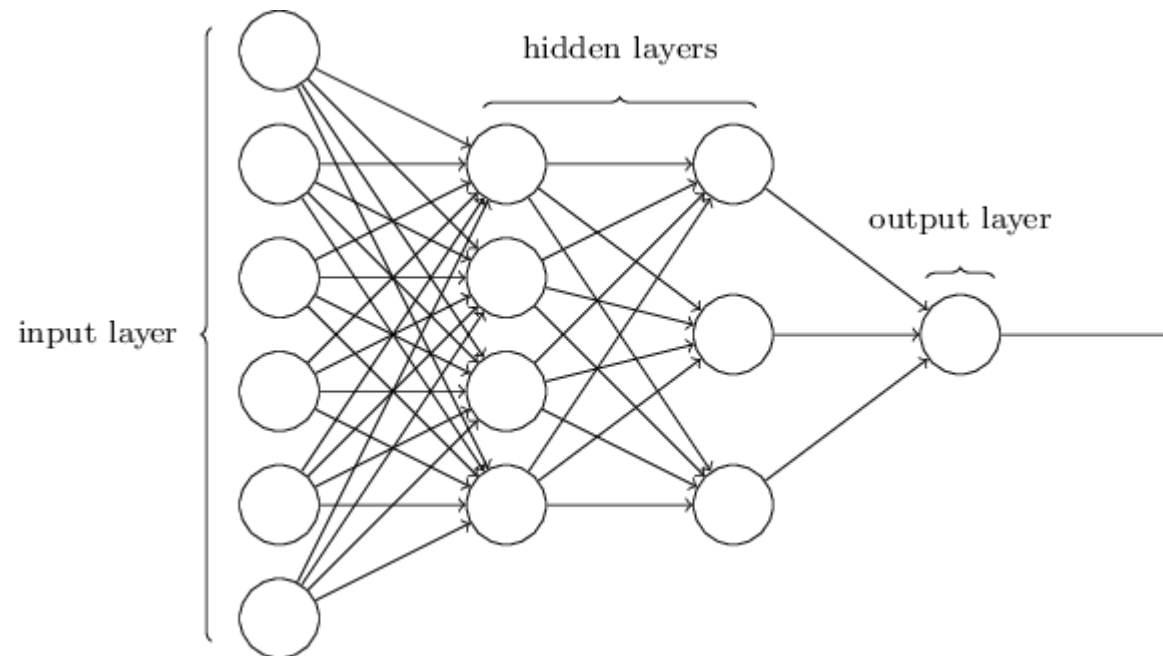


Elementaran uvod u neuronske mreže

Tipovi neuronskih mreža

Feedforward neuronska mreža



Tipovi neuronskih mreža

The slide features a dark blue header with the title 'Tipovi neuronskih mreža' in white. Below the header, there are decorative white circuit-like lines with small circles at the ends, extending across the width of the slide.

Feedforward neuronska mreža

- Osnovni tip neuronskih mreža
- Korišćenje više skrivenih slojeva je počelo tek nakon pojave adekvatnog hardvera
- Efikasna u rješavanju regresionih i klasifikacionih problema na struktuiranim podacima
- Identifikovanje „globalnih“ pravilnosti (u kontekstu čitavog ulaza)
- Slike ili nizovi?

Tipovi neuronskih mreža

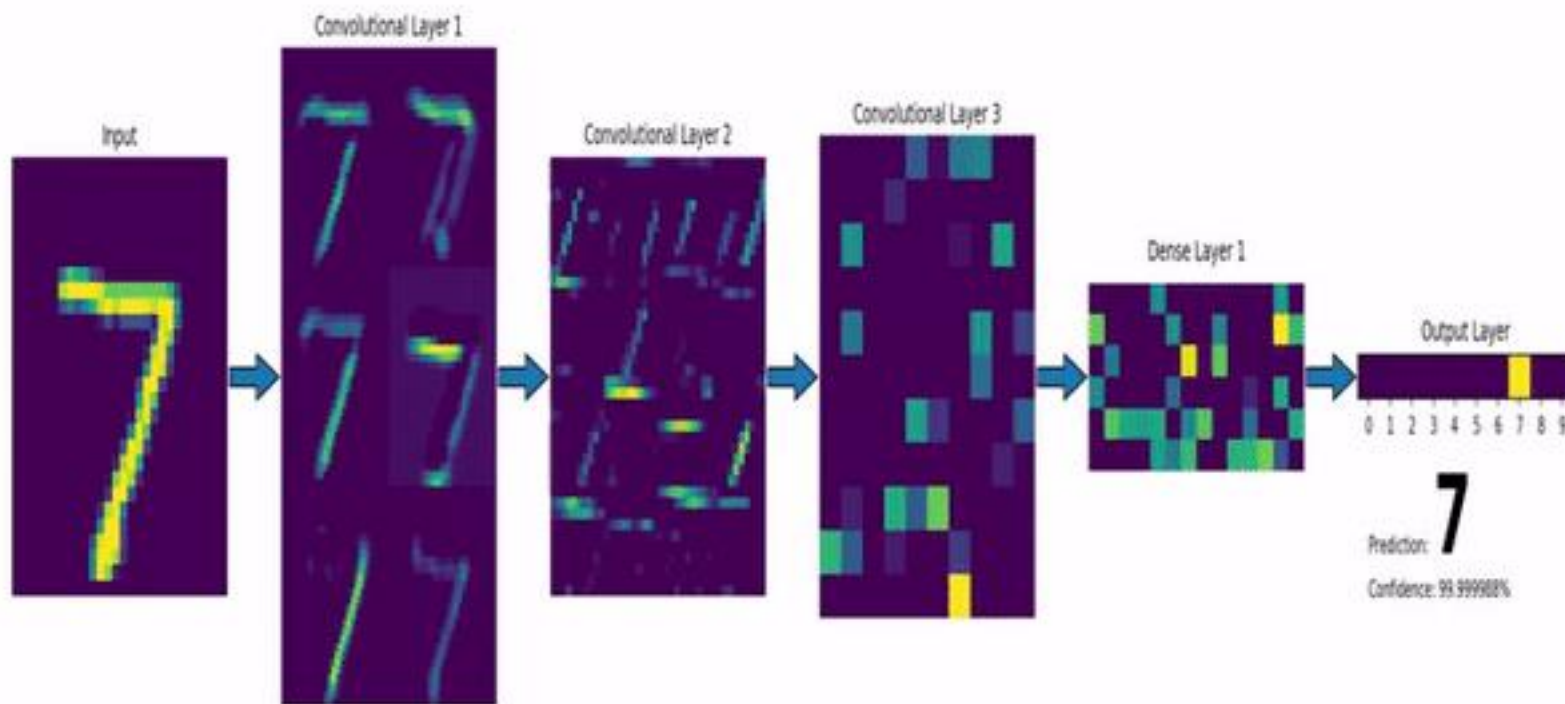
A decorative graphic consisting of several thin, light blue lines that resemble circuit traces or neural connections. These lines start from the left side of the slide and extend towards the right, with some lines ending in small circles. The lines are layered, creating a sense of depth and movement across the top of the slide.

Konvolucione neuronske mreže

- Osnovna primjena – computer vision
- Analiziraju se blokovi susjednih piksela slike (local patterns – lokalne pravilnosti)
- Automatski izvlače pravilnosti bez obzira na lokaciju ili oblik u kojima se pojavljuju
- Iz njih se kreira nova informacija koja je predmet obrade u sljedećem koraku i na višem nivou apstrakcije

Tipovi neuronskih mreža

Konvolucione neuronske mreže



Konvolucione neuronske mreže

The header features a dark blue background with the title in white. Below the title, there are decorative white lines that resemble circuit traces or neural network connections, extending across the width of the slide.

- Da li je praktično koristiti deep feedforward neuronske mreže za rješavanje computer vision problema (image classification, object detection)?
- Broj čvorova input layer-a bi mogao biti preveliki
- Identifikujemo globalne pravilnosti (global patterns), odnosno moramo imati u skupu za treniranje baš takve slike
- Konvolucione neuronske mreže rješavaju oba problema

Konvolucione neuronske mreže

- Različiti filteri imaju različite uloge:
- Na primjer: Sobel filteri detektuju ivice na slici

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1



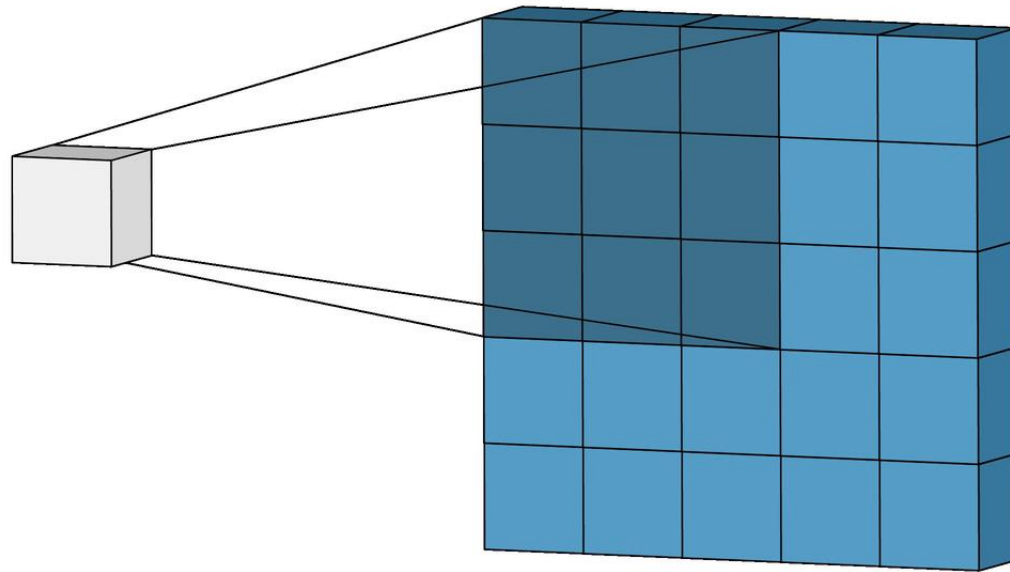
1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1



- <https://setosa.io/ev/image-kernels/>

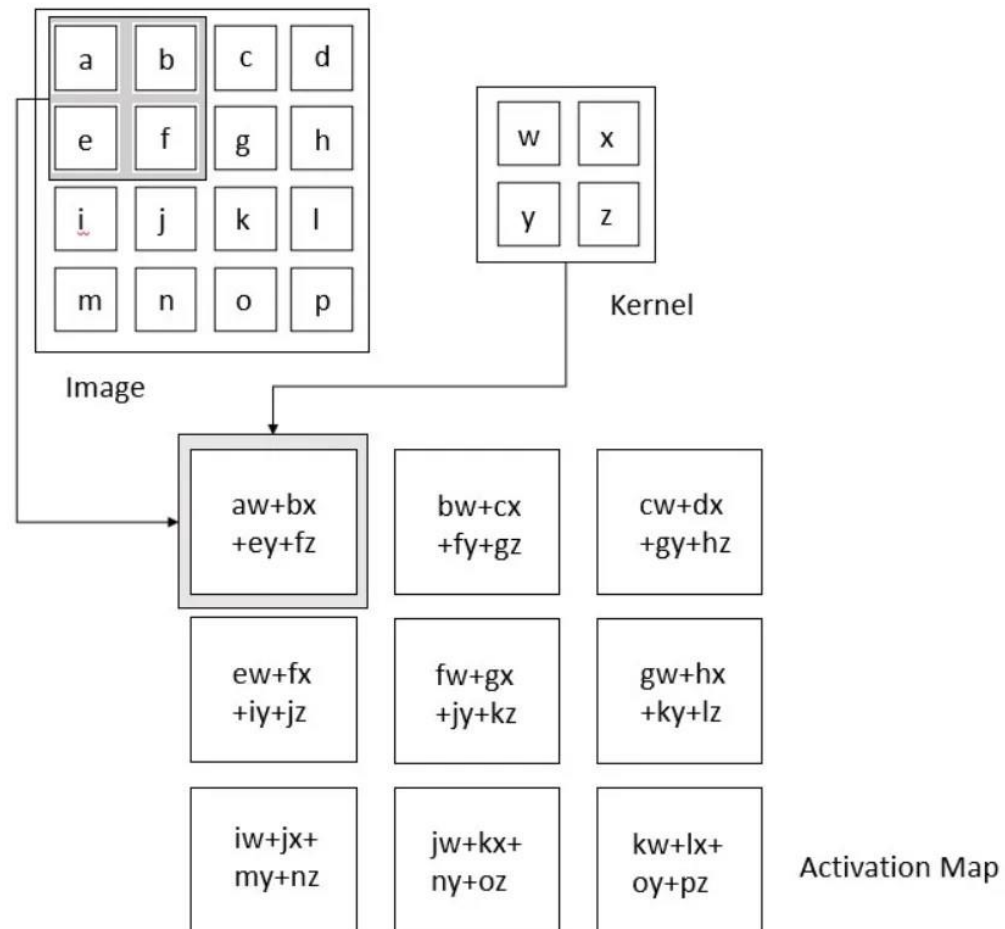
Konvolucione neuronske mreže

- Osnovni princip konvolucije:



Konvolucione neuronske mreže

- Osnovni princip konvolucije:



Konvolucione neuronske mreže

- Osnovni princip konvolucije:

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

29	?
?	?

Konvolucione neuronske mreže

- Padding:
 - Konvolucijom slike 4×4 pomoću filtera 3×3 dobijamo sliku 2×2
 - Međutim, ukoliko sliku dopunimo nulama „sa svake strane“ (same padding), na izlazu imamo sliku istih dimenzija inicijalne slike:

0	0	0	0	0	0
0	0	50	0	29	0
0	0	80	31	2	0
0	33	90	0	75	0
0	0	9	0	95	0
0	0	0	0	0	0

Konvolucione neuronske mreže

- Pooling:
 - Susjedni pikseli obično nose istu ili sličnu informaciju
 - Nakon konvolucije, najvjerojatnije će susjedni pikseli izlaza takođe nositi sličnu informaciju
 - Pooling veličine 2 transformiše sliku na sljedeći način (maxpooling):

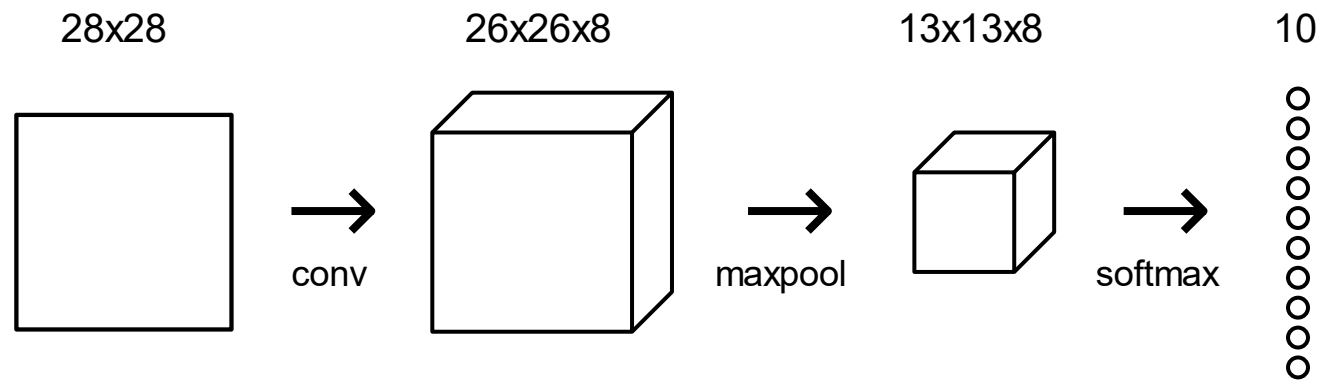
0	50	0	29
0	80	31	2
33	90	0	75
0	9	0	95

80	?
?	?

Max, Min, Avg

Konvolucione neuronske mreže

- Posljednji sloj konvolucione neuronske mreže je obično klasičnog tipa (fully connected) sa softmax aktivacijom (izlaz iz posljednjeg sloja preračunava u vjerovatnoće)



Konvolucione neuronske mreže

- Cost (loss) funkcija koja se uobičajeno koristi, ako je posljednji sloj sa softmax aktivacijom: **crossentropy loss**

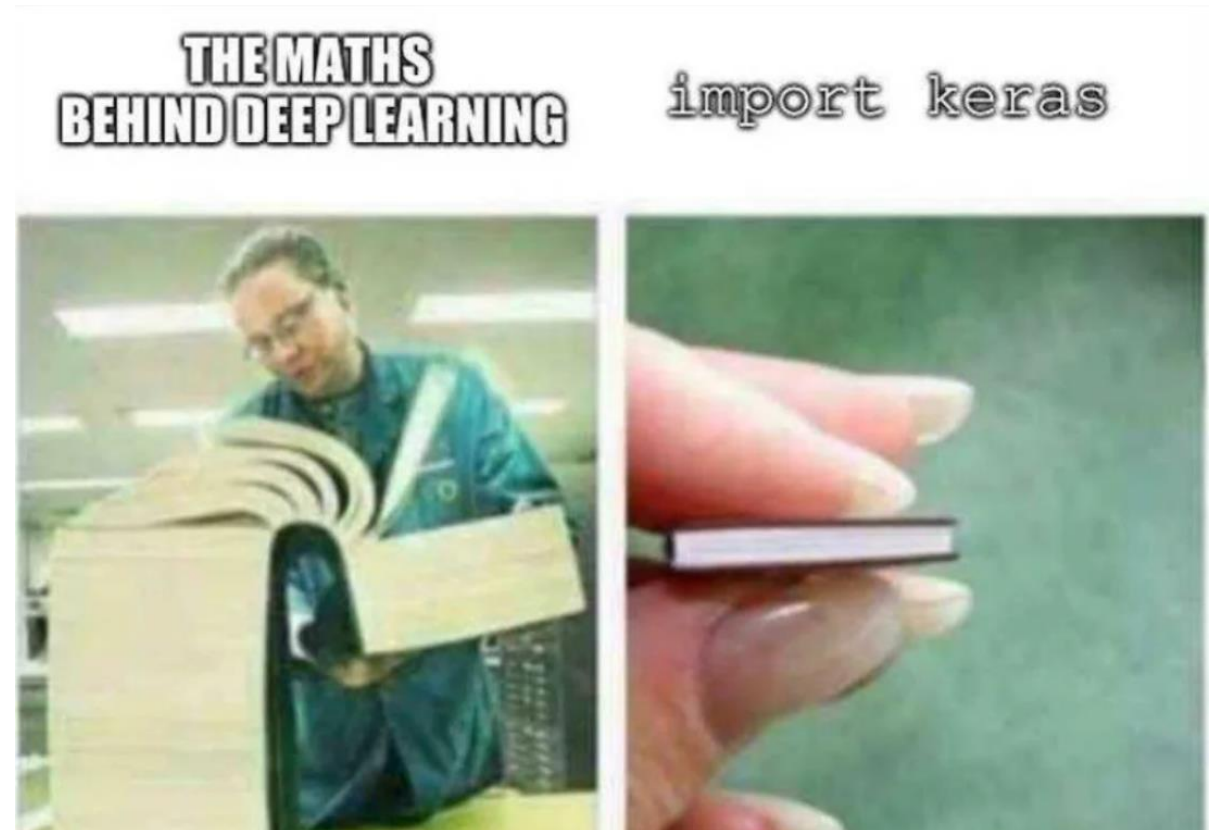
$$L_{\text{CE}} = - \sum_{i=1}^n t_i \log(p_i), \text{ for } n \text{ classes,}$$

where t_i is the truth label and p_i is the Softmax probability for the i^{th} class.

Konvolucione neuronske mreže

Primjer

Notebook: 10 – tensorflow example



Tipovi neuronskih mreža

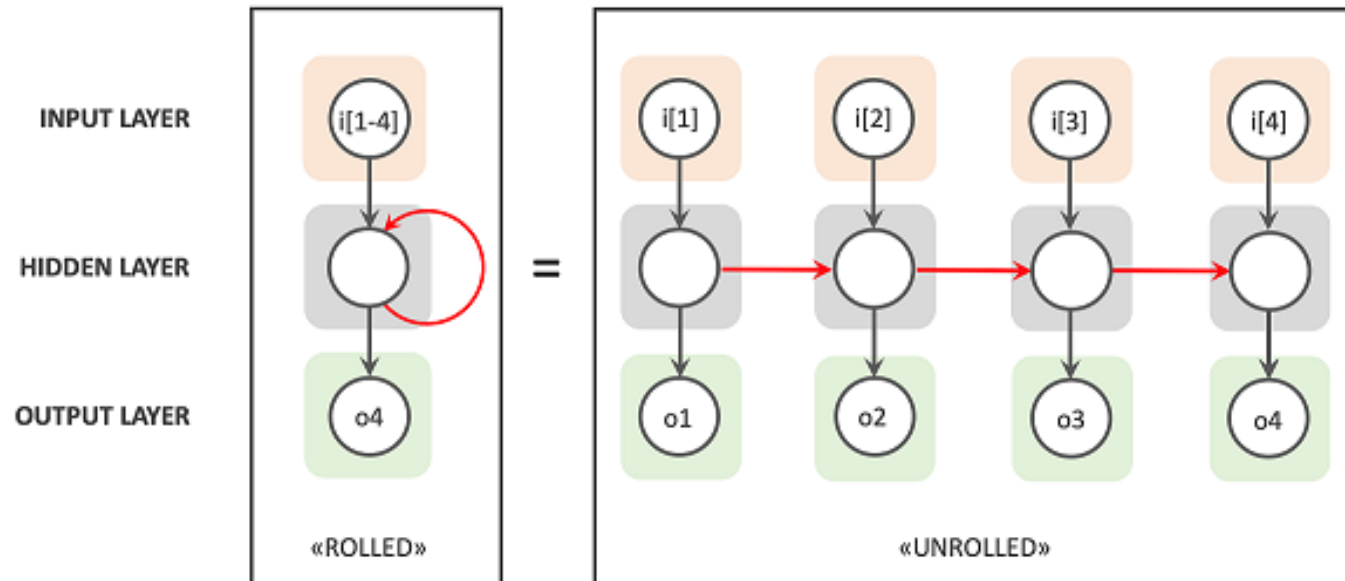
A decorative graphic consisting of several thin, light blue lines that resemble circuit traces or neural pathways. These lines start from the left side of the slide and extend towards the right, with some lines ending in small circles, creating a sense of flow and connectivity.

Rekurentne neuronske mreže

- Osnovna karakteristika: hidden state („memorija“ o prethodno obrađenom elementu niza)
- Obradom svakog sljedećeg elementa se ažurira hidden state
- Daje dobre rezultate u radu sa kraćim nizovima
- LSTM, GRU

Tipovi neuronskih mreža

Rekurentne neuronske mreže



Tipovi neuronskih mreža

Transformers

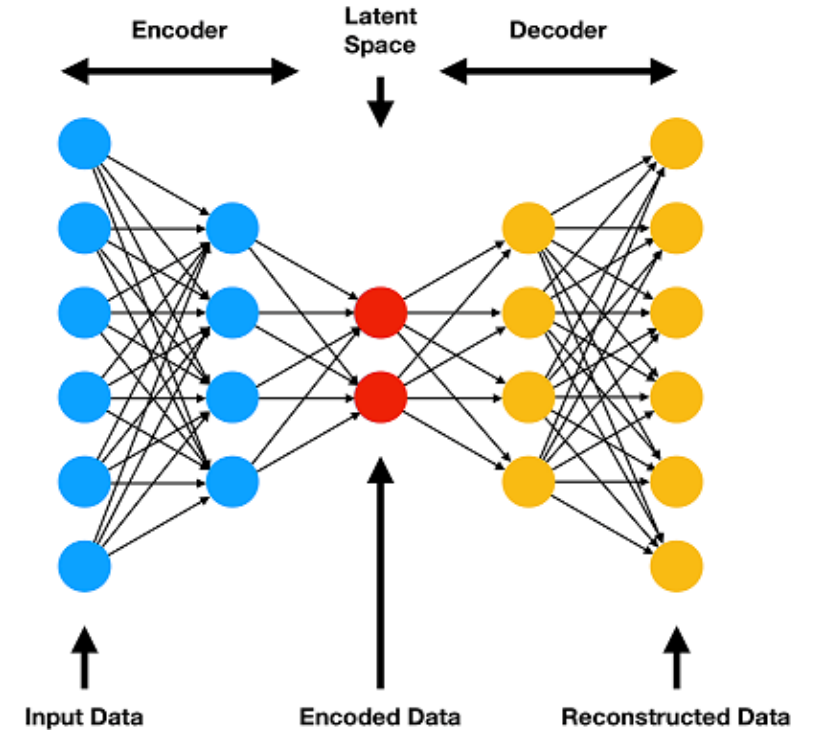
- Sequence-to-sequence modelling
- Rad sa dugačkim nizovima
- Self-attention mehanizam – fokusiranje samo na relevantne dijelove nizova
- „Context aware“ – pravi se razlika između riječi koje se isto pišu, a imaju drugo značenje
- Arhitektura prilagođena paralelnom izvršavanju



Tipovi neuronskih mreža

Autoencoders

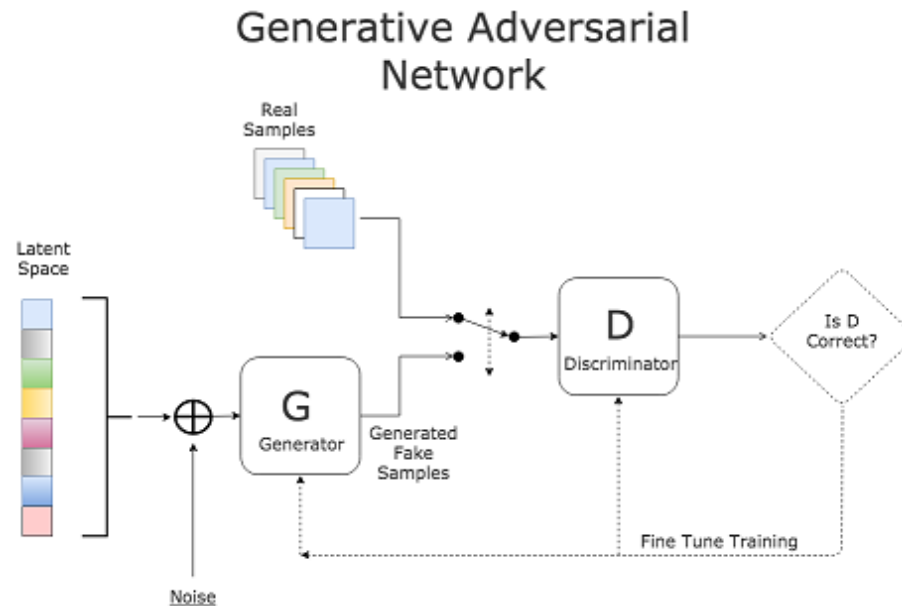
- Kreiranje interne reprezentacije skupa podataka (slike, tekst, struktuirani podaci, ...) – latent space
- Rekonstrukcija originalnog podatka iz kreirane reprezentacije (eventualno uz uvođenje stohastičkih elemenata)



Tipovi neuronskih mreža

Generative Adversarial Networks (GANs)

- Generisanje slika, teksta, podataka na bazi očekivanih karakteristika
- Očekivane karakteristike i pravilnosti se uče na bazi pripremljenih primjera



Primjer



Pitanja?



Literatura

A decorative graphic consisting of several thin, light blue lines that resemble circuit traces or a stylized network. These lines start from the left edge of the slide and extend towards the right, with some lines ending in small circles. The lines are set against a dark blue background at the top of the slide.

- [Neural networks and deep learning - Michael Nielsen](#)
- [Unsupervised Feature Learning and Deep Learning Tutorial \(stanford.edu\)](#)
- [deep learning notes.pdf \(stanford.edu\)](#)
- [CS229: Machine Learning \(stanford.edu\)](#)
- [Syllabus \(stanford.edu\)](#)
- [Deep Learning with Python - Francois Chollet](#)
- [Hands-On Machine Learning - Aurélien Géron](#)
- [Designing Machine Learning Systems - Chip Huyen](#)

Korisni blogovi

- [Jay Alammar](#)
- [Yoshua Bengio](#)
- [Chip Huyen](#)
- [Sebastian Raschka](#)
- [understanding-the-basics-of-neural-networks-for-beginners](#)
- [activation-functions-and-their-derivatives-a-quick-complete-guide](#)
- [convolutional-neural-networks-explained](#)
- [all-you-need-to-know-about-attention-and-transformers-in-depth-understanding-part-1](#)
- [all-you-need-to-know-about-attention-and-transformers-in-depth-understanding-part-2](#)