

# Strojno učenje

Križnar Karel    Dobravec Blaž

Praktična matematika  
Fakulteta za matematiko in fiziko

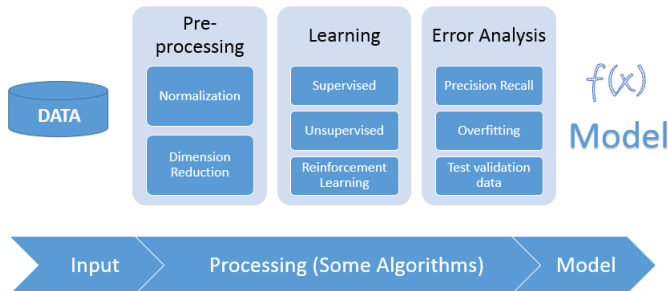
17.1.2019 / Seminar

Univerza v Ljubljani



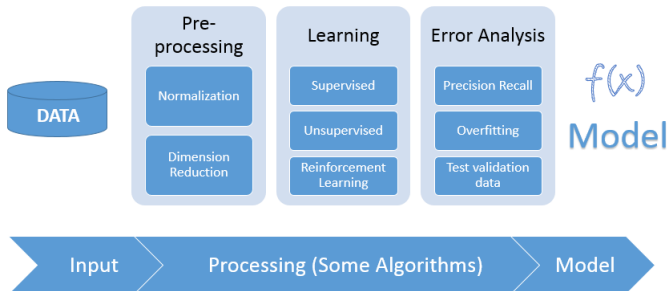
# Splošno

- Kaj sploh je strojno učenje?



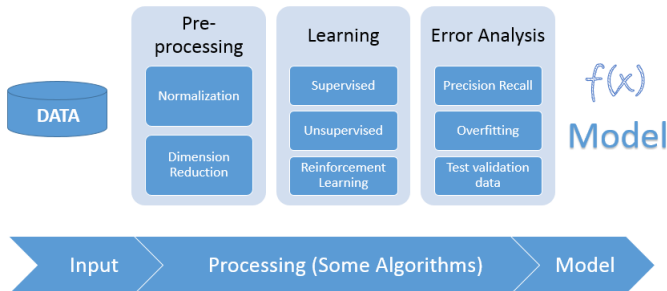
# Splošno

- Kaj sploh je strojno učenje?
- Kje se strojno učenje uporablja?



# Splošno

- Kaj sploh je strojno učenje?
- Kje se strojno učenje uporablja?
- Umetna inteligenca = strojno učenje?



# Tipi strojnega učenja

Poznamo različne tipe strojnega učenja:

- **Nadzorovano učenje** → *Algoritem* uči stroj na podlagi podanih parov vhodnih in željenih podatkov. Pri tem željene rezultate določa človek.



# Tipi strojnega učenja

Poznamo različne tipe strojnega učenja:

- **Nadzorovano učenje** → *Algoritem* uči stroj na podlagi podanih parov vhodnih in željenih podatkov. Pri tem željene rezultate določa človek.
- **Nenadzorovano učenje** → *Algoritem* razdeli podatke v več skupin, ki imajo svoje značilnosti. Značilnosti algoritem izlušči iz vhodnih podatkov, brez pomoči človeka.



# Tipi strojnega učenja

Poznamo različne tipe strojnega učenja:

- **Nadzorovano učenje** → *Algoritem* uči stroj na podlagi podanih parov vhodnih in željenih podatkov. Pri tem željene rezultate določa človek.
- **Nenadzorovano učenje** → *Algoritem* razdeli podatke v več skupin, ki imajo svoje značilnosti. Značilnosti algoritem izlušči iz vhodnih podatkov, brez pomoči človeka.
- **Vzpodbujevalno učenje** → *Algoritem* se priuči vedenje oziroma optimizacijo vedenja na podlagi povratne informacije prek nagrajevanja oz. kaznovanja.



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje





# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje
  - ▶ Medicinske raziskave



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje
  - ▶ Medicinske raziskave
  - ▶ **Ciljno in lokacijsko oglaševanje**



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje
  - ▶ Medicinske raziskave
  - ▶ **Ciljno in lokacijsko oglaševanje**
- Vzpodbujevalno učenje



# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje
  - ▶ Medicinske raziskave
  - ▶ **Ciljno in lokacijsko oglaševanje**
- Vzpodbujevalno učenje
  - ▶ Računalniške igre





# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje
  - ▶ Medicinske raziskave
  - ▶ **Ciljno in lokacijsko oglaševanje**
- Vzpodbujevalno učenje
  - ▶ Računalniške igre
  - ▶ **Navigacija robotov**



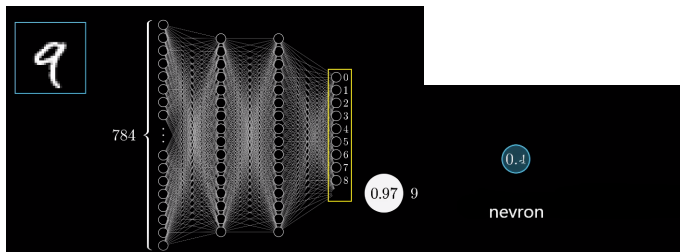
# Uporaba vsakega od tipov

- Nadzorovano učenje
  - ▶ Napovedovanje vremena
  - ▶ **Klasifikacija fotografij**
  - ▶ Ocenjevanje nevarnosti
- Nenadzorovano učenje
  - ▶ Medicinske raziskave
  - ▶ **Ciljno in lokacijsko oglaševanje**
- Vzpodbujevalno učenje
  - ▶ Računalniške igre
  - ▶ **Navigacija robotov**
  - ▶ Napovedovanje delnic



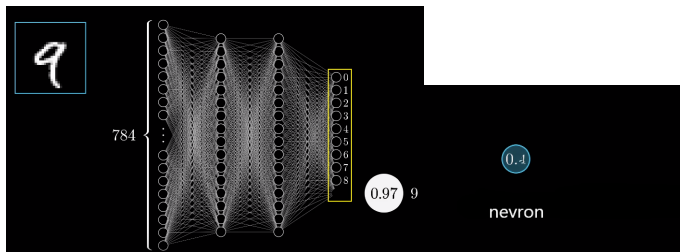
# Nevronska mreža

- Ideja strukture izhaja iz simuliranja delovanja nevronov v možganih



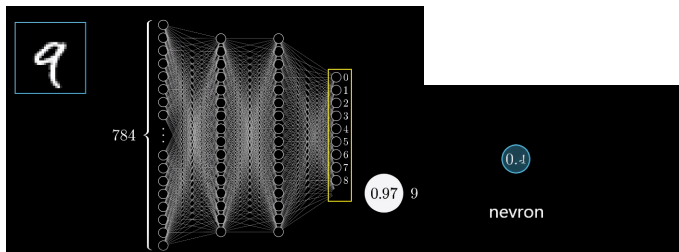
# Nevronska mreža

- Ideja strukture izhaja iz simuliranja delovanja nevronov v možganih
- Nevronska mreža je struktura, ki jo uporabljamo pri "učenju" računalnika



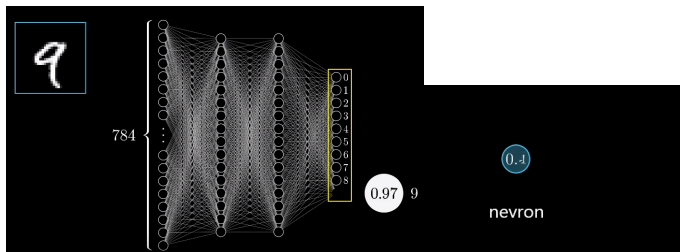
# Nevronska mreža

- Ideja strukture izhaja iz simuliranja delovanja nevronov v možganih
- Nevronska mreža je struktura, ki jo uporabljamo pri "učenju" računalnika
- Poznamo več različic nevronskih mrež



# Nevronska mreža

- Ideja strukture izhaja iz simuliranja delovanja nevronov v možganih
- Nevronska mreža je struktura, ki jo uporabljamo pri "učenju" računalnika
- Poznamo več različic nevronske mreže

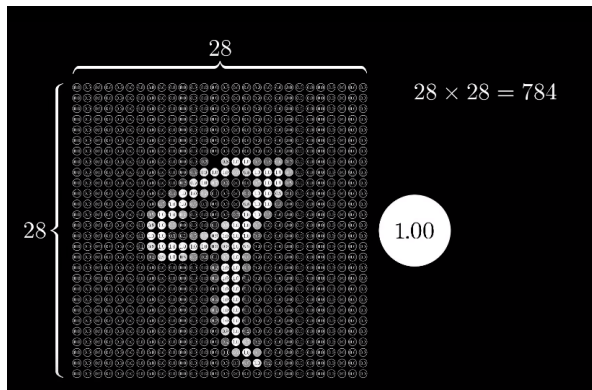


- nevron je objekt, ki v sebi nosi številko, ki ji pravimo aktivacija nevrna



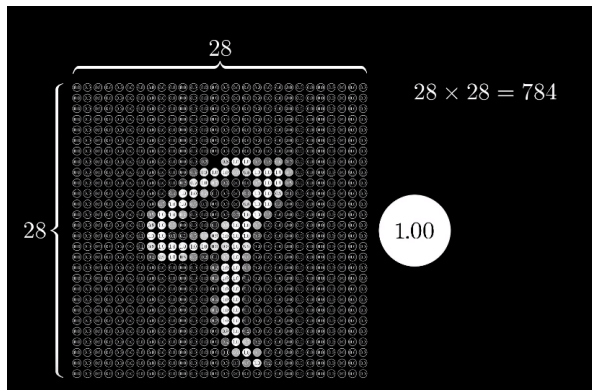
# Prepoznavanje števil s pomočjo nevronske mreže

- Številka v nevronu pove kakšno barvo ima 0 → črn, 1 → bel



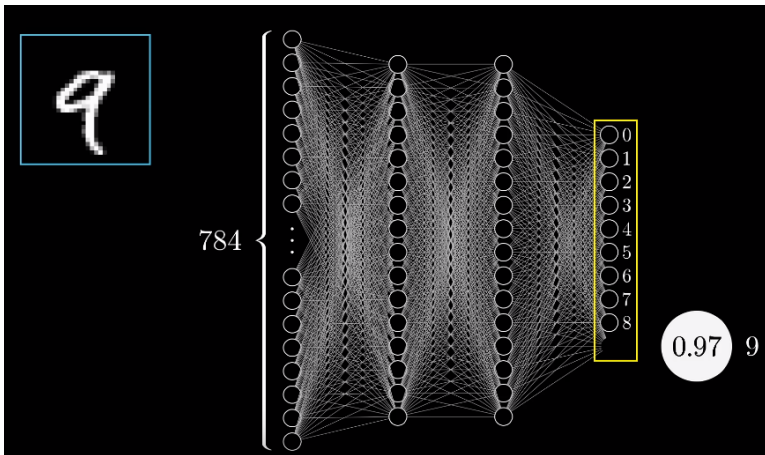
# Prepoznavanje števil s pomočjo nevronske mreže

- Številka v nevronu pove kakšno barvo ima 0 → črn, 1 → bel
- V primeru bomo uporabljali  $28 \times 28$  pikslov veliko fotografijo





Aktivacija v zadnjem stolpcu → rezultat oz. kaj računalnik misli, da je na fotografiji

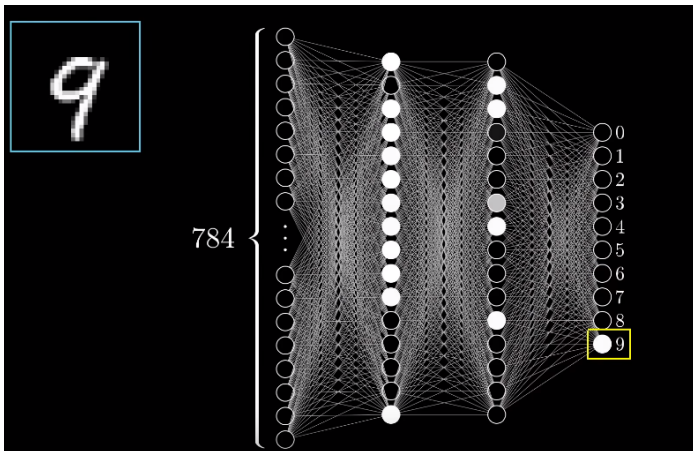


Univerza v Ljubljani

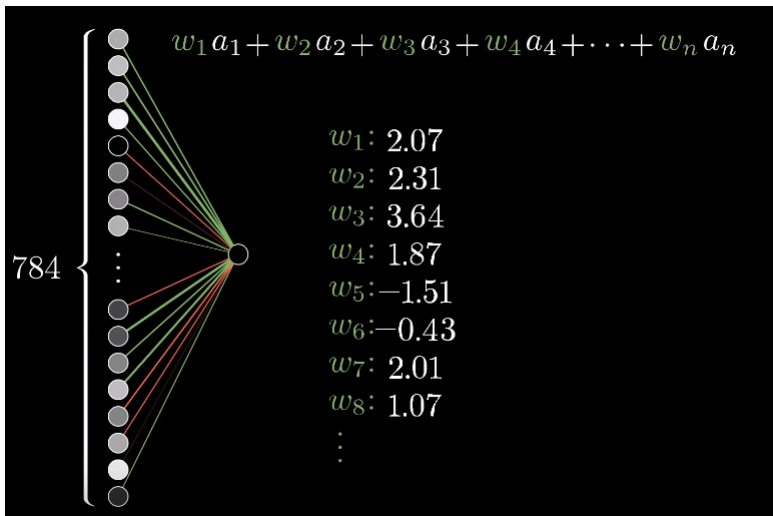


Vmesni stolpci → skriti nivoji

predstavljamo si jih lahko kot nivoje, ki pregledujejo del fotografije in ga rangirajo



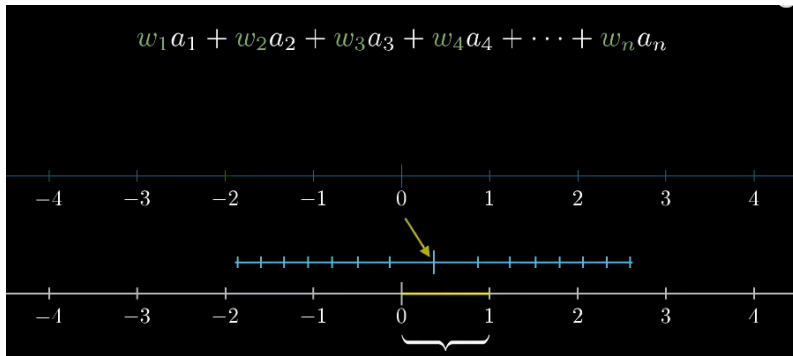
$a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-1}, a_n \rightarrow$  to so aktivacije v sakemu od nevronom  
 $w_1, w_2, w_3, \dots, w_{n-1}, w_n \rightarrow$  to so uteži, na vsaki od povezav  $\rightarrow$  te na  
 začetku nastavimo poljubno



To število je poljubno.

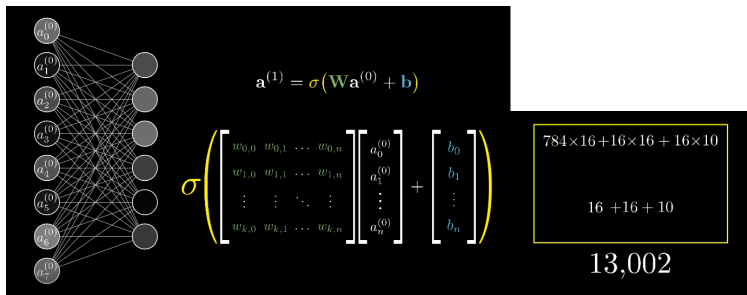
Želimo si ga omejiti na interval  $[0, 1]$ .

Uporabimo sigmoidno funkcijo.



Vse skupaj lahko zapišemo v matrični obliki.

Dodamo še takoimenovani "bias" oziroma korekcijo.

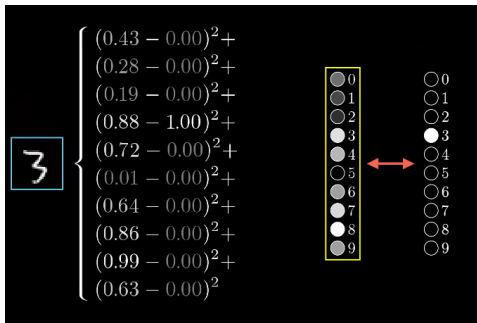


Imamo natanko 13.002 možnih parametrov, ki jih lahko spreminjamo.



Definirajmo cenovno funkcijo, ki bo povedala, kako dobro je računalnik prepoznal število.

Preverimo vse testne primere (za katere vemo željeni rezultat) in izračunamo kvadrate razlike ter vse skupaj seštejemo.

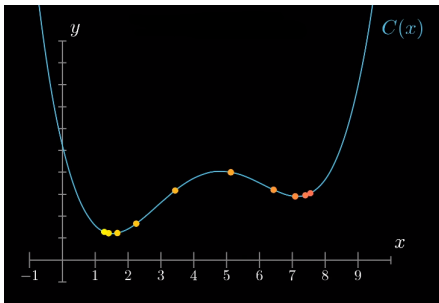


Če bo računalnik z zagotovostjo povedal katero število bo to bo cenovna funkcija blizu 0.

Cenovna funkcija je torej funkcija, ki dobi 13.002 parametra in vrne eno število.



Predstava funkcije z eno spremenljivko.



Želimo minimizirati cenovno funkcijo  $\leftarrow$  spreminjamo parametre.  
Računanje gradienta  $\rightarrow$  Izračunamo (parcialne) odvode.  
Majhen premik v smeri gradienta  $\rightarrow$  ponovno računanje gradienta

Univerza v Ljubljani



Iz vseh uteži in korekcij ustvarimo vektor .

Vektor, ki pa ga dobimo s pomočjo gradienta pa prištejemo prvotnemu vektorju.

$$\vec{W} = \begin{bmatrix} 2.43 \\ -1.12 \\ 1.98 \\ \vdots \\ -1.16 \\ 3.82 \\ 1.21 \end{bmatrix} - 0.51 \quad -\nabla C(\vec{W}) = \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.45 \\ -0.51 \\ \vdots \\ 0.40 \\ -0.32 \\ 0.82 \end{bmatrix}$$

S tem spremenimo vse te parametre  $\rightarrow$  Temu algoritmu pravimo vzvratno razširjanje oz. Backpropagation.





# Summary

- The **first main message** of your talk in one or two lines.



# Summary

- The **first main message** of your talk in one or two lines.
- The **second main message** of your talk in one or two lines.



# Summary

- The **first main message** of your talk in one or two lines.
- The **second main message** of your talk in one or two lines.
- Perhaps a **third message**, but not more than that.



# Summary

- The **first main message** of your talk in one or two lines.
  - The **second main message** of your talk in one or two lines.
  - Perhaps a **third message**, but not more than that.
- 
- Outlook



# Summary

- The **first main message** of your talk in one or two lines.
  - The **second main message** of your talk in one or two lines.
  - Perhaps a **third message**, but not more than that.
- 
- Outlook
    - ▶ Something you haven't solved.



# Summary

- The **first main message** of your talk in one or two lines.
  - The **second main message** of your talk in one or two lines.
  - Perhaps a **third message**, but not more than that.
- 
- Outlook
    - ▶ Something you haven't solved.
    - ▶ Something else you haven't solved.

