

2H-3

大容量主記憶を仮定した二相ロック方式のシミュレーションによる評価

我有 主税 掛下 哲郎 上林 弥彦
(九州大学 工学部)

1. はじめに

データベースにおける並行処理制御方式として、種々のアルゴリズムが考案されており、それらの方式の性能評価に関しても、これまでに数々の報告がなされている。しかし、従来の評価結果は必ずしも満足のいくものではなかったため、我々は先に自由度の高いテストベッドによる性能評価の方法を提案した。また、代表的な並行処理制御方式である二相ロック方式において、応答時間等の処理効率を上げるため、大容量主記憶を仮定した一括ロック方式を基礎にした方式も考案した。

本稿では、この方式について、これまでの性能評価の問題点のいくつかを考慮したシミュレーションによる性能評価を行った結果を報告する。

2. 基本的事項

並行処理の主な目的は、(1)ハードウェア間の速度差によるシステムの利用効率の低下の防止、(2)応答時間の均一化、である。

データベースシステムでは、データを共有しているために、自由に並行処理を行うと、データの一貫性が保持されないことがあり、並行処理制御を行う必要がある。

本稿で扱う並行処理制御方式は、次のような二種類の二相ロック方式である。

(1)狭義二相ロック方式

トランザクションは、データを順次ロックしながら、処理を進めていく。

(2)大容量主記憶を仮定した一括二相ロック方式(以下、大容量二相ロック方式)

処理に必要なデータをあらかじめ予約し、すべてのデータの予約ができ、主記憶に転送された時点でデータをロックし、トランザクションの実行を開始する(大容量主記憶のため、必要なデータはすべて主記憶上に入りきるものとする)。

3. 大容量二相ロック方式の特徴

大容量二相ロック方式の特徴は、データに対するロックの方法にある。データのロック操作が、トランザクションの計算操作と完全に分離しているため、データのロック時間の総和が、狭義二相ロック方式に比べて小さくなる。また、トランザクションの計算操作の実行開始時に、必要なデータはすべて揃っているため、計算の実行開始後はデッドロックが起きることがない。このため、不必要な計算が行われず、データのロックが無駄になることがなく、CPUやデータの利用率が向上する。

4. 性能評価の特徴

従来の性能評価においては、以下のような点が十分に考慮されていないものが多かった。

- (1)質問処理
- (2)記憶階層
- (3)システムの故障
- (4)分散処理、マルチプロセッサへの拡張
- (5)トランザクション自体の並行性
- (6)特別なトランザクションを含む処理
- (7)冗長性のあるシステム

これらの点を総合的に考慮した性能評価が本来は望ましいが、それは非常に難しい問題である。そこで、本稿では下記のように、トランザクションの多重度、記憶階層、およびマルチプロセッサへの対応を考慮し、狭義二相ロック方式と大容量二相ロック方式について性能評価を行った。

(a)トランザクションの多重度の考察

データベースサイズを一定にしたとき、同時に実行されるトランザクションの数が、処理にどのような影響を与えるか。また、トランザクションが二次記憶へアクセスするとき、実質的な多重度が減少するが、このことがどのように影響するか。

(b)記憶階層の考察

トランザクションの実行に際しては、二次記憶へのアクセスがボトルネックになりがちである。主記憶上でのデータの存在率が処理にどのように影響するか。

(c)マルチプロセッサの考察

CPUの数や各CPUの処理能力が、処理にどのように影響するか。

5. シミュレーション結果

前節で述べた(a)、(b)、(c)の点について着目したシミュレーションの結果のうち、応答時間、CPUの利用率について述べる。

(a)多重度

トランザクションが二次記憶へデータをアクセスすると、実質的な多重度が減少し、CPUの利用率が低下する可能性がある。そこで、多重度の減少を(1)減少するにまかせる場合(バージョン1)と、(2)減少を防止する場合(バージョン2、実質的な多重度を一定に保つ)で、二種類の二相ロック方式について比較した(図1)。

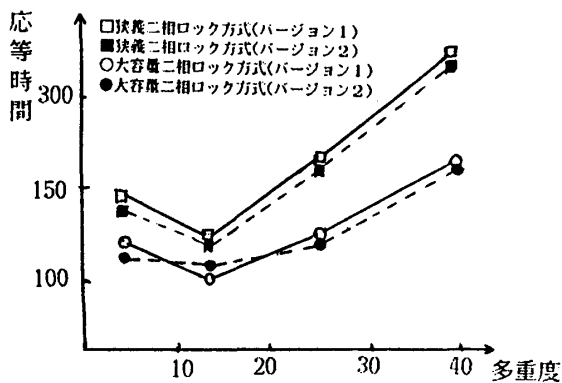


図1 応答時間と多重度の関係

図1より、応答時間は全体的に、大容量二相ロック方式の方が優れており、さらにバージョン2の方が優れていることがわかる。

CPUの利用率は、どの方式も大差はなかったが、バージョン2がわずかに優れていた。また、多重度が低すぎると(10以下)、いずれも利用率は低下した。

(b)記憶階層

データの主記憶上での存在率が低くなると、二次記憶へのアクセス回数が増加してしまう。そこで、トランザクションの実行に必要なデータを、実行前に先読みし、できるだけ主記憶上に存在するように操作した。これには、主記憶がある程度大容量であることが必要である。この方式は、必要なデータ数と比較して、計算量が多い場合に有効である。

図2より、データ存在率が高い方が応答時間も良い。ここでも、大容量二相ロック方式の方が優れている。

(c)マルチプロセッサ

CPUの数が増加すると、一般に応答時間は向上するが、同時に多重度増加によりデータの競合率が高くなり、ロールバックの回数も多くなるため応答の悪化につながる。

このとき、大容量二相ロック方式の方がデータのロック時間が短いので、総合的にみて性能がよい。

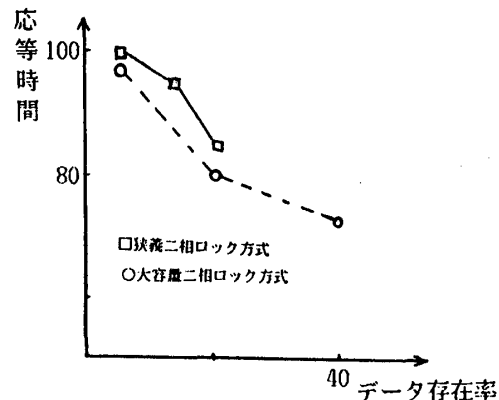


図2 応答時間とデータ存在率の関係

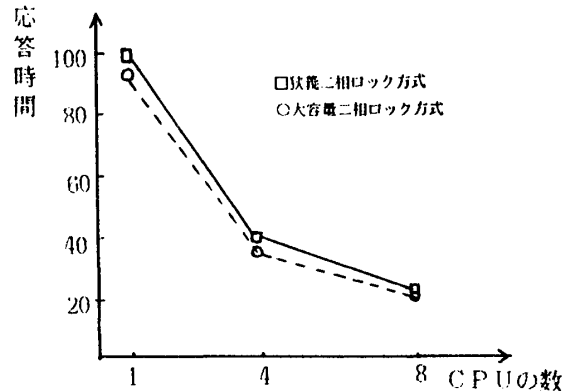


図3 応答時間とCPUの数の関係

(狭義二相ロック方式でCPUの数が1個の時の応答時間を100とする)

6. 結論

狭義二相ロック方式と、大容量二相ロック方式の比較を行ったが、後者の方が応答時間、CPUの利用率ともに優れている。

謝辞 本研究にあたって御討論いただいた上林研究室のみなさんに感謝します。尚、本研究は、文部省科学研究費試験研究の援助を受けている。

参考文献

- [1] 我有、掛下、上林：種々のシステム構成モデルに対応できる並行処理シミュレーションプログラムの実現、情処全国大会(32回)
- [2] 掛下、広渡、上林：大容量主記憶を仮定した並行処理制御方式の評価、情処全国大会(32回)
- [3] Tse-Men Koon, M. Tamer Ozsu: Performance Comparison of Resilient Concurrency Control Algorithms For Distributed Databases, Proc. Int. Conf. on Data Eng, 1986