

# 適応フィルタ型超解像

Adaptive Filter-Based Super Resolution

濱 田 匡 夫\*  
Masao Hamada

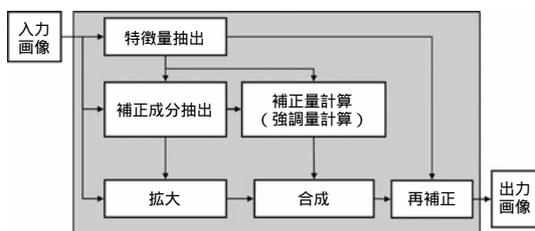
今回当社は、拡大前の画像から算出した特徴量により、画像の特性に応じて拡大フィルタ処理を変更する適応フィルタ型超解像技術を開発した。本技術は、従来の拡大処理と比較してボケ感を抑制し、精細感と先鋭感の高い拡大処理をする技術である。ここでは、適応フィルタ型超解像の概要と特徴的な要素技術について説明する。

We developed Adaptive Filter-Based Super Resolution (AFBSR) Technology. This technology realizes clear, sharper image scaling by controlling variable filters which depend on the characteristics of the pre-scaled input images. In this paper, we describe the algorithm of AFBSR.

## 1. 超解像技術の概要

適応フィルタ型超解像 (AFBSR : Adaptive Filter-Based Super Resolution) は、低解像度画像から高解像度画像を生成する際のボケを抑制し、従来の超解像技術<sup>1), 2), 3)</sup>と比較して少ない演算量で解像感を高める拡大処理技術である。

適応フィルタ型超解像の処理フローを、第1図に示す。本技術は、第1図に示すように、特徴量抽出と補正成分抽出、拡大、補正量計算、合成、および再補正の処理から構成され、再補正の結果が出力画像として出力される。このうち、拡大は従来の拡大処理 (双三次補間など) を利用可能である。補正成分抽出と補正量計算は、拡大後の画像の強調成分を計算する処理で、特徴量 (傾斜量、範囲予測) に応じて各画素の補正量を計算する。合成では、拡大した画像と補正量を合成し、エッジの補正処理が施された仮の高解像度画像を生成する。再補正は、合成で生成した仮の高解像度画像が入力画像から抽出した予測範囲を超える場合に再度補正を行い、出力する高解像度画像を生成する。



第1図 適応フィルタ型超解像技術の処理フロー

Fig. 1 Adaptive filter-based super-resolution functional block diagram

従来の超解像技術では、画素値を直接予測するのに対し、本技術では、画素値の存在しうる範囲を予測することにより演算量を削減し、反復処理を伴わずに超解像処理を実現している。

## 2. 適応フィルタ型超解像の要素技術

適応フィルタ型超解像技術で特徴的な要素技術として、次の3点を挙げることができる。

特徴量：傾斜量の推定

特徴量：画素範囲の予測

再補正

### 2.1 傾斜量の推定

傾斜量は、高解像度画像の各画素の位置周辺が、どの程度の傾きを持った領域であるかの度合いを示す量であり、入力した低解像度画像から計算する。傾斜量の計算は、画素の補間位置周辺に位置する低解像度画像の4×4画素を9つの部分領域に分割し、各部分領域の輝度勾配を計算する。この部分領域ごとの輝度勾配を基に補間位置での傾斜量を推測する。

これにより、8つの隣接エリアでの急激な変化に対してロバストな傾斜量を算出し、不自然なアーティファクトの生成を抑制している。

本技術では、傾斜量が大きい部分は強エッジ領域、傾斜量が小さな領域は平坦な領域と判別する。

### 2.2 画素範囲の予測

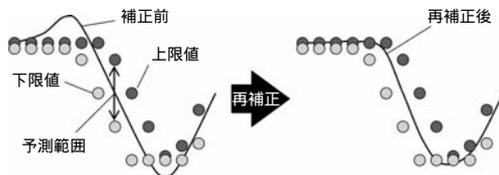
範囲予測は、高解像度画像の各画素の取りうる値の範囲を予測し、上限値と下限値の2つの値の組を算出する。範囲予測は、高解像度画像を生成するときの画素の補間位置と補間位置周辺の低解像度画像の画素の傾斜量を用いて行っている。この上限値と下限値を高解像度画像の画素値の取りうる範囲として再補正処理で利用する。

\* プラットフォーム開発センター  
Platform Development Center

### 2.3 再補正

再補正は、合成処理により生成されたエンハンス後の高解像度画像の各画素値を、低解像度画像から予測した範囲をもとに補正する処理である。第2図に、範囲予測を利用して補正を行う例を示す。第2図では、横方向が1ライン中の画素の水平位置を、縦方向が輝度値を示している。

第2図に示すように、補正前の合成結果では予測した範囲を超える画素値が存在するが、再補正後では範囲を超える部分に補正がかかり、範囲を大きく超えないレベルに画素値が収められる。これにより、入力画像の特徴から大きく外れた強調が行われていた部分は補正され、より入力画像の特徴にあわせたエッジへと近づく。



第2図 範囲予測による再補正の例

Fig. 2 Example of re-correction with predicted range

## 3. 適応フィルタ型超解像の効果

従来の拡大フィルタ処理 + エッジ強調と比べ、適応フィルタ型超解像は、次の効果を得ることができる。

拡大フィルタの副作用の低減

適応的フィルタ処理による効果のコントロール

### 3.1 拡大フィルタの副作用の低減

拡大処理によく利用されている双三次補間を用いて拡大した場合、拡大時にシャープネスも行われるため、ディテール部分が浮き上がってくるという効果がある。しかしながら、この効果の副作用として、強エッジ周辺にアーティファクトが発生するという問題がある。この副作用は、特に文字の輪郭などで目立ってしまう。さらに、拡大後にエッジ強調処理を行うと、この輪郭がさらに目立つようになる。

本技術では、拡大フィルタの影響を受けない範囲予測を用いて再補正を行うことで、拡大処理により発生する副作用を抑制可能である。

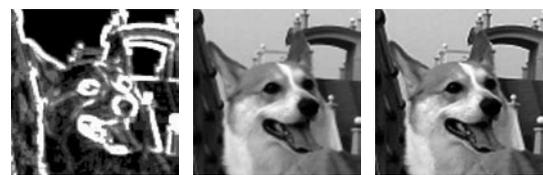
### 3.2 適応フィルタ処理による効果のコントロール

適応フィルタ型超解像では、特徴量により、従来のシャープネス的な動作と、エッジを元の画像に近づける動作を切り替える。これにより、通常の超解像処理とは異

なり、チューニングによる画作りを実現する。

第3図は、傾斜量による領域分割の例である。第3図(a)は領域分割の結果例であり、黒～灰色～白にかけて平坦部～テクスチャ～エッジと判定している。この領域別に、再補正の有無やフィルタ処理を切り替えることが可能である。なお、領域分割に用いる特徴量は低解像度の入力画像から計算されるため、判定結果は、拡大処理による副作用の影響を受けない。

第3図(b)に従来の双三次補間、第3図(c)に適応フィルタ型超解像の処理結果の例を示す。



(a) 領域分割

(b) 双三次補間

(c) AFBSR

第3図 傾斜量による領域分割と超解像効果

Fig. 3 Example of divided region by gradient value and effect of AFBSR

## 4. 今後の展望

本技術は、演算量を抑えることができるため、大画面表示に関する拡大処理のみでなく、バッテリー駆動のカメラ系への適用も可能な技術である。今後は、本技術を用いた更なる高画質化と、他アルゴリズムによる超解像の取り組みを並行して行っていく予定である。

### 参考文献

- 1) 青木伸：複数のデジタル画像データによる超解像処理 Ricoh Technical Report No.24, Nov. (1998).
- 2) Sina Farsiu, et. al: Multiframe demosaicing and super-resolution of color images. IEEE Trans. on Image Processing 15, No.1, pp.141-159 (2006.1).
- 3) 田中正行 他：再構成型超解像処理の高速化アルゴリズムとその精度評価 電子情報通信学会論文誌 D-II, J88-D-II, No.11, pp.2200-2209 (2005).