

## 屋内測位技術を応用した内線電話システムの開発

下村 勇介<sup>†</sup> 松野 貴徳<sup>†</sup> 水由 孝弘<sup>†</sup>  
 渡辺 哲<sup>†</sup> 菅沼 薫<sup>†</sup> 岩釣 慎一郎<sup>‡</sup> 小嶋 徹也<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>東京工業高等専門学校  
<sup>‡</sup>株式会社 モバイル・テクニカ

### 1 はじめに

IP 電話とは、インターネットで利用されているパケット通信プロトコルである IP(Internet Protocol)を利用して提供される電話サービスのことである。一部の企業では、数年前から IP 電話による内線電話網が利用されている。

IP 電話による内線電話網を実現するための機器として IP-PBX(IP-Private Branch eXchange)がある。IP-PBX とは、IP ネットワーク内の IP 電話機どうしの接続および公衆回線との接続を行なう機器またはソフトウェアのことである。IP-PBX 機能を持つ法人向けのハードウェア製品は、運用する組織の規模などに応じていくつも存在する。一方、汎用サーバで動作する IP-PBX ソフトウェアも存在する。Asterisk は、米国 Digium 社によって開発されたオープンソースの IP-PBX ソフトウェアである。

本研究では、組織内の人々の位置情報を自動収集し活用できる内線電話システムを開発する。本システムでは、例えば、電話連絡したい相手がデスクを離れて別の部屋にいるときに相手のデスクの電話機に電話をかけてしまった場合でも、相手がいる部屋の電話機を呼び出すように電話を自動的に転送することが可能となる。電話の転送は、Asterisk を採用した IP-PBX 機器によって行なわれる。また、屋内にいる人々の位置情報は、本システムによって自動的に更新される。これは、組織内の人々が持つ携帯端末を、無線通信技術 Bluetooth によって特定することによって実現する。本システムでは、オープンソースのソフトウェアを利用することで、類似の機能を持つ IP-PBX 製品よりも安価に提供できる。

### 2 従来技術

以下の各節では、内線電話に関する従来技術と本システムに関連する既存技術について述べる。

#### 2.1 PBX

PBX とは、企業などの組織内における内線電話機どうしの接続および加入者電話網や ISDN 回線網などの公衆回線との接続を行なう機器であり、構内交換機または内線交換機とも呼ばれる。企業などの組織では、数多くの内線電話機を保有し、複数の電話回線を保有していることもある。また、パーク保留や転送などの機能を頻繁に利用する。PBX はこのような通話(呼)の制御や電話に関する多様な機能を提供する機器である。

#### 2.2 IP-PBX

IP-PBX とは、IP ネットワーク内の IP 電話機どうしの接

続および公衆回線との接続を行なう機器またはソフトウェアのことである。IP-PBX 機能を持つ法人向けのハードウェア製品は存在するが、そうした製品のほとんどは、内部の制御方式が公開されていない。一方、オープンソースの IP-PBX ソフトウェアやそれを採用した IP-PBX 製品も存在する。

本システムは IP-PBX システムの拡張機能と考えられるので、既存の IP-PBX 製品と連携して実現することが望ましい。しかし、制御方式が公開されていない製品を利用して拡張機能を実現することは困難である。そこで本研究では、オープンソースの IP-PBX ソフトウェアを採用した IP-PBX 製品を利用することで本システムを実現した。

#### 2.3 Asterisk

Asterisk は、米国 Digium 社によって開発されたオープンソースの IP-PBX ソフトウェアである。Asterisk は 2004 年 9 月に最初の正式バージョンがリリースされた。その後、世界中の開発者によって改良が加えられている。Asterisk は SIP, H.323, IAX, MGCP など様々なプロトコルを標準でサポートしている。また、別途配布されているモジュールを利用することで対応するプロトコルを増やすことができる。さらに、ボイスメール、電話会議、コールキューイング、音声自動応答機能(IVR)などを簡単に実現できる。

本研究では、Asterisk をベースとして開発された IP-PBX 製品を利用して本システムを実現した。

#### 2.4 Openfire

Openfire とは、米 Jive Software によって開発されたオープンソースのインスタントメッセージ(IM)サーバである。同じくオープンソースで公開されている IM クライアント Spark を利用すれば、クロスプラットフォームで IM 機能を利用できる。Openfire は Java で開発されたプラグインの導入によって機能を拡張することができる。Openfire 用プラグインの中には、Asterisk と連携するためのプラグインがある。これは、内線電話で通話中かどうかを Spark クライアント画面に表示するものである。

本研究では、組織内の人々の位置情報に基づく電話の転送だけでなく、本システムが管理する位置情報を Spark クライアント画面に表示する機能も提供する。

#### 2.5 屋内ナビゲーションシステム

屋外では GPS(Global Positioning System)による測位が可能である。しかし、一般に屋内での GPS 利用は困難である。そこで、GPS とは別の測位技術によって、屋内での利用を想定したナビゲーションシステムを開発する研究が

An Extended IP-PBX System Using Indoor Positioning Technology

Yusuke Shimomura<sup>†</sup> Takanori Matsuno<sup>†</sup> Takahiro Mizuyoshi<sup>†</sup>

Tetsu Watanabe<sup>†</sup> Kaoru Suganuma<sup>†</sup> Shinichiro Iwatsuru<sup>†</sup> Tetsuya Kojima<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Tokyo National College of Technology

<sup>‡</sup>Mobile Technika Inc.

行なわれてきた[1]。文献[1]では、測位のために無線通信技術 Bluetooth を用いており、ユーザが持つ携帯端末と屋内の各所に設置されたアクセスポイントとの受信信号強度を利用している。

本研究では、文献[1]で提案されている Bluetooth の受信信号強度による測位の方法を改良して、位置情報の取得に利用した。

## 2.6 プレゼンス機能

プレゼンス機能とは、組織内の人々がどこにいて何をしているか、電話に出ることができるかどうかなどの情報をリアルタイムで共有する機能である。内線電話システムにプレゼンス機能があれば、電話をかける相手が在席している、電話に出ることができるかどうか、電話をする前に知ることができる。そのため、仮に通話したい相手が席を離れているなどの理由で電話に出ることができなければ、別の連絡手段を選ぶといった対応が可能となる。これによりコミュニケーションの効率化が期待できる。

従来のプレゼンス機能は、組織内の人々の状態を表示するのみであり、どのような代替連絡手段を利用するかに関しては、連絡をする人が選択する必要があった。本システムでは、代替の連絡手段の選択も予め登録された方法に基づいて自動的に行なう。例えば、電話をかける相手がデスクを離れて別の部屋にいるときには、その部屋の電話機を呼び出すように自動的に電話を転送する。また、連絡したい相手が出張などで外出している場合は、内線通話であっても相手の携帯電話に自動的に転送する。

プレゼンス機能を提供する既存のシステムには、ユーザが自身の状態を変更する必要があるものもある。その場合ユーザには状態を正しく申告することが求められるという課題もある。本システムでは、Bluetooth によって人々の位置情報を自動的に取得・更新するので、この課題も解決する。

## 3 システム概要

本システムの概要図を 図 1 に示す。ここでは、本システムを構成する各要素の実現方法について述べる。

### 3.1 位置情報取得部

位置情報取得部は、Bluetooth の受信信号強度(RSSI: Received Signal Strength Indicator)を利用する。組織内の人々が Bluetooth 通信に対応した携帯端末(以下、クライアント端末)を持つことを前提とする。

屋内には複数の Bluetooth アクセスポイントを配置することとし、各部屋に 1 台以上のアクセスポイントを設置することを想定している。設置されたアクセスポイントが取得した RSSI は、位置情報計算用の中間ノードに渡される。中間ノードは複数のアクセスポイントから収集した RSSI の情報を元に各クライアント端末の位置を特定し、位置情報管理サーバ上の情報を更新する。

前述の屋内ナビゲーションシステム[1]で採用されていた Bluetooth による測位では、アクセスポイントがクライアント端末とコネクションを確立して RSSI を取得していた。しかしこの方法では、クライアント端末側に制御プログラムが必要となり、クライアント端末として利用できる機器が制限されるほか消費電力も多くなる。そこで本システムでは、コネクションの確立なしに RSSI を取得する方法を採用している。これにより、クライアント端末側の制御プログラムが不要になる。したがって、持ち運び可能な Bluetooth 対応機器であればどんな機器でも、本システム

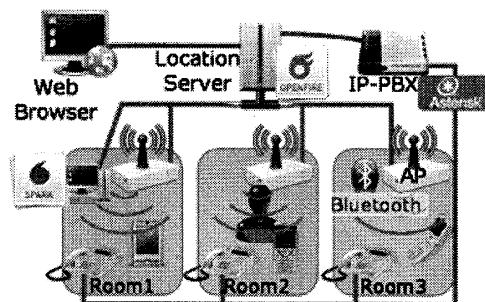


図 1 システム概要図

で利用するクライアント端末とすることができる。

### 3.2 位置情報管理部

位置情報管理サーバは、Bluetooth 機器のデバイスアドレスと部屋番号などの位置情報を管理する。ほかにも、クライアント端末とユーザ名の対応や部屋にある電話機の内線番号といった静的な情報を管理する。位置情報の更新または参照は HTTP によって行なわれる。

### 3.3 IP-PBX制御部

Asterisk は、着信などのイベントを外部に通知し、管理機能を提供する AMI(Asterisk Manager Interface)と呼ばれる機能を持つ。本システムでは Asterisk が標準で備えるこの機能を利用している。Asterisk からの通知の受け取りと、電話転送が必要な場合の Asterisk への要求は、本システムの AMI クライアントが行なう。

### 3.4 クライアントツール部

デスクの PC に IM クライアントとして Spark を導入し、IM サーバを用意すれば、組織内で IM 機能を利用できる。本システムでは、Spark に登録されているユーザの位置情報などを Spark クライアント画面上に表示する機能も提供する。

### 3.5 管理ツール部

位置情報管理サーバにユーザ名や Bluetooth デバイスアドレスを登録するためのインターフェースは Web ブラウザから利用できる。また管理者向けに、位置情報管理サーバが保有する位置情報を可視化する機能も備える。

## 4 結論

本研究では、Asterisk を利用した IP-PBX の拡張システムを開発した。本システムは、Bluetooth を利用して屋内での人々の位置情報を自動的に取得する。この位置情報を利用して電話の自動転送機能などを提供する。位置情報の更新と電話転送などの処理は自動的に行なわれるため、電話によるコミュニケーションの効率化が期待できる。

位置情報の取得に用いるクライアント端末は専用機器を必要としない。また、オープンソースのソフトウェア製品を組み合わせて実現しているため安価に提供できる IP-PBX システムである。本システムにより、中・小規模の企業、学校や自治体における IP 電話による内線電話システムの普及促進が期待される。

## 参考文献

- [1] 熊崎健太, 岡田拓也, 清藤智哉, 小嶋徹也, 青野正宏: Bluetooth を用いた屋内ナビゲーションシステムの開発, 情報処理学会 第 71 回全国大会 講演論文集, vol.3, pp.247-248, 滋賀県草津市 (Mar. 2009).