

1. はじめに

地理情報システム（GIS : Geographic Information System）は、施設管理、都市計画、資源管理などの分野で幅広い応用範囲を持っており、近年その普及は著しい。一般に、このGISを利用したコンピューターシステムは、大きく施設管理型と計画型とに分けることができる。施設管理型のシステムは、膨大な量の図面や帳票を一元管理することによって、上下水道、電力、ガス、道路などの管理業務を効率化することを目的としている。一方、計画型のシステムでは、現状を示した図面や帳票をデータベース化したものを基礎として、解析や調査を行い、種々の計画策定のための基礎資料を作成し、施策者の意思決定を支援することを目的としている。

こうした計画型GISの機能の一つとして、今後の利用が期待されるのが、ネットワーク解析である。ここでは、このネットワーク解析を利用した道路網管理システムについて概説するとともに、その応用分野についても紹介する。

2. ネットワーク解析について

ここでいうネットワーク解析の取り扱うデータは、道路網や配管網などの網状の地理データである。図1にここで取り扱うデータモデルを示す。このデータはアークとノードから構成されており、アークにはインピーダンスを表す属性が付加されている。例えば道路網の場合であれば、このインピーダンスとして、アークを通過するのに要する時間を与えることが考えられる。

ノードには、通行可不可やインピーダンスなどの属性を与えることができ、ネットワークのフローをコントロールする役割を果たす。

こうしたデータモデルを用いて、最小コストパスを求めたり、網状データにおける影響圏の解析などが可能となる。そうした解析のイメージを図2および図3に示す。

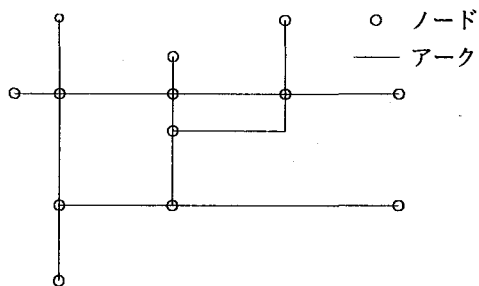


図1 ネットワークデータモデル

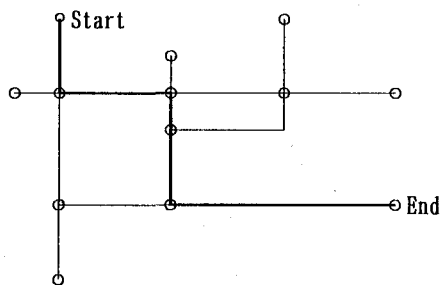


図2 最小コストパス解析

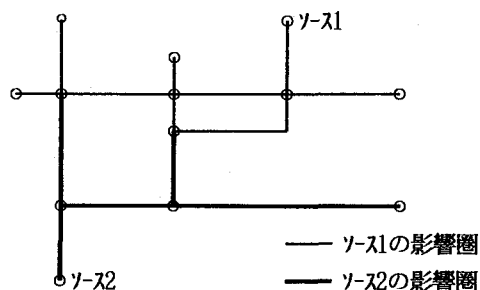


図3 影響圏の解析

3. 道路網管理システム

道路網管理システムは、上述のようなネットワーク解析の手法を応用したシステムである。ここでは、最短時間ルートの探索や、時間距離図の作成などを行うことができ、行政施策者の意思決定支援を行うことを目的としている。以下、本システムの概要について述べる。

(1) 基本ソフトウェア

本システムでは、基本となるGISパッケージとして、米国ESRI社の開発したARC/INFOを用いている。ARC/INFOには、サブモジュールとしてNETWORKというネットワーク解析用のツールがあり、ネットワーク解析を行うためのツールを提供している。また、マクロ言語を持ち、メニューを使用したアプリケーションの構築が容易に行えるという利点がある。

(2) データベース

必要となる道路網データとして、財団法人日本デジタル道路地図協会によって整備されたデジタル道路地図データベースを利用している。このデータベースは、5万分の1あるいは2万5千分の1の地形図を基礎として作成されたもので、道路の形状、属性のみならず、鉄道、行政界、水系などの背景データも含んでいる。表1に、このデータベースの概略を示す。

表1 デジタル道路地図データベース

データ	内容	データ	内容
道路	基本道路：県道以上 幅員5.5m以上 (属性：道路種別 路線番号 法定最高速度等) 細道路：上記以外で幅員3.0m 以上の道路 その他、橋、トンネルなど	施設	駅・官公庁・ゴルフ場など
		地名	行政名など
		水系	面・線
		行政界	都道府県・市町村
		鉄道	J R, 私鉄

上記の地図データベースに加えて、本システムでは道路交通情勢調査（交通センサス）の調査結果も属性データベースとして取り込んでいる。この属性データは、上記の道路地図データの各図形と対応付けられており、相互間の検索が可能となっている。交通センサスデータの項目のなかには区間旅行速度の情報が含まれており、ネットワーク解析で利用することができる。

(3) システム構成

本システムの機能構成を図4に示す。

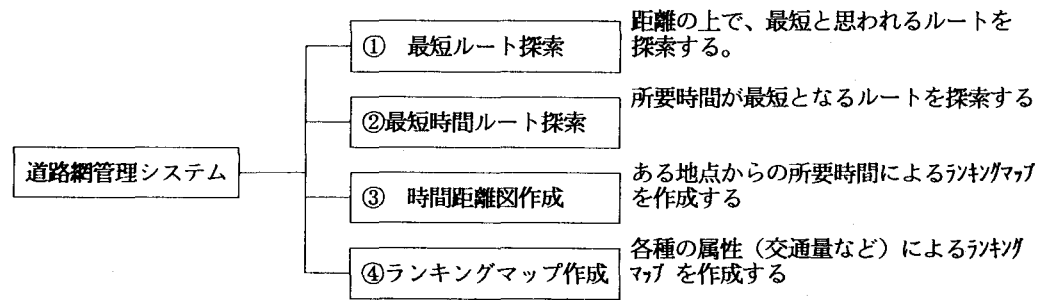


図4 道路網管理システム 機能構成

① 最短ルートの探索

各道路のアークの持つ長さをインピーダンスとして、任意の2ノード間の最短ルートを探索する機能である。始終点だけではなく、途中通るべき経過点の指定も行うことができる。

② 最短時間ルートの探索

各道路のアークの持つ速度に関連した情報をインピーダンスとして、最短時間で到達できるルートを探索する機能である。インピーダンスの基礎となる情報としては、デジタル道路地図データベースの属性である法定最高速度、交通センサスの調査結果に含まれる区間旅行速度を用いることができる。この場合、アークの長さを速度で除してその区間の通過時間を求めて、ネットワーク解析のインピーダンスとして用いている。(図5)

③ 時間距離図の作成

任意のノードからの所要時間をネットワーク解析によって求め、時間距離としてランキングマップを作成する機能である。インピーダンスとしては、最短時間ルートと同様、速度に関連した情報を用いている。(図6)

④ ランキングマップの作成

各道路の持つ属性(交通量、交通容量、混雑度など)によるランキングマップを作成する。

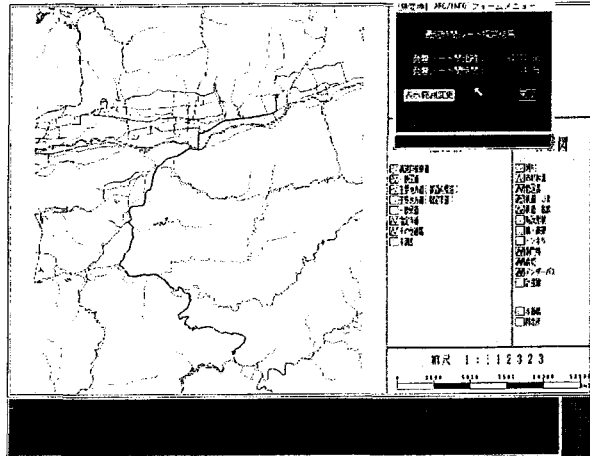


図5 最短時間ルートの探索

本システムにおいては、一部の道路のインピーダンスを変更することもできるので、道路改良を行った場合の最短ルートの変化を求めるといった解析も行いうることができる。これらの結果は、行政担当者の意思決定を支援するために、道路整備計画策定の基礎資料として用いられうるものであると考えている。

(4) 道路網管理システムの今後

現時点では、インピーダンスとしては、法定最高速度と区間旅行速度とを用いているが、より現実的な解析を行うためには、交通状況のデータ収集が大きな課題となってくるであろう。

また、新たな道路データを追加して、新設予定道路の影響調査なども行えるような機能も必要となるであろう。

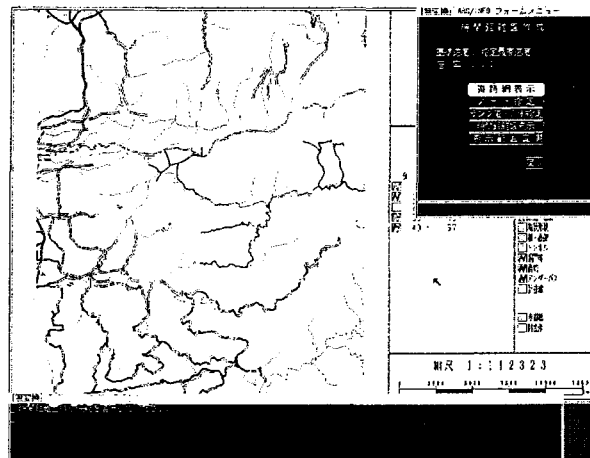


図6 時間距離図

4. ネットワーク解析の応用について

地理情報に対するネットワーク解析の応用としては以下のようなテーマが考えられる。

- ・緊急車両のルート探索：消防車・救急車などの緊急車両が目的地へ最も速く到達できるルートを探索する。
- ・最適経路の検討：高速道路や送電線など、周囲の環境に影響を及ぼすような構造物のルートを、環境の重要度をインピーダンスとして最小コストパスを求めることにより決定する。（図7）
- ・エリアマーケティング：鉄道駅からの時間距離図を作成し、新店舗の適地選定を行う。
- ・病院、消防署の適地選定：既存の施設の影響圏を求め、空白域をカバーするようなロケーションを求める。
- ・施設運営：工事停電あるいは断水などの場合に、影響を受ける範囲を特定する。

上に挙げたテーマは既に実用化されているものも多いが、いずれの場合においても、問題となってくるのは、データの問題である。

いかに、モデルが確立されていても、基礎となるデータが現実性を欠いては、意義のある解析を行うことはできない。ネットワーク解析についていえば、ネットワークの構成要素のもつ属性情報がどれほど現実性に則したものであるかが、重要なポイントになってくると考えられる。

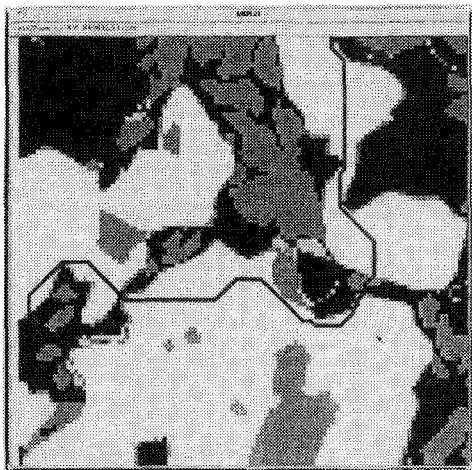


図7 最小コストパス例
(色の濃い部分はコスト大)

5. 参考文献

1. NETWORK USERS GUIDE : Environmental Systems Research Institute (ESRI) 1989, Redlands California, U.S.A.