

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：13904

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700291

研究課題名(和文)複合現実感技術を利用した図書館利用者のためのMRサービスシステムの構築

研究課題名(英文)Development of MR services system for library users based on Mixed Reality Technology

研究代表者

岩崎 洋平(Iwasaki, Yohei)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90442483

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：複合現実感を用いて図書館サービス(蔵書検索および入館・貸出履歴管理)を図書館利用者(ユーザ)に提供するサービスシステム：MR Librarian System(MRLS)の開発および検討を行った。蔵書検索サービスとして、検索対象図書が置かれている書棚までユーザを案内するシステムの構築および書棚内での図書位置を呈示するための画像処理技術についての検討を行った。また、入館・貸出履歴管理サービスでは、ユーザの利用履歴情報を分析し、アバターを自動生成するエンジンの構築を行った。さらに、図書館利用率を向上させるインセンティブ・プログラムとしての本システムの有効性を検討するためアンケート調査も実施した。

研究成果の概要(英文)：We developed MR Librarian System(MRLS) based on MR technology. This system supplies services for guiding users to a requested book and managing history of lending using an avatar called MR Librarian. Guiding system superimposes navigating information and locations of books for images of real library. Then we developed avatar-generating engine as managing history of lending. This engine changes the dress of a user's avatar according to the genre of books that the user borrows. In addition, this engine optionally customize avatar by putting on the accessory and changes CG. These MR services provide incentives to the users. We evaluated whether these services are usable as an incentive program in educational institutions.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：情報サービス 複合現実感技術 図書館サービス ナビゲーションシステム 領域推定

### 1. 研究開始当初の背景

コンピュータの進歩・発展に伴い、コンピュータ内に構築した仮想空間を用いて情報を提示する VR (Virtual Reality: 仮想現実) 技術の研究がなされてきた。さらに、仮想空間を現実的なものにするために仮想的に表現しづらい部分を現実世界の物理データを利用して補う MR (Mixed Reality: 複合現実感) 技術の研究も進められている。このような現実世界と仮想世界を融合する技術である MR は、医療・建築・工業製品設計・防災・エンターテインメント分野 (ゲームなど) への応用が試みられている。

本研究では、これらの MR 技術を用いた図書館利用者のためのサービスシステムを開発し、よりユーザビリティの高い蔵書検索およびより分かりやすい履歴管理を可能とすることを旨とする。また、教育機関における利用率向上のためのインセンティブ・プログラムとして本システムを利用することができないかを検討する。

### 2. 研究の目的

本研究では、「現実情報と仮想情報をリンクし、分かりやすくより多くの情報をユーザに提示する技術」すなわち「MR 技術」を用いた「図書館利用者のための MR サービスシステム: MR Librarian System (以下、MRLS)」を構築する。MRLS では、アバターを介して、2つのサービスを提供する。

蔵書検索サービスでは、ユーザの探している図書が置かれている書棚の位置および書棚内における図書の位置までのナビゲーション情報を MR 表示によりユーザに提示する。

入館・貸出履歴管理サービスでは、ユーザの入館履歴や貸出履歴のデータを分析し、貸出図書の嗜好や入館の傾向などをアバターの变化として分かりやすく提示する。

また、2つのサービスをユーザに提供することによって、図書館利用率向上のためのインセンティブ・プログラムとして機能させることも目指す。図書館のような教育・公共機関においては、インセンティブ・プログラムを運用する際に、金銭や物品を伴わないプログラムの導入が望ましい。

特に、入館の傾向や個人の貸出図書の嗜好などを CG (アバター) の変化として分かりやすく提示するサービスは、このような場合において、より大きなインセンティブをユーザに与えることが期待される。そこで、本システムが、ユーザの図書館利用に対するインセンティブとして機能し、図書館の利用率を向上させる効果があるかどうかを検証するための調査を行う。

### 3. 研究の方法

MRLS は、図 1 に示すように、MR 司書と名付けたアバターとその MR 提示を介して、次のような図書館サービスをユーザに提供する。

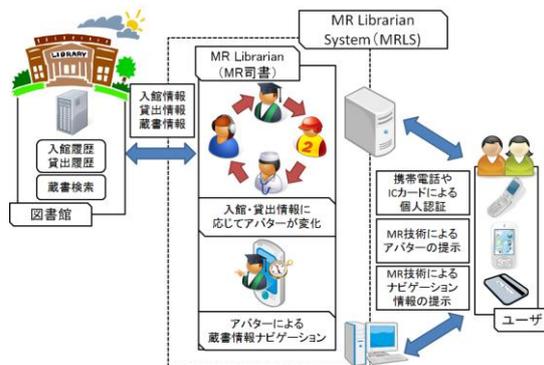


図 1 MRLS 概要

図書館内ナビゲーション: ユーザが検索している図書 (以後、目的図書と呼ぶ) の案内情報を MR 技術により提示してユーザを誘導する。

貸出履歴管理サービス: ユーザの貸出履歴のデータを分析し、その嗜好などをアバターの变化として分かりやすく提示する。

#### (1) 図書館内ナビゲーション

現在、図書館で行われている蔵書検索では、探している図書がどの書棚に収められているかという情報を提示するのみである。したがって、書棚の位置および書棚内の図書の位置については、ユーザ自身で探すことが必要となる。そこで、図書館内ナビゲーションでは、実物の図書館の映像上に書棚までの案内情報や図書の位置情報を重畳表示することで、目的図書までユーザを誘導する。誘導は次の 2つのプロセスにより、提供される。

#### ① 書棚までの誘導

図 2 にシステム概要を示す。

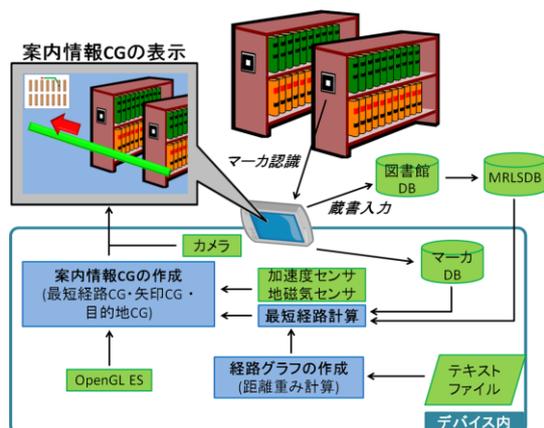


図 2 誘導システム概要

ユーザを目的図書が収められている書棚 (目的書棚) まで誘導するために、ユーザと目的書棚の位置特定および通路の位置情報が必要となる。そのため、ユーザの位置を特定するためのマーカ座標・目的書棚の位置を特定するための書棚座標および通路を示す案内用座標を既知とする。次に、図書館の各書棚の両端にマーカを 1つずつ貼付しマーカ

座標とリンクする。これにより、マーカを撮影することでユーザの位置を特定できる。また、書棚に収められている蔵書情報と書棚座標を関連付けることで、目的書棚の位置を特定することが可能となる。

ユーザおよび目的書棚の位置特定後、最短経路を計算し案内情報を作成する。作成した案内情報は、カメラで撮影された図書館映像上にMR技術を用いて重畳表示する。したがって、ユーザは、目的図書の入力および書棚に設置されたマーカを撮影するだけで、目的書棚までの案内情報を得ることができる。

## ② 図書位置呈示

目的書棚までユーザを誘導した後、目的図書の書棚内での位置を書棚の画像に重畳表示するシステムを提案する(図3)。

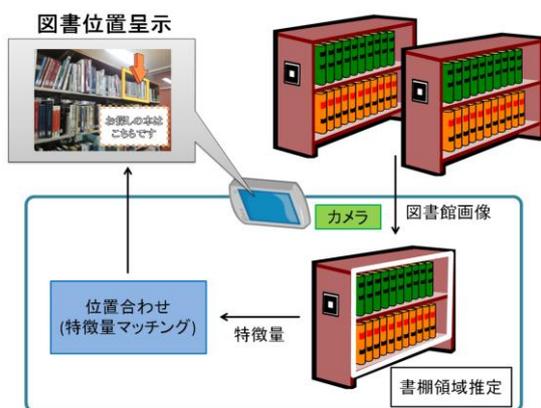


図3 図書位置呈示システム概要

目的図書の書棚内での位置を呈示するためには、仮想的に表現する位置情報と図書館画像との位置合わせが必要となる。本システム導入のための作業の簡素化や図書館の景観損失を最小限にするため、マーカや特別なデバイスを用いない構成とする。したがって、図書館画像から書棚領域を推定し、そこから得られる特微量のマッチングにより位置合わせを計算し、図書の位置情報を重畳表示する。

## (2) 貸出履歴管理サービス

図書館において、そのユーザに付随する情報として、ユーザの入館履歴やどのような種類の本を何冊借りてきたかというものがある。MRLSでは、これらの履歴情報を分析し、入館状況の傾向、ユーザの貸出図書の嗜好や貸出の頻度などをアバターの変化として分かりやすく提示する。

そのため、ユーザ情報に応じてアバターを生成・変化(以下、アバター生成とする)させるためのアバター生成エンジンを開発した。このエンジンは、大きく分けて以下の3つのシステムで構成される(図4)。

- ユーザ情報からアバター生成に必要な情報を生成するための情報読み込みシステム

- ユーザごとの情報(図書館の利用状況など)およびアバター生成に必要な情報を保存するためのデータベースシステム(以下、DBシステム)
- アバター生成を行うアバター生成システム

また、本エンジンにおいて、アバターとは図5に示すように、服装を表すCGキャラクターとそれに付随するCGアクセサリを合成したものをいう。アバターの変化とは、ある変化条件(ルール)にしたがって、CGキャラクター(服装)が変化したり、CGアクセサリをカスタマイズすることを指す。

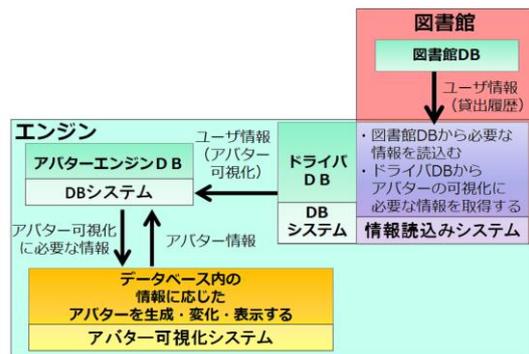


図4 アバター生成エンジンの校正

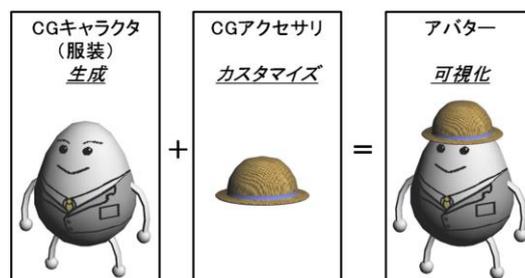


図5 本エンジンにおけるアバター

MRLSでは、ユーザにインセンティブを提供することにより、図書館利用意欲および図書館利用率の向上を図ることも目的の一つとしている。インセンティブとしては、金銭や物品の提供が効果的であるが、これらは図書館のような教育機関には適していない。そこで、MRLSでは、金銭や物品以外のインセンティブとして、図書館に行くあるいは本を借りることによって変化するアバター(CG)をユーザに提供する。

## 4. 研究成果

本章では、3章で述べたそれぞれのシステム開発およびその評価について述べる

### (1) 図書館内ナビゲーション

#### ① 書棚までの誘導

図書館内でのユーザ・書棚・通路の位置を特定するために、図書館マップのマーカ座標・書棚座標・案内用座標および蔵書と書棚のリンク情報を格納したデータベース(DB)を構築した。

本システムを実現するためには、図書館の映像やマーカを撮影するカメラ、マーカを認識し最短経路を計算するための CPU、案内情報を重畳表示するために必要なカメラの姿勢情報を取得するセンサなどが必要となる。本研究では、必要となるハードウェアおよびソフトウェアが実装されている Android OS を搭載した携帯情報端末 Galaxy Tab (以下、Android 端末) を用いて、これらの機能を実現した。

誘導を行う際には、マーカの撮影および目的図書を入力することによりスタートとゴールの位置を特定する。これらの位置が特定されると、グラフ上の 2 頂点間の最短経路をダイクストラ法により求める。

最短経路が計算されると、その情報に応じて案内情報を作成し、Android 端末のカメラで取得した映像上にユーザの動きに合わせて重畳表示する。

また、曲がり角において書棚の裏を通る最短経路を描画するには、書棚に隠れる部分を非表示にする必要がある。本システムでは、図書館マップを参照することで実環境にある書棚と最短経路の位置関係を把握し、案内情報を描画する際に、マスクをかけることによりこの問題を解決した。

さらに、より分かりやすくユーザを誘導するために、サブマップも実装した(図 5 左上)。

提案システムを実物の図書館において動作させたところ、図 5 に示す通り、案内情報の重畳表示およびサブマップの更新が確認できた。

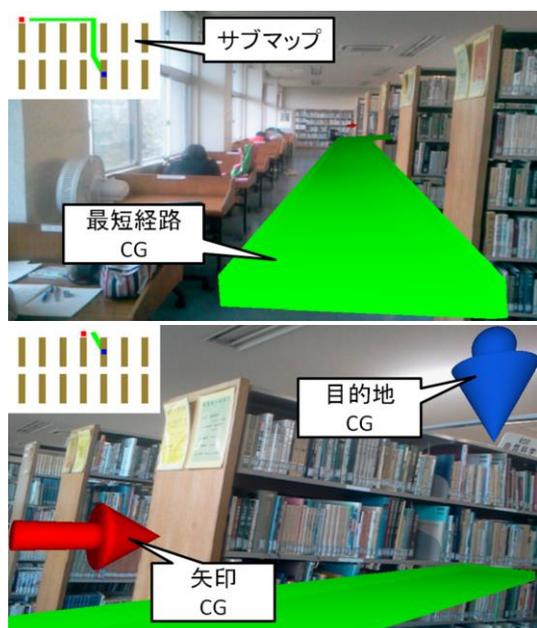


図 5 本エンジンにおけるアバター

## ② 図書位置呈示

図書館には多くの書棚が存在し、それぞれ同じような特徴を持っている。また、類似した形状特徴を持つ図書や扉、電灯なども多数存在している。そのため、エッジ検出やコー

ナー検出により書棚領域を推定した場合、対象ではない物体のエッジなどを検出するため、その推定は困難である。

そこで、本研究では、図書館画像から書棚枠を特定することにより、書棚領域を頑強に推定する手法を提案する。提案手法の流れを図 6 に示す。

提案手法ではまず、図書館において書棚を撮影した画像から水平方向 Sobel フィルタと垂直方向 Sobel フィルタを用いてエッジ検出を行う。これは書棚の上下枠は水平方向エッジ、左右枠は垂直方向エッジに現れる特徴点群を各々分けて特定するためである。

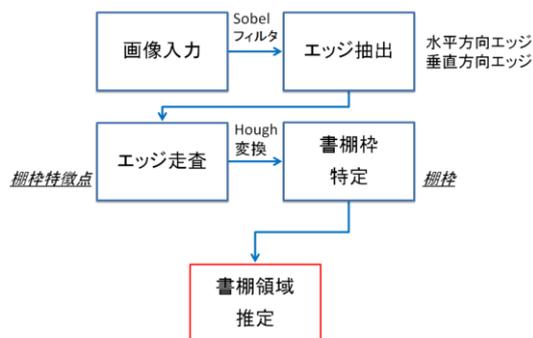


図 6 書棚領域推定の流れ

前述したとおり、検出されたエッジには対象とする書棚枠以外のものも含まれており、これらを排除する必要がある。そこで、検出されたエッジの走査を行い、対象の書棚枠であると推定されるエッジを特徴点として検出する。

最終的に、書棚枠特定に必要な特徴点は、直線状に並んでいると考えられる。したがって、得られたすべての特徴点の座標を入力として、Hough 変換により最も直線状に連続して並ぶ点から 1 本だけ検出した直線を書棚枠の一部とする。

書棚領域を構成する上下枠 2 本および左右枠 2 本の直線全てを特定するため、この走査を画像の水平方向エッジに対しては上下から、垂直方向エッジにたいしては左右から各々行う。

推定された書棚領域の SURF 特徴量から特徴量マッチングを行い、得られた情報からホモグラフィ行列を求めることで図書の位置を呈示するシステムのプロトタイプを構築した。

図書位置呈示の評価実験として、実物の図書館画像を用いて書棚領域の推定精度を比較することで、有効性を調査した。

実験に用いた画像は、システム運用時を想定して書棚全体が撮影されている書棚遠景・書棚の一部が撮影されている中景・近景の各々 10 枚である。ここで中景・近景においては、書棚枠が一部撮影されていない。このような場合には、画像の端が書棚領域内であるため、特定された本棚枠と画像端が囲む領域が書棚領域となる。したがって、本手法で

は、4本から2本の本棚枠を特定することで、書棚領域を推定する。

書棚領域の推定例と推定結果を図7および図8に示す。



図7 書棚領域推定例

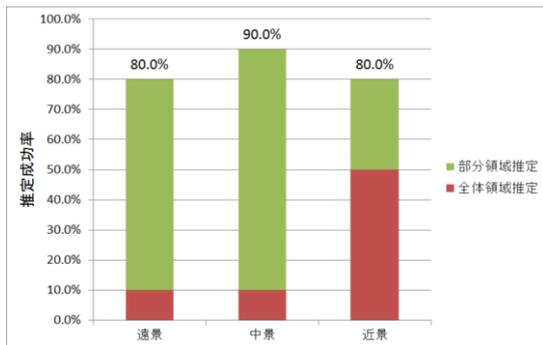


図8 書棚領域推定結果

書棚領域推定の成功率は平均で 83.3%であり、ほとんどの実験画像において、図書位置を呈示するために必要となる書棚領域の推定ができることを確認した。

## (2) 貸出履歴管理サービス

構築したアバター生成エンジンは、ユーザの図書の貸し出し履歴情報（借りた本のジャンルおよびのべ冊数）に応じて、アバターを生成する。その際、下記の条件に応じて、アバターを変化させる。

1. 借りた図書が 1 冊前に借りた図書のジャンルと違う場合にキャラクタ（服装）を変化させる
2. 図書を借りることでポイントが付加され、そのポイントとアクセサリを交換することでアバターをカスタマイズする

ここで、1.の条件は、ユーザの嗜好を可視化することを目的とし、2.の条件は、ユーザビリティの高いアバター変化を実現することにより、より大きなインセンティブとして

の効果を狙い設定した。なお、変化後の情報は、再び、アバターエンジン DB に記録される。アバター生成・アクセサリカスタマイズの結果例を図9に示す。

以上のアバターが図書館におけるインセンティブとして有用であるかどうかを検討するためにアンケート調査を行った。

アンケートは、工業高等専門学校（のべ 105 名）を対象として実施した。ここでは、本システムを導入後の図書館利用意欲の変化（増減）についての結果を図10に示す。ここで1回目と2回目では、アバターのカスタマイズの条件をより自由なものとした。

図10に示す通り、1回目より2回目の方がより高い効果（意欲を向上させる効果）があることが確認できた。

これらのアンケート調査の結果より、CGが教育機関の利用率を向上させるインセンティブとして効果が期待できることが確認できた。また、このようなCGによるインセンティブ・プログラムを教育機関などに導入する場合には、その機関に応じた妥当性のある条件およびユーザの興味をひく、より自由度の高いカスタマイズを行えるものが、より効果的であることが分かった。

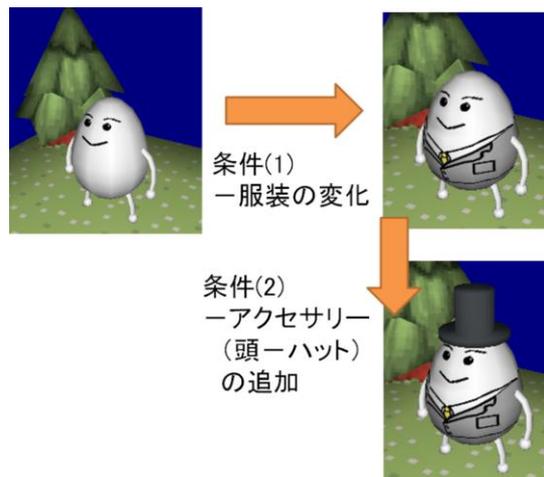


図9 書棚領域推定結果

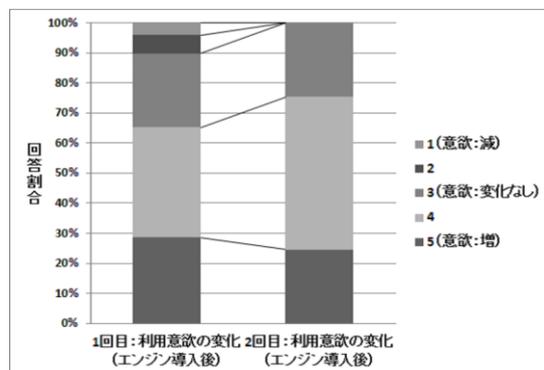


図10 書棚領域推定結果

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 4 件)

- ① 岩崎洋平・増田翔平・神納貴生・栗山繁,  
「複合現実感を用いた図書館サービス  
システム」, 電子情報通信学会 2014 年  
総合大会, 2014 年 3 月 20 日, 新潟大学
- ② 増田翔平・岩崎洋平・神納貴生・栗山繁,  
「図書館における本棚領域の頑健な推  
定法」, 電子情報通信学会 2014 年総合  
大会, 2014 年 3 月 20 日, 新潟大学
- ③ 岩崎洋平, 「図書館利用者のための MR サ  
ービスシステム: MR Librarian System  
(MRLS) の開発」, 第 19 回高専シンポジ  
ウム 2014 年 1 月 25 日, 久留米工業高  
等専門学校
- ④ 岩崎洋平・岩井智成, 「図書館利用者の  
ための MR サービスシステムの開発」, 情  
報処理学会研究報告. グラフィクスと CAD 研  
究会報告 2013-CG-151(1), pp. 1-8, 2013 年  
6 月 17 日, リンクステーションホール青森  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/1100095799>  
20

[その他]

複合現実感技術を用いた新しい図書館サ  
ービスの開発, 熊本高等専門学校 ICT 活用  
学習支援センター報第 2 号 (pp. 5-6)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩崎 洋平 (IWASAKI, Yohei)

豊橋技術科学大学・情報知能工学系・准教授

研究者番号: 90442483