

## 概要

本研究は, Asynchronous Transfer Mode (ATM: 非同期転送モード) 網等の高速情報通信網を流れるトラヒックの特性について研究したものである. 昨今, インターネットや SKY Perfect TV! 等の通信衛星を利用した画像配信サービス (Communication Satellite (CS) 放送) において, 動画像をはじめ多種多様なデータが網上を流れている. そのようなデータは従来の電話やパケット交換とは異なり, 自己相似性と呼ばれる特性を持つといわれている.

本論文では, まず, この自己相似性と呼ばれる性質について説明をする. 自己相似性とは, ある時系列データ  $\{Y_n; n = 1, 2, \dots\}$  の時間単位を変えたとき,  $Y_{cn}$  の分布がもとの時系列データの分布の形と似ている性質である. このような時系列データは, その増分過程 ( $X_n = Y_n - Y_{n-1}$ ) が長記憶性と呼ばれる性質を持つ. 長記憶性とは, ある過程  $\{X_n; n = 1, 2, \dots\}$  の自己相関係数  $\rho(k) = \text{cov}(X_n, X_{n+k}) / \text{var}[X_n]$  が,  $k$  に対して非常にゆっくりと減少していく性質である. このことは, スペクトル密度関数  $S(f)$  を用いることによっても説明することができる. スペクトル密度関数を用いた場合, 原点近傍の漸近的な振る舞いが  $f^{-\alpha}$  ( $0 < \alpha < 1$ ) に比例するということによって説明できる. 実際の時系列データからこのような性質が検出されれば, 自己相似性を有するということができる.

そこで, 実際に Moving Picture Experts Group 2 (MPEG2) 方式によって圧縮されたデータを用いて, この性質を検証した. MPEG2 とは, 動画像を圧縮させる方式であり, Digital Video Disk (DVD) のような蓄積メディアをはじめ, 上述の CS 放送にも使用されている. 更に最近では, パソコンレベルで符号化復号化できる周辺機器も発売されている.

本論文では, MPEG2 の符号化形式について簡単に説明し, 続いて, 長記憶性を調べる手法について説明する. 本論文で用いた解析方法は Hurst によって提案された  $R/S$  解析, 集積過程を用いた分散解析, そしてスペクトル密度関数を利用したスペクトル解析である. 解析に用いたデータは資料映像の Laser Disk (LD) 3 本と, そのうちの 1 本をソフト符号化したもの, そして 10 時間の地上波放送画像である.  $R/S$  解析と分散解析は, 3 本の LD を順番に繋げたもの (直列データ), 多重化を想定して同じ時刻のものを足し合わせたもの (並列データ), 2 つを順番に繋げその上に乱数でずらして別のもう 1 本を足し合わせたもの (混合データ) のようにして, LD の画像のみに対して行った. スペクトル解析は, 上の 3 つデータとは別に一つ一つの LD データと放送画像について行った. それぞれのデータについてフレーム単位 (1/30 秒間隔) と Group of Pictures (GOP) 単位 (1/2 秒間隔) で行った. その結果, 自己相似性を確認することができた.

しかしながら, このように符号化されたデータを扱うことができるのはかなり希である. そこで, 簡単な待ち行列システムを用いることにより自己相似性をもつ時系列データを人工的に作る方法を, シミュレーションにより検証した. この方法は  $M/G/\infty$  待ち行列システムを用いる方法である. まず  $M/G/\infty$  待ち行列システムの時刻  $t$  と時刻  $t+l$  における系内人数の相関係数を計算する. 時刻 0 にシステム内の系内人数は Poisson 分布に従い, それらの客の残りのサービス時間分布はもとのサービス時間分布の余命であるとする. サービス時間分布としては Pareto 分布を用いる. 系内人数の相関係数を用いることによって, 与えら