

確率的サンプリング法を利用した 任意曲面の境界要素モデル作成手法

BOUNDARY ELEMENT GENERATION SCHEME ON ARBITRARY IMPLICIT SURFACE BY STOCHASTIC SAMPLING METHOD

福井 卓雄¹⁾

Takuo FUKUI

1) 福井大学工学部建築建設工学科 (〒 910-8507 福井市文京 3-9-1, E-mail: tak@taku.anc-d.fukui-u.ac.jp)

This paper is concerned with a mesh generation method on an arbitrary surface that is given by an implicit function. Two methods are introduced here. Both of them are based on the Stochastic Sampling Method (SSM), that traces the sampling points on a given surface as a stochastic process. SSM is so fast to sample the surface points that it is applicable in many fields. The first method proposed here is a simple and fast method. Octree of the sampling points is used to generate elements. The average planes in the leaf cells are used as elements. The second method is an ordinary mesh generation method. Sub-surface mesh is generated in the leaf cell of the octree, and the sub-surfaces are connected in the upward computation on the octree.

Key Words: Surface Mesh Generation, Stochastic Sampling Method, Octree, Delaunay Triangulation, Bubble Meshing Method, Boundary Element Method

1. はじめに

本論文は、陰関数表示される任意の曲面上の境界要素分割を自動的に生成する手法を提案するものである。

近年、高速多重極法の利用によって境界要素法による大規模計算が可能となっており、通常のワークステーションでも 100 万要素程度、クラスターを使った並列計算を行えば 1000 万要素程度の問題も比較的容易に解析できるようになっている。一方、境界要素データの作成技術においては、有限要素法用のプログラムを流用するか、限定された形状について自動生成プログラムを書く段階にとどまっている。境界要素法においては本質的に形状の境界だけを扱えば良いので、もっと効率的で有用な手法を導入することは可能であろう。本論文では、この立場から、データ自動生成法の開発の一段階として、任意曲面の境界要素分割法を提案する。

著者は前研究⁽¹⁾において、田中ら^(2, 3)によって開発された確率的サンプリング法 (Stochastic Sampling Method: SSM) を境界積分方程式の入力データ作成に利用することを提案した。本論文は、前研究の発展であり、同じく確率的サンプリング法を方法の基礎としている。本論文においては、2 つの手法を提案する。第一は、サンプリング点の集合に 8 分木構造を導入し、その葉セルにおける近似平面をそのまま

要素として用いる方法である。非適合要素とはなるが、一定要素としては十分利用できるものである。第二は、サンプリング点を節点として利用する方法であり、本来の意味での要素分割法である。ここでは、サンプリング点の 8 分木構造を利用して、葉のセルで生成した要素分割を順次つなぎ合わせるにより曲面全体の要素分割を得る方法を提案する。

2. 確率微分方程式による曲面のサンプリング

2.1. 確率微分方程式

3 次元空間の曲面 S が陰関数表示

$$F(x) = 0 \quad (1)$$

により与えられているとする。田中ら⁽²⁾は、曲面 S 上の点を高速にサンプリングする手法として、各ステップにおけるサンプリング点の変位量 dx_i を確率過程と見て、確率微分方程式

$$dx_i(t) = dx_i^T(t) + dx_i^S(t) + dx_i^N(t) \quad (2)$$

を解くことにより一連の点列を決定する方法を提案している。この方程式の導出過程については文献⁽²⁾に譲って、ここでは、確率微分方程式の各項の意味について簡単に述べる。以下の記述においては、空間ベクトル (テンソル) の指標に対しては総和規約を適用するものとする。