

# 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)

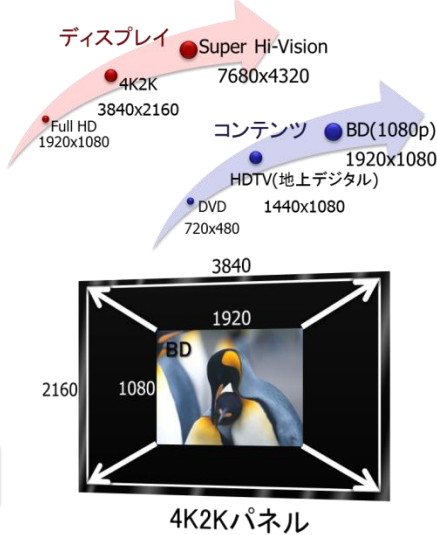
## 1. 研究背景

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

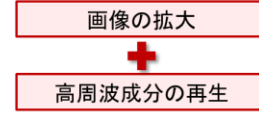
超解像技術



## 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



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

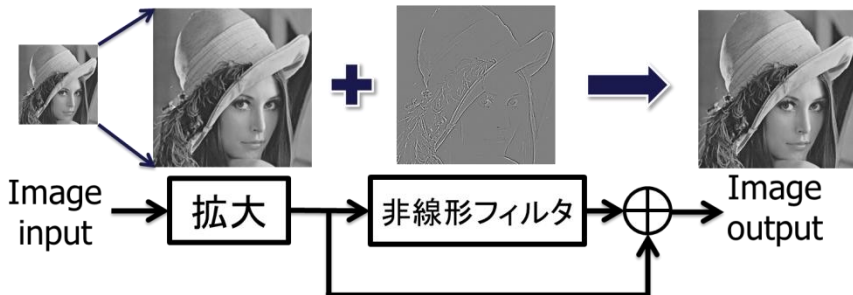
演算量

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

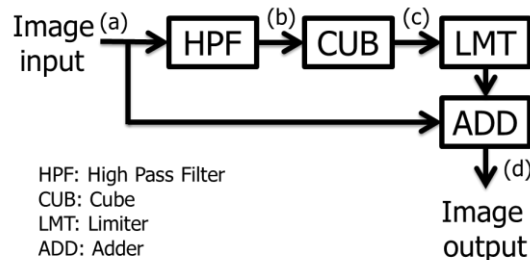
合志らの手法<sup>[1]</sup>

- 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



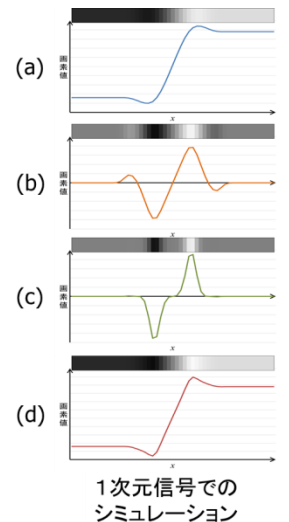
[1]合志清一, 寺川雅嗣, 三上浩, 今井繁規, “非線形特性を応用した画像の超解像度化,” 情報科学技術フォーラム, Vol. 8, No. 3, pp. 7-12, 2009.

- 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

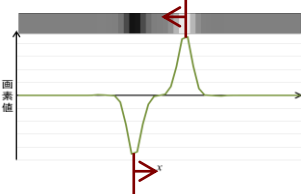


1次元信号でのシミュレーション

## 4. 提案手法

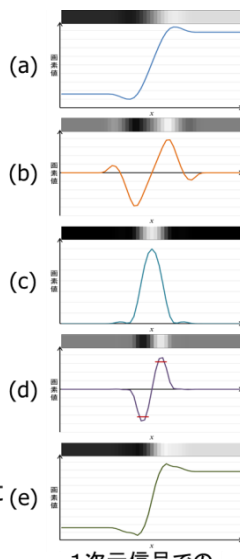
アプローチ

- 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

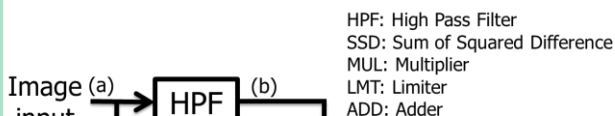


提案する非線形フィルタ

- 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



1次元信号でのシミュレーション

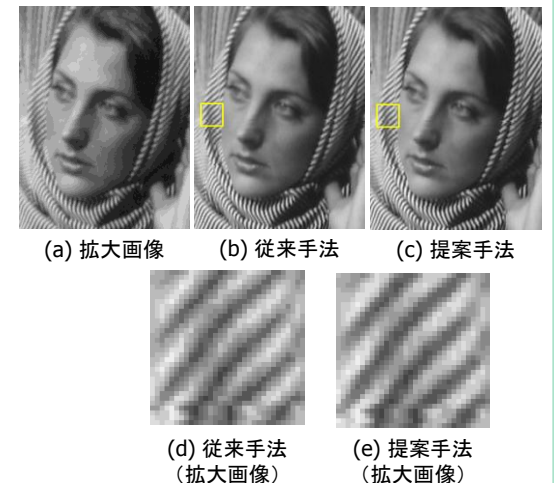


提案する非線形フィルタ

## 5. 実験結果

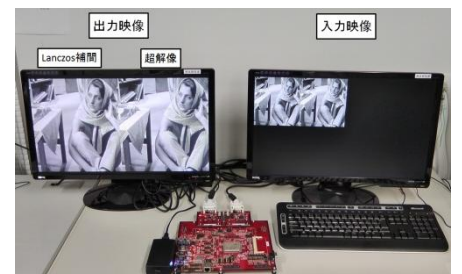
従来手法との比較

- 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

