

壁面を移動可能な小型ロボットによる動的な光演出

西村 拓己* 加藤 邦拓* 太田 高志*

概要. エンタテインメントやアートの分野において、ロボットやドローンを用いた動的な光演出が注目されている。しかし、これらの演出を実現するためには広い空間が必要となるため、室内や小規模なイベントでの実施が難しい。そこで本研究では、小型ロボットを活用し、室内でも手軽に動的な光演出を実現可能なシステムを提案する。提案システムでは、LEDを搭載した複数の小型ロボットをGUIを介して制御する。小型ロボットの背面に磁石を設置し、ホワイトボードなどの平面に吸着させることで壁面での移動を実現する。

1 はじめに

光を使った演出はエンタテインメントやアートの分野で広く利用されており、視覚的な魅力と新しい体験を提供する重要な要素となっている。イルミネーションやプロジェクションマッピング、ライトショーなど、光の動きや変化を通じて空間に立体感や動的な表現を生み出す技術は、多くのイベントやパブリックスペースで採用されている。その中でもドローンを用いた光の演出は、間隔を空けて空間配置された限られた数の発光点のみで構成されながらも、動的で立体的なパフォーマンスを実現する手法として注目されている。その一方で、この演出を行うためには広い空間と、3次元上での正確な位置制御が必要となるため、室内や小規模なイベントでの実施には限界がある。

そこで本研究では、LEDを搭載した小型ロボット群を用いることで、室内などの小規模な空間において動的な光演出を実現するシステムを提案する(図1)。ユーザはGUIによる操作を通じて、ロボットの動く軌道や形成する形、LEDの点灯タイミングを制御することができる。これにより、複数のロボットが群れをなし、LED点灯させながら、設定した形の輪郭や軌道に沿って壁面上を動き回ることによって、光の演出を行う。

シンプルな小型ロボットにアタッチメントを装着することで機能拡張を行う研究は数多く存在している。HERMITS [3]やFabRobotics[1]では、小型ロボットに目的や状況に合わせたシンプルなアタッチメントを装着することでタスクに応じた機能拡張を行い、ロボットの役割や能力を柔軟に変化させることを可能としている。またCorobos Plus [2]は、3Dプリントしたアタッチメントに加え、底面に磁石を取り付けた複数の小型ロボットが協調して動作し、

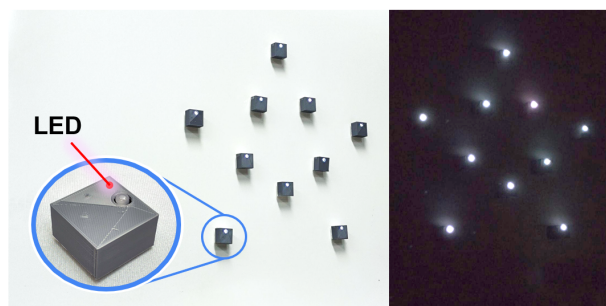


図 1. システム外観

卓上、壁面、天井といった異なる表面を連続的に移動できるシステムを実現している。Corobos Plusでは、磁力や特殊な移動機構を利用し、ロボットが垂直面や天井を含む3次元空間を自由に移動できることを特徴としており、物理的な障害を越えた連携動作が可能となっている。本研究では、これらの技術を基にし、小型ロボットにLEDおよび磁石を取り付けることにより、卓上だけではなく壁面での動的な光の演出を可能にし、空間的な演出を行う。

2 提案手法

2.1 ハードウェア

本論文では、toio™ (SONY)¹をベースにロボットを実装した。ロボットの底面には小型のネオジム磁石を取り付けており、これによりホワイトボードのような鉄板を有する平面上に吸着することで、垂直な壁面上を自由に移動できる。またロボットの上にはLEDが搭載されており、ロボットの動きに合わせて動的に点灯させることができる(図1)。

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 東京工科大学

¹ Sony Interactive Entertainment. Toy platform toio™. <https://www.sony.com/SonyInfo/design/stories/toio/>

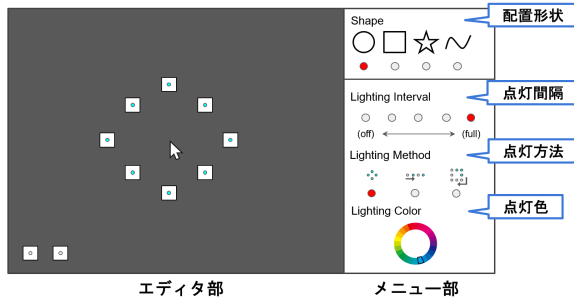


図 2. 提案システムの GUI

2.2 ソフトウェア

本システムは、HERMITS[3]にて提供されているオープンソースプログラムをベースに実装した。システムはロボットの制御プログラム、Raspberry Pi-PC間でロボットの位置情報を共有するサーバ、およびユーザがロボットの動作を指示するためのGUIで構成される。ロボットの制御プログラムはRaspberry Pi上で動作するプログラムとしてPythonを用いて実装され、サーバおよびGUI部はPC上で動作するプログラムとしてProcessing²を用いて実装されている。またロボットはRaspberry PiとBluetooth接続されており、PC上のGUI(図2)を介してロボットの移動や、LEDの点灯を制御することができる。GUIの構成要素としては、ロボットの配置を制御するためのエディタ部と、配置形状のプリセットや点灯色を選択するためのメニュー部からなる。実機のロボットはエディタ部に表示されたロボットと配置が同期しており、ユーザはシステム上でのマウスカーソル操作によって、ロボットの配置を自由に移動させることができる。システム右側のメニュー部では、ロボットを制御するためのツールが備わっており、以下の3つの機能を有する。ユーザがそれらの機能を選択することにより、多彩な光の演出を行うことを可能にする。

2.2.1 ロボットの配置形状の選択

プリセットとして、円形、四角形、星型などの配置形状を選択することができる。提案システムでは複数のロボットが群れをなして行動し、選択された形状の輪郭を作るような配置に移動する。メニュー部より配置形状を選択した状態で、エディタ部にてマウスカーソルをドラッグする操作によってストロークを描画することで、ロボットの配置形状を保ったままドラッグ操作された軌跡上を移動させることができる。このほか、ストローク指定モードを選択す

ることで、ロボットが一行に並んだ状態でマウスカーソルのドラッグ操作によって描画した軌跡上を移動させることができる。

2.2.2 LEDの点灯色・点滅パターンの選択

ロボットに搭載されたLEDの点灯色や、点滅パターンを選択することができる。現状では、全てのロボットが同一の色で点灯する仕様としている。点滅パターンの選択機能では、LEDが点灯するタイミングや、LEDの輝度を設定することができる。またプリセットとして、全てのLEDが一定周期で点滅する、隣り合うLEDが交互に点滅する、ロボットの配置形状に沿って回るように順番に点灯するなどのパターンを選択することができる。

3 まとめ

本研究では、LEDを搭載した小型ロボットを用いた壁面での動的な光演出システムを提案した。システム的设计においては、ユーザが直感的に操作できるGUIや、ロボットの移動と発光を効率的に制御する仕組みを実装した。しかし、現在の提案システムでは、ロボットの充電が少なくなった際にユーザが残量を確認し、手で充電を行う必要がある。この手間を減らすためには、システムの連続運用を支援する自動充電システムの実装が求められる。そこで今後、バッテリー残量に応じて、ロボットが自動的に充電スポットに戻り、予備のロボットと交代して充電を行うことがシステムの導入を検討している。これによりユーザの負担を軽減しつつ、システムの連続運用を実現することが期待できる。

参考文献

- [1] S. Bhattacharya, T. T. Phan, S. Y. Jo, and S. Follmer. FabRobotics: Haptic Retargeting for Ubiquitous 3D Interactions in Handheld Virtual Reality. In *Proceedings of the 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 129–142, 2021.
- [2] C. Han, Y. Nakagawa, and T. Naemura. Demonstrating Swarm Robots Capable of Cooperative Transitioning between Table and Wall. In *Adjunct Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 1–4, 2023.
- [3] K. Nakagaki, J. Leong, J. L. Tappa, J. Wilbert, and H. Ishii. Hermits: Dynamically reconfiguring the interactivity of self-propelled tuis with mechanical shell add-ons. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 882–896, 2020.

² Processing: <https://processing.org/>