

Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Elektrotehnički fakultet



RAZVOJ APLIKACIJA I SKLADIŠTENJE PODATAKA U BAZAMA PODATAKA

Srđan Nogo
Nikola Davidović

Istočno Sarajevo, Beograd, 2024.

Sadržaj

1. UVOD 3

2. INFORMACIONI SISTEMI 7

2.1. OPŠTI MODEL INFORMACIONOG SISTEMA 8
2.2. OSNOVNE KOMPONENTE INFORMACIONOG SISTEMA 9

3. SKLADIŠTENJE PODATAKA 11

3.1. TEHNOLOGIJE SEKUNDARNIH MEMORIJSKIH UREĐAJA 11
3.1.1. Optičke memorije 11
3.1.2. Magnetne memorije 13
3.1.2.1. Osnovni dijelovi magnetnog diska 14
3.1.3. Poluprovodničke memorije – stalne 16
3.1.3.1. Osnovni dijelovi poluprovodničkog diska 17
3.1.4. Poređenje tehnologija – CD, DVD, BD, HDD, SSD 21
3.2. RAID 24
3.2.1. RAID 0 26
3.2.2. RAID 1 27
3.2.3. RAID 2 28
3.2.4. RAID 3 29
3.2.5. RAID 4 29
3.2.6. RAID 5 30
3.2.7. RAID 6 31
3.2.8. Ugnježđeni RAID 32

4. SISTEM ZA UPRAVLJANJE BAZAMA PODATAKA 34

4.1. PRINCIPI DIZAJNA I FAZE PROJEKTOVANJA BAZE PODATAKA 35
4.1.1. Analiza i prikupljanje zahtjeva 37
4.1.2. Konceptualno modelovanje podataka 37
4.1.3. Logičko projektovanje 37
4.1.4. Implementacija 38
4.1.5. Fizičko projektovanje 38
4.1.6. Testiranje 39
4.1.7. Održavanje 40

5. PROJEKTOVANJE ŠEME BAZE PODATAKA 41

5.1. BAZA PODATAKA ZA POTREBE BOLNICE 41
5.2. ER MODEL BAZE ZA POTREBE BOLNICE 43
5.2.1. Vizuelizacija konceptualnog modela 47

5.2.2. Preslikavanje ER dijagrama u relacioni model *48*
5.2.2.1. Prevođenje entiteta u relacioni model 49
5.2.2.2. Prevođenje veza u relacioni model 52
5.2.2.3. Kompletan relacioni model 52
5.2.2.4. Grafički predstavljen logički model baze podataka 54

6. IMPLEMENTACIJA APLIKATIVNOG RJEŠENJA 56

6.1. INSTALACIJA ORACLE DATABASE XE SOFTVERA 56
6.2. ORACLE APEX 59
6.2.1. Kreiranje radnog prostora aplikacije *61*
6.3. KREIRANJE TABELA 64
6.3.1. Kreiranje tabela u bazi podataka pomoću Object browsera *64*
6.3.2. Izvoz i unos podataka u tabele baze podataka *67*
6.3.3. Pregled tabela baze podataka *69*
6.3.4. Rad sa podacima u tabelama *75*
6.4. KREIRANJE APLIKACIJE 77
6.4.1. Kreiranje stranica *80*
6.4.2. Funkcionalnosti i konfiguracija aplikacije *81*
6.4.2.1. Generisanje izvještaja 82
6.4.2.2. Podešavanje aplikacije 83
6.4.2.3. Administracija korisnika 84
6.4.2.4. Podešavanje stranica 87
6.4.2.5. Rad sa labelama 90
6.4.2.6. Upotreba CSS-a 91
6.4.2.7. Podešavanje pozadine 92
6.4.2.8. Brza podešavanja 93
6.4.2.9. Paginacija 95
6.4.2.10. Formatiranje tabele 96
6.5. PROCES IZRADE KREIRANJA APLIKATIVNOG RJEŠENJA 97

7. SKRAĆENICE 99

8. LITERATURA 101

PREDGOVOR

Udžbenik za predmet Softverski alati baza podataka namijenjen je studentima četvrte godine studija studijskog programa Računarstvo i Informatika na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Istočnom Sarajevu. Udžbenik je nastao kao rezultat dugogodišnjeg iskustva autora, kako u višegodišnjem radu sa studentima kroz auditorne vježbe, laboratorijske vježbe i predavanja, tako i kroz praktično iskustvo u planiranju, razvoju, implementaciji i administraciji baza podataka na produkcijskim platformama, kao resursom podataka za razvoj današnjih *web* i *mobilnih* aplikativnih rješenja.

Paketi softverskih alata za rad sa bazama podataka koji su predstavljeni u ovom udžbeniku uključuju podršku specijalizovanih softverskih alata za razvoj aplikativnih rješenja za optimalnu upotrebu resursa baze podataka kada su u pitanju podjela korisnika u kategorije, prava i privilegije korisnika nad resursima baze podataka, kao i administraciju baze podataka, kako bi ona imala minimalne vremenske intervale odziva prema konstantnim upitima korisnika.

Raznolikost ne postoji samo u kapacitetu i brzini odziva aplikacije prema korisnicima, nego i softverskim rješenjima, koji se kao dodatni alati koriste u skladištenju podataka u bazi podataka. Promjene u ovoj oblasti se dešavaju veoma brzo, a to je odlika naučne oblasti koju obuhvataju informacione tehnologije. Kada pomislimo na ključne komponente procesa projektovanja i upotrebe baza podataka one su novijeg datuma, ali istraživanja iz oblasti primjene novih tehnologija se nastavljaju u kontinuitetu iz dana u dan. Brzine promjena iz ove oblasti diktiraju razvoj aplikacija u današnjim informacionim sistemima, ali već definisani osnovni postulati iz ove oblasti, kao i koncepti se ne mijenjaju.

Razvoj novih mogućnosti upotrebe baza podataka kao resursa podataka aplikacijama koje ih eksploatišu trebali bi da prate tehnološki napredak i određene zahtijeve softverskih programa iz ove oblasti, kako bi administratori baza podataka i softver razvojni inženjeri bili sigurni da će se osnovni koncepti upotrebe baza podataka poštovati.

Ovaj udžbenik u potpunosti pokriva nastavnu materiju koja se izučava na predmetu Softverski alati baza podataka, ali obuhvata i dodatne oblasti koje su od velikog značaja za budući profesionalni rad studenata, koji uspješno završe akademske studije. Redoslijed izlaganja materije koji je predstavljen odgovara u potpunosti redoslijedu izlaganja na predavanjima za ovaj predmet. Pored značaja za kvalitetno usvajanje gradiva od strane studenata, udžbenik može biti od koristi inženjerima koji su svoj profesionalni angažman pronašli u oblastima koje se u udžbeniku obrađuju.

Knjiga se sastoji iz 6 poglavlja. Svako poglavlje sadrži teorijski dio, koji se nadopunjuje konkretnim primjerima iz prakse koje čitalac treba da savlada.

U poglavlju 1 definišemo pojam baze podataka kao tehnološko rješenje. Poglavlje 2 govori o opštem modelu informacionog sistema, sa posebnim osvrtom na položaj baze podataka i same podatke. Različite tehnologije za skladištenje i čuvanje podataka, kao i njihove moguće organizacije u RAID nizove izloženi su u poglavlju 3. Poglavlje 4. sadrži opis konkretnih softverskih alata za upravljanje bazama podataka, kao i osnovne principe faza dizajniranja baze podataka. Na osnovu funkcionalnih zahtjeva za potrebe razvoja baze podataka informaciono sistema koje je predstavljeno u poglavlju 5. čitalac je osposobljen da implementira konceptualni i logički model baze podataka kao resurs za razvoj aplikativnog rješenja. Poglavlje 6. opisuje praktičnu upotrebu APEX (eng. *Oracle Application Express*) nad bazom podataka kada se ona uspostavi u punom kapacitetu. Takođe, u ovome poglavlju predstavili smo sve neophodne korake za instalaciju aplikativnog razvojnog okruženja, kao i sve korake na razvoju modula aplikacije.

Cilj udžbenika je da čitalac bude osposobljen da implementira bazu podataka, razvije aplikativno rješenje i da izvrši pohranu podataka na specijalizovane hardverske uređaje za svaki pojedinačni projekat bez obzira na složenost funkcionalnih zahtjeva postavljenih od strane korisnika. Ovakvim pristupom čitalac, iako se prvi put susreće sa bazama podataka i softverskim razvojnim alatima, biće osposobljen da samostalno projektuje, razvije, implementira i administrira bazu podataka.

Takođe, čitalac će biti osposobljen i da razvije aplikativno rješenje uz upotrebu Grafičkih interfejsa-*GUI* (eng. *Graphical User Interface*) u kombinaciji sa SQL (eng. *Structured Query Language*) jezikom za interaktivno definisanje funkcionalnosti aplikativnih rješenja, pretraživanje, manipulisanje, kao i upravljanje podacima i njihovu pohranu na hardverske uređaje.

Autori se zahvaljuju recenzentima na korisnim sugestijama, kao i svim ostalim zaslužnim pojedincima koji su pomogli štampanje ovog udžbenika.

1. UVOD

Čuvanje i upravljanje podacima uvijek su predstavljali izuzetno važne poslove za organizacije svih veličina. Napredak u tehnologijama baza podataka, sistemima za skladištenje i sekundarnim memorijskim uređajima omogućio je značajno poboljšanje i unapređenje načina na koji se podaci pohranjuju, kao i načina pristupanja tim podacima i njihovom održavanju.

Baze podataka, kao osnovne komponente skladištenja i upravljanja podacima, značajno su evoluirale tokom vremena. Prije pojave relacijskih baza podataka sedamdesetih godina XX vijeka, podaci su obično bili pohranjeni u odvojenim datotekama na magnetnoj traci. U samom početku računari su upotrebljavani za elektronsku obradu podataka – EOP, da bi kasnije napretkom tehnologije, kao i mogućnostima samih računara, računari bili iskorišteni za kreiranje informacionih sistema. Informacioni sistemi koji se javljaju su upravljački informacioni sistemi – MIS (eng. *Management Information Systems*), potom sistemi za podršku u odlučivanju – DSS (eng. *Decision Support Systems*), a nakon njih pojavljuju se ekspertni sistemi – ES (eng. *Expert Systems*) u oblasti vještačke inteligencije, kao i sistemi za automatizaciju kancelarija – OA (eng. *Office Automation*). Svi ovi sistemi, u suštini, predstavljaju jedan cijelovit informacioni sistem zasnovan na računaru – CBIS (eng. *Computer Based Information System*). Osnova za sve ove informacione sisteme je u suštini baza podataka.

Pored napretka u bazama podataka, pohranjivanje i načini čuvanja podataka imali su značajna poboljšanja. Jedna takva tehnologija, RAID (eng. *Redundant Array of Independent Disks*), postala je široko prihvaćen pristup za poboljšanje pouzdanosti, performansi i kapaciteta sistema za skladištenje podataka. Redudantni niz nezavisnih diskova (RAID) je tehnika upravljanja podacima koja koristi više hardvarskih uređaja za skladištenje, kako bi omogućila brži pristup, povećan kapacitet skladištenja i poboljšanu redundantnost podataka.

Distribuirani sistemi za skladištenje, takođe, su se pojavili kao skalabilno i efikasno rješenje za upravljanje velikim količinama podataka. Ovi sistemi koriste algo-ritme za distribuciju podataka za efikasnu alokaciju i pristup podacima na više uređaja za skladištenje, omogućavajući organizacijama da se nose sa sve većim zahtjevima za skladištenjem i pronalaženjem podataka.

Pored baza podataka i sistema za skladištenje, unapređenje i poboljšanje sekundarnih memorijskih tehnologija, kao što su magnetni (tvrdi) diskovi (eng. *Hard Disk Drive - HDD*) i poluprovodnički diskovi (eng. *Solid State Drive - SSD*), značajno je uticala na skladištenje i upravljanje podacima. Magnetni diskovi (HDD) predstavljaju tradicionalni medij za skladištenje, pri čemu nude velike kapacitete uz relativno niske troškove. Poluprovodnički diskovi nakon godina razvoja i unapređenja različitih tehnika upravljanja samim podacima unutar diska predstavljaju

bržu i pouzdaniju alternativu, prvenstveno zahvaljujući sposobnošću da obezbijede brže vrijeme pristupa, kao i poboljšanu izdržljivost, ali sa određenim specifičnostima koje ima poluprovodnički disk, a koja je rezultat specifičnosti tehnologije skladištenja podataka. S obzirom na činjenicu da obim digitalnih informacija nastavlja da raste, izazovi dugoročnog digitalnog čuvanja podataka postaju sve složeniji.

Baza podataka je kolekcija povezanih podataka organizovana na takav način da joj je moguće optimalno pristupiti, njome upravljati i istu održavati. Kroz istoriju čovječanstva podaci su se skladištili (čuvali) kroz slike i skulpture, dok su se sa pojavom pisma podaci počeli zapisivati u knjigama. Sa pojavom računara podaci su se počeli čuvati prvobitno u datoteke koje su se skladištile na diskete, trake, tvrdi disk računara, CD, DVD ili na fleš memoriju, itd. Porastom potreba za organizacijom i količinom podataka koji se trebaju obraditi, kao i smanjenjem vremenskih parametara koji se odnose na lakši i brži dohvat podataka, neminovan tehnološki napredak je bio prelaz sa datoteka na organizovanu kolekciju povezanih podataka - bazu podataka.

Baza podataka je tehnološko rješenje koje koristimo u svakodnevnom radu u interakciji sa mnogobrojnim aplikacijama uz upotrebu hardverskih komponenti kao što su personalni računari – PC (eng. *Personal Computers*), prenosni računari, tableti ili pametni (eng. *smart*) mobilni uređaji i sl.

Jedan praktičan primjer upotrebe baze podataka u svakodnevnom radu bilo koje kompanije jeste vođenje knjigovodstvenih papira. Kompanije ove podatke moraju voditi po Zakonu i one moraju iste zapisati u jednu elektronsku kolekciju povezanih podataka. Takođe, svaka kompanija vodi interne elektronske evidencije koje se tiču stanja osnovnih sredstava, podatke o klijentima, podatke o dobavljačima i sl.

Podaci u relacionim bazama podataka organizovani su u redove i kolone kao sastavni dio tabele. U takvoj organizacionoj strukturi vrlo je bitno da su gore navedene komponente indeksirane tj. predstavljene u strukturi podataka koja poboljšava brzinu izvođenja SQL operacija nad tabelama. Na osnovu toga indekse koristimo u cilju što bržeg pronalaženja relevantnih informacija kada je u pitanju pretraživanje velikih setova podataka koje se nalaze u tabelama baza podataka. Korisnici koji imaju pravo pristupa određenom setu podataka, imaju mogućnost dodavanja novih podatka ili ažuriranju postojećih podataka u tabelama.

S tim u vezi, tokom razvoja konkretnog informacionog sistema predstavljenog u ovom udžbeniku, čitalac ne bi trebao da ima velikih tehnoloških prepreka ukoliko se ispoštuju svi neophodni koraci koji će biti obrađeni u narednim poglavljima.

Nakon što čitalac savlada određena predznanja iz domena baza podataka u toku implementacije aplikativnog rješenja moguće je da se primjenjuju programerske vještine poput JAVA-e, C#-a i Python-a kako bi se omogućilo efikasno prikupljanje i filtriranje podataka koji se koriste za unos podataka u tabele baze podataka.

Uobičajena rutina kada govorimo o resursima baze podataka je da administrator baze podataka dozvoljava korisnicima mogućnost kontrole procesa pristupa

čitanja/pisanja (eng. *read/write*), generisanje izvještaja (eng. *report*), kao i analize upotrebe resursa same baze podataka.

Sve baze podataka koje imaju transakcije koriste ACID (eng. *Atomicity, Consistency, Isolation and Durability*) pristup kao garanciju da su podaci u bazi podataka konzistentni i da je svaka pojedinačna transakcija nad bazom podataka kompletirana.

Prije detaljnijeg opisa pojma ACID potrebno je da se zna da transakcija znači jedno izvršenje neke "*logičke jedinice posla*". Pod tim podrazumijevamo jedno izvršenje neke logičke cjeline jednog programa ili jedno izvršenje cijelog programa. Osnovni cilj baze podataka je da omogući efikasnu obradu transakcije.

ACID je akrinom za:

1) **Nedjeljivost** (eng. *Atomicity*): "Sve ili ništa" transakcija se izvršava u potpunosti (tj. kao cjelina) ili se ne izvršava ni jedan njen dio.
2) **Dosljednost** (eng. *Consistency*): Promjene podataka u bazi koje su posljedica transakcije moraju da dovedu bazu u novo dosljedno, konzistentno stanje u kojem važe sva pravila integriteta (domena, entiteta i referencijalnog integriteta).
3) **Nezavisnost, Izolacija** (eng. *Isolation*): Rezultat transakcije vidljiv je ostalim korisnicima tek kada se transakcija potvrdi.
4) **Trajnost, Postojanost** (eng. *Durability*): Promjene u bazi podataka, koje su potvrđene, a koje su posljedica transakcija, ostaju trajne tj. ne mogu se izgubiti.

ACID koncept je kompatibilan sa procesom mjerenja ili upoređivanja perfomansi (eng. *Benchmark)* tako da možemo mjeriti sve četiri komponente na različitim hardverskim i softverskim platformama i tako upoređivati perfomanse različitih produkcijskih baza podataka u cilju optimizacije njihovih tehnoloških mogućnosti.

Baze podataka se instaliraju na veoma složene hardverske sisteme, tzv. servere baza podataka (eng. *Database servers*), koji se prave od strane proizvođača hardvera na takav način da podrže sinhronizovan rad servera i skladištenje podataka (eng. *Storage*).