



Osnove relacionog modela podataka

*Strukturalna, operacijska i
integritetna komponenta
relacionog modela podataka*

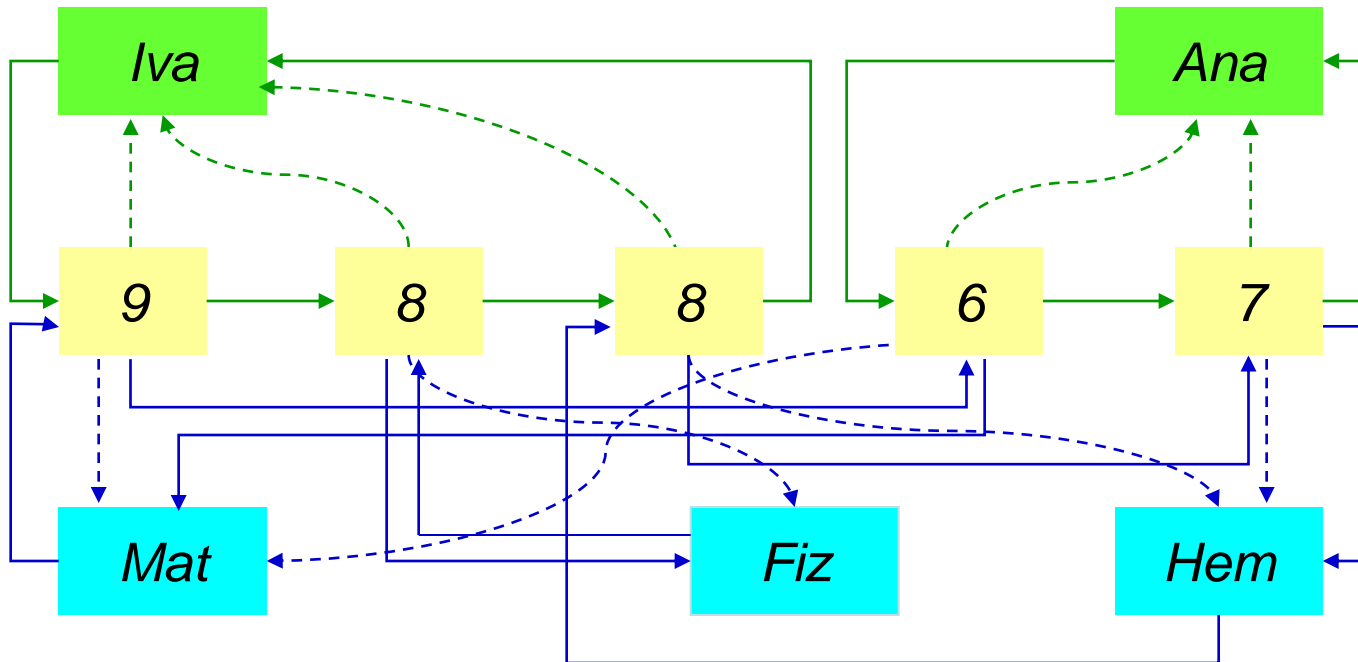
Sadržaj

- Koncepcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Mrežni i hijerarhijski model

- U korišćenju 1970-ih godina
- Nedostaci
 - čvrsta povezanost programa i fizičke strukture podataka
 - strukturalna kompleksnost
 - proceduralno orijentisani jezici za manipulaciju podacima
 - "ad hoc" razvijeni modeli
 - bez značajnije upotrebe matematičkih formalizama

Mrežni i hijerarhijski model



Relacioni model podataka

- U razvoju od 1970-ih godina
 - Codd, E. F. (1970). "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks", *Communications of the ACM* 13(6): 377-387.
 - Komercijalna upotreba od 199x-ih
- Motiv razvoja
 - otklanjanje nedostataka klasičnih modela podataka
 - čvrsta povezanost logičkih i fizičkih aspekata
 - strukturalna kompleksnost
 - navigacioni jezik
 - insistiranje na matematičkim osnovama u razvoju MP
 - matematička osnova RMP
 - teorija skupova i relacija
 - jako oslanjanje na predikatski račun I reda

Relacioni model podataka

- Zahtev
 - nezavisnost programa od podataka, tj. fizičke strukture podataka
- Kod ranijih MP
 - fizički aspekti BP ugrađeni u programe
 - raspodela slogova po zonama
 - fizički redosled \Rightarrow logičko grupisanje slogova
 - transformacija vrednosti ključa u adresu
 - lanci slogova sa pokazivačima
 - hijerarhijski redosled slogova
 - postupci zaštite podataka

Relacioni model podataka

- **Nezavisnost programa od podataka** - rešenje
 - potpuno odvajanje prezentacionog od formata memorisanja
 - relacija kao skup n-torki (torki)
 - apstraktni opis relacije: šema relacije

$$N(R, C)$$

- R - skup obeležja
- C - skup ograničenja, pri čemu je
 - $K \subseteq C$ – obavezno zadat skup ključeva, koji je neprazan
- često, u početnim fazama projektovanja, šema relacije se posmatra kao struktura

$$N(R, K)$$

Relacioni model podataka

- Primer

- *Fakultet* ($\{SFK, NAZ, BIP\}, \{SFK\}$)

- $r(\textit{Fakultet}) = \{$
 - $(PMF, \textit{Matematički}, 7),$
 - $(EKF, \textit{Ekonomski}, 4),$
 - $(ETF, \textit{Elektrotehnički}, 9),$
 - $(MAF, \textit{Mašinski}, 7)$ $\}$

- Upis nove torke

- $(EKF, \textit{Elektronski}, 8),$

- narušio bi ograničenje ključa (uslov integriteta)

Relacioni model podataka

- **Strukturalna jednostavnost**

- koncept relacije

- osnova reprezentacije logičkih struktura podataka u RMP
 - ne sadrži nikakve informacije o fizičkoj organizaciji podataka
 - "prirodna" upotreba jednog od fundamentalnih matematičkih koncepata
- relacija – "homogena" i "uniformna" struktura
 - lako razumljiva korisnicima podataka
 - uobičajena je tabelarna reprezentacija
 - » šema relacije ⇒ opis tabele (definicija tabele)
 - » relacija ⇒ kompletan sadržaj tabele (tabela)

Relacioni model podataka

- **Strukturalna jednostavnost**
 - selekcija podataka u operacijama nad BP
 - kod ranijih MP
 - upotreba fizičkih (relativnih ili apsolutnih) adresa
 - » pozicioniranje upotrebom indikatora aktuelnosti ili
 - » pozicioniranje putem odnosa između podataka
 - kod relacionog MP
 - asocijativno adresiranje
 - » isključiva upotreba simboličkih adresa – vrlo često vrednosti ključa
 - » svaki podatak u BP pronalazi se na osnovu naziva relacije, zadatih obeležja i vrednosti ključa
 - » skup n-torki (torki) sa zajedničkom osobinom selektuje se na uniforman način – zadavanjem istog logičkog uslova
 - » SUBP vodi računa o transformaciji simboličke u relativnu adresu

Relacioni model podataka

- Primer

Fakultet

SFK	NAZ	BIP
<i>FIL</i>	<i>Filozofski</i>	<i>1</i>
<i>PMF</i>	<i>Matematički</i>	<i>7</i>
<i>ETF</i>	<i>Elektrotehnički</i>	<i>9</i>
<i>EKF</i>	<i>Ekonomski</i>	<i>4</i>
<i>MAF</i>	<i>Mašinski</i>	<i>7</i>

Projektant

MBR	IME	PRZ	SFK
<i>M3</i>	<i>Iva</i>	<i>Ban</i>	<i>PMF</i>
<i>M1</i>	<i>Ana</i>	<i>Tot</i>	<i>MAF</i>
<i>M4</i>	<i>Ana</i>	<i>Ras</i>	<i>FIL</i>
<i>M8</i>	<i>Aca</i>	<i>Pap</i>	<i>ETF</i>
<i>M6</i>	<i>Iva</i>	<i>Ban</i>	<i>EKF</i>
<i>M5</i>	<i>Eva</i>	<i>Tot</i>	<i>ETF</i>

Relacioni model podataka

- **Strukturalna jednostavnost**

- povezivanje podataka

- kod ranijih MP

- upotreba fizičkih (relativnih ili apsolutnih) adresa u funkciji pokazivača

- fizičko pozicioniranje logički susednih podataka

- » o čemu je svaki transakcioni program morao voditi računa

- kod relacionog MP

- upotreba simboličkih adresa – prenetih vrednosti ključa

- rešenje putem prostiranja ključa

- » uvođenje pojma stranog ključa i ograničenja referencijalnog integriteta

- rešenje putem kreiranja posebne tabele sa prostiranjem ključeva

- » u oba slučaja, transakcioni program ne vodi računa o pretvaranju simboličke u relativnu adresu

Relacioni model podataka

- **Deklarativni jezik**

- temelji se na primenjenim tehnikama povezivanja podataka sa prostiranjem ključa
- dva alata za upitni jezik
 - relacionalna algebra
 - » definisana na osnovama teorije skupova i skupovnih operacija
 - skupovni operatori: unija, presek, razlika
 - specijalizovani skupovni operatori: spoj (join), projekcija, selekcija, itd.
 - relacioni račun
 - relacioni račun nad torkama
 - relacioni račun nad domenima
 - » definisani na osnovama predikatskog računa I reda

Relacioni model podataka

- **SQL - Structured Query Language**
 - zasnovan na relacionom računu nad torkama
 - deklarativan
 - rad sa skupovima podataka (torki)
 - osnovni oblik naredbe za upite SQL-a je

SELECT <lista obeležja>
FROM <lista relacija>
WHERE <logički izraz>

Relacioni model podataka

- Primer

Fakultet

SFK	NAZ	BIP
<i>FIL</i>	<i>Filozofski</i>	<i>1</i>
<i>PMF</i>	<i>Matematički</i>	<i>7</i>
<i>ETF</i>	<i>Elektrotehnički</i>	<i>9</i>
<i>EKF</i>	<i>Ekonomski</i>	<i>4</i>
<i>MAF</i>	<i>Mašinski</i>	<i>7</i>

Projektant

MBR	IME	PRZ	SFK
<i>M3</i>	<i>Iva</i>	<i>Ban</i>	<i>PMF</i>
<i>M1</i>	<i>Ana</i>	<i>Tot</i>	<i>MAF</i>
<i>M4</i>	<i>Ana</i>	<i>Ras</i>	<i>FIL</i>
<i>M8</i>	<i>Aca</i>	<i>Pap</i>	<i>ETF</i>
<i>M6</i>	<i>Iva</i>	<i>Ban</i>	<i>EKF</i>
<i>M5</i>	<i>Eva</i>	<i>Tot</i>	<i>ETF</i>

Relacioni model podataka

- Primer

- ***SELECT*** *IME, PRZ, BIP*
FROM *Fakultet, Projektant*
WHERE *BIP > 5 AND*

- Fakultet.SFK = Projektant.SFK*

<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>BIP</i>
<i>Iva</i>	<i>Ban</i>	<i>7</i>
<i>Ana</i>	<i>Tot</i>	<i>7</i>
<i>Aca</i>	<i>Pap</i>	<i>9</i>
<i>Eva</i>	<i>Tot</i>	<i>9</i>

Relacioni model podataka

- Primer
 - ***SELECT*** *IME, PRZ, BIP*
 - FROM*** *Fakultet* **NATURAL JOIN** *Projektant*
 - WHERE*** *BIP > 5*

<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>BIP</i>
<i>Iva</i>	<i>Ban</i>	<i>7</i>
<i>Ana</i>	<i>Tot</i>	<i>7</i>
<i>Aca</i>	<i>Pap</i>	<i>9</i>
<i>Eva</i>	<i>Tot</i>	<i>9</i>

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Model podataka

- Strukturalna komponenta
 - primitivni i složeni koncepti
 - “gradivni” elementi modela podataka
 - pravila za kreiranje složenih koncepata
 - služi za modeliranje LSO, kao statičke strukture sistema – šeme BP
- Operacijska komponenta
 - upitni jezik (QL)
 - jezik za manipulisanje podacima (DML)
 - jezik za definiciju podataka (DDL)
 - služi za modeliranje dinamike izmene stanja

Model podataka

- Integritetna komponenta
 - skup tipova ograničenja (uslova integriteta)
 - služi za modeliranje ograničenja nad podacima u BP
- Nivoi apstrakcije
 - određeni modelom podataka
 - nivo intenzije (konteksta)
 - nivo tipa
 - opisuje npr. nivo logičke strukture obeležja - šeme
 - nivo ekstenzije (konkretizacije)
 - nivo pojave tipa
 - opisuje npr. nivo logičke strukture podataka

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Strukturalna komponenta I

- Primitivni koncepti u RMP
 - **Obeležje (Atribut)**
 - reprezentuje osobinu (svojstvo) klase entiteta ili poveznika u realnom sistemu (RS)
 - **Domen**
 - specifikacija skupa mogućih vrednosti koje neka obeležja mogu da dobiju

Strukturalna komponenta I

- Polazna pretpostavka strukturalne komponente RMP

- na kojoj se zasnivaju neke tehnike projektovanja
relacione šeme BP

- poznat je skup svih obeležja sistema

- **univerzalni skup obeležja**

$$U = \{A_1, \dots, A_n\}$$

- poznat je skup svih domena sistema

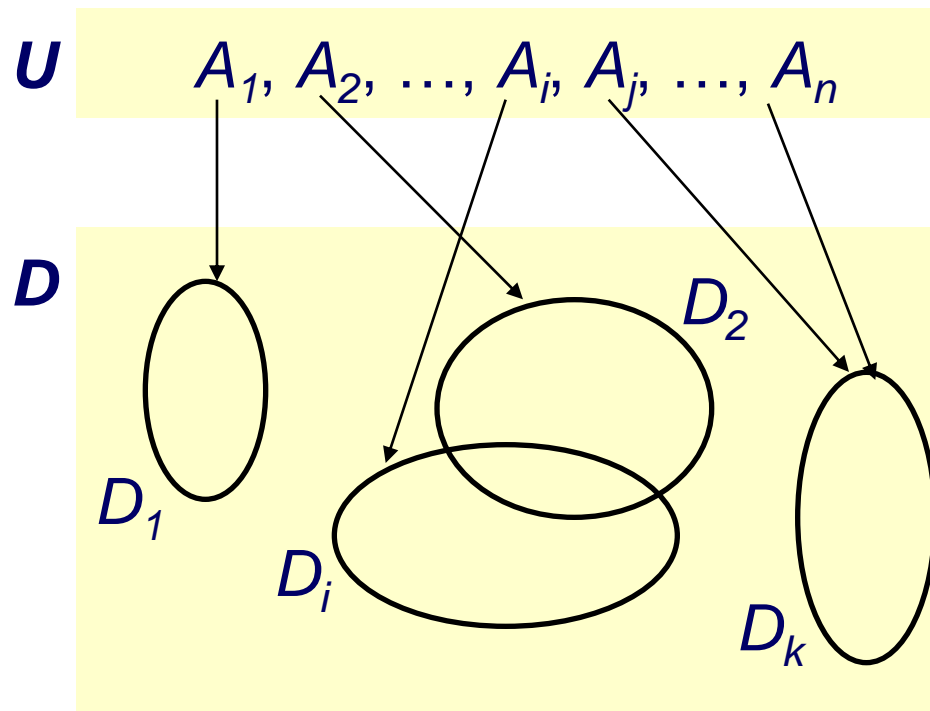
- **univerzalni skup domena**

$$D = \{D_1, \dots, D_k\}$$

Strukturalna komponenta I

- Pravilo pridruživanja domena obeležjima
 - svakom obeležju obavezno se pridružuje tačno jedan domen

$$\text{Dom: } \mathbf{U} \rightarrow \mathbf{D}, (\forall A_i \in \mathbf{U})(\text{Dom}(A_i) \in \mathbf{D})$$



Strukturalna komponenta I

- Primer

$$U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$$

- opis semantike uvedenih obeležja

- *MBR*- matični broj radnika
- *IME* - ime radnika
- *POL* - pol
- *SPR*- šifra projekta
- *NAP*- naziv projekta

Strukturalna komponenta I

- Primer

$$U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$$

$$D = \{DIDS, DIME, DPOL, DNAP\}$$

- opis semantike uvedenih domena

- *DIDS* – domen za identifikacione brojeve $\{1, 2, \dots, 100000\}$
- *DIME* – domen za imena radnika $\{Ana, Aca, Iva, \dots\}$
- *DPOL* – domen za pol osobe $\{m, \text{ž}\}$
- *DNAP* – domena za nazive projekata $\{\text{stringovi do dužine } 30\}$

Strukturalna komponenta I

- Primer

$$U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$$

$$D = \{DIDS, DIME, DPOL, DNAP\}$$

- pridruživanje domena obeležjima

- $Dom(MBR) = DIDS, \quad dom(MBR) = \{1, 2, \dots, 100000\}$
- $Dom(IME) = DIME, \quad dom(IME) = \{Ana, Aca, Iva, \dots\}$
- $Dom(POL) = DPOL, \quad dom(POL) = \{m, ž\}$
- $Dom(SPR) = DIDS, \quad dom(SPR) = \{1, 2, \dots, 100000\}$
- $Dom(NAP) = DNAP, \quad dom(NAP) = \{\text{stringovi do dužine } 30\}$

Strukturalna komponenta I

- Konvencije u označavanju
 - skup obeležja $X = \{A, B, C\}$ skraćeno se zapisuje u formi
 - $X = ABC$, ili
 - $X = A+B+C$
 - obavezno u slučaju višeslovnih mnemoničkih oznaka obeležja
 - izraz $X \cup Y$, gde su X i Y skupovi obeležja, skraćeno se zapisuje kao XY

Strukturalna komponenta I

- **Primitivni koncepti nivoa intenzije**
 - domen
 - obeležje
- **Primitivni koncept nivoa ekstenzije**
 - vrednost
- kreiranje svih ostalih (složenih) koncepata strukturalne komponente RMP
 - kombinovanjem (strukturiranjem) primitivnih koncepata
 - korišćenjem definisanih pravila u RMP

Strukturalna komponenta I

- Skup primitivnih i složenih koncepata RMP
 - za opis LSO (nivo intenzije) i LSP (nivo ekstenzije)

Nivo intenzije

- Domen
- Obeležje
- Skup obeležja
- Šema relacije
- Šema BP

Nivo ekstenzije

- Vrednost
- Podatak
- Torka (N-torka)
- Relacija
- Baza podataka

Strukturalna komponenta I

- **Torka**

- reprezentuje jednu pojavu entiteta ili poveznika
- pomoću torke se svakom obeležju, iz nekog skupa obeležja, dodeljuje konkretna vrednost
 - iz skupa mogućih vrednosti definisanog domenom
- formalno, za:
 - $\mathbf{U} = \{A_1, \dots, A_n\}$
 - $\mathbf{DOM} = \cup_{i=1}^n (dom(A_i))$
 - skup svih mogućih vrednosti
 - torka predstavlja preslikavanje

$$t : \mathbf{U} \rightarrow \mathbf{DOM},$$

$$(\forall A_i \in \mathbf{U})(t(A_i) \in dom(A_i))$$

Strukturalna komponenta I

- Primer

- $U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$

- Torka t_1 definisana je na sledeći način

- $t_1(MBR) = 101$

- $t_1(IME) = Ana$

- $t_1(SPR) = 1100$

- $t_1(POL) = \check{z}$

- $t_1(NAP) = Univerziteti IS$

Strukturalna komponenta I

- Primer

- Torka t_1 može se prikazati kao skup podataka

$$t_1 = \{(MBR, 101), (IME, Ana), (POL, ž), \\ (SPR, 1100), (NAP, Univerziteti IS)\}$$

- Zadana je i torka t_2

$$t_2 = \{(MBR, 210), (IME, Aca), (POL, m), \\ (SPR, 0105), (NAP, Polaris)\}$$

Strukturalna komponenta I

- **Restrikcija (“skraćenje”) torke t**
 - na skup obeležja $X \subseteq U$
 - oznaka: $t[X]$
 - svakom obeležju iz skupa X pridružuje se ona vrednost koju je imala polazna torka t
 - formalno
 - $X \subseteq U, t: U \rightarrow DOM,$
 - $t[X]: X \rightarrow DOM$
- $$(\forall A \in X)(t[X](A) = t(A))$$

Strukturalna komponenta I

- Primer

- $t_2 = \{(MBR, 210), (IME, Aca), (POL, m), (SPR, 0105), (NAP, Polaris)\}$

- Neka je $X = MBR+IME$

- $t_2[X] = \{(MBR, 210), (IME, Aca)\}$

Strukturalna komponenta I

- **Relacija**

- nad skupom obeležja U
- predstavlja konačan skup torki
- reprezentuje skup realnih entiteta ili poveznika
- formalno

$$r(\mathbf{U}) \subseteq \{t \mid t: \mathbf{U} \rightarrow \text{DOM}\}, \quad |r| \in \mathbb{N}_0$$

Skup svih mogućih torki nad skupom obeležja U - $\text{Tuple}(\mathbf{U})$

Strukturalna komponenta I

- Primer

- $\mathbf{U} = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$

- $r_1(\mathbf{U}) = \{t_1, t_2\}$

- $t_1 = \{(MBR, 101), (IME, Ana), (POL, ž), (SPR, 1100),$
 $(NAP, Univerzitetški IS)\}$

- $t_2 = \{(MBR, 210), (IME, Aca), (POL, m), (SPR, 0105),$
 $(NAP, Polaris)\}$

Strukturalna komponenta I

- Primer
 - $R = \{A, B, C\}, R \subseteq U$
 - $\text{dom}(A) = \{a_1, a_2\}$
 - $\text{dom}(B) = \{b_1, b_2\}$
 - $\text{dom}(C) = \{c_1, c_2\}$
 - $t_1 = \{(A, a_1), (B, b_1), (C, c_1)\}$
 - $t_2 = \{(A, a_2), (B, b_2), (C, c_2)\}$
 - $t_3 = \{(A, a_1), (B, b_1), (C, c_2)\}$
 - $r(R) = \{t_1, t_2, t_3\}$

Strukturalna komponenta I

- U relaciji se ne mogu pojaviti dve identične torke
 - to je onda ista torka, samo dva puta prikazana
- Uobičajena reprezentacija relacije
 - pomoću tabele
 - relaciju predstavlja kompletan sadržaj tabele
 - kratko, tabela
 - poredak obeležja (kolona tabele) ne utiče na informacije koje sa sobom nosi relacija - nebitan
 - poredak torke u relaciji ne utiče na informacije koje sa sobom nosi relacija - nebitan

Strukturalna komponenta I

- Primeri

<i>Radnik</i>	<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>POL</i>	<i>SPR</i>	<i>NAP</i>
t_1	101	Ana	ž	1100	Univerziteti IS
t_2	210	Aca	m	0105	Polaris

$r(R)$	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
t_1	a_1	b_1	c_1
t_2	a_2	b_2	c_2
t_3	a_1	b_1	c_2

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Operacijska komponenta

- Jezik za manipulaciju podacima u RMP
 - operacije za ažuriranje relacija
 - dodavanje nove torke (Add)
 - brisanje postojeće torke (Delete)
 - modifikacija podataka postojeće torke (Update)
- Jezik za definiciju podataka u RMP
 - operacije za upravljanje šemom BP
 - kreiranje, brisanje i modifikovanje delova šeme BP
- Upitni jezik u RMP
 - operacije za izražavanje upita nad jednom relacijom, ili skupom relacija
 - pružanje podataka na uvid korisniku

Operacijska komponenta

- Upitni jezik sačinjavaju
 - operatori za izražavanje upita
 - pravila za formiranje operanada upita - izraza
 - pravila za primenu tih operatora
- Vrste teoretskih upitnih jezika u RMP
 - relacionala algebra
 - zasnovana na teoriji skupova i skupovnih operacija
 - relacioni račun
 - nad torkama
 - nad domenima
 - zasnovani na predikatskom računu I reda

Operacijska komponenta

- Osnovne skupovne operacije nad relacijama

- **Unija**

$$r(R) \cup s(R) = \{t \mid t \in r \vee t \in s\}$$

- **Presek**

$$r(R) \cap s(R) = \{t \mid t \in r \wedge t \in s\}$$

- **Razlika**

$$r(R) - s(R) = \{t \mid t \in r \wedge t \notin s\}$$

Operacijska komponenta

- Primer

r	A	B
	a_1	b_1
	a_2	b_2

s	A	B
	a_1	b_1
	a_3	b_3

$r \cup s$	A	B
	a_1	b_1
	a_2	b_2
	a_3	b_3

$r \cap s$	A	B
	a_1	b_1

$r - s$	A	B
	a_2	b_2

Operacijska komponenta

- **Selekcija**

- torke iz relacije
- omogućava izbor (selektovanje) torke relacije po nekom kriterijumu

$$\sigma_F(r(R)) = \{t \in r \mid F(t)\}$$

- logičkom formulom F izražava se kriterijum po kojem se torke relacije r selektuju
- biće selektovane samo one torke, za koje je formula F tačna
 - zahteva se formalno definisanje sintakse za zapisivanje selekcionih formula tipa F

Operacijska komponenta

- Primer

- $\sigma_F(r(R)), F ::= PLT > 5000$

<i>r</i>	<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>POL</i>	<i>SPR</i>	<i>PLT</i>
	101	Ana	ž	11	3400
	102	Aca	m	14	4200
	110	Ivo	m	11	7000
	111	Olja	ž	11	7200

σ_F

Operacijska komponenta

- Upit

- prikazati radnike čija je plata veća od 4000 i rade na projektu sa šifrom 11

- $\sigma_{PLT > 4000 \wedge SPR = 11}(r)$

<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>POL</i>	<i>SPR</i>	<i>PLT</i>
110	Ivo	m	11	7000
111	Olja	ž	11	7200

Operacijska komponenta

- **Projekcija (restrikcija) relacije**

- izdvajanje vrednosti pojedinih kolona iz relacije
- projektovanje relacije na podskup skupa obeležja
- $X \subseteq R$

$$\pi_X(r(R)) = \{t[X] \mid t \in r(R)\}$$

Operacijska komponenta

- Primer

- P - pilot
- A - tip aviona
- L - broj leta

- Upit:

- prikazati pilote i tipove aviona na kojima lete:
- $\pi_{PA}(r(PAL))$

r	P	A	L
	<i>Aca</i>	747	101
	<i>Ivo</i>	737	101
	<i>Aca</i>	747	102
	<i>Ana</i>	DC9	110

P	A
<i>Aca</i>	747
<i>Ivo</i>	737
<i>Ana</i>	DC9

Operacijska komponenta

- Primer
 - Posmatra se relacija r

r	<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>POL</i>	<i>SPR</i>	<i>PLT</i>
	101	Ana	ž	11	3400
	102	Aca	m	14	4200
	110	Ivo	m	11	7000
	111	Olja	ž	11	7200

Operacijska komponenta

- Upit
 - prikazati matične brojeve i imena radnika čija plata je veća od 4000, a rade na projektu sa šifrom 11
 - $F ::= PLT > 4000 \wedge SPR = 11$
 - $\pi_{MBR+IME}(\sigma_F(r))$

<i>MBR</i>	<i>IME</i>
<i>110</i>	<i>Ivo</i>
<i>111</i>	<i>Olja</i>

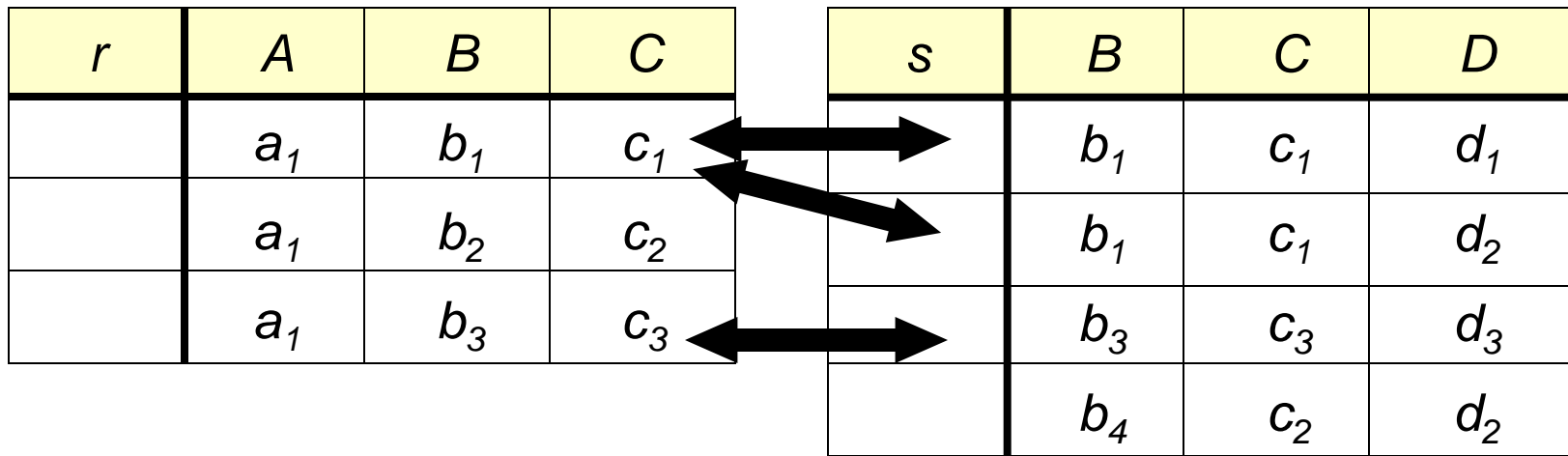
Operacijska komponenta

- **Prirodni spoj relacija**
 - spajanje torki različitih relacija po osnovu istih vrednosti zajedničkih obeležja
- Date su relacije $r(R)$ i $s(S)$

$$r(R) \triangleright \triangleleft s(S) = \{t \in Tuple(RS) \mid t[R] \in r \wedge t[S] \in s\}$$

Operacijska komponenta



- Primer



<i>r</i> ▷ ◁ <i>s</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
	<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	<i>c</i> ₁	<i>d</i> ₁
	<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	<i>c</i> ₁	<i>d</i> ₂
	<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₃	<i>c</i> ₃	<i>d</i> ₃

Operacijska komponenta

- Primer

<i>r</i>	<i>A</i>	<i>B</i>		<i>s</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
	a_1	b_1			c_1	d_1
	a_2	b_2			c_2	d_2

$r \triangleright \triangleleft s$	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_1	b_1	c_2	d_2
	a_2	b_2	c_1	d_1
	a_2	b_2	c_2	d_2

Operacijska komponenta

- Primer

Radnik

<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>PLT</i>	<i>POL</i>
101	Ana	3400	ž
102	Aca	4200	m
110	Ivo	7000	m
111	Olja	7200	ž

Radproj

<i>MBR</i>	<i>SPR</i>
101	11
101	14
102	14
110	13
110	11

Projekat

<i>SPR</i>	<i>NAP</i>
11	X25
13	Polaris
14	Univ. IS

Operacijska komponenta

- Upit
 - izlistati matične brojeve radnika, šifre i nazive projekata na kojima rade
 - *Radproj* ▷◁ *Projekat*

<i>MBR</i>	<i>SPR</i>	<i>NAP</i>
<i>101</i>	<i>11</i>	<i>X25</i>
<i>101</i>	<i>14</i>	<i>Univ. IS</i>
<i>102</i>	<i>14</i>	<i>Univ. IS</i>
<i>110</i>	<i>13</i>	<i>Polaris</i>
<i>110</i>	<i>11</i>	<i>X25</i>

Operacijska komponenta

- Upit
 - Izlistati matične brojeve i imena radnika, koji rade na projektu sa šifrom 11
 - $\pi_{MBR+IME}(\sigma_{SPR=11}(Radproj) \triangleright \triangleleft Radnik)$, ili
 - $\pi_{MBR+IME}(\sigma_{SPR=11}(Radproj \triangleright \triangleleft Radnik))$

<i>MBR</i>	<i>IME</i>
101	Ana
110	Ivo

Operacijska komponenta

- **Dekartov proizvod relacija**

- spajanje formiranjem svih mogućih kombinacija torki iz dve relacije

- $R \cap S = \emptyset$

$$r(R) \times s(S) = \{t \in Tuple(RS) \mid t[R] \in r \wedge t[S] \in s\}$$

- **Theta spajanje relacija**

- selektovanje torki po nekom kriterijumu iz dekartovog proizvoda relacija

$$r(R) \triangleright \triangleleft_F s(S) = \sigma_F(r \times s)$$

Operacijska komponenta

- Primer

- date su relacije

- *r* - red vožnje *Niš – Beograd*
- *s* - red vožnje *Beograd - Novi Sad*

<i>r</i>	<i>PNI</i>	<i>DBG</i>
	<i>06:00</i>	<i>09:00</i>
	<i>08:00</i>	<i>10:30</i>
	<i>13:00</i>	<i>16:00</i>

<i>s</i>	<i>PBG</i>	<i>DNS</i>
	<i>10:00</i>	<i>11:15</i>
	<i>12:00</i>	<i>13:30</i>

Operacijska komponenta

- Upit
 - pregled svih mogućih varijanti za putovanje od *Niša* do *Novog Sada* s presedanjem u *Beogradu*
 - $r \triangleright \triangleleft_{DBG < PBG} S = \sigma_{DBG < PBG}(r \times s)$

$r \triangleright \triangleleft_{DBG < PBG} S$	<i>PNI</i>	<i>DBG</i>	<i>PBG</i>	<i>DNS</i>
	06:00	09:00	10:00	11:15
	06:00	09:00	12:00	13:30
	08:00	10:30	12:00	13:30

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- **Strukturalna komponenta II**
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Strukturalna komponenta II

- **Šema relacije**

- imenovani par

$$N(R, O)$$

- N - naziv šeme relacije (može biti izostavljen)
- R - skup obeležja šeme relacije
- O - skup ograničenja šeme relacije

- **Pojava nad šemom relacije**

- (R, O)
- bilo koja relacija $r(R)$, takva da zadovoljava sva ograničenja iz skupa O

Strukturalna komponenta II

- Primer

- Data je šema relacije

$Letovi(\{P, A, L\}, O)$

- $O = \{“Pilot može da leti samo na jednom tipu aviona”\}$

<i>Let1</i>	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>L</i>
	<i>Pop</i>	<i>747</i>	<i>101</i>
	<i>Pop</i>	<i>747</i>	<i>102</i>
	<i>Ana</i>	<i>737</i>	<i>103</i>

<i>Let2</i>	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>L</i>
	<i>Pop</i>	<i>747</i>	<i>101</i>
	<i>Pop</i>	<i>737</i>	<i>102</i>
	<i>Ana</i>	<i>737</i>	<i>103</i>

- Da li prikazane relacije predstavljaju pojave nad datom šemom relacije?

Strukturalna komponenta II

- **Relaciona šema baze podataka**

- (imenovani) par

$$(S, I)$$

- S - skup šema relacija

$$S = \{(R_i, O_i) \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$$

- I - skup međurelacionih ograničenja

Strukturalna komponenta II

- Primer

- Zadane su šeme relacija

- *Radnik*({*MBR*, *IME*, *PRZ*, *DATR*},
{“Ne postoje dva radnika sa istom vrednošću za *MBR*. Svaki radnik poseduje vrednost za *MBR*.”})
 - *Projekat*({*SPR*, *NAP*},
{“Ne postoje dva projekta sa istom vrednošću za *SPR*. Svaki projekat poseduje vrednost za *SPR*.”})
 - *Angažovanje*({*SPR*, *MBR*, *BRC*},
{“Ne može se isti radnik na istom projektu angažovati više od jedanput. Pri angažovanju, vrednosti za *MBR* i *SPR* su uvek poznate.”})

Strukturalna komponenta II

- Primer

- $S = \{Radnik, Projekat, Angažovanje\}$

- $I = \{$

- “radnik ne može biti angažovan na projektu, ako nije zaposlen”;

- “na projektu ne može biti angažovan ni jedan radnik, dok projekat ne bude registrovan”

- }

- (S, I) predstavlja jednu relacionu šemu BP

Strukturalna komponenta II

- **Relaciona baza podataka**

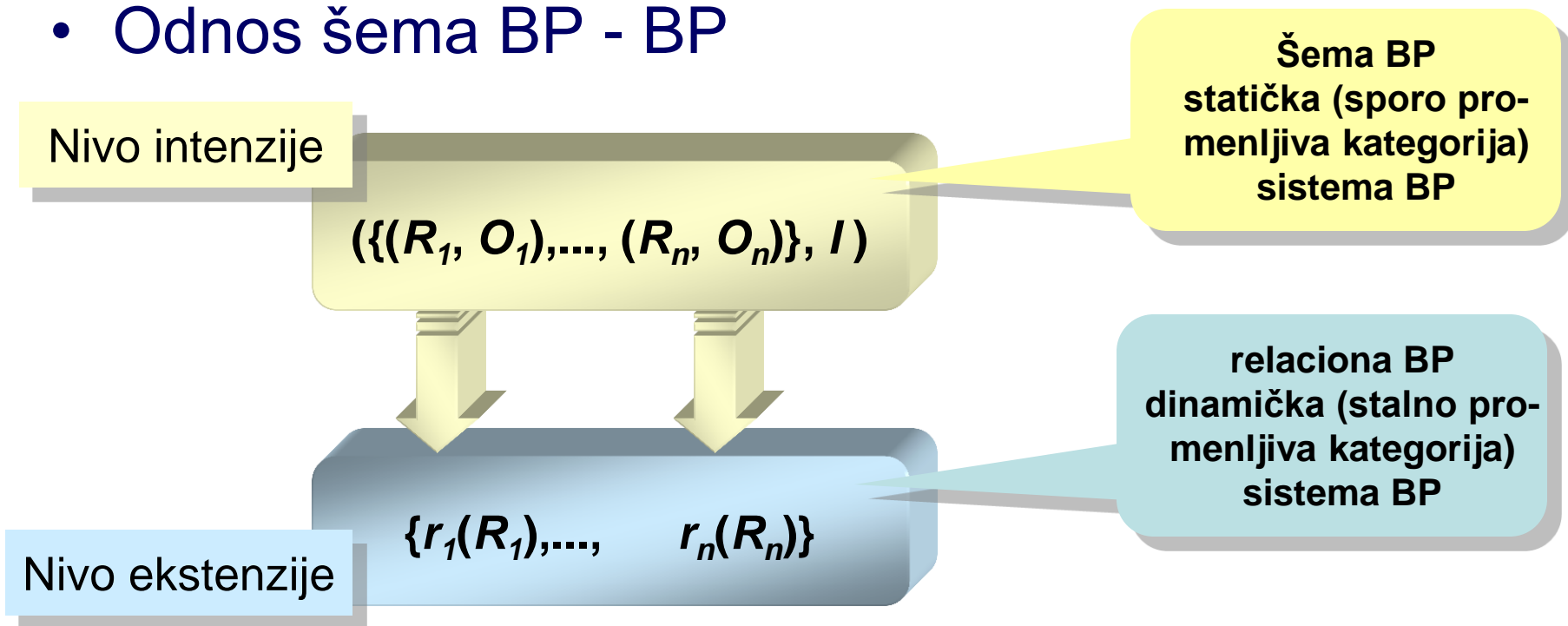
- jedna pojava nad zadatom relacionom šemom baze podataka (S, I)

$$s: S \rightarrow \{r_i \mid i \in \{1, \dots, n\}\}, (\forall i) s(R_i, O_i) = r_i$$

- svakoj šemi relacije iz skupa S odgovara jedna njena pojava
- skup relacija s mora da zadovoljava sva međurelaciona ograničenja iz skupa I

Strukturalna komponenta II

- Baza podataka
 - reprezentuje jedno stanje realnog sistema
 - ažurira se, jer promene stanja realnog sistema treba da prate odgovarajuće promene podataka u BP
- Odnos šema BP - BP



Strukturalna komponenta II

- Primer

- *S* = {*Radnik*, *Projekat*, *Angažovanje*}

- *RBP* = {*radnik*, *projekat*, *angažovanje*}

Radnik

<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>DATR</i>
101	Ana	Pap	12.12.65.
102	Aca	Tot	13.11.48.
110	Ivo	Ban	01.01.49.
111	Olja	Kun	06.05.71.

Projekat

<i>SPR</i>	<i>NAP</i>
11	X25
13	Polaris
14	Univ. IS

Angažovanje

<i>MBR</i>	<i>SPR</i>
101	11
101	14
102	14

Strukturalna komponenta II

- **Konzistentno stanje BP**

- baza podataka $RBP = \{r_i \mid i \in \{1, \dots, n\}\}$ nad šemom (S, I) nalazi se u

- **formalno konzistentnom stanju** ako

- $(\forall r_i \in RBP)(r_i \text{ zadovoljava sva ograničenja odgovarajuće šeme } (R_i, O_i))$
 - RBP zadovoljava sva međurelaciona ograničenja iskazana putem I

- **suštinski konzistentnom stanju** ako

- se nalazi u formalno konzistentnom stanju i
 - predstavlja vernu sliku stanja realnog sistema
 - » u praksi, nivo pojave grešaka u BP sveden je na ispod 2-3%

- SUBP može da kontroliše formalnu konzistentnost

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Integritetna komponenta

- Definisana putem tipova ograničenja
- Karakteristike tipa ograničenja
 - formalizam za zapisivanje (definicija)
 - pravilo za interpretaciju (validaciju)
 - oblast definisanosti
 - tip logičke strukture obeležja nad kojom se ograničenje definiše
 - oblast interpretacije
 - tip logičke strukture podataka nad kojom se ograničenje interpretira

Integritetna komponenta

- Karakteristike tipa ograničenja
 - skup operacija nad bazom podataka koje mogu dovesti do narušavanja ograničenja datog tipa
 - skup mogućih akcija kojima se obezbeđuje očuvanje validnosti baze podataka, pri pokušaju narušavanja ograničenja datog tipa
 - definiše se za svaku operaciju koja može dovesti do narušavanja ograničenja

Integritetna komponenta

- Tipovi ograničenja u relacionom modelu podataka
 - ograničenje domena
 - ograničenje vrednosti obeležja
 - ograničenje torke
 - integritet entiteta (ograničenje ključa)
 - ograničenje jedinstvenosti vrednosti obeležja
 - zavisnost sadržavanja
 - ograničenje referencijalnog integriteta
 - funkcionalna zavisnost

Integritetna komponenta

- Oblasti definisanosti u relacionom MP
 - **vanrelaciono** ograničenje
 - definiše se izvan konteksta šeme relacije
 - **jednorelaciono** (unutarrelaciono, lokalno) ograničenje
 - definiše se nad tačno jednom šemom relacije
 - **višerelaciono** ograničenje
 - definiše se nad skupom ili nizom šema relacija, koji sadrži bar dva člana

Integritetna komponenta

- Oblasti interpretacije u relacionom MP
 - **ograničenje vrednosti**
 - interpretira se nad tačno jednom vrednošću nekog obeležja
 - **ograničenje torke**
 - interpretira se nad jednom torkom bilo koje relacije
 - **relaciono ograničenje**
 - interpretira se nad skupom torke bilo koje relacije
 - **međurelaciono ograničenje**
 - interpretira se nad barem dve, bilo koje relacije

Integritetna komponenta

- Oblasti interpretacije u relacionom MP
 - ograničenje torke
 - relaciono ograničenje
 - međurelaciono ograničenje
 - Napomena "bilo koja relacija":
 - jedna relacija iz baze podataka, ili
 - relacija koja je nastala primenom izraza relacione algebre nad jednom ili više drugih relacija - pogled
 - » moguća i primena operatora spajanja

Integritetna komponenta

- **Specifikacija domena**

$D(id(D), Predef)$

- D - naziv domena
- $id(D)$ - ograničenje (integritet) domena
- $Predef$ - predefinisana vrednost domena

- **Ograničenje domena**

$id(D) = (Tip, Dužina, Uslov)$

- Tip - tip podatka (primitivni domen), ili oznaka prethodno definisanog domena
- $Dužina$ - dužina tipa podatka
- $Uslov$ - logički uslov

Integritetna komponenta

- **Specifikacija domena**

- *Tip*

- predstavlja jedinu obaveznu komponentu specifikacije ograničenja domena

- *Dužina*

- navodi se samo za tipove podataka (primitivne domene) koji to zahtevaju
 - ne navodi za domene čiji *tip* ne predstavlja primitivni domen

- *Uslov*

- mora da ga zadovoljava svaka vrednost iz skupa mogućih vrednosti domena

- *Predef*

- mora da zadovolji ograničenja *tipa*, *dužine* i *uslova*

Integritetna komponenta

- **Ograničenje domena**
 - interpretacija ograničenja
 - moguća za bilo koju vrednost – konstantu d
 - oznaka $id(D)(d)$
- **Primeri**
 - $DPrezime((String, 30, \Delta), \Delta)$
 - $DDatum((Date, \Delta, d \geq '01.01.1900'), \Delta)$
 - $DOcena((Number, 2, d \geq 5 \wedge d \leq 10), \Delta)$
 - $DPozOcena((DOcena, \Delta, d \geq 6), 6)$
 - Δ - komponenta u specifikaciji nije zadata

Integritetna komponenta

- **Nula (nedostajuća, izostavljena) vrednost**
 - specijalna vrednost
 - označava se posebnim simbolom
 - ω , ili ? (u literaturi) ili
 - NULL (u literaturi i SQL-u)
 - moguća značenja
 - nepoznata - postojeća vrednost obeležja
 - nepostojeća vrednost obeležja
 - neinformativna vrednost obeležja
 - skup mogućih vrednosti svih domena proširuje se nula vrednošću

$$DOM \cup \{\omega\}$$

- nula vrednost a priori zadovoljava svako ograničenje domena

Integritetna komponenta

- **Specifikacija obeležja šeme relacije**

- $A \in R, N(R, O)$

- zadaje se za svako obeležje šeme relacije

$(id(N, A), Predef)$

- $id(A)$ - ograničenje vrednosti obeležja

- $Predef$ - predefinisana vrednost obeležja

- **Ograničenje vrednosti obeležja**

$id(N, A) = (Domen, Null)$

- $Domen$ - oznaka (naziv) domena obeležja

- $Null \in \{T, \perp\}$ – ograničenje nula vrednosti obeležja

- T - dozvola dodele nula vrednosti obeležju u $r(N)$

- \perp - zabrana dodele nula vrednosti obeležju u $r(N)$

Integritetna komponenta

- **Specifikacija obeležja šeme relacije**
 - *Domen i Null*
 - obavezne komponente specifikacije
 - *Predef*
 - ako se navede, onda je on važeći
 - u protivnom, važeći je *Predef* odgovarajućeg *Domena*, ili prvog sledećeg nasleđenog domena, za koji je *Predef* definisan
- Interpretacija ograničenja
 - moguća za bilo koju vrednost obeležja d
 - oznaka $id(N, A)(d)$

Integritetna komponenta

- **Ograničenje torke**

- izražava ograničenja na moguće vrednosti unutar jedne torke
- predstavlja skup ograničenja vrednosti obeležja, kojem je pridodat logički uslov
- formalno, za šemu relacije $N(R, O)$

$$id(N) = id(R) = (\{id(N, A) \mid A \in R\}, Uslov)$$

- *Uslov*
 - logički uslov koji svaka torka mora da zadovolji
 - može, u ulozu operanda, da sadrži bilo koje obeležje date šeme relacije
- interpretacija ograničenja
 - moguća za bilo koju torku nad skupom obeležja R , $id(N)(t)$

Integritetna komponenta

- Primer

- $Radnik(\{MBR, PRZ, IME, ZAN, BPJZ\}, 0)$

<i>Radnik</i>	<i>Domen</i>	<i>Null</i>	<i>Predef</i>
<i>MBR</i>	<i>MBRD</i>	⊥	Δ
<i>PRZ</i>	<i>PRZD</i>	⊥	Δ
<i>IME</i>	<i>IMED</i>	⊥	Δ
<i>ZAN</i>	<i>ZAND</i>	⊥	Δ
<i>BPJZ</i>	<i>BPJZD</i>	T	Δ

Uslov: $ZAN = 'prg' \Leftrightarrow BPJZ \langle \rangle \omega$

Integritetna komponenta

- Primer

- *Radnik*({*MBR*, *PRZ*, *IME*, *ZAN*, *BPJZ*}, 0)

<i>Domen</i>	<i>Tip</i>	<i>Dužina</i>	<i>Uslov</i>	<i>Predef</i>
<i>MBRD</i>	<i>Number</i>	4	$d \geq 0$	Δ
<i>PRZD</i>	<i>String</i>	30	Δ	Δ
<i>IMED</i>	<i>String</i>	15	Δ	Δ
<i>ZAND</i>	<i>String</i>	3	Δ	Δ
<i>BPJZD</i>	<i>Number</i>	2	$d \geq 0$	0

Integritetna komponenta

- **Ključ šeme relacije**

- minimalni podskup skupa obeležja šeme relacije, na osnovu kojeg se jedinstveno može identifikovati svaka toraka relacije nad datom šemom
- formalno, X je ključ ako
 - 1^o $(\forall u, v \in r(R))(u[X] = v[X] \Rightarrow u = v)$
 - 2^o $(\forall Y \subset X)(\neg 1^o)$
- oblast interpretacije
 - skup torki (relacija) nad datom šemom relacije

Integritetna komponenta

- **Ključ šeme relacije**

- u određenim situacijama (u procesu projektovanja šeme BP) skup ograničenja šeme relacije zadaje se samo kao skup ključeva

$$N(R, K)$$

- **Primer**

- šema relacije *Radnik*(R, K)

- $R = \{MBR, IME, PRZ, DATR, POL, MESR, RBRE\}$
- $K = \{MBR, DATR+MESR+POL+RBRE\}$

Integritetna komponenta

- Primer
 - *Radnik*({*MBR*, *IME*, *PRZ*, *DATR*}, {*MBR*})
 - *Projekat*({*SPR*, *NAP*}, {*SPR*})
 - *Angažovanje*({*SPR*, *MBR*, *BRC*}, {*SPR+MBR*})

Integritetna komponenta

- **Ograničenje ključa (integritet entiteta)**

- šeme relacije $N(R, K)$

- ključ $X \in K, X \subseteq R$
- oznaka

Key(N, X)

- za sva obeležja ključa nula vrednosti su zabranjene

$$(\forall K_j \in K)(\forall A \in K_j)(Null(N, A) = \perp)$$

- Vrste obeležja šeme relacije, s obzirom na ključeve

- **primarno (ključno) obeležje**

- pripada barem jednom ključu šeme relacije

- **neprimarno (sporedno) obeležje**

- ne pripada ni jednom ključu šeme relacije

Integritetna komponenta

- **Ograničenje ključa (integritet entiteta)**
 - svaka šema relacije mora posedovati najmanje jedan ključ ($K \neq \emptyset$)
 - proizilazi iz definicije pojma relacije
 - **ekvivalentni ključevi**
 - svi ključevi skupa ključeva K
 - **primarni ključ**
 - jedan izabrani ključ, od svih ekvivalentnih ključeva
 - oznaka $K_p(N)$
 - svaka šema relacije treba da poseduje tačno jedan primarni ključ
 - koristi se u ulozi asocijativne (simboličke) adrese za povezivanje podataka u relacijama

Integritetna komponenta

- **Ograničenje jedinstvenosti**

- vrednosti obeležja šeme relacije $N(R, O)$
- Uniqueness Constraint

Unique(N, X)

- X - skup obeležja, $X \subseteq R$
- zahteva da ne-nula kombinacija vrednosti obeležja bude jedinstvena u relaciji nad $N(R, O)$
- formalno

- $(\forall u, v \in r(R))((\forall A \in X)(u[A] \neq \omega \wedge v[A] \neq \omega) \Rightarrow (u[X] = v[X] \Rightarrow u = v))$

Integritetna komponenta

- **Ograničenje jedinstvenosti**

- oblast interpretacije

- skup torki - relacija nad datom šemom $N(R, O)$

- skup svih ograničenja jedinstvenosti u šemi $N(R, O)$

$$Uniq = \{Unique(N, X) \mid X \subseteq R\}$$

Integritetna komponenta

- Primer

$Radnik(\{MBR, IME, PRZ, DATR, JMBG\}, O)$

- $Uniq \subseteq O$

- $Uniq = \{Unique(Radnik, JMBG)\}$

- $Unique(Radnik, JMBG)$

- zahteva da ako radnik poseduje ne-nula vrednost za $JMBG$, onda je ta vrednost jedinstvena u relaciji nad šemom $Radnik$

Integritetna komponenta

- **Skup svih ograničenja šeme relacije**

- praktično, kada šemu relacije treba implementirati u datom SUBP, zadaje se kao unija

- skupa ključeva,
- ograničenja jedinstvenosti i
- ograničenja torke

$$N(R, K \cup \text{Uniq} \cup \{id(R)\})$$

Integritetna komponenta

- Primer

Radnik({*MBR*, *PRZ*, *IME*, *ZAN*, *BPJZ*, *JMBG*},

$K \cup \text{Uniq} \cup \{id(R)\}$)

- $K = \{MBR\}$
- $\text{Uniq} = \{\text{Unique}(\text{Radnik}, JMBG)\}$
- $id(R)$ - prethodno zadat, u tabelarnom obliku

Integritetna komponenta

- **Zavisnost sadržavanja**

- date su šeme relacije $N_i(R_i, O_i)$ i $N_j(R_j, O_j)$
- dati su domenski kompatibilni nizovi obeležja

$$X = (A_1, \dots, A_n), (\forall l \in \{1, \dots, n\})(A_l \in R_l),$$

$$Y = (B_1, \dots, B_n), (\forall l \in \{1, \dots, n\})(B_l \in R_l),$$

$$(\forall l \in \{1, \dots, n\})(\text{dom}(A_l) \subseteq \text{dom}(B_l))$$

- oznaka (pravilo zapisivanja)

$$N_i[X] \subseteq N_j[Y]$$

Integritetna komponenta

- **Zavisnost sadržavanja**

$$N_i[X] \subseteq N_j[Y]$$

- važi ako je za bilo koje dve relacije $r(R_i, O_i)$ i $s(R_j, O_j)$ zadovoljeno

$$(\forall u \in r)(\exists v \in s)(\forall l \in \{1, \dots, n\})(u[A_l] = \omega \vee u[A_l] = v[B_l])$$

- oblast definisanosti
 - niz od dve šeme relacije
- oblast interpretacije
 - relacije nad šemama N_i i N_j

Integritetna komponenta

- Primer

- date su relacije $r(N_i)$ i $s(N_j)$
- važi zavisnost sadržavanja $N_i[B] \subseteq N_j[B]$

r	A	B
	a_1	b_1
	a_2	b_2

s	B	C
	b_1	c_1
	b_2	c_1
	b_3	c_2

Integritetna komponenta

- Primer

- date su relacije $r(N_j)$ i $s(N_j)$
- važi zavisnost sadržavanja $N_i[(A, B)] \subseteq N_j[(C, D)]$

r	A	B
	a_1	b_1
	a_2	ω

s	C	D
	a_1	b_1
	a_2	b_2
	a_3	b_2

Integritetna komponenta

- **Ograničenje referencijalnog integriteta**
 - zavisnost sadržavanja $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$, kada je Y ključ šeme relacije $N_j(R_j, K_j)$
 - N_i - **referencirajuća šema relacije**
 - N_j - **referencirana šema relacije**

Integritetna komponenta

- Primer

- $Angažovanje[MBR] \subseteq Radnik[MBR]$
- $Angažovanje[SPR] \subseteq Projekat[SPR]$

Radnik

<i>MBR</i>	<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>DATR</i>
101	Ana	Pap	12.12.65.
102	Aca	Tot	13.11.48.
110	Ivo	Ban	01.01.49.
111	Olja	Kun	06.05.71.

Projekat

<i>SPR</i>	<i>NAP</i>
11	X25
13	Polaris
14	Univ. IS

Angažovanje

<i>MBR</i>	<i>SPR</i>
101	11
101	14
102	14

Integritetna komponenta

- **Funkcionalna zavisnost (FZ)**

- izraz oblika $f: X \rightarrow Y$

- gde su X i Y skupovi obeležja
- f je oznaka FZ
- X i Y su podskupovi skupa \mathbf{U}
- oznaka f se, u notaciji, često izostavlja

- semantika

- ako je poznata X vrednost, poznata je i Y vrednost
- svakoj X vrednosti odgovara samo jedna Y vrednost

- relacija r zadovoljava FZ $X \rightarrow Y$ ako važi

$$(\forall u, v \in r)(u[X] = v[X] \Rightarrow u[Y] = v[Y])$$

- oblast interpretacije

- relacija $r(M)$ ili $r(\mathbf{U})$

Integritetna komponenta

- **Funkcionalna zavisnost (FZ)**

- Primer

- $MBR \rightarrow IME$

- ako dve torke imaju istu vrednost za MBR , moraju imati istu vrednost i za IME

- skup FZ se označava sa F

- $F = \{MBR \rightarrow IME, MBR + MES + GOD \rightarrow BRC, \dots\}$

- **Trivijalna FZ**

- svaka FZ koja je zadovoljena u bilo kojoj relaciji

- svaka FZ $X \rightarrow Y$, za koju važi $Y \subseteq X$

- Primer

- $MBR \rightarrow MBR, MBR \rightarrow \emptyset, AB \rightarrow A, \dots$

Integritetna komponenta

- Primer
 - semantika uvedenih obeležja skupa ***U***
 - *BRI* - broj indeksa
 - *IME* - ime studenta
 - *PRZ* - prezime studenta
 - *BPI* - broj položenih ispita
 - *OZP* - oznaka predmeta
 - *NAP* - naziv predmeta
 - *NAS* - prezime nastavnika
 - *OCE* - ocena na ispitu

Integritetna komponenta

- Primer

Student

<i>BRI</i>	<i>IME</i>	<i>PRZ</i>	<i>BPI</i>	<i>OZP</i>	<i>NAP</i>	<i>NAS</i>	<i>OCE</i>
159	<i>Ivo</i>	<i>Ban</i>	13	<i>P1</i>	<i>Mat</i>	<i>Han</i>	09
159	<i>Ivo</i>	<i>Ban</i>	13	<i>P2</i>	<i>Fiz</i>	<i>Kun</i>	08
013	<i>Ana</i>	<i>Tot</i>	09	<i>P1</i>	<i>Mat</i>	<i>Pap</i>	06
119	<i>Eva</i>	<i>Kon</i>	15	<i>P3</i>	<i>Hem</i>	<i>Kiš</i>	07
159	<i>Ivo</i>	<i>Ban</i>	13	<i>P3</i>	<i>Hem</i>	<i>Kiš</i>	10
119	<i>Eva</i>	<i>Kon</i>	15	<i>P1</i>	<i>Mat</i>	<i>Han</i>	09
159	<i>Ivo</i>	<i>Ban</i>	13	<i>P4</i>	<i>Mat</i>	<i>Car</i>	10
037	<i>Eva</i>	<i>Tot</i>	01	<i>P4</i>	<i>Mat</i>	<i>Car</i>	10

Integritetna komponenta

- Primer

- Relacija *Student* zadovoljava sledeće FZ

$$F = \{BRI \rightarrow IME + PRZ + BPI, IME + PRZ \rightarrow BRI, OZP \rightarrow NAP, \\ NAS \rightarrow OZP + NAP, BRI + OZP \rightarrow OCE + NAS\}$$

- Relacija *Student* ne zadovoljava sledeće FZ

$$BRI \rightarrow OCE, OZP \rightarrow NAS, \dots$$

- Način identifikacije važećih FZ

- na osnovu odnosa i pravila poslovanja koji postoje u realnom sistemu

Integritetna komponenta

- **Funkcionalna zavisnost**

- **logička posledica**

- FZ f je logička posledica od skupa FZ F
- oznaka: $F \models f$
 - ako svaka relacija r koja zadovoljava F zadovoljava i f
 - $(\forall r \in SAT(\mathbf{U}))(r \models F \Rightarrow r \models f)$
- skup FZ F_2 je logička posledica od skupa FZ F_1
- oznaka: $F_1 \models F_2$
 - ako $(\forall f \in F_2)(F_1 \models f)$

- **implikacioni problem**

- rešiti implikacioni problem, znači utvrditi da li važi $F \models f$

- **ekvivalentnost skupova FZ**

- oznaka: $F_1 \equiv F_2$
- ako $F_1 \models F_2 \wedge F_2 \models F_1$

Integritetna komponenta

- **Funkcionalna zavisnost**
 - **zatvarač (zatvorenje) skupa FZ**
 - oznaka F^+
 - skup koji sadrži sve logičke posledice od F
 - $F^+ = \{f \mid F \models f\}$
 - važi za svaki F da $F \subseteq F^+$
 - $F_1 \models F_2$ akko $F_2^+ \subseteq F_1^+$
 - **ekvivalentnost skupova FZ**
 - $F_1 \equiv F_2$ akko $F_1^+ = F_2^+$

Integritetna komponenta

- **Funkcionalna zavisnost**

- **Armstrongova pravila izvođenja**

- refleksivnost

- $Y \subseteq X \mid - X \rightarrow Y$

- proširenje

- $X \rightarrow Y, W \subseteq V \mid - XV \rightarrow YW$

- pseudotranzitivnost

- $X \rightarrow Y, YV \rightarrow Z \mid - XV \rightarrow Z$

- **Izvedena pravila izvođenja**

- uniranje desnih strana

- $X \rightarrow Y, X \rightarrow Z \mid - X \rightarrow YZ$

- dekompozicija desnih strana

- $X \rightarrow Y, V \subseteq Y \mid - X \rightarrow V$

- tranzitivnost

- $X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z \mid - X \rightarrow Z$

Integritetna komponenta

- Primer

- varijante u označavanju

- primena pravila dekompozicije i uniranja desnih strana

$$\{BRI \rightarrow IME, BRI \rightarrow PRZ\} \equiv \{BRI \rightarrow IME + PRZ\}$$

- proizvoljno dekomponovanje levih strana nije dozvoljeno

$$\{BRI + OZP \rightarrow OCE\} \not\equiv \{BRI \rightarrow OCE, OZP \rightarrow OCE\}$$

Integritetna komponenta

- **Funkcionalna zavisnost**
 - **Sistem armstrongovih pravila izvođenja je**
 - refleksivnost, proširenje i pseudotranizitivnost
 - **korektan (neprotivurečan)**
 - svaka FZ koja se izvede primenom AP iz nekog skupa FZ predstavlja logičku posledicu tog skupa FZ
 - **kompletan**
 - svaka logička posledica nekog skupa FZ može se izvesti primenom AP iz tog skupa
 - **neredundantan (minimalan)**
 - ne može se eliminisati kao suvišno ni jedno od tri pravila izvođenja, a da prethodna dva svojstva ostanu očuvana

Integritetna komponenta

• Nepotpuna FZ

- $X \rightarrow Y \in \mathbf{F}$ je nepotpuna
 - ako sadrži logički suvišno obeležje na levoj strani
 - $(\exists X' \subset X)(X' \rightarrow Y \in \mathbf{F}^+)$
- Primer
 - $BRI+IME \rightarrow PRZ$, zbog $BRI \rightarrow IME$
 - redukuje se u $BRI \rightarrow PRZ$

• Tranzitivna FZ

- $X \rightarrow Z$ tranzitivna
 - ako važi $X \rightarrow Y \in \mathbf{F}^+$ i $Y \rightarrow Z \in \mathbf{F}^+$, a ne važi da je $Y \rightarrow X \in \mathbf{F}^+$
- Primer
 - $NAS \rightarrow OZP$, $OZP \rightarrow NAP$, $\neg(OZP \rightarrow NAS)$
 - $NAS \rightarrow NAP$ je tranzitivna i logički suvišna

Integritetna komponenta

- **Ključ šeme relacije i FZ**

- X je ključ šeme relacije (R, \mathbf{F}) , ako važi
 - 1^o iz \mathbf{F} sledi $X \rightarrow R$ ($X \rightarrow R \in \mathbf{F}^+$)
 - 2^o X je minimalni skup obeležja s osobinom 1^o
 - $\neg(\exists X' \subset X)(X' \rightarrow R \in \mathbf{F}^+)$

- **Zatvarač (zatvorenje) skupa obeležja**

- skup svih obeležja koja funkcionalno zavise od X
- $X_{\mathbf{F}^+} = \{A \subseteq \mathbf{U} \mid X \rightarrow A \in \mathbf{F}^+\}$

Integritetna komponenta

- **Algoritam za izračunavanje zatvarača X_F^+**
 - $X_0 \leftarrow X$
 - $(\text{Za } i \geq 0)(X_{i+1} \leftarrow X_i \cup \{A \subseteq \mathbf{U} \mid (\exists V \rightarrow W \in F)(V \subseteq X_i \wedge A \in W)\})$
 - $(\text{Za } n \geq 0)(X_{n+1} = X_n \Rightarrow X_F^+ = X_n)$
- **Generisanje jednog ključa šeme relacije**
 - polazi se od R i vrši se redukcija
 - izbacivanjem obeležja i izračunavanjem zatvarača ostatka
 - $X \leftarrow R$
 - Redukcija $Red(X): (\forall A \in X)(A \in (X \setminus \{A\})_F^+ \Rightarrow X \leftarrow X \setminus \{A\})$
- **Generisanje svih alternativnih ključeva**
 - polazi se od prvog generisanog ključa X , $K \leftarrow \{X\}$
 - $(\forall X \in K)(\forall V \rightarrow W \in F)(X \cap W \neq \emptyset \Rightarrow X_{newk} \leftarrow (X \setminus W) \vee W)$
 - Redukcija: $Red(X_{newk}): K \leftarrow K \cup \{Red(X_{newk})\}$

Integritetna komponenta

- Primer

$$F = \{BRI \rightarrow IME + PRZ + BPI, IME + PRZ \rightarrow BRI, OZP \rightarrow NAP, \\ NAS \rightarrow OZP + NAP, BRI + OZP \rightarrow OCE + NAS\}$$

- šema relacije *Student* ima četiri ključa

- $K_1 = BRI + NAS$, $K_2 = IME + PRZ + NAS$,
 - $K_3 = BRI + OZP$, $K_4 = IME + PRZ + OZP$

- Pojam ključa

- fundamentalan za teoriju i praksu relacionog MP

- ne projektuju se ostala ograničenja šeme BP, dok se ne preciziraju ključevi svih šema relacija

Integritetna komponenta

- **Projekcija skupa funkcionalnih zavisnosti na skup obeležja**

- dati su skup fz F i skup obeležja $X \subseteq U$
- projekcija $F|_X$ predstavlja skup svih funkcionalnih zavisnosti koje logički slede iz F , a definisane su u skupu obeležja X
- formalno

$$F|_X = \{V \rightarrow W \mid F \models V \rightarrow W \wedge VW \subseteq X\}$$

- **Primer**

- $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, BE \rightarrow F, A \rightarrow D\}$
- $F|_{ACDEF} = \{A \rightarrow C, AE \rightarrow F, A \rightarrow D, \text{sve trivijalne fz}\}$

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Osnovne projektantske pretpostavke

- **Pretpostavka o postojanju šeme univerzalne relacije (ŠUR)**
 - **U** - univerzalni skup obeležja
 - **OGR** - skup svih ograničenja realnog sistema
 - **šema univerzalne relacije**
 (U, OGR)
 - pretpostavka da uvek egzistira u imaginarnom svetu
 - Posledica
 - jedinstvena uloga svakog obeležja u ŠUR
 - ne postoje dva obeležja s istom ulogom (**sinonimi**)
 - ne postoji obeležje s više od jedne uloge (**homonimi**)
 - svako obeležje u budućoj šemi BP identifikuje se isključivo putem svog naziva

Osnovne projektantske pretpostavke

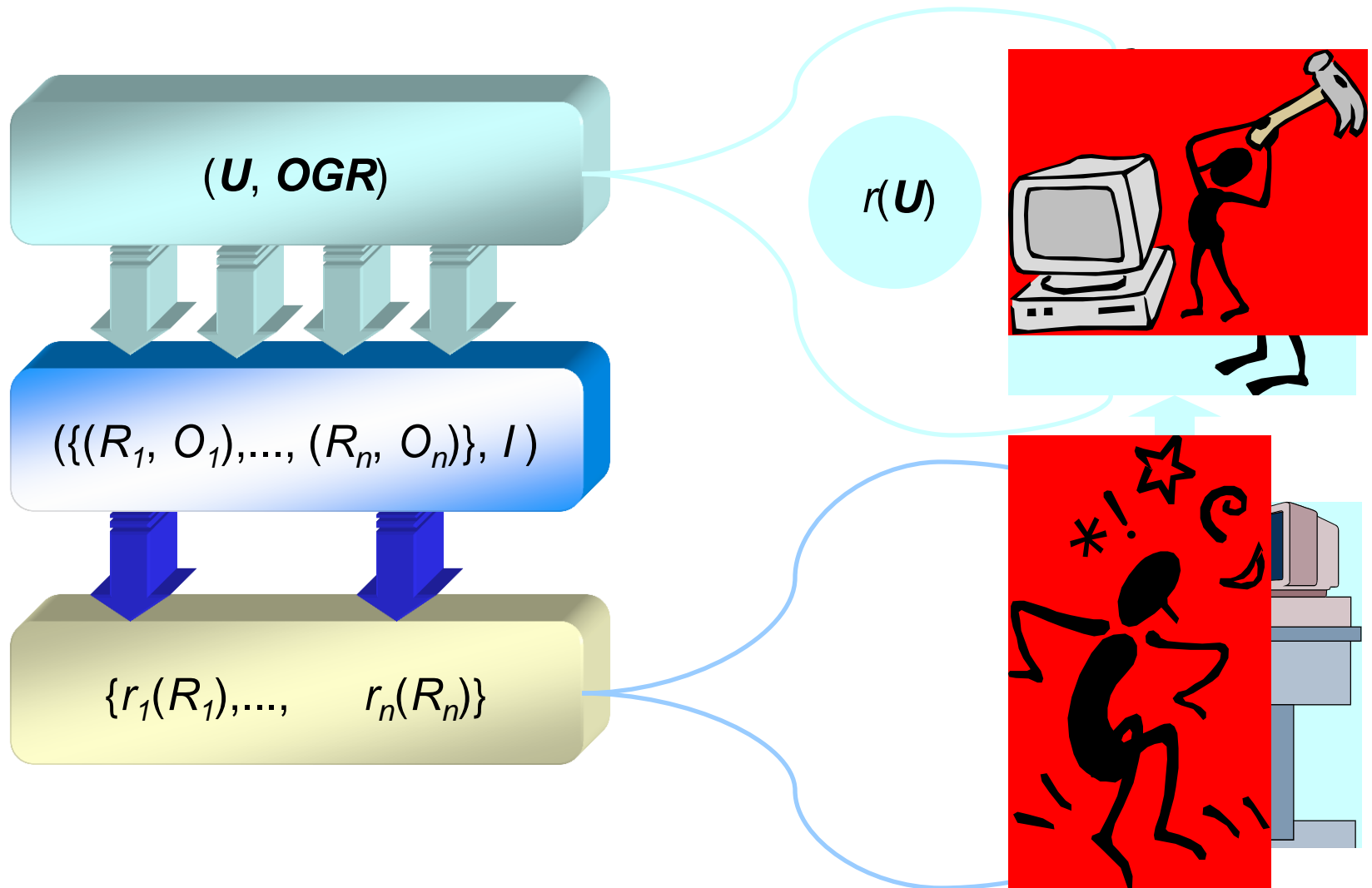
- **Univerzalna relacija**

- pojava nad ŠUR, $r(\mathbf{U}, \mathbf{OGR})$
- reprezentuje stanje realnog sistema
- apstraktni pojam – preuzet iz imaginarnog sveta
- praktično, nemoguće je implementirati je pod nekim SUBP
 - prepreke logičkog karaktera i
 - prepreke vezane za moguću fizičku organizaciju podataka

- **teoretski zahtev**

- stanje relacione baze podataka nad (S, I) treba, u informativnom smislu, da odgovara sadržaju univerzalne relacije

Osnovne projektantske pretpostavke



Osnovne projektantske pretpostavke

- Šema BP (S, I) treba da zadovolji sledeće kriterijume u odnosu na (\mathbf{U}, \mathbf{OGR})

- da predstavlja dekompoziciju ŠUR:

$$(\forall N_i \in S)(R_i \neq \emptyset) \wedge \cup_{N_i \in S}(R_i) = \mathbf{U}$$

- skup svih ograničenja da bude ekvivalentan polaznom skupu ograničenja \mathbf{OGR}

$$\cup_{N_i \in S}(O_i) \cup I \equiv \mathbf{OGR}$$

- spojivost bez gubitaka informacija

$$r(\mathbf{U}, \mathbf{OGR}) = \triangleright \triangleleft_{N_i \in S}(r_i(R_i))$$

Sadržaj

- Konceptcija relacionog MP
- Model podataka
- Strukturalna komponenta I
- Operacijska komponenta
- Strukturalna komponenta II
- Integritetna komponenta
- Osnovne projektantske pretpostavke

Pitanja i komentari



Kraj prezentacije

Baze podataka



Osnove relacionog modela podataka

*Strukturalna, operacijska i
integritetna komponenta
relacionog modela podataka*