

橋本 真幸

松尾 賢治

小池 淳

(株) KDD 研究所

1. はじめに 近年、CT画像から3次元画像を構成し、診断や参照に利用されるようになってきている。一般にこのような3次元画像を構成するビュー装置は、あらかじめすべてのCTシリーズ画像データをその装置内に蓄積しておく必要がある。しかし、シリーズは数十から数百のスライス画像から構成されデータ量が膨大なため、蓄積や伝送・表示に関する問題が生じている。そこで、ネットワーク環境における3次元医用画像の伝送・表示・蓄積に適した画像構造が求められており、筆者らは、3次元ウェーブレット変換を用いて階層的に画像構造を変換する方式を検討してきた¹⁾。本方式により、データ量を圧縮できるだけでなく、低周波数成分を含むサブバンドのみ伝送するだけで、解像度の小さな3次元データを短時間で得ることができる。さらに、階層的伝送の途中段階で得られる3次元画像品質を改善するため、3次元データの3方向のうち、特定方向に関して優先的に合成し、伝送の途中段階でもその方向のサイズをはじめから大きくすることができる3次元ウェーブレット変換方式を提案した²⁾。本論文では、本方式に基づいて試作したビュー装置を用い、途中段階での3次元画像品質の改善効果を確認すると同時に、スライス単位で符号化を行う従来の符号化方式に比べ、本方式による符号化効率の改善効果を検討する。

2. 方式の説明 まず、²⁾において提案した3次元ウェーブレット変換について説明する。スライス画像面内の画素の並びの行方向をx軸、列方向をy軸とし、スライス軸方向をz軸とした3次元データを取り扱うものとする。一般的な3次元ウェーブレット変換は、3方向それぞれにウェーブレット変換を施して8個のサブバンドに分解し、このうちすべての方向に低周波数成分を含んだサブバンドに対してのみ再帰的に分解を繰り返す(図1)。合成する際は、その逆の順序で3方向に対して合成していく(図2)。これに対し提案3次元ウェーブレット変換は、ある方向の低周波数成分を含むサブバンドすべてに対して、再帰的にその方向に変換を行う(図3)。このとき、分解を行う順序を制御することにより、合成の際、途中段階でも特定方向のサイズをはじめから大きくすることが可能となる。例えば、途中段階でz方向を優先して合成したい場合、まず、x、y方向に対して必要な回数だけ分解し、次にz方向に必要な回数だけ分解を行う。合成の

際には、まず、x、y両方向の低周波数成分を含むサブバンドをすべて伝送し、これらをz方向に合成することにより、z方向のサイズが優先された3次元データが得られる(図4(a))。その後、x、y方向に解像度を上げるには、必要となるサブバンドを伝送し、それぞれz方向に合成した後、既に合成されている低周波数成分のデータとあわせてx、y方向に合成する(図4(b)(c))。

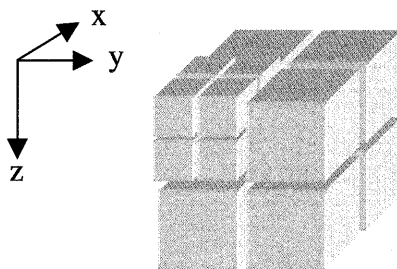


図1：一般的な3次元ウェーブレット分解

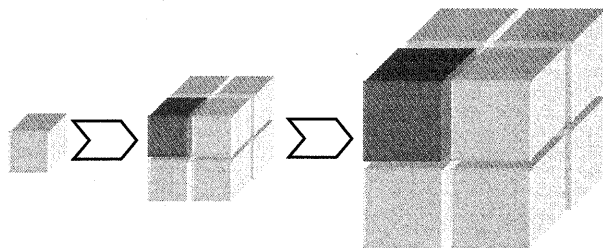


図2：合成順序

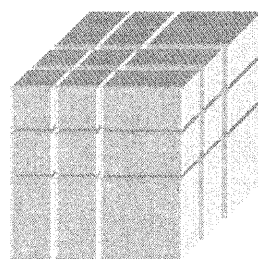


図3：本方式での3次元ウェーブレット分解

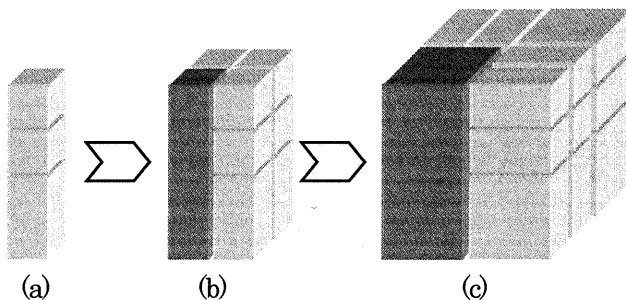


図4：合成順序の例

3. 階層表示

図5~7に、CTデータをレンダリング表示した画像を示す。図5は伝送の最終段階で得られるすべてのデータにより構成された画像(512x512x104)、図6、7は階層表示の途中段階で得られた画像である。図6は一般的な3次元ウェーブレット変換を用いた場合、図7は本方式を用いた場合を示す。一般的なウェーブレット変換においては、512x512x104より一つ前の段階では256x256x52の画像(図6)しか得られないのに対し、本方式ではz方向を優先的に伝送できるため、256x256x104の画像(図7)を得ることが出来る。図6はz方向のデータ数が少ないために、全体的に横縞が目立つのに対し、図7では図6に比べてz方向のデータ数が2倍になっているため、横縞はさほど目立たない。図6、図7より、本方式では一般的な方式に比べ途中段階で得られる画像の品質が向上していることが分かる。

4. シミュレーション

本方式の符号化効率について検討するため、計算機シミュレーションを行った。ウェーブレット変換として9x7変換を使用し、変換の繰り返し回数を各方向とも3回とした。得られた変換係数に対して、サブバンドごとにエントロピー符号化を行った。表1に評価に用いたCTシリーズを、表2に符号化効率(1画素当たりのビット数)を示す。また、表2には比較として、JPEG-LSによりスライスを1枚ずつ符号化した際の符号化効率を示す。表2より、画像A、Bにおいて符号化効率が約0.1ビット改善していることが分かる。これは、3次元ウェーブレット変換を行うことにより、スライス内だけでなく、スライス軸方向の相関を利用してエントロピーが低減されたためであると考えられる。Cにおいて本方式の特性が劣化しているのは、Cは学術参照用のため画質がさほど良くなく、スライス間隔は狭いがスライス間における相関が極端に低いためであると考えられる。

5. まとめ

CTから発生するシリーズ画像を、ネットワーク環境における伝送・表示・蓄積に適した画像構造に変換するための3次元ウェーブレット変換方式に関して、途中段階で得られる3次元画像品質の改善効果を確認した。さらに、スライス間の相関が強い場合には、スライス単位で符号化を行う従来の符号化方式に比べ、符号化効率が改善されることを確認した。

参考文献 [1]橋本, 松尾, 小池, "3次元ウェーブレット変換を用いたCTシリーズ画像の構造化", 映像メテ学冬季大会, Dec. 2000.

[2]橋本, 松尾, 小池, "CTシリーズ画像階層化のための3次元ウェーブレット変換", 信学総会, Mar. 2001.

表1: 評価画像

	サイズ (X*Y*Z)	ビット 精度 (bpp)	x, y方向 画素間隔 (mm)	スライス 間隔 (mm)	備考
A	512*512*36	12	0.455078	10.0	腹部
B	512*512*250	12	0.587084	2.5	胸部
C	512*512*512	12	0.48828	1.0	胸部 (学術参照用)

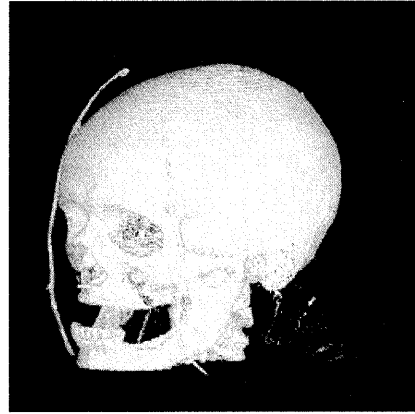


図5: 最終段階での表示画像
(512x512x104)

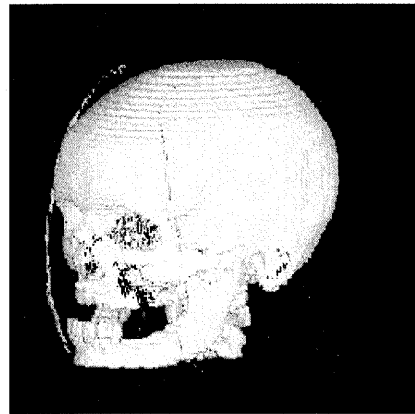


図6: 途中段階での表示画像
(一般方式: 256x256x52)

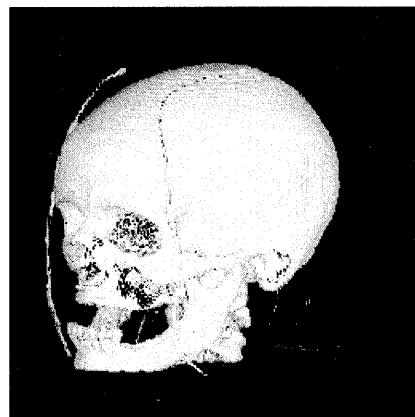


図7: 途中段階での表示画像
(本方式: 256x256x104)

表2: 符号化効率 (bpp)

	A	B	C
JPEG-LS	3.670	4.436	5.416
本方式	3.511	4.339	5.890