

(I - 60) GIS情報を用いた地形モデリングシステムの構築

中央大学 学生員 ○ 小野 康平
日本工営 正会員 桜庭 雅明
中央大学 正会員 樫山 和男

1. はじめに

大気環境や水環境の流れ解析において、谷や尾根などの微地形を正確に表現した要素分割データを作成することは、高精度な解析結果を期待する上で重要である。これまで、スキャニングシステムとCAD技術を用いて地形形状の獲得¹⁾が行われているが、谷線や尾根線などの地性線を正確に認識するには至っていない。

本研究は、GIS (Geographic Information System) を用いて微地形を正確に表現した有限要素モデルを作成するためのシステム構築を行うものである。具体的には、入力データとして数値地図50mメッシュを用い、GIS機能によって表現した等高線と地性線を構成する線分と節点を作成し、等高線と地性線を考慮したDelaunay三角分割²⁾を行っている。

2. ArcView GIS

本研究では、GISソフトとしてArcView GISを用いた。ArcViewは地理データを視覚化、調査、照会、解析を行い、地理的な相互関係を把握することができる。この機能を活用することによって等高線と地性線の表現が可能となる。また、等高線と地性線を構成する線分と節点の情報を取得するため、ArcViewのオブジェクト指向スクリプト言語であるAvenue³⁾⁴⁾を用いてArcViewに新しい機能を追加した。

3. システム概要

本システムの概要について、秩父市橋立川流域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。

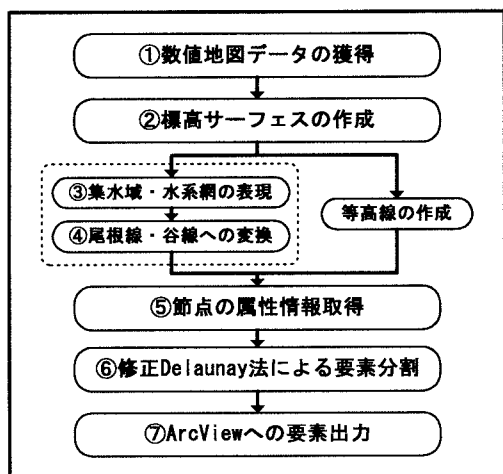


図-1 システムの流れ

KeyWords: GIS, 地性線, デラウニー三角分割
〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27
TEL. 03-3817-1815 , FAX. 03-3817-1803

(1) 数値地図データの獲得 (フロー1の部分)

数値地図50mメッシュ⁵⁾の標高点をArcViewで処理可能なシェープファイルの形式に変換し、ArcViewへ取り込む。そして、対象とする領域を包括する境界を任意に設定し、その内部の標高点のみを抽出する。

(2) 標高サーフェスの作成⁶⁾ (フロー2の部分)

数値地図50mメッシュの標高点は約50m間隔で与えられている。これをサンプルポイントとしてArcViewの補間機能により、連続データとしての標高サーフェスを作成する。補間法には3次導関数までを考慮したRegularized Spline補間を用いる。

次に標高サーフェスから等高線を作成する。この際、効率のよい要素生成を行うため、場合に応じて等高線形状を崩さない程度に等高線を構成する線分の節点を削除する。

(3) 集水域・水系網の表現 (フロー3の部分)

ArcViewの水理解析機能により標高サーフェスから集水域と水系網の作成を行う。集水域の輪郭は尾根線と、水系網は谷線とほぼ一致することから、この機能の活用によって尾根と谷の表現が可能となる。集水域と水系網の作成過程を図-2に示す。

[Step1]

水流障壁となる窪地を標高サーフェスから除去。

[Step2]

新たな標高サーフェスを基に水流方向解析を行う。

[Step3]

Step2の結果から水流の集積値を計算する。

[Step4]

水流の集積値が一定以上のセルの集まりを水系として表現する。

[Step5]

各水系にインデックスを与えて区別し、水系網を作成する。

[Step6]

Step2とStep5の結果から集水域を作成する。

図-2 集水域と水系網の作成過程

(4) 尾根線・谷線への変換 (フロー4の部分)

水理解析で扱うデータ形式はラスタデータであるので、それをベクトルデータに変換する。集水域はそれぞれをポリゴンとして区別し、その外枠線を尾根線とする。水系網は連続したセル同士のつながりを線へと変換し、それを谷線とする。そして、設定した境界内に存在する地性線のみを抽出する。ArcViewによって表現した等高線と地性線を図-3に示す。

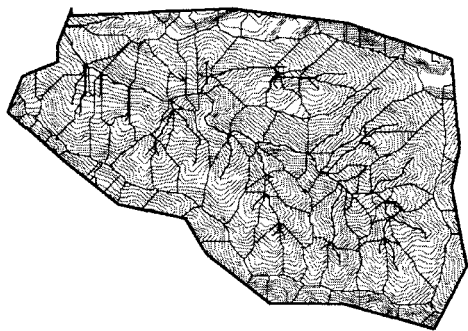


図-3 等高線と地性線

(5) 属性情報の取得 (フロー5の部分)

等高線と地性線、境界線を構成している線分の節点及び他の線分との交点にポイントが発生させ、その属性情報を取得する。この際、長い線分については設定したある値より超えない間隔で、線分上にポイントが発生させる。これは要素生成を行う際に、偏平すぎる要素の発生を防ぐためである。ポイントの属性情報には、そのXYZ座標と線分の種類のインデックスを与え、テキストファイルの形式で出力する。図-4に等高線と地性線の節点を示す。

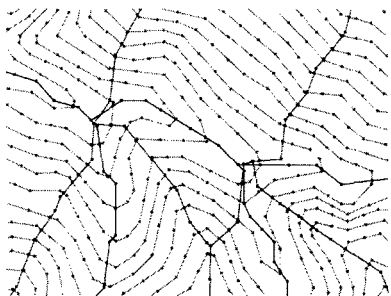


図-4 等高線と地性線の節点

この時点で等高線上以外の各ポイントは標高値を持っていないので、新たにZ値(標高値)を与える必要がある。その際には標高サーフェスとの重ね合わせを行い、ポイントの位置にある標高サーフェスのZ値を与える。

(6) 要素の生成 (フロー6の部分)

獲得したポイントを基に要素の生成を行う。領域形状が凹凸であるため、要素生成法には修正Delaunay三角分割法を用いた。そして、等高線と地性線をブレイクラインとして反映させられるようさらに改良を加えた。

本手法では、まず等高線を構成する各線分の節点を用いて要素生成を行い、後から地性線を構成する各線分の節点を追加することで、要素を完成させていく。これは、等高線を地性線より優先させるためである。地性線の節点が等高線と接近している場合は、偏平な要素の発生を防ぐため、地性線の節点を等高線の節点位置に移動させる。

また、集水域と水系網を尾根線と谷線として用いたため、この2線が集合する箇所が発生し、偏平な要素

が生成される可能性がある。その場合は谷線を優先させ、谷線と接近、交差する尾根線は発生させないこととした。

(7) 要素の出力 (フロー7の部分)

作成したメッシュデータをArcViewに取り込み、要素を可視化する。この際、各要素には節点の結合条件、各節点にはXYZ座標を属性情報として持たせる。図-5に作成した有限要素のメッシュ図を示す。

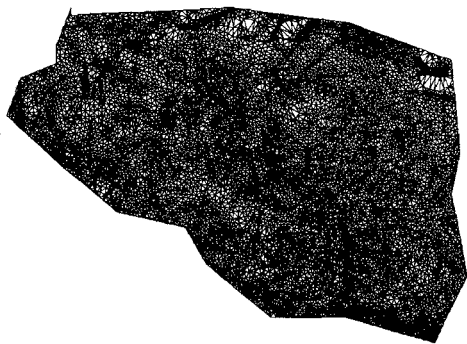


図-5 有限要素分割図

4. おわりに

本報告では、地形形状を忠実に表現した有限要素モデルを作成するためのシステム構築をGISソフトArcViewを用いて行い、以下のような成果が得られた。

- ArcViewの水理解析機能を活用することで、尾根線を各集水域の輪郭として、谷線を水系網として表現できるようになった。
- 数値地図50mメッシュの標高点に加えて、ArcViewで表現した等高線と地性線の属性情報(XYZ座標等)をテキストファイルの形式で獲得できるようになった。
- 等高線と地性線をブレイクラインとして反映可能な修正Delaunay三角分割法を実現し、微地形を表現した要素分割が可能となった。
- メッシュデータをArcViewに読みこみ、ArcView画面上で要素分割図の可視化が可能となった。

今後は、大気環境や水環境の流れ解析に適用し、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) 清水仁, 樫山和男 : "地形風数値解析のための三次元地形モデリング手法の構築" : 計算力学講演会論文集 Vol.3, pp419-422 : 1998.
- 2) 谷口健男 : "FEMのための要素自動分割" : 森北出版 (株) : 1992.
- 3) Amir H. Razavi : "ArcView GIS/Avenue Developer's Guide" : Onword Press : 1999
- 4) Amir H. Razavi and Valerie Warwick : "ArcView GIS/Avenue Programmer's Reference" : Onword Press : 1999
- 5) 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.
- 6) ArcView Spatial Analyst ユーザーズ・ガイド : ESRI : 1996.