

GPSを用いた移動体データベースシステムの構築

4Y-05

—空間的問合せ処理—

服部 麻衣子, 河内 聡恵, 増永 良文
お茶の水女子大学 理学部 情報科学科

1 はじめに

我々は GPS(Global Positioning System) と GIS(Geographic Information System) (本研究では Esri 社の ArcView を使用) を連携させ, 移動体に関する時間的・空間的問合せにも柔軟に対応できる移動体データベースシステムを構築している. システム構成については [1] で報告する. 本稿では ArcView における移動体間の時間的・空間的問合せ処理について述べる.

2 ArcView 上での移動体問合せウィンドウの開発

移動体に対する空間的問合せは次のように統一的に捉えることができる.

- (1) 移動体 (m) と点 (p), 線 (l), ポリゴン (g) の時空間関係
- (2) 移動体同士の時空間関係

例えば (1) について, 移動体と点と時空間関係を表すために述語 $r(m, p)$ を導入すれば, r として, (a) 距離, (b) p から見た m の方向, などを定義することができる. 一方, (2) については, 2つの移動体間の時空間関係を表すために述語 $r(m_1, m_2)$ を導入すれば, 同様に r として, (a) 距離, (b) m_1 から見た m_2 の方向, などを定義できる. そこで, 現状の ArcView の検索機能をこの観点から解析した結果, 空間的オブジェクト同士の問合せに加えて (1) のタイプの問合せ機能はいくつか備えているが, (2) のタイプの問合せ機能が不備であることが判明した. そこで本システムでは, 2つの移動体特有の位置関係に関する問合せをサポートする処理系とインタフェースを提供する.

2.1 前処理

2.1.1 移動体位置データの補正 我々は, 実際に 2 台の車に GPS を搭載し, 都内を走行してそれらの位置データを収集する実験を行った. 取得した移動体デー

タの解析を行った結果, データのズレ・欠落が見られた. これは高いビルやガラス張りの建物があると, 電波の反射が生じてしまうために起こる現象である. 移動体同士の問合せを行うためには, このズレを補正する必要があるが, これに ArcView の対話スナップ機能を利用した. 対話スナップ機能とは, 選択されている point を最寄の line 上に移動させる機能である. これによって移動体位置データは最寄の道路上にスナップされる. しかし交差点付近や地図データにない道路上を走ったデータなどは正しくスナップされないため, ArcView の地図上において移動体のポイントデータをマウスで一点一点移動させることで補正を行った.

2.1.2 各移動体の通った道路 ID の取得 本研究で使用している数値地図 2500(国土地理院) では, ある交差点から次の交差点までを単位として道路が定義されており, 各道路には ID が与えられている. 移動体同士の問合せを行うために, 各移動体がどの道路を通ったかを調べる必要がある. これには ArcView の空間結合機能を用いた. 空間結合とはあるクラスの各オブジェクトが別のクラスのどのオブジェクトに最も近いか検索する機能である. 各移動体の属性テーブルに道路の属性テーブルを空間結合することにより, 各移動体を通った道路 ID を取得できる.

2.2 「すれ違い」アルゴリズムとその実装

移動体特有の位置関係に関する問合せメニューとして, まず以下の 3 つを考えた.

- (1) 移動体 A と移動体 B がすれ違った地点は?
- (2) 移動体 A が移動体 B を追い抜いた地点は?
- (3) 移動体 A が移動体 B に追い抜かされた地点は?

ここでは (1) の 2つの移動体がすれ違った地点を求める問合せについて説明する.

2.2.1 アルゴリズム 「すれ違った」という位置関係を検索するために開発したアルゴリズムを以下に示す.

- (1) R_1 : 移動体 1 が通った道路 ID の集合,
 R_2 : 移動体 2 が通った道路 ID の集合,
としたとき, $P = R_1 \cap R_2$ を求める.

- (2) P の各元 p_i に対して, 移動体 1, 移動体 2 が p_i に入った時刻 $t1_{in}$, $t2_{in}$ と p_i から出た時刻 $t1_{out}$, $t2_{out}$ を調べ, $t1_{out} \geq t2_{in}$ かつ $t1_{in} \leq t2_{out}$ を満たすものを求める.
- (3) (2) を満たす各元 p_i につき, それ上を走っていた移動体 1 と移動体 2 のレコードに対して, 対地方位差が 180 度, かつ両移動体の時刻データが一致するレコード群を選択する.
- (4) (3) で選択した各レコード群に対して, それぞれ 2 つの移動体間の距離が最小である移動体 1 のレコードを 1 つ選択する.
- (5) (4) の条件を満たすレコード全てをすれ違った地点とし, 強調表示する.

2.2.2 実装 上で示したアルゴリズムの (1) ~ (3) 部分は SQL 文でデータベースに問合せをし, 結果を得るようにしている. この SQL 文を ArcView のプログラミング言語である Avenue に組込むことで実装した. なお検索結果は, テーブル上においてはすれ違った時のレコードを, また地図上においてはすれ違った地点を強調表示することで示すようにした. 図 1 は ArcView 上で検索した結果を表示した画面である.

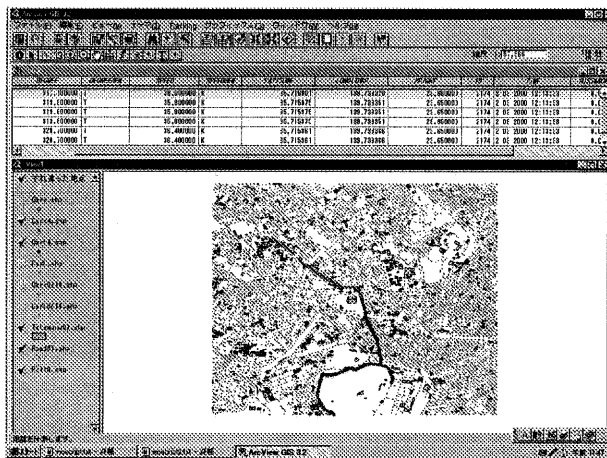


図 1: 検索結果

3 問題点

3.1 GPS における問題点

移動体の衛星位置情報は, GPS によって取得する. しかし GPS によって位置を取得するためには, 最低でも 3 つの衛星が受信できなければならない. よって GPS で受信できた衛星数が 3 つ未満の場合, データの欠落が生じてしまう. また GPS によって取得した位置情報は, 携帯電話によってデータ送信しているため携帯電話がエリア外になった場合や, 送信時に何らかのトラブルが発生した場合も同様にデータの欠落が生じてしまう. このような GPS データの問題点により, 正確な検索結果を得られないことがある.

3.2 ArcView における問題点

GPS は 1/10 秒毎に位置データを取得し, ArcView に送信する. しかし ArcView では秒未満の時刻を表示することができないため, 全く同じ時刻のデータが複数存在してしまう. つまり, このようなデータのままで正確なデータ解析は理論的に不可能であり, 基本的にどのようなアルゴリズムを適用しても, すれ違った位置を正確に特定できない場合がある. また, 移動体 1 と 2 で記録されている地点が重なることはほぼあり得ないので, 検索結果を両方表示させてしまうとすれ違った地点が 2 点あるかようになってしまう. 2.2.1 で示したアルゴリズムで, すれ違った地点を 1 つの移動体に関してのみ強調表示させているのはそのためである.

4 まとめと今後の課題

現在までに, GPS を用いたリアルタイムデータ収集系の作成と, ArcView のデータベース化を行った. また移動体位置データの補正と移動体特有の時間的・空間的問合せに対応できるシステム機能の一部を実装した. 今後は 2 つの移動体に関する問合せを強化し, 3 つ以上の移動体群をサポートするなど, 移動体同士の間合せ機能を充実させる予定である.

最後に, 本研究を行うにあたり, 大変お世話になりました, (株) パスコの奥山俊一氏, 酒井総一氏, トリンブルジャパン (株) の樋口良彦氏, 池谷電気製作所 (有) の池谷秀樹氏, そして先行研究 [5] を行った富田真由美氏 (現在, 日本 IBM (株)) に感謝いたします.

参考文献

- [1] 河内聡恵, 服部麻衣子, 増永良文: “GPS を用いた移動体データベースシステムの構築—システム構成—”, 情報処理学会第 62 回 (平成 13 年前期) 全国大会講演論文集, 4Y-04, 2001 年 3 月
- [2] A. P. Sistla, O. Wolfson, S. Chamberlain and S. Dao: “Querying the Uncertain Position of Moving Objects,” In the book *Temporal Databases: Research and Practice*, Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science, No.1399, pp. 310-327, 1998.
- [3] O. Wolfson, P. Sistla, B. Xu, J. Zhou and S. Chamberlain: “DOMINO: Database fOr MonINg Objects tracking,” In the *Proceedings of the ACM SIGMOD 1999, International Conference on Management of Data*, Philadelphia, pp. 547-549, June 1999.
- [4] Arunas Stocks, Alain Bouju, Frederic Bertrand and Patrice Boursier: “Integrating GPS Data within Embedded Internet GIS,” In the *Proceedings of the 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, Kansas City, pp. 134-139, November 1999.
- [5] 富田真由美: “GPS を用いた移動体データベースシステムの構築”, 1999 年度お茶の水女子大学 卒業論文.