

# 混合現実環境での図形描画システムの構築

## 麻生智仁

### 1. はじめに

物理や数学の分野を学習する際は、公式を学ぶだけでは分かりづらい。適切に実験を行い視覚的に確認することで、直感的な理解が可能になる。しかし、実際に実験器具を準備することは煩雑である。また、PCなどの画面上でのシミュレーションではリアリティに欠ける。一瀬[1]は、拡張現実感を利用して仮想環境と現実環境を混合し、手軽にリアリティのある物理実験のシミュレーションを行うシステムを構築した。プログラムを実行することでカメラに写されたマーカの上に球体が現れ、設定した放物運動を描きながら球体が飛んでいく。本研究では、数学の図形シミュレーションに焦点を置き、混合現実環境での図形描画システムを作成する。混合現実を用いることにより、日常空間で身近なものを用いて図形と重ね合わせながら、同時に、図形の面積、角度の変化などの状態を視覚的に確認することで効果的な理解を可能にする。

### 2. 図形描画システム

#### 2.1 システムの構成

本システムは、ヘッドマウントディスプレイとカメラ(図1)、頂点マーカと選択用マーカ(図2)で構成される。ユーザはヘッドマウントディスプレイを装着し、頂点を選択する。2つの頂点を選択して直線を引いていく。マーカ認識にARToolKit[2,3]を用い、描画にOpenGL[4]を用いた。



図 1. HMD とカメラ

図 2. 図形描画用マーカ

#### 2.2 システムの設計

頂点は頂点マーカにより表現される。線を引くには、線を引きたい頂点マーカに選択用マーカを3秒間近づけることで選択状態にする。最初に選択した頂点マーカを始点、次に選択した頂点マーカを終点として頂点マーカ間に線を引く。図形描画の状態遷移を図3に示す。図4にシステム全体の処理の流れを示す。

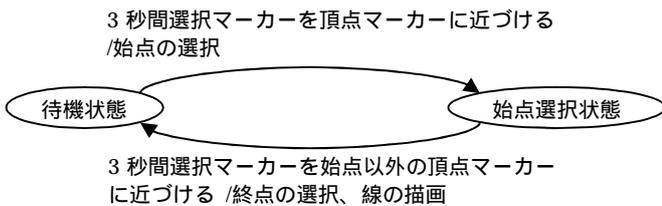


図 3. 図形描画の状態遷移

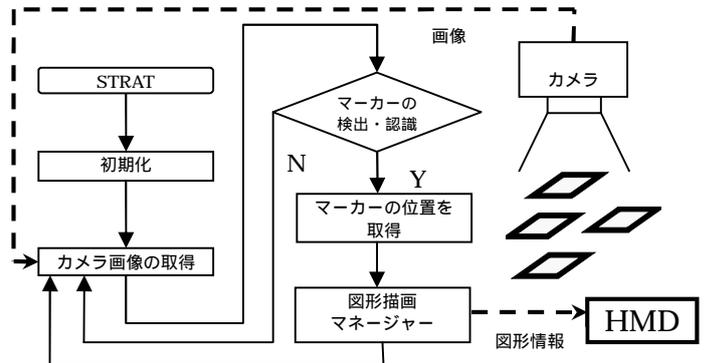


図 4. 処理の流れ

### 3. 実行例

図5は、円周角の定理を確認している場面である。灰色の点の角度を線の色で表わしている。外接円の中の三角形の灰色の点を円に沿って動かしても円周角は一定であるので角度は変化せず線の色は変わらない。図6の実行例では、線で結んだ三角形の中を塗りつぶし、面積を表現している。平行線上にある三角形の面積は一定であるので、図のように灰色の点を平行に動かしても面積は変化せず三角形の色は変わらない。このように円周角の定理や三角形の面積の性質を身近なものを用いて視覚的に確認することができる。

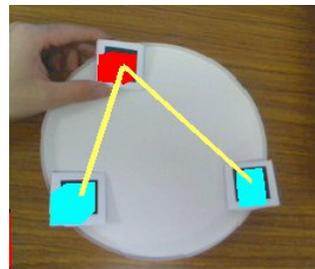


図 5. 円周角の定理

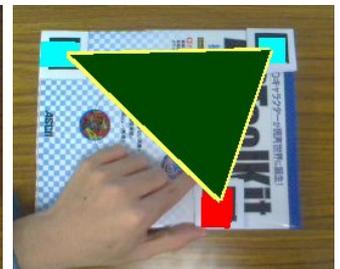


図 6. 高さの等しい三角形

### 4. まとめ

本システムにより学習者は、図形の面積、角度を日常空間で視覚的に捉えることができ、数学の公式を実際に体験することができる。

今回のシステムは、平面の図形のみを対象にした。今後は、立体の図形も表示できるようにすること、また図形の状態をより見やすくすることが課題である。

#### [参考文献]

[1]一瀬孝平, “混合現実環境での物理シミュレーション”, 平成十九年度 卒業研究発表会予稿集, [D5], P.94, 2008  
 [2]ARToolKitHomePage, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>  
 [3]橋本直, “3Dキャラクターが現実世界に誕生! ARToolKit 拡張現実感プログラミング入門”, ASCII, 2008  
 [4]加藤清敬, 林武文, “OpenGLによる3次元CGプログラミング”, コロナ社, 2003