

位置情報を扱うユビキタスサーバの開発とGISでの利用

Takeo Maruichi

ABSTRACT: Location detection is one of the important topics in ubiquitous computing. In this project, I propose a location detection system using RFID (wireless IC tags) and design/develop a ubiquitous server. Finally, I demonstrate location detection of people and objects in an office environment.

位置情報システムは、ユビキタスコンピューティングでも重要な課題である。本プロジェクトでは、RFID (ICタグ)を使った位置情報システムを提案し、ユビキタスサーバを設計/実装する。最後にオフィス敷地内でのICタグを使った位置情報システムを例にその有効性を示す。

1. 背景

無線を使ったICタグが注目を集めてきており、様々な用途に利用されようとしている。ICタグは、一般的には、人や物を個別に認識するために利用するが、一方で、それらがいつどこに存在したかを知ることができる。こうした位置情報関連についてはいろいろな方法や問題点が議論されている段階で、まだ一般的な手法が確立されるまでは至っていない。

本プロジェクトでは、ICタグを使った位置情報システムを構築する上での問題点等を検討し、その解法を提案する。また、位置情報システムを構築する際のアプリケーションフレームワークを提案し、その中心となるユビキタスサーバを設計、実装する。従来型のGPSを使った位置情報システムとの統合方法についても検討する。

2. 無線ICタグ

無線を使ったICタグは、タグ側に電源を内蔵していて自ら一定間隔で発信するアクティブ型ICタグと、電源を内蔵せずに外部からの電波を電流に変えて動作するパッシブ型ICタグに大きく分類することができる。これらICタグに共通する特徴は、固有のIDを持っていて識別可能な点である。ICタグにはメモリを内蔵するタイプも存在するが、位置情報システムに利用する場合は、メモリは特に必要としない。

一般的にはアクティブ型の方が電波の到達距離が遠く、利用者自らがタグをICタグ読取装置に近づける必要がないので、自然な形で位置情報システムに利用できるという長所はあるが、タグ1個あたりの価格は高額で、しかも電池が消耗するなど短所もある。価格、メ

ンテナンスなどを考えると管理したい対象物が多い場合は、パッシブ型、少なくとも頻繁に位置を管理したい場合はパッシブ型を選択することになる。それぞれ長所、短所があるがそれらを表1にまとめる。

	アクティブ型ICタグ	パッシブ型ICタグ
伝達方式	一定間隔で発信 (ビーコン)	リーダで読み込む
到達距離	数m~10mぐらい	数cm~1m未満
バッテリー	ボタン電池など	不要
大きさ	電池サイズ分大きい	フィルム程度で軽く小さい
コスト	高価	安価
操作	無意識	自ら提示する必要がある
適応分野	数が少なく頻繁に位置管理が必要なものに適している。	大量に存在し、頻繁には参照しなくていいものに適している。

表1 アクティブ型とパッシブ型ICタグの比較

ICタグを市場に提供するメーカーは世界中に多数存在するが、パッシブ型ICタグを提供するメーカーが圧倒的に多い。

3. ユビキタスサーバ

最初に、アプリケーションとしてみたシステムの全体像を示す。図1に示すように、システムはICタグを読み取るタグリーダの制御プログラムと、ユビキタスサーバ本体、利用クライアントの3つに分けて考えることができる。これら3つの要素をインターネット環境で利用できるようにするため、HTTPプロトコル上で、XMLデータを交換する方法を採用した。

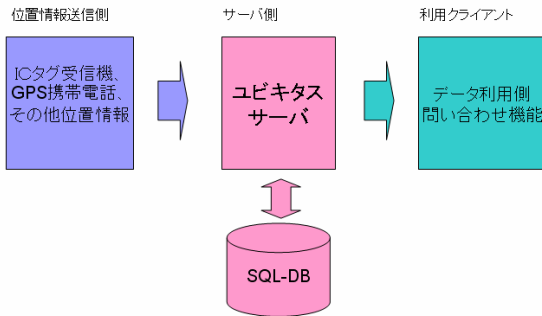


図1 ユビキタスサーバを中心としたシステム構成図

3.1 ICタグ受信機（リーダ）

ICタグとして、世界的に広く使われているものを使用するのがよいと考え、アクティブ型ICタグにはRF-Code社のタグを選択した。また、パッシブ型ICタグには、Infineon社のMy-dタグを選んだ。ICタグを位置情報システムに使う場合、ICタグ自体には位置を計算する機能がないため、ICタグを検出したタグ受信機（リーダ）の位置にICタグが存在したと考える。この仕組みのため、アクティブ型もパッシブ型もどちらも位置情報システムに利用することが可能になる。

ICタグリーダは、図2のようにパソコンと接続して利用するタイプが一般的である。



図2 ICタグ受信機（RF-Code社製）

ICタグ読み取りプログラムを構築し、ユビキタスサーバのURLを指定してサーバに送信するプログラムを開発した。その画面例を図3に示す。

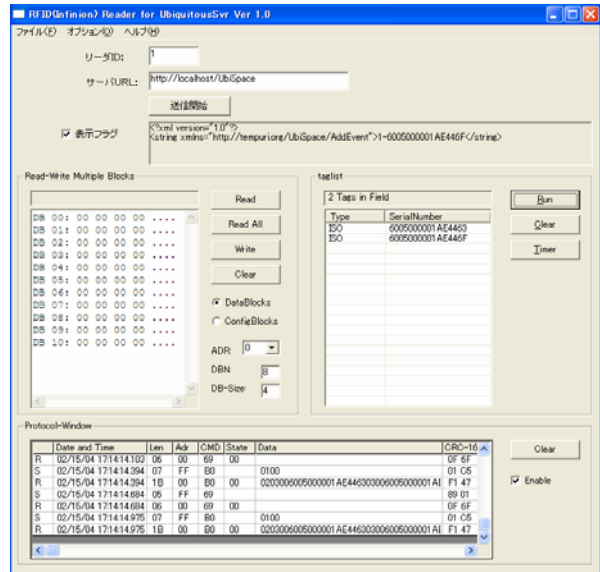


図3 ICタグ読み取りプログラムの画面例（パッシブ型用）

3.2 ユビキタスサーバの設計

ユビキタスサーバはリレーショナルデータベース(RDBMS)とXML-Webサービスから構成される。データベース部分は、XMLメッセージで渡された1個のICタグの認識を1レコードとして保存する方法で、タグID、リーダID、時刻をセットにして大量に記録していく。

XMLメッセージは次のように、タグID、リーダID、時刻を含む形式で、イベント情報としてメッセージ交換される。

```

<Event>
  <TagID> </TagID>
  <ReceiverID> </ReceiverID>
  <Position> </Position>
  <Time> </Time>
</Event>
  
```

XML-Webサービス部分は、管理系、登録系、検索系の次のようなAPIを提供する。

管理系API

Login.aspx, Logout.aspx,
SetUserInfo.aspx, GetUserInfo.aspx,
SetTagInfo.aspx, SetReceiverInfo.aspx,
SetTrigger.aspx, GetTrigger.aspx

登録系API

AddEvent.aspx, AddEventInfo.aspx,
EnterEvent.aspx, LeaveEvent.aspx

検索系API

GetTagLastPositions.aspx, GetTagTraceRoute.aspx,
GetReceiverTags.aspx, GetRelatedTags.aspx

3.3 ユビキタスサーバへの問い合わせ

特定のタグがどこに存在したかなど位置情報を問い合わせた場合、Web サービスへの問い合わせは最終的にはリレーショナルデータベースへの問い合わせの形に変換するためSQL文に変換され、DBに問い合わせることになる。

例として、タグの位置情報を保存しているテーブル（Ubi_EventLog）から、指定したタグと一緒にいた可能性のある他のタグを検索するクエリの例（SQL文）を次に示す。

```
SELECT TagID, ReceiverID,[Time],State FROM Ubi_EventLog
INNER JOIN
(SELECT ReceiverID, Time AS Expr1 FROM Ubi_EventLog
WHERE TagID = 'tagID') AS Expr2
ON Ubi_EventLog.TagID <> 'tagID' AND
Ubi_EventLog.ReceiverID = Expr2.ReceiverID AND
DAYOFYEAR(Ubi_EventLog.[Time])= DAYOFYEAR(Expr2.Expr1) AND
HOUR(Ubi_EventLog.[Time]) = HOUR(Expr2.Expr1)
MINUTE(Ubi_EventLog.[Time]) = MINUTE(Expr2.Expr1)
```

4. 利用シーン（デモンストレーション）

ユビキタスサーバの有効性を示すために、あるオフィス为例に説明する。建物内に実際にリーダを設置した場合、図4のようにリーダアイコンを設置しリーダIDを登録していく、ここで青色の円は、アンテナがICタグを受信可能な範囲を示している。（例ではアクティブ型タグを使う前提で半径5mとしている。）

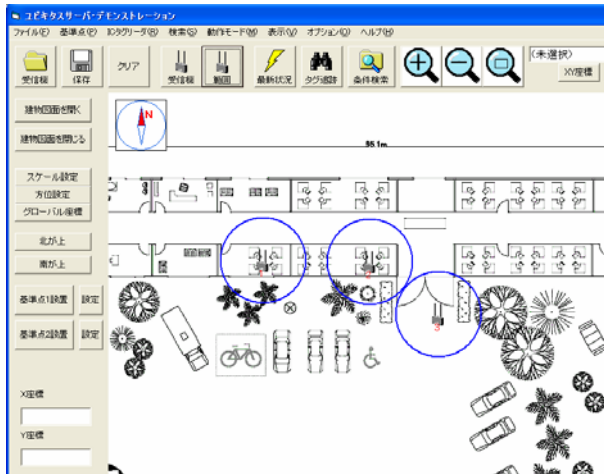


図4 アンテナを設置した場所にアイコンを配置する

アプリケーションによって、様々な機能を実装することができるが、この例では、すべてのタグの現在位置を表示する機能、指定したタグの移動をトレース表示する機能、指定したタグと関係のある他のタグを検索する機能の3つを実装した。図5は、指定したタグの移動履歴から、同じ時刻にそのタグと同じ場所に存在した他のタグを表示している。

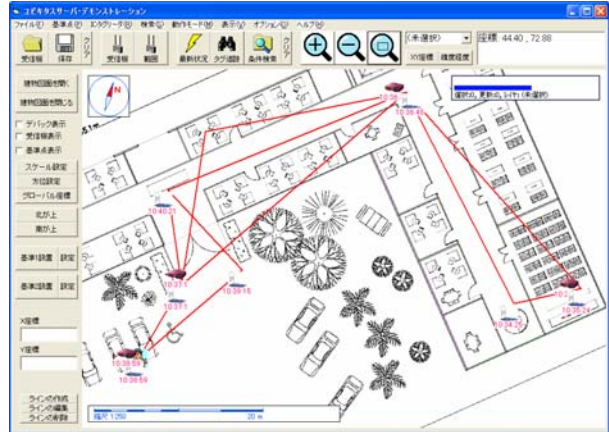


図5 複数のタグの関係のトレース結果

オフィスでの利用の他にも、工場や、遊園地など限定された地域にタグ受信機を設置できる場合、同様の応用が可能である。

5. 従来の技術との相違

位置情報システムを構築する場合、これまでは、一般的には、GPS (Global Positioning System)と地図を使って構築していた。GPSは、複数の人工衛星からの電波を受け取り、それらの距離から地上での位置を緯度経度によって求めるもので、地図上にある程度の誤差（数10m範囲）で正確に位置づけることができる。

本プロジェクトで目指したICタグベースの位置情報システムは、無線ICタグとリーダと図面を使って構築する点が従来型とは大きく異なる。ICタグやリーダには、位置を計算する機能がないため、必ず図面や地図など座標を計算する情報が必要になる。デモで示したように、GPSベースの位置情報システムと比べると、狭い範囲の位置情報に適したシステムになると考えている。図面等を使ってリーダの位置を正確に決めることが前提になるが、境界内での位置情報システムとして十分に利用可能であると考えている。

従来の位置情報システムとの大きな違いは、GPSからの絶対的な緯度経度座標を使わずに、建物図面上においた基準点からのオフセット（X, Y）メートル単位で位置を指定する点にある。これを実現するためには、必ず図面等を使って、図面の基準点とリーダの位置の差（オフセット）を計算しなければならない。

アクティブ型ICタグリーダ自体が半径5mや10mの範囲からICタグを受信することができるので、ICタグを使った位置情報システムの精度は、リーダの受信範囲を円で表した場合にその直径の長さと考えられ、制度は5mから10mぐらいといえる。この精度は、GPSの精度とほぼ同じである。

6．今後の展開について

今回のプロジェクトでICタグを位置情報システムとして利用できることは示せたが、同時にいろいろな課題が見つかった。ユビキタスサーバをミドルウェア的に開発したもののICタグ市場には多数のベンダが存在し、それらごとにICタグおよびリーダ等の互換性があまりなく、タグリーダに関する部分は個別に開発しなければならない点である。また、このシステムでは、タグリーダを多数利用するため、システム全体が高額になってしまう。ICタグが携帯電話に埋め込まれたりすることにより市場が急速に変化しているが、本システムを利用できる場面が出てくると考えられる。

最後に、図6にICタグの位置情報システムと地図をGISとして統合した例を示しておく。まだ研究する課題は多数残っているが、ICタグの位置情報システムと、GPSを使った位置情報システムを統合することも可能と考えている。



図6 ICタグ位置情報とGISとの統合例

7．参加企業

(有)インターインテリジェンス

8．参考資料

[1] Spider III A Reader Operation Manual Ver 3.11, RfCode, Inc. (March, 2002).

[2] My-d Development Kit (FMR100-A), Infineon Technologies, Inc.