

MRIとレーザーリソグラフィによる脳構造3次元モデルの作製

6D-2

福森 幸雄、仁木 登、西谷 弘*、早野 誠治**

徳島大学工学部、*徳島大学医学部、**シーメット

1. はじめに

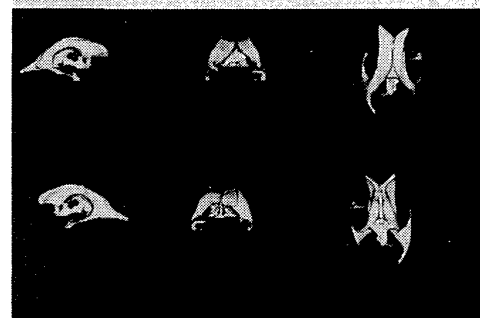
脳外科医から、複雑な立体構造を有する脳構造の正確な3次元情報の認識支援技術の開発が強く望まれている。従来より、X線CT画像やMRI画像から脳構造を3次元再構成して3次元表示することが活発に研究されている。しかし、ディスプレイによる3次元表示だけでは、3次元情報の把握が不十分である。そこで、本報告では、MRI画像から関心臓器形状を抽出し、レーザーリソグラフィ技術を用いて脳構造の3次元モデルを作製する。

2. 脳構造抽出

脳構造抽出は、簡単な閾値処理では正確な抽出は困難である。そこで、本手法はMRI画像の濃度情報とエッジ情報を用いて関心臓器形状を3次元的に抽出する。まず、画像値のコントラストを強調するために画像値を非線形変換する。次に、Marr-Hildreth operator [1]を用いて輪郭を強調する。濃度情報で指定した関心臓器の心部から画素連結性を用いて3次元探索し、心部領域を成長拡大していく。探索がエッジ部に到達したときにこれを終了する。このデータには、まだ不必要なノイズ成分が含まれているため画素連結性を用いて6近傍画素を連結追跡することにより、ノイズを除去し精密な脳構造データを抽出する。図1に抽出した血管画像、脳質画像の3次元表示を示す。



(a) 血管画像



(b) 脳質画像

図1 脳構造抽出画像の3次元表示

3. モデル作製

レーザーリソグラフィ技術[2]は、液状の紫外線感光性樹脂にレーザー光を照射すると照射部分は縮重合反応を生じて固化し、この生成された硬化層を何層も積層することによって任意の形状をもった立体モデルを作製するものである。モデル作製装置を図2に示す。作製手順は、空間分解能においてレーザーリソグラフィ装置との整合の必要があるために補間を行なう。ここでは、抽出画像の輪郭データをBスプライン関数を用いて平滑化し、

各平滑輪郭データを三角パッチ表現を用いて再構成する。

また、複雑な分岐構造を持つ臓器形状は最下位積層からだけではなく作製途中の積層から形状データが新たに現われるため、浮遊が起こり形状の欠損が起こる。これを防ぐためにスライスデータを最下位層から探索し、新たに出現するスライスデータに最下位層から支柱を設ける。その支柱付き形状データを横方向にスライスし輪郭データを得て、このデータに基づいて最下層からモデルを作製する。

Fabrication of 3-Dimensional Brain Structure Model Using MRI and Laser Lithography

Yukio Fukumori, Noboru Niki, Hiromu Nishitani*, Seiji Hayano**

Univ. of Tokushima,*Medical School Univ. of Tokushima, **CMET INC.

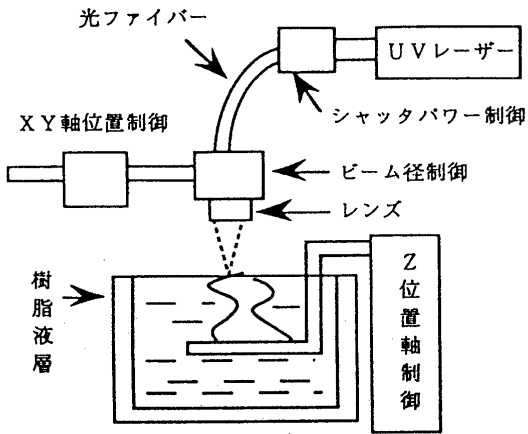
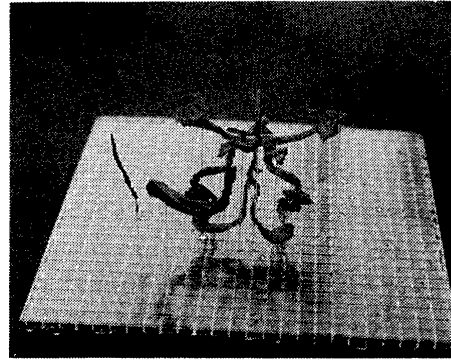


図2 モデル作製装置



(a) 血管モデル

4. 実行結果と評価

本手法を適用し、実際に作製した実物モデルを図3 (a)、(b) に示す。(a) は血管モデルである。塊状部分が脳腫瘍をしめす。モデル作製には、約15時間を要した。血管と腫瘍の位置関係がよく理解できる。(b) は脳質モデルである。脳質の複雑な構造がよく理解できる。モデル作製には、約5時間を要した。この実物モデルを3次元グラフィックス技術と比較すると複雑な分岐構造を持つ血管の形状、3次元位置情報などの正確な把握が容易となる。実物モデルは診断や手術計画の3次元認識支援として有効であることが実際に確認できる。



(b) 脳質モデル

図3 脳構造3次元モデル

5. おわりに

今後、実物モデルをディスプレイによる3次元表示と併用することにより、高度で総合的な3次元認識支援システムを目指す。脳外科医と共同して臨床例へと適用していく予定である。

参考文献

- [1] D.Marr and E.Hildreth : " Theory of edge detection", Proc. R. Soc. Lond. B, vol.207, pp.187-217(1980)
- [2] 中井孝、丸谷洋二 : " レーザーリソグラフィによる立体モデル作成" 電子情報通信学会論文誌 (D)、vol.J71-DNo.2 pp.416-423 (1988)
- [3] 仁木登、岩朝昭、他 : " MRIとレーザーリソグラフィによる血管3次元モデル作成"、MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY, vol.9, No.3, pp.267-268 (1991)
- [4] 福森幸雄、仁木登、他 : " MRIとレーザーリソグラフィによる血管3次元モデル作製"、MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY, vol.10, No.3, pp.235-236(1992)