

令和元年8月30日現在

機関番号：37114

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11100

研究課題名(和文)リアルタイムシミュレーション技術を応用した学習支援システムの開発

研究課題名(英文)Development of learning support system applying real-time simulation technology.

研究代表者

香川 豊宏(kagawa, Toyohiro)

福岡歯科大学・口腔歯学部・准教授

研究者番号：00258592

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：拡張現実(Augmented Reality: AR)の技術を応用して、リアルタイムにコンピュータ上に現象をシミュレートするコンテンツを開発した。具体的には目に見えないエックス線の照射状態を可視化することや、任意の場所での動画学習が可能なコンテンツを開発した。本学習支援システムの構築により、学生は画像検査法の原理や画像診断の基本をエックス線の被曝なく学習できるようになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

患者の治療を行う上で、正確な診断を行うことは非常に重要なことである。誤った診断を行えば、誤った治療を行うことになりため、患者の不利益は非常に大きくなる。そこで、正確な診断を行うために、正確な検査法が学習可能なコンテンツを開発し、学生教育に用いることは国民の健康寿命の向上に繋がると思われる。

研究成果の概要(英文)：We applied Augmented Reality (AR) technology to develop content that simulates phenomena on a computer in real time. Specifically, we have developed content that enables visualization of invisible X-ray irradiation conditions and video learning in any place. The construction of this learning support system has enabled students to learn the principles of image inspection methods and the basics of image diagnosis without exposure to X-rays.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：インターネット バーチャルリアリティ

1. 研究開始当初の背景

ヒトは視覚が良く発達しているため、視覚動物と呼ばれ、聴覚に比べて情報の到達時間が速く、高い空間解像度の他に、色、明るさ、動きなどの情報も高い精度でとらえることができる。視覚情報と聴覚情報が矛盾すると、しばしば視覚情報が優先される。そのため視覚優位という表現も使われている。

我々はこれまで歯学部 of 学生教育に対して視覚素材を多用して、直感的で分かりやすいインタラクティブなコンテンツを研究し、開発を行ってきた。そして、そのコンテンツは学生の知識の向上に役立つとの結果も得ている。現在、我々の開発したコンテンツはインターネット上に公開されており (<http://radiology.nobody.jp>) 国内外の 20 以上の施設で活用されている。歯学部のみならず医学部や医療機器メーカーからもコンテンツの使用願いを受けている。また、我々が平成 23 年度から行っている最新のコンピュータ技術を応用したエックス線管球や発生装置の 3DCG 化に関する研究(基盤研究 C「3D 立体視が可能な歯科放射線学に関する学習支援教材の開発」研究代表者:香川豊宏)で開発したコンテンツを臨床実習などで使用しながら学生教育を行っており、学生には非常に好評を得ている。しかし、これまで開発してきたコンテンツはコンピュータを前にして座学で学習をする際に利用することを想定して作製されたものである。実際の診療現場 たとえばエックス線撮影装置を学生に見せながら撮影法を教える場合など においては活用する機会がほとんどないのが現状である。そこで、これまで開発してきたコンテンツに「拡張現実 (Augmented Reality: 以下 AR)」の技術を融合させることによりリアルタイムシミュレーションが可能な臨床の現場で活用できる学習支援システムが構築できるのではないかと考えた。AR とは現実環境にコンピュータを用いて情報を付加表示する技術のことである。

リアルタイムシミュレーションに関してはバーチャルリアリティ (以下 VR) を用いた研究がなされることが多い。しかし、VR が人工的に構築された現実感と現実を差し替えるのに対し、AR は現実の一部を改変する技術である。そのため、VR は人に提示する仮想物体のリアリティが重視されるのに対して、AR では、現実世界の位置や物体などとの関連性が重視される。AR の優位性は、学生が実際の診療の現場で現実に患者に使用する機器を用いてリアルタイムシミュレーションを体験できるところにある。

2. 研究の目的

AR では写真や動画などの実世界の映像にコンピュータなどで作り出したオブジェクトなどの仮想物体や情報を付加する。利用者はカメラ付きのタブレットデバイスを被写体にかざすことで 3D オブジェクトが現実世界に存在しているかのような体験ができる。本特徴を活かして AR を教育ツールとして用いれば、仮想物体をより現実感のある物体のように扱え、なおかつ従来のインターフェースとは違い、動作に連動した表現ができるため、直観的に理解しやすく有用であると考えられる。本研究で開発予定のコンテンツを以下に示す。

1) エックス線の可視化

歯科放射線の臨床実習の現場においては実際に患者を撮影させる前に、学生を模擬患者として撮影機器に位置づけし、撮影法を教授する機会が多い。しかし、このときに実際にエックス線がどんな形で患者に照射されるかを言葉で説明することは困難である。そこで、エッジベース マーカレス AR (立体的な形状を持つ対象物体を自動認識させる方式) を利用して、学生がタブレットデバイスを介して撮影装置を見た場合に、3DCG アニメーションで表示されたエックス線束がリアルタイムで目の前の機器と模擬患者に合成表示されるようなコンテンツを作製する。また、エックス線発生装置に本システムをかざした場合には、エックス線管球内の構造や働き、エックス線の発生過程が理解できる 3D コンテンツが表示されるようにする。

2) 3D 立体画像が飛び出る授業ハンドアウト

授業中に配布するハンドアウトは二次元の絵や図を載せたものが通常である。ハンドアウトに書かれていることをより明確に理解させるために、たとえば、電離作用の説明文に本システムをかざすとエックス線のエネルギーにより軌道電子が飛び様子が立体的なアニメーションとして目の前に浮かび上がるようなコンテンツを作製する。

3. 研究の方法

・エックス線の可視化コンテンツの作製

1) エックス線の可視化を行うために、エッジベースマーカレス AR の実装準備を行う。

歯科用エックス線撮影装置、パノラマ撮影装置、医用 CT 装置、歯科用 CBCT 装置の撮影装置のエッジ部の抽出を行う。

2) 各撮影装置のエックス線束を 3DCG 化し、その線束の動きをシミュレートする。3DCG の作製においては OpenGL (Silicon Graphics, Inc.) を用いて汎用性を持たせる。

3) シミュレートされた線束の動きを ARToolKit にてエッジベース マーカレス AR プログラムに組み込み、実際の機器の動きと一致することを確認する。

* 各機器のエッジデータを AR コンテンツに組み込むことにより、エッジ部の移動を機械の動きとして自動検出、追跡することが可能となる。そのため、カメラの位置姿勢をプログラムが推定し、適正なエックス線の照射方向の表示計算を行うことが可能となる。たとえばパノラマ撮影においては管球とフィルムの回転に応じて自動的に適切なエックス線束の位置、方向を自動

計算し、エックス線束の 3DCG が実際のパノラマ装置の動きに連動して、タブレットデバイス上に表示されることになる。

・ 3D 立体画像が飛び出る授業ハンドアウトの作製

1) 3D 立体画像を表示できるハンドアウトにはマーカ型 AR を実装させる。そのためにオリジナルマーカを作製する。

2) 学生の苦手領域である放射線物理を中心に光電効果やコンプトン効果などの 3DCG アニメーションを作成する。

3) 各種撮影法の風景をビデオ撮影し、そのビデオにエックス線や Camper 平面などの基準線のアニメーションをスーパーインポーズした動画を作成する。

4) 2) 3) の素材をマーカ型 AR プログラムに組み込み、従来、配布していたハンドアウト資料に掲載する。

4. 研究成果

リアルタイムシミュレーションのコンテンツの作製を行う前に、現在までに作成している F L A S H コンテンツを本研究に応用するために H T M L 5 (HyperText Markup Language Ver.5) に変換、移行することで将来的な汎用性の広がりを持つことができた。HTML5 を既存のインターネット上のサーバーにアップロードを行った。これらのコンテンツを手軽に学生に活用してもらうために基本であるマーカ型 AR にはオリジナルの三次元バーコード(QRコード)を用いた。最初の取り組みとしては、当該データにアクセスするためのQRコードを授業で配布するハンドアウトに印刷を行った。そのため、学生は授業後、復習の際に手持ちの携帯端末やタブレット端末を用いて、HTMLコンテンツに容易にアクセスを行うことが可能となった。学生からも好評でリアルタイムシミュレーションの有用性が確認された。

次に、学生が使用する教科書にQRコードを印刷し、学生が手持ちのスマートフォンやタブレット端末でインターネット上のコンテンツに容易にアクセスできるように改変した。また、パノラマの総説にQRコードを配置し、卒業研修へのQRコードの応用を模索した。

加えて、疾患のエックス線像を模式化し、裏面に簡単な説明とQRコードを印刷したカード状の新たな教材を開発した。裏面のQRコードを学生が読み取ると、インターネット上の同疾患の実際のエックス線像、CT、MRI 画像と詳細な画像所見および病理画像とその説明を記したサイトにアクセスすることができるようになっている。

現在、透過像、不透過像の病変を 30 種類作成して、学生に配布し、学習効果の検討を行っている。アナログとデジタルを融合することにより有用性の高いシステムとなった。また、これらのコンテンツは通常の携帯電話の 4G であればスムーズに接続することが可能であった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

1) 口腔・顎顔面領域撮影 e-learning システムの構築

稲富大介, 香川豊宏, 佐藤 守, 吉田 豊, 北森秀希, 石田秀樹, 湯浅賢治

歯科放射線 (0389-9705)58 巻増刊 Page66(2018.05)

2) HTML5 と QR コードを用いた教育用コンテンツの開発

香川豊宏, 湯浅賢治, 白石朋子, 吉田祥子, 橋本麻利江, 西原有紀, 三輪邦弘

歯科放射線 58 巻増刊 Page57(2018.05)

3) ICT 技術を組み込んだ Web 自己学習システムの有用性

香川豊宏, 吉田祥子, 白石朋子, 橋本麻利江, 三輪邦弘, 湯浅賢治

日本歯科医師会雑誌 69 巻 5 号 Page502(2016.08)

4) 若手歯科放射線科医に伝えたい画像診断の ABC MRI

香川豊宏

歯科放射線 55 巻増刊 Page42-43(2015.04)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔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:

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：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://radiology.nobody.jp>
6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：稲富大介
ローマ字氏名：Inadomi Daisuke
所属研究機関名：福岡歯科大学
部局名：放射線室
職名：診療放射線技師
研究者番号（8桁）：00454934

研究分担者氏名：岡村和彦
ローマ字氏名：Okamura Kazuhiko
所属研究機関名：福岡歯科大学
部局名：病態構造学分野
職名：准教授
研究者番号（8桁）：00224056

研究分担者氏名：佐藤 守
ローマ字氏名：Sato Mamoru
所属研究機関名：福岡歯科大学
部局名：放射線室
職名：診療放射線技師
研究者番号（8桁）：10758006

研究分担者氏名：筑井 朋子
ローマ字氏名：Chikui Tomoko
所属研究機関名：福岡歯科大学
部局名：画像診断学分野
職名：講師
研究者番号（8桁）：80580472

研究分担者氏名：三輪邦弘
ローマ字氏名：Miwa Kunihiro
所属研究機関名：福岡歯科大学
部局名：画像診断学分野
職名：講師
研究者番号（8桁）：10136509

研究分担者氏名：湯浅賢治

ローマ字氏名：Yuasa Kenji

所属研究機関名：福岡歯科大学

部局名：画像診断学分野

職名：教授

研究者番号（8桁）：40136510

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。