

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：21602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26730094

研究課題名(和文) 無拘束な指輪型装着端末における体温充電とオンライン即時行動認識手法の研究

研究課題名(英文) Unconstrained energy harvesting and online behavior recognition based on ring-shape wearable device

研究代表者

荆 雷 (Jing, Lei)

会津大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号：30595509

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、無拘束常時手指装着型装置の応用展開において、資源制約のある状況に適用可能な充電方式と即時認識手法の基礎研究を行った。充電方法について、太陽光、体温、運動や無線電波などを含め、複数の環境発電手法を指輪サイズ、極端に小型な装置に評価実験を行った。ジェスチャー認識手法について、連続ジェスチャー入力手法と即時認識手法を研究提案した。

本研究が、極端に資源制約された装着型装置に、共通した充電と認識などの課題を解決することにより、ウェアラブルコンピューティングを基礎研究から応用研究へ進むことを促進する。

研究成果の概要(英文)：In this study, to enhance the application of the unconstrained wearable computing, we performed a fundamental research on the energy harvesting and online gesture recognition issues under limited computing resource. Several different energy harvesting methods, like sunlight, body temperature, radio waves, and so on, were evaluated on a ring size, extremely compact device. Moreover, it was proposed to study a continuous gesture input method and the immediate recognition method. Powering and recognition are two common issues for all of the wearable computing devices. This study is to promote the fact that advancing the wearable computing from basic research to real application.

研究分野：知的情報処理

キーワード：ウェアラブルコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

将来、装着していることを忘れてしまう (“Wear them, forget them”: Scientific American Jul. 2013) ような無拘束装着型検知装置が人間能力を究極まで伸ばし、スピーキングやライティングのように、人間進化に大きな影響を及ぼす技術になることだろう。近年の電子端末の小型化に伴い、装着型装置は、衣類やベルト、靴など、比較的大きいサイズの日常装着用品のほか、指輪のように極端に小型な装着用品に埋めこむ研究も視野に入ってきた。

申請者は 2009 年に初めて指輪型手指動作センシング装置、Magic Ring を開発し、その後、手指動作の認識手法に関する基礎研究と並行して、手指動作による家電制御、手話翻訳、ライフログへの応用研究を展開してきた。しかし一方で、将来、無拘束に常時装着できるようにするためには、ウェアラブル装置と行動認識アルゴリズムの両方に未解決の課題が残されている。

2. 研究の目的

本研究では、無拘束の装着型検知装置の開発において、**小型デバイスに適用できる体温充電方法、資源制約状況におけるオンライン即時認識プロセス**という 2 つの共通課題をめぐり、独自の解決法を提案した。

3. 研究の方法

(1) 体温充電方法

充電方法について、太陽光、体温、運動や無線電波などを含め、複数の環境発電手法を指輪サイズ、極端に小型な装置に評価実験を行い、最適な無線充電方式を選択し、指輪型装置に実装した。

(2) オンライン即時動作認識プロセス

ジェスチャー認識手法について、連続ジェスチャー入力手法と即時ジェスチャー認識手法を研究提案した。DTW スライドウェインド方法を改良し、連続した入力ジェスチャーに対して、自動的に各ジェスチャーの起点と終点を識別する手法を実験評価した。更に、HMM と K-means を組み合わせた二段階認識手法により、16 個までの評価用ジェスチャー集合をオンライン認識する方法も提案した。

(3) 実機検証実験

充電手法と認識手法を検証するために、指輪型装置に提案手法を実装評価実験を行った。

4. 研究成果

(1) 既存充電方法の評価

太陽光、体温、運動や無線電波などを含め、複数の環境発電手法を発電電圧、電流、ノイズなどの面から、評価した。

(2) 無線充電回路の設計

最後に無線充電を選択し、指輪型装置の回路に追加した。設計した回路図と作成した実験用基板は図のようになる。

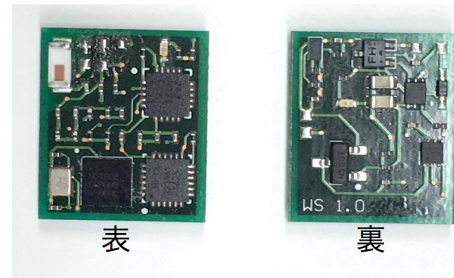


図 1：指輪型装置の基板実物図面

20mAh の Lipo 電池へ 3mm 以内の充電距離において、1 時間 80% まで充電できる。無線充電のメリットは装置に充電端子を無くすことにより、防水防塵加工が簡単になった。

(3) 適応的なスポッティング手法

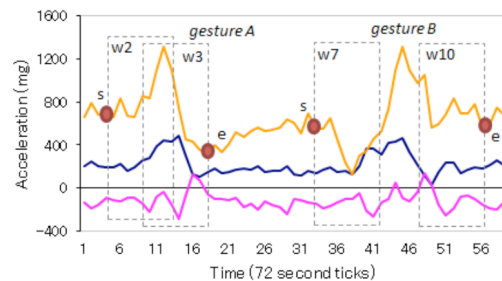


図 2：連続動作の波形

連続的なジェスチャー入力の加速度センサーの波形が図 2 に示す。固定した閾値の認識率が不安定の課題に対して、閾値の動的に調整するアルゴリズムを提案した。

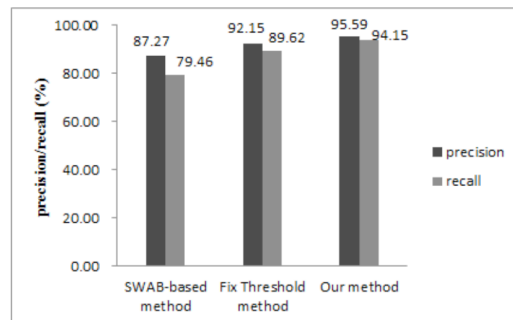


図 3：閾値でスポッティング手法の比較

更に、固定の閾値、SWAB 法と本提案を比較した結果を図 3 に、本提案手法が優れていることが判明した。

(3) 自動スポッティング手法

提案した DTW による連続ジェスチャー認識手法について、五つのジェスチャーを定義し、評価実験を行った。

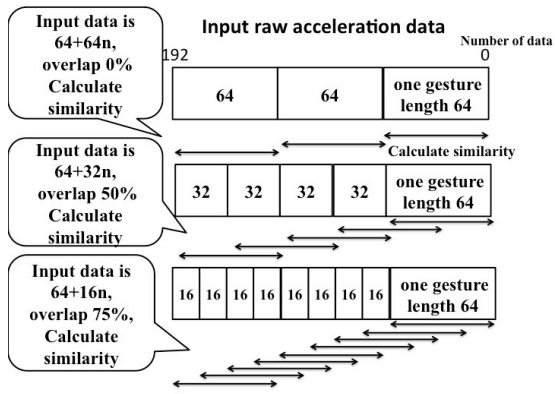


図4：スライドウィンドウ DTW

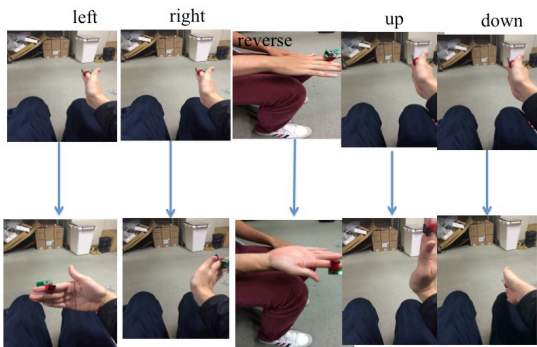


図5：ジェスチャー定義

ユーザがランダムに連続ジェスチャーする場合、平均認識率が 85%になり、手動ジェスチャースポッティングと比べて、12%劣化があることが判明した。

(4)即時ジェスチャー認識手法

更に、16個のジェスチャーを定義した(図4)。そして、クラスタリングしてからの認識と言う二段階認識手法の実験結果を下の図に示した。

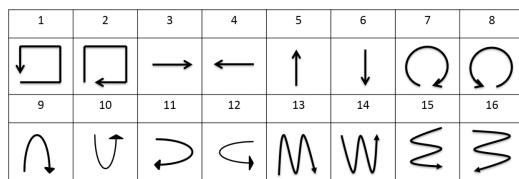
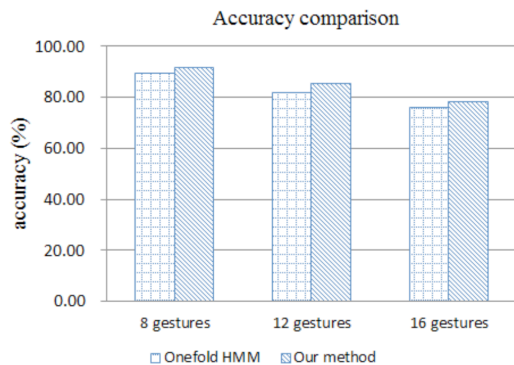
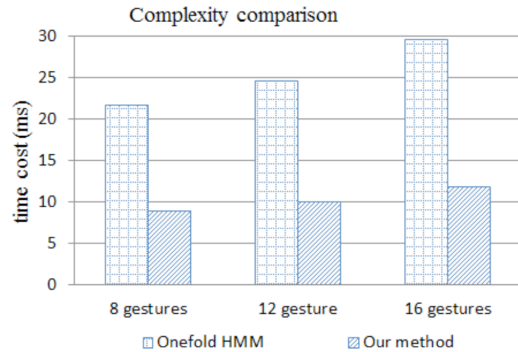


図6：16種類ジェスチャー定義



図から、単純な HMM と比べて、認識率がやや高いし、計算複雑度は 1/3 になる。だから、オンラインにもリアルタイム性が優れている認識手法である。



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 2 件)

Y. Zhou, Z. Cheng, L. Jing, “Pre-classification Based Hidden Markov Model for Quick and Accurate Gesture Recognition Using a Finger-worn Device”, Applied Intelligence, Vol. 40, No. 4, pp. 613-622, 2014
10.1007/s10489-013-0492-y

Y. Zhou, Z. Cheng, L. Jing, “Threshold Selection and Adjustment for Online Segmentation of One-stroke Finger Gestures Using Single Tri-axial Accelerometer,” Multimedia Tools and Applications, Vol. 74, No. 21, pp. 9387-9406, 2015.
10.1007/s11042-014-2111-2

[学会発表] (計 1 件)

Yinghui Zhou, Dido Vongsa, Yiming Zhou, Zixue Cheng, and Lei Jing, “A Healthcare System for Detection and Analysis of Daily Activity based on Wearable Sensor and Smartphone”, IoP2015, Beijing, China, Aug. 11-14, 2015

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.u-aizu.ac.jp/~leijing/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荆 雷 (けい らい)

会津大学・コンピューティング理工学部・准
教授

研究者番号：30595509

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：