

# SmarTrackBall : スマートフォンのアウトカメラを用いたトラックボール

深津 佳智    志築 文太郎    田中 二郎\*

**概要.** スマートフォンのアウトカメラを用いてトラックボールと同様の操作を可能とするシステム SmarTrackBall について示す. SmarTrackBall では, ユーザはスマートフォンの背面で操作を行うため, スマートフォンの画面を塞ぐことなく操作を行うことができる. 加えて, ハードウェアを着脱できる, また, 片手で操作できるという利点を持つ. 本システムのプロトタイプを作成し, 本システムを用いた 2 種類のアプリケーションを作成した.

## 1 はじめに

従来のスマートフォン操作においては, 主に, タッチスクリーンに指を触れることによるタッチ操作が行われる. これに対し, スマートフォンにシンプルなハードウェアを追加するのみにより, タッチ操作以外の多様な操作を可能にする研究が行われている. 我々の提案システム SmarTrackBall では, スマートフォンのアウトカメラ上にマーカ付の亚克力ボールを持つハードウェアを取り付けることにより, トラックボールと同様の操作 (以下, トラックボール操作) を可能にする.

本稿では, SmarTrackBall の概要, プロトタイプ的设计, アプリケーションについて述べる.

## 2 関連研究

スマートフォンにシンプルなハードウェアを追加するのみにより, タッチ操作以外の多様な操作を可能とする研究が行われてきた. Yu ら [4] は, タッチスクリーンの端に導電性ゴムでできた物理ボタン Clip-on Gadgets を取り付けることにより, 物理ボタンを押す操作の認識を実現した. 渡部らは [5], マーカを埋め込んだ弾性体をスマートフォンの内蔵カメラ上に取り付け, ユーザが弾性体に力を加えた際のマーカの移動量を光学式力分布測定手法 [2] により測定することにより, ポインティングや押し込み操作を実現した. Spelmezan ら [1] は, 圧力センサと近接センサを組み合わせた物理ボタンをスマートフォン側面に取り付けることにより, スマートフォンを片手操作するための 6 種類の親指ジェスチャの認識を実現した. Yang ら [3] は, スマートフォンのインカメラに全方位カメラを取り付け, 周辺視覚を検出することにより, 周辺環境の認識, 周辺物の認識, ハンドジェスチャ認識, ユーザの動きの認識などを

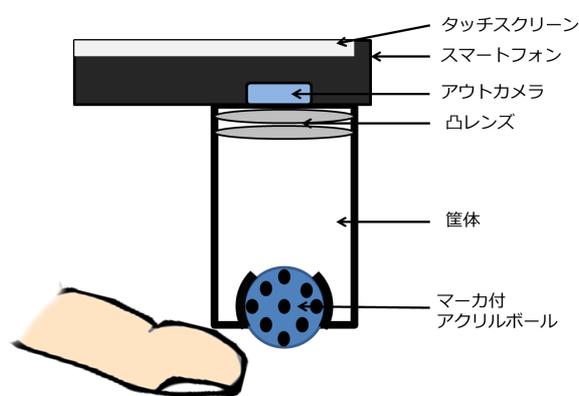


図 1. SmarTrackBall

実現した. 我々の提案システム SmarTrackBall では, スマートフォンのアウトカメラ上にマーカ付亚克力ボールを取り付け, ユーザが指でボールを転がしたことをアウトカメラを用いて検出することにより, トラックボール操作を実現した.

## 3 SmarTrackBall

SmarTrackBall は, スマートフォンのアウトカメラを用いてトラックボール操作を可能とするシステムである (図 1). 本システムの利点を以下に示す.

- ユーザはスマートフォンの背面で操作を行うため, スマートフォンの画面を塞ぐことなく操作を行うことができる.
- ハードウェアを着脱可能なため, システムを使用しない時にハードウェアを外しておけば, 通常の操作の妨げにならない.
- 一方の手が塞がっている場合でも, 片手で操作できる.

Copyright is held by the author(s).

\* Yoshitomo Fukatsu, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科, Buntarou Shizuki and Jiro Tanaka, 筑波大学 システム情報系

## 4 プロトタイプシステム

プロトタイプシステムは、アウトカメラ上に取り付けるハードウェア、及び、トラックボールの動きを検出するソフトウェアから構成される。

### 4.1 ハードウェア

本システムのハードウェアは、凸レンズ（直径21 mm, 拡大率3倍, 2枚）、マーカ付アクリルボール（直径10 mm）、それらを固定する筐体からなる（図1）。このハードウェアをスマートフォン（Apple iPhone4S）のアウトカメラ上に取り付けた。

### 4.2 ソフトウェア

本システムのソフトウェアは、アウトカメラから取得した画像から、アクリルボールの動きを検出することにより、ユーザの操作を認識する。具体的には、まず、アウトカメラから取得したRGB画像（図2a）をグレースケール画像（図2b）に変換する。毎フレーム毎に、前のフレームと現在のフレームにおけるグレースケール画像のオプティカルフローを計算することにより、アクリルボールの動きを検出する。オプティカルフローの計算には、オープンソースのコンピュータビジョンライブラリ OpenCV<sup>1</sup>を用いた。

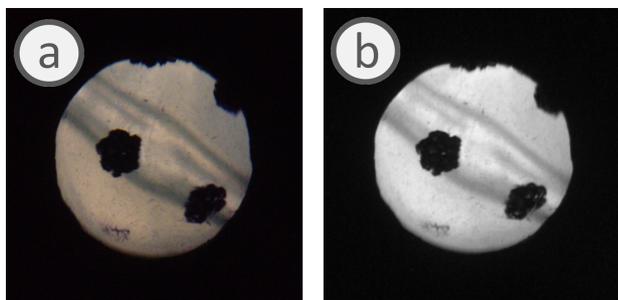


図 2. アウトカメラから取得した画像. a) RGB 画像, b) グレースケール画像

## 5 アプリケーション

SmarTrackBall を用いた 2 種類のアプリケーションを作成した。

### 5.1 スマートフォン背面のトラックボールによるスクロール操作

ユーザは、スマートフォンを用いてウェブブラウザなどのスクロール画面を閲覧する際に、スクロール操作を行う。従来のタッチ操作では、ユーザの見ている画面をタッチ操作を行う指で塞いでしまう問題が生じる。提案システムでは、スマートフォン背

面のトラックボールを転がしてスクロール操作を行うため、ユーザは画面を塞ぐことなく操作を行うことができる。

### 5.2 マウス操作

SmarTrackBall をマウスパッド上で操作することにより、従来のマウスと同様の操作を行うことができる。本操作は、従来のマウス操作と比べ、スマートフォンのタッチスクリーンを用いて、マルチタッチジェスチャを行うことができる、また、視覚的フィードバックを与えることができるという利点がある。

## 6 まとめと今後の課題

スマートフォン背面においてトラックボール操作を可能とするシステム SmarTrackBall について述べた。SmarTrackBall を用いることにより、ユーザは、スマートフォンの画面を塞ぐことなくトラックボール操作を行うことができる。我々は、プロトタイプシステムを作成し、トラックボール操作を用いた 2 種類のアプリケーションを示した。

今後は、ハードウェア及びソフトウェアの改良による認識精度の向上、また、アプリケーションの評価を行う。

## 参考文献

- [1] D. Spelmezan, C. Appert, O. Chapuis, and E. Pietriga. Controlling widgets with one power-up button. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '13, pp. 71–74, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [2] K. Vlack, T. Mizota, N. Kawakami, K. Kamiyama, H. Kajimoto, and S. Tachi. GelForce: a vision-based traction field computer interface. In *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '05, pp. 1154–1155, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [3] X.-D. Yang, K. Hasan, N. Bruce, and P. Irani. Surround-see: enabling peripheral vision on smartphones during active use. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '13, pp. 291–300, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [4] N.-H. Yu, S.-S. Tsai, I.-C. Hsiao, D.-J. Tsai, M.-H. Lee, M. Y. Chen, and Y.-P. Hung. Clip-on gadgets: expanding multi-touch interaction area with unpowered tactile controls. In *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '11, pp. 367–372, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [5] 渡部 陽一, 佐藤 克成, 牧野 泰才, 前野 隆司. 光学式力測定手法を用いた携帯型タッチパネル端末用入力デバイスの提案. *インタラクシオン 2012*, pp. 521–526. 一般社団法人情報処理学会, 2012.

<sup>1</sup> OpenCV: <http://opencv.org/>