

Machine Learning

*Università Roma Tre
Dipartimento di Ingegneria
Anno Accademico 2021 - 2022*

Introduzione al Machine Learning

INTRODUZIONE AL MACHINE LEARNING

- Intuitivamente, un sistema è in grado di apprendere se, attraverso la sua attività, è in grado di migliorare le proprie prestazioni.
- Nell'IA, il miglioramento delle prestazioni coincide in generale con l'acquisizione di nuove conoscenze.

INTRODUZIONE AL MACHINE LEARNING

Qualsiasi cambiamento in un sistema che gli permetta di avere prestazioni migliori la seconda volta, nella ripetizione dello stesso compito o di un altro compito tratto dalla stessa popolazione.

(Simon, 1984)

INTRODUZIONE AL MACHINE LEARNING

A computer program is said to learn from experience **E** with respect to some class of tasks **T** and performance measure **P**, if its performance at tasks in **T**, as measured by **P**, **improves with experience E**.

(Mitchell, 1997)

DEFINIZIONI

- **Task T:** obiettivo del sistema
 - Giocare a dama
 - Guidare un autoveicolo
 - Riconoscere parole pronunciate
- **Experience E:** Insieme di addestramento dal quale apprendere
 - Partite giocate
 - Percorsi
 -
- **Performance measure P:** misura della capacità di eseguire il task
 - Numero di partite vinte
 - Numero di parole classificate correttamente

INTRODUZIONE AL MACHINE LEARNING

- Un elemento fondamentale dell'apprendimento è la capacità di valutare le proprie prestazioni, o almeno di accettare una valutazione dall'esterno.
- Senza una valutazione, infatti, non sarebbe possibile parlare di miglioramento.
- A sua volta, la valutazione delle prestazioni richiede la capacità di accettare un certo tipo di informazioni dall'ambiente esterno.

PROGETTI RILEVANTI NELLO SVILUPPO DEL MACHINE LEARNING

- 1989: Guida autoveicolo - ALVINN system (Pomerlau, 1989)
- 1995: Classificazione nuove strutture astronomiche - NASA: classificazione oggetti celesti (Fayyad et al., 1995)
- 1992-95: Backgammon - TD-Gammon (Tesauro, 1992, 1995): apprendimento su 1 milione di partite giocate contro se stesso.
- 2004: DARPA introduce la “DARPA Grand Challenge”, una sfida per la guida autonoma di veicoli.
- 2006: Geoffrey Hinton dell’Università di Toronto introduce un algoritmo di apprendimento veloce per reti neurali artificiali, che dà il via alla rivoluzione del Deep Learning.

PROGETTI RILEVANTI NELLO SVILUPPO DEL MACHINE LEARNING

- **2006:** Netflix lancia la “Netflix Prize competition”, con una borsa di un milione di dollari, sfidando i gruppi di ricerca ad usare il Machine Learning per migliorare la accuracy del proprio **Recommender System** di almeno il 10%. Un gruppo ha vinto il premio nel 2009.
- **2010:** ImageNet lancia un concorso annuale - la “ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)” - in cui i team utilizzano il Machine Learning per rilevare e classificare correttamente gli oggetti in un set di dati di immagini ampio e ben curato. L'errore di classificazione migliora dal 25% nel 2011 a pochi punti percentuali nel 2015, grazie ai progressi nelle deep convolutional neural networks.

PROGETTI RILEVANTI NELLO SVILUPPO DEL MACHINE LEARNING

- **2011:** IBM Watson, un sistema di question-answering, batte i campioni del gioco *Jeopardy!* Brad Rutter e Ken Jennings. IBM Watson è ora utilizzato in diversi settori, tra cui l'assistenza sanitaria e la vendita al dettaglio.
- **2014:** Facebook pubblica un lavoro su DeepFace, un sistema basato su reti neurali artificiali in grado di identificare volti con un'accuratezza del 97%, una prestazione al livello "umano", che migliora di circa il 27% le prestazioni di sistemi precedenti.
- **2014:** Il consumo di energia per il raffreddamento dei Data Center è stato ridotto del 40% con un modello di Machine Learning:

Gao, J. (2014). Machine Learning Applications for Data Center Optimization. *Google Research*.
<https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/it/pubs/archive/42542.pdf>

PROGETTI RILEVANTI NELLO SVILUPPO DEL MACHINE LEARNING

- **2015:** AlphaGo di DeepMind batte il giocatore Fan Hui nel gioco del Go. Nel **2016**, batte Lee Sedol e, nel **2017**, batte Ke Jie.
- **2017:** Il software per analizzare le immagini delle galassie sotto lenti gravitazionali è stato velocizzato di un fattore di **10 milioni** con un modello di Machine Learning:

Hezaveh, Y.D., Levasseur, I.P., Marshall, P.J. (2017). Fast Automated Analysis of Strong Gravitational Lenses with Convolutional Neural networks. *Nature*, **548**, pp. 555-557.

<https://arxiv.org/abs/1708.08842>

Recentemente David Patterson (Turing Award winner) e Jeff Dean (Google AI head) hanno dichiarato l'alba di una "età dell'oro" per l'architettura dei computer grazie al Machine Learning.

ESEMPI DI APPLICAZIONE

- Applicazioni Finanziarie
- Applicazioni in Medicina (e.g., rilevamento di tumori nelle scansioni cerebrali)
- Recommender Systems (e.g., raccomandare un prodotto a cui un cliente potrebbe essere interessato, sulla base di acquisti passati)
- Rilevamento di frodi con carte di credito
- Rilevamento di pattern di accesso anomali a un sito Web
- Segnalazione automatica di commenti offensivi nei forum
- Identificazione di fake news

ESEMPI DI APPLICAZIONE

- Applicazioni in vari campi dell'ingegneria (Civile, Aeronautica, Telecomunicazioni, ecc. ecc.)
- Marketing (e.g., segmentazione dei clienti in base ai loro acquisti in modo da poter progettare una strategia di marketing diversa per ogni segmento)
- Previsione dei ricavi della tua azienda per il prossimo anno, sulla base di varie metriche di performance
- Costruire un bot intelligente per un gioco
- Far reagire la tua app ai comandi vocali
- Creare un chatbot o un assistente personale

METODI DI APPRENDIMENTO

- Apprendimento **supervisionato**
 - Richiede che si apprenda una funzione partendo da esempi di input e output
- Apprendimento **non supervisionato**
 - Richiede di imparare a riconoscere pattern o schemi nell'input senza alcuna indicazione specifica dei valori di uscita.
- Apprendimento per **rinforzo**
 - L'agente apprende in base al rinforzo (ricompensa) ottenuto.

TIPICI PROBLEMI DI MACHINE LEARNING

Una tipica classificazione dei problemi affrontati in ML
è la seguente:

- **Regression**
- **Classification**
- **Clustering**

APPLICAZIONI DI MACHINE LEARNING

DEMO