

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861087

研究課題名(和文) 多次元医用MRI画像解析のための実用的なツール群の開発

研究課題名(英文) Development of practical tools for the analysis of multi-dimensional medical MR images

研究代表者

藤本 晃司 (Fujimoto, Koji)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：10580110

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：(1)子宮の拡散強調トラクトグラフィーの可視化で必須となる、VOIの作成時間を短縮するためのソフトウェアを開発した。(2)腎臓のASL画像から血流量を計算するための処理をインタラクティブに行うためのGUIを開発し、研究結果を学会報告した(高倉2013)。(3)DCE-MRIから得られた複数の定量指標の相関の有無を網羅的に検討するソフトウェアを開発した。(4)ADCと長期予後との関連を解析するスクリプトを開発し、有意な相関があることを示した(Himoto2014)。(5)ASL法により腎血流到達時間および腎血流量を推定するプログラムを開発し、その推定精度について学会報告した(高倉2014)。

研究成果の概要(英文)：(1) Developed a tool to help drawing VOIs, which are necessary for visualizing results of DTI of the uterus. (2) Developed an interactive GUI for the analysis of kidney ASL data. (3) Developed a script to analyze quantitative parameters obtained from DCE-MRI of patients with uterine cervical cancer. (4) Developed a script to analyze ADC and long term survival of patients with uterine cervical cancer, and showed a presence of correlation. (5) Developed a GUI to estimate arrival time and blood flow of the kidney based on the ASL images, and reported its accuracy.

研究分野：医歯薬学

キーワード：核磁気共鳴画像 MRI ポストプロセッシング 多次元データ 可視化

1. 研究開始当初の背景

核磁気共鳴画像(MRI)は非侵襲的に生体内の臓器や病変の断層像を可視化する技術であり、得られるコントラストの多彩さ(multi-dimensional, multi-parametric)において類を見ない。撮像装置の絶え間ない技術改良により、大量の画像データが得られるようになった一方、得られた大量の画像を処理して画像診断医にわかりやすく可視化するためのツールは一部の研究施設でしか実用化されていない。また、MRIで得られた各種の画像がいったいどのような病態を反映しているのかという解釈(画像診断)を補助するためのツールも十分に整っているとは言えない。例えば、拡散強調画像を用いて神経線維の方向性を可視化するためのツールは研究用としては以前からみられたが、脳画像の処理に特化しており、体幹部に適用することは容易とは言いがたい。また、造影ダイナミック MRI 画像を用いて組織の微小血管からの造影剤の leakiness(Ktrans)を求めるためのソフトウェアはごく最近になって臨床装置で実装されたが、どのような解析手法を用いているのか不明な部分も多い。

2. 研究の目的

本研究は、研究代表者がこれまでに開発したプロトタイプの解析ツールを基礎として、多次元医用 MRI 画像の解析のための実用的なツール群の開発を目的とする。その際、

- 1) 臨床現場で得られたデータに対して使用が可能な頑健性
- 2) 解析アルゴリズムに最新の研究成果を反映させる柔軟性
- 3) 医師や放射線技師にも利用可能な形態での実装
- 4) 大量のデータを効率よく処理するための仕組みの実装
- 5) 高次元データをわかりやすく可視化するための手法の開発と実装 を目指す。

予後予測や治療効果判定につながる新たな情報(biomarker)を得るためには、特殊な解析ツールが必要であるが、本邦ではそのような処理ツールを活用可能な研究施設は少ない。本研究はこれらの biomarker に関する症例データを収集、蓄積するための環境整備となる。

3. 研究の方法

以下の内容で研究代表者がこれまでに開発したプロトタイプの解析ツールを発展させてゆく。

- 1) 関心領域 (volume of interest) の入力補助ツールの改良
- 2) 多次元データ解析ソフトの改良、新たなモデルの実装
- 3) データを自動処理するしくみの構築

4) 臨床医や放射線技師が使うための GUI の実装

5) 網羅的に統計解析を行うしくみの構築

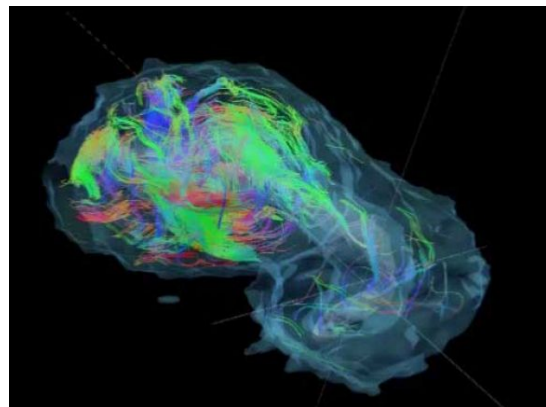
6) C言語による処理の高速化

7) 高次元データをわかりやすく可視化するための手法の開発、実装

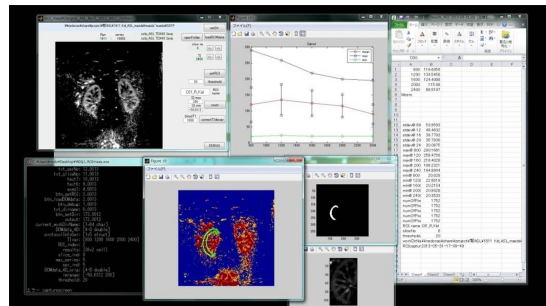
4. 研究成果

平成 25 年度は以下のような成果が得られた。

1) 子宮の拡散強調トラクトグラフィーの可視化においては、子宮外のノイズによるアーチファクトを避けるため、子宮の 3 次元ボリュームに一致した VOI の作成が必須であるが、3 次元的に平滑な VOI の作成を手作業で行うには膨大な時間を要する。この作業時間を短縮するため、大雑把に手入力を行った VOI に対して平滑化処理を行うソフトウェアを開発した。



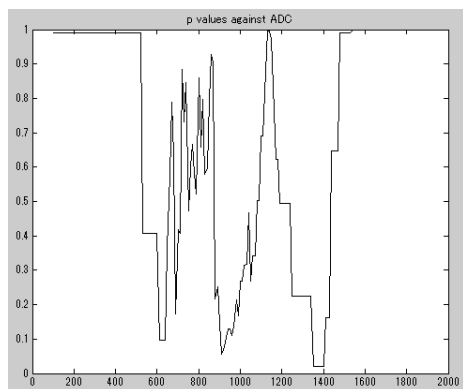
2) ASL(Arterial Spin Labeling)法は造影剤を使用せずに組織血流量を計測する MRI 撮像技術の一つであるが、定量値を計算するには複数のデータセットに対してモデルを当てはめ、曲線フィッティングを行う必要がある。インタラクティブにこれを行うための GUI を開発し、この GUI を用いた研究を日本磁気共鳴医学会大会で発表した(高倉ほか、2013)。



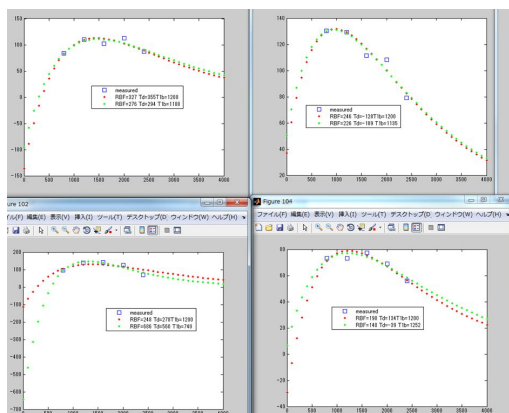
3) DCE-MRI から得られた複数の quantitative parameters の相関の有無を網羅的に検討可能なソフトウェアを開発した。

平成 26 年度は以下のような成果が得られた。

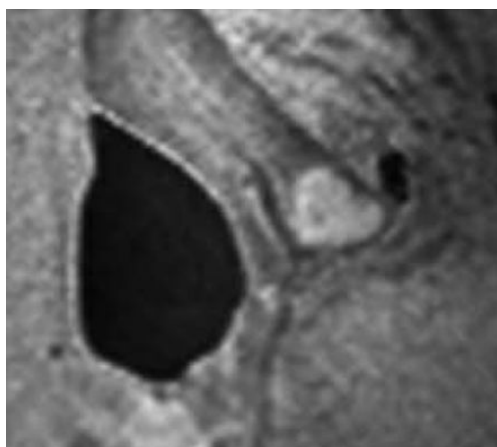
1) 前年度の研究を進展させ、拡散強調像から得られた定量指標であるADCと長期予後との関連を解析するスクリプトを開発し、子宮頸癌の長期予後において有意な相関があることを示した (Himoto ほか、2014)。



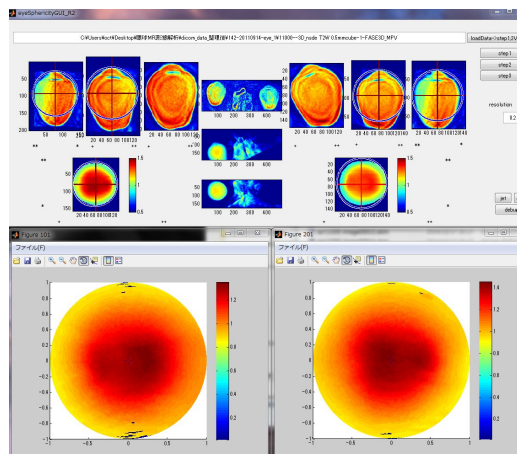
2) ASL(Arterial Spin Labeling)法により得られた、複数時相の腎灌流を解析して、血流到達時間および腎血流量を推定するプログラムを開発し、その推定精度について国内学会で報告した。また、この推定の際に必要なループ処理をC言語にて実装し、計算時間の高速化を実現した。



3) 複数の異なるb値で撮影した拡散強調画像から、撮影していないb値での拡散強調画像を計算で求める手法を実装し、現在子宮頸癌を対象とした解析を実行中である。



4) 眼球の3次元MRI画像を解析するためのソフトウェアを開発し、現在解析を実行中である。



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 2 件)
いずれも査読あり

Himoto Y, Fujimoto K, Kido A, Matsumura N, Baba T, Daido S, Kiguchi K, Shitano F, Konishi I, Togashi K, Assessment of the Early Predictive Power of Quantitative Magnetic Resonance Imaging Parameters During Neoadjuvant Chemotherapy for Uterine Cervical Cancer. *Int J Gynecol Cancer*, 2014 24(4):751-7, doi: 10.1097/IGC.000000000000124

Himoto Y, Fujimoto K, Kido A, Baba T, Tanaka S, Morisawa N, Koyasu S, Konishi I, Togashi K, Pretreatment Mean Apparent Diffusion Coefficient is Significantly Correlated with Event-free Survival in Patients with FIGO Stages Ib to IIb Cervical Cancer, *Int J Gynecol Cancer*, 2015, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25853385>

〔学会発表〕(計 3 件)

高倉京子、藤本晃司、木戸晶、伏見育崇、梅岡成章、岡田知久、坂下尚孝、木村徳典、金澤裕樹、富樫かおり、3D-SSFP-ASL(ASTAR)を用いた腎血流量計測、第41回日本磁気共鳴医学会大会、アステイ徳島(徳島市)、2013年9月19-21日

高倉京子、藤本晃司、木戸晶、伏見育崇、梅岡成章、岡田知久、坂下尚孝、木村徳典、金

澤裕樹、富樫かおり、プロトン密度強調(PDw)
画像を用いない腎血流量定量の試み
第 41 回日本磁気共鳴医学会大会、アステイ
徳島(徳島市)、2013年9月19-21日

高倉京子、藤本晃司、木戸晶、伏見育崇、岡
田知久、坂下尚孝、木村徳典、富樫かおり、
3D-SSFP-ASL を用いて腎臓到達時間を考慮し
た腎血流量計測、第 42 回日本磁気共鳴医学
会大会、グランヴィア京都(京都市)、2014
年9月18-20日

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤本 晃司 (Fujimoto Koji)

研究者番号：10580110

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：