

放送機能を利用した 5N-9 2相コミットメント制御プロトコル

楠 和浩 中川路 哲男 勝山 光太郎 水野 忠則
三菱電機㈱ 情報電子研究所

1. はじめに

ネットワークで接続された複数のシステム間で協調して動作を行なう、いわゆる分散アプリケーションにおいては、分散している資源間の原子性(アトミックアクション)を保証する同期更新制御(コミットメント制御)は解決すべき重要な課題の1つである。

本稿では、放送機能を利用した2相コミットメント制御プロトコルを提案する。

2. 分散アプリケーション

分散アプリケーションは、図1に示すような木構造(アトミックアクションツリー)でモデル化される。このモデルは垂直分散型のモデルであり、ノード間に主従関係がある。つまり、ノード1はノード2およびノード3と協調してアプリケーションを実行し、ノード2は更にノード4と協調してアプリケーションの実行を行う。アトミックアクションツリーは対象となる分散アプリケーションによって動的に変化する。

ここで図1において、全てのノードの最上位にあるノード(ノード1)を最上位ノード、最下位にあるノード(ノード3、ノード4)を最下位ノード、最上位ノードと最下位ノードとの間にあるノード(ノード2)を中間ノードと呼ぶ。

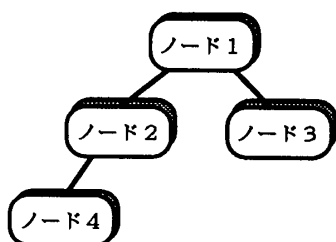


図1 アトミックアクションツリー

このような分散アプリケーションに対するコミットメント制御として、開放型システム間相互接続(OSI)では、応用層プロトコルでCCR(Commitment Currency and Recovery)^{[1][2]}を標準化している。これはコネクション指向の1対1通信を基本とした2相コミットメントプロトコルである。

一方、高速性を求められるLANの場合にはコネクションレス型通信が一般的であり、しかも例えば工場内のLANのように即時応答性を重視されるものに対

しては、工場用のLANの通信規約の1つであるMINI MAP(Mini Manufacturing Automation Protocol)で規定されるようなトークン・バス形式で提供されている放送機能を用いることにより、コミット制御を高速に行うことが可能であると考えられる。放送機能を提供しているLANの特徴を利用したコミットメント制御プロトコルとして、1相コミットメント制御^[3]が提案されているが、複雑なアトミックアクションツリーへの対応が明確ではない。

ここでは、放送機能を利用し、複雑なアトミックアクションツリーに対応可能な2相コミットメント制御プロトコルを示す。

3. 放送通信を用いた2相コミットメント制御プロトコル

3.1. 基本手順

まず、一般的な2相コミットメント制御の手順を図2に示す。

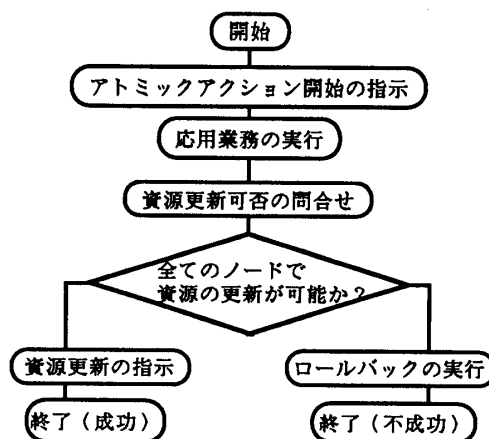


図2 2相コミットメント制御の基本手順

本稿で提案するプロトコルは、図2において、“アトミックアクション開始の指示”において同時に最上位ノードにアトミックアクションツリー内のノード数を認識させることと、“資源更新可否の問合せ”および、“資源更新の指示”または“ロールバックの実行”に放送機能を使用することを特徴とする。3.2. より具体的な動作を述べる。

3. 2. 第1フェーズ

(アトミックアクション開始の指示)

まず最上位ノードはアトミックアクションを一意に識別するためのアトミックアクション識別子を生成する。そして、アトミックアクションツリーで直下に位置する中間ノードまたは最下位ノードのそれぞれに対してアトミックアクションの開始を指示するサービス (BEGINreq) を発行する。その際、アトミックアクション識別子と最上位ノードのアドレスをパラメータとする。

BEGINind を受信した中間ノードは、必要な資源を確保し、アトミックアクションツリーにおいて自ノードの直下に位置する中間ノードまたは最下位ノードのそれぞれに対して BEGINreq を発行する。この際、上位から伝わったアトミックアクション識別子と最上位ノードのアドレスをパラメータとする。直下のノードに BEGINreq を発行した後で、中間ノードは最上位ノードに対して、アトミックアクションツリーで自ノードの直下にいくつのノードがあるかを通知するサービス (NUMBERreq) を、直下のノード数をパラメータとして発行する。NUMBERind を受信することにより最上位ノードはアトミックアクションツリー全体として下位にいくつのノードがあるかを認識することができる。

(応用業務の実行)

データを送信する。

(資源更新可否の問合せ)

最上位ノードは資源更新の可否を問い合わせる要求サービス (PREPAREreq) を放送する。この時、アトミックアクションを一意に識別するためにアトミックアクション識別子および最上位ノードのアドレスをパラメータとする。PREPAREind を受信した中間ノードおよび最下位ノードは、資源の更新が可能な場合には最上位ノードに更新が可能であることを通知する (READYreq)。また、資源の更新が不可能な場合には、資源の更新が不可能であることを放送する (ROLLBACKreq) し、自ノードの資源をロールバックしてロールバック応答 (ROLLBACKrsp) を最上位ノード宛に発行する。

3. 3. 第2フェーズ

(資源更新の指示)

最上位ノードは全ての下位ノードから READYind を受信した場合には、資源の更新を指示する通知 (COMMITreq) を放送する。そして、すべての下位ノードからの更新確認通知 (COMMITcnf) を待つ。

COMMITind を受信した中間ノードおよび最下位ノードは自ノードの資源を更新し、最上位ノードに対して資源の更新を行なったことを通知 (COMMITrsp) し、資源を解放する。

(ロールバックの実行)

ROLLBACKind を受信したノードは、自ノードの資源をロールバックして、最上位ノード宛にロールバック応答 (ROLLBACKrsp) を発行する。

3. 4. 障害に対する対処

READYreq を発行した後、各ノードは最上位ノードからの COMMIT または ROLLBACK を受信しない限り資源を解放することができない。このためデッドロックに陥る可能性がある。これに対処するために、ある時間を過ぎても COMMIT または ROLLBACK が受信できない場合には自ノード独自でロールバックを行い、ROLLBACKreq を放送する。

4. シーケンス例

図3に図1のようなアトミックアクションツリーを例にとったシーケンス例を示す。

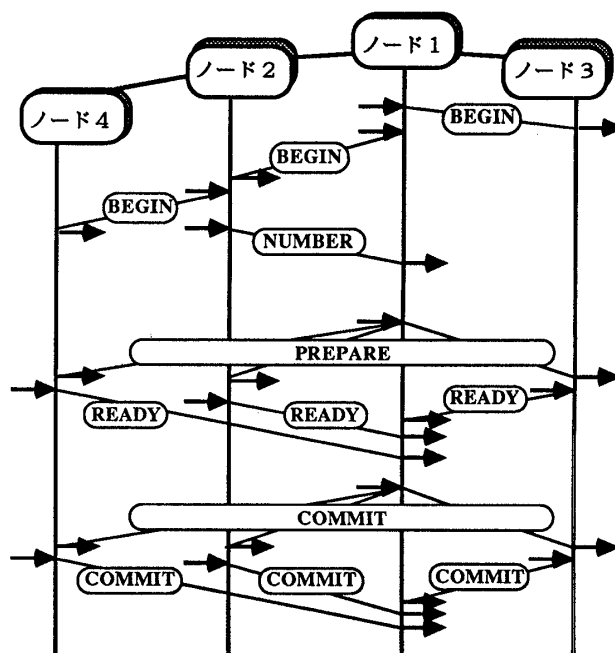


図3 シーケンス例

5. まとめ

コネクションレス型通信において放送機能を利用した2相コミットメント制御プロトコルを提案した。放送機能を利用することにより簡単な手順で高速にコミットメント制御を行なうことができる。

今後は実システムへの適用と評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 3rd DIS 9804 : Service definition for the commitment, concurrency and Recovery (1989)
- [2] 3rd DIS 9805 : Protocol specification for the commitment, concurrency and Recovery (1989)
- [3] 大西他：高信頼放送通信に基づいた一相コミットメント制御プロトコル，情報学会第38回全国大会