204 人工現実感歯科訓練システムにおける視覚情報の呈示

Displaying Visual Information in Virtual Reality Dental Training System

正 藤本 英雄 (名工大) 正 陳 連怡 (名工大) ○ 三輪 光太郎 (名工大) 横井 利典 (名工大・院)
墨 温子 (愛院大・歯) 阿部 俊之 (愛院大・歯) 伊藤 裕 (愛院大・歯)

Hideo FUJIMOTO, Lian-Yi CHEN, Koutarou MIWA, Toshinori YOKOI,

Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya

Atsuko SUMI, Toshiyuki ABE, Yutaka ITO,

School of Dentistry, Aichi-Gakuin University, Suemori-dori 2-11, Chikusa-ku, Nagoya

Key Word: Virtual Reality, Dental Training, Visual Information

1. はじめに

現在、歯科の治療訓練課程は、4 年次でマネキンと歯列模型 500A を用いた模型実習¹⁾、5 年次で学生同士がお互いを治療する学生実習、そして、6 年次で実際の患者を治療する臨床実習を行っている。その中で、4 年次で行う模型実習に関しては、実際の患者と違い、マネキンには舌が無く、突然動き出す危険性が無いので熟練度の向上の妨げになることや歯列模型の削り損などの問題点が挙げられている。そこで、それらの問題点を補うために、人工現実感 (VR: Virtual Reality) 技術²⁾を用いた訓練システムへの期待が高まっている。

そこで本研究では、仮想空間内に仮想患者を作製し、その仮想患者を対象にした治療訓練を行うシステムを提案する。操作者は仮想患者の口腔内を覗き込み、リアルタイムに仮想空間内での直接操作を行うことができる。仮想空間には歯を削る道具の他に、仮想空間内を映す鏡を作製することにより現実の治療に近づく。また、仮想患者は突発的に舌を動かし、操作中に治療ミスをした場合には音と視覚的メタファ³⁾を用いて教示する。さらに、教示モデルによる治療動作の呈示も行う。本論文では人工現実感歯科訓練システムの構成と特徴について述べる。

2. 人工現実感歯科訓練システム

2. 1 システムの構成

人工現実感歯科訓練システムの概観を Fig.1 に、使用したハードウェアを Table 1 に示す。

次に、システムの構成図を Fig.2 に示す。FASTRAK の固定された磁気ソースから発生する交流磁界の中に、操作者の頭部と助手の右手に固定したセンサーを置くと、センサーのコイルに電流が誘起される。この電流の強さは磁気ソースからの相対距離と相対角度で決定され、SEU(System Electronics Unit)によって、操作者の頭部と助手の右手の位置、回転角度を検出する。また、2 台の PHANTOM から、操作者の両手の動きを取得し、それらの情報を Visual Workstation Zx1 に送る。Zx1 に搭載された 2 つのグラフィックスエンジンで右目用と左目用の 2 枚の画像を描画し、HMD により操作者に立体画像を呈示する。

2. 2 仮想空間の構築

本システムでは仮想空間を構築するのにソフトウェアとして、画像部分は World Tool Kit Release9(EAI 社)を使用した。

本システムの仮想空間はポリゴンで作製した仮想患者、ハンドピース、デンタルミラー、バキュームから構成されている。操作者は仮想空間内で任意方向に視点の移動ができ、リアルタイムに直接操作を行える。

Fig.1 Overview of the system

Table1 Hardware contents

Device	Product	Company
Graphics Engine	Dual Intense3D Wildcat4000	INTERGRAPH
Visual Workstation	Zx1 Dual Pentium III 600MHz	INTERGRAPH
HMD	Mediamask	OLYMPUS
Sensor	3SPACE FASTRAK	POLHEMUS
Haptic Device	PHANTOM DESKTOP	SensAble Technologies

Fig.2 Configuration of the system

3. 視覚情報の呈示

3. 1 突発的な動き

歯科治療中に起こる事故で多いのは患者が突然舌を動かすような、患者の突発的な動きによる事故である。よって、そのような危険を意識しながら訓練を行うことが重要になる。そこで本システムは、仮想患者の舌を突発的に動かし(Fig.3)、危険回避を意識した訓練が行える⁴⁾。

Fig.3 The sudden movement of the

3. 2 接触判定とメタファの呈示

World Tool Kit ではポリゴン同士の干渉によって、オブジェクト同士の接触を判定できる。本システムは、その接触判定により、舌と頬膜にドリルの先端が接触すると、音とともに血を呈示することにより警告する⁴⁾(Fig.4)。

Fig.4 The warning by metaphor

3. 3 鏡による映像の呈示

歯科治療において、ミラーは欠かせない道具である。ミラーには、歯を削るときに舌や頬粘膜を排除する役割があるが、正面からは見えない裏側を見るためにも使用する。通常、ミラーに映された映像を見ながら治療を行うことが多いため、その訓練も重要であると考えられる。そこで本システムでは、仮想空間内を映せる鏡を作製するために、操作者の視点とは別に、鏡の中心位置にもう一つ視点を作らなければならない。そこに操作者の鏡への視線方向と鏡面の法線ベクトルから計算により、鏡に映る方向ベクトルを求める。そして、その方向に見える映像を反転させて鏡に映す(Fig.5)。また、ミラーを利用することによって、仮想空間ではわかりにくい遠近感をつかむにも役立つと考えられる。

Fig.5 Mirror image

3. 4 教示モデルによる治療動作の呈示

実際のマネキンなどで歯科訓練を行う場合、学習者は最終的な歯の形状だけで習得成果を評価される。そこで、本システムでは、仮想空間内に基準となる治療動作を半透明の教示モデルで呈示することにより、リアルタイムに自分の治療動作と比較でき、途中経過も評価できるようにシステムを構築した(Fig.6)。

また、教示モデルの動作を熟練者のものにすれば、それをなぞることによって、初心者もその治療動作をからだに覚えさせることが可能であると考えられる。

Fig.6 Training using teaching model

4. おわりに

本研究の人工現実感歯科訓練システムでは、仮想空間内に仮想患者を作製し、仮想患者の口腔内を覗き込みながら、リアルタイムにミラーとハンドピースの直接操作が行える。また、患者の突発的な動きより、危険回避を意識しながら訓練を行える。さらに接触判定を行い、誤って舌や頬膜にドリルが接触した場合には視覚的メタファとして血を呈示する。また、仮想空間を映す鏡を作製した。さらに、教示モデルによって手本となる治療動作を呈示して、他人の治療動作と比較しながら訓練を行えるようにした。

参考文献

- 1) 伊藤裕：クラウン・ブリッジによる咬合回復，愛知学院大学歯学部歯科補綴学第三講座，pp.2-3, 1997.
- 2) 藤本英雄：人工現実感の展開，コロナ社，1994.
- 3) 藤本英雄，陳連怡：ヒューマンインターフェースにおけるメタファの総合効果と応用，日本機械学会論文集（C編）60巻580号，pp.4386-4391, 1994.
- 4) 藤本英雄，陳連怡，横井利典，八木橋信，田村温子，阿部俊之，伊藤裕：治療時の危険回避のためのVR歯科訓練システム，日本バーチャルリアリティ学会第4回論文集，pp229-232, 1999.