

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 7 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592923

研究課題名(和文) デジタル歯科技工に顎顔面形態機能情報を付与する統合型3次元計測システムの開発

研究課題名(英文) Development of 3D Facial Measuring System for Digital Dental Prosthetics

研究代表者

野口 信宏 (NOGUCHI, Nobuhiro)

佐賀大学・医学部・客員研究員

研究者番号：40284658

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)： デジタル歯科技工に顔面データを付与する目的でPOLARIS Vicraを用いた計測システムを開発した。機能は以下のとおりである。 1本のプローブによる基準平面の作製と、基準平面からの距離、角度の計測。 2本のプローブによる距離と角度の計測。 次の段階は、カスタムメイドプローブのレジストレーション機能および模型データとのレジストレーションであるが、異なる装置より得られたデータの統合を行うことまでは当該期間中には実現できず開発を継続している。

研究成果の概要(英文)： This study was performed to make a system for using the facial data to fabricate dental prosthesis. The functions are as follows. Preparation of the reference plane by using a single probe, and measurement of a distance from the reference plane, and angle of measurement. Measurement of distance and angle by double probe. The next step is the registration of the custom probe and a dental model, and performing the integration of the data obtained from the different devices. Although these are not yet realized.

研究分野： 歯科口腔外科

キーワード： デジタル歯科技工 CAD/CAM オプティカルトラッカー 手術ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

(1) デジタル歯科技工はコンピュータによる設計と製作 (CAD/CAM) を使った歯科技工で、クラウン、ブリッジなどの歯冠補綴、インプラントの上部構造の他、矯正の分野でも利用されるようになってきた。デジタル技工では歯の模型をスキャナーでデジタル化して、そのデータを遠隔の技工所 (工場) に送り補綴物を作製する。

(2) しかしながら、現在市販のシステムは基準となる頭蓋顎顔面の形態情報が無く歯列模型のみの形態情報をもとに補綴物を作製されるため、顔面形態や顎運動と調和した補綴物の作製を自動化するまでには至っていない。今回の発想ではオプティカルトラッカーを使って歯や顔面あるいは顎運動の形状データを統合すれば、できたモデルを CAD/CAM 技工に利用できると考えた。

2. 研究の目的

(1) 本研究はわれわれがこれまで開発してきた 3 次元情報統合型手術ナビゲーターの手法を用いて、歯列模型データと顔面、顎骨、顎運動データを統合したデジタル歯科技工システムを実現しようとするものである。

3. 研究の方法

(1) 本研究を実現する手順は以下のとおりであった。①顔面に対する歯列の位置分析、左右対称性の分析や咬合平面の決定 (プローブを 2 本同時使用して行えるかどうか検証する) について行う。次に②CAD/CAM を使った補綴物作成において歯および歯列形態情報に、顔面形態に関する 3 次元情報を加える、さらに③チェアサイドにおける顎運動解析器としての使用 (下顎のマーカを追尾) してその情報を CAD・CAM データに追加する。

4. 研究成果

(1) 上記 2 本のプローブを用いた計測、および 1 本のプローブでリファレンスフレームで平面を作成し距離を計測することは実現できた。これらの結果を第 20 回、21 回、22 回顎顔面バイオメカニクス学会でそれぞれ発表した。

(2) 具体的にはオプティカルトラッカーを用いた基本的な 3 次元計測システムを作り患者の顎顔面形態情報を取得した。今回はハードウェアに既製品 (Polaris Vicra / Northern Digital Inc.) を使い、ソフトウェアは独自に開発した。Polaris Vicra は小型のオプティカルトラッカーで、脳外科用ナビゲーションシステムなど臨床に普及しているものと同程度の性能を有する。サンプリングレートは 20Hz。空間精度は RMS 0.25mm である。パッシブマーカ付きのツールを自作して使用することが可能で、同時に 6 個のツールを追尾できる。

(3) 今回開発したソフトウェアの機能は以

下のとおりである。

① 1 本のプローブによる基準平面の作製と、基準平面からの距離、角度の計測

② 2 本のプローブによる距離と角度の計測

③ カスタムメイドプローブのレジストレーション機能。目的に合わせてプローブの先端形状は複数準備するため、これらのレジストレーションが必要である。点を指定するための鋭利な先端形状のもの他、ブラケットのポジショニングに用いるマイナスドライバー型、前歯正中を安定して指定するための T 字型などである。

(4) 今回は上記の機能が実現できた。しかしながら、算出に時間がかかりサンプリングレートが 1 コマ 0.6 秒と、当初の予定より少なく、まだ実用的ではない。またプローブにもたわみや消毒の問題等あり実用化するにはクリアすべき問題点が多数存在する。次の段階としていた、技工サイドとの情報の共有である。まず、模型用レーザー スキャナー、顔面用レーザー スキャナー、CT データ等、それぞれ異なる装置より得られたデータの統合を行う予定であったが、進まなかった。当初予定した企業の開発担当者へのプレゼンテーションを行ったが実現しなかった。

(5) 今後の展望であるが、今回は、簡便な 3 次元計測機能の開発をまず行った。特に 2 本のプローブで距離・角度を計測する機能は、補綴や矯正の日常の臨床に即利用することもできる。さらにこれまでわれわれが過去に開発してきたシステムにおいては、顔面データと歯列データの統合、および、オプティカルトラッキングシステムを用いて実際の歯列石膏模型と歯列データを連動させることができている。市販の歯科用 CAD/CAM システムとの連携が今後の課題である。デンタルインプラント埋入のためのナビゲーションシステムは市販されているが普及するには至っていない。その理由は装置が高価である事他に、手術時の操作が煩雑なためである。今、われわれが開発を目指すシステムは簡便で汎用性の高いものである。

歯科用チェアサイドでの用途として考えられるのは、①歯列、顔面 3 次元形状データの統合作業、②咬合平面の決定、③顎運動の記録、④顔面や歯列形態、歯の移動の 3 次元計測、⑤平行測定、⑥マッピング (歯の色調測定、OCT 等) などである。

技工室サイドでの用途として①歯冠補綴時の咬合平面の決定、②顔面補綴物作製における左右対称性の分析、③義歯や顔面補綴物の作製時の咬合平面の決定、④インプラント埋入用サージカルガイドの作製の補助、などが考えられる。これらはインターネットを通じて遠隔の技工所ともやりとりが可能で、これらの情報をもとに顔や顎との調和した補綴物の作製ができるため、CAD/CAM 技工に役立つと考えられる。



図 1. オプティカルトラッカー



図 2. 実験用カスタムプローブ.

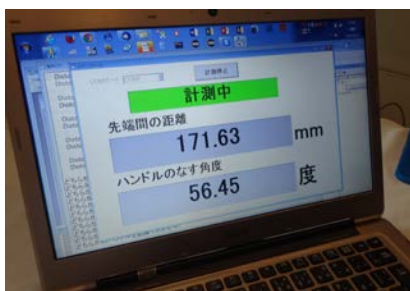


図 3. 計測結果。距離と角度の表示.



図 4. ダブルプローブ計測

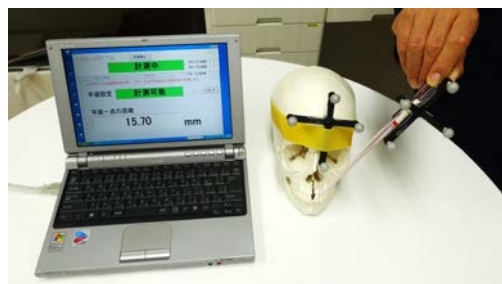


図 5. 平面作成と距離・角度の計測

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 1 件)

①野口信宏、山下佳雄、後藤昌昭：手術ナビゲーションシステムを使った下顎骨近位骨片の術中位置決め 顎顔面バイオメカニクス学会誌 Vol. 17 No.1 21-23 査読無 2011 (2012 年 3 月発行)

〔学会発表〕(計 8 件)

①野口信宏、檀上敦、山下佳雄、後藤昌昭：手術ナビゲーションシステムを使った近位骨片の術中位置決め 第 22 回日本顎変形症学会総会 2012, 6, 18 福岡国際会議場 (福岡市)

②野口信宏、山下佳雄、後藤昌昭：手術ナビゲーションシステムを使った下顎骨近位骨片の術中位置決め 第 2 報 11/24, 25 第 20 回顎顔面バイオメカニクス学会発表

2012, 11, 25 東京医科歯科大学（東京都）

③佐野直人, 内田雄基, 野口信宏, 山下佳雄, 後藤昌昭: 歯科インプラント手術のためのサージカルトレーニングシステムの研究 2012, 11/24, 25 第20回顎顔面バイオメカニクス学会発表 2012, 11, 25 東京医科歯科大学（東京都）

④野口信宏, 内田雄基, 檀上敦, 山下佳雄, 後藤昌昭: 歯科インプラント手術のためのサージカルトレーニングシステムの研究 第16日本顎顔面インプラント学会 2012, 12, 2 北九州国際会議場（北九州市）

⑤野口信宏, 檀上敦, 重松正仁, 山下佳雄, 後藤昌昭: 手術ナビゲーションシステムを利用して作製するサージカルテンプレート 第29回日本口腔インプラント学会九州支部学術大会 2012, 1, 22 シーガイアコンベンションセンター（宮崎市）

⑥野口信宏, 重松正仁, 檀上敦, 山下佳雄, 後藤昌昭: デジタル歯科技工に顎顔面形態機能情報を付与する統合型3次元計測システムの開発 第21回日本顎顔面バイオメカニクス学会 2013/11/24-25 東京工業大学（東京都）

⑦野口信宏, 重松正仁, 山下佳雄, 後藤昌昭: デジタル歯科技工に顎顔面形態機能情報を付与する統合型3次元計測システムの開発 第2報 第22回日本顎顔面バイオメカニクス学会 2014/11/22-23 UK デンタルホール（長崎市）

⑧後藤昌昭, 山下佳雄, 野口信宏: 3次元の口腔外科における有効性について 第22回日本顎顔面バイオメカニクス学会 2014/11/22-23 UK デンタルホール（長崎市）

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：

種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者
野口信宏 (NOGUCHI, Nobuhiro)
佐賀大学・歯科口腔外科学講座・客員研究員
研究者番号：40284658

(2) 研究分担者
後藤昌昭 (GOTO Masaaki)
佐賀大学・歯科口腔外科学講座・教授
研究者番号：10145211

重松正仁 (SHIGEMATSU Masahito)
佐賀大学・歯科口腔外科学講座・客員研究員
研究者番号：80398130

檀上敦 (DANJO Atsushi)
佐賀大学・歯科口腔外科学講座・講師
研究者番号：80452712

(3) 連携研究者
()
研究者番号：