

LUCA CARCANO

THE ART OF MACHINE LEARNING

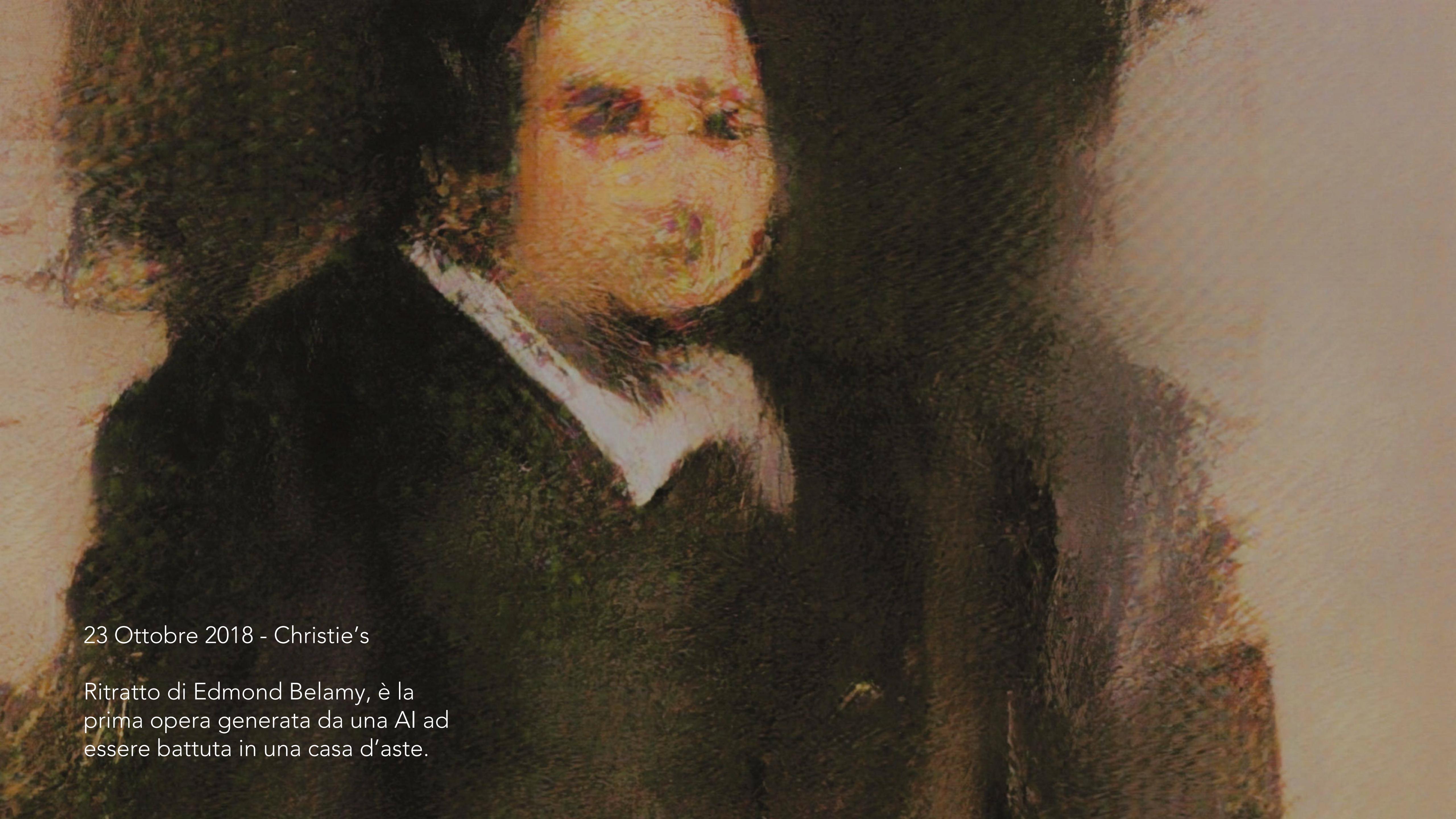
« Creativity takes courage »

HENRI MATISSE



4 Ottobre 2018 - Sotheby's

Un dipinto di Banksy si autodistrugge, nel momento in cui viene battuto all'asta per 1.4 M\$



23 Ottobre 2018 - Christie's

Ritratto di Edmond Belamy, è la
prima opera generata da una AI ad
essere battuta in una casa d'aste.

COSA INTENDIAMO CON: CREARE ARTE?

ESPRESSIVISMO

Quando si crea, si esprime qualcosa. Questo *qualcosa* viene dall'artista, dall'interiorità: è un'emozione, un messaggio, una sensazione...



MIMESI



Il ruolo dell'arte è quello dell'imitazione, o *mimesi*.

Nell'antica Grecia, ad esempio, il compito dell'artista era
quello di imitare il più possibile la natura

STYLE TRANSFER

APPRENDERE LO STILE PITTORICO DI UN ARTISTA PER RIPRODURLO

«Given an input image and a style image, we can compute an output image with the original content but a new style»

A NEURAL ALGORITHM OF ARTISTIC STYLE [GATYS ET AL. 2015]

STYLE TRANSFER

FASI DEL PROCESSO DI APPRENDIMENTO

1. Selezione immagini di partenza: quadro e immagine di input
2. Caricamento di una rete neurale convolutiva pre addestrata su imagenet
3. Separazione dei layer che descrivono: «stile» (colore, forme base) e «contenuto» (soggetti costituenti dell'immagine)
4. Definizione del problema di ottimizzazione
5. Esecuzione del processo di ottimizzazione



INPUT IMAGE



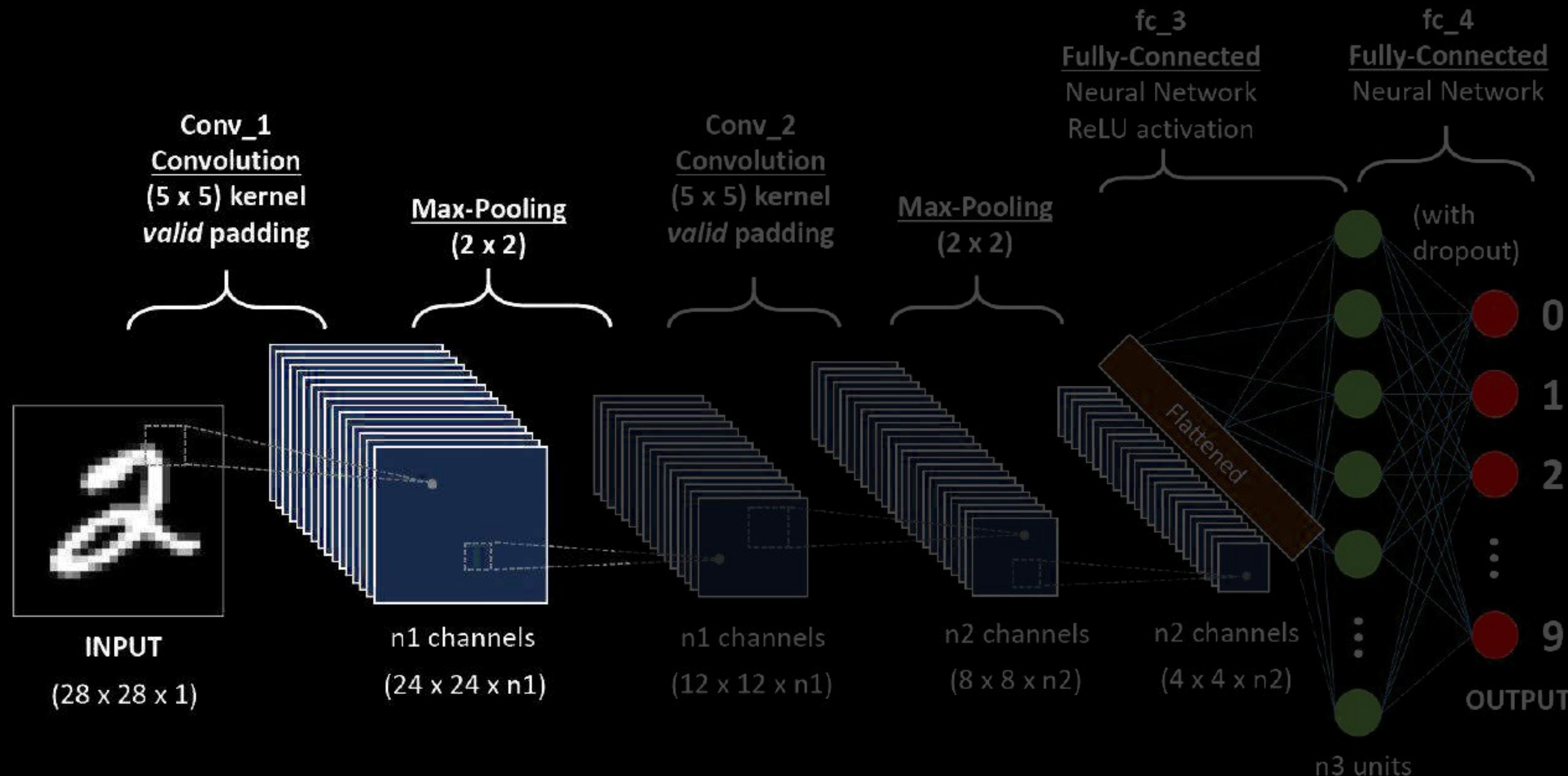






STYLE TRANSFER

CONVOLUTIONAL NEURAL NETS



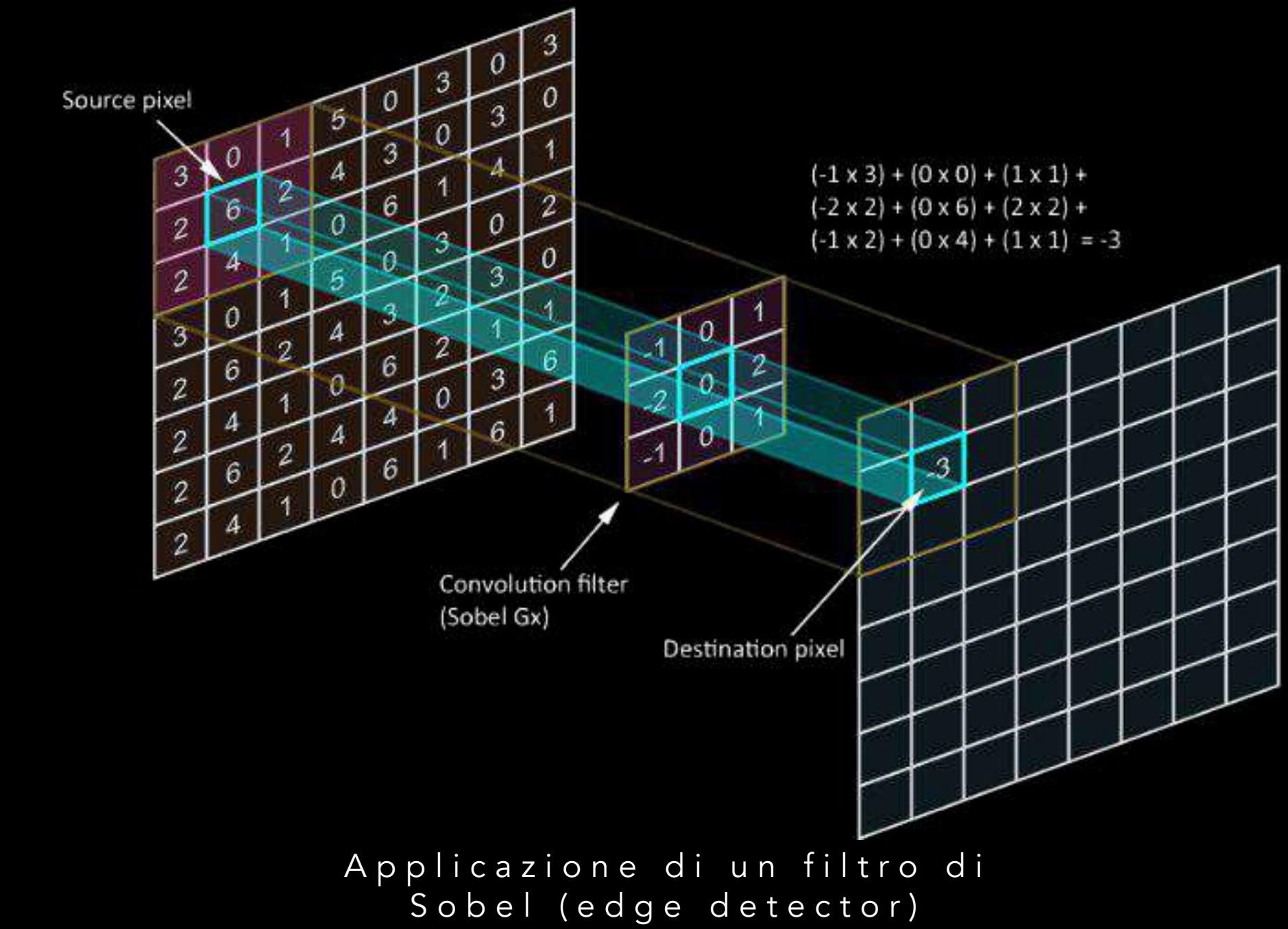
LAYER CONVOLUTIVI

1. La Convoluzione è la applicazione di una funzione «sliding window» alla matrice di pixel

2. I layer convolutivi (ConvLayer) in una CNN (da 1 a N) servono ad estrarre feature (contorni, linee, curve)

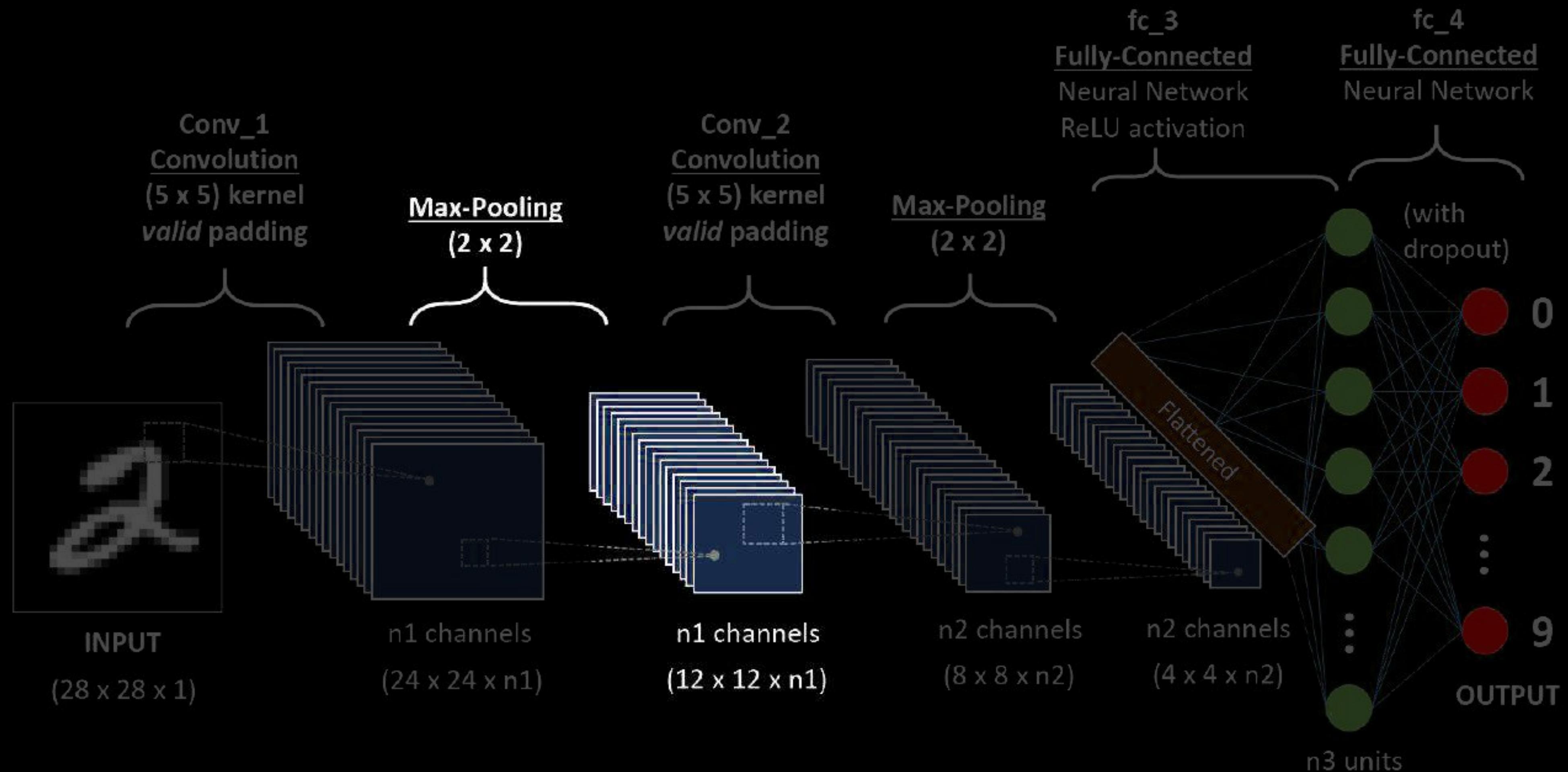
3. Il primo ConvLayer identifica feature di basso livello (contorni, colore...)

4. Le feature identificabili crescono di complessità andando in profondità nella rete



STYLE TRANSFER

CONVOLUTIONAL NEURAL NETS



LAYER DI POOLING

I layer di Pooling (PoolLayer) vengono inseriti dopo ogni convoluzione:

1. Riduzione della dimensione dell'input da processare

2. Estrazione di feature dominanti

3. Riduzione del rischio di overfitting del modello

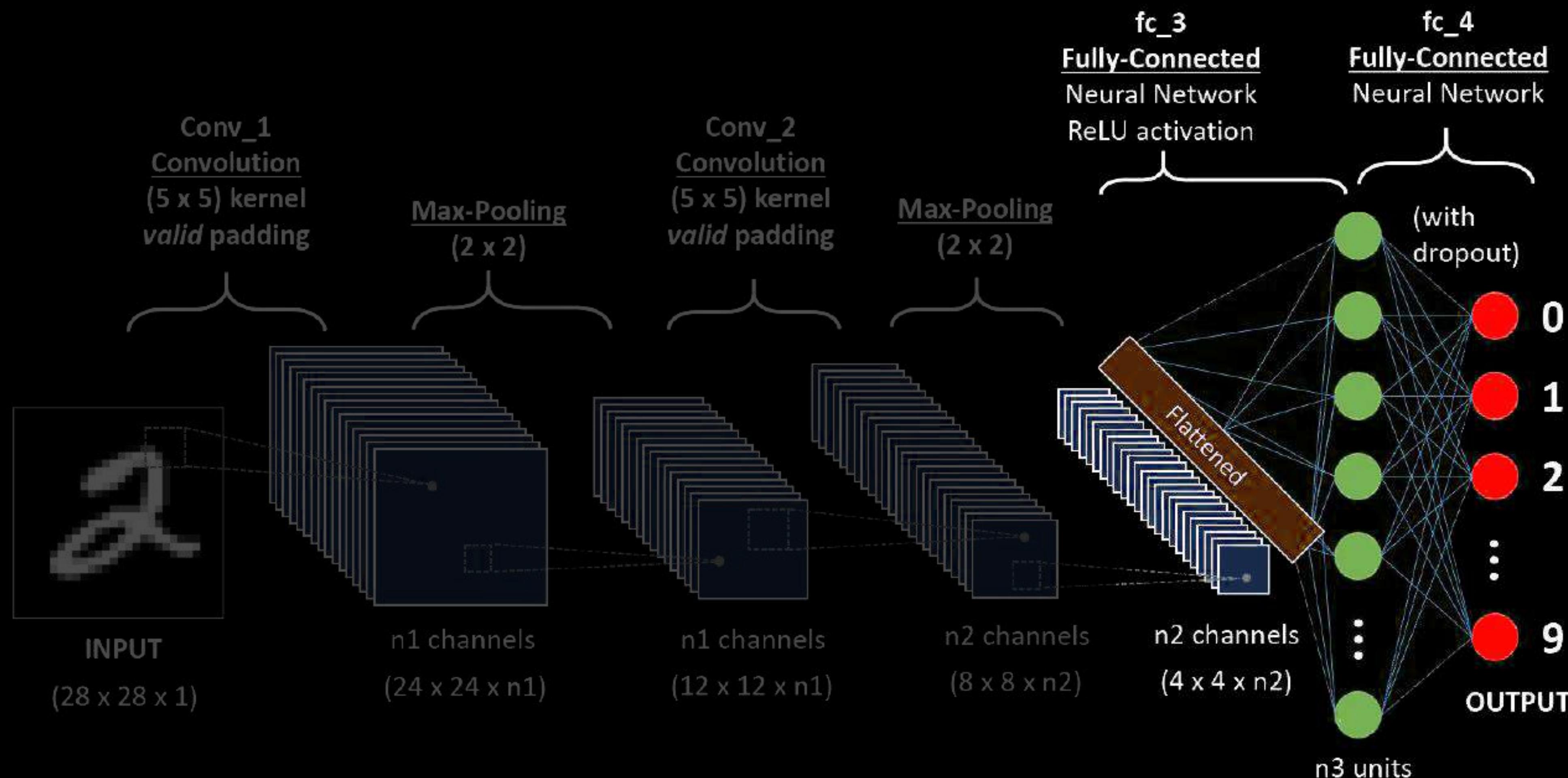
4. Riduzione del rumore

1	4	2	7
2	6	8	5
3	4	0	7
1	2	3	1

6	8
4	7

STYLE TRANSFER

CONVOLUTIONAL NEURAL NETS



FULLY CONNECTED LAYERS

Dopo la catena di ConvLayer e PoolLayer

1. Le Feature estratte vengono schiacciate e date in pasto a dei Fully Connected Layer di attivazione (ReLU, sigmoid, tanh...)

2. i FC sono la porzione di rete che, nell'image recognition, effettua la classificazione

«What we professional liars hope to serve is truth.
I'm afraid the pompous word for that is art»

ELMYR DE HORY

THE NEXT REMBRANDT

CREARE UN NUOVO QUADRO SECOLI DOPO LA MORTE DI UN PITTORE

THE NEXT REMBRANDT

COSTRUZIONE DEL DATASET

1. Analisi della produzione del pittore

2. Identificazione del soggetto

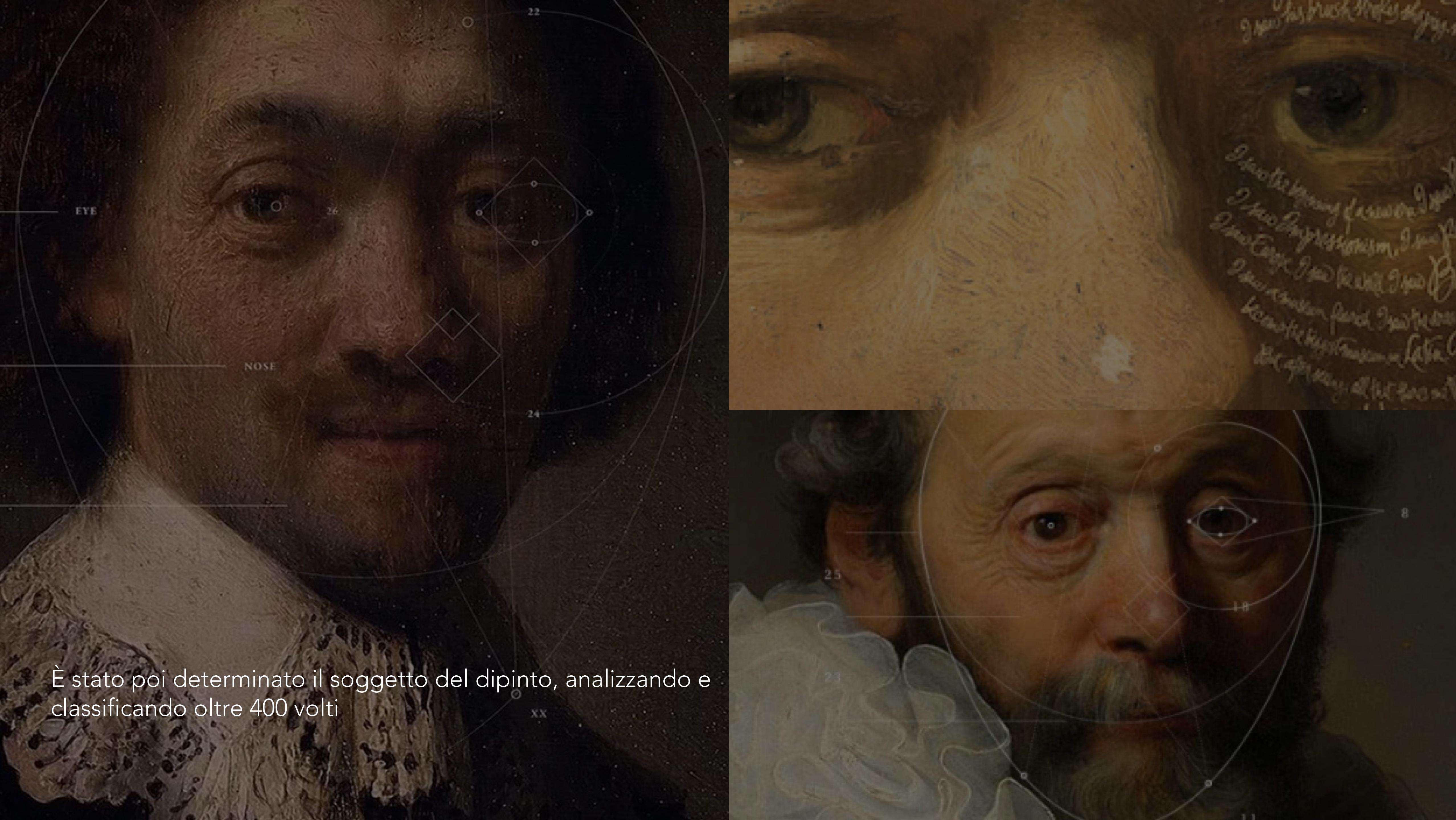
3. Ricostruzione della trama della pittura e delle pennellate





Sono stati estratti oltre 6000 landmarks facciali, in base a rilevanza e ricorrenza.

FACING ANGLE ETHNICITY



È stato poi determinato il soggetto del dipinto, analizzando e classificando oltre 400 volti



E infine è stata costruita una height-map delle pennellate,
della trama della tela e della sovrapposizione dei colori



TRA I 30 E I 40 ANNI, UOMO, VESTITO DI NERO, CON
UNA GORGERA BIANCA, CAPPELLO, BARBA O BAFFI E IL
VISO RIVOLTO VERSO DESTRA



GENERATIVE ADVERSARIAL NETS

LOGICHE COMPETITIVE PER LA CREAZIONE DI CONTENUTI

GANS

ADVERSARIAL TRAINING

1. Immaginiamo di far sfidare un falsario e un critico d'arte
2. Il falsario cercherà di ingannare il critico. Il critico cercherà di identificare i falsi
3. Quando il falsario avrà imparato d ingannare il critico sufficientemente bene, l'addestramento è completo
4. Tutto questo, senza bisogno di ingaggiare artisti o guardie ma con la teoria dei giochi

ADVERSARIAL TRAINING

1. GAN si compone di due elementi distinti:

- generatore
- discriminatore

2. Si fornisce in input un elemento al generatore

3. Il generatore genera un elemento «del dataset»

4. Al discriminatore si fornisce un dataset di esempi e l'elemento generato

5. Il discriminatore prova a discernere tra dataset ed elemento generato

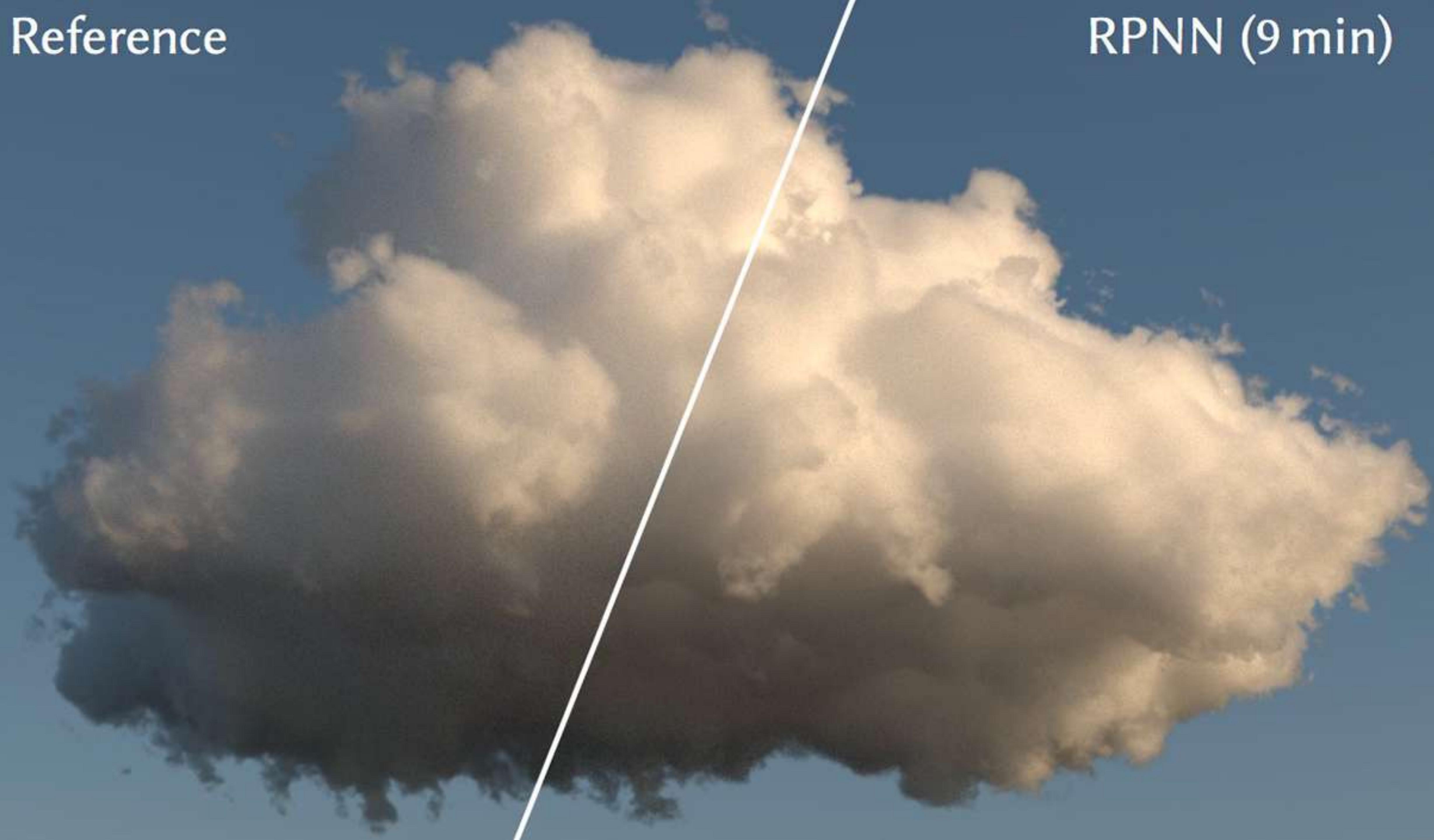
GANS > ADVERSARIAL TRAINING

COMPETIZIONE

1. «adversarial» indica la competizione tra generatore e discriminatore
2. Competizione tramite un gioco a somma nulla (zero-sum game)
3. Se una CNN fa «downscaling» da immagine a vettore...
- 4.... il generatore di una GAN fa «upscaleing» da un vettore di rumore ad un'immagine



Reference



RPNN (9 min)

LATENT SPACE

- Lo «spazio latente» è quello spazio in cui vivono i vettori che attraversano le reti neurali
- Non intelligibile per gli umani, è uno spazio altamente dimensionale dove le fea
- L'interpretabilità dei modelli di Machine Learning si occupa di rendere comprensibile questo spazio

FUSIONIST.AI

- Tipicamente, le immagini vengono generate campionando il latent space
- Si possono implementare operazioni e interpolazioni nel latent space



MUSICA ELETTRONICA



«I happen to think that computers are the most important thing to happen to musicians since the invention of cat-gut which was a long time ago»

ROBERT «BOB» MOOG

MUSICA ELETTRONICA > BREVE STORIA

GLI ALBORI

- Da inizio '900 agli anni '20, nascono i primi strumenti elettronici
- Anni '20 fino agli anni '60, nascono gli studi di registrazione, e la musica elettronica d'avanguardia
- Anni '60: diffusione commerciale dei sintetizzatori, musica minimalista e live elettronica
- Anni '70: il pop si sporca di elettronica, nascono dub e krautrock



MUSICA ELETTRONICA > L'ARRIVO DELLE MACCHINE

KRAFTWERK

- Nascono dall'incontro di 4 musicisti al conservatorio di Düsseldorf sul finire degli anni '60
- Il loro genere è padre del Synth-Pop, della techno e della dance moderna
- Teorizzano l'arrivo dei computer e delle macchine nella composizione e nella creazione di musica
- «Profetizzano» l'arrivo di intelligenza e sentimenti artificiali nella creazione artistica e musicale

MOOGFEST 2017

FLYING LOTUS ● ANIMAL COLLECTIVE ● TALIB KWELI
● SUZANNE CIANI ● MYKKI BLANCO ● DERRICK MAY
● OMAR SOULEYMAN ● 808 STATE ● GOTYE ● JESSY
LANZA ● SIMIAN MOBILE DISCO ● MOOR MOTHER ●
SYRINX ● PRINCESS NOKIA ● FUNCTION ● SURVIVE
● PEANUT BUTTER WOLF ● AVALON EMERSON ●
BEARCAT ● COLLEEN ● CONTAINER ● DJ CHELA ●
DJ LANCE ROCK ● DAVE HARRINGTON ● DEANTONI
PARKS ● DRIFTLESS RECORDINGS ● ELON KATZ ●
ELYSIA CRAMPTON ● GAIKA ● GREG BELSON ● JDH
& DAVE P ● JON GIBSON ● JUBILEE ● K-HAND ● KING
● KILL ALTERS ● LAFAWNDAH ● LARAADI ● LAURIE
SPIEGEL (SCORE) ● LENA WILLIKENS ● LONDON
O'CONNOR ● MALLARME CHAMBER PLAYERS ●
MCQUEEN ADAMS ● MNDSGN ● MARISA ANDERSON
● MARY LATTIMORE ● MICHAEL WINSLOW ●
MUMDANCE ● NICK ZINNER ● NONA HENDRYX ● NOT
WAVING ● NOVELLER ● OCTO OCTA ● PHARMAKON
● PIE FACE GIRLS ● PROFESSOR TOON ● PYE CORNER
AUDIO ● VISIBLE CLOAKS ● RBTS WIN ● RIDDIM
MACKA SOUND SYSTEM ● RVNG INTL ● RUSSELL
E L BUTLER ● RY X ● SILENT SERVANT ● STONES
THROW/LEAVING RECORDS ● SUDAN ARCHIVES ●
SUZI ANALOGUE ● THE CENTER FOR DEEP LISTENING ●
TASHA THE AMAZON ● THE HAXAN CLOAK ● VHVL ●
WOLF EYES ● ZENSOFLY ●

THE
FUTURE
OF
SOUND

MICHAEL STIPE ● DR. KATE SHAW ● JOE DAVIS ● ATLAS @ CERN
● ADAM ROGERS ● ALEXANDER LERCH ● ALISSA DERUBEIS ●
ANIMAL COLLECTIVE ● ANDY CAVATORTA ● BERKLEE COLLEGE
OF MUSIC ● CHARLIE GERSBACH ● CHRIS IANUZZI ● CHURCH
OF SPACE ● COLLEEN ● CONTAINER ● DAVE ROSSUM ● DAVE
SMITH ● DJ LANCE ROCK ● DR. TIMOTHY HSU ● DEANTONI
PARKS ● DERRICK MAY ● DUKE UNIVERSITY ● ELON KATZ ●
ELYSIA CRAMPTON ● FELISHA LEDESMA ● FLATSITTER ● FOUND
SOUND NATION ● GERHARD BEHLES ● GIL WEINBERG ● GAIKA
● GAN GOLAN ● GEORGIA TECH ● GOLDSMITHS UNIVERSITY OF
LONDON ● GREG BELSON ● HALSEY BURGUND ● JASON EVANS
GROTH ● JASON FREEMAN ● JOE ZIBKOW ● JULIA KAGANSKIY
● K-HAND ● KATHERINE HAYLES ● KING ● LARS LARSEN ●
LAUREN DI MONTE ● LAFAWNDAH ● LARAADI ● MAGENTA BY
GOOGLE BRAIN ● MARC FLEURY ● MARK KATZ ● MARK KRUSE
● MICHAEL CLAMANN ● MICHAEL BIERYLO ● MICK GRIERSON
● MIGUEL NICOLELIS ● MNDSGN ● MARISA ANDERSON ● MARY
LATTIMORE ● MCQUEEN ADAMS ● METROPOLARITY ● MICHAEL
WINSLOW ● MIT MEDIA LAB ● MIT OPEN DOC LAB ● NANNY
CANTALOUPE ● NEW INC ● NCSU LIBRARIES ● NICK ZINNER ●
OCTO OCTA ● PUBLIC SCIENCE (FRANCIS TSENG & FEI LIU OF
NEW INC) ● PEANUT BUTTER WOLF ● PHARMAKON ● PRINCESS
NOKIA ● REBECCA FIEBRINK ● RON MORRISON ● RUSSELL E.
L. BUTLER ● RICHARD BOULANGER ● RY X ● RYAN SHAW ●
SCOTT METCALFE ● STEPHANIE DINKINS ● STEVE GOLDFARB ●
SIMIAN MOBILE DISCO ● SUDAN ARCHIVES ● KYLE DIXON AND
MICHAEL STEIN OF SURVIVE ● SUZI ANALOGUE ● SYNTH
LIBRARY ● SYRINX ● TAEYOON CHOI ● TOM RICHARDS ● THE
AFROFUTURIST AFFAIR ● THE HAXAN CLOAK ● UNC ● VHVL
● VIRGINIA TECH ICAT ● VISIBLE CLOAKS ● VIVAN THI TANG ●
WALT GURLEY ● WOLF EYES ● ZOLTAN ISTVAN ●

MUSICA ELETTRONICA

MAGENTA

- Progetto di Google Brain per la creazione artistica e la costruzione di una community di artisti della AI
- Ci interessiamo della parte di generazione musicale
- Basato su reti neurali ricorrenti che hanno imparato sia a generare una melodia che a generare un suono
- fase 1: basandosi sulla sequenza di note precedenti, generare la successiva
- fase 2: una volta determinata la nota, generare il suono con cui verrà prodotta

MUSICA ELETTRONICA > MAGENTA > RNN

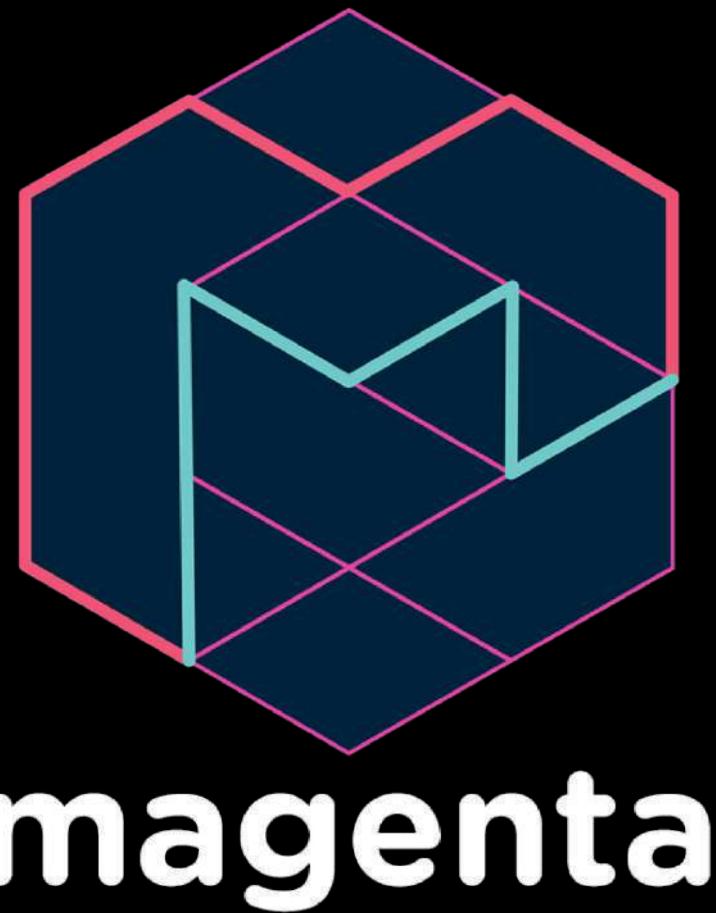
RECURRENT NEURAL NETWORKS

- Reti neurali tradizionali sono feedforward puro
- RNN Introducono un meccanismo di feedback
- Sono in grado di gestire eventi con dipendenza temporale
- Usano la «memoria» del passato per interpretare il presente / predire il futuro
- Quando si genera una nota, come quando si dice una parola, è fondamentale tenere in considerazione il passato

MUSICA ELETTRONICA > MAGENTA > RNN

PERFORMANCE RNN

- Rete Neurale Ricorrente basata su LSTM che permette di generare musica polifonica
- Performance RNN permette di gestire oltre alla melodia anche il timing e la dinamica
- La generazione di melodia è basata su yamaha e-piano competition dataset, circa 1400 performance di pianisti
- Integrata nel magenta neural synth, dispositivo hardware per la produzione musicale



MUSICA ELETTRONICA

NO MAN'S SKY

- Videogioco sull'esplorazione planetaria del 2016
- Il giocatore passa da un pianeta all'altro interagendo con l'ambiente e le creature che lo abitano
- In base al tipo di interazione, aggressiva o pacifica, costruttiva o distruttiva con alcuni elementi dei pianeti il gioco evolve
- Il successivo pianeta che ci si troverà ad esplorare verrà generato in modo deterministico con PRNG



MUSICA ELETTRONICA > NO MAN'S SKY

MUSIC FOR AN INFINITE UNIVERSE

- La colonna sonora è stata curata dai 65daysofstatic
- Oltre ad una serie di brani, sono presenti numerosissimi «soundscapes»
- Queste composizioni vengono assemblate da degli algoritmi per creare atmosfere tese, rilassate, concitate o minacciose



MUSICA ELETTRONICA > NO MAN'S SKY

MUSIC FOR AN INFINITE UNIVERSE

- Loop, texture e sample che compongono i soundscape vengono assemblati da *Pulse*
- *Pulse* genera contestualmente alla conformazione del terreno e alle minacce circostanti il giocatore
- Uno strumento analogo chiamato *VocAlien* genera i versi delle creature che abitano i pianeti

«I find it so amazing when people tell me that electronic music has no soul. You can't blame the computer.

If there's no soul in the music, it's because nobody put it there»

BJÖRK

CONCLUSIONI

NON SPRECHIAMO UN'OCCASIONE

- Un pennello da solo non dipinge, un pianoforte da solo non suona (quasi mai)
- Nelle mani di artisti e creativi sono strumenti di espressione potentissimi
- È una rivoluzione nella creatività, sta a noi decidere se abbracciarla oppure no



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

LUCA.CARCANO@GMAIL.COM

LINKEDIN.COM/LUCARC



QUESTIONS AND ANSWERS



ANNEX

PLAYLIST

- Cercando su Spotify

«The Art Of Machine Learning» trovate una playlist con qualche brano per ciascuno degli artisti e dei progetti di cui abbiamo parlato



ANNEX

ALCUNI RIFERIMENTI

- A NEURAL ALGORITHM OF ARTISTIC STYLE, Leon A. Gatys et al.
<https://arxiv.org/abs/1508.06576v2>
- The Next Rembrandt, TU Delft, ING, Microsoft, Mauritshuis
<https://www.nextrembrandt.com/>
- CNN
[comprehensive guide to CNN](#)
[intuitive explanation of CNN](#)
- Generative Adversarial Networks, Ian goodfellow et al.
<https://arxiv.org/abs/1406.2661>
- Understanding GAN
[understanding GAN](#)
- FUSIONIST AI, Mauro Martino
[GANocracy](#)
- Magenta TF
<https://magenta.tensorflow.org/>