

デイケアセンタにおける業務支援のための ケアレポート自動作成システムの開発と評価

森田 達弥¹ 柏本 幸俊¹ 藤本 まなと¹ 荒川 豊¹ 諏訪 博彦¹ 安本 慶一¹

概要: 本稿では、加速度センサ内蔵 BLE ビーコンを用いたケアレポート自動作成システムを開発し、デイケアセンタにおいてシステム評価実験を行った結果を示す。提案システムは、入居高齢者が保持する加速度計ビーコンの RSSI により入居者の存在エリアを推定し、加速度センサにより、立つ、座る、歩くの3つの動作を推定する。サーバへ送られたエリア情報、動作情報、タイムスタンプより機械学習を用いてケアレポートの一部を自動生成する。評価実験の結果、デイケアセンタ内の5つのエリア(リビングエリア、トイレ、リハビリエリア、ベッドエリア、オリエンテーションエリア)での存在エリア推定を F 値:80.6%、動作推定を F 値:73.8%で推定できた。また、出力されたレポートについて入居高齢者とデイケアセンタのオーナーにインタビューを行い、システムの有用性について評価した。

キーワード: 位置推定, 動作推定, 機械学習

1. はじめに

医療技術の発展などにより、日本人の寿命は年々伸びており、それに伴い日本の高齢者人口は増加の一途をたどっている。日本においては、総人口の4人に1人が65歳以上の高齢者となっている [1]。一方で、少子化によって労働人口は減少しており、介護業界では人手不足が問題となっている。介護労働安定センタが行った介護労働調査では、約60%の介護事業所は人出が不足していると回答している [2]。このような背景から介護事業所では、職員の負担を軽減するシステムが求められている。

我々はこれまで、奈良県生駒市にある小規模多機能ホーム(以下、デイケアセンタ)「いこいの家26」*¹において、介護職員の業務の1つである介護記録の支援を目的としたシステムの開発を行ってきた。介護記録とは入居高齢者が行った行動(トイレ、リハビリ、食事など)や、その時間、内容を記録するもので、法令で義務付けられており、すべてのサービス事業所で行われている。介護記録は、職員同士の情報共有、入居高齢者の家族と職員間のコミュニケーション、また、次の日のリハビリメニューの決定にも使用される非常に重要なものである。しかし、デイケアセンタのオーナーによると、1人の職員が複数の入居高齢者の介護を行わなければならない現状において、職員にとって介護

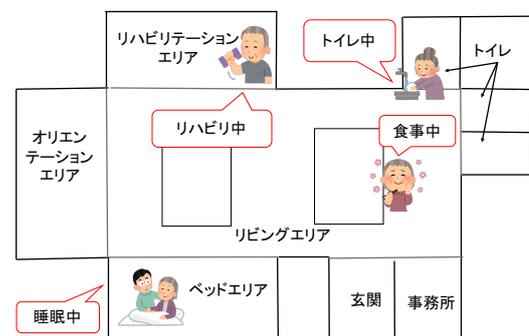


図1 入居高齢者の行動

記録の作成作業は負担が大きく、正確な記録が困難になっているという。例えば、1人の職員が2人の入居高齢者の世話をしている場合、1人が入浴のような付きっきりにならない行動をとる時、もう1人からは目を離さなければならず、正確な記録は困難である。デイケアセンタでは1人で3、4人の入居高齢者者の世話をすることも珍しくなく、複数の入居高齢者をモニタリングできるシステムがあれば非常に有用とのことである。介護記録をタブレットなどで作成するシステムは既に存在する*²が、入力媒体が紙からタブレットに変わっただけで本質的な問題は解決していない。

このような背景から、以下の2つを目標として設定した。

¹ 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

*¹ いこいの家 26: <http://www.lifecarejp.com/>

*² 介護記録支援システム crea-coco: <http://crea-coco.com/service/yumesaki/>

1) 複数の入居高齢者をモニタリングするシステムの開発,
2) 入居高齢者それぞれの行動履歴を生成するシステムの開発。これらの目標を達成するために、我々は独自開発した加速度センサ内蔵 BLE(Bluetooth Low Energy) ビーコン(以下、加速度計ビーコン)を用いたシステムの開発を行った。提案システムは、以下の3つの技術が必要となる。

1つ目は、入居高齢者の存在エリア推定である。実際の介護記録を確認したところ、デイケアセンタにおける入居高齢者の行動は、デイケアセンタ内でのエリア(トイレ、ベッドエリア、リハビリテーションエリア等)と高い相関があることが分かった。図1に入居高齢者の行動の例を示す。例えば、リハビリエリアに滞在する場合はリハビリ中であり、トイレエリアに滞在する場合はトイレ中などの相関が存在する。つまり、施設の構造がエリアごとにサービスが切り分けられているデイケアセンタでは、入居高齢者の行動はエリア情報と結びつけることで推定できる。これまでの研究成果としては、市販のビーコン端末(MyBeacon ペンダント型 MB002 Ac^{*3})を用いて存在エリア推定を行った場合、F 値 80%程度の精度で存在エリアを認識できることを確認している[3]。提案システムでは、新たに開発した加速度計ビーコンから送信される BLE の受信電波強度(RSSI: Received Signal Strength Indication)より、入居高齢者の存在エリアを推定する。

2つ目は、入居高齢者の動作推定である。いつ、どのくらいの時間座っていた・立っていた・歩いていたという情報は、身体機能の維持・回復、痴呆の軽減などを目的としているデイケアセンタにおいて重要である。また、エリア情報と動作情報を組み合わせることで、より正確な行動予測も可能となる。加速度センサによる動作推定については、これまでも多くの研究が行われているが、その多くはスマートフォンに搭載した加速度センサにより得られたデータから、高性能のコンピュータで機械学習などの処理により動作推定するものである。提案システムでは、加速度計ビーコンに搭載した安価なマイクロプロセッサにより動作推定し、推定した情報をビーコンのアドバタイズメントパケットに乗せてサーバへ送信する。

3つ目は、入居高齢者それぞれの行動履歴を生成するサーバサイドアプリケーションである。加速度計ビーコンから送信されたアドバタイズメントパケットを処理して、職員が見て理解できる形に出力する。提案システムではプロトタイプとして、リアルタイムに存在エリア・動作を web ページのタイムライン上に出力するシステムを開発した。

本研究では、以上3つの技術を満たす提案システムを開発し、評価実験を行う。評価実験は、実際にデイケアセンタにおいて1人の入居高齢者を対象に行った。実験の結果、存在エリア推定は F 値:80.6%、動作推定は F 値:73.8%で

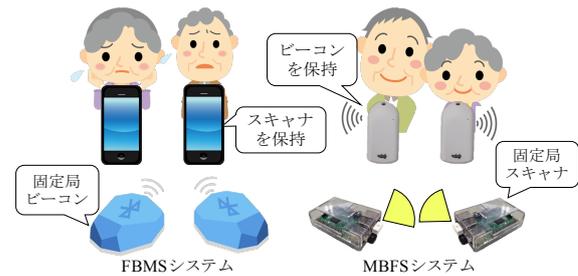


図2 FBMS(左)とMBFS(右)

行うことができた。また、デイケアセンタのオーナーと、実験に協力していただいた入居高齢者の方に提案システムのユーザビリティについてインタビューを行った。その結果、提案システムは職員の業務改善に有用であるということが分かった。

2. 関連研究

本章では、提案システムの関連研究として、1) 存在エリア推定手法、2) 行動推定手法、3) ヘルスケア分野での行動記録について述べる。

2.1 存在エリア推定手法

主要な手法として、まず、ビデオカメラベースのものがある[4][5]。しかし、デイケアセンタのように複数の入居高齢者が生活するような施設で1人1人を識別するには、広い範囲に多くのビデオカメラが必要となる。そのため、設置場所、コスト面などからカメラの設置が困難である。また、映像を利用するためプライバシーの問題も発生する。

次に、提案手法でも用いた BLE ビーコンベースのものがある[6][7]。石塚ら[7]は、展示会場に密に設置された BLE ビーコンにおいて、約50名の被験者に BLE シグナルの受信状況を測定する実験を行った。その結果、BLE だけで計測した場合 10-20[m] の誤差が発生したため、PDR(Pedestrian Dead Reckoning) のような手法と組み合わせて位置推定を行うべきだと検討している。しかし、PDR 法を用いるとなるとスマートフォンのような高性能な機器が必要となる。

これらの BLE ビーコンベースの研究は、環境側にビーコンを設置しユーザがスマートフォンのようなビーコンスキャナを保持する手法をとっている。我々は、このような手法を Fixed-Beacon and Movable-Scanner(FBMS) と呼んでいる。しかし、FBMS をデイケアセンタで用いるには以下の問題がある。1つ目は、入居高齢者にとってスマートフォンを持ち歩くことに負担を感じる点である。普段から持ち慣れている我々とは違い、高齢者にとっては重く負担を感じる。2つ目は、コストの問題である。入居高齢者

*3 MyBeacon ペンダント型 MB002 Ac:<http://www.aplix.co.jp/product/mybeacon/mb002ac/>

全員分のスマートフォンを購入するとなると、数十万以上のコストがかかるなどデイケアセンタにとって大きな負担となる。また、毎日充電をしなければならなかったり、繊細な機器なので取り扱いに注意しなければならなかったりと職員にも負担がかかる。そこで我々は、FBMSではなく Movable-Beacon and Fixed-Scanner(MBFS) システムを提案する。MBFS は環境側にスキャナを設置し、ユーザがビーコンを保持する手法である。浦野ら [8] も、MBFS を用いて大規模展示会における来場者分析を行っているが、あまり良い精度は得られていない。これは、展示会場は開けた空間であるため MBFS には向いていないことが原因と考えられる。我々の研究では、デイケアセンタというある程度エリアが独立している施設を対象にしているため、MBFS でも存在エリア推定は可能であると考えられる。提案システムでは、入居高齢者に負担を感じないような小型軽量のビーコンを保持して貰った。また、環境側に設置するスキャナもスマートフォンより安価な Raspberry Pi^{*4} を用いた。FBMS と MBFS のイメージを図 2 に示す。

2.2 行動推定手法

加速度センサによる歩く、座る、走るなどの行動推定は 90%以上の精度で実現されている [9][10][11]。Bao ら [10] は、テレビを見る、掃除をするなどの 20 の行動を 5 つの加速度センサを装着することで実現している。前川ら [11] は、家電などから生じる磁場を、体に装着した磁気センサで検知することで行動を認識する手法を提案している。これらの手法は、2.1 節でも述べたように、高齢者にとって負担となる装置を装着しなければならない。さらに、スマートフォンなどで集めたデータを高性能なコンピュータで処理し、行動を推定している。我々は、入居高齢者が保持する加速度計ビーコンに搭載したマイクロプロセッサで、リアルタイムに行動推定する手法を提案する。

2.3 ヘルスケア分野での行動記録

ヘルスケア分野での行動記録に関する研究はいくつかある [12][13]。井上ら [12] は、病院内での看護師の行動について加速度センサから収集したデータを用いて調査を行った。その結果、最も時間を費やしているのは「血圧測定」、2 番目に時間を費やしているのは「看護記録」ということが分かった。デイケアセンタにおいても、介護記録に多くの時間を費やしていると、デイケアセンタのオーナーへのインタビューから分かっている。以上の点から、我々は記録業務の支援を目的としたシステム開発を進めている。

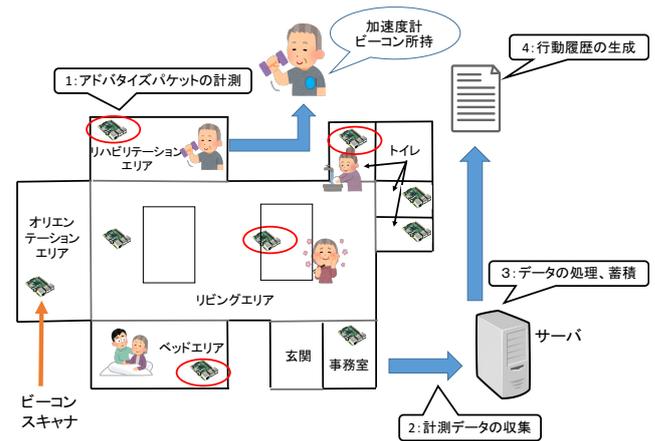


図 3 提案システムの概要

3. ケアレポート自動作成システム

3.1 提案システムの要件

デイケアセンタでは、数人から数十人の入居高齢者が生活している。そのため、提案システムは複数人を同時にモニタリング可能である必要がある。このようなシステムを開発する場合、まず、スマートフォンやスマートウォッチを用いる手法が考えられる。しかし、これらの装置は高価であり高齢者にとっては重く扱いづらい。インタビューの結果、入居高齢者が普段から身につけている名札のような物に装着することが理想的であることが分かった。次に、ビデオなどで撮影した映像や音声を用いる手法が考えられる。しかし、撮影されることを快く思わない高齢者も多く、プライバシーの問題が発生する。また、デイケアセンタに多くのスマートフォンやビデオカメラを導入することは予算的に難しい。このような理由から、以下のシステム要件を設定する。

- 《要件 1》 複数の入居者をモニタリングできること
- 《要件 2》 装着の負担が少ないこと
- 《要件 3》 プライバシーに配慮すること
- 《要件 4》 低コストで容易に導入可能であること

3.2 提案システムの概要

3.1 節の要件を満たすシステムを実現するため、加速度計ビーコンを用いた手法を提案する。図 3 に提案システムの概要を示す。提案システムでは、入居高齢者が加速度計ビーコンを装着しデイケアセンタ内で生活する。デイケアセンタの各エリアには BLE スキャナが設置されており、それぞれのスキャナで観測した加速度計ビーコンの RSSI により、入居高齢者の存在エリアを推定する。また、加速度センサによって得られる加速度データの変化から、動作(座る・立つ・歩く)を推定する。アドバタイズメントパケットに含まれるタイムスタンプにより『いつ』、RSSI により

*4 Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.org/>

『どこで』, ID により『誰が』, 加速度データ及び存在エリアから『何をしている』かが分かる. サーバで処理されたデータから行動履歴を生成し, 介護士が閲覧可能な介護記録を出力する.

加速度計ビーコンは, ビーコンごとに固有の ID を設定できるため入居高齢者を識別できる (要件 1). 加速度計ビーコンは小型軽量であるため装着負担は少なく, また, 特別な操作を必要としない (要件 2). 映像や音声は使わず RSSI と加速度データを用いるため, ユーザのプライバシーを極力侵害しない (要件 3). スマートフォンなどと比較し, 加速度計ビーコンは安価でバッテリー交換の頻度も少ない. また, ビーコンスキャナにスマートフォンを用いる方法と異なり, 安価な Raspberry Pi をプラットフォームとして用いるため, 導入・維持コストを下げる事ができる (要件 4).

提案システムは以下の 3 つの要素で構成される. 1) RSSI による存在エリア推定, 2) 加速度データによる動作推定, 3) サーバサイドアプリケーションによるケアレポート生成. 4 章にて, それぞれの構成要素について説明する.

4. システムの構成要素

4.1 RSSI による存在エリア推定

提案システムでは, 加速度計ビーコンから送信される BLE の RSSI により存在エリアを推定する. 加速度計ビーコンは, 約 0.2 秒間隔でアドバタイズメントパケットを送信する. しかし, RSSI は環境などにより大きく変動するため, 正確なエリア判定をするためには平滑化処理が必要となる. 提案システムでは, 1 秒間に複数回受信されるアドバタイズメントパケットの RSSI の単純平均を取ることによって平滑化を行う. ビーコンスキャナには, 複数のビーコンから送信された RSSI が蓄積されているため, 平滑化を行う際には ID からユーザの切り分けを行った後, 毎秒ごとの RSSI の単純平均を計算する. また, 同時に RSSI が $-100[\text{dBm}]$ 以下だった場合は $-100[\text{dBm}]$ に統一する外れ値処理も行っている. RSSI 値の平滑化処理後, 機械学習により存在エリア推定を行う. 機械学習に用いる分類器は, あらかじめ各エリアで計測したデータから Weka^{*5} の REPtree を用いて 5 階層の決定木を作成した. 作成した分類器をサーバサイドアプリケーションに Python のスクリプトとして実装している.

4.2 加速度データによる動作推定

4.2.1 加速度計ビーコンの開発

推定した動作をビーコンのアドバタイズメントパケットに乗せて送信する加速度計ビーコンの開発を行った. 図 4 に加速度計ビーコンを示す. 加速度計ビーコンは, 次の 3

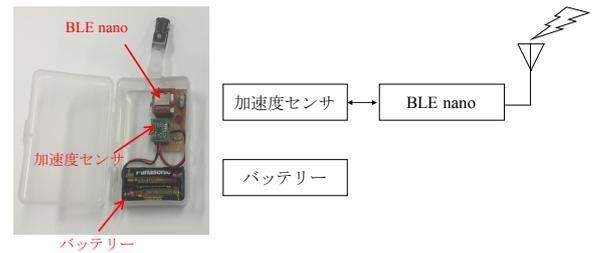


図 4 加速度計ビーコン



図 5 加速度データログ

つの要素で構成される. 1) 加速度センサ, 2) マイクロプロセッサ搭載 BLE モジュール, 3) バッテリ. 加速度センサには 9 軸センサモジュール (3 軸加速度 + 3 軸ジャイロ + 3 軸コンパス) の InvenSense MPU-9150^{*6} を用いた. 加速度センサは Inter Integrated Circuit (I²C)^{*7} を経由して, サンプル周波数 10[Hz] でデータを送っている. マイクロプロセッサ搭載 BLE モジュールには, Readbear BLE nano^{*8} を用いた. 加速度センサから送られてきたデータをマイクロプロセッサで処理し, 「座る」「立つ」「歩く」の 3 つの動作を推定する. 推定したデータを BLE のアドバタイズメントパケットに乗せて, ビーコンスキャナに送信する.

4.2.2 加速度データログの開発

加速度計ビーコンに実装する分類器を作成するため, 加速度データを収集するデータログを開発した. 図 5 に加速度データログを示す. データログは次の 5 つの要素で構成される. 1) 加速度センサ, 2) マイクロコントローラ (SparkFun OpenLog^{*9}), 3) microSD カード, 4) Real Time Clock (RTC), 5) バッテリ. 加速度センサには加速度計ビー

*5 Weka: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

*6 InvenSense MPU-9150: <https://www.invensense.com/products/motion-tracking/9-axis/mpu-9150/>

*7 I²C Bus Specification: <http://www.i2c-bus.org/specification/>

*8 Readbear BLE nano: <http://redbearlab.com/blenano/>

*9 SparkFun OpenLog: <https://www.sparkfun.com/products/13712>



図 6 評価実験を行った「いこいの家 26」

コンと同じ InvenSense MPU-9150 を用いた。マイクロコントローラは加速度センサから送られてきたデータと RTC から送られてきたタイムスタンプを同期し、microSD へ保存する。サンプリング周波数は 100[Hz] としている。

4.2.3 加速度データによる分類器の作成

加速度データログを用いて収集したデータより、加速度計ビーコンに実装する分類器を作成した。分類器の作成には Weka を用いた。動作推定は、加速度計ビーコン上のマイクロプロセッサで行うため、分類器は簡易的なものである必要がある。そのため、我々は REPtree を用いて 5 階層の分類器を作成した。分類器を作成する際の特徴量には、加速度の x 軸・y 軸・z 軸、3 つの軸の平方根、平方根と 1 秒間の振幅の平均を用いた。

4.3 サーバサイドアプリケーションによるケアレポート生成

Web ページにケアレポートを出力するため、サーバサイドアプリケーションを JavaScript を用いて開発した。アプリケーションは、以下の 3 つの情報を利用してケアレポートを作成する。1) タイムスタンプ、2) 存在エリア情報、3) 動作情報。Web ページのタイムライン上に薄い色でエリア情報を、その上に濃い色で動作情報を出力している。また、円グラフで各エリアの滞在時間の割合、動作の割合を示している。ケアレポートは 1 分ごとに自動で更新され、Web を通じて、職員だけでなく入居高齢者の家族の方もリアルタイムで状態を確認することができる。

5. 評価実験

本章では、いこいの家 26 において行った評価実験の結果を示す。図 6 にいこいの家 26 の内装を、図 7 に間取りを示す。デイケアセンターいこいの家 26 は 250[m²] の施設であり、毎日 10 人弱の入居高齢者が生活している。提案システムの評価として以下の 2 つを行った。1) 存在エリア推定・動作推定の評価、2) ユーザビリティについてのイン

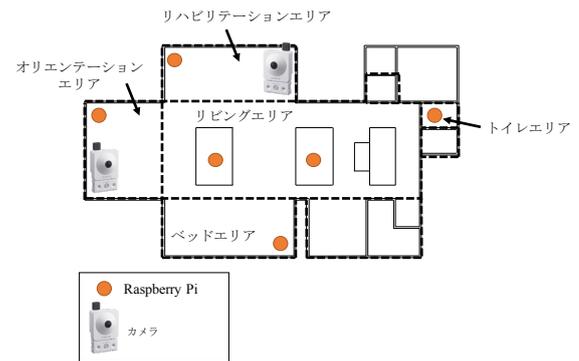


図 7 いこいの家 26 の間取り図とビーコンスキャナ・カメラの位置

タビュー。それぞれの評価方法、結果について 5.1 節より述べる。

5.1 評価方法

5.1.1 存在エリア推定・動作推定の評価方法

デイケアセンター内を 5 つのエリア (リビングエリア、ベッドエリア、リハビリテーションエリア、オリエンテーションエリア、トイレ) に分けエリア推定を行った。図 7 のように各エリア内に計 6 個のビーコンスキャナと計 2 個の正解データ作成用のカメラを設置した。これまでの研究から、複数人のエリア推定は可能であることを確認しているため [3]、本提案システムは 1 人のユーザを対象に評価実験を行った。評価は、機械学習に用いるデータを集める予備実験、実際に被験者に加速度計ビーコンを装着して生活してもらった評価実験の 2 つの実験を行う。

予備実験では、被験者に加速度データログを装着して、各 5 つのエリアにおいて「座る」「立つ」「歩く」の 3 つの動作を 1 分ずつ行って貰いデータを収集する。収集したデータにより、加速度計ビーコンに実装する分類器を作成する。また、エリア推定に用いる分類器を作成するため加速度計ビーコンを装着して各エリアに滞在した数時間分の RSSI データを収集する。

評価実験では、予備実験で作成した分類器を加速度計ビーコンに実装し、被験者に加速度計ビーコンを装着して 1 日過ごして貰いデータを収集する。データ収集後、4.1 節で述べたように、毎秒 RSSI 値の平滑化処理や外れ値処理を行い、Random Forest を用いて学習モデルを構築し 10 交差検証法にて評価を行った。正解データは、デイケアセンター内に設置した 2 台のカメラの映像から作成した。Precision (適合率) は、そのエリアであると推定したデータのうち、実際にそのエリアであったデータの割合である。Recall (再現率) は、該当エリアのうち、そのエリアであると推定されたデータの割合である。F 値は、Precision と Recall の調和平均であり、式 (1) で表される。

$$F = \frac{2\text{Recall} \cdot \text{Precision}}{\text{Recall} + \text{Precision}} \quad (1)$$

表 1 評価実験における存在エリア推定評価結果

エリア	Precision	Recall	F-measure
リビング	75.3%	71.4%	73.3%
トイレ	72.3%	78.3%	75.2%
リハビリテーションエリア	79.0%	81.8%	80.4%
ベッドエリア	85.5%	87.3%	86.4%
オリエンテーションエリア	81.3%	65.0%	72.2%
加重平均	80.6%	80.7%	80.6%

表 2 評価実験における動作推定評価結果

動作	Precision	Recall	F-measure
Sit	83.0%	76.9%	79.8%
Stand	0%	0%	0%
Walk	68.2%	71.9%	70.0%
加重平均	75.0%	72.7%	73.8%

表 3 予備実験における動作推定評価

動作	Precision	Recall	F-measure
Sit	89.8%	94.2%	92.0%
Stand	85.1%	65.5%	74.0%
Walk	85.1%	95.1%	89.9%
加重平均	87.0%	87.1%	86.6%

動作推定の評価は、推定された動作と映像から作成した正解データを比較し行った。

5.1.2 ユーザビリティについてのインタビュー方法

評価実験の後、被験者の方といこいの家 26 のオーナーにユーザビリティについてのインタビューを行った。インタビューは、被験者の方には装着負担とプライバシーについて、オーナーにはシステム全般についてのユーザビリティとシステムの改善点について聞き取りを行った。

5.2 評価結果

5.2.1 存在エリア推定・動作推定の評価結果

表 1 に存在エリア推定の評価結果を示す。実験では、加重平均 F 値:80.6%で推定することができた。このことから今回独自開発した加速度計ビーコンでも、これまでの研究成果と同様の精度で存在エリア推定が行えることを確認できた。

表 2 に動作推定の評価結果を示す。座っている状態を「sit」、立っている状態を「stand」、歩いている状態を「walk」としている。実験では、加重平均 F 値:76.3%で推定することができた。また、「sit」と「walk」については F 値:70%以上となった。しかし、「stand」については計測できず、F 値:0%となった。このような結果が出た原因としては、トレーニングデータが不足していたことが考えられる。データを解析すると、「stand」の状態と「sit」の状態の特徴量が近似しているため誤認識することが多いと分かった。「stand」の状態を正しく認識させるためにはトレーニングデータを増やす必要があると考えられる。また、動作推定

に用いる分類器の設計についても考察し直す必要がある。表 3 に予備実験の評価を示す。評価には 10 分割交差検証法を用いた。予備実験では加重平均 F 値:86.6%、「stand」も F 値:74%で推定できた。しかし加速度計ビーコンに実装すると「stand」の精度が低下した。これは過学習が起きているものと考えられる。今回は単に、各特徴量を機械学習にかけ分類器を作成したが、今後は特徴量の選択や高速フーリエ変換なども用いて動作推定精度を向上させたいと考えている。

図 8 に実験データから出力したケアレポートの Web 画面とグラントゥルースのデータを示す。上のグラフがグラントゥルース、下のグラフが実験データから出力した画面である。グラフはどちらも背面の太い帯が存在エリアを、その上にある細い帯が動作を表している。帯の下にある円グラフは、存在エリアと動作の割合である。左側の円グラフが各エリアの割合、右側の円グラフが動作の割合を示している。各円グラフの色とラベルはケアレポートとグラントゥルースに対応している。ケアレポートの画面とグラントゥルースを比較すると、ある程度の精度で出力できていることが分かった。しかし、細かな線がノイズのように発生している。今後はこのノイズをスムージングにより改善し、視覚性を向上させる。

5.2.2 ユーザビリティについてのインタビュー結果

本節では、被験者の方とデイケアセンタのオーナーに行った、ユーザビリティについてのインタビュー結果を示す。Q1~2 に被験者へのインタビュー結果を示す。

Q1: 加速度計ビーコンを所持することに負担を感じた?

回答: 小さくて軽かったし、装着も簡単だったため負担には感じなかった。しかし、名札のように装着するにはもう少し軽くして欲しい。

Q2: 提案システムについてプライバシーの問題はありますか?

回答: カメラなどで撮影されたり、音声を録音される訳ではないので、何も不快には感じなかった。

Q1~2 の結果から、3.1 節で設定した要件 2 と要件 3 は満たされていると考えられる。しかし、装着負担をより軽減させていくためにはさらなる小型化が必要となる。この課題の解決法としては、荒川 [14] が開発している Senstick というデバイスの使用を考えている。Senstick は、今回開発した加速度計ビーコンと似た機能を持っており、より小型軽量である。今後はこのようなデバイスの使用も視野に入れ、より装着負担を軽減させていく。

次に、Q3~5 にデイケアセンタのオーナーへのインタビュー結果を示す。

Q3: 提案システムは職員にとって有用ですか?

回答: 有用であると思う。常に高齢者を監視するの必要がなくなるので、リハビリなどのサポートがしやすくなると思う。今回は 1 人の入居者で試したが、複数人の世話をす

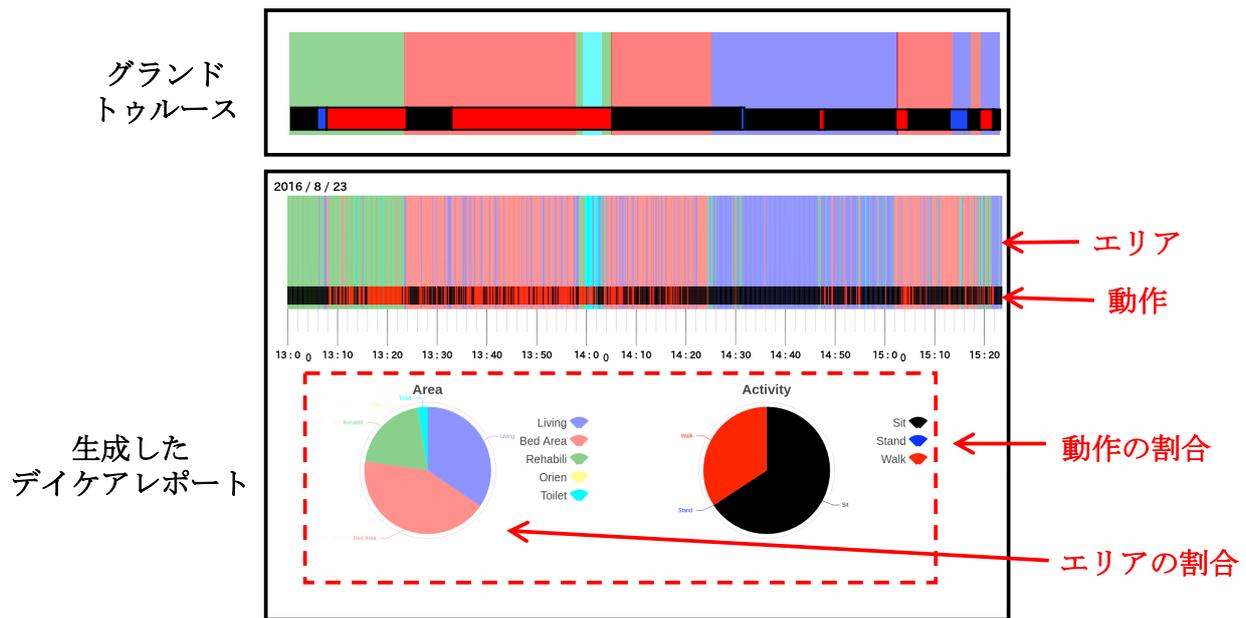


図 8 生成したデイケアレポート

る場合はより有用であると感じる。また、1日の活動を見れるのは入居者の健康状態などを把握するための一助となる。プロトタイプとしては我々が求めている要件を十分満たしている。

Q4: Web の出力画面についてどう思いますか?

回答: プロトタイプとしては、十分だと感じる。しかし、色とエリアや行動の関係性などが分かり難いため、それを自分で設定できたり、また、実際にフロアマップを表示してぱっと見で分かればよりよい。

Q5: 提案システムは今後どのような改善をするべきですか?

回答: 主に4つの改善点があると思う。1つ目は、Q4で述べたようにグラフとエリアの関係性を分かりやすくすること。例えば、グラフをクリックしたら、クリックした色に対応して表示しているフロアマップが光るような機能が欲しい。2つ目は、円グラフは各エリア内での動作の割合などへも切り替えることができるようにして欲しい。例えば、リハビリテーションエリアを選んだらそのエリア内での動作の割合を知りたい。3つ目は、被験者が装着するデバイスをより小型軽量化して欲しい。現状のサイズでは気になる人は出てくると思う。4つ目は、推定精度をより向上して欲しい。

Q3~5の結果から、以下の結論を得た。まず、今回の実験ではプロトタイプとして十分な結果を出力できた。しか

し、職員などがシステムを使うには、より理解しやすくする必要はある。また、デバイスの小型軽量化や推定精度の改善も行う必要がある。

6. まとめ

本稿では、デイケアセンタにおける業務支援を目的としたケアレポート自動作成システムを提案した。提案システムでは、独自開発した加速度計ビーコンを用いて存在エリア推定と動作推定を行った。評価実験では、実際にデイケアセンタで提案システムを用いてデータの収集、Web上へのケアレポートの生成を行った。実験の結果、存在エリア推定はF値:80.6%、動作推定はF値:73.8%で行うことが出来た。また、ケアレポートの出力結果について、本実験の被験者の方とデイケアセンタのオーナーにインタビューを行った結果、設定した要件を満たしプロトタイプとしては十分であるという意見を頂いた。今後は、インタビューで頂いた意見を参考にシステムの改善を行っていく。

謝辞

本研究は、科研費基盤研究(C)(No.16K00126)の助成によって行った。また、奈良県生駒市ライフケア総合研究所「いこいの家26」代表湯川様並びに介護スタッフの皆様、入居者の皆様にはインタビューや実験などにおいて多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- [1] 平成 28 年度 9 月報人口推計 (総務省統計局). <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/201609.pdf>.
- [2] 平成 27 年度介護労働実態調査について (介護労働安定センター). http://www.kaigo-center.or.jp/report/pdf/h27_chousa_kekka.pdf.
- [3] 藤本まなと, 駒井清顕, 荒川豊, 諏訪博彦, 柏本幸俊, 安本慶一. " デイケアセンターにおける高齢者の行動履歴生成システムの開発". マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2016) シンポジウム, 2016.
- [4] Jong-Tak Kim, Jae-Yong Soh, Sung-Ho Kim, and Kyung-Yong Chung. Emergency Situation Alarm System Motion Using Tracking of People like Elderly Live Alone. In *2013 International Conference on Information Science and Applications (ICISA)*, pp. 1–4. IEEE, 6 2013.
- [5] P. Biber, H. Andreasson, T. Duckett, and A. Schilling. 3D modeling of indoor environments by a mobile robot with a laser scanner and panoramic camera. In *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) (IEEE Cat. No.04CH37566)*, Vol. 4, pp. 3430–3435. IEEE.
- [6] Jingjing Yang, Zhihui Wang, and Xiao Zhang. An iBeacon-based Indoor Positioning Systems for Hospitals. *International Journal of Smart Home*, Vol. 9, No. 7, pp. 161–168.
- [7] 石塚宏紀, 上坂大輔, 黒川茂莉, 渡邊孝文, 村松茂樹, 小野智弘. BLE シグナルと PDR によるハイブリッド屋内測位手法の基礎検討～Open Beacon Field Trial 参加における実験結果の共有～. 研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL), Vol. 2014, No. 21, pp. 1–6, 2014.
- [8] 浦野健太, 廣井慧, 梶克彦, 河口信夫. 大規模展示会における来場者分析のための配布型 BLE タグを用いた位置推定手法. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2016) シンポジウム, 2016.
- [9] Oscar D. Lara and Miguel A. Labrador. A Survey on Human Activity Recognition using Wearable Sensors. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 15, No. 3, pp. 1192–1209, 23 2013.
- [10] Ling Bao and Stephen S. Intille. Activity Recognition from User-Annotated Acceleration Data. pp. 1–17. Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [11] Takuya Maekawa, Yasue Kishino, Yasushi Sakurai, and Takayuki Suyama. Activity recognition with hand-worn magnetic sensors. *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 17, No. 6, pp. 1085–1094, 8 2013.
- [12] Sozo Inoue, Naonori Ueda, Yasunobu Nohara, and Naoki Nakashima. Mobile activity recognition for a whole day. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing - UbiComp '15*, pp. 1269–1280, New York, New York, USA, 2015. ACM Press.
- [13] Monica Tentori and Jesus Favela. Monitoring behavioral patterns in hospitals through activity-aware computing. In *2008 Second International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, pp. 173–176. IEEE, 1 2008.
- [14] Yutaka Arakawa and Yutaka. SenStick. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers - UbiComp '15*, pp. 349–352, New York, New York, USA, 2015. ACM Press.