

1. 一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法

申请号

CN202011502653

申请日

2020.12.17

公开(公告)日

2021.04.27

ipc分类号

H03H21/00

申请(专利权)人

中国科学院光电技术研究所

发明人

包启亮; 孙敏行; 毛耀; 何秋农

摘要

– ABSTRACT : 本发明公开了一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法, 用于改善观测噪声发生不可预知激增情况下, 鲁棒滤波器的估计误差和滤波曲线平滑性, 以满足更高精度的滤波估计需求。标准的鲁棒滤波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。本发明提出一种改进的鲁棒滤波方法, 可以在观测噪声激增情况下, 有效改善鲁棒滤波器的滤波效果, 同时只消耗较少的额外计算复杂度。本发明突破了传统鲁棒滤波方法的局限, 在观测噪声激增的情况下使用统计学方法对实际观测噪声进行快速估计, 有效提升鲁棒滤波器的滤波精度和滤波曲线平滑性, 优化滤波器的估计效果。

权利要求

1. 一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法, 其特征在于: 其具体实施步骤如下:

步骤(1): 设置状态估计值 后验状态协方差 P_0 , 观测噪声协方差估计值 的初始值;

步骤(2): 根据后验状态协方差 P_i 得到先验状态协方差 $P_{i|i}$;

步骤(3): 计算调节参数 的取值;

步骤(4): 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, 分别得到过程噪声协方差矩阵估计值 观测噪声协方差矩阵估计值 噪声驱动矩阵估计值 状态转移矩阵估计值

步骤(5): 对第 i 时刻状态估计值 第 i 时刻后验状态协方差 P_i 进行状态更新得到第 $i+1$ 时刻状态估计值 第 $i+1$ 时刻后验状态协方差 P_{i+1} ;

步骤(6): 根据观测器获得的实际观测值 y_{i+1} 和预估观测值 计算估计误差 e_{i+1} 及其Mahalanobis距离 γ_{i+1} ;

步骤(7): 根据预设的置信阈值 当 时, 对观测噪声协方差 进行调整;

步骤(8)：返回步骤(2)进行新一轮滤波计算。

2. 根据权利要求1所述的基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，其特征在于：针对被跟踪目标模型中存在的 uncertainty，使用如下状态方程描述：

$$x_{i+1} = (F_i + \delta F_i)x_i + (G_i + \delta G_i)u_i, i \geq 0$$

$$y_i = H_i x_i + v_i$$

$$[\delta F_i \quad \delta G_i] = M_i \Delta_i [E_{f,i} \quad E_{g,i}]。$$

其中，过程噪声 u_i 、观测噪声 v_i 均为白噪声， H_i 为观测矩阵， δF_i 为状态转移矩阵误差， δG_i 为噪声驱动矩阵误差， M_i 是一个缩放系数， Δ_i 是一个随机量， $E_{f,i}$ 是 δF_i 的期望值， $E_{g,i}$ 是 δG_i 的期望值。

3. 根据权利要求2所述的一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，其特征在于：步骤(2)中利用前一次迭代获得的后验状态协方差值 P_i ，观测噪声估计值和观测矩阵 H_i 得到先验状态协方差值

4. 根据权利要求3所述的一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，其特征在于：步骤(3)中利用如下公式确定调节参数 Δ_i 的取值：

公式中参数的代换准则为：

$$A \leftarrow H_{i+1} [F_i \quad G_i]$$

$$\delta A \leftarrow H_{i+1} M_i \Delta_i [E_{f,i} \quad E_{g,i}]$$

$$H \leftarrow H_{i+1} M_i$$

$$E_a \leftarrow [E_{f,i} \quad E_{g,i}]$$

$$\Delta \leftarrow \Delta_i。$$

5. 根据权利要求3所述的一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，其特征在于：步骤(6)估计误差 e_{i+1} 符合卡方分布的Mahalanobis距离 γ_{i+1} 表示为：

6. 根据权利要求5所述的一种基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，其特征在于：步骤(7)中当 $\gamma_{i+1} > \gamma_{\alpha}$ 时， Δ_i 的调整公式为：

其中， γ_{α} 为预设卡方检验置信度。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，其特征在于：使用基于卡方自适应因子的鲁棒滤波方法，可以在观测噪声激增的情况下，通过自适应快速调节观测噪声协方差矩阵，补偿观测噪声对鲁棒滤波器的影响，从而提升鲁棒滤波器滤波结果的准确性和平滑性，增强滤波器的适应能力。