

WWW ブラウザを用いた遠隔操作ロボットの開発

西嶋 隆*

Development of remote control robot with WWW browser

Takashi Nishijima*

あらまし 現在、標準化やその扱いやすさから一般の家庭にも普及している WWW ブラウザは、主に情報の発信や収集に利用されている。最近の WWW ブラウザは文字情報だけでなく、画像や音声呈示など様々なマルチメディアコンテンツを扱うことが可能であり、遠隔操作ロボットの操作プラットフォームとしても利用できると考えられる。従来の遠隔操作ユーザインタフェースは専用のコンピュータに用意されるため、操作者は様々な場所やプラットフォームからロボットを操作することは困難であった。本開発では WWW ブラウザで動作する Java アプレットをインタフェースとした遠隔操作システムの開発を行うことで、ユーザインタフェースをプラットフォーム可搬にし、利用者にとって便利なインタフェースを提供する。今回は、Java アプレットを利用したネットワーク経由による基礎的な遠隔操作システムを試作し、今後の課題について検討する。

キーワード ネットワークロボティクス、インターネット、ブラウザ、Java、遠隔操作

1. はじめに

現在の情報化社会において情報インフラストラクチャが整備されてきており、大学や企業だけでなく一般の家庭にもインターネットの普及が進んでいる。最近の WWW ブラウザは、文字情報だけでなく、3次元画像、音声等も提示可能であることや、標準化され広く用いられていることから遠隔操作システムのインタフェースとして利用可能である。

工場内の監視用ロボットや遠隔地の鑑賞用ロボットを操作する場合等、ロボットの利用者は様々な場所から様々なプラットフォームで遠隔のロボットを操作できると便利である。インタフェースに汎用のブラウザで起動する Java アプレット[1]を用いることにより、利用者が遠隔地にいてもブラウザを搭載したパソコンがあれば、いつでも利用可能なシステムが提供できる。また、プログラマはアプレットを書き換えることでロボット固有の操作インタフェースをフレキシブルに構築することができる。

ネットワークロボティクスに関する研究は、Java アプレットを用いたネットワーク型ロボットインタフェース[2]、移動ロボットの遠隔操作による美術館鑑賞[3]など多数行われている。本研究においても、監視用移動ロボットを自宅やオフィスに居ながら操作したり、遠隔地の鑑賞など観光目的への応用や様々な遠隔モニタに適用する

ことを目的としている。現在の様々な研究では、通信における時間遅れや、安全な遠隔ロボットの操作方法等についてなお多くの問題点があるが、新しい通信プロトコルの登場や情報通信の高速化に伴いネットワーク経由での遠隔操作技術の応用研究や需要は今後も増えるであろうと考えられる。

2. システム構成

本システムの構成(図1)は、ユーザのインタフェースとなる WWW ブラウザを搭載したロボット操作 PC、ユーザがアクセスする WWW サーバ、ロボットを制御するためのロボット制御用 PC、及びロボット本体の4つのアーキテクチャからなる。現在は、WWW サーバは構内 LAN の中に設置する。

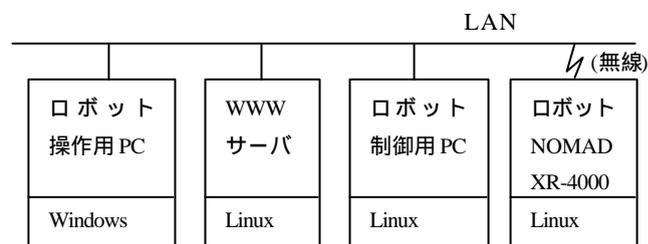


図1 システム構成

Fig. 1 Components of remote control system

2. 1 ロボット操作用 PC

ロボット操作用 PC は Java Swing アプレットを起動できるブラウザを搭載しているパソコンを用いる。今回使用する Java のバージョンは Java2(JDK1.2.x)で GUI には

*メカトロ応用部

Swing コンポーネントを用いるため、これに対応したブラウザが必要である。Netscape Communicator 4.x や Internet Explorer においては Java Plug-in をインストールすれば対応できるため、利用者側にはプラットフォームに依存しない操作環境が提供できる。

2.2 WWW サーバ/データブリッジサーバ

WWW サーバには Apache WWW server を用いる。また、図 2 にユーザからロボット制御用 PC までの WWW サーバ経由でのデータの流れを示す。

WWW サーバ上にロボット制御インタフェースとなるアプレットを用意しておき、ユーザからのリクエストによりアプレットがダウンロードされる。

アプレットが通信できるホストはそのアプレットをダウンロードしてきたホストのみである制約から、このホスト上にアプレットとロボット制御用 PC 間の通信の橋渡しを行うデータブリッジサーバを常駐させる必要がある。アプレットとデータブリッジサーバの通信は、ソケットを用いた TCP/IP で行う。

データブリッジサーバは複数のユーザのリクエストに対応できるようにマルチスレッドで動作する。内部ではロボット操作用 PC からの命令データをロボット制御用 PC へ橋渡しする命令送信スレッドと、その反対のロボット制御用 PC からのロボットの状態データをロボット操作用 PC へ送る情報受信スレッドを設け、それぞれの通信は非同期に行われる。このデータブリッジサーバは Java で実装する。

ロボットの操作は、最初にデータブリッジサーバにつながった利用者にロボット操作の権限を与えて、そのほかのユーザは遠隔の画像情報のみ観察できるようにする。遠隔画像の提示はアプレットの機能を利用して実装する予定である。

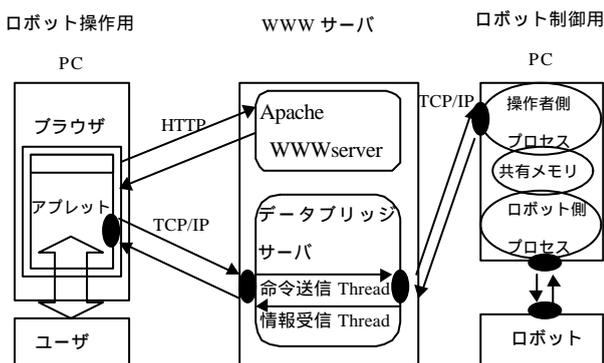


図 2 遠隔操作システムのデータフロー

Fig. 2 Data flow of remote control system

2.3 ロボット制御用 PC

このロボット制御 PC の役割は二つあり、WWW サーバ上のデータブリッジサーバとの通信を行うプロセス及び、無線 LAN で繋がっているロボットとの通信・制御を行うプロセスである。

前者のプロセスはロボット操作 PC からのロボット動

作命令データを二つのプロセスの共有メモリにバッファリングすることと、共有メモリ上のロボットの各種データを読みとり、WWW サーバ上のデータブリッジサーバに送り返す操作者側プロセスであり、後者のプロセスは、共有メモリにある命令データを読み、ロボットに対して命令を送り、ロボットの各種データを取得し、共有メモリに書き込むロボット側プロセスである。

通信による時間遅れや、ロボット制御にかかる時間のためロボット操作のリアルタイム性は望めないため、共有メモリにはユーザからの最新の動作命令を上書きする方法をとり、ロボットの動作は共有メモリ上の最新データを反映する方法をとっている。

2.4 ロボット

今回使用するロボットには NOMAD-XR4000 (Nomadic Technologies, Inc. 製) [4] を用いる。本機は移動型のロボットであり、形状は円筒型で下部にはタイヤがついており、前後左右、回転運動が可能である。円筒状の胴体部分には 48 個の超音波測長センサ及び赤外線測長センサがついており、周囲環境からの距離情報を取得できる。そのほかにも、接触情報、位置情報、コンパス情報、バッテリー情報等が取得できる。

NOMAD-XR4000 は LinuxOS で管理されており、開発者にはライブラリと Nrobot プロセスから成る移動ロボット開発環境が提供されている。アプリケーションプログラムはこの Nrobot にネットワーク (無線 LAN) を介してアクセスすることでロボットへ動作命令・情報取得を行うことが可能である。今回、この環境を利用し開発を行った。

3. 今後の課題

現状では、通信における信号の遅延のためロボットをユーザの指示通り動作させることは困難であり、安全なロボット操作が確保されていない。そのため、ユーザの指示のみでロボットを動作させるのではなく、遠隔画像を見ながらのユーザ指令とロボット側にある距離センサ情報等を利用したロボットの自立行動を組み合わせたシステムの開発が必要である。また、遠隔画像通信の方法を検討し、実装する予定である。

文献

- [1] <http://java.sun.com/> (2000年3月24日現在)
- [2] 平松, 森, 納谷, 大里, "Java アプレットを用いたネットワーク型ロボットインタフェース" 情報処学会論文誌 " pp.3315-3323 Dec.1998
- [3] 前山, 油田, 原田, " 移動ロボットの遠隔操作による美術館鑑賞 " 日本ロボット学会誌 Vol.17 No.4, pp.486-489, 1999
- [4] <http://www.robots.com/> (2000年3月24日現在)