

北京航空航天大学

2014—2015 学年 第二学期期末

《最优估计理论》

研究生考试卷

班 级 \_\_\_\_\_ 学 号 \_\_\_\_\_

姓 名 \_\_\_\_\_ 成 绩 \_\_\_\_\_

2015 年 7 月 1 日

班级\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 成绩\_\_\_\_\_

## 《最优估计理论》期末考试卷

(2015 年 7 月 1 日, 星期三, 8:00~10:00, 新主楼 B106 教室)

## 1. 判断正误 (20 分)

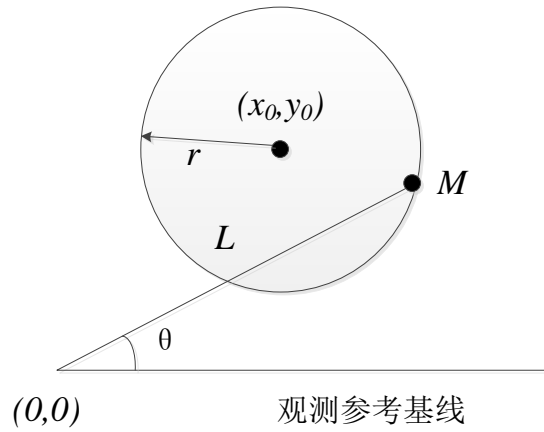
- 1) 极大似然估计在一定情况下与线性最小方差估计具有相同的估计结果;
- 2) 对于相同问题, 在测量精度相同情况下, 最小二乘估计结果仅与测量值的数量有关;
- 3) Kalman 滤波在解算过程中具有 Kalman 增益可离线计算的特点;
- 4) 使用状态扩维可以有效解决有色噪声情况下的 Kalman 滤波问题;
- 5) 对于固定区间平滑问题中的区间内时刻, 并不能保证距离区间终点越远估计误差越小;
- 6) Kalman 滤波解算中, 估计误差协方差阵是对真实估计误差的准确描述;
- 7) 对于非线性系统, EKF 滤波的估计精度会远低于 UKF 滤波;
- 8) 序贯处理在原理上可以获得与传统滤波解算相同的计算精度;
- 9) 粒子滤波的核心思想是以统计运算的方式获得卡尔曼增益, 从而实现非线性滤波;
- 10) 滤波系统稳定, 并不能保证估计误差协方差阵的极限存在。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

正确的在题号对应的空格处划√, 否则划×。

2. (15 分) 如下图所示, 一物体  $M$  沿着一已知半径为  $r$  的圆形轨道运动, 设观测点位于直角坐标的  $(0, 0)$  点, 能够获得的测量信息有: 视线与参考基线的夹角  $\theta$ , 物体距离观测点的距离  $L$ 。两测量间相互独立, 且均含有统计特性未知的测量噪声, 若存在一系列的观测数据, 请回答下列问题:

- 1) 设计轨道中心坐标  $(x_0, y_0)$  的估计算法, 给出具体的求解公式;
- 2) 针对设计的算法, 分析不同情况下观测信息对估计精度可能的影响。



3. (20 分) 强跟踪滤波器的实现过程如下

$$\begin{aligned}
 P_{k+1,k} &= \lambda_{k+1} \Phi_{k+1,k} P_k \Phi_{k+1,k}^T + Q_k \\
 \lambda_{k+1} &= \text{diag}[\lambda_{1(k+1)}, \lambda_{2(k+1)}, \dots, \lambda_{n(k+1)}] \\
 \lambda_{i(k+1)} &= \begin{cases} \alpha_i C_{k+1} & (\alpha_i C_{k+1} > 1) \\ 1 & (\alpha_i C_{k+1} \leq 1) \end{cases} \\
 C_{k+1} &= \frac{\text{Tr}[v_{0(k+1)} - R_{k+1} - H_{k+1} Q_k H_{k+1}^T]}{\sum_{i=1}^n \alpha_i [H_{k+1} \Phi_{k+1,k} P_k \Phi_{k+1,k}^T H_{k+1}^T]_{ii}} \\
 v_{0(k+1)} &= \begin{cases} \tilde{Z}_1 \tilde{Z}_1^T & (k=0) \\ \frac{\rho v_{0(k)} + \tilde{Z}_{k+1} \tilde{Z}_{k+1}^T}{1+\rho} & (k \geq 1, 0 \leq \rho < 1) \end{cases}
 \end{aligned}$$

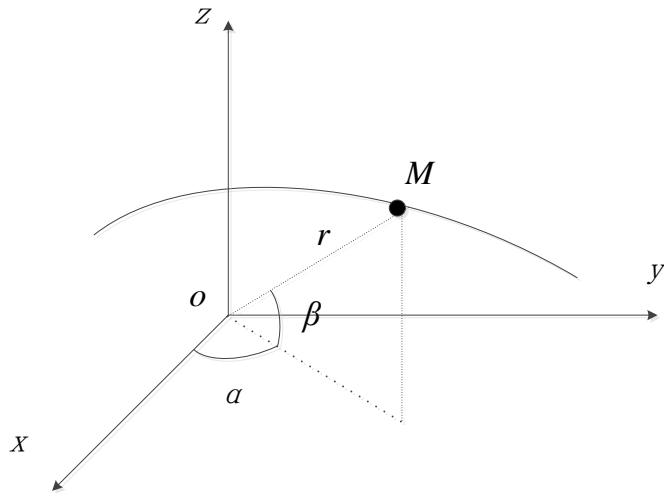
请根据以上公式回答问题:

- 1) 推导给出  $C_{k+1}$  的计算依据, 说明物理含义;
- 2) 逐条说明强跟踪滤波器的实现过程。

(此页空白，为答题页)

4. (20 分) 如图所示位于  $O$  点的雷达对目标  $M$  进行运动测量, 能够测得相对参考坐标系的方位角  $\alpha$ 、俯仰角  $\beta$  以及斜距  $r$ , 三种测量噪声间相互独立,  $M$  的运动规律未知, 请完成以下问题:

- 1) 设计两种不同形式对物体  $M$  的位置、速度估计的 kalman 滤波器(滤波问题, 无需解算, 但要给出方程中具体的结构参数计算公式, 提示: 可从状态、观测的不同选择角度出发进行设计);
- 2) 比较分析两种滤波器的优缺点或使用中需要注意的问题。



(此页空白，为答题页)

5. (15 分) 固定区间平滑公式如下,

$$\hat{X}(k|N) = \hat{X}(k|k) + A_s(k)[\hat{X}(k+1|N) - \Phi(k+1, k)\hat{X}(k|k)]$$

$$A_s(k) = P(k|k)\Phi^T(k+1, k)[\Gamma(k+1, k)Q_k\Gamma^T(k+1, k) + \Phi(k+1, k)P(k|k)\Phi^T(k+1, k)]^{-1}$$

$$P(k|N) = P(k|k) + A_s(k)[P(k+1|N) - P(k+1|k)]A_s^T(k)$$

请回答下列问题:

- 1) 对固定区间平滑的解算过程进行详细说明;
- 2) 说明状态估计方程中的修正信息及卡尔曼增益的具体意义;
- 3) 参考预测或滤波问题, 结合 As (i)中各项说明其物理含义。



6. (10 分) 给出  $\alpha$ - $\beta$  滤波器的状态与观测方程, 从系统噪声假设、滤波稳定性、模型适用性等多个角度出发讨论此类 (考虑不同阶的情况) 滤波器的特性。