

3次元地形風解析のための解析領域の形状入力に関する研究

三井造船(株) 志熊 隆

○岡山大学 入谷 徹

岡山大学 谷口 健男

1. 本研究の目的

3次元地形風解析のための、地形という自然に作られた形状と人工構造物の両者が混在する3次元解析領域の形状入力に関する提案をおこない、事例をもって有効性の検証をおこなう。

2. 入力データと形状生成法

解析対象領域には地形と人工物の両者が存在すると考えられる。

(1) 地形について

地形生成のための情報として、(a)等高線データ(b)地表面上の点座標の2通りを仮定する。これらから地形を正確に表現し、表面上の三角形の形状改良を図る。

(a) 等高線データの場合

第1段階: 等高線上の点の並びを認識

等高線データは同じ高さに位置する点群の順序とその座標値が与えられる(図 2.1)。このデータから点の並び(各等高線)の情報を認識する(図 2.2)。



図 2.1



図 2.2

第2段階: 地形表面の生成

等高線データから高さを無視し、同一等高線上の隣り合う2点を必ず結合させる条件を付け、対象領域を2次元デローニ三角分割する(図 2.3)。三角分割後、無視した高さを考慮することで3次元地形を表現する。

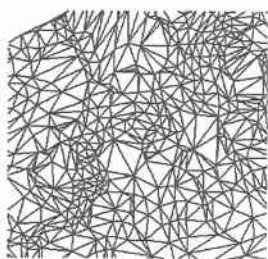


図 2.3

第3段階: 棚田解消

同一等高線上の点群によって三角形を構成する棚田現象が発生し、実際の地形と異なる形状を表現していることが多い。よって棚田の解消をおこなう。手法の概略は図 2.4 を用いて以下に示す。

- i) 棚田を生成する三角形群を取り出す。
- ii) 等高線上の連続した点群を抽出し両端点を求める。
- iii) 両端点を1辺とする三角形を抽出し、隣接等高線上の節点を求める。

iv) 三角形群の共有辺を除去。多角形を生成。

v) 多角形について、隣接等高線上の節点から残りの節点が見通し可能か判別し、見通し可能点を三角分割。

vi) 見通し不可能点の三角分割。

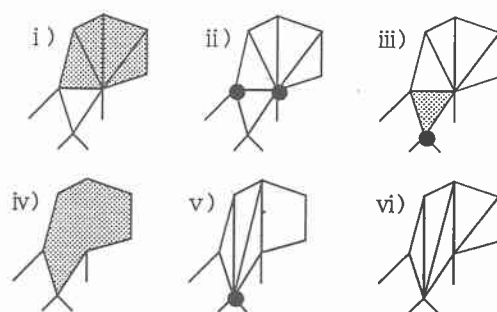


図 2.4

図 2.5 は、図 2.3 の地形表面について棚田の解消をおこなったものである。

以上の操作で得られる三角分割は、等高線データから推定できる最も良好な地形形状である。

第4段階: 地形表面の三角形の修正

高さを無視して全体領域を覆うように千鳥状点配置された三角形群を作成し(図 2.6)、それぞれの点位置の z 座標値を第3段階で得られた地形形状(図 2.7)から決定する(図 2.8 ならびに図 2.9-斜視)。

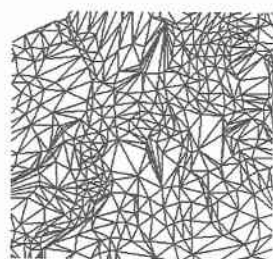


図 2.5

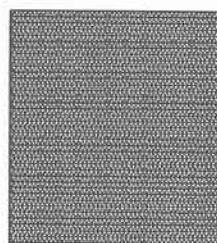


図 2.6

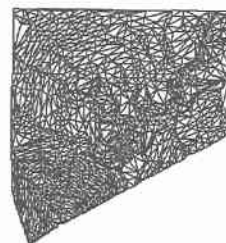


図 2.7

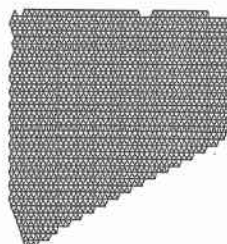


図 2.8

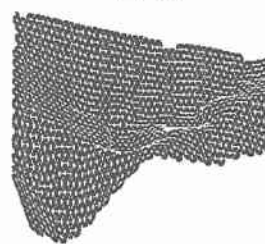


図 2.9

(b) 地表面上の点座標の場合

第1段階：地形表面の三角分割

点座標データから高さを無視し、対象領域を2次元デローニ三角分割する。三角分割後、無視した高さを考慮することで3次元地形を表現する(図2.10)。

第2段階：地形表面の三角形の修正

(a)の第4段階と同様の手法を用いて地形表面の三角形の修正をおこなう(図2.11-斜視)。

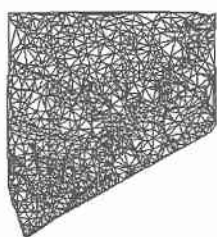


図 2.10

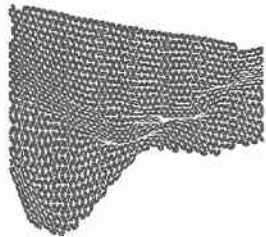


図 2.11

(2) 人工構造物について

人工物体はCADで作成されることから、例えばDXFファイルを用いて対象形状の情報だけ取り出すことが可能である。これらが入手できると各部分表面を対象にして人工物体表面を三角分割することができる。

3. 地形表面と物体表面の結合

三角形で表現された地形表面と物体表面を結合して得られる解析領域を生成する。

第1段階：交差部分の探査

地形表面と物体表面の各節点をそれぞれ内包する各3次元領域を求める。次にこれら領域が共有する範囲(面同士交差領域)を求め、この交差領域内にある各節点を抽出、それら節点をもつ各三角形要素を取り出す。図3.1は地形と物体を重ねた図、図3.2は図3.1の各要素について交差部分の探査をおこなった結果である。

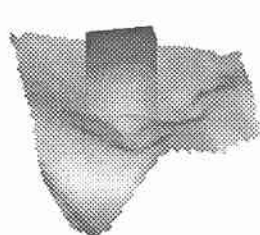


図 3.1

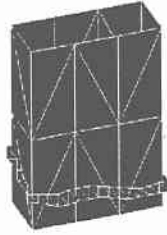


図 3.2

第2段階：交差点の計算

2種類の三角形について、一方の三角形から辺の直線式、もう一方の三角形から平面式を求め直線と平面の交点演算をする。次に交点が辺上、また三角形内部に存在するか判断する。

第3段階：三角分割と交差線の生成

交差点を各三角形上に追加し、交差線を生成する条件のもとに三角分割する。

第1段階で求めた各三角形要素群について、第2、第

3段階を繰り返し、交差点演算ならびに三角分割と交差線の生成をおこなう。図3.2の各要素について図3.3は地形側、図3.4は物体側についてこの作業をおこなった結果である。

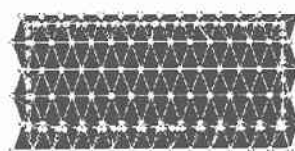


図 3.3

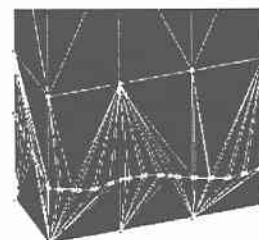


図 3.4

第4段階：交差線上の点間隔の調整

新たな節点(交差点)の追加は必然的に交差線上の点間隔を元の面の点間隔と比べ密にする結果を生む。そのため交差線上の点間隔を元の面の点間隔と同程度に修正する。この修正をおこなった結果が図3.5(地形側)、図3.6(物体側)である。

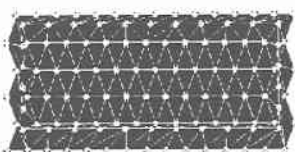


図 3.5

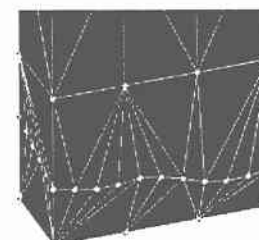


図 3.6

第5段階：交差線周辺の三角形群の修正

2種類の異なったメッシュをつなぐことによりひずんだ三角形要素が交差線近傍に現れる場合、これら要素を排除し2次元デローニ三角分割により再分割を行う。

これらの過程を経て地形と物体を結合させる(図3.7および図3.8(拡大図))。

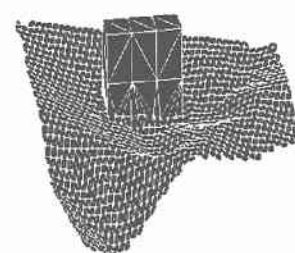


図 3.7

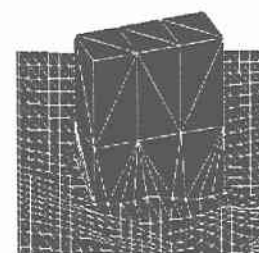


図 3.8

5. 結果

本研究では、地形ならびに物体表面を独立に三角分割し、2種類の全く異なった表面をもつ物体の結合に得られる解析領域全体を良好な幾何学特性をした三角形で覆う手法を提案した。今後はこの結果得られた解析領域(体積)を有限要素分割する手法の提案が望まれる。本研究は科学研究費 基盤研究(B)(!) No.12555136の支援を得て行ったものである。