

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26670881

研究課題名(和文)非接触応力センサ・画像認識による拡張現実を用いた歯科矯正治療支援システムの開発

研究課題名(英文)Development of the orthodontic treatment support system using the augmented reality by a non-contact stress sensor and the image recognition

研究代表者

杉山 円(SUGIYAMA, Madoka)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：90451814

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):我々は、コンピュータ処理によって歯の輪郭形状を術野カメラの画像から抽出した。特徴的ポイントの抽出と歯の形状マッチングは、患者-画像レジストレーションのために術野カメラからの画像を用いてされた。コンピュータ処理によって、CT画像で完全に一致している一部の形状を比較して、調整した。3次元CT画像と歯科矯正アンカー・スクリューのコンピュータシミュレーション画像を手術カメラの画像の上に重ね合せて、それを示した。

研究成果の概要(英文):We extracted the outline shape of teeth from the picture of the surgical camera by computerization. Extraction of characteristic points and teeth matching were done using images from a surgical camera for patient-image registration. We compared the shapes of the part corresponding to the teeth of the CT image and aligned it. We superimposed a three-dimensional CT image and the computer simulation image of the orthodontic anchoring screw on the picture of the surgical camera and displayed it.

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

歯科矯正治療では、顎骨内における歯軸方向・根尖位置など歯および骨の三次元的な形態・位置・方向を立体的に把握することは極めて重要である。画像処理技術の進歩による複雑な頭蓋顎顔面の三次元構築画像は、治療上有益な多くの情報が得られるため、顎変形症における外科的矯正治療には欠かせないものとなっている。また、最近のコンピュータ・グラフィックス演算処理テクノロジーやメカトロニクスの急速な進歩は、歯科矯正学分野においても多くの恩恵をもたらしている。患者の歯列模型や CT 画像を三次元画像化し、コンピュータ上で治療シミュレーションを行うシステムでは、何度でも容易に治療シミュレーションを行うことを可能とする。これら形状処理工学の応用による技術は、治療に対する理解を深め、より安全で安心の医療をもたらせるものと期待されている。また、歯科矯正治療は、歯に力を加え歯槽骨内の力学的環境を変化させて生じる力学的適応変形を活用しているが、歯科矯正治療の歯の移動条件や予測などに必要な歯槽骨変形量の直接的な計測は困難である。このため、三次元情報の可視化と三次元的な至適矯正力の制御・計測技術の開発が必要と思われる。

## 2. 研究の目的

歯科矯正治療は、歯科医師の技術と経験をもとに様々な装置を用いて行なわれているが、実際に必要とする三次元的な矯正力と発生する力分布を予測することは極めて困難である。また、顎骨内における歯軸方向・根尖位置の三次元的な形態を正確に把握することは極めて重要であり治療結果に直結する。本研究では、3D-CT 画像が現実実在するかのように感じられる映像技術とマイクロマシンにより構成されるコンピュータ制御による次世代型の矯正装置・骨延長装置を統合する。拡張現実により実空間に浮かんで見える CT 画像をコンピュータビジョンによる画像認識により実際の歯の位置に重ね合わせ、三次元的な至適矯正力の制御と発生する力分布の計測および表示を可能とする未来の新しい治療環境を実現することが目的である。

## 3. 研究の方法

頭部 CT 画像および術野カメラの映像を用いる。コンピュータへの画像入力には、術野カメラの映像と術前の CT 画像を三次元画像処理ソフトウェアにて処理した三次元 CT 画像を用いた。位置合わせ部位は、上顎などの頭蓋顔面には上顎の歯を用い、下顎には下顎の歯を用いた。術野カメラの映像から、コンピュータ処理により歯の輪郭形状の抽出を行い、CT 画像の歯に対応する部分の形状同士を

対比させて位置合わせを実施した。この方法で空間的対応関係を求め、術野カメラの映像に三次元 CT 画像および矯正用アンカースクリューのコンピュータシミュレーション画像を重ね合わせて表示した。

## 4. 研究成果

手術室の無影灯を使用した環境において、コンピュータビジョンによる歯の解剖学的形態の画像認識による完全に自動化した三次元的な位置合わせが可能であった。この方法では、術野カメラの映像から歯の解剖学的形態を認識する自動画像レジストレーションにより、マーカーを用いずにカメラに対しての患者の位置と姿勢をリアルタイムに計測する。体外に露出する唯一の硬組織である歯をマーカーの代用にして自動かつ高精度のリアルタイムな画像患者位置合わせを実現した。

## 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 12 件)

Sato T, Suenaga H, Sugiyama M, Hoshi K, Takato T. Rare case report of huge Inflammatory Pseudotumor of the Mandible. J Oral Maxillofac Surg Med Pathol. 2016 May;28(3): 222-227. doi:10.1016/j.ajoms.2015. 10.002 (査読有)

Saijo H, Sugiyama M, Kanno Y, Ohkubo K, Hoshi K, Takato T. A 2-Stage Reconstruction of The Jaw Using Vascularized Bone and Secondary Alveolar Ridge augmentation with Particulate Cancellous Bone and Marrow . Implant Dentistry. 2016 Apr;25(2):302-6. doi: 10.1097/ID.0000000000000394. (査読有)

Sugiyama M, Saijo H, Hoshi K, Tsuyoshi T. Rescue of lip switch flap at risk of necrosis due to venous congestion for cleft lip deformity. Case Reports in Plastic Surgery and Hand Surgery. 2016 Jan;3(1):41-43.doi:10.1080/23320885. 2016.1181522. (査読有)

Komatsu N, Suenaga H, Sugiyama M, Hoshi K, Takato T. Inflammatory internal carotid aneurysm detected in a patient with benign fibro-osseous lesion in the maxillary sinus: a rare case report. J Oral Maxillofac Surg Med Pathol. 2015 Nov;27(6):893-899.

doi:10.1016/j.ajoms.2015.04.007 ( 査読有 )

Mori Y, Takato T, Hoshi K, Kanno Y, Sugiyama M, Ohkubo K, Saijo H. Correction of upturned nasal tip with a costal cartilage graft in bilateral cleft lip patients. J Craniofac Surg. 2014 Sep;25(5):e443-5. doi: 10.1097/SCS.0000000000000954. ( 査読有 )

Sugiyama M, Suenaga H, Yonenaga K, Saijo H, Hoshi K, Takato T. Application of tie-over dressing technique for controlling fluid accumulation in the dead space after neck surgery. Oral Science in Japan 2015, 2015, 129-131 ( 査読無 )

Takato T, Mori Y, Fujihara Y, Asawa Y, Nishizawa S, Kanazawa S, Ogasawara T, Saijo T, Abe T, Abe M, Suenaga H, Kanno Y, Sugiyama M, Hoshi K: Preclinical and clinical research on bone and cartilage regenerative medicine in oral and maxillofacial region. Oral Sci Int. 2014 May;11(2):45-51. doi:10.1016/S1348-8643(14)00008-1. ( 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 2015 ; 61(4) : 222-226 ( 査読有 )

西條英人, 杉山 円, 菅野勇樹, 高戸毅: 再結晶化 HA コーティングインプラントの可能性. 日本先進インプラント医療学会雑誌 2014 ; 15 ( 1 ) : 64-68 ( 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 )

前島伸一郎, 杉山 円: 上顎両側遊離端欠損の左右側を1ピース法と2ピース法を応用し咬合機能を回復した1例. 日本先進インプラント医療学会誌 2014 ; 5 : 38-40 ( 査読有 )

西條英人, 杉山 円, 菅野勇樹, 高戸毅: 高度な癒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. 日本顎顔面インプラント学会誌 2014 ; 13 ( 4 ) : 253-259 ( 査読有 )

[ 学会発表 ] ( 計 14 件 )

Sugiyama M, Saijo H, Suenaga H, Mori Y, Hoshi K, Takato T. : Clinical experiences of trisomy 18 with cleft lip and palate. AAOMS September 8-13, 2014 Hawaii Convention Center , Honolulu .

谷口明紗子, 杉山 円, 西條英人, 稲木涼子, 星和人, 高戸毅: 成人 Still 病患者における抜歯経験 第 200 回日本口腔外科学会関東支部学術集会 2015 年 12 月 19 日 東京大学鉄門記念講堂, 東京

稲木涼子, 谷口明紗子, 杉山 円, 西條英人, 庄島正明, 星和人, 高戸毅: 歯肉からの出血を繰り返す下顎骨動静脈奇形に対して局所的硬化療法が有効であった1例. 第 60 回日本口腔外科学会総会 2015 年 10 月 16 - 18 日 名古屋国際会議場, 愛知

西條英人, 杉山 円, 菅野勇樹, 末永英之, 大久保和美, 井口隆人, 岡安麻里, 内野夏子, 上床喜和子, 高橋直子, 松林幸枝, 星和人, 須佐美隆史, 高戸毅: フィブリン糊とポリグリコール酸シートを用いた口唇口蓋裂患者に対する口腔前庭形成術. 第 39 回日本口蓋裂学会総会・学術集会 2015 年 5 月 21-22 日 シェーンバツハ・サポー ( 砂防会館 ), 東京

谷口明紗子, 安部貴大, 森良之, 杉山 円, 波田野典子, 西條英人: 舌痛を介して HIV および梅毒感染症と診断された1例. 第 24 回日本有病者歯科医療学会・学術大会 2015 年 3 月 20 日 - 22 日 旭川市大雪クリスタルホール, 北海道

藤居泰行, 杉山 円, 谷口明紗子, 西條英人: 抜歯後の止血処置に苦慮したアラジール症候群の1例. 第 24 回日本有病者歯科医療学会総会・学術大会 2015 年 3 月 20-22 日 旭川大雪クリスタルホール, 北海道

西條英人, 杉山 円, 菅野勇樹, 高戸毅: 新規チタンメッシュと腸骨海綿骨細片 (PCBM) を用いた上顎歯槽骨再建. 第 18 回日本顎顔面インプラント学会総会・学術大会 2014 年 11 月 29 - 30 日 ビッグハート出雲, 島根

杉山 円, 菅野勇樹, 西條英人, 高戸毅: 唇顎口蓋裂症例の口腔前庭拡張術におけるポリグリコール酸シートとフィブリン糊の使用経験. 第 18 回日本顎顔面インプラント学会総会・学術大会 2014 年 11 月 29 - 30 日 ビッグハート出雲,

## 島根

小松紀子, 未永英之, 杉山円, 高才東,  
細川瑠美子, 波田野典子, 西條英人, 森良  
之, 星和人, 高戸毅: 上顎線維骨病変の感  
染に続発した内頸動脈海綿静脈洞部巨  
大動脈瘤の1例. 第59回日本口腔外科  
学会総会 2014年10月17 - 19日 幕張  
メッセ 国際会議場・国際展示場, 千葉

杉山円, 西條英人, 未永英之, 星和人,  
森良之, 高戸毅: 18トリソミを伴った  
口唇口蓋裂に対する治療経験. 第59  
回日本口腔外科学会総会 2014年10月  
17 - 19日 幕張メッセ, 千葉

〔図書〕(計 0 件)

〔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://plaza.umin.ac.jp/~oralsurg/archive.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

杉山 円 (SUGIYAMA, Madoka)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号: 90451814

### (2) 研究分担者

未永 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