ドローンを利用した構内案内システムの設計

秋田工業高等専門学校
専攻科 生産システム工学専攻　三浦　翔平
電気情報工学科　平石　広典

平成29年2月1日

1. 背景

- 近年，ヘリコプターに比べ，安定した飛行を行うことができるドローンの開発が発展してきている
- ドローンによる荷物の輸送や空撮など，将来的にその活躍が期待されている

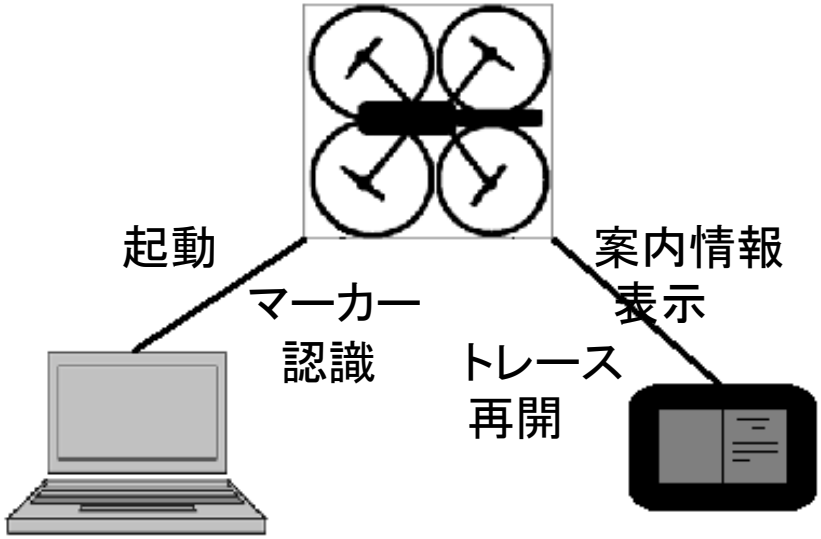
本研究では，ドローンの有用性を利用し，その中でもAR.Droneを用いて構内案内システムの設計を行った

ロボットに比べて…

- 床上の障害物等の影響を受けない
- 階段でも問題なく進むことができる

2. システム概要

- ドローンは床から100 [cm] 付近の高さで，利用者の前を飛行する
- 下向きに搭載されたカメラによってラインをトレースする
- 特定の場所には特別なARマーカーを設置し，それを検出することで，自己位置を認識と情報の表示を行う
- 情報の確認を終えると，自動的にラントレースを再開する



システム構成図[1]

[1] 羽根嘉宣，武田敦志，“カメラ画像に基づいたAR.Droneの姿勢制御手法の開発”，情報処理学会東北支部研究報告，vol.2014

ドローンを基地局に見立て，一つのネットワークを構築し，構内案内を実現する

2.1 ソフトウェア

- ドローンの制御：Processing
  メディアアートとビジュアルデザインのために開発された
  オープンソースの言語．ARDroneForP5[2]を使用．
- ARマーカー　：NyARToolKit for Processing[2]

  パターンファイルを使わずに，パターンから直接数値情報を読み取れる．
  512個のマーカーを使用可能．マーカーの作成も可能．
- 情報表示　：Android

2.2 ハードウェア

- ドローン　：Parrot社 AR.Drone 1.0
- PC　：Mac Book Air
- 携帯端末：nexus10

AR.Drone 1.0

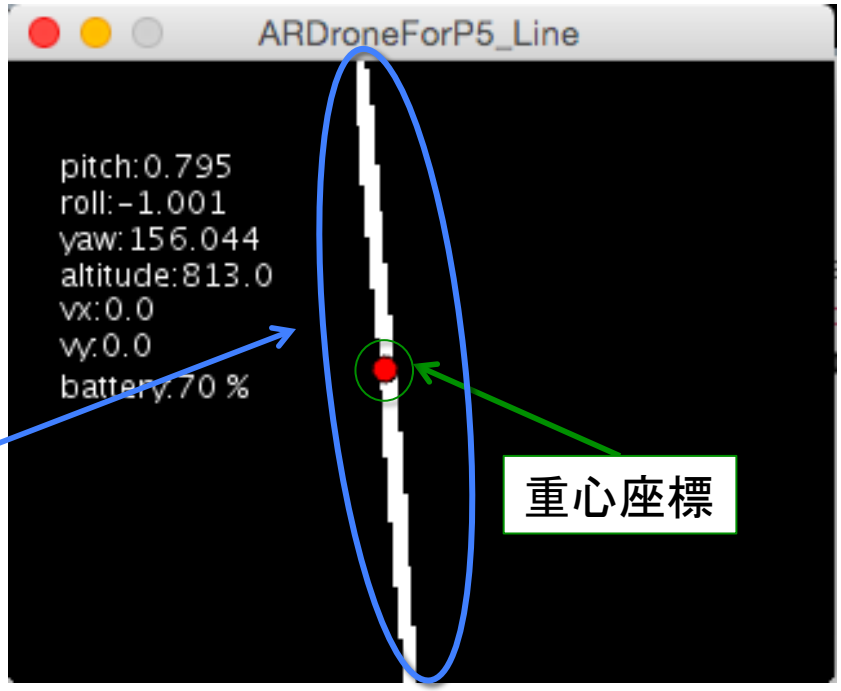
[2] 橋本直，“ARプログラミング Processingで作る拡張現実感のレシピ”，
オーム社，第1版

3. ライントレース

特徴

- ドローンは，構内のラインをトレース
- カメラからの映像を二値化
- 本体がライン直上に来るように制御
- カーブでは減速

※下部カメラ（176×144画素）



二値化したカメラ画像

ラインのみが白になるように
閾値を設定する

計算

白色に判定された座標の平均座標を
求めることでラインの重心座標を計算する

- ❖ X座標，Y座標

制御

重心点が常に画像の中心に
なるように制御する

- ✓ ardronemove3D関数
- ✓ PID制御

4. PID制御

本研究

ラントレースによる構内案内

ラインを見失うことを避ける必要がある

最小二乗法により，傾きを計算
傾き：ラインとドローンの角度

画面の中心に対して，重心座標が
どれだけずれているかの割合を計算

制御

PD制御を行う

$K_P = 13, K_D = 13$

```
int fb = (int)(kp * error_y + ki * integral_y + kd * derivative_y);
int lr = (int)(kp * error_x + ki * integral_x + kd * derivative_x);
int slr = (int)(kp_a * error_a + ki_a * integral_a + kd_a * derivative_a);
```

前後，左右，回転の値をardronemove3D関数に入れる

5. ARマーカー

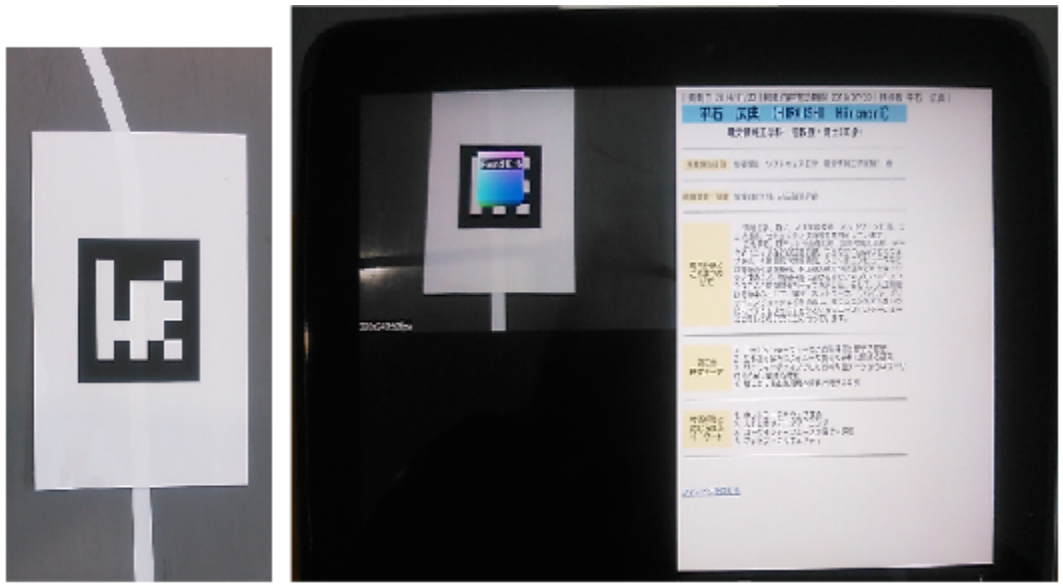
ARマーカーを用いて，以下の二点を実現する

- ホバリングに切り替え
- 認識場所の案内情報の表示

→情報表示：nexus10上にAndroidアプリケーションで実現

設置場所：各研究室前
案内情報：研究内容
保存先　：Nexus10ローカル

ARマーカーを使うことで
✓ ID番号で管理できる
✓ 情報の変更も容易



ARマーカーと情報表示画面

Androidアプリを利用者のスマートフォン等にインストールすれば簡単に利用できる

6. 実験

- マーカーの認識に関して，どの程度の距離まで認識可能か検証を行った．

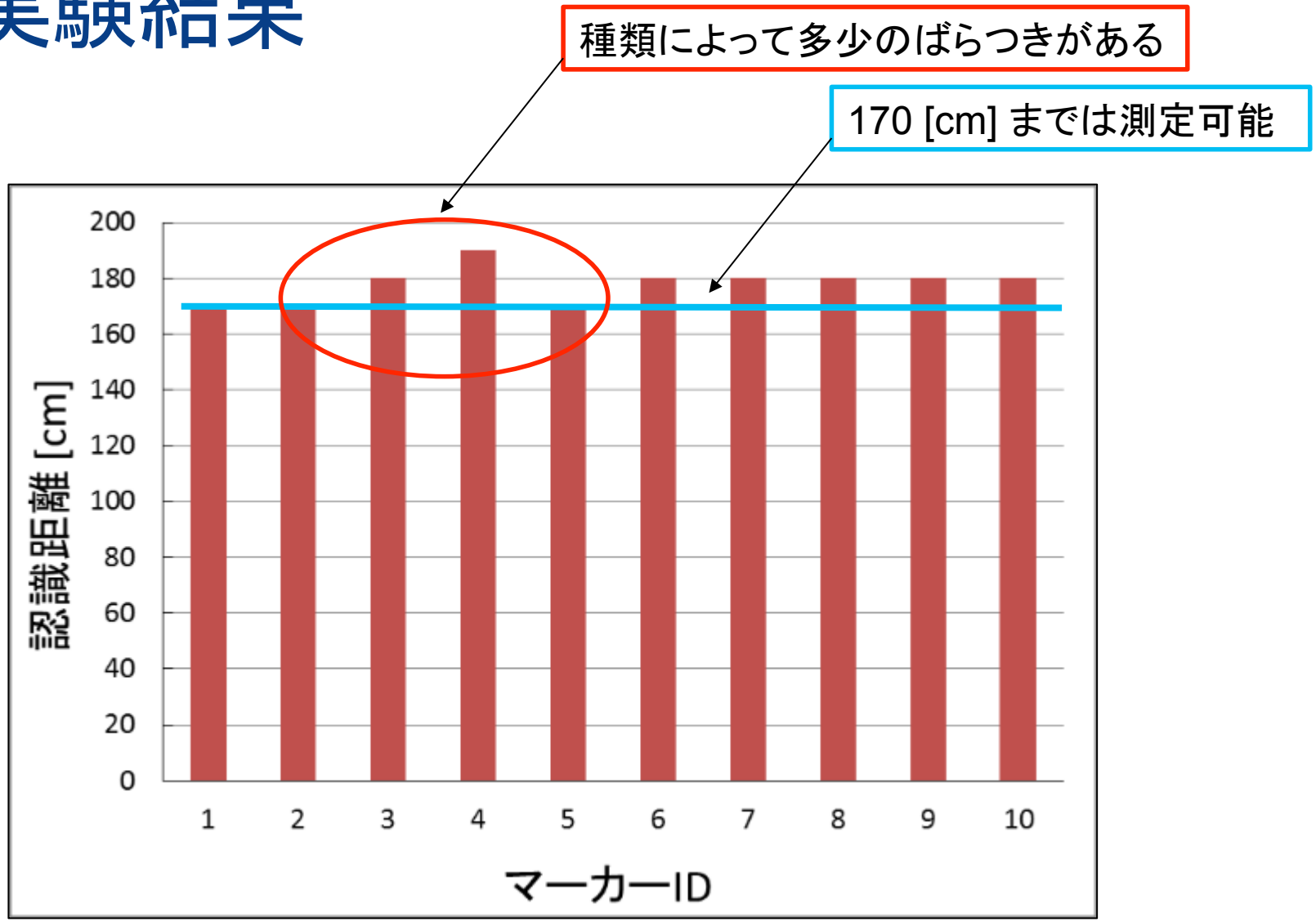
実験方法

1. 12 [cm] 四方のARマーカーを固定する
2. ドローンの下部カメラでマーカーを認識させ，徐々に距離を離していく
3. 認識可能な距離を記録する
4. 10種類の全てのマーカーについて行う

一度認識してしまえば，動いても正面方向から45 [°] 程度までは捉え続けるため，
最初の認識が重要

マーカー認識距離の測定実験

7. 実験結果


種類によって多少のばらつきがある
170 [cm] までは測定可能
認識距離 [cm]
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
マーカーID

8. まとめ

建物構内における案内システム

- 170 [cm] は十分な高度である

ARマーカーの認識精度は非常に高い

- 他のマーカーと間違ってしまうことは，実験中一度もなかった

➢ 本研究の結果より…

ラインとレースとARマーカーを用いた
ドローンによる構内案内は実現可能である

➢ 応用として…

- 高価なドローンでもGPSが使えない状況では，
  本研究での制御方法が有効になる
- 障害物を回避する機構の搭載（超音波センサなど）

ご清聴ありがとうございました

The design of the campus guiding system using AR.Drone

February 1, 2017

Production Systems Engineering Course: Shohei Miura

National Institute of Technology, Akita College

1. Introduction

Purpose

- To design the campus guiding system with a drone.

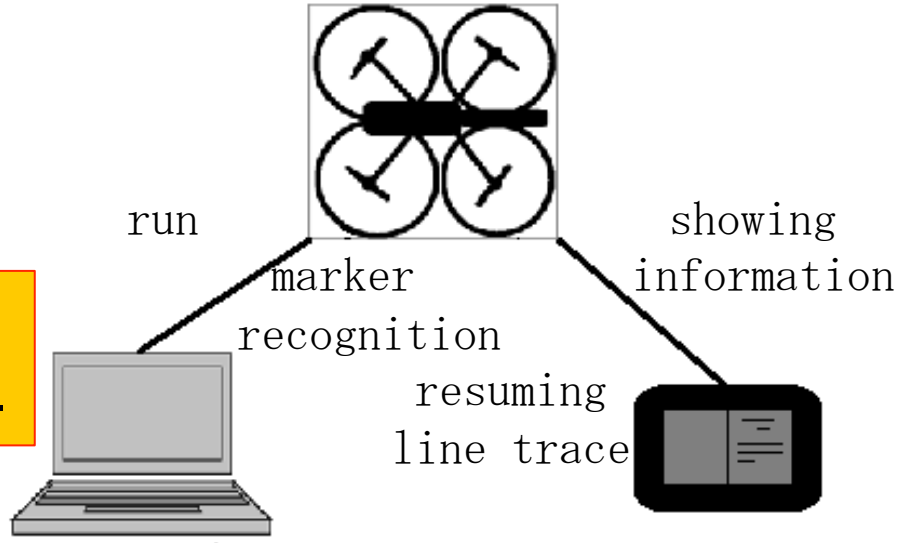
Drone

- AR.Drone 1.0

Key technologies

- Line trace
- PID control
- AR marker recognition

We construct the drone network, which finally realizes campus guide.



System component

2. Demonstration video

3. Conclusion

- As a result of this research…

It is possible to make the campus guiding system using the drone.
With line trace and PID control.

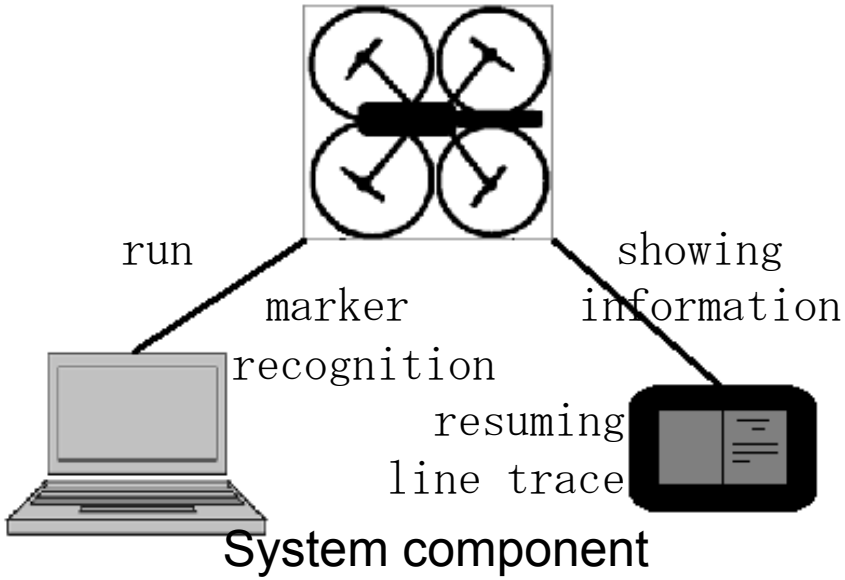
  - There is no misrecognition.
  - It has no problem with the distance between the attitude and AR marker.

- Compared to the more expensive drone…

  - When you can't use GPS, this control method is very effective.

2. Research outline

- Drone flies about 100[cm], and user follows it.
- Traces line drawn on the floor by the bottom camera.
- Recognizes its position and shows information on the tablet by detecting AR marker set interesting place.
- User finishes looking the information, system resumes line trace automatically.



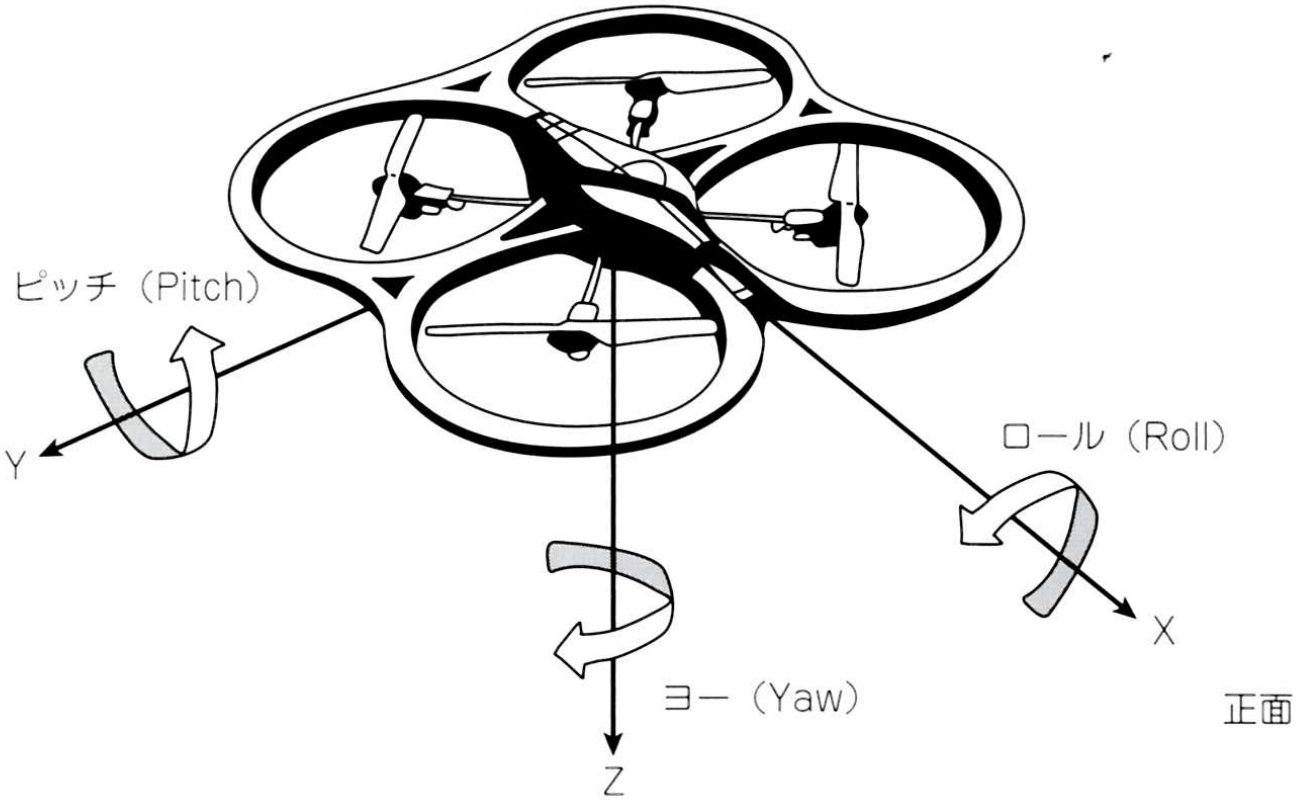
System component

We regard drone as base station, and construct one network finally realize campus guide.

Thank you for your attention.

[補足] 機体角度について[2]

- ロール角，ピッチ角，ヨー角は，
  それぞれX軸，Y軸，Z軸についての角度である．

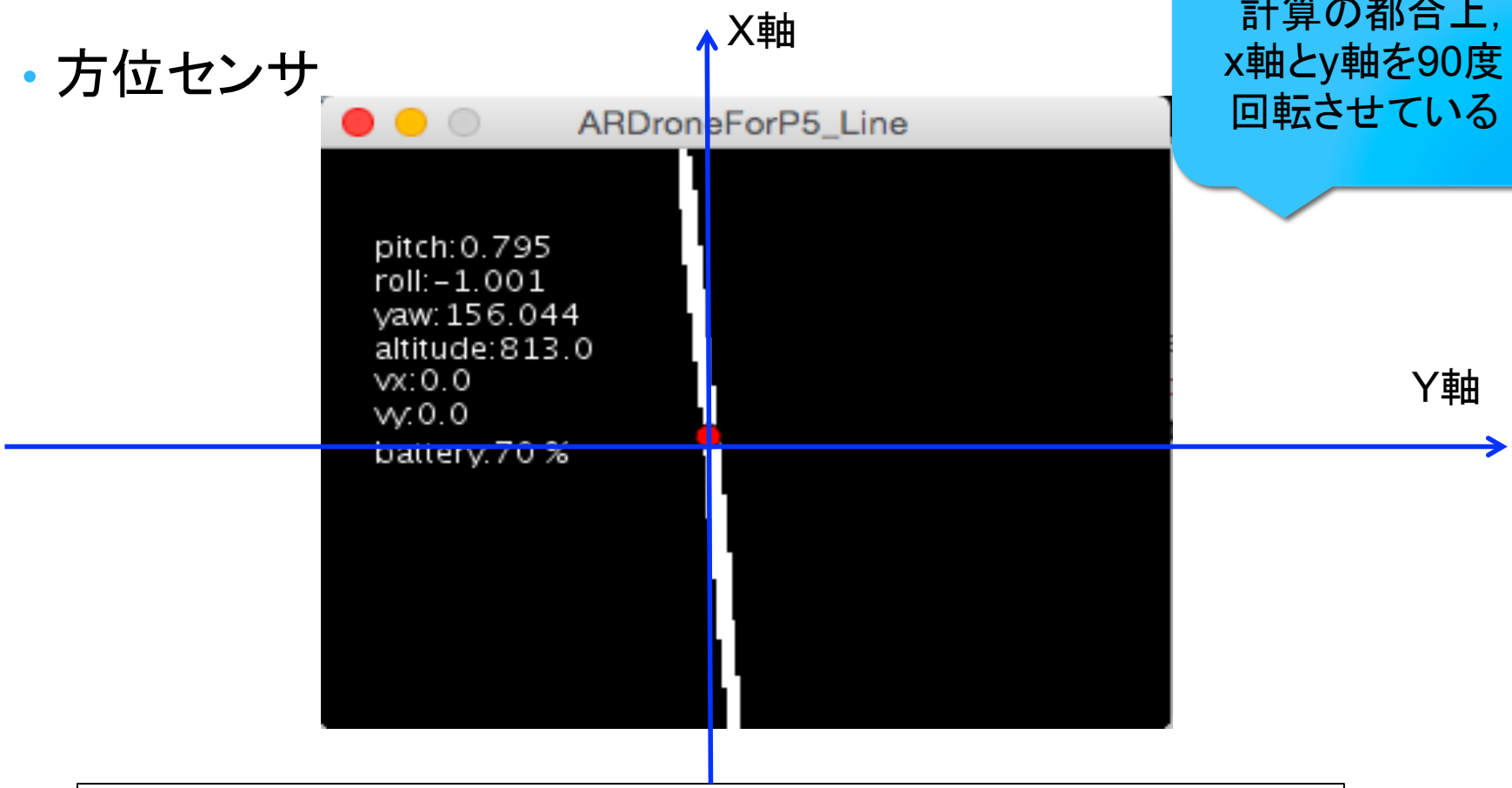


本研究では，ヨー角(本体の回転)について制御している．

[2] 橋本直，“ARプログラミング Processingで作る拡張現実感のレシピ”，オーム社，第1版

[補足] カメラ座標

- 方位センサ



計算の都合上，
x軸とy軸を90度
回転させている

```
double error_x = -1*a_x/((double)width/2.0);
double error_y = a_y/((double)width/2.0);
double error_a = -1*a;
```

[補足] 階段での飛行

- 壁が近いため，通路より自分の風の影響を受けているが，上り・下りとも問題なく行える

階段での飛行経路

[補足] 階段での飛行