

Esercitazione 4

Intelligenza Artificiale a.a. 2021-22

C.D. Hromei (Università di Roma Tor Vergata)

Obiettivi

1. Vedere le differenze tra una query in **SQL** e **FOL**
2. Trasformare una formula in un insieme di clausole
3. Vedere un esempio di risoluzione per refutazione

Un database musicale

ENTITA'

ATTRIBUTO

VINCOLO

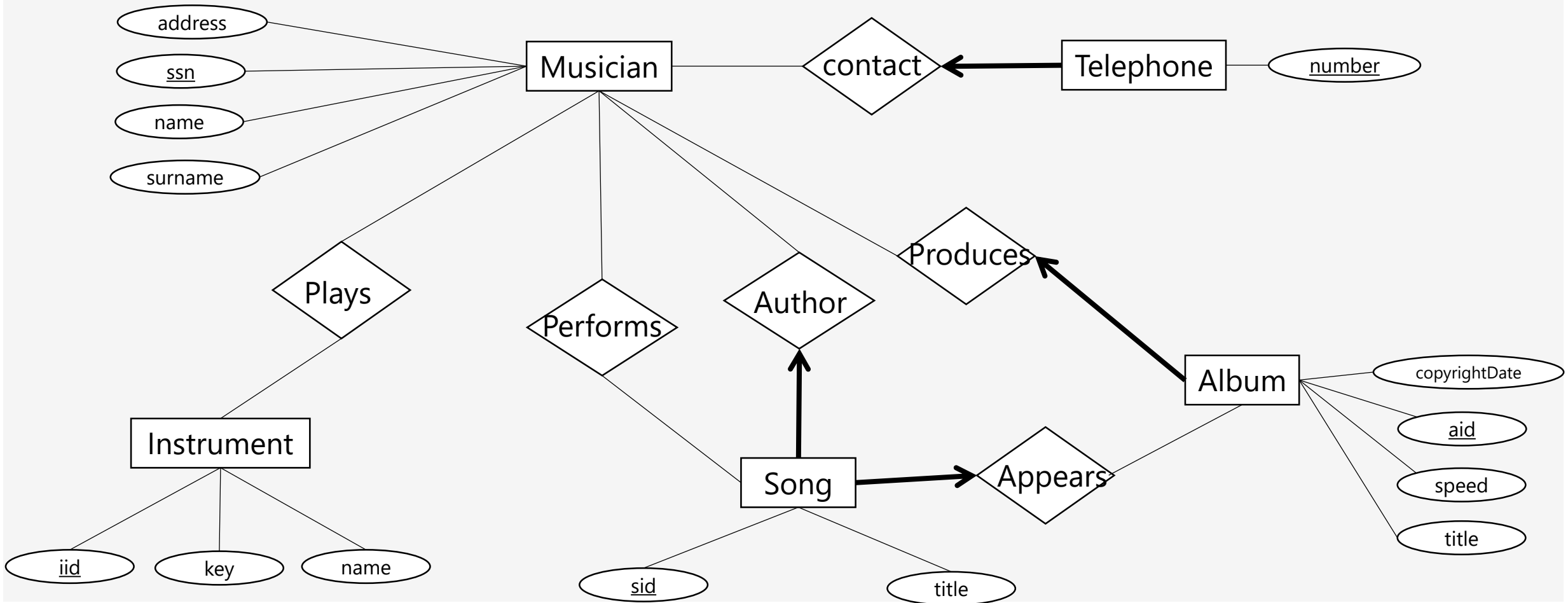
RELAZIONE

Una casa discografica decide di organizzare in un archivio i dati sui musicisti che suonano nei dischi di sua produzione.

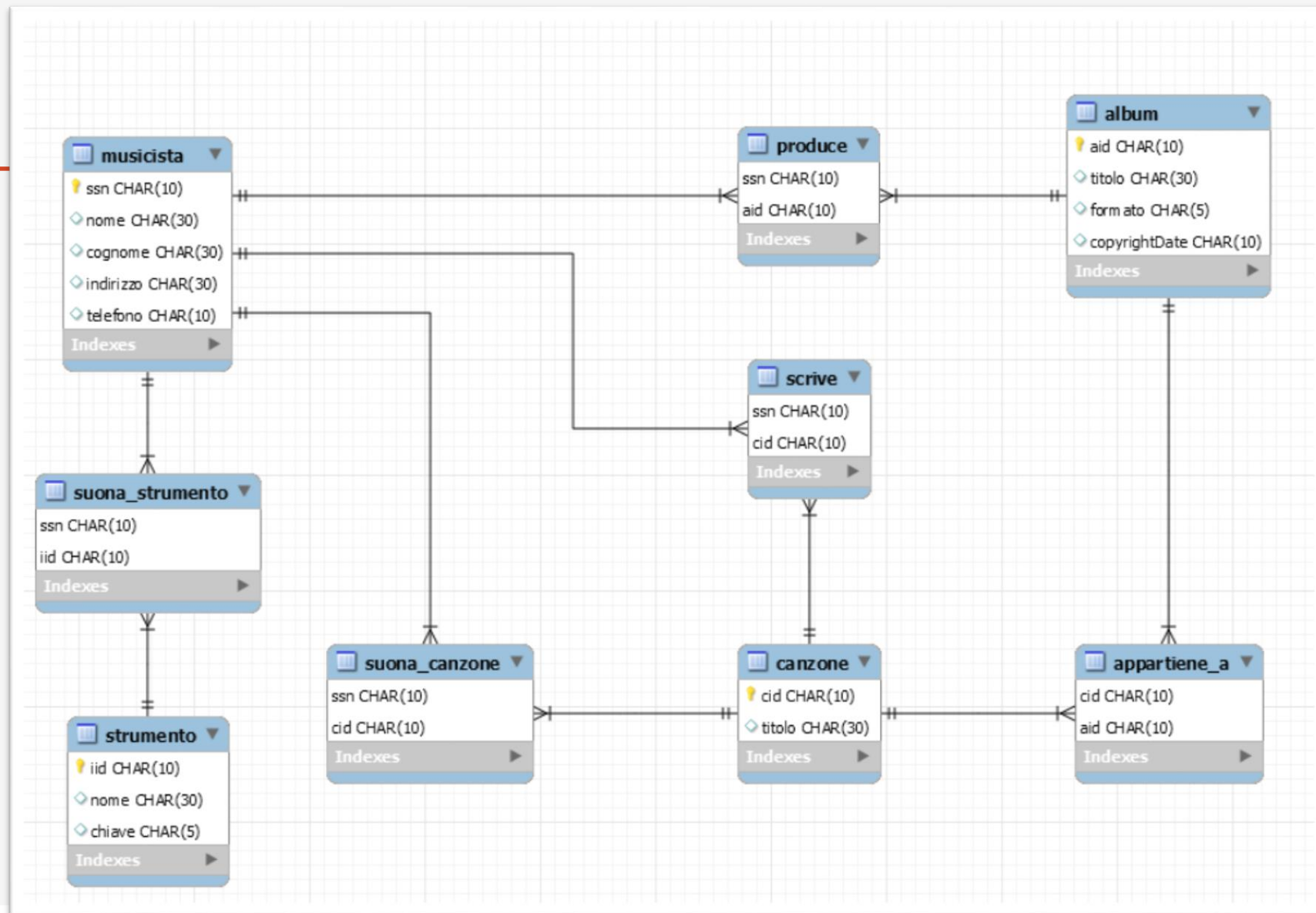
SPECIFICHE:

- Ogni **musicista** deve essere registrato con i suoi dati anagrafici (**nome**, **cognome**, **indirizzo** e **ssn**). Allo scopo di rintracciare i **musicisti** all' occorrenza, **devono essere rappresentati** i loro (anche **molteplici**) **numeri telefonici**. Gli **strumenti suonati** da ciascun **musicista** vanno registrati con le loro **chiavi**."
- Ogni **brano ha un solo autore**. Per ogni **album** è importante registrare la **data di deposito** (copyright date) e il **formato** (come ad es. CD o MC). Ogni **album ha esattamente un musicista** che svolge il ruolo di **produttore**. **Nessuna canzone** può **apparire in più di un album**, una **canzone** può **essere suonata da uno o più musicisti**.

Schema ER



Schema fisico



Una knowledge base musicale

```
// musician(SSN, Name, Telephone, CityAddress).  
musician(1, johnLennon, 338545566, liverpool).  
musician(2, paulMcCartney, 3254566, liverpool).
```

```
// instrument(IID, Name, Key).  
instrument(1, bass_guitar, g).  
instrument(2, lead_vocal, c).  
instrument(3, keyboards, c).  
// plays(SSN, InstrumentID)
```

...

```
// performs(SSN, SongID)
```

...

```
// song_appears(SongID, Author, Title, AlbumID).  
song_appears(1, paulMcCartney, sgtPeppersLonelyHeartsClubBand, 2).  
song_appears(2, johnLennon, withALittleHelpFromMyFriends, 2).  
song_appears(2, paulMcCartney, withALittleHelpFromMyFriends, 2).
```

...

```
song_appears(14, georgeHarrison, taxman, 1).  
song_appears(15, johnLennon, eleanorRigby, 1).
```

...

```
song_appears(23, paulMcCartney, gotToGetYouIntoMyLife, 1).  
song_appears(25, mickJagger, brownSugar, 3).  
song_appears(26, mickJagger, sway, 3).
```

...

Queries d'esempio

1. Quali canzoni ha scritto McCartney?
2. Quante canzoni ci sono nell'album Revolver?
3. Quali strumenti suonano i musicisti che hanno prodotto l'album del 1969?
4. Qual è il numero di telefono di un musicista che suona la chitarra ed è anche autore di almeno 1 brano?
5. Quali musicisti hanno partecipato nell'album Yellow submarine?

1. Quali canzoni ha scritto McCartney?

SQL

```
SELECT canzone.titolo
FROM canzone, scrive, musicista
WHERE
    musicista.cognome = "McCartney" AND
    musicista.ssn= scrive.ssn AND
    scrive.cid = canzone.cid;
```

FOL

$\exists x$ α

musician($_$, "paulMcCartney", $_$, $_$) \wedge
song_appears($_$, "paulMcCartney", x , $_$)

// song_appears(SongID, Author, Title, AlbumID).
// musician(SSN, Name, Telephone, CityAddress).

Trasformazione di α (1)

$\alpha = \exists x (\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _) \wedge \text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _)).$

1. Eliminazione di implicazioni ✓
2. Portare negazioni all'interno ✓
3. Standardizzazione variabili ✓
4. Skolemizzazione

N.B. trattiamo $_$ come una variabile di cui non ci interessa l'esito né il valore, **NON** ci preoccupiamo di standardizzarla

$\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _) \wedge \text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _)$

Trasformazione di α (2)

- 5. Eliminazione quantificatori universali: ✓
- 6. Conjunctive Normal Form ✓
- 7. Notazione a clausole: $\{\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _)\}, \{\text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _)\}$
- 8. Separazione variabili ✓

$\alpha = \{\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _)\}, \{\text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _)\}$

Risoluzione per *refutazione*

La nostra KB $\models \alpha$?

Teorema di *refutazione*:

“KB $\cup \{\neg\alpha\}$ è insoddisfacibile sse KB $\models \alpha$ ”

E “KB è insoddisfacibile sse KB $\vdash_{\text{RES}} \{\}$ ”

Dobbiamo quindi aggiungere la negazione di α e cercare di generare la clausola vuota!

Risoluzione per *refutazione* di $\neg\alpha$ (1)

$\neg\alpha = \neg(\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _) \wedge \text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _))$

$= \neg\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _) \vee \neg\text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _)$

$= \{\neg\text{musician}(_, \text{"paulMcCartney"}, _, _), \neg\text{song_appears}(_, \text{"paulMcCartney"}, x, _)\}$

Risoluzione per *refutazione* di $\neg\alpha$ (2)

$\{\neg\text{musician}(_, \text{PaulMcCartney}, _, _), \neg\text{song_appears}(_, \text{PaulMcCartney}, x, _)\}$

$\{\text{musician}(1, \text{JohnLennon}, 338545566, \text{Liverpool})\}$

$\{\text{musician}(2, \text{PaulMcCartney}, 3254566, \text{Liverpool})\}$

$\{\text{instrument}(1, \text{Bass_guitar}, \text{G})\}$

$\{\text{instrument}(2, \text{Lead_vocal}, \text{C})\}$

$\{\text{instrument}(3, \text{Keyboards}, \text{C})\}$

$\{\text{song_appears}(1, \text{PaulMcCartney}, \text{SgtPeppersLonelyHeartsClubBand}, 2)\}$

$\{\text{song_appears}(2, \text{JohnLennon}, \text{WithALittleHelpFromMyFriends}, 2)\}$

$\{\text{song_appears}(23, \text{PaulMcCartney}, \text{GotToGetYouIntoMyLife}, 1)\}$

$\{\text{song_appears}(25, \text{MickJagger}, \text{BrownSugar}, 3)\}$

$\{\neg\text{song_appears}(_, \text{PaulMcCartney}, x, _)\}$

$\{\}$



Ma era l'unico modo?

KB

Risoluzione per *refutazione* di $\neg\alpha$ (2b)

$\{\neg\text{musician}(_, \text{PaulMcCartney}, _, _), \neg\text{song_appears}(_, \text{PaulMcCartney}, x, _)\}$

$\{\text{musician}(1, \text{JohnLennon}, 338545566, \text{Liverpool})\}$

$\{\text{musician}(2, \text{PaulMcCartney}, 3254566, \text{Liverpool})\}$

$\{\text{instrument}(1, \text{Bass_guitar}, \text{G})\}$

$\{\text{instrument}(2, \text{Lead_vocal}, \text{C})\}$

$\{\text{instrument}(3, \text{Keyboards}, \text{C})\}$

$\{\text{song_appears}(1, \text{PaulMcCartney}, \text{SgtPeppersLonelyHeartsClubBand}, 2)\}$

$\{\text{song_appears}(2, \text{JohnLennon}, \text{WithALittleHelpFromMyFriends}, 2)\}$

$\{\text{song_appears}(23, \text{PaulMcCartney}, \text{GotToGetYouIntoMyLife}, 1)\}$

$\{\text{song_appears}(25, \text{MickJagger}, \text{BrownSugar}, 3)\}$

$\{\neg\text{musician}(_, \text{PaulMcCartney}, _, _)\}$

$\{\}$



Ma era l'unico modo?

KB

Risoluzione per *refutazione* di $\neg\alpha$ (2c)

$\{\neg\text{musician}(_, \text{PaulMcCartney}, _, _), \neg\text{song_appears}(_, \text{PaulMcCartney}, x, _)\}$

$\{\text{musician}(1, \text{JohnLennon}, 338545566, \text{Liverpool})\}$

$\{\text{musician}(2, \text{PaulMcCartney}, 3254566, \text{Liverpool})\}$

$\{\text{instrument}(1, \text{Bass_guitar}, \text{G})\}$

$\{\text{instrument}(2, \text{Lead_vocal}, \text{C})\}$

$\{\text{instrument}(3, \text{Keyboards}, \text{C})\}$

$\{\text{song_appears}(1, \text{PaulMcCartney}, \text{SgtPeppersLonelyHeartsClubBand}, 2)\}$

$\{\text{song_appears}(2, \text{JohnLennon}, \text{WithALittleHelpFromMyFriends}, 2)\}$

$\{\text{song_appears}(23, \text{PaulMcCartney}, \text{GotToGetYouIntoMyLife}, 1)\}$

$\{\text{song_appears}(25, \text{MickJagger}, \text{BrownSugar}, 3)\}$

$\{\neg\text{musician}(_, \text{PaulMcCartney}, _, _)\}$

$\{\}$



**Ma era l'unico modo?
Penso che ormai sia chiaro.. 😊**

KB

SummarAlzing 😊

- I database e le basi di conoscenza sono strumenti completamente diversi, ma possono rappresentare lo stesso mondo, da punti di vista diversi.
- I linguaggi logici vengono usati come metodi di formalizzazione del dominio per ricercare, attraverso la deduzione, soluzioni a problemi. I metodi di risoluzione, come quello per *refutazione*, trasformano le formule e applicano meccanismi di unificazione per ricercare soluzioni.
- Al contrario, i linguaggi come SQL richiedono che sia formalizzato il metodo con cui ricercare i dati, piuttosto che le loro proprietà.