

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26893133

研究課題名(和文) 灌流Dual energy CT: 生物学的変化を反映した領域自動描出法の開発

研究課題名(英文) Perfusion dual energy CT: Development of automatic contouring system with biological change

研究代表者

八木 雅史 (Yagi, Masashi)

大阪大学・医学(系)研究科(研究院)・寄附講座助教

研究者番号：40737491

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では測定方法の違いによる線減弱係数の変化を生物学的状態の変化としてとらえ、その変化を検出することにより解剖学的輪郭と機能レベル別に区分した領域を自動で描出するシステムを開発することを目的とする。本システムは人の手ではなく、物理量変化を利用しているため高正確かつ高精度な輪郭描出が行えると同時に、解剖アトラスといった事前情報が不要なしに腫瘍といった任意の形態に応じた輪郭や場所の予測ができない機能領域の描出の可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop an auto-contouring system using anatomical and functional change due to a difference of measurement method of linear attenuation coefficient. The system can contour automatically a region with highly accurate and precise level because of considering physical change but not the experience. It is suggested that the system could contour automatically a region which has no atlas or information on functionality such as tumor.

研究分野：医学物理学

キーワード：医学物理 機能イメージング

1. 研究開始当初の背景

放射線医学において画像上での腫瘍及び正常臓器の領域の把握および描出精度は、診断や標準治療の施行及び評価に影響するため、普遍的で高正確かつ高精度の描出が求められる。現在腫瘍及び正常臓器の人の手による描出には以下のような問題点がある。

- (1) 医師の経験や能力による違いがある。
- (2) 医師間のばらつきによる違いがある。
- (3) 施設間にばらつきがある。
- (4) 時間がかかる。

ソフトウェアによる自動描出方法も存在するが、解剖アトラスといった事前情報が必要なため、腫瘍や規格外形態の正常臓器に対応できない。また血流情報といった機能情報を自動的に描出する手法はまだ確立されていない。さらに現行の放射線医学では診断や治療において、腫瘍内部の機能の不均一性は考慮されていない。灌流 CT を用いれば造影剤の濃度変化から腫瘍内の血流に関する情報を得ることができる。機能レベル別に区分した領域を抽出することにより、腫瘍の活動状態を詳細に知ることができ、診断正確度及び精度の向上が見込まれる。また機能領域において機能レベルの違いに応じた放射線線量を投与することができれば、放射線治療の治療成績の向上が期待できる。

2. 研究の目的

細胞や組織の状態の変化が物理量の変化として現れる。Dual energy CT と灌流 CT を用いると、線減弱係数の変化(物理量の変化)を介して1つの領域を異なる側面(物質と血流)から観察することができる。本研究ではこのような測定方法の違いによる線減弱係数の変化を生物学的状態の変化としてとらえ、その変化を検出することにより解剖学的輪郭と臓器の機能レベル別に区分した領域を自動で描出するシステムを開発する。このシステムによって描出領域の定量性の向上が期待され、放射線診断分野では診断支援、放射線治療分野では生物学的機能情報を考慮した治療計画の立案及び効果判定に活用することが期待できる。

3. 研究の方法

本研究では線減弱係数の変化(物理量の変化)を用いて、解剖学的輪郭と臓器の機能レベル別に区分した領域を自動的に描出する統合検査システムを開発する(図1)。

(1) 解剖学的輪郭の自動描出法の開発

物質の線減弱係数が CT 画像を構成するエネルギーによって異なることを利用して、解剖学的輪郭を自動的に描出する手法を開発する。

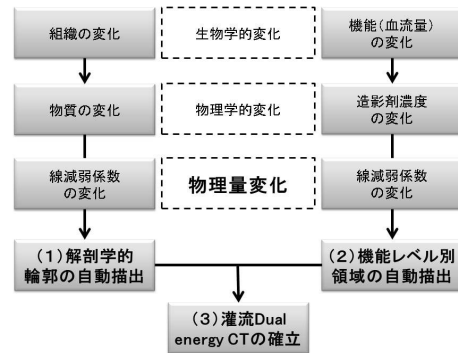


図1 本研究の全体構成。

線減弱係数の変化に基づいた自動輪郭描出アルゴリズムの開発

線減弱係数の変化に基づいて輪郭を描出するアルゴリズムを開発することを目的とする。Dual energy CT から合成される 40 keV ~ 140 keV の仮想単色 X 線画像を用いて、エネルギーの変化に対する物質の線減弱係数の変化を抽出する(図2)。抽出した線減弱係数の変化に基づいた輪郭の描出には Local mean analysis を応用する。開発したシステムの輪郭描出精度を確認することを目的とする。まず人体の組成を模擬したプラグが挿入されているファントムを用いて描出精度の評価を行う。プラグは寸法が既知であるので、この値を真値として開発した描出システムの精度評価をする。

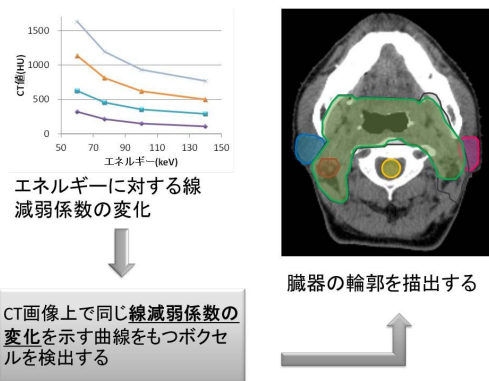


図2 線減弱係数の変化に基づいた解剖学的輪郭の自動描出の概念。

(2) 機能レベル別に区分した領域の自動的描出法の開発

灌流 CT において造影剤濃度が時間と共に変化することを利用して、機能レベル別に区分した領域を自動的に描出する手法を開発する。

造影剤濃度の変化に基づいた自動描出アルゴリズムの開発

造影剤濃度の変化に基づいて輪郭を自動的に描出するアルゴリズムを開発することを目的とする。灌流 CT を用いて時間の変化に対する造影剤の濃度変化を抽出する(図3)。抽出した造影剤の濃度変化に基づいた輪郭の抽出には Local mean analysis を応用する。で開発した自動描出アルゴリズムの輪郭描出精度を確認することを目的とする。まず灌流 CT 検査評価ファントムを用いて描出精度を評価する。次に患者 CT 画像を用いて描出精度を評価する。

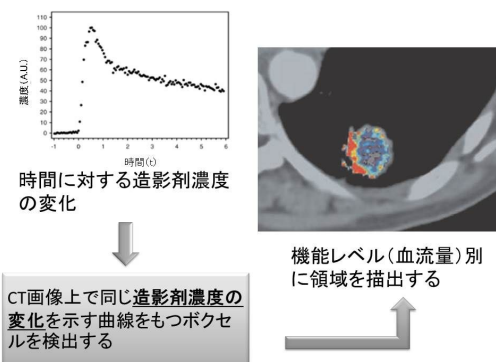


図3 造影剤濃度の変化に基づいた機能領域の自動描出の概念。

(3) 解剖学的輪郭と機能レベル別に区分した領域を同時に自動的に描出する統合検査システムの確立

灌流 Dual energy CT を利用することにより、(1)と(2)で開発した2つの描出システムを同時に適用する検査法の確立を目指す。

灌流 Dual energy CT 検査システムの確立開発した2つの描画法を同時に適用するために灌流 Dual energy CT を用いた検査法を確立することを目的とする。Dual energy CT を用いれば仮想単色 X 線 CT 画像より解剖学的輪郭の自動描出が可能となる。また灌流 CT を用いれば時間に対する造影剤濃度の変化から、機能レベル別の領域の自動描出が可能となる。このため灌流 Dual energy CT を用いれば、2つの方法を同時に適用することができるが見込まれる。

4. 研究成果

(1) Dual energy CT より合成される複数の仮想単色 X 線画像の合成に使用されるエネルギーに対する線減弱係数の変化に基づいた、解剖学的輪郭を自動的に描出する手法の開発

線減弱係数の変化に基づいた自動輪郭描出アルゴリズムの開発
画像データを読み込み自動輪郭描出アルゴ

リズムを実行させるために必要な基盤プログラムの開発を完了した。Dual energy CT を用いて、人体の組成を模擬したプラグが挿入されているファントムの画像データを獲得した。この画像データはアルゴリズムの開発に必要なになる。

(2) 灌流 CT から得られる時間に対する造影剤濃度の変化に基づいた、機能レベル別に区分した領域を自動的に描出する手法の開発

造影剤濃度の変化に基づいた自動描出アルゴリズムの開発

自動輪郭描出アルゴリズムを実行させるために必要な基盤プログラムの開発を完了した。

(3) 解剖学的輪郭と機能レベル別に区分した領域を同時に自動的に描出する統合検査システムの確立

灌流 Dual energy CT 検査システムの確立画像データを読み込み前年度開発した2つの自動輪郭描出アルゴリズムを同時に適用するために必要な基盤プログラムの開発を行った。これにより本システムを用いた基礎的な検討をすることができるようになった。人の手ではなく、物理量変化を利用しているため高正確度かつ高精度な輪郭描出が行えると同時に、解剖アトラスといった事前情報が不要であるため、腫瘍といった任意の形態に応じた輪郭や場所の予測ができない機能領域の描出の可能性が示唆された。

本システムによって輪郭や機能領域情報の取得だけではなく、物理量の変化から生物学(医学)的な状態の変化を定量的に推定することへも展開できる可能性が示唆された。本研究結果より高正確度かつ高精度な輪郭描出が可能になると考えられる。人の手ではなく、物理量(線減弱係数)の変化に基づいて自動的に輪郭を描出するため、本システムによって高正確度かつ高精度な輪郭の描出ができ、医師の経験による差や医師間のばらつきが小さくなり、さらには施設間のばらつきを小さくできることが予想される。これにより世界規模での解剖学的輪郭及び機能領域の描出の標準化、定量性の向上に伴いコンピュータ支援診断における評価や生物学的機能情報を考慮した放射線治療法への利用可能性が示唆された。現在腫瘍輪郭及び機能領域を自動的に描出する方法はない。本システムは物理量(線減弱係数)の変化に基づいて輪郭情報を得るため、解剖アトラスといった事前情報が不要であるため、腫瘍といった任意の形態に応じた輪郭や場所の予測ができない機能領域の描出の可能性が示唆された。また輪郭及び領域の描出を自動で行うため、人の手で行う場合と比べて輪郭の描出に必

要な時間の大幅な短縮が期待できる。Dual energy CTを用いた灌流 CTを用いることにより、本研究で開発した輪郭及び機能領域自動描出法を、同時に適用することができ、高正確度かつ高精度な輪郭及び機能領域の自動描出により、一度の検査で解剖情報と機能情報を迅速かつ定量的に取得することが期待できる。世界に先駆けて灌流 Dual energy CTを提案した。

5．主な発表論文等

6．研究組織

(1)研究代表者

八木 雅史 (YAGI Masashi)

大阪大学 医学(系)研究科(研究院)・

寄附講座助教

研究者番号：40737491