

(I-20) GISを用いた災害・環境シミュレーションのための地形モデリング

中央大学 学生員 ○白石 一馬

中央大学 正会員 樫山 和男

1. はじめに

近年、計算機性能や数値解析手法が飛躍的に向上したことで、災害・環境予測の数値シミュレーションにおいて解析対象が大規模化・複雑化している。これにより、精度の良い計算を行うために正確かつ簡便な地形モデリングシステムの開発が必要とされている。正確なモデリングを行うためには、等高線、地性線、また都市部においては構造物を考慮した要素分割が必要となる。

そこで、本研究では、GIS (Geographic Information System)を用いて災害・環境予測シミュレーションのための地形モデリングシステムの開発を行った¹⁾。入力データとしては数値地図を用い、等高線、谷線、尾根線をGISを用いて作成し、修正Delaunay法²⁾により三角形要素分割を行った。さらに、都市部においては、構造物情報を考慮したモデリングも可能とした。本システムにより、実地形のモデリングを簡便にかつ正確に行えることを示す。

2. システム概要

本研究では、GISソフトとしてArcView GISを用い、オブジェクト指向スクリプト言語であるAvenue³⁾とFortranを用いて、モデリングシステムの構築を行った。

本システムの概要について、静岡と神奈川の県境の十国峠付近を例題に用いて説明する。図-1に本システムの流れを示す。

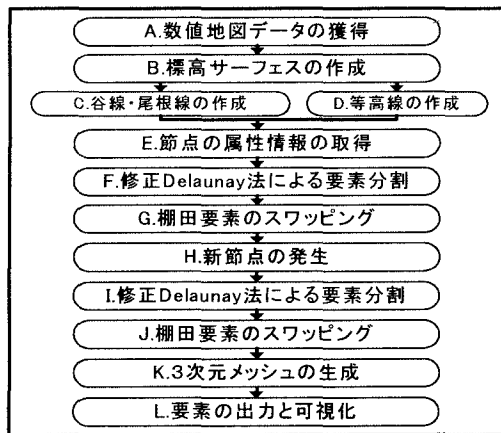


図-1 システムの流れ

(1) 数値地図データの獲得、標高サーフェス・等高線の実成 (フローA,B,Dの部分)

数値地図50mメッシュ⁴⁾をArcViewに取り込み、任意にモデリング領域を設定し、領域内の数値地図の標

高値を基にArcViewの補完機能を用いラスターデータである標高サーフェスを作成する。この時、セル間隔を任意に設定することができる。また、作成された標高サーフェスを基に等高線を作成する(図-2参照)。

(2) 谷線・尾根線の実成 (フローCの部分)

標高サーフェスを基にArcViewの水理解析機能⁵⁾を用いて水系網と集水域の実成を行う。以下実成過程を説明する。まず、凹地が除去された標高サーフェスを用い、ラスターデータの各々のセルについて水流方向の解析を行う。さらにこの結果を用い、集積値を求める。そして、設定した値以上の集積値をもつセルの集合を水系網として表現する。この時、各水系にインデックスを与えて区別し、水流方向解析の結果から各水系ごとに集水域を実成する。

実成された水系網は谷線、集水域の輪郭は尾根線とほぼ一致する事から、これら地性線の実成が可能となる。ここで、水理解析で扱うデータ形式はラスターデータであるため、ラスターベクター変換を行い谷線・尾根線を実成する(図-3参照)。

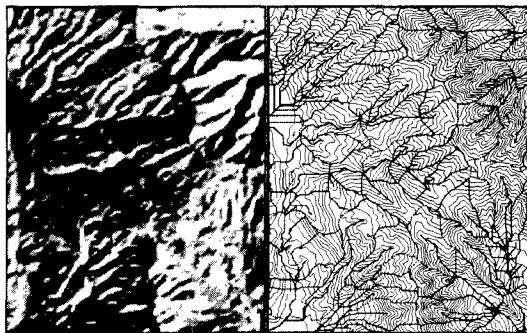


図-2 標高サーフェス

図-3 等高線と地性線

(3) 節点の属性情報の取得 (フローEの部分)

実成された等高線と地性線、境界線上から、有限要素分割のための節点の実成を行う。この際、各線の変曲点、それぞれの線との交点(ただし谷線と尾根線の交点は除く)上から節点を実成する。また、長い線分については設定した値を超えないように等間隔で線分から節点を実成する。節点には属性情報として、XY座標値と標高値、線の種類ごとにインデックスを与える。この時、地性線と境界線上の節点に関しては、標高サーフェスとの重ね合わせによってその標高値を与える。

(4) 要素の生成 (フローF,Iの部分)

発生された節点を基に、修正Delaunay三角分割法を用いて要素生成を行う。この時、等高線、地性線がブレイクラインとして要素生成に反映されるように改良

Key Words: GIS, 災害・環境シミュレーション, 地形モデリング, 修正Delaunay法
〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27
TEL. 03-3817-1815 , FAX. 03-3817-1803

を加えてある。つまり、それぞれの線は必ず三角形要素の辺で構成されている。

(5) 棚田要素のスイッチング (フロー G,J の部分)

本研究では地性線情報を用いた要素分割を行っているため、等高線情報のみを用いた要素分割法に比べ大部分の棚田は解消されているが、棚田要素のスイッチングを行うことでそれをより完全なものとする。

(6) 新節点の発生 (フロー H の部分)

ここでは有限要素法に適応可能な要素の歪みが少ない良質なメッシュを作成するために新たな節点の発生を行う。本システムでは、1) 均一な節点発生、2) 斜面勾配に応じた節点発生、3) 斜面勾配の変化率に応じた節点発生が可能となっている (図-4 参照)。

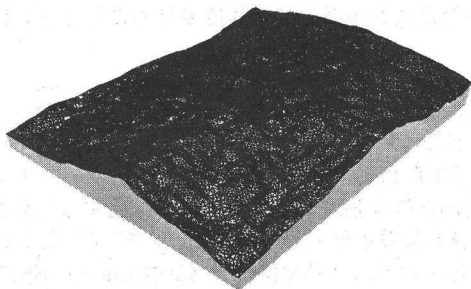


図-4 2次元地形モデル

(7) 3次元メッシュの生成 (フロー K の部分)

ここでは地形風解析を対象とした3次元メッシュを生成する。3次元メッシュ作成の前処理として、2次元直交格子を作成する。この際、解析したい地形風の主流方向に合わせてそれぞれ2次元直交格子を作成する。また、格子点の標高値は、図-4の地形モデルより1次補間を用いて取得する。そして、作成された2次元直交格子を鉛直方向に任意の層数積み上げ3次元4面体または6面体有限要素解析モデルを作成する。この際、大気境界層を考慮し、地表付近で細かく、上層ほどサイズの大きいメッシュにしているため、地形風解析において精度及び効率のよい計算が期待される (図-5 参照)。

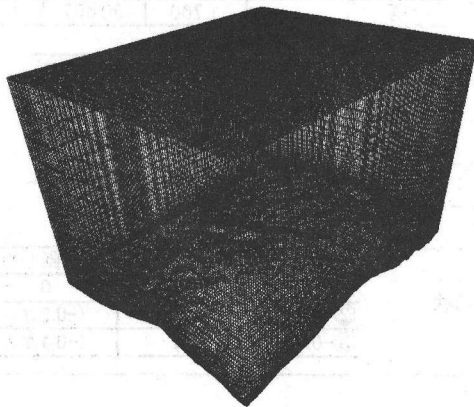


図-5 地形風解析用モデル

(8) 要素の出力と可視化 (フロー L の部分)

最終的にメッシュデータとして節点の座標値と要素-節点関係がテキストファイル形式で得られる。このデータを ArcView に取り込みモデルを可視化する。

(9) 都市モデル作成

以上説明してきたモデリング手法は地形情報のみを考慮したものであるが、都市部においては構造物が多数存在するため、解析精度向上のためにはそれらを考慮したモデリングが必要である。本システムでは、数値地図より構造物データを入力することにより、構造物情報を考慮した洪水氾濫解析用都市モデルの作成も可能である。その際、構造物境界は内部境界とし、河川境界、等高線をブレイクラインとして要素分割を行っている。本システムを都市河川神田川周辺の新宿区高田馬場付近に適用した例を図-5に示す。

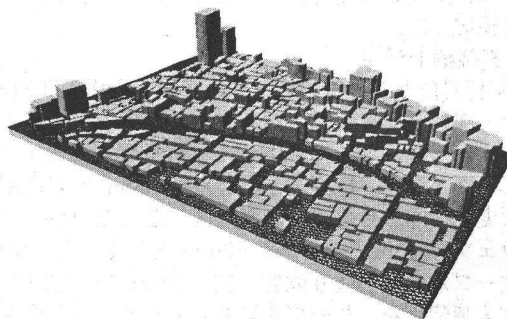


図-5 洪水氾濫解析用都市モデル

3. おわりに

本報告では、災害・環境シミュレーションのための正確な地形モデルを、GISを用いて簡便に作成するためのシステム構築を行い、以下の結論を得た。

- 数値地図50mメッシュを入力データとして、等高線、地性線情報が考慮された地形モデリングが可能となった。
- 2次元モデルを鉛直方向に任意の総数積み上げることにより、3次元地形風解析用モデル作成が可能となった。
- 都市部における構造物情報を考慮した洪水氾濫解析用モデル作成が可能となった。

今後は、数値シミュレーションに適用し、本モデリング手法の有効性の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 檜山和男, 谷口健夫, 白石一馬, 小野康平, 志熊隆: "GISを用いた災害・環境シミュレーションのための地形モデリング" :第26回 土木情報システムシンポジウム 講演演習, pp41-44 :2001.
- 2) 谷口健夫: "FEMのための要素自動分割" :森北出版 (株) :1992.
- 3) Amir H. Razavi and Valerie Warwick: "ArcView GIS/Avenue Programmer's Reference" :Onword Press :1999.
- 4) 数値地図ユーザーズ・ガイド (改訂版) : (財) 日本地図センター :1992.
- 5) ArcView Spatial Analyst ユーザーズ・ガイド :ESRI :1996.