

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26280068

研究課題名（和文）能動的な音響計測に基づくタッチインタフェース技術

研究課題名（英文）Touch Interface Technologies based on active acoustic sensing

研究代表者

志築 文太郎（SHIZUKI, Buntarou）

筑波大学・システム系・准教授

研究者番号：20323280

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,300,000円

研究成果の概要（和文）：申請者がこれまでに見いだした「能動的な音響計測による把持状態認識」は、物体がどのように触られているのか（すなわち把持状態）を、物体を様々な周波数で振動させその響き具合を見ることによって簡単に認識できるというシンプルかつ強力な基本原理である。本研究提案では、この基本原理の認識精度と応用範囲を向上させる実装方法を確立する。このために実際に一体型モジュールを作成した。また、基本原理を工夫した検出を様々に試みた。また、基本原理の応用先として、スマートフォン等の携帯情報端末の操作手法等の研究開発を行った。さらにビジュアルなプロトタイピング環境を作成した。

研究成果の概要（英文）：Our sensing method called Active Acoustic Sensing can recognize how an object is touched, including grasped, by vibrating the object at various frequencies and observing its response. In this research proposal, we established an implementation method to improve recognition accuracy and application range of this sensing method. We have developed an integrated module of this sensing method. In addition, we explored various sensing of this sensing method. In addition, as example applications of the sensing method, we used this sensing method to recognize various manipulations on mobile devices such as smartphones. We also created a visual prototyping environment of this sensing method.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：タッチインタフェース

1. 研究開始当初の背景

申請者がこれまでに見いだした「能動的な音響計測による把持状態認識」は、物体がどのように触られているのか（すなわち把持状態）を、物体を様々な周波数で振動させその響き具合を見ることによって簡単に認識できるというシンプルかつ強力な基本原理である。

2. 研究の目的

本研究提案では、この基本原理の認識精度と応用範囲を向上させる実装方法を確立する。

3. 研究の方法

上記の目的のために、一体型モジュールを作る。また、基本原理の使い勝手を向上することを狙い、センサ技術やプログラミング技術を持たないデザイナーでも基本原理に基づいたラピッドプロトタイピングを可能とするタッチセンシティブなシステムのビジュアルなラピッドプロトタイピング環境を開発する。

4. 研究成果

平成 26 年度

平成 26 年度では実際に一体型モジュールの仮作成を行い、その動作確認を研究室にて行った。

また、基本原理を工夫して応用することによって把持時に把持対象物体にかかる圧力を検出することの可能性を見出した。これは把持対象物体を振動させた結果として得られる周波数応答が圧力に応じて変化するので、この変化量を計算することによって得られる。結果として物体がどう把持されているのかということに加えて、どの程度の強さでその把持が行われているのかが得られる。

さらに基本原理の成果を組み込んで使うためのアプリケーションの開発を先行して行った。

平成 27 年度

平成 27 年度では昨年度に引き続いて一体型モジュールの作成を行い、その動作確認を研究室にて行った。

なお、その研究開発時に、基本原理が把持状態に加えて近接状態を検出することも可能であることが分かった（図 1~3）。すなわち把持するために手が近づいたことを同原理にて認識することが可能である。これは、把持対象物体を振動させるための音波を空中へも同時に発信し、その反射が近接の度合いによって異なって得られることに基づく。把持と同じ原理によって近接状態も検出できるため、実装も再利用できるというメリットも併せ持つ。

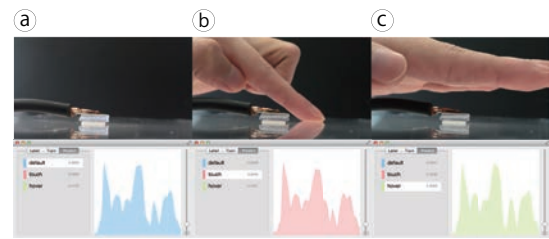


図 1 近接状態の検出例 1

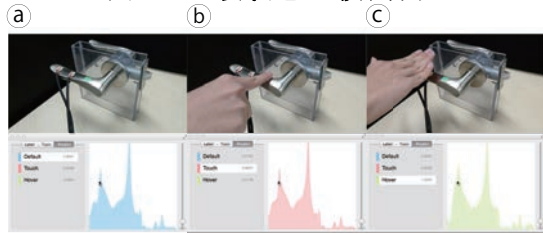


図 2 近接状態の検出例 2

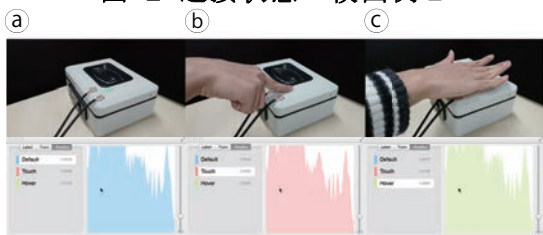


図 3 近接状態の検出例 3

これともなって予定を変更し、近接状態を検出するための実装の調整と実験を実施し、またその性能向上を図るためのセンサの取り付け方などの検討を行った。

昨年度に把持時に把持対象物体にかかる圧力を検出することの可能性を見出したが、この検出アルゴリズムの検討、試験実装等を追加で行い、実装中のタッチセンシティブなシステムのビジュアルなラピッドプロトタイピング環境に組み込んだ。

また、基本原理の応用先として、スマートフォン等の携帯情報端末の操作手法等の研究開発を行った。

平成 28 年度

平成 28 年度の研究実施計画では、1) 一体型モジュールの改良、2) 無線接続した結果をコンピュータにおいて受信できるようにソフトウェアの作成（必要に応じて）、3) 既存のビジュアルなプログラミング環境を統合する、という 3 項目の実施を目標としていた。

これに対して 1、2 については Bluetooth を用いて通信を行うモジュールを作成し、3 については単体で動作するビジュアルなプロトタイピング環境を作成した。3 については初心者でも実演を通じて認識させるべき状態を登録することを可能とする GUI を提供するアプリケーションとなっている。

さらに、基本原理の応用可能性を探るために、アプリケーションの開発を継続して行った。結果として、平成 28 年度の研究実施計画に予定していた研究項目が達成され、さらに、当初想定していなかった研究成果を本研

究のアイデアに基づいて数多く挙げることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計20件)

1. 青山周平, 阿部哲也, 志築文太郎, 田中二郎. 親指の移動量推定に基づくスマートウォッチの片手操作手法. コンピュータソフトウェア, Vol. 34, 2017年5月, pp. 102-113. (査読有り)
2. 吉田有花, 鶴田真也, 池川航史, 阿部哲也, 志築文太郎, 田中二郎. 静電容量に基づくブロックシステム. コンピュータソフトウェア, Vol. 34, 2017年5月, pp. 93-101. (査読有り)
3. 青山周平, 川畑裕也, 駒田悠, 明神優, Zhang Yunze, 橋本悠希, 志築文太郎. 積層漆回路を用いたタッチインタフェースの検討. 情報処理学会第79回全国大会講演論文集, Vol. 4, 情報処理学会, 2017年3月, pp. 335-336. (査読無し)
4. 村田主磨, 富田洋文, 嵯峨智, 志築文太郎, 高橋伸. Ubi-Space: スペースキー上での親指スライドを用いたメニューコマンド入力手法. 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-HCI-172, No. 20, 情報処理学会, 2017年3月, 7 pages. (査読無し)
5. 馬場南実, 嵯峨智, 志築文太郎, 高橋伸. 肩の筋疲労測定を用いた姿勢改善支援システムの検討. 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-HCI-171, No. 6, 情報処理学会, 2017年1月, 8 pages. (査読無し)
6. 久保勇貴, 高田峻介, 志築文太郎, 高橋伸. コンテキストに応じたスマートウォッチ・スマートフォン併用時のUIの検討. 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-HCI-171, No. 36, 情報処理学会, 2017年1月, 8 pages. (査読無し)
7. 小原田和也, 志築文太郎, 高橋伸. 筋電位を用いた物体の重さの推定. 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-HCI-169, No. 9, 情報処理学会, 2016年8月, 5 pages. (査読無し)
8. Kazuki Tada, Shin Takahashi, and Buntarou Shizuki. Smart Home Cards: Tangible Programming with Paper Cards. Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct (UbiComp '16), September 2016, pp. 381-384. (査読有り)
9. Masaya Tsuruta, Shuhei Aoyama, Arika Yoshida, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Hover Detection using Active Acoustic Sensing. Proceedings of 18th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2016), Part II, LNCS 9732, Springer, July 2016, pp. 104-114. (査読有り)
10. Hiroyuki Hakoda, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. QAZ Keyboard: QWERTY based Portrait Soft Keyboard. Proceedings of 18th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2016), Part XVIII, LNCS 9748, Springer, July 2016, pp. 24-35. (査読有り)
11. Buntarou Shizuki. Sensing Grasp Force using Active Acoustic Sensing. Proceedings of 18th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2016) - Posters' Extended Abstracts, Part I, CCIS 617, Springer, July 2016, pp. 382-387. (査読有り)
12. 大西主紗, 志築文太郎, 田中二郎. 大画面を備える携帯情報端末を安定して操作するための片手親指操作手法. コンピュータソフトウェア, Vol. 33, No. 1, 2016年2月, pp. 78-90. (査読有り)
13. Hiroyuki Hakoda, Takuro Kuribara, Keigo Shima, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. AirFlip: A Double Crossing In-Air Gesture Using Boundary Surfaces of Hover Zone for Mobile Devices. Proceedings of 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2015), Part II, LNCS 9170, Springer, August 2015, pp. 44-53. (査読有り)
14. Toshifumi Kurosawa, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Spatial Arrangement of Data and Commands at Bezels of Mobile Touchscreen Devices. Proceedings of 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2015), Part II, LNCS 9170, Springer, August 2015, pp. 227-237. (査読有り)
15. Kazusa Onishi, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Investigation of Transferring Touch Events for Controlling a Mobile Device with a Large Touchscreen. Proceedings of 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2015), Part II, LNCS 9170, Springer, August 2015, pp. 250-261. (査読有り)
16. Daisuke Komoriya, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Task Specific Paper Controller that Can Be Created by Users for a Specific Computer

- Operation. Proceedings of 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2015), Part XVI, LNCS 9189, Springer, August 2015, pp. 418-428. (査読有り)
17. Yuki Hashimoto, Naoya Koizumi, Yu Myojin, Buntarou Shizuki, and Nobuko Hanada. The Urushi Circuit - Use of a Traditional Craft Material for HCI -. Proceedings of ACM CHI 2015 Symposium on Emerging Japanese HCI Researches Collection, April 2015, 8 pages. (査読有り)
18. Makoto Ono, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Sensing Touch Force using Active Acoustic Sensing. Proceedings of the 9th ACM International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction (TEI 2015), ACM, January 2015, pp. 355-358. (査読有り)
19. 箱田博之, 志築文太郎, 田中二郎. QAZ キーボード: タッチパネル端末向け縦型 QWERTY キーボード. 第 22 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集, 日本ソフトウェア科学会, 2014 年 11 月, pp. 85-90. (査読有り)
20. 大西主紗, 志築文太郎, 田中二郎. TouchOver: 大画面を備える携帯情報端末を楽に操作するための片手親指操作手法. 第 22 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集, 日本ソフトウェア科学会, 2014 年 11 月, pp. 91-96. (査読有り)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

志築 文太郎 (SHIZUKI BUNTAROU)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号: 20323280

(2) 研究分担者

高橋 伸 (TAKAHASHI SHIN)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号: 00272691
田中 二郎 (TANAKA JIRO)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号: 20251043