

京都大学工学部

学生員 ○三坂幸子

京都大学大学院工学研究科

正会員 堀 智晴

京都大学大学院工学研究科

正会員 椎葉充晴

1. 緒言

洪水氾濫による被害を最小限にするためには、総合的な氾濫原管理が重要である。水害時の住民の意思決定過程等を考慮した水害避難マイクロモデル^{[1][2]}についてはさまざまな研究がされているが、実際の街路状況を避難シミュレーションに反映させることは困難であった。そこで、周囲の状況から目的地や避難経路・移動手段等を自律的に選択できるように、デジタル街路情報を用いることによって、より現実的なシミュレーションのために必要となるデジタル街路モデルを設計する。

2. GISと防災

平成7年1月の阪神・淡路大震災では、関係機関が保有するデータを相互に利用できるシステムがなかったため、発災時に応急対策活動を円滑に行うことができなかったといわれている。そこで、迅速に被害を把握するとともに情報を統合化し、総合的な意思決定を行うことの重要性が指摘された。これをきっかけに、GIS(Geographic Information System)^[3]に関する本格的な取り組みが始まった。特に、防災に関する情報は地理的な位置や広がりが必要な意義を持つため、最近では防災情報を整備する手段として GIS を活用する事例が増加している。

ところで、コンピュータの中に避難行動を行う人のモデルを作成するためには、その人が自らの周辺の地理に関する知識に基づいて、自律的に経路の選択や移動をするプロセスを再現しなければならない。例えば避難のために移動している人が1つの街路を表す線分上を移動し、端点に到達した時、その人を表すオブジェクトは自らが実地形上のどの交差点に到達したかを認識し、次にその交差点に接続する道路と方向を把握した上で、経路の選択を行えなければならない。さらに、選択を検討する道路の浸水状況や他の人を表すオブジェクトも把握できる必要がある。

この機能を実現するためには、避難主体を表すオブジェクトが街路を表す地理データを持ち、街路の接続状況などの情報を必要に応じて自由に参照できるシステムが必要になる。このようにして、例えば避難主体オブジェクトの持つ地理データの範囲を限定したり、データの精粗を変更したりすることで、地理に関する知識レベルの違いを表現することもできる。

そこで、本研究では数値地図 2500(空間データ基盤)を用いて、地理データを知識として持つ人オブジェクトを設計する。

3. 数値地図 2500(空間データ基盤)に基づくデジタル街路モデルの設計

3.1 データの格納形式

数値地図 2500(空間データ基盤)は、1:2,500 国土基本図の1図葉を単位としてデータが格納されている。データは、基本的にはノードとアークを用いてベクトル形式で表されている。例えば、道路の交差点はノードとして、交差点から交差点の区間は2つのノードにはさまれるアークとして表現される。アークで表される道路は、実際には曲線であることも多いので、必要に応じて1つのアークが連結した線分で表されている。

3.2 街路情報を知るために用いるデータ

避難シミュレーションを行うためにまず必要となる要素が街路ネットワークなので、本研究では道路情報についてのみ扱う。防災施設などを表す建物や氾濫の想定に用いる河川などの情報も実際には必要であるが、今後の課題とし、本研究では考慮していない。

データのファイル ROAD から ROADNTWK.ARC(アークファイル)、ROADNTWK.NOD(ノードファイル)、ROADNTWK.TIE(接続関係ファイル)の数値情報を読み込み、プログラミング言語 C++を用いてコンピュータ上にデジタル街路ネットワークを表現する。

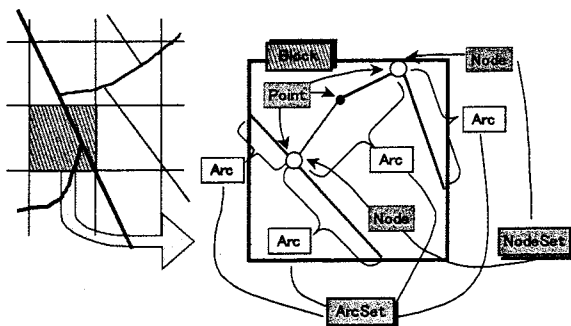


図-1 道路ネットワークとデジタル街路モデルの関係

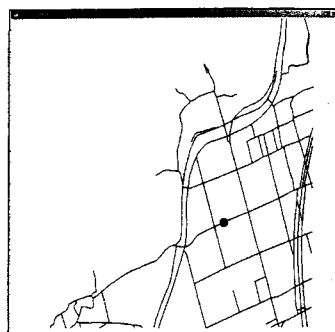


図-2 システムの稼働例

3.3 デジタル街路モデルの構成

まずデータを読み込むプログラムを作成し、次に道路上を避難する人を設定し、その確認のために画面に表示できるようにする。以下に手順と設計したクラスについて示し、図-1においてその関係を模式的に表す。

1 図葉に対応する街路ネットワークを表すために Block というクラスを作成する。ここで Block は、Arc の集合体である ArcSet と、Node の集合体である NodeSet を保持する。Node は道路の交差点を示すクラスであり、x 座標、y 座標をもつとともに、そのノードに接続する Arc の番号を格納する。また、Arc は位置を示すためのクラス Point を保持し、道路の交差点から交差点の間の街路要素を表すクラスである。そして 2 つ以上の point (Point のオブジェクト) で構成されており、折れ線で表されることもある。

街路ネットワークをコンピュータ上に表現するためにはアークファイル、ノードファイルに格納されているデータからノードとアークの関係を把握しなければならない。そのために接続関係ファイルがあり、これを読み込むことで、それまで番号のみで示されていて関連づけられていなかったアークとノードを整理することができる。

作成した街路モデル上に避難する人を表現する。直角座標系を用いる方法もあるが、街路モデルとの関連づけが難しいので、アークとノードの関係を利用して表現する。つまり、人の位置はその人が現在いる Arc のオブジェクトとその Arc 上での始点からの距離で表す。これにより、人が道路上を移動し、交差点にさしかかった時に次にどのアークを選択するかということがわかりやすくなる。さらに、避難主体の属性として移動方向・移動速度を加えたクラス Person を定義した。

開発したデジタル地理情報を知識として持つ避難主体モデルが、街路上を移動する様子を図-2 に示す。図中の黒線は道路を表し、線上の黒丸は人を表す。これにより、デジタル街路モデルが正常に作動していることが確認できる。

4. 結語

本研究では、今後の研究の開発に必要なデジタル街路モデルを作成した。具体的には、ノードとアークで表現された空間データ基盤の情報にもとづいてコンピュータ上にデジタル街路ネットワークを実現することができるようになった。また、避難を行う人の位置をデジタル街路モデルと関連づけて表現するモデルも開発した。本研究で開発したモデルは、数値地図情報をもとに容易に地理モデルをコンピュータ上に再現し、避難等のシミュレーションを行うための基本となるべきものである。今後は、住民の避難行動を表現する水害避難ミクロモデルの機能を今回開発したモデルに組み込むことにより、様々な条件に対する住民避難の再現や予測、さらには街路の耐水化などといった氾濫原内における治水対策の計画システムへの応用をはかっていきたい。

参考文献

- [1] 高木悟：水害避難行動のミクロモデルシミュレーションと制御に関する研究，京都大学修士論文，1990.
- [2] 安延直宏：水害避難行動モデルの同定とそのシステム化に関する研究，京都大学修士論文，1993.
- [3] 地理情報システム (GIS) 関係省庁連絡会議：
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gis/index.html>