

熊本工業大学 正会員 結城 皓曠

1. はじめに

近年、有限要素解析法はあらゆる工学の分野に広く利用されており、殊に構造物の設計・計画の実作業において不可欠の道具となっている。一方、CADシステムが盛んに使用れるにつれて、CADデータから有限要素データを自動生成する必要性が設計の現場で強く要望されている。また、解析結果の誤差評価に関する研究が進み、再分割と再計算を自動化して信頼性の高い解析が実現可能になりつつある。

要素自動生成に関する研究は、有限要素法の実用化とほぼ同時に始められ、これまで種々の方法が提案されてきた。しかしながら、これらの方法は任意形状領域の自動分割という点では必ずしも十分とは言えない。例えば、領域をあらかじめ部分領域に分割するなど、解析者が経験にもとづいてかなりの情報をインプットしてはじめて要素生成が可能となる。要素自動生成のための必要条件として、ここでは次のように考える。

- 1) 領域の定義が容易にできること。
- 2) 境界のデータのみで領域内部の分割ができること。
- 3) 要素のサイズを容易にコントロールできること。

これらを満足できる方法として、二分割法について検討してきた。この方法は考え方としては極めて単純であり、従ってプログラム化が容易であるという特徴がある。二三のアイデアを加えることによって実用的なプログラムを作成し、その成果を報告¹⁾したが、さらに改良を行い実用性を高めることができたので本報ではまとめて、その概要を報告する。

2. 二分割法の概要

有限要素法で扱う二次元領域は閉領域である。領域は周辺境界上の点列によって境界の形状が与えられるものとする。分割のサイズは境界上の点列の配置を参考にして、自動分割によって三辺形要素を生成することを目標とする。

二分割法は領域を二つの領域に分割する方法である。分割によって作成された小領域をさらに分割し、それ以上の分割が不可能という状態になるまで繰り返して分割を行う。

プログラムでは、領域二分割関数を作成し、与えられた領域に対して、関数を再帰的に呼び出すことによって可能となる。関数を簡単に記述すると次のようになる。

二分割関数（引数：境界上の点列）

- 1) 領域が3辺形ならば3辺形要素を生成して終了
- 2) 分割線を設定してA、Bの2領域に分ける
- 3) A領域に対して二分割関数を適用する
- 4) B領域に対して二分割関数を適用する

しかし、実際にプログラムを作成する上では、分割の方法や点の発生法などいくつかのアイデアが必要となる。ここでは次のように行っている。

1) 分割線の設定

領域の図心と主軸を求め、強軸に最も近い2点を直線で結び分割線とする。（図-1）

2) 分割線上の点の生成

分割線の両端に接続する境界線セグメントの長さを考慮して分割線を分割し点列を生成する。（図-2）分割サイズは等差級数／等比級数とし、公比が一定値（例えば2）以上にならないようにする。

3) 凹多角形領域の場合

分割線によって3個以上の領域が発生するケースが生じる。このときは大きい方をA領域とし、残りをB領域とする。図-3のようにa, bを比較し、大きい方のaをA領域とし、b+cをB領域とする。

4) C言語の再帰呼出しの機能を利用する。

5) 鋭角な凹部付近の分割

図-4のように外角の二等分線で領域分割すると良い結果が得られる。

3. 自動分割の例

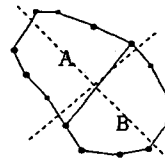


図-1

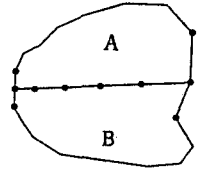


図-2

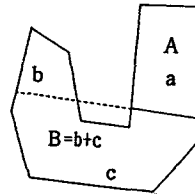


図-3

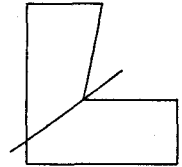
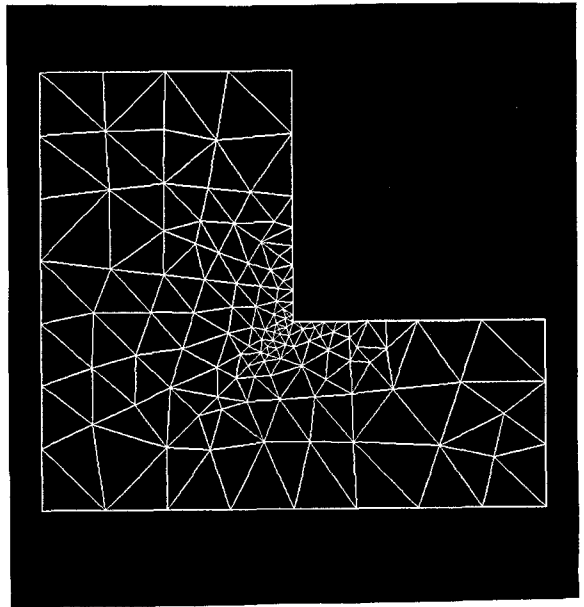
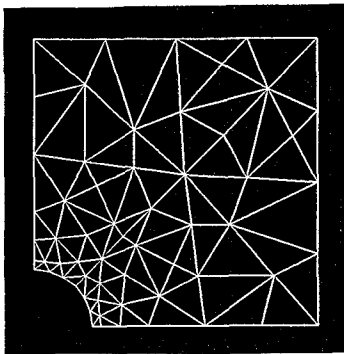
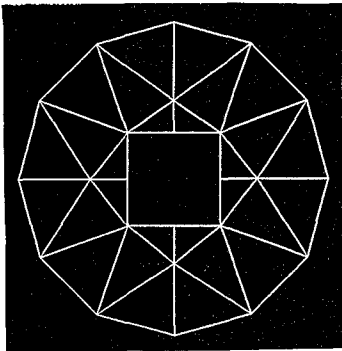


図-4



4. まとめ

二分割法のアルゴリズムに二三のアイデアを加え、実用的な自動要素生成プログラムを作成した。この方法の特徴は次の通りである。

- 1) データは境界の点列のみである。
- 2) 領域の形状には制限がない。
- 3) 要素の大きさは境界上の点の配置（境界の分割）のみでコントロールできる。
- 4) 3次元ソリッド体の自動分割への応用の可能性がある。

参考文献 1) 結城皓曠：“二分割法による要素生成法”，土木学会西部支部講演概要集、1991.3