

移動計算機から位置依存情報を提供するサービスアプリケーションの構築

島田 秀輝[†] 田頭 茂明[†]
最所 圭三^{††} 福田 晃[†]

近年、移動計算機の高性能化に伴い、移動計算機から情報を発信するシステムが提案されている。また、移動計算機は固定の計算機と違い、簡単に持ち運べるので、多くの移動計算機が多くの場所に移動し、そこで情報を収集できるようになった。さらに、それらの場所からネットワークに接続できるので、収集した情報をリアルタイムでいつでも発信することも可能である。しかし、移動計算機を場所で指定する方法がなかったので、ある場所の情報をその近辺にいる移動計算機から得ようとしても、それができなかった。GPSやPHSを用いて場所の同定ができるので、これらを用いて移動計算機の位置を管理できる。位置情報と通信プロトコルを指定する方法を提案し、その機能を既に開発している“移動計算機からの情報発信 Toolkit”に組み込んだシステムを提案する。また、本システム上においてサービスアプリケーションの具体例を示す。

Design of a Service-Application Providing Location-Aware Information from Mobile Computers

HIDEKI SHIMADA,[†] SHIGEAKI TAGASHIRA,[†] KEIZO SAISHO^{††}
and AKIRA FUKUDA[†]

In recent years, the performance of mobile computers is improved and several information announcement systems for mobile computers are proposed. It is easy to take mobile computers and to get many kinds of information at the places. Since mobile computers can connect to a network any places, it is possible to announce the information in real time from them. It is, however, difficult to get information on some place from a mobile computer located at the place because there is no way to identify mobile computer by geographic location. It is possible to manage locations of mobile computers by using GPS and PHS. In this paper, we propose a decision method of location information and communication protocol, and a system in which a function realizing the method is appended to "Toolkit for mobile information announcement". Moreover, we present examples of service applications on our proposed system.

1. はじめに

計算機の小型化、高性能化に伴い携帯性のある計算機(移動計算機)が普及し、仕事場だけでなく外出先に持ち歩くことが多くなっている。また、携帯電話や無線ネットワークの普及により、その外出先においてネットワークに接続し情報をやり取りすることが可能になっている。

現在の移動計算機環境におけるネットワークの使用方法および研究は移動計算機が情報を提供される側

(クライアント)になっている場合が多い。しかし、移動計算機は外出先において様々な情報を得ることは可能である。外出先においてもネットワークに接続できる状況であるので、外出先で得た情報をその場でネットワークに接続しているユーザー間で共有できるような環境の構築も重要である。

また、この移動計算機が外出先で得ることのできる情報は、その場所に関する情報(位置依存情報)が多い。このような位置依存情報を位置で指定するには、IPアドレスのようなネットワーク的な位置関係では限界がある。GPS(Global Positioning System)やPHS(Personal Handyphone System)といった位置情報取得手段が利用できる。このような手段を使うと、緯度経度といった地理的な位置情報を用いることができるので、移動計算機の得た位置依存情報を位置

[†] 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute
of Science and Technology

^{††} 香川大学工学部
Faculty of Engineering, Kagawa University

で指定することも可能となる。

本稿では、移動計算機の地理的位置情報を管理することにより、移動計算機からの位置依存情報を位置を指定して提供するシステムを提案する。提案するシステムにおいて、各所に散らばっている移動計算機のネットワーク的な位置や、地理的な位置を管理する方法を述べる。さらに、そのシステムのアプリケーション例を示す。

2. 研究目的

移動計算機の機能が高性能化するに従い、移動計算機からいつでもどこでも情報を発信できるシステムが考えられている¹⁾。移動計算機を持ち歩くと、その場所場所で時々刻々と変化するデータを得ることができる。また移動計算機の地理的な位置を指定して通信できる枠組みが提供されると、利用者にとって有効な情報共有環境を構築できる。

本研究では、クライアントが移動計算機が移動先で得たデータを場所を指定することにより移動計算機から直接配信されるシステムの構築を目指している。これにより、利用者はその場所に行かずとも様々な場所の現在の情報を容易に得ることが可能となる。このシステムは、次のような利用法が考えられる。

(1) 個人レベルの生中継

ある野球場で野球の試合を見ている人がいるとする。その人が移動計算機を持っており、ネットワークに接続できる環境にあるとする。本システムを使うとその野球観戦者が得た情報を共有することができる。また、観戦者が動画を撮るデバイスを持っていると、他のユーザはその試合の動画をネットワーク越しに見ることができる。

また、車に乗って移動している場合は、そのユーザが移動先の渋滞情報を得ることにより、他のユーザはその渋滞情報をその場所に行かずとも得ることができる。

(2) アドホックネットワークにおける情報配信

その場かぎりであるアドホックネットワークにおいても本システムを活用できる。緯度経度のような絶対位置情報ではなく、自分を中心にした相対位置情報を用いて、相手を特定することにより欲しい情報を選択できると考えられる。

3. 位置情報管理による位置依存情報配信システムの設計

3.1 位置依存情報

本研究において、移動計算機を持つユーザが各所で得ることのできる情報を位置依存情報と呼ぶ。移動計算機から発信する情報としてこの位置依存情報に注目した。このような位置依存情報としては、地図コンテンツや道路の渋滞情報などが挙げられる。近年になり、携帯電話などから場所を指定してその近辺の地図データを提供するシステムが実用化されており、今後も様々なサービスが提供されると思われる。しかし、この場合においても移動計算機は、位置依存情報を配信される側である。

3.2 問題点

位置情報を利用して、移動計算機がその場所を得たデータをクライアントに提供するシステムを構築する場合、移動計算機の位置情報の管理方法と移動計算機が得たデータの配信方法が問題になる。これらを管理する方法として、以下の2つの方法が考えられる。

(1) 集中管理 (図1)

中央の計算機が移動計算機が得たデータの配信と移動計算機の位置情報を管理する。クライアントは中央のサーバーと通信し、移動計算機が得たデータを中央の計算機を介して受け取る。

(2) 位置情報のみを集中管理 (図2)

中央の計算機は移動計算機の位置情報のみを管理し、移動計算機が得たデータは各移動計算機で管理する。クライアントは位置情報管理サーバーから移動計算機を持つデータの位置情報を得て、移動計算機とPeer-to-Peerで通信し、そのデータを直接受け取る。

(1)の方法では、移動計算機はデータの送信機構のみを持つだけでよいが、移動計算機の数に比例して負荷が増加するのでスケーラビリティが無い。また、中央の計算機がクライアントへデータを配信するため、中央の計算機の機能によって情報の発信が制限される。

(2)の方法では、(1)の方法とは逆にスケーラビリティがあり、自由に情報を発信することができる。しかし、移動計算機にはサーバーの機能を持たせなければならぬ。

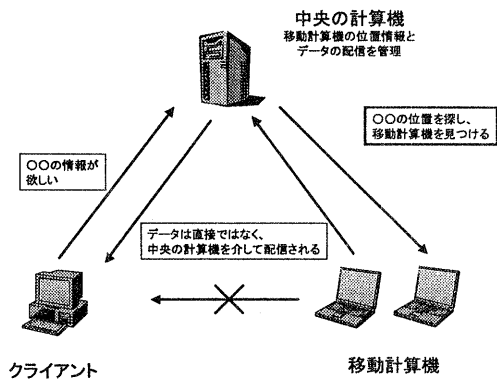


図1 全てを集中管理

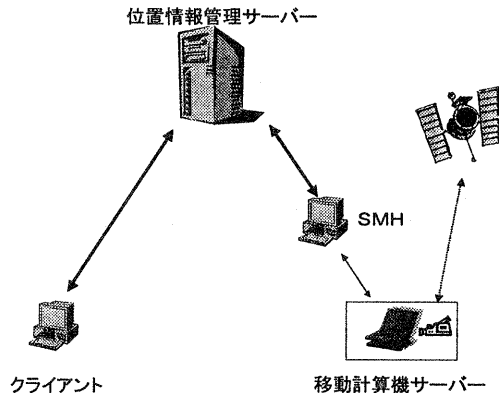


図3 システム構成

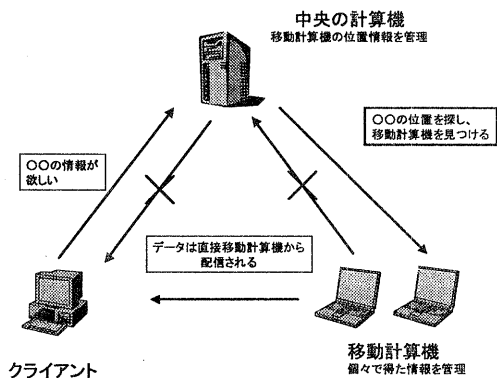


図2 位置情報のみ集中管理

以下、図3中の各部の概要を示す。

- ◇ クライアント
位置情報管理サーバーに地名、もしくは緯度経度を情報を送り、位置依存状況を受け取る。
- ◇ 位置情報管理サーバー
各サーバーの位置、提供する位置依存情報を管理する。また、クライアントからの地名を緯度経度情報に変換し、クライアントの条件に合う移動計算機サーバーの情報を知らせる。
- ◇ SMH(System Mangement Host)
移動計算機の接続状態などを管理する。これを移動計算機サーバーとクライアントの間に置くことにより、移動計算機環境に対処する。
- ◇ 移動計算機サーバー
位置依存情報をクライアントに提供するサーバーで、本システムでは移動計算機を対象としている。位置情報を取得するデバイス (GPS, PHS など) を所有していると仮定する。

本研究ではシステムのスケラビリティと自由な情報発信システムを構築できる点で(2)の方法を採用する。(2)の方法では、移動計算機にサーバーの機能を持たせなければならないが、高性能化しているので、問題ないと考えている。

3.3 情報提供システムの構成

文献1)で述べられている移動計算機からの情報発信 Tool Kit は、移動計算機の不安定なネットワーク帯域を考慮したシステムである。本研究では、この Tool Kit に移動計算機の位置情報を管理する機能を付加し、移動計算機から位置依存情報を発信できるシステムを提案する。提案システムではクライアントが欲しい情報の種類と位置情報を指定することにより、位置情報管理サーバーがその要求を受け、指定された範囲内に存在する移動計算機の持っている情報の種類を表示する。クライアントはその中から欲しい情報を選択し、移動計算機からその情報を直接取得する(図3参照)。

ここで、位置情報を取得するデバイスの精度が問題になる。今回、考えているデバイスの精度は次の通りである。

- ◇ PHS
携帯電話と比べ、PHSは電波が強くないため基地局の範囲が狭い。そこで、PHSを持つユーザーがどの基地局の近辺に存在するかを知ることが可能である。このシステムは、NTTの“いまだこサービス”などで使われており、精度は100m前後となっており、あまり正確ではない。しかし、PHSは屋外での通信メディアとしても使用可能である。

◇ GPS

現在、位置情報を取得するのに最も一般的であるデバイスである。GPSの精度は意図的に精度を落されていたが、2000年の5月2日にそれが緩和された。全ての携帯電話にGPSを搭載するという計画もある。精度は、十数メートル程度であるが、携帯電話の電波の補正情報を用いると約5メートル以内の精度で携帯電話の所在を特定できるようになる。

他にも位置取得デバイスはあるが、本研究では、移動計算機が屋外に存在する環境を想定し、上記の2つのデバイスを用いる。また、本研究で対象にする情報の位置管理には、これらのデバイスの精度で十分であると考えている。

3.4 本システムでのデータフロー

本システムにおける通信の遷移は図4のようになる。

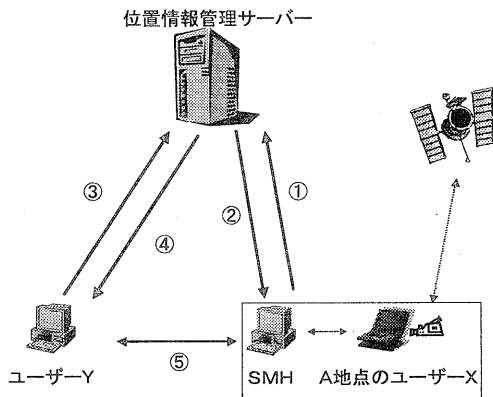


図4 本システムのデータフロー図

例えば、移動計算機のユーザーXがある場所(A地点)にいるとする。

- (1) ユーザーXが本システムを起動すると、A地点の場所と提供するデータの種別が位置情報管理サーバーに登録される。
- (2) 登録後、位置情報管理サーバーから登録のメッセージがユーザーXに送られる
- (3) 本システムを使用しているユーザーYがA地点の情報が欲しいと位置情報管理サーバーに要求する。
- (4) 位置情報管理サーバーでの検索結果がユーザーYに送られる。

- (5) 欲しい情報(今回はユーザーXの移動計算機とする)を選択するとユーザーXの移動計算機からSMHを介して、ユーザーYにA地点の位置依存情報が提供される。

4. 位置情報、位置依存情報の管理機構

移動計算機の位置を管理するシステムとして、本研究では位置情報管理サーバーを中央に置いている。位置情報管理サーバーにより、ユーザーはサーバーとなる移動計算機のネットワーク的、地理的な位置を見つけることができる。また、中央の位置情報管理サーバーはデータを全て管理するのではなく、サーバーとなる移動計算機の位置情報のみを管理している。クライアントに配信するデータは移動計算機によって管理される。本章では位置情報管理サーバーの働きと移動計算機からのデータ配信方法について述べる。

4.1 位置情報管理サーバーの働き

本システムにおける位置情報管理サーバーの働きとしては以下がある。

- (1) 移動計算機の位置情報の管理
- (2) クライアントからの要求に対する処理

まず(1)であるが、位置情報管理サーバー自身が各所に存在する移動計算機を見つけるのは困難であるので、移動計算機が自分の位置を知らせるようにする。その後サービスの停止要求があるまで位置情報を緯度経度で管理する。その緯度経度情報に対応して各移動計算機の位置依存情報を管理する。

(2)としては、クライアントからの要求が緯度経度であるとは限らない。例えば、“奈良先端大”といった地名で要求が来ても対応できるように地名を緯度経度情報に変換できる機能を持たせる。また、クライアントに応答を返す際には、Webシステムにおけるhttpを利用し、移動計算機の所在をURLで返し、データの種別をMIMEを用いて拡張子で見分けるようにする。

4.2 位置情報管理サーバーの機構

前節では位置情報管理サーバーの働きを述べたが、次により詳しい位置情報管理サーバーの仕組みについて考える。

まず、位置情報管理の方法であるが、表1のように移動計算機の位置を管理する。

表1の各エントリーは以下の通りである。

ユーザー名	現在地 (緯度, 経度)	アプリケーション名	URL
X	A 地点の緯度経度	Real Media	rtsp://www.hogehoge.com/~hoge/location_a.rm
Y	B 地点の緯度経度	xanim_web	http://www.maple.com/~map/location_b.mpg
...

表 1 位置管理テーブル

- ◇ ユーザー名
本システムを使用しているユーザーを判別するための名前を示す。
- ◇ 現在地
移動計算機が GPS を用いて得た緯度経度情報を位置情報管理サーバーに一定間隔毎に送信し、更新する。
- ◇ アプリケーション名
MIME タイプによって判別されるアプリケーション名を示す。(例: 拡張子が mpg であれば MPEG の動画)
- ◇ URL
移動計算機上のファイルの場所を示す。

このテーブルにより移動計算機の位置を管理しているので、クライアントは欲しい地域の場所を指定するだけで、その場所の位置依存情報の所在を判別できる。

次に、クライアントからの要求に対する処理を考える。クライアントからの要求としては、緯度経度情報と地名の2通り考えられる。位置情報管理サーバーでは、移動計算機の現在地を緯度経度情報でもって管理しているので、地名で要求されると問題が生じる。しかし、本システムでは位置情報管理サーバー内に地名を緯度経度情報に変換する機構を持たせることによりこの問題点を解決する。位置管理サーバーの機構を図5に示す。図5の“緯度経度変換機構”は、地名や相対位置情報を絶対位置情報に変換する機能を持っている。

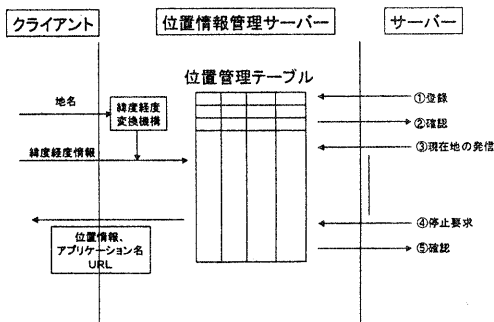


図 5 位置情報管理サーバーの機構

4.3 移動計算機からの情報発信

本システムでは、移動計算機から自由に情報を配信するために各データの配信は中央のサーバーではなく、各移動計算機が行っている。各移動計算機は文献1)で述べられている“移動計算機からの情報発信 ToolKit”を持っている。クライアントは、欲しいデータの URL を指定すると、拡張子により MIME タイプを決定し、対応するアプリケーションを起動する。起動されたアプリケーションは、URL より通信プロトコルを選択し、移動計算機と通信する。これにより、クライアントはデータのタイプと通信プロトコルを自由に選択することが可能になる。

また、移動計算機のネットワーク環境は一般的に不安定であるといえる。この情報発信 ToolKit は移動計算機が分断時には、エージェントである SMH から接続中に作成された複製を送り、再接続されるとレジューム機能が働き前回の続きからデータを配送するといった機能などを持っている。移動計算機からのデータの配信は図6のようになる。

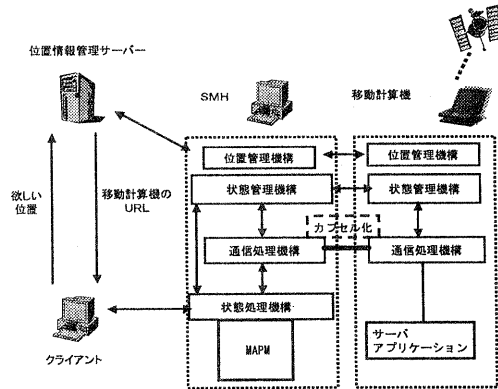


図 6 移動計算機からの情報配信システム

以下、図6の各部を説明する。

- ◇ 状態管理機構
移動計算機とのネットワークの状態を保持し、移動計算機との接続の状態を示す管理ステートを決

定する。

◇ 状態処理機構

移動計算機の管理ステートに従った処理を行う。この処理は提供するアプリケーションによって異なる。この処理を決定するのが、MAPM(Mobile Application Procducing Module)である。

◇ 通信処理機構

移動計算機と SMH 間の通信を管理する。また、移動計算機からの過度の発信を抑制するためにコネクション数を制限し、通信を制御する。

◇ 位置管理機構

移動計算機の現在地を取得し、位置情報管理サーバーに地理的な位置情報を送信する。

5. アプリケーション例

前節までに本システムの構成を述べたが、本節では本システム上でのアプリケーションについて述べる。現在、実装を考えているアプリケーションは“移動計算機からのライブデータ配信サービス”である。このアプリケーションは、様々な場所に存在する移動計算機の地理的位置情報を中央の位置情報管理サーバーが管理する。また、移動計算機はその場所の渋滞情報、イベントの現況などの位置依存情報を個々に管理し、自由に他の利用者に配信する。

5.1 前提条件

まず、本サービスを考えるに当たって、サーバーは移動計算機とし、その他の SMH、位置情報管理サーバー、クライアントは固定のネットワークに接続されている計算機であるとする。

また、このサービスを提供するには、移動計算機が画像を計算機に取り込めるデバイスを持っていないといけない。近年、デジタルビデオカメラも小型化し、簡単に計算機に接続し画像を取り込めるようになっている。計算機にも内蔵されている計算機も発売されているので、困難な事ではない。

サービスを提供されるクライアント側の計算機は、移動計算機から提供される動画などの画像を閲覧するソフトウェアを持っていないといけない。

5.2 仕組み

システム上でのデータの流れは、3.4 節で述べたように、クライアントが位置情報管理サーバーに欲しい場所を指定し、位置情報管理サーバーからデータの所在に関する返信を受ける。そのあと、クライアントは

移動計算機と通信しデータを得る。

しかし、以下の事項を考慮しなければならない。

(1) 移動計算機と SMH、クライアント間の通信プロトコル

今回のアプリケーションは、移動計算機が得た情報を簡易的に生中継するアプリケーションであるので、クライアントはその情報に対して実時間性を求める。

そこで、本アプリケーションでは、遅延の少ない UDP を通信プロトコルとして用いる。また、信頼性確保のために重要な部分には再送しなくてもパケットを復元することができるパリティパケットを利用し通信する²⁾。

(2) ネットワークの状態変化への対応

移動計算機のネットワークは一般に不安定であり、文献 1) ではこれに対処するためにエージェントである SMH を移動計算機とクライアントの間に持っている。

本アプリケーションでは、接続状態の時には通常通り動画を配信する。瞬断時には、SMH のキャッシュに残っている静止画像とメッセージを配信し、分断時にはメッセージのみを送信するように SMH 内の状態処理機構を設定する。

本アプリケーションの構成を図 7 に示す。接続状態では、移動計算機が存在する地点の動画を配信する。SMH が移動計算機とのネットワークの接続状態が不安定であるとわかると、瞬断状態の動作になり、SMH のキャッシュに残っている静止画と不安定であることを示すメッセージを配信する。分断状態になると、SMH からその旨を伝えるメッセージをクライアントに送信する。

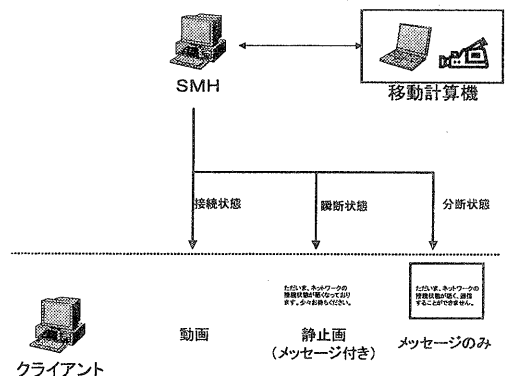


図 7 移動計算機からの生中継サービス

6. 関連研究

文献3)や4)においてインターネットのルーティングにおいて地理的位置情報を用いて、メッセージを送るという研究がなされている。また、文献5)では現実空間での位置とネットワーク間での位置を対応づけるシステムであるGLI(Geographical Location Information)システムが開発されている。本システムにおける地理的な位置情報を管理し、計算機を判別する際に参考にした。しかし、これらの論文は移動計算機環境に考慮していない。本研究では、このような地理的位置情報と携帯性に優れている移動計算機の特性に着目し、移動計算機環境におけるシステムを構築した。

また、文献6)では、位置情報により相手を特定するシステムとしてアドホックネットワーク上でホスト間の相対的な位置関係により送信相手を指定する研究がなされている。このように位置情報を考慮することにより、アドホックネットワークにも適用できると考えている。

7. おわりに

移動計算機から位置依存情報を提供するシステムを提案した。提案システムでは、移動計算機の携帯性に着目し、移動計算機を持つユーザーがその場その場で得た情報をクライアントは場所を指定して享受できる。今後の課題は以下である。

- ◇ システムの実装
本システムの実装はまだできていない。本システムを構築し、その上で実用的なアプリケーションを実装する。
- ◇ 位置情報の指定方法
現在提案している方法では、クライアントが得たい位置依存情報の場所を指定する際には、緯度経度情報といった絶対位置を用いている。位置を指定する際にクライアントと移動計算機サーバーの相対位置を用いる方法も考えられる。これにより、アドホックネットワークへ本システムを適用できる。また、絶対位置情報と相対位置情報を動的に切り替える機構を備えていることが望ましい。
- ◇ 階層構造を持つ位置情報管理機構
本システムでは移動計算機サーバーと位置情報管理サーバーの間にプロキシとなるSMHを持っている。現在の移動計算機からの情報発信 Tool Kit では、ある移動計算機のサーバーのSMHはどこ

に移動しても1つであるが、移動先の近隣SMHに切り替えるという手法が考えられる。つまり、WebにおけるDNSのように位置情報を階層的に管理するという考え方である。それにより、各所にSMHが存在するので各SMHがその範囲内の移動計算機のサーバーを管理すれば位置情報管理サーバーの負荷を減らすことができる。

参考文献

- 1) 田頭 茂明, 最所 圭三, 福田 晃: “移動計算機情報発信のための Tool Kit の評価” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2000), pp. 619-624, 2000
- 2) Saisho, K.: “Highly Reliable Multimedia Data Transmission with Redundancy”, Advanced Database Systems for Integration of Media and User Environments '98, Ed. Y. Kambayashi et al., World Scientific, pp.61-65, 1998
- 3) Thomasz Imielinski and Julio C. Navas. “GPS-Based Addressing and Routing”. RFC 2009, 1996
- 4) Thomasz Imielinski and Julio C. Navas. “Geographic Addressing, Routing, and Resource Discovery with the Global Positioning System”. Communications of ACM Journal, pp.86-92, 1999
- 5) Yasuhito Watanabe, Atsushi Shinozaki, Fumio Teraoka, and Jun Murai. “The Design and Implementation of the Geographical Location Information System”. Inet96, 1996
- 6) 伊藤 英明, 松浦 克海, 田頭 茂明, 佐藤 健哉, 最所 圭三, 福田 晃: “OMUSUBI システムによる Ad Hoc ネットワークでのマルチキャスト通信について” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2000), pp. 205-210, 2000