

Лекция 1

Введение в машинное обучение

Содержание



1. О чем курс
2. Постановка задачи машинного обучения
3. Разбор прикладных задач
4. Как строить алгоритмы

Часть 1

О чем курс





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



Что значит способны обучаться? Кто их обучает?

Зачем все это?



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



Источник: corp.mail.ru/ru/press/infograph/10682/

Знакомимся с преподавателями



Всеволод Викулин



Дмитрий Меркушов



Дмитрий Парпулов



Сергей Чепарухин



Структура курса



- 11 лекций
- 2 коллоквиума 3 домашних задания
- супер проект (35 за первое место, 30 за второе, 25 за третье и далее линейно)
- на каждой лекции небольшой тест по прошлой теме
- море удовольствия

0–59 неудовлетворительно, 60–74 удовлетворительно, 75–84 хорошо, > 84 отлично

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

Материалы лекций тут github.com/VVVikulin/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



- Онлайн соревновательная платформа для аналитиков данных
- Отличный старт для новичка
- Отличная возможность сделать свое портфолио
- Азарт соревнований

kaggle

Источник: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaggle>

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
- Murphy K. Machine learning: a probabilistic perspective
- Skiena S. The Data Science Design Manual
- Ресурс www.machinelearning.ru
- Блог А.Г. Дьяконова www.dyakonov.org

Часть 2

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).

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.

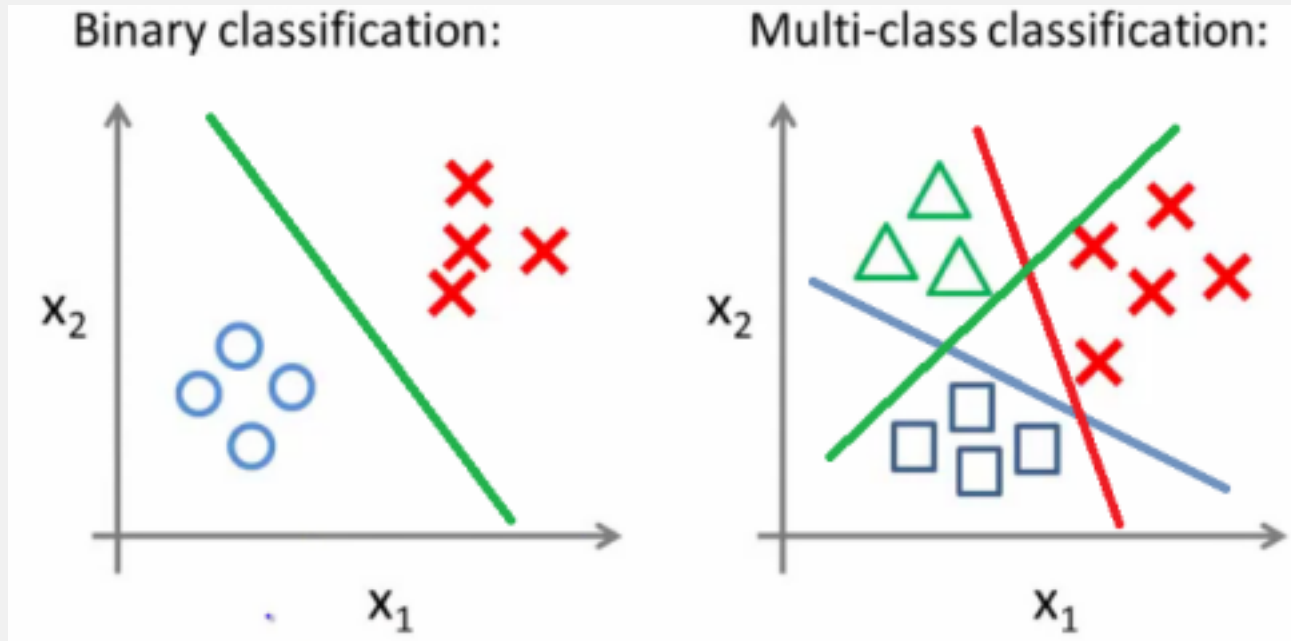


По типу целевой переменной обучение с учителем разбивается на несколько классов.

В курсе разберем 2 постановки:

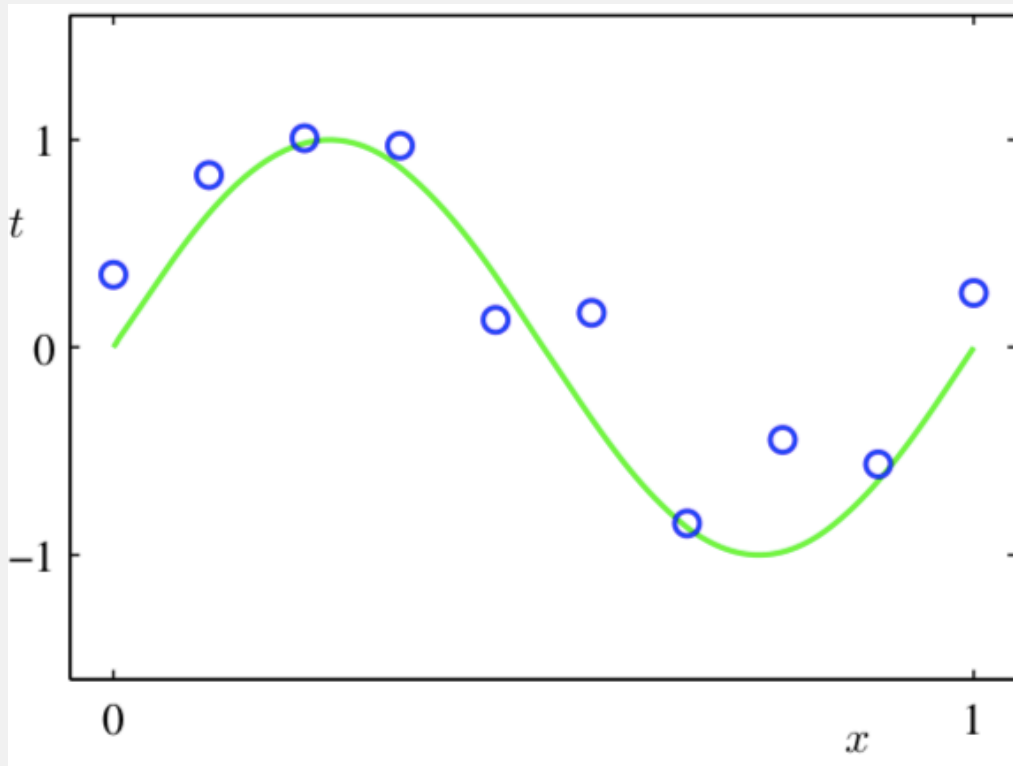
- Классификация - $Y = \{1, \dots, M\}$, классы могут пересекаться
- Регрессия - $Y = \mathbb{R}$ или $Y = \mathbb{R}^M$

Пример классификации



Источник: medium.com/@b.terryjack

Пример регрессии



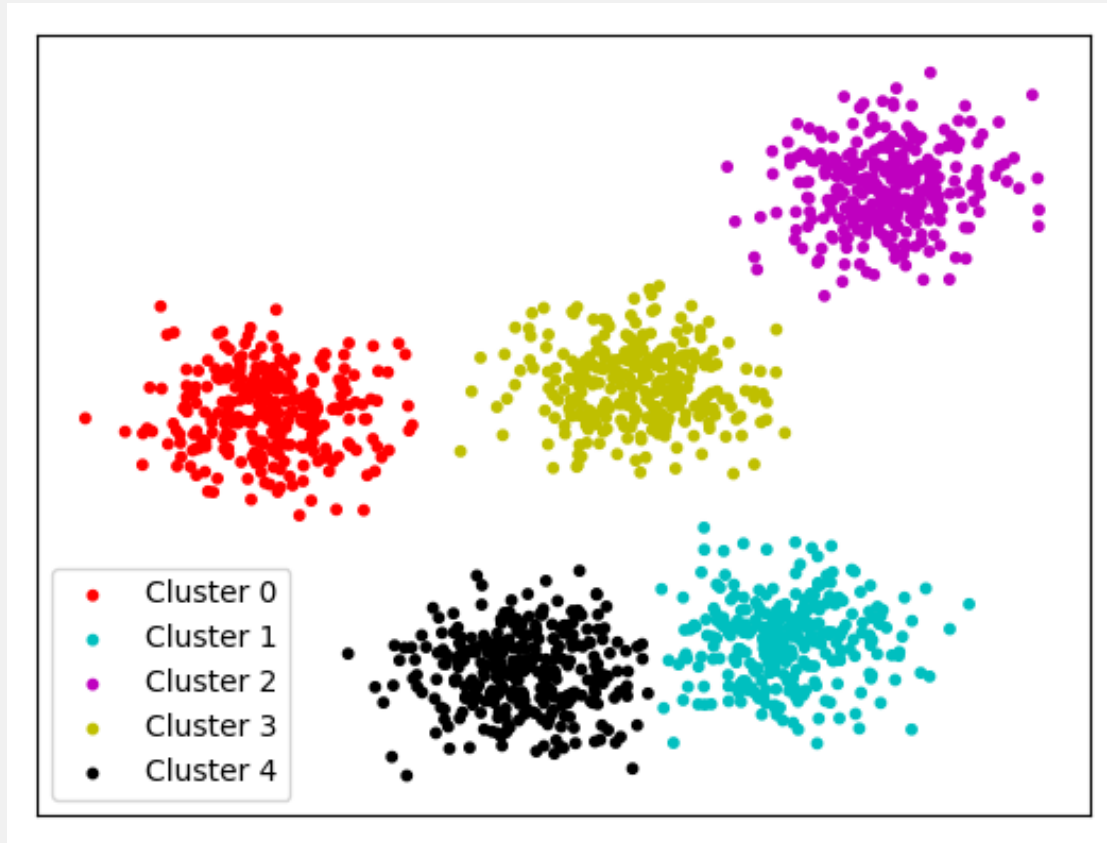
Источник: Bishop



Можно выделить следующие типы:

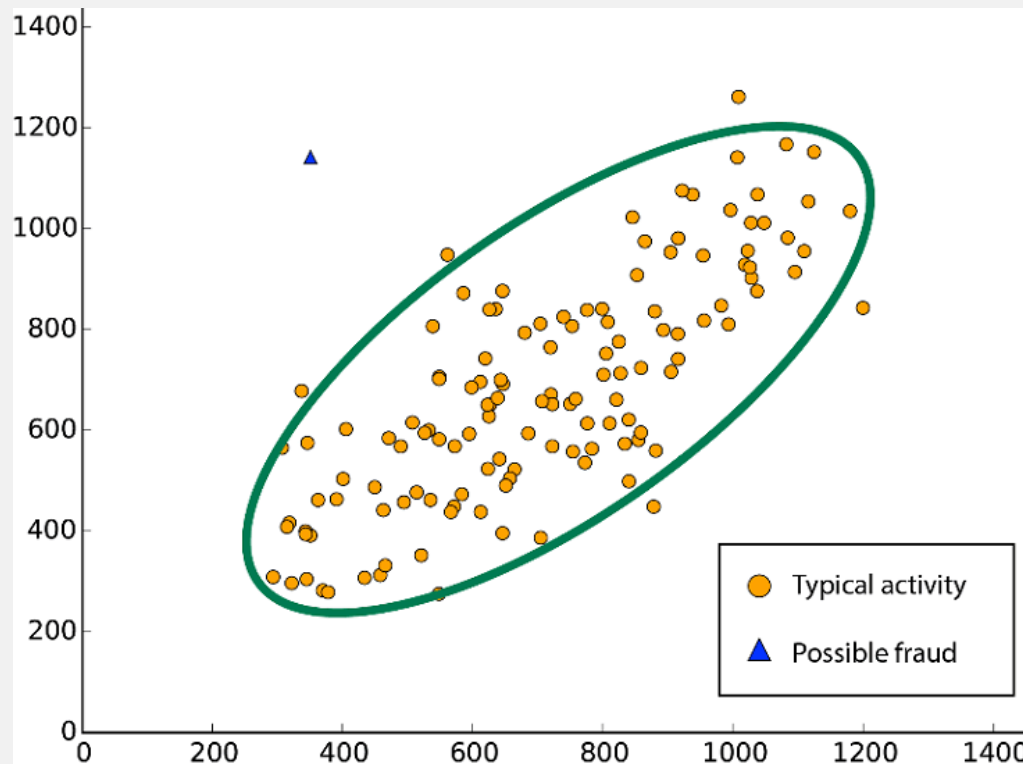
- Кластеризация - разбиение объектов на такие группы, что объекты в одних группах похожи, а в разных отличаются
- Поиск аномалий - поиск объектов, отличающихся от всех остальных
- Снижение размерности -- уменьшение числа признаков

Пример кластеризации



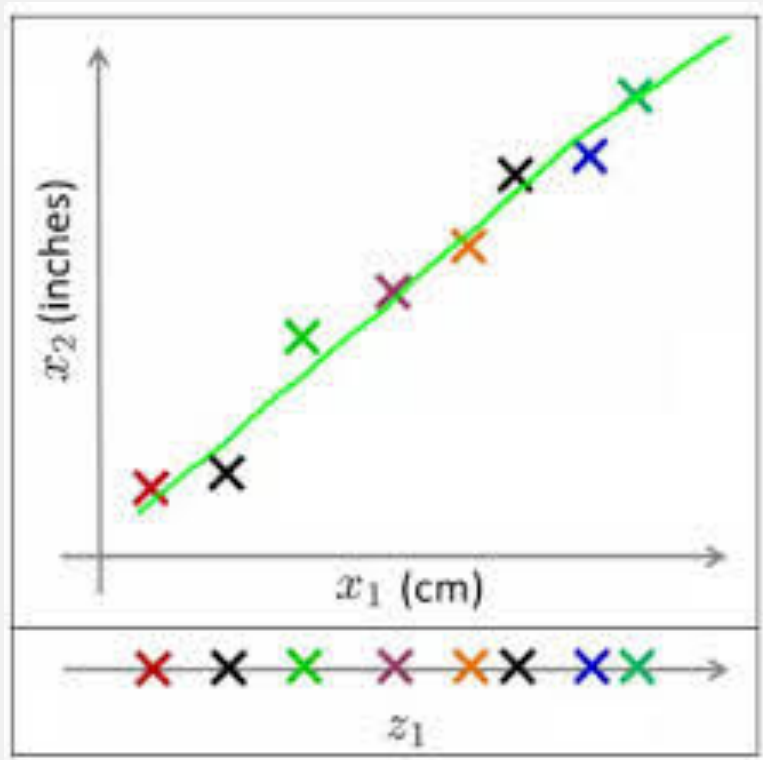
Источник: towardsdatascience.com

Пример поиска аномалий



Источник: esearchgate.net/figure/Figure-1-anomaly-detection_fig1_321682378

Пример поиска аномалий



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?



Источник: technicallyeasy.net



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



The screenshot displays the Odnoklassniki website interface. At the top, there is a navigation bar with icons for messages, discussions, announcements, friends, guests, events, music, and videos, along with a search bar. Below the navigation bar, the main content area is divided into several sections. On the left, there is a sidebar with various advertisements, including one for 'Трунки Иваново до 64 р.' and another for 'Новейшие технологии жарки'. The main content area features a large advertisement for 'Новая коллекция 2018' by 'bonprix.ru', which includes images of women wearing patterned and floral clothing. Below this, there is a section for 'Мудрость великих' dated 25 марта. The right sidebar shows a user profile for 'Екатерина Крюкова' and a 'Фотоконкурс' section.

Источник: edison.bz/blog/mytarget-sekrety-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. Возраст, город, интересы (интересуется ли он спортом, политикой и т.д.)

Предсказание объема продаж товара в магазине



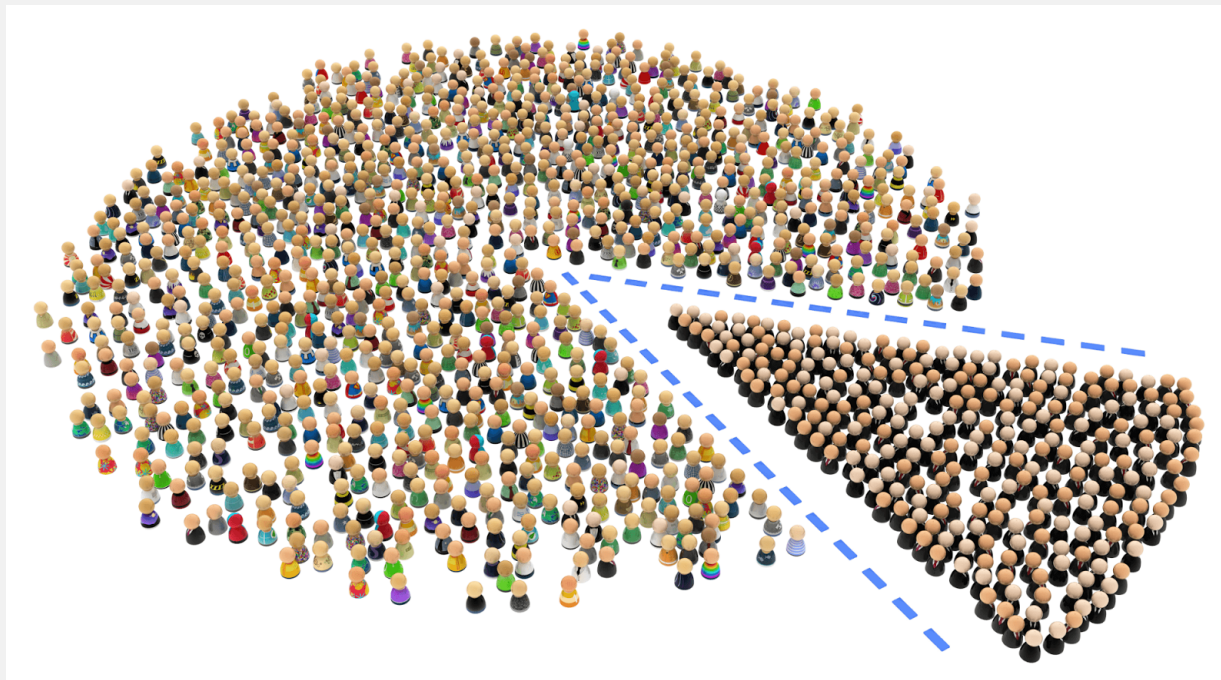
Источник: assignmentpoint.com/business/finance/

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-human

Сегментация пользователей телеком компании



1. Пользователь
2. Кластер пользователя
3. Без учителя
4. Кластеризация
5. История пользователей
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 целевой переменной 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:

$a^* = \underset{A}{\operatorname{argmin}} Q(a, X_{train}, Y_{train})$, 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:

Learning = Representation + Evaluation + 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.

? 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.

Переобучение и обобщающая способность

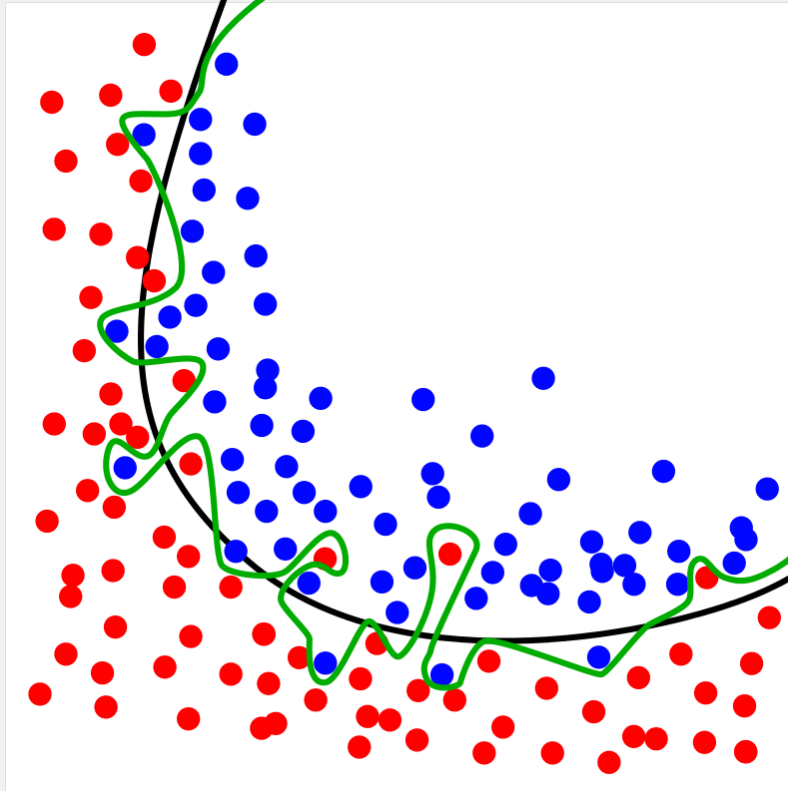


Проблема **переобучения** - значения $Q(a, X_{train}, Y_{train})$ значительно меньше, чем значение $Q(a, X_{test}, Y_{test})$ на контрольной выборке.

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

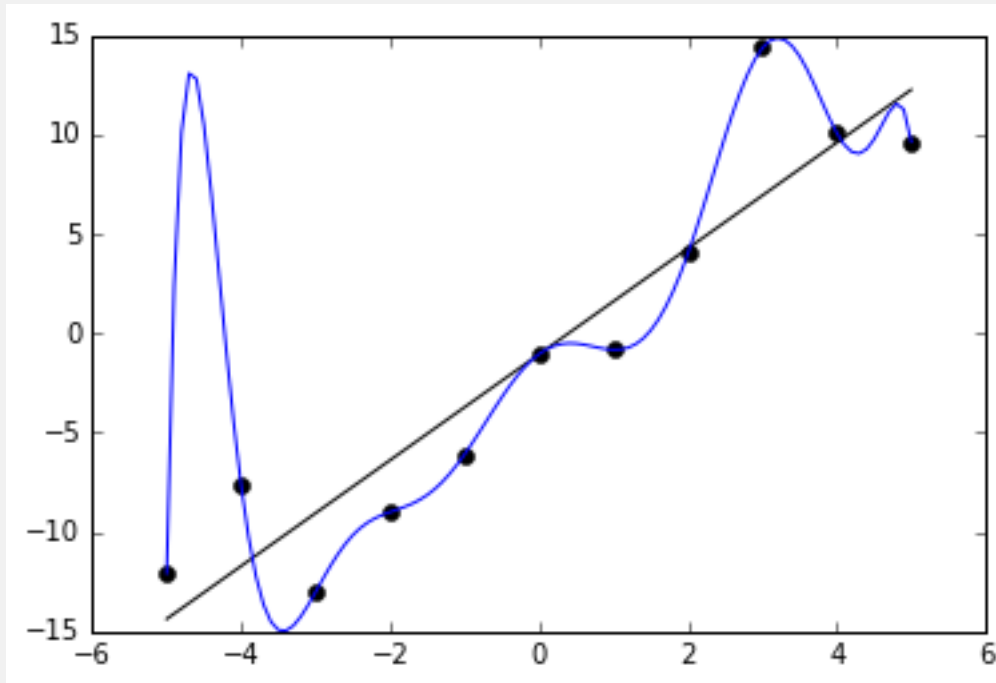
Переобучение есть всегда из-за индуктивной постановки задачи - нахождение закона природы по неполной выборке!
Но еще она может быть из-за излишней **сложности** модели.

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.

Без знания предметной области невозможно решать прикладную задачу!

Нет идеального алгоритма, решающего все задачи лучше других.

The No Free Lunch Theorem, Wolpert, 1996



**Спасибо за
внимание!**