

Title	積分動作をもつロバスト視覚サーボに関する研究
Author(s)	中尾, 好伸
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1150
Rights	
Description	Supervisor: 藤田 政之, 情報科学研究科, 修士

積分動作をもつロバスト視覚サーボに関する研究

中尾 好伸

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1997 年 2 月 13 日

キーワード: ロバスト視覚サーボ, 積分動作, 産業用マニピュレータ.

本研究では, 平面 2 自由度マニピュレータにおいて積分動作をもつ視覚フィードバック制御則の安定性の証明を行なった. 今回提案した制御則の実装に必要なマニピュレータのダイナミクスモデルのパラメータを求め, 本研究で提案する制御則の有用性を実験により検証した.

リアルタイムに視覚情報をフィードバックし, マニピュレータの制御を行なう視覚サーボと呼ばれる問題があり, 現在盛んに研究されている. 特にこの問題では視覚フィードバックループ中にマニピュレータが存在するために, マニピュレータの特性を含めた視覚サーボシステムの安定性の解析が行なわれている.

近年関節空間での制御では, 比例制御部に飽和を考慮した制御則, SP-D 制御則が提案されている. この制御則は比例制御部に飽和特性をもつため, 望ましくない高トルクの発生を抑制し, 摩擦力による影響を軽減できるという実用的な特徴が報告されている. しかし, これだけでは定常トルク外乱がある場合の安定性を保証できない. そこで SP-D 制御則にさらに積分動作を加えた制御則が提案されており, 定常トルク外乱がある場合の安定性と定常偏差の減少が報告されている.

また視覚サーボにおいても画像空間での位置誤差に飽和特性をもつ制御則の研究がなされており, 関節空間での制御と同様の効果が報告されている. しかし, 関節空間での制御則と同様に定常トルク外乱がある場合の安定性については保証できない.

そこで本研究では対象を平面上で動作する 2 自由度マニピュレータに限定し, カメラを手先に取り付ける *eye-in-hand* 構造において, 画像情報を直接フィードバックする特徴ベース法を利用し, 制御法としてはリアプノフの安定論に基づく方法とする.

制御則としては, 従来提案されている重力補償付き SP-D 視覚制御則を用いた場合, 定常トルク外乱に対して安定性が保証できないことを示し, 積分動作をもつ重力補償付き SP-D 視覚サーボ制御則を提案する. これは関節空間での制御で提案されている積分動作をもつ

SP-D 制御則の手法を視覚サーボに応用したものである。また今回提案する制御則の有効性を確認するために産業用マニピュレータを用いた実験を行なう。

第2章では、対象とするシステムについて述べる。産業用マニピュレータやカメラなど、対象とするシステムの構成とそれぞれの機器のパラメータ、それにマニピュレータやコピアンを示す。また今回用いたマニピュレータのパラメータの同定法について述べる。

第3章では、制御対象と制御目的の定式化を行なう。ここでは今回用いるカメラモデルとマニピュレータのキネマティクスとダイナミクスのモデルについて述べる。そして、本研究で取り扱う視覚サーボ問題の定式化を行なう。

第4章では、本研究の目的に対し、従来提案されている重力補償付き SP-D 視覚制御則を用いた場合、定常トルク外乱に対して安定性が保証できないことを示す。そして、定常トルク外乱のある場合にも安定性を保証するために、積分動作をもつ重力補償付き SP-D 視覚サーボ制御則を提案し、その安定性の証明を行なう。これは関節空間での制御において提案されている積分動作を持つ SP-D 制御則の手法を視覚サーボに応用したものである。また、この制御則は目標までの距離やカメラに取り付けられたレンズの焦点距離のパラメータを必要としないため、これらのパラメータの変化に対してロバストな制御則となっていることを示す。

第5章では、この制御則の有効性を確認するために実機を用いた実験について述べる。ここでは制御則の有効性を確認するために2つの実験を行なう。一つは積分動作をもたない場合の制御則に比較して、位置ゲインを小さく設定しても定常偏差を減少できることを確認するもの。もう一つは定常トルク外乱がある場合にも制御目的を達成できることを確認するものである。そして、これら二つの実験の結果を示し、その考察の中で制御則が本研究の目的を達成していることを確認した。

最後に第6章では、本研究の結論を述べる。本研究では、視覚サーボシステムにおいて従来提案されている SP-D 制御則は定常トルク外乱のある場合に安定性の保証ができないことを示した。そこで、定常トルク外乱のある場合にも安定性を保証するために、積分動作をもつ重力補償付き SP-D 視覚サーボ制御則を提案し、安定性の証明を行なった。これは関節空間において提案されている積分動作をもつ SP-D 制御則の手法を視覚サーボに応用したものである。実験に必要となる産業用マニピュレータのダイナミクスモデルを実機を用いた実験により求め、提案した制御則を実装した。そして、制御則の有効性を調べるために、実機を用いた実験を行なった。その結果、位置ゲインを比較的小さく設定しても定常偏差が減少できること、また定常トルク外乱がある場合の収束を確認した。これらの結果から、制御則が本研究の目的を達成しており、定常偏差の減少に大きな効果があることが確認できた。