

分散カメラシステムによる実時間人間動作計測

斉藤 暢記 倉爪 亮 岩下 友美 村上 剛司 長谷川 勉 (九州大学)

1 はじめに

生活支援ロボットが、物の受け渡しなど人間との物理的接触を伴う作業を安全に行うためには、人間の正確な位置や姿勢を実時間で知る必要がある。しかし、人間を含む外界の情報を得る為に、多種多数のセンサをロボットに搭載するのは、ロボットの積載能力や計算能力から負担が大きい。そこで我々は、環境に分散配置した固定センサから外界の情報を取得し、ロボットに伝達することで、処理負担を減らす仕組みについて研究を行っている [1]。著者は、住宅内に複数のカメラを設置し、日常生活で作業する人間を撮影して、その位置や姿勢を計測するシステムを開発している。

2 分散カメラシステムを用いた人間動作計測

我々はこれまでに、分散カメラを用いたモデルベース動作計測システムを構築している [2]。モデルベースとは、あらかじめ用意した 3 次元人体モデルと撮影画像内の人間シルエットとを比較することにより、対象人物の動作を追跡する手法である。本システムでは、16 個の関節を有する 3 次元人体モデルを用い、撮影画像内の人間のシルエット領域を Level Set 法で抽出し、そのシルエット領域と画像平面に投影された 3 次元人体モデルの画像とを Fast Marching 法により構築した 2 次元距離場を用いて比較することで、人間の位置、姿勢を実時間で推定する。

しかし、これまでに開発したシステムでは、人間の腕や足の質量などの動特性を考慮していない。そこで今回新たに OpenDynamicsEngine(ODE) を用いた動力学計算を導入し、より人間らしい自然な動作の再現を試みた [3]。

2.1 Open Dynamics Engine

人間が動作を行う時、手足の質量や慣性力が動きに大きく影響する。例えば、人間が足を踏み出す際、膝関節が一時的にフリーに近い状態になり、慣性力を利用して自然に足を前に踏み出す動作が実現される。このような人間の身体的特徴である動特性を考慮することで、より人間らしい自然な動作が再現可能になると期待される。しかし通常、これらの計算を行うにはニュートン・オイラー法やラグランジュ法などの動力学計算法による複雑な方程式を解かなければならない。

そこで本システムでは ODE を用いる。ODE とは、Russell により開発されたオープンソースの動力学シミュレータである。ODE は衝突法という動力学計算法を採用することで、複雑なマルチボディダイナミクス演算を実時間で実行することができる。これにより、人間の動力学特性を考慮した姿勢推測が実時間で可能となる。

3 実験

ODE を導入した動作計測システムの有効性を検証するために、同期した 2 台のカメラ画像から人物の動作を計測した。本実験では、カメラに Dragonfly2(Point Grey Research) を使用した。映像のフレームレートは 15fps であり、画像解像度は 320 × 240pixel である。また 3 次元モデルは、腕と脚との左右に 4 つずつ、計 16 の関節を持つ。

3.1 実験結果

Fig.1 の入力に対する計測結果を Fig.2, Fig.3 に示す。ここで、Fig.1 は撮影画像の一視点である。また、Fig.2, Fig.3 は ODE の有無による比較を示している。Fig.2 において膝が不自然に曲がっているのに対して、Fig.3 では自然に曲がっている。これにより、ODE を用いることで自

然な動作が生成され、提案手法が有効であることを確認できた。また、この実験ではカメラに水平な面における動作に比べて、カメラに垂直な面における動作に対しては精度が悪かった。これは、設置したカメラ台数が少なく正面からの撮影のみであったため、奥行き情報が少なかったことが原因であると考えられる。また、処理に要した時間は 1 フレームあたり 110msec であった。



図 1: 撮影画像

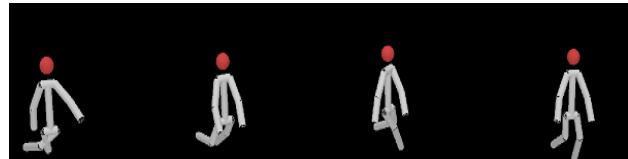


図 2: 計測結果 (ODE なし)

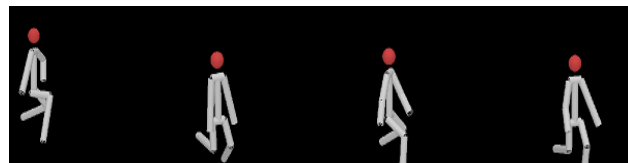


図 3: 計測結果 (ODE あり)

4 まとめ

本論文では、分散カメラシステムを用いた人間の動作計測システムを紹介した。本システムは、Level Set 法による移動体追跡、2 次元距離場を利用した動作推定、および Open Dynamics Engine を用いた動力学計算を特徴とする。また、開発したシステムによる動作計測実験の結果を示した。今後は実験用住宅において、日常生活で作業する人間の動作計測を行う事を目標としている。

参考文献

- [1] 長谷川, : "ロボットタウンの実証的研究-全体計画の概要", 第 24 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2N13, 2006
- [2] 森, 倉爪, 長谷川, 村上, : "分散ビジョンシステムを用いたモデルベースドモーショントラッキング", 第 13 回ロボティクスシンポジウム講演会予稿集, pp.238-245, 2008.
- [3] R.Smith, : "Open Dynamics Engine", <http://www.ode.org/>