



Введение в машинное обучение

ИУ-5, 4 семестр

Структура курса

- Лекции:
 - ВТОРНИК, ЧС, 15.40, 226л
 - ВТОРНИК, ЗН, 17.25, 228л
- Лабораторные работы – не более 8 лр.
 - ПОНЕДЕЛЬНИК, каждую неделю, 19.10, 306э
 - ВТОРНИК, ЧС (после лекции), 17.25, 306э – иногда пересекается с **«экобионикой»**.
- ДЗ:
 - Д31 – статья или реферат по ИИ или ML (Machine Learning)
 - Д32 – анализ набора данных (датасета) – комплексная проработка всех навыков, которые мы получим в курсе.

Учебные цели

- Теоретические
 - Краткое введение в методы ИИ.
 - Введение в методы ML, подробное изучение методов обучения с учителем (классификации и регрессии).
 - Изучение языка Python как средства для работы с ML.
- Практические
 - Умение программировать на языке Python на базовом уровне.
 - Работа с датасетами (наборами данных) – получение, очистка, визуализация, разделение выборки на обучающую и тестовую и т.д.
 - Применение различных методов классификации и регрессии (в том числе ансамблей методов).
 - Оценка качества построенных моделей машинного обучения.

Аналоги нашего курса

- <https://netology.ru/programs/data-scientist> - 165 тыс. руб
- <http://digitaltech.school/courses/data-science-and-python> - 29 тыс. руб.
- Видеолекции курса в ШАД - <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/machine-learning>
- <https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie> - краткий курс
- <https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis> - специализация из 6 курсов

Искусственный интеллект (Википедия)

- Участники Российской ассоциации искусственного интеллекта дают следующие определения искусственного интеллекта:
 - Научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.
 - Свойство интеллектуальных систем выполнять функции (творческие), которые традиционно считаются прерогативой человека. При этом интеллектуальная система — это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Структура интеллектуальной системы включает три основных блока — **базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс**, позволяющий вести общение с ЭВМ без специальных программ для ввода данных.
 - Наука под названием «Искусственный интеллект» входит в комплекс компьютерных наук, а создаваемые на её основе технологии к информационным технологиям. Задачей этой науки является воссоздание с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств разумных рассуждений и действий.
- Как указывает председатель Петербургского отделения Российской ассоциации искусственного интеллекта Т. А. Гаврилова, в английском языке словосочетание *artificial intelligence* не имеет той слегка фантастической антропоморфной окраски, которую оно приобрело в довольно неудачном русском переводе. Слово *intelligence* означает «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект», для которого есть английский аналог *intellect*
- **Сильный и слабый искусственные интеллекты** — гипотеза в философии искусственного интеллекта, согласно которой некоторые формы искусственного интеллекта могут действительно обосновывать и решать проблемы.
 - теория **сильного** искусственного интеллекта предполагает, что компьютеры могут приобрести способность мыслить и осознавать себя, хотя и не обязательно их мыслительный процесс будет подобен человеческому.
 - теория **слабого** искусственного интеллекта отвергает такую возможность.
- [Временная шкала развития искусственного интеллекта](#)

Должен ли «искусственный» интеллект быть подобен «естественному»?

- Да
 - Изучение нервной системы, мозга с биологической точки зрения.
- Нет (мнение [Джона Маккарти](#))
 - Создание технических подходов к ИИ, которые не копируют биологические (в основном компьютерные науки).

Когнитивная архитектура (википедия)

- Набор высокоуровневых когнитивных механизмов: память (кратковременная и долговременная), внимание, способность прогнозирования, планирования, восприятие окружающей среды, которые в идеале обеспечивают сильный ИИ.
- Обладает способностью к самообучению, не требует подстройки параметров как «примитивные» алгоритмы ML.



«Минимальная» когнитивная архитектура, которая присуща почти всем подходам в ИИ

- Выделим 4 аспекта такой архитектуры:
- **1. Ввод.** Восприятие, распознавание.
- **2. Хранение** (модели мира).
- **3. ПР (принятие решения).** Обработка модели мира, моделирование, порождение и критика гипотез, оптимизация (как частный случай принятия решения), прогнозирование.
- **4. Коммуникация.** Взаимодействие с другими «представителями» когнитивной архитектуры.

Многоагентные системы (Википедия)

- Основное внимание аспекту **коммуникации**. Остальные аспекты могут быть реализованы в соответствии с требованиями прикладной системы.
- Реактивные («простые», на жестких правилах) и проактивные (способные к планированию и более сложным когнитивным функциям). Одна из наиболее популярных проактивных парадигм BDI.
- Многоагентная система может быть только программной, и программно-аппаратной (коллектив роботов).
- Многоагентная система может состоять из различных (по функциям или по уровням организации) или одинаковых агентов.
 - Роевой интеллект – полностью децентрализованная, самоорганизующаяся многоагентная система.
 - Интернет вещей как правило предполагает наличие простых агентов-устройств (которые могут взаимодействовать друг с другом) и более интеллектуального агента (который как правило расположен в облаке), который контролирует агенты-устройства.

Многоагентные системы 2 ([Википедия](#))

- В программной инженерии есть упрощенный аналог агентов – [акторная модель](#). Акцент сделан не на когнитивные функции агентов, а на реализацию параллельных вычислений. Является «фундаментом» агента с точки зрения программной инженерии.
- В некоторых программных библиотеках трудно провести границу между агентом и актором.
- [Список мультиагентных фреймворков](#)
- Тарасов Валерий Борисович (РК-9) «От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика».



СППР (википедия)

- Реализует только аспект ПР. Методы слабого ИИ, предназначенные для решения задач конкретных пользователей.
- Может вообще не использовать методы ИИ (используют математические методы).
- Если СППР использует методы ИИ, то ее, как правило, называют интеллектуальной СППР.

Экспертные системы (Википедия)

- Основной аспект **ПР**, в различных системах используются разные модели хранения. Как правило это переменные, принимающие различные значения.
- ЭС позволяет осуществлять прямой логический вывод на основе правил (от исходных данных к новым данным на основе правил).
- ЭС в цикле просматривает «операционную память» (текущий набор переменных), смотрит какие правила можно применить на основе текущего набора, применяет правила, получает новый набор переменных.
- Для ускорения работы используются различные алгоритмы, в частности RETE.
- Разработаны специальные топологии нейронных сетей, позволяющих записывать правила ЭС.
- Существует также обратный логический вывод, в котором на основе заданных целей система пытается подобрать факты из базы знаний, удовлетворяющие этим целям. Наиболее известен язык Prolog. Этот подход можно считать аналогом языков запросов в базах данных.

Нечеткая логика ([Википедия](#))

- Изобретена [Лотфи Заде](#).
- Основное внимание аспектам ввода, хранения, ПР.
- Основная идея состоит в том, что нечеткое множество – это объект с функцией принадлежности элемента к множеству, принимающей любые значения в интервале $[0,1]$, а не только 0 или 1. На основе этого понятия вводятся различные логические операции над нечёткими множествами и формулируется понятие лингвистической переменной, в качестве значений которой выступают нечёткие множества.
- Очень успешно применяется в робототехнике. Датчики возвращают нечеткие значения, данные хранятся в виде нечетких множеств, ПР реализуется с помощью нечеткого вывода.
- Бартом Коско (Bart Kosko) была доказана теорема о нечеткой аппроксимации (Fuzzy Approximation Theorem), согласно которой любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике. Другими словами, с помощью с естественно – языковых высказываний правил “Если - то”, с последующей их формализацией средствами теории нечетких множеств, можно сколько угодно точно отразить произвольную взаимосвязь “входы-выход” без использования сложного аппарата дифференциального и интегрального исчисления.
- Используются в нечетких экспертных системах (с нечетким выводом).
- Разработаны специальные топологии нейронных сетей, реализующие нечеткую логику и нечеткие ЭС.
- Также Л.Заде ввел понятие [«мягкие вычисления»](#), которое обобщает нечеткую логику, ИНС, эволюционные подходы и др.

Эволюционные алгоритмы (википедия)

- Метод ПР, которые решает оптимизационные задачи путем моделирования биологических процессов.
- Исторически первыми появились генетические алгоритмы.
- Методы генетического программирования позволяют генерировать программы, применяя генетическое программирование к синтаксическим деревьям. Позволяют решать только достаточно простые задачи, например, подбор функции для аппроксимации заданного набора данных.
- Иногда комбинируется с многоагентным подходом, несколько агентов параллельно выполняют оптимизацию.



Онтологии (Википедия)

- Реализует аспект хранения.
- Попытка систематизировать модели знаний, которые использовались в экспертных системах, мягких вычислениях.
- Кроме модели хранения использует формальную логику для проверки непротиворечивости (reasoning).

Миварная модель знаний (подробнее)

- Изобретена профессором О.О. Варламовым.
- Основное внимание аспектам хранения, ПР.
- Модель хранения – сложная самомодифицирующаяся база данных.
- Для ПР используется вывод на миварных сетях.

ДСМ-метод (википедия)

- Изобретатель – профессор В.К. Финн.
- Фактически единственный метод в ИИ, который позволяет интеллектуальной системе, хоть и с ограничениями, но порождать гипотезы, а не просто распознавать входные сигналы и действовать по правилам.
- Основан на использовании математической логики.

Data Mining (википедия)

- Интеллектуальный анализ данных. Методы извлечения нетривиальных зависимостей из данных. Основные аспекты – ввод и отчасти ПР. Методы довольно разрозненные, аспект хранения не систематизирован (как правило используется термин «набор данных» - датасет).
- В целом данное направление близко к СППР (ближе к слабому чем к сильному ИИ), хотя могут использоваться общие методы.
- Данное направление использует методы, наиболее близкие к машинному обучению.

Машинное обучение (википедия)

- Machine Learning, ML. Основные аспекты – ввод и отчасти ПР.
- Фактически является аналогом термина «обучение по прецедентам», который использовался в Data Mining.
- Основная задача – предсказание результата на основе предыдущих накопленных данных. Накопление данных называют обучением, поэтому используется термин «машинное обучение».
- Данные могут быть не упорядочены по времени (задачи классификации, регрессии) или упорядочены (прогнозирование временного ряда).
- Является набором наиболее низкоуровневых методов в ИИ. Применяемые алгоритмы очень сильно зависят от набора данных, на разных наборах данных разные алгоритмы могут показывать очень разное качество.
- Фактически основная задача – подобрать алгоритм, который покажет приемлемое качество предсказания на заданном наборе данных и не будет переобучаться.
- Появился лозунг «Data is the new science», то есть накопленные массивы данных определяют характер методов их обработки.

Технологии когнитивных карт (1)

- Можно считать этот подход специфической разновидностью СППР.
- Технологии когнитивных карт позволяют визуализировать знания в виде концептов и связей между ними.
- Наиболее простым способом такой визуализации являются [mindmaps](#).
- Один из наиболее удобных продуктов для работы – [xmind](#).
- Концептуальные карты – более сложный способ представления знаний, в котором большую роль играют связи между концептами.
- Один из наиболее удобных продуктов для работы – [CMapTools](#) с [русскоязычным руководством](#).

Технологии когнитивных карт (2)

- Модель «концепт-связь-концепт», применяемая в SmartTools очень похожа на модель представления знаний [RDF](#), которая используется в семантическом вебе.
- Другие продукты можно посмотреть в [обзоре](#).
- Наряду с технологиями когнитивных карт часто используются персональные вики-системы. Наиболее известный продукт – [WikidPad](#).
- Когнитивные карты полезны в том случае, когда нужно выделить представить структуру материала.
- Когнитивные карты являются **персональным** средством представления знаний. Чужие когнитивные карты без пояснений бесполезны.