

多方向からの立体視における相関法による対応付けの一手法

1ZD-06

高橋秀夫* 北嶋克寛* 荒川佳樹** 掛谷英紀** 磯貝光雄**

*東京農工大学 **郵政省通信総合研究所

1. 本研究の目的

ステレオカメラを用いた3次元形状の復元では、オブジェクト全体の形状を復元するためには多方向から立体視を行う必要がある。対象が曲面を多く含むオブジェクトでは相関法を用いることが多い。しかしながら相関法では、それ自身の弱点から復元に必要なだけの点の個数を得ることができない。そこで本研究では、相関法で求められない領域における視差を、高い相関値によって得ることができた視差と輝度変化量から推測し、3次元情報を求める手法を提案する。

2. 相関法による対応付けと問題点

相関法は左右の画像上の小領域における輝度の相関によって対応付けを行う方法である。基準となる左画像の小領域に対して、右画像の小領域をエピポラ線上で1ピクセルずつスライドさせ、それぞれ相関値を計算する。求めた相関値のピークから、左右の小領域の対応付けが行われ、視差が求まる。相関値を求める式を次に示す。

$$C = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (I_1(i,j) - \mu_1) \times (I_2(i,j) - \mu_2)}{m^2 \sqrt{\sigma^2(I_1) \times \sigma^2(I_2)}} \quad (1)$$

相関のピークは存在しても相関値が高くない場合や、輝度変化が少ない領域で相関のピークが求められない場合は、対応点を特定することができない。これらの問題によって、相関法だけを用いて精度良く対応点を求めるのは困難となっている。

しかしながら、対応点探索の範囲を限定すれば誤

対応の可能性を減少させることができる。1pixelあたりの視差距離 $dslide$ (mm) は、 f をカメラの焦点距離(mm), $xsize$ を画像の横サイズ(pixel), $camx$ をカメラ内部の画像面の横サイズ(mm) とすると、

$$dslide = \frac{camx \cdot dcalib}{f \cdot xsize} \quad (2)$$

画面上の視差1pixelに対する奥行き之差 dm (mm) は、 $deye$ を光軸間の距離(mm), $dcalib$ をカメラから公正面までの距離(mm) とすると、

$$dm = \frac{dcalib \cdot dslide}{deye + dslide} \quad (3)$$

この式よりオブジェクトの位置がおよそ分かっているならば、対応点探索を行う視差範囲を限定することができ、対応候補を減らすことができる。

3. 提案手法

相関法で求めることができない領域に対して、明度勾配と奥行きとの線形関係式を用いる方法[1]があるが、線形関係が成り立つように画像を撮影しなければならない。また評価関数に輝度変化と視差のなめらかさの拘束を用いて、その関数を最小化して求める方法[2]は、その最適解を求めるための計算量が大きくなってしまふ。そこで本研究では、相関法で求められない小領域の視差を、その近傍に相関

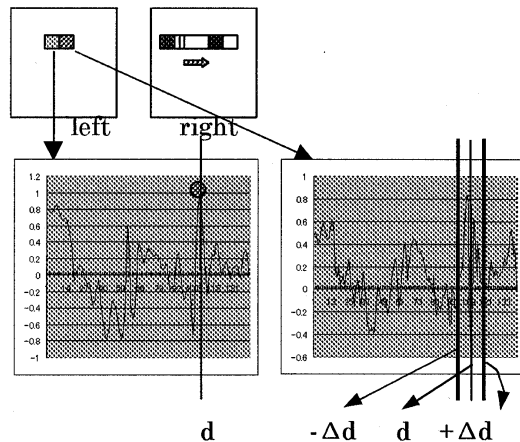


図1 左画像の隣接する小領域の相関グラフ

A Method of Correlation-Based Stereo Matching from Multiple Views

Hideo TAKAHASHI*, Katsuhiko KITAJIMA*, Yoshiki ARAKAWA**,

Hideki KAKEYA**, and Mitsuo ISOGAI**

(*Tokyo university of agriculture and technology, 2-24-16 Naka-cho

Koganei-shi Tokyo, 184-8588, **Communications Research

Laboratory, 4-2-1 Nukui-Kitamachi Koganei-shi Tokyo, 184-8795)

値の高い小領域が存在し、かつその付近の輝度変化量が少ない場合、その相関値の高い小領域の視差から推測して求める手法を提案する。

図1のように、左画像の隣接する小領域を考える。グラフは左画像と右画像の相関のグラフである。二つの隣り合う小領域の輝度変化が少なければ、相関のグラフの形状は類似し、また二つの小領域における視差はおおよそ近い値になると仮定できる。輝度変化が少なければ、この仮定を用いて、相関法で求めることができなかつた小領域の視差は、相関法で求められた小領域の視差 d から推測し、求めたい視差を $-\Delta d$ から $+\Delta d$ の範囲内に限定することができる。そしてもう一度その視差範囲内で相関値によって対応付けを行うことで視差を求める。 Δd (pixel) は次の式で表される。

$$\left| \Delta d = \frac{step \cdot dslide \cdot dist}{dm \cdot dcalib} \tan \theta \right| \quad (4)$$

$setp$ は小領域の中心間の距離 (pixel), $dist$ は得られている領域の奥行き (mm) である。 $\tan \theta$ は二つの小領域の輝度変化量によって決められる値である。輝度変化が少なければ θ の値は小さくなる。

4. 実験

CCD カメラを平行ステレオになるように設置し、画像を撮影する。本研究で使用したステレオカメラの仕様は以下の通りである。

表1 ステレオカメラの仕様

焦点距離	4.092mm
光軸間の距離	65mm
画像のデジタル化	水平 640×垂直 480 画素 24 ビット



left image



right image

図2 入力画像

図3右のように相関法でしきい値が 0.5 の時は、誤対応によるノイズが多数残ってしまう。逆に図3



しきい値 0.9



しきい値 0.5

図3 相関法のしきい値による違い



図4 実行結果

左のようにしきい値を 0.9 以上にした時はノイズが減少したが、対応付けされた点の個数も減少してしまった。本研究の提案手法を用いると、図4のように相関法で求められなかつた領域を補うことができ、しきい値を下げるよりもノイズを抑えることができる。

5. まとめ

単純に相関のしきい値を下げて対応付けを行った場合と、提案手法を用いた場合を比較して、次のような成果を得ることができた。

a) ノイズの抑制

しきい値を下げると、誤対応によって発生するノイズが増えてしまうが、提案手法ではしきい値の高い点から推測し、計算して求めているので、ノイズの発生を抑えることができた。

b) 信頼性の保持と点の個数の増加

相関によって求められなかつた小領域の視差を、相関のとれた小領域を基準として輝度変化から推測することによって求めることができた。

参考文献

- [1]宮本 敦, 近藤 司, 金子 俊一, 五十嵐 悟: 左右対応領域形状の推定を伴う投影微分両眼視法の提案, 精密工学会誌, Vol. 64, No. 9, pp. 1390-1394, (1998).
[2]辻三郎, 徐剛: 3次元ビジョン, 共立出版 (1998).