

Intelligenza Artificiale e Machine Learning

Fondamenti di Machine Learning

Leonardo Essam Dei Rossi

ITT "M. Buonarroti" - Trento (TN)

Anno scolastico 2025/2026

Licenze e crediti

Questo materiale è disponibile sul sito Web del docente per il corso di [Gestione progetto e organizzazione d'impresa](#) per le studentesse e gli studenti dell'anno scolastico 2025/2026.

Versione: 1.5.0 (A)
Ultima modifica: 12/04/2026 15:35
Riferimenti: [1, Cap. 1-2]

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#)



Indice dei contenuti

- 1 Introduzione
 - Che cos'è il Machine Learning?
 - L'idea dietro al ML
 - Quando si usa il ML?
- 2 Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"
 - Formalizzazione del problema
- 3 Esercizio n. 1
- 4 Classificazione dei dati
 - Alcune definizioni
- 5 Esercizi per casa

Indice dei contenuti

- 1 Introduzione
 - Che cos'è il Machine Learning?
 - L'idea dietro al ML
 - Quando si usa il ML?
- 2 Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"
 - Formalizzazione del problema
- 3 Esercizio n. 1
- 4 Classificazione dei dati
 - Alcune definizioni
- 5 Esercizi per casa

Che cos'è il Machine Learning?

Q: Che cos'è il Machine Learning?

Che cos'è il Machine Learning?

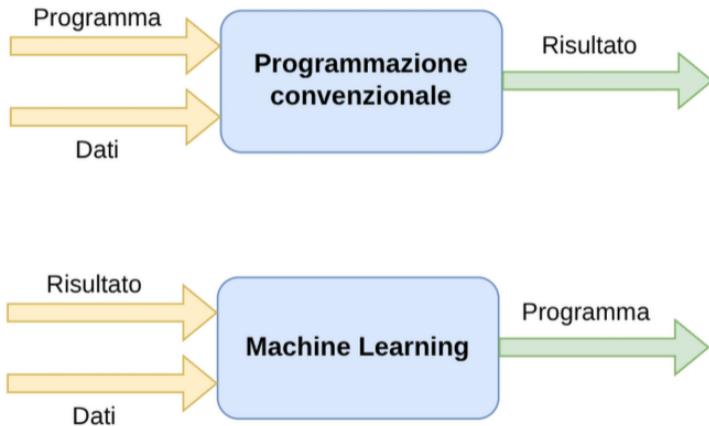
Q: Che cos'è il Machine Learning?

Definizione: *Machine Learning*

L'apprendimento automatico (*Machine Learning*, ndr.) è lo studio degli algoritmi informatici che migliorano automaticamente attraverso l'esperienza. È considerato parte dell'intelligenza artificiale.

– *Wikipedia*

L'idea dietro al ML



L'idea dietro al ML

- L'apprendimento automatico consente ai computer di acquisire conoscenza;
- La conoscenza viene acquisita tramite l'apprendimento (*learning*) e le deduzioni (*inferring*) dai dati;
- La conoscenza è rappresentata da un modello;
- Il modello viene utilizzato sui dati futuri.

L'idea dietro al ML

- L'apprendimento automatico consente ai computer di acquisire conoscenza;
- La conoscenza viene acquisita tramite l'**apprendimento** (*learning*) e le **deduzioni** (*inferring*) dai dati;
- La conoscenza è rappresentata da un **modello**;
- Il modello viene utilizzato sui dati futuri.

L'idea dietro al ML

- L'apprendimento automatico consente ai computer di acquisire conoscenza;
- La conoscenza viene acquisita tramite l'**apprendimento** (*learning*) e le **deduzioni** (*inferring*) dai dati;
- La conoscenza è rappresentata da un **modello**;
- Il modello viene utilizzato sui dati futuri.

L'idea dietro al ML

- L'apprendimento automatico consente ai computer di acquisire conoscenza;
- La conoscenza viene acquisita tramite l'**apprendimento** (*learning*) e le **deduzioni** (*inferring*) dai dati;
- La conoscenza è rappresentata da un **modello**;
- Il modello viene utilizzato sui dati futuri.

Quando si usa il ML?

Q: Quando si usa il ML?

Quando si usa il ML?

- Il Machine Learning viene utilizzato quando:
 - ▶ L'esperienza umana non esiste;
 - ▶ Gli esseri umani non sanno spiegare la propria competenza;
 - ▶ I modelli devono essere personalizzati;
 - ▶ I modelli si basano su enormi quantità di dati.

- Riconoscere gli schemi:
 - ▶ Testo scritto a mano;
 - ▶ Identità facciali o espressioni facciali;
 - ▶ Immagini mediche.

Quando si usa il ML?

- Il Machine Learning viene utilizzato quando:
 - ▶ L'esperienza umana non esiste;
 - ▶ Gli esseri umani non sanno spiegare la propria competenza;
 - ▶ I modelli devono essere personalizzati;
 - ▶ I modelli si basano su enormi quantità di dati.

- Riconoscere gli schemi:
 - ▶ Testo scritto a mano;
 - ▶ Identità facciali o espressioni facciali;
 - ▶ Immagini mediche.

Quando si usa il ML?

- Generazione di modelli:
 - ▶ Generazione di immagini o sequenze di movimento.
- Riconoscimento delle anomalie:
 - ▶ Transazioni insolite con carta di credito;
 - ▶ Valori insoliti di letture dei sensori.
- Predizioni:
 - ▶ Prezzi futuri delle azioni o tassi di cambio;
 - ▶ Guida autonoma (*autonomous driving*).

Quando si usa il ML?

- Generazione di modelli:
 - ▶ Generazione di immagini o sequenze di movimento.
- Riconoscimento delle anomalie:
 - ▶ Transazioni insolite con carta di credito;
 - ▶ Valori insoliti di letture dei sensori.
- Predizioni:
 - ▶ Prezzi futuri delle azioni o tassi di cambio;
 - ▶ Guida autonoma (*autonomous driving*).

Quando si usa il ML?

- Generazione di modelli:
 - ▶ Generazione di immagini o sequenze di movimento.
- Riconoscimento delle anomalie:
 - ▶ Transazioni insolite con carta di credito;
 - ▶ Valori insoliti di letture dei sensori.
- Predizioni:
 - ▶ Prezzi futuri delle azioni o tassi di cambio;
 - ▶ Guida autonoma (*autonomous driving*).

Indice dei contenuti

- 1 Introduzione
 - Che cos'è il Machine Learning?
 - L'idea dietro al ML
 - Quando si usa il ML?
- 2 **Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"**
 - **Formalizzazione del problema**
- 3 Esercizio n. 1
- 4 Classificazione dei dati
 - Alcune definizioni
- 5 Esercizi per casa

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Vogliamo realizzare un modello di apprendimento per identificare i fiori nel giardino di Nicole.

Q: Quali step dovremmo fare?

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Vogliamo realizzare un modello di apprendimento per identificare i fiori nel giardino di Nicole.

Q: Quali step dovremmo fare?

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Definizione: *Dataset*

Un dataset (o insieme di dati) è una collezione strutturata di informazioni organizzata utilizzata per analisi statistiche, modelli di intelligenza artificiale o visualizzazione dati.

- Il primo passo sarà quindi quello di creare un insieme di dati con dentro tutti i possibili fiori che possiamo trovare nel giardino.

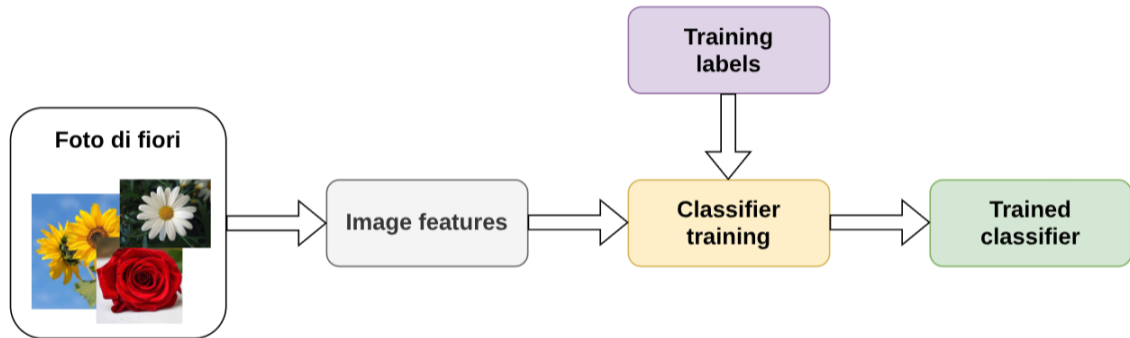
Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Definizione: *Dataset*

Un dataset (o insieme di dati) è una collezione strutturata di informazioni organizzata utilizzata per analisi statistiche, modelli di intelligenza artificiale o visualizzazione dati.

- Il primo passo sarà quindi quello di creare un insieme di dati con dentro tutti i possibili fiori che possiamo trovare nel giardino.

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"



- Che paroloni!!!

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Facciamo un po' di ordine:

- Nel ML, le **caratteristiche delle immagini** (*Image features*) sono parti "interessanti" o distinte di un'immagine, come bordi, forme, colori o texture, estratte per rappresentare i dati ai fini della classificazione o del riconoscimento;
- Le **etichette di addestramento** (*Training labels*) sono delle etichette che chi sta addestrando il modello fornisce in modo da dare la "risposta/associazione corretta":
 - ▶ Ad esempio, associare ad ogni foto che forniamo il nome del fiore corrispondente.

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Facciamo un po' di ordine:

- Nel ML, le **caratteristiche delle immagini** (*Image features*) sono parti "interessanti" o distinte di un'immagine, come bordi, forme, colori o texture, estratte per rappresentare i dati ai fini della classificazione o del riconoscimento;
- Le **etichette di addestramento** (*Training labels*) sono delle etichette che chi sta addestrando il modello fornisce in modo da dare la "risposta/associazione corretta":
 - ▶ Ad esempio, associare ad ogni foto che forniamo il nome del fiore corrispondente.

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

Facciamo un po' di ordine:

- Nel ML, le **caratteristiche delle immagini** (*Image features*) sono parti "interessanti" o distinte di un'immagine, come bordi, forme, colori o texture, estratte per rappresentare i dati ai fini della classificazione o del riconoscimento;
- Le **etichette di addestramento** (*Training labels*) sono delle etichette che chi sta addestrando il modello fornisce in modo da dare la "risposta/associazione corretta":
 - ▶ Ad esempio, associare ad ogni foto che forniamo il nome del fiore corrispondente.

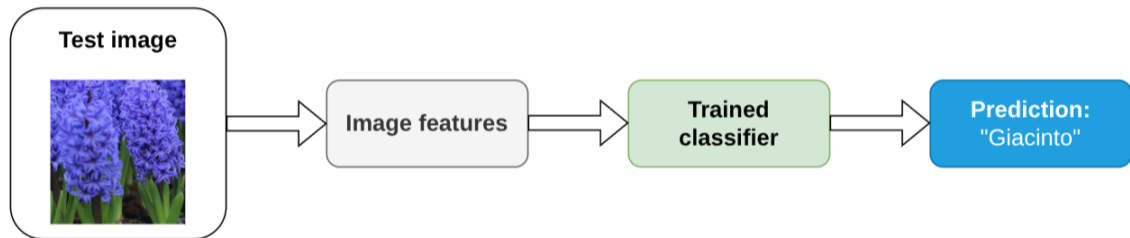
Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

- La **fase di addestramento** (*Classifier training*) è la fase dove il modello "nasce", ovvero impara basandosi sui dati che noi gli forniamo:
 - ▶ Per noi, questa sarà un po' come della "magia nera"!
- Il **classificatore addestrato** (*Trained classifier*) è il modello finale completo, pronto per la fase successiva chiamata inferenza:
 - ▶ Se al classificatore addestrato verrà sottoposta una nuova foto di un fiore mai vista prima, sarà in grado di analizzarne le caratteristiche e predirne autonomamente la categoria.

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"

- La **fase di addestramento** (*Classifier training*) è la fase dove il modello "nasce", ovvero impara basandosi sui dati che noi gli forniamo:
 - ▶ Per noi, questa sarà un po' come della "magia nera"!
- Il **classificatore addestrato** (*Trained classifier*) è il modello finale completo, pronto per la fase successiva chiamata inferenza:
 - ▶ Se al classificatore addestrato verrà sottoposta una nuova foto di un fiore mai vista prima, sarà in grado di analizzarne le caratteristiche e predirne autonomamente la categoria.

Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"



Formalizzazione del problema

- Il Machine Learning è lo studio degli algoritmi che:
 - ▶ Migliorare le loro prestazioni (P);
 - ▶ In un qualche compito (*task*) (T);
 - ▶ Con l'esperienza (E).

- Un compito di apprendimento ben definito è dato dalla tripla $\langle P, T, E \rangle$;

Q: Possiamo fare qualche esempio?

Formalizzazione del problema

- Il Machine Learning è lo studio degli algoritmi che:
 - ▶ Migliorare le loro prestazioni (P);
 - ▶ In un qualche compito (*task*) (T);
 - ▶ Con l'esperienza (E).

- Un compito di apprendimento ben definito è dato dalla tripla $\langle P, T, E \rangle$;

Q: Possiamo fare qualche esempio?

Formalizzazione del problema

- Il Machine Learning è lo studio degli algoritmi che:
 - ▶ Migliorare le loro prestazioni (P);
 - ▶ In un qualche compito (*task*) (T);
 - ▶ Con l'esperienza (E).

- Un compito di apprendimento ben definito è dato dalla tripla $\langle P, T, E \rangle$;

Q: Possiamo fare qualche esempio?

Formalizzazione del problema

- Riconoscere i fiori del giardino di Nicole:
 - ▶ T : "Riconoscere i fiori del giardino di Nicole";
 - ▶ P : "Percentuale di fiori correttamente riconosciuti";
 - ▶ E : "Un insieme di foto di fiori con il relativo nome".

- Suggestire la bacheca di Pinterest su cui salvare una foto:
 - ▶ T : "Trovare la bacheca dove è più probabile che l'utente salvi un Pin";
 - ▶ P : "Percentuale di bacheche che il modello ha indovinato";
 - ▶ E : "Le bacheche con i relativi Pin dell'utente".

Formalizzazione del problema

- Riconoscere i fiori del giardino di Nicole:
 - ▶ T : "Riconoscere i fiori del giardino di Nicole";
 - ▶ P : "Percentuale di fiori correttamente riconosciuti";
 - ▶ E : "Un insieme di foto di fiori con il relativo nome".

- Suggerire la bacheca di Pinterest su cui salvare una foto:
 - ▶ T : "Trovare la bacheca dove è più probabile che l'utente salvi un Pin";
 - ▶ P : "Percentuale di bacheche che il modello ha indovinato";
 - ▶ E : "Le bacheche con i relativi Pin dell'utente".

Formalizzazione del problema

- Riconoscere quali e-mail sono *spam* o meno:
 - ▶ *T*: " *Classificare le e-mail come spam o non-spam*";
 - ▶ *P*: " *Percentuale di e-mail classificate correttamente*";
 - ▶ *E*: " *Un insieme di e-mail spam con le loro caratteristiche chiave*".

Indice dei contenuti

- 1 Introduzione
 - Che cos'è il Machine Learning?
 - L'idea dietro al ML
 - Quando si usa il ML?
- 2 Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"
 - Formalizzazione del problema
- 3 Esercizio n. 1
- 4 Classificazione dei dati
 - Alcune definizioni
- 5 Esercizi per casa

Esercizio n. 1

Si consideri il seguente quesito:

"Un software per un'automobile deve mantenere la vettura esattamente al centro della propria corsia di marcia in autostrada. Il sistema migliora le sue capacità analizzando ore e ore di registrazioni video catturate dalle telecamere di bordo mentre un guidatore umano esperto è al volante. Gli ingegneri valutano l'affidabilità del sistema misurando la distanza media che l'auto riesce a percorrere in autonomia prima che l'umano debba toccare il volante per correggere la traiettoria."

Ricavare la tripla $\langle P, T, E \rangle$ che formalizza il problema.

Esercizio n. 1

- La tripla $\langle P, T, E \rangle$ è così composta:
 - ▶ T : "Mantenere l'automobile al centro della corsia di marcia";
 - ▶ P : "La distanza media percorsa in autonomia prima di un intervento umano";
 - ▶ E : "Le registrazioni video del comportamento di guida dei conducenti umani".

Indice dei contenuti

- 1 Introduzione
 - Che cos'è il Machine Learning?
 - L'idea dietro al ML
 - Quando si usa il ML?
- 2 Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"
 - Formalizzazione del problema
- 3 Esercizio n. 1
- 4 **Classificazione dei dati**
 - **Alcune definizioni**
- 5 Esercizi per casa

Alcune definizioni

Q: Qual è la differenza tra *dato*, *informazione* e *conoscienza*?

Alcune definizioni

Q: Qual è la differenza tra *dato*, *informazione* e *conoscenza*?

- Il dato è l'elemento base: un fatto grezzo, un numero, un simbolo o un segnale del tutto decontestualizzato. Da solo, non ha alcun significato e non trasmette un messaggio utilizzabile;
- L'informazione nasce nel momento in cui i dati vengono elaborati, organizzati, categorizzati o contestualizzati affinché acquisiscano un significato;
- La conoscenza rappresenta il modo in cui applichiamo e comprendiamo le informazioni. Deriva dall'esperienza, dallo studio, dall'intuizione e dalla capacità di collegare tra loro diverse informazioni.

Classificazione dei dati

Q: Quali possono essere alcuni esempi di dati classificabili?

Classificazione dei dati

Q: Quali possono essere alcuni esempi di dati classificabili?

- I dati di film, attori, recensioni, ecc. su IMDb;
- I dati "catturati" dal Kinect della Xbox 360;
- Le caratteristiche di frutti vari (mele, pere, ecc.)...

... e molti altri!

Classificazione dei dati

Q: Quali possono essere alcuni esempi di dati classificabili?

- I dati di film, attori, recensioni, ecc. su IMDb;
- I dati "catturati" dal Kinect della Xbox 360;
- Le caratteristiche di frutti vari (mele, pere, ecc.)...

... e molti altri!

Classificazione dei dati

Q: Quali possono essere alcuni esempi di dati classificabili?

- I dati di film, attori, recensioni, ecc. su IMDb;
- I dati "catturati" dal Kinect della Xbox 360;
- Le caratteristiche di frutti vari (mele, pere, ecc.)...

... e molti altri!

Classificazione dei dati

Q: Quali possono essere alcuni esempi di dati classificabili?

- I dati di film, attori, recensioni, ecc. su IMDb;
- I dati "catturati" dal Kinect della Xbox 360;
- Le caratteristiche di frutti vari (mele, pere, ecc.)...

... e molti altri!

Classificazione dei dati



I frutti mostrati in foto possiamo definirli come degli "esempi".

Q: Se ogni esempio ha n -caratteristiche, come le rappresentiamo?

Classificazione dei dati



I frutti mostrati in foto possiamo definirli come degli "esempi".

Q: Se ogni esempio ha n -caratteristiche, come le rappresentiamo?

Classificazione dei dati

- Per ogni elemento del nostro "campione" di esempi possiamo enumerare le sue caratteristiche nella seguente forma: $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$:
 - ▶ Questo è il modo in cui effettivamente gli algoritmi "vedono" i dati!



- Le **caratteristiche** (*features*) sono le domande che possiamo fare sull'insieme di esempi:
 - ▶ Di che colore è?
 - ▶ In che stagione fiorisce?
 - ▶ ...

Q: Che problema può verificarsi?

Indice dei contenuti

- 1 Introduzione
 - Che cos'è il Machine Learning?
 - L'idea dietro al ML
 - Quando si usa il ML?
- 2 Esempio n. 1 - "I fiori di Nicole"
 - Formalizzazione del problema
- 3 Esercizio n. 1
- 4 Classificazione dei dati
 - Alcune definizioni
- 5 Esercizi per casa

Esercizio n. 2. Si consideri il seguente quesito:

"Un ospedale utilizza un sistema informatico per analizzare le radiografie toraciche e individuare precocemente la presenza di polmonite. Il programma viene addestrato inserendovi un vasto archivio di radiografie storiche, ciascuna accompagnata dal referto ufficiale redatto dai medici specialisti. Il sistema viene considerato valido in base a quanto riesce a minimizzare il numero di falsi positivi e falsi negativi rispetto al totale delle analisi effettuate."

Ricavare la tripla $\langle P, T, E \rangle$ che formalizza il problema.

Esercizio n. 3. Si consideri il seguente quesito:

"Un noto sito di e-commerce suggerisce prodotti ai clienti in una sezione chiamata "Potrebbe piacerti anche...". Il sistema estrae pattern analizzando lo storico degli acquisti passati e le sequenze di pagine visitate da milioni di clienti negli ultimi cinque anni. Il successo di questo algoritmo viene misurato calcolando l'aumento delle vendite totali generate direttamente dai click su questi suggerimenti."

Ricavare la tripla $\langle P, T, E \rangle$ che formalizza il problema.

Riferimenti e approfondimenti

- [1] E. Ricci, Introduction to Machine Learning, Università di Trento, 2022.