

シーンチェンジのあるビデオデータの分析とモデル化

02102310 NEC C&C 研究所 蔵 杉 俊 康 KURASUGI Toshiyasu
 01108900 NEC C&C 研究所 小 林 和 朝 KOBAYASHI Kazutomo
 01302440 東京工業大学 高 橋 幸 雄 TAKAHASHI Yukio

1. はじめに

これからの ATM ネットワークにおいて、ビデオ伝送データは最も重要なトラヒックになると考えられる。しかしながら、そのトラヒック特性について知られていることは少なく、解析手段も確立していない。ここでは VBR (Variable bit rate) 方式のビデオ伝送データに対して、それを統計的に解析し、その結果に基づいてモデル化を試みた。また、このモデルによるシミュレーションを実施し、各種の統計的性質について、実データおよび FBM (Fractional Brownian motion) 過程と比較を行った。

ここで FBM と比較をしたのはつぎの理由による。J. Beran ら (*IEEE Trans. Commun.* (1995)) は、多数のビデオ伝送データを分析して、それらが l.r.d. (long range dependent) な過程であり、従来の Markov 型の確率過程とは本質的に異なる、と主張した。そして l.r.d. な過程の例として FBM を紹介した。

ここでの研究の主要な目的のひとつは、この l.r.d. という性質がわれわれが解析した実データばかりでなくわれわれが導いた Markov 型のモデルにもみられ、しかもこれらの過程は明らかに FBM とは異なる挙動をする、ということを実際に示すことである。

2. 解析とモデル化

ある 1 本の映画を H.261 を拡張した方式で圧縮した VBR ビデオ伝送データの伝送速度の変化を時系列としてとらえ、それを統計的に解析した。ここでの解析の特徴は、映画のシーンをカメラワークと対象物の動きによって 5 種類のタイプに分類し、それぞれのタイプごとに各シーンを統計的に解析したことである。この統計解析に基づいて、つぎのようなモデル化を行った。

1. シーンのタイプはあるマルコフ連鎖にしたがって推移する。
2. 各シーンにおける伝送速度の変化は自己回帰過程でモデル化する。そのときの次数、シーンの長さ、平均伝送速度などのパラメータは、シーンタイプ固有の分布にしたがってランダムに設定する。

2. シミュレーションとその結果の分析

図 1 は実データの一部、図 2 はシミュレーションで作成したデータの一部、図 4 はそれらの自己相関関数である。カメラを大きく振るシーンタイプでは自己回帰過程がうまく合致せず、図 2 ではその部分が高い値でフラットになっているが、その点を除けば比較的よくモデル化できている。図 3 は FBM の一例である。これだけからも FBM が実データとかなり異なっていることが見て取れる。

図 5 は l.r.d. であるかどうかを判定するための R/S 分析の結果である。先の方でグラフがほぼ 1/2 の傾きになっていればそれは s.r.d. (short range dependent) であり、傾きが 1/2 より大きければそれは l.r.d. である、と判定される。この図から、実データとシミュレーションデータはともに l.r.d. の性質を持つと見て取れる。参考のために掲げた 2 次の自己回帰過程では傾きが 1/2 に近づいている。FBM も、当然 l.r.d. であることが確かめられる。

図 6, 7 は実データ、シミュレーションデータ、FBM に対するスペクトル密度関数である。実データとシミュレーションデータでは、傾きが -1 より小さくなっているのに対し、FBM では傾きが -1 より大きくなっている。これは実際のビデオ伝送データが FBM とはかなり異なった確率過程であることをはっきりと示している。

さらに、シミュレーションモデルによる過程を多数生成しそれを ATM 統計多重機モデルへ投入したときの定常状態におけるセル数 (待ち行列長) の分布の裾も調べたが、これは s.r.d. であることを前提にして導いた近似式と比較的よくあっていた。

以上から、少なくともここで扱ったビデオ伝送データは l.r.d. の性質を示すが Markov 的性質もち、FBM とはかなり異なることが確認された。

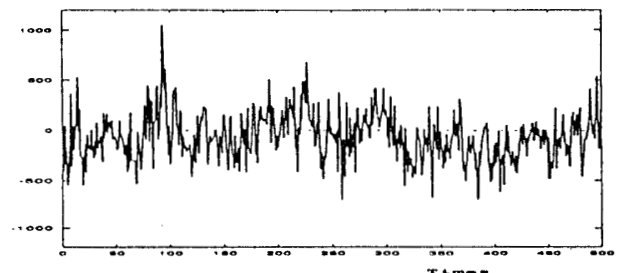


図 3 FBM (Fractional Brownian Motion)

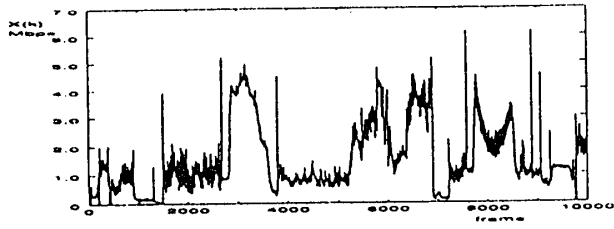


図1 実データ

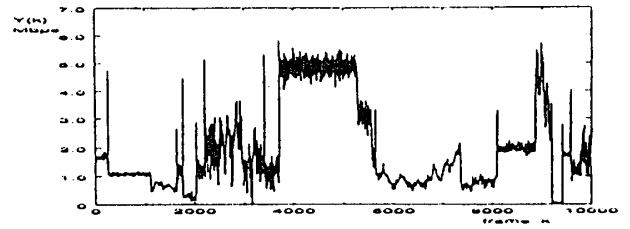


図2 シミュレーションデータ

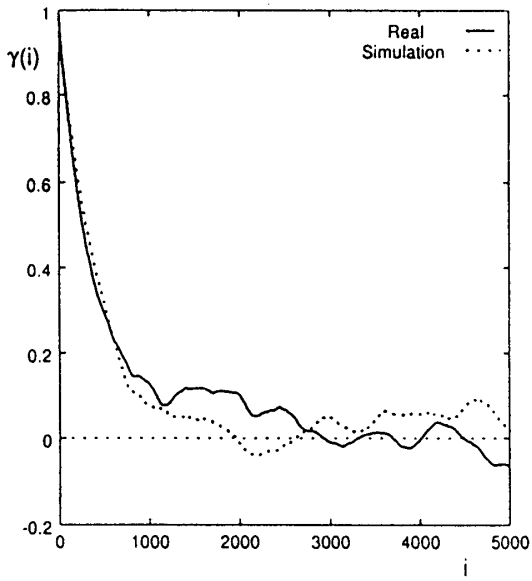


図4 自己相関関数 (実データ、シミュレーションデータ)

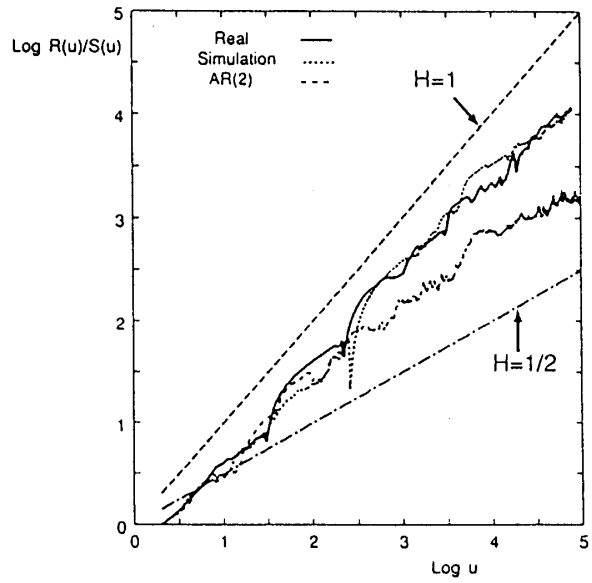


図5 R/S 関数 (実データ、シミュレーションデータ、2次自己回帰過程)

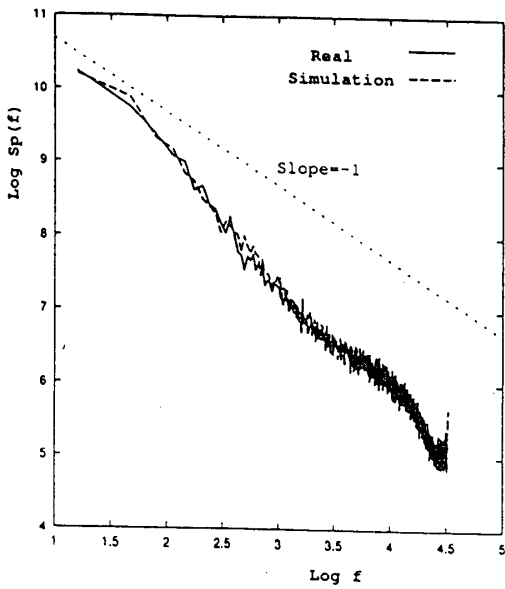


図6 スペクトル密度関数 (実データ、シミュレーションデータ)

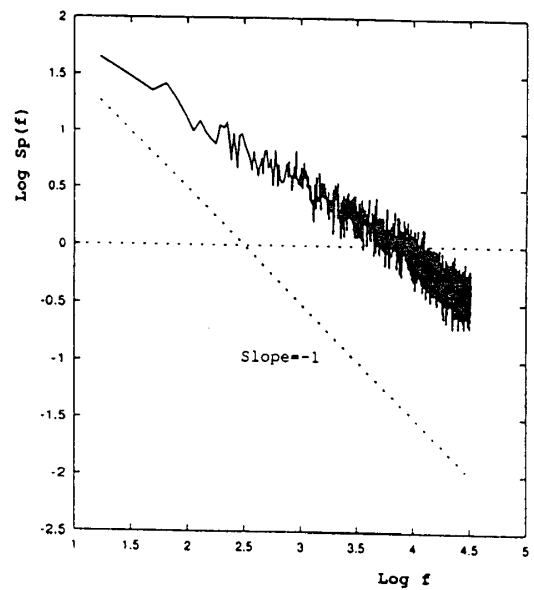


図7 スペクトル密度関数 (FBM)