

Baze podataka

Predavanja

6. Oblikovanje sheme relacijske baze podataka (1. dio)

Ožujak, 2021.



Oblikovanje sheme baze podataka

- cilj: oblikovati shemu baze podataka s dobrim svojstvima
- karakteristike loše koncipirane sheme baze podataka:
 - redundancija (čije su posljedice):
 - anomalija unosa
 - anomalija izmjene
 - anomalija brisanja
 - pojava lažnih n-torki

Primjer loše koncipirane sheme baze podataka

- Prodavaonice šalju svoje narudžbe proizvođaču:

Konzum-7 Ilica 20 10 000 Zagreb Kraš Ravnice bb 10 000 Zagreb Narudžba br. 13/25 datum: 1.5.2018 Molimo isporučite nam 1200 komada proizvoda Napolitanke (šifra 129) i 2000 komada proizvoda Petit beurre (šifra 139)	Spar-28 Bolska 7 21 000 Split Kraš Ravnice bb 10 000 Zagreb Narudžba br. 43-21 datum: 7.2.2018 Molimo isporučite nam 1200 komada proizvoda Napolitanke (šifra 129) i 1800 komada proizvoda Domaćica (šifra 221)	Konzum-7 Ilica 20 10 000 Zagreb Kraš Ravnice bb 10 000 Zagreb Narudžba br. 41/56 datum: 4.2.2019 Molimo isporučite nam 1100 komada proizvoda Napolitanke (šifra 129)
---	---	---

- proizvođač želi pohraniti podatke o narudžbama u svoju bazu podataka.
Svi podaci se pohranjuju u relaciju **narudzbaArtikla**

narudzbaArtikla

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
---------	-----	-----------	--------	-------	--------	-----------	-----------	----------

Neracionalno korištenje prostora za pohranu

- Sadržaj relacije nakon unosa podataka iz prispjelih narudžbi:

narudzbaArtikla

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221	Domaćica	1800
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100

- na više mjesta se ponavlja isti (redundantan) podatak:
 - Konzum-7 je prodavaonica u Zagrebu
 - adresa prodavaonice Konzum-7 je Ilica 20
 - naziv artikla sa šifrom 129 je Napolitanke
 - naziv mjesta s poštanskim brojem 10000 je Zagreb
 - datum narudžbe s brojem 13/25 je 1.5.2018
 - itd.

Anomalija unosa

narudzbaArtikla

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221	Domaćica	1800
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100

- ne mogu se unijeti podaci o artiklima koje nitko nije naručio
- ne mogu se unijeti podaci o prodavaonicama koje ništa nisu naručile
- ...
- svaki put kad se unosi novi podatak o narudžbi nekog artikla, mora se ponovno upisivati i naziv i mjesto i adresa prodavaonice koja taj artikl naručuje
 - pri tome treba paziti da se podaci za istu prodavaonicu uvijek jednako unesu da bi se zadržala konzistentnost podataka

Anomalija izmjena

- ako neka prodavaonica promijeni adresu, promjenu adrese potrebno je obaviti na više mjesta da bi se zadržala konzistentnost podataka

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221	Domaćica	1800
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100

- npr. prodavaonica Konzum-7 se preseli jedan kućni broj dalje od centra

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 22	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 22	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221	Domaćica	1800
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 22	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100

Anomalija brisanja

- brisanjem svih narudžbi za neki artikl gube se podaci o artiklu

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221	Domaćica	1800
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100

- npr. ako se obriše posljednja n-torka o narudžbama artikla Domaćica, podatke o tom artiklu više nećemo imati u bazi podataka

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100

Pokušaj (**neuspješni**) popravka sheme baze podataka

- Podaci o narudžbama će se pohranjivati u dvije relacije

$\text{narudzba} = \pi_{\text{nazProd, pbr, nazMjesto, adresa, brNar, datNar, sifArtikl}}(\text{narudzbaArtikla})$

$\text{artikl} = \pi_{\text{sifArtikl, nazArtikl, kolicina}}(\text{narudzbaArtikla})$

narudzba

nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129
Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221
Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129

artikl

sifArtikl	nazArtikl	kolicina
129	Napolitanke	1200
139	Petit beurre	2000
221	Domaćica	1800
129	Napolitanke	1100

- Ovakva shema baze podataka uzrokovat će pojavu lažnih (*spurious*) n-torki
- dolazi do gubitka informacije!

Pojava lažnih n-torki

- Obavljanjem operacije narudzba $\triangleright \triangleleft$ artikl dobije se **više n-torki** nego ih je bilo u relaciji narudzbaArtikla (neke n-torke u rezultatu su "lažne" - označene su zvjezdicom)

narudzbaArtikla₂

narudzbaArtikla₂ = narudzba $\triangleright \triangleleft$ artikl \neq narudzbaArtikla

	nazProd	pbr	nazMjesto	adresa	brNar	datNar	sifArtikl	nazArtikl	kolicina
	Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1200
*	Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	129	Napolitanke	1100
	Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	13/25	1.5.2018	139	Petit beurre	2000
	Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1200
*	Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	129	Napolitanke	1100
	Spar-28	21000	Split	Bolska 7	43-21	7.2.2018	221	Domaćica	1800
	Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1100
*	Konzum-7	10000	Zagreb	Ilica 20	41/56	4.2.2019	129	Napolitanke	1200

- Što bi se dogodilo ako se na temelju relacija narudzba i artikl pokuša izračunati ukupni broj naručenih proizvoda Napolitanke

```
SELECT SUM(kolicina)
FROM narudzba, artikl
WHERE narudzba.sifArtikl = artikl.sifArtikl
AND nazArtikl = 'Napolitanke';
```

Ispravna shema baze podataka

mjesto

pbr	nazMjesto
10000	Zagreb
21000	Split

prodavaonica

nazProd	pbr	adresa
Konzum-7	10000	Ilica 20
Spar-28	21000	Bolska 7

artikl

sifArtikl	nazArtikl
129	Napolitanke
139	Petit beurre
221	Domaćica

narudzba

brNar	nazProd	datNar
13/25	Konzum-7	1.5.2018
43-21	Spar-28	7.2.2018
41/56	Konzum-7	4.2.2019

stavkaNarudzbe

brNar	sifArtikl	kolicina
13/25	129	1200
13/25	139	2000
43-21	129	1200
43-21	221	1800
41/56	129	1100

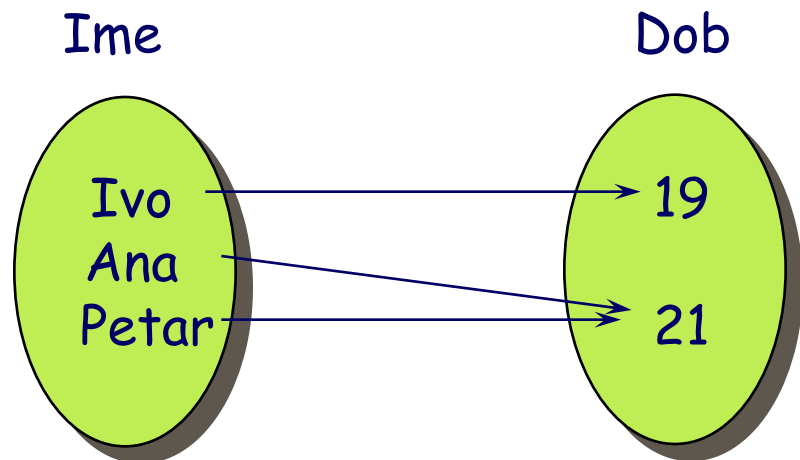
- Za vježbu provjerite
 - postoji li redundancija u ovoj bazi podataka ?
 - je li moguća pojava lažnih n-torki ?

Kako odrediti zamjenu za loše koncipiranu relacijsku shemu?

- proučavanjem značenja podataka (semantike)
- proučavanjem zavisnosti među podacima
- uvođenjem ograničenja koja su ovisna o semantici podataka

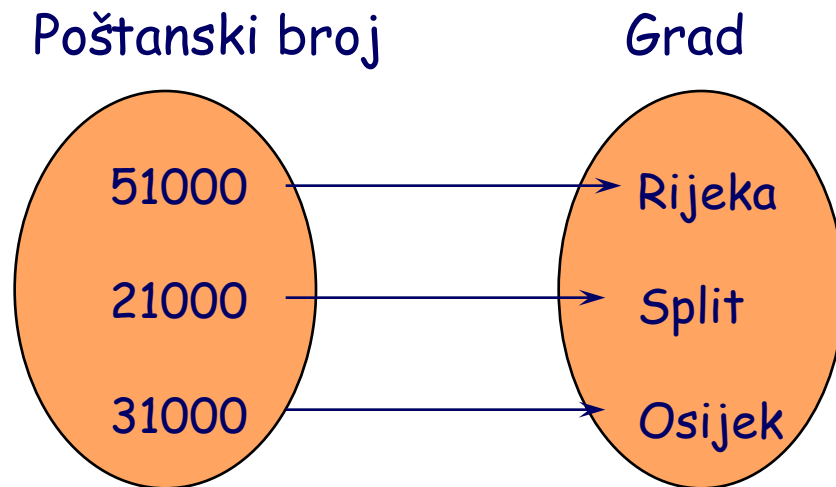
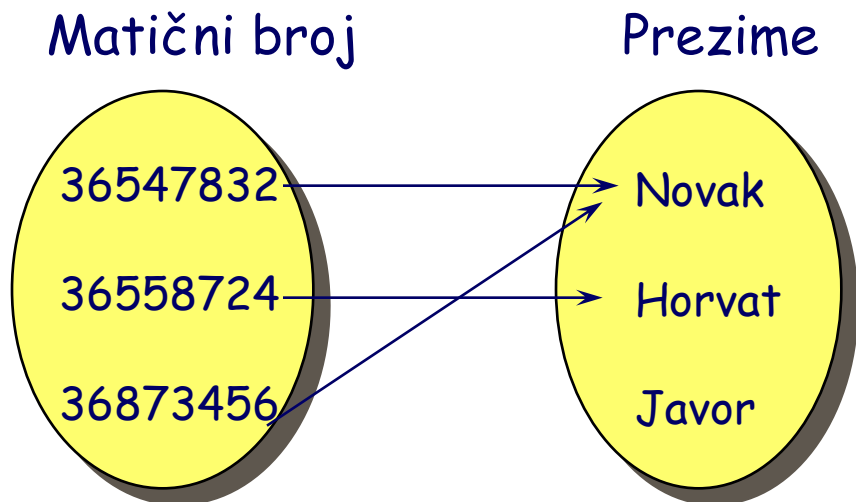
- najvažnije su FUNKCIJSKE ZAVISNOSTI

Funkcija



Preslikavanje kod kojeg vrijedi:

svakom članu skupa **Ime** pridružen je jedan i samo jedan član skupa **Dob**



Ponavljanje: X-vrijednost n-torke

- Neka je $X \subseteq R$. n-torka t reducirana na skup atributa X naziva se X-vrijednost n-torke t i označava s $t(X)$
- Primjer:
 $t = \{ \text{matBr:102, prez:Novak, ime: Marko} \}$
 $X = \{ \text{matBr, prez} \} \quad X \subseteq R$
 $t(X) = t(\{ \text{matBr, prez} \}) = \{ \text{matBr:102, prez:Novak} \}$

osoba	matBr	prez	ime
	101	Kolar	Josip
	102	Novak	Marko

t (blue arrow pointing to the second row)

$t(X)$ (red arrow pointing to the first two columns of the second row)

Funkcijske zavisnosti - definicija

- Neka je r relacija sa shemom R i neka su X i Y skupovi atributa, $X \subseteq R$, $Y \subseteq R$

Funkcijska zavisnost $X \rightarrow Y$ vrijedi na shemi R ukoliko

u svim dopuštenim stanjima relacije $r(R)$ svaki par n -torki t_1 i t_2 koje imaju jednake X -vrijednosti, također imaju jednake Y -vrijednosti, odnosno:

$$t_1(X) = t_2(X) \Rightarrow t_1(Y) = t_2(Y)$$

Kratika za funkcijsku zavisnost je FZ.

Funkcijske zavisnosti - primjer

- relacija osoba(OSOBA)

osoba	matBr	prezime	ime	postBr	grad
	11234	Novak	Josip	21000	Split
	12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
	22211	Kolar	Ante	21000	Split
	33345	Ban	Tomo	31000	Osijek
	23456	Kolar	Ana	31000	Osijek

- Funkcijska zavisnost **postBr** → **grad** vrijedi na shemi OSOBA jer svaki par n-torki koje imaju jednake vrijednosti atributa **postBr** također imaju jednake vrijednosti atributa **grad** (i to vrijedi ne samo za trenutno stanje relacije, nego za sva dopuštena stanja relacije)
- Vrijedi li funkcijaska zavisnost **prezime** → **postBr**?

Funkcijske zavisnosti

- Funkcijske zavisnosti proizlaze iz značenja podataka (semantike), a ne iz trenutnog stanja relacije!

- Primjer: relacija osoba(OSOBA)

osoba	matBr	prezime	ime	pbr
	11234	Kolar	Ante	21000
	22211	Kolar	Ante	31000
	33345	Ban	Tomo	10000

- promatranjem samo trenutnog stanja relacije mogli bismo (**pogrešno!**) zaključiti da vrijedi FZ **prezime** → **ime**
- **međutim**, poznavanjem značenja podataka u relaciji možemo zaključiti da je u gore prikazanu relaciju dopušteno unijeti n-torku **< 76555, Kolar, Zrinka, 51000 >**
- ⇒ FZ **prezime** → **ime** **ne vrijedi na shemi OSOBA**

Priroda funkcijskih zavisnosti

- Postojanje funkcijske zavisnosti ne može se dokazati na temelju postojećih podataka u relaciji.
- Analizom postojećih podataka u relaciji moguće je tek **pretpostaviti** da bi funkcijska zavisnost mogla vrijediti.
- Dokaz za postojanje FZ treba tražiti u **značenju** pojedinih atributa.

Priroda funkcijskih zavisnosti

$$R = \{ A, B, C \}$$

r(R)

A	B	C
a	α	1
b	γ	1
b	α	1
c	α	3
a	α	1

r(R)

A	B	C
a	α	1
b	γ	1
b	α	1
c	α	3
a	α	1

Vrijedi li FZ $AB \rightarrow C$ na shemi R?

- moguće je da vrijedi, ali to ne možemo sa sigurnošću tvrditi
- bez poznavanja značenja atributa A, B i C, ne možemo zaključiti koje funkcijske zavisnosti zaista vrijede na shemi R

Vrijedi li FZ $BC \rightarrow A$ na shemi R?

Sa sigurnošću možemo tvrditi: NE

Priroda funkcijskih zavisnosti

- Ako u relacijskoj shemi R vrijedi FZ $X \rightarrow Y$, relacija $r(R)$ ne može sadržavati dvije n -torke koje imaju jednake X -vrijednosti i različite Y -vrijednosti
- Primjer: ako u relacijskoj shemi
 $R = \{ \text{matBr, prezime, grad, telefon} \}$
vrijedi FZ $\text{matBr} \rightarrow \text{prezime}$ tada relacija $r(R)$ ne smije sadržavati dvije n -torke s istim matičnim brojem i različitim prezimenom

Priroda funkcijskih zavisnosti - primjer

- studenta *mbr* je na ispitu iz predmeta *sifPred* na datum *datlspit* nastavnik *sifNast* ocijenio ocjenom *ocjena*

ispit	mbr	sifPred	datlspit	sifNast	ocjena
	101	10	30.1.2018	1003	1
	101	10	15.1.2019	1002	4
	102	10	30.1.2018	1001	3
	102	11	15.1.2018	1002	5

- vrijedi li FZ *mbr sifNast* → *ocjena*
 - ne, jer bi to značilo da nastavnik x studentu y uvijek mora dati istu ocjenu
- vrijedi li FZ *mbr sifPred* → *ocjena*
 - ne, jer bi to značilo da student x iz predmeta y mora dobiti uvijek istu ocjenu
- vrijedi li FZ *mbr datlspit* → *ocjena*
 - ne, jer bi to značilo da student x na datum y uvijek mora dobiti sve jednake ocjene
- vrijedi li FZ *mbr sifPred sifNast* → *ocjena* NE (Zašto?)
- vrijedi li FZ *mbr sifPred datlspit* → *ocjena* DA (Zašto?)

Funkcijske zavisnosti - SQL primjer

- pomoću SELECT naredbe ispitati bi li u relaciji ispit eventualno mogla vrijediti FZ

$mbr \text{ sifNast} \rightarrow ocjena \text{ datIspit}$

ispit	mbr	sifPred	datIspit	sifNast	ocjena
	101	10	30.1.2018	1003	1
	101	10	15.1.2019	1002	4
	102	10	30.1.2018	1001	3
	102	11	15.1.2018	1002	5

- ispituju se svi parovi n-torki t_1, t_2 koje imaju jednake X-vrijednosti (u primjeru $X = \{ mbr, sifNast \}$)
- ako postoji par n-torki t_1 i t_2 koje imaju iste X-vrijednosti, a različite Y-vrijednosti (u primjeru $Y = \{ ocjena, datIspit \}$), tada FZ sigurno ne vrijedi

```
SELECT *
```

```
FROM ispit AS t1, ispit AS t2
```

```
WHERE t1.mbr = t2.mbr
```

```
AND t1.sifNast = t2.sifNast
```

```
AND (t1.ocjena <> t2.ocjena
```

```
OR t1.datIspit <> t2.datIspit);
```

n-torke t_1 i t_2
koje imaju
jednake
X-vrijednosti ...

... a različite
Y-vrijednosti

- ako takve n-torke ne postoje, onda FZ **možda** vrijedi

Armstrongovi aksiomi

- Projektant sheme baze podataka specificira FZ koje su mu semantički očite, no obično vrijede i brojne druge FZ koje mogu biti izvedene iz početnih FZ. Korištenjem Armstrongovih aksioma izvode se nove FZ.

ARMSTRONGOVI AKSIOMI

Neka je R relacijska shema, neka su X, Y, Z skupovi atributa i neka vrijedi:

$$X \subseteq R, Y \subseteq R, Z \subseteq R$$

A-1 REFLEKSIVNOST

- Ako je $Y \subseteq X$, tada vrijedi $X \rightarrow Y$

A-2 UVEĆANJE

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$, tada vrijedi i $XZ \rightarrow Y$

A-3 TRANZITIVNOST

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$ i $Y \rightarrow Z$, tada vrijedi i $X \rightarrow Z$

Armstrongovi aksiomi

A-1 REFLEKSIVNOST

- Ako je $Y \subseteq X$, tada vrijedi $X \rightarrow Y$
 - uvijek vrijedi $X \rightarrow X$

PRIMJER:

osoba(OSOBA)

matBr	prezime	ime	postBr	grad
11234	Novak	Josip	21000	Split
12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
23456	Kolar	Ana	31000	Osijek
34567	Novak	Josip	31000	Osijek

$X = \{ \text{prezime, ime} \}$ $Y = \{ \text{prezime} \}$

$Y \subseteq X \Rightarrow$ u relaciji *osoba* vrijedi i FZ **prezime ime \rightarrow prezime**

$X \subseteq X \Rightarrow$ u relaciji *osoba* vrijedi i FZ **prezime ime \rightarrow prezime ime**

Armstrongovi aksiomi

A-2 UVEĆANJE

- **Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$, tada vrijedi i $XZ \rightarrow Y$**
 - možemo uvećati lijevu stranu funkcijske zavisnosti

PRIMJER:

osoba(OSOBA)

matBr	prezime	ime	postBr	grad
11234	Novak	Josip	21000	Split
12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
23456	Kolar	Ana	31000	Osijek
34567	Novak	Josip	31000	Osijek

U relaciji *osoba* vrijedi FZ **matBr \rightarrow ime**

\Rightarrow u relaciji *osoba* vrijedi i FZ **matBr prezime \rightarrow ime**

\Rightarrow u relaciji *osoba* vrijedi i FZ **matBr prezime grad \rightarrow ime**

Armstrongovi aksiomi

A-3 TRANZITIVNOST

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$ i $Y \rightarrow Z$, tada vrijedi i $X \rightarrow Z$
 - $X \rightarrow Z$ je tranzitivna zavisnost

PRIMJER:

osoba(OSOBA)

matBr	prezime	ime	postBr	grad
11234	Novak	Josip	21000	Split
12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
23456	Kolar	Ana	31000	Osijek
34567	Novak	Josip	31000	Osijek

U relaciji *osoba* vrijede FZ $\text{matBr} \rightarrow \text{postBr}$ i $\text{postBr} \rightarrow \text{grad}$

\Rightarrow u relaciji *osoba* vrijedi i FZ $\text{matBr} \rightarrow \text{grad}$

Pravila koja proizlaze iz Armstrongovih aksioma

Neka je R relacijska shema, neka su X, Y, Z, V skupovi atributa i neka vrijedi:
 $X \subseteq R, Y \subseteq R, Z \subseteq R, V \subseteq R$

P-1 PRAVILO UNIJE (pravilo o aditivnosti)

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$ i $X \rightarrow Z$, tada vrijedi i $X \rightarrow YZ$

P-2 PRAVILO DEKOMPOZICIJE (pravilo o projektivnosti)

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow YZ$, tada vrijedi i $X \rightarrow Y$

P-3 PRAVILO O PSEUDOTRANZITIVNOSTI

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$ i $VY \rightarrow Z$, tada vrijedi i $XV \rightarrow Z$

Pravila koja proizlaze iz Armstrongovih aksioma

P-1 PRAVILO UNIJE (pravilo o aditivnosti)

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$ i $X \rightarrow Z$, tada vrijedi i $X \rightarrow YZ$

PRIMJER:

osoba(OSOBA)

matBr	prezime	ime	postBr	grad
11234	Novak	Josip	21000	Split
12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
23456	Kolar	Ana	31000	Osijek
34567	Novak	Josip	31000	Osijek

U relaciji *osoba* vrijede FZ $\text{matBr} \rightarrow \text{ime}$ i $\text{matBr} \rightarrow \text{prezime}$

\Rightarrow u relaciji *osoba* vrijedi i FZ $\text{matBr} \rightarrow \text{ime prezime}$

Pravila koja proizlaze iz Armstrongovih aksioma

P-2 PRAVILO DEKOMPOZICIJE (pravilo o projektivnosti)

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow YZ$, tada vrijedi i $X \rightarrow Y$

PRIMJER:

osoba(OSOBA)

matBr	prezime	ime	postBr	grad
11234	Novak	Josip	21000	Split
12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
23456	Kolar	Ana	31000	Osijek
34567	Novak	Josip	31000	Osijek

U relaciji *osoba* vrijedi FZ **matBr** \rightarrow **ime prezime**

\Rightarrow u relaciji *osoba* vrijedi i FZ **matBr** \rightarrow **ime**

\Rightarrow u relaciji *osoba* vrijedi i FZ **matBr** \rightarrow **prezime**

Pravila koja proizlaze iz Armstrongovih aksioma

P-3 PRAVILO PSEUDOTRANZITIVNOSTI

- Ako u shemi R vrijedi $X \rightarrow Y$ i $VY \rightarrow Z$, tada vrijedi i $XV \rightarrow Z$

PRIMJER:

zaposlenje(ZAPOSLENJE)

matbr	strSprema	funkcija	zaposlOd	zaposlDo	placa
101	VSS	direktor	1.1.2006	31.12.2007	10000
101	VSS	tajnik	1.1.2008	31.12.2008	8000
102	VŠS	direktor	1.1.2009	31.12.2009	9000
102	VŠS	tajnik	1.1.2006	31.12.2007	7000
103	VSS	direktor	1.1.2010	31.12.2010	10000
101	VSS	direktor	1.1.2011	31.12.2011	10000

U relaciji *zaposlenje* vrijede FZ

matbr \rightarrow **strSprema** i **funkcija strSprema** \rightarrow **placa**

\Rightarrow u relaciji *zaposlenje* vrijedi i FZ **matbr funkcija** \rightarrow **placa**

Primjer korištenja aksioma i pravila

Uz pretpostavku da na relacijskoj shemi $R = \{ A, B, C, D, E \}$ vrijedi skup funkcijskih zavisnosti $F = \{ A \rightarrow BD, B \rightarrow C, D \rightarrow E \}$, dokazati da vrijedi FZ $AE \rightarrow AC$.

Dokaz:

- $A \rightarrow BD$ (P2: dekompozicija) $\Rightarrow A \rightarrow B$
- $A \rightarrow B \wedge B \rightarrow C$ (A3: tranzitivnost) $\Rightarrow A \rightarrow C$
- (A1: refleksivnost) $\Rightarrow A \rightarrow A$
- $A \rightarrow A \wedge A \rightarrow C$ (P1: unija) $\Rightarrow A \rightarrow AC$
- $A \rightarrow AC$ (A2: uvećanje) $\Rightarrow AE \rightarrow AC$

Pravilo o akumulaciji

Sljedeće dodatno pravilo omogućuje "algoritamski" pristup rješavanju sličnih zadataka

PRAVILO O AKUMULACIJI

- **Ako u shemi R vrijedi**
 - **$X \rightarrow VZ$ i $Z \rightarrow W$, tada vrijedi i $X \rightarrow VZW$**

Primjer korištenja pravila o akumulaciji

Uz pretpostavku da na relacijskoj shemi $R = \{ A, B, C, D, E \}$ vrijedi skup funkcijskih zavisnosti $F = \{ A \rightarrow BD, B \rightarrow C, D \rightarrow E \}$, dokazati da vrijedi FZ $AE \rightarrow AC$.

Označimo lijevu stranu FZ s X ($X=AE$), a desnu stranu FZ s Y ($Y=AC$).

Dokaz (primjenom A-1, pravila o akumulaciji i P-2):

1. korak: $X \rightarrow X$

- (A1: refleksivnost) $\Rightarrow AE \rightarrow AE$

u sljedećim koracima pomoću pravila akumulacije "uvećavati desnu stranu FZ" sve dok desna strana ne sadrži Y

2. {
- $AE \rightarrow AE \wedge A \rightarrow BD$ (akumulacija) $\Rightarrow AE \rightarrow AE \wedge BD$

3. {
- $AE \rightarrow AE \wedge BD \wedge B \rightarrow C$ (akumulacija) $\Rightarrow AE \rightarrow AE \wedge BD \wedge C$

4. {
- $AE \rightarrow AE \wedge BD \wedge C$ (P2: dekompozicija) $\Rightarrow AE \rightarrow AC$

Primjer korištenja pravila o akumulaciji (za vježbu 1)

$R = \{ L, M, N, P, Q, R \}, \quad F = \{ Q \rightarrow R, M \rightarrow PQ, PQL \rightarrow N \}$
dokazati da vrijedi FZ $MLR \rightarrow QN$.

- (A1: refleksivnost) $\Rightarrow MLR \rightarrow MLR$
- $MLR \rightarrow MLR \wedge M \rightarrow PQ$ (akumulacija) $\Rightarrow MLR \rightarrow MLRPQ$
- $MLR \rightarrow MLRPQ \wedge PQL \rightarrow N$ (akumulacija) $\Rightarrow MLR \rightarrow MLRPQN$
- $MLR \rightarrow MLRPQN$ (P2: dekompozicija) $\Rightarrow MLR \rightarrow QN$

Primjer korištenja pravila o akumulaciji (za vježbu 2)

$R = \{ L, M, N, P, Q, R \}, \quad F = \{ Q \rightarrow R, M \rightarrow PQ, PQL \rightarrow N \}$
dokazati da vrijedi FZ $MQ \rightarrow LN$.

- (A1: refleksivnost) $\Rightarrow MQ \rightarrow MQ$
- $MQ \rightarrow MQ \wedge Q \rightarrow R$ (akumulacija) $\Rightarrow MQ \rightarrow MQR$
- $MQ \rightarrow MQR \wedge M \rightarrow PQ$ (akumulacija) $\Rightarrow MQ \rightarrow MQR P$
- ne postoji FZ kojom bi se moglo nastaviti "uvećavati desnu stranu"
- $\Rightarrow MQ \rightarrow LN$ ne vrijedi

Ključ entiteta, ključ relacije

- entitet je bilo što, što ima suštinu ili bit i posjeduje značajke s pomoću kojih se može razlučiti od svoje okoline
- ključ entiteta sadrži one attribute koji omogućuju da se pojedini entiteti mogu razlučiti od okoline
- relacijom se opisuje skup entiteta

Ključ relacije je skup atributa koji nedvosmisleno određuje n-torke relacije.

- Ključ relacije ima svojstvo da funkcijski određuje attribute u preostalom dijelu relacije

Ključ relacije

- ključ relacijske sheme R je skup atributa K , $K \subseteq R$, koji ima sljedeća svojstva:
 1. $K \rightarrow (R \setminus K)$ (također vrijedi i $K \rightarrow R$)
 - ključ funkcijski određuje attribute u preostalom dijelu relacijske sheme
 2. ne postoji $K' \subset K$ za kojeg vrijedi $K' \rightarrow R$
 - ključ je minimalan skup atributa koji funkcijski određuje attribute u preostalom dijelu relacijske sheme

Ključ relacije - primjer

osoba	matBr	prezime	ime	postBr	grad
	11234	Novak	Josip	21000	Split
	12345	Horvat	Ivan	10000	Zagreb
	23456	Kolar	Ana	31000	Osijek
	34567	Novak	Josip	10000	Zagreb

Ključ: $K_{\text{OSOBA}} = \{ \text{matBr} \}$

$\text{matBr} \rightarrow \text{prezime}$

$\text{matBr} \rightarrow \text{ime}$

$\text{matBr} \rightarrow \text{postBr}$

$\text{matBr} \rightarrow \text{grad}$

Za $K = \{ \text{matBr}, \text{prezime} \}$ također vrijedi

$K \rightarrow \{ \text{ime}, \text{postBr}, \text{grad} \},$

ali K **nije** ključ jer postoji $K' = \{ \text{matBr} \}, K' \subset K,$
za kojeg vrijedi

$K' \rightarrow \{ \text{prezime}, \text{ime}, \text{postBr}, \text{grad} \}$

Ključevi relacije

- mogući ključevi (*candidate key*)
- primarni ključ (*primary key*) odabire se jedan od mogućih ključeva
- alternativni ključevi (*alternate key*) ostali mogući ključevi

PRIMJER:

djelatnik	matBr	prezime	ime	OIB
	11234	Novak	Josip	15707332975
	12345	Horvat	Ivan	69435151530
	23456	Kolar	Ana	59351332978
	34567	Novak	Josip	42794313596

- mogući ključevi:
 - { matBr }
 - { OIB }
- primarni ključ: { matBr }
- alternativni ključ: { OIB }

Struktura relacije

- Relacijska shema sastoji se od:
 - atributa koji su dio ključa (**ključni atributi**, ključni dio relacije)
 - atributa iz zavisnog dijela relacije (**neključni atributi**, neključni dio relacije)

PRIMJER:

- primarni ključ: { matBr }
- alternativni ključ: { OIB }

djelatnik	matBr	prezime	ime	OIB
	11234	Novak	Josip	15707332975
	12345	Horvat	Ivan	69435151530
	23456	Kolar	Ana	59351332978
	34567	Novak	Josip	42794313596

- ključni atributi, ključni dio relacije:
 - matBr
 - OIB
- neključni atributi, neključni dio relacije:
 - prezime
 - ime

Zadatak:

- Odrediti moguće ključeve, primarni ključ, alternativne ključeve, ključni dio relacije, neključni dio relacije
 - uzeti u obzir da klub tijekom istog dana može igrati najviše jednu utakmicu

utakmicaPrvenstva	domaci	gosti	datum	rezultat
	Arsenal	Liverpool	12.06.2018	2:1
	Arsenal	Liverpool	08.03.2019	2:1
	Newcastle	Everton	08.03.2019	3:3
	Everton	Liverpool	22.03.2019	4:0
	Liverpool	Everton	05.04.2019	5:2