

## 動物型 4 足歩行ロボットの歩容改善とその評価

著者 早瀬夏貴

指導教員 西仁司

### 1. 研究概要

動物とのかかわりにはアニマルセラピーの効果があり、医療や福祉、教育の現場で利用されている。しかし、アニマルセラピーには、動物の飼育における衛生的問題、動物自身のストレス、躰不足による事故、動物の死に伴う精神的ダメージの問題などが上げられる。これらの問題点を考慮して、ロボットセラピーが研究されている[1]。

ロボットセラピーとは、動物型ロボットを使用し、アニマルセラピーと同様の効果を得るものである。ロボットセラピーでは、アニマルセラピーの飼育における問題点を考えなくてよい。また、ロボットの動作プログラムを変更することで多様なシナリオを実現できる特徴がある。

ロボットセラピーにおいて、ロボットの動物らしさという要素は重要である。そこで、動物の基本動作である「歩行」という動作に注目する。昨年までの研究で直進歩行は可能となった。本年度は、制御アルゴリズムを改良し、動物らしい歩行に近づける。また、歩き方や速度を滑らかに変化させ、より自然な動作になるよう研究を進める。さらに、動物らしい歩容に対する評価方法を考える。

### 2. 制御構造

この研究では、オブジェクト間通信を用いている。AIBO のプログラムの制御構造を図 1 に示す。

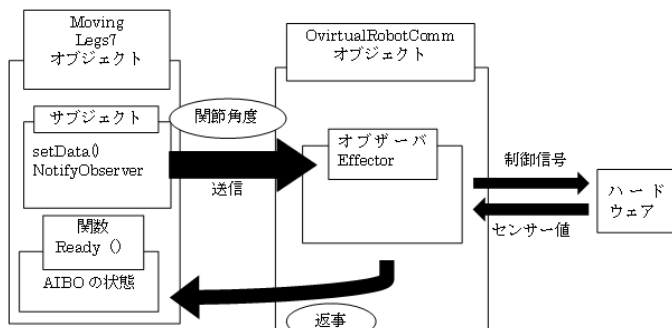


図 1 歩行プログラムの制御構造

OVirtualRobotComm は、動作の命令や値の送受信を受けて、AIBO のハードウェアへ制御信号を送るオブジェクトとして機能する。図 1 中の MovingLegs7 は、OVirtualRobotComm に対して AIBO

の脚の各関節角度を送信している。AIBO 起動後に初期化などを行い、このオブジェクトから関節の情報を含んだ命令を送ることによって、AIBO の本体を制御し、脚を動かしている。

### 3. AIBO の動作

AIBO の脚には、脇、肩、肘の 3 つの可動部がある。脇の開き、肩の位置、肘の伸ばし方によって脚の位置が決まる。歩行は、肩と肘の角度によって生成する。

AIBO の脚は、長円軌道を描いて動くと考えられる。図 2 に示すように、遊脚、蹴り上げ、支持、着地の 4 つの部分に分けて x, y 座標の計算を行う。この研究では、「遊脚」「蹴り上げ」「着地」を接地していない、「支持」を接地と考える。

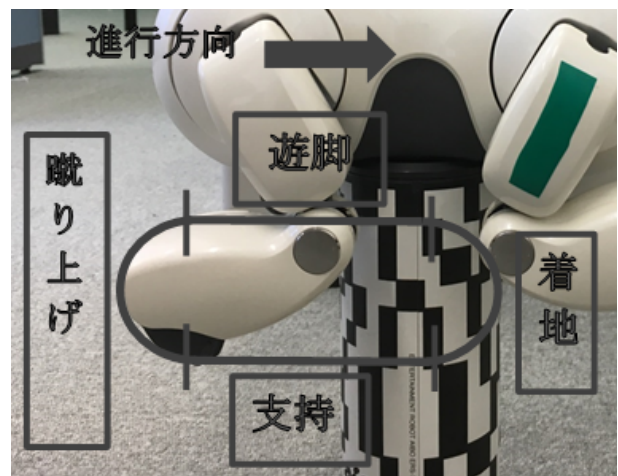


図 2 歩行の軌道

### 4. 研究成果

#### 4.1 歩き始めの改良

AIBO の 4 本の脚は、歩行の種類によって位相が異なる。昨年までは、歩きだす際、初期位相の位置から動かし始めていた。しかし、この姿勢は AIBO への負担が大きく、動きがちこちこちなく見えてしまう。そこで、最初の 1 周は、最初の脚位置の位相になってから脚を動かし始めるようにした。

本研究で使用される歩行パターンは動物学で規定されている「walk」であり、1 周期の長円軌道を 1024 点に分割して考える。1 歩目の

動き出しは「walk」の各脚の位相のずれより、左前脚が 0 点目、右前脚 512 点目、左後脚が 256 点目、右後脚が 768 点目となる。この様子を図 3 に示す。

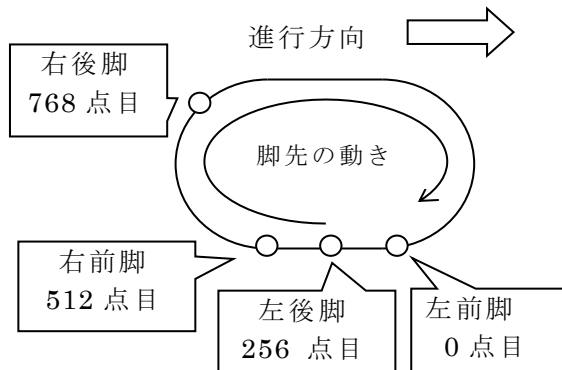


図 3 各脚が動き出すときの左前脚位置

#### 4.2 速度変化の実装

動物は、歩きだしはゆっくりで、そこから加速し、だんだん遅くなって止まる動きをする。また、文献[2]より、馬が走るとき速度が速くなるにつれて、歩幅が広がることがわかった。そこで、犬でも同様に考え、速く足を動かしているときの歩幅が大きくなっていることに着目した。本研究では、この動きをロボットで実現することを目指した。

歩き始めから段階的に速度を上げていき、最高速度に達したら、速度を落としていく。歩行開始時は速度 5 で歩き始め、1 ずつ速度を上げていく。速度に応じて歩幅を大きくし、速度が 13 に達したら減速し、止まるときは速度 5 とした。

ここで示す速度とは、1 周期中に作成した 1024 個の点をいくつかおきに設定するかを示している。速度 5 ということは、5 点おきに設定することになり、その時の 1 周期に必要な時間は、

$$1024 \div 5 \times 8ms = 1638.4ms$$

となる。つまり、速度が上がるにつれて、1 周期に必要な時間が短くなり、歩行速度が速くなる。

また、速さと同時に歩幅も大きくする。歩幅は、長円軌道の横の長さを調整することで変化させる。通常の歩幅を 4.0cm とし、遅いときを 3.5cm、速いときを 4.5cm と設定する。AIBO がこのプログラムで歩行した距離は、5 回の測定の平均で 220.8cm となった。

#### 4.3 trot での歩行

「trot」での歩行は、大きく左に曲がり、

平均歩行距離 40.96cm で「walk」より 83.34cm 短くなった。「trot」は、対角にある 2 本の脚と一緒に動き、歩行中は 2 本の脚で支えることになるため、AIBO の胴体が安定しなかった。

#### 4.4 動物らしい歩容に対する評価

今回は、人間の印象で評価を行う。研究で用いた「walk」で速度変化ありとなしの歩行の映像を見てもらい、5 段階で評価をする。1 が機械的であり、5 が最も動物らしい評価となる。アンケートは、福井工業高等専門学校に通う 5 年生の女子学生 4 人に対して行った。4 人の評価値の平均は、速度変化なしが 2.0、速度変化ありが 1.75 となった。速度変化ありの評価値が低くなっていることがわかる。速度と歩幅に変化をつけたことにより、胴体がふらつくようになったことが原因と推測される。動物らしさを感じさせるためには、歩行が常に安定していなければならないと考えられる。

### 5. 今後の課題

速度変化させたときの歩行の安定化、「trot」での安定した歩容、「walk」と「trot」を組み合わせた歩行の実現が今後の課題である。「trot」では、大きく左に曲がるが、これは AIBO 本体のバランスが原因と考えられるため、「trot」での直進歩行の実現は難しい。しかし、接地率や歩幅を変化させることによって、歩行の安定性を改善できると考えられる。接地率と歩幅の調整を行い、歩行を安定させていきたい。現段階では、「walk」か「trot」どちらかの歩き方しかできないため、歩行開始時は「walk」、速度が上がってきたら「trot」というように、歩行パターンを組み合わせ、犬の歩行を再現したい。歩容に対する評価結果より、少しでも歩行で体がふらつくとこちなく見えてしまうことがわかった。歩容プログラムを改良し、より動物らしい歩容にしなければならないと考える。

#### 参考文献

[1] 高齢者を対象とするロボット・セラピーの研究—実施方法に関する検討—

<https://www.tsukuba-g.ac.jp/library/kiyou/2006/10.HAMADA.pdf> アクセス日 2017/12/14

[2] 歩法と歩幅

<https://ameblo.jp/jq2abv/entry-12201370516.html>

アクセス日 2017/12/15