

プログラマブルな小型センサデバイスを用いた

研究室位置情報管理システムの試作

Implementing a Position Information Management System for a Laboratory

Members Using a Small Programmable Sensor Device

土井 達也[†] 辻野 友孝[†] 浅見 昌平^{††} 大園 忠親^{††} 新谷 虎松^{††}

Tatsuya Doi, Tomotaka Tsujino, Shohei Asami, Tadachika Ozono, Toramatsu Shintani

1 はじめに

近年、携帯端末の普及に伴い、携帯端末の機能を利用したシステムが多く開発されている。それらのシステムの中にはユーザの状況に応じた情報を提供するシステムがある。例えば、ユーザの位置情報をもとに、その場所に適した情報を提供するシステムが挙げられる。ユーザの状況に合う情報を提供するには、システムがそのユーザの正確な位置情報を得ることが重要である。最も普及している携帯端末として携帯電話が挙げられる。GPS機能が搭載されている携帯端末が多く、GPS機能を利用した位置情報管理システムが開発されている。GPS電波は人工衛星から発信されており、屋外であれば誤差は10m程度のため、位置情報を得る手段として有効である。しかし、屋内ではGPS電波が届きにくいいため位置情報の誤差が大きくなり、正確な位置を知ることは困難となる。この問題を解決する方法として、短距離無線を利用して屋内での位置情報管理を行なうものがある。この方法は部屋の入り口にアンテナを設置し、ユーザが部屋に入ったりしたときの情報を管理するものである。しかし、この方法ではユーザが室内のどのあたりにいるのかという位置関係をシステムから知るためには室内の各所にアンテナを設置する必要がある。そのため部屋の面積が広い場合、多くのアンテナが必要となりコストがかかる。

本稿では、この問題の解決方法として小型センサデバイス間の位置関係を求め、その結果を位置情報として扱う方法を提案する。ここでは、ユーザが屋外にいる場合と屋内にいる場合の位置情報を管理するために、携帯電話と小型センサデバイスを併用した位置情報管理システムを試作した。

2 研究室位置情報管理システムの概要

本システムはユーザの位置情報を管理するシステムである。ユーザ同士の距離によって位置の検出方法を変更する。ユーザ同士が離れているときは携帯電話の位置情報を使用し、ユーザ同士が近くにいるときは小型センサデバイスによる位置情報を使用する[1]。小型センサデバイス間の通信からの情報を利用することにより、GPS電波が届きにくい場所においても正確な位置情報を得ることが可能となる。

本稿では、小型センサデバイスとして、近距離無線ネットワーク機能を備えたサン・マイクロシステムズ社製のSun SPOT¹を用いる。Sun SPOTを使用する理由は次の2点である。1点目は、Sun SPOTはバッテリーを内蔵しているため、外部にエネルギー源を必要としない点である。そのため自発的に通信を行なうことが可能となり、状況の変化に対応したデータの送受信が行なえる。2点目は、暗号技術によってセキュリティを確保している点である。暗号には楕円曲線暗号を用いているため、通信の際にユーザの情報を守ることができる。

図1に研究室位置情報管理システムの概要図を示す。位置情報管理システムは、携帯電話位置情報管理機構とセンサ

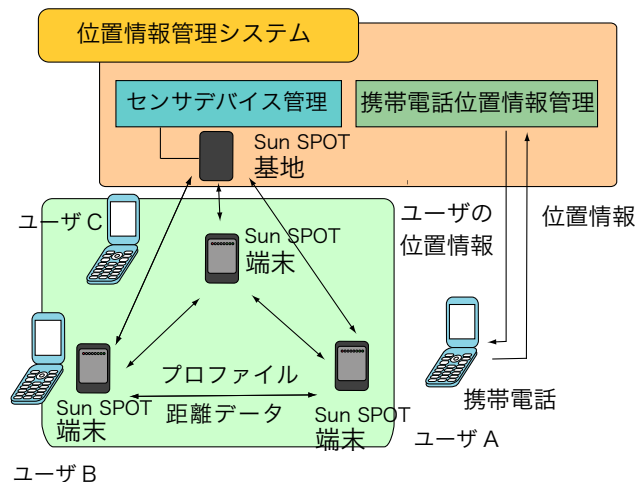


図1: 研究室位置情報管理システム

デバイス管理機構からなる。センサデバイス管理機構はSun SPOT基地を通してSun SPOT端末から送られてきた情報を処理する。Sun SPOT端末同士は、互いに直接通信が可能である。Sun SPOT端末はSun SPOT基地を經由することでインターネットにアクセスできる。以降、Sun SPOT基地のことを基地、Sun SPOT端末のことを端末と呼ぶ。

ユーザは携帯電話から位置情報管理システムにアクセスし、携帯電話の位置情報を送信する。ユーザ同士が離れている場合、携帯電話にユーザの位置関係を表示する。

端末の電波有効範囲までユーザ同士が近づいた場合、端末間で端末間のセキュリティを確保した通信を行なう。電波有効範囲は見通しのよいところで20m程度である。端末間通信の結果から端末間の距離を計算する。端末間の距離の情報を基地を介して位置管理システムにデータを送信する。そして、電波有効範囲にある端末の距離データを元にユーザの位置関係を推測し、結果を携帯電話に表示させる。

3 端末による位置情報管理

本システムではGPS電波の届きにくい屋内にユーザがいる場合に、詳細な位置情報を取得するためにSun SPOTを用いる。詳細な位置情報を取得する利点として、屋内においてユーザの位置情報を位置情報管理システムが把握することにより、ユーザの位置に応じた情報提供が可能となるためである。

屋内での位置情報を取得するために端末間の通信におけるRSSI値を用いる。RSSI値とは端末がデータを受信した際の受信信号強度である。端末は短距離無線通信が使用可能であるため、限られた範囲内での位置情報取得に向いている。本研究では、端末間の位置関係を計測するシステムを構築した。

[†]名古屋工業大学 工学部 情報工学科^{††}名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻¹<http://jp.sun.com/products/software/sunspot/>

表 1: プロファイルの例

user	keyword 1	keyword 2	keyword 3
ユーザ A	Java	Mac	モバイル
ユーザ B	C	Java	モバイル

端末に実装するシステムは、主に距離計算と位置計算の 2 つの機能から構成される。端末は、他の端末との距離や位置関係を保持している。端末は、端末間のお互いの相対的な位置関係を得るために、端末位置情報 P を一定時間毎にブロードキャストする。 P は (1) (2) の内容で構成される。 $addr$ は P の送信元端末の拡張 MAC アドレスである。拡張 MAC アドレスにより端末を一意に識別可能である。距離データ L は $addr$ のアドレスをもつ端末が保持している他の端末 i との距離 l_i とその距離を取得した時刻 t_i の対の集合である。

$$P = \langle addr, R, L \rangle \quad (1)$$

$$L = \{ \langle l_1, t_1 \rangle, \langle l_2, t_2 \rangle, \dots, \langle l_n, t_n \rangle \} \quad (2)$$

R は P に関する RSSI 値である。端末は、 P を用いて他の端末との距離や位置関係を更新する。以降、端末間の距離と位置関係の計算方法を説明する

3.1 距離計算

一般に、センサネットワークでは R は距離 d の $-\alpha$ 乗 ($2 < \alpha < 4$) に比例した減衰式 (3) で表される [2]。 C と α は定数で、距離 d [m] のときに R の単位は dBm である。

$$R = C d^{-\alpha} \quad (3)$$

本システムではこの減衰式を元に RSSI 値から距離を計算する。 C と α を決定するためには、実環境における d と R の関係を調べればよい。

3.2 位置計算

距離データを元に端末の相対的な位置関係を計算する。距離データはブロードキャストされているため、端末の電波有効範囲内に存在する他の端末間の距離を得ることが可能である。任意の 3 個の端末を決定し、それぞれ端末間の距離データから三角形を作成する。その三角形の 3 つの角の大きさを計算することにより、端末間の相対的な位置関係を求める。これを電波有効範囲内の端末のすべての組み合わせに対して行なう。これにより端末間の距離と方向を得ることができる。

4 位置情報管理システムに基づくコミュニケーション支援

4.1 研究室位置情報管理システム

研究室位置情報管理システムは端末間の相対的な位置関係を管理する他に、その位置関係をもとにユーザ同士のコミュニケーションを支援する。セキュリティが確保された端末間通信の際に、ユーザのプロファイルの送受信を行なう。ここで、プロファイルとはユーザの嗜好を表すキーワードが入っているデータとする。簡単な例として、ユーザ A とユーザ B のプロファイルを表 1 に示す。プロファイルを送受信することでユーザ同士の相性を求めることができる。事例では、ユーザ A とユーザ B の場合は “Java” と “モバイル” という 2 つのキーワードが共通しているため、相性がよいと判断する。位置情報とプロファイルを利用することにより、ユーザは自分の周りにどのような嗜好をもった人がいるのかを把握することが可能となる。そして、円滑なコミュニケーションを取りやすくなると考えられる。

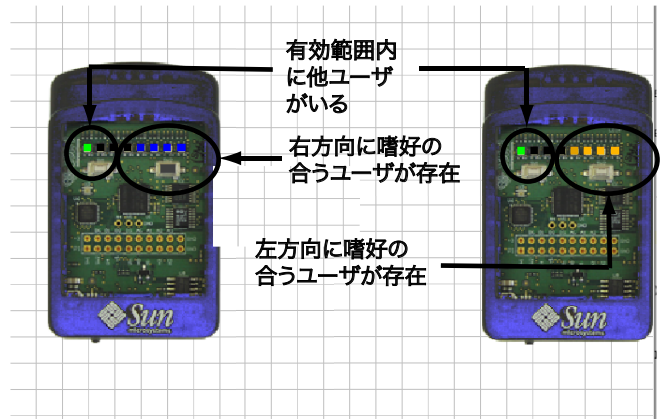


図 2: LED 表示

本システムの特徴は次の 2 点である。1 点目は GPS 電波の届きにくい建物内での位置情報管理が可能になる点である。本システムでは携帯電話の位置情報と端末の位置情報の 2 通りの情報を管理している。ユーザ同士の距離によって位置情報の取得方法を選択しているため、ユーザの位置関係をより正確に示すことが可能となる。2 点目はユーザの嗜好にあった人物の発見が可能となる点である。これにより周囲の人物とのコミュニケーションを取りやすくなると考えられる。また端末間の通信は屋外でも可能であるため、屋外でユーザの嗜好にあった人物に出会うこともできる。

4.2 LED 表示

本システムにおいて、端末は位置情報とプロファイルを処理した結果を端末の LED に表示する。LED 表示の例を図 2 に示す。一番左の LED は電波有効範囲に他の端末が存在するかどうかを示す。緑色の場合は他の端末が存在することを示す。赤の場合は存在しないことを示す。残りの右 7 個は他の端末との距離をあらわす。他の端末が近くに存在する場合は最大で 7 個 LED が点灯する。

LED の色によっておおよその方角を示す。LED の色が青色ならばユーザーの右方向に、黄色ならばユーザーの左方向に、ユーザがいることを示す。また、嗜好が合うユーザなのかを LED の色の明るさを 4 段階に分けることで表す。キーワードが一致した数に応じて LED の表示を変化させる。

5 おわりに

GPS 電波の届きにくい室内において、ユーザの位置情報を得る方法を提案した。小型センサデバイス Sun SPOT と携帯電話を用いた研究室位置情報管理システムを試作した。

現在の端末間の距離を計算する方法は RSSI 値が不安定のため、正確な距離を求めることが困難である。位置関係をより正確に求める方法を今後の課題として検討していく。

参考文献

- [1] 辻野友孝, 土井達也, 中村正人, 大園忠親, 新谷虎松: “携帯電話とプログラマブルな小型センサデバイスを用いた簡易位置情報検出システムの試作,” FIT2008, Sep, 2008 (掲載予定).
- [2] 趙大鵬, 高島雅弘, 柳原健太郎, 武次 潤平, 福井潔, 福永茂, 原晋介, 北山 研一: “センサネットワークにおける受信信号電力を用いた最尤位置推定法,” 電子情報通信学会技術研究報告. IN, 情報ネットワーク, Vol. 104, pp. 409-414, Feb, 2005.