

利用者名：メディア学部 教授 太田高志

Scopus

Title:	GUI-based Design System for Dynamic Light Performances with Portable Swarm Robots
論文名 (和訳)	持ち運び可能な小型群ロボットを用いた光演出のためのデザインシステム
Authors:	西村拓己（東京工科大バイオ・情報メディア研究学生）、加藤 邦拓、 太田高志（東京工科大学 メディア学部 教授）
Journal:	Journal : Adjunct Proceedings of the 2025 ACM International Conference on Mobile Human–Computer Interaction (MobileHCI '25)
掲載年月	2025 年 9 月

研究概要：本研究は、ポータブルな群ロボットを用いて動的な光のパフォーマンスを設計・実行するためのシステムを提案しました。従来の群ロボット研究では幾何学的なパターン形成などは行われてきましたが、表現を目的としたロボットの動きや発光パターンをユーザが容易にデザインできるシステムは十分に探索されていませんでした。本システムは、PC 上の直感的な GUI を通じて、ロボットの配置、移動軌跡、LED の点灯パターンをリアルタイムで制御することを可能にします。市販の小型ロボット「toio」にハードウェア改造を施し、水平な床面だけでなく、垂直な金属壁面を活用した立体的なパフォーマンスが可能となり、表現空間を大きく広げています。

研究背景：群ロボットは、単体では困難な空間配置や動的表現を可能にする技術として注目され、パターン形成やハードウェア拡張など多岐にわたる研究が行われてきました。しかし、アニメーションのようなパフォーマンスを実現するために、ユーザが直接操作してロボットの動きや光のシーケンスを容易にデザインできるツールは不足していました。また、既存の表現システムは、設置に空間的な制約があったり、大規模な設備を必要としたりすることが多く、多様な環境へ即座に展開することが困難でした。

研究成果：主要な成果として、デザイン・制御・ハードウェアの 3 つの要素を統合したシステムを開発しました。

デザインシステム：GUI 上で、プリセット（星、円、四角）やユーザ定義のカスタム形状を選択し、ロボットのレイアウトを直感的に指定できます。

動的制御：「アニメーションモード」を搭載し、複数のアクション（移動や発光）を録画・再生することで、一連の動的な光の演出が可能です。また、衝突回避アルゴリズムにより、密集した配置でもスムーズな動きを実現しています。

ハードウェア改造：市販の「toio」を分解して基板を反転させ、LED を上向きに配置し直すとともに、底面にネオジム磁石を装着しました。この最小限の改造により、元の移動機能を損なうことなく、垂直な壁面での安定した走行と視認性の高い発光表現を達成しました。

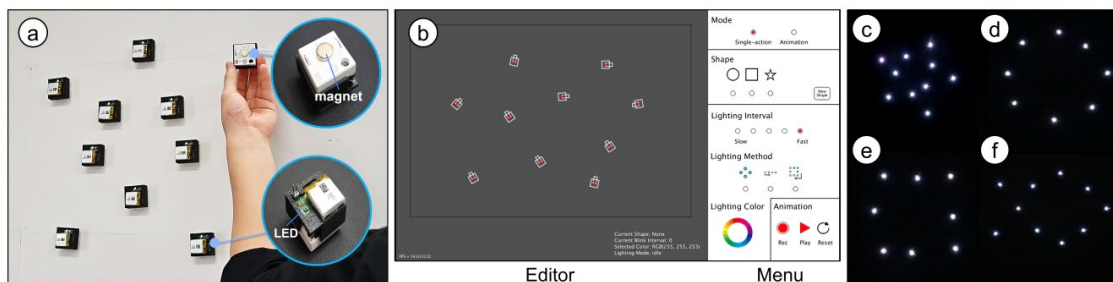


図 1 提案システムの外観。(a) 小型ロボットの底面に磁石を配置することで、壁面上での走行が可能 (b) 小型の群ロボットは PC 上のソフトウェアから制御することができる (c)-(f) ソフトウェア上の GUI から動作を選択するだけで、様々な形状のパターンを形成可能

社会への影響：社会的なポイントとしては、システムの「携帯性」と「柔軟性」が挙げられる。モジュール式の金属プレートを用いることで、オフィスや公共空間など、あらゆる場所の壁や床を即座にパフォーマンス空間に変えることができる。また、曲線的な軌跡のデザインや、より複雑なタイミング制御、スケーラビリティの向上に取り組むことで、ユーザが受動的に鑑賞するだけでなく、自ら空間表現を探索・実験できるクリエイティブなツールの基盤となることが期待される。

専門用語：

GUI：グラフィカル・ユーザ・インタフェース。コンピュータの画面上にウィンドウ、アイコンなど、操作可能なグラフィカルな部品を表示し、それをマウスなどの指示装置で操作するインタフェース。

toio：SONY の製品である、小型のロボット玩具。プログラミングによる制御が可能。