

## AR 書画カメラの開発

趙 佗<sup>†</sup> 岩崎 大起<sup>†</sup> 松田 海里<sup>†</sup> 高野 辰之<sup>††</sup> 小濱 隆司<sup>†††</sup> 宮川 治<sup>†††</sup>  
 東京電機大学情報環境学部情報環境学科<sup>†</sup> 関東学院大学工学部<sup>††</sup> 東京電機大学情報環境学部<sup>†††</sup>

## 1 はじめに

教育現場において、教授者が教材として実物や模型などの立体物を見せるときに、書画カメラが使用されることがある。書画カメラの台上で教授者が教材とする立体物を手に取り解説をすることで、その立体物の構造や特徴などを教授できる。しかし、書画カメラで扱える立体物には制限がある。例えば台上に乗せることができる大きさの物に限られるなどがあげられる。

そこで、書画カメラに AR (Augmented Reality) 技術を用いて拡張した AR 書画カメラの開発を行う。AR はコンピュータ処理されたグラフィックを映像に重畳する技術で、重畳する位置が映像に合わせて変化するため、あたかも現実存在している物のように見ることができる。以下、AR 技術で重畳されるグラフィックの立体物を AR オブジェクトと呼ぶ。AR 書画カメラでは現実の立体物の他に AR オブジェクトも扱うことができる。これにより立体物の大きさなどの制限が緩和され、書画カメラの利用場面が広がる。本研究では AR 書画カメラシステムを提案し、そのプロトタイプの開発を行う。

## 2 システム仕様

AR オブジェクトを扱うために、AR 書画カメラの要件を 2 つ定義した。

1 つ目は台上にて手で特定の動きをすることで、AR オブジェクトを移動・変形させることができることである。移動・変形の種類と詳細を表 1 に示す。表 1 に示したそれぞれの移動・変形について手の動作を対応させる。

2 つ目は、手と AR オブジェクトの上下関係の表現ができることである。一般的な AR オブジェクトの重畳を行うと、図 1 左のように手の上に AR オブジェクトが描画される。これは、AR オブジェクトが常に映像の上に重畳されることが原因となって起きる。手と AR オブジェクトの上下関係を適切に表現するために、手と AR オブジェクトの位置関係に応じて描画する処理

表 1: AR オブジェクトの移動・変形

種類	詳細
移動	AR オブジェクトを移動する
拡大	AR オブジェクトの大きさを大きくする
縮小	AR オブジェクトの大きさを小さくする
生成	新しく AR オブジェクトを台上に乗せる
消去	AR オブジェクトを台上から消す

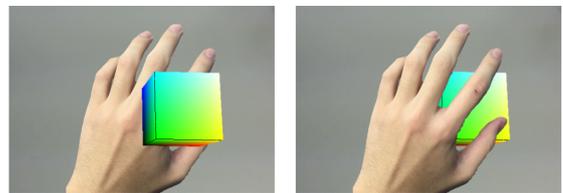


図 1: 手と AR オブジェクトの前後関係の表現

が必要となる。図 1 右に示すような違和感のない表現を行うことができる。

## 3 システム設計

AR 書画カメラシステムの構成を図 2 に示す。入力装置がカメラ、手の位置認識装置からなり、カメラから取得した映像に AR オブジェクトが重畳されたものを出力する。AR 書画カメラの処理は 3 つの工程からなり、手の位置認識、手の動きの認識、AR オブジェクトの移動・変形がある。手の位置認識は、入力装置である手の位置認識装置を使用して手の空間的な位置情報を得る。手の動きの認識は、取得した位置情報の変化から手の動きを認識する。AR オブジェクトの移動・変形は、手の動きに対応して AR オブジェクトの位置、形状を変化させ、カメラから取得された映像に重畳し映像として出力する。

## 4 システム実装

今回は AR 書画カメラのプロトタイプシステムを開発した。必要となるハードウェアは撮影し映像を出力

Developing a System of Document Camera with Augmented Reality  
 Zhao TUO<sup>†</sup> Daiki IWASAKI<sup>†</sup> Kairi MATSUDA<sup>†</sup> Tatsuyuki  
 TAKANO<sup>††</sup> Takashi KOHAMA<sup>†††</sup> Osamu MIYAKAWA<sup>†††</sup>  
<sup>†</sup> School of Information Environment, Tokyo Denki University  
<sup>††</sup> College of Engineering, Kanto Gakuin University  
<sup>†††</sup> School of Information Environment, Tokyo Denki University

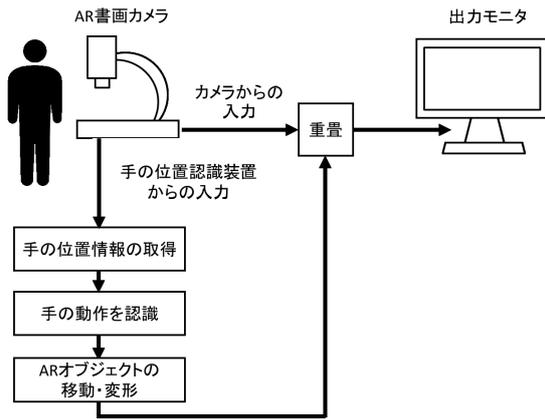


図2: 書画カメラとAR書画カメラの構成

するためのカメラと、手の位置認識装置である。プロトタイプシステムでは、WebカメラとLeapMotionを用いた。LeapMotionは台と共に設置し、台上の手の位置を認識する。これらのハードウェアをコンピュータへ接続し処理することで、手で行われた操作に応じてARオブジェクトを移動・変形させ映像に重畳する。

また、台上にはARマーカーを設置する。カメラで台上を撮影しARマーカーを認識することで、ARオブジェクトを描画する[1]。重畳されるARオブジェクトは立方体とする。

#### 4.1 ARオブジェクトの操作

ARオブジェクトに対して行うことができる操作と手の動作の対応を図3に示す。

親指と人差し指を使い、つまむような動作をすることでARオブジェクトの所持ができる。所持しているときは手を移動させることや、手首を回すことでARオブジェクトを手の動きに合わせて移動、回転させることができる。

生成、消去は、それぞれの操作を選択し行うことができるメニューにまとめた。人差し指を伸ばし円を描く動作を行うことで、メニューを表示することができる。表示されたメニューに対して、人差し指によって生成、消去の操作を選択する。生成を選択すると、台上に新たなARオブジェクトを乗せることができ、消去を選択した場合、台上にあるARオブジェクトを消すことができる。生成を選択した後、拡大縮小の操作によってARオブジェクトの大きさを決定することができる。拡大縮小はARオブジェクトに対して、両手を使い引き延ばすような動作をすることで行うことができる。

現実の立体物を手で移動させる場合、手と立体物が接触していない限り、移動させることはできない。AR

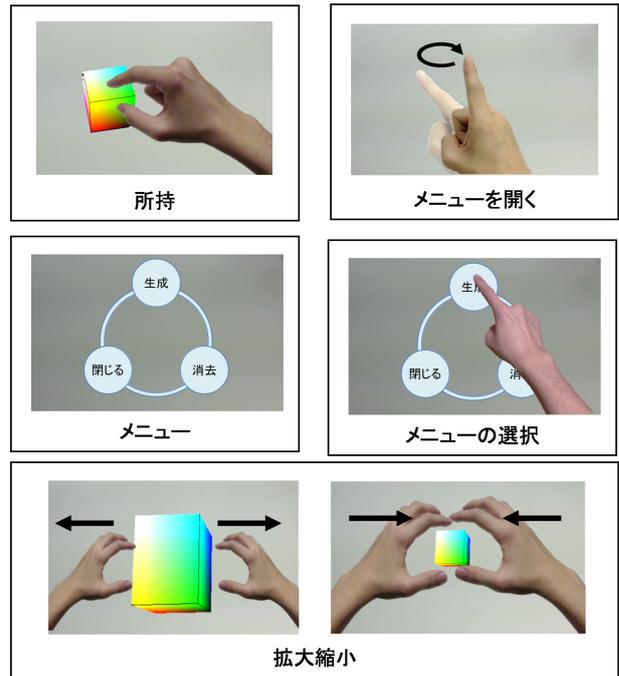


図3: ARオブジェクトの操作方法

オブジェクトにおいてもこれを実現するために、手とARオブジェクトの距離を常にLeapMotionで計測し、一定以下の距離まで近くなければ行えないものとした。

#### 4.2 手とARオブジェクトの前後関係の表現

手とARオブジェクトの前後関係については、LeapMotionを用いて判断をする。LeapMotionにより取得される手の空間的な位置をARオブジェクトの位置と比較をする。ARオブジェクトよりも手の位置が空間的に上にある場合を判断し、手をARオブジェクトの上に描画する。

### 5 まとめ

書画カメラにARオブジェクトを扱う機能を取り入れたAR書画カメラシステムを提案し、そのプロトタイプを開発した。今後はARオブジェクトについて立方体以外の任意の形状のものを入力し扱える仕組みを取り入れ、授業利用へ向けて評価をする。

#### 参考文献

- [1] 加藤 博一, Billinghurst Mark, 浅野 浩一, 橋 啓八郎 “マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 4(4), 607-616, 1999-12-31