

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：62608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350393

研究課題名(和文) 拡張現実技術を利用しデジタル展示と展示原本とを連続的に融合するための基礎技術開発

研究課題名(英文) Study for showing the original works with uninterrupted digital information using AR technology at Exhibition

研究代表者

北村 啓子 (KITAMURA, KEIKO)

国文学研究資料館・古典籍共同研究事業センター・准教授

研究者番号：60204913

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：古典資料を対象に展示原本とデジタル展示を連続的に融合させる提示手法開発に取り組んだ。原本自身にデジタル情報へのトリガー(目印とアクセス情報)を付与することは不可能だが、代わりにARの画像認識技術を利用し任意の場所に文字通り"貼る"ことができるとの着想に基づき、新手法と実際のデジタルコンテンツを開発・運用した。1. デジタルギャラリーースコープ(単眼鏡) 2. くずし字に翻刻テキストを並べて読む(ここ何て読むの?) 3. 宝物探し(宿場hunting) 4. 挿絵に描かれた物語の現代語(マルチリンガル)訳を読みAI読上げを聴く 5. AI読上げの音声ガイド。AR利用のスタンダードとして利用・公開提供していく。

研究成果の概要(英文)：We work on a digital exhibition of cultural heritage such as classical manuscripts, books, and drawings. In this research, we have been studying for showing the original work with uninterrupted digital information. Our new idea is that AR image recognition technology can make it possible to give digital information at anywhere on the work without putting an access mark and a pointer on the work itself. On this idea, we developed some new methods and many digital contents for giving a service at real exhibitions. 1. digital gallery scope, 2. displaying the transliteration beside its manuscript on the original work(How to read this?), 3. treasure hunting (Shukuba-hunting), 4. appreciating inserted illustration with reading and listening modern Japanese or multilingual translations of the story that was drawn on it, 5. audio guide by AI voice reading. We will continue to use these standard methods with AR technology in digital contents at real exhibitions.

研究分野：データ情報科学

キーワード：拡張現実 Augmented Reality デジタル展示 Digital Exhibition 古典資料 文化遺産 文化財 展示

1. 研究開始当初の背景

当館では、国文学の研究成果を専門家・一般人に向けて公開・還元するための手段として、『展示』事業を行ってきた。国文学の古典資料を展示するにあたっては、書写本・卷子など物理的制約から一部しか見せることができない。高精細デジタル画像を利用してこの点を補完することにより閲覧者の興味に従ってもれなく見せる、さらに展示者の意図や解説などのデジタル情報を付加することにより閲覧者の理解が深まる展示が可能となる。また古典資料自身の保護・保存にも有効であるため一般には見ることのできない貴重な資料を展示の機会に見せる可能性も広がる。

申請者は、平成23年～25年まで科研基盤(C):「書写本・卷子を対象にしたデジタル展示のための基礎技術開発」により、高精細画像を高い再現性で表示する技術を研究し、展示では不可能である、原本を実際に手にとって見るのと同様に書写本の全頁・卷子の全体を見せるために頁めくり方式・横紙巻き方式の提示技術を開発し、具体的な提示ソフトウェア開発を行ってきた。特に卷子については、絵巻物や二次元的に文字情報を描かれた卷子を題材に超長卷子全画像の自動横スクロール閲覧と二次元上のポイントに解説情報を提示するシステム、卷子の異本を比較対照するシステムの開発を行った。そして卷子や屏風など横長・大型の原本画像は大型高精細モニタ3台をつないだ横長モニタ(7,680x1,600dot)を使って臨場感のある展示を行った。一方検索機能を利用し、三十六歌仙絵や和歌・俳句など歌短冊を歌題、詠み人、筆者、和歌本文、その他様々な特徴から検索、分類し、様々な排列で、リニアな展示原本や図録ではできないダイナミックな見せ方を実現したデジタル展示を開発した。高解像度液晶モニタかつタッチパネルを持つポータブルなタブレット端末(ipadなど)を利用して展示以外の全頁、見えない卷子全体の高精細画像を手元で見ながらその解説を見聞きすることのできるビジュアルガイドシステムを実装した。さらに、展示室内にclosedな無線LAN(Wi-Fi)環境を作り、タブレット、スマホなどで利用できる常設展『新和書のさまざま』のビデオ解説ガイドシステムを開発し、平成25年度より運用している。

2. 研究の目的

本研究では、書写本・卷子などの古典資料を対象に、現実世界へデジタル情報を融合させる拡張現実技術(AR: Augmented Reality)を利用し、展示原本とデジタル展示の連続的な提示手法(シームレスに見せる)技術を確立することを目指す。これにより、デジタル展示と展示原本との融合を実現することが可能になる。申請者はデジタル展示の研究開発

に携わってきたが、展示の原点に戻って、展示原本が無くては成立しない展示を目標に、あくまでも原本を中心に据え、目の前に存在する現実(展示原本)を拡張する形でデジタル展示を連続的に融合させる基礎技術の開発を行う。

ARの画像認識技術を利用し、展示原本自身にデジタル情報へのトリガー(目印とアクセスする情報)を文字通り"貼る"ことができると考えた。展示原本自身にトリガーを付与するのは不可能であるが、代わりにARの画像認識(任意画像のマッチング)を利用することで可能となる。この着想を基にAR画像認識技術の中核に据え、展示原本とデジタル情報を重ねてまたは連続的に見せるために透過型ディスプレイや電子ペーパーなどの新しいデバイスを利用する。

この展示原本とデジタル展示を融合(連続的な提示)する技術は、連続するひとまとまりの紙媒体である書写本・卷子を中心にした古典資料を展示するための物理的制約を撤廃することを可能とする。

博物館・美術館においてもテーマによりまたは部分的に古典資料を扱う機会は多く、広く一般展覧会にも応用できる技術である。またコンピュータ専門家が居ない小規模な資料館・文学館・史料館などは多い。本研究で開発した表示ソフトウェアのスタンダード(パターン化された汎用的なプログラム)は、オープンソースとしてコンピュータ非専門家も容易にデジタルコンテンツ作成の利用に供する。

3. 研究の方法

昨年度までは、デジタル展示として展示原本を補完、または代わりになる品質のものを高精細大型ディスプレイや高精細タブレットなどの独立した電子機器に表示するものであった。それは展示原本から離れたデジタル展示コーナーで改めて全頁、全巻の巻頭巻尾見られるのが通例であった。本研究ではもう一步踏み込み、展示原本とデジタル情報を融合する、あたかも連続しているかのように見せるための技術開発に取り組む。

ARの画像認識技術を利用し、展示原本自身にデジタル情報へのトリガー(目印とアクセスする情報)を文字通り"貼る"ことができると考えた。展示原本自身にトリガーを付与するのは不可能であるが、代わりにARの画像認識(任意画像のマッチング)を利用することで可能となる。現実を目の前の展示原本と捉え、原本の任意の場所にデジタル情報へのトリガーを付与する(実際は原本画像の該当カ所の画像を抜き出す)。そこに拡張させるデジタル情報は原本のリアルなデジタル画像(写真)や内容理解を助ける文字情報・知識などである。鑑賞者は視たいカ所、知りたい所にカメラをかざすだけで、デジタル情報に

アクセスできる。個人の興味に合わせて、読めないくずし字の翻字・翻刻、物語のストーリーを理解する現代語訳・マルチリンガル翻訳など文字情報、類似した挿絵や異本との比較、同じ場面の挿絵のサンプル写真、さらに専門家の解説とその根拠となるサンプル画像などである。これらは内容理解に多くの助けとなる。

ARでは現実世界ではできないことをするのが大きな特長である。古い資料の色・劣化を復元する技術は科学的分析・デジタル技術も利用され蓄積されてきている。文化遺産自身を直接はできなくとも、デジタル画像上で復元することは可能である。目の前の現実である資料の上に、色・劣化を修復後のデジタル画像を重ねて見ることができるのはARだからこそのことである。修復のみならず経年劣化・変化のデータを基に、経年劣化の時代変遷(平安時代、江戸時代の人が見ていたもの)や鑑賞の条件(自然光、灯火)・環境の変更(朝夕の見え方)などの類似体験も可能である。また書かれた本文が写本されていく様のシミュレーションや、冊子の折本や綴本の綴じ方のシミュレーションなどをアニメーションやビデオなどで見せるなど、幾多のシナリオが考えられる。

ARで広く使用されているスマホやタブレット端末用に人間網膜の画像分解能力を超えたとされる高密度ディスプレイが登場し、身近な存在になってきている。展示原本画像の表示デバイスとしての利用も可能になってきたと考える。そこで新たに、個人個人のポータブル表示デバイスを使い、拡張現実を見せてデジタル情報をローカライズすることに取り組む。つまり、個人の興味によって自分だけの拡張されたデジタル展示を展示原本と連続的に融合した一つの展示表現として見るための技術である。

表示デバイスは、普及しているスマホ、タブレットのみならず、眼前に装着できる透過型ディスプレイや商品化の始まったウェアラブル電子情報機器、例えばメガネなどの利用も考えられる。これらの新しい表示デバイスも利用して解説的情報提示の実験をし、評価する。同じ展示を鑑賞しながら他の観客の邪魔にならず、個人の興味に特化した新しいローカライズした展示と言える。

さらに電子ペーパー・透過型ディスプレイなど新しい表示デバイス、高解像化してきた投影機などを駆使し、展示ケースの表面や展示原本の上空、横並びなどあらゆる可能性の場所に設置し、原本の全頁画像(見えない箇所)を連続して、または参照情報を原本に重ねて表示するための技術開発に挑戦する。紙のような質感を表示でき、かつ紙のように扱える電子ペーパーは殆ど消費電力もなく、大量の高解像画像を保存でき、頁めくりも可能である。展示原本の隣に置いて自動めくりを

流しておけば、原本の全頁を見ていると錯覚するであろう。これら展示原本とともにデジタル情報を表示できるデバイスの開拓・開発にも取り組む。透過型ディスプレイや高精細投影機を利用して展示原本と連続させて原本画像をみせたり、紙に近い電子ペーパーや印刷品質に近づきつつある高密度ディスプレイの先駆的デバイスを評価・選択、または必要に応じて改造・試作を行う。これらの表示デバイスを使って、展示原本の続きの原本画像をその場で連続的に見せる実験などを行い、連続的な提示手法を確立する。そして、これまで開発してきたデジタル展示を原本と連続的に融合して見せるための基礎技術の開発を行う。

当館展示(年間8~10回開催)の内容に合致するデジタルコンテンツを企画し、具体的なコンテンツを開発し、実展示での運用・評価を行う。

また、展示会場からリアルタイムに必要な画像を画像DBから取得し、デジタル展示を実行することを可能とする画像DBのリアルタイムインターフェースの開発を行う。当館で構築・公開サービスする画像DBを対象にし、広く展示企画者や一般利用者も同じような形態で利用可能とすることを旨とする。

4. 研究成果

AR技術を利用した以下の新要素技術と実際のデジタルコンテンツを開発した。

- ・デジタルギャラリースコープ(単眼鏡)
- ・くずし字に翻刻テキストを並べて読む(ここ何て読むの?)
- ・宝物情報探し(宿場 hunting)
- ・挿絵の物語、現代語訳・英訳・AI 読上げ
- ・AI による音声ガイド

これらは基幹要素技術として、今後の展示で利用していくARのスタンダードとなった。その他展示内容に依り google earth, interactive projection など広く普及しつつある技術を利用・応用したデジタルコンテンツの開発も行った。新しい表示デバイスは評価・実験段階までで実際の物理展示での利用には至らなかった。実展示では、製品化されている最高密度ディスプレイのタブレット(retina iPad)を利用者用に提供している。以下年度ごとに活動と成果を報告する。

H26年度は、昨年度まで3年間の科研『書写本・卷子を対象にしたデジタル展示のための基礎技術開発』の研究成果を利用して3作品のコンテンツを新たに作成した。特に4Kモニタを利用したこれまでにない再現性の高い、臨場感のあるデジタルコンテンツに品質を高める事ができた。また画像DBとのリアルタイム連動について、画像配信用に画像サーバに保存している画像を動的に貼り合

せて卷子を表示するシステムの開発を行った。実展示での利用は未だだが、館内での評価を行っている。

H27年度は4k,5kモニタの精度を活かし、高精細撮影画像データの高い再現性、原本を人間の目で識別する限界を超える品質で見せることに注力した。画像データの品質を劣化させる不可逆圧縮変換を避け4k,5kモニタの性能を最大に活かすことにより、詳細まで再現できるデジタルコンテンツの作成を行った。4kモニタを複数台つなぎ超横長の臨場感ある卷子表示の実験を行った。絵巻『浦島太郎』は2200万画素20コマ分の撮影画像を3台の超横長モニタを使用し自動横スクロールの展示手法で提示した。冊子体は『金々先生栄花夢』2100万画素8コマ×2冊、『雨月物語』94コマの撮影画像を読書イメージの自動めくりで提示した。通常展・特別展に加え、短期間でテーマを替える特設コーナーのデジタル展示も開始した。「生巧館木口木版作品群」約6千枚の木版画の内、80枚を未整理のままカテゴリー分けだけを行い、見る人が新しい発見をできる新しい展示手法で提示した。3千万画素の高精細画像をそのまま使用した。沢山のサンプルを次々見せる4kモニタのコンテンツと一枚をじっくり詳細まで見るためretina ipadに高精細画像を入れて併設した。原本展示のできない東京博物館所蔵『近世職人尽絵詞』絵巻の全3巻は、デジタル画像を使用させて頂き、2100万画素の画像を各巻15コマ,14コマ,14コマ分のデジタル画像を4kモニタで詳細な描写まで確認できる展示手法で提示した。展示企画者から原本を調査閲覧した時には気付かなかった発見が多々あるとの評価を得た。スポット型デジタルサイネージ(投影機)を使用した新しいデジタルコンテンツの作成にも取り組んだ。

H28年度は、AR技術を利用した具体的なデジタル展示コンテンツの開発に注力した。

1. くずし字に翻刻テキストを並べて読む(ここ何て読む?): 『新古今和歌集』他6作品について、スマホ・タブレットをかざしたカ所の翻刻を表示するコンテンツを開発した。カメラを通した原本資料に重ねて表示するため、資料を直接読む・鑑賞する妨げにならず、背景を透過にし資料の該当カ所に並べて読み易く、好きな場所に翻刻を表示させる自由度もある。興味あるカ所に特定した情報が個々の端末に出てくる利点もある。情報端末に不慣れな人のために、モニタ上にマウスクリックで順次翻刻を表示する機能も併設した。両者を比較し、さらにARの優位を確認できた。
2. 宝物探し(宿場 hunting): 『東海道分間絵図上下巻』は、スマホ・タブレットを宿場名にかざすと、その宿の歌川広重『東海道五拾三次』、館蔵『東海道五十三駅鉢山図絵』、

著名な宿場絵図の表示、宿場の解説、現在の写真・古写真など参照情報のあるインターネットサイトへリンクして宿場の多彩な情報を提供するコンテンツを開発した。実展示では原本の代わりに4kモニタに表示したデジタル画像上で行ったが、展示原本を直接かざす実験も行った。照度不足、情報端末が影を作るなどいくつかの課題があり、演示方法との調整が必要であることがわかった。しかしながら展示番号やQRコードを使わないガイドシステムの1手法とできる手応えを得た。館蔵重要文化財『春日懐紙』のデジタル画像を反転しデジタル処理を行うことにより、紙背に描かれた「春日本万葉集」の文字を浮かび上がらせて見せた。紙背に残る墨映の例を、一方のデジタル画像を反転し表面の墨字をデジタル処理で消すと、墨映が浮かび上がりもう一方の表面墨字が映り込んだことが確認できることを提示した。

H29年度はARの応用を進め、展示原本とデジタル情報を融合するデジタル展示の開発に取り組んだ。大規模特別展を含む5回の展示にて新要素技術と具体的なコンテンツを開発し<古典AR>と名付けて運用した。

1. デジタルギャラリースコープ(単眼鏡)(Augmented Human Eyes): 屏風のように大型で演示が遠くかつガラス越しで見え難いことは多い。見たいカ所を大きくはっきり見ることのできるデジタル単眼鏡を開発した。目の前の屏風の挿絵自身をAR画像認識させて、肉眼の認識能力を超えた高品質のデジタル画像を手元のモバイル端末で見られることで実現した。<伊勢物語図屏風>の全45図に可逆変換画像(png)と各場面の追加デジタル情報[段数・場面名・和歌]を提供した。

2. 挿絵の現代語訳・英訳・読上げ: 絵巻物語や絵入物語に描かれた挿絵の場面ストーリーの現代語訳・英訳・読上げ(AI読上げソフトウェアを利用)を提示するARを開発した。<伊勢物語絵巻>2巻”の挿絵と構図が酷似する”<嵯峨本>と<奈良絵本>の見比べ”との2種類のデジタルコンテンツを開発した。展示原本で機能することを確認したが、原本は一部しか演示できないため全巻・全頁のデジタル展示を作成しモニタ上のデジタル画像での利用を提供した。

3. 音声ガイド: 図録・リーフレット用に作成した古文解説をAI読上げで音声に変換し、ほぼそのまま使用でき作成を省力化できる事を確認した。今後2大通常展の音声ガイドに適用する予定である。リアルタイム読上げソフトウェアとして利用し更に省力化をはかる目途がたった。

また新たにgoogle earthに江戸時代古地図レイヤを現在の航空写真と重ねて見比べ、利用者情報を入れてシェアする実験、インタラクティブプロジェクション技術を使い”百人一首かるた遊び”ゲーム(和歌読み上げ音声聞いて投影されたかるた札を取る)を開

発し、運用・評価を行った。

以上の展示を通して、古い書物や絵図など文化財のデジタル展示を開発するための新しいスタンダード(再利用することによりプログラムレスで容易に作成を可能とする標準)を増やすことができた。これらスタンダードを公開し広く利用してもらうために、これまで開発してきたデジタルコンテンツを館のホームページから公開する準備を進めている。

"原本とデジタル情報を融合"の意味では、展示原本の隣に表示デバイスを置き、デジタル画像で全巻・全頁を一緒に展示する実験を行った。AI speakerのように、専門知識を持った自然な会話インタフェースは個々の利用者の疑問解決・要望を満たすことができる。一般鑑賞者の質問に答えられると展示会場での有効な両方向音声ガイドシステムとして機能する。まず展示内容・作品の基礎知識をギャラリートークの音声データ、解説・パネル・図録・リーフレットなどから集積することに着手した。

H30年度の展示にも着手した。[知の開国-明治150年によせて-]のARコンテンツを開発中である。さらに特別展[いのりとすくいの中世]の新しい企画として、複数台連結同期するプロジェクションの検討・実験、古い資料に描かれた人物や神仏・妖怪などを3Dモデル化し原本CGを使った臨場感あるAR、VR(Virtual Reality)コンテンツの検討・実験にも取り掛かった。

Digital Contents, Computer Human Interface 関連の研究会, Culture and Computing 国際会議での論文投稿・研究成果発表、館紀要で研究報告を行った。国際会議にてAR、AH(Augmented Human)、VR分野の先端研究者と研究・技術交流を行った。電子ペーパーの最新動向調査と研究・技術交流を行った。またモニタが印刷クラスの精度になるのも近いと考え、文化遺産のデジタルアーカイブスをモニタで再現する技術とコンテンツのプラットフォームを検討するため、国宝・重要文化財級資料の調査・分析にも取り組んだ。

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 3件)

北村啓子、古典資料・古文書の展示におけるAR技術の利用 - <<古典AR>> の紹介 -, 国文学研究資料館紀要文学研究編 第44号, 無, pp.11-30 (2018)

Keiko Kitamura, Case study of digital exhibition of Japanese classical writings and drawings based on AR technology, The International Conference on Culture and Computing 2017 proceedings, 有, pp125-126, (2017)

北村啓子、国文学研究資料館において作成してきたデジタル展示・プログラミングの労なく作成するために -, 国文学研究資料館紀要文学研究編 第41号, 無, pp.7-32 (2015)

[学会発表](計 4件)

北村啓子、展示鑑賞にAR技術を利用し文化遺産自身とデジタル情報を融合させたインタラクションの評価, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol.2017-HCI-177, PP1-8, (2018)

北村啓子、AR技術を利用した文化遺産の展示物を直接鑑賞する時のデジタルコンテンツ, 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエーション(DCC), Vol.2017-DCC-18(16), PP1-8, (2018)

北村啓子、文化遺産の展示鑑賞において高解像デジタル画像を活用する技術の考察, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), 無, HCI), Vol.2017-HCI-174(10), PP1-5, (2017)

北村啓子、卷子本の高精細デジタル画像を高品質で鑑賞するために効率よくコンテンツを作成する方法, 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエーション(DCC), 無, VOL.2016-DCC-14 pp.1-5 (2016)

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

デジタル展示の公開（準備中）:

<http://www.nijl.ac.jp/koten/>

6．研究組織

(1)研究代表者

北村 啓子 (KITAMURA, Keiko)

国文学研究資料館・古典籍共同研究事業センター・准教授

研究者番号：60204913

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者：

()