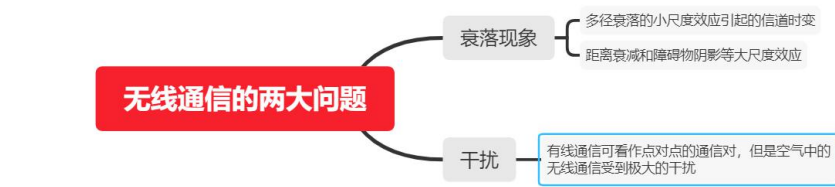


《无线通信基础》笔记

2021 年 1 月 10 日 星期日

一、介绍



减小干扰——>提高频谱效率；衰落是可以被利用的

二、无线信道

移动无线信道的一个决定性特征是信道强度随时间和频率的变化。

大尺度衰减：由于路径中的障碍物导致，和频率无关

小尺度衰减：多径效应导致，和频率有关

物理模型

自由空间，固定的发射和接收天线

电场（滞后位）

$$E(f, t, (r, \theta, \psi)) = \frac{\alpha_s(\theta, \psi, f) \cos 2\pi f(t - r/c)}{r}.$$

则在 $u = (\theta, \psi, f)$ 处，接收天线的电场为

$$E_r(f, t, \mathbf{u}) = \frac{\alpha(\theta, \psi, f) \cos 2\pi f(t - r/c)}{r},$$

$$H(f) := \frac{\alpha(\theta, \psi, f) e^{-j2\pi fr/c}}{r}.$$

定义系统函数

自由空间，移动的接收天线

电场

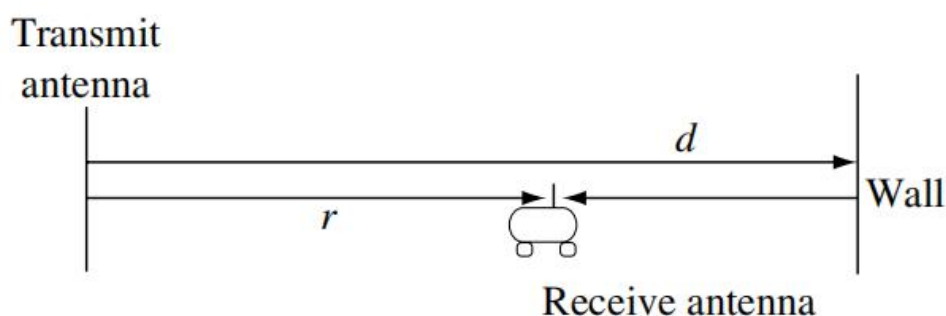
$$E(f, t, (r_0 + vt, \theta, \psi)) = \frac{\alpha_s(\theta, \psi, f) \cos 2\pi f(t - r_0/c - vt/c)}{r_0 + vt}.$$

接收天线处电场

$$E_r(f, t, (r_0 + vt, \theta, \psi)) = \frac{\alpha(\theta, \psi, f) \cos 2\pi f[(1 - v/c)t - r_0/c]}{r_0 + vt}.$$

🔦 反射墙，固定天线

🔦 示意图：



🔦 空间中的电场是发射波的电场和反射波电场的总和（反射波考虑迟滞位的存在），即

$$E_r(f, t) = \frac{\alpha \cos 2\pi f(t - r/c)}{r} - \frac{\alpha \cos 2\pi f(t - (2d - r)/c)}{2d - r}.$$

🔦 根据两个波的相位差

$$\Delta\theta = \left(\frac{2\pi f(2d - r)}{c} + \pi \right) - \left(\frac{2\pi fr}{c} \right) = \frac{4\pi f}{c}(d - r) + \pi.$$

$$\Delta x_c := \frac{\lambda}{4},$$

引出概念：相关距离 在远小于相干距离的情况下在

特定时间的接收信号不会发生明显变换

🔦 当 r 不变而 f 改变时，定义两条信道之间的传播延时 $delay$

spread 为 $T_d := \frac{2d-r}{c} - \frac{r}{c}$ ，又称为 相干带宽；当频率变化率小于 $\frac{1}{T_d}$ 时建设性和破坏性模式不会发生明显变化

🔦 反射墙，移动天线

🔦 这就是 多径衰落 现象

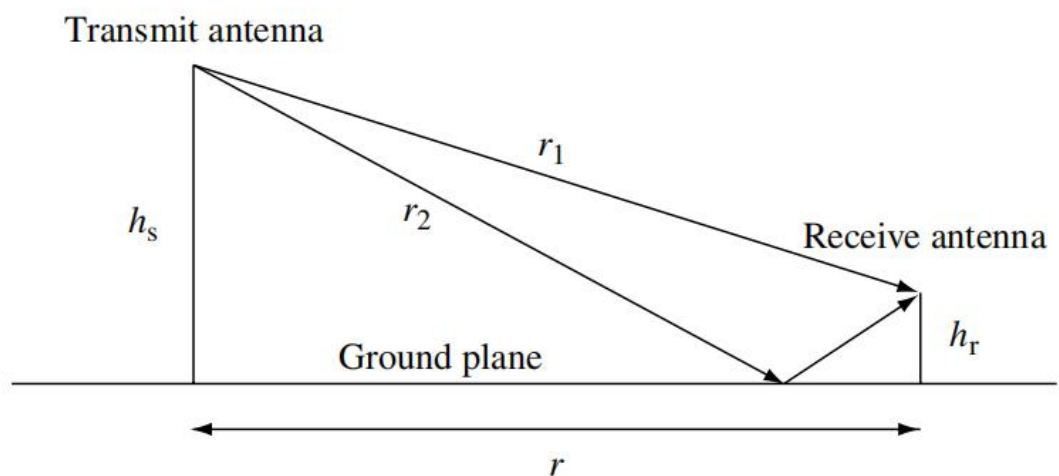
🔦 电 场

$$E_r(f, t) = \frac{\alpha \cos 2\pi f[(1-v/c)t - r_0/c]}{r_0 + vt} - \frac{\alpha \cos 2\pi f[(1+v/c)t + (r_0 - 2d)/c]}{2d - r_0 - vt}$$

🔦 定义 多普勒频散 (Doppler spread) $D_s = fv/c - (-fv/c)$ ；当接收天线比发射天线更接近墙时可以将公式化简推出此时的波是个 AM 波 → 多普勒频散和相干时间成反比

🔦 地面反射


🔦 示意图



🔦 规律：随着 r 的增加，直射路径和反射路径的差异逐渐减


小，而电波衰减和 r^{-2} 成正比

功率衰减


 规律：根据实际经验，在发射天线周围功率衰减和 r^{-2} 成比例，

但是在远距离处可达到指数级衰减

移动天线，多反射件

 意义：了解如何从每种反射器中找到振幅有助于确定基站的覆盖范围

输入/输出模型

 线性时变系统

$$y(t) = \sum_i a_i(t) x(t - \tau_i(t)).$$

 既然是线性系统，就可以用响应来描述：

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau, t) x(t - \tau) d\tau, \text{ 其中 } h(\tau, t) = \sum_i a_i(t) \delta(\tau - \tau_i(t));$$

对于时变脉冲响应可以定义一个时变频率响应

$$H(f; t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau, t) e^{-j2\pi f\tau} d\tau = \sum_i a_i(t) e^{-j2\pi f\tau_i(t)},$$

这样在一个固定的时间段可以把信道看作是时不变的

基带等效模型