

Bluetooth を利用した居場所情報管理に基づく認証制約モデル

渡邊 正人[†] 白松 俊[‡] 大園 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

システムの認証の機能は、利用するシステム毎に独立していることが一般的である。システムの認証の機能を統一することで、認証したユーザの権限をシステム間で共有することができる。厚谷ら[1]は、インターネットサービスにおいて、各サービスが提供する認証認可機能を統一することの重要性について言及しており、統一的な認証認可基盤を実現した。本研究は、特定の場所毎に認証したユーザの権限を共有するシステムを分け、認証のためにユーザの居場所情報が必要な認証方式の確立を目的としている。居場所情報を用いることで、認証に必要な情報の漏洩のリスクを軽減する。

本研究では、居場所情報に基づく認証制約モデルを、認証機構に適用した。居場所情報に基づく認証制約モデル（以下、認証制約モデル）は、ユーザを識別する情報とユーザの居場所情報、認証可能なシステムの組み合わせを制約として記述したものである。ユーザの居場所情報を管理するためには、ユーザの居場所情報を更新する手続きが必要である。居場所情報の更新は、認証機構の利便性を考慮して自動で行う。居場所情報の更新は、Bluetooth の受信電波強度（RSSI）を用いてユーザを測位することで行う。測位の手法について、谷内ら[2]は、電波環境変化に頑健な屋内測位手法を提案している。Wi-Fi フィンガープリンティングの結果を自動的に更新することで、電波環境変化に対応している。本研究では、RSSI の精度誤差を用いてユーザがいる可能性のある領域を概算し、測位する。

2. 居場所情報管理に基づく認証制約モデルと居場所情報管理手法

認証制約モデルは、認証制約を充足することで認証を行う。認証制約は、ユーザを識別する

情報とユーザの居場所情報、認証可能なシステムの組み合わせを一つの制約として記述したものである。認証制約モデルを認証機構に適用すると、ユーザを識別する情報に加えて適切な居場所情報が、認証に必要なになる。

居場所情報管理のためには居場所情報を更新する手続きが必要である。居場所情報の更新はRSSI を用いてユーザを測位することで自動で行う。そのため、ユーザは Bluetooth ビーコンの受信機（以下、ビーコン受信機）を携帯する必要がある。ユーザの測位は、管理下にある場所で行う。認証機構の管理下にある場所は、長方形の部屋であると仮定し、以下、部屋と呼ぶ。測位が可能かつ測位結果が(1), (2), (3)を満たす場合、ユーザの居場所情報を更新する。

$$0 < x_u < width \quad (1)$$

$$0 < y_u < depth \quad (2)$$

$$n \geq 3 \quad (3)$$

部屋の隅を原点として、ユーザ U の座標を (x_u, y_u) とする。 $width$ は部屋の幅[m]で、 $depth$ は部屋の幅[m]である。 n は測位のための RSSI が取得可能な Bluetooth ビーコン（以下、ビーコン）の数である。RSSI が -90 [dBm] 以上の時、測位可能とした。 x_u および y_u を求めるために(4), (5), (6)を求める。

$$D_{1i} = 10^{\left\{\frac{R_i - A}{-10b}\right\}} \quad (4)$$

$$D_{2i} = D_{1i} - Accuracy_i \quad (5)$$

$$D_{3i} = D_{1i} + Accuracy_i \quad (6)$$

D_{1i} は部屋に設置したビーコン B_i ($1 \leq i \leq n$) から U までの距離[m]の参考値である。 R_i は B_i の RSSI である。 A は 1m 離れた時の RSSI で、 -63 [dBm] とした。 b は $RSSI_i$ の減衰度である。 b は遮蔽物のない理想的な環境で 2 となることが知られており、今回は $b = 2$ とした。 $Accuracy_i$ は D_{1i} の誤差[m]である。 D_{2i} , D_{3i} は、 D_{1i} を $Accuracy_i$ の分だけ増減させたものである。すべての B_i に対して D_{1i} , D_{2i} , D_{3i} を求め、 B_i の座標を (x_{B_i}, y_{B_i}) とすると、最も多くの B_i に対して(7)を満たす座標

$P_m(x_m, y_m)$ (m は 0 以上の整数) が存在する。

$$D_{2i} \leq \sqrt{(x_{B_i} - x_m)^2 + (y_{B_i} - y_m)^2} \leq D_{3i} \quad (7)$$

A Constraint-based Authentication Model for an Indoor Positioning System using Bluetooth Beacons

[†]Masato Watanabe, Dept. of Computer Science, Nagoya Institute of Technology.

[‡]Shun Shiramatsu, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani, Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology.

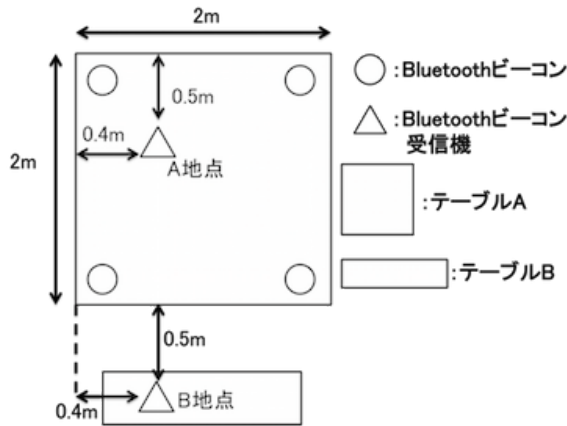


図 1 部屋の内外判定実験の実験環境

表 1 部屋の内外判定実験結果

	部屋の中	部屋の外	判定不能
A 地点	145	1	4
B 地点	20	121	9

$$\sqrt{(x_{B_i} - x_m)^2 + (y_{B_i} - y_m)^2} = D_{2i} \quad (8)$$

$$\sqrt{(x_{B_i} - x_m)^2 + (y_{B_i} - y_m)^2} = D_{3i} \quad (9)$$

すべての座標 $P_m(x_m, y_m)$ の内、任意の B_i について(8), (9)を満たす座標の重心を、 U の座標 (x_U, y_U) とする。

3. ユーザ測位結果の部屋の内外判定実験

ユーザ測位の結果が部屋の中か外かを判定する実験を行った。本実験は、居場所情報を更新する契機を模索する目的で行った。図 1 に実験環境を示す。ビーコンにはアプリックス社の MyBeacon を用い、ビーコン受信機には、Apple 社の iPhone 6 を用いた。判定は 1 秒毎に、合計 150 回行った。テーブル A を一つの部屋と見なし、テーブル B は、部屋の外の領域と見なした。テーブル A とテーブル B の間に電波の遮蔽物はなく、テーブル A とテーブル B は同じ高さである。表 1 に実験結果を示した。B 地点で 20 回の判定誤りがあり、最大 2 回連続で判定誤りが起こった。実験結果から、直近の 3 回の判定結果がすべて同じだった場合にユーザの居場所情報を更新する仕様にした。

4. 居場所情報可視化システムへの認証制約モデルの適用

認証制約モデルを適用した、居場所情報可視化システムを説明する。本システムは、ユーザの居場所情報可視化する Web アプリケーションである。図 2 は、本システムによって、ユーザ

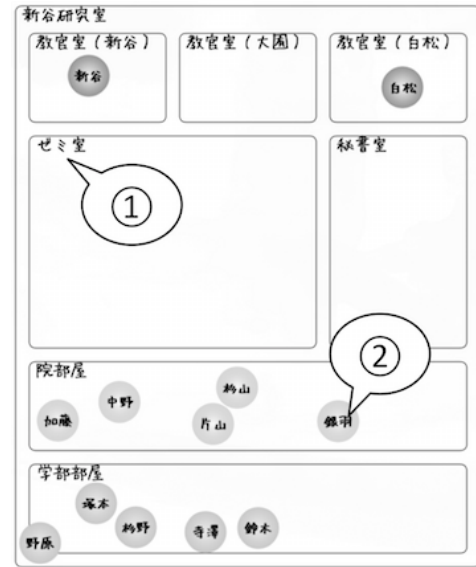


図 2 居場所情報可視化システム

の居場所を可視化した図である。図 2 中の①は、部屋を角丸の矩形で表したもので、部屋の名前のラベルで区別している。図 2 中の②は、ユーザを円形のマーカーで表したもので、ユーザの名前のラベルでユーザを識別できる。本システムは、認証制約モデルを適用した認証機構をもつ。居場所情報を更新するためには、認証制約を充足する必要がある。図 2 中の部屋以外の場所からの、居場所情報の更新を防ぐことができる。

5. おわりに

居場所情報管理に基づく認証制約モデルと、認証制約モデルを適用した居場所情報可視化システムについて記した。認証制約モデルでは、ユーザを識別する情報とユーザの居場所情報、認証可能なシステムの組み合わせを制約として記述することができる。ユーザの居場所を判定するために、ビーコンの RSSI によるユーザの測位を行った。測位結果の部屋の内外判定実験により、居場所情報更新の契機を決定した。認証制約モデルを適用した居場所情報可視化システムは、認証制約によって、管理下でない場所から居場所情報を更新することを防いでいる。

参考文献

- [1] 厚谷 有輝, 金子 晋丈, 寺岡 文男: ヤマタノオロチ: インターネットサービスのための認証認可基盤, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.2, pp.849-864, 2014.
- [2] 谷内 大祐, 前川 拓也: 位置フィンガープリントの自動更新を用いた電波環境変化に頑健な屋内位置推定手法, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.1, pp.280-288, 2014.