

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：16101
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2014～2015
 課題番号：26560260
 研究課題名(和文)大腸がんのリンパ節・肝・肺転移検査のための造影CT画像診断支援システムの研究開発

 研究課題名(英文)Computer-aided detection of metastatic diseases in lymph node, liver, and lung from colorectal cancer

 研究代表者
 河田 佳樹(Kawata, Yoshiki)

 徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・准教授

 研究者番号：70274264

 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、大腸がんのリンパ節・肝・肺転移検査のための造影CT画像診断支援システムを開発して臨床研究で有効性を検証することを目的とした。このため、1. 胸腹部造影CT画像データベース構築、2. 胸腹部臓器の血管ネットワーク構造解析法の開発、3. 大腸がんのリンパ節・肝・肺転移検査のための血管系に焦点を当てた画像診断支援技術の開発、4. 臨床システム開発に取り組んだ。造影CT画像データベースを活用して胸腹部臓器血管ネットワークの構造解析に基づく大腸がん由来の転移巣を検出する手法を提案し、その有用性が期待できる成果を得た。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop and evaluate the effectiveness of a computerized approach that detects metastatic diseases in lymph node, liver, and lung from colorectal cancer. For that, we performed the following four subprojects; (1) establishing a database of torso CT images with contrast material and diagnosis reports, (2) developing a structure analysis method of vessel network in torso organs, (3) developing a detection method of metastatic diseases in lymph node, liver, and lung through vessel network analysis, and (4) developing computer-aided detection system of metastatic diseases. Preliminary experimental results using the established database suggested that the quantitative analysis of vessel network structures in torso organs can characterize indications of metastatic diseases which are spread from colorectal cancer.

研究分野：医用画像工学

キーワード：大腸がん転移巣 造影CT画像診断支援システム 胸腹部造影CT画像データベース 血管ネットワーク構造解析法

1. 研究開始当初の背景

近年、我国の大腸がん罹患者数は生活環境の変化と高齢化社会のため増加傾向が著しく、大腸がんのがん死亡者数は肺がん・胃がんに次いで第3位である。このがんは他のがんとは異なり、転移が認められる高度進行がん(病期IV)であっても肝臓や肺の転移巣が切除可能な段階で発見できれば治癒の可能性が非常に高くなる。このため、治癒可能な段階で高精度に大腸がん転移巣を検出する高度な画像診断法の研究開発が求められている。

2. 研究の目的

本研究は、大腸がんのリンパ節・肝・肺転移検査のための造影CT画像診断支援システムを開発して臨床研究で有効性を検証する。このため、(1)胸腹部造影CT画像データベース構築、(2)胸腹部臓器の血管ネットワーク構造解析法の開発、(3)大腸がんのリンパ節・肝・肺転移検査のための血管系に焦点を当てた画像診断支援技術の開発、(4)臨床システム開発と臨床研究の実施に取り組む。

3. 研究の方法

大腸がんから広がるがん細胞の主な道筋はリンパ管と静脈である。リンパ管は大腸近くの動脈に沿って走行し中継点のリンパ節に転移を形成する。他臓器への転移の頻度は腸の静脈を経由して血流がはじめに集まる肝臓、次に肺が高い。胸腹部の血管系の解析は転移巣検出の鍵となる。我々は、胸腹部がん(大腸・肝臓・肺など)の術前画像診断の中心的情報源である造影CT画像の血管系に焦点を当てた胸腹部臓器の定量解析法の研究を進めており、肝臓の構造解析に応用して高精度な結果を得ている。本研究は、造影CT画像データベースを活用して胸腹部臓器を結ぶ血管ネットワーク構造を基に大腸がんのリンパ節・肝・肺転移の病態の特性を定量的に解析し、転移病巣の高精度な検出法を開発するものである。このため(1)胸腹部造影CT画像データベース構築、(2)胸腹部臓器の血管ネットワーク構造解析法の開発、(3)大腸がんのリンパ節・肝・肺転移検査のための血管系に焦点を当てた画像診断支援技術の開発、(4)臨床システム開発を推進させた。この研究推進には医工学領域の連携が不可欠であり、研究組織は徳島大学大学院医歯薬学研究部の消化器・移植外科学を専門とする医学者(1名)、国立がん研究センターの大腸がん診断・治療を専門とする医学者(1名)、造影CT画像の定量的解析を専門とする工学者(2名)、研究支援者(1名)と連携して実施した。

4. 研究成果

(1)胸腹部造影CT画像データベース構築:胸腹部造影CT画像、診断・病理情報、予後情報の提供について協力施設の倫理委員会から承認を受けて実施した。胸腹部造影CTは

肝実質の造影効果が最も高く、大腸がんから転移する転移性肝がんの診断に有用とされる門脈相を含む多時相の胸腹部造影CT画像データの収集を推進させた。

(2)胸腹部臓器の血管ネットワーク構造解析法の開発:胸腹部造影CT画像から血管系・胸膜構造に焦点を当てて胸腹部臓器の構造解析法を胸腹部造影CT画像に展開して高精度に胸腹部臓器を抽出する手法を開発した。これは肝臓・脈管系(門脈、肝動静脈、胆管)解析、骨解析、気管・葉気管支・区域気管支解析、肺動脈・肺静脈解析、肺葉・肺区域解析、縦隔解析、胸壁・肺尖・横隔膜解析からなる。この解析法を胸腹部造影CT画像に展開して高精度に胸腹部臓器を抽出する手法の開発とその有用性評価を行った。図1に胸腹部臓器の抽出結果を示す。この臓器抽出結果から大腸がん転移病巣の多様な病態の特性を定量的に記述するために患者個々の造影CT画像から血管ネットワーク構造を忠実に解析して大腸がんリンパ節・肝・肺転移の病態を解析する手法の開発を進めた。

(3)大腸癌のリンパ節・肝・肺転移検査のための血管系に焦点を当てた画像診断支援技術の開発:

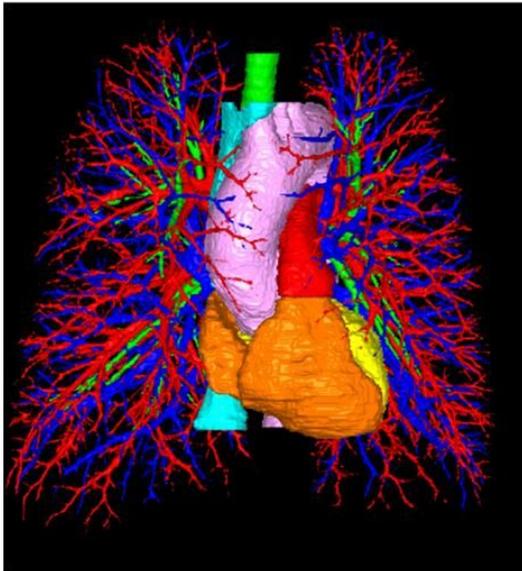
(3-1)大腸血管ネットワークの構造解析に基づくリンパ節転移の画像診断支援技術(大腸動脈ネットワークの構造解析結果を利活用し、リンパ節転移による変化を定量的に捉えて転移巣の存在部位(範囲及び脈管との位置関係)を明示する手法を開発した(図2))。

(3-2)肝臓血管ネットワークの構造解析に基づく肝転移の画像診断支援技術(造影CT画像データベースを活用して肝臓血管ネットワークの構造解析を基に肝転移の病態の特性を定量的に解析する手法、大腸がん由来の肝転移巣を徹底的に検出し、その存在部位(存在範囲及び脈管との位置関係)を呈示する手法を開発した)。

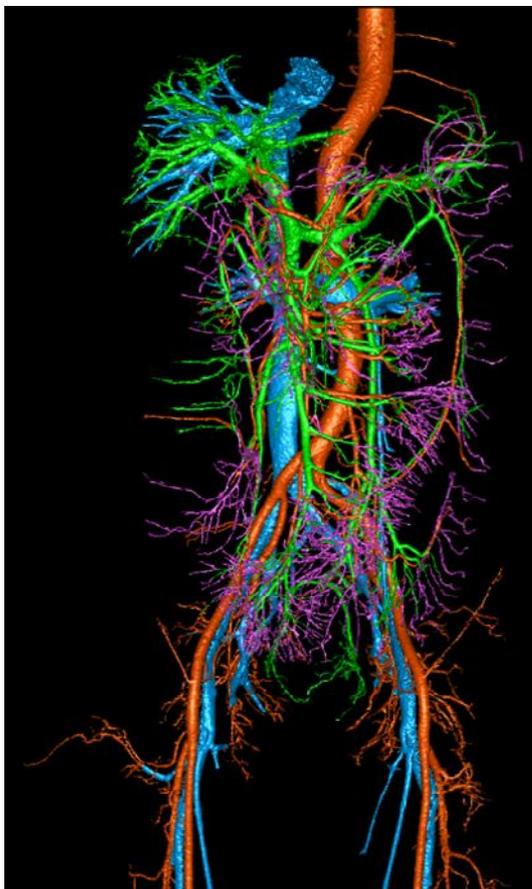
(3-3)肺血管ネットワーク構造の解析に基づく肺転移の画像診断支援技術(胸腹部造影CT画像データベースを活用して肺動静脈血管ネットワークの構造解析を基に肺転移の病態の特性を定量的に解析する手法、大腸がん由来の肺転移巣を徹底的に検出し、その存在部位(存在範囲及び脈管との位置関係)を呈示する手法の開発を推進した)。

(4)臨床システム開発と臨床研究の実施:胸腹部造影CT画像入力からリンパ節・肝・肺転移の検出結果の呈示に至る処理をインタラクティブ性の高い表示方法でシームレスに実行するシステム化を進め、臨床データベースを用いてプロトタイプシステムの構築を推進させた。

大腸動脈ネットワークの構造解析に基づくリンパ節転移の画像診断支援技術として、大腸動脈ネットワークの構造解析結果を利活用し、リンパ節転移による変化を定量的に捉えて転移巣の存在部位を明示する手法の



(a)



(b)

図1 胸腹部臓器の血管ネットワーク構造解析例 .(a)胸部血管ネットワーク構造解析結果の3次元表示 .(b)腹部血管ネットワーク構造解析結果の3次元表示 .

手がかりを得た . 肝臓血管ネットワークの構造解析に基づく肝転移の画像診断支援技術として、造影 CT 画像データベースを活用し

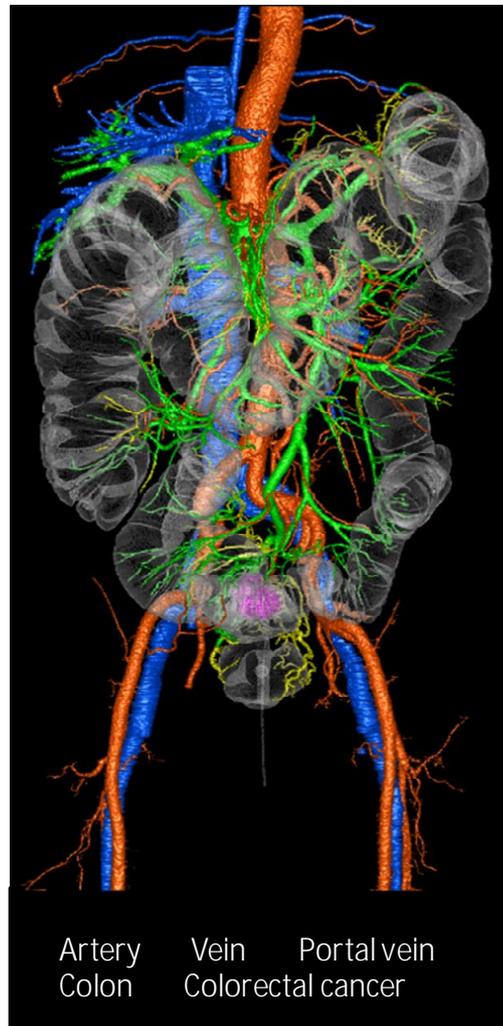


図2 大腸血管ネットワークの構造解析例 .

て肝臓血管ネットワークの構造解析を基に肝転移の病態の特性を定量的に解析する手法の開発を推進させた . 大腸がん由来の肝転移巣を徹底的に検出し、その存在部位（存在範囲及び脈管との位置関係）を呈示する手法を開発して診断支援としての有用性が期待できる成果を得た . 今後、これらの成果を発展させ、胸腹部臓器を結ぶ血管ネットワーク構造の高精度解析、胸腹部造影 CT 画像データベースを活用した大腸がんリンパ節・肝・肺転移の病態特性の高精度解析を推進し、大腸がんのリンパ節・肝・肺転移の病態に応じた高度画像診断技術の確立に繋げる .

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 1 件)

- [1] 仁木登, 河田佳樹, 鈴木秀宣, 松廣幹雄: 計算解剖モデルに基づく診断支援, INNEVISION, 査読無, Vol.29, No.11, pp.19-21, 2014. (URL :

http://www.innervision.co.jp/ressources/pdf/innervision2014/iv201411_019.pdf

〔学会発表〕(計 16 件)

(講演)

- [1] 仁木登：胸腹部 CT 検診コンピュータ支援診断，第 10 回消化管 CT 技術研究会，2015.5.23，新宿明治安田生命ホール（東京都新宿区）。
- [2] 仁木登：【招待講演】CAD 工学的課題解決から臨床応用に向けて，日本医用画像工学会大会 JAMIT，2014.7.25，東京慈恵会医科大学（東京都港区）。
- [3] N.Niki: 【invited talk】CADe and CADx for lung cancer CT images, CARS International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2014.6.25-28. Fukuoka International Convention Center (Hakata-ku, Fukuoka, Japan)

(国際会議発表)

- [4] A.S.Maklad, M.Matsuhira, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, T.Utsunomiya, M.Shimada: Automatic bone of torso segmentation using contrast enhanced CT, 1st Asia Oceania Workshop of Pulmonary Functional Imaging combined with 8th Japanese Society of Pulmonary Functional Imaging, p.150, P7-2-4, 2016.1.29-31. Awaji Yumebutai International Conference Center (Awaji City, Hyogo, Japan)
- [5] Y.Kawata, N.Niki, H.Ohmatsu, K.Aokage, M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko: Nonlinear dimensionality reduction of CT histogram based feature space for predicting recurrence-free survival in non-small-cell lung cancer, Proc.SPIE Medical Imaging, Vol.9414, pp.94141N-1-7, 2015.2.21-26. Renaissance Orlando at SeaWorld (Orlando, Florida, United States)
- [6] M.Matsuhira, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, Y.Nakano, H.Ohmatsu, M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko: Peripleural lung disease detection based on multi-slice CT images, Proc.SPIE Medical Imaging, Vol.9414, pp.94142W-1-6, 2015.2.21-26. Renaissance Orlando at SeaWorld (Orlando, Florida, United States)
- [7] Y.Kawata, N.Niki, H.Ohmatsu, K.Aokage, M.Kusumoto, T.Tsuchida, M.Satake, K.Eguchi, M.Kaneko, N.Moriyama: Recurrence-free survival prediction of non-small cell lung cancer based on a nonparametric Bayesian analysis of CT histograms, CARS International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, S308, 2014.6.25-28. Fukuoka International Convention Center (Hakata-ku, Fukuoka, Japan)
- [8] Ahmed S.Maklad, M.Matsuhira, H.Suzuki,

Y.Kawata, N.Niki, M.Satake, N.Moriyama, T.Utsunomiya, M.Shimada : Automatic extraction of abdominal blood vessel through the portal phase of a CT dataset, CARS International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, S38-39, 2014.6.25-28. Fukuoka International Convention Center (Hakata-ku, Fukuoka, Japan)

(国内発表)

- [9] 井村涼太，掛田貴章，尾澤公亮，鈴木秀宣，河田佳樹，仁木登，島田光生，飯沼元：多時相造影 CT における転移性リンパ節の解析，電子情報通信学会技術研究報告 医用画像，Vol.115，No.401，pp.233-235，2016.1.19-20. 那覇市ぶんかテンブス館（沖縄県那覇市）
- [10] 掛田貴章，井村涼太，尾澤公亮，鈴木秀宣，河田佳樹，仁木登，島田光生，飯沼元：造影 CT 画像(動脈相・門脈相・平衡相)を用いた腹部血管画像解析，電子情報通信学会技術研究報告 医用画像，Vol.115，No.401，pp.237-240，2016.1.19-20. 那覇市ぶんかテンブス館（沖縄県那覇市）
- [11] 尾澤公亮，平島孝樹，鈴木秀宣，河田佳樹，仁木登，島田光生，飯沼元：腹部造影 CT 画像における血管抽出と分類，日本医用画像工学会大会，PP35，2015.7.30-8.1. 金沢歌劇座（石川県金沢市）
- [12] 掛田貴章，井村涼太，尾澤公亮，鈴木秀宣，河田佳樹，仁木登，島田光生，飯沼元：造影 CT 画像（動脈相・門脈相・平衡相）を用いた腹部血管画像解析，日本医用画像工学会大会，OP8-5，2015.7.30-8.1. 金沢歌劇座（石川県金沢市）
- [13] Ahmed S.Maklad, M.Matsuhira, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, M.Satake, N.Moriyama, T.Utsunomiya, M.Shimada: Automatic blood vessel-based liver segmentation through the portal phase abdominal CT dataset, IEICE Technical Report, Vol.115, No.25, pp.127-132, 2015.5.14-15. 三重大学（三重県津市）
- [14] 河野洋平，尾澤公亮，鈴木秀宣，河田佳樹，仁木登，島田光生，飯沼元：大腸がん切除計画のための腹部細血管の詳細抽出と分類，第 22 回日本 CT 検診学会学術集会，6-3，2015.2.13-14. 大阪国際会議場（大阪府大阪市）
- [15] Ahmed S.Maklad, M.Matsuhira, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, M.Shimada : Automatic blood vessel-based liver segmentation through the portal phase abdominal CT dataset, IEICE Technical Report, Vol.114, No.200, pp.27-31, 2014.9.2. 統計数理研究所（東京都立川市）
- [16] 河野洋平，鈴木秀宣，河田佳樹，仁木登，飯沼元，森山紀之：腹部マルチスライス

CT 画像を用いた大腸ポリープの検出法 ,
電子情報通信学会技術研究報告医用画
像 ,Vol.114 ,No.42 ,pp.21-24 ,2014.5.22-23.
名古屋工業大学 (愛知県名古屋市)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

河田 佳樹 (KAWATA, Yoshiki)
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス
研究部・准教授
研究者番号 : 70274264

(2)研究分担者

仁木 登 (NIKI, Noboru)
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス
研究部・教授
研究者番号 : 80116847

島田 光生 (SHIMADA, Mitsuo)
徳島大学・大学院医歯薬学研究部・教授
研究者番号 : 10216070

飯沼 元 (IINUMA, Gen)
国立研究開発法人国立がん研究センタ
ー・中央病院・医長
研究者番号 : 60222824