

利用 Mesh 技术的广西无线城市组网研究

张宏宇, 李陶深

(广西大学 计算机与电子信息学院, 广西 南宁 530004)

摘要:随着通讯技术的不断发展以及北部湾开发建设的客观需要,广西自治区各大中城市开始了“无线城市”信息化建设,在几年内,将建成无线城市群。为了给广西无线城市建设网提供建设性意见和技术支持,文章主要通过对比和举例说明对无线城市组网技术的方式进行探讨,分析传统的 Wifi 方式无线城市建设存在的不足,讨论了利用 Wifi Mesh 方式进行组网的优点以及要解决的问题,特别是从组网的投资成本,便利性,以及安全性和环保性进行相应的论述。得到了相应的研究结果,为广西无线城市群的建设提供有力的依据。

关键词:无线城市;广西信息化建设;无线 Mesh 网络

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)07-0042-03

Research for Construction of Guangxi Wireless City Based on Mesh Networks

ZHANG Hong-yu, LI Tao-shen

(College of Computer and Electronic Information, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: As communication technology continuing to develop and the need construction of the Beibu gulf, most cities in Guangxi autonomous region began a "wireless city" project, in a few years, it will build the wireless city group. In order to provide constructive comments and technology for "wireless city" project, mainly focus on the wireless networking technology for the way of the city to explore by comparison and example, analyze the traditional way of Wifi wireless city construction deficiencies, discuss ways to use Wifi Mesh networking advantages and the problems to be solved, especially discuss the network investment cost, convenience, safety and environmental protection. Have obtained the results, it will provide strong basis for Guangxi wireless city group construction.

Key words: wireless city; Guangxi information construction; wireless Mesh networks

0 引言

由于通讯方式的不断更新和发展,以及人们对宽带接入的便利性越来越高的要求,“无线城市”的概念应运而生^[1],广西自治区的十几个大中城市也开始了大规模的无线城市建设,将会在几年内实现 Internet 的随时随地高速接入。在传统的无线网络建设中,主要是大量建设 Wifi 热点,从而实现高密度的网络覆盖, Wifi 网络可以实现高效的网络接入,而且, Wifi 技术使用的频段不需要授权,所以使电信运营商的前期投资门槛得以降低。在以 Wifi 方式为主的无线网络覆盖区域,用户通过 Wifi AP (Access Point)^[2]进行网络的接入,由于 AP 信号的覆盖范围非常有限,随着用户群的不断增加,电信商只能通过增加热点的数量来提

高网络的覆盖区域,这样必然会造成成本的大量增加,而且,随着热点的增多,网络的维护难度和管理难度也会随之加大。Mesh 网络作为近年来新出现的概念,它可以很好的和 3G 通信技术、802.11、802.20 等无线接入方式相融合,是一种新型的网络架构模式^[3]。利用 Wifi 和 Mesh 技术相结合进行组网,不仅可以大大提高覆盖范围,同样也可以显著地降低组网成本,通过有效的调度算法,可以提高系统的吞吐量和稳定性,在未来无线城市的建设过程中, Wifi Mesh 方式组网将有广阔的前景。

1 无线 Mesh 网络现状及特点

无线 Mesh 网络由最初的 Ad hoc 发展而来^[4],是一种无线的多跳网络,它并不是一种网络实体,而是一种网络架构方式,它有着 Ad hoc 网络灵活性较强,组网方便,可扩展性非常强的特点,而且,网络设备的造价和组网的成本非常的低廉,所以,在近年的无线网络研究中,无线 Mesh 网络以其优点众多而被广泛关注和

收稿日期:2011-12-17;修回日期:2012-03-20

基金项目:国家自然科学基金(60963022)

作者简介:张宏宇(1986-),男,硕士研究生,CCF 会员,研究方向为高性能计算和网络系统;李陶深,博士,教授,博士生导师,研究方向为高性能计算和网络系统、无线 Mesh 网络、网络计算与信息安全。

采用。无线 Mesh 网络主要由无线路由器和无线客户端组成,无线路由器分为网关路由器和中继路由器,网关路由器负责与 Internet 骨干网连接^[5],而中继路由器负责转发网络中的数据和接收无线客户端的接入请求。通过建立多网卡多信道的路由器,可以使得网络的负载性能和利用率大大提高。目前,在 WMN 的商业化进程正在逐步地开展,在一些无线网络建设较早的城市,在大学校园、CLD 居民区、体育场馆、CBD 等,都已在原有无线热点的基础上建设无线 Mesh 网络,更广阔的应用如在地震、火灾现场等很难临时找到有线网络的区域进行应急通信。

无线 Mesh 网络与传统的 Ad hoc 网络和 Wifi 接入网络相比,它具有高可靠性、自配置性、兼容性、连通性、自愈合性,而且具有冲突保护机制,可以简化链路的设计,减少前期和后期的维护工作量。也正是因为如此,国外许多城市在建设无线城市方面都主要使用 Mesh 与原有网络相结合的组网方式,使得各方面的投资成本有所下降。在美国、欧盟,已经有基于 Wifi Mesh 网络在城市中大量建设,美国费城自从 2004 年建设无线城市以来,到目前为止,已经成为全球无线城市覆盖最为广泛、技术最为成熟的代表^[6]。国内的台北市,是中国在无线城市建设方面的标杆,通过 Wifi Mesh 方式的无线网络组网,使无线网已经成为了城市的名片,广西壮族自治区作为国家北部湾建设和西部大开发的重点省份,为了适应信息化和现代化的需要,同时为了提高人民群众生活的便利性和舒适性,也适时提出了建设无线城市的目标,但由于单纯大规模建设 Wifi 热点费用较高,综合考虑,借鉴其他成功案例,基于 Wifi Mesh 的组网方式必然得到推广和使用。

2 Wifi Mesh 在无线城市建设中的应用

Wifi 作为率先出现的无线接入方式,在全球内得到广泛的应用,其大力推行的先商业化再标准化的推广方式较之与其同时代的先标准化再商业化的 WiMAX^[7]相比,在应用方面,范围大了很多,并且,由于在英特尔处理器中 Wifi 功能的集成使用,也使得 Wifi 客户端迅速占领了市场。

2.1 Wifi Mesh 方式组网与其他方式组网技术对比

Wifi Mesh 方式进行无线城市网络建设,对照已有的技术,有几方面的优势:

a) 更为可靠的安全性,Mesh 方式组网采用的网格拓扑结构不同于以往的点对点的星形结构,如现在的 Wifi (WLAN) 经常出现业务集中、骨干网拥塞,有掉线现象和连线困难的情况出现;

b) 从最大传输速率来看,Wifi Mesh 的最大传输速率可以达到 54Mb/s,而现有的 3G 无线接入方式的

大传输速率只有 14.4Mb/s,通过对比发现,在现有 Wifi 接入方式的基础上,只需进行简单的改造,增加无线路由器的安置,就可以形成 Wifi Mesh 网络,提高接入速度,而对于原有的 3G 网络,可以先用 3G Mesh 方式进行过渡性扩展,在后期建设中,再进行不断的升级;

c) 由于越来越多智能手机的使用,移动电话用户对无线网络接入的要求也在不断加强,而原来的 Wifi 网络和 3G 网络受到传输范围的限制和速率的限制,已不能满足需要,Wifi Mesh 可以很好解决速率和传输范围的问题。

综上所述,Wifi Mesh 组网方式作为目前技术较为成熟,各方面均具有一定优势的组网方式,必然将在未来相当长的一段时间发挥着重要的作用。

表 1 是 Wifi Mesh 与其他组网方式对比。

表 1 Wifi Mesh 与其他组网方式对比

	最大传输速率	安全性	终端	扩展性	成本
Wifi Mesh	54Mb/s	高	PDA PC	高	低廉,可改造
3G	14.4Mb/s	较高	手机 便携 PC	低	高昂
WiMAX	30Mb/s	较高	手机 便携 PC	较高	高昂

2.2 Wifi Mesh 方式组网与传统 Wifi 比较的优缺点

Wifi Mesh 是在现有 Wifi 的基础上发展而来^[8],它继承了 Wifi 已有的优点,方便的接入性,不需要考虑上网流量的消耗等。同时它也针对 Wifi 网络的缺点进行了改进,特别是基站数较少、覆盖范围较小所涉及的伸缩性和扩展性问题,可以得到大幅度改善;除此之外,Wifi Mesh 也可以很好地解决传统 Wifi 由于同一热点接入请求过多而出现拥塞的情况,在接入请求过多时,可以选择其他路由途径,转到临近的数据业务量较小的其他热点进行处理;由于呈网状分布,使得丢包率得到控制,在由单一路由转发不成功时,转由其他路由器进行处理,而不是单一的丢弃处理,使得传输成功率得到提高。具体技术细节对比见表 2:

表 2 Wifi Mesh 与 Wifi 对比

	可扩展性	健壮性	可靠性	建设费用
Wifi Mesh	强	强	强	低廉
传统 Wifi	弱	弱	一般	高昂

2.3 环保性和能耗

大面积铺设传统 Wifi 热点,必然增加基站数量,造成电磁辐射的增高,特别是在居民区建设大量信号基站,由于电磁波的叠加,有可能会对人体健康造成一定影响。上海市区内的基站密度是每平方公里 0.7 座,国内较多的城市是每平方公里 2.8 座,香港 2010 年公布的 2009 年的数据是每平方公里 12 座基站^[9],而如果达到大规模覆盖,就必然达到每平方公里 10 座左右的信号基站量,电磁的污染,不得不作为一个考虑

的问题。如果采用 Wifi Mesh,采用相对较少的基站,其余部分依靠企业级无线路由器的转发,就可以使得电磁辐射的强度大大降低,达到绿色环保的目的。在能耗方面,由于 Wifi 热点的接入,需要基站和发射天线,功率都比较大,与之相比,Mesh 网络中的路由器的能耗就可以大大减少,达到节能的效果和目的。

3 Wifi Mesh 在广西无线城市建设中应用的合理性

广西作为中国的西南出海大通道,在国家提出开发北部湾的战略计划之后,广西的城市建设也随之会有较大幅度的提高,特别是基础设施建设方面,原来的广西壮族自治区城市基础设施建设比较薄弱,很多配套设施无法满足发展的需要,特别是信息化建设提到日程之后,这一现象更加凸显。为此,建设信息化城市势在必行,中国移动与广西 14 个城市已经签署联合打造无线城市协议书,在不久的将来,广西将建成无线城市集群,满足社会和经济发展的客观需要。而 Wifi Mesh 作为成熟的组网方式,在广西无线城市建设中的适应性,主要体现在以下几个方面。

3.1 Wifi Mesh 方式的地理适用性

广西多山区,在城市内部,也大量存在城中山,而且各地高低起伏不平,这是一个客观存在的事实,而建设无线城市时,需要考虑到多山和丘陵地带组网时的成本核算,如果全部以建设基站方式来进行组网的话,山区架设和建造基站的成本很高,需要投入大量资金进行建设,每个基站的覆盖范围非常有限,这样一来,无形中就会增加很多相关的费用,基站的大覆盖作用就会很难表现出来;另外,在山区建设基站很不易于维护,必须派驻专门人员在基站值班守护,出现故障的时候,检修压力大,维修时间长,这样一来不仅要投入大量的人力物力进行维护,而且,整个网络的稳定性也会因此降低。

采用 Wifi Mesh 方式进行组网,可以减少基站的数量,采用相对比较廉价的高质量无线路由器作为接入点,就可以大大降低整个网络的建设成本。无线路由器作为热点,可以很好地进行接入,而且部署简单,维护难度低^[5],在出现故障时,直接更换即可,大大提高了网络的稳定性和维护性,这对于整个网络的有效运行是非常有益的。同时,在功耗方面,可以采用定期更换可移动式电源的方式来解决布设电缆的问题,同样可以减少相关网络建设费用的支持。

因此,在广西无线城市建设中,采用 Wifi Mesh 的方式可以很好地解决地理因素的问题。

3.2 Wifi Mesh 方式的环保适用性

广西自古以来,就是以山水闻名于世,所以,在考

虑建设信息化社会和无线城市的进程中,必然考虑到环保性和电磁辐射的影响。移动通信通过天线发出电磁波,对于电磁波的辐射是指能量以电磁波的形式由辐射源发射到空间的现象,这种现象被称为电磁辐射。当电磁辐射穿过人体时,其能量会被人体吸收,如果这种能量过大,将会对人体健康构成危害,人体暴露在这样的电磁辐射环境中,会产生一定的影响。电磁辐射场区可分为近区场和远区场。一般情况下,天线的 300 米以内的区域都为近场区^[10],在这个区域电场要比磁场强得多;而在大于 300 米的区域,磁场要比电场大得多。远区场为弱场,其电磁场强度均较小,在远区场,通常对人的危害较小,但由于无线通信网络的射频辐射伤害具有累积效应,所以当处于射频辐射下时,人体是不会立即受到伤害的,只有随时间推移,累积到一定程度时才会对人体造成伤害。而对于一个固定的可以产生一定强度的移动通信基站来说,电磁辐射近区场的防护一直以来都是一个难题,包括对相关工作人员及处在近区场环境内生活区人员的健康保护,和如何对位于近区场内的各种电气设备干扰的防护都是一个有待解决的问题。

为了解决这个问题,所以采用 Wifi Mesh 这种利用无线路由器作为接入节点的方式来进行组网。由于无线路由器的辐射量非常小,几乎可以忽略不计,所以,非常有效地解决了有关电磁辐射的问题,可以最大限度地减少对人体的侵害,达到环保健康的目的,也是绿色信息化的一个重要方面。

3.3 Wifi Mesh 方式的扩展适用性

如果整个网络在后期进行扩展需求时,采用 Wifi Mesh 方式进行组网的话,可以很容易地进行扩容,这是其他组网方式所不能比拟的,扩展性较强也是采用 Wifi Mesh 作为无线城市建设的一个主要着力点,在建成已有网络之后,如果进行变更或者拓展,亦或是根据需要缩减网络规模,都可以很好地进行操作,节省大量的人力物力。所以,Wifi Mesh 的扩展性也是组网时候考虑的一个主要方面^[11]。

4 结束语

传统的 Wifi 方式接入,使得人们享受了上网的便利,而随着需求的增加,热点量的缺乏,使得通信商开始寻找新型的网络架构方式。Mesh 网络的出现,使得它成为一个较为优秀的解决方案,在广西大规模建设无线城市的进程中,Wifi Mesh 可以实现高性价比的组网,以现有网络为依托,进行改造和扩展,实现便利性和灵活性,而且可以大大降低组网成本,同时也能提供方便安全的无线接入环境,所以,Wifi Mesh 将在未来

运行算法获得了 8 个初始聚类中心,聚类中心具有 7 个属性,因此将聚类中心表示为 $(w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7)$,再运行模糊 C 均值聚类,最终获取的聚类中心如表 1 所示。

分别运行 FCM 算法和结合蚁群聚类的 FCM 算法,基于定义 1、定义 2 的两种变量评价以上算法输出,见表 2。

表 1 聚类中心

w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7
0.19	0.04	0.26	0.05	0.32	0.01	0.07
0.11	0.06	0.19	0.08	0.6	0.01	0.15
0.15	1	1	1	0.63	0.57	0.19
0.19	0.26	0.48	0.42	0.7	0.02	0.16
0.22	0.47	0.87	0.54	0.71	1	0.27
0.3	0.05	0.21	0.06	0.73	0.01	0.15
0.37	0.02	0.13	0.01	0.84	0	0.07
0.33	0.04	0.16	0.02	0.72	0.01	0.42

表 2 评价变量

算法	分离熵	分离系数
FCM	0.4502	0.0821
结合蚁群聚类的 FCM	0.4408	0.0842

由表 2 可以看出,结合蚁群聚类的 FCM 算法的分离熵和分离系数均优于 FCM 算法,这说明聚类算法的准确度有所提高,具有较好的聚类效果。

5 结束语

结合蚁群聚类的 FCM 算法较 FCM 算法有一定程度的改进,获取了较好的聚类效果,并且解决了 FCM 算法初始聚类中心的随机性和易陷入局部最优解的缺点。初始的蚁群聚类加强了算法全局搜索的能力,从

而在样本空间中获取更优的初始聚类中心。仿真实验表明了结合蚁群聚类的 FCM 算法比 FCM 算法效果更好,可以获得更优的聚类效果。

参考文献:

- [1] Spragins J. Learning without a teacher[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2005, 23(6): 223-230.
- [2] 白素琴,惠长坤,吴小俊,等.一种基于遗传算法的模糊聚类算法及其与 FCM 算法的结合[J]. 华东船舶工业学院学报, 2001, 15(6): 40-43.
- [3] 张军,刘羽,卢奉良. 蚁群算法解决 TSP 问题的并行化研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(5): 72-78.
- [4] Babusk R. Fuzzy and neural control[M]. Netherlands: Delft University of Technology, 2001.
- [5] Colomi A, Dorigo M, Maniezzo V. Distributed optimization by ant colonies[C]//Proc of 1st European Conf on Artificial Life. Pans France: Elsevier, 1991.
- [6] 贾瑞玉,邢猛,徐庆鹏,等.一种动态调整的蚁群聚类算法[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(2): 145-147.
- [7] 李玲娟,李冰.一种基于特征加权的蚁群聚类新算法[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(8): 67-70.
- [8] 张建华,江贺,张宪超. 蚁群聚类算法综述[J]. 计算机工程与应用, 2006(16): 170-174.
- [9] 李雷,罗红旗,丁亚丽.一种改进的模糊 C 均值聚类算法[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(12): 71-73.
- [10] 罗军生,李永忠,杜晓.基于模糊 C-均值聚类算法的人侵检测[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(1): 178-180.
- [11] Chen M S, Wang S W. Fuzzy clustering analysis for optimizing fuzzy membership function[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1999, 103(2): 239-254.
- [12] Tang L, Huang P Z, Xie W X. A new method of FCM considering the distribution of data[J]. Geomatic and Information Science of Wuhan University, 2003, 28(4): 476-479.

(上接第 44 页)

的信息化建设中占有重要的地位并发挥重大作用。

参考文献:

- [1] Akyildiz I F, Wang Xudong, Wang Welin. Wireless mesh networks: a survey[J]. Computer Networks, 2005, 47(4): 445-487.
- [2] 中国移动通信有限公司研究院. WiFi Mesh 网络部署方案研究[R]. [s.l.]: [s.n.], 2008.
- [3] 汤子健. 我国 WLAN 发展思路[J]. 电信技术, 2005(7): 21-22.
- [4] 范涛,张燕. 无线 Mesh 网络的组网及其相关标准[J]. 数据通信, 2005(4): 40-42.
- [5] 董晓鲁,党梅梅,沈嘉,等. WiMAX 技术标准与应用[M]. 北京:人民邮电出版社, 2007.
- [6] Wu D, Negi R. Effective capacity: a wireless link model for support of quality of services[J]. IEEE Trans. on Wireless Communication, 2003, 2(4): 630-643.
- [7] Liu Lingjia, Parag P, Tang Jia. Resource allocation and quality of service evaluation for wireless communication systems using fluid models[J]. IEEE Trans on Inf Theory, 2007, 53(5): 1767-1777.
- [8] 靳荣利. 多网卡无线 mesh 网络中多信道 MAC 协议研究[D]. 北京:北京邮电大学, 2007.
- [9] 彭木根,王文博. 下一代宽带无线通信系统 OFDM & WiMAX[M]. 北京:机械工业出版社, 2007.
- [10] Hossain E, Leugn K K. 无线 Mesh 网络架构与协议[M]. 北京:机械工业出版社, 2007.
- [11] 毕坤,顾乃杰,任开新,等. 混合式无线 mesh 网络中信道分配算法研究[J]. 小型微型计算机系统, 2009, 30(5): 812-816.