

論文内容の要旨

博士論文題目

動画像信号の物体単位符号化と高画質再符号化に関する研究

氏 名 角 野 眞 也

(論文内容の要旨)

マルチメディア時代の到来により、動画像符号化技術の重要性が高まっている。本研究では、動画像信号を物体(オブジェクト)単位で効率良く符号化する技術と符号化された動画像ストリームを画質劣化を抑えて低ビットレート・ストリームに再符号化する技術を扱っている。物体単位符号化に関しては、物体単位符号化の基本構造、物体形状符号化法、物体単位画素値符号化法を提案している。また、再符号化に関しては、低圧縮率で生じる大きな画質劣化の原因を解析し、レート歪最小化によって量子化ステップを最適化した高画質再符号化法を提案している。本論文は、以下の7章から構成されている。

第1章では、過去の動画像符号化研究を概観し、本研究の背景と目的・意義について述べている。

第2章では、従来の動画像符号化方式との互換性が高くかつ物体単位で効率良く符号化可能な動画像符号化法の基本構造を提案している。具体的には、物体形状を表す形状信号を画素値信号とは別に2値のビットマップとして符号化し、従来の画面単位符号化と同様のマクロブロックを基本符号化単位とする。

第3章では、物体形状符号化部について詳細な検討を行ない、画面間の相関を利用して物体形状を符号化する方式を提案している。ここでは、画素値信号の動きベクトルとは別の形状信号の動きベクトルを新たに導入している。さらに、符号化済の画素値信号の動きベクトルと形状信号の動きベクトルを参照して形状信号の動きベクトルを符号化する手法を提案し、伝送速度削減に効果が大きいことをシミュレーション実験で検証している。

第4章では、物体内の画素値符号化部について詳細な検討を行ない、画素値補填法を提案している。具体的には、物体領域外に画素値補填処理を行ない、物体境界部の高周波数成分を抑制するパディング方式である。これによって符号化効率の向上を図っている。

第5章では、符号化された動画像ストリームを少ない伝送帯域幅に変換する際に画質が大幅に劣化する要因を明らかにし、量子化ステップの値に制限を加えることにより再符号化時の画質劣化を抑えるゾーン処理付き再量子化法(RQMZT法)を提案している。本手法によりPSNRが約1dB向上することがシミュレーション結果で示されている。

第6章では、伝送速度一定の条件で再符号化歪みを最小化するというレート歪最適化手法を導入することによって、RQMZT法を更に高画質化した再量子化パラメータ最適選択法(RQMZT+法)を提案している。この改善により、PSNRが1dB向上している。

最後に第7章では、本研究の総括として、得られた成果に対する考察と今後の課題について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、動画像符号化における重要課題である物体単位符号化と符号化された動画像ストリームの画像劣化を抑えた再符号化について述べている。実用的な動画像符号化法を確立するためには、高い符号化効率を実現すると同時に、既存の符号化方式との互換性の確保が重要である。また、国際的な標準規格として採用されなければ実利用は望めない。本研究では、このような観点から、動画像の物体単位符号化法と符号化された動画像ストリームの高画質再符号化法を開発している。本論文の成果は以下の2点に要約される。

1. 従来の動画像符号化方式との互換性が高くかつ物体単位で効率良く符号化可能な動画像符号化法の基本構造を提案している。具体的には、物体形状を表す形状信号を画素値信号とは別に2値のビットマップとして符号化し、従来の画面単位符号化と同様のマクロブロックを基本符号化単位とするものである。この基本構造のもとで、(1) 画面間の相関を利用した物体形状符号化、(2) 画素値補填に基づく画素値符号化、の各方式を提案している。本論文での提案内容は国際標準規格 MPEG-4 に採用されている。

2. 符号化された動画像ストリーンを少ない伝送帯域幅に変換する際に画質が大幅に劣化する要因を明らかにし、量子化ステップの値に制限を加えるゾーン処理付き再量子化法(RQMZT法)を提案している。本手法によりPSNRが約1dB向上することがシミュレーション結果で示されている。さらに、伝送速度一定の条件で再符号化歪みを最小化するというレート歪最適化手法を導入することによって、RQMZT法を更に高画質化した再量子化パラメータ最適選択法(RQMZT+法)を提案している。この改善により、PSNRが1dB向上している。提案手法は、扱えるビットレートの異なる画像機器間での映像コンテンツの流通に不可欠な技術となろう。

以上述べたように、本論文では、物体単位動画像符号化法と符号化されたストリームの再符号化法を提案し、その有効性をシミュレーション実験によって検証している。また、本研究で提案した物体単位符号化方式が国際標準規格 MPEG-4 に採用されるなど、本論文の内容は、学術面の貢献に加えて、実用面での貢献が極めて高い。なお、本論文の主要部分に相当する内容は、学会論文誌4件、査読付国際会議2件として公表されている。また、本論文内容の一部の発表に対して電気通信普及財団テレコムシステム技術賞を授与されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。