

# Web アプリケーションによるロボットプログラムの開発環境

## 1. 背景

RoboCup はサッカーやレスキューなどを明快な標準問題として設定することで、挑戦的な目標に対してシステマティックに研究活動を行うことを目的とした試みである。その中でも、開発者が Jolly Pochie として 2003 年より参加している 4 足ロボットリーグは、エンターテインメントロボット AIBO を用いたロボットサッカーリーグで、同じハードウェアを用いることで純粋にソフトウェアの優劣を競い合うのが特徴である。

4 足ロボットリーグでは外部計算機の使用は禁止され、AIBO に組み込まれた CPU のみを用いるため、限られた計算機資源の効率的な活用が重要な問題となる。また、ハードウェアに対する改造は禁止されており、センサやモータといった入出力における制限も、すべてソフトウェアによって解決しなくてはならない。

4 足ロボットリーグは資金面や競技場などの物理的制約が軽く、多くのチームのソースコードが公開されているなど、新規に参加がしやすいと考えられる。しかし、実際には開発にかかる労力は相当なものがあり、興味は持っているが参加するに至っていない団体が多いのも事実である。

しかし、参加するにあたって最初の障壁となるのが開発環境の問題である。AIBO のためのクロスコンパイル環境は Windows, Linux, Mac OS X と様々な環境で動作するが、その他にもさまざまなツールやライブラリ群が実際の開発では必要である。開発環境をチーム内で標準的に揃えるために、Jolly Pochie では Gentoo Linux を標準 OS とし必要なツール等を整備する emerge スクリプトを用意している。それでもなお、これら環境の構築のためだけに多大な労力が必要な現状は好ましい状況とはいえない。ましてや他のチームのコードを実行することは、さらに大変なことである。科学の進歩のためには技術交流は重要であるが、同じロボットを用いているにもかかわらず他のチームのコードを実行することは難しいのが現状である。

一方、身の回りを見渡してみると、無線 LAN 装置や HDD レコーダーなど家庭用電化製品の中には WWW インタフェースを備え、新しいツールを計算機にインストールする必要なく購入したその日のうちに設定し利用が可能な機器も存在する。このような装置の設定のみならず、メール、スケジュール管理などのサービスが WWW 上に構築され、WWW ブラウザさえあれば特別なアプリケーションをインストールすることなく使用することができる。

Web アプリケーションといえば、以前は使いにくいものであったが、近年、DHTML や AJAX の活用によるインタラクティブ性の高いインタフェースの提供や、あるいは Flash などを利用したリッチアプリケーションなど、通常のアプリケーションと遜色の無いインタフェースが提供できるようになった。インターネットの普及は、情報の伝達手段を変革しただけではなく、計算機の在り方をも変革しつつある。

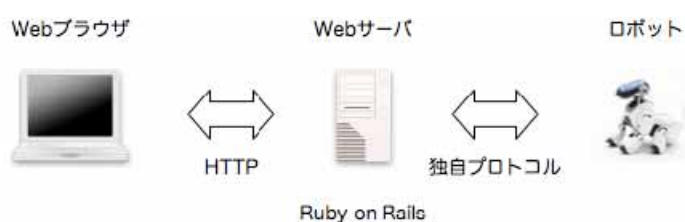
## 2. 目的

そこで、本プロジェクトでは Web アプリケーションを用いたロボットプログラムの開発環境の構築を目的とする。ロボット本体と WWW ブラウザが使える PC さえあればロボットプログラムの開発を行えるようになれば、これまで多くの時間を費やしていた開発環境の構築が不要となり、本来の目的であるロボットにさせたいことの実現に専念することができる。

### 3. 開発の内容

ロボットプログラムの開発を WWW ブラウザを用いて行うために、ロボットと WWW ブラウザの間に WWW サーバを置き、この WWW サーバに対してアクセスをすることで、ロボットの操作および、ロボットから各種のデータの受け取りを可能にした。ただし、データの即時性が重要な、物体認識結果の視覚化および自己位置同定結果の視覚化に関しては WWW サーバを介さずにクライアントプログラムとロボットが直接通信を行っている。

WWW サーバで動作する Web アプリケーションを開発するにあたって、Web アプリケーションのフレームワークとして Ruby on Rails を使用した。Ruby on Rails を用いることで、目的とする Web アプリケーションを短期間に構築することが可能となった。さらに、開発された Web アプリケーションは AJAX など最新の Web 技術を活用した高度なインタフェースを備えている。



- モーションエディタ

モーションエディタはモーションを作成するためのツールである。モーションの WWW ブラウザ上での作成、AIBO への送信、AIBO からの間接の読み込み、保存などの操作ができる。

モーションの作成画面は WWW ブラウザを用いているにも関わらず、AJAX を活用したインタラクティブ性の高いものである。

また、シミュレータとの通信を行うこともでき、AIBO が使用できない環境においてもモーション作成を行うことができる。



- 歩行エディタ

歩行エディタは歩行のためのパラメータを作成するためのツールである。モーションエディタと同様に登録された歩行を一覧できる画面と歩行パラメータを編集するための画面からなる。

65 個からなる歩行のためのパラメータを指定し、それを AIBO に送信することができる。作成した歩行を保存したり、ローカルへとダウンロードすることもできる。

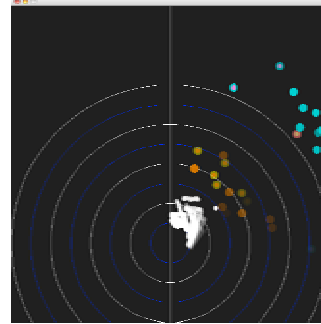


- スクリプトエディタ

スクリプトエディタは Lua スクリプトの編集を行うためのツールで、作成したスクリプトはその場でロボットへと送信し実行させることができる。

- オブジェクト認識モニタ

オブジェクト認識モニタはロボット内でのオブジェクト認識の様子をモニタリングするツールである。オブジェクト認識の様子をモニタリングは、目の前を通過させたボールがどう見えているかを確認するなど、即時性が重要となる。そこでオブジェクト認識モニタは Web アプリケーションではなく、Processing を使用して作成された Java アプレットによって実装され、サーバを介することなく、直接ロボットから UDP 通信を用いてオブジェクトの認識結果を受信する。



- 自己位置同定モニタ

自己位置同定モニタは、ロボットが認識した各種ランドマークとなっているオブジェクトの情報を元に自己位置の同定を行い、その同定結果とロボット内部での同定結果を比較表示するプログラムである



- カメラ画像モニタ

カメラ画像モニタを用いると AIBO のカメラによって捉えられている画像ならびに、それに対して色認識をおこなった結果を見ることができる。

色認識には、その時の光量などに合わせて適切な色認識テーブルを用いる必要があり、カメラ画像モニタを用いる事で、用いられている色認識テーブルが適切なものであるかどうかを確認することができる。



#### 4. 従来技術(または機能)との相違

市販ロボットの多くには開発キットとしてモーション作成や時にはプログラムを作成できる専用ソフトウェアが付属している。しかし、それらは専用ソフトウェアでは開発プラットフォームとなる OS を限定する上に、ソフトウェアをインストールし、その操作方法を覚える必要がある。

それに対し、本プロジェクトでは Web アプリケーションを用いたロボットプログラムの開発環境の構築を行った。その結果、ロボット本体と WWW ブラウザが使える PC があればロボットソフトウェアの開発が可能となった。

これまで、ロボットを活用した初等教育などを行う際には、専用のソフトウェアをインストールした PC を何台も用意する必要があったが、本プロジェクトの成果によってサーバマシンを 1 台用意し、その他には通常の PC を必要な台数だけ準備するだけとなった。

また、開発した Web アプリケーションは DHTML, AJAX などの最新の Web テクノロジを使用し、高いインタラクティブ性をもったインタフェースを有し、直感的な操作が可能となっている。

## 5. 期待される効果

こうした最新の Web テクノロジを利用したインタラクティブ性の高い Web アプリケーションは、ときに Web2.0 として一括りにされることもあるが、本プロジェクトの開発成果は、キーボードやマウスによって操作し、その結果がコンピュータのディスプレイに映し出される他の Web2.0 アプリケーションと異なり、ロボットを情報の入出力デバイスとして持つところが決定的に異なる。ロボットのポーズやロボットが見ているものを入力とし、ロボットに行動の指示を与えるという実世界とのインタラクションは他の Web アプリケーションにはない特徴であり、今後のコンピューティング環境の一つの在り方を示している。

## 6. 普及(または活用)の見通し

本開発ではロボカップ 4 足ロボットリーグをツール使用の実践の場として活用するため、ソニー製エンターテインメントロボット AIBO を用い、ツール群も主にサッカーロボット開発に必要なツールに絞って開発を行った。しかし、ソニーの AIBO の生産中止の決定もあり、現在、ロボカップ 4 足ロボットリーグでは AIBO 以外のロボットの使用が検討されている。本開発で作成した Web アプリケーションはシミュレータに対しても同様に使用ができることを示した通り、AIBO 以外のロボットに対して応用することは容易であると考えられる。また、現在の AIBO のものよりも強力なコンピュータを搭載したロボットを用いる場合、Web サーバをロボット自身に搭載することも可能となり、より使いやすいものになるであろう。

## 7. 開発者名(所属)

石野 明 (九州大学大学評価情報室 (現・東北大学大学院情報科学研究科))

小林 隼人 (九州大学大学院システム情報科学府)

(参考)開発者 URL

Jolly Pochie <http://www.jollypochie.org/>

---