

M-013

## Bluetooth を用いたクライアント位置情報管理システム

A management system of client location with Bluetooth

金只圭司†  
Keiji Kanetada

長坂康史‡  
Yasushi Nagasaka

### 1. はじめに

近年、携帯端末の急激な増加に伴い、その携帯端末の機能として GPS を利用した位置情報管理システムが注目されている。しかし、GPS を利用した位置情報管理システムの場合、地下などの電波が届きにくい場所では位置の特定ができない。そこで、本研究ではこの問題を解決するために、携帯端末に標準搭載されている無線通信技術を用いて、携帯端末の位置を特定できるシステムを提案し、開発・検証を行った[1]。

### 2. Bluetooth 技術

本研究では携帯端末の無線通信技術として Bluetooth を想定した。Bluetooth とは世界中どこでも使える無線による近距離間の音声およびデータ通信を実現するオープンな技術仕様のことである。Bluetooth の通信範囲は Class によって指定されている。Class1 の通信範囲は半径約 100m、Class2 は半径約 10m、Class3 は半径約 1m となっている。Bluetooth は障害物に影響されないことや消費電力が低いことから携帯端末では特に重要視されている。本研究では無線 LAN に比べ、Bluetooth は通信範囲が小規模なため、より詳細な位置情報が把握できることや、消費電力がはるかに低いことから Bluetooth を使用した。

### 3. クライアント位置情報管理システム

#### 3.1 システムの概要

無線通信技術を用いた位置情報の把握方法について述べる。まず、屋内や地下などに複数の端末をサーバとして固定し、各サーバの通信範囲内を屋内や地下におけるローカルな位置と定義する。そして、それらの固定サーバが、自身の通信範囲内に他の端末、つまりクライアントが存在するかどうかを一定間隔でチェックすることで、クライアントのローカルな位置を知ることができる。

本システムでは、一つの部屋を屋内におけるローカルな位置と定義し、各部屋に設置した Bluetooth サーバ(以下 RoomServer)により、Bluetooth 端末を持ったクライアント(システム利用者)の入退室状況をリアルタイムで管理する。また、クライアント同士でメッセージ通信を行うメッセージ通信機能もある。システム概念図を図 1 に示す。

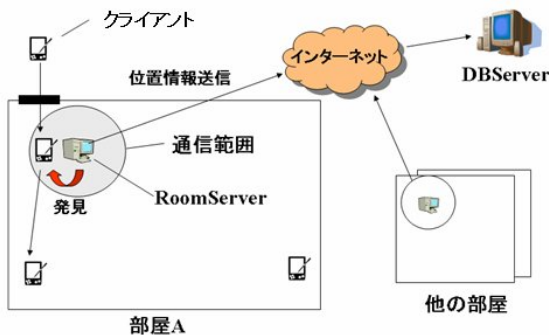


図 1. システム概念図

RoomServer は Bluetooth を用いて通信範囲内を通過したクライアントを発見するサーバである。RoomServer の通信範

囲は Bluetooth の Class3 を使用し、他の部屋まで届かないようにする。しかし、クライアントと RoomServer 間でデータ通信を行うために通信範囲が部屋全体に及ぶ Class2 の Bluetooth も必要となる。したがって、本システムでは Class3 の Bluetooth と Class2 の Bluetooth の 2 つを使用することになる。またデータベースサーバ(以下 DBServer)では RoomServer からのリクエストやすべてのクライアントの情報を管理している。

#### 3.2 システムの機能

本システムには位置情報管理機能とメッセージ通信機能がある。以下にそれぞれの機能について説明する。

##### 3.2.1 位置情報管理機能

クライアントの位置情報を把握、管理するための機能は検索、アドレスチェック、入退室処理の 4 段階で行う。以下にそれぞれの段階を説明する。

##### (1) 検索

検索は通信範囲内のクライアントを発見する機能である。部屋内の RoomServer は通信範囲内のクライアントの持つ Bluetooth 端末を検索する。Bluetooth 端末が存在する場合、クライアントの Bluetooth アドレスを取得する。

##### (2) アドレスチェック

アドレスチェックでは、検索で取得した Bluetooth アドレスを持つクライアントに対する処理を決定するためのチェックを行う。これには次の 2 つのリストとの照合を行う。

1 つ目は無視アドレスリストである。無視アドレスリストとはこれまでに本システムとは無関係であると判断した Bluetooth アドレス、つまりデータベースに登録されていない Bluetooth アドレスのリストである。Bluetooth アドレスが登録されていれば、その Bluetooth アドレスに対する以降の処理は行わない。

2 つ目は入室者リストである。入室者リストとは既に入室状態にあるクライアントのリストである。さらに入室者リストには入退室フラグの項目がある。このフラグはクライアントが通信範囲内にいるかどうかを示すものである。入室と同時に入室フラグが設定され、一度通信範囲から出ることによって退室フラグが設定される。もし入室者リストに存在し、退室フラグが設定されていれば退室処理を行う。入室フラグが設定されていれば入室状態なのでその Bluetooth アドレスに対する以降の処理は行わない。入室者リストに存在していない場合はデータベースに登録されているかを確認するため、DBServer にリクエストを送信し、その結果を取得する。データベースに存在しない場合、無視アドレスリストに登録する。データベースに存在しており、クライアントである場合は入室処理を行う。

##### (3) 入退室処理

入退室処理は入室処理と退室処理の二つの処理を行う。入室処理は RoomServer とクライアントとのコネクション確立、入室メッセージを送信、入室者リストへの登録、DBServer への部屋情報更新リクエストの送信によって完了する。退室処理は退室メッセージの送信、RoomServer とクライアントとのコネクションの破棄、入室者リストからの削除、DBServer への位置情報更新リクエストの送信によって完了

† 広島工業大学大学院工学研究科情報システム工学専攻

‡ 広島工業大学

する。

#### (4) クライアントテーブル送信処理

クライアントテーブル送信処理ではすべてのクライアントの情報が記載された表の送信を行う。表は各クライアントの Bluetooth アドレス、クライアント名、状態、部屋番号で構成されている。DBServer のデータベースが更新されると、新規のクライアントテーブルを各サーバに送信し、さらに各サーバは各クライアントに送信する。このクライアントテーブルによってクライアントは他のクライアントの位置情報を知ることができる。

#### 3.2.2 メッセージ通信機能

メッセージ通信機能は、クライアント同士がメッセージ通信を行うための機能である。クライアントテーブルから通信相手を指定し、メッセージを送信することでメッセージ通信が可能となる。メッセージは RoomServer を介するため、通信相手と同じ部屋でも離れた部屋でもメッセージ通信を行うことができる。

### 4 データのフォーマット

#### 4.1 リクエスト

アドレスチェックや情報更新のリクエストは図 2 のヘッダ部と図 3 のリクエストデータ部で構成されている。

Flag(4byte)
Data_len(4byte)
Source address(6byte)
Destination address(6byte)

図 2 . ヘッダ部

Bluetooth address(6byte)
Client name(12byte)
Status(12byte)
Room ID(10byte)

図 3 . リクエストデータ部

まず、ヘッダ部の内容について述べる。Flag は送信データの目的を意味するフラグを指定する。Data\_len はリクエストデータ部のデータサイズを指定する。Source address には送信者の Bluetooth アドレス、Destination address には送信相手の Bluetooth アドレスを指定する。

次にリクエストデータ部の内容について述べる。Bluetooth Address はユーザの Bluetooth アドレスを指定する。Client name にはクライアントの名前を指定する。Status はクライアントの状態を表す。Status はクライアントが自由に指定できる。Room ID には部屋番号を指定する。クライアント表はこのリクエストデータ部をクライアントの総数分連結して送受信する。

#### 4.3 メッセージ

メッセージは図 4 のヘッダ部と図 5 のメッセージ部で構成されている。メッセージは 1024byte 固定とした。

Flag(4byte)
Source address(6byte)
Destination address(6byte)

図 4 . メッセージヘッダ部

Message(1024byte)
-------------------

図 5 . メッセージデータ部

### 5 実験

#### 5.1 実験内容と環境

本システムでは Bluetooth を用いてクライアントの検索を行う。Bluetooth ではこの検索にかかる時間を 1.28 秒から最大 10.24 秒まで 1.28 秒間隔で増減できる。この検索時間を本システムにおいて最適化するために検索実験を行った。実験は RoomServer の検索におけるクライアントの未検出率を確認するため、各検索時間での検索をそれぞれ 50 回行い、測定を行った。またメッセージ通信におけるメッセージ到着時間も測定した。測定は 2 人のクライアントが同じ部屋に存在する場合と、それぞれ別の部屋に存在する場合の 2 通りで測定した。この実験における実験環境を表 1 に示す。実験はすべ

て Linux で行った。RoomServer と ClientPC は BluetoothAdapter を使用した。RoomServer は前述の通り、BluetoothAdapter を 2 つ使用した。Bluetooth 通信のための API には公式で配布されている Bluez を用いた。データベースには PostgreSQL を使用した。

表 1.実験環境

	RoomServer	UserPC	DBServer
OS	Fedora core 3 (kernel 2.6.9-1.667)		
Bluetooth Adapter	CG-BTUSB01(ver1.2)	CG-BTUSB01 (ver1.2)	
API	Bluez[2]		PostgreSQL

#### 5.2 実験結果

Bluetooth の検索による検索結果は図 6 のようになった。

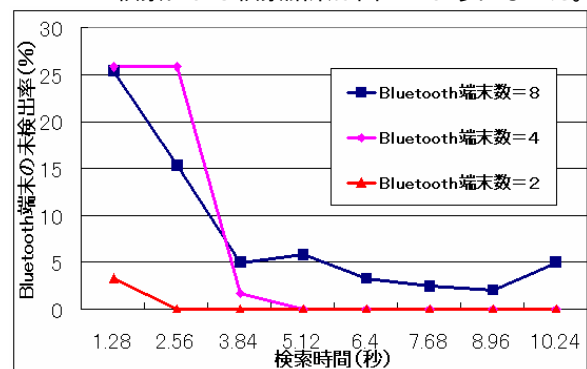


図 6 . 検索における Bluetooth 端末の未検出率

一方、メッセージ通信時間は送信相手と同じ部屋に存在する場合は平均 0.15 秒、別の部屋に存在する場合は平均 0.21 秒かかるという結果になった。

#### 5.3 考察

まず、検索結果から最適な検索時間を決定する。図 6 より、検索時間が長いほど安定して Bluetooth 端末を発見できること、また通信範囲内の Bluetooth 端末が多くなればなるほど Bluetooth 端末の未検出率が高くなるということが確認できる。しかし、本システムでは迅速にユーザを発見する必要があることや一度に多くのクライアントが入退室を行うことは少ないと想定し、本システムの検索時間は 2.56 秒とした。

次にメッセージ通信時間について考察する。メッセージ到着時間では平均時間の 2 倍程度の約 0.4 秒を要してしまうこともあった。これは Bluetooth 通信の不安定性が原因であると考えられる。

最後に本システムの有用性について考察する。本システムは、検索時間が 2.56 秒かかるため、クライアントはそのことを意識して入室する必要があるが、クライアントのローカルな位置情報を把握するという本来の目的は達成できている。また、メッセージ通信は不安定ではあるが、メッセージが到着の平均時間としては決して遅すぎることはないと思う。

#### 6 まとめ

本研究では、屋内の一つの部屋をローカルな位置とし、Bluetooth を用いてクライアントのローカルな位置情報を自動的に管理するシステムを開発した。システムを検証した結果、検索時間、通信の安定性に課題があるものの、無線通信技術を用いて GPS では困難な場所においてもローカルな位置の特定が可能であることを示すことができた。

#### 参考文献

[1] 金只圭司: “Bluetooth を用いた位置情報管理システムの開発”、電気・情報関連学会中国支部第 56 回連合大会:P234、2005/10/22