

70-5

# 特異値分解符号化方式における 符号化対象項の決定に関する検討

○鈴木 敦      中村 納  
工学院大学

## 1. はじめに

現在、エッジ部において良好な画質の復元画像が得られる特異値分解を用いた手法が提案されている<sup>(1)</sup>。

本手法の問題点として符号化効率を大きく左右する分解後の項を第何項まで符号化の対象とすることを決定する手法の検討が挙げられていた。そこで各項の2つの固有ベクトルの積をとり、この行列の要素の平均値の大きい項を符号化の対象とする手法で対処することとした。本報告ではこの手法の有効性をシミュレーションの結果を基に検討する。

## 2. 方式の説明

(1)符号化の対象とする画像を入力し、 $16 \times 16$  画素の微小ブロックに分割する。

(2)微小ブロック毎に特異値分解を行い、特異値および固有ベクトルを算出する。

ランク  $r$  をもつ  $N \times N$  行列を  $A$  とすると行列  $A$  は式 (1) に従って分解することができる。

ここで特異値分解の定義を以下に示す。

$$A = \sum_{k=0}^N \sqrt{\lambda_k} U_k V_k^T \quad (1)$$

但し上式において  $\lambda_k$  は固有値を表しており、固有値の平方根  $\sqrt{\lambda_k}$  は特異値を表す。また  $U_k$  および  $V_k$  は  $AA^T$  および  $A^T A$  の固有ベクトルを表している。次に算出された項は特異値の大きい順に並べ替えを行い、特異値の大きい順に第1項、第2項、...、第  $N$  項と定義する。

ここで特異値分解の電力の集中度を数値的に示すために寄与率を定義する。

寄与率は入力画像の全電力に対する分解後の各項における電力の集中度を表しており、式 (2) で表される。

$$S_j = \lambda_j / (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N) \quad (2)$$

表1に例として  $16 \times 16$  画素の微小ブロックに対し、特異値分解して得られた特異値および寄与率を示す。表1から第3項までを符号化の対象とすれば画像の持つ全電力の約99.9%を得ることができ、高画質な復元画像を得ることができると考えられる。

表1 特異値及び寄与率の例

第 $j$ 項	特異値	寄与率
1	6.665488	0.9802
2	0.791940	0.0138
3	0.501874	0.0055
4	0.090967	0.0001
⋮	⋮	⋮
16	0.052878	0.0000

(3)特異値分解後に算出される項のうちの第何項までを符号化対象とすることを決定する。本手法では各項において (3) 式から算出される  $T_j$  にあるしきい値を設定し、しきい値以上の値をもつ項のみを符号化の対象とすることで効率的な符号化を行うこととした。

$$T_j = E(A_j) \times 255 \quad (3)$$

但し、上式において  $E$  は行列  $A_j$  の全要素の平均値を意味し

$$A_j = \sqrt{\lambda_j} U_j V_j^T \quad (4) \text{ とする。}$$

(4)特異値の量子化を行う。この際、近似精度の影響を考慮して、電力の集中度の高い項の特異値は細かく量子化し、集中度の低いものに関しては

A study on decision of objective term in Singular Value Decomposition coding method

Atsushi Suzuki Osamu Nakamura

KOGAKUIN University

1-24-2, nishiSinjyuku, Sinjyuku, Tokyo, Japan

粗く量子化する。

- (5)固有ベクトルの要素を離散一次元信号系列とみなし、一次元DCTを行う。
- (6)伝送の対象としたDCT係数は近似精度の影響を考慮して、第1項のDCT係数には電力の集中度の高いDCT係数を細かい量子化ステップ幅を用い、電力の集中度の低いものは粗い量子化ステップ幅を用いて量子化することで効率的に符号化する。また第2項以降は電力が特定の係数に集中しないため各項内の量子化ステップ幅はすべて同じステップ幅で量子化する。
- (7)すべての項におけるDCT係数の出現頻度を計算し、ハフマン符号化する。



画像名 HOTEL  
SIZE 720×576  
階調数 256階調  
解像度 400dpi

図1 原画像

### 3. 実験結果

実験には図1に示す画像名“HOTEL”画像サイズは720×576画素、256階調の輝度成分を用いた。

図2には符号化の対象とする項を決定する手法の比較に関する結果であり、従来手法の寄与率にしきい値を定める手法を用いた場合と2.(3)で述べた各項の要素の平均値にしきい値を定める手法の符号化効率を比較した結果である。

さらに現在の標準符号化方式であるJPEG方式と本手法を比較するため図3に各手法の復元画像の拡大図を示す。

### 4. 考察

図2から項の平均値にしきい値を設定して符号化の対象とする項を決定する手法が符号化効率のよいことが分かる。この理由は従来の寄与率を計算する際、特異値の情報のみから計算して、しきい値

を定めて決定しているのに対して本手法では固有ベクトルの情報も考慮しているため、その項が符号化の対象とするかを厳密に決定することができるためであると考えられる。

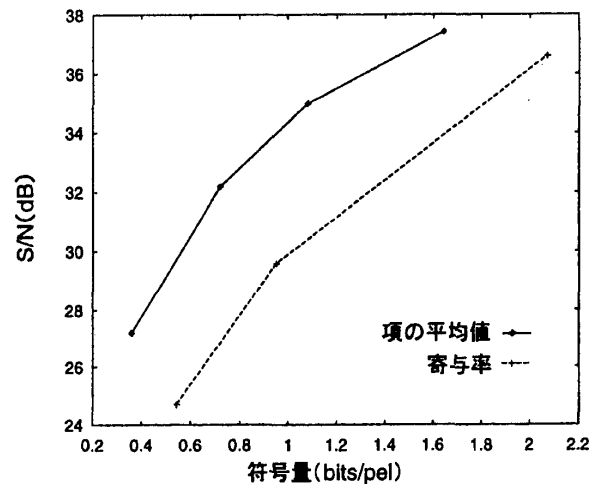
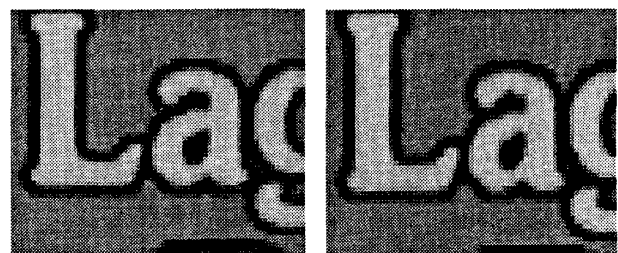


図2 符号化効率の比較



特異値分解

JPEG

図3 復元画像の比較(符号量 1.08bits/pel)

### 5. まとめ

本報告では特異値分解符号化方式における符号化の対象とする項を決定する際の項の平均値を用いる手法についての実験結果について報告した。結果から符号化の対象とする項を決定する場合には項の平均値にしきい値を定める手法が有効であることを確認した。

今後は特異値分解を行う際のブロックサイズをブロックの特性に応じて可変とする手法について検討する予定である。

### 参考文献

- [1] 南, 坂本, 鈴木, 中村, 上澤, : “特異値分解および一次元DCTを用いた静止画像符号化”, 信学会研究会予稿集, pp.29-35, (1994-10).