

# モバイル端末の利用環境に応じた位置情報取得に関する提案

佐藤 和彦\* 小貫山 雅生† 中村 勝一‡ 杉岡 一郎\*

\* 室蘭工業大学工学部情報工学科 † 室蘭工業大学工学研究科情報工学専攻

‡ 東北学院大学教養学部情報科学専攻

携帯電話や携帯情報端末 (PDA) などのモバイル機器の利用者数は増加傾向にある。GPS 受信機能付き携帯電話なども登場し、位置情報を知らせるサービスも多数存在する。これらのサービスでは、あらかじめ必要な地図情報を切り出して端末上に保存する方法や、インターネットを介して地図情報を取得する方法などが利用されている。しかし、端末のメモリ容量の制限によって一度に広範囲の地図を保持できない。また、電波受信が悪い環境では、インターネットに接続できず地図を取得できないといった問題が発生する。本研究では、移動方向や移動速度、電波受信レベルなどに応じてあらかじめ地図を先読みさせることで、電波受信が悪い環境においてサービスが利用できなくなることを回避する手法を提案する。

## An Acquisition Method of Location Information for Novel Use Style of Mobile Terminals

Kazuhiko Sato\* Masaki Onukiyama† Shoichi Nakamura‡ Ichiro Sugioka\*

\* Department of Computer Science and Systems Engineering, Muroran Institute of Technology

† Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Muroran Institute of Technology

‡ Department of Computer Science, Tohoku Gakuin University

The user of mobile terminals such as portable telephones and PDAs is increasing. A lot of services to inform of user's location information is used with a GPS module which can be easily installed in those terminals. In these services, following methods are used to acquire the map information. One is a method of installing the map information cut out only a necessary part from desktop PC in the terminal. Another is a method of downloading the map information via Internet. However, a lot of terminals cannot maintain a wide map by limiting the data capacity. Moreover, in a difficult environment to receive the electric wave, it is difficult to acquire the map information via Internet. In this research, a technique to evade the service stop in the difficult environment is proposed. And, a function to decide a timing to read the map information by considering direction, moving speed, and receiving level of the electric wave is described.

### 1. はじめに

近年、モバイル通信環境の整備と携帯端末の高性能化に伴い、携帯電話やPHS、携帯情報端末(PDA)などの利用者数は増加傾向にある。携帯端末とGPS受信機を組み合わせた位置情報サービスも多数存在し、携帯電話にあらかじめGPS受信機能を搭載した機種なども登場してきている [1][2]。

モバイル端末は持ち運びが容易であるため、これらのサービスは車載用のナビゲーションシステム(カーナビ)とは異なり、その優れた携帯性と

利便性を生かした、いつでもどこでも利用できる歩行者向けナビゲーションサービスなどとして期待されている。最近では、地図と現在地の表示や、周辺情報の表示、目的地までのルート案内だけでなく、電車や航空機などの公共交通機関の乗換え案内機能やその最寄駅までの道程を指示する機能、渋滞を考慮した自動車用ルートをトータルに探索する機能などを搭載した総合ナビゲーションサービスも登場してきている [3]。

また、モバイル端末自体の性能も向上している。

従来の GPS を用いた位置測位機能だけでなく、電子コンパスを内蔵させることで利用者の向いている方向などを知る機能 [4] や、携帯電話の基地局の情報を利用した位置座標の補正により衛星からの情報が得られない屋内での利用を可能にする機能 [5] なども搭載されてきており、取得できる位置精度や利用範囲は格段に向上してきている。

しかしながら、これらのモバイル端末向けの位置情報サービスは、未解決の課題をいくつか抱えている。そのひとつに、表示される地図の取得に関する制限が挙げられる。殆どのモバイル端末向け位置情報サービスでは、現在地を示す地図情報は、(1) 必要な分だけをあらかじめデスクトップ PC などの上で切り出し、モバイル端末上にインストールする方法や、(2) インターネットから随時必要な分の地図をダウンロードする方法の 2 つの方法が取られている。前者の方法は、あらかじめ地図を利用者の側で準備しておく必要がある。地図さえ用意してあれば、どこでも利用できるという利便性は高まるが、モバイル端末のメモリ容量は大きくはないため、一度に保持しておける地図は限られてしまい、用意した地図の範囲外ではサービスが利用できなくなる。また、この方法を利用する場合には、地図が現在の状況に合わない古い情報である可能性も起こりうる。後者の方法では、インターネットを通じて地図情報や周辺情報などを必要にあわせて取得でき、常に最新の情報を利用可能であるため、最近ではこちらの方法が主流となってきた。しかし、モバイル端末の通信可能圏外では地図を取得することができず、サービスを利用できなくなってしまう。そのため、都市部などの通信可能エリアが十分な地域では問題なく利用することができるが、登山やキャンプなどの野外活動に携帯地図として用いる場合には通信可能圏外に入る可能性も高く、従来の地図搭載型のナビゲーション機器 [6] のような利用ができない。

そこで本研究では、通信可能エリアを携帯電話の電波受信レベルなどから把握し、通信可能圏外への移動を予測して、エリア外に出る前に通信可能圏外の地図についても事前に自動的に取得する方法の実現を目標とした。本論文では、端末側で電波受信レベルなどを監視して必要に応じて地図を要求するための機構と、通信可能圏外のエリア情報をサーバ上に蓄積・管理する機構、そして、そのエリアの周辺地図の取得要求が端末側から送ら

れてきた場合に移動先が通信圏外であるかを予測する機構を提案する。

本論文の構成は以下の通りである。まず、本研究で提案する手法について述べ、本手法によって事前に地図取得が必要であると判断されるケースとその場合の地図の必要範囲について述べる。次に、各機能の詳細を説明する。さらに、提案した手法を用いた位置情報サービスのモデルを示し、開発中の試作システムについて報告する。そして最後に本論文をまとめる。

## 2. 提案手法の概要

本研究では、通信可能エリアを電波受信レベルなどから把握し、通信可能圏外への移動を予測して、エリア外に出る前にその範囲の地図についても事前に自動的に取得する方法を提案する。ここではその核となる、移動先が通信可能エリアかどうかを把握する手法と、端末側が地図取得を行うタイミングとその際の必要範囲を決定する手法について説明する。

### 2.1. 通信可能エリアの把握

通信可能圏外においても位置情報サービスを継続して利用できるようにするためには、通信可能圏外に入る前に、そのエリアについての地図情報を取得しておく必要がある。本研究においては、通信可能エリアをシステムが把握する手法として、以下の 2 つの機能を提案する。

**[電波受信レベル通知機能]** 端末側に実装される機能で、通信端末の電波受信レベルを監視し、定期的にサーバにその情報を通知する。電波受信レベルは 0 から 100 までの値で取得され、一定期間に渡って弱まると本機能はそれを通信可能圏外に近づいたと判断し、サーバ側に次に必要となる地図情報の要求を行う。また、通信可能圏外から通信可能エリア内に復帰した際に、端末はその情報をサーバ側に通知する。これらの情報はサーバの通信可能エリア管理機能で利用される。

**[通信可能エリア情報管理機能]** サーバ側に実装される機能で、端末側から通知された電波受信レベルの情報に基づいて、エリア単位で管理されている地図情報の各エリアが通信可能かどうかについてを管理する。本機能では、いずれの情報も持たない未確認のエリアについては通信可能圏外と同等に扱われる。ここで管理されるエリア情報は、端

末側から送信される現在地についての位置座標と直前の位置座標から推定される移動方向や速度などに基づいて、次の移動先のエリアが通信可能かどうかを判定する場合に利用される。そして、通信可能圏外のエリアに移動する可能性がある場合には、端末側に、次の通信可能エリアまでの区間の地図情報をまとめて事前配信することで、通信可能圏外で地図取得が出来なくなることを回避する。

## 2.2. 地図取得のタイミングと必要量

本研究で利用される地図情報は、図1のようにエリア単位で分割されて管理されており、エリア単位で地図情報が端末に配信される。本研究で提案する手法においては、端末が地図情報を取得するタイミングと、それぞれの場合において一度に取得される地図の範囲を以下のように定義している。

### (1) 通常時、位置座標が現在端末の画面上に表示されている地図の範囲外に近づいた場合

このケースでは、他の位置情報サービスと同様に通常時の地図取得・表示が行われる。この際、現在位置のエリアを含む新たな画面を構成するエリアのうち未取得のエリアについて地図の取得が行われる。

### (2) 電波受信レベルが一定期間弱まった場合

このケースでは、通信困難なエリアに進入したものと判断し、端末側からサーバに対して電波受信レベルを通知することによって、予防的に事前配信を要求する。この要求が出された場合には、サーバ側はこの先の移動予測経路上に通信可能エリアが存在するかを検索し、通信可能エリアが存在する場合にはその手前までの地図を配信する。経路上に通信可能エリアが存在しない場合には、端末の地図情報の保持限界を超えない範囲で地図を配信する。初めて移動したエリアは通信可能エリアかどうかの情報を持っていない。このような未確認エリアは、本研究では通信可能圏外として扱うものとする。

### (3) 端末の移動先が通信可能圏外と判定された場合

このケースは、端末の現在位置の電波受信レベルは十分であるが、サーバ側で算出した端末の移動予測経路上に通信可能圏外のエリアが存在するという場合に発生する。このケースでは、(2)のケースと同様に、サーバによって端末の移動予測経路上に通信可能エリアが存在するかが検索

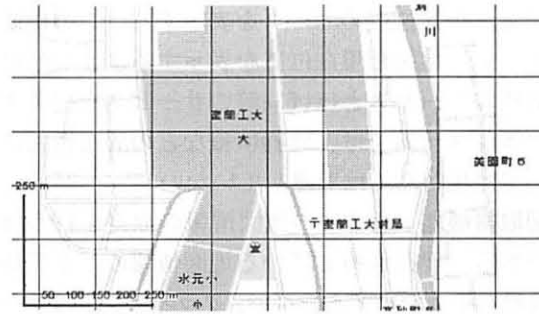


図1: 室蘭工業大学周辺の地図イメージ

され、通信可能エリアが存在する場合にはその手前までの地図が配信される。経路上に通信可能エリアが存在しない場合には、端末の地図情報の保持限界を超えない範囲で地図を配信する。

### (4) 端末利用者の任意で取得要求が出された場合

このケースは、端末利用者が事前に目的地についての情報を調べる場合など、実際の移動を伴わない地図情報の取得を支援するための機能を実装した場合に発生する。このケースでは、指定された位置の周辺エリアについての地図が配信される。指定位置についての広範囲の地図を配信可能にすることによって、本研究で提案する通信によるダウンロード方式の位置情報サービスに、事前インストール方式の位置情報サービスと同等の効果を実現させることが可能となる。しかしながら、現時点ではこの機能は未実装のため、本論文ではこのケースは考慮しないものとする。

## 3. 機能説明

このセクションでは、本研究で提案する位置情報サービスの諸機能について説明する。本システムは、モバイル端末上で動作するクライアントと、ネットワーク上で地図情報の配信や通信可能エリア情報の管理を行うサーバで構成される。

### 3.1. クライアント側機能

本システムのクライアントは、地図情報を表示する機能と、位置座標を通知して新たな地図を取得する機能、そして、電波受信レベルが弱まった場合に次のエリアの地図情報を事前に要求する機能の3つの機能を有している。

**地図情報表示機能:**サーバから取得した地図情報を端末画面に表示し、GPS受信機から一定時間ごとに取得される位置座標に応じてリアルタイムに

地図上に現在位置のマークを表示する。この機能によって、地図と現在位置を表示するような他の位置情報サービスとほぼ同等のサービスを提供する。本システムでは、建物情報などの周辺情報については現時点では考慮していない。

**地図取得機能：**通常時の地図情報の取得を行う機能である。現在保持している地図情報のエリア外に移動しそうなタイミングで、クライアントはサーバに対して現在位置について通知する。これにより、移動先についての新たな地図情報の配信をサーバに対して要求する。この際、現在の位置の電波受信レベルについての情報も添付することで、サーバに通信可能エリアの情報が蓄積されていく。

**電波受信レベル通知機能：**本システムのクライアントは、一定期間電波受信レベルが弱まった場合と通信圏外から通信圏内に復帰した場合の2つのタイミングで、サーバに対して現在地のエリアが通信困難であることを通知する。この機能によって、通信可能圏外のエリア情報がサーバに蓄積されていく。

前者の通知では、次の移動先のエリアの地図情報がサーバから配信される。後者は、サーバに通信可能圏外の情報として蓄積され、次節で示す地図配信機能において事前配信を行うための考慮材料として利用される。

### 3.2. サーバ側機能

本システムのサーバは、通信可能エリア情報管理機能、移動経路予測機能、そして地図配信機能の3つの機能を有している。

**通信可能エリア情報管理機能：**各クライアントから通知された電波受信レベル情報をエリアごとに管理し、各エリアが通信可能かどうかを把握する機能である。ここで管理される情報は、次に示す移動経路予測機能と組み合わせることで、一度の地図配信でどの程度の量の情報を配信するのかを決定することに利用される。

本システムにおいては、配信される地図エリアの一部に通信不可能な地域が含まれている場合には、そのエリアを通信可能圏外として扱うものとする。また、通信可能エリア情報を持たない未確認エリアについても、通信可能圏外として扱うものとする。通信可能エリアの情報は、常に最新の情報を優先して更新を行うことで、工事や障害などで一時的に通信が出来ない状況にあった場合や、新た

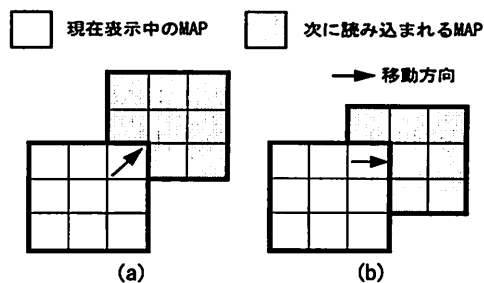


図 2: 取得する地図の選択

にサービスが開始された地域などにも動的に対応できるようにする。

**移動経路予測機能：**現在の移動方向や移動速度から、今後の移動経路の予測を行う。この機能はルートが定まっていない場合の移動や、ルートから外れた移動が行われた場合などに利用される。この機能では、現在位置と移動方向から現在、どの道路上を移動中かの判別が行われる。そのために、本システムで配信される地図情報には道路の情報について付加されている必要がある。現時点では、本機能は現在利用中の道路を判別する機能のみが実装されており、方向転換などについては、その都度、利用経路の判定を行う必要がある。

**地図配信機能：**移動経路予測機能によって得られた予測経路情報から、次にクライアント側で必要となる地図を選択する。本システムでは、クライアントに配信される地図は、現在の位置座標を含むエリアを中心とした3x3の9つのエリアで1画面を構成するものとしている。これにより、移動による新画面の取得に際して一部のエリアが再利用でき、地図取得のための通信量が軽減される。通常の移動の際には、図2で示すように現在位置と移動方向から、次の移動先が中心となるエリアを次に表示される地図情報として選択する。そして、その地図情報のうちで現在クライアントが所有していない部分の地図を配信する。

通常時に次の配信予定のエリアに通信可能圏外のエリアが含まれている場合や、クライアント側から電波受信レベル通知によって事前配信の要求が出されている場合には、次のルールに基づいてさらに先の画面の情報についても配信を検討する。次の表示予定エリアが通信可能エリアである場合には、2画面分の地図情報を選択しクライアントに対して配信する。また、次の表示予定エリアが通信可能圏外である場合には、クライアントに対し

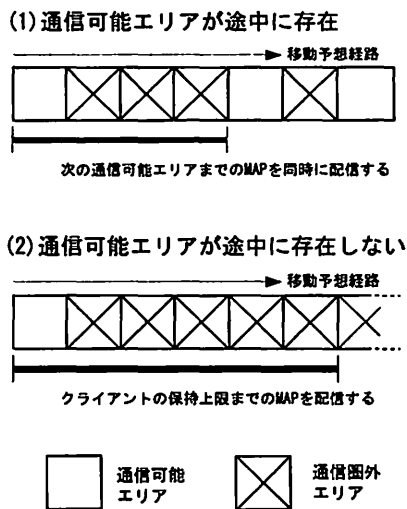


図 3: 通信可能圏外の地図の配信

て地図画像の最大保持容量についての問い合わせを行う。そして、その範囲を超えない範囲で通信可能圏外であるエリアの地図情報をクライアントに対して配信する。

本システムでは図 3 で示すように、通信可能圏外のエリアの先に通信可能エリアとして登録されているエリアが存在する場合にはそこまでの地図を配信する。それにより、通信が行えないエリアの地図を事前配信によってクライアントは利用できる。通信可能エリアが移動先に確認できない場合には、クライアントの保持限界までの地図を配信することによって、可能な限り広範囲のエリアについて位置情報サービスが利用できるように対応する。

#### 4. 試作システムによる動作実験

このセクションでは、本研究で現在開発中の試作システムの構成と、それをを用いた動作実験について報告する。また、今後の研究の課題などについて考察する。

##### 4.1. システム構成

本システムの構成を図 4 に示す。本システムは GPS 受信機を搭載した PDA 上で位置座標を取得し、その情報をサーバに送信することでその位置に関する地図情報を取得・表示を行うものである。

本システムを実装するハードウェア環境としては、クライアント側として、SONY の PDA である CLIE PEG-T650C を用意した。GPS 受信機にはこの端末専用の PEGA-MSG1 を使用している。また、

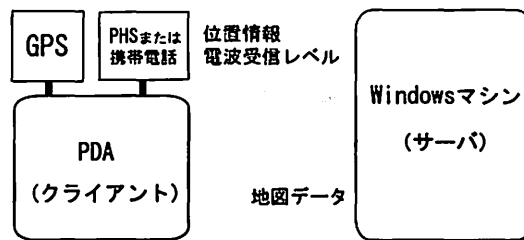


図 4: システム構成

インターネット通信環境として、NTT DoCoMo の P-in m@ster を使用している。

一方、サーバ側の機器として Windows 計算機 (Windows2000 SP4 / Intel Celeron 1.3GHz / 512MB) を使用している。サーバ機は OS 固有の常駐プログラム以外は本システムのサーバプログラムだけを動作させている状態で使用する。

システムの開発言語はクライアント側を C++、サーバ側を Java 言語を使用して開発した。

##### 4.2. 動作実験と考察

このセクションでは、現時点での試作システムを用いた動作実験について報告する。実験は室蘭工業大学の周辺で行う。地図情報は実験用に室蘭工業大学周辺の地図画像を用意し、それを 100m×100m の正方形のエリアで分割したものを使用する。

通信可能圏外における地図の事前取得については、本学の北側に伸びる山道を利用して実験することとした。この山道は、約 1.5km ほど進むと通信圏外となり、さらに 500m ほど進むと一時的に通信可能な場所が存在し、それ以降は通信圏外となる。この山道を往復することで、通信可能圏外を含むエリアの移動での動作実験を行った。電波受信レベルが弱まったと判断する電界強度を、携帯電話の画面に表示されるアンテナ 1 本に相当する 33% 以下と設定した。開発中のシステムのクライアント側の画面イメージを図 5 に示す。

本システムを使用して大学周辺の移動や、山道の往復を行い、その動作を確認した。現在のシステムでは、電波受信レベル通知を行うタイミングの調整が十分でなく、移動が早すぎたりした場合に、地図の取得中に通信可能エリア外に出てしまい、回線が切断してしまうことが確認された。実験場所が山間部で元々電波が微弱気味であることも考慮しながら、その調整には更なる検討が必要であると考えられる。また、通信可能かどうかの情報を本システムではエリア単位で管理している

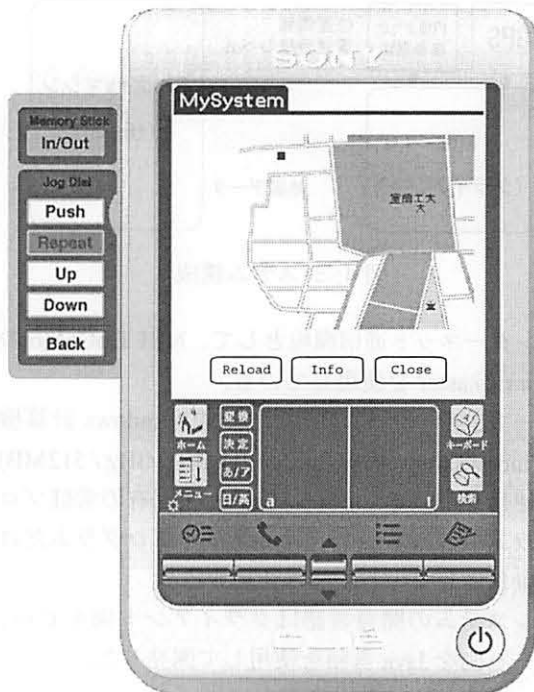


図 5: クライアント画面のイメージ

が、エリアの一部に通信可能圏外が含まれている場合にそのエリアの情報の更新が頻繁に確認された。そのため、エリア情報の扱いや精度についても更に検討が必要であると考えられる。

また、現在のシステムでは、サービス利用以前に通信可能圏外にいる場合には、システムは利用することができない。この場合、GPS から取得可能な位置情報のみを表示するなどの対応が必要である。あるいは、あらかじめ目的地や使用開始場所が通信可能圏外と判明している場合には、そのエリアの地図について事前に取得しておくことで、事前にインストールしておく方式と組み合わせる方法なども検討が必要であると考えられる。

さらに、現在のシステムでは、配信される地図情報は画像情報としてサーバ上で管理されている。画像による配信ではデータ量が多くなり、回線切断のリスクや、通信コストも高まるため、ベクトル地図を利用するなど地図情報のデータ形式についても検討を行う必要があると考えられる。

## 5. おわりに

本論文では、GPS を利用した携帯電話や PDA 向けの位置情報サービスにおいて、携帯電話の電話受信レベルなどに応じて地図を先読みさせることで、電波受信が悪い環境においてサービスが利用

できなくなることを回避する方法を提案した。そして、開発中の試作システムを用いた動作実験について報告を行った。

今後は、電波受信レベルによって地図の先読みを行うタイミングの調整と、通信可能エリアの情報の蓄積・管理方法の改善、配信する地図の形式をベクトル地図などを利用することで通信コストを軽減させる方法の検討などを行っていく予定である。また、現在開発中の試作システムはクライアントに PDA を用いているが、GPS 受信機能付き携帯電話をクライアントとした実験なども今後行っていきたいと考えている。さらに、適応場所も室蘭工業大学周辺だけでなく、さらに多くの地域におけるサービスも検討していく予定である。

## 参考文献

- [1] <http://www.au.kddi.com/seihin/kinobetsu/>
- [2] [http://www.nttdocomo.co.jp/p\\_s/products/](http://www.nttdocomo.co.jp/p_s/products/)
- [3] <http://www.navitime.co.jp/>
- [4] <http://panasonic.jp/mobile/c3003p/>
- [5] <http://e-words.jp/w/gpsOne.html>
- [6] [http://www.iiyo.net/gps/j\\_model1.htm](http://www.iiyo.net/gps/j_model1.htm)
- [7] 坂井丈泰: GPS 技術入門, 東京電機大学出版局 (2003).
- [8] 吉野 孝, 吉永孝文, 宗森 純: アウェアネス支援機能を持つ電子鬼ごっこ支援グループウェアの開発と適用, Vol.44, No.2, pp.297-308, 情報処理学会論文誌 (2003).
- [9] 久保田浩司, 前田典彦, 菊地保文: 歩行者ナビゲーションシステムの提案と評価, Vol.42, No.7, pp.1858-1865, 情報処理学会論文誌 (2001).
- [10] 藤井憲作, 杉山和弘: 携帯端末向け案内地図作成システムの開発, Vol.41, No.9, pp.2394-2403, 情報処理学会論文誌 (2000).