The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	単眼視動画像からの関節物体の三次元形状と姿勢の推定に関する研究
Author(s)	島田, 伸敬
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129070
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名	島田伸敬（しまだ のぶたか）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　13171　号
学位授与年月日	平成9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	**単眼視動画像からの関節物体の三次元形状と姿勢の推定に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　白井　良明 教　授　古荘　純次　　教　授　大川　善邦　　教　授　北橋　忠宏 教　授　池田　雅夫　　教　授　浅田　　稔　　教　授　岩田　一明

論文内容の要旨

本論文では単眼視動画像から関節物体の三次元形状と姿勢を推定する手法に関して論じている。

1章は緒論であり，単眼視動画像から物体モデルを用いて関節物体の形状と姿勢を推定する場合の困難と，本論文で提案する解決法について概説している。

2章では，大まかな形状モデルを用いて画像とモデルの対応づけと物体姿勢の大まかな推定を行なう問題として，典型的な関節物体である人間の手指の動画像からシルエットマッチングによりその三次元姿勢を推定する手法について論じている。手指は関節の自由度が高く動きが速いため探索空間が膨大になるので，動きに基づく予測とビーム探索を利用した効率的でロバストな探索法を提案している。またオクルージョンや手指の速い動きによって画像とモデルの対応づけに曖昧さが生じるので，シルエットの形状特徴を用いた対応づけの仮定と確率に基づく候補の適切な評価による，対応づけの解決と姿勢の推定法を提案している。章末では，これらの手法を手指の動きが速く頻繁に自己隠蔽を生じる実画像列に対して適用し，その有効性を示している。

3章では，対応づけと大まかな姿勢があたえられた場合に，形状と姿勢の双方を同時に推定する手法について論じている。単眼視画像からの推定では形状と姿勢の間に曖昧さが生じるが，関節角度や各部の長さ，太さに関する制約知識を利用すれば，形状と姿勢の双方を同時に推定できることに着目し，考えられる形状と姿勢ならびに制約知識や画像から得られる観測を状態空間における領域として表現し，統合する枠組について論じている。

4章では，3章で示した推定の枠組を拡張カルマンフィルタを用いて実現すると，観測方程式が非線形であることや奥行きの曖昧性のために誤推定が生ずることを明らかにしている。

5章では，観測方程式の非線形性を考慮した楕円近似法と，複数の推定候補を生成して一時的な奥行きの曖昧性を適切に取り扱うことで，奥行きが観測できなくても形状と姿勢の範囲を正しく推定できる手法を提案している。章末では，最初に大まかな形状と姿勢の範囲を与えた上でさまざまな時系列観測を入力すると，単眼視画像から物体の形状と姿勢が正しく推定できることを，実験例を使って示している。

6章は結論であり，本論文の成果のまとめと課題について総括している。

論文審査の結果の要旨

視覚情報を用いて，人の手指のような関節物体の形状を推定することは，ヒューマンインターフェイスの高機能化のために重要な課題である。多数の関節をもつ物体は多様な姿勢をとることができるため，入力情報と物体のモデルの対応づけの探索空間が膨大になる。従来の多くの研究は，対象物体の形状を限定したり，時系列画像間で動きが小さいことを仮定することによって探索空間を限定していた。しかし，通常の手指の動きに対してはこの仮定が成り立たないため，従来の方法の適用は困難であった。本論文は，単眼視動画像から物体のシルエットを求め，概略の物体のモデルを用いて三次元姿勢と正確な形状を推定する手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) 物体のシルエットとモデルとの対応付けの探索空間が膨大であり，隠れや奥行き方向の情報の欠落による画像とモデルの対応づけに曖昧さが生じるという問題に対処するため，シルエットの特徴に基づいて可能な候補を限定するとともに，可能な予測姿勢の確率と，照合の評価を表す確率を導入し，全体としての確率の高い候補のみを求める方法を提案している。

(2) 各時点での姿勢は必ずしも一意に推定できないため，ビーム探索によって確率の高い複数の候補を保持しておくことにより，効率的でロバストな探索を実現している。これらの手法を手指の動きが速く頻繁に自己隠蔽を生じる実画像列に対して適用し，その有効性を示している。

(3) 対象の概略モデルを用いる姿勢推定では，モデルの形状の誤差によって，姿勢推定にも誤差が生じる。モデルの形状と姿勢の双方を同時に推定するために，関節角度や物体各部の長さ，太さに関する制約知識を利用して，形状と姿勢の状態空間で，観測画像が得られるたびに可能な領域を限定する方法を提案している。この推定を拡張カルマンフィルタを用いて実現するとともに，この方法では線形近似に起因する推定の誤差が生じることを明らかにしている。

(4) 観測の曖昧性が状態空間で非線形になることを解決するため，楕円近似法を導入することによって，形状と姿勢の範囲を正しく推定する手法を提案している。また，大まかな形状モデルから出発して，さまざまな姿勢の時系列画像から物体の形状と姿勢を正しく推定できることを実験によって示している。

以上のように本論文は，関節物体の概略モデルと，奥行き情報のないシルエット画像の時系列から，物体の三次元形状と姿勢を推定する方法を提案するとともに，曖昧性のある観測データからのパラメータの推定に大きな示唆を与えており，モデルに基づく時系列画像処理の発展に寄与することが大きい。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。