

# 多様な操作が可能なマグネット式インタフェースの提案

晴山 京汰\* 塚田 浩二\*

**概要.** 本研究では、磁石のフィードバックを利用した入力デバイスを提案する。このデバイスはボードとスイッチの2つのモジュールで構成され、ボードの上にスイッチを乗せ、動かす事で操作する。操作方法は、回転・ピボット・押すの3種類に対応する。2つのモジュールには磁石が埋め込まれており、操作した際のフィードバックを触覚や音で得ることが出来る。また、操作をセンシングする電子回路はボード部/スイッチ部の一方に埋め込めばよいので、用途で使い分けができる。本研究では、このデバイスの設計や実装方法、及び応用例を提案する。

## 1 背景と目的

近年、情報家電等の操作をスマートフォンアプリで行う事例も多いが、一つのデバイスに操作を統合できる反面、基本的に画面を目視しながら操作する必要があり、触覚フィードバックに乏しい課題がある。本研究では、マグネットを中心として、操作の柔軟性と心地よい操作感を備えたデバイスを提案し、情報家電制御等に活用を図る。

## 2 関連研究

FieldSweep[1]は平面の板に磁石を埋め込み、スマートフォンを平面上にかざすことで内蔵の磁気センサを用いて位置を検出できるシステムである。Mechamagnets[2]は磁石と3Dプリンタで出力されたパーツを組み合わせて様々な触覚インタフェースを作ることが出来る。MouseField[3]は日用品を置いて動かす事で、日用品に関連するアプリケーション(例: CDに対応する音楽プレイヤー)等を直感的に操作することが出来るデバイスである。本研究では、マグネットの吸着力を用いた心地よい操作感と、柔軟な操作を両立できるシステムを目指す。

## 3 提案

本研究ではボードとスイッチの二つのモジュールから構成される入力インタフェースを提案する(図1)。システムを中心となる永久磁石は、スイッチの中央と角の二箇所と、ボードに一定間隔で配置されている。

スイッチをボードにおくことで、磁石の吸着力を利用して、回転・ピボット・押すの3種類の操作を行うことができる(図2)。回転はスイッチ部中央の磁石を軸に回転し操作する。ピボットはスイッチ部の端の磁石を軸に回転し、別の場所に移動させる。

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.

\*公立はこたて未来大学

押す操作は2つの磁石が設置された対角線上の角を押す事でクリック感を表現している。本システムでは、操作をセンシングする電子回路はボード部/スイッチ部の一方に埋め込めばよいので、用途で使い分けができる。具体的には、ボードにマイコンを内蔵するボード内蔵型と、スイッチに内蔵するスイッチ内蔵型の2種類を提案する(図3)。

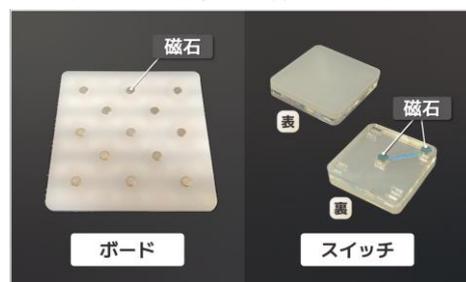


図1 提案システムの基本構成



図2 3つの操作体系

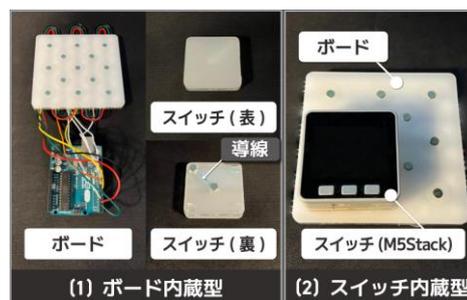


図3 システムの2つの実装方式。電子回路の取り付け位置が異なる。(1)ボード内蔵型、(2)スイッチ内蔵型

## 4 実装

ここでは、まず基本的な磁石と機構の設計について紹介し、次にボード内蔵型デバイスとスイッチ内蔵型デバイスの実装について説明する。

### 4.1 磁石と機構の実装

ボードとスイッチの設計図を図4に示す。磁石には、ダイソー社の超強力マグネットミニ（280ミリテスラ、直径6mm）を利用した。

サイズとしては、まずスイッチを大人が片手でつまみやすい約43mm四方に設定し、磁石を中央と角に埋め込んだ。この磁石の間隔（16.5mm）に基づいて、ボードに計13個の磁石を一定間隔で配置した。なお、ボードの穴の周りにすり鉢状の彫刻加工を施すことで、磁石が滑りやすいように工夫している。

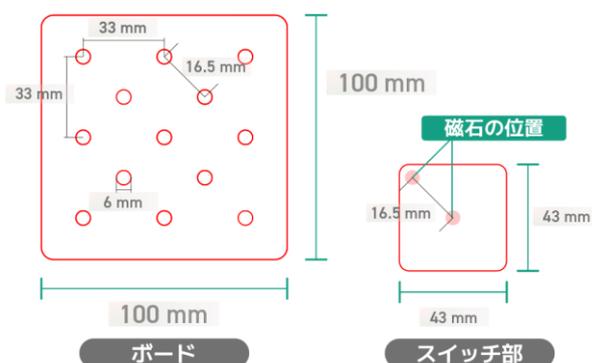


図4 ボードとスイッチの設計図

### 4.2 ボード内蔵型デバイスの実装

ボード内蔵型デバイスでは、ボードに埋め込まれた磁石をそれぞれ Arduino の入出力ピンに接続する。スイッチがボードに置かれると、ボード上の2つの磁石が通電する。通電状態の変化からユーザーの操作を検出する（図5）。

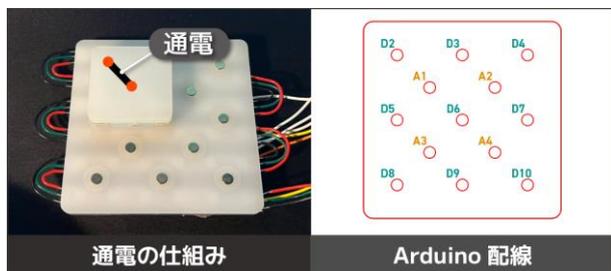


図5 通電の仕組みと配線

### 4.3 スイッチ内蔵型デバイスの実装

スイッチ内蔵型デバイスでは、ボード部の磁石に配線が不要となり、スイッチ部に M5Stack Gray を利用する。M5Stack の筐体には元々磁石が内蔵されているが、それを一度取り除いて、ボード部の配置に合わせて磁石を取り付けた。操作の検出は、M5Stack に内蔵された慣性センサ（加速度／ジャイ

ロ）を利用する。なお現時点では、スイッチ内蔵型デバイスの回転／ピボットの分類精度が不十分であり、改良が必要である。

## 5 応用例

ボード内蔵型ではデバイスを用いた応用例を試作した。図6は操作のフィードバックをフルカラーLEDで表現している。回転操作はセルが1つずつ進み（音量調整のような細かい調整をするイメージ）、ピボットは全ての色を別の色に変える（モード切り替えのようなイメージ）、押すは全体的に暗くなる視覚フィードバックを与えた。

さらに、音楽プレイヤーを制御する応用例を試作した。操作と機能の対応付けについて、図7に示す。



図6 フルカラーLEDを用いた動作デモ

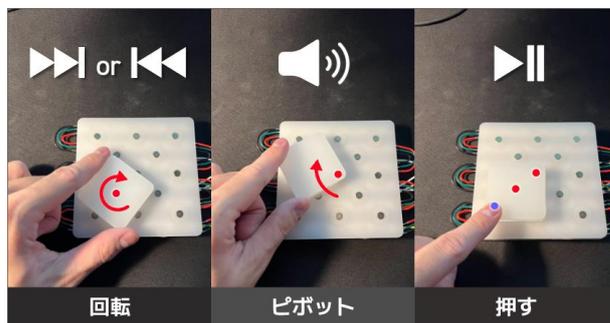


図7 音楽プレイヤーを操作する応用例

## 参考文献

- [1] 宮武陽子, 椎尾一郎. FieldSweep: 永久磁石の配列とスマートフォン磁気センサを用いた二次元トラッキング手法, WISS2020 予稿集, p73-78(2020).

- [2] Clement Zheng, Jeeun Kim, Daniel Leithinger, Mark D. Gross, Ellen Yi Luen Do. Mechamagnets: Designing and Fabricating Haptic and Functional Physical Inputs with Embedded Magnets. TEI '19: Proceedings of the Thirteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, p325-334(2019).
- [3] Toshiyuki Masui, Koji Tsukada and Itiro Sio: MouseField: A Simple and Versatile Input Device for Ubiquitous Computing, Proceedings of UbiComp2004, Springer LNCS3205, pp.319-328 (2004).