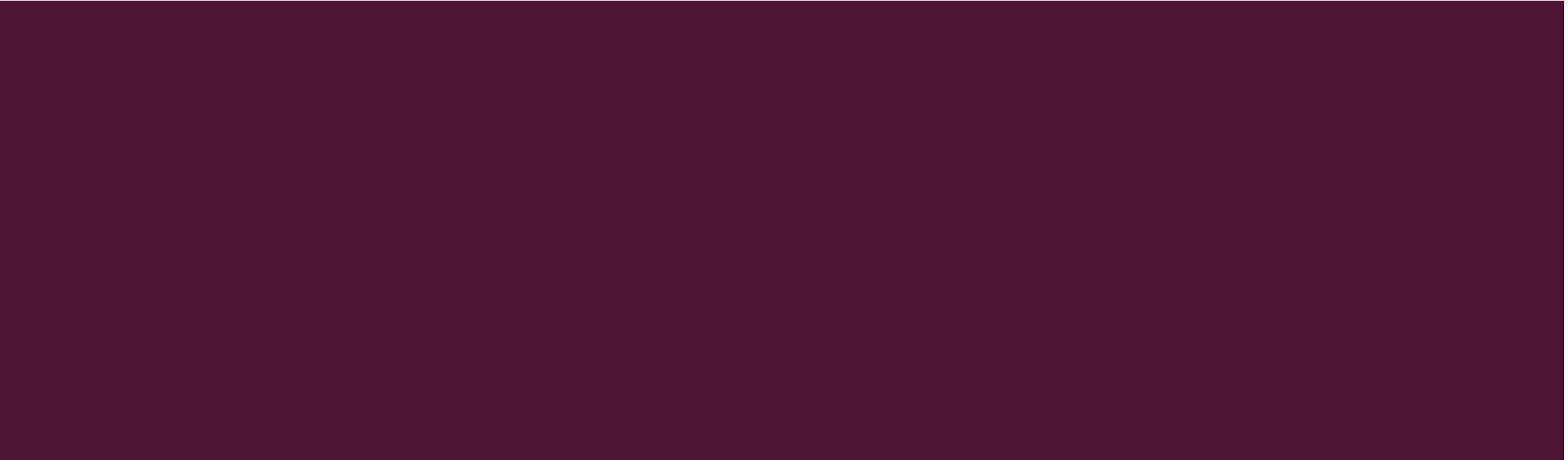




MODELI PODATAKA



PREDNOSTI SUBP-A

- Jednostavni modeli podataka – korisnik nije svestan fizičke organizacije podataka, podatke organizuje prema modelu koji SUBP podržava (ove godine relacioni model)
- Jednostavan jezik za komunikaciju / upravljanje podacima
- Optimizovano izvršavanje upita
- Obezbeđen višekorisnički rad i kontrolu pristupa
- Obezbeđena podrška za paralelno izvršavanje više poslova istovremeno
- Obezbeđen oporavak od pada sistema

APSTRAKCIJA PODATAKA

ANSI/SPARC arhitektura modela podataka

- Pogledi (Views) sadrže podskupove konceptualnog nivoa

Course_info(cid:string,enrollment:integer)

- Konceptualni nivo (Schema) definiše logičku strukturu; sadrži opise podaka i njihovih odnosa

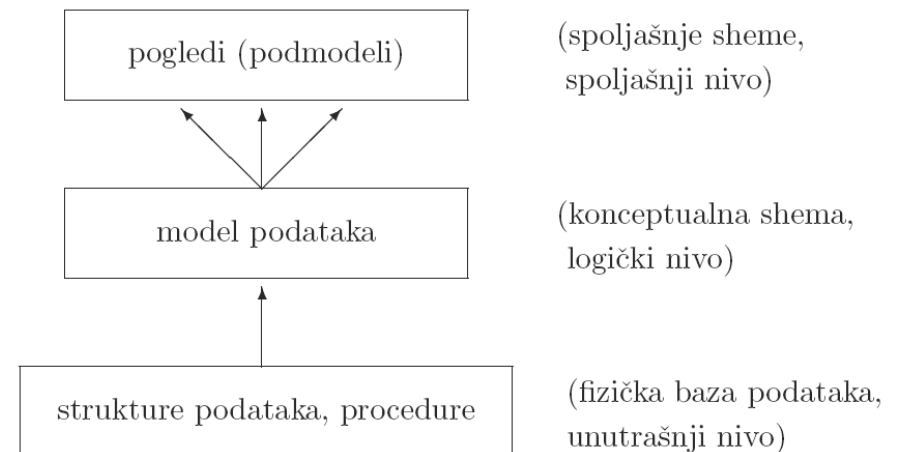
Students(sid: string, name: string, login: string, age: integer, gpa:real)

Courses(cid: string, cname:string, credits:integer)

Enrolled(sid:string, cid:string, grade:string)

- Fizička šema - opisuje kako su podaci memorisani

- Relations stored as unordered files.
- Index on first column of Students.



MODEL PODATAKA

- Podaci u bazi su logički organizovani u skladu s nekim modelom podataka.
- Model podataka je skup pravila koja određuju kako može izgledati logička struktura baze.
- Model čini osnovu za koncipiranje, projektovanje i implementiranje baze.
- Dosadašnji DBMS su podržavali neki od modela:
 - Hijerarhijski
 - Mrežni
 - Relacioni
 - Objektni

NEZAVISNOST NIVOVA APSTRAKCIJE

- Aplikacije su izolovane od načina struktuiranja i beleženja podataka.
- Nezavisnost spoljašnje šeme od logičke organizacije podataka.
- Nezavisnost logičke strukture od fizičke strukture podataka.

MODEL PODATAKA

- Može se posmatrati kao kolekcija skupova:
 - tipova objekata
 - operacija nad objektima definisanih tipova
 - pravila integriteta
- cilj: da obezbedi formalni sistem za
 - predstavljanje podataka i
 - manipulisanje podacima u bazi podataka

MODEL PODATAKA

- tipovi objekata – **strukturni deo modela**
 - opisuju entitete (objekti, stvari, lica, pojave,... koji se mogu jednoznačno identifikovati) koji su relevantni za korisnike baze
 - Pr. Marko Marković 22/08, 25.08.1989.; Analiza 1, 2+2;
 - tipovi entiteta karakterišu se svojstvima
 - Pr. STUDENT – tip entiteta, a njegova svojstva: broj dosijea, ime i prezime, datum rođenja,...
- operacije – **manipulativni deo modela**
 - njima se zadaju upiti i radnje nad entitetima
- pravila integriteta - **integritetni deo modela**
 - definišu svojstva podataka ili odnosa među podacima, koji moraju biti zadovoljeni da bi stanje baze bilo valjano
 - Pr. Svaki student ima jedinstven broj dosijea; student može biti upisan na samo jedan studijski program; ...



RELACIONI MODEL

osnovna ideja

BAZA PODATAKA KAO MODEL

Baza predstavlja model domena oblasti u kojoj se primenjuje, pri čemu se model sastoji iz:

- Entiteta
- Veza između entiteta

Npr. ako se baza odnosi na NFL ligu, entiteti bi bili igrači, timovi, mečevi, a veze bi se koristile za beleženje podataka o tome koji igrač igra u kom timu, u kom meču su učestvovali koji timovi itd.

BAZA PODATAKA KAO MODEL

Zadatak

Evidencija podataka o učenicima, odeljenjima, nastavnicima, predmetima, ocenama

I2									
fx no									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ime	Prezime	Odeljenje	Razred	Ime i prezime nastavnika	Predmet	Ocena	Datum ocene	Zakljucna
2	Pera	Peric	1 I		Jelena Bankovic	Matematika	5	12/19/2013	no
3	Pera	Peric	1 I		Jelena Bankovic	Matematika	4	12/12/2013	no
4	Mile	Maric	2 I		Jelena Bankovic	Informatika	3	12/12/2013	yes
5									

Predlog rešenja: Evidencija u jednoj Excel tabeli.

Komentar: Ponavljanje

- odličan izvor nekonzistentnosti
- nepotrebno trošenje memorijskog prostora

BAZA PODATAKA KAO MODEL

U primeru sa nastavnicima i učenicima entiteti predstavljeni u tabelama bi bili:

Predmeti			
IDPredmeta	Naziv predmeta		
1	Matematika		
2	Fizika		
3	Srpski jezik		
*			

Dnevnik				
idUcenika	idPredmeta	ocena	datum	zakljucna
1	1	5	12/19/2013	☐
1	2	4	12/10/2013	☐
1	1	4	12/3/2013	☐
1	1	5	12/20/2013	☒
2	1	4	12/20/2013	☒
2	2	4	12/20/2013	☒
*				☐

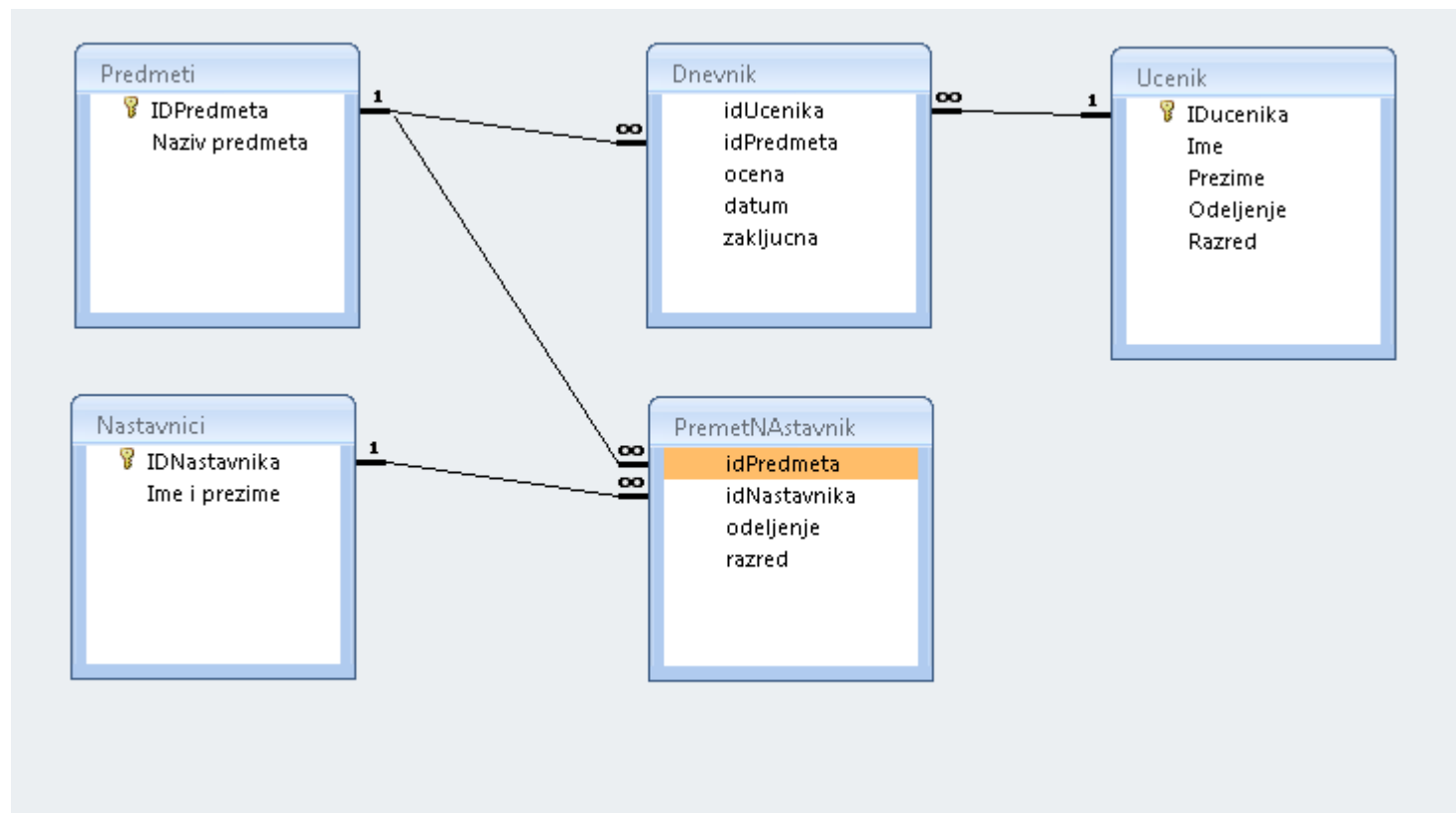
Nastavnici	
IDNastavnik	Ime i prezim
1	Jelena Bankovi
*	

PremetNastavnik			
idPredmeta	idNastavnika	odeljenje	razred
1	1	1	I
1	1	2	I
1	1	3	I
*			

Ucenik				
IDucenika	Ime	Prezime	Odeljenje	Razred
1	Pera	Peric	1	I
2	Mika	Lazic	1	I
*				

BAZA PODATAKA KAO MODEL

U primeru sa nastavnicima i učenicima veze između entiteta bi bile:



RELACIONI MODEL

- strukturna jednostavnost
- formalno i strogo zasnivanje
- ekonomični upitni jezici
- razgraničenje nivoa predstavljanja podataka



RELACIONI MODELI PODATAKA

strukturni deo

STRUKTURNI DEO RELACIONOG MODELA

- Relacija

Relacija je proizvoljni konačan podskup Dekartovog proizvoda n skupova, ne nužno različitih.

$$R \subset D_1 \times D_2 \times \cdots D_n$$

- Domen

Skupovi nad kojima je definisana relacija $D_1, D_2, \dots, D_n$ se nazivaju domenima.

- Kardinalost

Broj n -torku relacije

- Stepen relacije

Broj domena

STRUKTURNI DEO RELACIONOG MODELA

■ Atributi

Atribut relacije predstavlja par (naziv domena, domen).

$R(A_1: D_1, A_2: D_2, \dots, A_n: D_n)$ – relacija R čiji atribut A_i vredost iz domena D_i

Imenom se definiše uloga domena u relaciji.

$STUDENT \subseteq BRIND \times IME \times STAROST = \{ \langle BRIND:001, IME:Miloš, STAROST:19 \rangle, \langle IME: Una, BRIND: 007, STAROST:19 \rangle, \langle BRIND: 035, STAROST: 22, IME: Eva \rangle \}$

Koncept atributa omogućuje predstavljanje relacije kao tabele.

STUDENT	BRIND	IME	STAROST
	001	Miloš	19
	007	Una	19
	035	Eva	22

STRUKTURNI DEO RELACIONOG MODELA

Relacija kao skup n-torki mora da ima sledeće osobine

- (1) Ne postoje duplikati vrsta tabele (jer je relacija skup);
- (2) Redosled vrsta nije značajan (jer je relacija skup);
- (3) Redosled kolona nije značajan (jer atributi relacije čine skup).

Da bi se mogao definisati jednostavan skup operacija nad relacijama - sledeći dodatni uslov:

- (4) Sve vrednosti atributa u relacijama su **atomične**
drugim rečima, nisu dozvoljeni atributi ili grupe atributa "sa ponavljanjem", odnosno nije dozvoljeno da vrednosti nekih atributa u relaciji budu relacije (nisu dozvoljene "tabele u tabeli").

Domen atomičnih vrednosti se naziva **jednostavnim**, u suprotnom je **kompozitan**.

STRUKTURNI DEO RELACIONOG MODELA

BRIND	IME	NAZIVPRED	OCENA
001	Miloš	Baze podataka	9
		Matematika	7
		Fizika	10
007	Una	Fizika	7
		Matematika	9



Normalizovana

BRIND	IME	NAZIVPRED	OCENA
001	Miloš	Baze podataka	9
001	Miloš	Matematika	7
001	Miloš	Fizika	10
007	Ana	Fizika	7
007	Ana	Matematika	9

KLJUČEVI

- **KLJUČ** relacije

Ključ relacije R je takva kolekcija K njenih atributa koja zadovoljava sledeća dva uslova:

- **Osobina jedinstvenosti**

Ne postoje bilo koje dve n-torke sa istom vrednošću K.

- **Osobina neredundantnosti**

Ako se bilo koji atribut izostavi iz K, gubi se osobina jedinstvenosti.

- **NADKLJUČ** relacije

Kolekcija atributa K koja zadovoljava samo osobinu **jedinstvenosti**.

KLJUČEVI

- Kandidati, primarni i alternativni ključevi

Kandidat za ključ - kolekcija atributa koja zadovoljava osobine ključa

PRIMARNI KLJUČ - kandidat za ključ odabran za identifikaciju n-torki

Alternativni ključevi - kandidat za ključ odabran za identifikaciju n-torki ostali kandidati predstavljaju

- Ključni/neključni atributi – atributi koji pripadaju/ne pripadaju ključu.

KLJUČEVI

SPOLJNI KLJUČ

Spoljni ključ SK u baznoj relaciji R2 je podskup njenih atributa takav da:

- 1) posoji bazna relacija R1 sa kadidatom za ključ KK takvim da
- 2) je svaka dodeljena vrednost SK u relaciji R2 jednaka nekoj vrednosti KK u relaciji R1.

STUDENT(Brind, Ime, Starost) PK(Brind)

PRIJAVA(Brind, Predmet, Ocena) SK(**Brind**)

SPOLJNI KLJUČ

SK

Prijava	Indeks	Upisan	Predmet	Ocena	Rok
	1	2019	SPA 2	jan	10
	2	2019	BP I	feb	9
	3	2019	BP I	feb	9

PK

Student	Indeks	Upisan	Ime	Prezime	Mesto
	1	2019	Marija	Savić	Kragujevac
	2	2019	Ratko	Nikolić	Jagodina
	4	2019	Ilija	Rosić	Batočina

SPOLJNI KLJUČ

SK

Prijava	Indeks	Upisan	Predmet	Ocena	Rok
	1	2019	SPA 2	jan	10
	2	2019	BP I	feb	9
	3	2019	BP I	feb	9

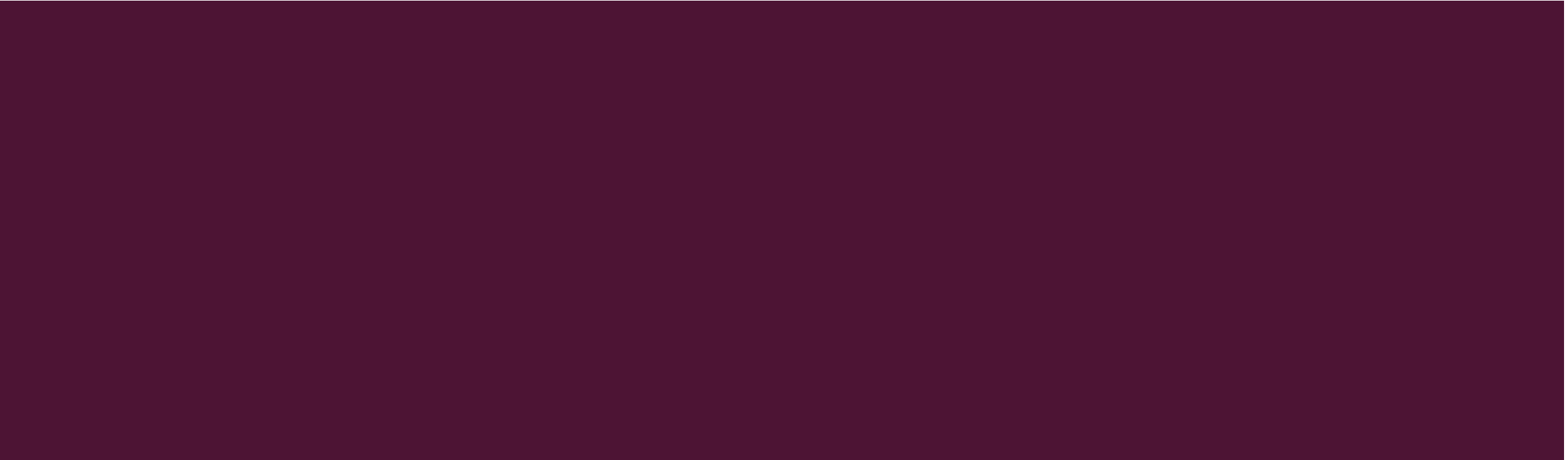
PK

Student	Indeks	Upisan	Ime	Prezime	Mesto
	1	2019	Marija	Savić	Kragujevac
	2	2019	Ratko	Nikolić	Jagodina
	4	2019	Ilija	Rosić	Batočina

3/2019 ne postoji u evidenciji
što nije dozvoljeno prema definiciji FK



MODEL PODATAKA



RELACIONI MODEL, ŠEMA RELACIONE BAZE PODATAKA, RELACIONA BAZA PODATAKA

RELACIONI MODEL

Formalizam koji se koristi za modeliranje, tj. definisanje modela.

ŠEMA RELACIONE BAZE PODATAKA

Sadrži metapodatke, definiše strukturu baze.

RELACIONA BAZA PODATAKA

Kolekcija podataka struktuiranih u skladu sa šemom.

Sadržaj relacija (podaci) je vremenski promenljiv.

Instanca baze podataka – sadržaj baze u jednom trenutku.

ŠEMA BAZE I BAZA PODATAKA

ŠEMA BAZE PODATAKA

RADNIK (RADN#, MLB, IME, STAROST, ORGJED#) - **Intenzija** relacije RADNIK
ORGANIZACIJA (ORGJED#, NAZIVORG, MESTO_ORG)

BAZA PODATAKA

RADNIK

RADN#	MLB	IME	MESTO_ROD	ORGJED#
r1	1312040..	Ana	Beograd	oj1
r2	0505945..	Milan	Niš	oj1
r3	1010943..	Pera	Sarajevo	oj2
r4	1111937..	Persa	Beograd	oj1
r5	0101970..	Zoran	Beograd	oj3

ORGANIZACIJA

ORGJED#	NAZIVORG	MESTO_ORG
oj1	Prodaja	Zagreb
oj2	Razvoj	Beograd
oj3	Skladište	Skopje

Ekstenzija relacije RADNIK

BAZNA I IZVEDENA RELACIJA

- **BAZNA RELACIJA** je relacija koja se ne može izvesti iz ostalih relacija u relacionoj bazi podataka.
- **IZVEDENA RELACIJA (pogled)** je relacija koja se može izvesti iz skupa datih baznih i izvedenih relacija.
- Iz postojećih relacija nove relacije se dobijaju primenom operacija definisanih modelom podataka.

BAZNE RELACIJE

RADNIK

RADN#	MLB	IME	MESTO_ROD	ORGJED#
r1	I3I2040..	Ana	Beograd	oj1
r2	0505945..	Milan	Niš	oj1

ORGANIZACIJA

ORGJED#	NAZIVORG	MESTO_ORG
oj1	Prodaja	Zagreb
oj2	Razvoj	Beograd
oj3	Skladiste	Skopje

IZVEDENA RELACIJA

SPISAKRADNIKA

RADN#	MLB	IME	NAZIVORG
r1	I3I2040..	Ana	Prodaja
r2	0505945..	Milan	Prodaja

NULL - NEDODELJENA VREDNOST

- Null - "nula vrednost" se koristi da označi „trenutno nepoznatu vrednost” za neki atribut
npr. trenutno nepoznato mesto rođenja

RADNIK	RADN#	MLB	IME	STAROST	MESTO_ROD	ORGJED#	KLASADAKTILOGRAFA
	r1	1312040..	Ana	24	Beograd	oj1	B
	r2	0505945..	Milan	22	?	Oj2	?
	r3	1010943..	Pera	44	Sarajevo	oj2	A
	r4	1111937..	Persa	52	Beograd	oj1	?

ili "neprimenljivo svojstvo" za neki objekat ili vezu koje predstavlja tabela.

npr. klasu daktilografa imaju samo radnici koji su zaposleni na mestu daktilografa

- Pojava nula vrednosti koje su "neprimenljivo svojstvo" u nekoj relacionoj bazi podataka ukazuje na to da takva relaciona baza nije dobro projektovana.



RELACIONI MODELI PODATAKA

integritetni deo

INTEGRITETNA PRAVILA RELACIONOG MODELA

- INTEGRITET ENTITETA

Ni jedan atribut koji je primarni ključ ili deo primarnog ključa neke bazne relacije ne može uzme nul vrednost.

- REFERENCIJALNI INTEGRITET

Ako bazna relacija R2 poseduje spoljni ključ SK koji ovu relaciju povezuje sa baznom relacijom R1, preko primarnog ključa PK, tada svaka vrednost SK mora biti bilo jednaka nekoj vrednosti PK, ili biti nul vrednost. Relacije R1 i R2 ne moraju biti različite.



RELACIONI MODELI PODATAKA

manipulativni deo

MANIPULATIVNI FORMALIZMI RELACIONOG MODELA

Formalizmi za manipulisanje podacima:

- Relaciona algebra
- Relacioni račun

RELACIONA ALGEBRA

Operacije relacione algebre obuhvataju:

- Skupovne operacije
- Specijalne relacione operacije
- Operacije u prisustvu nedodeljenih vrednosti
- Dodatne operacije relacione algebre
- Operacije ažuriranja

Proširena
relaciona
algebra

SKUPOVNE OPERACIJE

Unijska kompatibilnost za izvođenje operacija nad relacijama R_1 i R_2 :

Relacije R_1 i R_2 moraju imati istog stepena, a odgovarajući atributi moraju biti definisani nad istim domenima.

Operacije

1. Dekartov proizvod
2. Unija (potrebna unijska kompatibilnost)
3. Presek (potrebna unijska kompatibilnost)
4. Razlika (potrebna unijska kompatibilnost)

SPECIJALNE RELACIONE OPERACIJE

5. SELEKCIJA

Unarna operacija koja iz date relacije selektuje n-torke koje zadovoljavaju zadati.

Definicija

Data je relacija $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ i predikat P definisan nad njenim atributima. Rezultat operacije selekcije je relacija

$$S[P]R = \{x \mid x \in R \text{ i } P(x)\}$$

SPECIJALNE RELACIONE OPERACIJE

6. PROJEKCIJA

Unarna operacija koja iz neke relacije selektuje skup navedenih atributa.

Definicija

Neka je $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ relacija, a X podskup njenih atributa. Označimo sa Y komplement $\{A_1, A_2, \dots, A_n\} \setminus X$. Rezultat operacije projekcije relacije R po atributima X je

$$P[X] = \{x \mid \text{postoji } y \text{ tako da je } \langle x, y \rangle \in R\}.$$

SPECIJALNE RELACIONE OPERACIJE

7. DELJENJE

Unarna operacija koja iz neke relacije selektuje skup navedenih atributa.

Definicija

Neka su $A(X,Y)$ i $B(Z)$ relacije gde su X,Y i Z skupovi atributa takvi da su Y i Z jednakobrojni, a odgovarajući domeni su im jednaki. Rezultat operacije deljenja

$$A[Y \div Z]B = R(X)$$

gde n -torka x uzima vrednosti iz $A.X$, a par $\langle x,y \rangle$ postoji u A za sve vrednosti y koje se pojavljuju u $B(Z)$.

Zadatak

Operacijama dekatrovnog proizvoda, oduzimanja i projekcije izvesti operaciju deljenja $A(XY) [Y \div Z] B(Z)$.

SPECIJALNE RELACIONE OPERACIJE

R1 PROJ
 pr1
 pr2

R2 RADN PROJ
 r1 pr1
 r1 pr2
 r2 pr1
 r3 pr2
 r5 pr1
 r7 pr1
 r8 pr1
 r8 pr2
 r9 pr2
 r10 pr1
 r10 pr2

$R3 = R2[PROJ \div PROJ]R1$

R3 RADN
 r1
 r8
 r10

SPECIJALNE RELACIONE OPERACIJE

8. SPAJANJE

Definicija

Date su relacije $R1(A1, A2, \dots, An)$ i $R2(B1, B2, \dots, Bm)$ i predikat Θ definisan nad njihovim atributima. Obeležimo sa X i Y skupove atributa relacija $R1$ i $R2$, respektivno. Rezultat operacije spajanja ovih relacija (tzv. **teta spajanje**) je

$$R1[x\Theta]R2 = \{ \langle x, y \rangle \mid x \in R1 \text{ AND } y \in R2 \text{ AND } \Theta(x, y) \}.$$

Operacija nije primitivna, već se može izvesti uzastopnom primenom operacije Dekartovog proizvoda ($\times$) i selekcije po predikatu Θ iz tako dobijene relacije.

SPECIJALNE RELACIONE OPERACIJE

- Kada je Θ definisan sa $A_k = B_j$, s tim da su i atributi A_k i B_j definisani nad istim domenima, tada se takvo spajanje naziva **ekvispajanje**.
- U rezultatu ekvispajanja se pojavljuju dve iste kolone. Ako se jedna od te dve kolone izbaci, takvo spajanje se naziva **prirodno spajanje**. Uobičajeno je da se prirodno spajanje označava sa $*$.

OPERACIJE NAD NULL VREDNOSTIMA

Osnovne postavke za operacije sa nula vrednostima

- Tablice istinitosti trovrednosne logike

AND	T	?	F
T	T	?	F
?	?	?	F
F	F	F	F

OR	T	?	F
T	T	T	T
?	T	?	?
F	T	?	F

NOT	T	F
T	F	T
F	T	F

- Vrednost aritmetičkog izraza " $x \alpha y$ " (gde je α aritmetički operator) je po definiciji nul vrednost ako bilo x , bilo y , bilo oba dobiju nula vrednost.
- Operacije se definišu sa jednom vrstom nul vrednosti, a ostale nul vrednosti se tretiraju kao duplikati.

OPERACIJE NAD NULL VREDNOSTIMA

UNIJA $R3 = R1 \cup R2$

R1	A	B	R2	A	B	R3	A	B
	a	b		x	y		a	b
	a	?		?	b		a	?
	?	b		?	?		?	b
	?	?					?	?
							x	y

RAZLIKA $R4 = R1 - R2$

R4	A	B
	a	b
	a	?

DEKARTOV PROIZVOD neizmenjen

OPERACIJE NAD NULL VREDNOSTIMA

SELEKCIJA. Operacija selekcije ostaje neizmenjena, selektuju se one n-torke za koje se odgovarajući predikat sračunava u T na osnovu trovrednosnih tablica istinitosti. (TRUE SELECTION)

$S[A = a]R$

A	B
a	b
a	?

R	A	B
I	a	b
	a	?
	?	b
	?	?

PROJEKCIJA. Uzima se u obzir da su nula vrednosti duplikati (jedna vrsta nula vrednosti).

$P[A]R$

A
a
?

SPAJANJE. Operacija spajanja ostaje neizmenjena. U rezultatu se pojavljuju one n-torke za koje se predikat spajanja sračunava u T, na osnovu trovrednosnih tablica istinitosti (TRUE TETA JOIN).

OPERACIJE NAD NULL VREDNOSTIMA

MOŽDA_SELEKCIJA (MAYBE_SELECT). Selektuju se one n-torke relacije za koje se predikat selekcije, na osnovu trovrednosnih tablica istinitosti, sračunava u nula vrednost.

MAYBE_SELECT[A]R3	A	B
	?	b
	?	?

RI	A	B
	a	b
	a	?
	?	b
	?	?

OPERACIJE NAD NULL VREDNOSTIMA

MOŽDA_SPAJANJE (MAYBE_JOIN). U rezultatu spajanja se pojavljuju one n-torke za koje se predikat spajanja sračunava u nula vrednost, na osnovu trovrednosnih tablica istinitosti.

$$R_a = R_b[\text{MAYBE_JOIN } A = D]R_c$$

Rb	A	B	Rc	C	D	E
	a1	b1		c1	?	e1
	a2	b2		c2	d2	e2
	?	b3		c3	?	e3

Ra	A	B	C	D	E
	a1	b1	c1	?	e1
	a1	b1	c3	?	e3
	a2	b2	c1	?	e1
	a2	b2	c3	?	e3
	?	b3	c1	?	e1
	?	b3	c2	d2	e2
	?	b3	c3	?	e3

OPERACIJE NAD NULL VREDNOSTIMA

SPOLJAŠNJE SPAJANJE. Levo, desno, centralno.

$$R3 = R1 \bowtie_{\Lambda \Sigma \Sigma A = D} R2$$

R1	A	B	R2	C	D	R3	A	B	C	D
	1	2		3	4		2	1	2	2
	2	1		2	2		1	2	?	?
	3	?					4	?	?	?

$$R4 = R1 \bowtie_{\Delta \Sigma \Sigma A = D} R2$$

R4	A	B	C	D
	2	1	2	2
	?	?	3	4

$$R5 = R1 \bowtie_{T \Sigma \Sigma A = D} R2$$

R5	A	B	C	D
	2	1	2	2
	?	?	3	4
	1	2	?	?
	4	?	?	?

OZNAKE I OZNAKE

$$\pi_{listaatr}R \longleftrightarrow P[listaatr]R$$

$$\sigma_{uslov}R \longleftrightarrow S[uslov]R$$

$$R \bowtie S \longleftrightarrow R[X * X]S \quad \text{Prirodno spajanje}$$

$$R \bowtie_{\theta} S \longleftrightarrow R[\times \theta]S \quad \text{Teta spajanje}$$

$$R \bowtie_{\theta} S \longleftrightarrow R[\Lambda \Sigma \Sigma \theta]S \quad \text{Levo spoljašnje spajanje}$$

$$R \bowtie_{\theta} S \longleftrightarrow R[\Delta \Sigma \Sigma \theta]S \quad \text{Desno spoljašnje spajanje}$$

$$R \bowtie_{\theta} S \longleftrightarrow R[\top \Sigma \Sigma \theta]S \quad \text{Spoljašnje spajanje}$$

OPERACIJE NAD MULTISKUPOVIMA

Nije potrebno za vežbe i kolokvijume. Više o tome pročitati u knjizi:
Garcia-Molina H, Ullman J, Widom J. Database systems: The Complete Book, Prentice Hall, 2009.

DBMS-ovi uglavnom relacije implementiraju kao multiskupove, a ne kao skupove, što znači da dozvoljavaju da se u jednoj relaciji nađe više identičnih n-torki.

Standardna relaciona algebra je proširena operacijama u kojima se relacije posmatraju kao **multiskupovi**.

UNIJA, PRESEK I RAZLIKA MULTISKUPOVA

Neka Relacije R i S poseduju n, odnosno m primeraka n-torke t. Tada:

- **Unija** relacija R i S poseduje $n + m$ primeraka n-torke t
- **Presek** relacija R i S poseduje $\min(n, m)$ primeraka t
- **Razlika** relacija R i S poseduje $\max(0, n - m)$ primeraka t

OPERACIJE NAD MULTISKUPOVIMA

Nije potrebno za vežbe i kolokvijume. Više o tome pročitati u knjizi:
Garcia-Molina H, Ullman J, Widom J. Database systems: The Complete Book, Prentice Hall, 2009.

PROJEKCIJA MULTISKUPOVA

Projekcija će sadržati onoliko n -torki koliko ih ima relacija na koju se primenjuje, tj. neće biti izostavljeni duplikati.

SELEKCIJA I PROIZVOD

Nepromenjeni

SPAJANJE

A	B
1	2
1	2

(a) The relation R

B	C
2	3
4	5
4	5

(b) The relation S

$$R \bowtie_{R.B < S.B} S$$

A	$R.B$	$S.B$	C
1	2	4	5
1	2	4	5
1	2	4	5
1	2	4	5

DODATNE OPERACIJE

Nije potrebno za vežbe i kolokvijume. Više o tome pročitati u knjizi:
Garcia-Molina H, Ullman J, Widom J. Database systems: The Complete Book, Prentice Hall, 2009.

Većina modelrnih upitnih jezika implementira i dodatne operacije definisane u proširenoj relacionoj algebri, kao što su:

ELIMINACIJA DUPLIKATA

R	A	B	$\delta(R)$	A	B
	1	2		1	2
	3	4		3	4
	1	2			
	1	2			

GRUPISANJE $\gamma_{starName, \text{MIN}(year) \rightarrow minYear, \text{COUNT}(title) \rightarrow ctTitle}$

SORTIRANJE $\tau_L(R)$

PROŠIRENA PROJEKCIJA $\pi_{A,B+C \rightarrow X}(R)$

AGREGACIJA

Rezultat agregacije nije relacija, već skalarna vrednost.

A	B
1	2
3	4
1	2
1	2

$$\text{SUM}(B) = 2 + 4 + 2 + 2 = 10.$$

$$\text{AVG}(A) = (1 + 3 + 1 + 1)/4 = 1.5.$$

$$\text{MIN}(A) = 1.$$

$$\text{MAX}(B) = 4.$$

$$\text{COUNT}(A) = 4.$$