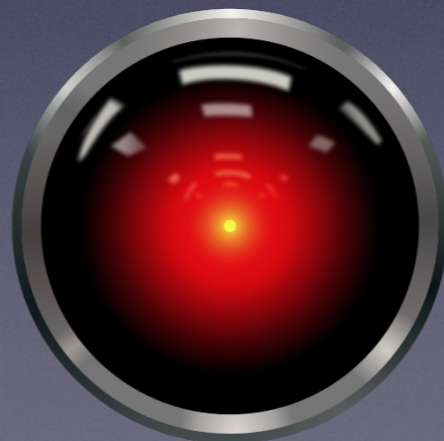


IN550 – Machine Learning

Presentazione del corso

Prof. Vincenzo Bonifaci
Università degli Studi Roma Tre



Contatti ed orari

- Email: vincenzo.bonifaci@uniroma3.it
- Web: <http://ricerca.mat.uniroma3.it/users/vbonifaci/>
- Ricevimento: Mercoledì 14-15
- Lezioni:
 - Martedì 16-18 [Lab. Inf.]
 - Giovedì 16-18 [Aula A]
- Esercitazioni / Recupero lezioni:
 - Martedì 18-19 [Lab. Inf.]

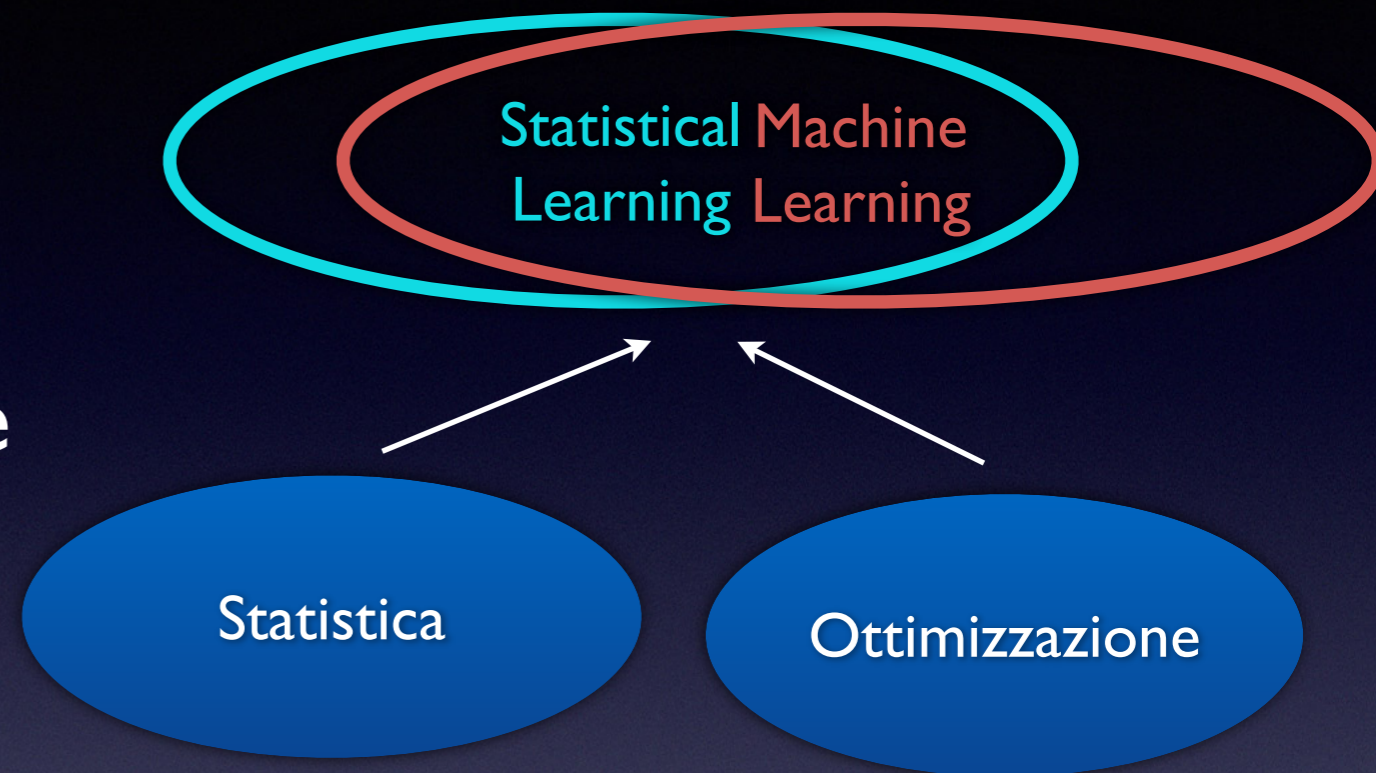
Introduzione al Machine Learning

Cosa studia il Machine Learning

Progetto e analisi di metodi computazionali che migliorano
automaticamente attraverso l'*esperienza*

I pilastri del Machine Learning

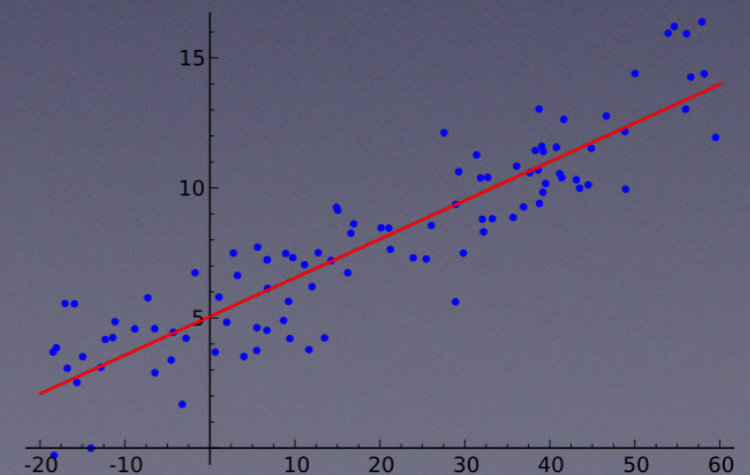
- Statistica computazionale
- Ottimizzazione matematica



machine learning. *Branca dell'Intelligenza Artificiale che si occupa dello sviluppo di algoritmi e tecniche finalizzate all'apprendimento automatico mediante la statistica computazionale e l'ottimizzazione matematica. (Vocabolario Treccani)*

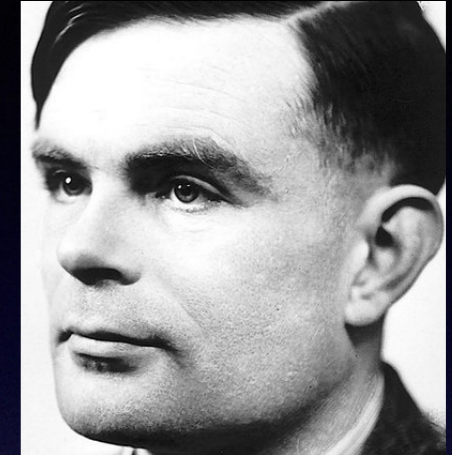
Gli albori della statistica computazionale: problemi di geodesia e astronomia

- P. Laplace, 1789: stima dell'eccentricità terrestre
Criterio delle minime deviazioni assolute
- A. Legendre, 1805: misura di archi di meridiani
Metodo dei minimi quadrati
- C.-F. Gauss, 1809: orbite planetarie
Distribuzioni gaussiane



L'idea del Machine Learning

- Alan Turing, 1947



"What we want is *a machine that can learn from experience*. The possibility of letting the machine alter its own instructions provides the mechanism for this"

"We could arrange that it [the machine] gives *occasional wrong answers*"

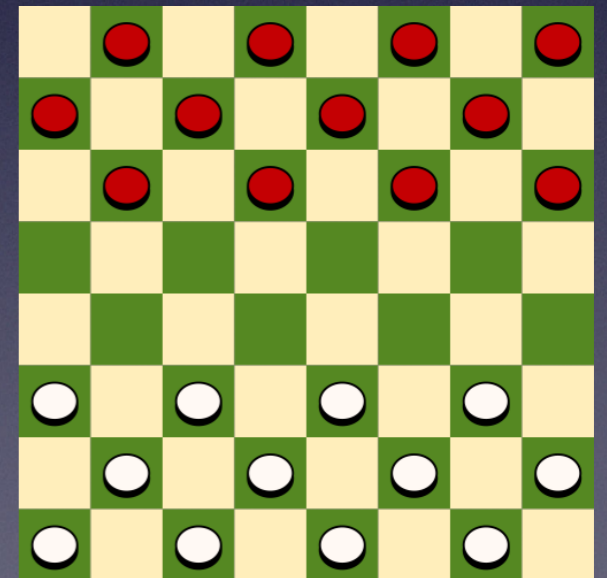
"The machine must be allowed to have contact with human beings in order that it may adapt itself to their standards"

Un primo programma che apprende

- Arthur Samuel, 1952
 - termine *machine learning*
 - primo programma che apprende (a giocare a dama)

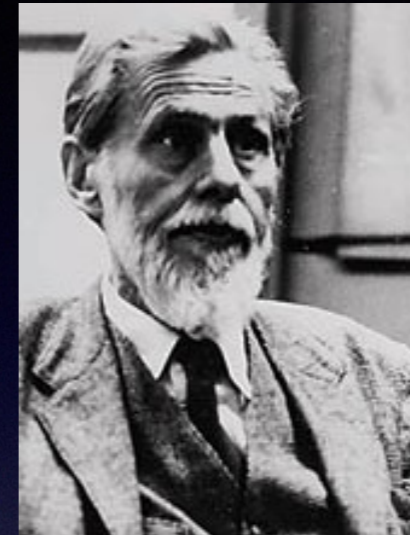


Esempio di *apprendimento per rinforzo*

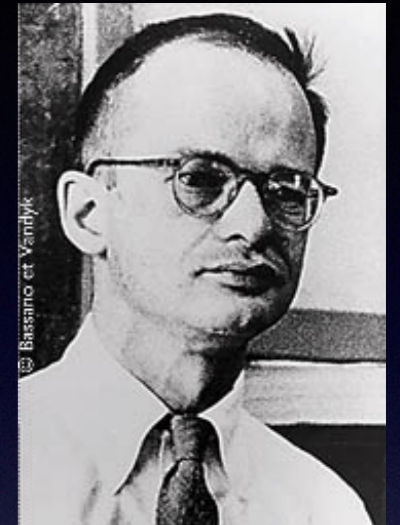


Il neurone artificiale

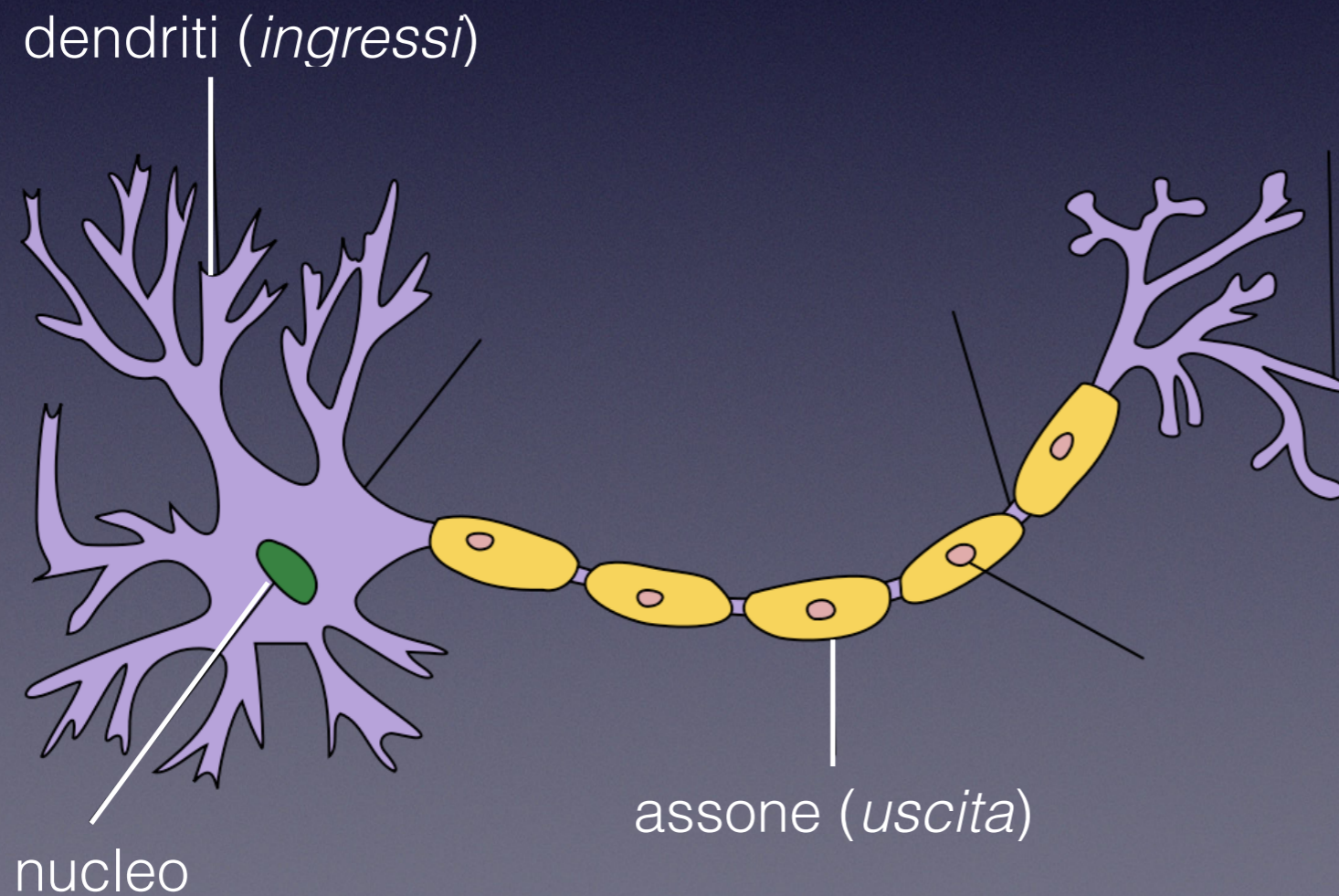
- W. McCulloch, W. Pitts, 1943



W. McCulloch

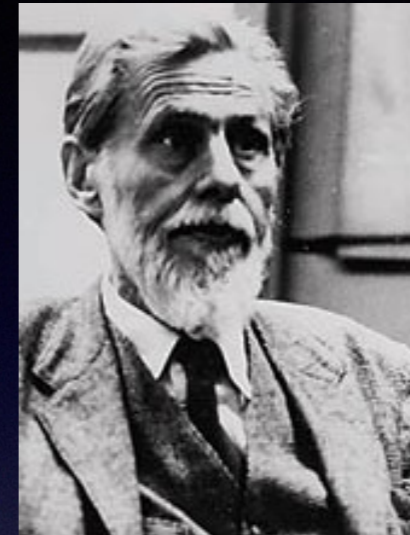


W. Pitts

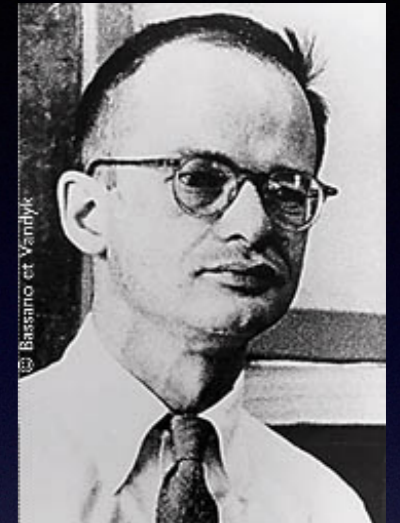


Il neurone artificiale

- W. McCulloch, W. Pitts, 1943



W. McCulloch

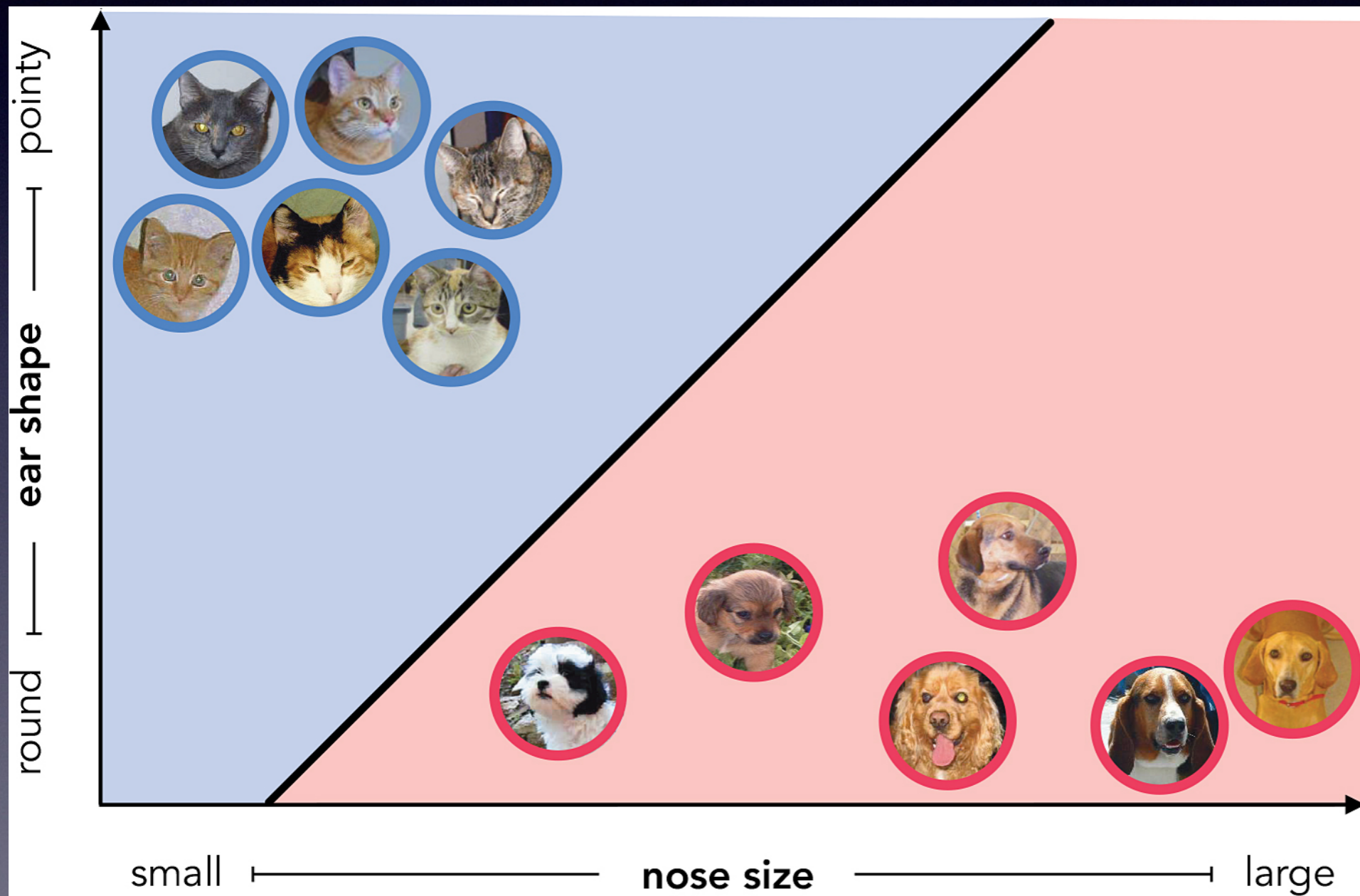
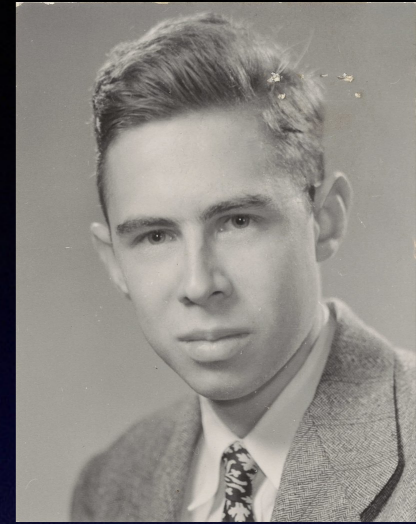


W. Pitts



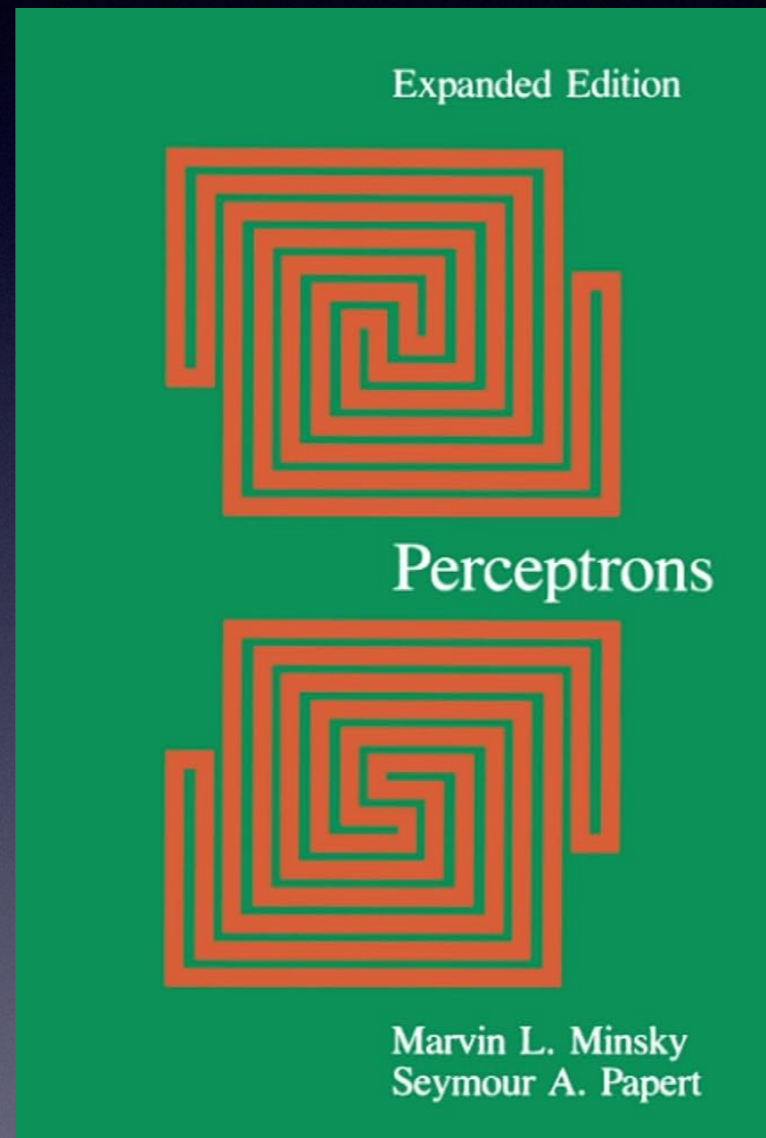
Il percettrone

- F. Rosenblatt, 1957



L'inverno dell'Intelligenza Artificiale

- M. Minsky, S. Papert, 1969



Limiti intrinseci del percettrone di Rosenblatt

Limiti dei neuroni artificiali

- Il singolo neurone artificiale è computazionalmente limitato.
Ad esempio:

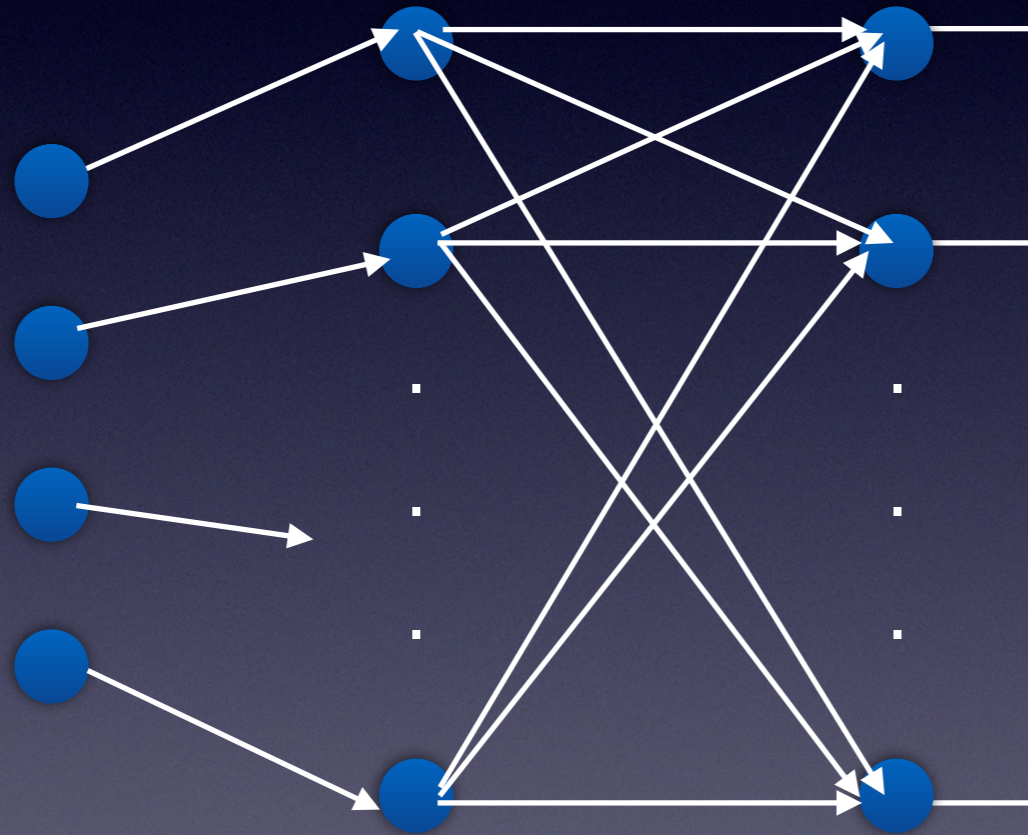
Un singolo neurone non può distinguere tra un numero di ingressi attivi pari, e un numero di ingressi attivi dispari

- La connessione in rete di più unità è fondamentale
(*connessionismo*)

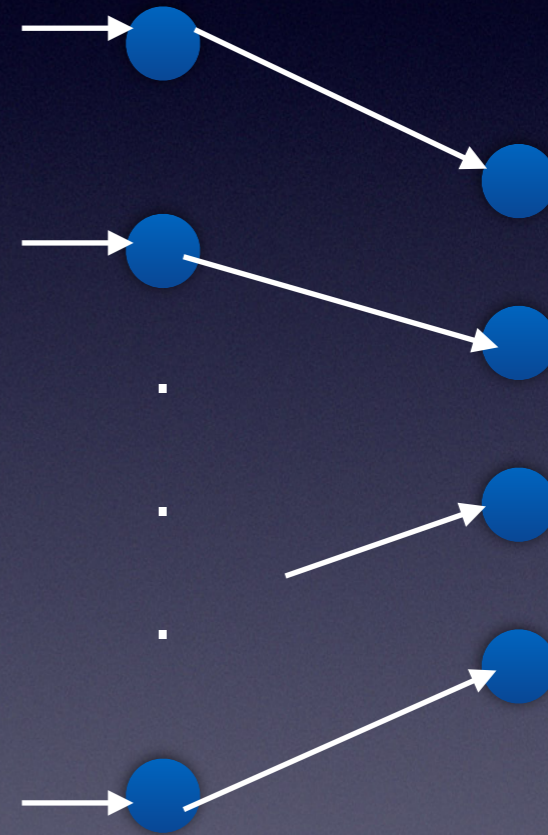
Reti neurali multi-strato

strati "nascosti"

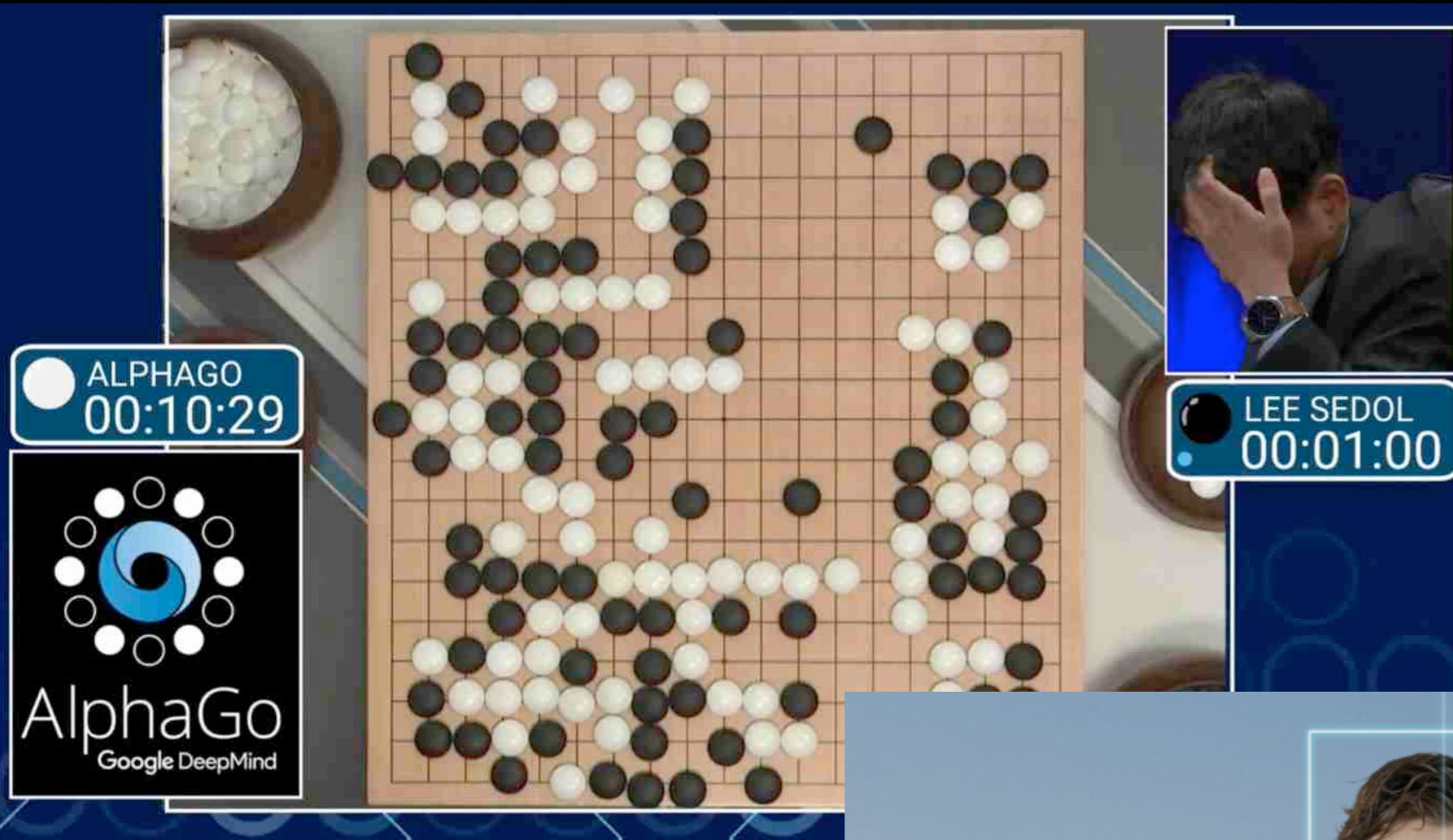
strato di
ingresso



strato di
uscita



Successi del Machine Learning moderno (2009–)



Google *AlphaGo*

Riconoscimento facciale
Facebook



I motivi del decollo

1. Disponibilità di *big data*
2. Risorse di calcolo massicce
3. Nuovi algoritmi e modelli

Applicazioni del Machine Learning

- Riconoscimento di messaggi email spam



Applicazioni del Machine Learning

- Riconoscimento ottico di caratteri

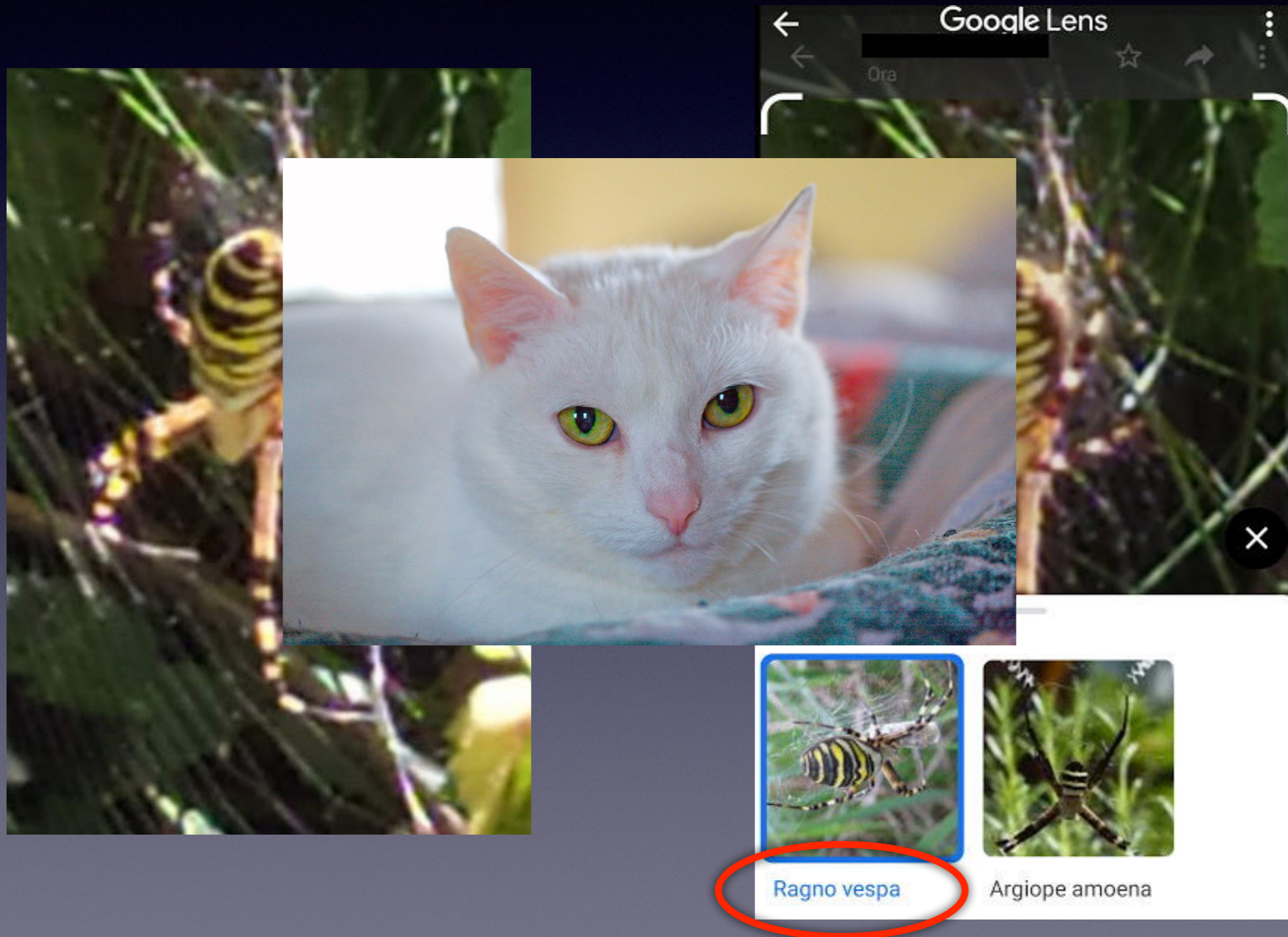


80322-4129 80206
40004 14310



Applicazioni del Machine Learning

- Ricerca per immagini



Applicazioni del Machine Learning

- Riconoscimento facciale



Applicazioni del Machine Learning

- Riconoscimento del parlato
- Assistenti virtuali: Siri, Alexa, Bing, Google Assistant...



Applicazioni del Machine Learning

- Suggerimento di prodotti (*recommender systems*)
- Estrazione di opinioni (*sentiment analysis*)

prime Film che potrebbero piacerti



"Manca una vera trama e gli elementi sono noiosi e ripetitivi.
Una non storia di un autore troppo sopravvalutato."

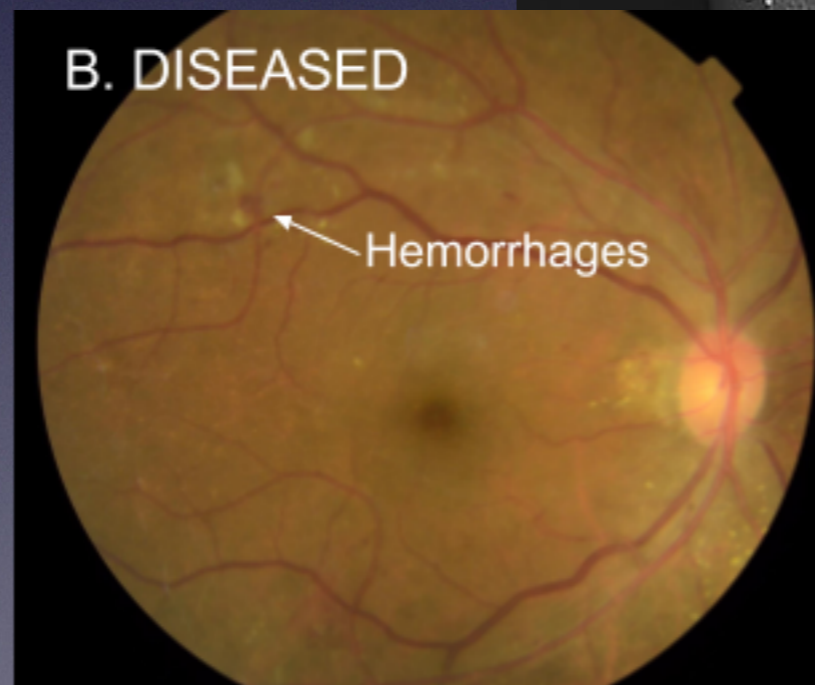
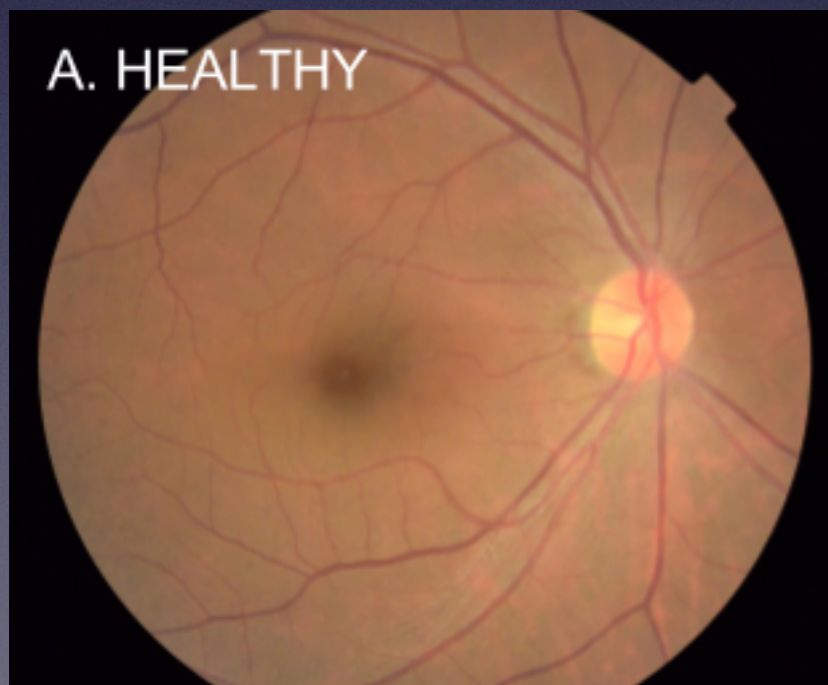
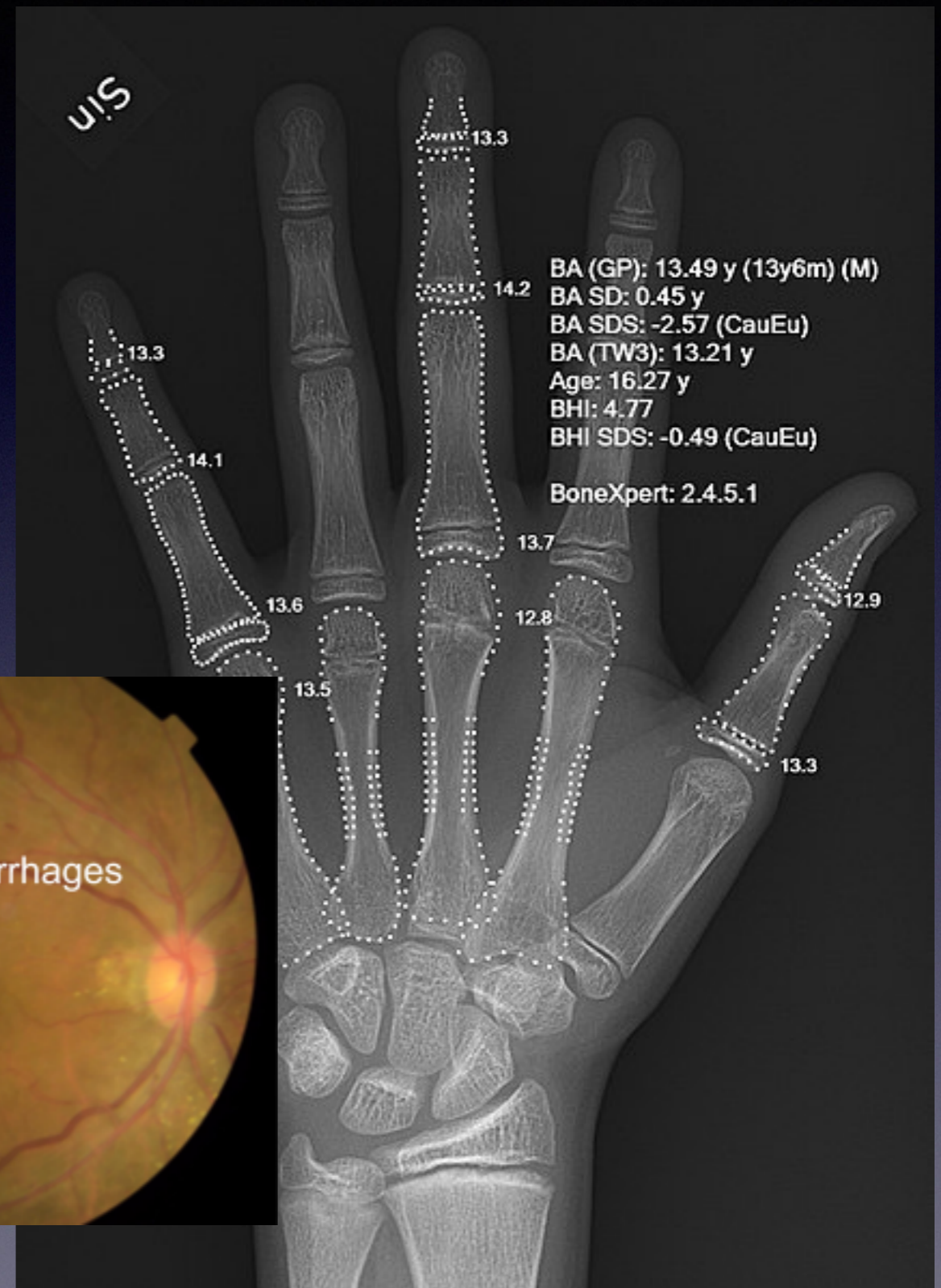


"Molto bello da leggere tutto d'un fiato per la ricostruzione storica,
la leggerezza del racconto e la profondità della storia. Consigliato!"



Applicazioni del Machine Learning

- Diagnostica medica assistita dal calcolatore
- Progetto di nuovi farmaci



Applicazioni del Machine Learning

- Sintesi di immagini, suoni, o altre forme di dati



Applicazioni del Machine Learning

- Sintesi di immagini, suoni, o altre forme di dati



Contenu

+



Stile



Applicazioni del Machine Learning

- Sintesi di immagini, suoni, o altre forme di dati

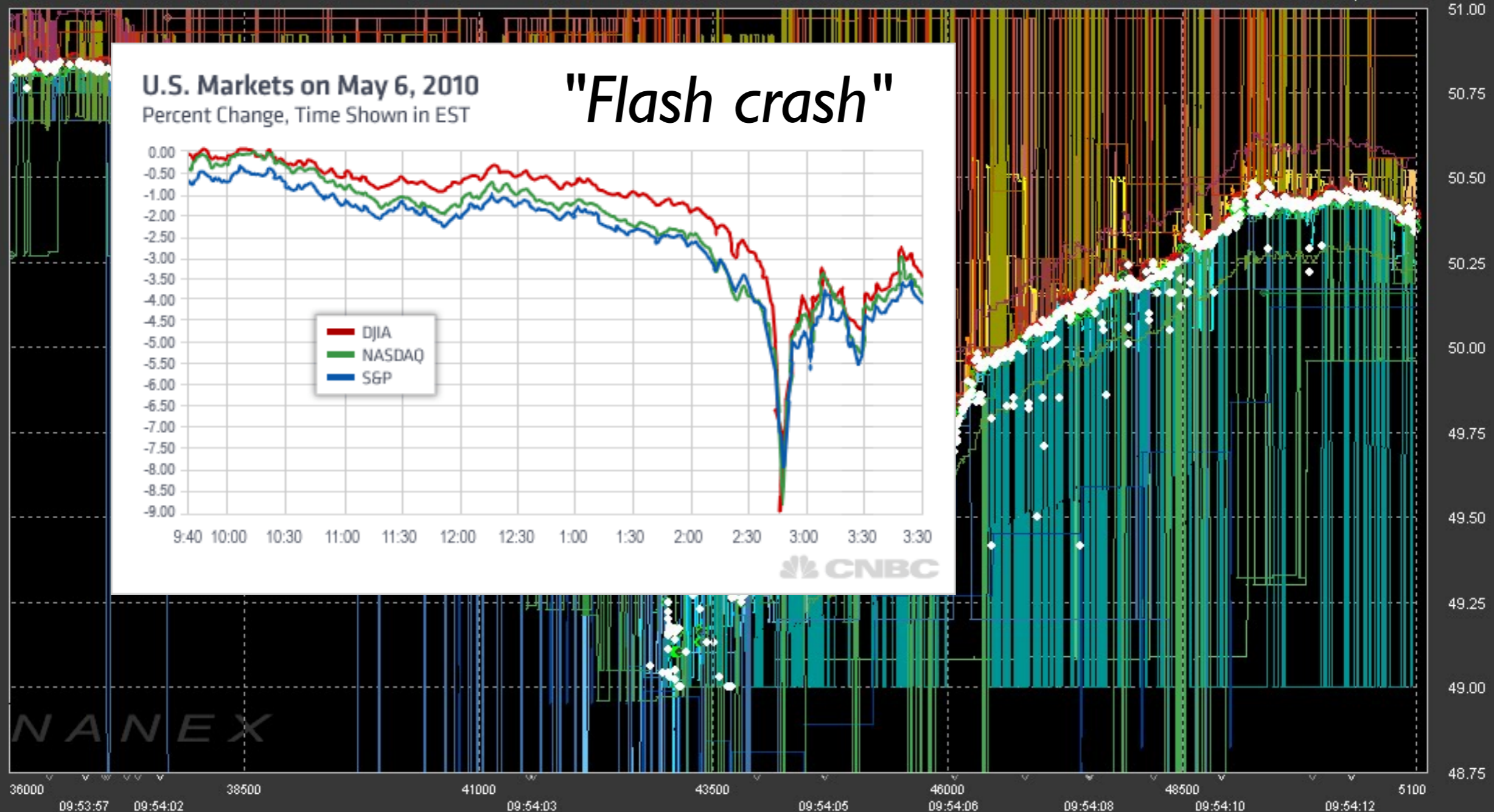


Applicazioni del Machine Learning

- *High-frequency trading*

Prices for eQCOM on 08/05/2011

QTSequencer G3



Applicazioni del Machine Learning

- Veicoli a guida "autonoma"



23/3/2018: Incidente mortale Tesla Model X

"This tragic crash clearly demonstrates the limitations of advanced driver assistance systems available to consumers today"

– US National Transportation Safety Board Chair

Programma sintetico del corso

1. Il problema dell'apprendimento supervisionato
2. Algoritmi di ottimizzazione continua
3. Metodi di regressione
4. Metodi di classificazione
5. Combinazione di esperti
6. Apprendimento non supervisionato
7. Implementazioni ed esempi in Python

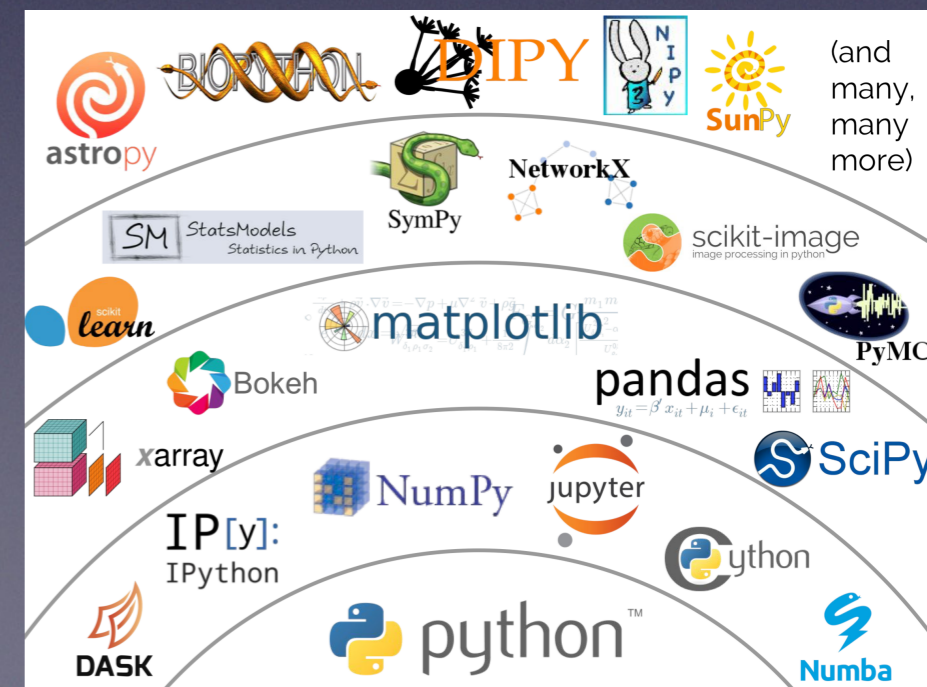
Esempi pratici di ML

Costruiremo modelli che sapranno automaticamente:

- Riconoscere immagini di cifre decimali scritte a mano
 - Classificare tipi di vino in base a caratteristiche chimiche quali alcolicità e acidità
 - Capire se una recensione di un prodotto è positiva o meno
 - Capire se una foto raffigura un gatto oppure no
- e altro ancora

Esercitazioni e software utilizzato

- Python 3 (distribuzione Anaconda)
- Librerie Python numeriche e statistiche:
 - NumPy
 - Pandas
- Librerie Python dedicate al Machine Learning:
 - SciKit-Learn
 - TensorFlow



Il Machine Learning moderno: altri aspetti

Aspetti che non potremo approfondire:

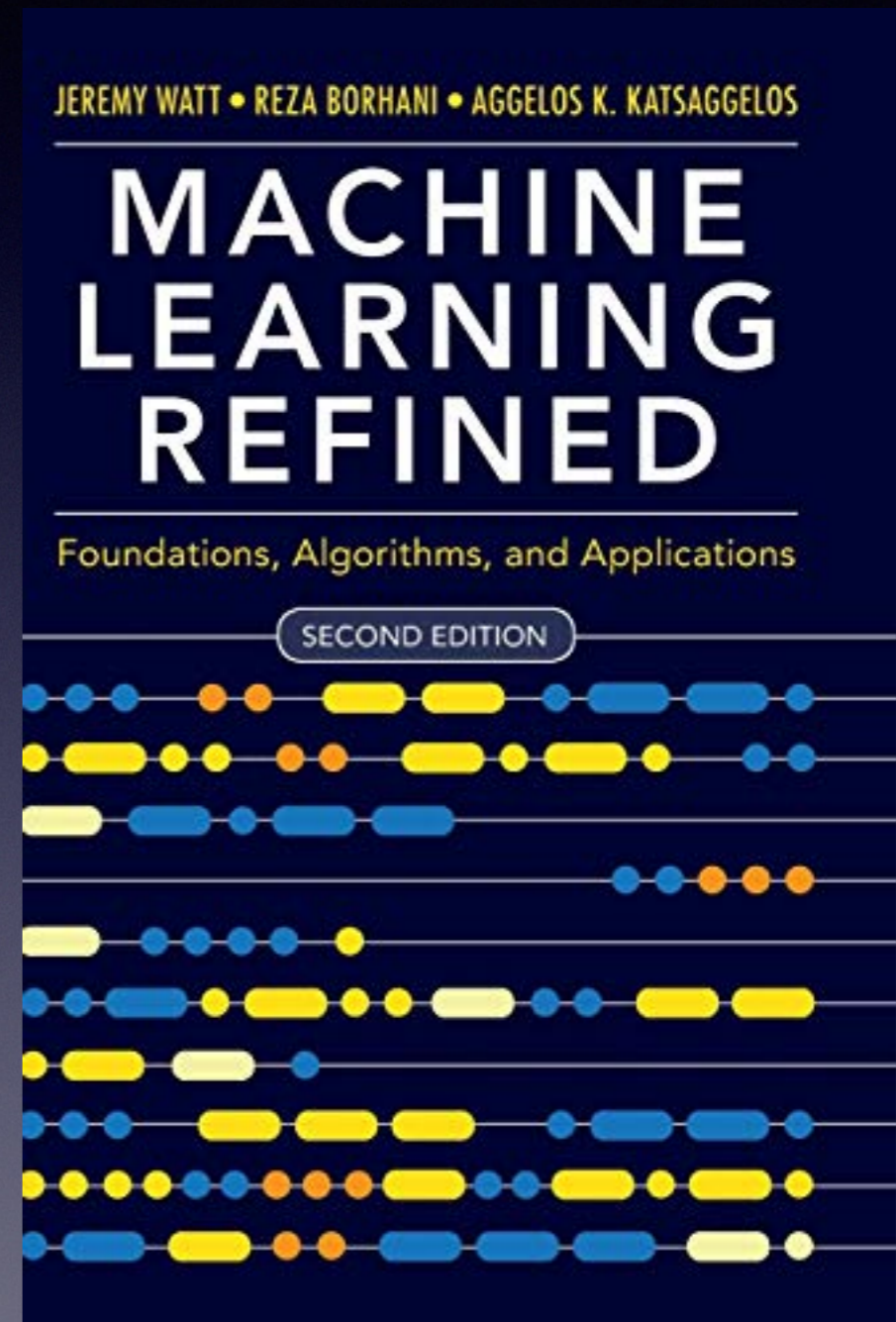
- Apprendimento per rinforzo
- Limiti teorici dei metodi di Machine Learning
- *Equità e trasparenza* dei metodi di apprendimento

Prerequisiti

- Familiarità con l'algebra lineare e l'analisi matematica
- Familiarità con la teoria della probabilità
- Parte pratica:
Familiarità con la programmazione in Python
(programma di IN400)

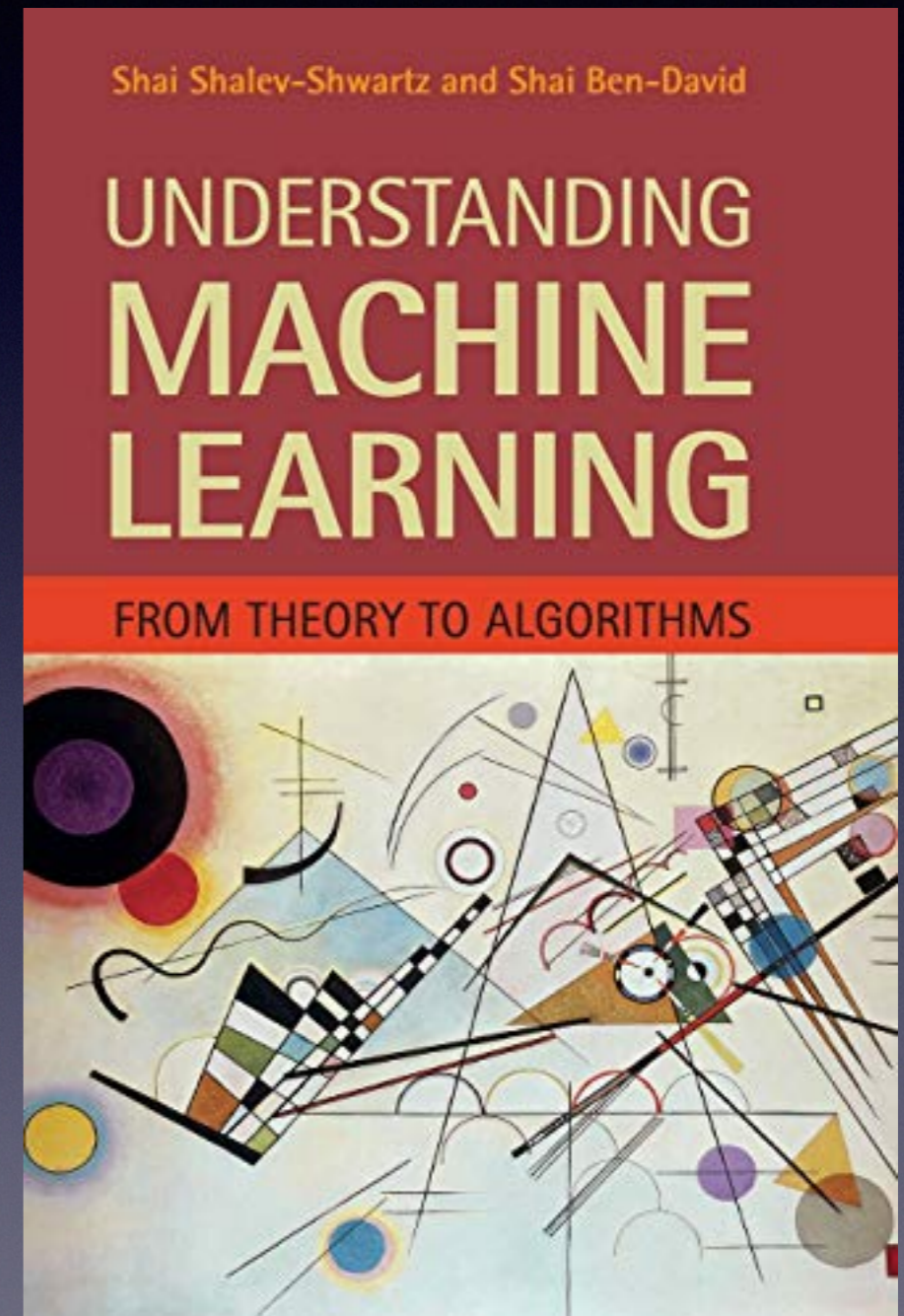
Testo consigliato

- J. Watt, R. Borhani, A. Katsaggelos
Machine Learning Refined
Cambridge University Press, 2020 (2^a ediz.)
- Dataset ed esercizi disponibili online



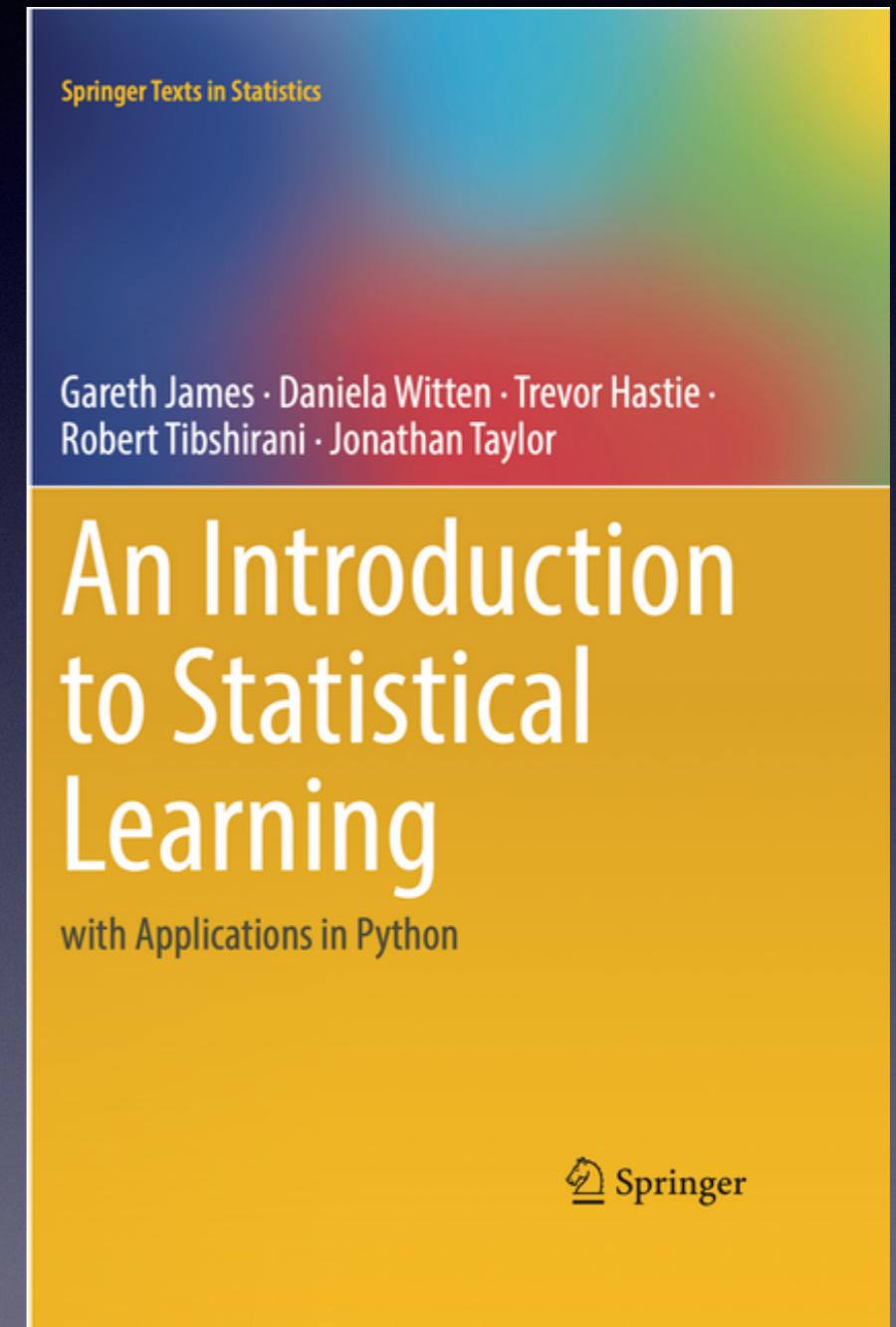
Altri testi di riferimento

- S. Shalev-Shwartz,
S. Ben-David,
Understanding Machine Learning
Cambridge University
Press, 2014
- [Disponibile online](#)



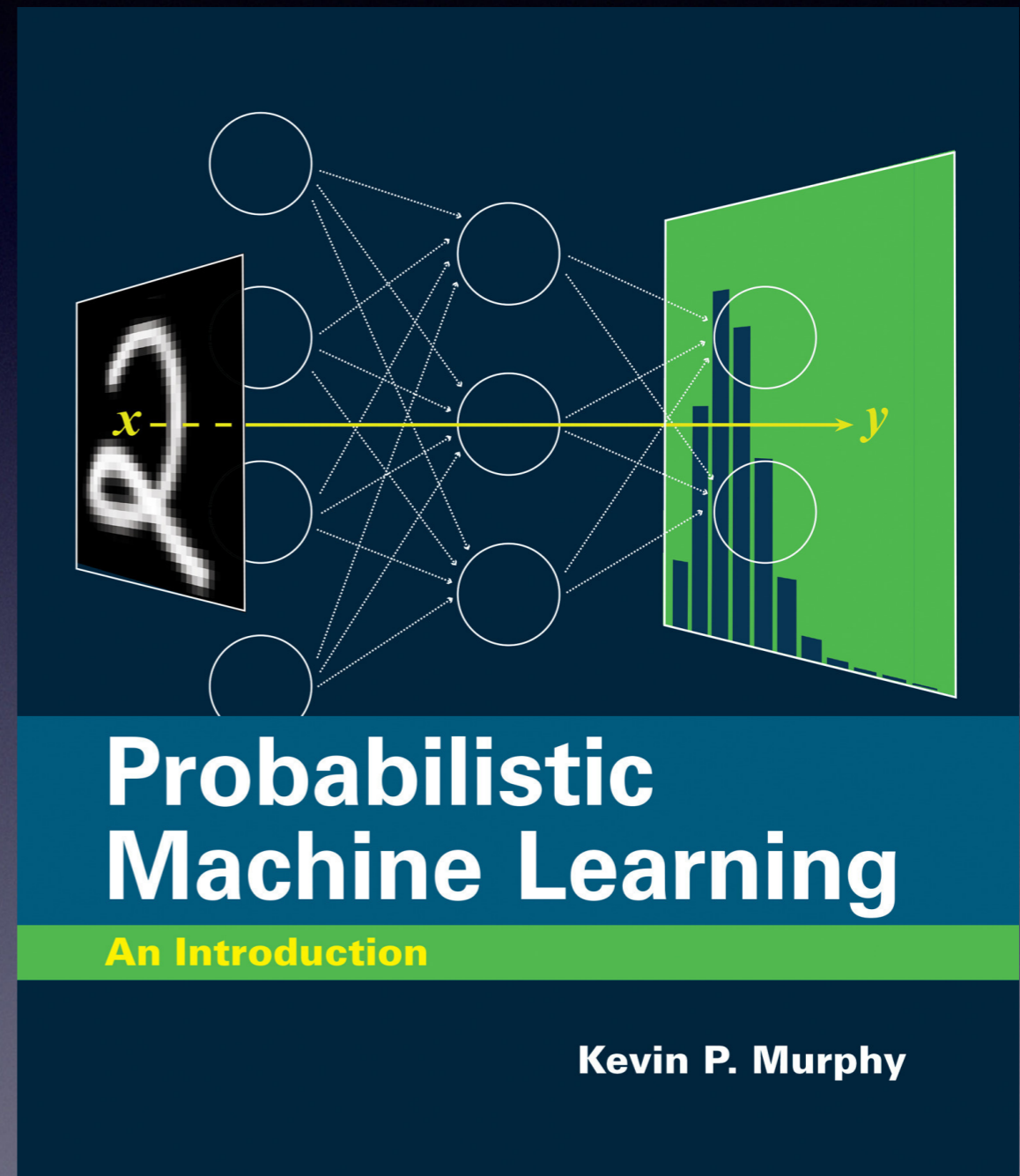
Altri testi di riferimento

- G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, J. Taylor
An Introduction to Statistical Learning
Springer, 2023
- Disponibile online



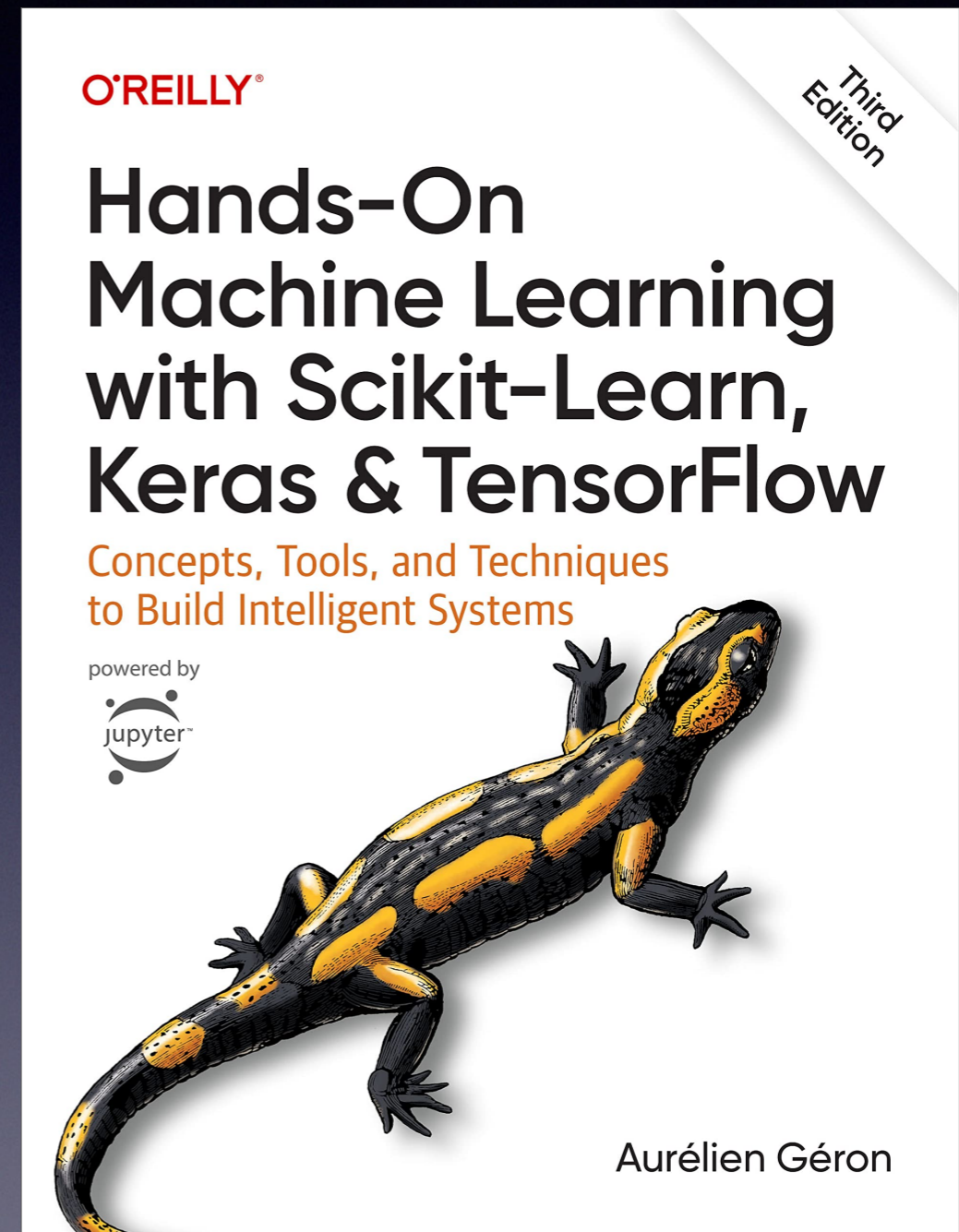
Altri testi di riferimento

- K.P. Murphy,
Probabilistic Machine Learning: An introduction
MIT Press, 2022
- Disponibile online



Altri testi di riferimento

- A. Géron,
Hands-On Machine Learning with SciKit-Learn, Keras, and Tensorflow
Springer, 2022
(3^a ediz.)
- Jupyter notebook
disponibili online



Modalità di esame

- Elementi della valutazione:
 - Quiz Teams di autovalutazione (0% ma obbligatori)
 - Progetto software individuale (40%)
 - Prova orale (60%)
- Il voto è unico e viene assegnato al colloquio finale

Riferimenti della lezione

- Stigler, SM. Gauss and the Invention of Least Squares. *Annals of Statistics*. 1981;9(3):465–474
- Turing, AM. Lecture to the London Mathematical Society on 20 February 1947
- Samuel, AL. Some Studies in Machine Learning using the Game of Checkers. *IBM Journal*. 1959;3(3)
- McCulloch, WS, Pitts, W. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bullettin of Mathematical Biophysics*. 1943;5:115–133
- Rosenblatt, F. The Perceptron: A Perceiving and Recognizing Automaton. 1957, Cornell Aeronautical Laboratory Report N. 85-460-1
- Minsky, M, Papert, S. Perceptrons: An Essay in Computational Geometry. 1969, MIT Press

Riferimenti (segue)

- Silver, D, et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*. 2016;529:484–489
- Taigman, Y, et al. DeepFace: Closing the Gap to Human-Level Performance in Face Verification. In Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2014:1701–1708
- Bogoni, D. Meccanizzazione: un antico sogno per accelerare il servizio postale. In *Storie di Posta*. 2001, Accademia Italiana di Filatelia e Storia Postale
- LeCun, Y., et al. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition. *Neural Computation*. 1989;1(4):541–551
- Knous, M, Hedtke, J, Hofmann, C. Protecting Your Privacy and Blocking Spam in Thunderbird. In *Firefox and Thunderbird Garage*. 2005, Pearson
- Bell, RM, Koren, Y, Volinsky, C. The BellKor solution to the Netflix Prize. 2007, AT&T Labs
- Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA*. 2016;316(22):2402–2410

Riferimenti (segue)

- Thodberg HH, Kreiborg S, Juul A, Pedersen KD. The BoneXpert method for automated determination of skeletal maturity. *IEEE Trans Med Imaging*. 2009;28(1):52–66
- Berberi, L. Il riconoscimento facciale negli aeroporti: come e dove funziona. *Corriere della Sera*, 24 Luglio 2018
- Iizuka, S, Simo-Serra, E, Ishikawa, H. Let there be Color!: Joint End-to-end Learning of Global and Local Image Priors for Automatic Image Colorization with Simultaneous Classification. *ACM Trans Graphics*. 2016:110
- Gatys, LA, Ecker, AS, Bethge, M. Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks. In Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016:2414–2423
- Karras, T, et al. Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation. In Proc. Int. Conf on Learning Representations (ICLR). 2018

Riferimenti (segue)

- Wu, Z, Lim, SN, Davis, L, Goldstein, T. Making an Invisibility Cloak: Real World Adversarial Attacks on Object Detectors. In proc. ECCV 2020
- Denning, PJ, Denning, DE. Dilemmas of Artificial Intelligence. *Communications of the ACM*. 2020;63(3):22–24
- Canellas, M, Haga, R. Unsafe at Any Level. *Communications of the ACM*. 2020;63(3):25–34
- Ferrara, E, et al. The Rise of Social Bots. *Communications of the ACM*. 2016;59(7):96–104
- Satter, R. Experts: Spy used AI-generated face to connect with targets. Associated Press News, 2019
- Test your ability to tell a real face from a fake one at: www.whichfaceisreal.com