Обработка естественных языков

Лекция 1
Введение в NLP
Введение в машинное обучение

Требования к курсу

1. Лекции + семинары (посещаемость, 5-минутные тесты) (***max 1 балл***);
2. Индивидуальный проект:
   a. Реферат (***max 1 балл***);
   b. Доклад (***max 1 балл***);
   c. Проект (***max 1 балл***);
3. Контрольная работа (***max 1 балл***)

Итоговая оценка = количество набранных баллов

Содержание курса

1. Этапы обработки текстов;
2. Основные задачи NLP;
3. Машинное обучение в NLP

Natural Language Processing

Natural-language processing (**NLP**) is a field of computer science, artificial intelligence concerned with the interactions between computers and human (natural) languages.

- ***1950*** - Turing test
- ***1954*** - Georgetown experiment (Machine Translation)
- ***1970s*** - conceptual ontologies
- ***1980s*** - ***1990s*** - statistical revolution
- ***Currently*** - Deep Learning algorithms

Computer Linguistics Tasks:

1. Information Retrieval: *Google*, *Yahoo!*;
2. Information Extraction: *RCO Fact Extractor*;
3. Machine Translation: *PROMT*, *Google Translate*;
4. Automatic Text Summarization: *TextAnalyst*, *Extractor*, *Text Miner*;
5. Corpus Linguistics: *RusCorpora*, *OpenCorpora*;
6. Expert Systems: *IBM Watson*, *Wolfram Alfa*;
7. Question Answering Systems: *IBM Watson*, *Siri*;
8. Electronic dictionaries, thesaurus, onthology creation;
9. Optical Character Recognition: *Fine Reader*;
10. Automatic Speech Recognition: *plug-in in Google Chrome*;
11. Text-To-Speech: *Google Translate*

Machine learning: introduction

Methods to solve NLP tasks

- Rule-based;
- Statistical;
- Machine Learning

Machine Learning

Machine learning is the subfield of computer science that explores the study and construction of algorithms that can learn from and make predictions on data.

Machine learning applications:

- NLP;
- Computer Vision;
- Optical Character Recognition (OCR);
- Business analytics;
- etc

Machine Learning

Machine Learning tasks:

- **Supervised learning**: The computer is presented with example inputs and their desired outputs, given by a "teacher", and the goal is to learn a general rule that maps inputs to outputs;
- **Unsupervised learning**: No labels are given to the learning algorithm, leaving it on its own to find structure in its input;
- **Reinforcement learning**: A computer program interacts with a dynamic environment in which it must perform a certain goal. The program is provided feedback in terms of rewards and punishments as it navigates its problem space.

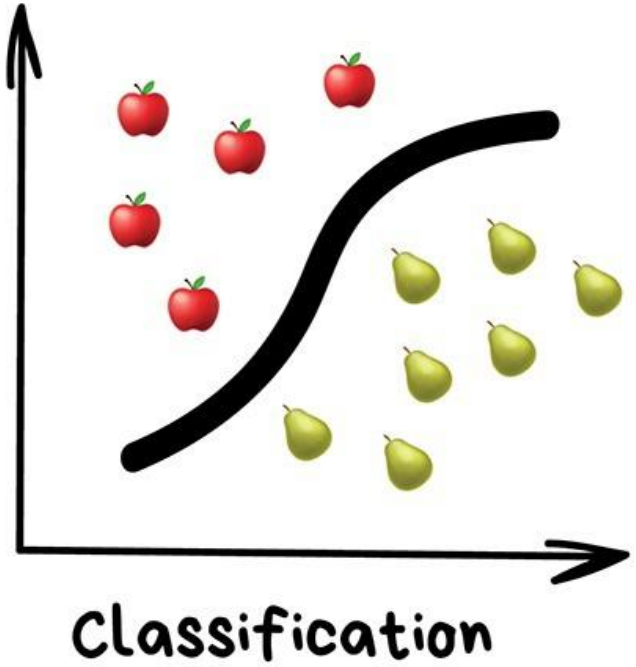
Machine Learning

Machine learning tasks:

- In **classification**, inputs are divided into two or more classes, and the learner must produce a model that assigns unseen inputs to one or more (multi-label classification) of these classes;
- In **regression**, also a supervised problem, the outputs are continuous rather than discrete;
- In **clustering**, a set of inputs is to be divided into groups. Unlike in classification, the groups are not known beforehand, making this typically an unsupervised task;
- **Density estimation** finds the distribution of inputs in some space;
- **Dimensionality reduction** simplifies inputs by mapping them into a lower-dimensional space.

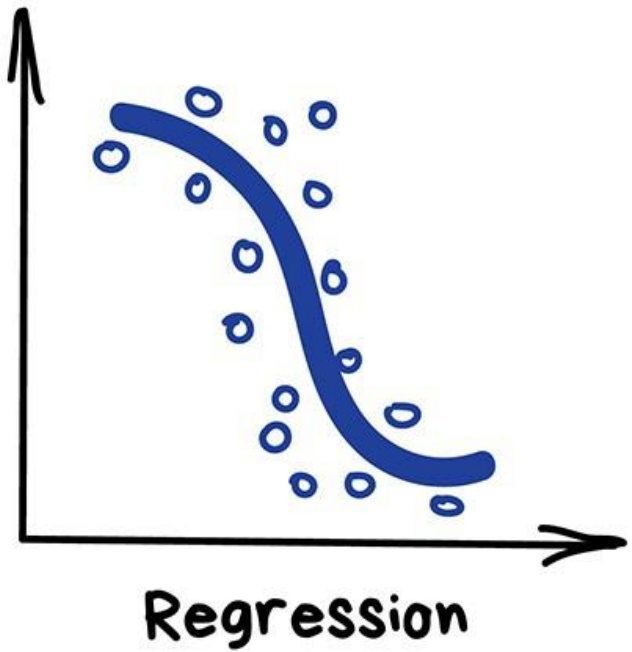
Classification

In **classification**, inputs are divided into two or more classes, and the learner must produce a model that assigns unseen inputs to one or more (multi-label classification) of these classes



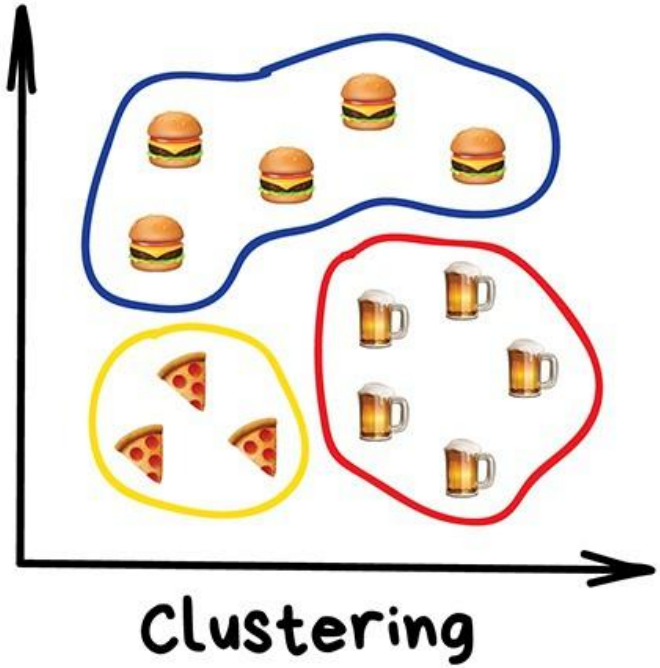
Regression

In **regression**, also a supervised problem, the outputs are continuous rather than discrete



Clustering

In **clustering**, a set of inputs is to be divided into groups. Unlike in classification, the groups are not known beforehand, making this typically an unsupervised task

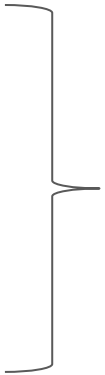


(Feature, Label) - Sample

(Feature, Label) - Sample

….

(Feature, Label) - Sample



Данные

Терминология ML

Label (метка) - это то, что мы предсказываем. Это может быть цена дома, тип животного на картинке, часть речи слова - в общем, почти всё что угодно.

Feature (признак) - это входная переменная. Самая простая модель может использовать один единственный признак; более сложные модели могут использовать миллионы признаков.

Например, в задаче определения спам/не спам признаками могут быть:

- слова в тексте письма;
- адрес отправителя;
- время дня, в которое было отправлено письмо;
- наличие в письме фразы "Ваш адрес был выбран победителем";
- и др.

Терминология ML

Sample - это конкретный пример данных. Samples бывают двух видов:

1. labeled (размеченные);
2. unlabeled (неразмеченные).

Размеченный sample включает и признак, и label:

labeled examples: *{features, label}: (x, y)*

Неразмеченный sample содержит только признак:

unlabeled examples: *{features, ?}: (x, ?)*

Итак, предположим, что Вы хотите разработать модель, которая будет предсказывать, является ли письмо спамом или нет. В качестве данных у нас есть набор писем, которые были помечены пользователями как "спам" или "не спам". Какие утверждения верны?

1. Слова в теме письма будут хорошими labels.
2. Вы будете использовать неразмеченные данные, чтобы обучить модель.
3. Те письма, которые не помечены "спам" или "не спам", - неразмеченные примеры.
4. Не все labels, которыми помечены письма, могут быть надёжными.

Итак, предположим, что Вы хотите разработать модель, которая будет предсказывать, является ли письмо спамом или нет. В качестве данных у нас есть набор писем, которые были помечены пользователями как "спам" или "не спам". Какие утверждения верны?

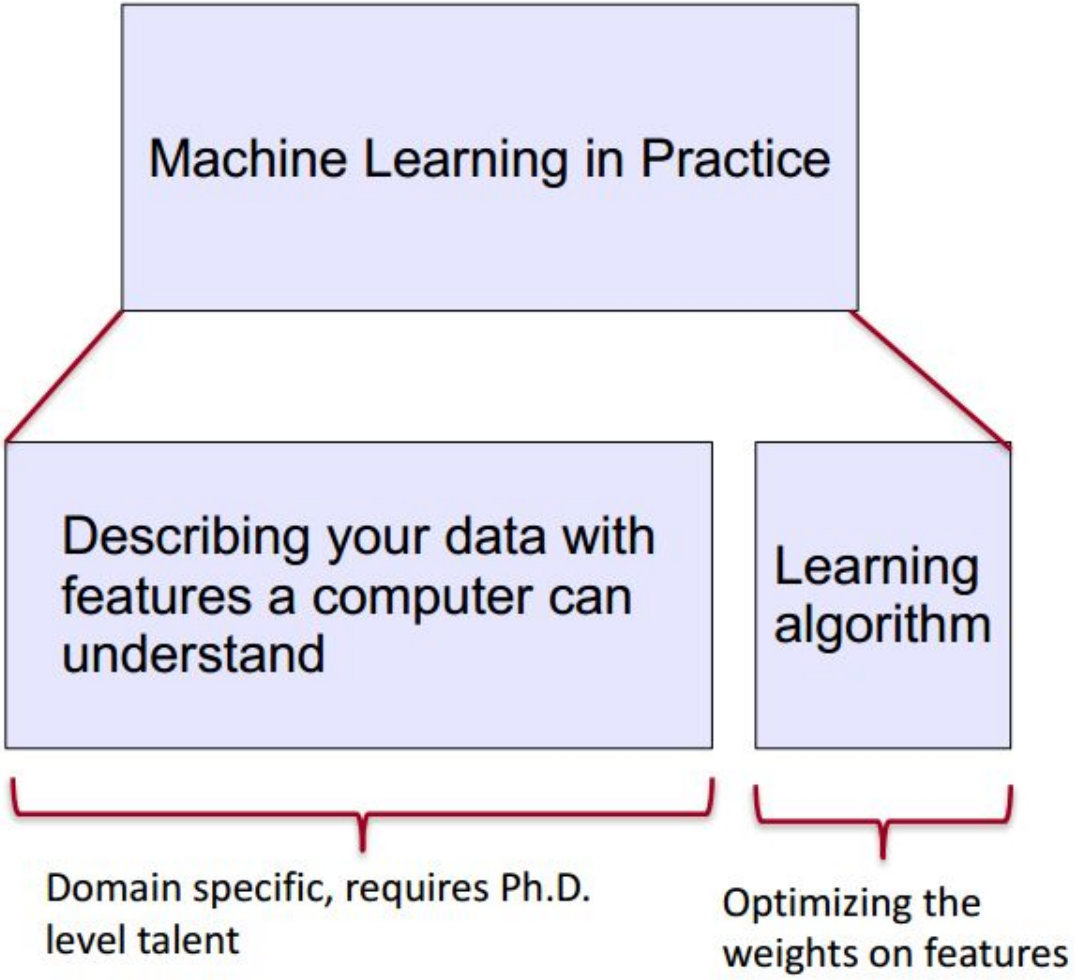
1. Слова в теме письма будут хорошими labels.
2. Вы будете использовать неразмеченные данные, чтобы обучить модель.
3. Те письма, которые не помечены "спам" или "не спам", - неразмеченные примеры.
4. **Не все labels, которыми помечены письма, могут быть надёжными.**

Теперь представим, что обувной он-лайн магазин хочет создать модель, которая будет рекомендовать пользователям обувь. То есть, модель будет рекомендовать определённые пары обуви Кейт и совершенно другие - Джону. Какие утверждения верны?

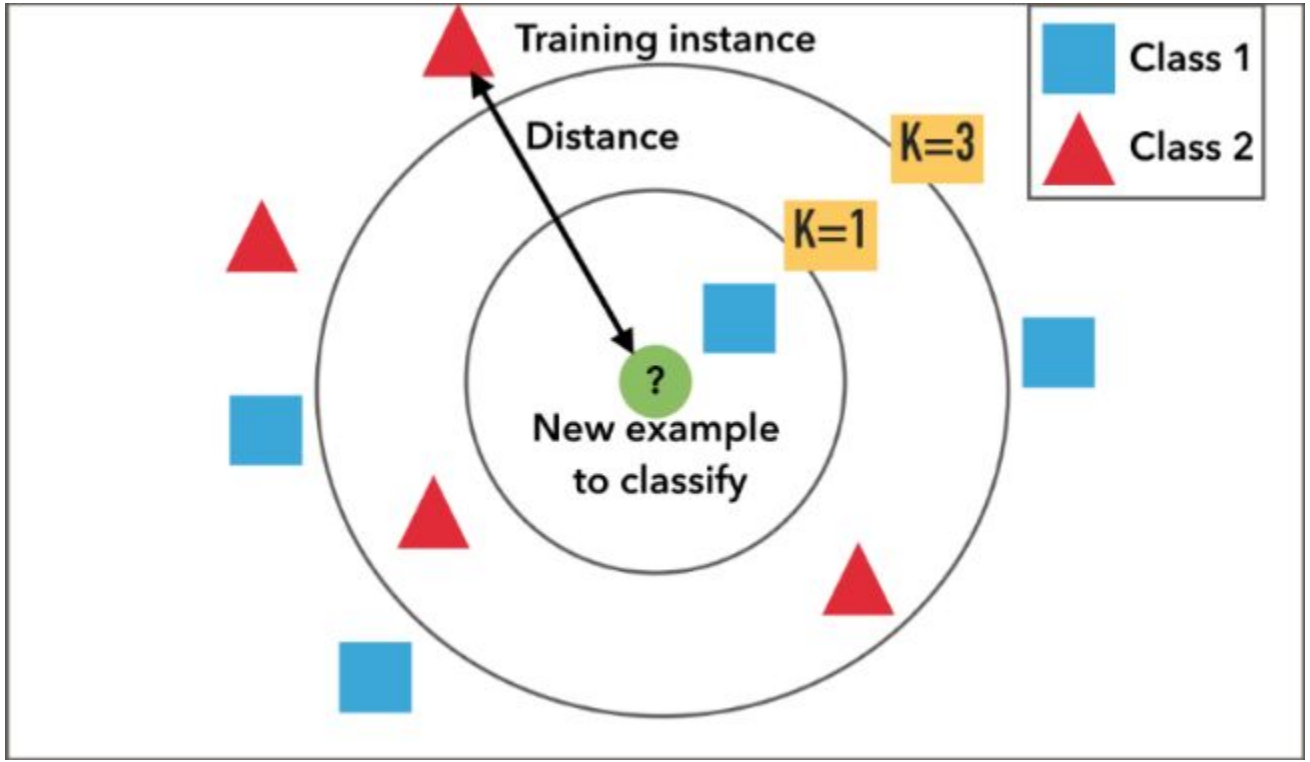
1. "Пользователь кликнул на описание обуви" - хороший label.
2. "Размер обуви" - полезный признак.
3. "Красота обуви" - полезный признак.
4. "Обувь, которую обожает пользователь" - хороший label.

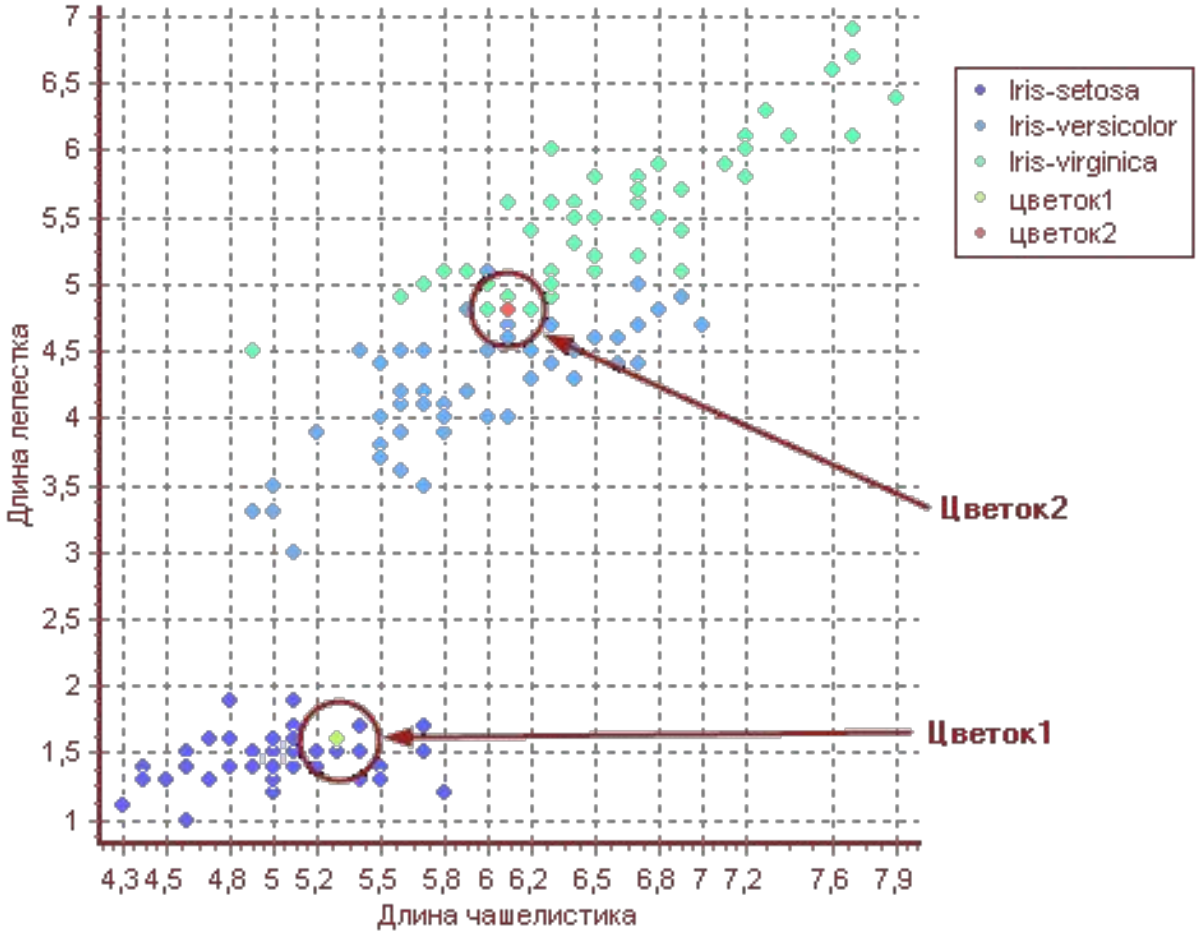
Теперь представим, что обувной он-лайн магазин хочет создать модель, которая будет рекомендовать пользователям обувь. То есть, модель будет рекомендовать определённые пары обуви Кейт и совершенно другие - Джону. Какие утверждения верны?

1. **"Пользователь кликнул на описание обуви" - хороший label.**
2. **"Размер обуви" - полезный признак.**
3. "Красота обуви" - полезный признак.
4. "Обувь, которую обожает пользователь" - хороший label.

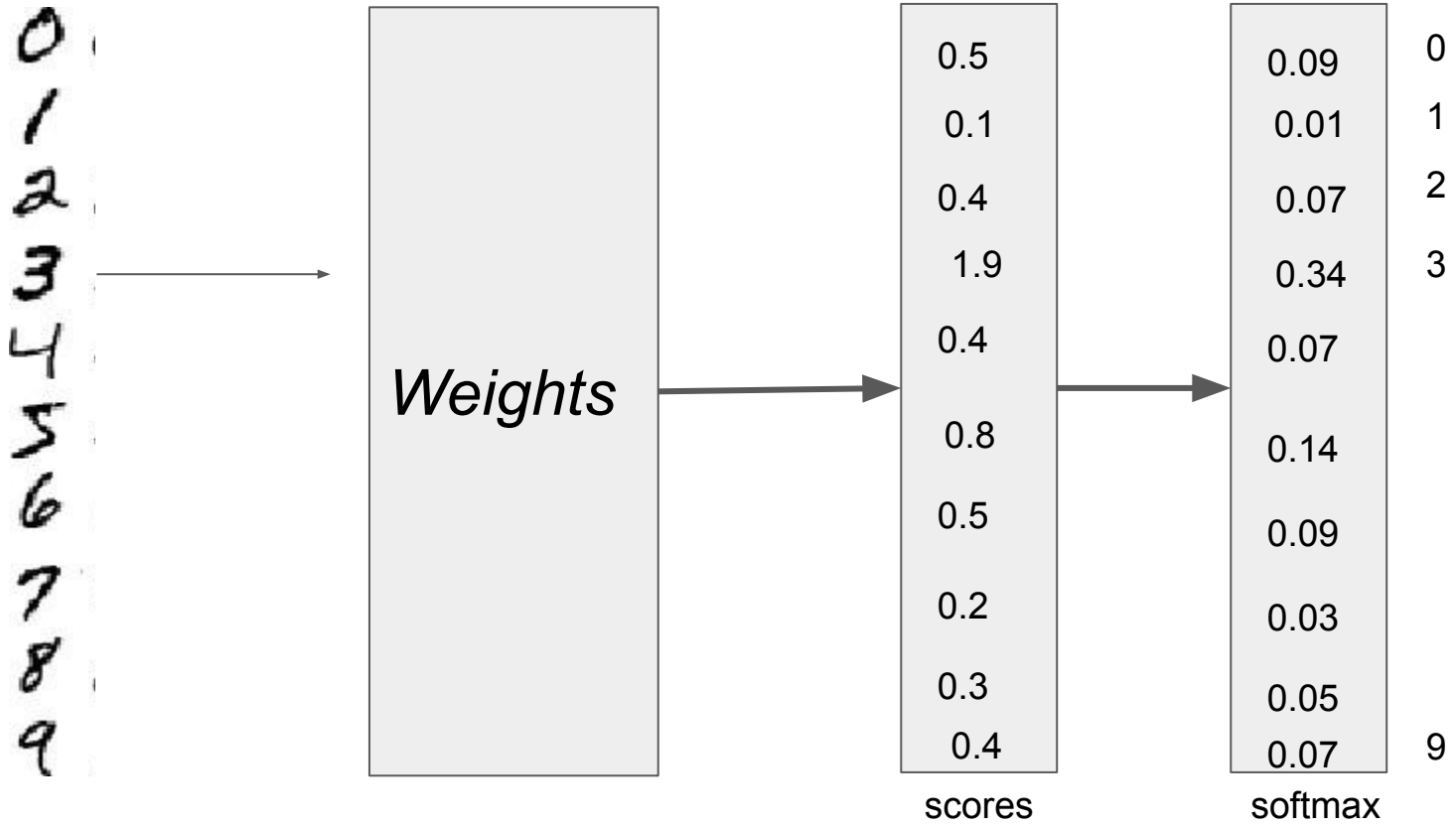

Machine Learning in Practice
Describing your data with features a computer can understand
Learning algorithm
Domain specific, requires Ph.D. level talent
Optimizing the weights on features

K-Nearest Neighbours

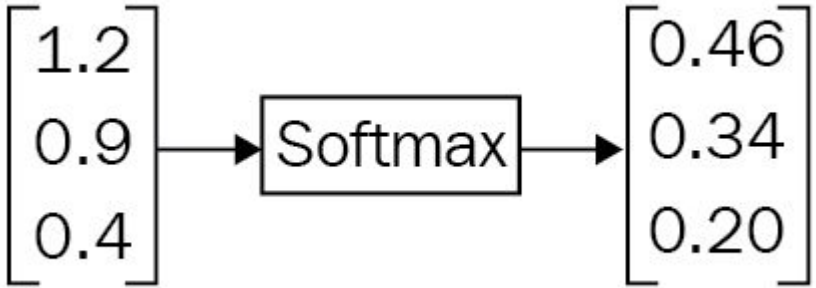



Iris-setosa
Iris-versicolor
Iris-virginica
цветок1
цветок2
Цветок2
Цветок1
Длина лепестка
Длина чашелистика
7
6,5
6
5,5
5
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
4,3 4,5 4,8 5 5,2 5,5 5,8 6 6,2 6,5 6,8 7 7,2 7,6 7,9

Линейный классификатор



$$softmax(z_i) = \frac{exp(z_i)}{\sum_j exp(z_j)}$$



Обучение модели

Input	Actual output	Desired output
0	0	0
1	3	2
2	6	4
3	9	6
4	12	8

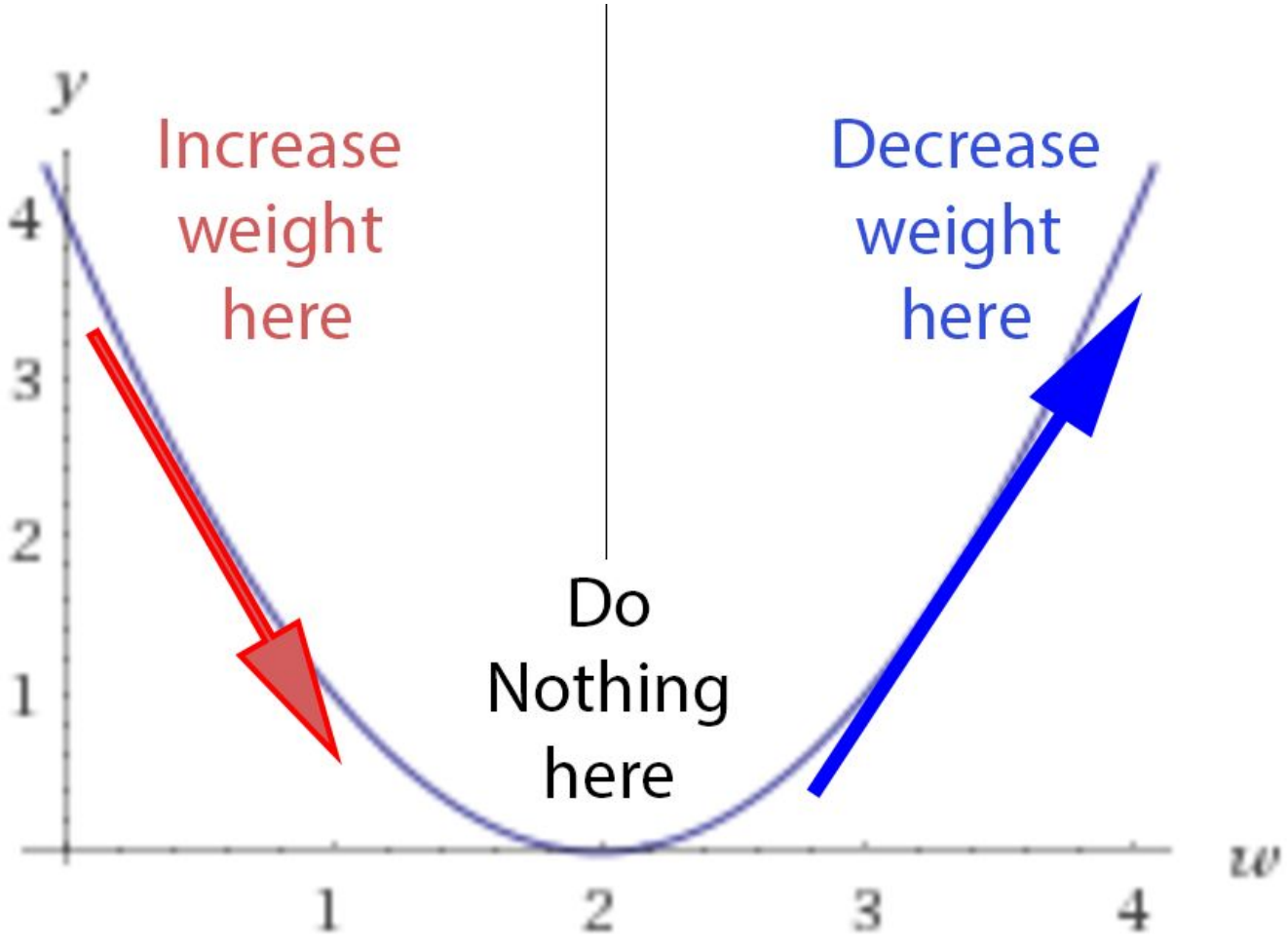
Обучение модели

Input	actual	Desired	Absolute Error	Square Error
0	0	0	0	0
1	3	2	1	1
2	6	4	2	4
3	9	6	3	9
4	12	8	4	16
Total:	-	-	10	30

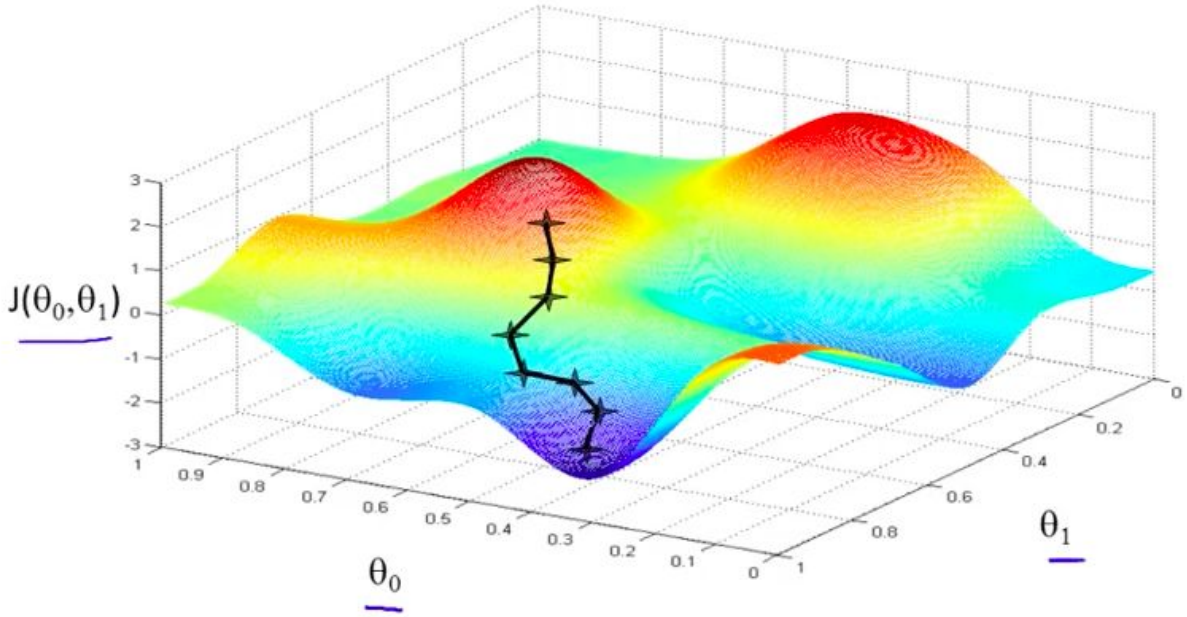
Обучение модели

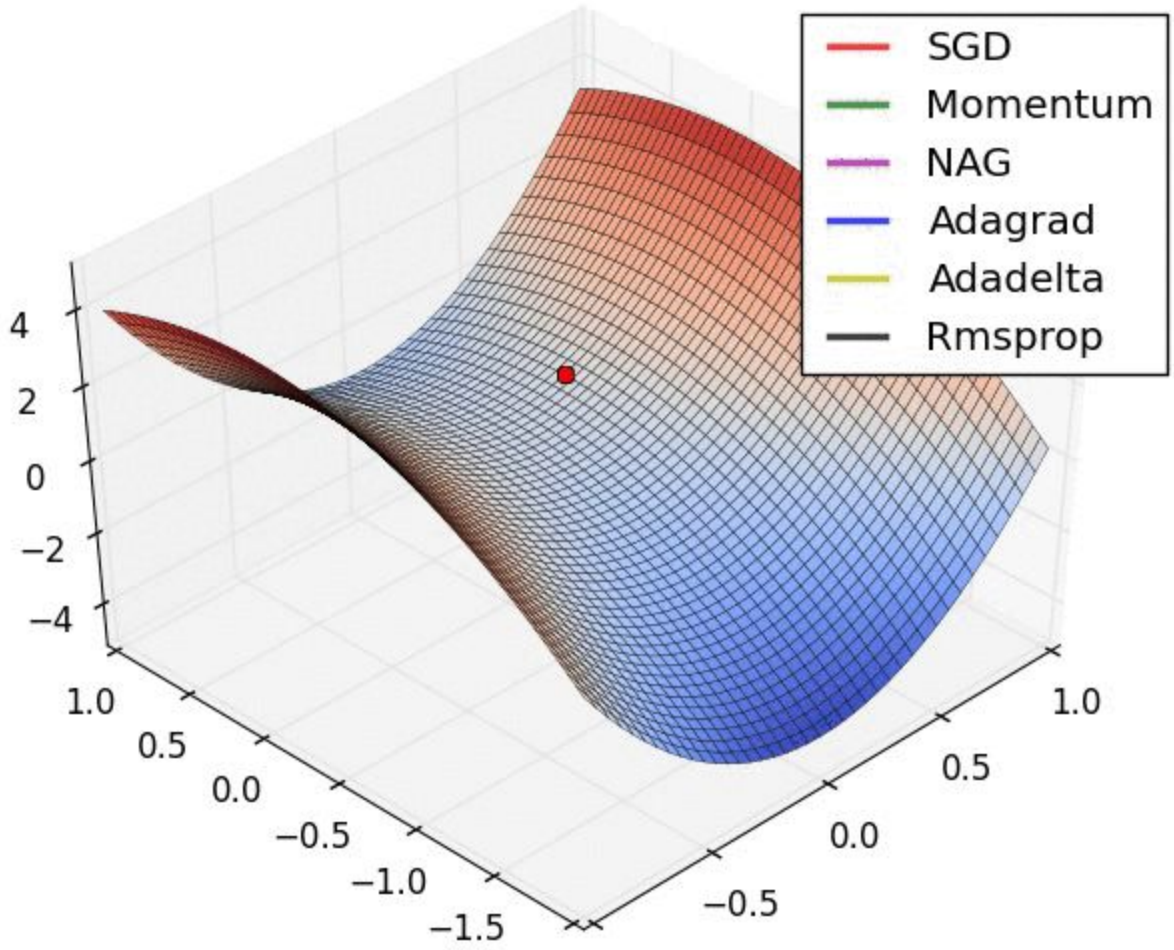
Input	Output	W=3	rmse(3)	W=3.0001	rmse
0	0	0	0	0	0
1	2	3	1	3.0001	1.0002
2	4	6	4	6.0002	4.0008
3	6	9	9	9.0003	9.0018
4	8	12	16	12.0004	16.0032
Total:	-	-	30	-	30.006

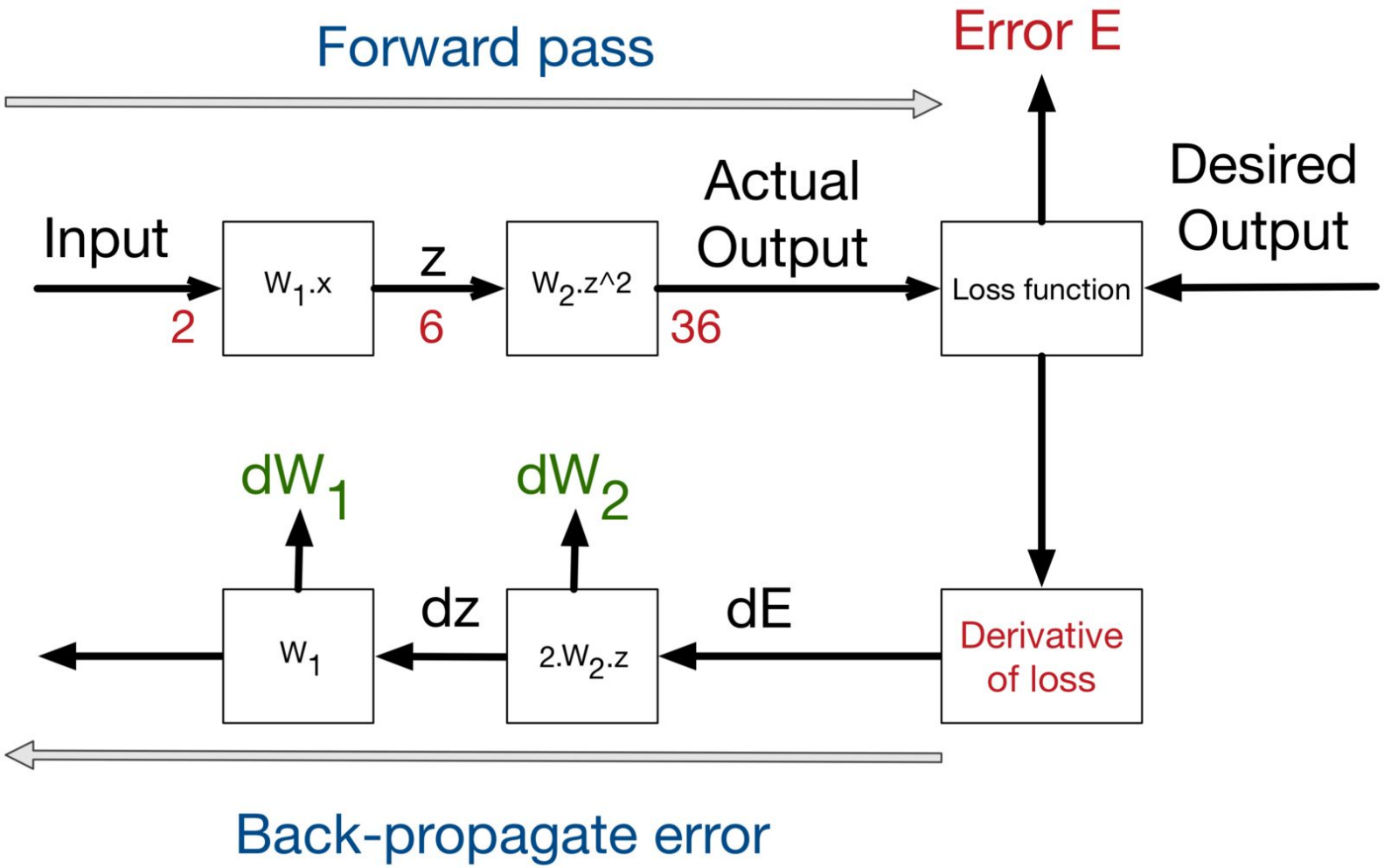
W = 2.9999, rmse - ?

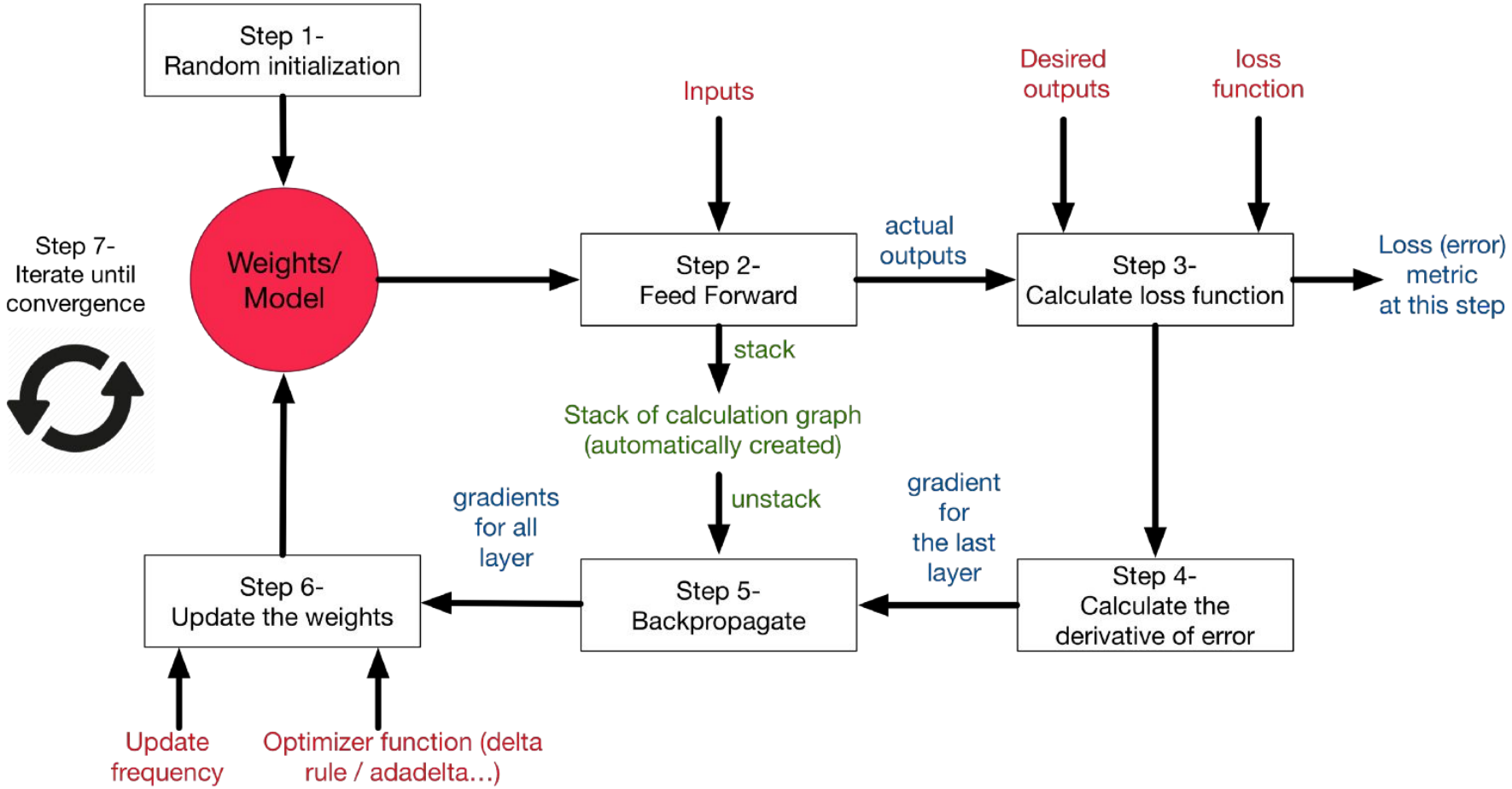

y
Increase weight here
Decrease weight here
4
3
2
1
Do Nothing here
1
2
3
4
w

Стохастический градиентный спуск

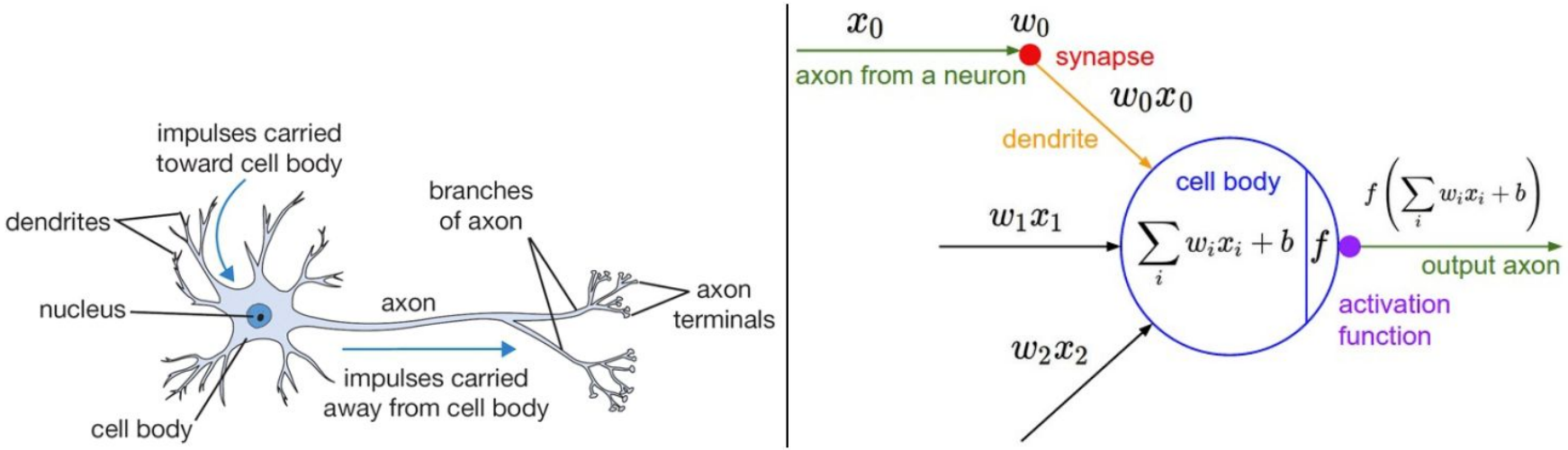



SGD
Momentum
NAG
Adagrad
Adadelta
Rmsprop
4
2
0
−2
−4
1.0
0.5
0.0
−0.5
−1.0
−1.5
1.0
0.5
0.0
−0.5

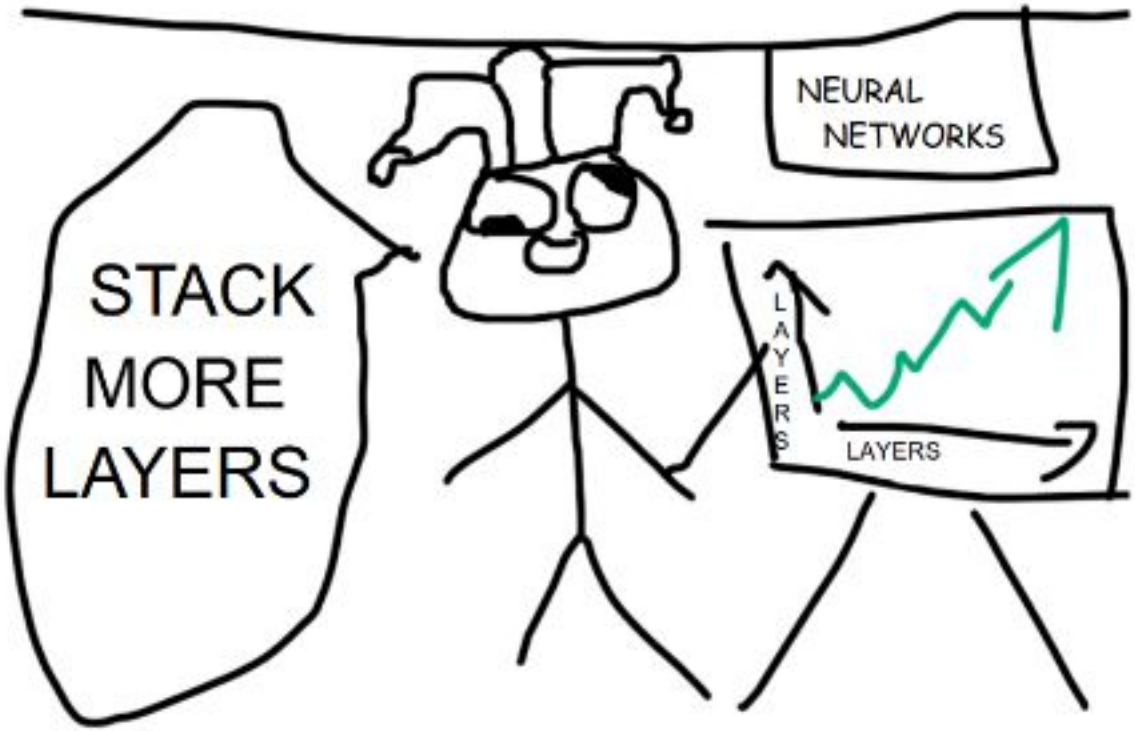

Forward pass
Error E
Input
2
$W_1.x$
z
6
$W_2.z^2$
Actual Output
36
Loss function
Desired Output
dW_1
dW_2
W_1
dz
$2.W_2.z$
dE
Derivative of loss
Back-propagate error


Step 1-
Random initialization
Weights/
Model
Step 7-
Iterate until
convergence
Inputs
Step 2-
Feed Forward
actual
outputs
Desired
outputs
loss
function
Step 3-
Calculate loss function
Loss (error)
metric
at this step
stack
Stack of calculation graph
(automatically created)
unstack
gradients
for all
layer
gradient
for
the last
layer
Step 6-
Update the weights
Step 5-
Backpropagate
Step 4-
Calculate the
derivative of error
Update
frequency
Optimizer function (delta
rule / adadelta…)

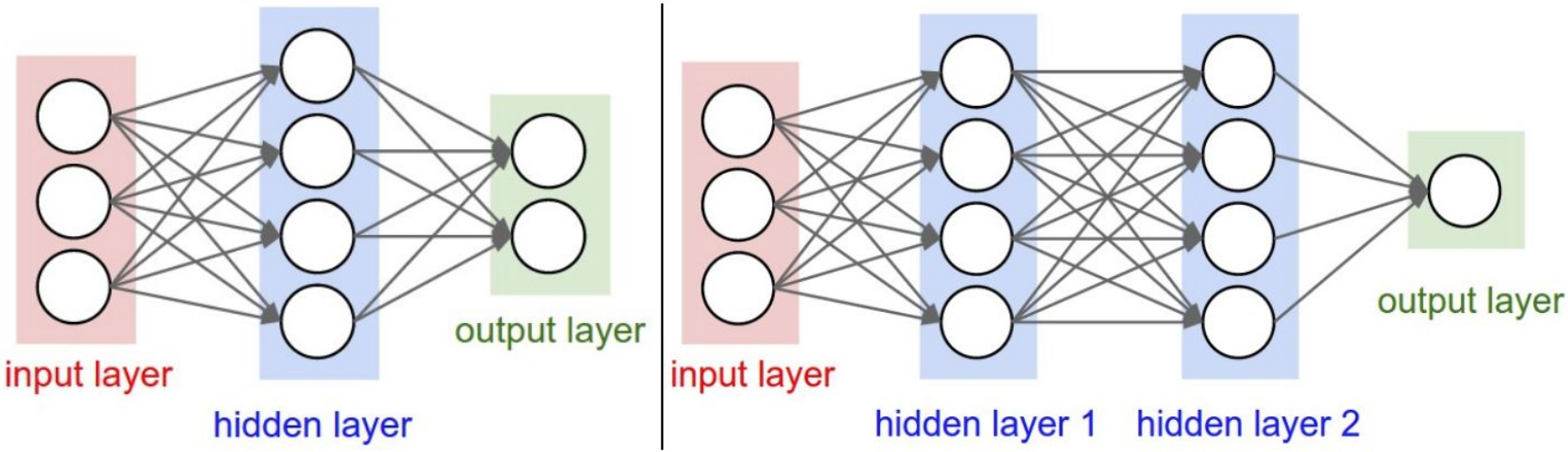
Neural Networks



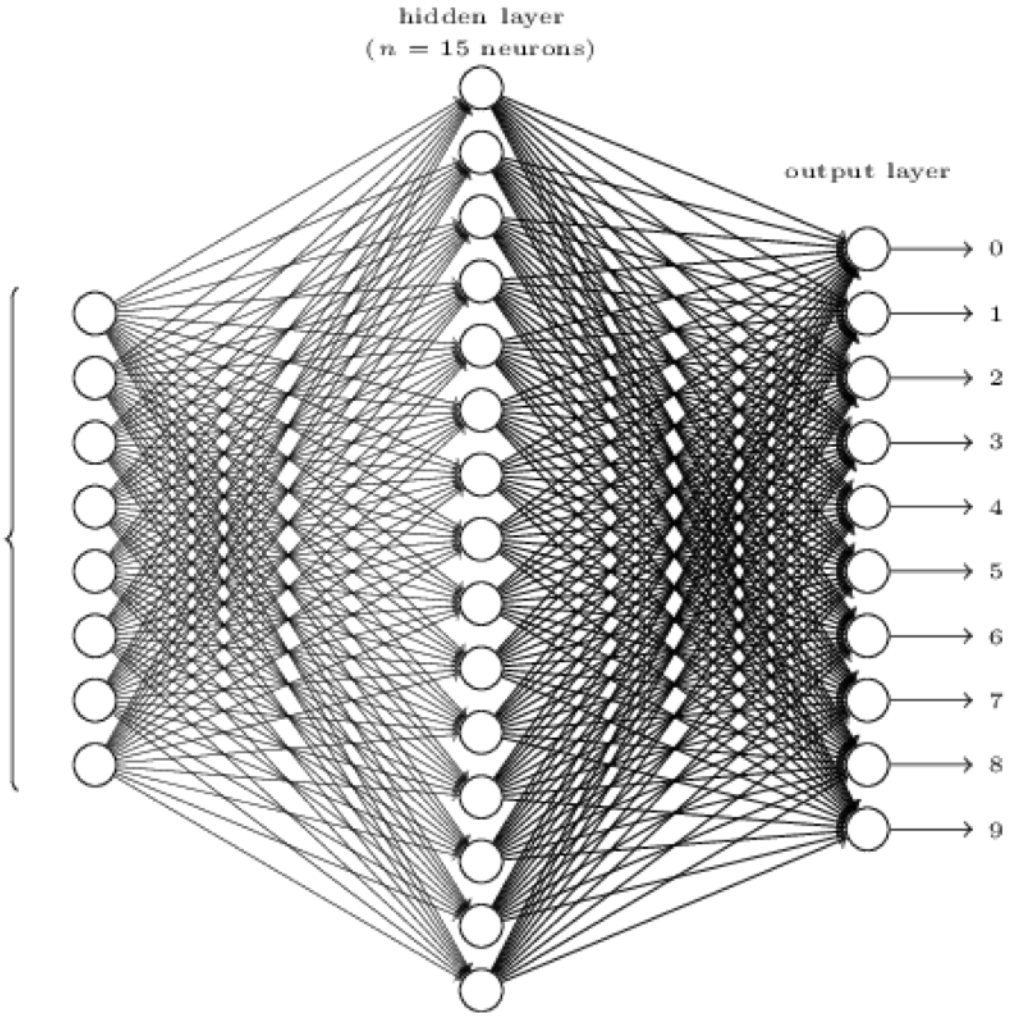
A cartoon drawing of a biological neuron (left) and its mathematical model (right).

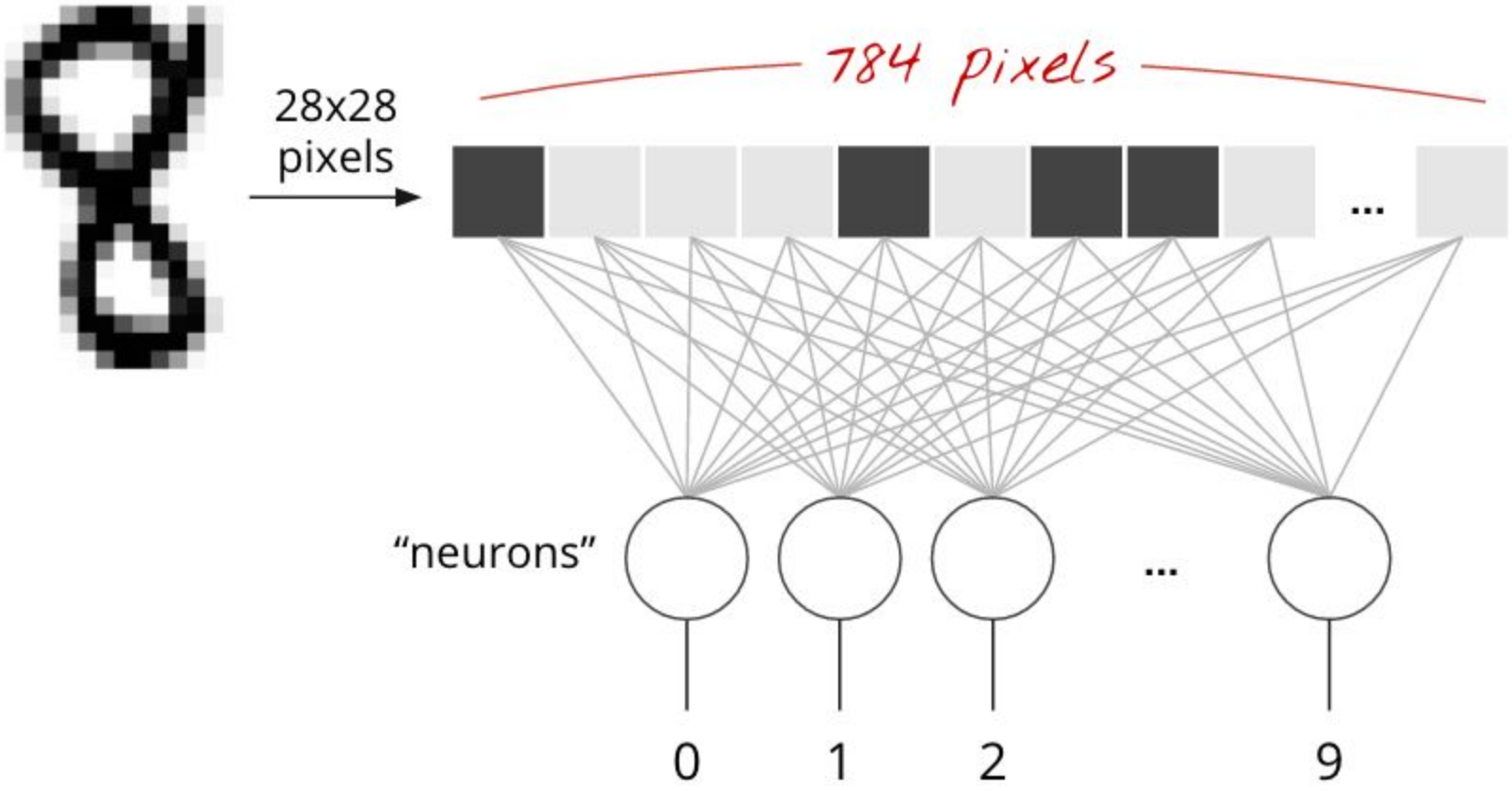

NEURAL
NETWORKS
STACK
MORE
LAYERS
LAYERS
LAYERS

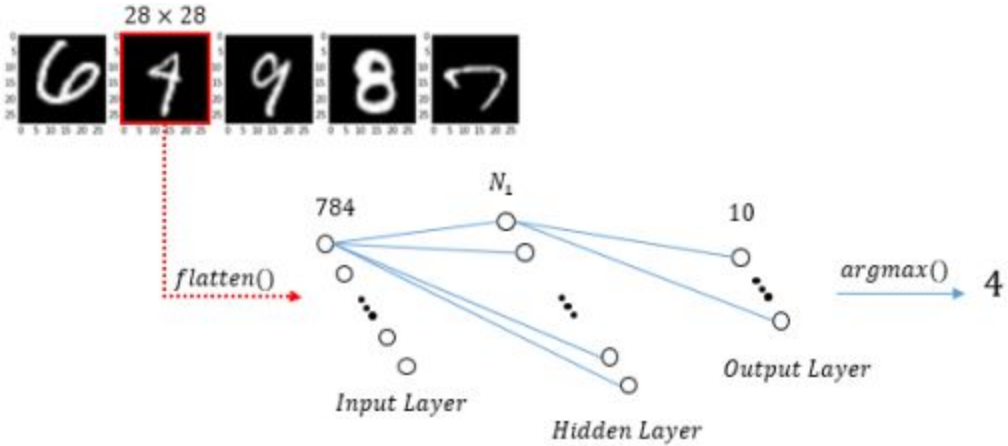
Neural Networks

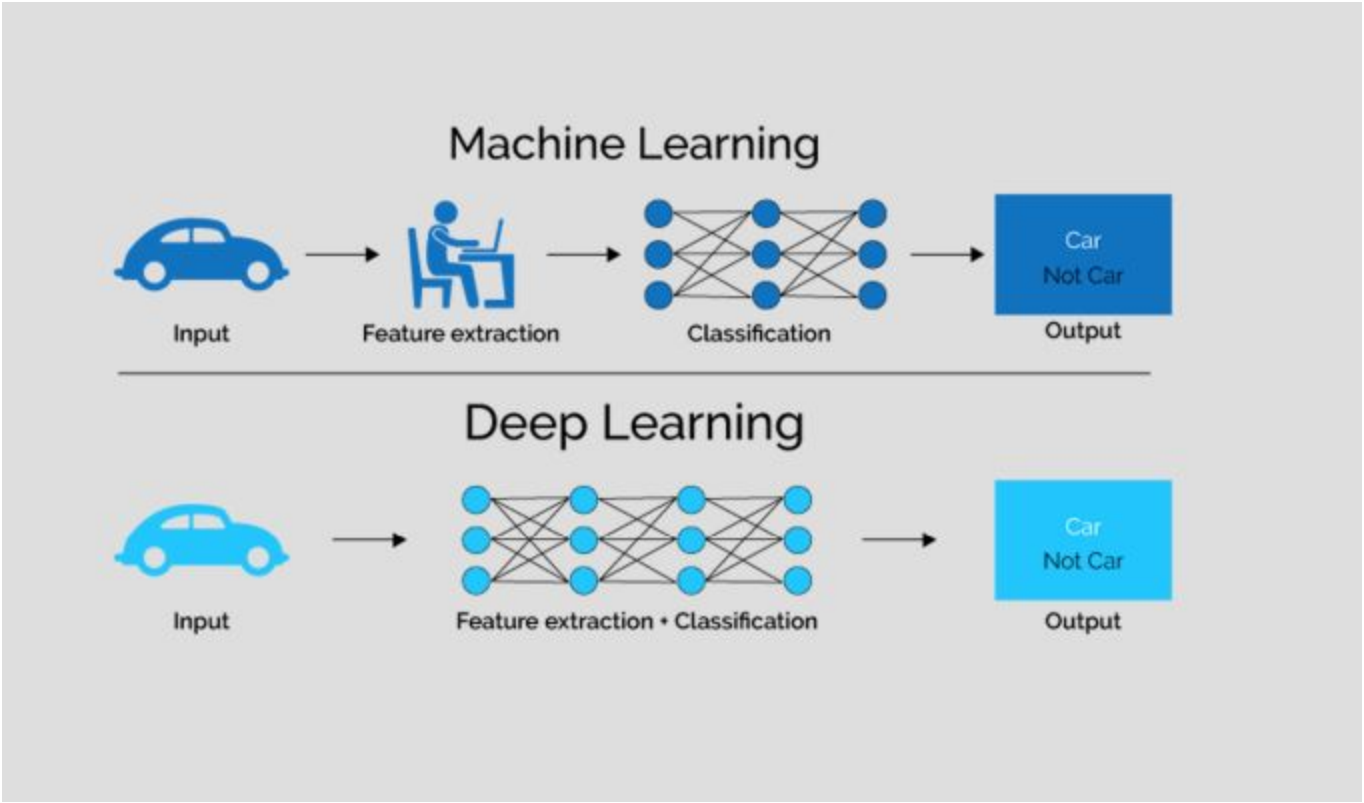


Left: A 2-layer Neural Network (one hidden layer of 4 neurons (or units) and one output layer with 2 neurons), and three inputs.
Right: A 3-layer neural network with three inputs, two hidden layers of 4 neurons each and one output layer. Notice that in both cases there are connections (synapses) between neurons across layers, but not within a layer.


hidden layer
(n = 15 neurons)
output layer
input layer
(784 neurons)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

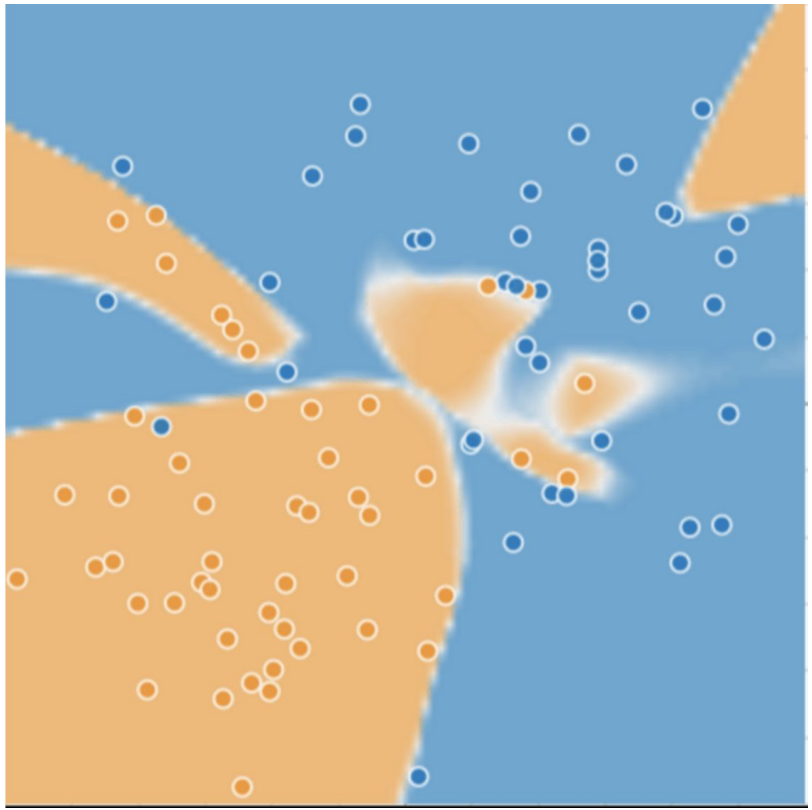

28x28
pixels
784 pixels
...
"neurons"
...
0
1
2
9


28 × 28
flatten()
784
N_1
10
argmax()
4
Input Layer
Hidden Layer
Output Layer

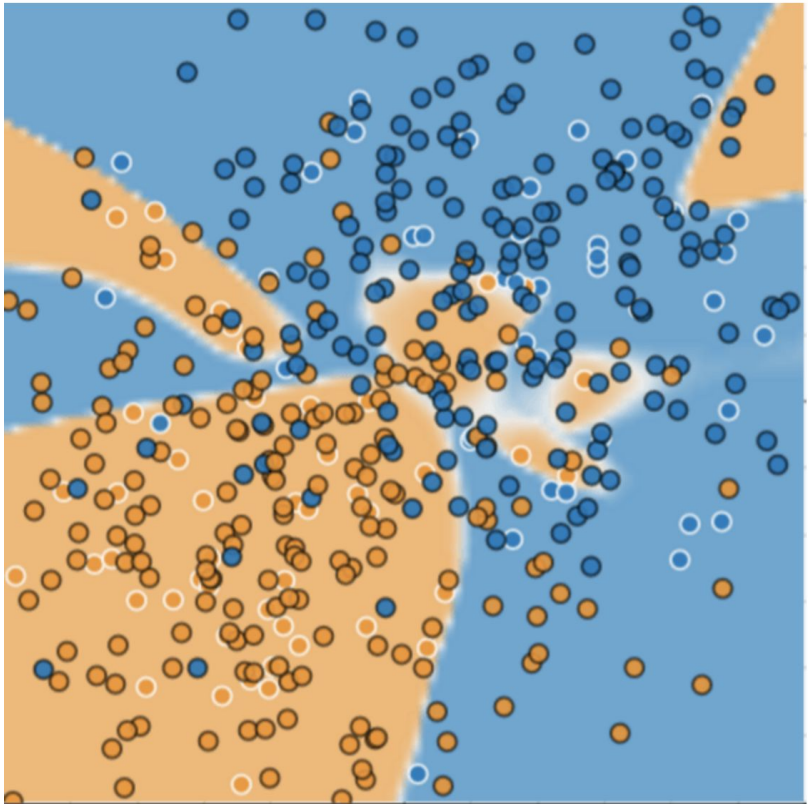

Machine Learning
Input
Feature extraction
Classification
Car
Not Car
Output
Deep Learning
Input
Feature extraction • Classification
Car
Not Car
Output

Overfitting

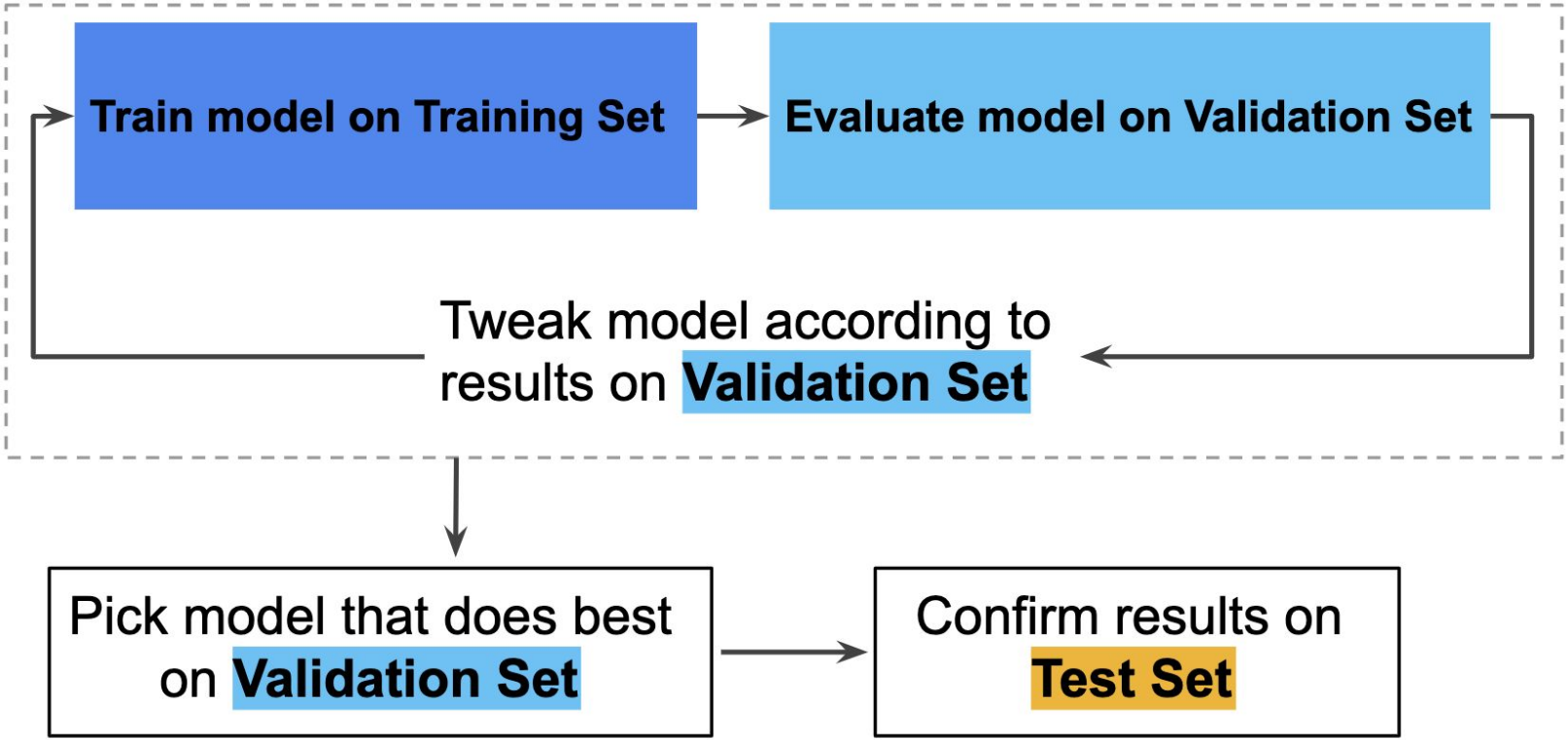
Overfitting



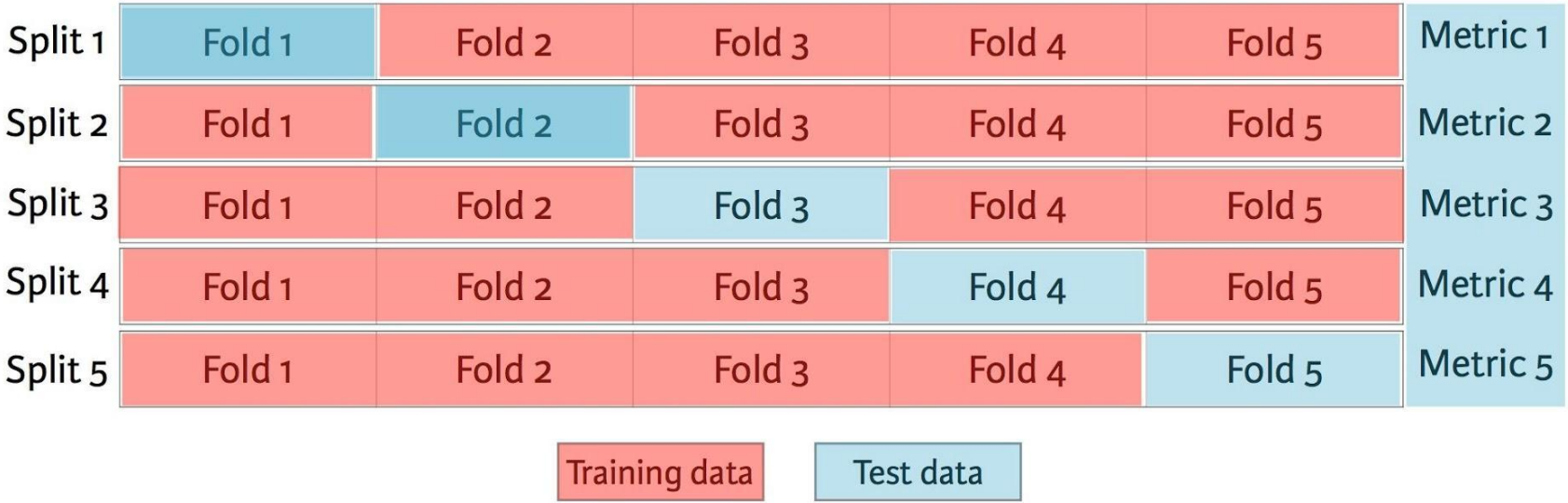
Overfitting



Train/val/test splitting



Cross-validation



Machine Learning Software

http://dlib.net/ - dlib: C++ library;

http://www.heatonresearch.com/encog/ - Encog: machine learning framework available for Java, .Net, and C++;

http://scikit-learn.org/stable/ - scikit-learn: machine learning library for the Python;

https://www.tensorflow.org/ - TensorFlow: An open-source software library for Machine Intelligence;

http://torch.ch/ - Torch: machine learning library;

https://keras.io/ - Keras: Deep Learning library for Theano and TensorFlow

Machine Learning Materials

https://www.coursera.org/learn/machine-learning - Course “Machine Learning” by Andrew NG;

http://web.stanford.edu/class/cs224n/index.html - Course “NLP with Deep Learning”;

https://yandexdataschool.ru/ - Data Analysis School by Yandex;

http://ods.ai/ - Open Data Science community

Neural Networks: demo

- ConvNetJS - https://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/
- A Neural Network Playground - https://playground.tensorflow.org/