

第II部門

水害避難シミュレーションにおけるデジタル標高・街路情報の利用方法に関する検討

京都大学工学部	○学生員	山口隆博
京都大学大学院地球環境学堂	正会員	堀智晴
京都大学大学院地球環境学堂	正会員	市川温
京都大学大学院地球環境学堂	正会員	椎葉充晴

1. はじめに

これまで治水対策は堤防やダムなどの建設物によるハード的対策により洪水の発生を防ぐことを目標にしてきた。しかし、近年では費用、用地の問題からハード的対策が困難になった。そこで従来行われてきたハード的対策に加えソフト的対策が考えられるようになった。そのソフト的対策の一環として洪水時の人が避難する様子をコンピュータ上で模擬するシミュレーションモデルの開発がされてきたのだが、実際の地形状況や街路状況を簡単に避難シミュレーションを反映させることは困難であった。

そこで、三坂^[1]は、目的地や避難経路・移手段などを周囲の状況から自律的に選択できるようにするため、数値地図 2500^[2]のデータを元に道路ネットワークをコンピュータ内で構築したデジタル街路モデルを設計した。しかし、このモデルでは、対象とする領域が数値地図 2500^[2]の 1 図葉内に含まれる場合にしか対応できていない、標高データを扱っていないためモデル上で氾濫計算をする際の浸水深を評価できないなどの欠点があった。そこで、以上の点について改善を加えたデジタル標高・街路モデルを設計すること、及び、モデル上で実際に避難する人に模擬した避難主体モデルを設計することを本研究の目的とする。

2. デジタル標高・街路モデルの設計

避難シミュレーションを行う場の情報として、まず必要となる要素が街路ネットワークであることに着目して、三坂^[1]は数値地図 2500^[2]のデータを元に、道路情報をコンピュータ上で表現するデジタル街路モデルを設計した。以下、三坂^[1]のデジタル街路モデルについて説明し、修正を加える。数値地図 2500^[2]のデータ項目としては、行政区域・海岸線、街区、道路中心線、鉄道、公共建物などがあるが、避難シミュレーションに

まず必要となる要素が街路ネットワークなので、本研究では道路中心線のみ扱うことにした。道路中心線はノード、アーク及びそれらの関係を表す接続関係で表現されている。アークとは、ノード(始点)とノード(終点)を結ぶ方向を持った線である。また 1 つのアークが複数の点でつながれている場合(折れ線)もあり、この場合、端点以外の点はノードとみなさない。また、接続関係ファイルによってアークの端点である始点ノード、終点ノードの関係を表されている。ここで、図 1 の $node_1$ は始点ノード、 $node_2$ は終点ノードとなる。格納形式としては、1 図葉内に東西方向に 2000m、南北方向に 1500m に道路ネットワークが与えられている(図 2)。また、三坂^[8]の街路モデルは図葉の左下を原点としているので、対象領域が図葉間にまたがって存在する場合、図葉間に対して座標値に全く一貫性が存在しなくなってしまう。つまり、各図葉のアーク及びノードの座標値はそれぞれの図葉の左下を原点とした相対値であり、例えば図 3 の $P_n (X_n, Y_n)$ はそれぞれ O_n を原点とした相対値であるため、 P_1, P_2 に全く一貫性が存在しないのである。ところで、日本には全国に対応する 19 個の公共基準点が存在する。これを利用して対象領域を含む系の公共基準点を原点とするように道路中心線のデータを読み込みコンピュータ内に道路ネットワークを構築した。

また、水害時の避難シミュレーションにおいて浸水深を評価するには標高のデータが必要である。残念ながら、数値地図 2500^[2]を用いたデジタル街路ネットワークモデルでは地盤高を評価できない。そこで、数値地図(50mメッシュ標高)^[3]のデータをデジタル街路モデルに重ね合わせるにより地盤高や道路勾配を考慮させ、避難行動の場を設定する。標高データは 1 図葉に 2 次メッシュを経度方向及び緯度方向に、それぞれ

200 等分して得られる各方眼の中心の標高が記録されている。また、それらの位置を表す情報として各図葉の四隅に経緯度が与えられている。そこから各方眼の中心の経緯度を求め、街路モデルと座標系を統一するため、投影変換で経緯度を直交座標系に変換した。また、標高データは格子点毎のデータであるため、任意の対象領域内の点の標高を求めることはできない。そこで、標高値が既知である近傍の 4 点から補間した。標高データを読み取り上記の加工を施し街路モデルと組み合わせることによりデジタル標高・街路モデルを設計した。

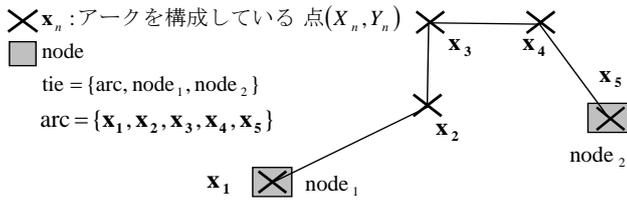


図 1 arc,node,tie の模式図

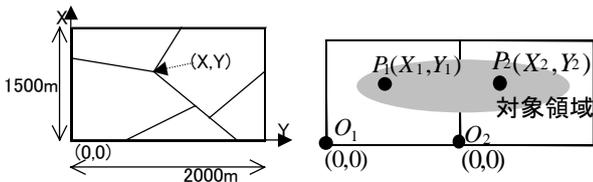


図 2 道路中心線の格納形式

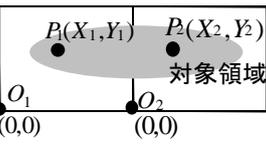


図 3 原点の移動の意義

3. 避難主体モデルの設計

モデル上の避難主体の位置の表し方として直交座標系で表すのではなく、人が現在立っているアーク上の始点からの距離により表すことにする(図 4)。

避難主体がアーク上を移動してノードに達した時、そのノードに接続しているアークの中から次に進むアークを選択する。この際の選択パターンとして様々な場合が考えられるが、計算の簡略化のため目的地までの距離が一番小さくなるような経路を選択する場合を考える。図 5 は node_0 から currentnode に人が移動した時に、通過してきたアーク以外のアークのうちどれか一つを選ぶ様子を表した図である。各アークの currentnode 以外のノードと目的地までの距離が一番小さくなるアークを選択する。図 5 では $l_2 < l_1 < l_3$ より arc_2 を選択した。

避難主体が目的地に向かって、アークに沿って移動する際、数値地図 2500^[2]の図葉間を移動しなくてはならない場合がある。ノードの属性の一つである図郭・

端点タグから端点であるか判断し、端点の時は隣接する図葉の座標値が等しい端点に移動する(図 6)。

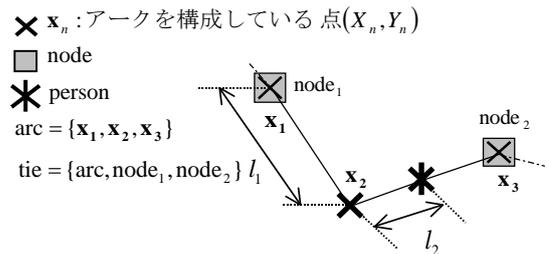


図 4 アーク上での始点からの距離

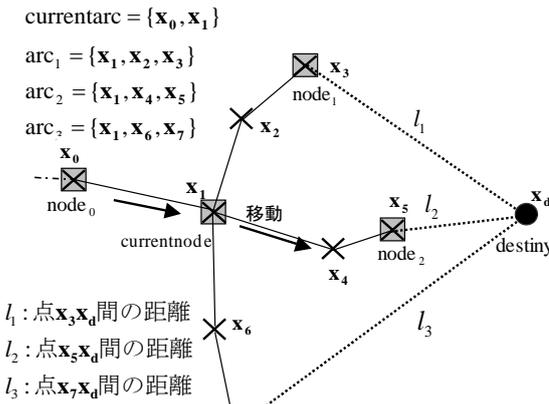


図 5 交差点での移動

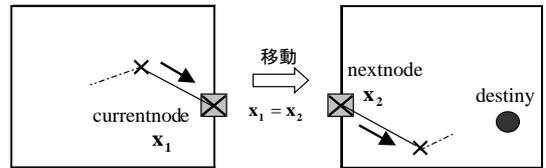


図 6 図葉間の移動

4. 結論

本研究では、洪水時の避難行動の場より詳細且つ簡便にコンピュータ内に表現するためのデジタル標高・街路モデルを作成し、避難者が自律的に経路を選択しつつ移動する様子を表現するためのルールの一部をシステムに組み込んだ。今後は、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、また線路や建造物など道路以外の地物の標高データも必要であるので、それらのデータの結合を予定としている。

参考文献

[1] 三坂幸子: デジタル街路情報を用いた水害避難シミュレーション手法に関する研究, 2004.
 [2] 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/MAP/CD-ROM/2500/t2500.htm>
 [3] 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/MAP/CD-ROM/dem50m/>