



## Osnove relacionog modela podataka

---

*Strukturalna, operacijska i  
integritetna komponenta  
relacionog modela podataka*

# Sadržaj

- 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

---

- 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

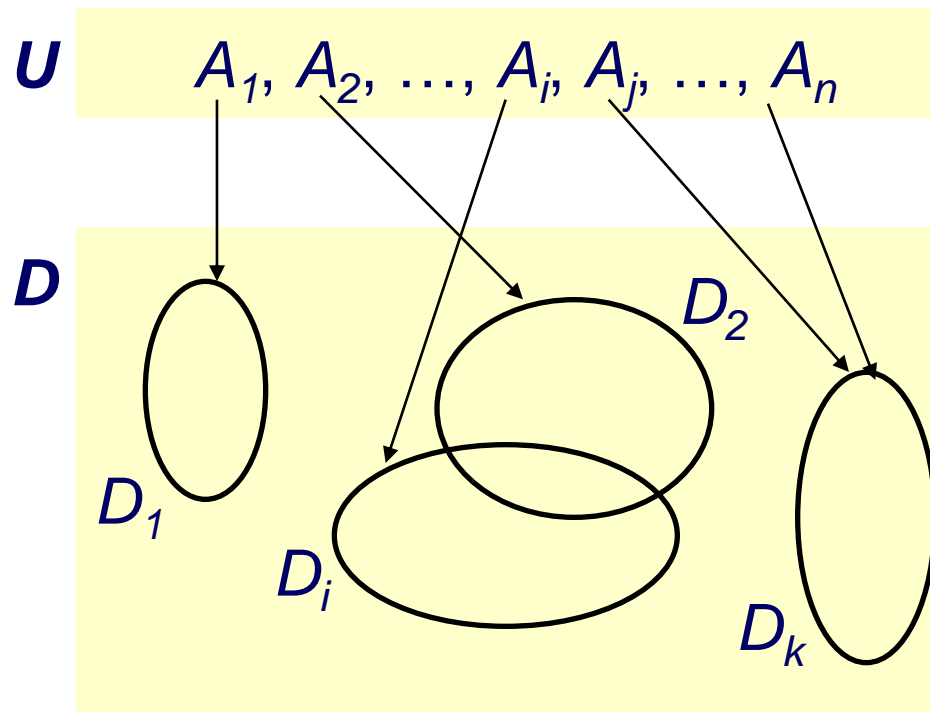
- **univerzalni skup domena**

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

# Strukturalna komponenta I

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

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





# 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  $\{m, \check{z}\}$
- *DNAP* – domena za nazive projekata  $\{\text{stringovi do du\zine 30}\}$

# 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

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

- 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

---

- 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

$\sigma_F$

# 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

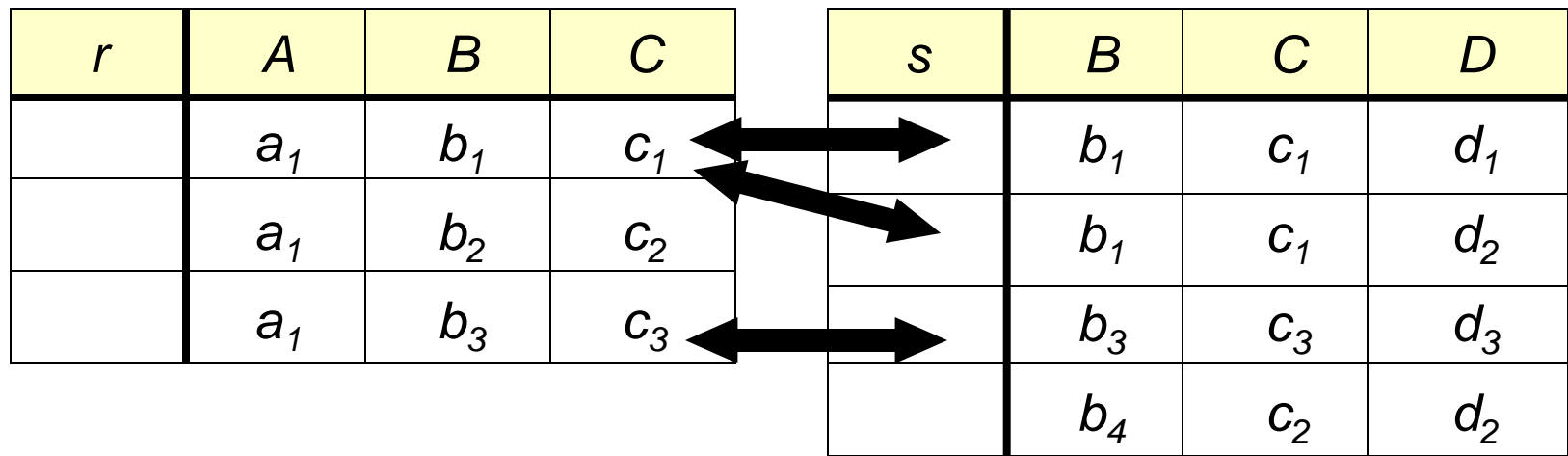
---

- **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



$r \triangleright \triangleleft s$	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$
	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_2$
	$a_1$	$b_3$	$c_3$	$d_3$

# 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

---

- 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

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

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

<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

- Zadate 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**

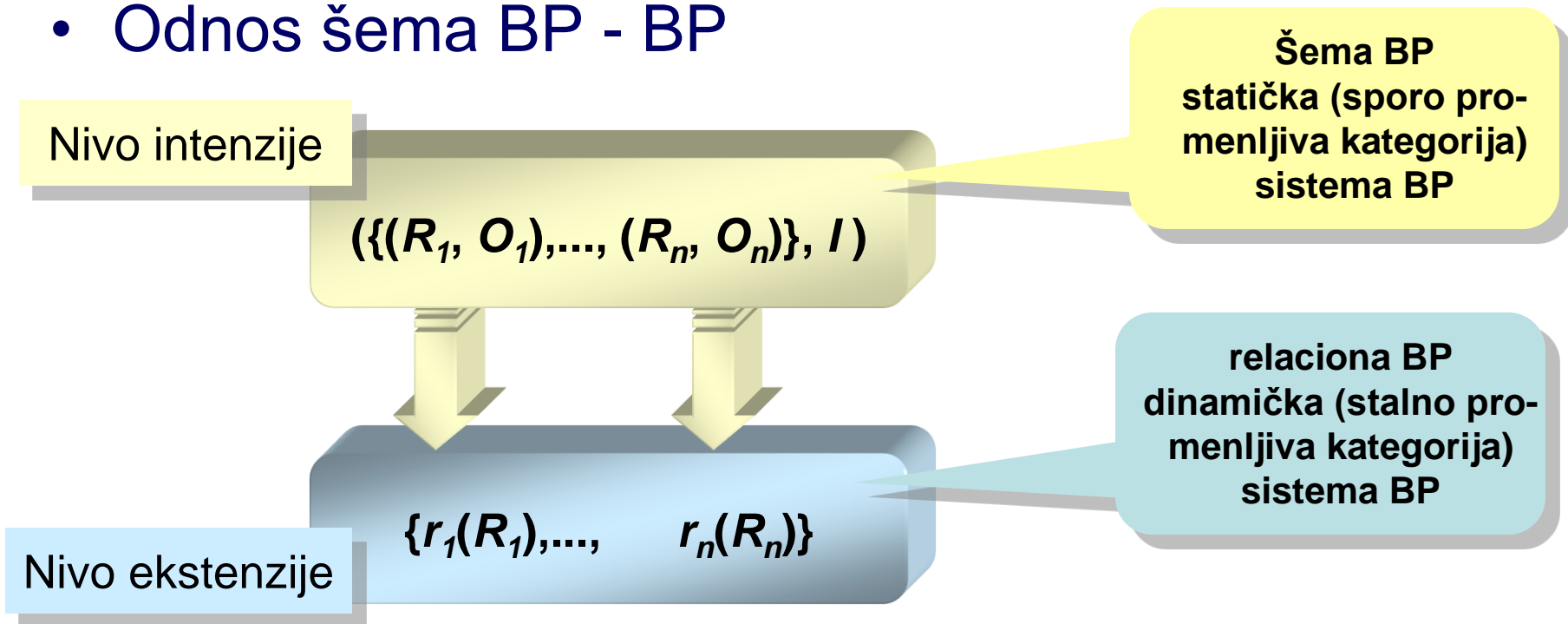
- jedna pojava nad zadatom relacionom šemom baze podataka  $(S, I)$

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

- 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

---

- 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**

- $DPrezime((String, 30, \Delta), \Delta)$

- $DDatum((Date, \Delta, d \geq '01.01.1900'), \Delta)$

- $DOcena((Number, 2, d \geq 5 \wedge d \leq 10), \Delta)$

- $DPozOcena((DOcena, \Delta, d \geq 6), 6)$

- $\Delta$  - komponenta u specifikaciji nije zadata

# Integritetna komponenta

- **Nula (nedostajuća, izostavljena) vrednost**
  - specijalna vrednost
  - označava se posebnim simbolom
    - $\omega$ , 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 ulozi 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

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

<i>Domen</i>	<i>Tip</i>	<i>Dužina</i>	<i>Uslov</i>	<i>Predef</i>
<i>MBRD</i>	<i>Number</i>	4	$d \geq 0$	$\Delta$
<i>PRZD</i>	<i>String</i>	30	$\Delta$	$\Delta$
<i>IMED</i>	<i>String</i>	15	$\Delta$	$\Delta$
<i>ZAND</i>	<i>String</i>	3	$\Delta$	$\Delta$
<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<sup>o</sup>  $(\forall u, v \in r(R))(u[X] = v[X] \Rightarrow u = v)$
  - 2<sup>o</sup>  $(\forall Y \subset X)(\neg 1^o)$
- 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

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

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

$r$	$A$	$B$
	$a_1$	$b_1$
	$a_2$	$\omega$

$s$	$C$	$D$
	$a_1$	$b_1$
	$a_2$	$b_2$
	$a_3$	$b_2$

# 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<sup>o</sup> iz  $\mathbf{F}$  sledi  $X \rightarrow R$  ( $X \rightarrow R \in \mathbf{F}^+$ )
  - 2<sup>o</sup>  $X$  je minimalni skup obeležja s osobinom 1<sup>o</sup>
    - $\neg(\exists X' \subset X)(X' \rightarrow R \in \mathbf{F}^+)$

- **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

---

- 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

---

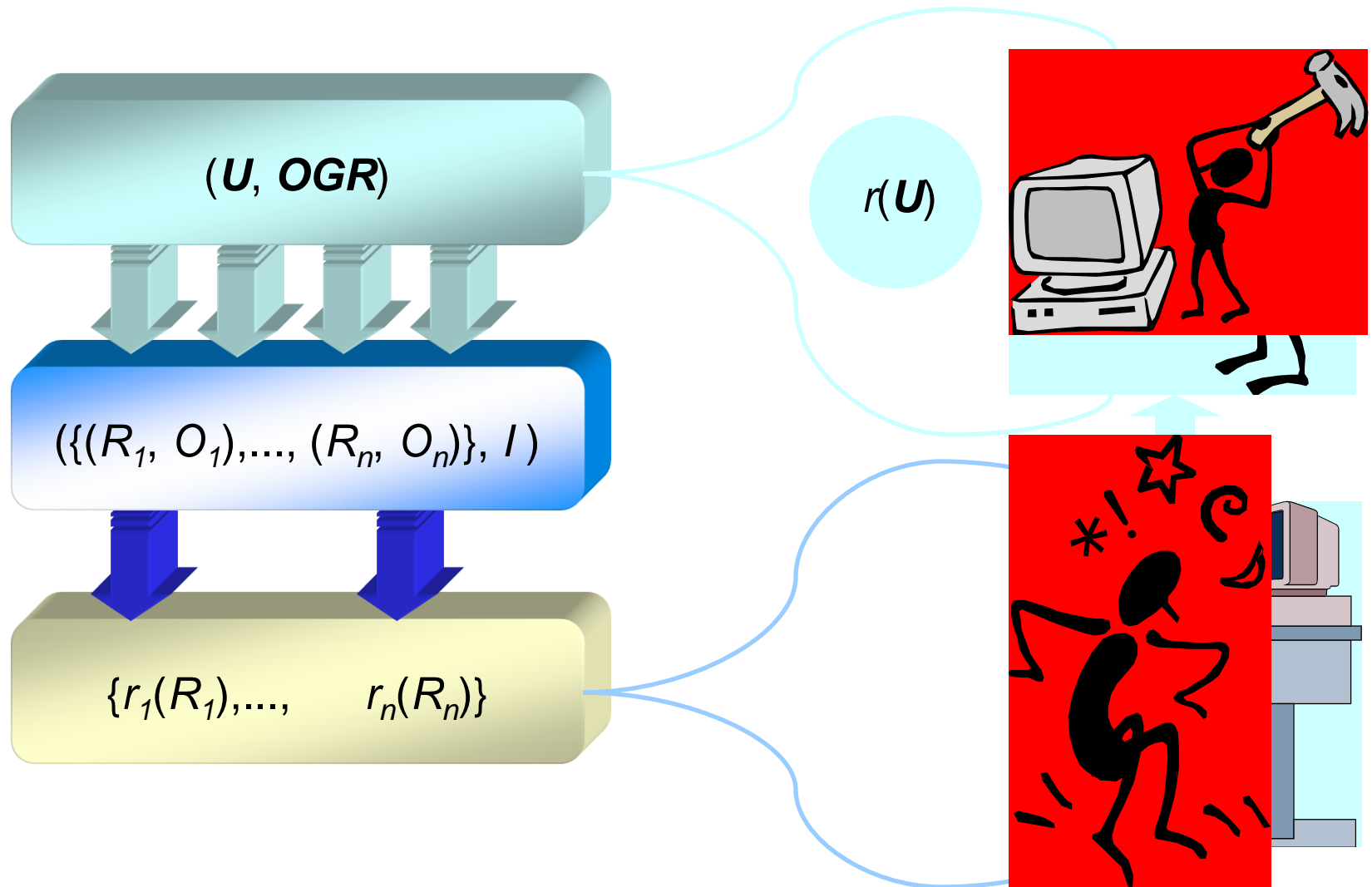
- **Univerzalna relacija**

- 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

- 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*