

# 浙江大学



## EKF 定位作业报告

陆冬澄

## 一、解决思路

### 1.通过里程估计进行位置预测

(1) 通过 doMotion 函数，通过以下公式，实现位置预测

$$\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \\ \theta_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \\ \theta_{t-1} \end{pmatrix} + \underbrace{\begin{pmatrix} \delta_{trans} \cos(\theta_{t-1} + \delta_{rot1}) \\ \delta_{trans} \sin(\theta_{t-1} + \delta_{rot1}) \\ \delta_{rot1} + \delta_{rot2} \end{pmatrix}}_{g(\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{u}_{t-1})} + \mathbf{v}_t$$

(2) 通过下面的公式，利用jacobF，计算该步Jacobian矩阵，并通过  $\bar{\Sigma}_t = \mathbf{G}_t \Sigma_{t-1} \mathbf{G}_t^T + \mathbf{R}_t$  来更新方差

$$\mathbf{G}_t = \left. \frac{\partial g(\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{u}_{t-1})}{\partial \mathbf{x}_{t-1}} \right|_{\mathbf{x}_{t-1}=\bar{\mu}_{t-1}} = \begin{pmatrix} \frac{\partial x_t}{\partial x_{t-1}} & \frac{\partial x_t}{\partial y_{t-1}} & \frac{\partial x_t}{\partial \theta_{t-1}} \\ \frac{\partial y_t}{\partial x_{t-1}} & \frac{\partial y_t}{\partial y_{t-1}} & \frac{\partial y_t}{\partial \theta_{t-1}} \\ \frac{\partial \theta_t}{\partial x_{t-1}} & \frac{\partial \theta_t}{\partial y_{t-1}} & \frac{\partial \theta_t}{\partial \theta_{t-1}} \end{pmatrix} \bigg|_{\mathbf{x}_{t-1}=\bar{\mu}_{t-1}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -\delta_{trans} \sin(\mu_{t-1, \theta} + \delta_{rot1}) \\ 0 & 1 & \delta_{trans} \cos(\mu_{t-1, \theta} + \delta_{rot1}) \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

### 2.观测更新

(1) 通过 jacobH 来计算该步 Jacobian 矩阵

(2) 通过公式，  $\mathbf{K}_t = \bar{\Sigma}_t \mathbf{H}_t^T (\mathbf{H}_t \bar{\Sigma}_t \mathbf{H}_t^T + \mathbf{Q}_t)^{-1}$  计算Kt，即程序中的PxEkf

(3) 通过doObservation函数实现均值更新，该函数实现了以下公式：

$$\mu_t = \bar{\mu}_t + \mathbf{K}_t (z_t - h(\bar{\mu}_t))$$

(4) 通过公式  $\Sigma_t = [\mathbf{I} - \mathbf{K}_t \mathbf{H}_t] \bar{\Sigma}_t$  对方差进行更新

### 3.误差计算

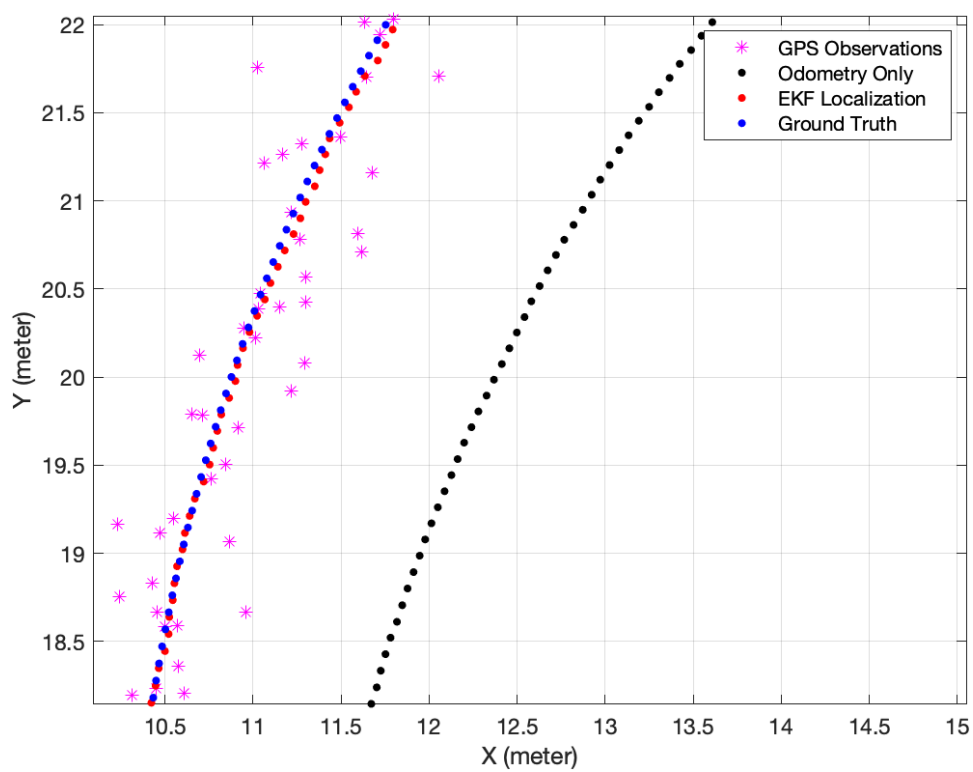
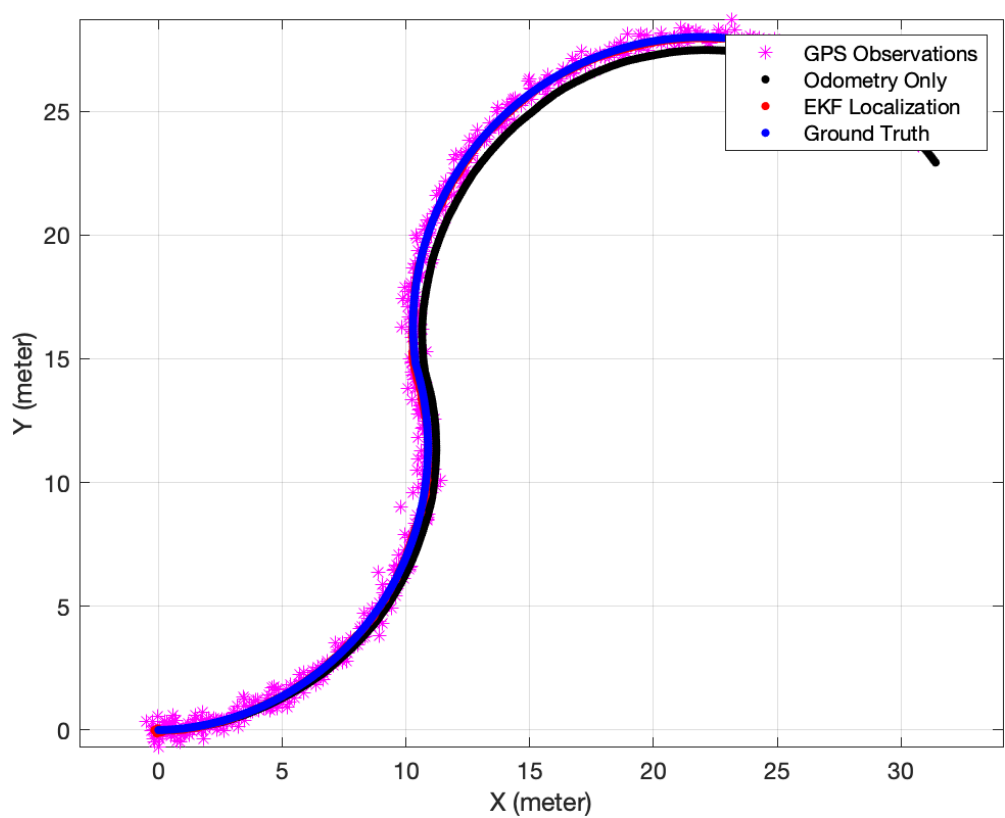
计算两种方式得出的各点和真值各点之间距离的平均值作为误差

### 4.初值选择

两个协方差矩阵的初值，通过试验发现

convQ=noiseQ.^2;convR=noiseR.^2;时有较好的效果

## 二、实验结果



两图分别为定位结果的全局显示与局部放大

两种方法和真值的误差

`error_Odom =`

`0.0949`

`error_EKF =`

`0.0353`

可以看到在选择协方差矩阵

`convQ=noiseQ.^2`

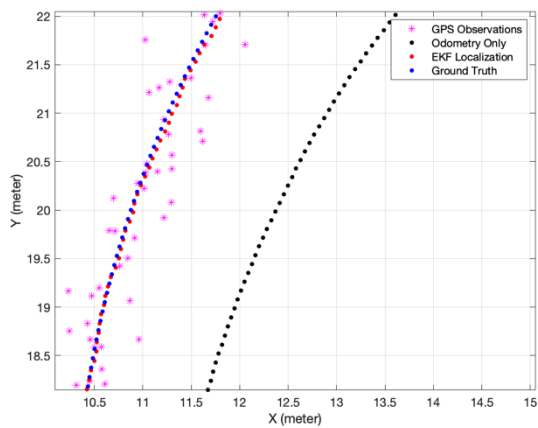
`convR=noiseR.^2`

时，ekf 定位和真值拟合程度较高，误差较小，有着较好的效果

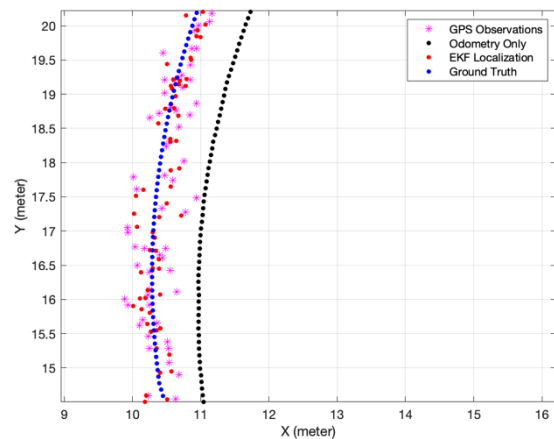
### 三、实验分析

选择各点到真值距离的平均值作为误差

对实验结果局部放大（如下图左），可以看到 EKF 定位和真值拟合程度较高，误差较小



`convQ=noiseQ.^2`    `convR=noiseR.^2`



`convQ=eye(3)`    `convR= eye(3)`

而若选择单位矩阵作为协方差矩阵（如上图右），则误差较大，EKF 定位将在真值附近摇摆，造成较大的误差

`error_EKF =`

`0.2063`

#### 四、实验心得

本次实验中通过里程估计和位姿更新进行了 EKF 定位，虽然实现过程中遇到了诸多困难，但最终都一一解决并获得了较好的 EKF 定位成果。通过这作业，加深了我对机器人定位的理解，并对课上讲授的公式有了一个更直接的理解。