

異なる通信速度に柔軟に対応する音声会議システム

入江 道生 兵頭 和樹 中山 泰一

電気通信大学 情報工学科

1 はじめに

近年、コンピュータネットワークの高速化とともに携帯端末等の利用も増加しており、通信速度の多様化が進んでいる。しかしながら、ネットワーク上の多くのサービスは、サービスに参加するノードが一定以上の通信速度を持つことを前提としており、多様な通信環境に対して十分な柔軟性を持っているとは言えない。そこで本研究では、サービス内の各ノードの負担する通信量をその帯域幅に応じて調整することで異なる通信速度に柔軟に対応する音声会議システムを提案する。

2 音声通信

2.1 音声通信の特性

音声通信の特性のうち、インターネット上で音声通信を行う際に顕著となる点を以下に挙げる。

音声情報は単位時間ごとのデータ量が一定であるため、ノードが必要とする通信速度は通信を行う相手の数と音質に比例する。

リアルタイムに双方向の音声通信を行う際、音声が入力されてから受信側で再生されるまでの遅延が400msを超えると自然な会話が行えないとされている[1, 2]。この音声の遅延は、音声情報の圧縮・解凍による遅れやバッファリングによる遅延、送信にかかる時間やネットワーク遅延等からなる。これらの要因のうち、ネットワーク遅延以外は適切なCODECやバッファサイズを選択することで軽減できる。

2.2 音声通信における一般的な通信モデル

2.2.1 ピアツーピア型

ピアツーピア型は、セッション内の他のノードと情報を直接やり取りする方式である。この方式では、各ノードが必要とする通信速度がセッションに参加するノードの数に比例して大きくなる。

音声情報を直接目的のノードに送るため、ネットワーク遅延は小さい。

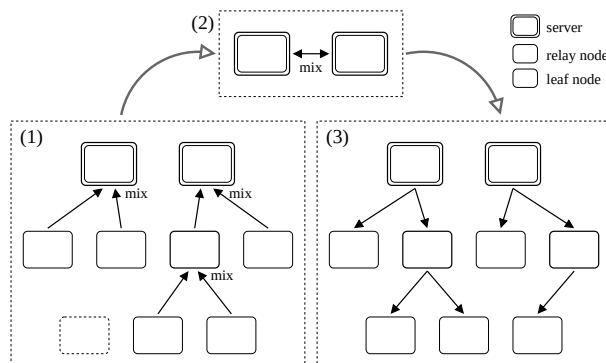


図1 本研究の通信方式の概念図

2.2.2 クライアント・サーバ型

クライアント・サーバ型は、他のノードとの情報のやり取りをサーバを経由して行う方式である。クライアントは音声をサーバのみを対象として送信すれば良いため、クライアントが必要とする通信速度は低めで良い。サーバは全クライアントからの音声を全クライアントに送信するだけの通信速度を必要とする。

遅延時間はピアツーピア型に比べて長くなる。

3 設計

3.1 基本設計

本研究で提案するシステムは、クライアント・サーバ型を拡張し、木構造に似た転送経路を用いる。通信速度の高いノードはその下に複数のノードが繋がるサーバや中継ノードとして機能し、それ以外のノードは末端の葉として機能する。通常の1つのノードから始まる木構造では遅延時間が増大しやすいため、本研究では1つないし2つのノードから始まる変則的な木構造を用いた(図1)。

音声の入力から受信側における再生までの流れは以下の通りである。

- (1) 末端のノードで音声を入力すると、その音声情報は上位のノードへと送られる。
上位のノードでは、下位の各ノードから送られてきた音声とそのノード上で入力された音声をミキシングし、複数の音声を1つにまとめる。まとめられた音声は更に上方へと、2つのサーバの片方に届くまで送信される。
- (2) 2つのサーバは互いに集めた音声情報を交換し、

A Flexible Voice Conferencing System Adapting to Networks of Various Transmission Speed

Michio IRIE, Kazuki HYODOU and Yasuichi NAKAYAMA
Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

全ノードの音声入力を1つの音声情報として保持する。

- (3) 2つのサーバは下位のノードに音声配信する。中継ノードは上位のノードから受け取った音声情報をそのまま下位のノードへと転送し、各ノードは受け取った音声情報を再生キューに追加する。

3.2 特徴と問題点

本研究の方式は、ピアツーピア型のように全てのノードに一定以上の通信速度を求めるものでも、クライアント・サーバ型のようにサーバに多大な通信速度を求めるものでも無く、各ノードがその通信速度に応じた通信量を負担するものになっている。そのため、1対1の音声通信が可能なノードであればセッションに参加できる。

この方式では、遅延は木の深さに比例して大きくなる。1つのサーバだけで他の全ノードとの通信を行える場合は、クライアント・サーバ型と同等の遅延時間となる。

3.3 転送経路の選択

音声通信セッションを実現しつつ、遅延を小さく抑えるには、最適なサーバと中継ノードを選択する必要がある。サーバや中継ノードは、以下の特徴を持つことが望ましい。

- アップリンク・ダウンリンクともに広帯域
- 低ネットワーク遅延

本研究のシステムでは、音声を1つに集約する段階と、まとめた音声を配信する段階とで、別の転送経路を用いる。これは、音声を集約する段階では、その時点で音声を入力しているノードとサーバのみを考えて転送経路を構築すれば良いのに対し、音声を配信する段階では、常に全てのノードに音声情報を送信する必要があるためである。

そのため、サーバの選択と配信時の転送経路の構築は、セッションの参加者が増減した時にのみ行う。集約時の転送経路の構築は、ノードによる音声入力開始または終了された時に行う。このように、集約時と配信時の転送経路を別個に構築することから、ADSLのような非対称型の通信方式にも柔軟に対応することができる。

4 実装

上述の設計に基づき、各ノードの通信速度に柔軟に対応する音声会議システムをLinux kernel 2.4.20

上で試作した。

転送経路の構築に関しては、はじめにサーバ、次いで中継ノードを必要なだけ選ぶという方法を用いた。

まずノード毎に選択の基準となる評価値を算出する。この評価値は、セッション全体で目標とする通信速度とそのノードの通信速度、更にそのノードの平均ネットワーク遅延の3つの値から計算される。目標とする通信速度はユーザ数と音声品質から決定され、各ノードの通信速度はユーザが指定した値を用いる。ネットワーク遅延は各ノード間のラウンドトリップタイムの平均を2で割った値を用いた。

はじめに評価値の最も高いノードを1つ目のサーバとして選択する。このサーバだけでは目標とする通信速度に到達しない場合、通信速度の不足分を目標値として上記と同様に評価値を算出し、その値の最も高いノードを2つ目のサーバとする。

2つのサーバが決定された後は、音声集約と音声配信の転送経路を別個に構築する。ここでは、サーバと全中継ノードの通信速度の合計が目標値を上回るまで、不足分を目標値として通信速度とネットワーク遅延から評価値を算出する。

中継ノードの選出の終了後、ネットワーク遅延の大きいノードから順に、サーバや中継ノードへ接続することで、転送経路が完成する。

このような選択方式を用いることで、遅延時間のばらつきを抑え、一部の経路の遅延時間が飛び抜けて大きくなることを防いでいる。

5 おわりに

本稿では、各ノードの通信速度に応じて個々の通信量を調整する音声会議システムを設計した。また、柔軟なシステムを実現しつつ遅延時間の増加を抑えられる転送経路の選択手法を提案した。今後の課題として、更に適切な転送経路の選択アルゴリズムなどが挙げられる。

参考文献

- [1] Iai, S., Kurita, T. and Kitawaki, N.: Quality Requirements for Multimedia Communication Services and Terminals - Interaction of Speech and Video Delays, IEEE GLOBECOM'93, pp.394-398 (1993).
- [2] ETSI: End-to-end Quality of Service in TIPHON Systems; Part 2: Definition of Speech Quality of Service (QoS) Classes, ETSI TS 102 024-2 V4.1.1 (2003). <http://www.etsi.org/>