ICA基底を用いた符号化方式における性能改善のための最適基底選出

Improvement of Coding of Optimal Basis Selection

in Image Coding using ICA Basis

|  |  |
| --- | --- |
| 中田雄大† | 亀田昌志† |
| Yudai NAKADA† | Masashi KAMEDA† |

|  |
| --- |
| 岩手県立大学大学院　ソフトウェア情報学研究科† |
| Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University† |

**Abstract**: Image coding using both Discrete Cosine Transform (DCT) and Independent Component Analysis (ICA) basis has been studied. However, since a separate entropy is required to store the information of the ICA basis, it is necessary to narrow down the basis to be used for coding. In this paper, we propose a method to select the best ICA basis group for performance improvement by evaluating the contribution of each ICA basis group to the input image using a set of candidate ICA basis groups that are effective in preserving small areas.

1. **はじめに**

離散コサイン変換(DCT)は，人の視覚特性に基づいた量子化法により情報量の削減を実現しているが，符号化レートが低くなるとエッジ周辺等に視覚的に妨害となる歪みが発生する．一方，独立成分分析(ICA)[1]では，入力画像に固有の基底関数群を用いることで，画像の非定常部分である局所的な特徴を少数の基底により保存できる．DCTとICAを併用した符号化方式[2]においては，ICA基底の情報を記憶するための符号量(エントロピー)を別に必要とすることから，基底の符号量を抑えるために符号化で使用するICA基底の絞り込みを行う必要がある．

文献[2]では，入力画像に対してDCTが優位な小領域DCT\_Blockと，ICAが優位な小領域ICA\_Blockに分割することで符号化を行っている．ICA\_Blockを決定するためには，入力画像の符号化に対する各ICA基底群の寄与を評価し，最適な基底群とそれらを使用する小領域を明らかにする必要がある．しかし，文献[2]では，各小領域の符号化に最適なICA基底群のみを用いて評価しているため，最適な基底群以外の基底群が持つ有効性を正しく評価できていなかった．そこで，本稿では，ICA\_Blockの候補の符号化に対する各ICA基底群の寄与を基に，入力画像の符号化に対する各ICA基底群の寄与を評価し，基底の符号量との比較による最適な基底群とICA\_Blockを決定する手法を提案する．

1. **ICA\_Blockの候補**

　小領域の符号化に対して最適な基底群は各小領域で異なっており，最適でなくとも符号化に有効な基底群は存在している．そのため，各小領域の符号化に対するICA基底群のDCT単独からの画質と符号量の改善量を小計することで，画像全体の符号化に対する各基底群の寄与として評価を行う．本節では，各小領域の符号化に対するICA基底群のDCT単独からの画質と符号量の改善量を式(1)と式(2)から求める．

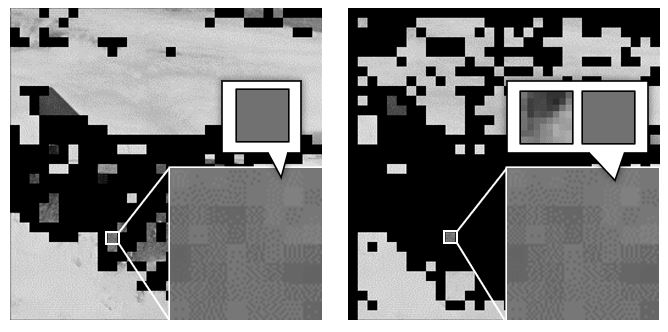
ここで，はDCT単独で，はICA基底を個使用して小領域を再構成したときの原画像との平均二乗誤差(MSE)であり，はDCT単独で，はICA基底を個使用して小領域を再構成したときの結合係数の平均情報量である．

ICA基底群を使用して8×8画素の小領域を再構成した場合，式(1)と式(2)が正となり，DCT単独よりも画質を高くかつ，符号量を削減できる小領域を，使用する基底群のICA\_Blockとし，入力画像に対するICA\_Blockの候補とする．また，文献[2]では，低符号化レートにおいてICA基底を2つ程度使用できることが明らかになっているため，本手法では，基底を3つまで使用することを想定する．

1. **最適基底とICA\_Blockの決定**

前節で求めたすべてのICA\_Blockの候補をICA\_Blockとして符号化する場合，各小領域で使われるICA基底は異なるため，画像全体で使用する基底の種類が増加し，基底の情報を記憶するための符号量も増加する．そのため，本節では，画像全体の符号化に対する各ICA基底群の寄与を評価することで，使用する基底の種類を絞り込み，基底の符号量との比較により最適な基底とICA\_Blockを決定する．

Figure 2：Improvement of coding performance



(a) 0.21[bit/pel] (b) 0.51[bit/pel]

Figure 1：Comparison of ICA\_Block and

using ICA basis

ICA基底群を用いて小領域を再構成する場合に式(1)と式(2)から求められる改善量を，各ICA基底群のすべてのICA\_Blockにおいて，式(3)と式(4)を用いてそれぞれ合計することで，入力画像に対する各の画質改善量と削減符号量が求められる．

　次に，式(5)を満たし，が最大となるを最適基底として選出し，のICA\_Blockを入力画像に対するICA\_Blockとして決定する．

ここでは，使用するを記憶するための符号量である．ICA基底の情報を記憶させる場合，ICA\_Blockの結合係数から求められる符号量に，使用する基底群の符号量を加えるため，が少ない基底群を使用した場合，DCT単独のものよりも符号化性能が劣化する．そこで式(5)では，を使用して入力画像を符号化する場合に求められるとを評価することで，基底群の符号量を加えた場合でもDCT単独の符号量よりも改善する基底群の内，画質が最大となる基底群を求めることができる．

1. **実験結果**

*岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科*

*〒020-0693 岩手県滝沢市巣子152-52*

*Phone: 019-694-2522, Fax: 019‒694‒2522*

*E-mail: g231t027@s.iwate-pu.ac.jp*

　256×256画素の画像Airplaneに対して提案手法を適用させたときの0.21[bit/pel]と0.51[bit/pel]におけるICA\_BlockとDCT\_BlockをFig.1に示す．ここでFig.1では，DCT\_Blockを黒で，ICA\_Blockを原画像で表示している．また，比較のために抜き出したICA\_BlockとそのICA\_Blockで使用されるICA基底群を重ねて表示している．Fig.1より符号化レートによってICA\_Blockと各ICA\_Blockで使用されるICA基底群は異なることが分かるため，すべての符号化レートに対して提案手法を適用させ場合，符号化レートごとに処理を分けて適用させる．256×256画素の画像Airplaneに対する符号化特性をFig.2に示す．Fig.2では，DCT単独，文献[2]，提案手法の結果を比較している．ただし，文献[2]と提案手法は基底情報を表す符号量を加えたものである．Fig.2より，提案手法は，文献[2]と同等以上の画質を保ちながら，符号量が削減されており，すべての符号化レートにおいて符号化性能が改善されていることが分かる．

1. **まとめ**

本稿では，DCTとICAの基底を併用した符号化方式において，性能改善に寄与する最適なICA基底群の選出法を提案した．ICA\_Blockの候補を用いて，画像全体の符号化に対する各基底群の寄与を評価することで，基底群が持つ本来の有効性を正しく評価でき，符号化性能を向上させることができた．

**参考文献**

1. 陳延偉，独立成分分析(ICA)のパターン認識・画像処理への応用とMATLABシミュレーション，トリケップス，東京，(2007)
2. 富樫篤士，亀田昌志，“独立成分分析の基底を用いた静止画像符号化における画質改善量の比較に基づく重要なICA基底の選出，”信学技報，vol.118，no.501，pp.153­—158，(2019)．