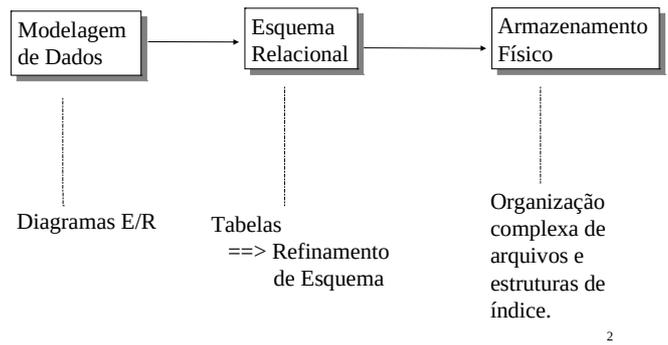


Aula 08: Dependências Funcionais e Normalização

1

Refinamento de Esquema



2

Esquemas

Esquema de Relação:

- Nome da relação e nomes de atributos
- P.ex. `Product(Name, Price, Category, Manufacturer)`
- Na prática, também definimos o domínio de cada atributo.

Esquema de Banco de Dados

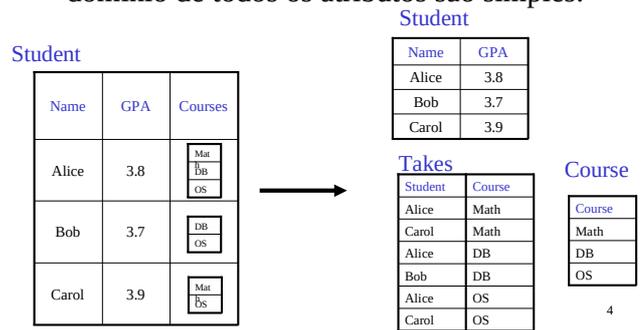
- Conjunto de esquemas de relações
- P.ex. `Product(Name, Price, Category, Manufacturer), Company(Name, Address, Phone),`

Definição matemática, não confundir com tabelas SQL!

3

Primeira Forma Normal (1FN)

- Um esquema de relação está na 1FN se o domínio de todos os atributos são simples.



4

Dependências Funcionais (DFs)

- Um tipo de restrição de integridade
 - portanto, faz parte do esquema
- Identificá-las faz parte do projeto de um banco de dados
- Usadas também para a normalização de relações

5

Dependências Funcionais

Livro Texto: Capítulo 19

Definição:

Se duas tuplas coincidem nos valores dos atributos

$$A_1, A_2, \dots, A_n$$

então elas devem também conter valores iguais nos atributos

$$B_1, B_2, \dots, B_m$$

Formalmente:

$$A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_m$$

6

Alguns Exemplos de DFs

Produto: nome \rightarrow preço, fabricante

Pessoa: id \rightarrow nome, idade
cep \rightarrow cidade
cidade, estado \rightarrow cep

7

Mais Exemplos

Formalmente, uma DF é satisfeita ou violada por uma instância:

EmpID	Nome	Tel	Cargo
E0045	Silva	1234	Atendente
E1847	João	9876	Vendedor
E1111	Silva	9876	Vendedor
E9999	Maria	1234	Advogado

EmpID \rightarrow Nome, Tel, Cargo

Cargo \rightarrow Tel

mas não Tel \rightarrow Cargo

8

Em Geral

- Para verificar se $A \rightarrow B$, remova todas as outras colunas

...	A	...	B	
	X1		Y1	
	X2		Y2	
...		...		

- e verifica se a relação restante é muitos-para-um (dita **funcional** em matemática)

9

Exemplo

EmpID	Nome	Tel	Cargo
E0045	Silva	1234	Atendente
E1847	João	9876	Vendedor
E1111	Silva	9876	Vendedor
E9999	Maria	1234	Advogado

10

Exemplo

DF's são restrições:

- em algumas instâncias elas são satisfeitas
- em outras não!

nome \rightarrow cor
categoria \rightarrow departamento
cor, categoria \rightarrow preço

nome	categoria	cor	departamento	preço
Batedeira	Menina	Branco	Brinquedos	49
Fogão	Menina	Branco	Brinquedos	99

Esta instância satisfaz todas as DFs?

11

Exemplo

nome \rightarrow cor
categoria \rightarrow departamento
cor, categoria \rightarrow preço

nome	categoria	cor	departamento	preço
Batedeira	Menina	Branco	Brinquedos	49
Fogão	Menina	Preto	Brinquedos	99
Batedeira	Eleto	Branco	Eletrodomésticos	159

E nesta instância?

12

Uma Observação Interessante

Se todas estas DFs são satisfeitas:

nome → cor
 categoria → departamento
 cor, categoria → preço

Então esta DF também é:

nome, categoria → preço

Por quê ??

13

Regras de Inferência para DFs

Se B é subconjunto de A
 Então $B \rightarrow A$

Regra Reflexiva (DF Trivial)

Por quê ?

Exemplo: $A_1, A_2 \rightarrow A_1$

	A_1	...	A_n	

14

Regras de Inferência para DFs

Regra Transitiva

Se $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_m$

e $B_1, B_2, \dots, B_m \rightarrow C_1, C_2, \dots, C_p$

então $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow C_1, C_2, \dots, C_p$

Por quê ?

15

	A_1	...	A_n		B_1	...	B_m		C_1	...	C_p	

16

Regras de Inferência para DFs

Regra Aumentativa

Se $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_m$

então

$A_1, A_2, \dots, A_n, C_1, C_2, \dots, C_p \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_m, C_1, C_2, \dots, C_p$

17

Regras de Inferência para DFs

$A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_m$

Regras de Decomposição

É equivalente a

$A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1$
 $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_2$

 $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_m$

	A_1	...	A_n		B_1	...	B_m	

Como derivar esta regra a partir das regras reflexiva, transitiva e aumentativa?

18

Regras de Inferência para DFs

$A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1$
 $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_2$
 \dots
 $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_m$

Regras de Composição

É equivalente a

$A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B_1, B_2, \dots, B_m$

	A_1	\dots	A_m		B_1	\dots	B_m

Como derivar esta regra a partir das regras reflexiva, transitiva e aumentativa?

19

Exemplo (continuação)

Comece com as seguintes DFs:

1. nome \rightarrow cor
 2. categoria \rightarrow departamento
 3. cor, categoria \rightarrow preço

Obtenha as seguintes DFs:

DF resultante	Que regra você aplica?
4. nome, categoria \rightarrow nome	
5. nome, categoria \rightarrow cor	
6. nome, categoria \rightarrow categoria	
7. nome, categoria \rightarrow cor, categoria	
8. nome, categoria \rightarrow preço	

20

Exemplo (continuação)

Resposta:

1. nome \rightarrow cor
 2. categoria \rightarrow departamento
 3. cor, categoria \rightarrow preço

DF resultante	Que regra você aplica?
4. nome, categoria \rightarrow nome	reflexividade
5. nome, categoria \rightarrow cor	transitividade em 4, 1
6. nome, categoria \rightarrow categoria	reflexividade
7. nome, categoria \rightarrow cor, categoria	composição em 5, 6
8. nome, categoria \rightarrow preço	transitividade em 7, 3

Vamos ver uma forma mais simples.

21

Fecho de um conjunto de Atributos

Dado um conjunto de atributos A_1, \dots, A_n

O fecho, $\{A_1, \dots, A_n\}^+$, é um conjunto de atributos B tal que $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$

Exemplo:

nome \rightarrow cor
 categoria \rightarrow departamento
 cor, categoria \rightarrow preço

Fechos:

nome⁺ = {nome, cor}

{nome, categoria}⁺ = {nome, categoria, cor, departamento, preço}

cor⁺ = {cor}

22

Algoritmo: Fecho

Comece com $X = \{A_1, \dots, A_n\}$.

Repita até que X não se altere:

se $B_1, \dots, B_n \rightarrow C$ é uma DF e B_1, \dots, B_n estão em X então acrescente C a X.

{nome, categoria}⁺ =

{nome, categoria, cor, departamento, preço}

Então: nome, categoria \rightarrow cor, departamento, preço

23

Outro Exemplo

- Matricula(aluno, curso, disciplina, sala, hora)
 - aluno \rightarrow curso
 - curso, disciplina \rightarrow sala
 - disciplina \rightarrow hora

O que mais você consegue inferir?

24

Exemplo

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

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

Compute $\{A,B\}^+$ $X = \{A, B, \}$

Compute $\{A, F\}^+$ $X = \{A, F, \}$

25

Inferência de Todas as DFs

Exemplo: Seja o conjunto de DFs F :

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

Passo 1: Compute X^+ , para todo X :

$A^+ = A, B^+ = BD, C^+ = C, D^+ = D$
$AB^+ = ABCD, AC^+ = AC, AD^+ = ABCD$
$ABC^+ = ABD^+ = ACD^+ = ABCD$
$BCD^+ = BCD, ABCD^+ = ABCD$

Passo 2: Enumere todas as DFs $X \rightarrow Y$, tal que $Y \subseteq X^+$ e $X \cap Y = \emptyset$:

$F^+ = \{B \rightarrow D, AB \rightarrow CD, AD \rightarrow BC, ABC \rightarrow D, ABD \rightarrow C, ACD \rightarrow B\}$
--

Por que o Algoritmo está correto?

- Prove por indução que:
 - para todo B em X :
 - $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$
- Inicialmente $X = \{A_1, \dots, A_n\}$ -- por reflexividade
- Passo da indução: B_1, \dots, B_m em X
 - Implica que $A_1, \dots, A_n \rightarrow B_1, \dots, B_m$
 - Também temos que $B_1, \dots, B_m \rightarrow C$
 - Por transitividade temos $A_1, \dots, A_n \rightarrow C$
- Isto prova que o algoritmo é *correto*; ainda é preciso provar que ele é *completo*

27

Cobertura Mínima

Dado um conjunto de DFs F , a cobertura mínima de F , $\min(F)$ é um conjunto de DFs tal que:

- Todas as DFs em $\min(F)$ tem um único atributo do lado direito
- $F^+ = \min(F)^+$
- Para qualquer DF f em $\min(F)$:
 - $(\min(F) - f) \not\rightarrow F^+$

28

Cobertura Mínima

1. Substituir cada FD por um conjunto com apenas um atributo no lado direito
2. Remover atributos do lado esquerdo quando possível:
 - se $X \rightarrow A$ e $(X-B) \rightarrow A$
 - então substituir $X \rightarrow A$ por $(X-B) \rightarrow A$
1. Se uma FD f for derivável a partir de $(F - \{f\})$ então remover f de F

29

Exemplo

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

$A \rightarrow B$

$ABCD \rightarrow E$

$EF \rightarrow G$

$EF \rightarrow H$

$ACDF \rightarrow EG$

1. $ACDF \rightarrow E, ACDF \rightarrow G$

2. $ABCD \rightarrow E, A \rightarrow B \implies ACD \rightarrow E$

3. $ACD \rightarrow E, EF \rightarrow G \implies ACDF \rightarrow E$

$\min(F) = \{ A \rightarrow B, ACD \rightarrow E, EF \rightarrow G, EF \rightarrow H \}$

30

Chaves

- Uma *superchave* é um conjunto de atributos A_1, \dots, A_n tal que para qualquer atributo B da relação, temos que $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$
- Em outras palavras: um conjunto de atributos X é uma superchave se $X^+ =$ todos os atributos
- Uma chave é uma superchave mínima
 - ou seja, um conjunto de atributos que é superchave e que nenhum subconjunto dele é também uma superchave

31

Procurando (Super)chaves

- Compute X^+ para todos os conjuntos X
- Se $X^+ =$ todos os atributos, então X é uma superchave
- Liste somente os X mínimos

Note: podem existir diversas chaves!

- Exemplo: $R(A,B,C)$, $AB \rightarrow C$, $BC \rightarrow A$
Chaves: AB e BC

32

Exemplos de Chaves

- **Produto(nome, preço, categoria, cor)**
nome, categoria \rightarrow preço
categoria \rightarrow cor

Chave: {nome, categoria}
superchaves: todos os superconjuntos
- **Matricula(aluno, endereço, disciplina, sala, hora)**
aluno \rightarrow endereço
sala, hora \rightarrow disciplina
aluno, disciplina \rightarrow sala, hora

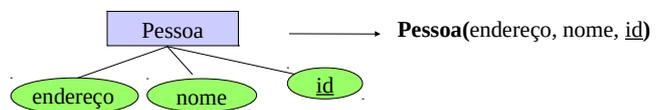
Quais são as chaves?

33

DFs em Diagramas E/R

Dada uma relação criada de um diagrama E/R, qual a sua chave?

Regra 1: Se a relação vier de uma entidade, então a chave da relação é o conjunto de atributos que forma a chave da entidade.

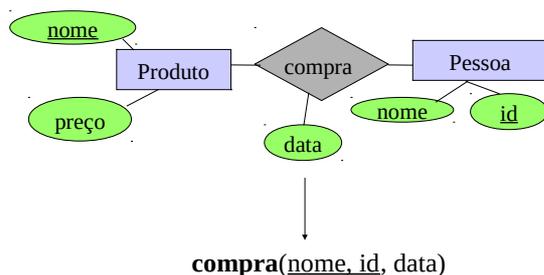


34

Encontrando Chaves

Regra 2:

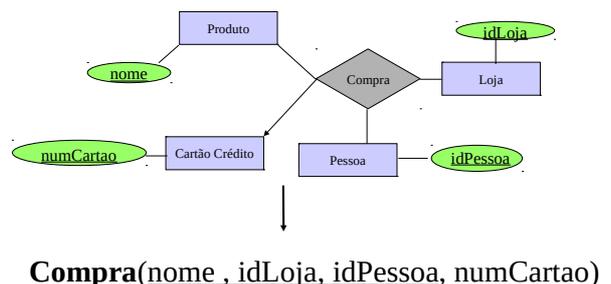
Se a relação foi criada a partir de um relacionamento muitos-para-muitos, então a chave da relação é formada pelas chaves das entidades ligadas pelo relacionamento.



35

DFs em Diagramas E/R

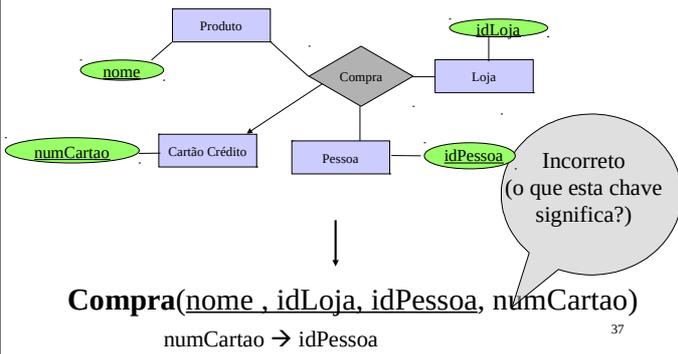
Exceção: quando houver uma seta do relacionamento para uma entidade E , então a chave de E não é necessária para formar a chave do relacionamento.



36

DFs em Diagramas E/R

Suponha que: "numCartao determina Pessoa"



37

Projeto de Esquemas Relacionais (ou Projeto Lógico)

Idéia principal:

- Comece com um esquema relacional
- Encontre as DFs
- Utilize-as para melhorar o esquema relacional

38

Anomalias de Dados

Quando um esquema é mal projetado podem ocorrer anomalias:

Redundância: dados repetidos

Anomalias de Atualização: necessidade de realizar alterações em diversos lugares

Anomalias de Remoção: possibilidade de perder dados inadvertidamente

39

Projeto de Esquemas Relacionais

Relação de Pessoas que podem possuir diversos telefones:

Nome	Id	Tel	Cidade
Fred	123-45-6789	206-555-1234	SP
Fred	123-45-6789	206-555-6543	SP
Jose	987-65-4321	908-555-2121	Curitiba

$Id \rightarrow Nome, Cidade$

mas não $Id \rightarrow Tel$

Anomalia:

- Redundância = repetição de dados
- Anomalias de Atualização = Fred se muda para "Rio"
- Anomalias de Remoção = Jose remove seu telefone: Qual a sua cidade?

40

Decomposição de uma Relação

Decomposição em duas relações:

Nome	Id	Tel	Cidade
Fred	123-45-6789	206-555-1234	SP
Fred	123-45-6789	206-555-6543	SP
Jose	987-65-4321	908-555-2121	Curitiba

Nome	Id	Cidade
Fred	123-45-6789	SP
Jose	987-65-4321	Curitiba

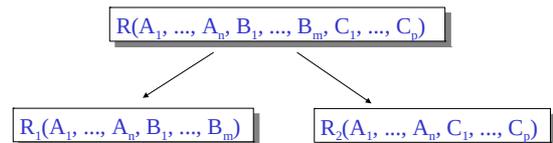
id	Tel
123-45-6789	206-555-1234
123-45-6789	206-555-6543
987-65-4321	908-555-2121

Não há mais anomalias:

- Sem repetição de dados
- Fácil de mudar Fred para "Rio" (como?)
- Fácil de remover o telefone de Jose (como?)

41

Decomposição em Geral



$R_1 = \text{projecção de } R \text{ em } A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m$

$R_2 = \text{projecção de } R \text{ em } A_1, \dots, A_n, C_1, \dots, C_p$

42

Decomposição

- Decomposição correta:

Nome	Preço	Categoria
Gizmo	19.99	Acessório
UmClick	24.99	Camera
Gizmo	19.99	Camera

Nome	Preço
Gizmo	19.99
UmClick	24.99
Gizmo	19.99

Nome	Categoria
Gizmo	Acessório
OneClick	Camera
Gizmo	Camera

Decomposição sem perda

43

Decomposição Incorreta

- Decomposição com perda

Nome	Preço	Categoria
Gizmo	19.99	Acessório
UmClick	24.99	Camera
Gizmo	19.99	Camera

O que está errado?

Nome	Categoria
Gizmo	Acessório
UmClick	Camera
Gizmo	Camera

Preço	Categoria
19.99	Acessório
24.99	Camera
19.99	Camera

Uma decomposição de R em R1 e R2 é **sem perda** se:
 $R1 \cap R2 = R1 \cup R2 = R$

44

Formas Normais

Primeira Forma Normal (1FN) = todos os atributos são atômicos

Segunda Forma Normal (2FN) = velho e obsoleto

Terceira Forma Normal (3FN) = será discutido

Forma Normal de Boyce Codd Normal Form (FNBC ou BCNF) = será discutido

Outros...

45

Forma Normal de Boyce-Codd

Uma condição simples para remover anomalias:

Uma relação está em FNBC se atender a condição:

Se $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ é uma dependência não trivial em R então $\{A_1, \dots, A_n\}$ é uma superchave de R

em Português:

Quando um conjunto de atributos de R determinar um outro atributo, devem também determinar todos os outros atributos.

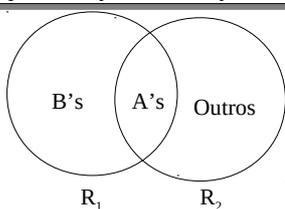
46

Algoritmo de Decomposição em FNBC

Repita
 escolha $A_1, \dots, A_m \rightarrow B_1, \dots, B_n$ que viola a condição da FNBC
 decomponha R em

$R_1(A_1, \dots, A_m, B_1, \dots, B_n)$ e $R_2(A_1, \dots, A_m, [\text{outros}])$

Até que não haja mais violações



Existe relação de 2 atributos que não esteja em FNBC?

Na prática, existe um algoritmo melhor.

47

Decomposição na FNBC

Nome	Id	Cidade
Fred	12345	SP
Jose	98765	Rio

$Id \rightarrow Nome, Cidade$

Id	Tel
12345	206-555-1234
12345	206-555-6543
98765	908-555-2121
98765	908-555-1234

Tem anomalias?

- Redundância ?
- Atualização ?
- Remoção ?

48

Exemplo de Decomposição

Pessoa(nome, Id, idade, corCabelo, tel)

Id → nome, idade

idade → corCabelo

Decomponha em FNBC (em sala):

49

Algoritmo de Decomposição em FNBC

Decomposição_FNBC(R)

encontre X tal que: $X \neq X^+ \neq$ [todos atributos]

se (não achou) **então** “R está em FNBC”

seja $Y = X^+ - X$

seja $Z =$ [todos atributos] - X^+

decomponha R em $R_1(X \cup Y)$ e $R_2(X \cup Z)$

continue a decompor R_1 e R_2

50

Encontre X tal que: $X \neq X^+ \neq$ [todos atributos]

Exemplo de Decomposição em FNBC

Pessoa(nome, Id, idade, corCabelo, tel)

Id → nome, idade

idade → corCabelo

Iteração 1: Pessoa

$Id^+ = \{Id, nome, idade, CorCabelo\}$

Decompõe em: Pessoa(Id, nome, idade, corCabelo)
Telefone(Id, tel)

Iteração 2: Pessoa

$idade^+ = \{idade, corCabelo\}$

Decompõe em: Pessoa(Id, nome, idade)
Cabelo(idade, corCabelo)
Telefone(Id, tel)

51

Exemplo

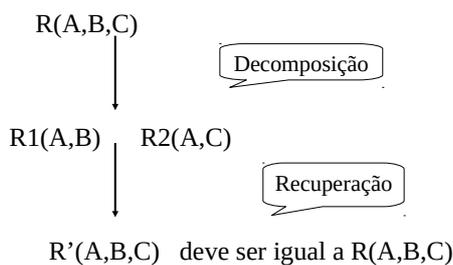
- $R(A,B,C,D) \quad A \rightarrow B, \quad B \rightarrow C$
- em R: $A^+ = ABC \neq ABCD$
 - Decomponha em $R_1(A,B,C), R_2(A,D)$
- em R_1 : $B^+ = BC \neq ABC$
 - Decomponho em $R_{11}(B,C), R_{12}(A,B)$
- Resultado final: $R_{11}(B,C), R_{12}(A,B), R_2(A,D)$
- O que acontece em R se escolhermos primeiro B^+ ?
Ou AB^+ ?

Quais são as chaves?

52

Decomposições Corretas

Uma decomposição é correta se é *sem perda*, ou seja, a relação original pode ser recuperada:



R' em geral é maior que R se a decomposição for com perda.
Devemos assegurar que $R' = R$

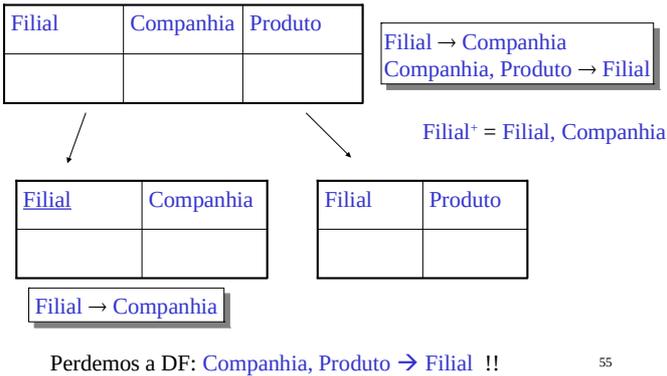
53

Decomposições Corretas

- Dado $R(A,B,C)$ tal que $A \rightarrow B$, a decomposição em $R_1(A,B), R_2(A,C)$ é sem perda

54

Um Problema com a FNBC



55

Qual o Problema?

Filial	Companhia
F99	Tabajara
B5	Tabajara

Filial	Produto
F99	Limpador
B5	Limpador

$Filial \rightarrow Companhia$

Nenhum problema até agora. Todas as DFs *locais* são satisfeitas. Colocando tudo em uma única tabela novamente:

Filial	Companhia	Produto
F99	Tabajara	Limpador
B5	Tabajara	Limpador

Violação da DF:

$Companhia, Produto \rightarrow Filial$

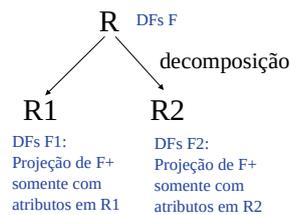
56

O Problema

- Começamos com uma tabela R em um conjunto de dependências funcionais FD.
- Decompomos R em tabelas R_1, R_2, \dots na FNBC com suas dependências funcionais FD_1, FD_2, \dots
- Reconstruímos R de R_1, R_2, \dots
- Mas não conseguimos reconstruir FD de FD_1, FD_2, \dots

57

Decomposição com Preservação de Dependências

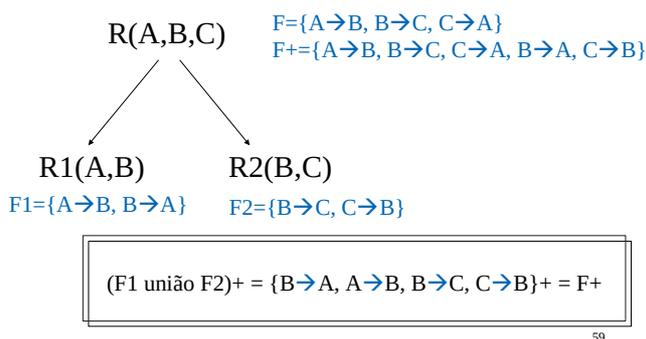


A decomposição preserva dependências se:

$$(F_1 \text{ união } F_2)^+ = F^+$$

58

Exemplo



59

Solução: Terceira Forma Normal (3NF)

Uma condição simples para remover anomalias:

Uma relação R está na 3FN se satisfizer a condição abaixo:

Quando houver uma DF não trivial $A_1, A_2, \dots, A_n \rightarrow B$ em R então $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ é uma superchave de R ou B é parte de uma chave.

Compromisso:

FNBC = nenhuma anomalia, mas pode perder DFs

3FN = mantém todas as DFs, mas pode conter anomalias

Algoritmo para 3FN (R, F)

1. Encontrar a cobertura mínima G de F
2. Para cada X do lado esquerdo em G com lados direitos A1, ... An criar uma relação (X, A1, ..., An)
3. Se nenhuma das relações resultantes contiver uma chave de R então criar uma relação a mais que contenha os atributos que apareçam em alguma chave
4. Se alguma relação R1 estiver contida em outra R2, remover R1

61

Exemplo de Decomposição na 3FN

R(A,B,C,D,E):

AB → C
C → D
D → B
D → E

1. F já é a cobertura mínima
2. R1 (A,B,C) R2(C,D) R3(D,B,E)
3. Chaves candidatas: (A,B) (A,C) (A,D)
Como (A,B) está contido em R1 não é necessário Criar uma nova relação
4. nenhuma relação é eliminada. Resultado: R1 (A,B,C) R2(C,D) R3(D,B,E)

62

Exemplo

• R(A,B,C,D) F={A → B, B → C}

- 1) F já é cobertura mínima
- 2) R1=(A,B) R2=(B,C)
- 3) Chave candidata de R=(A,D)
criar nova relação R3(A,D)
- 4) Nenhuma relação está contida em outra
Resultado: R1(A,B) R2(B,C) R3(A,D)

63

Decomposição na 3FN

Filial	Companhia	Produto

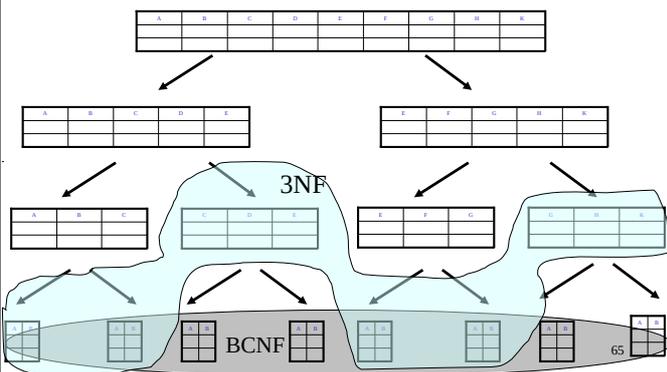
Filial → Companhia
Companhia, Produto → Filial

- 1) F já é cobertura mínima
- 2) R1(Filial, Companhia) R2(Companhia, Produto, Filial)
- 3) Chaves candidatas: (Filial, Produto) (Companhia, Produto)
- 4) R1 está contido em R2: elimina R1

Resultado: R2(Companhia, Produto, Filial)

64

Decomposição 3FN v.s. FNBC



65

Método alternativo para FNBC

- 1) Gerar esquema na 3FN
- 2) Decompor relações resultantes na FNBC
- 3) Se a decomposição não preservar dependências então reverter para a 3FN

66

Exemplo

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

$F = \{A \rightarrow BCD, BC \rightarrow DE, B \rightarrow D, D \rightarrow A\}$

1. Cobertura mínima

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

$\{A \rightarrow B, A \rightarrow C, \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{D}, B \rightarrow E, B \rightarrow D, D \rightarrow A\}$

2. $R1(\underline{A},B,C)$ $R2(\underline{B},D,E)$ $R3(\underline{D},A)$

3. Chaves candidatas: (A,F) (B,F) (D,F)

criar uma nova relação $R4(\underline{A},E)$

4. Nenhuma relação é subconjunto de outra

Resultado: $R1(\underline{A},B,C)$ $R2(\underline{B},D,E)$ $R3(\underline{D},A)$ $R4(\underline{A},E)$

67

Exemplos

1. Lotes(numPropriedade, cidade, numLote, area)

$\text{numPropriedade} \rightarrow \text{cidade, numLote, area}$

$\text{cidade, numLote} \rightarrow \text{area, numPropriedade}$

$\text{area} \rightarrow \text{cidade}$

2. Curso(aluno, nomeCurso, instrutor)

$\text{aluno, nomeCurso} \rightarrow \text{instrutor}$

$\text{instrutor} \rightarrow \text{nomeCurso}$

68

Dependências Multi-Valoradas

ID	Hobby	Lingua	Cidade
10	Leitura	Inglês	Curitiba
10	Leitura	Francês	Curitiba
10	Corrida	Inglês	Curitiba
10	Corrida	Francês	Curitiba

$ID \twoheadrightarrow \text{Cidade}$

FNBC:

$R1(ID, Cidade)$

$R2(ID, Hobby, Lingua)$

R2

ID	Hobby	Lingua
10	Leitura	Inglês
10	Leitura	Francês
10	Corrida	Inglês
10	Corrida	Francês

$ID \twoheadrightarrow \text{Hobby}$

$ID \twoheadrightarrow \text{Lingua}$

ID determina um **conjunto** de Hobbys

69

Quarta Forma Normal

Uma relação está em 4FN se atender a condição:

Se $A_1, \dots, A_n \twoheadrightarrow B$ é uma dependência não trivial

em R então $\{A_1, \dots, A_n\}$ é uma superchave de R

No exemplo anterior:

$R2(ID, Hobby, Lingua)$

deve ser decomposto em:

$R3(ID, Hobby)$

$R4(ID, Lingua)$

70