

4 P-4

高信頼選択的放送通信プロトコルの性能評価\*

寺内 康之      中村 章人      滝沢 誠†  
 東京電機大学‡

1 はじめに

グループウェア等の分散型応用システムを実現するために、複数エンティティ間での協調動作が必要となる。このために Ethernet 等の放送通信網を用いて複数のエンティティ間での信頼性のある放送通信サービスを提供するための選択的放送通信(SPO)プロトコル [NAKA91] を実現した。本論文では、SPOプロトコルの性能評価について述べる。

まず、2章ではSPOプロトコルについて述べる。3章ではSPOプロトコルの実装について述べ、4章では、プロトコルの評価システムについて述べる。最後にSPOプロトコルの性能評価結果を示す。

2 SPOプロトコル

群  $C$  を  $n$  個のサービスアクセス点(SAP)の集合  $S_1, \dots, S_n$  とする。二つのエンティティ間の接続の概念を、 $n(\leq 2)$  エンティティ間に拡張した概念が群である。群は、群開設手順 [TAKI87] によって開設される。以下、 $p$  と  $q$  は PDU を示すとする。各 PDU  $p$  は、以下の情報を含む。

- $p.ACK_j = E_k$  が  $E_j$  から、次に受信する PDU の通番。
- $p.SEQ = p$  の通番。
- $p.SRC = p$  を放送するエンティティ ( $E_k$ )。
- $p.DST = p$  の宛先 ( $\subseteq C$ )。

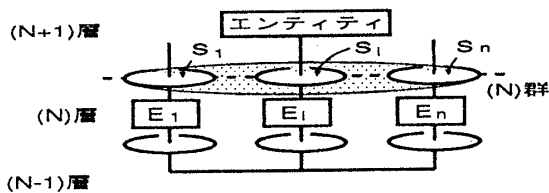


図 1: 群

[SPO サービス] SPOプロトコルは、 $C$  内の各 SAP  $S_i$  に対して、以下のサービスを提供する。

- (1)  $S_i$  で送信された  $p$  は、 $p.DST$  内の全 SAP に届けられる。
- (2)  $S_i$  で送信された  $p$  と  $q$  は、 $p.DST \cap q.DST$  内の SAP に送信順に届けられる。□

SPOプロトコルは、下位の多チャンネル(MC)サービスを利用して、SPOサービスを提供する。MCサービスでは、各エンティティからのPDUの到着順序は全エンティティで同一であるが、PDUが紛失する可能性がある。

SPOプロトコルは、分散制御の三相手続きによりPDUの  $p(p.SRC = E_i)$  正しい受信を判断する。

- (1)  $E_k(\in p.DST)$  で、 $p$  が受信予定のPDUならば、 $p$  を受取する。
- (2)  $E_k$  は、 $p.SEQ < q.ACK_i$  である  $q$  を  $p.DST$  内の全エンティティから受信したとき、 $p$  を前確認したとする。
- (3)  $E_k$  は、 $p.DST$  内の全エンティティについて  $p$  を前確認するPDUを、前確認する。このとき、 $E_k$  は、 $p$  を確認したとし、 $p$  を上位のエンティティに渡す。

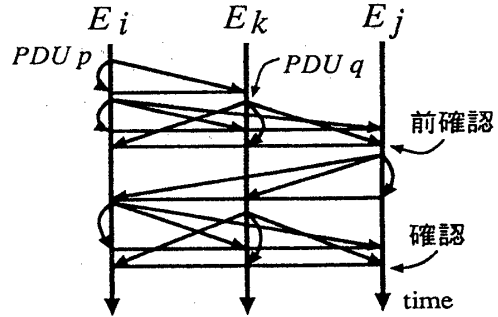


図 2: 三相手続き

3 SPOプロトコルの実装

SPOプロトコルモジュール(SPOM)は、SunOS4.1.1とC言語(約5.0Kステップ)を用いて実装されている [図3]。ここでは、下位層であるEthernet MACサービスをアクセスするために、NITインタフェースを用いる。APは応用で、APIはソケットを用いたアプリケーションインタフェースである。

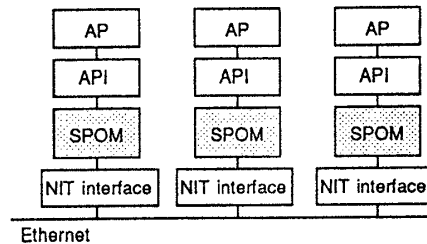


図 3: SPOのモジュール構成

4 評価システム

評価システムは、SPOMとAP、エージェント(AG)、サーバ(SV)、データベース(DB)の4つから構成される [図4]。AGは、APとSPOMに組み込まれ、評価情報を蓄積、転送する。SVは、AGの転送する評価情報をDBに格納する。DBは、Sybaseにより実現されている。各

\*Evaluation of Selectively Partially Ordering Broadcast Protocol

†Yasuyuki Terauchi, Akihito Nakamura, Makoto Takizawa

‡Tokyo Denki University

エンティティは、一台の Sun SPARC ワークステーション上に実装した。

PDU が AP から SPOM に届いて処理され、Ethernet を経て宛先の SPOM に届き、AP に渡されるまでの時間を測定する。AP 及び SPOM に組み込まれたエージェントは、この PDU の流れの中で、以下のイベントが起きた時点で評価情報を取得する [図 5]。

- (1) 上位層が SPO へ PDU を渡したとき (APPsend)。
- (2) SPO が上位層から PDU を受け取ったとき (SPOtake)。
- (3) SPO が下位層へ PDU を送り出したとき (SPOsend)。
- (4) SPO が下位層から PDU を受信したとき (SPOaccept)。
- (5) SPO で PDU を前確認をしたとき (SPOpre-ack)。
- (6) SPO で PDU を確認したとき (SPOack)。
- (7) 上位層が SPO から PDU を受信したとき (APPreceive)。

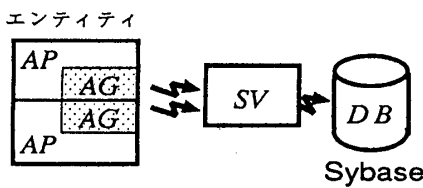


図 4: 評価システムの構成

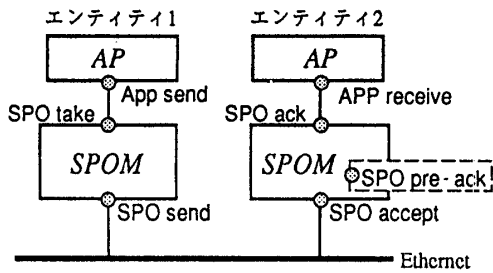


図 5: イベント

PDU 毎に、イベントの起きた時間データを記録する。しかし、各エンティティ内での内部クロックは同一でない。このため、イベントの発生時のクロック値を用いずに、群が開設された時刻からの相対時間を記録する。

## 5 評価結果

### 5.1 遅延時間

AP間遅延時間は、APPsend から APPreceive までの時間である。SPO遅延は、SPOtake から SPOack までの時間である。Ethernet遅延は、SPOsend から SPOaccept までの時間である。まず、群内のエンティティ数 ( $n$ ) に対して、AP がデータを送信してから、これが全 AP に届くまでの時間を図 6 に示す。図から、遅延時間は  $n$  に比例して増加することがわかる。

### 5.2 再送による遅延

次に PDU の紛失が起きる場合を考える。図 7 に、 $n = 3$  の場合の PDU の紛失率に対する AP 間の遅延時間を示

す。遅延時間は、障害の確率に比例する。

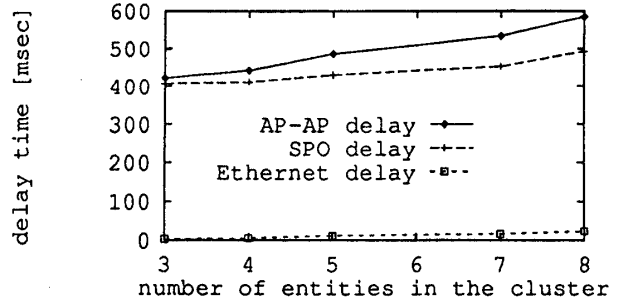


図 6: 遅延時間

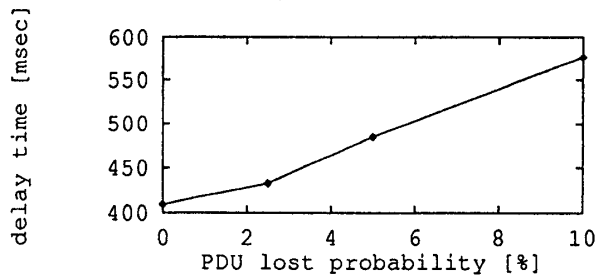


図 7: 再送による遅延

## 6 おわりに

SPO プロトコルの性能評価を行なった。評価結果から、実装した SPO プロトコルは十分に実用的な性能を持っている。今後の課題として、より厳密な評価内容の考察、評価システムの高速化、ネットワーク管理システムへの拡張がある。

## 参考文献

- [NAKA91] Nakamura, A. and Takizawa, M. "Reliable Broadcast Protocol for Selectively Partially Ordering PDUs," *Proc. of the IEEE ICDCS-11*, 1991, pp.239-246.
- [NAKA92a] Nakamura, A. and Takizawa, M. "Data Transmission Procedure of Selective Broadcast Protocol on Multi-Channel," *Trans. of IPSJ*, Vol.33, No.2, 1992, pp.223-233.
- [NAKA92b] Nakamura, A. and Takizawa, M. "Priority Based Total and SemiTotal Ordering Broadcast Protocols," *Proc. of the 12th IEEE ICDCS*, 1992, pp.178-185.
- [TAKI87] Takizawa, M. "Cluster Control Protocol for Highly Reliable Broadcast Communication," *Proc. of IFIP Conf. on Distributed Processing*, 1987, pp.431-495.
- [TAKI90] Takizawa, M. and Nakamura, A. "Partially Ordering Broadcast(PO) Protocols," *Proc. of the 9th IEEE INFOCOM*, 1990, pp.357-364.