

# O S I C C R を 用 い た 6 N - 5 同 期 制 御 特 性 に 関 す る 一 考 察

足 立 美 壽 津      松 田 栄 之      岩 倉 伸 行

N T T デ ー タ 通 信 株 式 会 社

### 1. はじめに

OSIにおける分散処理指向のアプリケーションとして、TP(トランザクション処理)やRDA(遠隔データベースアクセス)の標準化が進められている。これらの分散アプリケーションを実現するための技術的課題の一つに複数資源の更新制御がある。OSIでは、更新制御として2相コミットメントを採用したアプリケーション層のプロトコルとしてCCR(コミットメント, 同時性及び回復制御)<sup>(1)</sup>の標準化が進められている。

そこで、CCRを用いたサービスの例についてトランザクションの発生数や許容待ち時間により、更新処理(同期制御処理サービス)の成功率、および資源の利用率がどのような傾向を示すかをシミュレーション解析によりその特性を求め、分散通信の設計に役立てることとした。

### 2. OSI CCRの概要

CCRは複数のノードにある資源を同時に更新するとき、ノード間の処理の同期をとるためのプロトコルであり、資源の一貫性を保証し、障害が発生しても正しい処理の進行を保証するためのメカニズムを提供している。

CCRでは一つのまとまった処理の単位をアトミック・アクションと呼ぶ。各ノードはアトミック・アクション・トリーと呼ばれる木構造で関係づけられ、2つの隣接するノードの上位をスーパーリア、下位をサブオーディネイトと呼ぶ。アトミック・アクションは木構造として処理が成功して終了するか、何も起こらないかのどちらかであり、資源の更新・未更新が混在した状態では終わることのない性質を持つ。CCRでは、アトミック・アクションを達成するために2相コミットメントを用いる。2相コミットメントは、各資源の状態を問い合わせ(1相目の処理)、資源の更新を処理する(2相目の処理)ことにより分散された資源の同期した更新を保証する。従って一つの資源でも更新が不可であれば、トリー全体の資源状態は、アトミック・アクション開始前の状態に戻される。

アトミック・アクションはCCRにおいてトランザクションの原始性を強調した用語である。

### 3. 前提条件

#### 3.1 モデル

ここでは、CCRを用いるサービスを処理ノードごとの処理時間やノード間通信時間の均一なサービスとしてモデル化し、さらに次の仮定を設ける。

①複数の資源を同期して更新するトランザクション処理の基本的な例として、2つの資源を更新する処理(例えばA銀行からB銀行へ振込をする)を対象とする。

表1 CCRサービスプリミティブと役割

名称	処理の内容	本稿で付加した役割
C-BEGIN	アトミックアクション開始	資源をロックする。 C-BEGIN応答で、ロック可否を返す。
C-PREPARE	コミット可否の問い合わせ	
C-READY	コミット肯定応答	
C-COMMIT	コミット要求	
C-ROLLBACK	コミット取消要求	全ての資源をロックできなかったとき ロックできた資源を解放する。 使用しない
C-RECOVER	アトミックアクション回復要求	

<sup>\*</sup>C-PREPAREに対するコミット可否は、アプリケーションに依存するので、ここでは必ずC-READYを返す。

②トランザクションの発生時間間隔は指数分布に従い、それぞれのトランザクションは複数ある資源のうちから2個を独立に選んでアクセスする。受付ノードをスーパーリア(マスタ)、処理ノードをサブオーディネイトとし、処理ノードの数は2個とする。

③受付ノードは、全ての処理ノードの資源が確保(ロック)できたときにアトミック・アクションの処理を始める。トランザクション処理は上位のアプリケーションが行うので、コミットの判断もアプリケーションが行うが、このモデルではその内容に関知せず、全ての処理ノードがロックできたトランザクションは必ずコミットされるとする。

④ロックできなかった処理ノードが一つ以上あるとき、受付ノードは、ロックした処理ノードを解放する。

⑤受付ノードから処理ノードへの通信時間(ノード間通信時間)、および各処理ノードでの処理時間はそれぞれ一定とする。またトランザクションごとのこれらの時間の差はないと仮定する。

⑥処理ノードでの待ちキューの大きさは無限大とする。ただし、許容待ち時間を越えたトランザクションは実行されない。

⑦本稿で使用したCCRサービスプリミティブと役割を表1に示す。

#### 3.2 シーケンス

正常コミットを行ったときの例を図1に示す。

#### 3.3 パラメータ

パラメータとして以下のものを用いる。なお、一般性を持たせるために、これらのパラメータについては特に制限を設けない。

処理時間( $\sigma$ ): 1回のトランザクションが必要とする処理のための時間。以後、この時間長を基準時間とする。

ノード間通信時間( $\tau$ ): スーパーリアとサブオーディネイト間の通信時間。基準時間に対する比で表す。CCRプリミティブのノード間通信時間を考慮して $\tau < 0.25$ の関係が成り立つ。

許容待ち時間( $\omega$ ): C-BEGIN指示が処理ノード到着したにもかかわらず資源がロックされているため、資源が解放されるのを待つ許容時間。基準時間に対する比で表す。

トランザクション発生数( $\rho$ ): 基準時間に発生するトラン

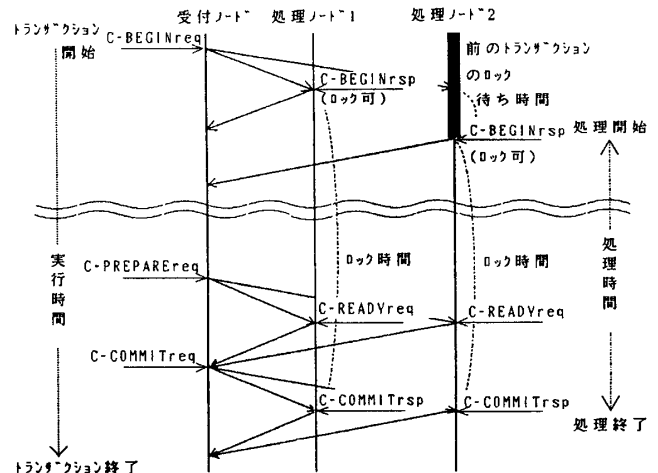


図1 COMMITMENTシーケンス例

A Study of Concurrency control using OSI CCR protocol.

Misuzu ADACHI, Shigeyuki MATSUDA, Nobuyuki IWAKURA

NTT DATA Communications Systems Corporation

ザクシヨンの数の平均。

資源数 (N) : 受付ノードからのアクセス可能な資源の数。

実行時間 : トランザクシヨンが発生してから終了するまでの時間。

3.4 評価尺度

トランザクシヨン成功率 (S) : 発生したトランザクシヨンのうち、2つの資源をロックできて成功した割合。

資源利用率 (R) : トランザクシヨン期間中に最初のトランザクシヨンが開始されてから最後にトランザクシヨンが終了するまでの時間 (全実行時間) に対する成功したトランザクシヨンの処理時間の和 (全処理時間) の比。

有効ロック率 (L) : 全実行時間のうちで各資源がロックされていた時間の平均に対する全処理時間の比。

4. 検証の内容

3.4の評価尺度に従い以下の項目で検証を行う。

- (I) 検証1 資源数Nを変化させたときのトランザクシヨン発生数 $\rho$ とトランザクシヨン成功率Sの関係 (図2)
- (II) 検証2 許容待ち時間 $\omega$ とトランザクシヨン成功率Sの関係 (図3)
- (III) 検証3 トランザクシヨン発生数 $\rho$ と資源利用率Rの関係 (図4)
- (IV) 検証4 トランザクシヨン発生数 $\rho$ と有効ロック率Lの関係 (図5)

5. 結果と考察

(I) 検証1の結果 (図2)

①トランザクシヨン発生数 $\rho$ を増加させると、トランザクシヨン成功率Sは減少するが、その減少率は $\rho$ が小さいときに著しい。

②資源数Nが多い環境ではSは高い値を示す。また、Nに関係なく、Sは $\rho$ に対して単調減少を示す。

(II) 検証2の結果 (図3)

①許容待ち時間 $\omega$ の増加させると、トランザクシヨン成功率Sは向上する。

②トランザクシヨン発生数 $\rho$ が1や3の時に待ち時間の効果は最も大きく、特に $\rho=1$ では $\omega=1$ と $\omega=0$ を比べて約22%

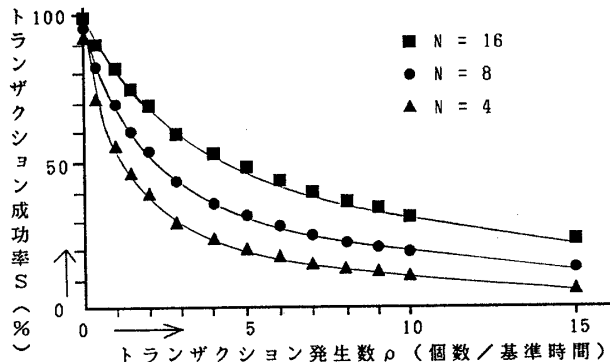


図2 トランザクシヨン発生率と成功率の関係 ( $\omega = 0$ )

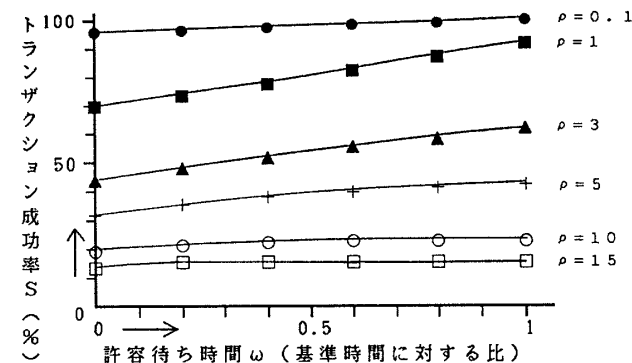


図3 待ち時間とトランザクシヨン成功率の関係 (N = 8)

の成功率の増加がみられる。逆に、 $\rho$ が極端に小さいまたは大きい場合には $\omega$ の効果は少ない。

③検証1の結果と合わせてみると、トランザクシヨン発生数の値によっては、成功率を上げるには待ち時間を大きくする事によって効果がでる。

(III) 検証3の結果 (図4)

①資源利用率Rはトランザクシヨン発生数 $\rho$ の増加により単調に増加する。しかし、 $\rho$ の値が大きくなるにつれて、Rの増加は飽和傾向を示す。

②許容待ち時間 $\omega$ を大きくする事により、Rを向上させることができる。しかし、 $\rho$ が小さくRが10%未満の時及び、 $\rho$ が大きく、Rが50%を越えているときには $\omega$ の効果は小さい。

(IV) 検証4の結果 (図5)

①有効ロック率Lはトランザクシヨン発生数 $\rho$ の増加により単調減少傾向を示す。これは、 $\rho$ が比較的小さい環境ではロックされた資源は成功終了する割合が多いが、 $\rho$ が大きくなると一つの資源がロックされても残りの資源がロックできず利用できないため、最終的にトランザクシヨンが成功終了しなかった割合が多くなってしまいうためであると考えられる。

② $\rho=15$ 、許容待ち時間 $\omega=1$ で資源利用率RとLの値はほぼ同じ55%を指す。これは、資源が常にロックされていて他からアクセスはできないが、結局処理されなかった資源が半数近くある事を示す。つまり、待ち時間が大きいと資源を無駄に待たせることになるといえる。

6. まとめ

CCRを用いた同期制御特性を検証した。今後本稿で得られたトランザクシヨン成功率、資源利用率、有効ロック率を考慮して分散通信の設計に役立てていく予定である。

参考文献

- (1) ISO/IEC 3rd DIS 9804 : Service definition for the Commitment, Concurrency and Recovery (1989)
- (2) 岩倉, 澤, 玉置 : OSIトランザクシヨン処理プロトコル実装システムの試作, 情報学会第39回全国大会(1989)

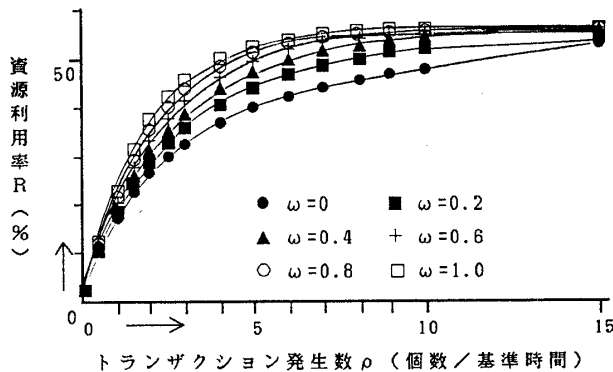


図4 トランザクシヨン発生率と資源処理率の関係 (N = 8)

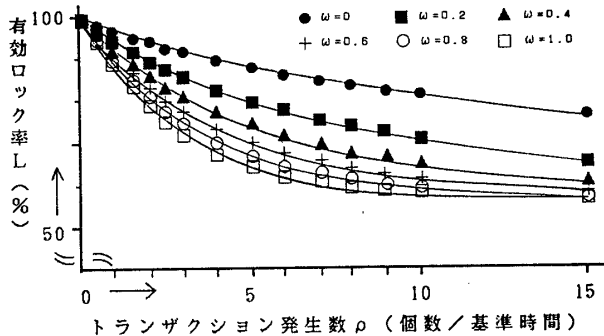


図5 トランザクシヨン発生率と有効ロック率の関係 (N = 8)