

# ウェアラブル機器を用いた 歯科医療コミュニケーション支援システムの設計と実装

村松 邦彦<sup>†1</sup> 塚本 昌彦<sup>†2</sup>

近年のコンピュータ技術の発展にともない、さまざまな現場において、作業を確実かつ円滑に行うためのコミュニケーション支援システムが導入されている。歯科医療の現場においても、患者が治療中、口を開けているために会話をできないことや、自らの歯の状態を視覚的に確認できないことが原因となり、患者が医師とのコミュニケーションを容易に行うことができず、歯科恐怖や患者の口腔内健康に対する関心が低いなどの問題が起こっている。そこで本研究では、歯科治療を妨げることなく円滑にコミュニケーションを行うことを支援するために、ウェアラブルコンピューティングの技術を用いたコミュニケーション支援システムを提案し、その設計と実装を行った。提案システムでは、口腔内カメラ、固定型カメラの各種カメラや、音声再生システム、HMD (Head Mounted Display) を組み合わせ、映像と音声を媒体としたマルチメディアなコミュニケーション支援を実現する。これらのシステムの導入により、治療中の医師と患者とのコミュニケーションを活性化し、患者の不安を和らげることや口腔内健康への関心を高めることを支援する。

## Design and Implementation of a Communication Support System with Wearable Devices for Dentistry

KUNIHICO MURAMATSU<sup>†1</sup> and MASAHICO TSUKAMOTO<sup>†2</sup>

Many systems are being developed as computer technologies continue to improve and are being introduced in a variety of actual professions in the real world to improve communications. These systems often benefit these occupations by making the work flow steadier and smoother. They can also be applied to dental treatment, because patients cannot speak or see their own teeth while being treated and are limited their communications with dentists. This induces dental fear and creates a lack of patient's concern about oral health, which are serious problems. However, computer communication systems have seldom been introduced to dental clinics mainly because of their unique surroundings where consultation and treatment are done in the same place and desktop computing is therefore useless. As a result, we propose a system that enables wearable computing technologies to be used to assist communications during dental treatment. We also discuss its design and implementation. It makes use of multimedia communications through images and voice through a combination of various cameras, voice reproduction, and head mounted displays (HMDs). We further show that, by using the system, we can make communications between a dentist and his/her patients more interactive to alleviate their unease, and raise their concern about oral health.

### 1. はじめに

近年のコンピュータ技術の進展にともない、コミュニケーション支援について多くの研究がなされている。これによって、コンピュータ間での数値情報、文字情報のデータ共有によるコミュニケーションだけでなく、音声や映像などマルチメディア情報の共有をも可能と

している。このマルチメディアコミュニケーションの技術が、作業効率の改善や精度の向上を支援するために、医療や工場などさまざまな現場で導入されている<sup>1)~3)</sup>。しかし、歯科医療現場では、問診と施術が同じ空間で行われるその特殊な現場状況のために、モニタやデスクトップPCなど、従来のコンピュータ環境の構築が困難となる。そこで本研究では、コンピュータを衣服のように身につけて使用するウェアラブルコンピューティングに着目する。ウェアラブルコンピューティングでは、場所に依存せず、他の作業をしながら情報を確認し、コンピュータを操作することを目的とする。そこで、この目的を実現させるため、情報提示装置と

†1 神戸大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science and Technology, Kobe University

†2 神戸大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Kobe University

して多く用いられる HMD (Head Mounted Display) や装着型入力インタフェースなど、さまざまな技術の開発が進められてきた<sup>4)-6)</sup>。本研究では、これらのウェアラブル機器を用いることで、歯科医療の現場に特化し、診療時の問題を解決するためのコミュニケーション支援システムを提案する。提案システムでは、HMD と 2 種類のカメラ、ジョイスティックを用いて、映像と音声を媒体としたマルチメディアコミュニケーションを実現させる。提案システムの実装によって、治療中の医師と患者とのコミュニケーションを活性化し、患者の不安緩和や口腔内健康への関心を高めることを支援する。

以下、2 章では、本提案へのアプローチについて述べ、3 章では、提案するシステムの構成について詳細に説明する。4 章では、試験導入や展示会への出展による評価を考察し、最後に 5 章で本論文のまとめを行う。

## 2. アプローチ

歯科医療でのコミュニケーションを支援するにあたって、まず、治療時の問題点とその原因について述べ、そのうえでどのようなコミュニケーションが必要とされているかを考察し、本研究の目標を述べる。

### 2.1 歯科医療の問題点

歯科診療にともなう普遍的な問題として、歯科恐怖に関する研究が欧米を中心に行われている<sup>7),8)</sup>。歯科医での治療時に不安や恐怖を感じる患者は多く、国内での 18 歳から 22 歳までの大学生の調査結果によると、対象者の約 80% が何らかの歯科不安を感じており、6~14% が強度の歯科恐怖を訴えているとのことである<sup>9)</sup>。そして、このような不安や恐怖のため、診療の予約を遅らせたり、さらには、治療が必要であるにもかかわらず受診を拒否・回避する患者も多い。

歯科恐怖は主に、医療従事者に対する不信、多種の不安、誇大妄想的恐怖、特定の歯科治療に対する恐怖の 4 つのタイプに分類される<sup>10)</sup>。これら不安のタイプによって対処法が異なってくるため、医師は患者と十分なコミュニケーションをとることで、患者が歯科治療のどんなことに対して不安感を持っているのか、情報を得る必要がある。特に医療従事者に対する不信は、医療ミスなどの問題とあいまって、歯科医療に限らず医療全体で大きな社会問題となっている。その原因の多くは、医師の説明不足によって、患者が自分の病状や治療方針を十分に理解できていないことであるといわれている。

歯科恐怖と並んで問題とされているのが、患者の口

腔内健康に対する意識が低さである。国内の大学生に対して行われたアンケート調査では、多くの対象者が痛みをとまなうなどの強い自覚症状がなければ、歯や口の状態について健康だと判断している傾向が見られた<sup>11)</sup>。このように自分の健康状態を自覚症状などの主観的な情報にのみ頼って判断しているため、患者の口腔内健康に対する意識は低くなり、ある程度受診の必要性を感じていても通院しない場合や、継続的な治療の必要があるにもかかわらず痛みが治まった時点で通院しなくなってしまう場合などが生じる。また、これによって医師の病状説明に対する患者の認識が低下し、十分なインフォームドコンセントの実現が困難になる可能性も考えられる。

上記の問題を解決するためには、医師と患者とのコミュニケーションが必要不可欠である。しかし、歯科の治療中にはこのコミュニケーションが十分にとられているとはいえない。まず、患者は口を開けたまま治療を受けるため言葉を発することができず、意思伝達を行うことが難しい。また、多くの患者は治療の恐怖から目を閉じてしまい、しかも水平に寝かされた状態であることから医師の動作など周りの状況を把握することが困難である。さらに、口腔内の様子は直接視覚で確認することができず、患者自身の口腔内健康への意識が低くなる。このようなコミュニケーション不足が原因で、歯科診療における上記のような問題が発生し治療の妨げとなっている。

### 2.2 研究目標

前述した状況を改善するため、歯科医療での医師と患者とのコミュニケーション支援について研究することは非常に重要であると考えられる。これまでも医療従事者間のコミュニケーション支援<sup>3)</sup> や診療時の患者とのコミュニケーション支援<sup>12)</sup>、長期療養患者の生活向上のためのコミュニケーション支援<sup>13),14)</sup> などさまざまな医療分野において多くの研究がなされてきた。しかし本研究のように、歯科治療中のコミュニケーションに焦点を当て、その環境に特化したシステム構築を目標とした研究は見られない。以上のことをふまえ、本論文で提案するシステムでは、次の 2 点を目標とする。

- 患者に自らの状況を視覚で頻繁に確認させることで歯科医療への関心を持たせる。
- 治療中においても、患者は治療上の不安や疑問に関する情報を医師に伝達することができるようにする。

## 3. コミュニケーション支援システム

2 章で述べたような問題を解決するため、提案シス

テムは、以下のような要素から構成する。

- (1) 治療観察システム
- (2) 音声再生システム

これらのシステムは、映像と音声からなるマルチメディアなコミュニケーションを実現する。以下、各システムについてその構成を詳細に述べていく。

### 3.1 治療観察システム

提案システムには、口腔内カメラ、固定型カメラと HMD を組み合わせて患者の口腔内や治療中の風景を観察するシステムを取り入れた。

まず、口腔内カメラを用いて患者の口腔内を観察するシステムについて説明する。口腔内カメラとは、口腔内を撮影する専用で作られた棒状のカメラで、歯ブラシ型の胴体の先のヘッド部分に小型の CCD カメラが取り付けられている。一般には治療台に寝た患者の口腔内を撮影し、保存された動画・写真をモニターに表示することで術前の治療説明に使用されている。しかし、治療の合間に口腔内カメラを使用しようとした場合、この従来の使用方式では、患者にモニタの画像を見せるたびに診療台を起さなければならず非効率的である。そのため、治療ごとの経過を映像で確認させることは治療効果を患者に実感させるための有効な手段であるにもかかわらず、現状では、今の治療で終わったことや次の治療についての説明は口頭でごく簡単に済まされている。

これに対し提案システムでは、口腔内カメラの映像を、医師と患者が装着した HMD にリアルタイムに表示する方式をとる。図 1 に口腔内カメラの使用風景を、図 2 に口腔内カメラで撮影した映像を示す。この方式では、患者は寝たままの状態映像を見ることができ、従来方式と比べてわざわざ診療台を起こす手間を省くことができる。そのため、治療中、動画を用いた観察を頻繁に行うことを可能とし、患者が口腔内の状態について直感的に認識する手助けとなる。また、患者だけでなく医師も HMD を装着し患者の口腔内の映像を共有することで意識のずれをなくし、円滑なコミュニケーションを支援する。

口腔内カメラは、その他の歯科器具と同様、患者が治療台に寝たままの状態で使用されることを想定している。そのため口腔内映像の表示インターフェイスとして、患者が治療状態のまま手軽に使用できる HMD が適当だと考えられる。その他の案として、治療台上部にモニタを設置する方式も考えられるが、医師の手や体が邪魔になり見えにくくなるため適切ではない。また、口腔内の映像を患者自身と医師だけが見えるようにすることで、患者のプライバシーを保護できることも



図 1 口腔内カメラの使用風景

Fig. 1 A scene of dentist using oral camera.

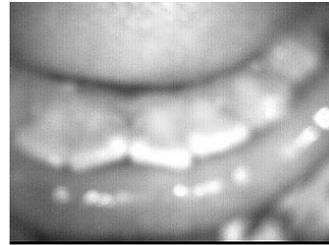


図 2 口腔内カメラの映像

Fig. 2 An inner-mouth photo taken with oral camera.

HMD を用いる利点である。

次に固定型のカメラを用いて治療風景を観察するシステムについて説明する。治療中、患者にどのような治療が行われているか見せることは、治療に対する患者の不安を除いたり、歯科医療への関心を持たせたりするうえで重要となる。現在、ほとんどの歯科医院では、水平位診療と呼ばれる患者を仰向けに寝かせ治療を行うスタイルがとられているが、この寝たままの状態では、どのような治療が行われているかや周りの動きを患者が観察することは困難である。

そこで提案システムには、固定型のカメラを治療台の脇に配置して定点撮影を行うシステムを取り入れた。患者の不安を除いたり、治療への関心を高めたりするため、医師の表情や手つき、治療に使用されている器具などが見える患者の上半身周辺を撮影し、口腔内カメラと同様、リアルタイムに患者の HMD に表示する。図 3 は、実際に固定型カメラから撮影された治療中の風景である。

### 3.2 音声再生システム

これまで述べてきたように、歯科治療中、患者は口を開けたままの状態に寝かされているため、医師と会話することができない。このような状況では、“痛い”、



図 3 固定型カメラの映像  
Fig. 3 An image taken with fixed camera.



図 4 入力用ジョイスティック  
Fig. 4 An Input interface with joystick used by a patient.

“大丈夫”などの意思伝達はもちろんのこと、医師の質問に受け答えることさえままならない。そこで従来から、多くの歯科医院でジェスチャによる意思伝達手法がとられてきた。しかし、ほとんどの歯科医院で行われている手をあげるジェスチャでは、Yes-No 疑問文に回答や「痛い」という単一の意志を伝えることしかできない。そのため、医師が患者の不安の程度など複雑な心境を知ることや、治療に関しての質問などのコミュニケーションをとるには不十分といえる。

そこで、本提案システムでは、患者が言葉を入力し、コンピュータに代わりにしゃべらせる音声再生システムを取り入れている。音声の選択画面は、上記のシステムと同様に HMD に表示させる。現在、数多くの音声再生・音声合成システムが、障害者のコミュニケーション支援を中心に開発されている<sup>15),16)</sup>。その多くは、ユーザが五十音（もしくはアルファベット）で入力した文章をコンピュータが解析し、発音させるシステムを持つ。本研究では、既存システムと異なる歯科医療に特化したシステムの開発を目標としているため、機能要件として以下の項目を考える。

- 患者が短時間で入れ替わること、治療中の操作がブラインドで行われることをふまえ、直感的に操作を理解できること。
- 患者が治療台に寝たまゝの状態でも使用できる程度の安定性があること。
- 治療中に多用する言葉が想定できることを活用した素早い音声選択ができること。

これらの要件から、音声の選択方式として定型文を用いた音声選択を提案する。患者は、コンピュータにあらかじめ登録されている 50 文以上の定型文を選択するだけで、簡単に音声発声を行うことができる。定型文の多くは“痛い”、“大丈夫”などの基本的な受け答えや、口腔内映像から生まれるだろう疑問に対応する問いかけなど、歯科の現場で使用頻度が高いものを主に選択し、それ以降、患者や医師の要望により逐次追



図 5 音声再生システムの使用風景  
Fig. 5 A scene where a patient using the voice reproduction system.



図 6 入力画面(返事 1)  
Fig. 6 Input screen for voice reproduction system.

加している。本研究ではこれまでに、テンキーによるコード入力や、ロータリーエンコーダ、ジョイスティックを用いてメニューを選択し入力する方式を試用してきた。本論文ではこの中から、スティックの操作や数字付き大きなボタン、それら配置など分かりやすい構成になっているため、歯科医での入力インタフェースとして適用性が高いと考えられるジョイスティックを、図 4 のように患者が簡単に身につけられ、かつ安定性が高いベルト装着型に改造して用いる。図 5 に実際に音声再生システムを使用している様子を示す。

登録された定型文はカテゴリごとに分類され、図 6 のように表示される。音声選択の際に慣れを必要としないよう、以下のような 2 ステップの簡単なメニュー選択型の操作で音声再生を行う。

- (1) スティックを上下左右に操作し、入力画面下部に表示されているカテゴリを選択。
- (2) 入力画面中の各定型文に対応した数字のボタンを押すことで音声を発声。

このとき、1つ1つの仮名文字を組み合わせた音声合成ではなく、あらかじめ定型文用に録音された音声再生されるため、発声された音声は容易に聞き取ることができる。

### 3.3 システム全体の構成

本節では、これまで紹介してきた提案システム全体が、どのように構築されているかについて述べる。図7に、提案システムの構成図を示す。

口腔内カメラは、長さ197mm、直径20mmの棒状のタイプで、他の器具と並んで治療台に付属したホルダに固定されている。そのため、有線ではあるが医師は治療を行う体制のまま、他の治療器具を扱うように簡単に取りまわすことができるようになっている。固定型カメラは、動画撮影時の有効画素数250万画素のデジタルビデオカメラを用い、治療台脇のテーブルに固定して使用した。患者用のHMDには、歯の切削片や金属削片が目に入るなどのトラブルを考慮し、サングラス型で目の周辺を覆うタイプを、医師用には、治療時の視野確保のため、眼鏡と併用できる単眼タイプを使用した。HMDの解像度は、患者用のはQVGA(320×240pixel)、医師用はVGA(640×480pixel)である。

まず、口腔内カメラ、固定型カメラから送信される映像信号の切替は医師の手元のスイッチによって行われる。このスイッチは、通常は固定型カメラに固定され、治療説明で口腔内カメラを使用するときのみ切替を行う。これらのカメラ映像の信号と、PCから出力された音声再生システムの入力画面の画像信号は、患者の持つジョイスティックに付属したスイッチで行

われる。よって、患者は任意にカメラ映像と音声入力画面を切り替え、治療説明のために口腔内カメラの映像を見ている途中でも、画面を切り替え、医師への質問や応答を行うことができる。

### 4. 評価と考察

本研究では、しみず歯科医院(高槻市)の協力のもと提案システムの試験的な導入を試みた。まず、同歯科医院に来院した実際の患者に対して、口腔内を観察するシステムと音声再生システムの評価を実施した。治療に入る際、医師がHMDやジョイスティックの装着が治療の妨げにならないと判断し、次に患者にシステムの用途と操作方法について簡単に説明して本人の同意が得られた場合のみシステムを試用した。試験対象となった患者は8歳~72歳までの男女22人で、うち男性11人、女性11人である。実施期間は2005年10月15日~2006年2月18日で、1人あたりおよそ20分~40分の試用を行った。患者にはシステムの試用後、評価アンケートを記入してもらった。図8にこのアンケートの結果を示す。

また1人の患者に対して、上記の2つのシステムに固定型カメラのシステムも加えた試験を行い、固定型カメラの位置や映像の切替えについての評価を行った。

さらに、“CEATEC JAPAN 2005”、“ウェアラブルコンピュータショウ in KANSAI”、“ユビキタスな生活展”などの展示会に提案システムを出展し、来場者からさまざまな意見を得ることができた。図9に展示ブースの様子を示す。

試験導入やこれらの展示会で得られた評価をもとに、提案システムについて考察していく。

#### 4.1 HMDの選定

試験導入時に用いたHMDの装着感について、41%

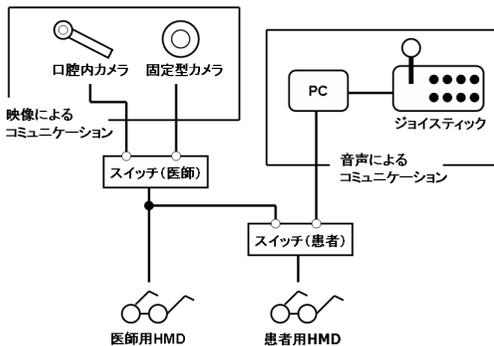


図7 システム構成  
Fig. 7 The system configuration.

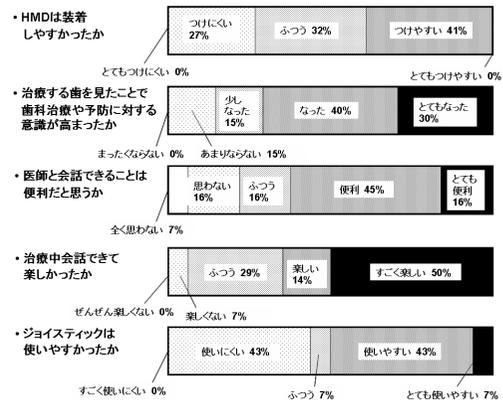


図8 アンケート結果  
Fig. 8 The questionnaire results.

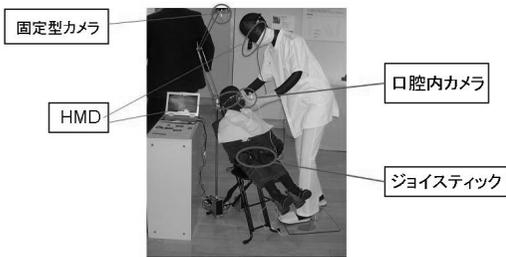


図 9 システム設置風景

Fig. 9 The installed system in an exhibition.

の患者からは“装着しやすい”との意見が得られているが、27%は“装着しにくい”と答えている。展示会においても、同様の意見が多く得られた。理由としては、“顔に合わない場合がある”、“眼鏡をかけていると装着しにくい”、“女性の場合、メイクが取れそう”などがあげられている。なかでも特に考慮すべき点は、HMDのサイズである。提案システムでは患者用にサングラス型のHMDを用いたが、サイズが1種類であったため、顔の小さな子供や女性で、手でHMDを支えたまま使用している場合があったという指摘を治療に携わった歯科衛生士から受けた。また、しみず歯科医院の医師から、表示部の大きなHMDを用いた場合、治療を妨げる可能性があるとの指摘を受けた。今後、これらの意見を考慮し、歯科治療中の使用に適したHMDを選定すべきである。

#### 4.2 治療観察システム

調査に関わった患者の多くは、過去に同歯科医院で、口腔内画像をモニタに表示して治療説明を受けた経験を持っていたが、口腔内を動画でしかもリアルタイムに観察できることに対し高い評価が得られた。また、アンケートに答えた患者のうち85%が、これによって“歯科治療や予防に対する意識が高まった”と答えている。さらに治療していた医師や歯科衛生士から、わざわざ治療台を起す必要がなくなったため効率が改善され、今まで治療前に簡単に行うだけであった治療説明の時間を複数回とることが可能になったことや、口腔内の状況が分かりやすく見てとれることに感心している患者が多くいたとの意見を得ることができた。しかし、アンケート内の本項目は、単に静止画から動画に変わったことによる評価なのか、効率改善によってより多く口腔内の映像を観察できたことによる評価なのかを質問から読み取りにくいこと、また、回答項目の3段階目の評価が「少なくなった」と肯定的な回答となっていることに問題が見られる。そのため、アンケート結果の判断に注意が必要であり、上記の医師や歯科衛生士のコメントなどと合わせて考察しなければ

ならない。

HMDを用いた提案システムで特に改善された点は、治療から説明に移る動作を簡略化できたことである。医師のコメントから、これによって治療の合間に行う説明回数が増加できたことを確認している。患者に治療ごとの経過を確認させることは、歯の健康的美化を目的とする審美歯科の分野で特に重要とされており、日常生活でのケアを意識させるためにも有効である。このため患者のプライバシー保護とあわせて、口腔内映像をHMDに表示させる提案方式には一定の有用性があると考えられる。

これに対し、展示会において、自分の口腔内の映像を見ることについて、“気持ち悪いから見たくない”という意見が得られたが、これは、歯科医での説明のために口腔内を見るという行為に対する慣れが関係していると考えられる。実際に、以前から口腔内カメラを使用していた試験導入先では、ほとんどこの意見が得られていない。よって、提案システムや口腔内カメラの普及にともない、次第に口腔内映像に対する慣れが生じてくると考える。

また提案システムでは、多数の分岐やスイッチ、また、有線カメラを用いていることから配線が複雑になっており、固定型カメラを合わせたシステムを常時設置しておくことが困難であったため、このシステムの試験は1人の患者に対してのみ行った。患者の意見から、どんな治療器具で何をされているのかが分からないという不安が和らぐこと、それにあわせて治療に対する関心が高まったことを確認できた。各種展示会でもこのことについて多くの共感を得ることができた。今回の試験では、実験の撮影を兼ねたため大きめのデジタルビデオカメラを用いたが、実際の導入にはカメラの小型化やHMDへの映像信号の無線化などシステムをコンパクトにし、導入を容易にすることが必須であるというコメントが医師から得られた。

提案システムでは、医師が意図したタイミングで、HMDの表示を治療風景から口腔内の映像に切り替えスムーズな治療説明を促すこと、また、患者の操作量をなるべく減らすことなどを意図して、これらの映像切替えを医師に行わせた。今回の試験ではスムーズに切替えが行われていたが、治療台の周辺にはたくさんの治療器具があるため切替えスイッチの設置場所が制限されること、医師の操作量が増加し、他の装置との誤操作が発生する可能性などが懸念として考えられた。そのため、口腔内カメラのホルダをスイッチとし、口腔内カメラの電源オフと映像切替えを自動で行うなどのシステム設計が考えられる。

### 4.3 音声再生システム

音声再生システムの試用に対して、アンケートでは、61%の患者が“便利な機能である”と答えた。また、音声再生によって医師と会話できる新鮮さから、64%が“使っていて楽しい”と回答した。会話の相手となった医師や歯科衛生士からも、患者が楽しんで治療を受けるためには便利な機能であり、特に不安を感じやすい子供の治療に適しているという意見が得られた。音声再生システムの導入によって、今までは医師とコミュニケーションをとる時間が少ないために質問しきれなかった疑問や、患者自身に関する情報を伝えることが可能になったため、多くの患者がその必要性を感じている。また、医師に自らの不安を感じてもらうことや医師と会話する楽しさから、患者が治療中に感じる不安を和らげることができたと考えられる。

その一方で、入力インタフェースに対して43%の患者が“使いにくい”と回答している。アンケートの中では、患者が今までジョイスティックを使用したことがない場合、数字ボタンの位置関係やスティックの操作に戸惑う可能性が指摘されている。入力機器について、今回用いたジョイスティックや一般に馴染みある携帯電話などたくさんのボタンを備えた機器は、ブラインドでの操作に慣れが必要であり、1人あたりの使用時間が短い本環境には向いていないと考えられる。

また、「痛い」などの急を要する項目や「はい」などの単純な項目に関しては、試験中、患者が音声再生システムを使用せずにとっさにジェスチャで意志表示をする場面が見られた。これらの項目について、定型文選択までのタイムラグにより、従来のジェスチャでの意思伝達に分があると考えられるため、定型文の一部とするのではなく、対応する操作を特別に設けることやジェスチャと併用することなどが考えられる。

本研究では、これまでに定型文をメニュー選択する方式だけでなく、文章を五十音で作成する中の候補として定型文を用いる方式や、数字コード入力によって定型文を直接選択する方式なども試してきた。しかし、これらの方式では「定型文の種類」と「選択の容易さ」にトレードオフの関係があり、多様かつ円滑な会話を実現させるためには、より歯科治療の環境を利用したインタフェースの検討が必要である。具体的には、治療観察システムから得られた映像と連携させ取り込んだ画像にポインティングし、部位を指定した質問が簡単にできるよう支援する方式などを考えている。

## 5. ま と め

本研究では、歯科医療において、治療中の医師と患

者とのコミュニケーションを音声と映像によって支援するシステムを実現した。HMDを用いて簡単に口腔内カメラの映像を医師と患者の装着したHMDに表示し、共有させる方式をとった。これによって、患者に口腔内映像を何度も観察させ、口腔内健康に対する意識を高めることを目的とした。また、固定型カメラを用いて治療風景を撮影し、患者のHMDに表示することで患者の不安を和らげるシステムも構築した。さらに、治療中、口を開けた状態にいる患者の意思伝達を支援するために、ジョイスティックを入力インタフェースとして用いた音声再生システムを実装した。音声選択には、歯科医に特化した定型文を用いるメニュー選択型の方式を提案した。本研究では、試験的な導入によるアンケート調査や、展示会への出展から得られた意見をもとに提案システムを評価し、そこで指摘された問題点に対する考察も行った。今後の課題として、より歯科治療の環境に適した入力インタフェースの開発や、提案システムと医師が入力する電子カルテやweb上の医療情報とを連携させたコミュニケーション支援システムの設計などが考えられる。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省特定領域研究(19024056)の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。また、提案システムの実験にあたってご協力をいただいた株式会社美貴本、株式会社アコオ機工、しみず歯科医院清水宏満院長、奥様、歯科衛生士の方々および患者の皆様方に心から感謝する。

## 参 考 文 献

- 1) Barbosa, L.O., Karmouch, A., Georganas, N.D. and Goldberg, M.: A Multimedia Inter-hospital Communications System for Medical Consultations, *Selected Areas in Communications, IEEE Journal*, Vol.10, No.7, pp.1145–1157 (1992).
- 2) Nishantha, D., Hayashida, Y., Katsuki, T. and Goto, M.: A System for International Telemedicine through Integrated Synchronous/Asynchronous Collaboration (Human-computer Interaction), *IEICE Trans. Information and Systems*, No.1, pp.271–280 (2006).
- 3) 永井祐吾, 谷村 弘, 瀧藤克也, 矢本秀樹, 前田恒宏, 太田喜久子: 開腹手術における wearable monitor を用いた遠隔支援, *日本消化器外科学会雑誌*, Vol.34, No.7, p.945 (2001).
- 4) Cakmakci, O., Ha, Y. and Rolland, J.P.: A Compact Optical See-Through Head-Worn Display with Occlusion Support, *Proc. 3th IEEE and ACM International Symposium on*

- Mixed and Augmented Reality (ISMAR2004)*, pp.16–25 (2004).
- 5) Metzger, C., Anderson, M. and Starner, T.: FreeDigiter: A Contact-free Device for Gesture Control, *Proc. 8th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'04)*, pp.18–21 (2004).
  - 6) Lyons, K., Plaisted, D. and Starner, T.: Expert Chording Text Entry on the Twiddler One-Handed Keyboard, *Proc. 8th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'04)*, pp.94–101 (2004).
  - 7) Ter Horst, G. and De Wit, C.A.: Review of Behavioural Research in Dentistry 1987–1992: Dental Anxiety, Dentalpatient Relationship, Compliance and Attendance, *Int. Dent. J.*, Vol.43, No.3, pp.265–278 (1993).
  - 8) Milgrom, P., Mancl, L., King, B. and Weinstein, P.: Origins of childhood dental fear, *Behav. Res. Ther.*, Vol.33, No.3, pp.313–319 (1995).
  - 9) Domoto, P.K., Weinstein, P., Melnick, S., Ohmura, M., Uchida, H. and Ohmachi, K.: Results of a Dental Fear Survey in Japan: Implications for Dental Public Health in Asia, *Community Dent Oral Epidemiol*, Vol.16, No.4, pp.199–201 (1988).
  - 10) Milgrom, P.: *Treating Fearful Dental Patients: A Patient Management Handbook*, Reston, Va.: Reston Pub. Co. (1985).
  - 11) 中村史朗, 本多丘人, 森田 学: 大学生の口腔の健康意識と歯科的知識に関する調査, 口腔衛生学会雑誌, Vol.53, No.2, p.159 (2003).
  - 12) Bluteau, J., Kitahara, I., Kameda, Y., Noma, H., Kogure, K. and Ohta, Y.: Visual Support for Medical Communication by using Projector-Based Augmented Reality and Thermal markers, *Proc. 15th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2005)*, pp.98–105 (2005).
  - 13) 井上雅之, 佐藤仁美, 大塚晃一郎, 望月崇由, 藤野雄一: MyRoom メタファを用いた患者アメニティ支援システムの開発, 情報処理学会研究報告, GN, [グループウェアとネットワークサービ
- ス], Vol.2001, No.98, pp.7–12 (20011018).
- 14) 特定非営利活動法人ジャパンウェルネス: 3D Online Medical Follow-up.  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110002676079/>
  - 15) 花田英輔, 傍島康雄, 天白成一, 松村康児, 楠原浩一, 原 寿郎, 津本周作, 野瀬善明: PDA を利用した発声障害者向け日本語会話補助装置, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.102, No.419, pp.47–52 (2002).
  - 16) 森山高明, 傍島康雄, 天白成一, 花田英輔, 野瀬善明: 軽度な発声障害者のための PDA を利用したコミュニケーション補助ツール (特集: 福祉と音声処理及び一般), 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.104, No.387, pp.7–12 (2004).
- (平成 19 年 4 月 12 日受付)  
(平成 19 年 10 月 2 日採録)



村松 邦彦 (学生会員)

2006 年神戸大学工学部電気電子工学科卒業。同年同大学大学院自然科学研究科電気電子工学専攻博士前期課程入学。ウェアラブルコンピューティングとユビキタスコンピューティングの研究に興味を持つ。



塚本 昌彦 (正会員)

1987 年京都大学工学部数理工学科卒業。1989 年同大学大学院工学研究科修士課程修了。同年シャープ (株) 入社。1995 年大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻講師, 1996 年同専攻助教授となる。2002 年より同大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻助教授となる。2004 年より神戸大学工学部電気電子工学科教授, 2007 年より同大学大学院工学研究科電気電子工学専攻教授となり, 現在に至る。工学博士。ウェアラブルコンピューティングおよびユビキタスコンピューティングに興味を持つ。ACM, IEEE 等 8 学会の会員。