

PotPet: ペットのような植木鉢型ロボット

PotPet: Pet-like flowerpot robot

川上 あゆみ 塚田 浩二 神原 啓介 椎尾 一郎*

Summary. 手間のかけ方によって成長の度合が変わったり、同じように育てても個体差があるなど、生き物を育てることに固有の楽しみがある。本研究では人と植物の関係に着目し、植物を育てることを支援するとともに、植物に対する興味や愛着を深めることを目的とした植木鉢型ロボット PotPet を提案する。動物などに比べると、植物は人の世話に対するフィードバックに時間がかかり、植物に影響する様子がわかりにくい。外観から植物が現在どのような状態にあり、どのような世話をすべきなのかわかりにくいことも、植物を育てることの難しさにつながっている。そこで、自律的に動き、即座にフィードバックを返す植木鉢型ロボットに本物の植物を乗せることで、植物をペットのように飼うことを実現し、人と植物の新しい関係を提案する。

1 はじめに

植物を育てるという行為は広く一般で行われている。義務教育などに取り入れられることも多く、一度も植物を育てたことがないという人は稀であるし、花壇や家庭菜園など継続的に植物を育てている人々も多い。

しかし、植物を育てることを苦手とする人々もいる。例えば、水やりを忘れ、気づいたら枯れさせてしまったという経験のある人は多いだろう。

このように、植物を上手に育てることは難しい。植物の種類によって、水やりなどのタイミングや必要な肥料、日照時間などが変化するため、これらの知識に基づいて、こまめに植物の状態を観察し推測する必要がある。

さらに、動物などに比べ人の世話に対するフィードバックに時間がかかるため、人の世話が植物に影響する様子がわかりにくい。世話の良し悪しがわかった頃には枯れてしまって手遅れということもある。外観から植物が現在どのような状態にあり、どのような世話をすべきなのかわかりにくいことも、植物を育てることの難しさにつながっている。

一方、例えば盆栽などは、手間と時間をかけて作ることが楽しみの一つとされる。生きた植物なので「完成」というものがなく、常に変化するのも魅力の一つとされ、手間や時間をかけて世話をすることこそ、植物に対する愛着や上手に育てられたときの喜びが大きくなると考えられる。

そこで、植物を育てることを支援するとともに、植物に対する興味や愛着を深めることを目的とした



図 1. PotPet: 植物をのせて自律的に動くペットのような植木鉢型ロボット

植木鉢型ロボット PotPet を提案する。ロボットと組み合わせることで植物が自律的に動き、ユーザの行動にすぐにフィードバックを返すことで、動物のペットを飼うように植物を育成することを目指す。

2 植木鉢型ロボット PotPet の提案

植木鉢型ロボット PotPet のコンセプトは以下の三点である。

- 本物の植物を用いる
- 動物のペットのように自律的に動く
- 世話に対し即座にフィードバックを返す

第一点目に関して、PotPet は植物「型」ロボットではなく、本物の植物を乗せて動く植木鉢型のロボットである。植物型ロボットを作るのではなく、植物を拡張する植木鉢型のロボットを開発することで、生き物の育成に特有の楽しさをそのまま生かすことができると考えている。

Copyright is held by the author(s).

* Ayumi Kawakami and Itiro Sii, お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科, Koji Tsukada, お茶大アカデミックプロダクション / 科学技術振興機構 さきがけ, Keisuke Kambara, お茶大アカデミックプロダクション

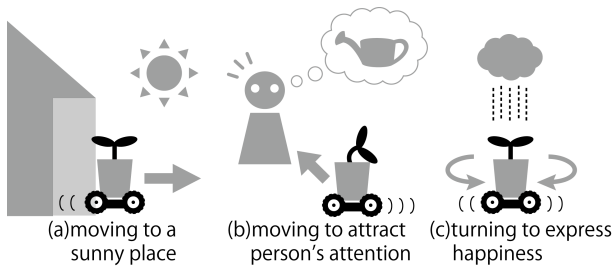


図 2. PotPet の主要な動き

第二点目は、植物にロボットを組み合わせることで自律的に動くようにすることである。植物の育成に特有の楽しさだけでなく、動物のペットのようなふるまいによる楽しさを付加することを目標とする。自律的に動くことで植物の擬人化（擬動物化）をはかり、さらに育成の手間を軽減させる。例えば、季節によって変化する日当たりに合わせて植木鉢の植物を移動させるなどの世話を、自律的に移動することで解決することができる。一方、動物のペット同様、ロボット単体ではできないことは人に頼る。動物のペットが餌を求めて鳴き、飼い主に空腹を知らせるように、PotPet は人にして欲しいことがある場合、うろうろと動いて人に気づいてもらおうとする。植物にロボットを組み合わせることで植物の育成の手間を軽減させるだけではなく、「人の手が必要な世話」という形で人との関わりを残すことで、新しい人と植物の関係を提案する。

第三点目は、ユーザの行動に対しすぐにフィードバックを返すことである。植物と動物との大きな違いのひとつとして、直接的なフィードバックの有無が挙げられる。動物に食事を与えるとその場で喜ぶ様子が見られるが、植物の場合は水を与えても日光を浴びせてもすぐにフィードバックを返さない。従来の植物育成では達成感が得られるまでに時間がかかっていたが、達成感はそのままだけに、すぐに反応があることでさらに世話のモチベーションが維持できると考える。植物に対して愛着を持ちやすくなる効果も狙う。また、ユーザのアクションに対して即座にフィードバックを返すことで、植物の状態や世話のよし悪しがわかりやすくなり、植物の育成支援にもつながる。

図 2 に PotPet の主な動作を示す。どの世話を自動化しどの世話を人が行うかについては様々な組み合わせが考えられるが、今回は植物の状態の中でも特に重要と思われる日光と水分に着目した。植物を育てるためには水、日光が必要であり、その過不足によって植物の育成に失敗することも多い。そこで PotPet は日光のための植木鉢の移動を自動化し、水分不足をユーザに頼る（世話の必要がある）ように設計した。

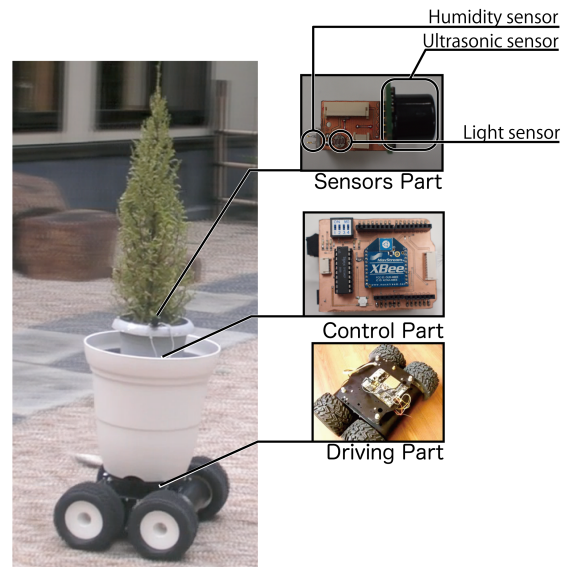


図 3. PotPet 構造図

必要なだけ日光を求めて動き、植木鉢の土が乾けば、うろうろと動いてユーザの注意を引く。水が与えられた場合は、喜ぶようなしぐさをする。こうした動作によって、植物の育成を支援し、さらにはユーザに興味や愛着を持たせることを目標としている。

3 実装

ここでは PotPet の実装について説明する。

PotPet は、センサ部、制御部、駆動部、格納部から構成される（図 3）。複数台の PotPet を協調して動作させるため、各 PotPet はバックグラウンドでサーバ PC と通信を行う（図 4）。

格納部は植物の植えられた植木鉢とセンサ部、制御部を格納する植木鉢型のケースとなっており、駆動部に取り付けられる。植物の状態、PotPet が置かれた環境情報を測定するためのセンサ類のセット（センサ部）が植木鉢に取り付けられ、制御部はサーバ PC との通信、駆動部の制御、センサ部からの情報取得を行う。

以下にそれぞれの詳細を記す。

駆動部

駆動部には WiFiBoT¹ を利用する。WiFiBoT は市販の 4 輪駆動ロボットである。バッテリーを内蔵し、前後に進むことができる。WiFiBoT は 5V の電源端子を持っており、PotPet のセンサ部、制御部の電源はここから供給される。シリアル通信（RS232）により制御をおこなうことができる。今回の実装では WiFiBoT は制御部の Arduino（後述）に接続され、制御されている。

¹ <http://www.wifibot.com/>

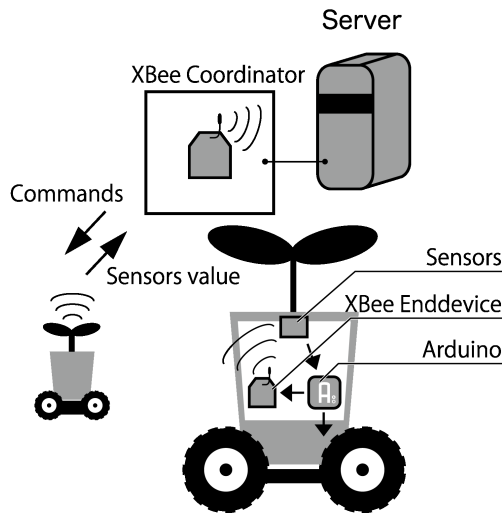


図 4. システム概要

センサ部

センサ部は光センサ 1 個，電極 1 式，超音波センサ 2 個を植木鉢上部に持つ．光センサは日光が植木鉢に当たっているかどうか，電極は植木鉢の土の抵抗を計測し，土が乾いているかどうかを検出するために用いる．超音波センサは障害物を検出し，ぶつからないよう制御するために用いる．駆動部の進行方向（前後）に合わせ各 1 個，合計 2 個の超音波センサで進行方向の障害物を検出する．

制御部・サーバ PC

制御部は XBee モジュール（ZigBee を利用したセンサネットワークシステム）と Arduino（Atmel AVR を用いたマイクロコンピュータ）で構成され，センサ部からの測定値取得，駆動部の制御及びサーバ PC との通信を行う（図 4）．サーバ PC には XBee モジュール（XBee Coordinator）が接続され，各 PotPet と制御部の XBee モジュール（XBee Enddevice）を介した無線通信を行う．

PotPet にはあらかじめ制御モードが設定されており，サーバ PC との通信により制御命令を受け取ってモードの変更を行う．モードに沿った行動や衝突回避の制御などは制御部が行い，モードによって日光を追いかける，人目につくよううろろする，じっとしている，など PotPet の行動を切り替える．

Arduino はセンサ部，XBee モジュール，駆動部と接続されており，これらの制御を行う．まずセンサ部から一定周期で計測値を取得する．計測値は自律制御に用いるだけでなく，XBee モジュールを介してサーバ PC に送信しサーバ PC による状況判断にも用いられる．サーバ PC は XBee モジュールを介して受け取った情報をもとに，その PotPet がとるべき行動を決定し，制御命令を返す．Arduino は XBee モジュールを介して制御命令を受取り，それ

に従ってモードを変更する．

格納部

PotPet には本物の植物を用いる．植物は植木鉢（直径 18cm）に植える．この植木鉢と，前述のセンサ，制御・通信部をさらに大きな植木鉢型のケース（直径 30cm）に格納し，駆動部の上に乗せる形で取り付ける．基板，コードなどを鉢の中に収納することで，植木鉢として自然な外観を保つ．

4 関連研究

植物の状態の検出については多く研究されている．I/O Plant[5] は植物を入出力装置として用いるためのツールキットである．植物の状態を検出し，植物を用いて人に対して出力を行うシステムを支援する．DIGITAL POT[1] では，内蔵するセンサで測定した土壌の温度，湿度などの状況により，植木鉢前面に埋め込まれた液晶に表示される表情を変化させ，ユーザに水やりのタイミングなどを知らせている．萌え木 [7] では，植物の育成と育成シミュレーションゲームと組み合わせている．植物の現在の状況情報をセンサによって取得し，撮影された植物の上にオーバレイされる妖精（エージェント）が植物の状況を強調表示する．

本研究では，植物の状態を検出し，生活空間のなかでより直接的に植物の状態を知らせるため，ロボット組み合わせ，自律的に移動する機能を実装した．

厳しい環境の中で植物を育成するためのロボットのコンセプトも発表されている．Le Petit Prince[6] は火星探索や移住に際して，生育にふさわしい環境に移動してケースのなかの植物を大切に守るロボットのコンセプトである．植物擬人化システム [4] では，人と植物の関係を人と人との関係に近づけるよう提案し，発話機能などを実装している．PlantBot[2] は主に室内で日光を求め植物を乗せて移動するロボットである．また，荻原らによる太陽光・人工光併用型のブルーベリー向け果樹工場では，自走式植物ポットによる周年生産のための果樹管理の自動化が提案されている [3] ．

これらの研究は植物とロボットを組み合わせることで動くことができるようにしている点で本研究に近いが，本研究では，人と植物の関係を人とペットの関係に近いものとしており，植物育成のための実用的な機能だけでなく，人と植物の相互のコミュニケーションに着目している．

人とロボットの関係に着目し，ロボットが人の手を借りることで関係を築くという研究もなされている．Social Trash Box[8] は公共の空間で自立的に動くゴミ箱型ロボットである．Social Trash Box は単体ではゴミを拾い集める機能を持たず，人にはたらきかける動作によって人の手を借りてゴミ収集を達成する．

本研究では既存の人と植物の関係に、ロボットを組み合わせることで、新たな人と植物の関係を提案した。

5 まとめと今後の課題

植木鉢型ロボット PotPet の提案・実装を行った。自律的に動き、即座にフィードバックを返す植木鉢型ロボットに本物の植物を乗せることで、植物をペットのように飼うことを実現、人と植物の新しい関係を提案する。

今回は1台のみの実装であるが、PotPet は複数同時に動くことを想定して設計している。

今後の予定として、複数台の PotPet を実際に庭で動かし、実証実験を行うことを考えている。そのための実装面の課題として、防水加工やバッテリーの充電問題が挙げられる。植物に日光を当てると同時に、ソーラーパネルなどを用いてバッテリーに充電を行うことなどを予定している。

参考文献

- [1] DIGITAL POT.
<http://www.yankodesign.com/2008/05/28/plantstell-you-what-they-want/>.

- [2] PlantBot. <http://www.theplaycoalition.net/projects/project.8/project-8.html>.
- [3] 荻原 勲, 有江 力. 四季を再現した果樹工場でブルーベリーを周年栽培. 植物工場大全, pp. 91-97. 日経 BP 社, 2010.
- [4] 寺田和憲, 近間正樹, 平田高志, 武田英明, 小笠原司. 植物擬人化システム. 第18回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 1457-1458, 2000.
- [5] S. Kuribayashi, Y. Sakamoto, and H. Tanaka. I/O Plant: A Tool Kit for Designing Augmented Human-Plant Interactions. In *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 2537-2542. ACM Press, 2007.
- [6] M. Miklica. Le Petit Prince. <http://www.treehugger.com/files/2009/08/robot-colonize-mars-plants.php>.
- [7] 西田 健志, 大和田 茂. 萌え木: 拡張現実による植物育成支援. 第14回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2006) 予稿集, pp. 23-26, Dec 2006.
- [8] Y. Yoshiike, Y. Yamaji, T. Miyake, P. R. S. D. Silva, and M. Okada. Sociable Trash Box. In *HRI '10: Proceeding of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, pp. 197-198. ACM Press, 2010.

未来ビジョン

PotPet が現在一般的な植木鉢に代わって普及することにより、以下に述べるような庭を造ることが可能になる。

植物の種類によって性格の異なる PotPet

植物には様々な種類があり、大きく育つもの、実がなるもの、花が美しいものなどの特徴がある。PotPet はその特徴にそった行動をとり、動的に庭を構成する。例えば背が高く葉が茂る植物の場合、人が庭に出たときに日陰を作ってくれる。夏の暑い日には窓や壁際に影を落とすよう移動する。花の咲く植物は季節ごとに花壇を構成し、実のなる植物は熟れた実があると人が収穫しやすいように並ぶ。

このように植物の特徴を生かした動作を実装することで、個々の植物に対する個別の愛着を感じられるよう支援する。

さらに、人の呼ぶ声に向かって移動したり、自分に付けられた名前を覚えるなど、より自然なコミュニケーションを実現することも検討している。ペットにするように音声のコミュニケーションで PotPet をしつけることで、花壇を構成していた PotPet が花時計になったり、生垣の一部が洗濯物を干す間だけ日が当たりやすいように移動したり、といった生活に合わせた庭を個人の声

掛けで設定できるようになる。

ペット同士のインタラクション

犬と猫、猫と鳥、などペット同士が仲良くなることがある。そのような状態を微笑ましい、好ましいと感じる人々も多い。そこで PotPet も動物のペットと仲良くなったり、喧嘩したりという行動をとる。例えば猫が食べるための草、猫草がある。猫を飼う人が育てていることが多い。そこで猫草を植えてある PotPet 猫と遊ぶように素早く動く。特に、まだ生えそろうていない猫草は全力で逃げ、生えそろうた(猫が食べても良い)猫草は積極的に猫にじゃれかかる。それを見て飼い主は楽しむことができ、猫は運動・遊びをしながら猫草を食べることができ、猫草は生えそろうたものから食べさせることができる。

