



Jedanaesta Nedelja

– Transakcije: Obezbeđenje serijalizovanosti –

Autori: Miloš Cvetanović

- **Mehanizam Zaključavanja**
 - Binarno zaključavanje – $L(X)$, $UN(X)$
 - Kompleksno zaključavanje – $LS(X)$, $LX(X)$, $UN(X)$, (opciono: $DN(X)$, $UP(X)$)
- **Matrica kompatibilnosti za tipove zaključavanja**
- **Pravilno formirana transakcija**
- **Legalno izvršenje transakcija**

- **Dvofazni protokol zaključavanja**
 - Osnovni Dvofazni protokol zaključavanja (binarno zaključavanje)
 - Osnovni Dvofazni protokol zaključavanja (kompleksno zaključavanje)
 - Striktni Dvofazni protokol zaključavanja
- **Protokol u obliku stabla**
- **Mehanizam Vremenskog Markiranja**
 - Osnovni protokol Vremenskog Markiranja
 - Modifikovani protokol Vremenskog Markiranja
 - Striktni protokol Vremenskog Markiranja

Primer 1 – Dvofazni protokol (1)

- Na slici je prikazan redosled izvršavanja skupa transakcija T_1, T_2, T_3, T_4 i T_5 .
- Polazeći od datog redosleda izvršavanja, pokazati kako će izgledati transakcije ako se uvede mehanizam *zaključavanja po Dvofaznom Protokolu (binarno zaključavanje)*. (U cilju veće konkurentnosti izvršavanja zaključavanja raditi što je kasnije moguće, a otključavanja što ranije)
- Polazeći od datog redosleda izvršavanja, pokazati kako će izgledati transakcije ako se uvede mehanizam *zaključavanja po Dvofaznom Protokolu (kompleksno zaključavanje)*.
- Da li u slučaju transakcija dobijenih u tački prvoj tački, redosled izvršavanja može izgledati kao na slici (početni redosled)? Ako može, to treba pokazati, a ako ne može, onda pokazati kako bi izgledao novi redosled.

Primer 1 – Dvofazni protokol (2)

Vreme	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
t_1					Read (E)
t_2					$E := E - 1$
t_3					Write (E)
t_4					Read (H)
t_5					$H := H - 1$
t_6					Write (H)
t_7					Commit
t_8				Read (A)	
t_9				$A := A - 1$	
t_{10}				Write (A)	
t_{11}		Read (B)			
t_{12}		Read (A)			
t_{13}		$B := B - 1$			
t_{14}		$A := B / 2$			
t_{15}		Read (G)			
t_{16}			Read (C)		
t_{17}			$C := C + 1$		
t_{18}			Write (C)		
t_{19}	Read (D)				
t_{20}	$D := D / 5$				
t_{21}	Read (C)				
t_{22}	$C := D * 2$				
t_{23}	Write (C)				
t_{24}	Write (D)				
t_{25}			Read (H)		
T_{26}			$H := H - 1$		

t_{27}			Write (H)		
t_{28}			Commit		
t_{29}	Read (I)				
t_{30}	$I := I - 1$				
t_{31}	Write (I)				
t_{32}	Commit				
t_{33}		Write (A)			
t_{34}		$G := G + A$			
t_{35}		Write (G)			
t_{36}		Commit			
t_{37}				Read (E)	
t_{38}				$E := E / 3$	
t_{39}				Write (E)	
t_{40}				Commit	

Primer 1 – Dvofazni protokol (3)

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Read (D)	Read (B)	Read (C)	Read (A)	Read (E)
$D := D / 5$	Read (A)	$C := C + 1$	$A := A - 1$	$E := E - 1$
Read (C)	$B := B - 1$	Write (C)	Write (A)	Write (E)
$C := D * 2$	$A := B / 2$	Read (H)	Read (E)	Read (H)
Write (C)	Read (G)	$H := H - 1$	$E := E / 3$	$H := H - 1$
Write (D)	Write (A)	Write (H)	Write (E)	Write (H)
Read (I)	$G := G + A$	Commit	Commit	Commit
$I := I - 1$	Write (G)			
Write (I)	Commit			
Commit				

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Lock (D)	Lock (B)	Lock (C)	Lock (A)	Lock (E)
Read (D)	Read (B)	Read (C)	Read (A)	Read (E)
Lock (C)	Lock (A)	Write (C)	Write (A)	Write (E)
Read (C)	Read (A)	Lock (H)	Lock (E)	Lock (H)
Write (C)	Lock (G)	Unlock (C)	Unlock (A)	Unlock (E)
Write (D)	Unlock (B)	Read (H)	Read (E)	Read (H)
Lock (I)	Read (G)	Write (H)	Write (E)	Write (H)
Unlock (D)	Write (A)	Unlock (H)	Unlock (E)	Unlock (H)
Unlock (C)	Unlock (A)	Commit	Commit	Commit
Read (I)	Write (G)			
Write (I)	Unlock (G)			
Unlock (I)	Commit			
Commit				

Primer 1 – Dvofazni protokol (4)

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Read (D)	Read (B)	Read (C)	Read (A)	Read (E)
$D := D / 5$	Read (A)	$C := C + 1$	$A := A - 1$	$E := E - 1$
Read (C)	$B := B - 1$	Write (C)	Write (A)	Write (E)
$C := D * 2$	$A := B / 2$	Read (H)	Read (E)	Read (H)
Write (C)	Read (G)	$H := H - 1$	$E := E / 3$	$H := H - 1$
Write (D)	Write (A)	Write (H)	Write (E)	Write (H)
Read (I)	$G := G + A$	Commit	Commit	Commit
$I := I - 1$	Write (G)			
Write (I)	Commit			
Commit				

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
LS (D)	LS (B)	LS (C)	LS (A)	LS (E)
Read (D)	Read (B)	Read (C)	Read (A)	Read (E)
LS (C)	LS (A)	LX (C)	UP (A)	LX (E)
Read (C)	Read (A)	Write (C)	Write (A)	Write (E)
LX (C)	LS (G)	LS (H)	LS (E)	LS (H)
Write (C)	Read (G)	Read (H)	Read (E)	Read (H)
LX (D)	LX (A)	LX (H)	LX (E)	LX (H)
Write (D)	Write (A)	UN (C)	UN (A)	UN (E)
LS (I)	LX (E)	Write (H)	Write (E)	Write (H)
Read (I)	UN (B)	UN (H)	UN (E)	UN (H)
LX (I)	UN (A)	Commit	Commit	Commit
UN (D)	Write (G)			
UN (C)	UN (G)			
Write (I)	Commit			
UN (I)				
Commit				

Primer 1 – Dvofazni protokol (5)

Vreme	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
t_1					Lock (E)
t_2					Read (E)
t_3					Write (E)
t_4					Lock (H)
t_5					Unlock (E)
t_6					Read (H)
t_7					Write (H)
t_8					Unlock (H)
t_9					Commit
t_{10}				Lock (A)	
t_{11}				Read (A)	
t_{12}				Write (A)	
t_{13}				Lock (E)	
t_{14}				Unlock (A)	
t_{15}		Lock (B)			
t_{16}		Read (B)			
t_{17}		Lock (A)			
t_{18}		Read (A)			
t_{19}		Lock (G)			
t_{20}		Unlock (B)			
t_{21}		Read (G)			
t_{22}			Lock (C)		
t_{23}			Read (C)		
t_{24}			Write (C)		
t_{25}			Lock (H)		
t_{26}			Unlock (C)		

t_{27}	Lock (D)				
t_{28}	Read (D)				
t_{29}	Lock (C)				
T_{30}	Read (C)				
t_{31}	Write (C)				
t_{32}	Write (D)				
t_{33}	Lock (I)				
t_{34}	Unlock (D)				
t_{35}	Unlock (C)				
t_{36}			Read (H)		
t_{37}			Write (H)		
t_{38}			Unlock (H)		
t_{39}			Commit		
t_{40}	Read (I)				
t_{41}	Write (I)				
t_{42}	Unlock (I)				
t_{43}	Commit				
t_{44}		Write (A)			
t_{45}		Unlock (A)			
t_{46}		Write (G)			
t_{47}		Unlock (G)			
t_{48}		Commit			
t_{49}			Read (E)		
t_{50}			Write (E)		
t_{51}			Unlock (E)		
t_{52}			Commit		

Primer 2 – Striktni dvofazni protokol (1)

- Polazeći od redosleda izvršavanja sa slike, pokazati kako će izgledati transakcije ako se uvede mehanizam *zaključavanja po Striktnom Dvofaznom Protokolu (binarno zaključavanje)*. Da li u tom slučaju redosled izvršavanja može izgledati kao na slici? Ako može, to treba pokazati, a ako ne može, onda pokazati kako bi izgledao novi redosled.

Primer 2 – Striktni dvofazni protokol (2)

Vreme	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
t_1					Read (E)
t_2					$E := E - 1$
t_3					Write (E)
t_4					Read (H)
t_5					$H := H - 1$
t_6					Write (H)
t_7					Commit
t_8				Read (A)	
t_9				$A := A - 1$	
t_{10}				Write (A)	
t_{11}		Read (B)			
t_{12}		Read (A)			
t_{13}		$B := B - 1$			
t_{14}		$A := B / 2$			
t_{15}		Read (G)			
t_{16}			Read (C)		
t_{17}			$C := C + 1$		
t_{18}			Write (C)		
t_{19}	Read (D)				
t_{20}	$D := D / 5$				
t_{21}	Read (C)				
t_{22}	$C := D * 2$				
t_{23}	Write (C)				
t_{24}	Write (D)				
t_{25}			Read (H)		
T_{26}			$H := H - 1$		

t_{27}			Write (H)		
t_{28}			Commit		
t_{29}	Read (I)				
t_{30}	$I := I - 1$				
t_{31}	Write (I)				
t_{32}	Commit				
t_{33}		Write (A)			
t_{34}		$G := G + A$			
t_{35}		Write (G)			
t_{36}		Commit			
t_{37}				Read (E)	
t_{38}				$E := E / 3$	
t_{39}				Write (E)	
t_{31}				Commit	

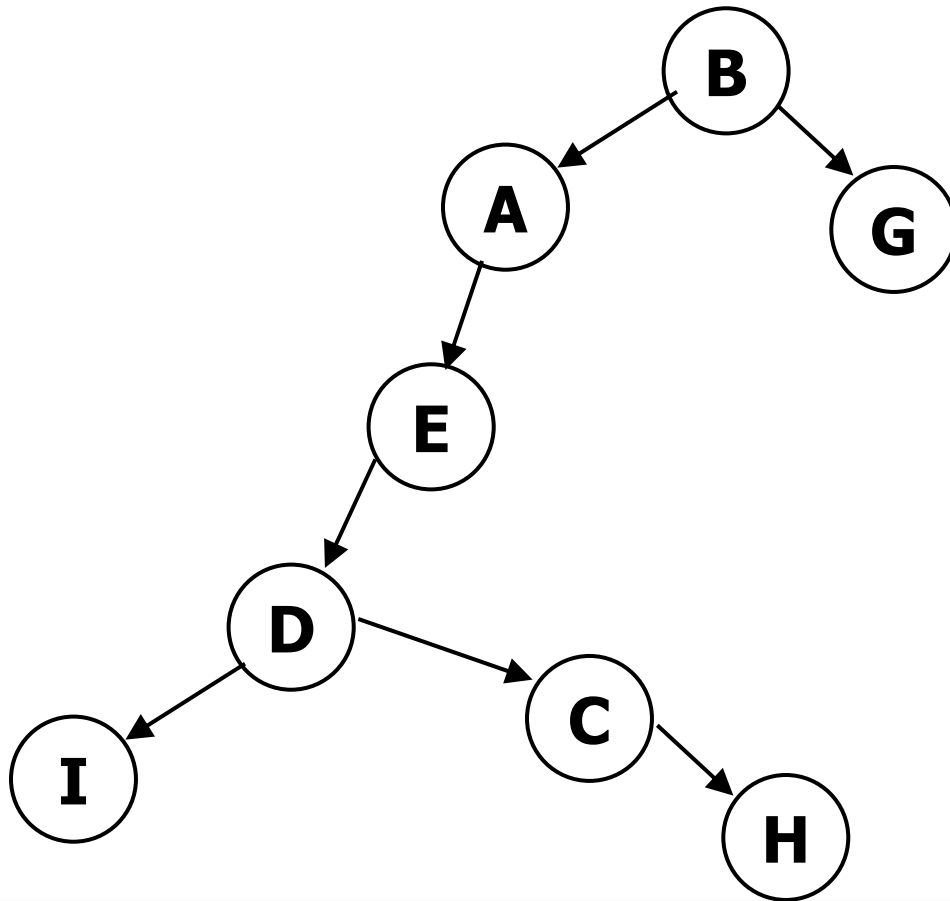
Primer 2 – Striktni dvofazni protokol (3)

Vreme	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
t_1					Lock (E)
t_2					Read (E)
t_3					Write (E)
t_4					Lock (H)
t_5					Read (H)
t_6					Write (H)
t_7					Commit
t_8					Unlock (E)
t_9					Unlock (H)
t_{10}				Lock (A)	
t_{11}				Read (A)	
t_{12}				Write (A)	
t_{13}				Lock (E)	
t_{14}		Lock (B)			
t_{15}		Read (B)			
t_{16}		Lock (A)			
t_{17}			Lock (C)		
t_{18}			Read (C)		
t_{19}			Write (C)		
t_{20}			Lock (H)		
t_{21}	Lock (D)				
t_{22}	Read (D)				
t_{23}	Lock (C)				
t_{24}			Read (H)		
t_{25}			Write (H)		
t_{26}			Commit		
t_{27}			Unlock (C)		

t_{28}			Unlock (H)		
t_{29}	Lock (C)				
T_{30}	Read (C)				
t_{31}	Write (C)				
t_{32}	Write (D)				
t_{33}	Lock (I)				
t_{34}	Read (I)				
t_{35}	Write (I)				
t_{36}	Commit				
t_{37}	Unlock (D)				
t_{38}	Unlock (C)				
t_{39}	Unlock (I)				
t_{40}				Read (E)	
t_{41}				Write (E)	
t_{42}				Commit	
t_{43}				Unlock (A)	
t_{44}				Unlock (E)	
t_{45}		Lock (A)			
t_{46}		Read (A)			
t_{47}		Lock (G)			
t_{48}		Read (G)			
t_{49}		Write (A)			
t_{50}		Write (G)			
t_{51}		Commit			
t_{52}		Unlock (B)			
t_{53}		Unlock (A)			
t_{54}		Unlock (G)			

Primer 3 – Protokol u Obliku Stabla (1)

- Pokazati kako će izgledati transakcije ako se uvede mehanizam zaključavanja po *Protokolu u Obliku Stabla* ukoliko je dat *Graf Baze Podataka* kao na slici. Da li će u tom slučaju redosled izvršavanja izgledati kao na slici? Ako nije, dati mogući redosled izvršavanja u tom slučaju polazeći od datog redosleda?



Primer 3 – Protokol u Obliku Stabla (2)

Vreme	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
t_1					Read (E)
t_2					$E := E - 1$
t_3					Write (E)
t_4					Read (H)
t_5					$H := H - 1$
t_6					Write (H)
t_7					Commit
t_8				Read (A)	
t_9				$A := A - 1$	
t_{10}				Write (A)	
t_{11}		Read (B)			
t_{12}		Read (A)			
t_{13}		$B := B - 1$			
t_{14}		$A := B / 2$			
t_{15}		Read (G)			
t_{16}			Read (C)		
t_{17}			$C := C + 1$		
t_{18}			Write (C)		
t_{19}	Read (D)				
t_{20}	$D := D / 5$				
t_{21}	Read (C)				
t_{22}	$C := D * 2$				
t_{23}	Write (C)				
t_{24}	Write (D)				
t_{25}			Read (H)		
T_{26}			$H := H - 1$		

t_{27}			Write (H)		
t_{28}			Commit		
t_{29}	Read (I)				
t_{30}	$I := I - 1$				
t_{31}	Write (I)				
t_{32}	Commit				
t_{33}		Write (A)			
t_{34}		$G := G + A$			
t_{35}		Write (G)			
t_{36}				Read (E)	
t_{37}				$E := E / 3$	
t_{38}				Write (E)	
t_{39}				Commit	

Primer 3 – Protokol u Obliku Stabla (3)

Vreme	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
t_1					Lock (E)
t_2					Read (E)
t_3					Write (E)
t_4					Lock (D)
t_5					Lock (C)
t_6					Lock (H)
t_7					Unlock (E)
t_8					Unlock (D)
t_9					Unlock (C)
t_{10}					Read (H)
t_{11}					Write (H)
t_{12}					Unlock (H)
t_{13}					Commit
t_{14}				Lock (A)	
t_{15}				Read (A)	
t_{16}				Write (A)	
t_{17}				Lock (E)	
t_{18}				Unlock (A)	
t_{19}		Lock (B)			
t_{20}		Read (B)			
t_{21}		Lock (A)			
t_{22}		Read (A)			
t_{23}		Lock (G)			
t_{24}		Unlock (B)			
t_{25}		Read (G)			
t_{26}			Lock (C)		
t_{27}			Read (C)		

t_{28}					Write (C)
t_{29}					Lock (H)
T_{30}					Unlock (C)
t_{31}	Lock (D)				
t_{32}	Read (D)				
t_{33}	Lock (C)				
t_{34}	Read (C)				
t_{35}	Write (C)				
t_{36}	Write (D)				
t_{37}	Unlock (C)				
t_{38}	Lock (I)				
t_{39}	Unlock (D)				
t_{40}					Read (H)
t_{41}					Write (H)
t_{42}					Unlock (H)
t_{43}					Commit
t_{44}	Read (I)				
t_{45}	Write (I)				
t_{46}	Unlock (I)				
t_{47}	Commit				
t_{48}		Write (A)			
t_{49}		Write (G)			
t_{50}		Unlock (A)			
t_{51}		Unlock (G)			
t_{52}					Read (E)
t_{53}					Write (E)
t_{54}					Unlock (E)
t_{55}					Commit

Primer 4 – Protokol u Obliku Stabla

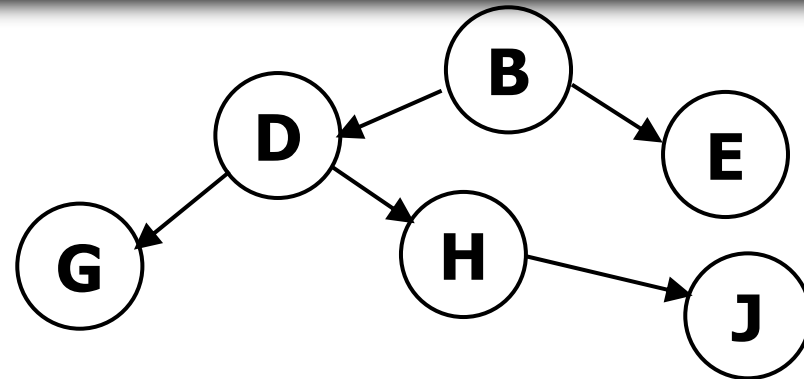
- $T = \{T_1, T_2, T_3, T_4\}$
- Redosled je legalan po Protokolu u obliku stabla
- Graf baze podataka ?
- Serijalizovanost ?

Vreme	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
t ₁	LX(B)			
t ₂		LX(D)		
t ₃		LX(H)		
t ₄		UN(D)		
t ₅	LX(E)			
t ₆	UN(E)			
t ₇	LX(D)			
t ₈	UN(B)			
t ₉			LX(B)	
t ₁₀			LX(E)	
t ₁₁		LX(J)		

Vreme	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
t ₁₂	LX(G)			
t ₁₃	UN(D)			
t ₁₄		UN(J)		
t ₁₅		UN(H)		
t ₁₆				LX(D)
t ₁₇				LX(H)
t ₁₈				UN(D)
t ₁₉				UN(H)
t ₂₀			UN(E)	
t ₂₁			UN(B)	
t ₂₂	UN(G)			

Primer 4 – Graf baze podataka

- $(LX(B), LX(E)); T_1, T_3 \Rightarrow B \rightarrow E$
- $(LX(B), LX(D)); T_1 \Rightarrow B \rightarrow D$
- $(LX(D), LX(G)); T_1 \Rightarrow D \rightarrow G$
- $(LX(D), LX(H)); T_2, T_4 \Rightarrow D \rightarrow H$
- $(LX(H), LX(J)); T_2 \Rightarrow H \rightarrow J$

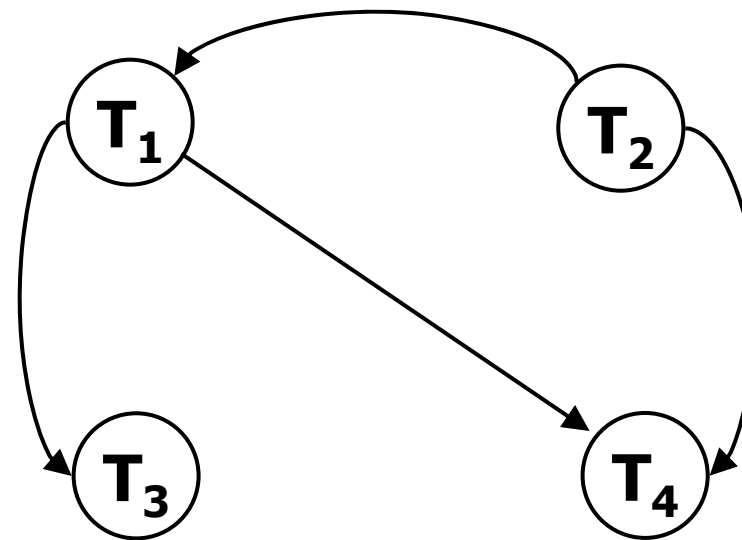


Vreme	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
t ₁	LX(B)			
t ₂		LX(D)		
t ₃		LX(H)		
t ₄		UN(D)		
t ₅	LX(E)			
t ₆	UN(E)			
t ₇	LX(D)			
t ₈	UN(B)			
t ₉			LX(B)	
t ₁₀			LX(E)	
t ₁₁		LX(J)		

Vreme	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
t ₁₂	LX(G)			
t ₁₃	UN(D)			
t ₁₄		UN(J)		
t ₁₅		UN(H)		
t ₁₆				LX(D)
t ₁₇				LX(H)
t ₁₈				UN(D)
t ₁₉				UN(H)
t ₂₀			UN(E)	
t ₂₁			UN(B)	
t ₂₂	UN(G)			

▪ Graf redosleda

- B
- D
- E
- G
- H
- J



▪ Topološkim sortiranjem grafa redosleda

- $T_2 \rightarrow T_1 \rightarrow T_3 \rightarrow T_4$
- $T_2 \rightarrow T_1 \rightarrow T_4 \rightarrow T_3$