

ウェアラブル・環境センサの協調動作に関する検討

中村雅之^{†*} 中村二郎^{†*} 酒造正樹^{†*} 割澤伸一^{†*} 山田一郎^{†*}[†]日本電信電話株式会社環境エネルギー研究所 [‡]東京大学大学院工学系研究科

*独立行政法人科学技術振興機構 CREST

1 はじめに

我々は、個人が自らの日常生活における生活習慣を振り返ることのできる情報基盤の実現を目標として[1-3]、身に付けた複数のウェアラブルセンサと周囲の環境センサの出力を解析できるシステムの開発に取り組んでいる。本稿では、環境センサ出力をトリガとして複数のウェアラブルセンサが正確に同期してデータ収集を行い、サーバへ無線データ送信する協調型のウェアラブル・環境センサからなる行動センシングシステムを提案する。

2 ウェアラブル・環境センサシステム

本研究では、複数のワイヤレスウェアラブルセンサノードにより身体の動作を ms オーダーでリアルタイムでセンシングし、同時に環境センサにより人の位置やモノの動きをセンシングする。関連研究として、[4]では複数のウェアラブルノードにより身体動作を ms オーダーでセンシングしているが、データをノード内のメモリに蓄積し動作終了後に無線で送信しているため、リアルタイムで動作をセンシングできない。[5]は単一のウェアラブルノードと環境センサであるカメラで同時に動作をセンシングし、動作認識性能を向上させているが、より詳細な身体動作のセンシングには複数のウェアラブルノードが必要である。

図 1 に本研究のウェアラブル・環境センサシステムを示す。ウェアラブルセンサノードと環境センサノードは ZigBee センサノードをベースとしている。ウェアラブルセンサノードは高速データ送信用として Bluetooth モジュールを実装している。正確なサンプリングを実現するためにセンサ

測定中は無線受信による割込みが生じないようにしている。ウェアラブルセンサノードは複数個身体に装着し、両腕の動きなど高速な信号をセンシングする。一方、環境センサノードは在不在検知信号など比較的低速な信号をセンシングする。ウェアラブルセンサノードの ZigBee チップにより環境センサノードの検出信号を受信し、全てのウェアラブルセンサノードは同時に測定を開始する。このようにウェアラブルセンサと環境センサが協調動作することにより、ウェアラブルセンサの正確な同期、消費電力の低減などが可能になり、場所やモノの動きと人の動作との関連付けが可能となる。

3 実験

図 2 にウェアラブルセンサと環境センサのハイブリッドシステムを示す。ウェアラブル加速度センサノードと人感センサノードは Crossbow 社 Mote(radio: ZigBee)を使用している。加速度センサデータは Bluetooth により PC に送信する。ユーザは 1 軸の加速度センサノードを両腕手首に取り付け、指先方向の加速度をセンシングする。人感センサノードは人を感知するとノード ID を検出信号として送信する。2 つの加速度センサノードは人感センサノードの検出信号を受信すると 5 秒間 1 ms サンプリング間隔で測定する。モノにつける振動センサタグとしては NTT-AT 社 NIRE (radio: 310 MHz)を使用しており、振動を感知するとタグ ID を送信する[6]。PC は ZigBee 受信機、Bluetooth 受信機、NIRE 受信機を接続しそれぞれセンシングデータを収集する。

Collaborative Processing of Wearable and Ambient Sensors System

Masayuki NAKAMURA^{†*}, Jiro NAKAMURA^{†*}, Masaki SHUZO^{†*}, Shinichi WARISAWA^{†*} and Ichiro YAMADA^{†*}[†] Nippon Telegraph and Telephone Corporation Energy and Environment Systems Laboratories, 3-1, Morinosato Wakamiya, Atsugi-shi, Kanagawa, 243-0198 Japan[‡] School of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan

*Japan Science and Technology Agency, CREST

{masayuki, jnaka}@aecl.ntt.co.jp shuzo@lelab.t.u-tokyo.ac.jp {warisawa, yamada}@mech.t.u-tokyo.ac.jp

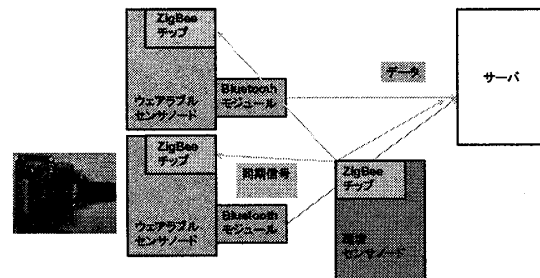


図 1: 複数のウェアラブルセンサと環境センサの協調動作

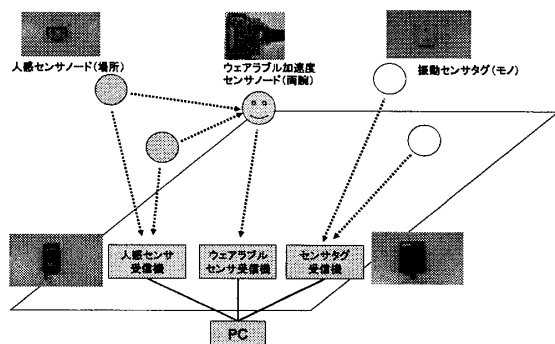


図 2: ウェアラブルセンサと環境センサのハイブリッドシステム

図 3 に動作センシング実験の様子を示す。振動センサタグはモノ(雑誌)に取り付けてある。人感センサノードは通路の天井に設置され人の接近を検出する。この実験ではモノをつかむ際の両腕の動きをセンシングすることが目的であり、それ以外の動作をセンシングする必要はないため2つの加速度センサノードの測定を停止させている。人の接近がトリガーとなって同期、測定を開始し、測定不要時は省電力のため測定を停止している。

図 4 に動作センシング実験の結果を示す。3か所で3つのモノをそれぞれ右手、左手、両手でつかむという動作を行った。人感センサにより人の接近を検出し、2つのウェアラブル加速度センサノードで測定を開始し、リアルタイムでPCにデータ転送している。2つのウェアラブルセンサノードの同期誤差は、サンプリング間隔である1msよりも十分に小さく、同時に測定を開始しているといえる。各センサ出力により、どの場所で何をどうつかんだかということがわかる。グラフでは両手でつかんだ際の出力を拡大して表示しているが、詳細な動作データが収集できていることがわかる。どちらの手でつかんだかというだけでなく、モノをどのように操作したかというような動作の認識も可能と考えている。

4 おわりに

本稿では、ms オーダーでサンプリングしたセンサデータをリアルタイムで送信可能な複数のワイヤレスウェアラブルセンサノードと環境センサの協調動作に関する検討を行った。環境センサ出力をトリガとすることでウェアラブルセンサの正確な同期、同時測定をすることにより、場所やモノの動きと人の動作との関連付けが可能となることを示した。今回はウェアラブルセンサとして加速度センサを利用し動作センシングを目的としたが、今後、高速サンプリングを要する他の生体信号もセンシング対象として検討していく予定である。

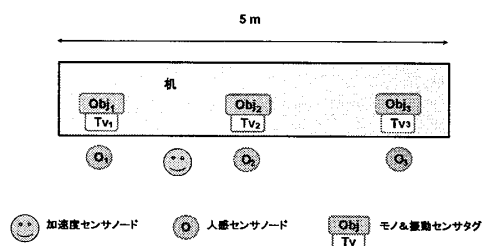


図 3: 動作センシング実験

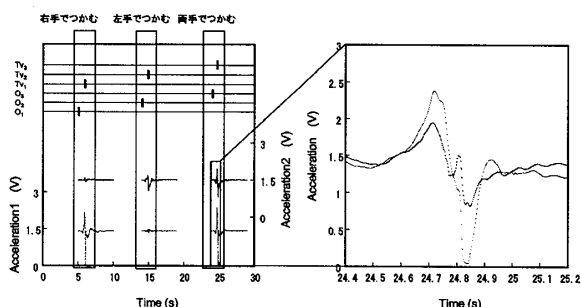


図 4: 動作センシング実験結果

参考文献

- [1] http://www.sen.jst.go.jp/theme/theme_h19/Yamada.html
- [2] 酒造正樹, 山田一郎: ウェアラブル生体・環境情報処理基盤の開発, 平成 21 年度電気学会全国大会, 3-S26-3, (2009)
- [3] 小川猛志, 酒造正樹, 平野美貴, 山田一郎: 生体・環境センシング情報を利用する医療サービスの基盤を目指すマルチセンサネットワーク構成技術の一検討, ユビキタス・センサネットワーク研究会 (USN) 第 8 回研究会, pp. 161-166 (2009)
- [4] Michael Lapinski, Eric Berkson, Thomas Gill, Mike Reinold and Joseph A. Paradiso: A Distributed Wearable, Wireless Sensor System for Evaluating Professional Baseball Pitchers and Batters, ISWC 2009, pp. 131-138 (2009)
- [5] Steffen Leonhardt, Thomas Falck and Petri Mähönen: Ambient and Wearable Sensor Fusion for Activity Recognition in Healthcare Monitoring Systems, BSN 2007, pp. 208-212 (2007)
- [6] Masayuki Nakamura, Masayuki Tsuda, Kazue Takahashi and Jiro Nakamura: Wireless Sensor Networks for Monitoring the Daily Interactions between User and Objects, ICROS-SICE 2009, pp. 3710-3713 (2009)