

CRCエラー監視によるビットレートの動的最適化について

M-12 Dynamic bit rate optimization by applying CRC Error detection algorithms

山形積治†
Sekiji Yamagata山崎則明‡
Noriaki Yamazaki渡邊祐造§
Yuuzou Watanabe

1 はじめに

近年 LAN 技術の代名詞と言われるイーサネットは、高速化とデータのマルチメディア化の傾向にある。また、光通信技術、LSI 技術、伝送距離の長距離化等の進展と光・電気部品の低コスト化に相俟って、LAN と WAN はそれぞれの摘要領域、運用形態、設計思想が融合しつつあると言われている。

このような急激な進展は、バックボーンの帯域を大幅に消費する MPEG2 (Moving Picture Experts Group phase 2) テレビ会議をも可能にするものと思われる。しかし、このようなマルチメディアデータグラムの転送はいくらバックボーンの高速化・広帯域がはかられているとはいえ、End to End でも帯域制御を行い、輻輳に起因するパケットロス回避し、適正な通信を確保することが必要である。

本研究では、旭川市が構築した高速イーサネットワーク環境への概要に関して、多地点間のリアルタイム MPEG2 双方向通信における動的帯域制御手法のフィージビリティ検証として、CRC (Cyclic Redundancy Checking) エラー通知を実装したプロトタイプのアプリケーションを作成し、その機能性について述べる。

2 CRC エラー通知の動作概要

CRC は、誤り検出に使われるアルゴリズムのひとつで、パリティチェックにくらべてバーストエラー（まとまってデータが欠落する）の検出能力に優れている。本実験では、輻輳時に発生する CRC のエラー検出機能を利用して、CRC のエラーを End to End で通知し、ビットレートの動的最適化を行う。

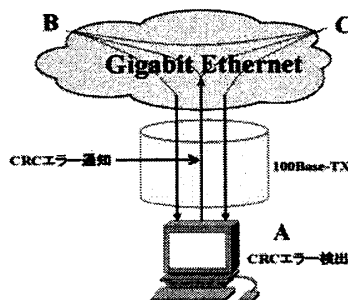


図 2-1: CRC エラー通知

2.1 動作シーケンス

CRC エラー発生検出結果を送信側 PC に対して通知を行う。エラー通知を受信した送信側 PC は、実行レート減処理を行い、再エンコードを行う。

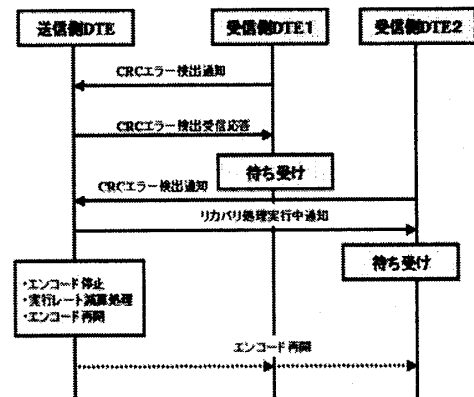


図 2-2: 動作シーケンス

3 実験方法

本実証実験は MPEG2 双方向通信（任意の 3 拠点）において、MPEG2 符号化ビットレート調整機能の検証を行ったものである。利用するネットワークとして、旭川市域に敷設されたギガビットネットワークを用い、MPEG2 による高品質な映像・音声の双方向リアルタイム通信を行う。このネットワーク上に、回線負荷用エンコーダを用いネットワークに対し負荷変動を与えて輻輳を発生させ、この時にビットレート調整機能による拠点間の遅延の変化を測定した。

3.1 環境設定

利用したネットワーク環境では、大量にトラフィックがかかるコアスイッチに、高速で Multicast Routing 機能を備えた 7 台の Layer3 Gigabit Ethernet Switch 等を各施設に配置して各々をダークファイバーで接続している。今回の MPEG2 多地点間双方向通信を実験するにあたって、ネットワークでは以下のような方式を採用した。

- (1) Layer3 Gigabit Ethernet Switch 間でのルーティング・プロトコルとして、DVMRP V2 (Distance Vector Multicast Routing Protocol V2) を設定する。
- (2) マルチキャストの参加・離脱は IGMP (Internet Group Membership Protocol) を利用する。
- (3) 大量なブロードキャストが、ネットワーク全体に伝播することを阻止するため、VLAN 組織 (IEEE802.1q) にグループ化して DTE (Data Termination Equipment) をコアスイッチに収容する。
- (4) DTE の NIC (Network Interface Card) は、製品の仕様上の関係から、コアスイッチの該当ポートを半 2 重通信固定 (Half Duplex) で設定する。

† 北海道教育大学旭川校 ‡ 旭川市企画財政部情報政策課

§ 東日本電信電話株式会社

3.2 実験手順

- (1) 第2庁舎のネットワークエミュレータより1000Byte パケットを1msec 間隔で他拠点 CODEC 用端末へ送出し、エコーバック所要時間の1/2を往路遅延として、その分布を計測。
- (2) 第2庁舎 CODEC 用端末からのエンコーダ符号化送出レートを1ステップづつレート変更。
- (4) 他拠点からのデコード映像にブロックノイズ等の乱れが発生しなくなる状況を測定。
- (3) 100Base-Tx 上の伝送レート変化を第2庁舎測定環境において観測。

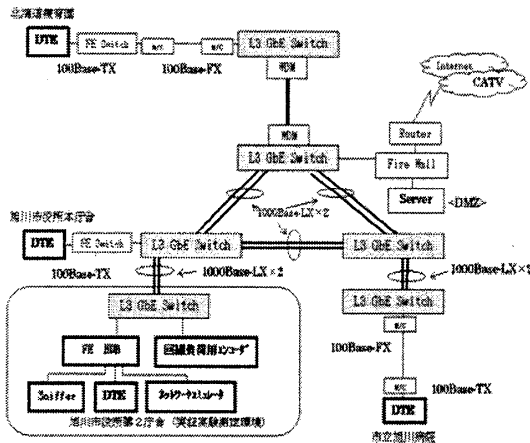


図 2-1: 実験ネットワーク環境

4 実験結果

4.1 遅延時間の調査結果

測定環境地点から各拠点間の測定結果を「表 4-1」に示す。

表 4-1: 遅延時間

測定区間	測定結果
市役所第2庁舎～療育園	分布無し 1msec 固定
市役所第2庁舎～市立旭川病院	1msec 未満: 20% 1msec: 80%
市役所第2庁舎～市役所本庁舎	分布無し 1msec 固定

4.2 MPEG2 符号化ビットレート調整結果

回線負荷用エンコーダを用い、ネットワークに対し負荷変動を与え、輻輳によるビットレート調整動作結果を測定した。「図 4-1, 2」に測定結果を示す。

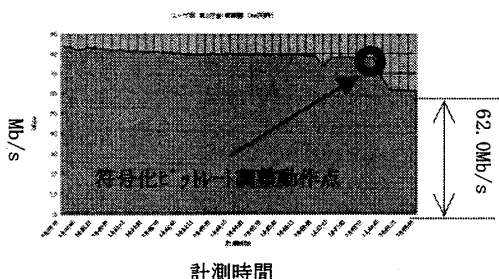


図 4-1: 負荷変動測定グラフ（下降）

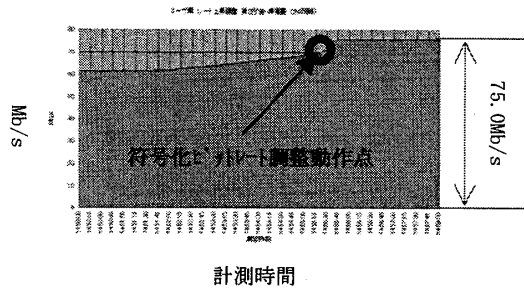


図 4-2: 負荷変動測定グラフ（上昇）

5 総合評価

表 4-1 の結果から各拠点間のデータの遅延は 1msec 以下となっており、遅延は発生していない。また、図 4-1 の結果から輻輳が起きた際、正常に符号化ビットレートの調整が動作していることがわかる。図 4-2 ではネットワークに対する負荷変動を停止したことにより、符号化ビットレートの調整が発生して、ネットワークの帯域に応じたビットレートの上昇が行われた。これにより、CRC エラー監視によるビットレート調節が、送信帯域の動的帯域制御手法として有効であることを確認した。

6 むすび

旭川市が構築した高速イーサネット環境への概要に関して、実験概要及び作成したプロトタイプのアプリケーションの評価結果を述べた。今後は、運用ユーザインターフェースの拡充と効率の良い動的帯域制御を目指す予定である。

7 謝辞

本研究は、「通信・放送機構（北海道旭川市福祉支援情報通信システムの開発・展開事業）」の研究費を得て行われたことを付記し、ここに感謝いたします。

参考文献

- [1] 宮保憲治・山口正泰・塚田元: “GEMnet を利用したマルチキャスト実験” NTT R&D Vol.50 2001/3 pp.198-205
- [2] 川合健治・寺田和彦・石田修・市野晴彦: “ギガビット・イーサネット・インターフェースの広域網への拡張技術: GENIE2” NTT R&D Vol.51 2002/5 pp.415-429
- [3] 長田智和・宮里智樹・谷口祐治・玉城史郎: “輻輳通知の時間遅れを考慮したボトルネックルータ検知と高精度フロー制御手法の提案～輻輳予測の有効性を目指して～” 情報処理学会 DSM シンポジウム(日本電信電話株式会社 武蔵野研究開発センター:2002/1
- [4] 通信・放送機構: “北海道旭川市福祉支援情報通信システムの開発・展開事業” 成果展開等研究開発事業研究成果発表資料(その2) 2002/3 pp.170-191