

5 J-4

多視点動画像による移動物体の位置と動きの獲得

佐藤 清秀 大田 友一
筑波大学 電子・情報工学系

1 はじめに

シーン中の物体の三次元情報を得るための受動的な手法として、ステレオ視がある[1]。ステレオ視では、視点間で対応付けられた特徴点からその視差を求め、三角測量の原理で特徴点までの距離を計測する。多視点動画像は、ステレオ視の拡張として位置付けることができる。つまり、ステレオ視における対象画像を時系列画像としたものをステレオ動画像[2]と呼ぶように、ステレオ動画像における視点の位置と個数の制約をなくし、シーンを取り囲む複数の視点を配置することで得られる時系列画像を多視点動画像と呼ぶ(図1)。

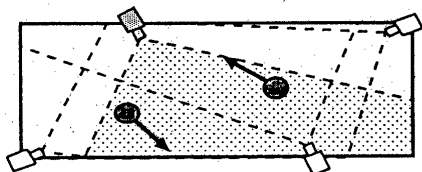


図1 多視点動画像

我々は、多視点動画像として得られた情報を統合することによって、シーン中を移動する複数の対象物体の三次元的な位置と動きを獲得する手法を開発している。本稿では、このときの処理の基本単位となる二視点間での特徴点の対応付けにおいて、輻輳角の大きな視点間で生じる対応付けの曖昧さを、動きのエピポーラ線による拘束を用いて解消する手法について述べ、合成画像による実験結果を示す。

2 多視点動画像

三角測量の原理によれば、視点間において特徴点が対応付けられた時に得られる三次元情報の精度は、両視点から特徴点への視線の輻輳角の大きさに比例する。また、多方向の視点で観測することによって、対象物体が他の物体に隠れて観測できなくなるオクルージョンの問題を解決できる。シーン中の物体を輻輳角の大きな視線で観測できるように、かつシーン全体を視点を取り囲むように、複数の視点を配置した多視点動画像によってこれらの条件を満たすことができる。また、画像内での見かけの速度が抽出された特徴点同士を対

応付けることで、その特徴点の空間中での速度を求めることができる。

しかし、視線の輻輳角が大きくなるにつれて対応すべき特徴点間の適合性が乏しくなり、形や濃淡のような見かけの類似度による対応付けは曖昧さを生じてしまう。そこで、特徴点の動きを対応付けの拘束条件として用いることで、対応付けの曖昧さを取り除くことを考える。

3 動きのエピポーラ線

ある視点で抽出された特徴点は、その視線の見え方をもとに他の視点の画像上にエピポーラ線を形成する。同様に、ある視点で特徴点の見かけの速度が抽出されたとき、視点と速度ベクトルの先端を通る空間中の直線(動きの視線)を他の視点から観測したものを、動きのエピポーラ線として定義することができる。注目している特徴点の三次元空間中の速度ベクトルの先端は、必ずこの動きの視線上に存在するので、各視点における対応点の速度ベクトルの先端は、動きのエピポーラ線に乗ってなければならない。

いま視点 O_1 から得られる画像 I_1 において速度 V_1 の特徴点 P_1 が観測されたとき、他の視点 O_2 から得られる画像 I_2 上での対応点 P_2 (速度 V_2) は、 P_1 , V_1 によって作り出される二つのエピポーラ線に拘束される(図2)。

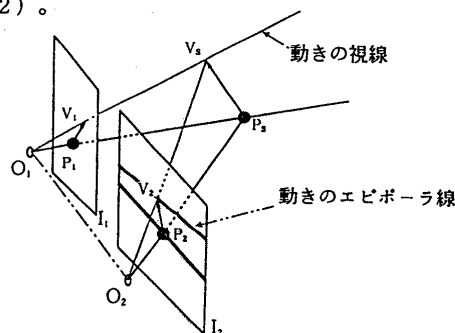


図2 動きのエピポーラ線による拘束

したがって、 P_1 によって得られるエピポーラ線上の各特徴点のうち、その見かけの速度ベクトルの先端が V_1 による動きのエピポーラ線に乗っていることが、対応付けの条件となる。速度 V_1 の特徴点 P_1 と速度 V_2 の特徴点 P_2 との二画像間での対応付けにより、空間中の特徴点の位置 P_s と動き V_s を獲得できる。

4 対応付けアルゴリズムの実装

本研究は、複数の対象物体のシーン中における位置と速度の獲得を目的とする。その基本処理は、対象物体候補に関して各視点での見かけの位置と速度を抽出し、上記の手法によって二視点間で対応付けることである。

4.1 物体候補の見かけの位置の抽出

各視点で観測された画像から対象物体候補の見かけの位置を抽出する。抽出したい対象物体に関する複数の画像の平均によって作成した明度テンプレートと、入力画像との相関値を求めて、相関値がある閾値以上の連結領域を物体候補の見かけの位置とする。このとき、方向による対象物体の見え方の変化に対応する数種類のテンプレートを用意する。また、入力画像のピラミッド画像を用いることで、画像中における対象物体の大きさの変化に対応する[3]。

4.2 物体候補の見かけの速度の抽出

各視点で観測された画像から対象物体候補の見かけの速度を抽出する。上で抽出された物体候補の周辺領域に時空間周波数フィルタ法[4]を適用することにより、物体候補の見かけの速度の‘分布表現 (distributed representation)’が求められる。分布表現は、速度の要素 (u, v) が張る平面上で各速度の確からしさを二次元分布として表したもので、特定の速度を一意に決めるものではない。この分布表現を物体候補の見かけの速度とすることで、曖昧さを含んだ見かけの速度が表現できる。

4.3 エピポーラ領域による対応付け

各視点で抽出された物体候補の見かけの位置と速度を用いて、二視点間での物体候補の対応付けを行なう。ある視点で得られた物体候補の見かけの位置と速度は、その確からしさを他の視点に投影することで、重み付きのエピポーラ線を形成する。このとき、物体候補の見かけの位置と速度は領域として抽出されるので、得られるエピポーラ線も領域となる (エピポーラ領域)。位置のエピポーラ領域にその視点で得られた物体候補の位置を重ね合わせ、確からしさの積を位置に関する対応の確からしさとする。位置に関して対応した物体候補の速度を動きのエピポーラ領域に重ね合わせ、確からしさの積を新たな拘束条件 (動きに関する対応の確からしさ) として、対応付けの曖昧さを解消する。

5 合成画像による実験結果

空間中を移動する複数の球体を二視点で観測した合成画像を作成し、各視点における物体候補の見かけの位置と速度を上記の手法によって抽出し、それをもと

に物体候補の対応付けを行なった (図3)。位置の情報のみでは一意に定まらない対応付けが、動きのエピポーラ線の拘束によって可能となる。

シーン中の移動物体の三次元的な位置と動きを獲得するために、動きのエピポーラ線を用いて対応付けの曖昧さを解消する手法について述べた。現在、物体の対応付けを多視点間で行なうアルゴリズムと、それを用いて情景中の人物頭部の位置と動きを獲得する手法を開発中である。

参考文献

- [1] 江尻, 大田, 池内: “マシンビジョン”, これからの画像情報シリーズ4, 昭見堂
- [2] 森川, 青木, 原島: “ステレオ動画像からの三次元構造復元”, 信学技報 Vol.89, No.207, PRU89-57, pp.69-76 (1989)
- [3] 小杉: “シーン中の顔の探索と認識”, 情報研報 Vol.92, No.7, 92-CV-76-7, pp.49-56 (1992)
- [4] David J.Heeger: “Optical Flow Using Spatiotemporal Filters”, Int.J.Comput.Vision, Vol.1, pp279-302 (1988)

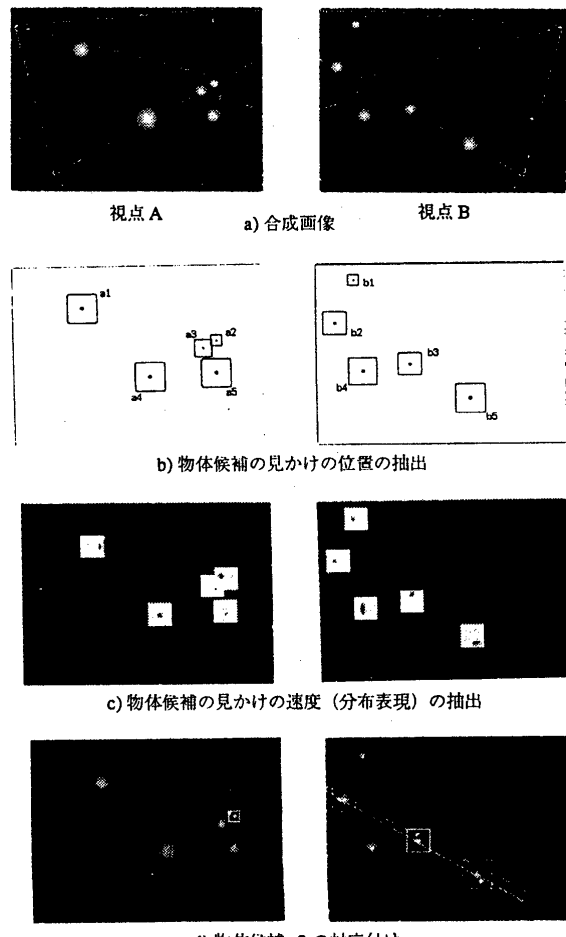


図3 合成画像による実験結果