

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月20日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22611013

研究課題名（和文） 3次元形状計測を利用した定量的X線撮影法の開発

 研究課題名（英文） Development of a quantitative x-ray imaging system
using 3D shape measurement

研究代表者

豊福 不可依（FUKAI TOYOFUKU）

九州大学・大学院医学研究院・教授

研究者番号：10117179

研究成果の概要（和文）：

骨と軟組織の分離画像を得る方法として2重エネルギー法が知られている。この方法には、2種類の管電圧でFPDを用いる方法と、1種類の管電圧で、2枚のIPの間にフィルターをはさむ方法がある。2管電圧法は、フィルター法に比べてS/N比が優れるが、動きによる影響を受けやすく、被曝が大きい問題がある。我々は、被写体の3次元形状を計測できるKinectを用いて、1回撮影による新しい定量的X線撮影法を開発し、2成分分離画像を得た。

研究成果の概要（英文）：

Dual energy radiography technique is known for obtaining quantitative images of bone and soft tissue. One method is to use two different tube voltages with a flat-panel detector (FPD), and the other method is to use a sandwich detector comprised of two computed radiography (CR) plates with an inter-plate filter. The two-exposure method has far better signal-to-noise ratio, but is subject to some slight motion misregistration, and requires higher radiation doses. We have developed a new single exposure quantitative imaging technique using Microsoft Kinect which can measure 3D shape of the object. By using this method, it was possible to obtain the bone and soft tissue images of a 2-component phantom.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医学物理学・放射線技術学

科研費の分科・細目：医学物理学・放射線技術学

キーワード：定量的X線画像、3次元形状計測、Kinect

1. 研究開始当初の背景

X線撮影はCTやMRIによる3次元画像が一般的になってきた現在においても、多く

の部位・目的に用いられておりその重要性は決して減じていない。しかしながら、高分解能でダイナミックレンジの広いイメージング

プレート (IP) やフラットパネル検出器 (FPD) を用いた最近のデジタル撮影システムにおける濃度情報は撮影条件や画像処理パラメータによって種々変化し、主に形状の定性的診断にしか利用されていない。より客観的な診断を可能とする定量的X線画像を得る方法として、骨と軟組織の分離画像を得る2重エネルギー法が知られている。この方法には、2種類の管電圧でFPDを用いる方法と、1種類の管電圧で、2枚のIPの間にフィルターをはさむ方法がある。2管電圧法は、フィルター法に比べてS/N比が優れるが、動きによる影響を受けやすく、被曝が大きい問題がある。最近、非侵襲的に被写体の3次元形状を測定する技術が急速に進歩しており、この技術を利用することによって、一枚の透過X線像から骨と軟部組織の2成分分離画像を得る可能性が出てきた。

2. 研究の目的

被写体の3次元形状データを光学的に非接触測定すれば、被写体中でのX線の透過距離を計算により推定することができる。X線像の各画素にたいして、このX線透過距離を付加情報として用いることにより、2成分の分離定量画像を求めることができる。これにより、従来の形状を主として利用する定性的診断から、より定量的な骨と軟部組織の2成分分離画像を得る新たな定量的X線撮影法を開発する。

3. 研究の方法

距離画像計測システムとして Microsoft 社製の Kinect for Windows センサーを用いた。

Kinect は近赤外光プロジェクタ、RGB カメラ、近赤外光カメラおよび本体下部に配置されているアレイマイクによって構成されている。Kinectの仕様は、カラー画像の解像度：

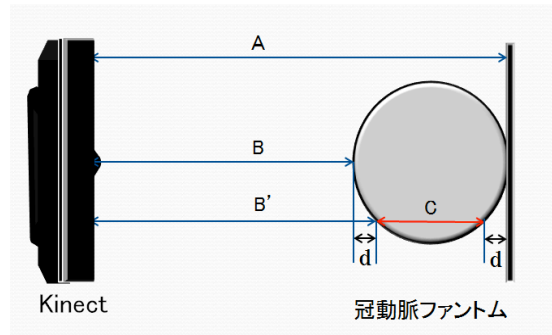


図1. 被写体厚の測定システム

1280×960 pixel、距離画像の解像度：640×480 pixel、フレームレート：30 fps、測定可能範囲(公称値)：0.4～3.0mとなっている。

このシステムを用いて、以下の測定を行った。

(1) 形状既知のファントムについて、被写体3次元形状から得られた厚さと真の厚さを比較し、キャリブレーションによる測定精度評価を行う。被写体として京都科学社製の冠動脈ファントムを用いた。このファントムは半径 6cm、高さ 12cm の円柱状で材質として冠動脈はケイ素 (Si)、その他はポリエステル ((C10H8O4)n) で構成されている。Kinectを用いた被写体厚測定の配置を図1に示す。

まず Kinect から壁までの距離Aを測定し、次に冠動脈ファントムの中心までの距離Bを測定した。次に、周辺の厚さCの表面までの距離B'を測定して冠動脈ファントムと壁までの距離dを(1)式より求め、周辺の厚さC(2)式により求めた。

$$d = B' - B \cdots \cdots (1)$$

$$C = A - B - 2d \cdots \cdots (2)$$

(2) 骨、軟部組織に相当する2成分系からなるファントムについて、2成分分離画像を得る。また、厚さが不均一な被写体に対して、片側面の3次元形状をも光学的に測定することにより、これらの値から被写体厚を求め、測定精度の評価をおこなう。

4. 研究成果

被写体の一例として、図2のような、血管はシリコン (Si)、軟部組織はアクリルの2成分系のから成る円筒形冠動脈ファントムを用いた。



図2. 2成分ファントム

40 kV の原画像と被写体厚測定法で冠動脈 (Si)を分離した画像を図3(a)、(b)に示す。

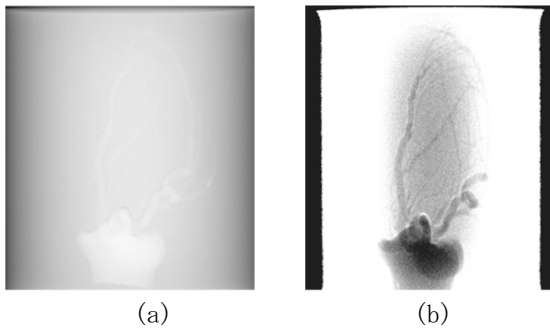
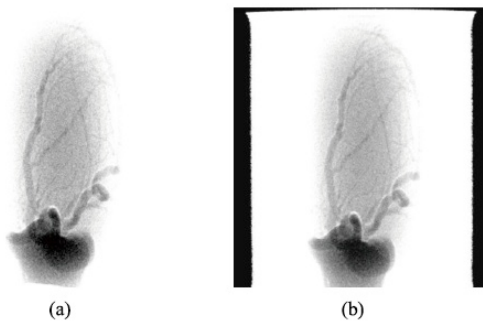


図3. X線画像(a)とSi分離画像(b)

また同様に40 kV と80 kV の二重管電圧法で冠動脈を分離した画像と被写体厚測定法で冠動脈を分離した画像を図4(a)、(b)に示す。



2管電圧法 被写体厚測定法
図4. 成分分離画像の比較

図4から、Kinectによる被写体厚測定法は、ファントム実験では2重管電圧法とほぼ同等な成分分離画像が得られた。本方法は、1回撮影のみにより行うことができるため、2管電圧法に比べて被曝線量が低減できる。被写体厚を非侵襲的に測定する方法は、測定精度の向上など、多くの解決すべき点を残している。将来の臨床応用に向けて、今後さらに基礎的検討を加えることが必要である。

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 5 件)

(1) N. Tanaka, K. Naka, A. Saito, J. Morishita, F. Toyofuku, M. Ohki, Y. Higashida, Investigation of optimum anti-scatter grid selection for digital radiography: physical imaging properties and detectability of low-contrast signals, Radiol. Phys. Technol., 査読あり、6, 54-60, 2013.

(2) Y. Kawaji, F. Toyofuku, T. Ideguchi, and Y. Higashida, Influence of Readout Process on Presampled MTF in Computed Radiography System, optical engineering, 査読あり、51(11), 2012, 113202-1-113202-9.

(3) H. Akamine, J. Morishita, M. Matsuyama, Y. Nakamura, N. Hashimoto and F. Toyofuku, Chromaticity and Correlate Color Temperature of the White Point in Medical Liquid-Crystal Display, Med. Phys., 査読あり、39(8), 5127-5135, 2012.

[学会発表] (計 10 件)

(1) Kenta Kozono et al., A study on a real-time x-ray entrance dose MONITORING SYSTEM IN INTERVENTIONAL radiology using Microsoft Kinect, 第105回日本医学物理学会学術大会、2013年4月11日、横浜

(2) Michiro Aoki et al., Evaluation of a Kinect-based Patient Positioning Assistance System for Temporal Subtraction, 北米放射線学会 (RSNA2012), 2012年11月28日、シカゴ、USA

(3) Kenta. Kozono et al., Accuracy evaluation of depth data in Microsoft Kinect, アメリカ医学物理学会 (AAPM2012)、2012年7月29日、シャーロット、USA

(4) Masaya Ono et al., Development of a compact radiographic simulator using Microsoft Kinect, アメリカ医学物理学会

(AAPM2012)、2012年7月29日、シャーロット、USA

(5) Michiro Aoki et al., Development of Real-Time Patient Monitoring System Using Microsoft Kinect, The World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering(2012), 2012年5月27日、Beijing、China

(6) Michiro Aoki et al., Evaluation of an Infrared-Ray Depth Camera (Kinect) Aiming at Real-Time Monitoring of the Position of a Patient, 第6回日韓医学物理学会-第11回アジアオセアニア医学物理学会合同学術大会 (JKMP-AOCMP Congress 2011), 2011年9月30日、福岡

[図書] (計 3 件)

(1) 豊福不可依(共著)、オーム社、医用画像解析ハンドブック、2012年、382-384.

(2) 豊福不可依(共著)、日本医用画像工学会、医用画像工学ハンドブック、2012年、175-189.

(3) 豊福不可依(共著)、オーム社、医用画像ハンドブック、2011年、1336-1342

6. 研究組織

(1) 研究代表者

豊福 不可依 (FUKAI TOYOFUKU)
九州大学大学院医学研究院・教授
研究者番号：10117179

(2) 研究分担者

大喜 雅文 (MASAFUMI OHKI)
九州大学大学院医学研究院・教授
研究者番号：10160441

有村 秀孝 (HIDETAKA ARIMURA)
九州大学大学院医学研究院・准教授
研究者番号：20287353

杜下 淳次 (JUNJI MORISHITA)
九州大学大学院医学研究院・教授
研究者番号：40271473

納富昭弘 (NOHTOMI AKIHIRO)
九州大学大学院医学研究院・准教授
研究者番号：80243905