

Matricola	Valutazione
227444	30 e lode
238204	30 e lode
226641	30 e lode
227666	30 e lode
227624	30 e lode
227152	30
227116	30
231489	30
227000	29
226814	29
221648	29
226720	28
231382	28
227321	28
236285	27
227308	27
226927	27
231488	27
231830	27
226865	27
226730	27
227222	27
231271	27
226638	27
227436	27
218821	26
226921	26
227526	26
227839	26
230749	26
226975	25
231121	25
227030	25
226857	25
227224	25
227778	24
227150	24
226999	24
227738	24
226673	24
226883	24
227381	24
227233	24
227102	24
226934	24

227569	24
231822	24
227629	24
227573	23
228096	23
226640	23
226617	23
226847	22
227253	22
218555	22
226904	22
226772	22
226861	22
226650	22
227545	22
227818	22
226635	22
227215	22
227345	22
226991	21
221451	21
228394	21
226846	21
227020	21
231770	21
226969	21
227235	21
227287	21
226613	21
218184	21
227689	21
227335	21
226899	21
226733	21
218546	21
227202	21
227616	20
221628	20
227312	20
227739	20
226885	20
226982	20
230527	20
226844	20
227201	20
226983	20

226830	20
226817	20
228097	19
228304	19
226621	19
226940	19
228397	19
227246	18
218622	18
226937	18
226755	18
228686	17
227743	17
227267	17
226696	17
226776	17
226699	16
226623	16
227220	16
226746	15
227108	15
226942	14
218313	14
227114	14
227306	13
231219	12
228055	11

# Logica computazionale

MidTerm, Novembre 2023

**TOTALE: 36pt    durata 100 minuti**

## 1. Teoria. Ambiguità (2pt)

Indicare quali delle seguenti affermazioni riguardanti il processo di modellazione sono VERE (una o più):

1. Dato un fenomeno osservato, ci sono sempre modellazioni diverse di questo stesso fenomeno, a causa di differenze di percezione o di concettualizzazioni da parte di persone diverse (V)
2. L'astrazione è un processo di modellazione che ci permette di identificare gli aspetti del fenomeno osservato che sono rilevanti per il problema da risolvere (V)
3. Una fonte di ambiguità è data dall'utilizzare due diversi termini nel linguaggio per denotare lo stesso oggetto del mondo (F)

## SOLUZIONE

- La (1) è vera, sia a causa del semantic gap, che per l'inerente diversità delle persone in termini di percezione e di obiettivi.
- La (2) è vera perché corrisponde alla definizione di astrazione come processo fondamentale nella modellazione.
- La (3) è falsa in quanto l'ambiguità è data dall'utilizzare lo stesso termine nel linguaggio per due diversi oggetti (o insiemi, o proprietà) del mondo e non viceversa. Ad esempio io posso chiamare una automobile come "automobile" o come "auto" e non si genera ambiguità.

## 2. Teoria. Rappresentazioni mentali (3pt)

Indicare quali delle seguenti affermazioni riguardanti le rappresentazioni sono VERE (una o più):

1. A causa del semantic gap è impossibile costruire rappresentazioni del mondo per cui ci sia la certezza che la rappresentazione mentale generata in persone diverse sia la stessa (V)
2. Le rappresentazioni mentali analogiche descrivono il mondo (F)
3. Non è possibile costruire una rappresentazione linguistica o analogica del mondo che sia completa, nel senso che lo descriva in tutti i suoi dettagli (V)
4. E' impossibile avere una rappresentazione analogica del mondo che è descritta da due diverse rappresentazioni linguistiche (F)

### SOLUZIONE

- La (1) è vera perché discende direttamente dalla definizione di semantic gap; infatti, siccome non è possibile catturare tutti gli aspetti di un fenomeno osservato, è praticamente impossibile che due persone diverse producano, la stessa rappresentazione mentale, anche perché c'è tra loro anche una inerente diversità in termini di percezione, vissuto e obiettivi.
- La (2) è falsa perché sono le rappresentazioni linguistiche che descrivono il mondo. Le rappresentazioni analogiche lo "raffigurano" (in inglese "depict"), nel senso che una rappresentazione analogica è una mera figura e non è costruita sulla base di un linguaggio predefinito (tramite una sintassi)
- La (3) è vera in quanto anche questa è una diretta conseguenza del semantic gap; una rappresentazione mentale non può essere mai completa rispetto al mondo.
- La (4) è falsa; ad esempio, posso creare una rappresentazione linguistica in italiano e una in inglese per lo stesso fenomeno.

### 3. Teoria. Modelli del mondo (World Models) (4pt)

Indicare quali delle seguenti affermazioni sui modelli del mondo (world models) sono VERE (una o più):

1. Un modello è un insieme di rappresentazioni analogiche atomiche, ossia rappresentazioni non ulteriormente scomponibili (V)
2. Una teoria asserzionale rappresenta sempre correttamente tutti e soli i fatti del modello che descrive (F)
3. Un dominio è l'insieme di tutti i possibili fatti che vengono utilizzati per rappresentare il mondo (V)
4. Un linguaggio asserzionale contiene almeno una asserzione per ogni fatto contenuto nel dominio che descrive (F)
5. I modelli ER sono rappresentazioni linguistiche del mondo per cui è possibile costruire una teoria asserzionale tramite la definizione di una funzione di interpretazione (V)

#### SOLUZIONE

- La (1) è vera in quanto un modello è un insieme di fatti che sono esattamente rappresentazioni non scomponibili.
- La (2) è falsa in quanto una teoria può essere anche incompleta rispetto al modello.
- La (3) è vera per definizione di dominio.
- La (4) è falsa perché potrei anche definire un linguaggio che è incompleto nel senso che non ha una asserzione per ogni fatto del dominio.
- La (5) è vera perché i diagrammi ER seguono una sintassi di costruzione, ovvero sono costruiti sulla base di un linguaggio fatto di simboli e di regole precise di composizione; è possibile quindi costruire una teoria che si mappa al diagramma tramite una funzione di interpretazione.

#### 4. Teoria. Logiche (4pt)

Indicare quali delle seguenti affermazioni sulle logiche sono VERE (una o più):

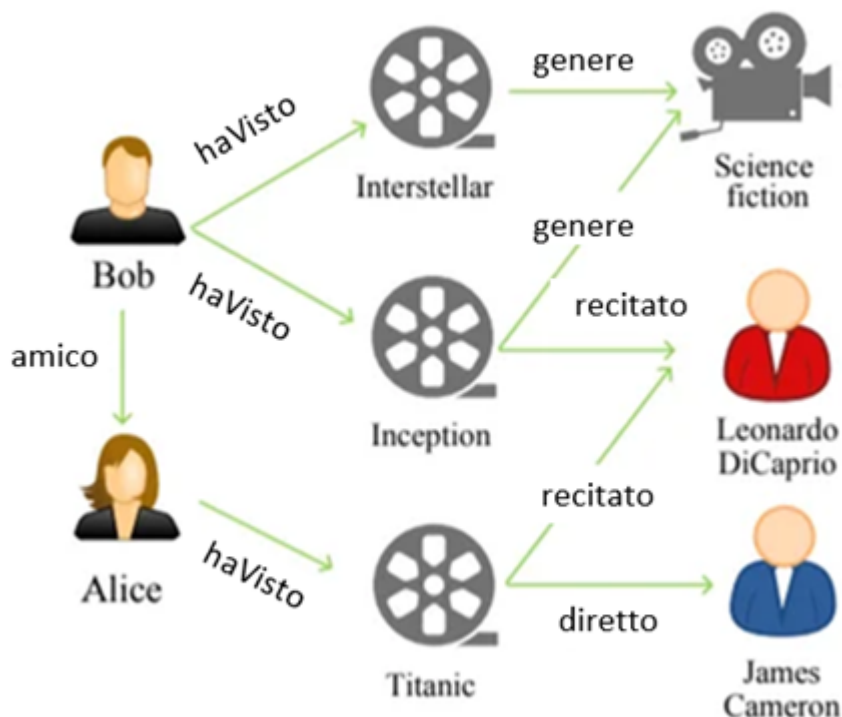
1. La funzione di interpretazione si definisce solo per le formule atomiche, e non necessariamente tutte (F)
2. Una teoria può descrivere più di un modello e, dualmente, un modello può essere descritto da più di una teoria (V)
3. Risolvere un problema di model checking consiste nel verificare se una teoria  $T$  è corretta e completa rispetto ad un modello  $M$  (F)
4.  $T_2$  è una conseguenza logica di  $T_1$  (" $T_1$  logically entails  $T_2$ ") se ogni modello di  $T_1$  è anche modello di  $T_2$  (V)
5. Un linguaggio rappresentazionale contiene asserzioni atomiche, asserzioni complesse (dove le asserzioni atomiche e le asserzioni complesse costituiscono le formule atomiche), e formule complesse. (V)

#### SOLUZIONE

- La (1) è falsa perché bisogna definirla su tutte le formule atomiche.
- La (2) è vera. Una teoria può ad esempio descrivere correttamente un sottoinsieme condiviso di due modelli diversi. Dualmente, un singolo modello può essere descritto da due teorie che sono incomplete in modo diverso. Ci sono molti altri casi. Provare ad elaborarli
- La (3) è falsa perché per model checking si intende il verificare che il modello  $M$  entails la teoria  $T$  ( $M \models T$ ), ovvero che per ciascuna asserzione di  $T$  vi sia un fatto in  $M$ , ma  $T$  non è necessariamente completa.
- La (4) è vera in quanto discende dalla definizione stessa di conseguenza logica, ovvero se  $T_1 \models T_2$  e  $M \models T_1$ , allora necessariamente  $M \models T_2$ ; infatti, essendo ogni asserzione in  $T_2$  una conseguenza logica di una o più asserzioni in  $T_1$ , tutte le asserzioni di  $T_1$  che hanno corrispondenza con fatti di  $M$  possono essere riformulate con sottoinsiemi di  $T_2$ .
- La (5) è vera per definizione di linguaggio rappresentazionale.

## 5. Esercizio. Da KG a LOE (4pt)

Si consideri il knowledge graph (KG), rappresentato in forma grafica informale in figura, dove i nodi rappresentano entità o data values (il cui nome è la label del nodo) e gli archi rappresentano relazioni tra i nodi (il cui nome è la label dell'arco). Si assuma di dover procedere alla formalizzazione di questo KG in un Entity Graph (EG), come formalizzato nella Logic of Entities (LOE).



Indicare quali delle seguenti affermazioni sono VERE (una o più):

1. Alice ha visto un'entità diretta da James Cameron (V)
2. La label del nodo "Interstellar" non può essere formalizzata in LOE come un data value (V)
3. La label del nodo "Science fiction" deve essere formalizzata in LOE come un data value (F)
4. Le label dei nodi "Bob" e "Alice", devono essere formalizzate in LOE come entità (V)
5. Le label "Bob" e "Alice" devono essere formalizzate in LOE come entità con etype "Persona" (F)
6. Le label dei nodi "LeonardoDiCaprio" e "JamesCameron" devono essere formalizzate in LOE come entità (F)
7. La label "haVisto" deve essere formalizzata in LOE come una object property (V)



## SOLUZIONE

La (1) è vera perché Alice haVisto Titanic e Titanic diretto James Cameron.

La (2) e la (4) sono vere perché i nodi corrispondenti alle label indicate sono sorgenti di un arco, mentre i data value (valori) devono necessariamente essere solo destinazioni di archi.

La (3) è falsa perché possiamo decidere come modellarla, come entità o come valore.

La (5) è falsa perché in KG non c'è niente che indichi che sono persone.

La (6) è falsa in quanto essendo in KG destinazioni di archi, possiamo anche decidere di modellarli come data value.

La (7) è vera perché in KG i nodi di destinazione degli archi con label "haVisto" sono a loro volta nodi sorgente di altri archi.

## 6. Esercizio. Informal to Formal - dominio LOE (6 pt)

Sia data la tabella, sotto rappresentata, che riporta i voti, rappresentati con un numero intero, di un esame (non esplicitamente indicato). Indicare per quali dei domini  $D = \langle E, \{C\}, \{R\} \rangle$  della Logic of Entities sotto riportati, esiste una funzione di interpretazione che formalizza correttamente i contenuti della tabella. Si assuma che non ci siano sinonimi.

Studente	Residenza	Voto
MarioRossi	Trento	27
StefaniaBianchi	Napoli	30

- (F) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Trento}, \text{Napoli}, \text{ventisette}, \text{trenta}\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{entity}, \text{integer}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Residenza}, \text{Voto}\}$
- (V) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Trento}, \text{Napoli}, 27, 30\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{città}, \text{entity}, \text{integer}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Residenza}, \text{Voto}\}$
- (V) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Trento}, \text{Napoli}, 27, 30\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{entity}, \text{integer}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Residenza}, \text{Voto}\}$
- (V) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Trento}, \text{Napoli}, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{entity}, \text{integer}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Residenza}, \text{Voto}\}$
- (F) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Trento}, 27, 30\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{integer}, \text{entity}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Residenza}, \text{Voto}\}$
- (V) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Bolzano}, \text{Roma}, 27, 30\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{integer}, \text{entity}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Residenza}, \text{Voto}\}$
- (F) Il dominio D è così composto
  - $E = \{\text{MR}, \text{SB}, \text{TN}, \text{NA}, 27, 30\}$
  - $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{Residenza}, \text{integer}, \text{entity}, \text{dtype}\}$
  - $\{R\} = \{\text{Voto}\}$
- (F) Il dominio D è così composto

- a.  $E = \{\text{MarioRossi}, \text{StefaniaBianchi}, \text{Trento}, \text{Napoli}, 27, 30\}$ ,  
b.  $\{C\} = \{\text{Studente}, \text{integer}, \text{entity}, \text{dtype}\}$

### SOLUZIONE

- La (1) è falsa perché in E gli interi si devono rappresentare come interi (integer), dove nome e valore devono coincidere; questo è vero per tutti i data value.
- La (2) è vera perché va bene aggiungere in D più elementi rispetto alla tabella (un modello è un sottoinsieme del dominio), ovvero nel caso specifico “città” come etype inteso anche se non esplicitamente rappresentata in tabella; da notare che entity e dtype vanno sempre messi in {C}.
- La (3) è vera perché le città qui sono rappresentate come elementi dell'insieme entity, ossia dell'insieme che contiene tutte le entità.
- La (4) è vera perché il dominio può avere anche più elementi rispetto alla tabella.
- La (5) è falsa perché manca in E un elemento per Napoli; un dominio deve avere tutti gli elementi menzionati nel linguaggio, altrimenti non è possibile definire la corrispondente interpretazione.
- La (6) è vera perché la funzione di interpretazione non deve necessariamente preservare i nomi.
- La (7) è falsa perché, data la tabella, residenza non può essere un etype.
- La (8) non è una definizione di modello, in quanto la formalizzazione del dominio non è completa; mancano le R.

## 7. Teoria: semantica di LOD (3pt)

Si considerino le seguenti affermazioni riguardo la semantica della Logic of Description (LOD). Da notare che il simbolo “\” indica la differenza tra insiemi, D è il dominio di interpretazione, I è la funzione di interpretazione.

Indicare quali delle seguenti affermazioni sui modelli del mondo (world models) sono VERE (una o più):

1.  $I(\perp) = I(T) \setminus D$  (V)
2.  $I(\exists R.C) = \{d \in D \mid \text{esiste } e \in D \text{ con } (d,e) \in I(R) \text{ e } d \in I(C)\}$  (F)
3.  $I(\forall R.C) = \{d \in D \mid \text{per tutte le } e \in D \text{ se } (d,e) \in I(R) \text{ allora } e \in I(C)\}$  (V)
4.  $M \models w1 \sqsubseteq w2$  se e solo se  $I(w1) \subseteq I(w2)$  e  $I(w2) \subseteq I(w1)$  (V)
5.  $M \models w1 \sqsubset w2$  se e solo se  $I(w1) \cap I(w2) = \emptyset$  (V)

### SOLUZIONE

- La (1) è vera perché l'interpretazione di T (top) è l'intero dominio e la loro differenza è data proprio dall'insieme vuoto che coincide con l'interpretazione di  $\perp$  (bottom).
- La (2) è falsa perché per definizione deve essere  $e \in I(C)$ .
- Le (3), (4) e (5) sono vere perché corrispondono alle rispettive definizioni.

## 8. Esercizio. LOD: traduzione in LOD di un pezzo di linguaggio naturale (4pt)

Indicare quali delle seguenti affermazioni circa la corrispondenza tra linguaggio naturale e loro formalizzazione nella logic of descriptions (LOD) sono VERE (una o più):

1. La formalizzazione di “Gli autisti sono impiegati che guidano un veicolo” è

$$\text{Autista} \sqsubseteq \text{Impiegato} \sqcap \exists \text{guida.Veicolo (V)}$$

2. La formalizzazione di “Gli autisti sono impiegati che guidano un veicolo elettrico” è

$$\text{Autista} \sqsubseteq \text{Impiegato} \sqcap \exists \text{guida.Veicolo} \sqcap \text{Elettrico (F)}$$

3. La formalizzazione di “Gli autisti sono impiegati che guidano un veicolo elettrico” è

$$\text{Autista} \sqsubseteq \text{Impiegato} \sqcap \exists \text{guida.}(\text{Veicolo} \sqcap \text{Elettrico}) \text{ (V)}$$

4. La formalizzazione di “Gli autisti sono esattamente quegli impiegati che guidano un veicolo e che non bevono alcol” è

$$\text{Autista} \equiv \text{Impiegato} \sqcap \exists \text{guida.Veicolo} \sqcap \neg \exists \text{beve.alcol (V)}$$

5. La formalizzazione di “I treni sono veicoli che non hanno ruote” è

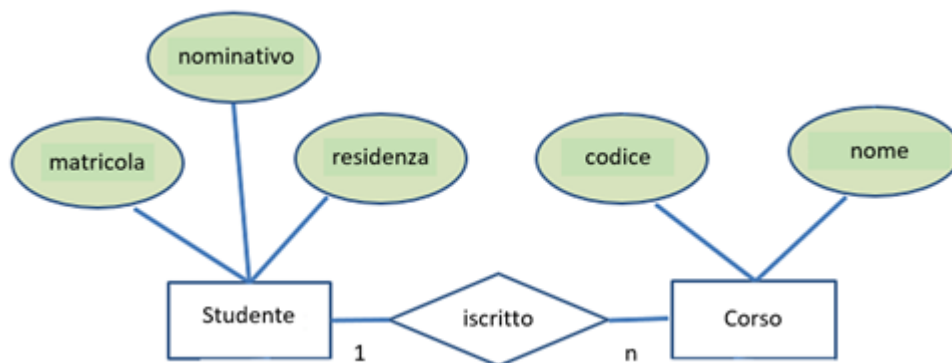
$$\text{Treno} \sqsubseteq \text{Veicolo} \sqcap \neg \forall \text{possiede.Ruota (F)}$$

### SOLUZIONE:

1. La (1) è vera perché tutti gli autisti guidano un veicolo, e di conseguenza c'è un AND tra le due condizioni.
2. La (2) è falsa perché non è l'autista ad essere elettrico.
3. La (3) è giusta perché la formula in parentesi indica un veicolo elettrico.
4. La (4) è vera per la stessa ragione della (1) e in più viene specificato che NON bevono alcol.
5. La (5) è falsa perché nella traduzione corretta è necessario il quantificatore esistenziale  $\exists$  come nella domanda (3).

## 9. Informal to formal: da ER a LOD (3 pt)

Sia dato il diagramma ER in figura dove, seguendo la terminologia dei diagrammi ER, i rettangoli rappresentano entità (etypes nella terminologia LOD), i rombi rappresentano relazioni (Object properties nella terminologia LOD), e i cerchi rappresentano attributi, ovvero relazioni con data types (Data properties nella terminologia LOD). Si assume che gli attributi siano tutti obbligatori. La notazione “1-n” va letta come il fatto che uno studente può essere iscritto a “n” (più di uno) corsi. Si assuma che il diagramma a seguire sia completo nel senso che rappresenta tutte e sole le entità e relazioni del sistema modellato.



Si assuma di dover procedere alla formalizzazione di questo ER model in un etype Graph (ETG), come formalizzato nella Logic of Descriptions (LOD). Indicare quali delle seguenti affermazioni sono VERE (una o più):

1.  $\text{Studente} \sqsubseteq \exists \text{iscritto}.\text{Corso} \sqcap \exists \text{residenza}.\top$  (V)
2.  $\text{Studente} \sqsubseteq \forall \text{iscritto}.\text{Corso}$  (V)
3.  $\text{Corso} \sqsubseteq \exists \text{iscritto}.\text{Studente}$  (F)
4.  $\text{codice} \perp \text{matricola}$  (F)

### SOLUZIONE:

- La (1) è vera (anche se non necessariamente completa) dove poiché i valori degli attributi non sono stati specificati si assegna il  $\top$  come spazio dei possibili valori.
- La (2) è vera perché il quantificatore universale ci dice che lo studente è iscritto solo a corsi.
- La (3) è falsa perché i diagrammi ER si leggono sempre da sinistra a destra, ed è quindi lo studente ad essere iscritto al corso, e non il viceversa. Lo si ribadisce anche nel testo dell'esercizio quando si indica cosa significa 1-n. Eventualmente si sarebbe dovuta usare la funzione inversa, che però non è stata fatta a lezione.
- La (4) è falsa perché non lo si evince dal diagramma.

### 10. Esercizio. Formule ben formate di LOE o LOD (3 punti)

Indicare quali delle seguenti affermazioni sono corrette:

1.  $A \sqcap B$  è una formula ben formata non atomica di LOD (F)
2.  $A \sqsubseteq \exists R.C \sqcap B$  è una formula ben formata di LOD (V)
3.  $A \sqsubseteq \exists R.\top \sqcap B$  è una formula atomica ben formata di LOD (F)
4.  $A \equiv R(a,b)$  è una formula ben formata di LOD (F)
5.  $A \sqsubseteq \exists R.(\neg \forall S.C)$  è una formula ben formata di LOD (V)

**SOLUZIONE:**

- La (1) è falsa perché atomica.
- La (2) è vera perché corretta rispetto alla BNF indicata a lezione.
- La (3) è falsa perché è una formula complessa, anziché atomica.
- La (4) è falsa perché è una formula di LOE.
- La (5) è vera perché corretta rispetto alla BNF indicata a lezione (nesting).