

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K15698

研究課題名(和文) マイクロイメージセンサとマイクロマシンを用いた歯内療法支援ロボットの開発

研究課題名(英文) Development of endodontic robots using microimage sensor and micromachine

研究代表者

谷口 明紗子 (TANIGUCHI, Asako)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：00744905

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)：ダビンチは心臓血管外科や胸腹部外科領域に使用される遠隔操作による双腕型のマスタースレーブ型手術支援ロボットであり、低侵襲手術支援システムとして導入する施設が増えている。しかし、マスタースレーブ型手術支援ロボットの有用性が注目されているのは内視鏡下の縫合・結紮操作が中心となる手術であり、そのまま歯内療法領域に適用することは困難である。本研究では、肉眼では見えないものを可視化する立体画像情報と画像処理技術と駆動範囲制限機構により制御されるヒトの手では実現困難な微細作業や根管内の処置を可能とする次世代型治療支援ロボットの基盤技術の確立を目的とする。

研究成果の概要(英文)：Da Vinci is the remote controlled double arm-type of Master-Slave-type surgery assist robot used in cardiovascular and thoracoabdominal surgical field, and a growing number of facilities are employing it as minimally invasive surgery assisting system. However, the usefulness of Master-Slave-type surgery assistant robot which is now gaining attention is the transfixion suture centered operation under endoscope, and it is difficult to apply to the endodontic area as it is. The purpose of the present study is to establish infrastructure technology for the next generation treatment assistant robot that will enable ultra-fine work and treatment in the root canal that are invisible to the naked eye to visualized treatment by human hands that are controlled by stereoscopic image information, image processing technique and driving range limiting mechanism.

研究分野：歯学

キーワード：医用ロボット

1. 研究開始当初の背景

歯内療法において、歯根および根管の三次元的な形態・位置・方向を立体的に把握することはきわめて重要であり、歯科用実体顕微鏡、歯科用コーンビームCT、根管案内視鏡などは有用な情報となる。歯髄・根尖性歯周組織疾患は、直接目で見えない部位に発症するため、直接見ることのできない部位を直接視覚的に認識することは、適切な歯内治療を行うために非常に重要である。また、根管治療では周囲に干渉するため器具の動きや視野が制限される。このため、限られた空間と視野において根管治療を支援する高精度な歯内療法支援装置は有用である。

近年の外科領域におけるロボット技術の進歩はめざましく、ヒトの能力を越えた新しい目と手となる手術支援ロボットが盛んに研究・開発されている。ダビンチは心臓血管外科や胸腹部外科領域に使用される遠隔操作による双腕型のマスタースレーブ型手術支援ロボットであり、低侵襲手術支援システムとして導入する施設が増えている。しかし、マスタースレーブ型手術支援ロボットの有用性が注目されているのは内視鏡下の縫合・結紮操作が中心となる手術であり、そのまま歯内療法領域に適用することは困難である。歯内療法では、整形外科における人工股関節全置換術などと同様に形状が術中においても安定して再現されるため、術前計画固定作業型の治療支援ロボットが有用であり、装置の小型化が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、肉眼では見えないものを可視化する立体画像情報と画像処理技術と駆動範囲制限機構により制御されるヒトの手では実現困難な微細作業や根管内の処置を可能とする次世代型治療支援ロボットの基盤技術の確立を目的とする。本研究では、カスタマイズ可能な駆動範囲制限機構を有した歯内療法支援ロボットに物体認識を行うロボットビジョン（ロボットのための視覚機能）と拡張現実ディスプレイを搭載する。これにより、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）とロボットの新規な制御機構による再現性の高い位置制御技術の融合を行う。3D-CTによる根管の現実に実在するかのような立体映像がリアルタイムで裸眼にて正確な位置に表示され、駆動範囲制限機構により高度な位置制御が可能な安全性の高い次世代型治療支援ロボ

ットの実現を目指す。

3. 研究の方法

本研究の駆動範囲制限機構を有した歯内療法支援ロボットは、位置決め三自由度・方向決め三自由度を有し、駆動制限機構により駆動範囲を制限するよう設計にしている。駆動範囲制限機構を構成する動きを制限するブロックは患者と治療内容に応じたものをコーンビームCTデータより3Dプリンタによって作製したブロックを取り付ける設計にしている。回転軸を採用することで狭い口腔から治療器具を挿入しても広い可動領域を確保可能な設計にしている。歯内療法支援ロボットに歯科用電動式ハンドピース、電動根管治療機器、ピエゾサージェリーを取り付け、一定の加工力でモデル材に対して切削試験を行い、位置決め精度（目標位置と実際位置の差）繰返し精度および駆動制限機構により駆動を制限させた場合に制限領域を超えて切削されないかを検証する。

4. 研究成果



位置決め機構として並進と回転を併せ持つ新しいパラレルメカニズムを考案し、評価実験を通して位置決め 3DOF (degrees of freedom)のうちY並進及びZ並進で位置決め精度0.1mm以下を有することが確かめられた。

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3件)

Abe M, Abe T, Mogi R, Kamimoto H, Hatano N, Taniguchi A, Saijo H, Hoshi K, Takato T: Cervical necrotizing fasciitis of odontogenic origin in a healthy young patient without pre-systemic disorders. J Oral Maxillofac Surg Med Pathol. (in Press) DOI:10.1016/j.ajoms.2017.03.001 (査

読有)

Suenaga H, Taniguchi A, Yonenaga K, Hoshi K, Takato T. Computer-assisted preoperative simulation for positioning and fixation of plate in 2-stage procedure combining maxillary advancement by distraction technique and mandibular setback surgery. Int J Surg Case Rep. 2016 Oct; 28: 246-250. DOI:10.1016/j.ijscr.2016.10.004 (査読有)

Suenaga H, Taniguchi A, Yonenaga K, Hoshi K, Takato T. Computer-assisted preoperative simulation for positioning of plate fixation in Lefort I osteotomy: A case report. J Formos Med Assoc. 2016 Jun; 115(6): 470-4. DOI:10.1016/j.jfma.2016.01.003 (査読有)

[学会発表](計 11 件)

谷口明紗子, 西條英人, 内山貴夫, 米永一理, 星和人, 高戸毅: 顎骨骨折に対し口腔前庭形成術を併用しインプラント治療を行った1例. 第34回日本顎顔面補綴学会総会・学術大会 6月2-3日 全電通労働会館(東京都・千代田区)

西條英人, 杉山円, 末永英之, 谷口明紗子, 大久保和美, 井口隆人, 内野夏子, 星和人, 須佐美隆文, 高戸毅: Van der Woude 症候群の下唇瘻孔に対する逆T型切除術. 日本口蓋裂学会総会 2017年5月19日 ホテルオークラ東京(東京都・港区)

内山貴夫, 西條英人, 谷口明紗子, 米永一理, 星和人, 高戸毅: サイナスリフト後の上顎臼歯部骨欠損症例に対して、チタンメッシュプレートおよび腸骨海綿骨小片にて骨造成術を施行しインプラント治療を行った1例. 日本顎顔面補綴学会総会・学術大会 6月2-3日 全電通労働会館(東京都・千代田区)

米永一理, 星和人, 内山貴夫, 谷口明紗子, 末永英之, 阿部雅修, 西條英人, 坂下英明, 高戸毅: 強直性脊椎炎患者の顎関節強直症に対し体位作成を工夫した

人工骨頭置換術法. 第61回日本口腔外科学会総会 2016年11月25-27日 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

末永英之, 谷口明紗子, 西條英人, 星和人, 須佐美隆史, 高戸毅: Le Fort I型骨切り術における術前シミュレーションを基にした上顎骨位置決め法の精度. 第26回日本顎変形症学会学術集会 2016年6月24日 学術総合センター(一橋講堂)(東京都・千代田区)

西條英人, 井口隆人, 末永英之, 谷口明紗子, 杉山円, 菅野勇樹, 岡安麻里, 内野夏子, 大久保和美, 星和人, 須佐美隆史, 高戸毅: 口腔前庭形成術後の保護床としてのリップバンパー. 第40回日本口蓋裂学会総会・学術集会 2016年5月26-27日 ナレッジキャピタルコングレコンベンションセンター(大阪府・大阪市)

川上大, 米永一理, 谷口明紗子, 阿部雅修, 末永英之, 西條英人, 星和人, 高戸毅: 上顎歯肉潰瘍を原発とする節外性NK/T-Cellリンパ腫鼻型の1例. 第201回日本口腔外科学会関東支部学術集会 2016年5月21日 高崎ビューホテル(群馬県・高崎市)

末永英之, 谷口明紗子, 米永一理, 西條英人, 星和人, 高戸毅: コンピュータビジョンによる手術ナビゲーション装置の三次元的な位置合わせ手法の検証. 第70回日本口腔外科学会 2016年4月16日 福岡国際会議場(福岡県・福岡市)

茂木立香, 米永一理, 矢野文子, 内山貴夫, 谷口明紗子, 菅野勇樹, 西條英人: 全身疾患を有する患者の嚥下障害と心身症に対し半夏厚朴湯が著効した1例. 第25回日本有病者歯科医療学会総会・学術大会 2016年3月4-6日 タワーホール船堀(東京都・江戸川区)

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(東京都・文京区)

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（愛知県・名古屋市）

〔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/>

6．研究組織

(1)研究代表者

谷口 明紗子（TANIGUCHI, Asako）
東京大学・医学部附属病院・助教
研究者番号：00744905

(2)研究分担者

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