

人とロボットの歩行同期に向けた 神経振動子の視覚刺激への引き込みシミュレーション

○ 丸山大樹(東京理科大) 岡部公輔(埼玉大) 溝口 博(東京理科大)

平岡和幸 重原孝臣 田中 勝 三島健稔 吉沢修治(埼玉大)

Neural Osc. Entrainment to Visual Stimulus for Human-Robot Synchronization

*Daiki MARUYAMA¹, Kosuke OKABE², Hiroshi MIZOGUCHI¹, Kazuyuki HIRAOKA²
Takaomi SHIGEHARA², Masaru TANAKA², Syuji YOSHIZAWA², Taketoshi MISHIMA²

¹Tokyo University of Science, ²Saitama University

Abstract — This paper presents the first step of the authors plan to realize human-robot synchronized walking. Walk control of quadruped robot is carried out with neural oscillator. The walk pitch of quadruped robot is decided with oscillating cycle of neural oscillator. Vision subsystem extracts man's walk pitch by tracking man's heel. The extracted walk pitch data is sent to neural oscillator. Neural oscillator is entrained by the extracted pitch.

Key Words: Human-Robot Interaction, Quadruped Robot, Entrainment, Heel Tracking, Walk Pitch Extraction

1. はじめに

人間と共存可能なロボットを考える場合、例えばロボットに人間と共に歩行することは重要な機能の一つである。この場合、その歩行ピッチの同期は危険や違和感を除くのに不可欠である。しかし人間の歩行ピッチは一定ではなく、ロボットの歩行ピッチを人間のそれに同期させることは困難なものであると言えよう。

そこで著者らは、生体内部に存在するリズム生成機構、神経振動子に着目した。神経振動子は異なった周期の外部刺激が加えられると、その振動周期に同期するという引き込みと呼ばれる特徴を持つ。したがって人間の歩行ピッチを抽出し、そのピッチデータを視覚刺激として引き込ませることにより、歩行同期の実現が出来ると考える。

人とロボットとの同期に関しては、琴坂ら¹⁾が人間がドラムを叩くリズムを聴覚刺激として神経振動子に引き込ませることで、ドラム叩きの同期に成功している。ロボットの歩行に関しては、木村ら²⁾、竹村ら³⁾などの先行研究がある。これらの研究では神経振動子に基づく四足歩行ロボットの歩行制御の有効性が実証されている。

著者らは、人間の歩行ピッチを視覚により抽出し、それを刺激として四足歩行ロボットに搭載された神経振動子に引き込ませることで、人間とロボットの歩行同期を目指す(図 1)。以下では、神経振動子に基づく四足ロボットの歩行制御、及び、OLDA⁴⁾を応用した人間の歩行ピッチ抽出実験、また抽出された歩行ピッチへの引き込みシミュレーションについて述べる。

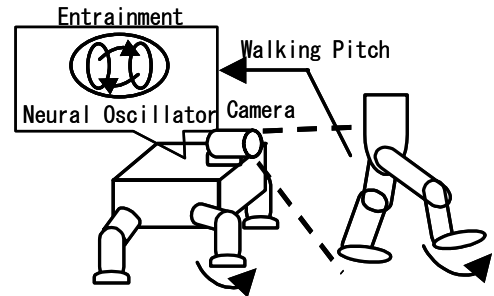


図 1 研究構想図

2. 神経振動子に基づく歩行制御

著者らは、松岡⁵⁾により提案された神経振動子モデルを用いた。神経振動子は相互抑制された二つのニューロンにより構成されており、それら二つの内部電位の差が出力となる。神経振動子を四足ロボットの右前脚(RF)、右後脚(RR)、左前脚(LF)、左後脚(LR)に一つずつ搭載し相互に結合させることでネットワークを構成する(図 2)。著者らは図に示す神経振動子ネットワークを用いた歩行リズム生成シミュレーションを行った。図 3 がその結果である。 C は結合係数である。ここで示すように各脚へ交互に出力され、四足歩行ロボットの基本歩容であるクロール歩容を形成することが出来た。

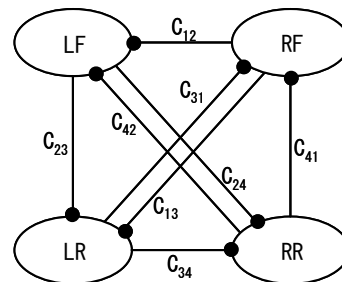


図 2 神経振動子ネットワーク

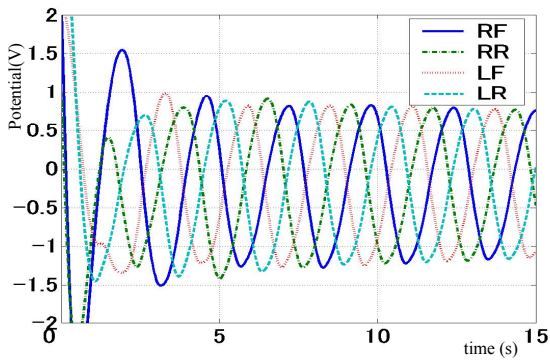


図3 歩行リズム生成シミュレーション

3. 視覚刺激への引き込み

3.1 歩行ピッチ抽出実験

本研究では、神経振動子に人間の歩行ピッチデータを外部刺激として引き込ませることにする。人間の歩行ピッチを抽出するために著者らは、対話的に学習可能なパターン認識システムを用いる。これはプログラム動作中に任意の画像パターンを登録可能という特徴がある。著者らはその特徴を用いて踵を登録し、その踵を追跡し、踵の上下より歩行ピッチを抽出することにした。図4はその実験風景、また図5は実験結果である。画面の中心を基準とし、踵を発見した位置を上下にラジアンで示すことが出来た。

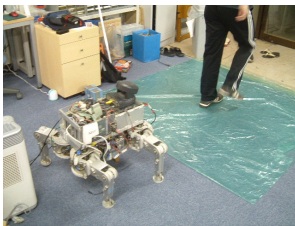


図4 実験風景

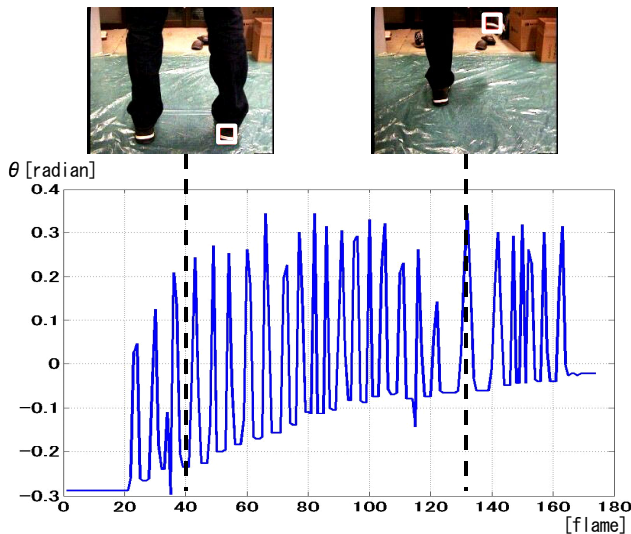


図5 実験結果

3.2 視覚刺激への引き込みシミュレーション

歩行ピッチ抽出実験で得られた、人間の歩行ピッチの実測値を外部刺激として神経振動子に入力し、振動周期を変化させる引き込みシミュレーションを行った。図6がその結果である。図に示すように、神経振動子は初め自励振動を行っている。この自励振動の周期は神経振動子の時定数を調節することで任意に変更することが可能である。そこで人間の歩行ピッチを外部刺激として神経振動子に入力することで、この時定数を調節し、その振動周期を人間のそれに同期させることにする。

図に示すように、自励振動から同期振動へ連続的に移行することがわかる。

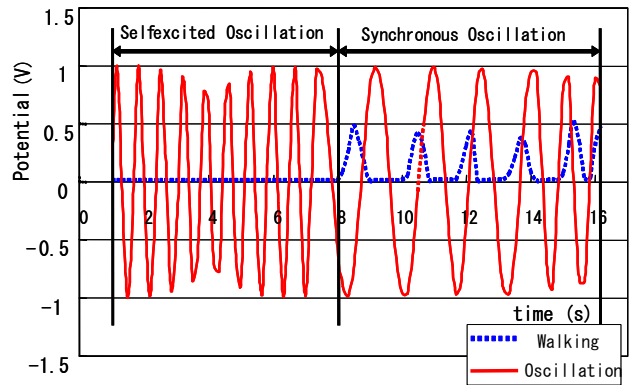


図6 引き込みシミュレーション

4. おわりに

本論文では、神経振動子に基づく四足ロボットの歩行制御、人間の歩行ピッチ抽出実験、また抽出された歩行ピッチへの引き込みシミュレーションについて述べた。これにより人間とロボットの歩行同期の実現可能性が確認できた。シミュレーションを実機で動作させ、実際に歩行同期を行わせることが今後の課題である。

謝辞

This work has been partly supported by CREST of JST (Japan Science and Technology Corporation).

参考文献

- 1) 琴坂ほか：神経振動子を用いたロボットのリズム的な運動生成. 日本ロボット学会誌. 19, pp.116-123, (2001).
- 2) 木村ほか：神経振動子を用いた四足ロボットの不整地動歩行と整地走行, ロボット学誌, 16-8, pp.1138-1145, (1998).
- 3) 竹村ほか：リズム生成に基づく歩行ロボットの跨ぎ越え動作の生成, RSJ2000 予稿集, pp.211-212, (2000).
- 4) 岡部ほか：認識対象パターンの対話的教示が可能な OLDA ベース任意画像パターン認識システム, SI2002 講演論文集, (2002).
- 5) K.Matsuoka: Sustained Oscillations Generated by Mutually Inhibiting Neurons with Adaptation, Biol.Cybern, vol.52, pp.367-376, (1985).