

### Esercizio 10.26

Si consideri la relazione universale:

$R = \{ A, B, C, D, E, F, G, H, I, J \}$

ed un insieme di dipendenze funzionali:

$F = \{ \{ A, B \} \rightarrow \{ C \}, \{ A \} \rightarrow \{ D, E \}, \{ B \} \rightarrow \{ F \}, \{ F \} \rightarrow \{ G, H \}, \{ D \} \rightarrow \{ I, J \} \}$

Qual è la chiave per R? Si decomponga R in relazione 2NF, quindi in 3NF.

**Risposta:**

Un insieme minimo di attributi la cui chiusura include tutti gli attributi di R è una chiave. La chiave KEY deve essere tale che per ogni sottoinsieme X della relazione R si ha:

$\{ KEY \} \rightarrow X$

In pratica  $R = \{ KEY \}^+$ , ovviamente si cerca l'insieme di attributi minimale con questa proprietà.

Si determinano le chiusure delle parti sinistre delle dipendenze funzionali (L'algoritmo da applicare è il 10.1 del libro di testo):

$\{ A, B \}^+ = \{ A, B, C, D, E, F, G, H, I, J \}$

$\{ A \}^+ = \{ A, D, E, I, J \}$

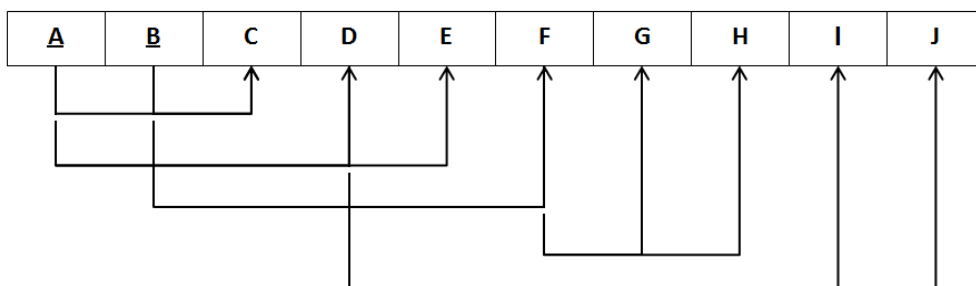
$\{ B \}^+ = \{ B, F, G, H \}$

$\{ F \}^+ = \{ F, G, H \}$

$\{ D \}^+ = \{ D, I, J \}$

In pratica l'unica chiusura minimale (due soli attributi) ci porta ad assegnare **A** e **B** come chiave della R:  $\{ A, B \}^+ = R$ .  $\{ A \}^+$  e  $\{ B \}^+$  non includono tutto R.

Lo schema di relazione (gli attributi che compongono la chiave sono sottolineati):



Per normalizzare intuitivamente in 2NF e 3NF, seguiamo i seguenti passi. Prima si identificano le dipendenze parziali che violano la 2NF. Le dipendenze parziali sono:

$\{ A \} \rightarrow \{ D, E \}$  e  $\{ B \} \rightarrow \{ F \}$

Calcoliamo la chiusura di  $\{A\}^+$  e  $\{B\}^+$  per determinare gli attributi dipendenti parziali:

$$\{A\}^+ = \{A, D, E, I, J\}$$

Quindi  $\{A\} \rightarrow \{D, E, I, J\}$  ( $\{A\} \rightarrow \{A\}$  è una dipendenza banale).

$$\{B\}^+ = \{B, F, G, H\}.$$

Quindi  $\{B\} \rightarrow \{F, G, H\}$  ( $\{B\} \rightarrow \{B\}$  è una dipendenza banale).

Per normalizzare in 2NF, rimuoviamo gli attributi che sono funzionalmente dipendenti da una parte della chiave (A o B) da R e li decomponiamo in due separate relazioni  $R_1$  e  $R_2$  insieme alla parte di chiave da cui essi dipendono (A o B), le quali sono copiate in ognuna di queste relazioni, ma che comunque rimangono nella relazione originale, che chiameremo  $R_3$ :

$$R_1 = \{\underline{A}, D, E, I, J\}, \quad R_2 = \{\underline{B}, F, G, H\}, \quad R_3 = \{\underline{A}, \underline{B}, C\}$$

Le nuove chiavi per  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  sono sottolineate. Adesso, verifichiamo le dipendenze transitive in  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ . La relazione  $R_1$  ha la dipendenza transitiva:

$$\{A\} \rightarrow \{D\} \rightarrow \{I, J\}$$

quindi muoviamo gli attributi transitivamente dipendenti  $\{I, J\}$  da  $R_1$  nella relazione  $R_{11}$  e copiamo l'attributo  $D$  da cui sono dipendenti in  $R_{11}$ . Gli attributi rimanenti sono mantenuti in una relazione  $R_{12}$ . Quindi,  $R_1$  è decomposto in  $R_{11}$  e  $R_{12}$  come segue:

$$R_{11} = \{\underline{D}, I, J\}, \quad R_{12} = \{\underline{A}, D, E\}$$

Allo stesso modo la relazione  $R_2$  è decomposta in  $R_{21}$  e  $R_{22}$  sulla base della dipendenza transitiva:

$$\{B\} \rightarrow \{F\} \rightarrow \{G, H\}$$

$$R_{21} = \{\underline{F}, G, H\}, \quad R_{22} = \{\underline{B}, F\}$$

L'insieme finale delle relazioni in 3NF sono  $\{R_3, R_{11}, R_{12}, R_{21}, R_{22}\}$ .

### Esercizio 10.27

Si consideri la relazione universale:

$$R = \{ A, B, C, D, E, F, G, H, I, J \}$$

ed un insieme di dipendenze funzionali:

$$F = \{ \{ A, B \} \rightarrow \{ C \}, \{ B, D \} \rightarrow \{ E, F \}, \{ A, D \} \rightarrow \{ G, H \}, \{ A \} \rightarrow \{ I \}, \{ H \} \rightarrow \{ J \} \}$$

Qual è la chiave per R? Si decomponga R in relazione 2NF, quindi in 3NF.

#### Risposta:

Si determinano le chiusure delle parti sinistre delle dipendenze funzionali (L'algoritmo da applicare è il 10.1 del libro di testo):

$$\begin{aligned} \{ A, B \}^+ &= \{ A, B, C, I \} \\ \{ B, D \}^+ &= \{ B, D, E, F \} \\ \{ A, D \}^+ &= \{ A, D, G, H, I, J \} \\ \{ A \}^+ &= \{ A, I \} \\ \{ H \}^+ &= \{ H, J \} \end{aligned}$$

**A** e **B** devono necessariamente far parte della chiave per coprire **C**, ma per coprire **F**, **G** ed **H** si deve considerare anche **D**.

Quindi, la chiusura minimale (tre soli attributi) ci porta ad assegnare **A**, **B** e **D** come chiave della R:  $\{ A, B, D \}^+ = R$

È minimale perché  $R \not\subseteq \{ A, B \}^+$ ,  $R \not\subseteq \{ B, D \}^+$  e  $R \not\subseteq \{ A, D \}^+$

La relazione non è in 2NF poiché  $\{ B, D \} \rightarrow \{ E, F \}$  e  $\{ A, D \} \rightarrow \{ G, H \}$  inducono una dipendenza parziale dalla chiave (lo stesso vale per  $\{ A \} \rightarrow \{ I \}$ ). Normalizzando in 2NF:

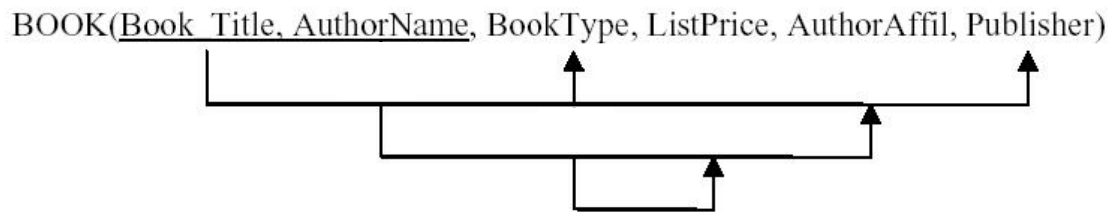
$$R_1 = \{ \underline{A}, \underline{B}, \underline{D} \}, R_2 = \{ \underline{A}, \underline{B}, C \}, R_3 = \{ \underline{A}, I \}, R_4 = \{ \underline{B}, \underline{D}, E, F \}, R_5 = \{ \underline{A}, \underline{D}, G, H, J \}$$

L'ultima relazione ( $R_5$ ) non è in 3NF, poiché **J** dipende transitivamente dalla chiave **AD** attraverso **H**; va ulteriormente decomposta:

$$R_{51} = \{ \underline{A}, \underline{D}, G, H \}, R_{52} = \{ \underline{H}, J \}$$

L'insieme finale delle relazioni in 3NF sono  $\{ R_1, R_2, R_3, R_4, R_{51}, R_{52} \}$ .

### Esercizio 10.33



Chiave : BookTitle, AuthorName

La relazione non è in 2NF BookType , AuthorAffil e Publisher dipendono parzialmente dalla chiave :

BOOK1(Book Title, AuthorName)  
AUTHORS(AuthorName, AuthorAffil)  
BOOKOBJECT(BookTitle, BookType, Publisher, ListPrice)

Ma BOOKOBJECT non è in 3NF poiché ListPrice dipende transitivamente dalla chiave :

BOOK1(Book Title, AuthorName)  
AUTHORS(AuthorName, AuthorAffil)  
BOOKOBJECT1(BookTitle, BookType, Publisher)  
PRICES(BookType, ListPrice )

## Esercizio

Si consideri la relazione:

PRESTITO ( CF-STUD, NOME, MATRICOLA, TITOLO-LIBRO, NOME\_AUTORE, CF-AUTORE, IND-AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE, DATA-PRELIEVO, DATA-RESTITUZIONE )

Supponiamo che esistano le seguenti dipendenze:

$CF-STUD \rightarrow NOME, MATRICOLA$

$TITOLO-LIBRO \rightarrow CF-AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE$

$CF-STUD, TITOLO-LIBRO \rightarrow DATA-PRELIEVO, DATA-RESTITUZIONE$

$CF-AUTORE \rightarrow NOME\_AUTORE, IND-AUTORE$

Quale è la chiave della relazione e perché?

La chiave è CF-STUD, TITOLO-LIBRO. Infatti, la chiusura di TITOLO-LIBRO è

$\{ TITOLO-LIBRO \}^+ = \{ CF\_AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE, NOME-AUTORE, IND-AUTORE \}$

la chiusura di CF-STUD è:

$\{ CF-STUD \}^+ = \{ NOME, MATRICOLA \}$

la chiusura di

$\{ CF-STUD, TITOLO-LIBRO \}^+ = \{ DATA\_PRELIEVO, DATA\_RESTITUZIONE, NOME, MATRICOLA, CF\_AUT, DATA\_COMP, TITOLO, CASA\_ED, GENERE, NOME\_AUT, IND-AUTORE \}$

da cui dipendono tutti gli attributi della relazione PRESTITO.

In quale forma normale è la relazione? Perché?

La relazione è in 1NF. Non è in 2NF.

Infatti, la chiave è CF-STUD, TITOLO-LIBRO ed esistono delle dipendenze

$CF-STUD \rightarrow NOME, MATRICOLA$

$TITOLO-LIBRO \rightarrow CF-AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE$

che violano la seconda forma normale e rendono NOME, MATRICOLA, CF-AUT, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE parzialmente dipendenti dalla chiave primaria.

Applicare le varie forme di normalizzazione finché la relazione non è ulteriormente decomponibile.

2NF:

Studente (CF-STUD, NOME, MATRICOLA)

Prestito (CF-STUD, TITOLO-LIBRO, DATA-PRELIEVO, DATA-RESTITUZIONE)

Libro (TITOLO-LIBRO, CF-AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE, NOME-AUTORE, IND-AUTORE)

Notare che la relazione `Prestito` consente di ricostruire la relazione originaria con operazioni di Join. Fate attenzione che questo sia sempre possibile, ogni volta che si applica un passo di normalizzazione.

3NF:

Poichè `CF-AUTORE → NOME_AUTORE, IND-AUTORE` porta una dipendenza transitiva, la relazione viene spezzata nel modo seguente.

```
Libro(TITOLO-LIBRO, CF-AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE)
Autore(CF-AUTORE, NOME-AUTORE, IND-AUTORE)
```

N.B: in libro `CF_AUT` è chiave esterna verso la relazione `Autore`. Grazie alla presenza di questa chiave esterna è possibile ricostruire la relazione originaria.

La decomposizione finale è:

```
Libro(TITOLO-LIBRO, CF_AUTORE, DATA-COMP, TITOLO, CASA-ED, GENERE)
Autore(CF-AUTORE, NOME-AUTORE, IND-AUTORE)
Studente(CF-STUD, NOME, MATRICOLA)
Prestito (CF-STUD, TITOLO-LIBRO, DATA-PRELIEVO, DATA-RESTITUZIONE)
```

## Esercizio

Si consideri la relazione:

```
CORSO ( docente, dipartimento, indirizzo, codice_corso, titolo_corso, anno_acc )
```

Individuare:

1. Individuare le dipendenze funzionali
2. La chiave della relazione
3. Ridondanze ed anomalie
4. Decomporre la relazione in terza forma normale (passando per la seconda).

1. Le dipendenze funzionali sono:

```
docente → dipartimento  
dipartimento → indirizzo  
codice_corso → titolo_corso
```

2. Calcoliamo la chiave a partire dalle chiusure:

```
{docente}+ = {docente, dipartimento, indirizzo}  
{codice_corso}+ = {codice_corso, titolo_corso}  
{anno_acc}+ = {anno_acc}
```

quindi la chiave è:

```
docente, codice_corso, anno_acc
```

3. Ridondanze ed anomalie:

- Di aggiornamento (se cambia l'indirizzo del dipartimento vanno modificate tutte le tuple, va ripetuto l'indirizzo del dipartimento per ogni nuovo docente).
- Di cancellazione:
  - i. se si cancella un dipartimento, vengono cancellati tutti i dati sui docenti,
  - ii. se si cancella l'unico corso tenuto da un docente, si cancella anche il docente (non è possibile assegnare NULL a `codice_corso` perché fa parte della chiave).

4. Decomposizione

```
dipartimento dipende da docente  
titolo_corso da codice_corso.
```

Sono due dipendenze parziali dalla chiave.

La relazione è in 1NF (gli attributi sono atomici) ma non in 2NF.

2NF:

```
DOCENTE(docente, dipartimento, indirizzo)  
CORSO(codice_corso, titolo_corso)  
IMPEGNO(docente, codice_corso, anno_acc)
```

N.B.: la terza relazione va inserita altrimenti non riusciamo a costruire la tabella originaria.

3NF:

Esiste una dipendenza transitiva fra docente, dipartimento, indirizzo. Per cui docente viene spezzata in:

DOCENTE(docente, dipartimento)  
DIPARTIMENTO(dipartimento, indirizzo)

Quindi La decomposizione finale è:

DOCENTE(docente, dipartimento)  
DIPARTIMENTO(dipartimento, indirizzo)  
CORSO(codice corso, titolo corso)  
IMPEGNO(docente, codice corso, anno acc)



## Esercizio

Si consideri la relazione:

Dipendente ( CF, NOME, INDIRIZZO, GIORNO-INIZIO, GIORNO-FINE, ID\_UFFICIO,  
CF-DIRETTORE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR, NOME-UFFICIO, ID-SEDE )

Supponiamo che esistano le seguenti dipendenze:

ID\_UFFICIO → NOME\_UFFICIO, CF-DIRETTORE, ID-SEDE

CF-DIRETTORE → STUDIO\_DIR, TEL\_DIR

CF → NOME, INDIRIZZO, GIORNO -INIZIO, GIORNO-FINE

- Quale è la chiave della relazione e perché?
- In quale forma normale è la relazione? Perché?
- Applicare la normalizzazione finché la relazione non è ulteriormente decomponibile. Descrivere i motivi di ogni decomposizione.

Chiusure:

$\{ID\_UFFICIO\}^+ = \{ ID\_UFFICIO, NOME\_UFFICIO, CF-DIRETTORE, ID-SEDE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR \}$

$\{CF\}^+ = \{CF, NOME, INDIRIZZO, GIORNO -INIZIO, GIORNO-FINE\}$

$\{CF\_DIRETTORE\}^+ = \{CF\_DIRETTORE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR\}$

La chiave è:

ID\_UFFICIO, CF

2NF:

Ufficio (ID\_UFFICIO, NOME\_UFFICIO, CF-DIRETTORE, ID-SEDE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR)

Dipendente (CF, NOME, INDIRIZZO, GIORNO -INIZIO, GIORNO-FINE)

Lavora\_per (ID\_UFFICIO, CF)

3NF:

Ufficio (ID\_UFFICIO, NOME\_UFFICIO, CF-DIRETTORE, ID-SEDE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR)

diventa

Ufficio (ID\_UFFICIO, NOME\_UFFICIO, CF-DIRETTORE, ID-SEDE)

Direttore (CF-DIRETTORE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR)

Quindi la decomposizione finale è:

Ufficio (ID\_UFFICIO, NOME\_UFFICIO, CF-DIRETTORE, ID-SEDE)

Direttore (CF-DIRETTORE, STUDIO\_DIR, TEL\_DIR)

Dipendente (CF, NOME, INDIRIZZO, GIORNO -INIZIO, GIORNO-FINE)

Lavora\_per (ID\_UFFICIO, CF)