

物体認識センサーを用いた境界要素法モデラーの開発

Development of BEM Modeler Using Motion-Capture Device

高橋 秀平 石田 将典 川口 秀樹

Shuhei Takahashi Masanori Ishida Hideki Kawaguchi

室蘭工業大学

Muroran Institute of Technology

1. はじめに

近年、電磁界のシミュレーション技術は科学分野のみならず、産業応用に広く普及し、高周波電子製品の設計など、それなしでは成り立たないケースもある。このとき、数値シミュレーションの実用利用に際し、しばしば大きなオーバーヘッドとなるのが、3次元複雑形状を取り扱う場合の数値モデルの作成作業である。この作業を効率的、安価に、またとりわけオーダーメイドで行うべく、我々はこれまで、物体認識センサー(Microsoft Kinect Sensor^[1])を用いたモデラーの検討を行い、実際、そのFDTD法シミュレーションへの応用を行ってきた^[2]。このとき、FDTD法では数値モデルをグリッド状に表現するため、物体認識センサーから得た3次元モデル情報のうち表面ノード分布のみを用いてグリッドを生成した。しかしながら、物体認識センサーからは、物体表面の三角形要素の情報も得られることがわかっている。本研究ではこれらのデータをフル活用して、境界要素法モデラーの検討を行ったので報告する。

2. 面要素均等化

物体認識センサーからの物体表面メッシュデータは、頂点座標、頂点法線ベクトル及び各メッシュとその3頂点を対応させるデータで構成されている。しかしながら、図1(a)のように、しばしば、その三角形メッシュは大きさが極端に異なったり、ほとんどつぶれていたりしており、このまま数値計算に用いると、行列方程式の条件数が悪く、深刻な精度の劣化が生じる。したがって、物体認識センサーから得たメッシュモデルは、境界要素法で使う前に三角形メッシュが均等になるように修正を施す必要がある(図1(b))。このため、本研究では以下の方法でメッシュの均等化を行った。すなわち、まず、図2(a)のようにノード分布の不均一を解消すべく、移動させるノードに対し、それを囲むノードからクーロン力のような斥力が働くとし、その合成斥力を元に移動後の位置を決定する。その際、合成斥力から得られた移動ベクトルがモデル表面に対し垂直成分を含むと、結果的に形状を大きく変形させてしまう。したがって、オリジナルのノードが作る面を大きく変形させないため、図2(b)に示すように移動させるノードの頂点法線ベクトル \mathbf{n} と垂直な面内でノードが移動するように、拘束条件をつけた上で、補正を繰り返すこととした。

3. 数値例

上述の処理により、実際に物体認識センサーで読み込んだ形状(図3(a))の三角形メッシュを均等化した計算例を図3(b)に示す。オリジナル及び均等化後のモデル表面を比較すると、処理を繰り返すことでメッシュサイズの均等化は進むが、それと同時にモデル表面に凹凸が生じていく様子も確認できる。これは上述のように極力形状は変化しないようノードを移動させてはいるものの、それでも均等化処理を多数回繰り返すことで、頂点法線ベクトル \mathbf{n} のわずかな傾き誤差が蓄積していきノードの位置が表面に対し突起してしまっただと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では物体認識センサーから得られた三角形メッシュ離散モデルを用いた境界要素法モデラーの開発を行った。その際、メッシュサイズのばらつきによる計算精度の劣化を回避すべく、三角形メッシュの均等化を試みた。しかしながら、この均等化処理に伴い、離散モデルの表面に突起が生じる問題が新たに発生することがわかった。今後はこの突起の回避を検討していく予定である。

5. 参考文献

- [1] <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/hardware> (Microsoft Corp., Developing with Kinect for Windows).
- [2] 石田,他,物体認識センサーを用いたFDTD法モデラーの開発,MAGDA講演論文集(第24回),pp.285-287,2015.

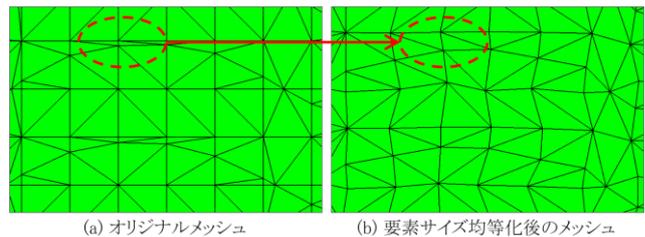


図1 物体表面メッシュの例

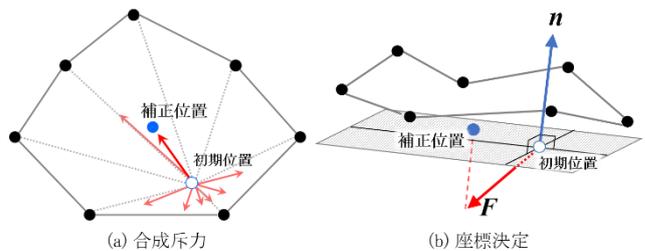


図2 合成斥力によるメッシュ均等化

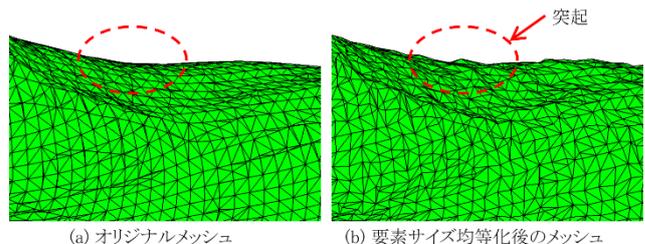


図3 メッシュ均等化計算例