5E-7

メディア間同期を考慮したパケット優先転送方式の検討

畝本和夫

ＮＴＴ通信網総合研究所

1. まえがき

近年、伝達システムの効率的運用、マルチメディア統合網の実現をねらいとした音声、データ、映像のパケット転送が注目されている。この場合、映像と音声両方のメディアを同時に扱うテレビ会議やテレビ放送等を実現するにあたっては、音声と映像のパケット転送遅延時間差を小さくするためのメディア間同期制御が必要となる。

従来、メディア毎の遅延時間、廃棄率を制御する優先転送方式は多くの発表があるが[1]、メディア間同期をも考慮した検討例は見あたらない。そこで本稿ではメディア間同期を考慮し、また可変レート符号化された情報のパケット転送に対応可能な優先転送方式を提案し、その有効性を示す。

2. 優先転送方式

優先転送方式の検討に当たって下記の点を前提条件とした。①テレビ会議、テレビ放送等では映像と音声の時間的ずれがあると不自然になる[2]という問題点があり、両者の相対遅延時間差を極力小さくする。②符号化方式として固定レート符号化方式以外に品質の向上を狙った可変レート符号化方式が提案されており[3]、両者を対象とする。

以上の点を考慮し、各メディアの帯域（可変レート符号器出力）に比例して送信権を公平に割り当てることにより最大転送待ち時間を一定にする帯域適応形優先転送方式（図１）を提案する。

以下に本方式の特徴を示すが、メディア１、２として音声、映像を想定し、これらの発生パケット量が異なる２メディアを優先制御の対象とした場合を例に説明する。

①パケット発生量と送信権割当制御：各メディアの単位時間当りの発生パケット量に応じて、メディア毎のキューからパケットを送出する。

メディア１：パケット発生量　al
　　送信権割当率　al/(al+bm)

メディア２：パケット発生量　bm
　　送信権割当率　bm/(al+bm)

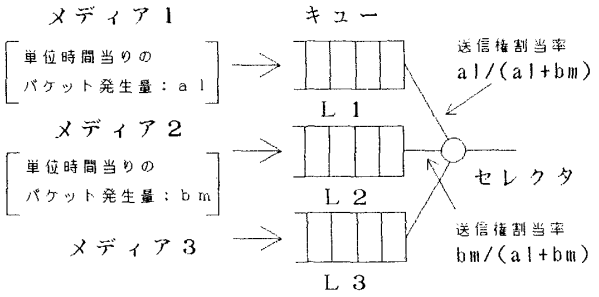

図１　帯域適応形優先転送方式

ただし、a,bは各メディアのバースト性を示す係数で、瞬時パケット発生量／平均パケット発生量で表わされ、l,mは平均パケット発生量である。

②パケット送出順序：メディア間の遅延時間差を小さくするために、パケットを①で示した割合で以下に示すような順序に従い送出する。たとえば、al:bm=3:2 の場合、まずメディア１のキューから２パケット、メディア２のキューから１パケットを送出し、次にメディア１を１パケット、メディア２を１パケット送出する。

3. 最大転送待ち時間

（１）帯域適応形優先転送方式

本方式の最大転送待ち時間は次式で示される。

$$Tw(1)=\{(al+bm)/al\}*L1*T$$
$$Tw(2)=\{(al+bm)/bm\}*L2*T \qquad (1)$$

Tw(i)：メディアiの最大転送待ち時間

Li：メディアiのキュー長

T：サービス時間（パケット長／通信速度）

オーバフローによるパケット廃棄を避けるため、発生パケット量に応じてキュー長を制御することとすると、(1)式にてL1=al*L0, L2=bm*L0 となり次式を得る。

$$Tw(1)=Tw(2)=(al+bm)*L0*T \qquad (2)$$

このように全メディアの最大転送待ち時間が一定になる。

（２）固定非割り込み優先転送方式（従来方式）

ここで、比較のため従来方式として固定非割り込み優先転送方式を取り上げ、その最大転送待ち

Priority packet transmission methods to balance transmission delays of all media

Kazuo Unemoto

NTT Telecommunication Networks Laboratories

時間を求める。

本方式（図２）では、まず優先度の最も高いメディア１のキューからパケットを送出する。メディア１のパケットを送出後、メディア２のキューからパケットを送出する。

本方式の最大転送待ち時間は、(2)式と同様 L1=al*L0, L2=bm*L0 とすると、次式で示される。

$$Tw(1)=al*L0*T,\quad Tw(2)=(al+bm)*L0*T \qquad (3)$$

(3)式を(2)式と比較すると、(2)式ではメディア毎の最大転送待ち時間が一定となるが、(3)式ではメディア毎に大きく異なることがわかる。

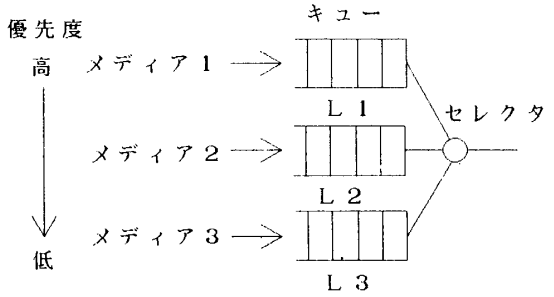

図２　固定非割り込み優先転送方式

（３）平均パケット発生量にもとづく送信権割当制御方式

帯域適応形優先転送方式の可変レート符号器出力に対するメディア間同期制御の効果を確認するため、平均発生パケット量だけにもとづいて送信権割当率の制御を行なった場合の最大転送待ち時間を求め、(2)式と比較する。

この場合の最大転送待ち時間は、(1)式において al, bmを平均値l, mとし、L1=al*L0, L2=bm*L0 として求められる。

$$Tw(1)=a(l+m)*L0*T,\quad Tw(2)=b(l+m)*L0*T \qquad (4)$$

(2)式と(4)式の各メディアの最大転送待ち時間差は次式で示される。

メディア１：$(a-b)m*L0*T$

メディア２：$(b-a)l*L0*T$ (5)

例として、可変レート符号化映像（平均134kb/s，最大情報発生量／平均情報発生量=2.87[3]）と64kb/s μ-law PCM符号化音声（無音区間圧縮あり最大情報発生量／平均情報発生量=2.5）を用いたテレビ会議を想定する。平均発生パケット量のみにもとづいて制御を行なった場合と、瞬時発生パケット量に追従する制御を行なった場合のバースト性と最大転送待ち時間との関係を図３に示す。

同図に太線と細線および破線の差が(5)式の最大転送待ち時間差で、これらの交点は映像と音声のバースト性が等しい場合を示す。また、平均発生パケット量にもとづく制御の方が瞬時発生パケット量に追従する制御に比べて、映像のバースト性による最大転送待ち時間の変化（図の直線の傾き）が大きくなっているが、前者と後者の比は1+m/l（上記の例では1.19）であり、メディア間の平均発生パケット量の比(m/l)が大きい場合１に近づく。

本方式を適用した優先転送部の機能ブロック図を図４に示す。同図は瞬時発生パケット量をパケット組立部で測定し、それをもとにキュー長、送信権割当率を制御するようにした構成例である。

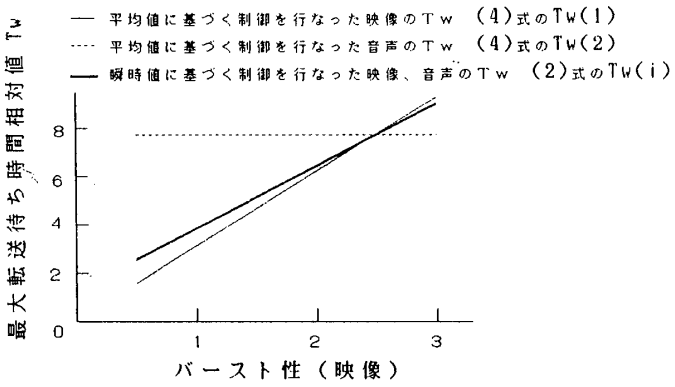

図３　バースト性による最大転送待ち時間の変化

４．まとめ

提案した方式は固定／可変レート符号器出力に対応しており、最大転送待ち時間を一定にできる。また、最優先メディアの遅延時間がやや長くなるが、受信側でのメディア間同期制御が不要になる。従って、本方式がリアルタイム性に対する要求条件が若干緩い放送、テレビ会議等に適していると考えられる。今後はシミュレーションによりメディア別遅延時間分布を明らかにしていく予定である。

謝辞　日頃ご指導頂く通信網総合研究所木下主幹員、松尾主幹員に感謝いたします。

(1)栗林他「多元パケット交換システム……」信学会論文誌 Vol.J71-B No.3
(2)鐙沢他「衛星通信を利用した画像会議……」信学会論文誌 Vol.J64-B No.11
(3)野村他「バースト多重映像伝送……」62信学総全大1147

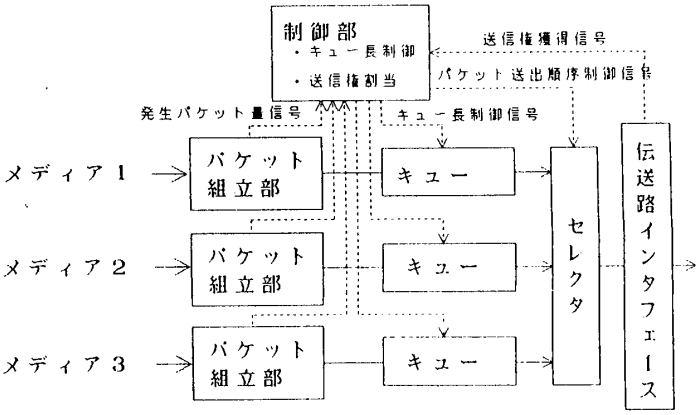

図４　優先転送部の機能ブロック図