

2P-01 剛体性のみを考慮した動画像処理における 標本化に基づく誤差の改善

2P-1

桑田 悟[†] 井上 哲理[†] 関 靖夫[†]

神奈川工科大学 工学部 情報工学科

1. はじめに

物体の剛体性のみを考慮した動画像処理のアルゴリズムの1つに8点アルゴリズムがある。動画像処理は元来、特徴点間のマッチング処理が比較的容易であるのに対し、動画像処理の結果得られる運動及び奥行き情報が雑音に敏感であることが知られている。動画像処理結果の雑音感性を改善する方法の一つに、エピポーラ拘束に最小二乗法を適用したアルゴリズムが提案されている。

しかし、このアルゴリズムを用いても、画像からの雑音の影響を強く受けてしまい、必ずしも良好な結果を得ることが出来るとは限らない。この原因の殆どは入力画像の標本化による誤差の影響の抑圧が十分ではないことによる。

本研究は、エピポーラ拘束に基づいたアルゴリズムに対して、画像をカメラから計算機に取り込む際に生じる標本化誤差に注目し、この誤差に対して動画像処理が受ける影響を最小限に抑える方法についてその効果を検討する。

2. 回転行列の直交性拘束に基づく誤差の改善

エピポーラ拘束だけを用いたアルゴリズムによる動画像解析の場合、誤差を十分に抑えることは出来ない。そこで、動画像処理の精度を向上させる方法としてエピポーラ拘束以外の拘束を追加す

ることが考えられる。具体的にはエピポーラ拘束だけでは本来の正規直交性からの大きなずれが観測される回転行列の正規直交性を拘束に追加して、最小二乗法を適用する。すなわち、 m, m' をそれぞれカメラ移動前後の視線ベクトルとすると

$$L = \sum_{\alpha} \left\{ \sum_{i,j} G_{i,j}^{(0)} m_{\alpha(i)} m'_{\alpha(j)} \right\}^2 - \sum_k \beta_k \left[\left(\sum_l G_{l,kp}^{(0)} G_{l,kpp}^{(0)} \right)^2 - \left\{ 1 - \sum_l \left(G_{l,kp}^{(0)} \right)^2 \right\} \left\{ 1 - \sum_l \left(G_{l,kpp}^{(0)} \right)^2 \right\} \right]$$

をラグランジュ関数とする拘束付き最小二乗問題として定式化される。ただし

$$kp \equiv \text{mod}(k,3)+1$$

$$kpp \equiv \text{mod}(k+1,3)+1$$

とする。

式Lが最小となるような基本行列G, およびラグランジュ係数 $\beta_k(k=1,2,3)$ とを求めることで、回転行列の直交性を拘束条件とした基本行列Gが求まる(ただし $G=\vec{h} \times R$ であり \vec{h} , Rはそれぞれ物体の並進ベクトル, 回転行列を表す)。

この問題は未知数を微分することにより、非線形連立方程式を解く問題に帰着でき、これを解くことによって、行列補正に対する最適解を算出することが出来る。

3. 実験

まず、画像の標準解像度が640×400である解

[†]Correctness Improvement for Dynamic Image Analysis

Errors due to Sampling

Satoshi Kuwata, Tetsuri Inoue, Yasuo Seki

Dept. of Information & Computer Sciences, Kanagawa

Institute of Technology,

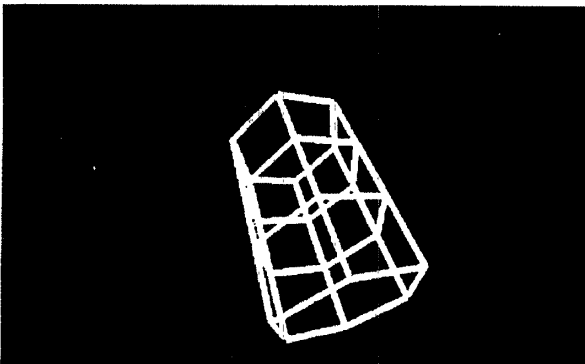
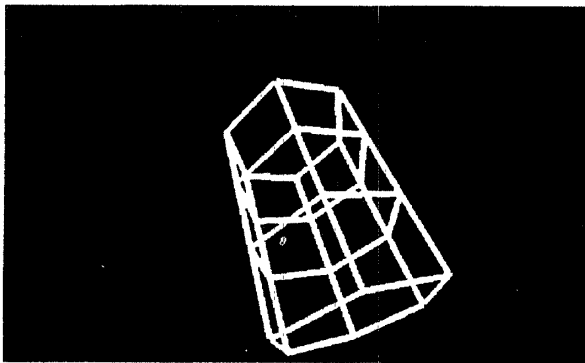
1030 Shimo-Ogino, Atsugi, Kanagawa Zip 243-02, Japan

像度を縦横整数倍に変化させることによって、動画処理の誤差の変化を調べる。この結果、動画処理が不安定に動作する解像度領域に対し、補正アルゴリズムを加えた動画処理を用いることで、更に動画処理が正しく動作する範囲を広げを試みる。

実験に用いた画像は 24 点の特徴点を持った六角柱のモデルより生成した CG 画像であり、各解像度ごとに 10 パターンの並進運動を適用して評価を行った。

4. 結果

回転行列補正を加えた結果を表 1 に示す。表 1 において、動画処理により 10 パターン全てに対して、正常動作したときには○で、殆ど正常動作しないときは×で、半数程度正常動作したときは△で表した。図 1 に動画処理の具体結果の一例を示す。



原画像 (上) 生成画像 (下)

図 1. カメラ運動と解析結果

表 1. 行列補正による改善

| 解像度 | 行列補正前 | 行列補正後 |
|---------|-------|-------|
| ×2.5 以下 | × | × |
| ×3.0 | × | △ |
| ×3.25 | △ | ○ |
| ×3.5 | × | △ |
| ×3.75 | × | ○ |
| ×4.0 | △ | ○ |
| ×4.25 | ○ | ○ |
| ×4.5 | △ | ○ |
| ×4.75 | △ | ○ |
| ×5.0 | △ | ○ |
| ×5.25 | △ | ○ |
| ×5.5 | ○ | ○ |
| ×5.75 | ○ | ○ |
| ×6.0 | △ | ○ |
| ×6.25 | ○ | ○ |
| ×6.5 以上 | ○ | ○ |

図 1 において左が原画像、右が処理の結果得られた物体の位置、姿勢にある物体モデルを投影して得られた画像である。認識結果が想定状態と、ほぼ一致していることが分かる。これらの実験により、処理系が許容する解像度が高いほど標準化による誤差の影響が無くなっていき、それでもなお動画処理が不安定に動作する場合には、回転行列の直交性拘束に基づいた行列補正を加えることで、更に誤差の影響を抑える効果があることが分かった。

5. まとめ

本研究により標準化による誤差が大きく、解像度を増やすと誤差が抑えられること、及び標準化誤差が回転行列の直交性拘束を加えられることにより、標準化誤差が抑えられることが分かった。今後は、より低い解像度を対象とした動画処理の精度改善が課題である。

参考文献

- [1] 金谷健一：動画からの 3D コンピューティング，情報処理学会研究会報告 93-CV-81, 43-50 (1993) .