

# Riassunto elaborato finale

## Implementazione e confronto di algoritmi di ottimizzazione per l'apprendimento di insiemi fuzzy

Giacomo Intagliata 873511

Quando si parla di machine learning si parla di una particolare branca dell'informatica in cui a partire da dati che descrivono un problema si induce un modo per risolvere questo problema in modo approssimato. Il machine learning è stato introdotto per problemi di cui non si conosce la soluzione o di elevata complessità computazionale.

A differenza della programmazione tradizionale, dove si codificano dei procedimenti che permettono di risolvere una generica istanza, si inseriscono i dati e la macchina restituisce delle risposte, nel machine learning si inseriscono sia i dati che le risposte attese, e la macchina restituisce la codifica di un procedimento per risolvere il problema, indotto a partire dai dati e dalle risposte osservate. È proprio questo il nocciolo della questione: non è più il programmatore a produrre regole che forniscono risposte a problemi, ma è la macchina che studia le associazioni tra alcune istanze di un problema e le soluzioni corrispondenti per definire un procedimento che permetta di trovare una soluzione approssimata per qualsiasi istanza del problema preso in considerazione.

Esistono molti algoritmi di machine learning, ma nel corso del tirocinio descritto in questo elaborato è stato studiato in particolare l'algoritmo  $\mu$ -learn. Questo algoritmo si basa sulla teoria degli insiemi fuzzy, la quale consente di riformulare la classica teoria insiemistica sulla base di un nuovo principio: il grado di appartenenza, un numero reale compreso tra 0 e 1 che indica quanto è vera una proprietà.  $\mu$ -learn si basa sulla risoluzione di un particolare problema di ottimizzazione quadratica vincolata, per la quale si deve ricorrere a degli algoritmi di ottimizzazione numerica, chiamati *solver*. L'obiettivo di questo elaborato è lo studio dell'algoritmo e dell'implementazione di nuovi solver per risolvere la parte di ottimizzazione.

L'elaborato è così articolato: nel Capitolo 1 vengono descritti e introdotti gli insiemi fuzzy, la logica fuzzy e le tecniche di machine learning con partico-

lare attenzione a quelle supervisionate, al cui interno ricade anche l'algoritmo  $\mu$ -learn; nel Capitolo 2 viene descritto il modello matematico di induzione degli insiemi fuzzy su cui si basa l'algoritmo  $\mu$ -learn, e il modo con cui è possibile implementarlo in Python; nel Capitolo 3 vengono descritti gli esperimenti effettuati durante il tirocinio, analizzando il comportamento di  $\mu$ -learn al variare di alcune implementazioni possibili per il solver utilizzato; nelle conclusioni, infine, vengono riassunti i risultati raggiunti e discussi possibili sviluppi futuri.