

平成21年 6月15日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18592067
 研究課題名（和文） 顎関節部を重視したCTおよびMR画像に基づく下顎骨の個体別有限要素モデリング
 研究課題名（英文） Individual finite-element model of temporomandibular joint based on three-dimensional CT and MR images
 研究代表者
 早川 吉彦 (HAYAKAWA YOSHIHIKO)
 北見工業大学・工学部・准教授
 研究者番号：70164928

研究成果の概要：

CTおよびMRIで三次元データを得て、組織を抽出するセグメンテーションと下顎骨の力学的特性を解析する有限要素法モデリングを顎関節部の構造を重視して行った。三次元的な組織抽出とシミュレーションで生理的变化を説明・予測するバイオメカニカル手法を検討した。またコーンビーム型CTによる顎骨三次元データから骨組織の構造力学的解析を行った。モデリングが顎関節症患者の病態診断や予後予測に役立つかどうか検証している。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,700,000	0	1,700,000
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	540,000	4,040,000

研究分野：病態科学系歯学・歯科放射線学

科研費の分科・細目：病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：顎関節、X線CT、MRI、有限要素モデリング

1. 研究開始当初の背景

「顎関節部を重視したCT及びMR画像に基づく下顎骨の個体別有限要素モデリング」と題する本研究は、我々とドイツの研究者による共同研究の一環で行った。

ドイツにおける共同研究者は、Dr. Cornelia Kober, Professor, Ph.D.である。彼女の所属は、開始時には、Faculty of Engineering & Computer Sciences, Univ. of Applied Sciences Osnabrueckであったが、2008年3月以降は、Faculty of Life Sciences, Hamburg Univ. of Applied Sciencesに移った。専門はバイオメカニクスなどである。

Dr. C. Koberは、2005年8月ドイツと日本の二国間の共同研究を行うための補助金（German Funding Organization, The Federal Ministry of Education & Research）を申請し翌月交付が決定した。2006年2月に来日して、我々とともに共同研究の打合せとセミナーを行った。Dr. C. Koberが取得した補助金の共同研究テーマは、öExploration of Joint research prospects in cranio-maxillofacial and dental 3D-reconstruction, imaging and visualizationöとした。日本における共同研究のパートナーは、本研究の代表者と分担者である早川吉彦と佐野司である。

Dr. C. Koberの研究は、X線CT及びMRIによ

る三次元データを得て、「組織を正確に抽出し領域分けするというセグメンテーション」と「特に下顎骨に対する力学的特性を解析する有限要素法モデリング」である。

我々だけではなく東京歯科大学における他の研究者らの関心は後者のような有限要素法による解析にあると思われた。そこで今回の共同研究は、CT画像だけでなくMR画像に基づいた有限要素モデリングを行うものとした。

Dr. C. Koberらは、2004年9月に行われたBMT2004 (Biomedical Engineeringの学術集会)で、*öSensitivity of the temporomandibular joint capsule for the structural behaviour of the human mandible*と題する発表を行った。下顎骨のモデリングに加え、顎関節部分の関節円板、結合組織、外側靭帯をそれぞれ固有の組織ではあるが「顎関節のカプセル」というふうには単純化して、シミュレーションのための個々の解剖構造の再構築を行った。そして、下顎骨の構造力学的な振る舞いに対する「顎関節のカプセル」の力学的材質特性の影響を、最適化有限要素法で検討すると、感度解析の結果、「顎関節のカプセル」の材質係数が下顎骨の構造力学的な振る舞いを質的に有意に変化させることがわかった。

その研究は、NIHのwebsiteから利用できる女性visible・humanを使ったものである。CTやMRIの3次元画像データを基にした有限要素法シミュレーション研究のゴールのひとつは、個々の患者なり個人に特化して、症状の診断や予後の予測にといた生理的変化を説明できる手段になることである。

東京歯科大学には、国内国外の他大学の歯学部・附属病院では例をみない高性能なMRI装置がある。1.5テスラ磁場強度を有する。

実は、共同研究者Dr. C. Koberは、ヒト下顎骨に関する学際的研究の一翼を担っており、研究フィールドはメディカルイメージングとバイオメディカル・モデリングを統合した数値解析から外科手術への応用まで及ぶ。解剖学的な現実感に対応したモデルを有限要素法による感度解析と結びつけて、段階的に洗練されたものにしていくことを追求している。

研究のためには、X線CTおよびMR画像の三次元データが必要である。X線CTデータは他列検出器型MDCT (Siemens, Germany) が利用できる。また、高い空間分解能を有し、かつ等方的なピクセルならなる歯科用コーンビームCTによるデータセットが利用できる。「歯科用コーンビームCT」に関しては、2005年9月、海外学術集会で発表し、賞を獲得した。

2. 研究の目的

そこで今回、日本とドイツとのjoint researchとして、X線CTだけでなくMRI画像を利用した3次元的な画像データによって、個別別のシミュレーションを行い、生理的な変化を説

明したり、予測するために、このバイオメカニカルな手法の適用を調べることを採りあげることとした。

頭蓋骨・下顎骨に対する「有限要素法による感度解析、応力変形の解析」は、歯科矯正分野において顎整形力に対する応答として研究が行われている。また、咬合あるいは、歯科インプラントとその周囲の骨組織における応力解析が行われている。

歯科領域ではcone beam型CTの普及に伴って、顎骨領域におけるX線透過性の三次元的データが利用できる環境が増えているので、骨組織における構造力学的解析は行われるようになってきている。

例：Maki K, Biomechanical simulations for orthodontics: 3D FEM based on cone beam X-ray CT data. In The Proceeding of the 19th International Congress of Computer Assisted Radiology & Surgery (CARS2005), Elsevier, 2005, pp.1182- 1186.

これは、昭和大学歯学部歯科矯正学教室による研究である。コーンビーム型CTによる三次元データを利用した、歯科矯正のための下顎骨の力学シミュレーションである。

しかし、先に引用したDr. Cornelia Koberらによる*öSensitivity of the temporomandibular joint capsule for the structural behaviour of the human mandible*の結論として、「顎関節のカプセル」として、それぞれ固有の組織でありながら顎関節部の関節円板、結合組織、外側靭帯をひとつにしてしまったものが、下顎骨の構造的な振る舞いを質的に有意に変化させたのである。したがって、力学的性質を決定づける下顎骨の内部構造に「顎関節のカプセル」が影響すると予測される。

したがって、今後は、単純化から脱して、顎関節部の個々の構造の力学的な性質を詳細にシミュレートすることは次のステップと考えられる。少なくとも、関節円板や外側靭帯の再構築をモデリングして行うことである。そのためには、MRI画像が大いに役立つのである。Dr. Cornelia Koberは、TMJ disordersの画像診断等の研究で業績のある、Drs. Tsukasa Sano & Mika Mika Otonari-Yamamoto との共同研究によって、彼女らのシミュレーション研究が、顎関節症患者の生理的状態の病態診断や予後の予測に役立つかどうか検証したいと考えた。

3. 研究の方法

「下顎骨に関する医工連携的研究」として、研究フィールドはメディカルイメージングとバイオメディカル・モデリングを統合した数値解析から外科手術への応用まで及ぶ。解剖学的な現実感に対応したモデルを有限要素法による感度解析と結びつけて、段階的に洗練されたものにしていくことを追求している。

その研究の中で、顎関節部の軟組織（関節

円板、結合組織、外側靭帯)を「顎関節のカプセル」と単純化した。シミュレーションによって、下顎骨の内部構造にも影響する重要性が認識できた。そこで、「顎関節疾患の臨床的研究」等に業績の多い我々に、共同研究を申し込んできたのである。

したがって、彼女の研究に対し、我々が寄与できることは、顎関節症の患者の画像データを資料にして、そのシミュレーションが病的な生理的变化を反映し、診断あるいは予後予測ができるかどうかである。したがって、個々の患者なり個人の3次元的な画像データを基にした有限要素法シミュレーションが、症状の診断や予後の予測にといった生理的变化を説明できる手段になることを確認することである。そこで、日本とドイツとの joint・research として、X線CTだけでなくMR画像を利用した3次元画像データによって、個別のシミュレーションを行い、生理的变化を説明したり、予測するために、このバイオメカニカルな手法の適用を調べることを採りあげる。

下顎骨のモデリングに加え、顎関節部分の関節円板、結合組織、外側靭帯をそれぞれ固有の組織ではあるが「顎関節のカプセル」というふうに単純化して、シミュレーションのための個々の解剖構造の再構築を行った。

このモデリングでは、顎関節部の構造が単純化されているばかりか、単純化した「顎関節カプセル」は、球形になるようにスムーズ化され、翼突筋と関節円板のくちばし状の結合もカットされている。シミュレーションにおいても、下顎頭は自由に動くが、「顎関節カプセル」の頭蓋骨への結合は、硬い接着としてモデリングされている。こういったモデリングの正当性を検証するべきであろう。

なお、「有限要素法による解析」は、すでにDr. C. Koberが最適化有限要素法コード KASKADE, www.zib.de/SciSoft/kaskade を利用しているが、我々も、解析ソフトモジュールを購入する計画を立てた。しかしながら、研究代表者の東京歯科大学から北見工業大学への転職によって、これは必要でなくなった。なお、ドイツの研究者Dr. C. Koberとの共同研究であるが研究費の分配はない。

さらに、Dr. C. Koberは、セミナーのための渡航費の申請の中で、「上顎・下顎骨における仮骨延長術 (distraction osteogenesis)」に対する3Dシミュレーションを取り上げており、口腔外科及び歯科矯正科の取り組みとのコラボレーションを提案した。

また、個人(患者)の3次元的な画像データを基にした有限要素法シミュレーションが、症状の診断や予後の予測にといった生理的变化を説明できる手段になるように、*östepwise progressö*を図ることが重要である。さらなるチャレンジとしては、ダイナミック

なシミュレーションである。X線CTだけでなくMR画像を利用した3次元画像データによって、個別のシミュレーションをダイナミックに行い、生理的な変化を説明したり、予測するために、このバイオメカニカルな手法の適用を調べることをジョイント・リサーチとして採りあげる。

なお三次元ビジュアルプレゼンテーションツールAmira version 4, www.amiravis.comの購入経費を計上した。

4. 研究成果

CT及びMRによる三次元データを得て、「組織を正確に抽出し領域分けするというセグメンテーション」と「特に下顎骨に対する力学的特性を解析する有限要素法モデリング」である。そこで、CT画像だけでなくMR画像に基づいた有限要素モデリングを顎関節部の構造を重視して行った。

「SVBL 招へい研究員・バイオダイナミクス講演会」を開催

(機械システム工学科)

「SVBL 招へい研究員として、Dr. Cornelia Kober が平成 20 年 9 月 6 日(土)から 17 日(日)まで滞在されました。Dr. Kober は、ドイツ・ハンブルグの Hamburg University of Applied Sciences の教授で、Computer-Aided Biomechanics を専門分野としています。

8 日「SVBL 招へい研究員・バイオダイナミクス講演会」を、主催「バイオダイナミクス研究推進センター」、共催：日本材料学会北海道支部により、約 50 名の聴衆を集めて実施しました。講演は、Computer aided Biomechanics as a Link between Medicine, Mechanical Engineering, and Computer Science (英語)コンピュータ支援バイオメカニクス(医学・工学、機械工学及びコンピュータサイエンスの連携として)と題して行われました。3 次元および 4 次元における医用デジタル画像処理を、頭、下顎骨・顎関節・歯列骨、上顎あごはだ・顎・足の各関節について解説していただきました。さらに、人々のモデリングとシミュレーションについて、下顎骨・顎関節・歯列骨と顎関節を

例に取り上げて解説されました。聴衆のCTやMRIの画像を駆使した3Dモデリング、モデリングそしてシミュレーションを放射線科医、整形外科医、眼科医、歯科医(口腔外科医、歯科矯正医、歯科治療医)らと共同で行っている研究について紹介していただきました。

その後の滞在期間を通じて、機械システム工学科の副科長(学芸)・バスターン(情報工学)研究室(受け入れ教員・早川博昭)のほか、機械工学科の教員(力学、材料力学、材料の力学および知能システム工学の各研究室、さらにオープンキャンパス実習室で教員・大学副学長とディスカッションを繰り返しました。

当科では、数週間一時的プロジェクトとしてバイオダイナミクス研究が行われています。この分野の研究推進を図るために Dr. Kober には大変ご協働いただきました。学生を交換するアイデアもあり、今後も共同研究を発展させていきたいと思っています。



講演を行う Dr. Cornelia Kober



計算力学研究室でディスカッションする様子

学報 web 版第 229 号(2008 年 9 月号)

研究機関の 2 年目の初め、2007 年 4 月、研究代表者(早川)が東京歯科大学から北見工業大学に転職した。この機会に新しい研究手法を手に入れ、計算力学領域の研究者と共有できる実験機器・ソフトウェアの活用を行った。

2009 年 2 月、北見工業大学機械システム工学科卒業研究発表会において、「ヒト顎部の数値モデリングと運動解析」(計算力学研究室 江川博昭)という発表が行われた。現在着々と顎運動のモデリングを行っている。

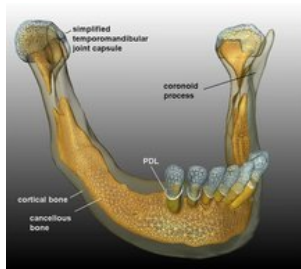
2008 年 9 月には、ハンブルグ工科大学の Dr. Cornelia Kober が北見工業大学の外国人招へい研究員として滞在し、共同研究を行った。

参照：「SVBL 招へい研究員・バイオダイナミクス講演会」を開催。北見工業大学学報第 229 号(2008 年 9 月号)より

そこで引き続き、CT と MRI を利用した 3 次元画像によって個別シミュレーションを行い、生理的な変化を説明・予測するためのバイオメカニカルな手法の適用を検討している。それによって構造の単純化から脱して顎関節部構造の力学的な性質を詳細に模擬し、高精細な MRI で関節円板や外側靭帯のモデリングについて検討している。

このような成果を CARS2009 Congress (Berlin, Germany, June 2009) において発表するために、顎関節疾患の special session をオーガナイズし、"Efficient support of TMJ diagnosis and therapy by computer aided visualization and simulation"と題して発表する予定である。

図は下顎骨の有限要素モデルである。



下顎骨の有限要素モデル

またコーンビーム型歯科用 CT による顎骨領域三次元データを利用して骨組織における構造力学的解析を行っている。CARS2009 (Berlin, Germany, June 2009) において、“Bone and teeth segmentation for 3D reconstruction applied to dental cone beam CT image”と題して発表する予定である。コーンビーム CT 画像のノイズのレベルが高く、正確な骨・歯領域の抽出に苦労した。雑音軽減のための 3 次元フィルタ、領域拡張法および輪郭伝搬法などの手法で、骨・歯領域の抽出を行っている。

顎関節症の病態解明で業績のある共同研究者の佐野によって、このシミュレーション研究が顎関節症患者の生理的状態の病態診断や予後の予測に役立つかどうか検証されている。CARS2009 Congress (Berlin, Germany, June 2009) における顎関節疾患の special session で、“Temporomandibular joint imaging”と題して発表する予定である。

なお、北見工業大学と地元医療関係者との地域共同・医工連携の研究として、「マウスガード装着が身体機能に及ぼす影響」の研究を 2008 年度から継続している。

2009 年 2 月、北見工業大学機械システム工学科卒業研究発表会において、「マウスガード装着が身体機能に及ぼす影響に関する実験的検討」(材料力学研究室 坂井謙太) という発表が行われた。

また、2009 年 3 月、第 2 回オホーツク医学大会において、次のような発表を行った。

鈴木聡一郎、柴野純一、坂井謙太 (機械工学科)、柳等 (共通講座)、早川吉彦 (情報

システム工学科)、松浦信一 (松浦歯科医院)。マウスガード装着が身体機能に及ぼす影響に関する基礎的検討。第 2 回オホーツク医学大会 (主催：北見医師会)、平成 21 年 3 月 7 日、ビッツアークホテル

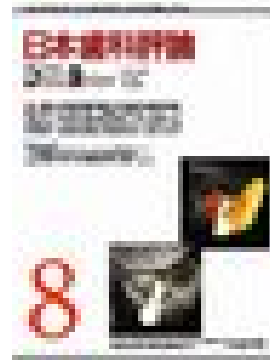
この研究では、握力や背筋力、重心動揺の計測において、マウスガード装着による咬合状態の安定が影響している結果を得ている。今後、スポーツ歯科医学関係の学会における発表などを予定している。同時に、モデリングによる解析をこの現象に応用する計画を立てている。

現在は、「3D モーションキャプチャシステムを利用した高齢者のための身体機能向上デバイスの開発」として、歯科臨床医、機械工学者との共同研究として、各項目のうち、

1. 力学特性の評価と力学モデル構築
2. 身体運動の数値シミュレーション
3. 身体運動能力の定量的評価

第 2 項を担当している。

最後に、雑誌「日本歯科評論」平成 18 年 8 月号の表紙の採用された画像と、平成 20 年 10 月 7 日 (火)、北海道新聞 (朝刊) に掲載された記事を引用する。



早川吉彦, Kober C¹, 佐野 司: 顎関節部の MR イメージによる三次元ビジュアライゼーション. 日本歯科評論, Vol. 66, No.8 (Aug.): 53-54, 2006. (表紙写真とその解説)



北海道新聞・朝刊、平成 20 年 20 月 7 日 (火)

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 13 件)

1. Yajima A, Otonari-Yamamoto M, Sano T, Hayakawa Y, Otonari T, Tanabe K, Wakoh M, Mizuta S, Yonezu H, Nakagawa K, Yajima Y. Cone-beam CT (CB Throne[®]) applied to maxillofacial Region. Bulletin of Tokyo Dent College, Vol.47, No.3, 133-141, 2006-08.
2. Widmalm SE, Brooks SL, Sano T, Upton LG, McKay DC. Limitation of the diagnostic value of MR images for diagnosing temporomandibular joint disorders. Dentomaxillofac Radiol 35,334-338,2006.
3. 佐野 司, 矢島あや, 山本実佳, 音成貴道, 田辺耕土, コーンビーム CT(CB Throne)の歯顎顔面領域への臨床応用. MEDIX 44:23-26 (2006)
4. Y Hayakawa, C Kober, M Otonari- Yamamoto, T Otonari, M Wakoh¹, T Sano, An approach for three-dimensional visualization using high-resolution MRI of the temporomandibular joint Dentomaxillofacial Radiology, Vol.36,No. 6 pp341-347, 2007-9 <http://dmfr.birjournals.org/>
5. 早川吉彦, 田辺耕土. 特集 ECR2007 : 歯科口腔領域におけるマルチモダリティ診断, VIEWS RADIOLOGY, 9(3), 23-31, 2007-8.
6. 早川吉彦, 歯科用コーンビーム CT の先進性とリテラシー, Dental Diamond, Vol.32 No.12(462), pp29-31, 2007-9.
7. C Kober, Y Hayakawa, G Kinzinger, LM Gallo, M Otonari-Yamamoto, T Sano, RA Sader. 3D-visualization of the temporomandibular joint with focus on the articular disc based on clinical T1-, T2-, and proton density weighted MR images. Intl. J. of Computer Assisted Radiology & Surgery. Vol.2 No.3&4, pp203-210,2007-12. <http://www.springer.com/11548>
8. Sano T, Otonari-Yamamoto M, Otonari T, Yajima A. Osseous abnormalities related to the temporomandibular joint. Semin Ultrasound CT MR, 28(3):213-221, 2007.
9. Yajima A, Sano T, Otonari-Yamamoto M, Otonari T, Ohkubo M, Harada T, Wakoh M. MR evidence of characteristics in symptomatic osteoarthritis of the temporomandibular joint: Increased signal intensity ratio on proton density weighted images of bone marrow in the mandibular condyle. Cranio (Journal of Craniomandibular Practice), 25(4):250-256, 2007.
10. A Yamashina, K Tanimoto, P Sutthiprapaporn, Y Hayakawa, The reliability of computed tomography (CT) values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. Dentomaxillofacial Radiology, Vol.37, No.5, pp245-251, 2008-7. <http://dmfr.birjournals.org/>
11. M Ohkubo, T Sano, R Ishida, T Higaki, K Nishikawa, Y Hayakawa, T Otonari, M Yamamoto-Otonari, T Harada, M Wakoh, Static MR Images for Diagnosis of Swallowing. The Bulletin of Tokyo Dental College, Vol.49, No.3, pp113-119, 2008-08.
12. Yajima A, Sano T, Otonari-Yamamoto M, Nishikawa K, A potential reference point for assessment of condylar bone marrow of the temporomandibular joint on proton density weighted images. Cranio (The Journal of Craniomandibular Practice), Nov. 2008 issue.
13. Sano T, Yajima A, Otonari-Yamamoto M, Wakoh M, Katakuru A, Interpretation of images and discrepancy between osteoarthritic findings and symptomatology in temporomandibular joint. Japanese Dental Science Review, Vol,44 No.1, pp83-89, 2008-7.

[学会発表] (計 16 件)

1. 早川吉彦, Cornelia Kober, 山本実佳, 和光衛, 佐野 司. 顎関節部の MR イメージを利用した三次元再構成によるビジュアライゼーション, 日本医学物理学会, 横浜, 2006-04.
2. C. Kober, Y. Hayakawa, G. Kinzinger, M. Yamamoto, T. Sano, R. Sader. An approach for three-dimensional rendering of the mandibular disc based on high-resolution MR images. 20th Intl Congress of Computer Assisted Radiology & Surgery (CARS2006), Osaka, Japan 2006-06.
3. Y. Hayakawa, A. Suehiro, N. Kobayashi, T.Sano. Quantitative Measurement of bone density with dental cone-beam CT. 20th Intl Congress of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2006), Osaka, Japan 2006-06.
4. Y. Hayakawa, C. Kober, M. Yamamoto, M. Wakoh, T. Sano. Three-dimensional visualization using high-resolution MR images of the temporomandibular joint. 20th Intl Congress of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2006), Osaka, Japan 2006-06.
5. C. Kober, G. Kinzinger, Y. Hayakawa, R. Sader. Kombinierte 2D-3D-Darstellung des Kiefergelenks auf der Basis von MRT-Daten der klinischen Routine. The Annual Meeting of the German Society of Orthodontics, The German Conference of Orthodontics, Nuremberg, Germany 2006-09.
6. Kober C, Leiggner C, Boerner BI, Kunz C, Berg S, Hayakawa Y, Kinzinger G, Sader R., Zeilhofer HF. First steps in 4D-rendering of craniofacial soft tissue in the TMJ region. 4th Intl. Conference on Computer Aided Surgery around the Head (CAS-H2007), Innsbruck, Austria, 2007-02.

7. 谷本啓二, 山科 敦, ピポップ・スチプラパボン, 早川吉彦. CBCT を用いた CT 値と咽頭腔の距離計測の信頼性. 第 48 回日本歯科放射線学会大会, 抄録集 83, 2007-05.
8. C Kober, Y Hayakawa, A Yajima, M Otonari-Yamamoto, Zsuzsław Krol, Katja, Schwenzer-Zimmerer, M. Luethi, T Sano, T Shibahara, Robert Sader, An approach for visualization of soft tissue tumors located close to the maxillary sinuses, the orbital walls, or the ethmoid bone based on computer tomography data. 21st Intl. Congress of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2007) at Berlin, Germany, Jun. 27-30, 2007. IJCARS, Vol.2, S.1, S525, 2007-6, <http://www.cars-int.org/>
9. K Tanimoto, A Yamashina, P Sutthipraporn, Y Hayakawa. The reliability of CT values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone-beam computed tomography -Comparison with multi-detector computed tomography-. The 16th Intl. Congress of Dentomaxillofacial Radiology (ICDMFR2007) Program, pp213, 2007-06. at Beijing, China, June 26 - 30, 2007. <http://www.iadmfrcn.org/>
10. 佐川盛久, 川口健仁, 妙瀬田泰隆, 山下拓慶, 早川吉彦. コーンビーム CT 画像による 3 次元再構成像の評価. 第 95 回日本医学物理学学会学術大会, 2008 年 4 月, パシフィコ横浜. 同大会報文集, 医学物理, Vol.28, Suppl.2, PP : 303-304 年月 : 2008-4 (April).
11. Y. Hayakawa, M. Sagawa, T. Kawaguchi, Y. Miyoseta, H. Yamashita, Improvement of the accuracy of bone segmentation procedures applied to CBCT images. 22nd Intl. Congress of Computer Assisted Radiology & Surgery (CARS2008) at Barcelona, Spain, June 25-28. IJCARS, Vol.3, S.1, pp.S212-213, 2008-06.
12. 佐川盛久, 妙瀬田泰隆, 孫永剛, 早川吉彦. 頭頸部コーンビーム CT による再構成像に対する 3 次元フィルタリングの効果と領域拡張法による骨領域の抽出. 電子情報通信学会技術研究報告 (信学技報) MI2008-19~34, Vol.108, No. 131, pp.25-28, 2008-07 (電子情報通信学会医用画像研究会 (MI), 2008 年 7 月, 札幌医科大学)
13. Y Hayakawa, M Sagawa, Y Miyoseta, A. Honda, T Sano Three-dimensional filtering and region growing methods for precise bone segmentation applied to cone beam computed tomography images. 7th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology (ACOMFR2008) at Nara, Japan, pp.78, Nov. 20-22, 2008-11.
14. 近藤篤, 佐川盛久, 妙瀬田泰隆, 湯文俊, 早川吉彦. コーンビーム CT 画像を用いた 3 次元領域拡張法による歯・骨領域の抽出処理, Segmentation procedures by 3D region growing method for dento-alveolar bone area

applied to CBCT images. 第 97 回日本医学物理学学会学術大会, 2009 年 4 月 17 日~19 日, パシフィコ横浜. 同大会報文集, 医学物理, Vol.29, Suppl.2, pp.291-293, 2009-04

15. Y Hayakawa, A Kondo, M Sagawa Y. Miyoseta, WJ Tang, Bone and teeth segmentation for 3D reconstruction applied to dental cone beam CT image. The 23rd International Congress of Computer Assisted Radiology and Surgery(CARS2009) at Berlin, Germany, June 24-27, 2008. IJCARS, Vol.4, 2009-06. (<http://www.cars-int.org/>) (発表予定)
16. C. Kober, R. Sader, B.-I. Berg, C.S. Leiggener, H.-F. Zeilhofer, Y. Hayakawa, Efficient support of TMJ diagnosis and therapy by computer aided visualization and simulation. Special Session on TMJ / TMD, The 23rd Intl. Congress of Computer Assisted Radiology & Surgery (CARS2009) at Berlin, Germany, June 24 -27, 2008. IJCARS, Vol.4, 2009-06. (<http://www.cars-int.org/>) (発表予定)

注 No. 15~17 は、平成 21 年度(2009) の発表あるいは発表予定

[その他]
ホームページ等
<http://dip.cs.kitami-it.ac.jp/>

6. 研究組織
- (1)研究代表者
早川 吉彦 (HAYAKAWA YOSHIHIKO)
北見工業大学・工学部・准教授
研究者番号 : 7 0 1 6 4 9 2 8
- (2)研究分担者
佐野 司 (SANO TSUKASA)
東京歯科大学・歯学部・教授
研究者番号 : 4 0 2 4 1 0 3 8
和光 衛 (WAKOH MAMORU)
東京歯科大学・歯学部・助・准教授
研究者番号 : 7 0 2 1 1 6 7 0
2 0 0 6 (H18) ~ 2 0 0 7 年 (H19) 年度
音成 実佳 (OTONARI MIKA)
東京歯科大学・歯学部・助手・助教
研究者番号 : 3 0 2 7 6 6 0 4
2 0 0 6 (H18) ~ 2 0 0 7 年 (H19) 年度
- (3)連携研究者
和光 衛 (WAKOH MAMORU)
東京歯科大学・歯学部・准教授
研究者番号 : 7 0 2 1 1 6 7 0
2 0 0 8 (H20) 年度のみ
音成 実佳 (OTONARI MIKA)
東京歯科大学・歯学部・助教
研究者番号 : 3 0 2 7 6 6 0 4
2 0 0 8 (H20) 年度のみ

様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書