

汎用マーカー AR システムの開発

藤本 健司* 山口 剛平** 早稲田 一嘉***

Development of Marker AR Systems Available without Programming

Kenji FUJIMOTO* Kohei YAMAGUCHI** Kazuyoshi WASEDA***

ABSTRACT

Augmented Reality(AR) which extends the real world by adding virtual information is a interesting area in virtual reality research. However, in case of traditional marker AR, content providers must create the content and program the AR application. And users need to download the new AR application for each update. These constraints cause to difficult for disseminating of AR. Therefore, in this paper we propose a system creating AR application without knowledge of programming. Our system is consist of a AR application and a sub tool for content. This AR system uses the exterior file which creates by sub tool. As a result, content providers were able to add the content of AR without programming. And users were able to download the exterior file and the content for each update. We confirm the teaching materials using AR can create easily by this system.

Keywords: augmented reality, e-learning, virtual reality

1. はじめに

近年、携帯デバイスや、それに関する技術が急速に発達している。その中でも現在注目されている技術として、拡張現実(Augmented Reality, 以下 AR)と呼ばれるものがある。ARとは現実の情報(環境)に仮想的な電子情報を付加して提示する技術であり、様々な分野への応用が期待されている。また、Nintendo 3DS やスマートフォンを初めとした携帯機器や IKEA などの販売店のカタログ等には実際に使用されはじめている⁽¹⁾。

しかし、AR技術を用いたコンテンツを提供するには、マーカーを用いた簡単なARであってもコンテンツの作成だけではなく、ARToolKit⁽²⁾等を用いたプログラミングにより、専用のアプリケーションを作成する必要がある。そのため、コンテンツの提供者は少し異なったものを提供する際には、新しいプログラムを作成しなければならず、マーカーARを利用した簡単なコンテンツであってもコストや手間がかかってしまうのが現状である。また、利用者はコンテンツに変更があると専用のプログラムのアップデートを行わなければならない、手間がかかってしまう。さらに、現状ARコンテンツ毎に対応しているARアプリケーションは

異なるので、利用者は利用するARコンテンツ数だけARアプリケーションをインストールしなければならない。これらがARが普及しにくい原因の一つでもあると考えられる。

そこで本研究では、提供者はマーカーARのコンテンツの作成にプログラミングを必要とせず、利用者はマーカーARコンテンツの利用にコンテンツ毎のインストールを必要としないシステムの開発を行うことを目的とする。

こうしたシステムを開発することで、提供者にとってはコンテンツとマーカーの作成及び関連付けを行うだけで、マーカーARを利用したコンテンツの提供を容易に行えるようになると考えられる。また、利用者にとっては専用のアプリケーションを一度インストールしてしまえば、新しいコンテンツが提供される度にアプリケーションをアップデートする必要がなくなる。また、様々なコンテンツを一つのアプリケーションで利用できるようになれば、利便性があがると考えられる。このシステムにより、今後ARを利用したコンテンツの普及が進めば、例えば、本研究室で開発が行われているパソコンや携帯デバイスを用いたe-learningシステムで実現するのが難しい学習教材の作成等、様々な分野での応用が期待できる。

* 電子工学科 准教授

** 専攻科 電気電子工学専攻

*** 機械工学科 准教授

2. AR(Augmented Reality)

2.1 AR とは AR は、現実の世界をカメラなどで撮影した画像に情報処理技術により 3DCG などの仮想空間



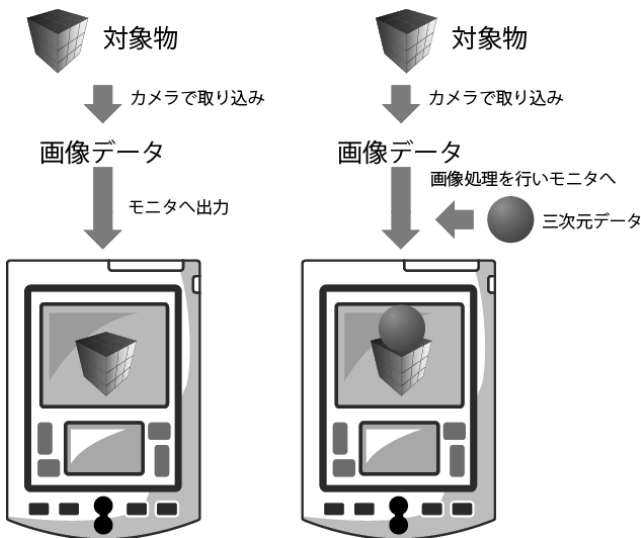
間のデータを重ね合わせて表示するものである。AR の例を図 1 に示す。

(a) AR 無しの場合 (b) AR 有りの場合

図 1 AR の例

図 1(a)が現実世界をカメラで映し出した画面である。これに AR を用いて 3DCG を重ね合わせた画面が図 1(b)である。AR を用いることで、図 1(a)にある黒の太い四角で囲まれたマーカと呼ばれるものに 3DCG を重ねることができ、図 1(b)のようにカメラで撮影した画像に実際にその場に無いようなものを表示して見せることができる。ここで重要なのは、静止画像ではなくリアルタイムで撮影した映像に対して行うことができるということである。しかし、単純に 3DCG を重ね合わせるだけでは意味がなく 3DCG を重ね合わせる場所、その場所に何を重ね合わせるのかを適切に設定することによって意味を持つようになる。

2.2 AR の処理の流れ AR の基本的な処理の流れを図 2 に示す。



(a)AR 無しの場合 (b)AR 有りの場合

図 2 AR 処理の流れ

図 2(a)が AR を用いない場合の処理である。カメラで撮影を行い、PC や携帯などの処理系に送られたデジタル画像データをそのままモニタに出力する。携帯などで単純に撮影した場合がこの例に相当する。図 2(b)が AR を利用する場合の処理である。カメラで撮影を行い、PC や携帯などの処理系に送られたデジタル画像データを元に画像処理を行い、3DCG を現実の画像データに重ね合わせたものをモニタに出力する。

2.3 仮想空間のデータの重ね合わせ 現在使用されている一般的な AR では、図 2 のように現実空間の画像データに仮想空間の画像データを重ね合わせるというものであるが、仮想空間の画像データ以外にも、例えば動画であったり、音声であったり、使用する機器が利用可能な様々なコンテンツを重ねることができる。最も簡単な方法を図 3 に示す。

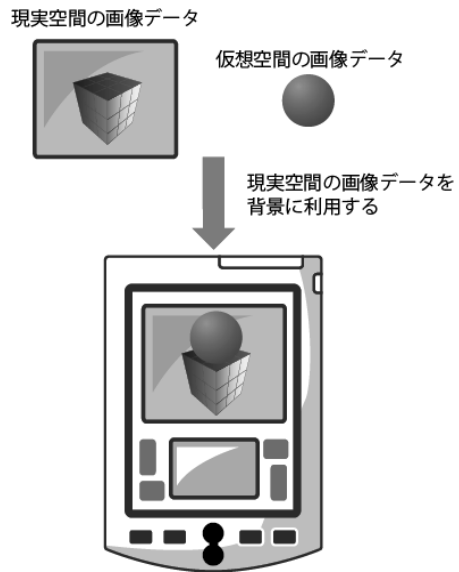


図 3 仮想空間の画像データの重ね合わせ

図 3 のように、現実空間の画像データを背景に設定し、仮想空間のデータを上乘せする。こうすることで、現実空間の画像データに仮想空間のデータを重ね合わせることができる。しかし、仮想空間のデータが画像・動画データやモデルデータであった場合、この方法では人間が見たときに、不自然な重なり方をしてしまうことが多い。例えば、重ね合わせを行った時に、宙に浮いてしまったり、地面にめり込んで見えてしまう。これはほとんどの場合、現実空間中の平面を識別できていない場合に起こる。そういった場合は、様々な画像処理技術を使用して、平面を識別し、自然な重なり方になるように工夫することがほとんどである。識別の方法で大きく分けると、AR の種類にはマーカー AR とマーカーレス AR の二つがある。今回は、研究に使用したマーカー AR について次節で説明を行う。

2.4 マーカー AR マーカー AR とは、現実空間に図 4 のようなマーカーと呼ばれるものを置いて、カメラ

でそのマーカーを識別し、そのマーカー上に仮想空間のデータを重ね合わせるものである。



図4 マーカーの例

マーカーを用いる理由としては、このマーカーが設置されている部分は平面であるということを利用して自然な重なり方になるように簡単に行うことができるからである。現在はこのマーカーARを提供するためには、このようなマーカーの作成及び、そのマーカーを撮影したときに重ね合わせるコンテンツを作成し、ARToolkit と呼ばれるライブラリを利用してプログラムを作成することで提供することができる。この手法を用いると、マーカーレスARと比べると容易にAR技術を導入することが可能である。なお、応用例としては、Nintendo 3DSのARゲームズなどがある。本研究ではこのマーカーARを用いて研究を行う。

3. 提案するマーカーARシステム

まず、提案するマーカーARシステムについて述べる前に、従来型のマーカーARについて説明を行う。

3.1 従来型のマーカーARシステム まず、表1にコンテンツ作成者と利用者の役割を、図5に従来型のマーカーARシステムの構成を示す。まず表1に示すようにコンテンツ作成者は、マーカー及び仮想空間のデータ（以後、コンテンツと呼ぶことにする）の作成を行う。そして、プログラミングを行い、アプリケーションの配布を行う。従来の方法では、コンテンツ提供者が行う作業にプログラミングが含まれている。図5より、それぞれのARアプリケーションは、対応したARコンテンツのマーカーやコンテンツを含んだ状態でコンパイルされ配布している。そのため、新しくマーカーとコンテンツの作成や修正を行った場合には、マーカーに対してどのコンテンツを重ねるのかという関連付けを行うため、もう一度プログラミングの作業及びアプリケーションの配布という作業が必要となる。

さらに、利用者側もマーカーやコンテンツが追加・修正されるとアプリケーションが更新されるので、アプリケーション自体のアップデートを行わなければ新

しいコンテンツを利用することができなくなる。通常、アップデートでは新しく配布されたアプリケーションを再度ダウンロードすることになるため更新に時間がかかることが想定される。

表1 従来のマーカーARシステムでの役割

コンテンツ提供者 (アプリケーション作成者)	利用者
<ul style="list-style-type: none"> 新規マーカー及びコンテンツ作成 プログラミング <ul style="list-style-type: none"> 専用のARアプリケーション作成 マーカーとコンテンツの関連付け コンパイル及び動作確認 アプリケーションの配布 	<ul style="list-style-type: none"> アプリケーションの更新確認 <ul style="list-style-type: none"> アプリケーションの更新 (新規ダウンロード) アプリケーションの利用

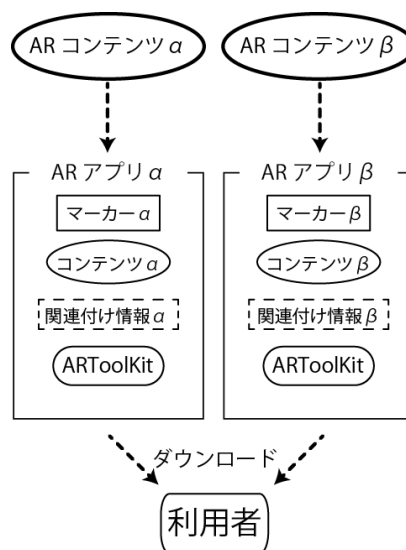


図5 従来型のマーカーARシステム

そこで、このプログラミングの作業の中で「マーカーとコンテンツの関連付け（以降、関連付け情報）」をARアプリの外部に出すことで、コンテンツ提供者がプログラミング作業とアプリケーションの配布の作業を行う必要が無くなるようにしたシステムを提案するシステムとして次に説明する。

3.2 提案するマーカーARシステム 表2に提案するマーカーARシステムにおけるそれぞれの役割を、図6に提案するマーカーARシステムの構成を示す。このシステムでは、ARマーカーの認識を行うアプリケーションを統一化し、従来個々のアプリケーションで取り扱っていた関連付け情報をアプリケーションの外部に出すことで、コンテンツの追加や修正時にプログラミングの作業を必要とせず、コンテンツ提供者はマーカー及びコンテンツを提供することが可能となる。

また利用者側は、関連付け情報のアップデートを行うだけでよくなり、更新の時間が軽減されると考えられる。

つまり、従来の方法では、コンテンツ提供者とAR

アプリケーション作成者が必ず同一人物である必要があったが、図6に示す今回のシステムではコンテンツ

表2 提案するマーカー AR システム

アプリ作成者	コンテンツ提供者	利用者
<ul style="list-style-type: none"> AR アプリの作成 AR アプリの配布 	<ul style="list-style-type: none"> 新規マーカー及びコンテンツ作成 マーカーとコンテンツの関連付け 関連付け情報のアップロード 	<ul style="list-style-type: none"> アプリのダウンロード(初回のみ) 関連付け情報の更新確認 <ul style="list-style-type: none"> 関連付け情報の更新 アプリケーションの利用

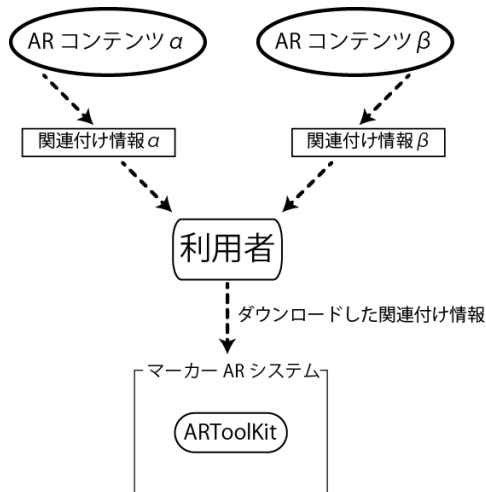


図6 提案するマーカー AR システム

提供とアプリケーション作成の作業を分離することで、コンテンツ提供者が必ずしもプログラミングを行う必要がなくなる。表2のようなシステムを提供するためには、図6で示すように、従来プログラミングで行っていた関連付けを行うためのツール及び、関連付け情報から読み込みを行い、動作するARアプリケーションで構成する必要がある。

3.3 提案するシステムの仕様 提案するシステムは、先述したように関連付けを処理するための補助ツールとマーカー AR システム部分の2つから成り立っている。次からそれぞれの仕様について説明を行う。

3.3.1 関連付けを行う補助ツールの仕様 関連付けを行う補助ツールには、以下のような機能を有している。

- (1) マーカーとコンテンツの関連付け機能
- (2) 関連付け情報の書き出し機能
- (3) サーバへのアップロード機能
- (4) 新規マーカーの作成機能
- (5) ツール用プロジェクトの保存読み込み機能

3.3.2 マーカー AR アプリケーションの仕様 提案するマーカー AR アプリケーションは以下のような機能を有している。なお、マーカーの認識方法はARToolkitを利用している。

- (1) 必要データのダウンロード機能
- (2) 関連付け情報の読み込み機能
- (3) マーカーの認識とコンテンツの再生

4. 開発環境

4.1 関連付けを行うツールの開発環境 関連付けを行う補助ツールの開発を行った環境を表3に示す。

表3 関連付けを行うツールの開発環境

項目名	環境
OS	Windows7
開発言語	ActionScript3
総合開発環境	FlashDevelop
SDK	Flex SDK4.1 AIR SDK 2.0.2

今回はAIR SDKを用いてデスクトップでオフラインでの作業専用としたが、将来的にはデータベースとの連携により、関連付けの修正をどこからでもブラウザ上で行えるという形をとりたいため、ActionScriptを用いている。

4.2 AR アプリケーションの開発環境 AR アプリケーションの開発を行った環境を表4に示す。

表4 AR アプリケーションの開発環境

項目名	環境
OS	Windows7
開発言語	Java
総合開発環境	Eclipse
SDK	Android SDK
ライブラリ	NyARToolkit for Android

今回は、Android向けのARアプリケーションを作成するため、Android SDK及びNyARToolkit for Androidを用いた。

5. 開発結果

5.1 関連付け補助ツールの開発結果 今回作成した、関連付け補助ツールの起動時の画面を図7に示す。図のように、窓内の中央上に枠が一つ、下に二つの枠がある。上の枠がメインの枠になっており、マーカーARアプリケーションで動作するように登録するマーカーの一覧が表示される。左下の枠にはメインの枠から選択したマーカーが画像として表示される。また、右下の枠にはメインの枠から選択したマーカーに関連付けられているコンテンツの一覧が表示されるようになっている。メイン枠の左上には新規、保存、読込、の三つのボタンがあり、メイン枠の左下には、実行、assetsフォルダ作成、アップロードの三つのボタンがある。

そして、メイン枠の右下には追加、削除、編集の三つのボタンがある。これらの合計九つのボタンの機能について次に説明を行う。



図7 関連付け補助ツールの起動画面

5.1.1 新規ボタン 関連付けツールの新規プロジェクトを作成するボタンである。現在作業中のプロジェクトを破棄して新規に作成を行う。

5.1.2 保存ボタン 現在作業中の関連付けのプロジェクトを保存するボタンである。プロジェクトを保存する場所、ファイル名を選択するダイアログが開き保存場所を決定する。

5.1.3 読み込みボタン 保存ボタンで保存した関連付けのプロジェクトファイルを読み込むボタンである。読み込むファイルを選択するダイアログが開く。

5.1.4 実行ボタン マーカー AR アプリケーションで読み込む設定ファイルを書き出すボタンである。通常はこのボタンを使用することはないと思われるが、コンテンツ提供者がサーバーにアップロードする前に確認したい場合に使用することができる。

5.1.5 assets フォルダ作成ボタン サーバーにアップロードする設定ファイル及びマーカーファイル、コンテンツを選択したディレクトリに assets フォルダを作成し、その中に全て書き出すボタンである。実行ボタンと同様にコンテンツ提供者がサーバーにアップロードする前に確認したい場合に使用することができる。

5.1.6 アップロードボタン サーバーに関連付け情報の設定ファイル及び、マーカーファイル、コンテンツをアップロードするボタンである。ボタンを押すと、アップロードする FTP サーバの URL、ログインするためのユーザ名、パスワードを入力させるウィンドウが表示される。あらかじめ FTP サーバのドメイン名を設定ファイルに記述しておけば、URL 一覧に表示され、クリックして選択することもできる。

5.1.7 追加ボタン マーカー AR アプリケーション

で認識するマーカーと関連付けるコンテンツを追加するボタンである。追加したい認識するマーカーのマーカーファイルパターンファイルを参照先に指定する。このとき選択ボタンを押せば、GUI でマーカーファイルを選択することもできる。また、マーカーファイルをビットマップファイルから作成したい場合にはパターンファイル作成ボタンを押し、開いてきたダイアログの中にあるファイルを選択すれば、「.patt」という拡張子を持ったマーカーファイルが作成される。その他にも、追加ボタンを押したときに開くウィンドウ下部にある追加、削除、編集ボタンで、それぞれマーカーに関連付けるコンテンツの追加、削除、編集ができる。

5.1.8 削除ボタン メイン枠で選択した認識するマーカーを削除するボタンである。

5.1.9 編集ボタン メイン枠で選択した認識するマーカーを編集するボタンである。マーカーファイルの参照先と関連付けるコンテンツが既に選ばれた状態で、ダイアログが開くようになっている。

5.2 関連付けを行った結果 ツールを用いてマーカーに対してそれぞれ関連付けを行った。その結果を図8に示す。図の左側がマーカー、右側がコンテンツである。

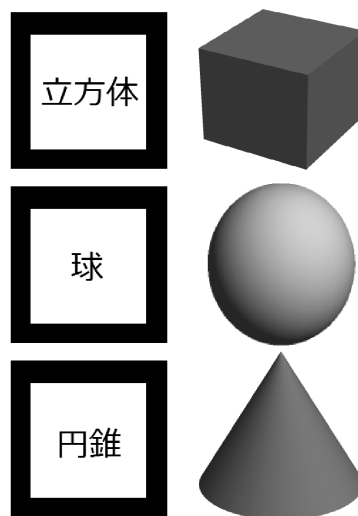
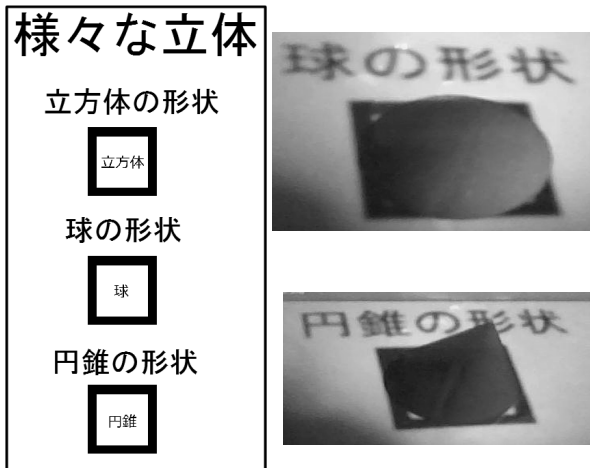


図8 関連付けするマーカーとコンテンツ

5.3 マーカー AR アプリケーション開発結果 作成したマーカー AR アプリケーションを図8の関連付けしたマーカーに対して動作させた結果の一例(球や円錐の場合)を図9に示す。

図9(a)は、関連付けツールで関連付けた内容の確認のため作成した試験用マーカーである。その結果が図9(b)となっている。この結果より、関連付け補助ツールで関連付けたマーカーとコンテンツが正常に動作しているのが分かる。



(a)試験用マーカー (b)実行結果
図9 マーカーARアプリケーションの実行結果

5.4 開発したシステムを用いた応用例 今回作成したシステムを用いた応用例として、ARを用いた簡単な学習教材の作成を行った。その学習教材の一部を図10に示す。

様々な図形の説明

1. 円錐

円錐 (cone) とは、円を底面として持つ錐状にとがった立体のことである。

円錐は錐体の一種である。高さを h 、母線の長さを c 、底面の半径を r 、底面積を $B(=\pi r^2)$ 、底面の周を $b(=2\pi r)$ 、とすると、円錐の側面積 A 、底面積 S 、体積 V はそれぞれ次の式で与えられる。

$$A = \pi r c = \pi c \sqrt{c^2 - h^2} = \frac{1}{2} b c$$

$$S = A + B = \pi r (r + c) = \frac{1}{2} b (r + c)$$

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h = \frac{1}{3} \pi (c^2 - h^2) h = \frac{1}{3} B h$$





図1 円錐



参考用マーカー

円錐を図に描くと上の図1のようになる

図10 関連付け補助ツールを用いて作成した学習教材

次にARアプリケーションを起動し、実際に携帯機器などのカメラを使用して学習教材内のマーカーを撮影した時の画像を図11に示す。

マーカーのある部分にコンテンツが紐付されているため、カメラ画像にはコンテンツである立方体の3DCGが張り付けられていることが分かる。このような教材を提供するためには、従来の方法では新しいアプリケーションを作成する必要があったが、提案方法では3次元モデリングソフトを用いて立体のモデリングとマーカーを作成し、補助ツールを用いて関連付けを

行うだけで提供が可能となった。

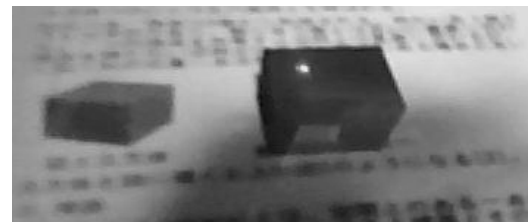


図11 学習教材をARツールを使用して撮影した結果

6. まとめ

今回、簡単な関連付け及び、サーバーへの関連付け情報のアップロードを行う補助ツールの作成とサーバーから関連付け情報を取得し、動作するマーカーARアプリケーションの開発を行った。これら二つのツールとアプリケーションを用いて関連付け及びマーカーARアプリケーションの動作確認を行うことができた。これらことから、目的としていたプログラミングを必要とせずにマーカーARの提供ができ、利用者にとってマーカーARコンテンツを利用しやすいシステムの基本部分の開発が行えたといえる。

また、構築したシステムを用いてマーカーARを用いた簡単な学習教材の作成が行え、アプリケーションの更新を行うことなく学習教材のARコンテンツを利用することができた。このことから、システムを用いたマーカーARの応用例を示すことができ、様々な応用例への可能性を示すことができた。

今後は、データベースとの連携を行うことで、多数の人が同時に関連付けの追加及び修正が行えるシステムを構築する予定である。

参考文献

- (1) Ronald T. Azuma: "A Survey of Augmented Reality", Presence, Vol.6, No.4, pp.355-385, Aug.1997
- (2) 加藤博一: "拡張現実感システム構築ツールARToolKitの開発", 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解 101(652), pp.79-86, 2002