

APPRENDIMENTO AUTOMATICO  
ESAME DEL 22/01/2008 – A.A. 2007/2008  
PROF. ROBERTO NAVIGLI

## 1 Programmazione Genetica

**Esercizio 1.1.** Sia dato il seguente insieme di addestramento:

| x | y | z | f    |
|---|---|---|------|
| 1 | 1 | 1 | 0,33 |
| 2 | 1 | 2 | 0,20 |
| 4 | 0 | 0 | 0,25 |
| 3 | 2 | 5 | 0,10 |
| 3 | 1 | 0 | 0,25 |
| 1 | 2 | 1 | 0,25 |
| 2 | 2 | 1 | 0,20 |

Si vogliono apprendere mediante programmazione genetica una o più funzioni  $f(x, y, z)$  che passino per i punti specificati nell'insieme d'addestramento. Un programma valido è costituito da una qualsiasi formula matematica ottenuta a partire dagli operatori binari  $Opt = \{+, -, *, /\}$  e dagli operandi  $Opn = \{1, x, y, z\}$ . Ad esempio, i seguenti sono programmi validi:  $1, x, x + y - z, 1/(x * y), (1/x * z) * y$ .

- Fornire una rappresentazione per i programmi **(2 punti)**;
- Definire una funzione di fitness ragionevole e applicarla alle funzioni  $1 + x$  e  $1/x$ : quale delle due funzioni ha un miglior valore di fitness? **(2 punti)**;
- Fornire una strategia di crossover e applicarla alla seguente popolazione:

$$P = \{1, x + y, 1/(x + y), x + y + z, x/(x + y), 1/(x * y)\},$$

dato  $r = 2/3$  e supponendo di scegliere le coppie da sinistra verso destra (es. la prima coppia è  $(1, x + y)$ ) **(2 punti)**:

## 2 Apprendimento con Rinforzo

**Esercizio 2.1.** Sia dato il seguente ambiente, le cui ricompense per le azioni di spostamento  $\rightarrow, \leftarrow, \uparrow, \downarrow$  sono specificate nella cella di destinazione (ad esempio,  $r(A3, \downarrow) = 3$ ):

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
|          | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
| <b>A</b> | 0        | 1        | 1        |
| <b>B</b> | 1        | 0        | 3        |
| <b>C</b> | 2        | 3        | 4        |

- Determinare la politica ottima  $\pi^*$  (e il valore cumulativo  $V^{\pi^*}(\mathbf{S})$ ) per raggiungere la cella-goal C3 a partire dalla cella A1. Si consideri  $\gamma = 0.9$  (**3 punti**);
- Modificare una sola ricompensa di una cella in modo che la politica ottima richieda il passaggio per la cella A3 (**1 punto**).

## 3 Alberi di Decisione

**Esercizio 3.1 (4 punti).** Dato il seguente insieme di addestramento, una banca vuole ottenere un sistema per decidere se concedere o meno un mutuo ai propri clienti. Apprendere un albero di decisione. Ottenere inoltre le regole di decisione associate all'albero.

| reddito (euro) | contratto | garante   | mutuo?    |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| $\leq 1,000$   | <i>no</i> | <i>no</i> | <i>no</i> |
| $\leq 1,000$   | <i>no</i> | <i>sì</i> | <i>no</i> |
| $\leq 1,000$   | <i>sì</i> | <i>no</i> | <i>no</i> |
| $1,000-1,500$  | <i>sì</i> | <i>no</i> | <i>sì</i> |
| $1,000-1,500$  | <i>no</i> | <i>no</i> | <i>no</i> |
| $1,000-1,500$  | <i>no</i> | <i>sì</i> | <i>sì</i> |
| $\geq 1,500$   | <i>sì</i> | <i>no</i> | <i>sì</i> |

## 4 Reti Neurali

**Esercizio 4.1 (4 punti).** Supponiamo di fornire a un perceptrone un generico input a due valori  $\vec{x} = (x_1, x_2)$  e rappresentiamo un perceptrone mediante il suo vettore dei pesi  $\vec{w} = (w_0, w_1, w_2)$ .

Siano dati due perceptroni con pesi rispettivamente  $\vec{w} = (0, 1, 1)$  e  $\vec{w}' = (-1, 1, 1)$ . Possiamo dire che il primo perceptrone è più generale del secondo? Motivare la risposta.

*Suggerimento: si ricordi la definizione di ipotesi più generale, data per l'apprendimento di concetti.*

## 5 Quesiti

Rispondere in modo sintetico ai seguenti quesiti:

**Quesito 5.1 (2 punti).** In che cosa consiste il principio del Rasoio di Occam? Come viene applicato all'apprendimento mediante alberi di decisione?

**Quesito 5.2 (2 punti).** Sviluppare i passaggi che portano alla formula dell'apprendimento mediante Naive Bayes.

**Quesito 5.3 (2 punti).** Che cos'è il fenomeno del crowding? Come si può risolvere?

**Quesito 5.4 (2 punti).** Disegnare la matrice di confusione delle prestazioni di un classificatore e fornire la formula per le misure di precisione, recall, accuratezza e F1 measure.

**Quesito 5.5 (2 punti).** Che differenza c'è tra il clustering gerarchico e quello partitivo? Menzionare almeno una tecnica per ognuno dei due approcci.

**Quesito 5.6 (2 punti).** Che cos'è un metodo di ensemble?