

# 跟踪雷达学习笔记

---

参考如下:

视频参考:

文档参考:

[搜索及追踪雷达](#)

[卡尔曼滤波最完整公式推导](#)

[边扫描边跟踪雷达航迹跟踪算法的研究](#)

## 学习进度

---

- ☐ FFT了解
- ☐ FFT的具体过程

## 一、跟踪算法的研究

---

### 引言

- 跟踪滤波的目的:

就是根据雷达录取设备提供的目标点迹参数来建立和更新轨迹，并外推下一次天线扫描周期目标出现的位置。为了解决机动目标的跟踪问题，许多学者对此进行了研究，并提出了许多跟踪算法，这些算法在特定条件下对目标机动问题都能进行比较准确的描述。但当条件发生变化时，这些算法的跟踪性能会有不同程度的降低。同时计算量偏大，实施比较困难。

### 1.1 Kalman滤波算法

卡尔曼滤波是一种利用线性系统状态方程，通过系统输入输出观测数据，对系统状态进行最优估计的算法。由于观测数据中包括系统中的噪声和干扰的影响，所以最优估计也可看作是滤波过程。上面一段话来自百度百科，其实最核心的意思就是卡尔曼滤波可以很好地从带有噪声的数据过程中估计状态。

随着现代微处理技术的发展，卡尔曼滤波的计算要求与复杂性已不再成为应用的障碍，并且越来越受到人们的青睐。它的滤波与预测的准则为均方根最小。而且，它在机动目标跟踪中有很多优点：

a.基于目标机动和量测噪声模型的卡尔曼滤波与预测增益序列可以自动选择，这意味着可以通过改变一些关键性参数，相同的滤波器可以适应于不同的机动序列和量测环境。 b.卡尔曼滤波与预测增益序列能自动的适应检测过程的变化，包括采样周期的变化与漏检情况。 c.卡尔曼滤波与预测通过协方差矩阵可以很方便的对估计精度进行度量。 d.通过卡尔曼滤波与预测中残差向量的变化，可以判断原假定的目标模型与实际目标的运动特性是否符合。

### 1.1.1 离散时间模型

状态方程：

$$x(k+1) = F(k)x(k) + G(k)u(k) + v(k)$$

其中:  $x(k)$ 是一个n维的目标状态矢量;  $F(k)$ 是状态转移矩阵,

$$\Phi = \begin{bmatrix} 1 & T & 0.5T^2 \\ 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$G$ 是噪声转移矩阵;  $u(k)$ 是输入信号;

$v(k)$ 是过程噪声。

### 1.1.2 观测方程为:

$$z(k) = HX(k) + w(k)$$

其中:

$Z(k)$ 是测量向量;  $H$ 是观测矩阵;  $W(k)$ 是观测噪声,是均值为零的高斯白噪声, $V(k)$ 方差为  $R_n$

### 1.1.3 符号定义:

首先定义状态估计误差

$$\tilde{x}(k+1|k) = x(k+1) - \hat{x}(k+1|k)$$

$\hat{x}(k+1|k)$ 表示在k时刻, 对  $x(k+1)$ 的估计

- 理解卡尔曼公式推导的核心，是一定要理解这里的符号标记。核心是在第k时刻，对k+1时刻的估计！所以后面都要记住，在第k时刻的时候，对k+1时刻的任何值，都只能是估计（预测未来值）。具体怎么估计的，如下：

状态估计方程：

$$\hat{x}(k+1|k) = F(k)x(k+1) - \hat{x}(k+1|k)$$

同理，我们也可以得到观测估计误差和 观察估计方程

- 自适应滤波算法 自适应滤波器是近30年来发展起来的关于信号处理方法和技术的滤波器，其设计方法对滤波器的性能影响很大。维纳滤波器等滤波器设计方法都是建立在信号特征先验知识基础上的。然而,在实际应用中常常无法得到信号特征先验知识，在这种情况下，自适应滤波器能够得到较好的滤波性能。当输入信号的统计特性未知，或者输入信号的统计特性变化时，自适应滤波器能够自动地迭代调节滤波器参数，以满足某种准则的要求，从而实现最优滤波。因此，自适应滤波器具有“自我调节”和跟踪”能力。

## 二、 相关的坐标系及其定义

在搜索及追踪雷达对目标搜索、截获、精确跟踪直至对目标进行攻击，都和坐标系密切相关。机载相控阵雷达

- NED坐标系 NED（North East Down）坐标系，即“北东地坐标系”，简称为n坐标系，也叫做导航坐标系，是在导航时根据导航系统工作的需要而选取的用于导航结算的参考坐标系。NED坐标系各轴的定义： N——北轴指向地球北； E——东轴指向地球东； D——地轴垂直于地球表面并指向下。
- 惯性坐标系 原点选在地球球心，X、 Y、 Z、三轴互相垂直，并各自指向某相应恒天体譬如Z轴指向北极星；地球绕Z轴依右手螺旋方向自转时，在所考虑的问题范围内，近似认为惯性坐标系固连在地球表面上，原点设在地面或者海平面上适当选择的某点;三坐标轴互相垂直，各轴方向视具体情况来规定。在导航系统中，惯性坐标系是以地球质心、地球平均赤道和平春分点来定义的(近似)准惯性坐标系。该坐标系用来完成导航运动方程积分结算，用来确定飞行器相对于地面的速度和位置机载雷达组合导航系统给出的本机位置和速度均建立在本坐标系下。

- 机体坐标系 原点取在载机质心上，X定为载机纵轴机头正向;Y取为右机翼正向;Z方向由右手螺旋定则确定，并朝向机身下方。在天线直线和载机固连时，雷达得到的量测信息都是目标相对于运载体的相对运动信息此时的机体坐标系和天线坐标系一致。
- 雷达天线坐标系 机载雷达天线坐标系的定义:原点设在载机上，并与NED坐标系和载机坐标系同心;轴沿雷达天线光学轴向。x、y是与z垂直的一对正交轴。xyz三轴构成右手坐标系。