

ウェーブレット変換を用いたテクスチャ検索のための質問画像の生成法*

1Q-9

平方 雅隆 小早川 倫広 星 守 大森 匡†
電気通信大学大学院 情報システム学研究科‡

1 はじめに

近年のパーソナルコンピュータの機能の急速な発展と、周辺機器の低価格化によって、個人でも大容量のデータを取り扱うようになってきている。それに伴い、画像データベースの分野では、画像内容に基づいた画像検索の研究が盛んになっている。

本研究では、その中におけるテクスチャ画像に着目する。画像内容に基づいた類似画像検索において、テクスチャによる画像検索は重要な要素の一つである。テクスチャは言葉での表現が困難であり、検索者が適切な質問画像を所持しているとは限らない。そのような場合、検索者は、少ないサンプル画像から検索意図を表す画像の生成を行いたい。このような質問画像を、二枚のテクスチャ画像から生成することを考え、この生成操作をウェーブレット変換の枠組の中で与える。なお、ウェーブレット変換の詳細については参考文献[1]を参照されたい。

2 差分空間を用いたテクスチャ画像の生成

画像内容に基づいた類似画像検索を行う際には、特徴量を抽出し、特徴量空間上で類似度の判定が行われる。テクスチャ画像の特徴量は種々提案されているが、ウェーブレット変換によって得られる差分空間 $\{D_l^k\}_{(k=1,2,3)} (l=1, \dots, L)$ の係数を用いたものが提案されている[2][3][4]。

そこで、我々は差分空間の係数が画像のテクスチャ特徴の情報をもっていると考え、もとなる二枚のテクスチャ画像の差分空間の係数を用い、新しいテクスチャ画像を生成することを試みる。

2.1 テクスチャ画像生成の方法

画像を生成する際に使用する二枚の画像を親画像と呼び、もとなる画像を親画像1、もう一方を親画像2、生成の結果得られる画像を子画像と呼ぶ。ウェーブレット変換によるテクスチャ画像の生成の手順の一つとしては次のようなものが考えられる。

テクスチャ画像生成の方法 (図1参照)

Step 1: 親画像1, 親画像2をレベル L までウェーブレット変換し、木 $P1$, 木 $P2$ を得る。(根は原画像)

Step 2: $P1, P2$ のレベル l の差分空間 $\{D_{P1}^k\}, \{D_{P2}^k\}$ の係数について、画像間で入れ換えや四則演算等の処理を行う。

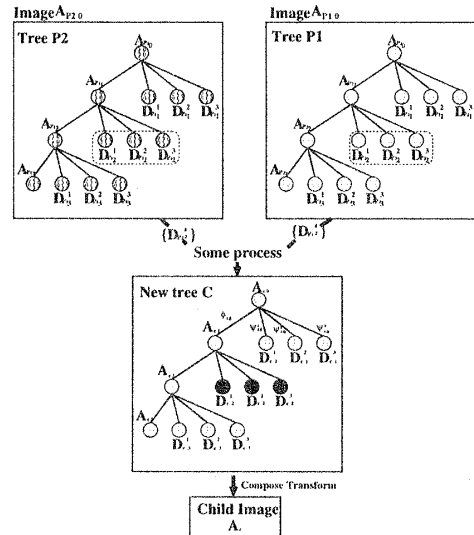


図1: 2つの親画像から子画像を生成

Step 3: Step 2 で得られた木から画像を再構成し、子画像を得る。

2.2 特徴量

ここではテクスチャ特徴量として、次のものを用いる[3]。

サイズが $2^L \times 2^L$ の原画像をウェーブレット変換することで得られる各差分空間の係数 $D_{l,ij}^k$ を用いて

$$f_l^k = \frac{\sum_{i=0}^{2^{L-1}-1} \sum_{j=0}^{2^{L-1}-1} (D_{l,ij}^k)^2}{\sum_{l'=1}^L \sum_{k'=1}^3 \sum_{i=0}^{2^{L-1}-1} \sum_{j=0}^{2^{L-1}-1} (D_{l',ij}^{k'})^2}$$

($l=1, \dots, L$ は差分空間のレベル, $k=1, 2, 3$ は差分空間のポジション) を求め、特徴ベクトルとして $(L \times 3)$ 次元の特徴ベクトル

$$\mathbf{F} = \{f_1^1, f_1^2, f_1^3, f_2^1, \dots, f_L^3\}$$

を得る。この特徴量は、パワースペクトルに対応した値を求め、その値と画像全体のエネルギーとの比を考えたものである。

2.3 子画像の親画像からの特徴量の変化

親画像1のレベル l の差分空間 $\{D_{P1}^k\}_{(k=1,2,3)}$ と、親画像2のレベル l の差分空間 $\{D_{P2}^k\}_{(k=1,2,3)}$ を入れ換えて得られる子画像を考える。

親画像1と子画像の特徴ベクトルをそれぞれ

$$\mathbf{F}_{P1} = \{f_{P1,1}^1, f_{P1,1}^2, f_{P1,1}^3, f_{P1,2}^1, \dots, f_{P1,L}^3\}$$

*The Method of Generating Texture Query Image for Content Based Image Retrieval Using Wavelet Transform

†M.Hirakata M.Kobayakawa M.Hoshi T.Omori

‡The University of Electro-Communications

$$\mathbf{F}_c = \{f_{c1}^1, f_{c1}^2, f_{c1}^3, f_{c2}^1, \dots, f_{cL}^3\}$$

とすると、子画像の特徴量 f_{cl}^k は、

$$f_{cl}^k = \frac{\sum_{i,j} (D_{p1l,ij}^k)^2 + \delta_l^k}{\sum_{l',k'} \sum_{i,j} (D_{p1l',ij}^{k'})^2 + \sum_{l',k'} \delta_{l'}^{k'}}$$

の関係をもつ。ただし、

$$\delta_l^k = \sum_{i,j} (D_{p1l,ij}^k)^2 - \sum_{i,j} (D_{cl,ij}^k)^2.$$

よって、子画像生成の際に δ の値を調節することで、ある程度目的に近い特徴量をもつ子画像が可能ではないかと考えられる。

3 テクスチャ画像生成実験

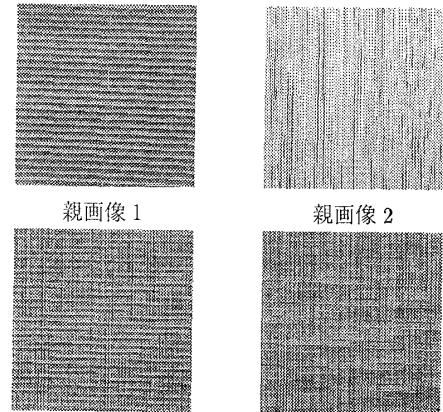
2.1で示した方法でテクスチャ画像の生成実験を行った。親画像として縦線が強く現れている画像を親画像1、横線が強く現れている画像を親画像2として使用し(図2上)、生成方法のStep 2での処理としては、親画像の1つもしくは2つの同レベルの差分空間の係数を親画像間で入れかえることで、20枚の子画像を生成した。子画像の例として図2(下)のようなものが生成された。

次に、テクスチャの分類が人によって異なるということがほとんどないテクスチャ画像計30枚(素材集とデジタルカメラによる画像1024×1024,pgm形式、縦線、横線、タイル等に分類、図2(上)親画像1,2を含む)についてレベル $L=10$ まで分解し、特徴量を抽出した。得られた特徴量に主成分分析をかけ、第1から第3主成分による空間にプロットした(図3)。さらに、図2(下)の子画像を生成した手法と同様に親画像1,2から生成した子画像を図3にプロットした(図3のchild, child xのxは入れ換えた差分空間のレベルを示す)。子画像の特徴量が親画像からどのように変化するか考察を行った。

図3において、親画像が属する縦線の画像群と横線の画像群に着目すると、これらの画像群はそれぞれ、ある軸にそって分布しているように見ることができる。2.2に示した特徴量によってテクスチャ画像がうまく分類されていると思われる。

また、差分空間の係数に処理を行うことで、新しくテクスチャ画像の生成が可能であることが確認できた。差分空間の係数を入れ換えることによって得られる子画像は、親画像1,2の間へと分布している。親画像2に近い所には浅いレベルの差分空間を入れ換えたものが分布しており、その反対に、深いレベルの差分空間を入れ換えても、得られる子画像は親画像1からさほど変化していない。また、レベル4の空間を入れ換えた子画像は二つの親画像の中間程度の位置に分布する。図2下に示した子画像を見ても分かるように、レベル4と5を入れ換えた時は2つの親画像のどちらとも取れないような画像が生成されている。

しかし、差分空間の係数をそのまま入れ換えると言う方法では、必ずしも望みの子画像を生成できない。入れ換える係数になんらかの処理を行い、 δ の値を調整することが必要である。



レベル4の入れ換え レベル4と5の入れ換え

図2: 使用した親画像と得られた子画像

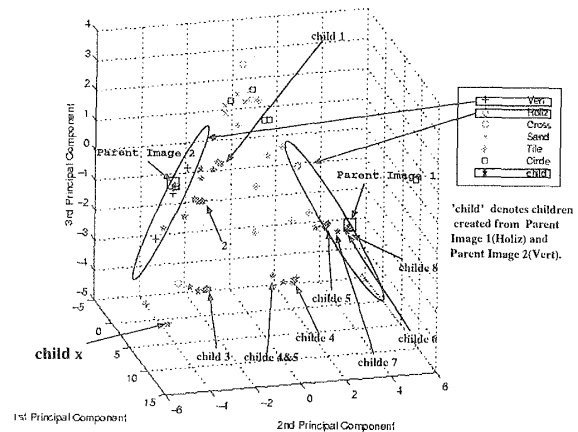


図3: 30枚の画像についての主成分分析による空間

4 まとめ

ウェーブレット変換を用いたテクスチャ画像の生成方法を示した。また、実際にテクスチャ画像の生成実験を行いその結果を報告した。今後、目的としたテクスチャ画像を得るために必要な係数への処理の方法を検討していく。

参考文献

- [1] Stollnitz, E. J., Deroose, T. D. and Salesin, D. H.: *Wavelets for Computer Graphics*, Morgan Kaufmann Publisher, Inc. (1996).
- [2] 星守, 大森匡: ウェーブレット変換を用いた類似・概略画像の検索方式と歴史民俗画像データへの適用, 平成7年度～平成8年度科学研究費補助金基礎研究(C)(2) 研究報告書(1997).
- [3] 中田雄一郎, 小早川倫広, 星守, 大森匡: ウェーブレット変換を用いたテクスチャ解析と類似画像検索への応用, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, Vol. PRMU69-166, pp. 45-52 (1997).
- [4] 今村寧, 中田雄一郎, 星守, 大森匡: ウェーブレット変換を用いた画像のテクスチャ解析, 第52回情報処理学会全国大会, pp. 197-198 (1996).