

ステレオカメラによるリアルタイム3次元位置計測システム

飯塚 健男[†] 中村 恭之[†] 和田 俊和[†]

[†]和歌山大学システム工学部 〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷 930

E-mail: †iizuka@vrl.sys.wakayama-u.ac.jp

あらまし ステレオカメラを用いた3次元距離計測の研究では、主に計測対象の3次元表面形状を復元する問題が取り扱われてきた。しかし、剛体や多関節物体の運動や姿勢の解析・制御などを目的とした場合には、対象表面上の数点の3次元位置を計測できれば十分である。本報告では、複数の色ターゲットの3次元位置を実時間で計測できるステレオカメラシステムを提案する。提案したステレオカメラシステムの3次元位置計測性能を評価する実験により、その有効性を確認した。

キーワード ステレオカメラ, 3次元距離計測

Real Time 3-D Position Measurement System Using a Stereo Camera

Takeo IIZUKA[†] Takayuki NAKAMURA[†] and Toshikazu WADA[†]

[†] Faculty of Systems Engineering, Wakayama University 930 Sakaedani, Wakayama City, 640-8510, Japan

E-mail: †iizuka@vrl.sys.wakayama-u.ac.jp

Abstract In the foregoing research of 3-dimensional depth measurement using stereo cameras, dense reconstruction of the object surface is mainly investigated. However, for the motion analysis and control of solid and/or articulated objects, it is sufficient to measure the 3-dimensional positions of several points on the object surfaces. In this paper, we propose a stereo camera system that estimates 3-dimensional position of multiple color targets in real time. We confirmed the effectiveness of our system through the experiments that evaluate the performance of 3-dimensional position measurement.

Keyword Stereo Camera, 3-dimensional depth measurement

1. はじめに

カメラを用いた物体の運動計測技術は、ゲーム、CGからロボット制御の分野まで多岐に渡っている。これらの分野をさらに広げ、より有益なアプリケーションを開発するには、簡便、かつ、高精度な3次元運動計測技術が必要不可欠である。このような目的のため、本研究では、簡便で高速な3次元運動計測が可能なステレオビジョンシステムの構築を行う。

画像を用いて3次元位置計測を行う場合、ステレオカメラを用いるのが一般的である。ステレオカメラを用いた研究の多くは、計測物体の表面形状を復元することを目的とし、視野全体に渡って面的に距離計測をするものである。しかし、剛体や多関節物体の運動解析や制御を目的とした場合、

1. 対象の面的な距離計測は計算コストが高い、
2. 運動解析のために、面的な3次元距離データに対するモデルフィッティングを行うなどの別の処理が必要になる、

などの理由から面的な距離計測法はなじまない。

剛体の3次元運動を解析する場合、剛体上の3点以上の運動軌跡が求められれば、3次元空間内での位

置・姿勢が計算できる。従って、ステレオカメラにより3次元空間内の複数の点の位置が計測できれば、運動解析やロボットの制御に使用できる計測システムが構築できる。ステレオカメラによって点の3次元位置を推定する場合、ステレオ画像対内部での対応点探索が問題となり、これまでも対応点を安定に求める様々な手法が研究されてきた(例えば,[1,2]など)。

本研究では、この問題を簡単化するために計測対象に色の付いたターゲットを複数取り付け、最近傍識別器による色ターゲット検出法[3]を用いて2枚の画像内から対応領域をロバストに求めて、複数のターゲットの3次元位置を推定するシステムを構築する。

2. 提案システム

提案するシステム(図1)では、色の付いたターゲットをステレオカメラによって撮影し、ステレオ画像からターゲット領域を抽出する。このときターゲットの検出には最近傍識別器による色ターゲット検出法を用いる。検出された領域の重心を求め、これを対応点として決定しターゲットの3次元位置を計測している。映像信号のノイズや、照明条件の変化などの影響による計測誤差を抑制するために、Trimmed平均[4]を用いた重心のロバスト推定を行っている。

このシステムは、以下に示す機能をもっている。

- ターゲット色の教示が瞬時に行え、その結果に基づく未検出・誤検出部分をインタラクティブに再教示でき、ロバストな色検出が行える
- ターゲット色は31種類指定できる
- 2枚のVGAサイズの画像に対してビデオレートで、ターゲット領域検出、重心計算、3次元位置計測ができる(サンプリング速度30Hz)
- Trimmed平均によりノイズの影響を抑制することができる

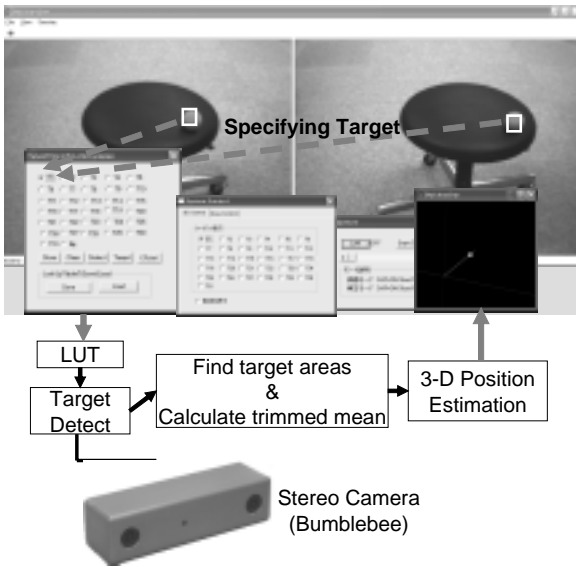


図 1 システム概観

提案システムのステレオカメラとして、Point Gray Research 社の Bumblebee を用いた。このカメラは、2眼式平行ステレオカメラで、カメラキャリブレーションは出荷時に行われており、IEEE1394 インターフェースの搭載されている PC に接続するだけで、簡単かつ高速(30fps)に画像入力が行え、ステレオ視により3次元位置情報を得ることが可能である。左右のカメラからの入力画像のサイズは 640×480 である。

3. システムの精度評価

色ターゲットをステレオカメラから 0.1m～4.0m まで 0.1m 間隔で提示し、ターゲットまでの距離を計測した。100 フレーム間計測しその平均値を計測値とし、また、そのときの標準偏差を求めた。このような計測を大きさの異なる種類(直径 33mm, 57mm, 190mm)の色ターゲットについて行った。図 2 に計測値の標準偏差、図 3 に Trimmed 平均計算の効果の結果を示す。

図 2 より計測対象が大きいほど小さな偏差で計測できることがわかる。これは対応点を検出領域の重心として決定しているため、検出領域が大きいほどサブピクセル精度で対応点が求められるからである。

図 3 より、色ターゲット領域の重心(対応点)位置

を計算する際、Trimmed 平均を計算することで誤差が軽減され安定に決定できていることがわかる。

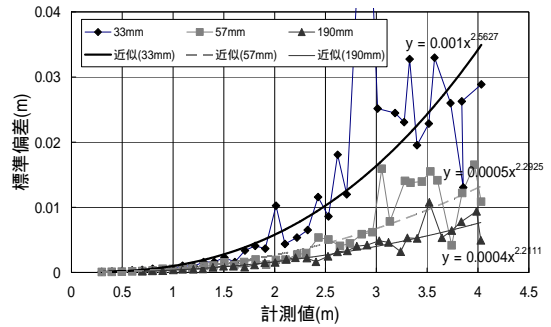


図 2 計測値の変動

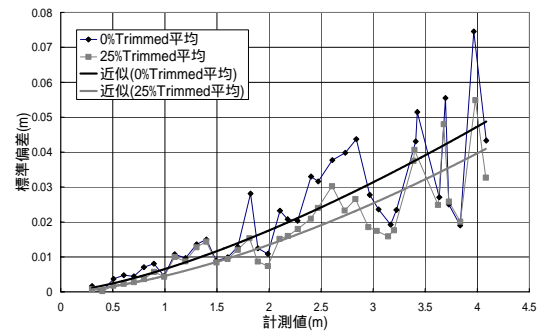


図 3 Trimmed 平均計算の効果

4. まとめ

当日は、計測対象に取り付けられた複数の色ターゲットをロバストに追跡でき、それらの3次元位置が計測できることや、計測対象の姿勢を計測できることもデモンストレーションする予定である。

なお、本プログラムライブラリ(対応 OS: Windows, 言語: Visual C++6.0)は近日中に(株)ビュープラスより発売予定である。

謝辞

本研究で用いた Bumblebee をご提供頂いた(株)ビュープラス様に感謝いたします。

文献

- [1] D.Brockelbank and Y.Yang, "An Experimental investigation in the use of color in computational stereopsis," IEEE Trans. On SMC, Vol.9, No.6, pp.1365-1383, 1989.
- [2] A.Koschan, V.Rodehorst, and K.Spiller, "Color Stereo Vision Using Hierarchical Block Matching and Active Color Illumination," in Proc. of ICPR'96, pp.835-839, 1996.
- [3] 和田俊和: 最近傍識別器を用いた色ターゲット検出、情報処理学会トランザクション「コンピュータビジョンとイメージメディア」Vol.44, No.SIG17-014, 2002.
- [4] Rand R, Wilcox, "Introduction to Robust Estimation and Hypothesis Testing", Academic Press, 1997.