИИ

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

7. Новые архитектуры компьютеров.

Уже давно стало понятно, что традиционная архитектура компьютера не позволит решать задачи, стоящие перед искусственным интеллектом. В связи с этим огромные усилия направлены на разработку абсолютно новых аппаратных архитектур. Уже есть специальные машины, заточенные под языки Лисп и Пролог, которые, соответственно, предназначены для решения задач символьной обработки и логических задач.

2. Направления СИИ.

Другие направления исследований СИИ

8. Игры и машинное творчество.

В любой современной компьютерной игре найдется место искусственному интеллекту. ИИ анализирует действия игрока и отвечает на них, используя свою встроенную логику. Ярким примером является игра в шахматы, в которой ИИ уже дается обыгрывать гроссмейстеров! Этот результат удивителен, как и машинное творчество, которые заключается, например, в создании музыки и написании стихов.

2. Направления СИИ.

Известные ИИ-системы

- **Deep Blue** — победил чемпиона мира по шахматам. Матч Каспаров против супер ЭВМ не принёс удовлетворения ни компьютерщикам, ни шахматистам, и система не была признана Каспаровым (подробнее см. Человек против компьютера). Затем линия суперкомпьютеров IBM проявилась в проектах brute force BluGene (молекулярное моделирование) и моделирование системы пирамидальных клеток в швейцарском центре Blue Brain [32].
- **Watson** — перспективная разработка IBM, способная воспринимать человеческую речь и производить вероятностный поиск, с применением большого количества алгоритмов. Для демонстрации работы Watson принял участие в американской игре «Jeopardy!», аналога «Своей игры» в России, где системе удалось выиграть в обеих играх [33].
- **MYCIN** — одна из ранних экспертных систем, которая могла диагностировать небольшой набор заболеваний, причем часто так же точно, как и доктора.
- **20Q** — проект, основанный на идеях ИИ, по мотивам классической игры «20 вопросов». Стал очень популярен после появления в Интернете на сайте 20q.net [34].
- **Распознавание речи.** Системы (**ViaVoice**).
- Банки применяют системы искусственного интеллекта (СИИ) в страховой деятельности (актуарная математика), при игре на бирже и управлении собственностью. Методы распознавания образов (включая, как более сложные и специализированные, так и нейронные сети) широко используют при оптическом и акустическом распознавании (в том числе текста и речи), медицинской диагностике, спам-фильтрах, в системах ПВО (определение целей), а также для обеспечения ряда других задач национальной безопасности.
- Разработчики компьютерных игр применяют ИИ в той или иной степени проработанности. Это образует понятие «Игровой искусственный интеллект». Стандартными задачами ИИ в играх являются нахождение пути в двумерном или трёхмерном пространстве, имитация поведения боевой единицы, расчёт верной экономической стратегии и так далее.

2. Направления СИИ.

Известные нейронные сети

- **ChatGPT**— знаменитый чат-бот от OpenAI с искусственным интеллектом на борту, который может поддерживать диалог, в том числе на русском языке, писать статьи, сочинять стихи, отвечать на вопросы, давать советы и даже спорить. Его ответы можно корректировать с помощью наводящих вопросов. Ещё нейросеть умеет: писать код, анализировать его, переводить с одного языка программирования на другой; генерировать сценарии, например создавать новые эпизоды для сериалов или игры по мотивам фильмов; давать медицинские советы, как правило, она предупреждает, что нужно обратиться к врачу; переводить текст с одного языка на другой.
- **YandexGPT** - наша «ответка» ChatGPT. Нейросеть от «Яндекса», которая работает прямо на главной странице поисковика. Может генерировать тексты на заданные темы на разных языках, создавать описания продуктов и услуг, общаться с пользователями, искать информацию в интернете, переводить тексты и многое другое.
- **Hypotenuse AI** - онлайн-сервис для создания статей и маркетинговых материалов на основе нескольких ключевых слов. Hypotenuse AI пишет рекламные тексты, посты в социальных сетях, слоганы и заголовки, описания продуктов по фотографиям. Ещё она генерирует записи в блогах и создаёт изображения по описаниям.
- **Midjourney** - самая популярная нейронка для генерации картинок. Умеет рисовать не только по тексту, но и на основе пользовательских картинок. Можно указать и стиль иллюстрации — например, аниме, киберпанк или реализм. Встроенный ИИ генерирует четыре изображения, из которых пользователь может выбрать самое лучшее и получить его в высоком разрешении.
- **Kandinsky 2.2** - нейросеть от «Сбера» для генерации изображений по тексту. Умеет создавать изображения в 21 разных стилях, в том числе фотореалистичные в высоком разрешении. Может изменять или дорисовывать объекты изображений или их элементы, генерировать картинки на основе двух фото, создавать варианты загруженных изображений, изменять стиль одной картинке на основе другой.

2. Направления СИИ

Классификация систем искусственного интеллекта (ГОСТ 59277-2020)

Основания для классификации	Классы
1 По степени автономности	1.1 Автономные системы 1.2 Встроенные системы 1.3 Гибридные системы
2 По степени автоматизации	2.1 Автоматизированные системы 2.2 Автоматические системы
3 По архитектурному принципу	3.1 Централизованные системы 3.2 Распределенные системы
4 По видам деятельности	4.1 Государственное управление 4.2 Безопасность 4.3 Общеотраслевое регулирование 4.4 Промышленность 4.5 Здравоохранение 4.6 Торговля 4.7 Финансы и банки 4.8 Транспорт и логистика 4.9 Сельское хозяйство 4.10 «Умный город» 4.11 Экология 4.12 Образование и наука 4.13 Нефть и газ 4.14 Прочее
5 По функциям контура управления	5.1 Системы с обратной связью 5.2 Системы реального времени 5.3 Адаптивные системы 5.4 Системы формирования цели (Системы целеполагания) 5.5 Системы формирования контура управления и обучения 5.6 Системы обработки измерений

2. Направления СИИ.

Классификация систем искусственного интеллекта (ГОСТ 59277-2020) продолжение

Основания для классификации	Классы	
6 По специализации систем	6.1 Экспертные системы (управление знаниями) 6.2 Игровые системы 6.3 Системы естественного языка 6.4 Системы компьютерного зрения 6.5 Промышленные роботы 6.6 Беспилотные аппараты 6.7 Прочее	
7 По комплексности и сложности систем	7.1 Многоагентные системы 7.2 Системы «Большие данные» 7.3 Промышленный интернет вещей 7.4 Киберфизические системы 7.5 Системы жизненного цикла 7.6 Системы сетевой экспертизы 7.7 Распределенные системы управления 7.8 Система распределенных ситуационных центров 7.9 Прочее	
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 Имунные 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

2. Направления СИИ.

Классификация систем искусственного интеллекта (ГОСТ 59277-2020) продолжение

Основания для классификации	Классы	
9 По управлению знаниями, моделям и методам обучения	9.1 Процедурные 9.2 Декларативные 9.3 Онтологические 9.4 Семантические 9.5 Продукционные 9.6 Фреймовые 9.7 Нейросетевая 9.8 Генетическая 9.9 Лотческая 9.10 Статистическая	9.11 Нечеткие знания 9.12 Классификации 9.13 Многомерное представление (3Д, 4Д) 9.14 Функциональные 9.15 Технологические 9.16 Методологические 9.17 Комбинированное обучение 9.18 Непрерывное обучение 9.19 Единовременное обучение 9.20 Прочее
10 По методам достижения интеграции и интероперабельности	10.1 Системы с интеграцией на базе онтологий 10.2 Системы на базе профилирования 10.3 Системы, использующие классификаторы 10.4 Прочее	
11 По опасности последствий*	11.1 Социальная 11.2 Политическая 11.3 Экономическая 11.4 Технологическая 11.5 Техногенная 11.6 Экологическая 11.7 Безопасность государства	
12 По конфиденциальности«\	12.1 Уровень конфиденциальности (0—3)\	

* Классификация в соответствии с категорированием объектов критической информационной инфраструктуры. (1) Социальной значимости (здоровье и жизнь людей): Политической значимости (причинение ущерба государству): Экономической значимости (ущерб субъектам и/или бюджетам): Экологической значимости (воздействие на окружающую среду): Значимость для обороны/безопасности. Правопорядка.

*' Классификация соответствует следующим классам конфиденциальности: (0) Открытая информация; (1) Внутренняя информация. (2) Конфиденциальная информация: (3) Секретная информация.

2. Направления СИИ.

Классификация систем искусственного интеллекта (ГОСТ 59277-2020)

Возможно дополнение классификации СИИ как по новым основаниям, так и путем детализации классов по специализированным классификациям.

Классы можно характеризовать различными дополнительными аспектами или подклассами, например:

- наличием/отсутствием внешнего наблюдения, осуществляемого человеком-оператором либо другой автоматизированной системой;
- степенью понимания системы;
- степенью реактивности/отзывчивости;
- уровнем устойчивости функционирования;
- степенью надежности и безопасности;
- видом аппаратной реализации;
- степенью приспособляемости к внутренним или внешним изменениям;
- способностью оценивать свою собственную работоспособность/пригодность;
- способностью принимать решения и планировать.

2. Направления СИИ

Существенные характеристики систем искусственного интеллекта (ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126)

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
6 Мобильность	5.4 Тестируемость 6.1 Адаптируемость 6.2 Простота внедрения 6.3 Соответствие 6.4 Взаимозаменяемость

Требования к представительному набору существенных характеристик задаются для конкретных условий эксплуатации системы ИИ. Описание условий эксплуатации может включать, например: (требования к сенсорам и качеству (точности, полноте, достоверности) исходных данных, поступающих на вход системы ИИ; требования к информационным характеристикам других устройств, с которыми взаимодействует система ИИ; требования к области применения, в котором должна быть обеспечена работа системы ИИ и др.

2. Направления СИИ.

Выводы

1. Существуют и другие направления исследований в области искусственного интеллекта. К их числу относят генетические алгоритмы, когнитивное моделирование, интеллектуальные интерфейсы, распознавание и синтез речи, многоагентные системы, менеджмент знаний, логический вывод, формальные модели, мягкие вычисления и многое другое.
2. Подобное многообразие связано с тем, что область применения искусственного интеллекта настолько широка, что всего лишь попытка каким бы то ни было образом ее ограничить уже является настоящей наукой.
3. Таким образом, можно сделать вывод, что искусственным интеллектом стоит будущее. Исследования, открытия и разработки в данной области позволят нам совершить качественный скачок вперед в своем развитии, а также повседневно решать огромной перечень задач, работа с которыми представляется нам сейчас невозможной или крайне сложной.

Вопросы для самоконтроля

1. Определение Искусственного интеллекта
2. Определение прикладного ИИ
3. Определение универсального ИИ
4. Определение искусственного нейрона
5. Отличие искусственного интеллекта от естественного
6. Как сравнить человеческий и компьютерный интеллекты?
7. Риск для развития человеческой цивилизации - есть ли он?
8. Рынок технологий искусственного интеллекта.
9. Подходы к пониманию проблемы разработки систем ИИ (нисходящая парадигма и восходящая парадигма)
10. Тест Тьюринга
11. Символьный подход.
12. Логический подход
13. Агентно-ориентированный подход
14. Гибридный подход
15. Символьное моделирование мыслительных процессов
16. Работа с естественными языками
17. Представление и использование знаний
18. Машинное обучение
19. Биологическое моделирование искусственного интеллекта. (Биокомпьютинг)
20. Робототехника. (Интеллектуальная робототехника)
21. Машинное творчество
22. Два основных направления развития ИИ: Нейрокибернетика. Кибернетика «черного ящика».
23. Представление знаний и разработка система, основанных на знаниях.
24. Программное обеспечение систем ИИ
25. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод
26. Интеллектуальные роботы.
27. Обучение и самообучение.
28. Распознавание образов.
29. Новые архитектуры компьютеров.
30. Игры и машинное творчество.

Литература

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!