Transakcie - sériovateľnosť

Transakcia = databázový program, ktorý sa musí buď celý vykonať, alebo sa z neho nesmie vykonať nič.

{set transaction

…

commit (rollback);}

Program každého užívateľa je postupnosť transakcií. Pre databázy je charakteristické, že sa viac programov vykonáva súčasne.

Príklad: Rezervácia letenky (Bratislava - Singapore).
(Bratislava - Viedeň - Rím - Kalkata - Singapúr)

Vlastnosti transakcií - ACID

- Atomičnosť (všetko alebo nič).
- Consistency transformuje databázu z konzistentného stavu do konzistentného stavu.
- Nezávislosť (Isolation) činnosť transakcie je neovplyvniteľná činnosťou iných transakcií.
- Trvanlivosť (Durability) výsledky transakcie pretrvajú po jej skončení v databáze.

Príklad:

T_1T_2 a=3a+6, b=3b+2
T_2T_1 a=3a+2, b=3b+6

Výsledok *S:* a=3a+6, b=3b+6

Rozvrh: *S*

krok	T_1	T_2
1	A	-
2	-	A
3	-	B
4	B	-

Jemnejšie členenie akcií: **read,** compute, **write.**
Kritické akcie read a write.

Rozbitie kritických akcií:
operačný systém: **lock** a; read a; **unlock** a;
lock a; write a; **unlock** a;

Deadlock a livelock -
opakovanie z operačných systémov

Deadlock - niekoľko transakcií sa dostane do stavu, že žiadna z nich nemôže pokračovať.

Livelock - (starvation) stav, keď sa transakcia nikdy nedostane k uskutočneniu ďalšej (aj prvej) akcie.

Zisťovanie - recovery - prevencia

Graf čakania: Uzly grafu sú „aktívne" transakcie, hrana z T_1 do T_2 práve vtedy, keď T_1 čaká na prostriedok pridelený T_2.

Veta 1: *Cyklus grafu čakania = transakcie v deadlocku.*

Livelock sa nedá zistiť - prakticky: keď transakcia čaká vo fronte, alebo „trčí v spracovaní" dlhšie než stanovený limit.

Sériovateľnosť

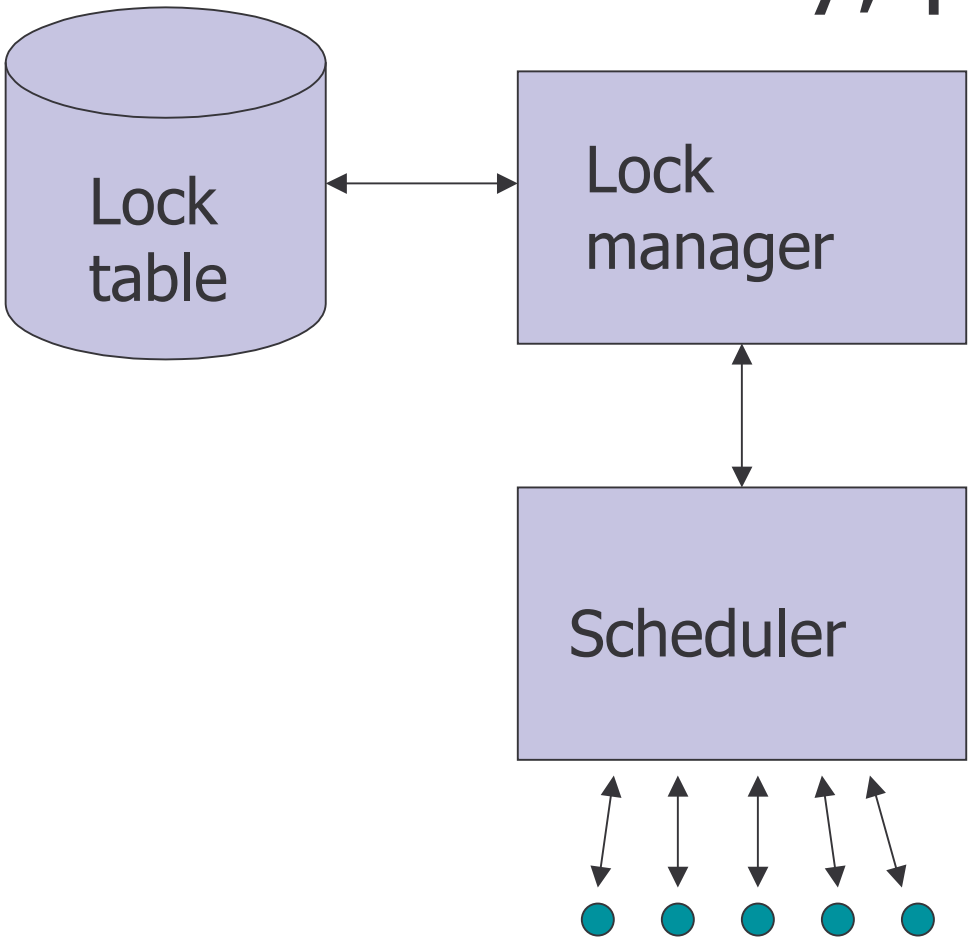
Def: Rozvrh (schedule) je sériovateľný ak je „ekvivalentný“ nejakému sériovému vykonaniu transakcií.

T_1	T_2
read a	
a:=a-1	
write a	
read b	
b:=b+1	
write b	
	read b
	b:=b-2
	write b
	read c
	c:=c+2
	write c

T_1	T_2
read a	
	read b
a:=a-1	
	b:=b-2
write a	
	write b
read b	
	read c
b:=b+1	
	c:=c+2
write b	
	write c

T_1	T_2
read a	
a:=a-1	
	read b
	b:=b-2
write a	
read b	
	write b
	read c
b:=b+1	
write b	
	c:=c+2
	write c

Nástroje - plánovače (schedulers), zámky, protokoly



požiadavka zámku

Pridelenie
zamietnutie

požiadavka zámku

Prístup povolený
čakaj
abort

Transakcie dodržiavajúce protokol

„Sémantika“ transakcií

Vo všeobecnosti nie sme schopní analyzovať čo transakcie počítajú (robia). Predpokladáme, že pri každom odomknutí premennej *a* sa realizuje priradenie:

a := f(a, všetky premenné dostupné niekedy medzi lock a unlock a);

kde *f* je pri každom odomykaní nová funkcia. Znalosť, že niektoré časti transakcií sa opakujú alebo sú rovnaké nevyužívame.

Príklad:

T_1		T_2		T_3	
lock a		lock b		lock a	
lock b		lpck c		lock c	
unlock a	$f_1(a, b)$	unlock b	$f_3(b, c)$	unlock c	$f_6(a, c)$
unlock b	$f_2(a, b)$	lock a		unlock a	$f_7(a, c)$
		unlock c	$f_4(a, b, c)$		
		unlock a	$f_5(a, b, c)$		

Krok	akcia	a	b	c
1	T_1:lock a			
2	T_2:lock b			
3	T_2:lock c			
4	T_2:unlock b		$f_3(b, c)$	
5	T_1:lock b	φ		
6	T_1:unlock a	$f_1(a, f_3(b, c))$		ψ
7	T_2:lock a			
8	T_2:unlock c			$f_4(f_1(a, f_3(b, c)), b, c)$
9	T_2:unlock a	$f_5(\varphi, b, c)$		
10	T_3:lock a			
11	T_3:lock c			
12	T_1:unlock b		$f_2(a, f_3(b, c))$	
13	T_3:unlock c			$f_6(f_5(\varphi, b, c), \psi)$
14	T_3:unlock a	$f_7(f_5(\varphi, b, c), \psi)$		

Test sériovateľnosti

Graf sériovateľnosti:

- uzly sú transakcie
- hrana $T_i \rightarrow T_j$ práve vtedy keď pre nejaké x v rozvrhu T_i: unlock x predchádza T_j: lock x.

Veta: Ak graf sériovateľnosti neobsahuje cyklus. Rozvrh je sériovateľný a topologické utriedenie grafu sério-vateľnosti reprezentuje ekvivalentný sériový rozvrh.

Protokol sa nazýva ***dvojfázový*** ak v každej jeho transakcii všetky operácie zamykania (lock) predchádzajú prvú operáciu odomykania (unlock) v danej transakcii.

Veta: Dvojfázový protokol je sériovateľný.

Realistický model - rlock / wlock

Read (shared) lock: transakcia bude len čítať zamknutú premennú (prípadne ju použije k výpočtu inej premennej). **Rlock** bráni iným transakciám zmeniť zamknutú premennú, ale nebráni jej čítaniu.

Write (exclusive) lock: Zámky v predošlom zmysle. Len jedna transakcia môže mať **wlock** na danú premennú v danom okamihu.

Kompatibilita zámkov:

požadovaný zámok \ existujúci zámok	rlock	wlock
rlock	Yes	No
wlock	No	No

Ďalšie zámky – ilock

Zámok pre zvýšenie alebo zníženie hodnoty

a += i; resp. a -=d; (Použitie napríklad v bankomatoch.)

Takéto zámky môžeme zaviesť pre komutatívne a asociatívne operácie.

Kompatibilita zámkov:

požadovaný zámok \ existujúci zámok	rlock	wlock	ilock
rlock	Yes	No	No
wlock	No	No	No
ilock	No	No	Yes

Sériovateľnosť

Zmena definície hrán grafu sérivateľnosti:

- Nech T_i má rlock alebo wlock na premennú *a*. Nech T_j je nasledujúca transakcia požadujúca wlock na *a.* Potom hrana $T_i \rightarrow T_j$.
- Nech T_i má wlok na premennú *a*. Nech T_m je nasledujúca transakcia požadujúca rlock na *a* potom, čo ho T_i odomkne. Potom hrana $T_i \rightarrow T_m$.

Veta: Acyklický graf je sériovateľný. Topologické triedenie dáva evivalentný sériový rozvrh.

Veta: Dvojfázový protokol zaručuje sériovateľnosť.

Neúspešné transakcie

Dôvody neúspechu (failure) transakcií:

- Prerušenie užívateľom, zlyhanie aritmetickej operácie. Nedostatok práv k prístupu alebo nedostatok prostriedkov.
- Plánovač odhalí deadlock a rozhodne sa transakciu zrušiť.
- Plánovač odvolá transakciu potom, čo detekoval nesério-vateľnosť.
- Zlyhanie software alebo hardware.

commit - posledný príkaz úspešnej transakcie

Neúspešná (aborting) transakcia má za následok **rollback.**
Nečisté (dirty) dáta - dáta zapisané transakciou, ktorá nebola ešte potvrdená (committed).

Journal (log)

Kaskádovitý rollback

	T_1	T_2
1	lock a	
2	read a	
3	a:=a-1	
4	write a	
5	unlock a	
6		lock a
7		read a
8		a:=a+2
9		write a
10		unlock a
11		commit
12	lock b	
13	read b	
14	b:=b/a	

Hoci T_2 je committed. Fail T_1 vyvolal neplatnosť premennej a, tým aj nutnosť zrušenia transakcie T_2 .

Striktná dvojfázovosť:

- Transakcia nesmie písať do databázy pokiaľ nedosiahla commit point.
- Transakcia nesmie uvoľniť žiaden zámok pokiaľ nezapísala do databázy.

Agresívna a defenzívna stratégia

- Agresívna stratégia snaží sa, aby spracovanie bolo čo najrýchlejšie. Začína transakcie aj keď je to spojené s rizikom, že budú odvolané.
- Defenzívna (konzervatívna) stratégia snaží sa minimalizovať riziko abortu transakcií. Nezačína transakcie pokiaľ nie je isté, že skončia.

Checkpoints - kontrolné body

Checkpoint = konzistentný stav bázy dát (stav, čas)

Backup - podobné ale na náhradnom médiu

- Dočasne začínanie nových transakcií pokiaľ všetky aktívne transakcie nie sú committed alebo aborted.
- Nájde všetky bloky modifikované v dočasných súboroch a stránky v hlavnej pamäti, ktoré neboli zapísané do databázy.
- Zapamätá v predošlom odstavci nájdené bloky do databázy
- Do journálu (logu) poznamená výskyt checkpointu (dátum, stav, druh checkpointu)

Časové razítka

Základná myšlienka: každá transakcia dostane časové razítko - okamih začatia.

Sériový rozvrh = rozvrh v poradí časových razítok.

Pravidlá sériovateľnosti:

- Transakcia nemôže čítať hodnoty, ktoré boli napísané neskôr začatou transakciou
- Transakcia nemôže písať hodnoty, ktoré boli prečítané neskôr začatou transakciou

Implementácia namiesto zámku dvojica časov $<t_r, t_w>$; transakcia s časovým razítkom t:

- *read* and $t > t_w$: {*read*; **if** $t_r < t$ **then** $t_r = t$; }
- *write* and $t \geq t_r$ and $t \geq t_w$: {*write*; $t_w := t$; }
- *write* and $t_r \leq t < t_w$: { do nothing }
- otherwise abort;

Neporovnateľnosť sériovateľnosti časovými razítkami a zámkami

S

	T_1	T_2
1		read b
2	read a	
3	write c	
4		write c

T

	T_1	T_2	T_3
1	read a		
2		read a	
3			read d
4			write d
5			write a
6		read c	
7	write b		
8		write b	

Rozvrh *S* je sériovateľný zámkami, ale nie je sériovateľný časovými razítkami. Rozvrh *T* naopak.