

注視点が既知である連続画像間の対応点探索法の提案

田村 壽英[†] 松崎 和敏[‡] 加藤 芳彦[‡] 張 曉林[‡]

東京工業大学 総合理工学研究科^{†‡}

1. はじめに

画像上で最も特徴量の大きい点を注視点とし、その注視点を追従しながら撮影を行うアクティブカメラ(図1)をヘリコプタに搭載して三次元地図を作製する研究が張らによって進められている[1]。そこで同じアクティブカメラを車に搭載し、ステレオ視によって三次元立体図を作成するシステムの開発を現在進めている。

本研究の応用として、カーナビゲーションに使用されるような三次元地図の作成があるが、この場合撮影されるシーンは建物が並ぶ街中であることが想定される(図2)。

アクティブカメラを利用して注視点が画像中心に写るように撮影した画像を注視画像と呼ぶ。カメラを移動させながらこの注視画像を連続的に撮影し、ステレオ視を行う。既に様々なステレオ画像間における対応点探索法が提案されているが[2]、注視画像に特化したアルゴリズムは提案されていない。

また、そこで、本研究では撮影シーンが限定された場合の連続的に撮影された注視画像の性質を利用した対応点探索法を提案する。

2. 注視画像における対応点探索

アクティブカメラで注視点が画像中心に写るように撮影するため、異なる地点から撮影された注視画像であっても、画像中心には同じ注視点が写る。そのため、複数枚の注視画像の対応点探索を行う場合、それらの画像中心の対応点は既知である。これは対応点が全く未知の状態に対応点探索を始めなければならない既存のステレオ視の対応点探索と大きく異なる点である。

また、建物が並ぶ街中を撮影することを想定しているため、撮影シーンの奥行きが大きく変化しなく、画像が連続的に撮影された場合、注視画像においては画像中心に近い点ほどステレオ画像間でのずれが少ないと仮定できる。

そこで、本研究においては、注視ステレオ画像間に

The corresponding point search method in gazed point given images

[†]Toshihide TAMURA・Tokyo Institute of Technology

[‡]Kazutoshi MATSUZAKI・Tokyo Institute of Technology

[‡]Yoshihiko KATO・Tokyo Institute of Technology

[‡]Xiaolin ZHANG・Tokyo Institute of Technology

において対応付けを行う際に、画像中心が既知であること、注視画像における先の仮定を利用する。次節にその具体的なアルゴリズムを述べる。

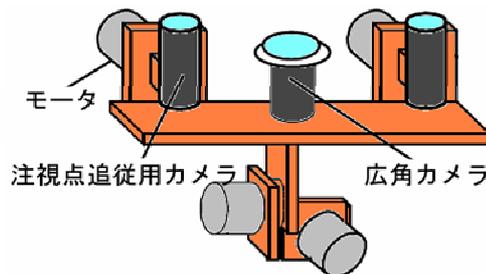


図1. アクティブカメラの構成図[1]

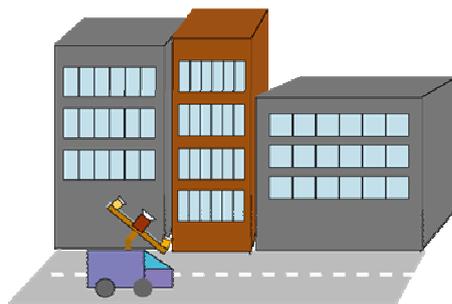


図2. 想定される撮影シーン

3. アルゴリズム

ステレオ画像の基準画像上のある点に注目して、その対応点を参照画像上の対応点候補から決定する際に、注目点とその対応点候補とにおける周辺画素の濃淡値の相関を評価し、その中で最大の相関値を持つ対応点候補を注目点の対応点とするのが一般的な手法である。

これに加え、本研究では前節に述べたようにステレオ注視画像の画像中心(注視点)の対応関係が既知であることから、画像中心を基準とし、画像中心から画像上のある点まで画像上の距離、そして画像中心とその点とを結んだ画像上の線と画像中心を中心とした画像上の座標系の横軸とが成す角という2つのパラメータ(図3)を導入する。

また、注視画像上において画像中心に近い点ほどステレオ画像間でのずれが少ないという先の仮定から、画像中心を基準としたある点までの距離と画像中心とその点が成す角はステレオ画像間において、その点が画像中心から近ければ近いほど変わりにく

く、遠ければ遠いほど変わりやすいと言える。そこで、これら2つのパラメータについての相関値を基準画像上の注目点から画像中心までの距離を用いて重みを付けて評価する。

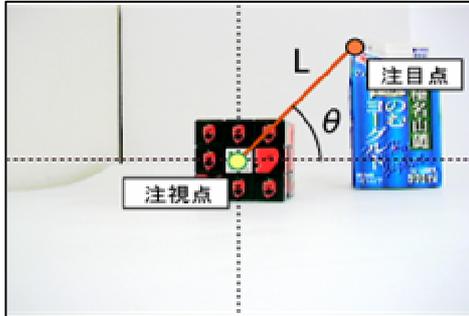


図3. 画像中心を基準とした2つのパラメータ

以上のことをふまえて、注視ステレオ画像における基準画像上の点と参照画像上の点との相関値を計算する式を以下のようにした：

$$\Phi(p_{base}, p_{ref}) = \delta(p_{base}, p_{ref}) + \frac{1}{1 + |l_{base} - l_{ref}|} \cdot \frac{1}{l_{base}} + \frac{1}{1 + |\theta_{base} - \theta_{ref}|} \cdot \frac{1}{\theta_{base}}$$

式(1). 2点間の相関値計算式[2]

ただし、 p_{base} 、 p_{ref} はそれぞれ基準画像上の点、参照画像上の点を表し、 Φ は2点間の相関値を表す。 l_{base} 、 θ_{base} はそれぞれ基準画像上における画像中心から点 p_{base} までの画像上の距離と、画像中心と点 p_{base} とを結んだ線と画像中心を中心とした座標の横軸とが成す角を表し、同様に、 l_{ref} 、 θ_{ref} は参照画像上における画像中心を基準とした距離と角度を表す。 δ は2点における濃淡値の相関値を計算する関数を表し、例としてSADやNSD、NCCなどがあげられる。

4. 実験

提案手法と従来手法の比較のために、連続的に撮影を行った場合を想定した注視画像をCGで複数枚作成し、それらの画像(図4)に対して提案手法と従来手法とで対応点探索を行うことで、それらの対応付け精度を比較した(表1)。

注視点を基準とした距離と角度という2つのパラメータを加えた提案手法の有効性を示すために、従来手法として、その2つのパラメータを除いて、単に2点における濃淡値の相関値をNSDによって計算し、最大の相関値が計算された参照画像の点を基準画像における注目点の対応点とする手法を採用した。

また、実験では対応付けが正しく行われるか確認しやすいように、注視画像から特徴点を抽出して、特

徴点に関する対応付けの精度を観察した。特徴点抽出は画像に対してエッジ抽出を行い、エッジの枝を抽出するフィルターを画像に通すことで特徴点抽出を行った。

以下が実験結果である。表中に各種類の実験画像に対する提案手法と従来手法の対応付けの成功率を載せた。

実験画像	画像1	画像2
従来手法	91%	84%
提案手法	98%	89%

表1. 対応付け精度表

表(1)より、実験結果より、提案手法によって従来手法よりも高精度な特徴点に関する対応付けができたことが確認できた。

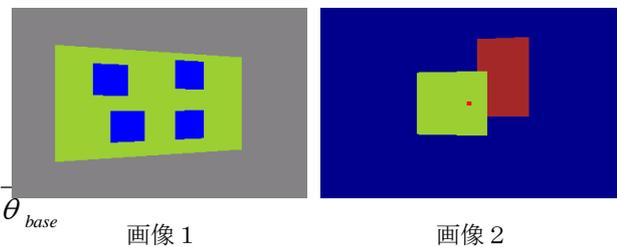


図4. CGで作成した比較実験用注視画像

5. おわりに

注視画像を用いてステレオ視のための対応点探索を行う場合、ステレオ画像間において画像中心の対応関係が既知であることから、画像中心を基準にした画像上の点までの距離、そして角度という2つのパラメータを導入した。さらに注視画像においては画像中心に近い点ほどステレオ画像間でのずれが少ないという仮定から、2つのパラメータに重みを付けた上で、を基準画像における点と参照画像における点の相関値を計算する式に2つのパラメータを取り入れる手法を提案した。

今後は提案手法をさらに改良していくとともに、連続画像を利用することによって、ステレオ画像間における点の移動を予測し、対応付け精度を向上させる手法を開発していく予定である。

参考文献

- [1] 張曉林, 松崎和敏, 加藤芳彦: ヘリコプタに装着した両眼アクティブカメラを用いた立体地図計測法, 情報処理学会第68回全国大会講演論文集4C-4
- [2] C. Zitnick and T. Kanade "A cooperative algorithm for stereo matching and occlusion detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol 22, no. 7, pp675-684, July 200.