

基于 CAPWAP 的集中配置管理机制 的研究与实现

梁文波,董平,张宏科

(北京交通大学 电子信息工程学院,北京 100044)

摘要:随着无线通讯技术的发展,无线局域网的出现给 Internet 的应用带来了革命性的变化。IEEE802.11 技术的发展,导致大规模部署 WLAN 网络已成为一种必然趋势,分布式管理和集中式管理的 WLAN 网络结构是当前主要的体系。集中式管理的 WLAN 网络由于把无线的业务功能集中在 AC 上,能够更有效更灵活地配置和管理网络,CAPWAP 协议是针对集中式管理的 WLAN 网络中 AC 与 AP 之间的通信提出的最新的标准。文中对基于 CAPWAP 协议的两种配置无线局域网的方法进行了详细地分析,构建拓扑并通过编写测试例对两种配置方法进行了验证。

关键词:CAPWAP;配置管理;WUM;UCI;WLAN

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)11-0069-04

Research and Implementation of Centralized Management and Configuration Based on CAPWAP

LIANG Wen-bo, DONG Ping, ZHANG Hong-ke

(School of Electronic and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Along with the development of RF technology, WLAN leads to a revolution in Internet. The development of IEEE802.11 results in deploying WLAN cosmically and necessarily. Distributed and centralized architecture is the main architectures of WLAN. It seems that the centralized one is more available and neatly for the management and configuration of WLAN, with the operation of the RF administration focusing on the AC. CAPWAP has been brought forward for the communication of AC and AP in the centralized WLAN. In this paper, two methods of managing and configuring WLAN based on CAPWAP are analyzed. A topology has been built and the methods are tested, clearly showing the mechanisms are available in managing and configuring large-scale WLAN.

Key words: CAPWAP; managing and configuring; WUM; UCI; WLAN

0 引言

随着个人数据通信的发展和人们对移动性的要求,WLAN 技术由于工作频带宽、启动资金小、提供服务快、频率利用率高、系统容量大、运营维护成本低等优点,成为一项重要的选择。随着越来越多的企业和运营商开始大规模地建设 WLAN 网络,人们发现传统的 WLAN 中 AP(即“胖”AP)的部署存在一些问题,这些问题主要归结为网络管理困难、安全存在隐患、漫游困难和网络功能扩展升级困难四个方面^[1]。

随着组建大规模无线局域网中各种问题的不断出

现,一种集中式管理的 WLAN 架构应运而生,并成为互联网领域研究的热点。集中式 WLAN 网络中 fit AP(“瘦”AP)通过 AC 进行集中配置管理,并因此具有三层漫游、基于用户下发权限等“胖”AP 不具备的功能。如此,集中式 WLAN 不仅能完成传统 WLAN 的通信功能,也解决了大规模组网过程中的各种难题^[2],还方便了无线资源的管理^[3-6]。

基于集中式 WLAN 体系结构,IETF 在 2005 年成立了 CAPWAP 工作组,旨在制定标准化的 AP 和 AC 间隧道协议,及 CAPWAP(Control And Provisioning of Wireless Access Point)协议。2009 年,RFC5415 和 RFC5416 的发布,提出了 CAPWAP 协议要达到的目标,描述了通过无线控制器(AC)管理多个 AP 的标准协议,规范了 AC 与 AP 之间的控制和数据信息交流的方式和信息格式^[7,8],并将 CAPWAP 协议应用于 IEEE802.11 技术^[9]。CAPWAP 协议是基于 UDP 的应用层协议,协议传递的信息分为两类:控制信息和数据

收稿日期:2012-03-05;修回日期:2012-06-08

基金项目:国家自然科学基金(61100219,60903150);中央高校基本科研业务费专项资金(2012JBM010)

作者简介:梁文波(1988-),女,山西人,硕士研究生,研究方向为移动互联网;张宏科,博士,教授,博士生导师,研究方向为通信、计算机及信息网络科学。

信息,两类信息分别使用不同的 UDP 端口号。其中,控制信息负责 AC 管理 AP 的交互操作,数据信息是封装后转发的无线数据。

CAPWAP 协议的主要功能包括: AP 自动发现 AC、隧道保活、AC 集中管理 AP、集中转发无线数据等^[2,7,9,10,11]。文中主要研究 CAPWAP 协议的集中管理功能,包括 WUM(WTP Update Manager)和 UCI(Unified Command Interface)两种机制。

1 基于 CAPWAP 协议的配置管理机制

CAPWAP 协议中 AC 与 AP 之间会话的有限状态机(FSM)如图 1 所示,CAPWAP 协议中使用 DTLS 安全地传输控制信息与数据信息,两个状态机(CAPWAP 状态机与 DTLS 状态机)通过 API 结合为一体^[5,7,11,12]。

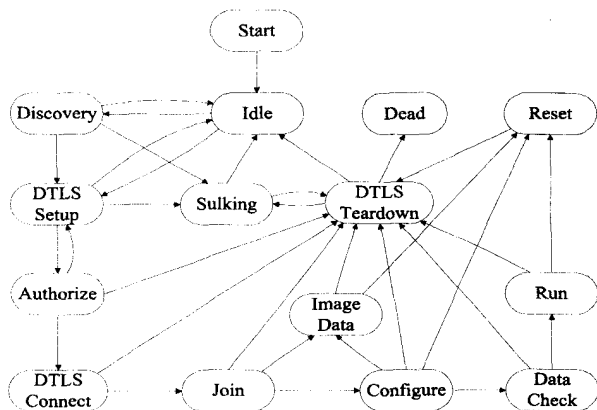


图 1 CAPWAP 有限状态机

提供集中管理功能的 CAPWAP 协议包含两个多线程的进程,分别运行在 AC 上和它管理的 WTP 上。WUM 和 UCI 配置管理机制的实现主要包含以下 4 个模块,如图 2 所示^[5]。

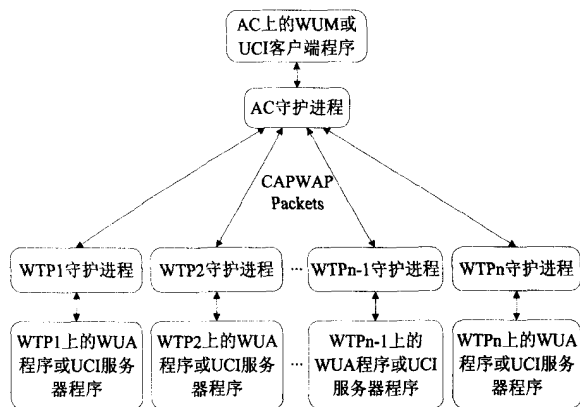


图 2 基于 CAPWAP 协议的配置管理机制

AC 守护进程:实现 AC 的管理和转发功能,负责与 WTP 交互控制消息和数据消息,创建一个管理线程并通过 TCP 套接口与 AC 上的 WUM 或 UCI 客户端程序进行通信。

WTP 守护进程:实现 WTP 接入点的功能,负责与

AC 交互控制消息和数据消息,并通过 UDP 套接口与 WTP 上的 WUA 程序或 UCI 服务器程序进行通信。

AC 上的 WUM 或 UCI 客户端程序:通过 TCP 套接口给 AC 守护进程发送控制管理某一个或者所有 WTP 的命令,接收并处理运行在 WTP 上的服务器程序返回的响应消息。

WTP 上的 WUA 程序或 UCI 服务器程序:通过 UDP 套接口与 WTP 守护进程交互控制管理消息,接收并处理网络管理员通过 WUM 或 UCI 客户端程序发送的配置消息。

2 WUM 配置管理机制

网络管理员通过 AC 上的 WUM 客户端程序给 AC 守护进程发送配置 WTP 的命令和所需的参数,AC 守护进程根据接收的命令和参数对特定的或者所有的 WTP 发送 capwap 配置更新消息,或者直接返回存储在 AC 上的配置信息。WTP 守护进程收到 AC 的 capwap 配置更新消息后,返回 capwap 配置更新响应消息,并启动 WUA(WTP Update Agent)程序,按照更新消息中新版本的 capwap(包含可执行文件和配置文件),或者按照备份的原版本 capwap 重启 WTP 守护进程。

2.1 配置过程

AC 通过一个压缩文件将需要配置的 capwap 版本传送给 WTP,该压缩文件的内容如下:

update.cud

——描述 capwap 版本号的二进制文件。

WTP/

——需要配置的新版本的 capwap 程序,包括可执行文件和配置文件。

scripts/

——WTP 配置前后需要运行的脚本。

WTP 收到配置更新消息,解压这个文件后,备份原 WTP 的 capwap 程序,并启动新版本的 capwap 程序。

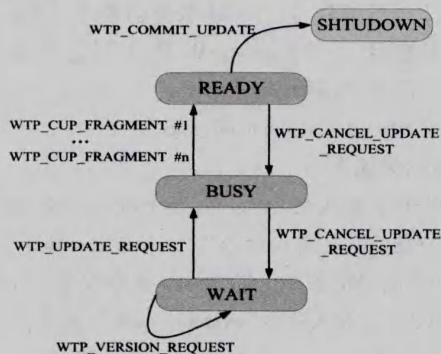
capwap-0.93.3 版本实现了 WUM 机制的有限状态机,如图 3(a)所示,WUS(WTP Update System)有 3 个相互转换的状态:WAIT、BUSY 和 READY。在 WAIT 状态下,WTP 等待更新消息的到来;在 BUSY 状态下,WTP 接收包含新版本 capwap 的分段报文;在 READY 状态下,WTP 成功接收新版本的 capwap,准备运行 WUA 程序,在新的 capwap 环境下重新启动 WTP 守护进程。

这 3 种状态之间的相互转换由以下 10 种消息触发,如图 3(b)所示。

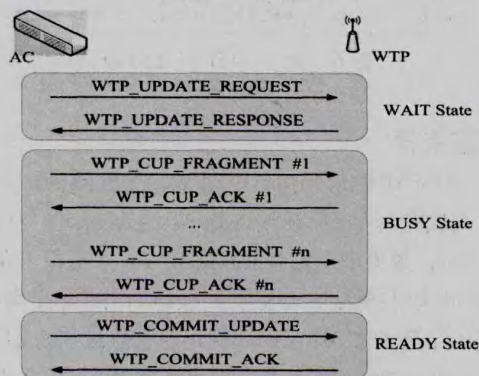
WTP_VERSION_REQUEST:AC 查询 WTP 上正在运行的 capwap 的版本。WTP 返回 WTP_VERSION_RESPONSE 消息,告诉 AC 本 WTP 上运行的 capwap 版

本。

WTP_UPDATE_REQUEST: AC 询问 WTP 是否可以更新 capwap 版本,在请求消息中包含 capwap 版本号 and 所需的空空间。WTP 返回 WTP_UPDATE_RESPONSE 消息告诉 AC 是否可以更新版本,如果可以更新,WTP 需要新建文件内存以接收新版本的 capwap 程序,此时 WUS 转移到 BUSY 状态,准备接收 AC 发送的分段报文。



(a) WUS有限状态机



(b) WUM更新消息

图 3 WUM配置状态及消息

WTP_CUP_FRAGMENT: AC 分段发送包含新版本 capwap 的压缩文件,每个报文的大小不能超过 4k。WTP 正确接收后返回 WTP_CUP_ACK 消息。当所有分段都正确接收后,WUS 转移到 READY 状态。

WTP_COMMIT_UPDATE: AC 通知 WTP 运行 WUA 程序,在新的版本中重启 WTP 守护进程。WTP 返回 WTP_COMMIT_ACK,然后重启 WTP 守护进程。

WTP_CANCEL_UPDATE_REQUEST: 在接收 WTP_COMMIT_UPDATE 消息之前的 BUSY 状态或者 READY 状态,AC 可以发送这个类型的消息通知 WTP 取消更新。WTP 清除更新文件所占的空间后,回到 WAIT 状态,并返回 WTP_CANCEL_UPDATE_RESPONSE 消息。

所有这 10 种消息类型都是被封装在 capwap 的 Configuration Update Requests/Response 控制消息的

Vendor Specific Payloads 字段中。

2.2 配置实例

实现文中 WUM 配置实例的拓扑环境为一个 AC 分别与两个 WTP 直接相连,AC 与 WTP 上都编译运行 capwap-0.93.3。按照 capwap-0.93.3 目录下 INSTALL 文件的说明,分别启动 capwap 的 AC 和 WTP 守护进程。

网络管理员在 AC 上的 capwap-0.93.3/wum 目录下编译,并输入命令,格式为“./wum -c command [-w wtp_id] [-n wtp_name] [-f capwap.cup]”。

网络管理员输入“./wum -c wtps”,可以获得在 AC 上注册的 WTP 列表,列表中包含 WTP 的 ID 和名字,如图 4(a)所示。

使用 version 命令可以查询 WTP 的 capwap 版本,-w 或者 -n 选项可以指定向某个或某些(多个 WTP 用空格隔开)WTP 查询 capwap 版本。例如,输入“./wum -c version -w 0”或者“./wum -c version -n 'My WTP 1'”,可以获得 id 为 0(名字为 'My WTP 1')的 WTP 的 capwap 版本号,如图 4(b)所示。

选项 -w -l 或者 -n all 指定向列表中所有 WTP 查询 capwap 版本。

使用 update 命令可以更新指定 WTP 的 capwap 版本,-w 或者 -n 选项指定 WTP 的 id 号或者名字,update 命令必须使用 -f 选项指定包含新版本 capwap 的压缩文件。例如,输入“./wum -c update -w 0 -f capwap-0.93.4.cup”,可以向 My WTP 1 发送新版本的 capwap-0.93.4,如图 4(c)所示。capwap-0.93.4.cup 压缩文件中包括新版本的 capwap 程序和版本号。My WTP 1 收到后在新版本的 capwap 中重新启动 WTP 守护进程。

```
[root@AC wum]# ./wum -c wtps
+-----+-----+
| WTPId | WTPName |
+-----+-----+
| -1    | all     |
| 0     | My WTP 1 |
| 1     | My WTP 2 |
+-----+-----+
```

(a) WTP 列表信息

```
[root@AC wum]# ./wum -c version -w 0
+-----+-----+-----+
| WTPId | WTPName | Version |
+-----+-----+-----+
| 0     | My WTP 1 | 0.93.3  |
+-----+-----+-----+

[root@AC wum]# ./wum -c version -n 'My WTP 1'
+-----+-----+-----+
| WTPId | WTPName | Version |
+-----+-----+-----+
| 0     | My WTP 1 | 0.93.3  |
+-----+-----+-----+
```

(b) 查询 WTP 的 capwap 版本

```
[root@AC wum]# ./wum -c update -w 0 -f capwap-0.93.4.cup
+-----+-----+-----+
| WTPId | WTPName | Result  |
+-----+-----+-----+
| 0     | My WTP 1 | SUCCESS |
+-----+-----+-----+
```

(c) 更新 WTP 的 capwap 版本

图 4 WUM 配置实例

如果 AC 发送配置更新消息的过程中出现错误, WTP 可能会阻塞于 BUSY 或者 READY 状态, 不会再接收其他配置更新消息, 这时, 网络管理员需要输入“./wum - c cancel - w wtp_id”, 使 AC 守护进程向 WTP 发送取消配置的报文, 从而使得 WTP 重新接收配置更新消息。

3 UCI 配置管理机制

网络管理员通过 AC 上的 UCI 客户端程序给 AC 守护进程发送配置 WTP 的命令和所需的参数, AC 守护进程根据接收的命令和参数对特定的或者所有的 WTP 发送 capwap 配置更新消息。WTP 守护进程收到 AC 的 capwap 配置更新消息后, 返回 capwap 配置更新响应消息, 并通过 UDP 套接口向 UCI 服务器程序传送网络管理员的配置命令和参数。运行于 WTP 上的 UCI 服务器程序按照收到的配置命令和参数更改本 WTP 上的工作参数。

3.1 配置过程

在 AC 上编译 UCI 客户端程序, 接收网络管理员的配置命令, 并通过 TCP 套接口将命令和参数发送给 AC 守护进程。在 WTP 上编译并运行 UCI 服务器程序, 建立 UDP 套接口, 准备接收 WTP 守护进程发送的配置命令和参数。

UCI 客户端程序给 AC 守护进程发送包含配置命令及参数的 UCI 配置报文, 报文的格式如图 5 所示。

1	2	3	4
0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7
CONF_UPDATE_MSG	MSG_ELEMENT_TYPE_VENDOR_UCI	wtpId	
5	6	7	8
0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7
wtpId		command	commandLength
9	10	11	12
0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7
commandLength	commandArgs(commandLength)		

图 5 UCI 配置报文

command 是网络管理员通过 AC 配置 WTP 的命令, commandLength 是命令参数的长度, commandArgs 中列出 command 命令所包含的参数。

AC 守护进程收到这样的报文后, 将网络管理员配置 WTP 的命令及其参数封装在 capwap 配置更新报文中发送给某个、某些或者所有 WTP。WTP 守护进程收到配置更新报文后, 解封装 capwap 报文, 并通过 UDP 套接口将 UCI 客户端发送的命令及其参数发送给运

行在 WTP 上的 UCI 服务器程序, UCI 服务器程序根据网络管理员的命令和参数配置 WTP 上相应的工作参数。

3.2 配置实例

实现文中 UCI 配置实例的拓扑环境为一个 AC 与一个 WTP 直接相连, AC 与 WTP 上都编译运行 capwap-0.93.3。按照 capwap-0.93.3 目录下 INSTALL 文件的说明, 分别启动 capwap 的 AC 和 WTP 守护进程。

首先, 运行 WTP 上的 UCI 服务器程序。然后, 网络管理员在 AC 上的 capwap-0.93.3/目录下输入命令, 运行 UCI 客户端程序, 命令格式为“./uci - c command - w wtp_id -p command_args”。

测试结果如下:

在 WTP 上输入命令“./uci_server”, 启动 UCI 服务器程序; 在 AC 上输入命令“./uci - c essid - w 0 - p abcde”后, My WTP 1 的 ESSID 被修改为“abcde”。在 My WTP 1 上输入命令“iwconfig ath1”, 查看配置结果, 如图 6 所示。

```
[root@WTP capwap-0.93.3]# iwconfig ath1
ath1      IEEE 802.11g  ESSID: "abcde"
```

图 6 配置 WTP 的 ESSID

4 结束语

CAPWAP 协议利用集中型 WLAN 网络的优点, 规定了无线控制器 AC 和接入点 AP 之间交流消息的方式和格式, 为集中配置和管理无线接入点提供了条件。WUM 和 UCI 都是通过建立套接口, 将网络管理员的配置命令发送给 AC 守护进程, AC 守护进程将包含配置信息的 capwap 配置更新消息发送给特定的 WTP。WUM 机制的实现中, WTP 守护进程解析 capwap 配置更新消息以后, 返回 capwap 配置更新响应消息, 并按照 AC 发送的 capwap 环境重启 WTP 守护进程。UCI 机制的实现中, WTP 守护进程解析 capwap 配置更新消息以后, 将网络管理员发送的配置命令及参数发送给 UCI 服务器程序, 并返回 capwap 配置更新响应消息, 由 UCI 服务器程序决定是否按照网络管理员的命令修改本 WTP 上的配置。UCI 机制还需要进一步地开发, 以实现更多命令、更多参数的配置。

参考文献:

- [1] 曹思聪. 集中式 WLAN 架构下 ThinAP 软件的设计和实现 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2009.
- [2] 黄军记. 瘦 AP 系统中 CAPWAP 协议的改进与实现 [D]. 广州: 广东工业大学, 2011.
- [3] 向 望. 基于 CAPWAP 的无线资源管理技术与优化 [D]. 上海: 复旦大学, 2009.

(下转第 76 页)

不够理想,本实验采用信噪比为 10dB ~ 30dB。含不同信噪比的高斯白噪声环境下的识别结果如图 3 所示。可以看出采用 Sohn 方法,系统的平均识别率仍在 90% 左右,鲁棒性相对较强。

从实验二结果可以看出:在噪声环境下,信噪比越小,汉语方言辨识系统的识别率越差。STE 在高信噪比时效果比 ZCR、BSE 好,但抗噪能力不及其他方法。Sohn 的精确度高,鲁棒性强,在信噪比为 10dB 时,系统的识别率可达 89.45%。

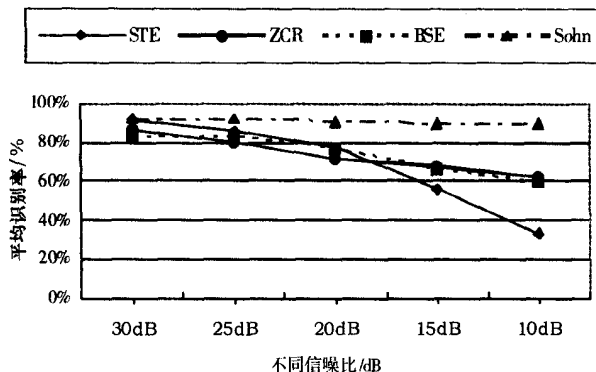


图 3 不同信噪比下系统平均识别率

3 结束语

汉语方言辨识系统中比较重要的两个问题是特征的提取和分类器的设计,但前端的预处理部分不容忽视,准确的端点检测对系统尤为重要,文中实验结果表明基于 DD+Hang-over 的算法比传统方法更精确,尤其在噪声环境下效果更显著。此外,噪声环境下汉语方言辨识系统的识别率明显低于纯净语音,如何在噪声的环境下提高系统性能有待于进一步的研究。

参考文献:

[1] 杨崇林,李雪耀,孙羽.强噪声背景下汉语语音端点检测

(上接第 72 页)

- [4] Levanti A, Giordano F, Tinnirello I. A CAPWAP Architecture for Automatic Frequency Planning in WLAN [C]//Proceedings of IEEE ISCC. [s. l.]:[s. n.], 2007.
- [5] Bernaschi M, Cacace F, Davoli A, et al. A CAPWAP-based solution for frequency planning in large scale networks [J]. Computer Communications, 2011, 34(11): 1283-1293.
- [6] Levanti A, Giordano F, Tinnirello I. A CAPWAP-compliant Solution for Radio Resource Management in Large-scale 802.11 WLAN [C]//Proceedings of IEEE GLOBECOM. [s. l.]:[s. n.], 2007.
- [7] Montemurro M, Stanley D, Calhoun P. CAPWAP Protocol Specification [S]. RFC 5415, 2009.
- [8] 向望,王志伟,高传善.集中式 WLAN 体系结构通信协

和音节分割[J].哈尔滨工程大学学报,1997,18(5):91-95.

- [2] Segura J C, Benítez C, de la Torre A, et al. An Effective OSF-based VAD with Noise Suppression for Robust Speech Recognition [J]. IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, 2005, 13(6): 1119-1129.
- [3] 张仁志,崔慧娟.基于短时能量的语音端点检测算法研究 [J].电声技术,2005(7):52-54.
- [4] 韩纪庆,张磊,郑铁然.语音信号处理[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [5] 张亚歌,张太猛,夏川.一种基于能量聚类分析的句子语音端点检测法[J].计算机技术与发展,2008,18(4):13-15.
- [6] 李晔,张仁智,崔慧娟,等.低信噪比下基于谱熵的语音端点检测算法[J].清华大学学报:自然科学版,2005,45(10):1397-1400.
- [7] 李洪波,于洪志.噪声环境下语音识别的端点检测技术 [J].西北民族大学学报,2007,28(1):44-47.
- [8] 贾川,张健,陈振标,等.噪声环境下的端点检测算法研究[C]//第六届全国人机语音通信学术会议论文集.出版地不详;出版者不详,2001:441-445.
- [9] Sohn J, Kim N S, Sung W. A statistical model-based voice activity detection [J]. IEEE Signal Processing Lett., 1999, 6(1):1-3.
- [10] 朱杰,韦晓东.噪声环境中基于 HMM 模型的语音信号端点检测方法[J].上海交通大学学报,1998,32(10):14-16.
- [11] 董恩清,赵鹤鸣,周亚同,等.支持向量机在语音激活检测中的应用研究[J].通信学报,2003,24(3):70-77.
- [12] 沈兆勇,顾明亮.基于符号化和语言模型方法的汉语方言自动辨识[J].徐州师范大学学报(自然科学版),2006,24(2):54-57.
- [13] Kohler M A, Kennedy M. Language identification using shifted delta cepstra [C]//Midwest Symposium on Circuits and Systems. [s. l.]:[s. n.], 2003.
- [9] Montemurro M, Stanley D, Calhoun P. Control and Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Protocol Binding for IEEE 802.11 [S]. RFC 5416, 2009.
- [10] 李和光.AC-AP 架构中 CAPWAP 协议的研究与开发[D].南京:东南大学,2010.
- [11] Bernaschi M, Cacace F, Iannello G, et al. OpenCAPWAP: An open source CAPWAP implementation for the management and configuration of WiFi hot-spots [J]. Computer Networks, 2009, 53(2): 217-230.
- [12] 郭子明.基于 CAPWAP 协议的无线接入点扩展的设计与实现[D].西安:西安电子科技大学,2011.