

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SECONDA SESSIONE 2024 – SEZIONE A
SETTORE INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Prova Scritta

La prova consiste nello svolgimento di un tema proposto nel seguito.

Tema 1

TEMA DI INFORMATICA #1: L'apprendimento automatico è un campo dell'intelligenza artificiale che offre diversi paradigmi per l'addestramento di modelli su dati con scopi differenti. Tra i principali, troviamo l'apprendimento supervisionato (*supervised learning*), l'apprendimento non supervisionato (*unsupervised learning*) e l'apprendimento per rinforzo (*reinforcement learning*). Ciascuno di questi paradigmi ha caratteristiche peculiari che li rendono adatti a specifici tipi di problemi. Si chiede al candidato di:

- Descrivere il principio base e il funzionamento di ciascuno dei seguenti paradigmi di apprendimento automatico: *supervised*, *unsupervised* e *reinforcement learning*.
- Confrontare criticamente questi paradigmi, discutendo le loro differenze in termini di:
 - necessità di dati etichettati o non etichettati per l'addestramento;
 - come ciascun paradigma utilizza i dati nel processo di apprendimento.
 - ambiti di applicazione e tipo di problemi che ciascun paradigma può risolvere.
- Fornire un esempio concreto per ciascun paradigma, motivando la scelta del paradigma in base ai vantaggi specifici nel contesto dell'applicazione.

A.2
All. 2
1 di 5

Infine, il candidato illustri i limiti di ciascun paradigma e discuta in quali casi specifici un approccio potrebbe risultare più vantaggioso rispetto agli altri.

Tema 2

TEMA DI INFORMATICA #2: Il candidato esamini in dettaglio le principali metodologie e i modelli architetturali adottati nella progettazione e nello sviluppo di applicazioni distribuite di livello *enterprise* (es., microservizi, *Service-Oriented Architecture* (SOA), Architettura *Layered* (*N-tier*) etc). Si discuta come queste metodologie influenzano le decisioni progettuali relative a scalabilità, tolleranza ai guasti e affidabilità, approfondendo le implicazioni delle diverse scelte architetturali sulla robustezza e sull'efficienza delle applicazioni. Il candidato analizzi inoltre come le caratteristiche di tali applicazioni influenzano le prestazioni complessive del sistema, prendendo in considerazione aspetti quali la latenza, il *throughput* e l'uso ottimale delle risorse. Infine, si esplori il ruolo del *cloud computing* e della virtualizzazione come tecnologie chiave nella creazione di sistemi distribuiti resilienti e scalabili, evidenziando vantaggi, sfide e best practice associate a queste tecnologie.

Tema 3

TEMA DI INFORMATICA #3: Il candidato esamini in modo approfondito le caratteristiche fondamentali dei database utilizzati per la gestione dei *Big Data*, illustrando le differenze chiave tra i modelli di dati relazionali e non relazionali. Si analizzi come questi modelli rispondano alle esigenze di scalabilità, flessibilità e velocità di elaborazione tipiche delle applicazioni che gestiscono grandi volumi di dati eterogenei. Il candidato esplori le strategie di memorizzazione e gestione dei dati, prendendo in considerazione sia le soluzioni di elaborazione in modalità *batch* che quelle in modalità *streaming*, descrivendone i vantaggi, le limitazioni e loro applicazioni. Inoltre, si approfondisca l'impatto del teorema CAP (*Consistency, Availability, Partition tolerance*) sulle scelte architetturali e progettuali, discutendo come le diverse combinazioni di consistenza, disponibilità e tolleranza ai guasti influenzino il design e l'efficienza dei sistemi distribuiti per i *Big Data*. Si includano esempi pratici e casi d'uso per illustrare come tali principi siano applicati nella realizzazione di architetture moderne per la gestione e l'analisi dei dati su larga scala.

Tema 4

TEMA DI TELECOMUNICAZIONI #1: Il candidato descriva in dettaglio i fenomeni di *large-scale* e di *small-scale fading*. Per ciascuno dei due fenomeni, il candidato:

- Rappresenti graficamente come la potenza del segnale ricevuto varia nel tempo, sottolineando le principali differenze in termini di velocità e ampiezza.
- Illustri le principali cause fisiche ed ambientali e spieghi come sono influenzati dalla velocità tra trasmettitore e ricevitore.
- Descriva, infine, le principali tecniche di mitigazione e le principali metriche di prestazione.

A.2
All. 2
2 di 5

Tema 5

TEMA DI TELECOMUNICAZIONI #2: Il candidato descriva il principio di funzionamento della modulazione AM (*Amplitude Modulation*). In particolare, viene richiesto di:

- Esplicitare l'espressione matematica che ne descrive il principio di funzionamento.
- Rappresentare lo schema a blocchi del circuito di generazione del segnale AM.
- Rappresentare lo schema a blocchi di un generico ricevitore AM.
- Illustrare nel dettaglio il circuito di demodulazione AM basato su rivelatore di inviluppo, evidenziando i fenomeni non lineari alla base del suo funzionamento.

Tema 6

TEMA DI AUTOMAZIONE #1: Parlare dei controllori PLC, descrivendo le caratteristiche fisiche e la logica di funzionamento. Parlare dei linguaggi standard (IEC-61131) ed in particolare dell'SFC. Di quest'ultimo, descriverne le strutture principali, le regole di scrittura, le regole di evoluzione, le strutture di parallelismo e di scelta mutuamente esclusiva. Descrivere cosa sono i semafori e a cosa servono. Descrivere possibili errori che portano ai cosiddetti deadlock e proporre delle soluzioni al problema. Descrivere la gestione

dei programmi secondo la logica padre-figlio. Descrivere quali sono le fasi del progetto del software con approccio top-down.

Tema 7

TEMA DI AUTOMAZIONE #2: Descrivere il problema dell'identificazione dei sistemi dinamici. Parlare delle tecniche più comuni basate su modelli parametrici lineari, descrivendo le differenze tra modelli di predizione e di simulazione. Descrivere i test per la verifica dell'accuratezza dei modelli ottenuti e commentare sulla scelta dell'ordine dei sistemi di identificazione lineare parametrica. Parlare degli schemi di stima basati sui minimi quadrati e minimi quadrati ricorsivi e mostrare come possono essere usati nel contesto dell'identificazione parametrica. Parlare dell'evoluzione delle tecniche di identificazione mediante modelli non lineari basati su *machine learning*. Descrivere il problema della generalizzazione, dell'*overfitting* e dell'*underfitting*. Descrivere cosa sono i *training* e *validation set*.

Tema 8

TEMA DI ELETTRONICA #1: Al candidato viene richiesto di sviluppare un testo avente lo scopo di mostrare le proprie conoscenze riguardanti il componente diodo a giunzione *pn* e le sue applicazioni. Nello specifico, si raccomanda di approfondire le seguenti tematiche: (i) struttura e principio di funzionamento della giunzione *pn*; (ii) modello ai piccoli ed ai grandi segnali; (iii) esempi di circuiti utilizzando il dispositivo in oggetto, corredati da un'approfondita analisi del funzionamento; (iv) tipologie di diodo ed utilizzi.

Tema 9

TEMA DI ELETTRONICA #2: I filtri sono componenti ampiamente utilizzati sia in ambito analogico che digitale nell'elaborazione dei segnali. Viene chiesto di:

- Descrivere le principali funzioni di un filtro analogico e le relative applicazioni.
- Illustrare le differenze tra i filtri passa-basso, passa-alto, *notch* e passa-banda, fornendo anche esempi della loro realizzazione.
- Spiegare le principali funzioni di un filtro digitale.
- Fornire una panoramica sui filtri FIR e IIR.

Tema 10

TEMA DI BIOMEDICA #1: Le moderne tecnologie di *imaging* diagnostico hanno notevolmente migliorato le possibilità di diagnosi e monitoraggio di molteplici patologie. In particolare, le tecniche di ecografia, tomografia assiale computerizzata (TAC) e tomografia a emissione di positroni (PET) rappresentano tre metodologie avanzate, ognuna basata su principi fisici differenti e applicabile in specifici contesti clinici. Si chiede al candidato di:

- Descrivere il principio fisico e la catena di acquisizione delle immagini per ciascuna delle seguenti tecniche diagnostiche: ecografia, TAC, PET.
- Confrontare criticamente i principi di funzionamento di queste tecniche, discutendo come questi principi influiscano sui seguenti aspetti:
 - La risoluzione spaziale e il contrasto dei tessuti visualizzati.
 - La specificità delle informazioni che ogni tecnica fornisce (morfologica vs. funzionale).

- Gli effetti collaterali e i rischi per il paziente e i limiti di ciascuna tecnica in termini di applicazioni cliniche.
- Fornire inoltre un esempio applicativo concreto per ogni tecnica, motivando la scelta della metodica diagnostica in base ai suoi vantaggi specifici nel caso clinico.

Tema 11

TEMA DI BIOMEDICA #2: Il candidato descriva la strumentazione necessaria per l'acquisizione del segnale ECG, minimizzando il rumore e garantendo la sicurezza del paziente. In particolare, si chiede al candidato di:

- Descrivere il funzionamento e le caratteristiche degli elettrodi utilizzati per l'acquisizione dell'ECG, specificando le tipologie di elettrodi, il loro posizionamento nelle derivazioni standard e i materiali comunemente impiegati per realizzarli.
- Illustrare la funzione del rilevatore di guasti e del circuito di protezione.
- Descrivere in modo dettagliato lo schema circuitale del preamplificatore per strumentazione, descrivendone i vari stadi e i requisiti progettuali.
- Illustrare il funzionamento del circuito di isolamento per la protezione del paziente, descrivendo i possibili metodi di isolamento (ottico ed elettromagnetico).
- Spiegare l'importanza della fase di filtraggio del segnale e come contribuisce alla qualità del segnale. Il candidato illustri anche un esempio circuitale di filtro usato per eliminare le componenti di alta frequenza indesiderate.
- Descrivere il funzionamento del convertitore analogico-digitale (ADC) utilizzato nell'elettrocardiografo, specificando la frequenza di campionamento minima per rispettare il teorema del campionamento di Nyquist, e le considerazioni per ridurre l'errore di quantizzazione.

A.2
All. 2
4 di 5

Tema 12

TEMA DI BIOMEDICA #3: Le tecnologie per l'analisi del movimento consentono di studiare la biomeccanica del corpo umano, fornendo informazioni utili per la diagnosi, la riabilitazione e il monitoraggio di diverse condizioni cliniche. Strumenti come le piattaforme di forza, i sistemi di *motion capture* (stereofotogrammetria) e i sensori inerziali (IMU) indossabili permettono di raccogliere dati quantitativi e oggettivi sui parametri di movimento. Si chiede al candidato di:

- Descrivere il principio di funzionamento dei seguenti strumenti: piattaforme di forza, sistemi di *motion capture* e sensori IMU (accelerometri e giroscopi).
- Confrontare i diversi strumenti, evidenziando in particolare le principali differenze applicative ed analizzando i limiti di ciascuno.
- Illustrare i principali passaggi per il trattamento dei dati acquisiti, descrivendo le tecniche di elaborazione più comuni per la gestione dei segnali grezzi fino all'ottenimento di informazioni biomeccaniche (per esempio Centro di Pressione, Centro di massa, Orientamento).
- Fornire indicazioni sugli scenari applicativi di tale strumentazione in ambito clinico, identificando i contesti in cui ciascuno strumento è più indicato (ad esempio, analisi del cammino, valutazione posturale, studio dell'equilibrio).

- Presentare un esempio applicativo concreto, motivando la scelta dello strumento in relazione ai vantaggi specifici per il caso clinico (ad esempio, analisi della camminata per pazienti con Parkinson, monitoraggio dell'equilibrio negli anziani, valutazione del rischio di caduta o monitoraggio degli arti superiori in pazienti post-ictus).