文章编号：2096-1472(2018)-07-17-03
DOI:10.19644/j.cnki.issn2096-1472.2018.07.005

基于虚拟化的移动医疗无线漫游技术研究与实现

张碧仙，陈 懋
(福州理工学院，福建 福州 350000)

摘 要：随着智慧医疗概念的提出，越来越多的无线移动医疗系统被应用于医院临床工作中。由于移动医疗系统的“移动”特性，如何保证终端在频繁移动过程中正常进行医疗业务而不中断成为痛点。本文提了出一种基于虚拟技术的无线漫游方法，通过虚拟技术，实现由无线网络设备控制终端进行无缝漫游，并介绍了冲突控制降低同频干扰的方法。测试结果表明，所提方法有效解决终端频繁漫游导致的业务中断问题，并屏蔽不同医疗终端的漫游差异。

关键词：移动医辽系统；无线局域网；无缝漫游；虚拟化
中图分类号：TP393.1 **文献标识码**：A

Research and Implementation of Mobile Medical Wireless Roaming Technology Based on Virtualization

ZHANG Bixian,CHEN Mao
(*Fuzhou Institute of Technology,Fuzhou* 350000,*China*)

Abstract: With the advent of intelligent medical treatment,more and more wireless mobile medical systems have been applied to clinical work in hospitals.Due to the mobile feature of these medical systems,how to ensure the routine operation of the terminals in the course of frequent movement without interruption becomes a pain point.This paper proposes a roaming scheme based on virtual technology.Through virtual technology,seamless terminal roaming is controlled by wireless network devices.The method of reducing co-channel interference by conflict control is also introduced.The test results show that,the proposed method can effectively solve the business interruption problems caused by frequent roaming of terminals,and shield the roaming difference among different medical terminals.

Keywords:mobile medical system;WLAN;seamless roaming;virtualization

1 引言(Introduction)

从20世纪60—70年代，远程医学(Tele-medicine)和远程医疗(Tele-health)概念的提出，到近年移动医护[1,2]、智慧医疗新概念日益为人们所熟知。随着国家不断推进对医疗卫生的改革，移动医疗逐渐成为医疗行业推广的新模式。美国食品药品监督管理局(FDA)定义为“移动医疗是在移动平台上使用软件程序，或专为移动平台使用Web软件。”总之，移动医疗系统是利用无线网络技术和平板电脑的移动性、灵活性和快捷性，帮助医护人员准确、快速、高效地获取病历信息，把医疗服务延伸到病床边，可见无线网络是实现移动医疗的基础。

在移动医辽场景下，无线网络只对医院护士、医生等特定用户开放，医护人员需要手持移动终端进行移动医护、无线查房、无线体征监护等业务。因此，如何保证终端在频繁移动过程中正常进行医疗业务而不中断成为“用户”的痛点。因此，提出一种基于虚拟化技术的漫游方案研究，通过虚拟化移动AP机制，实现终端无缝漫游，旨在解决终端频繁漫游导致的业务中断问题。

2 传统无线漫游方案介绍(Introduction of traditional wireless roaming scheme)

在无线网络的实现框架中，当终端想要连接到无线访问接入点(Wireless Access Point)上，则需要与AP实现认证、关

基金项目：2017年福建省本科高校重大教育教学改革项目《云计算与大数据专业群课程体系建设和人才培养模式改革》，项目编号：FBJG20170129.

www.rjgcz.com

联的双向交互过程。AP和终端的报文交互过程，通过源目的地址来识别报文的双向目标。每个无线访问接入点的报文，都有唯一的基本服务集标识(Basic Service Set Identifier，BSSID)地址，来表征当前AP所部署的WLAN。因此，当终端从旧AP移动到新AP，则需要与新的BSSID地址的目的方通信，重新进行认证、关联过程，即发生漫游过程。传统WLAN组网下，无线终端移动漫游[3]过程如图1所示。

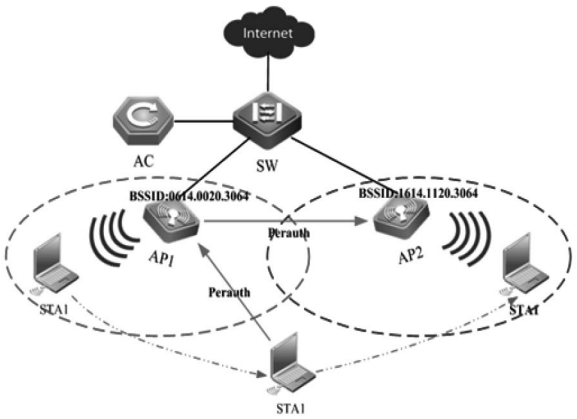

图1 传统WLAN组网下的无线终端移动漫游过程

Fig.1 The roaming process of the wireless terminal under the traditional WLAN network

可见，终端从AP1漫游到AP2需要由终端主动发起重关联请求，若在加密或认证环境下还需要重复密钥交互及认证的过程，漫游过程交互的报文数为2—6，甚至更多，极易受外部射频环境干扰导致漫游时延增大或漫游失败，造成业务中断。

在移动医疗场景下，医疗业务需要在不断移动中进行，一般采用PDA等移动终端。分析总结移动医疗场景特点、终端特性，传统无线漫游方案存在以下问题：

(1)医疗客户端系统对报文时延敏感性极高，在进行移动作业过程中，终端需要频繁漫游，传统无线漫游时延较大或丢包导致业务中断。

(2)部分移动医疗终端漫游灵敏度较低，难以主动漫游，导致漫游失败业务中断。

(3)移动医疗终端多样性[4]，不同终端厂商采用不同的芯片解决方案，使用不同应用及操作系统都会影响漫游性能，传统无线漫游方案无法很好地兼容。

(4)传统无线漫游方案采用异频蜂窝组网方式，需提前根据点位进行AP的信道规划，前期部署麻烦，施工要求严格，后期维护和网络优化成本高。

通过分析传统无线漫游方法可知，促使无线终端产生漫游主要原因是每个AP信号覆盖范围有限，终端在移动过程中需要在不同AP覆盖的无线信号之间进行切换，而标识不同无线信号的关键是BSSID地址。因此，提出虚拟化无线漫游方法，通过虚拟技术[5]，将网络内部分或所有AP虚拟成一个“大AP”，保证所有AP发出相同信号，即可实现对终端屏蔽无线信号的差异，为“无缝漫游”可行性创造条件。

3 基于虚拟化的无线漫游方法(Wireless roaming method based on virtualization)

虚拟化无线漫游方法是针对在移动医疗场景下，医疗终端频繁漫游而引起业务中断问题所提出的解决方案。主要思想是采用同频组网[6]部署方式，以虚拟技术为核心，网络中指定的AP发出相同的服务集标识(Service Set Identifier，SSID)信号，同时发出相同的BSSID。对终端来说，可把整网中发出相同SSID信号的所有AP看成一个“虚拟的大AP”，即虚拟AP机制。这台“虚拟AP”实际包含数百甚至数千台物理AP，实现对一层病房甚至整栋楼的信号覆盖，终端在该“虚拟AP”覆盖范围内移动切换过程BSSID不变，相当于一直关联在同一台AP，不存在主动漫游行为。而终端具体工作在哪一台AP则由无线核心控制器AC根据切换算法决定，终端本身无法感知，实现“无缝漫游”，如图2所示。

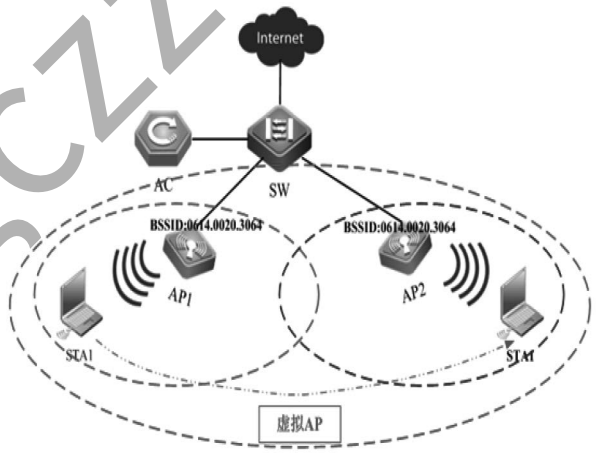

图2 虚拟漫游方案下无线终端漫游过程

Fig.2 The roaming process of wireless terminal under the virtual roaming scheme

3.1 虚拟AP机制

虚拟AP机制是虚拟漫游方法的核心机制，保证了终端在不同AP之间进行移动的过程中，无需触发漫游，终端也感知不到自己在不同AP间发生切换。虚拟AP主要解决三个问题：BSSID生成、信标帧信息同步和重复帧过滤。

与传统无线漫游方案，每个AP拥有独立的BSS不同，在虚拟漫游方案中，将WLAN系统划分成多个虚拟AP组，加入相同虚拟AP组和相同WLAN的所有AP及其关联的终端构成一个虚拟的BSS，共享一个BSSID，由AC生成并统一下发到AP。BSSID算法生成原则包括：

(1)选择基于无线核心控制器AC的MAC地址来生成BSSID。

www.rjgcz.com

(2)由于2.4G和5G可以分别组网，因此两者的BSSID要不一致。

(3)不同虚拟AP组BSSID要不一致，因此算法中因考虑虚拟AP的组标识号。

通过算法确保该WLAN在同一个虚拟AP组内所有AP上拥有相同的BSSID的。再通过配置约束，保证所有AP拥有相同的信道和SSID。如此对于终端来说，可以把整网中发出同一个SSID信号的所有AP看成一个“虚拟的大AP”。

此外，由于终端需要被动扫描Beacon信标帧获悉加入某个BSS所需的参数，包括数据待传指示信息TIM及时间戳Timestamp字段，以便进行通信，因此由无线核心控制器分别下发终端的节电状态及Timestamp值给同虚拟AP组内的AP，以保证每台AP发出的信标帧携带信息一致。

最后，还需考虑重复帧问题，由于同一虚拟AP组、同SSID下AP的BSSID都一样，因此终端发送的报文会被多个物理AP射频口收到。若每台AP都处理并回复，会引起终端关联难、丢包等问题，因此在软硬件上对上行重复帧、下行重复帧、重复转发表项进行过滤处理，保证同一时间内只处理一份来自终端的不重复报文。

通过上述三部分实现完整的虚拟AP机制，使终端无论在网络中的哪个位置，都能关联到同一个虚拟AP。

3.2　网络触发无感知切换

在虚拟化漫游方案中，由于采用虚拟AP机制，终端在移动过程中，不再感知到BSSID的变化。因此，终端漫游切换完全由无线核心控制器和AP在后台共同完成，必须实时跟踪每个终端的位置，才能确定切换时机，保证漫游切换的成功率。本文提出了以下实现方法：对于正在进行数据传输的终端，通过各个AP收到该终端报文，以及信号的强弱，即可判断终端离哪个AP更近一些，因此要求AP端定时向核心控制器上传接收报文的RSSI信息。考虑长时间没有流量或处于休眠模式的终端，则由AP定期发送探测(Null Function)帧，并通过终端回复的ACK帧来确定其位置。如此AC端可实时跟踪到终端在不同AP上的动向。

AC端收到上传RSSI信息后建立可选AP列表，定时遍历所有虚拟AP组下的所有终端，比较该终端在不同AP上的信号强度，选择信号最强的AP，若不是当前关联的AP，则发起切换。切换时，由AC向新AP发送命令，并将终端当前所属AP的基本信息发送给新AP，以在新AP上虚拟出AP。AC向旧AP发送命令，让其停止为该终端服务。此外，为了避免频繁切换，需定义切换阈值，在进行信号强度比较，只有当旧AP与信号最强AP之间信号强度差大于等于切换阈值时，才进行切换。

综上，在虚拟AP机制基础上，实现由无线网络设备主动控制终端进行无感知漫游切换，将由终端主导的漫游切换转变为由虚拟网络主导，实现无缝漫游。整个过程对终端是透明的，也就无需关心终端类型差异了，解决了医疗终端漫游灵敏不一，终端漫游表现差异化明显的问题。

3.3　冲突控制降低同频干扰

虚拟化漫游方案中，由于虚拟AP组内所有AP都工作在同一信道上，导致同信道干扰将十分严重，为了降低同频干扰对网络性能的影响，采用对AP发包进行冲突控制[7]方法降低同频干扰[8]，提高整网性能，提升业务体验。对于AP发送报文，通过无线核心控制器AC进行调度控制，保证相邻AP不会同时发送报文。首先，通过在信标帧Beacon帧中增加AP MAC地址，每个AP接收并解析出其他AP Beacon帧中的MAC地址，来构建所有AP邻居关系；其次，AC控制转发报文，错开发送两个相邻AP。具体描述为在Fit-AP架构的AC集中转发模式下，通过控制AC在转发报文时，优先发送那些目标AP与前一个目标AP不相邻的报文来实现。通过该方案，降低虚拟AP网络中存在的同频干扰问题，保证网络性能不受到大的影响。

4　测试验证(Test and verification)

为测试虚拟化漫游方案的漫游性能，模拟移动医疗行业场景，测试多隔间环境下终端在多AP下移动过程中医疗终端的网络使用情况[9]。模拟测试拓扑如图3所示，特点是建筑内部存在较多小隔间，部署放装AP来保证信号的覆盖，终端数相对较少。

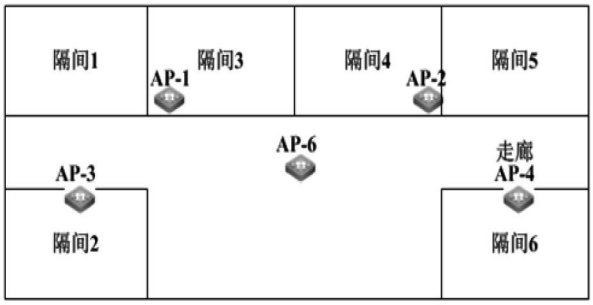

图3 移动医疗场景—模拟测试拓扑

Fig.3 Mobile medical scene-analog test topology

由于移动医疗业务多为病例读取、医嘱查看、病人体征上传等，对网络吞吐性能要求不高，但是需保证业务稳定，且要求移动过程中业务不会发生中断。并且根据业界标准，漫游切换过程，报文时延是衡量漫游切换性能的关键指标，同时为了验证虚拟漫游方案对终端的兼容性表现，设计以下测试方案：在以上测试环境内选择医疗行业常用的六款终端，按照如图3所示的测试拓扑，从隔间1依次移动到隔间6，进行步速或快跑移动测试，测试移动切换成功率，ping平均时延，并观察FTP/HTTP业务是否中断。

www.rjgcz.com

表1 虚拟漫游方案下漫游性能测试

Tab.1 Roaming performance test under virtual roaming scheme

移动速率	终端型号	切换成功率	Ping平均时延 单位：ms	FTP/HTTP业务是否中断
步速(1.5m/s)	iPad2	100%	12.90	否
	MC55	100%	4.25	否
	iData 95	100%	5.91	否
	AUTOID 6	100%	5.31	否
	AUTOID 8HC	100%	13.01	否
	Pidion HM50	100%	11.48	否
快跑(3—5m/s)	iPad2	100%	22.49	否
	MC55	100%	2.89	否
	iData 95	100%	16.66	否
	AUTOID 6	100%	6.19	否
	AUTOID 8HC	100%	4.55	否
	Pidion HM50	100%	5.51	否

由表1可见，各款终端移动过程漫游切换成功率100%，业务未发生中断，漫游切换过程ping报文平均时延较低，基本在20ms以内，不同终端漫游切换表现差异不大。可见，虚拟化漫游方法能够解决由于终端频繁引入业务中断问题，并有效屏蔽了终端漫游灵敏度、主动性、性能的差异性。

5 结论(Conclusion)

提出了AP虚拟化方法和网络控制终端漫游切换的方法，通过分析传统漫游方法，使通过虚拟化技术实现漫游无缝切换具备了可行性。模拟测试结果表明，本方法有效提升了漫游切换的成功率，得到漫游切换中报文时延较低的特点，并有效屏蔽了终端漫游灵敏度、主动性、性能的差异性。

参考文献(References)

[1] 曲蕴慧.浅谈移动医疗系统的前景与应用[J].科技视界,2013(13):182.

[2] 陈章清.关于医院移动医护无线网络部署模式探讨[J].信息系统工程,2014(12):70.

[3] 王晖,胡呈炜,吉亚力,等.无线网络漫游机制升级方案[J].中国数字医学,2016(10):87-89.

[4] 任国宏.移动医疗中平板计算机的应用及不同操作系统的对比分析[J].医疗卫生装备,2013,34(6):81-83.

[5]林同英.虚拟WLAN网络技术探讨[J].信息通信,2012(03):67-68.

[6] 吴礼乐,徐雅涵.基于虚拟蜂窝架构同频技术的校园WLAN的应用[J].电子设计工程,2015(3):151-153.

[7] 张伟,刘南杰,赵海涛.VANET多信道传输中控制信道冲突缓解算法研究[J].计算机技术与发展,2015(6):73-76.

[8] Wei Chuan Ting,Ning Quan Li,Chen Dong.Research on Multi-Fuze Co-Channel Interference Suppression Based on Pseudorandom Code Phase Modulation[J].Applied Mechanics & Materials,2014,539:190-193.

[9] 王颂一.Wi-Fi终端设备性能测试探讨[J].电信网技术,2013(05):71-77.

作者简介：

张碧仙(1986-)，女，硕士，工程师.研究领域：计算机网络.

陈 懋(1981-)，男，硕士，副教授.研究领域：计算机网络，大数据云计算.本文通讯作者.

(上接第23页)

参考文献(References)

[1] GUO Hongling,QIAO Ting,SONG Xiaojiao,et al.The Application of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry in Trace Evidence Examination[J/OL].刑事技术,2016(06):470-475.

[2] 《中国公路学报》编辑部.中国交通工程学术研究综述2016[J].中国公路学报,2016,29(06):159-161.

[3] PEI Yu-long,MA Ji.Countermeasures for traffic accidents due to road conditions in China[J].Journal of Harbin Institute of Technology,2005,12(4):358-364.

[4] 惠宝锋,管庆春.物联网分布式数据库系统优化研究[J].无线互联科技,2016(06):14-15.

[5] 许劭庆,马彪,安海英.基于数据挖掘的网管告警处理方法研究[J].软件工程,2016,19(12):17-19;9.

[6] 章胤,赵文慧,包恒玥,等.基于k-means和关联度分析的网络招聘信息数据挖掘[J].软件工程,2017,20(05):10-14.

[7] 王元卓,贾岩涛,刘大伟,等.基于开放网络知识的信息检索与数据挖掘[J].计算机研究与发展,2015,52(02):456-474.

[8] 张亚军,刘宗田,周文.基于深度信念网络的事件识别[J].电子学报,2017,45(06):1415-1423.

作者简介：

惠宝锋(1977-)，男，硕士，讲师.研究领域：信息管理与信息系统，大数据基础应用.

冯桂莲(1979-)，女，硕士，副教授.研究领域：软件工程，图像处理.

王咏宁(1971-)，男，硕士，副教授.研究领域：虚拟仪器技术及应用.

www.rjgcz.com