

ペン入力を用いたヒューマノイドロボットの運動・動作制御の提案

清水 紀芳[†] 長谷川 晶一[†] 稲見 昌彦[‡]

Pen-based Interaction for Humanoid Robot

NORIYOSHI SHIMIZU[†] SHOICHI HASEGAWA[†] MASAHIKO INAMI[‡]

1. はじめに

現在、ヒューマノイドロボットに対して、実際の生活環境の中で日常作業支援を行わせる研究が行われている¹⁾。また、個人の間でも安価な小型ヒューマノイドロボットを手に入れられるようになり、格闘競技やサッカーの大会が開かれている²⁾。このようにヒューマノイドロボットは人々に触れられる機会が増え、今後もその機会は増していくと考えられる。しかし、ヒューマノイドロボットを使用する場合、歩行モーションを始めとした様々なモーションの作成が必要である。そして使用する際には、事前に行動設計を行うことや、リアルタイム制御ではロボット視点に立ってコントローラで操作する必要がある。このように、ヒューマノイドロボットの使用において、ユーザにはある程度の知識や熟練が必要となってくる。

本研究では、初心者にとっても直感的にヒューマノイドを使用できる、ペン入力を用いたヒューマノイドロボットの運動・動作制御を提案する。実世界内のロボットを捉えたカメラ画像に対してユーザがペンで入力することで、ユーザ視点でロボットの移動やタスクの指示、各パーツの動作指示を可能とする。

2. ペン入力インタラクション

実世界の車両型ロボットや情報世界内のCGキャラクタに対して、移動経路を描いて指示を行う研究がある。天井カメラからの画像上にマウスでクリックすることで掃除ロボットの移動経路を指示する研究³⁾や、情報世界内のCGキャラクタに対して、マウスで移動経路を描いて移動させる研究がある⁴⁾。また、ペンを

用いたものとして、実世界の車両型ロボットに搭載したカメラからの画像に対して、移動経路を描くことで指示を行う研究⁵⁾、ペン自体をCGキャラクタに見立て、ペンの傾きや移動により操作を行う研究がある⁶⁾。

本研究では、ユーザがカメラ付きモニタに対して、その画像上にペンで入力することで、ヒューマノイドロボットの移動や各関節の動作指示を行う。ユーザがヒューマノイドロボットの各関節の動作指示を行う様子の例を図1に示す。ユーザが目の前にあるロボットをカメラで捉え、そのカメラ画像中のロボットに対してペンで入力を行う。図の赤い線のように、右手の手先を選択してから手先の軌道を描くことで、上下に動作させることや、緑の線のように、胴体を選択して上下方向へ描くことで、しゃがむ動作や膝を伸ばす動作をさせられる。つまり、個別のパーツの指示を行うだけでなく、逆運動学を用いることで複数パーツを連動して指示することが出来る。また、ロボットの足元から軌跡を描くことで、ロボットの移動指示を行う。

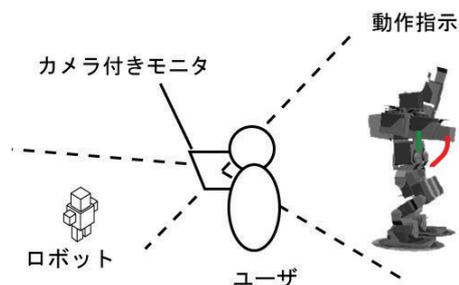


図1 提案システム概念図 (ロボットの動作指示)

2.1 システム構成

システム構成を以下に示す。

ユーザが持つカメラ付きモニタとしては、Tablet PC (Latitude XT, Dell 社) を使い、USB カメラ (Qcam Pro for Notebooks, Logicoool 社) をその背面に取り付けた。そして、操作対象のヒューマノイドロボットとしては全身に 18 自由度を持つ Bioloid (Robotis 社) を用いた。また、カメラ画像内のロボットの位置・姿勢、

[†] 電気通信大学

The University of Electro-Communications

[‡] 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

Keio University Graduate School of Media Design

地面の認識のための技術としては ARTToolKit を使用した。図2のように、ロボット頭部の立方体マーカ―と地面認識用マーカ―によって、カメラ画像内のロボットの地面に対する位置・姿勢を求めることができ、移動経路の指示が可能となる。

ヒューマノイドロボットの各関節の動作指示を行うには、画像内のロボットの各パーツの位置を把握する必要がある。そのため、ロボットの各サーボの角度情報を PC 側で受信し、立方体マーカ―に対する各パーツの位置情報を常に算出する。その位置情報により、ユーザが選択したパーツの判定と動作を行う。

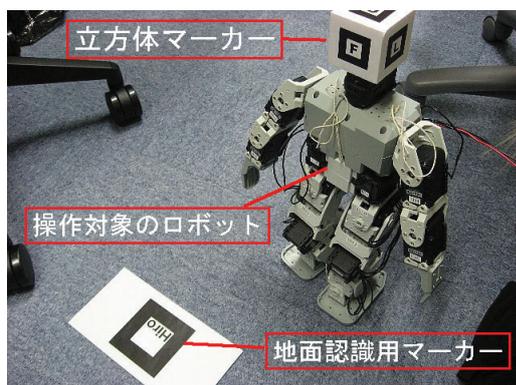


図2 システム構成

3. アプリケーション

ユーザがロボットに対して移動経路の指示を行うモニタ画像を図3に示す。制御システムとしては、既に基本となる歩行モーションと旋回モーションが組み込まれており、ユーザは赤い線のように移動経路を描くだけで指示が可能である。描かれた経路に従ってロボットが旋回角度を変更し、立方体マーカ―と描かれた経路の位置関係に従って歩行距離を調節する。従来のヒューマノイドロボットの制御としては、コントローラを用い、ロボットの視点で旋回角度、歩行距離を調節する必要があったが、ユーザ視点でロボットの移動を指示出来るため、直感的な操作が行える。

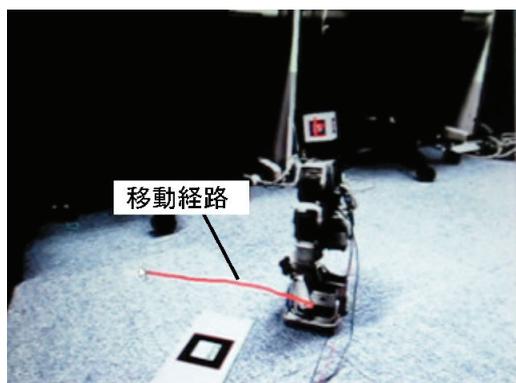


図3 ロボットの移動指示 (ユーザが見るモニタ画像)

また、動作指示においては、ロボットの各パーツや連動したパーツの指示を可能とした。通常、小型ヒューマノイドロボットのモーションを作成する場合には、各関節の角度を個別に指示する方法が取られている。複数関節が連動するモーションの作成は、特に慣れていないユーザにとっては困難であり時間が掛かる作業である。また、安価なロボットの場合はサーボの出力が弱いため、特に下半身においては自重によって実際の指示値通りに動かず、細かな修正が必要になることがある。本方式では実環境のロボットに対して指示を行うため、自重は考慮されており、逆運動学によって複数関節を同時に指示可能であり、短時間で希望する形状へとロボットを動作させることが出来る。

4. おわりに

ユーザにとって直感的にヒューマノイドロボットを制御する方法としてペン入力による指示を提案し、実際に移動・動作指示を行うシステムの実装を行った。今後は、移動指示においては経路だけでなく、一連のタスク (ごみのところへ行く→拾う→捨てる等) を簡単に指示できるシステムを実装する。動作指示においてはリアルタイム制御のみの実装であるため、実際にモーションを作成できるシステムの実装を行う。また、ロボットの位置・姿勢把握に ARTToolKit を使用したが、今後は画像内の特徴点やカメラの姿勢情報を利用する等して、実世界環境側からマーカ―を無くす方法を検討していく。

参考文献

- 1) 東京大学 IRT 研究機構
<http://www.irt.i.u-tokyo.ac.jp>
- 2) ROBO-ONE. <http://www.robo-one.com/>
- 3) 竹下勉, 大矢晃久, 油田信一: 家庭用掃除ロボットの研究—天井カメラ画像を用いた動作指示—, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'04 講演論文集(2004).
- 4) Takeo Igarashi, Rieko Kadobayashi, Kenji Mase, idehiko Tanaka, "Path Drawing for 3D Walkthrough", 11th Annual Symposium on User Interface Software and Technology 1998, pp. 173-174 (1998).
- 5) 森下圭介, 呉世淑, 清水紀芳, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 松野文俊, バーチャルライトレースによる遠隔ロボット操作に関する研究, 第25回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 60-64(2007).
- 6) Masaki Oshita., Pen-to-mime: Pen-Based Interactive Control of a Human Figure, Computers & Graphics, Vol. 29, No. 6, Elsevier(2005).