

CLASを用いた四足歩行ロボットのナビゲーションと 土壌硬度計測の自動化による土壌硬度分布の取得

松崎 誠也 【画像情報工学研究室】

1 はじめに

土壌硬度は植物の根の伸長や水分・養分吸収に影響を与えるため、作物の生育状態評価に用いられる重要な指標である [1]。しかし、広範囲を対象とした継続的な調査を人力で行うのは容易ではない。本研究では、土壌硬度計測の自動化を目的として、CLASを用いた高精度測位に基づく四足歩行ロボット Spot のナビゲーション手法を評価するとともに、新たに開発した土壌硬度計測装置を用いた計測手法について述べる。

2 位置情報を用いたナビゲーション

ナビゲーションは、逐次取得される位置情報に基づく反復処理として実装した。緯度・経度を日本測地系 2011 に基づく平面直交座標系へ変換し、自己位置と目標地点との方位から進行方向を補正する。Spot は一度の移動命令につき 1 m 前進する設定とし、目標点までの距離が閾値以下となった場合を到達と判定する。また、Spot が目標地点に到達したと判定する距離は、測位結果が良好 (Fix) の場合 1.0 m, Fix 以外の場合は 3.0 m とした。

3 土壌硬度計測装置の構成および計測方法

3.1 土壌硬度計測装置の構成

Spot に搭載する土壌硬度計測装置は、Spot が伏臥姿勢をとった状態で、シリンダーによりロッドを鉛直方向に土壌へ押し込む構成である (図 3)。ロッド先端には直径 12.8 mm のコーンを採用し、シリンダーの最大ストロークは 35 cm である。押付け力 [N] はロードセルにより直接計測する。

3.2 土壌硬度計測装置を用いた硬度分布の取得方法

Spot は計測地点で土壌硬度計測装置を用いて図 1 に示す手順に従って硬度計測を行う。

1. 押付け力を最小値である 120N に設定する。
2. 設定された押付け力で、ロッドを最大ストロークの位置まで押付ける。
3. ロッドが最大ストロークの位置に到達した場合、(7)の処理を行う。
4. ロッドが停止した時点で、現在位置および押付け力を取得する。
5. 押付け力が最大値である 420N に到達していた場合、(7)の処理を行う。
6. 押付け力を 30N 増加させ、2から5の処理を繰り返す。
7. 本計測を終了し、Spot を次の計測地点に移動させる。

図 1 土壌硬度計測装置を用いた硬度分布の取得方法

4 走行実験によるナビゲーションの性能評価

ナビゲーション性能の検証を目的として、屋外環境において Spot を用いた走行実験を行った。走行経路を図 2 に示す。走行経路の全長は約 100 m である。

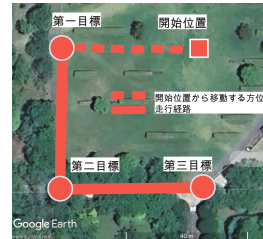


図 2 走行経路



図 3 土壌硬度計測装置を搭載した Spot

5 結果と考察

設定した走行経路と自己位置との距離を図 4 に示す。第一目標から第二目標区間では、走行経路との距離は常に 0.5 m 以下で推移しており、直線経路に対する追従性能は良好であった。これは、当該区間において Fix が継続し、目標方位と進行方位との差が小さかったためである。一方、第二目標から第三目標区間では、区間との距離が最大で約 1 m となった。これは、第二目標到達時の自己位置誤差が約 0.8 m であったことが原因であると考えられる。また、当該区間において Fix でない箇所では、区間との距離の振れ幅が大きくなっている。Fix に復帰した後は、区間との距離が時間とともに減少し、走行経路への復帰が確認できる。

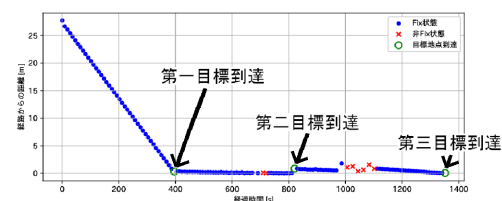


図 4 時間に対する自己位置と経路上の区間との距離

6 まとめ

本研究では、CLASを用いた高精度測位に基づく Spot のナビゲーション手法を構築し、屋外環境において経路追従性能を評価した。その結果、Fix 時には良好な経路追従が可能であり、Fix 以外の場合でも経路への復帰が可能であることを確認した。今後は、走行経路上の土壌硬度分布を自動取得に向けてナビゲーションと土壌硬度計測システムの統合を目指す。

参考文献

- [1] Yang, Xitian, et al. "On Effect of Soil Hardness on Development of Seeded and Planted Seedling Root System." Science of Soil and Water Conservation, vol. 3, no. 4, Dec. 2005, pp. 60-64.