I-039

階層型 Block Truncation Coding におけるブロック分割手法に関する研究
A Study on Block Division Technique for Hierarchical Block Truncation Coding

中村　翔 [1]　坂無　英徳 [2]　森下　雄介 [3]　古谷　立美 [1]　樋口　哲也 [2]
Shou Nakamura　Hidenori Sakanashi　Yusuke Morishita　Tatsumi Furuya　Tetsuya Higuchi

1. はじめに

本研究は，遠隔支援システムの実現を目指し，低ビットレートにおける画像圧縮方式の提案をする．

遠隔支援システムとは，遠隔地からインターネットや無線を介して，障害者や救急車の活動などを支援する技術である．無線通信は，通信帯域が狭く，不安定なため，一度に送れる情報が限られてしまう．そこで，低ビットレートに圧縮可能な圧縮技術が必要となる．しかし，従来の手法では，高圧縮時に色情報の欠落や混在が起きてしまう．そこで，産業技術総合研究所は，輪郭情報の保持に強いBTC(Block Truncation Coding)手法をベースとした適応型BTC[1]を提案した．これにより，従来手法よりも輪郭がはっきりしたが，狭い範囲に多数の色が集中する部分領域においては色情報の欠落や混在が発生してしまうという課題が残っていた．

そこで，本研究では，任意にブロックの大きさを変更できる階層型BTC手法[3]を用い，色の多い箇所を小さなブロックで表現することにより画質を向上させる．階層型BTCの従来の手法によるブロック内の統計量計算では，目的にうまく対応していない．階層型BTCのブロック分割対象を色が多数存在するブロックにするために，ブロック内の色のばらつきを計算する新たな統計量の計算を提案する．

2. 提案手法

2.1. 手法の概要

本手法では，輪郭の保持に強い BTC 手法の発展である階層型 BTC を用いて処理を行う．新たな階層型 BTC のブロック内の統計量計算を提案することによって，局所的に色が集中する領域の階層化を行い，色情報の欠落，混在を抑制する．以下ではまず，BTC 手法の説明を行い，階層型 BTC，新たなブロック内の統計量計算について説明する．

2.2. BTC(Block Truncation Coding)

BTC はアルゴリズムが簡単で画像の輪郭などの画像特徴の保持に強いことが知られている．BTC は，画像を複数の同一サイズのブロックに分割し，ブロック内の画素を決められた色数で量子化する手法である．そのために，ブロック内の画素を複数のクラスに分け，その中で代表色を決め，そのクラスに属する画素をその代表色で表現する．画像は，ブロック内の各クラスの代表値の情報と，各画素がどのクラスに属するかの情報で表すことで，情報量が削減できるため圧縮が可能となる．本研究では大津らの手法[2]を用いて代表色を求める．本稿では求められた代表色をクラス代表値，ブロック内の画素がどのクラスに属するのかを示す情報をクラスマップと呼び，それぞれ JPEG2000 と MQ-Coder で圧縮する．

BTC 手法では，クラスの数を増やし，ブロックサイズを小さくすることにより画質の向上が可能である．

1 東邦大学
2 産業技術総合研究所
3 筑波大学

2.3. 階層型 BTC

階層型 BTC とは，BTC 手法のブロックサイズを可変にすることによって画質の向上をはかる手法である．ブロックサイズを可変にした目的は，画像の中で画素値が一様な色が続く領域と多数の色が集中する領域を異なるブロックサイズで表現するためである．その結果，一様な色の領域の画質の劣化をある程度認め，局所的に色が集中する箇所の画質を維持するように圧縮を行うことできる．アルゴリズムは，BTC 手法と同様に画像を複数のブロックに分ける．この際のブロックサイズは，最大の大きさ m1×m1 で分割する．分割されたブロック内の画素を用いて統計量計算を行う．求められた値が分割の条件として設定された分割閾値よりも大きければ，階層が深くなり，そのブロックを 4 つのブロックに分割する．分割された小さなブロックの中で再び統計量計算を行い，分割閾値よりも小さくなるかブロックサイズが最小サイズ m2×m2 となるまで同処理を繰り返す．分割を終えた後，クラス代表値，クラスマップを計算し，BTC と同様に圧縮する．

階層型 BTC のパラメータ調整法としては，m1 の値を大きく，m2 の値を小さく変更することにより分割回数を多くすることが可能である．分割回数が多くなれば画質が向上するが，ファイルサイズも大きくなる．更に，ブロック内の統計量計算の手法を変えることにより，用途に応じた階層化が可能である．また，分割閾値を小さくすれば画質が向上し，大きくすればファイルサイズが小さくなる．

本研究では m1＝32，m2=8，クラス代表値を 2 色とし，パラメータ調整として分割閾値を用いて処理を行う．

2.3. 新たなブロック内の統計量計算の提案

階層型 BTC を用いることにより，局所的に色が集中する領域を小さなブロックで表すことで色情報の欠落，混在を抑制することが可能である．従来の階層型 BTC では，ブロック内の統計量計算としてダイナミックレンジや分散を用いるが，局所的に色数の多い部分において色情報の欠落や混在が発生するという課題があった．

色数の多い局所領域は，色情報のばらつきが高いと予想され，情報のばらつきを測る尺度であるエントロピーを用いることで色が集中しているブロックを検出できると期待される．

そこで，本研究では，階層型 BTC のブロック内の統計量計算にエントロピーを用いることを提案する．

本研究ではブロック内のエントロピーを以下の手順で求める．画素値が RGB 空間のままでは，1 つの閾値で比較することが難しく，人の視覚特性では，緑の変化に敏感で青の変化に鈍感という特性があるため，RGB それぞれを同等に扱うことは不適切だと考えられる．そこで，画素を RGB 空間から人の視覚特性に基づいて設計された YCrCb 空間の輝度情報である Y 値に変換する．

$$Y = 0.2989 \times R + 0.5866 \times G + 0.1144 \times B$$

変換後，ブロック内の画素の総数 N として各画素値 i の出現確率 P_i を求める．ブロック内のエントロピー H は，

$$H = -\sum_{i=0}^{N} P_i \times \log_2 P_i$$

と計算される．

ここまでの説明において，ブロックサイズの大小に関わらず，分割閾値は同じものと考えてきた．しかし，ブロックサイズが小さなブロックを更に小さく分けていくと，原画像が小さい場合，主観評価では変化があまりわからない可能性がある．ブロックサイズが小さくなったブロックを更に分割するより大きなブロックの分割を行ったほうが画像の変化が大きいため主観的，客観的評価で画質の向上が期待できる．

そこで，2 回まで分割を行う場合，1 回目の分割閾値を A，2 回目の分割閾値を B というように，階層ごとに分割閾値(A＜B)を変えることを提案する．

3.　計算機実験

提案手法の効果を確認するために計算機実験を行った．以下では，各手法を用いた場合の圧縮率に対する画質の比較を行い，提案手法と階層型従来手法の分割対象の検証を行う．テスト画像(図 1)として，縦横 450×300，ファイルサイズ約 400K の画像を用いる．その結果を図 2，図 3，図 4 に示す．図 2 は，縦軸に画質評価値である PSNR，横軸にファイルサイズを取った場合の各手法のグラフである．PSNR とは，圧縮前の画像から，圧縮後の画像がどれだけ劣化したかを計る尺度であり，その値が小さいほど画質が劣化していることを示している．図 3 は，提案手法と階層型従来法の分割の様子を示したもので，白くなっている部分ほど分割が進んでいる．また，丸で囲まれた領域は，両手法の差が顕著な部分である．図 4 は，同領域を拡大した実際の階層型従来手法と提案手法の圧縮画像である．なお，固定ブロックサイズの BTC を従来手法，統計量として分散を用いる階層型 BTC を階層型従来手法と呼ぶ．

図 2 より，同一ファイルサイズ時に PSNR に関して，提案手法が従来手法，階層型従来手法のどちらよりも高い値を示しており，高画質であることが分かる．これにより，客観評価では提案手法が優れていることが示された．

次に，階層型従来手法の問題点，及び提案手法が課題であった局所的に色の多い箇所の分割を行えているかを検証する．図 3 より，階層型従来手法は，花々と木々の境や，丸で囲った木々と空の境のような輝度の差がはっきりしている領域を重点的に階層化している．一方，提案手法は，空以外の色の多い箇所を全体的に分割している．図 4 より，提案手法が，階層型従来手法では分割できず，色の欠落が起きた箇所の分割を行っていることが確認できた．

4.　おわりに

本研究では，遠隔支援システムで用いる圧縮技術として，階層型 BTC を用い，従来手法での色情報の欠落，混在を抑制するような新たなブロック内の統計量計算としてエントロピーを用いることを提案し，更に，階層ごとに分割閾値を変更することを提案した．計算機実験により，提案手法は，BTC 手法，従来の階層型 BTC よりも，同一ファイルサイズに合わせた場合，PSNR において優れていることが確認できた．

5.　参考文献

[1] 坂無英徳, 郡由佳, 関田巌, 森下雄介, 古谷立美, 樋口哲也: 色空間変換を用いた低ビットレート向き BTC 画像符号化, 第 34 回画像電子学会年次大会予稿集,pp.95-96, 2006.

[2] 大津展之,栗田多喜夫,関田巌: "パターン認識　理論と応用",朝倉書店,7 章自動閾値選定法

[3] Jennifer U.Roy,Nasser M. Nasrabadi:"Hierachical Block Truncation Coding",OPTICAL ENGLISH ,May 1991,vol.30 NO.5 P551

図 1:　テスト画像

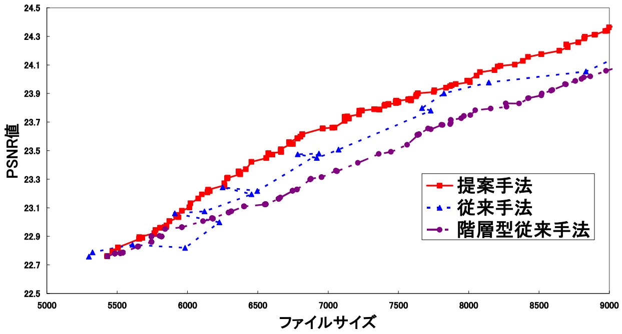
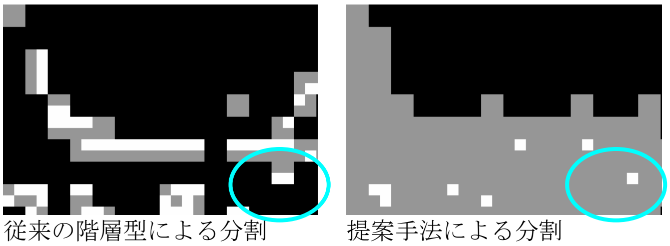
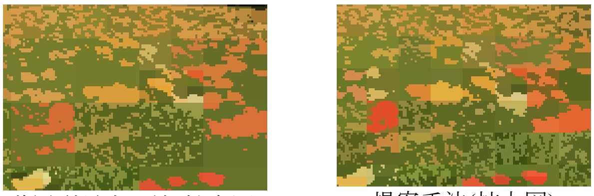


図 2:　各手法のファイルサイズと PSNR 値のグラフ



従来の階層型による分割　　提案手法による分割

図 3:　従来の階層型と提案手法の分割対象



階層型従来手法(拡大図)　　提案手法(拡大図)

図 4:　階層型従来手法と提案手法の実際の圧縮画像