

令和元年6月7日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02923

研究課題名(和文) リンクト・オープン・データによる3次元マルチメディア教材活用基盤の研究開発

研究課題名(英文) Research and development on use and application for 3D multimedia learning materials based on Linked Open Data

研究代表者

岡田 義広 (OKADA, Yoshihiro)

九州大学・附属図書館・教授

研究者番号：70250488

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,430,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、既存の3次元マルチメディア教材に含まれる各モノメディアについて、それらコンテンツの意味や属性情報を抽出し、LOD(Linked Open Data)として保存することにより、新たな3次元マルチメディア教材を計算機に自動生成させ、その結果を対話的に修正することにより、教員の必要とする教材を簡単に効率よく生成する基盤技術とツールの開発を行った。また、学習者の学習履歴データを保存する機能のある教材閲覧システムと保存した学習履歴データを分析するための可視化ツールの開発を行った。さらに、開発したシステムを活用して実際に3次元マルチメディア教材の開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

3次元マルチメディアコンテンツの編集生成技術に関しては、モノメディアを対象にした研究開発は数多くあるが、複数のモノメディアの合成された教材としての自動合成の研究はほとんどない。本研究では、実用的なシステム開発までも目指し、電子教材活用教育の推進を図るとともに、研究成果を多方面へ展開することにより社会還元を図るものである。オンライン教材の提供によるアクティブラーナーの育成等から電子書籍やオンライン教材の需要が今後ますます増加すると考えられ、本研究成果の有用性は非常に高いと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this research, for each mono-media included in existing 3D multimedia educational materials, by extracting the meaning and attribute information of its contents and storing them as Linked Open Data (LOD), it can enable computers to generate new 3D multimedia educational materials automatically. Then, teachers can obtain their desired educational materials only by interactively modifying the generated materials. We developed basic technology and tools for that. We also developed a browsing system for educational materials with a function that stores learning history data of learners, and a visualization tool for analyzing the stored learning history data. Furthermore, practically we developed 3D multimedia educational materials using the developed tools/systems.

研究分野：メディア情報学

キーワード：リンクト・オープンデータ 教材開発 電子教材 教育基盤 教育実践

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、医学分野を初めとして3次元CGを含む電子資料やオンライン教材等の需要が増している。これまでに数多くの3次元CGコンテンツの制作ツールが開発されているが、3次元CGを含む3次元マルチメディア教材の制作を目的とする専用ルーツはこれまでになく、そのための編集生成・検索流通技術や開発ツールをさらに研究開発する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、既存の3次元マルチメディア教材に含まれるテキスト、静止画、動画、3次元CG等のモノメディアについて、それらコンテンツの意味や属性情報を抽出し、LOD(Linked Open Data)化することにより、新たな3次元マルチメディア教材を計算機に自動合成(キュレーション自動化)させ、その結果を対話的に修正し最適化することにより、教員の必要とする教材コンテンツを簡便に効率よく生成する基盤技術とツールの開発を行うものである。また、今後増え続けるであろう3次元マルチメディア教材(教育ビッグデータ)を再利用可能とするためのLODとHTML5・WebGL等の最新ウェブ技術による検索流通基盤を研究するとともに、3次元マルチメディア教材の開発と授業実践を通して真に有用なシステムの開発を目指すものである。以下の(1)~(4)について研究開発を実施する。

- (1) 3次元マルチメディア教材編集生成基盤技術の研究開発
- (2) 3次元マルチメディア教材検索流通基盤技術の研究開発
- (3) ウェブ統合基盤システムの開発
- (4) 授業実践による応用研究

3. 研究の方法

平成28年度は、研究目的の(1)と(2)を以下の通り実施する。

(1) 3次元マルチメディア教材編集生成基盤技術の研究開発に関して、(1-a)教材コンテンツのモノメディアへの分解と構造情報のデータベース化、(1-b)モノメディアコンテンツの意味内容および特徴量抽出とLODによるデータベース化を実施する。

(2) 3次元マルチメディア教材検索流通基盤技術の研究開発に関して、(2-a)モノメディア検索技術の研究開発、(2-b)教材コンテンツの構造に基づく検索技術の研究開発を実施する。

平成29年度は、引き続き研究目的の(1)と(2)を実施するほか、(3)と(4)に重きをおく。

(1) 3次元マルチメディア教材編集生成基盤技術の研究開発では、(1-c)LODに基づく教材コンテンツ自動合成ツールの開発、(1-d)自動合成結果を対話的に修正し最適化する編集ツールの開発を行う。

(2) 3次元マルチメディア教材検索流通基盤技術の研究開発では、(2-c)XMLによる著作権情報を含むフォーマット標準化、(2-d)既存電子書籍フォーマット(EPUB, iBooks, EduPub等)との互換機能の研究開発を行う。

(3)ウェブ統合基盤システムの開発では、(3-a)最新ウェブ技術に対応した編集生成基盤システムの開発、(3-b)最新ウェブ技術に対応した検索流通基盤システムの開発を行う。

(4)授業実践による応用研究では、次年度の授業実践に向けた3次元マルチメディア教材開発のための資料収集等準備を行う。

平成30年度は、引き続き(1)~(4)を実施するほか、研究成果の公表に重きをおく。

(1)LODに基づく教材コンテンツ自動合成ツールの開発と自動合成結果を対話的に修正し最適化する編集ツールの開発を継続して行う。

(2)XMLによる著作権情報を含むフォーマット標準化と既存電子書籍フォーマット(EPUB, iBooks, EduPub等)との互換機能の開発を継続して行う。

(3)最新ウェブ技術に対応した編集生成基盤システムの開発と最新ウェブ技術に対応した検索流通基盤システムの開発を継続して行う。上記(1)の追加機能を、HTML5, WebGL等最新ウェブ技術に対応したウェブブラウザで稼動するソフトウェア機能(SaaS)として実装する。また、上記(2)に関して、新たに定義採用するフォーマットに対応するように機能拡張する。

(4)授業実践による応用研究では、医歯学系や考古学などの教材開発を行い、これらの教材を用いた模擬授業の実施により教材の評価を行う。

4. 研究成果

平成28年度の成果は以下の通りである。

(1) 3次元マルチメディア教材編集生成基盤技術の研究開発では、(1-a)教材コンテンツのモノメディアへの分解と構造情報のデータベース化について、電子資料やオンライン教材等の既存教材コンテンツをモノメディアを単位として分解し、コンテンツ全体の構造情報を抽出しXML形式(半構造データ)で表すための構造テンプレートについて調査した。(1-b)モノメディアコンテンツの意味内容および特徴量抽出とLODによるデータベース化では、分解されたモノメディアについて、類似検索に有用な特徴量を明らかにするための評価実験[16]を行った。また、Deep Learning等による学習とBags-of-Wordsによる分類によってコンテンツの意味内容抽出を行う研究[15]を実施した。これらをコンテンツに基づく検索のための特徴量として利用する。また、LOD(Linked Open Data)としてデータベース化し教材生成を可能とするシステムを試作[14]した。

(2) 3次元マルチメディア教材検索流通基盤技術の研究開発では、(2-a)モノメディア検索技術の研究開発に関して、(1-b)で抽出されLODとしてデータベース化された意味内容、種類情報、特徴量を用いた類似検索と絞り込み検索技術について研究を実施した。(2-b)教材コンテンツの構造に基づく検索技術の研究開発では、(1-a)で抽出されデータベース化される既存3次元マルチメディア教材の構造情報を用いた類似検索技術の研究開発した。

平成29年度の成果は以下の通りである。

(1)LODに基づく教材コンテンツ自動合成ツールの開発と自動合成結果を対話的に修正し最適化する編集ツールの開発では、既存3次元マルチメディア教材の構造情報を用いて、LODとしてデータベース化されたモノメディアを自動で割り当てることにより、新たな3次元マルチメディア教材を自動合成し、単純な選択操作と最終的なユーザの修正操作による最適化によって、ユーザが必要とする教材の生成を可能とする編集ツール[12](図1参照)を開発した。

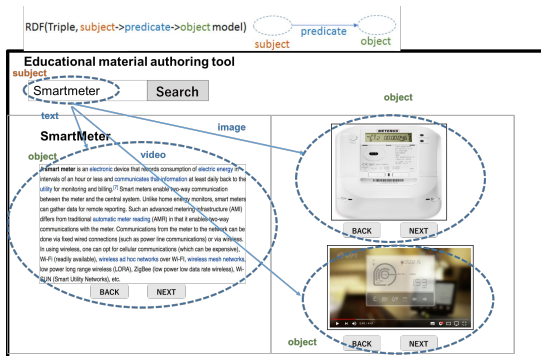


図1: LODに基づく教材編集ツール

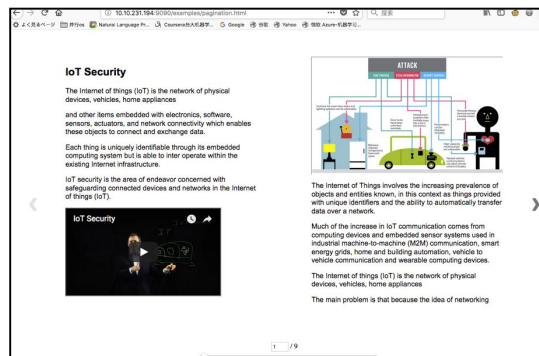


図2: 学習履歴保存機能のある教材ビューワ

(2)XMLによる著作権情報を含むフォーマット標準化と既存電子書籍フォーマットとの互換機能の開発では、EPUB, iBooks, EduPub等の既存電子書籍や電子教材のXMLフォーマットについて、その構造表現を調査・種々検討した。EduPubは仕様策定が完了していないため、EPUBとPDFのフォーマットを対象にして、以下の(3)を進めた。

(3)最新ウェブ技術に対応した編集生成基盤システムの開発と最新ウェブ技術に対応した検索流通基盤システムの開発では、(1)で開発するシステムとツールを、HTML5, WebGL等最新ウェブ技術に対応したウェブブラウザで稼動するソフトウェア機能(SaaS)として実装した。また、(2)で対象としたEPUBとPDFに対応した3次元マルチメディア教材のウェブビューワ[10](図2参照)を開発した。

(4)授業実践による応用研究では、上記(1)~(3)の成果を活用し、日本史学、中国文学、情報セキュリティ科目についてVR/AR機能をもつサンプル教材[13, 11]の開発を行った。

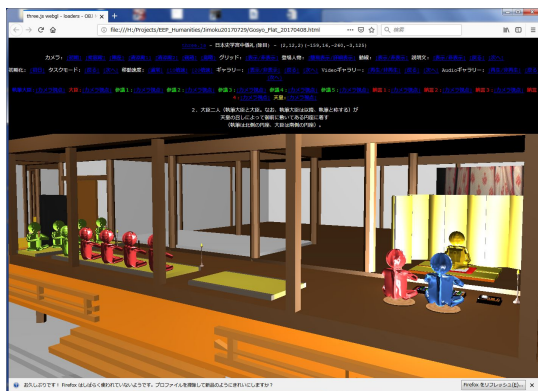


図3: VR/AR, 360VRに対応する教材開発フレームワークにより開発した日本史学Web教材

平成30年度の成果は以下の通りである。

(1)3次元マルチメディア教材編集生成基盤技術の研究開発を継続して行った。LODとしてデータベース化されたモノメディアを検索し割り当てることにより、新たな3次元マルチメディア教材を生成する基盤システムを前年度開発したが、LODの内容からクイズを自動生成する機能を新たに開発[2, 3]した。

(2)3次元マルチメディア教材検索流通基盤技術の研究開発では、EPUB, iBooks, EduPub等の既存電子書籍や電子教材のXMLフォーマットを拡張して、著作権情報も扱えるようになる予定であった。モノメディア単位の著作権情報については、ウェブレットの多重解像度解析に基づく電子透かしによりモノメディアに埋め込む実験を行った。また、著作権情報を扱えるXMLフォーマットについて種々検討した。

(3)ウェブ統合基盤システムの開発では、最新ウェブ技術に対応した編集生成基盤システムの開発と最新ウェブ技術に対応した検索流通基盤システムの開発を継続して行った。上記(1)で追加した機能を、HTML5, WebGL等最新ウェブ技術に対応したウェブブラウザで稼動するソフトウェ

ア機能(SaaS)として実装した。具体的には、上記(1)のクイズを自動生成する機能を3次元CGアニメーションを用いた教材開発フレームワークに統合し、また、360度VR動画に対応するように機能拡張[4,5](図3参照)し、以下の(4)に挙げたサンプル教材を開発した。

(4)授業実践による応用研究では、上記(1)～(3)の成果を活用し日本史学、中国文学、医歯学系[7,8](図4参照)、情報セキュリティ科目[1,6](図5(左)参照)についてVR/AR機能とクイズ機能をもつサンプル教材の開発をそれぞれ行った。また、昨年度開発したウェブビューワの学習者ログを可視化分析するツールの機能拡張[9](図5(右)参照)を行った。

今後は、より実用的な教材開発を行い、授業実践により教材の評価等を行う予定である。

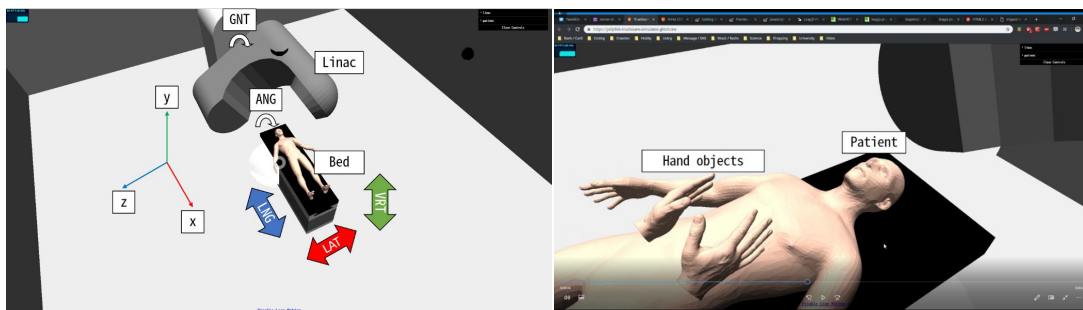


図4：放射線治療トレーニング教材の画面

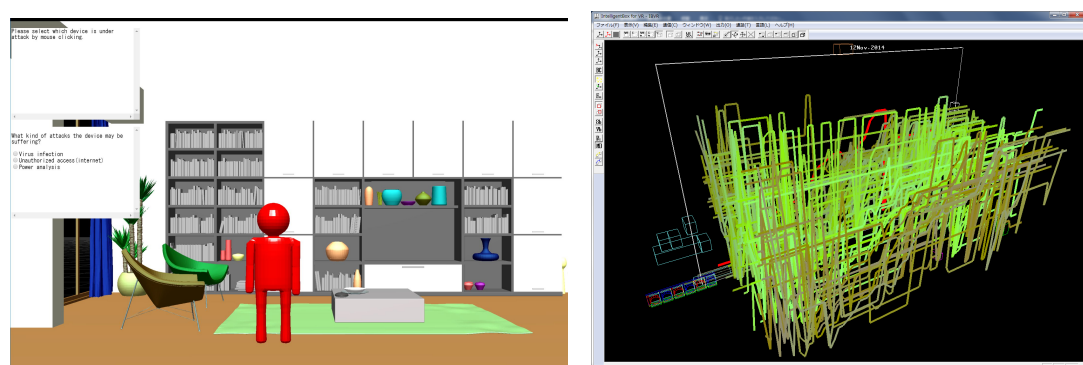


図5：クイズ機能をもつIoTセキュリティ用Web教材の画面(左)と機能拡張した学習履歴データ可視化ツールの画面(右)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 16 件)

Yoshihiro Okada, Akira Haga, Wei Shi, Chenguang Ma, Kulshrestha Srishti, Ranjan Bose, E-Learning Material Development Framework Supporting 360VR Images/Videos Based on Linked Data for IoT Security Education, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol.29 (EIDWT-2019), pp. 148-160, 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-030-12839-5_14.

Wei Shi, Chenguang Ma, Kulshrestha Srishti, Ranjan Bose, Yoshihiro Okada, A Framework for Automatically Generating IoT Security Quizzes in a Virtual 3D Environment Based on Linked Data, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 29 (EIDWT-2019), pp. 103-113, 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-030-12839-5_9.

Wei Shi, Kosuke Kaneko, Chenguang Ma, Yoshihiro Okada, A Framework for Automatically Generating Quiz-Type Serious Games Based on Linked Data, International Journal of Information and Education Technology, Vol.9, No.4, pp. 250-256, 2019, doi: 10.18178/ijiet.2019.9.4.1208.

Yoshihiro Okada, Akira Haga, Wei Shi, Web Based Interactive 3D Educational Material Development Framework Supporting 360VR Images/Videos and Its Examples, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 22 (NBIS-2018), pp. 395-406, 2018, DOI: 10.1007/978-3-319-98530-5_33.

Akira Haga, Wei Shi, Ginpei Hayashida, Yoshihiro Okada, Web Based Interactive Viewer for 360VR Images/Videos Supporting VR/AR Devices with Human Face Detection, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 25 (BWCCA-2018), pp. 260-270, 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-030-02613-4_23.

Wei Shi, Kosuke Kaneko, Chenguang Ma, Yoshihiro Okada, A Framework for Automatically Generating Medical Quizzes with Multi-media Contents Based on Linked Data, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologie, Vol.25 (BWCCA-2018), pp.

147-158, 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-030-02613-4_13.
Kotaro Kuroda, Kosuke Kaneko, Toshioh Fujibuchi, Yoshihiro Okada, Web-Based Operation Training System of Medical Therapy Devices Using VR/AR Devices, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol.25 (BWCCA-2018), pp. 250-259, 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-030-02613-4_22.
Kotaro Kuroda, Kosuke Kaneko, Toshioh Fujibuchi, Yoshihiro Okada, Web-Based VR System for Operation Training of Medical Therapy Devices, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol.772 (CISIS-2018), pp.948-957, 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-319-93659-8_88.
Yoshihiro Okada, Time-Tunnel: 3D Visualization Tool and Its Aspects as 3D Parallel Coordinates, 22nd International Conference Information Visualisation (IV-2018), pp. 50-55, 2018, DOI: 10.1109/iV.2018.00019.
Chenguang Ma, Kulshrestha Srishti, Wei Shi, Yoshihiro Okada, Ranjan Bose, Learning Analytics Framework for IoT Security Education, 12th International Technology, Education and Development Conference (INTED-2018), pp. 9181-9191, 2018, doi: 10.21125/inted.2018.2251.
Chenguang Ma, Srishti Kulshrestha, Wei Shi, Yoshihiro Okada, Ranjan Bose, E-learning Material Development Framework Supporting VR/AR Based on Linked Data for IoT Security Education, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 17 (EIDWT-2018), pp. 479-491, 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-319-75928-9_43.
Chenguang Ma, Kulshrestha Srishti, Wei Shi, Yoshihiro Okada, Ranjan Bose, Educational Material Development Framework Based on Linked Data for IoT Security, 10th annual International Conference of Education, Research and Innovation (iCERi-2017), pp. 8048-8057, 2017, doi: 10.21125/iceri.2017.2151.
Yoshihiro Okada, Kosuke Kaneko and Ari Tanizawa, Interactive Educational Contents Development Framework and Its Extension for Web Based VR/AR Applications, 18th International Conference on Intelligent Games and Simulation (GAME-ON 2017), pp. 75-79, 2017.
Yoshihiro Okada, Kosuke Kaneko, Ari Tanizawa, Interactive Educational Contents Development Framework Based on Linked Open Data Technology, 9th annual International Conference of Education, Research and Innovation (iCERi-2016), pp. 5066-5075, 2016, doi: 10.21125/iceri.2016.2204.
Yu Xiang, Yoshihiro Okada, Kosuke Kaneko, Action Recognition for Videos by Long-term Point Trajectory Analysis with Background Removal, 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS-2016), pp. 23-30, 2016, DOI: 10.1109/SITIS.2016.13.
Hideki Sagara, Shigeru Takano, Yoshihiro Okada, 3D Model Data Retrieval System Using KAZE Feature for Accepting 2D Image as Query, 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS-2016), pp. 617-622, 2016, DOI: 10.1109/CISIS.2016.103.

〔学会発表〕(計 5 件)

Wei Shi, Kosuke Kaneko, Chenguang Ma, Yoshihiro Okada, A Framework for Automatically Generating Quiz-Type Serious Games Based on Linked Data, 8th International Conference on Education, Research and Innovation (ICERI 2018), 2018.
Chenguang Ma, Wei Shi, Yoshihiro Okada, Interactive Web 3D Contents Development Framework Based on Linked Data for Japanese History Education, 12th International Conference on E-Learning and Games (Edutainment-2018), 2018.
岡田義広, 金子晃介, 谷澤亜里, 3D 歴史学 Web 教材開発フレームワークの VR/AR への応用, メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会, 2017.
岡田義広, Virtual Reality デバイスを活用した電子教材の開発, 2017 年ソサイエティ大会 (招待講演), 2017.
岡田義広, 金子晃介, 谷澤亜里, 観光情報としての歴史学 Web 教材の開発, 第 14 回観光情報学会全国大会, 2017.

〔図書〕(計 1 件)

Ayako Shibutani, Junko Uchida, Makoto Goto, Masashi Amano, Norio Togiya, Takayuki Ako, Tsutomu Saito, Yoshihiro Okada, Wei Shi, Kosuke Kaneko, and Yuta Hashimoto, Integrated Studies of Cultural and Research Resources The National Museum of Japanese History, fulcrum university of Michigan, 226 pages, 2019, <https://www.fulcrum.org/concern/monographs/zc77sr415>.

〔その他〕

ホームページ等

<http://goemon.i.kyushu-u.ac.jp/OkadaLab/modules/okadalab/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：金子 晃介

ローマ字氏名：(KANEKO, Kosuke)

所属研究機関名：九州大学

部局名：サイバーセキュリティセンター

職名：准教授

研究者番号(8桁): 30735121

研究分担者氏名：石 偉

ローマ字氏名：(SHI, Wei)

所属研究機関名：九州大学

部局名：附属図書館

職名：助教

研究者番号(8桁): 30812680

研究分担者氏名：谷澤 亜里

ローマ字氏名：(TANIZAWA, Ari)

所属研究機関名：九州大学

部局名：総合研究博物館

職名：助教

研究者番号(8桁): 50749471

研究分担者氏名：吉田 素文

ローマ字氏名：(YOSHIDA, Motofumi)

所属研究機関名：国際医療福祉大学

部局名：医学部

職名：教授

研究者番号(8桁): 00291518

研究分担者氏名：緒方 広明

ローマ字氏名：(OGATA, Hiroaki)

所属研究機関名：京都大学

部局名：学術情報メディアセンター

職名：教授

研究者番号(8桁): 30274260

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。