

## ATM 網の動画像通信におけるバーストトラヒック制御

2F-1

森野 博章, 高橋 淳一, 山田憲晋, 相田 仁, 齊藤 忠夫

東京大学 工学部

## 1 はじめに

MPEG[1]の動画像通信は将来のATM網の重要なアプリケーションであり、ビデオ・オン・デマンド、テレビ会議、グループウェアなどのさまざまなサービスが期待されている。MPEGの可変レート伝送ではトラヒックが非常にバースト的になることが知られており、バーストの種類としては、GOP(通常15フレーム)に1度現れるIピクチャバーストと、動きの激しい画像やシーンの切り替え時に現れるシーンチェンジバーストの主に2種類である。このトラヒックをATM網で伝送するにあたっては、遅延時間、セル損失率等の品質を保証するために端末側で送信レートの制御を行なう必要がある。本稿では、バーストの発生を端末で検出し交換機に対してバーストレベル帯域を要求することによって、セル損失と遅延時間の双方を保証することのできる制御方式を提案する。

## 2 バーストトラヒック制御方式の提案

## 2.1 概要

提案する制御方式はATMの端末と加入者交換機間のUNI(User Network Interface)で行なわれる。バーストトラヒック制御方式としては、従来データ通信を対象としてFRP方式[2]が提案されているが、本方式はFRP方式をMPEGの動画像通信に拡張したものである。まず呼の設定時に、端末が交換機に対して平均レート  $B_{avg}$  とピークレート  $B_{peak}$  を申告する。交換機はこの呼に対して平均レート  $B_{avg}$  で帯域を確保する。データの転送が開始されると、各端末は各画像フレームを申告した平均レートを目標として符号化を行ない、以下の手順でフレームの転送を行なう。

- (1) 送信すべき画像フレームに対して、画像フレームの情報量  $C$  と申告した平均ビットレートを比較して差分  $D$  をとる。すなわち

$$D = C/F - B_{avg} \quad (F \text{はフレーム発生速度})$$

Burst level traffic control of MPEG Video over ATM Network

Hiroaki Morino, Junichi Takahashi, Kenshin Yamada, Hitoshi Aida and Tadao Saito

Faculty of Engineering, The University of Tokyo

$D \geq 0$  ならば直ちにフレームの送信を開始する。

- (2)  $D \leq 0$  ならば  $D$  の帯域を新たに交換機に要求する。この帯域をバーストレベル帯域と呼ぶ。

バーストレベル帯域の確保が成功すると、フレームの送信を開始する。フレームの最後のセルが交換機を通過すると、バースト帯域が解放される。

## 2.2 ピクチャ差し替えによるバーストの競合制御

網が混雑して端末の帯域要求が拒否された場合、端末は以下の制御を行なうことにより、バーストの転送を遅延させる。

- (1) フレームがIピクチャである場合

同じフレームを情報量の少ないPピクチャに符号化し、Pピクチャの方を転送する。次にPピクチャとなるべきフレームがあらわれたらそれをIピクチャに符号化する。これをピクチャ差し替えとよぶ。

- (2) フレームがPピクチャである場合

ピクチャ差し替えはできないため、量子化ステップを大きくして画像フレームの情報量を平均レートにまで削減する。

ピクチャ差し替え制御によって、画質の劣化が起こることなくバーストの転送がMフレームずつ遅延される。(MはIピクチャまたはPピクチャの現れる間隔)したがって複数の端末からIピクチャバーストが発生した場合であっても、衝突を防ぐことが出来る。GOPの長さがどの端末でも同一であれば、あるGOPで制御が行なわれれば、次以降のGOPではバーストの衝突が起こらないことになる。

## 3 性能評価

ピクチャ差し替え制御方式によるフレームの転送遅延時間特性を評価するため、以下の条件でシミュレーションをおこなった。

## 3.1 シミュレーションモデル

ネットワークモデルを、図1に示す。伝送速度は155.52

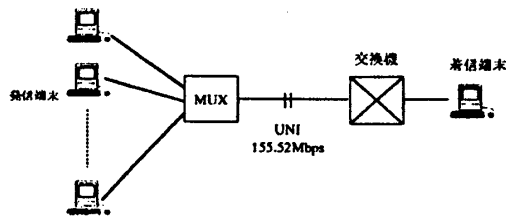


図 1: ネットワークモデル

Mbps で、伝搬遅延および交換機での処理時間は無視する。なお、マルチプレクサは共用の単一 FIFO バッファを持ち、バッファ長は無限大であるとする。端末に入力するトラフィックは MPEG の標準画像である Flower garden を MPEG-I で符号化して得られた情報量を 6 倍にスケーリングしたものをを用いた。トラフィックの時間変動を図 2 に示す。平均ビットレートは 12Mbps、多重化本数は 10 で負荷  $\rho = 12 \times 10 / 155 = 0.77$  である。

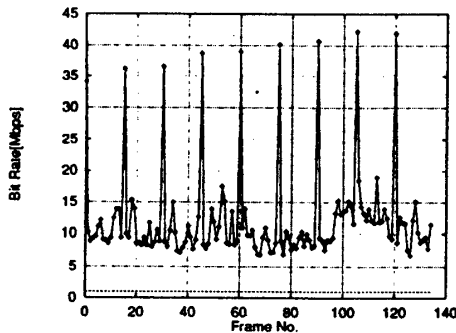


図 2: 入力したトラフィック

3.2 結果

制御方式の有効性は、各端末からの I ピクチャバーストの転送時刻によって影響を受けるため、端末の初期条件として次の 2 つを設定した。

- 条件 1 すべての端末がシミュレーション開始後 33ms 以内のランダムな時刻に送信を始める。
- 条件 2 すべての端末が GOP 長である 500ms 以内のランダムな時刻に送信を始める。

それぞれの条件における、フレームの転送遅延時間の確率分布を図 3 に示す。

まず、ピクチャ差し替え制御を行わない場合、条件 1 で遅延時間が非常に大きくなるのが分かる。これは、条件 2 は各端末の I ピクチャの発生時刻が互いにずれて

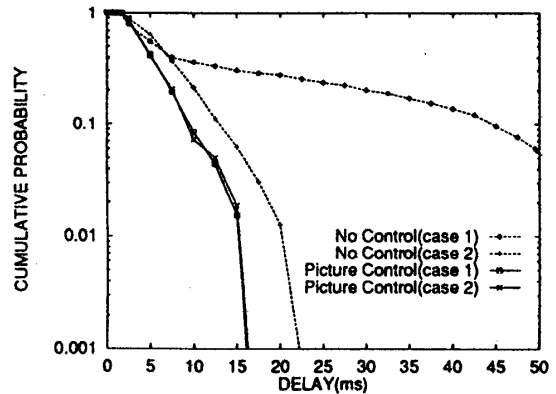


図 3: フレームの転送遅延時間の確率分布

いるのに対し、条件 1 ではすべての端末がほぼ同じ時刻に I ピクチャを発生するためである。

これに対し、ピクチャ差し替え制御を行なった場合は、初期条件によらず、I ピクチャの発生時刻が互いに重ならないように GOP の範囲でスケジューリングされるため、条件 1, 2 ともに遅延時間が 99.9% の確率で 20ms 以内に収まる。I ピクチャがまったく重ならないと仮定すると、負荷が 0.77 であることから遅延時間は  $33 \times 0.77 = 25ms$  と求められ、シミュレーションの結果とほぼ一致する。

4 まとめ

本稿では、ATM の UNI における MPEG 動画像通信のバーストトラフィック制御方式を提案した。ピクチャ差し替え制御を行なうことによって、各端末からの I ピクチャバーストが衝突することが避けられ、転送遅延時間を保証できることが示された。今後は、さらにトラフィック変動の激しい画像について制御方式の評価を行なうとともに、画像の品質評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] ISO-IEC 13818-2 Committee Draft, "Information Technology - GENERIC CODING OF MOVING PICTURES AND ASSOCIATED AUDIO Recommendation H.262", 1993.
- [2] Pierre E.Boyer, Didier P.Tranchier "A reservation principle with applications to the ATM traffic control", *Computer Networks and ISDN Systems* Vol.24, pp321-334, 1992.