

実世界に干渉する AR キャラクタとのインタラクションシステム Interaction system with an AR character that affects the motion of a real object

森 友己* 飯田 勝吉† 高井 昌彰‡
Yuki Mori Katsuyoshi Iida Yoshiaki Takai

1. はじめに

実世界に存在する人間と拡張現実 (AR) で表現された AR キャラクタとの間のインタラクションでは、人間の発話や身体動作が AR キャラクタの振る舞いに影響を与えるだけでなく、AR キャラクタが物理法則に従って実世界の物体の運動に干渉することで、AR キャラクタの実在感を大きく向上させ、新たなエンタテインメントへの応用が期待できる。そこで本研究では、実世界の物体運動を制御する機構を用いることで、AR キャラクタによる実世界への干渉が可能なシステムを開発し、AR キャラクタとのインタラクションを実現する。

本稿では実世界への干渉の実現方法とインタラクションシステムの概要及び実装について述べる。

2. 実世界への干渉

AR キャラクタが実世界の物体運動に干渉するためには、対象の物体を物理的に移動させるような機構が必要となる。関連研究においては、磁石とワイヤーを用いて対象の物体に物理的に働きかける装置 [1] があるが、対象の物体が人間の手によって急に動かされた場合など、追従性に課題がある。そこで本研究では物理的反應のリアルタイム性の観点から、複数の永久磁石を円周方向に内部配置した円筒物体を用意し、その下に複数の電磁石を平面的に配置した装置である電磁石アレイ [2, 3, 4] を配置する機構を用い、電磁力による円筒物体の運動制御を行う。また以下では円筒が置かれた平面を「フィールド」と呼ぶこととする。

3. インタラクションシステムの概要

本システムでは、ウェブカメラによるビデオシースルーで重畳表示された AR キャラクタと、実体のある円筒物体を介したインタラクションを行う。まず、人間が AR キャラクタに向かって円筒物体を転がすと、その動きに応じて AR キャラクタの行動が変化する。一方、AR キャラクタは転がって来た円筒物体を受け止め、人間に対して蹴り返す行動をとる。これにより、転がる実物体を介して AR キャラクタと人間との連続したキャッチボールが可能である。

4. インタラクションシステムの実装

4.1 処理の流れ

本システムでは、ウェブカメラによるビデオシースルーでフィールドに AR キャラクタを重畳表示する。その処理

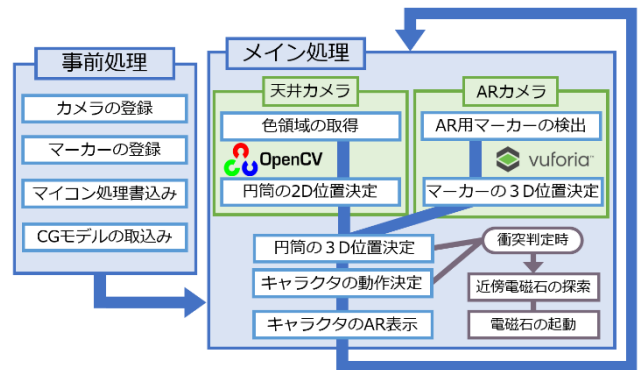


図 1 処理の流れ

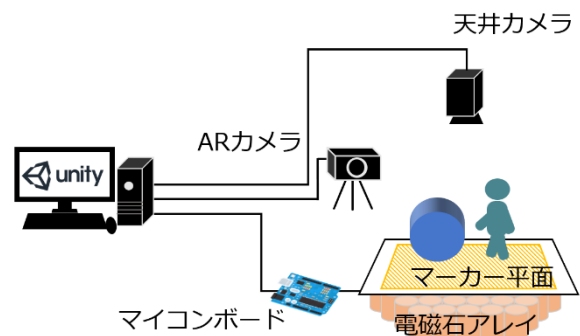


図 2 装置の構成

の概要を図 1 に、用いる装置の構成を図 2 に示す。まず事前処理として、AR キャラクタの CG モデル及びモーションの取り込みなどを行う。事前処理後、2 台のウェブカメラを利用しそれらのカメラ画像から円筒物体の位置推定と AR キャラクタの重畳表示を行う。円筒物体のトラッキングを行うためのカメラを「天井カメラ」、AR キャラクタの重畳表示を行うためのカメラを「AR カメラ」とする。また、AR キャラクタが円筒物体を人間に返す時、つまり AR キャラクタの動きにより円筒物体との衝突が起きる場合、円筒物体の回転移動を行うため電磁石を起動する。電磁石の起動を制御するために用いるマイコンボード及び 2 台のウェブカメラはコンピュータに繋がれ、ゲームエンジンである Unity で制御される。

4.2 円筒物体の 3 次元位置決定

本節では天井カメラのカメラ画像から円筒物体（直径 58mm、高さ 27mm）の 3 次元位置を推定する方法について述べる。フィールドの真上に置かれた天井カメラで円筒物体を撮影すると、カメラ画像中で長方形の形状となるため、この矩形領域の位置を、基準となるフィールド上の 2 点か

*北海道大学大学院情報科学院 Graduate school of Info. Sci. Technology, Hokkaido University

†北海道大学情報基盤センター Information Initiative Center, Hokkaido University

‡北海道大学情報基盤センター Information Initiative Center, Hokkaido University

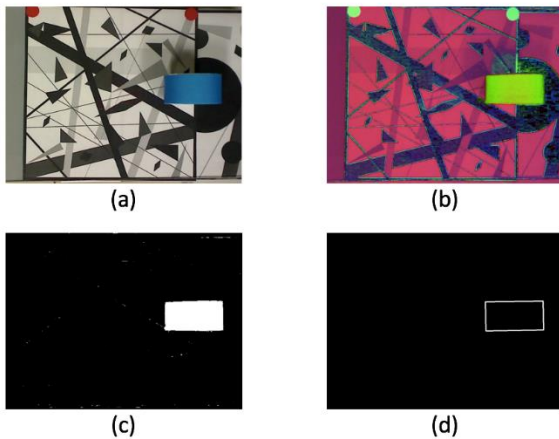


図 3 円筒物体の位置決定

らの相対座標で求めることにより、フィールドでの円筒物体の位置を推定する。

カメラ画像の円筒物体に対する処理を図 3 に示す。図 3 (a)において、画面上端の赤色領域が基準点を示し、青色領域が円筒物体である。ここでは色による領域認識を行うため、画像処理ライブラリである OpenCV を用いた。カメラ画像取得後、色空間の変更、青色のピクセルの抽出、ノイズ除去、内接図形の取得を経て、円筒物体の中心座標を得る。基準点座標の導出も同様である。その後コンピュータ内のフィールドと撮影画像の平面を 3 次元的に一致させ、コンピュータ内での円筒位置が決定する。

4.3 AR キャラクタに関する処理

4.3.1 AR キャラクタの重畳表示

本システムでは AR キャラクタとして、二次創作が一定条件下で許可されている初音ミクの CG モデル [5] を用いる。AR 開発ライブラリである Vuforia を用い、AR 表示用のマーカーとして登録した画像によって実世界との位置合わせを行った後、AR カメラのカメラ画像から AR キャラクタの重畳表示を行う (図 4)。また、表示される AR キャラクタの深さ方向の整合性を保つため、手前の円筒物体によるオクルージョンの処理を施す。

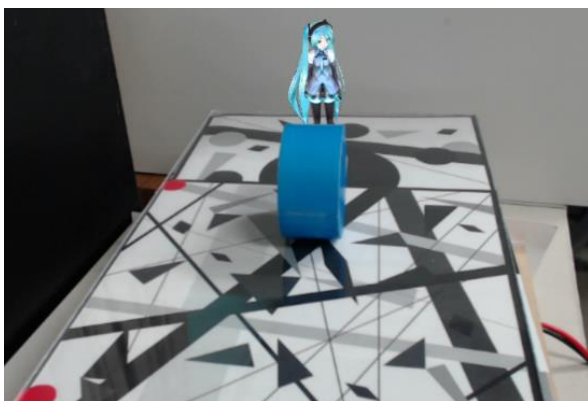


図 4 キャラクタの重畳表示

4.3.2 AR キャラクタの動作

AR キャラクタの振る舞いはルールベースのアルゴリズムに従って動作決定する。現在システムに導入されている基本的なモーションでは、待機状態の AR キャラクタに向かって人間が円筒物体を転がすと、円筒物体の位置及び速度に応じて、転倒、馬飛びなどのモーションが展開される。また AR キャラクタの正面に円筒物体を受け止めて一定時間経過すると、円筒物体を人間に向かって蹴り返すようなモーションを行う。

4.4 電磁石の制御

AR キャラクタが円筒物体を蹴り返す動作を行う場合、コンピュータでは天井カメラで認識した円筒物体の位置と速度の情報をもとに、正六方格子状の電磁石アレイの中で起動する電磁石を決定する。起動対象の電磁石の情報 (位置と強さ) はマイコンボード Arduino UNO R3 に送信する。電磁石と円筒内部円周方向に一定間隔で配置された小型ネオジウム磁石 (直径 9mm×12 個) の磁力によって円筒物体の回転移動を生じさせる (図 5)。これらの一連の操作を、リニアモータと同様な仕組みで連続的に行うことで一定方向の回転移動を実現する。

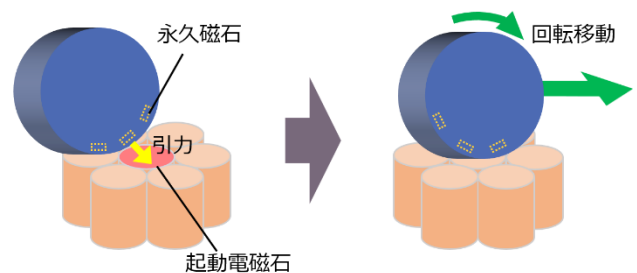


図 5 円筒物体の回転移動

5. おわりに

本稿では、転がる円筒状の実物体を介して AR キャラクタと人間との連続したキャッチボールが実現できるインタラクティブシステムについて述べた。今後の課題としては、実物体の運動の自由度の向上、カメラ台数の低減などによるユーザビリティの向上、実在感の評価などが挙げられる。

参考文献

- [1] 青木 孝文, 三武 裕玄, 浅野 一行, 栗山 貴嗣, 遠山 喬, 長谷川 晶一, 佐藤 誠, “実世界で存在感を持つバーチャルクリーチャーの実現 Kobito -Virtual Brownies-”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.11, No.2, pp.313-322 (2006)
- [2] 福山裕幸, 飯田勝吉, 高井昌彰, “仮想と現実の相互作用を有する AR 紙相撲システム”, 第 16 回情報科学技術フォーラム (FIT2017) 論文集, J-031, Vol.3, pp.407-408 (2017)
- [3] 福山裕幸, 飯田勝吉, 高井昌彰, “仮想と現実のインタラクティブを実現する AR 紙相撲システム”, 情報処理学会第 80 回全国大会論文集, 2Y-04, Vol.4, pp.153-154 (2018)
- [4] 福山裕幸, 飯田勝吉, 高井昌彰, “仮想と現実の相互作用を実現する AR 紙相撲対戦システム”, 情報処理学会研究報告 (エンタテインメントコンピューティング), Vol.2018-EC-50, No.4, pp.1-5 (2018)
- [5] Lat, Lat 式ミク Ver. 2.31, <https://bowlroll.net/user/339/files> (Accessed 2019-06-17)