

**Laurea in Informatica  
A.A. 2021-2022**

**Corso "Base di Dati"**

**Esercitazione Normalizzazione**

**Prof. Massimiliano de Leoni**



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

Data la relazione  $R(A,B,C,D)$  con dipendenze funzionali  $\{ C \rightarrow D, C \rightarrow A, B \rightarrow C \}$ .

1. Mostrare tutte le chiavi di  $R$  e motivare perché ognuna è chiave.
2. Dire quale dipendenze violano la forma normale di Boyce Codd (BCNF), spiegandone la ragione.
3. Decomporre in BCNF

Data la relazione  $R(A,B,C,D)$  con dipendenze funzionali  $\{ C \rightarrow D, C \rightarrow A, B \rightarrow C \}$ .

**1. Mostrare tutte le chiavi di  $R$  e motivare perché ognuna è chiave.**

**$B^+ = \{B, C, A, D\}$  e  $C^+ = \{C, A, D\}$ .**

**Quindi,  $B$  è chiave perché la sua chiusura contiene tutti gli attributi della relazione**

**2. Dire quale dipendenze violano la forma normale di Boyce Codd (BCNF), spiegandone la ragione.**

**3. Decomporre in BCNF**

Data la relazione  $R(A,B,C,D)$  con dipendenze funzionali  $\{ C \rightarrow D, C \rightarrow A, B \rightarrow C \}$ .

B è chiave.

**2. Dire quale dipendenze violano la forma normale di Boyce Codd (BCNF), spiegandone la ragione.**

**$C \rightarrow D$  e  $C \rightarrow A$  violano BCNF perché C non è una superchiave della relazione**

**3. Decomporre in BCNF**

Data la relazione  $R(A,B,C,D)$  con dipendenze funzionali  $\{ C \rightarrow D, C \rightarrow A, B \rightarrow C \}$ .

B è chiave.

2. Dire quale dipendenze violano la forma normale di Boyce Codd (BCNF), spiegandone la ragione.

### 3. Decomporre in BCNF

Usando  $C \rightarrow D$ , si ottiene  $R_1(\underline{C}, D)$  e, togliendo D da R, si ottiene  $\underline{R}(A, B, C)$

Usando  $C \rightarrow A$ , si ottiene  $R_2(\underline{C}, A)$  e, togliendo A da  $\underline{R}$ , si ottiene  $R_3(\underline{B}, C)$

Quindi si ottengono tre relazioni:  $R_1(\underline{C}, D)$ ,  $R_2(\underline{C}, A)$  e  $R_3(\underline{B}, C)$ .

È anche possibile ricomporre  $R_1$  e  $R_2$  ottenendo  $R_4(\underline{C}, A, D)$  e  $R_3(\underline{B}, C)$ .

Considerare uno schema di relazione  $R$  ( $E, N, L, C, S, D, M, P, A$ ) con le seguenti dipendenze funzionali:

$$E \rightarrow NS,$$

$$NL \rightarrow EMD,$$

$$EN \rightarrow LCD,$$

$$C \rightarrow S,$$

$$D \rightarrow M,$$

$$M \rightarrow D,$$

$$EPD \rightarrow A,$$

$$NLCP \rightarrow A.$$

Calcolare una **copertura ridotta** per tale insieme e decomporre la relazione in **terza forma normale**.

Una relazione  $R$  con chiavi  $K_1, \dots, K_n$  è in Terza Forma Normale se:

Per ogni dipendenza funzionale non banale  $X \rightarrow Y$ , almeno una delle seguenti condizioni sono valide:

- $X$  è superchiave (BCNF)
- ogni attributo in  $Y$  è contenuto in almeno una tra le chiavi  $K_1, \dots, K_n$ .

- Un insieme di dipendenze  $F$  è una copertura ridotta:
  - **non ridondante** se non esiste dipendenza  $f \in F$  tale che  $F - \{f\}$  implica  $f$ ;
  - **ridotto** se
    - **non ridondante** se non esiste dipendenza  $f \in F$  tale che  $F - \{f\}$  implica  $f$ ;
    - non esiste un insieme  $F'$  equivalente a  $F$  ottenuto eliminando attributi dai primi membri di una o più dipendenze di  $F$ .
- Esempio (parte in rosso rimovibile):
  - $\{A \rightarrow B; AB \rightarrow C; A \rightarrow C\}$  è ridondante;
  - $\{A \rightarrow B; AB \rightarrow C\}$  non è ridondante né ridotto;
  - $\{A \rightarrow B; A \rightarrow C\}$  è ridotto



I passi per calcolare la copertura ridotta di una relazione sono i seguenti:

1. Sostituzione dell'insieme dato con quello equivalente che ha tutti i secondi membri costituiti da singoli attributi;
2. Per ogni dipendenza verifica dell'esistenza di attributi eliminabili dal primo membro;
3. Eliminazione delle dipendenze ridondanti.

## Esercizio 2 (passo 1)



1. Sostituzione dell'insieme dato con quello equivalente che ha tutti i secondi membri costituiti da singoli attributi

$E \rightarrow NS$

$NL \rightarrow EMD$

$EN \rightarrow LCD$

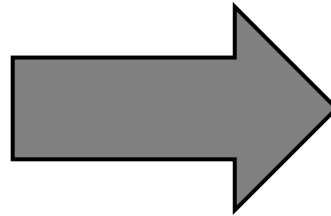
$C \rightarrow S$

$D \rightarrow M$

$M \rightarrow D$

$EPD \rightarrow A$

$NLCP \rightarrow A$



## Esercizio 2 (passo 1)



1. Sostituzione dell'insieme dato con quello equivalente che ha tutti i secondi membri costituiti da singoli attributi

$E \rightarrow NS$

$NL \rightarrow EMD$

$EN \rightarrow LCD$

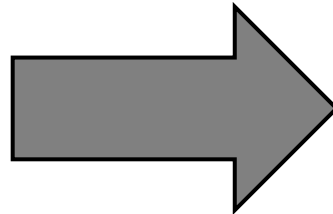
$C \rightarrow S$

$D \rightarrow M$

$M \rightarrow D$

$EPD \rightarrow A$

$NLCP \rightarrow A$



$E \rightarrow S$

$E \rightarrow N$

$NL \rightarrow E$

$NL \rightarrow M$

$NL \rightarrow D$

$EN \rightarrow L$

$EN \rightarrow C$

$EN \rightarrow D$

$C \rightarrow S$

$D \rightarrow M$

$M \rightarrow D$

$EPD \rightarrow A$

$NLCP \rightarrow A$

## Esercizio 2 (passo 2)



2. Per ogni dipendenza verifica dell'esistenza di attributi eliminabili dal primo membro

$E \rightarrow S$

$E \rightarrow N$

$NL \rightarrow E$

$NL \rightarrow M$

$NL \rightarrow D$

$EN \rightarrow L$

$EN \rightarrow C$

$EN \rightarrow D$

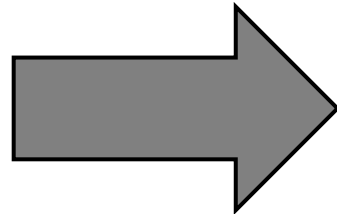
$C \rightarrow S$

$D \rightarrow M$

$M \rightarrow D$

$EPD \rightarrow A$

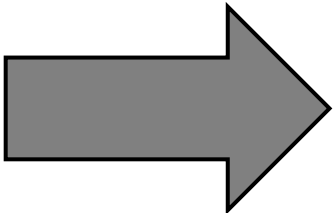
$NLCP \rightarrow A$



## Esercizio 2 (passo 2)



2. Per ogni dipendenza verifica dell'esistenza di attributi eliminabili dal primo membro

$E \rightarrow S$		$E \rightarrow S$	
$E \rightarrow N$		$E \rightarrow N$	
$NL \rightarrow E$		$NL \rightarrow E$	
$NL \rightarrow M$		$NL \rightarrow M$	
$NL \rightarrow D$		$NL \rightarrow D$	
$EN \rightarrow L$		$E \rightarrow L$	$(EN \rightarrow L, E \rightarrow N)$
$EN \rightarrow C$		$E \rightarrow C$	$(EN \rightarrow C, E \rightarrow N)$
$EN \rightarrow D$		$E \rightarrow D$	$(EN \rightarrow D, E \rightarrow N)$
$C \rightarrow S$		$C \rightarrow S$	
$D \rightarrow M$		$D \rightarrow M$	
$M \rightarrow D$		$M \rightarrow D$	
$EPD \rightarrow A$		$EP \rightarrow A$	$(EPD \rightarrow A, E \rightarrow D)$
$NLCP \rightarrow A$		$NLP \rightarrow A$	$(NLCP \rightarrow A, NL \rightarrow E, E \rightarrow C)$

### 3. Eliminazione delle dipendenze ridondanti

$E \rightarrow S$

$E \rightarrow N$

$NL \rightarrow E$

$NL \rightarrow M$

$NL \rightarrow D$

$E \rightarrow L$

$E \rightarrow C$

$E \rightarrow D$

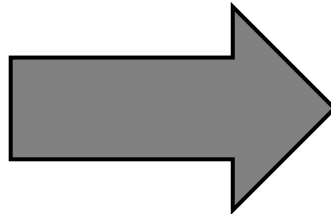
$C \rightarrow S$

$D \rightarrow M$

$M \rightarrow D$

$EP \rightarrow A$

$NLP \rightarrow A$



## Esercizio 2 (passo 3)



### 3. Eliminazione delle dipendenze ridondanti

~~E~~ → S

E → N

NL → E

~~NL~~ → M

~~NL~~ → D

E → L

E → C

E → D

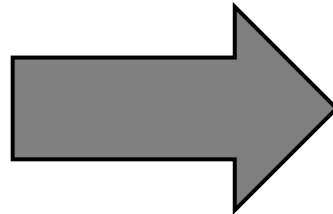
C → S

D → M

M → D

~~EP~~ → A

NLP → A



**E → N**

**NL → E**

**E → L**

**E → C**

**E → D**

**C → S**

**D → M**

**M → D**

**NLP → A**

Ho ottenuto una copertura ridotta

**$E \rightarrow N$**

**$NL \rightarrow E$**

**$E \rightarrow L$**

**$E \rightarrow C$**

**$E \rightarrow D$**

**$C \rightarrow S$**

**$D \rightarrow M$**

**$M \rightarrow D$**

**$NLP \rightarrow A$**



Non abbiamo le chiavi → Occorre Individuare le chiavi partendo dalla copertura ridotta

**$E \rightarrow N$**

**$NL \rightarrow E$**

**$E \rightarrow L$**

**$E \rightarrow C$**

**$E \rightarrow D$**

**$C \rightarrow S$**

**$D \rightarrow M$**

**$M \rightarrow D$**

**$NLP \rightarrow A$**

Eseguo le chiusure dei primi membri

$E^+$

$NL^+$

$C^+$

$D^+$

$M^+$

$NLP^+$

Non abbiamo le chiavi → Occorre Individuare le chiavi partendo dalla copertura ridotta

**E → N**

**NL → E**

**E → L**

**E → C**

**E → D**

**C → S**

**D → M**

**M → D**

**NLP → A**

Eseguo le chiusure dei primi membri

$E^+ = \{E, N, L, D, C, S, M\}$  Non chiave  
perchè mancano A, P

$NL^+ = \{E, N, L, D, C, S, M\}$  Non chiave  
perchè mancano A, P

$C^+ = \{C, S\}$  Non chiave

$D^+ = \{D, M\}$  Non chiave

$M^+ = \{M, D\}$  Non chiave

$NLP^+ = \{N, L, P, A, E, D, C, S, M\}$  è chiave

Non abbiamo le chiavi → Occorre Individuare le chiavi partendo dalla copertura ridotta

**E → N**

**NL → E**

**E → L**

**E → C**

**E → D**

**C → S**

**D → M**

**M → D**

**NLP → A**

Eseguo le chiusure dei primi membri

$E^+ = \{E, N, L, D, C, S, M\}$  Non chiave  
perchè mancano A, P

$NL^+ = \{E, N, L, D, C, S, M\}$  Non chiave  
perchè mancano A, P

$C^+ = \{C, S\}$  Non chiave

$D^+ = \{D, M\}$  Non chiave

$M^+ = \{M, D\}$  Non chiave

$NLP^+ = \{N, L, P, A, E, D, C, S, M\}$  è chiave

Individuare le chiavi partendo dalla copertura ridotta

Eseguo le chiusure dei primi membri

**$E \rightarrow N$**

**$NL \rightarrow E$**

**$E \rightarrow L$**

**$E \rightarrow C$**

**$E \rightarrow D$**

**$C \rightarrow S$**

**$D \rightarrow M$**

**$M \rightarrow D$**

**$NLP \rightarrow A$**

$NLP^+ = \{N, L, P, A, E, D, C, S, M\}$  è **chiave**

$EP^+ = \{E, N, L, D, C, S, M, P, A\}$  anche questa è chiave!

Ho ottenuto una copertura ridotta

$E \rightarrow N$   
 $NL \rightarrow E$   
 $E \rightarrow L$   
 $E \rightarrow C$   
 $E \rightarrow D$   
 $C \rightarrow S$   
 $D \rightarrow M$   
 $M \rightarrow D$   
 $NLP \rightarrow A$

Chiavi **NLP, EP**

Sintesi di schema in  
terza forma normale

Dati uno schema  $R(U)$  e un insieme di dipendenze  $F$  su  $U$ , con chiavi  $K_1, \dots, K_n$

1. Viene calcolata una copertura ridotta  $G$  di  $F$
2.  $G$  viene partizionato in sottoinsiemi tali che due dipendenze funzionali  $X \rightarrow A$  e  $Y \rightarrow B$  sono insieme se  $X_G^+ = Y_G^+$
3. Viene costruita una relazione per ogni sotto-insieme
4. Se esistono due relazioni  $S(X)$  e  $T(Y)$  con  $X \subseteq Y$ ,  $S$  viene eliminata
5. Se, per qualche  $i$ , non esiste una relazione  $S(X)$  con  $K_i \subseteq X$ , viene aggiunta una relazione  $T(K_i)$

2.  $G$  viene partizionato in sottoinsiemi tali che due dipendenze funzionali  $X \rightarrow A$  e  $Y \rightarrow B$  sono insieme se  $X_G^+ = Y_G^+$

**$E \rightarrow N$**

$E^+ = \{E, N, L, D, C, S, M\}$  Non chiave  
perchè mancano A, P

**$NL \rightarrow E$**

**$E \rightarrow L$**

$NL^+ = \{E, N, L, D, C, S, M\}$  Non chiave  
perchè mancano A, P

**$E \rightarrow C$**

**$E \rightarrow D$**

**$C \rightarrow S$**

$C^+ = \{C, S\}$  Non chiave

**$D \rightarrow M$**

$D^+ = \{D, M\}$  Non chiave

**$M \rightarrow D$**

**$NLP \rightarrow A$**

$M^+ = \{M, D\}$  Non chiave

$NLP^+ = \{N, L, P, A, E, D, C, S, M\}$  è chiave

2.  $G$  viene partizionato in sottoinsiemi tali che due dipendenze funzionali  $X \rightarrow A$  e  $Y \rightarrow B$  sono insieme se  $X_G^+ = Y_G^+$

$E \rightarrow N$	}	$E^+ = \{ E, N, L, C, D, S, M \}$
$E \rightarrow L$		
$E \rightarrow C$		
$E \rightarrow D$		
$NL \rightarrow E$	}	$NL^+ = \{ E, N, L, C, D, S, M \}$
$C \rightarrow S$	}	$CS^+ = \{ C, S \}$
$D \rightarrow M$	}	$D^+ = \{ D, M \} ; M^+ = \{ D, M \}$
$M \rightarrow D$		
$NLP \rightarrow A$	}	$NLP^+ = \{ E, N, L, C, D, C, S, M, A \}$



2.  $G$  viene partizionato in sottoinsiemi tali che due dipendenze funzionali  $X \rightarrow A$  e  $Y \rightarrow B$  sono insieme se  $X_G^+ = Y_G^+$

$E \rightarrow N$   
 $E \rightarrow L$   
 $E \rightarrow C$   
 $E \rightarrow D$

$$E^+ = \{ E, N, L, C, D, S, M \}$$

CHIUSURE COINCIDONO

$NL \rightarrow E$

$$NL^+ = \{ E, N, L, C, D, S, M \}$$

$C \rightarrow S$

$$C^+ = \{ C, S \}$$

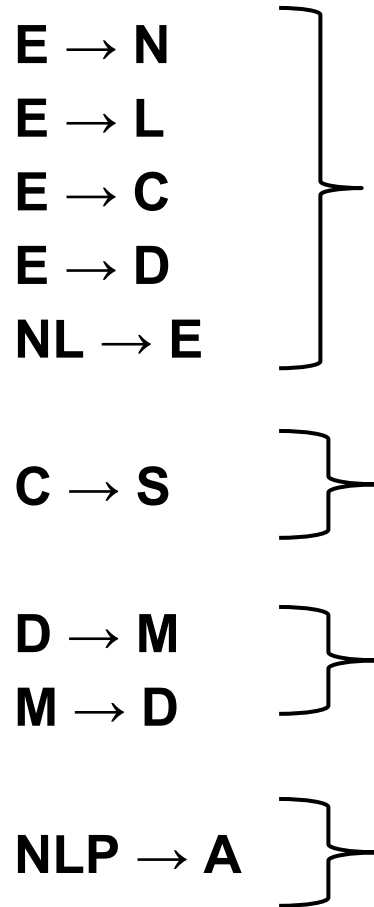
$D \rightarrow M$   
 $M \rightarrow D$

$$D^+ = \{ D, M \} ; M^+ = \{ D, M \}$$

$NLP \rightarrow A$

$$NLP^+ = \{ E, N, L, C, D, C, S, M, A \}$$

3. Viene costruita una relazione per ogni sotto-insieme



3. Viene costruita una relazione per ogni sotto-insieme

$E \rightarrow N$	{	$R_1 (E, N, L, C, D)$
$E \rightarrow L$		
$E \rightarrow C$		
$E \rightarrow D$		
$NL \rightarrow E$		

$C \rightarrow S$	}	$R_2 (C, S)$
-------------------	---	--------------

$D \rightarrow M$	{	$R_3 (D, M)$
$M \rightarrow D$		

$NLP \rightarrow A$	}	$R_4 (N, L, P, A)$
---------------------	---	--------------------

4. Se esistono due relazioni  $S(X)$  e  $T(Y)$  con  $X \subseteq Y$ ,  $S$  viene eliminata

$E \rightarrow N$	{	$R_1 (E, N, L, C, D)$
$E \rightarrow L$		
$E \rightarrow C$		
$E \rightarrow D$		
$NL \rightarrow E$		

$C \rightarrow S$	}	$R_2 (C, S)$
-------------------	---	--------------

$D \rightarrow M$	{	$R_3 (D, M)$
$M \rightarrow D$		

$NLP \rightarrow A$	}	$R_4 (N, L, P, A)$
---------------------	---	--------------------

**Non accade**

5. Se, per qualche  $i$ , non esiste una relazione  $S(X)$  con  $K_i \subseteq X$ , viene aggiunta una relazione  $T(K_i)$  **Chiavi NLP, EP**

$E \rightarrow N$   
 $E \rightarrow L$   
 $E \rightarrow C$   
 $E \rightarrow D$   
 $NL \rightarrow E$

}  $R_1 (E, N, L, C, D)$

$C \rightarrow S$

}  $R_2 (C, S)$

$D \rightarrow M$   
 $M \rightarrow D$

}  $R_3 (D, M)$

$NLP \rightarrow A$

}  $R_4 (N, L, P, A)$

**Si aggiunge  
 $R_5 (E, P)$**

## Esercizio 2



Le chiavi delle relazioni sono sottolineate:

$E \rightarrow N$   
 $E \rightarrow L$   
 $E \rightarrow C$   
 $E \rightarrow D$   
 $NL \rightarrow E$  }  $R_1 (\underline{E}, \underline{N}, L, C, D)$

$C \rightarrow S$  }  $R_2 (\underline{C}, S)$

$D \rightarrow M$   
 $M \rightarrow D$  }  $R_3 (\underline{D}, \underline{M})$

$NLP \rightarrow A$  }  $R_4 (\underline{N}, \underline{L}, \underline{P}, A)$

$R_5 (\underline{E}, \underline{P})$

Dato schema  $R(A, B, C, D, E, F)$  con dipendenze:  
 $CE \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow BE$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow CF$

1. Trovare copertura ridotta  $G$
2. Trovare tutte le chiavi
3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF
4. Normalizzare lo schema in 3NF
5. Lo schema normalizzato al punto 4 è anche in BCNF?

Dato schema  $R(A, B, C, D, E, F)$  con dipendenze:  
 $CE \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow BE$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow CF$

1. Trovare copertura ridotta  $G$   
 $C \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow E$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow C$
2. Trovare tutte le chiavi
3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF
4. Normalizzare lo schema in 3NF



Dato schema  $R(A, B, C, D, E, F)$  con dipendenze:  
 $CE \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow BE$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow CF$

1. Trovare copertura ridotta  $G$   
 $C \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow E$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow C$
2. Trovare tutte le chiavi  
 $AD$ ,  $C$
3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF
4. Normalizzare lo schema in 3NF
5. Indicare e spiegare se o meno la normalizzazione produce uno schema anche in BCNF

Dato schema  $R(A, B, C, D, E, F)$  con dipendenze:  
 $CE \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow BE$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow CF$

1. Trovare copertura ridotta  $G$   
 $C \rightarrow A$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow E$ ,  $B \rightarrow F$ ,  $AD \rightarrow C$
2. Trovare tutte le chiavi  
 $AD$ ,  $C$
3. Dire se ci sono (ed eventualmente quali) dipendenze che violano 3NF. **Ricordiamo** che 3NF richiede che per ogni FD  $X \rightarrow Y$  sia soddisfatto:
  1.  $X$  contiene chiave  $K$  di  $r$   
oppure
  2. ogni attributo in  $Y$  è contenuto in almeno una chiave di  $r$
4. Normalizzare lo schema in 3NF
5. Indicare e spiegare se o meno la normalizzazione produce uno schema anche in BCNF

Ho:

$C \rightarrow A,$   
 $C \rightarrow D,$   
 $A \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow E,$   
 $B \rightarrow F,$   
 $AD \rightarrow C$

Con chiavi:       $AD, C$

Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF, per ogni FD  $X \rightarrow Y$ :

- $X$  contiene chiave  $K$  di  $r$
- ogni attributo in  $Y$  è contenuto in almeno una chiave di  $r$

Ho:

$C \rightarrow A$ , non viola 3NF

$C \rightarrow D$ , non viola 3NF

$A \rightarrow B$ , viola (A non super chiave e B non presente in chiave)

$D \rightarrow B$ , viola (D non super chiave e B non presente in chiave)

$D \rightarrow E$ , viola (D non super chiave e E non presente in chiave)

$B \rightarrow F$ , viola (B non super chiave e F non presente in chiave)

$AD \rightarrow C$  non viola 3NF

Con chiavi: AD, C

**Non è in 3NF**

## 4. Normalizzare lo schema in 3NF

$C \rightarrow A,$   
 $C \rightarrow D,$   
 $A \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow E,$   
 $B \rightarrow F,$   
 $AD \rightarrow C$

Con chiavi:       $AD, C$

## 4. Normalizzare lo schema in 3NF

Calcolo la chiusura dei primi membri:

$C \rightarrow A,$                        $C^+ = \{ A, B, C, D, E, F \}$

$C \rightarrow D,$

$A \rightarrow B,$                        $A^+ = \{ A, B, F \}$

$D \rightarrow B,$                        $D^+ = \{ D, B, F, E \}$

$D \rightarrow E,$

$B \rightarrow F,$                        $B^+ = \{ B, F \}$

$AD \rightarrow C$                        $AD^+ = \{ A, B, C, D, E, F \}$

## 4. Normalizzare lo schema in 3NF

$C \rightarrow A,$   
 $C \rightarrow D,$

$C^+ = \{ \mathbf{A, B, C, D, E, F} \}$

$A \rightarrow B,$

$A^+ = \{ A, B, F \}$

$D \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow E,$

$D^+ = \{ D, B, F, E \}$

$B \rightarrow F,$

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

$AD \rightarrow C$

$AD^+ = \{ \mathbf{A, B, C, D, E, F} \}$

**Le chiusure di C e AD coincidono, quindi vanno considerati nella stessa partizione**

## 4. Normalizzare lo schema in 3NF

$C \rightarrow A,$   
 $C \rightarrow D,$   
 $AD \rightarrow C$

R1 (C, A, D)

key C, AD

$A \rightarrow B,$

R2 (A, B)

key A

$D \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow E,$

R3 (B, E, D)

key D

$B \rightarrow F,$

R4 (B, F)

key B



## 4. Normalizzare lo schema in 3NF

$C \rightarrow A,$   
 $C \rightarrow D,$   
 $AD \rightarrow C$

R1 (C, A, D)

chiavi C, AD

$A \rightarrow B,$

R2 (A, B)

chiave A

$D \rightarrow B,$   
 $D \rightarrow E,$

R3 (B, E, D)

chiave D

$B \rightarrow F,$

R4 (B, F)

chiave B

5. Indicare e spiegare se o meno la normalizzazione produce uno schema anche in BCNF

$C \rightarrow A,$ $C \rightarrow D,$ $AD \rightarrow C$	R1 (C, A, D)	chiavi C, AD
--	--------------	--------------

$A \rightarrow B,$	R2 (A, B)	chiave A
--------------------	-----------	----------

$D \rightarrow B,$ $D \rightarrow E,$	R3 (B, E, D)	chiave D
--	--------------	----------

$B \rightarrow F,$	R4 (B, F)	chiave B
--------------------	-----------	----------

Tutte le dipendenze funzionali non violano BCNF:

- $C \rightarrow A$  e  $C \rightarrow D$  si applicano su R1 dove C è chiave
- $AD \rightarrow C$  si applica su R1 dove AD è chiave.
- $A \rightarrow B$  si applica su R2 dove A è chiave
- ...

Dato lo schema R (A, B, C, D, E, F, G)

Con dipendenze:

$AF \rightarrow BE$ ,  $EF \rightarrow BCD$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

1. Trovare copertura ridotta
2. Trovare tutte le altre chiavi, in aggiunta alla chiave primaria data
3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF
4. Normalizzare in 3NF

R (A, B, C, D, E, F, G)

con:

$AF \rightarrow BE$ ,  $EF \rightarrow BCD$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

1. Trovare copertura ridotta

Calcolo chiusure transitiva:

$A^+ = \{A, B, E, F, D, C\}$ ,  $B^+ = \{B, C\}$ ,  $EF^+ = \{B, D, C, E, F\}$ ,

Otteniamo quindi:

$A \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow E$ ,  $EF \rightarrow B$ ,  $EF \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

2. Trovare tutte le chiavi

3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF

4. Normalizzare in 3NF

R (A, B, C, D, E, F, G)

con:

$AF \rightarrow BE$ ,  $EF \rightarrow BCD$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

1. Trovare copertura ridotta

$A \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow E$ ,  $EF \rightarrow B$ ,  $EF \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

2. Trovare tutte le chiavi

$A^+$  contiene tutti gli attributi, inoltre G è già una chiave

Quindi le chiavi sono: A, G

3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF

4. Normalizzare in 3NF

R (A, B, C, D, E, F, G)

con:

$AF \rightarrow BE$ ,  $EF \rightarrow BCD$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

1. Trovare copertura ridotta

$A \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow E$ ,  $EF \rightarrow B$ ,  $EF \rightarrow D$ ,  $A \rightarrow F$ ,  $B \rightarrow C$

2. Trovare tutte le chiavi

A, G

3. Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF. **Ricordiamo** che 3NF richiede che per ogni FD  $X \rightarrow Y$  sia soddisfatto:
  1. X contiene chiave K di r  
oppure
  2. ogni attributo in Y è contenuto in almeno una chiave di r
4. Normalizzare in 3NF

R (A, B, C, D, E, F, G)

con:

$A \rightarrow B$ ,

$A \rightarrow E$ ,

$EF \rightarrow B$ ,

$EF \rightarrow D$ ,

$A \rightarrow F$ ,

$B \rightarrow C$

Con chiavi:      A, G

Dire se ci sono e quali dipendenze violano 3NF, per ogni FD  $X \rightarrow Y$ :

- X contiene chiave K di r
- ogni attributo in Y è contenuto in almeno una chiave di r

## Esercizio 4



R (A, B, C, D, E, F, G)

con:

$A \rightarrow B$ , non viola 3NF

$A \rightarrow E$ , non viola 3NF

$EF \rightarrow B$ , viola (EF non super chiave e B non presente in chiave)

$EF \rightarrow D$ , viola (EF non super chiave e D non presente in chiave)

$A \rightarrow F$ , non viola 3NF

$B \rightarrow C$  viola (B non super chiave e C non presente in chiave)

Con chiavi: A, G

**Non è in 3NF**



$R(A, B, C, D, E, F, G)$

4. Normalizzare in 3NF

1. Copertura Ridotta D di F:

$A \rightarrow B, A \rightarrow E, EF \rightarrow B, EF \rightarrow D, A \rightarrow F, B \rightarrow C$

2. G viene partizionato in sottoinsiemi tali che due dipendenze funzionali  $X \rightarrow A$  e  $Y \rightarrow B$  sono insieme se  $X_G^+ = Y_G^+$

$\{A \rightarrow B, A \rightarrow E, A \rightarrow F\}, \{EF \rightarrow B, EF \rightarrow D\}, \{B \rightarrow C\}$

3. Viene costruita una relazione per ogni sotto insieme:

Abbiamo una chiave per relazione:

$R_1(\underline{A}, B, E, F), R_2(\underline{E}, \underline{F}, B, D), R_3(\underline{B}, C)$

$R(A, B, C, D, E, F, G)$

4. Normalizzare in 3NF

3. Viene costruita una relazione per ogni sotto insieme:

$R_1(\underline{A}, B, E, F), R_2(\underline{E}, \underline{F}, B, D), R_3(\underline{B}, C)$

4. Se esistono due relazioni  $S(X)$  e  $T(Y)$  con  $X \subseteq Y$ ,  $S$  viene eliminata

Non accade, quindi stesse relazioni.

$R_1(A, B, E, F), R_2(E, F, B, D), R_3(B, C)$

$R(A, B, C, D, E, F, G)$

4. Normalizzare in 3NF

4. Se esistono due relazioni  $S(X)$  e  $T(Y)$  con  $X \subseteq Y$ ,  $S$  viene eliminata

Non accade, quindi stesse relazioni.

$R_1(A, B, E, F)$ ,  $R_2(E, F, B, D)$ ,  $R_3(B, C)$

5. Se, per qualche  $i$ , non esiste una relazione  $S(X)$  con  $K_i \subseteq X$ , viene aggiunta una relazione  $T(K_i)$

Nessuna relazione contiene  $G$ , aggiungiamo una relazione

$R_1(A, B, E, F)$ ,  $R_2(E, F, B, D)$ ,  $R_3(B, C)$ ,  **$R_4(G)$**