

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：17102
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2014～2016
課題番号：26463187
研究課題名(和文) 頭頸部触診シミュレーションシステムの開発

研究課題名(英文) Development of a virtual palpation simulator

研究代表者
岡村 和俊 (Okamura, Kazutoshi)

九州大学・歯学研究院・助教

研究者番号：20346802
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：歯学教育において、患者頭頸部を対象とする触診技術の実習を行う機会は少ない。本研究では、歯学教育における学生の患者頭頸部への触診機会の拡張を目指し、患者データに基づいて構築されるVRシミュレータの開発を目的とする。
本研究のVRシミュレータは、仮想患者モデルが訓練者の指の動きに対して視覚と力覚の両面で実時間に相互作用するために頭部形状の点群データを用いた仮想患者モデルの構築を行い、作成した力学伝達装置と連携させた。

研究成果の概要(英文)：There are few opportunities to receive practical training for maxillofacial palpation in the dental education curriculum. This study aims to develop a virtual training system for maxillofacial palpation. We developed a prototype virtual patient model with mesh free method and a prototype of haptic interface which represents both the shape and the reaction force to trainee's finger.

研究分野：歯科放射線

キーワード：触診 シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

歯科診療では、歯を中心とした診断・治療が主であるが、症状が頬部や頸部に広がるものに関しては、歯科医は患者頭頸部への触診と問診の結果も含めて病状を診断し、その後の治療方針を計画している。患者頭頸部への触診は、歯科診療において重要な診断方法として位置付けられるものの、現在の歯学教育において手法は学ぶものの、患者の危機管理に対する配慮から患者に対する触診の機会は少ない。また、症例に限られており、診断に触診を要する病態、例えば良悪性を含めたリンパ節腫脹や典型的な軟組織症例は少なく、学生に十分な診断技術を教授できていないことが懸念されている。一方、仮想現実やロボティクスの技術発展により、様々な医療分野で VR シミュレータが開発され、卒前教育に取り入れられている。特に内視鏡手術を対象とした VR シミュレータは現在において広く市販され、多くの医療機関に教育用ツールとして導入されている。ただ、触診に関する VR シミュレータは、乳房や心臓を対象とした研究報告はなされているものの、患者頭頸部を対象とする報告はなかった。

2. 研究の目的

本研究では、歯学臨床教育における学生の患者頭頸部への触診機会の拡張を目指し、患者データに基づいて構築される VR シミュレータの開発を目的とする。特に最終目標に、患者臨床データに基づく仮想患者モデルの自動生成と多指による触診行為の実現を掲げ、頭頸部触診訓練システム開発の基礎研究の位置づけとして、頭部形状の仮想患者モデルに一指による触診行為を実現し、仮想患者モデルと指との力学的な相互作用を実時間で実現することを目指す。

3. 研究の方法

本研究の VR シミュレータは、コンピュータ内部に生成される頭部形状の仮想患者モデルと触診時の感触を訓練者の指先に提示する力覚伝達装置で構成される。装置の基本機能は、仮想患者モデルが訓練者の指の動きに対して視覚と力覚の両面で実時間に相互作用することであり、本研究ではこれを満たすために頭部形状の点群データを用いた仮想患者モデルの構築手法を提案する。これまでは有限要素法を用いて仮想患者モデルの変形および反力計算を行っていたが、剛性マトリックスの算出および逆剛性マトリックスの導出に時間がかかり、本研究の目的に沿うものではなかった。そこで指が触れる一部の領域に対して線形バネシステムを組み込むことで、触診による局所的な変形を実現す

る。本研究では、このような力学モデルの構築手法を、局所メッシュフリー法と呼ぶことにする。

一方、力覚伝達装置は市販の PHANTOM Omni を試験的に用いて仕様を検討し、目的にあった形状のカスタムモデルを開発する。

4. 研究成果

はじめに頭部形状の仮想患者モデルを構築するために、撮影訓練用の頭部ファントム模型の CT 画像を取得し、図 1 のように頭部形状の 3 次元点群データを取得した。次に、指先が触れる一部領域について、領域内部の点群間を線形バネモデルで接続することで形成される力学モデルを構築した(本研究ではこれを局所フリーメッシュモデルと定義)。さらに、グラフィックライブラリである OpenGL を用いて可視化したものが図 2 である。本研究では、力覚伝達装置として用いた PHANTOM Omni を介して仮想患者モデルに触れ、視覚と力覚の両面で実時間に相互作用することを確認した。

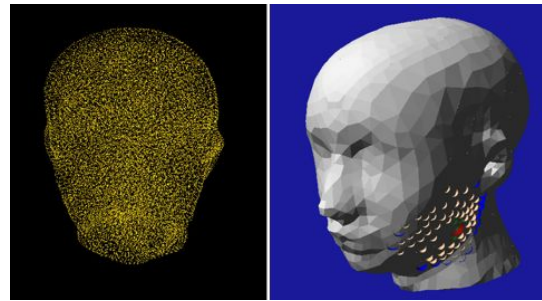
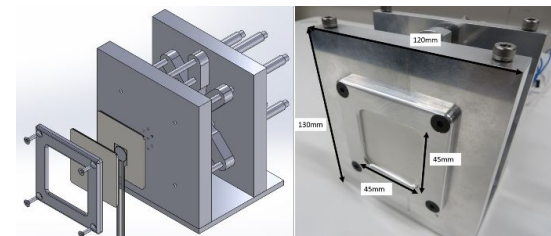


図 1 点群データ

図 2 仮想患者モデル

続いて、触診において人は指先に患部の形状と硬さを同時に検知することができるため、これを実現するための力覚伝達装置として図 3 に示すように試作機を構築した。最終的に、指先で患部を押し込む力の計測と、患部形状および硬さを提示する部分についてさらなる検討が必要であることが明らかに



なったため、今後の課題として検討している。図 3 力覚伝達装置の 3D 設計図(左)と試作機(右)

また、力学モデルに組み込むための準備として、転移リンパ節の弾性データを取得し、柔軟材料を用いた患部模型の制作を行った。

ここでは、硬度が人体皮膚程度のシリコンゲルを用いて6cm×6cm×5cm程度の立方体を作成し、その中に3Dプリンタで構築した直径1.5cmの球体を挿入した。この模型に対して超音波エラストグラフィを用いて内部の弾性データを測定したところ、球体の硬度が高く良好なデータを得ることができなかった。現在、硬度の異なる2種類のシリコンゲルを用いて、患部模型の制作に取り組んでいる。

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 2件)

Tatsushi Tokuyasu, Takaaki Nakayama, Erina Maeda, Kazuhiko Toshimitsu, Kazutoshi Okamura, Kazunori Yoshiura, Virtual palpation simulator for dental education, An International Journal of Research and Surveys, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol.6, No.1, 181-185, 2015.

Tatsushi Tokuyasu, Kazuhiko Toshimitsu, Kazutoshi Okamura, Kazunori Yoshiura, Construction of Virtual Patient Model for Maxillofacial Palpation Training System, International Journal of Artificial Life and Robotics, Vol.19, No.2, 176-180, 2014.

[学会発表](計 7件)

Kenji Yoshitomi, Tatsushi Tokuyasu, Kazuhiko Toshimitsu, Takaaki Nakayama, Kazutoshi Okamura, Kazunori Yoshiura, Improvement of Mesh Free Deforming Analysis for Maxillofacial Palpation on a Virtual Training System, The 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems, 2016.

Tatsushi Tokuyasu, Takaaki Nakayama, Kenji Yoshitomi, Kazutoshi Toshimitsu, Kazutoshi Okamura, Kazunori Yoshiura, Reconstruction of Maxillofacial Patient Model using Free Mesh Method, The 21st International Symposium on Artificial Life and Robotics, 2016.

中山貴彰, 吉富健二, 岡村和俊, 吉浦一紀, 利光和彦, 徳安達士, 頭頸部触診訓練システム~MF法による仮想患者モデルと指腹部への力覚提示装置の試作~, 第25回日本コンピュータ外科学会大会, 2016.

Tatsushi Tokuyasu, Kazuhiko Toshimitsu,

Kazutoshi Okamura, Kazunori Yoshiura, Pilot Study of Local Free Mesh Dynamic Model for VR System, The 20th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015.

吉富健二, 徳安達士, 利光和彦, 中山貴彰, 岡村和俊, 吉浦一紀, パネ要素を用いた簡易メッシュフリー法による頭頸部触診訓練システムの開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 2016.

中山貴彰, 吉富健二, 徳安達士, 利光和彦, 岡村和俊, 吉浦一紀, フリーメッシュ法を用いた頭頸部触診訓練システムの開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 2015.

徳安達士, 中山貴彰, 利光和彦, 岡村和俊, 吉浦一紀, 複合現実感を利用した歯学教育支援システムの開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014, 2014.

[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:
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

岡村和俊 (OKAMURA, Kazutoshi)
九州大学・歯学研究院・助教
研究者番号: 20346802

(2) 研究分担者

筑井徹 (CHIKUI, Toru)

九州大学・歯学研究院・准教授

研究者番号：10295090

(3) 研究分担者

吉浦一紀 (YOSHIURA, Kazunori)

九州大学・歯学研究院・教授

研究者番号：20210643

(4) 研究分担者

徳安達士 (TOKUYASU, Tatsushi)

福岡工業大学・情報工学部・情報システム
工学科・教授

研究者番号：50435492