

# 見守り支援システムのための 測位用 Bluetooth ビーコン端末の配置方法について

杉野 恭兵† 片山 真也‡ 丹羽 佑輔‡ 白松 俊‡ 大冢 忠親‡ 新谷 虎松‡

†名古屋工業大学情報工学科 ‡名古屋工業大学大学院情報工学専攻

## 1. はじめに

離れて暮らす高齢者を遠隔介護する子世帯は、高齢者の様子を見守る必要がある。本稿では、認知症を患い、服薬が必要な高齢者を被介護者と呼ぶ。

被介護者は、直前に薬を飲んだことを忘れて、服薬を繰り返す傾向がある。そういった誤った服薬を防ぐために、服薬タイミングを視覚的に確認できる薬カレンダーが利用されている。薬カレンダーは、カレンダーに配薬用のポケットが付いた構造になっている。しかし、被介護者は薬カレンダーを使用しても、薬の飲み間違えを起こす。被介護者が薬カレンダーに近づき、一定時間滞在することで、服薬を行った可能性があるとして推定できる。しかし、被介護者の居場所情報を得るために、被介護者が測位用デバイスを携帯することは、デバイスの携帯を忘れる可能性があるため難しい。

本研究では、遠隔地の被介護者の適切な服薬を支援する見守り支援システムを開発する。デバイス非携帯の被介護者の居場所情報を取得するために、Bluetooth 電波の RSSI 値の減衰情報を用いた人認識手法を実現する。また、システムを効果的に運用するためのビーコン端末の配置方法を明らかにすることを目的とする。

## 2. Bluetooth ビーコン

Bluetooth は携帯端末の多くに搭載され、広く普及している近距離無線通信の技術であり、測位への利用が普及しつつある。本研究では、BLE (Bluetooth Low Energy) 規格で駆動する無線通信端末である Bluetooth ビーコン端末を用いる。ビーコン端末は、端末の居場所を決定するための情報を含む Bluetooth のパケットを

信号として定期的に発信する。

石塚らは BLE デバイスの実環境における受信電波強度 (RSSI : Received Signal Strength Indication) の特性を十分に検証している実験や性能評価に関する情報が少ない点に焦点を当て、基礎実験を行った[1]。RSSI から距離を測位する実験では、誤差が 10~20m という精度での測位であれば可能であるが、精度の高い測位は困難であることが示されている。

既存手法では、測位対象者が Bluetooth 端末を携帯することが必要な点が課題である。一方、本研究では、ビーコン送受信機に障害物がある場合の RSSI 値の減衰を利用することで、測位対象者が Bluetooth 端末を携帯せずに測位することを可能とした。Bluetooth 信号は 2.4GHz 帯のマイクロ波であり、水に吸収されやすい。すなわち、人がビーコン送受信機の間にいる場合、人体は多くの水分を含むので、Bluetooth の電波が人体に吸収され、RSSI 値が低下する。本研究で用いる人認識手法では、特定の場所に設置したビーコン端末の RSSI 値が閾値を下回ったとき、人がその場所にいると推定する。

## 3. システム概要

被介護者の居場所情報を取得するために、ビーコン送信機としてアプリックス社の MyBeacon MB004、受信機として Apple 社の iPad を利用する。送受信機は薬カレンダーや冷蔵庫の前など、被介護者が服薬や食事を行う場所を挟むように設置する。iPad はシステムのクライアント端末としても用いる。

本システムの構成図を図 1 に示す。被介護者が特定の場所へ移動した場合、本研究の人認識手法によって人の有無を判定する。その際、受信機からサーバへ端末の ID が送信され、サーバではその頻度からクライアントへ送るイベントを決定する。例えば、被介護者が短い時間間隔で薬カレンダー前に近づいた場合、サーバ内のイベント決定機構が服薬の頻度が適切でないと判断して、被介護者と介護者の両クライアントへ警告を送信する。被介護者クライアントでは、

How to Place Bluetooth Beacons for a Remote Elder Care Support System

† Kyohei Sugino, Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology.

‡ Shinya Katayama, Yusuke Niwa, Shun Shiramatsu, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology.

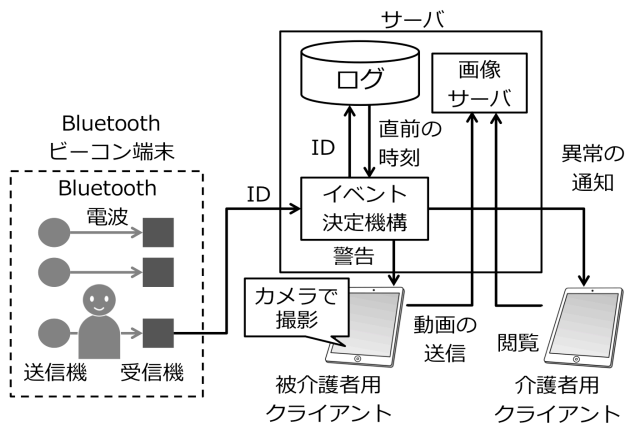


図1 本システムの構成

被介護者が薬カレンダーへ近づいたときにカメラでの撮影を開始し、約1分間撮影した動画をサーバへアップロードする。

図2に介護者用クライアントのインターフェースの一部を示す。介護者用クライアントでは、サーバにアップロードされた動画を閲覧することができる。また、被介護者が短時間に繰り返し同じ場所へ近づいた場合と、長時間近づかなかった場合では、それぞれ被介護者が適切な服薬をしていない可能性があるため、動画の一覧の色を変えて表現する。

#### 4. 測位用ビーコン端末による測定実験

本システムを運用するために、ビーコン端末によって人を判定する精度を向上させる必要がある。本システムにおいて重要なのは、被介護者が薬カレンダーの近くにきた場合に、確実にそれを検出することである。被介護者が薬カレンダー前に来て服薬を行わなかった場合でも、「服薬した可能性がある」と介護者に報告し、服薬の見逃しが生じないようにする必要がある。RSSI値の測定実験により、判定精度の向上を

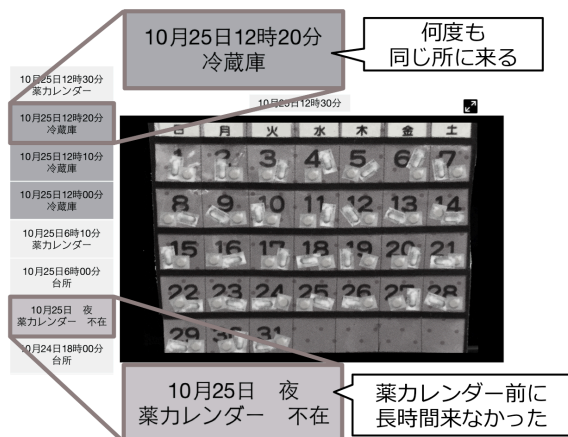


図2 介護者用クライアントのインターフェースの一部

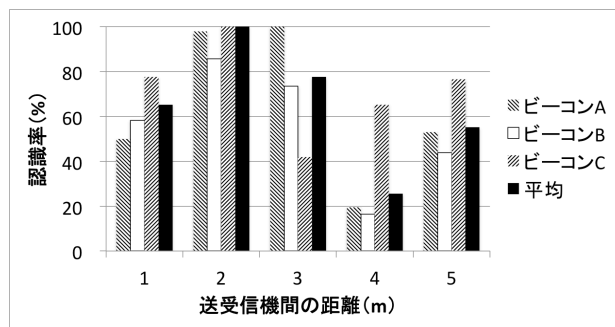


図3 送受信機間の距離ごとの認識率

目指した。測定場所は幅2mの廊下（鉄筋コンクリート構造）である。ビーコン送信機として本システムと同じデバイスを3個、受信機としてApple社のMacBook Pro Retina 13を用いた。

実験手順について説明する。ビーコン送受信機を1m~5mの間で1mごとに離し、3個の送信機は10cm間隔で同じ方向を向けて配置した。送受信機間に被験者（20代男性、身長170cm）がいる場合といない場合のRSSI値を送信機ごとに100回測定した。それぞれの場合でのRSSIの平均値から、人の有無を判定するためのRSSI値の閾値を算出し、「被験者がいるときにRSSI値が閾値を下回る確率」を認識率とした。

測定値から求めた、送受信機間の距離ごとの認識率を図3に示す。グラフの横軸は送受信機間の距離、縦軸は認識率である。3個のビーコン送信機（A, B, C）ごとの認識率と、同時刻の3個のビーコン送信機のRSSIの平均値を用いて算出した認識率の4パターンを算出した。ビーコン送信機ごとに識別率にばらつきがあるが、送受信機間の距離を2mとした場合に、4パターンすべてで80%以上の認識率が得られた。また、複数のビーコン送信機を用いてそれらのRSSIの平均値をとることで、端末による性能の差を埋めて100%近い精度で人の有無を判定できた。

#### 5. おわりに

本稿では、遠隔地の被介護者がデバイスを携帯せずに、食事や服薬の様子を介護者が見守ることのできるシステムを開発した。本システムにより、被介護者の異常行動を検出し、適切な服薬を支援することができる。

#### 参考文献

[1] 石塚 他, “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~”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2014-DPS-159, no.21, pp.1-6, 2014.