

# 動画像を利用した画像の高解像度化手法

高橋 勇<sup>†</sup> 笠原 雄毅<sup>‡</sup> 白井 治彦<sup>†</sup> 黒岩 丈介<sup>†</sup> 小高 知宏<sup>†</sup> 小倉 久和<sup>†</sup>

福井大学工学部<sup>†</sup>

福井大学大学院工学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、計算機の能力向上にともない、動画像を容易に扱える環境がととのいつつある。動画像のデジタルデータは、複数枚の静止画像データ（フレーム）の列ととらえることができる。この静止画像は複数のピクセルによって構成されるが、その各ピクセルに保存されている光の明度のデータは、撮影時に被写体から得られた光をサンプリングしたものと考えられる。そのため、サンプリングする位置とタイミングによっては、形が変化せずに移動している物体を撮影した場合でも、それぞれのフレームに記録されるその物体の明度データには違いが生じると考えられる。つまり、動画像データの各フレームには、あるひとつの撮影対象物に対する複数の異なった情報が記録されている可能性がある。このことは、複数のフレームを利用すれば、1枚のフレームが持つ（撮影時の解像度における）情報量よりも、多くの情報量を持つ静止画像を作成できる可能性があることを示唆する。動画像を扱った研究については画質を保ちながらサイズを圧縮する手法をはじめ、様々な研究がなされているが、この考えに基づいて画像の解像度を向上させる手法については十分には検討されていないように思われる。

そこで、本研究では、このサンプリング時の位置のずれを利用して、動画像の複数のフレームから、撮影時よりも解像度の高い静止画像を生成する手法を開発することを目的とする。本稿では、その第1段階として、扱う対象の動画像を、画像全体が  $x$  軸方向へ並行移動するだけの1次元グレースケール動画像に限定し、この手法について考察する。また、具体的な方法のひとつとして遺伝的アルゴリズム（以後GAと略す）を用いる手法の概要を示し、予備的に行ったシミュレーション実験の結果の一例を示す。全国大会の発表では詳細な実験結果を報告する予定である。

## 2. 解像度改善手法の検討

1次元の静止画は、その  $x$  座標を横軸にとり、光の明度を縦軸にとったグラフとして表現できる。このとき、光が左から右へ移動する様子は、例えば、図1Aのようなグラフの列として模式的に表現することができる。仮に、サンプリングで得られる画像の1ピクセルに記録される明度が、それに対応する場所の光の明るさによって決まり、その値が明度の積分値によって決まるなら、図1Aのような被写体をサンプリングした結果は図1Bのようになると予想される。この模式図中のAは撮影対象に相当し、

Bはそれを撮影したデジタル動画像データに相当する。つまり、本研究の目的は、Bのデータ群から、Aのグラフが持つ形状的な特徴をできるだけ再現した高解像度なデジタルデータを生成することとみなすことができる。

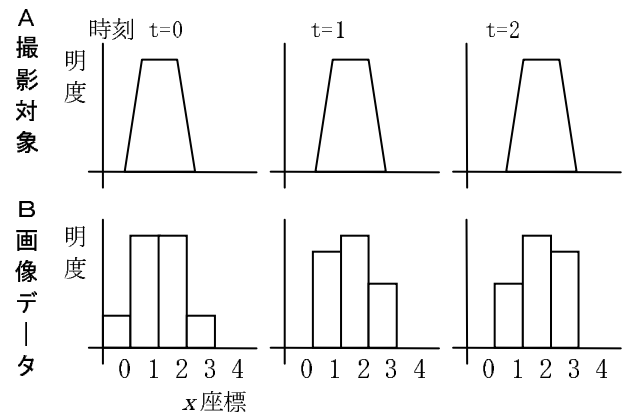


図1. 1次元の動画像データの時間推移予想図

Bのデータ群は、両端を除けば同じ対象物を別の位置で撮影したものと考えられる。そのため、これらのデータにもとづいて解像度の高い画像を作成するためには、まず、Bのデータ群のそれぞれについて、同じ対象を撮影している部分がどこなのかを特定し、次にその部分を合成した画像を生成する必要がある。

前者については、画像の位置あわせの手法を用いることで解決可能である。具体的には、各データを線形で補間することで1つのピクセルをさらに細かいサブピクセルに分割し、最小二乗法による位置あわせにより、同じ部分を撮影した箇所が、サブピクセルの精度で重なるように画像データを並行移動する。この結果得られるデータは図2Cの模式図のようになると予想される。

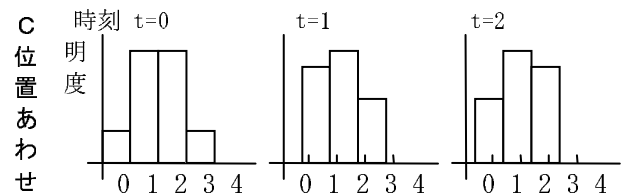


図2. 位置あわせ後の画像データの予想図

後者については様々な方法が考えられる。そこで、まず試験的に、Cの各データのピクセルの間をそれぞれ線形補間したうえで、それらを平均することを試みた。その結果、この方法では、合成するフレームの数が増える度に、Aのグラフが持つ形状の特徴のひとつであるエッジの部分が再現されず、なめらかになってしまふことがわかった。撮影時の特徴を生かした画像を得るためには、Cのデータを補間したり平均したりすることをできるだけ避ける必要がある。

A Method to Reconstruct a High Resolution Image from Video Frames. Isamu Takahashi, Yuuki Kasahara, Haruhiko Shirai, Jyosuke Kuroiwa, Tomohiro Odaka and Hisakazu Ogura. University of FUKUI.

そこで、GAを用いて画像を生成する方法を検討した。次にその方法の概要を示す。

### 3 GAによる高解像度画像の生成手法

基本的には、生成すべき高解像度の画像データを遺伝子として表現し（以後、これをDと表記する）、そのデータ集合の中から、上述のCのデータ群と整合性がとれるデータが優先的に生き残るように世代交代を繰り返すことにより、目的の画像を生成できると考えられる。つまり、ここで重要になるのは、その整合性の評価方法である。

評価方法を検討するために、解像度を2倍にする場合を考える。もし、Cの画像データの1ピクセルが持つ明度が、それに対応するAのデータの平均値によって決まるなら、それに対応する場所にあるデータD中の2ピクセルの平均値も、それと等しくなるはずである。1次元のデータであれば、それはこの2つのグラフの面積に相当する（図3）。

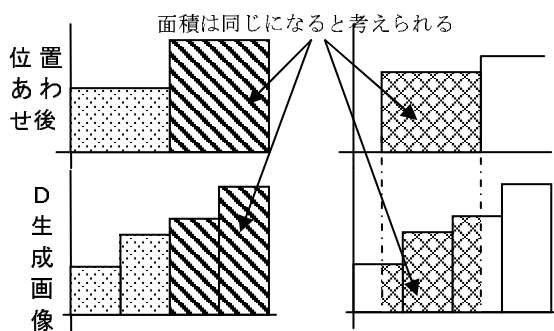


図3. GAの評価方法の検討

つまり、Cの全てのデータについて、これらの個々の面積が一番近いものが、Cのデータと最も整合性のとれた画像であると考えられる。そこで、評価式として、Cの各データを構成する全てのピクセルについて、それに相当するDの面積との差の2乗の平均を求め、その値が低いものほど評価値が高くなるように評価式を設定した。

### 4 シミュレーション実験

以上の手法の有効性を評価するために、シミュレーション実験をおこなった。この実験では、デジタルビデオカメラで風景をパン撮影した720×480ピクセルの動画を用意した。この動画から複数の静止画フレームを抽出し、y軸方向のゆれの影響を少なくするために縦方向を8分の1に圧縮した。この各画像の中央部分の1行を取り出して1次元画像データ群とした。今回用いた手法を検証するためには、前述のAとBの2つのデータが必要となるため、この1次元画像の8ドットを平均して1ピクセルに変換した画像を作成してこれをBとし、その元の画像をAと仮定した。そして、Bのデータ群のうち、ある時刻のデータとその前後2フレームの計5つのデータから、元の画像Aをどの程度復元できるかを検証した。なお、GAには数値GAを用い、エリート保存をしたうえで突然変異率を多めに設定することで1500世代後に評価値が収束することを確認した。

ここでは、ページ数の関係から、実験結果としてA、B、Dに相当する画像の一例のみを示す。他の

手法との比較などの詳細な実験結果については、発表の際に報告する予定である。図4はAを線形で補間したグラフ、図5はBに相当する画像データのひとつ、図6は本手法によって元の画像の2.5倍の解像度を持つ画像を生成した結果である。横軸はx座標、縦軸は明度を表しており、縦軸には明度50ごとに目盛線を入れてある。結果を視覚的に見てわかるように、元の画像と比べてエッジ部分の特徴が復元できている。例えばAのグラフを左から見て最初にあらわれる極小点の深さに着目すると、BはAに比べて浅くなっているが、DではBよりもAに近い深さになっている。

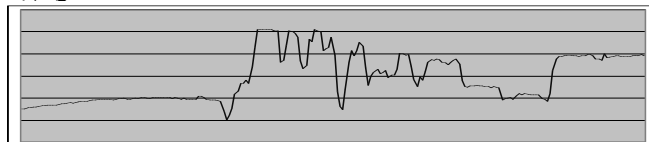


図4. 撮影対象 (A)

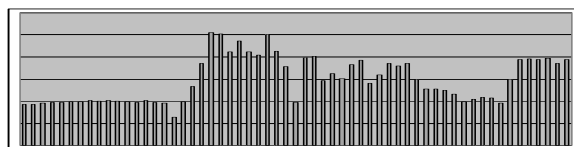


図5. 画像データ (B)

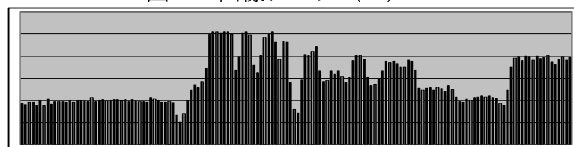


図6. 生成画像 (D)

### 5 考察と今後の課題

予備的な実験の結果により、今回考案した方法によって撮影時の解像度よりも高い解像度の画像が得られる可能性が高いことがわかった。しかし、本稿では述べなかったが、解像度を3倍、4倍へとあげていくと、撮影対象と仮定した画像Aとはかなり異なる画像が得られた。これには2つの理由が考えられる。ひとつはGAにおける評価方法の問題であり、Cの1ピクセルに、Dのピクセルが2つ以上含まれる場合には、面積が一致するようにそれら複数のピクセルの値を自由に設定できてしまう点がある。もうひとつは、本質的に増加できる解像度に限界がある点である。サンプリング位置に全くずれが生じなかった場合には、Cとして得られる複数の画像は全て同じものになり、本質的に解像度を上げることは不可能となる。つまり、得られる画像の解像度には限界があり、それはサンプリングの状況によって異なるといえる。

今後は、GAの評価手法の改善、解像度の決定方法の検討を行い、この手法を2次元動画画像へと拡張していく予定である。

### 連絡先

〒910-8507 福井市文京3-9-1

福井大学 工学部 知能システム工学科 高橋 勇

TEL: 0776-27-8968

E-Mail: takahasi@i.his.fukui-u.ac.jp