

## 連続性制約駆動に基づく画像修正

4H-2

菅間英夫

宮田勇一

村尾洋

榎本肇

芝浦工業大学

## 1 はじめに

ユーザの指定する任意の領域をアフィン変換等の変換式を用いて変形させる際、変形後の画像においては変形部分とそのまわりとが不連続になる。このことは変形の度合いが大きいほど顕著に表れる。従って、連続性を保つためには部分的な修正が必要となってくる。このとき、一つの画像を括弧して修正するのではなく、複数の修正領域と呼ばれる連続性を保つための領域に分割し、各領域間の連続性を保つように処理を行なう。そして最終的に一つの画像について、その連続性を保障する。この時、不連続を起こさない処理を行なうためには、制約が必要である。

本論文では以上のことを顔画像を例にして行なう。

## 2 画像の連続性保障と制約駆動

## 2.1 画像の連続性

任意画像上に存在する物体の形状を変化させる場合、その部分を領域という形で指定して、領域を形成する各主要点に移動ベクトルを与える<sup>[2]</sup>。これによって領域内部は、連続的な変形を行なうことができる。しかしながら、そのまわりでは変形によってその特徴が大きく変化する。具体的には、領域が移動してしまったり、領域が移動してきたことにより、移動が起こらなかった場所との連続性が失われ、明らかに領域が移動してきたと分かる不連続な部分が現れる。これでは、領域の変形という条件は満たされているにもかかわらず画像の連続性という点では満たされておらず、視覚的にも不自然な画像となってしまう。連続性を保障するためには、システム側がこれらの現象を防ぐ処理を行なう必要がある。

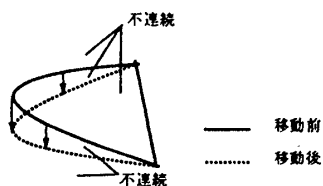


図1: 領域の移動に伴う画像の不連続

## 2.2 制約駆動について

制約駆動とは、データの不備に対して制約による代用データを用いた駆動形式のことをいう。例えばある領域を移動させると、その移動量が大きい場合には周辺部分との連続性が失われる。連続性が失われた時点でユーザに修正領域を指定させるのではなく、システム側があらかじめ修正領域を確保しておき、その領域に基づいた処理を実行する。この時点で処理結果がユーザの満足するものであれば、次の処理へ移行する。し

Constraint driven modification for pictures with discontinuity  
Hideo Sugama, Yuichi Miyata, Yo Murao, Hajime Enomoto  
Shibaura Institute of Technology

かしながら、その処理結果が必ずしもユーザの満足するものであるとは限らない。そこで再処理を行なったり、ユーザに修正領域を指定してもらうといった処理の変更を行なう。これは、複数の処理方法があるため、ある一つの処理方法では継続が不可能でも、別の処理方法に切替えることで継続が可能になることを示している。

## 3 領域の違いによる処理の種類

軟質物体を連続的に変形させる場合、時間的について見た動きについての相互作用<sup>[3]</sup>と幾何学的空間について見た領域の変形による複数隣接領域間の連続関係の二つのことについて考慮する必要がある<sup>[1]</sup>。前者は、一つの物体が他の物体に対して動きについて影響を与えたり、また他の物体から影響を受けたりすることを表している。後者は、ある一つの領域の変形が隣接領域との連続関係を失わせてしまうことを表している。領域と呼ばれるものには、物体の特有領域や物体表面の構造線による分割領域などがあげられる。

物体の特有領域とは、画像の輪郭情報を持った輪郭線によって囲まれる領域のことを指す。すなわちこれは、物体の形状そのものを領域と考えている。この領域についての変形を考えると、領域全体を一様に変化させる場合と一部分を変形させる場合とが考えられる。全体を一様に変化させたい場合には、ユーザは領域を形成している輪郭線上の主要点に移動量を与える。そして、システムはこの移動量に基づいて変形をおこなう。この手法を利用することで、物体の形状全体を変化させることができる。領域の一部分を変形させる場合には、システムは物体内部に変形箇所を含むような修正領域を生成する。そしてユーザの与えた移動量に応じた変形をする。指定された箇所を変形させることで、その部分だけが膨らんだりくぼんだりしたように見える。輪郭線を含む領域を変形させるとき、単一物体の場合では領域内部の連続性のみ考慮すれば良い。

物体表面の構造線による分割領域とは、特徴線や分割線によって形成される領域のことをいう。特に物体の凹凸による濃淡を分離している分割線によって生成される領域は、支配領域と呼ばれている。この領域は、領域内部に存在する極大点や極小点を通過する特徴線によってさらに細分化される。この支配領域を変形させる場合には、次に示す手法で処理を行なう。

## 4 修正領域を用いた画像修正

人間の顔画像は、凹凸を分割する分割線によって複数の領域(支配領域)に分割される。スキャナー等で取り込まれた顔画像は、図2に見られるように複数の支配領域が隣接しながら存在する。

取り込まれた画像に対して笑いや怒りといった表情を持たせたい場合、これら複数の領域をそれぞれ変形させればよい。その時、ある支配領域が隣接する支配領域に対して与える影響を考慮する。具体的には図3に

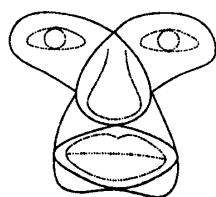


図 2: 顔画像における分割線の分布

3に見られるような修正領域を設定して隣接領域との連続性を保たなければならない<sup>[4]</sup>。

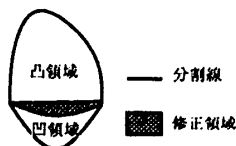


図 3: 隣接領域間の修正領域

ある顔画像に対して変形によって表情を与える処理では、ユーザは変形をおこないたい領域を形成する分割線上に領域を囲むように主要点を与える。次に、各主要点上にどの程度移動させるかを表した移動ベクトルを与える。システム側はこの移動ベクトルに基づいて処理をおこなう支配領域内を移動させる。この移動ベクトルが大きいほど、移動後の不連続さが目立つ。そのため、あらかじめシステム側では不連続が起こるかどうかわかる必要がある。そこでシステム側では移動量が与えられた時点で、この不連続発生の判定を行なう。移動ベクトルは領域の内部に適用される。しかしそのまわりには適用されない。そのため、このままで領域の移動をさせると、隣接領域との不連続が発生する。そこでシステムは、移動ベクトルの各成分の勾配 (gradient) をとってその大きさを不連続発生の判定基準とする。一般にユーザによって与えられたある時刻  $t$  におけるある座標  $(x, y)$  上の移動ベクトルの各成分は、 $x, y, t$  の3つを変数持つ関数として定義される。1枚の静止画像を考えた場合、時間変数は考慮する必要がないため、実質的には  $x$  と  $y$  の2つの変数のみを考える。システムは画像上のある点からスタートして、各座標における移動ベクトルの  $x$  成分と  $y$  成分の2つの各成分の勾配をとる。移動量が与えられていない点は、その座標における各成分の勾配を求めた場合、その大きさはゼロとなる。しかし移動ベクトルが与えられた修正領域の境界線上の点に移ると、移動ベクトルの各成分が変化するため、その座標における移動ベクトルの各成分の勾配をとった場合、少なくともいずれか一方の勾配の大きさはゼロにならない。勾配の各成分の大きさがシステムの基準とする値よりも小さければ、不連続は起こらないと見てシステムによる修正領域は設定せずに変形をおこなう。しかし基準値を越えた場合には、この時点ではじめてシステム側では不連続にならないように修正領域を設定して変形をおこなう。ユーザが変形を要求している顔画像において、移動量が与えられて時点でこの手法を実行することで、システム側では不連続が起こるかどうかわかる前に知ることができる。ここでは基準値を越えた勾配の各成分の大きさが制約となって、システムに修正領域を用いた変形を実行させる。

システムが修正領域を設定する時、一般に移動量が大きいほど修正領域は大きくする必要があり、移動量が小さいほど修正領域は小さくて済む。そのため、修

正領域はユーザの与えた移動ベクトルに応じて決定される。部分的な変形を考えた場合、修正領域を生成するための主要点、ユーザの指定した主要点に与えられたベクトルによって決定される。移動ベクトル方向の修正領域の主要点は、移動ベクトルによってユーザの指定した主要点の移動を考慮して、ユーザの指定した主要点に与えられた移動ベクトルを越えたベクトルによって決定されなければならない。そこで、システム側では与えられた移動ベクトルの比例値を用いて修正領域の主要点を決定する。移動ベクトルの逆方向の修正領域の主要点は、ユーザの与えた主要点の移動ベクトルの逆方向ベクトルによって決定される。これらの主要点を補間することで、修正領域が決定される。そして、この領域内を連続になるよう処理をする。ここで処理を終了させるのではなくさらに修正領域内でスムージング処理を数回行なえば、より確実に不連続部分が減少する。いずれの場合でも、ユーザの与えた移動ベクトルの比例値で修正領域の主要点の変更可能であれば、処理の繰り返しを行なうことができる。この時、ユーザの与えた移動ベクトルが制約となって修正領域が決定されている。領域の変形後、その結果をユーザに評価をしてもらう。不可であれば、修正領域を変更して再び処理を行なう。このように数回処理を繰り返して、不連続のない画像へ近づけていく。ユーザに修正領域を指定させないで行なう処理は、システムの設定する修正領域を用いた処理ではユーザの満足する修正が行なわれない場合に実行される。隣接する領域間に不連続がある画像と、その間に主要点を与えて補間を行なった画像についての例を以下に示す。

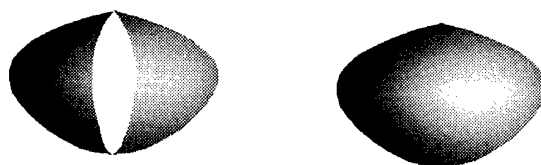


図 4: 不連続部分をなくす処理

## 5 まとめ

1枚の顔画像を変形させる時、支配領域という考えをもとに各領域を個別に変形させる。複数の支配領域が存在する画像においてある任意の支配領域を変形させる場合、隣接領域との連続性を保つ処理が必要である。そのためシステムは前もって不連続が発生することを予測して、修正領域と呼ばれる領域を設定して処理をおこなう。また制約によって修正領域を用いた処理の決定、修正領域の確保を行なうことについて述べた。

## 文献

- [1] H.Enomoto, Y.Murao, I.Miyamura: "Interactive Feature Coding System for Image Painting", Advanced Image and Video Communications and Storage Technologies, Mar.1995.
- [2] 宮田、村尾、榎本: "物体の運動分類とそれを用いた軟質変形動画画像描画", 情報処理学会第50回全国大会 5D-1 1995.3
- [3] 宮田、村尾、榎本: "対象間に相互作用のある動画画像描画", 情報処理学会第52回全国大会 4H-1 1996.3
- [4] Y.Miyata, Y.Murao, H.Enomoto: "Painting method for interacting motion", IS&T/SPIE's Symposium on ELECTRONIC IMAGINE: SCIENCE & TECHNOLOGY, Jan.1996.