線形倒立振子モードを用いた二足歩行ロボットの制御

機械工学科５年　15-12　小南　義実
指導教員　木澤　悟

研究の目的

近年，人間との協調・共存を目指す人間型ロボットの研究が盛んに行われている．そこで，研究の目的は人間の歩行のメカニズムを解析し，ロボットに人間と同じような歩行をさせる事を目指した．去年までの研究の成果は静歩行させる事に成功したが，静歩行では動きの速い歩行に対応が不可能である．そこで本研究では動歩行制御を取り入れ，そのための歩行軌道を設計した．

ロボットの設計仕様

図１に示す全長 308㎜，全重量 1．11kg で，片足 5 自由度，両足で計 10 自由度のロボットを使用した．このロボットは，浅草ギ研の RC サーボコントローラを関節の駆動に使用し，背面に取り付けたサーボコントローラを介してパソコンから制御する．なおセンサ類は全く搭載していない．軌道計算に使った言語は行列計算の簡単な MATLAB，実際のサーボモーターの制御にはシリアルポート通信を制御するために Visual C# 2005 Express Edition を利用した．

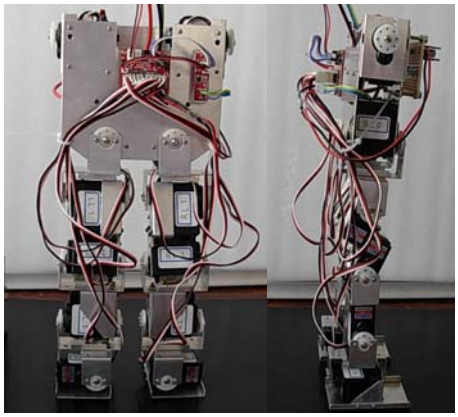

図１，二足歩行ロボット外観

研究方法

目標軌道の設計方法の一つに，全質量が重心位置に集中していると仮定し，特に加速度センサ，ジャイロセンサを用いない簡単な方法として，線形倒立振子モード(LIPM)に基づいた動歩行制御がある．今回はこの制御理論を利用して目標軌道を設計する．横方向は懸垂線の方程式により，軌道を設計した，重心の移動量のパラメータを様々に変えて，繰り返し実験する事によって最適な軌道を求めた．軌道計算の手順は初めに MATLAB を使って予めシュミレーションをして軌道の算出を行い，この計算結果をもとに C#言語でプログラミングした通信ソフトを使ってロボットを動作させ挙動を確認し，歩行の安定性を検証した．

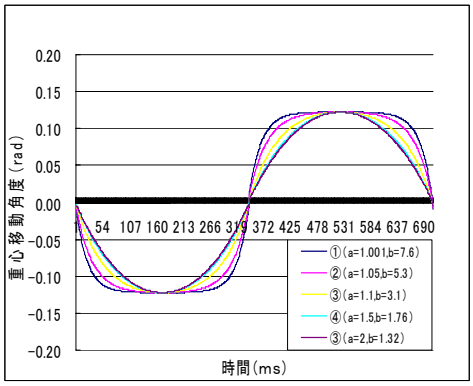

図２，左右方向の軌道の比較

実験結果

繰り返し実験した結果，LIPM 法で動歩行させる事に成功した．また，その後，横移動の関数のパラメータだけを変更し，軌道を変え，それによって歩行の安定性がどうなるか検証した．図２にそのパラメータによる違いを示す．図中の③を基準にして，①と②は③より横方向の重心移動の加速が少なく，④と⑤は③より横方向の重心移動の加速が大きい関数である．以上５種類で実験してみたところ，③以外では歩行が困難になった．そこで，次は今度はそれぞれの関数において重心最大移動量：

α_{max} を変化させて行ったところ，①が 0.10472，②が 0.09599，③が 70.12217，④が 0.13090，⑤が 0.13962 の時に安定した歩行をした．これらの数値を入れて比較すると図３の様になる．重心移動が速く行われると重心移動量が小さくて済み，逆に遅くなると重心移動量が大きくなるという結果になった．

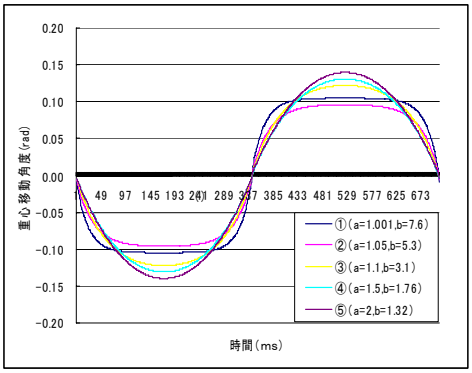

図３，最適な重心移動量にしたときの比較