

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 9 月 13 日現在

機関番号：33933

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330410

研究課題名(和文) 拡張現実とKinectセンサーを用いた高度な臨場感を持つ教育システムの開発

研究課題名(英文) Development of an Immersive, VR-Based, Learning-Support System Using Augmented Reality and Kinect

研究代表者

周 欣欣 (Zhou, Xinxin)

名古屋文理大学・情報メディア学部・教授

研究者番号：30262645

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、体験学習を支援するために、「拡張現実とKinectセンサーを用いた高度な臨場感を持つ教育システム」を提案した。教育用ゲームと高度臨場感を持つ教育環境の開発；最新の技術と測定装置に基づく教育支援アプリケーションの開発；高度電子コンテンツを持つ教材の作成を行った。センサーによる人物の動作追跡、拡張現実(AR)による実空間と仮想空間の人物の融合、教科書に基づくデジタルコンテンツの作成を行った。VR技術を応用し、各種センサーを組み合わせ、立体視で体験しながら学ぶ歴史体験・体感ゲームの開発を行った。提案した手法は、「歴史教育」や「医用画像における解剖構造の学習」に有効である。

研究成果の概要(英文)：In this study, we proposed methods to visualize ruins and developed a history learning support system by generating the 3-dimensional models of ruins automatically and visualizing them in Google Earth. We recreated ruins and developed an AR app for smartphones to provide history learners with additional 3D information about historical sites. We developed a stereoscopic VR application by using the game integrated development environment Unity3D. Using Oculus Rift DK2, we developed a VR app to walk around inside of ancient Japanese ruin, and users can see a stereo vision of the heritage site. We developed a Kinect game for history learning, in which users can control two avatars using a Kinect sensor and their own body movements and proposed an education support system for history in which students can participate as a character in ancient history. The proposed methods can effectively support history study as well as medical anatomy imaging.

研究分野：情報科学 CG 医用画像処理 パターン認識

キーワード：教育支援 ゲーム VR AR 立体視 遺跡 Kinect AI

### 1. 研究開始当初の背景

勉強意欲の不足な子供の学力低下を根本的に解消するため、最新の技術でサポートし、最短な時間と最大の学習効果を狙う。教育支援システムを提案した。

(1) 近年学力の低下が起きている。その原因は、勉強時間がゲームなどに取られている。結論として、子供たちがゲーム以上に好む教材(デジタルコンテンツ)の発展が急務となる。

(2) 教育現場では、アニメ動画などのマルチメディアの導入による学習意欲の向上、携帯端末の利用による学習時間の増加を狙っているが、高度臨場感を持つゲームに打ち勝つことができない。

(3) 一方、コンピュータのCG、AR(拡張現実感)技術、特に Kinect に代表とされる計測カメラの登場によって、個人でも映画並みの楽しいエンターテインメントを作れる時代に入った。教育分野でも、教師らは、これらの技術を応用して、教材の臨場感の高度化を期待しているが、コンピュータに関連する技術への要求が高く、専門家でも時間と労力がかかる。

### 2. 研究の目的

歴史遺跡、人体内臓の3Dモデルを自動生成し、統合ゲーム開発環境 Unity を利用してVR体験を可能にする。本研究では、教材の内容に基づき、高度な臨場感を持つゲームを作成する補助システムを開発することを目的とした。このシステムによって、一般的な教師でも、自分の意思と教材の内容を容易にミニ映画にすることが可能であり、学生も好きなキャラクターを教室で演じることの可能な環境を簡単に構成できる。これによって、ゲームの時間を勉強の時間に変更し、学力の低下を止めることを期待する。

具体的には、「拡張現実と Kinect センサーを用いた高度な臨場感を持つ教育システム」を構築する。本研究の特徴として、教育をゲームの感覚で学生に体感させ、学生は視聴者だけではなく、役者としても疑似体験できることである。

### 3. 研究の方法

#### (1) 精緻な3Dモデルの生成

Unityを利用して遺跡のVR体験を可能にした。予備研究で開発した「古代の建物の3Dモデルの自動生成による歴史教育支援システム」を拡張し、建物以外の歴史文化財、人物(キャラクター)の精緻な3Dモデルの生成、検討、実験を行った。

(2) Kinect センサーによる人物の動作追跡と顔認識プログラムの開発

Kinect センサーを用いて、人物の顔と動作を瞬時に認識できるシステムを開発した。本システムによって、人体の位置、姿勢、動きを連続的に検出することを実現した。

(3) 拡張現実 AR による実空間と仮想空間

### の人物の融合

ARは、現実世界の情報にコンピュータが作り出した情報を重ね合わせ、新たな価値を生むコンテンツを作る技術である。本研究では、Kinect センサーで認識されている実空間内にいる人物と歴史上の仮想人物を計算機内で合成し、液晶プロジェクターを通して映像化できることを確認した。

(4) 教科書に基づくデジタルコンテンツの作成

歴史教科書に記述されているシーン(背景)とキャラクターを計算機内で生成するシステムを実現する。ここでは Unity (統合ゲーム開発環境) を利用する。Kinect センサーで学生の動きを読み取り、動作をCGに変える。またARプログラムで学生をキャラクターに変える。Unity を用いてゲームに仕上げる。

携帯端末を用いて歴史教科書の難解な部分に付加情報(3Dなど)を提示するアプリを開発した。歴史教科書は情報が濃縮されており、分かりにくい。そこで教科書を研究した上で学習者に役立つ拡張現実ARの携帯アプリを考案した。代表的な携帯OSのiOS、Android、Tizenを用いて、Objective-C、Java、HTML5とUnityでアプリを構築した。PCのウェブカメラや携帯カメラを利用して、カメラの映像に文字、静止画像、アニメを重ね合わせ、学習者に補足説明を提示するARアプリを実現できると確認した。

### 4. 研究成果

H26年度は、初年度として、AR拡張現実、Kinect センサー、立体視などあらゆる新しい技術に関する広範な研究成果の調査を行い、以下のものを実現した。

- 1) 本研究では、従来から「古代の建物の3Dモデルの自動生成による考古学と歴史教育支援システム」を開発したが、H26年度は、古代建築の3Dモデルの細部改良を試みた。またキャラクターのアニメーションを新たに制作した。
- 2) 歴史的建造物と人物の3Dモデルを利用して歴史ゲームを試作し、新しい教育エンターテインメントを実現した。
- 3) 立体視映像による歴史遺跡を疑似体験できる教育コンテンツを実現した。
- 4) 携帯端末上で遺跡の立体視アプリを開発し、Androidアプリとして実現した。

H27年度は、モーションキャプチャのKinectおよびLeap Motion(手のジェスチャーを検出できるセンサー)を利用して人の動きを読み取る実験を行い、体験型歴史ゲームの開発を行った。

- 1) Kinectによる人物の動作追跡: Kinect センサーを利用して人物の顔と動作を瞬時に検出するシステムの開発を行った。本システムによって、人体の位置、姿勢、動きを連続的に検出可能であるこ

- とを確認した。
- 2) 拡張現実による実空間と仮想空間の人物の融合を実験で確認した。Kinect センサーを利用して学生の動きを読み取り、アバターの動きに置き換えることを実現した。
  - 3) 教科書に基づくデジタルコンテンツの作成：歴史教科書に記述されているシーン(背景)とキャラクターを計算機内で生成するシステムを概ね実現できることを確認した。

H28 年度は、インタラクティブシステム及び教育への応用について広範な調査を行い、実験によって、以下の成果を得た。

- 1) ゲーム開発環境の Unity5 と Unreal Engine4, 三種類のヘッドマウンディスプレイ Oculus Rift, HTC Vive, Gear VR を利用して、文化財の CG の中で動き回る体験型 VR (Virtual Reality) ゲームを試作した。文化財の 360 度映像の制作を行った。
- 2) ゲームコントローラの HTC Vive, Oculus Touch, 手のジェスチャを検出できるセンサー LeapMotion など仮想空間を操作する VR ゲームを実現した。Kinect センサー(モーションキャプチャ)を利用して人の動きでキャラクターを制御する体感ゲームを実現した。ゲームコントローラの HTC Vive, Oculus Touch, 手のジェスチャを検出できるセンサー LeapMotion など仮想空間を操作できることを確認した。
- 3) スマートフォンやタブレットで動作するアプリを試作した。教育コンテンツの開発を行った。GearVR に装着したスマートフォンでバーチャル・リアリティ体験ができる VR アプリを実装した。拡張現実感 AR アプリとして、教科書の付加情報を提供するため、実写と 3DCG アニメーションの合成を実現した。Unity5 及び HTML5 を用いて構築した。
- 4) VR 及び AI 人工知能開発用高性能ワークステーションを購入し開発環境を構築した。

H29 年度は、以下の研究成果を得た。

- 1) 携帯可能な MR (Mix Reality) アプリの開発を行い、スマートフォンや iPhone に実装し動作を確認した。
- 2) 新しいセンサーの Vive Tracker と Windows MR を追加してインタラクティブ VR ゲームの開発を行った。Unity と UE4 を利用して、頭部に装着した Vive (HMD) と左右のハンドコントローラ、足首に付けた Vive Tracker で、人とキャラクターの動きを連動させる体感ゲームを開発した。
- 3) 教育活動の自動化を図るため、AI を利用した教育支援アプリケーションの開発

を行った。人体可視化のために内蔵モデルの自動生成を行った。

- 4) Google Tango 空間認識技術搭載の Android 端末「PHAB2 Pro」を利用して、実空間と仮想空間が融合した AR アプリ開発を行った。

#### まとめと意義

本研究では、学力不足を解決するための教育方法を検討し、拡張現実と Kinect センサーを用いた体験可能な教育支援システムを開発した。

計画書に定めた 教育エンターテインメントと高度臨場感を持つ教育環境の開発；

最新の技術と測定装置に基づく教育支援アプリケーションの開発； 高度電子コンテンツを持つ教材の作成を実現できた。計画通り Kinect による人物の動作追跡と顔認識の開発、拡張現実 AR による実空間と仮想空間の人物の融合、教科書に基づくデジタルコンテンツの作成を行った。

VR 技術を応用し、各種センサーを組み合わせ、立体視で体験しながら学ぶ歴史体験・体感ゲームの開発を行った。文化財の 360 度映像を制作した。教科書に基づくデジタルコンテンツの作成を行った。AR アプリとして、教科書の付加情報を提供するため、実写と 3DCG アニメの合成を実現した。

最新の情報技術を用いて、学生が体験しながら楽しく学習でき、教育課程を効率よく進める新しい教育支援システムの開発を試みた。実験により、提案システムは現在の技術により実現できると確信した。

従来から映画業界において 3DCG 技術が応用されていたが、教育分野では教育内容に合わせて 3D コンテンツを考案することは新しい試みである。

本研究で提案した手法は、今後歴史実践シミュレーション、医学(人体解剖シミュレーション)教育へ応用可能と考える。

#### 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 11 件)

- 1) Xiangrong Zhou, K. Yamada, T. Kojima, R. Takayama, Song Wang, Xinxin Zhou, T. Hara, and Hiroshi Fujita: Performance evaluation of 2D and 3D deep learning approaches for automatic segmentation of multiple organs on CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, Computer - Aided Diagnosis, 105752, pp. C1- C6, 査読有 Honorable Mention Poster Award 受賞 DOI: 10.1117/12.2295178 2018.
- 2) Xinxin Zhou, K. Kobashi, Xiangrong Zhou, X. Ge, Kenichi Sugihara: Development of Participatory System to Support

- History Learning, 計測自動制御学会 (SICE),教育工学論文集, vol.40, 査読有 pp.62-64, 2017.
- 3) X.Zhou, T.Kano, H.Koyasu, S.Li, Xinxin Zhou, T.Hara, M.Matsuo, and H.Fujita: Automated assessment of breast tissue density in non-contrast 3D CT images without image segmentation based on a deep CNN, Proc. SPIE Medical Imaging: Computer-Aided Diagnosis, vol.10134, pp. 101342Q1-Q6, 査読有, DOI: 10.1117/12.2254320,2017.
  - 4) 周欣欣, 小橋一秀, 杉山舞奈, 周向栄, 村瀬孝宏: Kinect を利用した人体の動きの検出および動画生成 - 歴史動画生成のための実験, 教育工学論文集 Vol.39, pp.28-30, 2016. 査読有
  - 5) Kenichi Sugihara, Takahiro Murase, Xinxin Zhou: Polygon partition and shape rectification for automatic generation of 3D building model, Proc. of 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON), pp.2311-2314, 査読有, 2016.
  - 6) Xinxin Zhou, K.Kobashi, Xiangrong Zhou, K.Sugihara: Development of history learning support system: 3D virtual reconstruction and visualization of ancient Japanese architectures, IEEE Computer Science & Education (ICCSE), 16358364 pp.317-320, 査読有, 2016. DOI: 10.1109/ICCSE.2016.7581600
  - 7) K. Sugihara, T. Murase, Xinxin Zhou: Automatic Generation of 3D Building Models from Building Polygons on Digital Maps, IEEE Conference Publications, International Conference on 3D Imaging (IC3D), vol.2015, pp.1-9, 査読有, 2015. DOI: 10.1109/IC3D.2015.7391817
  - 8) Xiangrong Zhou, Takuya Kano, Yunliang Cai, Shuo Li, Xinxin Zhou, Takeshi Hara, Ryujiro Yokoyama, Hiroshi Fujita: Automatic quantification of mammary glands on non-contrast X-ray CT by using a novel segmentation approach " Proc. SPIE Medical Imaging: Computer-Aided Diagnosis, 2016. Vol.9785, pp.97851Z1-97851Z6, 査読有 DOI: 10.1117/12.2217256
  - 9) 周欣欣, 小橋一秀, 杉原健一, 周向栄 教育用ゲーム・エンターテインメントの開発 - 歴史学習のためのAR立体視アプリケーションの試作, 計測自動制御学会 (SICE),教育工学論文集, vol.38, 査読有 pp.55-57, 2015.
  - 10) Xiangrong Zhou; Syoichi Morita; Xinxin Zhou; Huayue Chen; Takeshi Hara; Ryujiro Yokoyama; Masayuki Kanematsu; Hiroaki Hoshi; Hiroshi Fujita: Automatic anatomy partitioning of the torso region on CT images by using multiple organ localizations with a group-wise calibration technique, Proc. SPIE Medical Imaging 2015: Computer-Aided Diagnosis, Vol. 9414, pp.94143K1-K6, 査読有, 2015. DOI: 10.1117/12.2081786
  - 11) Kenichi Sugihara, Xinxin Zhou, Takahiro Murase: Automatic Generation of 3D Building Models by Rectification of Building Polygons, The 2<sup>nd</sup> International Conferences on Computer Graphics, Visualization, Computer Vision, and Game Technology (VisioGame 2014), ISSN:1743-3517 pp.75-83 査読有 2014.
- [学会発表](計 19 件)
- 1) Xinxin Zhou, K.Kobashi, Xiangrong Zhou, K.Sugihara: Development of Virtual Reality Applications for Learning through Experience, p.93 NICOGRAPH International (NicoInt) IEEE, 2017. DOI: 10.1109/NICOInt.2017.23 査読有
  - 2) 周向栄, 山田一馬, 飯盛広規, 周欣欣, 原武史, 藤田広志: 3D-DeepCNN を用いた CT 画像からの多臓器の自動抽出と性能評価, JAMIT(日本医用画像工学会大会) 予稿集, pp.74-76, 2017.
  - 3) 閻瀬浩平, 周欣欣, 小橋一秀: Kinect を利用した体感ゲームの制作, JSiSE 学会学生研究発表会論文集, pp.79-80, 2017.
  - 4) 瀧田澁, 小寺剛志, 小橋一秀, 周欣欣: Vive を用いたバーチャルリアリティゲームの開発, JSiSE 学会学生研究発表会論文集, pp.81-82, 2017.
  - 5) 山田一馬, 周向栄, 周欣欣, 原武史, 藤田広志, 3D-Deep CNN を用いた CT 画像から複数の臓器領域の自動抽出, 平成 29 年度日本生体医工学会東海支部大会, 2017.
  - 6) 飯盛広規, 周向栄, 周欣欣, 原武史, 藤田広志, 医用画像のセグメンテーションのための自然画像の転移学習に関する検討, 平成 29 年度日本生体医工学会東海支部大会, 2017.
  - 7) 周欣欣, 杉原健一, 村瀬孝宏: Kinect を利用した教育用体験型 AR アプリの開発, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.40, NO.11 ISSN 1342-6893, pp. 201-202, 2016, \*\*企業賞受賞
  - 8) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣: 環境教育のための太陽光発電の最適化を目的とした 3次元建物の自動生成, 日本教育情報学会 年会論文集 32, pp.278-279, 2016.
  - 9) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣: 再生可能エネルギーに適した街づくりのための 3D モデルを利用した環境教育, 2016 年日本教育工学会第 32 回全国大会講演論文集, pp.1003-1004, 2016.
  - 10) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣: 街区にお

ける再生可能エネルギーに適した建物の  
3Dモデルの自動生成, 地理情報システム  
学会講演論文集 Vol.25, CD収録4頁,  
2016.

- 11) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣:環境共生  
型まちづくりのための3次元建物モデル  
の自動生成, 情報文化学会第24回全国  
大会講演予稿集, pp.53-57, 2016.
- 12) 小寺鋼志, 木下慶祐, 石原志織, 伊藤将  
悟, 周欣欣:CGソフトウェアの学習と応  
用, 教育システム情報学会(JSiSE), 学生  
研究発表会論文集, pp.53-54, 2016.
- 13) 周欣欣, 周向栄, 杉原健一:参加型歴史  
教育支援システムの構築とその評価,  
2016年日本教育工学会第32回全国大会  
SIGセッション論文集, pp.127-130, 2016.
- 14) 周欣欣, 杉原健一, 周向栄, 小橋一秀:  
歴史教育支援システムにおける立体視教  
育アプリの開発, JSiSE第40回全国大会  
講演論文集, pp.55-56, 2015.
- 15) 周欣欣, 泉雅人, 芝田理菜, 小橋一秀, 杉  
原健一:歴史題材の3Dモデルおよび3D  
ゲームの試作, 日本図学会2014年度秋季  
大会学術論文集, ISSN2189-0072, pp.  
103-104, 2014.
- 16) 周欣欣, 泉雅人, 芝田理菜, 小橋一秀, 吉  
岡真徳, 杉原健一, 村瀬孝宏:歴史教育  
支援システムにおける教育エンターテ  
インメントの試作, 教育システム情報学会  
(JSiSE), 第39回全国大会講演論文集,  
ISSN1342-9477, pp.81-82, 2014.
- 17) 周欣欣, 泉雅人, 芝田理菜, 小橋一秀, 杉  
原健一: Development of 3D Games for  
Educational Entertainment, NICIGRAPH  
2014論文集, pp.131-132, 2014.
- 18) K.Sugihara, Xinxin Zhou, Zhenjiang  
Shen: Automatic Generation of 3D  
Building Models for Sustainable  
Development, 5th Digital Earth Summit,  
International Digital Earth Applied  
Science Research Center (IDEAS),  
Nov.9-11, 2014.
- 19) Kenichi Sugihara, Xinxin Zhou,  
Zhenjiang SHEN: Automatic generation  
of 3D Building Models by building  
Polygon Rectification, GIS Association  
of Japan, International Session (2)  
Nov.7-8, 4pages, 2014.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

周 欣欣 (ZHOU Xinxin)  
名古屋文理大学・情報メディア学部・教授  
研究者番号: 30262645

### (2)連携研究者

杉原 健一 (SUGIHARA Kenichi)  
岐阜経済大学・経営学部・教授  
研究者番号: 80259267

### (3)研究協力者

小橋 一秀 (KOBASHI Kazuhide)  
佐久間 重 (SAKUMA Shigeru)  
高橋 理 (TAKAHASHI Osamu)