

IP ベースの回線多重化転送方式における QoS 情報通知手法 A Reporting Method for QoS Information of IP-based Circuit Multiplexing Schemes for Voice/Voice-band data Signals over IP

山田 秀昭† 福元 徳広† 清水 徹†
Hideaki YAMADA Norihiro FUKUMOTO Tohru SHIMIZU

1. まえがき

近年、IP 網の普及と IP パケット転送機器の高性能化により、IP 網と電話網を複合的に利用し、リアルタイム音声情報を IP 網経由で転送する技術の研究が活発に行われている。しかしながら現状では、転送情報量に比較してパケットヘッダ量が占める割合が多く、多数の通話チャンネルを同時に接続する場合においては、通信帯域の利用効率が、必ずしも最適となっていない等の課題がある。

筆者らは、パケットヘッダオーバーヘッドの低減、転送パケット数の削減、インターリーブ効果による音声品質劣化防止、さらには並列多重化処理によるパケット化遅延時間の低減を図ることによる、効率的かつ高品質な音声転送方式を提案しその評価を行ってきた[1]。

本稿では、VoIP パケット転送に関わる要件を整理し、これらの要件を考慮した、VoIP パケットの多重化転送手法を紹介する。そして、本手法に基づく多重化音声 IP パケット転送時の QoS 制御を目的とした、RTP/RTCP[2]を活用する QoS 情報の通知手法、および、同 QoS 情報を利用する多重化トリガの制御手法を提示する。

2. VoIP パケット転送における要件

音声情報信号を IP パケットで転送する、いわゆる VoIP パケット転送においては、IP 網におけるパケット転送特性により、転送遅延、IP パケット到達時間間隔の変動(ジッタ)、IP パケットロスのパターンを考慮する必要がある。これらの転送特性を考慮すると、以下に示す要件が重要となる。

要件 1) パケットヘッダオーバーヘッドの削減

VoIP パケットは、一般的にパケット長が短い特徴を有する。このような傾向は、音声符号化エンコーダ出力フレーム毎に IP パケットを構成し、IP ネットワーク上を転送する場合においてより顕著となる。例えば、ITU-T 勧告標準の G.729 符号化方式を使用する場合においては、IP/UDP/RTP ヘッダ 40 バイトに対し、一般的なパケットペイロードサイズは 20 バイト(2 フレーム分)とされることが多い。このため、パケットヘッダオーバーヘッド率(ヘッダ長/パケット長)は 66%以上となり、音声信号の実質的な転送効率が低下している。従って、通信帯域の利用効率向上を目的とする、パケットヘッダオーバーヘッドの削減を図る必要がある。

要件 2) ルーティング処理負荷の低減

転送遅延を短縮して会話品質の向上を図るため、短い周期で連続的にパケットが IP 網に送出される。ここで、会話音声の有音区間と無音区間に着目し、無音区間は音声パケットの送出を停止させる機能も提案されているが、会話

における話頭切断の問題のため、連続的に音声パケットが送受信されることが多い。

この場合、比較的短いパケット長の IP パケットが大量に生成されて通信機器間で送受信されるため、ゲートウェイ、ルータ、およびプロキシ装置等でのルーティング処理の負荷が増大する。従って、通信経路におけるルーティングデバイスの処理負荷軽減を図る必要がある。

要件 3) 機器間の UDP 通信ポート数の削減

音声 IP パケットの送受信に際しては、多くの場合 UDP が適用され、1 通話毎に複数の UDP 通信ポート対が対向する機器間で使用される。このため、機器の大規模化においては、処理負荷の増大する傾向にある。さらに、現状における IPv4 環境においては、ファイアーウォールをはじめとする NAT (Network Address Translation) 機器の介在や、ポート単位での QoS 制御を考慮した場合、通信エンドエンドでの UDP 設定処理は、より煩雑なものとなる。従って、使用する UDP 通信ポートの増加に伴う処理負荷を削減し、ルーティング用 UDP 通信ポート資源の効率的な活用を図る必要がある。

3. VoIP パケットの多重化転送手法

これまでに提案してきた VoIP パケットの多重化転送手法では、音声符号化処理後の異なる複数の VoIP ストリームを構成するブロック毎に、識別子(Short Packet Header; SPH)を付加する。次に、それらを結合して 1 つの IP/UDP/RTP パケットとして IP 網上を転送する。最後に、受信側で SPH を用いて元のストリーム情報を再構成する。

ここで、多重化手法としては、RTP 情報レベルでの多重化もあるが、多重化装置は、既存の電話交換機に特別な改修を加えることなく接続可能とすること、さらに、前述の要件 1 に示した、IP 網における転送効率の向上を最優先とし、SPH は電話呼の識別子と符号化識別子を組み合わせ、必要最小限の情報を提示するものとしている。

多重化転送装置の構成を図 1 に示す。多重化パケットを生成する際のトリガを与える多重化アルゴリズムとしては、多重化処理の効率や生成される多重化パケット仕様の制御

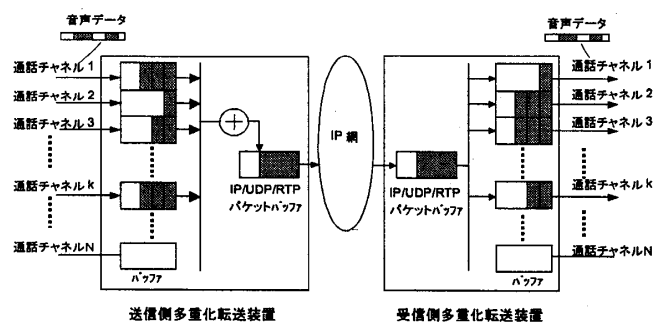


図 1 VoIP パケットの多重化転送装置の接続構成

†(株)KDDI 研究所 (KDDI R&D Laboratories)

に応じ、多重化パケットのペイロード長下限値によるトリガ方式(図2)、多重化転送装置内のタイマ周期によるトリガ方式(図3)がある。なお、これら2種類のトリガ方式は、装置内で切り替え可能とする。

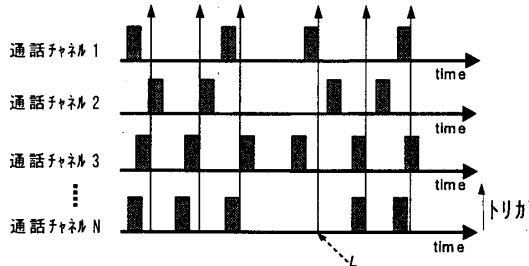


図2 ペイロード長下限値(L)によるトリガ

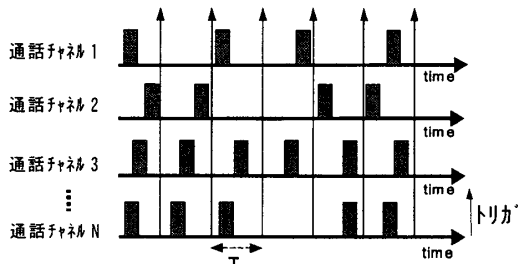


図3 タイマ周期(T)によるトリガ

4. RTP/RTCPに基づくQoS情報通知

4.1 RTP/RTCP概要

RTP (Real Time Protocol/Real-time Transport Protocol) は、リアルタイム通信の必要があるマルチメディア(音声や画像)情報の転送を目的として開発されたプロトコルであり、転送される情報フォーマットの規定とあわせることで、個々の通信アプリケーションに適したプロトコルとして完結する。ここで、TCP または UDP と、RTP の主たる違いは、前者が転送されるパケット情報間の時間関係を提示する機能を具備していないのに対し、後者の RTP は、パケット送信側で時間情報を刻印し、受信者に提示する機能を具備していることにある。従って、同刻印情報に基づき、受信側において相対的な時間間隔で情報をスムーズに再生することができる。このため、リアルタイム通信の一つである VoIP 通信においては、多くの場合 RTP が実装されている。

一方 RTCP (Real-Time Control Protocol) は、RTP 通信を制御し、転送特性情報(パケットの転送遅延、ジッタ、パケットロス)をフィードバックする機能を提供する。このため、RTP とともに使用され、RTP に対する機能拡張プロトコルともいえる。

4.2 QoS情報の構成

VoIP パケット多重化転送手法においては、特に、対向する双方の装置から相手装置へ送信される RTCP が提供する受信者レポート(Receiver Report)情報に基づく QoS 情報を構成する。ここで、同構成に活用される RTCP Receiver Report 情報を以下に示す。

1) Cumulative number of packets lost

RTP パケット受信開始からの累積ロス数を表す。累積ロス数は、到着予定であったパケット数(last sequence number から initial sequence number を引いたもの)から、実際に到

着したパケット数を引いたものである。遅れて到着したパケットや、重複パケットも到着パケットとみなされる。

2) Inter-arrival jitter

パケット到着間隔ジッタを表す。ここでいうジッタは、当該 RFC1889[2]に基づく定義とする。

3) last Sender Report (LSR)

送信側が直前に送信した Sender Report の NTP timestamp の値を表す。RTT の計算に使用する。

4) delay since last Sender Report (DSLR)

受信側が、Sender Report を受信後 Receiver Report を送信するまでの時間を表す。RTT の計算に使用する。

なお、RTT の算出は、RFC1889[2]に従い、RTCP packet の Receiver Report 受信時刻と、RTCP packet の Sender Report 送出時刻(LSR)の差から、DSLR を引いたものとする。また、RTCP の送出間隔については、あらかじめ対向する多重化転送機器におけるプロファイルで設定する。

5. QoS情報による多重化トリガ制御

前述の QoS 情報から、以下の3つのパラメータ値を算出し、3章の多重化トリガの制御を行う。

具体的には、まず、1) 転送遅延(MaxDelay)増大判断によりトリガのタイミングを制御する。次に、2) ジッタ(MaxJitter)の増大時においては、ペイロード長下限値トリガに移行し多重化パケット長の均一化を図る。3) ロス率(MaxPacketLostRate)が増大した際には、多重化対象の異なる通話チャンネル情報の混在度(多重度)を増大させ、多重化インターリーブ効果を増大させることで、パケットロスに起因する品質劣化の削減を図る。

1) 転送遅延: MaxDelay

転送開始後最初の RTCP パケットから、直近の RTCP パケットまでの伝送遅延の最大値とする。

2) ジッタ: MaxJitter

転送開始後最初の RTCP パケットから、直近の RTCP パケットまでの到着間隔の揺らぎの相加平均とする。

3) パケットロス: MaxPacketLostRate

任意の RTCP パケットと、その一つ前の RTCP パケットの Cumulative Number of Packets Lost の差分を取ることにより、RTCP 送出間隔毎のパケットロス数を得る。RTCP パケットを受け取る毎に同パケットロス数を算出し、最大パケットロス数(更新値)とする。

6. まとめ

VoIP パケット転送に関わる要件を整理し、これらの要件を考慮した VoIP パケット多重化転送方式において、RTP/RTCP ベースの QoS 情報通知に基づく多重化トリガ制御手法を提示した。今後は、既開発の多重化装置に提示したトリガ制御手法を実装し、性能評価を行う予定である。

最後に、日頃ご指導戴く KDDI 研究所 浅見 徹 所長、松本 修一 取締役、和田 正裕 執行役員に感謝致します。

参考文献

[1] H.Yamada, T.Oda, "IP-Based Voice Stream Multiplexing Schemes and their Performance Evaluation," IEICE Trans., vol.E84-B no.8, August 2001.

[2] H. Schulzrinne, et al., "RTP: A Transport protocol for Real-Time Applications", RFC1889, 1998.