

講演概要

高効率符号化におけるROIの利用 ～その課題と最近の動向～

2011年 9月21日(水)

岩手県立大学ソフトウェア情報学部
ヒューマンインタフェース学講座

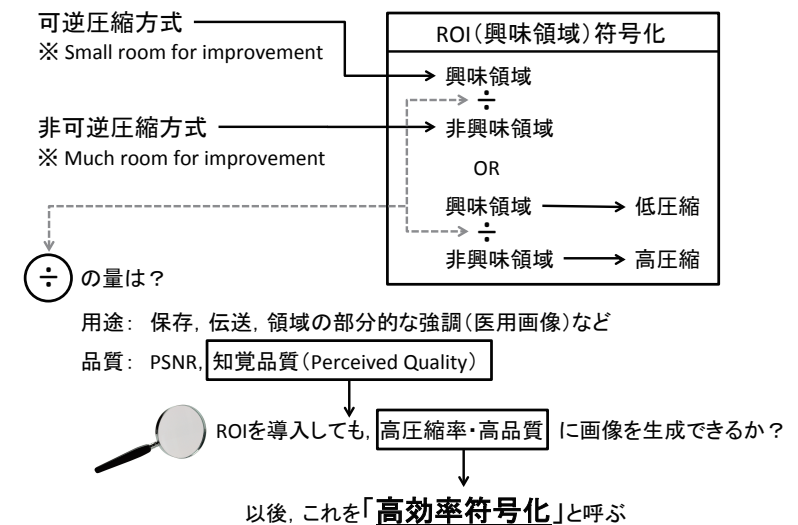
講師 プリマ オキ ディッキ

近年、携帯端末の普及により、さらに画像を効率的に伝送するための画像の高圧縮率が求められています。これまで新たな画像符号化方式が提案されてきていますが、JPEGが依然として最も普及している画像符号化方式といえます。今回、JPEGを例として、従来の画像符号化方式を利用しても符号量が小さく、かつ同等な知覚品質(主観的品質)をもつ画像を生成するためのROI (region of interest) 符号化の活用方法に注目し、これらの課題と最近の動向について述べ、最後にROIとしての顕著性マップの適否を分析し、顕著性マップを利用したROI符号化の効果について紹介します。

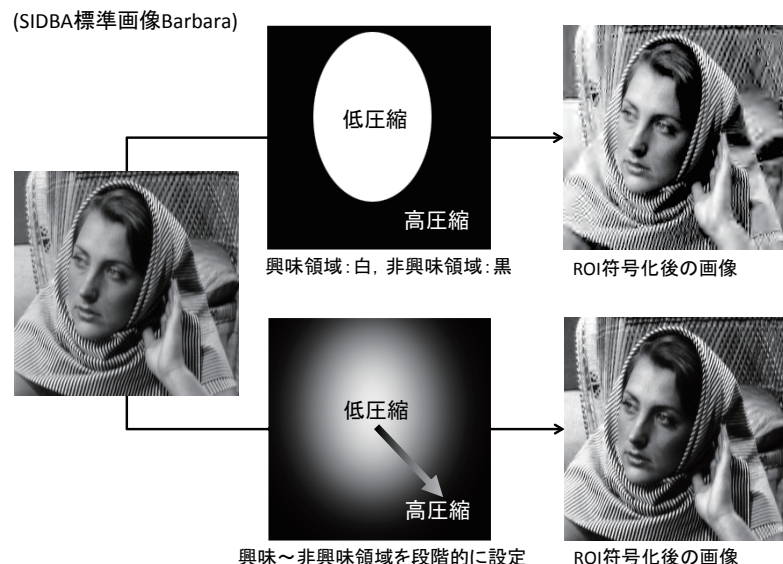
Historical Notes

1840	フィルムを用いたカメラの発明 Louis J. M. Daguerre (France), William Henry Fox Talbot (USA)
1895	映画の発明 (Lumière brothers, France)
1928	カラーテレビの公開実験 (John Logie Baird)
1948	シャノン符号 (Claude Shannon, 1948)
1952	ハフマン符号 (D.A. Huffman, 1952)
1952	DPCM (Cassius C. Cutler, 1952)
1960s	変換符号化 (Huang and Schultheiss)
1980s	ベクトル量子化 (Y. Linde, A. Buzo, R. M. Gray, 1980.) サブバンド符号化
1990s～	標準化と普及 (JPEG, H26x, MPEG-x, DVDなど)

What have we learned?



ROI符号化の例 (JPEG2000の場合)



ROI符号化の現状・課題

広く普及させるには:

- ROI符号化に対応した安価な符号化ツール(できれば, 無償)を提供
条件:
 - 特許による制約がない
 - 符号化の計算によるオーバーヘッドが少ない
 - WWWブラウザによるROI符号化した画像への対応
(ただし, 既に普及している画像フォーマットに対して, ROI符号化に対応させることができれば, この作業が不要)
条件:
 - 符号化の計算によるオーバーヘッドが少ない
- 既存の復号器で復号化できる
 - ROI決定の自動化
- 効果 → これを念頭に, ツールを開発

ROI符号化の現状・課題

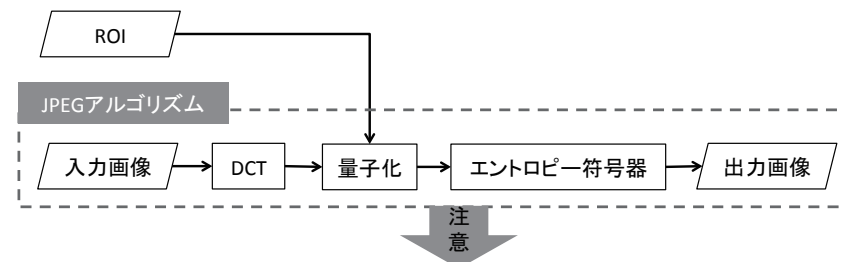
広く普及していない要因:

- ROI符号化に対応した符号化ツール(ソフトウェア)そのものが普及していない
例:
 - 一般ユーザがJPEG2000でROI符号化を行なうために, 高価な市販ソフトウェアを利用せざるを得ない
- WWWブラウザがROI符号化した画像に対応していない
(ただし, 一部ではプラグインで対応している)
- 適切にROIを決定することが困難
ROIを適切に指定しなければ, 知覚品質が低下する

JPEGでのROI符号化の実装

なぜJPEG?

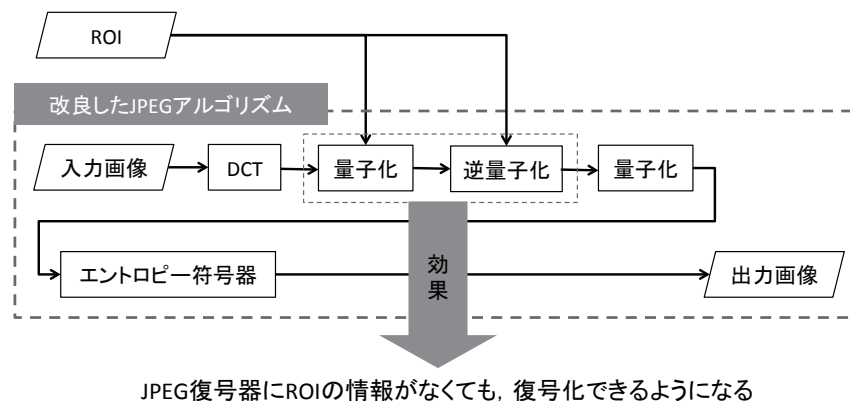
- 現在Webコンテンツやデジタルカメラの画像記録方式として最も多く利用されてきている
- 画像のブロックごとに情報を削減するため, 各ブロックに対応したROIを用意すれば, ROI符号化が可能



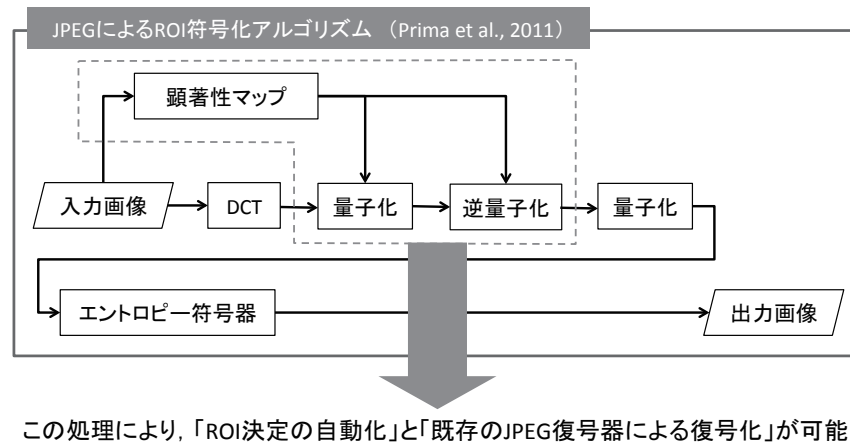
このまま, 既存のJPEGでJPEG復号器で復号化できない

JPEGでのROI符号化の実装

既存のJPEG復号器への対応

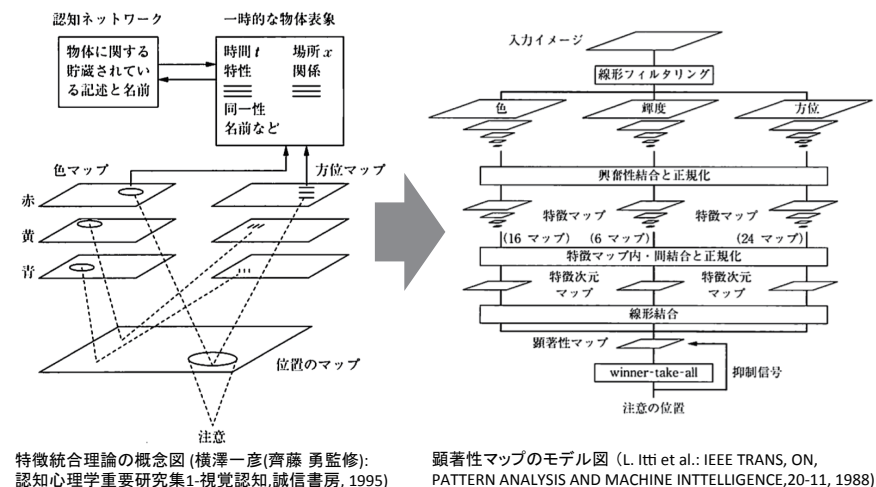


JPEGでのROI符号化の実装



JPEGでのROI符号化の実装

高効率符号化のための取り組み（顕著性マップによるROIの決定）



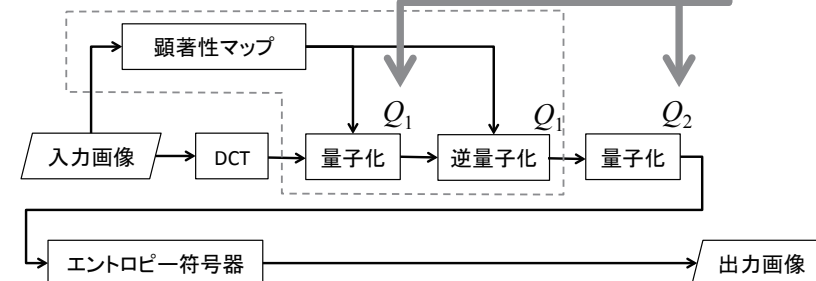
出力画像の品質の制御

ヒント:

如何に量子化のための品質係数 (quality factor) を調整するか?

量子化が2回行われるため、この係数も2種類 (Q_1 , Q_2) ある

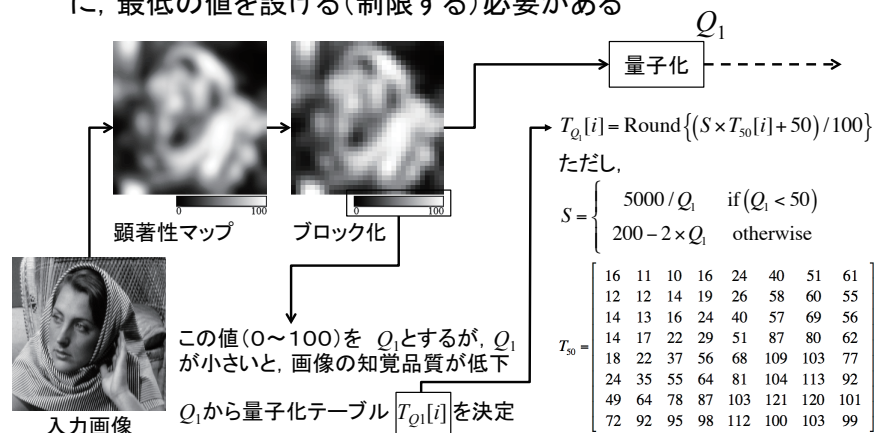
※ Q_1 : 顕著性マップによって決定された品質係数 (ブロックごとに異なる)
 Q_2 : 出力画像の最終的な品質係数 (従来のJPEGの品質係数と同様)



出力画像の品質の制御

第1品質係数(Q_1)

※ 顕著性マップより生成されるが、画像の知覚品質を保証するために、最低の値を設ける(制限する)必要がある



ROI符号化したJPEGの出力一例

第2品質係数(Q_2): 画像の最終的な品質係数(ユーザ指定)



左図:
 Q_1 の最低値を0~40に変化させ、ROI符号化したJPEGと、従来のJPEG(Q_2 : 70)

※ Q_1 : 40では従来のJPEGと同等な知覚品質
※ ROI符号化したJPEG画像のファイルサイズの方が小さい

ここまでのまとめと更なる課題

- JPEGアルゴリズムの中で、量子化を2回行うことによってROI符号化が行なえるようになった
- 入力画像から自動的に顕著性マップを算出できることによって、ROIの定義が容易に行なえるようになった

課題・疑問

- 従来のJPEGと同様に、出力画像の品質係数を指定するだけで、常に高効率ROI符号化が行なえるか？(同等な知覚品質、小ファイルサイズ)
→ 印象評定実験で確認
- ROIとしての顕著性マップが妥当か？
→ 顕著性マップを眼球運動計測機器で確認

ROI符号化したJPEG画像を用いた印象評定実験

ROI符号化したJPEG画像と従来のJPEG画像に対して、ACR-HRR (Absolute Category Rating with Hidden Reference Removal)をもとにしたDMOS (Differential Mean Opinion Score)の値を求めた。

DMOS	Description
5	The same
4	Similar
3	Slightly worse
2	Worse
1	Much worse

(ITU-R BT.500 より編集)

$$\text{DMOS} = \text{MOS}(\text{ROI符号化したJPEG}) - \text{MOS}(\text{従来のJPEG}) + 5$$

ここで平均オピニオン評点 (Mean Opinion Score; MOS) には、5段階スケールが用いられる。ACR-HRRの手続きに従い、一重刺激(single stimulus)の画像の中に、従来のJPEG画像を被験者には従来のJPEG画像だとは明示せず、ROI符号化したJPEG画像と同様に提示し、DMOSの値を求める。

ROI符号化したJPEG画像を用いた印象評定実験

❖ 使用画像:SIDBA標準画像, 各 512×512 pixels



上記の画像をもとに、最終的な出力画像の品質係数(Q_2)を40(低画質), 50(中低画質), 70(中画質)の従来のJPEG画像を作成した。それに対して、 Q_2 が従来のJPEG画像と同じ値で、 Q_1 の最低値を0~ Q_2 の間に5刻みで変化させてROI符号化したJPEG画像を作成した。

❖ 被験者数:20名

❖ 収集する標本数:4200点

本実験では、提示画像に対する最初の印象が重要と考えており、各画像の注視時間を5秒以内に制限した。なお、次の画像へ切り替える際の残像を考慮し、0.5秒の切り替え時間を設け、その間にブランクスクリーンを表示した。

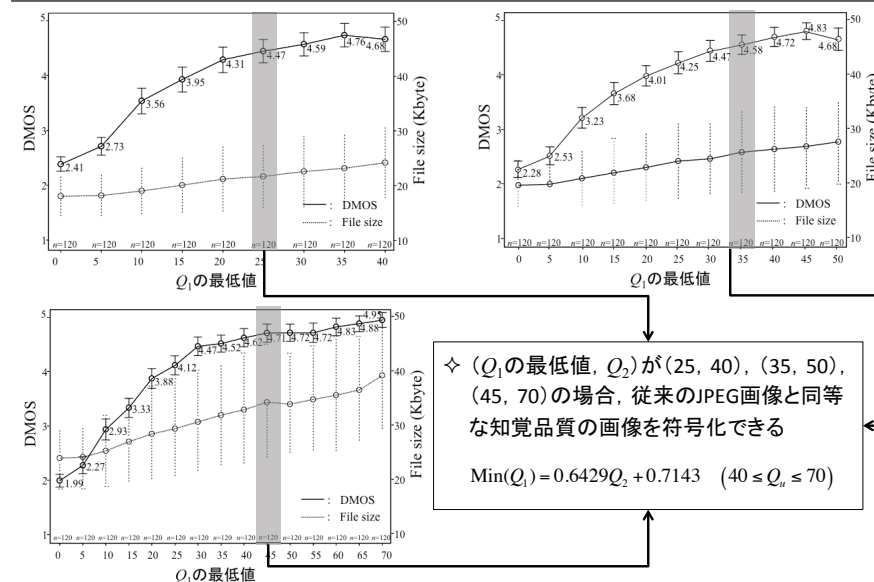
ROI符号化したJPEG画像を用いた印象評定実験

(Q_1 の最低値, Q_2)=(45, 70)で出力した結果(画像容量は、従来のJPEGよりも8~27%減少)



※ ROI-JPEG: ROI符号化したJPEG

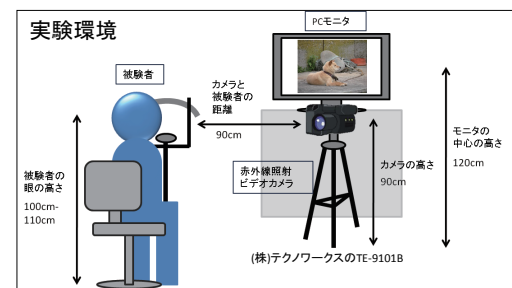
ROI符号化したJPEG画像を用いた印象評定実験



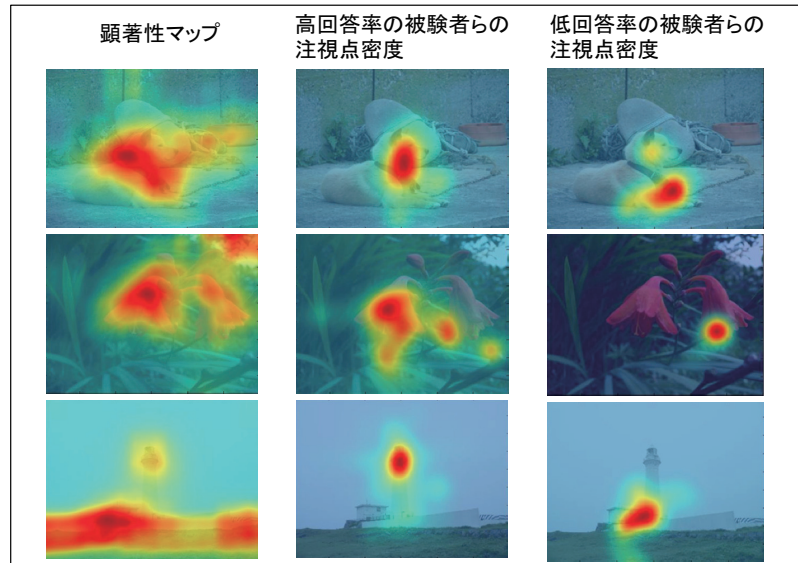
顕著性マップと注視密度との対比

□ 注視行動のボトムアップ処理を考慮した実験

ボトムアップ処理とは、人が事物を視覚で理解する上で、予め対象事物の情報を知識として記憶しており、事物が視界に入った瞬間に直感的に認識する注視行動である。被験者には注視方法として、画像を見た瞬間に認識した事物を画像提示中に注視し続ける(5秒間)よう指示を出した。画像提示後、被験者に何を注視していたのかを聞き、口頭で対象事物の名称を回答してもらい、記録した(大棒, 2011)。



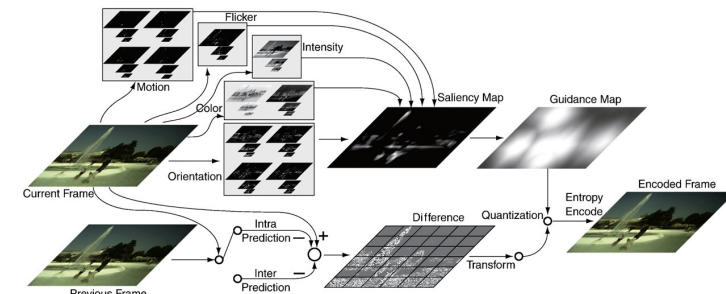
❖ 被験者数:25名



※ 高回答率および低回答率の被験者らの注視点密度が異なるが、顕著性マップがそれらの注視点の分布をカバーしているように見える。そのような場合、顕著性マップを妥当なROIとして利用できる。

今後の発展

□ 動画圧縮における顕著性マップの活用



(Li et al., 2011)

※ 顕著性マップが注視点と異なる場合を除き、H.264 よりも高効率符号化が行なえる。

まとめ

- 静止画像または動画において、顕著性マップを活用したROI符号化が盛んに行なわれてきている。
- 顕著性マップが人の注視点の分布を概ねカバーしているが、そのような場合、顕著性マップを妥当なROIとして利用できる。
- JPEG2000などはROI符号化に対応しているが、本講演で述べたように従来のJPEGでROI符号化を可能にしたのは、ROI符号化の普及という観点において大いに意義がある。
- トップダウン処理を考慮して、顕著性マップの精度を向上する試みも行なわれてきており、将来的により高効率ROI符号化が可能になると考えられる。

参考文献

- Huang, Schultheiss, Block quantization of correlated Gaussian random variables," IEEE Trans Commun. Tech. (T-CT), 1963.
- Cassius C. Cutler, Differential Quantization of Communication Signals, US Patent No.2605361, 1952.
- Claude Shannon, "A Mathematical Theory of Communication", Bell System Technical Journal, vol. 27, 379-423 and 623-656, 1948.
- D.A. Huffman, A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes. Proceedings of the I.R.E.,1098-1102. 1952.
- Itti, L., Koch, C., Niebur, E., A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.20, No.11, 1998.
- ITU-R Recommendation BT.500-10: "Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures", ITU, Geneva, Switzerland, 2000.
- Linde, Y., Buzo, A., Gray, R.M., An Algorithm for Vector Quantizer Design. IEEE Transactions on Communications, 702-710, 1980.
- Li, Z., Qin, S., Itti, L., Visual attention guided bit allocation in video compression. Image and Vision Computing, 29, 1-14, 2011.
- 大棒麻実, 注視実験による顕著性マップの検証. 平成2010年度岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文集, 2011.
- ブリマ オキ ディッキ, 亀田昌志, 伊藤皓平, 伊藤久祥, JPEG画像にROIを導入するための手法. 画像電子学会 (条件付き採録, 2011年6月時点)
- 横澤一彦, 認知心理学重要研究集1-視覚認知 (齊藤勇修), 誠信書房, 1995.