

Введение в машинное обучение

Викулин Всеволод

v.vikulin@corp.mail.ru

30 сентября 2019

Часть 1

Введение в курс

Курс о машинном обучении

Машинное обучение (Machine Learning) — обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться

Искусственный интеллект (Artificial intelligence) — наука и технология создания интеллектуальных машин.

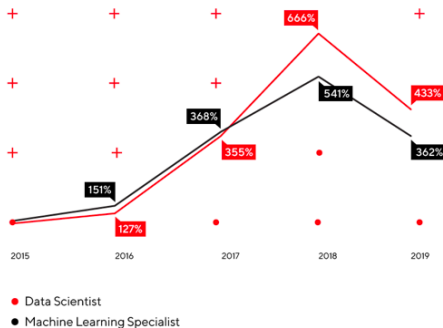
Источник: machinelearning.ru

Вопрос

Что значит способны обучаться? Кто их обучает?

Зачем все это?

- Специалисты по машинному обучению востребованы
- Много красивой математики
- Все применимо в реальных задачах



Знакомимся с преподавателями



Всеволод Викулин



Дмитрий Меркушов



Дмитрий Парпулов



Сергей Чепарухин

Структура курса

- 11 лекций
- 2 коллоквиума (каждый 20 баллов)
- 4 домашних задания (первое 5 баллов, остальные 10, гибкая система штрафов)
- защита проекта (25 баллов)
- на каждой лекции небольшой тест по прошлой теме (10 бонусных баллов)
- море удовольствия (бесценно)

0–49 неудовлетворительно, 50–79 удовлетворительно, 80–94 хорошо, > 94 отлично

Общаемся в слаке, домашние работы отправляем на **`ml1.sphere@mail.ru`**

Материалы лекций тут **`www.github.com/VVikulin/ml1.sphere`**

Финальный проект

- Реальные данные от Mail.Ru
- Объединяемся в команды (максимум 4 человека)
- Решаем прикладную задачу на соревновательной платформе Kaggle
- Кто лучше решил, тот молодец
- Защищаем свое решение презентацией

Рекомендуемая литература

- Воронцов К.В. www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf
- Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning
- Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning
- Skiena S. The Data Science Design Manual
- Ресурс www.machinelearning.ru
- Блог А.Г. Дьяконова www.dyakonov.org

Формальная постановка задачи машинного обучения

Общая постановка

Имеется множество объектов. Каждый объект описывается вектором его наблюдаемых характеристик (признаков) $x \in X$ и скрытых характеристик $y \in Y$ (целевая переменная).

Существует некоторая функция $f : X \rightarrow Y$

Задача: имея **ограниченный** набор объектов (обучающая выборка), построить функцию $a : X \rightarrow Y$, приближающую f на всем множестве объектов (на генеральной совокупности). 8ш

Какие бывают признаки?

- Вещественный признак – принимает вещественные значения
- Бинарный признак – может принимать 2 значения
- Категориальный признак – может принимать K значений
- Порядковый признак – упорядоченный категориальный признак

Типы задач машинного обучения

Пусть обучающая выборка размера N . Обозначим:

$$\{x_1, \dots, x_N\} = X_{train}, \{y_1, \dots, y_N\} = Y_{train}$$

- Обучение с учителем (supervised learning). Известны X_{train}, Y_{train}
- Обучение без учителя (unsupervised learning). Известно только X_{train}
- Частичное обучение (semi-supervised learning). Известно X_{train} и для некоторых объектов из X_{train} известна целевая переменная

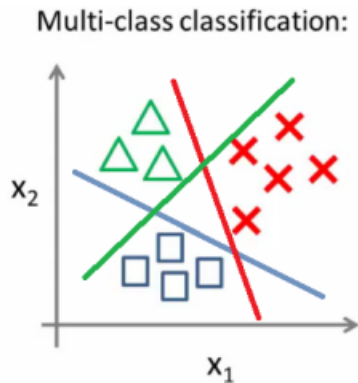
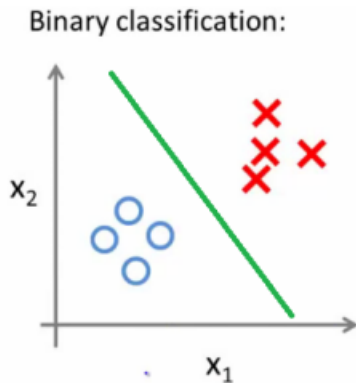
В нашем курсе рассмотрим первые два типа.

Обучение с учителем

По типу целевой переменной обучение с учителем тоже разбивается на классы.
В курсе разберем 2 постановки:

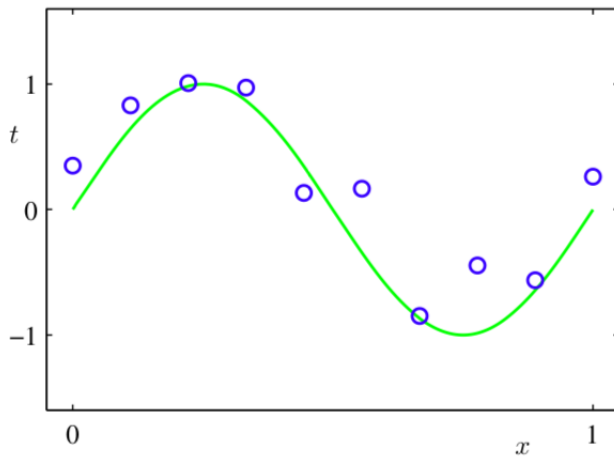
- Классификация – $Y = \{1, \dots, M\}$, классы могут пересекаться
- Регрессия – $Y = \mathbb{R}$ или $Y = \mathbb{R}^M$

Пример классификации



Источник: medium.com/@b.terryjack

Пример регрессии



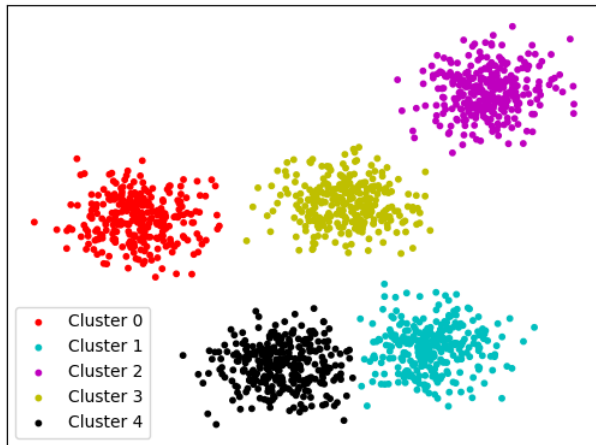
Источник: Bishop

Обучение без учителя

Можно выделить следующие типы:

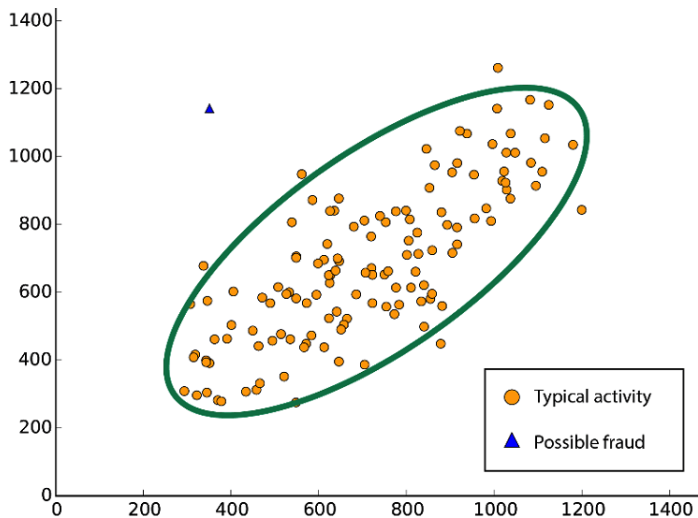
- Кластеризация – разбитие объектов на такие группы, что объекты в одних группах похожи, а в разных отличаются
- Поиск аномалий – поиск объектов, отличающихся от всех остальных
- Снижение размерности – уменьшение числа признаков

Пример кластеризации

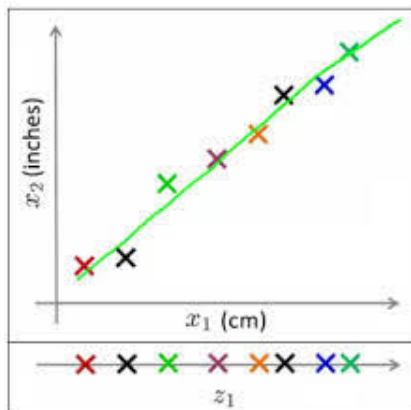


Источник: towardsdatascience.com

Пример поиска аномалий



Пример снижения размерности



Источник: analyticsvidhya.com/blog/2015/07/dimension-reduction-methods

Часть 3

Разбор прикладных задач

Правило разбора

Прежде чем делать прикладную задачу, нужно разобрать ее постановку!
Делаем по принципу:

- 1 Что является объектом в задаче?
- 2 Что является целевой переменной?
- 3 С учителем или без?
- 4 Регрессия или классификация? Кластеризация или поиск аномалий?
- 5 Какие данные нам нужны?
- 6 Какие признаки нужно извлечь?

Спам-фильтр



Источник: technicallyeasy.net

Спам-фильтр

- 1 Письмо
- 2 Является ли письмо спамом
- 3 С учителем
- 4 Бинарная классификация
- 5 Письма, которые сами пользователи разметили, что это спам
- 6 Почта отправителя, содержит ли письмо маркерные фразы («скачать», «бесплатно», «без смс» и т.д.)

Рекламные объявления

Одноклассники

Реклама: Москва
Туниса Иваново до 64 р.

Трикотажные туниса из Иваново от 780 руб. Доставка. Оплата при получении. Закажите! lekcia-vseem.ru

Новейшие технологии жарки

Сидра. Двусторонняя сковорода. Готовь без брызгов и в 2 раза быстрее. На пригарае! zakazenducenno@lebedevsk.ru

Настоящие украшения...

Новый интернет-магазин украшений с натуральными камнями. Сотни опытов. Примерка перед... mkady-24.ru

Матрас Benarti

Матрас Benarti Roll Mini Hard всего от 7 130,00 руб. Выбирайте! otkryto.ru

Акция только 32-летним!

Высокое качество. 2 браслета всего 77 руб. Доставка по РФ, оплата при получении. leica-aliya.ru

ООО "Панна-ММ", ОГРН 173472121746, г. Москва ул. Ленинская 11/2

Только в Триан-Спорт!

Лыжи Blizzard готовы покорить горы любых размеров. Скидка 45% blat-sport.ru

Создать рекламу

Мобильная версия Реклама Помощь

Новости: Ещё ▼

467 классы

Комментировать 0 32 Класс 467

Новая коллекция 2018

футболки от 455 руб. Все размеры. Доставка по всей России + бесплатные каталоги bonprix.ru

Мудрость великих

25 марта

Екатерина Крюкова

написать

Фотококурсы

Посмотреть участников

Источник: edison.bz/blog/mytarget-sekret-y-nastroek-v-2018-godu.html

Рекламные объявления

- 1 Пара (пользователь, объявление)
- 2 Кликнет ли пользователь на объявление
- 3 С учителем
- 4 Бинарная классификация
- 5 Пользовательская история взаимодействия с рекламой
- 6 Пол, возраст, город, интересы (интересуется ли он спортом, политикой и т.д.)

Предсказание объема продаж товара в магазине

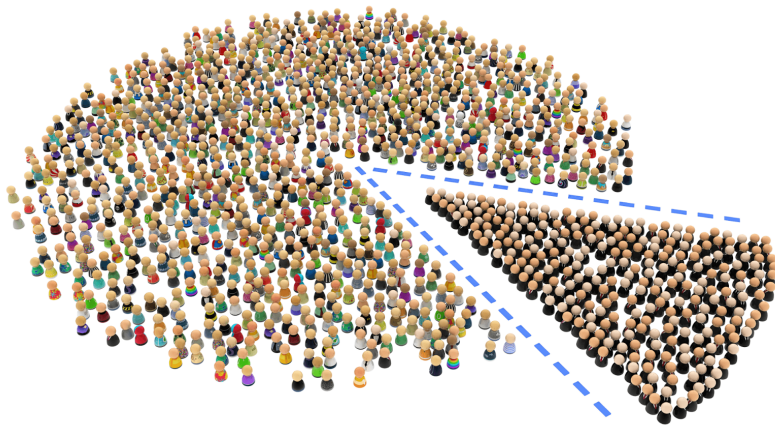


Источник: assignmentpoint.com/business/finance/

Предсказание объема продаж товара в магазине

- 1 Тройка (товар, магазин, день)
- 2 Сколько мы за этот день продадим данного продукта в этом магазине?
- 3 С учителем
- 4 Регрессия
- 5 История продаж
- 6 Прошлые продажи, день недели, стоимость товара, есть ли скидка

Сегментация пользователей телеком компании



Источник: medium.com/analytics-for-humans

Сегментация пользователей телеком компании

- 1 Пользователь
- 2 Кластер пользователя
- 3 Без учителя
- 4 Кластеризация
- 5 История пользователя
- 6 Среднее время выхода пользователя в интернет, время звонков, сколько тратит в месяц, город

Детектирование поломок на заводе



Источник: strellagroup.com/industry-manufacturing-software

Детектирование поломок на заводе

- 1 Интервал времени
- 2 Есть ли поломка завода?
- 3 Без учителя
- 4 Поиск аномалий
- 5 История работы приборов на заводе
- 6 Отличие измерений от прошлых замеров на всех приборах

Часть 4

Как строить алгоритмы

Сравниваем алгоритмы

Далее рассматриваем обучение с учителем.

Функция потерь (loss function) $L(a, x, y)$ – неотрицательная функция, показывающая величину ошибки алгоритма a на объекте x с ответом y .

Функционал качества $Q(a, X, Y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L(a, x_i, y_i), x_i \in X, y_i \in Y$

Принцип минимизации эмпирического риска:

$a^* = \underset{A}{\operatorname{argmin}} Q(a, X_{\text{train}}, Y_{\text{train}})$, где A – семейство алгоритмов.

Примеры функций потерь:

- Классификация – $L(a, x, y) = [a(x) \neq y]$
- Регрессия – $L(a, x, y) = |a(x) - y|$

Формула обучения:

$$\textit{Learning} = \textit{Representation} + \textit{Evaluation} + \textit{Optimization}$$

Источник: <https://homes.cs.washington.edu/~pedrod/papers/cacm12.pdf>

Сравниваем алгоритмы

Самый важный вопрос: открыли ли мы закон природы или просто подогнали наш алгоритм $a(x)$ под обучающую выборку?

Не обязательно, что $\underset{A}{\operatorname{argmin}} Q(a, X_{train}, Y_{train})$ – полезный алгоритм.

Вопрос

Можете придумать пример алгоритма, у которого ошибка на обучении 0, но он совершенно бесполезен?

Финальный алгоритм проверяем на контрольной выборке X_{test}, Y_{test} , которую он раньше не видел.

Вопрос

Как соотносятся $Q(a, X_{train}, Y_{train})$ и $Q(a, X_{test}, Y_{test})$

Переобучение и обобщающая способность

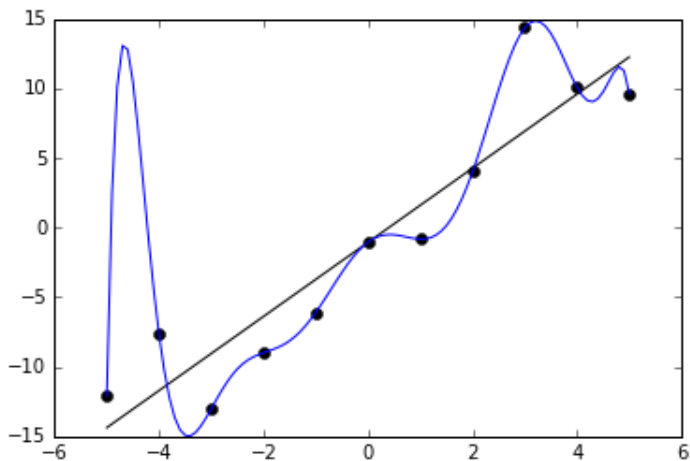
Проблема **переобучения** – значения $Q(a, X_{train}, Y_{train})$ значительно меньше, чем значение $Q(a, X_{test}, Y_{test})$ на контрольной выборке.

Если $Q(a, X_{test}, Y_{test})$ примерно равна $Q(a, X_{train}, Y_{train})$, то говорят, что алгоритм обладает **обобщающей способностью**

Переобучение есть всегда из-за индуктивной постановки задачи – нахождение закона природы по неполной выборке!

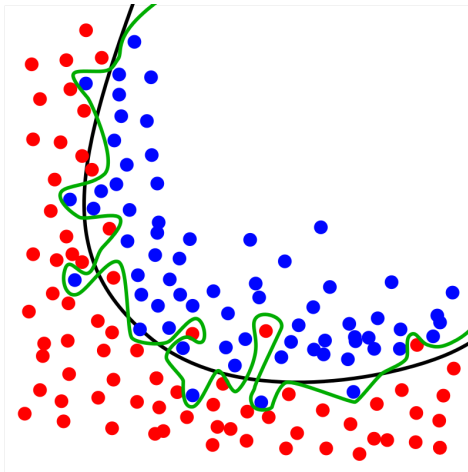
Но еще она может быть из-за излишней **сложности** модели.

Пример переобучения



Источник: en.wikipedia.org/wiki/Overfitting

Пример переобучения



Источник: en.wikipedia.org/wiki/Overfitting

Как обнаружить переобучение?

Было несколько подходов:

- Структурная минимизация риска (В. Вапник, А. Червоненкис, 1974)
- Информационный критерий Акаике (Акаике, 1974))
- Минимизация длины описания (Риссанен, 1978)
- Максимизация обоснованности (Маккай, 1992)

Надежно можно только эмпирически, посчитав разницу

$$Q(a, X_{test}, Y_{test}) - Q(a, X_{train}, Y_{train})$$

Как бороться с переобучением?

- Искать больше данных
- Упрощать семейство A , используя экспертные знания о структуре решения.

Важно

Без знания предметной области невозможно решать прикладную задачу. Нет идеального алгоритма, решающего все задачи лучше других.

The No Free Lunch Theorem, Wolpert, 1996

Заключение

Спасибо за внимание!