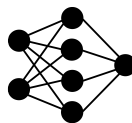


SISTEMI INTELLIGENTI

Prof. Nunzio Alberto Borghesi
6 CFU

Luca Cappelletti

Lecture Notes
Year 2017/2018



Magistrale Informatica
Università di Milano
Italy
October 11, 2017

Contents

1	Logica Fuzzy	3
1.1	Logica fuzzy vs classica	3
1.1.1	Le funzioni di appartenenza	3
1.1.2	Classi di appartenenza	3
1.2	Logica fuzzy e probabilità	3
1.3	Gli operatori logici nella logica fuzzy	4
1.4	Misure in un insieme fuzzy	4
1.4.1	Norma di un vettore	4
1.4.2	Entropia	4
1.5	Fuzzy Associative Memory FAM	4
1.5.1	Come opera il sistema	4
A	Domande e Risposte da Temi D'esame	6
A.1	Reinforcement Learning	8
A.1.1	Cosa si intende per Apprendimento con Rinforzo?	8
A.1.2	Quali sono gli attori?	8
A.1.3	Cosa rappresenta la critica?	8
A.1.4	Che tipo di architettura si può ipotizzare nell'apprendimento con rinforzo?	8
A.1.5	Condizionamento classico e condizionamento operante	8
A.1.6	Quale relazione c'è con l'intelligenza?	8
A.1.7	Come potreste illustrare: Exploration vs Exploitation?	8
A.1.8	Cos'è il credit assignment?	8
A.1.9	Cosa si intende per traccia e quale è il suo ruolo?	8
A.1.10	Scrivere le equazioni dell'algoritmo Q-learning in cui si consideri anche la traccia.	8
A.1.11	Dato un problema a piacere si descriva uno degli algoritmi e mostrare due passaggi di addestramento	8
A.1.12	Quale criterio si sceglie per definire i Reward?	8
A.1.13	A quali elementi sono associati i reward? Allo stato? All'azione? Allo stato prossimo? Perché? . . .	8
A.2	Fuzzy System	8
A.2.1	Definire i passi per costruire un sistema fuzzy.	8
A.2.2	Cosa si intende per FAM?	8
A.2.3	Una FAM memorizza numeri o preposizione logiche? Come?	8
A.2.4	Definire un problema per FAM a piacere che involva almeno due variabili in ingresso e due in uscita.	8
A.2.5	Definire tutti i componenti e calcolare l'uscita passo a passo per un valore di input a piacere . . .	8
A.3	Macchine e intelligenza	8
A.3.1	Descrivere il test di Turing	8
A.3.2	Descrivere l'esperimento della stanza cinese	8
A.3.3	Come mai è stato proposto il test di Turing?	8
A.3.4	Come mai è stato proposto l'esperimento della scatola cinese?	8
A.3.5	Cosa voleva dimostrare il test di Turing?	8
A.3.6	Cosa voleva dimostrare l'esperimento della scatola cinese?	8
A.3.7	Cosa si intende per ipotesi forte ed ipotesi debole dell'AI?	8
A.3.8	Riportare almeno due elementi del contraddittorio sulle ipotesi su cui è basata l'ipotesi debole sull'AI	8
A.3.9	Descrivere il "Brain prosthesis thought experiment" di Moravec e commentarlo.	8
A.4	Statistica	8
A.4.1	Eserizio 1	8
A.5	Apprendimento supervisionato	11

A.5.1	Definire l'algoritmo di apprendimento di una rete neurale con unità arbitrarie.	11
A.5.2	Definire la funzione obbiettivo utilizzata	11
A.5.3	Come si utilizza la funzione obbiettivo nell'algoritmo di apprendimento	11
A.5.4	Cosa si intende per apprendimento per epoche e per trial?	11
A.5.5	Qual è il vantaggio di ciascuna delle modalità di apprendimento?	11
A.5.6	Cosa si intende per training e test set? Perché mai vengono utilizzati? Quali problemi si vogliono evitare?	11
A.5.7	Una rete neurale con unità sigmoidali e un modello parametrico? È lineare? Perché?	11
A.5.8	Se i dati sono acquisiti senza errori, è una buona scelta aumentare di molto i parametri del modello in modo da garantirsi che l'errore sul training set vada a zero? Perché?	11
A.5.9	Cosa si intende per un problema di regressione ed illustrare una possibile soluzione.	11
A.5.10	Come funziona l'approssimazione incrementale multi-scala, cosa garantisce e quali vantaggi può avere?	11
A.6	AI	11
A.6.1	Si descriva il funzionamento della Forward Search. Perché è considerato un template e non un algoritmo?	11
A.6.2	Si elenchino due possibili implementazioni di Forward Search elencandone proprietà, vantaggi e svantaggi.	11
A.7	Clustering	11
A.7.1	Cosa si intende per clustering? In quali famiglie vengono divisi?	11
A.7.2	Che relazione c'è tra clustering e classificazione e quali sono le criticità?	11
A.8	Biologia	11
A.8.1	Definire il neurone biologico evidenziandone le parti più significative per la trasmissione dell'informazione ed il loro comportamento.	11
A.8.2	Descrivere il funzionamento complessivo del neurone biologico.	11
A.8.3	Che differenza c'è tra neuroni motori, neuroni sensoriali ed inter-neuroni?	11
A.8.4	Come viene trasmessa ed elaborata l'informazione da un neurone?	11
A.8.5	Cos'è uno spike?	11
A.8.6	Quali sono le aree corticali principali?	11
A.8.7	Cos'è il codice di popolazione?	11
A.8.8	Data un'area cerebrale è univoca la funzione implementata in quell'area?	11
A.8.9	Cosa sono i mirror neurons? Quali implicazioni hanno per i sistemi intelligenti e l'apprendimento?	11

Chapter 1

Logica Fuzzy

1.1 Logica fuzzy vs classica

1.1.1 Le funzioni di appartenenza

In logica classica la funzione che descrive la verità di un'affermazione è rappresentabile come una funzione impulsiva, per esempio:

$$\begin{cases} 1 & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases}$$

Mentre la funzione di appartenenza nella logica fuzzy sono più adeguate funzioni come:

1. Una lineare che aumenta progressivamente da 0 a 1 in un certo Δx determinato.
2. Un sigmoide.
3. Funzioni probabilistiche, come una normale.

1.1.2 Classi di appartenenza

In logica classica le classi sono nette, come nel caso della funzione istintiva si ha una condizione del tipo:

$$\begin{cases} A & x \geq 0 \wedge x < 1 \\ B & x \geq 1 \wedge x < 2 \\ C & x \geq 2 \wedge x < 3 \\ D & x \geq 3 \wedge x < 4 \end{cases}$$

Nella logica fuzzy, vengono descritte per ogni gruppo funzioni che assumono valori anche negli insiemi in cui nella logica classica esse non sono definite. Linearmente esse raggiungono lo 0 mano a mano che esse si sovrappongono con le altre funzioni. In un qualsiasi punto di ascissa, vale la formula:

$$\sum_{i=0}^n m_i = 1$$

1.2 Logica fuzzy e probabilità

Descrivono cose diverse: prendendo per esempio le previsioni meteo, la **probabilità** si occupa di prevedere i mm di pioggia che potrebbero andare a cadere, mentre la **logica fuzzy** si occuperebbe di descrivere il grado di **fuzzyness**

tramite il quale andiamo a descrivere quanto è "pioggia", con una funzione che in base a quante gocce di pioggia sono cadute si descrive la *funzione di appartenenza fuzzy* tra le classi "piove" e "non piove".

Ulteriormente, una volta che un evento è avvenuto la sua **probabilità** scompare, nel senso che ora è un dato noto, mentre il valore di **fuzzyness** mantiene il suo valore descrittivo per l'evento.

1.3 Gli operatori logici nella logica fuzzy

Operatore	Logica Classica	Logica Fuzzy
\wedge	$A \wedge B$	$\min(T(A), T(B))$
\vee	$A \vee B$	$\max(T(A), T(B))$
\neg	$\neg A$	$1 - T(A)$

1.4 Misure in un insieme fuzzy

1.4.1 Norma di un vettore

$$M(A) = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^n |m_A(x_i)|^p}$$

Figure 1.1: Norma di un vettore

1.4.2 Entropia

Dato un certo punto A , definisco due vettori \vec{a} e \vec{b} che descrivono la posizione del punto A a partire dagli estremi opposti del quadrato.

L'**entropia minima** risulta pari a 0.

L'**entropia massima** risulta pari a 1 e si trova nel punto di mezzo (Es. quando una macchina parcheggia tra un posto e l'altro e non è chiaro in quale posto andrebbe vista come parcheggiata). Questa coincide con la **massima fuzzyness** e in questo punto vale che $A \cup A_c = A \cap A_c$.

$$E(A) = \frac{a}{b} = \frac{l^1(A, A_{vicino})}{l^1(A, A_{lontano})}$$

Figure 1.2: Entropia

1.5 Fuzzy Associative Memory FAM

Una FAM trasforma uno spazio di input in uno spazio di output. Esse implementano una serie di regole su delle variabili logiche fuzzy in ingresso.

Le regole sono regole della logica classica, mentre le variabili sono fuzzy.

Una FAM va a descrivere un insieme di classi ed assegna un valore di una funzione di appartenenza ad ogni variabile su ogni classe, poi su queste classi vengono eseguite operazioni di logica classica.

1.5.1 Come opera il sistema

1. Riceve le classi attivate in input
2. Riceve il grado di fit per ogni classe

3. Identifica le regole attivate
4. Determino le classi in uscita attivate
5. Determino il grado di fitness per ogni classe in uscita (regola)
6. Defuzzyficazione

Appendix A

Domande e Risposte da Temi D'esame

Il numero a fianco della domanda rappresenta il numero di volte che è stata posta. Quando esso non è presente, significa che le domande sono state poste solo una volta.

A.1 Reinforcement Learning

- A.1.1 Cosa si intende per Apprendimento con Rinforzo?**
- A.1.2 Quali sono gli attori?**
- A.1.3 Cosa rappresenta la critica?**
- A.1.4 Che tipo di architettura si può ipotizzare nell'apprendimento con rinforzo?**
- A.1.5 Condizionamento classico e condizionamento operante**
- A.1.6 Quale relazione c'è con l'intelligenza?**
- A.1.7 Come potreste illustrare: Exploration vs Exploitation?**
- A.1.8 Cos'è il credit assignment?**
- A.1.9 Cosa si intende per traccia e quale è il suo ruolo?**
- A.1.10 Scrivere le equazioni dell'algoritmo Q-learning in cui si consideri anche la traccia.**
- A.1.11 Dato un problema a piacere si descriva uno degli algoritmi e mostrare due passaggi di addestramento**
- A.1.12 Quale criterio si sceglie per definire i Reward?**
- A.1.13 A quali elementi sono associati i reward? Allo stato? All'azione? Allo stato prossimo? Perché?**

A.2 Fuzzy System

- A.2.1 Definire i passi per costruire un sistema fuzzy.**
- A.2.2 Cosa si intende per FAM?**
- A.2.3 Una FAM memorizza numeri o proposizione logiche? Come?**
- A.2.4 Definire un problema per FAM a piacere che involva almeno due variabili in ingresso e due in uscita.**
- A.2.5 Definire tutti i componenti e calcolare l'uscita passo a passo per un valore di input a piacere**

A.3 Macchine e intelligenza

- A.3.1 Descrivere il test di Turing**
- A.3.2 Descrivere l'esperimento della stanza cinese**
- A.3.3 Come mai è stato proposto il test di Turing?**
- A.3.4 Come mai è stato proposto l'esperimento della scatola cinese?**
- A.3.5 Cosa voleva dimostrare il test di Turing?**⁸

- A.3.6 Cosa voleva dimostrare l'esperimento della scatola cinese?**

coinvolto un taxi. Un testimone dichiara che il taxi era blu. Era sera e buio, c'era anche un po' di nebbia ma il testimone ha una vista acuta, la sua affidabilità è stata valutata del 70%. Qual è la probabilità che il taxi fosse effettivamente blu? Quale deve essere l'affidabilità del testimone perché la probabilità che il taxi fosse effettivamente blu sia del 99%? Enunciare il teorema di Bayes. Discutere l'analisi di varianza per un sistema lineare. Dimostrare che la stima ai minimi quadrati è equivalente alla stima a massima verosimiglianza nel caso di errore Gaussiano sui dati. Cosa fornisce? Come?

A.5 Apprendimento supervisionato

- A.5.1 Definire l'algoritmo di apprendimento di una rete neurale con unità arbitrarie.**
- A.5.2 Definire la funzione obbiettivo utilizzata**
- A.5.3 Come si utilizza la funzione obbiettivo nell'algoritmo di apprendimento**
- A.5.4 Cosa si intende per apprendimento per epoche e per trial?**
- A.5.5 Qual è il vantaggio di ciascuna delle modalità di apprendimento?**
- A.5.6 Cosa si intende per training e test set? Perché mai vengono utilizzati? Quali problemi si vogliono evitare?**
- A.5.7 Una rete neurale con unità sigmoidali e un modello parametrico? È lineare? Perché?**
- A.5.8 Se i dati sono acquisiti senza errori, è una buona scelta aumentare di molto i parametri del modello in modo da garantirsi che l'errore sul training set vada a zero? Perché?**
- A.5.9 Cosa si intende per un problema di regressione ed illustrare una possibile soluzione.**
- A.5.10 Come funziona l'approssimazione incrementale multi-scala, cosa garantisce e quali vantaggi può avere?**

A.6 AI

- A.6.1 Si descriva il funzionamento della Forward Search. Perché è considerato un template e non un algoritmo?**
- A.6.2 Si elenchino due possibili implementazioni di Forward Search elencandone proprietà, vantaggi e svantaggi.**

A.7 Clustering

- A.7.1 Cosa si intende per clustering? In quali famiglie vengono divisi?**
- A.7.2 Che relazione c'è tra clustering e classificazione e quali sono le criticità?**

A.8 Biologia

- A.8.1 Definire il neurone biologico evidenziandone le parti più significative per la trasmissione dell'informazione ed il loro comportamento.**
- A.8.2 Descrivere il funzionamento complessivo del neurone biologico.**
- A.8.3 Che differenza c'è tra neuroni motori, neuroni sensoriali ed inter-neuroni?**
- A.8.4 Come viene trasmessa ed elaborata l'informazione da un neurone?**
- A.8.5 Cos'è uno spike?**
- A.8.6 Quali sono le aree corticali principali?**
- A.8.7 Cos'è il codice di popolazione?**