

図書館利用者のためのMRサービスシステムの開発

岩崎 洋平^{1,a)} 岩井 智成^{2,†1}

概要: 本研究では、複合現実感 (MR) 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 (MRLS) を開発するためのフレームワークについて検討する。MRLS では、MR Librarian (MR 司書 : MRL) と名付けたアバターを介して、2つの図書館サービス (蔵書検索および入館・貸出履歴管理) をユーザに提供することを目指している。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までのナビゲーション情報を MR 表示された MRL によってユーザに呈示する。また、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て、貸出図書の嗜好や入館の傾向などを MRL の変化として呈示する。さらに、本システムを図書館利用率向上のための (金銭や物品を伴わない) インセンティブ・プログラムとして機能させることについても検討を進めている。本稿では、それぞれのサービスシステムの開発について述べるとともに、本システムのインセンティブ・プログラムとしての有効性を検討するために行ったアンケート調査の結果についても述べる。

Development of MR services system for library users

YOHEI IWASAKI^{1,a)} TOMONARI IWAI^{2,†1}

Abstract: We have developed a MR Librarian System (MRLS) using Mixed Reality (MR) technology. This system provides users two kinds of services called *library search* and *admission and lending history management*, which introduces an avatar called MR Librarian. Former service is composed of the system that provide navigation for bookshelf on which the target book is placed with MR technology. Admission and lending history management services is supply an avatar visualization engine, which can customize the dress and accessory of an avatar according to the preference of borrowed books. By offering these services, MRLS aims to increase the users' incentive and improves the library services. This article reports the development of MRLS, and experimentally evaluate its validity through questionnaire survey.

1. はじめに

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呈示する VR (Virtual Reality : 仮想現実感) 技術の研究がなされてきた。

仮想空間をより現実的なものとするために、仮想的には表現しづらい部分を現実空間の物理データを利用して補う、あるいは現実空間には存在しないものを仮想空間の情報として表現し、現実空間に付加する 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 MR 技術は、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 [1], [2].

我々は、現実空間における情報と仮想空間における情報をリンクし、より多くの情報を分かりやすくユーザに呈示することのできる技術である MR 技術を用いて、図書館利用者のための総合的な MR サービスシステム : MR Librarian System (以下、MRLS) の開発を行っている。

本システムでは、MR Librarian (MR 司書) と名付けたアバターとその MR 呈示を介して、2つの図書館サービス (蔵書検索および入館・貸出履歴管理) をユーザに提供する。これにより、よりユーザビリティの高い蔵書検索および分かりやすい履歴管理を実現する。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

¹ 豊橋技術科学大学
Toyohashi University of Technology
² 熊本高等専門学校
Kumamoto National College of Technology
^{†1} 現在, NTT ドコモ
Presently with NTT DOCOMO, INC
^{a)} iwasaki@cs.tut.ac.jp

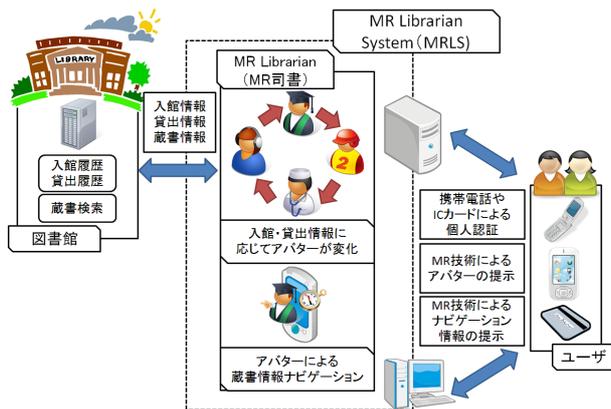


図 1 MRLS 概要
Fig. 1 Outline of MRLS

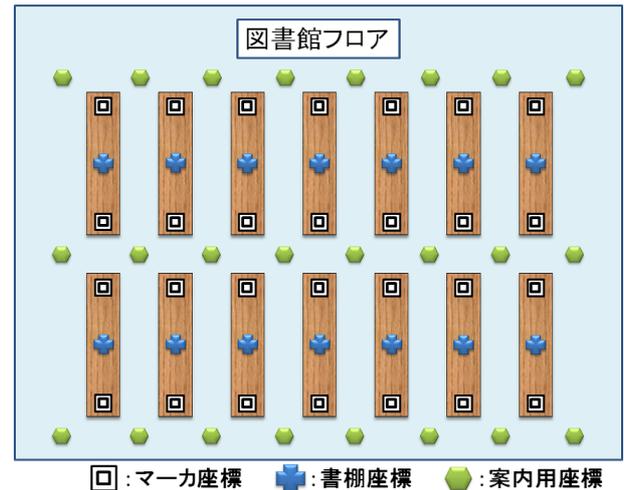


図 2 図書館マップ
Fig. 2 Map of library

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している。

図書館のような教育・公共機関において、インセンティブ・プログラムを運用する際には、金銭や物品を伴わないプログラムの導入が望ましい。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呈示するサービスは、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 [3]。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にアンケート調査を行った。

以下、2 章では MRLS の概要について、3 章ではそれぞれのサービスシステムの開発状況、さらに 4 章においてその評価について述べる。最後に 5 章において、まとめと今後の課題について述べる。

2. MRLS 概要

MRLS は、図 1 に示すように、2 つのサービスシステムから構成されている。

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までの案内情報を MR 技術によって呈示してユーザを案内することを、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て、入館の傾向や貸出図書の嗜好などをアバターの変化として分かりやすく呈示することを目指している。

以下、それぞれのサービスシステムについて述べる。

2.1 蔵書検索サービス

現在、図書館で行われている蔵書検索サービスでは、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しか得ることができない。そのため、書棚の位置については、ユーザ自身で探すことが必要となる。そこで、MRLS では、現実空間 (実際の図書館) の映像上に案内情報 CG

を重畳表示するナビゲーションシステムを用いて、目的の書棚位置までユーザを案内するサービスを提供する。

図書館のような屋内では、一般的なナビゲーションシステムのように GPS (Global Positioning System) を用いてユーザの位置を特定することができない。そのため、本システムでは、マーカを使ってユーザの位置特定を行う手法 [4], [5] を採用した。これらの手法では、案内を行う環境内に位置情報が既知であるマーカを多数配置し、これらのマーカを認識することによりユーザの位置特定を行う。

本システムでは、案内情報 CG を生成するために、ユーザ・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・検索している蔵書が収められている目的書棚を特定するための書棚座標および通路を示す案内座標を既知とし、座標として表現した。

図 2 に、マーカ座標・書棚座標・案内座標の配置を示した図書館マップを示す。ここで、マーカの座標値は、マーカ自体の位置とはせずに、マーカを撮影しているユーザが存在している通路上の座標を設定している。

本システムでは、図書館の各書棚にマーカを設置し、そのマーカを撮影することでユーザの位置 (マーカ座標) を特定する。また、書棚に置かれている蔵書情報と書棚座標を関連付けることで、目的の書棚およびその位置を特定する。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 CG を作成する。作成した案内情報 CG は、カメラで撮影された実際の図書館映像上に重畳表示される。

最短経路の計算には、グラフ上の 2 頂点間の最短経路を効率的に求めるアルゴリズムであるダイクストラ法を用いる。ダイクストラ法を適用するために必要な経路グラフは、図書館マップ (図 2) のマーカ座標・本棚座標および案内座標から構築する。また、経路グラフの各辺の重みは座標間の距離 (実際の図書館を計測した値) とした。

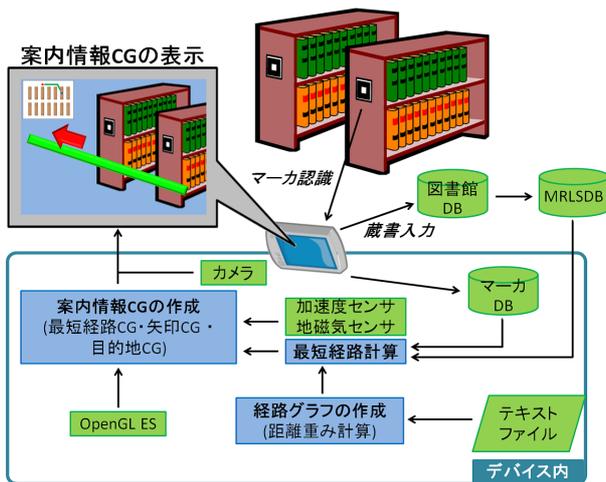


図 3 ナビゲーションシステム概要
Fig. 3 Outline of navigation system

ナビゲーションシステムのシステム概要図を図 3 に示す。ユーザは、本システムを実装したデバイスを使用し、検索蔵書の入力および書棚に設置されたマーカの撮影を行うだけで、蔵書のある本棚までの案内情報を得ることができる。そのため、比較的簡単な操作のみで、蔵書検索サービスを利用可能である。

2.2 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呈示する。そのため、ユーザ情報に応じてアバターを可視化する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。

- ユーザ情報からアバター可視化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）およびアバター可視化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）
- アバターを生成・変化させるアバター可視化システム

本エンジンにおけるアバターとは、服装を表す CG キャラクタとそれに付随する CG アクセサリを合成したもの（図 4）をいう。また、アバターの可視化とは、ある条件（ルール）にしたがって、CG キャラクタ（服装）を生成したり、CG アクセサリをカスタマイズすることにより、アバターを変化させることを指す。

図書館を対象としたアバター可視化エンジンの構成図を図 5 に示す。

情報読み込みシステム

情報読み込みシステムは、図書館 DB からユーザ情報を

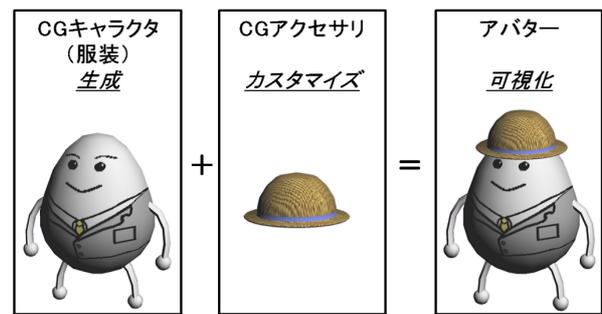


図 4 本エンジンにおけるアバター
Fig. 4 Avatar of this engine

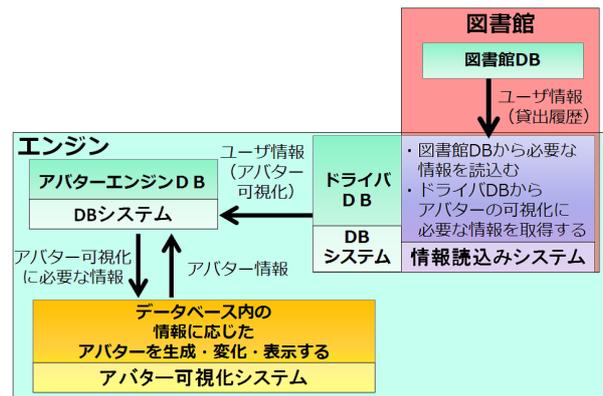


図 5 アバター可視化エンジンの構成
Fig. 5 Outline of avatar visualization engine



図 6 DB システム
Fig. 6 Database system

取得し、ドライバ DB（後述）の情報と照合して、アバター可視化に必要な情報を生成するシステムである。ドライバ DB を変更することにより、図書館以外のユーザ情報を持つシステムにおいても本エンジンによるアバター可視化が可能ないように設計している。

DB システム

アバター可視化エンジンでは、ユーザ情報に応じて可視化したアバター情報を保存するための DB システムがいくつか存在する。それぞれの DB システムの管理する情報を図 6 に示す。

アバターエンジン DB はキャラクタ（服装）・アクセサリ

情報といったユーザの-avatar情報を管理するDBである。

ドライバDBは、Avatarの可視化に必要な情報・ルールおよびエンジンと図書館システムの橋渡しをするために必要な情報を管理するDBである。

ここで、請求番号とは、図書それぞれに付加されている分類番号(図書のジャンル)、著者記号(著者の名前の頭文字)、巻数・年数などを表す番号である。この分類番号は、日本十進分類法[6]により定められており、ユーザの借りた図書のジャンルを特定するために用いる。

図書館DBはユーザおよび図書の情報と貸出履歴を管理するDBである。今回は、実際の図書館システムではなく、評価用に構築したDBを用いる。

Avatar可視化システム

AvatarエンジンDBから情報を取得し、それに応じてCGキャラクタの生成・CGアクセサリのカスタマイズを行うシステムである。また、可視化したAvatar情報をAvatarエンジンDBに保存する機能も有する。

3. サービスシステムの開発状況

この章では、上記で概要を説明したサービスシステム(ナビゲーションシステムおよびAvatar可視化エンジン)の開発状況について述べる。

3.1 ナビゲーションシステムの開発状況

本ナビゲーション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CG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(加速度センサおよび地磁気センサ)・CG描画のためのシステム、マーカと書棚・書棚と蔵書のリンク情報が格納されているデータベースと通信するためのインタフェースが必要となる。

本研究では、カメラやセンサなどのハードウェア、SQLiteやOpenGL ESなどのソフトウェアが実装([7], 表1)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。そのため、Android端末以外の外部デバイスを使用することなく、持ち運びが容易なコンパクトなシステムとして構築できた。

本システムでは、図書館内での位置(ユーザ・書棚)を特定するために、図書館マップ(図2)の各情報(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(MRLSDB)を構築した。

それぞれの書棚に設置されたマーカをカメラで撮影することにより、ユーザ位置(スタート)を特定する。また、検索したい蔵書情報をシステムに入力することで、MRLSDBより、目的の書棚位置(ゴール)を特定する。スタートおよびゴールが特定されると、図書館マップから作成した経

表1 Galaxy Tabの仕様と本システムでの機能

Table 1 Spec of Galaxy Tab and Function of this system

Android	仕様	Android 2.2 Froyo (API レベル: 8)
CPU	仕様	1.0[GHz]Application Processor with PowerVR SGX540
	機能	最短経路の計算・案内情報の作成
ディスプレイ (表示画面)	仕様	7[inch] WSVGA (1024 × 600)
	機能	案内情報をユーザに提供
カメラ	仕様	3.0 MP AF camera with LED flash + 1.3MP(VT)
	機能	図書館映像およびマーカの撮影
センサ	仕様	加速度センサ・地磁気センサ
	機能	端末(カメラ)の姿勢(傾き)を検出
データベース	仕様	SQLite
	機能	マーカと書棚・書棚と蔵書の リンク情報の格納・検索
OpenGL ES	仕様	OpenGL ES 1.0/1.1/2.0
	機能	案内情報CGの重畳表示

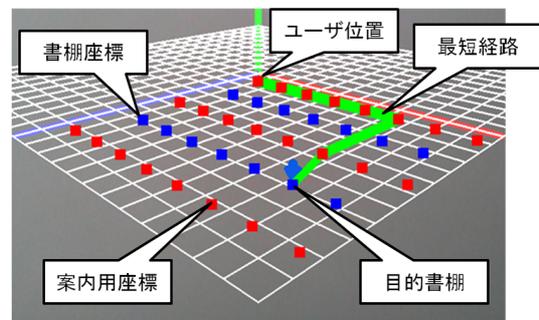


図7 最短経路

Fig. 7 Shortest route

路グラフを用い、ダイクストラ法により最短経路を計算する。最短経路の計算例を図7に示す。

最短経路が計算されると、その情報に応じて案内情報CGを作成する。ここで、案内情報CGとは、ユーザの通るルートを示す最短経路CG、進行方向を示す矢印CG、目的地を示す目的地CGの三つを指す。

案内情報CGを、Android端末のカメラ機能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ためには、Android端末(カメラ)の位置・姿勢を求める必要がある。本システムでは、位置を書棚のマーカ認識を用いて、姿勢を端末に搭載されている加速度センサ・地磁気センサを用いて次のように求める[8]。

- Android端末の位置情報は、認識したマーカに合わせて更新する。
 - 図書館マップの座標系に対するセンサの基準軸の回転行列 R とセンサの基準軸に対するカメラの回転行列 R_s を求める。
 - 求めた R_s , R からカメラ行列 R_c を計算し、Android端末の姿勢情報を更新する。
- 曲がり角において最短経路CGを描画する場合、書棚の



図 8 案内情報 CG の表示 (移動途中)
Fig. 8 Display the navigation CG (moving)

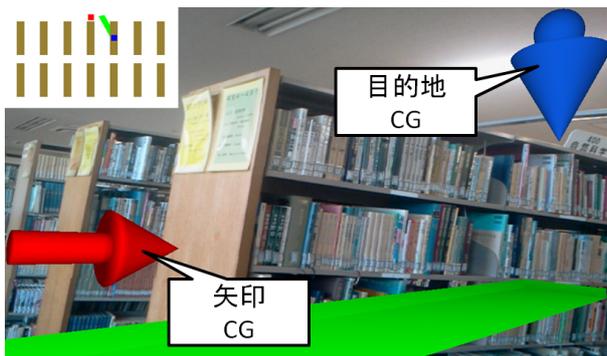


図 9 案内情報 CG の表示 (目的地付近)
Fig. 9 Display the navigation CG (near the destination)

裏を通る最短経路 CG は、書棚に隠れる部分を非表示にする必要がある。そのためには、現実環境に存在している書棚と最短経路 CG との位置関係 (奥行き) を把握し、その情報から最短経路 CG の表示範囲を決定しなければならない。本システムでは上記の問題を、OpenGL ES のステンスルバッファの機能を用いることで解決した。ステンスルバッファは 3DCG を描画する際、3DCG に対してピクセル単位のマスクを行い、3DCG の描画範囲を限定する機能である。

より分かりやすくユーザをナビゲーションするために、サブマップも実装した。サブマップは図書館を上から見た画像 (2D マップ) となっており、画面左上に表示される。また、メイン画面の状態と同期しており、メイン画面において以下の状態が生じたとき、サブマップの状態も変更される。

- ユーザの位置 (現在地) が変更されたとき
- 目的地の位置が変更されたとき
- ナビゲーション情報の表示が変更されたとき

案内情報 CG の重畳表示の様子について、図 8、図 9 に示す。

3.2 アバター可視化エンジン

構築したエンジンの概要を図 10 に示す。このエンジンは、ユーザの図書館の貸し出し履歴情報 (借りた本のジャン

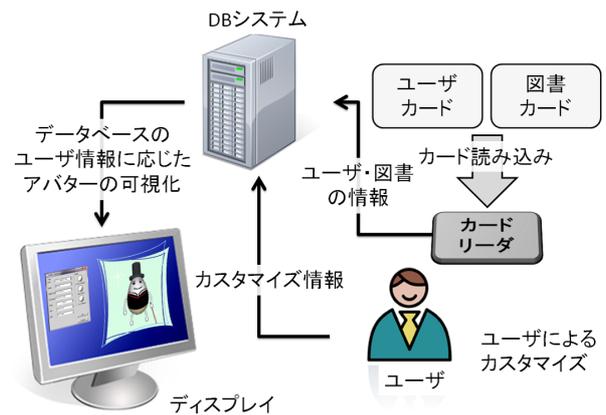


図 10 アバター可視化エンジンの概要
Fig. 10 Outline of avatar visualization engine

ルおよびの冊数) に応じて、アバターを可視化する。今回の実験では、IC カードを用いて図書館の貸し出しシステムを再現した。つまり、ユーザカードを読み込むことでユーザの特定を行い、図書カードを読み込むことで図書を貸し出したという情報を図書館 DB に記憶する。

可視化エンジンは、ユーザが特定された時点で、過去のアバター情報をアバターエンジン DB から読み込み、アバターを可視化する。その際、下記の条件に応じて、アバターを生成・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 CG キャラクター (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 CG アクセサリー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、可視化情報は、再び、アバターエンジン DB に記録される。

次に、図書館におけるユーザとエンジンの動作の流れを図 11 に示す。本エンジンの動作は、「ユーザログイン時」・「図書の貸し出し時」・「アバターカスタマイズ時」・「アクセサリ交換時」の 4 つに大きく分けることができる。適宜、DB システムから必要な情報を読み出し、アバターの可視化を行う。

アバターの可視化例を図 12 に、CG アクセサリーのカスタマイズ例を図 13 に示す。なお、今回、構築したエンジンでは、顔・頭・両手・体・足およびペットの 7 箇所のアクセサリをカスタマイズすることが可能である。

4. 評価

4.1 ナビゲーションシステムの評価

蔵書検索サービスにおけるナビゲーションシステムを実際の図書館において動作させたところ、図 8、図 9 に示す

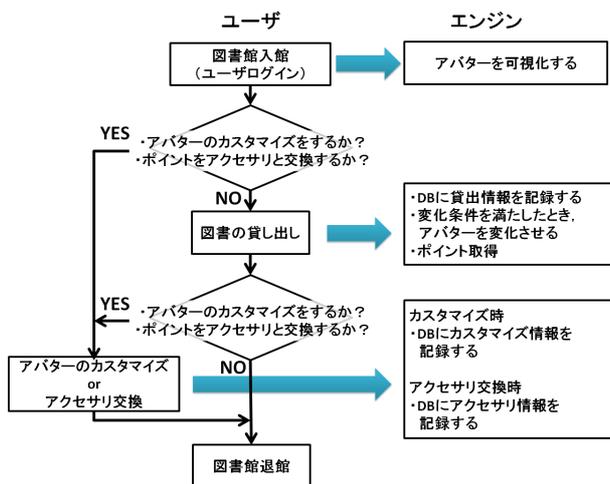


図 11 アバター可視化エンジンの流れ
Fig. 11 Flow of avatar visualization engine

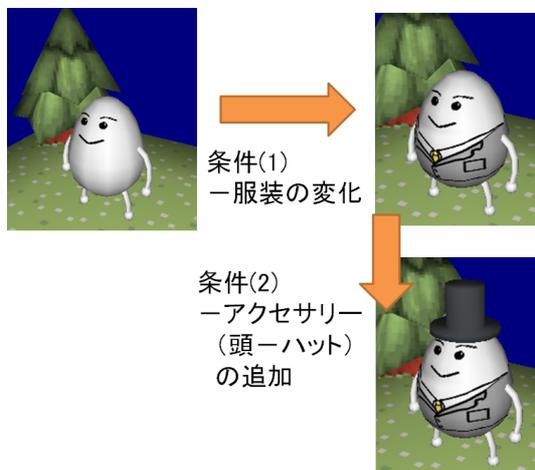


図 12 アバターの可視化例
Fig. 12 Example of visualized avatar

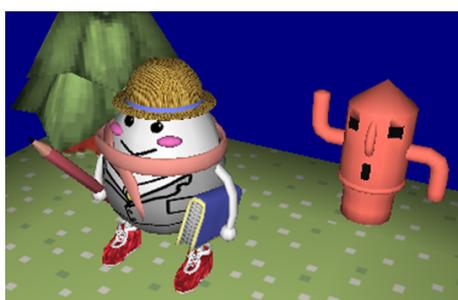


図 13 CG アクセサリーのカスタマイズ例
Fig. 13 Example of customized accessories

通り、案内情報 CG の重畳表示およびサブマップの更新が正常に行われていることが確認できた。また、以下の2つの問題より、正しい案内情報をユーザーに提供できない状況が生じることも確認できた。

- (1) 案内情報 CG が、正しく表示されない (図 14)。
- (2) マーカを認識していない場合、案内情報と現実環境との間にずれが生じる。



図 14 案内情報 CG の誤表示
Fig. 14 Error in CG-based navigation

(1) は、図書館環境に存在する金属フレームが地磁気センサに影響を与え、誤作動を生じた結果、Android 端末の姿勢情報が正しく特定されなかったことが原因である。これを解決するためには、ジャイロセンサなど金属の影響を受けないセンサでのセンシング結果と組み合わせて姿勢情報を推定する必要がある。

(2) については、本システムでは、書棚マーカ撮影時のみユーザー位置が正しく特定できることが原因である。これを解決するためには、マーカ以外を用いての位置特定 (各種センサを用いた歩行者デッドレコニングや無線電波を用いた位置特定) を導入する必要がある。

4.2 インセンティブの評価

MRLS では、ユーザー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。

インセンティブとは、人々の意欲を引き出すために外部から与える刺激のことであり、そのインセンティブを利用した意欲向上のための手法をインセンティブプログラムという。例として、顧客の購買意欲を促進するために実施されるプレゼントキャンペーンやポイントプログラムあるいは社員のやる気を引き出すための金銭や物品などの提供 (ボーナス) が挙げられる。

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) をユーザーに提供することを考えている。

このようなインセンティブが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。

4.2.1 アンケート内容

アンケート調査を、工業高等専門学校 (IHT) の学生および教職員 (表 2) を対象として実施した。

アンケートの手順は以下のとおりである。

- (1) 対象者のグループ分け (1 名~5 名)

表 2 アンケート対象者数の内訳
Table 2 The number of subjects

	男性 (名)	女性 (名)	合計
1 回目	37	12	49
2 回目	38	18	56

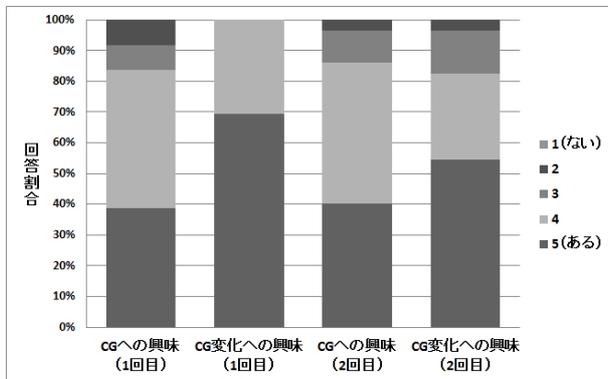


図 15 CG およびその変化に対する興味

Fig. 15 Interests in CG based visualization and its variation

- (2) グループごとに操作の実演 (デモンストレーション)
- (3) グループ代表者 (1~2 名) による操作体験
- (4) グループ全員へアンケート実施

アンケート調査は 2 回に分けて実施した。1 回目のアンケートでは、次の条件にしたがって、アバターを変化させた。

- a. 借りた図書が 1 個前に借りた図書のジャンルと違う場合にキャラクター (服装) を変化
 - b. 図書の貸出件数が素数の場合、アクセサリを追加
- 2 回目のアンケートでは、より自由なカスタマイズが利用意欲にどのように影響を与えるかを考察するため、条件を下記のように変更した。
- c. 借りた図書が 1 個前に借りた図書のジャンルと違う場合にキャラクター (服装) を変化 (変更なし)
 - d. 図書の貸出件数が増えると、ポイントを付加
 - e. ポイント数に応じてアクセサリをユーザが自由にカスタマイズ

4.2.2 アンケート結果

CG そのものへの興味および本を借りることによって CG が変化することへの興味についての調査結果を図 15 に示す。この結果より、CG への興味が非常に高いことが分かった。また、CG が変化することに対して、より強い興味を持つ傾向があることも分かった。したがって、アバターおよびアバターの変化が、ユーザの興味を十分に引き出すものであり、インセンティブとしての効果が期待できることが確認できた。

次に、利用意欲の変化 (増減) についての結果を示す。図 16 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

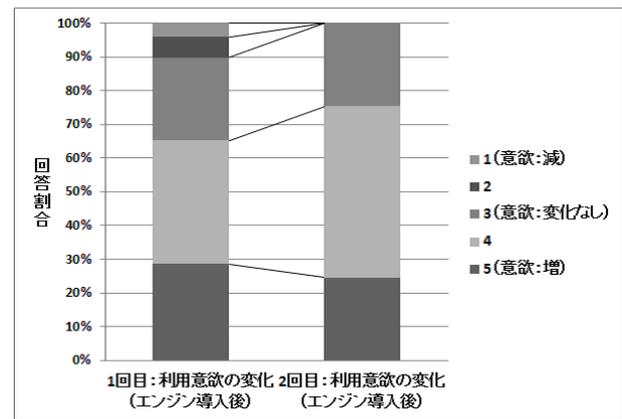


図 16 利用意欲の変化

Fig. 16 Change of the motivation for utilization

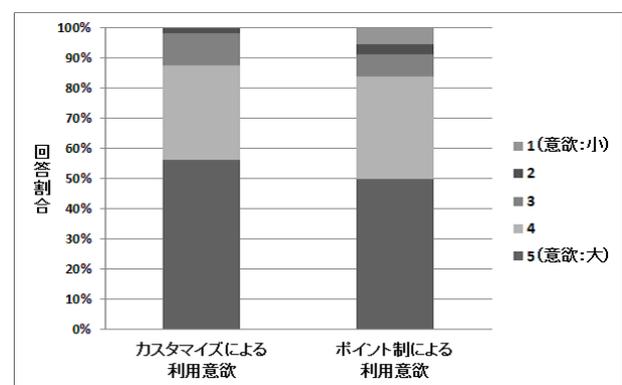


図 17 アバター変化条件による利用意欲の比較

Fig. 17 Comparison of the motivation for utilization by rules of avatar change

は、2 回目のアンケート時に変更した条件 d. および e. の影響であると考えた。そこで、それぞれの利用意欲の変化について調査したところ、図 17 に示すように、ポイント制 (ポイントの付加) およびアクセサリのカスタマイズが利用意欲の増大につながっていることが確認できた。また、ポイント制よりもアクセサリのカスタマイズがより効果的であることも分かった。

以上により、アバターの変化をインセンティブとして与える場合には、ユーザ自身の嗜好に応じてより自由に変化させる (あるいはカスタマイズさせる) ことが効果的であることが分かった。

最後に、今回設定した変化条件の妥当性についての結果を図 18 に示す。

キャラクター (服装) 変化の条件 (借りた図書のジャンルに応じて変化) については、1 回目のアンケートでは高い評価が得られているが、2 回目のアンケートでは評価が下がっている。これは、2 回目の条件では、アクセサリを自由にカスタマイズできることが影響し、キャラクターも自由に変更したいという要望がみられた結果と考える。

ポイント取得条件 (図書の貸出件数に応じて付加) については、高い評価が得られており、その妥当性が確認でき

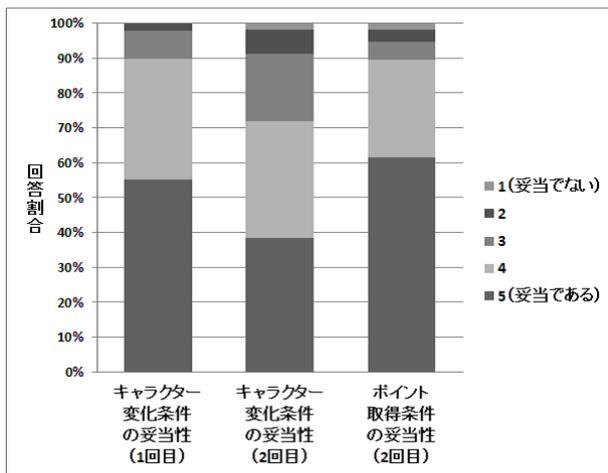


図 18 アバター変化およびポイント取得条件の妥当性

Fig. 18 Validity of the rules about avatar change and point acquisition

た。また、「シリーズの本を借りた場合にはボーナスポイントを付加する」・「書籍の総ページ数などに応じてポイントが変化する」・「図書館への来館数に応じてポイントを付加する」などの意見も挙げられた。

以上の結果より、意欲をより向上させるインセンティブとしては、インセンティブ・プログラムを導入する機関に応じて妥当性のある条件を設けながら、より自由度の高いカスタマイズが可能なるほど効果的であることが分かった。

5. おわりに

本論文では、複合現実感 (MR) を用いた図書館利用者のための MR サービスシステムにおいてユーザに提供するサービスシステムの開発状況およびインセンティブ・プログラムとしての有効性を検討するために行ったアンケート調査の結果について述べた。

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までの案内情報 CG を実際の図書館映像に重畳表示し、ユーザをナビゲーションするシステムを開発した。目的地までの案内情報 CG は、本棚に設置したマーカおよび案内用に設定した書棚および通路の位置情報から最短経路を計算することによって作成し、重畳表示に必要な映像やカメラの姿勢情報は Android 端末に実装されているカメラおよびセンサを用いて取得した。また、より分かりやすいナビゲーションを実現するためにサブマップも実装した。以上により、他の外部デバイスを必要としないコンパクトかつ分かりやすい蔵書検索サービスシステムを構築した。

入館・貸出履歴管理サービスでは、ユーザの図書貸出履歴 (ジャンルおよび冊数) に応じて、アバター (MRL) を変化させることによって可視化するエンジンを構築した。このエンジンでは、図書のジャンルに応じた CG キャラクター (服装) の変化および冊数に応じて与えられるポイン

トを用いた CG アクセサリのカスタマイズを可能とした。

本エンジンを用いたアンケート調査により、CG およびその変化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が可能なるほど効果的であることが分かった。

今後の展望としては、両システムの統合による MRLS の完成および実際の図書館システムを用いての実証実験が挙げられる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 (若手研究 (B) 23700291) の助成を受け、実施したものである。

参考文献

- [1] 坂井陸一, 横江祥吾, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 「防災研究・防災対策のための複合現実型情報提示—ジオラマを利用した対話型動的 3D ハザードマップ」, 電子情報通信学会技術報告, Vol.105, No.534, pp.201-206, (2005).
- [2] バーチャル飛鳥京: 東京大学情報学環池内研究室, 入手先 (<http://www.cvl.iis.u-tokyo.ac.jp/research/virtual-asukakyo/>)
- [3] 西川英彦, 金雲鎬, 水越康介, : コミュニティにおけるアバター効果の考察: 日韓アバターサイトの事例分析, 立命館ビジネスジャーナル, Vol.4, Jan.2010.
- [4] B.Thomas, B.Close, J.Donoghue, J.Squires, P.D.Bondi, M.Morris, W.Piekarski, : ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application, Proc. ISWC2000, pp.139-146, 2000.
- [5] M.Kalkusch, T.Lidy, M.Knapp, G.Reitmayr, H.Kaufmann, D.Schmalstieg, : Structured Visual Markers for Indoors Pathfinding, Proc. of The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop (ART02), 2002.
- [6] 国立国会図書館, 入手先 (<http://www.ndl.go.jp/jp/library/data/zan9.html>)
- [7] GALAXY Tab SC-01C, 入手先 (<http://www.samsung.com/jp/consumer/mobilephone/mobilephone/tablets/SGH-N023CWNDKM>)
- [8] H.Takehara, : Development of a system to reproduce the drainage from Tsujun Bridge for environmental education, 2012 Japan-Taiwan Symposium on intelligent Green and Orange (iGO) Technology, 2012.