

# ヒューマノイドロボットの各種動作実現

## Various Movement Realization of the Humanoid Robot

○吉崎亮太\*, 大久保重範\*

○Ryota Yoshizaki\*, Shigenori Okubo\*

\*山形大学

\*Yamagata University

キーワード: ヒューマノイドロボット (Humanoid Robot), 3Dモデリング (3D Modeling), XML, シリアル制御サーボモータ (Serial Control Servo Motor)

連絡先: 〒992-8510 米沢市城南4-3-16 山形大学 工学部 機械システム工学科 大久保研究室  
吉崎亮太, Tel.: (0238)26-3245, Fax.: (0238)26-3245, E-mail: sokubo@yz.yamagata-u.ac.jp

### 1. はじめに

本研究室ではこれまでヒューマノイドロボットにPWM制御サーボモータを使用していたが、今回研究に用いるヒューマノイドロボットは制御方式の異なるシリアル制御サーボモータを使用している。

PWM制御サーボモータとシリアル制御サーボモータの違いとして、PWM制御サーボモータは一般的に現在の角度を読み出すことは出来ないが、シリアル制御サーボモータであれば容易に可能である。この事からシリアル制御サーボモータ自体を簡易センサーとして用いることが出来る。

しかし、サーボモータへ送るシリアル信号は開発会社毎に異なるため、1つのヒューマノイドロボットに開発会社の異なる複数種類のサーボモータを搭載することは出来ない。これは開発会社が配布しているモーション作成ソフトでは他社のサーボモータを想定していないからである。

そこで開発会社の異なる複数種類のシリアル制

御サーボモータが搭載されていてもモーションが作成できるような汎用性のあるモーション作成アプリケーションの開発を目的とする。

### 2. ロボットの概要

今回対象としたヒューマノイドロボットの概観をFig.1に示す。またロボットのリンク図をFig.2に、仕様をTable 1に示す。

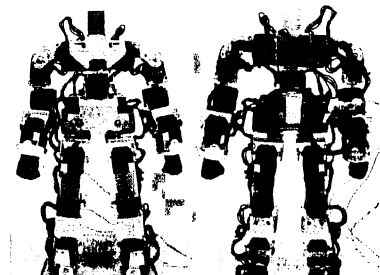


Fig. 1 The General View of the Humanoid Robot

サーボモータにはROBOTIS社製シリアル制御サーボモータ, DX-116とDX-117という2つのサーボモータが用いられている。これらのサーボモータ

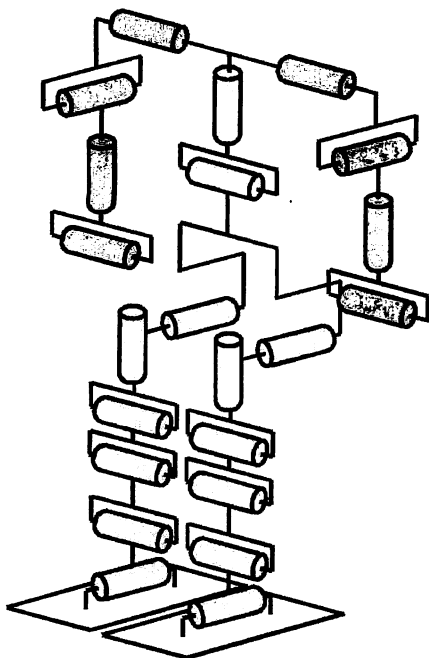


Fig. 2 Link Structure

Table 1 Specification of Humanoid Robot

Degree of Freedom	22
Height[mm]	410
Width[mm]	190
Depth [mm]	125
Weight[kg]	2.4

はDX-116が上半身に、DX-117が下半身に使われている。この2つのサーボモータは命令するデータ送信の形式が同一なシリアル通信サーボモータとなっている。このサーボモータの性能をTable 2に示す。

Table 2 Specification of the DX-116 and DX-117

servo	DX-116	DX-117
Power Voltage[V]	12	12
Torque[kgf・cm]	21.38	28.89
Speed[sec/60°]	0.127	0.167
Weight[g]	66	66

なお、このロボット自体は西置賜産業会所属のロボットチームより貸与されているものである。

### 3. システムの概要

ヒューマノイドロボットを動作させるためのシステム構成をFig.3に示す。

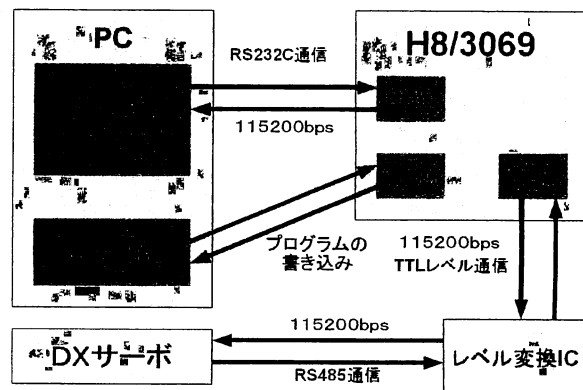


Fig. 3 System

使用しているサーボモータの通信レベルがマイコンから出力されているTTLレベルではなくRS485レベルなのでレベル変換ICを用いて通信レベルを変換している。今回用いたマイコンはH8/3069Fである。このH8/3069FはCPU、ROM、RAM、I/Oなどの周辺機器が一つにまとめられているワンチップマイコンである。H8/3069Fはルネサステクノロジ社の少ピンマイコンでシンプル且つ高性能である点が特徴となる。

今回は秋月電子から発売されているAKI-H8/3069Fマイコンボードキットを用いている。

このH8/3069Fマイコンボードキットの概観をFig.4に示す。また、基本的な仕様をTable 4に示す。

Table 3 Specifications of 3069

Main clock[MHz]	25
ROM[kByte]	512
RAM[kByte]	2
A/D[ch]	8
Operation voltage[V]	7~12

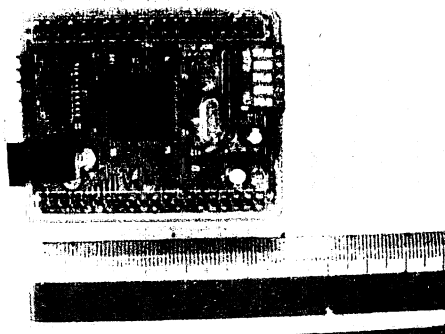


Fig. 4 Appearance of the AKI-H8/3069F Micro-computer Kit

## 4. アプリケーションの概要

開発したアプリケーションの概観をFig.5に示す。また、アプリケーション内部の処理をFig.6に示す。

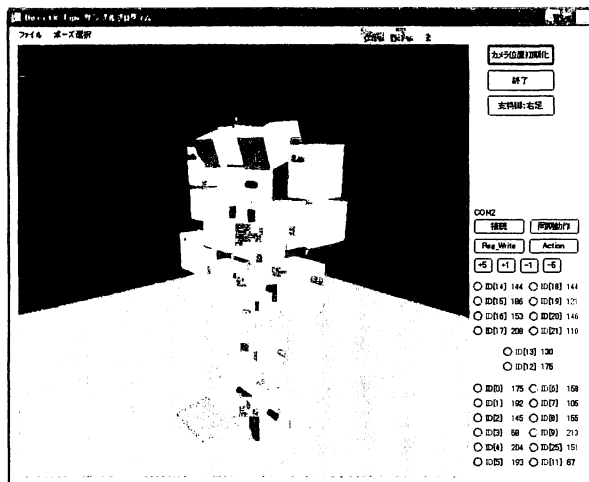


Fig. 5 The General View of the Application software

アプリケーションの開発にはMicrosoft社製VisualStudio2008 professional editionを用いている。加えて.NET Frameworkで用意されている各種機能も必要に応じて用いている。

このアプリケーションには大きく分けて3つの機能がある。いずれも基礎的な領域の機能ではあるが、今後アプリケーションを発展させていく上では必要不可欠なものである。

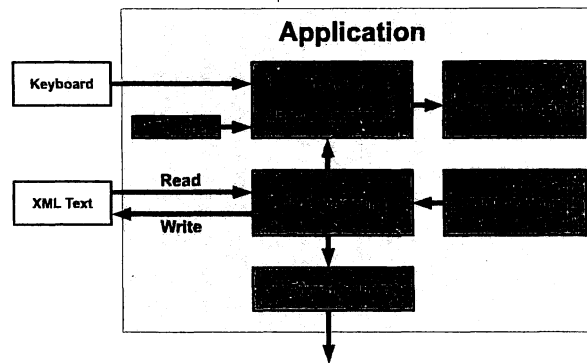


Fig. 6 System Flow

### 4.1 通信機能

今回研究対象となっているヒューマノイドロボットに搭載されているサーボモータはシリアル制御によって動作するシリアル制御サーボモータである。

これはサーボモータにシリアル信号を送ることによって角度や温度の読み取り、また動作角の指定などを行えるサーボモータのことである。アプリケーションからサーボモータへと動作命令を送る場合はシリアル信号を送る必要がある。通信プログラムは.NET Frameworksで用意されているもので作成した。

### 4.2 3Dモデル表示機能

Fig.5にあるようにアプリケーション画面の大部分はヒューマノイドロボットの3Dモデルを表示させる領域となっている。この3Dモデルの表示にはDirectXを用いている。3Dモデルはキーボードキーとアプリケーション上のボタン操作により角度を指定することができる。

また、角度指定を行おうとしているサーボモータの3Dモデルは色が赤くなり、視覚的にどのサーボモータの角度指定を行うのかがわかりやすくなっている。左肩部を角度指定している様子をFig.7に示す。

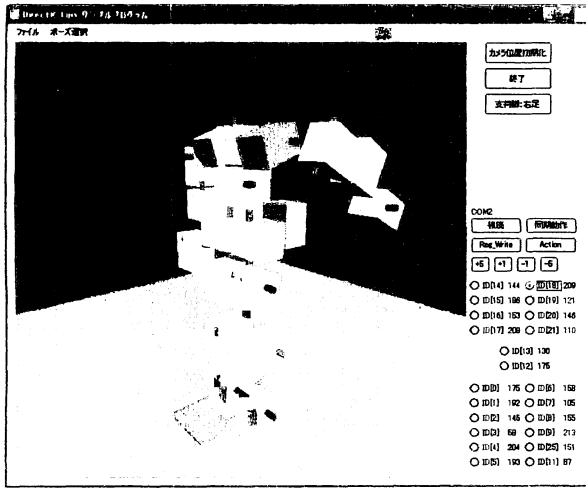


Fig. 7 The General View of the Application software

他にカメラ操作，支持脚の切り替えを行う事が出来る。これらの操作はそれぞれキーボードキーとアプリケーション上のボタンで行える。

#### 4.3 モーションデータの保存機能

ヒューマノイドロボットは幾つかのポーズを連続して再生することで1つのモーションとしている。今まで開発したアプリケーションはポーズの保存が行えず，モーションの再生も行えなかった。今回新たに1つのモーションデータに20のポーズが登録できるように開発した。このポーズの保存にはXML文書を用いている。XML文書について以下で説明する。

##### 4.3.1 XML文書の概要

XMLとはExtensible Markup Languageの略称である。XMLの特徴としてまず挙げられるものが情報の構造化である。この構造化の例をFig.8に示す。

情報を構造化する利点として探したい情報が見つけやすくなり，XML文書を見た際に視覚的にも分かりやすくなっている。また，様々なデータや構造を持ったファイルを作成できることから様々

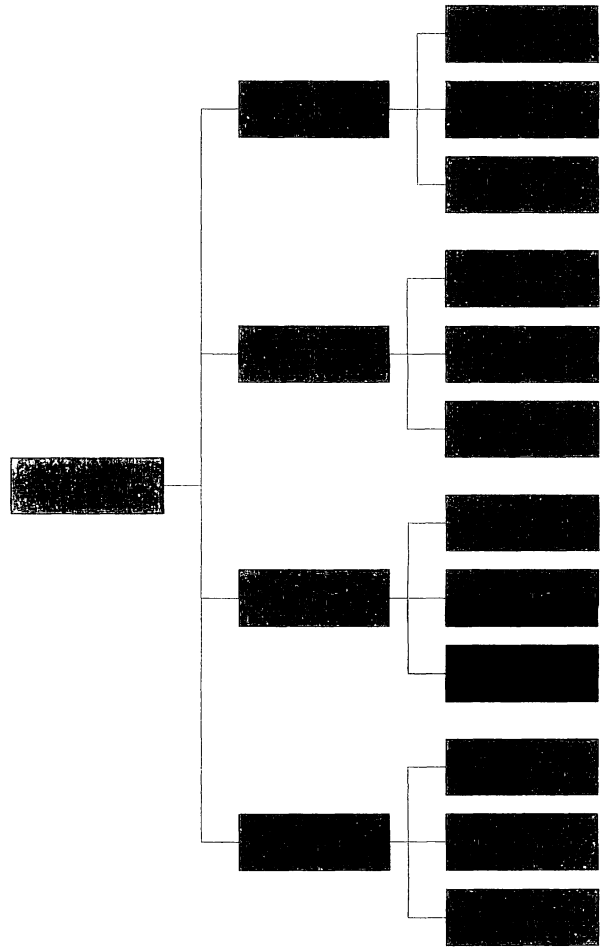


Fig. 8 XML

なデータを保存するファイルフォーマットなどの定義にも用いられている。

##### 4.3.2 読み込みと保存

開発環境でもあるVisualC#.NETではXML文書进行操作するための機能が用意されている。今回，XML文書の保存にはXmlDocumentクラス，読み込みにはXmlTextReaderクラスを用いている。

保存の手順としては一度ポーズデータを上書きするXML文書を選択した後にポーズデータを書き込み，保存している。この時どのポーズデータを書き換えるかはメニューバーで選択する。読み込みではまずXML文書からデータを読み取り，配列に格納している。その後，3Dモデルの各サーボモーター

タに回転量に変換して値を送っている。

読み込み、保存共に書き込む場所の指定にはXPathを用いている。このXPathを用いることでXML文書の特定の部分を指し示せる。XML文書の情報がFig.8の場合と仮定した時のXPathの書き方を示す。指し示す情報を”May”とした場合XPathは”/season/summer/May”となる。同様に”October”の場合は”/season/winter/October”となる。このように階層化された情報の中で特定の1部分を情報として取り出すことが出来る。

## 5. 今後の課題

開発したアプリケーションを用いることで実機がなくともモーションの作成、保存を可能とした。しかし、いずれの機能にも改善点が残っている。まず通信についてだが時折実機とのズレが生じてしまっている。これはH8マイコン側での通信を受け取るプログラムに問題があると思われるため改善する必要がある。この問題が改善されれば3Dモデルと実機の同期動作を行う事が出来る。

次に3Dモデルの課題としては足裏と地面との接触判定が挙げられる。現状足裏が地面にめり込む事もあり、接触判定は目視で行っている。これでは実機とのズレが生じてしまう。そこで足裏の四隅と地面に接触判定を設けたいと考えている。これにより遊脚が地面と四点で接触している場合のみ支持脚の切り替えを許可することで実際の動作とのズレが少なくなると考えている。

最後にモーションの読み込み、保存についてでは操作の煩雑さが挙げられる。前述したようにどのポーズを編集するか選び、上書きするXML文書を選択、その後XML文書の保存といった流れとなっている。一つのポーズを選択するまでに幾つか段階を踏まなければならないその操作を毎回行うことは煩雑である。今後は少ない操作回数でより多くの情報を読み込み、保存出来るように改善したい。

## 6. おわりに

今回作成したモーション作成アプリケーションでは基礎的な機能が開発できた。しかし、あくまでも基礎的な部分であり、制御手法を用いてヒューマノイドロボットの動作を安定させるといったことには未だ着手できていない。今後は必要と思われる機能を順次追加するとともに、アプリケーションで姿勢の安定性を評価するといったシミュレーターの要素も組み込んでいきたいと考えている。

## 参考文献

- 1) おのでら：ソーサリーフォース,  
<http://sorceryforce.com/>
- 2) MicroSoft：MSDNアカデミックアライアンス,  
<http://msdn.microsoft.com/ja-jp/academic/default.aspx>
- 3) IT Boost：スタックアスタリスク,  
<http://www.stackasterisk.jp/>