

スマートウォッチと指輪型磁気センサを利用した 複数磁石周辺でのジェスチャ入力

高木 友稀^{1,a)} 志築 文太郎^{2,b)} 高橋 伸^{2,c)}

概要: 手指のジェスチャ・モーション入力手法として多くの手法がある。磁石と磁気センサを用いることで、加速度センサに基づくウェアラブルデバイスで扱えるジェスチャの幅を広げることができる手法を提案する。本システムは、複数のウェアラブルデバイスや体の特定の位置へと磁石を取り付け、指に指輪型磁気センサデバイスを装着することで、アナログ的ジェスチャ認識を行うことができる。また、スマートウォッチを用いて手の位置を推測することで、位置に応じた入力対象選択を可能となる。

Gesture input around multiple magnets using smart watch and ring-type magnetic sensor

YUKI TAKAGI^{1,a)} BUNTAROU SHIZUKI^{2,b)} SHIN TAKAHASHI^{2,c)}

Abstract: We propose a gesture recognition method that utilizes acceleration sensors in a smartwatch and magnetic sensors on a finger ring device. Several magnets are put on the user's body, and the user performs gesture around the magnet. This method makes it possible to input continuous values with finger motions around a magnet, as well as gestural input such as swipe and touch gestures. In addition, users can select an input target by changing the gesture locations, which are estimated by the system using acceleration sensors.

1. はじめに

情報端末の小型化により、スマートウォッチに代表される様々なウェアラブルデバイスが登場し、複数のウェアラブルデバイスを装着することが多くなった。それらのための入力手法の一つとして、手指の動きのジェスチャ・モーション入力がある。手指を利用した入力は、ウェアラブルデバイスだけでなく、スマートフォンなどの日常的に情報端末を操作するためにも用いられており、自然な操作ができる。

これらのジェスチャの認識手法としては、画像認識によ

る方法 [4][5] や、グローブ型のデバイスを装着する方法 [6] があるが、カメラやグローブを装着する煩わしさの問題、画像認識による方法では手の画像が取得できる画像特定の位置でしか認識できない問題などがある。加速度・ジャイロセンサの値を用いてジェスチャ認識を行う手法 [3] は、比較的これらの問題を避けることができるが、認識できるジェスチャに限られる問題がある。

本研究の目的は、磁石および磁気センサを追加で用いることにより、加速度センサに基いたウェアラブルデバイスでのジェスチャ認識で扱えるジェスチャの種類の幅を広げることである。本研究では、手首にスマートウォッチを装着することを前提とし、さらに指輪型磁気センサデバイスを指に装着する。また、複数のウェアラブルデバイス、あるいは体の特定の位置に磁石を取り付ける。こうすることにより、連続的な手の動きによる量の入力といったアナログ的ジェスチャを認識しやすくなるなどの効果が期待できる。また、手の位置や状態をスマートウォッチの加速度センサの値から推測することで、位置に応じた入力対象選択

¹ 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

Department of Computer Science, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

² 筑波大学システム情報系

Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

a) takagi@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

b) shizuki@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

c) shin@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

が可能になる。

2. 関連研究

Nenya[7] は、磁石付きの指輪をリスト型デバイスにより検出し、指輪の回転動作を検出することが可能なシステムである。uTrack[8] は親指に磁石を付け、薬指に磁気センサを装着する。親指を薬指付近で動かすことにより、3次元的な入力を行うシステムである。Abracadabra[9] は磁石を用いてスマートウォッチの周辺で2次元的に入力を行う事が可能である。IM6D[10] では、複数のLCコイルによるマーカを装着し、マーカの位置をリアルタイムでトラッキングすることかできる。IM6Dは、トラッキングシステムが大きく、携帯性に欠ける。

3. 提案手法

本手法では、複数のウェアラブルデバイスや身体の特定位置付近での指でのジェスチャ入力を行うことが可能になる。従来の加速度センサによるジェスチャ認識によるスワイプ動作やクリック動作だけでなく、磁気センサ値を活用することにより、連続量の入力を行うジェスチャが可能となる。

3.1 システム構成

本手法におけるシステムの構成について述べる。本システムは、磁石と磁気センサを取り付けた指輪型デバイスのハードウェア部と、ジェスチャ入力時の手位置推定ソフトウェアと、ジェスチャ認識ソフトウェアの2種類のソフトウェアによって構成されている。以下それぞれについて述べる。

3.1.1 ハードウェア

本システムは、磁石と磁気センサを取り付けた指輪型デバイスによって構成される。以下でそれぞれの役割について詳細を述べる。

(1) 磁石

本手法では、ウェアラブルデバイスや身体の適当な位置に磁石を取り付ける。永久磁石を取りつけるだけなので、センサ追加などより容易であり、バッテリーも不要である。例えば、ヘッドフォンに付ければヘッドフォンの音量を変更するためにヘッドフォン付近で操作するとか、腰のベルトにつけてスマートフォンの特定の操作(例えば電話着信拒否など)を行うようにすることができる。

(2) 指による入力を行う指輪型磁気センサデバイス

指輪型磁気センサデバイス(以下、指輪デバイス)は、3軸磁気センサを取り付けた指輪である。指輪デバイスは磁気センサにより磁気を検出し、センサ値を連続量入力などのジェスチャ入力に利用する。ユーザは指輪デバイスを指に装着し、ウェアラブルデバイスや身

体の磁石周辺で指を動かすことで、ジェスチャ入力が行える。本手法では、磁気センサの値により磁石を中心とした位置情報を推定できるため、加速度センサと組み合わせることにより、従来の加速度センサによるジェスチャだけでなく、連続量入力などの細かい動きを検出することができる。また、センサ値から身体上の位置を推測することで入力対象選択が可能になる。

3.1.2 ソフトウェア

本システムは、スマートウォッチの加速度センサの値を利用し、ジェスチャ入力時に手位置推測にとる入力対象の選択を行うソフトウェアと、指輪デバイスから得られる3軸磁気センサの値からジェスチャ認識を行うソフトウェアの2種類から構成される。以下で詳細を述べる。

(1) ジェスチャ入力時の手位置推測による入力対象の選択
スマートウォッチを利用し、ユーザが磁石の周囲でジェスチャを行う際の手の向きを検知する。手の向きを識別することで、単独では識別することができない磁石を識別することができる。

(2) ジェスチャ認識

スマートフォンアプリケーションによって、本手法は指輪デバイスとスマートウォッチのそれぞれから得られるセンサデータを収集、連続量入力を含むジェスチャ入力の認識を行う。指輪デバイスより3軸磁気センサのデータ、スマートウォッチから加速度センサの値をそれぞれ取得する。

3.2 想定使用シーン例

3.2.1 ワイヤレスヘッドセットによる音楽プレイヤーの操作

本システムをワイヤレスヘッドセットで使用する流れを示す。音楽プレイヤーアプリケーションをワイヤレスヘッドセット付近でジェスチャ操作する例の流れである。

- (1) タップ動作を行うことで、音楽の再生停止を行う(図1)
- (2) 左右スワイプジェスチャを行うことで音楽の早送り早戻しを行う
- (3) 左右へとゆっくり動かすことで、音量を操作する

3.2.2 ベルト付近でのスマートフォンの通話操作

本システムをベルト付近でのスマートフォンの通話操作に使用する流れを示す。スマートフォンでの通話時、スマートフォンを直接操作することなく、ベルト付近でのジェスチャ入力により、通話の機能の一部を利用する流れである。

- (1) タッチ動作を通話時の音声のミュート動作のオンオフと割り当てる
- (2) 左右へゆっくり動かすアナログ入力を通話時の音量の増減動作へと割り当てる。
- (3) スマートフォンによる通話時、スマートフォンを見る

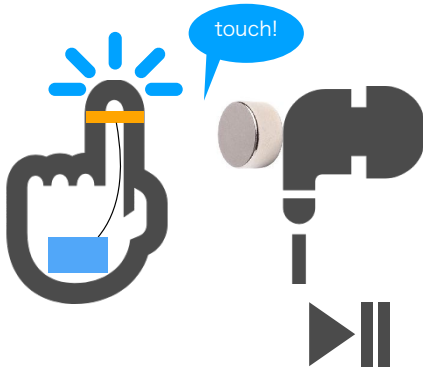


図 1 ワイヤレスヘッドセットをタップすることにより、音楽の再生停止を行う

ことなくベルト付近でタッチを行っている間はミュートを行う

(4) 左右へゆっくり動かすことで音量の増減操作を行うことができる。

4. 実装

上記の提案手法を用いたシステムを実装中である。

これまでに、指輪デバイスの試作、磁石位置推定のためのスマートウォッチソフトウェア、ジェスチャの認識ソフトウェアの作成を行った。

4.1 指輪型磁気センサデバイス

指輪デバイスの実装について述べる。マイコンとして Arduino Nano, 3 軸磁気センサとして MAG3110, 通信用モジュールとして BlueSMiRF Silver を使用した。指輪は 3D プリンタにより作成した。指輪は 17mm から 22mm まで 0.5mm ずつ径の異なる指輪を作成した。指輪デバイスは、下記のジェスチャ認識ソフトウェアと Bluetooth 通信を行い、磁気センサの値を送信する。

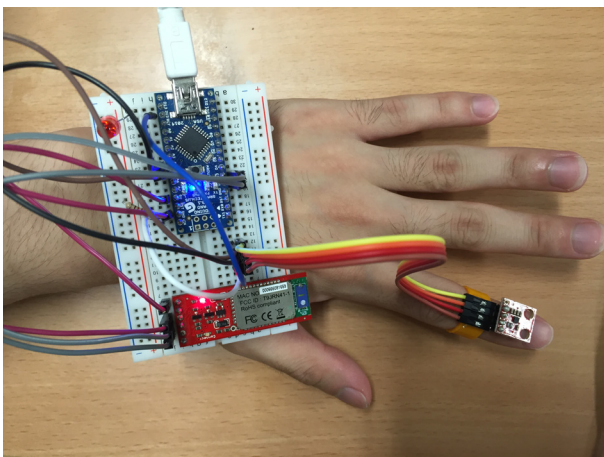


図 2 指輪デバイスを装着した様子。人差し指に磁気センサが付いた指輪を着けている。

4.2 磁石位置推定スマートウォッチソフトウェア

ウェアラブルデバイスへと取り付けられた複数の磁石位置を推定するために、磁石周辺へと指を移動した際の手の向きを利用する。手の向きを検出するために、スマートウォッチに内蔵される加速度センサを使用する。加速度センサの値を取得し、スマートフォンへと送信する。端末として Android Wear(LG G watch) を使用し、スマートフォンとの通信には Google から提供されている、Wearable Data Layer API を使用した。

4.3 ジェスチャ認識、磁石位置推定スマートフォンソフトウェア

ジェスチャ認識、磁石位置推定ソフトウェア (以下、推定ソフトウェア) の実装について述べる。推定ソフトウェアは Android アプリケーションとして開発する。推定ソフトウェアは、指輪デバイスから Bluetooth 通信により磁気センサの値を取得し、記録を行う。ジェスチャの認識には、SVM(libSVM) を利用する。ジェスチャの種類として、磁石をタップする動作、磁石へと左右からスライドするスワイプ動作を実装した。また、アナログ入力の実装として、左右への一次元的な連続入力を実装した。

5. おわりに

複数のウェアラブルデバイスに磁石を取り付け、その周囲で指輪型磁気センサデバイスを装着した指によるジェスチャを行うことで、ウェアラブルデバイスを識別し、ジェスチャを認識システムについて提案した。今後は、システムの実装を完成させ、様々なジェスチャの認識精度の調査やこういったアプリケーションで利用できるかなどの応用例の調査を行う。

参考文献

- [1] Katie A. Siek, Yvonne Rogers, and Kay H. Connolly. Fat Finger Worries: How Older and Younger Users Physically Interact with PDAs. In *Proceedings of the 2005 IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction*, INTERACT '05, pp. 267–280, Berlin, Heidelberg, 2005. Springer-Verlag.
- [2] Sami Ronkainen, Jonna Häkkinen, Saana Kaleva, Ashley Colley, and Jukka Linjama. Tap Input as an Embedded Interaction Method for Mobile Devices. In *Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, TEI '07, pp. 263–270, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [3] Jiayang Liu, Lin Zhong, Jehan Wickramasuriya, and Venu Vasudevan. uWave: Accelerometer-based personalized gesture recognition and its applications. *Pervasive and Mobile Computing*, Vol. 5, No. 6, pp. 657–675, 2009.
- [4] Robert Y. Wang and Jovan Popovic. Real-time Hand-tracking with a Color Glove. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 28, No. 3, pp. 63:1–63:8, July 2009.
- [5] David Kim, Otmar Hilliges, Shahram Izadi, Alex D. Butler, Jiawen Chen, Iason Oikonomidis, and Patrick

- Olivier. Digits: Freehand 3D Interactions Anywhere Using a Wrist-worn Gloveless Sensor. In *Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '12, pp. 167–176, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [6] 高田峻介. GROVE: 導電繊維を用いた安価なデータグローブの開発. *インタラクション 2015 論文集*, pp. 944–945, 2015.
- [7] Daniel Ashbrook, Patrick Baudisch, and Sean White. NENYA: Subtle and Eyes-free Mobile Input with a Magnetically-tracked Finger Ring. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '11, pp. 2043–2046, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [8] Ke-Yu Chen, Kent Lyons, Sean White, and Shwetak Patel. uTrack: 3D Input Using Two Magnetic Sensors. In *Proceedings of the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '13, pp. 237–244, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [9] Chris Harrison and Scott E. Hudson. Abracadabra: Wireless, High-precision, and Unpowered Finger Input for Very Small Mobile Devices. In *Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '09, pp. 121–124, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [10] Jiawei Huang, Tsuyoshi Mori, Kazuki Takashima, Shuichiro Hashi, and Yoshifumi Kitamura. IM6D: Magnetic Tracking System with 6-DOF Passive Markers for Dexterous 3D Interaction and Motion. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 34, No. 6, pp. 217:1–217:10, October 2015.