

稠密なサンプル画像を用いた 3 次元物体の線形姿勢推定

—線形回帰によるパラメータ推定の能力限界に関する考察—

天野 敏之[†] 玉木 徹^{††}

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 〒 630-0192 生駒市高山町 8916-5

^{††} 広島大学 大学院 工学研究科 情報工学専攻 〒 739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1

Linear 3D Object Pose Estimation with Dense Sample Images

—Discussions about Limitation of Parameter Estimation Ability by the Linear Regressions—

Toshiyuki AMANO[†] and Toru TAMAKI^{††}

[†] Graduate School of Information Science, NARA INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY 8916-5, Tkakayama-cho, Ikoma, Nara, 630-0192 Japan

^{††} Graduate School of Engineering, Hiroshima University 1-4-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima-shi, Hiroshima, 739-8527, Japan

E-mail: †amano@is.naist.jp, ††tamaki@tmaki

Abstract In the image parameter estimation by the linear regression, it has very high degrees of freedom for the decision of regression coefficients, because the dimension of image vector is huge high. In this paper, we propose a sequential regression coefficient calculation algorithm, and we realize its calculation for dense samples with reasonable computational cost. Moreover, we apply this method to the pose estimation of the 3-D object, and we discuss about limit of parameter estimation ability by the linear regression with the coil-20 image library.

1. 研究概要

線形回帰による画像のパラメータ推定は、画像ベクトルの次元が高いため回帰係数の決定には非常に高い自由度を有する。本研究では、線形回帰において逐次更新による回帰係数の算出方法を提案し、稠密な学習サンプルに対して現実的な計算コストでの回帰係数の計算を実現する。また、この手法を 3 次元物体の姿勢推定に応用し、coil-20 を用いた実験結果より線形回帰による 3 次元物体の線形姿勢推定の能力限界について考察した。

2. 実験結果

coil-20 の画像解像度は 128×128 画像であり、線形回帰でパラメータ推定を行う場合で 16,384 個の説明変数が存在する。coil-20 では、各物体 72 ステップの鉛直軸回りに回転したの画像列が 20 物体分ある。従って、簡単な線形回帰であっても総数 1,440 枚のクローズサンプルに対しては誤差なく物体認識およびパラメータ推定が実現できることが確認された。

線形回帰の限界を調査すべく、鉛直軸回りの回転 θ に加えて 256 ステップの像面回転 ψ を新たなパラメータとして各物体毎に画像ベクトルの次元 16384 を超える 18432 枚のサンプルに対するパラメータ推定を行い学習サンプル数とパラメータ推定誤差の関係調べた (図 1)。パラメータ推定誤差の評価に用いた回帰係数は、学習サンプルをランダムにサンプルして逐次更新により全てのサンプル数で求めた。この結果より、学習サン

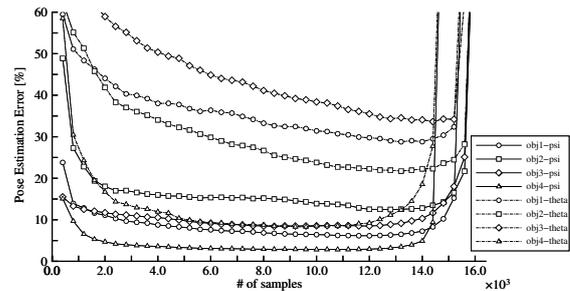


図 1 クローズサンプルによる姿勢推定結果

プル数が増加に伴いパラメータ推定精度が向上し、背景部分以外のパラメータ推定に寄与している要素数 (有効画素数) を超えた時点でパラメータ推定が破綻することが分かった。この特性は代数的な関係と合致する。しかし、有効画素数に達する以前に緩やかに推定誤差が増加する特性が観察された。この特性はオープンサンプルにおいても同様に見られ、ある時点までは特性が一致するが、後半はオープンサンプルの方がパラメータ推定誤差の悪化が速い傾向にあった。よく知られているように、多くのパターン認識手法においては過学習による精度低下がある。また、固有空間を用いた次元圧縮では次元の呪いが存在することがよく知られているが、図 1 に見られる現象がこれらに関連することは考え難い。今後の研究で、この現象のメカニズムを明らかにしたい。