科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 29 年 5 月 19 日現在

機関番号: 10101

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2014~2016

課題番号: 26461781

研究課題名(和文)デジタルファントムによる超音波画像診断トレーニングシステム構築のための基礎的検討

研究課題名(英文)Basic research for construction of ultrasonography training system with digital phantom imaging

研究代表者

作原 祐介(Sakuhara, Yusuke)

北海道大学・大学病院・助教

研究者番号:40374459

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文): 1. デジタルファントム画像作成技術を用い、超音波画像検査(US)トレーニングファントム画像上の任意の場所に仮想病変を作成して、USのトレーニングに応用可能とした。また、より実臨床の画像に近づけるために、グレースケールを調整して画像の輝度の変化を表現することも可能であることが示唆された。2. 腹部臓器の様々な病態(腫瘍性病変、結石、静脈瘤、腹水貯留、など)を、それらを模した構造をデジタルファントムで表示可能であることがわかった。3. CTやMRの画像を、超音波画像で表示した場合の画像に近い表示に変換可能であることがわかった。4. USガイド経皮的穿刺のトレーニングへの応用の可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文): 1. The digital phantom method can be used to create various virtual lesions on the displayed ultrasonographic (US) image by altering original data. In addition, The gray scale of the displayed virtual US image might be appropriately adjusted in order to the real US imaging in the clinical situations. 2. Various diseases, such as tumorous lesions, stones, varices, ascites, etc.) can be presented on the virtual US images created by the digital phantom method. 3. Original CT or MR image data can be altered to other images on the display resembling those of US images by the digital phantom method . 4. The digital phantom method might be applied to the training system of the US-guided percutaneous interventional procedures.

研究分野: 放射線医学

キーワード: フュージョンイメージング デジタルファントム 超音波 画像診断

1.研究開始当初の背景

超音波画像(US 画像)診断トレーニング用のファントムは、正常臓器を再現したものが一般的だが、初学者用で、病変の検出やでき報の選択のトレーニングには使用でを複りに、病変を模した構造がのはからないたカーニングに有用だが、あらかじめ封入とでもできなりできなが繰り返しトレーニングと封入とがはいたなる。よって、現状ではドライラがのと言れている病変は限界があると言わざるを得ない。多くの医師や検査技師向けにドライブ

多くの医師や検査技師向けにドライラボでのトレーニングを普及させるために、安価で、様々な状況のトレーニングを行うことができるファントムを開発すれば、多くの施設で実施可能になると考えた。

US 画像は簡易かつ低侵襲、時間分解能と空間分解能に優れ、放射線被ばくも無く非常に有用な画像検査法で、近年では画質の向上も著しく、診断のみならず画像ガイド下のインターベンション治療にも頻用されている。しかし①画質が桁者の経験に依存する、②客観性に乏しい、③石灰化、ガス等の影響でアーチファクトが出やすい、という短所も有する。

これらの US 画像機器の欠点を補うために、 同 じ 患 者 か ら 取 得 し た Computed tomography (CT) または Magnetic resonance (MR)の画像をUS画像とリアルタ イムで同期させて表示するマルチモダリテ ィ・フュージョンイメージングの技術を備え た US 画像機器が広く普及しつつある。この 技術は、US 診断装置の探触子(プローブ) に位置センサーを装着し、US プローブの空 間的位置情報(座標軸)を超音波診断装置に 送り、超音波診断装置内であらかじめ取得し ておいた CT/MRI/US の容積データと同 期させることで、超音波像と同一の断面の再 構成画像をリアルタイムに同期表示させる 技術である。

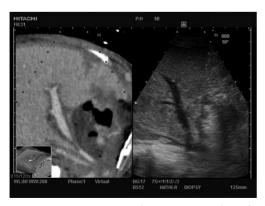


図 1. US-CT フュージョンイメージングによる画像表示。画面の右側には超音波プローブで描出した実際の画像が表示され、この位置情報に対応し、CT 画像の容積データから再構成した画像が画面の左側にリアルタイム

に表示される。

我々は、マルチモダリティ・フュージョンイメージングによる US 画像を用いた診断やインターベンションを多数経験する中で、この技術が初学者の教育に有用であると考えたが、教育に活かせるアプリケーションは極めて限られている。

近年、DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 画像データ に任意の加工を行うことでできるデジタル ファントムの技術が普及し、自由な信号値、 自由な形状、ノイズのない均一な物体、ある いは標準偏差を自由に設定したノイズ付加 物体や背景をつくることができるようにな った。実物の US トレーニング用ファントム から取得した DICOM 画像データを、デジタ ルファントム上で任意の仮想現実の画像に 変更し、マルチモダリティ・フュージョンイ メージングを備えた US 画像機器に取り込め ば、実際の US 画像と仮想現実の画像が同期 して表示され、プローブの動きに合わせて、 リアルタイムに対応する仮想現実の画像を 表示できる。さらに、デジタルファントムで 任意の病態の画像を作成し、US 画像機器に 取り込んで表示すれば、学習者は臨床現場で 患者の診療を行う前に、仮想現実の画像で 様々な状況を経験することができると考え た。これらから、我々はマルチモダリティ・ フュージョンイメージングの技術を、ドライ ラボにおける US 画像診断のトレーニングに 応用する技術を着想した。

US トレーニング用ファントム画像と、対応 する CT/MR のデジタルファントムの仮想 現実画像を US 機器のモニタ上に並べて表示 し、CT / MR のファントム画像で表示される 病変を US 画像で同定するトレーニングを行 うことができる。また、US プローブの位置・ 角度の変化でデジタルファントム画像を動 かすことができるため、モニタ上にデジタル ファントム画像のみを表示すれば、実物のト レーニング用ファントムの内部構造とは無 関係に、デジタルファントム画像上で作成し た任意の仮想現実の画像を US 診断機器に表 示できる。これにより、表示画像があたかも トレーニング用ファントム内に実在してい るようになり、実臨床での経験に近いトレー ングを行うことができる。

実際の患者のみで経験を積むのみではなく、ドライラボでのトレーニングを多くの施設で行うことを推進するために、安価で高効率なトレーニング用ファントムの開発を行い、学習者が効率的なトレーニングを行うことができる環境整備に貢献することを目標とした。

2.研究の目的

US 画像と、Computed tomography (CT)や Magnetic resonance (MR)の画像を融合して表示する「マルチモダリティ・フュージョンイメー

ジング」の技術と、デジタルファントムによる仮想 現実の画像処理の技術を組み合わせ、様々な 病態を簡易な手法で体験できるUS 画像診断の ドライラボトレーニングシステムを構築するため に必要な基礎的技術を確立する。

3. 研究の方法

- (1) 過去に施行された US-CT/US-MR フュージョンイメージングの臨床画像データから、US 画像のエコー輝度と CT 画像/MR画像の CT 値/信号強度を対応させる方法を探る。
- (2) 臨床で用いられた 2 次元の US 画像 DICOM データを加工し、デジタルファントム上でエコー輝度の変更、仮想病変の付加を任意に行う方法を確立する。さらにCT画像/MR画像でも同様に任意の CT 値/信号強度の変更等、画像の変更を任意に行う方法を確立する。
- (3) US 診断トレーニング用ファントムの 3 次元 US 画像データを取得し、(2)で確立した技術を応用して画像の変更を行い、2 次元画像と同様にデジタルファントム上でエコー輝度の変更や仮想病変の付加を任意に行う方法を確立する。



図 2. 一般的な腹部 US 画像トレーニング用 の実体ファントム。



図3(A). 腹部 US 画像トレーニング用ファントムの US 画像。肝および胃が描出されている。肝左葉外側区 S2 に高エコーの結節状構造を認める。

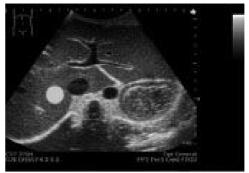


図 3 (B). 図 3 (A)の画像データを操作し、肝 S2 に認めた高エコーの結節状構造を消し、新 に S1r に高エコーの構造を描出させる。

(4) (1)で確立した方法を応用し、US 画像から対応する CT / MR 画像への表示変換、また、CT / MR 画像から対応する US 画像への変換表示をする方法を確立する。

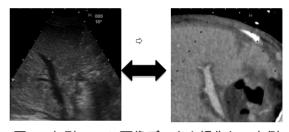


図 4. 左側の US 画像データを操作し、右側の CT 画像のような表示に変換する。また、これと逆に CT 画像データを US 画像の表示に変換する。

(5) (1)~(4)の技術を応用し、US プローブ の位置情報から再構成されるデジタル ファントム画像をモニタ上に表示する ことで、仮想現実空間画像によるシミュレーションを可能にする。

4. 研究成果

- (1) デジタルファントム画像作成技術を用い、超音波画像検査(US)トレーニングファントム画像上の任意の場所に仮想病変を作成して、USのトレーニングに応用可能とした。また、より実臨床の画像に近づけるために、グレースケールを調整して画像の輝度の変化を表現することも可能であることが示唆された。
- (2) 腹部臓器の様々な病態(腫瘍性病変、結石、静脈瘤、腹水貯留、など)を、それらを模した構造をデジタルファントムで表示可能であることがわかった。
- (3) CT や MR の画像を、超音波画像で表示 した場合の画像に近い表示に変換可能 であることがわかった。
- (4) US ガイド経皮的穿刺のトレーニング への応用の可能性が示唆された。

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 1 件)

Takeshi Soyama, <u>Yusuke Sakuhara</u>, <u>Kudo, Kohsuke</u>, <u>Daisuke Abo</u>, Jeff Wang, Yoichi M Ito, Yu Hasegawa, Hiroki Shirato. "Comparison of conventional ultrasonography and ultrasonography-computed tomography fusion imaging for target identification using digital/real hybrid phantoms: a preliminary study." J Med Ultrson, 查読有, 2016 Jul;43(3):327-35. doi: 10.1007/s10396-016-0704-2.

[学会発表](計 1 件)

曽山武士、<u>作原祐介</u>: Digital/Simulator Hybrid Phantom の開発と US-CT Fusion Imaging のバリデーション: 第87 回日本超音波医学会学術集会, 2014.5.9-11、パシフィコ横浜(神奈川県, 横浜市)

[図書](計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称: 発明者: 権利者: 種類: 番号: 出願年月

出願年月日: 国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称: 発明者: 権利者: 種類: 番号

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

作原 祐介 (SAKUHARA, Yusuke) 北海道大学・北海道大学病院・助教 研究者番号: 40374459

(2)研究分担者

工藤 與亮 (KUDO, Kohsuke) 北海道大学・北海道大学病院・准教授 研究者番号: 10374232

阿保 大介 (ABO, Daisuke)

北海道大学・北海道大学病院・助教研究者番号:30399844

宮本 憲幸 (MIYAMOTO, Noriyuki)

北海道大学・北海道大学病院・特任助教

研究者番号:10707110

(3)連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

()