

第7回（社）計測自動制御学会

システムインテグレーション部門 講演会

7th SICE System Integration Division
Annual Conference

SICE
SI 2006

講演概要集

SICE[®]



2006. 12. 14-17 札幌コンベンションセンター

OpenRTM のための 3 次元ステレオ視覚認識コンポーネントの実装

† (独) 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 ‡ (株) アプライド・ビジョン・システムズ
末広 尚士†, ○高橋 裕信†‡, 門内 正和‡, 北垣 高成†,
喜多 伸之†, 音田 弘†, 安藤 慶昭†, 神徳 徹雄†

Implementation of the 3-Dimensional Vision Recognition Component to the OpenRTM-aist

Takashi SUEHIRO†, ○Hironobu TAKAHASHI†‡, Masakazu Kadouchi‡, Kosei KITAGAKI†,
Nobuyuki KITA†, Hiromu ONDA†, Noriaki ANDO†, and Tetsuo Kotoku†

† Intelligent Systems Research Institute, AIST

‡ Applied Vision Systems Corporation

Abstract: The sensor units, especially, the vision recognition components provide the inevitable functions for the intelligent RT systems. This paper reports the implementation of the vision recognition system “VVV” developed by AIST on OpenRTM-aist, which can execute the line based stereo measurement and model-based recognition with 2 or 3 eyed stereo camera.

1. はじめに

自律行動可能なロボットシステムの実現には外界の環境を認識するセンサー機能が不可欠である。センサーの中でもカメラ画像を利用した視覚機能はその適用環境の広さや機能の豊富さの点で最も有用と考えられる。本セッションのテーマである RT システム[1] のオープン化を考える上で、視覚認識機能を持つ RT コンポーネントは不可欠と考えられる。

著者らは産総研において開発している高機能3次元視覚システム (VVV) [2] の OpenRTM-aist [3] 上への実装を試みている。今回、ステレオカメラを用いて、実空間中からモデルデータで指示された対象物を発見し、その3次元位置および姿勢を検出する画像認識コンポーネントを実装したので報告する。今後視覚センサーを備えたロボットシステムの共通インフラとして活用していくための、標準化および実装上の課題について議論する。

2. 視覚コンポーネントの実装

2.1 実装した視覚機能

RTシステムの視覚には以下のような機能が求められている。

- 1) ロボットの行動計画を策定するための対象物の発見・識別・位置計測
- 2) 動的な作業を可能とするための、対象物の運動計測
- 3) 行動計画や安全性を目的とした環境中の障害物等の検出
- 4) 操作者やサービス対象である人間の検出・動作の理解

これらの機能は対象や環境を制限すれば、単眼のカメラを用いた 2 次元の画像処理システムで実装されている場合もあるが、共通して使用できる汎用のコンポーネントを考えた場合は、ステレオカメラ等による 3 次元システムが有利である。

これらの機能のうち、1)の機能は 2)以降のすべての機能を

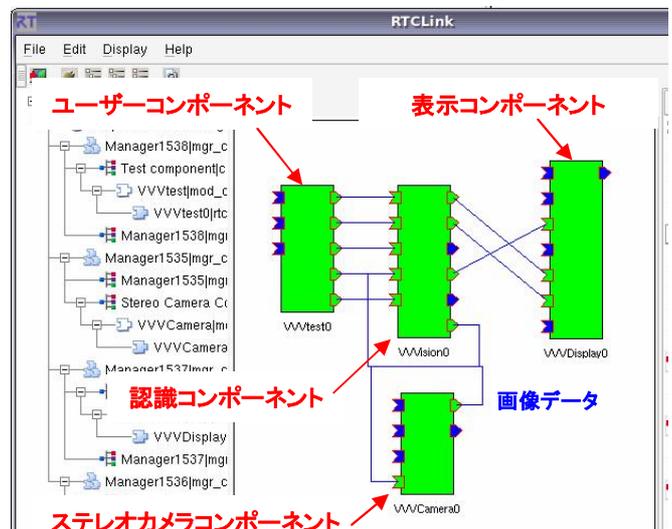


図 1 視覚コンポーネントの構成

実現するためにも必要であり、RT コンポーネント化の課題でもある、コンポーネント化と抽象化の初期の検討課題としても適切と考えられる。今回は上記の 1)のモデルベースの視覚認識機能を実装した。

2.2 視覚認識を構成する RT コンポーネント

2.2.1 全体の構成

視覚認識はステレオカメラからの映像と、あらかじめCAD等により作成した対象物のモデルデータの照合によって行う。ユーザーコンポーネントがシステム全体の制御、モデルデータの供給、認識結果の取得を行うようにした。なお、本バージョンではコンポーネント間での画像の取得や認識結果の出力の同期を得るために、データポートを利用して通信を行っている。



図 3 ステレオカメラ装置

2.2.2 ステレオカメラコンポーネント

VVVでは2眼または3眼以上のステレオカメラが使用できる。今回のシステムでは産総研が開発したUSB接続による3眼のステレオカメラセット(図 3)を使用した。

ステレオカメラを構成する各カメラユニットの焦点距離、アスペクト比、位置および姿勢等のカメラパラメータは事前に計測し、各カメラコンポーネントが保持している。画像取得の要求があれば同時に付随して送られる。現在はカメラは空間中に固定されたものとして扱われているが、将来、ロボットヘッド等へ実装され運動する場合には、ヘッドの運動をこのコンポーネント処理し差異を吸収することが考えられる。

2.2.3 視覚認識コンポーネント

VVVに含まれる視覚認識の実装に含まれる線ベースステレオ法を使用している。3眼もしくは2眼のステレオ画像間のエッジを対応付けで空間中の曲線を含む線を検出し、これに対して境界線表現された対象物のモデルデータを対応付け、空間中での数および、認識結果ごとの位置、姿勢、および認識の確からしさを出力する。

視覚認識コンポーネントはユーザーコンポーネントからモデルデータの供給を受けるようになっている。同時に複数のカメラコンポーネントを接続でき、ユーザーコンポーネントからどのカメラコンポーネントの画像を使用するか、もしくは事前にカメラコンポーネントから得ておいた画像をユーザーコンポーネントから送り認識することもできる。

2.2.4 認識結果表示コンポーネント

ユーザーへの結果表示およびクリティカルパスで使用することを考えて、オペレータの目視により確認できるようにした。元画像および認識結果のオーバーレイを作成しXウィンドウ上に表示。図 2 に使用したステレオ画像、図 4 に認識結果表示例(図中の緑線)を示す。

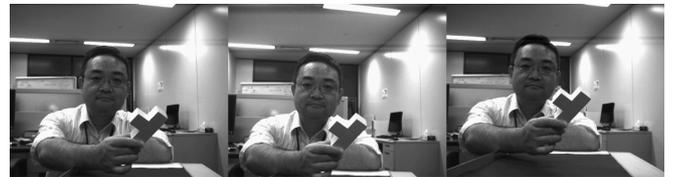


図 2 ステレオ画像

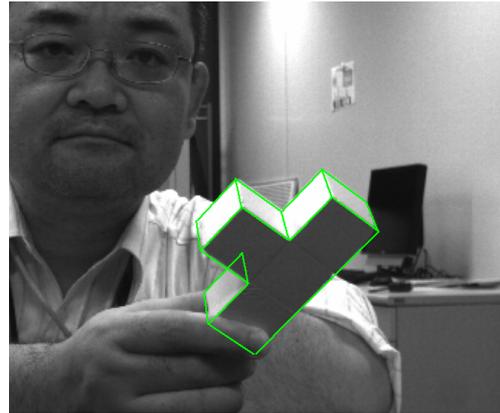


図 4 認識結果表示

3. 議論

OpenRTM へ視覚機能の実装により、従来はカメラシステムごとに依存してインプリメンテーションされることが多かったステレオカメラシステムを抽象化して扱うことができたことは、ロボット応用に限らず視覚認識システムとしてもメリットがある。また、計算量の大きな3次元画像認識の処理を、独立したコンポーネントとすることにより、CPU 負荷の分散も可能となり高速化が期待できる。

一方、リアルタイムでの物体追跡についてはカメラコンポーネントと他のコンポーネント間の画像のデータ量が非常に大きく(VGA相当で80MByte/Sec以上)、実装にはオーバーヘッドの小さな効率的に画像データを扱う枠組みが必要となる。

謝辞

本システムの高機能3次元視覚機能を開発している産総研知能システム研究部門3次元視覚システムグループの諸兄に深く感謝します。

参考文献

- [1] 北垣, 末廣, 神徳, 平井, 谷江:RT ミドルウェア技術基盤の研究開発について-ロボット機能発現のために必要な要素技術開発-, ロボティックシンポジウム予稿集, pp.487-492,2003.
- [2] 富田:高機能 3 次元視覚システム VVV, 情報学誌, 42, 4, pp.370-375, 2001.4
- [3] N. Ando, T. Suehiro, K. Kitagaki, T. Kotoku, W-K Yoon: RT-Middleware: Distributed Component Middleware for RT (Robot Technology), Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.3555-3560, (2005).