

選択的半順序放送通信プロトコルの実装と評価

2M-4

高村 昌興、鈴木 等、中村 章人、滝沢 誠
東京電機大学

1. はじめに

通信網の発展とその標準化により、現在の計算機システムは、分散型の形態をとってきている。グループウェア等の新しい応用では、複数の通信実体の協調動作が必要とされる。このためには、従来の一対の実体間の通信に加えて、複数の実体のグループによる通信(群通信)が新たに必要となる。従来のOSIプロトコルやTCP/IP等で提供されている一対一通信サービスを用いて、複数実体間のグループ通信を実現することは、効率面から現実的な方法ではない。本論文では、Ethernetの媒体アクセス制御(MAC)層や無線システムで提供されている放送通信サービスを利用した、選択的半順序放送通信(SPO)サービスを提供するプロトコル[1]の実装と、その評価を行う。

まず、第2章では、基盤となっている通信サービスの定義を行う。第3章では、通信サービスの定義に基づいて実現されたSPOシステムについて述べる。

2. 通信サービスのモデル

2.1 群

群とは、従来の2つのサービスアクセス点(SAP)間のコネクションの概念を、 $n(\geq 2)$ 個のSAP間に拡張した概念である[図1]。

[定義] 群Cとは、 $n(\geq 2)$ 個のSAP S_1, \dots, S_n の組 $\langle S_1, \dots, S_n \rangle$ である。□

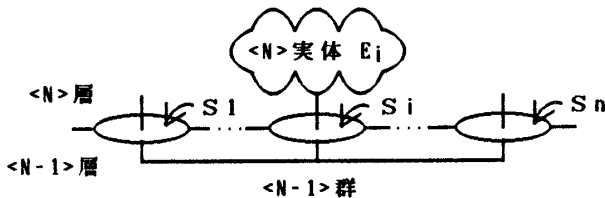


図1. $\langle N-1 \rangle$ 群 $C = \langle S_1, \dots, S_n \rangle$

$\langle N-1 \rangle$ 実体 E_i は、 S_i を通じて、 $\langle N \rangle$ 層の実体に通信サービスを提供する($i = 1, \dots, n$)。各 E_i が、群C内の S_i からサービスを提供している間、 E_i は群C内にあるという。

2.2 ログ

各応用実体は、群から提供されるサービスを利用して、データやメッセージの送受信を行う。群から提供される放送通信サービスをログの集合としてモデル化する。ログLとは、PDUの系列 $\langle p_1 \dots p_m \rangle (m \geq 0)$ であり、各実体の通信の履歴である。ログL内でプロトコルデータ単位(PDU) p_i が p_j に先行するな

らば($i < j$)、 $p_i \rightarrow p_j$ と書く。実体 E_k は、以下の2種類のログを持つ。

- (1) 送信ログ $SL_k = E_k$ が送信したPDUの系列
- (2) 受信ログ $RL_k = E_k$ が受信したPDUの系列

このとき、各PDUが宛先を持つならば、以下の2種類の副ログを持つ。

- (1) 送信副ログ $SL_{kj} = E_k$ が E_j へ送信したPDUの系列
- (2) 受信副ログ $RL_{kj} = E_k$ が E_j より受信したPDUの系列

2.3 1チャンネル(1C)サービス

本論文では、Ethernet MAC層や無線網が提供する低信頼な放送通信サービスを1チャンネル(1C)サービスとして定義する。

[定義] 1Cサービスとは、 RL_k 内の任意のPDU p と q について、

- (1) p と q が、共にある E_i によって送信され、 SL_i 内で $p \rightarrow q$ ならば、 RL_k 内で $p \rightarrow q$ 。かつ、
- (2) 各 RL_i について、 p と q が RL_i 内に含まれ、 RL_k 内であれば、 RL_i 内でも $p \rightarrow q$ 。□

2.4 選択的放送通信(SBC)サービス

群内での放送通信を考えると、各PDUが宛先を持っているとすると、各PDUは宛先の実体でのみ受信されればよい。このような放送通信サービスを選択的放送通信(SBC)サービスとする。SBCサービスには、選択的半順序放送通信(SPO)、選択的全順序放送通信(STO)サービスの二種類あるが、ここではSPOサービスについてのみ述べる。今回、実装を行ったSPOプロトコルによって、以下のSPOサービスが上位層の応用実体に提供される。

[定義] SPOサービスとは、 SL_{kj} 内の $p \rightarrow q$ である任意のPDU p と q について、 p と q が、 RL_{jk} 内に含まれており、その RL_{jk} 内で $p \rightarrow q$ である放送通信サービスである。□

図2に、SPOサービスの例を示す。ここで、PDUの添え字に宛先の実体を示す。各実体が発信したPDUは、実体毎に順序は異なる。しかし、各実体において、送信先毎の順序は、選択的に同順である。

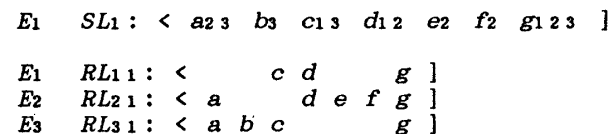


図2. SPOサービス

3. SPOシステム

SPOプロトコルの実装は、サンマイクロシステム社のSunOS 4.1.1上で行った。

3.1 システムの構成

図3に、本研究で実装したシステムの構成を示す。Network Interface Tap(NIT)インタフェースは、Ethernet MAC層で提供されている低信頼な放送通信サービスを抽象データ型として提供するための、デ

ータ構造とインタフェース関数の集合から構成される。また、応用プログラミング (AP)・インタフェースは、ソケット・インタフェースで提供された、高信頼なプロセス間通信の4つのチャンネルで構成される。それらは、一般情報送信 (SD)、制御情報送信 (SC)、一般情報受信 (RD)、制御情報受信 (RC) といった専用のチャンネルである。

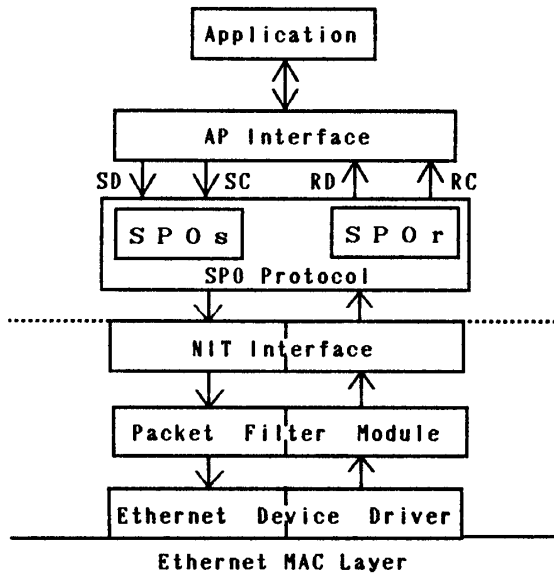


図3. システム構成

3.2 NITインタフェース

従来の通信サービスは、ハードウェア等に依存していたため、その開発は困難であった。本研究では、SunOS 4.1.1が提供しているNITデバイスを利用するためのNITインタフェースを作成し、放送通信サービスを実現した。すなわち、NITインタフェースを使用することで、SPOモジュールは、ICサービスを利用できる。NITインタフェースでは、図3に示すストリームをカーネル内に構築し、SPOモジュールに対して、ICサービスを抽象データ型として提供する。

3.3 SPOプロトコル

SPOプロトコルは、図3で示されるように送信側 (SPO_s)と受信側 (SPO_r)の、2つのモジュールによって実現される。各モジュールは、複数のSAPに対して、SPOサービスを提供する。これは、群制御ブロックと呼ばれる構造体を、共有メモリより用いて、応用からのSDUとNITからのPDUをそれぞれ制御する。

(1) SPO_sモジュール (PDUの組み立て)

APインタフェースからのサービスデータ単位 (SDU)を、PDUのデータエリアに挿入し、その実体自身の受信状況とそのSDUの宛先をPDUに記して、NITインタフェースへ渡す。

(2) SPO_rモジュール (PDUの分解)

NITインタフェースからPDUを受け取り、宛先を確認する。宛先が正しければ、このPDUを受信し、データエリアからSDUを抽出する。このとき、PDUに記してある送信元の受信状況が、同じであるならば、そのSDUをAPインタフェースへ渡す。そうでないならば、紛失が生じたと判断し、これを全実体へ知らせ、その送信元で再放送させ

る。

3.4 応用プログラミング・インタフェース

応用プログラムが、SPOサービスを利用するためのインタフェースを作成する。応用は、図4以下の手順で、複数の応用実体のグループ通信を行える。この実現は、UNIXのソケット・インタフェースを用いた。

- (1) **ccpcep** : 応用が利用する、群通信のための制御構造体を生成する。
 - (2) **ccpbind** : ソケットを作成し、各SPOモジュールとコネクションを張る。
- このとき、各応用プロセスの間に能動側と受動側の役割りを付けることにより、群開設手続きが始まる。
- (3) **ccplisten** : 群開設要求であるAOPEN(Active OPEN)要求の、受け付け数を示す。
 - (4) **ccpopen** : AOPEN要求を送る。
 - (5) **ccpaccept** : 受動側は、このAOPEN要求を受け取り、OPENED応答を返す。
- ここまでの手続きによって、群が開設される。
- (6) **spocast/sporecv** : 情報の送受信が行われる。
- 以下の手続きによって、群が終了される。
- (7) **ccpclose** : 応用が送信できない状態にする。
 - (8) **ccpend** : 群を終了する。

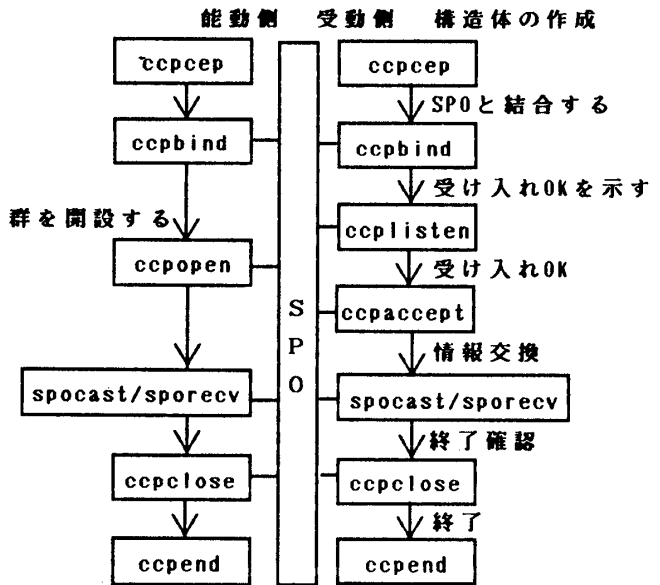


図4. APインタフェースの基本通信手順

4. まとめと今後の課題

APインタフェースを作成することにより、応用は、SPOプロトコルを意識せずにSPOサービスを利用することが可能となった。今後の課題としては、群内の実体数、SDUの長さ、PDUの長さ等が、固定長であるので、これらを可変長に変更することと、システムの性能向上をはかることである。

参考文献

[1] Nakamura, A. and Takizawa, M., "Reliable Broadcast Protocol for Selectively Partially Ordering PDU's (SPO Protocol)," Proc. of the IEEE 11th Int. Conf. on Distributed Computing Systems, 1991, pp239-246.