

# Data Analysis and Modeling of ATM Coded Video Traffic with Scene Changes

蔵杉 俊康

(東京工業大学大学院情報理工学研究科数理・計算科学専攻 現所属：日本電気㈱)

指導教官 高橋幸雄教授， 牧本直樹講師

## 1. はじめに

今後、情報通信ネットワークの主流は、ATM ネットワークになり、ビデオ映像のような動画像トラフィックがその主要なトラフィックになると考えられる。しかしそのトラフィ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。

本研究では、ある1本の映画に対するVBR (Variable bit rate)方式の動画像トラフィックデータに統計的解析を加え、その結果に基づいてモデル化を試みた。

## 2. 動画像伝送データの統計的解析

今回解析の対象としたのは、車で旅行する紀行映画である。ここではVBR用に拡張された動画像圧縮標準H.261を用いた圧縮を行った。トラフィックデータはフレーム番号 $k$ とそのフレームを伝送するのに必要とするビットレート $X(k)$ で構成されている。図1は $k(k=1, \dots, 10000)$ を横軸に、 $X(k)$ を縦軸にプロットしたものである。

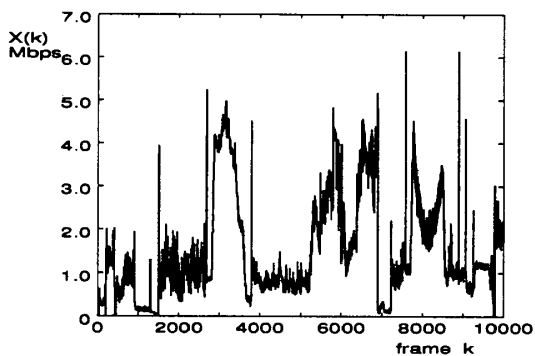


図1 動画像トラフィック

図2は図1の一部を拡大したもので、周辺に比べてビットレートの高い“スパイク”が存在することがわかる。実際の映像と照らし合わせると、スパイクは映画の“シーン”が始まる時に現れ、スパイクとスパイクの間がひとつのシーンに相当している。

ビットレートの推移の様子はシーンによって大きく異なるが、映像の内容が似ているとその様子や統計的

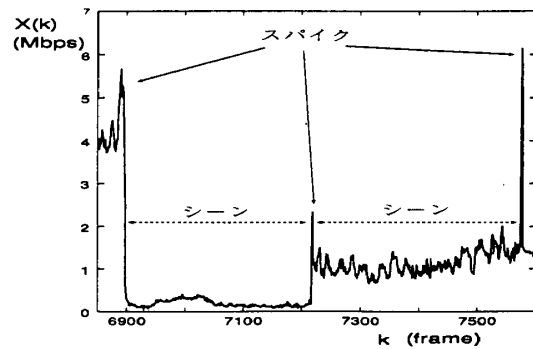


図2 シーンチェンジとスパイク

性質も似ている。このことから、映像の内容にしたがって分類を行えば、その統計的性質を分類できると思われる。そこで、いろいろな視点から分類を試みたが、その結果「カメラワーク」、「被写体の動きの激しさ」に着目して、以下のような5つのタイプに分類したときに、ビットレートの推移の様子および統計的性質をもっとうまく分類できた。

- タイプ1：カメラは固定，被写体はあまり動かない，
- タイプ2：カメラは固定，被写体は緩やかに動く，
- タイプ3：カメラは固定，被写体は激しく動く，
- タイプ4：移動する車からの撮影，
- タイプ5：カメラがパンニング<sup>1</sup>される。

次に各シーン内でのビットレートの推移についての解析を行った。シーン内でのビットレートの推移は、タイプ5を除けば、自己回帰過程でモデル化できることが観測できた。そこでタイプ5を除いた4タイプに対して、MDL (Minimum Description Language)原理を用いて自己回帰過程を推定した。

## 3. モデル化およびその妥当性の検証

さらに統計的な解析の結果を踏まえて、トラフィックデータのモデル化を行った。シーンのタイプはマルコフ過程で推移するものとする。シーンの長さ、シーンの平均ビットレートはそのシーンタイプにより異なる

<sup>1</sup>カメラを右から左にゆっくり回すこと

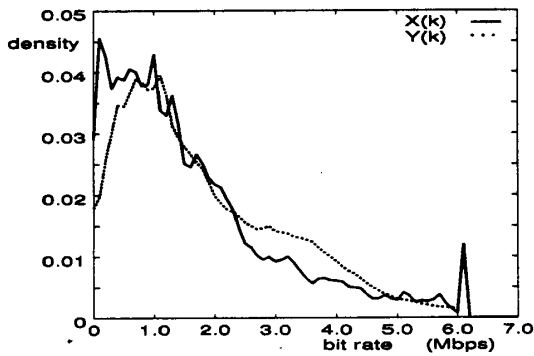


図3 周辺分布

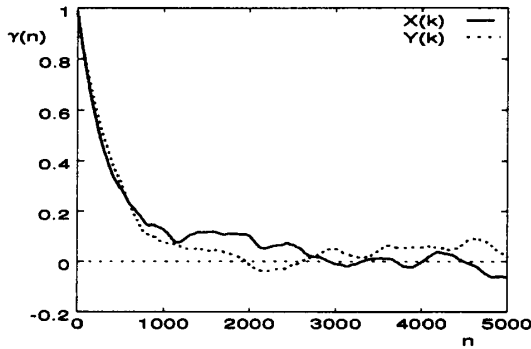


図4 自己相関関数

ガンマ分布に従う乱数として生成する。各シーンにおけるシーン内のビットレートは自己回帰過程でモデル化する。自己回帰過程のパラメータおよび初期値は、統計的解析により推定されたある分布に従う乱数として生成する。

モデル化の妥当性を検証するために実際のトラヒック  $\{X(k)\}$  と我々のモデルに従い生成したトラヒック  $\{Y(k)\}$  の周辺分布 (図3), 自己相関関数 (図4),  $R/S$  関数 (図5) を比較したが、いずれにおいても十分に近い統計的性質を示すことが確認できた。また、 $R/S$  関数を用いた解析から、 $\{X(k)\}$  と  $\{Y(k)\}$  がともに long-range dependence を示すことも確認できた。これは Beran [1] らが示した“実際の VBR 方式の動画像トラヒックは long-range dependence

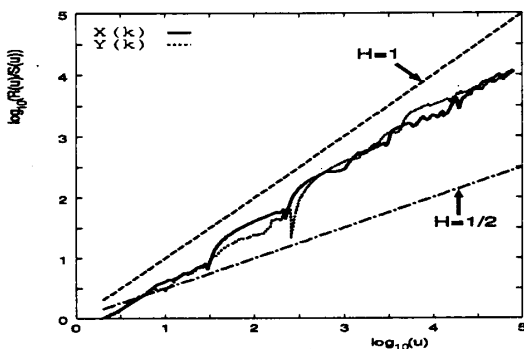


図5  $R/S$  関数

を示す”という主張と一致する。

彼らは実際のトラヒックモデルの有力な候補として、self-similar な性質を持つ fractional Gaussian noise などをあげている。しかし、我々のモデルはマルコフ過程を組み合わせたもので、彼らのモデルとは大きく異なる。それに関わらず、上の3つの指標において実際のトラヒックと十分に近い統計的性質を示している。このことは、実際のトラヒックは self-similar な性質を持つとは結論付けられないことを示しているように思える。

また、本論文では、我々のモデルにより生成したトラヒックを多重化してシミュレーションを行ない、ATM 交換機的设计に不可欠なセル損失率の事前評価への応用も試みている。

#### 4. 今後の課題

今回は1本の映画のVBR方式のトラヒックデータに解析を加えただけである。他のVBR方式のトラヒックに対しても解析を行い、我々のトラヒックモデルの妥当性を検討する必要がある。また、実際のトラヒックが示す long-range dependence が、トラヒックが self-similar な性質を持つために生じるのかどうかを解析することも必要である。その結果から、Beranらのモデルと我々のモデルのどちらがより妥当なモデルなのかを判別することができ、さらには、より適切なモデル化を行うための情報を得ることができるであろう。

#### 参考文献

- [1] J. Beran, R. Sherman, M. S. Taqqu and W. Willinger, “Long-Range Dependence in Variable-Bit-Rate Video Traffic,” *IEEE Trans. Commun.*, 43 (2/3/4), pp. 1566-1579, 1995.
- [2] 蔵杉俊康, 小林和朝, 高橋幸雄, “Date Analysis and Modeling of ATM Coded Video Traffic with Scene Changes,” 情報通信ネットワークに関する性能評価モデルの総合的研究, pp.371-382, 1996.