

# 磁性スマホリングを用いた回転操作による エンタテインメントの提案

伊藤 永光†1 水口 充†1

**概要:** スマートフォンのゲームではタッチ操作が主であり、コントローラなどはあまり普及していない。一方、物理操作には独特の面白さがある。そこでスマホリングに着目した。スマホリングは端末の保持をサポートするものであるが、リングを回転させることでユーザの好みや用途に対応できる。スマートフォンに常時装着するアクセサリであるので可搬性も高い。本研究ではスマホ本体で回転角を検出できる磁性リングを使用したスマホリングを作成し応用を検討した。

## 1. はじめに

スマートフォンでは様々なゲームを遊ぶことができる。しかしその操作には画面でのタッチ操作が用いられており、他の操作手法で遊ぶには追加でコントローラやガジェットを用意する必要がある。そのためタッチ操作以外を用いて遊んでいるユーザは少ないと考えられる。

ゲーム専用機ではコントローラなどの物理的な入力デバイスを一般的に使用する。例えば PS4 や Xbox のコントローラはボタンやアナログスティックを、Wii コントローラではモーションセンサーを入力として使うことができる。

さらに物理的な操作を行うゲームとしてボードゲームが挙げられる。ボードゲーム界隈の大きなイベントの来場者数は 2011 年から 2017 年にかけて 10 倍近くに増員している[1]。このようにボードゲームに関心を示すユーザは多くなっていることがわかる。この人気の背景として、物理的な操作に由来する面白さがあると考えられる。ボードゲームはコマやカードなどを用いて楽しむので直接的な接触や操作による楽しさが大きいと考えている。これはビデオゲームやスマホゲームに欠けている要素であるとも言える。

以上のような物理的な操作による楽しみはスマートフォン本体だけではできない。そこでスマートフォンのアクセサリに注目した。スマートフォンには様々なアクセサリが販売されており、スマホリングと呼ばれる端末の保持をサポートするアクセサリが普及している。このアクセサリはリングを回転させることでユーザの好みや用途に対応できる製品となっている。このようなスマートフォンに付随するアクセサリを用いて物理的な操作は可能であり、この操作を行うことで面白さにつながると考える。

そこで本研究ではスマートフォンにおける物理的な操作と面白さの関係を確かめることを目標として、磁性スマホリングを使用した入力デバイスとプロトタイプアプリを試作した。

## 2. アプローチ

### 2.1 スマホリングに注目した理由

スマートフォンには様々なアクセサリが販売されている。その中から多くの人に利用されているスマホリングに注目した。この製品は端末背面の任意の場所に貼り付け、リングに指を通すことで端末を持ちやすくするアクセサリである。リングが回転することで、スマートフォンの片手操作の安定化や落下防止など保持性の向上に加え、スマホスタンドの代わりとしても応用が可能になっている。

本研究ではこのリングの回転動作に注目し、スマホリング使用時の回転をジェスチャーとして用いることで、物理的な操作を可能にする。

### 2.2 磁気を採用した理由

スマートフォンには様々なセンサーが搭載されており、これらを用いた先行研究が多く存在する。ここで注目したのは磁気センサーを用いた操作手法である。磁気センサーを用いる手法の利点としてほとんどのスマートフォンに搭載されているため、多くの端末に適用することができる。また外部電源が不要である。そのためバッテリーや通信機器などでスペースを取ることがないため、デバイスのサイズを小さくすることができる。またデバイスには磁石のみを用いるため堅牢性が高く故障の心配が少ない。

よってスマホリングの場合、リングに磁性を付与するだけで操作デバイスとして利用可能である。

### 2.3 どのような操作に使用するのか

磁性スマホリングではリングを回転させるような動きができる。そこで取得できるジェスチャーはリングを起こした状態で軸を中心にして軸周りでリングを回転させるようなジェスチャーである。このジェスチャーによって回転や角度といった入力が可能になる。

例えば特定の角度にいかにか早く合わせられるかというゲームを作成したとして、タッチ操作では回転という動作

†1 京都産業大学大学院 先端情報学研究所

が難しいが本手法では回転ジェスチャーによって実現が可能になっている。また金庫解錠ゲームという特定角度を探索するゲームでは、ユーザはどこかにある正解を求めてリングをくるくる回してゲームを進めていく。他にも制限時間内にリングを回し回転数に応じた距離を進んでいくゲームにも使えるだろう。

## 2.4 タンジブルユーザインタフェースの楽しさ

ゲームコントローラのアナログスティックに注目する。このボタンは全周囲方向に多段階量の入力を行うことができる。この操作方法ではマウスのようにカーソルを任意の箇所に誘導したり、レバガチャと呼ばれるレバーによる連続入力など幅広い入力ができる。Wii リモコンにはモーションセンサーが内蔵されているためユーザの動きを取得できる。これは様々な部分で生かされており Wii 版マリオカートでは Wii をハンドルに見立ててカートの操作を行ったり、Wii Sports では様々なスポーツの道具や動作を Wii リモコンに見立てて遊ぶことができる。このようにユーザはリモコンを介してその競技をリアルに楽しむことができるため面白いと感じる。

またボードゲームでも様々な操作を用いたゲームが存在する。アラカルト[2]は料理を行うゲームで、コンロを操作して火を強くするか調味料を入れるかしてレシピ通りの料理を作っていく。いくつ入るかかわからない調味料を入れたり、サイコロで火加減を決めたりする。誰かが料理を 5 品作るとゲームが終了する。フライパンをひっくり返したり、調味料をうまく出すテクニックなど料理をするようにゲームをする面白さがある。枯山水[3]というボードゲームでは、砂や苔に見立てたタイル庭園ボードに敷いたり、他のプレイヤーの砂タイルを強奪して妨害したり最終的に得点計算と美しさの合計点を競う。ゲームの中で独自の庭を作成していき得点を競う面白さがある。

## 3. 関連研究

### 3.1 磁気を用いたインタフェースの研究

Victor Cheung らはデバイス操作における使いやすさに注目し、単純なタスクにおける磁性指輪と磁気センサーを用いたジェスチャー操作と通常操作のパフォーマンスと UX を比較し与える影響について検証した[4]。結果として角度マッピングではタッチと同等であり、ゲームプレイの経験とマッピングの感覚が向上することがわかった。

Daniek らは手首にセンサーアレイを装着し磁性指輪を身につけ回転やスライドによって操作する手法を提案した。視覚フィードバックを使わずとも 8 つのターゲットの選択が可能になっているため、人目が憚るような時のスマホ操作が可能になっている[5]。

Boris らはスマートフォンを用いた VR での磁気入力手

法を提案している。Google cardboard 上にて側面の内外に磁石を配置する。外側の磁石をスライドさせることで運動して内側の磁石も動くことで入力が可能になっている[6]。

### 3.2 物理操作に伴う面白さの研究

井川らは回転体を用いることで音生成を行なった。この研究は回転させる際にユーザが様々な工夫を凝らすことで多種多様な音が発せられるので、ユーザは回す工夫を凝らすという面白さを得られることができる[7]。

渡辺らの ball in bowl はハンドスピナーや無限プチプチ等のなんとなく使い続けてしまうというエンタテインメント性に着目し「そこはかとない」エンタテインメント性を制定した。これは 3 つの事柄に注目してデザインしており、使用者に対して過度な負荷をかけない、繰り返し動作に関するアフォーダンスデザインがされている、繰り返し動作を妨げず不快感のない適切なフィードバックがある、の 3 つを制定してデザインされている。そのためユーザは何気なくゲームを遊んでしまう面白さがあると思われる[8]。

## 4. 実装

### 4.1 ハードウェア

本手法ではまず端末背面に設置するスマホリングの作成を行った。スマホリングの土台部、シャフト部、リング固定は Fusion 360 を用いて 3 つのパーツのモデリングを行なった。その後 PLA を用いて 3D プリンタ(ダヴィンチ)を用いて印刷した。使用した磁気リングは株式会社マグファイナ製 NR0035、ネオジウム磁石、外径  $\Phi 27.5\text{mm}$ 、内径  $\Phi 22.5\text{mm}$ 、厚さ 5mm のものを使用した[9]。各パーツを組み立てた状態を図 1 に示す。



図 1 スマホリングの組み立て後

このスマホリングをスマホケースに設置することでアプリケーションの作成や実験を行なった。

## 4.2 ソフトウェア

スマートフォンを用いた磁気リングの回転ジェスチャーを取得する方法を説明する。本研究では iPhone8 上で動作するガチャアプリケーションを Mac + Xcode で作成を行った。Apple が提供するフレームワークに iPhone から様々なセンサーの値を取得できる CoreMotion が存在する。これを用いることで端末内の磁気センサーから磁気値を取得することができる。また android においても端末内から磁気センサーの値を取得する方法が存在するため、Andorid 用に追加実装する必要はなく API の部分を変更することで実装が可能である。測定した磁気値は端末の xyz 方向に沿った軸方向の値を得ることができる。そこで xy 軸の磁気値と三角関数を用いることで磁気角度を計算することができる。以下にその計算式を示す。

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{180x}{\pi y}\right)$$

この式を用いることで磁気リングの角度を計算することができ、回転角度は-180 ~ 180 の範囲の値を得ることができる。

## 4.3 試作したアプリケーション

磁気インタフェースの回転ジェスチャーの有効性の検証のため、ガチャガチャを参考にした抽選アプリを制作した。以下にその図を示す。

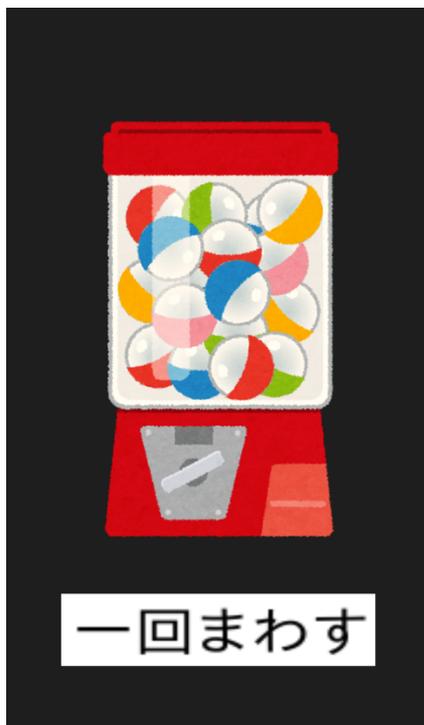


図 2 ガチャアプリケーションの画面

画面下部のボタンを押すことで画面上のガチャバーと磁気リングの回転が同期される。そして左回転を一周することでバーを回した判定になる。回している最中に 10 度ごとに端末に小さな振動を発生させ、特定の角度になるとガチャを回し切ったことを知らせるため端末全体が強めに振動するようになっている。

## 5. 評価

本学コンピュータ理工学部の学部生 4 名に使用してもらった。使用後の感想を箇条書きで記述する。

### (1) 1 人目

- プチプチを潰す楽しさと同じ感覚で楽しい
- ガチャの筐体みたいに振ってみて中にガチャのある感覚があると楽しそう
- ガチャ中身を攪拌させるみたいに端末を振っていいものが出やすいと面白そう

### (2) 2 人目

- 振ってみて面白かった
- 磁石を利用してハンドルコントローラのようにできたら面白い
- 他にも磁石の有効利用(認証系やコントローラなど)できたら面白そう

### (3) 3 人目

- 回すたびに振動がフィードバックとしてくるので、物理的なものを回している感覚に近い
- 回している感覚はあるが回転の感覚が軽い

### (4) 4 人目

- タンジブル操作は面白くて良くできている
- アプリが簡素なので面白いかといえば微妙

## 6. 考察

### 6.1 本研究の使用感について

実際のガチャと同様に磁気リングを動かすことで画面に表示されたガチャバーと連動して動き、一周することでガチャを引くことができる。そのためリングを半周させるごとに手を持ち替えるため実際の動きに近い状態で回すことができる。またリングを回転させている時に画面上に遅延なく同期されるため使用中に違和感を感じることはなかった。

### 6.2 本手法の面白さについて

一つ目の面白さは黙々と操作して楽しめるものであると考えられる。評価の 1 人目よりプチプチで遊ぶような感覚で面白いという感想が得られた。プチプチは進んで遊ぶというよりは暇な時間に黙々と楽しむ面白さであると考えられ、このように楽しめるのは操作手法がスマホと一体にな

っているのでもいつでも触れるためである。ここで関連研究にて取り上げた「そこはかかない」エンタテインメント性に注目すると共通している部分が見受けられる。つまりこの手法は不完全ではあるが、「そこはかかない」エンタテインメント性を提供できると考えられる。そのため本手法は手持ち無沙汰な時に黙々と楽しむ面白さを実現できると考える。

二つ目は操作手法の仕組みに面白さがあると考え。評価の2人目よりハンドルコントローラや、他の用途にも使えたら面白いのではとの感想が得られ、4人目からはタンジブル操作が面白いという感想が得られた。つまり磁性ホールリングの仕組みを見て、スマホアクセサリにも操作にも使え、さらに別の用途にも使えたら面白いという感想だと考える。これは装置自体の完成度がまだ低いことも考えられるが、携帯性の高さで操作が滞りなくできたことが受けた結果だと考える。

### 6.3 ハードウェアについて

実際に使用して気づいた点としてスマホリングの作りが不完全であることが挙げられる。作成したパーツは組み立てることはできるが、まだ作りが甘いのでガタガタしている箇所がある。またリングを起こしたり寝かしたりするための隙間を設けているためどちらの状態でもリングが動いてしまう。そして構造を改善することで操作による楽しさは多様化すると考えている。なぜならハンドスピナーやプチプチといった何気なく触ってしまうものには簡素ではあるが独特の楽しさがあり、これと同様の面白さを持たせることも可能であると考えているためである。

### 6.4 ソフトウェアについて

ガチャバーを回転している時の判定にバグが残っており、本来は左回転のみで判定したいが、右回転であっても回したことになる。また当初はUnityを用いたアプリケーションを作成する予定であったが、端末の磁気センサーの使用が対応していなかったためiPhone8 + Xcodeで開発を行った。そこでUnity等を用いてユーザが触って楽しいものや面白いアプリケーションを提供したいと考えている。

## 7. 今後の展望

本手法の特徴は物理的なものを使った回転操作であるためハードウェア実装とソフトウェア実装のどちらも検討したい。ハードウェア実装では構造の改善を第一に考えている。考察に挙げた通りスマホリングとして使うことができるが、軸の不安定さやリング部分の狭さなど構造に起因する使いにくさといった問題がある。そこでより様々な形状のプロトタイプを検討することで構造の改善を図りたい。

また様々な形状の検討によってアプリケーションに依らずスマホリングによる面白さも検討したい。

またソフトウェア実装では角度や回転方向といった情報を入力できる、ゲーム性に富んだアプリケーションを制作していきたい。アプローチに記述しているような金庫を開けるゲームや連打ゲームなどを作成したいと考えている。加えてゲーム性に富んだアプリケーション以外にも抽選機やルーレットなど、簡単な入力を扱うアプリケーションなどを検討したい。最後に評価を受けて検討したいと思っているのはリング動かし方のパターンなどによって認証などにも活用できそうなので検討していきたい。

## 8. まとめ

物理的な操作による面白さをスマートフォンで実現するために、磁性スマホリングを使用した入力デバイスと試作アプリケーションの作成を行った。

作成した磁気入力デバイスと試作アプリケーションを試遊した結果、回転操作は遅延なく入力でき、実物体を回す感覚で操作ができること、回すこと自体の楽しさが得られることが確認できた。

今後アプリケーションをさらに試作し応用可能性を検討したい。また新たな操作の検討や使用時の快適さを考慮したり、スマホリングの構造を改良していきたい。そして最終的にしっかりとした実験内容を考え、調査を行いたい。

**謝辞** 本研究はJSPS 科研費 18K11608 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 1) ゲームマーケット, ゲームマーケットにおける開催データ, <http://gamemarket.jp/report/>
- 2) アラカルト, <https://jellyjellycafe.com/games/alacarte>
- 3) 枯山水, <https://jellyjellycafe.com/games/karesansui>
- 4) Victor Cheung, Audrey Girouard, Tangible Around-Device Interaction Using Rotatory Gestures with a Magnetic Ring [https://cil.csit.carleton.ca/b/wp-content/uploads/2019/08/MobileHCI19\\_Tangible\\_Around\\_Device\\_Interaction\\_with\\_Magnetic\\_Ring\\_CR\\_altText.pdf](https://cil.csit.carleton.ca/b/wp-content/uploads/2019/08/MobileHCI19_Tangible_Around_Device_Interaction_with_Magnetic_Ring_CR_altText.pdf)
- 5) Daniel Ashbrook, Patrick Beaudisch, Sean White, Nanya: subtle and eyes-free mobile input with a magnetically-tracked finger ring <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1979238>
- 6) Boris Smus, Christopher Riederer, Magnetic Input for Mobile Virtual Reality, <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2802083.2808395>
- 7) 井川 祐馬, 松浦 昭洋, 凸回転体の運動を利用して音生成を行うインタラクティブシステム, [https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&item\\_id=191193&item\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=8](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=191193&item_no=1&page_id=13&block_id=8)
- 8) 渡邊 桃吾, 片寄 晴弘, ball in bowl: 日常ストレスからの解放を目的としたタブレットアプリケーション, [https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&item\\_id=200677&item\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=8](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=200677&item_no=1&page_id=13&block_id=8)
- 9) 株式会社マグファイン, 製品情報, [https://www.magfine.co.jp/user\\_data/magnet\\_spec\\_pdf.php?product\\_id=6995](https://www.magfine.co.jp/user_data/magnet_spec_pdf.php?product_id=6995)