

## 1. 第一题

一个万向轮驱动的室外移动机器人配备了车轮码盘和 GPS 模块，假设码盘噪声和 GPS 测量噪声都满足高斯分布，试分析为何基于卡尔曼滤波估计机器人位置估计误差可以收敛？

写出该系统的状态方程和观测方程：

$$\begin{aligned}x_t &= x_{t-1} + u_t + w_{k-1} \\z_t &= x_t + v_k\end{aligned}\tag{1}$$

其中:  $u_t$  是车轮码盘的测量值,  $w_{k-1}$  是码盘噪声, 即过程噪声,  $z_t$  是 GPS 对车辆位置的测量值,  $v_k$  是 GPS 测量噪声.  $x_t$  是该机器人位置的真实值.

## 2. 第二题

为以下粒子滤波函数的每一行语句加注释。

```
Algorithm Particle_filter( $\mathcal{X}_{t-1}, u_t, z_t$ ):  
   $\bar{\mathcal{X}}_t = \mathcal{X}_t = \emptyset$   
  for  $m = 1$  to  $M$  do  
    sample  $x_t^{[m]} \sim p(x_t \mid u_t, x_{t-1}^{[m]})$   
     $w_t^{[m]} = p(z_t \mid x_t^{[m]})$   
     $\bar{\mathcal{X}}_t = \bar{\mathcal{X}}_t + \langle x_t^{[m]}, w_t^{[m]} \rangle$   
  endfor  
  for  $m = 1$  to  $M$  do  
    draw  $i$  with probability  $\propto w_t^{[i]}$   
    add  $x_t^{[i]}$  to  $\mathcal{X}_t$   
  endfor  
  return  $\mathcal{X}_t$ 
```