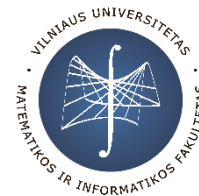




Vilniaus universitetas  
Matematikos ir informatikos fakultetas  
Informatikos katedra



# Gilusis mokymasis

prof. dr. Olga Kurasova  
[Olga.Kurasova@mii.vu.lt](mailto:Olga.Kurasova@mii.vu.lt)

2018

# Šių dienų raktažodžiai

- **Didieji duomenys** (angl. *big data*)
- **Dirbtinis intelektas** (angl. *artificial intelligence*)
- **Mašininis mokymasis** (angl. *machine learning*)
- **Gilusis mokymasis** (angl. *deep learning*)
- **Gilieji neuroniniai tinklai** (angl. *deep neural networks*)

# Mašininis mokymasis

- **Mašininis mokymasis** (angl. *machine learning*) – tai informatikos sritis, suteikianti kompiuteriams galimybę mokytis be aiškių instrukcijų.
- **Machine learning** is a field of computer science that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed (*Wikipedia*).
- **Machine learning** is the use of artificial intelligence to automate algorithms that can learn without explicit instructions (*Intro to Machine Learning Course / Udacity*)

# Mašininis mokymasis

## **Sinonimai:**

- Automatinis mokymasis
- Kompiuterių mokymasis
- Sistemų mokymasis

# Mašininis mokymasis

Mašininis mokymasis reikalingas sprendžiant **šiuos uždavinius**:

- Klasifikavimas
- Prognozavimas (regresinė analizė)
- Klasterizavimas
- Tankio įvertis (angl. *density estimation*)
- Duomenų dimensijos mažinimas
- Kiti.

# Mašininio mokymosi taikymai

- Automated theorem proving<sup>[39][40]</sup>
- Adaptive websites<sup>[citation needed]</sup>
- Affective computing
- Bioinformatics
- Brain–machine interfaces
- Cheminformatics
- Classifying DNA sequences
- Computational anatomy
- Computer vision, including object recognition
- Detecting credit-card fraud
- General game playing<sup>[41]</sup>
- Information retrieval
- Internet fraud detection<sup>[28]</sup>
- Linguistics
- Marketing
- Machine learning control
- Machine perception
- Medical diagnosis
- Economics
- Insurance
- Natural language processing
- Natural language understanding<sup>[42]</sup>
- Optimization and metaheuristic
- Online advertising
- Recommender systems
- Robot locomotion
- Search engines
- Sentiment analysis (or opinion mining)
- Sequence mining
- Software engineering
- Speech and handwriting recognition
- Financial market analysis
- Structural health monitoring
- Syntactic pattern recognition
- Time series forecasting
- User behavior analytics
- Translation<sup>[43]</sup>

# Brain Differences

---

Now wait before you start thinking that you can just create a huge neural network and call strong AI, there are some few points to remember:

Just a list:

- The artificial neuron fires totally different than the brain
- A human brain has 100 billion neurons and 100 trillion connections (synapses) and operates on 20 watts(enough to run a dim light bulb) - in comparison the biggest neural network have 10 million neurons and 1 billion connections on 16,000 CPUs (about 3 million watts)
- The brain is limited to 5 types of input data from the 5 senses.
- Children do not learn what a cow is by reviewing 100,000 pictures labelled "cow" and "not cow", but this is how machine learning works.
- Probably we don't learn by calculating the partial derivative of each neuron related to our initial concept. (By the way we don't know how we learn)

[https://leonardoaraujosantos.gitbooks.io/artificial-intelligence/content/neural\\_networks.html](https://leonardoaraujosantos.gitbooks.io/artificial-intelligence/content/neural_networks.html)

# Gilusis mokymasis

- **Gilusis mokymasis** (angl. *deep learning*) – tai plačios mašininio mokymosi metodų šeimos dalis pagrįsta duomenų pateikimo (reprezentatyvumo) mokymusi priešingai nei yra algoritmuose konkretiems uždaviniams spręsti.
- **Deep learning** (also known as deep structured learning or hierarchical learning) is part of a broader family of machine learning methods based on **learning data representations**, as opposed to task-specific algorithms.



# Dimensiškumo prakeiksmas

- Mašininio mokymosi uždaviniuose labai dažna vadinamojo **dimensiškumo prakeiksmo** (angl. *curse of dimensionality*) problema.
- Jei nagrinėjamus duomenis apibūdina daug požymių, tokių duomenų **dimensija bus didelė**.
- Tuomet objektų (duomenų įrašų) turi **būti labai daug**.

# Dimensiškumo prakeikimas

- Tarkime turime vienmatį atvejį: vienetinio ilgio atkarpoje atidėtus **10 taškus**.
- Norint, kad toks pats tankis išliktų dvimatėje erdvėje, reikia  **$10^2=100$  taškų**, trimatėje –  **$10^3=1000$  taškų**, n-matėje –  **$10^n$  taškų**. Priešingu atveju, duomenis yra **labai reti** (angl. sparse).
- Pavyzdžiui, jei duomenis apibūdina 20 požymių, norint kad algoritmas gerai apsimokytų, reikia jį mokyti  **$10^{20}$  įrašais**. Tiek įrašų turėti arba visai **neįmanoma**, arba mokymosi procesas truks **labai ilgą laiką**.
- Tikslinga pasitelkti **dimensijos mažinimo metodus**.

# Gilusi mokymasis

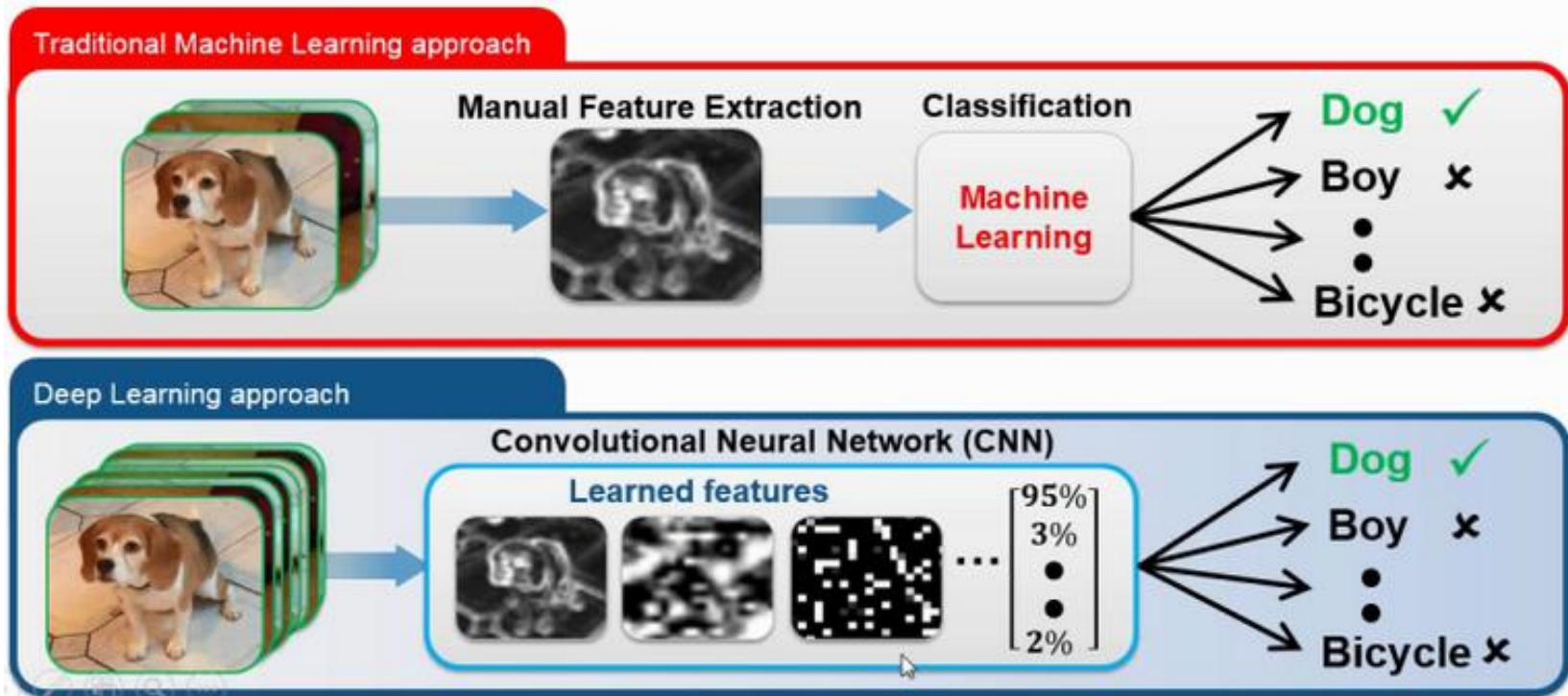
**Deep learning** is a class of machine learning algorithms that:

- use a **cascade of multiple layers** of nonlinear processing units for feature extraction and transformation. Each successive layer uses the output from the previous layer as input.
- learn in **supervised** (e.g., classification) and/or **unsupervised** (e.g., pattern analysis) manners.
- learn **multiple levels of representations** that correspond to different levels of abstraction; the levels form a hierarchy of concepts.
- use some form of **gradient descent** for training via backpropagation.

# Duomenų reprezentavimas (pateikimas)

- **Duomenų reprezentavimas (pateikimas)** yra labai svarbus aspektas.
- Būtina atsakyti į klausimą, **kokie požymiai geriausiai reprezentuoja** analizuojamus objektus.
- Tai ypač aktualu tokiose srityse, kaip **šnekos, vaizdo** ir **garso** atpažinimas ir pan., kur būtina išgauti tinkamiausius požymius iš turimo signalo ar vaizdo.

# Mašininis vs gilusis mokymasis



[https://leonardoraujosantos.gitbooks.io/artificial-intelligence/content/deep\\_learning.html](https://leonardoraujosantos.gitbooks.io/artificial-intelligence/content/deep_learning.html)

# Duomenų reprezentavimo (pateikimo) pavyzdys

- Pavyzdžiui, įprastai, žmogui atlikti skaičių, pateiktų **arabiškais skaitmenimis**, aritmetinius veiksmus yra nepalyginamai **paprasciau** nei tą patį atlikti su skaičiais, pateiktais **romėniškais skaitmenimis**.

$$\text{III} + \text{VII} =$$

$$\text{II} + \text{V} =$$

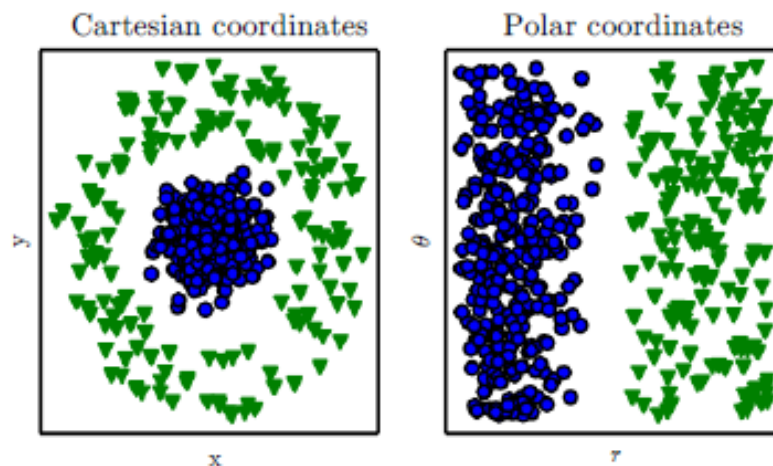
$$23 + 32 =$$

$$42 + 21 =$$

$$55 + 12 =$$

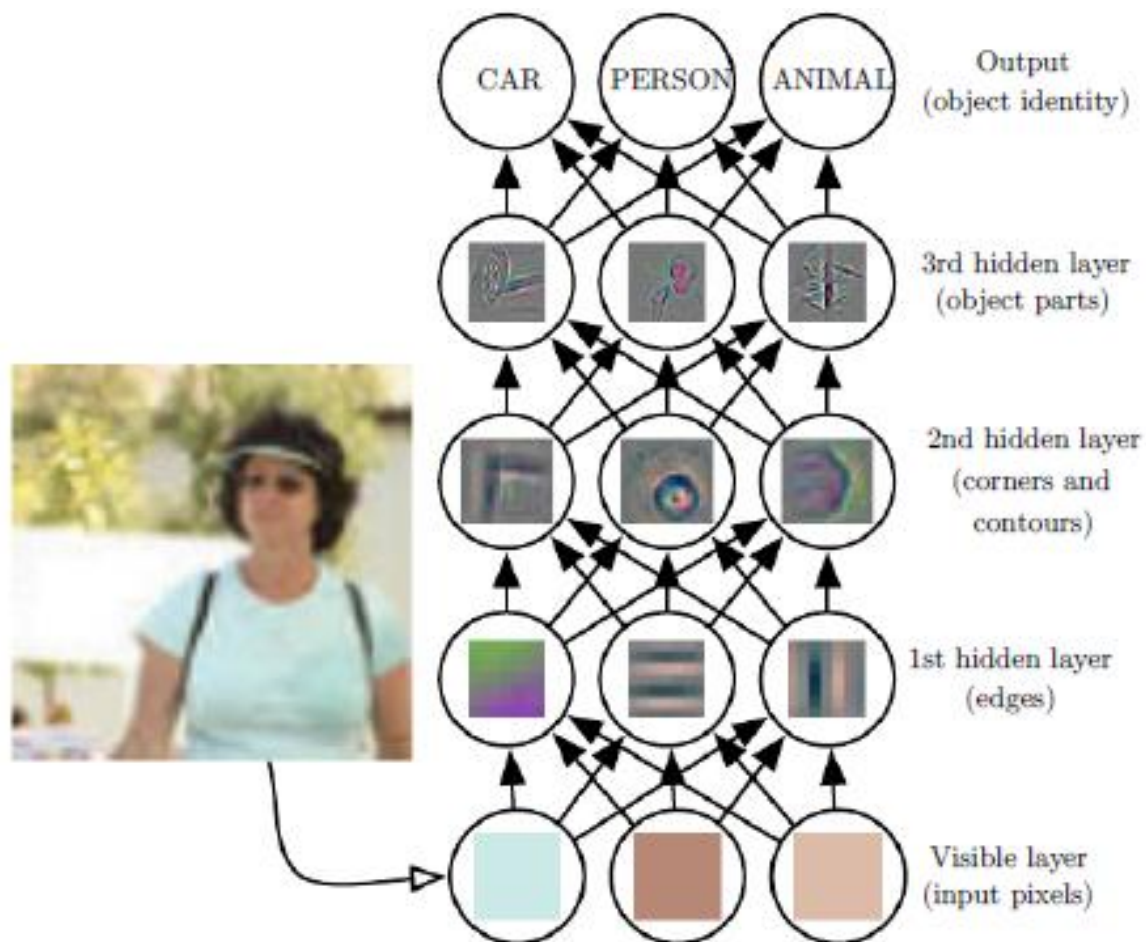
# Duomenų reprezentavimo (pateikimo) pavyzdys

- Pavyzdžiui, pateikus tuos pačius duomenis Dekarto ar polinėje koordinačių sistemoje, iš esmės pasikeičia **klasių tiesinio atskyrimo** problema.





# Gilusis mokymasis





# Duomenų reprezentavimas giliajame mokymesi

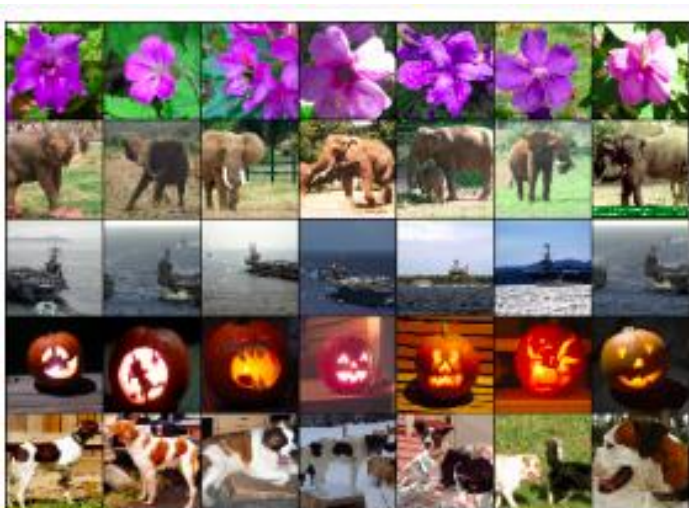
- Duomenų **reprezentavimas** giliajame mokymesi yra ypač svarbus, kadangi čia siekiama, kad **automatiškai** būtų parinkta **geriausia** duomenų reprezentacija.

# Gilusis mokymasis

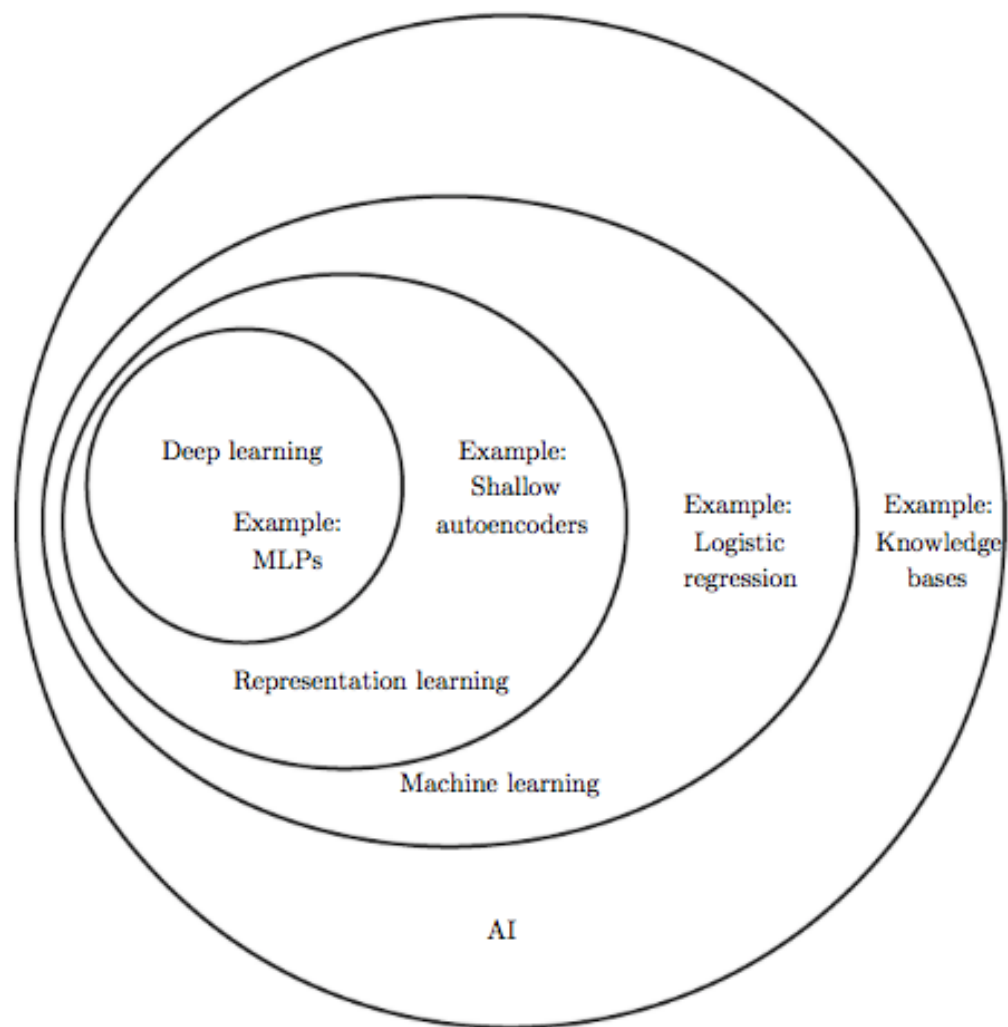
- **Deep learning** is a particular kind of machine learning that achieves **great power** and flexibility by representing the world as a nested hierarchy of concepts, with each concept defined in relation to simpler concepts, and **more abstract representations** computed in terms of less abstract ones (Goodfellow et al., 2016)

# Gilusis mokymasis

- Dėl savo savybių gilusis mokymasis dažniausiai taikomas
  - **Vaizdų** apdorojime ir analizėje
  - **Garsų** apdorojime ir analizėje (šnekos atpažinimas)
  - **Signalų** apdorojime ir analizėje (kalbos analizė)



# Gilusis mokymasis ir dirbtinis intelektas



# Gilusis mokymasis: istoriniai aspektai

- Giliojo mokymosi paradigma **nėra naujas dalykas**, bet įvairiais laikotarpiais turėjo įvairius vardus.
- Gilusis mokymasis tapo naudingas kai **išaugo mokymo duomenų kiekis**.
- Giliojo mokymosi modeliai tapo sudėtingesniais, kai **išsiplėtė skaičiavimų infrastruktūra** (tiek programinė, tiek techninė įranga). Tas leidžia spręsti sudėtingus taikomuosius uždavinius per sąlyginai trumpą laiką.

# Gilusis mokymasis: istoriniai aspektai

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Early artificial intelligence stirs excitement.



## MACHINE LEARNING

Machine learning begins to flourish.



## DEEP LEARNING

Deep learning breakthroughs drive AI boom.



1950's 1960's 1970's 1980's 1990's 2000's 2010's



# Gilusis mokymasis: kodėl katinas?

- Šiais laikais **pirmasis pavyzdinis uždavinys** naudojant giliojo mokymo paradigmą buvo:
  - Iš YouTube vaizdų bibliotekos išrinkti **vaizdus su katinais**.



# Gilusis mokymasis: šiandien

● deep learning  
Paieškos terminas

+ Palyginti

Pasaulyje ▼

Pastarieji 5 metai ▼

Visos kategorijos ▼

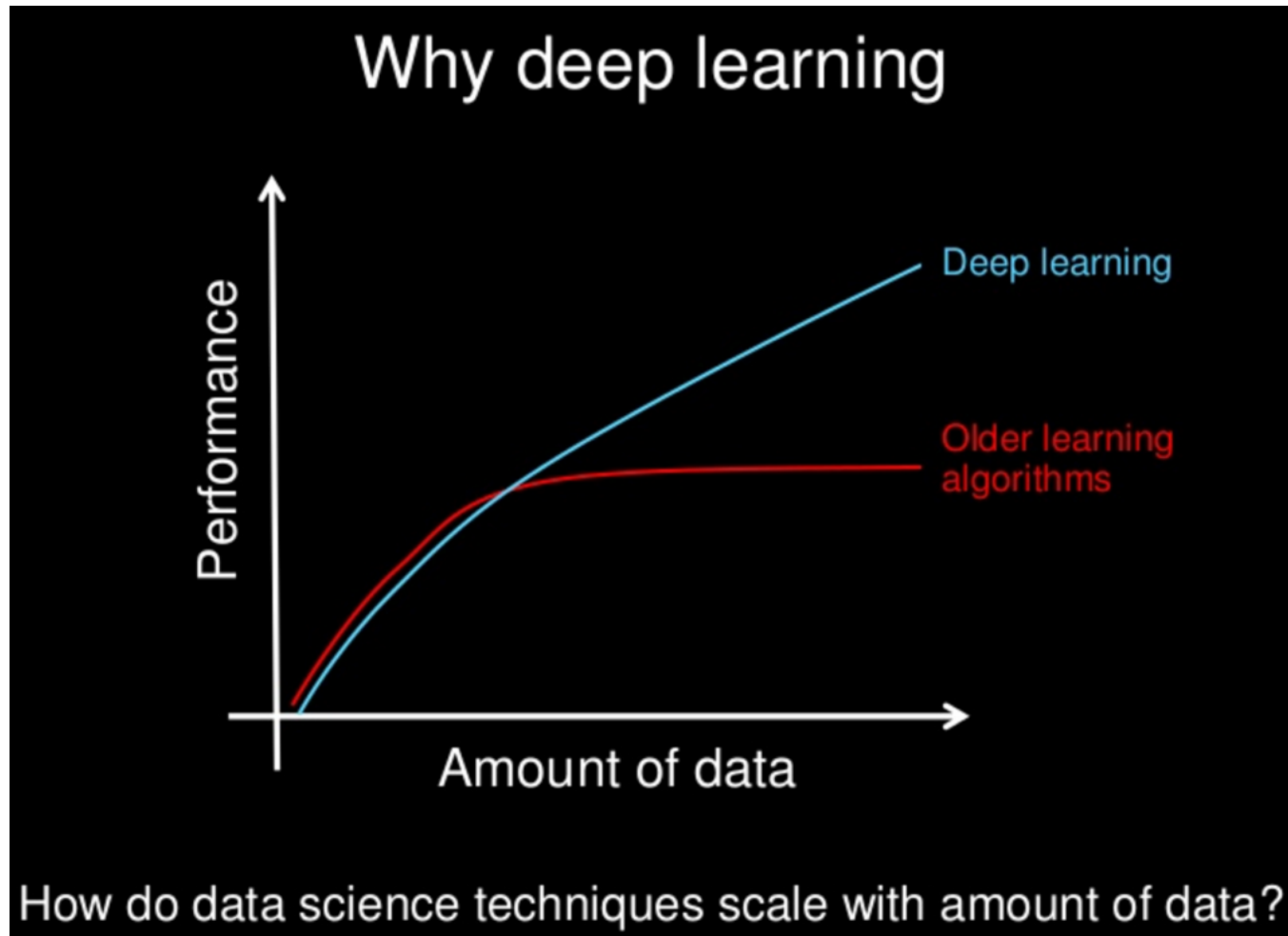
Žiniatinklio paieška ▼

Susidomėjimas per laikotarpį ?





# Giliojo mokymosi pajėgumai

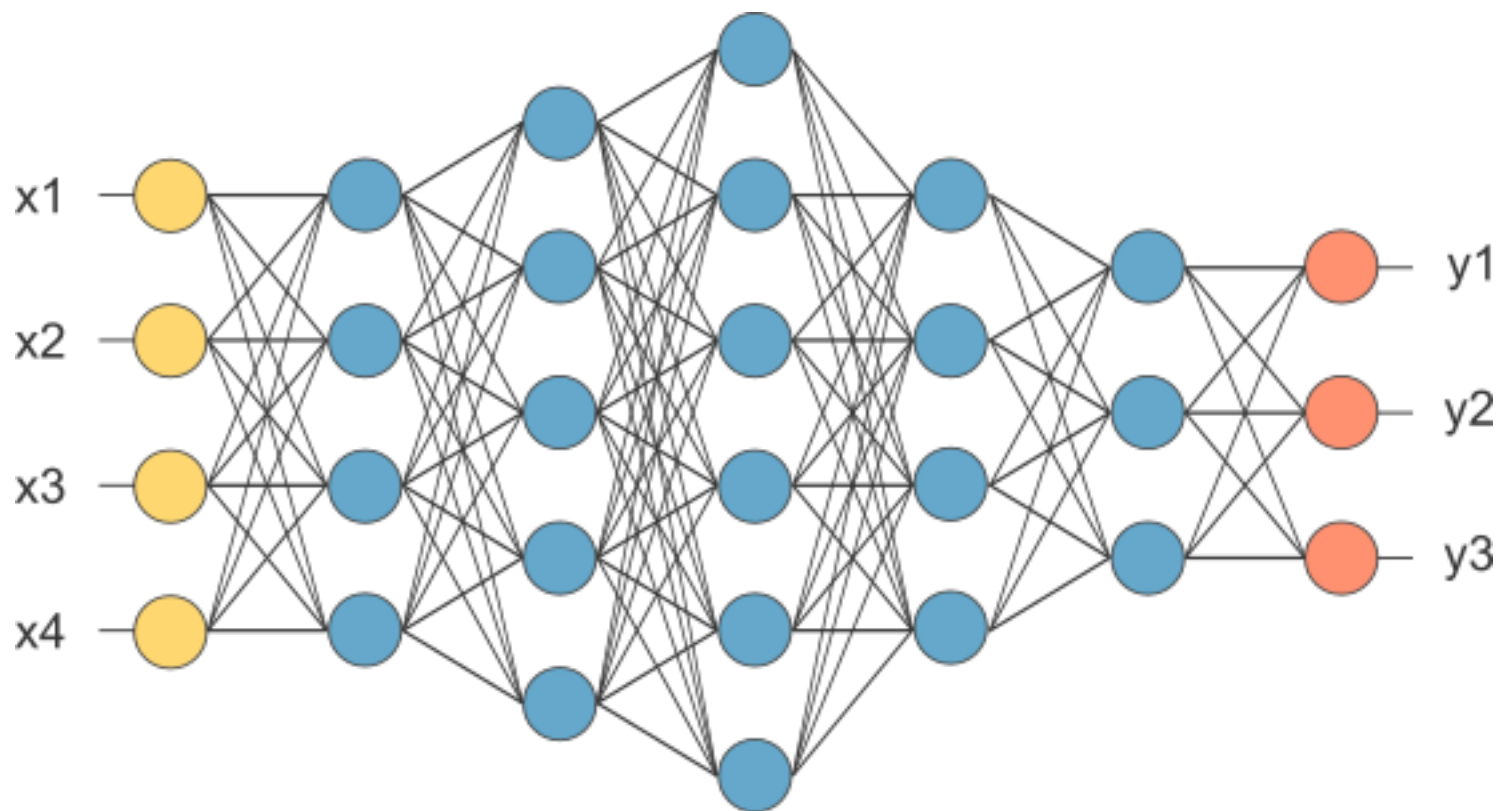


<https://machinelearningmastery.com/what-is-deep-learning/>

# Gilieji neuroniniai tinklai

- Nors **tiesioginio sklidimo neuroniniai tinklai** gali turėti norimą kiekį paslėptų sluoksnių ir neuronų skaičių juose, tačiau dėl buvusio skaičiavimų resursų ribotumo, dažnai buvo naudojami **tik vienas ar du paslėpti sluoksniai**, turintys po kelis neuronus.
- Šiuo metu plečiantis skaičiavimo resursų pajėgumams, atsirado galimybė naudoti **daugiau sluoksnių** ir **daugiau neuronų juose**.
- Taip išpopuliarėjo **gilieji neuroniniai tinklai**.

# Giliųjų NN struktūra



Paveikslas iš <http://www.opennn.net>

# Giliųjų DNT pradžia

- **Giliųjų DNT pradžia** laikoma **1965** m.
- Ivakhnenko, A. G. and Lapa, V. G. (1965). Cybernetic Predicting Devices. CCM Information Corporation.

