

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19500797
 研究課題名（和文） 力情報を活用した鍼治療教育訓練システムの開発
 研究課題名（英文） Acupuncture Training System with Force Feedback
 研究代表者
 金平 蓮（KANEHIRA REN）
 藤田保健衛生大学・医療科学部・教授
 研究者番号：80262947

研究成果の概要（和文）：

近年世界的に東洋医学への関心が高まってきている。その中、鍼治療の効果に特に期待が集まり、それに対応できるため鍼師の育成が急務となる。鍼治療は実践的な要素が多く、高度な技法を修得することは繰り返しの学習訓練が不可欠である。本研究では人工現実感を用いた鍼治療教育訓練システムを提案した。本システムではコンピュータ内の3D人体ツボモデルを用いて繰り返しの学習と練習ができると同時に、定量的な情報提示とリアルタイムの正誤判断によって、高臨場感の学習・訓練の環境を実現した。

研究成果の概要（英文）：

There are increasing interest and understanding to the oriental medicine, among which the acupuncture with its miraculous healing effect has been attracting more and more attention. There is consequently an urgent need for the well-trained acupuncturists. It is mostly important in acupuncture to carry out repeated practice to become highly skilled without much painful practice directly upon the human body. In this study, a computer training system using virtual reality technology for training acupuncturist has been proposed. The system is with a 3D human acu-points model, upon which the teaching of 3D position of an acu-points and a true-false judgment of acupuncture operation can be done real-timely. Experiments were carried out to evaluate the proposed training system, and the effectiveness of the system was proved.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：教授学習支援システム、東洋医工学、鍼治療、トレーニング、力情報提示

1. 研究開始当初の背景

東洋医学はまだ科学的に解明されていない部分が多い医学ではあるが、近年ではその有用性かつ無副作用のメリットが世界的に認められるようになってきている。少子高齢化が進む今の日本において医療の中で中国医学への関心は一段と高まり、漢方や鍼灸の診療への導入、特に鍼灸治療の日常診療への応用は各方面から非常な期待が持たれている。更に西洋医学では治療困難と見なされた難病治療でも鍼灸なら可能性があると認識し始めた日本では統合医療などの流れを受けて鍼灸師育成の大学や専門学校が増開設され、鍼灸師の育成が急務となり、これから鍼灸の教育・訓練の必要性が年々増えていくと予想される。

鍼医学は手技療法であり、技術の修得は実践的な要素が多く、繰り返し練習によって技術を身につけることが最も重要である。コンピュータを用いた学習訓練は繰り返し訓練とリアルタイム正誤判断ができるというメリットがある。更に現代鍼灸師の育成においては、単純に教材を覚えさせるのではなく、検索便利なデータベースを活用しながら実際の操作を練習できる自主的に治療の方向を見定めてゆける学習訓練のマルチ支援システムが求められる。

近年コンピュータ技術を用いた e-ラーニングシステムの開発と応用が注目されている。また、医工学において情報と工学の先端技術を活用した鍼灸医学への支援も検討されつつある。しかし視覚情報と共に操作情報を用いた鍼灸療法の総合学習訓練システムがまだ見当たらない。そこで、本研究では、今までの情報科学と工学技術を融合した歯科教育訓練システムの研究開発を踏まえ、鍼灸療法と手技の教育訓練支援システムの提案と構築に至った。

2. 研究の目的

コンピュータと情報技術の進展に従って様々な学習訓練システムが開発されたが、コンピュータと力覚操作情報を用いた鍼灸治療の学習・訓練システムがまだ見当たらない。そこで、本研究ではコンピュータグラフィックス (CG) とモデリング技術と人工現実感 (VR) 技術を融合した鍼灸治療の訓練システムを提案し、コンピュータ内の人体ツボモデルと力覚を活用した鍼灸治療教育用の訓練装置と学習ソフトウェアの開発を行う。

鍼灸治療は高度な操作性が要求されているため、鍼灸治療の力情報を含んだ微細な操作が

リアルタイム正誤判断できるように、鍼師の操作情報の取得および学習訓練の指標をシステムに確立する必要がある。しかし、鍼灸治療の手技は経験によって成熟された技術で、その速さや操作力などについて、定量的な解析及び測定がほとんど行われていなかった。そこで、鍼師の操作データを取得するための実験装置を開発し、鍼灸治療の微細操作の動作 (角度、速度、刺入力) の測定と解析を行って、鍼灸治療の操作の定量化及び動作指標を定める。

教育訓練システムの提示情報として、視覚情報及び力触覚情報の同時提示が求められているため、システムでは操作情報の提示と同時に視覚的な教示情報も充実させる。そして繰り返しの学習と練習ができる環境において、定量的な情報提示とリアルタイムの正誤判断によって、高臨場感の学習・訓練のコンピュータトレーニングシステムを実現する。

最後に作成したシステムを用いて評価実験を行い、定量的な情報提示とリアルタイムの正誤判断によって初心者の学習効果を確認し、システム妥当性を確かめる。そこでシステムの実用化を目指して 21 世紀の統合医療で活躍できる鍼師の育成へ貢献する。

3. 研究の方法

本研究では鍼灸治療の状況に応じて、知能システム、メカトロニクス及びコンピュータ情報技術を生かし、高臨場感と高操作感のトレーニングシステムを開発するため、研究方法として次の内容に絞って問題解決とシステム構成を進めていく。

- (1) 力触覚を活用した鍼灸治療学習訓練システムを提案し、CG とモデリング技術を用いてデジタル人体ツボモデルを生成する。
- (2) 鍼師の操作時の力情報を測定し、治療動作の測定と解明を行い、訓練用の定量化の指標を定める。
- (3) 力情報を提示できるように操作力フィードバックの訓練用デバイスの試作と開発を行う。
- (4) 視覚情報と操作力情報の統合提示できるシステムを完成させ、評価実験を行う。

今まで鍼灸学習において、テキスト教材に載っている人体図は平面で描かれているため深さなど、3 次元的な位置を一目で理解するのが難しい。提案したシステムでは、鍼師の意見を取り入れ、人体ツボモデルを立体的に作成し 3 次元の経絡やツボ位置を理解しやすく呈示する。そこで、CG とモデリングのシースルー表現やモデルの任意回転及び

視点移動などの技術を用いて、実際には目で見えない経絡やツボの位置を立体的にリアルに表示できるように専用ソフトウェアを開発する。

鍼灸学習では「基礎理論—病態把握—治療方針—選穴配穴—針刺手法」の一連複雑なプロセスを教科書のみで覚えさせることはかなり困難である。これに対して本システムでは、それぞれの内容をデータベース化し、便利な検索とリンクさせることによって、自主的に治療の方針と方法を見定めてゆける学習・訓練のデジタル教材を作り上げる。

鍼灸の訓練では繰り返しの練習によって微妙な操作感覚を身につける必要がある。その操作力の計測やメカニズムの解明などはまだ踏み込んでない領域であるため、本研究では、鍼操作時の微妙な力を測定し、操作感覚の分析と解明、そして定量化することによって学習訓練の指標を定め、鍼治療の訓練に必要な力触覚ディスプレイの開発を行う。

4. 研究成果

本研究は従来の工学と医学の枠を越え異分野の融合として研究開発を進んできた。現状の鍼治療教育訓練の問題点を解決するために、高臨場感のコンピュータ教育訓練システムの開発を行った。システムのハードウェアとソフトウェアの2つ側面から以下のような研究成果を得た。

人工現実感技術を用いた鍼治療教育訓練システムを構築し、コンピュータ内に人体ツボモデルを作成し、鍼治療と対応したツボや経絡の情報を提示することができた。高臨場感のトレーニング環境において教示情報の提示ができた。構築されたシステム構成を図1に示す。

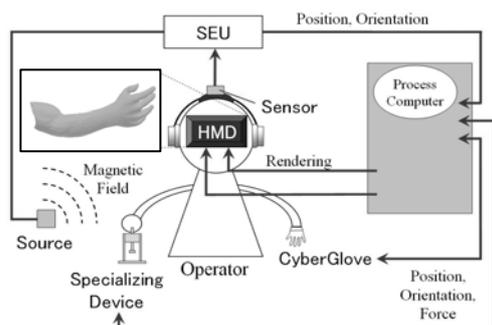


図1 システム構成の概観図

鍼治療において最も基本的な動作となる切皮と単刺術において、良い治療の指標を定量的に表すことを試みた。鍼師の操作情報、即ち、入鍼角度、入鍼速度、操作力の測定装置を製作し、解析と定量化を行った。そこで高速カメラ利用した計測システムを構成し、指と鍼の速度、軌跡などのデータを求め、則定実験を行った。鍼師らの刺入速度のデータ

に基づき、理想的な値を求め、切皮時の適切な速度が定量的に定められ、結果として学習訓練の指標をシステムに確立した。図2に鍼の刺入速度の測定結果から得られた正規化グラフ及び訓練指標を示す。訓練指標を用いた訓練装置を開発し、訓練効果の確認実験を行い、結果によりその妥当性を証明した。

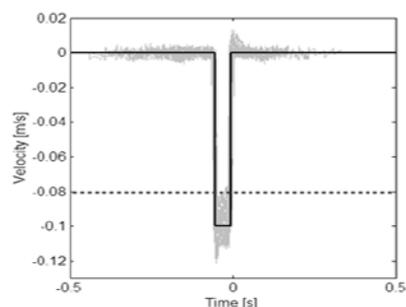


図2 鍼刺入速度の正規化グラフと指標

鍼刺入角度の学習では、鍼師のやり方を横で見ながら、試行錯誤で刺入角度の感覚を覚えるしかない。また人の体は平面ではなく、特に斜刺法や皮下刺法を用いるツボが多い顔や脊髄には凹凸があるため、分度器などを用いることが困難である。更に学生が正確な角度で刺入できたかどうか判断できないため、刺入角度は個人的な感覚や経験によりバラつきが生じている。そこで本研究では、ツボの位置と刺入角度を定量的に提示し、具体的な値を目指した訓練が可能となった。そして、作成したシステムを用いて評価実験を行い、初心者にとって学習効果を向上したという結果により、提案方法の有効性を確認した。図3に入鍼角度の訓練を示す。

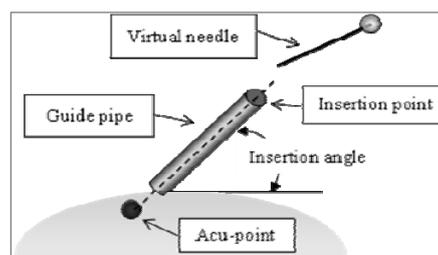


図3 鍼刺入角度の学習訓練

鍼操作を伴った力覚情報の提示を実現することにより、危険動作の警告やリアルタイムの正誤判断ができ、訓練効果を大幅に向上し、訓練効果の確認と評価も行うことが可能となる。本研究では力覚の測定装置と解析システムを作成し、操作感覚を伴った訓練を実現するために訓練装置の構築し、鍼操作時の微妙な操作感も表現できる学習訓練システムの開発を試みた。図4に入鍼叩打力を測定

する装置を示す。図5に入鍼叩打力の測定結果を示す。



図4 入鍼叩打力の測定装置

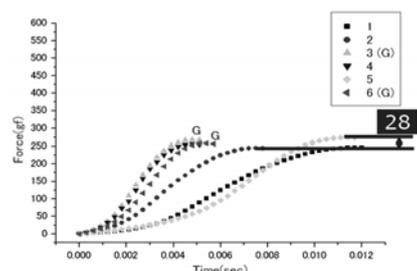


図5 入鍼叩打力の測定結果

本研究では、現行の鍼治療時の問題点を解決するため、人工現実感を用いた鍼治療学習訓練コンピュータトレーニングシステムを提案した。コンピュータ内に臨場感のある訓練環境と3D人体ツボモデルを構築し、学習内容を視覚と力覚を同時に提示し、リアルタイムの正誤判断を行うことができた。また、学習者にとって直接操作により繰り返し訓練ができ、定量的な情報提示により学習効果および技術力の向上に役に立った。システムの評価実験より、提案システムの教法の有効性を確認した。

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7件)

- ① Ren Kanehira, Weiping Yang, Hirohisa Narita, Atsushi Shoda and Hideo Fujimoto, Insertion training with computer acupuncture education system, Proceedings of 17th International Conference on Computers in Education, 査読有、2009、41-45
- ② Ren Kanehira, Weiping Yang, Atsushi Shoda, Hirohisa Narita and Hideo Fujimoto, Indexing of insertion speed for acupuncture training system, Proceedings of 13th International Conference on Human-Computer Interaction, 査読有、2009、692-696
- ③ Ren Kanehira, Weiping Yang, Miyoko Tateishi, Makoto Yagihashi, Hirohisa

Narita and Hideo Fujimoto et al., Insertion angle teaching for an acupuncture training system, Proceedings of International Conference on Computer Supported Education, 査読有、2009、281-284

- ④ Ren Kanehira, Weiping Yang, Miyoko Tateishi, Makoto Yagihashi, Hirohisa Narita and Hideo Fujimoto, Development of an Acupuncture Training System using Virtual Reality Technology, Proceedings of the 5th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 査読有、2008、665-668
- ⑤ Lian-yi CHEN (= Ren Kanehira), Atsushi SHODA, Makoto YAGIHASHI, Hirohisa NARITA, and Hideo FUJIMOTO, Basic experiment for analysis of acupuncture technique, Proceedings of 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, 査読有、2007、1-6
- ⑥ Lian-yi Chen, Hidetoshi Atsumi, Makoto Yagihashi, Fumio Mizuno Hirohisa Narita, and Hideo Fujimoto, A preliminary Research on Analysis of Pulse Diagnosis, Proceedings of International Conference on Complex Medical Engineering, 査読有、2007、1838-1843

[学会発表] (計6件)

- ① 金平 蓮, 楊 衛平, 藤本 英雄, 鍼治療訓練システムにおける切皮の叩打力、第34回教育システム情報学会全国大会講演会論文集、226-227、2009/08/20、名古屋市
- ② 八木橋 信、成田 浩久、陳連怡(=金平 蓮)、藤本 英雄、ステム挿入位置を決定するCT画像上でのリーミング・シミュレータの提案、第20回バイオエンジニアリング講演会論文集、429-430、2008/01/25、東京都

6. 研究組織

(1)研究代表者

金平 蓮 (KANEHIRA REN)
藤田保健衛生大学・医療科学部・教授
研究者番号：80262947

(2)研究分担者 なし

(3)連携研究者

藤本 英雄 (FUJIMOTO HIDEO)
名古屋工業大学・工学研究科・教授
研究者番号：60024345
楊 衛平 (YANG WEIPING)
愛知淑徳大学・医療福祉学部・教授
研究者番号：20308993