

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

福山 裕幸*

飯田 勝吉†

高井 昌彰‡

北海道大学大学院情報科学研究科* 北海道大学情報基盤センター† 北海道大学情報基盤センター‡

1. はじめに

拡張現実(AR)において、実物体の動作のセンシングに基づいて現実から仮想世界への干渉を表現し、また仮想世界の動作に応じて何らかの仕組みを媒介として実物体の変化を誘導することで、仮想から現実世界への干渉を表現することができる。これらの仮想と現実の相互作用を実時間で同時に行うことで、仮想世界との新たなインタラクションを実現することができる。

本研究では「紙相撲」に着目し、土俵の下に置かれた電磁石アレイを用いて、仮想の力士と現実の力士が土俵上で組み合って対戦することができる AR 紙相撲システムを開発した。

2. 仮想から現実への干渉

仮想から現実への干渉を実現するためには、現実世界へ物理的に影響を及ぼすことのできる装置が必要となる。先行研究等の例としては、ワイヤーと磁石を組み合わせた装置[1]や、振動と熱電素子を用いたグローブ[2]がある。

本稿では紙相撲での現実の力士を「実力士」、仮想の力士を「仮想力士」と呼ぶ。本研究では電磁石アレイ[3]を土俵の下に設置し、実力士の足元に微小な永久磁石を装着することにより、磁石の反発力を用いて仮想力士から実力士への干渉を実現する。

3. AR 紙相撲システムの全体構成

仮想力士のプレイヤーはマウスボタンをクリックすることで仮想力士を動かし、実力士のプレイヤーは土俵を指で叩いて実力士を動かす。土俵に向けられたカメラを介してビデオシースルーで土俵を見ることで、実力士と仮想力士の組み合った紙相撲の対戦の様子が見られる。

実力士の認識・干渉及び仮想力士描画における処理の流れを図 1 に、本システムを形成する主なハードウェア構成を図 2 にそれぞれ示す。実力士の土俵上の位置認識と仮想力士の重畳表示のため、プレイヤー視点の側面カメラの他に、土俵真上に天井カメラを配置している。

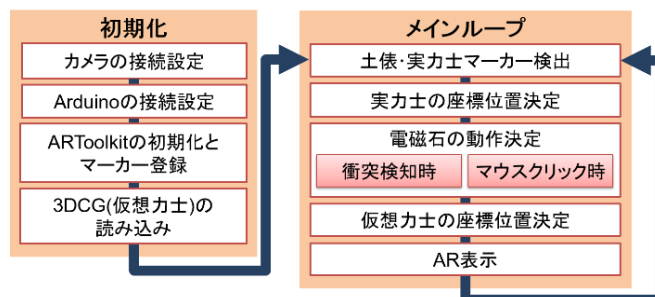


図 1 本システムの主な処理の流れ

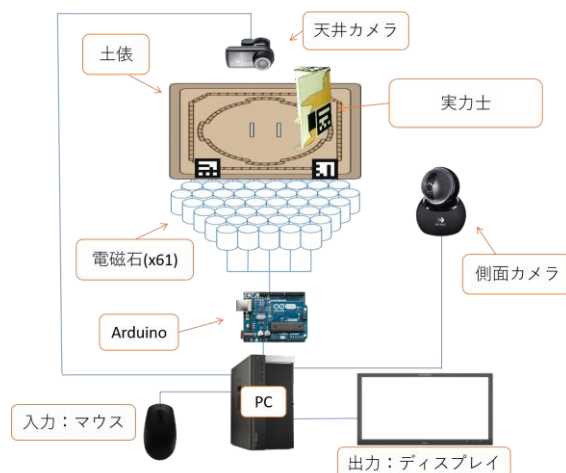


図 2 本システムのハードウェア構成

4. AR 紙相撲システムの実装

4.1 磁力による干渉のための基盤

4.1.1 電磁石アレイ

直径 5φ の鉄製ボルトを鉄芯とした電磁石 (巻き数 300 回, コイル長 30mm) を計 61 個作成し、これを平板上に 18mm 間隔で正六方格子状に配置して電磁石アレイを形成する。

4.1.2 電磁石の制御

電磁石アレイを PC から制御するためのインタフェースとして、ワンボードマイコンである Arduino UNO R3 を用いた。Arduino のデジタル出力ポートの 6bit をデコードし 61 個の電磁石から任意の 1 つを選択し、MOS-FET を介して電磁石に流れる電流を制御する。パルス幅変調により、磁力を連続的に制御することができる。

制御回路の制約から、電磁石を複数個同時に稼動することができないため、複数の電磁石を動作させる場合には時分割で動作させる。

AR Kami-sumo System by the Interaction between Real and Virtual Objects

*Fukuyama Hiroyuki, Hokkaido University, Graduate School of Information Science and Technology

†Iida Katsuyoshi, Hokkaido University Information Initiative Center

‡Takai Yoshiaki, Hokkaido University Information Initiative Center

4.1.3 実力士と土俵

実力士は図3のように高さ74mmの厚紙を2つ折りにし、下部を内側に折り曲げて固定したものを使用した。実力士の足元には磁石(5φ)を2個装着している。実力士の表面にはARマーカを5個(左右両側面と上部)設けている。また、土俵(図4)は厚紙製の箱であるが、電磁石アレイを内包しており、土俵上面ARマーカを有する。

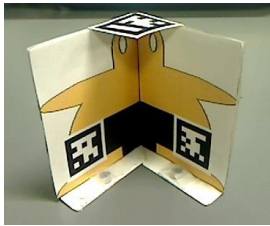


図3 実力士(正面)



図4 土俵

4.2 力士の振る舞いの制御と重畳描画

4.2.1 実力士の位置情報取得

天井カメラの画像から土俵と実力士のARマーカを認識し、実力士の土俵上の位置を推定する。仮想力士が実力士と同じ形状であるという前提で、システムは土俵上の仮想力士と実力士の位置関係を構築し、力士同士の衝突判定を行う。

4.2.2 実力士への干渉と仮想力士の動作

マウスクリックを検知した場合、土俵上のクリック位置(仮想的に指で叩く場所)と仮想力士との相対的な位置関係から、仮想力士の配置座標に仮想的な振動による微小変移を加え、仮想力士の位置や向き、傾きを変化させる。同時に、実力士の近傍の電磁石を動作させ、実力士にも振動伝播の影響を与える。

実力士と仮想力士の座標が重なった場合、実力士近傍の電磁石を動作させて実力士に影響を与える一方、仮想力士には衝突点と仮想力士の位置関係をもとに移動・回転等の変移を加える。

4.2.3 オクルージョン処理の実装

側面カメラの画像に仮想力士を重畳表示する際、奥行き方向の整合性がとれない場合がある(図5左)。そのため実力士の側面のマーカを基準にして仮想力士を部分的にマスクすることにより、オクルージョン処理を施す(図5右)。

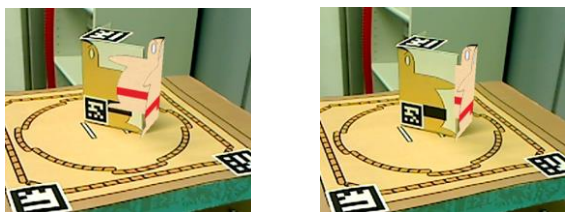


図5 オクルージョン処理(左:無, 右:有)

4.3 自然特徴点認識の導入

ARマーカを用いた対象の認識はプロトタイプングが容易であっても、実際のプレイにおいて美観を損なう問題点がある。そこで本システムでは、自然特徴点を使用したマーカレス方式の導入とその実装についても検討を進めている。

図6にマーカレスの実力士と土俵の例を示す。特徴量としては、ロバスト性が高く、リアルタイム処理に優れているFAST[4]を採用する。実力士のまわし部分の模様及び土俵周りのイラストを認識させることで、実力士と土俵を検出する。ただし、カメラに映る実力士の表裏が入れ替わる際に認識が途切れる現象が生じるため、認識が途切れる直前の位置及び移動ベクトルから次の位置を推定する手法を併用している。



図6 マーカレスの実力士と土俵

4.4 物理エンジンの導入

仮想力士の動きは、処理時間の制約から、単純化されたルールベースで実装されているが、インタラクションにおけるリアリティをさらに向上させるためには、物理エンジンを利用することも必要である。現在、力士の衝突やめり込みに対する制御も含め、実装を検討中である。

5. まとめと今後の課題

仮想と現実の相互作用を有するAR紙相撲システムの概要について述べた。電磁石の動作の効率化、自然特徴点認識の高精度化、ネットワーク対戦型への拡張等は今後の課題である。

参考文献

- [1] 青木, 三武, 浅野, 栗山, 遠山, 長谷川, 佐藤: “実世界で存在感を持つバーチャルクリーチャの実現 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] vivoxie-Powerclaw
<https://vivoxie.com/en/powerclaw>
- [3] 福山, 飯田, 高井: “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, J-030, vol. 3, pp. 407-408 (2017)
- [4] E. Rosten and T. Drummond “Machine learning for high-speed corner detection”, European Conf. on Computer Vision, pp. 430-443, (2006)