

IEEE802.16 中的无线 Mesh 网络研究

姜 永¹, 郑明春¹, 李国强²

(1. 山东师范大学 管理与经济学院, 山东 济南 250014;

2. 中山大学 信息科学与技术学院, 广东 广州 510275)

摘 要:1980年3月13日, IEEE批准了一个新的工程802。IEEE 802由LAN/MAN Standard Committee (LMSC)负责。就无线通信而言, 802 WG定义了802.11WLAN, 802.15WPAN和802.16WMAN。与以前的无线技术一样, 随着通信实体的距离的增大, 数据的传输速率随之降低。对新的应用层业务而言, 无论距离多远, 都必须保障高的数据率。要克服链路速率的限制, 必须密集地布置无线网络设备。WMN有助于克服当前的无线通信系统对有线主干网络的依赖, 因为它们价格便宜并能保证新的无线应用。概括了WMN的发展历程和最新的发展动态, 并指出了进一步的发展方向。

关键词: IEEE802.16j; 无线 Mesh 网络; 无线中继网络; 无线局域网; 无线城域网

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)05-0234-04

Research on Wireless Mesh Network in IEEE802.16

JIANG Yong¹, ZHENG Ming-chun¹, LI Guo-qiang²

(1. School of Management & Economics, Shandong Normal University, Jinan 250014, China;

2. School of Info. Sci. & Techn., SUN YAT-University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: On March 13th 1980, the Computer Society of the Institute of Electronics and Electrical Engineering (IEEE) approved project 802. IEEE 802 is led by the LAN/MAN Standards Committee (LMSC). Until today, twenty-two Working Groups (WGs) mainly define standards for the lowest two layers of the ISO/OSI reference model in the 802. For wireless communication, 802WG define 802.11WLAN, 802.15WPAN and 802.16WMAN. Similar to preceding wireless technologies, data rate slows down by increasing in distance of the communication entities. However, demands for new applications emerge that need high data rates regardless of distance. To overcome the link speed limitation, dense deployment of wireless networks is needed. WMNs help to overcome current dependencies of wireless communication systems on wired backbones. Thus, they enable cheap deployment and rapid roll-out for a new generation of wireless services. Summarizes the developing experience of WMN.

Key words: IEEE 802.16j; wireless mesh network(WMN); wireless relay network(WRN); WLAN; WMAN

0 引言

当前在LMSC之下的所有无线标准都使用一个物理上或逻辑上的星型拓扑结构^[1]。IEEE 802.11WLAN使用AP (Access Point) 形成一个局部的BSS (Basic Service Set)。基于802.16的WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks) 依赖一个中心基站 (central Base Stations) 来负责对无线媒介 (Wireless Medium) 的调度。为了在无线网络中实现移交、漫游、帧转发以及无线实体的互操作等等, 中心实体必须要集成于其中。此外, 中心实体间的内部互联也提供了对其它形式的

网络的访问并形成了宽带骨干线路, 就像是以太网中的网桥。中心无线实体的布置密度对数据率有重要的影响。因为需要支持的数据率越高, 需要的SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio) 就越高, 而随着距离的增加 SINR 值急剧减小。所以, 为保证足够大的SINR值来覆盖一定的区域, 中心实体必须要被密集地布置, 同时有线网络也是必需的。但是, 有线基础设施网络布置的成本较高。为解决这一问题, 中心实体必须通过无线的方式进行互连, 无线 Mesh 网络就是用于解决这一问题的。

收稿日期: 2007-09-25

基金项目: 山东省泰山学者基金资助项目 (304068)

作者简介: 姜 永 (1980-), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 研究方向为网络服务质量、无线局域网、无线 Mesh 网络; 郑明春, 教授, 硕士生导师, 研究方向为计算机网络 QoS、网络拥塞控制等。

1 无线 Mesh 网络

1.1 无线网络的变革

当前无线网络通信系统仅形成一个独立的、单机的网络环境, 如图1所示。每个AP或BS (Base Sta-

tion)仅为与其相关联的实体提供服务。无线链路用于中心实体和它的关联代理之间的数据通信。有线骨干网提供另外的所有服务。所以说中心实体一个重要的方面是为无线和有线间的通信提供了桥接作用。不像有线网,无线网络之间还不能通过无线直接进行通信。Wireless Relay Network(WRN)走出了全无线网络的第一步。在 WRN 中,中继实体的功能就像是中心实体的一个代理服务器,如图 2 所示。它们用来帮助增加中心实体的通信范围。作为一个中间实体,它们转发帧并代理中心实体的操作。随着中继实体的增多,无线 Mesh 网路就形成了。在无线 Mesh 网路中每个实体的运行是相互独立的。同有线网络相比,WMN 是由无线路由器组成的。路径选择方法帮助找到理想的下一跳,如图 3 所示。优秀的算法用于找到最优的路径。但在 WMN 中,区间的优化不仅只与跳数有关。自组织 ad-hoc WMN 可以是非中心化的,它们能够自主运行并且易于布置。与传统的无线网络不同,新的网络服务必须具有转发帧和克服空间限制的能力,所以新服务的复杂性在所难免,新的问题也逐渐显现。

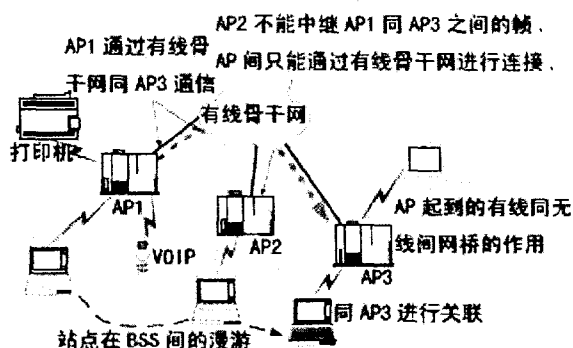


图1 WLAN

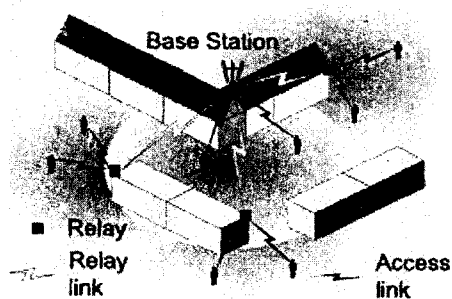


图2 无线中继网

1.2 WMN 所面临的挑战

无线频谱是介质共享的。由于在接受端的 SINR, 一个正在传输的实体的周围不能同时有另外的传输存在。传统的单跳无线网络中,中心 AP 或 BS 是形成网内所有实体之间互连的一个共同元素。但在 WMN 中,该公共元素却不存在。在 WMN 中每个实体拥有

的邻居实体集合是不同的,所以隐藏站和暴露站问题更加严重。所以必须要采取一定的预防措施来避免实体的邻居的邻居实体对实体的干扰现象。因此新的在 WMN 下运行的 MAC 层协议必须被开发出来以提高网络的性能^[2]。目前的无线网络是一个单跳的拓扑结构。中心实体作为同其它网络相连的网桥和非网内数据流的网关。所以目前 802 无线网络标准只是在一个逻辑的广播单元内提供无线传输,而 WMN 扩展了该广播单元的范围。虽然帧可以通过多跳进行发送,WMN 对更高层来说应该是透明的。ARP、DHCP 和 IP 等协议应该在 WMN 中无缝工作,同时也需要对广播或多播流的支持。

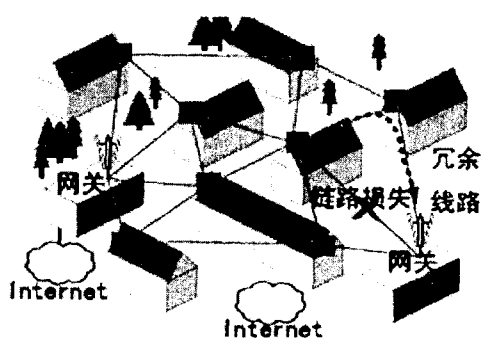


图3 无线 Mesh 网

为满足 WMN 的透明操作,路径选择算法必须对更高层的协议隐藏。要满足 WMN 多跳性,就需要路径选择同 MAC 层协议的更紧密耦合在一起。对每个局部链路来说,调制和编码方案、传输电源、噪声、干涉、拥塞状况以及其它特性在 MAC 层都可获得。同在文献[3]中定义的基于 IP 的 Mesh 路由相比,无线 Mesh 网络能够使用 MAC 层的信息作为其路径选择的参考。所以一个更好的 Mesh 路径选择应该是在 MAC 层实现而不是在 IP 层。

安全问题是 WMN 需要考虑的另一方面。在 WRN 中拥有实体的客户可以变成无线网络的一个活动部分,它主要是为发出或发向客户的帧提供中继转发功能。此外隐私问题,认证、授权和计价三者的集成问题也是目前存在的威胁。在 WMN 中,由于无线路由器独立运行,所以路径选择信息需要得到保护以避免恶意的攻击。此外,不可信实体可能加入到共同的 WMN 中时,所以端到端的安全问题也需要满足。

2 IEEE802.16 中定义 WMN 的工作组介绍

最初的 IEEE802.16 标准在 2001 年发布。在 2004 年的修订版是 801 标准中最早引入 Mesh 结构的协议。从 2006 年开始 802.16 又作出了一个用于 WRN 的修订。

2.1 802.16

目前的 802.16 标准^[4]给出了点到点、点到多点以及 Mesh 模式的运作机制。在非 Mesh 模式下,数据流被送向或送出基站。SS(Subscriber Station)只能通过中心 BS 传输数据帧。在 802.16 Mesh 网中 SS 可以相互转发数据并可直接通信。根据基于 802.16 的帧,一个 WMAN 总是同步的。与点对点和对多点的模式不同,Mesh 模式的 WMAN 仅能提供时分双工的传输。在 802.16 Mesh 中,SS 被定义为一个节点。为解决 WMN 中站点的干涉问题,802.16 提供“邻居节点”(neighborhood node)和“扩展的邻居节点”(extended neighborhood)的定义。在节点通信范围内的节点被称为“邻居节点”,而“扩展的邻居节点”指的是同节点距离为两跳的节点的集合。802.16 Mesh 网使用的是全方位天线,仅在 Mesh 网边沿的节点可用定向的天线。

2.2 802.16j

在 2006 年 3 月,Relay TGj 通过了 PAR 的批准并成立。802.16j 是一个 WRN 协议,WRN 形成 WMN 的子集。在 WMN 中,每个实体都有转发的能力,而 WRN 却是基于主/从模式结构的。在 802.16j 中,基站全盘的控制 WMAN,中继 SS 在 BS 请求下才转发数据^[5]。802.16j 有三种类型的中继实体:固定中继站(Fixed Relay Station,FRS)是不可移动的,游牧中继站(Nomadic Relay Station,NRS)间断地拥有固定位置来满足用户的使用,移动中继站(Mobile Relay Station,MRS)即使在运动中也可以转发数据。

3 WMN 中的 MAC 层加强方案

在 WMN 中独立的帧传输是不能被互相干扰的。每个帧的传输会对附近装置的传输产生影响,对直接或间接的邻居节点产生干涉,需要接收节点保证无害的并发传输。

3.1 802.16

由于它的帧基于 802.16,Mesh 网都是同步运行的。SS 同 BS 以及与 BS 相关联的 SS 同步。802.11 Mesh WMAN 中,介质的访问可以是分散或中心协调的。如果采用中心的 Mesh 模式,一个 Mesh BS 就会协调对无线介质的访问。它调度传输并同非 Mesh WMAN 的 BS 一样全面地控制无线介质。在中心调度中,Mesh BS 收集所有节点的调度信息,并基于统一的调度授予或否定节点对介质的访问。处于中间位置的 SS 负责转发不在 BS 范围的内的 SS 的请求,BS 广播一个链路可能用到的资源的数量,SS 再次将信息转发到其它的 SS。通过一个通用的算法,所有的 Mesh SS 同 BS 一样计算调度并根据是上行流还是下行流分配

时间。在非中心的调度中,每个节点向它的扩展邻居集广播它的调度。因此,节点周期性地发布一个 Mesh 分布式调度(Mesh Distributed Schedule Message,MS-DSCH)信息。在传输过程中,每个节点有责任确保无冲突的运行。因此,一个节点需要在两跳的邻居节点中的上行流和下行流帧之间寻找没有被使用的资源。一个帧的物理时槽如果没有被任何其它的突发使用,那它就可以声明用于它自己的传输。为竞争物理时槽,SS 可以像在点到多点模式下一样随意选择一个随机访问通道。一个 Mesh WMAN 可以将非中心和中心调度算法混合使用。

3.2 802.16j

由于无线中继网是中心化结构的,802.16j 标准中在中继站中定义了 BS 的功能。中继站部分地承担其它移动站点和 SS 的 BS 的功能。当前的 802.16 支持各种物理层技术,但 802.16j 仅能使用正交频分多路复用技术。由于中继站可以为多个实体提供服务,它应该通过点到点和点到多点的链接支持接受的流的聚集。依靠中继站的性能,它可以处理单波或广播的业务流。

4 无线 Mesh 网中的路径选择

Mesh 链路的串连就定义了一个 Mesh 路径。依赖网络的拓扑结构,可以得到几条从原到目的实体的 Mesh 路径。路径选择算法选取一条最佳路径。既然无线介质是一个嘈杂的环境,Mesh 路径必然不断改变。要作出最优路径的选择决定,Mesh 路径的选择标准必须要被快速适应。此外,路径选择算法必须要保证路径在 WMN 中不存在环。多波或广播的传输尤为困难,仅仅使用生成树相关的协议是不够的。

4.1 802.16

既然一个 802.16 WMAN 总要包括一个 BS,WMAN 的逻辑拓扑形成一棵树,根结点是 BS。因此当前的标准没有定义任何的路由算法或与此相关的应用。

4.2 802.16j

当路由或路径选择机制在 WMAN 中并不需要时,NRS 和 MRS 的移动性可能引入回环帧。根据 NRS 和 MRS 的性能,直接连接的建立和邻居实体间的帧交换必须能够检测到回环帧并停止传输它们。

5 WMN 的安全性改进

当前 802 安全方面的无线网络标准是在链路层构建的。目前,仅 802.16 提出了“隧道”的概念来保证多跳的端到端安全性。此外,信息的机密性,加强认证、

授权和计价服务,阻止 Denial of Service(DoS)袭击也都是在目前的公共 WMN 中存在的问题。

5.1 802.16

在 802.16 中的安全措施提供了加密数据的封装和私有密钥的管理。在每个 WMAN 中必不可少的 BS 作为认证服务器。BS 授予或否定对 WMAN 的访问。它提供密钥并在网络中执行加密。但是在 Mesh 模式下许多 SS 是不在 BS 的范围之内,所以中间的 SS 在它们的邻居链路上需要加密传输。对每个邻居,SS 协商一个单独的加密密钥。为阻止会话超时,每个 SS 有规律地更新同它邻居的密钥。数据加密或者在 Cipher Block Chaining(CBC)或在 CBC-MAC(CCM)模式下的 CTR 模式完成。

5.2 802.16j

在 WRN 中,802.16j 依赖中心 BS 和在标准中引入的机制。对当前的安全框架的扩展必须要考虑 WMAN 中作为中继站工作的 SS 或移动站点。由于中继站需要转发其它客户的数据,所以中继数据的完整性、保密性是必需的。也就是说,中继站不能危及 WMAN 的安全。在站点的同 WMAN 的关联阶段,BS 必须要保证在通过中继站时是有效的并对中继站是隐藏的。

6 结束语

虽然 802.16 是 LMSC 中第一个引入 WMN 概念

的协议,但目前仍没有看到相关的产品。由于对该概念的描述仍很模糊,Mesh 网的概念仍不成熟。就目前来说,802.16j 是目前最有可能成为在市场中成功布置的协议。Fixed Relay Station(FRS)的概念使得廉价的增加基站的通信范围成为可能。而 Nomadic Relay Station(NRS)和 Mobile Relay Station(MRS)在市场中引入的可能性却极小。

参考文献:

- [1] Hiertz G R, Max S, Yuneng Z, et al. IEEE 802 Wireless Mesh Networks (802.0 Submission) [R/OL]. 2005 - 11. <http://www.comnets.rwth-aachen.de>.
- [2] Walke B, Mangold A, Berlemann L. IEEE 802 Wireless Systems - Protocols, Multi-Hop Mesh/Relaying [J]. Performance and Spectrum Coexistence, 2006, 19: 2081 - 2093.
- [3] IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems[S]. IEEE Revision of 802.16 - 2001 IEEE Std 802.16 - 2004. 2004.
- [4] Mobile Ad-hoc Networks (MANET) Working Group. The Internet Engineering Task Force (IETF) [EB/OL]. 2006. <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
- [5] Marks R B, Nohara M, Puthenkulam J, et al. 802.16 Mobile Multihop Relay, IEEE LMSC (LAN MAN Standards Committee) [EB/OL]. 2006 - 03. http://ieee802.org/16/sg/mmr/docs/80216mmr-06_006.zip. IEEE 802 Tutorial IEEE 802.16mmr-06/006.

(上接第 233 页)

立体图像。



图 5 立体图像

4 结 语

研究了一种新的视图合成方法,并将其应用到体视显示技术中。该方法的最大的特点是可以利用三焦点张量得到两幅源图像之间任意位置的新图像。文中给出了算法步骤,并通过模拟实验和真实实验证明算法的正确性。但是由于时间和硬件设备的限制,没有对图像是否满足双眼特性作定量的分析,给出确定的条件和范围,这个问题将作为今后研究的课题和方向。

参考文献:

- [1] Avidan, Shuahua A. Novel view synthesis by cascading trilinear tensors[J]. IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, 1998, 4(3): 11 - 12.
- [2] Faugeras O, Robert L. What can two images tell us about a third one[C]// In: Proceeding of the European Conference on Computer Vision. Stockholm, Sweden: [s. n.], 1994: 485 - 492.
- [3] 鲍炎红, 胡茂林, 韦 穗. 三幅图像中的曲率估计[J]. 中国图象图形学报, 2004, 9(4): 435 - 438.
- [4] 张严辞, 吴恩华. 基于平面的 Warping 技术[J]. 软件学报, 2002, 13(7): 1242 - 1249.
- [5] Seitz S M, Dyer C R. View Morphing, Environment mapping and other applications of world projections[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 1986, 6(11): 21 - 29.
- [6] Hartley R I, Zisserman A. 计算机视觉中的多视图几何[M]. 韦 穗, 杨尚骏, 章权兵, 等译. 合肥: 安徽大学出版社, 2002.