

リング方式による IP 電話会議の 検討

加藤 諒

ネットワークの伝送容量の増加や、ブロードバンド化に伴い、IP 電話の普及が一般家庭にも進んでいる。今まで企業などでしか利用されてこなかった IP 電話会議も手軽に利用できるようになってきている。現在利用されている IP 電話会議の方式には、中央処理方式と全セッション方式があるが、特殊なサーバが必要であったり、ネットワークに膨大な負荷がかかるという課題がある。そこで、我々は会議に参加する端末の間で音声パケットをリング状にリレーさせることにより、サーバを使用せず、かつネットワークトラフィック量を軽減できるリング方式の多者間通話方式を検討している。本稿では、上記方式を実装するうえで必要な仕様について詳細に検討した。

Examination of IP Conference Call using Ring Method

Ryo Kato

With the development of broadband and increase of transmission capability, IP telephone is popularized in the world. Up to now, the telephone call between multi people has been used only in the enterprise etc. However, it easily becomes available now. There are many technologic problems in the IP telephone conference. IP telephone conference has two kinds of method now. The first one is that using a server to mix the voice and send the mixed voice packets to the other terminals. The second one is that each terminal sends their voice packets to the others. The first kind of method can decrease the traffic. But it will increase the load of terminal. On the other hand, the second one needs not a server to mix the voice packets. But P2P communication causes the traffic increase. Then, we propose the telephone call method between multi people of the ring method that not only server is not needed, but also traffic of network can be reduced. In this paper, a necessary specification was examined in detail

1. はじめに

通信技術の発達に伴い、ブロードバンドネットワークの普及が進み、IP 電話の実用的な品質保証が可能になってきている。これに伴い、IP 電話の利用による通話料金の削減を期

待して、家庭から企業まで IP 電話が導入され始めている。また、アプリケーションとの連携や、端末・サーバへの機能の追加により、様々な付加効果が見込めるものとして期待されている。IP 電話を利用した多者間通話もそ

の一つであり、現在、多くの ISP (Internet Service Provider) やベンダが多者間通話技術の開発に取り組んでいる。また、これまでは企業など特別な施設のみで利用されてきた多者間通話が、インターネットを通信網として、PC と連携することで、いつでもどこでも手軽に利用できるようになり、多者間通話の利用範囲は大きく広がった。

しかし、多者間通話技術を導入した IP 電話システムはまだ普及しているとは言えない。その原因として、ネットワークトラヒックの増加や、ミキシング処理を行う装置・端末にかかるため、高性能なサーバが必要になるなど、様々な課題が挙げられている。今後、多者間通話の利便性の向上のために、このような課題を解決していくことが望ましい。

現在、利用されている多者間通話の方式を大きく 2 つに分けると、中央処理方式と全セッション方式がある。中央処理方式は、ミキシング処理を受け持つサーバを必要とするが、発生トラヒックは比較的少ないので、企業や ISP の提供する IP 電話専用網などの限定した場所の会議システムとしての利用に向いている。ただし、高い性能を持つミキシングサーバを必要とするため、気軽な会話程度の多者間通話には適していない。一方、全セッション方式はサーバを必要とせず、場所や環境への柔軟性が高い。しかし、参加端末は全て他端末とセッションを張るため、ネットワークトラヒックが膨大になり、ネットワーク上のルータへの負荷が大きくなるという課題がある。

そこで、我々は会議に参加する端末の間で音声パケットをリング状にリレーさせることにより、サーバの設置が不要な上、ネットワークトラヒック量を抑えることができるリング方式による多者間通話を検討している。本稿では、上記方式を実装するにあたり必要と

なるパケット定義などの詳細な仕様について検討した。

以下、2 章では既存技術の概要と課題を説明し、3 章ではリング方式について説明する。4 章では全セッション方式とリング方式の比較評価について述べる。最後に 5 章でまとめと今後の課題を述べる。

2. 既存技術

2.1 全セッション方式

全セッション方式の構成を図 1 に示す。この方式では、通話に参加する各端末は他の全参加端末に対してセッションを張る。会議は、ある端末が SIP などの呼制御を行って、他の端末を呼び掛けて開始させる。この方式は単純で容易に多者間通話を実現することができる。また、サーバを必要とせず、場所や環境への柔軟性が高いが、参加端末数が増えると、ネットワークトラヒックが指数的に増加し、ネットワークだけでなくルータにも大きな負担をかけてしまうという課題がある。



図 1 全セッション方式の構成

2.2 中央処理方式

中央処理方式の構成を図 2 に示す。この方式では各参加端末は中央処理サーバにセッションを張り、中央処理サーバは端末から送信される音声ストリームをミキシングし、各端末へ返す。この方式の通信は各参加端末と中央処理サーバの間のセッションのみであるた

め、トラフィックは少なく抑えることができる。また、ほとんどの作業をサーバが処理するために、制御しやすいという利点がある。しかし、ミキシング処理のために高性能のサーバを必要とし、端末が増えるとサーバに大きな負荷がかかるため、利用できる端末数が制限されるという課題がある。

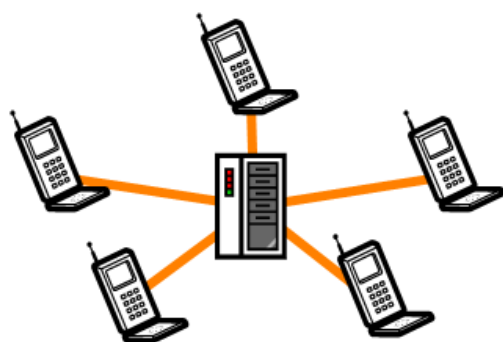


図2 中央処理方式の構成

3. リング方式

以下に既存技術の課題を解決するリング方式について説明する。

3.1 概要

図3にリング方式の概要を示す。リング方式では、各端末が音声データを次の端末へリング状に転送していく。代表端末は各参加端末分のデータ領域を持つリレー packets を生成し、音声データを自身の領域に書き込んで、リング構造上の次の端末へ中継する。中継後、受信したリレー packets の自分の領域以外の音声をミキシングし、再生する。リングが一周してリレー packets が返ってくると、代表端末は 20ms という時間間隔をもってリレー packets を再送する。

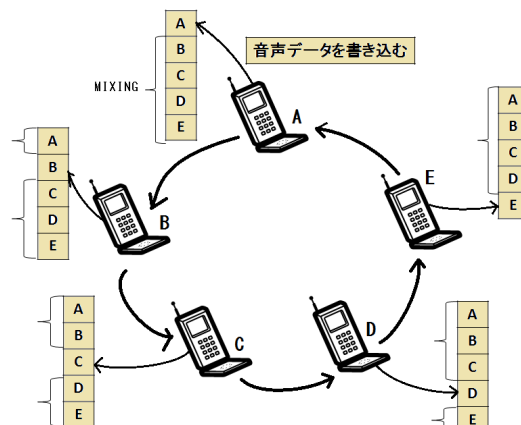


図3 リング方式の構成

3.2 リング構成方法

図4にリングの構成方法を示す。リングの順番は、IP アドレスの昇順でリレーするように構成する。このようにすることで、同一ネットワーク内の端末はリングの順番が隣り合うことになり、冗長な経路になることを避けることができる。

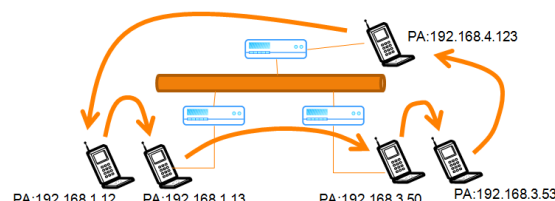


図4 リング構成方法

3.3 ヘルスチェック

各参加端末は他の全参加端末に対して、定期的に生存確認メッセージを送信することで、リング構造が保たれていることを監視するヘルスチェックを行う。

図5にヘルスチェックを示す。リング方式では、常にリング構造を保つために、各参加端末は一定時間毎に他の全参加端末に対して定期的に生存確認メッセージを送信し、各参加端末がリング状に生きていることを確認する。一定時間内に、特定の端末からヘルスチェック packets を受信できない場合、その端末は正規以外の離脱として見なし、新しいリ

ングを構成して通話を継続する。

代表端末が正規外の離脱を行った場合は、リング構成において代表端末の1つ下流に位置する端末が、次の代表端末となる。

代表端末だけにヘルスチェックメッセージをおくる方法も考えられるが、代表端末が正規以外の離脱をする可能性も考えられるため、全参加端末に対しヘルスチェックメッセージを送信する方式とした。

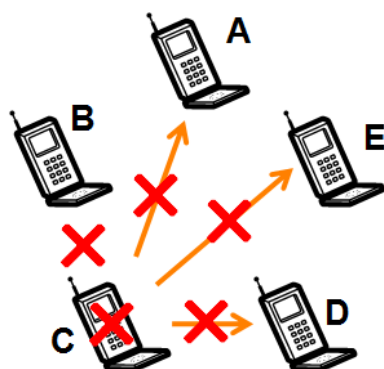


図5 ヘルスチェック

3.4 パケットフォーマット

3.4.1 リレーパケット

リング方式でネットワークに流れるリレーパケットのフォーマットを図6に示す。既存のIP電話システムで利用されているRTP (Real-time Transport Protocol) パケットを参考に定義した。ペイロードの領域には、パケット生成とパケット管理のための情報を載せるCRIT (Common Ring-based IP Telephone) ヘッダ、各参加端末の領域を明確にするためのIRIT (Individual RIT) ヘッダ、各参加端末の音声データ領域を用意する。

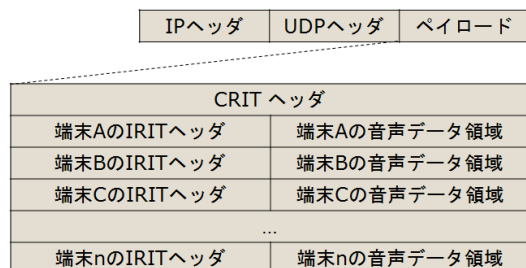


図6 リレーパケットフォーマット

図7にCRITヘッダのフォーマットを示す。[V]はバージョン情報である。[PT]はペイロードタイプで、どのようなコーデックを用いたかを示す。内容はRTPヘッダの場合と同じであり、音声データ領域の長さを決めるために用いる。[参加端末数]は、会議に参加している端末の数を示す。各参加端末の領域をどれだけ確保するか判断するために用いる。[シーケンス番号]は、パケットを識別する記号を示し、最初のパケットの値はランダムとし、パケットを生成するたびに「1」を加算する。パケットロスが発生したかどうかを判断するために用いる。[タイムスタンプ]は、音声データの最初のオクテットがサンプリングされた瞬間の値を示し、音声データの再生のタイミングを決定するために用いる。

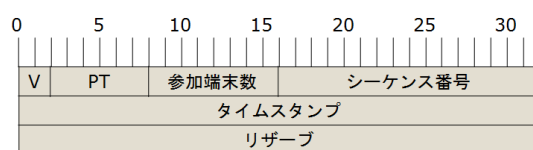


図7 CRITヘッダ

図8にIRITヘッダのフォーマットを示す。[IPアドレス]は、各参加端末のIPアドレスを示す。[ユーザ番号]は、リングの中で端末を識別するユニークな値を示し、端末が参加する際に代表端末から値を与えられる。

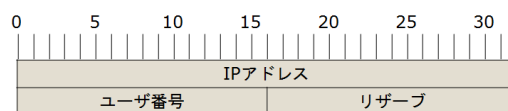


図8 IRITヘッダ

3.4.2 ヘルスチェックパケット

図9にヘルスチェックパケットフォーマットを示す。メッセージを受信することが目的なため、パケットに載せる情報はシンプルに[IPアドレス]、および[ユーザ番号]のみとした。

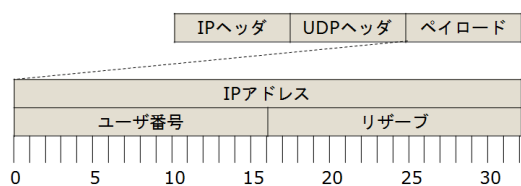


図9 ヘルスチェック packets フォーマット

4. 評価

リング方式の有効性を示すため、リング方式と全セッション方式で比較評価を行った。

表1 全セッション方式とリング方式の比較評価

	全セッション方式	リング方式
ルータへの負荷	×	○
トラヒック量	×	○
制御しやすさ	○	△

表1に全セッション方式とリング方式の比較を示す。

まず、ルータを通るパケット数において比較すると、全セッション方式は全参加端末がパケットを送受信するため、参加端末が増える毎にルータへの負荷が指数的に大きく増加する。それに対し、リング方式は最低限の経路をたどらないため、ルータへかかる負荷は一定である。

次に、ネットワーク全体のトラヒック量の点では、全セッション方式では全参加端末とセッション確立するため、人数が増えるごとにトラヒック量が増大する。それに対し、リング方式はパケットをリレーして扱っているため、トラヒック量が抑えられる。

次に制御のしやすさを比較すると全セッション方式はパケットを全参加端末とやりとりするシンプルな方式なため、制御はしやすい。それに対しリング方式はヘルスチェックを行うため、若干制御が難しい。

以上を踏まえ、ルータへの負荷、トラヒッ

ク量の面での有効性が大きいと、リング方式は有効であるといえる。

5. まとめ

本稿では音声パケットをリング状に中継する、IP 電話会議の詳細について検討した。また、実装するにあたり必要となるパケットを厳密に定義した。今後はリング方式の実装を行い、検証と性能評価を行う。

参考文献

- 1) 陳、伊藤、渡邊：多者間通話方式の検討、電子情報通信学会、平成17年度、東海支部連合大会 2005 年
- 2) 山中、伊藤、渡邊：リング方式による IP 電話会議のシミュレーション評価、卒業論文、2007 年
- 3) IP 電話普及推進センタ：NGN 時代の IP 電話標準テキスト（実践入門ネットワーク）、リックテレコム（2009）
- 4) マッキーマソフト株式会社：基礎からわかる TCP/IP SIP による VoIP プログラミング、オーム社（2004）
- 5) マッキーマソフト株式会社：マスタリング TCP/IP RTP 編、オーム社（2005）

謝辞

本研究を行うに当たり、多大なるご指導・ご鞭撻を頂きました渡邊晃教授に心より感謝いたします。また、有益な助言及び検討を頂いた渡邊研究室の皆さまに深く感謝します。

付録 ns-2によるシミュレーション評価

ネットワークシミュレータ ns-2 により、すでに有効的な結果が得られている。これは、全セッション方式、リング方式のシミュレーション比較を行ったものである。

それぞれ、G.711 (PCM 符号化)、G.726 (ADPCM 符号化)、G.729 (CELP 符号化) の 3 つのコーデックで比較を行っている。

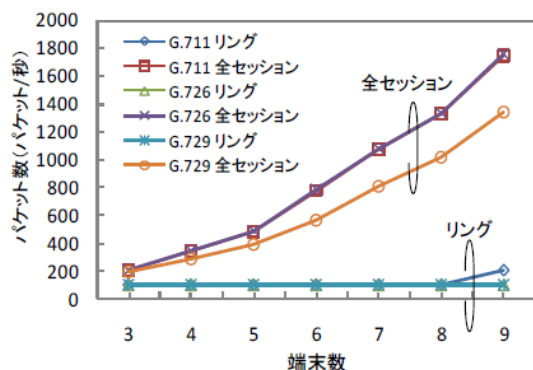


図 10 ルータを通過するパケット数

全セッション方式では、人数が増えるごとにルータにかかる負荷が大きく増加している。しかし、リング方式は無駄な経路をたどらないため、ルータにかかる負荷はほぼ一定である。

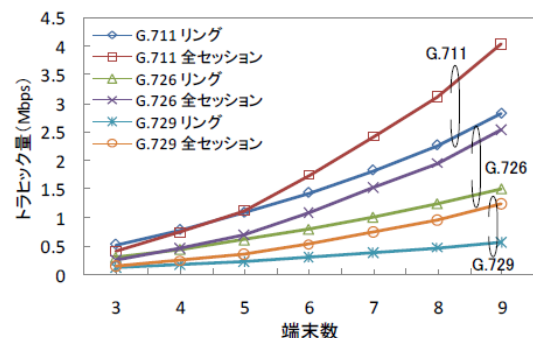


図 11 ネットワーク全体のトラヒック量

各々のコーデックにおいてリング方式に有利な結果となっており、人数が増える毎にその差は顕著になっている。

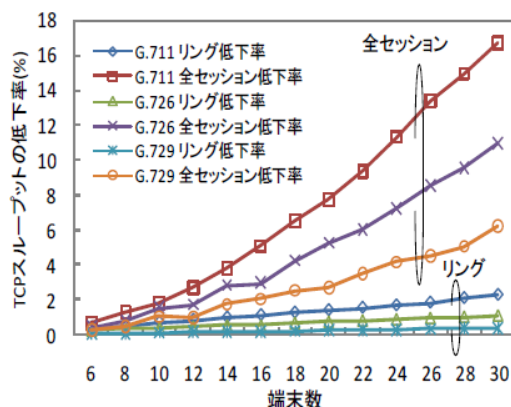


図 12 TCP スループットの低下率

リング方式では、20ms に一回パケットが IP アドレス順にリレーされるだけなので TCP 通信にほとんど影響を与えない。また、圧縮率が高いコーデックほど、より負荷が減っている。全セッション方式では、参加人数が増えるごとにトラヒックが膨大になり、大量のパケットがルータの大幅なキューイング遅延を引き起こし、高い負荷を与えるため TCP スループットが大きく低下している。人数・コーデック次第で他の通信にかなりの負荷を与えていることがわかる。

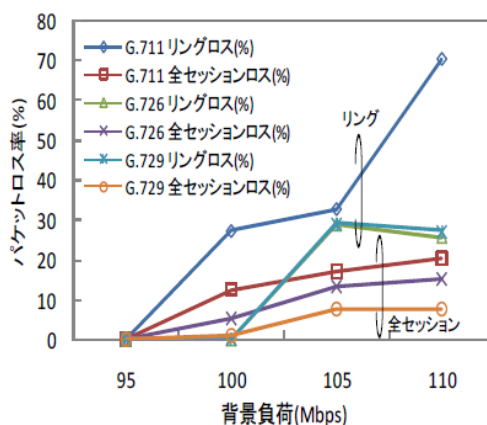


図 13 パケットロス率

全セッション方式では負荷が増すとそれに比例してパケットロス率が上がるが、リング方式では負荷が一定の値を超えるとパケットロス率が急に上がった。これはリレーパケットを使って少ないパケットでトラヒックの増加を抑えるというリング方式の特性によるものと考えられる。