

K6-11

## CPG モデルを用いた四足型ロボットの歩行動作の生成

## Generation of Walking Motion of Four-Legged Type Robot Using Central Pattern Generators Model.

○池田祐樹<sup>1</sup>, 内木場文男<sup>2</sup>, 齊藤健<sup>2</sup>\*Yuki Ikeda<sup>1</sup>, Fumio Uchikoba<sup>2</sup>, Ken Saito<sup>2</sup>

Abstract : As for a walk of a robot, it is in use to reproduce the walk motion determined by programming.

However, it is thought that the walk of a living thing is controlled by the neural network called CPG=Central Pattern Generator.

It aims at reproducing a walk like an animal by controlling a Four-Linked Mechanism Robot by this research using the analog circuitry which produced CPG artificially.

## 1. はじめに

ロボットを制御するにあたって従来はプログラミングを行い、マイコン等に記録させ記録通りに動作させるのが主流である。プログラム制御は、あらかじめ入力されたプログラムに従った処理であれば能力を発揮できるが、一方プログラムされていない事前に予測ができない状況への対応は難しい。

この問題を解決するためロボットにセンサーを取り付け、先に何があるかを検知させ回避モーションなどに移行させることが多い。しかし、この方法でもあらかじめ回避モーションを複数作成しなければならない。

そこで、ロボット自体に行動を考えさせることによってプログラムされていない状況にも対応できるようにすれば解決できる考えた。

本研究では複合四節リンク機構を用いた四足歩行ロボットを生物に近い歩行方法で自律可動をさせるために CPG(Central Pattern Generator)を用いてロボットの歩行を制御をすることを目的とする。

## 2. Central Pattern Generator

生物の脳は細胞体とシナプスを合わせたニューロンでできている。ニューロンは細胞内外の電位差により信号の伝達を行う、細胞内外の電位差を膜電位といい、外部を基準にする。通常は内部の電位が低い状態に保たれている。この状態から膜電位を上昇させ、電位差を正方向にシフトさせることを脱分極といい、反対に負方向にシフトさせることを過分極という。細胞内部の電位の変化は前述したシナプスにより行われ、脱分極を生じさせるものを興奮性シナプス、過分極を生じさせるものを抑制性シナプスという。これらの動作している神経回路網をニューラルネットワークといい、人工的に作成したものを

特に ANN (Artificial Neural Network) という CPG はニューラルネットワークの一種で歩行パターンを生成するのに用いられていると考えられている。

Figure1.のように興奮性・抑制性シナプスを合わせて興奮抑制ニューロン対モデルという1つのユニットにし、4つのユニットを組み合わせ、抑制性シナプスモデルを用いて相互に結合したものをアナログ電子回路で再現した人工脳をロボットに搭載した。これは、各ユニットが時間遅れや同期して脱分極・過分極を起こすことにより、リズムパターンが生成される。

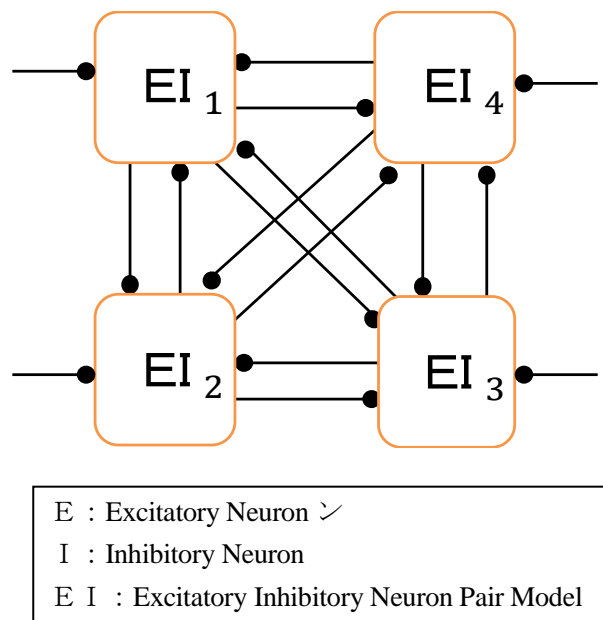


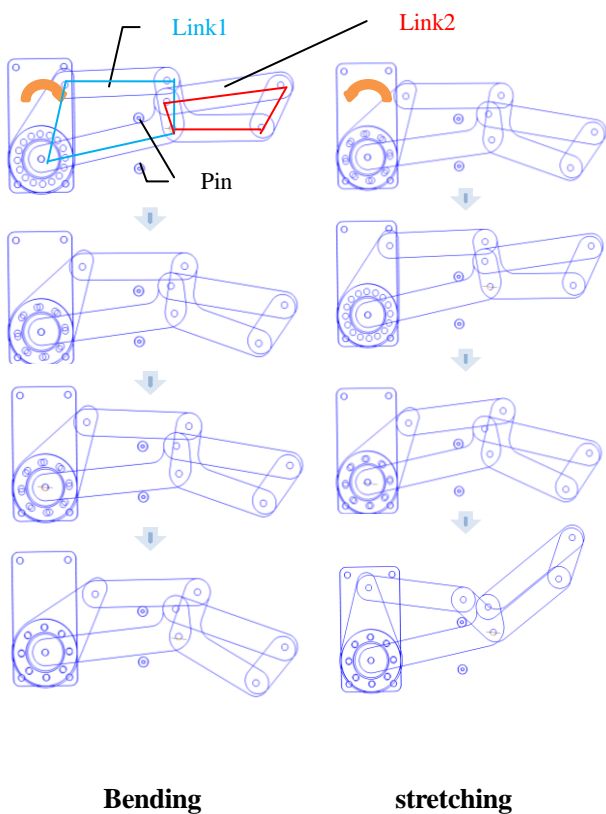
Figure1. CPG Model

1 : 日本大学・院 (前)・精機 2 : 日本大学・教員・精機

### 3. 複合四節リンク機構

ロボットの脚としてリンク機構を用いた。これは一つのアクチュエータで一本の足を動かすことによって各関節にアクチュエータを付けるよりも軽量かつ小型になる。またアクチュエータを減らすことで少ない電力で動かすことを可能としている。

複合四節リンク機構の構造については **Figure2.** に示す。第一リンクと第二リンクの二つの四節リンク機構を組み合わせたものでアクチュエータが動くことで第一リンクが固定ピンに当たり第一リンクが固定される。それによって第二リンクのみが動き続けるようになるので関節が曲がる。逆の固定ピンに当たることで元の状態に戻る。この一連の流れを四足で行い CPG の出すパターンに合わせて歩行させることで歩行を可能とする。



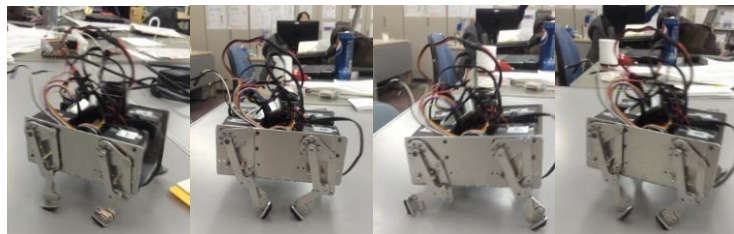
**Figure2.** Four-Linked Mechanism

### 4. 動作評価

アルミニウムで作成した四足歩行ロボットに CPG 回路をのせて歩行試験を行った様子を **Figure3.** に示す。この画像は前進を動画で撮影し 1.5[s]ごとに切り取ったものである。

今回はコントロールボード上に脚を対角で動かす駆歩のプログラムを作成した。前後の足が交互に屈曲と伸展を行っているのがわかる。このことから複合 4 節リンク機構を脚に使った 4 足歩行ロボットで前進を確認した。

しかし、左右に旋回しながら歩行することがありかなり不安定な歩行であった。



**Figure3.** Test Operation

### 5. まとめ

アクチュエータの少ないリンク機構を用いたロボットを作製し、人工脳による制御を行った。複合四節リンク機構による歩行には成功したが、人工脳を使用した歩行が不安定であった。これは CPG のリズムパターンが一定ではなく少しずつ波形がずれていってしまったからだと思われる。

今後は駆歩以外の歩行パターンで歩行を成功させることと、旋回や後退のようなバリエーションをふやすことにより生物に近い動きを可能とすることを目的とする。

### 参考文献

[1]伊藤聡,湯浅秀男,伊藤宏司,“エネルギー消費量による四足歩行パターン遷移の発振機—力学モデル”,計測自動制御学会論文集 Vol.32 No.11, pp.1535-1543(1996)  
 [2]齊藤健,“パルス型ハードウェアカオスニューロンモデルを用いた非同期ニューラルネットワークに関する研究”,pp113-132(2009)  
 [3]奏恵子,関根好文,中洞芳史,佐伯勝敏“四歩行運動パターンを生成・移行可能なパルス形ハードウェア CPG モデル”,IEEJ Trans.EIS,Vol.1