

# 無線LANデバイスの位置推定に向けた基盤環境の構築および長期的評価

高木理<sup>1\*</sup>, 加藤毅<sup>2</sup>, 鳥飼幸太<sup>3</sup>, 齋藤勇一郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>群馬大学社会情報学部

<sup>2</sup>群馬大学大学院理工学府

<sup>3</sup>群馬大学医学部

\* <takaki@gunma-u.ac.jp>

**要旨:** 本論では、国立大学医学部キャンパス内の無線LAN環境を利用した、無線LANデバイスの位置推定を行うための基盤環境と、その実運用に向けた導入評価実験について述べる。ここで言う“基盤環境”とは、(i) 従来の無線LAN環境、(ii) デバイスの位置推定を行うために用いられるRSSIデータを随時蓄積させるためのサーバ、および、(iii) RSSIデータに基づいて位置を推定するためのサーバ、によって構成される一連のシステムを意味する。本論では、院内業務用の無線LANデバイス（スマートフォン）を約1ヶ月半に渡って連続使用し、その間の位置の推定状況を分析することにより、基盤環境の実運用性を評価する。

## 1. はじめに

2000年以降、日本国内における医療現場では、電子カルテやPACS（医療用画像管理システム）を始めとする病院情報システムの普及率は着実に増加しており、例えば、2016年の病院における電子カルテおよびPACSの普及率は、それぞれ（400床以上の病院の）70%および（200床以上の病院の）95%を超えている[1,2,3]。また、病院情報システムの普及に伴って院内のネットワーク環境も大規模化し、今日では、大学病院を始めとする医療機関において、多くの可動型情報デバイスが用いられている。例えば、病院において、看護師達は携帯電話だけでなく、ノートパソコン、タブレット、PDA、バーコードリーダー、デジタルカメラなどの様々な可動型情報デバイス（以下、“無線LANデバイス”あるいは“デバイス”と呼ぶ）を利用して、患者の生体情報や診療の状況を常時収集したり閲覧したりしている[4,5,6]。内閣府による科学技術政策Society 5.0 [7]で述べられているように、今日、あらゆる現場において情報をより有効に活用しようとする機運が高まってきており、院内における無線LANデバイスの活用も今後ますます多様化・大規模化していくものと考えられる。このように、医療現場で用いられる無線LANデバイスの数が増えていった場合、物流上の、あるいは、情報セキュリティ上のデバイスの管理は、今後ますます困難になることが考えられる。

無線LANデバイスの物理的な管理や情報セキュリティ上の強化を図る上で、デバイスがどこにあるのかを常時把握できることは有益である。デバイスがユーザによって携帯されるものであれば、デバイスの位置からユーザの位置も分かるので、ユーザの現在位置に基づく情報提供や緊急の呼び出しにも役立てることが期待できる。そこで、筆者らは、無線LANデバイスの位置が常時推定可能なシステムの実現に向けて、デバイスの大凡の位置が常時推定可能な基盤環境を構築した。ここで言う“基盤環境”とは、通常の無線LAN環境に加え、デバイスの位置推定を行うために用いられるRSSIを随時蓄積させるためのサーバと、RSSIデータに基づいて位置を推定するためのサーバによって構成される一連のシステムを意味する。また、ここで言う“RSSI”は、無線LANデバイスと無線LAN環境における基地局であるアクセスポイントとの接続時に定期的に送受信されるビーコンに含まれるシグナル強度を表す情報（Received Signal Strength Indication/Indicator）を意味する。

本論では、その基盤環境の概要と、基盤環境の実運用に向けた導入評価実験について述べる。無線LANデバイスの位置推定に関しては、位置推定の範囲の大きさや粒度、推定範囲の状況（室内か野外か？あるいは建物の構造等）やデバイスの種類、あるいは位置推定の目的等に応じて、RSSIを用いた手法を含め様々な手法が考案されている[8,9,10]。また、病院、工場あるいは工事現場など、実際の作業現場における無線LANデバイスの位置推定に関する研究、特に、実運用性を重視した研究として、[11,12,13]などが挙げられる。しかし、これまでのデバイスの位置推定に関する研究は比較的理想的な状況における研究が多く、また研究の趣旨も位置推定の精度や条件（どのくらい限られた情報に基づいて位置推定が行えるのか等）に関するものが多く、実運用性を重視し、かつ、長期的な評価を行った研究はあまり行われていなかった。構築された位置推定システムに対して位置推定が長期間連続的に実際にできるかどうかを評価することは、デバイスや無線LAN環境の機器の調子やユーザの使用状況などによって様々な事態が起り得ることを考慮すると、自明な問題であるとは言えず、実運用性を評価する上で有用である。そこで、本論では、6週間という比較的長期に渡って特定のデバイスを

連続運用し、その位置推定状況を評価することで、デバイスの位置推定の連続運用の可能性を評価することとした。

本論の構成は以下の通りである。第2節において、まず、無線LAN環境におけるデバイスの位置推定のための一連のシステムに関する全体構想について述べ、その次に、その基礎部分である基盤環境について説明する。第3節において、基盤環境の実運用性に向けた評価実験の結果として、ある特定のデバイスに関する6週間の位置推定状況に関する説明を行う。その後、今後の課題点および本論のまとめについて述べる。

## 2. 無線LANデバイス位置推定フレームワークとその基盤環境

### 2.1 全体構想

群馬大学医学部が設置されている昭和キャンパスには、約1800台のアクセスポイント（以下、“AP”と記す）によって構成される大規模な無線LAN環境が構築されており、院内スタッフ用のスマートフォンによる音声通話を始めとして、無線LANデバイスを用いた様々なサービスが提供されている。ここで言う“無線LAN環境”とは、IEEE 802.11規格に従って実装された、無線通信が可能なネットワークシステムを意味し、“無線LANデバイス”とは、スマートフォンやノートパソコンなどの、無線LAN環境においてIEEE 802.11規格に則った無線通信が可能な機器を意味する。上記の医学部キャンパスにおいて構築された無線LAN環境を、本論では単に“無線LAN環境”と呼ぶことにする。

一般に、APはその周辺の無線LANデバイスと定期的にビーコンの送受信を行っている。施設内に固定されたAPの位置情報を予め取得しておけば、ビーコンに含まれる、各APと無線LANデバイス間のシグナル強度に関する情報を分析することによって、無線LANデバイスについてはそのデバイスのユーザの位置を推定することが可能になる。スマホユーザの位置を推定できれば、将来、特定のスマホユーザへの緊急連絡等の際に、より確実に呼び出しが可能な仕組みを開発することができるようになる。例えば、何らかの理由により当該スマホに直接呼び出しができない場合でも、その周囲のスマホユーザあるいは固定電話に自動的に切り替える、あるいは、周囲のユーザや固定電話の電話番号を呼び出す側のスマートフォンに表示させる等の仕組みを開発することによって、より確実に連絡ができる院内音声通話環境の構築が可能になる（図1）。また、将来、患者等の院内スタッフ以外の関係者も無線LAN環境を利用することができるようになれば、そのユーザの位置情報に基づいて有用な情報を提供できる仕組みを開発することも期待できる。例えば、ユーザが外来患者であれば、病院情報システム上に記録されている診療スケジュールに関する情報と位置情報を組み合わせて、診察室などの行き先までの導線をリアルタイムに表示する等のサービスを提供することが期待できる。さらに、医療スタッフや患者等のユーザの位置情報に関する時系列データを蓄積・分析することが可能になれば、医療安全や業務

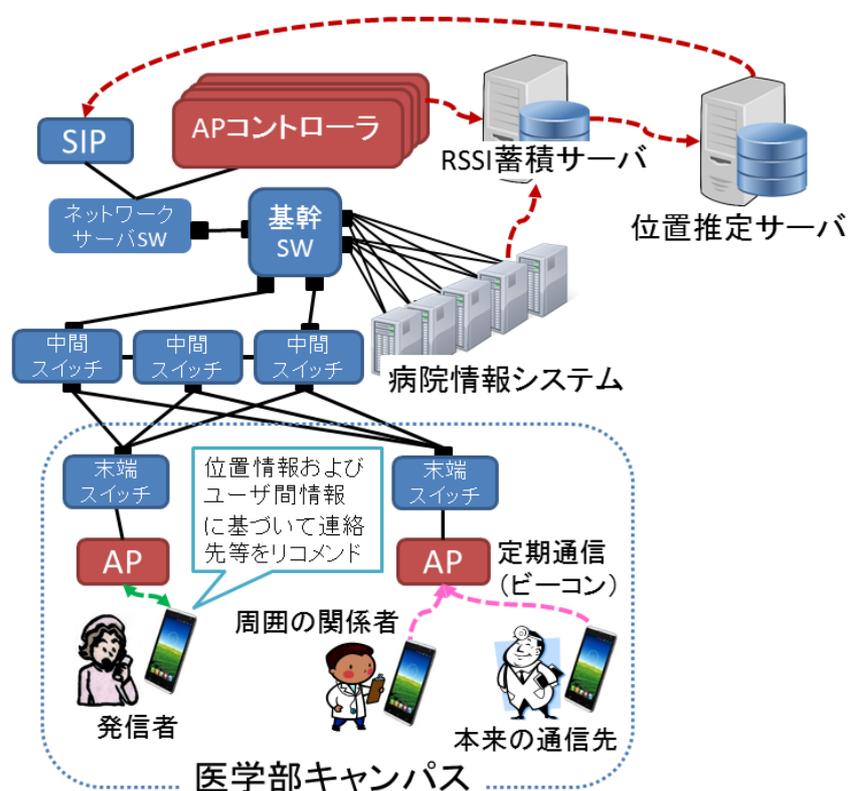


図1 無線LANデバイス位置推定フレームワークのアーキテクチャ図

の効率化の改善に向けた取り組みに利用することも期待できる。このような、無線LAN環境において、デバイスの位置推定を行い、ユーザの位置に応じた情報提供等のサービスを行う仕組みを“無線LANデバイス位置推定フレームワーク”と呼ぶことにする。

## 2.2 基盤環境

ここで、“基盤環境”を説明する。基盤環境は、前節で述べた無線LANデバイス位置推定フレームワークの基礎部分に相当する。基盤環境は、通常の無線LAN環境に加えて、無線LAN環境の各APとデバイス間とが定期的に送受信するビーコンから得られるRSSIを蓄積するためのサーバ（以下、“RSSI蓄積サーバ”と呼ぶ）と蓄積されたRSSIに基づいて各デバイスの位置を推定し、その時系列データを蓄積するためのサーバ（以下、“位置推定サーバ”と呼ぶ）によって構成される。RSSIの取得に際しては、本論の無線LAN環境のAPおよびAPコントローラの開発メーカーである米国Fortinet, Inc.（旧Meru Network Inc.）が開発した、APコントローラに実装可能なAPI（“Location Feed”と呼ばれる）を利用した。このAPIを用いて、各APからAPコントローラを通じて、当該APに接続されている各無線LANデバイスのRSSIがRSSI蓄積サーバに集められる。蓄積されたRSSIは100MBのテキストファイルとして約10分に一度の頻度でファイル化される。位置推定サーバは、RSSI蓄積サーバによって蓄積された、テキストファイル化されたRSSIデータから、指定された無線LANデバイス、あるいは、指定されたAPに接続されたすべての無線LANデバイスの位置を推定し、その位置の履歴データを生成する。

各無線LANデバイスに対する位置推定情報の時間的な粒度は、各無線LANデバイスに関するRSSIをRSSI蓄積サーバが取得する頻度、より具体的に述べると、APコントローラを通じて各APから送られてくる各無線LANデバイスに関するRSSIが、RSSI蓄積サーバに送られる頻度によって決まる。この頻度はAPコントローラを通じてある程度は調整することが可能であり、現状では30秒に1回に設定されている。ただし、APは1800台以上あるため、設定通りに正確に30秒毎に送られるわけではなく、数秒～十数秒程度遅れて到着する可能性がある。よって、位置推定情報の時間的な粒度は、平均して30秒に1回程度となる。

ここで、位置推定サーバに関して、注意すべき点を2つ述べておく。第1の点は、現時点で実装されているデバイスの位置推定方法は、対象となる無線LANデバイスに対して、各時点において当該デバイスとのRSSIが最も大きいAPの設置エリアに基づいて、当該無線LANデバイスが位置している建物、フロア（階）およびフロア内のおおよそのエリア（各フロアの南側か北側か等）を推定するという非常に単純なものである、という点である。フロア内の各部屋を割り出すレベルの位置推定を行う機能に関しては現在開発中であり、次の機会に報告したい。第2の点は、現時点の位置推定サーバは位置推定情報を常時出力するように設定されておらず、上記のテキストファイル化されたRSSIの一覧データに基づいて、バッチ形式で位置推定情報の履歴データを出力する、という仕様になっている点である。上記の2点は、無線LANデバイス位置推定フレームワークを実現する上では改善が必要かも知れない。しかし、今回の論文の主旨を達成する上では問題は無いと考える。その結論に至った理由は、次節および第4節で後述する。

## 3. 基盤環境の評価

この節において、無線LANデバイス位置推定フレームワークの実運用性の評価に向けた、基盤環境の評価実験とその結果について述べる。本論では、位置推定の対象となる無線LANデバイスが24時間365日体制で稼働し続けるものと仮定して、位置推定が常時行えるかどうかという点を重視した。ただし、現状の位置推定サーバはバッチ形式で位置推定情報の履歴データを出力する仕様になっているため、ここで言う“位置推定が常時行えるかどうか？”は、“位置推定サーバが出力する履歴データが、どのくらい途切れることなく適切な位置情報を残しているか？”ということの意味しているものとする。位置推定に基づくサービスを実際に運用する際には、対象となる無線LANデバイスや無線LAN環境、位置推定を行うために必要なRSSIを管理する機能等が常時支障なく機能し続ける必要がある。また、無線LAN環境全体の利用状況などによっては、トラフィックの急激な変動などのネットワーク上の障害や機能低下なども起こりうるため、位置推定の精度を始めとするシステムの性能とは別問題の、様々な問題を想定しなくてはならない。よって、今回の非常に粒度の粗い位置推定サーバを用いた基盤環境の評価実験も、デバイスの位置推定に基づくサービスの実運用性を評価する上で、意味があると考えられる。

### 3.1 評価方法

共同研究者の1人が業務で実際に用いている院内スマートフォン（以下、“当該デバイス”と呼ぶ）を充電時間も含め24時間体制で無線LAN環境と接続させ続けた期間である、2018年7月18日13時35分から2018年8月29日8時37分までの期間（以下、“調査対象期間”と呼ぶ）の約6週間分（約42日間分）のデータを分析し、本システムの有用性を評価した。なお、当該デバイスは本論の無線LAN環境において2.4GHzの周波数帯によって通信を行っている。

### 3.2 結果

まず、指定されたデバイスの位置の履歴情報に関して、どのくらいの割合で履歴情報に欠陥が生じているのかを調査したところ、図2の結果が得られた。図2の赤色のグラフは、調査対象期間における、当該デバイスに関する位置データが“UNKNOWN（位置不明）”であった回数の、日毎の累積数を表している。ここで言う、“UNKNOWN（位置不明）”とは、位置推定サーバが出力した値が“UNKNOWN”であったこと、つまり、当該時刻における当該デバイスの位置情報によって位置推定サーバが位置を推定できなかったことを意味する。一方、図2の青色のグラフは、調査対象期間において、位置推定サーバが当該時刻における当該デバイスの位置情報を出力しなかった回数（以下、“非出力回数”と呼ぶ）の日毎の累積数を表す。これらの現象は、当該時刻における当該デバイスに関するRSSIが、当該APから送信されなかったか、あるいは、想定されたタイミングの範囲外に送信されたこと、つまり、想定以上に遅延または早着したことによって生じる。今回の位置推定サーバの実装に際しては、各APから、接続された無線LANデバイスに関するRSSIが30秒に1回程度の頻度で送られてくることを想定している。

図2で示されている通り、調査対象期間内の“UNKNOWN”の累積数は264回、非出力回数の累積数は25回であった。つまり、平均で1日あたり6.3回の“UNKNOWN”および0.6回の非出力が生じていることになるが、当該デバイスに対する位置情報は30秒に1回程度、つまり、1日あたり2880回程度報告されているため、 $99.8\% (= \frac{2880 - (6.3 + 0.6)}{2880} \times 100 \%)$ は何らかの位置情報が得られていることが分かる。

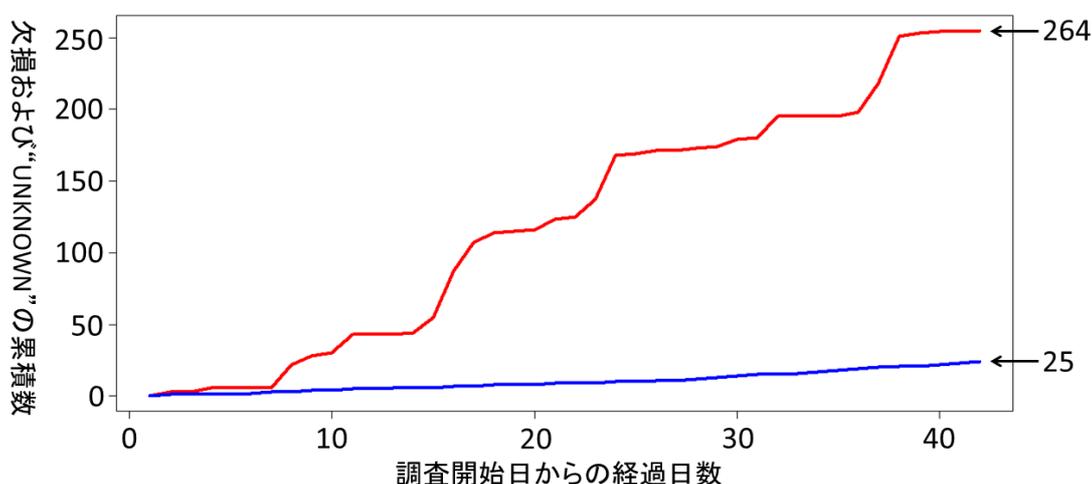


図2 調査対象期間における評価対象デバイスの接続状況。横軸は調査対象期間における経過日数を表し、縦軸は、位置推定サーバによる当該デバイスに関する出力結果が“UNKNOWN（位置不明）”を示した回数の累積数（赤色）、または、位置推定サーバによる当該デバイスに関する出力結果の欠損数の累積数（青色）を表す。

次に、位置推定サーバが出力した各時点における当該デバイスの位置情報を高さによって表現したグラフを図3に示す。図3の横軸は、調査対象期間（ただし、図2で示した、30秒間×非出力回数分（=25回分）の時間帯を除く）における経過単位時間数を表す。ここで言う“単位時間”とは30秒のことである。つまり、横軸は、30秒毎に1カウントした場合のカウント数ということになる。一方、図2の縦軸は、調査対象のデバイスの位置情報を1次元的に表現したときの数値を表す。調査対象となるデバイスの所有者（以下、“調査対象者”と呼ぶ）は、普段はA棟B階で勤務しており、毎週ある決まった曜日のある決まった時間帯のみ同じA棟のC階で業務を行っている。そこで、A棟B階を原点（赤の矢印の高さ）とし、同じA棟内ならばB階との階数の差の数を、異なる建物ならば、A棟の地上階数（=5）に当該の階の数を足した数を、縦軸の数値とする。例えば、C階とB階の差は2であるため、A棟C階に位置すると推定した場合は、その縦軸の数値は2（青の矢印）となる。（赤の矢印の高さを原点としているため、A棟B階に位置すると推定した場合は、その縦軸の数値は0となる。）また、位置推定サーバによる当該時刻における当該デバイスの位置が不明のときは、縦軸の数値は-1（ピンクの矢印）と定義している。

図3によって、調査対象者によるA棟C階における業務時間と考えられる時間帯（火曜の08:30から14:00前後）にA棟B階からA棟C階に当該デバイスが移動していることが正確に読み取れることが分かる。一方、位置を間違えて推定したケース（緑の矢印）は、図3に示される通り、6件であった。また、位置が不明（ピンクの矢印）であったときに複数記録されているが、これは図2において説明した、位置推定サーバによる出力

値が“UNKNOWN”であったことに相当している。実際、図2の赤色のラインの傾きと図3の一番下の値になるときの時点の密度が殆ど一対一に対応している点に注意されたい。よって、図3の結果から、調査対象期間に対して位置推定サーバが出力している結果の総数(=120,337)の内で、建物およびその階までのレベルならば、99.8% ( $= \frac{120,337 - (264 + 6)}{120,337} \times 100\%$ ) の割合で正確な位置を推定していることが分かる。

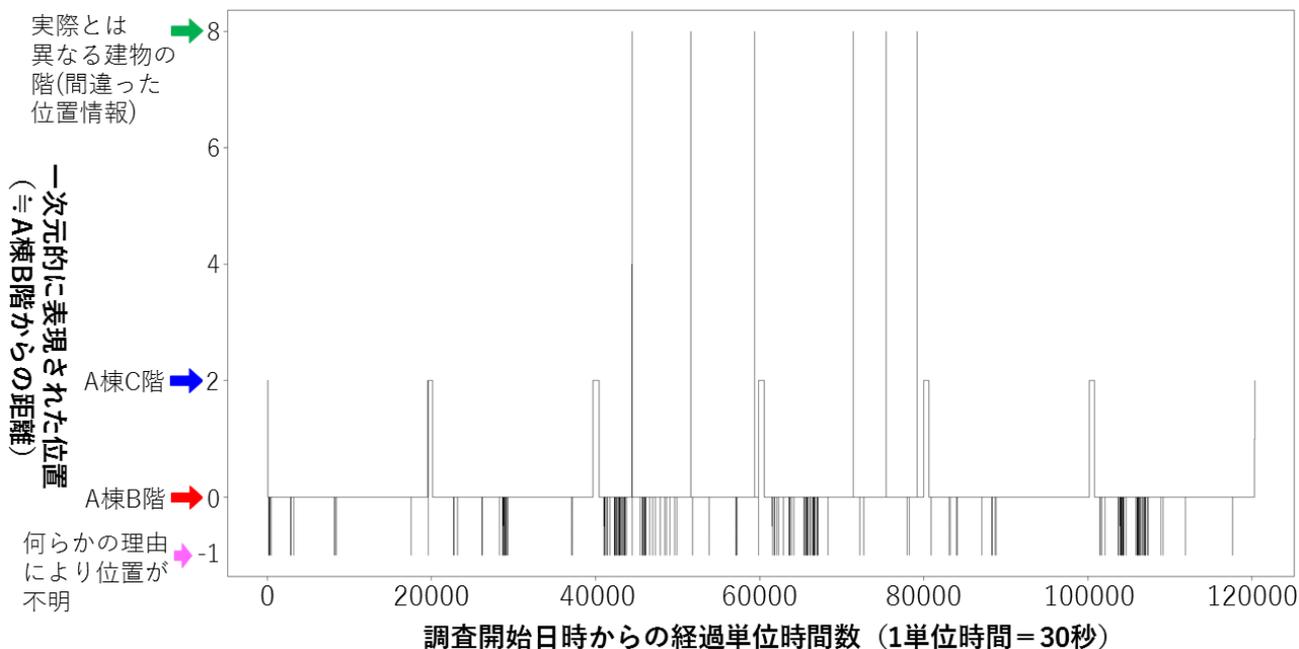


図3 調査対象期間における評価対象デバイスの位置状況。横軸は調査対象期間における経過単位時間数(1単位時間=30秒)を表し、縦軸は当該デバイスの位置を一次元的に表現したものを表す。

#### 4. 課題および展望

ここで、本論の課題点について述べる。第2.2節で述べた通り、本論における位置推定サーバは、建物とその階数(および場合によってはフロア内で大きく分類されたエリア)という非常に粗い粒度での位置推定しか行っていない。本論の趣旨は、無線LANデバイスの位置推定フレームワークが24時間365日体制で機能し得るかどうかを検証することであり、位置推定の精度を高めることではなかったため、位置推定の粒度に関しては、最もコストをかけずに推定できる粒度に止めている。しかしながら、今後、位置推定に基づくサービスを実際に提供できるようにするために、部屋レベルでの推定を実現することは、最も優先すべき課題の1つである。ただし、2.4GHzの周波数帯で通信を行った場合、他の階や建屋のAPと接続してしまうケースもしばしば起こるため、長期間の連続使用の場合でも、フロアや大まかなエリアのレベルならば殆ど間違いなく位置を推定できることが確かめられたことは、意味があると考えられる。

次に気を付けるべき点として、第2.2節で述べた通り、現状の位置推定システムは位置推定結果をリアルタイムに出力するようになっていない点である。無線LANデバイス位置推定フレームワークが十分に機能するためには、位置推定システムがリアルタイムに位置推定結果を出力できるようにすることが望ましい。現時点の位置推定システムは簡略的な出力機能しか有していないが、(i) APコントローラやRSSI蓄積サーバの設定値を変更することにより、テキストファイル化されたRSSIデータを生成する周期を30秒ないし1分程度の長さまで縮められること、(ii) 本論文の第1の主旨が、基盤環境の連続運用性、特に、各無線LANデバイスに対して、24時間365日体制でRSSIを参照できる状態になっているのか?を確かめることであるのなら、現状の位置推定サーバの仕様でも論文の主旨は果たせること、を踏まえ、現状の位置推定サーバをそのまま用いて評価実験を行った。

また、図2および図3の結果から、調査対象期間全体で平均すると99.8%はある程度は正確な出力結果が得られていることが分かったが、図2の赤のラインの傾きを見ると、“UNKNOWN”の頻度には、時間帯によってバラつきがあることが分かる。どのような状況において“UNKNOWN”の頻度が多くなるのかを調べることも、今後の重要な課題である。

今回は長期的かつ連続的な位置の推定の状況の評価するために、1台のスマートフォンのみを用いて評価実験を行ったが、位置情報の欠損等は、無線LANデバイス自体のコンディションや利用のされ方にも依存する

と考えられるため、調査対象となるデバイスの数を増やすなど、より組織的な調査を行うことも必要である。また、その際、無線LANデバイスの位置情報推定の精度を検証するために、調査対象期間における調査対象デバイスの実際の位置を出来るだけ正確に記録しておくことが望ましい。そこで、今後の展望として、調査対象の無線LANデバイスの位置を別の何らかの方法で正確に記録し、その記録と本手法による位置推定結果を突き合わせることで精度検証を行う予定である。実際の位置を記録するための方法としては、例えば、被験者に（正確な時計内蔵の）時刻情報入りの広角ビデオレコーダを持って歩き回ってもらい、調査後に被験者の正確な位置とその時刻を表に落とし込む、というような方法が挙げられる。そして、調査後に、本手法による位置推定結果と比較して、どのような時間帯あるいは場所において、実際の場所と位置推定の結果との差が生じるのかを分析する。

## 5. おわりに

本論では、国立大学医学部キャンパス内の無線LAN環境を利用した、無線LANデバイスの位置推定を行うための基盤環境と、その実運用に向けた導入評価実験について述べた。位置推定に際しては、無線LAN環境内の各アクセスポイントから30秒に1回程度の頻度で報告される、無線LANデバイスと定期的にやり取りされるビーコンから得られるRSSIを利用した。また、基盤環境の実運用性を評価するために、院内業務用の無線LANデバイス（スマートフォン）を約1ヶ月半に渡って連続使用し、その間の位置の推定状況を分析した。その結果、約42日間の調査対象期間に対して位置推定サーバが出力している結果（120,337件数）の中で、建物およびその建物内の各フロア（階）までのレベルならば、殆ど正確に（99.8%の割合で）位置を推定していることが確認できた。今後の主な課題は、位置推定の粒度を各フロアにおける部屋のレベルにまで細かくすることと、複数の協力者による、より組織的な評価実験を行うことである。

## 謝辞

本研究は、群馬大学の医理工生命医科学融合医療イノベーションプロジェクトおよび重点支援プロジェクトによる研究支援の基で行われた。本研究で述べた基盤環境、特に、RSSI蓄積サーバの構築にご協力いただいた、フォーティネットジャパン株式会社の中西良夫氏とNECネットエスアイ株式会社の鈴木純一氏に厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 保健医療福祉情報システム工業会（JAHIS），“医療情報システム（オーダエントリ・電子カルテシステム）導入調査”，[https://www.jahis.jp/action/id=57?contents\\_type=23](https://www.jahis.jp/action/id=57?contents_type=23)（閲覧確認 2019/4/30）。
- 2) 保健医療福祉情報システム工業会調査委員会，“オーダリング・電子カルテシステム 病院導入状況調査報告書 2015年（H27年）調査版”，（2016），<https://www.jahis.jp/files/user/>（印刷版）2015導入調査報告書.pdf（閲覧確認 2019/4/30）。
- 3) 倉橋央，上田豊，椎橋孝夫，窪田寛之，赤木英一，“次世代医療ITプラットフォーム“GIP”の開発”，コニカミノルタテクノロジーレポート，Vol. 14，pp. 29-33（2017）。
- 4) 高木 理，鳥飼幸太，浜元信州，青木高，辻村真一，鈴木亮二，原澤祐輔，齋藤勇一郎，“大学病院における3つの側面からの院内ネットワーク統合化”，月刊新医療，No. 503，pp. 95-99（2016）。
- 5) 萩原 浩明，滝沢 賢一，“医療機関内ネットワーク高度化に向けた無線通信技術の利用”，電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン，No. 5，Vol. 1，pp. 13-20（2011）。
- 6) 大星直樹，灘吉隆也，三富陽子，黒田知宏，崎花尚美，立花隆夫，宮地良樹，吉原博幸，“PDAを入出力デバイスとする褥瘡診療計画書入力システムの開発と有効性の検討”，医療情報学，No. 24，Vol. 1，pp. 99-109（2004）。
- 7) 内閣府，“Society 5.0”，[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)（閲覧確認 2019/4/30）。
- 8) Hui Liu, Houshang Darabi, Pat Banerjee and Jing Liu, "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), Vol. 37, No. 6, pp. 1067-1080 (2007).
- 9) Gabriel Deak, Kevin Curran, and Joan Condell. 2012. "Review: A survey of active and passive indoor localisation systems." Comput. Commun. Vol. 35, No. 16, pp. 1939-1954 (2012).
- 10) 沢田健介，花田雄一，森信一郎，“Wi-Fiビーコンと歩行者自律航法を使用する屋内歩行者測位技術”，情報処理学会研究報告 Vol. 2014-MBL-73，No. 27，pp. 1-10（2014）。

- 11) 黒田知宏, 長嶋剛志, アラサルミ・アンティ, 桑直人, 竹村匡正, マルティカイネン・オッリ, 大星直樹, 堀謙太, 吉原博幸, 黒田嘉宏, 大城理, “無線LAN位置計測ソリューションを用いた医療機器管理の有効性検討”, 医療情報学, 28巻, 3号, pp.139-146 (2008).
- 12) 川村諒, 副島慶人, 久保田真一郎, 古川誠一郎, 杉谷賢一, “実環境における無線LAN受信信号強度を用いた位置推定手法の検討”, 譲歩処理学会研究報告, Vol. 2010-IOT-8, No. 51, pp.1-4 (2010).
- 13) Sunkyu Woo, Seongsu Jeong, Esmond Mok, Linyuan Xia, Changsu Choi, Muwook Pyeon and Joon Heo, “Application of WiFi-based indoor positioning system for labor tracking at construction sites: A case study in Guangzhou MTR,” Automation in Construction, Vol. 20, Issue 1, pp. 3-13 (2011).



高木理 TAKAKI, Osamu

群馬大学社会情報学部

1998年 京都産業大学 理学研究科 数学専攻 博士後期課程 修了. 1998年 京都産業大学より博士(数学)の学位修得. 日本学術振興会 特別研究員, 産業技術総合研究所 特別研究員, 京都産業大学 特約講師, 産業技術総合研究所 招聘研究員, 北陸先端科学技術大学院大学 助教, 群馬大学医学部附属病院システム統合センター 助教を経て, 現在 群馬大学社会情報学部 准教授. 医療情報学や形式手法に関する研究に従事.



加藤毅 KATO, Tsuyoshi

群馬大学外学院理工学府

2003年3月 東北大学大学院工学研究科 博士後期課程 修了. 産業技術総合研究所 特別研究員, 東京大学 COE 特任助教, お茶の水女子大学 准教授を経て, 2010年10月より群馬大学工学部 准教授. 人工知能, バイオインフォマティクス, 画像解析, 環境工学に興味を持つ. 博士(工学).



鳥飼幸太 TORIKAI, Kota

群馬大学医学部附属病院

2006年九州大学大学院工学府エネルギー量子応用専攻にて博士(工学)の学位取得. 高エネルギー加速器研究機構 特別共同利用研究員, 放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター 博士研究員, 群馬大学重粒子線医学研究センター 助教を経て, 現在群馬大学医学部附属病院システム統合センター 副センター長, 准教授. 受賞歴に平成20年度全国発明表彰21世紀発明賞(皇室表彰)「誘導加速シンクロトン方式を用いた全種イオン加速器の発明」, 平成24年日本自動認識システム大賞「処方箋とRFIDを組み合わせた薬剤部調剤ステータスの自動可視化」など.



齋藤勇一郎 SAITO, Yuichiro

群馬大学医学部

1988年3月 群馬大学医学部医学科卒業. 群馬県大学医学部附属病院や県内の病院に勤務. 1995年からミシシッピ医科大学生理学教室研究員. 1997年から群馬県内の病院勤務. 1999年群馬大学博士(医学)の学位を取得. 2002年から群馬大学医学部第2内科 教員・助手・助教. 2013年から群馬大学医学部情報医療学准教授, 群馬大学医学部附属病院診療情報管理副部長, システム統合センター長. RFIDを用いた研究を行っている.