

Part I

Logica Descrittiva



# Chapter I.1

## Logica

### I.1.1 Intuizioni

La FOL con la sua espressività permette di usare:

- costanti
- variabili libere
- simboli di funzioni
- ...

Ma nella maggior parte delle applicazioni dell'informatica questa espressività non è richiesta.

La grande espressività della FOL è motivata dal suo uso, ma si porta dietro dei costi di analisi molto elevati.

Il linguaggio della FOL non ha struttura, risulta quindi appiattito, questo nonostante elementi diversi formalizzino intuizioni diverse.

La FOL (e la PL) nella loro semantica hanno lo scopo di dare giudizi riguardanti dei fatti e quindi anche delle conseguenze sui fatti risultati veri.

Per lo stesso motivo FOL e PL non forniscono alcuno strumento per ragionare sui fatti perchè codificati in formule atomiche, il predicato  $P(t_1, \dots, t_n)$  viene usato solo per determinare quando lo stato è vero o falso.

$$\begin{array}{ll} I \models t_1 = t_2[a] & \text{iff} \quad I(t_1)[a] = I(t_2)[a] \\ I \models P(t_1, \dots, t_n)[a] & \text{iff} \quad \langle I(t_1)[a], \dots, I(t_n)[a] \rangle \in I(P) \end{array}$$

#### I.1.1.1 Da FOL a logica descrittiva (DL)

**Espressività:** l'espressività è molto limitata perchè non abbiamo variabili libere, simboli di funzione e abbiamo solo predicati binari come simboli primitivi.

**Decidibilità:** dobbiamo ridurre i domini in domini finiti e usare l'assunzione dei nomi univoci, lo standard sono le pratiche dei domini relazionali.

**Mancanza di struttura:** per questa mancanza della FOL vengono esplicitate varie distinzioni:

- Come sono costrite le classi.
- Classi e ruoli (predicati unari vs binari).
- Schemi contro schemi popolati (TBox e ABox).
- Ragionamento schematico (knowledge-level) contro ragionamento ground (data-level).

**Scopo:** lo scopo della DL non è ragionare su cosa è vero ma ragionare sui fatti e sulle loro componenti.

## I.1.2 Due logiche

- **Conoscenze:**

- Linguaggio naturale: informazioni e principi.
- Computer Science: il nome delle classi, il nome delle relazioni.
- Logica: predicati simbolici, quantificatori universali e di esistenza.

- **Dati:**

- Linguaggio naturale: informazioni fattuali o calcolo.
- Computer Science: valori dei dati, entità e proprietà degli oggetti.
- Logic: costanti, termini ground e formule ground.

L'usuale linguaggio è diviso in due insiemi ma collegati tra di loro:

- **TBox - la logica della conoscenza:** il linguaggio e la logica usati per specificare e ragionare sugli schemi usati per modellare i dati.  
Le TBox mappano direttamente in modelli Extended Entity-relationship (EER), relazioni dei DB e Knowledge Graphs (KG).
- **ABox - la logica dei dati:** il linguaggio e la logica usati per memorizzare e ragionare sui dati, si mappa sui dati contenuti nei DB e nei KG.

**T** significa **Terminologia** mentre **A** vuol dire **Asserzione**, sono collegati perchè le asserzioni fatte nelle ABox sfrutta la terminologia definita dalle TBox.

In questo corso vedremo la logica descrittiva  $\mathcal{ALC}$ , ovvero la DL la cui parte proposizionale corrisponde perfettamente alla PL.

## I.1.3 Sintassi TBox

**Alfabeto:** un alfabeto è composto dai seguenti simboli:

- Simboli non logici: nomi di concetti (classi) quindi come persone, animali, cose ...
- Simboli logici:
  - $\sqcap$  congiunzione,  $\sqcup$  disgiunzione e  $\neg$  negazione di concetto.
  - $\top$  dominio di interpretazione e  $\perp$  insieme vuoto.

**Concetto:** è un insieme di entità, la relazione formalizzata nei DB.

Di seguito parleremo di concetto (interpretazione) intendendo il nome del concetto (linguaggio).

**Ruolo:** un alfabeto contiene i seguenti simboli:

- Simboli non logici: nomi di ruoli (relazioni)  $R_1, R_2, \dots, R_n$ .
- Simboli logici:  $\forall$  e  $\exists$ .

### Esempio di ruoli

Consideriamo i seguenti concetti e nomi:

- Nomi concetti: Vehicle, Boat, Bicycle, Car, Device, Wheel, Engine, Axle, Rotation, Water, Human, Driver, Adult, Child.
- Nomi ruoli: hasPart, poweredBy, capableOf, travelsOn, controls.

Formalizziamo una serie di frasi in linguaggio naturale.

1. Those vehicles that have wheels and are powered by an engine.
2. Those vehicles that have wheels and are powered by a human.

3. Those vehicles that travel on water.
4. Those objects which have no wheels.
5. Those objects which do not travel on water.
6. Those devices that have an axle and are capable of rotation.
7. Those humans who control a vehicle.
8. The drivers of cars.

Le trasposizioni in DL sono:

1.  $\text{Vehicle} \sqcap \exists \text{hasPart.Wheel} \sqcap \exists \text{poweredBy.Engine}$
2.  $\text{Vehicle} \sqcap \exists \text{hasPart.Wheel} \sqcap \exists \text{poweredBy.Human}$
3.  $\text{Vehicle} \sqcap \exists \text{travelsOn.Water}$
4.  $\forall \text{hasPart.} \neg \text{Wheel}$
5.  $\forall \text{travelsOn.} \neg \text{Water}$
6.  $\text{Device} \sqcap \exists \text{hasPart.Axle} \sqcap \exists \text{capableOf.Rotation}$
7.  $\text{Human} \sqcap \exists \text{controls.Vehicle}$
8.  $\text{Driver} \sqcap \exists \text{controls.Car}$

**Descrizione concettuale:**