

分散処理向きローカルネットワークについて

岸田 一 吉田 勇 山崎晴明

沖電気工業株式会社

1. はじめに

近年、オフィスオートメーションシステムに対する人々の関心は増々高まってきている。特にワードプロセッサやオフィスコンピュータの普及には著しいものがあるが、最近では、こうした各種オフィス機器を統合するためのネットワーク（とりわけローカルネットワークシステム）が、オフィスシステムの実現手段としてより重要視され始めている。したがって、ネットワークシステムを多様な利用形態をもつオフィスシステムにどのように適用させるかが、この分野の今後の重要な技術課題となると予想される。

現在までに提案されたネットワークアーキテクチャには、ISOのReference Modelをはじめ、様々なものがあるが、⁽¹⁾⁽²⁾ これらはオフィスシステムにおける多様な利用形態のすべてに必ずしも適合したものとはなっていないのが現状である。特に、従来のネットワークアーキテクチャに欠けている機能として、グループ内同報通信機能が分散データベースや一部のネットワークアーキテクチャの研究により指摘されてきた。⁽³⁾⁽⁷⁾ 既存のネットワークアーキテクチャはその高位レベルプロトコルとしてセッションあるいはコネクションといったエンドツウエンドの伝送を保証する機能をもっているが、これらはいずれも1対1通信の概念に基づいたものである。これに対しグループ内同報通信機能は丁度テーブルを囲んで話すような新しい通信の概念といえる。このような機能は分散されたファイルやデータベースを扱うオフィスシステムにおいては特に重要になると思われる。⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

筆者たちのプロジェクトではこうした新しい通信の概念に基づき、オフィスシステムおよび分散データ処理向きのローカルネットワーク（BANET; Broadcast Architecture NETwork）を試作中である。本稿ではそのアーキテクチャの概要を紹介する。なお、グループ内同報通信の機構は、たとえばEthernet⁽⁶⁾等ではデータリンクレベルに組込まれているが、本アーキテクチャではこうしたグループの形成・消滅をより柔軟に行なうためにさらに高位レベルに組込まれている点が大きな特徴となっている。

2. オフィスシステムとブロードキャスト機能

分散されたオフィスシステムでは広範囲の種類のサービスが要求されることが予想される。たとえば、分散データベース、電子会議（tele-conference）、電子メール、文献検索・管理などのサービスが予想される。そのようなサービスではグループ内同報通信機能が必須となる。次の例ではこの機能の必要性が示されている。

分散データベースシステムにおいてデータA、B、Cを更新するトランザクションがステーションS1で受けとられたとする。このとき、更新要求をデータAのあるステーションS2、データBのあるS3、データCのあるS4に転送しなければいけない。今までのバーチャルサーキットタイプのネットワークでは、S1はS2、S3、S4に対して計3つのコネクションをはり、更新要求を個々のコネクションを通して転送している。さらに、データはコンシステントに更新されることを保証されなければいけない。つまり、システムはトランザクションがS2、S3、S4のどれにも到達するかどれにも到達しないかを保証しなければいけない。このことを保証する機能はグループ形成機能とグループ内同報通信機能を提供するネットワークでは簡単に効果的にインプリメントされる。

別の例として電子会議システムがある。ステーションS1、S2、S3、S4にいる4人の人が会議をするとして。従来のネットワークではコネクションはステーションのすべての対に対して要求される。つまり、計6つのコネクションがはられる。メッセージ（またはスピーチ）はすぐに転送

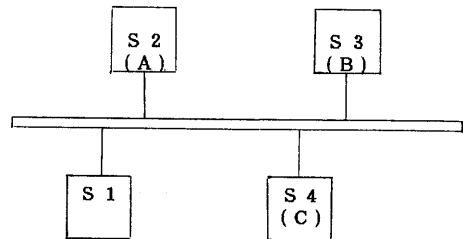


図1. ネットワークの1例

され、同時に受けとられなければならない。しかし、従来のネットワークを使うかぎり、同じメッセージ（またはスピーチ）は個々のコネクションを通して別々に転送されるので、このサービスを実現することは非常に難しくなる。明らかにグループ内同報通信機能はこのむづかしさを解消できるし、データ転送量も軽減できる。

オフィスシステムにおけるほとんどのサービスはこのように分散されたデータを扱うので、グループ内同報通信機能は効果的なオフィスシステムを作るためのキーになると予想される。今まで提案されたいくつかのローカルネットワークアーキテクチャには、データリンクレベルだけでなく高位レベルプロトコルも含まれている。しかし、バーチャルサーキットは2つのエンド間の物理的なリンクとコンパチブルではあるが、ブロードキャストとはコンパチブルではない。いくつかのアーキテクチャでは、データリンクレベルはイーサネットタイプのブロードキャストアーキテクチャでインプリメントされているにもかかわらず、高位レベルはバーチャルサーキット機能を提供している。このようなことが、我々がBANETをインプリメントしようとした動機である。

3. Broadcast Architecture NETWORK (BANET)

3.1 概要

本節ではBANETの基本的な構成及び機能の概要を述べる。

3.1.1 物理構成

図2にBANETの物理構成を示す。同軸ケー

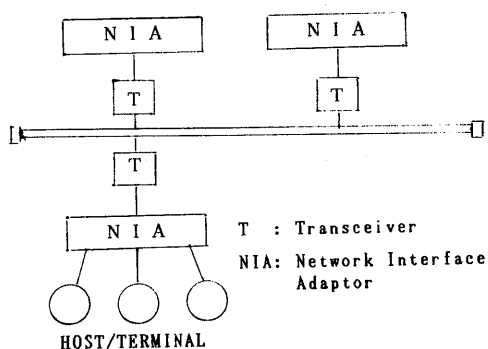


図2. BANETの物理構成

ブルとトランシーバはEthernet⁽⁶⁾と同様のものである。Network Interface Adaptor (NIA)には複数のホストや端末を接続することができる。ホストまたは端末はRS232C等の汎用インターフェースでNIAと接続される。

3.1.2 レイヤ構成

BANETは、図3に示すようにフィジカルレベル、データリンクレベル、ブロードカストレベル（以後BLと略記する）の3つのレベルからなる。BLは、グループの形成、消滅、及びグループ内でデータをブロードキャスト転送する機能を提供している。

我々のプロジェクトでは、パフォーマンス、システムコストの面から、ローカルネットワーク中にこの機能を組込んだパイロットシステムを試作することにした。BANETのフィジカルレベルとしてCSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式のバス型アーキテクチャ（たとえば、Ethernet）を選択した。これは次の理由にもとづく。

- (1) データリンクレベル以下では同報通信を基本としているため、コミットメント制御に不可欠であるグループ内同報通信機能の組込が非常に容易になる。
- (2) 同報通信のための通信コストがボトルネックとはならない。
- (3) ネットワーク内の伝送遅延がどのサイトにおいても一様なため、リード/ライト操作のアトミック性が保証される。したがってコミットメント制御そのものが単純化される。

3.1.3 アドレス体系

BANETでは以下の4つのアドレスが規定されている。

(1) ステーションアドレス

NIAに付与されたBANET内一意のアドレスであり、データリンクレベルが意識する。

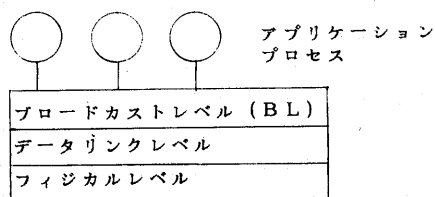


図3. BANETの論理レイヤ構成

(2) ターミナルアドレス

NIAに接続されるホストまたはターミナルに付与されるNIA内一意のアドレスである。

(3) ファンクションアドレス

ネットワーク内の各種のプログラムあるいは機能(たとえば、リモートジョブエントリ、データベース、電子メールなど)に付与されるアドレスである。

(4) プロセスアドレス

あるターミナルでひとつのファンクションに対して発生したプロセスに付与されるアドレスである。

したがって、あるターミナル内のあるプロセスを指定するためのアドレスは、ステーションアドレスS、ターミナルアドレスT、ファンクションアドレスF、プロセスアドレスPの4つの組(S, T, F, P)であらわされる。なお、便宜的に、ステーションアドレス=BRとしたときは全ステーションへのブロードキャスト、プロセスアドレス=P0としたときはそのファンクションに対応したマネジメントプロセス(たとえば、ファンクションがデータベースの場合はデータベースマネジメントプロセスとなる)をあらわすものとする。

3.1.4 コミットメント制御

分散データベース、分散ファイル処理のようにデータが分散配置され、かつそれらが共有リソースとして複数のユーザにシェアされるシステムにおいては、データの一貫性を維持するという技術が不可欠の課題となっている。この技術課題を解決するために、分散データベースシステムにおいては種々の制御方式が提案されてきた。⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾しかし、ここで注意したいのは、これらのアルゴリズムにおいて本質的に性質の異なる2つの制御が混在していることである。つまり、ひとつはコミットメント制御と呼ばれるものであり、これは分割されたひとつの仕事を完結させるために必要な制御といえることができる。たとえば、旅行スケジュールにおける各飛行便の座席予約(全フライトの予約ができてはじめてスケジュール全体が意味をもつ)とか、分散データベースにおいて重複したコピーを更新するとかいったときの制御がこれにあたる。一方、他のひとつの制御はコンカレンシー制御と呼ばれ、複数のプロセスが共有リソースに対して同時にアクセスを起したとき、どのプロセスをさきに実行させ、どれをペンディングあるいはアボートするか決定をおこなう一種の順序づけ制御である。上述の多くの

アルゴリズムでは、この二種類の制御機構が明確に分離されていない。しかし、コミットメント制御はたとえ単一のユーザのシステムでも必要な制御であるのに対し、コンカレンシー制御は複数プロセスが同時に実行されるような環境においてのみ必要な制御であるという意味でこの二つの制御は本質的に異なるものである。

本プロジェクトにおいては、コミットメント制御はリライアブルな同報通信機能を提供するという意味で本質的には通信の機能であるとの考えから、これをネットワーク側の機能として通信アーキテクチャに組み込むことにした。一方、コンカレンシー制御の方式は、その順序付けの仕方としてタイムスランプ、プライオリティ付加、先着順など様々な形式をとっている。したがって、これはアプリケーション依存の機能と考えられ、通信側の機能には組み込まなかった。

3.1.5 3つのタイプのコミュニケーション

多くのネットワークアーキテクチャでは、3つのタイプのバーチャルサーキット、つまり片方向転送、半二重転送、全二重転送がサポートされている。そして、これらはコネクション初期フェーズでコマンドパラメータにより選択されている。同様に、BANETでも3つのタイプのグループ内同報通信機能を用意している。

第一のタイプは‘fixed source’転送と呼ばれ、ある固定された1つのメンバ(プロセス)だけがブロードキャストのソースとなる。

第二のタイプは‘variable source’転送と呼ばれ、どのメンバもソースになれるが一時には一つしかソースになれない。

第三のタイプは‘multiple source’転送と呼ばれ、複数のメンバが同時にソースになれる。

明らかに、これらは片方向転送、半二重転送、全二重転送の概念の拡張である。タイプの選択は、既存のネットワークアーキテクチャと同じようにコネクション初期フェーズにおいてコマンドパラメータを使って行なわれる。

3.1.6 パケットフォーマット

BANETのパケットフォーマットは図4に示されている。データリンクレベルはDLHとFCSのフィールドを参照する。DLHはDSAとSSAを含んでいる。DLHのフォーマットはイーサネット仕様とコンパチブルになっている。BLHはコマンドタイプ、ファンクション、STA、SP

A、CGID、DALなどを含んでいる。DALはディスティネーションのターミナルとプロセスのアドレスリストである。グループ形成フェーズでは、DALを付けてグループ形成要求をブロードキャストする。グループが形成された後は、DALのかわりにCGIDを使って、パケットをグループ内にブロードキャストする。

3.2 BLの機能と動作

以降では、ステーションI、ターミナルTi内のファンクションF、プロセスPの依頼側プロセスをイニシエータと呼び、AP(I, Ti, F, P)であらわす。一方、被依頼側のプロセスをレスポндаと呼び、ステーションR、ターミナルTr内に存在するものとし、AP(R, Tr, F, P)であらわす。また、特定ステーションのBL、データリンクレベルをBL(I)、DL(R)のようにアドレスをカッコでくくって表現する。

3.2.1 コミュニケーショングループの形成

ステーションI内のアプリケーションプロセスAP(I, Ti, F, P1)は、BL(I)に対しCGFORMコマンドでコミュニケーショングループの形成を要求する。CGFORMコマンドには、グループの候補メンバのリスト及び転送制御パラメータが指定される。転送制御パラメータとしては現在、送信権制御に関するパラメータが用意されており、‘fixed source’転送、‘variable source’転送、‘multiple source’転送のいずれかを選択することができる。‘fixed source’転送ではコミュニケーショングループの形成要求をしたプロセス

からしかデータ転送ができない。‘variable source’転送では、グループのどのメンバもデータ転送のソースになることができるが、一時にはひとつのソースからのデータ転送しか許されない。データ転送要求の衝突はプライオリティによって解決する。このプライオリティはCGFORMコマンドの候補メンバリストの順とする。‘multiple source’転送では、同時に複数のソースからのデータ転送が許される。BL(I)はこの要求に対しCGIDを割当て、CGT (Communication Group Table)のエントリを作成する。CGTにはCGID、ファンクション、自ステーションのターミナルアドレス及びプロセスアドレス、他ステーションの全メンバのアドレスリストが含まれる。BL(I)はDL(I)に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

```

コマンドタイプ      : CGFORM
ファンクション      : F
SSA, STA, SPA      : I, Ti, P1
DSA                 : BR
CGID                : I # X
DAL                 : 候補ターミナルリスト

```

ステーションRにあるBL(R)はDL(R)から上記フレームを受信すると、候補ターミナルリストに自ステーション内のターミナルが入っているかどうかチェックして、もし入っていれば、そのターミナル内のファンクションFのマネジメントプロセスP0にAP(I, Ti, F, P1)からコミュニケーショングループ形成要求がきたことを通知する。マネジメントプロセスAP(R, Tr, F, P0)はグループ形成が可能かどうかチェックする。グループ形成が可能なときは、AP(R, Tr, F, P0)はプロセスAP(R, Tr, F, P2)を発生させ、このアドレスを付けてCGACKコマンドをBL(R)にだす。BL(R)はCGTのエントリを作成し、DL(R)に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

```

コマンドタイプ      : CGACK
ファンクション      : F
SSA, STA, SPA      : R, Tr, P0
DSA                 : I
DAL                 : I, Ti, P1

```

一方、グループ形成が不可能な場合には、AP(R, Tr, F, P0)は理由を付けてCGNACKコマンド

DLH(Data Link Header)
・ DSA(Destination Station Address)
・ SSA(Source Station Address)
BLH(Broadcast Level Header)
・ Command Type
・ Function
・ STA(Source Terminal Address)
・ SPA(Source Process Address)
・ CGID(Communication Group Identifier)
・ DAL(Destination Address List)
Data
FCS(Frame Check Sequence)

図4. BANETのパケットフォーマット

をだす。BL(R)はDL(R)に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

コマンドタイプ : CGNACK
 ファンクション : F
 SSA, STA, SPA: R, Tr, P0
 DSA : I
 DAL : I, Ti, P1
 データ : 理由

BL(I)はDL(I)から上記いずれかのフレームを受信すると、CGTの候補メンバリストにACK/NACKの印をつける。候補メンバリストのすべてのメンバから応答が返ってくるか、あるいはタイムアウトになったとき、BL(I)は、CGTの候補メンバリストを、CGACKを返してきたメンバのみに修正し、そのメンバリストを以下のフレームにより各メンバに通知する。ただし、片方向転送ではメンバリストを転送する必要はなく、BL(I)はAP(I, Ti, F, P1)にCGIDとメンバリストを応答することによってグループ形成フェーズを終了する。

コマンドタイプ : CGMEMBER
 ファンクション : F
 SSA, STA, SPA: I, Ti, P1
 DSA : BR
 CGID : I # X
 DAL : メンバリスト

上記フレームを受信したBL(R)はCGTを作成し、次のフレームにより応答を返す。

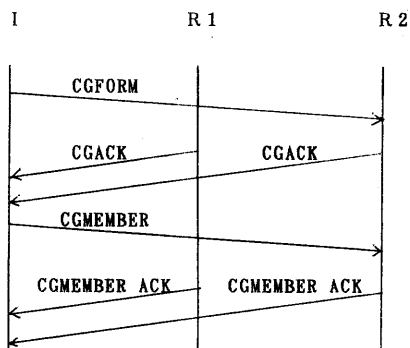


図5. グループ形成のシーケンス

コマンドタイプ : CGMEMBER
 ACK
 ファンクション : F
 SSA : R
 DSA : I
 DAL : I, Ti, P1

BL(I)はメンバリストのすべてのメンバから応答が返ってきたとき、AP(I, Ti, F, P1)にグループ形成の完了を通知する。このとき、CGID、メンバリストとともに、CGNACKを返してきたメンバおよびタイムアウトになったメンバのリストも渡される。AP(I, Ti, F, P1)はメンバリストをみて、このメンバではグループ形成の意味がないと判断すれば、グループを消滅させるし、そうでなければデータ転送フェーズにはいる。

3. 2. 2 データトランスミッション

BANETでは、コミットメントモード、モニタリングモード、トランザクションモードの3種類のデータ転送モードが用意されていて、アプリケーションが用途に応じて任意に選択できるようになっている。

コミットメントモードでは、2フェーズコミット法⁽⁸⁾に基づきデータ転送が実行される。このモードのデータ転送は、たとえばデータベースにおけるデータの同時更新処理のように、各メンバがすべて処理を実行するか、あるいはすべてのメンバが実行しないかのどちらかであることを保証しなければならないような場合に用いられる。

モニタリングモードでは、送達確認機能が提供される。このモードでは、データを受信した各メンバはACKを返し、ACKを返さなかったメンバ(タイムアウトになったメンバ)はアプリケーションプロセスに通知される。

トランザクションモードでは各メンバからACKは返されず、エラー等の検出されたデータは捨てられる。このモードのデータ転送は、それほど信頼性の必要のない場合やアプリケーションレベルで応答をおこなう場合などに使用される。

3. 2. 2. 1 コミットメントモード転送

コミットメントモードによるデータ転送は次のシーケンスで実行される。

(1) AP(I, Ti, F, P1)は、すでに形成されているコミュニケーショングループI # Xに対し、コミットメントモード指定のSENDコマンドによ

リデータ転送を要求する。BL(I)はDL(I)に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

コマンドタイプ : SECURE
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: I, Ti, P1
DSA : BR
CGID : I#X

(2) BL(R)はDL(R)から上記のフレームを受信すると、I#XをキーとしてCGTをサーチし、ステーションR内のAP(R, Tr, F, P2)を検出する。BL(R)はこのAP(R, Tr, F, P2)にSECUREコマンドでデータを引渡す。もしAP(R, Tr, F, P2)が受信データの処理を保証できるならば、AP(R, Tr, F, P2)はBL(R)にSECUREDコマンドをだす。もし受信データの処理を何らかの理由で保証することができないならば、NOT-SECUREDコマンドをだす。BL(R)はいずれの場合もそれぞれのタイプをもつフレームの送信をDL(R)に要求する。

コマンドタイプ : SECURED / NOT-SECURED
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: R, Tr, P2
DSA : I
DAL : I, Ti, P1
データ : 理由 (NOT-SECUREDの場合)

(3) BL(I)はDL(I)から上記フレームを受信すると、CGTをサーチしてメンバ対応に応答の状態を記録する。もしすべてのメンバからSECUREDが返されたならば、BL(I)は次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

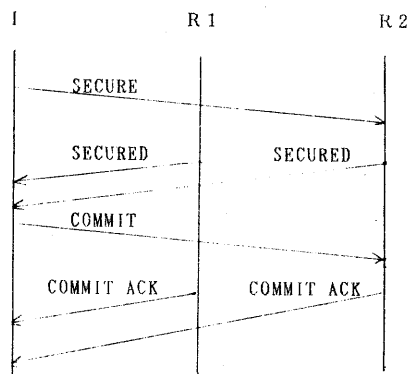
コマンドタイプ : COMMIT
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: I, Ti, P1
DSA : BR
CGID : I#X

(4) もしNOT-SECUREDを返してきたか、またはタイムアウトになったメンバがあれば、BL(I)はDL(I)に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

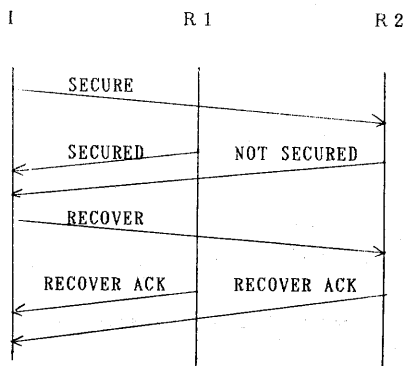
ームの送信を要求する。

コマンドタイプ : RECOVER
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: I, Ti, P1
DSA : BR
CGID : I#X

(5) BL(R)はDL(R)から上記のフレームを受信すると、I#XをキーとしてCGTをサーチし、受信したフレームのコマンドタイプに応じてCOMMITコマンドまたはRECOVERコマンドにより通知する。COMMITを通知されたAP(R, Tr, F, P2)は先にSECUREコマンドで渡されたデータに対する処理を完了させる。RECOVERを通知されたAP(R, Tr, F, P2)は先に渡されたデータを廃棄する。



(A) コミットの場合



(B) リカバの場合

図6. コミットメントモードのシーケンス

3. 2. 2. 2 モニタリングモード転送

ステーション I 内のアプリケーションプロセス A P (I, T_i, F, P₁) は B L (I) に対して、モニタリングモード指定の S E N D コマンドによりデータ転送を要求する。このとき、あて先として、すでに形成したコミュニケーショングループの C G I D を指定してもよいし、あて先アドレスリストを指定してもよい。B L (I) は D L (I) に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

コマンドタイプ : MONITORING
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: I, T_i, P₁
DSA : BR
C G I D : I # X
(C G I D 指定)
D A L : あて先アドレスリスト
(アドレスリスト指定)

B L (R) は D L (R) から上記フレームを受信すると、あて先プロセス A P (R, T_r, F, P₂) に R E C E I V E - D A T A コマンドにより受信データを渡す。それと同時に、B L (R) は B L (I) に次のフレームにより応答を返す。

コマンドタイプ : MONITORING -
A C K
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: R, T_r, P₂
D S A : I
D A L : I, T_i, P₁

B L (I) はこの応答監視を一定時間おこなった後、応答を返さなかったメンバのアドレスリストとともに

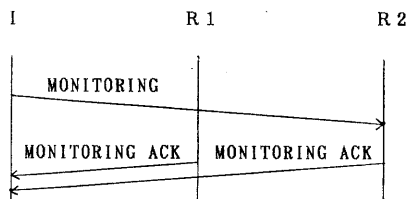


図 7. モニタリングモードのシーケンス

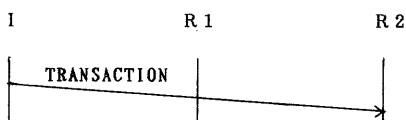


図 8. トランザクションモードのシーケンス

答を返さなかったメンバのアドレスリストとともにステータスを A P (I, T_i, F, P₁) に返す。

3. 2. 2. 3 トランザクションモード転送

ステーション I 内のアプリケーションプロセス A P (I, T_i, F, P₁) は B L (I) に対して、トランザクションモード指定の S E N D コマンドによりデータ転送を要求する。このとき、あて先として、すでに形成したコミュニケーショングループの C G I D を指定してもよいし、あて先アドレスリストを指定してもよい。B L (I) は D L (I) に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

コマンドタイプ : TRANSACTION
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: I, T_i, P₁
D S A : BR
C G I D : I # X
(C G I D 指定)
D A L : あて先アドレスリスト
(アドレスリスト指定)

B L (I) は転送終了のステータスを A P (I, T_i, F, P₁) に返す。上記フレームを受信した B L (R) は A P (R, T_r, F, P₂) に R E C E I V E - D A T A コマンドで受信データを渡す。

3. 2. 3 コミュニケーショングループの消滅

ステーション I 内のアプリケーションプロセス A P (I, T_i, F, P₁) は B L (I) に対して、C G D R O P コマンドによりコミュニケーショングループの消滅を要求できる。B L (I) は D L (I) に次のパラメータ指定でフレームの送信を要求する。

コマンドタイプ : C G D R O P
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: I, T_i, P₁
D S A : BR
C G I D : I # X

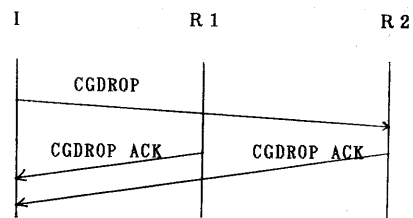


図 9. グループ消滅のシーケンス

BL(R) はDL(R) から上記フレームを受信するとCGIDI#Xに対応するAP(R, Tr, F, P2)にコミュニケーショングループ消滅を通知する。それと同時に、BL(I)に次のフレームにより応答を返す。

コマンドタイプ : CGDROP-ACK
ファンクション : F
SSA, STA, SPA: R, Tr, P2
DSA : I
DAL : I, Ti, P1

BL(I)はコミュニケーショングループの消滅終了のステータスをAP(I, Ti, F, P1)に返す。これによりCGIDI#Xのグループ内通信は終了する。

4. おわりに

本稿では、OAを中心とする今後の分散処理指向のローカルネットワークにおいては、従来のパーティキュラーサーキット型の1対1通信を基本としたネットワーク体系にかわる、1対NあるいはN対Nの通信を基本としたブロードキャスト型のネットワーク体系が必要であることを示し、そのような考え方にたって設計されたBANETについて説明した。

BANETは現在、基本的な方式設計を終了し、インプリメント中である。また、BANETにのるアプリケーションとして、分散データベース、電子メール、ドキュメント管理などの各種サービスを想定している。分散データベースシステムについては方式の検討が進められている。近い将来には、BANETをベースとした総合的なOAシステムの構築を目指している。

なお、BANETのインプリメントと並行してBANETの性能解析がおこなわれている。アプリケーションレベルで、従来のパーティキュラーサーキット型の1対1通信に基づいてコミットメント制御をおこなった場合より、どれ程性能がよくなるかを定量的に解析中である。この結果については別途発表したいと思っている。

参考文献

- (1) ISO DP7498 "Data Processing - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model"
- (2) T. Kawaoka et. al. "A Logical Structure for Heterogeneous Computer Communication Network Architecture" ICCS - 78, September, 1978.
- (3) P. A. Bernstein et. al. "The Concurrency Control Mechanism of SDD - 1: A System for Distributed Databases (The Fully Redundant Case)" IEEE Trans on Software Engineering May, 1978.
- (4) M. Stonebraker, "Concurrency Control and Consistency of Multiple Copies of Data in Distributed INGRES" IEEE Trans. on Software Engineering May, 1979.
- (5) H. Yamazaki et. al. "A Hierarchical Structure for Concurrency Control in a Distributed Database System" 6th Data Communications Symposium 1979.
- (6) The Ethernet. A Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications. Version 1.0. September 30, 1980.
- (7) J. B. Brenner, "Preliminary View on Administration and Use of Logically Related Sessions". Contribution to ISO/TC97/SC16/WG2 N60"
- (8) J. N. Gray, "Notes on Database Operating Systems". Operating Systems and Advanced Course. Berlin, Heidelberg: Springer-verlag, 1978.