

# 腕脚統合型ロボットの姿勢安定

学籍番号 90102044 新井研究室 小西 剛史

## 1. はじめに

地震などの災害時における人命救助では、常に二次災害の危険を伴う。そのため、人間の活動をサポートする、あるいは人間に代わり救助作業を行うロボットの開発が求められている。レスキューロボットの形態には、クローラ型や多脚型など様々なものがある。多脚型のロボットはクローラ型などと比べ姿勢の自由度が多いため、災害現場においてより安定した姿勢が期待できる。本稿では、多脚型を応用した“腕脚統合型ロボット”の姿勢安定について検討する。

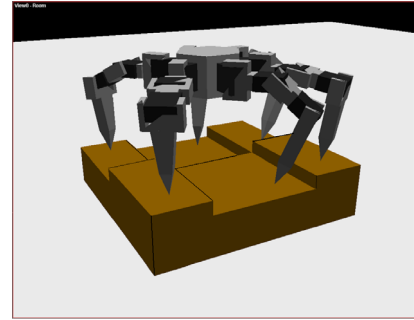


Fig.2 Stable attitude

## 2. 腕脚統合型ロボットの姿勢安定

### 2.1. 腕脚統合型ロボット

作業移動型ロボットの一種である“腕脚統合型”とは、腕への転用が可能な脚（リム）を複数有するのである。本研究室で開発された腕脚統合型ロボットは、本体中心から放射状に6本のリムを配置することにより全方向へ同程度の安定性、作業性を有する。

このロボットがリムを作業に用いる場合や不整地に立つ場合は、姿勢を安定させる必要がある。水平面上であれば、姿勢安定の評価基準として安定余裕が有効である。しかし、安定余裕は外乱による転倒生成モーメントを考慮しておらず、不整地での安定性評価基準としては不十分である。そこで、完全に転倒するまでに必要なエネルギーの大きさにより安定性を評価する「正規化エネルギー安定余裕」（以下 NE 安定余裕）を評価基準として用いる。

### 2.2. 不整地における姿勢安定

本研究で用いるロボットは外界センサを持たないため環境の情報を十分に取得することができず、実際の不整地環境においては姿勢安定が不可能である。そこでシミュレータ上に不整地環境を作成し、ロボットの姿勢を評価する。ロボットは外部情報、内部情報を保持しているものとする。

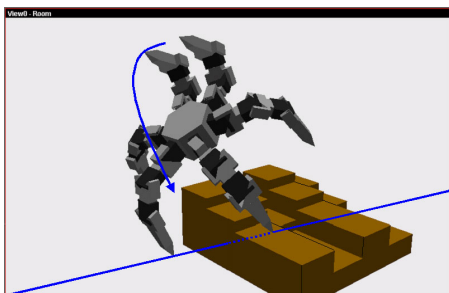


Fig.1 Falling

ロボットが転倒する場合には転倒の軸となる直線が存在する。本研究で用いるロボットでは、Fig.1のように隣接する2本のリムが転倒の軸となる可能性が最も高い。このロボットは6本のリムを有するため、転倒の可能性の高い軸が6本あることになる。それぞれの軸に対して NE 安定余裕を計算し、その中の最小値を安定性評価基準とする。

ロボットの本体中心を固定した状態でリムの接地点を決定し、胴体をロール軸、ピッチ軸に対して回転させる。接地可能な点全てに対して計算し最も安定な姿勢を求める。

## 3. 動力学シミュレータを用いた姿勢評価

### 3.1. 動力学シミュレータ

動力学シミュレータとして“OpenHRP”を腕脚統合型ロボットに適用し、姿勢評価を行う。シミュレータ上の環境物やロボットのモデルは VRML2.0 を用いて作成する。ロボットの動作を制御するために、オフラインで計算した関節の角度、角速度、角加速度の値を読み込み、指令を関節に送る。

### 3.2. シミュレーション結果

指定した姿勢を保つシミュレーションおよび3本のリムで本体を支持し残りのリムを上下に動かすシミュレーションを行った。前者のシミュレーション結果として Fig.2 を得た。

シミュレータでロボットを移動させるためには、ロボットと環境の間に働く接触力の計算精度の向上、ロボットの制御を行うコントローラの改良が必要となる。

## 4. おわりに

本研究室で用いる腕脚統合型ロボットの姿勢安定について考察し、動力学シミュレータを用いた姿勢評価を提案した。