

# 卡尔曼滤波器介绍

卡尔曼滤波器是一种递归算法，用于通过一系列观测值估计动态系统的状态。它假设系统和观测噪声都是高斯分布，并根据噪声的协方差矩阵对系统状态进行优化估计。卡尔曼滤波器分为两个主要步骤：**预测步骤**和**更新步骤**。其计算公式如下：

## 1. 预测步骤 (Prediction Step)

- 状态预测：

$$\hat{x}_{k|k-1} = A_k \hat{x}_{k-1|k-1} + B_k u_k$$

其中， $\hat{x}_{k|k-1}$ 是时刻 $k$ 对状态的预测， $A_k$ 是状态转移矩阵， $\hat{x}_{k-1|k-1}$ 是时刻 $k-1$ 的状态估计值， $B_k$ 是控制矩阵， $u_k$ 是控制输入。

- 协方差预测：

$$P_{k|k-1} = A_k P_{k-1|k-1} A_k^T + Q_k$$

其中， $P_{k|k-1}$ 是预测状态的协方差矩阵， $P_{k-1|k-1}$ 是先前估计状态的协方差矩阵， $Q_k$ 是过程噪声的协方差矩阵。

## 2. 更新步骤 (Update Step)

- 卡尔曼增益：

$$K_k = P_{k|k-1} H_k^T (H_k P_{k|k-1} H_k^T + R_k)^{-1}$$

其中， $K_k$ 是卡尔曼增益， $H_k$ 是观测矩阵， $R_k$ 是观测噪声的协方差矩阵。

- 状态更新：

$$\hat{x}_{k|k} = \hat{x}_{k|k-1} + K_k (z_k - H_k \hat{x}_{k|k-1})$$

其中， $\hat{x}_{k|k}$ 是更新后的状态估计， $z_k$ 是观测值， $H_k \hat{x}_{k|k-1}$ 是观测预测值。

- 协方差更新：

$$P_{k|k} = (I - K_k H_k) P_{k|k-1}$$

其中， $P_{k|k}$ 是更新后的协方差矩阵， $I$ 是单位矩阵。

卡尔曼滤波器通过上述预测和更新步骤反复迭代，逐步优化对系统状态的估计。