

6X-07 パノラマ画像作成を目的としたロボットアーム制御方法

佐藤洋輔*

守屋俊夫**

武田晴夫***.***

*(株)日立情報制御システム ***(株)日立製作所システム開発研究所

***通信・放送機構 奈良リサーチセンタ

1 はじめに

複数の画像の接続によるパノラマ画像作成には、レンズ中心を完全に固定し、カメラを回転させ、画像を撮影する必要がある。しかしながら、特殊なカメラ[1]を除き、一般のカメラを用いた場合、条件を満たした回転をさせることは難しい。本稿では、位置及び姿勢を能動的に制御可能なロボットアームにカメラを取付け、ロボットアームを画像上の特徴量を用いて制御し、条件に合う画像が撮影できるようにカメラを移動させる方法を導入する。

2 手法の概要

本手法の概要は以下のとおりである。

- ① 1 枚目の画像を撮影する。
- ② 隣の画像を取得するために、カメラを回転させる。
しかし、このとき誤差の影響でレンズ中心に偏差が生じる。
- ③ レンズ中心の偏差を補正するため、ロボットを制御し、最終的な画像を撮影する。
- ④ 画像処理により画像に 3 次元回転を与え、1 枚目の画像と接続する。

本稿は、上記③の処理について述べる。画像上の特徴量をフィードバックして、カメラ姿勢を目標に近づける手法は、特徴ベース視覚サーボとして知られている[2]。特徴ベース視覚サーボでは、特徴量ベクトルを \mathbf{w} 、位置及び方向を表すベクトルを \mathbf{p} として、画像ヤコビアン

$\mathbf{J} = \frac{\partial \mathbf{w}}{\partial \mathbf{p}}$ を求める。この逆行列を使って、次式のように

特徴量の偏差を減少させる方向へロボットアームを移動

させることで、目標の姿勢にカメラを移動させることができる。ここで、 \mathbf{w}' は目標特徴量ベクトルである。

$$\dot{\mathbf{p}} = \mathbf{J}^{-1}(\mathbf{w}' - \mathbf{w}) \quad \dots (1)$$

3 特徴量ベクトルの設定

一般の視覚サーボ問題と比べ、本稿で対象とする問題の特徴として、カメラの並進成分のズレのみを補正すれば良いということが挙げられる。視覚サーボでは、画像の特徴量ベクトルの定義が問題となるが、本稿では、上記の特徴を考慮し、回転に対して普遍的な特徴量である、視点と各特徴点間が成す角度を用いる (図1の θ' 、 θ)。

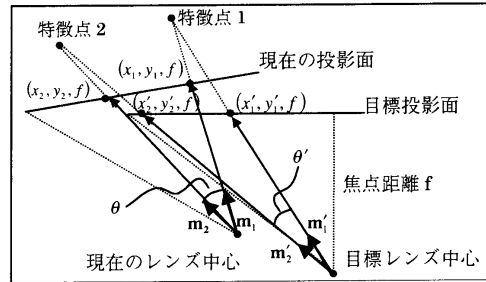


図1 特徴量ベクトルの要素

今、目標画像における i 番目の特徴点 (x'_i, y'_i, f) 、これに対応する現在のロボット姿勢における特徴点 (x_i, y_i, f) の単位球面表現を、 \mathbf{m}'_i 、 \mathbf{m}_i で表すと、目標特徴量ベクトル \mathbf{w}' 、特徴量ベクトル \mathbf{w} はベクトルの内積を用いて、次式となる。ただし、 \mathbf{w}' は回転前の画像から算出する。

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} \mathbf{m}_1 \bullet \mathbf{m}_2 \\ \mathbf{m}_2 \bullet \mathbf{m}_3 \\ \vdots \end{pmatrix} \dots (2) \quad \mathbf{w}' = \begin{pmatrix} \mathbf{m}'_1 \bullet \mathbf{m}'_2 \\ \mathbf{m}'_2 \bullet \mathbf{m}'_3 \\ \vdots \end{pmatrix} \dots (3)$$

Robot Control Method for the Panorama Image

Yosuke Sato*, Toshio Moriya**, Haruo Takeda***, ***

* Hitachi Information & Control Systems, Inc.

** Systems Development Laboratory Hitachi, Ltd

*** Nara Research Center, Telecommunications

4 必要な観測点数

3点の3次元座標が決まったときに、その映像のカメラ姿勢を求める方法は、透視3点問題として知られ、その解は4次方程式の解となり、解の数は2ないし4である。従って、同じ映像が得られるのは、2つのカメラ姿勢が一致したときか、1ないし3の別姿勢と考えられる。解をカメラ回転後の近傍に限定すれば、これを一意に定められるので、観測点数を3とした。

5 シミュレーション実験

図2、図3は、最初に撮影した1枚目の画像上で観測点(-272,0)、(-314,179)、(-291,-128)を指定し、カメラの頭上方向の軸周りにカメラを30度回転させた際、カメラのレンズ中心が、1枚目の画像を撮影した位置から(5,-2,-6)(単位 cm)だけズレたという条件のもとで行ったシミュレーション結果である。

なお、図2は、カメラを取り付けるロボットの位置決め誤差を考慮していない場合であり、図3は、ロボットの位置決め誤差を $\pm 0.2\text{mm}$ とし、ランダムに誤差を発生させた場合である。

どちらの場合も、レンズ中心のズレが減少し、1枚目の画像を撮影したレンズ中心の位置に近づいていることが分かる。

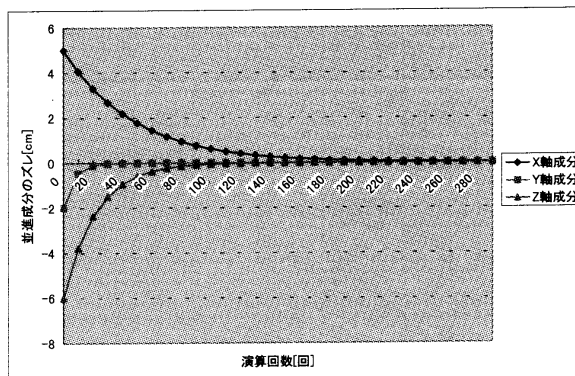


図2 ロボットの位置決め誤差を考慮しない場合

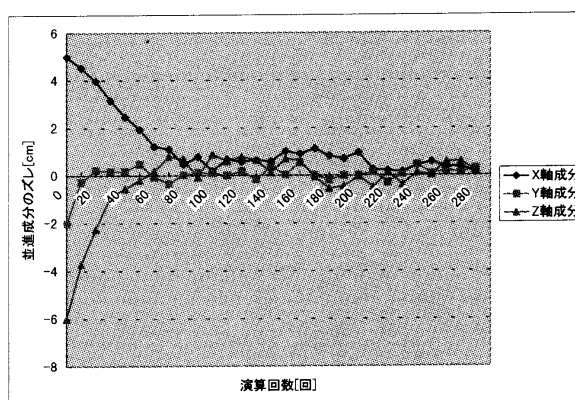


図3 ロボットの位置決め誤差を考慮した場合

6 おわりに

カメラを取付けたロボットに本手法を適用し、実際のロボットの位置決め誤差の影響や、観測点数の増加、観測点のカメラからの距離の影響等の検討が今後の課題である。

参考文献

- [1]和田,浮田,松山:視点固定型パンチルトズームカメラとその応用, 電子情報通信学会論文誌, VOL.J81-D- II No.6,1182-1193.
- [2]橋本:視覚フィードバック制御 --静から動へ--, システム/制御/情報, 38(12), 659-665, 1994.