

# AR マーカの 3D 入力デバイスとしての応用

釧路工業高等専門学校 情報工学分野

林 琉海

2023 年 2 月 15 日

## 目 次

1	はじめに	2
2	ARToolkit の概要	3
2.1	位置座標の計算 . . . . .	4
3	AR アーチェリーの概要	5
4	位置座標の取得	6
5	アーチェリーゲームの作成結果	7
6	位置情報の動作不良	9
7	今後の課題	10
8	おわりに	10

## 1 はじめに

近年, 拡張現実感 (AR : Augmented reality) 技術を利用した新たなサービスに大きな注目が集まってきている. 拡張現実 (AR) とはその名の通り, 「現実を拡張する」ものであり, 肉眼で直接見ることができる現実の世界に重ねて, CG でつくられた 3D 映像やキャラクターなどのデジタルコンテンツやデータを重ねて表示するというものである. 現在, AR 技術を利用した技術として図 1 などの位置情報ゲームのようなエンターテインメント分野での利用やビジネス分野でも様々な利用がされている. その他にも, 医療, 教育, 軍事などでも利用されてきている. しかし現在の AR では位置検出の精度が問題であり, 動作不良も時折見られる. そこで本研究では, 高精度な 3D 位置検出手法の開発を目標に AR アーチェリーのゲームアプリを作成する.



図 1: ポケモン GO

## 2 ARToolkit の概要

ARToolkit とは、奈良先端科学技術大学院大学の加藤博一教授が開発した C/C++ 言語用のプログラミングライブラリである。ARToolkit を使うことで、マーカをカメラで読み込むことで、位置、姿勢、座標などを計算してその上に 3D オブジェクトを描画する (図 2 参照) ライブラリである.[1]. ARToolkit が提供している主な機能は、以下の通りである。

- カメラからの画像取得
- マーカの検出とパターン認識
- マーカの 3 次元座標と姿勢の計算
- 3 次元 CG の合成表示

以上のように AR アプリを作成する際の難しい処理のほとんどが実装されている。// 本研究では ARToolkit を用いて、アーチェリーゲームを作成する



図 2: オブジェクトの表示

## 2.1 位置座標の計算

ARToolkit の機能の一例として, `arGetTransMat()` という関数がある. この関数では, 検出したマーカの情報からマーカ・カメラ間の座標変換行列を求めている.

$$\begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \\
 \text{カメラ座標系}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \begin{matrix} \text{回転成分} & \text{並進成分} \end{matrix} \\
 \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 \text{変換行列}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix} \\
 \text{マーカ座標系}
 \end{array}$$

図 3: 座標変換行列  
[2].

$(X_c, Y_c, Z_c, 1)$  はカメラ座標系,  $(X_m, Y_m, Z_m, 1)$  はマーカ座標系であり,  $(r_{11}, r_{21}, r_{31})$ ,  $(r_{12}, r_{22}, r_{32})$ ,  $(r_{13}, r_{23}, r_{33})$  を回転成分,  $(t_x, t_y, t_z)$  に並進成分を示している (図 3 参照).  
このように ARToolkit で求めた座標変換行列を用いてマーカ座標にカメラ座標を変換して, マーカ上に 3D オブジェクトを表示させることが可能になる (図 4 参照).

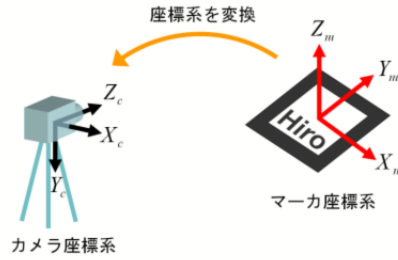


図 4: 座標変換

本研究では, `arGetTransMat()` を用いてマーカ間の距離を測定し発射条件にすることでアーチェリーゲームを作成する.

### 3 AR アーチェリーの概要

本研究で作成するアーチェリーゲームでは、弓と矢に見立てた AR マーカをユーザが両手にもって操作する。これをカメラで撮影することでマーカの位置情報を取得し、マーカ間の距離を発射条件とすることでアーチェリーゲームを作成する (図 5 参照)。



図 5: アーチェリーゲームのイメージ

## 4 位置座標の取得

マーカ間の距離は以下の2点間の距離の公式を用いて求めた。  
それぞれマーカ1の座標(a,c), マーカ2の座標(b,d)とする。

$$\sqrt{(a-b)^2 + (c-d)^2}$$

実際の実行結果は以下のとおりである。

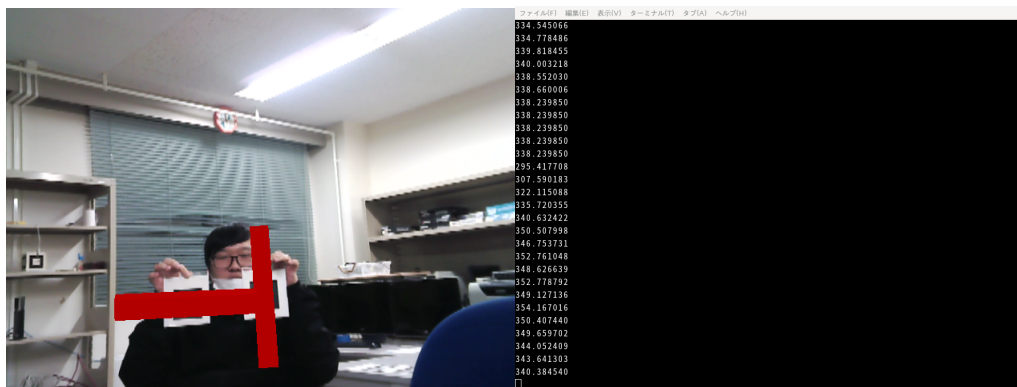


図 6: 近い距離の実行例

図 7: マーカ間の距離

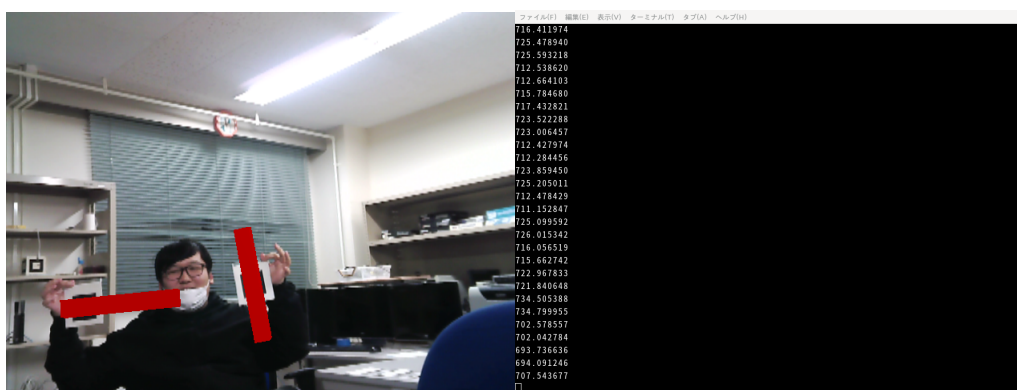


図 8: 遠い距離の実行例

図 9: マーカ間の距離

図 6 図 7 はマーカ間の距離が短いときの実行結果で, 図 8 図 9 はマーカ間の距離が長いときの実行結果である。

マーカ間の距離をアーチェリーの発射条件に使うため, リアルタイムに距離の計算を行っている。  
図 6 のマーカ間の距離は図 7 の 1 番下の値で, 図 8 のマーカ間の距離は図 9 の 1 番下の値である。

## 5 アーチェリーゲームの作成結果

2つのマーカ間の距離を求め、矢の発射まではできた。しかしオブジェクトの作成が間に合わなかったので図中の赤色の縦の棒を弓、横の棒を矢として代用している。これらのオブジェクト間の距離が一定値に達すると矢が発射される。  
現段階の実行例を以下に示す。

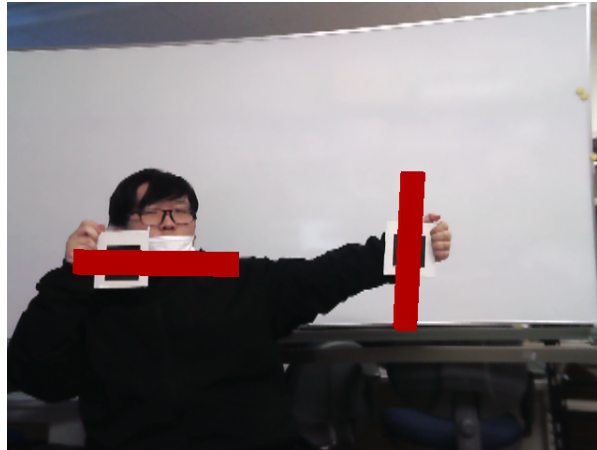


図 10: 実行例



図 11: 実行例





図 12: 実行例



図 13: 実行例

現在, 発射条件の距離を 900mm に設定しているがこれは, 私の顔の位置から腕を伸ばした距離を基準にしているため, 第 3 者がプレイすると距離が合わなくなってしまうので複数パターンのマークを用意して腕の長い人と短い人でマークのを使い分けてプレイできるようにしていきたいと考える.

## 6 位置情報の動作不良

現在, マーカを誤認識してしまった場合予期しない位置にオブジェクトが表示される (図 14 図 15 参照) ことがあるので, 安定したマーカ検出方法の検討する必要がある.



図 14: マーカの誤認識



図 15: マーカの誤認識

## 7 今後の課題

現状, アーチェリーゲームの基礎部分しか作成していないため, 的との当たり判定などを追加してよりゲームとしての完成度を高めていきたい. また, 弓と矢のオブジェクトの作成や発車後の矢の軌道が等速直線運動なので放物線運動に変えてよりリアルなアーチェリーゲームの作成を目指していく必要がある.

## 8 おわりに

ARToolkit を用いてアーチェリーゲームの基礎までは作成したが, 本研究の目的である高精度な 3D 位置検出の開発することができなかった. アーチェリーゲームについても基礎までしか作成できなかったため, 今後はアーチェリーゲームの完成度の向上と高精度な 3D 位置検出方法の検討を進める必要がある

## 参考文献

- [1] H I T L a b : ARToolKit , <http://www.hitl.washington.edu/>  
 , 参照 2023-2-15.
- [2] 俺 CG 屋:複数のマーカを扱う [ARToolKit] , <http://www.cg-ya.net/category/imedia/ar/>  
 , 参照 2023-2-15.