TRACCE ESTRATTE

Macro area: Algoritmi, strutture e modelli dati, progettazione del software

Traccia 1

Gli algoritmi che si utilizzano per risolvere problemi in cui i dati sono nella memoria centrale (RAM) hanno caratteristiche diverse rispetto al caso in cui la dimensione dei dati di ingresso è tale da richiedere la memoria di massa per la loro memorizzazione. Illustrare le ragioni fondamentali di questa differenza, spiegando in dettaglio i più importanti aspetti teorici e pratici che differenziano questi due contesti.

Si richiede poi di approfondire e specializzare le ragioni descritte per il punto precedente a due casi. Il primo caso riguarda il problema dell'ordinamento, per il quale si chiede quindi di confrontare i corrispondenti algoritmi per dati in memoria centrale con quelli per dati in memoria di massa. Il secondo caso riguarda l'operazione di equi-join di due tabelle su un attributo, per il quale, ancora una volta, si chiede di confrontare gli algoritmi da usare nel caso di tabelle memorizzate in memoria centrale con quelli da usare nel caso di tabelle in memoria di massa.

Traccia 2

I sistemi informativi di organizzazioni complesse sono spesso caratterizzati dalla presenza di diverse sorgenti di dati, autonome, eterogenee e distribuite. Illustrare le caratteristiche fondamentali della disciplina nota come integrazione dei dati, significativa in questo contesto. In particolare, illustrare le motivazioni che spingono all'integrazione, le soluzioni architetturali per affrontarla, i problemi principali che la caratterizzano, fornendo una definizione per ognuno di essi, ed illustrando in dettaglio le tecniche per affrontarli.

Si immagini poi di operare in un'organizzazione che ha acquisito diverse altre aziende negli ultimi anni, dove ogni azienda porta con sé sistemi informativi separati, con propri schemi di dati e formati, che contengono dati relativi a clienti, ordini, prodotti ed acquisti. Ipotizzando ragionevoli caratteristiche per la struttura ed il formato delle fonti da integrare nello scenario proposto, si illustri il progetto complessivo per l'integrazione di tali sistemi informativi, scegliendo una specifica soluzione architetturale e facendo riferimento a metodologie e strumenti per il supporto al progetto. In particolare, si descriva la soluzione scelta per il problema della "entity resolution" (anche detto "record deduplication") e per il problema della "information extraction" da fonti non strutturate, due dei sottoproblemi più importanti da affrontare nel processo di integrazione.

SDS

Macro area: Sistemi distribuiti, cloud computing e reti di comunicazione

Traccia 3

Definire le proprietà fondamentali dei sistemi distribuiti, formulare il "CAP Theorem" e descrivere gli elementi essenziali della sua dimostrazione. Illustrare poi in dettaglio i vari tipi di consistenza, discutendo e confrontando le caratteristiche di ognuno di esso e fornendo opportuni esempi pratici della loro applicazione.

Facendo riferimento ad una applicazione di E-commerce, si consideri uno scenario in cui ogni prodotto è censito in due datacenter (A e B) ed entrambi i datacenter ricevono ordini dagli utenti. Durante una partizione di rete, il datacenter A elabora un ordine che riduce l'inventario di un prodotto a 0, mentre il datacenter B accetta un ordine per lo stesso prodotto. Quando la rete viene ripristinata, gli ordini elaborati sono in conflitto. Si chiede di progettare una strategia per gestire la sincronizzazione degli inventari tra i datacenter dopo il ripristino, minimizzando i conflitti e garantendo la coerenza, di proporre un protocollo di replica che il sistema potrebbe adottare per mantenere la consistenza dei dati in caso di interruzioni di rete e di specificare come garantire che almeno un datacenter rimanga disponibile per elaborare le richieste e come i dati vengono sincronizzati una volta risolta la partizione. Infine, considerando i requisiti di consistenza e disponibilità del sistema di e-commerce, si analizzi quale livello di consistenza è più appropriato per l'elaborazione degli ordini e la gestione del catalogo prodotti.

Traccia 4

Illustrare i principali protocolli di sicurezza delle reti, descrivendone il funzionamento ed evidenziando il loro ruolo nella protezione delle comunicazioni in rete.

Una banca intende sviluppare una piattaforma online che consenta ai propri clienti di effettuare transazioni in modo sicuro, consultare report finanziari e comunicare con consulenti. In particolare, la piattaforma deve garantire: (a) protezione dei dati sensibili dei clienti e delle transazioni; (b) resilienza contro attacchi informatici; (c) conformità alle normative internazionali di sicurezza e privacy. Progettare un'architettura di sicurezza per questa piattaforma, discutendo come la soluzione progettata soddisfa i requisiti di sicurezza, prestazioni e usabilità, e proponendo metriche per misurare l'efficacia del sistema.

Macro area: Distributed Ledger Technology e crittografia

Traccia 5

Illustrare il funzionamento dei meccanismi di proof of work e di proof of stake nelle tecnologie blockchain (DLT), evidenziandone in particolare pregi e criticità.

Si vuole creare una rete basata su tecnologia DLT che consenta a istituzioni finanziarie di condividere alcune elaborazioni relative ai propri clienti senza dover necessariamente condividere tutti i dati, che possono essere identificativi di individui o di gruppi. Progettare una soluzione basata su tecnologia blockchain tramite cui sia possibile poter condividere le elaborazioni mantenendo privati i dati sottostanti. Specificare le principali caratteristiche e valutare la soluzione proposta, includendo nelle valutazioni anche metriche di prestazione/efficienza, usabilità, affidabilità e sicurezza.

Traccia 6

Descrivere i concetti fondamentali di crittografia a chiave pubblica e crittografia a chiave privata, evidenziando in particolare le differenze tra i due approcci in termini di sicurezza, prestazioni e ambiti di applicazione.

Un'istituzione finanziaria vuole implementare un sistema sicuro per condividere dati ed elaborazioni con altre istituzioni, rispettando i seguenti requisiti: (a) i dati sensibili devono rimanere privati e accessibili solo ai soggetti autorizzati; (b) il sistema deve permettere agli utenti di verificare l'integrità dei risultati e di firmarli digitalmente per approvarne l'accesso a terzi; (c) la soluzione deve garantire efficienza e scalabilità, considerando un alto volume di dati e di utenti. Progettare una soluzione crittografica per questo scenario che soddisfi i requisiti sopra indicati. Specificare l'utilizzo di schemi di crittografia a chiave pubblica, a chiave privata e funzioni di hash, spiegando come si integrano nel sistema. Valutare la soluzione proposta rispetto a sicurezza, prestazioni e semplicità d'uso, discutendo eventuali compromessi tra sicurezza e usabilità.

Macro area: Intelligenza artificiale e data science

Traccia 7

La logica proposizionale è uno dei pilastri dell'approccio simbolico all'intelligenza artificiale. Si chiede di definire le componenti sintattiche e semantiche della logica proposizionale, di illustrare le nozioni di tautologia, contraddizione, soddisfacibilità e implicazione logica, di specificare le caratteristiche che deve avere uno scenario applicativo per essere modellato adeguatamente con la logica proposizionale e di definire in dettaglio due concetti fondamentali relativi alle tecniche di ragionamento nella logica proposizionale, ossia l'inferenza deduttiva e l'inferenza abduttiva, fornendo anche opportuni esempi.

Si consideri il problema della colorabilità di un grafo: dato un grafo non orientato con N nodi ed M archi e dati K colori, verificare se si può assegnare un colore ad ogni nodo in modo tale che per ogni coppia <n1, n2> di nodi collegati da un arco, il colore assegnato a n1 sia diverso dal colore assegnato a n2. SI chiede di valutare se il suddetto problema si può modellare usando la logica del primo ordine. In caso di risposta negativa, motivare la risposta ed in caso di risposta positiva, si illustri il risultato della modellazione e si indichi un algoritmo di ragionamento che, operando sulla formalizzazione in logica di una istanza del problema della colorabilità, fornisca la soluzione per l'istanza stessa.

Traccia 8

Illustrare le principali architetture alla base dei large language model, evidenziandone in particolare gli elementi più innovativi.

Una grande organizzazione che opera sul territorio nazionale riceve in media 10.000 email al giorno dai propri utenti. Tutte le email devono essere analizzate e inoltrate per le successive elaborazioni a un ufficio competente. Tale ufficio competente, che dovrà farsi carico della risposta, deve essere scelto tra tutti gli uffici dell'organizzazione in base al contenuto dell'email. Progettare una soluzione basata su large language model, che dovrà essere integrata nel sistema informativo dell'organizzazione. Specificare la tipologia di large language model utilizzato, mettendo in evidenza tutte le operazioni che l'organizzazione deve eseguire per assicurarne un corretto funzionamento. Valutare la soluzione proposta, includendo nelle valutazioni anche considerazioni di costi e di prestazione/efficienza.

TRACCE NON ESTRATTE

Macro area: Algoritmi, strutture e modelli dati, progettazione del software

Traccia 1

Scegliere almeno tre differenti tecniche algoritmiche ed illustrarle in dettaglio, evidenziando le caratteristiche fondamentali di ognuna, confrontandone le proprietà e specificando la natura dei problemi ai quali sono applicabili.

Considerare poi il seguente scenario. In una piattaforma di trading, diversi enti possono voler emettere o vendere titoli finanziari contemporaneamente. Tuttavia, se titoli simili sono messi all'asta nello stesso momento, potrebbero competere per gli stessi investitori, riducendo potenzialmente l'efficacia dell'asta per ciascun titolo. Il problema che si vuole risolvere è il seguente: dati $M > 2$ slot disponibili di un'ora ciascuno, date N aste da organizzare nell'ambito degli slot disponibili, dove ciascuna asta richiede un'ora di tempo, e data l'informazione di quali coppie di aste sono considerate conflittuali, assegnare ad ogni asta uno slot in modo che nessuna asta A si svolga contemporaneamente con un'asta B conflittuale con A. Si fornisca una descrizione formale del problema computazionale descritto e si descriva lo spazio delle sue potenziali soluzioni (detto anche spazio degli stati). Si scelga poi una specifica tecnica algoritmica e si definisca e si illustri in dettaglio un algoritmo per risolvere il problema basato sulla tecnica scelta. Si forniscano opportune considerazioni a supporto della correttezza dell'algoritmo, se ne caratterizzi la complessità computazionale e si motivi la sua adeguatezza in termini di effcienza. Infine, si discuta se il caso $N = 2$ suggerirebbe di modificare l'algoritmo oppure no, motivando dettagliatamente la risposta.

Traccia 2

Nei sistemi informativi complessi diverse tecniche di gestione dei dati devono convivere al fine di trattare dati strutturati e dati semi-strutturati. Si chiede di illustrare in dettaglio le caratteristiche fondamentali del modello relazionale dei dati e dei modelli NoSQL, confrontando i loro pregi e le loro criticità rispetto alle caratteristiche dei tipi di dato menzionati in precedenza e rispetto al problema di interrogare tali dati con i relativi linguaggi di query.

Facendo riferimento ad un sistema informativo di un'organizzazione complessa, in cui sorgenti di dato di tipo diverso convivono al livello dei processi OLTP ("On-Line Transactional Processing") ed in cui elaborazioni di tipo OLAP ("On-Line Analytical Processing") sono richieste al fine di supportare analisi descrittive e predittive strategiche per l'organizzazione, illustrare in dettaglio una possibile metodologia per progettare e realizzare il sistema, specificando in particolare i componenti della soluzione proposta, i formalismi per modellare i dati e i processi al livello delle suddette componenti e gli strumenti che si possono utilizzare per realizzarle.

SDS

Macro area: Sistemi distribuiti, cloud computing e reti di comunicazione

Traccia 3

Fornire la definizione di sistema distribuito e descrivere le principali caratteristiche che lo differenziano da un sistema centralizzato, fornendo una descrizione di dettaglio delle architetture di riferimento per i sistemi distribuiti, distinguendole in base al tipo di comunicazione e di organizzazione. Illustrare poi un confronto tra le diverse archtetture rispetto a proprietà fodnamentali quali trasparenza scalabilità, complessità di gestione, resilienza e scenari di applicazione.

Il progetto dell'architettura di un sistema distribuito è influenzato da diverse proprietà del contesto in cui il sistema opera. Descrivere tali proprietà findamentali, spiegando il loro impatto sulle scelte di progetto. Considerando poi le proprietà di consistenza, disponibilità e tolleranza alle partizioni, spiegare in dettaglio come un sistema distribuito può bilanciare queste proprietà in scenari specifici, inclusi servizi di social media e database distribuiti per applicazioni finanziarie. Infine, discutere a quali compromessi è ragionevole giungere ed in quale modo le architetture moderne affrontano queste sfide.

Traccia 4

Descrivere i concetti fondamentali delle infrastrutture di rete per data center e per sistemi HPC, illustrandone le principali differenze.

Un'importante istituzione sta sviluppando un sistema di calcolo ad alte prestazioni per analisi in tempo reale su flussi di dati provenienti dai mercati globali. Il sistema deve essere implementato in un'infrastruttura di rete scalabile che supporti elaborazioni parallele intensive (ad esempio simulazioni di rischio, calcolo di modelli finanziari avanzati), trasferimenti di dati ad alta velocità e bassa latenza, e gestione sicura dei dati sensibili, come ad esempio le transazioni e le informazioni private dei clienti. Progettare un'infrastruttura di rete per supportare questo sistema. L'infrastruttura deve essere scalabile così da gestire carichi di lavoro crescenti senza compromettere le prestazioni. Definire inoltre opportune strategie per garantire l'alta disponibilità della rete.

Macro area: Distributed Ledger Technology e crittografia

Traccia 5

Descrivere le differenze tra le architetture permissioned e permissionless nelle tecnologie Distributed Ledger (DLT). Spiegare i principi di funzionamento e le principali caratteristiche di ciascun modello, evidenziando le differenze negli aspetti di governance e di controllo degli accessi. Discutere inoltre i contesti in cui un'architettura permissioned è preferibile rispetto a una permissionless, e viceversa.

Una rete di aziende operanti in un settore industriale (ad esempio, una filiera agroalimentare) vuole implementare una soluzione DLT per garantire la tracciabilità dei prodotti lungo tutta la filiera, dalla produzione alla distribuzione. La rete ha i seguenti requisiti: (a) i membri della rete devono essere identificabili e autorizzati; (b) alcuni dati relativi alla produzione (come ad esempio i processi interni) devono rimanere privati, mentre altri (come ad esempio le date di spedizione e le certificazioni) devono essere visibili a tutti i partecipanti e, in alcuni casi, ai consumatori finali; (c) i sistema deve garantire trasparenza, integrità e un'elevata resilienza agli attacchi. Progettare una soluzione DLT per questo scenario, motivando la scelta tra un'architettura permissioned o permissionless (o un modello ibrido). Valutare la soluzione proposta rispetto a criteri di prestazioni, sicurezza, scalabilità e governance.

Traccia 6

Illustrare i concetti fondamentali degli smart contract e il loro funzionamento su piattaforme blockchain, discutendone i principali pregi e criticità.

Un'azienda vuole implementare uno smart contract su blockchain per gestire un sistema di crowdfunding, con i seguenti requisiti: (a) i partecipanti possono inviare fondi a un progetto specifico entro una certa scadenza temporale; (b) se l'obiettivo di raccolta fondi non viene raggiunto entro il termine, i fondi devono essere automaticamente restituiti ai partecipanti; (c) il sistema deve impedire attacchi, come doppi prelievi o manipolazioni del saldo; (d) devono essere minimizzate le gas fees per le operazioni. Progettare uno smart contract per questo scenario, specificando la scelta del linguaggio di programmazione e motivandone l'uso in relazione ai criteri di qualità.

Macro area: Intelligenza artificiale e data science

Traccia 7

Si chiede di illustrare la nozione di Knowledge Graph, confrontandola con la nozione di Graph database e quella di modello ad oggetti nello sviluppo del software. Si chiede poi di descrivere l'uso che si può fare dei Knowledge Graph in vari tipi di sistemi di intelligenza artificiale, quali ad esempio i sistemi a regole, i sistemi per processamento del linguaggio naturale ed i foundational model. Si chiede anche di illustrare i formalismi che si possono utilizzare per estrarre informazioni dai knowledge graph e i tipi di ragionamento automatico che si possono concepire per effettuare inferenze sulla conoscenza espressa nei Knowledge Graph.

Si consideri poi un contesto applicativo in cui la conoscenza è stata espressa, sotto open world assumption, mediante un Knowledge Graph i cui nodi sono usati per modellare individui, classi (Class) e proprietà (Property) e che includa archi di tipo "property" (ad esempio "A friend B", dove "friend" è una property), di tipo "instance" (ad esempio, "A instance Azienda", dove Azienda è una classe), di tipo "subclass" (ad esempio "AziendaPubblica subclass Azienda"), di tipo "disjointClass (ad esempio "Person disjoint Class Azienda) di tipo "range" (ad esempio, work-for "domain" Person, dove work-for è una property e Person una classe) e di tipo "range" (ad esempio, work-for "range" Azienda, dove Azienda è una classe). Progettare un algoritmo di ragionamento per decidere se una asserzione rappresentata da un arco è implicata logicamente dalla conoscenza rappresentata dal Knowledge Graph, motivandone la correttezza e valutandone il costo computazionale.

Traccia 8

Illustrare le principali differenze tra modelli di apprendimento supervisionato, semi-supervisionato, non supervisionato e per rinforzo (reinforcement learning), analizzando vantaggi e svantaggi di ciascun approccio in relazione alla disponibilità e alla qualità dei dati.

Un'importante banca vuole implementare un sistema di machine learning (apprendimento automatico) per migliorare la gestione del rischio e le strategie di investimento. Gli obiettivi principali di tale sistema sono: (a) rilevare possibili frodi; (b) segmentare i clienti per sviluppare strategie di marketing personalizzate; (c) ottimizzare il portafoglio di investimenti sfruttando un modello adattivo. Progettare una soluzione basata sui paradigmi di machine learning. Proporre inoltre metriche per valutare le prestazioni di ciascun componente del sistema, e valutare le prestazioni in termini di scalabilità, affidabilità e robustezza agli scenari di mercato mutevoli.

TRACCE NON ESTRATTE

Macro area: Algoritmi, strutture e modelli dati, progettazione del software

Traccia 1

Illustrare in dettaglio le caratteristiche delle architetture software monolitiche basate su servizi e delle architetture applicative basate su microservizi, evidenziando pregi e criticità di ognuno dei due paradigmi.

Facendo riferimento ad un sistema informatico di un'organizzazione complessa, come ad esempio un istituto finanziario, descrivere un possibile insieme di funzionalità che il sistema deve garantire, incluse le funzionalità per la gestione dei dati che costituiscono il patrimonio informativo dell'organizzazione, e progettare una soluzione architetturale ibrida, in cui convivano servizi monolitici e microservizi, motivando in dettaglio la scelta dei due paradigmi nei relativi contesti del sistema. Illustrare poi una possibile metodologia di progetto ed i possibili metodi per modellare e descrivere la struttura del sistema complessivo nel contesto ibrido suddetto e proporre un esempio di realizzazione di almeno un microservizio in un ambiente di programmazione a scelta.

Traccia 2

Nell'architettura a tre livelli dei sistemi software problemi di concorrenza possono manifestarsi in tutti e tre i livelli, il livello della presentazione, quello delle applicazioni e quello dei dati. Illustrare in dettaglio la natura di tali problemi nei diversi livelli e le principali tecniche per risolverli.

Considerare poi lo scenario di un sistema bancario online con architettura a tre livelli che permette ai clienti di accedere ai loro conti, eseguire pagamenti e trasferimenti, gestire prestiti e visualizzare le transazioni in tempo reale. Il sistema deve garantire sicurezza, coerenza dei dati e disponibilità, gestendo simultaneamente l'accesso di migliaia di clienti. Ipotizzando un insieme ragionevole di requisiti per lo scenario proposto, descrivere tali requisiti ed i possibili problemi di concorrenza che possono presentarsi ed illustrare in dettaglio le tecniche scelte nei tre livelli per la risoluzione di tali problemi, motivando l'adeguatezza di tali scelte.

Macro area: Sistemi distribuiti, cloud computing e reti di comunicazione

Traccia 3

La gestione di dati distribuiti e l'esecuzione parallela delle query su tali dati sono due problemi fondamentali nei sistemi distribuiti. Definire la nozione di data sharding (o distribuzione dei dati) nei sistemi distribuiti su larga scala, illustrando in dettaglio il ruolo che questo paradigma ha per progettare sistemi informatici di qualità, evidenziandone pregi e criticità in contrapposizione con i sistemi centralizzati.

Considerare poi due scenari applicativi, uno relativo alla gestione di dati relazionali (con architettura "shared nothing") ed uno relativo a sistemi basati su documenti ("document-oriented data"). In ognuno dei due scenari descrivere i possibili metodi per realizzare lo sharding ed illustrare le tecniche algoritmiche per eseguire due "task" computazionali fondamentali: il join e la group-by nel caso relazionale e la selezione (selezionare documenti in base a criteri specifici) e l'aggregazione nel caso di dati "document-oriented".

Traccia 4

Descrivere i principali modelli di servizio del cloud computing, spiegando il funzionamento di ciascun modello, ed evidenziandone vantaggi e svantaggi.

Un istituto finanziario intende adottare una piattaforma cloud per ottimizzare le proprie operazioni IT e migliorare l'efficienza soprattutto nei seguenti ambiti: (a) analisi in tempo reale dei dati transazionali per rilevare attività sospette; (b) gestione e archiviazione di grandi volumi di dati finanziari sensibili garantendo privacy e sicurezza; (c) scalabilità dei sistemi di trading algoritmico per rispondere a picchi improvvisi di richieste. Progettare una soluzione basata su cloud computing che soddisfi queste esigenze. Definire l'architettura della soluzione proposta, soffermandosi in particolare su come organizzare i dati, i servizi e le risorse nel cloud, considerando requisiti di scalabilità, efficienza e compliance normativa.

Macro area: Distributed Ledger Technology e crittografia

Traccia 5

Descrivere il problema del consenso nei sistemi distribuiti. Spiegare perché è importante e definire le proprietà fondamentali di un algoritmo di consenso distributo.

Una piattaforma per il coordinamento di dispositivi (ad esempio dispositivi IoT) richiede un meccanismo di consenso per garantire che i nodi della rete prendano decisioni coerenti, anche in presenza di guasti o comportamenti malevoli. Il sistema deve soddisfare i seguenti requisiti: (a) i nodi della rete sono eterogenei e connessi tramite una rete con latenze variabili; (b) è necessario tollerare sia guasti di tipo crash sia, in misura limitata, guasti bizantini; (c) il sistema deve essere scalabile per supportare un numero crescente di nodi e garantire la continuità del servizio in tempo reale. Progettare una soluzione per il consenso distribuito in questo scenario, e valutare la soluzione proposta in termini di scalabilità, sicurezza ed efficienza.

Traccia 6

Descrivere i concetti fondamentali alla base delle principali Privacy-Enhancing Technologies (PETs).

Un'istituzione finanziaria che opera su scala nazionale vuole implementare un sistema che consenta di eseguire analisi statistiche sui dati senza rivelare informazioni sensibili. Il sistema deve garantire: (a) privacy dei dati (i dati non devono essere visibili agli analisti); (b) accuratezza delle analisi (le statistiche aggregate devono essere accurate); (c) efficienza (il sistema deve essere scalabile per gestire milioni di record di dati). Progettare una soluzione che utilizzi una o più tecnologie PET per soddisfare questi requisiti, motivando la scelta della tecnologia o combinazione di tecnologie utilizzate. Valutare la soluzione proposta rispetto a scalabilità, efficienza e semplicità di integrazione con i sistemi esistenti.

Macro area: Intelligenza artificiale e data science

Traccia 7

Si chiede di illustrare la sintassi e la semantica della logica dei predicati del primo ordine, sottolineando le differenze rispetto alla logica proposizionale. Nell'ambito di tale sistema formale, si definisca la nozione di formula soddisfacibile, di formula valida, di formula contradditoria, di teoria del primo ordine e di implicazione logica tra teoria e formula. Si definiscano inoltre in dettaglio i concetti fondamentali relativi ai tipi di ragionamento nella logica del primo ordine, in particolare il ragionamento deduttivo ed il ragionamento induttivo, fornendo anche opportuni esempi.

Si consideri un dominio relativo all'organizzazione di un'università, che include iscrizioni, assegnazioni di professori ai corsi, requisiti di laurea, gestione degli orari e allocazione delle aule. Gli elementi fondamentali del dominio in questione sono: gli studenti, con matricola (identificativo), nome, cognome, anno di immatricolazione, corsi frequentati e laurea in corso; i professori, con codice (identificativo), nome, cognome, corsi insegnati, dipartimento di appartenenza; i corsi, con nome (identificativo), dipartimento che lo offre, numero di crediti, propedeuticità (altri corsi), aula assegnata e orario; le aule, con numero (identificativo), capacità massima e attrezzature disponibili. Tra le relazioni rilevanti tra i suddetti elementi ci sono: l'iscrizione degli studenti ai corsi, l'insegnamento dei corsi da parte dei professori, l'assegnamento delle aule ai corsi, la propedeuticità tra corsi, i requisiti per l'iscrizione ad un corso da parte di un o studente (numero di crediti acquisiti), il sostenimento di un esame relativo ad un corso da parte di uno studente. Le norme che regolano il dominio sono: uno studente può iscriversi a un corso solo se soddisfa i prerequisiti e se il corso non supera il limite massimo di iscrizioni; un professore può insegnare solo corsi del proprio dipartimento; un'aula può essere assegnata a un corso solo se la sua capacità è maggiore o uguale al numero di studenti iscritti. Uno studente può laurearsi solo se ha accumulato almeno 180 crediti e ha superato tutti i corsi a cui è iscritto. Nessuno studente è professore. I professori sono classificati in due categorie distinte: ordinari e associati. Un professore ordinario deve insegnare almeno due corsi.

Relativamente al dominio descritto, si scelga un opportuno alfabeto del primo ordine e si formalizzi la conoscenza descritta mediante una teoria del primo ordine, mostrando che tale teoria è soddisfacibile, ipotizzando interessanti task di ragionamento da condurre sul dominio ed illustrando almeno un esempio di inferenza.

Traccia 8

Descrivere il funzionamento di una rete neurale artificiale (ANN), soffermandosi in particolare sul meccanismo di back propagation durante la fase di addestramento.

Un'istituzione finanziaria vuole implementare un sistema di rilevamento delle frodi nei pagamenti digitali. L'obiettivo è identificare transazioni sospette in tempo reale basandosi su caratteristiche come importo, geolocalizzazione, frequenza e comportamento storico dell'utente. Progettare una soluzione basata su modelli di deep learning, proponendo un'architettura adatta allo scopo. Discutere come garantire la robustezza del modello contro attacchi avversariali (ad esempio, transazioni volutamente modificate per ingannare il modello), e valutare criticamente il modello, evidenziando vantaggi e potenziali limiti in uno scenario operativo reale.