多形態ロボットの運動学と走行制御

知能ロボティクス研究室　　森田　潤

1.　緒言

近年，ロボット産業は多分野に進出しているなか，極限環境下において活躍できるロボットの開発が盛んに行われている．極限環境下では安定した移動や作業が求められる．従来の形状や移動機構のロボットでは適応できる環境が決まっているため，より多様な環境に対応するには新しいメカニズムの開発が必要である．これらに対して文献(2)では，環境に応じて形態を変化させ，臨機応変に対応できる多形態ロボットを提案している．本報告では，よりスムーズに走行制御を行うために，多形態ロボットの運動学計算式を導出し，実際に脚の運動制御実験結果を報告する．

2.　多形態ロボットについて

本研究で開発している多形態ロボットは，図 1 に示すように，4 自由度の脚を 4 本もつ多形態ロボットである．特徴としては，状況に応じて様々な形態になることが可能である．平地では脚先の駆動輪により円滑な移動を行い，凹凸の激しい路面では 4 足歩行を行うことで効率のよい移動を行う．この他にも，脚を折りたたむことで，低く狭い場所に進入することや円柱を挟み込むことで昇降動作を行うことが可能である．また，パイプ等の円管内でも移動が可能であると考えられる．従来のロボットは姿勢を崩した場合，移動能力を失ってしまう．しかし，本ロボットは姿勢を崩しても脚の角度を調整することにより，移動可能な姿勢に復帰することができる．

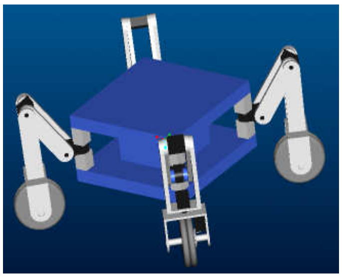

図 1　多形態ロボット

本ロボットは前後・左右に対象な形状をしている．直方体形状のボディの各角に 4 自由度の脚を備え，脚の根元をボディの中間に配置している．関節の駆動にはサーボモータを使用し，脚先に DC モータを用いた駆動輪を備えている．各関節のサーボモータには可動角度の広いものを使用し，脚に高い柔軟性を持たせる．本ロボットの特徴は従来の 4 足歩行ロボットと同様に 4 足動物の構造を模していないことである．なぜなら，4 足動物の骨格構造では関節の可動角度が狭く，柔軟な動作を実現することが不可能であるため，4 足動物の骨格構造を用いた移動方法では進行方向が直進方向に限られてしまう．

3.　運動学モデル

本ロボットが，様々な形態になる際，正確な脚の制御を行うために，4 自由度の脚の順運動学を導出することが必要である．具体的には，図 2 に示す本ロボットの脚構造に対して運動学計算式を求め，当日示す．

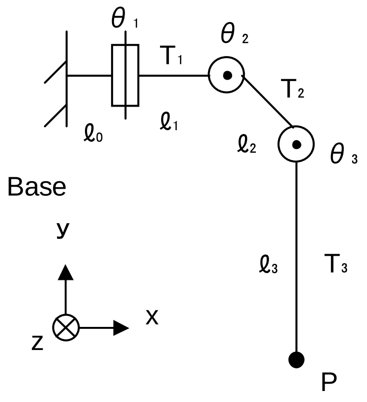

図 2　脚の簡略図

4.　製作と実験

図 3 に製作した脚関節の外観を示す．動作実験では，駆動輪での移動と脚の折り曲げを行った．実験結果は動画を用いて説明する．

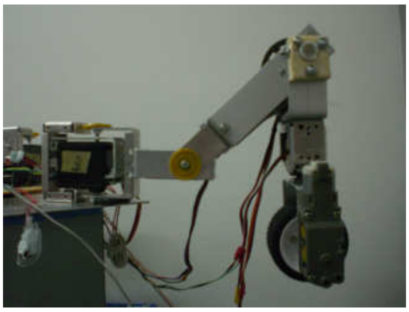

図 3　脚

本報告では，脚の正確な制御を行うために順運動学の導出し，脚の制御を行った．今後，試作機の更なる改良や動力学モデルを導出する予定である．

参考文献

(1) 山本，柿倉：極限作業ロボット－そのメカニズムと設計技術－，工業調査会，(1992)
(2) 西澤　保輝:悪路移動を可能とする四足ロボットの開発，高知工科大学卒業論文，(2006)