The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Model-Based Control of a Manipulator With Dynamic Visual Servo
Author(s)	橋本, 浩一
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36989
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【33】

氏名・（本籍）	橋本浩一（はしもと こういち）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 9179 号
学位授与の日付	平成2年3月24日
学位授与の要件	工学研究科産業機械工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	Model-Based Control of a Manipulator With Dynamic Visual Servo （ダイナミックビジュアルサーボに基づくマニピュレータのモデルベースド制御）
論文審査委員	（主査）教授 木村 英紀 教授 白井 良明　教授 田村 坦之　教授 大川 善邦

論文内容の要旨

モデルベースド制御は，マニピュレータの機構学的および動力学的モデルに基づき，マニピュレータの運動にともなって発生する慣性力，遠心力，コリオリ力等の動的な力および重力の影響を補償してマニピュレータを制御する方法である。この動的な力および重力の計算は逆動力学計算と呼ばれ，2階6元の連立微分方程式を解くことに相当するきわめて複雑な計算である。多くの研究者によって計算量を軽減させるためのアルゴリズムや並列処理のためのアルゴリズムが提案されてきたが，それらは従来のマイクロプロセッサでは実時間処理が困難であった。従って6軸のマニピュレータに対して完全な形の逆動力学計算に基づくモデルベースド制御を実施した例はなかった。本論文では，逆動力学計算のための新しい並列処理アルゴリズム"Resolved Newton-Euler Algorithm"を提案し，32ビットマイクロプロセッサ"Transputer"を用いた並列処理装置によって，この並列処理アルゴリズムを実装した。これを用いて産業用マニピュレータ"PUMA560"に対して完全なモデルベースド制御の実験例を示した。

不確かさを含む環境においてマニピュレータの自律的制御を行うためには，視覚を与えることが必要である。従来の視覚フィードバック制御は，作業対象物認識とマニピュレータの運動制御を分離し別々のステップで行っていた。それゆえ，環境認識の過程がマニピュレータの運動の改善に結びついていなかった。本論文では，作業対象物とカメラとの相対的関係を認識しながらマニピュレータを制御する"ダイナミックビジュアルサーボ"の概念のもとに，視覚と制御の動的な結合のための基礎的なアルゴリズムを提案し，モデルベースド制御と視覚を結合させた。このアルゴリズムを実装するための並列処理システムと"PUMA560"への実装例を示した。実験によりダイナミックビジュアルサーボの実現を検証した。

論文の審査結果の要旨

マニピュレータの運動方程式は，その機構学的および動力学的パラメータを用いて，非線形の連立２階微分方程式でモデル化される。モデルベースド制御は，このモデルを用いて慣性力，遠心力，コリオリ力などの動的な力および重力を補償する制御であり，あらかじめ与えられた軌道を速く正確に動かすための高性能の制御が可能になる。さらに，マニピュレータに視覚を与えることにより未知の環境下での作業が可能になる。本論文は，このような知能ロボットの運動制御において中核となる視覚サーボ系とモデルベースド制御を統一的に取り扱う理論的な枠組みを確立することを目指している。主な成果を要約すると次の通りである。

(1) モデルベースド制御において動的な力は，マニピュレータの関節変数のきわめて複雑な関数で，その補償には多くの計算を要する。本論文では，Kaneの「部分速度」の概念を用いて機構学，動力学方程式における並列性を抽出し，新しい実時間処理のための並列計算アルゴリズムを提案した。

(2) 並列処理を行うとき，従来のマイクロプロセッサでは通信方法はバス結合で行うのが普通であったが，バスの競合やあふれなどの問題があった。本研究では，３２ビットマイクロプロセッサ"Transputer"を用いて"Point to Point" 通信方式のモデルベースド制御のための並列処理装置を開発した。さらに産業用マニピュレータ"ＰUMA５６０"に対しモデルベースド制御を実装し，その有効性を確認した。

(3) 従来の視覚フィードバック系では，環境認識と運動制御が別々のステップで分離して行われてきたが，作業を高速化し精度をあげるためにはこの方法では不十分である。本研究では，作業対象物とカメラとの相対的関係を認識しながらマニピュレータを制御する"動的視覚サーボ" を実現し，環境認識の過程とマニピュレータの運動制御を動的に結合するためのアルゴリズムを提案した。さらに，実験により動的視覚サーボの実現を検証した。

以上のように本論文は，マニピュレータの視覚サーボ系とモデルベースド制御に関する理論的かつ実験的に有用な成果を含んでおり，ロボット工学，制御工学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あるものと認める。