

遅延抑制に適した動画像の階層符号化

山田 浩之[†]古村 隆明^{††}藤川 賢治^{††}池田 克夫^{††}[†]: 京都大学工学部情報学科^{††}: 京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻

1 はじめに

近年、インターネットが普及し、また広帯域の伝送路が利用できるようになった。そのため、動画像の実時間通信など広帯域を必要とするアプリケーションの利用が可能になった。

しかし、遠隔会議など動画像の実時間通信では、多くの場合ユニキャストを用いるため受信者の増加に対するスケラビリティが無いという問題がある。よって、大勢の受信者に適切にデータを伝送するには、マルチキャストを用いる必要がある。マルチキャストでは、送信者が一度データ送信を行えば、マルチキャストグループの全ての受信者にデータが届く。そのため、マルチキャスト受信者の増加に対応することは出来るが、ユニキャストの場合と違って、送信者が受信者の利用できる帯域に応じてデータを調節することは出来ない。したがって、ネットワークが伝送帯域に応じてデータを削減し、全ての受信者に適切な量のデータを伝送する必要がある。

これを実現するには、データを階層符号化しそれを階層伝送する方法がある。我々は、階層伝送を適切に行うための手法に関する研究を行っている [1]。

2 階層伝送とパケット送信順序制御の研究における提案と問題点

階層伝送とパケット送信順序制御の研究 [1] で我々が提案したのは、

1. 階層伝送に対応したルータ
2. パケットの等間隔シェーピング
3. パケット送信順序制御

Layered Encoding for Reducing Delay of Moving Pictures
Yamada Hiroyuki[†], Komura Takaaki^{††}, Fujikawa Kenji^{††},
Ikeda Katsuo^{††}.

等である。1は、輻輳時に破棄するパケットを階層に応じて選択する機能を備えたルータである。既存のルータは輻輳時に破棄するパケットを選択する際に、優先順位の低い階層のパケットを選択する機能を備えていないので、適切な階層伝送を行うことは出来ない。しかし、優先順位の高い階層のパケットがより確実に受信者に届くようにするためには、この機能が必要である。2は、ルータ内のキューがオーバーフローする可能性を抑制するために提案された。送信されたパケットがバースト性を持っていると、送信レートが高い瞬間にルータのキューがオーバーフローし輻輳が起こる可能性が高くなる。この可能性を抑制し、より確実にパケットを受信者に届けるためには、パケットを等間隔にシェーピングする必要がある。3は、優先順位の高い階層のパケットが程良く等間隔に配列されるように、パケットの送信順序を変更する処理である。輻輳時に、ルータ内のキューが優先順位の高い階層のパケットのみで満たされているような状況が発生すると、優先順位の高い階層のパケットを破棄せざるを得ない。この可能性を抑制するために提案された。

この提案方式に基づき、MPEG 圧縮された動画像データをピクチャの種類によって階層化し、階層伝送するシステムを実装した。このシステムによる実験で、順序制御、シェーピングが、階層伝送を行う上で有効であることが示された。しかし、順序制御、シェーピングを採用しながら送信することによって、大きな遅延の増加が生じることが問題として残された。

3 本研究の目的

3.1 階層伝送時の遅延抑制

本研究は、動画像の階層伝送を行う際のシェーピングや順序制御によって増加する遅延をなるべく小さくできる階層符号化を目的としている。順序制御、シェー

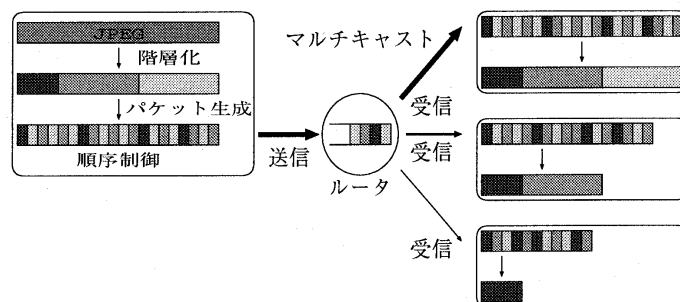


図 1: JPEG 圧縮された動画像データの階層伝送

ピングを行う時の遅延増加の主な要因となるのは、一度に階層化するデータ量である。この理由は、優先順位の高い階層のパケットが等間隔に送信されるようシェーピングするためには、送信データを階層化単位で順序制御しなければならないからである。MPEGを用いた階層符号化では、1GOP 単位（15 フレーム分）で階層化を行っていたことにより、大きな遅延が発生していた。本研究では階層化単位を 1 フレームとし、1 フレームの画質でデータを階層化する方法を提案する。これにより、遅延増加を抑制する方式を考案した。

JPEG はフレームデータを低画質な画像データと高画質な画像データへの差分データに分けて格納する方式（Progressive DCT 方式）を規定しているので、簡単にフレーム内の階層化を実現できる。よって、本研究では JPEG を用いる。この Progressive DCT 方式で圧縮されたデータを階層化し、研究 [1] で提案された順序制御、シェーピングを行って階層伝送する（図 1）。

3.2 バッファ管理

受信ホストはデータの復号以外にも様々な処理をしなければならない。これらの処理は、受信データを一旦バッファに格納し、デコーダにデータを渡すまでにバッファ内で行う（バッファ管理）。

このバッファ管理には、

1. ジッタに対処する
2. 順序制御やネットワーク上で入れ替わったパケット順序を元の順序に戻す。

3. パケット損失により復号できないフレームを破棄する。

4. 送信レートと復号レートのずれに対処する

5. 受信ホストの復号処理時間超過に対処する

等の項目がある。1はデータを規則正しい速度で受信データを再生するために必要であり、2,3はバッファからデコーダに復号出来る状態のデータを渡すために必要である。4は異なるマシンの処理速度の微妙なずれに対処するために必要である。マシンが異なれば、そこには誤差が生じることがあるので、この処理の必要性が出てくる。5は異なるマシンの性能の違いに対処するために必要である。処理速度の遅いマシンでは、フレームのデコード周期内の時間でデコード処理を行えるとは限らない。マルチキャストの場合、この問題には受信ホストが対処する必要がある。

4 実験と評価

3 章で述べた目的・方針のもと、RTP（Real-time Transport Protocol）を用いて、階層伝送システムを実装した。このシステムを利用し、実験と評価を行った。その結果、少ない遅延で適切な階層伝送を行うことに成功した。

参考文献

- [1] 古村 隆明「マルチメディア放送における階層伝送とパケット送信順序制御」京都大学大学院 工学研究科 修士課程情報工学科 修士論文,1999