

# I QUATTRO APPROCCI ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

A cura di Buttolo Marco (2005)

## INDICE:

1. Introduzione	Pag 1
2. L'approccio basato sulla base di conoscenza	Pag 2
3. L'approccio basato sulle reti neurali	Pag 5
4. L'approccio basato sulla logica fuzzy	Pag 6
5. L'approccio basato sugli algoritmi genetici	Pag 7

## 1. INTRODUZIONE

L'intelligenza artificiale è quella disciplina che si occupa di creare algoritmi che permettono a determinate macchine di eseguire compiti che prevalentemente sono di dominio dell'uomo. Sebbene, in linea teorica, tale disciplina segua questo obiettivo, praticamente l' A.I.(Artificial intelligence) si occupa di progettare e realizzare agenti razionali. Per **agente razionale** si intende un sistema che percepisce ciò che avviene nel mondo e agisce di conseguenza su di esso per cercare di ottimizzare la propria performance [1]. Quindi schematicamente un agente razionale può essere visto in questa maniera:



Il componente fondamentale presente in un agente è il **sistema decisionale** ed è su questo componente che l'intelligenza artificiale si è focalizzata. In breve il sistema decisionale permette di scegliere quale azione eseguire sul mondo esterno in base alle percezioni che gli sono giunte. Pertanto tale componente può essere visto come il cervello dell'agente. Gli approcci utilizzati dall' I.A per progettare correttamente e completamente questo fondamentale componente sono svariati, ma grossolanamente possono essere suddivisi in quattro categorie:

1. approccio basato sulla base di conoscenza;
2. approccio basato sulle reti neurali;
3. approccio basato sulla logica fuzzy
4. approccio basato sugli algoritmi genetici;

## 2. L'APPROCCIO BASATO SULLA BASE DI CONOSCENZA:

Secondo questo approccio il sistema decisionale può essere visto come una **base di conoscenza (KB = Knowledge base)**. Una base di conoscenza sostanzialmente è una base di dati, dove i dati in questione sono essenzialmente i fatti del mondo noti all'agente. Tali fatti vengono inseriti ordinatamente in questo "archivio" sotto forma di formule della logica. A grandi linee per esempio si può avere una base di conoscenza del seguente tipo:

KB:

1.  $A(x)$
2.  $B(x)$
3.  $C(x)$
4.  $A(x) \wedge B(x) \Rightarrow C(x)$

Dove  $A(x)$ ,  $B(x)$ ,  $C(x)$  sono semplici proposizioni della logica. Per esempio se abbiamo un agente che desidera riempire un bicchiere di acqua, si può pensare che le precedenti proposizioni siano delle proposizioni del tipo:

$A(x)$  = bicchiere  $x$  è vuoto;  
 $B(x)$  = bicchiere  $x$  è sul tavolo;  
 $C(x)$  = riempire il bicchiere  $x$ ;

Allora la precedente base di conoscenza ci assicura che l'agente riempirà il bicchiere se quest'ultimo si trova sul tavolo ed è vuoto. Infatti, se le proposizioni 1, 2 della KB sono vere, allora attraverso la proposizione 4 anche la proposizione 3 sarà verificata. La precedente base di conoscenza contiene una piccolissima conoscenza sullo stato del bicchiere da parte dell'agente. Risulta evidente che più il fenomeno con cui l'agente deve interagire è complesso, più la base di conoscenza risulterà essere complessa (aumento anche esponenziale del numero di formula necessarie a descrivere esaurientemente il fenomeno di interesse). Il linguaggio che permette di generare formule nella base di conoscenza viene detto **linguaggio della logica** e può essere di due tipi:

1. **linguaggio della logica preposizionale;**
2. **linguaggio della logica del primo ordine;**

Infatti esistono due tipi fondamentali di logica: la logica preposizionale e la logica del primo ordine. Fondamentalmente la logica preposizionale viene utilizzata per studiare effettivamente ciò che si può dire su determinate frasi prendendo in considerazione soltanto la struttura determinata dai rispettivi connettivi. Innanzitutto una frase del linguaggio comune altro non è che una serie di simboli posti sequenzialmente. Chiamiamo **stringa** una successione di caratteri. Esempi di stringhe sono:

CIAO  
TITOLO  
.....

Un insieme di stringhe messe in relazione tra loro attraverso determinati connettivi logici prende il nome di **enunciato**. Quindi in sostanza si parte da un determinato **alfabeto di caratteri** e poi si costruiscono determinate stringhe. L'alfabeto del linguaggio proposizionale contiene, tra le altre cose, anche i simboli che identificano la chiusura o meno di proposizioni eventualmente anche complesse (es: (), [], {})). Chiamiamo **proposizioni** le parole accettabili costruite partendo dall'alfabeto proposizionale. Per esempio possiamo indicare con P e Q due semplici proposizioni del tipo:

P = "Non c'è il sole"  
Q = "Oggi piove"

E' possibile, attraverso l'utilizzo dei classici connettivi logici, generare proposizioni ben più complesse. I connettivi logici più utilizzati sono:

- AND
- OR
- NOT

Qui di seguito vengono fornite le tavole di verità per i precedenti connettivi:

P	Q	$P \wedge Q$
FALSO	FALSO	FALSO
FALSO	VERO	FALSO
VERO	FALSO	FALSO
VERO	VERO	VERO

P	Q	$P \vee Q$
FALSO	FALSO	FALSO
FALSO	VERO	VERO
VERO	FALSO	VERO
VERO	VERO	VERO

P	$\neg P$
FALSO	VERO
VERO	FALSO

Quindi le precedenti tavole vengono dette **tavole di verità** per i connettivi logici fondamentali visti in precedenza. Quindi per esempio se indichiamo con R la proposizione: “prendo l’ombrello”, allora si può scrivere la seguente semplice formula:

$$(P \wedge Q) \Rightarrow R$$

Questa formula poi può essere immessa in una KB per arricchire il “bagaglio culturale” che l’agente possiede sul mondo esterno. La logica del primo ordine invece è una logica che viene spesso utilizzata quando i domini da descrivere sono estremamente grandi o addirittura infiniti. Nel caso della logica del primo ordine pertanto l’utilizzo delle tavole di verità risulta pressoché proibitivo, data l’elevata complessità che queste potrebbero raggiungere. In questo caso si utilizza il metodo assiomatico. In questo nuovo contesto, il mondo è analizzato in termini di **oggetti, proprietà, relazioni**. Per esempio:

$$\forall x(\text{fratello}(x, y) \Rightarrow \text{fratello}(y, x))$$

dove fratello è un predicato con due argomenti (variabili). Quindi fratello(x,y) vuol dire che x è fratello di y. Pertanto nella logica del primo ordine abbiamo:

- Un insieme di variabili: x, y, z,...
- Un insieme di connettivi ( $\wedge, \vee, \neg, \dots$ )
- Un insieme di simboli separatori ( $()$ ,  $[]$ ,  $..$ )
- I quantificatori:  $\exists, \forall$

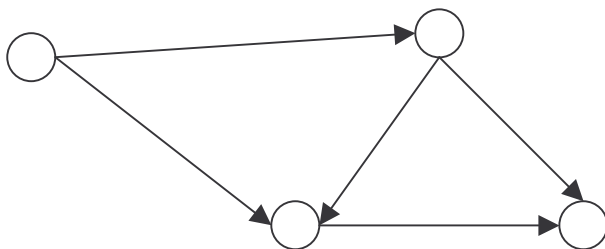
Il quantificatore  $\exists$  prende il nome di **quantificatore esistenziale**, mentre il quantificatore  $\forall$  prende il nome di **quantificatore universale**. Concludendo, indifferentemente che si utilizzi la logica proposizionale oppure la logica del primo ordine, quando si progetta un agente basandosi sull’approccio della KB, bisogna cercare di individuare e descrivere in maniera precisa ed accurata il determinato fenomeno di interesse, ossia bisogna individuare le formule (modello matematico) che meglio rappresentino il fenomeno che si desidera descrivere. L’intelligenza artificiale che basava tutto il suo studio sulla creazione e manutenzione della KB di un agente va sotto il nome di **intelligenza artificiale simbolica**. Questo modo di vedere le cose andava molto in voga negli anni 70 e 80, ma negli anni 90 sono entrati in gioco nuovi approcci che migliorano nettamente le performance di un agente razionale. In particolare verso la fine degli anni 80 e l’inizio degli anni 90, è apparso l’approccio basato sulle reti neurali.

### 3. L'APPROCCIO BASATO SULLE RETI NEURALI:

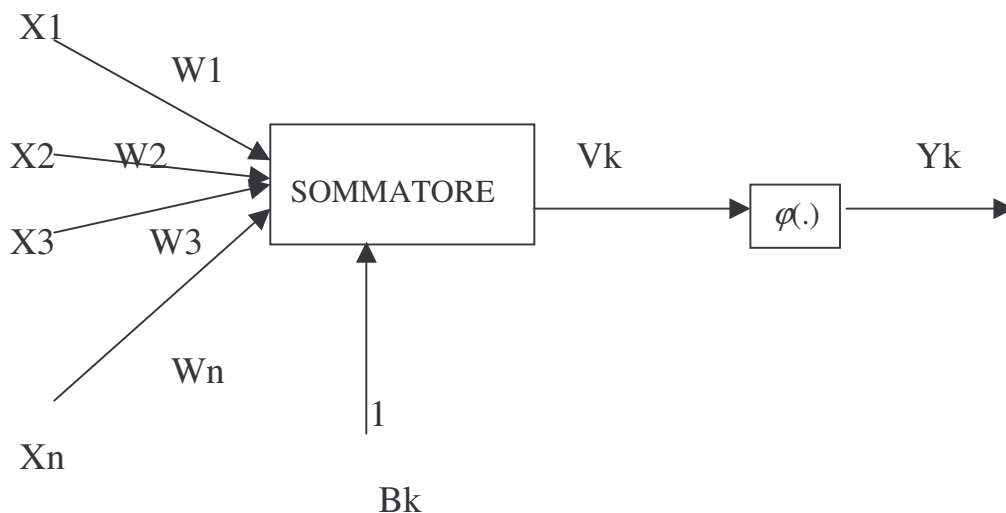
Il concetto di rete neurale in realtà era nato già almeno vent'anni prima (negli anni 60), ma assunse un significato particolare nel campo dell'intelligenza artificiale soltanto dagli anni 90 in poi. Una rete neurale è sostanzialmente un sistema che permette di apprendere nuovi fatti che accadono nel mondo esterno, ed inoltre permette di **generalizzare**, ossia di produrre dati di output significativi anche in presenza di nuovi dati di input. Una rete neurale può essere vista come un **grafo**, ossia come una struttura di dati che viene descritta facilmente da un insieme di nodi e di archi. Formalmente si scrive:

$$G = \{N, A\}$$

dove  $G$  è il generico grafo,  $N$  è un insieme finito di nodi, mentre  $A$  è un insieme finito di archi. Un esempio grafico di grafo è il seguente:



I neuroni vengono rappresentati mediante dei cerchietti, mentre gli archi vengono rappresentati da delle linee, spesso orientate, che collegano i vari neuroni tra loro. Un neurone può essere semplicemente definito come un'unità di computazione elementare. La struttura di un neurone è la seguente:



Dalla precedente illustrazione si vede che i segnali di input del neurone vengono chiamati  $x_1, x_2, \dots$ , mentre i **pesi sinaptici** vengono indicati con  $w_1, w_2, \dots$ . Possiamo raggruppare gli ingressi in un unico vettore:

$$\vec{X} = [x_1, x_2, \dots, x_n]$$

Analogamente si può fare con i pesi sinaptici:

$$\vec{W} = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

In breve un peso sinaptico è un numero che si associa ad ogni arco sinaptico, ed è un fattore moltiplicativo applicato al determinato ingresso. In sostanza la rete neurale apprende nuovi fatti del mondo semplicemente cambiando i valori dei pesi sinaptici delle sinapsi presenti nella rete neurale. In breve il modello del neurone è un modello **non lineare** in quanto è composto da una parte lineare che è il nodo sommatore, il quale effettua la seguente combinazione lineare degli ingressi:

$$v_k = w_1 \cdot x_1 + \dots + w_n \cdot x_n = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i$$

e da una parte non lineare dato dal blocco con funzione di trasferimento non lineare  $\varphi(\cdot)$ . Pertanto il neurone spara un'uscita se e solo se la somma degli ingressi opportunamente pesati supera una determinata soglia indicata con  $v_k$  denominata **potenziale di azione**. L'algoritmo utilizzato per addestrare una rete neurale sostanzialmente effettua un confronto tra il valore di uscita ottenuto dalla rete ed il valore desiderato, ottenendo così un determinato errore. Attraverso questo errore poi vengono opportunamente modificati i pesi sinaptici. L'approccio basato sulle reti neurali ha permesso di creare agenti in grado di apprendere automaticamente nuovi fatti che accadono nel mondo istruendo un'opportuna rete neurale, e verificandone poi il relativo potere di generalizzazione, ossia verificando che dati di output produce se in ingresso vengono presentati nuovi dati di input non analizzati durante la fase di addestramento. Quindi secondo questo approccio, il sistema decisionale dell'agente non viene più visto come una semplice base di conoscenza, bensì come una rete neurale più o meno complessa da addestrare e testare.

#### 4. L'APPROCCIO BASATO SULLA LOGICA FUZZY:

Il terzo approccio che si è introdotto nell'intelligenza artificiale è l'approccio legato alla logica fuzzy. La logica fuzzy prende spunto dalla filosofia orientale buddista-zen per la quale il mondo

viene visto come qualcosa di continuo e sfumato. La vera teorizzazione e formalizzazione della logica fuzzy è stata data dall'ingegnere americano di origine persiana Lotfi Zadeh, che la propose nel lontano 1965 su un articolo intitolato "Information and control". Utilizzando questa logica è possibile descrivere i dati che a loro volta descrivono il comportamento di un determinato fenomeno fisico in maniera molto più accurata. Inoltre la logica fuzzy permette di trattare in modo più preciso anche i dati affetti da rumore. Si consideri a titolo di esempio il seguente caso: supponiamo di avere a disposizione un forno. Ipotizziamo di ritenere alta una temperatura pari a 100 °C. Se la temperatura di codesto forno è pari a 20°C, allora essa verrà chiaramente ritenuta bassa. Però se la temperatura raggiunge il valore di 98,7°C, quest'ultima verrà ritenuta ancora (ed ingiustamente) ritenuta bassa. Per fornire una descrizione più corretta e precisa della situazione si può pensare di associare ad ogni dato reale un certo grado di appartenenza ad una specifica classe di valori. Più precisamente, possiamo supporre di avere a disposizione tre classi di temperatura:

- CLASSE BASSA
- CLASSE MEDIA
- CLASSE ALTA

Possiamo successivamente associare ad ogni valore di temperatura un certo grado di appartenenza ad una, due o tutte e tre di queste classi. Per esempio una temperatura di 60°C potrebbe appartenere alla classe bassa con un valore di appartenenza pari a 10%, alla classe media con un valore di appartenenza pari a 70%, e alla classe alta con un valore di appartenenza pari a 30%. Di conseguenza la precedente misurazione della temperatura del forno ha generato un valore che appartiene di più alla classe media dei valori di temperatura, ma appartiene contemporaneamente (anche se di poco) anche alla classe bassa e alta. Quindi nella logica fuzzy un determinato concetto può assumere più valori contemporaneamente, oppure può essere contemporaneamente vero e falso, soltanto con differenti gradi di appartenenza (verità). Ecco che la logica fuzzy ci permette di descrivere la realtà delle cose in maniera molto più precisa e aderente a ciò che effettivamente avviene. La logica fuzzy è stata ampiamente utilizzata nel campo dell'intelligenza artificiale quando si è cercato di fornire all'agente un sistema di ragionamento più vicino a quello umano, e pertanto fornire uno strumento di valutazione dello stato delle cose non soltanto binario, ma che si avvicinasse di più al modo di pensare prettamente umano. L'ultimo approccio legato all'intelligenza artificiale è quello legato agli algoritmi genetici.

## 5. L'APPROCCIO BASATO SUGLI ALGORITMI GENETICI:

In sostanza, la filosofia che sta dietro agli algoritmi genetici è la stessa filosofia che sta dietro alla naturale selezione della specie. Praticamente, quei organismi che sono adatti alla sopravvivenza in un determinato ambiente sopravvivono mentre gli altri muoiono. Pertanto sopravvive solo colui che è il più forte. Gli organismi che sopravvivono, di conseguenza si riproducono, generando figli aventi le medesime caratteristiche di adattamento dei genitori. In sostanza un algoritmo genetico funziona in questo modo:

1. si parte da un insieme di individui che formano la così detta popolazione;
2. si effettua una selezione della popolazione in base alla **funzione di adeguatezza**;
3. gli individui che sopravvivono alla selezione possono riprodursi;

La funzione di adeguatezza in sostanza è una funzione che misura quanto un individuo può sopravvivere in un determinato ambiente. Tale funzione dipende chiaramente dal particolare problema preso in considerazione.

Numero reale =f(individuo)

Nel classico approccio un individuo viene rappresentato mediante una stringa su un alfabeto finito. Ciascun elemento della stringa viene chiamato **gene**. E' da notare che si possono anche generare delle mutazioni negli individui così da formare nuovi individui con nuove caratteristiche di adattabilità. Come per le reti neurali, anche gli algoritmi genetici possiedono quella caratteristica che li rende effettivamente adattabili in svariati problemi. Non sempre però l'utilizzo degli algoritmi genetici ci assicura il raggiungimento della soluzione ottima per uno specifico problema.

#### BIBLIOGRAFIA:

- [1] Russel, Norvig: "Intelligenza Artificiale, un approccio moderno", UTET, 1998.
- [2] Massimiliano Veronesi, Antonio Visioli: "Logica fuzzy: teoria e applicazioni", 1998;
- [3] Simon Haykin: "Neural Network: a comprehensive foundation";