



Title	動的キャリブレーションによる人体の姿勢復元とジェスチャ認識に関する研究
Author(s)	林, 健太郎
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41374">https://hdl.handle.net/11094/41374</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	林 健太郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 14625 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子制御機械工学専攻
学位論文名	動的キャリブレーションによる人体の姿勢復元とジェスチャ認識に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 白井 良明  (副査) 教授 北橋 忠宏    助教授 久野 義徳    教授 赤木 新介 教授 池田 雅夫    教授 古荘 純次

### 論文内容の要旨

本論文では2つのカメラがそれぞれユーザを追跡しながら、人体の3次元姿勢を復元する手法と、腕の位置姿勢からジェスチャ認識を行い、これを実際のヒューマンインタフェースシステムに応用する手法について述べている。

第1章では複数画像上の特徴点から、3次元位置を復元し、ヒューマンインタフェースに応用する従来手法の問題点と、それに対する本論文の解決のアプローチについて述べている。

第2章では、アフィン不変量を用いてユーザの腕の位置姿勢を、4つの参照点から作成されるアフィン座標系からの相対量として計測し、実際の移動ロボットを操作するシステムを提案している。本システムでは状況に合わせてユーザの操作座標系の解釈を自動判別し、適宜選択する手法を提案している。実験から本ヒューマンインタフェースが有効であることを示している。

第3章ではアフィン座標系に必要な空間中の参照点を4点から3点に減らすことでユーザの姿勢が満たすべき条件を緩和している。これにより自由に移動しながら利用できるヒューマンインタフェースを提案している。実験結果から本手法が有効であることを示している。

第4章では、従来の姿勢復元の手法がノイズやオクルージョンに弱い点を改善するために、画像上の任意の対応点と人体に関する簡単な事前知識を用いて動的カメラキャリブレーションを行い、人体の姿勢をロバストかつ正確に復元する手法を提案している。従来の動的キャリブレーションを用いれば基準座標系のための明示的な参照点を必要としないのでオクルージョンに強くなる。しかし人体を対象とする場合、画像上の特徴点が少なく対応点の位置の誤差も大きいので、カメラ間の運動パラメータの一部がほぼ縮退し、従来手法では動的キャリブレーションが困難または不可能であった。本手法では縮退により失われた運動パラメータを、人体の1部分の大きさの情報を利用して1次元探索により復元している。さらに運動パラメータの線形動き仮定をおき、上記の手法と組み合わせることにより、カメラが人間を追跡している状態にあっても安定して3次元姿勢を復元することのできる手法を提案している。実験結果から提案手法が従来手法よりノイズにロバストで、より正確に3次元位置姿勢を復元することを示している。

第5章では本論文で提案した手法の成果と課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

視覚情報から人間の3次元姿勢を復元し、ジェスチャ等の行動を認識することは、ヒューマンインタフェースの高機能化をはじめとした応用の重要な要素技術である。ヒューマンインタフェースの観点から考えると、このような認識処理に基づくシステムは、人間に不自然な動作を強いるのではなく、人間の自然な感覚によるジェスチャに対応できなければならない。さらに、特定の場所で操作しなければならないのではなく、自由に動き回っても構わないものが望ましい。また、3次元姿勢の復元が安定で確実である必要がある。しかし、従来技術はこれらの要請を満足するものではない。

本論文は、以上の問題を解決するヒューマンインタフェースシステムと姿勢復元法を提案したもので、その主な成果は次のとおりである。

- (1) 移動ロボットを人間の感覚に合った手のジェスチャで操作するシステムを提案している。人間は、ロボットが見えているときは世界に固定した座標系で空間の位置関係を考えるが、ロボットが見えなくなると、ロボットを中心に前後左右を相対的に考えるようになる。このシステムではこのような人間の空間感覚の変化に自動的に対応して人間のジェスチャの意味を認識する方法を、人体上の同一平面上にない4点を追跡し、それを基準にして手やロボットの位置を求めることにより実現している。そして、実験システムによりその有効性を確認している。
- (2) 前項の方法では、同一空間上にない4点が人体上に必要なため、使用の際の姿勢に制限がある。そこで、仮想点を考えることにより、3点の特徴点でよい方法への拡張を提案している。これにより、姿勢の制限がなくなり、人間は自由に移動しながらシステムを使用できる。手の動きでコンピュータグラフィックスの像を動かすことのできるプレゼンテーションシステムを試作し、有効性を確認している。
- (3) 前項までの方法では特定の特徴点を追跡するため、それらが隠蔽されると使えないという問題がある。そこで、その時点で追跡可能な点を利用してカメラを逐次動的にキャリブレーションして人体の姿勢を求める方法を提案している。人体を対象とする場合、画像上の特徴点が少なく対応点の位置の誤差も大きいので、カメラ間の運動パラメータの一部がほぼ縮退し、従来手法ではこのような動的キャリブレーションが困難であった。ここでは、縮退により失われた運動パラメータを、人体の1部分の大きさの情報を利用して1次元探索により復元する方法を提案している。さらに運動パラメータが短時間の間は線形に変化すると仮定し、上記の手法と組み合わせることにより、カメラが人間を追跡している状態にあっても安定して3次元姿勢を復元することのできる手法を提案している。実験結果により提案手法が従来手法よりノイズにロバストで、より正確に3次元位置姿勢を復元することを示している。

以上のように、本論文は人間の感覚に適合し、使用する際の位置の制限のないジェスチャによるヒューマンインタフェースシステムと安定・確実に人体の3次元姿勢を復元する方法を提案するとともに、人間のジェスチャや行動の認識に大きな示唆を与えており、使いやすいヒューマンインタフェース技術の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。