

## 進捗報告

亀田ゼミ

M2 中田雄大

## ● 研究概要と振り返り

## ～ 研究概要 ～

画像符号化の目的は画像中の余分な情報を減らすことで画像の効率的な伝送・保存を行なうこと。代表的な方式である離散コサイン変換 (DCT) は画像が必要とする統計的な特徴を抽出・保存できるが人の視覚は考慮されていない課題があるため、人の視覚野が扱う特徴を抽出・保存できる独立成分分析(ICA)と併用することで、両方の特徴を保存することを目指した符号化手法を提案している。

DCT と ICA を組み合わせる際、どのブロックに DCT または ICA を適用すべきなのかを決める必要があり、各ブロックに用いる適切な ICA 基底の種類と個数を模索する中で、最も符号化性能を改善可能である適用ブロックの組み合わせと ICA 基底の種類、個数を明らかにすることで、DCT と ICA を併用した符号化手法の性能改善を行う。

## ～ 前回の振り返り ～

ブロックごとの ICA 基底の優先度を求める実験プログラムの修正を行った。これまで手法とは逆順で求めていたが、実験から正順  $\neq$  逆順であることが分かった。正順だと基底数が増えても画質が下がらない（滑らかに収束しない）傾向にあるが、手法的にそこまでの個数は想定していなかったため、問題ないと思われる。

## ～質問・コメント～

- ・正順と逆順の画像全体の画質を比較したほうが良い。
- ・逆順のほうが適しているブロックがあるのであれば、併用を検討してもよいのでは。
- ・計算量が改善というのであれば、オーダー等で示したほうが良い。

## ● 進捗報告

前回の質問・コメントを受け、画像全体の画質と、ブロックごとに正順・逆順・全探索の画質を調査・比較し、正順のみ・逆順のみ・正順と逆順の併用、のどれを採用すべきなのか明らかにする。

また、前回の今後の予定にあった、プログラム修正後の符号化性能を比較する。

\*\*\*\*\* 進捗内容 \*\*\*\*\*

1. ブロックごとに正順・逆順・全探索の画質を調査・比較 (+画像全体の画質)
2. プログラム修正後の符号化性能を比較

\*\*\*\*\*

- 1. ブロックごとに正順・逆順・全探索の画質を調査・比較（+画像全体の画質）  
この実験では、全てのブロックで使用する基底数を統一し、全探索からの画質低下①②と、正順と逆順の画質低下・向上③④を比較する．正順・逆順・全探索の優先度による画質を画像全体で比較した結果を表 1 に示す．

表 1 正順と逆順の画質比較

| 基底数 | ① 正順 - 全探索 |             | ② 逆順 - 全探索 |             | ③ 逆順 - 正順<br>(画質↓) |             | ④ 逆順 - 正順<br>(画質↑) |             |
|-----|------------|-------------|------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
|     | ブロック数      | 画質<br>(MSE) | ブロック数      | 画質<br>(MSE) | ブロック数              | 画質<br>(MSE) | ブロック数              | 画質<br>(MSE) |
| 1   | 0          | 0           | 286        | 2.61        | 286                | 2.61        | 0                  | 0           |
| 2   | 186        | 0.95        | 499        | 5.29        | 481                | 5.17        | 55                 | -0.83       |
| 3   | 380        | 1.87        | 668        | 7.83        | 621                | 7.18        | 99                 | -1.23       |

※表 1 の MSE は画像全体の平均二乗誤差，プラス＝画質低下，マイナス＝画質向上．

表 1 - ①②を見ると逆順を使用した場合、全探索から大きく画質が低下することが分かる．表 1 - ③でも同様に逆順を使用した場合、正順から大きく画質が低下することが分かる．表 1 - ④を見ると基底数 2, 3 個で統一した場合に、いくつかのブロックにおいて逆順を使用した場合、正順から画質が向上することが分かる．ここで、実験ではすべてのブロックで使用する基底数を統一しているが、実際に適用する場合はレートや各ブロックによって使用する基底数が変動するため、逆順を使用した場合に画質が向上するブロックが実用的なものなのかを明らかにする必要がある．

表 2 に逆順を使用した場合に正順から画質が向上するブロック数とその画質を符号化レートごとに表示している．ブロック数は基底数 2, 3 が混合となっているため、基底数 3 個で画質が向上するブロック数を括弧内に表示している．

（ここで、基底数 3 とは優先度 1～3 の基底 3 個を指している．）

表2 レートごとの逆順による画質向上

| Q レート [PSNR] | ブロック数  | 画質 (MSE) |
|--------------|--------|----------|
| 100 [49.5]   | 0      | 0        |
| 90 [36.4]    | 5 (2)  | -0.001   |
| 80 [33.2]    | 5 (4)  | -0.002   |
| 70 [31.7]    | 11 (8) | -0.004   |
| 60 [30.6]    | 11 (4) | -0.019   |
| 50 [29.9]    | 5 (3)  | -0.016   |
| 40 [29.2]    | 4 (3)  | -0.015   |
| 30 [28.4]    | 7 (6)  | -0.031   |
| 20 [27.0]    | 4 (4)  | -0.022   |
| 10 [24.5]    | 9 (8)  | -0.201   |

※表2のMSEは画像全体の平均二乗誤差，プラス＝画質低下，マイナス＝画質向上．

表1 - ④では，画像全体の約10%にあたる約150ブロックで逆順を用いたほうが画質が向上するという結果だったが，表2を見ると実際には各レートで画像全体の約1%以下のブロックでのみ画質が向上することが分かる．実験結果から2倍の計算量に対して上記の画質向上しか見込めないのであればあまり意味がないのでは，とも思ったが，Airplaneの1つのブロックの画質(MSE)が最大で50も向上していたため，正順・逆順のハイブリッドを検討しても良いのではないだろうか．

## ● 2. プログラム修正後の符号化性能の比較

基底順序やエントロピーの算出法などを修正したため，改めて符号化性能を算出する．実験では平均情報量

$$H(A) = - \sum_{i=1}^N P(a_i) \log_2 P(a_i) \quad (1)$$

をエントロピーとしている．ここで，Aは入力画像，Nは入力画像の画素数， $a_i$ はAの係数，Pは $a_i$ の出現確率である．また，DCTと提案手法それぞれのエントロピー算出法を以下に示す．

$$H_{DCT}(A) = - \sum_{i=1}^N P(coe_{DCT_i}) \log_2 P(coe_{DCT_i}) \quad (2)$$

$H_{DCT}$  は DCT のエントロピー,  $coe_{DCT}$  は DCT の係数である.

$$H_{Hybrid}(A) = - \sum_{i=1}^{N+M} P(coe_{Hybrid_i} \text{ or } DC_{Hybrid_i}) \log_2 P(coe_{Hybrid_i} \text{ or } DC_{Hybrid_i}) \quad (3)$$

$H_{Hybrid}$  は提案手法の付加情報なしのエントロピー,  $coe_{Hybrid}$  は DCT または ICA の係数,  $DC_{Hybrid}$  は

$$DC_{Hybrid_i} = (DC_{DCT_i} \text{ or } DC_{ICA_i}) - (DC_{DCT_{i-1}} \text{ or } DC_{ICA_{i-1}}) \quad (4)$$

のように, 前の値との差分値であり, M は ICA の DC の数である.

これまでの係数と基底のエントロピーを

$$\frac{A+B}{N} \neq \frac{A}{N} + \frac{B}{M} \quad (5)$$

のように, そのまま足し合わせていたため, 係数と基底のエントロピーが正しく求められていなかった. そこで, 基底選出において基底情報を加える場合は

$$H_{Hybrid+Basis}(A) = \frac{H_{Hybrid}(A) \times (N+M) + H_{Basis}(B) \times L}{N} \quad (6)$$

のように, 係数と基底のエントロピーを自己情報量の和に直した上で足している.

$H_{Hybrid+Basis}$  は付加情報ありのエントロピーであり, B は ICA の選出基底, L は ICA 基底の画素数である.

基底選出では, 式(2)と式(6)により算出されたエントロピーと, 再構成画像の画質をそれぞれ比較することで, エントロピーが改善する ICA 基底の組み合わせの中で最も画質が向上するものを選出する.

Airplane に提案手法を適用した時の符号化性能 (PSNR 対 Entropy) を図 1 に示す.

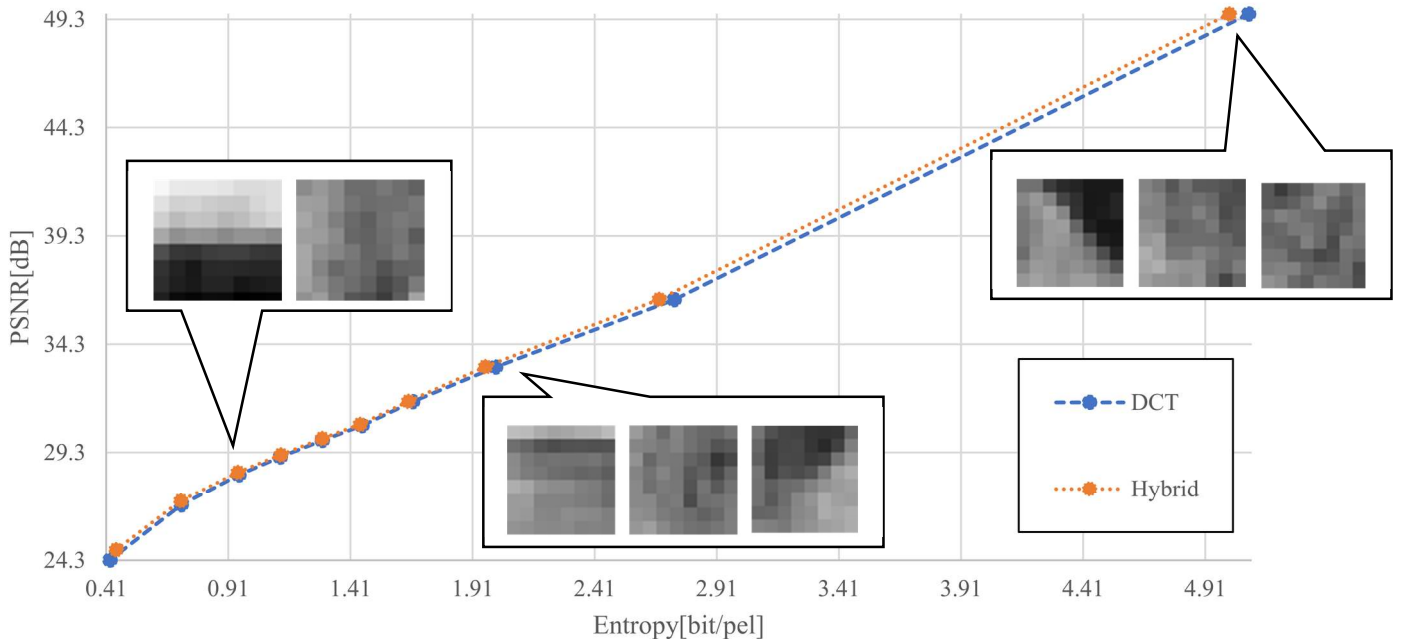


図 1 Airplane の符号化性能 (PSNR 対 Entropy)

また、符号化性能（SSIM 対 Entropy）を図 2 に示す。図 1 と図 2 の詳細、別画像の符号化性能（PSNR 対 Entropy と SSIM 対 Entropy）は別紙資料に記載してあります。

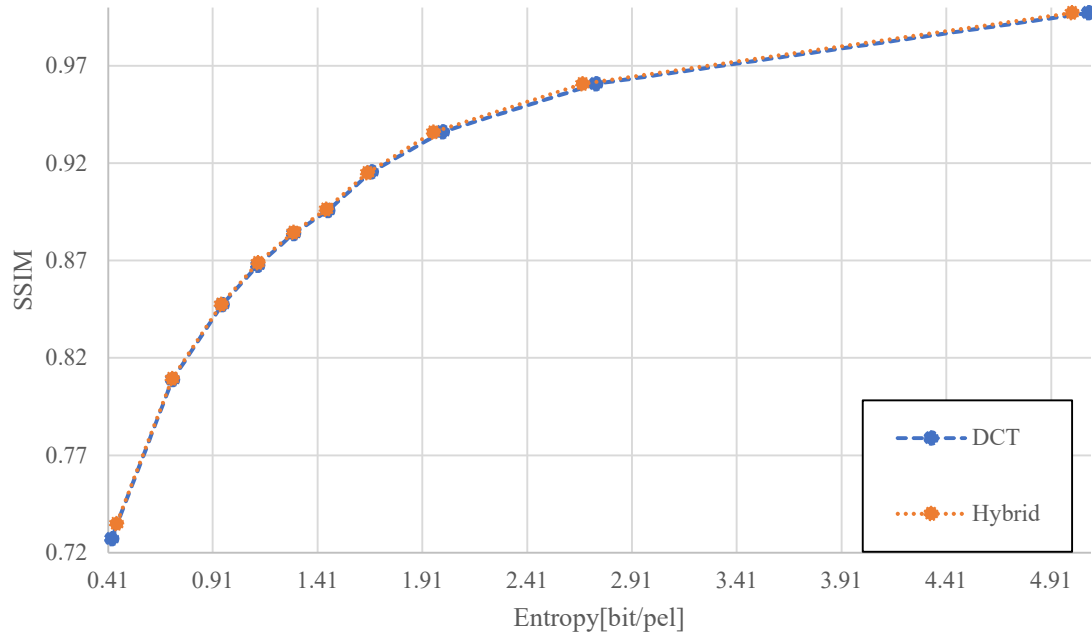


図 2 Airplane の符号化性能（SSIM 対 Entropy）

図 1 と図 2 を見ると提案手法は DCT 単独から符号化性能が改善していることが分かる。特に図 1 を見ると高符号化レートは画質があまり改善しないが、エントロピーが大きく改善、低符号化レートではエントロピーがあまり改善しないが、画質が大きく改善する傾向にあることが分かる。これは、ICA 基底は少ない基底である程度の画質を保存できるという特徴が高符号化レートはエントロピー改善として、低符号化レートでは画質改善として反映されているためだと思われる。

（正直、高符号化レートのエントロピー改善は DC の圧縮がほとんどだと思われるが... 符号化性能の傾向を ICA の特性により説明できるため、良い結果なのではないか。）

- 今回の進捗のまとめ

今回の進捗では、前回のコメント・質問・今後の予定を基に、正順・逆順・全探索による優先度の画像全体での画質比較と、逆順の正順からの画質改善、提案手法の符号化性能の3つを調査した。

- ・ 正順・逆順の画像全体の画質は？

→ 正順の方が圧倒的に全探索に近い画質である。

- ・ 正順よりも逆順の方が効果的なブロックは？

→ 実際に1%弱のブロックで改善が見られた。検討しても良いかも。

- ・ 提案手法の符号化性能を改めて比較

→ 低レート以外で基底選出可能。より正しい結果になったのではないだろうか。

次回は、基底を変更した場合の符号化性能を改めて算出し、通常ハイブリッド手法との符号化性能を比較したい。また、作成した基底による画像全体の係数のラプラス分布の尖度を比較することで、係数のスパース性を評価する予定。スパース性の向上と画質の向上に関係性があるのかどうかで評価が変わってくるかもしれない。

- 今後の予定

- \* 基底を変更した時の符号化性能を比較（優先度：高）
- \* 作成した基底を評価（優先度：中）
- \* DCT 領域に ICA 基底を加えてみる（優先度：中）
- \* 領域分類してそれぞれに基底を作ってみたい（優先度：中）