

多視点動画像を用いた人間の動きの追跡*

7D-6

川田 聡・佐藤 明知・大崎 喜彦・山本 正信†
新潟大学 工学部 情報工学科‡

1 まえがき

人間の様な複雑な構造を持ち複雑な動きをする物体を追跡する一手法として、人間の形態をCADモデルで記述し動きをロボットアームモデルで表す方法が提案されている[1]。しかし、カメラが一つの場合にはオクルージョンが起きたり、カメラの光軸方向の動きが解析しにくいという欠点があった。そこで、カメラを複数台用意し同時に複数の画像を処理することによりこれらの問題を解決する方法を提案する。

2 運動パラメータの決定

カメラは投影面に中心投影するとし、時空間勾配法及びCADモデル[2]を用いることにより、人間の運動パラメータは、次の線形連立方程式より得られる[1]。

$$A_i \phi^T = B_i \quad (1)$$

ここで、 A_i は(推定式の数) × (運動パラメータの数)の係数行列であり、 B_i は(推定式の数) × (1)のベクトルである。また、 ϕ は運動パラメータ列である。カメラの数が n 個だとすると、それぞれのカメラに対して同様に計算を行ない求めた(1)式をさらに連立させる。その結果以下の様な方程式が得られる。

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ \vdots \\ A_n \end{bmatrix} \phi^T = \begin{bmatrix} B_1 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

また、推定式の数未知数の数より多くなる様にし、最小二乗法を用いて各々のパラメータの値を決定する。得られたパラメータに基づき、モデルを移動させる。以上の手続を繰り返すことにより追跡を行なう。

3 オクルージョンの解消

オクルージョンに対する実験として、図2に示した様にカメラを向かい合うように配置しそのカメラの中央を

*Multi Images Tracking of Human Bodies in Motion
†Satoshi KAWADA, Akitugu SATO, Yoshihiko OSAKI and Masanobu YAMAMOTO
‡Faculty of Engineering, Niigata University

光軸に対し垂直方向に人間が歩く様子を動画像として撮影し、追跡を行なった。

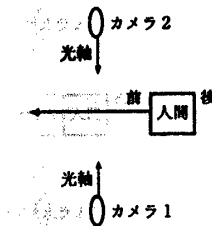


図2: カメラの配置

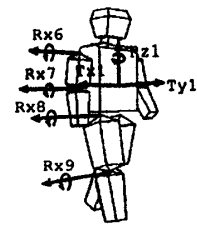


図3: CADモデル

モデルは胴体及び左右上腕、下腕、上脚、下脚の九つのパーツによって構成した(図3)。運動パラメータは胴体の前後、左右の並進速度パラメータ $[Tx1, Ty1]$ 及び、垂直軸回りの回転角速度 $[Rz1]$ とし左上腕、左下腕、左上脚、左下脚及び、右上腕、右下腕、右上脚、右下脚については、地面に水平かつ胴体の前後方向に垂直な軸まわりの回転のみとし、順に $[Rx2, Rx3, \dots, Rx7, Rx8, Rx9]$ と合計11個とした。つまり運動パラメータ列 ϕ は、 $\phi = (Tx1, Ty1, Rz1, Rx2, Rx3, Rx4, Rx5, Rx6, Rx7, Rx8, Rx9)$ となる。次に図4、図5に解析開始の画像にモデルの輪郭を白線で重ね合せたものを表示する。

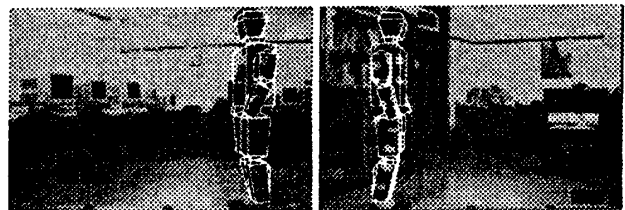


図4: カメラ1より見た初期状態 図5: カメラ2より見た初期状態

カメラ1より見た画像(図4)には、右上腕が全く写っていないオクルージョンが起きている。そのため、カメラ1に対する線形連立方程式は以下の様になる。ただし、 k 個の点に対し計算を行なったとする。

$$A_1 \phi^T = B_1$$

↓

$$\begin{bmatrix} a_{1.1}^1 & \dots & a_{1.7}^1 & 0 & a_{1.9}^1 & \dots & a_{1.11}^1 \\ a_{2.1}^1 & \dots & a_{2.7}^1 & 0 & a_{2.9}^1 & \dots & a_{2.11}^1 \\ \vdots & & \vdots & 0 & \vdots & & \vdots \\ a_{k.1}^1 & \dots & a_{k.7}^1 & 0 & a_{k.9}^1 & \dots & a_{k.11}^1 \end{bmatrix} \phi^T = \begin{bmatrix} b_1^1 \\ b_2^1 \\ \vdots \\ b_k^1 \end{bmatrix}$$

上記の式は右上腕のパラメーター R_{x8} に対する係数行が全て0となっているために、解を定めることが出来ない。

またカメラ2より見た画像(図5)には逆に左上腕が写っていない、そのため A_2 行列の4行目が0行となる。

$$A_2 \phi^T = B_2$$

よってこの方程式も解くことが出来ない。そこで、これらの式をさらに連立させると以下の様な式が求まる。

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \end{bmatrix} \phi^T = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

(3)式の係数行列には0行の部分なくなり最小二乗法によりアームパラメーターを求めることが出来る。この方法によって追跡を行なった結果の一部を図6に示す。



図6：実験結果

また、カメラ1、カメラ2それぞれより見えるパーツのみを独立に解析しその結果を合成する方法も考えられる。そこで、カメラ1のみを用いて人間の胴体と左側の手足を追跡した結果を図7に示す。また、図8に二つのカメラで追跡した同時刻の結果を示す。

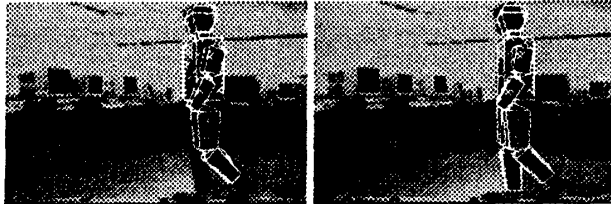


図7：モノカメラ

図8：マルチカメラ

図7ではノイズの影響により胴体がよけいに回転していることがわかる。一方図8をみるとより良い結果となっていることがわかる。以上より二つのカメラで追跡した方がノイズにも強いということがわかる。

4 信頼性の向上

カメラの光軸方向に運動を行うものを対象とした場合、画像上での変化は非常に小さくなってしまい光軸方向の動きが正確に復元できないといった欠点がある、この場合最も変化の表われる位置にカメラを配置すればよいのだが、これでは既知の運動に対してしか追跡を行なうことが出来ない。そのためカメラを複数台用意し、どのような動きにも一定の信頼のおける結果を求める方法を検討した。

まず、図9の様にカメラを配置し、二つのカメラの光軸の交じわる位置で人間がカメラ1の方向に立ち左腕を真下から前方へ動かす様子を撮影し、追跡を行なった。図10にこの実験に用いたCADモデルを示す。ここで簡単のため上腕、下腕は地面に水平かつ胴体の前後方向に垂直な軸まわりの回転のみとした。

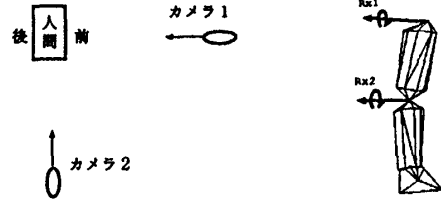


図9：カメラの配置

図10：CADモデル

図11にカメラ1のみで追跡を行なった結果を示す。右の画像は追跡結果をカメラ2より見たものである。



図11：モノカメラによる実験結果

図11に表われている様にこれでは追跡しているとは言えない。そこで、二つのカメラを用いて同時に追跡した結果を図12に示す。



図12：マルチカメラによる実験結果

どちらの実験も胴体や回転する手足などが正確に追跡されていることがわかる。

5 あとがき

多視点動画像を用いることによって、オクルージョンに強く信頼性の高い追跡の手法を提案した。本研究の一部は科研費(06212208)の補助による。

参考文献

- [1] M.Yamamoto and K.Koshikawa: *Human motion analysis based on a robot arm model*,1991 *IEEE CVPR'91* pp.664-665, 1991
- [2] K.Koshikawa and Y.Shirai: *A 3-D modelar for vision research*, *ICAR* , pp.185-190, 1985