第5章 无线局域网仿真

本章主要讲述如下知识点:

- ▶ 无线网络仿真平台 eNSP 的基本使用;
- ▶无线局域网的配置流程;
- ▶无线局域网的相关模板配置;
- ▶ 二层无线局域网的组网;
- ▶ 三层无线局域网的组网;
- ▶ 基于 Web 的无线局域网组网配置。

5.1 无线仿真平台概述

eNSP 是华为公司出品的图形化网络仿真平台,该平台可以全面加载华为出品的交换器、路由器、防火墙以及无线 AP、AC 等设备。该平台通过对真实网络设备的全面仿真,可以帮助用户快速熟悉华为网络产品的操作和配置、提升网络规划、建设、运维能力。本章的所有实验环境基于华为 eNSP 1.3.0 版本。该版本是当前最新的仿真平台,配套有完整的华为无线网络产品仿真环境,支持 AC6005、AC6605 控制器,支持 AP2050、AP3030 等近 11 款无线 AP。

在进行实验之前首先在计算机上安装 eNSP。由于 eNSP 采用虚拟机方式运行,因此对 计算机的硬件要求相对较高,建议计算机内存不少于 8GB,由于可能需要在磁盘上加载对 应的防火墙、路由器等系统镜像,因此,尽量不要选择安装在系统盘。安装 eNSP 时,需要加 载 WinPcap、Winshark 和 Virtual Box 软件。其中,WinPcap 和 Winshark 用于实现 eNSP 的底层抓包,Virtual Box 用于实现设备虚拟化。如图 5-1 所示是安装 eNSP 后,单击无线局 域网出现的界面,在该界面下可以看到所有的 AC 和 AP 设备。

根据需要将对应的网络设备拖到右边的白色区域中,采用线缆进行连接,构建所需的网络拓扑。要注意的是,进行设备连接时,首先要进行网络规划,在构建网络拓扑后,显示所有端口名称,尽可能在拓扑上标记批注。最后把所有设备选中,单击连接工具栏上的 ≥按钮或者在选中所有设备后右击,在弹出的菜单中选择"启动"命令,开启设备。其操作过程如图 5-2 所示。

设备启动时,会占用较多系统资源,计算机响应速度明显变慢。当设备全部开启完成 后,资源自动释放。因此,在启动过程中尽量不要执行其他操作。启动完成后,所有设备之 间的连线由红色变成绿色。如果设备启动不正常,则某条对应连线仍然显示红色。此时,需 要逐个排查。在实际使用中发现,可能有些设备一直无法启动,例如某个 AP 一直启动不正 常,此时,将这个设备删除,重新添加一台,右击该设备,选择"启动"命令。如果有某种类型 的设备都无法启动,可能是该类设备在 Virtual Box 中加载的镜像模板有问题,此时需要将 eNSP 关闭并重新打开,然后选择"菜单"→"工具"→"注册设备"命令,在弹出的窗口中选择 需要注册的设备类型,单击"注册"按钮,实现设备在 Virtual Box 中的重新注册,如图 5-3 所示。注册完成后,设备就能正常启动。



图 5-1 eNSP 主界面



图 5-2 设计网络拓扑



图 5-3 注册网络设备

设备启动后,在对应设备图标上双击,即可弹出设备的配置窗口,按照需求依次配置。 配置完成后可以使用 ping 命令、trace 命令等实现网络连通性测试。eNSP 提供了非常友好 的无线仿真测试环境,当网络配置成功后,就会显示每个 AP 的无线网络覆盖图,这极大地 方便了用户使用。

5.2 基本组网设备与概念

第4章主要介绍了家庭环境、小规模办公环境下基于无线路由器或者 Fat AP 构建小规 模无线局域网的基本配置。然而在大规模网络环境下,这种无线网络在接入用户数量、网络 服务质量、安全性等方面均存在问题。因此,本章介绍采用 Fit AP 和无线控制器(AC)构建 大规模无线局域网工程。

5.2.1 基本设备

无线局域网工程环境中主要采用的设备包括 Fit AP、无线控制器、路由器、交换机、服务器以及用户接入终端设备。

Fit AP 是为工作站提供无线接入服务的设备。通常,其连接到有线网络,并通过射频 连接工作站。和传统的 Fat AP 不同的是,Fit AP 只提供无线连接功能,其他的增强功能配 置统一在 AC 上实现并下发。注意,如无特别说明,本章介绍的 AP 均为 Fit AP,以下简称 AP。在无线局域网工程中,AP 通常连接到二层或者三层交换机,通过 DHCP 服务器来获 得 IP 地址。AP 连接到网络后一般情况下不做任何配置,所有的配置均在 AC 和对应的交 换机等设备上完成。如果 AC 和 AP 属于二层组网,则 AP 就会自动发现 AC。如果是三层 组网,则需要用户在 DHCP 服务器上设置 Option 43 指令来指定 AC 的 IP 地址,AP 在获得 IP 地址时就能获得 AC 的地址,基于该选项实现 AC 的发现过程。

AC 是整个无线网络的核心,通过 AC 实现对整个网络中所有 AP 的控制和管理。AC 同时具备三层交换机的功能,相关的业务接口需要在 AC 上采用定义的 VLAN 接口实现连接。为方便使用,部分 DHCP 地址池也可能会建立在 AC 上。在三层组网时,必须在 AC 上 配置对应的路由协议。在大规模无线网络中可以使用路由器实现异构网段互联,然而一般的无线网络工程中,通常使用三层交换机连接不同网段。

要注意的是,AC 通常部署在集控机房,而 AP 连接到无线用户环境。功能强大的 AC 通常有较多的以太网接口,在小规模无线网络环境下,这些接口可以直接连接 AP。在大规模无线网络环境下,这些接口直接连接三层交换机。另外,在无线网络工程中需要考虑的一个事项是 POE 接口问题。POE(Power Over Ethernet)是一种基于以太网供电的技术,有时,由于 AP 部署的环境可能没有电力部署,例如 AP 部署在空旷的室外环境时,不方便为 AP 架设电力线,此时就需要采用具有 POE 接口的 AP 设备,即 POE 受电端。当然,连接 AP 的三层交换机或者 AC 也必须提供 POE 接口,即 POE 供电端。AP 设备采用以太网线 缆供电可以解决给 AP 部署电源线的问题。

用户接入终端设备通常称为工作站(Station,STA),即支持 IEEE 802.11 标准的无线网络设备。例如,带无线网卡的计算机、平板电脑、支持 WLAN 的智能手机等。

5.2.2 CAPWAP

CAPWAP (Control And Provisioning of Wireless Access Points Protocol Specification) 即无线接入点控制与配置协议规范,由 CAPWAP 和无线 BINDING 协议两部分构成。CAPWAP 是一个通用隧道协议,实现 AP 和 AC 之间通信的封装和传输机制。其主要定义了 AC 的自动发现、AP 和 AC 的状态机运行与维护、AP 管理、业务配置下发以及客户端封装 CAPWAP 隧道等功能。CAPWAP 通过 UDP 的 5246 端口实现控制通信,5247 号端口进行数据通信。

在 CAPWAP 中定义了单播、广播以及组播三种 AC 发现机制。AP 通过接收 DHCP 服务器发送的 ACK 报文获取 AC 地址列表,并基于单播发送 AC 请求发现报文(Discovery Request, D-Req), AC 回复发现响应报文(Discovery Response, D-Res)来确认发现过程。如果 AP 收到的 ACK 报文中没有 AC 地址列表或者在发送 D-Req 报文后,没有收到 AC 回 复的 D-Res 报文,则通过广播发送 D-Req 报文。如果发送的范围对应某个网络组,则认为 是组播发送。AP 收到多个 AC 回应的 D-Res-报文时,则通过 AC 的优先级和当前已上线的 AP 数量来择优选择 AC。

在无线网络配置时,必须通过 CAPWAP 来指定 AC 管理 IP 地址。通常在 AC 上建立 连接三层交换机的 AC 管理 VLAN,定义该 VLAN 的接口 IP 地址为 AC 的管理 IP 地址。 如果要采用三层无线组网,则在对应交换机上也要指定相同的 VLAN,并且指定 VLAN 接 口 IP 地址和 AC 管理 VLAN 的 IP 地址处于相同网段。另外,连接 AC 和三层交换机的物 理端口一般设置为 Trunk 模式。

5.3 无线局域网相关模板

无线局域网配置中设计了很多模块,为了方便使用,在AC上已经定义了这些模块的一些实例。这些模块通常被称为模板(Profile),用户可以引用这些实例定义新的模板。另外,如果没有特殊需求,也可以直接修改或者使用系统内置的默认模板。华为的AC系统中,全面定义了所有模板实例,这些模板通常都命名为 default。用户可以在对应视图下采用 display 命令查看对应的模板。

例如,查看系统下的所有 SSID 模板,则采用 display ssid-profile all 命令。要进入某个 模板和定义某个模板的命令是相同的,即通过在模板名增加 name 命令实现。例如,要建立 安全模板的名称为 hist,则使用的命令为 security-profile name hist,下一次进入该模板时仍 然采用这个命令。此外,部分模板存在关联引用关系,在当前模板下引用另一个模板时,直 接写出需要引用模板的类型和模板名即可,但不能出现 name 命令。例如,在 VAP 模板下 要引用安全模板和 SSID 模板,其操作如图 5-4 所示。



图 5-4 模板的定义和引用

华为的无线局域网配置中,所有的模板都要最终在 AP 或者 AP 组下进行引用,在这些 模板中,管理域模板和认证模板在系统视图下进行定义,而其他模板通常都在 WLAN 视图 下定义。用户在配置之前必须理解一些核心模板的功能和作用,并且掌握它们之间的引用 关系。否则,即使采用基于 Web 图形界面的配置,也可能由于理解不清模板之间的关系,导 致配置混乱出错。图 5-5 给出了常见的模板引用关系。

5.3.1 管理域模板

管理域模板(Regulatory-domain-profile)实现对 AP 的国家码、调优信道集合和调优带 宽等的配置。由于不同国家码规定了不同的 AP 射频特性,包括 AP 的发送功率、支持的信 道等。因此,配置国家码是为了使 AP 的射频特性符合不同国家或区域的实际要求。要注 意的是,管理域模板是无线网络配置的第一步,也是非常重要的一步,如果遗忘该配置导致 设计的无线局域网射频不符合实际部署地的需求,这将造成严重后果。管理域模板在 WLAN 视图下配置,在 AP 或者 AP 组下引用。如下是管理域模板的一个配置实例:



图 5-5 模板及其引用关系

```
<AC6605>system-view
[AC6605]wlan
[AC6605-wlan-view]regulatory-domain-profile name default //定义管理域名称
[AC6605-wlan-regulate-domain-default]country-code cn
                                                     //设置国家码为中国
[AC6605-wlan-regulate-domain-default]wideband enable
                                                     //开启 4.9GHz 带宽
[AC6605-wlan-regulate-domain-default]quit
[AC6605-wlan-view]
```

管理域模板配置完成后采用 display regulatory-domain-profile name default 命令可以 查看详细配置,如图 5-6 所示,是查看配置结果的显示。

E AC1			-	Х
<ac6605>sy Enter system view, re [AC6605]display regul</ac6605>	turn user view with Ctrl+Z. atory-domain-profile name de	fault		
Profile name Country code 2.4G dca channel-set 5G dca channel-set 5G dca channel-set Wideband switch	: default : CN : 1,6,11 : 20mhz : 149,153,157,161,165 : enable			
[AC6605] [AC6605]				

图 5-6 杳看管理域模板配置

5.3.2 射频模板

射频模板(Radio profile)主要用于设置射频类型,设定射频是否能实现功率自动调整, 是否允许波束成形,是否支持智能天线,设置 RTS-CTS 模式及其阈值,配置信道切换模式 等功能。在 AC 中提供了 2.4G(Radio-2g-profile)和 5G(Radio-5g-profile)两种射频模板。 2.4G 射频模板主要支持 802.11b、802.11g、802.11n 的相关配置。5G 射频模板支持 802.11a、 802.11n、802.11ac的相关配置。射频模板配置完成后需要在 AP 或者 AP 组对应的射频 (Radio 1 和 Radio1)下进行引用。以下是 2.4G 射频模板配置的一个实例:

```
<AC6605>system-view
[AC6605]wlan
[AC6605-wlan-view]radio-2g-profile name default //定义 2.4G 射频模板
「AC6605-wlan-radio-2g-prof-default] radio-type dot11g //设置射频类型为 802.11g
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]dot11bg basic-rate 54
                                              //设置 802.11g 基本速率为 54Mbps
[AC6605-wlan-radio-2q-prof-default]dot11bg supported-rate all
                                                  //设置 802.11g 支持所有速率
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]beacon-interval 200 //设置 beacon 间隔
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]power auto-adjust enable
                                                   //设置支持功率自动调整
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]smart-antenna enable //支持智能天线技术
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default] channel-switch announcement disable
                                                   //配置不进行信道切换通知
[AC6605-wlan-radio-2q-prof-default]auto-off service start-time 00:00:00 end-
time 05:59:59
                                                   //设置自动关闭射频
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]channel-switch mode continue-transmitting
                                                   //配置信道切换模式
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]rts-cts-threshold 2048
                                                   //设置 RTS-CTS 阈值为 2048
[AC6605-wlan-radio-2g-prof-default]rts-cts-mode rts-cts
                                                     //设置支持 RTS-CTS 模式
```

5G 射频模板配置和 2.4G 射频模板存在一定的差异,下面列出 5G 射频模板的一个配置实例:

```
<AC6605>system-view
[AC6605]wlan
[AC6605-wlan-view]radio-5g-profile name default
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]radio-type dot11ac
                                             //设置射频类型为支持 802.11ac
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]vht mcs-map nss 4 max-mcs 9
                                             //设置 IEEE 802.11ac 支持最大速率
[AC6605-wlan-radio-5q-prof-default]auto-off service start-time 06:00:00 end-
time 23:59:59
                                             //设置自动关闭射频
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]beacon-interval 200 //设置 Beacon 间隔
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]power auto-adjust enable
                                                   //设置支持功率自动调整
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]smart-antenna enable //支持智能天线技术
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default] channel-switch announcement disable
                                                   //配置不进行信道切换通知
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default] channel-switch mode continue-transmitting
                                                   //配置信道切换
```

```
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]rts-cts-threshold 2048
//设置 RTS-CTS 阈值为 2048
[AC6605-wlan-radio-5g-prof-default]rts-cts-mode rts-cts //设置支持 RTS-CTS 模式
```

射频模板配置完成后,可以采用 display radio-2g-profile name default 命令查看配置, 如图 5-7 所示,是 2.4G 射频模板配置的查看显示。

EAC1					
AC1					
ACT					
<ac6605>syste Enter system [AC6605]disp]</ac6605>	m-view view, ret ay radio-	urn use 2g-prof	er view wit Tile name d	h Ctrl+Z. efault	
Radio type				. 802 11n	
Power auto ac	iust.			enable	
Beacon interv	al (TUs)			400	
Beamforming :	witch			disable	
Support short	preamble			support	
Fragmentation	threshol	d(Byte)		2346	
Channel swite	h annound	ement		: disable	
Channel swite	h mode			continue	
Guard interva	1 mode			normal	
HT A-MPDU swi	tch			: enable	
HT A-MPDU ler	gth limit				
RTS-CTS-mode				: rts-cts	
RTS-CTS-three	hold			: 2048	
802.11bg basi	c rate			: 54	
802.11bg supp	ort rate			: 1 2 5 6 9 11	1 12 18 24 36 48 54
Multicast rat	e 2.4G			: 54	
Interference	detect sv	vitch		: disable	
Co-channel fr	equency i	nterfer	ence thres	hold(%)	: 50
Adjacent-char	nel frequ	ency in	terference	threshold(%)	: 50
Station inter	ference t	hreshol	ld	: 32	
WMM Switch				: enable	
Mandatory swi	tch			: disable	
Auto-off star	C Clime			: 06:00:00	
Auto-off end	time			: 23:00:00	
Auto-orr time	-range				
Will-light me	ue			: LFAILIC	
Utmost power switch : enable		enable			
krm-profile : default		default			
Smart-antenna	116			: enable	
AP EDCA param	eters:				
ECWma2	ECWmin	AIFSN	TXOPLimit	Ack-Policy	
AC_VO 3				normal	
AC_VI 4				normal	
AC_BE 6				normal	
AC_BK 10	4	7	0	normal	
[AC6605] [AC66051]					

图 5-7 查看 2.4G 射频模板配置

5.3.3 SSID 模板

SSID(Service set identifier),即服务集标识。SSID模板(ssid-profile)用于配置无线网络 SSID 名称。此外,还可以设置单个 VAP 下接入的最大终端用户数,也可以开启当用户数达到最大时自动隐藏 SSID 功能。在 SSID 模板下可以设置隐藏 SSID 名称功能,这样,只有手动输入无线网络的 SSID 名称,才能进行连接。该模板必须在 VAP 模板下引用。如下是建立 SSID 模板的一个配置实例:

```
<AC6605>system-view

[AC6605]wlan

[AC6605-wlan-view]ssid-profile name default //定义 SSID 模板

[AC6605-wlan-ssid-prof-default]ssid hist_wlan24g //定义 SSID 名称为 hist_

//wlan24g

[AC6605-wlan-ssid-prof-default]max-sta-number 128 //设置最大接入用户数为 128

[AC6605-wlan-ssid-prof-default]undo reach-max-sta hide-ssid disable

//达到最大用户时,开启 SSID 隐藏

[AC6605-wlan-ssid-prof-default]guit
```

在上面配置中, reach-max-sta hide-ssid 命令没有 enable 选项, 所以采用 undo 命令实

现,如果直接要隐藏 SSID 名称则配置的命令为 ssid-hide enable,同样要去掉 SSID 隐藏功能,输入 undo ssid-hide enable。配置完成后,采用 display ssid-profile name default 命令可以查看 SSID 模板的配置情况。如图 5-8 所示,构建的 SSID 名称为 hist_wlan24g,最大的接入用户数为 128,当达到最大接入用户数后,自动隐藏 SSID 名。

E AC1									
AC6605-wlan-view]display ssid-profile name default									
Profile ID SSID SSID hide Association timeout(min) Max STA number Reach max STA SSID hide Legacy station DTIM interval Beacon 2.46 rate(Mbps) Beacon 56 rate(Mbps) Beacon 56 rate(Mbps) Deny-broadcast-probe Probe-response-retry num S02.11r s02.11r authentication Reassociation timeout (s) 005 CAR inbound CHK(bir/s) 005 CAR inbound CHK(bir/s) 005 CAR inbound CHK(bir/s) 005 CAR inbound CHK(bir/s)									
US CAR outbound PBS(byte) U-APSD Active dull client MU-MIMO	: - : disable : disable : disable								
WMM EDCA client parameters:	EDCA client parameters:								
ECWmax ECWmin AIFS AC_VO 3 2 2 AC_VI 4 3 2 AC_BE 10 4 3 AC_BE 10 4 7	(TXOPLimit 47 94 0 0								

图 5-8 查看 SSID 模板配置

注意:定义 SSID 名称时最好能见名知意,例如,hist_wlan24g 表示构建的一个 2.4GHz 无线网络。hist_wlan5g 则表示构建的一个 5GHz 无线网络。在实际无线局域网工程中,需 要构建多个 SSID 来区分不同无线网络,所以建议 SSID 模板名和 SSID 名相同,这样不容易 产生混淆。

5.3.4 安全模板

安全模板(Security-profile)用于实现无线局域网的安全策略,完成对无线终端设备的身份验证,完成用户数据加密等功能。安全模板支持开放认证、WEP、WPA/WPA2-PSK、WPA/WPA2-802.1X、WAPI-PSK和WAPI-证书等配置,如图 5-9 所示。如果网络是公开访问,则选择配置 open 选项即可。

注意,如果选择开放认证和 WPA/WPA2-802.1X 等认证方法,则需要结合 AAA 服务器完成配置。安全模板在 WLAN 视图下进行配置,在 VAP 视图下引用。如下是安全模板的一个配置实例:

```
<AC6605>system-view
[AC6605]wlan
[AC6605-wlan-view]security-profile name default
[AC6605-wlan-sec-prof-default]security wpa-wpa2 psk pass-phrase test1234 aes
//设置认证模式
```

E AC1			х
<ac6605>sys Enter syste [AC6605]wla [AC6605-wla [AC6605-wla open</ac6605>	ntem m view, return user view with Ctrl+7. nn nn-sec-prof-default]security ? Open system		
wapi wep wpa wpa-wpa2 wpa2 [AC6605-wla	WLAN authentication and privacy infrastructure Wired equivalent privacy Wi-Fi protected access Wi-Fi protected access version 162 Wi-Fi protected access version 2 un-sec-prof-default]security		

图 5-9 安全模板支持的加密模式

安全模板配置完成后,采用 display security-profile name default 命令可以查看配置情况,如图 5-10 所示是查看安全模板的配置情况。

E AC1	
AC1	
[AC6605]display security-pro:	file name default
Security policy	: WPA-WPA2 PSK
Encryption	: AES
WEP's configuration	
Key 0	
Key l	: *****
Key 2	: *****
Key 3	: *****
Default key ID	
WPA/WPA2's configuration	
PTK update	: disable
PTK update interval(s)	: 43200
WAPI's configuration	
CA certificate filename	
ASU certificate filename	
AC certificate filename	
AC private key filename	
Authentication server IP	
WAI timeout(s)	: 60
BK update interval(s)	: 43200
BK lifetime threshold(%)	: 70
USK update method	: Time-based
USK update interval(s)	: 86400
MSK update method	: Time-based
MSK update interval(s)	: 86400
Cert auth retrans count	: 3
USK negotiate retrans count	: 3
MSK negotiate retrans count	: 3
[AC6605]	
al 5,9 (50/2,534)	

图 5-10 查看安全模板配置

要注意区别的是,在小规模网络环境下通常使用安全模板,这种模板实际上是多个用户 使用相同的密码登录同一个无线网络。而在认证模板下,结合 AAA 服务器可以给每个用 户都建立不同用户名和密码,例如在火车站、机场等客户量非常大的区域,通常基于认证模 板使用无线网络。

5.3.5 认证模板

认证模板(Authentication-profile)用于连接认证服务器实现用户认证过程。在大规模