

Wprowadzenie

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Co to jest Uczenie Maszynowe?

2 - 4

4 - 8

8 - 16

16 - 32

32 - 64

64 - ?

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Regresja

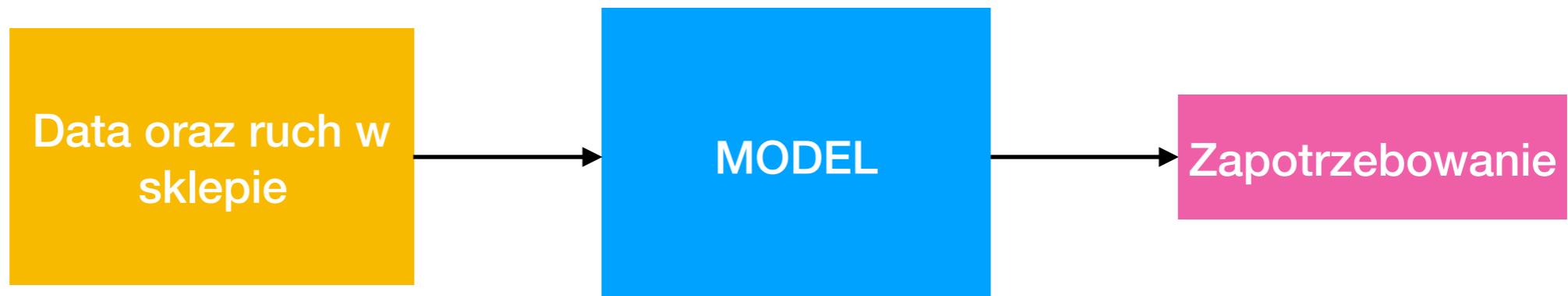
Proces znalezienia relacji pomiędzy wielkościami danych. Na podstawie jednych wartości próbujemy oszacować wartość innych.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: regresja

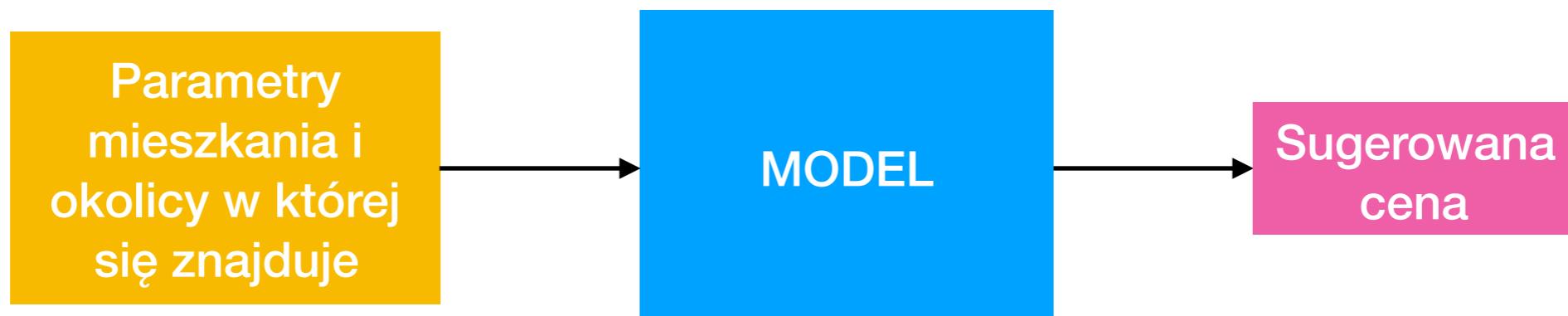


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: regresja

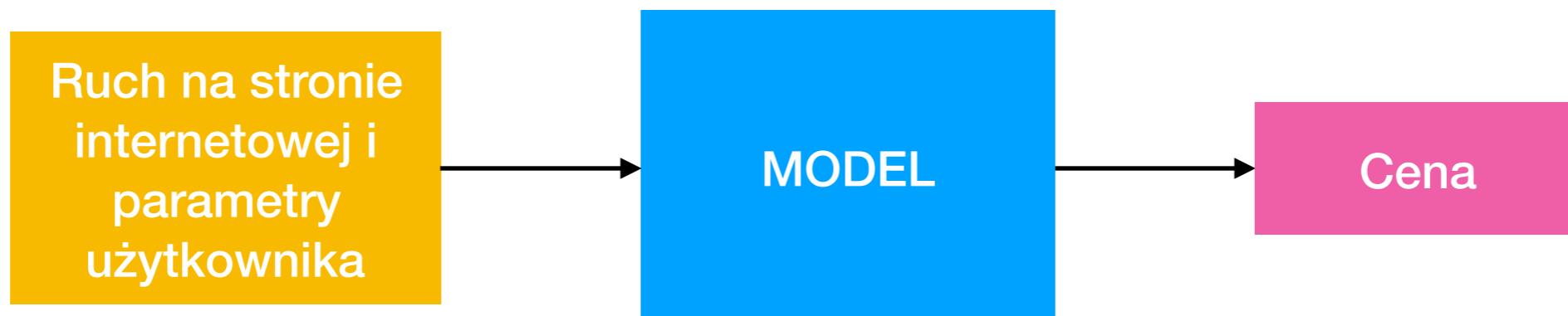


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: regresja

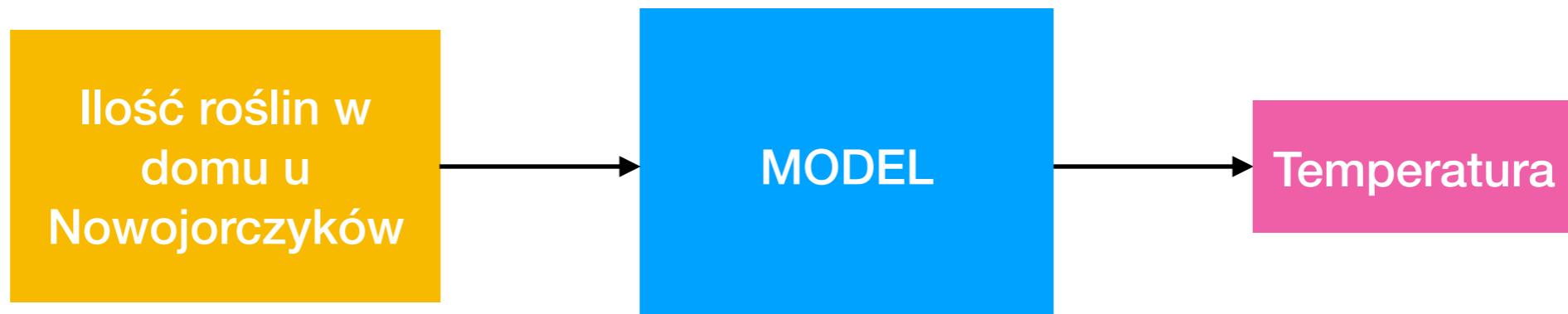


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

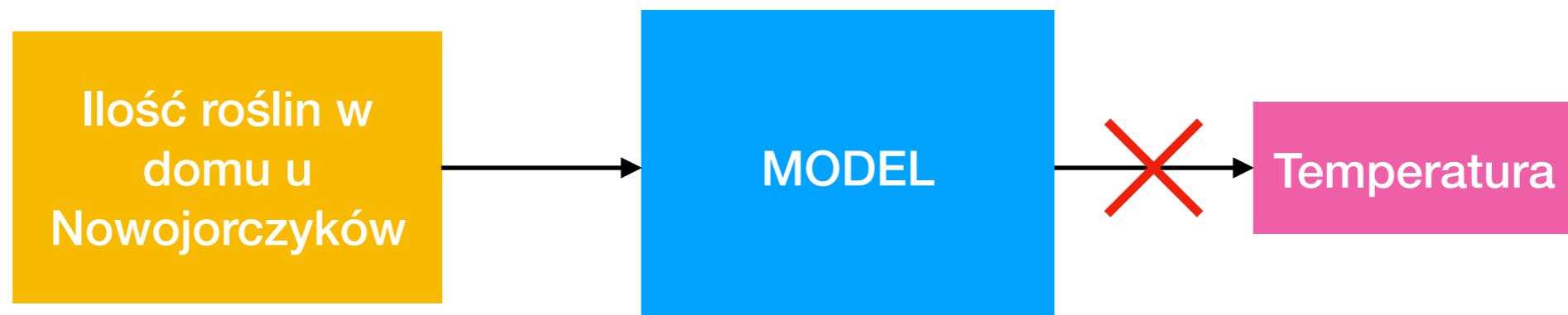
Typ problemu: regresja



Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:



Możemy mapować tylko zależności, które naprawdę istnieją i są wyraźne.

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Klasyfikacja

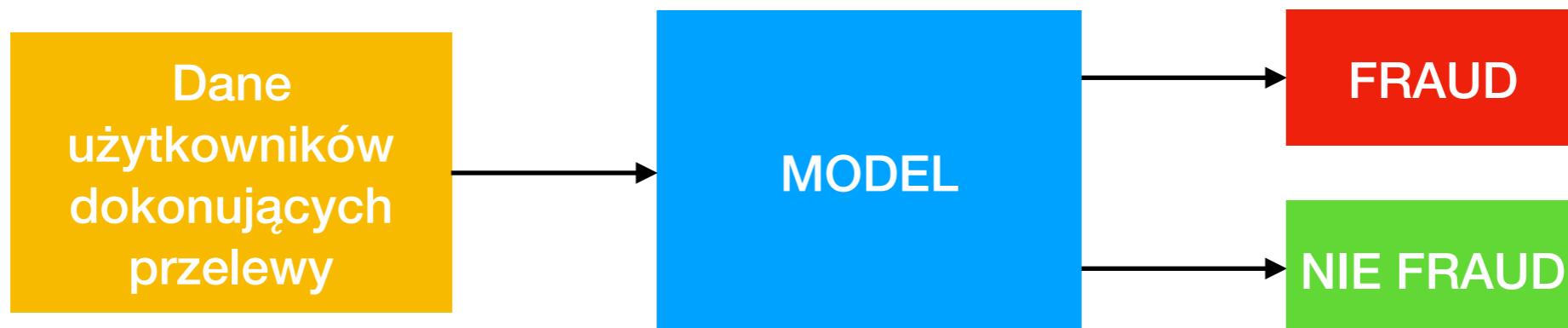
Na bazie zakresu wartości danych a tym samym porównaniu ich do innych danych, próbujemy przypisać im kategorię.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, wykrywanie anomalii

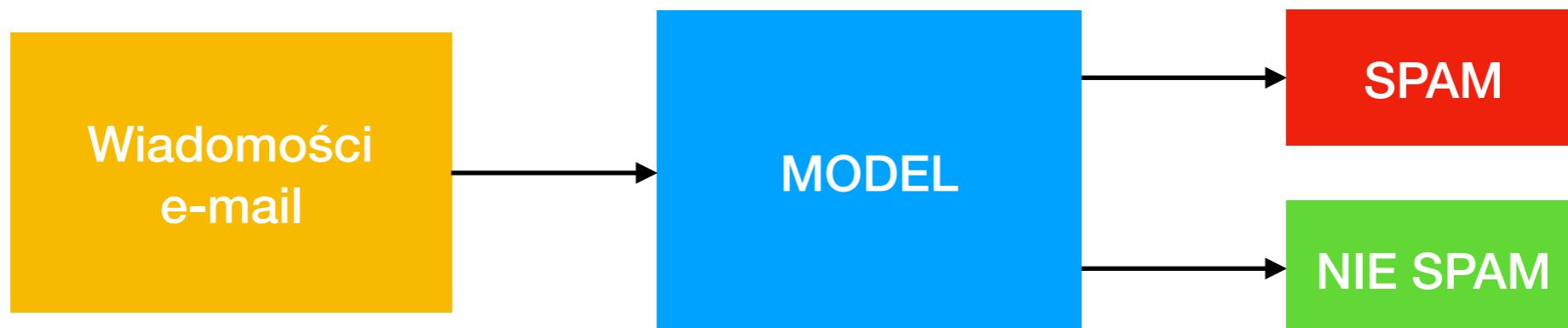


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, analiza tekstu (NLP)

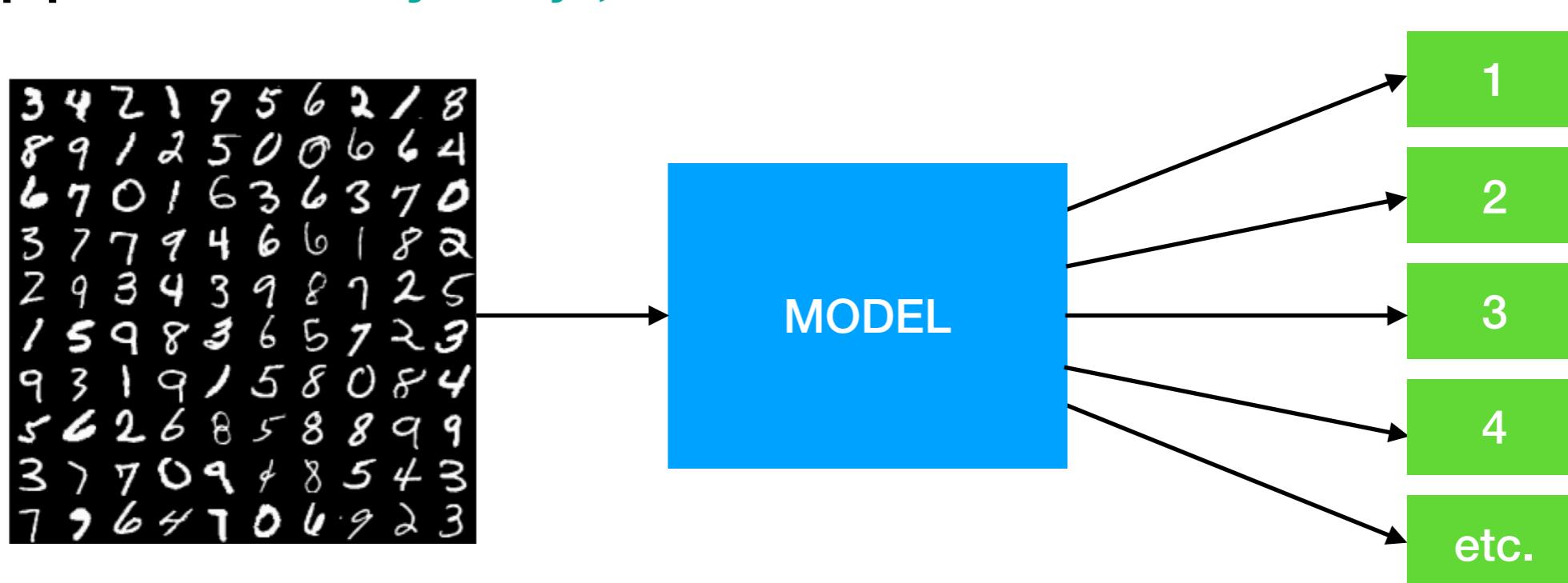


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, analiza obrazu

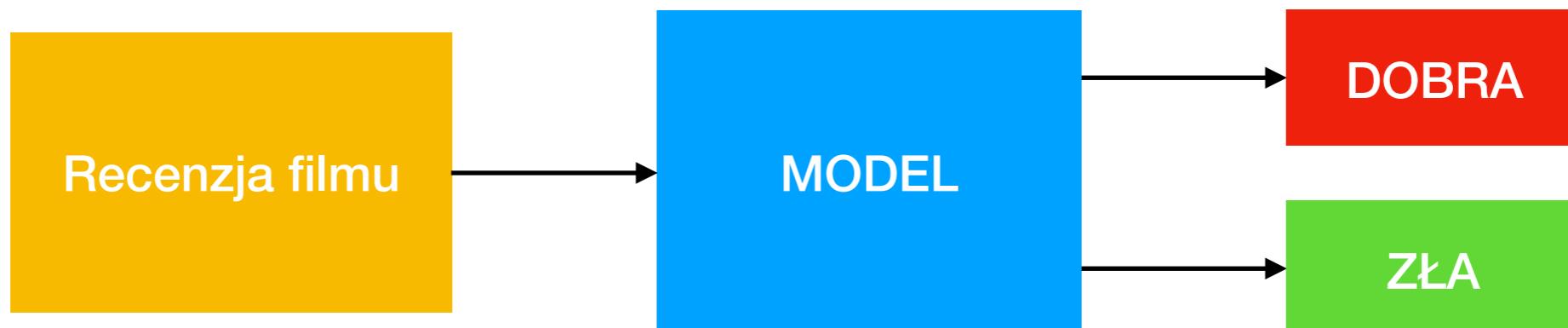


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, analiza tekstu (NLP)

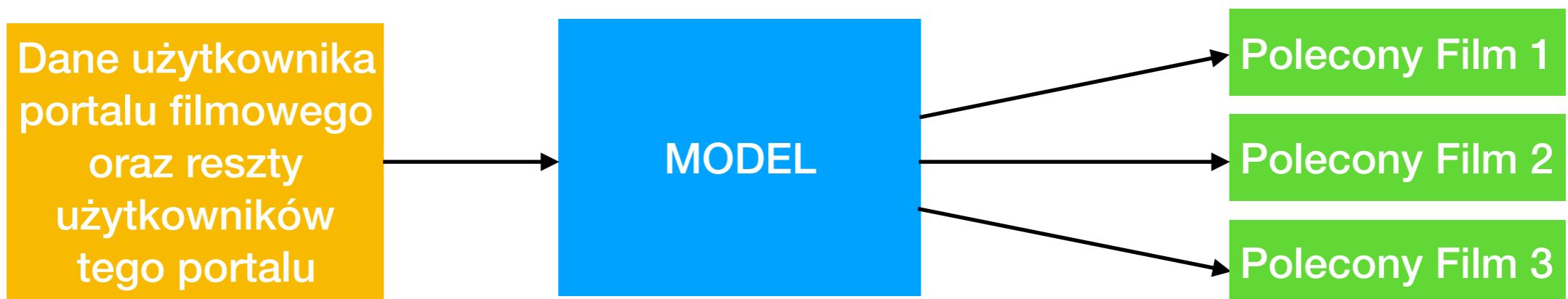


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, systemy rekomendacyjne



Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, systemy rekomendacyjne

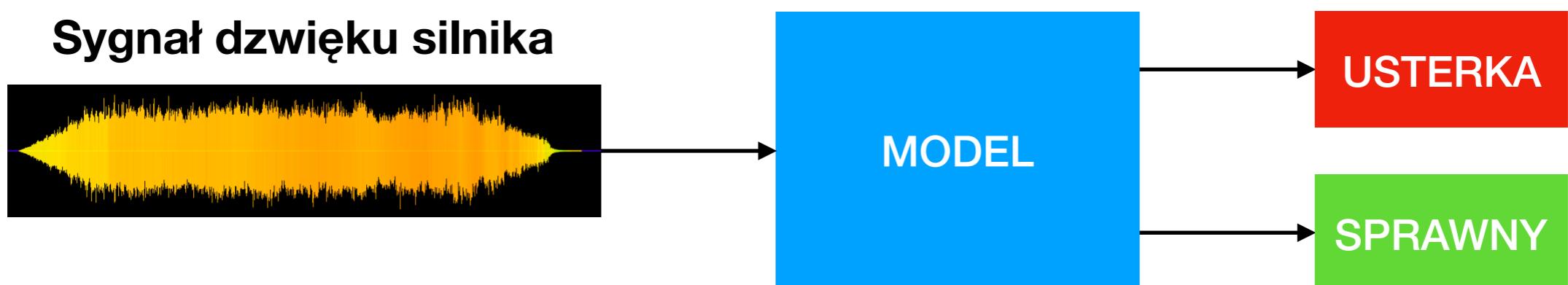


Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: klasyfikacja, wykrywanie anomalii



Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Grupowanie

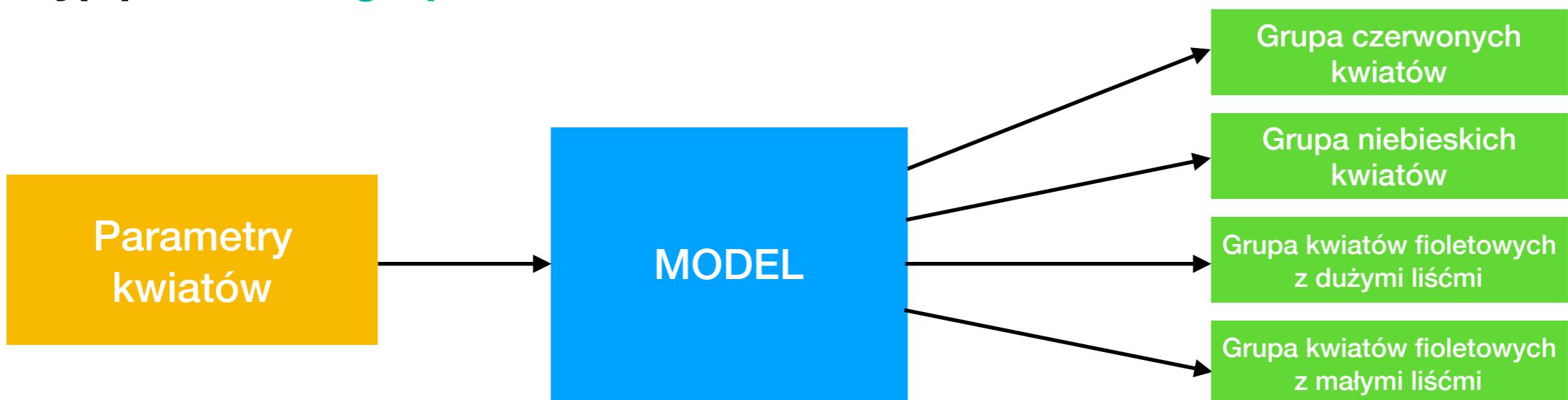
Przepuszczenie danych przez algorytm i pozwolenie mu znalezienia zależności pomiędzy ich wartościami, a następnie przypisaniu grupy do każdej danej na bazie znalezionych zależności.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Przykład:

Typ problemu: grupowanie



**Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów
rozwiązuje Uczenie Maszynowe?**

Redukcja wymiarów danych

Przydatna technika używana do wizualizacji danych.

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych

Przydatna technika używana do wizualizacji danych.

Wyobraźmy sobie, że mamy dane - **150 przykładów opisujących kwiaty, irysy:**

dł. działki kielicha	szer. działki kielicha	dł. płatków kwiatów	szerokość płatków kwiatów	Gatunek
5.1	3.5	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
4.9	3.0	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
7.0	3.2	4.7	1.4	<i>I. versicolor</i>
6.4	3.2	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.3	3.3	6.0	2.5	<i>I. virginica</i>
5.8	2.7	5.1	1.9	<i>I. virginica</i>

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych

Przydatna technika używana do wizualizacji danych.

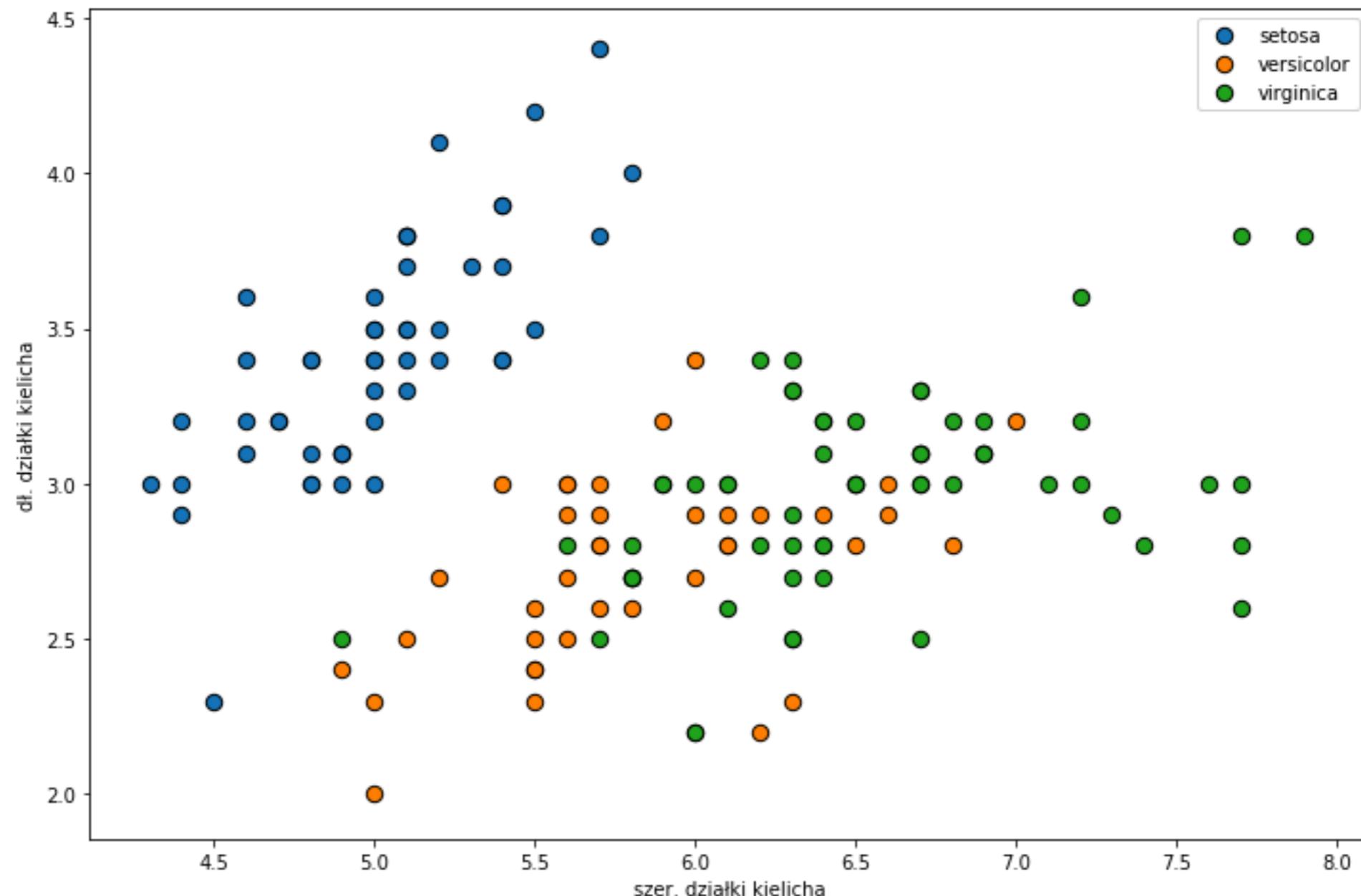
Wyobraźmy sobie, że mamy dane - **150 przykładów opisujących kwiaty, irysy:**

dł. działki kielicha	szer. działki kielicha	dł. płatków kwiatów	szerokość płatków kwiatów	Gatunek
5.1	3.5	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
4.9	3.0	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
7.0	3.2	4.7	1.4	<i>I. versicolor</i>
6.4	3.2	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.3	3.3	6.0	2.5	<i>I. virginica</i>
5.8	2.7	5.1	1.9	<i>I. virginica</i>

Chcemy zwizualizować, jak różnią się poszczególne gatunki na bazie “**długości działki kielicha**” oraz “**szerokości działki kielicha**”.

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

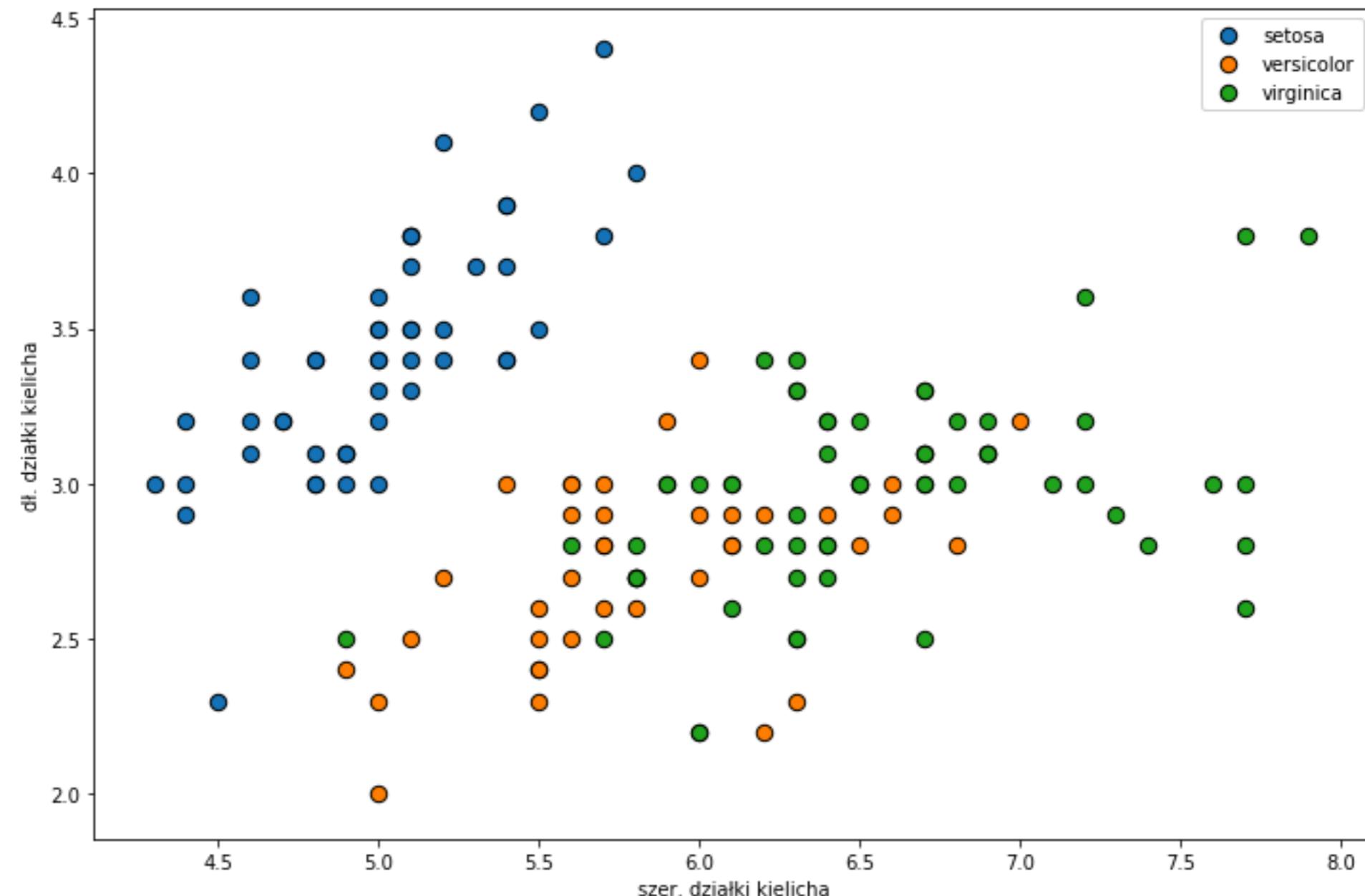
Redukcja wymiarów danych



Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych

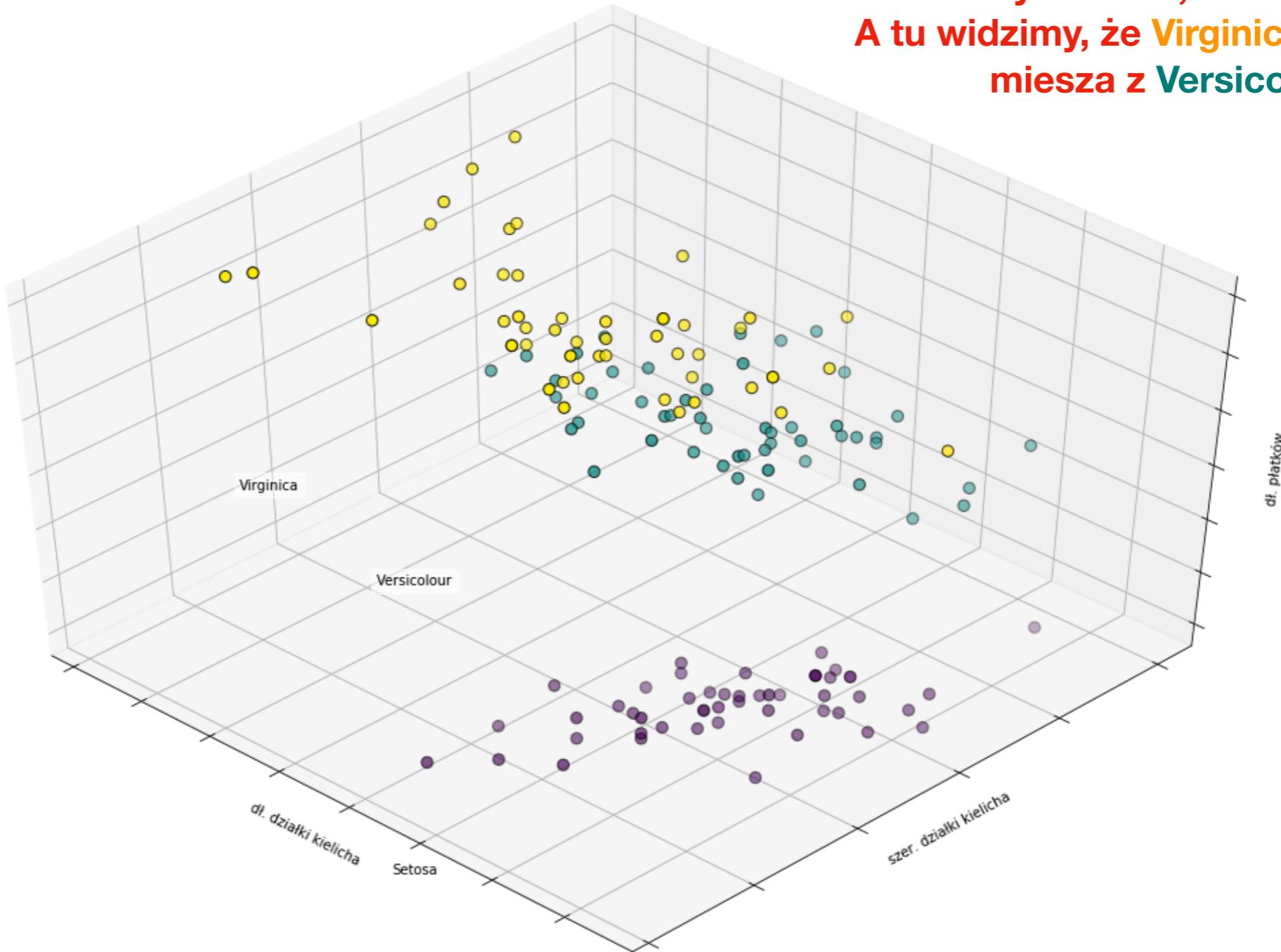
Ale to daje nie pełny obraz. Bo mamy 4 cechy opisujące kwiat a wykorzystaliśmy 2.



Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych

Można użyć trzech, ale to nadal nie 4.
A tu widzimy, że Virginica się bardzo
miesza z Versicolour.



**Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów
rozwiązuje Uczenie Maszynowe?**

Redukcja wymiarów danych

**Jak wyświetlić zależności pomiędzy danymi na bazie 4 lub więcej cech?
Nie mamy czterech osi na wykresie.**

**Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów
rozwiązuje Uczenie Maszynowe?**

Redukcja wymiarów danych

**Jak wyświetlić zależności pomiędzy danymi na bazie 4 lub więcej cech?
Nie mamy czterech osi na wykresie.**

Algorytmy redukcji wymiarów danych - np. bardzo popularne PCA

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych

```
from sklearn import decomposition  
from sklearn import datasets  
  
# Wczytanie danych  
iris = datasets.load_iris()  
X = iris.data  
y = iris.target
```

```
print("Wymiarowość danych X: ", X.shape[1])
```

Wymiarowość danych X: 4

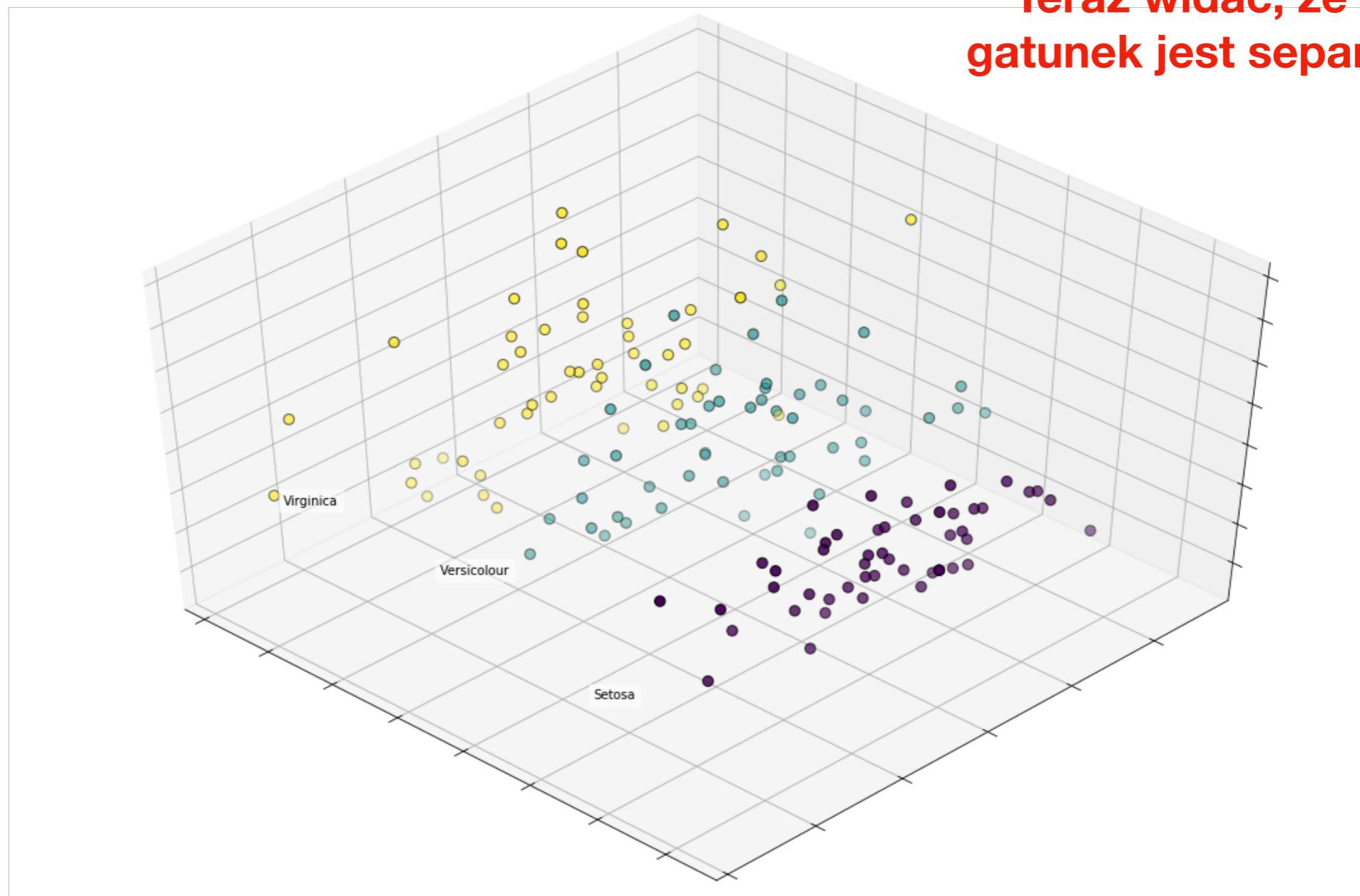
```
# Redukcja wymiarowości do 3  
pca = decomposition.PCA(n_components=3)  
pca.fit(X)  
X = pca.transform(X)
```

```
print("Wymiarowość danych X po PCA: ", X.shape[1])
```

Wymiarowość danych X po PCA: 3

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych



Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Redukcja wymiarów danych

Więcej na:

<http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.decomposition.PCA.html>

http://scikit-learn.org/stable/auto_examples/decomposition/plot_pca_iris.html

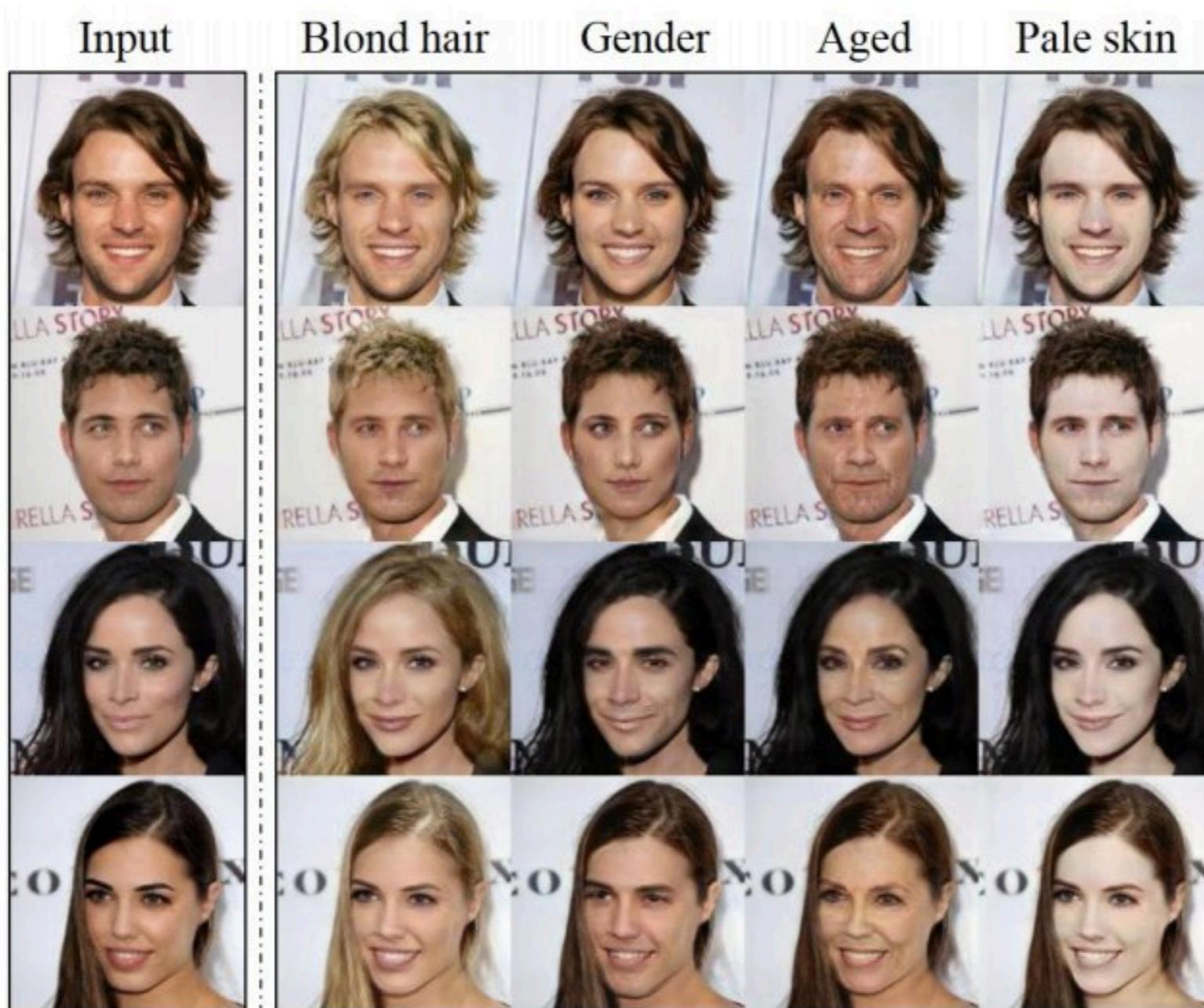
<https://www.youtube.com/watch?v=N5ynBdHqnGU> (Coursera, Andrew Ng)

Polecam mój mini-projekt by zobaczyć co się dzieje pod spodem:

https://github.com/FisherKK/FisherKK-MyRoadToAI/blob/master/AI-Implementations/MachineLearning/PrincipalComponentAnalysis/PCA_Raw.ipynb

Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów rozwiązuje Uczenie Maszynowe?

Generacja obrazów (nowe)



**Jakie najpopularniejsze rodzaje problemów
rozwiązuje Uczenie Maszynowe?**

Generacja obrazów (nowe)

<https://www.youtube.com/watch?v=XOxxPcy5Gr4>

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Uczenie Maszynowe wykorzystuje różnego rodzaju algorytmy, do zwrotu wartości liczbowej z funkcji matematycznej, której parametry i postać powstają w trakcie podawania danych do odpowiedniego algorytmu uczenia.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Polega na wykorzystywaniu wzorców w znanych danych (historycznych) do uczenia różnego rodzaju modeli Uczenia Maszynowego i wykorzystywaniu tych modeli do dokonywania predykcji wartości dla danych, których nie znamy.

Uczenie Maszynowe wykorzystuje różnego rodzaju algorytmy, do zwrotu wartości liczbowej z funkcji matematycznej, której parametry i postać powstają w trakcie podawania danych do odpowiedniego algorytmu uczenia.

Tak jak ludzie mają problem z przewidzeniem niektórych rzeczy, lub wyciągnięciem wniosków z jakichś faktów, tak Uczenie Maszynowe również bardzo często się myli. Wynika to głównie z tego, że dane podawane do algorytmu Uczenia Maszynowego, to tylko mały, opisany fragment rzeczywistości - a ludzie sami nie wiedzą jak opisać ją poprawnie.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Stąd zawsze będziemy mieli do czynienia z błędem. Jeszcze większą sztuką poprawnego nauczenia modelu jest podjęcie decyzji biznesowej, czy jesteśmy w stanie ponieść koszty wiążące się z występującym błędem czy nie.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Stąd zawsze będziemy mieli do czynienia z błędem. Jeszcze większą sztuką poprawnego nauczenia modelu jest podjęcie decyzji biznesowej, czy jesteśmy w stanie ponieść koszty wiążące się z występującym błędem czy nie.

Czasami to nie tylko koszty finansowe - np. w przypadku zamówienia zbyt dużej ilości towaru. Niekiedy to rozzłoszczenie i potencjalna utrata klienta...

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Stąd zawsze będziemy mieli do czynienia z błędem. Jeszcze większą sztuką poprawnego nauczenia modelu jest **podjęcie decyzji biznesowej**, czy jesteśmy w stanie **ponieść koszty wiążące się z występującym błędem** czy nie.

Czasami to **nie tylko koszty finansowe** - np. w przypadku zamówienia zbyt dużej ilości towaru. Niekiedy to rozzłoszczenie i potencjalna **utrata klienta**...

A w skrajnych przypadkach to spowodowanie śmierci człowieka.

Czy algorytm, który wykrywa raka z 97% skutecznością to dobry algorytm czy zły?

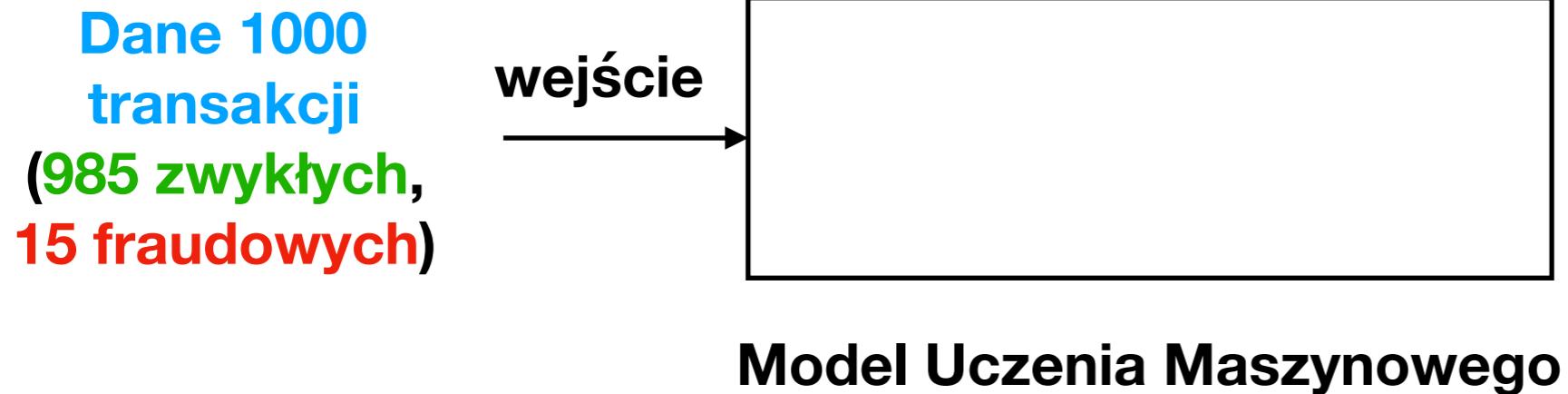
Na 1000 osób zbadanych - u 30 osób nie wykazujemy obecności choroby co może powodować, że taka osoba nie podejmie próby leczenia i walki o życie.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Istotne są też **metryki**, które wykorzystujemy do określenia czy model dobrze oddaje rzeczywistość - rozwiązuje problem czy też nie.

Co to jest Uczenie Maszynowe?

Istotne są też **metryki**, które wykorzystujemy do określenia czy model dobrze oddaje rzeczywistość - rozwiązuje problem czy też nie.



Co to jest Uczenie Maszynowe?

Istotne są też **metryki**, które wykorzystujemy do określenia czy model dobrze oddaje rzeczywistość - rozwiązuje problem czy też nie.



Co to jest Uczenie Maszynowe?

Istotne są też **metryki**, które wykorzystujemy do określenia czy model dobrze oddaje rzeczywistość - rozwiązuje problem czy też nie.

Dane 1000
transakcji
(985 zwykłych,
15 fraudowych)

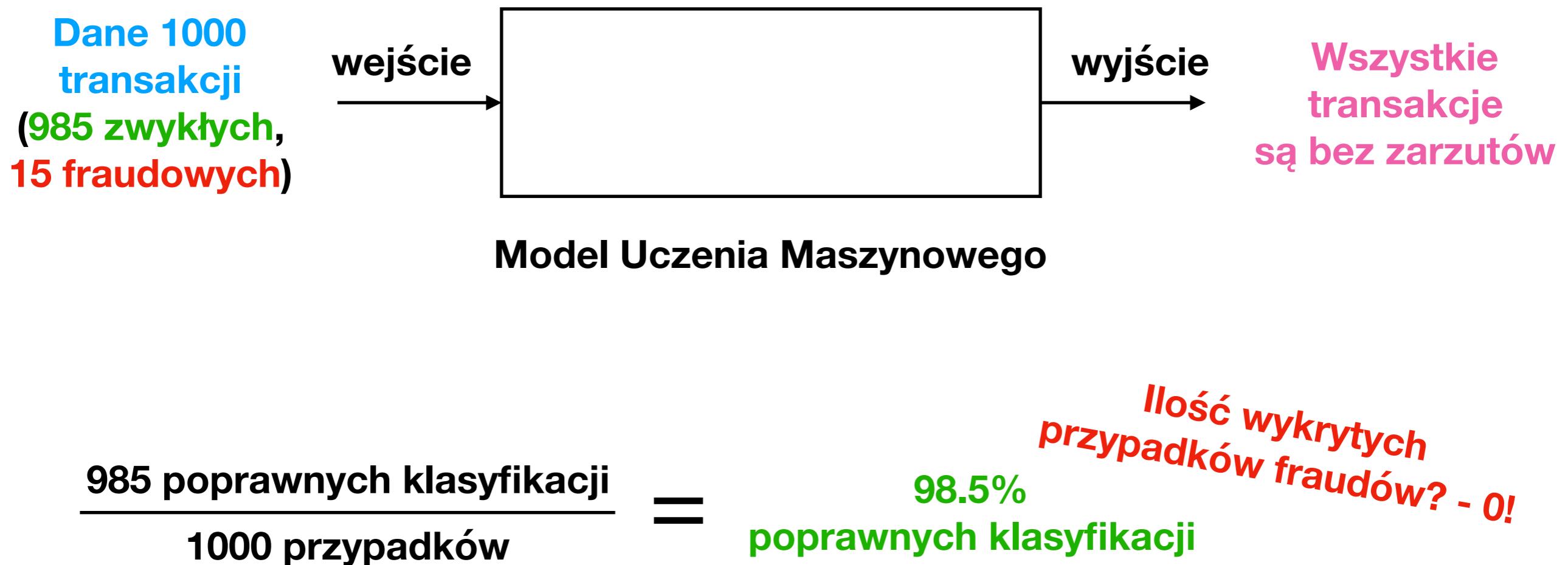


Model Uczenia Maszynowego

$$\frac{985 \text{ poprawnych klasyfikacji}}{1000 \text{ przypadków}} = 98.5\% \text{ poprawnych klasyfikacji}$$

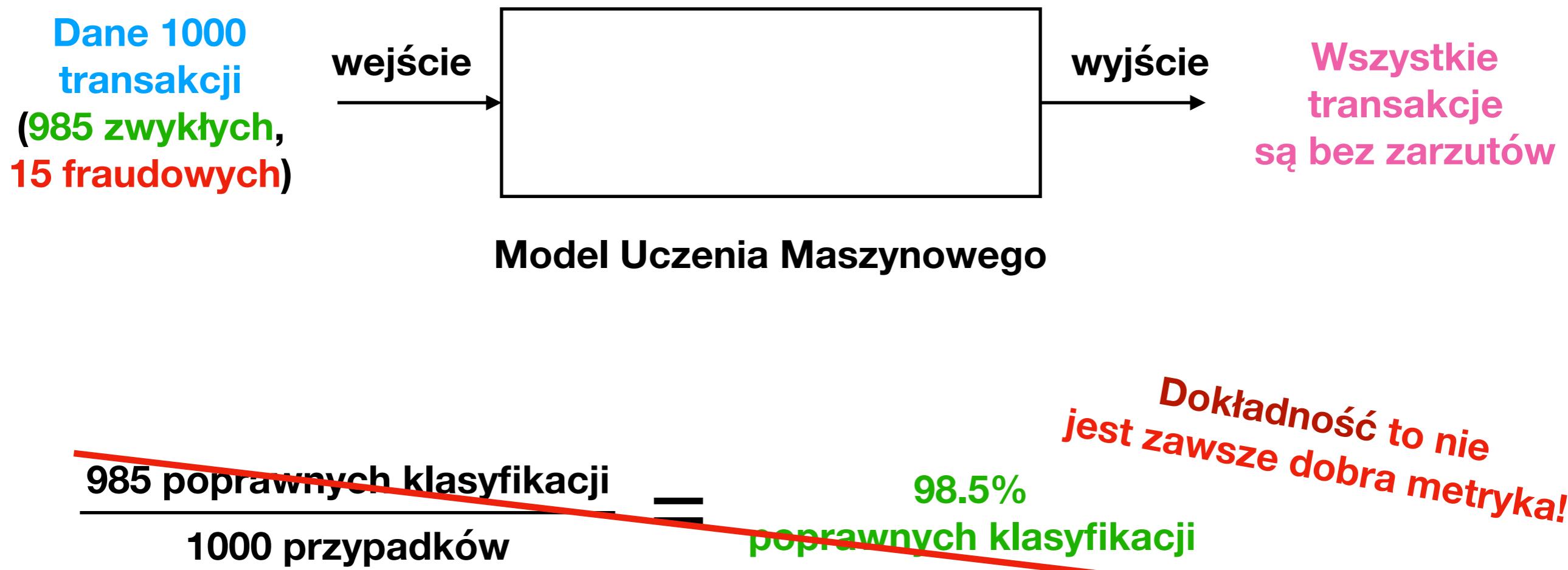
Co to jest Uczenie Maszynowe?

Istotne są też **metryki**, które wykorzystujemy do określenia czy model dobrze oddaje rzeczywistość - rozwiązuje problem czy też nie.



Co to jest Uczenie Maszynowe?

Istotne są też **metryki**, które wykorzystujemy do określenia czy model dobrze oddaje rzeczywistość - rozwiązuje problem czy też nie.



Jakie są rodzaje uczenia maszynowego?

Uczenie Nadzorowane

**(Potrzebna jest ingerencja
człowieka w trenowanie modelu)**

Jakie są rodzaje uczenia maszynowego?

Uczenie Nadzorowane

**(Potrzebna jest ingerencja
człowieka w trenowanie modelu)**

Naiwny Bayes

KNN

Regresja Liniowa

Regresja Logistyczna

SVM

Drzewa Decyzyjne

Lasy losowe

XGBoost

Light LGBM

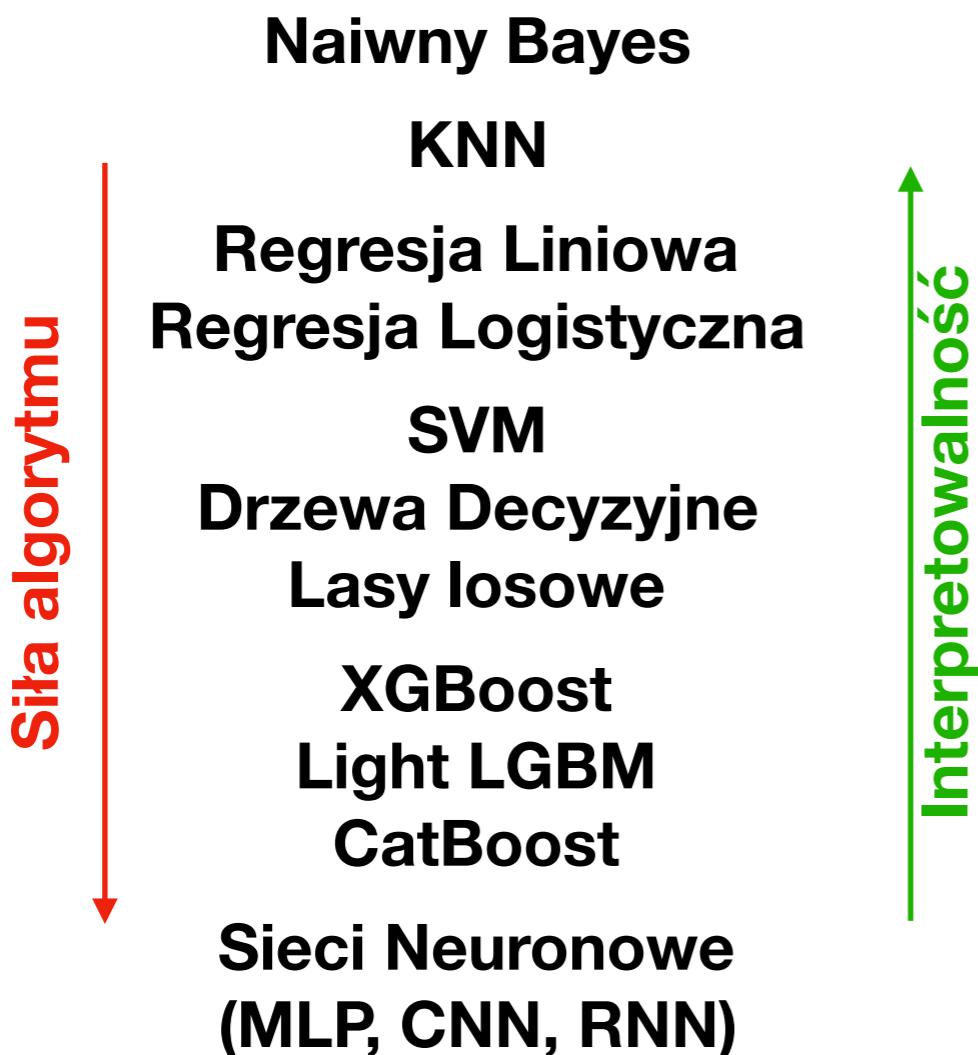
CatBoost

**Sieci Neuronowe
(MLP, CNN, RNN)**

Jakie są rodzaje uczenia maszynowego?

Uczenie Nadzorowane

(Potrzebna jest ingerencja
człowieka w trenowanie modelu)



Jakie są rodzaje uczenia maszynowego?

Uczenie Nadzorowane

(Potrzebna jest ingerencja człowieka w trenowanie modelu)

Naiwny Bayes

KNN

Regresja Liniowa

Regresja Logistyczna

SVM

Drzewa Decyzyjne

Lasy Iosowe

XGBoost

Light LGBM

CatBoost

Sieci Neuronowe
(MLP, CNN, RNN)

Siła algorytmu

Interpretowalność

Uczenie Nienadzorowane

(Wrzucamy dane i uzyskujemy wynik, którego wartość musimy zinterpretować i ocenić sami)

Jakie są rodzaje uczenia maszynowego?

Uczenie Nadzorowane

(Potrzebna jest ingerencja człowieka w trenowanie modelu)

Naiwny Bayes

KNN

Regresja Liniowa

Regresja Logistyczna

SVM

Drzewa Decyzyjne

Lasy Iosowe

XGBoost

Light LGBM

CatBoost

Sieci Neuronowe
(MLP, CNN, RNN)

Siła algorytmu

Interpretowalność

Uczenie Nienadzorowane

(Wrzucamy dane i uzyskujemy wynik, którego wartość musimy zinterpretować i ocenić sami)

K-Means

Gaussian Mixtures

PCA

LDA

T-SNE

Sieci Neuronowe
(Autoenkodery, GAN)

Jakie są rodzaje uczenia maszynowego?

Na tym się skupiamy, gdyż jest częściej używane

Uczenie Nadzorowane

(Potrzebna jest ingerencja
człowieka w trenowanie modelu)

Naiwny Bayes

KNN

Regresja Liniowa
Regresja Logistyczna

SVM

Drzewa Decyzyjne
Lasy Iosowe

XGBoost

Light LGBM
CatBoost

Sieci Neuronowe
(MLP, CNN, RNN)

Siła algorytmu

Interpretowalność

Uczenie Nienadzorowane

(Wrzucamy dane i uzyskujemy wynik,
którego wartość musimy
zinterpretować i ocenić sami)

K-Means

Gaussian Mixtures

PCA

LDA

T-SNE

Sieci Neuronowe
(Autoenkodery, GAN)

Co to jest Głębokie Uczenie (Deep Learning)?

To poddziedzina (kierunek) Uczenia Maszynowego skupiająca się algorytmach zwanych Sieciami Neuronowymi.

Co to jest Głębokie Uczenie (Deep Learning)?

To poddziedzina (kierunek) Uczenia Maszynowego skupiająca się algorytmach zwanych Sieciami Neuronowymi.

Algorytmy te, po pokazaniu im częściowej reprezentacji rzeczywistości w formie numerycznych danych, same próbują znaleźć zależności w danych i stworzyć swoje “własne rozumienie”.

Co to jest Głębokie Uczenie (Deep Learning)?

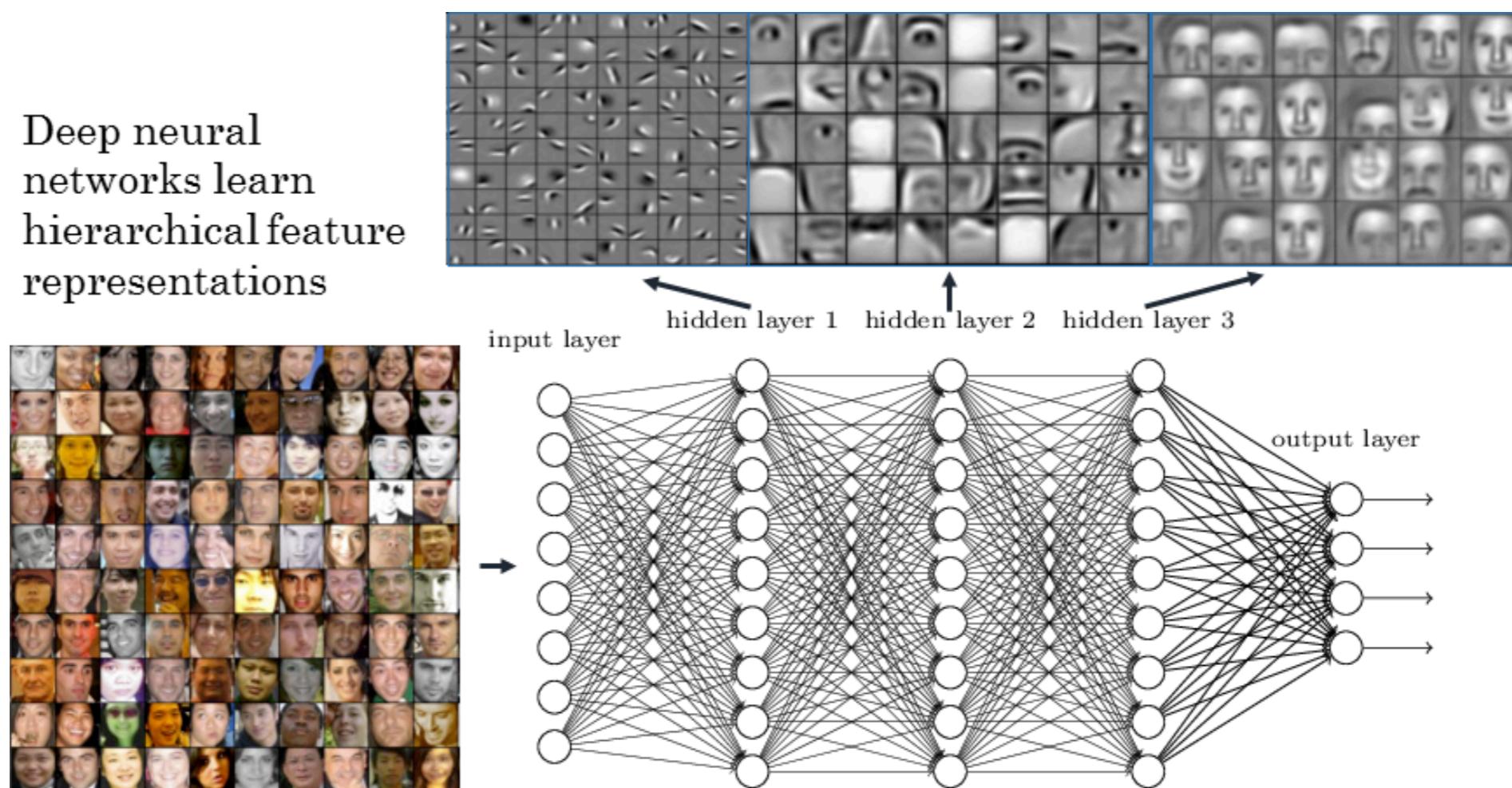
To poddziedzina (kierunek) Uczenia Maszynowego skupiająca się algorytmach zwanych Sieciami Neuronowymi.

Algorytmy te, po pokazaniu im częściowej reprezentacji rzeczywistości w formie numerycznych danych, same próbują znaleźć zależności w danych i stworzyć swoje “własne rozumienie”.

Sieci Neuronowe mają strukturę hierarchiczną - dzielą się na warstwy.

Co to jest Głębokie Uczenie (Deep Learning)?

Pierwsza warstwa wyłapuje najprostsze fakty dotyczące otrzymanych danych. Kolejne warstwy korzystają z wniosków poprzednich i tym samym są one w stanie nauczyć się bardziej skomplikowanych rzeczy. Ilość warstw Sieci Neuronowej nazywamy “głębokością”. Im więcej warstw tym głębsza sieć i większe możliwości.

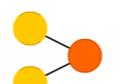


A mostly complete chart of
Neural Networks

©2016 Fjodor van Veen - asimovinstitute.org

- Backfed Input Cell
- Input Cell
- △ Noisy Input Cell
- Hidden Cell
- Probabilistic Hidden Cell
- △ Spiking Hidden Cell
- Output Cell
- Match Input Output Cell
- Recurrent Cell
- Memory Cell
- △ Different Memory Cell
- Kernel
- Convolution or Pool

Perceptron (P)



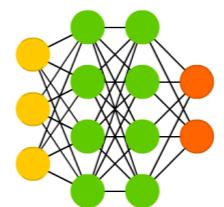
Feed Forward (FF)



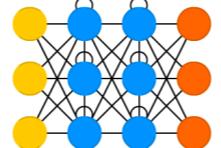
Radial Basis Network (RBF)



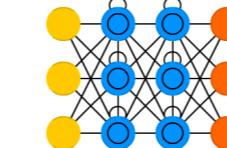
Deep Feed Forward (DFF)



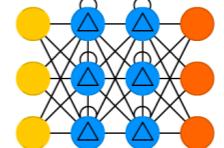
Recurrent Neural Network (RNN)



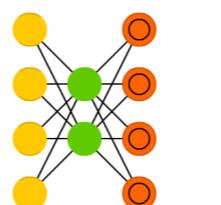
Long / Short Term Memory (LSTM)



Gated Recurrent Unit (GRU)



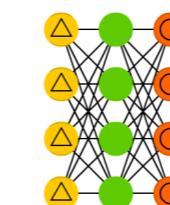
Auto Encoder (AE)



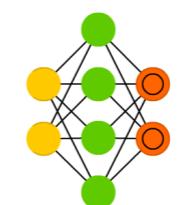
Variational AE (VAE)



Denoising AE (DAE)



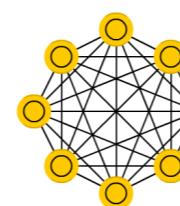
Sparse AE (SAE)



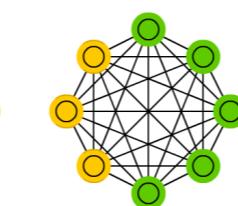
Markov Chain (MC)



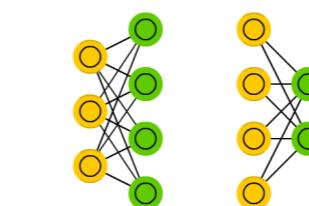
Hopfield Network (HN)



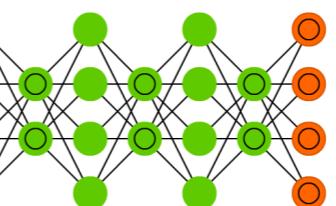
Boltzmann Machine (BM)



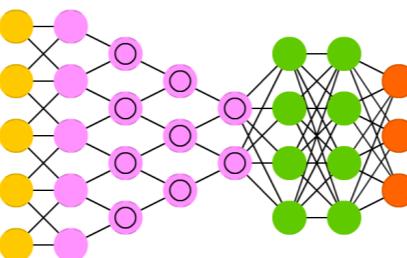
Restricted BM (RBM)



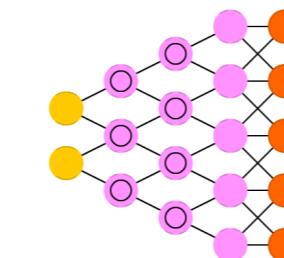
Deep Belief Network (DBN)



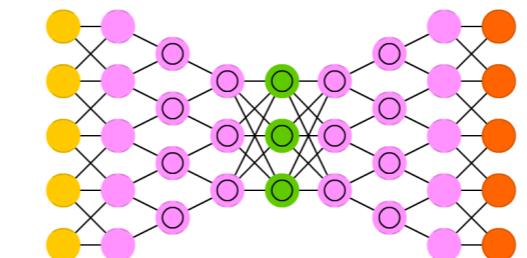
Deep Convolutional Network (DCN)



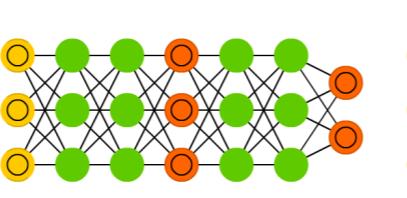
Deconvolutional Network (DN)



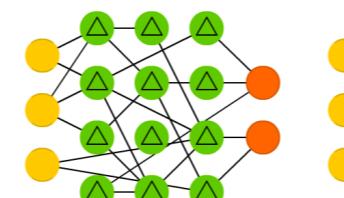
Deep Convolutional Inverse Graphics Network (DCIGN)



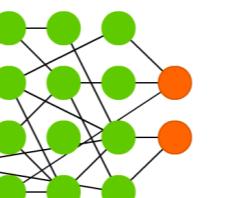
Generative Adversarial Network (GAN)



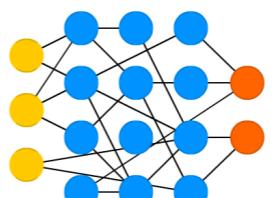
Liquid State Machine (LSM)



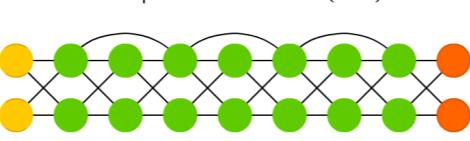
Extreme Learning Machine (ELM)



Echo State Network (ESN)



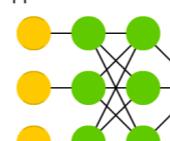
Deep Residual Network (DRN)



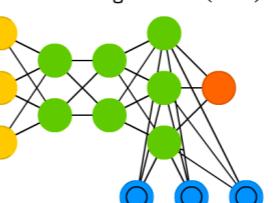
Kohonen Network (KN)



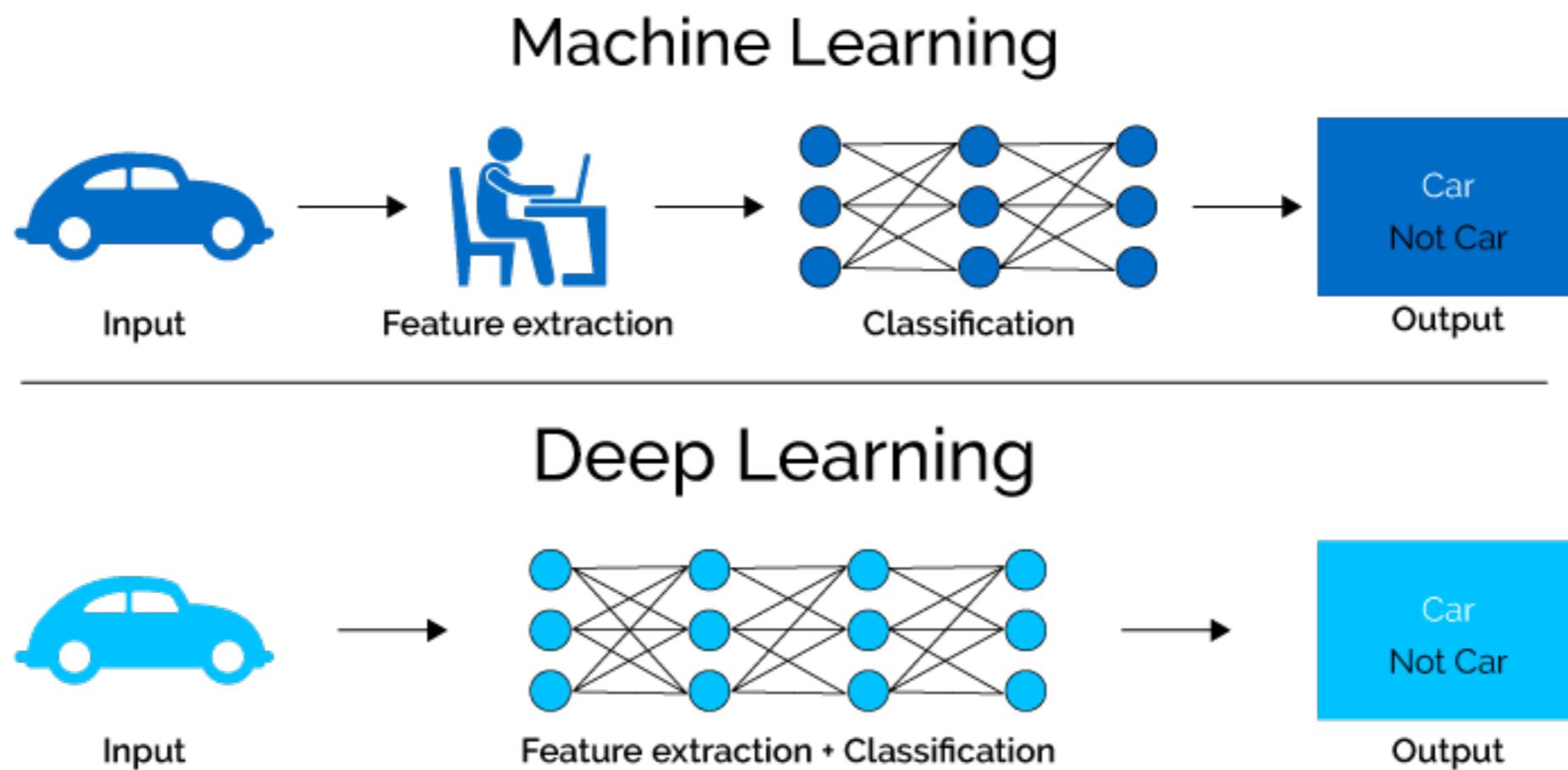
Support Vector Machine (SVM)



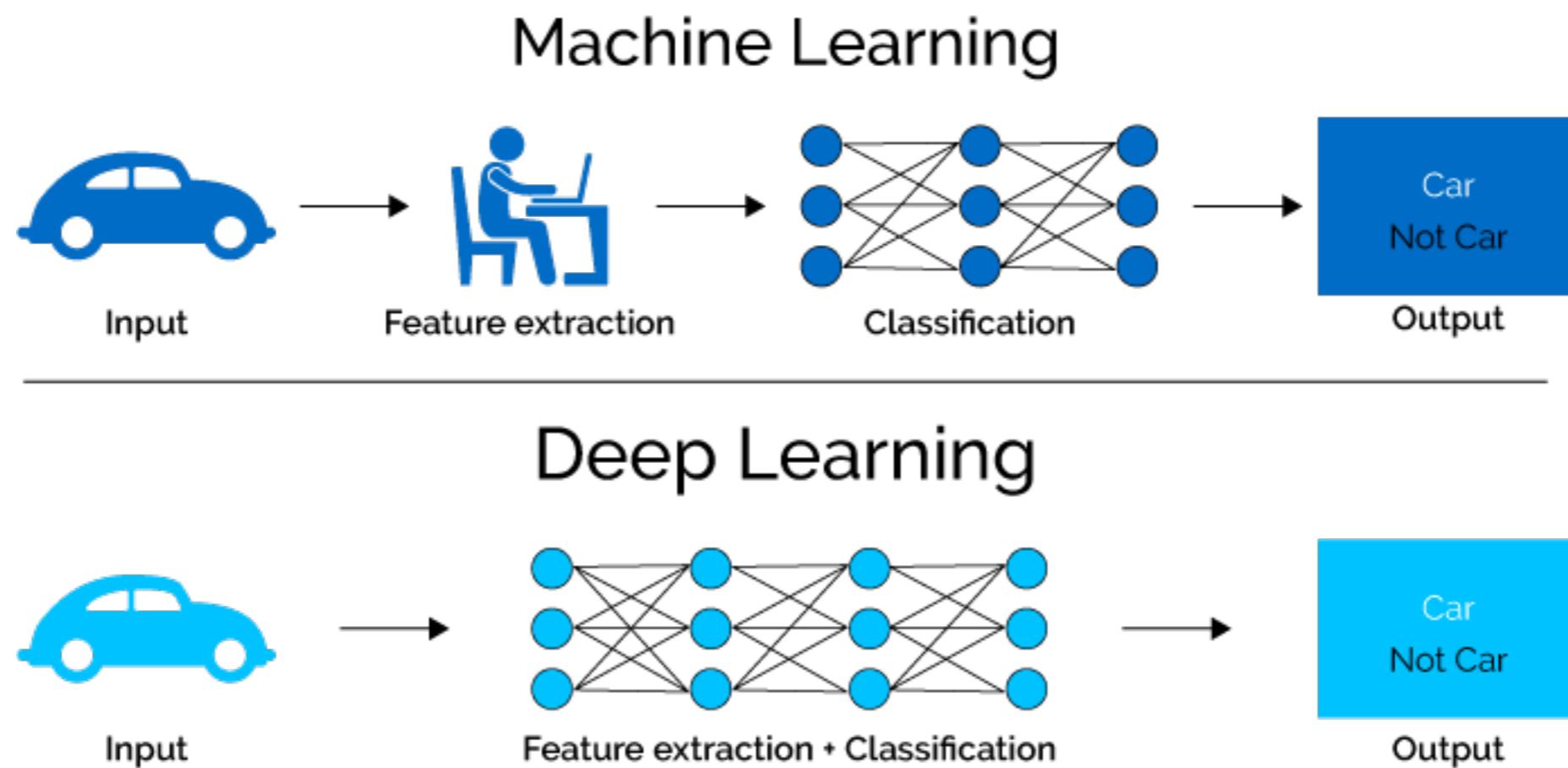
Neural Turing Machine (NTM)



Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie



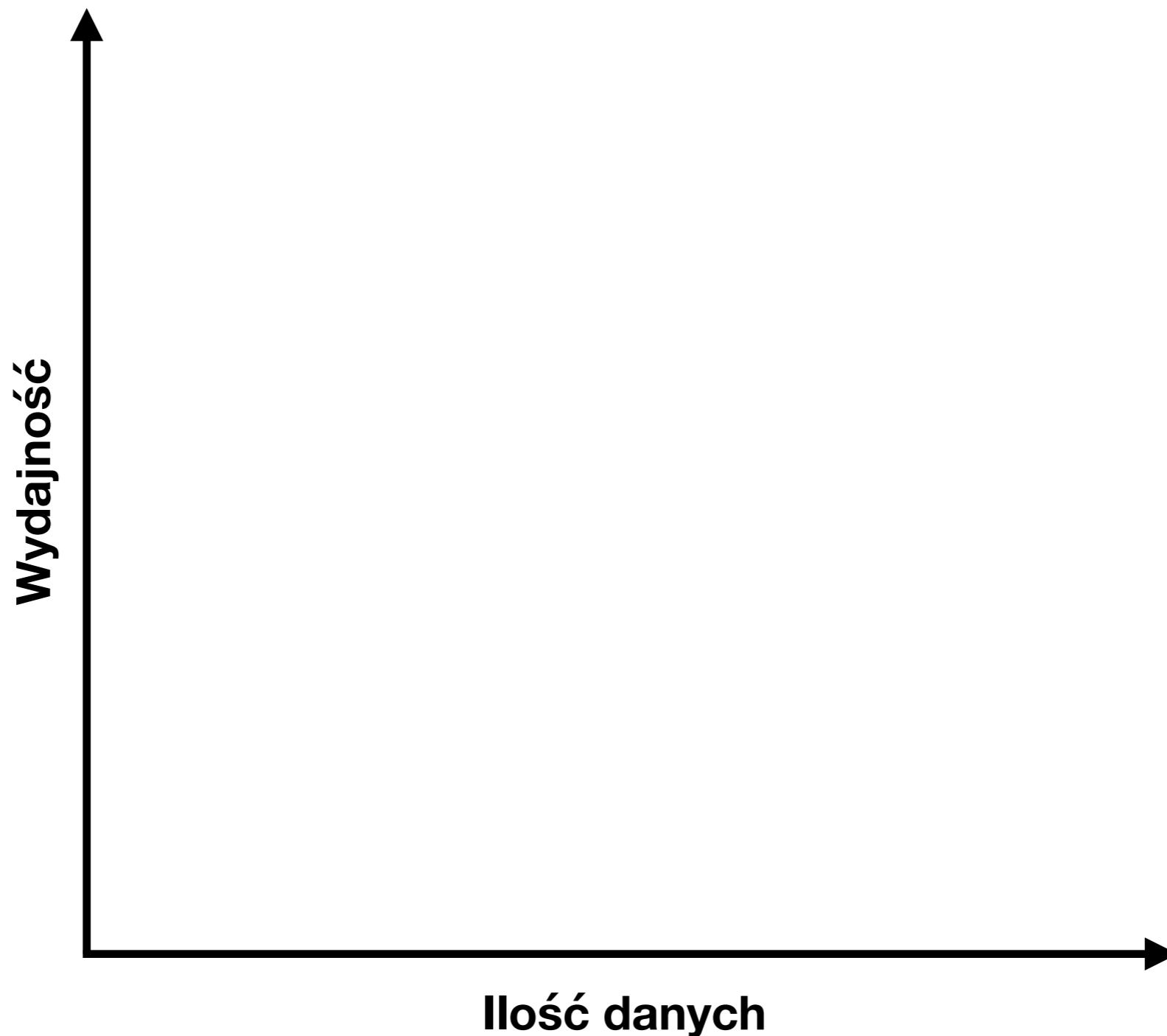
Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie



Ale w Głębokim Uczaniu wciąż musimy włożyć dużo pracy w odpowiednie przygotowanie danych, tak by Sieć Neuronowa rozumiała co chcemy osiągnąć

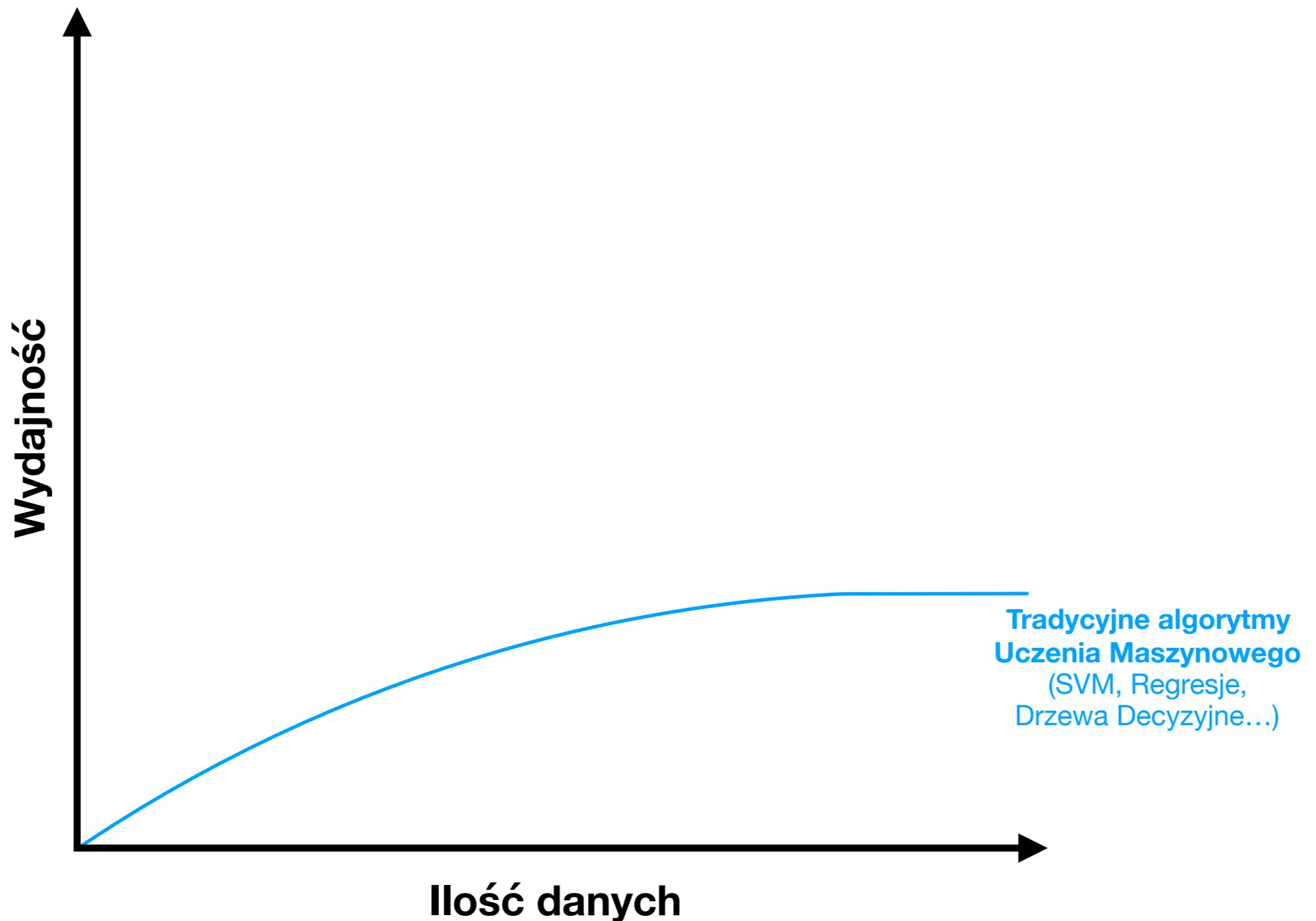
Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie

Sposób przedstawienia Andrew Ng



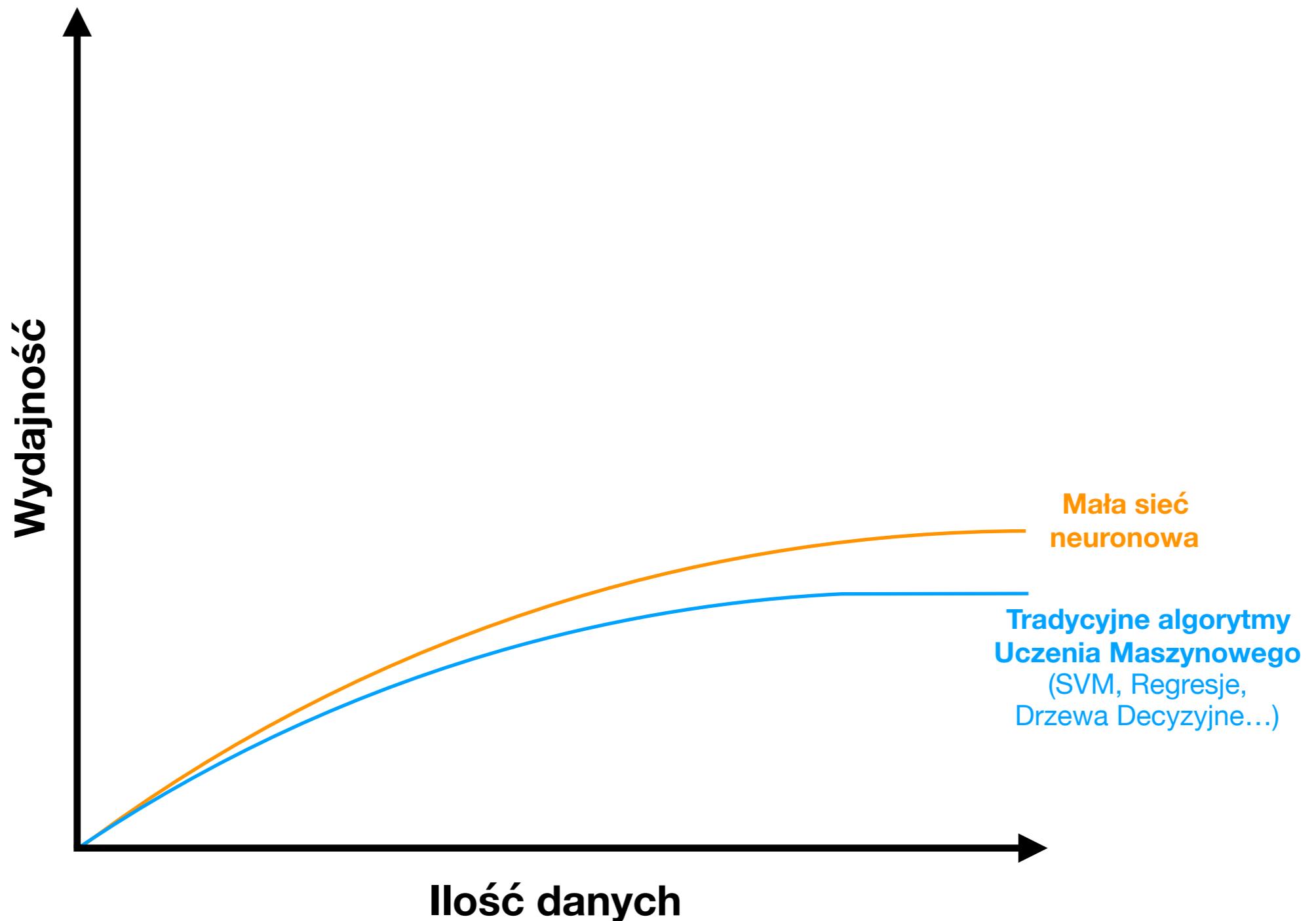
Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie

Sposób przedstawienia Andrew Ng



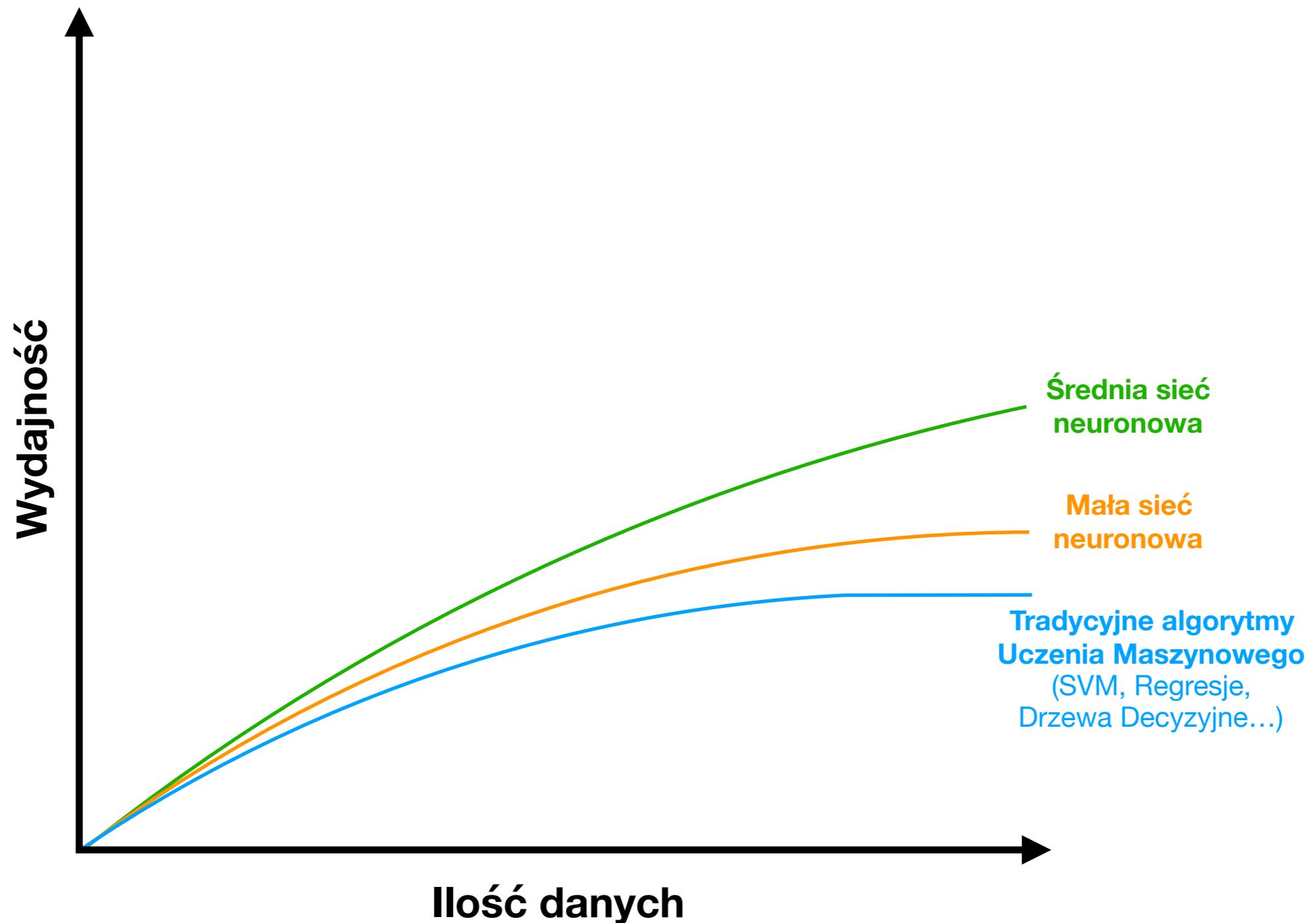
Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie

Sposób przedstawienia Andrew Ng



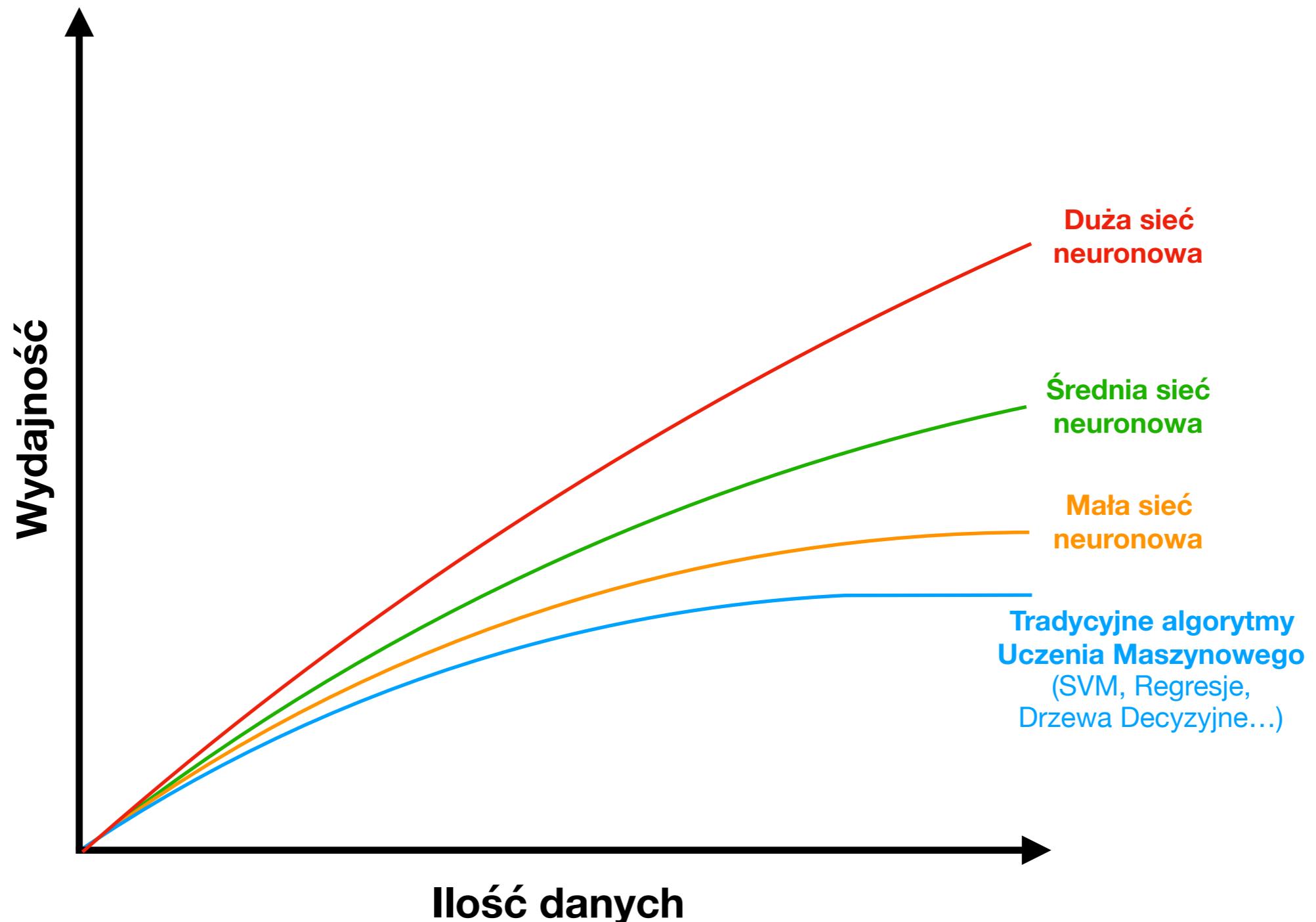
Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie

Sposób przedstawienia Andrew Ng

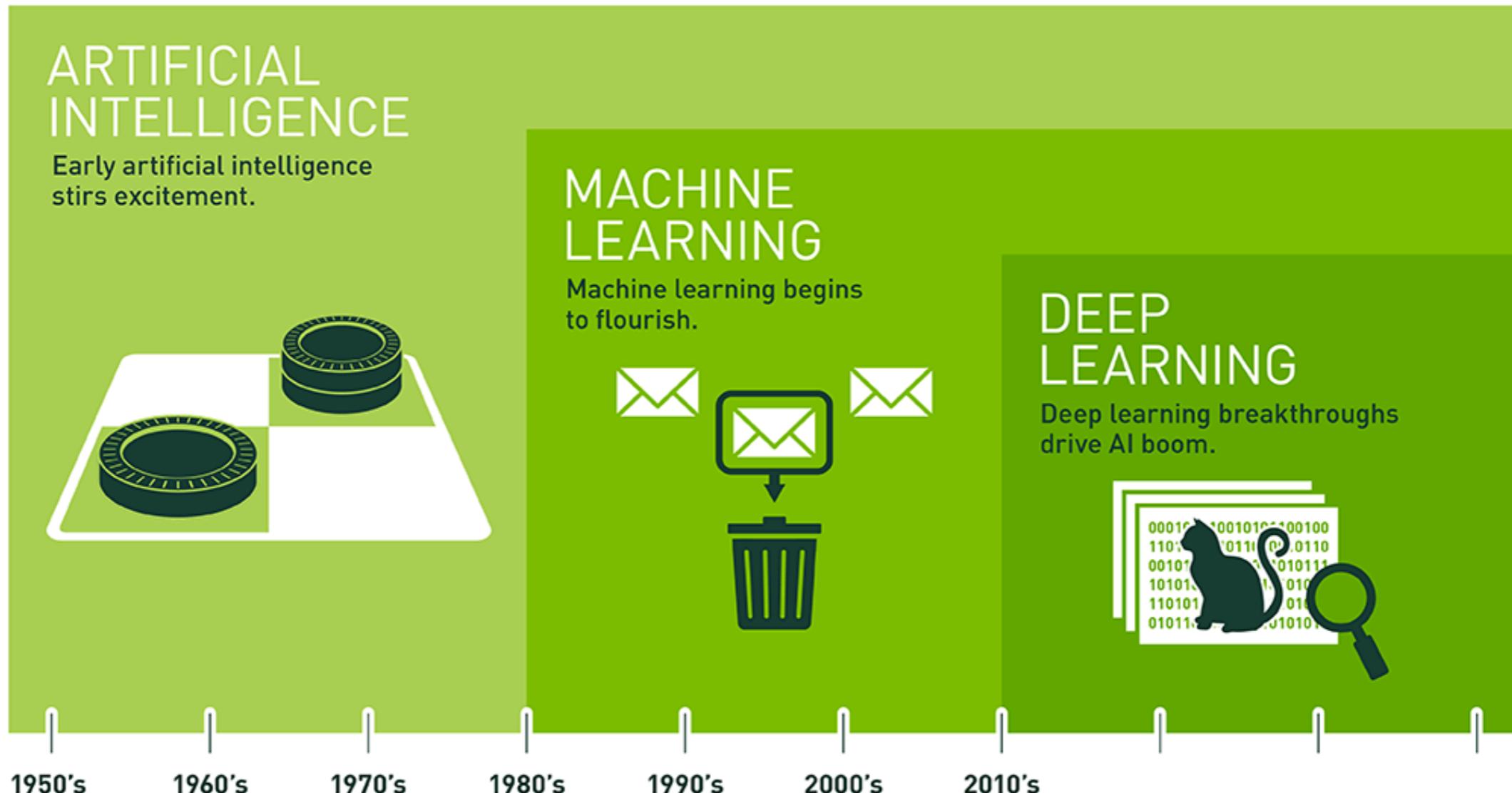


Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie

Sposób przedstawienia Andrew Ng

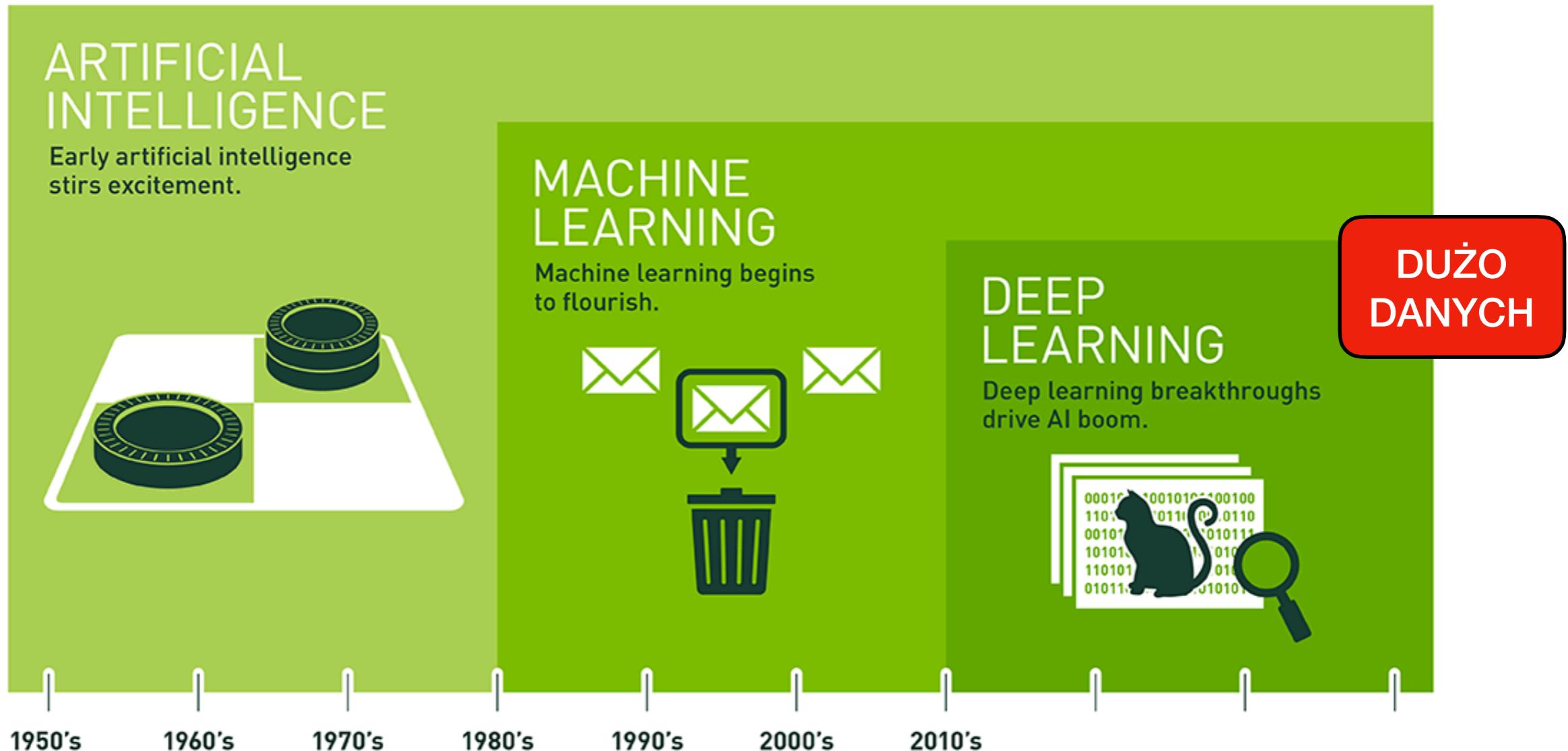


Historia



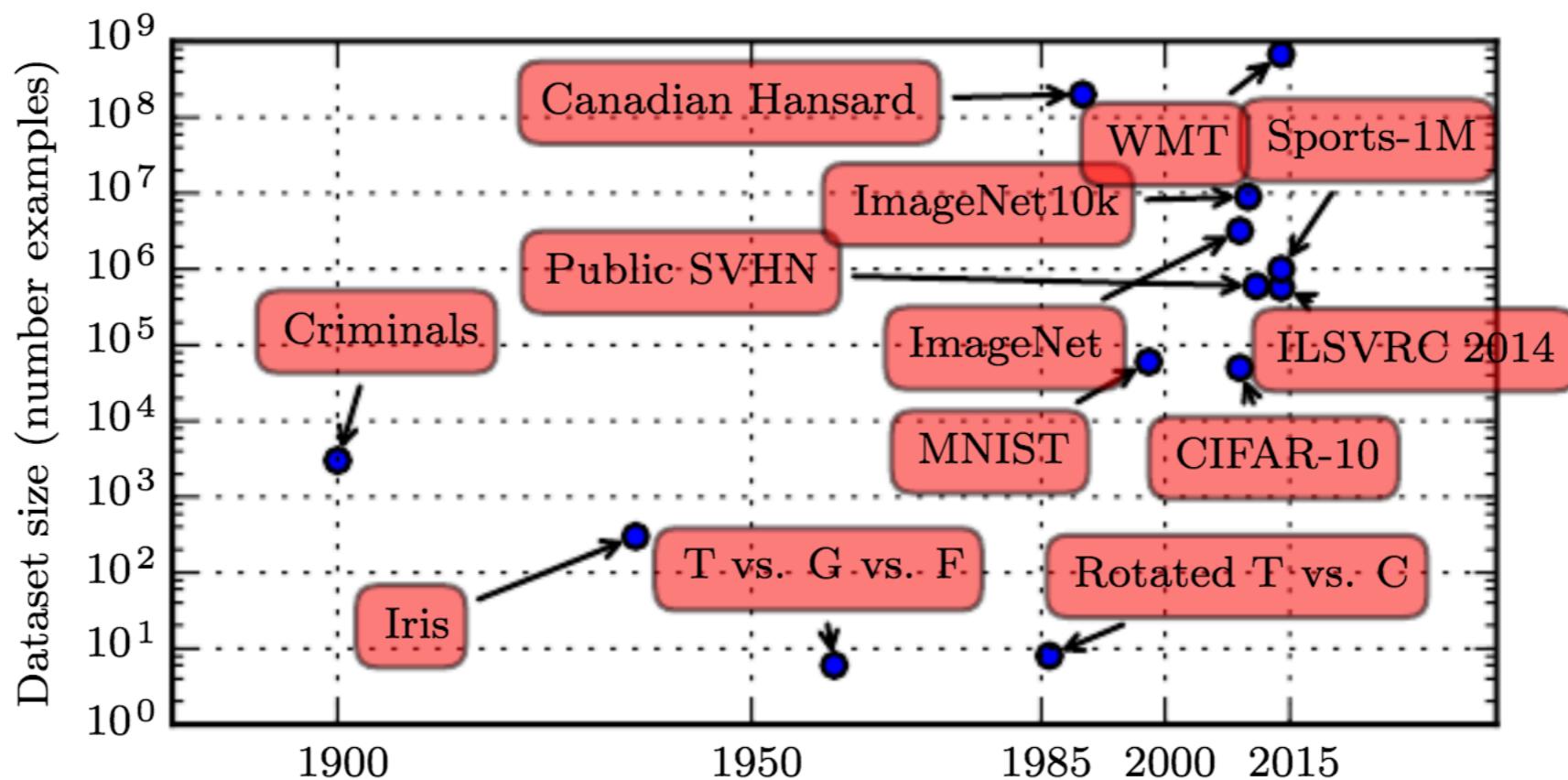
Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

Historia

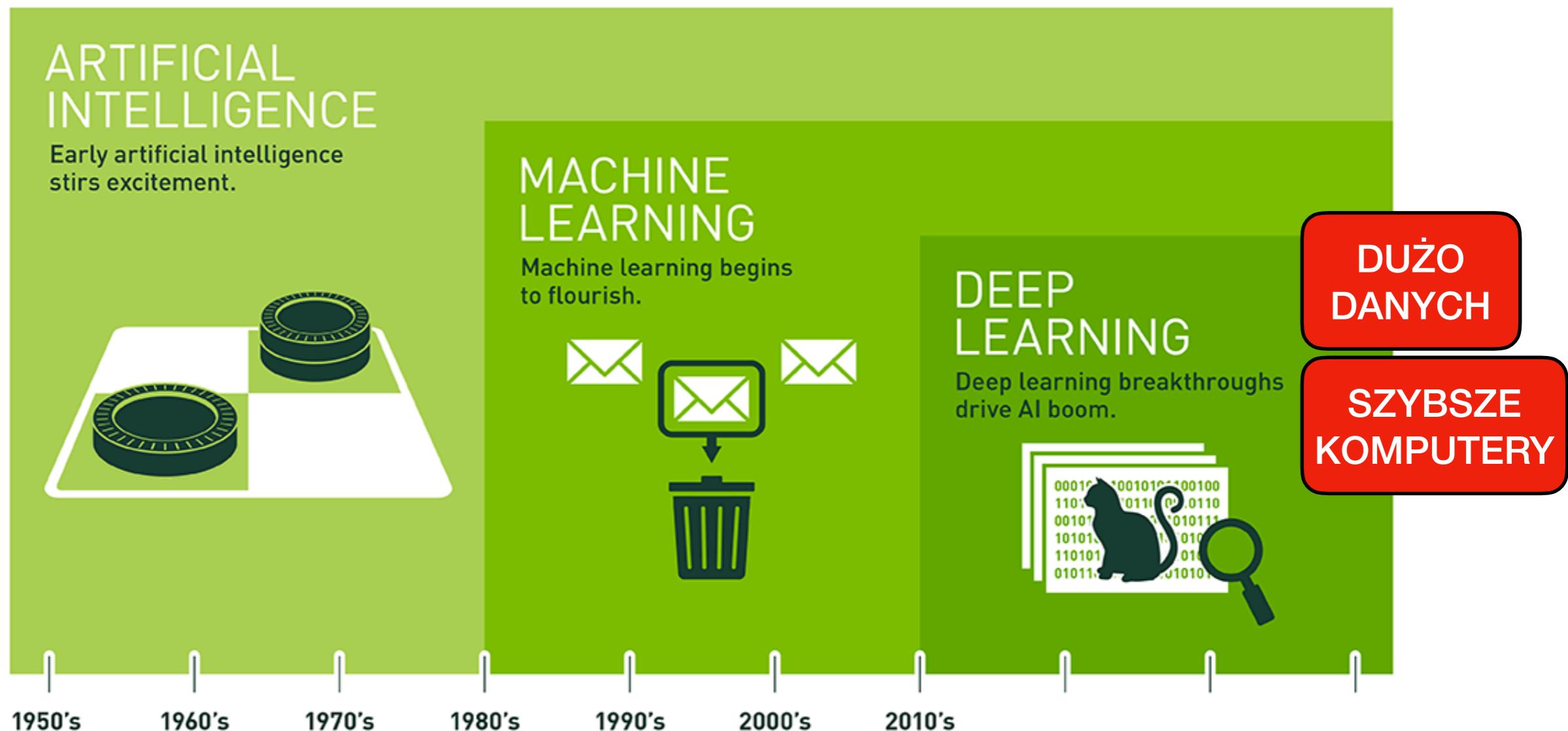


Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

Historia



Uczenie Maszynowe vs Głębokie Uczenie



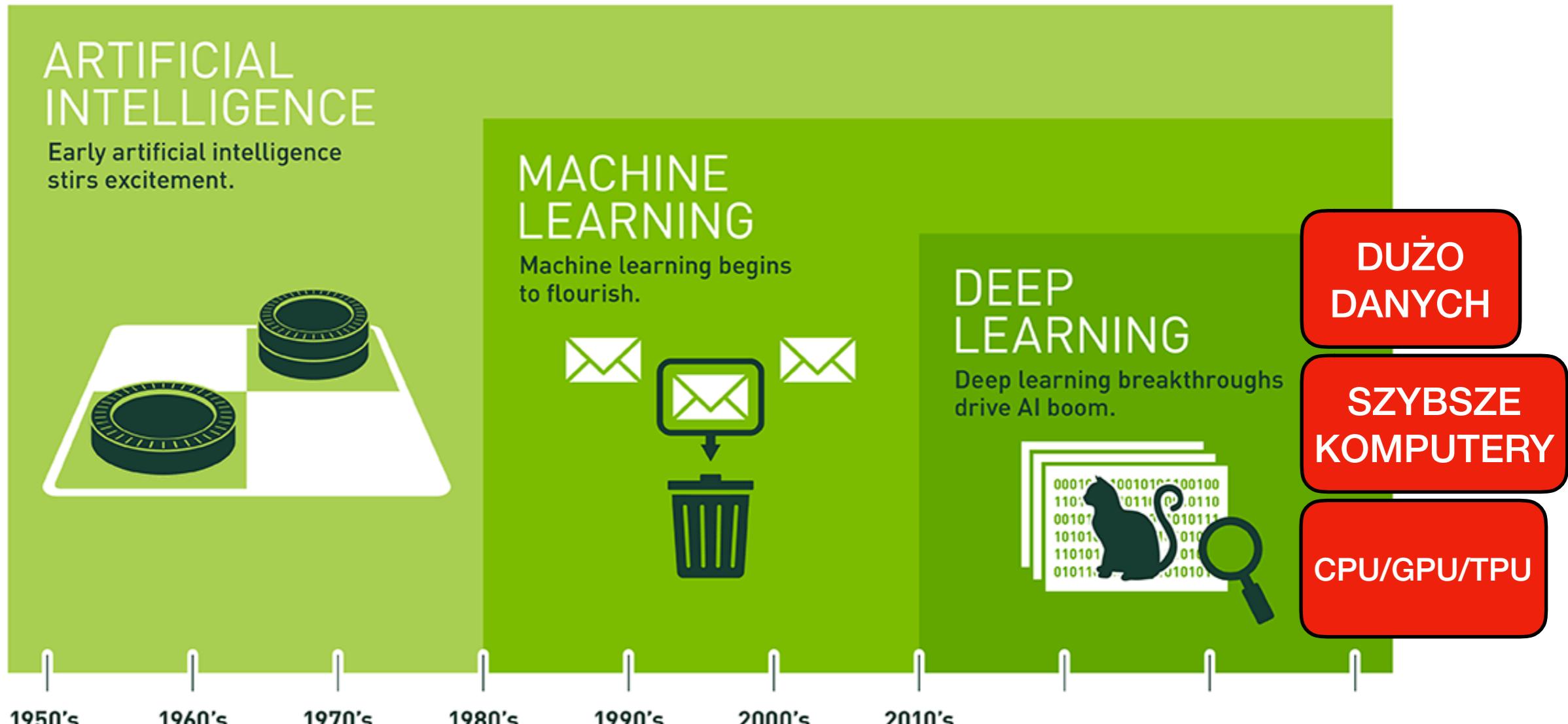
Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

Historia



Sunway TaihuLight Supercomputer

Historia



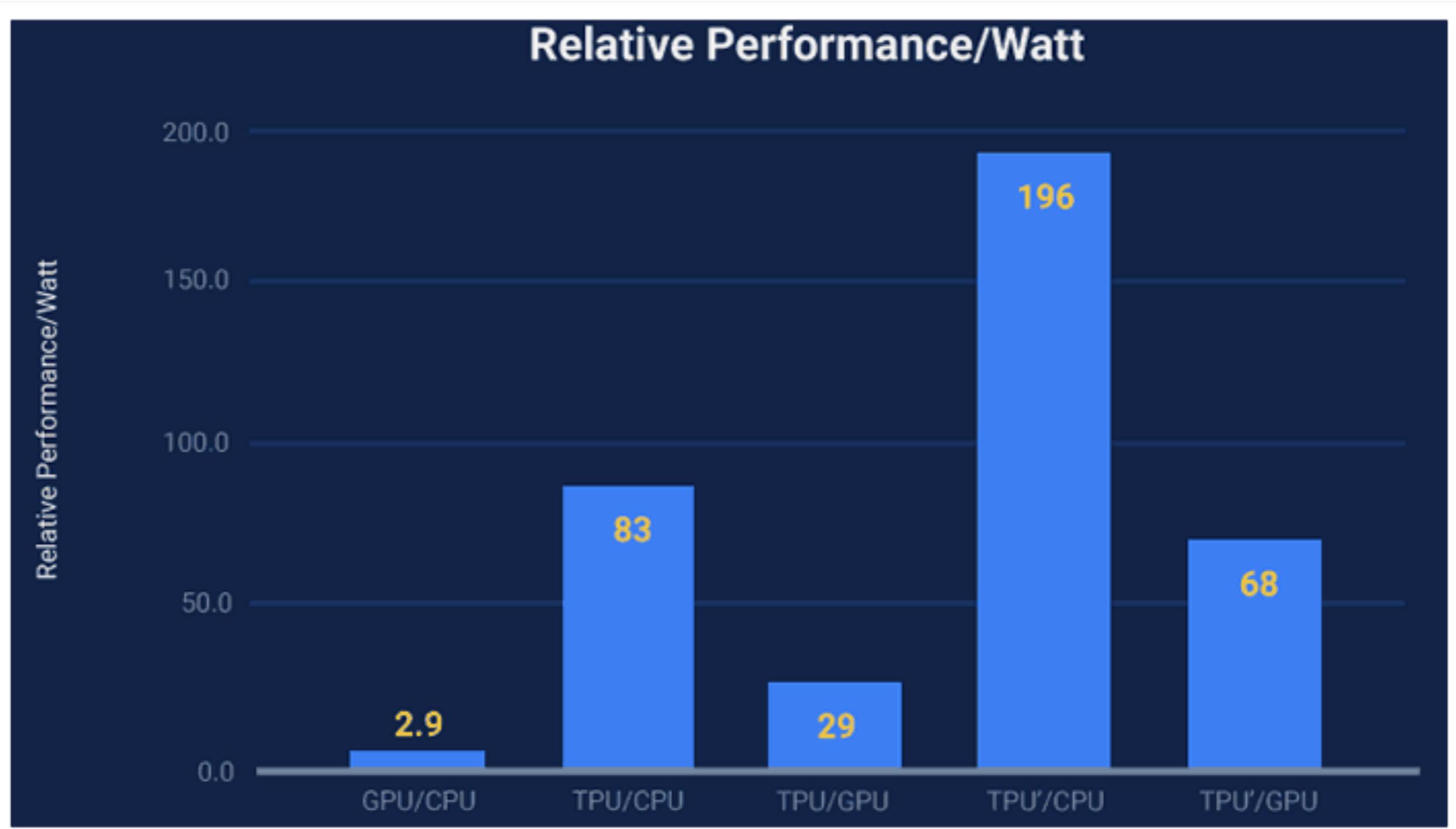
Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

Historia

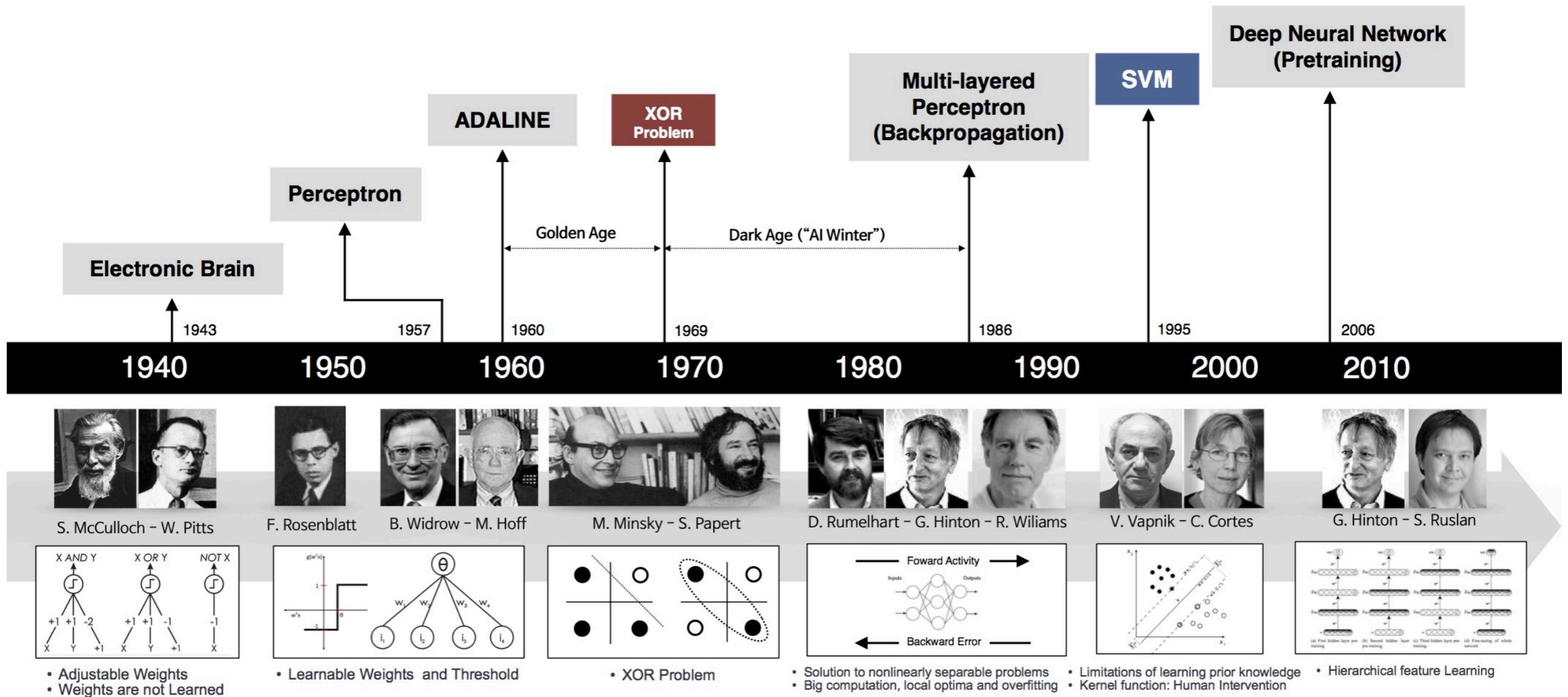
Cloud TPU



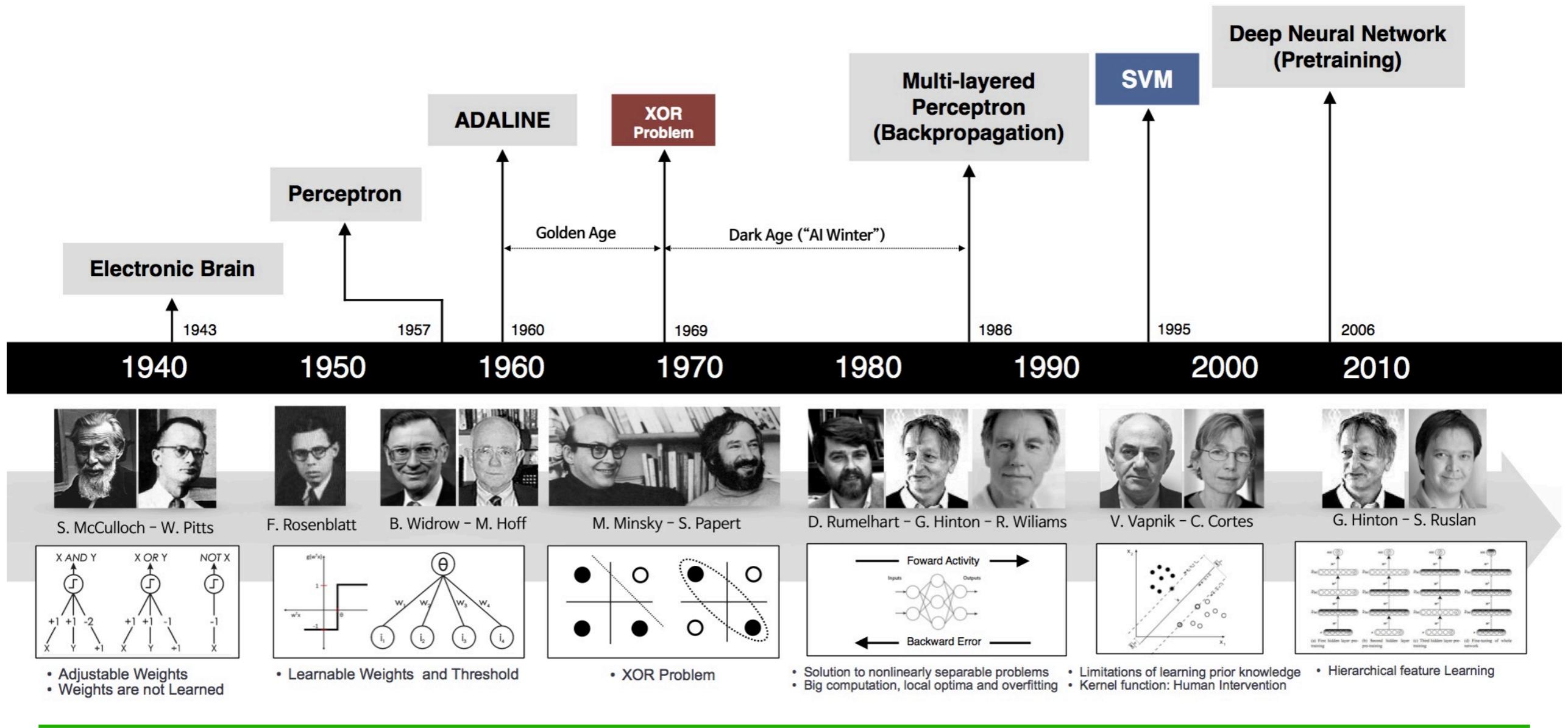
Historia



Historia



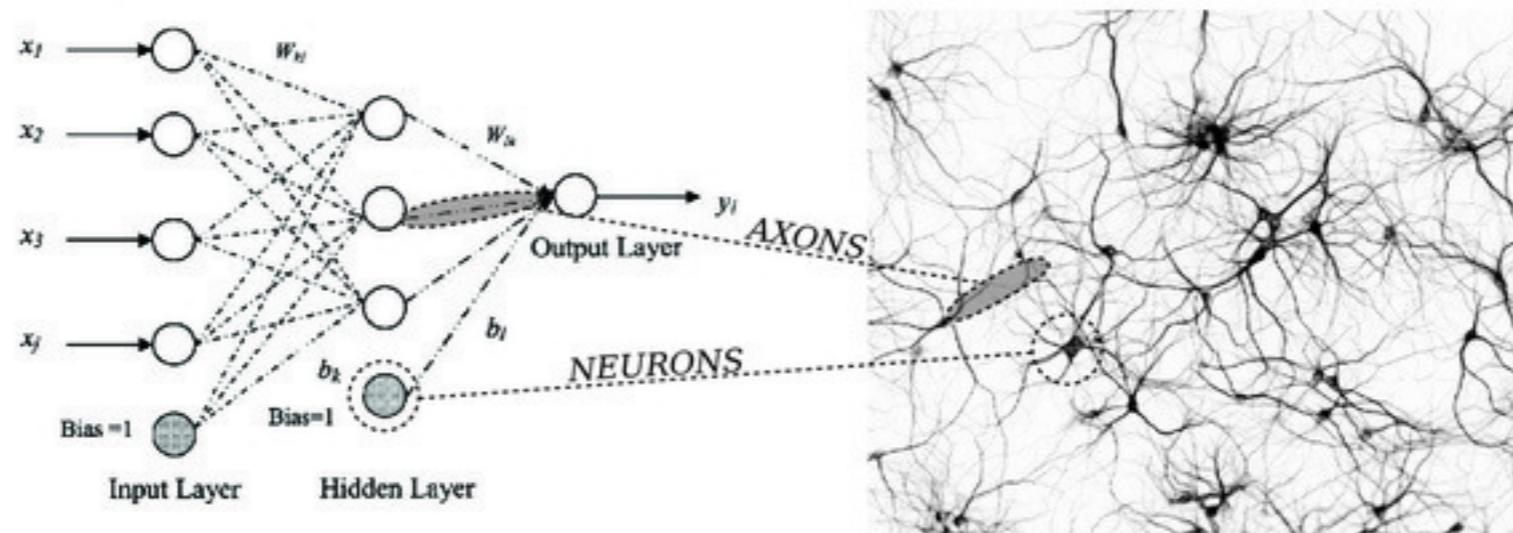
Historia



Cybernetyka

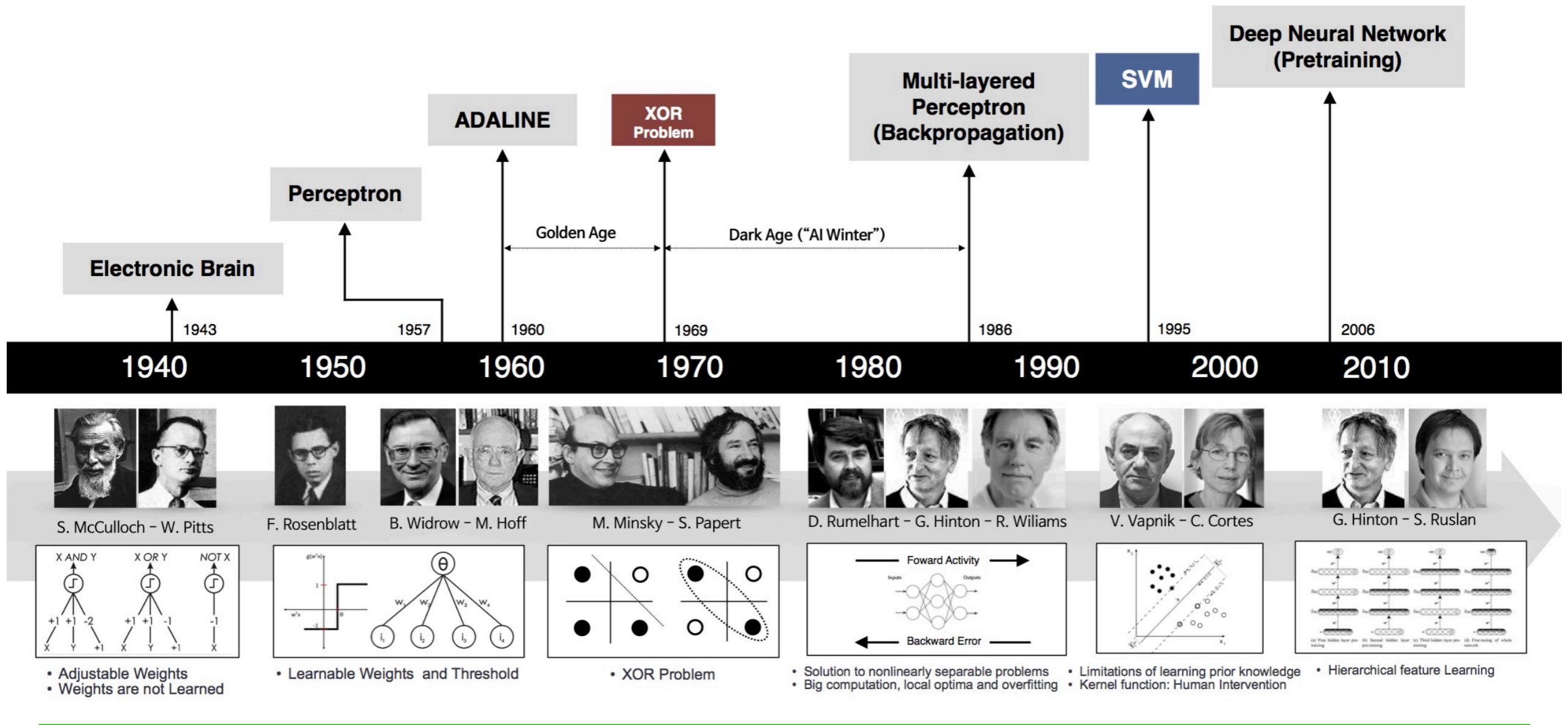
Historia

NEURAL NETWORK MAPPING



Cybernetyka

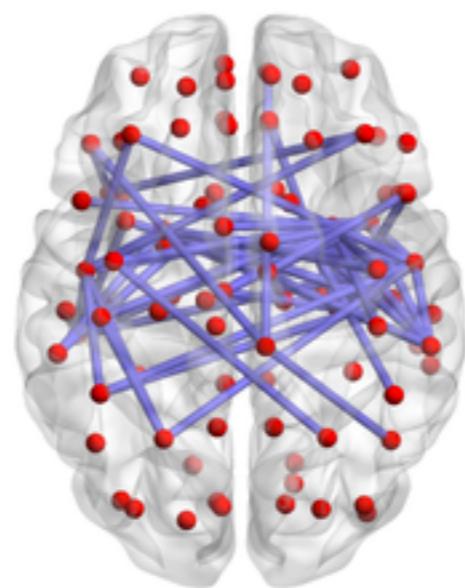
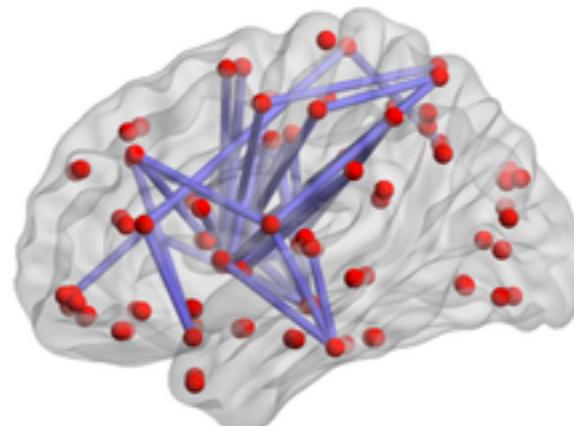
Historia



Cybernetyka

Koneksjonizm

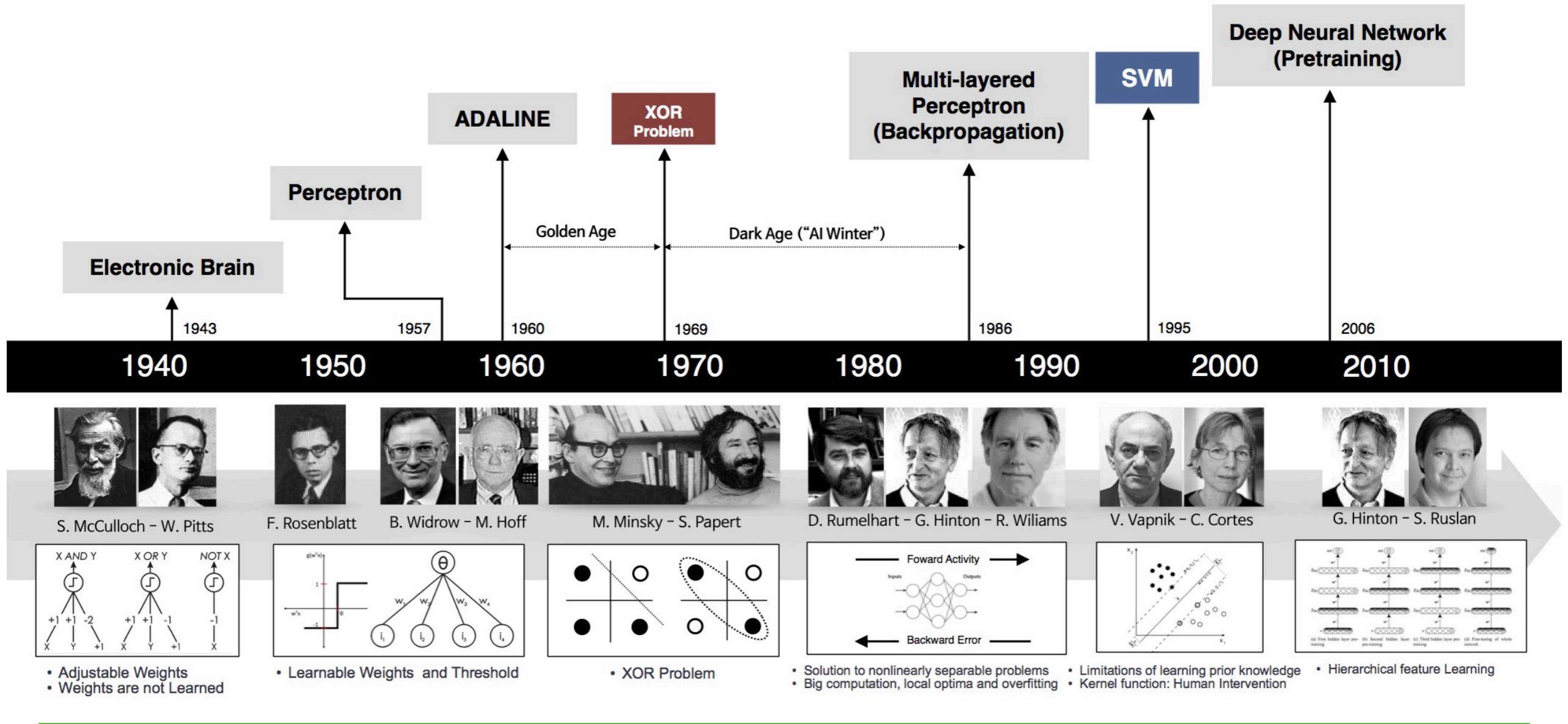
Historia



Cybernetyka

Koneksjonizm

Historia

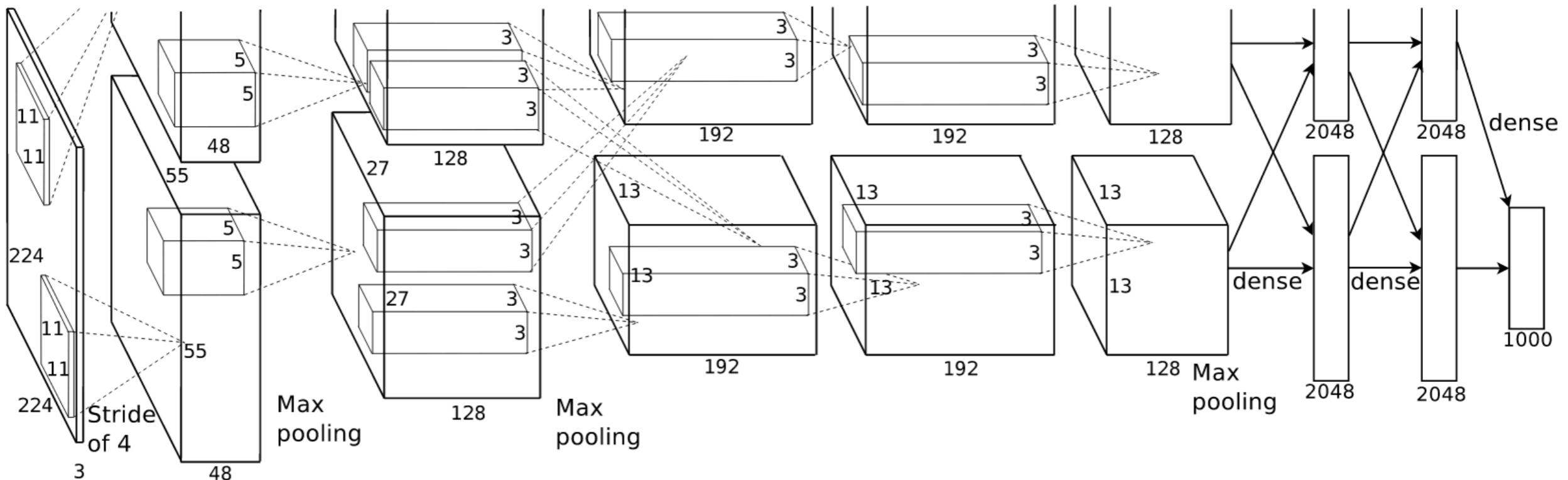


Cybernetyka

Koneksjonizm

Głębokie
Uczenie

Historia



Cybernetyka

Koneksjonizm

Głębokie
Uczenie