

通信・放送統合型ATM網におけるMPEG2セルのシミュレーションによるジッタ評価

奈良先端科学技術大学院大学 安達 直世
01109054 奈良先端科学技術大学院大学 笠原 正治
01304494 京都大学 高橋 豊

1 はじめに

通信・放送機構神戸多段接続リサーチセンターにおける実験ネットワーク(図1)は1998年2月に完成し、同年3月から稼働した。この実験ネットワークでは、リアルタイム性が重要視されるMPEG2による映像データとセルの棄却率が重視されるインターネット通信の性質の異なる2種類のセルが混在する。以下、MPEG2に関するセルをMPEGセル、インターネット通信に関するセルをインターネットセルと呼ぶ。本プロジェクトの目的は、通信と放送が統合されたネットワークにおいて、MPEG2のジッタが映像品質に与える影響を調べることである。

一方、近年、イーサネットLANやATMネットワークにおけるパケットやセルのストリームが自己相似性や長期依存性を持つことが報告されている[3]。一般に長期依存性を持ったトラフィックは、ネットワークのパフォーマンスを下げる事が知られている。この実験ネットワークのインターネットに関するデータについても、観測データから自己相似性を持つことが観察されている[5]。

そこで本研究では、自己相似性を持つ確率過程として知られているFractional Gaussian Noise(FGN)を用いて自己相似性を持つトラフィックを生成し、このトラフィックがMPEG2ストリームのジッタにどのような影響を与えるのかをシミュレーションによって調べる。本研究ではMPEGセルの到着間隔の分散をジッタと定義する。

2 シミュレーションモデル

本研究でのシミュレーションは、MIL. 3社のOPNETを用いて行なった。シミュレーションを行なうにあたって、[1]で用いたモデルを基にし、新たに自己相似性を有するトラフィックを生成するモジュールを開発した。本節では特に、インターネットセル生成モジュールと、ATMスイッチモジュールについて解説する。

2.1 自己相似性を有するトラフィックの生成

自己相似性を持ったトラフィックの生成手順は以下の通りである。神戸局・西宮局間の感染で計測されたタイムスタンプデータを基に、 10^{-5} 秒間内のセル数についての平均と分散を計算する。FGNの生成方法について

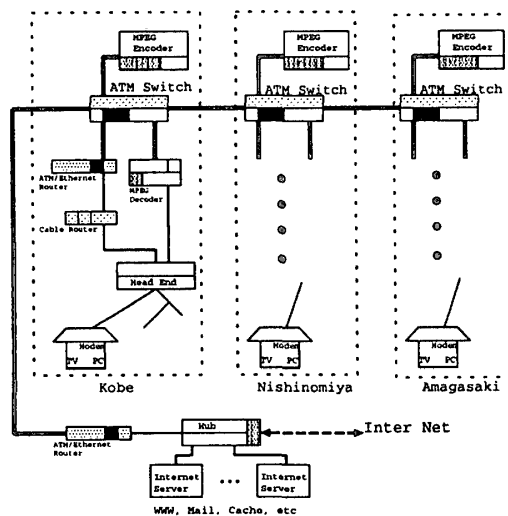


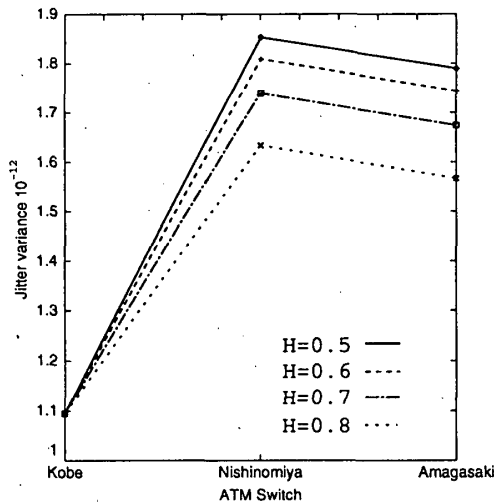
図1: 兵庫県CATVインターコネクトプロジェクト

は、[4]で述べられている高速フーリエ変換による方法を用いた。この方法では、Hurstパラメータ・平均・分散を指定することで単位時間内に発生するセルの個数を生成することができる。 X_n を時刻 n におけるFGNの確率変数、単位時間を 10^{-5} 秒とする。ゲートウェイ用のモジュールは時刻 n に X_n 個のセルを発生する。FGNの系列 $\{X_n\}$ は基データから算出した平均と分散を用いHurstパラメータの値を変えて複数個用意した。

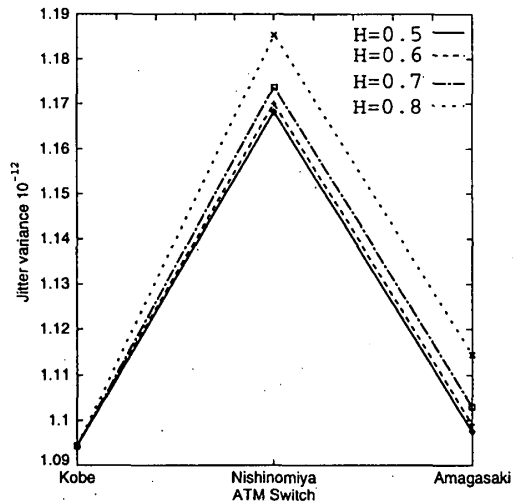
この方法の欠点として、生成されたFGNは負の値を含む場合がある。そのような場合は $X_n = 0$ とした。このモジュールが自己相似性を有するトラフィックを生成することを、シミュレーション結果によって確認した[2]。

2.2 ATMスイッチモジュール

シミュレーションで用いたATMスイッチモジュールは出力バッファを持っている。そこで、出力バッファの構成がジッタに対して与える影響を調べるために、出力バッファが2本ある場合と1本ある場合についてシミュレーションを行った。2本の出力バッファが装備されている場合は、MPEG2セルとインターネットセルはそれぞれ別々のバッファに格納される。出力バッファのサービス規範はラウンドロビンとしている。一方、出力バッファが1本のみ装備されている場合は、MPEG2及びインター



(a) Internet Bitrate=2.353(Mbps)



(b) Internet Bitrate=23.53(Mbps)

図 2: シミュレーション結果

ネットに関するセルは1本のバッファに格納される。

2.3 パラメータ設定

インターネットのセルストリームが、神戸局ゲートウェイから尼崎局へ伝送される状況を考える。ATMスイッチのスイッチング能力は6Gbps、ATM伝送路の容量は156Mbpsとしている。この状況の下で、神戸局で生成されたMPEGセルが各都市のデコーダに到着したときのジッタを計測した。MPEG2ストリームのビットレートは、観測されたデータの値に基づいて6.771Mbpsとし[5]、サービスクラスはCBRとした。また、インターネットストリームのHurstパラメータを0.5~0.8、ビットレートが2.353Mbpsまたは23.53Mbpsのときに分離バッファと共用バッファのそれぞれの場合についてシミュレーションを行なった。

3 シミュレーション結果と考察

紙面の都合上分離バッファの場合のシミュレーション結果を図2(a)、2(b)に示す。(詳しくは[2]参照) 図2(a)、2(b)において、横軸はジッタを計測した都市を表わしている。また、縦軸は計測したジッタの値を示している。

図2(a)からは、Hurstパラメータが増加するにつれて、ジッタ値は減少することが観察される。一般にHurstパラメータの値が増加すると、インターネットセルの待ち行列長は増大する。しかし、バッファのサービス規範はラウンドロビンのため、インターネットセルの待ち行列長が増大することによって、MPEG2ストリームの出力過程が平滑化され、結果としてジッタの値を減少させる

と考えられる。

図2(b)からは、逆にハーストパラメータが減少するにつれて、ジッタの値は減少していることが確認できる。しかし、このときのジッタの値は西宮で $1.16 \sim 1.19 \times 10^{-12}$ 、尼崎で $1.09 \sim 1.12 \times 10^{-12}$ となっておりほとんど値に変化がないことが観察できる。これより、インターネットのビットレートが大きいとき、ジッタの値はHurstパラメータにほとんど影響を受けないことがわかる。

参考文献

- [1] N. Adachi, S. Kasahara and Y. Takahashi, "Simulation Study on Multi-Hop Jitter Behavior in Integrated ATM Network with CATV and Internet," *IEICE Transactions on Communications*, Vol.E81-B, No.12, December 1998.
- [2] N. Adachi, S. Kasahara and Y. Takahashi, "Jitter Behavior of MPEG2 Stream in Self-similar Traffic of ATM Network Integrating CATV and Internet," in Proceedings of IFIP 7th Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM & IP Networks (IFIP ATM'99), Antwerp, Belgium, June 28-30, 1999.
- [3] W.E. Leland, M.S. Taqqu, W. Willinger and D.V. Wilson, "On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic (Extended Version)," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol.2, No.1, pp.1-15, 1994.
- [4] V. Paxson, "Fast, Approximate Synthesis of Fractional Gaussian Noise for Generating Self-Similar Network Traffic," *Computer Communication Review*, Vol.27, No.5, 1997.
- [5] K. Yamada, N. Adachi, S. Kasahara and Y. Takahashi, "On the Characteristics of Cell Stream in ATM Network Integrating CATV and Internet," 7th International Conference on Telecommunication Systems: Modeling and Analysis, pp. 306-315, Nashville, TN, USA, March 18-21, 1999.