

超解像ソリューション

池谷 彰彦・広明 敏彦

要 旨

既存の撮像素子を用い、カメラ本来の分解能を超える高精細、高解像画像の撮影を可能にする超解像技術に注目が集まっています。本稿では、当研究所で開発した最新の超解像技術、ならびに同技術に基づいて開発した超解像FPGAについて報告します。

キーワード

●カメラ ●高解像度化 ●デジタル画像処理 ●FPGA

1. はじめに

近年、CCD、CMOSセンサプロセスの微細化が進み、デジタルカメラや携帯電話搭載のカメラの解像度は飛躍的に向上しました。その一方で、価格競争の激化により、撮像素子や光学系のコストアップが深刻な問題となっており、より安価な撮像素子を用いて、デジタル画像処理により高画質化を図る技術が注目を集めています。これまでは、手ぶれ補正に関心が集まっていましたが、技術の一巡感が広がってきており、次なるターゲットとして、画像処理による高解像度化に関心が移ってきています。

一般に、低解像画像を用いて高解像画像を推定・生成する問題は、解が無数に存在するため、不良設定問題となります。そこで、従来は、低解像画像を補間処理などによって拡大し、エッジ部分を強調して、見かけ上の解像度感を向上させる技術が広く用いられてきました。しかしながら、この技術では原理上、低解像画像上で失われたディテールを復元することは不可能であり、かつ、エッジだけでなく、画像上のノイズまで強調してしまうという問題がありました。

この問題に対し、複数枚の画像情報を手掛かりに、高解像画像を生成する「超解像技術」が提案されています。超解像技術では、被写体を連写または動画撮影して得た、複数枚の画像を入力とします。これらの画像間において、被写体の同一部位を撮影した画素どうしの対応を求め、対応する画素群から高解像画像上のパターンを推定します。この処理を画像上の全画素に適用することで、被写体に関する高解像画像を生成します(図1)。そのため、この技術を導入によって、カメラ撮像素子は既存のままで、カメラ本来の分解能を超える高精細、高解像画像が生成できるようになります。

従来の超解像技術では、被写体が平面もしくはそれに準ずるもの(人工衛星から撮影した地表など)に限定されていま

超解像技術

連写画像(または動画)から、カメラ本来の分解能を越えた高解像画像を生成 → カメラはそのまま画質を向上

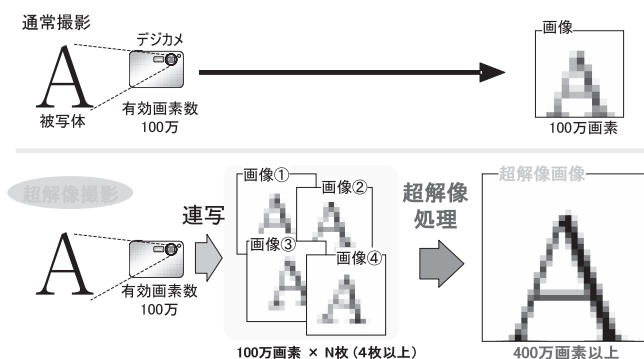


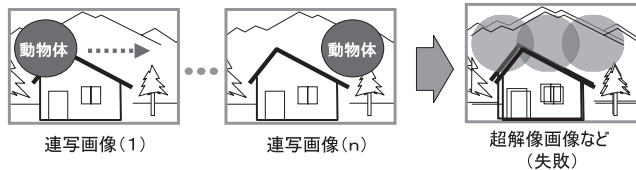
図1 超解像技術

した。そのため、人物などの動く被写体が存在するシーンに適用した場合、像が二重になるなどの問題がありました。また、反復計算による最適化問題を解くために、膨大な計算量が必要となり、デジタルカメラなどの組み込み機器への導入は困難でした。

そこで筆者らは、画像上の動きから被写体と背景とを自動的に分離する技術と超解像技術を組み合わせることにより、動物体が存在するシーンにも適用できる超解像アルゴリズムを開発しました(図2)。さらに、NECエレクトロニクス、NECシステムテクノロジーと共同で、同アルゴリズムを実装したFPGAの開発に成功しました。本稿では、はじめに、開発したアルゴリズムの概要について述べた後、同アルゴリズムの処理結果やFPGA化について説明します。

従来の超解像技術の問題点

シーン中に動物体があると、像が複数に見えるなど、正しく合成できない



開発アルゴリズム

動物体を自動分離し個別処理して統合することで、シーン中に動物体があっても、ボケがなく高解像な画像を生成

図2 開発したアルゴリズムの特徴

2. 開発したアルゴリズム

開発したアルゴリズムにおける処理の流れを 図3 に示します。はじめに、時間的に連続する2枚の画像ペアについて、画像間の支配的な動きを求め、この動きに従う画素を背景に分類し、それ以外の画素を被写体に分類します。被写体上に複数の動きが存在する場合は、同じ処理を被写体に適用し、被写体をさらに細分化します。以上の処理をすべての画像に対して適用し、各画像に対する被写体領域と背景領域を得ます。

次に、複数の画像間で被写体の位置合わせを行い、被写体上の任意の座標について、各画像における対応画素を求めます。さらに、各座標における高解像パターンを、対応画素群から確率的に推定します。以上の処理により、被写体に対する

処理の流れ

- ①被写体と背景を自動的に分離
- ②被写体、背景それぞれを位置合わせ、超解像処理の適用
- ③被写体、背景それぞれの処理結果の統合

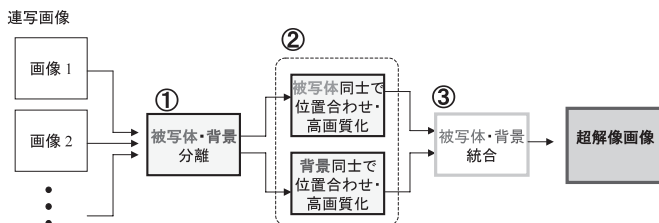


図3 開発アルゴリズムにおける処理の流れ

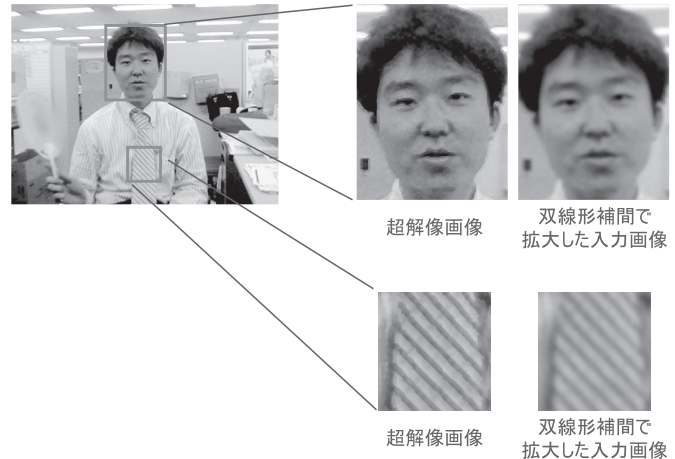


図4 実験結果

高解像画像を生成します。同様に、背景についても同じ処理を適用し、背景に対する高解像画像を生成します。

最後に、被写体、背景それぞれの高解像画像を1つに統合することにより、画像全体に対する高解像画像を生成します。

本アルゴリズムを携帯電話のカメラで撮影した画像に適用し、実験を行いました。超解像処理によって縦横各2倍に高解像化した結果と、一般的な画像拡大手法である双線形補間を用いて入力画像を同サイズに拡大した結果を 図4 に示します。被写体である人物が動いているにもかかわらず、像が二重にぶれることなく解像度が向上しているのが確認できます。

3. FPGAの試作

開発したアルゴリズムをNECエレクトロニクスのプラットフォーム(MICROSSP)上でFPGAに実装し、組込み関連展示会「Embedded Technology 2006」に出展を行いました(写真)。超解像処理部分は約500Kゲートの回路規模(動画CODEC並の規模)で実現されています。

4. おわりに

本稿では、シーン中に動く物体が存在するにも適用可能な超解像技術について報告しました。同技術を用いれば、安価な撮像系を用いて、本来の分解能を超えた高精細、高解像画像の撮影が可能となります。現在、超解像技術の実用H/W化

イメージ/音声処理コンポーネントソリューション 超解像ソリューション

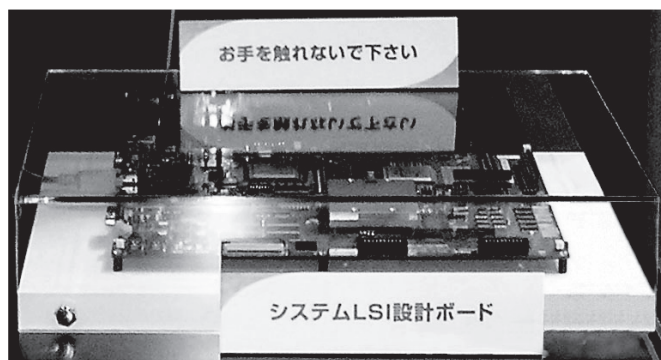


写真 ET2006に出展したFPGAボード

に向けて、試作したFPGAをベースに、さらなる高速化を行っています。今後は、デジタルカメラや携帯電話への搭載を目標に、ASICの開発にも取り組む予定です。

執筆者プロフィール

池谷 彰彦
共通基盤ソフトウェア研究所
主任

広明 敏彦
共通基盤ソフトウェア研究所
主任研究員