

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24792276

研究課題名(和文) コンピュータビジョン・拡張現実感技術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 computer vision / augmented reality technologies

研究代表者

井口 隆人 (Inokuchi, Takato)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：80587775

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、コンピュータビジョンとAugmented Realityを導入することによりリアルタイム、三次元ディスプレイを用いたコンピュータ・グラフィックスで作られた物体が現実 reality に実在するように感じられる立体映像技術を矯正歯科領域に導入し、矯正歯科医が患者から目を離さず直接的に、三次元画像を患者に重ね合わせて立体的に視覚化できるシステムを開発することが目的である。マイクロイメージセンサにて取得された映像をコンピュータビジョンシステムにて検出し、三次元空間を認識することで、三次元情報を表示することが可能であった。

研究成果の概要(英文)：The purpose is to develop the system which allows an orthodontist to lay a three-dimensional image on top of a patient to visualize in three dimensions without leaving the patient out of sight, by introducing into the orthodontic dentistry the stereoscopic image technology which makes an object created from the computer graphics employing a real time three-dimensional display appear as if it exists in reality with the help of a computer vision and augmented reality. It was possible for three-dimensional information to be displayed by detecting the image obtained with the micro-image sensor employing the computer vision system to recognize the three-dimensional space.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児系歯学

キーワード：医用・生体画像

## 1. 研究開始当初の背景

歯科矯正治療では、歯槽骨の形態や根尖の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きわめて重要であり、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、矯正歯科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たコンピュータシミュレーションでは、何度でも容易に、そして、正確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。

一方で、これらはコンピュータ画面上、つまり、二次元ディスプレイ上での三次元表示によって画像が表現されるために、術者は、実際の患者の状態とモニター上の画像を交互に見比べながら情報を理解する必要性がある。その結果、情報の認識・把握が二次元ディスプレイを介して間接的に行われ、「事実と理解」の間に大きな隔たりができる可能性がある。

そこで、現実の環境から知覚に与えられる情報に、コンピュータが作り出した情報を重ね合わせ、補足的な情報を与える拡張現実感技術である実空間リアルタイム三次元ディスプレイの応用により、これらの問題解決の一助となるのではないかと考えた。

医療機器としての立体映像には、従来の両眼立体視技術では不可能な「両眼視差および運動視差」の両方による正確な三次元的な位置関係を裸眼で認識可能な新技術が求められる。

インテグラル方式である三次元拡張現実感表示システムは、現実空間と仮想空間を重ね合わせる拡張現実感技術であり、実体との距離や視差の誤差がなく、多人数が同時に裸眼で立体映像を観察できる。この次世代の裸眼立体映像方式である空間像再生方式のインテグラル方式は、ホログラムとも異なり撮影・表示ともレーザーは使用せずに、空間内に被写体が存在する場合と同様な光線を再生する方式である。観察者の見る位置に応じて映像が自然に変化するとともに、像の見かけの位置と光学的な位置が一致する。したがって、視差を利用した両眼立体視方式の立体映像で生じるような左右視差と焦点距離の不一致による左右の映像の不一致がなく、特殊な立体用のメガネをかけずに見る位置を上下左右に変化させても、現実の空間で被写体を観察するのと同様に、立体映像を観察することが可能となる。

本研究では、このような拡張現実感技術を矯正歯科学分野に用い、技術革新による新しい矯正歯科の治療法の開発を行なう。

脳神経外科や整形外科で用いられている手術ナビゲーション装置では、反射マーカを用いる光学式トラッキングシステムを採用しているが、歯科矯正学分野では、対象領域が複数かつ微細であり、反射マーカを用いた三次元的位置認識では限界がある。これまで行ってきた拡張現実感手術ナビゲーション技術をコンピュータビジョン技術と統合し、実空間の物体を三次元画像マッチングにより画像認識させることでマーカ不要なナビゲーションを開発する。

また、三次元情報をモニターに表示するのではなく、拡張現実感技術により実空間に表示することが特徴である。物体認識に用いる「マーカ」を必要とせず、物体そのものを高速認識して動きに高速追従することで三次元空間を認識し、三次元情報を実空間に立体表示する。これによって、事前にマーカを配置しておくといった準備が必要なくなり、三次元画像情報を、現実空間に高精度に立体表示することが可能になる。

三次元計測技術の一つである三次元画像マッチングは、歯のように対象物が複雑な立体形状をなしている、その形状が三次元画像データで与えられているときに有効な手法である。曲面形状を含む任意の形状をステレオで位置と姿勢を求める三次元認識機能で、既存技術では実現できない認識精度、認識速度、認識率を実現することが可能である。

## 2. 研究の目的

歯科矯正治療では、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きわめて重要であり治療結果に直結する。矯正歯科医の新しい目として、歯および骨の位置情報をリアルタイム三次元ディスプレイにて患者に重ね合わせて表示できれば、歯科矯正治療の操作性を著しく向上させると考えられる。

本研究では、コンピュータビジョン・拡張現実感技術を導入することにより、コンピュータグラフィックスで作られた物体が現実実在するかのように感じられる立体映像によるナビゲーション技術を矯正歯科領域に導入する。

本研究の目的は、矯正歯科医が歯および骨の三次元画像を患者に重ね合わせて裸眼で立体的に三次元的な形態・位置・方向を視覚化できるシステムを開発し、未来の新しい治療環境を実現することである。

## 3. 研究の方法

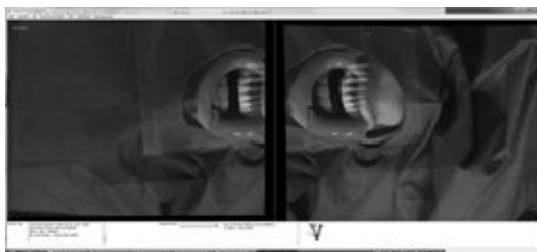
コンピュータビジョンによる歯の画像認識に加え、コンピュータビジョン・拡張現実感技術による三次元 CT 画像の拡張現実感表示を行なった。本研究における歯冠形態の認証は、画像の取得にコンピュータビジョンシ

システムを用い、画像の一部分から得られる特徴(局所特徴)とその位置関係を用いて物体を認識する。この方法は、非接触・非拘束で認証できる特徴がある。

三次元的な標的位置精度、処理速度を評価し、コンピュータビジョン・拡張現実感技術を用いた画像誘導による歯科矯正治療支援システムとしての有用性を検証した。二眼ステレオ方式により、あらかじめ STL (Stereo-Litography) 形式で登録した歯などの輪郭を三次元認識した。

#### 4. 研究成果

マイクロイメージセンサにて取得された映像をコンピュータビジョンシステムにて検出し、三次元空間を認識することで、三次元情報を表示することが可能であった。今後、このようなコンピュータビジョン・拡張現実感技術を矯正歯科学分野に用い、先端技術の融合による新しい矯正歯科のナビゲーション法の臨床応用を行なう。



#### 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)

Susami T, Okayasu M, Inokuchi T, Ohkubo K, Uchino N, Uwatoko K, Takahashi-Ichikawa N, Nagahama K, Takato T. Maxillary Protraction in Patients With Cleft Lip and Palate in Mixed Dentition: Cephalometric Evaluation After Completion of Growth. *Cleft Palate Craniofac J* (in press) [査読有]

須佐美 隆史, 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, 高戸 毅. 東大病院における口唇裂・口蓋裂患者に対する矯正歯科治療, *日本口蓋裂学会雑誌* 38(1):54-61, 2013 [査読有]

仲宗根 愛子, 須佐美 隆史, 内野 夏子, 井口 隆人, 岡安 麻里, 上床 喜和子, 高橋 直子, 大久保 和美, 森 良之, 高戸 毅. 矯正歯科治療開始前の口蓋裂患者の顎顔面形態, *日本口蓋裂学会雑誌* 38(1):113-119, 2013 [査読有]

##### [学会発表](計5件)

Inokuchi T, Susami T, Okayasu M, Uchino N, Uwatoko K, Ohkubo K, Ogasawara T, Saijo H, Mori Y, Takato T. Palatal index for evaluation of the palatal morphology in patients with unilateral cleft Lip and palate. 12th International Congress on Cleft Lip/Palate and Related Craniofacial Anomalies, May 5-10, 2013, Florida USA, Hilton Orlando Lake Buena Vista

井口 隆人, 須佐美 隆史, 大久保 和美, 岡安 麻里, 内野 夏子, 上床 喜和子, 高橋 直子, 末永 英之, 西條 英人, 森 良之, 高戸 毅: 片側性唇顎口蓋裂における口蓋形態指数と口蓋容積の関連性 咬合と上下顎形成との関連を含めて 第37回 日本口蓋裂学会総会・学術集会, 2013年5月30-31日, 佐賀市文化会館, 佐賀県

岡安 麻里, 須佐美 隆史, 井口 隆人, 大久保 和美, 内野 夏子, 高橋 直子, 上床 喜和子, 古賀 陽子, 菅野 勇樹, 杉山 円, 西條 英人, 森 良之, 高戸 毅: 混合歯列前期における将来的な顎矯正手術の必要性の予測 両側性唇顎口蓋裂患者について 第37回 日本口蓋裂学会総会・学術集会, 2013年5月30-31日, 佐賀市文化会館, 佐賀県

内野 夏子, 須佐美 隆史, 井口 隆人, 岡安 麻里, 大久保 和美, 上床 喜和子, 高橋 直子, 森 良之, 高戸 毅: 先天異常患者における疾患別平均側面頭部 X 線規格写真トレース像の作成 第72回日本矯正歯科学会大会, 2013年10月7-9日, キッセイ文化ホール, 長野県

上床 喜和子, 須佐美 隆史, 大久保 和美, 井口 隆人, 岡安 麻里, 内野 夏子, 高橋 直子, 高戸 毅: 東大病院における口唇口蓋裂に対する矯正歯科治療の実態調査(第2報), II 期治療について 第72回日本矯正歯科学会大会, 2013年10月7-9日, キッセイ文化ホール, 長野県

##### [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

井口 隆人 ( INOKUCHI, Takato )  
東京大学・医学部附属病院・助教  
研究者番号 : 8 0 5 8 7 7 7 5

(2)研究分担者  
なし

(3)連携研究者  
なし