

ヒューマノイドロボットの不整地における安定動作歩行

Stable operation walk in the unlevelled land of the humanoid robot

松村崇弘*, 大久保重範**, 高橋達也***

Takahiro Matsumura*, Shigenori Okubo**, Tatsuya Takahashi***

*山形大学

*Yamagata University

キーワード: ヒューマノイドロボット (Humanoid robot), 段差昇降 (Step going up and down), マイコン (Microcomputer), シリアル通信 (Serial communication), Visual C++

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
松村崇弘, Tel.: (0238)26-3245, Fax.: (0238)26-3245, E-mail: sokubo@yz.yamagata-u.ac.jp

1 緒言

ヒューマノイドロボットは人間の形を模しており, 人間の生活環境において適応しやすい. そのため, エンターテイメント向け, 介護向け, 災害向けといった様々な有用性が期待され, 日々開発, 研究が行われており, 人間をサポートすることも期待されている.

ロボットを人間と同環境で動作させ, 人間をサポートさせるためには, 不整地での安定動作が必要不可欠となって来る.

そこで, 本研究ではヒューマノイドロボットに対し不整地において安定動作歩行をさせることを目標とする. 不整地の中には斜面や段差といったものがあるが, 今回はこのなかでも段差に注目し, 段差昇降を安定して行えるようにする.

2 ロボットの概要

本研究では近藤科学から発売されている KHR-2HV を使用する. 外観を Fig.1 に, 仕様を Table 1 に示す.

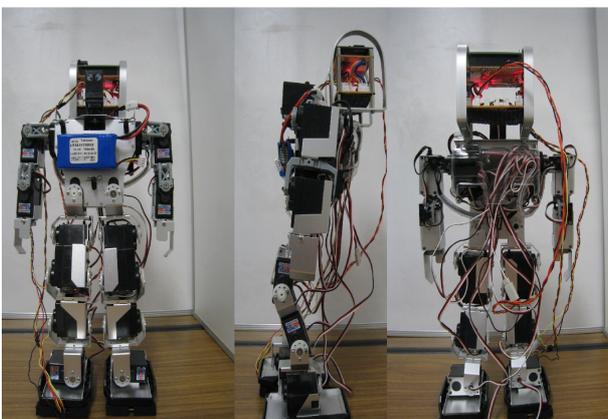


Fig.1 Appearance of humanoid robot

Table 1 KHR-2HV specifications of robot

Name	KHR-2HV
Size[mm]	116 × 190 × 430
Weight[kg]	1.44
Degree of freedom	17

3 ロボットの概要

3.1 既存の脚部

既存の脚部では, 脚部のサーボにかかる負荷が大きいという問題点があった. 段差を昇降するときには, 片足に重心を移動しなければならず, 重心を移動した方の足のサーボにかかる負担が大きく, 連続的な段差の昇降は厳しい.

そこで新しい脚部について考えていく必要がある.

3.2 平行リンク機構の脚部

今回は平行リンク機構の脚部に着目した.

研究で使用した平行リンク脚部を Fig.2 に示す. この平行リンク脚部は 2 つの平行リンク機構で構成され, 組み合わせた部分は脚部の膝の部分となる. また, 受動関節は摩擦を減らすためにボールベアリングを使用した.

4 実験方法

4.1 サーボモータにかかるトルク

シリアルリンクと平行リンクのサーボモータにかかるトルクを比較するために Fig.3 に示すような実験を行った.

平行リンクのフレームを使用し, 先端に 0.1~0.5[kg] のおもりを吊り下げる. サーボモータにフレームを水平に保たせた状態で, サーボモータに流れる電流を計測する. ここでは, H8/3069F マイコンを使用し, 電流センサからの値を A/D 変換処理を行う.

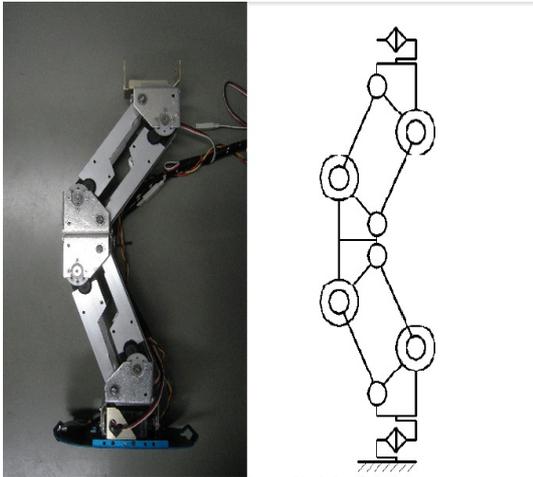


Fig.2 Parallel link

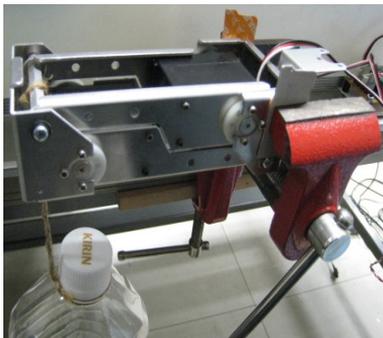


Fig.3 Torque measurement using parallel link

Fig.4 はシリアルリンクと平行リンクの各サーボモータに流れる電流を示す．静止させた状態で，シリアルリンクよりも平行リンク脚部のサーボモータに流れる電流を軽減することができた．また，サーボモータを1つ使用した場合においてもシリアルリンクよりも減少させることができた．

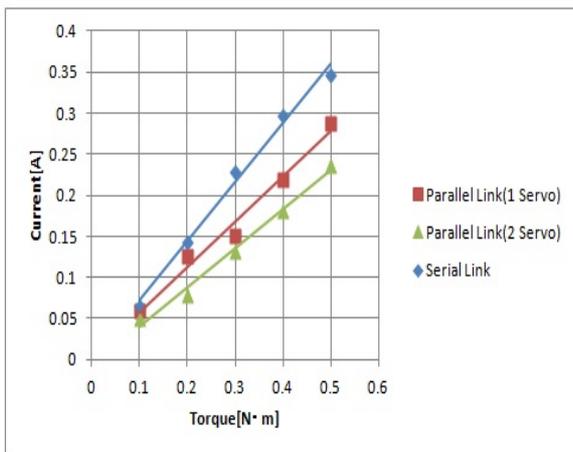


Fig.4 Servomotor current

5 システム概要

制御ソフトウェアは, ロボットのモーションを作成するためにロボット付属の HeartToHeart Part3 と, マイコンにプログラムを書き込むために Cygwin を使用する. また, マイコンからの信号を読み取り RCB-3 に命令を送るために, Visual C++ を使用する.

Fig.5 に本研究で使用しているシステムの概要を示す. 各センサの値は H8 マイコンを通して PC に入力する. H8 マイコンで読み取ったセンサの値により, 行う処理を判断する. モーションを実行する際, PC から KHR-2HV へ姿勢データを逐一送信 (リアルタイム通信) するようにし, 今回は RCB-3 をモータドライバとして使用することとした.

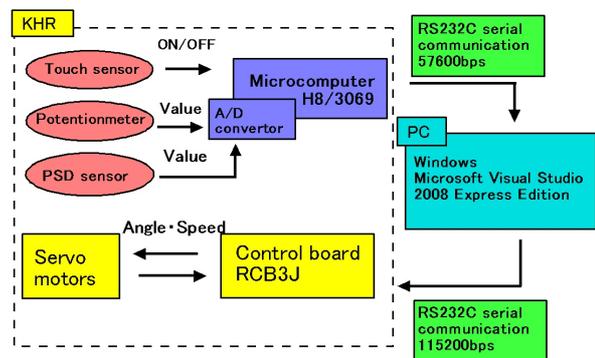


Fig.5 System

6 使用センサ

ロボットの手先にタッチセンサを, 腕部に PSD センサを取り付ける. センサの写真を Fig.6 に示す.

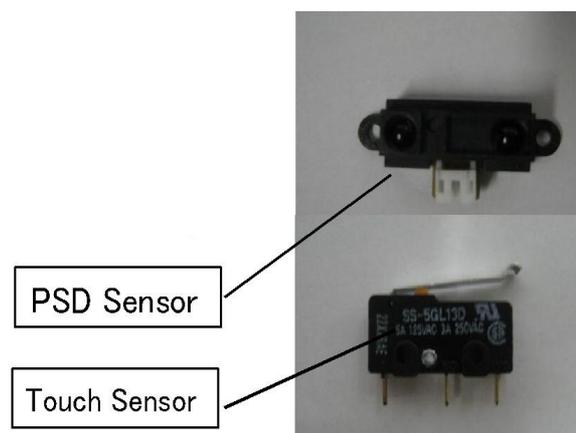


Fig.6 Sensor

6.1 モーションのステップ化による連続動作

本来 KHR-2HV は,RCB-3 内に記録したモーションを単純に再生することで各種動作を行っているので,任意の歩数だけ歩かせる等の動作は不可能である.そこで今回は,RCB-3 をモータドライバとして使用し,PC に格納されている各サーボの角度をリアルタイムで送信する.これにより,任意の歩数の歩行動作,別の歩行動作へのスムーズな移行,停止の実現を目指す.

本研究室の KHR-2HV が行える動作を 3 のステップに区切り,区切りとなる姿勢には Fig.7 に示す姿勢を用いている.

この姿勢のタイミングで動作を切り替えることで,動作切り替え時に一時停止することなく動作を行う.また,左右どちらの足からでも動作を終了して静止できるよう,動作終了時のステップは 2 通り用意した.これらのステップ化したモーションにより,スムーズに動作の切り替えを行う.

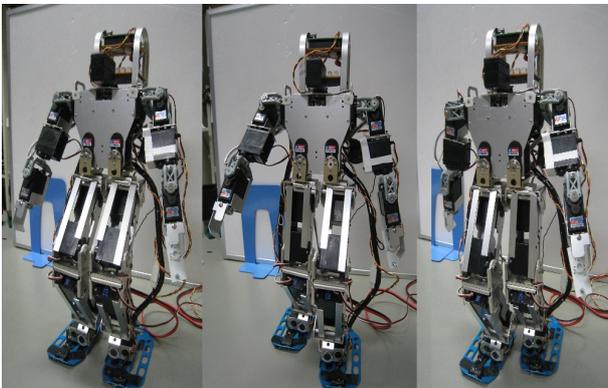


Fig.7 Position

6.2 センサの値による行動決定

センサの値を取得し,センサの値により行動を決定する.センサに反応がない場合には,歩行を繰り返す,センサに反応があった場合には,次の動作切り替え可能位置まで移行して動作を切り替える.Fig.8 にセンサの情報による状態遷移の様子を示す.

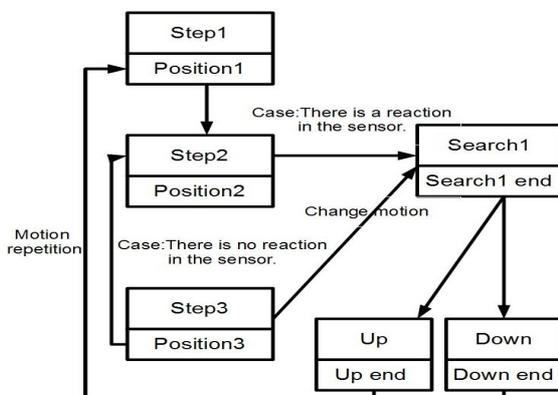


Fig.8 State transition

6.3 タッチセンサ, PSD センサを用いた段差昇降

まず,つま先のタッチセンサが反応するまで歩行を繰り返す.タッチセンサに反応があった場合,腕部の

PSD センサにより段差の大きな高さを計測し,段差昇降行動に移行する.

次に,PSD の測定した値と地面から PSD センサまでの距離を比較し,段差を登るのか降りるのかを判断する.この判断の様子を Fig.9 に示す.

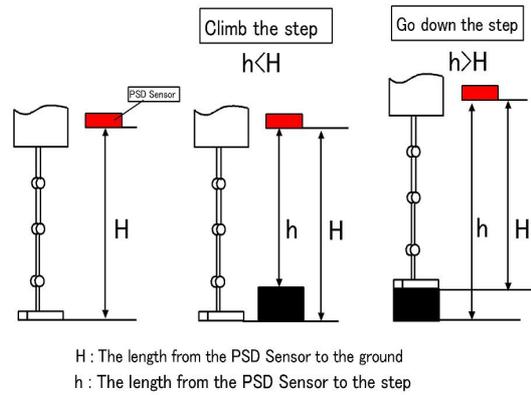


Fig.9 Judgment method using the PSD sensor

7 結言

今回は平行リンク機構を使うことにより,サーボモータにかかる負荷が減少することが確認できた.また,今回はロボットが静止している状態での負荷トルクを調べたが,ロボットが動く際の動的動作における負荷トルクについても調べていく必要がある.

この他にも今回は外部情報を取得し,マイコン PC 間,PC コントロールボード間で,シリアル通信をすることができた.

しかし,段差の高さを測定することはできていないので,脚部のポテンショメータ等を使った測定を検討中である.

参考文献

- [1] 早坂俊彦:各種センサを使ったヒューマノイドロボットの障害物回避歩行,山形大学大学院理工学研究科機械システム工学専攻 2009 年度修士論文 (2010)
- [2] 堀越隼:ヒューマノイドロボットの安定動作制御,山形大学工学部機械システム工学科 2009 年度卒業論文 (2010)
- [3] 福多利夫:二足歩行最強ロボット KHR-2HV 完全ガイド,株式会社大洋図書,初版第 1 刷 (2006)
- [4] 桑井康孝:猫でもわかる C 言語プログラミング,ソフトバンク クリエイティブ株式会社,初版第 12 刷 (2007)