

7U-1

脳神経外科における手術経路検討のための血管操作インタフェース

中西悠介† 松田浩一† 井上敬‡ 小川彰‡

†岩手県立大学ソフトウェア情報学部 ‡岩手医科大学脳神経外科

1. はじめに

脳外科手術において、医師は手術を行う前に脳神経外科術前検討会を行う。術前検討会とは、複数の医師が手術を行う患者に対して手術方法・経路等を検討するものである。検討会が行われる時間は約1時間であり、5~10人程の患者に対して検討が行われる。



図1 術前検討会の様子

術前検討会では手術経路を検討する場合、人間の頭部模型や血管画像等が用いられる。血管画像には二次元のDSA画像やMRA断層画像を複数用いて血管の三次元形状を想像するが、これには熟練を要し、医師間での血管の立体形状情報の理解・共有が困難である。その問題を解決する方法として、血管の三次元表示が利用されている。血管を三次元表示することにより、医師間の立体情報の理解・共有は可能となるが、手術経路の検討には適切ではない。

手術経路検討は、手術をする際、どのような手術経路を選べばリスクが低く手術できるのかを検討する為、実際の手術と同じ状況で検討しなければならない。実際の手術は、頭部の切開位置を決め、その視点位置から血管等を避けて、病変部まで到達して手術を行う。よって、手術

経路検討も、視点を手術視点から変更することなく血管の構造を理解できなければならない。

しかし、現在の三次元表示では血管に対して操作を行うことができない。その為、血管が重なった際、手前の血管の奥の状況を把握するために、視点を変更し、角度を変えて血管が重ならない視点から見る必要がある。また、実際の手術では血管を移動させることにより病変部に到達することもあるが、このような情報を術前に把握することは、現状の三次元表示では困難である。そのため、現在の三次元表示は手術経路検討という観点では、あまり利用されていない。

術前検討会支援として、人間の頭部を三次元表示し、手術を行うような感覚で切開し、内部状況を確認可能なシステム[1]が存在するが、これには人間の骨、血管情報がなく血管に対して変形操作を加えることが不可能であり、手術経路検討支援システムとしては利用できない。

そこで先行研究では手術視点で対話的に操作を行えるインタフェースの提案[2]を行い、本稿では実データによる実装、及び評価を行った。

2. 提案インタフェース

血管を三次元表示し、血管の一部をドラッグすることにより血管に対して変形操作を加える。血管を変形させることにより実際の手術の様に血管を移動させ、同一視点で血管の奥の状況を確認できる図2の様なインタフェースを提案する。

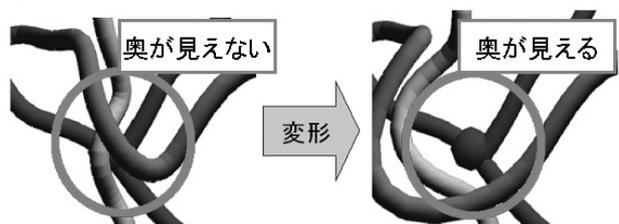


図2 変形概念図

3. 実装方法

MR画像より抽出し、作成した血管データを基に、ポリゴンデータを作成し、血管の接続・分岐情報を付与させることで血管の繋がり情報を持たせ、血管の変形操作を可能とした。さらに、

†「A blood vessel operation interface for surgery planning」

†「Yusuke NAKANISHI, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University」

†「Koichi MATSUDA, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University」

‡「Takashi INOUE, Neurosurgery, Iwate Medical University」

‡「Akira OGAWA, Neurosurgery, Iwate Medical University」

血管データに血管の太さ情報を持たせ、より忠実に血管を再現できるようにした。変形方法は、血管の任意の一点をドラッグして動かすことにより、選択した点の周囲の接続点を追従させて行っている。周囲の接続点の変形量制御は、正規分布を任意の一点からの距離に応じて重み付けすることにより血管の変形を自然な曲線状にすることで実現している。接続点を正規分布で制御することで血管の変形を大局的に行うことが可能となる。

4. 実装結果

実装で扱った血管データは健常者の MRA 画像から手動抽出し作成したものである。図 3 に血管の三次元表示の全体を示す。

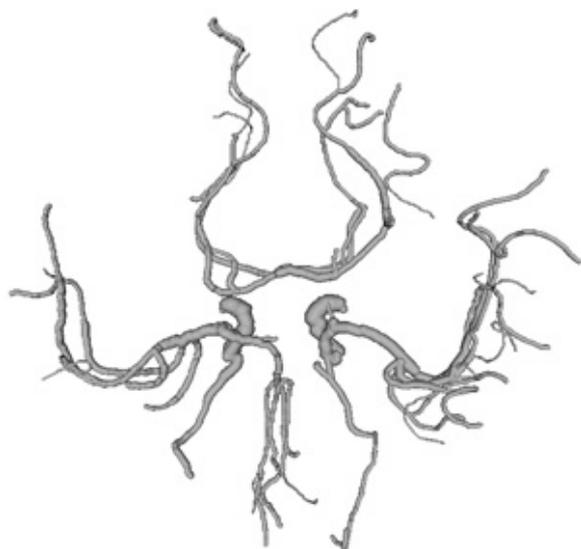


図 3 全体表示

三次元表示だけでは、任意の視点を実際の手術視点と仮定すると、現在の視点では手前の血管の奥の状況がどのようになっているかを把握することが不可能である(図 4)。しかし、実装による血管の接続情報を利用して大局的な変形を行うことにより、同一視点で手前の血管の奥がどのようになっているかを把握することが可能になったことがわかる(図 5)。

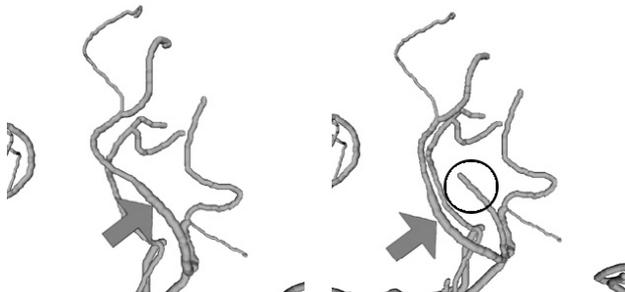


図 4 変形前

図 5 変形後

5. 評価

本インタフェースの医師の評価は、臨床的には新しく利用価値があるということだった。しかし、評価時の血管データは健常者のものであり、実際の症例で本研究の評価を行うことができなかった。本研究は動脈瘤等の症例に対して有効であると考えられるため、動脈瘤の血管データでの評価が行いたいということだった。

他にも、現在の血管の変形は任意の一点の周囲の接続点を正規分布で重み付けすることだけで血管の変形を行っているため、血管の伸縮について考慮していない。その為、実際の血管操作では起こりえない図 6 のような血管の変形をする場合があり、医師が操作する上で違和感を感じることがあった。

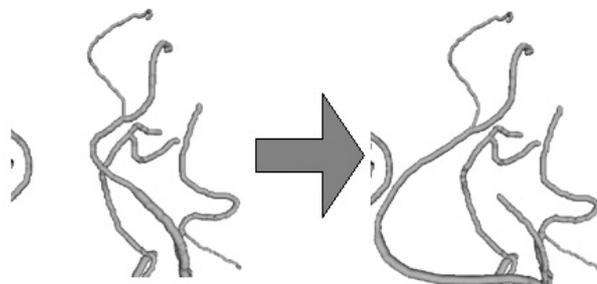


図 6 起こりえない伸縮

6. おわりに

本研究では、脳血管を三次元表示し、手術視点で対話的に操作を行えるインタフェースを提案した。血管に接続情報を加えることにより、変形操作を行うことが可能となり、手術視点から手前の血管の奥行き情報を得ることが可能となった。健常者の血管データによる医師の評価は、臨床的に新しく利用価値があるということであった。

今後は実際の症例データによる評価が必要であり、血管の変形方法の改善も必要である。

参考文献

- [1]藤原俊朗, 松田浩一, 亀田昌志, 井上敬, 小川彰, "脳神経外科術前検討システムのための高速なボリューム編集手法", 日本コンピュータ外科学会論文誌, Vol. 7, No. 1, pp. 33-41, 2005.8.
- [2]中西悠介, アブラジャン・アブドレシティ, 松田浩一, 井上敬, 小川彰, "術前検討会における 3 次元血管操作インタフェース", 平成 17 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2E-05, 2005.8.