

## 自己評価報告書

平成 23 年 5 月 2 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20500102

研究課題名 (和文) 映像コンテンツのロスレス再符号化に関する研究

研究課題名 (英文) A Study on Lossless Re-encoding of Multimedia Contents

研究代表者

松田 一郎 (MATSUDA ICHIRO)

東京理科大学・理工学部・准教授

研究者番号：70287473

研究分野：画像情報工学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：映像コンテンツ、画像符号化、データ圧縮、標準符号化方式、ロスレス再符号化、量子化、算術符号、動き補償予測

## 1. 研究計画の概要

現在、映像コンテンツの記録にはロッシー(非可逆)符号化と呼ばれる圧縮技術が主に使用されている。ロッシー符号化は、符号化と復号の操作を繰り返すと画質劣化が加法的に蓄積するという性質があり、旧世代の符号化方式によって一旦圧縮された映像コンテンツを、最新技術を駆使したロッシー符号化方式で再度符号化しようとしても、本来の符号化効率を達成することは極めて困難である。

この問題を解決するには、再符号化に際してデータの損失を一切許容しないロスレス(可逆)符号化の概念を導入することが必要である。本研究課題では、過去に蓄積された膨大な映像資産を、元の画質を完全に保持したまま効率良く再符号化するアルゴリズムの開発を目指す。

## 2. 研究の進捗状況

研究初年度は、主に静止画像用の符号化規格である JPEG 方式に特化したロスレス再符号化技術の開発を行った。2 年目以降は当該技術を動画や音声コンテンツ用の符号化規格へ拡張するための検討も精力的に進めている。これまでに得られた主要な成果を以下に述べる。

## (1) DCT 係数の算術符号化技術の確立

JPEG は離散コサイン変換(DCT)を用いた符号化アルゴリズムを採用しているため、ロスレス再符号化方式の開発において、DCT 係数の符号化手法は重要な検討項である。

我々は、画像をブロック単位でクラス分類し、クラスごとに DCT 係数の確率モデルを推定する手法を開発した。この手法を適応算術符号器と組み合わせることにより、DCT 係数の符号化効率を大幅に改善することに成功している。

## (2) イントラ予測手法の導入

JPEG 方式では、ブロック単位に独立に DCT を適用しているため、ブロック間の相関をほとんど利用していない。そこで、最新の動画画像符号化標準である H.264 向けに開発されたイントラ予測手法を、JPEG 画像の再符号化方式に導入した。この際、隣接ブロックの再生値を利用した予測値は画素領域で求め、予測誤差の算出は DCT 係数の領域で行うように工夫することで、画質劣化の原因となる再量子化を不要にしている。これにより、JPEG 画像の再符号化に要する符号量を約 12%削減することができた。

## (3) JPEG 以外のコンテンツへの拡張

JPEG 向けに開発した上記のロスレス再符号化技術を、他の符号化方式にも転用するための検討も並行して行っている。

動画コンテンツに関しては、JPEG に類似したアルゴリズムを採用している MPEG-1 を対象として検討を進め、動ベクトル情報の効率的な符号化アルゴリズムなどを考案した。

また、JPEG の後継方式として標準化された JPEG-2000 や、音響データのロッシー符号化方式である MPEG-1 Audio Layer-3 (通称 MP3)を対象としたロスレス再符号化のための基礎技術の開発も行っている。

## 3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

当面の検討対象であった JPEG 画像に関しては、既に既存のロスレス再符号化方式を上回る圧縮率を達成しており、その成果は近日中に学術論文として公表の予定である。

また、並行して開発を進めた MPEG-1 動画像

のロスレス再符号化については、先行研究が皆無であり、我々のグループが世界に先駆けてその有用性を示したといえる。

さらに、本研究課題のために開発した要素技術は、一般的なロッキー符号化にも転用可能なものが多く、その成果は当初の想定を超えた研究分野にも貢献しているといえる。

#### 4. 今後の研究の推進方策

今後は、JPEGおよびMPEG-1方式のためのロスレス再符号化技術に磨きをかけると共に、新たな展開を目指して以下の検討項目を中心に研究を推進する予定である。

##### (1) MPEG-2 動画コンテンツへの拡張

提案方式の実用性を高めるため、現在最も普及が進んでいるMPEG-2形式の動画コンテンツへの拡張を図る。特に、MPEG-2の特徴である、インタレース形式の動画データに対応した冗長度削減技術の確立を目指す。

##### (2) ブロック適応時空間予測手法の開発

既に導入済みのイントラ予測と動き補償予測の技術を組み合わせ、空間方向だけではなく時間方向の相関も同時に利用して動画信号の冗長性を取り除く手法を開発する。

この手法は、動画コンテンツのロスレス再符号化に留まらず、動画符号化方式全般にも適用可能であることから、極めて汎用性の高い要素技術であるといえる。

##### (3) 標準ビットストリームに対応した符号化方式

我々が提唱するロスレス再符号化方式は、標準方式のビットストリームを中間ファイルとして生成する特殊なロッキー符号化方式であるとみなせる。この考えをさらに発展させ、標準符号器とロスレス再符号器の融合を図ることで高圧縮率を実現すると同時に、復号時には標準ビットストリームを生成することで既存の復号器との互換性保証する、新しい概念の符号化方式の実現を目指す。

上記(2), (3)に関しては、ロスレス再符号化の枠組みを超えた新しい技術に発展する可能性を秘めており、本研究課題の研究期間終了後も検討を継続する予定である。

#### 5. 代表的な研究成果

(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 12 件)

- ① 松田一朗, 橋本峻弥, 須田貴志, 池田 悠, 青森 久, 伊東 晋, “イントラ予測と算術符号を用いたJPEG画像のロスレス再符号化”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J94-D, No.8, 2011(掲載予定), 査読有.

- ② 松田一朗, 渡辺寛之, 海野恭平, 青森 久, 伊東 晋, “動画画像符号化のためのブロック適応時空間予測”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J93-D, No.9, pp.1669-1671, 2010, 査読有.
- ③ 松田一朗, 海野恭平, 青森 久, 伊東 晋, “Block-Based Spatio-Temporal Prediction for Video Coding”, Proc. of 18th European Signal Processing Conf. (EUSIPCO-2010), P-IVP-2, pp.2052-2056, 2010, 査読有.
- ④ 松田一朗, 若林 慧, 池田 悠, 伊東 晋, “A Lossless Re-encoding Scheme for MPEG-1 Video”, Proc. of 17th European Signal Processing Conf. (EUSIPCO-2009), pp.1834-1838, 2009, 査読有.
- ⑤ 松田一朗, 野本恭男, 若林 慧, 伊東 晋, “Lossless Re-encoding of JPEG Images Using Block-Adaptive Intra Prediction”, Proc. of 16th European Signal Processing Conf. (EUSIPCO-2008), L3-6, 5 pages, 2008, 査読有.

[学会発表] (計 11 件)

- ① 小池弘幸, 橋本峻弥, 松田一朗, 青森 久, 伊東 晋, 内藤 整, 酒澤茂之, “JPEG画像のロスレス再符号化のためのDCT係数のモデル化に関する一検討”, 電子情報通信学会総合大会, 2011年3月14日, 東京都市大学(東京都).
- ② 長谷川貴一, 松田一朗, 青森 久, 伊東 晋, “MP3 オーディオデータのロスレス再符号化のための予測器の設計に関する検討”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2010年9月16日, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス(大阪府).
- ③ 須田貴志, 池田 悠, 松田一朗, 青森 久, 伊東 晋, 内藤 整, 酒澤茂之, “MPEG-1 動画画像のロスレス再符号化 —多峰性確率モデルによる動ベクトルの符号量削減—”, 電子情報通信学会総合大会, 2010年3月16日, 東北大学川内キャンパス(宮城県).
- ④ 上田直之, 青森 久, 松田一朗, 伊東 晋, “WT係数のブロック適応予測に基づいたJPEG2000 画像のロスレス再符号化”, 映像情報メディア学会冬季大会, 2009年12月17日, 芝浦工業大学豊洲キャンパス(東京都).
- ⑤ 若林 慧, 松田一朗, 伊東 晋, “ブロック適応イントラ予測を用いたMPEG-1 動画画像のロスレス再符号化”, 映像情報メディア学会冬季大会, 2008年12月9日, 機械振興会館(東京都).