

リアルタイム動画像符号化配信における パケット送出制御方式

4V-5

柳原 広昌 中島 康之 米山 暁夫 菅野 勝

株式会社KDD研究所

1. はじめに

昨今、PCのIPネットワークを用いたリアルタイム動画像配信が注目されつつあり、企業内・学内などで利用されるケースも増えてきている。IPネットワーク上で映像の伝送を行う場合、通常UDPプロトコルが使われるが、パケットの到達が保証されない為、効率良く伝送するには伝送制御が不可欠である。[1]

本稿では、ネットワーク出力段で発生符号量に適応したパケット送出制御を行うことにより伝送効率を改善できることを示す。さらに、ライブエンコーダ処理ループ内で送出処理を行うことにより、ネットワーク出力段にFIFOと出力用プロセスを別途生成する一般的な場合に比べ簡易な実装で実現できることを示す。

2. パケット送出制御方式

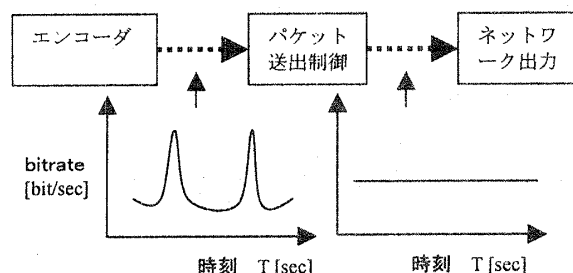
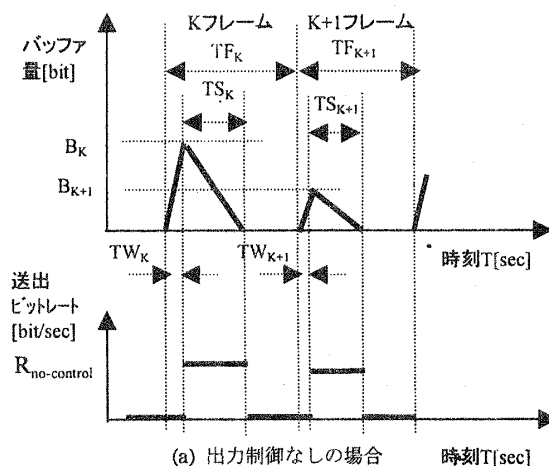


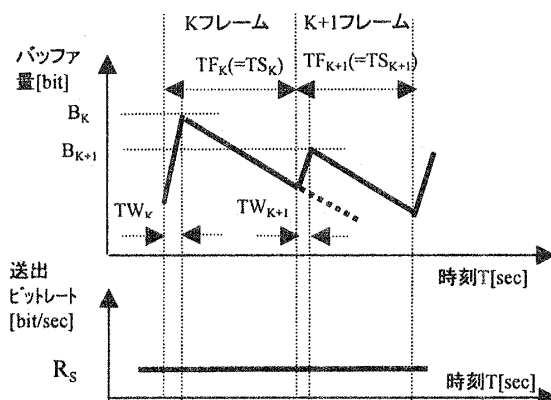
Fig.1 提案方式の概念図

Fig.1 に提案方式の概念図を示す。一般的にイントラフレーム、インターフレーム符号化を用いたビデオ符号化ではフレーム単位でデータサイズが大きく変動する為、エンコーダがフレーム単位で出力するデータをそのままネットワークにベストエフォートで出力した（図においてパケット送出制御を行わない）場合、Fig.2(a)のようにバースト的なパケット送出を招くこととなり、パケット衝突やパケットロスが発生し易くなる。これを回避する方法として、エンコーダ出力段にFIFOを設け、ネットワーク出力部分をエンコーダとは別プロセスとすることにより、Fig.2(b)のようにネットワーク出力ビットレートの変動を抑える方法が考えられる。しかしこの場合、FIFOとプロセスの追加に加えFIFOの制御も必要となり実装面での複雑さが増す。

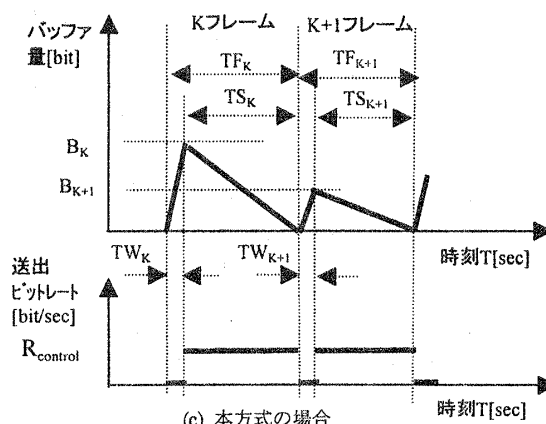
The packet transmission control method of real-time encoded Video and Audio stream.
Hiromasa Yanagihara, Yasuyuki Nakajima, Akio Yoneyama and Masaru Sugano
KDD R&D Laboratories, 2-1-15 Ohara, Kamifukuoka-shi, Satama 356-8502 JAPAN.



(a) 出力制御なしの場合



(b) FIFO 及び送信用別プロセス使用の場合



(c) 本方式の場合

R_S : ストリームビットレート、 B_K : Kフレームのバッファサイズ、 TF_K : フレーム間隔、 TW_K : システムエンコード処理時間、 TS_K : データ送出時間、 $R_{no-control} > R_{control} > R_S$

Fig.2 エンコーダ出力バッファ量及び出力ビットレート

本方式では、Fig.2(c)のように1フレーム分のデータ送出時間 TS_k を次のフレームのエンコード開始時刻まで伸ばすことによって、瞬間的な送出ビットレート $R_{control}(=B_k / TS_k)$ をストリームのビットレート R_s に近づけ、バースト的なパケット送出を軽減した。また、システムエンコード処理時間内はネットワーク出力しない為、パケット送出制御およびネットワーク送出部をシステムエンコードプロセスの処理ループに組み込むことが可能となり、その分実装が簡易となる。

3. シミュレーション実験

3.1 実験環境及び実験方法

リアルタイムエンコーダ(パケット送信)サーバ、パケット受信クライアント、ノイズジェネレータの3台を同一ネットワーク(10Base-T)上に接続し、ノイズジェネレータの出力ビットレート(マルチキャストデータ)を徐々に上げていった場合の、各方式におけるパケットロス率を各符号化ビットレート(28kbps, 100kbps, 256kbps, 512kbps)に対して5分間測定した。リアルタイムエンコーダソフトについては、イントラフレーム、インターフレーム符号化を用いた PrimeCast システム[2]を用いた。クライアント側ではマルチキャストノイズを受信した状態で、エンコーダ出力パケットをモニタすることによりパケットロス率(=(ロストパケット数)/(送出パケット数)×100[%])を測定した。また、送出パケットのUDPペイロードサイズは、符号化レートが128kbps未満の時は1472バイト、128kbps以上の時は10304バイトとした。

使用した装置の諸元を以下に示す。

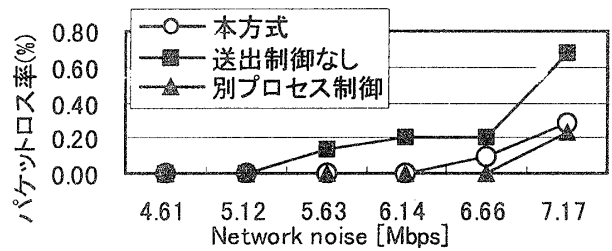
リアルタイムエンコーダサーバ: Pentium III 500MHz 2CPU, 512MB RAM, WindowsNT4.0J-Server, 3COM NIC
 パケット受信クライアント: Pentium II 450MHz 2CPU, 384MB RAM, WindowsNT4.0J-workstation, 3COM.NIC

3.2 実験結果及び考察

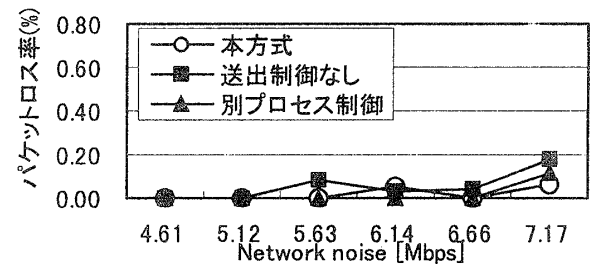
Fig.3に実験結果を示す。図からも分かるように送出制御を行わない場合でもストリームの送出ビットレートに対してネットワーク帯域に十分余裕がある場合はパケットロスが発生していないが、ネットワーク帯域が狭まるに従い、パケットロス率も徐々に上昇している。特に28kbpsでライブエンコードした場合、パケットロス率の上昇が顕著に現れるが、これは、他のビットレートに比べ全送出パケット数が少なく1パケットの占める割合が高い為、エンコードビットレートが低くなる程、フレームデータ量の変化が激しくなる為と考えられる。

提案方式については、各種送出ビットレートにおいて、送出制御を行わない場合に比べてパケットロス率が大幅に抑えられていることが分かる。また、送信用別プロセスを用いる場合と比べても28kbpsの場合を除いてほぼ同等であることが分かる。28kbpsのライブストリームを送出した場合、ネットワークノイズ7Mbps前後でパケットロス率に2倍程度の差がある。これは上記と同様に1パケットの占める割合が高い為、及びフレームデータ量の変化

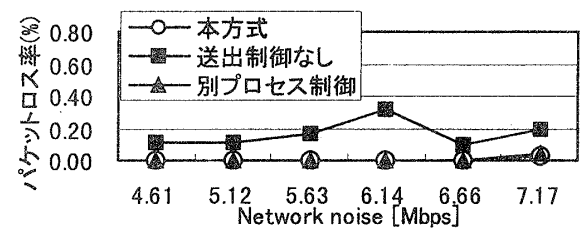
の激しさに適応できず、パケット送出がバースト的になった為と思われる。



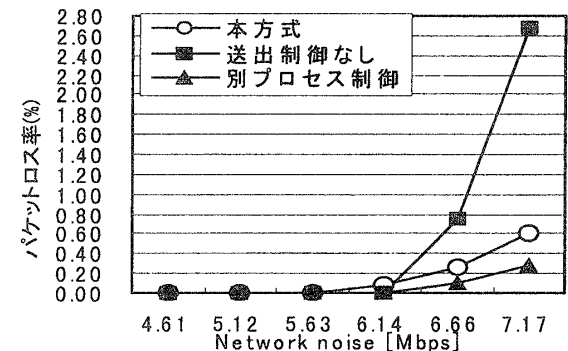
(a) 512kbps でライブストリームを送出した場合



(b) 256kbps でライブストリームを送出した場合



(c) 100kbps でライブストリームを送出した場合



(d) 28kbps でライブストリームを送出した場合

Fig.3 Network noise に対するパケットロス率

4. まとめ

ライブエンコーダのネットワーク出力段で出力用プロセスを別途生成せずに、発生符号量に適応したパケット送出制御を行うことにより簡易な実装で伝送効率を改善できることを述べた。今後はマルチチャンネル送出制御について検討を行う予定である。

参考文献

[1]田中他 “ストリーミング型アプリケーションにおける QoS 保証方式の一考察”, 1999年信学会総合大会 B-7-30
 [2]柳原他 “多チャンネル IP マルチキャスト伝送システムの開発”, 1999年画像電子学会年次大会, pp.11-12