



一种 WLAN 拓扑管理系统

马学刚

(中国移动通信集团河北有限公司 石家庄 050035)

摘要:为了使维护人员能快速定位并解决 WLAN 的网络故障,更好地服务于运营商的网络运维工作,提出了一套针对 WLAN 故障定位的网络拓扑管理系统,该管理系统已经投入运行并取得了预期的效果,对运营商的 WLAN 故障管理工作提供了有力的支撑。

关键词:WLAN;拓扑;网络管理;故障定位;访问接入点;接入控制器

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.12.022

Topology Management System for Wireless Local Area Network

Ma Xuegang

(China Mobile Group Hebei Co., Ltd., Shijiazhuang 050035, China)

Abstract: When the WLAN network faults, maintenance personnel need to quickly locate and solve the fault, to serve the operator's network operation better. Therefore, a topology management system for WLAN fault location network management system was proposed. The management system has been put into operation and has achieved the expected effect, provides a powerful support to WLAN network fault management of operators.

Key words: WLAN, topology, network management, fault location, access point, access controller

1 引言

随着 WLAN(wireless local area network,无线局域网)在智能终端中的普及以及用户对移动数据业务的需求爆发增长,WLAN 已经成为移动运营商无线宽带业务中不可或缺的组成部分^[1]。随着 WLAN 建设的快速发展和业务的不断推广,其已经成为移动通信运营商非常重要的数据分流手段,但同时 WLAN 中的各种不足也逐渐暴露出来,并且 WLAN 有效覆盖距离较小,导致无线 AP(access point,访问接入点)数量众多,且采用的网络技术日益复杂、网络设备类型也日趋多样化。由于网络规模庞大、组网结构复杂,当 WLAN 出现故障时,维护人员需要快速定位、解决故障。如果仅仅依靠现场维护人员的

测试和分析,会消耗巨大的人力和物力,而且响应速度和效率较低,因此 WLAN 业务的高投诉率与运维成本的矛盾日益尖锐。

移动运营商省级网络管理中心希望能将全网 WLAN 进行拓扑自动制作和呈现,并将网络拓扑转化成共享的网络管理服务,提供网络故障管理系统进行网络故障定位和业务分析。因受限于 WLAN 设备自身的原因,其不具备提供拓扑连接数据的能力,所以目前 WLAN 拓扑完全依赖于人工制作,工作量大且拓扑更新不及时,不能满足网络运维管理工作的需求。本文提出的 WLAN 拓扑管理系统,用于快速自动制作 WLAN 拓扑,并将生成的网络拓扑转化成 REST(representational state transfer,表征状态转移)^[2]等共享服务,以供其他网络管理系统使用。该系统通过数据总



线和数据同步接口,将 WLAN 相关资源数据同步到管理系统,接下来建立 WLAN 并配置模型,包括设备符号配置、属性配置和拓扑排布规则配置,生成一套 WLAN 拓扑模板;依据生成的 WLAN 拓扑模板中关于设备属性的配置,从数据库中加载 WLAN 资源信息,并存储到 WLAN 拓扑模板中定义的设备属性表中;按照 WLAN 拓扑模板的排布规则,加载 WLAN 各个设备之间的拓扑连接关系数据,形成设备之间的拓扑连接,并最终生成 WLAN 的拓扑图;最后,将 WLAN 拓扑图生成并发布成标准的 REST 共享服务。

2 系统设计

2.1 系统架构

拓扑管理系统采用 B/S(浏览器/服务器)模式,系统设计采用基于视图、管理、数据的 3 层架构,如图 1 所示。

视图层提供多种不同形式的 WLAN 拓扑视图,包括拓扑展示、拓扑服务共享以及与 GIS(geographic information system,地理信息系统)地图一体化。拓扑展示是以 Web 方式呈现 WLAN 设备之间的拓扑连接;拓扑服务共享,主要是以 REST 服务方式给其他网络管理系统(如故障管理、投诉处理、应急调度等)提供拓扑服务调用和共享;拓扑与 GIS 一体化,是依据 WLAN 设备的经纬度,将拓扑与 GIS 地图呈现在统一视图中,可以实现从拓扑下钻到 GIS 地图的功能。

管理层是整个系统的关键,负责配置和定制 WLAN 拓扑模板,然后从数据库中自动同步 WLAN 设备信息、拓扑连接信息,生成 WLAN 拓扑,并最终生成网络拓扑服务,提供视图层呈现和共享。

数据层负责 WLAN 网络模型建模,通过 ESB 数据服务接口从综合资源管理系统中自动同步 WLAN 网络设备和网络拓扑连接等资源数据以及数据层的定义,以维护数据完整性和安全性。

2.2 功能模块设计

系统的总体功能结构如图 2 所示,系统功能主要有 WLAN 数据管理模块、拓扑模板配置模块、拓扑数据管理模块、拓扑服务模块、拓扑与 GIS 一体化模块。各模块的主要功能如下。

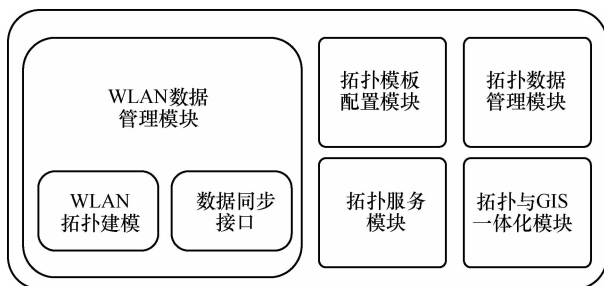


图 2 WLAN 拓扑管理系统功能结构

(1) WLAN 数据管理模块

该模块包括以下两个子单元。

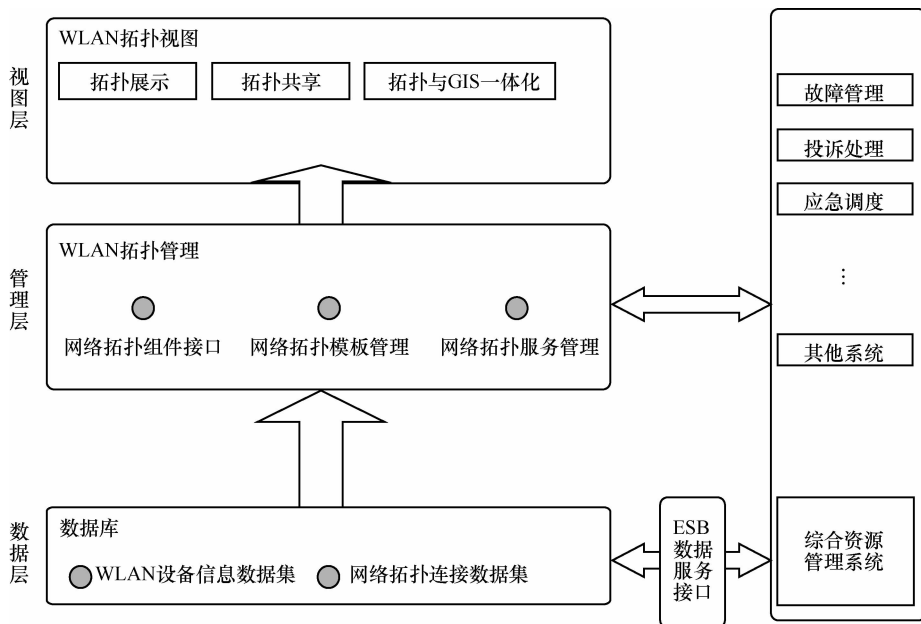


图 1 系统架构模型

- WLAN 拓扑建模单元:完成对 WLAN 拓扑的数据模型建立,包括拓扑建模,对真实网络元素进行抽象,保留其基本特征,通常用一个加权的有向连通图来表示网络拓扑,拓扑图中的节点和边分别表示网络中的设备和链路。
- 数据同步接口单元:完成自动从综合资源管理系统中同步 WLAN 网络设备资源数据以及网络拓扑连接数据,然后存放到数据库中。同步方式为周期全量同步。

(2) 拓扑模板配置模块:完成 WLAN 拓扑模板配置,包括设备符号配置、属性配置和拓扑排布规则配置,完成后生成一套 WLAN 拓扑模板。

(3) 拓扑数据管理模块:依据生成 WLAN 拓扑模板中关于设备属性配置,从数据库中加载 WLAN 设备配置信息,并存储到 WLAN 拓扑模板中定义的设备属性表中;按照 WLAN 拓扑模板的排布规则,加载 WLAN 各个设备之间的拓扑连接关系数据,形成设备之间的拓扑连接,并最终生成 WLAN 设备拓扑图。

(4) 拓扑服务模块:负责将生成的 WLAN 设备拓扑图以 REST 服务方式进行发布和共享,供其他网管系统调用。

(5) 拓扑与 GIS 一体化模块:将 GIS 地图服务与 WLAN 拓扑进行服务融合,实现网络拓扑与 GIS 地图服务一体化,实现网络拓扑与 GIS 地图互访。

3 系统开发实现

3.1 WLAN 拓扑自动制作

WLAN 设备数量众多,组网方式复杂,且 WLAN 资源数据已经在综合资源管理系统实现全量数据的管理。具体拓扑自动制作流程如图 3 所示。

首先进行 WLAN 拓扑数据建模,需要对每一种拓扑设备节点均建立一个数据模型,描述设备节点的属性信息,包括设备 ID、设备名称、归属地市、设备厂商、硬件型号、软件版本等信息;还要建立设备节点之间的链路连接关系模型,用户描述各设备节点之间的关联关系。网络拓扑中包括的设备节点有 S9312 核心交换机、AC(access controller, 接入控制器)、汇聚和接入交换机、PoE(power over Ethernet, 有源以太网)、AP 以及设备之间链路连接关系。

然后通过数据同步接口单元,将 WLAN 设备节点信息和网络拓扑连接等数据定期从综合资源管理系统自动全量同步,并按照已建成的 WLAN 拓扑模型进行数据存储。

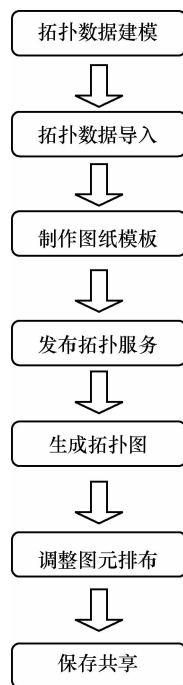


图 3 WLAN 拓扑自动制作流程

构建并生成 WLAN 拓扑模板。系统提供一副拓扑模板背景图层,在该背景图层中构建 WLAN 设备节点层,包括 S9312 核心交换机、AC、汇聚和接入交换机、PoE 交换机、AP 等;然后对设备节点进行属性配置,为每个设备节点建立一张属性表,用于描述设备节点属性信息,属性表的结构即表中的属性字段描述与设备节点的数据模型一致;接下来对设备节点进行符号配置,包括设备节点符号类型、颜色、大小等;最后进行拓扑排布规则配置,也就是设备节点在拓扑背景模板的背景图层上的排布样式,例如树型排布、环型排布、网状排布等。此外,还要设置拓扑排布的可视、可编辑以及生成拓扑图能力。

系统通过调用已生成的 WLAN 拓扑模板,按照 WLAN 拓扑模板中定义的交换机、AC、AP 等各个设备节点的属性配置,从数据库中加载各设备节点的属性数据,存储到拓扑模板中的设备属性表中;加载各设备节点之间的拓扑连接关系数据,并按照 WLAN 拓扑模板的排布规则,绘制出设备之间拓扑连接,并生成 WLAN 拓扑图。具体过程如下。

(1) 从数据库中加载 WLAN 各设备节点的属性数据,存储到拓扑模板中的设备属性表中,并按照拓扑模板中配置的设备符号,对交换机、AC、AP 等设备进行符号化。

(2) 加载 WLAN 各设备节点之间的连接关系数据,按照 WLAN 的网络逻辑分层,绘制出各层级设备节点之间



的拓扑连接。WLAN 的逻辑层级有:

- S9312 核心交换机到 AC 的连接关系;
- S9312 核心交换机到汇聚交换机层级;
- 汇聚交换机到 PoE 交换机,通过对 PoE 交换机与下挂的 AP 之间连接关系的绘制得出。

通过表 1 描述的拓扑连接关系,系统自动绘制出 S9312 到 AC 的拓扑连接关系;通过表 2,自动绘制出 S9312 (HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312)到汇聚交换机(HETSH-MS-WLAN-QASZ-SW001-RJ)、汇聚交换机与 PoE 交换机(HETSH-MS-WLAN-QASZ-HB001-RJPOE)之间的拓扑连接;最后通过表 3 自动绘制出 PoE 交换机 (HETSH-MS-WLAN-QASZ-HB001-RJPOE)到 AP 之间的连接关系。

(3)WLAN 各层级的拓扑连接绘制完毕后,按照 WLAN 拓扑模板中定义的初始拓扑排布规则和排布样式,对 WLAN 拓扑图进行排布,最后生成 WLAN 拓扑图。

(4)对生成的 WLAN 拓扑的网元排布规则和方式进行细微调整后保存呈现,并且生成 WLAN 拓扑图,以标准 REST 服务提供给其他网管系统共享和调用。

3.2 WLAN 拓扑服务共享

如图 4 所示,通过拓扑服务模块,将生成的 WLAN 拓

扑图以标准 REST 服务形式进行发布,提供给其他网管系统共享和调用。

3.3 WLAN 拓扑与 GIS 一体化

WLAN 是典型的树型拓扑结构,分为核心层、汇聚层和接入层。

- 核心层包括 S9312 核心交换机和 AC。
- 汇聚层包括汇聚交换机等 3 层数通交换设备。
- 接入层包括 PoE 楼宇交换机和下挂的地理分散数量众多的 AP,且 AP 带有经纬度信息。

如果将 AP 的设备属性同地理空间信息结合起来,通过电子地图的形式将 AP 信息直观、准确、形象地表达出来,就能够有效地提供 WLAN 故障管理水平。为了实时、直观地了解 AP 运行状况,方便对 AP 进行运维管理,WLAN 拓扑管理系统实现了网络拓扑与 GIS 地图一体化;首先将网络拓扑数据与地图空间数据进行一体化管理,将其纳入到同一个数据库进行管理,实现地理空间数据与 AP 资源数据统一管理;然后将地图服务与网络拓扑服务进行整合,将网络拓扑服务和地图服务合并为一套标准的 REST 服务,并且实现拓扑与 GIS 地图服务互访和调用,即可以从拓扑直接跳转到 AP 所在的实际地理空间中,也可反向从地图中跳转到网络拓扑中的 AP 节点^[3]。

表 1 S9312 与 AC 之间拓扑连接关系

地市	AC 名称	AC 业务端口	S9312 名称
唐山	HETSH-WLAN-AC01-HXAC2400	eth7	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC02-HXAC2400	eth7	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC03-HXAC2400	eth7	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC05-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC07-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC09-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC11-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC13-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC15-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC17-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC19-SYDBNM1024	eth1.6	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-WLAN-AC21-HXAC2400	eth7	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312

表 2 S3912 与汇聚交换机之间拓扑连接关系

地市	交换机名称	归属汇聚层交换机
唐山	HETSH-MS-WLAN-QASZ-SW001-RJ	HETSH-MS-WLAN-SW01-S9312
唐山	HETSH-MS-WLAN-QASZ-SW002-RJ	HETSH-MS-WLAN-QASZ-SW001-RJ
唐山	HETSH-MS-WLAN-QASZ-HB001-RJPOE	HETSH-MS-WLAN-QASZ-SW002-RJ

表 3 PoE(热点交换机)与 AP 之间拓扑连接关系

AP 名称	所属热点交换机名称
HETSH-WLAN-AP-QASZ0033-HXAP2400	HETSH-MS-WLAN-QASZ-HB001-RJPOE



图 4 网络拓扑服务模块

4 验证结果

WLAN 拓扑管理系统界面效果如图 5 所示, 生成的 WLAN 拓扑图采用逐渐下钻的分层方式呈现, 呈现级别包括: 首页、WLAN 核心层、WLAN 汇聚层、WLAN 接入层。首页呈现全省行政区划图, 点击每个地市可下钻查看该分公司的 WLAN 拓扑图。选择某个地市后, 下钻到 WLAN 核心层拓扑图, 即 S9312 核心交换机到 AC 的拓扑连接图。点击某个 S9312 核心交换机, 下钻到汇聚层拓扑图, 即 S9312 与汇聚交换机、接入交换机的拓扑图, 然后点选某个接入层交换机, 下钻到 WLAN 接入层拓扑图, 即该接入交换机下挂的 PoE(楼宇交换机)以及 PoE 下挂的 AP 拓扑图^[4]。

WLAN 拓扑与 GIS 地图一体化功能界面如图 6 所示, 支持从选择一个 AP 或 AC 定位跳转到 GIS 地图, 在拓扑中点选一个 AP 或 AC, 选择定位到 GIS 地图, 可实现在地图中呈现 AP 设备相关信息。同时也可在 GIS 地图中直接返回至 WLAN 拓扑图中。

该系统经过试运行取得了预期的效果, 对运营商的 WLAN 故障定位和运维管理工作提供了有力的帮助。

传统的 WLAN 网管故障管理只能针对 AP、AC 等设备运行情况进行粗粒度的监控, 只能简单地知道设备是否运行正常、是否退出服务, 并不能从整体上掌控和判断 WLAN 业务支撑能力、运行状况、关键业务性能指标, 实现故障、性能与网络拓扑的关联分析等。

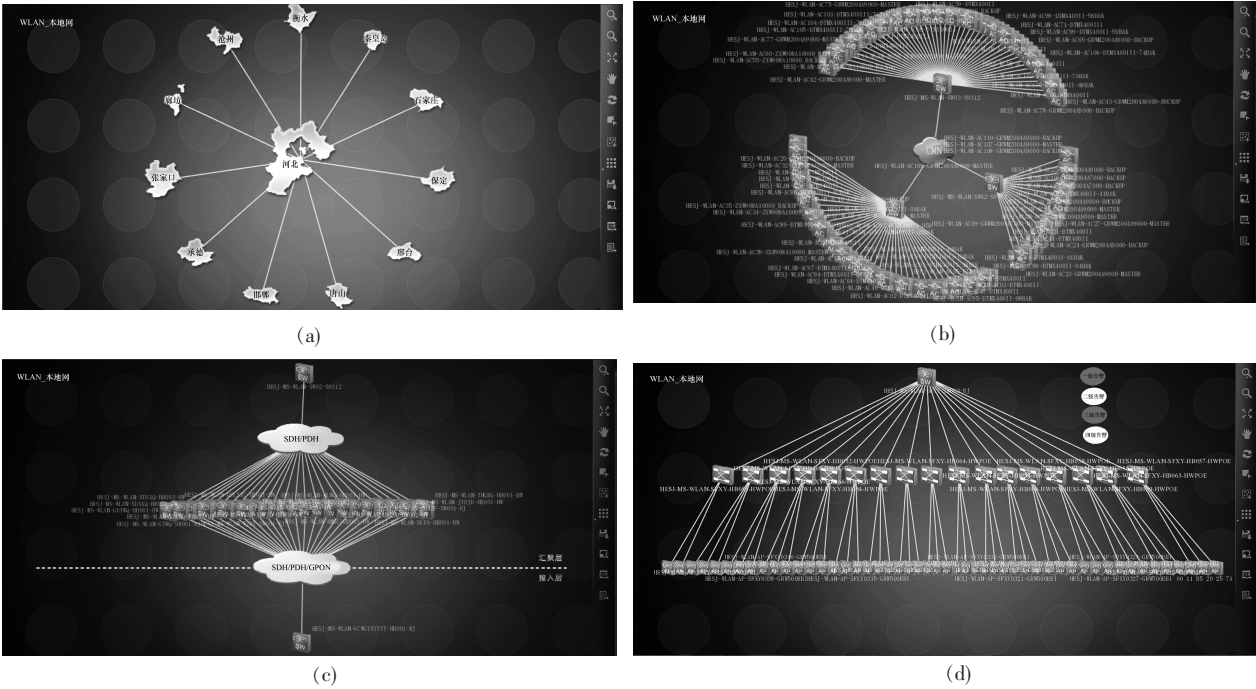
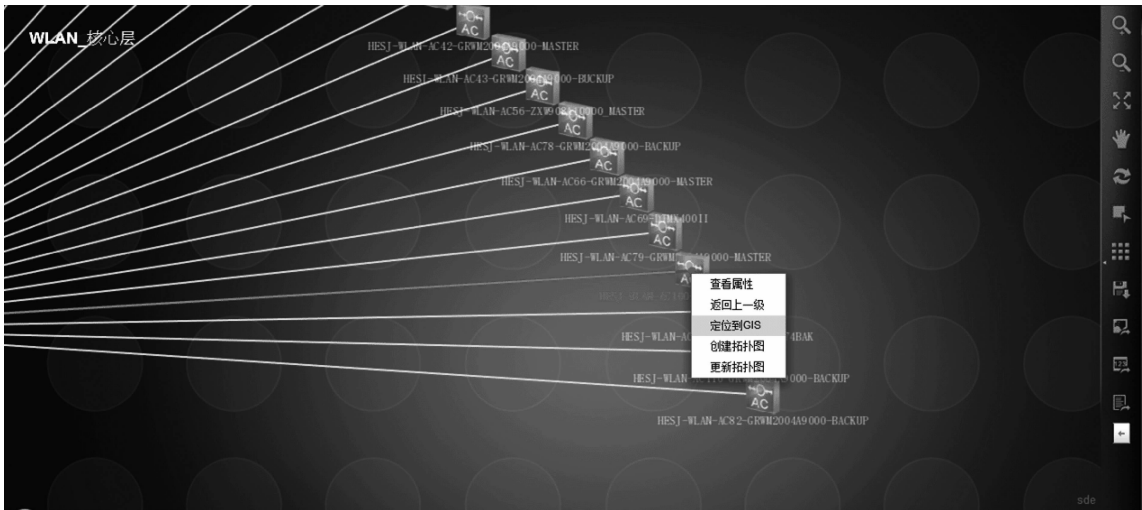


图 5 WLAN 拓扑管理系统界面



(a)



(c)

图6 WLAN 拓扑与 GIS 地图一体化

本文研究的 WLAN 拓扑管理系统, 将解决上述问题。其重点是依托 WLAN 拓扑服务, 将 WLAN 设备故障、性能指标、配置资源等数据进行融合, 以保障 WLAN 运行正常为驱动目标, 围绕 WLAN 设备故障管理这一中心, 从性能、拓扑、资源配置 3 个方面实现对 WLAN 故障定位的精细化管理。传统 WLAN 网管故障管理与本文提出的依托 WLAN 拓扑的故障管理方案的对比见表 4。

有基于 WLAN 拓扑的故障管理目前已实现如下功能。

(1) 拓扑与告警结合

当 WLAN 的网络和设备等承载业务的实体出现故障后, 在 WLAN 拓扑中可实时展示设备的故障告警信息。可以实现从拓扑中选择一个设备实体, 查看实时故障告警; 也可以实现选择一个设备的告警, 反向定位到设备所在的拓扑, 如图 7 所示。

表 4 传统 WLAN 网管故障管理与基于网络拓扑故障管理差异性对比

项目	传统 WLAN 网管故障管理	基于 WLAN 拓扑故障管理
拓扑与告警结合	无	有, 实现拓扑到告警、告警到拓扑双向定位和查询
拓扑与性能指标结合	无	有
跨专业告警关联	无	有
基于 GIS 的故障管理	无	有

(2) 拓扑与性能指标结合

WLAN 运行指标是反映网络整体运行质量情况的关键因素, 特别是通过监控网络性能指标, 能够在设备故障真正发生前, 将故障扼杀在萌芽之中, 从而形成 WLAN 的主动监控能力。目前主要的性能指标包括 AP 退服率、无线

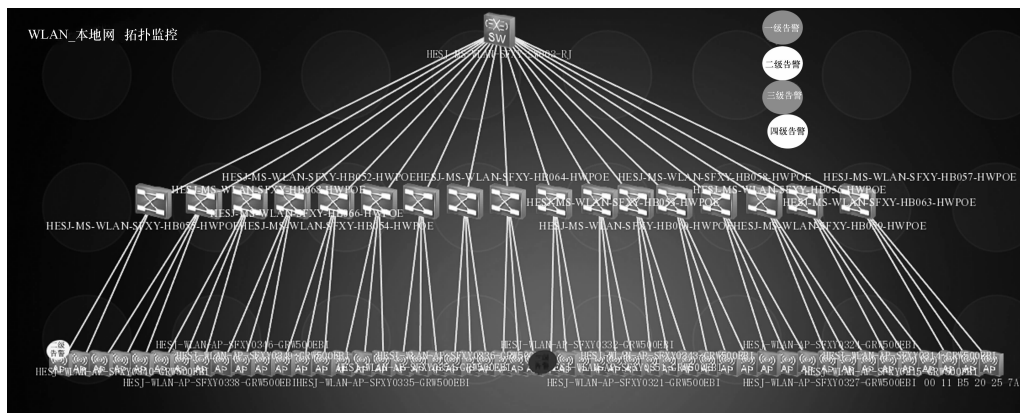


图7 WLAN 拓扑告警呈现

关联成功率、DHCP 请求成功率、无线上下行速率、单用户下载速率等。

传统的 WLAN 网管系统只能将上述指标以报表的形式呈现,对于监控人员来说,可视性、实时性较差。通过将性能指标在 WLAN 拓扑中呈现,可在整体拓扑中实时监控网络运行的性能指标,甚至对于超门限的性能指标直接自动派发工单到运维单位或部门,真正地提升 WLAN 主动监控能力。

(3) 跨专业告警关联

目前,每天的 WLAN 故障告警数量众多,平均月故障数为几十万条,其中 AP 退服告警占绝对的比重。现有 WLAN 网管故障管理,只能对 AP 故障发生后进行简单派发工单等操作,无法定位故障的原因。

基于 WLAN 拓扑的故障管理方案,通过将 WLAN、传输、数据、电源等资源数据整合在一起,并在 WLAN 拓扑中呈现,为跨专业告警定位、关联打下了基础。通过对 WLAN、传输、数据、电源等专业的告警进行关联和分析,当 AP 发生退服后,通过分析同一时刻的传输、电源、数据等专业告警,跨专业的告警关联分析的依据是告警关联规则,这样就可以初步判断引起 AP 退服的原因是电源故障还是传输故障或是网络设备故障。这样对一线的故障处理人员来说,可以加快故障处理的速度。

(4) 基于 GIS 的空间故障管理

WLAN 业务的集团用户中,高校 WLAN 的主要用户是在校学生。一所高校的 WLAN 覆盖是通过部署数个 WLAN 热点完成。WLAN 热点是一个逻辑网络节点,对应某一座建筑物(如教学楼或宿舍)。

本文提出的 WLAN 拓扑与 GIS 一体化技术,可以实现高校的 WLAN 热点的专题监控功能,通过将高校的 WLAN 热点呈现在 GIS 地图中,当某个热点下的 AP 退服数

量超过一定比例(如 5%)时,则可以直接按照热点派发工单到一线运维部门进行处理,同时也可实现 GIS 与网络拓扑的双向切换。

5 结束语

WLAN 拓扑管理系统适用于 WLAN 网络管理工作,包括故障管理、拓扑管理等模块。通过将 WLAN 拓扑转化成服务,可提供给网络故障管理、投诉处理、应急调度、网络优化等网管支撑系统调用,实现了 WLAN 拓扑可视化,能够提高 WLAN 管理和维护的效率。在市场竞争日益激烈的今天,对市场的快速反应、高效运作成为市场竞争的核心,该系统对运营商的运营有着重大的意义。

参考文献

- 1 腾燕,郝天新.运营商 WLAN 发展策略与定位.现代电信科技,2011,73(12)
- 2 Anne Thomas Manes. REST 结构全面解析手册, <http://wenku.baidu.com/view/b6387d323968011ca300910c.html>, 2008
- 3 冯兴龙. ArcGIS Schematics—实现逻辑拓扑图与地理图一体化, <http://wenku.baidu.com/view/2a3b5abef121dd36a32d8224.html>, 2009
- 4 中国移动通信集团公司. 中国移动 WLAN 网络管理功能要求 V1.0.0, 2009

[作者简介]



马学刚,男,中国移动通信集团河北有限公司网络管理中心网管支撑项目经理,主要研究方向为移动网络管理系统规划编制、网管系统架构设计、云计算研究。

(收稿日期:2014-09-19)