

Transakcije

Nenad Mitić

Matematički fakultet

`nenad@matf.bg.ac.rs`

Kako se izvršavaju operacije u RSUBP?

- Primer moguće operacije: korisnik ulazi u banku i želi da podigne novac sa jednog računa i uplati ga na drugi
- Kako obezbediti da npr. u slučaju nestanka struje posle podizanja novca, a pre uplate ne dođe do "nestanka" novca korisnika?

Sve operacije u RSUBP se obavljaju u obliku **transakcija**

```
BEGIN TRANSACTION ;

UPDATE ACC 123 { BALANCE := BALANCE - $100 } ;
IF any error occurred THEN GO TO UNDO ; END IF ;

UPDATE ACC 456 { BALANCE := BALANCE + $100 };
IF any error occurred THEN GO TO UNDO ; END IF ;

COMMIT ; /* successful termination */
GO TO FINISH ;
UNDO :
ROLLBACK ; /* unsuccessful termination */
FINISH :
RETURN
```

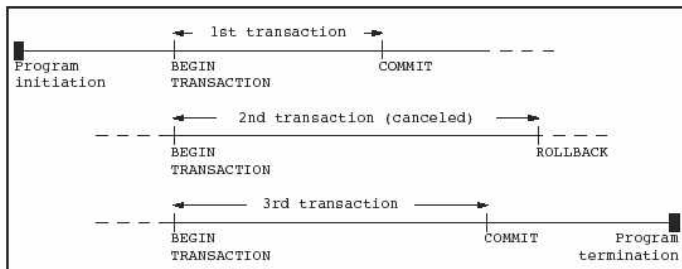
Struktura transakcije je

```
BEGIN TRANSACTION;  
/* niz operacija aplikacije */  
.  
.  
COMMIT; (ili ROLLBACK;)  
/* signal uspesnog ili neuspesnog zavrsetka */
```

Ključne reči

- BEGIN TRANSACTION – pri inicijalizaciji programa
- COMMIT – pri normalnom zavrsetku
- ROLLBACK – pri prekidu programa
- mogu biti i implicitno pozvane

Program se izvršava kao niz transakcija
COMMIT/ROLLBACK završavaju transakciju ali ne
prekidaju izvršavanje programa



- Transakcija je logička jedinica posla
- Može da sadrži niz operacija
- Sa gledišta korisnika, izvršavanje transakcije je atomsko
 - naredbe se izvršavaju nad skupovima torki i, u slučaju greške u sredini naredbe, nije dozvoljeno da nad nekim torkama naredba bude izvršena a nad nekim ne
 - sistem garantuje da je izvršavanje naredbi nad bazom atomsko

Transakcija poseduje osobine

- 1 Atomičnost (eng. *Atomicity*). Transakcije su atomske
- 2 Konzistentnost (eng. *Consistency*). Transakcije čuvaju konzistentnost baze
- 3 Izolovanost (eng. *Isolation*). Transakcije su izolovane jedna od druge prilikom izvršavanja.
- 4 Trajnost (eng. *Durability*). Po potvrđivanju transakcije promene ostaju u bazi, čak i u slučaju pada sistema

- Transakcija ostavlja bazu u konzistentnom stanju
 - unutar transakcije, pri izvršavanju operacija koje čine transakciju konzistentnost može da bude narušena
 - konzistentno stanje ne znači da je sadržaj baze korektan; današnji SUBP ne vrše proveru korektnosti već podrazumevaju da su transakcije korektne
- Moguće ugnežđenje transakcija jednih u druge; nije podržano od većin RSUBP

Tačke čuvanja (*savepoints*)

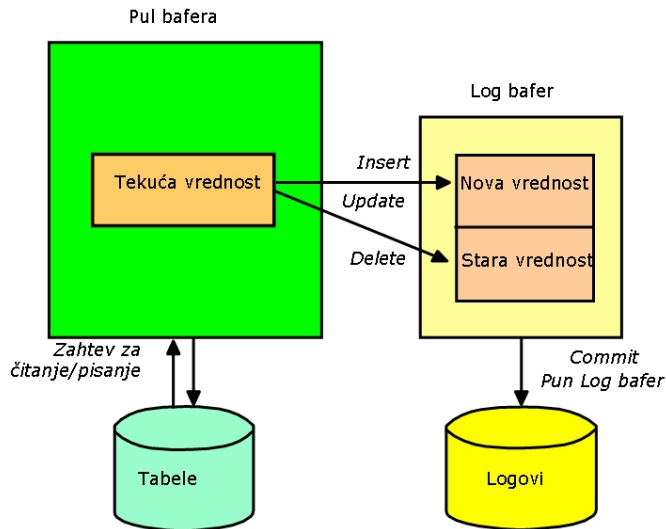
- mesta unutar transakcije na koje se dolazi poništavanjem uradjenih aktivnosti koje slede posle njih
- vidljive su jedino unutar transakcije
- nisu isto sto i COMMIT; izvršavanjem ROLLBACK-a se poništavaju sve tačke čuvanja unutar transakcije

- Upravljač transakcijama
 - (eng. *transaction manager, transaction processing monitor, TP monitor*)
 - upravlja transakcijama, obezbeđuje da se ne izgube, da ne budu delimično izvršene ili da ne budu izvršene više puta
- Paralelno izvršavanje operacija transakcije
 - ukida potrebu za COMMIT, ROLLBACK, BEGIN TRANSACTION
 - nije u potpunosti podržano od strane savremenih SUBP

Oporavak transakcija podrazumeva aktivnosti koje preduzima upravljač transakcijama radi povratka baze u konzistentno stanje u slučaju da je neka transakcija poništena, ili je njeno izvršavanje prekinuto nekim spoljašnjim uticajem (nestanak struje, pad sistema, greška na medijumu, ...)

Princip na kome je oporavak zasnovan je postojanje redundantnih podataka na fizičkom nivou koje održava RSUBP

Redundatni podaci se čuvaju u **log** datotekama.



COMMIT

- 1 signalizira uspešan kraj transakcije
- 2 sve promene postaju stalne
- 3 do tada su promene smatrane samo kao namera koja je mogla da se poništi u slučaju pojave greške

ROLLBACK

- 1 signalizira neuspešan kraj transakcije
- 2 baza može da bude u nekonzistentnom stanju
- 3 sve promene učinjene u transakciji moraju da budu poništene (na osnovu sadržaja log datoteke)

Log protokol *pisanje unapred*

- 1 Upis promena u bazu i upis promena u log su dve različite operacije
- 2 Izmedju njih može da se desi greška
- 3 Pre pisanja sloga u fizičku bazu mora prvo da se upiše slog u log datoteku
- 4 Pre potvrde transakcije svi log slogovi moraju da se upišu u fizički log

Transakcije

Transakcije

Uvod

ACID osobine

Osobine transakcija

Oporavak transakcija

Uvod

COMMIT i ROLLBACK

Log protokol

Tačka sinhronizacije

Oporavak

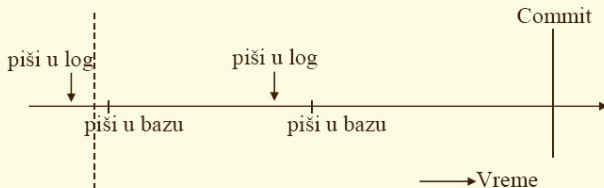
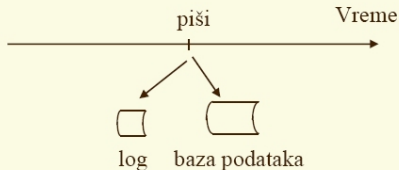
Algoritmi oporavka

ARIES

Dvofazni COMMIT

SQL podrška

Log protokol *pisanje unapred*



Transakcije

Transakcije

Uvod

ACID osobine

Osobine transakcija

Oporavak transakcija

Uvod

COMMIT I ROLLBACK

Log protokol

Tačka sinhronizacije

Oporavak

Algoritmi oporavka

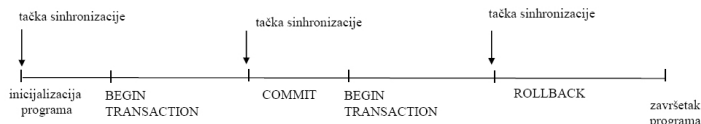
ARIES

Dvofazni COMMIT

SQL podrška

Tačka sinhronizacije

- 1 Nalazi se između dve transakcije. Baza je u konzistentnom stanju
- 2 U nju se dolazi ili inicijalizacijom programa ili izvršavanjem COMMIT/ROLLBACK
- 3 Kada se uspostavi tačka sinhronizacije



Transakcije

Transakcije

Uvod

ACID osobine

Osobine transakcija

Oporavak transakcija

Uvod

COMMIT i ROLLBACK

Log protokol

Tačka sinhronizacije

Oporavak

Algoritmi oporavka

ARIES

Dvofazni COMMIT

SQL podrška

Tačka sinhronizacije

- sve promene nastale od prethodne tačke sinhronizacije se potvrđuju (COMMIT) ili poništavaju (ROLLBACK)
- svi kursori otvoreni u programu se zatvaraju, sem ukoliko nisu deklarirani sa WITH HOLD opcijom
- ključevi nad objektima baze se oslobadjaju (zavisi i od načina vezivanja programa)

Transakcije

Transakcije

Uvod

ACID osobine

Osobine transakcija

Oporavak transakcija

Uvod

COMMIT i ROLLBACK

Log protokol

Tačka sinhronizacije

Oporavak

Algoritmi oporavka

ARIES

Dvofazni COMMIT

SQL podrška

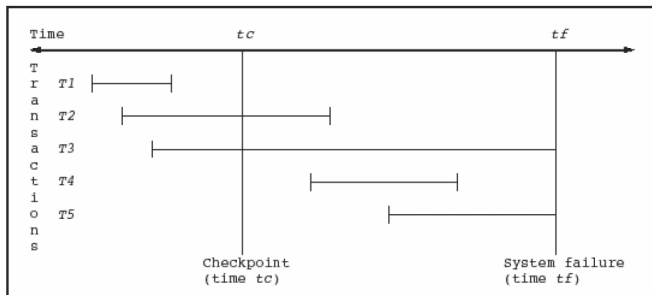
Kritičan resurs: sadržaj bafera odnosno glavne memorije koji je izgubljen

Oporavak

- poništiti efekte transakcija koje su bile aktivne u vreme nastanka greške
- ponoviti izvršavanje transakcija koje su uspešno završile do tog trenutka ali nisu stigle da efekat izvršavanja zapišu na fizički disk

- Kako sistem zna koje transakcije treba ponoviti?
- Uzimanjem preseka stanja sistema (eng. *checkpoint*) u regularnim vremenskim intervalima. Ovo uzimanje uključuje:
 - zapisivanje sadržaja bafera van fizičkog prostora koji pripada bazi podataka
 - zapisivanjem posebnog kontrolnog sloga (eng. *checkpoint record*) u fizičku datoteku koja sadrži log. Kontrolni slog sadrži listu transakcija koje su bile aktivne u trenutku uzimanja preseka stanja

Oporavak - nastavak



- U slučaju na slici transakcije T2 i T4 moraju da budu ponovljene a efekat izvršavanj transakcija T3 i T5 poništen. Na transakciju T1 nije uticao pad sistema
- U opštem slučaju sistem odlučuje koje će transakcije ponovo izvršiti a čije dejstvo će poništiti

Transakcije

Transakcije

Uvod

ACID osobine

Osobine transakcija

Oporavak transakcija

Uvod

COMMIT i ROLLBACK

Log protokol

Tačka sinhronizacije

Oporavak

Algoritmi oporavka

ARIES

Dvofazni COMMIT

SQL podrška

Postupak kod starijih realizacija RSUBP-a

- Formiraju se dve liste transakcija, Ponovljene i Poništene
- U listu poništenih inicijalno se upisuju sve transakcije koje su postojale u poslednjem uzetom kontrolnom slogu
- Pretražuje se log datoteka, počevši od poslednjeg kontrolnog sloga
- Ako se nađe BEGIN TRANSACTION za transakciju T, tada se ona dodaje u listu poništenih.

Postupak (nastavak)

- Ako je COMMIT pronadjen za transakciju T, tada se ona pomera iz liste poništenih u listu ponovljenih
- Dolaskom do kraja log datoteke liste ponovljenih i poništenih sadrže transakcije koje treba ponoviti odnosno čije efekte treba poništiti.
- Sistem se vraća unatrag kroz log poništavajući efekat izvršenja transakcija iz koje se nalaze u listi poništenih
- Sistem se kreće ka kraju log datoteke ponavljajući sadržaj transakcija iz liste ponovljenih

ARIES (*Algorithms for Recovery and Isolation Exploiting Semantics*)

Zbog efikasnosti savremeni sistemi prvo vrše ponavljanje izvršavanja transakcija a zatim poništavanje efekata na sledeći način:

- 1) Analiza: naprave se liste Ponovljeni i Poništeni
- 2) Ponavljanje: krene se od pozicije u log datoteci koja je određena u fazi analize i restaurira se baza tako da njeno stanje odgovara stanju u trenutku pada sistema

3) Poništavanje: poništi se efekat transakcija koje nisu potvrđene

Kako ARIES upisuje u log sve promene nastale u fazi poništavanja efekata transakcija to omogućuje korektan restart baze u slučaju da se pri poništavanju desi nova greška

- Neophodan u slučaju da aplikacija radi sa nezavisnim upravljačima resursa (npr. IMS i DB2)
- Nepohodan u slučaju distribuiranih baza
- Obezbedjuje korektno izvršavanje u slučaju pojave greške na bilo kojoj komponenti
- "Globalni" (odnosi se na sve sisteme) COMMIT ili ROLLBACK
- Koordinator - sistemska komponenta koja koordinira rad upravljača resursa

- Priprema:
 - koordinator šalje svim upravljačima resursa da se pripreme, tj. da upišu u svoje fizičke log datoteke sve log slogove koje se odnose na transakciju i da pošalju poruku o uspešnosti te operacije
- Potvrda:
 - kada koordinator primi (potvrдне) poruke od svih upravljača resursa on upisuje slogove u svoj fizički log. Ako su sve operacije uspešne onda je transakcija potvrđena, a ako nisu onda je poništena.

Dvofazni COMMIT - nastavak

- Potvrda (nastavak)
 - Svaki od učesnika u transakciji mora da potvrdi ili poništi transakciju u skladu sa porukom koordinatora.

U slučaju greške sistema prvo se gleda log datoteka koordinatora i na osnovu njenog sadržaja se šalju poruke učesnicima u procesu.

Transakcije

Transakcije

Uvod

ACID osobine

Osobine transakcija

Oporavak transakcija

Uvod

COMMIT i ROLLBACK

Log protokol

Tačka sinhronizacije

Oporavak

Algoritmi oporavka

ARIES

Dvofazni COMMIT

SQL podrška

- START TRANSACTION - kod većine savremenih RDBMS implicitno
- COMMIT [WORK] [AND [NO] CHAIN];
- ROLLBACK [WORK] [TO SAVEPOINT [ime]];
 - AND CHAIN uzrokuje start nove transakcije
 - AND NO CHAIN je predefinisano
- SAVEPOINT
- WITH HOLD u deklaraciji kursora