

簡易設置可能な屋内位置情報サービス 開発フレームワーク

小笠原 貴洋^{†1} 井 垣 宏^{†2}
井 上 亮 文^{†2} 星 徹^{†2}

ユーザの屋内における位置情報を検知し、アプリケーションに提供する屋内位置情報サービスの研究・開発が進められている。屋内位置情報サービスはアプリケーションに応じたセンサデバイスや配置する屋内環境といった多様な要件にもとづいて開発を行う必要がある。現状では、これらのサービス開発はアプリケーションごとに一から行われており、異なる環境での再利用等は考慮されていない。そこで本研究では、サービス開発に必要な要件を明らかにし、その要件にもとづいた屋内位置情報サービスの開発を支援する屋内位置情報サービス開発フレームワークを提案する。提案フレームワークは、センサによる位置情報推測を行う検知部と、位置情報を保持し位置情報登録・取得 API を外部に公開する記録部から構成される。実際に、提案フレームワークを用いてサービスおよびアプリケーションを開発し、その有用性を確認した。

Easily Deployable Development Framework for Indoor Location Services

TAKAHIRO OGASAWARA,^{†1} HIROSHI IGAKI,^{†2}
AKIFUMI INOUE^{†2} and TOHRU HOSHI^{†2}

In recent years, applications using Indoor Location Service(ILS) have been developed. In the ILS development, various requirements such as sensor devices detecting user's location and an indoor-environment, based on objectives of the application, should be considered. It is difficult to develop various ILSs flexibly based on the objectives of various applications. In this paper, we propose a development framework for ILSs. Our framework has detection parts which include sensor devices which detect user's location, and a recording part which holds user's location history. With adopting our framework to ILS developments, we can construct various ILSs for the various objectives of the applications easily.

1. はじめに

センサの小型化や通信技術の発展に伴い、赤外線センサや RFID など、多様なセンサを利用してユーザやオブジェクトの位置を推定し、新たな付加価値を提供する屋内位置情報アプリケーション(以降アプリケーションと呼ぶ)が開発されるようになってきた。実際に、ユーザの位置情報を利用した入退室管理、室内を複数エリアに分割し、特定エリア内に権限を持たないユーザが居るとアラートを出す電界を用いた次世代セキュリティシステムといったアプリケーションが工場や大規模施設で実用化されつつある¹⁾。

これらのアプリケーションはセンサデバイスを利用してユーザ/オブジェクトの位置を推定する屋内位置情報サービスを利用し、その目的を実現する。既存の多くの屋内位置情報サービスはアプリケーションの目的や配置される屋内環境等の多様な要件にもとづいて開発が行われている。そのため、サービス開発時にはセンサデバイスとその基本ソフトウェア以外の部分についての再利用は通常考慮されず、ほぼ全てを一から作り直しているのが現状である。結果として、家庭などの規模の小さい環境を対象としたアプリケーションや屋内位置情報サービスの開発が困難になっている。

そこで屋内位置情報サービスの開発を支援する目的で、多様なサービスで再利用可能な屋内位置情報サービス開発フレームワークを提案する。提案するフレームワークは検知部と記録部から構成されている。検知部はユーザ/オブジェクトの位置情報をセンサデバイスによって検知し、記録部に送信する。記録部は検知部より送信された位置情報を保持し、その情報を API を通じてアプリケーションに公開する。

検知部、記録部およびアプリケーション間の通信は全て記録部で実装される API を通じて通信されるため、相互の依存関係は非常に小さい。そのため、検知部の再利用や記録部の再利用、アプリケーションの変更等に柔軟に対応可能な屋内位置情報サービスが実現できる。

本稿では、2章において屋内位置情報サービスの定義とその開発に必要な要件を明らかにする。3章では、提案する屋内位置情報サービス開発フレームワークについて詳述する。4

^{†1} 東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科

Graduate School of Bionics, Computer and Media Sciences, Tokyo University of Technology

^{†2} 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

School of Computer Science, Tokyo University of Technology

章では、RFID および AR マーカを利用したユーザ位置検知システムを提案するフレームワークにもとづく検知部として実装した事例と、記録部の具体的な実装内容を紹介する。さらに5章ではケーススタディとして、ユーザの部屋間移動と照明システムを連動させるアプリケーションを題材に、屋内位置情報サービスとアプリケーション開発事例を提示する。

2. 準備

2.1 屋内位置情報サービス

位置情報サービスとは、多様なアプリケーションに対してユーザやオブジェクトの位置情報を提供するサービスである。位置情報サービスには GPS 信号を利用する屋外を対象とするものと、地下街や屋内といった GPS 信号が利用できない屋内環境を対象とするものが存在する。

屋内位置情報サービスは通常 GPS を利用せず、環境に複数のセンサデバイスを配置するアプローチによって実現されてきた²⁾。このアプローチでは、GPS 信号が届かない屋内においても、アプリケーションニーズに応じた粒度で位置情報を提示することが可能である。

利用されるセンサデバイスとしては、赤外線センサや RFID、ビデオカメラ、UWB 等の無線通信デバイスといった様々なものが存在する³⁾⁻⁵⁾。

MobiTra⁶⁾ は無線 IC タグを利用する屋内位置情報サービスである。家庭内で利用されることが想定されており、家電機器などの固定物に無線 IC タグを貼りつけ、ユーザが持つ IC タグリーダーと固定物の IC タグ間の通信によって、ユーザ位置情報を高精度に推定することができる。無線状況や固定物の配置状況によって精度が変わるため、事前準備が必要だが、機器の配置状況や部屋構造に柔軟に対応することが可能である。

これらの各種のセンサデバイスを利用して開発された屋内位置情報サービスは、多様なアプリケーションで利用されている。三井不動産が東京ミッドタウンで行っているユビキタス・アートツアー⁷⁾ では、携帯端末を所持しているユーザが展示されている作品の近くに移動すると、その作品のアーティストや制作時の情報が提示される。屋内での位置情報を正確に認識するために、このアプリケーションでは RFID と赤外線センサを併用した屋内位置情報サービスを利用している。

2.2 屋内位置情報サービス開発の要件

屋内位置情報サービス開発では、アプリケーションごとに以下に示すような要件を考慮する必要がある。

R1: サービスが配置される屋内環境

R2: アプリケーションが求める位置情報の粒度および精度

R3: サービス開発・設置コスト

R4: サービス実行時のユーザ負荷

屋内位置情報サービス配置時には、まず配置する部屋の構造やオブジェクトの配置状況といった屋内環境の多様性について考慮しなければならない。またアプリケーションの目的によってサービスが提供すべき位置情報の粒度と精度は異なる。ここで、位置情報の粒度とはサービスが検知するユーザ/オブジェクトの存在する範囲を指し、位置情報の精度はその範囲内にユーザ/オブジェクトがどの程度の正確さで存在するかを示している。位置情報の粒度については、ユーザ/オブジェクトが特定の部屋や建物にいるかどうかという粗い粒度から、特定のオブジェクトの周囲 1メートルといった細かい粒度まで多様なアプリケーションニーズが考えられる。位置情報の精度についても、セキュリティシステムのような非常に高い精度が求められるものから、人感センサを用いた照明連動システムといったそこまで高い精度が求められないものまで多様なアプリケーションニーズが考えられる。

開発・設置コストは、屋内位置情報サービスを配置する際の開発者による作業量の大きさを表す。通常、開発・設置コストは R1, R2 で示した屋内環境の複雑さや位置情報粒度の細かさ・精度の高さに応じて変動する。

ユーザ負荷は、屋内位置情報サービス実行時にユーザに求められる特別な振る舞いを指す。サービスによっては携帯端末の保持をユーザに求めたり、ヘルメット型の端末やマーカの装着を求めたりすることがある。これらの特別な振る舞いは、R1~R3 に依存して決定されることが多い。複雑な屋内環境においては、ユーザ負荷を上げることでシステムの設置コストが下がることもある。また、利用者に特別なマーカや IC タグの所持を求めたり、携帯型の入出力インタフェースの補助的な利用を求めたりすることで、より細かい粒度の位置情報を高精度で検出するような事例も多い⁸⁾

既存の屋内位置情報サービスおよびアプリケーションの多くは、これらの点を考慮して開発が進められている。一方で、その開発を支援する環境や R3 の低減を目指した屋内位置情報サービス開発環境は存在しないのが現状である。

そこで本研究では、多様な屋内位置情報サービスで再利用可能な屋内位置情報サービス開発フレームワークを提案する。

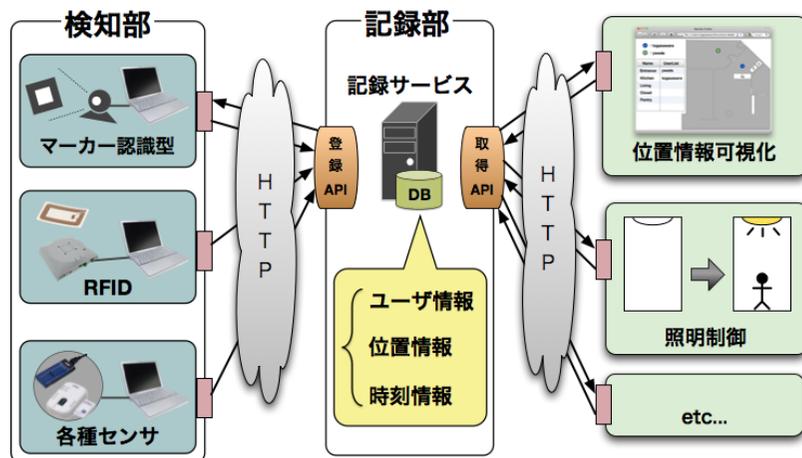


図1 提案するフレームワークの構成

3. 簡易設置可能な屋内位置情報サービス開発フレームワークの提案

3.1 キーアイデア

本研究で提案する屋内位置情報サービス開発フレームワークでは、多様なサービス開発に対応するため、センサデバイスの変更を前提としたアーキテクチャ(図1)を導入している。図1が示すように、提案するフレームワークは「検知部」、「記録部」から構成される。検知部はセンサデバイスを含んでおり、ユーザやオブジェクトのセンシングを行い、その結果を記録部に送る。記録部は、保持している位置情報の可視化や照明制御といったサービスに対して公開する。

検知部、記録部は全てHTTPで通信を行うようになっており、全ての通信は記録部で公開されたAPIを通じて行われる。このように、屋内位置情報サービスの構成をその機能に応じて分割し、各構成要素間の結合を疎にすることで、センサデバイスやアプリケーションの入れ替えを容易化し、要件に応じたサービス開発の支援を目指す。

以降では、各構成要素の詳細について述べる。

3.2 位置情報検知部

検知部は、画像認識やRFID、各種センサなど様々なデバイス、認識技術を利用してユー

ザ/オブジェクトの位置情報を推定し、記録部に送信する。

具体的には、以下の処理が行われる。

- (1) センサデバイスを利用してユーザを認識する。
- (2) 位置情報を推定する。この際、必要に応じて記録部から情報を取得する。
- (3) 推定した位置情報を記録部に送信する。

利用するセンサデバイスや認識技術によって検知内容が異なるため、各検知部はデバイスが検知した内容とユーザ情報を関連付ける仕組みを持つ。(2)では、認識したユーザ情報とデバイスの配置箇所や過去のユーザの移動履歴にもとづいて、ユーザがどこにいるかの位置推定を行う。提案するフレームワークで前提とする位置推定手法は、具体的に以下のとおりである。

- (L1) 検知部が配置されている場所にもとづいて、ユーザの位置を推定する。
- (L2) ユーザが前回検知された位置と検知部の配置場所から、ユーザの位置を推定する。

図2と図3に位置推定例を示す。(L2)の位置推定は、部屋と部屋の境界に検知部が配置されるような場合によく行われる。今回は(L1)の手法をRFID検知部で、(L2)の手法をマーカー認識型検知部で用いた。

3.3 位置情報記録部

位置情報記録部はWebサービス化されており、検知部や提供するサービスに依存しない形で位置情報の記録・公開を行う。記録部のデータベースには、ユーザ情報、位置情報、時刻情報が蓄積される。また、検知部と提供するサービス通信するためのAPIを外部に公開している。ここで公開されるAPIは以下の2種類である。

- (A1) 位置情報登録API: ユーザ情報、位置情報、時刻情報を登録する。主として検知部に呼ばれる。
 - setLocationInfo: ユーザID、位置情報、時刻情報を引数として呼ばれ、データベースに移動履歴として保存する。
 - (A2) 位置情報取得API: 記録されているユーザの位置情報、時刻情報を返す。検知部と位置情報を用いるサービスにより呼ばれる。
 - getCurrentLocation: ユーザIDを引数として呼ばれ、ユーザの最新位置情報を返す。
 - getLocationHistory: ユーザIDと日時の範囲を引数として呼ばれ、指定された期間のユーザの移動履歴(位置情報、時刻情報)の集合を返す。
- (A1) 位置情報登録APIをWebサービスとして公開することで1つの検知手法に依らず、

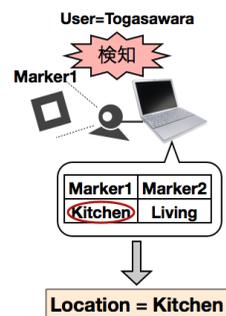


図2 (L1) の位置推定処理例

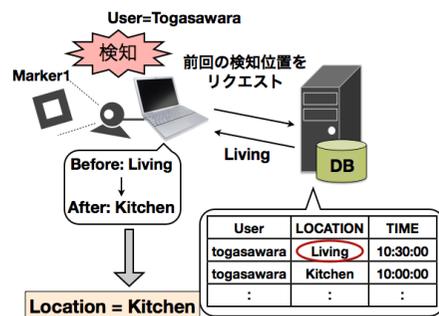


図3 (L2) の位置推定処理例

様々な検知デバイスから記録部を利用することができる。(A2)位置情報取得APIは位置情報を用いるアプリケーションが必要とする情報を外部に提供する。getCurrentLocationは、現在システムに登録されているユーザの位置情報を返す。このAPIは、主として検知部がL2の手法で位置推定を行う際、もしくはユーザの最新の位置情報を利用するサービスやアプリケーションに利用される。getLocationHistoryは、指定したユーザIDの移動履歴を引数で与えた日時の範囲だけ返すAPIである。

記録部のデータベースは、user_locationテーブルで構成されている。user_locationテーブルには、移動を検知したユーザのIDや移動先の位置情報、検知した時刻が入力される。

4. 実装

前節の内容にもとづき、屋内位置情報サービス開発フレームワークを実装した。まず、3.2節の内容にもとづく再利用可能な検知部として、マーカ認識型検知部とRFID型検知部の2つを実装した。記録部は、3.3節の内容にもとづいてLocationServerServicesをWebサービスとして実装した。それぞれについて詳述する。

4.1 検知部

4.1.1 マーカ認識型検知部

図4に開発したマーカ認識型検知部を示す。この検知部は、異なる2つの領域の境界にセンサデバイスとしてWebカメラが配置される。図4が示すように、マーカ認識型検知部はユーザがマーカ付スリッパを履いていることを想定している。そのマーカをWebカメラが認識し、マーカにもとづいて検索したユーザの過去の位置情報とWebカメラの設置場所

表1 事前実験結果

距離 (cm)	横切った回数 (回)	認識回数 (回)
50	50	49
100	50	43
150	50	29

からユーザの位置情報を推定する(L2)タイプのものとなっている⁹⁾。位置推定の具体的な処理は以下のとおりである。

- (1) マーカ付スリッパのマーカをWebカメラが認識する。
- (2) 認識したマーカにもとづき、ユーザ名を識別する。
- (3) ユーザ名を引数に記録部のAPI「getCurrentLocation」を呼び出し、ユーザの最新位置情報を取得する。
- (4) 取得した位置情報と設置場所からユーザの移動先位置を推定する。
- (5) ユーザ名、位置推定結果を引数に記録部のAPI「setLocationInfo」を呼び出す。

検知するユーザの情報および位置情報については外部ファイル化されており、サービス設置時に設定ファイルを修正することで対応可能である。マーカ認識型検知部で用いるWebカメラの設置場所は、マーカ付スリッパのマーカを認識することができる足下への設置が望ましい。

開発言語はJava SE Development kit 6u21を用いており、ソースコードの行数は356行となった。実行環境はWindows XP SP3で、WebカメラはLogicool Qcam Pro 9000を用いた。

事前実験として、上記のWebカメラを用いてマーカ付スリッパのマーカの認識精度を調査した。ユーザには、足元に設置されたWebカメラの前をスリッパを履いて横切ってもらった。Webカメラとマーカまでの距離は50cm程度、100cm程度、150cm程度の3種類のを測定した。測定時の部屋の明るさは、通常の日中のオフィスと同程度であった。表1に認識精度の事前実験結果を示す。

4.1.2 RFID 検知部

図5に開発したRFID検知部を示す。異なる2つの領域A,Bがあるとときに、領域Aと領域Bを結ぶ通路の領域A側と領域B側のそれぞれにセンサデバイスを設置することを前提とする。センサデバイスにはFelicaリーダ¹⁰⁾を利用した。ユーザは、定期券や携帯電話で利用しているFelicaカードをリーダにかざす。リーダはIDを認識し、リーダの設置場所からユーザの位置情報を決定する。具体的な処理は以下のとおりである。



図4 マーカ認識型検知部



図5 RFID 検知部

- (1) ユーザが Felica カードをリーダにかざす。
- (2) リーダが Felica の ID を認識し、ユーザ ID を識別する。
- (3) 領域 A 側に配置されたリーダであればユーザの移動先を領域 B と認識し、領域 B 側に配置されたリーダであれば領域 A と位置推定を行う。
- (4) ユーザ名、位置情報を引数に記録部の API 「setLocationInfo」を呼び出す。

検知するユーザの情報および位置情報については外部ファイル化されており、サービス設置時に設定ファイルを修正することで対応可能である。開発言語は Java SE Development kit 6u21 を用いており、ソースコードの行数は 213 行となった。実行環境は Windows XP SP3 で、Felica リーダは Sony の PaSoRi RC-S320 を用いた。

4.2 記録部

開発言語は Java SE Developmentkit 6u21 で、Web サービス構築には Apache Tomcat 7.0.12 と Axis2 1.5.4 を、データベースは Apache Derby 1.5.3 を用いた。また、サーバ PC として Windows 7 Enterprise SP1 を用いた。

図 6 にデータベースの構造を示す。多様なセンサデバイスで検知した位置情報を記録するため、ユーザ情報、位置情報、時刻情報を持つ。デバイスに依らない情報を記録することで、データベースを汎用的に利用することが可能となる。図 7 に実際に格納されるデータ例を示す。これらのデータを 3.3 節で述べた API を通じて外部に公開する。

5. ケーススタディ

図 8 に示す部屋構造の環境に 2 種類、6 つの検知部を配置し、部屋間の移動を検知するア

```
ij> describe user_location;
COLUMN_NAME      |TYPE_NAME|DEC&|NUM&|COLUMN&|COLUMN_DEF|CHAR_OCTE&|IS_NULL&
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----
HISTORY_ID        |INTEGER  |0   |10  |10    |          |          |NO
USER_ID           |VARCHAR  |     |    |150   |          |          |NO
LOCATION_ID         |VARCHAR  |     |    |150   |          |          |NO
TIME              |TIMESTAMP|6   |10  |126   |          |          |NO
```

図 6 位置情報記録データベース構造

```
ij> select * from USER_LOCATION;
HISTORY_ID |USER_ID      |LOCATION_ID      |TIME
-----|-----|-----|-----
1          |togasawara  |Kitchen        |2011-04-14 13:58:59.298
2          |togasawara  |Entrance       |2011-04-14 13:59:00.739
3          |togasawara  |Kitchen        |2011-04-14 13:59:11.705
4          |togasawara  |Living         |2011-04-14 13:59:24.056
5          |togasawara  |Workspace     |2011-04-14 13:59:28.926
6          |togasawara  |Living         |2011-04-14 13:59:33.968
7          |togasawara  |Closet        |2011-04-14 13:59:36.021
8          |togasawara  |Pantry        |2011-04-14 13:59:42.373
```

図 7 テーブルの格納データ例

プリケーションを構築した。アプリケーションの目的は、ユーザの移動に伴って部屋ごとの照明 ON / OFF を連動させることである。このアプリケーションでは、ユーザが部屋を移動するたびに、移動先の部屋の照明を ON にし、移動元の部屋の照明を OFF にする。また、ユーザが屋外にでたときには屋内全ての照明を OFF にする。屋内で部屋間を移動する際は、ユーザ自身による照明 ON/OFF も可能であるため、精度としては 100%でなくともよいが、屋外と屋内の間を移動する際には、できる限り 100%に近い精度で検知ができることが望ましい。このアプリケーションの実現にあたり、2.2 節の要件にもとづいて開発する。

5.1 R1:サービスが配置される屋内環境

本ケーススタディのアプリケーションは、図 8 のような 3LDK と Entrance から構成される屋内環境で実行される。

このような環境での屋内位置情報推定では、無線通信機器を利用するものやマーカを利用するものなど多様なセンサデバイスが考えられる。今回の屋内位置情報サービスでは、4.1 節で述べたマーカ認識型と RFID 型を組み合わせさせたサービス開発を行う。具体的には屋内外の移動を検知する RFID 型が 2 台、部屋間の移動を検知するマーカ認識型を 4 台用意した。

5.2 R2:アプリケーションが求める位置情報の粒度および精度

照明制御のアプリケーションが求める位置情報の粒度は、ユーザが屋内と屋外のどちら

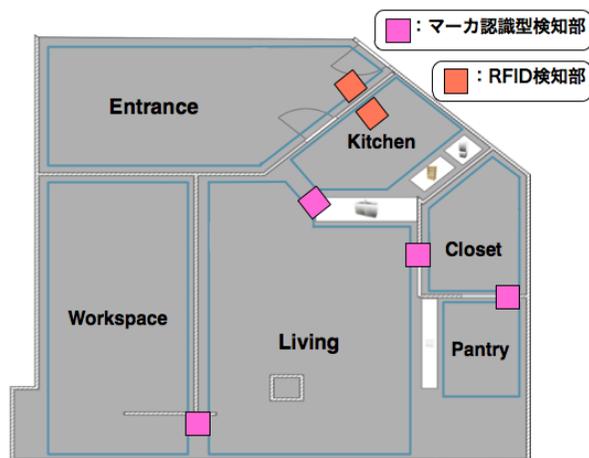


図8 部屋の構成と検知部の配置

にいるかというものと、屋内における部屋単位での位置情報推定になっている。そのため、マーカー認識型検知部で用いる Web カメラを部屋と部屋の境界部分に配置した。Web カメラの配置場所を家具や家電といったランドマークとなるオブジェクトの前や横などにする事で位置情報の粒度をより細かく検知することも可能である。また、屋外から屋内への移動検知はマーカー認識型検知部ではなく、RFID 検知部を用いることにし、屋内外にそれぞれリーダを配置した。

屋内外の移動検知を RFID リーダを利用するようにしたことで、ユーザがカードをかざすのを忘れない限り、高い精度でユーザの移動を検知することができる。屋内の部屋間移動の検知にはマーカー認識型検知部を利用したため、その精度は 4.1.1 節で述べたものに準ずると考えられる。

ここで、実際の屋内環境においてもマーカー認識型検知部の精度が十分であることを確認するため、4 名の被験者を対象に部屋間を移動してもらい、その精度評価を行った。

屋内位置推定精度評価実験

マーカー認識型検知部の認識精度実験として、被験者 4 名にマーカーを添付したスリッパを履いてもらい、表 2 に示す 8 項目を順番に行ってもらった。被験者が検知部の Web カメラの前を横切る回数は 16 回となった。各被験者の実験風景をビデオで撮影し、検知部が検知

表 2 ユーザに対する行動の指示内容

No.	指示内容
1	キッチンで手を洗う
2	リビングでテレビを見る
3	リビングにあるワインをパントリーのワインセラーにしまう
4	キッチンでエアコンの電源を入れる
5	リビングにあるハンガーをクローゼットのハンガー掛けに掛ける
6	クローゼットに置いてある折りたたみ傘をエントランスでたんで傘立てに入れる
7	リビングで腕立て伏せを 10 回する
8	履いているスリッパをエントランスの下駄箱にしまう

表 3 実験結果

	移動した回数	正しく認識した回数	誤認識した回数	再現率	精度
被験者 1	16	4	0	0.25	1.00
被験者 2	16	16	1	1.00	0.94
被験者 3	16	16	0	1.00	1.00
被験者 4	16	15	0	1.00	1.00

した位置情報（移動履歴）と実際の移動内容を比較して、どの程度の精度で取得できるかを検証した。

表 3 に実験結果を示す。被験者 1 の再現率が非常に悪く 0.25 という結果となってしまった。理由として、スリッパを履いたときにズボンの裾がマーカーにかかってしまい、マーカー認識に影響が出たと考えられる。それ以外の被験者 2~4 については、極めて高い値となった。この結果から、実際の環境においてもマーカー認識型検知部の精度が 4.1.1 節で述べた結果と近いものになっていることが確認できた。

5.3 R3:サービス開発・設置コスト

本研究で開発した屋内位置情報サービス開発フレームワークにより、検知部および記録部の再利用が可能となった。そのため、屋内位置情報サービスにおいては、4 章で述べた実装内容以外に新たな開発コストは発生していない。

設置時については、部屋構造やユーザ ID の登録に関するコストが必要となった。以下にマーカー認識型と RFID の検知部のユーザ登録処理および部屋の構成情報登録処理について示す。

- マーカー認識型検知部 初期登録処理
 - (1) ユーザ 1 人につき 2 種類 × 2 枚のマーカーを作成する。

- (2) スリッパ 1 足の両側に 2 種類× 2 枚のマーカを貼る。(左側に 1 種類× 2 枚, 右側に 1 種類× 2 枚)
 - (3) QPServer¹¹⁾ を起動し, 2 種類のマーカを登録し名前を付ける。
 - (4) ユーザ名, 左側に貼ったマーカ名, 右側に貼ったマーカ名を入力したテキストファイルを作成する。
 - (5) 検知部を設置した場所にもとづき, 検知された場合に移動する 2 つの場所情報を入力したテキストファイルを作成する。
- RFID 検知部 初期登録処理 (屋内側と屋外側で同じ処理をする)
 - (1) FelicaRegister を起動し, Felica をリーダにかざす。
 - (2) マーカ認識型検知部と同一のユーザ名を入力する。
 - (3) 検知部を設置した場所にもとづき, 検知された場合に移動する 2 つの場所情報を入力したテキストファイルを作成する。

5.4 R4:サービス実行時のユーザ負荷

2.2 節で述べたように, 屋内位置情報サービス実行時には, ユーザ負荷は出来る限り低いことが望ましい。今回の屋内位置情報サービスでは, ユーザに求められる振る舞いは 2 種類である。1 つ目は Felica 機能の付いた携帯電話, もしくは定期券を入退室時にリーダにかざしてもらうこと, 2 つ目は屋内での移動にはスリッパを履いてもらうことである。ユーザには帰宅時に携帯電話や定期券をリーダにかざす程度で入退室を, スリッパに貼られたマーカを Web カメラが認識することで部屋の移動を検知する。

これらのユーザの振る舞いは日常生活において一般的であり, ユーザへの負荷は極めて小さいと考えられる。

6. ま と め

ユーザの位置情報の登録や取得を API として公開することで, 多様なサービス, センサデバイスで再利用可能な屋内位置情報サービス開発フレームワークを提案した。本研究で提案するフレームワークを用いることで, 多様な部屋構造でも容易に設置できることが確認できた。

一方で, 検知部の設置時にどこに設置されたかを登録する処理やユーザ登録処理といったコストを要する部分が残っている今後, 設置場所登録の自動化を図り, より容易に設置可能な屋内位置情報サービスの開発フレームワークを目指していきたい。

参 考 文 献

- 1) アドソル日進株式会社: 電界通信 タッチタグ~カードをかざさず個人認証, http://www.admiss.jp/products/ubiq_sol/contacttag.html (2010).
- 2) 別所正博, 小林真輔, 越塚 登, 坂村 健: 2. ユビキタスコンピューティングと屋内環境の位置認識 (<小特集> ユビキタス時代の屋内位置検知技術), 電子情報通信学会誌, Vol.92, No.4, pp.249-255 (2009-04-01).
- 3) Want, R.: The active badge location system, *ACM Trans. Information Systems*, Vol.10, No.1, pp.91-102 (1992).
- 4) 黒川高弘, 高橋甲介, 中西英之: 床面 RFID センサ「インテリマット」の開発, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2007, No.68, pp.49-56 (2007).
- 5) 羽原寿和, 町田貴史, 清川 清, 竹村治雄: ウェアラブル PC のための画像マーカを用いた広域屋内位置検出機構 (映像メディア及び一般), 電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学, Vol.103, No.643, pp.77-82 (2004-01-27).
- 6) 峰野博史, 山田罔裕, 水野忠則: 簡易型屋内位置情報システムのための位置検出環境構築方法の提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム, Vol.2004, No.7, pp.341-344 (2004).
- 7) 東京ミッドタウンマネジメント株式会社: ユビキタス・アートツアー | 施設内サービス | インフォメーション | 施設/サービス案内 | 東京ミッドタウン, <http://www.tokyo-midtown.com/jp/facilities-service/info/service/ub-tour/index.html> (2011).
- 8) 片平亮之, 岩井儀雄, 谷内田正彦: 複合センシングによる自己位置識別 (テーマセッション 5, アンビエント環境知能), 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, Vol.108, No.327, pp.185-192 (2008-11-20).
- 9) 小笠原貴洋, 井垣 宏, 井上亮文, 星 徹: 多様なアプリケーションとの連携を考慮したマーカ認識型宅内位置情報サービス, 第 73 回情報処理学会全国大会講演論文集 (第 3 分冊), pp.285-286 (2011).
- 10) Sony: Felica, <http://www.sony.co.jp/Products/felica/> (2010).
- 11) 工学ナビ: QPToolkit: Web カメラを使ったかんたん位置計測, <http://kougaku-navi.net/QPToolkit/index.html> (2010).