

分散TCCA実現のためのグループ管理機能

中野 宣政*、太田 賢**、渡辺 尚**、水野 忠則**

*三菱電機 (株) **静岡大学工学部

TCCAの要求の中には、特に高速を要しない、ネットワークで相互接続されるノード、アプリケーションエンティティ群が分散協調的に使用するネットワーク資源の取り合に関するもの、および、ネットワーク上位層のサービスエンティティのパフォーマンス管理、すなわち、そのパフォーマンス予測とサービス結果の監視に関するものが大きい比重を占める。これはまた上位層メカニズム対応、いわゆるソフトTCCAのカテゴリーでの単独構築が可能であると思われる。

本稿は、現存するオープンネットワークの下位層を使用し、その上で機能するソフトTCCAメカニズムに関しその実現性を検討するものであり、時間制限付きアプリケーションの構築を図るものである。内容的には、分散協調的に使用するネットワーク資源の取り合に関するもの、およびネットワーク上位層のサービスエンティティのパフォーマンス管理に関する。またこれは、既存の時間保証の無いネットワークをFAに应用する際に、無制限に使用することによる不具合の発生を押さえる意味が有り、時間制限を監視する機能により、陽に制限を付加しながら使用することを義務づける。

Group Management Functions for Realizing Distributed TCCA

Nobumasa Nakano*, Ken Ohta**, Takashi Watanabe**, Tadanori Mizuno**

*Mitsubishi Electric co. ltd **Shizuoka University

The greater part of TCCA's requirements are relating to the sharing method of the network resources among distributed nodes and/or application entities in co-operation manner, and performance management such as performance estimation and service monitoring of a server which resides in the application layer of the network. And also these functions shall be elaborated as TCCA mechanisms within the upper layer independently of the lower layer and network management.

This paper describes the feasibility study of soft TCCA mechanisms which mean to realize upper bound time limited application on the lower layer of any existing open network utilizing it's transportation services. It includes facilities of sharing mechanisms of the network resources and performance management of upper layer application entities like a server. These facilities restrict explicitly the usage of non-time assured networks for FA real time applications, and are valuable avoiding malfunctions in such the circumstances.

1. はじめに

マルチベンダー環境における分散型FAシステムを構築する上で、例えば、FDDIベースの各社独自ネットワークや、プログラマブルコントローラ間ネットワーク等の、ベンダー独自のタイムクリティカルネットワーク上に構築する従来手法は破綻してきており、これに代わるべき、OSI準拠など、オープンな、しかも伝送時間保証が可能なネットワークが求められている。このようなニーズを背景として、ISO/TC184/SC5/WG2においてTCCAをサポートするにネットワークに関するユーザ要求書が審議され、技術書として発行されている[1]。

オープン分散TCCAを構築するためには、トランスポート層から下のいわゆる下位層における、エンド・エンドの通信において、任意の上限値を有する時間内にサポートするメカニズムを主体に研究するもの、上位層における同サポートメカニズムを研究するもの、およびQoS/ネットワークマネジメントなど、ネットワーク管理の見直しとその再構築を扱う研究開発、および得られたQoS、ネットワーク管理に関する機能の、前述上、下位層メカニズムへのマッピング、に分けて考えることができる。便宜上、前者、下位層のメカニズム対応をハードTCCAメカニズム、後者上位層メカニズム対応をソフトTCCAメカニズムと名付ける。本稿は、現存するオープンネットワークの下位層を使用し、その上で機能するソフトTCCAメカニズムに関しその実現性を検討するものであり、内容的には、分散協調的に使用するネットワーク資源の取り合に関するもの、およびネットワーク上位層のサービスエンティティのパフォーマンス管理に関する。

2. ソフトTCCAメカニズム問題

上記ハードTCCA、ソフトTCCAおよびQoS、ネットワークマネジメントは、当然ながら相互に密接に関連し、具現化されたネットワークとしては一貫性を要するものではあるが、夫々の具体的内容に関しては具現化されるネットワークにより異なり、全てが揃っていなければ機能しないというものでもない。また、TCCAの定義からして、前記技術書に記載あると通り、TCCAは早いネットワーク対応のみを必ずしも意味しない。TCCAの要求の中には、特に高速を要しない、ネットワークで相互接続されるノード、アプリケーションエンティティ群が分散協調的に使用するネットワーク資源の取り合に関するもの、および、ネットワーク上位層のサービスエンティティのパフォーマンス管理、すなわち、そのパフォーマンス予測とサービス結果の監視に関するものが大きい比重を占める。これはまたソフトTCCAのカテゴリーでの単独の解決が可能な問題でもあると思われる。

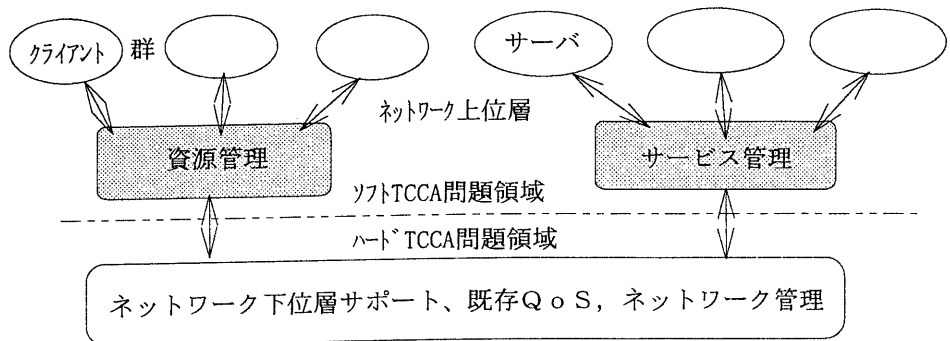


図1. ソフトTCCA 問題の領域

3. FAにおけるTCCAネットワーク資源管理

3. 1 TCCA資源としてのネットワークの帯域

リソースとしての帯域とは、アプリケーションエンティティ群間、又は、マルチ・クライアントサーバ間において規定されたコネクション用としてダイナミックに獲得され、使用されるネットワークの部分帯域を意味する。内容的には、以下の4つの使用目的により分類される。

- (1) 管理目的に使用される制御用帯域
- (2) 所定のデータ量を一定の間隔で1:nのエンティティ間で所定時間以内にサイクリック転送を行う為の専用帯域
- (3) ある上限量を有するデータを不定期に、(但しある一定の頻度上限は有する) 所定の時間以内に転送する為の帯域
- (4) 上記(1)、(2)、(3)帯域を引いた、残帯域による非TC通信帯域

3. 2 TCCA要求帯域

帯域管理の実際は、トランスポート以下の下位層でサポートされるネットワーク帯域(通常は或一定量確保されているとする)内に、上記各性質を有するコネクション対応の必要帯域量を、優先度を付けて配置、管理することである。この場合、TC通信をベースとするコネクションを要求するクライアントは、以下のパラメータを付けて申告する。

- (1) 必要なコネクションの性質(上記の(2)~(4)の何れか)
- (2) 最大転送データ量: n (パケット/データ)
- (3) 所要ウィンドウ幅: m (τ : τ は最少パケット送出間隔/ノード)
(要求から転送完了迄の上限所要時間)
- (4) 最大頻度/平均頻度: i_{max}/i_{mean} (τ : 同上)

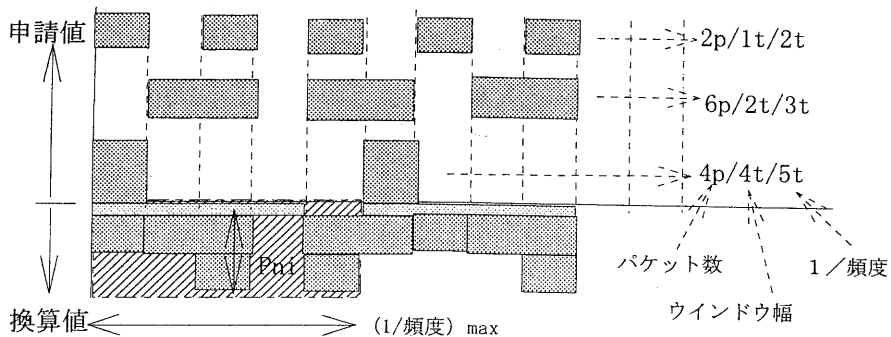
上記に対し、必要帯域の算定が必要であるが、申請値をウィンドウ幅により換算^[2]し、TCの最大パケット数/ τ /ノードを計算すると共に、平均頻度の最小値(すなわち最大の間隔)におけるパケット数換算のデータ転送量; TC平均データ転送量を各ノード当たり求める。

例えば、第2図における例では

TC最大パケット数 $Pn_i = 5p / \tau / i$ ノード → 当ノードでのTC消費帯域

TC平均データ転送量 $Pm_i = 4p / \tau / i$ ノード

となる。 Pm_i は、当ノードでのTCパケット送出による帯域の平均使用量を表わし、NTCの送出帯域を計算するに用いられる。



第2図ネットワークの帯域計算例

3. 3 帯域の取得

ノード全体の帯域の割り当ては、各ノード対応のTC使用帯域の総合により行うが、ユーザのポリシーを反映させ、資源として有効な帯域を割り当てる。以下の如き機能を各ノードに持たせ、分散帯域管理を行う。

(1) 前提条件；

- (a) アプリケーションの関与するコネクションイニシエータのリストは、各ノードの帯域管理エンティティが保持している。
- (b) アプリケーション対応、ノード内帯域管理エンティティは、その所属するアプリケーションに関しノード内帯域管理の統括を行う。
- (c) アプリケーション対応使用できる総帯域はアプリオりに与えられる。

(2) 帯域のノード内アロケーション

- (a) 各ノードでアプリケーションが起動されると、対応ノード帯域管理エンティティはイニシャライズされ、ノード内の要求を受け付けられる状態となると共に、コネクションイニシエータの存在するノードを調べ、そのノードの帯域管理エンティティと個別にコネクションを張る。
- (b) ノード内イニシエータから、コネクション要求有れば、自ノードの必要帯域を更新し、全ノードトータル量がアプリケーション対応帯域内であることを確認し、コネクションを許可する。結果は、各ノードのエンティティに同報する。またコネクションが自ノード内でターミネートしたときは使用帯域量を減算し、各ノードに知らせる。
- (c) もし、イニシエータの要求に対し、与えられたアプリケーションの帯域を超過する場合は、オペレータ介入を、アプリケーション、または何等かのシステムコール経由で発する。アプリケーションオペレータの指示により、いずれかの不要不急コネクションを開放するか、またはアプリケーションの帯域を拡大するなどの手段をとる。

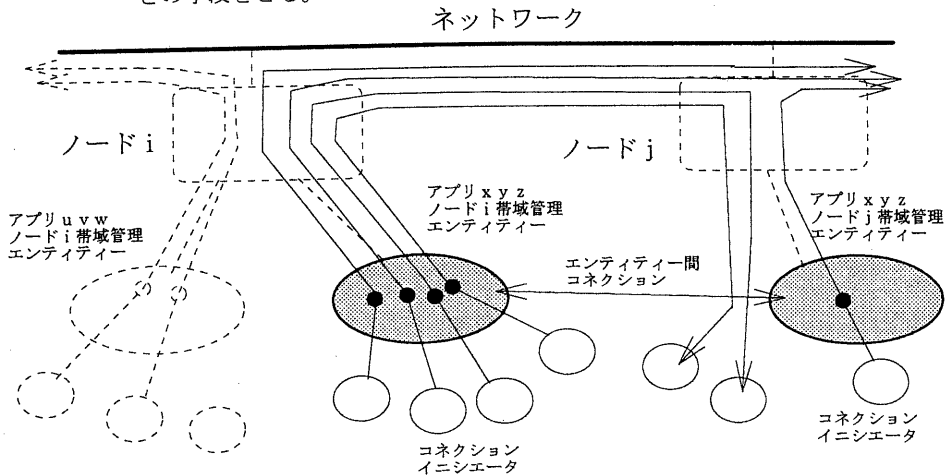


図3. アプリケーション対応ノード帯域管理エンティティ

3. 4 ランタイムの性能計測と実負荷監視

ノード帯域管理エンティティは、更に、以下の如き機能を有する。

- (1) 任意の帯域負荷状況でのパイロットパケットの送出によるターンアラウンド時間の計測。
- (2) アプリケーションとの連動による、実パケットのリクエスト送出タイミング、コンファーム受信タイミングの計測による実性能の把握
- (3) 各クライアントの発するトランザクションのモニタリングと申告値よりのパイオレーションの監視。

4. サーバ・サービス性能管理

TCCAにおいては、クライアント/サーバモデルによるアプリケーション構築を主なアーキテクチャーとしている（但しそれに限らず新たにプロデューサ・コンシューマなどの1:n通信モデルも含む）。このときクライアントから見て、TCサービスの実態は、ネットワークによるディレイと共に、サーバのサービス所要時間がその内容を占める。以下本章ではサーバのサービス時間について、その予測と、監視を行うサービス管理機能について検討を加える。

4. 1 サーバオブジェクトへの時間管理オブジェクト（新規）の併置

分散配置され、マルチクライアントからアクセスされる一般のサーバオブジェクトに、対応する時間管理オブジェクトを併置し、サービス性能問い合わせ（例えば応答所要時間など）に対し応答する。搭載される機能としては、以下が有る。

- (1) 当該サーバのサービス対応現時点での応答所要時間の問い合わせに対する応答受付のアウトスタンディング数が1以上の場合は、既受け付け内容を加味する、等。
- (2) 当該サーバに関するサービス応答ウィンドウ要求に関する受け付けと管理（待ち合わせによるスケジューリング含む）
- (3) サービス実施の監視

実際のサービス状況をモニターし、管理オブジェクトとしてのデータベースを更新する。（但し、事例学習型の応答機能を備えているものとする）

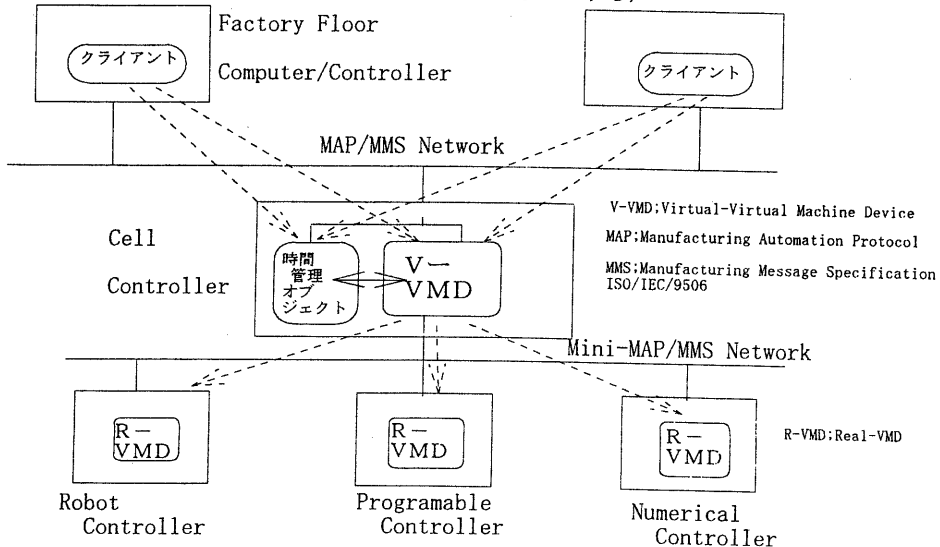


図4. MMSサーバに対する時間管理オブジェクトの併置

5. LINDAモデル[3]への時間制限の付与によるサイクリック共用メモリーの実現

水平分散配置されたコントローラは、サイクリックメモリーなるネットワーク共用メモリーを持ち、同メモリー空間内の特定エリアを自分の送信域に割り当て、この送信域のデータをメモリーアドレス順にサイクリックにブロードキャストし、これを受信したノードは自分のサイクリックメモリー内のエリアにデータを展開する[2]。

同メモリーの問題点は、共用メモリーの時間・空間一貫性を維持するために、データの変更の有無にかかわらず、相当の高頻度で持って、全エリアの一括転送を行う点に有りネットワーク帯域を浪費している。我々は、これに対し、LINDAモデル型共用メモリーを、時空一貫性を保持する意味で時間制限付きとし、従来の前述するようなネットワーク帯域浪費型の共用メモリーの代替えをはかる。

すなわち、Lindaのプリミティブ("Read", "Write", "in", "Out", "Eval")にウインドウ{ t_w }を付加することにより、書き込み、読み取りのアクションを、指定された時間幅 t_w に実行完了することを保証するものである。これは特に、out操作に関し、ダブルスペース内変数に同時に変化が生じたとき、書き込み遅れによる時空一貫性が崩れないように制御し、また、その変数対応のタイムウインドウの大小により、書き込み順を制御する意味が有る。

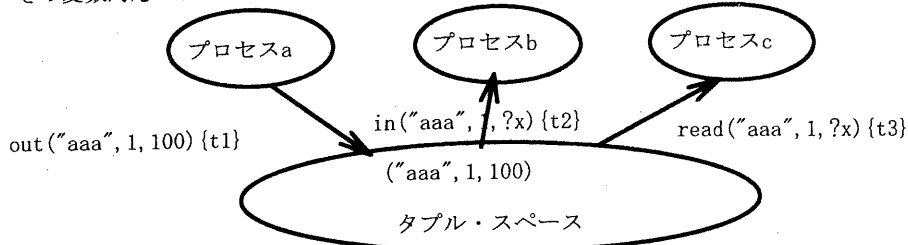


図5. Lindaモデルへの時間保証ウインドウの付与

6. おわりに

以上、FAにおける分散制御に関し、新たなTCCAに関するいわゆるソフトTCCAとしてのアプリケーション層における新たな機能の追加と、その可能性を検討した。本検討は、下位層のTCCA対応を待たず、限定された機能では有るが、既存のオープンネットワークの上に、時間制限付きアプリケーションの構築を図るものである。またこれは、既存の時間保証の無いネットワークをFAに応用する際に無制限に使用することによる不具合の発生を押さえる意味が有り、時間制限を監視する機能により、陽に制限を付加しながら使用することを義務づける。今後本検討をベースとして、その実装、および効果の測定評価等を行う。

参考文献

- [1] Nobumasa Nakano: Time Critical Communication Architecture in Factory Automation, Proceedings of the JSPE/IFIP TC5/WG5.3 Workshop on the Design of Information Infrastructure Systems for Manufacturing, DIISM '93 Tokyo, pp363-374, November, 1993.
- [2] 中野宣政、渡辺尚、水野忠則: FA/CIMにおける分散制御監視システム構築の技術的要件とその具現化についての考察、マテリアル通信と分散処理ワークショップ、page176, 情報処理学会, 平成5年11月
- [3] 野里、杉本、阿部: 並列オブジェクト指向言語LGO (Large Grained Object) の故障回復機構、オブジェクト指向コンピューティング '92