

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12078

研究課題名（和文）障害者福祉支援施設における問題行動の記録・分析システム

研究課題名（英文）Recoding problem behavior at welfare support facilities for people with disabilities and its analysis

研究代表者

高橋 健一（Takahashi, Kenichi）

鳥取大学・工学研究科・准教授

研究者番号：30399670

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：自閉症や知的障害の支援を行う障害者福祉支援施設では、施設利用者によって引き起こされる種々の問題行動を把握すると共に定量化して記録する必要がある。そこで、施設内で施設利用者の移動経路を推測するアルゴリズムを提案すると共に、起床・就寝時間、トイレの利用回数や時間の傾向、外出傾向などを記録するシステムを開発し、施設職員に対し、施設利用者の行動傾向を提示した。結果、無断外出やトイレでの問題が多いことが聞き取れた。このため、トイレトーパーの巻き取りに着目し、トイレトーパーの巻き取りから問題行動を把握すると共に、トイレトーパーの巻き取り動作から個人を特定することを試みた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自閉症や知的障害の支援を行う障害者福祉支援施設では施設利用者によって引き起こされる種々の問題行動を把握すると共に定量化して記録する必要がある。そこで、施設内で施設利用者の移動経路を推測するアルゴリズムを提案し、施設利用者の行動傾向を記録するシステムを開発した。また、トイレトーパーの巻き取り動作から問題行動を把握すると共に、個人を特定することを試みた。福祉施設の現場において職員の数は必ずしも十分といえず、施設利用者の行動を客観的に記録できることは、職員の負担を軽減すると共に施設利用者の行動改善に繋がるものと期待される。

研究成果の概要（英文）：Welfare support facilities for people with disabilities need to record, understand, and quantify various problematic behaviors caused by facility users. Therefore, we proposed an algorithm that estimates the movement routes of facility users, and developed a system that records behaviors such as wake-up times, the number of times a facility user goes to a toilet, the number of times a facility user goes out of the facility. As a result, we found many problems, such as going out without permission and when using the toilet. Therefore, we focused on the way toilet paper is rolled up, and attempted to understand problematic behavior from the way the toilet paper is rolled up, as well as identify individuals from the toilet paper rolling motion.

研究分野：分散システム，コンピュータセキュリティ

キーワード：福祉支援施設 問題行動 行動記録

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

自閉症や知的障害のある人に対して日常生活や社会生活の支援を行う障害者福祉支援施設(以降、福祉施設と呼ぶ。)では、職員間で施設利用者の問題行動を共有し、職員が同じ支援手順で利用者に関わることが重要とされている。このためには施設利用者の示す強度行動障害によって引き起こされる種々の問題行動を把握すると共に定量化して記録する必要がある。問題行動の定量化とは「いつ、どこで、誰が、どのような問題行動を生じたのか」という事例を記録することであり、これらの情報を元に施設利用者への支援方法を決定する。しかし、問題行動の記録は職員が手作業で紙に記録するといったことが一般的であり、施設利用者の支援を行いつつ問題行動を記録することが大きな負担となっている。また、福祉施設の現場において職員の数は必ずしも十分といえず、問題行動の発生を必ずしも把握できているとは限らないことや、問題行動の記録が維持されていない場合があることが分かっている。このため、施設利用者の問題行動を記録することで職員をサポートするシステムが求められている。

2. 研究の目的

福祉施設の現場において職員の数は必ずしも十分といえず、職員が利用者の支援を行いつつ問題行動を客観的に把握し、逐次記録することは難しい。そこで、施設利用者の問題行動把握、および、記録をサポートするシステムを研究開発するために以下の取り組みを行う。

利用者の行動の定量的な記録：施設利用者の行動の定量的な記録に関してはカメラで撮影した画像から行動を推定する手法やウェアラブルセンサを用いた手法が考えられる。しかし、これらの研究はプライバシーの問題やセンサの設置コストが高いといった問題がある。そこで、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンによる施設利用者や職員の定量的な位置情報の記録を試みる。

問題行動の把握：問題行動は施設利用者ごとに異なり、すべての問題行動の把握を自動化することは難しい。そこで、取得した行動記録を統計情報として加工し職員に提示することで、職員による問題行動の把握をサポートする機能の実現を目指す。

施設利用者や職員にとって有効なインタフェース：問題行動の発生予防のための施設利用者に向けたインタフェースと、問題行動発生時に対応する施設職員に向けたインタフェースの二つが存在する。施設利用者に向けたインタフェースでは、問題行動の発生を予測し、その行動の発生を自覚させ抑制するために有効なインタフェースの検討が必要となる。施設職員に向けたインタフェースでは、問題行動が発生しうる状況の発生を職員が確認することができるためのインタフェースの検討が必要となる。

3. 研究の方法

(1) 利用者の行動の定量的な記録

施設利用者の行動の定量的な記録に関しては BLE ビーコンの所持方法によって、人体の影響を受け、その位置推定精度が変化する。そこで、人体の影響を調査し、BLE ビーコンを所持する人物の位置を補正する。また、人物の移動を記録するためには、どこからどこに移動したのかを記録する必要がある。そこで、BLE ビーコンにより、人物の移動を定量的に記録するためのシステムを実現する。

(2) 問題行動の把握

問題行動の把握に関しては問題行動ごとに必要となる情報は異なる。そこで、問題行動を分類すると共に、施設利用者の一日の移動経路の提示や特定の場所への滞在時間・訪問頻度などの統計情報で把握可能な、禁止場所への立ち入り、物・場所への執着といった行動をまとめて施設職員に提示し聞き取り調査を行う。また、聞き取り調査の結果、無断外出の問題が発生していること、トイレでの問題が重要な課題であることがわかったため、無断外出の検出、および、トイレの問題を把握するために仕組みを実現する。

(3) インタフェースの検討

施設職員に向けたインタフェースに関しては、利用者の行動履歴を Web インタフェースから確認し問題行動の発生の有無を確認することができるようにする機能、および、利用者の無断外出時にアラートを出す機能、トイレでの異常利用を検知する機能を実現する。また、施設利用者に向けたインタフェースに関しては、無断外出時やトイレの異常利用時に施設利用者に向け注意喚起する仕組みを検討する。

4. 研究成果

(1) 利用者の行動の定量的な記録

BLE ビーコンを用いた位置推定における人体の影響による誤差の軽減

屋内位置推定手法としてBLE ビーコンの電波強度を利用した手法が存在する。BLE ビーコンは低消費電力で長時間稼働し、小型・低価格なため導入コストが抑えられる。しかし、様々な環境条件の影響を受け推定位置の誤差が大きめという問題がある。ビーコンの電波は2.4GHz帯を使用しており、誤差の原因の1つとして人体の影響を受けることが分かっている。人体を通過したビーコンの電波は大きく減衰し、推定位置に誤差が生じる。そこで、人体の影響による誤差を軽減するために、外れ値除去や指数平滑法で電波の不安定さに対応すると共に、移動方向推定や移動距離推定、累積誤差の補正を行うことで人物の推定位置精度を高める手法を提案した(図1)。結果、推定位置の誤差を40%程度軽減することができた。

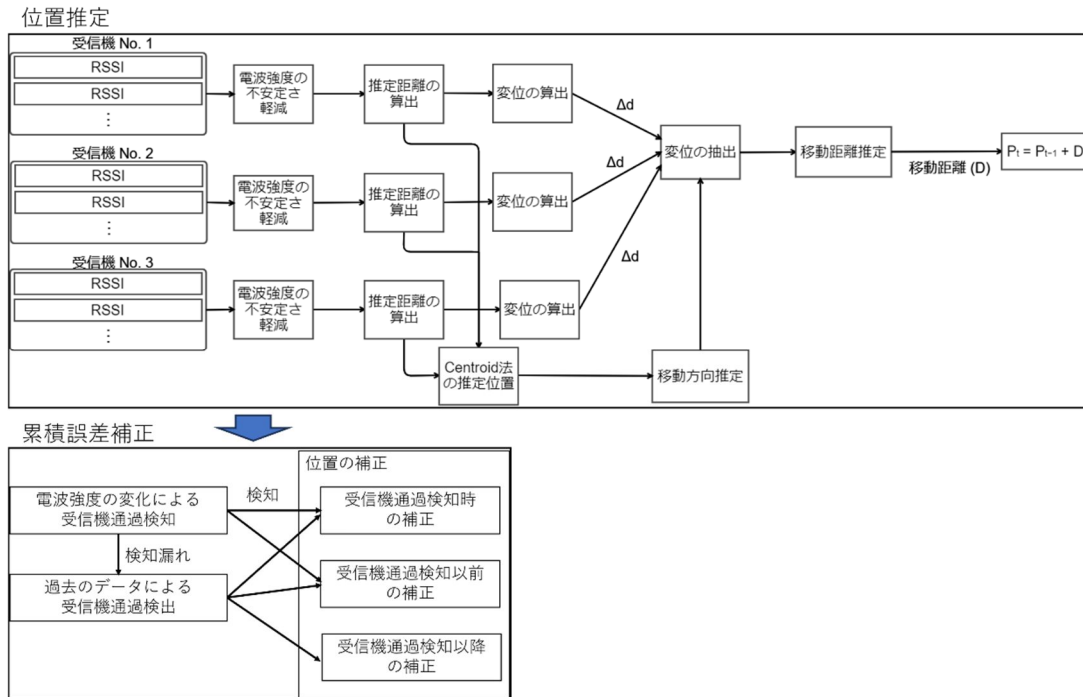


図1. 人体の影響の軽減手法

また、BLE ビーコンにより取得された情報は誤差を含んでおり安定せず、更に受信機で囲まれた範囲内しか推定できない。しかし、目視で確認すると推定位置の時系列傾向に滞在場所の傾向が確認できる。そこで、安定しないBLE ビーコンからの信号の受信信号強度や受信信号数を元に受信機で囲まれた範囲外を含んだ滞在場所を推定することを試みた。結果、高い精度で目視の結果と一致することが確認でき、利用者の行動の定量的な記録が可能だということがわかった。

人物の移動の記録

人物の移動を記録するためには、センサ装置から取得したデータを集約して集中管理する中央サーバを持つシステムが一般的である。しかし、追跡対象やセンサ装置の数が増加すると、それらを処理可能な、より高性能なサーバが必要となる。そこで、データを集約・管理・分析する中央サーバを必要としない分散型的人物追跡システムを構築した。

システムは、センサ装置(ノード)とエージェントから構成される。ノードは取得したデータから特徴を抽出する機能、及びエージェントの実行環境を提供する。エージェントは追跡対象の特徴を保持し人物を追跡するためのプログラムであり、追跡対象ごとに準備される。エージェントは追跡対象が移動する可能性のある複数のノードに派遣される。同じ対象人物を追跡している派遣されたエージェントの集合をグループと呼ぶ。グループを形成したエージェント群が、対象人物が移動する可能性のあるノードのみを監視することで追跡を実現する。また、グループを形成したエージェント群の中で1つのエージェントが代表エージェントとなる。代表エージェントがグループ内のエージェントを管理することで、中央サーバを必要としない仕組みを実現した(図2)。

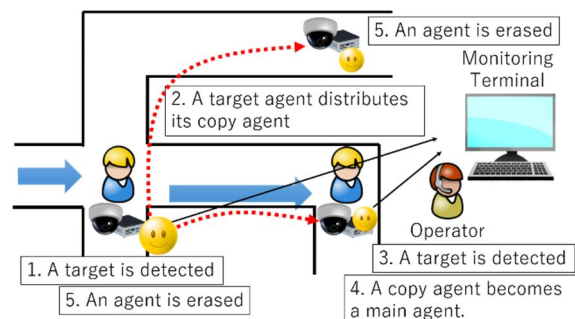


図2. 分散型人物追跡システム

(2) 問題行動の把握

問題行動の分類

入所者が施設で起こす問題行動は多岐にわたる。そこで2018年に行われた行動障害に関する研修に参加した福祉職員35名を対象に実施したアンケートを分析し、その回答の分類を試みた。回答された問題行動は7種のカテゴリに分類することができた。全回答101件のうち各カテゴリに該当する問題行動の内容と内訳を表1に示す。また、各問題行動への本システムでの対応が可能かについて検討すると共に、施設利用者の一日の移動経路の提示や特定の場所への滞在時間・訪問頻度などの統計情報を施設職員へ提示し、聞き取り調査を行った。結果、無断外出の問題が発生していること、トイレでの問題が重要な課題であることがわかったため、無断外出の発生を施設職員に知らせる機能を実装すると共に、トイレの問題を把握するために仕組みを実現した。

表1 各カテゴリに該当する問題行動の内訳

カテゴリ	内容	該当数(件)
移動系	「施設外への無断外出」や、「立ち入り禁止場所への侵入」などの行動	7
他害系	「人の髪をひっぱる、服をつかむ」などの他の入所者や施設職員などを傷つける行動	25
物損系	「施設のカーテンを引きちぎる」などの物を壊す、傷つけるといった行動	28
行動拒否系	「机上作業への参加の拒否」などの団体行動をみだす行動	9
執着系	「女性の職員についていってしまう」などの人や物・場所に対し執着する行動	7
自傷系	「髪の毛を抜く」などの自身を傷つける行動	24
その他	「弄便」、「夜間に大声を出す」などの上記のいずれにも含まれない問題行動	27

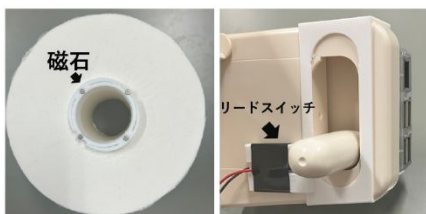
トイレでの問題への対処

様々な支援を必要とする人が入居する障害者支援施設ではトイレトーパーの使い過ぎやトイレトーパーを巻き取る行為に固執する入居者が存在する。その結果、施設内のトイレではトイレトーパー切れや巻き取った紙が床に散乱するといった状況が発生する。入居者の中にはメンタルヘルスの問題からストレスを感じやすい入居者が多く、トイレの状況にストレスを感じて異常な行動につながることもある。このため、トイレを管理することが重要とされているが、限られた職員では常にそのような管理を行うことは難しい。そこで、トイレトーパーに着目し、安価な磁気センサを用いたトイレトーパー利用状況監視システムを構築した。本システムは計測器、送信機、監視サーバ、監視端末から構成される。トイレトーパーの利用状況監視システムの概要を図3に示す。



図3. トイレトーパーの利用状況監視システム

トイレトーパーホルダー(以下ホルダー)に計測器を取り付け、トイレトーパーの回転を検知する(図4)。トイレトーパーの回転を検知すると計測器と接続された送信機がその状況をサーバに送信する。サーバは送信機から送られてきたデータをもとに、トイレトーパー使用量の推定及び異常利用の検知を行う。トイレトーパーの異常利用の検知に関しては、普段のトイレを使うときの動作における一回のトイレトーパー巻き取り時間、回転速度、使用量等を確認し、普段のトイレトーパーの利用と異なる状況が発生したときに異常として検知する。職員は監視端末を介して監視サーバにアクセスすることで、トイレトーパーの使用量や異常利用が行われたかといったトイレトーパーの利用状況を確認することができる(図5)。



(a) トイレトーパーに取り付ける部品 (b) ホルダーに取り付ける部品

図4. 計測器

識別番号	トイレの概要	残量(%)	状態
1	一階男子トイレ(1つ目)	91	正常
2	一階男子トイレ(2つ目)	100	正常
3	一階女子トイレ(1つ目)	70	異常
4	一階女子トイレ(2つ目)	98	正常

図5. 利用状況の確認インターフェース

(3) インタフェース

利用者の行動履歴を Web インタフェースから確認できるようにする機能、および、利用者の無断外出時にアラートを出す仕組みを実現した。実装した Web インタフェースの一部として、

- 移動経路をタイムラプスで確認するためのインタフェース (a)移動経路の確認)
- 禁止場所や無断外出時のアラート (b)禁止場所進入、無断外出時)
- 施設利用者の一日の滞在時間の分布 (c)滞在時間の確認)
- 部屋ごとに滞在した人物の履歴 (d)ある部屋の滞在者)

を図 6 に示す。

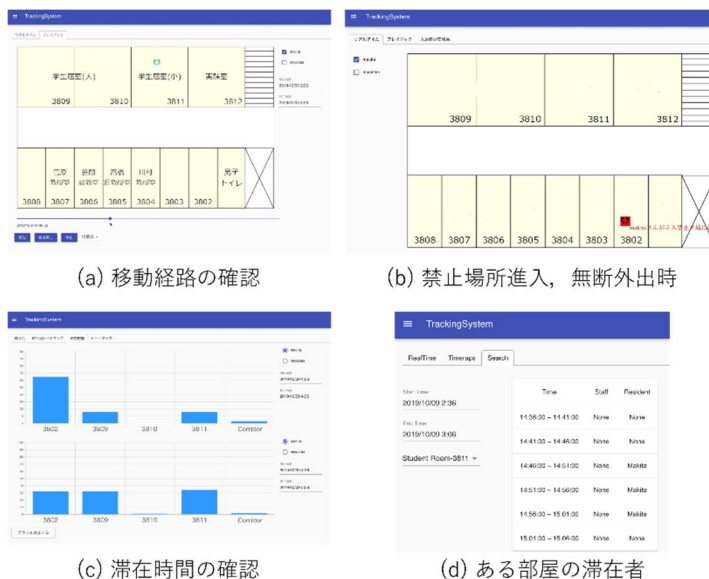


図 6 . Web インタフェース

他、就寝・起床時間や、トイレ回数、普段と異なる移動履歴等も利用者の行動履歴から推測でき、別途まとめた資料として準備し職員への提示を行った。

施設利用者に向けたインタフェースに関しては、無断外出時やトイレの異常利用時に施設利用者に向け注意喚起する仕組みを検討したが、知的障害者のストレスに繋がる可能性があり、それが更なる問題行動を引き起こす可能性があるため、検討事項から外すことにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 宮崎 喬行, 牧田 岳大, 高橋 健一, 川村 尚生, 菅原 一孔	4. 巻 63
2. 論文標題 iBeaconを用いた位置推定における人体の影響による誤差の軽減	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 182-193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20729/00215728	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Kozo Tanigawa, Masaru Shiozuka, Kenichi Takahashi
2. 発表標題 Calculation of Existence Probability of a Tracking Target for Agent-based Human Tracking
3. 学会等名 The 21st International Conference on Wireless Networks (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Takahashi, Takao Kawamura
2. 発表標題 Development of Tracking System for Welfare Facility Using iBeacon
3. 学会等名 The 8th International Conference on Health Informatics & Medical Systems (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takayuki Miyazaki, Makita Takehiro, Kenichi Takahashi, Takao Kawamura, Kazunori Sugahara
2. 発表標題 Reducing the Effect of a Human Body for Position Estimation using iBeacon
3. 学会等名 3rd Sustainable Computing Systems Workshop (SUSCW'20) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎 喬行, 牧田 岳大, 高橋 健一, 川村 尚生, 菅原 一孔
2. 発表標題 iBeaconを用いた位置推定における人体の影響による誤差の軽減
3. 学会等名 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佃 連太郎, 牧田 岳大, 高橋 健一, 川村 尚生, 菅原 一孔
2. 発表標題 見守りシステムにおける問題行動検知機能の誤検知への対応
3. 学会等名 電気・情報関連学会中国支部第71回連合大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎 喬行, 牧田 岳大, 高橋 健一, 川村 尚生, 菅原 一孔
2. 発表標題 iBeaconを用いた人体の影響を軽減した位置推定手法の提案
3. 学会等名 電気・情報関連学会中国支部第71回連合大会講演論文集
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	川村 尚生 (Kawamura Takao) (10263485)	鳥取大学・工学研究科・教授 (15101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	菅原 一孔 (Sugahara Kazunori) (90149948)	鳥取大学・工学研究科・教授 (15101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関