

Cognome e nome:

Matricola:

Numero fogli:

**1. [2] Reinforcement Learning.**

Cosa si intende per Apprendimento con Rinforzo? Quale relazione ha con l'intelligenza umana? Come potreste illustrare: Exploration vs Exploitation? Cos'è il problema del credit assignment? Quale criterio si utilizza per definire i Reward? A quali elementi sono associati?

**2. [3] Reinforcement Learning: esercizio.**

Definire un problema a piacere che si possa risolvere con l'Apprendimento con Rinforzo. Definire quali siano gli attori e le variabili in gioco e da chi vengano prodotte le variabili. Scrivere il risultato di due possibili passi di apprendimento.

**3. [3] RL.** Scrivere tutti i passi elementari di un algoritmo di Q-learning e illustrare la differenza con SARSA. Illustrare la differenza tra policy  $\epsilon$ -greedy e pursuit.

**4. [4] Fuzzy system.** Definire i passi per costruire un sistema fuzzy. Cosa si intende per FAM? Memorizza numeri o preposizione logiche? Come? Definire un problema a piacere che involva almeno due variabili in ingresso e due di uscita. Definire tutti i componenti e calcolare l'uscita passo per passo per un valore di input a piacere. E' possibile che un valore in ingresso attivi piu' di due classi fuzzy per la stessa variabile? Perché? Discutere quali siano i punti forti e i punti deboli di un sistema fuzzy. Definire l'**entropia** fuzzy e illustratene il significato. Farne un esempio. Che relazione c'è tra i sistemi fuzzy e l'intelligenza umana?

**5. [3] Macchine e intelligenza.** Descrivere il test di Turing, l'esperimento della stanza cinese e l'esperimento di Maxwell. Come mai sono stati proposti? Cosa volevano dimostrare? Cosa si intende per ipotesi forte ed ipotesi debole dell'AI? Riportare almeno due elementi del contraddittorio sulle ipotesi su cui è basata l'ipotesi debole sull'AI. Il machine learning può essere ricondotto all'ipotesi debole o forte e perché? Descrivere il "Brain prosthesis thought experiment" di Moravec e commentarlo.

**6. [3] Probabilità.** Lo strumento principe per lo screening per il tumore al seno è la radiografia (mammografia). Definiamo X la situazione della donna:  $X=\{\text{sana, malata}\}$ , che non conosciamo. Definiamo Y l'esito della mammografia:  $Y=\{\text{positiva, negativa}\}$ , che viene misurato. Sappiamo che la sensibilità della mammografia è intorno al 90% ( $P(Y=\text{positiva} | X=\text{malata})$ ) e che la specificità sia anch'essa del 90% ( $P(Y=\text{negativa} | X=\text{sana})$ ). 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?

**7. [4] Statistica.** Discutere l'analisi di varianza per un sistema lineare. Cosa fornisce? Come? Dimostrare che la stima ai minimi quadrati è equivalente alla stima a massima verosimiglianza nel caso di errore Gaussiano sui dati. Dimostrare anche che la stima a massima posteriori è equivalente a un problema di regolarizzazione funzionale. Quali sono gli elementi? Qual è il loro ruolo? Qual è la funzione del termine a priori o del regolarizzatore? Quali tipi di regolarizzatori conoscete? Come agiscono sulla soluzione?

**8. [2] Apprendimento supervisionato.** Cosa si intende per apprendimento supervisionato? A quali classi di problemi si applica? Chi apprende? Come? Cosa si intende per apprendimento per epoche e per trial? Qual è il vantaggio di ciascuna delle due modalità di apprendimento? Cosa si intende per training e test set? Perché vengono utilizzati? Definire i diversi tipi di errori sui dati commessi da un modello e spiegarne l'origine. 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?

**9. [4] Reti neurali.** Definire l'algoritmo di apprendimento supervisionato di una rete neurale con unità arbitrarie. Cosa rappresenta la funzione obiettivo? Come viene utilizzata nell'apprendimento? Derivare

analiticamente la forma analitica dell'aggiornamento dei parametri nel caso di unità lineari e di reti a singolo strato. Una rete neurale con unità sigmoidali è un modello parametrico? E' lineare? Perché? Come funziona l'approssimazione incrementale multi-scala. Cosa garantisce? Quali vantaggi può avere?

**10. [2] Clustering.** Cosa si intende per clustering? In quali famiglie vengono divisi? Che relazione c'è tra clustering e classificazione? Scrivere i passi elementari che costituiscono l'algoritmo di K-means. **Quali sono le criticità?**

**11. [3] Biologia.** Definire a grandi linee il neurone biologico ed il suo funzionamento. Descrivere la modalità di trasmissione dell'informazione nel sistema nervoso e identificare le caratteristiche peculiari. Dove avviene principalmente l'"apprendimento" nei neuroni biologici? Che differenza c'è tra neuroni motori, neuroni sensoriali ed inter-neuroni? Cos'è uno spike? Cosa sono i mirror neurons? Quali implicazioni hanno per i sistemi intelligenti e l'apprendimento?

**12. [2] Algoritmi Genetici.** Cosa si intende per algoritmi genetici? Quali sono le caratteristiche? Cosa si intende per elitismo? Quali problemi vogliono risolvere? Cosa si intende per ottimizzazione evolutiva? Descrivere gli elementi e i passi elementari di un algoritmo di ottimizzazione evolutiva. Cos'è l'"evolution path"? A cosa serve? Confrontare gli algoritmi genetici e quelli di ottimizzazione evolutiva evidenziando le differenze, i punti forti e i punti deboli.