

任意2次元複合領域の三角形分割

岡山大学大学院 学生員○藤後尚史
 復建調査設計株式会社 石川雅也
 岡山大学環境理工学部 正 員 谷口健男

1、はじめに

2次元領域の計算機による三角形要素自動分割において、デローニー三角分割は、与えられた点情報に対して形状が良好な要素が出来るように三角形分割を行う。しかしながら、要素形状は与えられた点座標で決定されることより、本研究では点の設置に関してはアドバンシングフロント法の考えを用い、要素生成に関してはデローニー三角分割を用いた方法を提案する。

2、方法

ここに提案する方法は、まず境界上の点を入力して、それらを用いて形状を作る（これをフロントと呼ぶ）と同時に、領域を三角形に分割する。次いで、境界上の辺と点を基にして、領域内部に第1層目の点群を配置し、それら点群と、元のフロント上の点群を対象として三角分割を行う。その後、第1層目の点群をフロントとし、この操作を続けて領域全体を三角形に分割し、最後に点を移動させ、良好な三角形要素を得る。よって、最も重要な箇所は点配置であり、これについて以下に述べる。

点の設置の手順を次に示す。

その1 境界辺を形成する多角形の頂角がすべて鈍角となるように境界を修正する（図3）。

その2 各境界辺より点を正三角形位置に置く（図4）。また、各境界上の点においてその頂角が 180° 以上の場合に角を等分するように点を置く。ここで、点を設置させる対象となる辺を含む要素形状を調べ、点が領域外に発生される場合及び要素形状が正三角形に近い場合には点の発生を行わない。

その3 新しく追加した点を対象にしてデローニー三角分割を行い（図5）、新しく設置した点のみで構成される三角形要素が集合して形成する多角形の辺を新しい境界として置く（図6）。

その1～その3を新しい境界が出来なくなるまで繰り返し行う（図7）。

最後にラプラシアン法を用いて追加した点の位置を移動させて、要素形状を良好にする（図8）。

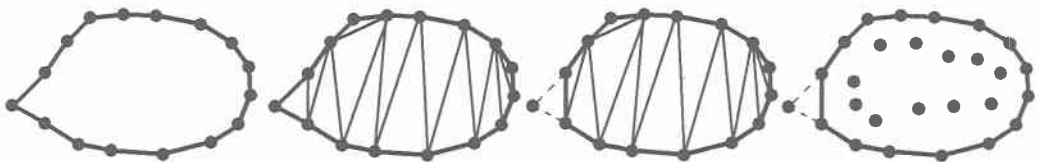


図1 入力データ 図2 デローニー三角分割 図3 境界の修正 図4 点の追加

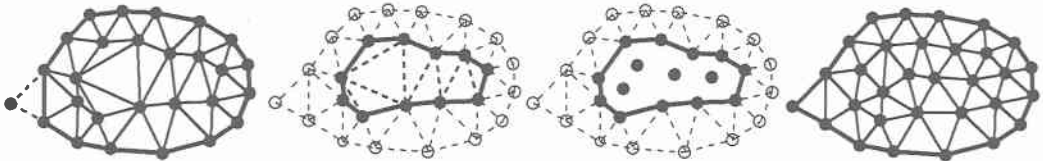


図5 デローニー三角分割 図6 新境界の認識 図7 点の追加 図8 点位置の修正

3、要素形状の修正

上記2の方法ではその1～その3を繰り返し行う回数が増えるほど要素形状が小さくなっていく。それを防ぐために境界辺の限界辺長を決めて、その長さ以下になると点を追加する作業を終わる。点を追加する作業を中断すると、1点に集まる要素数が多くなり要素形状が悪くなる場合がある。その要素の形状を改善するために1点に集まる要素数を5～7個に制限してその他のものについては点を追加して要素形状を修正する。

点追加と要素形状の修正の使用例を以下に示す（太線は境界を表す）。

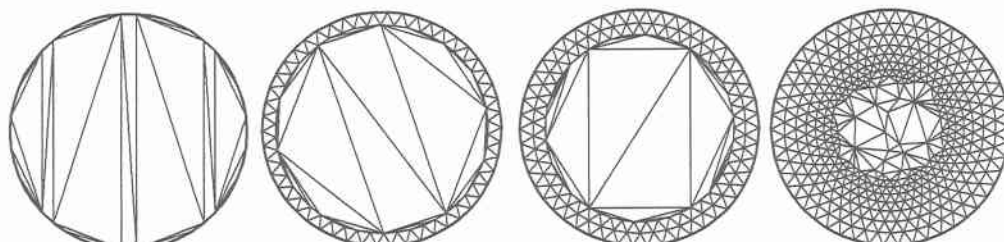


図9 例題その1

図10 1回点を発生

図11 2回点を発生

図12 点発生終了

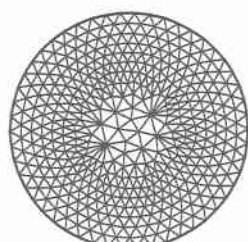


図13 ラプラシアン適用

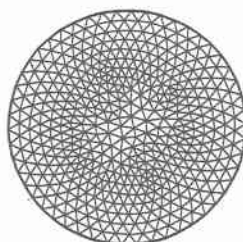


図14 要素形状の修正

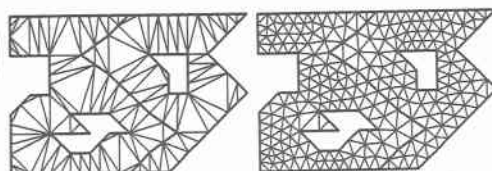


図15 例題その2 複合領域への利用例

4、おわりに

2次元領域におけるデローニー三角分割を用いた要素自動分割において、境界上の節点データをもとに自動的に適切な座標に点を追加して、形状の良好な要素に分割することができた。しかし、この方法は境界辺上の要素長がほぼ一様な場合のみにおいて有効であり、要素長に大きな差がある場合、必ずしも良好な形状に分割できる訳ではない。形状の良好な要素を必要とする場合には節点の入力時に一様な要素長もしくは相隣要素長の比を押さえるように、ユーザーが調節しなければならない。

参考文献

- 1、谷口健男：FEMのための要素自動分割 森北出版 1992
- 2、K.Morgan et al, "Unstructured grid methods for compressible flows", Computational Mechanics, Vol.2 (ed. by Y.K.Cheung et al), Balkema, 1489-1497, 1991