

オブジェクト指向データベースの並行処理制御

4K-7

篠田俊也 宮崎収兄
千葉工業大学工学部情報工学科

1. はじめに

データベースシステムでは並行処理制御（Concurrency Control）が必要不可欠であり、施錠方式やスケジューラ方式等、幾つかの方式が提案されているが、一般的に2相施錠方式（Two-Phase Locking：2PL）が使用されてきた。

オブジェクト指向データベースシステム（OODBS）では、2PLよりも競合保存直列可能スケジューラ（Conflict Preserving Serializable：CPS）の方が有効な場合があるという議論[1]があるが、どちらの方式でも高負荷状態で参照された後、更新されるオブジェクト集合の割合が高い場合には、トランザクション完了率が低下してしまい問題がある。

本稿では、2PLを改良した格上げ制限2相施錠方式（Non-Upgrading Two-Phase Locking：NU2PL）[2]と従来の並行処理制御方式とを比較し、NU2PLが並行性と完了率の面に於いて有効であることを示す。

2. NU2PLのOODBSへの拡張

2. 1. NU2PL

2PLでは、トランザクションの参照対象と更新対象に関連性があるときにデッドロックが生じ易い。これを防ぐ為に「共有施錠を行った対象に対し、後から排他施錠を行わない」という制限を2PLに取り入れたのがNU2PLである。

NU2PLは関係データベースシステムに於いて、参照対象と更新対象が同一である割合が高い程、2PLで生じてしまうデッドロックを防止する効果が高くなる[3]。

2. 2. NU2PLの動作

OODBSのデータ構造を、文献[1]で述べられている様な図1の木構造で構成されたデータモデルとし

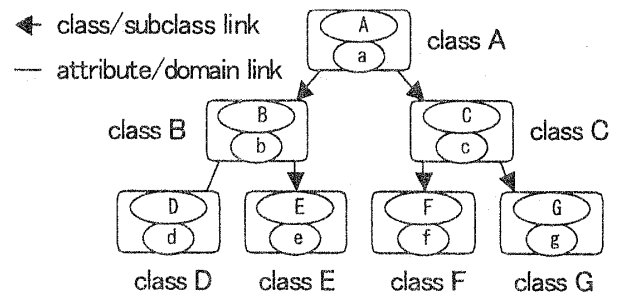


図1. データモデル

て単純化し、そのデータモデル上に於いて参照後に更新を行う簡単な2段階トランザクションを考え、NU2PLの動作例を示す。

尚、アルファベットの大文字はクラス定義オブジェクトを、小文字はインスタンスオブジェクトを、中抜き文字はクラス内の全てのインスタンスオブジェクトを表す。また、複合オブジェクトに関する動作例の提示は省略する。

インスタンス操作トランザクション（IT）

• $R[f] \rightarrow W[g]$
 $S[f, F, C, A] \rightarrow S[G]X[g]$

• $R[f] \rightarrow W[f]$
 $S[F, C, A]X[f]$

クラス定義操作トランザクション（CT）

• $R[C] \rightarrow W[C]$
 $S[A]X[C, c, F, f, G, g]$

3. 性能評価

2PLとNU2PL、そしてアクセス競合に関して楽観的に事後検証を行う方式であるCPSの3種類の並行処理制御方式について比較を行う。

シミュレータ実験時のシステムパラメータ値を表1に示す。CASE1はITのみを実行するケースであり、CASE2、CASE3は20%のCTを含み、各々対象クラスを1, 2としたケースである。また各CASEに同一のシステムパラメータ値として、データモデ

表 1. システムパラメータ

	CASE1	CASE2	CASE3
C T 比	0.0	0.2	0.2
対象クラス数	0	1	2
リード対象数	4	4	4
ライト対象数	4	4	4

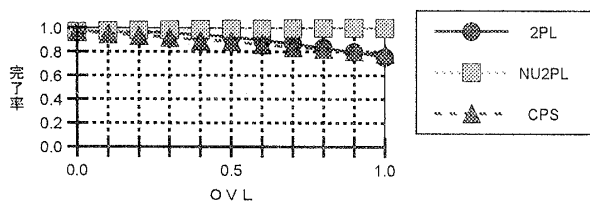


図 2. CASE1 のトランザクション完了率

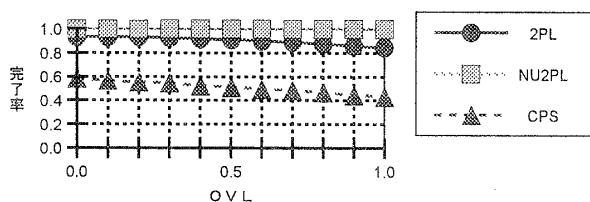


図 3. CASE2 のトランザクション完了率

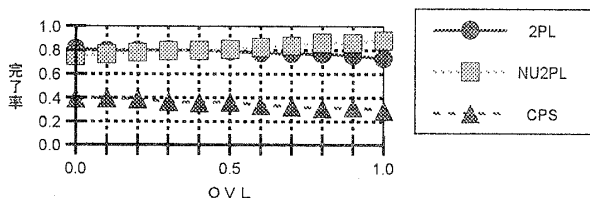


図 4. CASE3 のトランザクション完了率

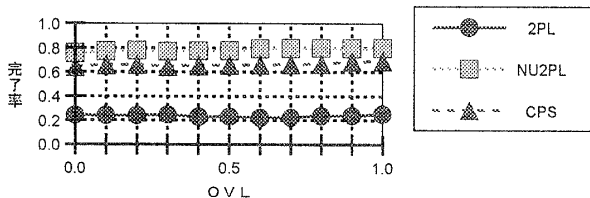


図 5. CASE3 の CT 完了率

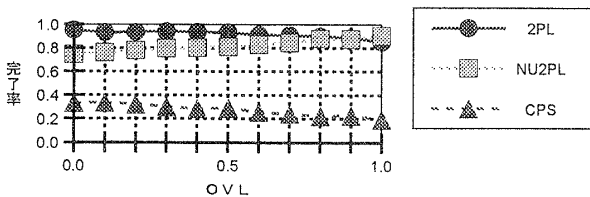


図 6. CASE3 の IT 完了率

ルを 2 分木の 6 階層とし、各クラスが保有するインスタンスオブジェクト数を 16、参照されるオブジェクト集合と更新されるオブジェクト集合の一致する確率をオーバーラップ率 (OVL) とする。尚、CT の操作要求は任意の 1 つのクラスを対象とした。

CASE1 と CASE2 のトランザクション完了率を図 2、図 3 に示す。図より、NU2PL は CASE1、CASE2 共に高い完了率を示すことが確認できる。CASE1 は関係データベースシステムに於けるシミュレーション[3]とほぼ同じ実験結果である。また、CASE2 は対象クラス数が 1 であることから、CT の完了率が常に 1.0 となり、トランザクション完了率が容易に推察できる結果である。

対象クラス数を 2 とした CASE3 のトランザクション完了率を図 4 に示す。図より、OVL の値が小さいときを除いて、NU2PL が 2PL 及び CPS よりも高い完了率を示すことが確認できる。

CASE3 に於ける CT 及び IT の完了率を図 5、図 6 に示す。図より、NU2PL は CT 及び IT に関して共に高い完了率を示すことが確認できる。特に、CT に関して 2PL の完了率は非常に低く、また IT に関して CPS の完了率は非常に低く実用的ではない。

4. おわりに

OODBS に於ける NU2PL の動作は、一部 OVL の値が小さいときに 2PL より僅かながらトランザクション完了率が低くなるという実験結果になったが、CT 及び IT ともに常に高い完了率を示す点から有効な並行処理制御方式であることが確認できた。

また、NU2PL は CPS を改良し競合のタイプに応じて適切な制御を行う遅延式 CPS (DCPS) と同様の効果があると思われる、今後比較を行う予定である。

参考文献

- [1] 谷口伸一, 西尾章治郎, 久保信也: オブジェクト指向データベースにおける競合保存直列可能スケジューラの有効性, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J77-D-I, No. 7, pp. 514-524 (1994)
- [2] 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, 信学技報, DE95-44, pp. 49-56 (1995)
- [3] 春原典彦, 生山陽, 篠崎健一, 宮崎収兄: 格上げ制限 2 相施錠方式の性能評価, 信学技報, DE 96-42, pp. 111-116 (1996)