

動物体のオクルージョン領域における3次元位置推定に関する検討

3E-4

瀬川 宏 中村 康弘
防衛大学校情報工学教室

1 はじめに

ステレオカメラによる動物体の動作観測等を行う際、動作中に観測点の一部が他の物体の影に隠れる等の理由によりオクルージョンが発生し、その3次元位置の特定が困難となる状況が起こりうる。オクルージョン問題のうち、観測点が基準画像又は参照画像のどちらかに投影されている場合においてはバックマッチング法等の手法により解決が可能である[1]。一方、両画像のどちらにも投影されていない場合においては、観測点の対応付けが不可能となるためにその3次元観測は著しく困難となる。そこで本報告では、モデル化が可能な物体の動作観測を目的に、対象物体の形状情報を用いオクルージョン領域における3次元位置を推定する手法について検討する。

2 観測対象物体のモデル化

観測物体は、線分の集合で表すこととする。3次元観測に先立ち、あらかじめ各カメラごとのキャリブレーション[2]を行う。このときのカメラnにおけるパラメータは、

$$\begin{bmatrix} X_n \\ Y_n \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{11}^n & f_{12}^n & f_{13}^n & f_{14}^n \\ f_{21}^n & f_{22}^n & f_{23}^n & f_{24}^n \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ f_{31}^n & f_{32}^n & f_{33}^n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

と表される。また各線分の端点を観測点として設定し、各カメラパラメータを用いてその各点の3次元位置 p_n 及び各線分の長さ d_n を求める。そして、各観測線分の位置及び長さ情報の集合を物体の初期情報として設定する。

3 オクルージョン領域における3次元位置推定

第2項によりモデル化された物体のある線分 p_1-p_2 を観測するとしこの線分の1方の点 p_2 が他の物体の影に隠れているとする(図1)。カメラnの投影面画像におけるこの線分と他の物体との交点(境界点)の座標値を (X_n, Y_n) とすると、この点への視線及び点 p_1 を通過する平面上に観測線分が拘束される(図2)。ステレオカメラシステムの各カメラにお

いてこの拘束平面を求めたとき、オクルージョン領域にある点 p_2 はこれら2平面の交線上で点 p_1 から距離dだけ離れた位置に存在することになる。よって点 p_2 は、上記カメラパラメータを用いて、

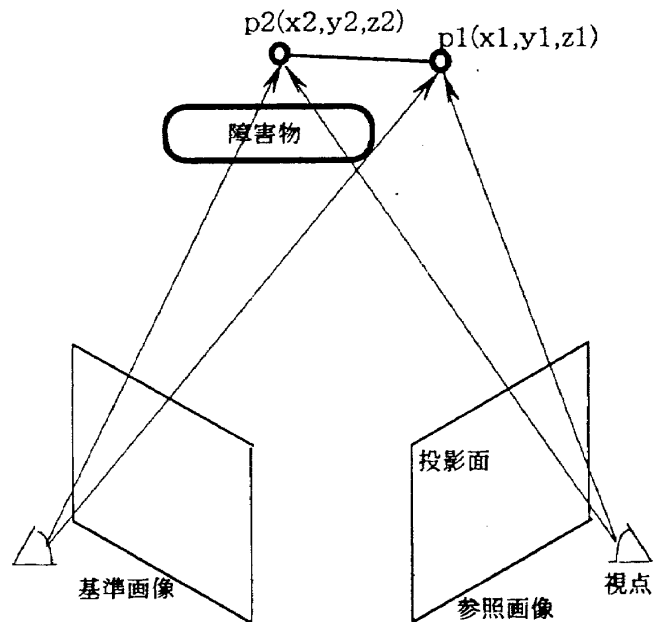


図1 オクルージョンの発生

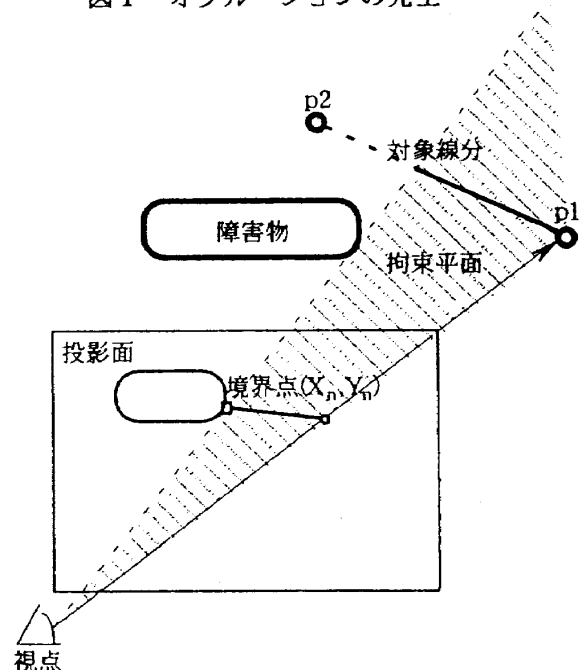


図2 拘束平面

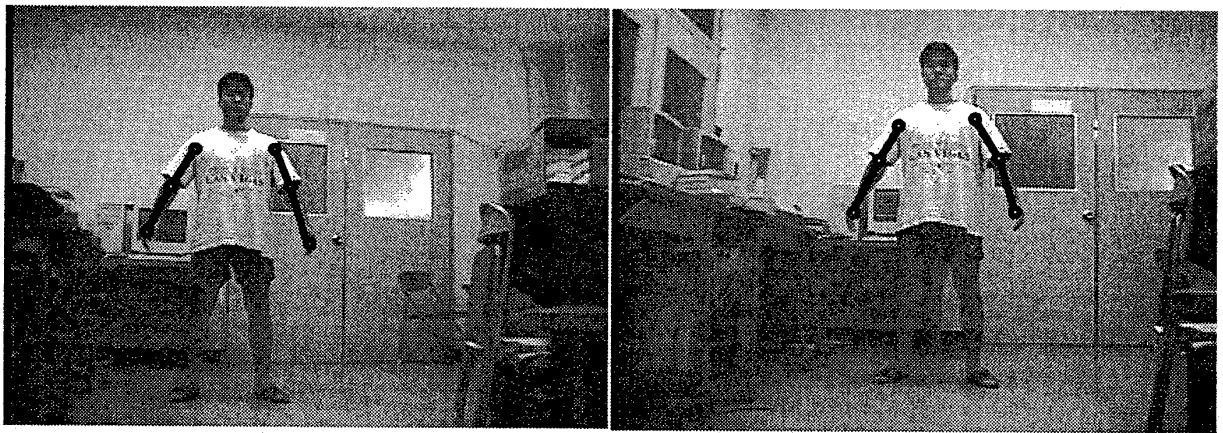


図3 初期入力画像におけるモデル化(Stereo Image)

$$S_n = \begin{bmatrix} x_1 + \frac{(t_{11}^n - t_{41}^n X_n)(t_{24}^n - Y_n) - (t_{21}^n - t_{41}^n Y_n)(t_{14}^n - X_n)}{(t_{11}^n - t_{41}^n X_n)(t_{22}^n - t_{42}^n Y_n) - (t_{21}^n - t_{41}^n Y_n)(t_{12}^n - t_{42}^n X_n)} \\ y_1 + \frac{(t_{12}^n - t_{42}^n X_n)(t_{24}^n - Y_n) - (t_{22}^n - t_{42}^n Y_n)(t_{14}^n - X_n)}{(t_{11}^n - t_{41}^n X_n)(t_{22}^n - t_{42}^n Y_n) - (t_{21}^n - t_{41}^n Y_n)(t_{12}^n - t_{42}^n X_n)} \\ z_1 \end{bmatrix}$$

$$T_n = \begin{bmatrix} (t_{12}^n - t_{42}^n X_n)(t_{23}^n - t_{43}^n Y_n) - (t_{22}^n - t_{42}^n Y_n)(t_{13}^n - t_{43}^n X_n) \\ (t_{13}^n - t_{43}^n X_n)(t_{21}^n - t_{41}^n Y_n) - (t_{23}^n - t_{43}^n Y_n)(t_{11}^n - t_{41}^n X_n) \\ (t_{11}^n - t_{41}^n X_n)(t_{22}^n - t_{42}^n Y_n) - (t_{21}^n - t_{41}^n Y_n)(t_{12}^n - t_{42}^n X_n) \end{bmatrix}$$

とおいたときに、

$$p_2 = \{(S_1 \times T_1) \times (S_2 \times T_2)\}d + p_1$$

と表される。この関係を用いることにより、オクルージョン領域における3次元位置の推定が可能となる。

4 観測実験

以上の検討結果を用い、人物の腕の動きを観測するシステムを試作し、オクルージョン領域における3次元位置推定実験を行った。まず初期入力画像を用い、肩、肘、手先を観測点として腕のモデル化を行った[3] (図3)。その後、両カメラ画像において手先が胴体の影に隠れる姿勢を観測し、その際の腕の位置を推定した(図4)。観測の結果、オクルージョン領域においても腕の位置を比較的正確に推定できた。

5 まとめ

動物体の3次元観測におけるオクルージョン領域の3次元位置を推定する手法について検討した。また、人物の腕の動きの3次元観測を行い、オクルージョン領域においても実用的な観測ができることを確認した。本報告において試作した観測システムは、観測対象の初期設定時における観測点の指定及び3次元観測時における2画面間の対応付けを手動で行う必要があるため、今後はこれらを自動化する手法についての検討を要する。

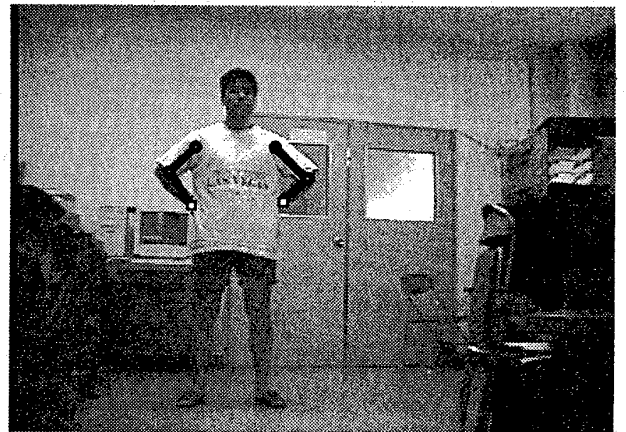


図4-1 入力画像(Left Image)

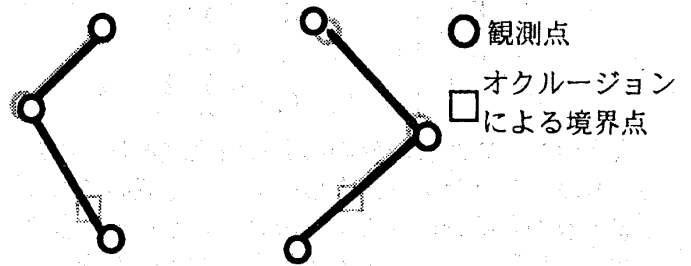


図4-2 3次元位置推定結果

図4 3次元推測結果

参考文献

[1]奥富正敏, "ステレオ視(Stereo Vision)", コンピュータビジョン:技術評論と将来展望, 新技術コミュニケーションズ
 [2]山口富士夫, "コンピュータグラフィックス", 日刊工業
 [3]残間英行, 中村康弘, "単眼画像からの運動認識の一手法", 情報処理学会第55回(平成9年度)全国大会, 1A8-1, 1997