

## Apprendimento - primo sguardo al Machine Learning



"The problem of learning is arguably at the very core of the problem of intelligence, both biological and artificial"

- Poggio, Shelton, AI magazine

L'apprendimento è una delle sfide maggiori e una strategia per rendere i sistemi intelligenti.

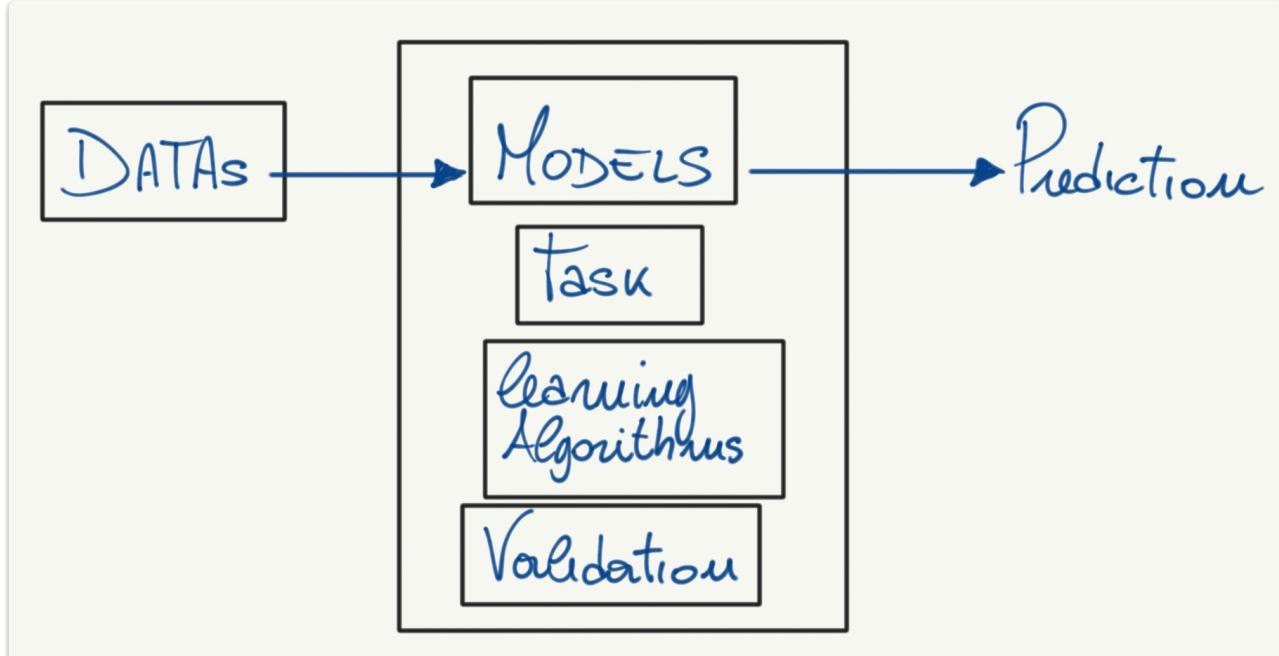
Il Machine Learning è emerso in un'area di ricerca che combina lo scopo di *creare computer che possono imparare* (IA) e quello di *creare nuovi strumenti statistici potenti e adattivi* con fondamenti rigorosi nell'informatica. Gli scopi sono:

AI Methodology	Statistical Learning	Innovative application areas
costruire sistemi intelligenti e adattivi	costruire sistemi potenti e predittivi per un'intelligente analisi dei dati	usare modelli come strumenti per problemi complessi e interdisciplinari

### Quando si usano i modelli di apprendimento predittivit?

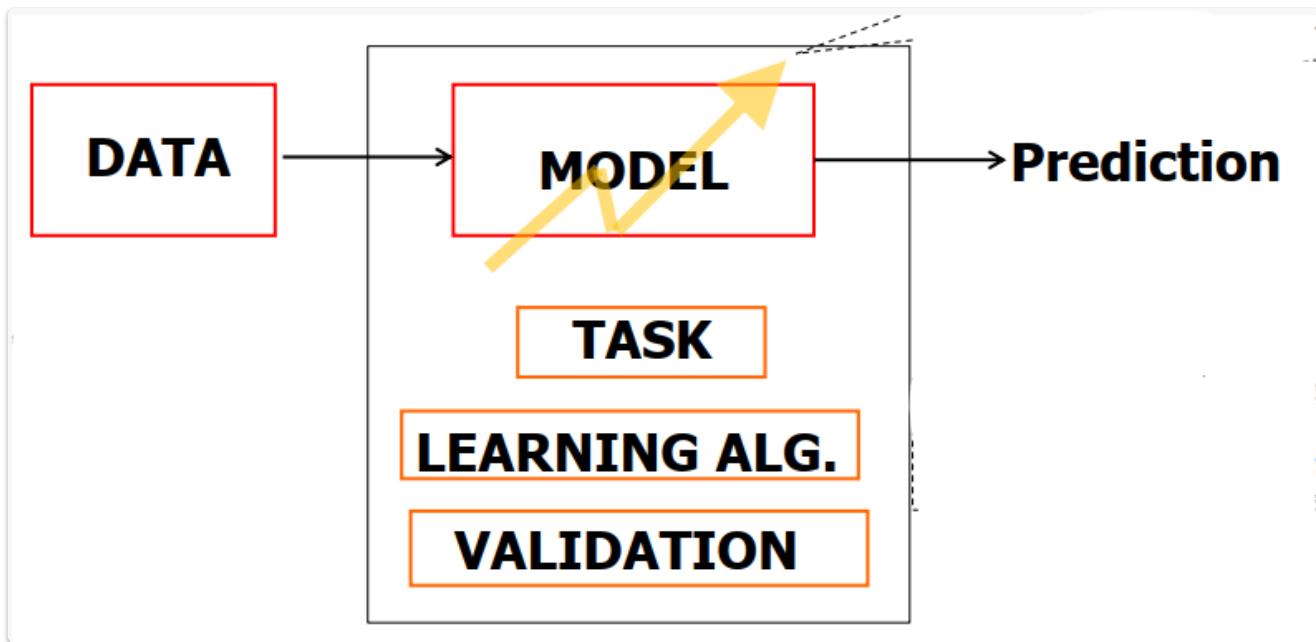
- Se si ha una conoscenza scarsa, assente o difficile da formalizzare
- Se si hanno dati incerti, varianti o incompleti che ostacolano la formalizzazione del risultato
- Se si hanno ambienti dinamici che non si conoscono in anticipo

Per raggiungere questi risultati serve una sorgente di esperienza e tolleranza sulla precisione dei risultati.



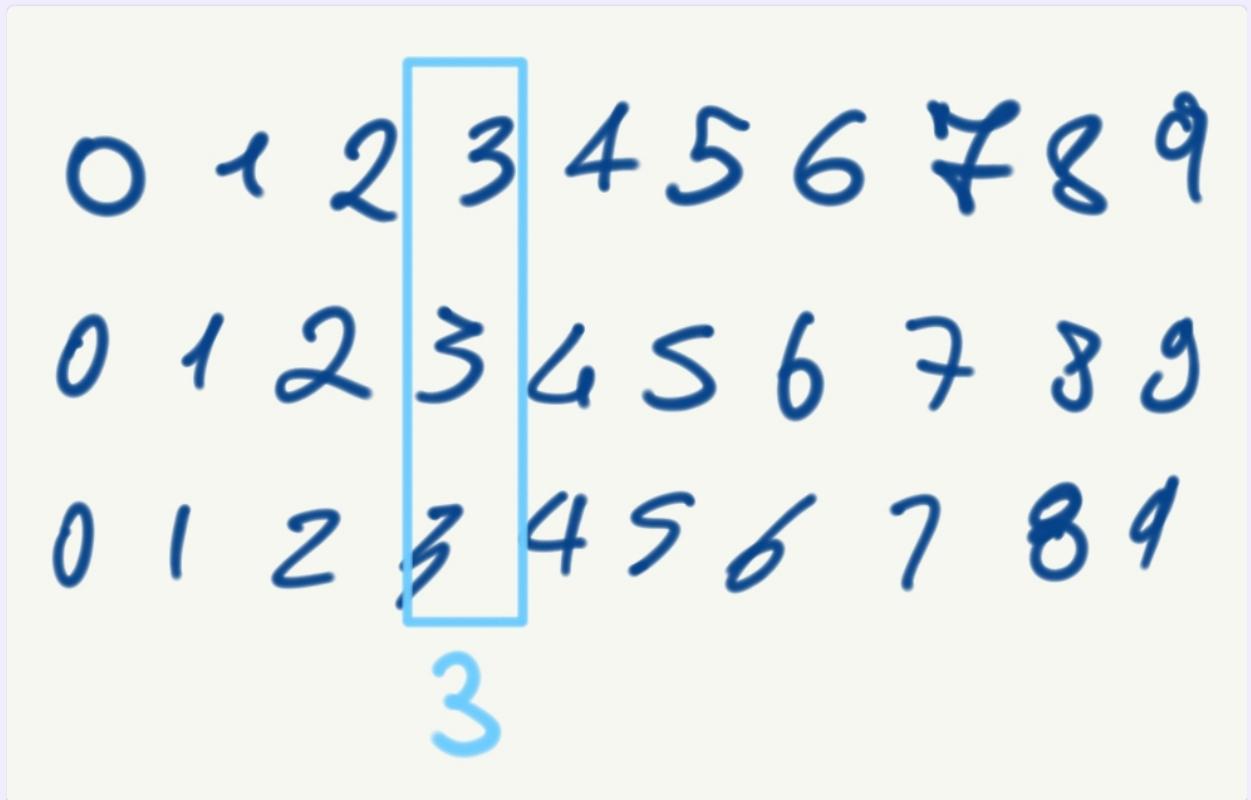
Le componenti *task*, *learning algorithm* e *validation* guidano la costruzione del modello cambiando i parametri del sistema con i dati del caso specifico.

### Struttura di un sistema di ML



## Esempio del riconoscimento calligrafico

Riconoscimento della scrittura a mano



- **INPUT:** Gruppo di immagini con cifre scritte a mano
- **Problema:** Costruire un modello che riceve in input una di queste immagini e "preveda" le cifre  
La difficoltà sta nel *formalizzare* l'esatta soluzione: probabilmente avremo dati disturbati e/o ambigui.  
Avere collezioni di dati per l'allenamento è relativamente semplice

## Supervised Learning

#Altask

99 Supervised Learning

- **INPUT**: Esempi della forma  $\langle \text{input}, \text{output} \rangle = (x, d)$ , detti **labeled examples** per una funzione  $f$  sconosciuta
  - **Target Value**: il valore di  $d$  desiderato, dato dall'insegnante in accordo con  $f(x)$  e  $(x, d)$
- **OUTPUT**: Una buona approssimazione di  $f$

Il **target  $d$**  (anche  $t$  o  $y$ ) è un'**etichetta** categorica o numerica

- **Classificazione**:  $f(x)$  restituisce la classe (assunta) corretta per  $x$ .  $f(x)$  è una funzione a valori discreti  $\in \{1, 2, \dots, k\}$
- **Regressione**: valori in output reali e continui

☰ Example			
Handwrite reconition	Diagnosi di malattie	Face Reconition	Spam detection
$x$ : dati da immagini, $f(x)$ : lettere dell'alfabeto	$x$ proprietà deoi pazienti, $f(x)$ : diagnosi, $\langle x, f(x) \rangle$ : database di record medici	$x$ : bitmap di foto di facce, $f(x)$ : Nome della persona	$x$ : emails, $f(x)$ : true o false

## Unsupervised Learning

### #Altask

L'apprendimento può essere anche non supervisionato

- **Training Set**: insieme di dati non etichettati  $x$
- Cerco di trovare **raggruppamenti naturali di dati**

## Modelli

### #Almodel

#### ⌚ Modello

Un modello definisce la classe di funzioni che la macchina di apprendimento può implementare

Lo **scopo** è quello di definire relazioni tra i dati: **Training examples**, **Target function**, **Ipotesi**, **Spazio delle ipotesi**

## Linguaggi per H

Le **ipotesi** possono essere **espresse** in:

1. *logica del prim'ordine*
2. *equazioni numeriche*
3. *probabilità*

## Learning Algorithms

#### ⌚ Learning Algorithms

Basati su dati, task e modelli, apprendono come una ricerca (euristica) tra lo spazio delle ipotesi  $H$  dell'ipotesi migliore

Si tratta quindi di trovare la migliore approssimazione della funzione target (sconosciuta). Tipicamente si cerca  $h$  con il minimo errore.

$H$  può non coincidere con il set di possibili funzioni e la ricerca può non essere esaustiva: abbiamo bisogno di fare **Assunzioni → inductive bias**.

## Generalizzazione

### 99 Generalization

Buona generalizzazione di errore: misura quanto accuratamente il modello prevede nuovi campioni di dati

La generalizzazione è un punto cruciale del Machine Learning. L'apprendimento e la ricerca di una buona funzione in uno spazio di funzioni usando dati nuovi (di solito si punta a minimizzare l'errore/la perdita)

<i>training fitting</i> Fase di apprendimento	Fase predittiva <i>test</i>
Costruzione del modello dai dati nati ( training and bias datas)	Applicazione di <b>nuovi esempi</b> , valutazione delle ipotesi predittive <sup>quindi</sup> → della capability della generalizzazione

*performance*  
in ML    =    *predictive accuracy*

Si ha quindi un miglioramento nella task *T*, rispettando la misura di prestazione *P* e basato sull'esperienza *E*.