

无线局域网室内信号干扰因素分析及处理

陈国先

(福建信息职业技术学院, 福建 福州 350003)

摘要: 对无线局域网室内信号的主要干扰因素: 室内路径损耗干扰, 接收机系统热噪声和级联系统噪声干扰, 同频干扰等进行定性和定量分析, 提出了针对性的处理措施从而使室内信号所受干扰最小。

关键词: 无线局域网; IEEE.11n; 干扰; 损耗

中图分类号: TN911.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)03-0064-03

Analysis and Processing of Indoor Signal Interference in Wireless LAN

Chen Guoxian

(Fujian Information Vocational and Technical College, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Makes a quantitative and qualitative analysis on the main interference factors of indoor signals in wireless LAN, i.e. indoor path disturbance, the receiver system thermal noise, cascade system noise and co-channel interference, and proposes specific measures to minimize the interference of indoor signals.

Keywords: wireless local area network; IEEE.11n; interference; loss

0 引言

随着电脑的普遍应用,无线局域网IEEE.11n技术的应用范围在不断地扩大,它推动流媒体、数字家庭、移动办公等实现根本性的变化,其优势也进一步显现出来。如:连接无线局域网的电脑可以在不同场所移动办公而无需中断网络;各种智能家电连接无线局域网后可实现远程遥控使用;流媒体连接无线局域网后可随时随地观赏音像影视。目前,无线局域网的规模在我国正逐渐扩大,如:我国台湾省的台北市无线网络建设的无线接入点(access point, AP)数目已达4 200个,覆盖面积133 km²,覆盖了台北市90%以上的区域;我国大陆,无线局域网建设也在快速发展。但是,在无线局域网的使用中,由于无线局域网发射天线和接收天线之间信号传递经过室外和室内各种遮盖物时,居民区之间的

无线局域网信号相互干扰,室内路径损耗,接收机系统的热噪声和级联系统噪声干扰,同频干扰等引起信号下降。

无线局域网工作频段是2.4 GHz和5.8 GHz,这些无线信道为共享信道,频率资源非常有限。随着工作频率及数据传输率的提高,无线信号传播的强度也会降低。因此,如果不考虑无线局域网的各种干扰,传输速率也会随着距离的增加而降低。当移动端远离AP节点时,会造成通信质量差甚至无法连接。因此,有必要对各种干扰和信息损耗进行分析,并提出相应措施,从而使无线局域网信号最优化。

1 干扰因素分析

1.1 路径损耗

随着无线局域网的逐步普及,商店、办公室、家

收稿日期: 2011-02-11

作者简介: 陈国先(1953-),男,福建福州人,福建信息职业技术学院副教授,主要研究方向为计算机硬件应用和计算机网络, E-mail: chengx2@163.com

庭、学校、宾馆等室内使用无线电脑的用户越来越多。在建筑物内，建筑材料类型、建筑物内结构和窗户类型等不同，都会影响楼层间的射频衰减。测量表明，楼层间的损耗并不随分隔距离的增加成分贝数线性增加，而是当楼层数量增加时，整个路径损耗以较小的比率增加^[1]。

一个室内同时考虑楼层和墙壁的较为准确的路径损耗模型^[2]为

$$L_p = \beta + 10 \lg(r/r_0)^n + \sum_{i=1}^{N_w} \alpha_{w_i} + \sum_{j=1}^{N_f} \alpha_{f_j}, \quad (1)$$

式中： L_p 为功率损耗系数；

β 指 1m 距离处的自由空间路径损耗；

r 表示接收机与发射机之间的距离；

r_0 是参考距离，假设为 1 m；

n 是路径损耗指数；

α_{w_i} 是墙体的衰减系数；

α_{f_j} 是楼板的衰减系数；

N_w 和 N_f 分别是室内接收机和发射机之间的墙壁和楼板的数目。

无线局域网常用的是 IEEE 802.11n 标准，在这个标准下，工作频带常为 5.8 GHz，提供的速率范围为 54 Mb/s。对于频带为 5.8 GHz 室内传播，国际电信联盟推荐的传播模型为

$$P_r = P_0 - 41 - 10 \times n \lg(r/m) - \sum_{i=1}^{N_w} \alpha_{w_i} - \sum_{j=1}^{N_f} \alpha_{f_j}, \quad (2)$$

式中： P_0 是发射功率。

路径损耗指数 n 的值要根据具体条件选取，当接收天线和发射天线相距较近时取值较小，较远时取值较大，一般无线局域网 n 取 3.1。

无线信号传播时室内与室外差别较大。室外空旷，信号传播时较少遇到障碍物；室内则不同，室内信号的传播不仅受到建筑物的布局和所使用的建筑材料等因素的影响，还和室内门与门之间是否打开，收发机之间是否有人走动，天线如何安装和安装的位置等有密切关系。

1.2 接收机系统干扰

1.2.1 热噪声

热噪声存在于任何在绝对零度以上工作的电路或系统中，这种噪声可以看成是无数独立的微小电流脉冲的叠加。根据概率论的极限定理，它们服从高斯正态分布^[3]。对于负载电阻为 R_L ，其热噪声电流的双边谱密度由式 (3) 给出。

$$S_i(f) = 2kT/R_L, \quad (3)$$

式中： $k=1.380\ 650\ 5 \times 10^{-23}$ J/K，为玻耳兹曼常数；

T 为热力学温度。

进一步可得热噪声电流的均方差为

$$I_i^2 = \int_{-\infty}^{\infty} S_i(f) df = (4kT/R_L)B, \quad (4)$$

式中： B 为接收机的电带宽。

式 (4) 表明，热噪声均方差与负载电阻 R_L 成反比，在接收机的设计中，常采用高阻抗前端。热噪声均方差与接收机的电带宽成正比，为降低热噪声，要限制接收机的带宽。

1.2.2 级联系统噪声

无线局域网接收机一般由天线、放大器、滤波器和混合器等部件组成。总系统的噪声是这些部件的所有噪声以某种方式共同作用的结果。

假设每个部件的噪声系数为 F ，增益为 G ，内在噪声源的谱密度为 $(F-1)kT_0$ 。如果 $S(f)$ 是部件的输入，则电路的输出为

$$Y(f) = GS(f) + G(F-1)kT_0, \quad (5)$$

其输出既有信号分量又有噪声分量。

若有 2 个这样的部件系统，其噪声系数分别为 F_1 和 F_2 ，增益分别为 G_1 和 G_2 ，输入的假设噪声为 N_0 。这时第一级（第一个部件）输出和第二级（第二个部件）输入是 $F_1 G_1 N_0$ ，第二级输出为 $G_2 [(F_2-1)N_0 + F_1 G_1 N_0]$ ，则总噪声系数为

$$F = \frac{G_2 \{ (F_2-1)N_0 + F_1 G_1 N_0 \}}{G_1 G_2 N_0} = F_1 + \frac{F_2-1}{G_1}, \quad (6)$$

以此类推，可得多级系统的噪声系数为

$$F = F_1 + \frac{F_2-1}{G_1} + \frac{F_3-1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_n-1}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}. \quad (7)$$

1.3 蓝牙无线干扰

如果 2 种无线模块在同一系统或同一地点时，如：蓝牙无线和无线局域网共存时，干扰信号较强，甚至会出现丢失连接的情况。

蓝牙无线 (bluetooth) 采用跳频扩频 (frequency-hopping spread spectrum)，发射功率为 1 mW，数据传输速率为 1 Mb/s，传输距离为 10 m。蓝牙无线和 2.4 GHz 的无线局域网工作于同一个 ISM (industrial scientific medical) 频段，存在两者相互干扰的问题。

无线局域网采用的是直接序列扩频 (direct sequence spread spectrum) 技术。IEEE802.11b 标准在 2.4 GHz 以上的 83.5 MHz 带宽中规定了可用信道，每信道带宽 5 MHz，通常只用 3 个互不重叠的信道。无线局域网数据传输速率可达 11 Mb/s 以上，一般室内可传输距离为 100 m^[4]。

当无线局域网工作在 11 Mb/s 的速率以下时，一个数据包需要约 1 ms 时间在空中传播，采用单时隙的蓝牙连接每个数据包占 625 μ s。所以在一次无线局域网数据传输期间，若有 2 个蓝牙数据包传递，其中

任何 1 个落在无线局域网占据的 20 MHz 信道范围之内, 就会导致无线局域网信号传输失败。

对蓝牙无线与 802.11b WLAN 的相互干扰进行实际测量^[5], 发现相互干扰与距离有关。在同一个系统内两者近距离(小于 2 m)工作时, 相互干扰较严重, 分组错误率(packet error rate)达 99%, 系统吞吐量几乎为 0。当两者的距离超过 3 m 时, 干扰明显减少, 分组错误率及系统吞吐量基本维持正常水平。

蓝牙无线的典型应用是采用蓝牙鼠标、键盘, 在这种场合下用无线局域网的个人电脑, 二者存在相互干扰问题。为了避免蓝牙传输干扰, 可以根据现场情况动态选择信道, 也可以通过改变无线局域网每一分组长度, 减少数据包传输期间受干扰, 减少数据重传的概率, 提高干扰存在时的吞吐量。

1.4 同频干扰

周围环境对无线局域网也会产生窄带干扰和全波段干扰。窄带信号在不同输出功率、不同频谱的频率宽度等情形下, 可能会间歇地打断发射的信号。要避免窄带信号干扰, 必须要找到原始干扰源, 并移除这些干扰源, 正确配置无线局域网设备的信道, 有效地处理窄带干扰。全波段干扰是指在任何情况下, 干扰覆盖整个使用的频率范围, 如: 老式微波炉等设备的使用。处理这种干扰较好的方法是, 改变发射频率, 如: 将局域网发射频率从 2.4 GHz 改为 5.8 GHz, 或采用扩频技术, 或移除产生全波段干扰的设备, 这样处理后能提供无线局域网较好的吞吐率和延迟特性。此外, 当无线局域网设备发射信号时, 还可能受到室内正在使用的同类设备邻近信道或相同信道的干扰, 以及相邻小区间相邻频道的干扰。实践表明, 使用非干扰频段时 2 个 AP 信号的吞吐量是使用有干扰频段吞吐量的 2 倍。

2 抗干扰措施

系统增益 G , 信号所占用的频带宽度 W 和信息本身实际所需的最小带宽 B_{\min} 的关系是:

$$G = W/B_{\min} \quad (8)$$

信息容量的香农(Shannon)公式为

$$C = W \lg 2(1 + P_s/P_N) \quad (9)$$

式中: C 为信道容量; P_s/P_N 为信噪比。

式(9)表明, 在给定信道容量 C 即传输速率不变的条件下, 频带宽度 W 和信噪比 P_s/P_N 可以互换, 即可通过增加频带宽度的方法, 在较低的信噪比情况下传输信息, 这表明宽带系统有较好的抗干扰性。用信息带宽的 100 倍, 甚至 1 000 倍以上的宽带信号

来传输信息, 能提高抗干扰能力。接收机采用频码序列进行相关检测, 空中即使有同类信号进行干扰, 如果不能检测出有用信号的码序列, 干扰也不明显。

3 结语

在无线局域网建设时, 为使局域网的信号优化, 除了要考虑以上几个方面的干扰因素外, 还要针对覆盖设计、频率规划、容量规划、系统优化等问题进行深入的调研和勘查, 在此基础上进行正确的选择和施工。如: 覆盖设计是采用室内覆盖还是室外覆盖方式, 是单独建设还是与移动通信网络统筹建设等; 确定 AP 点位置和数量, 并进行合理的频率规划, 规避频率干扰, 力求干扰降到最小; 容量、频率和链路是相互关联又相互制约, 提高容量增长链路将增大干扰, 只有合理规划三者之间的关系, 无线传输信号才能收到较好的效果。

参考文献:

- [1] Zhao Xiongwen, Kivinen J, Vainikainen P, et al. Propagation Characteristics for Wideband Outdoor Mobile Communication at 5.3 GHz[J]. Selected Areas in Communications, IEEE Journal on, 2002, 20(3): 507-514.
- [2] 纪阳, 张平. 端到端重配置无线网络技术[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2005: 134.
Ji Yang, Zhang Ping. End-to-End Reconfiguration Technology in Wireless Network[M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2005: 134.
- [3] 钱进. 无线局域网技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 35.
Qian Jin. The Technology and Application of Wireless LAN [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004: 35.
- [4] 孙小静, 高强. 如何减少蓝牙设备与无线局域网设备共存时的互相干扰[J]. 中国铁道科学, 2005, 26(2): 122-126.
Sun Xiaojing, Gao Qiang. Solutions to the Interference Caused by the Coexistence of Bluetooth Devices and Wi-Fi Devices[J]. China Railway Science, 2005, 26(2): 122-126.
- [5] 朱刚, 谈振辉. 蓝牙与 802.11b 的干扰与共存问题[J]. 北方交通大学学报, 2004, 28(2): 1-7.
Zhu Gang, Tan Zhenhui. The Interference and Coexistence between Bluetooth and 802.11b[J]. Journal of Northern Jiaotong University, 2004, 28(2): 1-7.

(责任编辑: 邓光辉)