

ランデブーポイント制御に基づく会議のフロアコントロール方式

田中 剛

藤川 賢治

池田 克夫

京都大学大学院情報学研究所

会議型のセッションではフロア(発言権)コントロールが必要となる。既存のフロアコントロール方式では、各受信者がセッションにおけるフロアの状態に基づいてメディアデータの再生を行う。しかし、このような方法ではフロアを保有していないにも関わらずデータ送信を行う不正な送信者によってセッションの帯域が不正に消費されることを防げない。

本稿では、ランデブーポイントを制御することによるフロアコントロール方式を提案する。このフロアコントロール方式により、不正な送信者による、帯域の不正な消費を防ぐことが可能になる。

Floor Control Mechanism for Conferencing based on Rendezvous Point Control

TANAKA TSUYOSHI

FUJIKAWA KENJI

IKEDA KATSUO

Graduate School of Informatics, Kyoto University

A session such as conference requires a floor control for coordinating access to the floor. In existing floor control mechanisms, floor control actions are taken at receivers, that is, receivers replay media data only from senders with a legal floor. These existing mechanism make it possible that a participant consumes session bandwidth illegally without a legal floor.

We propose a floor control mechanism based on rendezvous point control. We assume sessions are using multicasting based on a rendezvous point. Our floor control mechanism prevents participants without a floor from consuming session bandwidth illegally.

1. はじめに

誰もが発言を行えるような会議型のセッションではフロアコントロール³⁾が必要とされる。既存のフロアコントロール方式では、各参加者がセッションにおいて現在誰がどのフロアを保有しているのかを含む情報をセッションのモデレータ(議長)から受け取り、フロアに基づいてフロアを保有していない参加者からのメディアデータは破棄し、フロアを保有している参加者からのメディアデータだけを再生する。しかし、このような方法では、フロアを保有していない参加者が送信したデータが各参加者の元まで届いてしまうので、このようなフロアを保有していないにも関わらずデータ送信を行う不正な送信者によってセッションの帯域が無駄に消費されるという問題が生じる。

本稿では、ランデブーポイントに基づいたマルチキャストを使うセッション、特にマルチキャストプロトコルSRSVP⁹⁾を用いるセッションを仮定し、ランデブーポイントを制御することによるフロアコントロール方式を提案する。このフロアコントロール方式では、不正な送信者によるセッション帯域の不正な消費を防ぐことができ、より安定度の高いセッションを実現することができる。

2. セッションとフロアコントロール

音声や映像などのメディアデータの送信者と受信者、およびその間のメディアデータの流れをセッションと呼ぶ。一対一の通信であるユニキャストによってセッションの各参加者にメディアデータを送信する方法では、参加者数に対するスケラビリティがなく、本稿で考えるセッションでは、メディ

アデータはマルチキャストによって送信される。

遠隔会議のようにすべての参加者がメディアデータの送信と受信を行う可能性があるセッションでは、フロアコントロールが必要となる。フロアはセッションにおける発言権であり、セッションへのメディアデータの送信の一時的な許可を意味する。フロアコントロールはセッションにおいて、誰がいつ何を送信することが許されているのかを解決するものである。フロアコントロールを行うことにより、セッションにおいて多数の参加者が同時に発言することによって生じるネットワーク上の帯域の浪費を防ぐことができる。

フロアコントロールはモデレータと呼ばれる参加者がフロアコントロールのポリシーに従って行う。モデレータは必ずしも人間である必要はなく、あらかじめ決められたポリシーに従って動作するエージェントであってもよい。

また、本稿では、フロアを保有せずにデータ送信を行う送信者を不正な送信者と呼ぶ。

3. 従来のフロアコントロール方式と問題点

従来のフロアコントロール方式^{1),2),6),7)}では、参加者はフロアを保有していない場合は、自らデータ送信を抑制する。しかし、参加者はこれに反してフロアを保有せずにメディアデータを送信することもできる。このため、従来のフロアコントロール方式では、フロアコントロールは基本的に次のようにして実現される。

- (1) モデレータはフロアの保有者が変わった場合など、セッションにおけるフロアの状態が変化すると、新しいフロアの状態を信頼性のあるマルチキャストによって送信し、参加者はこれを保持する。信頼性のあるマルチキャストのprotocolsとしては、SRM⁵⁾などが提案されている。
- (2) 参加者はメディアデータを受信すると、保持しているフロアの状態に基づいて、フロアを保有している参加者からのメディアデータは再生し、フロアを保有していない参加者からのメディアデータは破棄する(図1)。このように、従来の方式では、フロアを保有しない不正な送信者からのメディアデータは受信者

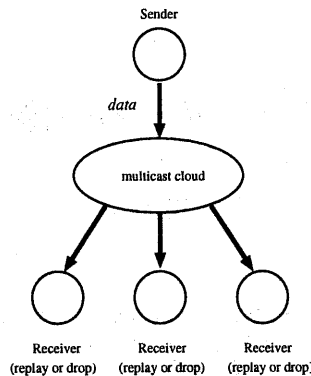


図1 受信者に基づくフロア制御

によって破棄されるので、受信者のアプリケーションで再生されることはない。しかし、不正な送信者からのメディアデータは受信者までは到達する。したがって、セッションの帯域はフロアを保有しない参加者によって無駄に消費され、フロアを保有している正規の送信者からのデータ転送の品質に影響を及ぼす可能性がある。安定したセッションのためには、不正な送信者を考慮したフロアコントロールの方式が必要となる。

4. ランデブーポイント制御に基づくフロアコントロール方式

マルチキャストにおけるデータの転送経路はマルチキャストプロトコルに依存する。従来のフロアコントロール方式では、マルチキャストのためのプロトコルを仮定していないため、マルチキャストデータの転送経路は特定されず、受信者側でデータの再生か破棄かの選択を行わざるを得ない。

本稿では、ランデブーポイントに基づくマルチキャストを仮定し、ランデブーポイントを制御することにより、問題を解決する。

4.1 ランデブーポイントに基づくマルチキャスト

ランデブーポイントに基づくマルチキャストでは、図2のように送信者からマルチキャストグループへのデータはランデブーポイントを経由して受信者に転送される。ランデブーポイントに基づくマルチキャストプロトコルには、PIM-SM⁴⁾やSRSVPがあるが、セキュリティレベルの高い資源予約が可能であるという観点から、本稿では、マルチキャストプロトコルとして特にSRSVPを仮定する。

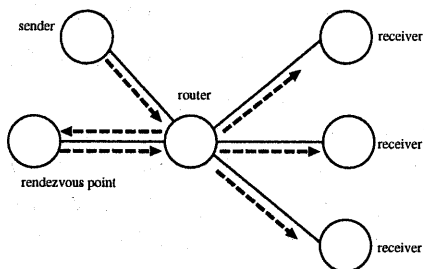


図2 ランデブーポイントに基づくマルチキャスト

4.1.1 SRSVP

SRSVPはRIC(Real Internet Consortium)⁸⁾で開発された資源予約、マルチキャストのためのプロトコルである。

SRSVPにおけるマルチキャストはPIM-SMとは異なり資源予約を前提としており、送信者はランデブーポイントとの間にユニキャスト資源予約を、受信者はランデブーポイントとの間にマルチキャスト資源予約を行う。すなわち、受信者はマルチキャスト資源予約を行うことによって、マルチキャストグループに参加する。SRSVPでは、マルチキャストデータの転送経路は資源予約のためのメッセージの転送経路と逆向きであり、この二種類の資源予約を行うことによってランデブーポイントを経由するマルチキャストのデータ転送経路が決定される(図3, 4)。

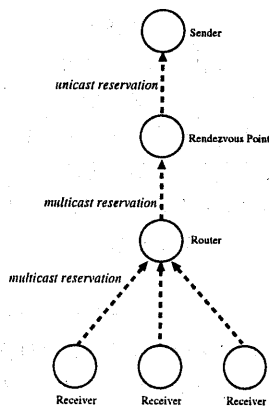


図3 SRSVPでの資源予約

また、SRSVPでは、PIM-SMとは異なってランデブーポイントはアプリケーションゲートウェイであり、ルータである必要はない。アプリケーションゲートウェイはパケットの転送を行うアプリケー

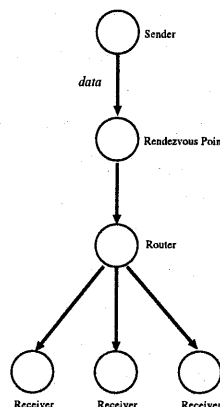


図4 SRSVPでのマルチキャスト経路

ションプログラムである。耐障害性、ランデブーポイントの負荷軽減のために複数のランデブーポイントを配置することも可能である。SRSVPでは、ランデブーポイントのアドレスはDNSを用いて決定される。

4.2 ランデブーポイント制御によるフロアコントロール

本稿では、マルチキャストの中継点となるランデブーポイントを制御し、ランデブーポイントにおいてセッションにおけるフロアの状態に基いた処理を行うことを提案する。SRSVPでは、ランデブーポイントはアプリケーションゲートウェイとして実現されるので、これを制御することは比較的容易である。

4.2.1 ランデブーポイントに基づくフロア制御

受信者側でフロアの状態に基いてデータの再生か破棄かを選択する従来の方法では、不正な送信者のデータ送信によってセッションの帯域が消費されるということを防ぐことができない。たとえ、これらの不正な送信者からのデータが各参加者のアプリケーションで再生されることがなくても不必要に帯域を消費することはネットワークにとって好ましいことではない。

また、SRSVPではメディアデータの送信者はあらかじめランデブーポイントとの間でユニキャスト資源予約を行う必要がある。誰もがメディアデータを送信できるような会議型セッションでは、送信側のために必要な帯域が受信側で確保された帯域を上回ってしまう可能性がある。

したがって、不正な送信者によるセッションの

帯域の消費を防ぎ、かつ全参加者の間でフロアの状態に基いてセッション帯域を共有する仕組みが必要となる。

ランデブーポイント制御に基づくフロアコントロール方式では、受信者ではなくランデブーポイントがモデレータからセッションにおけるフロアの状態を受け取り、送信者からのメディアデータをフロアの状態に基づいて処理する。

ランデブーポイントは送信者からデータを受け取ると、保持しているセッションのフロア状態を参照し、フロアを保有している参加者からのデータをマルチキャストグループへ転送し、フロアを保有していない参加者からのデータを破棄する(図5)。フロアを保有していない参加者がデータを送信しようとしてもそのデータがマルチキャストグループへ転送されることはなく、セッションの帯域はフロアを与えられている参加者によってのみ消費される。また、ランデブーポイントはフロアを保有する参加者との間にだけユニキャスト資源予約を行えばよいので、送信を行う参加者の間でセッションの帯域をより効率良く使うことができる。

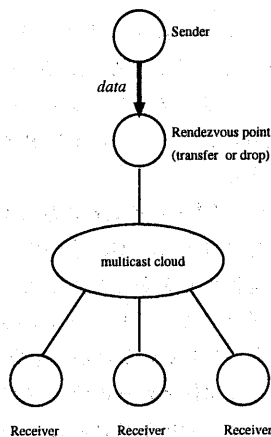


図5 ランデブーポイントベースのフロアコントロール

4.2.2 TCP コネクションによる制御メッセージの伝達

モデレータからのフロア制御のためのデータの送信には到達性、到達順序に関しての信頼性が要求される。さもないと、意図通りのフロアコントロールが行われない場合がある。提案方式では、モデレータはTCPコネクションをランデブーポ

イントに対して張ることによって制御メッセージを送信する。制御メッセージの到達性、到達順序はTCPによって保証される。

SRSVPによるマルチキャストを用いるセッションにおいては、ランデブーポイントはフロアを保有する送信者との間にだけ一時的に資源予約を行えばよい。よって、たとえ送信を行う参加者の数が多いセッションでもランデブーポイントの数は通常一個で十分であり、多くても数個程度である。したがって、TCPコネクションを各ランデブーポイントに対して張って制御メッセージを送信しても参加者の数に対するスケラビリティは損なわれない。

ランデブーポイントにTCPコネクションを張って制御メッセージを送信する方法では、マルチキャストによって送信する方法とは異なってモデレータはランデブーポイントのアドレスを知る必要がある。SRSVPでは、ランデブーポイントはセッションのマルチキャストアドレスからDNSによって求めることができる。

4.3 提案方式でのフロアの要求方法

既存のフロアコントロール方式では参加者からモデレータへのフロアの要求はマルチキャストによって送信される。モデレータはマルチキャストに参加しているので、参加者はモデレータのアドレスを知らなくてもよい。しかし、提案したフロアコントロール方式では、制御メッセージの送信にマルチキャストを用いない。したがって、参加者は、フロア要求をモデレータに伝えるために、何らかの方法でモデレータのアドレスを知って直接モデレータに要求するか、他の方法でフロアの要求を伝えなければならない。提案方式では、参加者が次のようにしてフロアの要求をモデレータに伝える。

参加者はランデブーポイントにデータを送信することによりフロアを要求する。これは音声などのメディアデータをランデブーポイントを直接送ればよい。ランデブーポイントはフロアを保有していない参加者からのデータを受信してもマルチキャストグループへ転送はしないが、これをフロアの要求とみなし、モデレータに通知する。ランデブーポイントとモデレータはTCPコネクションによって接続されているので、参加者からのフ

フロア要求を伝えることができる。モデレータと接続していないときには、フロア要求の通知は行われず、ランデブーポイントは受信したデータを破棄する。

モデレータが参加者からのフロア要求を認め、その参加者にフロアを与えると、ランデブーポイントはその参加者との間にユニキャスト資源予約を行う。フロアを要求した参加者は、フロアの要求が認められたかどうかをランデブーポイントからの資源予約が成立したかどうかで知ることができる。同様に、資源予約が破棄されたことでフロアが解放されたことを知ることができる。

4.4 RVPCP

RVPCP(RendezVous Point Control Protocol)はランデブーポイントを制御し、フロアコントロールを実現するためのプロトコルである。RVPCPは17種類のメッセージから成り、TCPコネクション上で制御メッセージとその応答を交換する。RVPCPはフロアの制御を行う前にFTPなどと同じ方法でモデレータの認証を行う。これによって、ランデブーポイントは正規のモデレータのみが制御することができる。RVPCPによるランデブーポイントの制御は図6のようにして行われる。図6での制御の例では、主要なメッセージのみが示されている。

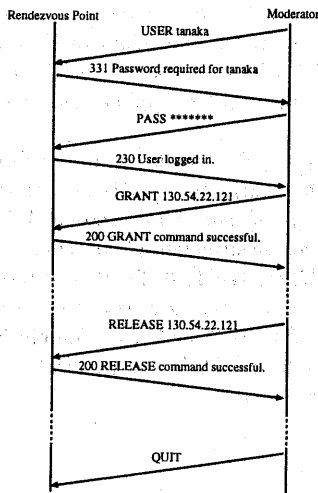


図6 RVPCPによるランデブーポイントの制御

RVPCPでは、GRANTメッセージによって、

参加者にフロアを与え、RELEASEメッセージによって、参加者からフロアを解放する。参加者にフロアが与えられると、ランデブーポイントはその参加者との間にユニキャスト資源予約を行い、参加者からフロアが解放されると、ランデブーポイントはその参加者との間のユニキャスト資源予約を破棄する。また、RVPCPでは、PORTメッセージによってモデレータへのフロア要求の通知の設定を行う。ランデブーポイントはPORTメッセージを受信すると、モデレータの指定されたポート番号にフロア要求通知用のTCPコネクションを張る。その後、フロア要求は可能であるがフロアを保有していない送信者からデータを受けると、ランデブーポイントはこれをフロアの要求と見なし、モデレータにREQUESTメッセージを送信する。

5. 実装および実験

ランデブーポイントとフロアコントロールアプリケーションを実装し、図7のような環境で提案したフロアコントロール方式の有効性を確かめる実験を行った。

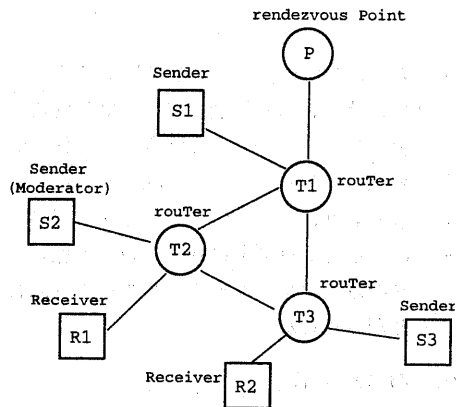


図7 実験環境

三人の送信者 S1, S2, S3 はそれぞれ、約 30pps(Packet Per Second), 約 20pps, 約 10pps で映像データを送信する。また、送信者 S2 はモデレータでもある。三人の送信者がデータを送信し続け、モデレータが次のようにフロアコントロールを行うことによって、受信者 R2 での受信レートがどのように変化するかを計測した。

● 実験過程

- (1) S2 にフロアを与える (約 12 秒後)
- (2) S1 にフロアを与える (約 42 秒後)
- (3) S3 にフロアを与える (約 58 秒後)
- (4) S3 のフロアを解放する (約 76 秒後)
- (5) S1 のフロアを解放する (約 88 秒後)

結果は図8のようになった。横軸は時間(秒), 縦軸は帯域(pps)である。受信者R2での受信レートとともに三人の送信者の送信合計帯域も合わせて表示してある。

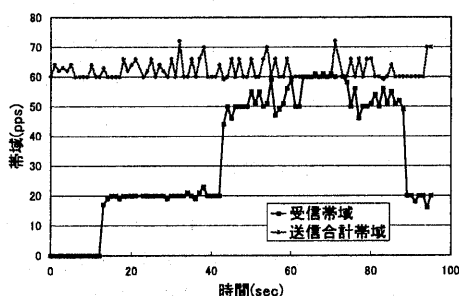


図8 実験結果

図8より, モデレータが送信者にフロアを与えたときに, それに応じて受信者R2での受信レートも増加しフロアを解放したときに, それに応じて受信者R2での受信レートも減少することが分かる。このように, ランデブーポイントでのフロア制御によってフロアを保有している参加者からのデータのみがマルチキャストグループへ流れていることが示された。

6. おわりに

会議のように誰もがデータ送信をできるようなセッションではフロアコントロールが必要とされる。従来のフロアコントロール方式では, フロアを保有していない参加者によってもセッションの帯域が消費されるという問題があった。

本稿で提案したフロアコントロール方式では, ランデブーポイントに基づくマルチキャストを用いるセッションにおいて, マルチキャストの中継点となるランデブーポイントをRVPCPによって

制御することによりフロアコントロールを行う。この方法では, フロアを保有しない参加者からのデータがマルチキャストグループへ転送されることはない。したがって, 不正な送信者によってセッションの帯域が不正に消費されることはなく, 安定したセッションを実現することができる。

参考文献

- 1) Bormann, C. and Ott, J.: Simple Conference Control Protocol, *Internet Draft* (1996).
- 2) Chawathe, Y. and Wang, H. J.: A Coordination Architecture for Mbone Conference, *UC Berkley CS 268 Computer Networks term project* (1997).
- 3) Dommel, H.-P. and Garcia-Luna-Aceves, J.: Floor control for multimedia conferencing and collaboration, *Multimedia Systems* (1997).
- 4) Estrin, D., Farinacci, D., Helmy, A., Thaler, D., Deering, S., Handley, M., Jacobson, V., Liu, C., Sharma, P. and Wei, L.: Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification, *RFC2362* (1998).
- 5) Floyd, Jacobson, Liu, McCanne and Zhang: A Reliable Multicast Framework for Light-weight Sessions and Application Level Framing, *Proceedings of SIGCOMM* (1995).
- 6) Handley, M., Wakeman, I. and Crowcroft, J.: The Conference Control Channel Protocol(CCCP): A scalable base for building conference control applications, *SIGCOMM* (1995).
- 7) Malpani, R. and Rowe, L. A.: Floor Control for Large-Scale Mbone Session, *Proceedings of The Fifth Annual ACM International Multimedia Conference* (1997).
- 8) 太田昌孝, 藤川賢治, 他: Real Internet Consortium, <http://www.real-internet.org>.
- 9) 藤川賢治, 後藤幸功: RIC Simple Resource ReSerVation Protocol (SRSVP), *Internet Draft* (1999).