

小型ロボットとテクスチャを組み合わせた情報提示手法の提案

家山 剣* 塚田 浩二*

概要. 本研究では、複数台の小型ロボットとテクスチャを組み合わせた情報提示手法を提案する。交換可能なテクスチャを備えた小型ロボットを物理的に駆動し、形状／動き等を変化させることで、ユーザに対して触覚的／視覚的な情報提示を行う。

1 はじめに

近年、複数台の小型ロボットが役割分担や協調動作をして、ユーザの日常生活をサポートする研究が行われている [1][2]。また、手触り等を制御可能なテクスチャの造形手法も提案されている [3]。本研究では、複数台の小型ロボットとテクスチャを融合した情報提示手法を提案する。

2 関連研究

Suzuki ら [1] は、自己変形が可能な群ロボットを用いてデータの可視化や日常生活のサポートをする手法を提案した。データの可視化をする事例として、プロジェクタで投影したマップ上の任意の位置に高さを調整可能な小型ロボットを配置することで、地域人口を高さで表現した。

Nakagaki ら [2] は、「メカニカルシェル」と呼ばれるアタッチメントを小型ロボットに装着することで入出力機能の拡張を行い、物理的な機構のみで多様な動きや入力手段を提供した。既存のロボットに拡張パーツを付与することで、新たな機能や表現を獲得できる可能性を示した。

Alexandra ら [3] は、2つ以上のテクスチャ間を自由に遷移できる構造を提案した。例えば、調節ダイヤルを回すことでドアノブの触れる箇所の形状を平状から棘状に遷移させ、部屋に入ってほしくないなどの情報を提示した。

3 提案

本研究では、複数台の小型ロボットに交換可能なテクスチャを付与することでユーザに触覚的／視覚的な情報提示を行う。本システムでは、小型キューブ型ロボット toio、制御用ホストコンピュータ、3Dプリンタ等で造形されたテクスチャプレート、テクスチャプレートを toio に固定するための ToioArmour から構成される。システムの全体的な構成を図 1 に

示す。また、実際にシステムを使用している様子を図 2 に示す。

この利用例では、あらかじめ決められた時間になると小型ロボットがユーザの腕に向かって移動する。最初はなだらかなテクスチャで、徐々に鋭く刺激の強いテクスチャで刺激を与える。

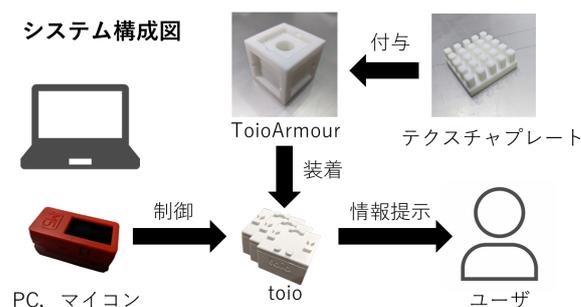


図 1. システム構成図



図 2. システムの利用例

4 実装

本研究では、SONY から発売されている小型キューブ型ロボット toio[4] を使用して実装を行った。

ここでは、まず toio に装着するテクスチャプレートと ToioArmour の実装について紹介する。次に、ホストコンピュータや制御用ソフトウェアについて説明する。

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.

* 公立はこだて未来大学

4.1 テクスチャプレート

テクスチャプレート（図3）は、テクスチャが印刷されたプレート状のアタッチメントである。テクスチャは、先端が角ばった四角柱、尖った円錐、丸まった円柱等を、プレート上に等間隔で5×5で配置することにした。尖った円錐では攻撃的、丸まった円柱では温和的といった印象をユーザが感じることを意図して作成した。これらを toio に付与して駆動することで、触覚や視覚による刺激を用いてユーザに情報提示を行う。プレート部分の寸法は、31.8mm×31.8mm×0.5mmの直方体に揃えた。規格を統一することで、モデリングの簡易化や3Dプリンタによる造形の安定化などの利点がある。

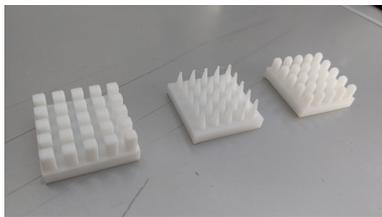


図 3. テクスチャプレートの外観

4.2 ToioArmour

ToioArmour は、toio にテクスチャプレートを付与するためのマウント部品である。図4のように、toio に直接被せて利用する。toio と ToioArmour とのクリアランスは約 0.4mm に設計しており、toio を奥まで押し込むと全体が覆われ、しっかり固定される。取り外す際には、上面に設けた穴から指で押し出すことで簡単に外せる。側面と上面の計5面には、テクスチャプレートをはめ込むことができる。図5にテクスチャを装着する例を示す。

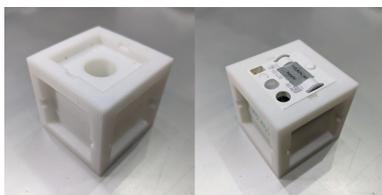


図 4. ToioArmour の外観（上面、底面）

4.3 ホストコンピュータ

ホストコンピュータは、BLE 通信を介して toio を制御する役割を持つ。複数台通信を行うために、PC (Windows11 Home) で JavaScript を使用方法と、外部センサなどと連携するために ESP32 マイコン (M5StickC Plus) を使用方法の2種類を用意した。



図 5. テクスチャプレートの装着例

現在、toio が物理的にユーザの腕などに接触する触覚刺激に焦点を当てた制御を実装している。代表的な動きとしては、突っつく／擦る（図6）等があり、これらの動きのパラメータとして、速度を速く／遅くしたり、振動の周期を長く／短くしたり、複数台が順番に刺激する（図7）などの調整を行っている。これらのパラメータを変化させることで、情報の重要性や緊急性等を表現していきたい。

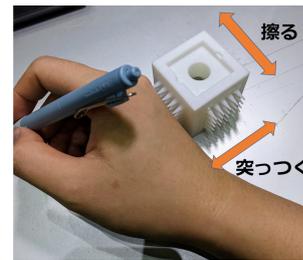


図 6. 突っつく／擦る動作例

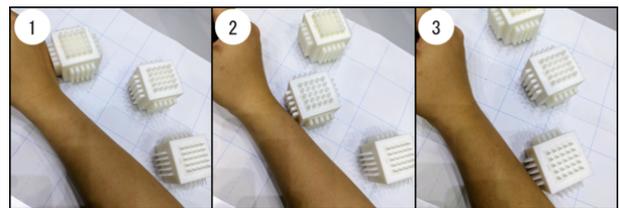


図 7. 順番に刺激を与える動作例

5 今後の展望

今後は、より多様な素材を用いたテクスチャの設計や、複数台の toio を連携させた動作設計等を進める。さらに、本システムを用いたアプリケーションの構築に取り組む。

謝辞

本研究の一部は、科研費 20H04231 の支援を受けた。

参考文献

- [1] R. Suzuki, C. Zheng, Y. Kakehi, T. Yeh, E. YiLuen Do, Mark D. Gross, D. Leithinger, ShapeBots: Shape-changing Swarm Robots. In Proceedings of UIST '19, pp.493-505. 2019.
- [2] K. Nakagaki, J. Leong, J. L. Tappa, J. Willbert, H. Ishii, HERMITS: Dynamically Reconfiguring the Interactivity of Self-Propelled TUIs with Mechanical Shell Add-ons. In Proceedings of UIST '20, pp.151-156, 2020.
- [3] A. Ion, R. Kovacs, O. S. Schneider, P. Lopes, P. Baudisch, Metamaterial Textures. In Proceedings of CHI '18, pp.336-348, 2018
- [4] “小さなキューブ型ロボット・toio (トイオ)” <https://toio.io/> (参照 2022-11-19)