

物体領域と視体積の投影像との整合性を考慮した3次元形状獲得

3D Shape Acquisition based on Consistency among Object Regions and Projections of the Visual Hull

陳蘇¹
Su CHEN

飯山将晃²
Masaaki Iiyama

角所考²
Koh KAKUSHO

美濃導彦²
Michihiko MINOH

京都大学 工学部¹
Faculty of Engineering, Kyoto University

京都大学 学術情報メディアセンター²
Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

1 はじめに

3次元形状獲得手法である視体積交差法は、複数のカメラが撮影した各画像中の物体領域に対応する視体積の積領域を求めることで物体の3次元形状を獲得する。物体領域は背景差分等によって抽出されるが、差分の閾値設定によっては正しい物体領域が抽出されない場合も多く、その場合には視体積は獲得対象の形状と異なってしまふことになる。

物体領域が正確に得られていると、視体積の投影像と物体領域が一致する。逆に、物体領域の抽出に誤りが生じると、視体積の投影像と抽出した物体領域とが一致しなくなる。従って、視体積の投影像と物体領域とがどの程度一致しているか（以下、投影整合性と呼ぶ）によって、物体領域がどの程度正しく抽出されているかを評価することができる。本研究では、この投影整合性を考慮することで、物体領域が必ずしも正確に抽出できるとは限らない状況に対して頑健な3次元形状獲得手法を実現する。

2 投影整合度に基づく視体積の獲得

まず、各画素が「前景らしさ」を持つ前景適切度画像を構築し、前景適切度画像を基に各ボクセルが「視体積らしさ」を持つ視体積適切度空間を構築する。次に、前景適切度画像との整合の度合いが最大となるように視体積適切度空間を二値化し、視体積を獲得する。

前景適切度の構築 前景領域は、予め撮影された背景画像と入力画像との差分（背景差分画像）を計算し、それを二値化することによって抽出されるものとする。

このとき、原理的には、背景領域における各画素の差分値は0となるが、実際には撮影時のノイズや撮影環境変化により0とならない場合が生じる。このときの背景領域における各画素の差分値の確率分布を正規分布でモデル化する。

一方、入力画像中の物体領域における画素値を一様分布と仮定する。背景画像に対してその画素値のヒストグラムから背景画像の画素値の確率分布を計算し、これを用いて入力画像中の物体領域に相当する背景画像中の領域における画素値の確率分布を近似的に表現する。以上の2つの確率分布を用いて、物体領域における各画素の差分値の確率分布を計算する。

背景差分画像の画素値のヒストグラムは正規分布の平均と分散、及び物体領域の画素数で表現することができる。このパラメータを推定し、物体領域における各画素

の差分値のヒストグラムを得る。

差分値が t となる画素の前景適切度を、差分値 t である画素のうち物体領域内に存在する画素の割合として計算する。また、前景適切度が t である画素の背景適切度を $1-t$ とする。

視体積適切度空間の構築 従来の視体積交差法において、ボクセルの中心を各々のカメラ画像に投影した点が、ひとつでも物体領域外に位置すればそのボクセルは視体積とはならない。ここで、前景適切度画像が与えられた場合について考えると、あるボクセルが視体積であるかどうかは、その投影点に対応する各画素の中で最も前景らしくない画素に影響される。そこで、ボクセルの投影点に対応する各画素の前景適切度の中で最小となる値をボクセルの視体積適切度とする。

投影整合度 視体積のカメラ画像への投影像を R とすると、 R に含まれる画素の前景適切度の和が高ければ高いほど、また R に含まれない画素の背景適切度の和が高ければ高いほど、投影像と物体領域との整合性が高いと考えられる。そこで、 R に含まれる全ての画素の前景適切度と R に含まれない全ての画素の背景適切度の和を投影整合度と定義する。

全てのカメラに対して投影整合度の和が最大となるように視体積適切度空間を二値化し、視体積を獲得する。

3 実験と考察

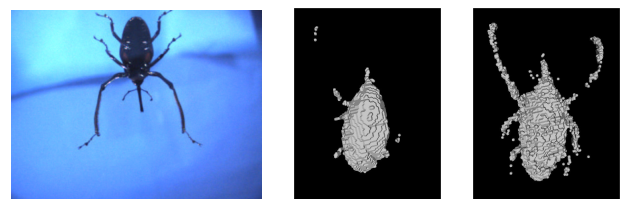


図1 入力画像と獲得結果

図1中央の従来の視体積交差法では、物体領域の抽出失敗により、足に相当する部分の形状がほとんど獲得できていない。それに対し、図1右の提案手法では、一部に欠損はあるものの足に相当する部分の形状を獲得できており、物体領域の抽出失敗に対する頑健性が示された。

参考文献

- [1] K.Grauman, G.Shakhnarovich, T.Darrell, 'A Bayesian Approach to Image-Based Visual Hull Reconstruction', CVPR Proc, p.187-194, 2003