

様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成22年 6月 8日現在

研究種目：若手研究(B)
研究期間：2008～2009
課題番号：20760234
研究課題名（和文） 静止画像および動画の Colorization 符号化法に関する研究
研究課題名（英文） Study of Colorization based Coding for
Still Image and Video
研究代表者
宮田 高道 (MIYATA TAKAMICHI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：90431999

研究成果の概要（和文）：

白黒画像に対して色の付加を行うために開発された Colorization を復号に用いることにより、従来の標準化符号化法で利用されていなかった輝度と色差の関係を利用する新しい符号化、Colorization 符号化法を提案した。本研究により、Colorization 符号化法における最適な圧縮データの生成法や、画像内に含まれるテクスチャなどの繰り返し要素の圧縮にも Colorization が応用可能であることが示された。

研究成果の概要（英文）：

Colorization is the process that restores colors on a gray-scale image from user-generated color-assignment information. We propose a novel approach to image compression that extracts such color assignment from an input color image (we called this inverse colorization). From this study, we have obtained the optimal color assignment extraction method for colorization based coding and compression method for the repeatable features such as texture in the images.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：マルチメディア, 画像符号化, 主観品質

1. 研究開始当初の背景

デジタルカメラの爆発的な普及と発展に伴い、より高効率な画像符号化法の研究性がより高まってきているといえる。現在標準化されている画像符号化法の多くは、直交変換とスカラー量子化に基づいており、代表的静止画像符号化の JPEG および JPEG2000、同じく代表的な動画画像符号化法である H.264 などもこの枠組みの中での提案であると言える。

その一方で、コンピュータグラフィックスやコンピュータビジョンなどの画像処理の他分野においては、自然画像の特徴に着目した新たな処理手法が数々提案されている。このような手法の成果を画像符号化へと応用することにより、これまでのアプローチとは全く異なる新しい画像符号化法の可能性が開け、符号化効率の大幅な改善が可能になると予想される。

2. 研究の目的

本研究においては、画像処理分野において開発された Colorization 等の新しい手法を画像符号化の効率改善に応用する様々な試みについて研究することを目的とする。Colorization は本来、グレイスケールの画像に人間が手で与えた色指定情報をもとに、フルカラーの画像を生成する手法である。本提案は、このような色指定情報を原画像の色差と輝度から自動的に生成し、輝度画像とこの色指定情報を復号側に送ることによって効率的な画像の圧縮符号化を可能とするものである (図 1)。

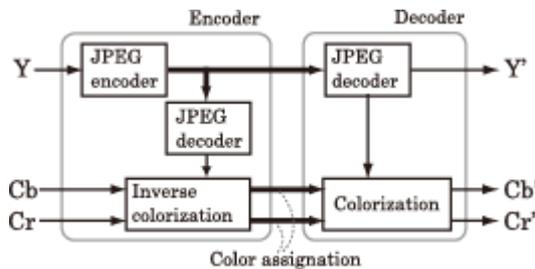


図 1. 提案する Colorization 符号化法の概要

3. 研究の方法

当初予定では、Colorization を応用した静止画像の画像符号化法について検討した後、続けて動画の符号化法に関する検討を行う予定であった。しかしながら、研究の進捗に伴い、提案手法が色差情報以外の対象にも応用可能性があることや、これまで利用されていなかった様々な色差/輝度の関係が明らかとなってきたことなどを踏まえ、まずは対象を静止画像に限定したうえで、Colorization 符号化法の各種の課題について以下のような 4 項目に分割して検討することとした。

(1) 最適な色指定情報の抽出法：筆者らがこ

れまでに取り組んできた Colorization 符号化法(以下、従来法)においては、選ばれた少数の画素に付与された色情報(以下、色指定情報)をどのように選ぶかによって符号化効率が大きく左右される。また、この情報は、

a) 色指定情報としてどの位置の画素を選んだのか

b) 選んだ画素にどのような色を与えるかの二つに分類することができる。符号化効率を向上させるためには、上記の二つの要素のついてそれぞれ、より最適に近い色指定情報を得る必要があるため、これらの課題について検討を行う。

(2) 色差情報の局所変動の復元：従来法においては、主観的には原画像と十分に類似した色差成分が復元できることが明らかではあったものの、原画像の色差成分に本来含まれている画素値の局所的な変動を復元することは困難であった。また、既存の手法でこのような局所変動を表現するためには非常に多くの色指定情報が必要となるため、符号化効率が低下するという問題があり、このことが客観品質を高めるうえでの大きな障害となっていた。そこで、これを解決する新しい Colorization 符号化法を提案する。

(3) テクスチャ符号化への応用：近年提案されている Total Variation 正則化法による画像の非線形分離により、画像を平坦な部分とエッジからなる骨格成分と、それ以外のテクスチャ成分とに分離できることが知られている。このようにして分離したテクスチャ成分の符号化に対しても、Colorization 符号化法によって得られた知見を応用して圧縮を行うことを検討する。

(4) Compressive Sampling 理論の応用：スパース性の仮定できる符号化対象の信号について、ランダムな基底による観測を行った結果から、いくつかの係数のみを抜き出した場合でも、その係数から元の信号を比較的良好に再現できることが知られている。

Colorization 符号化の検討によって得られた知見をもとに、色差信号に対して、このような特殊な観測を行った場合の復元性能について検討を行う。

4. 研究成果

(1) 最適な色指定情報の抽出法：色指定情報を与えたときの Colorization によって得られる色差画像が、色指定情報を与えた画素と同数のベクトルの線形和で表せることと、このベクトルのもつ諸性質に着目することにより、より符号化効率を高めるような色指定情報を選択する手法が得られた。ランダムに色指定情報を与える点を選んだ場合と比較して、提案手法では大幅な客観品質 (PSNR: Peak Signal to Noise Ratio) の向上が確認できた (表 1)。

	ランダム	提案法
PSNR-Cb [dB]	32.81	36.10
PSNR-Cr [dB]	32.98	35.07

表 1. 成果(1)の性能比較

(2)色差情報の局所変動の復元：自然画像の輝度成分と色差成分の間には、局所的に見れた線形の関係が成り立っていることに着目し、この係数について、従来の Colorization 符号化法と同様の手法を持ちいて圧縮をおこなうことにより、課題であった色差成分の局所変動を少ない符号量で再現できることができた。図 2 は(2)の提案手法における色差成分 Cb の再現の様子を表しており、原画像の値(Original Cb)に対して、従来の手法(Conventional Cb)が変動を含まない平坦な復号結果を得てしまっているのに対し、提案手法(Proposed Cb)では原画像の色差成分の変動をよくとらえた結果をえられていることがわかる。

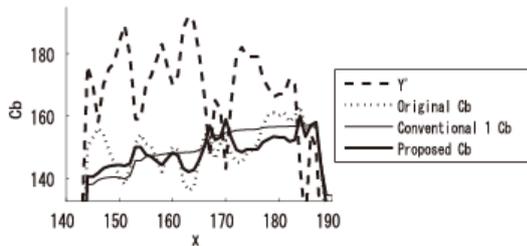


図 2. 提案手法(2)の結果

(3)テクスチャ符号化への応用：すでに提案されているテクスチャ合成手法を復号に用いることとし、また、テクスチャ画像内でテクスチャのパターンが変化するような画素においては、骨格画像の対応する画素の輝度が大きく変化しているという関係に着目することにより、従来の Colorization 符号化の自然な応用することによって、元のテクスチャ画像と主観的によく類似したテクスチャ画像を復元可能であることを明らかにした。その結果を図 3~5 に示す。



図 3. 原画像(home)

(4)Compressive Sampling 理論の応用：観測基底として Coifman の提案した Noiselet を

採用し、色差画像と Noiselet 係数から適当な数だけ抜き出した係数と、輝度画像から予測した色指定情報の付与画素から得られる表現ベクトルを並べた行列との間で Moore-Penrose 一般逆を用いることにより、元の色差画像を非常によく再現できることを客観品質により確認した(表 2)。

符号化法	PSNR (Cr)	情報量[Byte]
Proposed	29.03	150
JPEG	27.91	321
JPEG2000	26.51	152

表 2. 成果(4)の性能比較



図 4. 提案手法(3)による結果



図 5. JPEG による復号結果(図 4.と同情報量)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 10 件)
(全て査読あり)

(1)小野峻佑, 宮田高道, 酒井善則, “色指定情報の冗長性と正解色差を利用した Colorization 符号化の効率改善”
電子情報通信学会 D, Vol.J93-D, No.9, (2010) in press.

(2)井上 義隆, 宮田 高道, 酒井 善則, “局所的な色間相関に基づく Colorization 符号化の効率改善” 電子情報通信学会 D, Vol.J93-D,No.9, (2010) in press.

(3)渡邊 玲児, 宮田 高道, 稲積 泰宏, 酒井 善則, “Web 画像データベースを用いた JPEG 最適化復号” 電子情報通信学会 D, Vol.J93-D,No.9, (2010) in press.

(4)岩下英史, 宮田高道, 酒井善則, “Seam Carving を用いた集合知的解像度変換法の基礎検討”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J92-D, No. 10, pp.1737-1739 (2009).

(5)谷亮広, 稲積泰宏, 宮田高道, 堀田裕弘, “内容に合った Web 画像特徴量を用いた画質改善法”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J92-D, No. 10, pp. 1746-1749 (2009).

(6)佐々木祥, 宮田高道, 稲積泰宏, 小林亜樹, 酒井善則, “プロファイル間類似度の推移関係に着目した推薦計算量削減”, 情報処理学会論文誌:データベース, Vol. 2, No.2, pp. 44-55 (2009).

(7)Hiromi Tsurumi , Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Yoshinori Sakai, “Local Optimal File Delivery Scheduling in a Hop by Hop File Delivery System on a One Link Model”, Transaction of IEICE, Vol. E92-B, No. 01, pp. 34-45 (2009).

(8)佐々木 祥, 宮田 高道, “SBM データを用いた Web コンテンツ推薦”, 情報処理, Vol. 49, No. 12, pp.1415-1416 (2008).

(9)宮田高道, 小宮山裕樹, 稲積泰宏, 八島由幸, 酒井善則 “Colorization を用いた画像圧縮符号化のための色指定情報抽出法”, 映像情報メディア学会, Vol. 62, No. 11, pp. 1810-1818 (2008).

(10)稲積泰宏, 谷亮広, 宮田高道, 矢尾哲彦, 堀田裕弘, “タグ付けされた Web 画像データベースを用いた静止画像符号化法”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J91-D, No. 8, pp. 1976-1978 (2008).

[学会発表] (計7件)

(1) 宮田高道, “Compressive Sampling による色情報の低負荷エンコードと Colorization による復号手法に関する一検討”, 画像符号化シンポジウム, pp. 73-74, (2009/10/07).

(2)井上 義隆, 宮田 高道, 酒井 善則, “輝度と色差の局所的な線形関係に基づく Colorization 符号化の効率改善”, 画像符号化シンポジウム, (2009/10/07).

(3)小野峻佑, 宮田高道, 酒井善則, “Colorization 符号化における最適色指定情報抽出の基礎検討”, 画像符号化シンポジウム, pp. 47-48, (2009/10/07).

(4)鈴木千尋, 宮田高道, 酒井善則, “骨格/テクスチャ分離画像の骨格の輝度とテクスチャ特徴の関係に基づく画像符号化の基礎検討”, 画像符号化シンポジウム, pp. 39-40, (2009/10/07).

(5)Takamichi Kikkawa, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, “Proof of Optimal Algorithm for Maximum-Bandwidth Alm Tree Construction”, IEEE CQR2009, May (2009/05/13).

(6)Takamichi Miyata, Yuuki Komiyama, Yasuhiro Inazumi, Yoshinori Sakai, “Novel Inverse Colorization for Image Compression”, Proceedings of Picture Coding Symposium 2009, (2009/05/06).

(7)Hiromi Tsurumi, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Yoshinori Sakai, “Proof of Local Optimal Solution for a File-Delivery Scheduling Algorithm in a Hop-By-Hop File-Delivery System for a One-Link Network”, IEEE Communications Society Technical Committee on Communications Quality and Reliability, CQR 2008, (2008/05/01).

[図書] (計1件)

画像ラボ 2009年7月号 “逆カラリゼーションによる画像色情報圧縮”, 宮田高道, 日本工業出版, 2009.

[その他]

<http://www.net.ss.titech.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮田 高道 (MIYATA TAKAMICHI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号: 90431999

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし