

無線環境に適した移動計算機位置情報管理機構の評価

島田 秀輝[†] 田頭 茂明^{††}
中西 恒夫[†] 福田 晃^{†††}

移動計算機の高性能化に伴い、移動計算機を用いて情報を共有するシステムが提案されている。我々は、移動先で得る事が可能な位置依存情報に注目し、この位置依存情報を共有するシステムを構築している。提案システムでは、移動計算機の位置を用いて移動計算機を特定し、情報を指定できる枠組みを提供する。無線環境では移動計算機の位置を管理する頻度・契機が問題となるために、本システムでは無線通信部分の管理オーバーヘッドを削減する位置情報管理方式を実現している。本稿では、この提案管理方式を実現するシステムの設計について述べる。また、位置管理ホストを複数台を連携し、移動計算機の位置更新のためのバケット数と検索時間を実験により評価することで、提案方式が無線環境に適することを示す。

Evaluation of a location management system for wireless communicating mobile computers

HIDEKI SHIMADA,[†] SHIGEAKI TAGASHIRA,^{††} TUNEO NAKANISHI[†]
and AKIRA FUKUDA^{†††}

The improvement of mobile computing technologies makes it possible for mobile hosts to acquire information, e.g. location dependent information and personal information. We aim at the implementation of a system software on which mobile hosts can share the information with other hosts. Our proposed system provides a mechanism which can identify hosts by geographic location. An important issue for specifying mobile hosts by geographic location is the overhead of updating their location information. In this paper, we describe a design of our system that presents a location management mechanism to overcome the overhead. Moreover, we build the prototype of our proposed system that cooperate with some location management hosts, and illustrate effectiveness of our proposed system through a experiment.

1. はじめに

近年の移動端末の小型化、高性能化に伴い、移動計算機を用いて情報を発信するシステムが提案、構築されている¹⁾。また、Gnutella、Napsterなどに代表されるPeer-to-Peerコンピューティングなどもクライアント・サーバ型に変わるネットワーク体系として様々な分野で利用されつつある。

一方、デジタルカメラ/ビデオやGPS(Global Positioning System)のような入力デバイスも小型化、高性能化に加えて安価になり、広く一般に普及している。これらのデバイスを用いることで容易に外出先で様々な情報を取得することができ、位置情報を得る事が

できる。それに伴い、位置情報を用いた様々なアプリケーション、システムが提案されている²⁾³⁾。

我々は、場所と時間に強く依存する情報(位置依存情報)に注目し、これらの位置依存情報に関するサービス(位置依存サービス)を、移動計算機環境でPeer-to-Peerで共有するシステム基盤の確立を目指している⁴⁾。

本システムでは、位置で情報を指定する自然なインタフェースをユーザへ提供し、柔軟な情報の共有環境を実現する。また、ユーザの周囲に存在する移動計算機や目的地の移動計算機を検索し、それらが提供するサービス/情報一覧の取得を可能としている。

提案システムでは、位置による検索を実現するために、固定ホストが移動計算機と通信して、移動計算機の位置を管理している。常に正確な位置情報を管理すると、位置情報更新のための通信が頻繁に発生し、移動計算機のデータ発信に影響を与える。特に無線通信環境では、通信帯域や電力を消費する点で非常に深刻な問題となる。

このため提案システムでは、移動計算機の無線通信

[†] 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

^{††} 広島大学大学院工学研究科
Graduate School of Information Engineering, Hi-
roshima University

^{†††} 九州大学大学院システム情報科学研究院
Graduate School of Information Science and Electrical
Engineering, Kyushu University

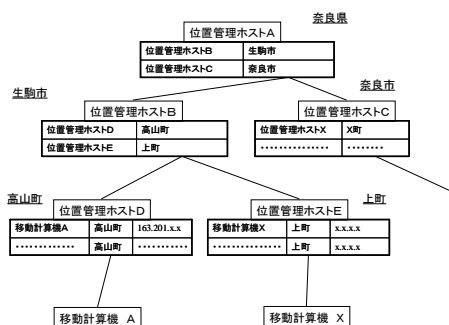


図1 位置管理ホストの階層構造

部分の位置管理オーバーヘッドを削減するために、周期方式・オンデマンド方式を組み合わせた位置情報の管理方式を採用している⁵⁾。本稿では、提案システムを実現する機構の詳細な設計について述べ、⁵⁾のプロトタイプシステムにおいて未実装であった複数の位置管理ホストを連携するための機構を実装し、移動時更新の効果について評価を行った。

2. 提案システムにおける位置情報の更新方式

提案するシステムでは、位置管理に関する特別な基盤設備を想定しておらず、GPSなどの位置取得デバイスと、インターネットへ接続するためのネットワーク機器を、移動計算機が装備することを想定している。このように大規模のインフラを設けないことにより、自由に移動計算機から位置依存情報を提供する枠組みを提供できる。

移動計算機を検索するシステムを実現するには、移動計算機の位置情報を管理/取得する必要がある。一般的な位置情報の管理において、位置管理ホストの負荷を分散することから、位置管理ホストを階層化して管理するモデルが用いられる。例えば、図1のように奈良県を示す最上位層の位置管理ホストが存在し、その下に生駒市のような奈良県下の市の位置管理ホストで階層化する。移動計算機がGPSなどから位置情報を取得し、位置管理ホストへ通知することで、移動計算機の位置情報は管理される。

頻繁に移動すると考えられる移動計算機を正確に管理するためには、位置管理ホストへ位置情報を通知/更新する時期が重要な項目となる。ここで、移動計算機環境で利用できる位置情報の更新方式について以下に示す。

周期更新方式 位置管理ホストは、常に移動計算機の位置情報を管理しており、位置情報を一定間隔で更新する。このため、あらかじめ位置情報を更新しているので、クライアントからの要求に対して、高速に対応できる。

位置情報の精度は、周期間隔に依存する。周期間隔を短くすると、位置管理のための位置管理パケットが増大するが、正確な位置情報を管理できる。逆に、周期間隔を長くすると、位置管理パケットを削減できるが、正確な位置情報を管理することができない。

また、ある管理ホストの位置情報が複数更新されても、上位層の管理ホストへは一括で更新するために、上位層の管理ホストでの輻輳を回避できる。よって、大規模システムなシステムに適しているといえる。

移動時更新方式 システムが定義するエリアをまたがり、移動計算機が移動をする際に位置情報を更新する。周期更新方式の場合と同様に、常に位置管理ホストは移動計算機の位置情報を管理しており、クライアントからの要求に対して、高速に対応できる。

周期更新方式に比べて、更新がない場合の無駄な位置管理パケットを削減できるが、頻繁に移動する場合は、逆に位置管理パケットが増大する。位置情報の精度は、エリアのサイズに依存する。小さいサイズでは、位置情報を通知することで、高い精度の位置情報を管理できるが、位置管理パケットが増大する。逆に、大きいサイズでは、位置管理パケットを削減できるが、精度の低い位置情報しか管理できない。

また、下位層の管理ホストから上位層の管理ホストまで直接更新が伝播するために、上位層の管理ホストにおいて輻輳が起こる可能性がある。

オンデマンド更新方式 クライアントが要求するときに、管理ホストが位置管理パケットを送出し移動計算機の位置情報を更新する。すべての管理する移動計算機へ位置管理パケットを送出するために、クライアントからの要求に対する移動計算機の検索に遅延が発生する。しかし、クライアントの要求時にのみ、移動計算機は位置管理パケットを送出するので、位置管理パケットを抑えることができる。

また、移動計算機の数とクライアントの要求数が多くなると性能が悪化するために、大規模なシステムに向かず小規模なシステムに適していると考えられる。

移動計算機環境を想定した位置管理システムを構築する場合、出来る限り無線接続部分における位置管理パケットを削減し、正確な位置情報を管理する更新方式が必要である。このため我々は、移動計算機環境でよく用いられるネットワークの接続モデルを考慮し、図2のように、上述した更新方式を組み合わせた方式

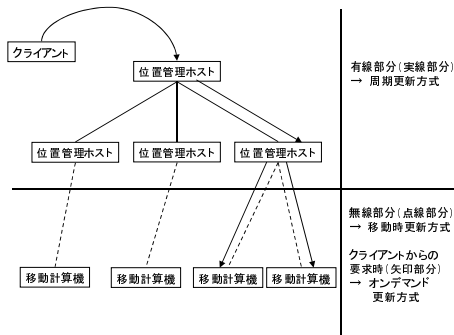


図 2 提案システムにおける位置情報の更新方式

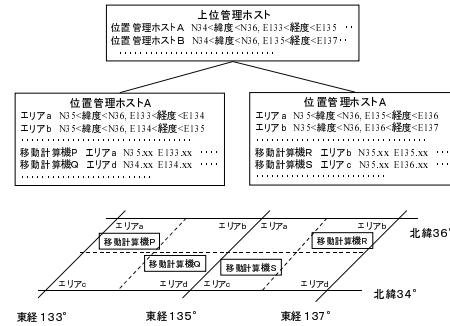


図 3 位置情報管理機構の概要

を提案する。

正確な位置情報が必要になるのは、ユーザの要求時であることに着目した。具体的に説明すると、通常時は、低い精度で移動計算機の位置情報を周期更新方式、移動時更新方式を用いて管理し、ユーザの要求時に正確な位置情報をオンデマンド時更新方式で取得する仕組みである。

提案方式では、通常時の更新方式を通信を行う計算機 の特性に合わせて変更している。有線で接続されている位置管理ホスト間では、位置管理ホストは固定の計算機であり、また大規模システムであるので、周期更新方式を用いて更新を行う。有線のネットワークは安定していると考えられるので、頻繁に更新を行っても問題はないと考えられる。無線で接続されている移動計算機と位置管理ホスト間では、移動計算機の可搬性に注目し、管理エリア単位での移動時更新方式を用いて更新を行う。無線ネットワークは有線の場合と比べ、不安定であると考えられるので、更新パケットを減少させるために、管理エリア単位でおおまかに管理を行う。

また、移動時更新方式では、低い精度で移動計算機の位置情報を管理するので、位置管理パケットを削減できる。このため移動計算機の正確な位置情報を管理できなくなるが、オンデマンド時更新を併用しているために、ユーザの要求時には正確な位置情報を取得できる。オンデマンド時更新では、大規模なシステムでは遅延などの問題を持つが、ここでのオンデマンド時更新は、対象となる移動計算機が、移動時更新方式により低い精度の範囲まで絞れているために、問題にならない。

このように、各更新方式の長所を考慮し、提案システムのネットワーク形態の性質に適応することで、無線通信部分の管理オーバーヘッドを削減する。

3. 位置情報管理システムの設計

本章では、位置情報管理システムの設計について示

す。位置情報管理システムは、位置依存サービスを提供する移動計算機サーバとその地理的位置情報を管理する位置管理ホストで構成される。提案する位置情報管理システムは、第 2 章で説明した管理方式を用いて、移動計算機の位置を管理する。

位置情報管理システムでは、図 3 に示すように、固定計算機である位置管理ホストを有線リンクで互いに接続する。位置管理ホストは移動計算機の位置情報をクライアントに対して提供する。位置管理ホストは 2 階層の階層構造で構成されており、上位の位置管理ホストは下位の位置管理ホストの情報をデータベースで管理する。また、下位の位置管理ホストは移動計算機の位置情報のデータベースを管理する。各位置管理ホストは、複数の管理エリアを持つ。

3.1 位置情報の獲得処理

クライアントが移動計算機の位置情報を取得するまでの流れについて示す、

- (1) クライアントは、まず欲しいエリア (例えば奈良県生駒市高山町の奈良先端大) の位置情報を上位の位置管理ホストに送信する。
- (2) クライアントからの要求を受け取った上位の位置管理ホストは、要求された位置情報をもとにデータベースから下位の位置管理ホストを検索する。要求である奈良県生駒市を管理する下位の位置管理ホストを見つけると、その下位の位置管理ホストに対してクライアントの要求を転送する。
- (3) 奈良県生駒市を管理する下位の位置管理ホストは、要求される位置情報に該当する管理エリア (高山町) を見つけ出し、データベースから管理エリア (高山町) 内の移動計算機を検索する。検索結果の移動計算機へ正確な位置情報を問い合わせる。
- (4) 管理エリア (高山町) 内のすべての移動計算機から位置情報を取得した後、要求 (奈良先端大) に該当する移動計算機を絞り、結果をクライア

ントへ返す。

このように、あらかじめ更新された位置データベースを用いて管理エリアを絞り、クライアントからの要求時に、オンデマンド時更新により正確な位置情報を取得して、検索に該当する移動計算機を見つけ出す。

以上の処理を実現するためには、事前に位置データベースを更新する位置ホスト間での周期更新処理と、移動計算機における移動時更新処理が必要である。これらの2つの処理について次節で示す。

3.2 位置ホスト間での周期更新処理

位置管理ホスト間で位置情報を周期更新方式を用いて更新する。まず、位置管理システムの構成について述べる。階層構造に配置されている位置管理ホストには、上位の物と下位の物が存在する。上位のホストと下位の位置管理ホストでは、働きが異なる。各位置管理ホストの働きをまとめると、以下のようになる。

上位管理ホスト 上位管理ホストは、下位管理ホストの管理エリア、下位管理ホストが管理する移動計算機数をデータベースで管理している。上位管理ホストが1台であると、スケーラビリティが低下するので、複数台用意し複製を持たせる。データベースのエントリーとしては、下位の位置管理ホストのIPアドレス・管理エリア(緯度経度)・移動計算機数である。周期更新方式を用いて下位管理ホストと通信を行い、データベースの更新を行う。

下位管理ホスト 下位管理ホストは、管理エリア内に存在し登録が行われた移動計算機の位置情報をデータベースで管理する。管理エリアは、複数の規模の小さいエリアに分かれており、そのエリアごとに移動計算機の検索が可能である。

下位管理ホストが持つデータベースのエントリーとしては、移動計算機を識別するためのIPアドレス、位置情報である緯度・経度情報、サービス情報である。

周期管理方式を用いて上位の管理ホストと通信を行い、データベースの更新を行う。

3.3 移動計算機における移動時更新処理

移動計算機上で実装する移動時更新処理の仕組みについて示す。

まず最初に、移動計算機の位置管理ホストへ初期登録/終了処理について述べる。これにより、移動計算機のサービスが開始/終了することをユーザへ通知することになる。以下にその手順について説明する。

(1) 移動計算機は、上位の位置管理ホストに対して、登録要求を送信する。

(2) 上位の位置管理ホストは、移動計算機からの要

求を受け取ると、要求内の緯度経度情報を元に下位の位置管理ホストのデータベースを検索し、要求のエリアを管理する位置管理ホストに移動計算機の要求を送信する。

(3) 上位の位置管理ホストから要求を受け取った下位の位置管理ホストはデータベースに登録を行い、確認メッセージを移動計算機に送信する。確認メッセージ内には、登録された位置管理ホストの管理エリアの範囲に加え、管理エリア内の小エリアの情報が含まれている。

(4) 以後、登録後は管理されている下位の管理ホストと直接通信を行い、データベースの更新を行う。

(5) 最後に、移動計算機がサービス供給を終了する際には、現在地を管理する下位の位置管理ホストに登録停止要求を送信する。すると、下位の位置管理ホストはデータベースから移動計算機のエントリーを消去し、完了メッセージを移動計算機に送信する。

ある下位の位置管理ホストに登録を行った移動計算機は、現在の位置管理ホストの管理エリア外への移動、もしくは小エリア間の移動が考えられる。これにより、移動時更新処理を実行する。以下に、管理エリア外に移動したときの処理の流れについて説明する。

(1) 移動計算機 A は位置管理ホスト X に登録をされており、位置管理ホスト X の管理エリアの情報を持っている。そして、移動計算機 A が管理エリア外に出る。

(2) 次に、移動計算機 A は位置管理ホスト X に対して、登録停止要求を送信する。この登録停止要求には、移動計算機の現在地の緯度・経度情報が含まれている。

(3) 位置管理ホスト X は、移動計算機からの要求を受け、緯度・経度情報を上位の位置管理ホストに送信し、そのエリアを管理している位置管理ホスト Y の情報を取得する。

(4) 位置管理ホスト X は、移動計算機 A に完了メッセージを送信する。この完了メッセージには、管理ホスト Y の情報が含まれている。

(5) そして、位置管理ホスト X は、データベース内の移動計算機 A の情報を位置管理ホスト Y に送信し、位置管理ホスト X は移動計算機 A のエントリーを消去する。

(6) 位置管理ホスト X からのメッセージを受け取った位置管理ホスト Y は、データベースに移動計算機 A の情報を登録し、管理エリア内の小エリアの情報を移動計算機 A に送信する。

4. システム構成

提案システムでは、上位の位置管理ホスト (U-LMH), 下位の位置管理ホスト (L-LMH) で移動計算機の位置情報を管理する。図 4 のように、U-LMH 内の位置情報管理機構は以下の機構で構成される。

L-LMH データベース

L-LMH の情報を管理するデータベースファイル・エントリは、L-LMH の IP アドレス・管理エリア・登録移動計算機数である。

データベース管理機構

L-LMH と一定周期で通信を行い、データベース内の移動計算機数を更新する機構。また、U-LMH 間で L-LMH データベースの一定周期で同期をとる。

受付機構

移動計算機、クライアントからの要求を受け付ける機構。L-LMH データベースを検索し、要求のエリアを管理する L-LMH に要求を送信する。

同じく、図 5 のように、L-LMH 内の位置情報管理機構は以下の機構で構成される。

受付機構

U-LMH から送信される移動計算機、クライアントからの要求を受け付ける機構。移動計算機からの要求は登録機構へ渡し、クライアントからの要求は移動計算機処理機構へ渡す。

移動計算機データベース

登録されている移動計算機を管理するデータベース。L-LMH は、管理エリアを分割し、小エリアに区切り、その小エリアごとの移動計算機データベースをも持つ。エントリは、移動計算機の IP アドレス・位置情報 (緯度・経度)・URI である。

データベース管理機構

周期的に U-LMH と通信を行い、登録されている移動計算機数を送信する機構。加えて、移動計算機から登録停止要求を受信し、U-LMH のデータベース管理機構と通信を行い対応する。

登録機構

受付機構から移動計算機の登録要求を受け、移動計算機データベースに登録する機構。

移動計算機管理機構

受付機構からクライアントの登録要求を受け、小エリア内の登録されている移動計算機全体に現在地を要求し、移動計算機データベースの更新・検索を行い、検索結果をクライアントに返す機構。以下において、各機構の設計について説明する。

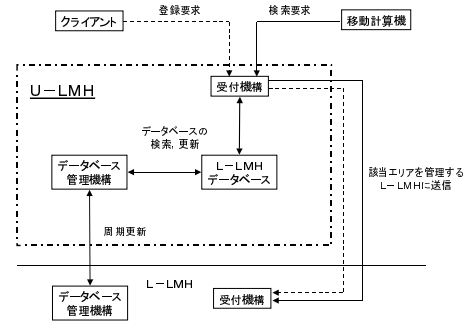


図 4 U-LMH 内の機構

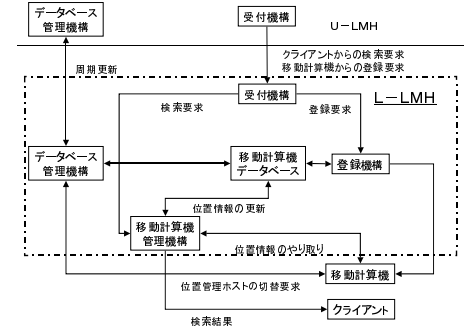


図 5 L-LMH 内の機構

4.1 上位位置管理ホスト (U-LMH)

図 4 のように、上位位置管理ホスト (Upper Location Management Host) は、受付機構、L-LMH データベース、データベース管理機構の機構で構成される。以下において、各機構について説明する。

4.1.1 受付機構

移動計算機からの登録要求、クライアントからの検索要求を受け付ける機構である。両要求ともに、要求内の緯度・経度情報を元に、L-LMH データベースを検索し、該当するエリアを管理する L-LMH に要求を送信する。

4.1.2 L-LMH データベース

下位管理ホストである L-LMH の情報をデータベースで管理する。データベースのエントリとしては、L-LMH の IP アドレス、管理エリア、登録されている移動計算機である。データベースが更新される要因としては次の 2 つが挙げられる。

1. U-LMH, L-LMH 間の周期更新

U-LMH は、L-LMH と周期的に通信を行い、L-LMH に登録されている移動計算機数を管理している。そのため、L-LMH と通信を行うと、データベースの更新が行われる。

2. U-LMH 間の周期更新

スケラビリティの問題上、提案システムでは U-LMH を複数台用い、各 U-LMH は同じ L-LMH のデータベースを持たせている。そのため、一部の U-LMH のデータベースが更新されるとデータベースに違いが生じるので、一定周期で同期をとり、データベースを更新する。

4.1.3 データベース管理機構

データベース管理機構は、U-LMH が持つ L-LMH データベースの同期など、他の LMH と通信を行い、データベースを管理する機構である。具体的な機能としては、以下の物が挙げられる。

1. U-LMH とのデータベースの同期

複数台存在する U-LMH 間で通信を行い、管理する L-LMH データベースの同期を取る。一定周期で同期をとるが、全てのデータベースを送受信し、同期を取ると効率が悪いので、変更のあったエントリのみを送信し、データ量を減少させる。

2. L-LMH からの更新処理

U-LMH は、L-LMH と一定周期で通信を行い、データベースのエントリである移動計算機数の更新を行う。このように移動計算機数を周期的に更新することにより、各 L-LMH の管理しているデータベースのサイズがわかり、管理エリアの変換などに用いることが可能となる。

3. L-LMH からの管理ホスト切替え処理

移動計算機が管理ホストを切替える時、L-LMH のデータベース管理機構から L-LMH のデータベース管理機構に切替え要求が送信される。要求を受け、データベース管理機構は L-LMH データベースを検索し、移動計算機の移動先のエリアを管理する U-LMH の情報を取得し、要求のあった L-LMH にその情報を送信する。

4.2 下位位置管理ホスト (L-LMH)

図 5 のように、下位位置管理ホスト (Lower Location Management Host) は、受付機構、移動計算機データベース、データベース管理機構、登録機構、移動計算機管理機構で構成される。各機構の働きについて、以下に説明する。

4.2.1 受付機構

U-LMH から送られる移動計算機の登録要求、クライアントの検索要求を受け付ける機構。移動計算機の登録要求であれば、登録機構へ要求を送信する。また、クライアントからの検索要求であれば、移動計算機管理機構へ要求を送信する。

4.2.2 移動計算機データベース

登録が行われた管理エリア内に存在する移動計算機の情報管理するデータベース。位置管理ホストでは、移動計算機の持つ位置依存情報そのものではなく、データの所在のみを管理し、位置依存情報その物は、移動計算機とクライアントが Peer to Peer で通信を行いデータをやり取りする。データベースのエントリとしては、移動計算機の IP アドレス、位置情報、URI である。このデータベースが更新される事象としては以下の事柄が挙げられる。

1. クライアントから検索要求があった場合

クライアントから U-LMH に検索要求があると、L-LMH の送られ、移動計算機管理機構によって登録下の移動計算機に現在地を要求する。移動計算機から応答が返ってくると、位置情報管理機構は、移動計算機データベースを更新し、位置情報を最新の位置情報に更新する。

2. 登録されている移動計算機が管理エリア外に出た場合

登録されている移動計算機が管理エリア外に出ると、位置管理ホストを切替えなければならない。移動計算機は管理エリア外に出ると、L-LMH に登録停止要求を送信し、その要求を受け、データベース管理機構によって、その移動計算機のデータを消去し、移動先の L-LMH にそのデータベースを送信する。

同様に移動計算機が管理エリア内に移動した時も、移動計算機データベースは更新される。

4.2.3 データベース管理機構

移動計算機データベースの更新など、他の LMH と通信を行いデータベースを更新する機構である。この機構の働きとして、一つ目に U-LMH との通信が挙げられる。U-LMH は、移動計算機データベースに L-LMH の登録移動計算機数を管理しているが、移動計算機の移動などによって、移動計算機数が変わるので、更新を行わなければならない。この更新作業をデータベース管理機構間で通信を行い実行する。

二つ目の機能としては、移動計算機の移動に伴うデータベースの管理である。移動計算機が管理エリアを出ると、その移動計算機のデータベース内のエントリを消去し、移動先を管理する L-LMH に移動計算機の情報を送信する。

4.2.4 登録機構

新規の移動計算機の登録を行う機構である。U-LMH からの移動計算機登録要求を受け、移動計算機の情報

をデータベースに登録する。また、移動計算機への応答メッセージとして、登録した U-LMH の管理エリアの情報を移動計算機に送信する。これにより、移動計算機自身が管理エリア内にあるかどうかをわけることができ、位置管理ホストの切替を明確にする。

4.2.5 移動計算機管理機構

移動計算機に対して、現在地を要求し、データベースを更新する機構。現在地を要求するタイミングであるが、これはクライアントからの検索要求が U-LMH から送信され、L-LMH の受付機構が受信し、受付機構から移動計算機管理機構に発信要求が送られる。このように、クライアントからの要求があった時のみ、現在地を移動計算機に要求することにより、移動計算機からの更新パケット数を削減できる。

5. 実験と評価

提案システムの有効性を調べるために位置情報管理機構のプロトタイプ上において、実験を行った。特に複数の位置管理ホストを連携することによる移動時更新の効果について、位置情報の管理バケット数と検索時間の側面から評価した。実験においては、提案システムと、位置管理ホストと移動計算機間で周期的に位置情報を更新する方式を比較した。

5.1 評価方法、実験環境

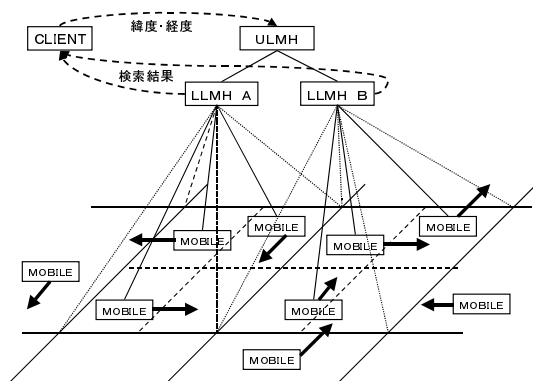


図 6 評価モデル

実験環境であるが、クライアントと U-LMH 間には有線のネットワーク (帯域 100M)、L-LMH と移動計算機間は無線のネットワーク (帯域 11M) で構成されるネットワーク環境で行った。今回の実験においては、クライアント、移動計算機は各 1 台で複数台の計算機からの情報発信を仮想的に行った。

設計を行った位置情報管理システムは、図 6 のよ

うに、上位位置管理ホスト (U-LMH) を 1 台、下位位置管理ホスト (L-LMH) を 2 台を連携させている。各 L-LMH はそれぞれ異なったエリアを管理しており、それぞれ同じ大きさの仮想的なエリアを管理しているものとする。各管理エリアは、図 6 内の点線で区切られた 4 個のエリアに区切られ、L-LMH はこのエリアごとに通常時は、大まかに移動計算機を管理している。また、移動計算機は、各管理エリア内にランダムに初期配置され、一定の速さでランダムな方向に移動計算機を移動しているものとする。

5.2 実験結果、考察

移動計算機が L-LMH へ位置情報更新のために送信した平均パケット数を計測した。クライアントからの要求回数が 50, 100 の場合における結果を、それぞれ図 7, 図 8 に示す。また、クライアントが U-LMH へ要求を出してから検索結果を得るまでの平均時間を計測した。クライアントからの要求回数が 50, 100 の場合における結果を、それぞれ図 9, 図 10 に示す。

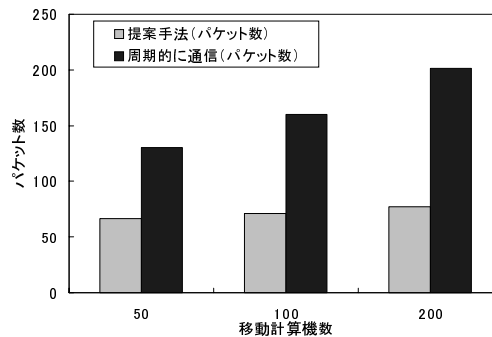


図 7 位置情報管理のための平均更新パケット数 (要求回数 50 の場合)

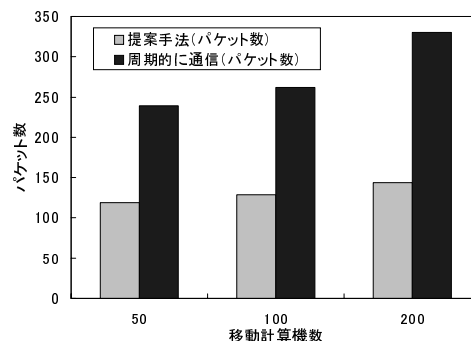


図 8 位置情報管理のための平均更新パケット数 (要求回数 100 の場合)

L-LMH への更新のためのパケット数であるが、図

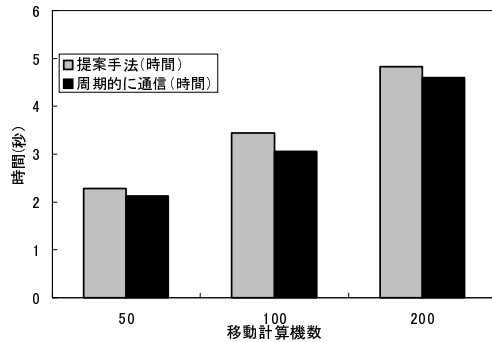


図 9 平均検索時間 (要求回数 50 の場合)

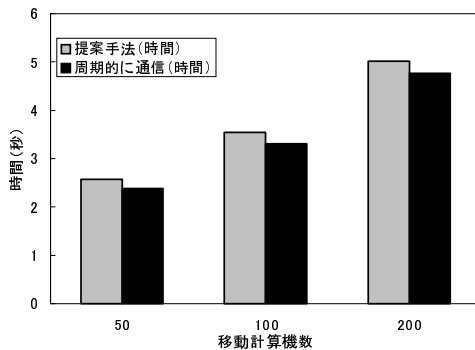


図 10 平均検索時間 (要求回数 100 の場合)

7, 図 8 から, 提案手法の方が周期的に通信する方式に比べ, 約 0.5 倍程度に減少している。また, 検索時間であるが, 図 9, 図 10 から提案方式のほうが, 周期的に通信を行う方式よりも約 1.1 倍程度に増加している。

本稿におけるプロトタイプでは, 移動計算機の移動に伴う移動時更新を実装している。各下位位置管理ホストは, 図 6 内の点線で区切られた 4 個の小管理エリアごとに, おおまかに移動計算機の位置情報を管理している。このため, 管理下の移動計算機全体に更新パケットを送るのではなく, 要求のあった小エリア内に存在する移動計算機の位置情報のみを更新できるので, 検索時間が周期更新方式と遜色の無い結果を得る事ができている。

6. おわりに

ユーザが位置情報で移動計算機を効率良く検索できる位置情報管理システムを提案し, 提案システム的设计について述べた。本システムでは, 移動計算機環境を想定するために, 無線通信部分における位置管理のオーバーヘッドを極力削減する位置更新方式を提供する仕組みを用いている。

提案更新方式では, ユーザが要求する時のみ正確な位置情報が必要であることに着目し, 通常時は移動

計算機を精度の低い位置情報で管理することで位置管理パケットを削減し, ユーザからの要求時(オンデマンド時)に, 移動計算機の正確な位置情報を更新する。これらにより, 最小限の位置管理パケットで, 正確な位置情報の管理を実現している。

また, 本システムの有効性を示すために, 位置情報管理機構を実装し, 複数台の位置管理ホストを連携し, 実験を行った。実験結果より, 周期的に位置管理ホストと通信を行う場合に比べ, 位置情報管理のためのパケット数が平均して約半分になり, 検索時間もあまり増加せず, 移動時更新を用いた提案方式が有効であることがわかった。

今後の課題としては, 管理エリアのサイズや移動計算機の移動速度に関する本システムの詳細な評価を行う予定である。また, 管理エリアのサイズを動的に変更できる機構を追加して, さらに効率的なシステムを実現する。さらに, 実際の Peer-to-Peer 環境において本システムの運用を検討している。

参考文献

- 1) 田頭 茂明, 安田 修, 最所 圭三, 福田 晃: “ 移動計算機情報発信環境のための Toolkit の設計と実装 ”, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.6, pp.1640-1650, 2000 .
- 2) Yasuhito Watanabe, Atsushi Shinozaki, Fumio Teraoka, and Jun Murai: The Design and Implementation of the Geographical Location Information System, Proc. Inet96. Internet Society (1996).
- 3) Tomasz Imielinski and Julio C . Navas: Geographical Addressing, Routing, and Resource Discovery with the Global Positioning System, Communications of ACM Journal, pp. 86-92 (1999).
- 4) H. Shimada, S. Tagashira, T. Nakanishi, and A. Fukuda, “Design and Implementation of Location Management System for Mobile Servers,” Proc. the 2001 Int'l Conf. on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, pp. 1000-1005 (2001).
- 5) 島田 秀輝, 田頭 茂明, 最所 圭三, 福田 晃: “ 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 ”, 情報処理学会 モバイルコンピューティングとワイヤレス通信研究会, pp.23-30, 2001 .