

粒子法による軟組織生体変形に関する 数値シミュレーション

■ 情報工学部 情報システム工学科 教授 利光 和彦

○ 研究分野：計算医工学

○ キーワード：粒子法、メッシュレス、大変形解析、触診

I 研究概要

1. 研究背景・目的

医療検査では、CT、MRIに代表される検査機器の発達により、詳細なデジタル生体データが得られる。本研究は、そのデータを利用し、患部を数値計算可能な点の集合(点群)でモデル化し、生体(軟組織)の変形、内部応力などの解析を粒子法で行う。

解析対象としては、触診や異なる検査体位での重力による変形が問題となる乳がん検査などであり、数値解析を医療に役立てることを目的とする。

2. 研究内容*

臓器などの生体を離散的な点群で表現し(図1)、粒子法による数値解析を行う計算コードを開発している。生体は、厚肉弾性体としてモデル化し、大変形非線形解析が可能である。図2に、非一様な硬さ組織の生体モデルでの解析結果の例を示す。中央部にしこりがあり、その直上を押しした場合の有限要素法(FEM)と開発した粒子法解析コードによる、変形とVon Mises応力の比較である。両者は良く一致しており、本計算の妥当性が確認できる。

図3に、当研究室で開発中の触診訓練シミュレーターに適用するため、頬を指で押した場合の変形計算結果を3次元VRモデルで示したものである。

現在は、より大きな変形、精度のさらなる向上、機械学習による計算速度の高速化などの改良に取り組んでいる。

3. 今後の展開

医療行為に使える再現モデルが解析できるようになれば、有限要素法解析では難しい、患部を切り取る操作などにも対応でき、術前シミュレーションへの展開が期待できる。

*利光他、頭頸部触診のための粒子法による非一様弾性生体変形解析、日本機械学会論文集C編(生体工学、医工学、スポーツ工学、人間工学)、Vol.87, No.894, Paper No. 20-00339, 2021. DOI: 10.1299/transjsme.20-00339.

I 利点特徴

- ・点群モデルは、複雑な構造の解析対象を再現しやすい
- ・重力変形後の切断などの操作に対応する連続的な数値シミュレーションが可能

I 応用分野

生体のような柔軟な対象物の大変形非線形解析が必要な分野

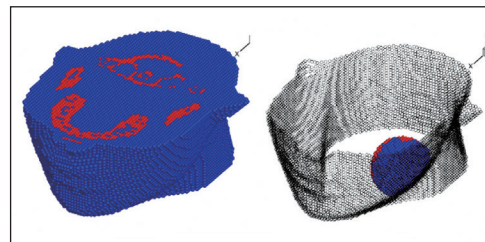
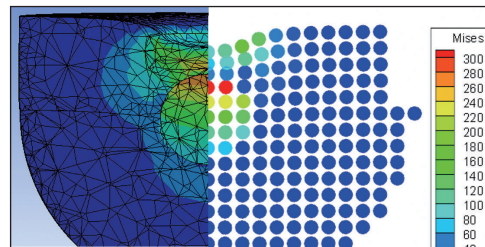


図1: 頭頸下部点群計算モデル



(左: FEM、右: 粒子法)
図2: 計算例、しこりあり生体モデル

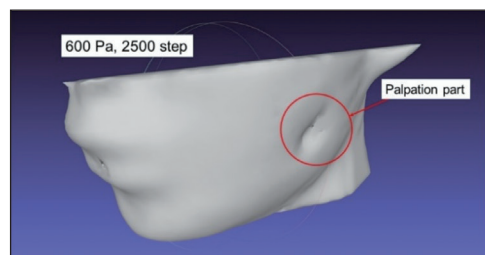


図3: 頬の指で押した場合の変形

