

輪郭を保持できる曲線近似を用いた画像拡大法

鳥谷峯 千恵子[†] 亀田 昌志[†][†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

従来のデジタル画像の拡大法には、線形補間法や 3 次畳み込み内挿法などの補間フィルタを用いた手法や、高周波数成分の推定・復元を伴う拡大法などがあげられる [1], [2]. しかしこれらの手法では画像が全体的に鈍ってしまう問題や輪郭部分におけるボケや偽輪郭等の不自然な歪が発生し、これが視覚的に大きな妨害となっている。

一方画像において視覚的に重要な輪郭部分に注目し、輪郭部分を境界として領域を分割し、領域内の輝度の変化を 2 次曲線を用いて近似する画像表現法が提案されている [3]. 本稿ではこの画像表現法に基づいて領域ごとに拡大処理を行うことで、輪郭部分に不要なボケ等の変化が生じない画像拡大法を提案する。

2. 2 次曲線に基づいた画像表現法

提案手法は文献 [3] で述べられている画像表現手法に基づいたものである。そこで、まずその手法について簡単に説明する。

与えられた領域の輝度を 2 次 spline 曲線を用いて近似するとき、エッジでは近似誤差が局所的に増大する。この特性を利用して 2 次曲線による最大近似誤差からエッジの位置を特定する。エッジと判定された画素から同様の処理を行い、画像全体が分割・近似された時点で処理を終了する。領域の分割を行うと同時に最適な曲線近似も行われていることがこの手法の特徴である。

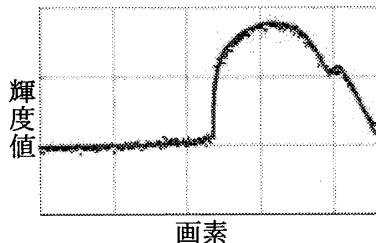


図 1 曲線近似

図 1 に、画像中のある走査線に対して曲線近似を適用した例を示す。この例では 3 つの領域で走査線が分割・近似されている。各領域の境界はエッジに対応しており、分割された各領域内の信号は 2 次曲線で十分近似されていることがわかる。

3. 曲線近似を用いた画像拡大法

先に説明した画像表現法では、分割された各領域の輝度が 2 次曲線によって近似されている。そのため、各領域における 2 次曲線の標本化間隔を変化させることで画像の拡大を行うことができる。しかし、すべての 2 次曲線の標本化間隔を一律に変化させた場合、平面やグラデーション部分は滑らかに拡大されるが、エッジ部分が鈍ってしまうという問題がある。

このとき、画像表現法によって得られている領域分割では、すでにエッジは特定されており、この特徴を利用する。本研究ではエッジの中でも連続したエッジが特に重要であると考え、これを抽出する。抽出されたエッジ領域以外の 2 次曲線の標本化間隔を変化させることで輪郭部分にボケを生じない画像拡大法を提案する。

3.1. 保持する輪郭の特定

先に述べたように画像表現法により求められたエッジの中から物体の境界を表す特に重要なエッジの抽出を行う。まず、画像の細かな輝度変化を取り除くために平滑化フィルタを適用する。次に平滑化を行った画像に対して提案手法では水平・垂直方向別に拡大処理を行うため、処理方向に対応したエッジ抽出フィルタ (Sobel フィルタ) を適用する。得られたエッジ抽出画像に対して閾値を用いて 2 値化を行うことで特に輝度変化が高い重要なエッジを抽出する。最後に隣接した走査線間において連続して抽出されているエッジのみを対象としてエッジ画像を得る。これらの処理を水平方向に対して行った抽出結果を図 2 に示す。エッジ抽出結果が原画像の輪郭部分と重なっており、連続した主要なエッジが得られている。

An image enlargement method for edge preservation based on polynomial approximation

Chieko TOYAMINE[†], Masashi KAMEDA[†]

[†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University



図2 原画像とエッジ抽出結果

抽出されたエッジを新たな領域とし，拡大処理における非拡大領域として定義する。

3.2. 各領域の標本化間隔

画像拡大を行う際，3.1で述べた手法で特定されたエッジ部分の2次曲線は元の画像の標本化間隔を変化させず，拡大後も相対位置をそのまま保持する。

拡大処理において，各走査線に対して以下の処理を行う。領域ごとに拡大処理後の画素数を求める。このとき，エッジと判定されている領域は拡大処理を行わないので拡大前後の画素差を前後の領域にわりふる。領域ごとに拡大前後の画素数からその領域の拡大率を求める。

3.3. 水平・垂直方向に対する拡大処理

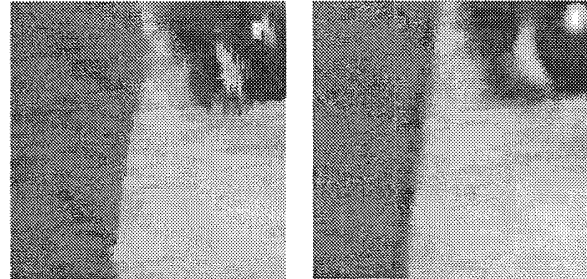
3.1, 3.2で述べた手法は各走査線での処理となっている。つまり，画像を一方向にしか拡大していない。そのため水平・垂直両方向へ拡大を行うには，まず一方向に対して曲線近似を行う。次にエッジ領域の抽出を行い，拡大処理を行う。得られた画像に対して別方向に同様の処理を行うことで拡大画像を得る。また，拡大後には走査線間において若干の輝度差が発生するため別方向への近似を行い，見た目の誤差を削減する。

4. 評価

ここまで述べてきた提案手法による拡大結果を考察するため，提案手法による拡大画像と，3次畳み込み内挿法，直接法[1]，Greenspanらの拡大法[2]による結果と比較し，考察を行う。

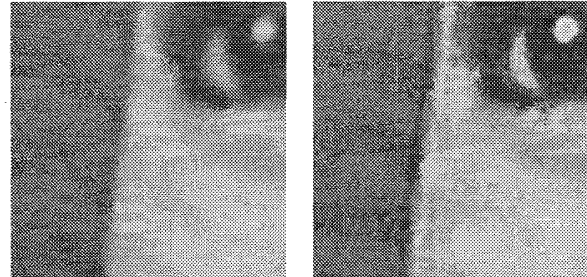
図3は図2の原画像に対して，上に述べた手法によって水平・垂直方向共に4倍に拡大された画像の一部を切り出したものである。これらと比較すると，図3(b)(c)はエッジが鈍ってしまっている。図3(d)は図3(b)(c)と比べボケてはいないが偽輪郭や，平坦部には不要な歪が発生している。これに対して，提案手法である図3(a)は図2で示されたエッジ部分が鈍ってお

ず，平坦部も不自然な歪が発生することなく表現されている。しかし，エッジはボケることなく保持されているものの走査線間の繋がりがずれているため，ジャギーのような歪が生じてしまっている。



(a)提案手法

(b)3次畳み込み



(c)直接法

(d)Greenspan

図3 拡大結果

5. まとめ

本稿では，2次曲線に基づいた画像表現法を用い画像を領域分割・近似し，抽出したエッジ領域以外の領域に対して拡大を行う画像の拡大法を提案した。

従来の拡大法に比べ，抽出されたエッジを保持した状態での拡大が可能であり，平坦部に不自然な歪が生じないことがわかった。しかし，エッジ領域の走査線間での繋がりを完全に考慮しきれず，エッジにずれが生じてしまっている。今後この問題について検討していく必要がある。

参考文献

- [1]高橋靖正，田口亮，“ラプラシアンピラミッド階層表現に基づくデジタル画像の一拡大法，”信学論，vol.J82-A，no.11，pp.1731-1740，Nov. 1999.
- [2]H. Greenspan, C.H. Anderson and S. Akber, “Image enhancement by nonlinear extrapolation in frequency space,” IEEE Trans. Image Proc. vol.9, no.6, 1035-1048, June 2000.
- [3]宮越徹，亀田昌志，“画像の幾何特性に基づいた画像符号化における領域分割手法，”映情メ技報，vol.28，no.42，pp.27-30，July 2004.