

E-2

歩行と跳躍運動を行うヒューマノイドロボットの研究開発

等身大ヒューマノイドロボットの研究開発

Research and development of humanoid robot performing walking and jumping exercise

Research and development of life-sized humanoid robot

渡部 重樹¹ 斎藤 健² 内木場 文男²

Shigeki Watanabe, Ken Saito, Fumio Uchikoba

Abstract: This paper presented a humanoid robot that can perform walking motion and jumping motion for realization of human-like natural travel motion. In the case of the jumping motion, the motion of the robot is simulated on a computer using exercise simulation software, and calculated the exact value on the load applied to each joint. Also, the results obtained are applied to a real machine. In the case of the walking motion, walking method is derived a stable by collecting the data from the pressure sensor attached to the sole of the foot.

1. 緒言

近年、全長が 1 メートルを超える大型のヒューマノイドロボットが盛んに開発されている。大型のヒューマノイドロボットであれば、人間の生活環境内でも自然に適応でき、また人間の替わりとなって作業を行わせることも期待できる[1],[2]。

ヒューマノイドロボットの代表例である ASIMO の場合、歩行や走行などの移動をする時は重心位置を一定に保つため中腰の状態で行っている。また深く屈伸した状態からの跳躍運動など、激しい重心移動を含む動作を行うことが困難である。その結果、動作に人間らしさが欠ける、という問題が生じてしまう。

走行運動が可能なヒューマノイドロボットは既に報告されているが、重心移動を含む、人間らしい自然な走行を行えるヒューマノイドロボットに関しては、現在も研究が未発展である。

本研究では、人間らしい自然な走行を行えるヒューマノイドロボットの開発を目標とし、走行運動を特徴づける 2 つの要素である、跳躍と歩行という、2 つのモーションを実現する。

2. ヒューマノイドロボットの構造

Figure.1 が本研究で作製したヒューマノイドロボットの軸配置である。全身の自由度の合計は 32 であり、跳躍と歩行の際に重要となる、脚部の軸数を特に多く設けた。

さらに脚部には、平行リンク機構を導入した。これ

により動作の安定化と、サーボモータにかかる負荷の分散を図った。

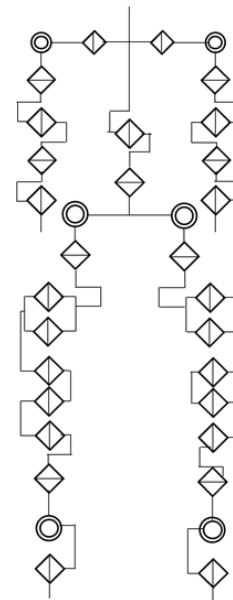


Figure1. Axis placement of a humanoid robot that is made in this research

3. シミュレーションとセンサ

本研究のヒューマノイドロボットは、激しい重心移動を含む跳躍を目標としている。しかしヒューマノイドロボットは複雑な構造をしており、重心位置の変化を考慮した関節への負荷の算出を人間の手によって行うことは困難である。

そこで本研究では、3DCAD ソフトと運動シミュレーションソフトを用いてロボットの跳躍をコンピュータ上でシミュレートし、関節にかかる負荷の正確な値を算出した。これにより、可能な限り高い跳躍が可能と

なる跳躍方法を導き出し、実機へと応用した。

本研究では、跳躍量と跳躍前の姿勢との関係に着目し、Figure.3 の θ を 5 度ずつ変化させ、様々な膝の角度でロボットを屈伸させ、そこからの跳躍をシミュレートし、跳躍量とその跳躍を行うためにサーボモータに求められるトルクの値を算出した。

Figure.2 がシミュレーション結果である。実験前に屈伸角度の増加に伴い、必要トルクは正弦波的に増加すると予想したが、実際には重心位置の変化により、規則的な増加は見られなかった。

作製するロボットに用いるサーボモータは、最大トルクが $67\text{kg}\cdot\text{cm}$ と定められている。このグラフから、膝の角度が 85 度を超える屈伸からの跳躍は、最大トルクをオーバーすることが分かる。よって、膝の角度が 80 度の屈伸からの跳躍であれば、サーボモータの性能を逸脱することなく、より高い跳躍が可能になる、ということがわかる。

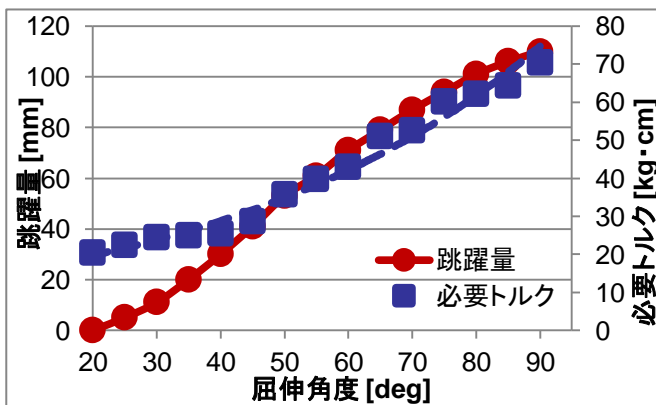


Figure.2 The amount of jumping and required torque for bending angle

本研究では動作の安定を目的として感圧センサを足裏に用いた。運動する上で重要な姿勢の制御に着目し、外界センサとして抵抗変化型圧力センサを使用した。センサに集中して圧力をかけ、抵抗値の変化を測定することにより検知する。この値を用い脚部のサーボモータの角度を制御し、また床の接触を確認した。

4.実験結果

跳躍の様子を跳躍量測定するためにカメラで撮影した結果、約 90 [mm]の跳躍量を測定した。シミュレーションでは同条件で 100 [mm]の跳躍量を計測したため、

約 10 [mm]の誤差が生じた。

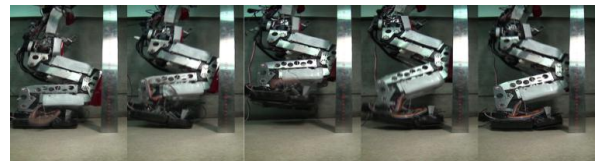


Figure.3 Jumping behavior of a humanoid robot in this research

歩行動作は、転倒することなく約 200 [mm]進むモーションを作製した。

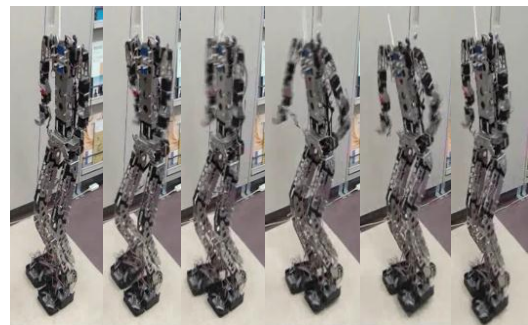


Figure.4 Walking motion of humanoid robot in this research

5.まとめ

全長 1.1[m]、重量 5.4[kg]のヒューマノイドロボットを作製した。シミュレーションにより跳躍を最適化し、激しい重心移動を伴う 90 [mm]の跳躍を行えた。また、足裏に取り付けたセンサによって、安定して 200 [mm]を歩行させることができた。今後、上半身も意識し、着地時の姿勢制御を考え、歩行から走行へ進める。

6.参考文献

- [1] 手嶋教之、“福祉ロボットの安全技術”REAJ 誌 2010Vol.32, No.8(通巻 188 号)
- [2] 高畑光司、“人間の四肢運動を補助する介護ロボットの開発”関西支部講演会講演論文集、pp.13-16(2009)