

令和元年6月4日現在

機関番号：51303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01300

研究課題名(和文)見守りからアクティブセーフティへ地域を変えるウェアラブルデバイス行動解析

研究課題名(英文) A behavior analysis using wearable devices for supporting watching with active safety

研究代表者

千葉 慎二 (Chiba, Shinji)

仙台高等専門学校・総合工学科・教授

研究者番号：50290698

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年の高齢化や都市化の影響により地域コミュニティの機能が著しく低下している状況の中、社会的弱者である高齢者や子供の日々の安全を地域で見守ることが困難となっている。本件では地域での見守り活動をICTでサポートする「地域見守り支援システム」を提案し、必要な機器の開発を進め、システムの実証実験を実施した。実証実験の結果、システムの基本機能であるウェアラブルセンサからの計測データの記録、行動推定、異常行動時のアラート発信、徘徊者等の探索依頼、ドローンと連携した徘徊者探索の有効性を実証することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本件で開発した地域見守り支援システムは、高齢化や都市化の進む地域でのお年寄りや子供の安全を見守る住民活動を支援するものである。お年寄りや子供は500円玉サイズの小さなセンサを持っているだけで、地域に設置した中継器とゲートウェイで日常的な行動経路や動作がサーバに記録・解析され、町内会での地域パトロール等では見逃してしまうお年寄りの徘徊や子供の事故などを家族や地域住民にいち早く知らせ、探索や救護を迅速に開始する支援を行うことができる。専用スマートフォンアプリケーションでドローンや地域住民と連携した探索活動が可能なので、探索のための組織を構成する必要がなく、多くの住民が容易に探索活動に参加できる。

研究成果の概要(英文)：Recently, aging and urbanization make the function of the local community be weak. So, it's difficult to watch the elder and children by the local residents. We proposed an ICT system to support the watching activity, developed the system and conducted the practical experiments. As the results, we confirmed the following functions: recording sensor data, estimation of behaviors, sending alerts, request for poriomania person search, searching poriomania person cooperate with a drone. The experimental results show that the proposed system was effective to support the watching activity.

研究分野：情報科学

キーワード：地域見守り支援 LPWA ウェアラブルセンサ ドローン 行動推定 徘徊者探索

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

高齢化や都市化の影響により、地域コミュニティの機能が著しく低下している。日々の安全・安心な生活の実現には地域コミュニティを十分に機能させることは極めて重要な喫緊の課題であり、地域の安全・安心のためにも早急な対策が求められる。現在行われている地域コミュニティの機能強化の取り組みは、イベント等の活動を通じた活性化が主であり、実際に人が参加し関わることで、昔ながらの隣近所の人と人との結びつきを促すような取り組みが一般的である。

しかしながら、これらは人が関わることで促される従来型のコミュニティ活性化の手法であり、現代の多様な生活スタイルの状況下では、多くの人が関わることは困難であり、一部の限定的な活性化に留まっているため、地域の安全・安心にはつなげることは困難である。そこで、この状況を打破すべく高齢者見守りセンサやキッズ携帯による子供の位置情報通知等による技術的なアプローチが実現されているが、家族単位での限定的な危険などの通知にとどまっており、十分ではない。そこで、コミュニティ機能の強化、つまり地域の安全・安心の実現を加速させる更なる技術的な支援が必要であり、IoT技術を用いた手法に注目が集まっている。

これまでに、IoT(Internet of Things)技術により、小型で超低消費電力なウェアラブルセンサが開発され、行動軌跡、脈拍、心拍数、体温といった様々な情報を取得することで、高齢者や障がい者の健康監視[1][2]が実現されている。さらに取得したデータの分析により、経験や勘だけでは想定できない様々な因果関係を抽出できるという報告もある[3]。このようにIoT技術の発達により、あらゆるモノから膨大なデータを収集することが可能となり、このデータ解析からは様々な因果関係が導かれ、危険や異常検知に応用できると注目されている。

申請者らはこれまでに、IoT技術の基盤となるセンサやネットワーク、様々な情報分析やプライバシーに配慮した情報システムに関する研究を行っており、これらの成果を有機的に結びつけることで見守りからアクティブセーフティへと一歩進んだ地域全体での安全・安心を実現する地域コミュニティ形成を支援する手法が実現できるという着想に至った。

参考文献

- [1] Health and emergency-care platform for the elderly and disabled people in the Smart City, Aamir Hussaina, Rao Wenbia, Aristides Lopes da Silvab, Muhammad Nadhera, Muhammad Mudhish, Journal of Systems and Software, Vol. 110, pp. 253-263 (2015)
- [2] お客様ビジネスの変革を加速する IoT パッケージ「ユビキタスウェア」を開発,富士通プレスリリース, <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/05/11.html> (最終アクセス 2015年10月5日)
- [3] 人間行動ビッグデータを活用した店舗業績向上要因の発見, 森脇紀彦, 大久保教夫, 早川幹, 佐藤信夫, 福岡晋一, 日本統計学会誌, 第43巻, 第1号, pp. 69-83 (2013)

2. 研究の目的

本件の目的は、これまでの「見守り」中心の安全・安心から一歩進んだ異常や危険の発生を事前に検知する「アクティブセーフティ」へ焦点を当て、安全・安心な地域コミュニティの形成を支援する手法を構築することである。そのために、ウェアラブルデバイスから得られる膨大なデータ群に基づいた行動解析方法を確立し、日常パターンから逸脱した行動の検出に加え、これまで見過ごされていた一見問題でないと判断されるような微細な異常を早期に検知して、異常を未然に防止することで積極的な安心・安全な地域コミュニティ支援を可能とする、“安全・安心サポートフレームワーク”を構築する。さらに、実際の地域コミュニティにおける実証実験によって、安全・安心サポートフレームワークの有効性を確認する。

3. 研究の方法

見守り対象者の地域での行動を把握するため、対象者には3次元加速度センサを搭載したウェアラブルセンサを携帯してもらう。ウェアラブルセンサの計測データは無線で最寄りの中継器に集約され、平均値、分散値などの計算処理を実施し、処理結果を地域のデータを集約するゲートウェイへと無線送信する。ゲートウェイは3G/LTE回線を利用して集約したデータを地域見守りサーバへとアップロードする。地域見守りサーバとしてVPSによるクラウドサーバを構築し、データベースと各種アルゴリズムの実装を行う。

地域見守りサーバでは、データベースに蓄積された見守り対象者のデータ（加速度データ、計測ポイント（中継器の位置）、計測時間）を元に行動解析を行う。その結果、見守り対象者の日々の行動軌跡、状態を推定し、通常行動からの逸脱を判断、必要に応じて家族や見守り協力者に見守り対象者に関するアラートを発信する。

見守り協力者などへの情報発信については、見守り対象者の家族などが情報発信項目を設定できるプライバシー保護機能を実装する。平時と緊急時で見守り対象者の個人情報の公開範囲を家族等が事前に設定できるようにし、緊急時には本人や家族の了承なしに予め設定された個人情報自動開示され、対象者の早期発見につながる仕組みを実現する。

見守り対象者の探索支援として、ドローンと見守り協力者の連携による探索を可能とするシ

システムを提案する。見守り協力者のスマートフォンに専用アプリケーションをインストールしてもらい、アプリの地図上にドローンが検出した見守り対象者のウェアラブルセンサからの受信信号の電場強度をマーカー表示し、見守り対象者の探索エリアの絞り込みを容易とする。

以上のシステムを設計・構築して実証実験を行い、その有効性を検証する。

4. 研究成果

(1) 提案システムの実装

地域内で行動する見守り対象者が携帯するウェアラブルセンサからのデータを収集する地域見守り支援システムを仙台高専敷地内に実装した。ウェアラブルセンサとしては、MONO WIRELESS の TWELITE2525A というウェアラブルセンサを使用した。ウェアラブルセンサからの信号を受信する中継器 (図 1) は 4 台製作し、敷地内に設置した。ゲートウェイは敷地内建物屋上に設置し (図 2)、中継器からのデータを LoRa 通信で集約し、地域見守りサーバにデータをアップロードする。今回設置したゲートウェイの LoRa 通信範囲を計測したところ、通信範囲はおおよそ半径 2km の円内ということが確認できた。



図 1 中継器



図 2 ゲートウェイ

ドローンによる徘徊者探索のシステムとして、図 3 に示す LQI 受信デバイスをドローン (PJI Phantom3 PRO) に搭載した探索用ドローンを開発した。本デバイス機能としては、ウェアラブルセンサからの送信信号を受信し、受信時の探索ドローンの位置情報 (緯度、経度、高度) と受信信号の LQI を LoRa 通信でゲートウェイに送信する。LQI は電波強度に関する値であり、この値と受信位置を記録し、蓄積することで、各ポイントでの受信電波の強度分布が明らかとなり電波発信源であるウェアラブルセンサの位置の絞り込みに活用することができる。



図 3 LQI 受信デバイス

地域見守りサーバとしては、個人情報サーバに Nifty Cloud Mobile Backend (NCMB)、ウェアラブルセンササーバに MongoDB を使用している。

専用アプリケーションは Monaca という開発環境を使用して開発を行った。Monaca は Cordova ベースのモバイルアプリ開発プラットフォームであり、Android、iOS のスマートフォンに対応したアプリケーション開発に対応しているため、地域住民の所有するスマートフォンに対応したアプリケーションを容易に開発可能である。開発した専用アプリケーションは、見守り対象者の日常行動の可視化や有事の際のプッシュ通知を送受信機能、ドローンを用いて探索した際の地図上にマーカーを表示する機能を実装している。

実装した地域見守り支援システムの全体図を図 4 に示す。

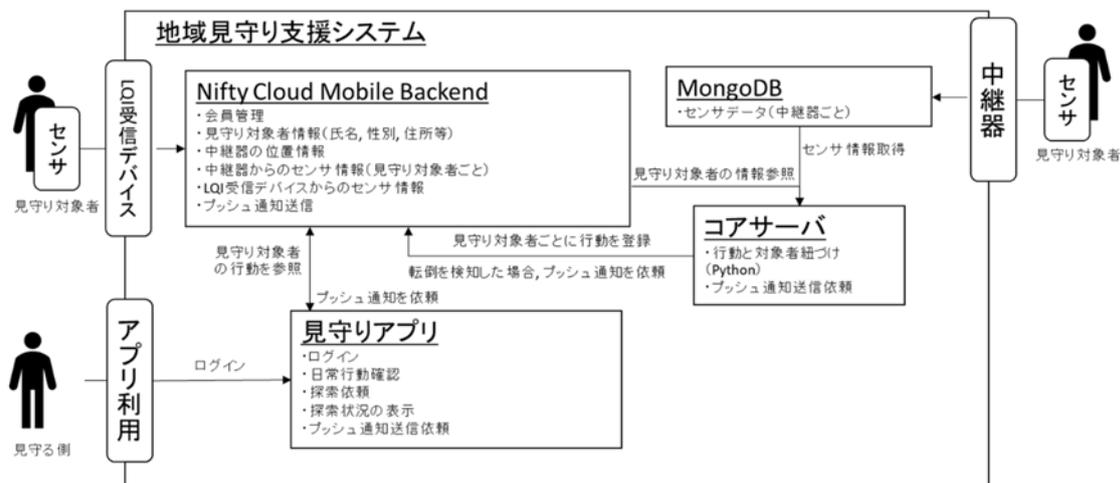


図 4 地域見守り支援システム全体図

(2) 実証実験結果

図 5 に本システムのウェアラブルセンサで計測されたデータ例を示す。ウェアラブルセンサは

被験者（見守り対象者）のベルトに固定して計測した。図5に示す歩行動作と走行動作の加速度グラフから、3軸合成加速度の最大値、最小値、分散値を特徴量として被験者の行動推定（歩行 or 走行）が可能であることが分かった。

学内の通学経路に中継器を配置し、その経路を通る被験者の携帯するセンサのデータを測定できるか検証を行った。被験者は2名で行い、あらかじめ決めた経路を歩行した際に、その経路が専用アプリに表示されるか確認した画面を図6に示す。図6より、被験者A、Bともに歩行した経路通りに実験結果が得られた。

見守り対象者の探索依頼は、見守る側からの依頼とサーバ側からの依頼が可能である。見守り側からの依頼は専用アプリの探索依頼画面から設定し、専用アプリをインストールしたスマートフォンにプッシュ通知で探索依頼が届く。サーバ側からの探索依頼は、見守り対象者の転倒等の異常を検知した場合に自動でプッシュ通知される。探索依頼の際には探索対象者の個人情報が通知されるが、どの程度までの情報を通知するかはその家族が設定できるようにしている。

ドローンにLQI受信デバイスを搭載して探索実験を行った。実験内容は、ウェアラブルセンサを仙台高専グラウンド内の目視で発見されないとこに隠し、ドローンを地上10mでグラウンド全体を飛行させる。専用アプリの地図上にウェアラブルセンサからの受信マーカがプロットされたら徒歩での探索を開始するというものである。実験人数は3名で行った。ドローンを操縦する人が1名、ウェアラブルセンサを隠す人が1名、ウェアラブルセンサを探す人が1名。ウェアラブルセンサは防水のためカプセルにいった。ドローンにはPJI Phantom3 PROを用いた。実験の様子を図7に示す。探索開始してから、ウェアラブルセンサを発見するまでの地図上のプロットを図8に示す。

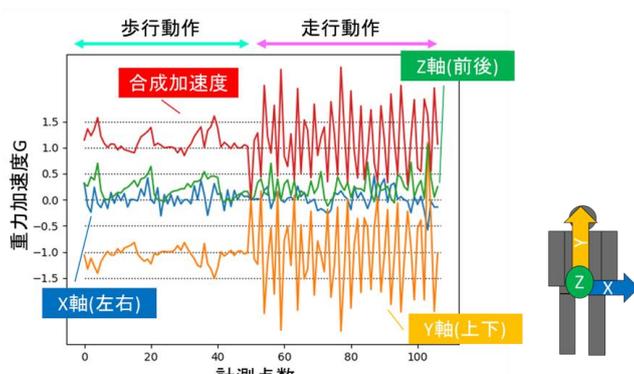


図5 歩行と走行(x軸：左右、y軸：上下、z軸：前後)



図6 日常行動画面（左：被験者A、右：被験者B）



図7 ドローンによる性能検証実験の様子

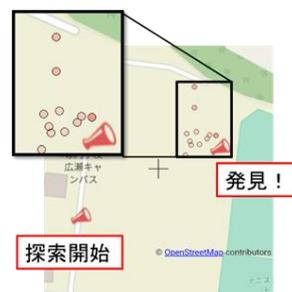


図8 探索開始から発見までのプロット

専用アプリの地図上には、探索に参加している専用アプリからのメッセージもプロットすることができる。図8のメガホンマークはメッセージが入力された場所を示しており、「探索開始」、「発見！」が、それぞれ探索者が探索を開始した位置、ウェアラブルセンサを発見した位置を示している。赤い色の円マーカはドローンがウェアラブルセンサからのLQIを受信した位置を示しており、赤色の濃さがLQIの大きさを表している。LQIの大きさは通信距離以外の環境にも影響を受けるが、図8を見るとウェアラブルセンサを発見した位置に近いほど円マーカの赤色が濃くなる傾向があり、ドローンによる探索が探索範囲の絞り込みに効果的であることを示している。本実験での探索者は1名であったが、専用アプリを持った複数の探索者での探索の場合は、各探索者のメッセージを地図上で共有できるので、探索エリアの分担なども状況に合わせて調整することも可能となる。

(3) まとめ

近年の高齢化や都市化の影響により地域コミュニティの機能が著しく低下している状況の中、

社会的弱者である高齢者や子供の日々の安全を地域で見守ることが困難となっている。本件では地域での見守り活動を ICT でサポートする”地域見守り支援システム”を提案し、必要な機器の開発を進め、システムの実証実験を実施した。実証実験の結果、システムの基本機能であるウェアラブルセンサからの計測データの記録、行動推定、異常行動時のアラート発信、徘徊者等の探索依頼、ドローンと連携した徘徊者探索の有効性を実証することができた。しかし最終年度の研究実施計画では、地域の町内会等を対象とした実証実験を実施する予定であったが、地域への機器設置のための通信システムの耐久性や電源供給の問題、本システムを利用するためのスマートフォンアプリケーションの開発の遅れにより、町内会との実証実験の実施には至らなかった。本件での研究開発によって地域見守り支援システムは完成したといえるので、次年度には実際の地域への実装を行う予定であり、今後も改良を進めていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- ① Yoshihiro Hayakawa, Takanori Oonuma, Hideyuki Kobayashi, Akiko Takahashi, Shinji Chiba, Nahomi M Fujiki, Feature Extraction of Video Using Artificial Neural Network, International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence, Vol 11(2), pp.25-40, 2017
- ② Hideyuki Kobayashi, Akiko Takahashi, Shinji Chiba, Nahomi M.Fujiki and Yoshihiro Hayakawa, Study of localization method for switching between low electricity consumption and high precision for a watching system, Proc. ICCE 2018, DOI 10.1109/ ICCE. 2018. 8326279, 2018

〔学会発表〕(計 11 件)

- ① Yoshihiro Hayakawa, Takanori Oonuma, Hideyuki Kobayashi, Akiko Takahashi, Shinji Chiba and Nahomi M. Fujiki, Feature Extraction of Video using Deep Neural Network, Proc. 2016 IEEE 15th Int’ I Conf. on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, Stanford Univ., CA., U. S. A., 2016
- ② 山田直史・小林秀幸・高橋晶子・千葉慎二・藤木なほみ・早川吉弘, 社会的弱者見守りのための地域コミュニティ形成支援手法の設計, 2017 年電子情報通信学会総合大会, 名城大学, 2017
- ③ 松下昌悟, 山田直史, 高橋晶子, 早川吉弘, 地域見守りのためのセンサデータを用いた行動解析手法の設計, 第 22 回高専シンポジウム in 三重, 鳥羽商船高等専門学校, 2016
- ④ 松下昌悟, 山田直史, 高橋晶子, 早川吉弘, 地域見守りのためのセンサデータを用いた行動解析手法の設計, 第 22 回高専シンポジウム in Mie, 鳥羽商船高等専門学校, 2016
- ⑤ 山田直史, 早川吉弘, 千葉慎二, 高橋晶子, 利用者のプライバシーを考慮した見守り情報共有手法の設計, 平成 29 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム講演論文集, 2107
- ⑥ 天野真裕, 山田直史, 早川吉弘, 千葉慎二, 高橋晶子, 地域見守りシステムのための異常行動のモデルの設計, 第 23 回高専シンポジウム in Kobe 講演要旨集, 2018
- ⑦ 佐藤慶太, 千田正史, 早川吉弘, 小林秀幸, 千葉慎二, 高橋晶子, 藤木なほみ, ウェアラブルデバイスを用いた行動の自動分類システムの構築, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル シンポジウム論文集(DICOMO 2017), 2017
- ⑧ 武田怜也, 千葉慎二, ウェアラブルデバイスによる地域見守りシステムの開発, 第 23 回高専シンポジウム in kobe, 2018
- ⑨ 武田怜也, 千葉慎二, ウェアラブルセンサからの LQI に基づく徘徊者探索システムの開発, 情報処理学会第 80 回全国大会, 2018
- ⑩ 武田怜也, 高橋大夢, 千葉慎二, 地域コミュニティによる見守り支援システムの開発, 信学技報, pp.397-402, IN2018-150 (2019-03), 2019
- ⑪ 佐藤慶太, 千田正史, 早川吉弘, 藤木なほみ, ウェアラブルデバイスを活用した行動の自動分類手法の検討, IEICE 非線形問題研究会 NLP2018-129, 2019

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：高橋 晶子

ローマ字氏名：Akiko Takahashi

所属研究機関名：仙台高等専門学校

部局名：総合工学科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：10537492

研究分担者氏名：早川 吉弘

ローマ字氏名：Yoshijiro Hayakawa

所属研究機関名：仙台高等専門学校

部局名：総合工学科

職名：教授

研究者番号（8桁）：20250847

研究分担者氏名：藤木 なほみ

ローマ字氏名：Honami Fujiki

所属研究機関名：仙台高等専門学校

部局名：総合工学科

職名：教授

研究者番号（8桁）：60259801

研究分担者氏名：小林 秀幸

ローマ字氏名：Hideyuki Kobayashi

所属研究機関名：仙台高等専門学校

部局名：総合工学科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：70615872

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。