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

Optimal Basis Selection for Performance Improvement

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, it is necessary to narrow down the basis to be used in coding because it requires separate information to store the basis itself. In this paper, we propose a method to select the important basis that contributes to the performance improvement by defining an index that can evaluate the ICA basis groups that are effective in preserving small regions and an expression that can evaluate the number of basis that can be selected at all coding rates.

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，入力画像に対して固有の基底関数群が得られ，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ことから，DCTとICAを併用した符号化方式が提案されている[2][3]．しかし，ICAを用いた符号化では，自身を記憶するための情報を別に必要とすることから，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[3]では，入力画像に対してDCTが優位な小領域DCT\_Blockと，ICAが優位な領域ICA\_Blockに分割することで符号化を行っている．そのため，小領域に対する基底群の有効性を評価し，最も重要な基底群を選出することで，ICA\_Blockを決定する必要がある．しかし，文献[3]では，小領域の保存に最も有効なICA基底のみに着目して基底の絞り込みを行っていたため，基底が本来持つ性能改善に対する有効性を正しく比較できていなかった．そこで，本稿では，符号化性能の観点で小領域の保存に有効なICA基底群を定量的に評価可能な指標と，すべての符号化レートにおいて抽出可能な基底の数を定量的に評価可能な式を定義し，性能改善に寄与する重要な基底を選出したときの符号化性能を明らかにする．

1. **画質累積による有効性の比較**

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．そのため，本手法では，ICA基底を3つまで選出することを想定して式(1)により画質改善値を求め，小領域に対する対象基底群の有効性として累積する．ここで，はDCT単独，はICA基底を使用して小領域を再構成した場合の原画像とのMSEを示す．

DCTの符号化レートに従い，ICA基底の組み合わせで再構成した場合の式(1)を各小領域で求め，式(1)が最大となり，式(2)が正となるパターンを累積画質に加算する．ここで，はDCT単独，はICA基底を使用した場合の結合係数の情報量を示しており，はICA基底を使用した小領域の直流成分の情報量を示している．また，ICA基底を2つまたは，1つしか使用できない場合を想定し，基底の累積画質と基底の累積画質を同様に求め，すべてのICA基底の組み合わせに関して，，を求める．

1. **情報量に基づく基底選出**

ICA基底の保存に必要となる付加情報と比較を行うことで，符号化レートに対して選出可能な基底の数を評価する．そのため，本手法では，，，の基底群を使用した場合に，式(2)により求められるDCT単独から改善する情報量，，に着目する．

Figure 2：Improvement of coding performance

256×256画素の画像Airplaneの中符号化レートに対して求めた，をFig.1に示す．また，2 ICA basisはICA基底2個分の付加情報量を示している．Fig.1より，現状の改善可能な情報量は基底の付加情報よりも少ないため，基底を使用した場合の付加情報により，符号化性能が劣化すると考えられる．そこで，本手法では，ICA基底を使用せず画質を下げた場合でも，DCT単独からの画質改善が得られる領域0\_Blockに着目する．0\_Blockでは，ICA基底を使用した場合と比較して画質は低下するものの，小領域の画素の平均値を表す直流成分のみで保存するため，多くの情報量を改善することができる．Fig.1より，0\_BlockがDCT単独から改善する情報量を含めた場合の改善情報量が基底の付加情報よりも多くなっていることが分かる．

Figure 1：Amount of entropy that can be improved and amount of entropy in ICA basis

本手法では，上記により求めた改善可能な情報量と基底の付加情報を比較するため，

を満たす，，の中で，最も画質の高い基底群を性能改善に寄与する重要な基底群として選出する．ここで，はすべての0\_BlockによりDCT単独から改善する情報量を示している．また，は，，のいずれかを示しており，は，そのときに必要となるICA基底の付加情報を示している．

1. **実験結果**

　提案手法を256×256画素の画像Airplaneに対して適用し，選出された基底群が有効な小領域と0\_BlockをICA\_Block，それ以外をDCT\_Blockとして実験を行った．実験結果をFig.2に示す．Fig.2では，DCT単独，文献[3](付加情報を含む)，提案手法(付加情報を含む)の符号化特性を比較している．Fig.2より，提案手法は，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．

*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*

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ICA基底群の選出法を提案した．ICA基底の組み合わせを考慮した画質累積による保存に有効なICA基底群の評価と，性能改善に寄与するICA基底の汎用的な選出法により，全ての符号化レートにおいて性能を改善することができた．特にFig.2の低符号化レートでは，式(2)により性能改善に効果の低い基底群を除外したため，符号化性能が大きく改善した．画質累積において全探索を行っているため，処理コストの削減が今後の課題となる．また，画像や基底のサイズを変えた場合にどのような影響があるのか検証し，さらなる性能改善に取り組みたい．

**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. 亀田昌志，川村和也，“離散コサイン変換と独立成分分析の基底を併用した静止画像符号化，”画像電子学会誌，vol.117，no.432，pp.201­—­­211，(2016)．
3. 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)．