

無線通信における連続メディアのためのパケットロス制御

五十嵐 亮裕† 高畑 一夫‡ 内田 法彦† 橋本 浩二† 柴田 義孝†

†岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 ‡信州短期大学 経営学科

1. はじめに

近年、コンピュータの高性能化やネットワークの高速化により、マルチメディア会議システムや、ストリーミングによるメディア配信など様々な連続メディアサービスが可能となってきた。また IEEE802.11b の無線 LAN を利用した IP サービスも急速に普及しつつある。そのため、Ethernet や光ファイバー、CATV などの有線によるネットワークのみならず、無線 LAN やモバイルネットワークといった無線との複合ネットワーク環境で、双方向のマルチメディア通信手段が利用され始めている。

しかしながら、無線ネットワークにおいては、有線ネットワークと比較して、1)帯域が狭い、2)遅延が大きい、3)ビットエラー誤り率が高い、などの問題点がある。特にビットエラー誤り率が高いためにパケットロスが発生し、連続メディアの品質を低下させてしまう。

本稿では、無線通信において Motion-JPEG や MPEG ビデオのような連続メディアによる QoS 保証を可能とするため、ネットワーク環境の変化に対応できる動的なパケットロス制御法を提案する。パケットロス率の変動に応じて前方誤り訂正符号化方式の冗長パケット数を動的に適応させることにより、パケット誤り率を一定にすることができる。そのためのパケットロス制御方式のアーキテクチャおよび方法論について考察し、性能評価を行う。

2. システム構成

本研究では、IEEE802.11b(2.4GHz,11Mbps)の無線ネットワークと 100Base-T や光ファイバーなどの有線ネットワークと相互接続した複合ネットワークを想定している(図 1)。この場合、デスクトップ PC などの固定ホスト(FH)とノートパソコンなどのモバイルホスト(MH)により構成され、有線ネットワークと無線ネットワークは、ゲートウェイ機能を持ったベースステーション(BS)により相互接続される。これにより FH と MH は、End-to-End で通信することが可能となる。

Packet loss control for continuous media on wireless communications

Ryosuke Igarashi †, Kazuo Takahata ‡, Noriki Uchida †, Koji Hashimoto †, and Yoshitaka Shibata †

† Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

‡ Department of Business Administration, Shinshu Junior College

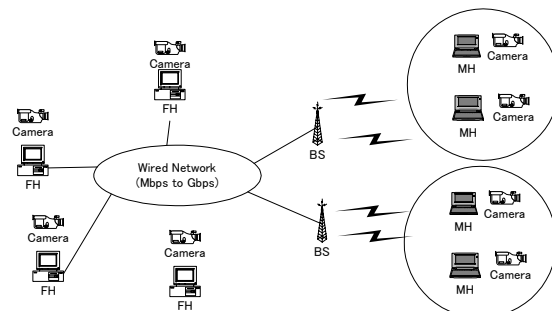


図 1) 有線と無線による統合ネットワーク

3. システムアーキテクチャ

本研究におけるシステムアーキテクチャは、クライアントサーバモデルに基づいており、図 2 に示すようにアプリケーション層からトランスポート層までの間に同期層、データ変換層、メディアフロー制御層の 3 層からなるメディアコーディネイトシステムを導入する[1]。また、メディアコーディネイトシステムの層は、それぞれユーザプレーン、QoS メンテナンスプレーン、制御プレーン、ストリーム管理プレーンの 4 つのプレーンから構成され、エンド間で一貫した QoS 保証の実現を図るものである。

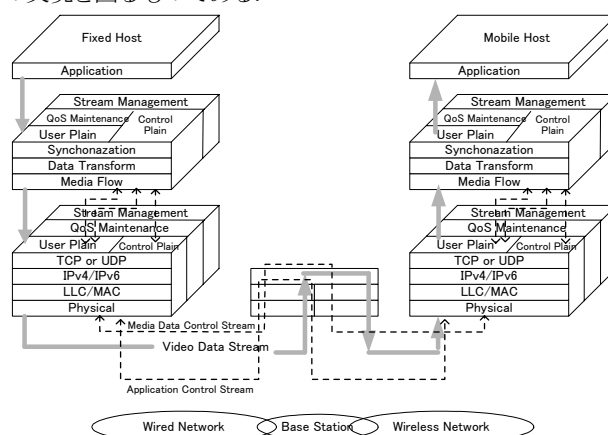


図 2) システムアーキテクチャ

3. パケットロス制御

無線 LAN における動的なパケットロスの変動を抑制するため、本研究ではメディアフロー制御層において、Reed-Solomon(RS)符号による前方誤り訂正符号方式(Forward Error Correction)を適用する。図 3 のように RS 符号は符号長を n 、情報ビットを k とするとビット誤り位置が既知の場合には $n-k$ ビットの誤りを訂正する能力を持つ。

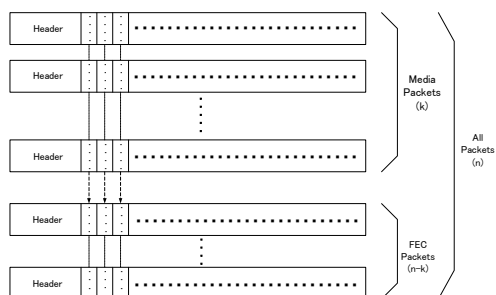


図 3) Reed-Solomon Coding

また、受信側において検出したパケットロス率 e に対して、次式(1)により QoS 保証における目標パケットロス率 E に対する誤り符号化パケット数 k を決定することが可能となる。

$$E = \sum_{i=n-k+1}^n C_i e^i (1-e)^{n-i} \quad (1)$$

4. 性能評価

本研究で提案するビデオデータ通信方式の有効性および実用性を確認するために、性能評価を行った。本実験では Reed-Solomon 符号を可変長で利用するにあたり、Reed-Solomon 符号の冗長度の変化による符号化および復号化にかかる処理時間を測定した。今回の測定では、表 1 のように性能の異なる 2 台の PC を利用し、どの程度マシン性能が処理時間に影響をするか測定した。

表 1) マシン性能表

	PC A	PC B
CPU	PentiumIII 850 MHz	Pentium4 1.5GHz
Memory	512MB	256MB
OS	Windows2000	Windows2000

まず、今までの研究におけるシミュレーションより、図 4 のように FEC データを増やすことで、パケット誤り率が上昇しても、FEC による誤り訂正を行うことで一定以下の誤り率まで抑えることが可能である[2]。

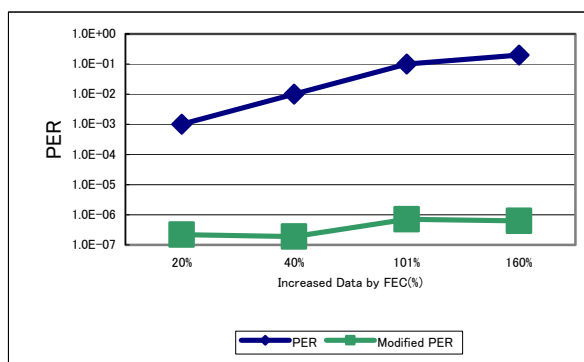


図 4) FEC 増加量とパケット誤り率

本実験では、このように FEC データを増やした場合の処理時間がどの程度必要となるか測定を行った。MotionJPEG によるビデオ送信を 100 フレーム行い、FEC の符号化および復号化にかかる処理時間を測定し、1 フレーム当たりの平均

処理時間を計測した。

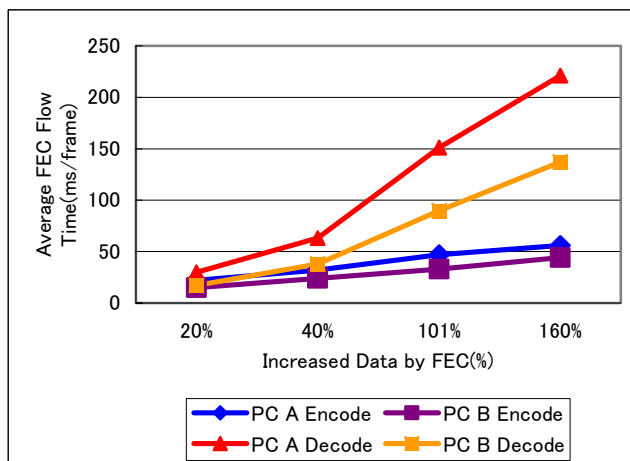


図 5) 平均符号化・復号化処理時間

図 5 は、x 軸に FEC によるデータの増加量(%)を示し、y 軸には、平均符号化処理時間と平均復号化処理時間 (ms/frame)を示している。この図では FEC による冗長データが増えれば、ほぼ比例して処理時間が増大することを示している。Pentium4 1.5GHz において、FEC によるデータ増加が 20%以下の時点では復号処理時間は 30ms/frame を維持できるが、20%以上では通常のビデオと同等の 30frame/sec での転送は維持できず、フレームを間引く等によるフレーム制御が必要である。また、復号化では全体的に符号化よりも処理時間が必要になることも確認できた。また、双方のグラフより符号化と複合化のどちらの場合においても、マシン性能が良いほど処理時間も短くなることも確認できた。

5. まとめと今後の課題

本稿では、IEEE802.11b などプロトコルに IP を用いた無線通信において、ネットワークにて発生するパケットロスを Reed-Solomon 符号を用いた前方誤り訂正を行うことにより、連続メディア通信の品質を維持する手法について述べた。また、性能評価より Reed-Solomon 符号の冗長度を上げるにつれて、符号化および復号化にかかる処理時間が比例して増大することが分かった。今後は、冗長度を上げることで、どの程度の誤り率まで抑えることが可能であり、かつどの程度の処理時間が必要になるかということに関連づけて評価をすることを予定している。

参考文献

- [1] Hashimoto, K., Katsumoto, M., Watanabe, M. and Shibata, Y.:End-to-End QoS Architecture for Continuous Media Services, Proc.ICOIN-10 pp.578-583, 1996
- [2] 内田,高畑,柴田,“有線と無線による複合情報ネットワークにおけるビデオ通信制御方式の提案”,情報処理学会第 64 回全国大会,3-467