

## 漿膜・結合組織の粒子ベース変形・剥離表現法の提案

河野 桃子<sup>†</sup> 田川 和義<sup>‡</sup> 田中 弘美<sup>†</sup> 小森 優<sup>§</sup> 来見 良誠<sup>¶</sup>

立命館大学 情報理工学部 知能情報学科<sup>†</sup>

立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構<sup>‡</sup>

滋賀医科大学 医学部 医学科<sup>§</sup> JCHO 滋賀病院<sup>¶</sup>

### 1. はじめに

近年、低侵襲手術が普及している。従来の開腹手術とは異なり、患者の腹部に鉗子や電子メスなどの手術器具を挿入し、内視鏡の映像をもとに行う手術である。患者への負担が少ない反面、執刀医には高度な手術技術が必要であり、VR(visual Reality)手術シミュレータを用いる手術訓練が行われている。

研修医が学ぶべき手術手技は、漿膜・索状組織に対する緻密な手術手技である。例えば、腹腔鏡下胆嚢摘出術の場合、手術に要する時間は1時間であるが、そのうち剥離に40分程度かかる。何故なら、剥離の際に内部を走行する胆嚢管、胆嚢動脈等を損傷する事故を避けるためである。しかし、現在実用化されているVR手術シミュレータでは漿膜・索状組織は図1で示すように、バネのリンクを断ち切る簡単な表現にとどまっております。表現の乏しさは課題である。

そこで、本研究では漿膜・結合組織の異方性材料特性を考慮可能な粒子ベース変形・剥離モデルを提案する。従来よりも再現精度の高い漿膜・結合組織の変形・剥離表現が可能であると考えた。

以下3節では結合組織について、関連研究、提案手法、結果、まとめ・今後の課題について述べる。



図1.現在のVR手術シミュレータ

「Particle-based deformation and rupture simulation approach for serous and adhesion」

<sup>†</sup> 「Kawano Momoko・Ritsumeikan University」

<sup>‡</sup> 「Tagawa Kazuyoshi・Ritsumeikan University」

<sup>†</sup> 「T.Tanaka Hiromi・Ritsumeikan University」

<sup>§</sup> 「Komori Masaru・Shiga University of Medical Science」

<sup>¶</sup> 「Kurumi Yoshimasa・JCHO Shiga Hospital」

### 2. 漿膜・結合組織とは

漿膜は上皮細胞と基底膜で構成されており、結合組織は脂肪、リンパ管、索状組織で構成されている。索状組織は、管の軸方向に沿う繊維状の組織である。

### 3. 関連研究

小田ら[1]は、粘土の形状変形のシミュレーションモデルとして、相互作用力の働く粒子群を用いた粒子ベースの粘土モデルを提案している。重力、粒子間に働く斥力、引力、摩擦力などの特殊な作用力、および外力のもとで運動する粒子群により、粘土の形状変形を実現している。外力によって変形され、外力を取り除いても変形したままの形で残るといった粘土の可塑性が実現されている。

粒子間の作用力は図3と以下の通りである。

- A) 粒子間の距離が基準距離よりも小さい場合には斥力が働く。
- B) 粒子間の距離がある一定の範囲内の場合には安定状態となる。
- C) 粒子間の距離がB)よりも大きいようなある一定の範囲内の場合には引力が働く。
- D) 粒子間の距離がC)よりも大きいようなある一定の範囲内の場合には斥力が働く。

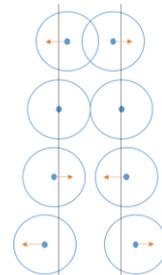


図3.距離に応じた作用力

### 4. 提案手法

重力、粒子間に働く斥力、引力、外力のもとで運動する粒子により、変形・剥離を表現する。粒子間の作用力は、小田ら[1]の手法を用いた。

胆嚢管、胆嚢動脈に見立てた円柱の周りに粒子を付着させた。

漿膜・結合組織の異方性材料特性を考慮するために、粒子には円柱との距離によって ID を振り分け、ID ごとに粒子に引力を与えた。

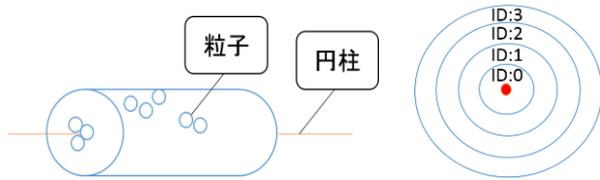


図 4. 粒子を円柱に付着させ、円柱からの距離によって ID を振る

## 5. 結果

粒子に円柱との距離によって ID を振り分け、ID ごとに引力を与えた。図 5 より、粒子が ID ごとに層になっていることが分かる。

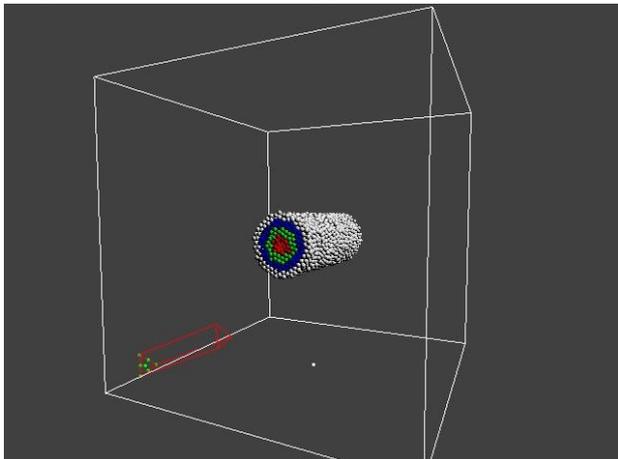


図 5. ID ごとに引力を与えた

剥離を進めると、表面の粒子が剥がれ、漿膜・結合組織の異方性材料特性が考慮できていると考える。

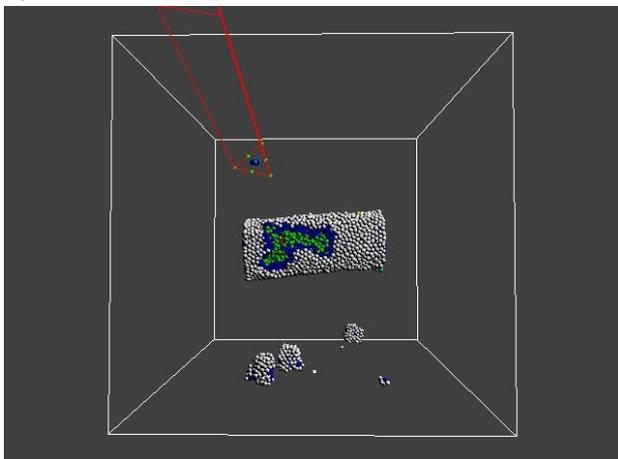


図 6. 剥離

## 6. まとめ・今後の課題

漿膜・結合組織の異方性材料特性を考慮可能な粒子ベース変形・剥離モデルを提案した。

今後、VR 手術シミュレータに組み込めるよう、より再現精度を高める必要がある。

## 7. 参考文献

- [1] 小田奏行, 村岡一信, 千葉則茂, 「仮想粘土の粒子ベース・ビジュアルシミュレーション」, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.5, pp.1142-1150 (May 2001)