

福岡工業大学 学術機関リポジトリ

株間除草ロボットにおける除草機構の開発

メタデータ	言語: ja 出版者: 福岡工業大学総合研究機構 公開日: 2023-12-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 玉本 拓巳 メールアドレス: 所属: 知能機械工学科
URL	http://hdl.handle.net/11478/0002000057

株間除草ロボットにおける除草機構の開発

玉本 拓巳 (工学部知能機械工学科)

Development of a Weeding Mechanism for an Interplant Weeding Robot

TAMAMOTO Takumi (Department of Intelligent Mechanical Engineering, Faculty of Engineering)

Abstract

This research developed a weeding mechanism to be mounted on a weeding robot that realizes weeding between plants. In recent years, with the decrease in the farming population and aging of agriculture workers, the resulting increase in abandoned cultivated land has become a serious issue. As the shortage of labor progresses in relation to these kinds of land resources, there has been a flourishing of smart-agriculture, which aims to expand scale further, reduce manpower, and lower costs. As a smart-agriculture project, we are working to develop an interplant weeding robot for perilla cultivation on large-scale agricultural land.

Keywords : Weeding robot, Smart agriculture, Interplant weeding

1. 緒言

近年の農業分野において、基幹的農業従事者数の減少や従事者の65歳以上の割合の増加による労働力不足が深刻な問題として取り上げられている。同時に、農業の現場では依然として人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、エネルギーの省力化、人手の確保、負担の軽減が重要な課題とされている。そのような中で、先端技術を農業に取り入れるスマート農業が提唱され、農林水産省により取り組みの展開が推進されている。その中で、重労働である除草作業を自動化させるロボットの開発が行われている⁽¹⁻⁴⁾。開発中の除草ロボットの多くは、実用段階にあるものでは農薬を散布するものが主流である。一方、EUをはじめとした先進国では有機農業が注目されており、無農薬農業への関心が高まっている。そこで、本研究では、農薬に頼らない機械式の除草ロボットの開発を目指す。特に、畑作における畝どうしの間はトラクターなどにより一括で除草できるが、畝上にある株と株の間の除草は効率的な手法が無く現状人の手で行われる。よって、本研究では図1に示すような株間除草を対象とする。

機械式の株間除草の除草方式は人力で行う場合は回転カッターで刈り取る手法が一般的であるが、雑草を根ごと抜き取る除草方式が、畝上に存在する石との衝突などといった安全面におけるいくつかの悪影響を回避できることから、本研究の提案機構で採用することとした。開発するロボットの構成は大きく2つに分けられ、一つが雑草を抜き取る除草部、もう一方が除草部の姿勢を制御するアーム部であり、それぞれについて説明する。また、開発する除草機構は走行ロボットに搭載するものであり、外部から雑草の座標をシリアル通信で受け取り、その情報を基に動作することを前提としている。

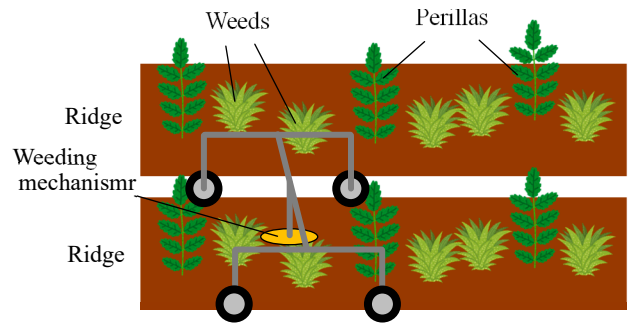


図1 株間除草の模式図

Fig. 1. Schematic diagram of interplant weeding.

2. 除草機構

2.1 装置の全体構成 図2に除草機構の全体図を示す。アルミフレームに後述するアーム部と除草部が設置されており、それぞれの先端が連結されている。除草機構単独で容易に動作試験を実行するために、マルチコントローラー(MC-8)を用いた制御システムを実装している。マルチコントローラー受信機(KOPROPO MR-8)からArduino MEGA2560へシリアル通信で指令を送り、PWM信号で制御可能なサーボモータおよびDCモータを駆動する。

2.2 除草部 図3に除草部の設計図を示す。除草部に求められる機能として、①雑草を抜き取る機能、②抜き取った雑草を搬送する機能、③雑草接触部が3次元運動可能な自由度を有する、が挙げられ、これらを満足する機構を開発した。除草部はフレーム付近に備えられる一つのDCモータにより駆動する。そしてモータの動力をベルト&タイミングプーリーおよびチェーン&スプロケットを介して除草機構先端のローラー&タイミングプーリーへ伝達する。これらにはベルトが張られており、二つのベルトを引き上げる方向に

回転させることで①の機能を実現する。また、先端までの動力伝達に利用されているベルトが雑草の搬送機能を兼ねており、②の機能を実現する。この除草機構は移動ロボットに搭載されるため、移動ロボットの位置調整により除草機構先端の位置調整をすることも可能だが、消費エネルギーに対する効果を考慮すると除草機構に姿勢制御機能を持たせた方がよい。そこで、③の機能が必要となる。除草機構には

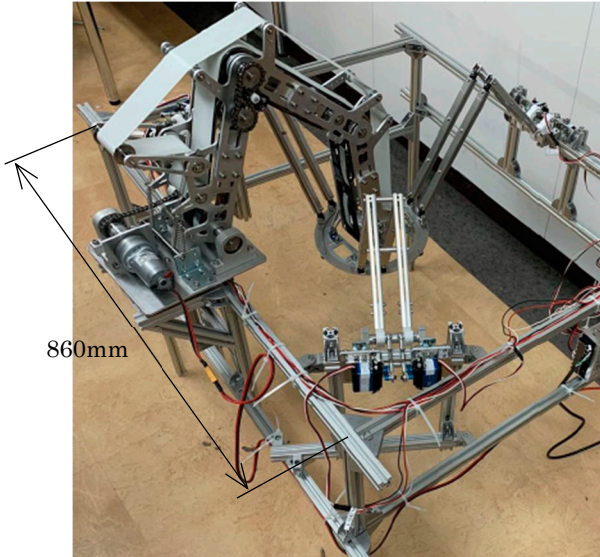


図2 除草機構

Fig. 2. Weeding mechanism.

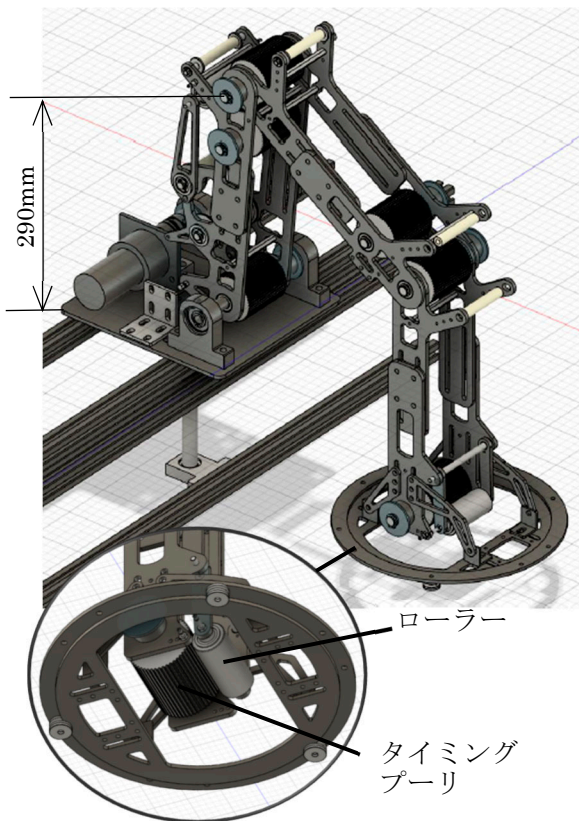


図3 除草部

Fig. 3. Weeding system.

3つの受動関節を搭載し、その制御は姿勢制御用のアームを用いることとした。

動作試験により、雑草に見立てた紐を搬送することを確認した。また、除草部先端では20[N]の引っ張り力を有することを確認し、これらはおおよその雑草を引き抜く力があると見込まれる。

2.3 アーム部 図2に示した除草機構は、除草部にアーム部を組み合わせたものである。3次元運動を高速・高精度で実現する動作に適しているパラレルリンクロボットを採用した。その中で、エンドエフェクタを常に水平姿勢に維持が可能なデルタロボット機構により構成される。6基のサーボモータ（2基ずつの回転を同期させて実質3基として利用）により制御され、除草部の姿勢制御を実現する。駆動時には、Arduinoがマルチコントローラ受信機またはシリアル通信によりアーム先端のXYZ座標を受信し、逆運動学により第一関節の角度を計算する。なお、サーボモータはリンク機構により減速して第一関節を駆動しており、その可動域を考慮すると各方向におよそ300mmの範囲で座標が指定可能である。

3. 結言

本研究では、農薬に頼らない機械式の株間除草ロボットに搭載する除草機構および、除草機構を制御するためのアーム部について設計、製作を行ったものである。アーム部についてはデルタロボット機構を採用し、逆運動学を明らかにし、Arduinoを用いてコントローラやPCから操作可能な制御システムを完成させた。除草部については、雑草を抜き取るための機構方式の提案を行った。ローラベルトで挟み込んで雑草の引き抜きと同時に搬送を行える機構である。今後、実際の除草効果について検証を進めることで、人力では非常に重労働な作業である株間除草の達成に近づくことができる。

4. 謝辞

本研究は福岡工業大学総合研究機構2022年度研究スタートアップ支援制度を受けて実施しました。

文 献

- (1) Chung-Liang Chang and Kuan-Ming Ling. Smart Agricultural Machine with a Computer Vision-Based Weeding and Variable-Rate Irrigation Scheme. Robotics2018, Vol. 7, No. 38, (2018), pp. 7-8.
- (2) Manuel Perez-Ruiza, David C. Slaughterb, Fadi A. Fathallahb, Chris J. Glieverb, Brandon J. Millerb. Co-robotic intra-row weed control system. biosystems engineering, Vol. 126, (2014), pp. 45-55.
- (3) Bicheng Bo, Shuai Zhang, Wei Liu, Li Liu, Ying gang Shi. Simulation of workspace and trajectory of a weeding mechanism. Alexandria Engineering Journal, Vol. 61, (2022), pp. 1133-1143.
- (4) 寺脇正樹, 片岡崇, 岡本博史, 端俊一, テンサイ用自動間引き・除草機の開発 (第2報) 間引き・除草機構の開発及び性能試, 農業機械学会誌, 65巻, Supplement号, (2003), pp. 151-152.