

1. 基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法

申请号

CN202211618386

申请日

2022. 12. 15

公开(公告)日

2023. 05. 30

ipc分类号

G06F17/18

申请(专利权)人

中国科学院光电技术研究所

发明人

毛耀；孙敏行；缪礼；包启亮

摘要

- ABSTRACT : 本发明公开了一种基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，用于改善观测噪声发生不可预知激增情况下，估计器的估计精度和滤波的曲线平滑性，以满足更高精度的滤波估计需求。标准的鲁棒状态估计方法要求已知观测噪声协方差值，因此无法在观测噪声激增情况下正常使用；结合单一自适应因子的鲁棒滤波方法能一定程度上补偿噪声激增带来的估计误差，但其表现无法在不同噪声激增程度下达成普遍的最优。本发明可以在复杂的观测噪声激增情况下，有效改善状态估计器的估计效果，突破了传统鲁棒状态估计方法的局限，在复杂观测噪声激增的情况下实现对实际观测噪声快速估计，有效提升状态估计器的估计精度和估计曲线平滑性，优化估计器的估计效果。

权利要求

1. 基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，其特征在于：其具体实施步骤如下：

步骤(1)：应根据光电跟踪系统的实际应用场景，设置交互式鲁棒状态估计器状态估计初值 即被跟踪目标的初始位置值，子状态估计器的概率转移矩阵 P ，子估计器模型概率 μ_j ，各子估计器估计初值 和后验估计协方差

步骤(2)：根据交互式鲁棒状态估计器状态估计值 子状态估计器的概率转移矩阵 P 、子估计器模型概率 μ 、各子估计器估计值 和估计协方差 得到子估计器 j 的混合状态估计 和混合协方差估计

步骤(3)：根据 和被跟踪目标的位置观测值 $z(k)$ ，用结合不同自适应因子的鲁棒状态估计器进行状态估计，得到新的状态估计值 和估计协方差

步骤(4)：计算模型概率 μ_j ；

步骤(5)：计算交互式鲁棒状态估计器的总体状态估计值 和状态估计协方差

步骤(6)：返回步骤(2)进行新一轮状态估计。

2. 根据权利要求1所述的基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方

法，其特征在于：步骤(3)所述的结合不同自适应因子的鲁棒状态估计器进行状态估计，具体实施步骤如下：

步骤(A1)：根据后验状态协方差 得到先验状态协方差 $P_j(k|k)$ ；

步骤(A2)：根据 和 $z(k)$ ，利用不同的自适应因子对观测噪声协方差 进行调整；

步骤(A3)：计算调节参数 的取值；

步骤(A4)：利用调节参数 对实际过程噪声协方差值，实际观测噪声协方差值，状态转移矩阵，驱动矩阵进行优化，分别得到

步骤(A5)：对状态估计值 先验状态协方差 $P_j(k|k)$ 进行状态更新得到后验状态估计值 和后验状态协方差

3. 根据权利要求2所述的基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，其特

征在于：针对被跟踪目标模型中存在的不确定性，使用如下状态方程描述，其中过程噪声、观测噪声均为白噪声：

$$[\delta F_j(k) \delta G_j(k)] = M_j \Delta_j [E_{f,j}(k) E_{g,j}(k)]$$

$$x_j(k+1) = (F_j(k) + \delta F_j(k)) x_j(k) + (G_j(k) + \delta G_j(k)) u_j(k), k \geq 0$$

$$y_j(k) = H_j(k) x_j(k) + v_j(k)$$

其中，该状态方程中， $x_j(k)$ 、 $y_j(k)$ 分别为交互式鲁棒状态估计器的子鲁棒状态估计器 j 中的被跟踪目标状态和观测值；状态初值 $x_j(0)$ 、过程噪声 $u_j(k)$ 、观测噪声 $v_j(k)$ 符合高斯分布； $F_j(k)$ 、 $G_j(k)$ 、 $H_j(k)$ 分别为状态转移矩阵、过程噪声驱动矩阵、状态观测矩阵，其中存在的参数不确定性分别用 $\delta F_j(k)$ 、 $\delta G_j(k)$ 表示； $E_{f,j}(k) E_{g,j}(k)$ 是模型不确定量的期望， M_j 是随时间变化的矩阵， Δ_j 是从 $[0, 1]$ 范围内取值的缩放参数。

4. 根据权利要求2所述的基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，其特征在于：步骤(1)中利用前一次迭代获得的后验状态协方差值 观测噪声估计值 和观测矩阵 $H_j(k)$ 得到先验状态协方差值

5. 根据权利要求2所述的基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，其特征在于：步骤(2)提及的自适应因子包括MR自适应因子、Huber自适应因子、RMA自适应因子、Mahalanobis自适应因子，它们各自的运算方法分别为：

(1)MR自适应因子需预设阈值 K_1 、 K_2 ，令 当 $\gamma > K_2$ 时，令 当 $K_2 \geq \gamma > K_1$ 时，令

(2)Huber自适应因子需预设阈值 K ，令 当 $\gamma > K$ 时，令

(3)RMA自适应因子需预设阈值 K ，令 当 $\gamma > K$ 时，令

(4)Mahalanobis自适应因子需预设阈值 K ，令 当 $\gamma > K$ 时，令

6. 根据权利要求2所述的基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，其特征在于：步骤(A3)中利用如下公式确定调节参数 的取值：

7. 根据权利要求1-6任一项所述的基于多自适应因子的交互式鲁棒状态估计器设计方法，其特征在于：利用交互式多模型状态估计方法将结合不同自适应因子的鲁棒状态估计器综合起来，可以在不同尺度的观测噪声激增情景下，

自适应地选择合适的自适应因子、快速调节观测噪声协方差矩阵，补偿观测噪声对状态估计器的影响，从而提升状态估计的准确性和平滑性，增强估计器的适应能力。