

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 28 日現在

機関番号：13901

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2009～2013

課題番号：21103006

研究課題名(和文) 計算解剖モデルに基づく診断・治療の融合的支援

研究課題名(英文) Fusion-aid for diagnosis and surgery based on computational anatomy models

研究代表者

森 健策 (MORI, Kensaku)

名古屋大学・情報連携統括本部・教授

研究者番号：10293664

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 106,600,000円、(間接経費) 31,980,000円

研究成果の概要(和文)：計算解剖モデルを利用して医用画像をコンピュータが自動的に認識理解する技術を開発するとともに、それを利用して外科手術に至る診断治療の一連の過程を高度な可視化と情報統合により融合的に支援する手法の開発に成功した。ここでは、臓器領域の自動認識、解剖学的名称の自動認識、異常部位、あるいは、リンパ節の自動認識が行われ、それらの情報を利用して診断治療を支援するシステムが開発された。また、臨床の場における評価を行った。

研究成果の概要(英文)：We have developed technologies for automated recognition and understanding of anatomical structure based on computational anatomical models by computer. Also fusion-aid system for diagnosis and surgery is created by developing advance visualization and multi-information integration. We developed fundamental image processing techniques based on computational anatomy models including multi-organ segmentation, anatomical name understanding, suspicious lesion detection and lymph node detection. Fusion-aid systems for diagnosis and surgery are constructed based on such recognition and understanding results. Furthermore such systems were evaluated in real clinical field.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学

キーワード：医用画像処理 診断支援 治療支援 コンピュータグラフィックス 視覚情報処理 コンピュータ外科

## 1. 研究開始当初の背景

多列 CT 装置に代表される医用イメージングの発展により高精細な人体高次元画像を取得することが可能となった。これらの医用画像を自動的に解析することで画像診断プロセスを支援する手法、外科手術計画作成・治療を支援するシステムなどが求められている。国内外の関連する医用画像研究を眺めた場合、臓器領域抽出、異常部位の自動発見、心臓などの臓器の機能解析、手術シミュレーションといった研究は各々個別に行われている。しかしながら、計算解剖モデルに基づき医用画像から患者個々の解剖学的構造を理解し、その情報に基づいて画像診断から治療までを統合的に支援する手法の開発はこれまでのところ行われていない。

これらの背景とこれまで進めてきた研究課題の過程で (1) 「人体解剖に関する計算解剖モデル」「患者個々の医用画像に対する解剖学的構造理解手法」は医用画像を利用した診断・治療計画・治療・治療評価の全てで利用可能、(2) 画像認識・理解・可視化・情報統合技術を用い、診断から治療までを統合的に支援するシステムの開発が必要、(3) 計算解剖モデルを利用した診断治療統合的支援システムは医用画像の利用に大きな変革をもたらす、との考えに至った。

## 2. 研究の目的

本研究では、本学術領域において総合的に研究される計算解剖モデルを基にして、診断から治療に至る過程を統合的に支援する手法を追求し、研究項目 A01、A03 と協力しながら計算解剖モデル応用の学理構築の一翼を担う。計算解剖モデルとそれを利用した臓器解析技術を基にした画像解析手法を診断から治療まで幅広く利用することで、医師が最も必要としている情報を的確かつ実時間で表示可能な手法を実現する。医用画像に基づく仮想化人体内部のナビゲーションをコア技術とし、診断治療の対象となる実人体ならびに仮想化人体と計算解剖モデルとの実時間対応付け手法、およびその可視化手法を開発する。手術前・手術中において得られる画像情報を計算解剖モデルに基づいて処理し、医師が必要とする情報を知的に提示できる「ナビゲーション型診断治療統合的支援システム」の実現を図る。画像診断支援から治療支援までを「統合的」に行える「ナビゲーション型診断治療統合的支援システム」の実現が本課題の独創的な点である。なお、仮想化人体内部のナビゲーションとは高次元医用画像から構築される仮想化された人体内部を医師が自由に移動できる方法を指す。統合的支援システムとは、診断から治療までの各段階をシステムを切り替えることなくつなぎ目なしに支援できるシステムを意味し、治療中(手術中)に病変自動検出などの診断支援処理や治療計画再作成を行う、診断中に治療計画の作成を行うなど、診断、治療計画

策定、治療等の支援機能を一体的に利用できるシステムのことを指す。

## 3. 研究の方法

### (1) 全体方針

5年間に、「ナビゲーション型診断治療統合的支援システム」を実現する。特に外科領域をも対象とした「CADS (Computer Aided Diagnosis and Surgery)」を目指す。多種の画像から人体構造をコンピュータが理解し、異常部位と関連する解剖学的構造情報・機能情報を的確に表示し、必要であれば手術シミュレーションが可能なシステムの実現と関連する要素技術の開発を目指す。体幹部臓器に発生する種々のがんの診断・治療に関連した解剖学的構造情報を自動的に・迅速・効果的に提示可能な手法を開発する。そのために、研究期間を、基本的手法開発フェーズ、融合型システム実現フェーズ、臨床における評価とそのフィードバックを行う評価フィードバックフェーズに分け、それぞれのフェーズで強力に研究を遂行する。

### (2) 基本的手法開発フェーズ

このフェーズでは、ナビゲーション型診断治療統合的支援手法の組織的整理、臓器認識手法の実現、臓器構造理解手法の実現、異常部位検出手法の実現、可視化手法の実現、画像変形手法の開発などを行う。ここでは、これから開発するシステムの設計を組織的に行い、各部の機能が持つ意味を臨床医との深い議論に基づき検討する。融合型システムで必要となる基礎的画像処理手法を開発する。

### (3) 融合型システム実現フェーズ

ここでは、診断治療統合的支援手法の検討と実現、ユーザインタフェース開発などを行う。融合型システムでは診断モードと治療支援モードが高度なレベルで融合される必要があるため、「融合」を行うひとつの切り口として「解剖学的構造による記述」を基にした意味的な統合により診断治療統合的支援システムの基本的枠組みを実現し、プロトタイプ機を開発する。

### (4) 評価フィードバックフェーズ

研究項目 A03 ならびに研究分担者の臨床医によりプロトタイプ機を評価し、その結果を本申請ならびに他研究項目へフィードバックする。本領域では各研究項目が強く密に結びついており、頻繁な評価フィードバックの実施により確固たる学理構築を目指す。

## 4. 研究成果

### (1) ナビゲーション型診断治療統合的支援手法の組織的整理

計算解剖モデルに基づくナビゲーション型診断治療統合的支援システムについての組織的検討を行った。統合的な支援を行うに

は、様々な情報の対応付けが重要であり、そのための技術的チャレンジについて整理した。内視鏡手術支援に至る過程を例に挙げ、どのような情報が対応付けられるべきかについて検討した。そのためには、解剖構造情報循環が必要であることも明らかにした。

#### (2) 計算解剖モデルに基づく臓器認識手法の実現

##### 腹部 CT 像からの臓器領域自動抽出

診断支援及び手術支援において、CT 像からの臓器抽出は基本的な処理として非常に重要である。ここでは腹部の肝臓、脾臓、膵臓、腎臓を自動抽出する手法を開発した。多数の患者の CT 像から臓器の平均的な位置、形状の情報を臓器存在尤度アトラスとして抽出する。このとき、患者間の体格の違いを肺野領域、腹壁領域、腎臓領域の位置を用いて補正する。また、より有効な臓器存在尤度アトラスを作成するため、腹部領域をいくつかの局所領域に分割し、それぞれの局所領域においてアトラス作成を行う。臓器抽出処理では、アトラスと画像の濃度値の情報を組み合わせて用いる。本手法により肝臓 90.6%、脾臓 84.5%、膵臓 54.6%、腎臓 82.3%の精度で抽出可能であった。

##### 胸部 CT 像からの肺葉領域抽出

肺の構造認識は治療方針決定や手術計画立案において非常に重要である。そこで、肺葉の存在確率アトラスとグラフカットを利用することで、病変を含む症例に対しても高精度に肺葉抽出可能な手法に関して検討した。慢性閉塞性肺疾患を含む胸部 CT 画像 6 例に対して本手法を適用した結果、平均一致度 79.1%の精度で肺葉の抽出が可能であった。

#### (3) 臓器構造理解手法の実現

解剖学的構造理解手法実現として、医用画像から取り出された血管領域に対して計算解剖モデルに基づき血管名を自動的に対応付ける手法を実現した。本手法は血管領域を表す 2 値画像を入力とする。血管領域の木構造を作成し、尤度関数を用いた血管名対応付けを行う。尤度関数を用いた血管名対応付けでは、機械学習によって構築した尤度関数を利用し、血管同士の分岐構造を考慮して対応付けを行う。CT 像から半自動抽出した腹部血管領域に本手法を適用したところ、腹部動脈では再現率 89.3%、適合率 92.9%となり、肝門脈系では再現率 86.0%、適合率 86.3%となった。

#### (4) 異常部位検出手法の実現

##### 腹部異常部位の検出

大腸及び小腸は複雑な形状の管腔臓器である。CT 像を用いた診断支援システムを実現する上で、病変を自動検出することが重要である。ここでは、腸管の潰瘍検出手法を開発を行った。クローン病により小腸内に潰瘍が発生する場合がある。この潰瘍は腸壁面に多

数の突起を生じる。これを検出するため、ヘッセ行列の固有値を用いた潰瘍検出フィルタを開発した。腸壁面の凹凸をこのフィルタにより検出した後、腸壁の厚さなどを用いた過検出削減処理を行う。これにより、82.4%の潰瘍を検出することが可能であった（過検出 13.7 個/症例）

##### 胸部異常部位の検出

胸部 CT 画像からの多発性肺結節検出手法を開発した。本手法は、局所濃淡構造解析に基づく塊状構造強調フィルタを用いた肺結節候補領域の検出、領域拡張に基づく結節候補領域の精密抽出、肺結節候補領域周辺の特徴量に基づく誤検出削減、の 3 つの処理からなる。肺結節 471 個を含む胸部 CT 画像 40 例に対して本手法を適用した結果、検出率 96.3%（1 症例あたり 12.3 個の過検出）で肺結節の検出が可能であった。

##### 多種高次元医用画像の統合手法開発

計算解剖モデルに基づくナビゲーション型診断治療統合的支援システムでは、多種の高次元医用画像の統合が重要となる。その一つとして、経時画像による治療効果判定の支援を目的とし、動的ボリュームレンダリングに基づく新しい診断支援システムに必要となる画像統合手法を検討した。本システムでは、胸部 CT 画像から自動検出された経時画像間の肺結節を、平均濃度値・体積・重心位置などの特徴量に基づいて自動的に対応付ける。また、対応付けられた肺結節の可視化画像上への重畳表示や体積変化を医師へと提供することで、医師による治療効果判定を支援する。157 組の結節対応が存在する多発性肺転移症例 15 例へと本システムを適用した結果、対応付け精度は 91.7%であった。

##### 胸部リンパ節検出

CT 画像からのリンパ節検出は、画像検査による進行度評価や治療方針決定において非常に重要である。そのため、我々は胸部 CT 画像からの縦隔リンパ節の自動検出に関してヘッセ行列解析に基づく手法と Radial Structure Tensor (RST) 解析に基づく手法の 2 種類の手法に関して検討した。

ヘッセ行列解析に基づく手法は、ヘッセ行列を利用した局所濃淡構造解析によるリンパ節候補領域の抽出と、大きさ・形状による過検出削減処理からなる。また、動脈相像と静脈相像の 2 時相の胸部 CT 画像を使用することでも過検出を抑制する。本手法を胸部 CT 画像 42 例に適用した結果、短径 5mm 以上の転移リンパ節の検出率は 92.9%、過検出数は 1 症例あたり 11.1 個であった。

RST 解析に基づく手法は、RST を利用した局所濃淡構造解析によるリンパ節候補領域の抽出と、大きさ・形状・濃度値特徴による過検出削減処理からなる。過検出削減処理では SVM による機械学習を使用する。本手法を胸部 CT 画像 46 例に適用した結果、短径 10mm 以上の縦隔リンパ節の検出率は 93.9%、過検出数は 8.0 個であった。

### 腹部リンパ節検出

がんの転移などにより腫大した腹部リンパ節は、病期の診断や外科手術での切除範囲の決定などを行う際に非常に重要である。そこで、腹部腫大リンパ節の自動検出手法の開発を行った。腫大リンパ節が CT 像上で球や楕円体に近い形状で観察されることから、局所濃淡構造解析を利用し、濃度値の分布から塊状構造を強調することで自動的に検出する手法を開発した。また、同時に誤って検出される過検出を削減するため、検出した領域の形状や濃度値特徴量からサポートベクターマシンを用いて腫大リンパ節と過検出の分類を行った。このとき、特徴選択手法を利用し最適な特徴量セットを得ることで更なる精度向上を行った。図 1 に使用特徴量とそのときの特異度を表したグラフを示す。結果として、正検出率 74.7%、過検出数は 1 症例あたり 11.8 個(特異度 0.17)の精度で腹部腫大リンパ節を検出可能であった。

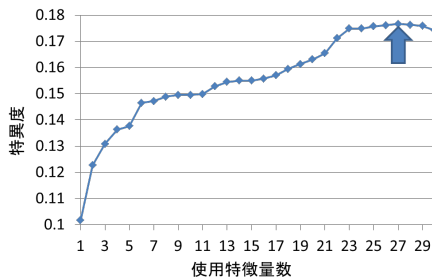


図 1 特徴量選択による精度向上例

### (5) 計算解剖モデルに基づく画像変形手法の開発

解剖学的構造認識理解のための画像変形手法検討

計算解剖モデルに基づいた医用画像からの臓器セグメンテーションには、臓器変形を考慮した画像変形手法が必要となる。そのため画像変形手法について検討した。MRF に基づく手法は臓器変形を考慮した画像レジストレーションが高速に実行可能であることが知られた。これを利用した医用画像セグメンテーション法を実現した。

複数臓器の変形移動を考慮した画像レジストレーション手法の開発

ある臓器の存在位置情報から他の臓器の存在を推定し、その情報に基づいた画像を変形させながら 2 つの画像をレジストレーションする手法を実現するとともに、膵臓領域のセグメンテーション手法を開発した。これにより、膵臓領域セグメンテーション精度が大きく向上した。

治療支援のための画像変形手法実現

腹腔鏡下手術では、腹腔内へガスを注入することで手術に必要な空間を確保する気腹と呼ばれる処理が実施される。腹腔鏡や鉗子の挿入位置の決定などをはじめとする術前計画の立案には、この気腹処理の計算機によるシミュレーションが非常に有効である。そのため、質点バネダンパモデルとその運動解

析に基づく仮想的気腹処理を開発した。腹部 CT 画像 4 例に対して本手法を適用した結果、実気腹との平均変形誤差は 12.7mm であった。仮想気腹結果の一例を図 2 に示す。

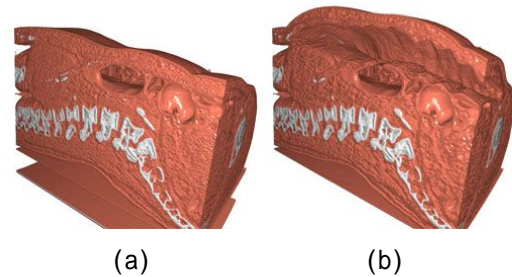


図 2 画像変形に基づく仮想気腹例。(a) 入力画像の可視化結果、(b) 仮想気腹処理により変形された画像の可視化結果。

### (6) 可視化手法の実現

GPGPU を利用した可視化手法の実現

計算解剖モデルに基づく融合型診断治療支援システムでは、解剖学的構造物を高速に描画できることが求められる。そこで、GPGPU を利用したポリウムレンダリング手法を実現し、複雑なシーンでも秒 10 フレーム以上のレートでポリウムレンダリング可能な手法を実現した。

解剖学的理解結果の可視化

患者個人の解剖構造理解を支援するために、解剖学的名称をポリウムレンダリングにより可視化された解剖学的構造物上へと重畳表示する可視化手法を開発した。本可視化手法は、臓器モデルの構築、臓器モデルのサーフェスレンダリング、臓器モデルのポリウムレンダリング、2 つのレンダリング画像の合成、の 4 つの処理からなる。図 3 に本手法による可視化例を示す。

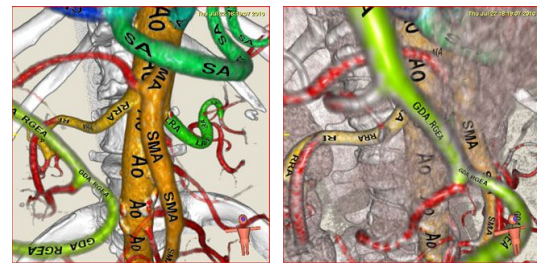


図 3 解剖学的名称の可視化例

### (7) ナビゲーション型診断治療融合的支援システムの検討と実現

ナビゲーション型診断治療融合的支援システムの実現

ナビゲーション型診断治療融合的支援システムに基づく手術ナビゲーションシステムを構築した。このシステムは、腹腔鏡の位置に対応した仮想腹腔鏡像を生成することで患者毎の解剖構造の把握の支援を行う。まず、術前の CT 画像から臓器や血管を半自動で抽出し、抽出した領域をポリウムレンダリング法により描画することで仮想腹腔鏡

像を生成する。前述の医用画像からの臓器領域認識手法の利用も可能である。ここでは、臓器構造理解手法で得られた血管名などを重畳することも可能である。

腹腔鏡や鉗子の位置情報は3次元位置計測装置を用いて取得する。腹腔鏡の位置に対応した仮想腹腔鏡像を提示するためには、CT画像の座標系と位置計測装置の座標系を合わせるレジストレーション処理が必要となる。そこで、手術直前に解剖学的な特徴点を用いたレジストレーション処理を行う。術中には、レジストレーション処理の結果と計測した腹腔鏡の位置情報を用いて腹腔鏡の位置に応じた仮想腹腔鏡像を生成することで手術ナビゲーションを行う。このシステムは、診断時における手術シミュレーション、治療時における手術ナビゲーションにも利用可能である。また、手術中に任意の視点からの観察、リンパ節などの異常部位の提示も可能であり、診断治療を融合的に支援できるシステムとなる。

#### ユーザインタフェース開発

ナビゲーション型診断治療融合的支援システムを臨床の場で利用するには、医師が直感的に利用可能なインタフェースの実現が必要である。そこで、臓器構造認識理解結果を利用して、融合型診断治療支援システムを操作可能なユーザインタフェースを実現した。ここでは、ユーザが解剖学的名称を発話すると、音声認識システムを介して、その部位を中心とする仮想化内視鏡画像が表示されるシステムを実現した。これは、解剖学的名称によりシステムをコントロールする初めての取り組みともいえる

#### 実空間・仮想空間対応付け手法実現

ナビゲーション型診断治療融合的支援システムでは、実世界の情報と仮想世界の除法を統合することが重要となる。そこで、内視鏡あるいは鉗子の動きを、位置センサ、画像情報などを基に追跡する手法を実現した。気管支内視鏡の場合には、内視鏡に取り付けられた位置センサ情報と内視鏡画像情報、そして、CT像から生成される仮想化内視鏡画像情報を利用して気管支内視鏡の動きを追跡する手法を実現した。ここでは、内視鏡に取り付けられた位置センサ情報からマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて内視鏡の現在位置を推測し、推測された位置候補点群に対応する仮想化内視鏡画像を生成し、それを内視鏡画像と比較することで内視鏡位置を正確に推定する手法を実現した。

#### (4) 評価フィードバック

ナビゲーション型診断治療融合的支援システムの臨床応用

ナビゲーション型診断治療融合的支援システムの臨床応用を行った。実際の腹腔鏡下手術 54 例において融合型診断治療支援システムシステムを用いて術中ナビゲーションを行った。融合型診断治療支援システムシステムに基づく手術ナビゲーションシステム

は、手術中に腹腔鏡の位置に応じた仮想腹腔鏡像を生成することが可能であった。またこのシステムで生成する仮想腹腔鏡像には、手術対象領域周囲の臓器や血管などが表示されているため、術者は術中に患者毎の解剖構造を確認することができ、手術支援として有用であった(図4)。また、この実験は、A02-2のみならず、A03の研究班とも連携して行い、その有効性について調査を行った。



図4 手術ナビゲーションの様子

#### 実体モデルによる診断治療融合的支援

評価フェーズにおける臨床側からのフィードバックに基づき、計算解剖モデルにより認識理解された解剖構造情報を立体プリンタにより造形し、診断手術の場で利用する方法について検討した(図5)。



図5 参照用実体モデルの手術利用

#### 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45件)

X. Luo, M. Feuerstein, D. Deguchi, T. Kitasaka, H. Takabatake, K. Mori, Development and comparison of new hybrid motion tracking for bronchoscopic navigation, Medical Image Analysis, 査読有, Vol.16, No.3, 2012, pp.577-596

DOI:10.1016/j.media.2010.11.001

M. Oda, T. Kitasaka, K. Furukawa, O. Watanabe, T. Ando, H. Goto, K. Mori, Automated Ulcer Detection Method From CT Images for Computer Aided Diagnosis of Crohn's Disease, IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, Vol.E96-D, No.4, 2013, pp.808-818

DOI:10.1587/transinf.E96.D.808

Z. Jiang, Y. Nimura, Y. Hayashi, T. Kitasaka, K. Misawa, M. Fujiwara, Y. Kajita, T. Wakabayashi, K. Mori, Anatomical annotation on vascular structure in volume rendered images, Computerized Medical Imaging and Graphics, 査読有, Vol.37, Issue 2,

2013, pp.131-141

DOI:10.1016/j.compmedimag.2013.03.001

R. Wolz, C. Chu, K. Misawa, M. Fujiwara, K. Mori, D. Rueckert, Automated Abdominal Multi-Organ Segmentation With Subject-Specific Atlas Generation, IEEE Transactions on Medical Imaging, 査読有, Vol.32, No.9, 2013, pp.1723-1730

DOI:10.1109/TMI.2013.2265805

X. Luo, K. Mori, Robust endoscope motion estimation via an animated particle filter for electromagnetically navigated endoscopy, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 査読有, Vol.61, No.1, 2014, pp.85-95

DOI:10.1109/TBME.2013.2277609

〔学会発表〕(計307件)

K. Mori, M. Oda, T. Egusa, Z. Jiang, T. Kitasaka, M. Fujiwara, K. Misawa, Automated Nomenclature of Upper Abdominal Arteries for Displaying Anatomical Names on Virtual Laparoscopic Images, 5th International Workshop on Medical Imaging and Augmented Reality, 査読有, LNCS 6326, 2010, pp.353-362

M. Oda, T. Kitasaka, M. Fujiwara, K. Misawa, K. Mori, Method for detecting enlarged lymph nodes from 3D abdominal CT images with a multi-shape and multi-scale ellipsoidal structure detection filter, Abdominal Imaging 2012, 4th International Workshop Held in Conjunction with MICCAI 2012, 査読有, LNCS 7601, 2012, pp.238-245

Y. Nimura, J. Qu, M. Oda, T. Kitasaka, K. Misawa, K. Mori, Virtual pneumoperitoneum based on mass-spring-damper models for pre-operative laparoscopic surgical planning, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 査読有, Vol.7, Sup.1, 2012, pp.S192-S193

C. Chu, M. Oda, T. Kitasaka, K. Misawa, M. Fujiwara, Y. Hayashi, Y. Nimura, D. Rueckert, K. Mori, Multi-organ Segmentation Based on Spatially-Divided Probabilistic Atlas from 3D Abdominal CT Images, MICCAI 2013, 査読有, LNCS 8150, 2013, pp.165-172

T. Matsuzaki, M. Oda, T. Kitasaka, Y. Hayashi, K. Misawa, K. Mori, A method for automated anatomical labeling of abdominal veins extracted from 3D CT images, Proceedings of SPIE, 査読有, Vol.8669, 2013, pp.86691Y-1-9

〔図書〕(計2件)

森 健策, オーム社, 医用画像ハンドブック, 2010, 13

森 健策, 電気学会, 電気学会 125 年史 1888-2013, 2013, 3

〔産業財産権〕

出願状況(計2件)

名称: 医用画像観察支援装置及び医用観察支

援プログラム

発明者: 森健策

権利者: 国立大学法人名古屋大学

種類: 特許

番号: 特願 2013-180682

出願年月日: 2013 年 8 月 30 日

国内外の別: 国内

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.comp-anatomy.org/wiki/>

<http://www.newves.org/wiki>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 健策 (MORI, Kensaku)

名古屋大学・情報連携統括本部・教授

研究者番号: 10293664

(2) 研究分担者

目加田 慶人 (MEKADA, Yoshito)

中京大学・工学部・教授

研究者番号: 00282377

北坂 孝幸 (KITASAKA, Takayuki)

愛知工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号: 00362294

長谷川 純一 (HASEGAWA, Junichi)

中京大学・工学部・教授

研究者番号: 30126891

小田 昌宏 (ODA, Masahiro)

名古屋大学・情報科学研究科・助教

研究者番号: 30554810

縄野 繁 (NAWANO, shigeru)

国際医療福祉大学・保健医療学部・教授

研究者番号: 40156005

末永 康仁 (SUENAGA, Yasuhito)

愛知工業大学・情報科学部・教授

研究者番号: 60293643

二村 幸孝 (NIMURA, Yukitaka)

名古屋大学・情報連携統括本部・研究員

研究者番号: 70402477

宇澤 達 (UZAWA, Tohru)

名古屋大学・多元数理科学研究科・教授

研究者番号: 40232813

(3) 連携研究者

三澤 一成 (MISAWA, Kazunari)

愛知県がんセンター(研究所)・腫瘍病理部・研究員

研究者番号: 70538438

藤原 道隆 (FUJIWARA, Michitaka)

名古屋大学・医学部・准教授

研究者番号: 70378222

伊藤 友一 (ITO, Yuichi)

名古屋大学・医学部付属病院・病院助手

研究者番号: 80397463