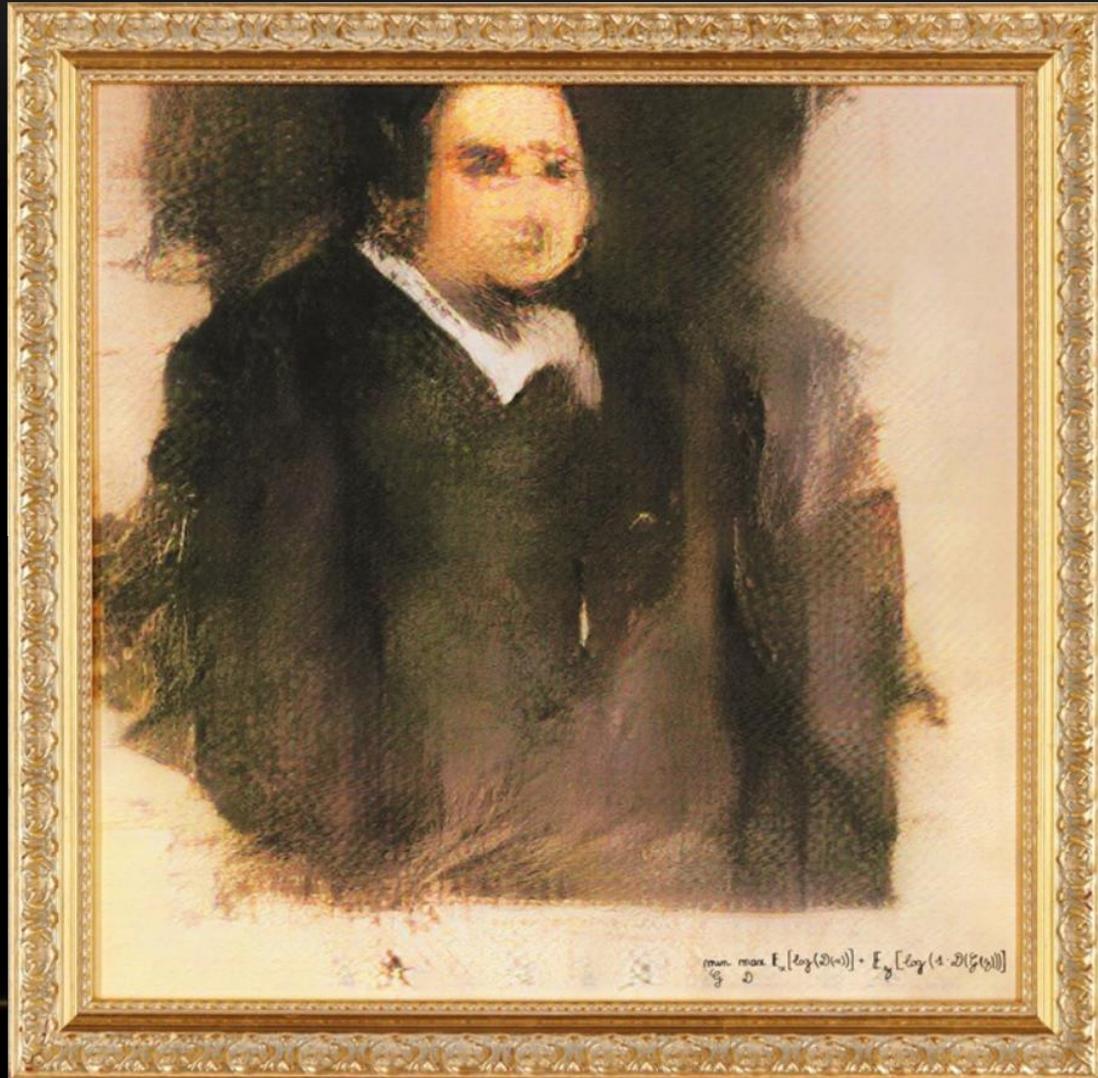


MACHINE LEARNING E CREATIVITÀ ARTIFICIALE

Davide Maltoni

Ingegneria e Scienze Informatiche – Cesena

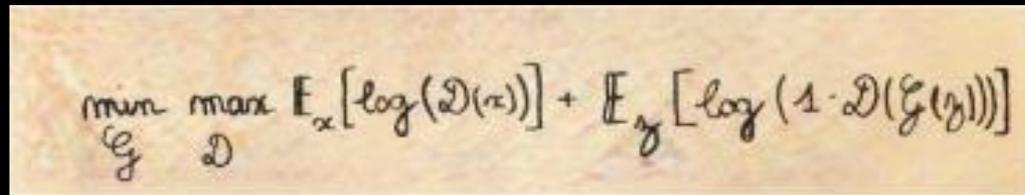
EDMOND DE BELAMY



EDMOND DE BELAMY

- Battuto all'asta da **Christie's** nell'ottobre 2018.
- Stima iniziale di vendita: 7...10 K\$
- Venduto a **432,5 K\$**

- La firma del pittore:

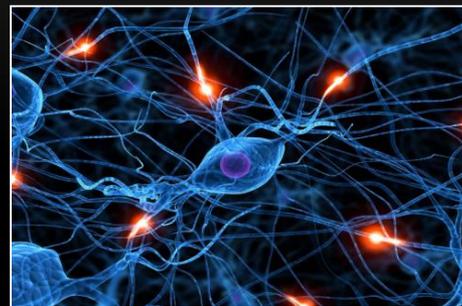


A photograph of a piece of paper with a handwritten mathematical formula in black ink. The formula is the standard GAN loss function:
$$\min_{G} \max_{D} E_x [\log(D(x))] + E_y [\log(1 - D(G(y)))]$$

- È la loss function di una **GAN**: una tecnica di **deep learning** in grado di:
 - **apprendere** uno stile pittorico da esempi (in questo caso circa 15000 quadri dell'epoca).
 - generare **random** nuove immagini applicando lo stile appreso

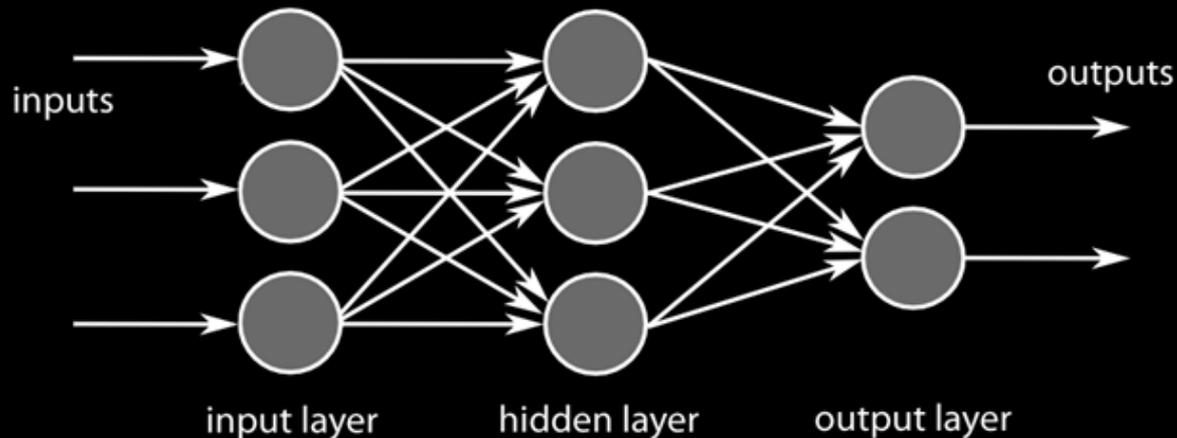
MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING

- I **Neuroni Artificiali** (un modello che imita i neuroni biologici) introdotti da McCulloch e Pitts nel 1943.
- Le reti di neuroni artificiali (**Reti Neurali**) imparano attraverso la presentazione di esempi.
- Recentemente grazie alla disponibilità di **grandi quantità di esempi** (da Internet) per l'addestramento e **potenze di calcolo** sempre maggiori, è stato possibile addestrare Reti Neurali **profonde** (**Deep Learning**) che hanno raggiunto prestazioni inaspettate:
 - Riconoscimento del parlato e linguaggio (es. Apple Siri)
 - Riconoscimento di oggetti, volti, ecc. (es. Ricerca immagini in Google)
 - Guida Automatica (Rilevamento pedoni e segnaletica)
 - Sistemi di raccomandazione (Amazon, Facebook, ecc.)
 - Computer Games



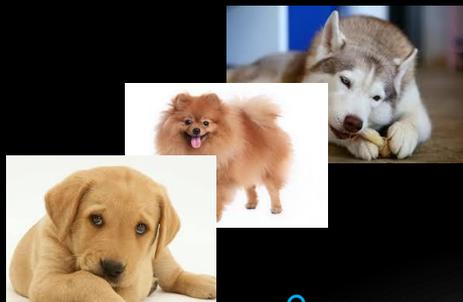
RETI NEURALI

- Sono composte da **gruppi** di neuroni artificiali organizzati in **livelli**. Tipicamente sono presenti: un livello di **input**, un livello di **output**, e uno o più livelli **intermedi** o nascosti (hidden). Ogni livello contiene uno o più neuroni.
- Nelle reti **feedforward** («alimentazione in avanti») i neuroni di un livello sono collegati con i neuroni di un livello successivo. Non sono consentite connessioni all'indietro o connessioni verso lo stesso livello.



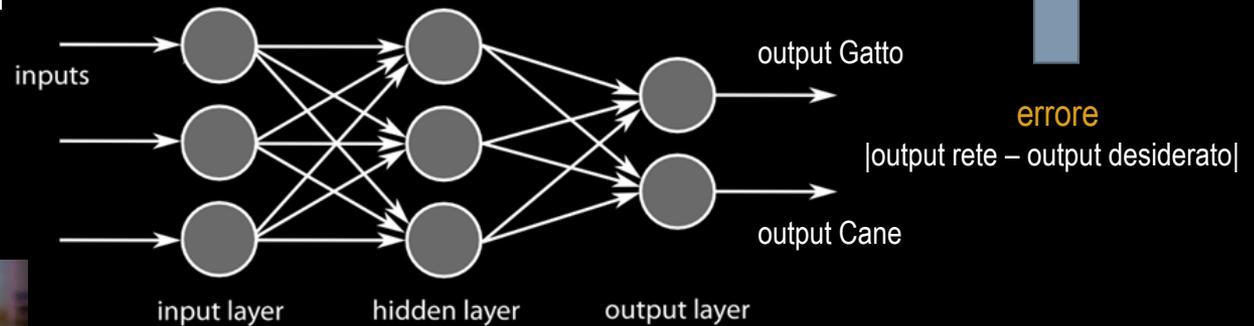
TRAINING (SUPERVISIONATO)

Gatto



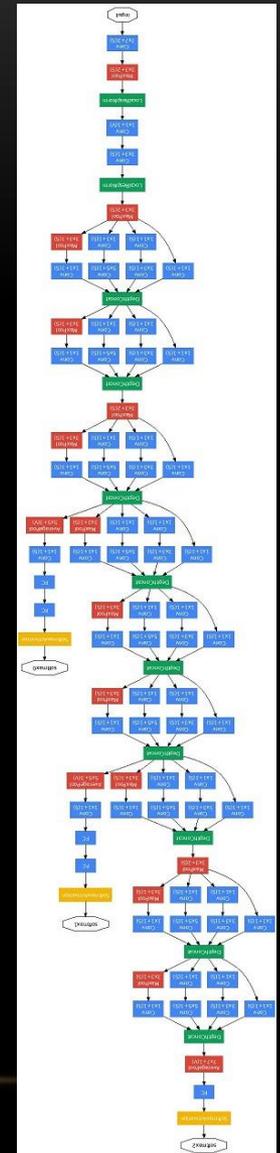
Cane

Backpropagation dell'errore
e aggiornamento pesi



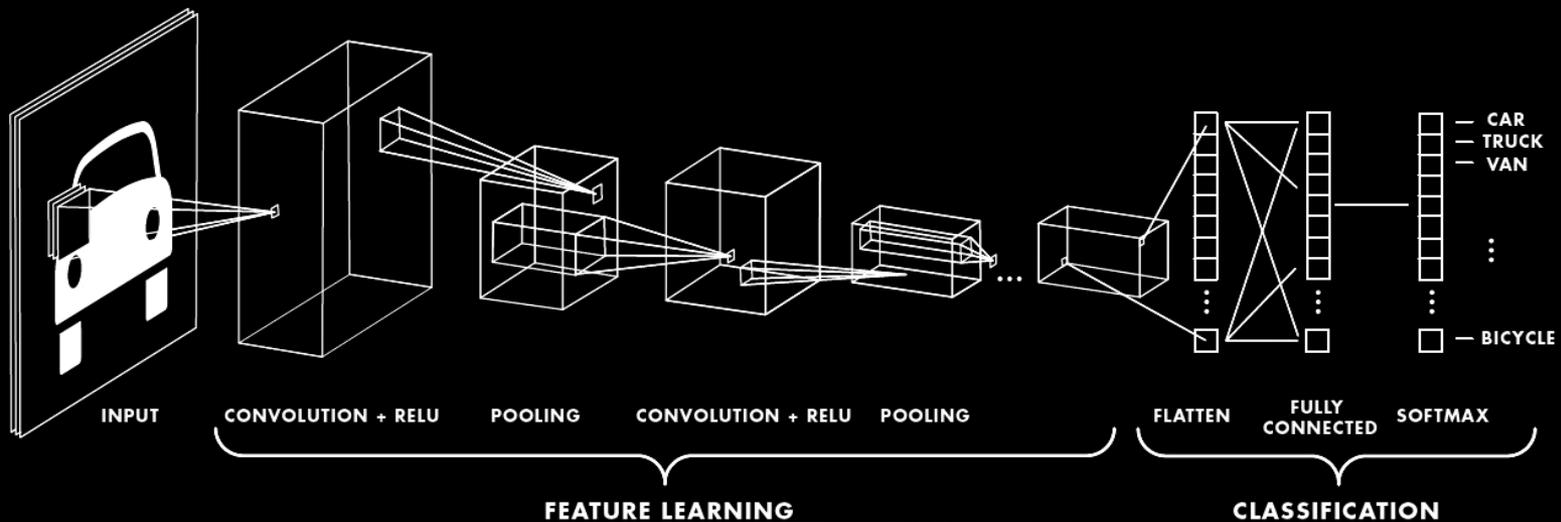
RETI SHALLOW E RETI DEEP

- Con rete **shallow** (piatta) si denota tipicamente una rete feedforward con **3 livelli** (almeno 1 hidden).
- Un teorema noto come **universal approximation theorem** asserisce che ogni funzione continua che mappa intervalli di numeri reali su un intervallo di numeri reali può essere approssimata da un **MLP con un solo hidden layer**.
 - questa è una delle motivazioni per cui per **molti decenni** ci si è soffermati a studiare reti neurali a 3 livelli.
 - d'altro canto l'esistenza teorica di una soluzione non implica che esista un modo efficace per ottenerla...
- Con il termine **DNN** (**D**eep **N**eural **N**etwork) si denotano reti «**profonde**» composte da molti livelli (almeno 2 hidden) organizzati gerarchicamente.



CNN - CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

- DNN con organizzazione **retinotopica** (specializzate per immagini e video)
- Connessioni **locali** e **condivisione dei pesi** per ridurre drasticamente numero di parametri.
- Introdotte da **LeCun** nel 1998, ma diventano **popolari** nel 2012

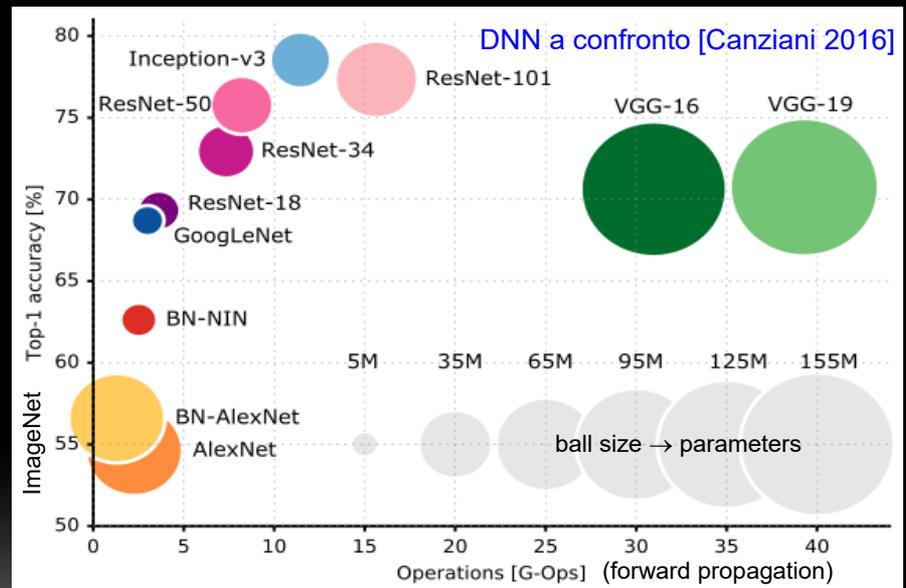


Fonte: Mathworks

LIVELLI E COMPLESSITÀ

- La **profondità** (numero di livelli) è solo uno dei fattori di complessità. Numero di neuroni, di connessioni e di pesi caratterizzano altresì la complessità di una DNN.
- Maggiore è il numero di **pesi** maggiore è la complessità dell'**addestramento**. Al tempo stesso un elevato numero di **neuroni** (e **connessioni**) rende la propagazione delle informazioni pesante.

- **AlexNet**: 8 livelli, 650K neuroni e 60M parametri
- **VGG-16**: 16 livelli, 15M neuroni e 140M parametri
- **Corteccia umana**: 21×10^9 neuroni e 1.5×10^{14} sinapsi



INCEPTIONISM (DEEP DREAMS)

- Data una rete neurale convoluzionale profonda (CNN) addestrata a classificare un ampio insieme di immagini (es. [ImageNet](#) – 1 Milione immagini e 1000 classi).
- Al termine dell'addestramento possiamo passare alla rete una nuova immagine e chiederle: **cosa ci vedi?**
- Matematicamente il problema si può impostare mantenendo bloccati i parametri (o pesi) della rete e facendole modificare i pixel dell'immagine per massimizzare l'attivazione (o risposta) dei neuroni a un certo livello.
- I ricercatori di Google sono stati i primi a ottenere risultati interessanti con una rete chiamata **Inception** e hanno coniato il termine «Inceptionism»
<https://www.youtube.com/watch?v=SCE-QeDfXtA>
- Codice Python per Caffe:
<https://github.com/google/deepdream/blob/master/dream.ipynb>









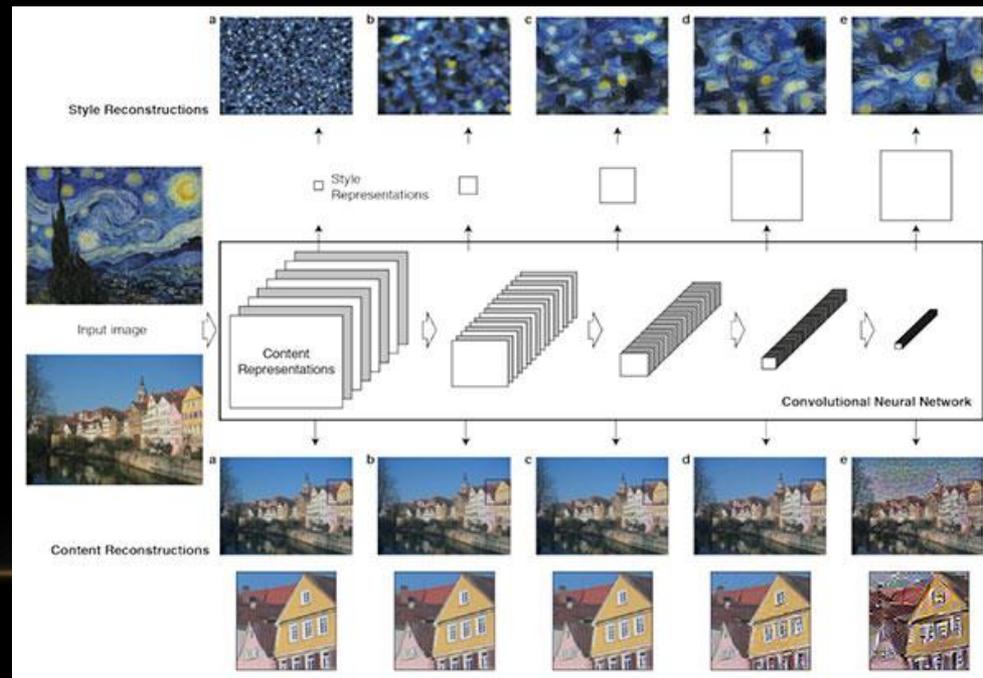




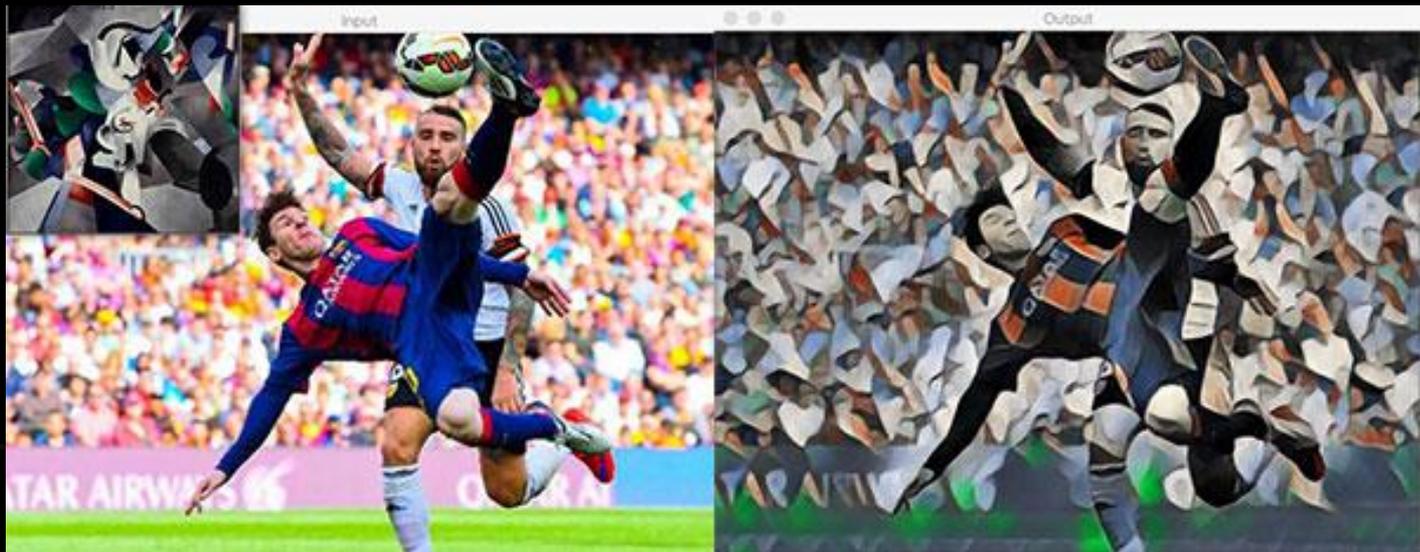
NEURAL STYLE TRANSFER

- Introdotto nel 2015 da Gatys et al.
- Reti convoluzionali (CNN) pretrained sono in grado di acquisire lo stile di un'immagine e applicarlo al contenuto di un'altra.
- Codice Python (OpenCV) :

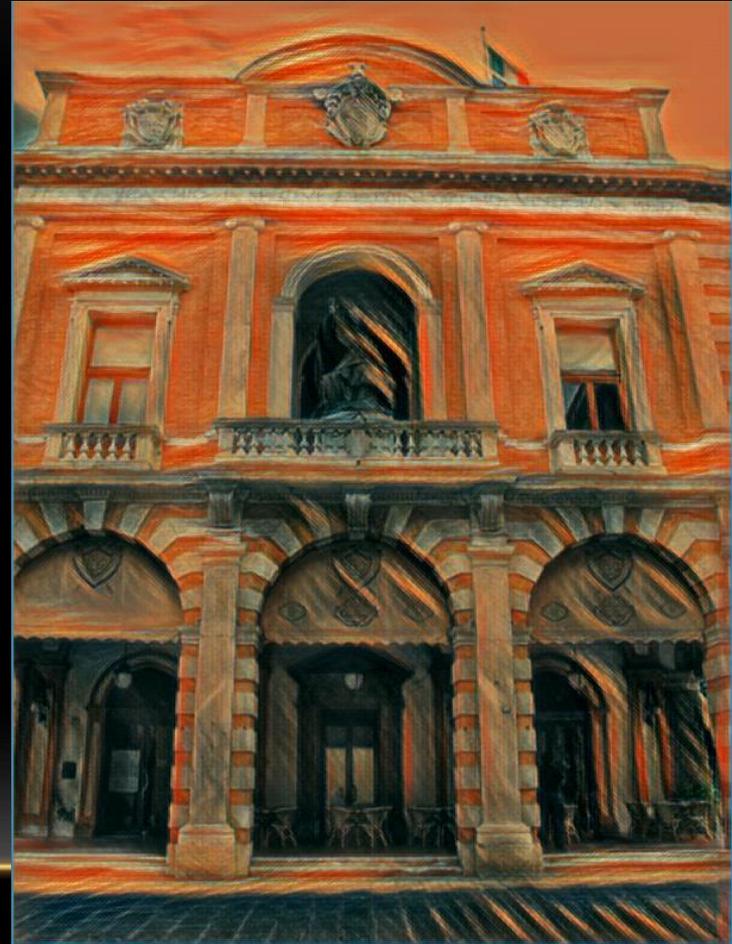
<https://www.pyimagesearch.com/2018/08/27/neural-style-transfer-with-opencv/>



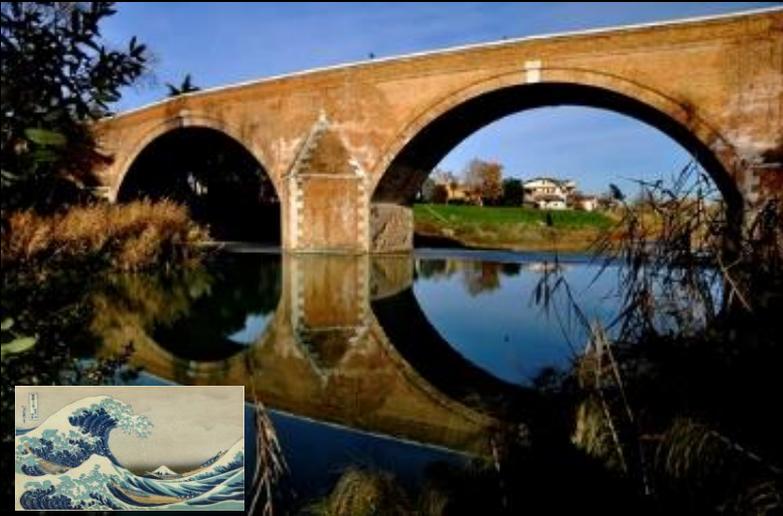
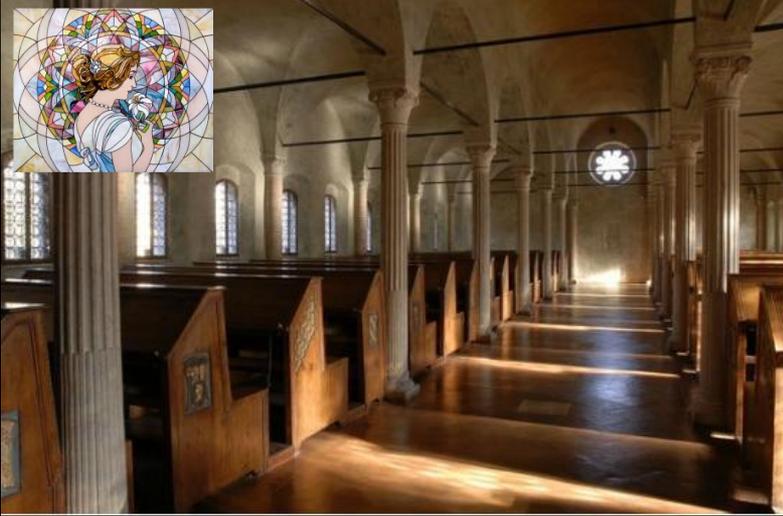
NEURAL STYLE TRANSFER



NEURAL STYLE TRANSFER (CESENA)



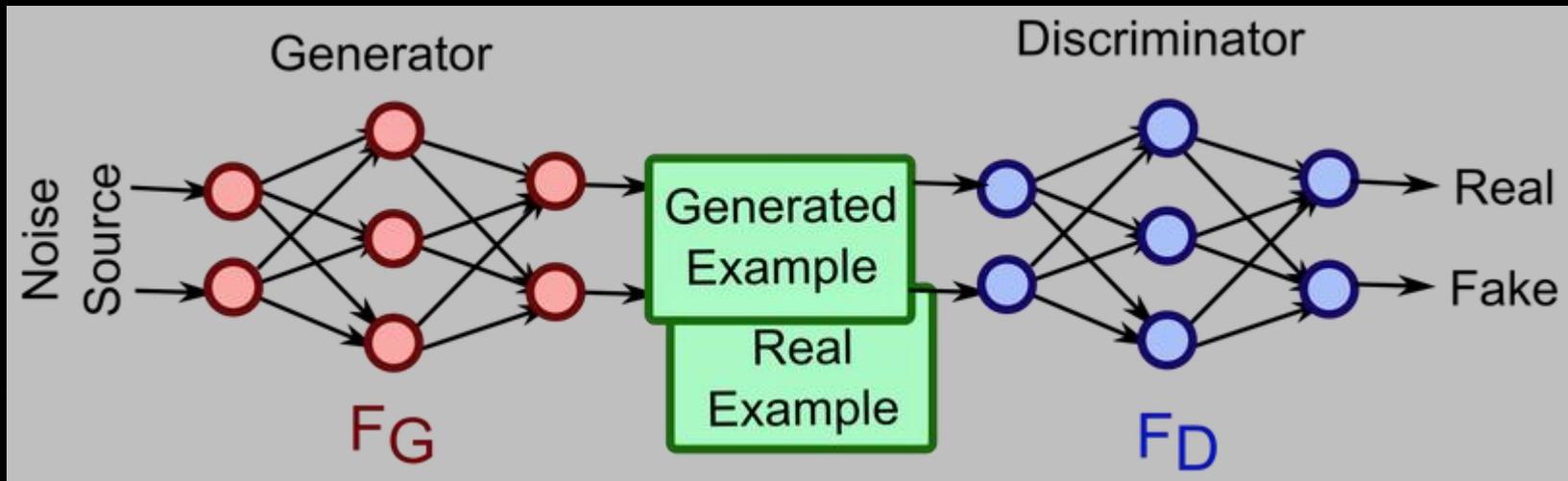
NEURAL STYLE TRANSFER (CESENA)



GAN (GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK)

- Introdotte nel 2014 da Goodfellow et al.
- Due reti **antagoniste** sono addestrate in modo «interlacciato»:
 - Il **generatore** deve produrre immagini realistiche (rispetto a un training set) a partire da random noise, a livello tale da poter ingannare il discriminatore.
 - Il **discriminatore** deve riuscire a distinguere le immagini generate (Fake) da quelle vere (Real).

<https://medium.com/ai-society/gans-from-scratch-1-a-deep-introduction-with-code-in-pytorch-and-tensorflow-cb03cdcdba0f>



APPLICAZIONI

- Alcune applicazioni di GAN:

https://medium.com/@jonathan_hui/gan-some-cool-applications-of-gans-4c9ecca35900

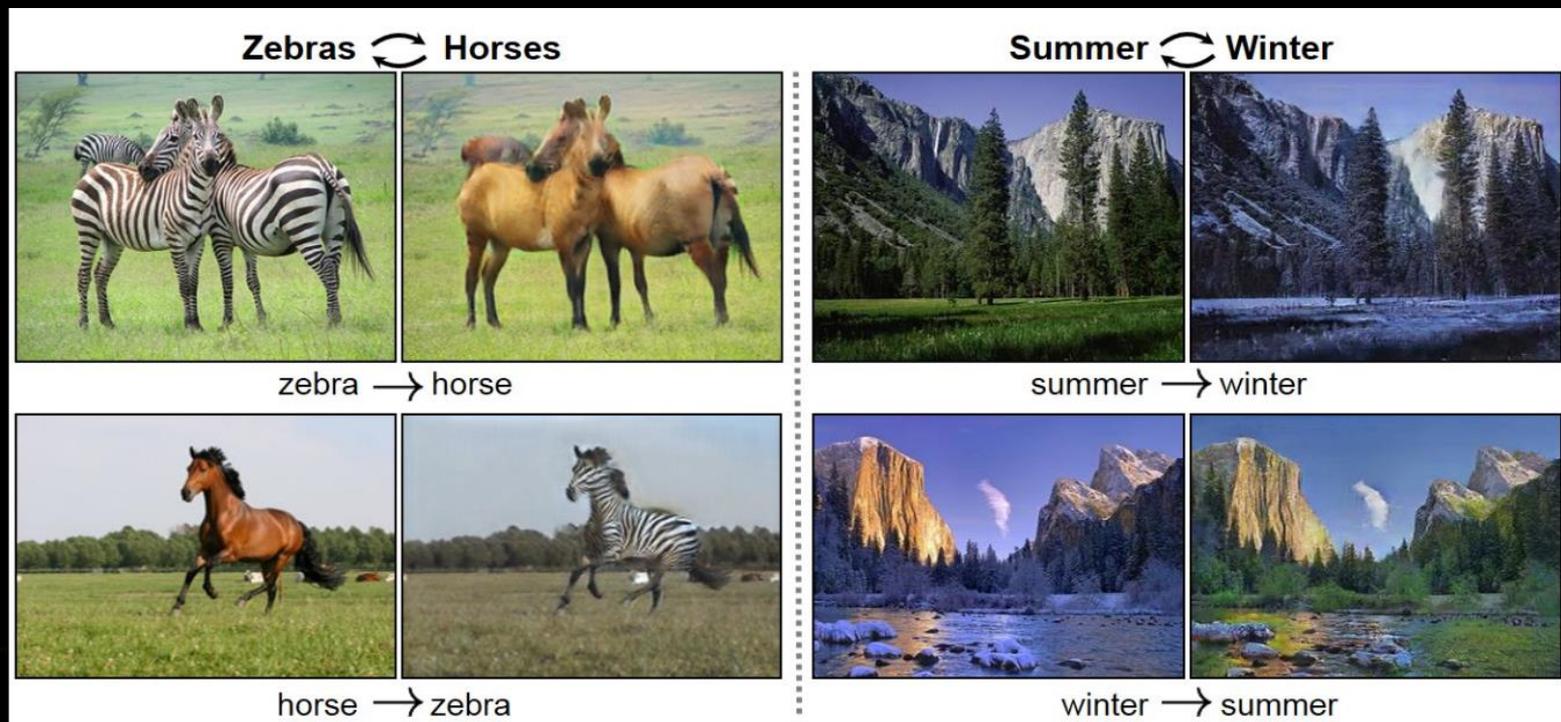
Celeb-like high resolution generation:



CYCLE GAN

- GAN progettate esplicitamente per **Image-to-Image Translation**.
- Apprendono **mapping** tra **due domini** di immagini (e.g., due dataset) anche in **assenza di corrispondenze esplicite** tra coppie di immagini.

<https://junyanz.github.io/CycleGAN/>



NON SOLO ARTE

- **Defogging**: dati due dataset di immagini di paesaggi **con** e **senza** nebbia, una **Cycle GAN** apprende il mapping per imparare a rimuovere la nebbia da immagini mai viste prima.



ALTRI ESEMPI DEFOGGING

