

# Višeslojne i distribuirane arhitekture baza podataka

Klijent-server arhitekture, Distribucija podataka

Sistemi baza podataka, dr Vladimir Dimitrieski

1

## Sadržaj

- Motivacija
- Konceptija K/S sistema
- Efekti uvođenja K/S sistema
- Konceptija distribuiranih BP
- Distribuirani sistemi za upravljanje BP
- Distribucija i distribuciona nezavisnost
- Upravljanje globalnom transakcijom
- Replikacija podataka
- Očuvanje konzistentnosti i replikacija

2

2

## Motivacija

3

## Motivacija

- Istorija razvoja tehnologija obrade podataka
  - II generacija računara & I generacija OS
    - monoprogramski OS
    - jednokorisnički OS
    - centralizovana, paketna (batch) obrada podataka
    - periferijski uređaji sa sekvencijalnim pristupom
      - jedinice čitača kartica, magnetskih traka i štampača
    - **centralizovana arhitektura IS**

4

4

## Motivacija

- Istorija razvoja tehnologija obrade podataka
  - III generacija računara & II generacija OS
    - monoprogramski OS
    - višekorisnički OS
      - raspoređivači poslova
    - centralizovana, paketna (batch) obrada podataka
    - periferijski uređaji sa direktnim pristupom
      - jedinice diskova i monitori terminala
    - periferijski uređaji sa sekvencijalnim pristupom
      - jedinice magnetskih traka, štampača i tastatura terminala
    - **centralizovana arhitektura IS**

5

5

## Motivacija

- Istorija razvoja tehnologija obrade podataka
  - IV generacija računara & III generacija OS
    - multiprogramski i višekorisnički OS
      - dinamička raspodela procesorskog vremena (timesharing)
    - centralizovana obrada podataka na daljinu
    - centralizovana, interaktivna i paketna obrada podataka
    - analogni komunikacioni uređaji
      - modemi, analogna telekomunikaciona infrastruktura
    - personalni računari (izdvojena procesorska snaga)
    - periferijski uređaji sa direktnim i sekvencijalnim pristupom
    - **centralizovana arhitektura IS**

6

6

## Motivacija

- Istorija razvoja tehnologija obrade podataka
  - V generacija računara & IV generacija OS
    - mrežni OS
      - podrška izgradnje i korišćenja računarskih mreža
    - multiprogramski, višekorisnički OS
    - distribuirana obrada podataka
    - interaktivna i paketna obrada podataka
    - digitalni komunikacioni uređaji
      - mrežne kartice (kontroleri), hub-ovi, switch-evi, router-i, digitalna telekomunikaciona infrastruktura
    - **decentralizovana arhitektura IS**

7

7

## Motivacija

- Problemi i posledice
  - osamdesete godine XX veka
    - sve veći "pritisak" korisničkih zahteva
    - dugo vreme odziva centralizovanih sistema
      - pogotovo pri udaljenoj obradi podataka
    - pojava PC-ja sa sopstvenom procesorskom snagom
      - operativniji i udobniji rad korisnika
    - angažovanje PC-ja kao nezavisnih računarskih jedinica
      - neselektivna decentralizacija obrade podataka
      - nekontrolisano uvođenje **redundanse podataka**
    - dezintegracija informacionih sistema
      - dezintegracija upravljanja razvojem i eksploatacijom IS
      - tehnološka dezintegracija IS

8

8

## Motivacija

- **Zaključak**

- nemoguć je povratak na potpuno centralizovanu arhitekturu IS
- postoje dobre tehnološke osnove za drugačiji pristup

- **Moguća rešenja**

- fizička distribucija logički jedinstvene arhitekture IS
- centralizovano upravljanje razvojem i eksploatacijom IS

9

9

## Motivacija

- **Fizička distribucija logički jedinstvene arhitekture IS**

- distribucija funkcionalnosti programa i aplikacija
  - raspodela funkcionalnosti programa na više slojeva (računara) u mreži
    - omogućena uvođenjem **K/S arhitekture** programske podrške IS
- distribucija podataka
  - raspodela delova BP na više servera (računara) u mreži
    - omogućena uvođenjem **distribuirane arhitekture BP**

10

10

## Motivacija

- **K/S sistemi**

- **Oblasti primene**

- nisu isključivo ograničene na obradu podataka i IS
      - mada je vrlo intenzivna primena upravo u oblasti baza podataka i IS
    - moguće, u situacijama kada različite softverske komponente međusobno komuniciraju

- **Zadatak – primena u oblasti IS**

- obezbeđenje fizičke distribucije logički jedinstvene arhitekture IS
      - zajednički cilj K/S sistema i sistema za distribuiranu obradu podataka

- **Cilj – primena u oblasti IS**

- stvaranje tehnoloških osnova za izgradnju integrisanih IS
    - na platformi fizički distribuirane računarsko-komunikacione infrastrukture

11

11

## Motivacija

- **Distribucija podataka**

- razlozi

- podaci nastaju i koriste se na više, međusobno udaljenih lokacija realnog sistema
      - realni sistem je geografski razućen
    - prirodno oćekivanje da arhitektura IS prati geografsku strukturu realnog sistema

- ciljevi

- da potrebni podaci iz BP budu **zadovoljavajuće brzo raspoloživi** na više lokacija istovremeno
    - **efikasno ažuriranje BP** sa više lokacija, u isto vreme
    - oćuvanje **svih teoretskih principa i praktićnih dostignuća**
      - na kojima su, generalno, zasnovani savremeni SUBP i modeli podataka
      - u uslovima distribucije BP na više lokacija

12

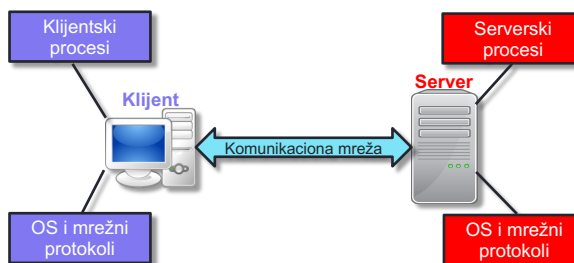
12

## Koncepcija K/S sistema

13

### Principi K/S sistema

- **K/S model obrade podataka**
  - vrsta **distribuirane obrade podataka**
  - kod koje se **funkcije korisničkog programa** raspodeljuju na najmanje dva procesa koji međusobno komuniciraju
- Tipovi procesa u K/S modelu
  - **klijentski procesi**
  - **serverski procesi**



14

14

## Principi K/S sistema

- Komunikacija procesa u K/S sistemu
  - klijentski proces
    - **šalje poruku** serverskom procesu
      - zahteva „uslugu“ (izvršenje zadatka)
  - serverski proces
    - **izvršava zahtevani zadatak**
      - uspešno ili neuspešno
    - **šalje poruku** kao odgovor na zahtev

15

15

## Principi K/S sistema

- Napomene o K/S modelu
  - klijentski i serverski procesi su **specijalizovani** za realizaciju određenih tipova zadataka
    - na određeni zahtev klijentskog procesa treba da odgovori serverski proces
      - **specijalizovan za izvođenje zahtevane funkcije**
    - granice funkcionalnosti klijentskih i serverskih procesa su jasno definisane
  - klijentski i serverski procesi su **nezavisne programske jedinice**
  - K/S distribucija programa
    - deo programa na prednjem kraju (engl. *front end*)
      - realizuje se putem klijentskog procesa
    - deo programa na zadnjem kraju (engl. *back end*)
      - realizuje se putem serverskog procesa
  - **ni jedan od delova ne predstavlja kompletan program**
    - oni komplementiraju jedan drugog

16

16

## Principi K/S sistema

- Napomene o K/S modelu
  - klijentski i serverski procesi mogu da se izvode na
    - **istom**, ili
    - **različitim računarima**
      - povezanim putem računarske mreže
  - **klijent**
    - klijentski računar ili računar na prednjem kraju
    - računar na kojem se izvodi klijentski proces
  - **server**
    - serverski računar ili računar na zadnjem kraju
    - računar na kojem se izvodi serverski proces

17

17

## Principi K/S sistema

- Napomene o K/S modelu
  - praktični preduslovi primene K/S modela
    - postojanje **barem dva** računara
      - povezana komunikacionom mrežom
      - sa instaliranim OS koji podržava rad u mreži
    - **distribucija** klijentskog i serverskog procesa na različite računare
      - po karakteristikama, **prilagođene potrebama** procesa
      - server
        - uobičajeno računar boljih karakteristika
        - namenjen da opsluži više klijenata istovremeno
      - klijent
        - uobičajeno računar slabijih karakteristika
    - procesi na serveru **moraju biti "deljivi"**
      - da mogu da opsluže više klijenata u isto vreme
  - ukupno gledano, obrada se izvršava **efikasnije**
    - nego da se ceo program izvršava na samo jednom računaru

18

18

## Principi K/S sistema

- Napomene o K/S modelu
  - primeri koji ne predstavljaju K/S model
    - pristup datotekama, smeštenim na poseban server datoteka
      - putem programa koji se **kompletno izvršava** na drugom računaru
    - emulacija terminala putem personalnih računara
      - pokrenuti program se **kompletno izvršava** na drugom računaru – serveru aplikacija
    - pristup serveru izveštaja, za pokretanje izveštaja
      - koji se **kompletno izvršava (formatira i štampa)** na drugom računaru
  - često se pojam K/S modela obrade podataka **pogrešno poistovećuje** s izvršenjem programa
    - u grafičkom (GUI) okruženju
    - koji, eventualno, koristi podatke s drugih, umreženih računara

19

19

## Raspodela zadatka u K/S sistemu

- **Funkcionalna raspodela zadatka transakcionog programa – tipovi zadatka**
  - prezentacija podataka
    - procedure za podršku korisničkog interfejsa
      - komunikacije program – korisnik programa
    - procedure za prikaz podataka
  - obrada podataka
    - procedure za pristup, selekciju i ažuriranje podataka
    - procedure za obradu podataka
  - razmena podataka
    - procedure za razmenu podataka između servera i klijenta

20

20

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- Funkcionalna raspodela zadataka transakcionog programa – tipovi zadataka
  - prezentacija podataka
    - upravljanje prezentacijom podataka
    - implementacija logike prezentacije podataka
  - obrada podataka
    - implementacija logike obrade podataka
    - upravljanje obradom podataka
  - razmena podataka
    - implementacija razmene poruka i podataka

21

21

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- **Upravljanje prezentacijom podataka**
  - upotreba korisničkog interfejsa
    - upotreba menija, ikona, dugmića i drugih UI elemenata
    - rad sa ekranskim formama
    - prikaz i štampa izveštaja
  - preliminarna validacija i lokalne transformacije podataka
    - validacija, konverzija, formatiranje, ili izračunavanje podataka za prikaz
  - obezbeđenje dijaloga s korisnikom
    - prikaz poruka i upozorenja

22

22

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- **Logika prezentacije podataka**

- transformacija podataka s prezentacionog na konceptualni nivo, i obratno
- pokretanje transakcija i obrada poruka o rezultatima izvođenja transakcije
- obrada podataka u radnoj zoni programa
- obrada rezultata dijaloga korisnika i programa

23

23

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- **Logika obrade podataka**

- transformacija podataka s logičkog na fizički nivo, i obratno
- upravljanje operacijama čitanja i ažuriranja podataka
- sprovođenje kontrole konzistentnosti podataka
- obrada grešaka koje mogu nastati pri izvođenju
  - operacija nad podacima, ili
  - kontroli konzistentnosti podataka

24

24

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- **Upravljanje obradom podataka**

- funkcije koje, uglavnom, pokriva U/I podsistem na serveru podataka
  - U/I aktivnosti
    - otvaranje i zatvaranje datoteka
    - fizički i logički prenos podataka
      - na relaciji eksterni memorijski uređaj – sistemski baferi – radna zona programa
  - detekcija i obrada U/I grešaka
    - koje nastaju pri realizaciji U/I aktivnosti

25

25

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

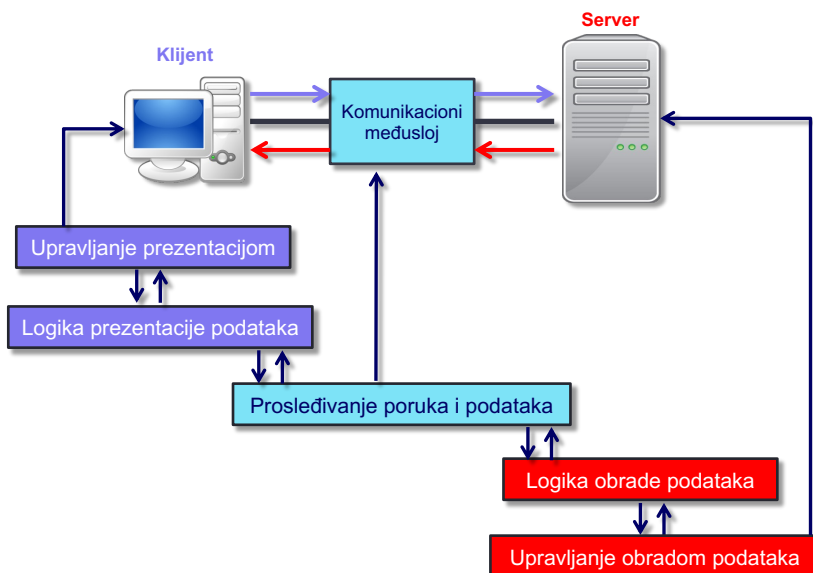
- **Razmena poruka i podataka**

- razmena podataka na relaciji klijentski proces – serverski proces
  - na relaciji konceptualni nivo – logički nivo
- razmena poruka na relaciji serverski proces – klijentski proces
  - informacija o obradi podataka i stanju procesa u K/S sistemu

26

26

## Raspodela zadataka u K/S sistemu



27

27

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- Raspodela zadataka po tipovima zadataka
  - načelno, postoji strogo razgraničenje "nadležnosti" između tipova zadataka
  - praktično, isti zadatak može biti realizovan
    - u okviru **dva tipa zadatka istovremeno**, koja
      - oba pripadaju ili klijentu, ili serveru
      - jedan pripada klijentu, a drugi serveru
    - u okviru jednog tipa zadatka, **po izboru programera**

28

28

## Raspodela zadataka u K/S sistemu

- Raspodela zadataka po tipovima zadataka
  - K/S program se može realizovati kao:
    - **program s tankom ("lakom") klijent realizacijom**
      - engl. *thin client*
      - najveći deo procedura pripada serveru
    - **program s debelom ("teškom") klijent realizacijom**
      - engl. *fat client*
      - najveći deo procedura pripada
        - samo klijentu, ili
        - i klijentu i serveru, istovremeno
  - **posledica**
    - **moгуć bitan uticaj na performanse programa!**

29

29

## Višeslojna arhitektura K/S sistema

- Tipovi arhitektura
  - prema raspodeli tipova zadataka po funkcionalnim nivoima
  - **funkcionalni nivo**
    - grupa procesa koji podržavaju zadatke unapred određenih tipova
    - praktično, mada ne i obavezno, očekuje se da bude podržan posebnim računarom u K/S arhitekturi

30

30

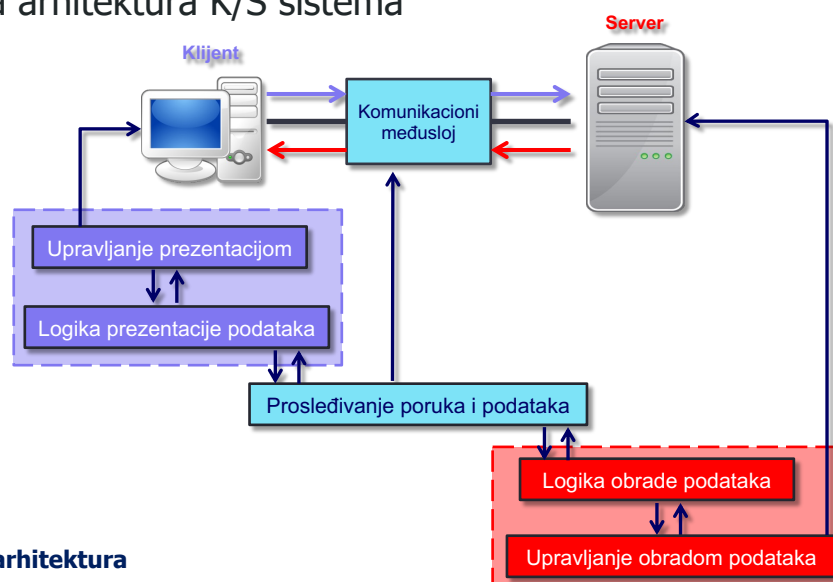
## Višeslojna arhitektura K/S sistema

- Tipovi arhitektura
  - prema raspodeli tipova zadataka po funkcionalnim nivoima
    - **dvoslojna**
      - raspodela tipova zadataka na 2 funkcionalna nivoa
    - **troslojna**
      - raspodela tipova zadataka na 3 funkcionalna nivoa
    - **višeslojna**
      - raspodela tipova zadataka na  $n$  ( $n > 2$ ) funkcionalnih nivoa

31

31

## Višeslojna arhitektura K/S sistema



32

32

## Višeslojna arhitektura K/S sistema

- **Višeslojna arhitektura ( $n > 2$ )**

- osnovna pretpostavka
  - jedan funkcionalni nivo u raspodeli zadataka može imati, u isto vreme, **i ulogu klijenta i ulogu servera**
    - uloga klijenta prema nekom drugom serveru
    - uloga servera prema nekom drugom klijentu

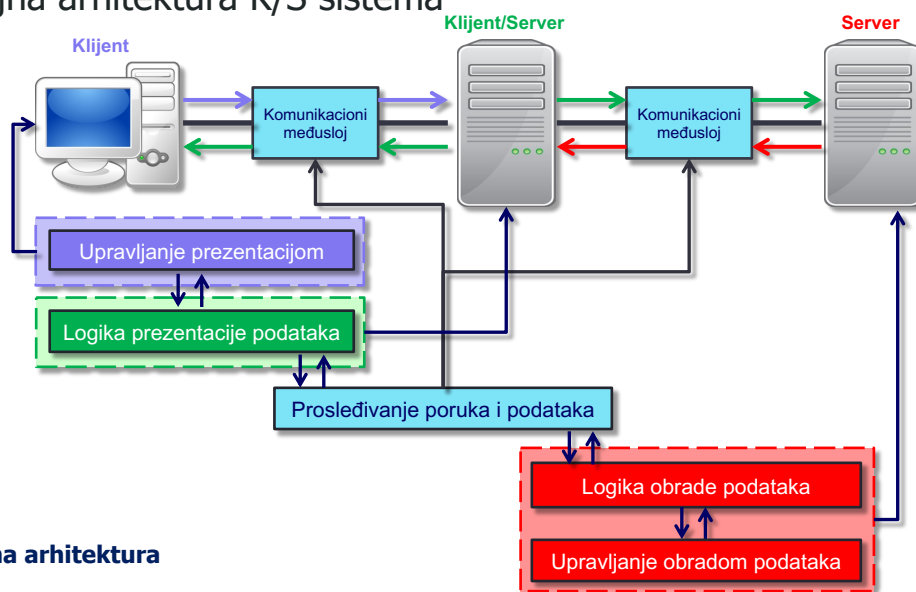
- **Troslojna arhitektura**

- klijent - upravljanje prezentacijom
- srednji sloj - logika prezentacije
- server - logika i upravljanje podacima

33

33

## Višeslojna arhitektura K/S sistema



**Troslojna arhitektura**

34

34

## Efekti uvođenja K/S sistema

35

### Efekti uvođenja K/S sistema

- **Rasterećenje centralnog računara**
  - klijent preuzima izvršavanje onog dela aplikacije koji, inače, uvodi veliku režiju u rad centralnog računara zbog čestih prekida
  - server se podešava da radi samo sa bazom podataka, što mu povećava produktivnost
- **Poboljšanje integriteta podataka**
  - dobre tehničke osnove za centralizovano upravljanje i manipulaciju podacima u BP
    - izbegava se nepotrebno repliciranje podataka van servera BP
    - centralizovana kontrola ograničenja i očuvanja konzistentnosti podataka
    - centralizovana zaštita od neovlašćenog pristupa podacima
    - centralizovana zaštita od oštećenja ili uništenja podataka iz BP

36

36

## Efekti uvođenja K/S sistema

- **Smanjenje saobraćaja kroz mrežu**

- postiže se pravilnom raspodelom zadataka između funkcionalnih nivoa
  - razmena podataka putem paketa malog obima
  - razmena samo neophodnih podataka kroz mrežu
    - poruka i
    - podataka, koji predstavljaju rezultat opsluživanja poruka
  - mreža biva rasterećena od prenosa poruka, vezanih za upravljanje prezentacijom, a i logiku prezentacije

- **Povećanje procesorske moći celokupne hardverske konfiguracije**

- jeftiniji računari, sa solidnom procesorskom snagom, dobijaju adekvatne zadatke
- rasterećeniji server može efikasno da opsluži veći broj korisnika
- smanjenje troškova prenosa podataka
- uz relativno jednako ulaganje u hardversku konfiguraciju, ostvaruju se bitno bolje performanse obrade podataka

37

37

## Efekti uvođenja K/S sistema

- **Komfortniji rad korisnika**

- personalni računari – grafički UI
- bolja integracija aplikativnog softvera sa različitim uslužnim programima, opšte namene
  - programima za uređivanje teksta
  - programima za obradu grafičkih ili multimedijalnih zapisa
  - programima za tabelarnu obradu podataka

- **Usložnjavanje H/S konfiguracije sistema**

- održavanje H/S konfiguracije – složenije i skuplje
- upravljanje H/S konfiguracijom – složenije i skuplje

38

38

## Koncepcija distribuiranih BP

39

### Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirana BP
  - BP u kojoj su podaci fizički smešteni na **barem dva servera** BP
    - **logički jedinstvena BP**
      - opisana putem jedinstvene logičke šeme BP
    - **sa fizički distribuiranim delovima**
      - opis fizičke strukture uključuje specifikaciju distribucije delova BP
  - preduslov
    - postojanje računarske mreže koja povezuje servere BP na barem trećem nivou ISO/OSI arhitekture

40

40

## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirana obrada podataka
  - obrada podataka nad distribuiranom BP, takva da
    - zadaci **logike podataka i upravljanja podacima** se, u opštem slučaju, **mogü raspodeliti** na sve servere
      - servere BP, koji participiraju u distribuiranoj arhitekturi
  - primer koji ne predstavlja distribuiranu obradu podataka
    - delovi baze podataka su distribuirani na više računara
    - obrada podataka je centralizovana
      - nije moguće izvršiti distribuciju zadataka logike podataka i upravljanja podacima

41

41

## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirani IS
  - IS koji podržava distribuiranu (K/S) obradu podataka
    - nad distribuiranom BP
  - čija je arhitektura distribuirana
  - **cilj**
    - omogućiti da svaki korisnik može pokrenuti aplikaciju IS
      - koja mu je neophodna u realizaciji njegovog informacionog zahteva
      - s bilo koje, unapred predviđene lokacije

42

42

## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirani IS
  - osnovni preduslov
    - **postojanje računarske mreže**
      - koja povezuje sve elemente arhitekture IS u jedinstveni komunikacioni sistem
        - servere BP
        - aplikacione servere
        - klijente
        - ostale U/I (periferijske) uređaje

43

43

## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirani IS
  - očekivani efekti
    - **viša raspoloživost IS-a**
      - veća verovatnoća da će sistem korektno funkcionisati, kada je to korisnicima potrebno
        - otkaz jednog servera u sistemu ne znači i otkaz celog sistema, što je slučaj kod centralizovane arhitekture
    - **bolje performanse IS-a**
      - kraće vreme odziva IS-a, na predviđene zahteve korisnika
        - distribuirana arhitektura IS je, u opštem slučaju, bolje prilagođena potrebama geografski razućenog realnog sistema, od centralizovane

44

44

## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirani IS
  - očekivani efekti
    - **bolje osnove za očuvanje integriteta BP**
      - veća verovatnoća da će validni podaci biti smešteni u BP, u okviru koje se kontrolišu ograničenja na podatke
        - uvođenje distribuirane arhitekture IS umanjuje težnju za dezintegracijom IS, kao što je to slučaj kod centralizovane arhitekture IS

45

45

## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirani IS
  - zahtevi, na današnjem stepenu razvoja
    - **obavezna upotreba distribuiranih SUBP**
    - **uključiti u metodologiju razvoja IS aktivnosti projektovanja distribucije IS**
    - **sprovođenje odgovarajućih organizaciono-tehničkih mera**
      - u cilju uspešnog uvođenja u upotrebu, eksploatacije i održavanja distribuiranog IS

46

46

## Koncepcija distribuiranih BP

- Tipovi distribuiranih BP
  - saglasno primenjenim SUBP
    - **homogeni**
      - na svim serverima BP je upotrebljen isti SUBP za podršku distribuirane BP
    - **heterogeni**
      - upotrebjeno je najmanje dva, bitno različita SUBP za podršku distribuirane BP

47

47

## Koncepcija distribuiranih BP

- Nivoi rada nad distribuiranom BP
  - **lokalni nivo podataka**
    - opredeljen participiranjem **tačno jednog servera** distribuirane BP, u obradi podataka
  - **globalni (distribuirani) nivo podataka**
    - opredeljen participiranjem **više od jednog servera** distribuirane BP, u obradi podataka

48

48

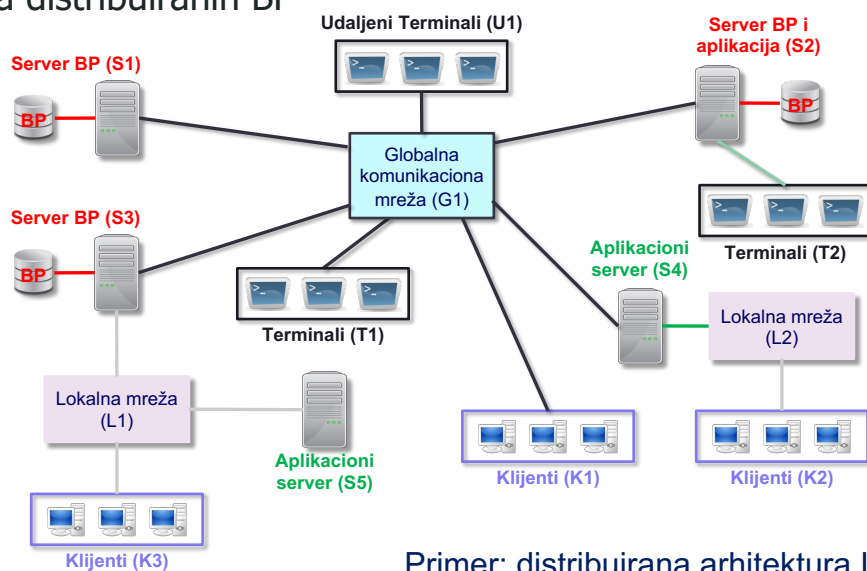
## Koncepcija distribuiranih BP

- Nivoi rada nad distribuiranom BP
  - **lokalni nivo podataka**
    - lokalna transakcija
    - lokalni upit
    - lokalno ažuriranje
    - lokalni korisnik
  - **globalni (distribuirani) nivo podataka**
    - globalna (distribuirana) transakcija
    - globalni (distribuirani) upit
    - globalno (distribuirano) ažuriranje
    - globalni korisnik

49

49

## Koncepcija distribuiranih BP



50

50

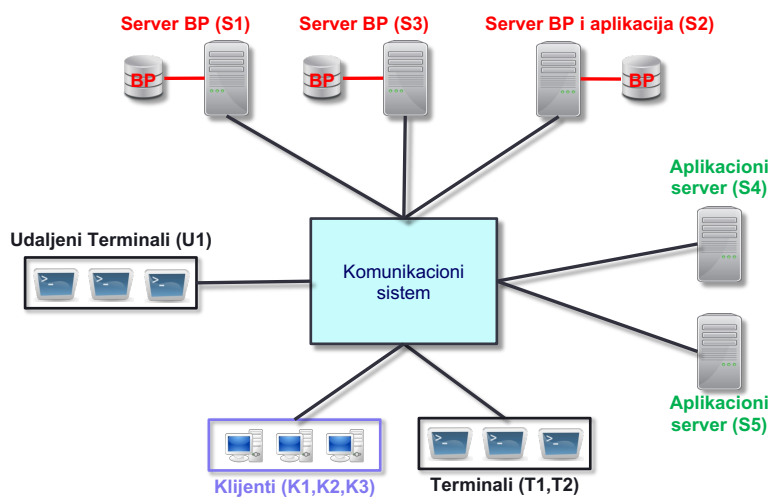
## Koncepcija distribuiranih BP

- Distribuirana arhitektura IS – opšti zahtev
  - **distribuciona nezavisnost programa i podataka**
    - programi IS moraju biti **nezavisni od distribucije** delova BP po serverima
      - **logički nivo**
        - jedinstvena, logička šema BP
      - **fizički nivo**
        - šema distribucije BP po serverima
    - izmene u šemi distribucije BP po serverima ne smeju da utiču na logičku šemu BP, ili transakcione programe

51

51

## Koncepcija distribuiranih BP



Primer: distribuirana arhitektura IS

52

52

## Distribuirani sistemi za upravljanje BP

53

### Distribuirani sistemi za upravljanje BP

- **Zadatak**

- da omogući efikasnu izgradnju, korišćenje i ažuriranje distribuiranih BP

54

54

## Distribuirani sistemi za upravljanje BP

### • Zahtevi

- zadržavanje svih opštih, poželjnih karakteristika SUBP, vezanih za
  - upravljanje transakcijama
  - podršku višekorisničkog režima rada
  - zaštitu od neovlašćenog pristupa BP
  - zaštitu od oštećenja ili uništenja BP
  - obezbeđenje performantnog rada nad BP
    - algoritmi za podršku ovih funkcionalnosti kod distribuiranih SUBP su, u opštem slučaju, složeniji nego kod centralizovanih SUBP

55

55

## Distribuirani sistemi za upravljanje BP

### • Zahtevi

- obezbeđenje upravljanja distribuiranim delovima BP
- obezbeđenje distribucione nezavisnosti
  - nezavisnosti programa od distribucije delova BP
- obezbeđenje replikacije podataka
  - namernog uvođenja redundance (multipliciranja) podataka
- obezbeđenje višeg stepena raspoloživosti sistema
  - robusnosti sistema na otkaze delova (servera BP)

56

56

## Distribuirani sistemi za upravljanje BP

- Rečnik distribuiranog SUBP
  - može biti, kao i sama BP, u određenoj meri, distribuiran
  - varijante distribucije rečnika SUBP
    - **potpuno centralizovani (nedistribuirani) rečnik**
      - kompletan sadržaj samo na jednom serveru BP
    - **potpuno autonomni (distribuirani) rečnik**
      - na svakom serveru BP se održava samo lokalni rečnik
    - **replicirani rečnik**
      - na svakom serveru BP se održava lokalni rečnik
      - repliciraju se na neke, ili sve servere BP delovi rečnika sa informacijama o distribuciji i replikaciji BP

57

57

## Distribuirani sistemi za upravljanje BP

- Rečnik distribuiranog SUBP
  - varijante distribucije opredeljuju stepen autonomnosti servera BP
    - **potpuno centralizovani (nedistribuirani) rečnik**
      - nizak stepen autonomnosti servera BP
      - otkaz servera BP na kojem je rečnik izaziva otkaz sistema u celini
      - jednostavnije administriranje i upravljanje sistemom
      - jednostavno ažuriranje rečnika SUBP

58

58

## Distribuirani sistemi za upravljanje BP

- Rečnik distribuiranog SUBP
  - varijante distribucije opredeljuju stepen autonomnosti servera BP
    - **potpuno autonomni (distribuirani) rečnik**
      - visok stepen autonomnosti servera BP
      - izvođenje globalne transakcije zahteva uvid u sve lokalne rečnike servera BP koji učestvuju u realizaciji transakcije
    - **replicirani rečnik**
      - visok stepen autonomnosti servera BP
      - izvođenje globalne transakcije je podržano uvidom samo u lokalni rečnik servera BP na kojem je pokrenuta transakcija
      - složeniji postupci ažuriranja rečnika SUBP

59

59

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

60

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Osnova distribuirane BP
  - instaliran distribuirani SUBP na svakom od servera BP u arhitekturi IS
  - delovi šeme BP i BP se implementiraju na uobičajen način, korišćenjem naredbi
    - jezika za definiciju podataka (DDL)
    - jezika za manipulaciju podacima (DML)
  - SUBP podržava mogućnost izvođenja jedne transakcije nad **više servera BP**

61

61

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Osnova distribuirane BP
  - SUBP podržava **jedinstveno imenovanje** objekata šeme BP
    - tabela, pogleda, trigera, procedura, itd.
    - svi objekti moraju da imaju jedinstvenu identifikaciju, na nivou celokupne logičke šeme BP
    - formiranje **globalnih naziva** objekata šeme BP
    - korišćenje **globalnih naziva** objekata u DDL i DML naredbama SQL-a

62

62

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Primer
  - **jedinstveno imenovanje objekata šeme BP**
    - kvalifikovanjem lokalnog naziva putem identifikacione oznake servera BP
  - naziv servera BP
    - **<domen>.<naziv\_BP>**
  - naziv tabele u šemi BP
    - **<domen>.<naziv\_BP>.<naziv\_tabele>**

63

63

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Primer
  - **jedinstveno imenovanje objekata šeme BP u SUBP Oracle**
    - server BP: **uns.ftn.nastava**
    - u lokalnoj BP nastava, kreirana je tabela **Student**
    - upisivanje u lokalni rečnik informacije o serveru BP
 

```
CREATE DATABASE LINK uns.ftn.nastava
```
    - preuzimanje podataka iz tabele **Student**

```
SELECT ...
FROM Student@uns.ftn.nastava
WHERE ...
```

64

64

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Distribuciona nezavisnost
  - **mehanizmi SUBP za obezbeđenje nezavisnosti**
    - SQL pogledi
    - sinonimi BP
    - procedure BP

65

65

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Distribuciona nezavisnost
  - SQL pogledi
 

```
CREATE VIEW Student AS
  SELECT ...
  FROM Student@uns.ftn.nastava
  WHERE ...
```
  - upotreba pogleda u transakcionom programu
 

```
SELECT ...
FROM Student
WHERE ...
```

66

66

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Distribuciona nezavisnost

- sinonimi BP

```
CREATE SYNONYM Student FOR Student@uns.ftn.nastava
```

- upotreba sinonima u transakcionom programu

```
SELECT ...
FROM Student
WHERE ...
```

67

67

## Distribucija i distribuciona nezavisnost

- Distribuciona nezavisnost

- procedure BP

```
CREATE PROCEDURE SelectStudent (selRecPod OUT Student%ROWTYPE) AS
BEGIN
    SELECT * INTO selRecPod
    FROM Student@uns.ftn.nastava
    WHERE ...
END;
```

- upotreba procedure u transakcionom programu

- putem poziva procedure **SelectStudent(...)**

68

68

## Upravljanje globalnom transakcijom

69

### Upravljanje globalnom transakcijom

- Osnovni zahtevi
  - globalna transakcija može da se izvodi na **više** servera BP, koji međusobno komuniciraju
  - logika (ispravnost) izvršenja transakcije **ne sme da zavisi** od toga da li je BP distribuirana, ili ne
  - mehanizmi završetka transakcije su isti
    - COMMIT - potvrda transakcije
    - ROLLBACK - poništavanje transakcije
  - mehanizmi zaključavanja podataka na serverima BP, obuhvaćenih globalnom transakcijom, isti su

70

70

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Izvođenje globalne transakcije
  - **server inicijalizacije transakcije**
    - server BP, na kojem započinje izvođenje transakcije
    - transakcija, po potrebi, zahteva usluge drugih servera BP
  - **server globalne transakcije**
    - hijerarhijska struktura servera BP, koji učestvuju u izvođenju transakcije

71

71

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Izvođenje globalne transakcije
  - **lokalni koordinator transakcije**
    - server BP, koji prima i prosleđuje
      - zahteve za izvođenje SQL naredbi
      - informacije o statusu transakcije
    - čvor u strukturi stabla transakcije, koji nije koren ili list
  - **uslužni server**
    - server BP, koji
      - prima zahteve za izvođenje SQL naredbi
      - prosleđuje odgovore saglasno izvršenim SQL naredbama
    - list u strukturi stabla transakcije

72

72

## Upravljanje globalnom transakcijom

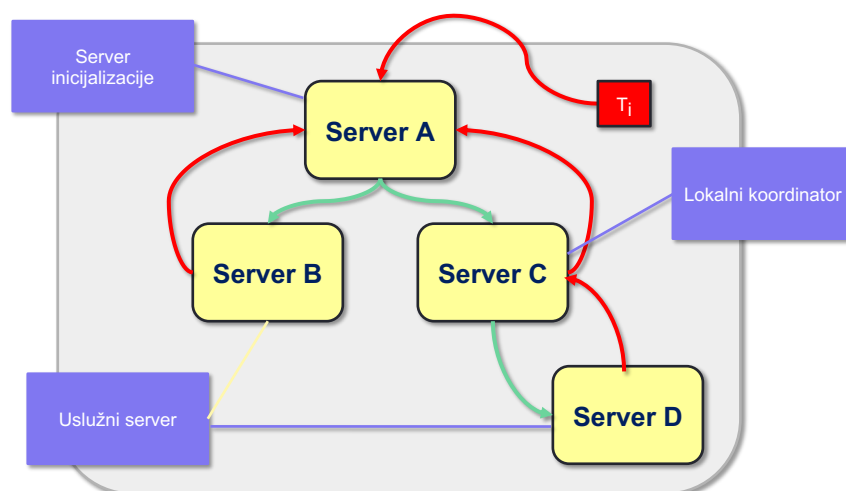
- Izvođenje globalne transakcije
  - **server globalne potvrde transakcije (globalni koordinador)**
    - server koji vrši koordinaciju **postupka završetka transakcije**
    - server, na kojem se obavlja **najveći deo** transakcije
    - uobičajeno, to je i server inicijalizacije transakcije
    - postoji kod nekih SUBP

73

73

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Stablo servera transakcije



74

74

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - zahteva **sinhronizaciju servera** BP u stablu transakcije
  - **dvofazni protokol potvrđivanja transakcije** u distribuiranom okruženju
    - engl. *two-phase commit protocol (2PC)*
    - **faza pripreme** završetka transakcije
    - **faza realizacije** završetka transakcije

75

75

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **faza pripreme završetka transakcije**
    - ako transakcija na serveru globalne potvrde transakcije može biti potvrđena
      - šalje svim ostalim serverima poruku tipa **Pripremi se za potvrdu - PREPARE**
      - očekuje odgovore ostalih servera
    - ako transakcija mora biti poništena
      - šalje svim ostalim serverima poruku tipa **ROLLBACK**
      - poništava transakciju u celini

76

76

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **faza pripreme završetka transakcije**
    - ako server BP dobije poruku tipa PREPARE
      - utvrđuje da li se dati deo transakcije može potvrditi ili se mora poništiti
      - šalje odgovor tipa **PREPARED** ili **ROLLBACK** serveru globalne potvrde transakcije
    - ako server BP dobije poruku tipa ROLLBACK
      - poništava transakciju
      - šalje poruku potvrde da je tražena operacija obavljena

77

77

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **faza realizacije završetka transakcije**
    - ako server globalne potvrde dobije pozitivan odgovor od svih servera BP transakcije
      - šalje svim ostalim serverima poruku tipa **COMMIT**
      - očekuje odgovore ostalih servera
      - ako dobije sve pozitivne odgovore, potvrđuje transakciju u celini

78

78

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **faza realizacije završetka transakcije**
    - ako server globalne potvrde transakcije dobije negativan odgovor od makar jednog servera BP
      - šalje svim ostalim serverima poruku tipa **ROLLBACK**
      - poništava transakciju u celini

79

79

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - postoji mogućnost pojave **greške** u toku vođenja ili završetka transakcije
    - trajni ili privremeni **otkaz nekog od servera BP**, obuhvaćenih globalnom transakcijom
    - trajno ili privremeno **"gubljenje" poruke / odgovora na poruku**
  - posledice
    - privremena greška može a ne mora izazvati zastoj u radu
    - trajna greška izaziva zastoj u radu sistema

80

80

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **nerazrešeni deo transakcije**
    - deo transakcije, na jednom lokalnom serveru BP, u stanju spremnosti
      - poslata poruka tipa *PREPARED*
      - neizvesno dalje čekanje na poruku tipa *COMMIT* ili *ROLLBACK*
      - resursi BP (podaci) su zaključani (zauzeti) i druge transakcije ne mogu da im pristupe
    - posledica pojave greške u izvršenju transakcije

81

81

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - SUBP poseduje **mehanizme za završetak** nerazrešenih transakcija
    - **automatski oporavak od greške u transakciji**
    - **unilateralni ("nasilni", separadni) završetak nerazrešenog dela transakcije**
    - **dovođenje BP u konzistentno stanje, nakon unilateralnog završetka dela transakcije**

82

82

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **automatski oporavak od greške u transakciji**
    - moguć u slučaju kratkotrajnih zastoja
    - ukoliko se komponenta u otkazu, zbog koje je nastala greška, vrati u ispravno stanje
      - u zadovoljavajuće kratkom vremenu
      - moguće je da krajnji korisnik efekte takve greške i ne primeti, jer se svode na nešto duže ukupno trajanje transakcije

83

83

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **automatski oporavak od greške u transakciji**
    - mehanizam **automatskog oporavka** servera BP
      - globalno poništavanje transakcije
        - eventualno, ponovno pokretanje iste transakcije, ispočetka
    - mehanizam **automatskog oporavka** komunikacije između servera BP
      - nastavak izvršenja transakcije od mesta na kojem je prekinuta

84

84

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **unilateralni ("nasilni", separadni) završetak nerazrešenog dela transakcije**
    - vrši se "ručno" poništavanje ili potvrđivanje lokalnog dela transakcije, od strane administratora lokalnog servera BP
      - u cilju oslobađanja zaključanih resursa
      - bez "znanja" globalnog koordinatora transakcije

85

85

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **unilateralni ("nasilni", separadni) završetak nerazrešenog dela transakcije**
    - odluka o načinu završetka dela transakcije
      - uvidom u rečnik globalnog koordinatora
      - u dogovoru sa administratorima ostalih servera BP
    - postoji **rizik dovođenja BP u nekonzistentno** stanje

86

86

## Upravljanje globalnom transakcijom

- Završetak transakcije u distribuiranom okruženju
  - **dovođenje BP u konzistentno stanje, nakon unilateralnog završetka dela transakcije**
    - moguće nakon vraćanja u ispravno stanje komponente čiji je otkaz izazvao grešku
    - **moгуći načini**
      - globalno storniranje unilateralno završene transakcije i, eventualno, njeno ponovno pokretanje
      - lokalno storniranje potvrđenog dela transakcije
      - ponovno pokretanje lokalnog dela transakcije
        - zahteva se postojanje posebnih procedura

87

87

## Replikacija podataka

88

## Replikacija podataka

- **Replikacija podataka u BP**
  - namerno uvođenje **kontrolisane redundance** u BP
- **Ciljevi**
  - povećanje raspoloživosti i pouzdanosti sistema
  - poboljšanje performansi
    - skraćenje vremena odgovora na upit
- **Zahtev**
  - SUBP mora da ima mehanizme za izgradnju i upravljanje repliciranim delovima BP

89

89

## Replikacija podataka

- **Replikaciona kopija** (materijalizovani pogled)
  - osnovni koncept replikacije podataka
  - **relacija (tabela) koja se formira i ažurira preuzimanjem (kopiranjem) podataka iz jedne ili više drugih tabela**
    - koje se, u principu, ne nalaze na istom serveru BP
    - ažurira se, u principu, posredno
      - propagacijom operacija ažuriranja nad osnovnim tabelama, od kojih je replikaciona kopija nastala
      - u zadatim vremenskim trenucima

90

90

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija (materijalizovani pogled)
  - **posredno ažuriranje kopije**
    - **osvežavanje kopije**
    - **ažuriranje s propagacijom**
      - osnovni način ažuriranja replikacione kopije
      - svako sprovođenje DML operacija nad osnovnim tabelama **izaziva izvođenje (propagaciju)** odgovarajućih DML operacija nad replikacionom kopijom
  - u opštem slučaju, dozvoljeno je i neposredno ažuriranje
    - putem DML naredbi nad samom kopijom

91

91

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija (materijalizovani pogled)
  - kreiranje kopije
    - SQL naredba

```
CREATE MATERIALIZED VIEW Naziv  
[FOR UPDATE]  
AS SELECT ...
```

92

92

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija
  - klasifikacije
    - **prema mogućim načinima ažuriranja**
      - **statička** replikaciona kopija
      - **dinamička** replikaciona kopija
    - **prema strukturi SELECT naredbe za kreiranje kopije**
      - **osnovna** replikaciona kopija
      - **složena** replikaciona kopija

93

93

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija
  - **statička** replikaciona kopija
    - dozvoljeno je (i obavezno) samo **posredno ažuriranje** (ažuriranje s propagacijom, osvežavanje)
  - **dinamička** replikaciona kopija
    - obavezno je **posredno ažuriranje**
    - dozvoljeno je i **direktno ažuriranje**

94

94

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija
  - **osnovna** replikaciona kopija
    - predstavlja celokupnu, ili deo sadržaja **tačno jedne** osnovne tabele
      - koji se dobija primenom operacija **selekcije i/ili projekcije** podataka na osnovnu tabelu
    - skup obeležja kopije obuhvata **barem jedan ključ** osnovne tabele
    - naredba SELECT za formiranje ovakve vrste kopije mora da poštuje navedena pravila
      - nisu dozvoljene klauzule GROUP BY, HAVING, CONNECT BY, UNION, INTERSECT, itd.
      - zabranjena je upotreba skupovnih funkcija (SUM, AVG,...)

95

95

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija
  - **složena** replikaciona kopija
    - ne postoje posebni uslovi za formiranje naredbe SELECT, pri kreiranju kopije
  - **moгуće kombinacije vrsta replikacionih kopija**

Vrste kopija	Osnovna	Složena
Statička	Da	Da
Dinamička	Da	Ne

96

96

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - prema kriterijumima
    - **mogućnosti ažuriranja BP**
    - **vremena osvežavanja**
    - **načina osvežavanja**
    - **logike izvođenja**
    - **sinhronizacije operacija osvežavanja**

97

97

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta mogućnosti ažuriranja BP
    - **jednosmerna**
      - od osnovnih tabela ka kopijama
    - **simetrična**
      - dvosmerna

98

98

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta mogućnosti ažuriranja BP
    - **jednosmerna**
      - dozvoljena upotreba samo **statičkih** replikacionih kopija
        - dozvoljeno je samo ažuriranje, putem transakcija, matičnih tabela u BP
        - replicirani delovi BP se ažuriraju isključivo tehnikom osvežavanja

99

99

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta mogućnosti ažuriranja BP
    - **simetrična**
      - dozvoljena je upotreba i **statičkih** i **dinamičkih** replikacionih kopija
        - dozvoljeno je ažuriranje, putem transakcija, i matičnih tabela u BP i repliciranih delova BP, istovremeno
        - dodatno, replicirani delovi BP se mogu ažurirati i tehnikom osvežavanja

100

100

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta vremena osvežavanja
    - **sinhrona**
      - trenutna
    - **asinhrona**
      - odložena

101

101

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta vremena osvežavanja
    - **sinhrona**
      - osvežavanje kopije se sprovodi **u trenutku nastajanja** promene u osnovnim tabelama
      - **u okviru transakcije** koja ažurira podatke osnovne tabele

102

102

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta vremena osvežavanja
    - **asinhrona**
      - osvežavanje kopije se sprovodi, naknadno, u odloženom režimu (nakon završetka osnovne transakcije)
        - **automatski**, u zadatom vremenskom trenutku, ili vremenskim intervalima u budućnosti, ili
        - **ručno**, po eksplicitnom zahtevu administratora

103

103

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta načina osvežavanja
    - **replikacija s brzim osvežavanjem**
      - osvežavanje propagacijom promena
    - **replikacija s kompletnim osvežavanjem**
      - kompletno osvežavanje cele replikacione kopije

104

104

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta načina osvežavanja
    - **replikacija s brzim osvežavanjem**
      - propagacijom ažuriranja prosleđuju se **samo promene ili promenjeni podaci** do replikacionih kopija
      - zahteva se **postojanje replikacionog dnevnika**
      - **replikacioni dnevnik**
        - tabela promena
        - evidentira, vrednosti ključa, trenutak nastanka promene, vrstu promene (operaciju), kao i stare i/ili nove vrednosti podataka

105

105

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta načina osvežavanja
    - **replikacija s kompletnim osvežavanjem**
      - replikaciona kopija se **osvežava kompletno**, kao pri kreiranju
        - prosleđuju se, ponovo, **svi podaci** koji čine replikacionu kopiju

106

106

## Replikacija podataka

- Replikaciona kopija
  - **odnos: način osvežavanja / vrsta kopije**
    - **replikacija s brzim / kompletnim osvežavanjem**
    - **osnovna / složena replikaciona kopija**

Vrste kopija	Osnovna	Složena
Kompletno osvežavanje	Da	Da
Brzo osvežavanje	Da	Ne

107

107

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta logike izvođenja
    - **propagacija na nivou torke**
      - prosleđuju se naredbe ažuriranja, **za svaku torku pojedinačno**
        - pogodna u slučaju kratkih transakcija
    - **proceduralna propagacija**
      - osvežavanje se vrši putem **posebno isprogramiranih procedura**
        - koje obuhvataju sve promene jedne transakcije
        - pogodnija u slučaju dužih transakcija

108

108

## Replikacija podataka

- Podržane vrste replikacije
  - sa stanovišta sinhronizacije operacija osvežavanja
    - **serijska replikacija**
      - operacije ažuriranja se sprovode nad replikacionim kopijama serijski, u istom redosledu kao nad osnovnim tabelama
    - **paralelna replikacija**
      - dozvoljava se izmena redosleda i paralelizacija operacija ažuriranja replikacionih kopija

109

109

## Replikacija podataka

- Poređenje sinhrona / asinhrona replikacija
  - **sinhrona replikacija**
    - očuvanje globalne konzistentnosti celokupne BP **na nivou transakcije**
    - dovoljna je **primena opštih mehanizama** SUBP za očuvanje konzistentnosti BP u uslovima višekorisničkog režima rada
      - dvofazni protokol zaključavanja podataka
      - dvofazni protokol završetka globalne transakcije u distribuiranim BP
    - zahteva **visoku raspoloživost i pouzdanost** hardversko-komunikacione opreme IS-a
      - skuplje rešenje

110

110

## Replikacija podataka

- Poređenje sinhrona / asinhrona replikacija
  - **asinhrona replikacija**
    - očuvanje globalne konzistentnosti BP **samo do nivoa zadatih intervala** osvežavanja kopija
    - **nije dovoljna** primena opštih mehanizama SUBP za očuvanje konzistentnosti BP u uslovima višekorisničkog režima rada
    - **ne zahteva izuzetno visoku raspoloživost** hardversko-komunikacione opreme IS-a
      - jeftinije rešenje
      - u ne malom broju slučajeva, zadovoljavajuće sa stanovišta potreba korisnika

111

111

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

112

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona replikacija
  - problemi
    - uvodi **vremensko kašnjenje** u ažuriranje delova BP
      - ne ažuriraju se istovremeno sve kopije podataka
    - može izazvati **kolizije ažuriranja**
      - kopije istih podataka mogu biti različito ažurirane
  - posledica
    - izazivanje **privremene ili trajne globalne nekonzistencije** BP

113

113

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona replikacija
  - **konvergencija podataka**
    - postupak **postupnog dovođenja BP u globalno konzistentno** stanje
      - u zadatom intervalu vremena
      - prethodno narušenog zbog primene tehnike asinhronne replikacije
        - jednosmerne, ili
        - simetrične

114

114

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona replikacija
  - **kolizija (konflikt) ažuriranja**
    - nesinhronizovano, različito ažuriranje različitih kopija istih podataka u BP
      - u jednom vremenskom intervalu, između dva osvežavanja
  - tipovi kolizija ažuriranja
    - pretpostavka: zabranjuje se modifikacija vrednosti primarnog ključa torke, kao osnova identifikacije
    - **kolizija integriteta entiteta**
    - **kolizija brisanja**
    - **kolizija modifikacije**

115

115

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona replikacija
  - tipovi kolizija ažuriranja
    - **kolizija integriteta entiteta**
      - narušavanje jedinstvene identifikacije entiteta
        - upis, na dva mesta, torke s istom vrednošću ključa
        - upis torke na jednom, i modifikacija vrednosti neprimarnog ključa torke na drugom mestu, za torke s istom vrednošću primarnog ključa
        - modifikacija vrednosti neprimarnih ključeva torke na dva mesta, sa istom vrednošću primarnog ključa

116

116

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona replikacija
  - tipovi kolizija ažuriranja
    - **kolizija brisanja**
      - brisanje torke na jednom mestu, i modifikacija iste torke (sa istom vrednošću ključa) na drugom
      - brisanje iste torke na dva mesta
    - **kolizija modifikacije**
      - modifikacija vrednosti istih obeležja na dva mesta, u torkama sa istim vrednostima primarnog ključa

117

117

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona jednosmerna replikacija
  - karakteristike
    - dozvoljeno je ažuriranje istih podataka **samo na jednom mestu**
    - kolizije ažuriranja **ne mogu biti izazvane**
    - izazvana globalna nekonzistentnost BP je **samo privremena**
      - ograničena je **trajanjem intervala** između dva osvežavanja replikacionih kopija
    - postupci asinhronog ažuriranja **garantuju konvergenciju podataka**

118

118

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona simetrična replikacija
  - karakteristike
    - dozvoljeno je ažuriranje istih podataka na **više mesta**
    - kolizije ažuriranja **moгу biti izazvane**
    - izazvana globalna nekonzistentnost BP **može biti i trajna**
      - **nije ograničena** trajanjem intervala između dva osvežavanja replikacionih kopija
    - postupci asinhronog ažuriranja a priori **ne garantuju konvergenciju podataka**

119

119

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona simetrična replikacija
  - tehnike
    - izbegavanja dovođenja BP u stanje trajne nekonzistentnosti
    - garantovanja konvergencije podataka
      - preventivne
        - **sprečavanje nastanka kolizija ažuriranja**
      - korektivne
        - **dinamičko otkrivanje kolizija ažuriranja**
        - **dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja**

120

120

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Asinhrona simetrična replikacija
  - prava ažuriranja
    - **ekskluzivno pravo ažuriranja**
      - tačno jedan server BP ima pravo ažuriranja tabele, ili njene replikacione kopije
      - nije dozvoljen prenos prava ažuriranja na drugi server
    - **dinamičko pravo ažuriranja**
      - tačno jedan server BP ima pravo ažuriranja tabele, ili njene replikacione kopije, u jednom trenutku vremena
      - dozvoljen je prenos prava ažuriranja sa servera na server
    - **deljeno pravo ažuriranja**
      - ne postoje ograničenja na prava ažuriranja tabele

121

121

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Sprečavanje nastanka kolizija ažuriranja
  - **u potpunosti se postiže** primenom principa
    - ekskluzivnog prava ažuriranja
    - dinamičkog prava ažuriranja
  - **samo delimično se postiže** primenom principa
    - deljenog prava ažuriranja

122

122

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Sprečavanje nastanka kolizija ažuriranja
  - **deljena prava ažuriranja**
    - moguće sprečavanje kolizije integriteta entiteta
      - „zoniranjem“ mogućih vrednosti ključa
        - svaka kopija podataka ima svoju, disjunktну zonu mogućih vrednosti ključa

123

123

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Sprečavanje nastanka kolizija ažuriranja
  - **deljena prava ažuriranja**
    - **moguće formalno sprečavanje kolizije brisanja**
      - podrškom isključivo **logičkog brisanja torki** na korisničkom nivou
        - putem modifikacije indikatora aktuelnosti sloga
        - fizičko brisanje se realizuje putem posebnih, **paketno orijentisanih procedura**, u određenim vremenskim intervalima
      - u formalnom smislu, kolizije brisanja, u ovom slučaju, nema
      - kolizija brisanja se, suštinski, **pretvara u koliziju modifikacije**
    - **nije moguće sprečavanje** kolizije modifikacije

124

124

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko otkrivanje kolizija ažuriranja
  - automatski podržano od strane distribuiranog SUBP
  - **postupak otkrivanja** kolizija ažuriranja
    - sprovodi se prilikom propagacije ažuriranja
      - sa **polaznog servera**
        - servera BP na kojem je nastala promena
      - na **ciljni server**
        - server BP, na koji se promena propagira

125

125

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko otkrivanje kolizija ažuriranja
  - logika otkrivanja kolizija
    - **kolizija integriteta entiteta**
      - pokušaj narušavanja ograničenja ključa na ciljnom serveru
    - **kolizija brisanja**
      - pokušaj modifikacije ili brisanja nepostojeće torke na ciljnom serveru
    - **kolizija modifikacije**
      - detekcija razlike vrednosti istog obeležja u istim torkama (tj. torkama sa istom vrednošću ključa)
        - nove vrednosti obeležja na ciljnom serveru i
        - stare vrednost obeležja na polaznom serveru

126

126

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko otkrivanje kolizija ažuriranja
  - svaka otkrivena kolizija ažuriranja se **evidentira u rečniku** SUBP
    - osnov za sprovođenje postupaka razrešavanja kolizija ažuriranja

127

127

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - automatski podržano od strane distribuiranog SUBP
  - načini razrešavanja kolizija ažuriranja
    - **ručno**
      - rešavaju ih sami administratori BP
      - u saradnji s krajnjim korisnicima
    - **automatski**
      - rešava ih SUBP, izborom neke od raspoloživih metoda
        - predefinisane
        - korisnički definisane

128

128

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - zahtev za sve načine razrešavanja kolizija
    - da bude **garantovana konvergencija** podataka
  - logika razrešavanja kolizija ažuriranja
    - posebne metode (procedure) za
      - **koliziju integriteta entiteta**
      - **koliziju brisanja**
      - **koliziju modifikacije**

129

129

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - logika razrešavanja kolizija integriteta entiteta
    - putem procedure koja
      - obezbeđuje generisanje nove vrednosti ključa umesto stare (nova vrednost garantovano nije koliziona)
        - aktivni mehanizam, ili
      - poništava dejstvo naredbe (stornira promenu) koja je dovela do kolizije
        - pasivni mehanizam

130

130

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - logika razrešavanja kolizija brisanja
    - putem procedure koja poništava dejstvo naredbe
      - stornira brisanje koje je dovelo do kolizije
        - pasivni mehanizam

131

131

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - logika razrešavanja kolizija modifikacije
    - putem metoda sa obaveznim ulaznim argumentima
      - **nova vrednost**
        - koja se prosleđuje kao modifikovana vrednost obeležja sa polaznog servera
      - **stara vrednost**
        - aktuelna vrednost istog obeležja na ciljnom serveru

132

132

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - logika razrešavanja kolizija modifikacije
    - putem **niza od jedne ili više** metoda (procedura) tipa
      - *prepiši* ili *odbaci* novu vrednost
      - *minimalna vrednost* ili *maksimalna vrednost*
      - *najranija vrednost* ili *najkasnija vrednost*
      - *kumulirana vrednost* ili *srednja vrednost* nove i stare vrednosti
      - izbora vrednosti po zadatom *prioritetu servera* ili *prioritetu same vrednosti*
      - izbora vrednosti po **korisnički definisanom** kriterijumu

133

133

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

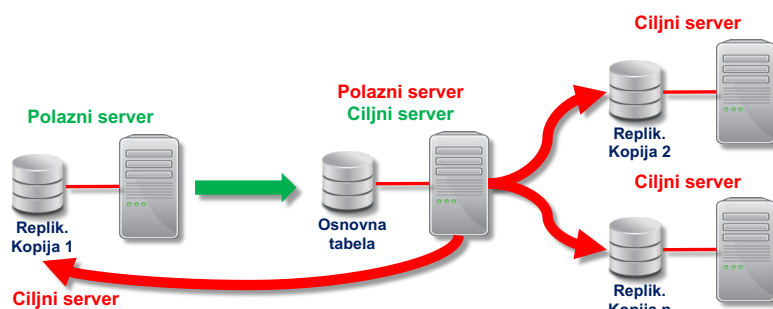
- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - logika razrešavanja kolizija modifikacije
    - u opštem slučaju, ne garantuju sve nabrojane metode konvergenciju podataka
  - garancija konvergencije podataka
    - **restriktivni protokol modifikacije podataka**

134

134

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - garancija konvergencije podataka
    - **restriktivni protokol modifikacije podataka**
      - modifikacija podataka u jednoj replikacionoj kopiji se propagira **samo do servera na kojem se nalazi osnovna tabela**
      - sve replikacione kopije se, zatim, **ažuriraju tehnikom osvežavanja**



135

135

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

- Dinamičko razrešavanje kolizija ažuriranja
  - garancija konvergencije podataka
    - **restriktivni protokol modifikacije podataka**
      - metode **najranija vrednost** ili **najkasnija vrednost** zahtevaju definisanje rezervne (druge) metode
        - kada se dogodi da modifikacija iste torke **nastupi istovremeno u dve različite** replikacione kopije
      - sve ostale metode garantuju konvergenciju podataka
      - realno ostvariv u praksi

136

136

## Očuvanje konzistentnosti i replikacija

Replikacija				Konzist. BP	Kolizije ažuriranja	Konverg. podataka
Sinhrona				Trenutna	NE	DA
Asinhrona	Jednosmerna			Odložena	NE	DA
	Simetrična	Ekskluzivno pravo ažuriranja		Odložena	NE	DA
		Dinamičko pravo ažuriranja		Odložena	NE	DA
		Deljeno pravo ažuriranja	Rest. Prot. Modifikacije	Odložena	DA	DA
	Bez ogran. modifikacije		Odložena	DA	Inicijalno NE	

137

137

## Reference

- Mogin P, Luković I, Govedarica M, „*Principi projektovanja baza podataka*“, Drugo izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija, 2004, ISBN: 86-80249-81-5.
  - poglavlje 15.

138

138