

粘菌型自律歩行ロボット行動決定のための動態時系列センシング

Dynamic State Sensing for Action Decision of An Amoeba-inspired Autonomous Walking Robot

北大量集センター¹, 慶大環境情報², [○]大沼柊¹, 斉藤健太¹, 末藤直樹¹, 葛西誠也¹, 青野真士²

RCIQE, Hokkaido Univ.¹, Fac. Env. Info. Stud., Keio Univ.² [○]S. Onuma¹, K. Saito¹, N. Suefuji¹, S. Kasai¹, M. Aono²

E-mail: onuma@rciqe.hokudai.ac.jp

はじめに：災害救助や惑星探査で活動する自律ロボットには、未知の環境で想定外の事態に対応できる能力が不可欠である。我々はこれまでに、単細胞ながら高度な計算能力をもつ生物粘菌に着想を得た最適化問題探索システム[1]を応用し、ロボットに運足をプログラムすることなく自律的に歩行させること、および、障害物突破能力の創発に成功した[2]。次の課題として、自律的に運動を洗練させ行動を効率化する能力の獲得がある。本研究ではその足がかりとして、自身の歩行状態を視覚情報に頼らず身体感覚を通して把握することを想定し、身体状態の時系列センシングを行い、歩行状態との関係について検討した。

システムと実験方法：市販の4足歩行ロボットに組み込んだ粘菌型自律歩行システムは、転倒や後退を避けつつ可能な動作を試行錯誤するプロセスを最適化問題として定式化し実装している[2]。これによりロボットは物理空間において実時間で試行錯誤を行い多種多様な運足を逐次生成する。本ロボットには標準歩行運足もプログラムされており、任意のタイミングで試行錯誤モードと切り替え可能である。本研究では、ロボット胴体下部に3軸角速度センサを設置し、身体状態として歩行方向となる y 軸とその横方向である x 軸の角速度 ω_y と ω_x を同時に計測した。歩行路として整地と不整地（段差となる平板を等間隔に配置）の2種類を用意し（図1）、これら路面上を標準歩行および粘菌型自律歩行モードでロボットを歩行させてセンサ信号を5ms毎にサンプリングし角速度の時系列データを得た。サンプリング間隔はロボットの物理行動時間スケールより十分小さくした。

結果と考察：標準歩行モードでの整地歩行時の角速度時系列を図2(a)に示す。 ω_x と ω_y が約0.5s周期で変化し、加えて極めて明確な逆位相特性を示した。一方、図2(b)のように不整地に侵入すると角速度は x と y 方向の位相相関を失い、周期性を欠いた不規則な変化を示した。これらの特徴は粘菌型自律歩行モードでも同様に観測された。観測された0.5s程度の周期はロボットが制御系から指令を受けてアクションを起こし次の動作に入るまでの時間に対応している。角速度の逆位相特性は前進する際に身体の重心が右もしくは左斜め前に傾くことを反映している。以上の結果より、歩行方向とその横方向の角速度の時系列パターンから歩行路面状態を判断できる。

[1] 斉藤、葛西、青野、第64回応用物理学会春季学術講演会、2017年3月、横浜。

[2] K. Saito, N. Suefuji, S. Kasai, and M. Aono, Proc. IEEE ISMVL2018, p.127 (2018).

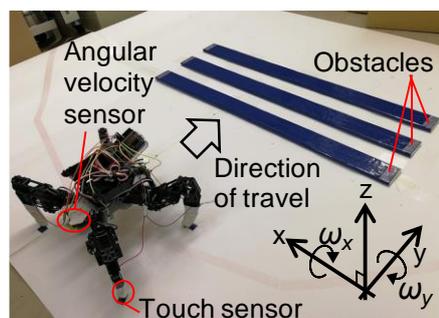


Fig.1. Experimental setup

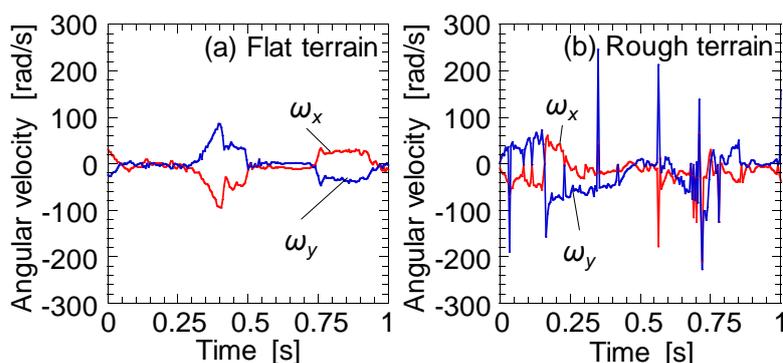


Fig.2. Time series of angular velocities in walking