

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第	号	氏 名	鈴木 大三
主 論 文 題 目： 離散コサイン変換のリフティング実現とロッキー・ロスレス統合画像符号化への応用				
(内容の要旨) 近年のハードウェアの発達やブロードバンド網の普及により，“情報”のデジタル化は留まる所を知らず、音楽や画像、動画などのデジタルコンテンツの情報量は増大し続けている。そのためデジタル信号処理による情報圧縮技術の更なる発展が重要である。画像圧縮（符号化）は、ロスレス（可逆）とロッキー（非可逆）符号化に大別される。昨今の技術発展によって情報損失のないロスレス画像符号化の需要が伸びており、一方でモバイル機器のような低スペックなハードウェアのためのロッキー画像符号化も未だ重要である。現行標準規格である JPEG では、ロスレスのために DPCM が、ロッキーモードのために離散コサイン変換（DCT）が用いられており、互換性のない変換がそれぞれ利用されている。多様なニーズに応えるためには、ロッキー・ロスレス両圧縮データを用意しなくてはならない。 近年、両モードで互換性を持つロッキー・ロスレス統合画像符号化（以下、統合画像符号化）が注目されている。これは、エンコーダ側でロスレスビットストリームを生成し、デコーダ側では環境に応じた情報でビットストリームを打ち切り、最適な状態で表示できる技術である。その実現には、Sweldens が 1996 年に提唱したリフティング構造が鍵となる。次世代標準規格の JPEG2000 では、リフティングによる離散ウェーブレット変換（DWT）が用いられている。しかし変換性能のために、ロスレスでは 5/3-DWT、ロッキーモードでは 9/7-DWT という異なる変換を採用しており、互換性はない。本研究では現在のデフォルトスタンダードである JPEG との互換性も考慮して、統合画像符号化のための DCT のリフティング実現（整数 DCT の実現）を提案し、符号化の際の有効性を示す。 第 1 章では本研究の背景及び動機を述べた。 第 2 章では本研究を議論するに当たって、様々な直交変換、リフティング、JPEG や JPEG2000、本研究で用いる符号化方式の SPIHT、統合画像符号化の概要などについて示した。 第 3 章ではより一般性のある M 点整数 DCT を実現した。標準の JPEG では 8 点 DCT が用いられているが、分割サイズによりその性能が大幅に変化し、状況によっては異なる分割サイズの整数 DCT を用いることが望まれる。そこで DCT の構造自体を直接リフティング構造で実現することで、符号化性能に影響を及ぼすラウンディング処理をできるだけ削減した M 点整数 DCT の実現法を提案した。 第 4 章ではソフトウェア／ハードウェア実現の際に重要になる変換係数の有限語長化問題を解決した。各リフティング係数を低ビットで有限語長化すると、低コストで高速実現が可能になるが、短い語長を割り当てた従来の整数 DCT では、性能に影響を及ぼすレギュラリティ条件を満たすことはできず、低ビットレートで圧縮を行った場合に視覚的な問題となるチェス盤歪みを生成する。そこで単純な構造を持ち、また DCT と関係の深いウォルシュ・アダマール変換（WHT）に注目し、その 2 次元可分形変換を変形することで、短語長割当・低ビットレート符号化時でもレギュラリティ条件を満たし、チェス盤歪みを生じない整数 DCT の実現法を提案した。 第 5 章では、DCT と逆 DCT（IDCT）を各リフティングブロックとして用いた新たなリフティング実現を示した。これによりこれまで普及している DCT のチップやアルゴリズムを直接用いることができる。更に 2 次元可分形変換を利用することでラウンディング数を大幅に削減できるため有効な統合画像符号化が可能であり、またロッキーモードは従来の JPEG と高い互換性を有していることを示した。 第 6 章では提案法のみでの比較によって詳細な考察を行った。 最後に第 7 章で全体の総括をし、本研究の成果を述べた。				

以上

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, First name SUZUKI, Taizo
Title <p style="text-align: center;">Lifting realizations of discrete cosine transforms and their applications for lossless-to-lossy image coding</p>		
Abstract <p>With the rapid development of hardware and the continual expansion of broadband, the digitalization of "information" is does not know a place to stay and actual digital contents data size are continuing to be increased. As a result, the information compression technology by digital signal processing is essential. Image compression (coding), which is discussed in this research, is divided into lossless (reversible) and lossy (irreversible) image coding. In recent years, although lossless data is in requisition, lossy data is not excluded for low spec hardware such as mobile devices. The JPEG, the current standard, requires both lossless and lossy data for general person's needs because JPEG adopts incompatible transforms such as DPCM and discrete cosine transform (DCT) as lossless and lossy mode, respectively.</p> <p>Recently, lossless-to-lossy image coding, which has the compatibility with both lossy and lossless image coding, is demanded. This coding obtains lossless bitstream in its encoder, and it is a technology that the optimal quality view can be displayed by interrupting the bitstream with the information accepting the environment. To achieve it, lifting structures proposed by Sweldens are key technologies. JPEG2000, the next generation standard, is using discrete wavelet transforms (DWTs) based on lifting. Lossless mode and lossy mode of JPEG2000 adopt 5/3-DWT and 9/7-DWT which do not have the compatibility, respectively. In this research, the compatibility with JPEG standard is considered and the lifting realizations of DCTs (the realizations of IntDCTs) for lossless-to-lossy image coding are proposed. Finally, they are validated in image coding.</p> <p>Chapter 1 is the backgrounds and motivations of this research.</p> <p>In chapter 2, various orthogonal transforms, lifting structures, JPEG, JPEG2000, SPIHT as a typical encoder and lossless-to-lossy image coding are outlined.</p> <p>In chapter 3, "the different block size problem" is solved by directly expressing DCT into lifting structures. The proposed IntDCT has the arbitrary block size M.</p> <p>Chapter 4 solves "finite word length approximation of lifting coefficients problem" by lifting factorizing of the normalized WHT with the structural regularity. The proposed IntDCT does not generate checkerboard artifacts in short word length coefficients and low bitrate coding.</p> <p>In chapter 5, "the compatibility with DCT problem" are solved by using direct-lifting structure of DCT and inverse DCT (IDCT) and 2 dimensional separable transforms. The proposed IntDCT can be implemented any existing software/hardware and has the higher compatibility with the conventional IntDCTs.</p> <p>In chapter 6, the proposed methods were compared and analyzed in depth.</p> <p>Finally, the research was concluded in Chapter 7.</p>		