

SIP 電話の遅延測定方法の提案と実装

2010SE018 藤村 光紀

指導教員：後藤 邦夫

1 はじめに

近年急速な SIP 電話の普及により利用者には通話の手段が増えてきている．無料で通話ができるので無料通話アプリケーションへの需要は高まっていくと予想される．

しかし，通話音声の往復遅延が大きくなると期待する通りのサービスを受けることが出来ない．各社のアプリケーションがどのくらいの遅延があるのか．また，利用者が手軽に遅延を測定出来るような方法を研究する．本研究と同じ目的の先行研究 [4] が存在する．先行研究では NISTNet を用いて通信障害を発生させたが，品質に重点を置いており，遅延は計測しなかった．

そこで本研究では遅延の測定と実装について研究する．

往復遅延については VoicePinger^{*1}という高価な機器がある．この製品は端末を限定せずに実音声での遅延を測定出来る機器である．VoicePinger は音を発信し遅延やノイズを測定する事と，マイク，スピーカージャックを接続する専用ケーブル，遅延やノイズを記録，可視化する 3 つで構成されている．

VoicePinger と近いシステムを作り実音声での遅延を測定することによって安価で容易に通話遅延を測定出来るようになるかと予想される．

2 SIP 電話の仕組み

本節では SIP(Session Initiation Protocol) 電話の仕組みを図 1 を用いて説明する [2] ．

2.1 SIP と RTP

1. ほかの UA(User Agent) は，相手の電話番号などの識別情報を指定した発信メッセージを，SIP サーバへ送る．
2. SIP サーバは，データベースの情報を検索して，指定された識別情報に対応する IP アドレスへ発信メッセージを転送する．
3. 着信した UA は応答メッセージを SIP サーバへ返し，SIP サーバはそれを発信元 UA へ転送する．
4. 一連の流れによって，UDP 上の RTP(Real-time Transport Protocol) で互いの UA はメッセージ中に含まれていた相手の IP アドレスを知り，SIP サーバを介さずに音声のメディアストリーミングを直接送り合う．

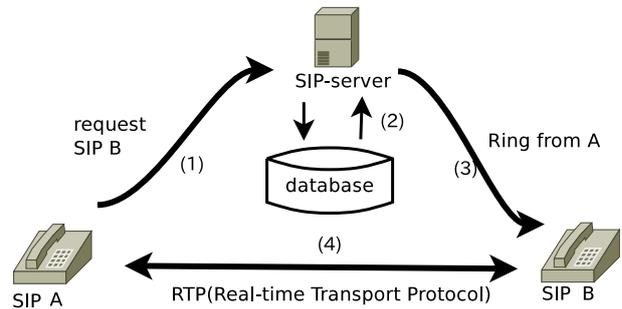


図 1 SIP 電話の仕組み

2.2 遅延の原因

IP ネットワークでは音声の他にデータも送信されるため，音声パケットが遅れて届いたり一部失われる．遅延の理由は主に 4 つある．ネットワーク遅延，符号化，復号化遅延，バッファがある．パケット化遅延は符号化または圧縮された音声をパケットのペイロードに埋め込むのに必要な時間である．この遅延は，音声サンプルが送出される前にバッファに累積される．また，パケット化による遅延はコーデックにより圧縮された音声データは，RTP，UDP，IP ヘッダを付加することで IP パケット化される．

また，ジッタバッファは等間隔で再生するため，遅延や揺らぎを見越してあらかじめ設けておくもので，バッファ値を越える遅延，揺らぎが発生した場合はパケット廃棄することになる．バッファ値が大きければ音質は良くなるが，遅延が大きくなる [1]，[3] ．

3 実験環境

ここでは，実際に実験する環境を示す．

実験対象は携帯端末は iPhone5^{*2}を使用，回線には 3G 回線を使用し，実験対象とするアプリケーションは LINE，Skype，comm とする．これらを測定する理由は，日本における利用者が多いからである．携帯電話での通話で端末は SoftBank 社の iPhone5 と AU 社の iPhone5 を使用する．

4 測定方法

この節では本研究における往復遅延の測定方法を図 2，図 3 を用いて説明する．本実験では会話ではなく作成した ALSA を用いた 4 秒間隔でメトロノーム音を出力するプログラムから音を出力して実験する．

図 2 の実験処理手順を用いて説明する．

1. 音を phone1 のマイクに入力．同時に録音する．

*1 グリーン社 (Glean Corporation) 製

*2 Apple 社の登録商標である

2. 発した音は phone1 を介して phone2 に届く .
3. phone2 のスピーカーから出た音をマイクに戻す .
4. phone2 から phone1 に届く .
5. phone1 のスピーカー音を録音する .
6. 手順 1 と手順 5 で録音した音声を aubionotes コマンドを用いて分析する .

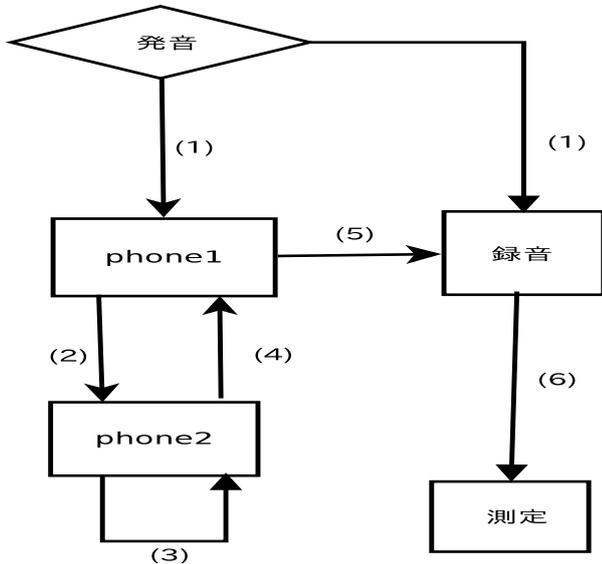


図 2 実験の処理手順

5 実験結果

ここでは, comm, Skype, LINE, 通常の電話の往復遅延を測定し比較した結果を示す. この実験では, ALSA を用いた一定間隔で音を出すメトロノームプログラムで音を発した音と, 携帯端末を介して返ってきた音を録音, 保存し測定した実験である. 音を収集した後録音開始時から 10 回分の往復遅延時間の平均と分散を表した表を下記に表す.

まず初めに aubionotes コマンドを使用し perl で作成したプログラムを利用する. このプログラムは MIDI の 81.00 で発せられる音の偶数個目から奇数個目の発音開始時刻を引くプログラムである. 奇数個目が純粋な発せられた音であり, 偶数個目が遅れてきた音となるので偶数引く奇数で遅延時間が確認できる. このプログラムを実行した結果を表 1 に表す.

表 1 往復遅延プログラムを使用した表

comm	LINE	Skype	携帯電話
0.464 秒	0.499 秒	0.371 秒	0.261 秒
0.442 秒	0.487 秒	0.383 秒	0.282 秒
0.431 秒	0.464 秒	0.371 秒	0.282 秒
0.432 秒	0.452 秒	0.371 秒	0.277 秒
0.405 秒	0.464 秒	0.371 秒	0.277 秒
0.410 秒	0.452 秒	0.383 秒	0.298 秒

次に往復遅延時間の平均と分散を開始から 10 個を取り出して測定するプログラムを加える. このプログラムを加えることで, 開始から 10 個目までの往復遅延時間の平均と分散が確認できる. このプログラムを実行した結果を表 2 に示す.

表 2 平均・分散プログラム実行結果

実験対象	平均遅延時間	分散
comm	0.421 秒	0.000389 秒
LINE	0.486 秒	0.002816 秒
Skype	0.378 秒	0.000032 秒
携帯電話	0.282 秒	0.000105 秒

表 2 を見てみると, comm では平均遅延が 0.42 秒, LINE で 0.48 秒, Skype で 0.37 秒あり通常の携帯電話の 0.28 秒よりも往復遅延が長いことが確認できる. エンドツーエンド遅延を 0.150 秒以内に遅延は, 0.150 秒から 0.20 秒位までは良好な音声通話ができるが, それ以上ではエコーなどが発生して明瞭な通話ができなくなる. 往復遅延は 0.250 秒以上の往復遅延から利用者は気づき始める. 遅延が少なければ送話者はエコーに気づかないが, 0.50 秒を超えると耳障りになる. 今回の実験では往復遅延が 0.25 秒の中に収まっていなかった.

6 おわりに

本研究では ALSA を用いたメトロノームプログラムの作成と, 各アプリケーションの往復遅延を測定することが出来たが実際に実験をすると, ノイズが含まれるので, さらに精度を上げる構成が必要である. また, RTP パケットのモニタリングを行う必要がある.

参考文献

- [1] Yokosuka, K.: ネットワークの世界における遅延とは (accessed Jan. 2014). <http://apposite-tech.com/blog/2012/10/30/>.
- [2] 阪口克彦: SIP 入門~プロトコル概要からユビキタス時代を築く SIP とその動向 (accessed Jan. 2014). <https://www.nic.ad.jp/ja/materials/iw/2004/proceedings/T17.pdf>.
- [3] 田中 良和: VoIP 入門~実現する技術とインターネット電話との違い~ (accessed Jan. 2014). <https://www.nic.ad.jp/ja/materials/iw/2002/proceeding/>.
- [4] 平岡 翼, 森岡真生: IP 電話の通話品質評価と既存ソフトウェア電話の改良, 南山大学情報通信学科 2004 年度卒業論文 (2005).