

ステレオビジョンを用いた移動マニピュレータの振動制御

80022818 日高 剛

指導教員 大西 公平 教授

1 はじめに

従来の移動マニピュレータに関する研究は作業空間が平坦な路面であるという仮定をしているものがほとんどであるが、移動マニピュレータの有用性を高めるためには凹凸等のある悪路面上での作業も考える必要がある。その場合、路面の影響によって移動マニピュレータの姿勢は変化する。本研究ではカメラから得られる画像情報をもとに、悪路面上での移動マニピュレータの姿勢変化を推定し、制御することを目的とする。

2 移動マニピュレータの姿勢変化の推定

移動マニピュレータの姿勢変化を表すものとして同次変換行列の推定を行う。ここでカメラ座標系における特徴点ベクトルを並べた特徴点行列 cP を導入する。同次変換行列 wH_i , mH_c はそれぞれエンコーダ情報、移動マニピュレータのパラメータより既知である。ワールド座標系における特徴点の位置は変化しないという条件より、移動マニピュレータの姿勢変化を表す同次変換行列は以下のように求まる。

$${}^iH_m = {}^wH_i^{-1} {}^mH_c {}^cP_0 {}^cP {}^mH_c^{-1} \quad (1)$$

ただし、 cP_0 は初期状態における cP である。

また、姿勢変化の速度は以下のように推定することができる。移動マニピュレータの姿勢が変化するとき、固定された特徴点は画像平面上では移動する。カメラの並進速度、回転速度をそれぞれ cT_c , ${}^c\omega_c$ とし、 n 個の特徴点を考えると、次式のように画像平面上における特徴点の速度からカメラの速度を求めることができる。

$$\begin{bmatrix} {}^cT_c \\ {}^c\omega_c \end{bmatrix} = \mathbf{J}_{image}^+ \begin{bmatrix} \dot{p}_1 \\ \vdots \\ \dot{p}_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

移動マニピュレータの並進速度、回転速度をそれぞれ mT_m , ${}^m\omega_m$ とすると、次式のようにカメラの速度から移動マニピュレータの姿勢変化の速度を推定することができる。

$${}^mT_m = -({}^mR_c {}^c\omega_c) \times {}^m p_c + {}^mR_c {}^cT_c \quad (3)$$

$${}^m\omega_m = -{}^mR_c {}^c\omega_c \quad (4)$$

3 移動マニピュレータの制御

マニピュレータ先端の位置を制御するために凹凸の影響を受けない慣性座標系 Σ_i においてPDコントローラを構成する。このコントローラで生成された指令値から推定された同次変換行列 iH_m を用いて移動マニピュレータ座標系における指令値を求める。また、推定速度を微分することにより地面の凹凸等により生じる加速度を求め、それをフィードバックする。

4 実験

本研究で提案する手法の有効性を確認するために実機による実験を行った。実験では人為的に移動マニピュレータの姿勢を変化させ、その際に姿勢変化を推定し、手先の高さが一定となるように制御を行った。実験結果は図1に示される。図1より本手法により手先位置を保つことが可能であることがわかる。

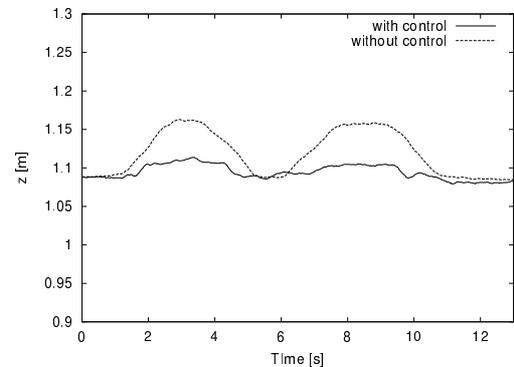


図1: 実験結果

5 結論

本研究では移動マニピュレータが凹凸等のある悪路面上で作業する際に生じる姿勢変化をステレオカメラを用いて推定し、マニピュレータ先端の位置を制御する手法を提案した。その際に、特徴点行列を導入することにより、姿勢変化を表す同次変換行列を推定する手法を提案した。実験により提案する手法の有効性を確認した。

参考文献

- [1] G. Hitaka, T. Murakami, K. Ohnishi, "An Approach to Vibration Control by Stereo Vision System in Mobile Manipulator" Proceedings of AIM '01 pp601-605 vol.1, 2001.