

RTP を用いた遅延改善による 過負荷時のエリア IP フォンの通話品質向上

鈴木 颯爽† 杉浦 彰彦†

静岡大学大学院総合科学技術研究科情報学専攻†

1. まえがき

同じ環境下にいる人同士の問題を解決する手段として、限定エリア内の人々で通話や情報共有を行うことのできるエリア IP フォンが提案されてきた。従来の研究では、エリア IP フォンは同一場における情報共有を目的として開発され、IP 電話としての最低限の音質を保持していることが検証されてきた。また、エリア IP フォンの災害時支援利用を想定したシステムの検討も行われた[1]。しかし、ユーザ数の増加やネットワークの輻輳等により遅延時間の増大が発生し、実用上の問題となっている。これまでの研究で、多数端末接続時には遅延時間・音質の面で TCP よりも UDP が優れていることがわかっている。本研究では、エリア IP フォンの遅延時間の短縮を目的に、RTP (Realtime Transfer Protocol) の適用とレート制御を行う。また、エリア IP フォンに対し接続端末数を増加させ高負荷時を想定した状況下で、音声遅延時間に対する検証と、通話音質に対する検証実験を行う。

2. 原理

2.1. エリア IP フォン

エリア IP フォンは複数の端末とサーバからなるクライアントサーバシステムで構成される。端末は自身の位置情報を GPS 信号により取得し、一定時間ごとにサーバに送信する。端末はマイクから音声の入力を受け、バッファに蓄えたデータを音声パケットとして常にサーバに送信する。サーバ側は受け取った位置情報、IP アドレス、範囲内外判定をデータベースに登録する。また受信した音声を、データベースをもとに指定した範囲内にある送信元端末を除いたすべての端末に送信する。

2.2. Realtime Transfer Protocol

Realtime Transfer Protocol(RTP)は IP ネットワーク上で、音声や動画のように連続するデータをリアルタイムに伝送するための通信プロトコルである。トランスポート層のプロトコルには主に UDP を用い、ストリーム型通信を提供する。図 1 に UDP 上での RTP のプロトコルスタックを示す。このうち RTCP(RTP Control Protocol)は、RTP 通信中に定期的送信されるサブプロトコルであり、通信状況やデータ品質などの受信レポートや時刻情報やパケット総数などの送信レポートを伝達し合うことにより、動的に転送レート調整や再生の同期などを行うことができる[2]。

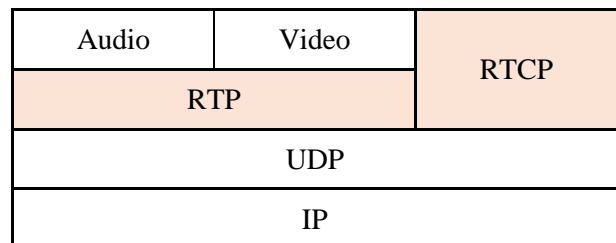


図 1 RTP のプロトコルスタック

2.3. 高負荷時検証 (ストレステスト)

本研究では、エリア IP フォンのシステムに対し多数の端末が接続し、ネットワークに高負荷がかかった状況を想定した実験を行う。エリア IP フォンのクライアントと同様に各プロトコルを用いて構成したプログラムを用い、Linux PC 上から最大 100 台の仮想端末を発生させサーバに接続する。端末からは常に仮想の音声パケットを送信し続け、帯域に負荷をかけた状態でのストレステストを行う。

3. 実験

3.1. 遅延時間計測実験

本実験では、従来の UDP 方式と新たに作成した RTP 方式について、多数の端末が接続したことによる高負荷時を想定した遅延時間検証を行

“Improving Area IP Phone Call Quality under Overload by Improving Delay with RTP”

†So Suzuki, †Akihiko Sugiura

Department of Informatics, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

う。10台の実端末と、10～90台の仮想端末を接続し、そのうち2台の実端末感で遅延時間を計測する。端末が音声を送信した時間を音声データパケットの末尾に付加して送信し、受信した端末は送信時間と受信した時間を表示することにより、時間差から音声遅延時間を計測する。

3.2. 音声品質評価実験

高負荷時における音声品質を検証するため、通話音声に対する主観評価実験を行った。本研究では音声品質評価実験として、MOSを用いる[3]。MOSとはIP電話の通話の品質を1～5の5段階で主観評価してもらい、その平均を比較する手法である。被験者に受信端末を渡してイヤホンを着用してもらい、あらかじめ用意した台本にしたがって会話をしてもらい、通話時の音声の受聴品質と会話品質について、5を最高評価とする1～5の5段階で評価してもらった。10人の被験者を対象に測定を行い、各方式・接続台数ごとの平均を算出したMOS値により、各方式間の音質評価を行う。受聴品質は、雑音がなく、明瞭に聞き取ることができたかどうかについて、音質の良さを5段階で評価させた。また、会話品質は、遅延の少なさや、発話の途切れ、エコーのなさについて、スムーズで内容の通じる会話ができただどうかについて5段階で総合評価させた。

4. 実験結果

4.1. 遅延時間計測結果

遅延時間計測実験の結果を表1に示す。UDP方式とRTP方式の各方式について、仮想端末の接続台数ごとの遅延時間計測結果を示している。UDP方式では、接続数40台以上において大きく遅延時間が増加することがわかる。一方でRTP方式では、UDP方式と比較して全体として遅延時間が短縮していることがわかる。また、特に負荷の大きいと考えられる80台、100台の状況下においても、約50%程度まで遅延時間が軽減できていることがわかる。

表1 遅延時間計測結果

端末数[台]	UDP[s]	RTP[s]
10	0.037	0.007
20	1.027	0.729
40	4.423	1.177
80	4.726	2.14
100	5.877	2.869

4.2. 音声品質評価実験結果

音声品質評価の結果を表2に示す。受聴品質について、UDP方式では100台の接続の際に著しく音質が低下することがわかる。一方でRTP方式では、100台までの端末数で3.5以上の結果が得られており、高負荷時においても、音質の面でRTP方式が優れていることがわかる。また、受聴品質、会話品質のいずれにおいても、UDP方式と比較しRTP方式のMOS値が全体として高いことがわかる。

表2 音声品質評価実験結果 (MOS値)

台数	受聴品質		会話品質	
	UDP	RTP	UDP	RTP
10	3.5	4.6	3.0	3.4
20	3.5	4.5	2.7	3.1
40	3.0	4.0	2.6	2.7
80	3.0	3.7	2.4	2.6
100	2.4	3.5	2.1	2.3

5. まとめと今後の課題

本研究では、多数端末接続を想定した高負荷時における、遅延時間の短縮を目的としたRTPの適用と遅延時間・音質の検証を行った。実験の結果、従来のUDP方式では、主に40台以上の接続時には遅延時間の面において著しく悪くなることがわかった。また、音声品質においても、接続台数による負荷が影響を及ぼしていることがわかった。さらにRTP方式では従来方式と比較し遅延時間が短縮し、音質改善することを確認した。今後の展開として、通話品質に影響を及ぼす原因を明らかにし、RTCPによるフィードバックを利用したチューニングを行う。また、RTCPを用いて接続状況等の環境に応じた最適制御を行えるよう改良する。

Reference

- [1] 小林真透, 杉浦彰彦: “災害支援を目的とした周辺探索可能なエリアIPフォン” 情報処理学会第80回全国大会.
- [3] 磯村学, 今井尚樹, 吉原貴仁, 川原圭博, 浅見徹: “映像コンテンツ配信サービスのための動的サービス制御方式” 電子情報通信学会論文誌B Vol. J94-B No. 4 pp. 514-529
- [3] 高橋玲, 吉野秀明, 北脇信彦: “IP電話サービスの通話品質評価技術” 電子情報通信学会論文誌. B, 通信 J88-B, pp.863-874