

# 多重記述符号化における冗長率制御手法の提案及び PlanetLab による検証 Redundancy Ratio Control Method of Multiple Description Coding and Its Validation on PlanetLab

80716947 堤計太 (Keita Tsutsumi) Supervisor 矢向高弘 (Takahiro Yakoh)

## 1 序論

近年のコンピュータネットワーク技術やマルチメディアアプリケーションの発達に伴い、IP 電話やテレビ会議といったリアルタイム性を有する通信が増加している。これらの通信では、通信遅延やパケットロスが品質に大きな影響を与える。その上、通信経路上にバーストパケットロスが発生すると、そのアプリケーションの価値を損なう可能性がある。そのようなリアルタイム性を有するアプリケーションの通信において、パケットロスの影響を抑え安定性を高める方法として、多重記述符号化が期待されている。多重記述符号化は、映像や音声といったマルチメディアデータに冗長度を付加し、関連のある複数の記述子を生成する符号化方式である。生成された記述子がいくつか欠落した場合でも、冗長度により欠落した記述子の推定が行え、復元における歪を抑えることが可能である。本論文では、記述子によって異なる復元率が得られる非対称な多重記述符号化手法の提案を行う。また、多重記述符号化において冗長データの量を増加させることで記述子が欠落した際の復元率が向上することを考慮し、パケットロス率に基づいた冗長率を制御する手法を提案する。本研究では、実ネットワーク環境である PlanetLab を用いて検証を行う。

## 2 提案手法

非対称な多重記述符号化手法は、パケットロス率の異なる複数経路において効果があると考えられる。Vivek が提案した相関変換法を応用して、非対称な多重記述符号化手法を提案する。また、冗長率制御手法として、資源の有効利用を目的とする手法と品質の保証を目的とする手法を提案する。

### 2.1 非対称な相関変換法

相関変換法は、式 (1) のように無相関関係にある複数の元データ  $(x_1, x_2)$  に相関変換行列  $T$  を掛けることで、相関のある記述子  $(y_1, y_2)$  を生成する手法である。但し、問題の簡単化の為、元データは二つのデータから成るものとする。

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

片方の記述子から復元した際の歪  $(D_1, D_2)$  を一つの変数  $\theta_1, \theta_2$  で表現できること、両方の記述子におけるエントロピーを公平に保つことを考慮して、 $T$  を式 (2) のように要素が  $\theta_1, \theta_2$  の余弦と正弦から成る行列にスカラ  $K$  を掛けたものとする。

$$T = K \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & \sin \theta_1 \\ -\cos \theta_2 & \sin \theta_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

両方の記述子から復元された場合、符号化した際の量子化による歪  $(D_0)$  が生じる。その歪は極力小さくするべきと考えられる。その為、 $D_0$  が整数化した際に生じる量子化誤差に等しくなるよう、 $K$  を下式として定義する。

$$K = \frac{1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \quad (3)$$

非対称な相関変換法では、 $\theta_1, \theta_2$  の値を調節することで、各経路における冗長率と復元率の調整が行える。

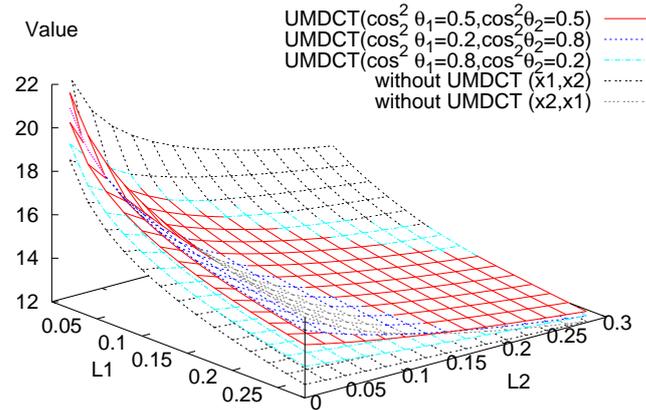


図 1: 非対称な相関変換法における転送データの価値

### 2.2 資源有効利用を目的とする冗長率制御手法

ネットワーク資源有効利用の目的を達成する指標として、転送するデータの価値を最大化させることを考える。まず、データの価値の定量化を行う。受信側での歪  $MSE$  は、経路にて観測されたパケットロス率  $(L_1, L_2)$ 、元データの分散  $(\sigma_1^2, \sigma_2^2)$  を用いて、式 (4) で計算される。

$$MSE = D_0(1 - L_1)(1 - L_2) + D_1(1 - L_1)L_2 + D_2L_1(1 - L_2) + (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)L_1L_2 \quad (4)$$

計算された歪から、受信側にて復元されたデータの PSNR が推定される。これをデータの価値として定義する。データの価値と転送したデータ量  $(SIZE)$  から、単位転送データ当りの価値  $Value$  は式 (5) より計算される。この手法では、 $Value$  の値を最大化させる冗長率を付加する。

$$Value = \frac{PSNR(MSE)}{SIZE(D_0, D_1, D_2)} \quad (5)$$

図 1 は、非対称な相関変換法での、異なるパケットロス率に対する  $Value$  の変動を示している。この結果から、任意のパケットロス率において、 $Value$  を最大化させる  $\theta_1, \theta_2$  の値が存在することを示唆している。

### 2.3 品質の保証を目的とする冗長率制御手法

品質の保証を行う為に、決められた歪  $D_{define}$  に対し式 (6) を満足することを前提とし、その条件下においてデータの転送量の最小化を図る冗長率制御手法である。この  $D_{define}$  は、アプリケーション毎に要求される QoS である。

$$MSE \leq D_{define} \quad (6)$$

## 3 PlanetLab による検証

本提案手法を実ネットワーク環境である PlanetLab を用いて実験を行う。本実験では、複数ノードを用いたオーバーレイネットワークを構成し、複数経路を形成する。この複数経路に対し提案手法の実装を行い、所望する条件が満足しているか検証を行う。