

動画像を用いたカメラの軌跡の 推定に関する一考察

6L-1

松尾守之 ムハマド 松野城太郎 国光貴仁
東海大学工学部

1. はじめに

従来より、動画像から物体の動き、形状、深さなどの3次元構造の推定の問題に対し、移動したカメラから最小5点以上の情報をとり、拘束方程式を用いて物体とカメラ間の距離を求める方法があった^[1]。

本研究では、物体を既知の位置に固定して、TVカメラを移動させながらその物体を撮影し、画像上の点および線の情報から、カメラの移動の軌跡を求める方法を提案する。

2. 映像の取り込み

図2.1のようにカメラの位置を3次元空間の原点にとり、Z軸をカメラの光軸とする。X-Y平面をTVモニター画像面とすれば、点P(X, Y, Z)と画面上の点p(x, y)との間には次式が成立する：

$$x = X/Z, \quad y = Y/Z \quad (1)$$

この関係式から、XとYは互いに独立だから、本論文では、カメラの動きをX-Z平面に投影されたものとして扱う。

図2.1のように初期状態において画面に対して垂直なベクトル $\mathbf{m}$ とカメラが移動した後のベクトル $\mathbf{m}'$ の関係から、

$$\mathbf{r}\mathbf{m} - \mathbf{r}'\mathbf{R}\mathbf{m}' - \mathbf{h} = 0 \quad (2)$$

$$(\mathbf{m}, \mathbf{G}\mathbf{m}') = 0 \quad (3)$$

$$\|\mathbf{G}\| = \sqrt{2} \|\mathbf{h}\| \quad (4)$$

$$\text{但し, } \mathbf{G} = \mathbf{h} \times \mathbf{R}, \quad \|\mathbf{h}\| = 1$$

が成立し、上式より $\mathbf{r}$ と $\mathbf{r}'$ を次の方法により求めることができる：

まず、画面上にある点の組より $\mathbf{m}, \mathbf{m}'$ を求め、式(3)、(4)より $\mathbf{G}$ を求める。

次に、基本行列と呼ばれる $\mathbf{G} (= \mathbf{R} \times \mathbf{h})$ 行列を $\mathbf{R}$ と $\mathbf{h}$ に分解する必要がある。しかしながら、 $\mathbf{G}$ 行列は $\mathbf{R}$ と $\mathbf{h}$ に必ずしも分解できるわけではない。また、多くの画像系列から構成されるので、全体の深さを求めるのは極めて困難な問題である。そこで、この解決方法を次節に述べる。

3. 基本行列 $\mathbf{G}$ を分解するための条件

カメラを移動することによって、画面上では物体が移動して見える。画物体の移動距離を d とする。図2.1のようにカメラの移動距離 h は画面上の移動距離 d と常に比例する。したがって次の式が成立する：

$$\|\mathbf{h}\| = k d \quad (5)$$

但し $k = \text{定数}$

ここで、式(4)の条件 $\|\mathbf{h}\| = 1$ を上式のように書き換える。

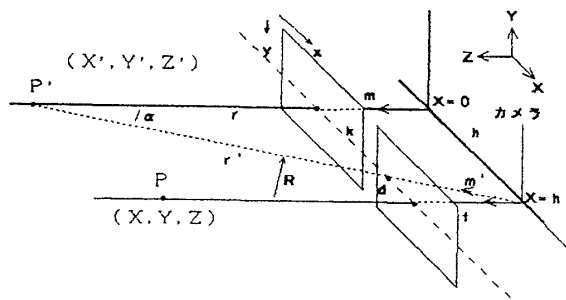
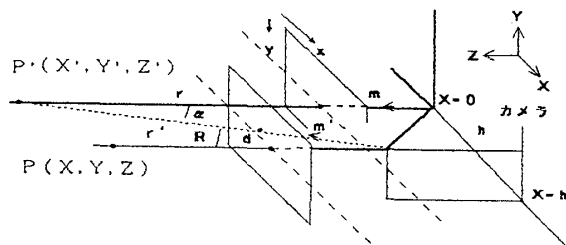
4. 実験

式(5)において、 $k=1$ とした。まず、白板に適当に線を引き、そこに目盛りをつけた。

(図2.1における $P' - P$ が目的の面と考える。)

The estimation of a trajectory of a camera using a dynamic image.

Moriyuki MATSUO, Muhammad MAHMUD, Jyotaro MATSUNO, Takahito KUNIMITSU, Tokai Univ.

図 2. 1 $h(x, 0, z)$ 図 2. 3 $h(x, y, z)$

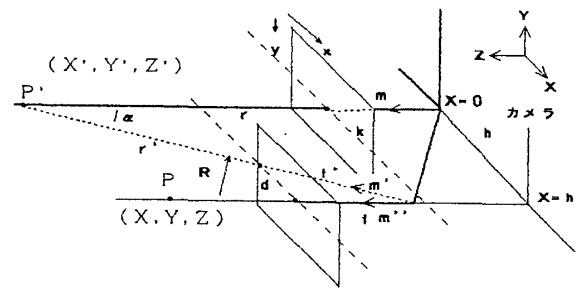
次に、その白板をTVカメラを移動させながら撮影し、その映像をTVモニターで観測し、表4.1の結果を得た。

この結果を式(4)に代入し、式(3)、式(4)から $\|G\|$ を求め、さらに式(2)から r, r' を求めることによってカメラの軌跡が求まった。

5. おわりに

前節のように実験を行ったところ、良好な結果を得ることが出来た。

今後の課題としては、本手法の拡張として、運動している対象物体を、運動しているTVカメラから撮影し、カメラと物体との距離、更には対象物体の動きの軌跡を推定する必要がある。

図 2. 2 $h(x, 0, z)$

t	dx	dy	d
1	12.56281	1.84426	12.73638
2	12.85347	-0.25126	13.06107
3	13.15789	-2.57069	13.35701
4	13.47709	-4.86842	13.71509
5	13.79945	-7.41240	14.05371

表 4. 1 画面上の距離

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり色々ご助言いただいた、本学電子計算センターの職員の皆様に感謝致します。

7. 参考文献

- [1] 金谷健一：「画像理解－3次元認識の数理」，森北出版（1990）
- [2] Kenichi KANATANI：「Unbiased Estimation and Sytatiscal Analysis of 3-D Rigid Motion from Two Views」，IEEE Trans PAMI, January 1993
- [3] 志沢雅彦：「点対応からの運動立体視におけるトランスペアレンシー：準最適かつ閉形式な線形アルゴリズム」，信学技報P R U92-149, 1993-03