

輝度値の勾配変化とラプラシアンに基づいた 非線形フィルタによる低演算量超解像とそのハードウェア実装

清水 嘉泰 (池永研究室)

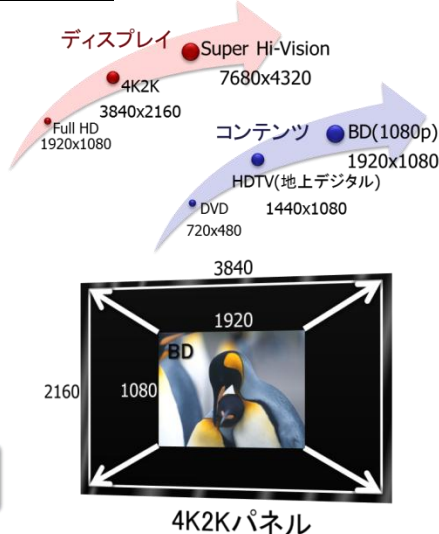
1. 研究背景

ディスプレイの高解像度化

コンテンツの解像度不足

高精細な画像拡大手法の必要性

超解像技術



2. 超解像の概要

超解像 (Super Resolution) とは

- 元画像のナイキスト周波数を超える高周波成分を再生する技術

画像の拡大

+

高周波成分の再生

超解像

超解像のアプローチ

- 周波数領域
- 再構成
- 複数枚

- 空間領域
- 非再構成
- 1枚

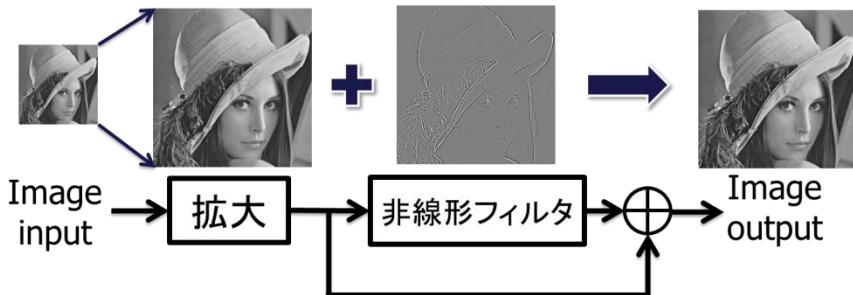
演算量

超高精細ディスプレイに向けた低演算量超解像の実現が課題

3. キーアルゴリズム

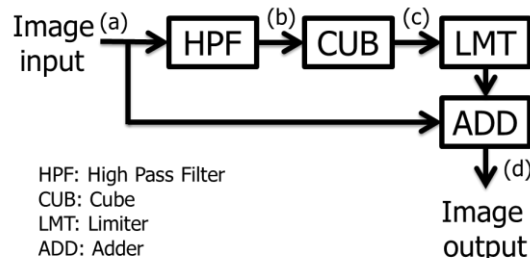
合志らの手法^[1]

- 拡大後の画像に非線形フィルタを施し、元画像に存在しなかった高周波成分を再生
- 低遅延かつ低演算量な超解像



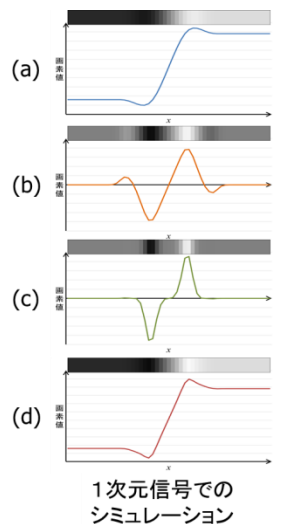
[1] 合志清一, 寺川雅嗣, 三上浩, 今井繁規, “非線形特性を応用した画像の超解像度化,” 情報科学技術フォーラム, Vol. 8, No. 3, pp. 7-12, 2009.

- ハイパスフィルタ (HPF) で得られた高周波成分を3乗することでナイキスト周波数を超える高周波成分を再生



HPF: High Pass Filter
CUB: Cube
LMT: Limiter
ADD: Adder

合志らの提案する非線形フィルタ

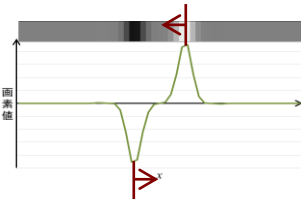


1次元信号でのシミュレーション

4. 提案手法

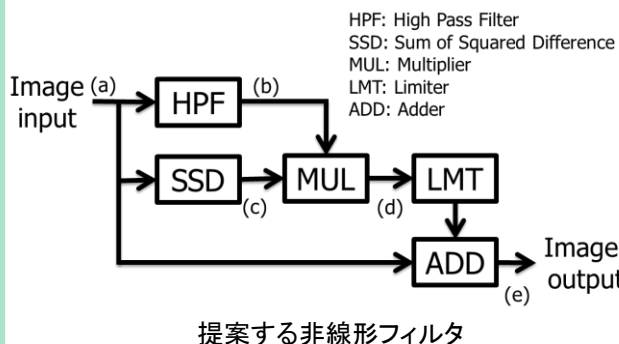
アプローチ

- 足し合わせる信号のピークをエッジ中央に寄せることで鮮鋭化を図る

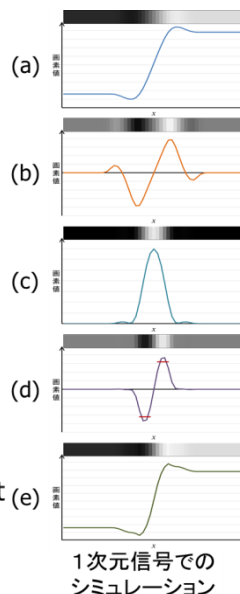


提案する非線形フィルタ

- ハイパスフィルタ (HPF) の値を周辺画素との重み付き差分二乗和 (SSD) と掛け合わせることで、足し合わせる信号のピークをエッジ中央に寄せ、急峻なエッジを再生する



提案する非線形フィルタ

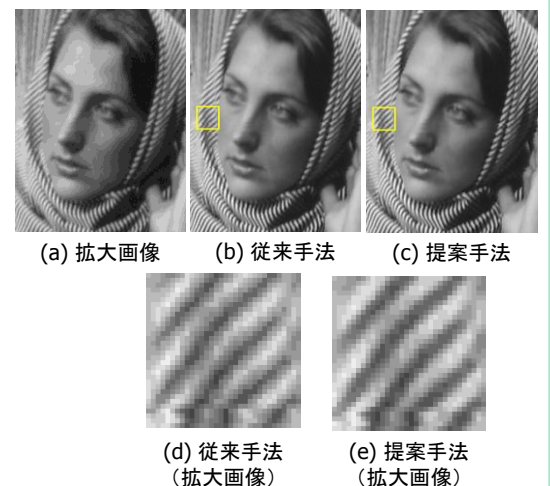


1次元信号でのシミュレーション

5. 実験結果

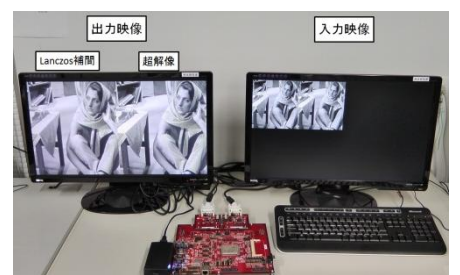
従来手法との比較

- Lanczos2補間により縦横2×2倍に拡大した画像と従来手法、提案手法の超解像画像を比較
- 拡大画像に対して超解像画像の方が解像度感が向上している
- 不自然な明暗を低減 (拡大画像)



提案手法のハードウェア実装

- 提案手法をFPGAにて実装
- 入力映像の左上隅1/4の領域をFPGAにて超解像処理を施し、縦横2×2倍に拡大して表示
- 1080p, 60fpsの実時間超解像処理



1080p, 60fpsの超解像システム