

## 格上げ制限 2 相施錠方式の拡張

3 R - 6

町田 篤史 福世 隆之 春原 典彦 宮崎 収兄  
千葉工業大学 情報工学科

### 1. はじめに

データベースシステムには異なるトランザクションの同時的要求に、順序を制限する並行処理制御が必要である。よく使われている 2 相施錠方式 (2PL) は、高負荷においてデッドロックが生じ性能が低下する。また保守的 2 相施錠方式 (C2PL) はアクセスする全ての対象をまとめて施錠するので並行性が失われる。そこで提案したものが、2PL に従来の保守的スケジューラより弱い制限を導入した格上げ制限 2 相施錠方式 (NU2PL) である。

最近、データの中にもオブジェクト指向データベースのように階層型構造になっているものもある。そこでそのようなデータにも適応できるような施錠方式が求められている。

本稿ではまず NU2PL の特徴、基本動作を述べる。その後、将来、より複雑化するデータにも適応できるように多粒度施錠への拡張を行う。

### 2. 格上げ制限 2 相施錠方式の性能

(non-upgrading two-phase locking)

#### 2.1 NU2PL

並行処理制御では、read 対象と write 対象に関連性がある時にデッドロックが起りやすい。NU2PL では、これを防ぐため以下の制限を取り入れる。

・共有施錠を行った場合は、同一の対象について後で排他施錠を行えない。

#### 2.2 NU2PL の動作例

(1) トランザクションが

$R[A, B, C] \rightarrow W[D]$

のような場合の施錠方法は、

$S[A, B, C] \rightarrow X[D]$

のように施錠する。(2PL と同じ)

(2) トランザクションが

$R[A, B, C] \rightarrow W[C]$

のような場合の施錠方法は、

$S[A, B] X[C]$

のように参照する前にまとめて施錠する。

この方法により read した後 write するとおこるデッドロックを防ぐことができる。

Expansion of Non-Upgrading Two-Phase Locking  
Astushi Machida, Takayuki Fukuyo, Norihiko Sunohara,  
Nobuyoshi Miyazaki

Department of Computer Science, Chiba Institute of  
Technology

2-17-1 Tsudanuma Narashino Chiba 275 Japan

### 3. NU2PL の多粒度施錠への拡張

#### 3.1 階層型構造

データベースではデータがリレーション、タブルのように階層型構造になっているものもある。階層化されたデータに対しデータ項目毎の施錠方式をとると、処理範囲が広範囲にわたるとき施錠を細かくかける必要があり、処理に時間がかかってしまう問題が発生する。

#### 3.2 警告施錠(Intention lock)

3.1 で示した問題を解決するために、2 相施錠方式の多粒度化として警告施錠 (Intention lock) の概念を用いた方法が使われている [BHG87]。あるオブジェクトに施錠をかける時、その下にある階層には同じモードの施錠が暗黙にかかり、それよりも上にあるすべての階層に対しては同じモードの警告施錠がかかるのである。

#### 3.3 NU2PL 変換表の設計

現在、階層型構造のデータを施錠するのに多粒度化された 2PL が使われている。表 1 は同一対象に対して 2 度以上施錠が要求されると施錠モードがどのように変化するかをまとめた変換表である。

表 1 2PL 変換表

Old lock type

	r	w	ir	iw	riw
r	r	w	r	riw	riw
w	w	w	w	w	w
ir	r	w	ir	iw	riw
iw	riw	w	iw	iw	riw
riw	riw	w	riw	riw	riw

多粒度施錠への格上げ制限の導入はこの変換表の再設計によって行う。再設計にあたって以下に基本的な原則を示す。(1) は NU2PL の基本原則であり、(2) (3) は多粒度化のために新たに設けた原則である。

<原則>

- (1) 同じ対象について  $r \rightarrow w$  の変更は行わない。
- (2) 階層構造をできるだけユーザが意識しなくてもよいようにする。ユーザがある対象をロックしようとする時、その上の階層はシステムが自動的にロックするようにする。
- (3) (1) 以外の制限は、できるだけ行わない。

NU2PL Conversion Tableについて検討結果を述べる。ただし、同じlock同士は当然、lock typeは変化しない。また、Old lock typeの方が強い場合も変化しないので省略する。

< 1 > Old lock typeが r の場合

・ r → w  
これは原則 (1) にも書いたように、NU2PLの基本原則なので実行できないようにする。

・ r → i w  
左図においてAをr施錠するとAよりも下の階層にあるBにもr施錠がかかる。その後、Aにi w施錠がかかるとBにはr施錠後、w施錠がかかることである。つまり、Bはr → wの変化をすることになり原則 (1) に反する。



・ r → r i w  
これは上記と同様に実行できないようにする。

< 2 > Old lock typeが w の場合

wはもっとも強いlock typeなのですべて元のままwである。

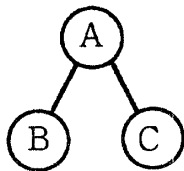
< 3 > Old lock typeが i r の場合

・ i r → r  
原則 (2) から要求を許可しrとする。

・ i r → w  
左図においてBをr施錠するとAにはi r施錠がかかる。その後、Aにw施錠がかかるということは、Aよりも下の階層にあるBにもw施錠がかかり、原則 (1) に反する。したがって、これは実行できないようにする。



・ i r → i w  
これは左図において、Bをr施錠した後にCをw施錠をした時、またはその逆をした時、Aにかかる施錠である。もしこれを制限した場合、あらかじめrとwを階層構造の中で把握しておかなければならない。つまり、どこから先で同じ階層となっているかを知らなければならない。したがって、(2) からi wとする。



・ i r → r i w  
この部分はデッドロックが多少起こるとしても、ロックの柔軟性から今回はr i wとする。

< 4 > Old lock typeが i w の場合

・ i w → r  
原則 (3) からr i wとする。

・ i w → w  
原則 (3) からwとする。

・ i w → r i w  
原則 (3) からr i wとする。

< 5 > Old lock typeが r i w の場合

・ r i w → w  
これは一部の対象について原則 (1) に反する。しかし、最初の段階で一部を書く予定だった物が実際には広範囲に変更する場合もあるので今回はwとする。

上記の結果から得られたのが表2 NU2PL変換表である。

表2 NU2PL変換表

		Old lock type				
		r	w	ir	iw	riw
Requested lock type	r	r	w	r	riw	riw
	w	---	w	---	w	w
	ir	r	w	ir	iw	riw
	iw	---	w	iw	iw	riw
	riw	---	w	riw	riw	riw

この改良によって、今まではr → wの変換だけを制限してきたが、r → i w、r → r i w、i r → wにも制限を付け加えることで多粒度施錠への拡張を行った。

4. おわりに

本論文ではNU2PLの施錠方式、基本的性能を述べ、またそれに新たな若干の制限を加えることでNU2PLの拡張を行った。シミュレーションによってその効果を確認中である。これによりオブジェクト指向データベースのような複雑なデータ構造にも利用可能であると考えられる。

<参考文献>

[BHG87] Bernstein, P.A., Hadzilacos, V., and Goodman, N., Concurrency Control and Recovery in Database Systems, Addison-Wesley 1987

[春原95] 春原典彦 芝井豊 宮崎収兄, " 並行処理制御における2相施錠方式の改良", 情報処理学会研究報告, 95-DBS-104, pp281-288 (1995)