

LBS のための基盤技術

瀬崎 薫
生産技術研究所

概要

本研究では、コンテキストアウェアなサービスの中核をなす LBS (Location Based Services) のための基盤技術の開発を行っている。本年度は、特にユーザモビリティモデルの構築と省電力化の種々の技法について検討を行った。

1 はじめに

ユビキタスコンピューティングの実現のためには、ユーザの環境情報の総体からコンテキストを取得し、必要なときに必要なサービスを提供する枠組みが必要となる。コンテキストは、ユーザに直接関連するコンテキストと、その周辺のコンテキストに分けられる。ユーザに直接関連するコンテキストは、技術的な条件であるユーザ位置や端末に関するコンテキストと、利用目的に関するコンテキストにさらに分けられる。後者は、より人間行動的、社会的な視点に立脚したコンテキストである。ユーザの周辺に関するコンテキストは周辺環境コンテキストとも呼ぶことができる。これは利用者を取り巻く空間構成、店舗や施設の配置から、通信環境、測位環境などまで多岐にわたる。

我々は、図 1 に示すようにコンテキストに応じて、サービスとして提供する情報の形態、内容を変化させる機能として LOS (Levels of Service) という概念を提唱し、LOS に立脚したサービス構築を目指している。

Mark Wiser がユビキタスコンピューティングの概念を提唱したときから、「最も重要なコンテク

・ コンテキストに応じた Levels of Service の選択

– ユーザコンテキスト

・ 物理的なコンテキスト

端末性能、帯域

位置、方向、移動速度、視野の広さ

・ 利用目的コンテキスト

– 活動目的 (散策、待ち合わせ…)

個人属性 (選好 (老人、子供、外国人…))

– 環境コンテキスト

・ 通信・測位環境など

・ LOS 選択のためのコンテキストの記述方法

LOSML (LOS Mark-up Language)

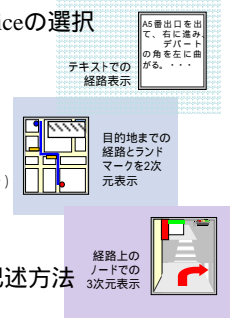


図 1 LOS の概念

ストは位置情報である」ということが指摘され続けてきた。このような観点から、我々はコンテキストの中でも特に位置情報に依存したサービスである LBS (Location Based Services) の開発に注力している。(なお、LBS は ISO/TC211 でもその概念スキーマの標準化が進行しており、本プロジェクトの一環として我々も標準化に参画している。)

LBS は、初歩的なカーナビゲーションシステムのように単独の形で提供することも不可能ではないが、より高度なサービスを展開していくためには、アプリケーションを構成する端末間や、端末とサーバの間で情報をやりとりするためのネットワークが必須となる。

LBS を構成するネットワークインフラとしては、携帯電話ネットワークや無線 LAN のホット

スポットサービス等既存の無線ネットワークを利用することが出来よう。しかしながら、屋外・屋内を問わず、また平常時・災害時を問わず、即ち、空間的・時間的にシームレスに LBS を展開するためには、これらのネットワークを補完する新たなネットワークの導入を図る必要がある。

このような観点から、我々はインフラに対する追加投資がほぼ不要であり、安価に LBS を提供できる範囲を拡張出来る柔軟性をもつアドホックネットワークの LBS への応用を検討している。

2 位置情報のネットワーク制御への利用

LBS を提供するためには、端末の位置が何らかの手法により把握出来ていることが前提となる。これには既に商用化されている GPS 内蔵携帯等を仮定することも出来るし、測位衛星を用いることの出来ないエリアなどでは、ID タグとリーダによる位置の同定を行うことも可能となる。更に、地図情報とのマップマッチングや、より高度のコンテキストを把握することが出来れば、これらの情報を統合的に解釈し、より精度の高い位置情報を把握することが出来る。また、歩行者のこれまでの軌跡やより高度の行動履歴から、端末の現在の位置のみならず、将来の位置を精度良く予測することも可能となる。これによって、無線 LAN のローミングや異種ネットワーク間の垂直ハンドオーバーをよりシームレスに行うことが可能となる。即ちネットワーク間を越えた LOS の制御が可能となる。更にはより高度に利用者の将来の LOS を察知して、予測的にサービスあるいはサービスインタフェースを提供するプロアクティブなサービス提供をする基盤ともなるであろう。

一方、位置情報機能を付加すること自体は技術・コスト面では問題とならなくなりつつある。



図 2 位置情報に基づくルート構築の実証実験

従って、LBS 基盤となるアドホックネットワークを構成するほとんど全ての端末が位置情報を入手可能であると考えるのが自然である。従って、単に位置情報を LBS のために用いるだけでなく、逆にアドホックネットワークの制御に用いることは自然の流れである。

昨年度は、このような観点から、位置情報をアドホックネットワークのルート構築に用いる新たな手法として、楕円体を用いて経路候補を絞り込んで行く新たな手法を提案した。(1)

本年度はこの手法を昨年度の 3 次元空間でも適用可能である IEEE802.11b 無線 LAN を用いた実証実験を行った。図 P 2 に示すように PC 端末に GPS と上記ルート構築アルゴリズムを実装し、1 ホップでは到達しえない距離と障害物環境下で複数台の PC 間でのマルチホップリンクを確立させた。また、このリンク上で Real Player による Streaming Application が円滑に動作することを確認している。更に車々間マルチホップアドホックネットワークへの展開を目指し、上記システムの 10km/hour の低速走行時でのリンク接

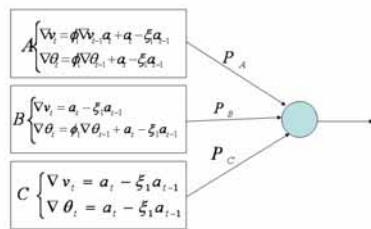


図 3 AR 過程複合型モビリティモデル

続を確認した。

3 モビリティモデルと位置予測 [1]

従来、アドホックネットワークの性能評価においては、端末のモビリティモデルとして、Random Way Point と呼ばれる単純なモデルが用いられてきた。これは、端末がある地点から別の地点まで等速度運動し、一定期間停止するという動作を繰り返すものである。しかしながら、歩行者の実際の動線を解析すると、空間移動はランダムではなく、このモデルは現実を反映しているとは言い難い。

我々は、よりアドホックネットワークの性能評価に適したモデルの構築を目指すと共に、このモビリティモデルを基に将来の端末位置を予測することを検討している。

関連研究室の協力を得て、散策行動、駅、展示会場など様々なコンテキストにおける歩行者動線データを取得した。その結果を様々なモデルにあてはめて、現在その適合性を検討している段階である。

モデルの正確性とシミュレーションの容易性・汎用性はトレードオフの関係にあるため、必ずしも正確なモデルが好ましいとは限らないが、例えば現在のところ、図3のA,B,C に示すように

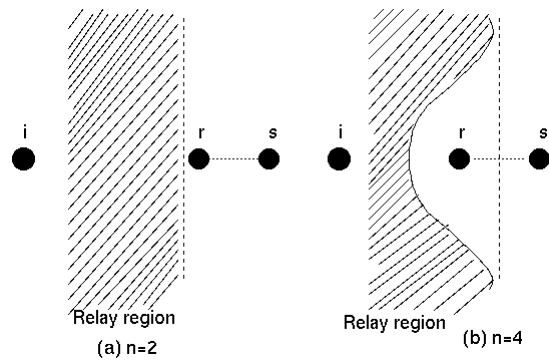


図 4 べき乗減衰型パソロスモデルの場合のリレーリージョン

速さと方向がそれぞれ、AR(Auto Regressive)モデルで推移するモデルを基本とし、これらのARモデルがある滞在時間分布の元で切り替わっていくモデルが有望であると考えている。現在、数種のモデルを比較検討し、モビリティモデルに基づく予測に基づき、ルート変更をネットワークポロジジーが変更される前に防衛的に行い、リンク切断に伴う遅延変動を大幅に低減する手法の検討を行っている他、より高度なプロアクティブサービス提供のための枠組みの構築を行っている。

4 省電力化の方策 [2]

LBS で用いられる端末は携帯型であることが仮定されるので、外部電源を用いる場合は少ない。従って、実用的なレベルまでシステムの寿命を延ばすためにはアドホックネットワークの省電力化を図る必要がある。既に述べたルート構築時の制御パケットの抑制はこのための手段の一つであるとも言える。この他にも電力消費の少ない経路選択を行うことも有効である。

今、端末間の距離を d とし、無線のパソロス

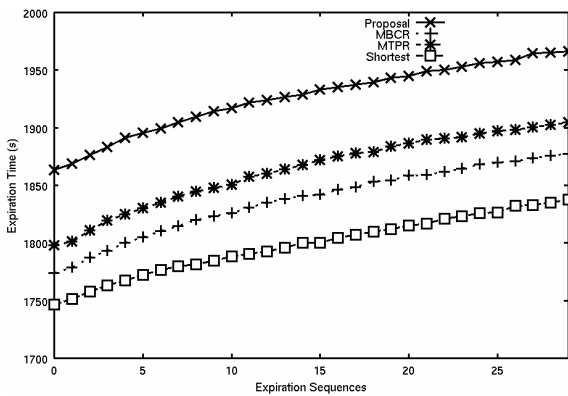


図 5 省電力ルーチングアルゴリズムの特性評価

モデルが $p \sim 1/d^k$ に従い、端末の消費電力も p に比例するものとする。送信端末は、無駄な電力消費を避けるため、原則として送信電力を絞り受信端末に必要なかつ十分な電力で送信を行うものとする。

以上の仮定の下で図4の送信ノード s から受信ノード i への送信を行う。直感的には、中継ノードを経ずに直接受信ノードへ送信を行った方が電力消費の観点からも有利に思われるが、実際には総電力消費は中継ノード r で中継を行ったほうが少なくなる場合がある。中継ノードが図中の斜線領域に存在する場合はこれに相当する。この考え方でルートを選択する方式が MTPR (Minimum Total Transmission Power Routing) である。

しかしながら、この方式では、特定の経路が選択される確率が高くなるため、電池寿命が不均一となり、ある時点からネットワークの接続性が急激に劣化する。一方、残余電力が最も十分残っているノードを経由するルートを選択すると、電池寿命は均一化する。これが MBCR (Minimum Battery Cost Routing) である。しかしながら、この方法ではシステムとしての寿命

は小さくなってしまふ。我々は、この2つの矛盾する要求を巧妙にバランスさせるアルゴリズムである Min-Max Battery Cost Routing を開発した。本アルゴリズムは GPSR の Greedy Forwarding をベースとするものであるが、各ノードの残余電力量に応じて適応的にルーチング制御を行う工夫を施している。

図5は、電池切れとなる順に電池寿命をを並べたものである。提案手法は、MTPR, MBCR に比べ、もっとも早く電池寿命が尽きるノードが最も遅くなるなど、電池寿命の均一化と長寿命化の両者を実現している。

文献

- [1] W. Creixell and K. Sezaki, Mobility Model for Ad Hoc Networks based on Experimental Data
5th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT), 2003.11
- [2] Shojiro Takeuchi, Kosuke Yamazaki, Kaoru Sezaki and Yasuhiko Yasuda "Geographical Forwarding with Adaptive Transmission Power Control in Mobile Ad Hoc Networks", 8th International Workshop on Mobile Multimedia Communications, pp.57-62, 2003.10