

北京航空航天大学

2015—2016 学年 第二学期期末

《最优估计理论》

研究生考试卷 (A 卷)

班 级 _____ 学 号 _____

姓 名 _____ 成 绩 _____

2016 年 6 月 29 日

班号_____ 学号_____ 姓名_____ 成绩_____

《最优估计理论》期末考试卷

(2016 年 6 月 29 日, 星期三, 8:00~10:00, 新主楼 B101)

1. 判断正误 (20 分)

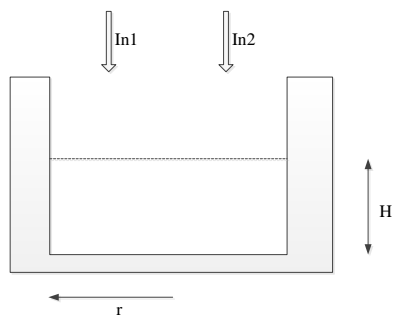
- 1) 最小方差估计无偏性是指滤波全过程估计误差统计无偏, 而不是某个时刻的估计具有无偏性;
- 2) 因极大验后估计与极大似然估计准则不同, 不会得到相同的估计结果;
- 3) 最优预测方程与最优滤波方程中的 $P(k+1|k)$ 是相同的;
- 4) 对于任意给定系统, 在 Kalman 滤波达到最优时, 估计误差协方差阵趋于零阵;
- 5) 对于同一问题的相同时刻, 平滑算法的 P 阵原则上应小于等于滤波算法的 P 阵;
- 6) Kalman 滤波器设计中, 应当尽可能地使原系统模型可控、可观;
- 7) 在滤波过程中, 只要状态方程、观测方程确定, 实际滤波解算精度与各物理量单位的选择无关;
- 8) 对于线性化方式的非线性滤波算法, 保留更多的泰勒展开高阶项, 并不能够确保滤波精度的提高;
- 9) UKF 中生成的 sigma 点的数量必须是状态维数的 2 倍;
- 10) Kalman 滤波的核心思想是利用观测信息对状态递推进行合理修正。

1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)

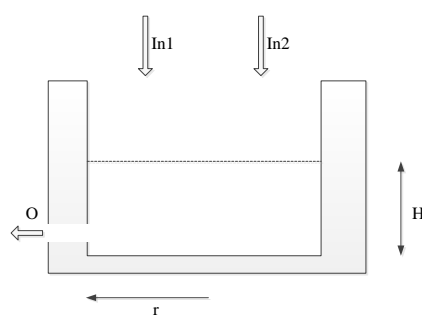
正确的在题号对应的空格处划 \checkmark , 否则划 \times 。

2. 如图(a)所示, 圆柱形容器的内半径为 r , 有两个注水口, 流量分别是的 $In1$ 与 $In2$, 如果 $In1$ 已知、 $In2$ 未知但恒定, 液面高度 H 可实时测量, 若要实现容器内半径的估计, 请回答下面问题: (15 分)

- 1) 选择合理的最优估计方法, 并给出选择理由;
- 2) 给出算法的数学模型及求解方法;
- 3) 对解的合理性进行讨论, 如何能够实现有效估计;
- 4) 若如图 (b) 增加一流速恒定为 O (但未知) 的出水口, 能否实现对 r 的有效估计?



(a)

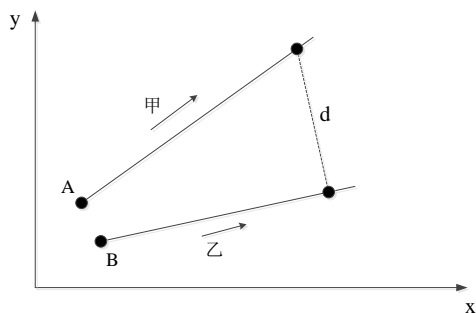


(b)

(注: 若篇幅不够请写在背面)

3. 机器人在室内平面运动, 机器人的导航系统集成有码盘 (可获得单位时间内的行走距离)、单轴陀螺 (实现对转动角速率的测量)、磁罗盘等传感器 (可对实时航向进行测量), 为利用这三种传感器实现机器人的自主导航, 请回答下面问题: (15 分)
- 1) 建立能对机器人的位置、速度、航向进行估计的组合导航数学模型, 给出状态与观测方程;
 - 2) 在导航过程中, 磁罗盘易受到外界磁场干扰的影响, 如何实现对磁罗盘突变误差的检测?
 - 3) 如何在出现磁罗盘测量突变误差情况下有效实现 Kalman 滤波?

4. 甲、乙两物体分别由坐标已知的 A、B 两点出发，沿直线轨道匀速行驶，两物体沿坐标轴的理想速度分别为 $(v_{甲x}, v_{甲y})$ 与 $(v_{乙x}, v_{乙y})$ ，实际行驶中的速度可认为存在零均值白噪声的干扰，若两物体间的距离 d 可测量，且也存在零均值白噪声干扰，请回答下面问题：(20 分)



(注：若篇幅不够请写在背面)

- 1) 建立两物体的位置估计滤波方程，并给出具体的求解公式；
- 2) 若两物体以规律已知的变速直线运动，对估计结果会产生什么影响？
- 3) 对所建立方程的估计稳定性进行讨论；
- 4) 若要提高估计稳定性，可采取什么样的措施？(可任意构想合理方案)

5. 关于限定记忆滤波, 请回答以下问题: (15 分)

- 1) 限定记忆滤波的思想是什么?
- 2) 对限定记忆滤波公式的各项物理意义进行解释。

$$\begin{aligned}\hat{X}_N(k|k) = & \Phi(k, k-1)\hat{X}_N(k-1|k-1) + \\ & K(k)[Z(k) - H(k)\Phi(k, k-1)\hat{X}_N(k-1|k-1)] - \\ & \bar{K}(k)[Z(k-N) - H(k-N)\Phi(k-N, k)\Phi(k, k-1)\hat{X}_N(k-1|k-1)]\end{aligned}$$

$$K(k) = P_N(k|k)H^T(k)R_k^{-1}$$

$$\bar{K}(k) = P_N(k|k)\Phi^T(k-N, k)H^T(k-N)R_{k-N}^{-1}$$

6. 请回答如下有关滤波的问题 (15 分)

- 1) 以线性系统为对象, 分析 Kalman 增益 K 阵中元素的物理意义, 如何在滤波过程中利用 K 阵对滤波计算性能进行判断?
- 2) 简述 UKF 与粒子滤波的相同与不同点。