

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：32710

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22592133

研究課題名（和文）根管ナビゲーションにおける内視鏡歪み補正技術の改良とその臨床応用

研究課題名（英文）Verifying the Accuracy of a Dental Fiberscope Navigation System and Clinical Application

研究代表者

山本 雄嗣（YAMAMOTO TAKATSUGU）

鶴見大学・歯学部・准教授

研究者番号：20260995

研究成果の概要（和文）：

根管内視鏡ナビゲーションシステムを臨床に応用するには医科用ナビゲーションシステムに優る精度が求められる。ナビゲーションシステムに影響を及ぼす因子としては3次元再構築画像のセグメンテーション誤差、位置情報統合誤差、位置センサー誤差、マーカーのずれ、内視鏡画像の歪みなどが考えられた。そこで内視鏡画像の歪みに対して画像補正ソフトを製作し、誤差の補正を試みた。位置情報統合誤差、位置センサー誤差、マーカーのずれの因子を含むナビゲーションシステムの総合精度を検証した結果、本システムの精度向上が確認され、臨床応用の可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

Navigation system error is caused by 3D reconstructed images, registration error, position sensor error, sensor marker displacement, and distortion from displaying the image on the monitor. In this time we verified the total accuracy of the navigation. Total accuracy was defined as the difference between the fiberscope image on the monitor and the critical image. The critical image is a grid that has a known size. We attached a marker to the plate and the tip of the fiberscope. The blockage was put on the plate. The fiberscope was attached to the triaxial tester. We then displayed the blockage and the fiberscope 3D images. The coordinates of these images were subsequently registered. The fiberscope was moved with the grid and the pathway was recorded. We measured the difference between the grid coordinate and the tip of fiberscope coordinate. We verified the total accuracy of the dental fiberscope navigation system and resultant accuracy of the position on the system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2011年度	300,000	90,000	390,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

歯内治療において拡大視野あるいは明視下で診査および処置を行うために、マイクロスコープや歯科用ファイバースコープ（以下歯科用 FS）が応用され、難治症例では必要不可欠となっている。とくに、歯科用 FS の多目的チャンネルは洗浄、特製器具挿入およびレーザー照射等を可能とし、観察画面上で患部への到達を確認しながらの器具操作ができ、処置の確実性を向上できる。しかし、歯科用 FS は距離感がつかみ難く、病変部との位置関係が把握しにくい。

そこで歯科用 FS 先端の位置と歯の位置関係がリアルタイムにモニター上に表現され、両者の位置関係が容易に理解可能となる歯科用 FS の根管内視鏡ナビゲーションシステムの開発を行った。

2. 研究の目的

根管内視鏡ナビゲーションシステムを臨床に応用するには医用ナビゲーションシステムに優る精度が求められる。ナビゲーションシステムに影響を及ぼす因子としては3次元再構築画像のセグメンテーション誤差、位置情報統合誤差、位置センサー誤差、マーカーのずれ、内視鏡画像の歪みなどが考えられた。内視鏡画像の歪みに対しては画像補正ソフトを製作し、補正済みのため、今回は位置情報統合誤差、位置センサー誤差、マーカーのずれの因子を含むナビゲーションシステムの精度を検証したので報告する。

3. 研究の方法

方法は既知の移動を行う三軸テーブルをコントロールとしモニター上のファイバースコープ VR モデルとの比較を行うことで総合精度の検証とした（図2，3）。

デンタル FS の支持部とイメージファイバーの形態は、3次元表面形状測定装置にて CAD を製作した。ファントムモデルとデンタル FS の CAD の位置情報については、NDI 社製光学式位置測定装置（OPTOTRAK）を使用し、光学式マーカーを歯科用 FS に対してはクリップを用いてデンタル FS の支持部に固定し、歯列追跡用光学式マーカーをファントムモデルに装着した。光学式マーカーのレジストレーションは、表面上の特徴点を仮想空間上で3点設定して、実物上でそれに相当する点を標点支持用ツールで指示するという方法を用いて行った。両者に追跡ツールを装着した状態で画像情報を採得しその測定精度の向上を図り、ファントムモデルと内視鏡 CAD の3次元再構築像とその両者の位置情報を

取得して、仮想空間内でナビゲーションシステムの構築を行った。ナビゲーションシステムの概要を図1に示す。

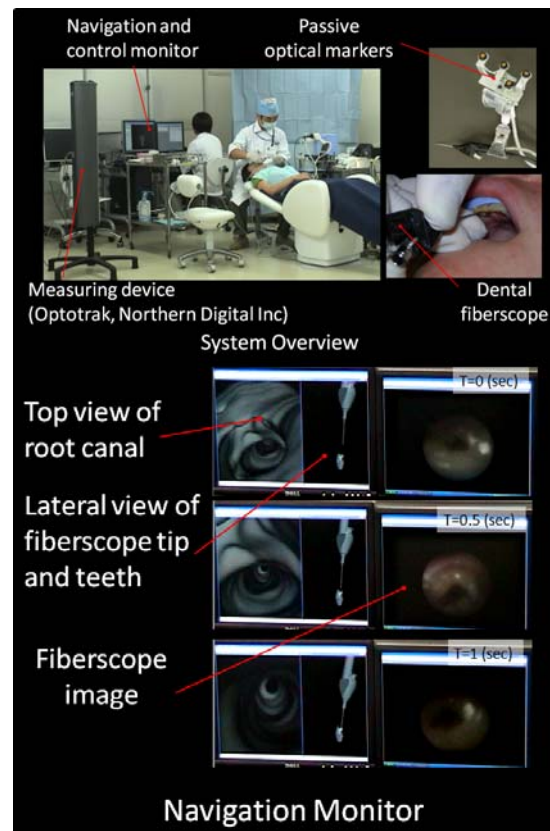


図1. 根管内視鏡ナビゲーションシステム

まず、ナビゲーションシステムの設定を行い、3軸テーブルのVRモデルを作成、基準プレートと可動するスタイラスそれぞれに位置測定マーカーを設置後、VRモデルと実際のプレートおよびスタイラスの位置情報を統合した。コントロールは3軸テーブルを原点から3mm×3mm×3mmの格子点とし、その運動を記録した。実際にナビゲーションしたスタイラス先端の位置とコントロールの格子点と比較し、その差を算出した。測定ごとに位置情報の統合を行い、7回の平均を代表値とした。

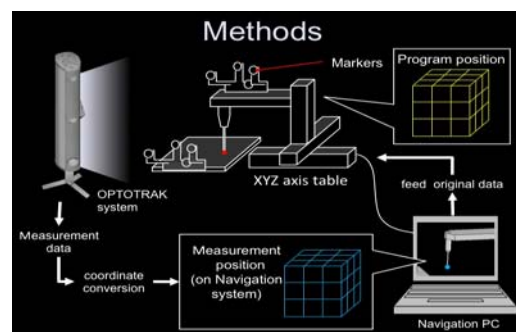


図2. 検証方法の流れ

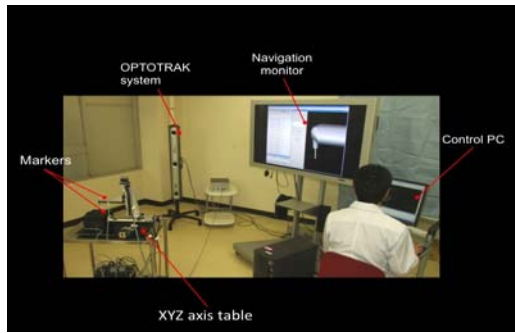


図3. システム構成の概要

4. 研究成果

誤差は $0.480\text{mm} \pm 0.086\text{mm}$ (X 方向: $0.051\text{mm} \pm 0.229\text{mm}$, Y 方向: $0.088\text{mm} \pm 0.202\text{mm}$, Z 方向: $0.254\text{mm} \pm 0.260\text{mm}$) であった. 本検討においては VR モデルを統一し, ナビゲーション画像を使用していないことから, 主にシステムにおける位置情報統合誤差, 位置センサー誤差, マーカーのずれなどの要因が大きく影響していると考えられる. 位置センサー誤差の要因として3軸テーブルの各軸の繰り返し精度は $0.020\text{mm} \pm 0.002\text{mm}$, ナビゲーションシステムを構成する位置測定装置の最大誤差は XY 軸で 0.10mm , Z 軸で 0.15mm であることを考慮すると, 位置情報統合誤差, マーカーのずれなどによるシステム誤差は約 0.3mm 程度と考えられる.

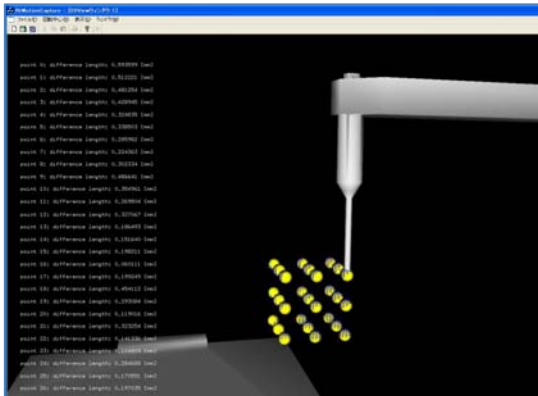


図4. 計測画面の一例

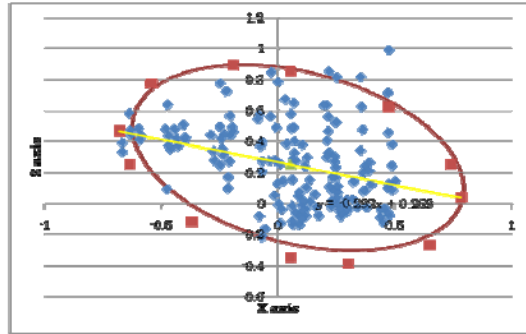
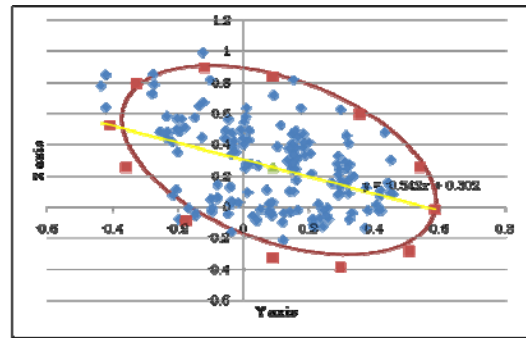
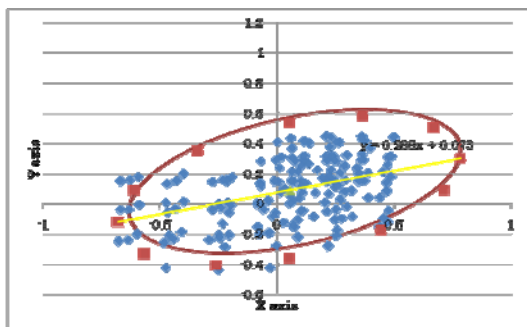


図5. 相関分析グラフ (上: XY 軸, 中: XZ 軸, 下: YZ 軸)

本ナビゲーションシステムの総合精度の検証を行い, 臨床応用の可能性を示すことができた. 今後, 位置座標の統合誤差やマーカーの装着等についての改良をおこないシステムの総合精度の向上と本システムの臨床的意義を確立して行きたいと考えている. また, 内視鏡ナビゲーションシステムは, CT 画像情報を用いていることから, 3次元画像におけるセグメンテーション誤差についても検討を行い, その誤差を補正することでより精度の高いシステムを構築できると考える.

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 Yasushi YAMAZAKI, Takumi OGAWA, Yuko SHIGETA ほか. Clinical performance of dental fiberscope image guided system for endodontic treatment. Stud Health Technol Inform163 : 713-715, 査読あり, 2011.

〔学会発表〕(計4件)

① 山崎泰志, 山本雄嗣, 井川知子, 他. 根管内視鏡のナビゲーションシステムにおける精度向上に関する研究. 日本歯科保存学会, 2012/11/22, 広島国際会議場, 広島県.

② T.IKAWA, Y. YAMAZAKI, T. YAMAMOTO,

T, ほか. Verifying the Accuracy of a Dental Fiberscope Navigation System. International Association for Dental Research (IADR), 2012/6/22, CECONFI Convention Ctr., Brazil.

③山崎泰志, 小澤寿子, 重田優子, 他. 根管治療時における歯科用ファイバースコープへのナビゲーションシステムの応用—第2報 画像補正システムの導入—. 鶴見大学歯学会第74回例会, 2011/12/17, 鶴見大学会館, 神奈川県.

④ Yasushi YAMAZAKI, Takumi OGAWA, Yuko SHIGETA ほか. Clinical performance of dental fiberscope image guided system for endodontic treatment. Annual Medicine Meets Virtual Reality Conference, 2011/2/10, Long Beach, USA.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 雄嗣 (YAMAMOTO TAKATSUGU)
鶴見大学・歯学部・准教授
研究者番号: 20260995

(2) 研究分担者

山崎 泰志 (YAMAZAKI YASUSHI)
鶴見大学・歯学部・講師
研究者番号: 60257334

小川 匠 (OGAWA TAKUMI)
鶴見大学・歯学部・教授
研究者番号: 20267537

(3) 連携研究者

なし