

# 无线网络链路质量评估

韦琳,张红娟,邹玲,徐帆

(湖北工业大学 电气与工程学院,湖北 武汉 430068)

**摘要:** 主要针对无线链路质量测量的方法进行整理及对比,通过对无线链路质量指标的测量分析来评估质量的好坏。通过对美国某实验室针对 roofnet 无线网络链路质量测量统计出的数据进行分析,提取表征链路质量的参数信息,运用 MATLAB 软件对其进行仿真,分析无线链路信道的特征及其影响无线链路质量的相关因素。

**关键词:** 无线网络;链路质量指标;评估;roofnet

中图分类号: TN925.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)01-0050-04

## WLAN link quality evaluation

Wei Lin, Zhang Hongjuan, Zou Ling, Xu Fan

(School of Computer, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

**Abstract:** Collate and contrast methods of measurement for the radio link quality measurement and analyse the wireless link quality indicators to assess their quality. Roofnet is the statistics date of wireless network link quality measurement by a laboratory in the United States. The paper extracts PDR, RSSI, SNR and other parameters of the characterization of link quality information. Then, it uses MATLAB tool to analyze the characteristics of the wireless link channel and its impact of the wireless link quality factors.

**Key words:** wireless network; link quality indicators; evaluate; roofnet

近二十年来,计算机网络和无线通信技术发展得越来越快,给人们的生活带来了更多的便利,用户数量也因此急剧增多。无线网络在满足人们宽带接入网络需求的同时,承载的业务也越来越丰富,除了传统的电子邮件、网页浏览、DNS 等应用功能外,像视频点播、VoIP、大型实时游戏、远程医疗和 IPTV 等应用也在不断涌现<sup>[1]</sup>。

由于在无线网络中是采用无线信道作为传输媒介,先天性地有着不稳定的特点,因此与传统的有线网络传输相比更加不可靠,更容易受到物理环境和同频率无线网络的影响。在无线局域网中作为传输载体的无线信道有着时变性的特点。时变性是指传输媒介的质量容易随着时间的变化而有很大的不同。具体来说,就是在无线局域网中的丢包率、误帧率和重传次数会根据时间段的不同而有很大的不同,从而对服务质量造成很大的影响<sup>[2]</sup>。加上信号衰落、环境噪声、信道干扰和周围的人员移动等复杂环境因素的影响,节点之间的无线链路质量不稳定,所以,在实际环境中对无线链路质量进行测量和分

析显得尤为重要。而现在大多数对无线链路质量的研究都是在仿真中实现的,在实际环境中研究的很少,这就要求我们要更多地在实际环境中测量无线链路质量,收集分析相关的链路质量反映参数,总结无线链路传输规律,为上层应用提供参考。此外,如果能对链路的质量进行合理分析和准确评估,将其应用于上层协议设计和模型优化,必将显著改善系统的性能<sup>[3]</sup>。

### 1 衡量链路质量指标及测量方法

目前,大量研究人员对无线链路质量测量问题展开了深入研究。衡量无线链路质量的测度指标有多种,如信号强度 RSSI (Received Signal Strength Indication)、信噪比 SNR (Signal-to-Noise Ratio)、接收率 PDR (Packet-Delivery Ratio)、误码率 BER (Bit-Error Rate) 和链路质量指示 LQI (Link Quality Indication),通过对这些指标进行分析对比,指出在固定的通信速率和数据包大小的情况下,测量 PDR 简单且易操作<sup>[4]</sup>。因此,它常被用来作为衡量无线链路质量的量度。

## 网络与通信 Network and Communication

进行无线链路质量测量的方法还有基于 IEEE 802.11 无线网卡和 MadWifi 驱动,采用主动发送探测数据包或被动监听实际通信数据包的方式获得无线信号,数据包可以是单播,也可以是广播,采集段时间内的无线信号,获取链路质量指标<sup>[5]</sup>。

EAR 方案<sup>[6]</sup>将以上几种方案结合到一起,动态、自适应地采用其中的一种方案,尽可能利用实际通信数据包,最大化测量的准确程度,并利用单播流量使测量的开销最小化。为了将 RSSI 被动探测和 PDR 主动探测相结合,提出了突发链路感知的测量方法——EasiLQE<sup>[7]</sup>,此方法结合被动感知和长、短周期主动探测机制来测量无线链路的质量,对突发性链路的测量效果显著,通过寻找 SNR 与 PDR 的相关性,提出了 SNR 到 PDR 的映射方法。将多种探测方式相结合,选取多种链路质量测度指标,是今后链路质量测量方法发展的一个趋势。

### 2 roofnet 无线网络

roofnet 是在实验 IEEE 802.11b 网状网络链路测量中收集的信息数据,该实验是由麻省理工学院进行的,在剑桥提供宽带上网用户。目前在网络上约有 20 个主动节点,主要有该地区集中在三四层楼的房子,大多数天线安装在房子的烟囱上方两三英尺处。在这个区域也有一些很高的建筑物,7 个节点位于这类建筑物中。其中并不是所有节点都在房顶安装全向性天线,有少数用户更适合放置或者挂窗外天线<sup>[8]</sup>。所有节点位于志愿者的公寓,没有特殊安排,超越了基本的无线电连接。实验测量 roofnet 时路由关闭,因此没有用户流量。这个实验是在凌晨实施的,所以论文的数据分析中忽略了无线电活动的影响。

搜集相关数据集<sup>[9-13]</sup>,这些实验数据是来自美国一个实验组,在每次实验中,一个 roofnet 节点以尽可能快的速率发送(90 s 发送 1 500 B 的广播报文)。同时,网络中所有其他节点收取并记录它们收到的数据包。

该文件中包含发送数据包和接收数据包,发送数据包文件中列出了所有被发送的数据包,并罗列了实验编号以及每个广播轮的次序、测试相位、发送节点、发送数据包的序列号和发送时间。在接收数据包中除了包含编号、广播轮次序和测试相位外,还包含了发送及接收节点、接收到的序列号、接收时间、接收信号强度以及噪声大小。

### 3 链路质量评估

#### 3.1 接收概率的空间分布

图 1 说明了在 3 个相近的发送节点中,平均接收率为 50%左右。它们 3 个模式是相似的,在某种程度上,距离越近接收概率越大。为了清晰分析一条链路接收概率与距离的关系,图 2 显示了发送节点 23 633 的接收概率与距离的关系。通过最小二乘曲线拟合,可以判断随着距离的增大,接收概率呈现降低趋势。

除了是由于接收点和发送点的不同外,也可能是由

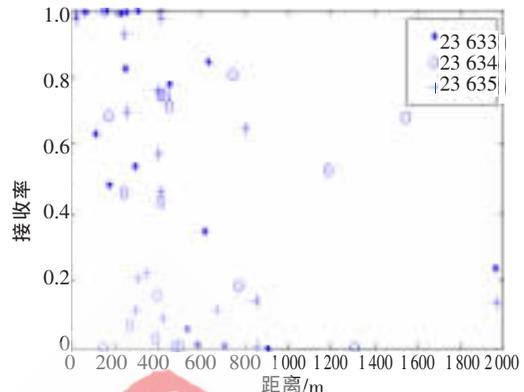


图 1 不同发送节点接收率与距离的关系

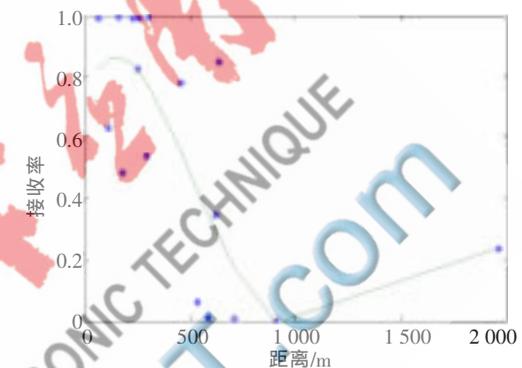


图 2 发送节点 23 633 的接收率与距离的关系

于环境的阻碍,导致接收率的不同。例如,不同的天线高度、多径衰落,环境中的障碍物等因素,并不是通过空间路径损耗。

#### 3.2 接收概率时间变化

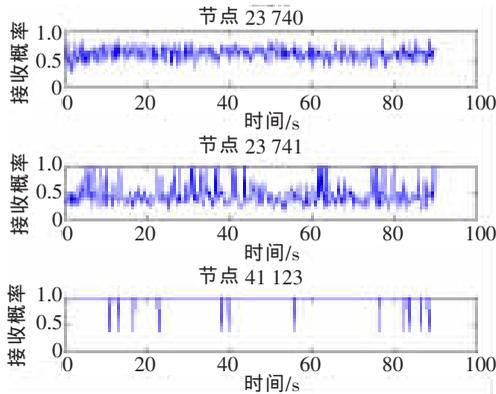
图 3(a)显示了 3 条 roofnet 链路在 1 Mb/s 时发送 1 500 B 数据包的概率随着时间的变化。图中所示是连续 200 ms 间隔的接收概率,在前两幅图中,接收概率在 50%附近,最后一个节点的接收概率可达到 100%。图 3(b)是 3 个节点接收概率的直方图,根据这个直方图可以很清楚地知道接收概率的分布情况。通过图 3(b)可以知道,节点 23 741 是分散的,其他两个节点比较集中。

在节点 23 740 和 23 741 中,接收概率的轮廓比较模糊,选择求取间隔 200 ms 中每秒的平均值来进行分析。通过图 4(a)可以清晰地看出接收概率随着时间的变化情况。通过图 4(a)和图 4(b)的比较可知,利用中位数的分析方法,系统是稳定的。对于在分析短时间内的链路质量,选择平均值较准确。但是两个图都显示了在 23 741 节点出现间隙,这个间隙产生的原因只能从其他参数来分析。

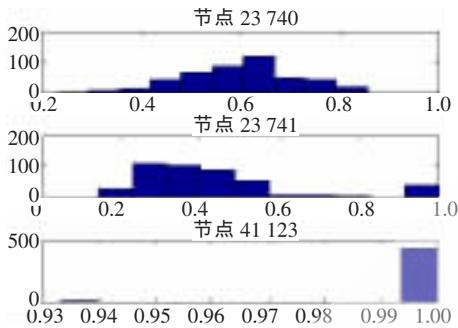
通过图 5 可知,第二个节点比较分散。节点 23 741 的方差最大,节点 41 123 的方差很小,几乎可以忽略不计。可见在不同的节点,接收概率随着时间的变化是不同的。

#### 3.3 信号强度及噪声的影响

给出的信号强度随着时间的变化,接收节点依次是 23 740、23 741、41 123。通过图 6 的分析可知,信号越

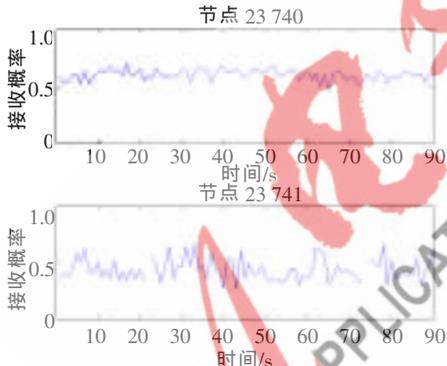


(a)接收概率随时间变化

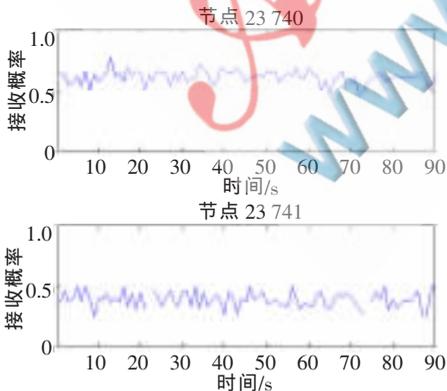


(b)接收概率直方图

图3 接收概率图



(a)每秒接收概率的平均值



(b)每秒接收概率的中位数

图4 接收概率图

强,接收率越大,因此信号强度是影响重要因素之一。当信号强度基本处于均匀变化,为什么在图3(a)中间节点会有那么大的波动?图6显示的是在传输数据包时受

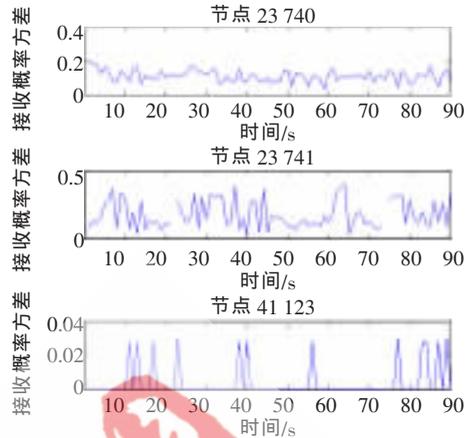


图5 接收概率每秒方差

到噪声的干扰情况。通过对噪声干扰分析,噪声的干扰的变化是导致接收概率浮动的重要原因。

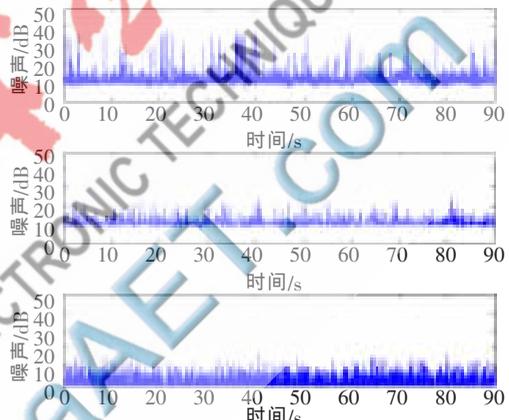


图6 噪声的变化

从发送节点到接收节点41123传输过程中,噪声干扰几乎为零。暂时先不考虑在这个过程的信噪比,分析接收节点23740和23741的信噪比与接收概率的关系。通过图7发现,接收概率随着时间的变化和信噪比的变化趋势是相似的。因此,在相同的传输速率条件下,可以判断信噪比对接收概率的影响比较大。

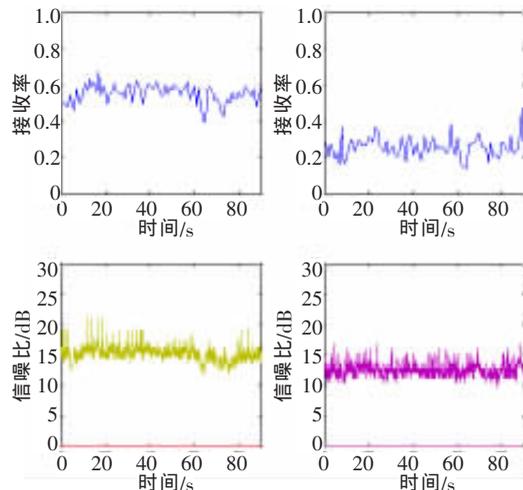


图7 信噪比和接收率关系

## 网络与通信 Network and Communication

### 3.4 发送比特率的影响

通过分析图 8、图 9 可知,发送数据包和接收数据包总体是随着比特率的增大而呈上升趋势。同时在 1 Mb/s、2 Mb/s、及 5.5 Mb/s 时,接收率也是呈现上升趋势,但是在 11 Mb/s 时,发送和接收数据包的数量以及接收率都发生了明显的变化。所以在数据包传输过程中,每种速率的效率是不一样的,并不是说速率越快效率越高。

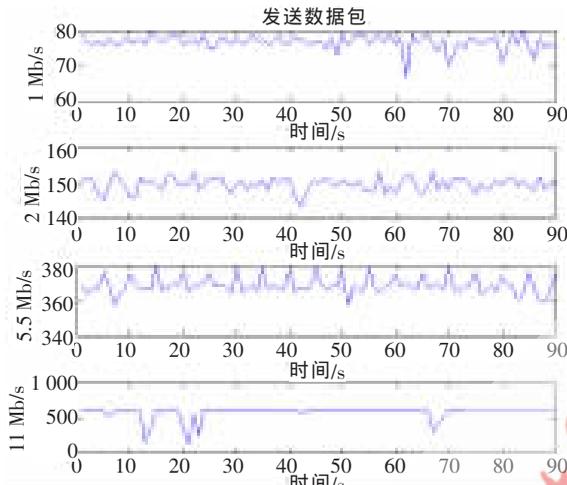


图 8 不同的比特率发送数据包的数量

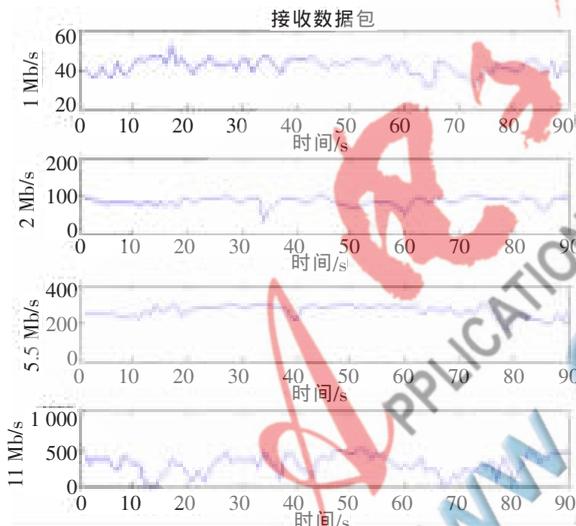


图 9 不同的比特率接收数据包的数量

通过图 8 和图 9 显示了 802.11 比特率选择算法的影响。在低比特率时没有一个很好的高接收率的性能,例如,有很多链接在 1 Mb/s 比 11 Mb/s 更高的吞吐量。这意味着比特率的选择必须基于不同的接收率对吞吐量的明确测量,而不是间接预测。

本文主要是针对无线链路质量测量的方法进行整理及对比,通过对无线链路质量指标的测量分析来评估质量的好坏。通过对美国某实验室针对 roofnet 无线网络链路质量测量统计出的数据进行分析,选择其中的一条或几条链路作为研究对象,提取 PDR、RSSI、SNR 等表征链路质量的参数信息,运用 MATLAB 软件对其进行仿真,分析无线链路信道的特征及其影响无线链路质量的相关因素。

### 参考文献

- [1] 斯桃枝.局域网技术与局域网组建[M].北京:人民邮电出版社,2009.
- [2] HAYKIN S. Modern wireless communications[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [3] 张辉,曹丽娜.现代通信原理与技术[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [4] 万蓄,匡镜明.GSM 系统中高效数据传输业务的实现[J].通信学报,2001,22(4),112-116.
- [5] 郑洪明,朱为君,毕光国.基于智能天线阵接收的蜂窝 CDMA 网络性能分析[J].通信学报,2001,22(4):19-25.
- [6] BANSAL N, LIU Z. Capacity, delay and mobility in wireless ad-hoc networks [C]. INFOCOM 2003, Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, IEEE, 2003 (2):1553-1563.
- [7] HU Y C, JOHNSON D B. Caching strategies in on-demand routing protocols for wireless ad hoc networks [C]. Proceedings of the Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), New York, 2000: 231-242.
- [8] JAIN R, PURI A, SENGUPTA R. Geographical routing using partial information for wireless ad hoc networks [C]. IEEE Personal Communication, 2001, 8(1):48-57.
- [9] GILMAN T, DAVID C. Design of an application-cooperative management system for wireless sensor networks [C]. Proceedings of EWSN'05, IEEE Press, 2005:121-132.
- [10] SINHA P, KRISHNAMURTHY S V, DAO S. Scalable unidirectional routing with zone routing protocol (ZRP) extensions for mobile ad-hoc networks [C]. Wireless Communications and Networking Conference, WCNC, 2000 (3):23-28.
- [11] RFC3561, Ad hoc on-demand distance vector (AODV) Routing. in IETF2003.
- [12] WENNSTROM A, BRUNSTROM A, RENDON J. Impact of GPRS buffering on TCP performance [J]. Electronics Letters, 2004, 40(20): 1279-1281.
- [13] PADHYE J, FIROIU V, TOWSLEY D, et al. Modeling TCP throughput: a simple model and its empirical validation [C]. Proceedings of the ACM SIGCOMM'98 Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communication, 1998:303-314.

(收稿日期:2013-10-12)

### 作者简介:

韦琳,女,1975年生,硕士,讲师,主要研究方向:信息处理。

张红娟,女,1988年生,硕士,主要研究方向:控制理论与控制工程。

邹玲,女,1962年生,硕士,教授,主要研究方向:电磁场与电磁波。