

採血時の穿刺による血管変形の表現

本間 達, 若松 秀俊

東京医科歯科大学 大学院保健衛生学研究所

Deformation of blood vessel on blood sampling by injection needle

Satoru Honma, Hidetoshi Wakamatsu

Graduate School of Health Sciences, Tokyo Medical and Dental University

1. はじめに

採血は多くの医療従事者が行う基本的な医療技術の一つである。この技術は皮下に隠れて見えない静脈と採血針の位置関係を、術者の指先の感覚を頼りとして把握することが重要であるが、実際には多くの術者が視覚情報を頼りに採血を行っている。この技術を修得するために、医学生同士は同意の下に互いの腕を用いて練習するが、傷の回復や衛生的な観点から適切な手法とは言いがたい。これを補う技術として、模型を用いたシミュレータなどが開発されているが、採血針による穿刺部位の消耗品の交換が必要不可欠であり、経済的な負担が少なくない。これらの点を解決するために、人工現実感の技術¹⁾を用いた採血シミュレータ²⁾を開発する。これは仮想空間内に物理モデルで仮想シリンジと仮想血管を構築し、実空間に設計した採血シリンジ型のデバイスにより、マスター・スレーブ方式で仮想シリンジを操作する。シリンジに結合した採血針が上腕組織を貫通して血管に進入する時の力を物理モデルの変形・破壊によって導出し、実デバイスにフィードバックして表現される穿刺時の感覚を繰り返し練習するためのシステムである。皮下にある見えない組織が採血針によって変形し、切り裂かれる様子を可視化することによって、指先の触覚と視覚情報を結合した練習を可能にする。本研究では、採血針と静脈を物理モデル³⁾で構築し、穿刺によって血管が変形・破損する場合の表現について検討する。

2. 物理モデルを用いた採血針と血管の構築

力覚表示システムで操作することを念頭に置いて、採血針と血管を物理モデルで構築する。物理モデルは、変形・破壊を表現することを考慮し、Kelvin-Voigtモデルに塑性を考慮した粘弾塑性固体モデル³⁾(以下、バネと表現)を採用する。正四面体の各頂点に質点、各辺にバネを配置した構造を基本構造とし、この連結配置により仮想物体を構築する。採血針は単純化して、円筒の一端を斜めに切り落とした形状とし、血管は針の刺さる部分のみを考慮し、針よりやや太めの円筒状とする。針は血管より硬いので、針を構築するバネの弾性定数を3倍に設定し、また密度も大きいので質点の質量を1000倍に設定した。

採血針は血管に穿刺する時の挿入角、進行方向を決定する振り角、切断面を任意の方向に変更するた

めの針の中心軸まわりの回転角、進行方向への移動量などのパラメータを用いて空間内での位置姿勢を決定する。

3. 採血針による血管穿刺のシミュレーション

構築したモデルを用いて、採血針による血管穿刺のシミュレーションを行った。マウス操作により採血針を仮想空間内で動かした。その様子を図1に示す。図中(a)から(c)は穿刺している様子であり、(d)は針を抜いた時の様子である。穿刺操作により、血管に穴が空いたことが分かる。このとき、針の操作時の手ぶれにより先端部に損傷を生じている。

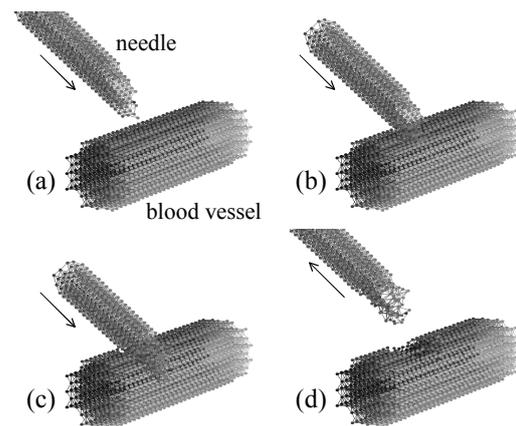


図1 採血針モデルによる血管モデルへの穿刺

4. 考察

本研究では、物理モデルを用いて採血針による穿刺を表現可能なモデルを構築し、血管に穿刺による穴があく様子が表現できた。このモデルでは、バネおよび質点に与えたパラメータが実際の物体と一致していない。さらに血管および採血針の厚さが必ずしも現実と一致していないので、針先の損傷を生じたと考えられる。現実にあわせたパラメータの決定とデバイスとの接続が今後の課題である。

【引用文献】

- 1) 本間, 若松: 仮想物体の変形破壊の研究を振り返って, 日本バーチャルリアリティ学会力触覚の提示と計算研究会報告書, 1(HDC01), 25-28(2009)
- 2) 岡本, 本間, 若松: 仮想空間における採血シミュレータの開発, *Journal of Japan Society of Health Sciences*, 23(4), 276(2007)
- 3) 本間, 若松: 粘弾塑性体モデルで表現した物体間の相互作用による破壊, 計測自動制御学会論文集, 44(7), 600-608(2008)