

6Y-07

移動オブジェクトへの周辺情報提供のための 空間データベース検索システムの開発

塚本祐一[†] 石川佳治^{††} 北川博之^{††}

[†]筑波大学 第三学群 情報学類 ^{††}筑波大学 電子情報・工学系

1. 概要

地図情報の電子化や位置計測技術の発展、GPS や携帯端末などの情報機器の普及を受けて、移動するユーザに対し、移動状況に即した周辺情報の提供を行う手法の開発が求められている。

一般に、移動オブジェクトに周辺情報を提供する場合、移動体の現在位置を中心として周辺情報を検索することが考えられる。しかし、目的地や予定する経路が明らかであれば、それらの情報を利用してより適切な情報が提供できる余地がある。このような検索手法として、我々の研究グループでは、移動経路や移動速度などを考慮して移動オブジェクトに対して情報を提供するための空間データベース検索モデルを提案している [1]。

本研究では、このモデルに基づく周辺情報空間データベースを商用の GIS ソフトウェア上で実装を進めている。本稿ではこのシステムの設計と実装の概要について述べる。

2. 研究の目的

通常、携帯機器や GPS を有するユーザなどが現在位置の周辺の情報を得たい場合には、現在位置などの着目地点を中心に、たとえば半径 0m 以内の情報がほしいといった形で空間データベースに検索要求を行うことが考えられる。しかし、利用者が自動車などの手段で移動している場合、現在位置の周辺の情報を提供することが最良であるとは限らない。利用者がこれまで通ってきた経路やこれから通る予定である経路を考慮することで、より有益な情報が手に入ると考えられる。

このアイデアを示したものが図 1 である。図上の現在位置に存在する移動オブジェクトが移動してきた過去の経路、今後移動する予定の未来の経路が図のようであるとき、単純に現在位置の周辺の情報を提供するのではなく、網掛け領域を中心に情報を検索・提供できればより有用であると考えられる。

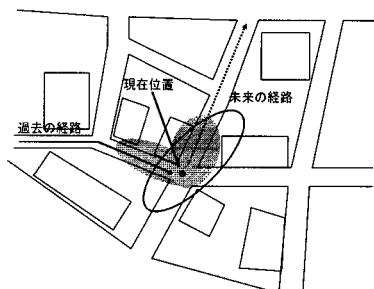


図 1 移動オブジェクトに対する周辺情報の提供

そこで我々のグループでは、この考え方の近似として図中に示されるような楕円形状の検索領域を用いるアプローチを提案した [1]。楕円形状の領域として表される空間データベースへの問合せは、移動オブジェクトが移動した地点ごとに生成され、その中心位置、形状 (楕円の傾きと膨らみの度合い) はそれぞれ異なっており、次節で述べる問合せ導出モデルに基づいて導出される。楕円領域による空間データベースの問合せは空間索引 (spatial index) を用いて効率的に支援できることから、大規模空間データベースからの検索にも有用なアプローチと考えられる。

本研究では、このようなアプローチに基づく経路情報を考慮した周辺情報提供システムの設計・実装を ESRI 社の ArcView GIS [2, 3], およびその拡張パッケージである Tracking Analyst, Network Analyst を用いて実装を進めている。以下ではまず問合せ導出モデルについて触れた後、システムの設計・実装について述べる。

3. 問合せ導出モデルの概要

移動経路に応じた周辺情報検索のための問合せ導出モデル [1] について簡単に説明する。図 2 は、移動オブジェクトの経路を、出発時刻 $t=1$ から現在時刻 $t=\tau$ を経て目的地へ至る $t=\tau+\tau'$ まで単位時間ごとにサンプリングしたものをとする。それぞれの時刻における移動オブジェクトの位置を位置ベクトル x として表される。本手法の基本的なアイデアは、移動オブジェクトの現在位置 ($t=\tau$) の直前の過去、直後の未来の情報に現在時刻の前後の位置ベクトルの集合で表現できるという考え方にある。

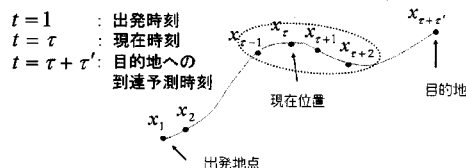


図 2 移動経路情報のモデリング

現在位置の周辺の情報に着目しているため、これらの位置ベクトルに対し影響力と呼ばれる次のような重み付けを行う。

$$\alpha(t) = \mu^{\tau-t} \quad (t = 1, \dots, \tau)$$

$$\alpha(t) = \nu^{t-\tau} \quad (t = \tau, \dots, \tau + \tau')$$

この影響力の値 $\alpha(t)$ は、過去の時点で得られた経路情報と予測される経路情報との程度重み付けするかという度合いを表している。パラメータ μ, ν は $0 < \mu, \nu < 1$ を満たす定数であり、経路情報の重みの通域の度合いを表す。この影響力を考慮することで、現在位置を最も重視して、かつ遠い過去や未来の情報を無視し、経路に沿った周辺の情報に着目することが可能となる。

重み付けされた位置ベクトルの集合からの問合せ導出方式の

Development of a Spatial Database Retrieval System to Provide Neighborhood Information to Moving Objects

Yuichi Tsukamoto[†], Yoshiharu Ishikawa[†], and Hiroyuki Kitagawa^{††}

[†]College of Information Sciences, University of Tsukuba

^{††}Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba

詳細については [1] を参照されたい。基本的な考え方は、重み付けされた位置ベクトルの集合の空間的な分布を反映した距離関数を導出し、この距離関数を用いて検索処理を行うというものである。この距離関数は、パターン認識や統計などで現れるマハラノビス (Mahalanobis) の距離を拡張したものに相当している。

4. システムの設計

本研究では、ESRI 社の GIS ソフトウェアである ArcView [2, 3] を用いてシステムの実装を行う。また、ArcView の拡張パッケージである TrackingAnalyst, Network Analyst も併せて利用し、移動オブジェクトの移動に即した情報提供を実現する。

4.1 システムの概要

本システムの概要を図 3 に示す。ユーザは TrackingAnalyst 上に開発された GUI に対して出発地、目的地、および各種パラメータを入力する。出発地・目的地のデータは NetworkAnalyst に渡されて目的地までの経路が検索される。このルート情報と定期的に GPS から取得する位置情報は TrackingAnalyst で管理され、周辺情報提供システムにおける問合せ処理で利用される。

検索要求が出されると、上で述べたアプローチで ArcView から周辺情報の検索を行い、GUI を介して検索結果を表示する。また、本システムでは、検索の様子や結果、目的地までのルート、位置情報をグラフィカルな情報として GUI 上の地図インタフェース上に示す。

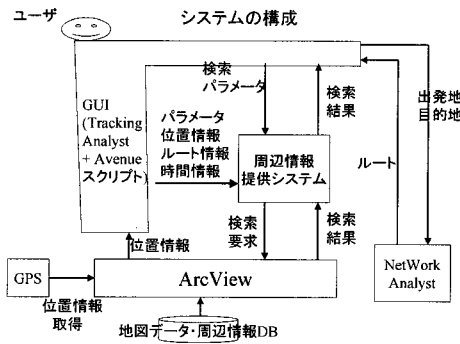


図 3 システムの概要

4.2 各モジュールの概要

- ◆ ArcView : 地図データ・周辺情報のデータなどを管理する GIS 機能を支援する。また、GPS から定期的に入手される位置情報を受け取り TrackingAnalyst に渡す役割も有する。
- ◆ Tracking Analyst : 本システムにおける GUI は、このモジュールが提供する基本機能をベースとし、ArcView 用のスクリプト言語である Avenue 言語によるスクリプト記述を追加して実装する。また、Tracking Analyst は、Network Analyst からの経路

予測データを受け取り、周辺情報提供システムに渡す役割も有する。

- ◆ Network Analyst : 出発地・目的地を受け取り最短距離のルート計算を行う。
- ◆ 周辺情報管理システム : 周辺情報提供システムの詳細は図 4 のようになる。
 - ▶ 位置情報管理モジュールは、与えられたデータを元に出発地から目的地までの位置情報を管理する。
 - ▶ 検索モジュールは、検索要求がくると、位置情報管理モジュールから位置情報・時間情報を受け取り、上述のアプローチを使って ArcView に対し問合せを出す。ArcView からの検索結果を受け取って TrackingAnalyst に返す。

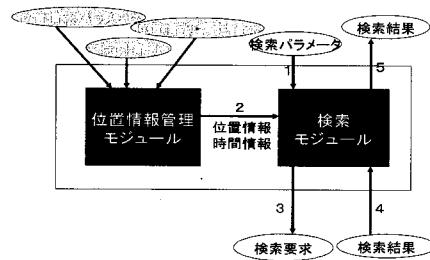


図 4 周辺情報提供システムの詳細

5. 処理の流れ

処理の流れについて説明する。初期化時には、まず初期パラメータ (出発地・目的地) をユーザが入力する。このデータは GUI を介して NetworkAnalyst に送られ、ルート計算が行われる。移動を開始すると、TrackingAnalyst は ArcView を介して GPS からの位置情報などを受け取り、適宜、位置情報管理モジュールに渡す。また、GUI は、ArcView から地図データ、GPS から移動オブジェクトのデータなどを受け取り、経路情報とともにグラフィカルな情報としてユーザに提示する。

検索モジュールは、ダイアログからの検索パラメータと位置情報管理モジュールからの位置情報・時間情報を受け取り、各々の位置に応じた適切な問合せを導出し、ArcView に検索を行う。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費基盤研究 (B)(12480067), 奨励研究(A)(12780183), および文部科学省科学研究費特定領域研究(C)(13224008)による。

参考文献

- [1] 河島徹, 石川佳治, 北川博之: 移動オブジェクトに対する周辺情報提供のための空間データベース問合せ手法, 電子情報通信学会データ工学ワークショップ (DEWS 2001), 2001 年 3 月.
- [2] ArcView GIS マニュアル, ESRI 社, 1996 年.
- [3] <http://www.esri.com/software/arcview>