

无线 AP 信号干扰模型构建及应用

王 洋 周兆永*

(西北农林科技大学网络与教育技术中心 陕西 杨凌 712100)

摘 要 在无线网络布设过程中,工作人员通常根据工作经验对无线 AP 进行选点布设,由于缺乏科学依据,信号干扰现象严重。针对以上问题,测试相邻 AP 间不同距离时的信号强度,构建相邻 AP 间的干扰模型,并将干扰模型应用到不同结构场景的无线布设中,应用无线智能管理平台模拟无线 AP 信号覆盖范围以及信号强度。模拟结果表明,应用无线 AP 干扰模型指导无线网络布设可以有效提高信号强度,无线信号效果更佳。

关键词 无线 AP 干扰模型 信号强度 无线布设

中图分类号 TP3

文献标志码 A

DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2020.09.053

CONSTRUCTION AND APPLICATION OF WIRELESS AP SIGNAL INTERFERENCE MODEL

Wang Yang Zhou Zhaoyong*

(Network and Education Technology Center, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract In the process of wireless network layout, the staff often chooses the location of wireless AP according to their work experience. Due to the lack of scientific basis, it often leads to serious signal interference. In view of the above problems, the signal strength of different distances between adjacent AP was tested, and the interference model between adjacent AP was constructed. Then, we applied the interference model to the wireless layout of different structure scenarios. The coverage and signal strength of wireless AP signals was simulated by the wireless intelligent management platform. The simulation results show that the application of wireless AP interference model can effectively improve the signal strength, and the wireless signal effect works well.

Keywords Wireless AP Interference model Signal intensity Wireless layout

0 引 言

随着信息科技的快速发展,无线网络需求量大增,高校部署大量的无线接入点(Access Point, AP),以提高网络覆盖率。但是当大量 AP 被密集部署时,信号覆盖区域造成过大重叠。不规范、不合理地部署无线 AP,导致同频干扰^[1]的同时会使用户体验效果不佳,造成网络资源严重浪费^[2]。布设的无线 AP 密度过大会造成严重的信号干扰,大大增加成本,浪费资源;过小会造成大范围的盲区。因此需要合理布设无线 AP,

保证无盲区、少重叠,既要满足用户需求,又能保证足够的带宽。

Liu 等^[3]结合无线 AP 信号的强度和负载,在终端采用最优无线 AP 的方法选择接入无线 AP,实现了终端最优化接入无线 AP。Yiakoumis 等^[4]对有多个无线 AP 的场景做干扰分析,将同频干扰划分成不同的覆盖区域进行分析,通过部署无线网络研究了不同频段(5 GHz、2.4 GHz)下无线 AP 信号的传输质量。张维^[5]通过在密集环境中采取抗干扰措施部署无线网络,保证用户正常使用网络。王权^[6]结合信号强度、吞吐量以及数据传输速率,在部署无线网络时实现负载

均衡的同时保证了网络的传输质量。王俊林^[7]在山区不同场景中布设无线网络,分析了信号质量与投资效益之间的关系。杨秀梅等^[8]针对校园无线网应用场景提出了无线 AP 部署方案。付中南等^[9]针对体育馆等场景采用大规模超高密度无线网络布设方案,并提出一种量化的无线传输质量评价方法。

目前学者们对于相邻无线 AP 间信号干扰最弱时的无线 AP 间距离的研究很少。本文建立了不同功率下多无线 AP 间的干扰模型,应用干扰模型在不同结构空间中对多个无线 AP 进行布设,应用无线智能管理平台对布设的无线 AP 信号进行模拟测试。

1 干扰模型构建

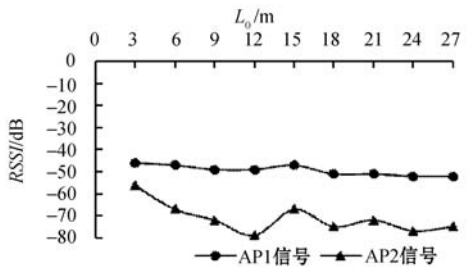
1.1 实验分析

针对相邻无线 AP 间位置的最优部署,本文设计了如下实验:配置两个无线 AP,命名为 AP1 和 AP2,将 AP1 固定,移动终端测试点放置在距离 AP1 为 1 米处,移动 AP2。用专业 Wi-Fi 测试软件测试两个无线 AP 不同功率下的信号强度 RSSI,无线 AP 间距离用 L_0 表示。作为移动终端(手机、平板电脑等)能联网使用的最低信号强度为 -70 dB 左右^[10]。测试简图如图 1 所示。

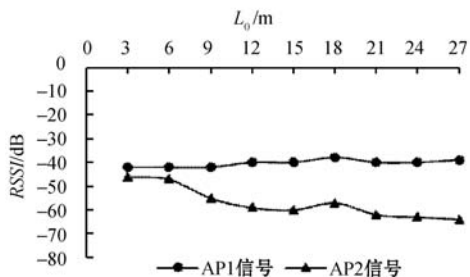


图 1 测试简图

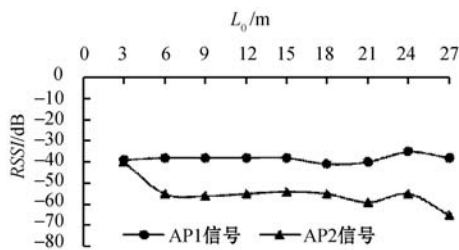
不同功率下相邻无线 AP 间距离最优测试结果如图 2 所示。



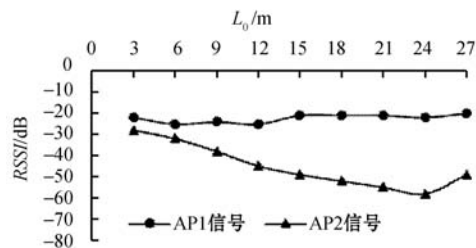
(a) AP 功率为 5 dBm



(b) AP 功率为 10 dBm



(c) AP 功率为 15 dBm



(d) AP 功率为 20 dBm

图 2 不同功率下两个无线 AP 之间信号强度与距离关系图

分析图 2(a),由于测试点距离 AP1 为定值,因此在测试点测试的 AP1 发出的信号强度变化幅度小,但峰值依然很明显。接收到的 AP2 信号强度先逐渐减弱,又逐渐增加再逐渐减弱,这是由于随着距离的增加,无线 AP 信号减弱,减弱幅度明显大于信号干扰程度。当两个无线 AP 距离为 15 m 时,两条曲线均出现峰值,这是由于两个无线 AP 信号干扰此时达到最低;当两个无线 AP 距离大于 15 m 时,接收到的 AP2 信号强度逐渐减弱几乎小于 -75 dB,认为此时测试点是 AP2 信号覆盖范围的盲区。分析图 2(b),无线 AP 间距离在 $0 \sim 18$ m 区间内,测试点接收到的 AP1 信号强度增强,这是由于随着 AP2 与 AP1 距离的增加,AP2 对 AP1 造成的信号干扰也逐渐降低,因此在同一位置处用同一设备接收到的 AP1 信号强度有增强的趋势。虽然两个无线 AP 间信号互相干扰程度在降低,但是此时接收到的 AP2 信号强度依然降低,认为在这个距离区间内,测试点距无线 AP 的距离对接收信号的影响权重要大于无线 AP 间的信号干扰。当无线 AP 间距离为 18 m 时,两条曲线同时出现了峰值,说明此时两个无线 AP 间的信号干扰最低;当两个无线 AP 间的距离大于 18 m 时,接收到的 AP1 信号基本没有什么变化,而接收到的 AP2 信号强度在 -65 dB 左右,说明测试点依然在 AP2 信号覆盖范围内。同理分析图 2(c)和图 2(d),无线 AP 发射功率为 15 dBm,两个 AP 间的距离在 24 m 时,信号干扰最弱;无线 AP 发射功率为 20 dBm,两个无线 AP 间的距离在 27 m 时,信号干扰最弱。

根据以上分析得到了在办公楼环境中两个无线 AP 之间的最优距离,如表 1 所示。该结果为实际工程中部署无线 AP 提供了参考。

表1 不同功率下无线 AP 间的最优距离

无线 AP 功率/dBm	最优距离/m
5	15
10	18
15	24
20	27

根据表1数据建立功率与最优距离的关系式:

$$L_0 = 0.84P + 10.5 \quad (1)$$

式中: P 表示功率; L_0 表示最优距离。

1.2 模型构建

根据图2建立了不同功率下相邻无线 AP 间距离与信号强度的多项式关系,且拟合值均大于0.9,拟合度较高。

(1) 功率为5 dBm时,相邻 AP 间距离与信号强度关系式为:

$$RSSI = -0.007L_0^3 + 0.378L_0^2 - 6.246L_0 - 41.11 \quad (2)$$

(2) 功率为10 dBm时,相邻 AP 间距离与信号强度关系式为:

$$RSSI = -0.002L_0^3 + 0.125L_0^2 - 2.852L_0 - 37.16 \quad (3)$$

(3) 功率为15 dBm时,相邻 AP 间距离与信号强度关系式为:

$$RSSI = -0.01L_0^3 + 0.456L_0^2 - 6.681L_0 - 25.6 \quad (4)$$

(4) 功率为20 dBm时,相邻 AP 间距离与信号强度关系式为:

$$RSSI = 0.005L_0^3 - 0.171L_0^2 - 0.195L_0 - 26.1 \quad (5)$$

根据拟合结果,设干扰模型公式为:

$$RSSI = AL_0^3 + BL_0^2 + CL_0 + D \quad (6)$$

式中: A 表示三次项系数; B 表示二次项系数; C 表示一次项系数; 代表随着距离的变化,信号强度变化的快慢; D 表示常数项。

干扰模型各项系数与功率的关系如图3所示。

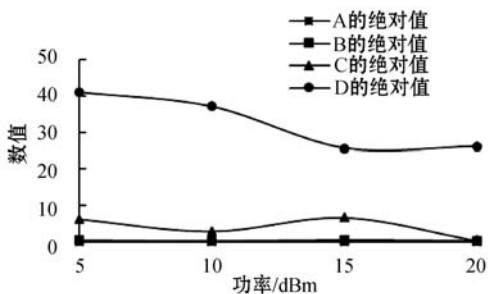


图3 功率与干扰模型中各项系数关系图

可以看出,随着功率的变化,三次项系数以及二次项系数变化不明显,一次项系数以及常数项变化明显,分别将 C 的绝对值以及 D 的绝对值拟合后,如式(7)、式(8)所示,且相似值均为1。

$$C = -0.023P^3 + 0.846P^2 - 9.276P + 34.4 \quad (7)$$

$$D = 0.0262P^3 - 0.939P^2 + 8.7053P + 17.78 \quad (8)$$

2 应用实例

在布设无线 AP 时要遵循以下原则:(1) 根据关联用户需求确定无线 AP 个数;(2) 按照相邻无线 AP 间干扰模型以及场景大小确定其部署方案,使盲区范围最小,信号重叠范围最小;(3) 无线 AP 负载均衡;(4) 无线网用户上网体验效果良好。

2.1 半封闭矩形空间无线 AP 部署

设定在一个长50 m、宽50 m的室内场景中,需要部署高密无线 AP。设用户数为500人,高密无线 AP 关联用户数最大值为80。

(1) 确定无线 AP 个数 n , $n = \frac{500}{80} = 6.25 \approx 7$,考虑10%的容余,本文在空间1中部署8个无线 AP。

(2) 当功率为20 dBm时,根据相邻无线 AP 间干扰模型,将 $P = 20$ 代入式(1),得 $L_0 = 27.3$ m。将 $P = 15$ 代入式(1),得 $L_0 = 23.1$ m。根据场景大小以及用户多集中在中心区域,因此需要在中心区域布设小功率无线 AP,以减小信号干扰,避免出现负载不均衡的情况。

本文从资源均衡利用角度设定了如下方案:

(1) 由于4个角落无线 AP 距离为50 m远远大于27.3 m,认为4个无线 AP 之间的干扰可以忽略。在4个角落分别部署功率为20 dBm的放装型 AP,将 $L_0 = 27.3$ m代入式(5),得到 $RSSI = -57.1$ dB $>$ -70 dB,认为此处信号强度高。

(2) 中心布置4个无线 AP,功率设为15 dBm,中心 AP 距角落 AP 27.3 m,中心 AP 间的距离为23.1 m, $L_0 = 23.1$ m代入式(4),得到 $RSSI = -59.8$ dB $>$ -70 dB,认为此处有信号。无线 AP 布设效果如图4所示。

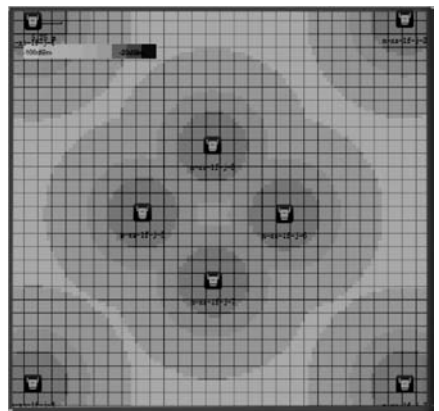


图4 智能无线管理平台模拟 AP 信号覆盖范围俯视图

由于无线 AP 部署在顶层天花板上,因此基本上不会有隔离介质的干扰。由图4可以看出,信号强度

覆盖了全区域,模拟结果与依据干扰模型计算得到的结果一致,保证了信号强度覆盖无盲区、无死角,同时也验证了所构建干扰模型的准确性。

2.2 阶梯型空间无线 AP 部署

阶梯教室关联用户数多,因此需要布设多个无线 AP。阶梯教室长 31.8 m,宽 23.1 m。

(1) 设计需求。为实现网络授课、智慧智能教学,在阶梯教室上课的每位师生都需要能连接上无线网络,且无线网络下行速率最低要保证达到 100 ~ 150 Mbit/s,才能保证师生正常上网络课、看视频。

阶梯教室的容量为 200 人,无线网络的上行带宽为千兆网。为保证充足的上网速率及容余量,在阶梯教室中布设 4 个无线 AP。为了保证阶梯教室全覆盖,在进门处布设 1 个无线 AP。

(2) 规划需求。为了保证无线 AP 之间干扰最小,根据相邻无线 AP 之间的干扰模型把 4 个无线 AP 放置在 4 个对角上。由于在一间教室,没有墙壁的阻碍,将无线 AP 放置在天花板上,达到良好的覆盖效果。阶梯教室中间放置投影仪,应保证无线 AP 离这些电子设备足够远,以免信号干扰。

(3) 功率设置。阶梯教室长 15.9 m,宽 12.6 m,对角线长 20.3 m。为了保证 4 个无线 AP 能全部覆盖阶梯教室,且信号强度达到最强,重叠区域达到最小,根据式(1),将无线 AP 功率设置为 15 dBm。

(4) 覆盖效果。根据布设的 4 个无线 AP,图 5 给出了信号覆盖效果图。

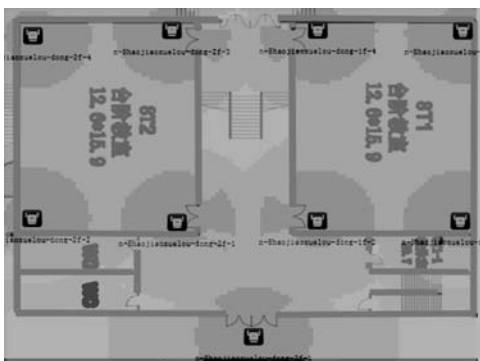


图 5 阶梯教室信号覆盖效果图

由图 5 可知,阶梯教室以及楼道都达到了信号区域全覆盖的效果,且信号强度高,说明无线 AP 布设效果良好。

3 结 语

本文对无线 AP 布设的重要性进行了概述,测试了不同功率下相邻无线 AP 之间信号最强时的距离,建立了相邻无线 AP 间的干扰模型。结果表明:移动

AP 的信号强度随着距离的增加而减弱,在某一个距离时信号有增强的趋势,出现峰值,此时信号干扰的程度最低,随后随着距离的增加信号强度减小。在不同的结构空间中应用干扰模型进行无线网络布设,并应用无线智能管理平台进行信号模拟,实现了信号无盲区覆盖,同时验证了所建干扰模型的准确性、可用性。

参 考 文 献

- [1] 张海龙,刘宣,任毅,等.用电信息采集系统窄带物联网可行性研究[J].电测与仪表,2018,56(6):82-86.
- [2] 梁侃.重度同频干扰环境下 WLAN 无线信号系统的优化方法[J].电信科学,2017(S2):87-89.
- [3] Liu Z, Liu Y, Gong Z, et al. A multi-rate access point selection policy in IEEE 802.11 WLANs[C]//2011 International Conference on Multimedia Technology. IEEE, 2011.
- [4] Yiakoumis Y, Bansal M, Covington A, et al. BeHop: a tested for dense WiFi networks[J]. ACM Sigmoblie Mobile Computing and Communications Review, 2015, 18(3): 71-80.
- [5] 张维.无线网络分布式部署及抗干扰研究[J].中南林业科技大学学报,2011,31(11):182-186.
- [6] 王权. WLAN 负载均衡机制及其改进算法研究[D].重庆:重庆大学,2013.
- [7] 王俊林.新形势下山区细分场景 CDMA 无线网规划实践[J].广东通信技术,2013(7):74-78.
- [8] 杨秀梅,郑剑.校园无线网部署方案研究[J].华东师范大学学报(自然科学版),2015(S1):174-179.
- [9] 付中南,尚群,郭强.大规模超高密度无线局域网传输质量评价方法的研究[J].通信学报,2018,39(S1):37-43.
- [10] 徐立鸿,早明华,蔚瑞华,等.温室无线传感器网络节点发射功率自适应控制算法[J].农业工程学报,2014(8):142-148.

(上接第 271 页)

- [17] Mayers D. Unconditional security in quantum cryptography [J]. Journal of the Association for Computing Machinery, 2001, 48(3): 351-406.
- [18] Renner R, Gisin N, Kraus B. Information-theoretic security proof for quantum-key-distribution protocols [J]. Physical Review A, 2005, 72(1): 012332.
- [19] Kraus B, Gisin N, Renner R. Lower and upper bounds on the secret-key rate for quantum key distribution protocols using one-way classical communication [J]. Physical Review Letters, 2005, 95(8): 080501.
- [20] Wang S, Chen W, Guo J F, et al. 2 GHz clock quantum key distribution over 260 km of standard telecom fiber [J]. Optics Letters, 2012, 37(6): 1008-1010.
- [21] 李宏欣,迟洋广,韩宇,等.针对诱骗态量子密钥分发方案的 PNS 攻击研究[J].密码学报,2018,5(1):1-12.