

不同降雨量机场无线覆盖路径损耗的研究^①

张 钰, 刘洪武

(南昌航空大学 信息工程学院, 南昌 330000)

摘 要: 机场环境下的无线通信是移动通信系统研究的一个难点. 路径损耗是导致无线信号传输过程中衰减的一个重要因素, 然而在降雨量的环境下路径损耗影响更大. 通过建立机场模型, 及大量的仿真, 了解无降雨量时机场远端停机坪无线覆盖的情况, 并使用 Wireless Insite 软件进行仿真验证. 从而进一步研究不同降雨量环境下信号无线传输的路径损耗, 通过 matlab 软件仿真结果可以看出降雨量与路径损耗关系. 对预测不同降雨量环境下机场远端停机坪无线覆盖有一定的参考价值.

关键词: 射线跟踪; 机场模型; 远端覆盖; 雨衰; 路径损耗

Airport Remote Apron Wireless Coverage Path Loss in Different Rainfall

ZHANG Yu, LIU Hong-Wu

(School of Information Engineering, Nanchang Aeronautical University, Nanchang 330000, China)

Abstract: It is difficult for a wireless communication in the mobile communication system of the airport environment. The path loss is an important factor to cause the attenuation in the radio signal transmission; however, the impact of rainfall will be more serious. This article that via build the airport module and lots of simulation is to describe airport remote apron wireless coverage if no rainfall, and verify it by using Wireless Insite software. To further study path loss of wireless signal transmission in the different rainfall environments, the relationship between rainfall and path loss can be acquired by matlab the software simulation. It has a certain reference value for predicting the wireless coverage of the airport remote apron in the different rainfall environments.

Key words: ray tracing; airport model; remote coverage; rain attenuation; path loss

机场无线通信是近几年研究的热点, 为了提高无线通信的数据传输速率及通信效率, 无线传输过程中的路径损耗是整个通信的一个重要指标. 更准确的计算路径损耗能够更合理的进行无线布网, 从而使信号能够更好的覆盖. 在无线环境下存在着随机性, 很难准确的计算信号的接受强度. 因此, 计算机仿真越来越成为研究移动通信方面的重要方法. 而射线跟踪法为这一领域的研究提供一个全新的解决方案. Wireless insite 是一种对复杂电磁环境进行建模仿真预测分析的软件, 采用射线跟踪方法建立传播模型使用计算机图形的方法加速模型的建立和处理, 根据散射特性以及跟物体相关的反射、透射系数来评估电场、磁场, 将

电场与具体的天线模式相结合, 考虑野外不规定地形对电波传播的影响, 结合不同环境下的传播模型, 精确计算出接收功率、路径损耗、到达时间以及到达角度等. 为了机场航站楼和远端停机坪之间能够在不同降雨量的环境下进行正常的无线通信, 本文根据实际的调研考察并使用 Wireless insite 软件建立机场模型, 对远距离信号传输过程中的路径损耗进行仿真进行验证. 由于 wireless insite 软件无法仿真存在降雨量环境下的路径损耗, 所以使用 matlab 软件进一步研究不同降雨量环境下的信号传输过程中路径损耗情况. 本文使用路径损耗与不同降雨相结合的理论, 研究机场远端停机坪的无线覆盖情况, 为机场环境下无线通信的

^① 收稿时间:2013-01-02;收到修改稿时间:2013-03-12

方案设计具有一定可参考价值。

1 射线跟踪法

Wireless Insite 仿真主要采用射线跟踪原理建立传播模型并对其进行仿真。其中射线跟踪法采用的是发射反弹射线算法(SBR)是一个正向射线跟踪技术,跟踪从发射天线发射出一条射线,判断是否触碰障碍物或被接收机接收。如果与障碍物相交,会根据障碍物的几何结构和电参数特性来决定发生反射、透射、绕射、或散射中的一种或几种现象。接收机接收到的天线则计算与射线相关的场量或功率。

射线跟踪方法(Ray-Tracing Method)^[1]是指根据波的传播规律确定波在实际地层中传播的射线路径,是在几何光学(GTO)、几何绕射理论(GTD)、一致绕射理论(UTD)基础上发展起来的,为得到有用的仿真结果提供了精确的特定方法。根据射线跟踪方法,传播机制包括直射射线(在可视区域内)、反射射线、透射射线、绕射射线、漫散射射线以及这些射线的组合,在真实的传播环境里如果全部考虑这些射线计算量可能会很大。

射线跟踪模型是一种确定性模型,其基本原理为标准衍射理论(UTD)。根据标准衍射理论,高频的电磁波远场传播特性可简化为射线模型。因此射线跟踪模型实际上采用光学方法,考虑电波的反射、衍射和散射,结合高精度的三维电子地图,对传播损耗准确预测。射线跟踪模型的基本原理是简化传播因素,采用光学方法定位传播路径并计算各接收点与发射点之间的路径损耗;因此,射线跟踪模型的关键在于如何定位接收点与发射点之间的传播路径并计算路径损耗。

2 无降雨量的路径损耗

2.1 路径损耗的计算

在机场环境下是基于 IEEE802.11b/g 协议^[2]的无线通信,802.11b/g 适用于户外无线传输。802.11b 是无线局域网的一个标准。其载波的频率为 2.4GHz,最大传输速率 11Mbit/s 被广泛的应用。802.11g 是 802.11b 后继标准,其最大传输速率为 54Mbit/s。为了建立航空控制中心与远端停机坪飞机上 TWLU(Terminal Wireless LAN Unit)的无线通信。由于航空控制中心与远端停机坪相距 2 千多米,信号传输距离较长,传输过程中存在衰减。所以需要对远端停机坪处的无线覆

盖情况进行预测。信号传输过程如图 1 所示。

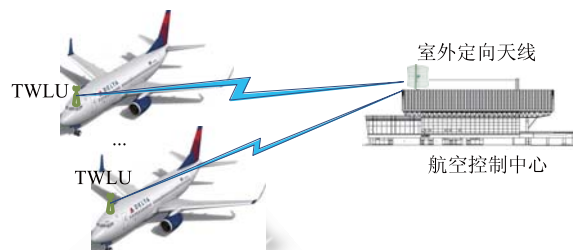


图 1 信号传输模型

由于在机场环境下信号远距离传输并存在严重的多径现象,因此路径损耗模型的建立首先能够反映信号在信道传输中随着距离变化的统计特性。一般在视距和非视距两种测试的环境中,基于调制的连续正弦波信号传播路径损耗 $PL(d)$ ^[3,4]。

$$PL(d) = PL(d_0) + 10n \lg(d/d_0) + X_\sigma(d) \quad (1)$$

式(1)中, d 收发天线间距离; $PL(d_0)$ 是基准距离(一般 $d_0 = 1m$) 的路径损耗; $10n \lg(d/d_0)$ 是相对 d_0 的平均路径损耗, n 为路径损耗指数,表示路径损耗随距离增长的速率,与测试环境相关; $X_\sigma(d)$ 是阴影衰落函数,服从标准方差为 σ 的对数正态分布。

经过大量的实际测试总结,在机场环境下一米距离的路径损耗 $PL(d_0) = 47.73dB$; 路径损耗指数 $n=1.7253$, 阴影衰落 $X_\sigma(d) = 20.881dB$ 。

2.2 Wireless insite 远端停机坪无线覆盖仿真

使用 wireless insite 软件仿真航空控制中心到远端停机坪飞机上 TWLU 的无线传输,建立 3D 仿真模型如图 2 所示:

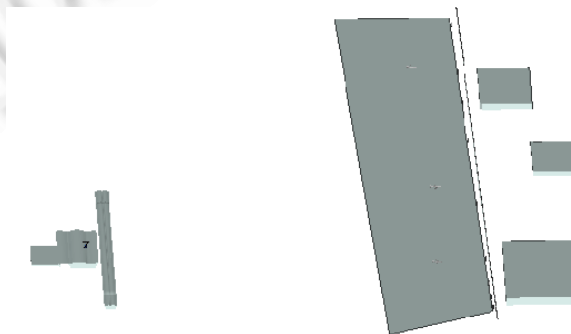


图 2 3D 仿真模型

对以上的 3D 模型进行仿真,根据“关于调整 2.4GHz 发射功率限值”文件,定向天线增益大于 10dBi,发射功率不超过 27dBm。发射机定向天线设置在航站

楼,接收机全向天线设置在飞机顶部,接收机间距 60m. 具体天线参数设置如表 1.

表 1 天线参数设置

频点	2.4GHz
输入功率	6dB
天线增益	21dB
发射机的高度	35m
接收机高度	7.8m
垂直半功角	90
水平半功角	90
下倾角	1
方位角	105
极化方向	垂直极化
驻波系数	1

根据以上天线参数设置,远端停机坪无线覆盖情况如图 3 所示.

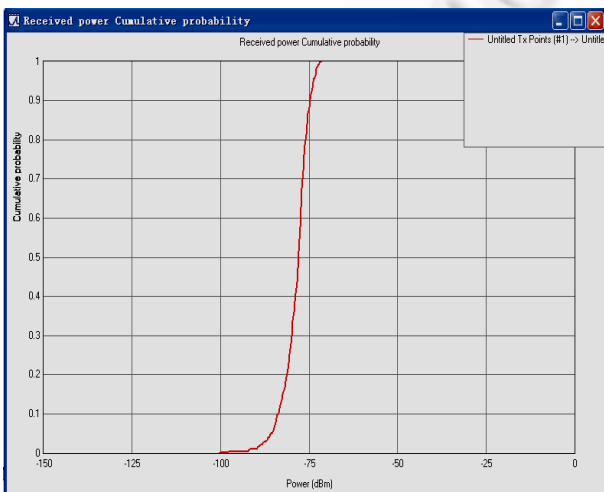


图 3 远处停机坪无线覆盖比例

3 不同降雨量的路径损耗

当出现降雨量的环境下,电波穿过降雨的区域时,雨滴不仅吸收电波能量,而且对电波产生散射.这种吸收和散射共同形成电波衰减^[5],散射还能导致大范围无线电干扰,并对电波存在去极化效应,我们称这些衰减和干扰为雨衰.这种衰减呈现非选择性能和缓慢的时变特性,是导致信号劣化,影响系统可用性的主要因素,因此雨衰问题也就成为系统设计过程中必须考虑的重要问题.

在机场这种室外的环境下,数据传输使用 802.11b/g 协议,源信号和噪声信号采用 QPSK 的调制方式.无线电波的传输受到周围环境的影响,其传输路

径损耗不仅与距离和频率有关,而且与大气和传输路径的地面环境等各种因素有关.由降雨水滴引起电磁波能量的衰减称为降雨衰耗,降雨衰耗是影响无线电波传输的因素之一.降雨衰耗不仅与电波的频率有关,还与雨滴的大小、雨量以及电波穿过雨区的路径长度等因素有关.根据计算降雨衰减系数的经验公式^[6,8]

$$\gamma = \kappa * R^a \quad (2)$$

式(2)中, R 为降雨率, κ , a 是与频率、雨滴尺寸和雨滴温度有关的参数.另外 κ 还和 R 有关,但影响不大.在 2.4GHz 频段,可认为 $\kappa=0.0022414$, $a=0.98242$,且降雨衰减系数与降雨率成正比.因此,根据公式(1)在存在降雨量的环境下路径损耗为:

$$PL_1(d) = PL(d) + \gamma \cdot d \quad (3)$$

然而,路径损耗与降雨量,收发距离之间的关系如图 4 所示:

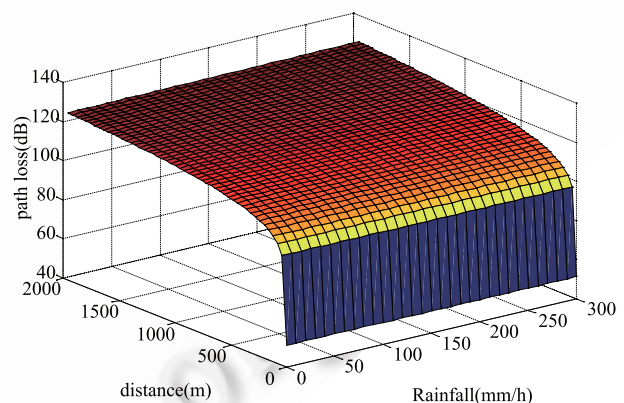


图 4 路径损耗的仿真图

由图 4 的仿真结果看出,雨衰呈现非选择性和缓慢的时变特性.随着距离的不同,降雨量产生的衰耗也呈现不同的变化.在 100m 的短距离内,不同的降雨量对的降雨衰耗的影响基本不变.在 100-1200m 左右,降雨量与降雨衰耗成正比例增加.当距离大于 1200m 以后降雨量的增加对降雨衰耗的影响也比较小.由此可知,在信号接收很强和很弱的范围内降雨量的大小产生的降雨衰耗基本相同.在信号接收强度的适中的范围降雨量越大降雨衰耗就越大.

4 结语

路径损耗对信号远距离传输有着至关重要的影响.

(下转第 172 页)

HOST 收到源 MAC 地址为 MACx 的报文, 此时它是不知道此报文是那个物理 DSP 发来的. HOST 首先解析此请求报文, 提取出源 MAC 地址.

图中第②步, HOST 根据源 MAC 地址, 查询交换芯片的端口及 MAC 对应表, 此表是所有二层交换芯片驱动都具备的表, 交换芯片各交换端口会学习到所连设备的 MAC 地址, 在这里, 就是会学习到所连 DSP 芯片的 MAC 地址, 所以通过查询此表, HOST 可以获得 MAC 对应到哪个交换端口号.

另外, 根据硬件设计, DSP 物理位置编号(即 DSP 号)对应交换芯片的端口号是固定的, 我们也用一张表格在代码中描述, 查询此表, 可以根据交换端口号对应查到所连的 DSP 号, 这样就建立起了 MAC 地址与 DSP 号之间的关系. 如图中第③步.

HOST 再查 DSP 号与所配置版本之间的关系, 就能够知道需要下载的版本信息, 到此, 也就建立起了 MAC 地址与所对应的 DSP 号、版本信息的关系, 将他们合一构建一张新的表格, 就可以用来管理识别不同的 DSP 了. 如图中第④步.

4 结语

本文提出的批量 DSP 版本快速加载方法, 借用以

太网交换芯片的 MAC 表, 可以根据 DSP 版本请求报文, 快速识别 DSP 物理信息. 对于多 DSP 系统能够同时加载不同的 DSP 版本, 实现多 DSP 并行加载, 大大提高了加载效率.

经过验证测试, 最终实现的系统 24 片 DSP 能够在 40 几秒完成版本加载, 满足了单板上电时间要求. 因为采用了并行加载方式, 即便以后集成度再提高, DSP 数量再增多, 其版本加载时间也不会明显增加, 整个 DSP 版本加载流程具有很好的可扩展性.

参考文献

- 1 Texas Instruments. TMS320C6000 DSP Peripherals Overview Reference Guide(Rev.q).2009.01.
- 2 Texas Instruments. TMS320C6000 Programmer's Guide (Rev.K). 2012.09.
- 3 卫晋,刘峰,龙腾.大规模多 DSP 实时网络加载系统关键技术研究.计算机工程与应用,2007,43(5).
- 4 鞠鸣.NGN 媒体网关中的 ITU-T G.723.1 语音编解码器的 DSP 实现[硕士学位论文].南京:南京邮电大学,2007.
- 5 谢希仁.计算机网络.北京:电子工业出版社,2001.

(上接第 164 页)

在机场环境下, 为了能使航空控制中心与远端停机坪处飞机上的 TWLU 正常的进行数据传输, 本文分析研究了在不同降雨量环境下信号远距离传输路径损耗的情况, 从而估计信号接受功率的大小. 但由于收发距离比较大, 如何解决信号能更好均匀的覆盖远端停机坪还需要进一步研究.

参考文献

- 1 阮颖铮.电磁射线理论基础.成都:成都电讯工程学院出版社,1989.
- 2 杨国华.802.11 无线局域网标准与安全.计算机工程与设计, 2004,25(8):1349-1352.
- 3 Foerster J. Channel modeling subcommittee report final.

<http://iee802.org/15/download,IEEEP802.15-02/490r-1SG3a>, February2003.

- 4 Ghassemzadeh SS, et al. A statistical path loss Model for in-home UWB channels. Proc. IEEE Conf. Ultra Wideband Systems and Technologies,2002:59-64.
- 5 杨运年.降雨对 Ku 波段卫星通信系统的影响及其对抗措施.通讯世界,1998(48):32-34.
- 6 吴志忠.移动通信无线电波传播.北京:人民邮电出版社,2002.
- 7 高文龙,刘力.宽带无线接入技术—LMDS.北京:电子工业出版社,2001.
- 8 刘乃安,李晓辉,张联峰,等.无线局域网(WLAN)原理.技术与应用.西安:西安电子科技大学出版社,2004.