

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18500182
 研究課題名（和文）自己縮小画像コードブックとベクトル化ファジィ推論を
 応用した画像拡大法の開発に関する研究
 研究課題名（英文）Development of Image Enlargement Method Based on
 Self-reduced Image Codebook and Vector Fuzzy Inference
 研究代表者
 麻生 隆史（ASO TAKASHI）
 九州情報大学・経営情報学部・教授
 研究者番号：20259683

研究成果の概要：画像拡大手法として、ベクトル化ファジィ推論を用いた手法、自己縮小画像から作成されたコードブックを用いた手法、サポートベクトルマシンのもつ優れた非線形写像特性を利用した手法、コードブック手法に新たにマハラノビス汎距離を導入した手法等の開発及び改良を行い、既存の画像拡大法に比べて非常に良好な拡大画像を得ることに成功した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,300,000	0	1,300,000
2007 年度	800,000	0	800,000
2008 年度	600,000	0	600,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	0	2,700,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：ファジィ推論，知的画像処理

1. 研究開始当初の背景

多くの分野で画像や映像をデジタルデータとして扱うことが一般化され、画像の計算機への取り込みや加工が容易に実現されるようになった。画像に対する加工の典型例として、画像の拡大、縮小、回転等の幾何学的変換がある。なかでも、低解像度画像を高詳細化する画像拡大処理は、テレビ（ディスプレイ）の高解像度

化やプリンタ等の印刷技術の高性能化に伴い、非常に重要な技術と注目された。

従来の画像拡大手法としては、最近隣補間法、線形補間法、3次畳み込み補間法等が知られ、市販のフォトレタッチ・ソフトでもこれらが用いられている。最近隣補間法では、原画像のコントラストは再現されるが、ジャギー等の階段状のノイズが目障りになる。一方、

線形補間法や3次畳み込み法では平滑化の効果があり、ジャギーを消す効果はあるがボケた拡大画像となる。その他にも、DCT(離散コサイン変換)や多重解像度解析を用いた画像拡大手法等がある。しかし、これらの手法は、線形補間等と比較して良好な画質を得ることができるが、ブロック歪みの問題や拡大率を上げたときのリングングの発生、計算コストの増大等の理由で実用されるまでには至っていない。

そこで、本研究者らは、高解像度画像用画像拡大手法として、ニューラルネットワークの一種である自己組織化マップを応用してコードブックを作成し、そのコードブックに基づいて画像を拡大する手法、およびコードブック内のコードをファジィ if-then ルールとみなしたファジィ推論に基づく画像拡大手法を提案しその有効性を示したが、繰り返し計算によるコードブックの作成に非常に多くの時間がかかること、画像拡大の精度がコードブック作成用画像に大きく依存することなどさらなる改良の余地があった。

さらに、既存のいずれの手法も本質的にモノクロ画像に対するアルゴリズムであるために、カラー信号に対してはR, G, B信号成分毎に独立に処理を施すことで対応していたが、ほとんどの画像で各R, G, B信号成分は相関が強い点から、処理速度向上のためにはこれらの信号成分を一括して取り扱う必要性が出てきた。

2. 研究の目的

本研究では、R, G, B 信号成分の並列ベクトル化処理による、任意の画像を任意の倍率で拡大することができるコードブックの作成と、そのコードブックに基づいたファジィ推論による実時間処理に適した高品質で高

速な画像拡大手法を開発する。

次に、画像のもつ自己相似性に着目し、拡大する画像自身の縮小画像をコードブックとし、これを参考に、最小規模で、かつ最適なファジィ if-then ルール群を構成し、それを利用して高品質で高速な画像拡大処理を実現する。

さらに、提案手法の処理速度および画質を定量的に評価し、その実応用性を明らかにすることにより、フォトタッチ・ソフト、通常の映像信号をハイビジョン並みの高詳細映像に変換可能なハイビジョンテレビ、医療画像処理等の低解像度画像を高詳細画像化することが求められる種々の製品・分野への実応用を試みる。

3. 研究の方法

はじめに、既存の画像拡大方法に関する国内外の研究動向を調査し、自己縮小画像を用いた画像拡大用コードブックの作成処理とコードブックを利用したモノクロ画像拡大処理アルゴリズム開発を行った。その後、高速画像拡大処理法を検討し、画像拡大法の評価を行った。

また、研究開発の途中段階で、汎化性に富む非線形写像アルゴリズムとして、近年、注目されているサポートベクターマシン(SVM)を用いて低解像度の画像成分から高解像度の画像成分を写像することにより、より高性能なデジタル画像拡大手法を得ることが出来ることがわかり、それをソフトウェア実装した。

次に、自己縮小画像コードブックとサポートベクターマシンを用いた画像拡大法の精緻化、ならびにその改良に注力した。具体的には、まず、標準画像データベース中の種々の画像に対し適用し、画質、及び計算時間の観点から方法論に関する検討、考察を再度行

った。また、さらに、低解像度の画像成分から高解像度の画像成分を写像することによって、拡大画像、すなわち高解像度画像を得る手法では、比較的良く画像を拡大することができるものの、画質の点で更なる改善の余地があった。

そこで、画質の向上を考え、被拡大画像自身とその画像を縮小した画像から構成された低周波成分と高周波成分の関係を記述するコードブックにおけるパターン照合処理において、新たにマハラノビス汎距離を用いた距離概念を導入した。結果として、従来法と比較して高品質な拡大画像を得ることに成功した。

4. 研究成果

自己縮小画像から作成されたコードブックを用いた提案手法は、画像のスケール方向と空間方向における類似性を用いることで、画像拡大時に失われる高周波成分を良好に推定することができ、良好な画像拡大結果を得ることができた。また、更なる性能改善を目指し、コードブックによる高周波成分推定の代わりに、非線形写像法として知られるサポートベクトルマシンを導入した画像拡大手法（2007年3月香港で開催された International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2007 (IMECS2007) 国際会議において発表論文として公表）や、コードブックを用いた手法におけるパターン間非類似性尺度として、パターンの形状分布を考慮した距離尺度であるマハラノビス汎距離を新たに導入した画像拡大手法（2007年12月オーストラリアで開催された Digital Image Computing Technique and Application (DICTA2007) 国際会議において発表論文として公表）を提案した。その結果、既存の画像拡大法に比べて、

非常に良好な拡大画像を得ることに成功した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 6 件)

H.Kawano, N.Suetake, B.Cha, and T.Aso, "Sharpness preserving image enlargement by using self-decomposed codebook and Mahalanobis distance," *Image and Vision Computing*, Vol.27, pp.684-693, 2009. 査読有

河野英昭、未竹規哲、車炳王己、麻生隆史、"自己分解コードブックとマハラノビス距離を用いた画像拡大法," *電子情報通信学会論文誌*, Vol.J91-D, No.8, pp.1983-1985, 2008, 査読有

H.Kawano, N.Suetake, B.Cha, and T.Aso, "Image Enlargement Based on Low-to-High-frequency Components Mapping Derived from Self-decomposed Images," In H.Xu, C. Yuh-Shyan, and A. Sio-long (Eds), *Advances in Communication Systems and Electrical Engineering, Lecture Notes in Electrical Engineering*, Vol.4, pp.425-435, Springer US, 2008. 査読有

N.Suetake, M.Sakano, and E.Uchino, "Image Super-resolution Based on Local Self-similarity," *Optical Review*, Vol.15, No.1, pp.26-30, 2008. 査読有

N.Suetake, M.Sakano, and E.Uchino, "Image enlargement based on self-produced codebook," *Electronics Letters*, Vol.43, No3, pp.152-153, 2007. 査読有

T.Aso, N.Suetake and T.Yamakawa, "A Weighted Linear Extrapolation-based Simple Image Enlargement Algorithm," *Intelligent Automation and Soft Computing*, Vol.12, No.3, pp.345-353, 2006. 査読有

[学会発表](計 2件)

H.Kawano, N.Suetake, B.Cha and T.Aso,
“ Super-Resolution via Matching from
Self-Decomposed Codebook with Local
Distance Measure Incorporating Pixel
Correlation,” Proc.of Digital Image
Computing Techniques and Applications
(DICTA2007), pp.317-323, 2007. 査読有

H.Kawano, N.Suetake, B.Cha and T.Aso,
“ Image Enlargement Based on a Mapping
form Low-to High-Frequency Components
Constructed by LS-SVM,” Proc.of IAENG Int.
Conf. on Imaging Engineering (ICIE
07), Vol.2, pp.1818-1822, 2007. 査読有

6. 研究組織

(1)研究代表者

麻生 隆史 (ASO TAKASHI)
九州情報大学・経営情報学部・教授
研究者番号：20259683

(2)研究分担者

車 炳王己 (CHA BYUNGKI)
九州情報大学・経営情報学部・教授
研究者番号：10310004

末竹 規哲 (SUETAKE NORIAKI)
山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：80334051

河野 英昭 (KAWANO HIDEAKI)
九州工業大学・工学部・助教
研究者番号：00404096

(3)連携研究者