

機関番号：13201

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21760282

研究課題名 (和文) 符号化ノイズを積極的に利用した画像通信に関する研究

研究課題名 (英文) A Study of Image Communication Using Coded Artifacts

研究代表者 稲積 泰宏

(INAZUMI YASUHIRO)

富山大学・大学院理工学研究部 (工学)・講師

研究者番号：30367255

研究成果の概要 (和文)：近年、Web 上には膨大な画像が流通しているため、それらの画像を用いて対象画像と類似した画像を生成する事が可能である。類似画像が存在すれば、対象画像を必要以上に量子化することにより、効率よく符号化できると考えられる。そこで本研究では、符号化ノイズを情報源符号化の際に積極的に発生させ、情報源復号の際に類似画像を用いて当該ノイズを抑制するフレームワークを提案した。提案法は JPEG および JPEG2000 の符号化ノイズが主観的に改善できることを示した。

研究成果の概要 (英文)：In recent years, many web images have been distributed on the internet. We assume that it is possible to produce a similar image of the target image using a set of web images. Therefore, the coarsely-quantized target image quality may be improved using the similar image. In this study, we proposed a novel image communication framework using a similar image. The experimental results showed that JPEG and JPEG2000 coded artifacts were improved subjectively.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

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

## 1. 研究開始当初の背景

近年、主観品質を推定する客観評価の研究が注目されており、VQEG(Video Quality Experts Group)によって標準化作業も進められている。一方、申請者らは主観品質に基づく画像符号化に関する手法を提案している。これは、従来、符号化動画像における「主観品質の推定」と「符号化の品質制御」を分離して議論しているという問題を統合している。その結果、任意の符号化器に適用可能な主観品質に基づく符号化器の品質制御を実現した。これより、画像符号化における主観品質の重要性を明らかにした。

さらに申請者らは、復号時に主観品質の改善を期待した静止画像符号化法を提案している。本手法は、タグが類似していれば画像内容は類似しているという大胆な仮定に基づき、仮定が成り立つとき符号化ノイズをユーザ側で主観品質が改善されることを示した。これより、対象領域が類似し、かつ符号化器が同一ならば主観品質は改善できることを明らかにした。

これを伝送路の観点から考えると、受信側で符号化ノイズに対する主観品質の改善が期待できるため、「タグと劣化画像」を符号化した情報を伝送すればよい。なお、データベース参照時に流通するタグの情報は画像に比べ無視できる程度である。

以上より、この考え方を画像通信に適用することの可能性が示唆された。

## 2. 研究の目的

前述の背景に基づき、本研究では符号化ノイズを積極的に利用した画像通信システムの実現を目的とする。

具体的には、以下の検討を行う。

- (1) JPEG 符号化ノイズ除去のための Web 画像特徴データベースを生成する。
  - ①タグと関連づけられた主観品質改善に有効な Web 画像特徴データベースを構築する。
  - ②Web 画像特徴データベースを用いた JPEG 符号化画像の主観品質改善法を実装する。
- (2) 本手法が有効に機能する適用範囲を主観評価実験により決定する。
  - ①符号化劣化の程度、ノイズの種類、コンテンツの特性等と主観品質を検討する。
  - ②同じフレームワークで JPEG2000 符号化画像の主観品質改善が有効か検討する。

## 3. 研究の方法

研究方法は次の2点に分けて、順に検討を行った。

- (1) JPEG 符号化ノイズ除去のための Web 画像特徴データベースの生成
- (2) 主観評価実験による適用範囲および汎用性の検討

(1) では、「インターネット」、「サーバ」、「クライアント」、「人」の間で情報交換する過程を繰り返すことで、主観品質改善に有効な Web 画像特徴データベースおよび改善アルゴリズムを定義する。

これを踏まえて、(2) では、厳密な環境で主観評価実験を行い、その有効性を明確にする。さらに、JPEG 符号化ではなく、JPEG2000 符号化に同一のフレームワークを直接適用する事で、提案法の汎用性を検討する。

## 4. 研究成果

2. で示した目的の各々の項目に関して検討を行った。具体的には、以下の通りである。

(1) JPEG 符号化ノイズ除去のための Web 画像特徴データベースを生成する。

- ①タグと関連づけられた主観品質改善に有効な Web 画像特徴データベースを構築する。

タグを利用して画像検索を行い、Web 画像のデータベースを生成した。当初、画質改善に有効な特徴ベクトルを定義し、データベースとする予定であった。しかしながら、画質改善に有効な特徴ベクトルを新たに定義するのではなく、類似画像を生成可能な画像のブロックの集合が、単純かつ効果的な方法であることを発見した。

具体的には、対象画像を劣化した際に、ブロックノイズが発生する境界を中心として、新たに 8x8 のブロックとして再定義する。このブロックと類似したブロックを組み合わせ、劣化した類似画像（類似劣化画像）を自動生成する。なお、類似劣化画像は、より高品質な類似画像から生成する。

類似劣化画像と対象劣化画像は、類似した劣化特性を持つため、より高品質な類似画像も類似している可能性が期待できる。したがって、類似画像を上手く生成できれば、対象劣化画像の品質改善が可能となる。全く同一の類似画像のブロックが仮に存在すれば、それを用いて、原画像が生成可能である。

以上より、類似画像が生成可能なブロックの集合が本研究に必要な画像特徴データベースであることがわかった。

(1) ②Web 画像特徴データベースを用いた JPEG 符号化画像の主観品質改善法を実装する。

(1) ①で定義したデータベースを用いて、Web 画像群を用いた画像通信を提案した。これは、Web 画像をブロック単位で分割したデータベースを生成し、それを参照ブロックとして類似画像を生成し、JPEG 符号化によって発生する品質劣化を主観的に改善可能であることを確認した。

画像内では一般的に隣接ブロックが類似している。前述の提案法ではブロック単位に最も類似したブロックを求めており、隣接ブロックが同一となってしまう、局所的には改善されているが、大局的には違和感のある画像となってしまうという新たな問題が発生した。この問題を解決するために、類似ブロックに複数の候補ブロックを用意し、隣接ブロックに同一ブロックがなくなるときの値が最小となる評価関数を定義し、値が収束するまで、類似ブロックを入れ替える手法を提案した。これにより、大局的な違和感が改善された。

(2) 本手法が有効に機能する適用範囲を主観評価実験により決定する。

①符号化劣化の程度、ノイズの種類、コンテンツの特性と主観品質の関係を検討する。

実際に提案法で改善した画像に対して、厳密な環境下で主観評価実験を複数の被験者に対して実験を行った。

提案法は、忠実さを志向したものではなく、画像の自然さを志向したものであり、個人間のばらつきが大きいのではないかと予想して実験を行った。

予想通り、自然さの定義が個人の経験等に大きく依存しているため、個人間のばらつきが非常に大きく、平均的な特性で議論できるような結果にはならなかった。

これに対して、各々の被験者に対して複数回実験を行ったが、個人内のばらつきは非常に小さいことが明らかとなった。

興味深い結果としては、JPEG 符号化劣化の方が、人によっては自然であるという結果があり、これは普段 JPEG や MPEG 等の符号化劣化に慣れていることに起因すると考えられる。

以上より、提案法を実際の画像通信に適用するためには、ユーザごとの好みに応じて、改善（強調）の程度を制御する必要があると言える。

(2) ②同じフレームワークで JPEG2000 符号化画像の主観品質改善が有効か検討する。

画質劣化の特性が対象画像と類似画像で同一であれば符号化方式に依らないフレームワークであることを示すために、JPEG2000 符号化に適用した。類似画像の生成方法がブロック単位の合成であるため、JPEG2000 で劣化した画像に新たにブロックノイズが発生してしまうという問題が発生した。しかしながら、ブロック単位で見ると、JPEG2000 符号化によって発生したぼけが著しく改善していることを主観的に確認した。

新たに発生するブロックノイズを軽減するために、空間方向にずらした画像を複数枚合成し、平均化することで、ブロックノイズの発生が目立たず、且つ、ぼけを改善することができた。

したがって、同一のフレームワークが適用可能であることがわかった。

なお、何枚合成すれば主観品質が最も高くなるかは領域ごとに異なることが明らかになった。そのため、今後、領域ごとに合成する枚数を検討する必要がある。

以上より、符号化ノイズを積極的に利用した画像通信システムが実現可能であることが明らかとなった。

得られた成果の国内外における位置づけは、アプローチ自体が非常に斬新であり、理論的境界を追求する画像（映像）符号化の研究分野とは全く異なり、本研究と同様のアプローチは我々の知る限り行われていない。いずれ、H.265 等の標準化においても、ますます理論的境界に近づきつつあるため、全く異なるアプローチも進めることは非常に重要であると考えられる。

本研究は、既存の信号ベースの画像符号化を否定しているのではなく、共存を目指したフレームワークである。今後の展望として、得られた成果に基づくフレームワークを他の映像符号化や超解像処理への適用可能性を検討することが挙げられる。

また、データベースのブロックの集合については、実際にどの程度必要なのかを膨大な数で試みる必要がある。

更に、データベースのアクセスの通信コストを現状では考慮していないため、データベースとするブロックの選択法をなるべく小規模なものにする方法を模索していく予定である。

## 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 5 件)

- (1) 小寺浩之、稲積泰宏、堀田裕弘、Web 画像群に基づく画質改善に適したブロックの選択法、査読有、64、2010、1718-1721.
- (2) 荒井みどり、稲積泰宏、宮田高道、堀田裕弘、Web 画像群を用いた静止画像の擬似表現スケーラブル符号化法の検討、電子情報通信学会論文誌、査読有、Vol.J93-D、2010、1661-1664.
- (3) 寺田一成、稲積泰宏、堀田裕弘、Seam Carving に基づく空間スケーラブル符号化法の提案、電子情報通信学会論文誌、査読有、Vol.J93-D、2010、1665-1668.
- (4) 道上浩行、稲積泰宏、堀田裕弘、DCT 係数の統計的性質を用いたテクスチャ再構成法、電子情報通信学会論文誌、査読有、Vol.J93-D、2010、1679-1681.
- (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、査読有、Vol.J92-D、2009、1746-1749.

[学会発表] (計 9 件)

- (1) 深田和也、稲積泰宏、堀田裕弘、Web 画像を用いたリサイズにより生じる画質劣化の改善法、電子情報通信学会総合大会、2011. 3. 15、東京都市大学
- (2) Midori Arai, Yasuhiro Inazumi, Yoshikazu Kawayoke, Yuukou Horita, Pre/Post Processing Method for Blocking Artifacts Removal, WPCIP 2010, 2010. 12. 7, ウィンクあいち
- (3) 道上浩行、稲積泰宏、堀田裕弘、DCT 係数の統計的性質を用いたテクスチャ

再構成法の品質改善、映像情報メディア学会メディア工学研究会、2010. 10. 18、まつや千千

- (4) 寺田一成、稲積泰宏、堀田裕弘、Seam Carving に基づく空間スケーラブル符号化法における情報量削減の一検討、映像情報メディア学会メディア工学研究会、2010. 10. 18、まつや千千
- (5) 小寺浩之、稲積泰宏、堀田裕弘、Web 画像群を用いた画質改善法における改善パラメータと主観品質の関係について、電子情報通信学会 IMQ 研究会、2010. 8. 27、富山大学
- (6) 井原春佳、稲積泰宏、堀田裕弘、Web 画像群を用いた JPEG2000 による画像通信システムの検討、電子情報通信学会 IMQ 研究会、2010. 8. 27、富山大学
- (7) 小寺浩之、稲積泰宏、堀田裕弘、Web 画像群に基づく画質改善に適したブロックの選択法、PCSJ2009/IMPS2009, 2009. 10. 9、ラフォーレ修善寺
- (8) 道上浩行、稲積泰宏、堀田裕弘、Web 画像群を用いた画質改善のための画像特徴データベースの生成、PCSJ2009/IMPS2009, 2009. 10. 9、ラフォーレ修善寺
- (9) 荒井みどり、稲積泰宏、宮田高道、堀田裕弘、Web 画像群を用いた静止画像の擬似表現スケーラブル符号化法の検討、PCSJ2009/IMPS2009, 2009. 10. 7、ラフォーレ修善寺

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

稲積 泰宏 (INAZUMI YASUHIRO)  
富山大学・大学院理工学研究部 (工学)・  
講師  
研究者番号：30367255