

Title	ロボットマニピュレータのロバスト視覚フィードバック制御に関する研究
Author(s)	丸山, 章
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/870
Rights	
Description	Supervisor: 藤田 政之, 情報科学研究科, 博士

ロボットマニピュレータのロバスト視覚フィードバック制御 に関する研究

丸山 章

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科 情報システム学専攻

1999 年 1 月 14 日

論文の内容の要旨

視覚情報をフィードバックして、運動を制御することは人間のもっとも基本的かつ重要な能力であり、実際の応用も多岐にわたっている。またラグランジアンダイナミクスや剛体運動の変換といった注目を浴びている非線形特性を視覚フィードバック制御システムは有しているため、非線形制御理論による解析を行うことは重要である。本研究ではロボットマニピュレータなどの機械システムのロバスト視覚フィードバック制御に関するいくつかの結果を示す。とくに消散システム理論に基づいて、視覚フィードバック制御系の安定性および L_2 ゲインによる外乱抑制性能の解析について議論する。

はじめに視覚フィードバック制御システムの特徴をとらえるために、平面マニピュレータの視覚フィードバック制御問題を、画像面上の点座標の原点における安定化問題に帰着させ定式化する。そしてマニピュレータダイナミクスの受動性と、2次元回転変換の性質を利用することで、漸近安定性を保証する制御則を導出した。

つぎに静止対象の仮定を除くために対象の未知運動を外乱入力と考え、 L_2 ゲインによる制御性能解析が視覚フィードバック制御において重要であることを提案する。ここで L_2 ゲイン解析における消散不等式の解を視覚フィードバックシステムのエネルギー関数を利用して直接構成可能であることを示す。またマニピュレータのダイナミクスモデルのパラメトリックな不確かさに対するロバストな安定性と制御性能を保証する適応 H_∞ 視覚フィードバック制御を提案する。

最後に対象とマニピュレータの運動が平面に拘束されている仮定をはずして、視覚による3次元空間中の相対位置姿勢を制御する問題を取り扱う。ここでは安定性などの解析を行うために $SE(3)$ 上の誤差関数を定義し、その誤差関数に基づいてカメラ情報から対象との相対位置姿勢を推定するオブザーバを構成する。つぎにそのオブザーバを利用して相対位置姿勢を制御する制御則の導出を行う。このとき平面マニピュレータの視覚フィードバック制御の場合と同様に、マニピュレータダイナミクスを含む系に対しては、視覚フィードバックシステムのエネルギー関数を利用して、漸近安定性と L_2 ゲインによる制御性能解析を行った。

キーワード： 視覚フィードバック制御, ロボットマニピュレータ, 非線形 H_∞ 制御, 消散システム理論, 微分幾何的アプローチ