

ネットワークのサービス品質とアプリケーションとの関連性に関する一考察

1 F-4

伊藤 嘉浩 石倉 雅巳 浅見 徹

株式会社 KDD 研究所

1. はじめに

TCP/IP ネットワークの普及に伴い、様々なアプリケーションが出現した。一方、TCP/IP ネットワークの QoS の指標として様々な尺度が定義されているが、これらの尺度がアプリケーションとどのように関連するかに関しては、アプリケーション毎の検討が必要である。本報告では、インターネット電話と MPEG データ伝送のシミュレーション結果を用いてネットワーク QoS とアプリケーションとの関連性について考察する。

2. インターネット電話の場合

会話音声リアルタイムに IP ネットワーク上で伝送する場合、中継機器での蓄積遅延を抑えるため、短いパケットで伝送されることが多い。また、IP ネットワークでリアルタイムに情報を伝送する場合は、RTP^[1]を用いる場合が普通である。本節では、RTP 上のインターネット電話におけるネットワーク QoS との関連性について考察する。

2.1 RTP ヘッダ圧縮を用いたインターネット電話

例えば、RTP を用いて UDP で一度に伝送するデータを 20[bytes] とすると、IP までを含めた全ヘッダ長は 40[bytes] になる。従って、この場合では、情報の 2 倍のヘッダを付加することになり、低速回線ではこのオーバーヘッドが問題となる。IETF では、リンク毎に IP/UDP/RTP の全ヘッダを併せて 5[bytes] 程度に圧縮する RTP ヘッダ圧縮を提案している^[2]。RTP ヘッダ圧縮では、同一 RTP セッション内で IP/UDP/RTP ヘッダ内の各フィールド値の二次差分が多くの場合零であることを用い、そうでない場合のみ、そのフィールドの一次差分を送信する。但し、パケット損失が発生すると、それ以降のヘッダを復元できないため、送信側は一度完全なヘッダを送信する必要がある。送信側が完全なヘッダを送信するためには、1) 定期的に送信、2) 受信側からのパケット損失の通知を受けて送信、という 2 つの方法があるが、パケット損失のない場合のオーバーヘッドを考え、一般的には 2) の方法を用いる。

2.2 シミュレーション評価モデル

RTP を用いたインターネット電話のシミュレーションモデルを以下に示す。本モデルでは、音声データは

20[ms] 間隔で 20[bytes] ずつ伝送される (8[kbps] 相当)。通常は RTP ヘッダ圧縮が行われるものとし、この場合のヘッダ長を 5[bytes] とする。受信側では、パケット損失を検知すると送信側に対し圧縮していないヘッダの送信要求を出し、この完全なヘッダを新たに受信するまで、パケットを破棄し続ける。送信側は受信側からの要求を受けると、40[bytes] の完全なヘッダをデータに付加し、60[bytes] のパケットとして送信する。インターネット電話のサービス品質についての定義は種々考えられるが、ここでは音声データの欠損が音声品質に大きな影響を与えるものと考え、一度に送信する 20[bytes] のデータを 1 フレームとして、平均受信フレーム数を用いて評価するものとした。また伝送回線として、遅延とランダム誤りのあるモデルと、遅延と他のトラフィックによる負荷があるモデルを用いた。負荷トラフィックは、ポアソン分布の到着間隔と正規分布乱数によるパケット長を持つものとした。

2.3 結果および考察

回線に遅延とランダム誤りを与えた場合の結果を図 1 に示す。横軸は往復遅延時間であり、縦軸は 1 秒当た

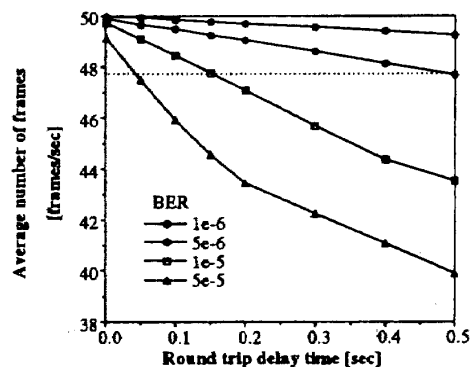


図 1: 遅延とランダム誤りのある回線の場合

りの平均受信フレーム数を表す。ここでは、遅延時間を 0~500[ms] まで、BER を 1e-6~5e-5 まで変化させた。送信側と受信側間の回線速度は 2[Mbps] とした。この結果から、遅延時間の増加に伴い、受信できるフレーム数が減少しており、その度合いは、BER が大きいほど顕著である。この図から、BER=5e-6 で遅延が 500[ms] の時と、BER=1e-5 で遅延が 150[ms] の時がほぼ同じ値であり、従って、回線品質がよくても遅延時間の大きさによって、相応の音声品質を得られないことになる。

一般的には、回線品質の劣化によりパケット損失が生じる場合よりも、負荷時の中継器のキュー溢れによるパケット損失の場合が多い。次に、回線に遅延と他のトラフィックによる負荷を与えた場合の結果を図2に示す。

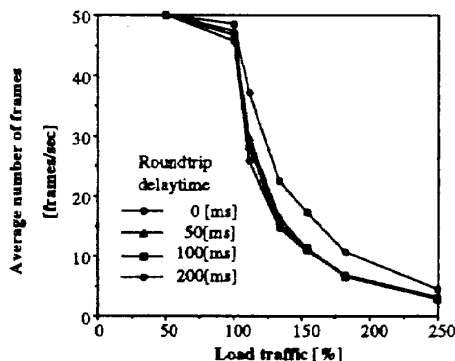


図2: 遅延と負荷のある回線の場合

横軸は回線速度に対する、負荷トラフィック量の割合を示す。負荷が100%を越えたところで、パケット損失が発生し、遅延時間が大きいほど受信できるフレーム数が減少している。一般にキュー溢れによりパケット損失が起こる時は、一度にまとめて複数のパケットが損失するため、ランダム誤りの場合よりも遅延時間による影響は若干少なくなるものと思われる。

3. リアルタイム動画伝送

テレビ会議のように、動画といった膨大な情報量をリアルタイムに伝送する必要がある場合には、それ相応の伝送帯域が必要となる。一般には、フレーム間の差分のみの伝送で情報を圧縮したり、伝送するフレームの数を間引くことで、必要な伝送帯域を減らす場合が多いが、QoSの観点から評価した報告は余り見られない。本節では、MPEG1のリアルタイム伝送を例として、ネットワークQoSとの関連性について考察する。

3.1 IPにおけるリアルタイムMPEG1データ転送

MPEGのフレームタイプとして、I, P, Bの3タイプがあり、Iピクチャは独立で復号が可能であるが、Pピクチャは前のI, Pピクチャから、Bピクチャは前後のI, Pピクチャを用いて復号される^[3]。従って、これらのフレームをIP上で伝送した場合、I, Pピクチャが損失すると、それを予測符号化に用いるP, Bピクチャも復号できないこととなる。一般的にはフレーム内に含まれる情報量の大きさは $I > P > B$ となる。

3.2 シミュレーション評価モデル

本モデルでは、指定したフレームパターンに基づき、I, P, B各フレームが生成される。これらのフレームは遅延とランダム誤りのある回線を経由して受信側に運ばれ処理されるが、予測符号化に用いたフレームが損失した場合、予測符号化を行ったフレームを復号できない

ものとする。I, P, Bフレームのフレームパターンおよび平均フレーム長は文献^[4]にある画像のものを用いた。ここでは前節と同様にデータの欠損が画像の品質に大きな影響を与えるものと考え、フレームパターンをいくつか変えて、受信側で復号できたフレーム数で評価した。但し、フレームパターンを変化させたとき、送信側の送信レートは一定となるようにフレーム間隔を調整した。

3.3 評価結果

文献^[4]にある、flowerを用いた結果を図3に示す。

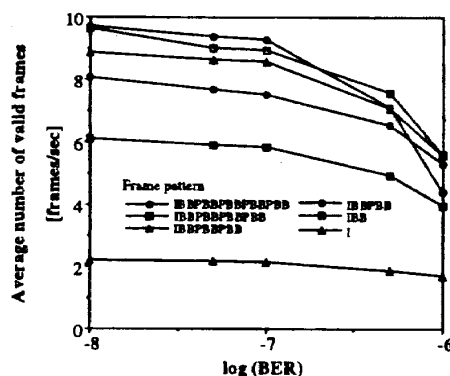


図3: MPEG評価結果 (flower)

横軸はBERに対数をとったものであり、縦軸は1秒間当たりの復号可能な平均受信フレーム数である。この結果から、BERの低い場合は、同じ帯域内では予測符号化を行うフレームを多く挿入すればよいことがわかるが、BERが大きくなった場合は、それが必ずしも最適なフレームパターンでないことがわかる。

4. まとめ

本報告では、インターネット電話とMPEG1のIP伝送において、シミュレーションによりネットワークQoSとの関連性を考察した。両者ともリアルタイム系のアプリケーションであるが、インターネット電話においては、回線品質と遅延時間が大きく影響を与えるので、RTPヘッダ圧縮を用いる場合は、完全なヘッダの定期的送信やもしくはRTPヘッダ圧縮の使用自体について十分検討する必要がある。また、MPEG1データ伝送においては、パケットの損失率によって、フレームロスの少ない最適なフレームパターンの検討が必要であることを示した。最後に日頃御指導頂くKDD研究所 村谷 所長、鈴木副所長、山本副所長に感謝します。

参考文献

- [1] H. Schulzrinne, et al., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", RFC 1889, IETF, Jan. 1996.
- [2] S. Casner, et al., "Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links", Internet-draft, IETF, Nov. 1997.
- [3] 藤原 洋, "最新MPEG教科書", アスキー出版局
- [4] V. Biondi, et al., "Traffic Measurements in Multimedia Documents Real Time Transfer", <http://www.iasi.rm.cnr.it/iasi/Publications/inet95/paper.html>