



デジタル画像信号の符号化に関する研究

黒木, 修隆

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

1995-03-31

(Date of Publication)

2008-10-31

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲1394

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/3105417>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1001394>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍)	黒木修隆 ^{くろまきのぶたか}	(鹿児島県)
博士の専攻分野の名称	博士(工学)	
学位記番号	博い第80号	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当	
学位授与の日付	平成7年3月31日	
学位論文題目	デジタル画像信号の符号化に関する研究	

審査委員	主査 教授	平野 浩太郎	
	教授	池田 雅夫	教授 田中 栄一

論文内容の要旨

現代の情報化社会において、画像を用いたメディアは大きく注目されつつある。テレビ電話/会議、カラーファクシミリ、ビデオディスク、画像データベース、ナビゲーション・システムなど、画像を用いたメディアは今後大きく発展が期待されている。これらの画像データを効率よく処理、蓄積、そして伝送するために、画像データの圧縮技術は不可欠なものとなっている。本論文ではこの圧縮技術に注目し、

(1)圧縮の効率を向上させること。

(2)画像の品質を向上させること。

を目的として研究を行った。これらの目的のもとに、四つの研究を行い、それぞれの研究において従来手法を改善する大きな成果をあげることができた。

第2章ではモノクロ画像の可逆符号化の研究を行った。従来の予測符号化は冗長抑圧の点では必ずしも最適な手法ではなかった。本章ではこの点を指摘し、冗長抑圧能力を高めることを目的とした研究を行った。本章では従来の手法が十分な冗長抑圧を行わない原因として、

(1)予測により信号のエントロピーが増加する可能性があること、

(2)画像信号の性質が局所的に変化する可能性があること、

を指摘した。これに対して本研究では、

(1)ダイナミックレンジ変換法、

(2)動的予測法、

を提案することにより、冗長抑圧能力を改善することができた。その結果、JPEGの手法によって生成されたコード量をさらに15%削減することができた。

第3章ではカラーRGB画像の可逆符号化の研究を行った。カラーRGB信号はYUV信号に変換すると打ちきり誤差を生じるため、有効な可逆符号化が行われていなかった。本論文ではこの解決法として、RGB信号を直接予測符号化する3次元予測法を提案し、画素間の冗長性とRGB信号間の冗長性を同時に取り除いた。その結果、2次元予測によって得られた誤差信号のエントロピーを、さ

らに7%削減することができた。

第4章では予測誤差信号のための符号化について研究を行った。本章では符号化における従来の確立推定法の弱点として、

- (1)雑音によって推定が不安定になる点、
- (2)局所的な確立の変動に追従しない点、

を挙げた。これらの点を改善するために本論文では新しい確立推定法を提案している。提案手法は

- (1)手法の特性を調整するパラメータをもたず、
- (2)経験的に調整されたしきい値や変数テーブルをもたない、

という点で理論的に明快である。実験の結果、提案手法は従来の動的算術符号化やJPEGの算術符号化に比べて5%以上少ないコードを生成することができた。

第5章ではモノクロ画像の非可逆符号化の研究を行った。従来のDCTを用いた手法は高い圧縮率を得ることができたが、ブロック歪みの発生を避けることができなかった。また近年、ブロック歪が生じない手法として注目を浴びているウェーブレット変換は、フィルタ長が長いため、高速な処理が行えなかった。これに対して本章では帯域間予測を用いたハール・ウェーブレット変換を提案することにより、ブロック歪が生じない高速変換手法を実現した。さらに本予測処理はSSKFフィルタと等価であることを証明し、提案手法が完全再構成可能なサブバンド符号化の一つであることを示した。実験では従来のハール・ウェーブレット変換に伴うブロック歪を除去し、圧縮コード量を30%削減することができた。そして少ない演算量でQMFと同等の特性をもつことを示した。

最後に第6章では各章で行われた研究成果をまとめ、本論文が圧縮率の向上と画像品質の向上という当初の目的を達成したことを述べた。そして将来の展望と今後の研究課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

現代の情報化社会において、画像を用いたメディアは大きく注目されつつある。ハイビジョン放送、テレビ会議、テレビ電話、ビデオディスク、移動体通信、ナビゲーションシステムなど、画像を用いたメディアは今後大きく発展が期待されている。これらの画像データを効率よく処理、蓄積、そして伝送するため、画像データの圧縮技術は不可欠なものとなっている。

本論文ではこの圧縮技術に注目し、(1)圧縮の効率を向上させること、(2)画像の品質を向上させること、を目的として新たな手法を提案し、実験によってその効果を明らかにしている。そして、これまで問題とされてきた点を改善し、圧縮率および画像の品質を向上させている。

本論文で対象としているのは次の4項目である。

- i) モノクロ画像の可逆符号化
- ii) カラー画像の可逆符号化
- iii) 予測誤差信号のための符号化
- iv) モノクロ画像の非可逆符号化

これらの内容は第2章から第5章に対応している。

第2章では、モノクロ画像の可逆符号化を対象として、従来法の問題点を指摘するとともに、新たな手法が提案されている。まず、従来の予測符号化法は、冗長抑圧の点では必ずしも最適な手法ではないことを明らかにしている。その原因として二つの問題点、すなわち予測により信号のエントロピーが増加する可能性がある点と、画像信号の性質が局所的に変化する可能性がある点を指摘している。

これに対して本論文では、冗長抑圧能力を向上させるために、(1)ダイナミックレンジ変換法、(2)動的予測法、を提案している。実験の結果、従来手法の問題点を解決することで、圧縮率を15%改善できることが示されている。

第3章ではカラーRGBの画像の可逆符号化を対象としている。カラーRGB信号をYUV信号に変換すると、打ちきり誤差を生じる。そのため、これまでは有効な可逆符号化法が提案されていなかった。本論文ではこの解決法として、RGB信号を直接予測符号化する3次元予測法を提案している。この手法はRGB信号を3次元の信号とみなし、空間内の1点をその周辺の値から予測する手法である。この手法によって、画素間の冗長性とRGB信号間の冗長性を同時に取り除くことを可能としている。実験の結果、従来手法に比べて圧縮率を改善できることを示している。

第4章では予測誤差信号のための符号化を対象としている。まず、符号化における従来の確立推定法の問題点について、(1)雑音によって推定が不安定になる点、(2)局所的な確立の変動に追従しない点、を指摘している。これらの問題点を改善するために、本論文では新たな確立推定法を提案している。提案手法は理論的に明快であり、(1)可変パラメータをもたない、(2)事前に設定が必要なテーブルをもたない、という特徴がある。実験の結果、従来の符号化手法に比べて5%小さいコードを生成している。

第5章ではモノクロ画像の非可逆符号化について論じている。従来のDCTを用いた手法は高い圧縮率を得ることができたが、ブロック歪みの発生を避けることができなかった。また近年、ブロック歪が生じない手法として注目を浴びているウェーブレット変換は、フィルタ長が長いために高速な処理が行えない点に問題がある。これに対して本論文では、帯域間予測を用いたハールウェーブレット変換を提案することにより、ブロック歪が生じない高速変換手法を実現している。さらに、ここで用いられている予測処理がSSKFフィルタと等価であることを証明し、提案手法が完全再構築可能なサブバンド符号化の一つであることを明らかにしている。実験の結果、従来のQMFと同程度の性能を示す一方で、3倍以上の高速化が可能であることを示している。最後に第6章では、本論文の研究成果がまとめられている。これらの研究成果は、画像データベース、ビデオディスクなどの蓄積メディアにおける圧縮技術に、またハイビジョン放送、テレビ電話、移動体通信などの通信メディアにおける高速化技術に有効であることを主張している。さらに、本研究の将来の展望についても述べられている。

以上のように本論文では、圧縮の効率と画像品質の向上を目的として、モノクロ画像およびカラー画像の可逆符号化を提案し、それぞれ圧縮率の向上に寄与している。また、予測誤差信号のための符号化手法を提案することで、予測の手法によらず符号を小さくすることを可能としている。さらに、従来はブロック歪みの発生が問題となっていたモノクロ画像の非可逆符号化についても、帯域間予測を導入することで、品質と処理速度の両立を実現している。本論文で提案された圧縮手法は、今後ますます重要となる画像データの処理、蓄積、伝送の効率化に大きく寄与すると考えられる。

よって、学位申請者 黒木 修隆 は、博士(工学)の学位を得る資格があると認める。