

視覚的プログラミングにもとづく Isogeometric Analysis のための解析システムの構築

日本大学 学生会員 ○金子 豊礼
 日本大学 正会員 長谷部 寛
 日本大学 フェロー会員 野村 卓史

1. はじめに

有限要素法 (FEM) は変数の基底関数に低次の多項式を用いる事が多く、その場合 CAD で描かれるような複雑な曲線や曲面を有する解析対象を厳密に表現することが困難である。そこで提案されたのが FEM 変数の基底関数に NURBS を採用した Isogeometric Analysis (以下 IGA と略記) である¹⁾。本研究でも IGA にもとづく構造解析, 流体解析の研究を進めているが²⁾, CAD で描いた形状データを解析のインプットデータに変換するために労力を要していた。そのため本研究では, NURBS をベースとしたモデリングソフト Rhinoceros (以下 Rhino と略記) とそのプラグインツールである Grasshopper (以下 GH と略記) を用いて, Rhino で形状データを作成する際に, 同時に境界条件が設定でき, かつ解析可能なデータ形式に変換できるような, Rhino 上で直接解析が行える解析システムの構築を行った。

2. Rhinoceros と Grasshopper による形状モデリング

Rhino のプラグインツールである GH は視覚的な操作で形状作成等のプログラムが作成できるツールである。図 1 のようなコンポーネントと呼ばれる Rhino 上の操作と同様の機能を持った要素を繋ぎ合わせることで容易にプログラムが構築できる。また, GH 上に数値を与えるだけで Rhino 上に物体を生成することも可能であり, 図 2 のような複雑な形状も数値的にモデリングできる。さらに, GH は形状作成だけでなく形状データの取得も可能であり, 取得したデータを解析に必要な書式に変換することもできる。

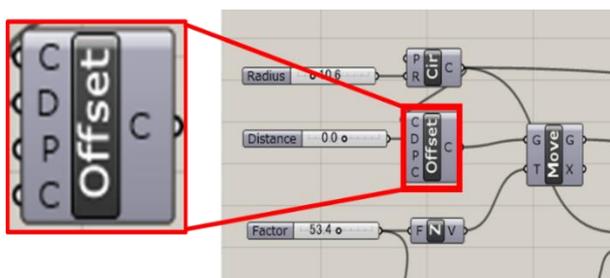


図 1 Grasshopper のコンポーネントの一例

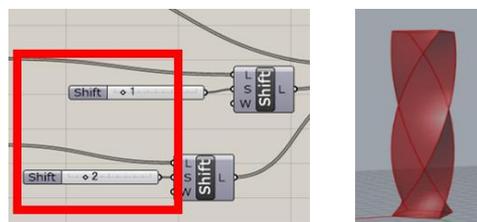


図 2 Grasshopper で数値的に作成した形状

3. 構築する解析システムの概要

構築する解析システムのプロセスを図 3 に示す。

Rhino で物体を描き, GH で形状データの取得, メッシュの細分化, そして境界条件を定め, 解析のインプットデータを作成する。最終的に Rhino 上でプログラムを実行し解析を行う。

図 4 は GH で構築したプログラムであり, データ取得からファイル作成までの 5 つのパートごとに分けた。図 4 の「物体読み込み」パートでは, 「Geometry」コンポーネントを用いて形状データの読み込みを行う。「形状データの取得」パートでは, 「Control Points」コンポーネントと「Surface Points」コンポーネントを用いて形状データの抽出と変換を行う。「メッシュの細分化」パートでは, 「Divide」コンポーネントを用いて数値的な操作によりメッシュの細分化を行う。「境界条件の指定」パートでは, 「C# Script」コンポーネントに入力したスクリプトにもとづいて境界条件を指定し, 最終的に「ファイルの出力」パートでは, 「Merge」コンポーネントを用いてファイル作成を行った。

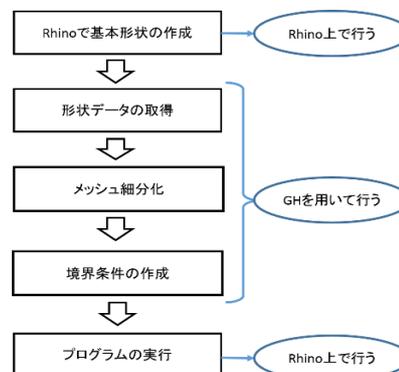


図 3 構築する IGA 解析システムの概要

キーワード : Isogeometric Analysis, NURBS, Rhinoceros, Grasshopper,

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL : 03-3259-0665

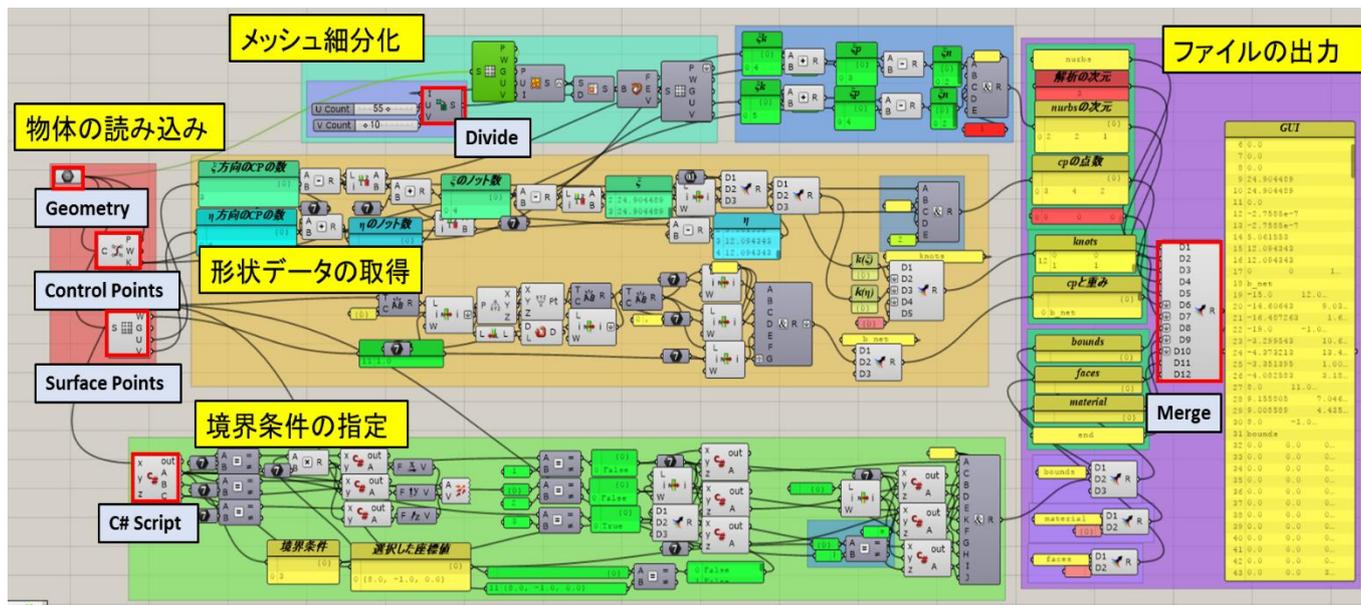


図 4 Grasshopper を用いて作成したシステム

4. メッシュの細分化

メッシュの細分化は解析の精度向上に必要な工程であり、GHを用いる事によりリアルタイムで操作できる。メッシュ分割は「Divide」コンポーネントを用いて数値的な操作のみで生成した。図6はRhino上で生成した片持ちばりのメッシュを細分化し、境界条件として集中荷重を与えた後、ベクトル表示したものである。このように既存の形を変えずにメッシュのみを細分化が出来るシステムとなっている。

5. 境界条件の指定

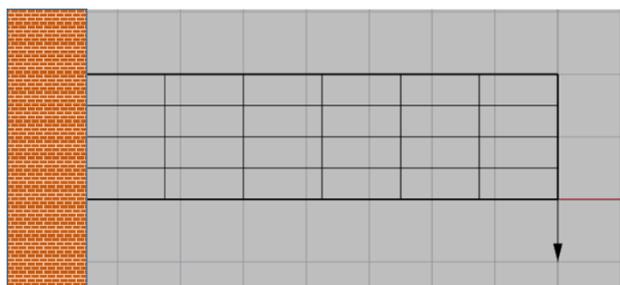
GHには境界条件を定めるコンポーネントが存在しないため、本研究ではC# Scriptコンポーネン内にRhinoCommonスクリプト³⁾を作成し、境界条件を指定できるようにシステムを構築した。スクリプトを実行すると、Rhino上でマウス操作により境界条件を与える点を指定することができ、その操作に引き続き、境界条件の方向や境界条件の値を入力するように作成した。

6. まとめ

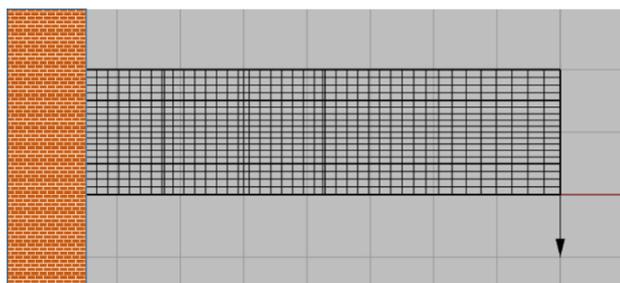
本研究ではGrasshopperを用いて、形状データの取得から境界条件の指定まで行い、最終的にはRhino上で解析を行えるようなシステムを構築した。視覚的なプログラミングをベースとしており、機能拡張の柔軟性にも優れている。今後は本システムの使いやすさの向上を進める予定である。

[参考文献]

- 1) J.A.Cottrell, et al. : Isogeometric Analysis Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009
- 2) 長谷部寛,武井奨,野村卓史 : 線形弾性問題を対象とした IsogeometricAnalysis におけるガウス積分点数の検討, 土木学会第 18 回応用力学シンポジウム講演概要集, p.281-282, 2015.
- 3) RhinoCommonSDK:<http://4.rhino3d.com/5>
- 4) 中島淳雄:Grasshopper 入門, ラトルズ, 2014.



(a) 細分化前のメッシュ



(b) 細分化後のメッシュ

図 6 メッシュ細分化