

## **Chöông 6: ÑIEÀU KHIEÅN ÑOÀNG THÔØI PHAÂN TAÙN.**

### **MUÏC TIEÄU:**

Nhö ñaõ thaûo luaän trong chöông 5, ñieàu khieån ñoàng thôøi giaûi quyêát caùc tính chaát *bieät laäp* (isolation) vaø *nhaát quaùn* (consistency) cuûa giao dòch. Cô cheá ñieàu khieån ñoàng thôøi phaân taùn cuûa moät heä quaûn trò CSDL phaân taùn baûo ñaâm raèng tính nhaát quaùn cuûa CSDL, nhö ñaõ ñöôïc ñình nghóa trong phaàn 5.2.2.

Trong chöông naøy chuùng ta ñöa ra moät giaû thieát quan troïng: heä thoáng phaân taùn hoaøn toaøn khaû tín vaø khoâng coù baát kyø söï coá naøo (caû phaàn cöùng laãn phaàn meàm).

### **6.1 LYÙ THUYÊÁT KHAÛ TUAÀN TÖÏ**

Trong phaàn 5.3 chuùng ta thaûo luaän vaán ñeà laøm bieät laäp caùc giao taùc vôùi nhau theo taùc düng cuûa chuùng treân CSDL. Chuùng ta cuõng ñaõ chæ ra raèng neáu vieäc thöïc thi ñoàng thôøi caùc giao taùc laøm cho CSDL ôû moät traïng thaùi coù theå coù ñöôïc gioáng nhö khi cho chuùng thöïc hieän tuaàn töï theo moät soá thòu töï naøo ñoù, caùc vaán ñeà nhö caäp nhaät bò thaát laïc seõ ñöôïc giaûi quyêát. Ñây laø ñieäm maáu choát cuûa nhöõng lyù luaän veà tính khaû tuaàn töï. Phaàn coøn laïi seõ taäp trung vaøo caùc vaán ñeà khaû tuaàn töï moät caùch hình thòuc hôn.

Moät *lòch*  $S$  (schedule) ñöôic ñònh nghóa trên tập giao tài  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$  vạø xác ñònh thòu tòi thòic thì ñan xen laãn nhau cuôa cạc thao tài trong giao dòch. Döia trên ñònh nghóa giao tài ñã ñöôic giới thiệu trong phần 5.1, lòch còu theỏ mô taủ nhö moät thòu tòi boả phần trên  $T$ . Dàu vậy chúng ta cuỡng cần moät khai niệm cô bản tröôc khi ñöa ra ñònh nghóa hình thòc.

Nhàéc laiï ñòngh nghóa veà thao tàuc tồong tranh ñiã ñiã ra trong chồong 5. Hai thao tàuc  $O_{ij}(x)$  và  $O_{kl}(x)$  ( $i$  và  $k$  khôong nhaát thieát phaui phân bieät) cuong truy caäp ñeän möät thöic theä CSDL x ñöôic goii laø *còu tồong tranh* (conflict) neáu ít nhaát möät trong chuùng laø *thao tàuc ghi* (write). Hai ñieàu maø chuùng ta caàn chuù yù trong ñòngh nghóa naøy:

- Trööùc tieân caùc thao taùc ñöïc khoâng töông tranh vôùi nhau. Vì theá chuùng ta coù theá noùi veà hai loaïi töông tranh: *ñöïc-ghi* (read-write) vaø *ghi-ghi* (write-write).
- Thöù hai, hai thao taùc naøy coù theá thuoác veà cuøng moät giao taùc hoaëc thuoác veà hai giao taùc khaùc nhau .Trong trööøng hôïp sau, hai giao taùc ñöôïc goïi laø coù töông tranh. Veà tröïc quan, söï toàn taïi cuûa moät töông tranh giöõa hai thao taùc cho thaáy raèng thöù töï thöïc hieän cuûa chuùng laø quan troïng. Vieäc saép thöù töï cho hai thao taùc ñöïc laø khoâng caàn thieát.

Trööùc tieân chuùng ta ñhònh nghóa *moät lòch ñhày ñhũ* (complete schedule): laø lòch ñhònh nghóa thòu tòï thòic hieãn cuûa taát caù caùc thao taùc trong mieàn bieán thieân cuûa noù. Sau ñoù chuùng ta ñhònh nghóa raèng moät lòch ñhòic xem laø moät *tieàn toá* (prefix) cuûa moät lòch ñhày ñhũ. Veà hình thòic, moät lòch ñhày ñhũ  $S_T^c$  ñhòic ñhònh nghóa treân moät taäp giao taùc  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$  laø moät thòu tòï boä phaën =  $\{\sum_{T_i}, <_{T_i}\}$ , trong ñoù

1.  $\Sigma_T = \cup_{i=1}^n \Sigma_i$
2.  $<_T = \cup_{i=1}^n <_i$
3. Nói vôi hai thao tuc trong tồng tranh baát kyø  $O_{ij}, O_{kl} \in \Sigma_T$ , chuùng ta coù  
 $O_{ij} <_T O_{kl}$  hoaëc  $O_{kl} <_T O_{ij}$ .

### Thí dụ 1

<p>T<sub>1</sub>:    Read(x)</p> <p>         X ← x + 1</p> <p>         Write(x)</p>	<p>T<sub>2</sub>:    Read(x)</p> <p>         X ← x + 1</p> <p>         Write(x)</p>
---	---

Commit

Commit

Moät lòch ñàày ñuû  $S_T^c$  khaû höõu treân  $T = \{T_1, T_2\}$  coù theå ñöôïc vieát nhö thòu töï boã phaân sau ñây (caùc chæ soá döõuù bieåu thò giao dòch):

$$S_T^c = \{\Sigma_T, <_T\}$$

trong ñoù

$$\Sigma_1 = \{R_1(x), W_1(x), C_1\}$$

$$\Sigma_2 = \{R_2(x), W_2(x), C_2\}$$

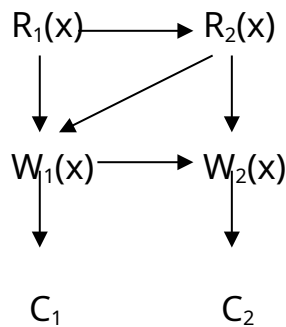
Vì vaãy

$$\Sigma_T = \Sigma_1 \cup \Sigma_2 = \{R_1(x), W_1(x), C_1, R_2(x), W_2(x), C_2\}$$

vaø

$$<_T = \{(R_1, R_2), (R_1, W_1), (R_1, C_1), (R_1, W_2), (R_1, C_2), (R_2, W_1), (R_2, C_1), (R_2, W_2), (R_2, C_2), (W_1, C_1), (W_1, W_2), (W_1, C_2), (C_1, W_2), (C_1, C_2), (W_2, C_2)\}$$

coù theå ñaéc taû nhö moät DAG trong Hình 6.1.



**Hình 6.1.** Bieåu dieãn DAG cuûa moät lòch ñàày ñuû.

$$S_T^c = \{R_1(x), R_2(x), W_1(x), C_1, W_2(x), C_2\}$$

Moät lòch ñöôïc ñònh nghóa laø moät *tiền toá* (prefix) cuûa moät lòch ñàày ñuû. Moät tiền toá cuûa moät thòu töï boã phaân coù theå ñöôïc ñònh nghóa nhö sau. Cho tröôùc moät thòu töï boã phaân  $P = \{\Sigma, <\}$ ,  $P' = \{\Sigma', <'\}$  laø moät tiền toá cuûa  $P$  neáu

1.  $\Sigma' \subseteq \Sigma$ ;
2.  $\forall e_i \in \Sigma', e_i <' e_j$  neáu vaø chæ neáu  $e_i < e_j$ ; vaø
3.  $\forall e_i \in \Sigma'$ , neáu  $\exists e_j \in \Sigma$  vaø  $e_j < e_i$  thì  $e_j \in \Sigma'$ .

Hai ñieàu kieän ñaàu tieân ñònh nghóa  $P'$  nhö moät haïn cheá cuûa  $P$  treân mieàn  $\Sigma'$ , trong ñoù caùc quan heä thòu töï trong  $P$  ñöôïc duy trì trong  $P'$ . Ñieàu kieän cuoái cuøng chæ ra raèng vôùi moïi phaàn töû cuûa  $\Sigma'$ , taát caù caùc phaàn töû ñöùng trôøu cuûa  $\Sigma$  cuõng phaûi thuaïc  $\Sigma'$ .

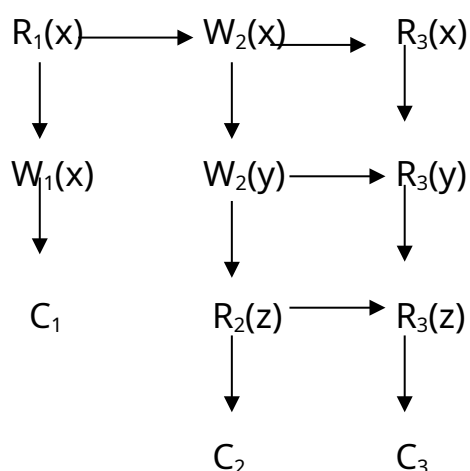
Ñònh nghóa moät lòch thòu nhö moät tieân toá cuûa moät thòu töï boä phaän ñeå laøm gì? Caâu traû lôøi ñôn giaûn laø chuùng ta baây giôø coù theå xöû lý caùc lòch khoâng ñaày ñủ. Ñieàu naøy laø coù ích vì moät soá lý do. Töø quan ñieåm lý thuyeát khaù tuaàn töï, chuùng ta chæ phaûi giaûi quyéat moät soá thao taùc cuûa caùc giao taùc coù töøng tranh chöù khoâng phaûi vôùi taát caù moïi thao taùc. Hôn nööa, vaø coù leõ quan troïng hôn laø khi xuaát hieän söï coá, chuùng ta caàn phaûi coù khaù naêng giaûi quyéat vôùi nhöõng giao taùc khoâng ñaày ñủ, maø ñoù laø ñieàu moät tieân toá cho pheùp chuùng ta laøm ñöôïc.

## Thí dụ 2

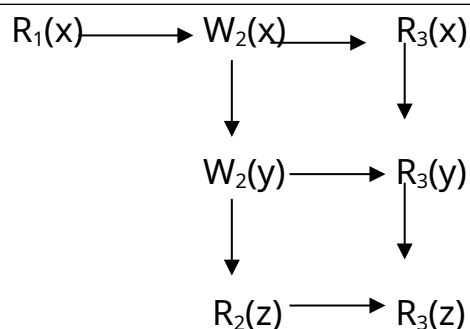
Xeùt ba giao taùc sau ñaây

$T_1$ :	Read(x)	$T_2$ :	Write(x)	$T_3$ :	Read(x)
	Write(x)		Write(y)		Read(y)
	Commit		Read(z)		Read(z)
			Commit		Commit

Moät lòch ñaày ñủ  $S^c$  cho nhöõng giao taùc naøy ñöôïc trình baøy trong hình 6.2, vaø moät lòch  $S$  (moät tieân toá cuûa  $S^c$ ) ñöôïc mô taù trong hình 6.3.



**Hình 6.2.** Moät lòch ñaày ñủ.



**Hình 6.3.** Tieàn toá cuûa lòch ñây ñuû cuûa hình 6.2.

Neáu trong lòch  $S$ , caùc thao taùc cuûa caùc giao taùc khaùc nhau khoâng ñöôïc thoïc hieån xen keõ (nghóa laø caùc thao taùc cuûa moãi giao taùc xaùy ra lieân tieáp), lòch ñöôïc goïi laø *tuaàn töï* (serial).

### Thí duï 3

Xeùt ba giao taùc cuûa thí duï 2. Lòch sau ñây:

$$S = \{W_2(x), W_2(y), R_2(z), C_2, R_1(x), W_1(x), C_1, R_3(x), R_3(y), R_3(z), C_3\}$$

laø tuaàn töï bôûi vì taát caù caùc thao taùc cuûa  $T_2$  ñöôïc thoïc hieån troöùc taát caù caùc thao taùc cuûa  $T_1$  vaø taát caù thao taùc cuûa  $T_1$  ñöôïc thoïc hieån troöùc taát caù caùc thao taùc cuûa  $T_3$ . Moät caùch thôøng ñöôïc duøng ñeå bieåu thò moái lieân heä thòu baäc giöõa caùc thoïc thì giao taùc laø  $T_2 <_s T_1 <_s T_3$  hoaëc  $T_2 \rightarrow T_1 \rightarrow T_3$ .

Veà troïc quan, hai lòch  $S_1$  vaø  $S_2$  ñöôïc ñònh nghóa treân cuøng moät taäp giao taùc  $T$  ñöôïc goïi laø *töông ñöông* neáu vòuï moãi caëp thao taùc töông tranh  $O_{ij}$  vaø  $O_{kl}$  ( $i \neq k$ ), moãi khi  $O_{ij} <_1 O_{kl}$  thì  $O_{ij} <_2 O_{kl}$ . Ñây ñöôïc goïi laø *töông ñöông töông tranh* (conflict equivalence) bôûi vì noù ñònh nghóa söï töông ñöông cuûa hai lòch theo thoïc thì töông ñoái cuûa caùc thao taùc töông tranh trong caùc lòch bieåu.

### Thí duï 4

Chuùng ta xeùt laïi ba giao taùc cuûa thí duï 2. Lòch  $S$  döôùi ñây ñöôïc ñònh nghóa treân chuùng laø töông ñöông töông tranh vòuï  $S$  cuûa thí duï 3:

$$S' = \{W_2(x), R_1(x), W_1(x), C_1, R_3(x), W_2(y), R_3(y), R_2(z), C_2, R_3(z), C_3\}$$

Moät lòch  $S$  ñoïc goïi laø *khaù tuaan töi* (serializable) neáu vaø chæ neáu coù töông ñoäng tranh vùi moät lòch tuaan töi.

Chuu yù raeng tính khaù tuaan töi chæ töông ñoäng vùi tính nhaát quaun ñoä 3 ñoä ñoïc ñoanh nghóa trong phaàn 5.2.2. Tính khaù tuaan töi ñoïc ñoanh nghóa nhö theá cuõng ñoïc goïi laø *khaù tuaan töi theo töông tranh* bôui vì noù ñoïc ñoanh nghóa theo söi töông ñoäng töông tranh.

### Thí duï 5

Lòch  $S'$  trong thí duï 4 laø khaù tuaan töi bôui vì noù töông ñoäng vùi lòch tuaan töi  $S$  cuûa thí duï 3. Cuõng chuu yù raeng vaán ñeà khi thöïc hieän moät caùch khoâng kieåm soaùt caùc giao taùc  $T_1$  vaø  $T_2$  cuûa thí duï 10.8 ñoù laø chuùng coù theå sinh ra moät lòch baát khaù tuaan töi.

Baây giøø khi ñoä ñoanh nghóa moät caùch hình thöïc tính khaù tuaan töi, chuùng ta coù theå chæ ra raeng chöïc naeng cô baün cuûa boä phaän nieuu khiean noang thoi laø taïo ra moät lòch khaù tuaan töi ñeå thöïc hieän caùc giao taùc ñang chöø ñoä.

Lý thuyeát khaù tuaan töi coù theå môû roäng cho caùc CSDL phan taun khoâng nhaân baün (hoaëc phan hoaïch). Lòch thöïc thi giao taùc taïi moãi vò trí ñoïc goïi laø *lòch cuïc boä* (local schedule). Neáu CSDL khoâng ñoïc nhaân baün vaø moãi lòch cuïc boä ñeàu khaù tuaan töi thì hôïp cuûa chuùng (ñoïc goïi laø lòch toaøn cuïc) cuõng khaù tuaan töi, vùi ñeàu kieän laø caùc thöù töi tuaan töi hoàu cuïc boä ñeàu gioáng nhau. Tuy nhieän trong caùc CSDL phan taun coù nhaân baün, môû roäng lý thuyeát khaù tuaan töi ñoù hoù phaù caän troïng. Coù theå laø caùc lòch cuïc boä khaù tuaan töi nhöng tính nhaát quaun töông hoä cuûa CSDL vaãn bò toãn haïi.

## Thí dụ 6

Chuùng ta seõ ñöa ra moät thí dụ rất ñôn giaûn nhaèm minh hoạ cho ñieàu naøy. Xeùt hai vò trí vaø moät muïc döõ lieäu (x) hieån dieãn caù hai taïi caù hai nô. Xeùt giao taùc sau:

$T_1$ :	Read(x)	$T_2$ :	Read(x)
	$x \leftarrow x + 5$		$x \leftarrow x + 5$
	Write(x)		Write(x)
	Commit		Commit

Roõ raøng caù hai giao taùc ñeàu phaûi thoïc hieån ôu caù hai nô. Xeùt caùc lòch coù theå ñöôïc taïo ra taïi hai vò trí ñoù:

$$S_1 = \{R_1(x), W_1(x), C_1, R_2(x), W_2(x), C_2\}$$

$$S_2 = \{R_2(x), W_2(x), C_2, R_1(x), W_1(x), C_1\}$$

Tính nhaát quaùn töông hoã ñöøi hoûi raèng taát caù caùc giao trò cuûa moïi muïc döõ lieäu nhaân baûn ñeàu phaûi nhö nhau. Caùc lòch coù theå duy trì ñöôïc tính nhaát quaùn töông hoã ñöôïc goïi laø *khaù tuaàn töï moät baûn* (one-copy serializable).

Veà troïc quan, lòch toaøn cuïc khaù tuaàn töï moät baûn phaûi thoûa maõn nhöõng ñieàu kieãn sau:

1. Moãi lòch cuïc boã ñeàu phaûi khaù tuaàn töï.
2. Hai thao taùc töông tranh phaûi coù cuøng thòu töï töông ñoái trong taát caù caùc lòch cuïc boã nô maø chuùng cuøng xuaát hieån.

Ñieàu kieãn thòu hai chæ nhaèm baùo ñaâm raèng thòu töï tuaàn töï hoùa ñeàu nhö nhau taïi taát caù moïi vò trí coù caùc giao taùc töông tranh cuøng thoïc hieån. Caàn nhòu raèng caùc thuaät toaùn ñieàu khiẻn ñoàng thôøi baùo ñaâm ñöôïc tính khaù tuaàn töï baèng caùch ñoàng boã hoùa caùc truy xuaát töông tranh ñeán CSDL. Trong caùc CSDL nhaân baûn, nhieäm vuï baùo ñaâm tính khaù tuaàn töï moät baûn thôøng laø traùch nhieäm cuûa *nghe thòuc ñieàu khiẻn baûn sao* (replica control protocol).

Chuùng ta haõy giaû söù laø toàn taïi moät muïc döõ lieäu x vôùi caùc baûn sao  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Chuùng ta seõ xem nhö x laø moät muïc döõ lieäu

logic vaø moãi baûn sao laø moät muïc döõ lieäu vaät lyù. Neáu tính voâ hình nhaân baûn ñöôïc cung caáp, caùc giao taùc cuûa ngôøi söû döïng seõ ñöa ra caùc thao taùc ñöïc vaø ghi treân muïc döõ lieäu x. Nghi thôøc ñieàu khieån baûn sao chòu traùch nhieäm aùnh xaï moãi thao taùc ñöïc treân muïc döõ lieäu logic x [Read(x)] thaønh thao taùc ñöïc treân moät trong nhöõng baûn sao vaät lyù  $x_j$  cuûa x [Read( $x_j$ )]. Ngöôïc laïi, moãi thao taùc ghi treân muïc logic x ñöôïc aùnh xaï thaønh moät taäp thao taùc ghi treân moät taäp con (coù theå laø taäp con thöïc söï) cuûa caùc baûn sao vaät lyù x. Baát keå aùnh xaï chuyeån ñeán toaøn boä taäp cuûa caùc baûn sao hay chæ ñeán moät taäp con thì noù vaãn laø cô söû ñeå phaân loaïi caùc thuaät toaùn ñieàu khieån baûn sao. Trong chöông naøy vaø phaàn löu cuoán saùch, chuùng ta seõ xeùt caùc nghi thôøc ñieàu khieån baûn sao aùnh xaï moät thao taùc ñöïc treân moät muïc logic ñeán moät baûn sao cuûa noù nhöng laïi aùnh xaï thao taùc ghi thaønh taäp caùc thao taùc ghi treân taát caù caùc baûn sao vaät lyù. Nghi thôøc naøy thöôøng ñöôïc goïi laø *nghi thôøc ñöïc moät/ghi taát caù* (read-one/write-all protocol, ROWA).

Moät nhöôïc ñieäm cuûa nghi thôøc ROWA laø noù laøm giaûm ñöä khaù döïng cuûa CSDL, khi coù söï coá böôù vì giao taùc coù theå khoâng hoaøn taát ñöôïc tröø khi noù ñeå phaân aùnh taùc döïng cuûa taát caù caùc thao taùc ghi treân caùc baûn sao.

Vì theå coù moät soá thuaät toaùn coá gaéng duy trì tính nhaát quañ töông hoã maø khoâng söû döïng ñeán nghi thôøc ROWA. Chuùng ñieàu döïa treân moät tieàn ñeå laø chuùng ta vaãn coù theå tieáp tuïc tieán haønh moät thao taùc, mieãn laø thao taùc naøy coù theå ñöôïc xeáp lòch taïi moät taäp con caùc vò trí chieám hôn phaân nöûa caùc vò trí coù löu caùc baûn sao hoaëc laø taát caù caùc vò trí coù theå ñeán ñöôïc (nghóa laø coøn döøng ñöôïc). Vaãn coù nhöõng nghi thôøc khaùc thöïc hieän caùc caäp nhaät treân moät baûn chính ñöôïc choïn ra cuûa muïc döõ lieäu nhaân baûn roài lan truyeàn caùc caäp nhaät naøy cho nhöõng baûn sao khaùc vaøo thôøi ñieäm thích hôïp.

## 6.2 PHAÂN LOAÏI CAÙC CÔ CHEÁ ÑIEÀU KHIEÁN ÑOÀNG THÔØI

Coù moät soá caùch phaân loaïi caùc phöông phaùp ñieàu khieån ñoàng thôøi. Moät tieâu chuaån hieän nhieân laø cheá ñöä phaân taùn CSDL. Moät soá thuaät toaùn ñeå ñöôïc ñeå xuaát ñoøi hoûi coù moät CSDL nhaân baûn hoaøn toaøn, coøn moät soá khaùc coù theå hoaït taùc treân caùc CSDL phaân hoaïch hoaëc nhaân baûn moät phaàn. Caùc

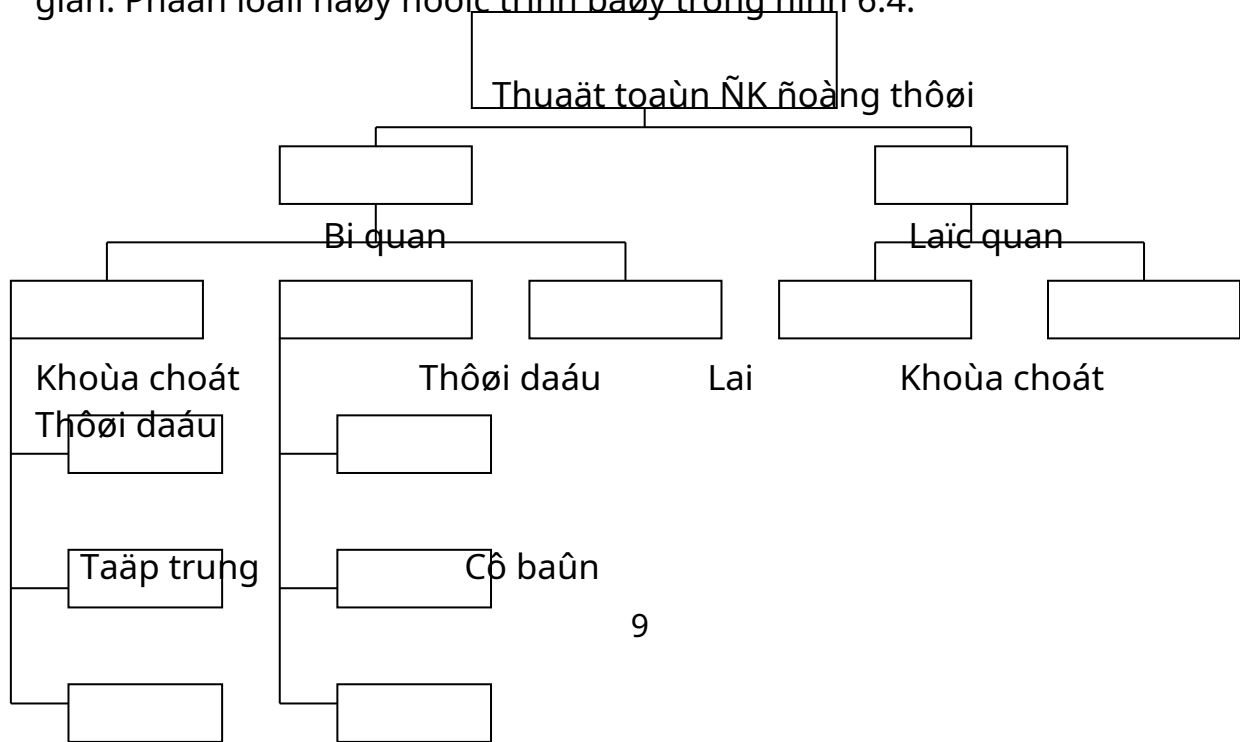


## Chöông 6: Ñieàu khiểån ñoàng thôøi phaân taùn

thuaät toaùn ñieàu khiểån ñoàng thôøi cuõng coù theå ñööïc phaân loaïi theo topo maïng, chaúng haïn nhö moät maïng con phaûi coù khuû naêng phaùt taùn hoaëc caùc thuaät toaùn hoaït ñoäng treân caùc maïng hình sao hoaëc caùc maïng keát voøng.

Tuy nhieân tieâu chuaån phaân loaïi thoâng duïng nhaát laø theo *nguyeân thuyêt ñoàng boã hoùa* (synchronization primitive). Söï phaân chia töông öùng ñöa caùc thuaät toaùn ñieàu khiểån ñoàng thôøi vaøo hai lôùp: nhöõng thuaät toaùn döïa treân caùc truy xuaát ñoäc quyeàn ñeán döõ lieäu duøng chung (khoùa choát) vaø nhöõng thuaät toaùn coá gaéng saép thoù töï hieän giao taùc theo moät taäp qui taéc (nghi thôøc). Tuy nhieân caùc nguyeân thuyêt naøy ñeàu coù theå duøng ñööïc duøng trong caùc thuaät toaùn vôùi hai quan ñieåm khuïc nhau: *quan ñieåm bi quan* (pessimistic view) cho raèng coù nhieàu giao taùc seõ töông tranh vôùi nhau, coøn *quan ñieåm laïc quan* (optimistic view) cho raèng khoâng coù quaù nhieàu giao taùc töông tranh vôùi nhau.

Vì vaäy chuùng ta seõ xeáp caùc cô theå ñieàu khiểån ñoàng thôøi thaønh hai nhöùm lòu: caùc phöông phaùp ñieàu khiểån ñoàng thôøi laïc quan vaø caùc phöông phaùp ñieàu khiểån ñoàng thôøi bi quan. Caùc thuaät toaùn bi quan ñoàng boã hoùa vieäc thoïc hieän ñoàng thôøi cuûa caùc giao taùc troøøc khi thoïc hieän chuùng, trong khi ñoù caùc thuaät toaùn laïc quan ñeå vieäc ñoàng boã hoùa caùc giao taùc cho ñeán khi chuùng keát thuùc. Nhöùm laïc quan goàm coù caùc *thuaät toaùn döïa theo khoùa choát* (locking-based algorithm), caùc thuaät toaùn bi quan döïa theo thoù töï giao taùc vaø caùc *thuaät toaùn lai* (hybrid algorithm). Töông töï, nhöùm laïc quan cuõng coù theå ñööïc phaân loaïi thaønh caùc thuaät toaùn döïa theo khoùa vaø caùc thuaät toaùn theo thoù töï thôøi gian. Phaân loaïi naøy ñööïc trình baøy trong hình 6.4.



Baûn chính	Ña baûn
Phaân taùn	Baûo toaøn

**Hình 6.4.** Phaân loaïi caùc thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi.

Trong caùch tieáp caän duøng khoaù choát, vieäc ñoàng boä hoùa giao taùc coù ñöôïc baèng caùch söû duïng caùc khoaù choát vaät lyù hoaëc logic treân moät phaàn CSDL. Kích thôøùc cuûa caùc phaàn naøy (thöôøng ñöôïc goïi laø ñoä *mòn khoaù*, locking granularity) laø moät vaán ñeà quan troïng. Tuy nhieân trong luùc naøy chuùng ta seõ boû qua noù vaø xem kích thôøùc ñöôïc choïn laø *moät ñôn vò khoaù* (lock unit). Lôùp cô cheá naøy ñöôïc chia nhoû hôn ñoä tuøy theo vò trí thöïc hieän caùc hoaït ñoäng quaûn lyù khoaù:

1. Trong loaïi khoaù taäp quyeàn, moät trong caùc vò trí cuûa maïng ñöôïc chæ ñònh laøm vò trí chính, ôû ñoù löu troï caùc baûng khoaù cho toaøn boä CSDL vaø chòu traùch nhieäm trao khoaù cho caùc giao dòch.
2. Theo loaïi khoaù baûn chính thì ngöôøi laïi, moät trong caùc baûn sao (neáu coù nhieàu baûn) cuûa moãi ñôn vò khoaù ñöôïc chæ ñònh laøm *baûn chính* (primary copy), vaø ñoù chính laø baûn seõ bò khoaù khi giao taùc truy xuaát ñeán ñôn vò ñoù. Ví duï neáu ñôn vò khoaù x ñöôïc nhaân baûn taïi caùc vò trí 1,2, vaø 3, moät trong nhöõng vò trí naøy (chaúng haïn 1) ñöôïc choïn laøm vò trí chính cho x. Taát caû moïi giao taùc muoán truy xuaát x seõ nhaän ñöôïc moät khoaù cuûa chuùng taïi vò trí 1 troøùc khi chuùng coù theå truy xuaát ñöôïc moät baûn sao cuûa x. Neáu CSDL khoâng ñöôïc nhaân baûn (nghóa laø moãi ñôn vò khoaù chæ coù moät baûn duy nhaát), caùc cô cheá khoaù baûn chính seõ phaân phoái traùch nhieäm quaûn lyù khoaù cho moät soá vò trí.
3. Theo loaïi khoaù phi taäp trung, nhieäm vuï quaûn lyù khoaù laø cuûa taát caû caùc vò trí trong maïng. Trong tröôøng hôïp naøy, thöïc hieän moät giao taùc coù söï tham gia vaø ñieàu phoái cuûa caùc boä xeáp lòch taïi nhieàu vò trí. Moãi boä xeáp lòch cuïc boä chòu traùch nhieäm veà caùc ñôn vò khoaù naèm cuïc

boä taïi vò trí ñoù. Trong thí dụ trên, caùc thöïc theä muoán truy xuaát x phaûi nhaän ñöôïc khoùa taïi taát caù ba vò trí.

Lôùp cô cheá theo *thöù töï thôøi daáu* (timestamp ordering, vieát taét laø TO) phaûi toả chöùc thöù töï thöïc hieän cuûa caùc giao taùc nhaèm duy trì ñöôïc tính nhaát quaùn laãn töông hoã giöõa caùc vò trí (lieân nhaát quaùn). Vieäc xeáp thöù töï naøy ñöôïc duy trì baèng caùch gaùn thôøi daáu cho caù giao taùc laãn muïc döõ lieäu ñöôïc löu trong CSDL. Nhöõng thuaät toaùn naøy coù theä thuaät loaïi cô *baûn* (basic TO), *ña phieân baûn* (multiversion TO), hoaëc *baûo toaøn* (conservative TO).

Chuùng ta caàn chæ ra raèng moät soá thuaät toaùn döïa theo khoùa cuõng coù theä duøng thôøi daáu, chuû yeáu nhaèm caûi thieän hieäu quaû vaø möùc ñoä hoaït ñoäng ñoàng thôøi. Chuùng ta goïi lôùp thuaät toaùn naøy laø thuaät toaùn lai. Chuùng ta seõ khoâng thaùo luaän veà chuùng trong chöông naøy böôù vì chuùng chöa heä ñöôïc caøi ñaët trong caùc heä quaûn trò CSDL phaân taùn thôøng maïi vaø caùc heä thôù nghieäm.

### 6.3 CAÙC THUAÄT TOAÙN ÑIEÀU KHIEÁN ÑOÀNG THÔØI BAÈNG KHOÙA CHOÁT

YÙ töôùng chính cuûa vieäc ñieàu khieån ñoàng thôøi baèng khoùa choát laø baûo ñaâm döõ lieäu duøng chung cho caùc thao taùc töông tranh chæ ñöôïc truy xuaát moãi laàn moät giao dòch. Ñieàu naøy ñöôïc thöïc hieän baèng caùch lieân keát *moät khoùa choát* (lock) vôùi moãi ñôn vò khoùa. Khoùa naøy ñöôïc giao taùc ñaët ra tröôùc khi nóù truy xuaát vaø ñöôïc ñieàu chænh laïi vaøo luùc nóù heät söù döïng. Hieän nhieân laø moät ñôn vò khoùa khoâng theä truy xuaát ñöôïc neáu ñaõ bò khoùa böôù moät giao taùc khaùc. Vì vaäy yeâu caàu khoùa cuûa moät giao taùc chæ ñöôïc trao neáu khoùa ñi keøm hieän khoâng bò moät giao taùc khaùc giöõ.

Böôù vì chuùng ta quan taâm ñeán vieäc ñoàng hoà caùc thao taùc töông tranh cuûa caùc giao taùc töông tranh neân coù hai loaïi khoùa choát (thöôøng ñöôïc goïi laø *theä thöùc khoùa*, lock mode) ñöôïc keøm vôùi moãi ñôn vò khoùa: *khoùa ñoïc* (real lock, rl) vaø *khoùa ghi* (write lock, wl). Moät giao taùc  $T_i$  ñang muoán ñoïc moät muïc döõ lieäu ñöôïc chöa trong ñôn vò khoùa x seõ nhaän ñöôïc moät khoùa ñoïc trên x [kyù hieäu laø  $rl_i(x)$ ] vaø cuõng töông töï vôùi caùc thao taùc ghi. Thöôøng thì chuùng ta hay nóù veà *tính töông thích* (compatibility) cuûa caùc theä thöùc khoùa

choát. Hai thẻ thuộc khóa là *tổng thích* nếu hai giao tác truy xuất cần cùng một mức độ ưu tiên. Nếu hai thẻ thuộc khóa là *tổng thích* với nhau, còn các thẻ thuộc khóa khác-giống nhau thì không. Vì vậy hai giao tác vẫn có thể cùng thuộc khóa cùng một mức.

	$rl_i(x)$	$wl_i(x)$
$rl_j(x)$	tổng thích	không tổng thích
$wl_j(x)$	không tổng thích	không tổng thích

**Hình 6.5.** Ma trận tổng thích của các thẻ thuộc khóa

Các DBMS phân tán không cần phải quản lý các khóa mà cần phải có trình xử lý khóa để cho giao dịch. Nếu các khóa, người sử dụng không cần phải xác định khi nào phải khóa dữ liệu; DBMS phân tán sẽ lo liệu việc này mỗi khi các giao tác đưa ra yêu cầu khác nhau.

Trong các hệ thống quản lý khóa choát, *boá xếp lịch* (scheduler) (xem hình 6.4) chính là *boá quản lý khóa* (lock manager, LM). Boá quản lý giao tác sẽ chuyển cho boá quản lý khóa các thao tác CSDL (khác nhau) và các thông tin kèm theo (như mức độ ưu tiên cần truy xuất, danh sách các giao tác đưa ra yêu cầu). Sau đó boá quản lý khóa sẽ kiểm tra xem còn có khóa nào chưa mức độ ưu tiên nào bỏ khóa hay chưa. Nếu bỏ khóa, và nếu thẻ thuộc khóa nào không tổng thích với thẻ thuộc khóa giao tác đang yêu cầu, thao tác sẽ bỏ hoãn lại. Ngược lại, khóa sẽ được gán với thẻ thuộc mong muốn và thao tác này sẽ được chuyển cho boá xử lý dữ liệu để truy xuất CSDL tiếp theo. Sau đó boá quản lý giao tác sẽ thông tin về các kết quả tiếp theo. Việc kết thúc giao tác sẽ giúp phòng các khóa của nó và làm cho một giao tác khác đang chờ truy xuất mức độ ưu tiên này.

Thuật toán khóa choát cơ bản nằm trong thuật toán 6.1. Hình 6.6 đưa ra các khai báo và các bước thực hiện thuật toán 6.1, chúng ta không quan tâm đến các bước thực hiện thao tác này và hủy bỏ giao dịch.

---

**Declare-type**

Operation: một trong số Begin-Transaction, Read, Write, Abort, hoặc Commit

DataItem: một mục dữ liệu trong CSDL phân tán

TransactionId: một giá trị duy nhất dành cho mỗi giao dịch.

DataVal: một giá trị có kiểu dữ liệu cơ bản (nghĩa là số nguyên, số thực, văn bản)

SiteId: một danh sách duy nhất cho vị trí

Dbop: một bộ ba gồm {một phép toán trên CSDL của  
đồng đồng}

opn: Operation

data: DataItem

tid: TransactionId

Dpmsg: một bộ ba gồm

opn: Operation

tid: TransactionId

result: DataVal

Scmsg: một bộ ba gồm

opn: Operation

tid: TransactionId

result: DataVal

Transaction ← một bộ hai gồm

tid: TransactionId

body: thân giao dịch

Message ← một chuỗi ký tự tối đa dành truyền tải

OpSet: một tập các Dbop

SiteSet: một tập các SiteId

WAIT(msg: Message)

begin

{nối cho đến khi có một thông báo đến}

end

**Hình 6.6.** Các nền tảng chuẩn cho các thuật toán sắp xếp  
**Thuật toán 6.1.** Bộ quy tắc khóa cơ bản (Basic LM)

**Declare-var**

msg: Message  
 dop: Dbop  
 Op: Operation  
 x: DataItem  
 T: TransactionId  
 pm: Dpmsg  
 res: DataVal  
 SOP: OpSet

**Begin**

**repeat**

WAIT(msg)

**case of** msg

Dbop: // pheùp toaùn

**begin**

Op  $\leftarrow$  dop.opn

x  $\leftarrow$  dop.data

T  $\leftarrow$  dop.tid

**case of** Op

Begin\_Transaction, Abort **or** Commit:

**begin**

göüi dop ñeán boã xöü lyù döõ lieäu

**end**

Read **or** Write:

**begin**

tìm ñôn vò khoùa (lock unit) lu sao cho  $x \subseteq lu$

**if** lu chöa bò khoùa or theá thöüc khoùa cuûa lu töông thích

vöüi Op **then**

**begin**

ñäët khoùa trên lu ôü theá thöüc thích hôïp

göüi dop ñeán boã xöü lyù döõ lieäu

**end**

**else** ñöa dop vaøo moät haøng ñöüi cuûa lu

**end-if**

**end**

**end-case // Op cuûa Dbop**

Dpmsg: // Thoâng baùo töø boã xöü lyù döõ lieäu  
 cuûa boã xöü lyù döõ lieäu}

{traû lôøi

**begin**

{yeâu caàu môû

khoaù}

```

Op ← pm.opn
res ← pm.result
T ← pm.tid
tìm ñôn vò khoùa lu sao cho  $x \subseteq lu$ , giaûi phòùng khoùa treân lu do
T giổ
if không còon khoùa naỏo treân lu and
    còu ñhữg thao taùc ñang ñhữ khoùa lu trong haỏng ñhữ then
begin
    SOP ← thao taùc ñaàu tieân trong haỏng ñhữ
    SOP ←  $SOP \cup \{OIO\}$  laỏ moỏt thao taùc treân haỏng ñhữ còu theỏ
    khoùa lu ôu theỏ thөөc khoùa tồg thớch vừi cùc thao taùc hieỏn
    haỏnh trong SOP}
    ñaẻt cùc khoùa treân lu cho cùc thao taùc trong SOP
    for tất cả cùc pheùp toaùn trong SOP do
        gửi moỏi thao taùc ñẻn boỏ xử lý dử lieủ
    end-for
end-if
end
end-case
until forever
end. (Basic LM)

```

Không may laỏ, thuaỏt toaùn khoùa ñhữc cho trong Thuaỏt toaùn 6.1 không ñoàng boỏ hoỏa chính xửc cùc thөөc thi giao dờch. Ñieàu naỏy laỏ do khi taỏ ra cùc lờch khaủ tuaàn tử, cùc thao taùc khoùa vaỏ giaủi phòùng khoùa cuỏg caỏn phaủi ñhữc ñieàu phỏái. Chuùng ta minh hoỏa noủ baỏng thí dử sau.

### Thí dử 7

Xeủ hai giao taùc sau ñaỷ:  $x = 50, y = 20$

$T_1, T_2 \implies x = 102, y = 38$   
 $T_2, T_1 \implies x = 101, y = 39$   
 $S \implies x = 102, y = 39$

$T_1$ :    Read(x) $x \leftarrow x + 1$ Read(y) $Y \leftarrow y - 1$ Write(y) Commit	$T_2$ :    Read(x) $x \leftarrow x * 2$ Read(y) $Y \leftarrow y * 2$ Write(y) Commit
---	---

Dử ñaỷ laỏ moỏt lờch hỏp leỏ ñhữc boỏ quaủn lý khoùa taỏ ra khi sử dửng Thuaỏt toaùn 6.1:

$$S = \{wl_1(x), R_1(x), W_1(x), lr_1(x), wl_2(x), R_2(x), W_2(x), lr_2(x), wl_2(y), R_2(y), W_2(y), lr_2(y), C_2, wl_1(y), R_1(y), W_1(y), lr_1(y), C_1\}$$

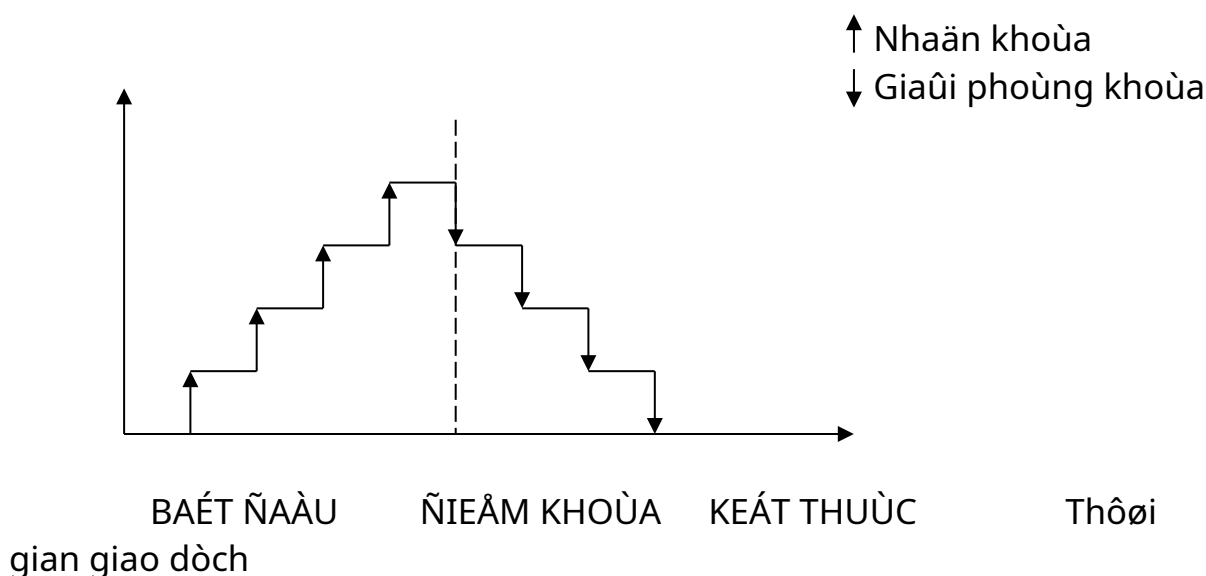
Ôû ñây,  $lr_i(z)$  bieáu thò thao taùc giaûi phòùng khoùa treân  $z$  ñang ñöôïc  $T_i$  giöõ.

Chuù yù raèng  $S$  khoâng khaù tuaàn töï. Chaúng haïn neáu tröôùc luùc thöïc hieån caùc giao taùc naøy, giaù trò cuûa  $x$  vaø  $y$  laàn löôït laø 50 vaø 20, chuùng ta hy voïng raèng giaù trò sau khi thöïc hieån töông öùng laø 102 vaø 38 neáu  $T_1$  thöïc hieån tröôùc  $T_2$ , hoaëc laø 101 vaø 39 neáu  $T_2$  thöïc hieån tröôùc  $T_1$ . Tuy nhieân keát quaù thöïc hieån  $S$  cho ra giaù trò cuûa  $x$  vaø  $y$  laàn löôït laø 102 vaø 39. Roõ raøng  $S$  khoâng khaù tuaàn töï.

Vaán ñeà cuûa lòch  $S$  trong thí dụ 7 laø, thuaät toaùn khoùa choát ñaõ giaûi phòùng caùc khoùa ñöôïc moät giao taùc giöõ (chaúng haïn  $T_1$ ) ngay khi leänh ñi keøm (ñoïc hoaëc ghi) ñöôïc thöïc hieån, vaø ñôn vò khoùa (chaúng haïn  $x$ ) khoâng caàn truy xuaát ñöõa. Tuy nhieân baûn thaân giao taùc ñoù ñang khoùa nhöõng muïc khaùc (chaúng haïn  $Y$ ) sau khi noù giaûi phòùng khoùa treân  $x$ . Duø raèng ñieàu naøy döôøng nhö coù lôïi vì laøm taêng khaù naêng hoaït ñoäng ñoàng thôøi, noù cho pheùp caùc giao taùc ñan xen vôùi nhau, laøm maát ñi tính bieät laäp vaø tính nguyênn töù toång theå. Ñây chính laø laäp luaän cuûa *phöông phaùp khoùa choát hai pha* (two-phase locking, 2PL)

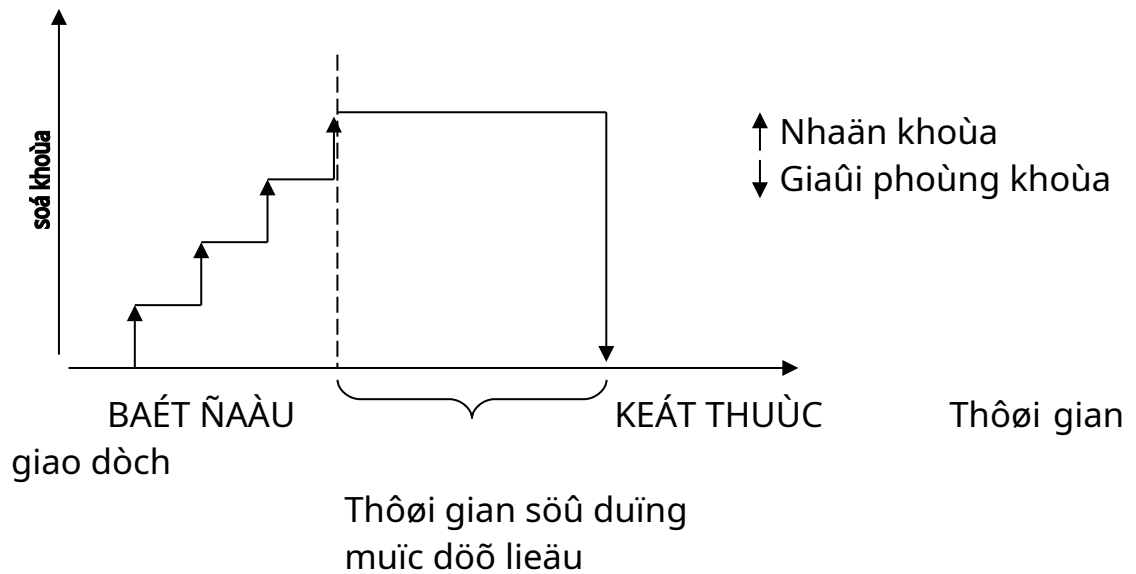
Qui taéc khoùa hai pha chæ ñôn giaûn khaùg ñònh raèng khoâng coù giao taùc naøo yeâu caàu khoùa sau khi noù ñaõ giaûi phòùng moät trong caùc khoùa cuûa noù. Ñieàu ñoù noù raèng moät giao taùc khoâng ñöôïc giaûi phòùng khoùa cho ñeán khi noù baùo ñaâm raèng khoâng yeâu caàu theâm khoùa ñöõa. Caùc thuaät toaùn 2PL thöïc hieån caùc giao taùc qua hai pha. Moãi giao taùc coù moät *pha taêng tröôùng* (growing phase), trong pha naøy noù nhaän caùc khoùa truy xuaát caùc muïc döõ lieäu, vaø coù moät *pha thu hoài* (shrinking phase), laø giai ñoain noù giaûi phòùng caùc khoùa (Hình 6.7). *Ñieãm khoùa* (lockpoint) laø thôøi ñieãm giao taùc ñaõ nhaän ñöôïc taát caù caùc khoùa nhöng chöa baét ñaàu giaûi phòùng baát kyø khoùa naøo. Vì theá ñieãm khoùa xaùc ñònh cuoái pha taêng tröôùng vaø khôûi ñieãm pha thu hoài cuûa moät giao dòch. Moät ñònh lyù noãi tieáng [Eswaran et al., 1976] khaùg ñònh raèng moïi lòch taïo böù moät thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi tuaân theo qui taéc 2PL ñeàu khaù tuaàn töï.





**Hình 6.7.** Bieáu ñoà khoùa 2PL

Hình 6.7 chæ ra raềng boă quaûn lý khoùa giaûi phòùng caùc khoùa ngay sau khi hoản taát vieăc truy xuaát. Ñieàu naøy cho pheùp caùc giao taùc ñang ñoõ khoùa tieáp tuïc tieán haønh vaø nhaän khoùa, do vaây laøm taêng hoảt ñoäng ñoàng thôøi. Tuy nhieân vieăc caøi ñaët gaëp nhieàu khoù khaên bôûi vì boă quaûn lý khoùa phaûi bieát raềng giao taùc ñaõ nhaän ñuủ taát caù moïi khoùa vaø seõ khoâng caàn khoùa moät muïc naøo noõa. Boă quaûn lý khoùa cuõng phaûi bieát raềng giao taùc khoâng coøn caàn truy xuaát noõa muïc döõ lieäu ñoù noõa, vì theá khoùa coù theá ñoõic giaûi phòùng. Cuoái cuøng neáu giao taùc bò huỷ boû sau khi giaûi phòùng moät khoùa, noù coù theá laøm huỷ boû luoân caù giao taùc ñaõ truy xuaát caùc muïc ñaõ môû khoùa. Hieän töõing naøy ñoõic goïi laø *huỷ boû daây chuyeàn* (cascading abort). Vì nhöõng khoù khaên ñoù, phaàn lôùn caùc boă xeáp lòch 2PL ñeàu caøi ñaët moät daïng khaét khe hôn coù teân laø *khoùa choát hai pha nghieâm ngaët* (strict two-phase locking) trong ñoù noù giaûi phòùng toaøn boă caùc khoùa vaø luùc giao taùc keát thuùc (uỷ thaùc hoặç huỷ boû). Bieáu ñoà khoùa loai naøy ñoõic trình baøy trong Hình 6.8



**Hình 6.8.** Bieåu ñoà khoá hai pha nghiêm ngaët.

Boä quaûn lý khoá 2PL nghiêm ngaët chæ söûa laïi moät ít trong thuaät toaùn 6.1. Thöïc söï chæ caàn söûa ñoái phaân xöû lý caùc hoài ñaùp töø boä xöû lý döõ lieäu nhaèm baûo ñaûm raèng caùc khoá chæ ñöôïc giaûi phoùng neáu thao taùc laø uýy thaùc hoaëc huý boû. Ñeå cho ñaày ñuû, chuùng toâi trình baøy toaøn boä thuaät toaùn 2PL nghiêm ngaët trong thuaät toaùn 6.2. Thuaät toaùn quaûn lý giao taùc ñeå xeáp lòch theo 2PL ñöôïc cho trong Thuaät toaùn 6.3.

## Thuaät toaùn 6.2 S2PL-LM

### declare-var

msg: Message  
 dop: Dbop  
 Op: Operation  
 x: DataItem  
 T: TransactionId  
 pm: Dpmsg  
 res: DataVal  
 SOP: OpSet

### begin

#### repeat

WAIT(msg)

#### Case of msg

Dbop:

```
Begin
  Op  $\leftarrow$  dop.opn
  x  $\leftarrow$  dop. Data
  T  $\leftarrow$  dop.tid
  case of Op
  Begin_transaction, Abort or Commit:
  begin
    göüi dop cho boä xöu lyù döõ lieäu
  end
  Read or Write
  begin
    tìm ñôn vò khoùa lu sao cho  $x \subseteq lu$ 
    if lu chöa khoùa or theä thöüc khoùa cuûa lu töông thích vöüi Op
    then
      begin
        ñaët khoùa treân lu ôu theä thöüc thích hôïp
        göüi dop ñeán boä xöu lyù döõ lieäu
      end
    else
      ñaët dop vaøo moät haøng ñôïi cho lu
    end-if
  end
end-case
Dpmsg:
begin
  Op  $\leftarrow$  pm.opn
  res  $\leftarrow$  pm.result
  T  $\leftarrow$  pm.tid
  if Op = Abort or Op = Commit then
    begin
      for moãi ñôn vò khoùa lu bò khoùa böüi T do
        begin
          giaûi phöùng khoùa treân lu do T giöõ
          if khoâng coøn khoùa naøo treân lu and
            coù caùc thao taùc ñang ñôïi trong haøng ñôïi cho lu then
            begin
              SOP  $\leftarrow$  thao taùc ñaàu tieân treân haøng ñôïi
              SOP  $\leftarrow$  SOP  $\cup$  {O|O laø moät thao taùc treân haøng ñôïi coù theä
                khoùa lu
                ôu moät theä thöüc töông thích vöüi thao taùc hieän taïi
                trong SOP}
            end
          end
        end
      end
    end
  end
```

```
    ñaết caùc khoùa trên lu cho caùc thao taùc trong SOP
    for taát caù caùc thao taùc trong SOP do
        göùi moãi thao taùc ñeán boã xöu lyù döõ lieäu
    end-for
end-if
end-for
end-if
end
end-case
until forever
end. {S2PL-LM}
```

### **Thuaät toaùn 6.3** Boã quaûn lyù giao taùc 2PL (2PL-TM)

#### **Declare-var**

```
msg: Messenger
Op: Operation
x: DataItem
T: TransactionId
O: Dbop
sm: Scmsg
res: DataVal
SOP: OpSet
```

#### **begin**

##### **repeat**

```
    WAIT(msg)
```

##### **case of** msg

```
    Dbop:
```

##### **begin**

```
    göùi O ñeán LM
```

##### **end**

```
    Scmsg:
```

##### **begin**

```
    Op ← sm.opn
```

```
    res ← sm.result
```

```
    T ← sm.tid
```

##### **case of** Op

```
    Read:
```

##### **begin**

```
    traû res veà cho öùng duïng cuûa ngôøi söû duïng (nghóa laø
giao dòch)
    end
    Write:
    begin
        thông tin cho öùng duïng veà vieäc hoøen taát haønh ñoäng
ghi
        traû res veà cho öùng duïng
    end
    Commit:
    begin
        huûy vuøng laøm vieäc cuûa T
        thông tin cho öùng duïng bieát veà vieäc hoøen taát thaønh
coâng caùc giao taùc T
    end
    Abort:
    begin
        thông tin cho öùng duïng bieát veà vieäc hoøen taát huûy
boû giao taùc T
    end
end-case
end
end-case
until forever
end. {2PL-TM}
```

Caàn chuù yù raèng maëc duø thuaät toaùn 2PL cöôõng cheá tính khaû tuaàn töï töông tranh, noù khoâng cho pheùp taát caû moïi lòch coù tính khaû tuaàn töï töông tranh. Xeùt thoû lòch sau ñaây:

$$S = w_1(x)r_2(x)r_3(y)w_1(y)$$

S khoâng ñöôïc thuaät toaùn 2PL cho pheùp duøng vì  $T_1$  caàn thu moät khoùa ghi treân  $y$  sau khi noù giaûi phòùng khoùa ghi cuûa noù treân  $x$ . Tuy nhieân ñaây laø lòch khaû tuaàn töï theo thoû töï  $T_3 \leftarrow T_1 \leftarrow T_2$ . Thoû töï khoùa coù theå ñöôïc taän duïng ñeå thieát keá caùc thuaät toaùn khoùa cho pheùp nhöõng lòch thuaät loaïi naøy.

YÙ töôùng chính naèm ôû choã trôøùc tieân caàn nhaän xeùt raèng trong lyù thuyeát khaû tuaàn töï, thoû töï tuaàn töï hoùa caùc thao taùc töông tranh cuõng quan troïng nhô vieäc phaùt hieän töông tranh vaø ñieàu naøy coù theå ñöôïc taän duïng khi ñoàng nghóa caùc theå thoûc khoùa. Heä quaû laø ngoaøi caùc khoùa ñoïc (duøng chung, shared) vaø

khoùa ghi (ñöäc quyeàn, exclusive), chuùng ta coù theå ñònh nghóa moät theå thôùc khoùa thôù ba: *duøng chung coù thôù töï* (ordered shared). Khoùa duøng chung coù thôù töï cuûa moät ñoái töø ñöøng  $x$  böui caùc giao taùc  $T_i$  vaø  $T_j$  mang yù nghóa nhö sau: cho moät lòch  $S$  coù caùc khoùa duøng chung coù thôù töï giöõa caùc thao taùc  $o \in T_i$  vaø  $p \in T_j$ , neáu  $T_i$  thu ñöôïc khoùa  $o$  tröôùc khi  $T_j$  thu ñöôïc khoùa  $p$  thì  $o$  ñöôïc thoïc thì tröôùc  $p$ . Xeùt baûng töøng thích giöõa caùc khoùa ñöïc vaø ghi ñeõ cho trong hình 6.5. Neáu coù theå khoùa duøng chung coù thôù töï thì coù taùm bieán theå cuûa baûng naøy. Hình 6.5 chæ laø moät trong soá ñoù vaø hình 6.9 trình baøy theå hai bieán theå ñöõa. Thí dụï trong hình 6.9(a) coù moät moái lieân heä duøng chung coù thôù töï giöõa  $rl_j(x)$  vaø  $wl_i(x)$  [kyù hieäu laø  $rl_j(x) \Rightarrow wl_i(x)$ ] chæ ra raèng  $T_i$  coù theå thu ñöôïc moät khoùa ghi treân  $x$  trong khi  $T_j$  giöõ moät khoùa ñöïc treân  $x$  vôùi ñieàu kieän coù moät moái lieân heä duøng chung coù thôù töï töø  $rl_j(x)$  ñeán  $wl_i(x)$ . Taùm baûng töøng thích coù theå ñöôïc so saùnh vôùi nhau öùng vôùi tính chaát ñöôïc pheùp cuûa chuùng (nghóa laø öùng vôùi caùc lòch sinh ra nhöø chuùng), taïo ra moät daøn caùc baûng sao cho baûng trong hình 6.5 laø haïn cheá nhaát vaø baûng trong Hình 6.9(b) laø töï do nhaát.

	$rl_i(x)$	$wl_i(x)$		$rl_i(x)$	$wl_i(x)$
$rl_j(x)$	töông thích duøng chung	khoâng töông thích		$rl_j(x)$	töông thích
$wl_j(x)$	duøng chung duøng chung coù thòu töï töï	khoâng töông thích		$wl_j(x)$	coù thòu töï duøng chung
				coù thòu töï	coù thòu
	(a)			(b)	

**Hình 6.9.** Baùng töông thích coù theå thòuc khoùa duøng chung coù thòu töï.

Trong thí dui ôu trên, khoùa ghi danh cho  $T_i$  ñöôïc goïi laø ñang ñöôïc giöõ (on hold) vì noù thu ñöôïc sau khi  $T_j$  ñaõ thu ñöôïc khoùa ñöôïc trên x. Nghi thòuc khoùa cöôõng cheá möät ma traän töông thích coù chöùa caùc theå thòuc khoùa duøng chung coù thòu töï hoøen toøen gioáng vôùi 2PL, ngoàii tröø laø giao taùc khoâng giaûi phöùng baát kyø khoùa naøo khi möät trong caùc khoùa cuøa chuùng coøn ñang ñöôïc giöõ. Baèng khoâng seõ xaùy ra caùc thòu töï tuaàn töï hoøa laãn quaãn.

### 6.3.1 Nghi thòuc 2PL taäp trung

Thuaät toàùn 2PL ñöôïc thaùo luaãn trong phaàn tröôùc coù theå deã daøng ñöôïc môu roãng cho möôi tröôøng phaân taùn (nhân baùn hoøec phaân hoäch). Möät caùch ñeå laøm ñieàu naøy laø trao traùch nhieäm quaûn lý khoùa cho möät vò trí duy nhaát, nghóa laø chæ coù möät vò trí laø coù boã quaûn lý khoùa. Caùc boã quaûn lý giao taùc ôu caùc vò trí khaùc phaûi giao tieáp vôùi noù chöù khoâng phaûi vôùi boã quaûn lý khoùa rieâng cuøa chuùng. Caùch tieáp caãn naøy ñöôïc goïi laø thuaät toàùn 2PL vò trí chính (primary site).

Truyeàn giao giöõa caùc vò trí hieäp taùc khi thöïc hieän möät giao taùc tuaàn theo thuaät toàùn 2PL taäp trung (centralized 2PL hay C2PL) ñöôïc trình baøy trong hình 6.10. Truyeàn giao naøy xaùy ra giöõa boã quaûn lý giao taùc taïi vò trí khôùu ñeàu giao taùc (ñöôïc goïi laø **Transaction Manager** ñieàu phóái), boã quaûn lý khoùa taïi vò trí trung taâm, vaø caùc boã xöu lý döõ lieäu taïi caùc vò trí coù tham gia. Caùc vò

trí tham gia laø nhöõng vò trí coù nhöõng thao taùc xaây ra. Thòu töï caùc thoâng baùo cuõng ñöôïc trình baøy trong hình ñoù.

Moät khaùc bieät quan troïng giöõa thuaät toaùn TM taäp trung vaø thuaät toaùn TM cuûa Thuaät toaùn 6.3 ñoù laø TM phaân taùn phaûi caøi ñieät nghi thòuïc ñieàu khieån baûn sao neáu CSDL ñöôïc nhaân baûn. Thuaät toaùn C2PL-LM cuõng khaùc vôùi boã quaûn lý khoùa 2PL nghieâm ngaët ôû moät ñieåm. Boã quaûn lý khoùa trung taâm khoâng göûi caùc thao taùc ñeán caùc boã xöû lý döõ lieäu töông öùng; vieäc naøy do TM ñieàu phaái thöïc hieän.

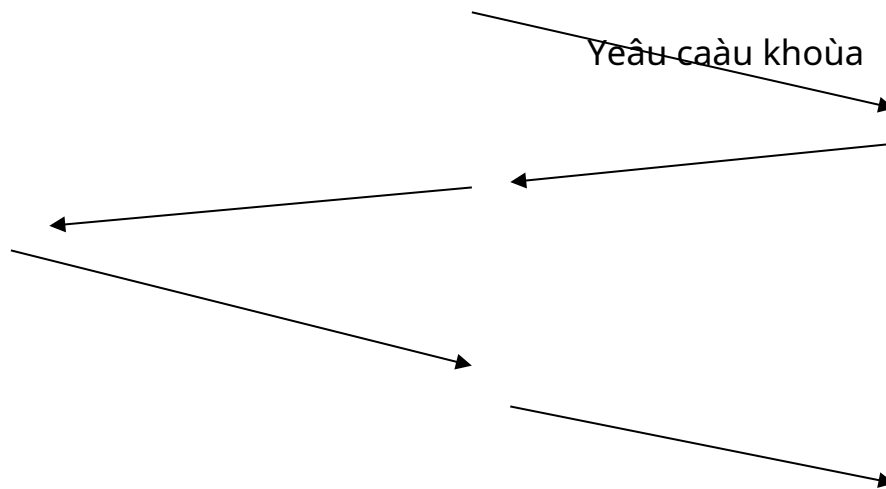


Boä xöu lyù döõ lieäu

taïi caùc vò trí tham gia  
taâm

TM ñieàu phóái

LM vò trí trung



**Hình 6.10.** Caáu trúc truyền giao của 2PL taäp quyên.

Thuaät toaùn quaûn lyù giao taùc 2PL taäp trung (C2PL-TM) ñöôïc trình baøy trong Thuaät toaùn 6.4 vaø coù ñöa theâm nhöõng thay ñoåi naøy vaøo, coøn thuaät toaùn quaûn lyù khoá 2PL taäp trung (C2PL-LM) ñöôïc trình baøy trong Thuaät toaùn 6.5.

**Thuaät toaùn 6.4** Boä quaûn lyù giao taùc 2PL taäp trung (C2PL-TM)

**Declare-var**

T: TransactionId

Op: Operation

x: DataItem

msg: Message

O: Dbop

pm: Dpmsg

res: DataVal

S: SiteSet

**begin**

**repeat**

WAIT(msg)

**case of** msg

Dbop:

**begin**

Op ← O.opn

```

x ← O.data
T ← O.tid
case of Op
Begin_transaction:
begin
S ← ∅
end
Read:
begin
    S ← S ∪ {vò trí lờu x vaø chi phí truy xuaát ñẻán x laø nhòu
nhaát}
    gỏi O cho boả quaủn lýù khoùa trung taâm
end
Write:
begin
    S ← S ∪ {Si | x ñỏỏic lờu tại Si}
    gỏi O cho boả quaủn lýù khoùa trung taâm
end
Abort or Commit
begin
    gỏi O cho boả quaủn lýù khoùa trung taâm
end
end-case
end
Scmsg:      {yeâu caàu khoùa ñỏỏic trao khi caùc khoùa ñỏỏic
giaủi phòùng}
begin
    if yeâu caàu khoùa ñỏỏic trao then
        gỏi O cho caùc boả xỏu lýù dỏỏ lieäu trong S
    else
        thoâng tin cho ngỏỏoi duởng bieát veà vieác keát thuộc giao
dỏch
    end-if
end
Dpmsg:
begin
    Op ← pm.Opn
    res ← pm.result
    T ← pm.tid
case of Op
    Read:

```

```
begin
    traû res veà cho öùng düïng ngôøi söû düïng (nghóa laø giao
dòch)
end
Write:
begin
    thông tin cho öùng düïng bieát veà vieäc hoãn taát thao
taùc ghi.
end
Commit:
begin
    if taát caù caùc thaønh vieân ñeàu nhaän ñöôïc thông baøu
uỷ thaùc then
        begin
            thông tin cho öùng düïng bieát veà vieäc hoãn taát
thaønh công giao taùc
            göûi pm cho boä quaûn lý khoùa trung tâm
        else {ñöïi cho ñeán khi taát caù ñeàu nhaän ñöôïc thông
baøu uỷ thaùc}
            ghi nhaän söï kieän thông baøu uỷ thaùc ñeán caùc
vò trí
        end-if
    end
    Abort:
    begin
        thông tin cho öùng düïng bieát veà vieäc huỷ boû giao
taùc T
        göûi pm ñeán boä quaûn lý khoùa trung tâm
    end
end-case
end
end-case
until forever
end. {C2PL-TM}
```

### **Thuaät toaùn 6.5** Boä quaûn lý khoùa 2PL taäp trung (C2PL-LM)

#### **Declare-var**

msg: Message  
dop: SingleOp  
Op: Operation  
x: DataItem

---

```

T: TransactionId
SOP: OpSet
begin
  repeat
    WAIT(msg)  {Thoâng baùo chæ coù theå do TM ñieàu phoái göüi
ñeán}
    Op ← dop.opn
    x ← dop.data
    T ← dop.tid
    case of Op
      Read or Write:
        begin
          tìm ñôn vò khoùa lu cho  $x \subseteq lu$ 
          If lu chöa khoùa or theå thöùc khoùa cuûa ly töông thích vöüi Op
then
            begin
              ñaët khoùa treân lu ôû theå thöùc thích hôïp
              msg ← “Khoùa ñöôïc trao cho thao taùc dop”
              göüi msg ñeán TM ñieàu phoái cuûa T
            end
          else
            ñaët Op vaøo moät haøng ñöüi cho lu
          end-if
        end
      Abort or Commit:
        begin
          for moãi ñôn vò khoùa lu bò khoùa T do
            begin
              giaûi phöùng khoùa treân lu do T giöõ
              if coøn nhöõng thao taùc ñang ñöüi lu trong haøng ñöüi then
                begin
                  SOP ← thao taùc ñaàu tieân (goüi O) töø haøng ñöüi
                  SOP ←  $SOP \cup \{O \mid O \text{ laø moät thao taùc treân haøng ñöüi coù theå khoùa lu ôû theå thöùc töông thích vöüi caùc thao taùc trong SOP}\}$ 
                  ñaët caùc khoùa treân lu cho caùc thao taùc trog SOP
                  for taát caû caùc thao taùc O trong SOP do
                    begin
                      msg ← “Khoùa ñöôïc trao cho thao taùc O”
                      göüi msg ñeán taát caû caùc TM ñieàu phoái
                    end-for
                end
              end-if
            end
          end-for
        end
    end-repeat
  end

```

**end-if**

**end-for**

msg ← “Caùc khoùa cuûa T ñaõ giaûi phoùng”

göûi msg ñeán TM ñieàu phoái cuûa T

**end**

**end-case**

**until** forever

**end.** {C2PL-LM}

Moät yeáu ñieäm hay gaëp cuûa caùc thuaät toaùn C2PL laø coù theå taïo ra moät ñieäm uøn taéc quanh vò trí trung tâm. Hôn nũa heå thoáng seõ keùm thích öùng (ñoä khaû tín thaáp) böûi vì söï coá hoaëc tình traïng baát khaû truy ñeán vò trí trung tâm coù theå daãn ñeán caùc söï coá heå thoáng. Ñaõ coù nhöõng nghieân cöùu chæ ra raèng ñieäm uøn taéc thöïc söï seõ hình thaønh khi toác ñoä giao taùc taêng lên, nhöng khoâng ñaùng keå neáu toác ñoä giao taùc thaáp. Theå nhöng ngöôøi ta cuõng thaáy söï suy giaûm hieäu naêng khi taûi troïng taêng cao trong caùc thuaät toaùn döïa treân khoùa choát.

### 6.3.2 Thuaät toaùn 2PL baûn chính

Khoùa choát hai pha baûn chính laø söï môû roäng taàm thöôøng cuûa khoùa choát hai pha taäp quyean vöüi noä löïc giaûi quyeat caùc vaán ñeà veà hieäu naêng ñaõ ñöôïc thaûo luaän ôû treân. Veà cô baûn, noù caøi ñaët caùc boä quaûn lý khoùa taïi moät soá vò trí, trao traùch nhieäm quaûn lý khoùa treân moät taäp ñôn vò khoùa cho moãi boä quaûn lý. Sau ñoù boä quaûn lý giao taùc seõ göûi caùc yeâu caàu khoùa vaø môû khoùa ñeán caùc boä quaûn lý khoùa chòu traùch nhieäm veà ñôn vò khoùa ñoù. Thuaät toaùn seõ xöû lý moät baûn cuûa moãi muïc döõ lieäu nhö baûn chính cuûa noù.

Chuùng toâi khoâng trình baøy chi tieát thuaät toaùn 2PL baûn chính vì nhöõng thay ñoäi so vöüi thuaät toaùn 2PL taäp quyean raát ít. Veà cô baûn, thay ñoäi duy nhaát laø caùc nôï ñaët baûn chính phaûi ñöôïc xaùc ñònh cho moãi muïc tröôùc khi göûi yeâu caàu khoùa hoaëc môû khoùa ñeán boä quaûn lý khoùa taïi vò trí ñoù.

Thuaät toaùn 2PL baûn chính ñaõ ñöôïc ñeà xuaát cho phieân baûn phaân taùn thôû nghieäm cuûa heå INGRES. Duø raèng noù ñoøi hoûi phaûi coù moät thö muïc phöùc taïp taïi moãi vò trí, noù ñaõ giaûm ñöôïc taûi troïng cho vò trí trung tâm maø khoâng phaûi trao ñoäi quaù nhieàu giöõa caùc boä quaûn lý giao taùc vaø caùc boä quaûn lý khoùa.

Veà moät nghóa naøo ñoù, ñây laø moät böôùc trung gian giöõa thuaät toaùn 2PL taäp quyềøn ñã ñöôïc thaùo luaän trong phaàn tröôùc vaø thuaät toaùn 2PL phaân quyềøn seõ ñöôïc thaùo luaän trong phaàn keát tieáp.

### 6.3.3 Thuaät toaùn 2PL phaân quyềøn

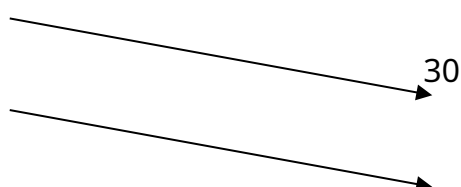
2PL *phaân quyềøn* (distributed 2PL hay D2PL) mong muoán coù saün caùc boä quaûn lý khoùa taïi moãi vò trí. Neáu CSDL không nhaân baûn, thuaät toaùn 2PL phaân quyềøn seõ suy bieán thaønh thuaät toaùn 2PL baûn chính. Neáu CSDL coù nhaân baûn, giao taùc seõ caøi ñaët nghi thôøi ñieàu khieån baûn sao ROWA.

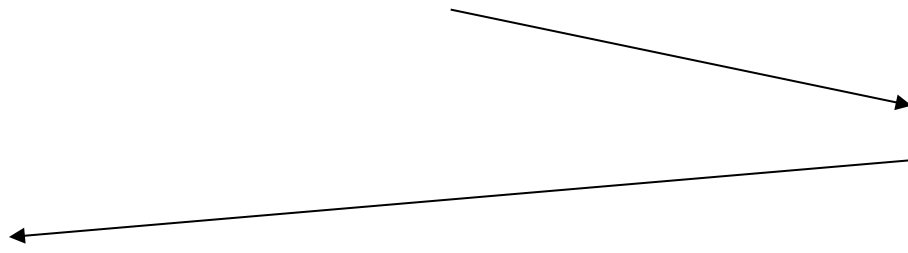
Truyeàn giao giöõa caùc vò trí ñeå thoïc hieän moät giao taùc theo nghi thôøi 2PL phaân quyềøn ñöôïc trình baøy trong hình 6.11. Chuù yù raêng hình 6.11 không trình baøy vieäc aùp duïng qui taéc ROWA.

Thuaät toaùn quaûn lý giao taùc 2PL phaân quyềøn töông töï nhö 2PL-TM nhöng coù hai söùc ñoái chính. Caùc thoâng baùo göûi ñeán boä quaûn lý khoùa cuûa vò trí trung taâm trong C2PL-TM seõ ñöôïc göûi ñeán boä quaûn lý khoùa cuûa taát caù caùc vò trí tham gia trong D2PL-TM. Khaùc bieät thöù hai laø caùc thao taùc không do TM ñieàu phóái chuyeån ñeán caùc boä xöû lý döõ lieäu nhöng do caùc boä quaûn lý khoùa tham gia chuyeån ñi. Nghóa laø TM ñieàu phóái không chøø thoâng baùo “yeâu caàu khoùa ñã ñöôïc trao”. Moät ñieäm khaùc veà hình 6.11 laø, caùc boä xöû lý döõ lieäu seõ göûi thoâng baùo “keát thuùc thao taùc” ñeán TM ñieàu phóái. Choïn löïa khaùc laø moãi boä xöû lý döõ lieäu seõ göûi thoâng baùo ñoù cho boä quaûn lý khoùa cuûa rieâng noù roài boä quaûn lý khoùa seõ giaûi phoùng khoùa vaø thoâng tin cho TM ñieàu phóái. Chuùng ta ñã giaûi quyéát ñoønh mô taù theo caùch thöù nhaát vì noù duøng moät thuaät toaùn quaûn lý khoùa gioáng vôùi boä quaûn lý khoùa 2PL nghieâm ngaët ñã ñöôïc thaùo luaän vaø noù laøm cho vieäc thaùo luaän caùc nghi thôøi uý thaùc ñôn giaûn hôn (xem Chöông 12). Do nhöõng töông ñoàng naøy, chuùng ta không ñoà ra caùc thuaät toaùn TM vaø LM phaân quyềøn ôû ñây. Caùc thuaät toaùn 2PL phaân quyềøn ñöôïc duøng trong System R\*.

#### Caùc boä xeáp lòch

<u>TM ñieàu phóái</u>	<u>coù tham gia</u>	<u>Caùc DM coù tham gia</u>
-----------------------	---------------------	-----------------------------





**Hình 6 .11.** Cấu trúc truyền giao của 2PL phân quyền.