

# ARを応用したヘッドトラッキング

渡部龍一

平成33年2月3日

## 目 次

1	はじめに	2
2	背景	2
3	目的	2
4	ヘッドトラッキングの実現方法	3
5	作成したプログラムの処理	3
6	使用ライブラリ	4
7	マーカの認識確認	4
8	ステレオ 3D 化	5
9	複数のマーカの使用	6
10	実験結果	6
11	改良点	8
12	改善案	9
13	おわりに	10

## 1 はじめに

ヘッドトラッキングは運動立体視視 [1] による 3DCG を違和感なく再現するために重要な技術であるが、普通は特殊な機器を必要としている。そこで本研究では、これを手軽に実現するため ARToolkit [2] を応用する。

## 2 背景

映画などの 3D 映像には欠点がある。それは、人が動いたときに違和感が出るというものである。この違和感の例を挙げると「いくら人が動いても物体の側面が見れない」などがある。このような違和感の解消を目指したい。

## 3 目的

この研究の目的は 2 つある。1 つ目は「ヘッドトラッキングの実現」である。ヘッドトラッキングとは、センサにより頭の動きを感知することである。本研究では AR の技術を位置センサとして使用する。2 つ目は「運動視差立体視の実現」である。運動視差立体視は観察者と物体との距離によって見え方が変わることにより立体的に感じるというものである。

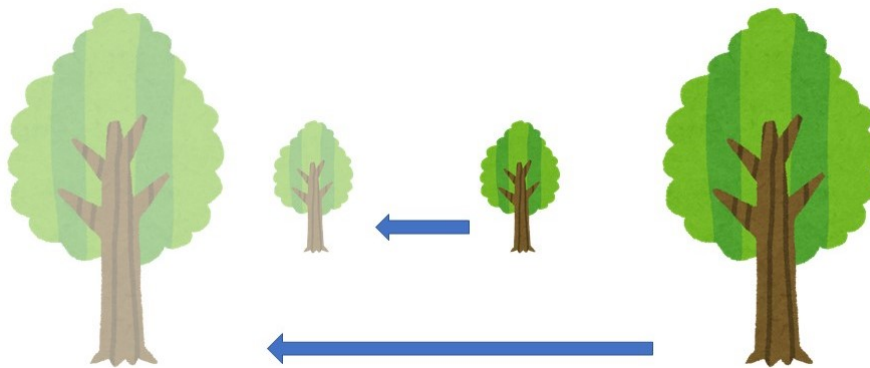


図 1: 運動視差の例

図 1 は運動視差によってものの動きが違う例である。この図は観察者が右に移動しているときに、近くの木が遠くの木より動くことを示している。

## 4 ヘッドトラッキングの実現方法



図 2: 既存の研究と本研究の機材の配置イメージ

図 2 の上側は既存の機材の配置イメージ, 下側は本研究の機材の配置イメージである. 既存の研究 [3] ではカメラをモニタ側, マーカをユーザ側に置きヘッドトラッキングを実現していた. しかし, この配置では, カメラの視野外にユーザがいると, ユーザがモニタを見ることができず, 立体視を実現することはできない. そこで本研究では既存の研究とは異なり, カメラをユーザ側, マーカをモニタ側に配置している. ARToolKit ではカメラから見たマーカの位置が分かるので, ユーザとカメラの移動に応じて 3DCG の仮想カメラを動かし, 映像を違和感なく変えるプログラムを作成した.

## 5 作成したプログラムの処理

このプログラムは以下の処理を繰り返すことで映像を動かしている.

1. カメラの映像から「カメラから見たマーカの位置」を出す
2. 「カメラから見たマーカの位置」から「マーカから見たカメラの位置」を算出する
3. 「マーカから見たカメラの位置」に合わせて CG のカメラの位置を変更する

## 6 使用ライブラリ

以下は今回のプログラムを作成するにあたり、使用したライブラリである。

### 使用ライブラリ

OpenGL

2次元/3次元のグラフィックスライブラリ

GLUT

Opengl を補助するライブラリ

ARToolKit

AR のアプリケーションを実現するためのライブラリ

OpenCV

画像処理や画像解析をするためのライブラリ

プログラムでは GLUT で 3DCG を描き, ARToolKit でマーカの認識を行った. OpenCV では, マーカの表示を行った.

## 7 マーカの認識確認

カメラでマーカを映したときにマーカを認識しているかを確認するために, カメラの映像を映しマーカを認識すると立方体を表示するようにした.

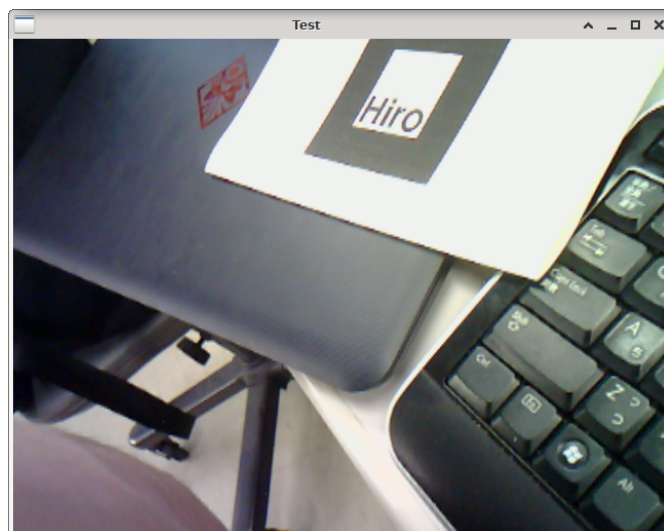


図 3: マーカを認識していないときのカメラ映像

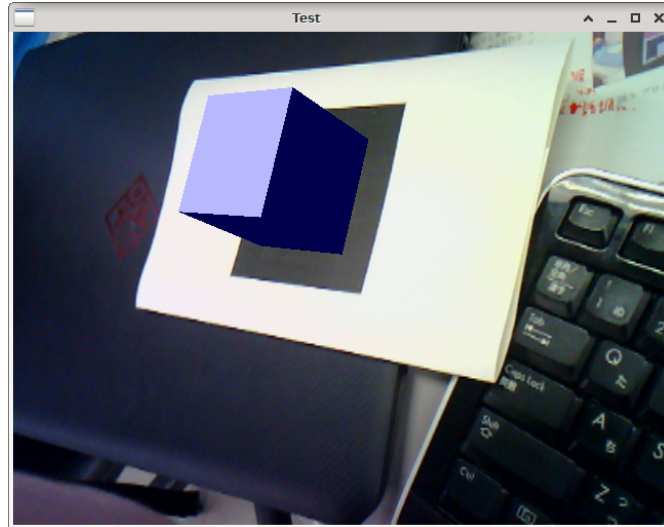


図 4: マーカを認識していないときのカメラ映像

図 3 はマーカを認識していないときの映像で, 図 4 はマーカを認識しているときの映像である. これにより, しっかりマーカ全体を映さなければマーカを認識しないことがわかる.

## 8 ステレオ 3D 化

より立体に見えるように映像をステレオ 3D にした. ステレオ 3D は両眼視差によって立体的に見えるというものである. 両眼視差は右目と左目でももの見え方が異なることにより立体的に見えるもので, この視差のみを使うと映像が立体にも関わらず動いたときに違和感がでることになる.

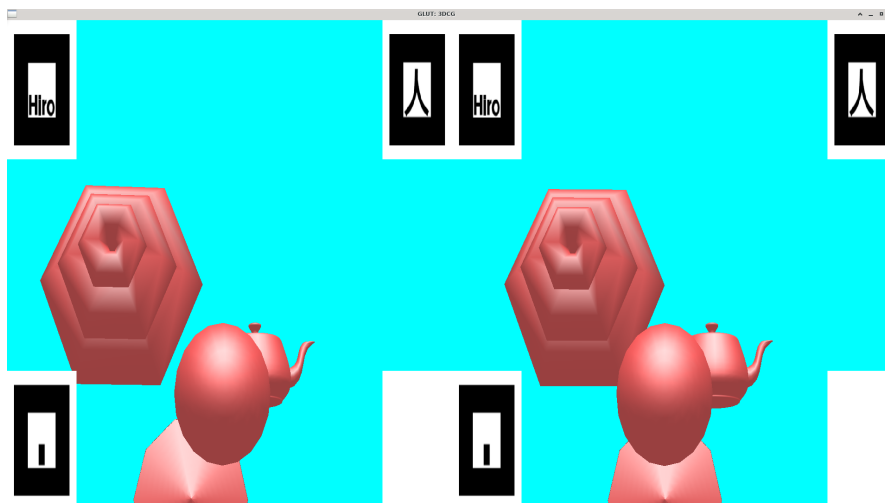


図 5: ステレオ 3D の右目映像と左目映像

図 5 の右側は右目用の映像, 左側は左目用の画像である. プログラムではこのウィンドウをサイドバイサイド方式に対応したディスプレイに映し, ディスプレイに対応した眼鏡をすると 3D の映

像がみることができる。しかし、サイドバイサイド方式に対応したディスプレイはあまり一般的なものではないので 2D にも 3D にも切り替えることができるようにした。

## 9 複数のマーカの使用

1つのマーカを使いヘッドトラッキングのプログラムを作り実行したとき画面がぶれることがあった。この画面のぶれを解決するため複数のマーカを使い、その複数のマーカの位置で平均をとることでぶれを抑えようとした。マーカを1つしか認識していないときのためにマーカの位置関係を測定するようにした。

## 10 実験結果

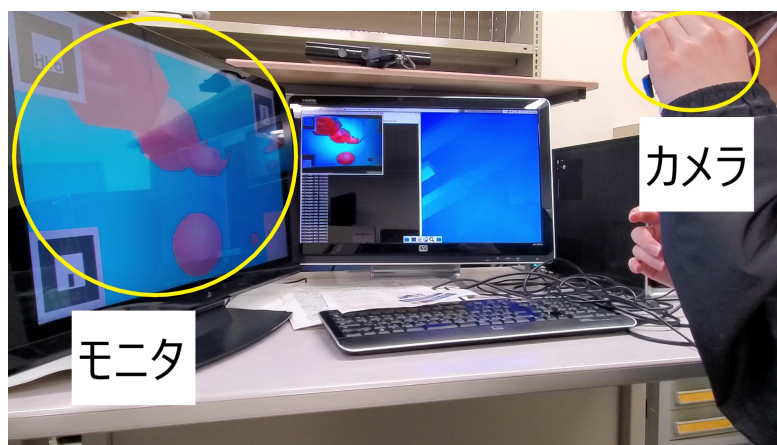


図 6: 機材の構成

図 6 はプログラム実行中の機材の配置状況の写真である。モニターにマーカを映しており、カメラはユーザーが持っている。

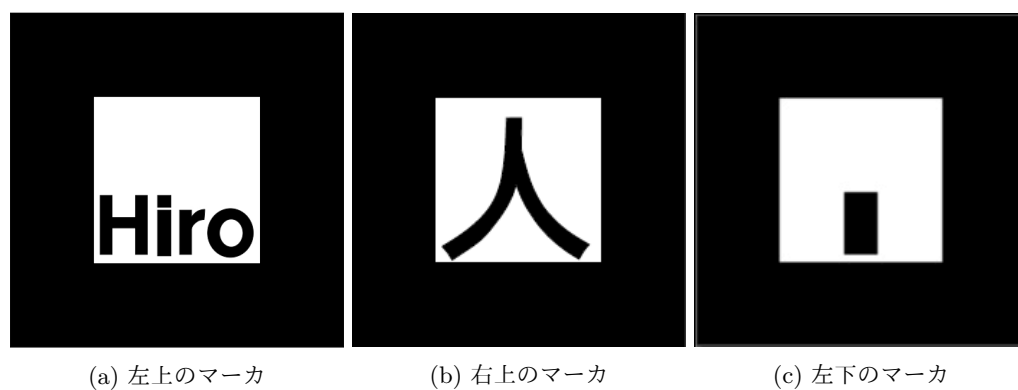


図 7: 使用したマーカ

図 7 は今回使用したマーカである。図 (a) はモニタ左上に配置したマーカ、図 (b) はモニタ右上に配置したマーカ、図 (c) はモニタ左下に配置したマーカである。

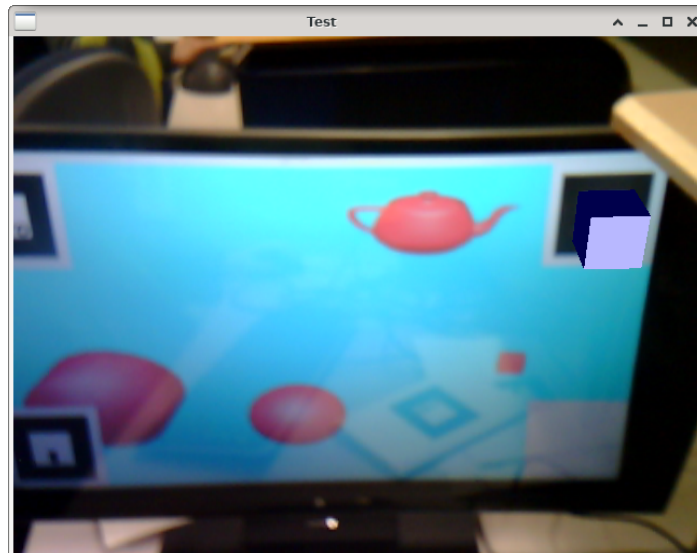


図 8: プログラムの実行例 1

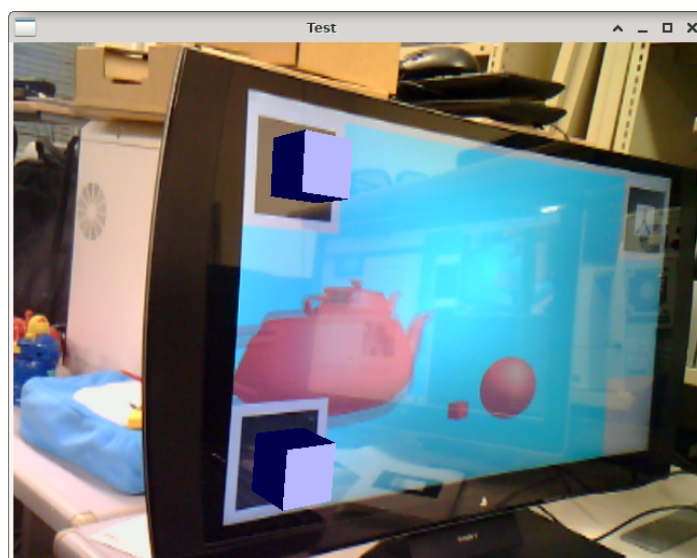


図 9: プログラムの実行例 2

図 8 と図 9 はこのプログラムを動かしたときの様子である。マーカを印刷しなくても使えるようにディスプレイに表示している。図 8 はモニタを上から見たときのカメラ映像で、ディスプレイの右上のマーカを認識しており、モニタにはしっかり 3DCG を上から見た様子が映っている。図 9 はモニタを左から見たときのカメラ映像で、ディスプレイの左上のマーカと左下のマーカを認識しており、モニタにはしっかり 3DCG を左から見た様子が映っている。このように、運動立体視は実現できている。しかし、画面にマーカを映したことで認識の安定性の精度が低くなってしまった。こ



これは、ディスプレイに光が反射するためだと考えられる。手軽に使えるようにマーカを表示したが、マーカを印刷してディスプレイに貼る方が認識の精度が良かった。そこでマーカの表示/非表示を切り替え可能にした。

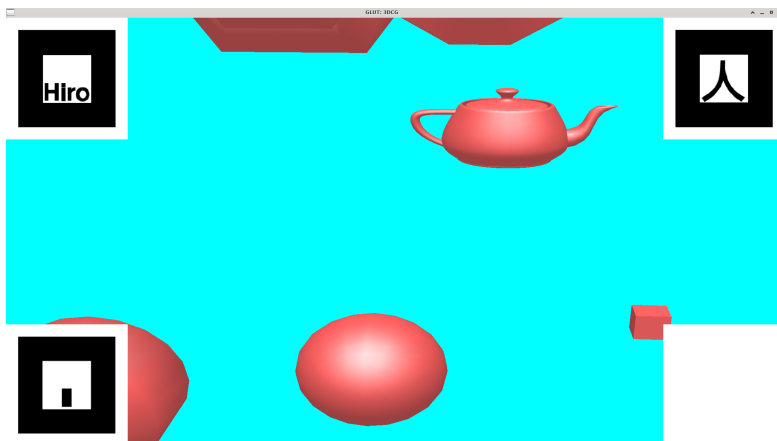


図 10: マーカを表示にしたときの映像

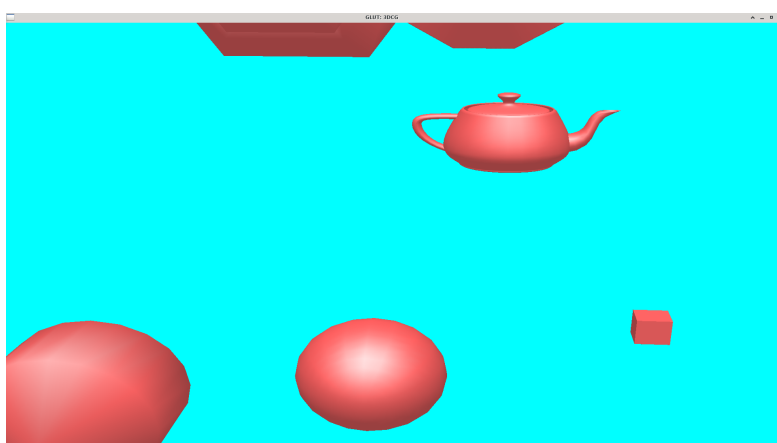


図 11: マーカを非表示にしたときの映像

図 10 はマーカを表示したときの映像で、図 11 はマーカを非表示にしたときの映像である。マーカの右下は本来別のマーカを配置する予定だったが表示がうまくいかないのでこのような結果になってしまった。

## 11 改良点

マーカの認識精度が下がったことにより、様々な問題が発生した。たとえば、画面がぶれるということやマーカの位置関係がうまく測定できないという問題が発生した。ディスプレイを変えるなどのハードウェアの部分の問題以外で問題を解決できないか試してみた。まず、画面のぶれの解決のためにジッタを軽減することにした。ジッタとは装置のムラなどで、画面が揺れることである。ジッ

タは, 3DCG の仮想カメラの位置を今回のマーカの情報のみならず, 前回のマーカの情報を使うことで軽減した. しかし, この方法は効果が薄かった.

## 12 改善案

画面のぶれや位置関係の測定の問題の解決策として検証できなかったものがある. それは, マーカの向きが平行ではないときはマーカの位置関係を測れないようにするというものである.

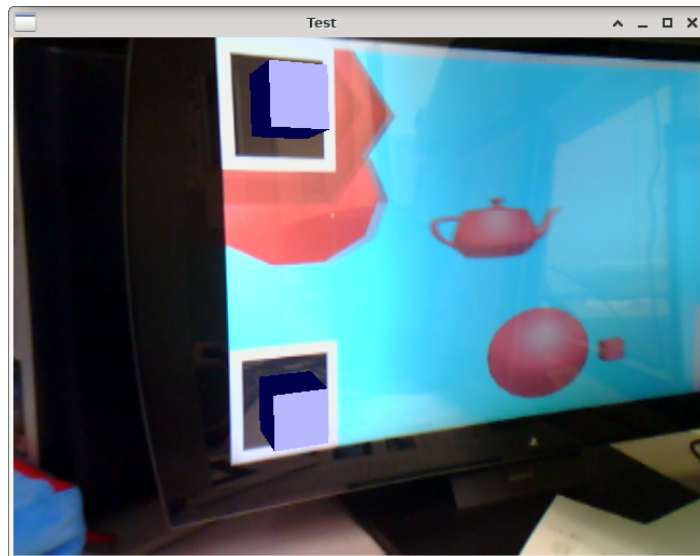


図 12: マーカの向きが平行なときの映像

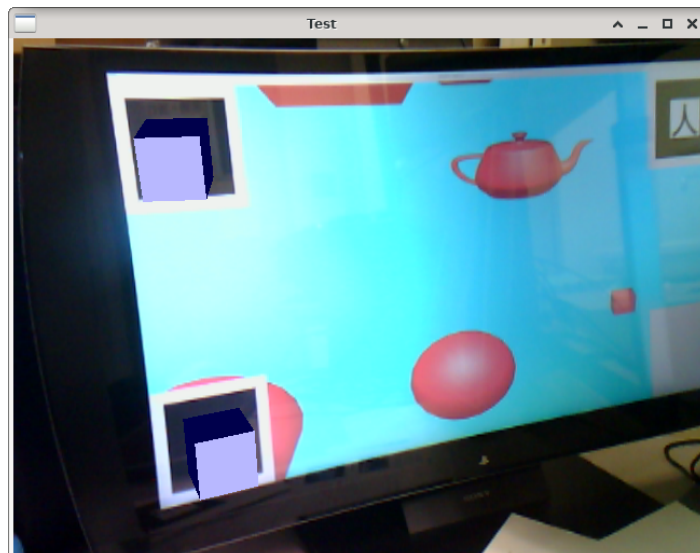


図 13: マーカの向きが平行ではないときの映像

図 12 はマーカの向きが平行なときのカメラの映像で, 図 13 はマーカの向きが平行ではないときのカメラの映像である. 認識したマーカの向きは立方体の向きでわかる. このように, マーカを認識したときマーカの向きが平行なときと平行ではないときがあった. マーカの位置関係の測定は複数のマーカの認識したときのみできるようにしていたが, この条件に加えてマーカの向きがおおむね同じ方向を向いているときという条件をつけた方が良かったかもしれない.

## 13 おわりに

ARToolKit を使用することにより, 当初の目的であったヘッドトラッキングはできた. しかし, 現状では認識精度や画面のぶれ, マーカの位置関係の測定で問題があり完璧なものとはいえない. 今後の課題として, 特に認識精度の向上が必要である.

## 参考文献

- [1] Wikipedia, “立体視”, <https://ja.wikipedia.org/wiki/立体視#運動視差立体視>
- [2] 工学ナビ, “「攻殻機動隊」「電脳コイル」の世界を実現! - ARToolKit を使った拡張現実感プログラミング”, <http://kougaku-navi.net/ARToolKit/>
- [3] 道後千尋ら, “視点追跡による立体視を用いたプロジェクション型 AR の提案”, FIT2015(第 14 回情報科学技術フォーラム), K-001, 2015