

仮想と現実の相互作用を実現するキャラクタを用いた拡張現実システム AR system by a virtual character that realizes the interaction between real and virtual objects

森 友己*
Yuki Mori

高井 昌彰†
Yoshiaki Takai

飯田 勝吉†
Katsuyoshi Iida

1. はじめに

近年、拡張現実 (AR) の技術が注目されており、仮想的な生物であるキャラクタの存在を現実世界に拡張させ、それにより表現された AR キャラクタとのインタラクションを通じて、現実世界における AR キャラクタの実在感を得ることができる。一般に、AR キャラクタと人間との間のインタラクションでは、検知した現実世界の変化に応じて AR キャラクタの振る舞いを変化させることで、現実から仮想への干渉作用が可能となる。一方、AR キャラクタの動きに応じて現実世界の物体運動に影響を及ぼすことで、仮想から現実への干渉作用が達成できる。これら双方向の作用によって AR キャラクタの実在感が大きく向上し、新たなエンタテインメントへの応用が期待できる。本研究では、簡易な電磁力により回転運動の制御が可能な円筒物体を用いることで、実在感を向上させた AR キャラクタとのインタラクションを実現するシステムを開発した。

本稿では、仮想から現実への干渉作用の実現方法及び開発した拡張現実システムの概要と実装について述べる。

2. 仮想から現実への干渉作用

AR キャラクタが現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不可欠である。先行研究においては、磁石とワイヤーを用いて対象の物体を移動させる装置[1]があるが、対象の物体が急に動かされた場合など、追従性に課題が存在する。本研究においては物理的反應のリアルタイム性の観点から、複数の永久磁石を内部に埋め込んだ円筒物体と、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]を用い、磁力による円筒物体の運動制御を行う。

3. 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ンスルーによって重畳表示された AR キャラクタとのインタラクションが可能である。まず人間が AR キャラクタに向かって円筒物体を指で転がすと、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きた円筒物体を受け止め、人間に向かって物体を押し返したり、蹴り返すような行動をとる。これにより、転がる実物体を介して AR キャラクタと連続した“キャッチボール”が可能である。

4. システムの実装

4.1 処理の流れ

構築したシステムにおける処理の流れを図 1 に示す。まず事前処理として、システムに用いるウェブカメラの登録や AR キャラクタの CG モデルの取り込みなどを行う。事前処理後、ウェブカメラの撮影画像から円筒物体の位置推定及び AR キャラクタの重畳表示を行う。また、AR キャラクタが円筒物体を人間に向かって転がそうとする時、円筒物体を回転移動させるため電磁石を起動する。電磁石の起動制御を行うためのマイコンボード及び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 により制御される (図 2)。

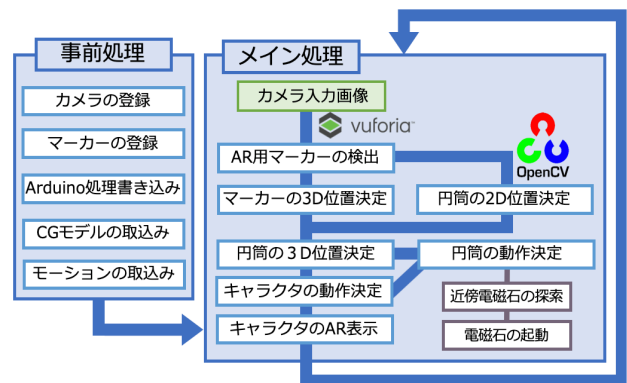


図 1 システムの処理の流れ

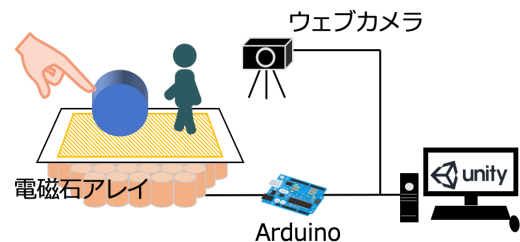


図 2 システム構成図

4.2 円筒物体の位置決定

本節では、キャラクタの AR 表示用のマーカー及び円筒物体が映るウェブカメラの撮影画像から円筒物体の三次元位置を推定する方法について述べる。推定に必要な撮影画像への処理を図 3 に示す。ここでは色による認識を行うため、画像処理用のライブラリである OpenCV を用いた。検出された AR 用マーカーの位置情報もとに撮影画像の射

*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

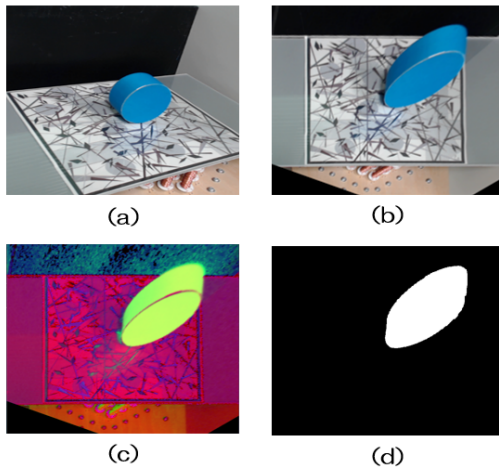


図 3 円筒物体の位置決定

影変換，色空間の変更，ノイズ除去を経て円筒物体を表す青色ピクセルが抽出された二値化画像（図 3 (d)）を得る。その後，この画像のうち y 軸方向で最も下に位置するピクセルをカメラ座標における円筒物体の位置とし，カメラ座標とコンピュータ内での世界座標を三次元的に一致させることで，コンピュータ内での円筒物体の位置を決定する。

4.3 AR キャラクタに関する処理

4.3.1 AR キャラクタの描画処理

本システムでは，ユニティちゃんの CG モデル[3]を AR キャラクタとして利用する。AR 開発用のライブラリである Vuforia を使い，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なった後，ウェブカメラの撮影画像に対して AR キャラクタの重畳を行う。その際，描画される AR キャラクタの深さ方法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処理を施す。

4.3.2 AR キャラクタのモーション制御

現在のシステムでは AR キャラクタのモーションはステートマシンによって管理され，円筒物体と AR キャラクタの位置関係や円筒物体の速度の情報により，円筒物体を蹴り返す，あるいは押し返すような振る舞い，さらには転倒や歩行などの振る舞いが決定づけられる（図 4）。

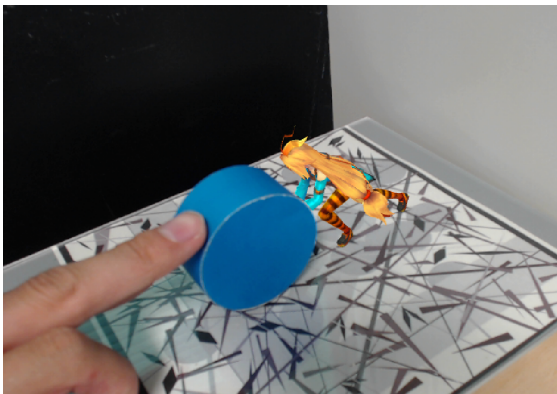


図 4 AR キャラクタが円筒物体を押し様子

4.3.3 AR キャラクタの移動制御

AR キャラクタが転倒あるいは走行を行う際，AR キャラクタのモーション制御とは独立して，AR キャラクタを平面移動させる処理が必要となる。そこで本システムでは，平面移動アルゴリズムとして Unity で利用可能な NavMeshAgent を採用する。これにより AR キャラクタが，円筒物体が存在する平面上の目的地に向かって移動する場合，AR キャラクタ自らが歩行可能領域の決定，目的地までの経路探索，円筒物体の回避を行う。

4.4 円筒物体の運動制御

4.4.1 運動制御機構

本システムで用いる円筒物体（直径 58mm，高さ 27mm）の内部には，小型ネオジウム磁石（直径 9mm，高さ 1mm）が円周方向に一定間隔で計 12 個配置されている。円筒物体を回転させるトルクは，下部に設置された電磁石からの引力によって生じる（図 5）。電磁石の起動を連続的に行うことで，一定方向の回転移動を実現する。

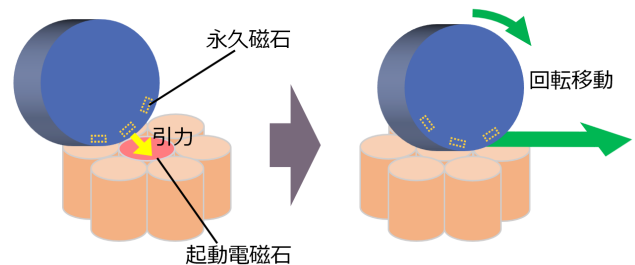


図 5 円筒物体の回転運動制御

4.4.2 電磁石の起動

AR キャラクタが円筒物体の運動に対してはたらきかける振る舞いを行う場合，コンピュータでは 4.2 で認識した円筒物体の位置及び速度の情報をもとに，電磁石アレイから起動する電磁石を決定する。起動対象の電磁石の位置と強さの信号はマイコンボード Arduino UNO R3 に送信される。その後マイコンボードでの信号変換の処理を経て制御回路が電磁石の起動を行う。

5. おわりに

現実世界に存在する人間と仮想世界の AR キャラクタとが，転がる実物体を介してインタラクションを行う拡張現実システムを開発した。今度の課題として，電磁石によるハプティックフィードバックの高度化，AR キャラクタの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, “仮想と現実のインタラクションを実現する 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)
- [3] UNITY-CHAN!, <https://unity-chan.com/> (Accessed 2020.06.10), ライセンス表記: © Unity Technologies Japan/UCL