

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	ローラーウォーカーに関する研究 第12報：脚の抜重によるローラーウォークの高速化
Title	Study on Roller-Walker No.12: Velocity Increase by Vertical Leg Movement in Roller-Walk
著者	周宜新, 遠藤玄, 広瀬茂男
Author	Yi-Hsin Jou, Gen Endo, Shigeo Hirose
掲載誌/書名	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012, , , 2A2-M01
Journal/Book name	Proceedings of the 2012 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, , , 2A2-M01
発行日 / Issue date	2012, 5
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

Fig. 2 Simulation model

3 提案する鉛直方向脚運動

前脚左右の式 (1)(2) に同期した鉛直方向 (Z 方向) 運動を脚位置の時系列軌道として与え、そのときの加速度を求めると次式になる。

$$Z(t) = Z_{offset} + Z_0 \sin(2\omega t + 3\pi/2) \quad (3)$$

$$\ddot{Z}(t) = -4\omega^2 Z_0 \sin(2\omega t + 3\pi/2) \quad (4)$$

XY 平面内での角速度 ω に対して、1 周期で 2 回の加減速位相があることから、Z 方向の角速度は 2ω としている。脚の Z 方向加減速と XY 平面内での脚位置の関係を図 3 に示す。加速位相ではより強く脚を踏み込み、減速位相では脚を引き上げることで垂直抗力を減ずる。

後脚についても同様の考え方で Z 方向の正弦波振動を導入するが、前後脚間の位相差は $\phi_{fr} = \pi$ とした。このように設定することで、重心位置は常に前後脚接地位置の中心に設定することができ、重心位置の変動による垂直抗力変化を抑えることが出来る。

4 動力学シミュレーション

提案した脚軌道を動力学シミュレータ Open Dynamics Engine を用いて検証した。(シミュレーションモデルの詳細は文献 [4] 参照のこと。) 様々な Z_0 で速度シミュレーションを行ったが、脚可動範囲で最大である $Z_0 = 0.066[m]$ のときに最も速度が大きくなった。図 4 に停止状態から加速し、定常速度で推進する様子の速度の時間変化を示す。従

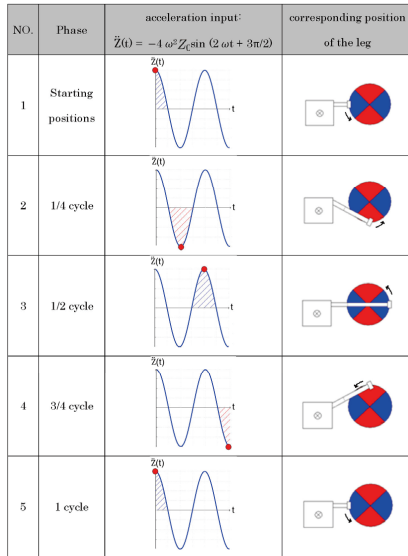


Fig. 3 Vertical leg acceleration according to the horizontal leg trajectory

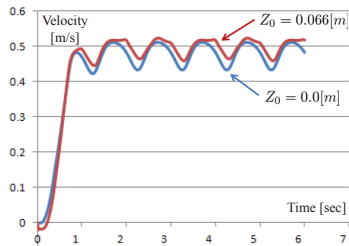


Fig. 4 Velocity simulation using Open Dynamics Engine ($d_0=0.05[m]$, $\theta_0=0.3[rad]$, $\phi=\pi/2[rad]$, $\omega=3.14[rad/s]$, $\phi_{fr}=\pi[rad]$)

来軌道では定常速度の平均値 $0.479[m/s]$ であるのに対し、新たに提案する脚軌道では $0.499[m/s]$ であり、推進速度の向上が確かめられた。

5 実験

提案する脚軌道を用いて実機により一定距離を定常速度で推進するときの時間を測定し、4 試行の平均値を計測値とした。また Z_0 をパラメータとして $0 \sim 0.065[m]$ までの間 $0.005[m]$ 毎に変化させて実験を行った。実験の様子を図 5 に、推進速度を図 6 に示す。 $Z_0=0.0[m]$ の従来脚軌道では $0.421[m/s]$ であったのに対し、 $Z_0=0.05[m]$ のとき最大値 $0.43[m/s]$ となり速度上昇が確かめられた。しかしながらその効果は 2% 程度に留まっている。これは本実験条件が $\omega=3.14[rad/s]$ (周期 $2.0[sec]$) と比較的遅い振動で行ったためロボット本体の固有振動の周期と整合性が取れていないためではないかと考えている。

6 まとめ

本報では鉛直方向の振動により脚の抜重を考慮した新たな脚軌道を提案し、その効果を検証した。今後はより広いパラメータ空間で最適値を求めてゆく予定である。

参考文献

- [1] 遠藤 玄, 広瀬 茂男: “ローラーウォーカーに関する研究-基本的運動の生成と自立推進実験-”, 日本ロボット学会誌, 18, 7, pp.1159-1165, 2000.
- [2] 遠藤 玄, 広瀬 茂男: “ローラーウォーカーに関する研究-脚軌道による推進特性の適応的調節-”, 日本ロボット学会誌, 26, 6, pp.691-698, 2008.
- [3] Gen Endo, Shigeo Hirose: “Study on Roller-Walker -Energy Efficiency of Roller-Walk-”, Proc. ICRA, pp.5050-5055, 2011.
- [4] Gen Endo, Keisuke Arikawa, Shigeo Hirose: “An Empirical Comparison of a Free Dynamics Simulator “Open Dynamics Engine” with TITAN-VIII Hardware Torque/Power Measurements”, Proc. ICRA, pp.6065-6070, 2011.

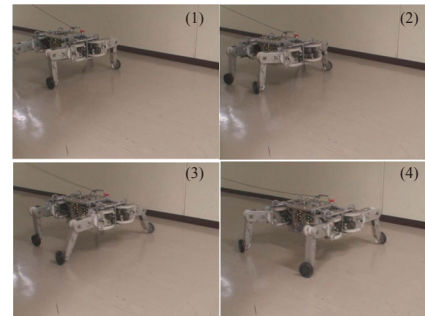


Fig. 5 Hardware experiment with the proposed leg trajectory ($Z_0=0.015[m]$)

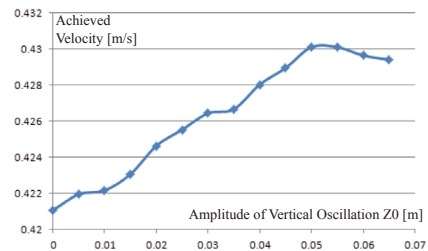


Fig. 6 Experimental velocity according to Z_0 ($d_0=0.05[m]$, $\theta_0=0.3[rad]$, $\phi=\pi/2[rad]$, $\omega=3.14[rad/s]$, $\phi_{fr}=\pi[rad]$)