

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：32202

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26670860

研究課題名(和文)三次元異種情報計測を統合した画像認識型・拡張現実手術ロボットシステムの開発

研究課題名(英文)Development of the augmented reality surgical robot system of the image recognition type that unified three dimensional heterogeneous information measurement

研究代表者

森 良之(MORI, Yoshiyuki)

自治医科大学・医学部・教授

研究者番号：70251296

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)：見ることのできない部位を可視化し、立体的な位置関係を正確に把握できれば、手術の精度と安全性の向上に寄与する。レジストレーションはコンピュータビジョンシステムを用いて行った。我々は、口腔外科手術のために骨切りロボットの概要を示し、小型機構設計と位置決め精度評価を実施した。我々は、位置決め精度の評価を報告した。

研究成果の概要(英文)：If we visualize the site which we cannot watch and can grasp three-dimensional position relations exactly, we contribute to accuracy of the surgery and safe improvement. The registration is carried out using computer vision system. We showed the summary of the osteotomy robot for oral surgery and conducted compact mechanism design and positioning accuracy valuation. We reported the positioning precision criteria.

研究分野：歯学

キーワード：医用システム

1. 研究開始当初の背景

外科手術には三次元的な空間認識能力など、ヒトの能力では乗り越えられない壁が存在するため、医療の完成度は術者の技量に大きく依存している。特に、口腔領域は解剖学的に複雑であり、CT・MRIなどの画像データから構築する術前のコンピュータシミュレーションや実物大立体モデルは手術を行う上で有益な情報である。手術ナビゲーション装置は直接見ることの出来ない体内の病変及び手術器具の位置をCTなどの画像情報と位置センサにより検知し、外科医に提示することで正確で安全な手術を支援する。これには、CT画像(コンピュータ空間)と患者位置(現実空間)の空間的対応関係を求める処理(レジストレーション)が必要である。現在の手術ナビゲーション装置の位置検出方式は、機械式・光学式・磁気式・超音波式などの位置センサ式であり、CT画像を表示するディスプレイと現実空間の座標がそれぞれ存在するためレジストレーション誤差が生じる。口腔領域では、マーカーフレームの緩みによる誤差、マーカーフレームによるワークスペースの拘束なども生じる。従って、位置センサ式とは全く異なる同軸光学系の画像認識型・拡張現実による位置検出方式による次世代型の手術ナビゲーションが必要である。また、口腔・顎関節手術において内視鏡による手術が行われているが、周囲組織に干渉するため手術器具の動きや視野が制限される。このため、これまでの内視鏡手術とは全く異なる高度な知覚情報と限られた空間と視野において高精度な手術操作を支援する高精度位置決め技術が必要と思われる。

2. 研究の目的

口腔領域は解剖学的に複雑な構造を有するため、術野を素早く的確に認識するためには立体的な空間認識が重要である。見るのできない部位を可視化し、立体的な位置関係を正確に把握できれば、手術の精度と安全性の向上に寄与する。本研究では、拡張現実(現実環境にコンピュータを用いて情報を付加提示する技術)により現実空間に浮かんで見える3D-CT画像、病変部の可視光画像・蛍光画像および距離情報などを同時計測するコンピュータビジョン(視覚情報処理)による三次元異種情報計測、手術支援マイクロアクチュエータによる高精度位置決め装置を統合する。異種情報の位置関係を一体化し、高精度な手術支援を行う画像認識型・拡張現実手術ロボットシステムを開発する。これにより、安全かつ予知性の高い次世代型手術の実現を目指す。

3. 研究の方法

開発した手術ロボットに実際の手術で使用

している電動マイクロドリルシステムを取り付け、一定の加工力でモデル材に対して穿孔を行い駆動制限機構によりデバイスを停止させた場合に制限領域を超えて穿孔されないかを検証した。

4. 研究成果

開発したロボットは個々のフレーム部品の設計の際、加工反力による変形量は合計で0.1mm程度となるよう設計し、位置決め機構上部でのオーバーシュートは0.5mm程度であった。

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18件)

Suzuki M, Deno M, Myers M, Asakage T, Takahashi K, Saito K, Mori Y, Saito H, Ichikawa Y, Yamamoto-Mitani N, Miyashita M. Anxiety and depression in patients after surgery for head and neck cancer in Japan. *Palliat Support Care*. 2016 Jun;14(3):269-77. doi: 10.1017/S1478951515000930. (査読有)

Kawase-Koga Y, Mori Y, Fujii Y, Kanno Y, Chikazu D, Susami T, Takato T. Complications after intraoral vertical ramus osteotomy: relationship to the shape of the osteotomy line. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016 Feb;45(2):200-4. doi: 10.1016/j.ijom.2015.07.008. (査読有)

Kawase-Koga Y, Mori Y, Kanno Y, Hoshi K, Takato T. Short Lingual Osteotomy Using a Piezosurgery Ultrasonic Bone-Cutting Device During Sagittal Split Ramus Osteotomy. *J Craniofac Surg*. 2015 Oct;26(7):e567-8. doi: 10.1097/SCS.0000000000001590. (査読有)

Sugiyama T, Uo M, Wada T, Omagari D, Komiyama K, Miyazaki S, Numako C, Noguchi T, Jinbu Y, Kusama M, Mori Y. Detection of trace metallic elements in oral lichenoid contact lesions using SR-XRF, PIXE, and XAFS. *Sci Rep*. 2015 Jun 18;5:10672. doi: 10.1038/srep10672. (査読有)

Suenaga H, Saijo H, Hoshi K, Mori Y, Takato T. Diclofenac sodium induced Stevens-Johnson Syndrome in a hospitalized patient during treatment

of splenic injury and mandibular fracture. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2015 Jan;27(1),29-32. doi:10.1016/j.ajoms.2013.05.016. (査読有)

Mukaiyama Y, Suzuki M, Morikawa T, Mori Y, Takeshima Y, Fujimura T, Fukuhara H, Nakagawa T, Nishimatsu H, Kume H, Homma Y: Multiple primary malignant neoplasms of the glottis, renal pelvis, urinary bladder, oral floor, prostate, and esophagus in a Japanese male patient: a case report. *World J Surg Oncol.* 2014 Sep, 22;12:294. doi: 10.1186/1477-7819-12-294. (査読有)

Hikiji H, Tomizuka K, Taguchi T, Koyama H, Chikazu D, Mori Y, Takato T. An in vivo murine model for screening cranial bone regenerative materials: testing of a novel synthetic collagen gel. *J Mater Sci Mater Med.* 2014 Jun;25(6):1531-8. doi: 10.1007/s10856-014-5185-5. (査読有)

Sugiyama T, Uo M, Wada T, Hongo T, Omagari D, Komiyama K, Sasaki H, Takahashi H, Kusama M, Mori Y. Novel metal allergy patch test using metal nanoballs. *J Nanobiotechnology.* 2014;12:51. doi:10.1186/s12951-014-0051-7. (査読有)

Saijo H, Kawase-Koga Y, Mori Y, Seto I, Abe M, Ohkubo K, Hoshi K, Takato T. Application of percutaneous zygomatic arch osteotomy for protrusion deformity of the zygoma following facial fracture surgery. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2014, 26:138-141. doi:10.1016/j.ajoms.2012.09.004. (査読有)

Kawase-Koga Y, Mori Y, Saijo H, Hoshi K, Takato T. Reconstruction of a complex midface defect from excision of a squamous cell carcinoma, according to regional aesthetic units. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014;117(2):e97-e101. doi: 10.1016/j.oooo.2013.06.038. (査読有)

Mori Y, Motoi T, Ida K, Shibahara J, Saijo H, Susami T, Takato T. Primary undifferentiated high-grade pleomorphic sarcoma/malignant fibrous histiocytoma arising from mandible. *Oral Sci Int.* 2014, 11:70-75.

doi:10.1016/S1348-8643(14)00002-0. (査読有)

Ohkubo K, Susami T, Inokuchi T, Okayasu M, Takahashi N, Uwatoko K, Uchino N, Suenaga H, Koga Y, Saijo H, Mori Y, Takato T. Incisor inclination after presurgical orthodontic treatment in patients with mandibular prognathism. *Jpn J Jaw Deform* 2014,24(1):16-26. <http://doi.org/10.5927/jjjd.24.16> (査読有)

Kawase-Koga Y, Saijo H, Hoshi K, Takato T, Mori Y: Surgical management of odontogenic myxoma : a case report and review of the literature. *BMC Res Notes* 2014,7:214. doi: 10.1186/1756-0500-7-214. (査読有)

Abe M, Mori Y, Inaki R, Ohata Y, Abe T, Saijo H, Ohkubo K, Hoshi K, Takato T: A Case of Odontogenic Infection by *Streptococcus constellatus* Leading to Systemic Infection in a Cogan's Syndrome Patient. *Case Reports in Dentistry.* 2014, Article ID 793174, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/793174>. (査読有)

Suenaga H, Unami M, Hoshi K, Mori Y, Takato T. Rare Case of Composite Embryonal Rhabdomyosarcoma and Leiomyosarcoma of the Tongue of an Adult. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2014;26:30-34. doi:10.1016/j.ajoms.2012.08.019. (査読有)

杉山円、森良之、末永英之、西條英人、小笠原徹、星和人：非ホジキンリンパ腫の完全寛解後に口蓋粘表皮癌を発症した異時性重複癌の1例。 *日本口腔外科学会雑誌* 61(4): 222-224, 2015. (査読有)

高戸毅、藤原夕子、星和人、小笠原徹、西條英人、安部貴大、阿部雅修、末永英之、菅野勇樹、杉山円、森良之：顎顔面領域における骨・軟骨再生に関する基礎および臨床研究。 *日本口腔科学会雑誌* 2014 ; 63(2) : 207-215. (査読有)

西條英人、杉山円、菅野勇樹、森良之、高戸毅：高度な瘢痕組織および骨欠損を有する片側性唇顎口蓋裂症例に対しインプラント治療を施行した1例。 *日本学顔面インプラント学会誌* 13(4) : 253-259 2014. (査読有)

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計1件)

森良之: 歯槽骨延長術, Hemifacial
Microsomia の骨延長術. 日本口腔外科
学会編 イラストでみる口腔外科手術
第4巻, クインテッセンス出版
p249-255, 262-267, 2015.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://kyouingyousekidb.jichi.ac.jp/profile/ja.d7c28a0761123f34.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 良之 (MORI, Yoshiyuki)
自治医科大学・医学部附属病院・教授
研究者番号: 70251296

(2) 研究分担者

末永 英之 (SUENAGA, Hideyuki)
東京大学・医学部附属病院・特任講師
研究者番号: 10396731