

1. 针对周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法

申请号

CN202211553537

申请日

2022.12.06

公开(公告)日

2023.03.28;2025.09.09

ipc分类号

G06F30/20

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；缪礼；申庆瑜；毛耀

摘要

- ABSTRACT : 本发明公开了一种针对周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，用于改善滤波器对周期运动目标进行状态估计时的估计误差和滤波曲线平滑性，以满足更高精度的滤波需求。本发明提出一种针对周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，可以在被跟踪目标运动方程不完全已知，控制器受采样周期和滤波算法运算时间影响的情况下，有效改善无迹卡尔曼滤波器的滤波效果，同时保证较高的运算效率。本发明突破了传统无迹卡尔曼滤波方法的局限，利用巧妙的被估计状态量设计和公式设计，有效提升无迹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. 针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，其特征在于：使用针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器，在被估计目标进行方程部分已知的周期运动的情况下，通过估计运动函数的内在参数而非运动目标的外在物理表现包括位置、速度，显著提升无迹卡尔曼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，此外，系统采样时间或运算时间的限制越强，自适应无迹卡尔曼滤波器算法的相对优势越大，具体实施步骤如下：

步骤（1）：设置无迹卡尔曼滤波UKF中UT变换所用的参数，设置UKF的周期运动被跟踪目标的状态估计值初值、状态后验协方差初值、观测噪声协方差、过程噪声协方差、无迹卡尔曼滤波的状态转移方程和观测方程；

步骤（2）：根据预设的值和被估计状态的维度n计算参数；

步骤（3）：根据被估计状态和它的维数n、预设、上一步计算的、状态后验协方差，计算得到 $2n+1$ 个Sigma点；

步骤（4）：计算 $2n+1$ 个Sigma点各自的权值；

步骤（5）： $2n+1$ 个Sigma点根据状态转移方程，分别做一步预测得到；

步骤（6）：根据 $2n+1$ 个点及相应权值，计算被估计状态的先验状态值和

状态先验协方差；

步骤（7）：对先验状态值 做UT变换得到 $2n+1$ 个新的Sigma点；

步骤（8）： $2n+1$ 个Sigma点 根据观测方程，分别做观测模拟得到；

步骤（9）：根据 $2n+1$ 个 点及相应权值，预测观测值 和协方差 和；

步骤（10）：计算卡尔曼增益矩阵；

步骤（11）：计算系统的后验状态估计 和协方差；

步骤（12）：返回步骤（3）进行新一轮滤波计算。

2. 根据权利要求1所述的针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，其特征在于： 的状态包括当前时间、周期 和状态转移方程 和观测方程 中的关键参数：

。

3. 根据权利要求1所述的针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，其特征在于： 中 为控制系统的采样周期，此参数为定值：

其中， 是采样周期。

4. 根据权利要求2所述的针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，其特征在于：被估计状态值 的各个维度，当前时间是定步长增长的、周期 和关键参数 是常数值。

5. 根据权利要求2所述的针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，其特征在于：对于被估计状态值 ，当被滤波目标是周期运动的， 的估计值存在 个运动周期的偏差而不影响估计效果。

6. 根据权利要求2所述的针对光电跟踪系统处理周期运动目标的自适应无迹卡尔曼滤波器设计方法，其特征在于：对于状态转移方程 和观测方程，传统的无迹卡尔曼滤波在运动目标估计方面，以被估计目标的运动学特征位置、速度组成被估计量， 是被估计目标的运动学方程，用于提取被估计量 的位置几个维度；使用被估计目标的运动学方程的参数 和当前时刻 组成被估计量，将传统的对变量位置、速度值的估计，转化为对常数量或具有确定变化过程的量的估计，可以有效提升无迹卡尔曼滤波器的适应性。