

Prova d'esame del 19.Luglio.2022 *Cognome e nome:*

1. [2] Apprendimento

Definire i tre tipi di apprendimento nelle macchine e definire da cosa è caratterizzato ciascuno di essi: punti di forza e di debolezza.

2. [3] Ricerca su albero. Si definisca informalmente il problema di risolvere un problema di clustering di un'immagine mediante quad-tree, come un problema di ricerca su albero. Cosa occorre definire? Si discuta inoltre di quale può essere una euristica per tale problema, o di come si possano generare euristiche.

3. [4] Fuzzy system. Definire i passi per costruire un sistema fuzzy. Cosa si intende per FAM? Memorizza numeri o proposizione 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 più 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 illustrarne il significato per le applicazioni pratiche. Fare un esempio. Che relazione c'è tra i sistemi fuzzy e l'intelligenza umana?

4. [3] Intelligenza artificiale. Descrivere il test di Turing e l'esperimento della stanza cinese. L'esperimento e quello di Maxwell cosa ci dicono sull'ipotesi debole e forte dell'intelligenza artificiale? Discutere la relazione tra apprendimento delle macchine (machine learning) e intelligenza artificiale debole e forte. L'explainability è la capacità di spiegare in quale modo una macchina, dotata di AI, fornisce una certa risposta. In che relazione è con intelligenza artificiale forte e debole?

5. [3] Statistica. Discutere l'analisi di varianza per un sistema lineare. Cosa fornisce? Come? Enunciare il teorema di Bayes e illustrarne l'importanza.

6. [2] Statistica. Sia $p(x|\theta)$ la densità di probabilità di una variabile casuale X , ove θ rappresenta un vettore di parametri che caratterizza la funzione di densità di probabilità (ad esempio, media e varianza di una gaussiana). Si spieghi come è possibile utilizzare la funzione di verosimiglianza per stimare θ .

7. [3] Statistica. 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?

8. [2] Ottimizzazione vincolata. Cos'è il criterio di discrepanza utilizzato per definire il parametro di regolarizzazione e come funziona? Quali tipi di regolarizzatori conoscete? Come agiscono sulla soluzione? Perché? Cosa si intende per regolarizzazione alla Tikhonov? Cosa si intende per total variation?

9. [3] RL. Che cosa è una Value Function e come è definita? Cos'è la traccia? Scrivere un algoritmo di apprendimento alle differenze temporali.

L'equazione $Q_N = \alpha r_N + (1 - \alpha) Q_{N-1}$ regola l'aggiornamento della funzione Q , che valori può assumere α , che cosa provocano nell'aggiornamento?

10. [4] Reti neurali. Definire 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 non lineari e di reti a singolo strato. Cosa si intende per modello parametrico? Quali vantaggi / svantaggi offre? Come funziona l'approssimazione incrementale multi-scala. Cosa garantisce? Quali vantaggi può avere? Cosa si intende per training set e test set. Cosa è la cross-validation. Cosa si intende per semi-convergenza? Come viene classificato l'errore commesso da un modello? 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. [3] Clustering. Quali tipi di algoritmi possiamo identificare? Quali caratteristiche hanno? Che relazione c'è tra clustering e classificazione? Scrivere i passi elementari che costituiscono l'algoritmo di K-means. **Quali sono le criticità?** Cosa si intende per **clustering gerarchico**? Quali sono i limiti e i problemi?

12. [2] 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? Cos'è uno spike? Cosa sono i mirror neurons? Quali implicazioni hanno per i sistemi intelligenti e l'apprendimento?

13. [3] 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? Come viene aggiornato? Confrontare gli algoritmi genetici e quelli di ottimizzazione evolutiva evidenziando le differenze, i punti forti e i punti deboli.

3. [2] Robotica. Quali tipi di sensori sono utilizzati da un robot mobile autonomo per muoversi nell'ambiente? Si descriva brevemente questi sensori, illustrandone uso, pregi e difetti utilizzando un approccio semi-quantitativo.