

Cursul 7

Proiectarea bazelor de date - Partea 1 -

F. Radulescu, Curs: Baze de date

1

Sumar

1. Problematica. Anomalii.
2. Dependente functionale
3. Forme normale: FN1, FN2, FN3, FNBC
4. Descompunerea schemelor de relatii
5. Dependente multivalorice. Forma normala 5.

F. Radulescu, Curs: Baze de date I

2

PROBLEMATICA

- ◆ O categorie de probleme care pot sa apara in dezvoltarea unei aplicatii continand o baza de date este cea a proiectarii incorecte a schemelor de relatie.
- ◆ In acest caz pot sa apara o serie de **anomalii** care pot complica procesul de programare.
- ◆ Testarea corectitudinii unei scheme de relatie poate fi facuta cu ajutorul **dependentelor functionale - DF** (sau de alt tip) atasate acelei scheme.

F. Radulescu, Curs: Baze de date

3

PROBLEMATICA – CONT.

- ◆ DF modeleaza corelatii care exista intre datele din lumea reala stocate in baza de date si reprezinta criterii de corectitudine ale datelor incarcate in baza de date.
- ◆ In cazul in care o relatie nu are o schema corespunzatoare ea trebuie inlocuita cu doua sau mai multe relatii (operatia este numita si **descompunerea unei scheme de relatie**), fiecare relatie rezultata avand o schema corecta – aflata in **forma normala** dorita.

F. Radulescu, Curs: Baze de date

4

ANOMALII (Cap 2)

IDP	NUMEP	QTY	IDF	NUMEF	ADRESAF
101	Imprimantă laser	30	20	XY SRL	Str. X, București
105	Calculator PC	20	23	Z SRL	Bd. Z, București
124	Copiator	10	20	XY SRL	Str. X, București

F. Radulescu, Curs: Baze de date

5

ANOMALII (1)

- ◆ **Redundanta:** Redundanta reprezinta stocarea in mod nejustificata a unei aceleiasi informatii de mai multe ori in baza de date.
- ◆ Observam ca pentru fiecare produs este stocat numele si adresa furnizorului, desi ele sunt unic determinate de codul acestuia.

F. Radulescu, Curs: Baze de date

6

ANOMALII (2)

- ◆ **Anomalia de stergere:** La stergerea din relatie a ultimului produs al unui furnizor se pierde automat si datele despre acesta.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

7

ANOMALII (3)

- ◆ **Anomalia de actualizare:** In cazul actualizarii unei informatii redundante, se poate intampla ca operatia sa modifice unele aparitii ale acesteia iar altele sa ramana cu vechea valoare.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

8

ANOMALII (4)

- ◆ **Anomalia de inserare:** Nu putem insera date despre un furnizor (numele si adresa sa) decat daca exista in stoc un produs furnizat de acesta.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

9

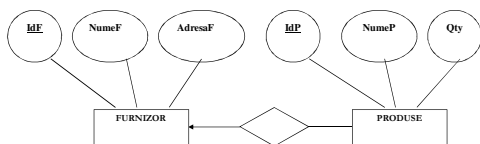
SURSA ANOMALIILOR DIN EXEMPLU

- ◆ Aceste anomalii apar in relatia PRODUSE deoarece intr-o aceeași tabelă au fost stocate date despre două clase diferite de obiecte.
- ◆ In cazul proiectarii cu ajutorul modelului entitate-asociere diagrama corectă este următoarea:

F. Radulescu. Curs: Baze de date

10

DIAGRAMA EA



F. Radulescu. Curs: Baze de date

11

REZULTAT TRANSFORMARE

Prin transformarea acestei diagrame se obțin următoarele scheme de relație:

- ◆ Furnizor(IdF, NumeF, AdresaF)
- ◆ Produse(IdP, NumeP, Qty, IdF)

F. Radulescu. Curs: Baze de date

12

Tabelele FIRMA si PRODUS

IdF	NumeF	AdresaF
20	XY SRL	Str. X București
23	Z SRL	Bd. Z, Bucuresti

IdP	NumeP	Qty	IdF
101	Imprimanta laser	30	20
105	Calculator PC	20	23
124	Copiator	10	20

F. Radulescu. Curs: Baze de date

13

OBIECTIVE DESCOMPUNERE

- ◆ Procesul de 'spargere' a unei tabele care are o structura incorecta in doua sau mai multe tabele se numeste **descompunerea schemei de relatie**.
- ◆ Pentru detectarea relatiilor care trebuiesc descompuse exista o serie de reguli de corectitudine, numite si **forme normale**.
- ◆ Definirea acestor forme normale se bazeaza pe notiunea de **dependenta (functionala sau multivalorica)** prezentata in continuare.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

14

NOTAȚII (1)

- ◆ In paragrafele urmatoare vom folosi urmatoarea conventie de notare, intalnita in multe lucrari din literatura de specialitate a domeniului:
- ◆ R, S, T, \dots : scheme de relatii,
- ◆ r, s, \dots : instante ale relatiilor R respectiv S ,

F. Radulescu. Curs: Baze de date

15

NOTAȚII (2)

- ◆ A, B, C, D, \dots (litere mari de la inceputul alfabetului): attribute ale unei relatii,
- ◆ X, Y, Z, W, U, \dots (litere mari de la sfarsitul alfabetului): multimi de attribute dintr-o schema de relatie,
- ◆ $X \subseteq R$: Multimea de attribute X este inclusa in multimea atributelor relatiei R .

F. Radulescu. Curs: Baze de date

16

NOTAȚII (3)

- ◆ $Y \subseteq X$: Multimea de attribute Y este inclusa in multimea de attribute X
- ◆ $A \in X$: Atributul A apartine multimii de attribute X
- ◆ t, t_1, t_2, \dots tupluri ale unei relatii,
- ◆ $t[X]$: valorile atributelor din X aflate in tuplul t ,

F. Radulescu. Curs: Baze de date

17

NOTAȚII (4)

- ◆ F, G, \dots : multimi de dependente functionale atasate unei scheme de relatie
- ◆ In paragrafele urmatoare termenul generic de **relatie** semnifica atat **schema relatiei** (descrierea structurii acesteia) cat si **o instanta a acesteia** (continutul de date de la un moment dat al relatiei).

F. Radulescu. Curs: Baze de date

18

DEPENDENȚE FUNCȚIONALE

Definitie: Fie:

- ◆ R o schema de relatie
- ◆ $X, Y \subseteq R$ doua multimi de attribute ale acesteia.

Spunem ca ***X determina functional pe Y*** (sau Y este determinata functional de X) daca si numai daca oricare ar fi doua tupluri t1 si t2 din orice instanta a lui R atunci:

$$t1[X] = t2[X] \Rightarrow t1[Y] = t2[Y].$$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

19

DEPENDENȚE FUNCȚIONALE (2)

- ◆ Altfel spus, daca doua tupluri au aceleasi valori pe attributele X atunci ele au aceleasi valori si pe attributele Y.
- ◆ Notatia pentru dependente functionale este o sageata de la stanga spre dreapta:

$$X \rightarrow Y$$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

20

EXEMPLU

◆ **Exemplu:** In relatia Produse din paragraful anterior putem scrie urmatoarele dependente functionale:

- ◆ $IdP \rightarrow NumeP, Qty, IdF, NumeF, AdresaF,$
- ◆ $IdF \rightarrow NumeF, AdresaF$

Aceste dependente arata ca

- ◆ daca doua produse au acelasi IdP, este vorba de fapt de acelasi produs
- ◆ daca doua produse au acelasi IdF (Id furnizor) atunci si valorile pentru numele si adresa acestuia trebuie sa fie aceleasi.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

21

OBSERVATIE IMPORTANTA

- ◆ Dependentele functionale nu se determina din inspectarea continutului de la un moment dat al relatiei ci din semnificatia atributelor acesteia.
- ◆ In exemplul prezentat, a doua DF arata ca daca la doua produse apare acelasi Id furnizor atunci numele si adresa furnizorului sunt de asemenea aceleasi (deoarece nu pot sa existe doi furnizori diferiti cu acelasi Id).

F. Radulescu. Curs: Baze de date

22

AXIOME SI REGULI

- ◆ Pornind de la o multime de dependente functionale atasate unei scheme de relatie se pot deduce alte dependente functionale valide.
- ◆ Exista o multitudine de reguli de inferenta. Pentru a se putea face o prezentare formala a acestora, trei dintre ele au fost alese ca axiome iar restul se pot deduce pornind de la ele.
- ◆ Cele trei axiome (numite in literatura si ***Axiomele lui Armstrong***) sunt urmatoarele:

F. Radulescu. Curs: Baze de date

23

A1 - REFLEXIVITATEA

- ◆ **A1. Reflexivitate:** Fie R o schema de relatie si $X \subseteq R$. Atunci:
Daca $Y \subseteq X$ atunci $X \rightarrow Y$
- ◆ Toate dependentele functionale care rezulta din această axioma sunt numite si ***dependente triviale***. Ele nu spun nimic in plus fata de setul de dependente initial dar sunt dependente functionale valide.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

24

A2 - AUGMENTARE

◆ **A2. Augmentare:** Fie R o schema de relatie si $X, Y, Z \subseteq R$. Atunci:

Daca $X \rightarrow Y$ atunci si $XZ \rightarrow YZ$

◆ Aceasta axiomă arată ca se poate reuni o aceeași multime Z în stânga și în dreapta unei dependente functionale valide obținând de asemenea o dependență funcțională validă.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

25

A3 - TRANZITIVITATE

◆ **A3. Tranzitivitate:** Fie R o schema de relatie si $X, Y, Z \subseteq R$.

Daca $X \rightarrow Y$ si $Y \rightarrow Z$ atunci si $X \rightarrow Z$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

26

REGULI

◆ Pe baza acestor axiome se pot demonstra o serie de reguli de inferență pentru dependente functionale dintre care cele mai importante sunt următoarele:

F. Radulescu. Curs: Baze de date

27

R1 - DESCOMPUNERE

◆ **R1. Descompunere:** Fie R o schema de relatie si $X, Y, Z \subseteq R$.

Daca $X \rightarrow Y$ si $Z \subseteq Y$ atunci si $X \rightarrow Z$

◆ Regula descompunerii ne permite să rescriem un set de dependente functionale astfel încât să obținem doar dependente care au în partea dreaptă doar un singur atribut.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

28

R1 - DESCOMPUNERE – cont.

◆ Să presupunem că avem o dependență funcțională de forma:

$$X \rightarrow A_1 A_2 A_3 \dots A_n$$

◆ Atunci ea poate fi înlocuită cu următoarele n dependente functionale:

$$X \rightarrow A_1$$

$$X \rightarrow A_2$$

$$X \rightarrow A_3$$

...

$$X \rightarrow A_n$$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

29

R2 - REUNIUNE

◆ **R2. Reuniune:** Fie R o schema de relatie si $X, Y, Z \subseteq R$.

Daca $X \rightarrow Y$ si $X \rightarrow Z$ atunci si $X \rightarrow YZ$

◆ Rezultă și faptul că din cele n reguli obținute prin descompunere se poate obține dependența inițială, deci înlocuirea acestora nu duce la pierderea vreunei corelații existente.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

30

R3 - PSEUDOTRANZITIVITATEA

◆ **R3. Pseudotranzitivitate:** Fie R o schema de relatie si $X, Y, Z, W \subseteq R$.

Daca $X \rightarrow Y$ si $YZ \rightarrow W$ atunci si $XZ \rightarrow W$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

31

DEMONSTRATII

◆ **Exercitiu:** Demonstrati cele trei reguli folosind axiomele lui Armstrong.

Exemplu de demonstratie R3:

◆ Augmentam prima dependenta cu Z .
Obtinem $XZ \rightarrow YZ$.

◆ Din aceasta dependenta si din $YZ \rightarrow W$ obtinem prin tranzitivitate $XZ \rightarrow W$, qed.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

32

INCHIDEREA UNEI MULTIMI DE DF

◆ Pornind de la un set de dependente functionale F si utilizand axiomele si regulile obtinem o multitudine de alte dependente, triviale sau nu.

◆ Multimea tuturor dependentelor functionale care se pot deduce din F se numeste ***inchiderea multimii de dependente F*** , notata cu F^+ .

F. Radulescu. Curs: Baze de date

33

DEFINITIE FORMALA

◆ Definitia formală a acestei inchideri este urmatoarea:

$$F^+ = \{X \rightarrow Y \mid F \Rightarrow X \rightarrow Y\}$$

◆ Prin \Rightarrow am notat faptul ca dependenta respectiva se poate deduce din F folosind axiomele si regulile.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

34

OBSERVATIE

◆ Multimea F^+ contine foarte multe dependente, inclusiv dependente triviale ca:

- ◆ $ABC \rightarrow A$,
- ◆ $ABC \rightarrow B$,
- ◆ $ABC \rightarrow C$,
- ◆ $ABC \rightarrow AB$,
- ◆ $ABC \rightarrow AC$,
- ◆ $ABC \rightarrow BC$ sau
- ◆ $ABC \rightarrow ABC$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

35

NU SE CALCULEAZA!

◆ Inchiderea unei multimi de dependente functionale nu se calculeaza, algoritmii care au nevoie de ea ocolind intr-un fel sau altul calculul acesteia.

◆ Introducerea acestei notiuni s-a facut pentru:

- ◆ in cazul descompunerii unei scheme de relatie, aflarea dependentelor mostenite de la relatia initiala
- ◆ pentru a putea defini formal alte notiuni

F. Radulescu. Curs: Baze de date

36

ACOPERIREA

- ◆ **Acoperirea unei multimi de DF:** Fie R o schema de relatie si F, G doua multimi de dependente pentru R. Se spune ca F **acopera** pe G daca si numai daca $G \subseteq F^+$.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

37

ECHIVALENTA

- ◆ **Echivalenta a doua multimi de dependente:**
- ◆ Fie R o schema de relatie si F, G doua multimi de dependente pentru R.
- ◆ Se spune ca F **echivalenta** cu G daca si numai daca F acopera pe G si G acopera pe F (deci $G \subseteq F^+$ si $F \subseteq G^+$, deci $F^+ = G^+$)

F. Radulescu. Curs: Baze de date

38

FORMA CANONICA

- ◆ **Forma canonica a unei multimi de DF:**
- ◆ Din definitiile de mai sus rezulta ca o multime de dependente poate fi inlocuita cu alta echivalenta continand alte dependente.
- ◆ In cazul in care aceasta multime indeplineste conditiile urmatoare se spune ca este in **forma canonica**:

F. Radulescu. Curs: Baze de date

39

FORMA CANONICA – cont.

- ◆ Orice dependenta are in partea dreapta un singur atribut. Acest lucru se poate obtine aplicand regula descompunerii prezentata anterior.
- ◆ Multimea de dependente este minimala, nici una dintre dependente neputand sa fie dedusa din celelalte (nu exista dependente redundante).
- ◆ Partea stanga a oricarei dependente este minimala (nici un atribut nu poate fi inlaturat fara ca asta sa duca la schimbarea lui F^+)

F. Radulescu. Curs: Baze de date

40

EXEMPLUL 1

- ◆ Fie R = ABCDE o schema de relatie si F multimea de dependente functionale asociata, cu $F = \{ AB \rightarrow CDE, C \rightarrow DE \}$:
- ◆ Aplicam regula de descompunere. Obtinem:
- ◆ $F = \{ AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, C \rightarrow D, C \rightarrow E \}$
- ◆ Noua F nu e minimala deoarece $AB \rightarrow D$ si $AB \rightarrow E$ se pot deduce prin tranzitivitate din $AB \rightarrow C$ impreuna cu $C \rightarrow D, C \rightarrow E$.
- ◆ Rezulta ca forma canonica a lui F este:
 $F = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow D, C \rightarrow E \}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

41

EXEMPLUL 2

- ◆ Pentru relatia
Produse(IdP, NumeP, Qty, IdF, NumeF, AdresaF, IdF)
din paragraful 4.1. avand multimea de dependente functionale:
 $F = \{ IdP \rightarrow NumeP, Qty, IdF, NumeF, AdresaF; IdF \rightarrow NumeF, AdresaF \}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

42

EXEMPLUL 2 – cont.

◆ Forma canonică a lui F este:

$$F = \{ \text{IdP} \rightarrow \text{NumeP}, \\ \text{IdP} \rightarrow \text{Qty}, \\ \text{IdP} \rightarrow \text{IdF}, \\ \text{IdF} \rightarrow \text{NumeF}, \\ \text{IdF} \rightarrow \text{AdresaF} \}$$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

43

EXEMPLUL 2 – cont.

Si in acest caz au fost eliminate doua dependente redundante:

- ◆ $\text{IdP} \rightarrow \text{NumeF}$
- ◆ $\text{IdP} \rightarrow \text{AdresaF}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

44

CHEIE

◆ **Definitie:** Fie R o schema de relatie, F multimea de dependente functionale asociata si $X \subseteq R$. Atunci X este cheie pentru R daca si numai daca:

- ◆ $F \Rightarrow X \rightarrow R$ (deci $X \rightarrow R$ se poate deduce din F) si
- ◆ X este minimala: oricare ar fi $Y \subset X$, $Y \neq X$ atunci $\neg(F \Rightarrow Y \rightarrow R)$ (deci orice submultime stricta a lui X nu mai indeplineste conditia anterioara).

F. Radulescu. Curs: Baze de date

45

CHEIE– cont.

◆ Deci:

- ◆ o cheie determina functional toate atributele relatiei si
- ◆ este minimala: nici o submultime stricta a sa nu determina functional pe R .

◆ Se observa faptul ca aceasta definitie este echivalenta cu cea din capitolul 3: cunoscandu-se valorile pe atributele X sunt unic determinate valorile pentru toate atributele relatiei, deci este unic determinat tuplul din relatie.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

46

SUPERCHEIE

◆ In cazul in care doar prima conditie este indeplinita multimea X se numeste **supercheie**.

◆ **Observatie:** Faptul ca o supercheie nu este constransa de minimalitate nu inseamna insa ca ea nu poate fi minimala.

◆ Rezulta ca orice cheie este in acelasi timp si supercheie, reciproca nefiind insa adevarata.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

47

EXEMPLU

◆ Fie $R = ABCDE$ si $F = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow D, C \rightarrow E \}$. Atunci AB este cheie pentru R :

- ◆ Din $AB \rightarrow C, C \rightarrow D$ si $C \rightarrow E$ obtinem prin tranzitivitate $AB \rightarrow D$ si $AB \rightarrow E$
- ◆ Din $AB \rightarrow C, AB \rightarrow D$ si $AB \rightarrow E$ obtinem prin reuniune $AB \rightarrow CDE$
- ◆ Din $AB \rightarrow CDE$ obtinem (augmentare cu AB) $AB \rightarrow ABCDE$, deci $AB \rightarrow R$

◆ Rezulta ca AB este supercheie pentru R . In paragraful urmator vom vedea cum se poate demonstra si faptul ca AB este minimala, deci este nu numai supercheie ci chiar cheie pentru R .

F. Radulescu. Curs: Baze de date

48

PROIECTIA UNEI MULTIMI DE DEPENDENTE FUNCTIONALE

- ◆ Asa cum s-a mentionat anterior inchiderea unei multimi de dependente functionale F^+ a fost introdusa si pentru a putea defini setul de dependente functionale mostenite de o schema de relatie obtinuta prin descompunerea unei scheme incorecte.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

49

PROIECTIA ... DF (2)

- ◆ Sa luam cazul relatiei anterioare continand produsele dintr-un depozit:
Produse = IdP, NumeP, Qty, IdF, NumeF, AdresaF
- ◆ Multimea de dependente asociata este:
 $F = \{ \text{IdP} \rightarrow \text{NumeP}, \text{IdP} \rightarrow \text{Qty}, \text{IdP} \rightarrow \text{IdF}, \text{IdF} \rightarrow \text{NumeF}, \text{IdF} \rightarrow \text{AdresaF} \}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

50

PROIECTIA ... DF (3)

- ◆ Prin descompunerea acestei relatii in doua obtinem relatiile:
Produse = IdP, NumeP, Qty, IdF
Furnizori = IdF, NumeF, AdresaF
- ◆ Atributele relatiei initiale se regasesc fie doar intr-una dintre schemele rezultate fie in amandoua.
- ◆ Problema: ce dependente mostenesc cele doua relatii de la relatia initiala?

F. Radulescu. Curs: Baze de date

51

PROIECTIA ... DF (3)

- ◆ Solutia este de a defini proiectia unei multimi de dependente pe o multime de atribute.
- ◆ **Definitie.** Fie o relatie R, o multime asociata de dependente functionale F si o submultime de atribute $S \subseteq R$. **Proiectia multimii de dependente F pe S**, notata cu $\pi_S(F)$ este multimea dependentelor din F^+ care au si partea stanga si pe cea dreapta incluse in S.
- ◆ Formal putem scrie:
 $\pi_S(F) = \{ X \rightarrow Y \in F^+ \mid X, Y \subseteq S \}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

52

EXEMPLU

Pentru exemplul de mai sus proiectiile sunt urmatoarele:

- ◆ $F_{\text{PRODUSE}} = \pi_{\text{PRODUSE}}(F) = \{ \text{IdP} \rightarrow \text{NumeP}, \text{IdP} \rightarrow \text{Qty}, \text{IdP} \rightarrow \text{IdF} \}$
- ◆ $F_{\text{FURNIZORI}} = \pi_{\text{FURNIZORI}}(F) = \{ \text{IdF} \rightarrow \text{NumeF}, \text{IdF} \rightarrow \text{AdresaF} \}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

53

OBSERVATIE

- ◆ **Observatie:** Atunci cand descompunem o schema se poate intampla ca unele dintre dependentele schemei initiale sa se piarda.
- ◆ Exemplu: Fie $R = ABCD$ si $F = \{ A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow A \}$. In cazul in care descompunem R in $R_1 = AB$ si $R_2 = CD$ atunci:
 $F_{R_1} = \pi_{R_1}(F) = \{ A \rightarrow B, B \rightarrow A \}$
 $F_{R_2} = \pi_{R_2}(F) = \{ C \rightarrow D, D \rightarrow C \}$
- ◆ A doua dependenta din fiecare multime nu este in F dar este in F^+ (obtinuta prin tranzitivitate).
- ◆ Observam insa ca dependentele $B \rightarrow C$ si $D \rightarrow A$ nu mai pot fi obtinute nici din F_{R_1} nici din F_{R_2} nici din reuniunea lor.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

54

INCHIDEREA UNEI MULTIMI DE ATRIBUTE

- ◆ Fie R o schema de relatie, F multimea de dependente asociata si $X \subseteq R$. Se poate defini **inchiderea multimii de atribute X in raport cu F** (notata X^+) astfel:
- ◆ $X^+ = \{ A \mid X \rightarrow A \in F^+ \}$
- ◆ X^+ contine deci toate atributele care apar in partea dreapta a unei dependente din F sau care se poate deduce din F folosind regulile si axiomele si care il are in partea stanga pe X .

F. Radulescu. Curs: Baze de date

55

ALGORITM DE CALCUL X^+

- ◆ Intrare: R o schema de relatie, F multimea de dependente asociata si $X \subseteq R$
- ◆ Iesire: X^+
- ◆ Metoda: se procedeaza iterativ astfel:
 - Se porneste cu $X^{(0)} = X$
 - Pentru $i \geq 1$, $X^{(i)} = X^{(i-1)} \cup \{ A \mid (\exists) Y \rightarrow A \in F \text{ cu } Y \subseteq X^{(i-1)} \}$
 - Oprerea se face atunci cand $X^{(i)} = X^{(i-1)}$
 - Rezultat: $X^+ = X^{(i)}$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

56

EXEMPLU

- ◆ Fie $R = ABCDE$ si $F = \{ A \rightarrow B, A \rightarrow C, D \rightarrow E \}$. Pentru a calcula A^+ si AD^+ procedam astfel:
- ◆ **Calcul A^+ :**
- ◆ $X^{(0)} = \{A\}$
- ◆ Din $A \rightarrow B$ si $A \rightarrow C$ rezulta ca $X^{(1)} = X^{(0)} \cup \{ B, C \} = \{ A \} \cup \{ B, C \} = ABC$
- ◆ Singurele dependente care au partea dreapta in $X^{(1)}$ sunt tot primele doua deci
 $X^{(2)} = X^{(1)} \cup \{ B, C \} = \{ A, B, C \} \cup \{ B, C \} = ABC$
- ◆ Oprete deoarece $X^{(2)} = X^{(1)}$
- ◆ Rezulta ca $(A)^+ = ABC$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

57

EXEMPLU – cont.

Calcul AD^+ :

- ◆ $X^{(0)} = \{A, D\}$
- ◆ Din $A \rightarrow B, A \rightarrow C$ si $D \rightarrow E$ rezulta ca $X^{(1)} = X^{(0)} \cup \{ B, C, E \} = \{ A, D \} \cup \{ B, C, E \} = ABCDE$
- ◆ Cum $X^{(1)} = R$ rezulta si ca $X^{(2)} = X^{(1)}$, deci oprire (oricate iteratii am face nu mai pot sa apara noi atribute).
- ◆ $(AD)^+ = X^{(2)} = ABCDE$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

58

INCHIDEREA ... ATR. –cont.

- ◆ Scopul introducerii acestei notiuni (X^+) este si cel de a putea ocoli in alti algoritmi si definitii calculul lui F^+ . Avem urmatorul rezultat teoretic:
- ◆ **Propozitie:** Fie R o schema de relatie, F multimea de dependente asociata si $X, Y \subseteq R$. Atunci $X \rightarrow Y$ se poate deduce din F daca si numai daca $Y \in X^+$
- ◆ Demonstratia acestei propozitii se gaseste in literatura de specialitate.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

59

ALTA DEFINITIE A CHEII

- ◆ Pe baza propozitiei din paragraful anterior se poate da o alta definitie pentru cheia sau supercheia unei relatii, bazata nu pe dependente functionale ca in paragraful anterior ci pe inchiderea unei multimii de atribute.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

60

CHEIE - REAMINTIRE

◆ **Definitie:** Fie R o schema de relatie si $X \subseteq R$. Atunci X este cheie pentru R daca si numai daca:

◆ $F \Rightarrow X \rightarrow R$ (deci $X \rightarrow R$ se poate deduce din F)

si

◆ X este minimala: oricare ar fi $Y \subset X$, $Y \neq X$ atunci $\neg(F \Rightarrow Y \rightarrow R)$ (deci orice submultime stricta a lui X nu mai indeplineste conditia anterioara).

F. Radulescu. Curs: Baze de date

61

ALTA DEFINITIE A CHEII (2)

◆ **Definitie:** Fie R o schema de relatie, F multimea de dependente functionale asociata si $X \subseteq R$. Atunci X este cheie pentru R daca si numai daca:

■ $X^+ = R$

si

■ X este minimala: oricare ar fi $Y \subset X$, $Y \neq X$ atunci $Y^+ \neq R$ (deci orice submultime stricta a lui X nu mai indeplineste conditia anterioara).

◆ Daca numai prima conditie este indeplinita atunci X este supercheie pentru R

F. Radulescu. Curs: Baze de date

62

ECHIVALENTA DEFINITII

Echivalenta acestei definitii cu cea anterioara este evidenta:

◆ $X^+ = R$ inseamna cf. propozitiei ca

$X \rightarrow R$

◆ minimalitatea este de asemenea definita echivalent: $\neg(F \Rightarrow Y \rightarrow R)$ este echivalenta cu $\neg(Y^+ = R)$ adica $Y^+ \neq R$

F. Radulescu. Curs: Baze de date

63

GASIREA CHEILOR

◆ Folosind aceasta definitie se poate defini o euristica de gasire a cheilor unei relatii.

◆ Se cauta multimi minimale X care indeplinesc conditia $X^+ = R$

◆ Prezintam o euristica de gasire a cheilor:

F. Radulescu. Curs: Baze de date

64

NOTA IMPORTANTA

◆ **Observatie:** Atributele care nu apar in partea dreapta a nici unei dependente trebuie sa existe in orice cheie, ele neputand sa apara in procesul de calcul al inchiderii unei multimi de atribute.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

65

EURISTICA

◆ **Intrare:** R o schema de relatie si F multimea de dependente functionale asociata (F in forma canonica).

◆ **Iesire:** Cheia unica sau cheile alternative ale lui R

◆ **Metoda:**

1. Se porneste de la multimea de atribute $X \subseteq R$ care nu apar in partea dreapta a nici unei dependente

F. Radulescu. Curs: Baze de date

66

EURISTICA (2)

2. Se calculeaza X^+ . Daca $X^+ = R$ atunci X este cheia unica minimala a relatiei R si calculul se opreste aici. Pasii urmasori se efectueaza doar daca $X^+ \neq R$
3. Se adauga la X cate un atribut din R - X^+ obtinandu-se o multime de chei candidat.
4. Se calculeaza X^+ pentru fiecare dintre candidate. Daca se obtin toate atributurile lui R atunci acel X este o cheia a lui R.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

67

EURISTICA (3)

5. Se repeta pasii 3 si 4 pornind de la acele multimi candidat X care nu sunt gasite ca si chei la pasul anterior. Intre multimele candidat nu luam niciodata in considerare pe cele care contin o cheia gasita anterior.
6. Procesul se opreste cand nu se mai pot face augmentari.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

68

EXEMPLUL 1

- ◆ $R = ABCDE$ si
- ◆ $F = \{ A \rightarrow B, A \rightarrow C, D \rightarrow E \}$.
 - ◆ Multimea atributelor care nu apar in partea dreapta a nici unei dependente este $X = AD$.
 - ◆ Calculam $(AD)^+$. Obtinem $(AD)^+ = ABCDE = R$.
 - ◆ Procesul se opreste. Rezulta ca AD este cheia unica pentru R

F. Radulescu. Curs: Baze de date

69

EXEMPLUL 2

- ◆ $R = ABCDE$ si
- ◆ $F = \{ A \rightarrow B, B \rightarrow A, A \rightarrow C, D \rightarrow E \}$.
 - ◆ Multimea atributelor care nu apar in partea dreapta a nici unei dependente este $X = D$.
 - ◆ Calculam $(D)^+$. Obtinem $(D)^+ = DE \neq R$. Rezulta ca D nu este cheia unica pentru R

F. Radulescu. Curs: Baze de date

70

EXEMPLUL 2 - cont

- ◆ $D^+ = DE$
 - ◆ Calculam multimea de candidate: augmentam D cu attribute din R - $D^+ = ABCDE - DE = ABC$. Obtinem AD, BD si CD
 - ◆ Calculam inchiderile lor. Obtinem $(AD)^+ = R$, $(BD)^+ = R$ si $(CD)^+ = CDE \neq R$. Rezulta ca AD si BD sunt chei ale lui R dar CD nu e cheia.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

71

EXEMPLUL 2 – cont.

- ◆ Calculam o noua multime de candidate pornind de ca CD. Putem augmenta CD cu attribute din R - $(CD)^+ = ABCDE - CDE = AB$. Nici una dintre augmentari nu este insa posibila pentru ca atat ACD cat si BCD contin o cheia gasita anterior (AD respectiv BD).
- ◆ Procesul se opreste. Singurele chei ale lui R raman AD si BD.

F. Radulescu. Curs: Baze de date

72

Sfarsitul cursului 7
Proiectarea bazelor de date
relationale - partea 1

F. Radulescu, Curs: Baze de date

73