

平成 21 年 5 月 10 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500415

研究課題名（和文）脳神経領域における診断と治療の融合的支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of Fusional System for Diagnostic-Therapeutic Support in Brain-neuro Area

研究代表者

増谷 佳孝（MASUTANI YOSHITAKA）

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：20345193

研究成果の概要：

本研究の目指す、脳神経領域における診断と治療の融合的支援システムの開発において具体的研究項目である、1) 拡散 MRI を用いた脳腫瘍の診断・治療融合支援、2) 脳動脈瘤の診断・治療融合支援、および、3) 1) と 2) に共通する技術基盤について、様々な技術およびシステムの研究と開発を行い、関連する学会および論文誌での発表を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・医用システム

キーワード：検査・診断システム

1. 研究開始当初の背景

脳神経領域に限らず、医療における診断と治療は、それぞれ一連のワークフローの一構成要素であるが、実際の臨床現場では切り離して考えることはできない。よって、個別に支援するのではなく、融合的支援による一貫性が医療のワークフローにおいて、情報の有効利用などの面から必要であり、重要である。しかしながら、診断支援、治療支援に関する技術は、工学的な見地からそれぞれ活発に研究されているものの、学術的には区別して扱

われており、融合的支援に関する研究は皆無であった。

2. 研究の目的

脳神経領域の疾患に対する診断支援および治療支援を融合的に行うための医用画像解析・表示システムを開発することにより、診断から治療へのワークフローの改善を目指す。具体的には、脳腫瘍および脳動脈瘤を例として、これらを対象とした融合的支援システムを開発し、臨床試用による評価を行う。

また、これらを通して、融合支援の方法論の構築を行う。

3. 研究の方法

本研究の対象の症例である脳腫瘍および脳動脈瘤に対して、以下を行うシステムの開発を行う。

(1) 脳腫瘍の診断・治療融合支援

拡散 MRI 画像において、脳白質線維束・腫瘍を抽出することにより、腫瘍摘出手術の計画・術中誘導へ応用する。

(2) 脳動脈瘤の診断・治療融合支援

MRA 画像において脳動脈瘤を自動検出し、X 線透視像下のコイル塞栓、および外科的クリッピング術の計画、術中誘導へ応用する。

また、これらに共通して使用される技術基盤に関しても同時に開発の対象とする。

4. 研究成果

必要な要素技術およびシステムの開発と臨床データによる試用などを行った。その内容を以下に示す。

(1) 脳腫瘍の診断・治療融合支援

拡散 MRI において、病変と運動機能に関わる主要な線維束の位置関係と症状の相関の検証により、抽出した線維束の信頼性を評価する方法の検討を行った。10 例による評価の結果、提案法による錐体路の信頼性が明らかとなった。以下に例を示す。

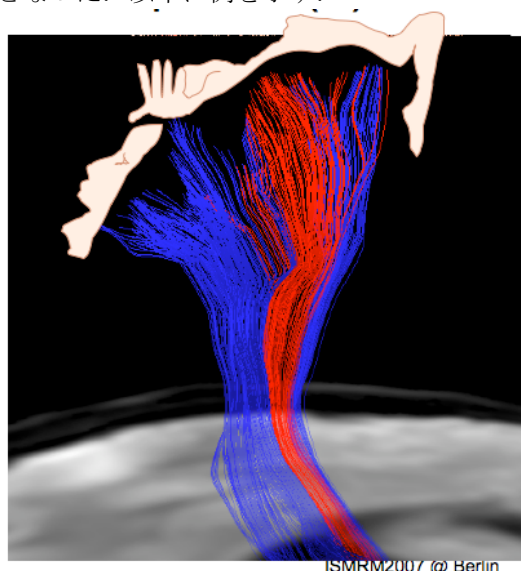


図1 病変と線維束（錐体路）の位置関係と実際の症状の整合性により、抽出した線維束の妥当性を検証した結果

この例では、上肢のみの麻痺症状を呈する患者データ（拡散 MRI）の解析において抽出した錐体路のうち、病変に接触しているものを

赤、それ以外を青で表示している。症状と画像の解析結果に整合性があり、抽出した線維束は妥当であると考えられる。

病変と特定機能神経束の空間的干渉や距離の計測を行う手法を開発し、その計測に基づき、特定機能神経束の表示色をマッピングする手法を開発した。

脳腫瘍における精密領域抽出手法として、非等方拡散による平滑化手法を応用した領域抽出手法の検討を行い、実装を行った。

(2) 脳動脈瘤の診断・治療融合支援

MRA 画像における自動検出結果に基づく脳動脈瘤領域の精密領域抽出について検討を行い、画像解像度に対する依存性を評価した結果を学会にて発表を行った。

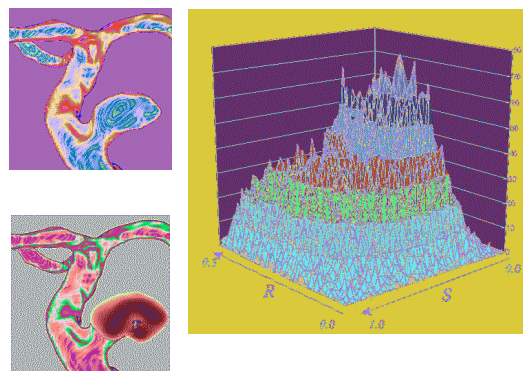


図2 臨床画像における形状解析例
左：MRA（上：原画像，下：分離結果，ともにボリュームレンダリング表示），右：動脈瘤付近の曲率分布

また、動脈瘤周辺のパラメトリックなモデリング（円筒など）の初期検討として、ヘッセ行列による血管走行方向の推定、非等方モルフォロジー処理による血管径測定手法を開発した。

低画質の MRA 像における血管の領域抽出について、変分法による手法について検討した。

X 線透視像下におけるコイル塞栓時の動脈瘤観察方向の最適化を行うシステムを開発し、臨床データで試用した。

(3) 共通技術基盤の開発

これまでに開発した汎用の医用画像表示システムを改良し、融合的支援に適した機能を追加可能にした。

高速なレジストレーションのための類似度計算の高速化を SSE（Streaming SIMD Extension：Intel 系プロセッサのためのアセンブリ命令）を用いて行った。画像データの高

速な非剛体変形手法として、SSEによるベクトル化に基づく高速な形状変形処理を実現した。下記に動径基底関数によるボリュームデータ変形におけるSSEによる高速化の効果を示す。

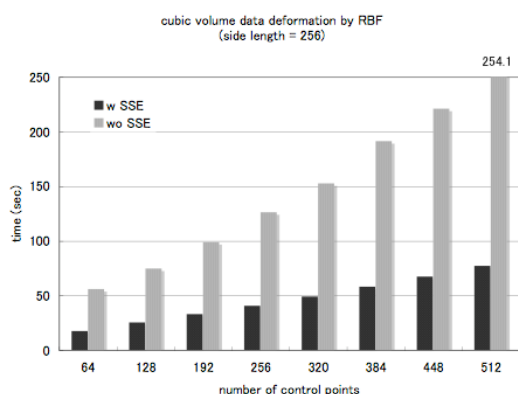


図3 SSEによるボリュームデータ変形の高速化結果（動径基底関数による変形）

これにより、3倍程度の高速化が達成された

webブラウザによる病変自動検出結果参照が可能となるサーバシステムを開発し、運用を開始した。2009年1月より1日あたり3〜5症例（週5日）の動脈瘤自動検出を行い、2008年度末において100例を越す臨床例で試用した。

上記の内容を、学会および論文誌などで発表した。また、融合的支援に関する方法論について多角的検討を行い、上記を含めて学会にて発表する予定である（学会発表[10]、採択済み）。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 4 件）

[1] Maruyama K, Kamada K, M. Shin, Itoh D, Masutani Y, Ino K, Tago M, Saito N, Optic radiation tractography integrated into simulated treatment planning for Gamma Knife surgery, Journal of Neurosurgery, 107(4): 721-726, 2007（査読あり）

[2] Gooya A, Liao H, Matsumiya K, Masamune K, Masutani Y, Dohi T, A variational method for geometric regularization of vascular segmentation in medical images, IEEE Trans Image Process. 17(8):1295-312, 2008（査読あり）

[3] Kabasawa H, Masutani Y, Abe O, Aoki S, Ohtomo K, Quantitative diffusion tensor analysis using multiple tensor ellipsoids model and tensor field interpolation at fiber crossing, Acad Radiol.

Jan;15(1):84-92, 2008（査読あり）

[4] Yasmin H, Nakata Y, Aoki S, Abe O, Sato N, Nemoto K, Arima K, Furuta N, Uno M, Hirai S, Masutani Y, Ohtomo K, Diffusion abnormalities of the uncinate fasciculus in Alzheimer's disease: diffusion tensor tract-specific analysis using a new method to measure the core of the tract, Neuroradiology 50(4):293-9, 2008（査読あり）

〔学会発表〕（計 10 件）

[1] Masutani Y, Aoki S, Abe O, Ohtomo K, Kabasawa H, Pyramidal Tract Tracking Based on Presegmentation of Superior Longitudinal Fasciculus and Tensor Field Interpolation, International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) 2007, Berlin, 25 May, 2007

[2] Masutani Y, Aoki S, Abe O, Ohtomo K, Kabasawa H, A hybrid tensor field interpolation approach for white matter fiber tract modeling, Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS) 2007, Berlin, 28 June, 2007

[3] 増谷, 桐生, 林, 青木, 大友, 画像レジストレーションの高速化を目的としたSIMDによる類似度計算, 日本コンピュータ支援画像診断学会, 広島, 11月4日, 2007

[4] 増谷, 桐生, 花岡, 野村, 根本, 林, 青木, 大友, 画像レジストレーション高速化のためのSIMDによる類似度計算と幾何変換, 電子情報通信学会 医用画像研究会, 金沢, 11月16日, 2007

[5] 増谷, 渡邊, 増本, 青木, 鎌田, 森田, 大友, 脳動脈瘤形状の不規則性の定量化に関する基礎的検討, 形状特徴の解像度への依存性に関する実験, メディカルイメージング連合フォーラム（電子情報通信学会 医用画像研究会 共催）, 沖縄, 1月25日, 2008

[6] Masutani Y, Multi-Dimensional Image Data Viewer with Flexible Extension Capability and its Application in Computer-Based Medical Systems, The 21st IEEE Int. Symposium on Computer-Based Medical Systems, Jyvaskyla, 18 June, 2008

[7] Masutani Y, Ito D, Aoki S, Abe O, Hayashi N, Ohtomo K, Clinical Validation of Fiber Tract Modeling based on Tensor Field Interpolation via Symptom-Topography Correlation Test, CARS 2008, Barcelona, 27 June, 2008

[8] 増谷, 村上, 伊藤, 青木, 阿部, 大友, 拡散テンソル場捕間に基づく錐体路描出法の脳梗塞症例による評価, 第36回日本磁気共鳴医学会, 旭川, 9月12日, 2008

[9] 伊藤, 増谷, 梶沢, 青木, 阿部, 大友, Probabilistic Diffusion TractographyとDiffusion Tensor Tractographyにおける錐体路の描出比較, 第36回日本磁気共鳴医学会, 旭川, 9月11日, 2008

[10] 増谷, 伊藤, 鎌田, 青木, 阿部, 大友,

脳神経領域における診断と治療の融合的支援システムの開発, 第 28 回日本医用画像工学会大会, 名古屋, 8 月 4 日 (予定), 2009 (採択済)

[その他]

学会主催の教育コースでの招待発表:

Masutani Y, dTV software : technical aspects and clinical applications, invited educational course presentation (Diffusion Tensor MRI for the Clinician and the Neuroscientist) in ISMRM 2009, Honolulu, April, 2009

開発したシステムの公開など:

基盤ソフトウェアシステム:

<http://volume-one.org/index-j.htm>

拡散テンソル MRI 解析ソフトウェア:

http://www.ut-radiology.umin.jp/people/masutani/dTV/dTV_frame-j.htm

6. 研究組織

(1)研究代表者

増谷 佳孝 (MASUTANI YOSHITAKA)

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号: 20345193

(2)研究分担者 (2007 年度のみ)

青木 茂樹 (AOKI SHIGEKI)

東京大学・医学部附属病院・准教授

研究者番号: 80222470

鎌田 恭輔 (KAMADA KYOUSUKE)

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号: 80372374

(3)連携研究者 (2008 年度のみ)

青木 茂樹 (AOKI SHIGEKI)

東京大学・医学部附属病院・教授

研究者番号: 80222470

鎌田 恭輔 (KAMADA KYOUSUKE)

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号: 80372374