

中村徳真*, 崎口一*, 入江博樹**

(*熊本高専 電子情報システム工学専攻, **熊本高専 電子情報教育部門TE分野)

1. はじめに

スポーツ競技においてフィールドを描画する際には、ラインカーを用いて石灰で白線を引く方法が一般的である。この作業では、正確な直線を描くために事前の測量やロープによる目印の設置が必要であり、複数人による協力作業と熟練した技術が求められる。

我々の研究室では、マルチGNSSに対応したCLAS-RTKを利用し、自動的に白線を描画するロボットカーの開発に取り組んできた^[1]。これまでの研究では、野球場のような直線主体の競技フィールドにおいて、自動描画が可能であることを示している。一方で、陸上トラックやサッカー場（センターサークル等）のように曲線を用いるフィールドにおける描画精度については、十分に明らかにされていなかった。

本研究では、CLASを利用したRTK測位を導入し、高精度かつ安定した白線描画を可能とするロボットカーの開発を目的とする。さらに、実験的に描画性能を検証し、実用的なフィールド環境での適用可能性を評価する。本技術は、スポーツ分野のみならず、農業や林業における自動走行や精密作業のDX推進にも応用可能であり、人材不足の解消や高齢者支援への貢献が期待される。

2. ロボットカーの概要・構成

本研究で用いた白線引きロボットカーを図1に示す。本ロボットカーは、移動用クローラ台車と白線引き用ラインカーから構成されている。ラインカー内部に搭載されたブラシを回転させることにより、石灰粉の排出量を制御する仕組みとなっている。ロボットカーの走行および白線描画の制御には、ドローン用のフライトコントローラを利用した。また、測位にはCLASに対応したマルチGNSS受信機を用い、さらに多周波対応のGNSSアンテナを組み合わせることで、高精度かつ安定した位置情報を取得可能とした。



図1 白線引きロボットカー

3. 走行経路生成ソフトウェア

本ロボットカーの走行経路（ミッションプラン）の作成には、GUIベースのソフトウェアであるMission Plannerを利用した。さらに、複雑かつ詳細な経路を容易に設計できるよう、補助ソフトウェアをPythonで開発した。特に、本研究では描画精度を検証するために円の描画を対象とした。開発したプログラムでは、描画したい円の半径 r [m]と、近似に用いる正多角形の辺数 n を設定するだけで、対応する白線引き経路を自動的に算出できる。経

路算出には、2点間の距離計算に適したVincenty法を用い、算出された距離[m]をGNSSの緯度経度座標に変換することで経路点を生成した。

図2 経路自動生成システム

4. 実験と評価

開発したロボットカーを用いて、円（正多角形近似）の描画実験を行った。ミッションプランの走行方式上、完全な円描画は不可能であるため、理論的に近似可能な正多角形の描画を対象として検証した。半径 r [m]および辺数 n を変化させ、様々な大きさの円近似について比較を行った結果、各半径において最適な正多角形が存在することを確認した。図3に失敗例、図4に成功例を示す。

実験の結果、円の描画は概ね可能であることが確認できた。しかし、図3に示すように、描画結果が正多角形とならない場合も観測された。その原因としては、外角（ロボットが次の経路点に移動する際の旋回角度）および一辺の長さが大きく影響していると考えられる。これらの要因を適切に調整することで、任意の半径に対して最適な円描画が可能になると期待される。



図3 円の失敗例



図4 円の成功例

5. まとめ

本研究では、CLAS-RTKを利用したGNSS白線引きロボットカーを開発し円の描画実験を行った。実用に耐える精度で円の描画が可能であり、競技フィールドにおける利用に十分な性能を有することを確認した。今後は、曲線を含むより複雑なフィールド形状への対応や、描画の安定性向上を目指した改良を進める予定である。

参考文献

[1]崎口一,GNSSを用いた白線引きロボットカーの開発, 日本航海学会誌,Navigation(228),pp.23-34, 2024-04