

# グラウンドさせた腕による走行ロボットの自律化アプローチ 屋外走行に向けて

○棚橋亮太 (名工大) 服部誠司 (名工大) 小林和真 (名工大) 鈴木幹久 (名工大) 岡本一将 (名工大) 佐野明人 (名工大)

## Autonomous Approach for Running Robot with Grounded Arm For Outdoor Running Experiments

○ Ryota TANAHASHI(NITech), Seiji HATTORI(NITech), Kazuma KOBAYASHI(NITech), Mikihiisa SUZUKI(NITech),  
Kazumasa OKAMOTO(NITech), and Akihito SANO(NITech)

Abstract: In this study, we aim to the human-like high-speed running that has high energy efficiency. We report that the human-like high-speed running with using a grounded arm as a new approach for autonomous running and we will use this new approach for outdoor running experiments.

### 1. はじめに

本研究室では、歩行・走行ロボットを隣同士で同時に実験・開発している点が特色である。両者ともワイヤ駆動、弾性体やバネ付ワイヤ拘束を複合して用いているなど、システムで共通化が図られている。本稿では、屋外での走行実験を念頭に、実験者の介入をゼロにする新たな自律化アプローチとして、片腕をグラウンドさせてヒトに近い走行を行ったので報告する。

### 2. 屋外走行に向けて

現在、全長 115[cm]、質量 10[kg] の走行ロボットをトレッドミル上を時速 12[km] で走行させている。次の実験環境として、室内床面での実験は困難であり、必然的に屋外実験を狙うことになる。走行ロボットによる屋外実験は世界的に見ても例が少なく先駆的である。以下に予定している屋外実験環境について述べる。

本研究室では、再現性の向上や定量的な解析を目的とし、ヒトによるレバー操作から DD モータによる遠隔ワイヤ駆動へと移行した [1]。ここで、受動的力学機序を規範としているが、ロボットが適切な走行を身に付けるまでの開発段階では十分なパワーを用意する必要があると考えており、比較的大型の DD モータを採用している。本研究では、周辺機器等を含めて駆動システムをユニット化し、可搬性も高めた。屋外実験では、電動アシスト化も含めユニットごと蛇管ワイヤを介してロボットを走行させることをイメージしている。

### 3. 手についての走行

トレッドミル実験では、2 次元拘束用アクリルボードの大掛かりなフレーム設置ならびに実験者による上方からの紐アシスト（前後傾調整・上向き力印加）を行っており、屋外実験においてはこれらを排除したい。前者に関しては、前報 [2] で 3 次元平地走行の予備実験を示したが、現状では完全な 3 次元走行は困難である。後者に関しては、水おもりやサーボモータへの置換の例はあるが、新たな方法が必要と考える。

本研究では、移動体（駆動ユニットを含む）に片手を添えながら併走するイメージの屋外実験環境を構築する。Fig.1 に左手を前方のアルミフレームについて走行した様子を示す。まず、手首で可能な限り 2 次元的な挙動に収まるようにしている。なお、補助的に右腰を輪ゴムで前方に引っ張っている。左腕の肘部（前腕側）には 500[g] の慣性体に取り付けられており、脇を締めるように肩関節をモータ制御している。なお、右腕は通常通り振っている。

実験の結果、不規則な過度の跳ね返りが抑えられて腰軸が定点で安定した。実験者は紐を持っているものの、アシストしなくても走行ロボットがアシストしているときと同様の挙動をしている感覚を得ており、結果的に 50 歩ほどの安定な連続走行を達成し、最終的には Fig.1 に示すように実験者が手を置いても 10 歩ほど走行し続けた。

### 4. まとめ

本研究では、グラウンドさせた腕による走行ロボットの自律化アプローチを提案し、現実的な屋外走行の実験環境構築の知見を得た。なお、時速 12[km]、10 歩で駆け抜けると 10[m] 進むことになり、実験場所の選定や動画撮影などの計画も合わせて行っていく。本研究は、JSPS 科研費 JP19H02109 の助成を受けており、ここに謝意を表する。

### 参考文献

- [1] 小林和真, 鈴木幹久, 棚橋亮太, 池俣吉人, 佐野明人: “ヒト操作由来の自動 2 足走行ロボットと接地制御”, 第 20 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演論文集, 2019.
- [2] 棚橋亮太, 小林和真, 秋田武蔵, 鈴木幹久, 服部誠司, 池俣吉人, 佐野明人: “受動的力学機序を規範としたアスリートの走行ー 3 次元平地走行ー”, 第 19 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演論文集, 1A1-07, 2018.

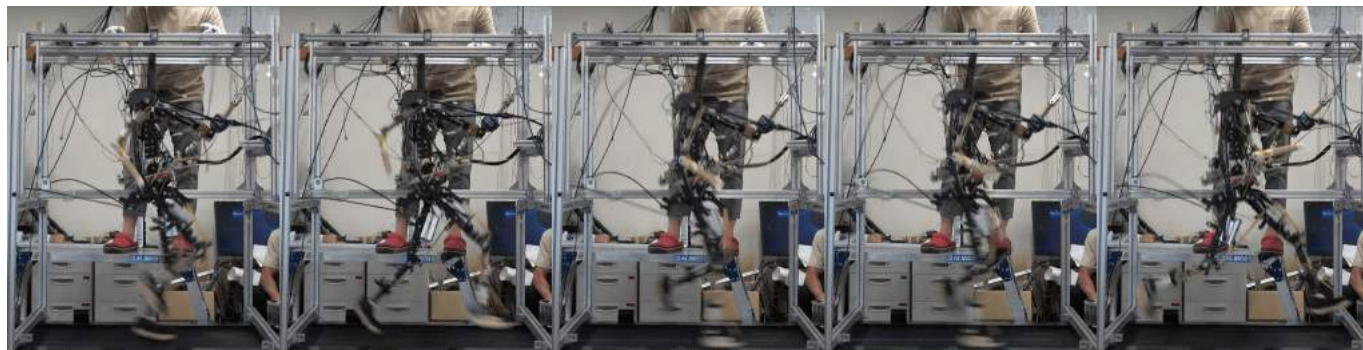


Fig. 1: A photographic playback of running by using grounded arm