

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：82626
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2014～2016
課題番号：26330125
研究課題名(和文) P2P方式によるモバイル生体センシング基盤に関する研究

研究課題名(英文) A Study of P2P Mobile Body Sensing Platform

研究代表者

幸島 明男 (Sashima, Akio)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間情報研究部門・主任研究員

研究者番号：20357130

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)：独り暮らしの高齢者等を見守る遠隔生体見守りサービスの実現に向けて、センサ装着者の持つスマートフォン等の端末と見守り側利用者のスマートフォン等の端末との間で直接的に生体情報を送受信可能にする Peer-to-Peer (P2P) 方式によるモバイル生体センシング基盤について研究開発を行った。そして、1) モバイル生体センシング基盤のための通信プロトコルの策定、2) 見守りサービスのプロトタイプの実現、3) 確率過程モデルを用いた生体センシングデータの解析手法の提案等の成果を得た。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have developed a mobile body sensing platform for a Peer-to-Peer (P2P) telecare service which enables users (such as family members) to share biological information derived from wireless bio-sensors. We have proposed and implemented 1) a communication protocol of the platform, 2) a prototype of the P2P telecare service, and 3) an analysis method based on a stochastic process model of bio-sensing data.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：生体センシング 見守り P2P スマートフォン

1. 研究開始当初の背景

携帯電話回線を用いたモバイルインターネットサービスの普及にともない、家族や介護者がスマートフォン等を用いて高齢者等の生活を見守る遠隔見守りサービスが注目を集めている。これまで、このような携帯電話回線を用いた遠隔見守りサービスに関しては、データセンターに設置したサーバシステムに、各種のセンサデータを集積し、そのセンサデータを、家族など見守り側の利用者が閲覧する方式（クラウド方式と呼ぶ）のサービスが多かった。しかしながら、このようなクラウド方式のサービスは、実際に見守りサービスを必要としている小規模の地方自治体等がサービスを提供しようとする場合、以下に述べるような課題がある。

(1) サーバのスケラビリティ

サーバに全利用者のセンシングデータが集中するため、利用者数に応じてサーバの増減が必要とされるが、必要十分な規模の事前推定と事後の調節は容易ではない。特に小規模グループへのサービスからスタートアップする場合、初期段階のサーバの設置・管理コストがネックとなり、気軽にサービスの提供を行うことが困難である。

(2) 個人情報の管理

日々収集される利用者の生体情報を、家族以外の第三者であるサーバ管理業者が管理する必要があるが、それらのデータは個人情報保護の観点から厳格な管理が必要とされるため、管理コストが増大しやすい。

このような問題に対処するためは、従来のクラウド型のシステムとは異なり、サーバへのデータの集積を必要としない新しい方式の見守りサービスが求められる。

2. 研究の目的

本研究では、上記の背景を踏まえた新しい方式の見守りサービスとして、センサ装着者の持つスマートフォン等の携帯端末と見守り側利用者のスマートフォン等の携帯端末

との間で、サーバを経由せず、直接的に生体情報を送受信する Peer-to-Peer (P2P) 方式による見守りサービスの研究を行う。具体的には、P2P 方式による見守りサービスの基盤となるモバイル生体センシング基盤の実現を目指し、以下のような研究開発を行う。

(1) P2P 方式によるモバイル生体センシング基盤の実現

携帯電話回線を用いた、インターネット上のオーバーレイネットワークにより P2P で生体センシングデータを相互に送りあうことを可能にするモバイル生体センシング基盤を構築する。生体情報のセンシングには、身体に装着するモバイル生体センサを用いて、利用者（高齢者等）の生体情報（心電位等）をスマートフォンと連携して常時センシングする。この生体情報とその解析により得られた身体状態や健康状態を、家族等が持つスマートフォンにより常時リアルタイムで閲覧可能にする。

(2) モバイル生体センシング基盤における生体情報解析アルゴリズムの実現

モバイル生体センサから得られる利用者の心電位、身体の 3 軸加速度、身体周辺の温度、湿度、気圧などを常時センシングし、そのデータを解析し、必要な情報を抽出するモバイル生体センシング基盤上の生体情報解析手法について研究開発を行う。特に、収集した生体情報に基づいて、個人の生体・行動モデルを構築する手法を開発する。

3. 研究の方法

P2P 方式によるモバイル生体センシング基盤の実現、ならびにモバイル生体センシング基盤における生体情報解析アルゴリズムの実現という 2 つの目標を目指して以下に述べるような研究開発を実施した。まず、遠隔地に分散して存在するスマートフォンが Peer-to-Peer で通信しあい全体として協調的に動作するための生体センシングデータ

通信プロトコルの研究開発を行った。そして、スマートフォンや腕時計型端末などの異なる端末を用いて生体センシングデータの取得、解析、配信、表示等を行うモバイル生体センシング基盤のプロトタイプを開発を行った。また、開発したモバイル生体センシング基盤で得られたデータを念頭に生体センシングデータの時系列解析技術について研究開発を行った。

4. 研究成果

上記の研究開発を実施し、主として以下に述べるような成果を得た。

(1) モバイル生体センシング基盤のための P2P 通信プロトコルの策定

インターネット上のオーバレイネットワークと NAT トラバーサル技術を用いて、複数台のスマートフォン、および接続情報管理用サーバ上の通信プログラムが相互にメッセージを送受信するための UDP ベースの通信プロトコルの開発を行った。通信環境によらない安定したデータ通信の実現をめざして、圧縮処理とパケットバッファリングの機能の設計・実装を行った。

(2) P2P 方式による見守りサービスのプロトタイプの実現

策定した通信プロトコルを、スマートフォンならびに接続情報管理用サーバ上の通信プログラムとして実装した。通信スレッドの並列化やバッファサイズの調整等の最適化を行うことで、P2P 通信機能の実装上の安定性の向上と処理の効率化を達成した。4G 回線上の 2 台のスマートフォン (Android OS) を用いた通信実験において、開発した通信プロトコルを用いることにより、パケットロス無く平均 200 ミリ秒程度の遅れで通信可能であることを確認した(図 1 参照)。

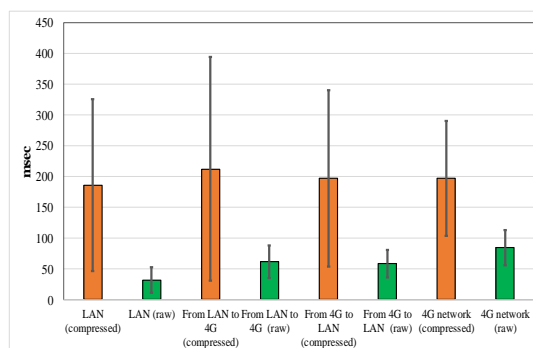


図 1 実装した P2P 通信プロトコルの通信遅延時間(文献[1]より引用)

また、屋内の無線 LAN 環境における利用を念頭に、スマートフォンよりも常時携帯性や装着性に優れた腕時計型端末 (Android Wear) を用いたモバイル生体センシング基盤のプロトタイプを開発した(図 2 参照)。



図 2 腕時計型端末を用いた見守りサービスのプロトタイプ

本プロトタイプでは、生体センサと通信する腕時計型端末どうしが、取得したセンシングデータを双方同時に送受信可能とすることで、センサ情報の相互共有を実現した。これにより、家族等の見守る側利用者が腕時計型端末を用いて高齢者等の見守られる側利用者の身体状況を常時見守るサービスや、家族等の利用者どうしが遠隔地からお互いの身体状況を見守る相互見守りサービスを可能にした。

また、常時身体に装着するという腕時計型端末の特性を活かし、利用者の身体状況をよ

り直観的かつ身体的に感知するための見守り用ユーザインタフェースとして、視覚的な情報に頼らず心拍間隔に応じた振動を伝える触知覚ユーザインタフェースを提案した。本研究で着目したウェアラブルデバイス向けのユーザインタフェースは、今後の見守りサービスの研究開発において重要な課題となるものと思われる。

(3) 確率過程モデルを用いたデータ解析手法の提案

収集した生体情報に基づいて、個人の生体・行動モデルを構築する手法として、生体センシングデータの生成を確率過程としてモデル化し、生体情報の特徴を捉えることで、より効率的なデータ処理を実現するための手法について研究を行った。具体的には、ガウス過程回帰 (Gaussian Process Regression) を用いた回帰モデルを、心電位センシングデータに適用することで、心電位波形の生成を可能にする方法について提案した。モバイル生体センサで取得した心電位波形データを対象としたモデル化実験の結果、周期性を持つカーネル関数を用いたガウス過程回帰モデルにより、平常時の心電位波形データを近似的に生成するモデルが構築可能であることを確認した(図3参照)。

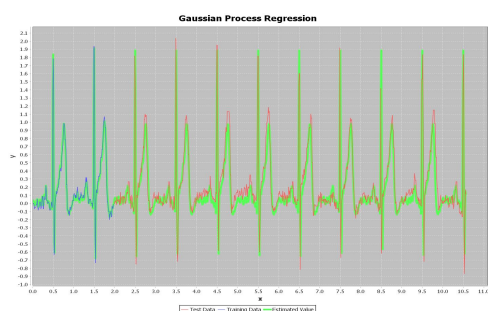


図3 ガウス過程回帰による生体センシングデータの推定(文献[2]より引用)

<引用文献>

[1] Akio Sashima, Koichi Kurumatani,
Towards a Peer-to-Peer Communication

Model for Mobile Telecare Services,
Proc. of the 9th International Joint
Conference on Biomedical Engineering
Systems and Technologies, No.5,
pp.542-549, 2016.

[2] 幸島明男, 車谷浩一, ガウス過程回帰を用いた生体時系列データのモデル化, 人工知能学会全国大会論文集 29, pp.1-3, 2015.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

1. Akio Sashima, Mitsuru Kawamoto, Koichi Kurumatani, A Telecare System on Smart Watches that Communicate with Wireless Bio Sensors, Proc. of the 10th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, No.5, 査読有, 2017, pp.429-434.
DOI: 10.5220/0006248404290434
2. Akio Sashima, Koichi Kurumatani, Towards a Peer-to-Peer Communication Model for Mobile Telecare Services, Proc. of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, No.5, 査読有, 2016, pp.542-549.
DOI: 10.5220/0005845205420549
3. Akio Sashima, Ikushi Yoda, Mitsuru Kawamoto, Koichi Kurumatani, Web-based Integrated Visualization Service for Monitoring Urban Public Spaces, Proc. of the Eighth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking, 査読有, 2015, pp.78-79.
DOI: 10.1109/ICMU.2015.7061038

〔学会発表〕(計5件)

1. 幸島明男, 確率的トピックモデルを用いた人流環境の解析, Symposium on Human Informatics (SHI), 産業技術総合研究所臨海副都心センター(東京都), 2016年9月29日.
2. 幸島明男, 河本満, 車谷浩一, 腕時計型端末を用いた遠隔生体見守りシステムの開発, 電子情報通信学会総合大会, 九州大学伊都キャンパス(福岡県), 2016年3月8日.
3. 車谷浩一, 都市のリアルタイムセンシングと情報共有による近未来予測と協調ナビゲーション - 都市知能の一例として, 京都大学学術情報メディアセンタ

- ーセミナー，京都大学（京都府），2015年7月21日。
4. 幸島 明男，車谷 浩一，ガウス過程回帰を用いた生体時系列データのモデル化，人工知能学会全国大会（第29回），公立ほこだて未来大学（北海道），2015年5月30日。
 5. 幸島 明男，依田 育士，河本 満，車谷 浩一，オープンセンシングプラットフォームを用いた公共空間における人の流れの解析，サービス学会第3回国内大会，金沢歌劇座（石川県），2015年4月9日。

〔図書〕（計1件）

1. 幸島明男，モバイル生体センシングによる遠隔見守りサービスの構築，pp.サイエンス & テクノロジー社，2017，pp.281-288。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

幸島 明男 (Akio Sashima)
国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間情報研究部門・主任研究員
研究者番号：20357130

(2) 研究分担者

河本 満 (Mitsuru Kawamoto)
国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間情報研究部門・主任研究員
研究者番号：10300865

(2) 研究分担者

車谷 浩一 (Koichi Kurumatani)
国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間情報研究部門・副研究部門長
研究者番号：50356945