

EKF

平成 29 年 10 月 25 日

1 EKF 2D &3D fusion その 2

EKF の枠組みを用いてステレオカメラからの視差情報と単眼で追ったテンプレートのスケーリング変化の情報をセンサフュージョンするプログラムを書いた。サンプリング時間 ST を 33ms, シミュレーション時間を 5s とする。

```
In [15]: clear all
         close all

         set(0, 'DefaultLineLineWidth', 2)

         %% config
         %true depth
         % sampling time
         ST = 0.033 %33ms
         END = 5.0 % 5sec simulation
         STEREO_NOISE_S = 1; % 1px sigma for stereo disparity noise
         MONO_NOISE_S = 1; % 1?? sigma for monocular distance estimation noise
```

ST =

0.0330

END =

5

2 真値データ作成

対象は最初 30cm の距離にあり, 振幅 10cm かつ 1Hz で振動するとする。

```
In [21]: %% make ground truth data
         t = (0:ST:END).'; %time
```

```
freq = 0.4;
Z = 0.3 + 0.1*sin(2*pi*freq*t); % 300mm +- 100mm
% Z = 0.7 - 0.1*t; % 300mm +- 100mm
```

3 ステレオ視差の観測

ステレオカメラより得られる視差 $Disp$ は距離 Z と反比例に関係にあり、焦点距離 F 、ベースライン B とを用いて

$$Disp = \frac{BF}{Z} \quad (1)$$

という関係にある。この観測値に対して、平均が 0 で分散が STEREO_NOISE_S という値で定義されるガウスノイズを載せる。ステレオカメラでは距離を直接測っているのではなく視差を測っているなのでこの方がノイズの扱いとして妥当と考えている。実際ステレオ距離計測でも近いほどノイズが小さく、遠いほど計測が不確実になる。

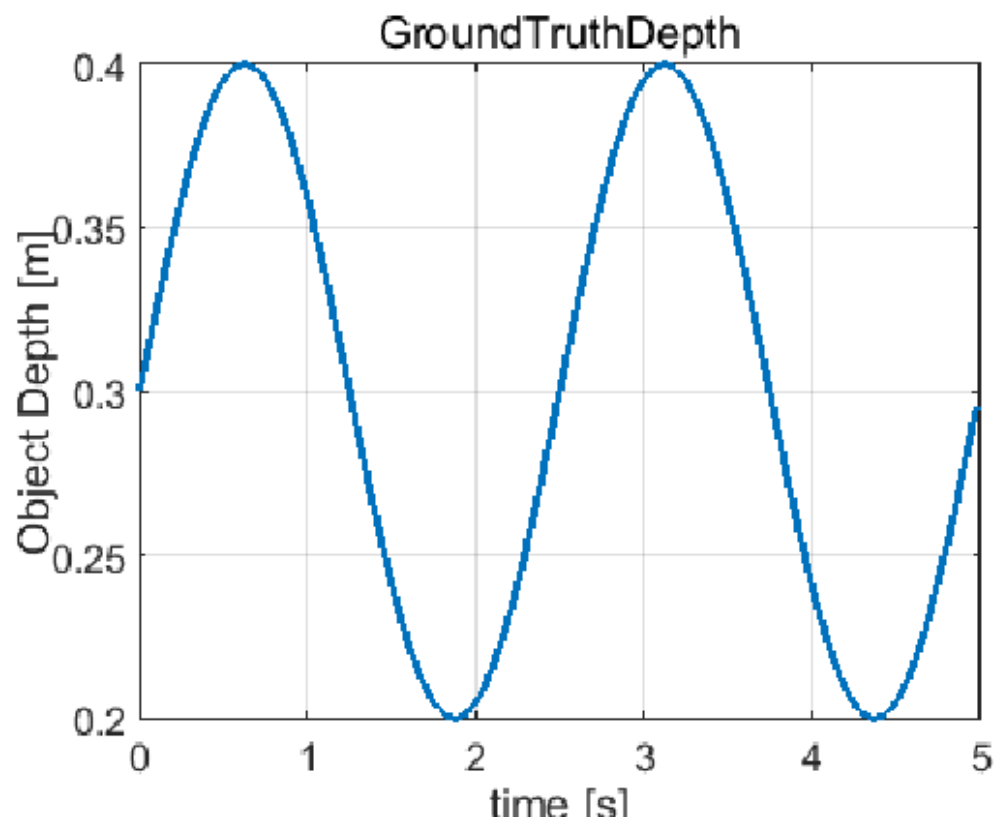
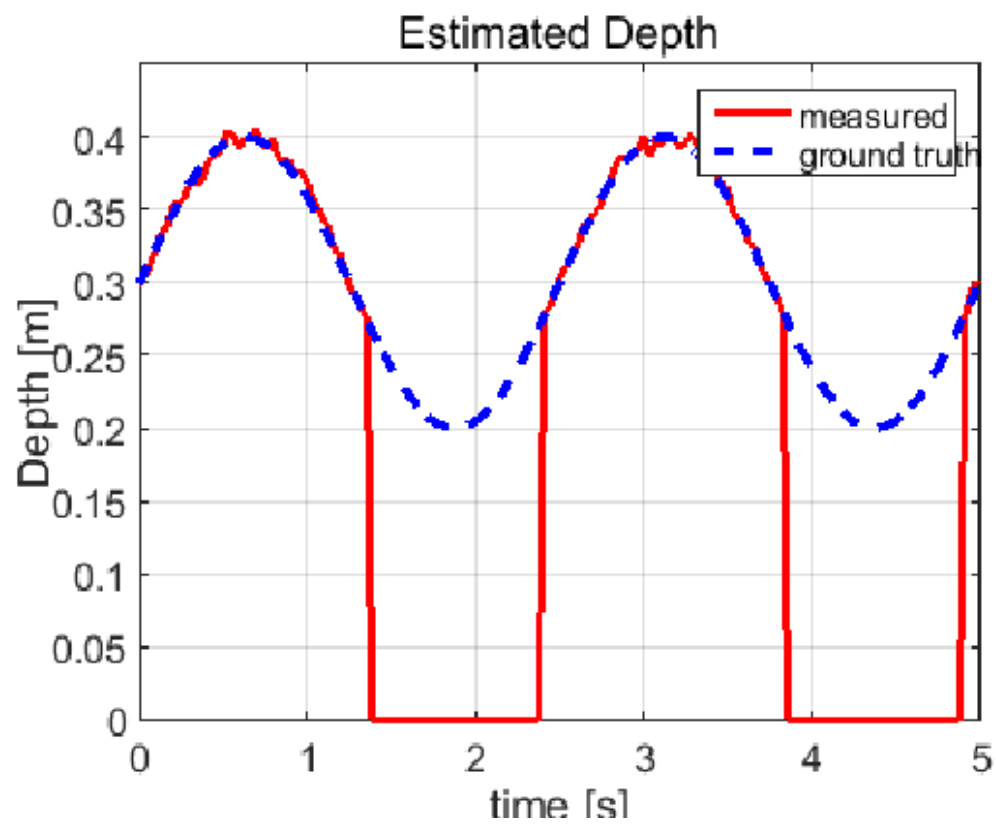
```
In [22]: %% Noisy Observation
BF = 0.065*400; % base line * focal length
StereoNoise = STEREO_NOISE_S * randn(length(t),1);
Disp = BF./Z + StereoNoise;
```

なお、今回は距離 Z が 25cm より近い時にステレオカメラが距離を測れないことを模擬する。

```
In [23]: mDisp = Disp;
INFF = 1000000000;
mDisp(mDisp>BF/0.275) = INFF;
```

ここまでの結果を図示してみよう。

```
In [24]: figure(1);
plot(t,Z)
title('GroundTruthDepth')
xlabel('time [s]')
ylabel('Object Depth [m]')
grid on;
figure(2)
plot(t,BF./mDisp,'r',t,Z,'b--')
title('Estimated Depth')
xlabel('time [s]')
ylabel('Depth [m]')
legend('measured','ground truth')
grid on;
```



このようにある程度距離が近いとステレオカメラでは有効な距離を検出できない。# 2D スケーリングの観測スケーリング s は距離 Z と定数 Z_0 を用いて次のように計算することができる。

$$s = \frac{Z_0}{Z}$$

ここで Z_0 は元のテンプレートと全く同じ大きさの画像が見れる時の距離である。これに対して適切なノイズを設定するのは難しいが、仮にテンプレートを正方形と仮定してその 1 片の長さにガウシアンノイズをかけたようになるようなノイズを考えている。(本質的な問題では無いのかもしれない)

```
In [25]: %% Noisy Monocular Observation
        Z0 = 0.3 % the real distance template is taken
        IMG_SIZE = 300/2% 300 times 300 pix template
        MonoNoise = MONO_NOISE_S*randn(length(t),1); % sigma = 1px image noise
        Snoise = 2./(Z0./Z * IMG_SIZE).* MonoNoise;
        Scale = Z0./Z + Snoise;
```

Z0 =

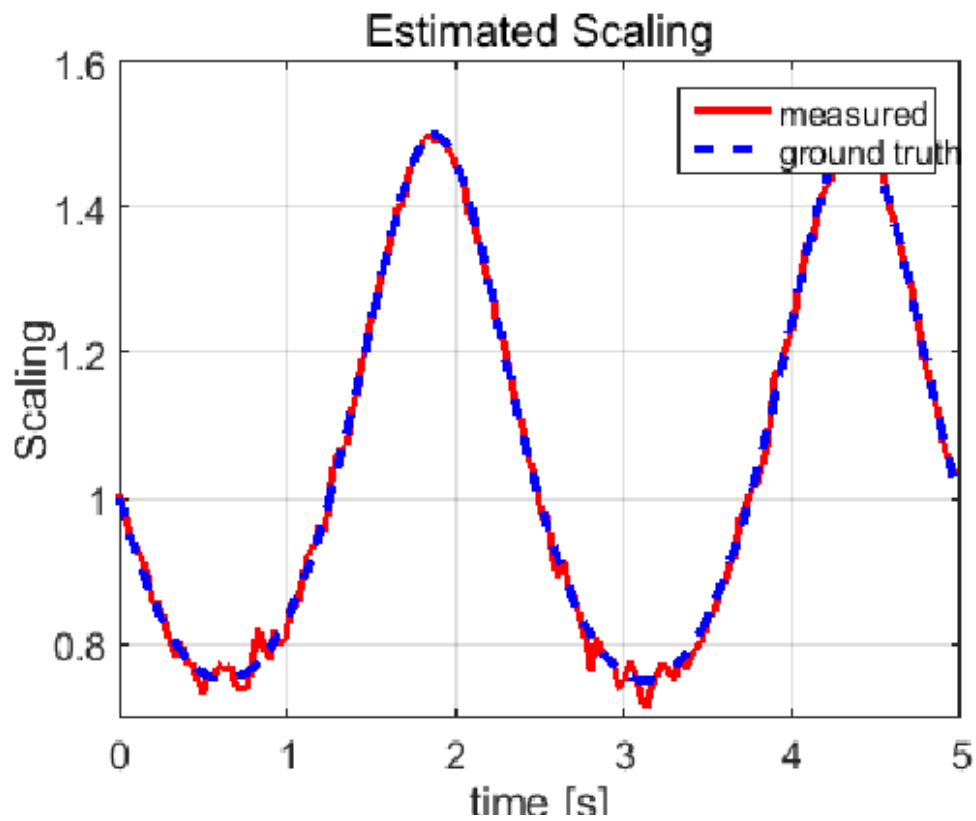
0.3000

IMG_SIZE =

150

こちらも結果を図示しよう。ステレオの時と同じく、テンプレートに近いほど誤差が小さくなるようになっていくはずである。

```
In [26]: figure(3);
        plot(t,Scale,'r',t,Z0./Z,'b--')
        title('Estimated Scaling')
        xlabel('time [s]')
        ylabel('Scaling')
        legend('measured','ground truth')
        grid on;
```



4 EKF を用いたセンサフュージョン

今、我々は以下の2つのZに関する式を持っている。この2つの要素からZを測る手法を考える。

$$Disp_n = \frac{BF}{Z_n} \quad (2)$$

$$s_n = \frac{Z_0}{Z_n} \quad (3)$$

今、カメラが静止しているとして次のようなあれやそれがあるとする。

In [14]:

```
ans =
```

```
0    0
0    0
```

In []: