

# Osnove relacionog modela podataka

Strukturalna, operacijska i integritetna komponenta relacionog modela podataka

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# 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
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# Strukturalna komponenta

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

# Strukturalna komponenta

- ▶ **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

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

## Nivo intenzije

- Domen
- Obeležja
- Skup obeležja
- Šema relacije
- Šema BP

## Nivo ekstenzije

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

# Strukturalna komponenta

## ▶ 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:
  - ▶  $U = \{A_1, \dots, A_n\}$
  - ▶  $DOM = \cup_{i=1}^n (dom(A_i))$ 
    - ▶ skup svih mogućih vrednosti
  - ▶ torka predstavlja preslikavanje

$$t : U \rightarrow DOM,$$
$$(\forall A_i \in U)(t(A_i) \in dom(A_i))$$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$

▶ Torka  $t_1$  definisana je na sledeći način

▶  $t_1(MBR) = 101$

▶  $t_1(IME) = Ana$

▶  $t_1(SPR) = 1100$

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

▶  $t_1(NAP) = Univerzitetski IS$

# Strukturalna komponenta

- ▶ 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

## ▶ 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

## ▶ 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

## ► Relacija

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

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

Skup svih mogućih torki nad skupom obeležja  $U$  -  $Tuple(U)$

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $U = \{MBR, IME, POL, SPR, NAP\}$

▶  $r_1(U) = \{t_1, t_2\}$

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

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

# Strukturalna komponenta

## ▶ Primer

▶  $R = \{A, B, C\}$

▶  $\text{dom}(A) = \{a_1, a_2\}$

▶  $\text{dom}(B) = \{b_1, b_2\}$

▶  $\text{dom}(C) = \{c_1, c_2\}$

▶  $t_1 = \{(A, a_1), (B, b_1), (C, c_1)\}$

▶  $t_2 = \{(A, a_2), (B, b_2), (C, c_2)\}$

▶  $t_3 = \{(A, a_1), (B, b_1), (C, c_2)\}$

▶  $r(R) = \{t_1, t_2, t_3\}$

# Strukturalna komponenta

- ▶ 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

► 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	Univerzitetški IS
$t_2$	210	Aca	m	0105	Polaris

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

# Strukturalna komponenta

## ▶ 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

## ► 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>Let2</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>101</i>
	<i>Pop</i>	<i>747</i>	<i>102</i>		<i>Pop</i>	<i>737</i>	<i>102</i>
	<i>Ana</i>	<i>737</i>	<i>103</i>		<i>Ana</i>	<i>737</i>	<i>103</i>

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

# Strukturalna komponenta

- ▶ **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

## ▶ 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

## ▶ Primer

▶  $S = \{\text{Radnik, Projekat, Angažovanje}\}$

▶  $I = \{$

*“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

## ► 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

- ▶ 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

Nivo intenzije

$(\{(R_1, O_1), \dots, (R_n, O_n)\}, I)$

Šema BP  
statička (sporo promenljiva kategorija)  
sistema BP

Nivo ekstenzije

$\{r_1(R_1), \dots, r_n(R_n)\}$

relaciona BP  
dinamička (stalno promenljiva kategorija)  
sistema BP

# Strukturalna komponenta

## ► Primer

- $S = \{\text{Radnik, Projekat, Angažovanje}\}$
- $RBP = \{\text{radnik, projekat, angažovanje}\}$

### Radnik

MBR	IME	PRZ	DATR
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

SPR	NAP
11	X25
13	Polaris
14	Univ. IS

### Angažovanje

MBR	SPR
101	11
101	14
102	14

# Strukturalna komponenta

## ▶ 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
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# 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

# Implementacione šeme BP i pravila poslovanja

- ▶ Kontrola ograničenja, implementiranih na nivou SUBP je centralna
  - ▶ ne može je zaobići ni jedan program ili korisnik
  - ▶ korisnici nisu svesni postojanja ograničenja, dok ne dođe do njegovog narušavanja
  - ▶ u slučaju pokušaja narušavanja ograničenja nekom operacijom ažuriranja, SUBP
    - ▶ izaziva grešku i prekida operaciju
      - ▶ prosleđuje korisničkom programu poruku o grešci
      - ▶ program obrađuje tu poruku i prosleđuje je korisniku
    - ▶ Ili aktivnim mehanizmom dovodi stanje BP u konzistentno
      - ▶ automatski, nakon izvođenja kritične operacije za ograničenje

# 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 torki bilo koje relacije
  - ▶ **međurelaciono ograničenje**
    - ▶ interpretira se nad barem dve, bilo koje relacije

# Integritetna komponenta

- ▶ Oblasti interpretacije u relacionom MP
  - ▶ ograničenje vrednosti
  - ▶ 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

- ▶ 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

## ► 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

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

<b>Radnik</b>	<b>Domen</b>	<b>Null</b>	<b>Predef</b>	
<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:**  $ZAN = \text{'prg'} \Leftrightarrow BPJZ \neq \omega$

# Integritetna komponenta

► Primer

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

Domen	Tip	Dužina	Uslov	Predef
<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 torka relacije nad datom šemom
- ▶ formalno,  $X$  je ključ ako
  - ▶  $1^0 (\forall u, v \in r(R))(u[X] = v[X] \Rightarrow u = v)$
  - ▶  $2^0 (\forall Y \subset X)(\neg 1^0)$
- ▶ 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

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

# 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

$Radnik(\{MBR, PRZ, IME, ZAN, BPJZ, JMBG\}, K \cup Uniq \cup \{id(R)\})$

▶  $K = \{MBR\}$

▶  $Uniq = \{Unique(Radnik, JMBG)\}$

▶  $id(R)$  - 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

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

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

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

- 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

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

### Radnik

MBR	IME	PRZ	DATR
101	Ana	Pap	12.12.85.
102	Aca	Tot	13.11.88.
110	Ivo	Ban	01.01.79.
111	Olja	Kun	06.05.81.

### Projekat

SPR	NAP	RUK
11	X25	101
13	Polaris	101
14	Univ.IS	111

### Angažovanje

MBR	SPR
101	11
101	14
111	14

# Integritetna komponenta - $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$

- ▶ Primer - unos novog projekta

X

Referencirana šema relacije

- ▶  $Projekat[RUK] \subseteq Radnik[MBR]$

Referencirajuća šema relacije

Y - ključ

Projekat

SPR	RUK	NAP
11	101	X25
13	101	Polaris
14	111	Univ.IS
15	<del>110</del>	P7
15	210	P7



Radnik

MBR	IME	PRZ	DATR
101	Ana	Pap	12.12.85.
102	Ana	Tot	13.11.88.
110	to	Ban	01.01.79.
111	Olja	Kun	06.05.81.

210 →  
210 →  
210 →  
210 →



# Integritetna komponenta - $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$

- ▶ Primer-angažovanje radnika na novom projektu
  - ▶  $Angažovanje[MBR] \subseteq Radnik[MBR]$
  - ▶  $Angažovanje[SPR] \subseteq Projekat[SPR]$

Angažovanje

MBR	SPR
101	11
101	14
111	14
110	15
110	15

Projekat

SPR	NAP	RUK	DATR
101	X25	R01	12.12.85.
102	Polaris	T02	13.11.88.
110	Polaris	B01	01.01.79.
115	Polaris	K10	06.05.81.

# Integritetna komponenta - $N_i[X] \subseteq N_j[Y]$

- ▶ Primer - brisanje radnika
  - ▶ *Projekat*[RUK]  $\subseteq$  *Radnik*[MBR]

**DELETE FROM Radnik  
WHERE MBR = 102**

*Projekat*

MBR	SPR	NAP
101	101	X25
101	101	Polaris
111	111	Univ. IS
110	110	P7

*Radnik*

MBR	IME	PRZ	DATR
101	Ana	Pap	12.12.85.
102	Aca	Tot	13.11.88.
110	Ivo	Ban	1.79.
111	Olja	Kun	06.05.81.



# 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  $U$
- ▶ 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  $r(N)$  ili  $r(U)$

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Integritetna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta

# 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
  - ▶ relacionalna 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**

- ▶ torki iz relacije
- ▶ omogućava izbor (selektovanje) torki 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>	<i>747</i>	<i>101</i>
	<i>Ivo</i>	<i>737</i>	<i>101</i>
	<i>Aca</i>	<i>747</i>	<i>102</i>
	<i>Ana</i>	<i>DC9</i>	<i>110</i>

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

# 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  $s(S)$

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

# Operacijska komponenta



## ► Primer

$r$	$A$	$B$	$C$		$s$	$B$	$C$	$D$
	$a_1$	$b_1$	$c_1$	↔		$b_1$	$c_1$	$d_1$
	$a_1$	$b_2$	$c_2$	↔		$b_1$	$c_1$	$d_2$
	$a_1$	$b_3$	$c_3$	↔		$b_3$	$c_3$	$d_3$
						$b_4$	$c_2$	$d_2$

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

# Operacijska komponenta

► Primer

$r$	$A$	$B$		$s$	$C$	$D$
	$a_1$	$b_1$			$c_1$	$d_1$
	$a_2$	$b_2$			$c_2$	$d_2$

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

# 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* ▷◁ *Projektat*

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

# 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

# Operacijska komponenta - zadaci za vežbu

- ▶  $\text{radnik}(\{\text{Mbr, Ime, Prz, Sef, Plt, God, Pre}\}, \{\text{Mbr}\})$ ,
- ▶  $\text{projekat}(\{\text{Spr, Ruk, Nap, Nar}\}, \{\text{Spr}\})$ ,
- ▶  $\text{radproj}(\{\text{Spr, Mbr, Brc}\}, \{\text{Spr} + \text{Mbr}\})$ ,
  
- ▶  $\text{radnik}[\text{Sef}] \subseteq \text{radnik}[\text{Mbr}]$ ,
- ▶  $\text{projekat}[\text{Ruk}] \subseteq \text{radnik}[\text{Mbr}]$ ,
- ▶  $\text{radproj}[\text{Mbr}] \subseteq \text{radnik}[\text{Mbr}]$ ,
- ▶  $\text{radproj}[\text{Spr}] \subseteq \text{projekat}[\text{Spr}]$ .

# Operacijska komponenta - zadaci za vežbu

- ▶ Koristeći operacije operacijske komponente RMP rešiti sledeće zadatke:
  1. Prikazati matične brojeve radnika koji rade na projektu sa šifrom 10 ili rade 5 sati.
  2. Prikazati matične brojeve, ime i prezime radnika koji rade na projektu sa šifrom 10 ili rade 5 sati.
  3. Prikazati šifre i nazive projekata na kojima radi Ivan Tasić.
  4. Prikazati projekte na kojima rade radnici čija je plata veća od 2500.
  5. Prikazati radnike (MBR, IME, PRZ) kojima je šef radnik sa MBR=10, ili zarađuju više od 2600.
  6. Prikazati podatke o projektima na kojima ne radi nijedan radnik.
  7. Prikazati podatke o radnicima koji ne rade na projektu sa šifrom P1.
  8. Prikazati radnike koji nisu rukovodioci projekata.
  9. Prikazati projekte na kojima radi šef radnika sa MBR=2001.
  10. Prikazati sve projekte na kojima rade oni radnici koji rade na projektu sa nazivom "Univerzitetski IS".
  11. Prikazati radnike koji rade na projektu sa nazivom "Nabavka".
  12. Prikazati radnike (IME, PRZ) koji na projektu sa nazivom "Prodaja" rade više od 10 sati nedeljno.
  13. Prikazati projekte (SPR, NAP) kojima rukovodi radnik Milan Perić.

# Sadržaj

- ▶ Model podataka
- ▶ Strukturalna komponenta
- ▶ Operacijska komponenta
- ▶ Integritetna komponenta

# Pitanja i komentari



*Kraj prezentacije*

# Osnove relacionog modela podataka

Strukturalna, operacijska i integritetna komponenta relacionog modela podataka