

# 環境情報に基づいた移動マニピュレータの協調搬送制御

80123076 原部 安永

指導教員 村上 俊之

## 1 緒論

本論文では自己の置かれた環境を内界センサのみで認識し、単体では難しい物体の搬送作業を移動マニピュレータ複数台で行うことを目的とし、環境情報に基づく対象物体把持搬送システムを提案する。

## 2 制御対象のモデル化

移動マニピュレータは、左右2輪が独立駆動する構造を持つ台車の上に5自由度垂直多関節マニピュレータ部を搭載したものである。モデルを以下に示す。

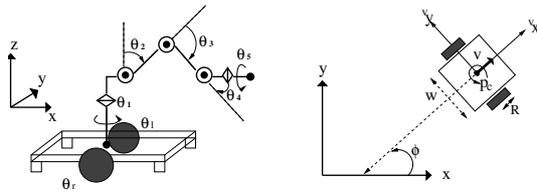


図 1: 移動マニピュレータのモデル図

## 3 物体搬送のための協調把持システム

各移動マニピュレータのエンドエフェクタにおける力参照値  $f_m$  は把持行列  $\hat{G}_o$  を用いて、以下の式から求めることができる。

$$f_m = \hat{G}_o f_o + (I - \hat{G}_o \hat{G}_o) f_{null} \quad (1)$$

## 4 移動マニピュレータによる斜面角推定

計算により得られた両車輪の外乱重力トルク  $\tau_{gL}, \tau_{gR}$  は  $\theta_1 \sim \theta_5, \phi, \alpha, \beta$  の変数を含み、相手からの作用力を考慮して、以下のように表される。これにより推定斜面角  $\alpha, \beta$  を導出する。

$$\tau_{gL} = f_{tgl}(\alpha, \beta, \phi, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5) - J_{tL}^T F_{ext} \quad (2)$$

$$\tau_{gR} = f_{tgr}(\alpha, \beta, \phi, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5) - J_{tR}^T F_{ext} \quad (3)$$

## 5 環境情報に基づいた協調搬送制御

斜面角推定を行いながら、協調搬送する制御系のブロック線図を図2に示す。零空間において、マニピュレータ部の姿勢制御と台車部の駆動力制御を行っている。

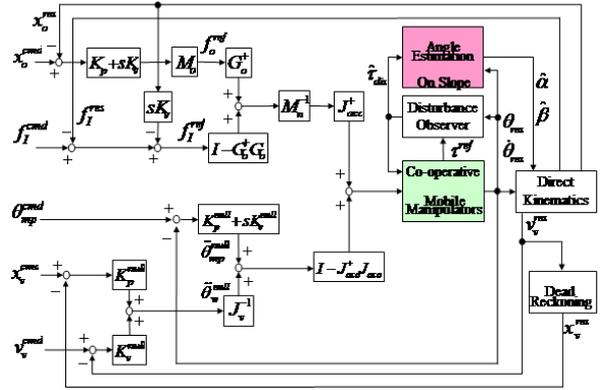


図 2: 全体のブロック線図

## 6 シミュレーション

提案する手法の有効性を示すため OpenGL によるシミュレーションを行った。対象物体には、正弦波軌道を追従させ、内力指令 30[N] を与えた。また、今回提案する把持行列を用いた手法による結果との比較のため、インピーダンス制御による結果も併せて以下に示す。図4は、傾斜角推定の結果である。図5、図6は、傾斜角推定を行わない場合の結果である。図7、図8は、傾斜角推定を行った場合の結果である。

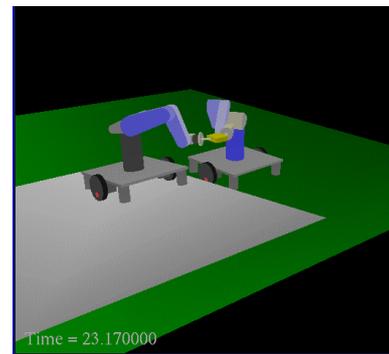


図 3: OpenGL によるシミュレーション

## 7 結論

斜面という環境情報を考慮した移動マニピュレータの協調搬送制御を提案した．有効性をシミュレーションにより確認した．

## 8 参考文献

[1] 原部 安永, 村上 俊之. ”PSD に基づいた協調マニピュレータの絶対位置制御”. 電気学会産業計測制御研究会, IIC-02-17, pp.49-52, 2002.

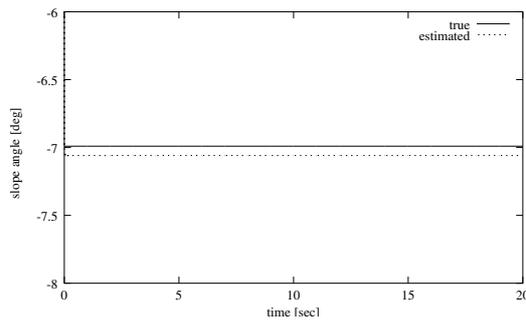


図 4: 傾斜角推定結果

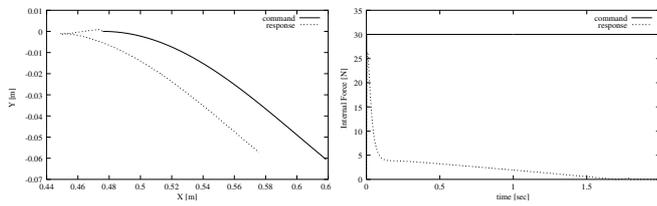


図 5: インピーダンス制御 (斜面角推定無し)

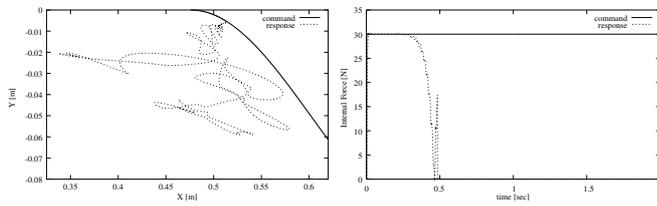


図 6: 把持行列を用いた手法 (斜面角推定無し)

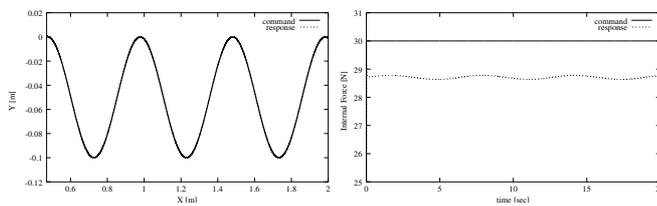


図 7: インピーダンス制御 (斜面角推定有り)

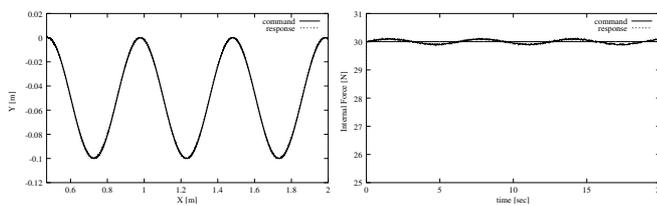


図 8: 把持行列を用いた手法 (斜面角推定有り)