

positioning

```
[program=makeindex,columns=2,intoc=true,options=-s ../../general/pyro.ist] first-  
pagestyle=empty, othercode=
```

```
|||||
```

```
todolistitemize2 [todolist]label=
```

```
--[[Require library for Lua library]] require("lualibs.lua")
```

```
function tableMerge(t1, t2) for k,v in pairs(t2) do if type(v) == "table" then if  
type(t1[k] or false) == "table" then tableMerge(t1[k] or , t2[k] or ) else t1[k] =  
v end else t1[k] = v end end return t1 end
```

```
--[[Opens the two metadata file]] local specificFile = io.open('metadata.json') lo-  
cal folderFile = io.open('../metadata.json') local genericFile = io.open('../meta-  
data.json')
```

```
--[[Reads the files]] local specificJsonString = specificFile:read('*a') local folderJ-  
sonString = folderFile:read('*a') local generalJsonString = genericFile:read('*a')
```

```
--[[Closes the files]] specificFile.close() folderFile.close() genericFile.close()
```

```
--[[Convert the Json strings in Lua dictionaries]] local specificJson = utilities.json.tolua(speci-  
ficJsonString) local folderJson = utilities.json.tolua(folderJsonString) local gen-  
eralJson = utilities.json.tolua(generalJsonString)
```

```
--[[Merge top layer of dictionaries, so that the specific one overrides the generic  
one.]]
```

```
metadata = tableMerge(tableMerge(generalJson, folderJson), specificJson)
```

```
if true then tex.print(")
```

```
input
```

```
main/../../general/italian.tex") else tex.print(")
```

```
input
```

```
main/../../general/english.tex") end
```

folFOLFirst Order Logic

```
--[[Load data into variables to simplify code afterwards]] title = metadata["title"] cfu = metadata["cfu"] year = meta-  
data["year"] degree = metadata["degree"] university = metadata["university"] notesType = metadata["notesType"]  
professors = metadata["professors"] authors = metadata["authors"]
```

```

tex.print("
MakeUppercase
textbf
large"..title.."")

for key, value in pairs(professors) do tex.print('Prof. '..value["name"] .. " " .. value["surname"].."
") end  if cfu > 0 then tex.print(cfu.." CFU
") end

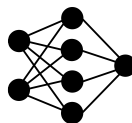
for key, value in pairs(authors) do tex.print('
textbf'..value["name"] .. " " .. value["surname"].."
") end

```

```

tex.print(notesType.."
") tex.print(year.."
")

```



```

tex.print(degree.."
") tex.print(university.."
") Italy
October 16, 2017

```

**TITLEPAGE NOT RENDERED!  
RECOMPILE WITH LATEX!**

# Contents

<b>1</b>	<b>Logica Fuzzy</b>	<b>3</b>
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
<b>2</b>	<b>Statistica</b>	<b>6</b>
2.1	Probabilità o visione frequentista . . . . .	6
2.1.1	Probabilità di eventi indipendenti e contemporanei . . . . .	6
2.1.2	Probabilità condizionata (eventi indipendenti e successivi) . . . . .	6
2.1.3	Teorema di Bayes . . . . .	7
<b>A</b>	<b>Domande e Risposte da Temi D'esame</b>	<b>8</b>
A.1	Reinforcement Learning . . . . .	9
A.1.1	Cosa si intende per Apprendimento con Rinforzo? . . . . .	9
A.1.2	Quali sono gli attori? . . . . .	9
A.1.3	Cosa rappresenta la critica? . . . . .	9
A.1.4	Che tipo di architettura si può ipotizzare nell'apprendimento con rinforzo? . . . . .	9
A.1.5	Condizionamento classico e condizionamento operante . . . . .	9
A.1.6	Quale relazione c'è con l'intelligenza? . . . . .	9
A.1.7	Come potreste illustrare: Exploration vs Exploitation? . . . . .	9
A.1.8	Cos'è il credit assignment? . . . . .	9
A.1.9	Cosa si intende per traccia e quale è il suo ruolo? [2] . . . . .	9
A.1.10	Definire l'algoritmo di Q-learning, descrivendo le equazioni opportune. . . . .	9
A.1.11	Scrivere le equazioni dell'algoritmo Q-learning in cui si consideri anche la traccia. [2] . . . . .	9
A.1.12	Cosa si intende per politica epsilon-greedy? Come entra nell'algoritmo di Q-learning? . . . . .	9
A.1.13	Che differenza c'è tra Q-learning e SARSA? . . . . .	9
A.1.14	Dato un problema a piacere si descriva uno degli algoritmi e mostrare due passaggi di addestramento . . . . .	9
A.1.15	Quale criterio si sceglie per definire i Reward? . . . . .	9
A.1.16	A quali elementi sono associati i reward? Allo stato? All'azione? Allo stato prossimo? Perché? [2] . . . . .	9
A.1.17	Impostare un problema su griglia (apprendimento del percorso di un agente, con partenza ed arrivo prescelti + ostacoli). La griglia fornisce un reward, diverso da zero, in ogni transizione. . . . .	9
A.2	Fuzzy System . . . . .	10
A.2.1	Definire i passi per costruire un sistema fuzzy. [2] . . . . .	10
A.2.2	Cosa si intende per FAM? [2] . . . . .	10
A.2.3	Una FAM memorizza numeri o preposizione logiche? Come? [2] . . . . .	10
A.2.4	Definire un problema per FAM a piacere che involva almeno due variabili in ingresso e due in uscita. [2] . . . . .	10

A.2.5	Definire tutti i componenti e calcolare l'uscita passo a passo per un valore di input a piacere [2] . . . . .	10
A.3	Macchine e intelligenza . . . . .	11
A.3.1	Descrivere il test di Turing [2] . . . . .	11
A.3.2	Descrivere l'esperimento della stanza cinese [2] . . . . .	11
A.3.3	Come mai è stato proposto il test di Turing? [2] . . . . .	11
A.3.4	Come mai è stato proposto l'esperimento della scatola cinese? [2] . . . . .	11
A.3.5	Cosa voleva dimostrare il test di Turing? [2] . . . . .	11
A.3.6	Cosa voleva dimostrare l'esperimento della scatola cinese? [2] . . . . .	11
A.3.7	Cosa si intende per ipotesi forte ed ipotesi debole dell'AI? [2] . . . . .	11
A.3.8	Riportare almeno due elementi del contraddittorio sulle ipotesi su cui è basata l'ipotesi debole sull'AI [2] . . . . .	11
A.3.9	Descrivere il "Brain prosthesis thought experiment" di Moravec e commentarlo. [2] . . . .	11
A.4	Statistica . . . . .	12
A.4.1	Esercizio 1 . . . . .	12
A.4.2	Esercizio 2 . . . . .	12
A.5	Apprendimento supervisionato . . . . .	13
A.5.1	Definire l'algoritmo di apprendimento di una rete neurale con unità arbitrarie. [2] . . . .	13
A.5.2	Definire la funzione obiettivo utilizzata. [2] . . . . .	13
A.5.3	Come si utilizza la funzione obiettivo nell'algoritmo di apprendimento. [2] . . . . .	13
A.5.4	Cosa si intende per apprendimento per epoche e per trial? . . . . .	13
A.5.5	Qual è il vantaggio di ciascuna delle modalità di apprendimento? . . . . .	13
A.5.6	Cosa si intende per training e test set? Perché mai vengono utilizzati? Quali problemi si vogliono evitare? . . . . .	13
A.5.7	Una rete neurale con unità sigmoidali e un modello parametrico? È lineare? Perché? . . .	13
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? . . .	13
A.5.9	Cosa si intende per un problema di regressione ed illustrare una possibile soluzione. . . .	13
A.5.10	Come funziona l'approssimazione incrementale multi-scala, cosa garantisce e quali vantaggi può avere? . . . . .	13
A.6	AI . . . . .	14
A.6.1	Si descriva il funzionamento della Forward Search. Perché è considerato un template e non un algoritmo? . . . . .	14
A.6.2	Si elenchino due possibili implementazioni di Forward Search elencandone proprietà, vantaggi e svantaggi. . . . .	15
A.7	Clustering . . . . .	16
A.7.1	Cosa si intende per clustering? In quali famiglie vengono divisi? . . . . .	16
A.7.2	Che relazione c'è tra clustering e classificazione e quali sono le criticità? . . . . .	16
A.8	Biologia . . . . .	17
A.8.1	Definire il neurone biologico evidenziandone le parti più significative per la trasmissione dell'informazione ed il loro comportamento. . . . .	17
A.8.2	Descrivere il funzionamento complessivo del neurone biologico. . . . .	17
A.8.3	Che differenza c'è tra neuroni motori, neuroni sensoriali ed inter-neuroni? . . . . .	17
A.8.4	Come viene trasmessa ed elaborata l'informazione da un neurone? . . . . .	17
A.8.5	Cos'è uno spike? . . . . .	17
A.8.6	Quali sono le aree corticali principali? . . . . .	17
A.8.7	Cos'è il codice di popolazione? . . . . .	17
A.8.8	Data un'area cerebrale è univoca la funzione implementata in quell'area? . . . . .	17
A.8.9	Cosa sono i mirror neurons? Quali implicazioni hanno per i sistemi intelligenti e l'apprendimento? . . . . .	17

# 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  $\Delta x$  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 variabile 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



## Chapter 2

# Statistica

### 2.1 Probabilità o visione frequentista

Per il teorema centrale del limite la frequenza di un evento su infinite realizzazioni è uguale alla sua probabilità.

$$P(A = a_1) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{n_{A=a_i}}{N} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{n_i}{N}$$

#### 2.1.1 Probabilità di eventi indipendenti e contemporanei

Il prodotto nelle probabilità rappresenta la probabilità che entrambi gli eventi descritti dalle probabilità siano veri, premesso che gli eventi siano **INDIPENDENTI** ed essi non avvengano successivamente. Per esempio, sia  $P(A)$  la probabilità che un dato  $A$  cada con la faccia esposta pari a 4 e  $P(B)$  che un dato  $B$  mostri 6. La probabilità che entrambi gli eventi avvengano, cioè sia il dato  $A$  cade su 4 e il dato  $B$  su 6 è pari al prodotto, cioè  $P(A)P(B) = P(A \wedge B)$ .

#### 2.1.2 Probabilità condizionata (eventi indipendenti e successivi)

Quando un evento avviene prima di un altro si parla di probabilità condizionata (Figura probCond), cioè una tecnica che restringe lo spazio di ricerca della probabilità con cui un evento accadrà sapendo che l'altro ha avuto un determinato esito, probabilisticamente parlando. Ora, se tirassi il dato  $A$  dell'esempio precedente, leggendo il risultato prima di tirare il dato  $B$  vado a calcolare la probabilità  $P(A \wedge B)$  come:

$$P(A \wedge B) = P(B|A)$$

In cui la barra verticale nella probabilità viene letta come "La probabilità di B dato che so A".

$$P(A, B) = P(A|B)P(B)$$

Figure 2.1: Formula delle probabilità condizionate

#### Esempio su probabilità condizionata: gioco delle carte

Sia dato un mazzo di 40 carte con 12 figure, di cui 4 re.

**P. di estrarre un re**  $P(E) = \frac{\text{Numero di re}}{\text{Numero di carte}} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$

**P. di estrarre un re, sapendo di avere estratto una figura**  $P(E) = \frac{\text{Numero di re}}{\text{Numero di carte che sono figure}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$

### 2.1.3 Teorema di Bayes

Si tratta di un teorema estremamente utilizzato in statistica e nel machine learning come strumento per l'apprendimento statistico, la cui principale caratteristica è il fatto che permette di trarre deduzioni dalle conclusioni alle cause (inverte le Y con le X), viene chiamato anche **stima a posteriori**. SI deriva dalla formula della probabilità condizionata. In generale, la statistica bayesiana si basa su una modellizzazione tramite la quale è possibile trarre deduzioni sulla realtà, utilizzando il teorema di Bayes (figura teorBayes).

$$P(X|Y) = \frac{P(Y|X)P(X)}{P(Y)}$$

Figure 2.2: Teorema di Bayes

#### Esempio su teorema di bayes: i taxi

In una città abbiamo due società di taxi, ed uno di questi investe un anziano che non è particolarmente credibile. Bisogna, con i seguenti dati, andare a capire a quale società questo taxi appartenesse a una delle società.

$$\begin{aligned} Taxi &= \{verde, blue\} = \{85\%, 15\% \} \\ Attendibilit_{anziano} &= \{vero, falso\} = \{80\%, 20\% \} \end{aligned}$$

Applico il teorema di Bayes:

$$P(\text{Taxi incidente blue} | \text{Taxi testimone blu}) = \frac{P(\text{Taxi testimone blu} | \text{Taxi incidente blu}) P(\text{Taxi incidente blu})}{P(\text{Taxi testimone blu})}$$

## 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? [2]

A.1.10 Definire l'algoritmo di Q-learning, descrivendo le equazioni opportune.

A.1.11 Scrivere le equazioni dell'algoritmo Q-learning in cui si consideri anche la traccia. [2]

A.1.12 Cosa si intende per politica epsilon-greedy? Come entra nell'algoritmo di Q-learning?

A.1.13 Che differenza c'è tra Q-learning e SARSA?

A.1.14 Dato un problema a piacere si descriva uno degli algoritmi e mostrare due passaggi di addestramento

A.1.15 Quale criterio si sceglie per definire i Reward?

A.1.16 A quali elementi sono associati i reward? Allo stato? All'azione? Allo stato prossimo? Perché? [2]

A.1.17 Impostare un problema su griglia (apprendimento del percorso di un agente, con partenza ed arrivo prescelti + ostacoli). La griglia fornisce un reward, diverso da zero, in ogni transizione.

Definire chiaramente il problema, farne un modello definendo le variabili e le funzioni che le legano.

Scrivere un risultato possibile dei primi 2 passi di apprendimento del problema definito al punto precedente.

## A.2 Fuzzy System

A.2.1 Definire i passi per costruire un sistema fuzzy. [2]

A.2.2 Cosa si intende per FAM? [2]

A.2.3 Una FAM memorizza numeri o preposizione logiche? Come? [2]

A.2.4 Definire un problema per FAM a piacere che involva almeno due variabili in ingresso e due in uscita. [2]

A.2.5 Definire tutti i componenti e calcolare l'uscita passo a passo per un valore di input a piacere [2]

## A.3 Macchine e intelligenza

A.3.1 Descrivere il test di Turing [2]

A.3.2 Descrivere l'esperimento della stanza cinese [2]

A.3.3 Come mai è stato proposto il test di Turing? [2]

A.3.4 Come mai è stato proposto l'esperimento della scatola cinese? [2]

A.3.5 Cosa voleva dimostrare il test di Turing? [2]

A.3.6 Cosa voleva dimostrare l'esperimento della scatola cinese? [2]

A.3.7 Cosa si intende per ipotesi forte ed ipotesi debole dell'AI? [2]

A.3.8 Riportare almeno due elementi del contraddittorio sulle ipotesi su cui è basata l'ipotesi debole sull'AI [2]

A.3.9 Descrivere il "Brain prosthesis thought experiment" di Moravec e commentarlo. [2]

## A.4 Statistica

### A.4.1 Esercizio 1

In una città lavorano due compagnie di taxi: blue e verde, la maggior parte dei taxisti lavorano per la compagnia verde per cui si ha la seguente distribuzione di taxi in città: 85% di taxi verdi e 15% di taxi blu. Succede un incidente in cui è 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.4.2 Esercizio 2

Lo strumento principe per lo screening per il tumore al seno è la radiografia (mammografia). Definiamo  $X$  la situazione della donna:  $X$ =sana, malata, che non conosciamo. Definiamo  $Y$  l'esito della mammografia:  $Y$ =positiva, negativa, che viene misurato. Sappiamo che la sensibilità della mammografia è intorno al 90% ( $P(Y=\text{positiva} \mid X=\text{malata})$ ) e che la specificità sia anch'essa del 90% ( $P(Y=\text{negativa} \mid X=\text{sana})$ ). Qual è la probabilità che l'esame dia risultato positivo ( $P(Y = \text{positivo})$ ), sapendo che le donne malate sono lo 0,01% ( $P(X=\text{malata}) = 0,01\%$ )? Qual è la percentuale di donne che hanno uno screening positivo, di essere effettivamente malate? 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. [2]
- A.5.2 Definire la funzione obiettivo utilizzata. [2]
- A.5.3 Come si utilizza la funzione obiettivo nell'algoritmo di apprendimento. [2]
- 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 è 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?

L'idea è quella di esplorare il grafo partendo dal nodo iniziale, provando a trovare la strada per arrivare ad uno stato di goal. Ad ogni step della ricerca un nodo può essere etichettato in 3 modi:

1. **Unvisited**: deve essere ancora visitato dall'algoritmo.
2. **Alive**: visitato, ma l'algoritmo deve ancora visitare i nodi direttamente raggiungibili da esso. I nodi alive sono raccolti di una coda di priorità  $a$ .
3. **Dead**: visitato, ed anche ogni nodo vicino è stato visitato.

È considerata un template e non un algoritmo perché non è specificato il criterio con cui ordinare  $a$ .

Un grafo  $G$  e un nodo  $v \in G$ . Tutti i nodi raggiungibili da  $v$  sono segnati come visitati.  $V \leftarrow U$   $S \leftarrow \emptyset$   
 $x \in X$   $NbSuccInS(x) \leftarrow 0$   $NbPredInMin(x) \leftarrow 0$   $NbPredNotInMin(x) \leftarrow |ImPred(x)|$   $x \in X$   
 $NbPredInMin(x) = 0$  **and**  $NbPredNotInMin(x) = 0$   $AppendToMin(x)$   $S \neq \emptyset$   $InRes2|S \cap ImSucc(x)| \neq |S|$   
 $y \in S - ImSucc(x)$  { remove from  $V$  all the arcs  $zy : \}$   $z \in ImPred(y) \cap Min$  remove the arc  $zy$  from  $V$   
 $NbSuccInS(z) \leftarrow NbSuccInS(z) - 1$  move  $z$  in  $T$  to the list preceding its present list {i.e. If  $z \in T[k]$ ,  
move  $z$  from  $T[k]$  to  $T[k - 1]$ }  $NbPredInMin(y) \leftarrow 0$   $NbPredNotInMin(y) \leftarrow 0$   $S \leftarrow S - \{y\}$   
 $AppendToMin(y)$   $RemoveFromMin(x)$

procedure DFS( $G, v$ ): label  $v$  as discovered for all edges from  $v$  to  $w$  in  $G.adjacentEdges(v)$  do if vertex  $w$  is not labeled as discovered then recursively call DFS( $G, w$ )

$x \in X$   $NbPredInMin(x) = 0$  **and**  $NbPredNotInMin(x) = 0$   $AppendToMin(x)$

### A.6.2 Si elenchino due possibili implementazioni di Forward Search elencandone proprietà, vantaggi e svantaggi.

#### Breadth first search

La coda  $a$  è gestita in modo FIFO (First-in First-out). I percorsi con  $k + 1$  azioni vengono valutati dopo che ogni percorso con  $k$  azioni è stato esplorato. Se viene trovato il percorso, è garantito che questo avrà il minor numero di azioni (percorso più breve). Funziona in un tempo  $O(v + \epsilon)$ . Per costruire l'albero di ricerca individua in tutti i figli con la stessa profondità e garantisce il percorso più breve. Inoltre è simmetrico.

#### Depth first search

La coda  $a$  è uno stack gestito con una politica LIFO (Last-in First-out). È un algoritmo più "aggressivo" e cerca prima soluzioni nei percorsi più lunghi. Funziona con un tempo  $O(v + \epsilon)$ . Ha il vantaggio di ignorare cammini sbagliati nel caso in cui si trovi immediatamente una soluzione. Non è sistematico su spazi infiniti.

## 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?
- A.8.8 Data un'area cerebrale è univoca la funzione implementata in quell'area?
- A.8.9 Cosa sono i mirror neurons? Quali implicazioni hanno per i sistemi intelligenti e l'apprendimento?