

Intelligenza Artificiale e Machine Learning

Appunti delle Lezioni di Intelligenza Artificiale e Machine Learning

Anno Accademico: 2024/25

Giacomo Sturm

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche
Università degli Studi “Roma Tre”*

Sorgente del file LaTeX disponibile al seguente link:

<https://github.com/00Darxk/Intelligenza-Artificiale-e-Machine-Learning>

Indice

1	Algoritmi	1
1.1	Problema di Ricerca Globale	1
1.1.1	Algoritmo di Hill-Climbing	1

1 Algoritmi

1.1 Problema di Ricerca Globale

Nei problemi precedenti quando l'algoritmo risolutivo raggiungeva uno stato obiettivo, il cammino verso quello stato rappresenta una soluzione del problema. Tuttavia in alcuni problemi lo stato obiettivo contiene tutte l'informazioni rilevanti per la soluzione, dove il cammino è irrilevante. Come esempio si consideri il problema dell'otto regine, è indifferente il cammino attraverso gli stadi intermedi, solamente lo stato finale, la disposizione delle regine nello stato finale.

Algoritmi di ricerca locale si utilizzano per risolvere questo tipo di problemi. In questi problemi è sempre presente uno spazio degli stati ed uno spazio degli stati aventi ciascuno una sua valutazione. Si può immaginare questi stadi su una superficie del territorio, uno spazio dove l'altezza di questo stato rappresenta la sua valutazione. L'algoritmo quindi itera su ognuno di questi stati per cercare quello di altezza maggiore, o minore, identificando quindi la soluzione al problema, indipendentemente dal cammino preso per raggiungerla. Questi punti di massimo rappresentano dei picchi, i cui punti adiacenti sono strettamente minori dello stato di massimo. Quindi l'algoritmo che parte da uno stato iniziale deve cercare un massimo globale in questo spazio, determinando quale sia tra i vari massimi locali ed i massimi locali piatti, e le "spalle" massimi locali "piatti", prima di un massimo globale.

Questi algoritmi chiamati anche di miglioramento iterativo, si muovono sulla superficie cercando questi picchi, senza tenere traccia del cammino effettuato, tenendo solamente traccia dello stato attuale e dei suoi vicini o successori, gli stati immediatamente adiacenti. Bisogna formulare il problema in modo che l'algoritmo non rimanga bloccato tra due massimi locali.

1.1.1 Algoritmo di Hill-Climbing

Questo algoritmo segue sempre le colline più ripide, si muove sempre verso l'alto nella direzione dei valori crescenti, e termina quando raggiunge uno stato per il quale si ha un picco che non ha vicino stati di valore maggiore. Tuttavia questo algoritmo può rimanere intrappolato su massimi globali.

Non viene memorizzato lo stato corrente, solamente il valore attraverso nodi che contengono lo stato ed il suo valore: `NODO=<STATO, VALORE`.

Esistono diversi tipi di algoritmi di questo genere per evitare di rimanere bloccati su picchi locali, utilizzando diverse tecniche.

Dallo stato corrente si ricava il suo valore, in seguito comincia un ciclo che prende in considerazione tutti i successori e si sceglie come **next** il nodo di valore più alto. Se tutti i nodi adiacenti hanno un valore minore di **next** allora questo rappresenta la soluzione dell'algoritmo e l'algoritmo termina, tuttavia questo stato potrebbe corrispondere ad un massimo locale, invece se esiste uno stato adiacente di valore maggiore, questo diventa **next** e si passa alla nuova iterazione.

L'algoritmo contiene una componente di ripartenza casuale, questo infatti conduce una serie di ricerche di Hill-Climbing partendo da stati generati casualmente. Questo algoritmo da un punto di vista teorico è completo, poiché con una serie infinita di ripartenze, sicuramente l'algoritmo visita tutti gli stati del sistema, trovando sicuramente la soluzione ottima del problema.

Il ciclo interno ad ogni iterazione genera un ottimo locale, e prova ad evitare ottimi locali effettuando una nuova ricerca da un nuovo stato scelto casualmente.

L'algoritmo Stochastic Hill-Climbing si ottiene modificando la procedura normale dell'algoritmo. Invece di valutare tutti i vicini dallo stato corrente, l'algoritmo sceglie casualmente uno solo dei suoi successori da valutare per determinare se si tratta il successore, ed in caso diventa il nuovo stato corrente **next**, questo viene accettato con una probabilità che dipende dalla differenza della valutazione tra i due punti: $\Delta E = \text{VALUE}(\text{current}) - \text{VALUE}(\text{next})$.

Il nuovo stato viene scelto con una probabilità p , calcolata come:

$$p = \frac{1}{1 + e^{\Delta E/T}} \quad (1.1.1)$$

In seguito dopo una serie di iterazioni l'algoritmo restituisce uno stato ottimo. L'algoritmo ha quindi un solo ciclo, e può scegliere un nuovo punto con una probabilità p , quindi anche di valore minore. Questa probabilità dipende da un parametro T costante durante l'esecuzione dell'algoritmo. Se vale 1, la probabilità di accettazione è sostanzialmente pari al 100%.

All'aumentare del valore di T la probabilità di accettazione tende al 50%, diventa quindi sempre meno importante la differenza della valutazione tra i due punti, effettivamente comporta una ricerca casuale, mentre al diminuire di T , la procedura rappresenta un semplice algoritmo Hill-Climbing.

In caso di stati di valore uguale, la probabilità è del 50%, se il valore dello stato **next** è minore, la probabilità diminuisce, mentre se il valore di **next** è maggiore dello stato corrente, la probabilità aumenta.

Bisogna trovare una "link function" tra l'intervallo $\Delta E/T$ e la probabilità p .

La caratteristica di poter scegliere come passo uno stato peggiore questo algoritmo potrebbe evitare massimi locali.

Questo algoritmo prende il nome dall'analogia con il processo di metallurgia per temperare un materiale, questo processo infatti raggiungere uno stato di struttura cristallina ad energia minima. La differenza principale con l'algoritmo stocastico, è la possibilità di variare il valore di T gradualmente durante l'esecuzione dell'algoritmo. Il valore di T parte da un valore elevato, per poi diminuire nel tempo, come se fosse la temperatura durante un processo di temperatura.