

7V-5

境界要素法のための全自動メッシュ生成法

平田律子 川崎敬二 飯塚邦彦 小堀研一
シャープ株式会社

1. はじめに

最近、設計の質の向上をめざしてコンピュータによる解析システムの実用化が進んでいる。一般に解析システムを利用する際、前処理として物体を細かいメッシュに分割する作業があるが、メッシュ生成は作業が複雑で高度なノウハウを必要とするため、設計者が十分に使いこなせていないというのが現状である。設計者が容易に解析システムを利用するためには、①自動でメッシュを生成する、②高速にメッシュを生成する、③設計者が満足な解析結果を得られるような歪みのないメッシュを生成することが重要である。そこで、これらの条件を満足する境界要素法用のメッシュをソリッド物体表面に生成する機能を開発したので、その手法について報告する。

2. Boundary Fit法の応用

領域内部に高速にメッシュを生成させる方法として、Boundary Fit法¹²⁾がある。一般にBoundary Fit法では形状の境界を格子空間の長方形の4辺に適合させ、長方形内部の格子点を実形状の内部に写像することによってメッシュを生成する。ところが、複雑な境界形状に対しこの手法を用いると、長方形に適合させようとするためメッシュに歪みが生じる。(図1a) また、穴の開いた形状の場合、領域分割のための補助線が必要となる。

そこで本手法では、形状の境界を、長方形でなく境界形状に似た形状に適合させ、その領域内の格子を写像するという方法をとる。(図1b) これにより、複雑な形状や穴の開いた形状に対しても自動で歪みの少ないメッシュの生成を実現した。

また本手法は直接三次元の曲面(平面を含む)に対してBoundary Fit法を適応させるのではなく、曲面のパラメトリック表現であるUV平面に対し適応することで高速化を図っている。さらに、ソリッドを構成している総ての曲面の境界上にあらかじめ節点を発生させておきその節点を用いて各曲面のメッシュを生成するため、隣接曲面との整合性が保たれる。

3. アルゴリズムの概要

本アルゴリズムでは以下のような座標空間を用いてメッシュを生成する。すなわち格子平面上で曲面形状に似た境界を決定しUV平面との対応づけを行い、実形状へ写像する。(図2)

- 実空間 : 三次元XYZ空間
- UV平面 : 曲面をパラメトリック表現したUV座標平面
- 格子平面 : Boundary Fit法で用いる格子座標平面

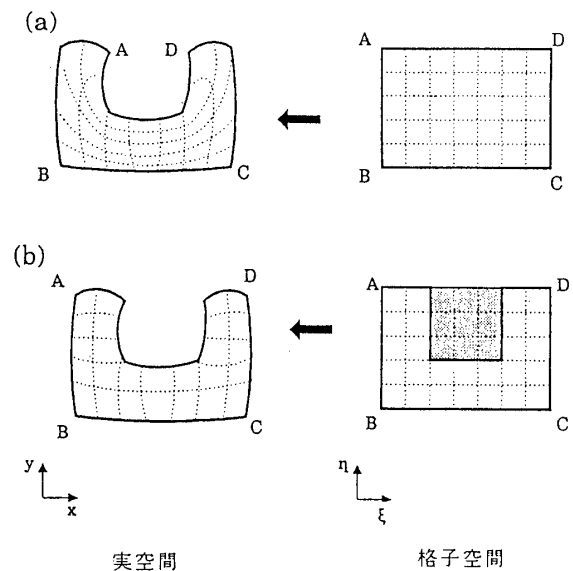


図1 格子空間から実空間への写像

次に処理手順を述べる。

step 1) 境界上に節点を発生

物体の全稜線上に一定間隔で節点を発生させる。

各曲面において次のstep 2 - step 5を行う。

step 2) 境界ループの生成

境界上の節点のパラメータ(u,v)を決定し、境界ループを生成する。

step 3) 格子点ループの生成

境界ループを格子平面上にあると考え、各節点を最も近い格子点に1対1で対応づけ、格子点ループを作成する。これにより境界ループと格子点ループの間の対応づけが決定される。格子平面の格子間隔は、UV平面における節点間隔の平均値に設定する。

step 4) 格子点の写像

格子点ループ内部の格子点をBoundary Fit法によりUV平面の境界ループ内部に写像する。

step 5) 実空間への写像

生成されたメッシュを実空間に写像し、曲面上のメッシュを生成する。

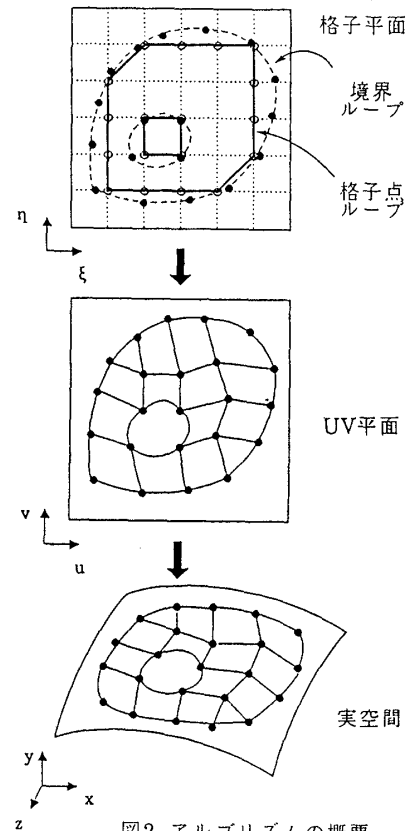


図2 アルゴリズムの概要

4. 実験例

本アルゴリズムを用いてメッシュを生成し、熱伝導解析を行った結果を示す。(図3 a, b) 要素数は三角形要素で685個、CPU時間は1MIPS程度のコンピュータで3.29秒であった。また、5辺以上の境界で構成される曲面に対しても歪みのないメッシュが生成できた。

5. おわりに

本手法は、複雑な曲面で構成される物体表面に、歪みの少ないメッシュを高速かつ自動で生成できることを確認した。今後、本手法を対話型モデラに組み込み解析専用モデラのプリプロセッサとして実用化を図るとともに、メッシュの粗さを自動調整する機能の開発を進めて行く予定である。

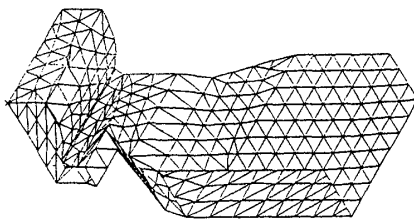
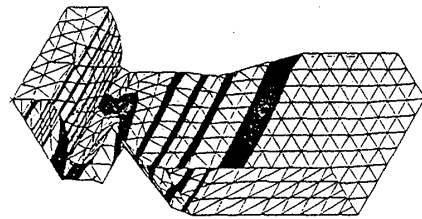


図3 (a) メッシュ生成例



(b) 解析結果例

参考文献: 1) J.F.Thompson, Z.U.A.Warsi, and C.W.Mastin "Numerical Grid Generation" North-Holland P7~94, 188~204 1985

2) 三木一克, 高木敏行, 梅垣菊男 "Boundary-Fit曲線座標変換法の機械工学への応用" 日本機械学会誌 89巻 819号 P85~87 昭61-5