Sadržaj

Uvod 9
1. Osnovni koncepti 13
1.1 Podaci, informacije i znanje 13
1.2 Meta podaci 15
1.3 Baze podataka 16
1.4 Sistemi za upravljanje bazama podataka 19
1.5 Korisnici baze podataka 20
1.6 Životni ciklus baze podataka 21
1.6.1 Analiza zahteva 22
1.6.2 Logički dizajn 23
1.6.3 Fizički dizajn 25
1.6.4 Implementacija 26
1.7 Mini studija slučaja – Onlajn testiranje 26
1.8 Pregled poglavlja 28
2. ER model 29
2.1 Osnovni koncepti ER modela 30
2.1.1 Entitet 31
2.1.2 Veza 32
2.1.3 Atribut 33
2.2 Vrste entiteta i veza 35
2.3 Karakteristike veza 38
2.3.1 Red (stepen) veze 38
2.3.2 Kardinalnost veze 39
2.3.3 Participacija 42
2.3.4 Strukturna ograničenja 44
2.3.5 Strukturna ograničenja kod ternarnih veza 46
2.3.6 Asocijativni entitet 48

2.4 EER model 50
2.5 Mini studija slučaja – Onlajn testiranje 56
2.6 Pregled poglavlja 62
3. Relacioni model. 63
3.1 Šema relacije i relacija 63
3.2 Ključevi 65
3.3 Funkcionalna zavisnost. 67
3.3.1 Određivanje kandidata za ključ. 69
3.4 Pravila integriteta 74
3.4.1 Domenski integritet. 75
3.4.2 Integritet entiteta 77
3.4.3 Referencijalni integritet. 78
3.5 Pregled poglavlja. 81
4. Mapiranje ER modela u relacioni model 83
4.1 Pravilo 1: Mapiranje jakih entiteta 83
4.2 Pravilo 2: Mapiranje atributa 83
4.3 Pravilo 3: Mapiranje binarnih veza sa kardinalnošću 1:1 86
4.3.1 Pravilo 3.1: kardinalnost 1:1 i obavezno učešće oba entiteta. . . . 86
4.3.2 Pravilo 3.2: kardinalnost 1:1 i obavezno učešće jednog entiteta . 87
4.3.3 Pravilo 3.3: kardinalnost 1:1 i neobavezno učešće oba entiteta . 88
4.4 Pravilo 4: Mapiranje binarnih veza sa kardinalnošću 1:M. 89
4.4.1 Pravilo 4.1: kardinalnost 1:M i obavezno učešće i na strani 1 i na strani M. 89
4.4.2 Pravilo 4.2: kardinalnost 1:M i opciono učešće na strani 1. 90
4.4.3 Pravilo 4.3: kardinalnost 1:M i opciono učešće na strani M 91
4.4.4 Pravilo 4.4: kardinalnost 1:M i slab entitet. 93
4.4.5 Pravilo 4.5: kardinalnost M:M 93
4.5 Pravilo 5: Mapiranje unarnih veza 95
4.5.1 Pravilo 5.1: kardinalnost 1:M. 95
4.5.2 Pravilo 5.2: kardinalnost M:M. 97

4.6 Pravilo 6: Mapiranje ternarnih veza 98
4.7 Pravilo 7: Mapiranje generalizacije i specijalizacije (EER model). 99
4.8 Mini studija slučaja – Onlajn testiranje 102
4.9 Pregled poglavlja. 103
5. Normalizacija podataka 105
5.1 Redundansa podataka 105
5.2 Anomalije ažuriranja. 106
5.2.1 Anomalija unosa 106
5.2.2 Anomalija izmena 107
5.2.3 Anomalija brisanja 108
5.3 Normalizacija i funkcionalna zavisnost 108
5.3.1 Tipovi funkcionalnih zavisnosti 109
5.3.2 Mini studija slučaja – Određivanje funkcionalnih zavisnosti. . . 111
5.4 Proces normalizacije. 115
5.4.1 1NF – Prva normalna forma 116
5.4.2 2NF – Druga normalna forma 117
5.4.3 3NF – Treća normalna forma 119
5.4.4 BCNF – Bojs-Kodova normalna forma 120
5.4.5 4NF – Četvrta normalna forma. 121
5.4.6 Mini studija slučaja – Normalizacija podataka za prodaju artikala. 122
5.5 ER model i normalizacija 130
5.6 Denormalizacija. 131
5.7 Pregled poglavlja. 132
6. Implementacija baze podataka 133
6.1 Kreiranje baze podataka. 134
6.2 SQL tipovi podataka 134
6.3 Kreiranje tabela. 136
6.4 Mini studija slučaja – Implementacija baze podataka Prodaja 139

6.5 Mini studija slučaja – Onlajn testiranje 141
6.6 Pregled poglavlja 146
7. Studije slučaja 147
7.1 Studija slučaja: Praćenje atletskih trka 149
7.1.1 Specifikacija zahteva 149
7.1.2 Entiteti i atributi 151
7.1.3 Veze 155
7.1.4 Strukturna ograničenja 156
7.1.5 ER dijagram 158
7.1.6 Mapiranje ER modela u relacioni model 159
7.1.7 Implementacija baze podataka 161
7.2 Studija slučaja: Muzej likovne umetnosti 166
7.2.1 Specifikacija zahteva 166
7.2.2 Entiteti i atributi 167
7.2.3 Veze 170
7.2.4 Strukturna ograničenja 171
7.2.5 ER dijagram 172
7.2.6 Mapiranje ER modela u relacioni model 174
7.2.7 Implementacija baze podataka 175
7.3 Studija slučaja: Auto-servis 182
7.3.1 Specifikacija zahteva 183
7.3.2 Entiteti i atributi 184
7.3.3 Veze 186
7.3.4 Strukturna ograničenja 187
7.3.5 ER dijagram 189
7.3.6 Mapiranje ER modela u relacioni model 190
7.3.7 Implementacija baze podataka 191
7.4. Studija slučaja: Auto-škola 197
7.4.1 Specifikacija zahteva 198
7.4.2 Entiteti i atributi 199

7.4.3 Veze 202
7.4.4 Strukturna ograničenja 203
7.4.5 ER dijagram 204
7.4.6 Mapiranje ER modela u relacioni model 205
7.4.7 Implementacija baze podataka 206
7.5 Studija slučaja: Srednja škola 213
7.5.1 Deo 1 - Škole, smerovi, predmeti i profesori 213
7.5.2 Deo 2 – Nastavni udžbenici 216
7.5.3 Deo 3 - Školska ekskurzija 218
7.5.4 Objedinjena šema baze podataka 219
7.6 Pregled poglavlja 222
Literatura 225

Uvod

Interakcija sa bazama podataka svakodnevna je pojava već decenijama. U bazama podataka nalaze se cene artikala u prodavnicama, na osnovu kojih se kreiraju računi na kasi. Baze podataka pretražujemo kada rezervišemo i plaćamo karte za avionske letove, ili biramo i rezervišemo putovanja. Baze podataka u pozadini su zdravstvenih kartona i elektronskih dnevnika učenika.

U računarstvu, baza podataka je organizovan skup podataka koji se čuvaju i kojima se pristupa posredstvom sistema za upravljanje. S obzirom da organizacije i pojedinci svakodnevno koriste različite aplikacije, u čijoj pozadini su baze podataka, baze podataka moraju da bude pouzdane, a potrebni podaci dostupni i tačni.

Da bi baza podataka ispunila navedene kriterijume, mora se modelovati primenom proverenih teoretskih i metodoloških postupaka i u skladu sa potrebama i zahtevima budućih korisnika. Tokom dizajniranja baze podataka, osim poštovanja teoretskih i metodoloških principa, korisno je konsultovati i dobru praksu.

U realnom okruženju postoje složeni i manje složeni sistemi, čije poslovanje baza podataka bi trebalo da podrži. Međutim, nezavisno od namene i veličine, očekuje se da svaka baza podataka bude dizajnirana na način da zadovolji važeće tehničke kriterijume i očekivanja korisnika. Moguća početna pretpostavka, da će buduća baza podataka biti relativno mala, ne umanjuje složenost i značaj procesa dizajniranja.

Jedan od načina za dizajniranje baze podataka je praćenje njenog životnog ciklusa. Prateći životni ciklus baze podataka, poglavlja ovog udžbenika objašnjavaju kako ispravno dizajnirati bazu podataka: polazeći od analize zahteva korisnika, preko kreiranja konceptualne šeme baze, sve do njene implementacije.

Udžbenik je namenjen studentima Računarskog fakulteta u Beogradu. Takođe, baveći se osnovnim konceptima baza podataka, udžbenik je koristan ne samo čitaocima koji proučavaju baze podataka na smerovima računarskih fakulteta, već i čitaocima koji žele da nauče šta su baze podataka i da shvate kako se dolazi do definitivnog, jasnog, ispravnog i prihvatljivog dizajna baze podataka.

Sastavni deo udžbenika je mini studija slučaja, čiji delovi prate i ilustruju koncepte, obrađene u konkretnim poglavljima. Konačno, poslednje poglavlje udžbenika sadrži pet studija slučaja, koje praktično, počev od specifikacije zahteva, ilustruju faze logičkog dizajna životnog ciklusa relacione baze podataka, uključujući i njenu implementaciju.

Udžbenik sadrži sedam poglavlja.

Prvo poglavlje: **Osnovni koncepti**

U poglavlju uvedeni su osnovni koncepti i ideje, neophodne za razumevanje baze podataka i funkcija sistema za upravljanje bazom podataka. U poglavlju je objašnjeno opšte značenje pojmova podatak, informacija i znanje i, dodatno, opisana je uloga meta podataka u kontekstu baze podataka. Polazeći od činjenice da je dizajniranje baze podataka složen proces, u poglavlju su predstavljene i opisane faze životnog ciklusa baze podataka. Namera je da, prateći životni ciklus baze podatka, konačni dizajn baze podataka zadovolji zahteve i potrebe budućih korisnika.

Drugo poglavlje: ER model

U poglavlju predstavljeni su koncepti ER modela i ER dijagrami, koji se koriste da ilustruju konceptualni dizajn baze podataka. Objašnjeno je kako se osnovni ER model može proširiti, sa ciljem da uključi dodatne koncepte modelovanja, kao što su: generalizacija, specijalizacija, nadtipovi, podtipovi.

Treće poglavlje: Relacioni model

U ovom poglavlju objašnjeni su koncepti relacionog modela baze podataka: relacije, šeme relacija, ključevi, funkcionalne zavisnosti i pravila integriteta.

Četvrto poglavlje: Mapiranje ER modela u relacioni

Poglavlje opisuje transformaciju konceptualnog, ER modela, u relacioni model baze podataka. Objašnjena su pravila i redosled mapiranja elemenata ER modela u relacione tabele. Deo poglavlja čine primeri koji detaljno opisuju i objašnjavaju proces transformacije ER modela u relacioni model baze podataka.

Peto poglavlje: Normalizacija podataka

U poglavlju je objašnjena normalizacija podataka, čiji je cilj kontrolisanje redundanse podataka i izbegavanje anomalija pri ažuriranju podataka. Poglavlje sadrži opis stepena normalizacije pomoću: prve, druge, treće, Bojs-Kodove i četvrte normalne forme. Pojam funkcionalnih zavisnosti, prikazan u poglavlju tri: Relacioni model, proširen je i opisan iz ugla sprovođenja procesa normalizacije.

Šesto poglavlje: Implementacija baze podataka

U poglavlju su opisane naredbe SQL jezika, potrebne za implementaciju relacione baze podataka. Objašnjeno je kreiranje baze podataka i tabela na osnovu prethodno kreirane relacione šeme, uključujuću definiciju različitih tipova ograničenja integriteta, kao što su strani ključevi i referencijalni integritet.

Sedmo poglavlje: Studije slučaja

Na kraju udžbenika, u poglavlju sedam, predstavljeno je pet studija slučaja, sa ciljem da se konkretnim primerima detaljnije ilustruju koncepti opisani u poglavljima ovog udžbenika. Studije slučaja poređane su po složenosti, od jednostavnijih ka složenijim.

1.

Osnovni koncepti

U ovom poglavlju biće opisani osnovni koncepti baza podataka, na koje će se pozivati ostali delovi ovog udžbenika.

Na početku, biće objašnjeno značenje pojmova *podaci, informacije i znanje*. S obzirom da se u svakodnevnom govoru izrazi: *podatak i informacija* često koriste kao sinonimi, u poglavlju će biti navedena njihova precizna značenja i razlike između njih, kao i njihova uloga u kreiranju znanja. Nakon toga, biće objašnjeno šta su meta podaci i kako se koriste da opišu strukturu i osobine podataka u bazi podataka. U nastavku poglavlja biće objašnjeno šta su baze podataka i koja je uloga sistema za upravljanje bazom podataka (SUBP). Prateći životni ciklus baze podataka, biće objašnjeni uloga i značaj modelovanja podataka i dizajniranja baze podataka.

Polazeći od činjenice i zahteva, da ista baza podataka mora da zadovolji potrebe različitih korisnika, u ovom poglavlju biće navedeni tipični korisnici baze podataka, njihovi zahtevi za podacima i njihovi pogledi na podatke u bazi podataka.

Na kraju poglavlja uvedena je mini studija slučaja, koja će, prateći faze životnog ciklusa baze podataka, ilustrovati teme obrađene u poglavljima ovog udžbenika.

1.1 Podaci, informacije i znanje

U svakodnevnoj komunikaciji pojmovi: *podatak, informacija i znanje*, često se koriste kao sinonimi. Da bi se uočila različita značenja navedenih pojmova, u ovom delu udžbenika date su njihove definicije i objašnjena je njihova povezanost.

Podaci su neobrađene, izolovane činjenice koje su, same po sebi, nedovoljne za razumevanje konteksta i zaključivanje. Postoje različite vrste i formati podataka. Primeri su: brojevi, tekst, ili slike zapisane u digitalnom obliku. Uobičajeno je da se podaci u bazi podataka nazivaju sirovim podacima. Kreiraju ih i upisuju korisnici, ili ih kreiraju i upisuju računarske aplikacije. Na primer, baza podataka

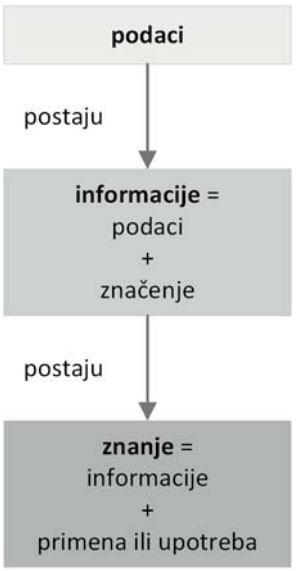
može da sadrži sledeće podatke: imena kupaca, njihove adrese i brojeve telefona, ali i njihove porudžbine, račune i slično.

Informacije čine podaci, obrađeni i organizovani na logičan način. Koriste se da odgovore na pitanja i omoguće donošenje odluka. *Podaci se čuvaju; informacije su rezultat obrade podataka.* Primer informacije je izveštaj o ukupnom broju kupaca u određenom gradu, do koga se došlo obradom raspoloživih podataka.

Znanje je saznanje o informacijama i razumevanje informacija, stečeno iskustvom, obrazovanjem, ili obukom. Znanje uključuje i ličnu sposobnost korišćenja informacija za donošenje odluka, rešavanje problema, ili stvaranje novih ideja. Na primer, prodavac, koji ima znanje o podacima o kupcima, informacijama i tržišnim trendovima, može da uoči nove mogućnosti prodaje i razvije efikasnije prodajne strategije.

Primer neobrađenih podataka su podaci o temperaturi koje prikuplja meteorološka stanica. Kada se ovi podaci obrade i organizuju oni postaju, između ostalog, informacija o prosečnoj temperaturi, ili najvišoj i najnižoj zabeleženoj temperaturi određenog dana. Ako neko zna da se temperatura iznad 40°C smatra izuzetno visokom, i ako se ova informacija koristi da se izbegne boravak na otvorenom prostoru tokom najtoplijih sati u danu, ova informacija postaje znanje.

Ukratko, podaci su sirovi i neorganizovani, informacije su obrađeni i organizovani podaci, a znanje je korišćenje informacija za donošenje odluka, ili rešavanje konkretnih problema. Odnos između podataka, informacija i znanja grafički je predstavljen na slici 1.1.



Slika 1.1: Odnos između podataka, informacija i znanja

Konačno, baza podataka dizajnira se na način da pruži smislene informacije korisnicima. Informacije su dostupne i raspoložive samo kada potrebni i odgovarajući podaci postoje u bazi podataka i kada je baza podataka struktuirana na način da obezbedi potrebne informacije.

1.2 Meta podaci

Najjednostavnija definicija meta podataka je: "*Meta podaci su podaci o podacima*.".

U kontekstu baza podataka, meta podaci opisuju strukturu i osobine podataka u bazi podataka. Bez meta podataka teško je znati na šta se podaci u bazi podataka odnose. Na slici 1.2 prikazani su određeni podaci. U nedostatku meta podataka može se samo nagađati, ali ne i sa sigurnošću tvrditi, šta prikazani podaci predstavljaju.

1/2019	Anka Anić	9.5.2000
2/2019	Petar Petrović	31.8.2001
3/2019	Nikola Jovanović	12.12.2000

Slika 1.2: Podaci bez meta podataka

Međutim, kada se prikazanim podacima iz prethodne tabele pridruže meta podaci, kao što je to predstavljeno na slici 1.3, znaće se da prva kolona podataka

sadrži broj indeksa studenta, druga kolona ime i prezime studenta, a treća kolona datum rođenja.

BrojIndeksa	ImePrezime	DatumRođenja
1/2019	Anka Anić	9.5.2000
2/2019	Petar Petrović	31.8.2001
3/2019	Nikola Jovanović	12.12.2000

Slika 1.3: Podaci sa meta podacima

1.3 Baze podataka

Baza podataka je skup srodnih podataka o nekom sistemu, koji je organizovan prema zahtevima i potrebama korisnika, na način da se podacima može pristupiti, upravljati i da se podaci mogu ažurirati. Podrazumeva se da se baze podataka čuvaju u računarskom sistemu.

Baza podataka je zajednička, integrisana računarska struktura koja čuva (Coronel & Morris , 2016):

- kolekciju sirovih činjenica od interesa za krajnjeg korisnika, i
- kolekciju meta podataka, preko kojih se obavlja integracija i upravlja podacima korisnika.

Struktura baze podataka predstavlja se meta podacima. Meta podaci baze podataka često se nazivaju podaci o podacima, ili rečnik podataka. Meta podaci obuhvataju informacije o šemi baze, informacije o pristupu, skladištenju, ugrađenim programima, kao i druge informacije o elementima baze podataka i njenom korišćenju.

Postoje različite vrste baza podataka, uključujući:

- Relacione baze podataka: Ovo je čest tip baza podataka, zasnovan na relacionom modelu, koji organizuje podatke u tabele sa redovima i kolonama. Svaki red tabele predstavlja zapis, a svaka kolona je polje. Relacione baze podataka nazivaju se i SQL baze, i one su u fokusu ovog udžbenika.
- Nerelacione baze podataka: Ove baze podataka, poznate i kao NoSQL (skraćenica od Not Only SQL) baze podataka, ne prate relacioni model. Koriste se za skladištenje velikih količina nestrukturiranih podataka. Primeri su: dokumenti, slike i video snimci.
- Objektno orijentisane baze podataka: Ove baze podataka, umesto podataka, čuvaju objekte. Svaki objekat je instanca klase, koja definiše svojstva i metode objekta.

- Distribuirane baze podataka: Dizajnirane su da čuvaju podatke na više servera ili lokacija, sa ciljem da se obezbede bolje performanse i skalabilnost.

Vrsta baze podataka određuje meta podatke koji će je opisivati. Na primer, relacione baze podataka sadrže sledeće meta podatke:

- nazive struktura podataka (na primer: nazivi tabela, nazivi kolona u tabelama, ograničenja, indekse),
- tipove podataka (na primer: ime studenta je alfanumerički tip podatka, ocena je celobrojni tip podatka),
- opise podataka (na primer: kolona JMBG predstavlja jedinstveni matični broj građana za studente iz Srbije, a kod studenata iz drugih zemalja ne popunjava se), kao i
- druge informacije, koje opisuju karakteristike podataka koji se čuvaju u bazi podataka.

Baze podataka koriste se u aplikacijama i sistemima za skladištenje, upravljanje i preuzimanje podataka i slično. Neki uobičajeni slučajevi korišćenja baza podataka su:

- **Prodaja preko interneta**: Baze podataka koriste se za čuvanje i upravljanje podacima o kupcima, proizvodima i podacima o porudžbinama za onlajn prodavnice.
- **Društvene mreže**: Baze podataka koriste se za skladištenje i upravljanje podacima o korisnicima, objavama i drugim podacima na platformama društvenih mreža.
- **Obrazovanje**: Baze podataka koriste se za čuvanje i upravljanje podacima o učenicima, rasporedu časova i drugim podacima obrazovne institucije.
- **Onlajn igre**: Baze podataka koriste se za čuvanje i upravljanje korisničkim podacima, statusom i rezultatima i drugim podacima onlajn igre.
- **Logistika**: Baze podataka koriste se za čuvanje i upravljanje podacima o pošiljkama, i drugim logističkim podacima.
- **Zdravstvo**: Baze podataka koriste se za čuvanje i upravljanje podacima o pacijentima, medicinskim kartonima i drugim podacima zdravstvene ustanove.
- **Sistemi za upravljanje sadržajem** (CMS sistemi): Baze podataka koriste se za skladištenje i upravljanje sadržajem, kao što su članci, slike i video snimci za veb sajtove i aplikacije.
- **Upravljanje odnosima sa klijentima** (CRM): Baze podataka koriste se za čuvanje i upravljanje podacima o klijentima, uključujući kontakt informacije, istoriju prodaje i interakcije sa kompanijom.