

遠隔管理による菜園活動支援の可能性—FarmBot での検証—

2022 年 3 月 生物圏情報学分野 47-206604 宇多 峻佑

指導教員 准教授 寺田徹

キーワード：FarmBot、園芸活動、都市住民、農作物栽培活動、スマート菜園

1. 背景と目的

近年、園芸活動は身体的、心理的そして社会的な健康をもたらし、ストレスを緩和しウェルビーイングを向上させるとして注目が集まっている。園芸活動の一種に都市住民による農作物栽培活動があり、自然への愛着形成・近隣住民間の交流促進、農作物生産量の確保、食生活の質の担保といった効能がある。都心部の住民が農作物栽培活動を行うにあたり、場所の確保、活動時間の確保、農作業の身体的負担、知識・経験不足の4つの障壁が存在すると言われている^{[1][2][3]}。本研究では、上記4つの障壁を乗り越えるため、都心部の個人利用者を想定した遠隔管理による菜園活動支援システム（遠隔地からネットワークを介して菜園に設置した機械を動作させ、モニタリング・農作業を行うシステム）の実現可能性を検証することを目的とする。このシステムを利用することで、遠隔管理により来園頻度を抑えることが期待でき、遠方の菜園でも管理が可能になる（場所の確保）。また菜園管理者は、用土準備、施肥、間引き、誘引、勢枝、人工授粉、収穫といった作業を現地で行う一方、播種、灌水、雑草除去を遠隔で実施できる（活動時間の確保、農作業の身体的負担の解決）。さらに遠隔管理支援システムを通して得られる現地の情報（画像および土壌水分状態）にもとづき、農作物栽培の経験をもつアドバイザーから、管理者がSNSを通じて助言を得られる（知識・経験不足の解決）。検証にあたっては、インターネット経由で操作可能な灌水、除草、撮影、播種、土壌水分計測の各機能を備える FarmBot.inc のオープンソースプロジェクト「FarmBot」を利用した。FarmBot に関する既往研究は生業ではない農作物栽培活動を対象とし、かつ都心部の住民で園芸活動初心者のための利用を想定した細かい機能評価が行われていない。そのため本研究では、想定される個人による利用状況を定義した上で、「課題1：想定する利用状況における FarmBot の基本性能を評価し、実装上の課題を探索すること」、「課題2：課題1の結果を元に、必要に応じて FarmBot を改良・評価すること」の2点を研究課題として設定した。

2. 研究方法

東京大学柏キャンパス環境棟の屋上に 2m×3m のほ場を整備し、2020 年 8 月～11 月にかけて実験を行った。

課題1：FarmBot の6種の機能（播種、灌水、除草、観察、土壌水分計測、その他）に関して評価項目（利用状況に沿った使い方は可能か、課題は何か）を定めた。特に観察に関しては、アドバイザー役の被験者（n=1）に FarmBot と Web カメラを用いた継続的な栽培を、オーディエンス・メインユーザー役の被験者（n=4）に Web カメラの操作を依頼し、全5名に対して90～120分のオンラインインタビューにより使用感を検証した。その他の項目に関しては実験による目視確認を行った。

課題2：課題1で特定した灌水、観察、除草機能の課題を改良し、課題1と同様に評価した。

3. 結果および考察

課題 1：最も利用頻度が高いと見込まれる観察機能に関して、Web カメラの画像は植物や菜園状況の観察には不十分であり、灌水の実行判断の基礎となる土壌水分計測は困難だった。播種は小さい種子は対応できたが、体積・重量が大きい種子は不可能だった。また背が高くなる植物は、FarmBot の播種機能と相性が悪かった。灌水機能はおおむね利用可能だが、シャワー状に灌水できず、種子が流出した。除草は実装できているとは言えなかった。以上より現在の FarmBot の初期機能は菜園活動支援システムの実装にとって不十分であり、改善もしくは不要な機能は使用しないという判断が必要である。課題 2 では改善コストが比較的安く、効果も期待できそうな灌水、除草、観察の機能改善・評価を行った。

課題 2：灌水に関しては、シャワー状に灌水可能な簡易ジョウロキャップを取り付け、蒔き溝を施すことで種子の流出を抑えた。除草に関しては、回転刃を取り付けて土壌表面を攪拌することで、雑草の予防効果が期待できることを確認した。観察機能に関しては、付属の Web カメラに加え 2 自由度カメラとライブカメラを設置することで、継時的な植物の詳細な観察と、リアルタイムでの菜園全体の様子および FarmBot の稼働状況の把握が可能になった。メインユーザー、アドバイザー、オーディエンスは 3 種類のカメラを使い分け、それぞれの目的に応じた菜園の状況の観察が可能となった。一連の改善により、メインユーザーは播種の一部、灌水、雑草予防が可能となったため、頻度が多く身体的負担の大きい作業を減らすことが可能と考えられ、多忙な時期の農作物栽培も一定程度可能になると期待できる。また、特に成長が早い夏作で、来園しづらい遠隔地の菜園をオンラインで雰囲気だけでも観察することで、成長が把握しやすくなる（アドバイザー）、また菜園の雰囲気を遠隔で確認し、知人たちに SNS で画像を共有できる（オーディエンス）という評価が得られた。このように、遠隔地からの的確なアドバイスや、オンラインでの交流の可能性が示唆された。

本研究では、個人利用者を想定した遠隔管理による菜園活動支援システムについて、FarmBot の一部機能の改良により作業負担・来園頻度の軽減が実現可能であることを確認した。特に観察機能の向上により、オンラインでの助言や交流の実現可能性を高められた。今後の研究で、より細やかな菜園の状況把握のための観察機能の向上、間引き・追肥の作業負担を軽減することで、都心部の住民が自分のライフスタイルに合わせて気軽に農に親しむ機会へ繋げることが期待される。

4. 参考文献

- [1]久保田裕美(2011): 都市住民と「農」との新たな関わりに関する現状と課題. 食品経済研究 第 39 号: 18-32
- [2]浅野義人・石田源次郎・江尻宗一・小笠原誓・加藤まなみ・河原田邦彦・國武久登ら(2003): 別冊 NHK 趣味の園芸 園芸入門 これだけは知っておきたい栽培の基礎知識. 58-59, 60-61, 70-71
- [3]河野誠・藤田直子(2014): 「まちなか菜園」を事例とした都市型農園の現状と利用者ニーズの特性に関する研究. ランドスケープ研究, 77 巻 5 号: 435-436

Exploring the Possibilities of Supporting Gardening Activities Remotely Utilizing FarmBot

Mar. 2022 Biosphere Information Science 47-206604 Shunsuke Uda

Supervisor: Associate Professor, Toru Terada

Keywords: FarmBot, Gardening activities, Urban residents, Cultivation activities, IoT

1. Introduction and Objectives

In recent years, gardening activities have been drawing attention for their potential to improve physical, psychological, and social health, alleviate stress, and enhance wellbeing. Cultivation of crops by city residents is one such activity, which are beneficial in forming attachment to nature, promoting interaction among the neighbors, securing the amount of agricultural produce, and improving the quality of dietary. However, the urban residents face four major hurdles to engage in cultivation activities, such as access to cultivation site, securing time for activities, the heavy workload of cultivation activity, and lacking knowledge and experience^{[1][2][3]}. To overcome these barriers, this research aims to verify the feasibility of the remote support system for gardening activities, which is defined as a system that remotely operates the machines installed in the garden via network to monitor and support cultivation activity. The system is expected to lower the frequency of onsite activities, enabling the management in a remote garden. Also, the garden manager can conduct sowing, watering, and weeding remotely while performing soil preparation, fertilization, thinning, and harvesting onsite. Furthermore, the real-time images and soil moisture information provided by the system allows the advisors to provide advice to the garden manager through SNS. To implement the system, FarmBot, an opensource project of FarmBot.inc, was employed. It is equipped with the functions of irrigation, weeding, photography, seeding, and soil moisture measurement, and can be operated via the Internet. Previous studies related to FarmBot mostly focused on its application in the agricultural industry, necessitating detailed functional evaluation considering private users or gardening beginners in urban areas. Therefore, this study established the following two research tasks; Task 1 to evaluate the basic performance of the FarmBot under the expected usage and explore the implementation issues, and Task 2 to improve the FarmBot functions based on the results of Task 1 and re-evaluate the improved functions.

2. Research Methods

Vegetable gardens of 2m x 3m was set up on the rooftop of Environmental Studies Building in the Kashiwa Campus, University of Tokyo, and following experiments were conducted between August and November 2020.

Task 1: The six functions of FarmBot (sowing, irrigation, weeding, observation, soil moisture measurement, and others) were verified if they could be adequately used in accordance with the expected usage and the encountered challenges were identified. Particularly for observation function, a participant taking the advisor's role was asked to engage in a cultivation experiment for three months using FarmBot and a web camera,

and four participants with the audience and garden manager's roles were asked to operate the web camera. Then five online interviews were conducted to all the participants (90-120 min for each), asking them to evaluate the usability. Other functions were verified through experiments and observation by the author.

Task 2: To address the issues encountered in Task 1, the three functions of irrigation, observation, and weeding were improved and the results were evaluated in the same way as Task 1.

3. Results and Discussion

Task 1: Regarding the observation function, the images from the default web camera were insufficient to monitor plants and the whole vegetable garden. Soil moisture measurement was also inadequate although it is the basis for determining the need for irrigation. Sowing was possible for smaller seeds but not for larger or heavier seeds. The irrigation function was somewhat available, but it was impossible to irrigate like a shower and the seeds flowed out. Weeding was not implemented well. Therefore, the default FarmBot function is insufficient to perform the remote support system for gardening activities, and it is necessary either to improve some functions or give up unnecessary functions. In Task 2, irrigation, weeding, and observation functions were improved and evaluated.

Task 2: For irrigation, a simple jug cap that enables a shower-like irrigation was attached and seed furrows were made to effectively prevent seeds from flowing out. For weeding, rather than eliminating weeds, a rotating blade was attached. By agitating the soil surface, it was shown to prevent weeds to grow to some extent. For the observation function, a two-degree-of-freedom camera and a live camera were installed in addition to the default web camera, which enabled monitoring details of the plants, the whole garden, and the operation status of FarmBot. With these cameras, the garden manager, advisor, and the audience can now observe the garden according to their purposes. These improvements made it possible for the garden manager to depend part of the sowing, irrigation, and weed prevention on the machine, which may reduce the frequency of onsite activities, allowing him to cultivate crops even at busy times and reduce the workload. Also the advisors can get timely information for precise advice and the audience can see the garden and share the images with their friends through SNS, implying the feasibility of remote advice and online communication.

This study verified the feasibility of reducing workload and frequency of onsite activity through partial improvements of FarmBot. In particular, the improved monitoring is suggested to enhance the feasibility of online advice and communication among a wider range of users. However, further improvement in observation for detailed garden situation as well as reducing workload of thinning and fertilizing are expected.

4. References

- [1]久保田裕美(2011): 都市住民と「農」との新たな関わりに関する現状と課題. 食品経済研究 第39号: 18-32
- [2]浅野義人・石田源次郎・江尻宗一・小笠原誓・加藤まなみ・河原田邦彦・國武久登ら(2003): 別冊 NHK 趣味の園芸 園芸入門 これだけは知っておきたい栽培の基礎知識. 58-59, 60-61, 70-71
- [3]河野誠・藤田直子(2014): 「まちなか菜園」を事例とした都市型農園の現状と利用者ニーズの特性に関する研究. ランドスケープ研究, 77 巻 5 号: 435-436