

マルチエージェント制御ロボットにおける Webブラウザを利用した内部状態の可視化

平松 薫 森 啓 納谷 太 大里 延康

NTTコミュニケーション科学研究所

1 はじめに

ロボットの高機能化, 高性能化に対応するため, ロボット内部のハード的な機能分散やソフト的な機能分散が盛んに行われているが, 分散させることにより内部状態の把握が困難になる側面もある.

本稿では, ロボット内部をソフト的に分散させた例であるマルチエージェント制御ロボットにおいて, エージェント群の内部状態をJavaアプレットとWebブラウザを用いて可視化する仮想ロボットターミナルを提案する.

2 マルチエージェント制御ロボット

ロボットを制御するロボットコントローラの機能分散は従来から行われており, 実時間処理能力の向上を目的とした計算処理の分散, 処理内容や機能に基づいた分散, 生産システム等のネットワーク化に伴うコントローラ自体の分散の3つの流れがある[1].

我々はロボットコントローラの内部をソフト的に分散させ, 各モジュールに対してエージェントの概念を導入し, エージェント群の分散協調的処理によってロボットを制御する分散制御実験系を作成し, その動作実験を行っている[2].

マルチエージェントの概念を用いることで, システムの柔軟性, 頑健性, 効率的処理等の利点が期待できるが, 処理の整合性や最適性, エージェント間の同期等の問題も同時に発生する[3]ため, システム開発時にはエージェントがそれぞれどのような内部状態にあるのか外部から監視できることが重要になる.

"Visualization of Multiagent Robot Control System with Web Browsers",

Kaoru Hiramatsu, Akira Mori, Futoshi Naya and Nobuyasu Osato, NTT Communication Science Laboratories,

2-2, Hikaridai, Seika-cho, Souraku-gun, Kyoto 619-02, Japan

3 仮想ロボットターミナル

パソコン(PC)等で動作する従来のターミナルは, コントローラとPCが1対1で通信することを前提としているため, 並行動作する複数のエージェントをモニタすることには適さない.

そこで本稿では, PCやワークステーション(WS)等のプラットフォームに関係なく動作し, 複数のエージェントを監視できる仮想ロボットターミナルを提案する. 仮想ロボットターミナルでは, Webブラウザ上で動作するJavaアプレットがエージェントとソケットを使って直接通信し, エージェントの内部状態を表示する.

3.1 基本構成

仮想ロボットターミナルは, ロボットや各種センサに接続するコントローラ, コントローラを制御するエージェント群, Webサーバが動作するPCまたはWSとWebブラウザの動作する端末で構成する(図1).

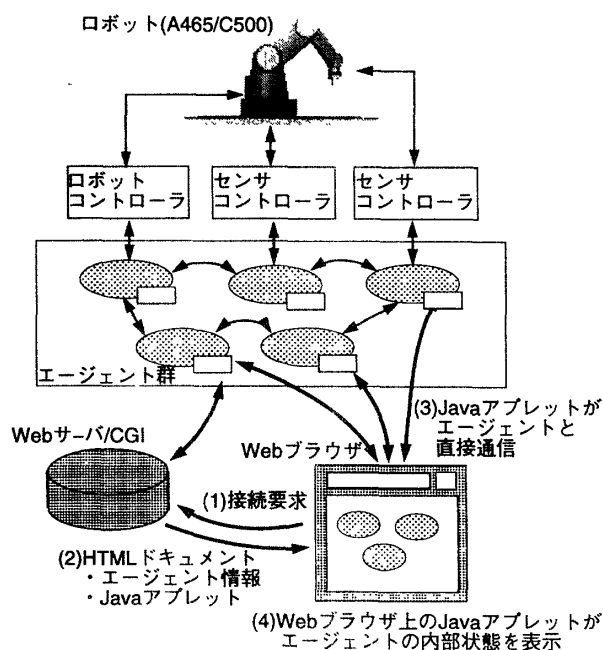


図1: 仮想ロボットターミナルの構成

作業者がWebブラウザを操作しWebサーバへ接続要求をすると、Webブラウザへエージェント群に関するHTMLドキュメントとそのドキュメントに対応したJavaアプレットが転送される。Webブラウザ上で動作するJavaアプレットは、Webサーバから得たホスト名とポート番号に基づきエージェントと接続し、エージェントの内部状態を表示する。

3.2 エージェント間通信の拡張

エージェントは、必要な情報を互いに通信しあいながらロボットの制御を行う。仮想ロボットターミナルでは、このエージェントの通信機能を拡張し、外部のJavaアプレットとソケットを使って通信できるようにしている。また、エージェントが外部からの複数の接続を受け付けられるように通信機能を拡張し、複数のターミナルからの並行利用も可能にしている。

3.3 エージェントとアプレットの間の接続方法

仮想ロボットターミナルでは、Webブラウザ上のJavaアプレットとエージェントがソケットを使って直接接続し、データの通信を行う。

Javaアプレットとエージェントの間の通信方法として、上記の方法以外にCGIプログラムのWebゲートウェイを用いた間接的な通信方法が考えられるが、データを集中管理できる反面、CGIプログラムの負荷が高くなり速度的な問題が発生する。仮想ロボットターミナルでは、アプレットとエージェントの間の頻繁な通信に対応できるように、両者がソケットを使って直接接続し、通信する方法を採用している。

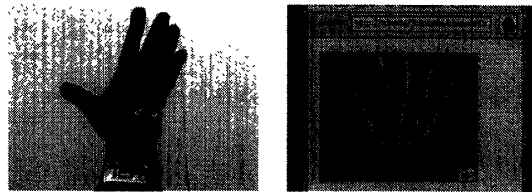
また、アプレットとエージェントの間の通信には、両者の処理を簡便にし処理速度を向上できるように、文字列を基本とした簡単なプロトコルを用いている。

3.4 データグローブを用いたターミナルの試作

現在、表1の環境でターミナルの開発を行っている。仮想ロボットターミナルを用いて、試験的にデータグローブの状態を表示するJavaアプレットを製作したところ、データグローブからの約90Hz周期のデータを10Hz周期でWebブラウザ上に表示できることを確認できた(図2)。

表 1: 仮想ロボットターミナルの開発環境

ハードウェア
ロボットA465, 同コントローラC500(CRS)
Sun WS (SS20,Solaris2.5)
力覚センサ, 視覚センサ, データグローブ
ソフトウェア
Webブラウザ (Netscape3.01S等)
Webサーバ (apache1.2b7)
Java開発環境 (JDK1.0.2)



(a) データグローブ (b) Javaアプレット

図 2: Webブラウザ上のJavaアプレット

4 今後の課題

現在、仮想ロボットターミナルはデータグローブ等のセンサを対象としている段階であり、今後、エージェントの内部状態の可視化を行う予定である。課題としては、エージェント同士の通信とエージェントとJavaアプレットの通信、Javaアプレット同士の通信を統一的に扱えるようにすることとJavaアプレットのコンポーネント化があり、今後検討していく予定である。

仮想ロボットターミナルを利用したアプリケーションとしては、現在、各エージェントの状態変化を記録、再生する機能を備えたエージェントの動作解析装置、パソコンコンピュータでの入力を直接ロボットやエージェントの状態に反映させることのできるティーチペンダント等を考えている。

参考文献

- [1] 鈴木他. “分散ロボットコントローラ”. 日本ロボット学会誌, Vol. 14, No. 6, pp. 792-795, 1996.
- [2] A.Mori, et al. “Multiagent-based distributed manipulator control”. In *MFT'96*, pp. 289-296, 1996.
- [3] 浅間. “マルチエージェントロボットシステム研究の動向と展望”. 日本ロボット学会誌, Vol. 10, No. 4, pp. 428-432, 1992.