

受動車輪型移動機構を用いた二足ロボットの研究

知能機械力学研究室

新谷和也

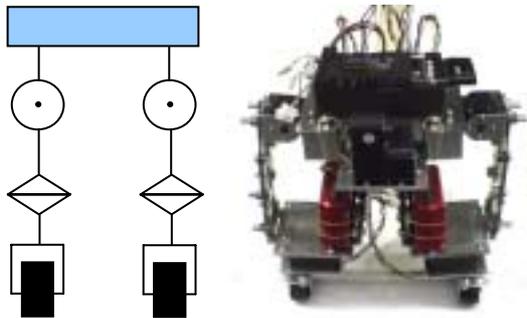
1. 緒言

ロボットによる移動方法として脚による移動や車輪による移動があげられるが、なかでも脚歩行は段差や不整地など様々な地形に対応した移動が可能であり、不整地における移動は車輪による移動に比べ効率が良い。しかし、障害の無い水平面上における移動性能においては車輪走行に優位性があると知られている。そこでその両方の利点を生かすために不整地では脚歩行、整地では車輪走行と使い分けるハイブリットな移動手法を持つロボットが研究されている。この方法としてモーターを持たない受動車輪を用いて車輪走行を実現する方法が研究されているが、その多くは多脚であり二足のロボットはあまり研究されていない。

本研究では、環境に合わせて受動車輪による車輪走行と二足歩行を使い分け移動を行う二足のロボットの開発を目指してきた。本論文では2足の受動車輪による走行を行うロボットの操作性向上のための無線操作化について報告する。

2. 実験装置

本研究で使用した2足ロボットの概略図を図1(a)に全体図を図1(b)に示す。図1(b)では取り外しているが、実際の受動車輪走行では本体を支える補助アームを取り付け、その先に全方向に移動できるキャスターを取り付け、倒立状態を維持している。データの通信方法については User Datagram Protocol(以下 UDP)を用いた。



(a) Schematic diagram (b) Whole image of Robot

Fig. 1 Biped Robot

3. 受動車輪による推進

図2のように、車輪に力 F が加わる時、車輪には、車輪回転の接線方向に F_n 、法線方向に F_t が発生する。本体速度を V とする時、 F_t 、 F_n は次の式で表される。

$$F_t = -\text{sign}(V \times \cos \theta(t) + \dot{L}(t) \times \sin \theta) \times \mu_t \times W \quad (1)$$

$$F_n = \text{sign}(V \times \sin \theta(t) + \dot{L}(t) \times \cos \theta) \times \mu_n \times W \quad (2)$$

ここで、 W はロボットの重量である。 $\dot{L}(t)$ は、時刻 t における股の開閉速度を表している。 μ_t は、車輪回転方向のこぎりの動摩擦係数であり、 μ_n は、車輪回転軸の法線方向への動摩擦係数である。また、 sign は括弧内の符号を監視する

関数であり、マイナスであれば-1、プラスであれば1を返す。本体速度 V と、 F_n 、 F_t の y 成分を合成し本体質量 M で割ったものが加速度となり、移動が可能となる。

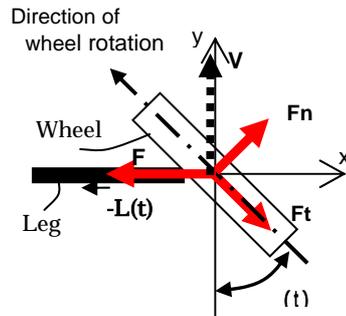


Fig. 2 Relation of power

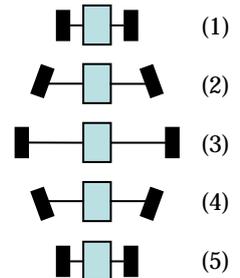


Fig. 3 Motion of robot

4. 受動車輪による移動

図3のように、(1)から(5)に動かすと、ロボットは前向き速度を得る。逆に、(5)から(1)に足を動かすと、後ろ向き速度を得る。また、片足を(1)から(5)、もう一方を(5)から(1)と動かすとその場で回転し、片足の車輪のみ(1)から(5)または(5)から(1)と動かすと、車輪を動かさない足を軸足とした回転を行う。

5. 無線操作

パソコン側のプログラムとしては、joystickの傾きを1000~-1000までの数値として読み込み、その数値を左右の足の動作を決める数値データに変換して、随時ロボットに送信する。

ロボット側のプログラムとしては、データ受け取り、与えられた指示データから必要な角度を計算し、各サーボモータに送ることで、受動車輪走行を行う。このとき、通信データの取得のための待機時にCPUを占有してしまい、動作に支障をきたす問題があったため、動作プログラムと通信プログラムのプロセスを分け、一方のプロセスがCPUを占有する事を防いだ。また、プロセスの間でのデータの受け渡しに、共有メモリを用いた。この共有メモリが受け取ったデータを上書きしていく更新方法をとる事により、通信が途絶えた場合でも、共有メモリに残る以前のデータが参照され続けることで、指示が途切れて止まってしまう事を防ぐ事が可能となった。

実験の結果、PCとロボットとのデータの受け渡しと、ロボットが受け取ったデータによって3章で示した移動の実現を確認した。

6. 結言

受動車輪を用いた2足ロボットにおける、無線通信によるPCとロボットのデータの受け渡しと、そのデータによる前後の移動、左右への旋回、停止の操作を実現した。

参考文献

- (1) 広瀬・竹内：ローラーウォーカー，機論，62巻，599号，C編，pp242-248，1996