

现代移动通信系统的用户移动性实现简介

黄泽熙

(电子科技大学 英才实验学院 611731)

摘要: 本文讨论了移动通信系统发展历程中所面临的核心挑战之一——支持用户移动性,并以全球移动通信系统(GSM)为例,从GSM网络结构、移动性管理技术和用户在GSM中的呼叫处理三个方面,介绍了现代移动通信系统如何在无缝覆盖的条件下,实现用户在服务区内的移动性.

关键词: 移动通信系统 用户移动性 GSM网络结构 移动性管理技术

A Brief Introduction to The Realization of User Mobility in Modern Mobile Communication System

Huang Zexi

(Yingcai Experimental School University of Electronic Science and Technology of China
611731)

Abstract: This article discusses one of the core challenges people encounter in the development of mobile communication system, i.e. the support for user mobility. And taking Global System for Mobile Communication (GSM) as an instance, it introduces how the modern communication system realizes user mobility in the service areas from three aspects: GSM network structure, mobility management techniques and the call processing methods in GSM.

Key words: Mobile Communication System User Mobility GSM Network Structure
Mobility Management Technique

1. 引言

随着社会的进步和科学技术的快速发展，人们对通信的需求日益提高.传统的有线电话已经无法满足以信息为核心的当前社会的要求，因此，为了保证沟通的及时性和交流的高效性，形形色色的移动通信系统开始发展起来.近年来，以手机为代表的移动通信终端的价格急剧下降，从奢侈品变成了普通大众都能接受的一般消费品，有力地促进了移动通信的普及.并且，这种普及极大地改变了人们的学习、生活和工作方式.

移动通信，即移动中通信，指的是通信的双方至少有一方是处于运动中进行的信息交换.这里的信息交换，不仅指双方的通话，还包括数据、传真、图片和多媒体等.现代移动通信系统起源于 20 世纪 20 年代，开始时仅限于军用、警用等范围，至 20 世纪 40 年代中期，才开始出现公共移动通信系统.进入 21 世纪后，移动通信得到了飞速发展.图 1 是建国以来固定电话和移动电话的发展情况，从图中可以看出，从 2001 年开始，移动电话的普及率飙升，在 2014 年已达到 94.5 部/百人，而固定电话的普及率则从 2006 年开始逐年下滑.由此可见，在未来的通信方式中，移动通信将继续扮演重要角色，而与移动性相关的话题也将依旧保持热度.

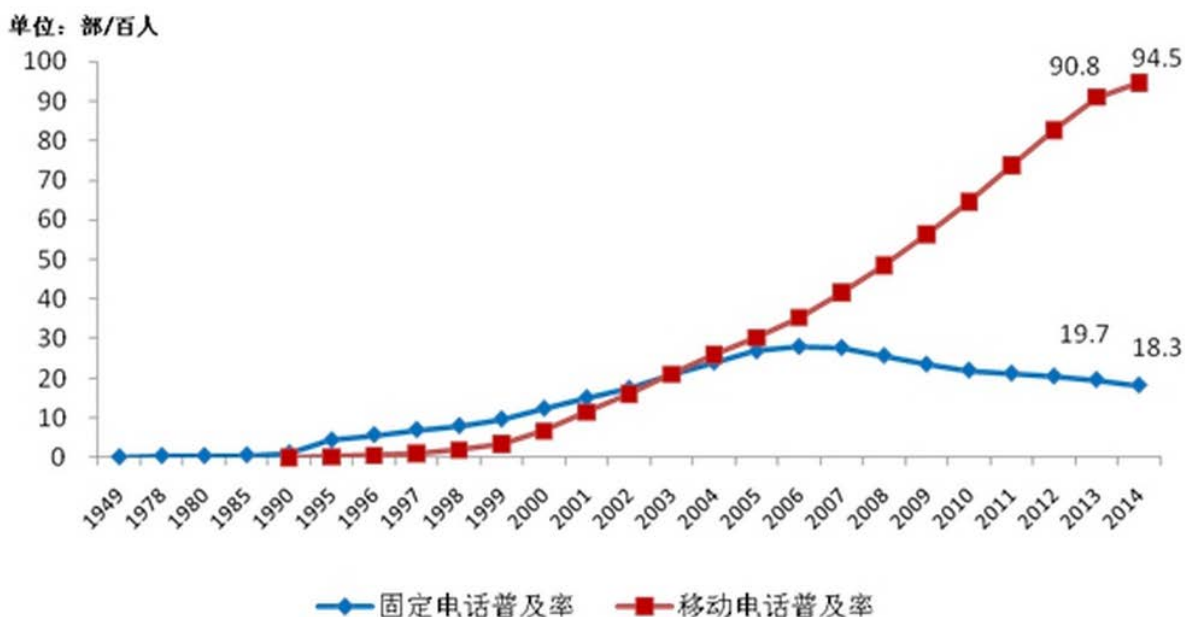


图 1 1949-2014 年固定电话、移动电话用户发展情况

2. 问题的提出

与固定通信相比，移动通信最主要的特点就是移动台的位置始终处于不断变化的状态.当移动台在服务区内移动时，交换中心必须始终跟踪移动台的位置，与其保持一定的联系，

才能在需要时把数据和话音传送给移动台，同样的，移动台也必须始终能与控制中心保持联系，才能保证用户在任意时刻都能够主动地进行数据和话音传输。否则，移动通信便无从谈起。因此，解决用户在服务区内的移动性支持问题，是移动通信发展过程中必须要面对的。

3. 解决的方法

为了实现移动通信系统中的用户的移动性，各代移动通信系统均提出了各自的解决方案，并且随着有关研究的不断发展，移动性的支持也越来越好。这里就以第二代移动通信系统 GSM 为例进行介绍。

3.1. GSM 网络结构

全球移动通信系统（Global System for Mobile Communication），简称 GSM，是当前应用的最为广泛的移动电话标准。经过多年的发展，其网络结构模式已经十分成熟，图 2 即为 GSM 的网络结构。它由移动台（Mobile Station, MS）、基站子系统（Base Station System, BSS）、网络子系统（Network Switching System, NSS）和操作支持系统（Operation Support System）组成。

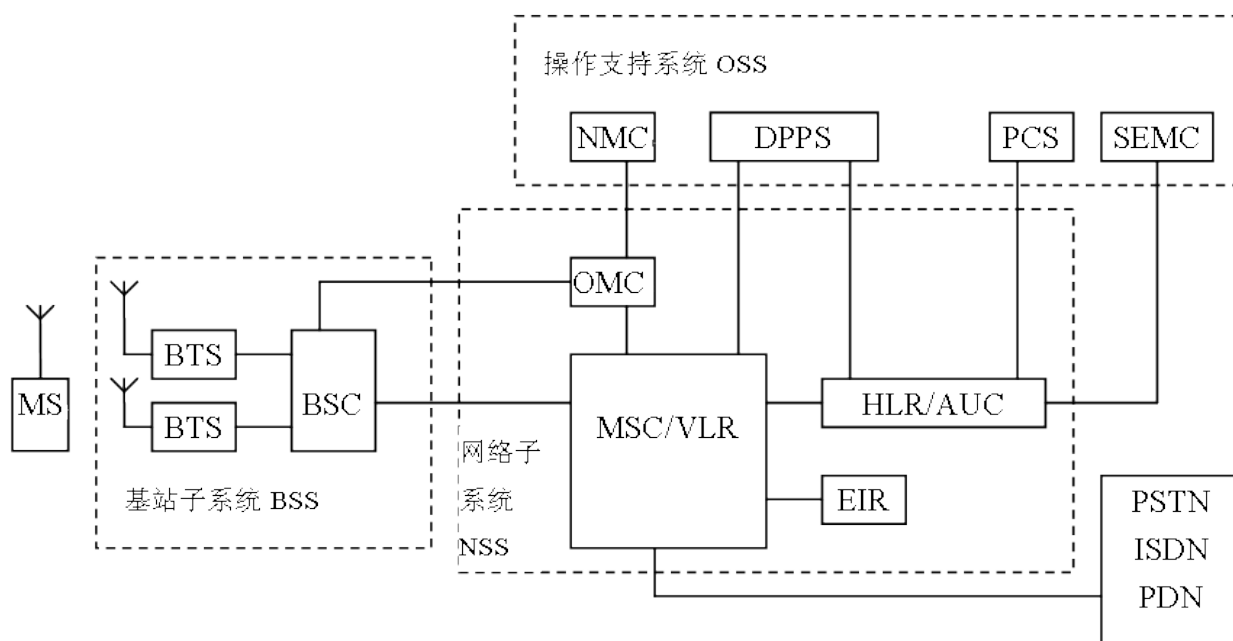


图 2 GSM 网络结构

3.1.1. 移动台

移动台（Mobile Station, MS）是用户端终止无线信道的设备，包括车载台、便携台和手机等。它具有通过无线空中接口 U_m 给用户接入网络业务的能力。

移动台由两部分组成：移动设备（Mobile Equipment, ME）和用户识别模块（Subscriber Identity Module, SIM）。移动设备是移动台与使用者的接口，如传声器、扬声器、显示屏幕和

各种按键等，它还承担着信号的接收和发送等功能。而用户识别模块则是用于识别移动台的使用者，包含鉴权和加密信息。引入用户识别模块使得一部移动设备为不同的用户服务，是 GSM 的一大特色。

3.1.2. 基站子系统

基站子系统（Base Station System, BSS）是 GSM 系统的基本组成部分。一方面，它通过无线接口与移动台想连接，进行无线发送、接收和无线资源管理；另一方面，它以地面链路与网络子系统中的移动交换中心相连，实现移动用户与固定网络用户之间或者移动用户之间的通信连接。

基站子系统由基站收发信机（Base Transceiver Station, BTS）和基站控制器（Base Station Controller, BSC）组成。前者包含射频部件，给特定小区内的移动台提供空中接口。后者则对所负责的所有移动台执行切换控制，传递发信机与信息交换中心的话务和命令。

3.1.3. 网络子系统

网络子系统（Network Switching System, NSS）对用户的通信起管理作用，其主要功能包括交换、移动性管理与安全性管理等。

网络子系统由以下几个部分组成：

1. 移动交换中心

移动交换中心（Mobile Switching Center, MSC）是整个网络的核心，它提供交换功能把移动通信与固定网用户、移动用户与移动用户之间互相连接起来。

2. 归属位置寄存器

归属位置寄存器（Home Location Register, HLR）是 GSM 系统的中央数据库，存储该 HLR 管辖区内所有移动用户的有关数据，也暂存移动用户漫游时有关动态信息的数据。

3. 访问位置寄存器

访问位置寄存器（Home Location Register, HLR）存储进入其控制区域来访移动用户的有关数据，这些数据是从 HLR 中获取并进行暂存的。可以把 VLR 看成一个动态用户的数据库。

4. 鉴权中心

鉴权中心（Authentication Center, AUC）存储着用户的鉴权信息和加密密钥，用来防止无权用户接入系统和保证无线通信的安全。

5. 移动设备识别寄存器

移动设备识别寄存器（Equipment Identity Register, EIR）储存着移动设备的国际移动设备识别码(International Mobile Equipment Identity)，可确保网络内所使用的移动设备的唯一性和安全性。

6. 操作维护中心

操作维护中心（Operation and Maintenance Center）负责对全网进行监控和操作。

3.1.4. 操作支持系统

操作支持系统（Operation Support System, OSS）负责移动用户管理、移动设备管理以及网路操作和维护等。

3.2. 移动性管理技术

蜂窝移动通信系统的移动性管理技术共可分为三类：位置管理、切换控制、漫游和注册认证。这三类技术保证了用户在移动通信网络中移动时依旧能够与交换中心连接并且进行信息传递。GSM 是蜂窝移动通信系统的代表。

3.2.1. 位置管理

位置管理可以看做是空闲模式下的蜂窝移动通信系统移动性后果与要求之一。在蜂窝系统中，用户的移动会导致与之相联系的蜂窝小区发生变化。因此，系统需要通过位置管理的功能来定位移动用户，确定用户当前位于哪个蜂窝小区内，并且基于得到的位置信息在需要时实现呼叫建立过程。

3.2.2. 切换控制

切换控制可以看做是移动台占用信道时的专用模式下的蜂窝移动通信系统后果与要求之一。在数据传输或者呼叫进行中时，用户的移动可能导致所接收小区的信号质量的下降，当接近小区距离的极限时可能导致信号中断。因此，为了保证用户在小区间移动时用户的通信不受影响，必须采取切换控制技术，即将通信信道从一个小区转移到另一个小区，从而获得更优质的信号。切换过程一般分为两个阶段：第一是切换准备阶段，该阶段用于检测信号强度是否达到切换的要求；第二是将通信从一个小区转换至另一个小区，这个过程要求在转换的同时对用户的影响尽量小，最好是在用户无法觉察的条件下完成转换。

3.2.3. 漫游和注册认证

漫游和注册认证可看做蜂窝移动系统中关于商业运营和计费的方面的后果和要求之一。不同于固定通信系统中用户在入网时就已经选择了长期且固定的网络服务，移动台的移动导致其需要根据其位置选择所接入的网络服务，因此可能需要网络运营商提供更多的服务以保证通信的进行，这种服务就是漫游服务。

3.3. GSM 中用户的呼叫处理

在介绍了 GSM 的网络结构和移动性管理技术后，我们通过对具体 GSM 中用户的呼叫处理过程来分析 GSM 是怎么实现用户的移动性支持的。

3.3.1. 用户状态与位置登记

在首次入网时，MS 会先通过 MSC 在相应的 HLR 中登记注册，把其有关参数全部存放在这个寄存器中。

入网后，MS 的状态公有三种，分别是开机、关机和忙。

在 MS 开机时，SIM 会通过最近的 BTS 连接上对应的 MSC，MSC 则访问自己的 HLR，确定该用户是否记录在自己的 HLR 中，并在 VLR 中为该用户加上“附着”标记。如果 MSC 发

现该用户不属于自己的管辖区内中，则将先通过网络向该用户的 HLR 发送位置登记请求，在获得认证后再将该用户在自己的 VLR 中添加“附着”标记。

在 MS 关机时，MS 会向网络发送分离处理请求，MSC 于是清除 VLR 中该用户的“附着”标记，并不再向该 MS 发送信息。

当 MS 正处于某个业务信道传送语音和数据时，MSC 给该用户标记为“忙”。在处于忙状态时，MSC 将不再将用户接入新的通信状态中。

此外，当 MS 并没有向 MSC 发送分离处理请求但却又与 MSC 失去联系达到一定时间时，MSC 会以“隐分离”状态标记用户，只有在再次接收到 MS 的登记后才会将其改成“附着”状态。

GSM 中位置登记的过程如图 3 所示。

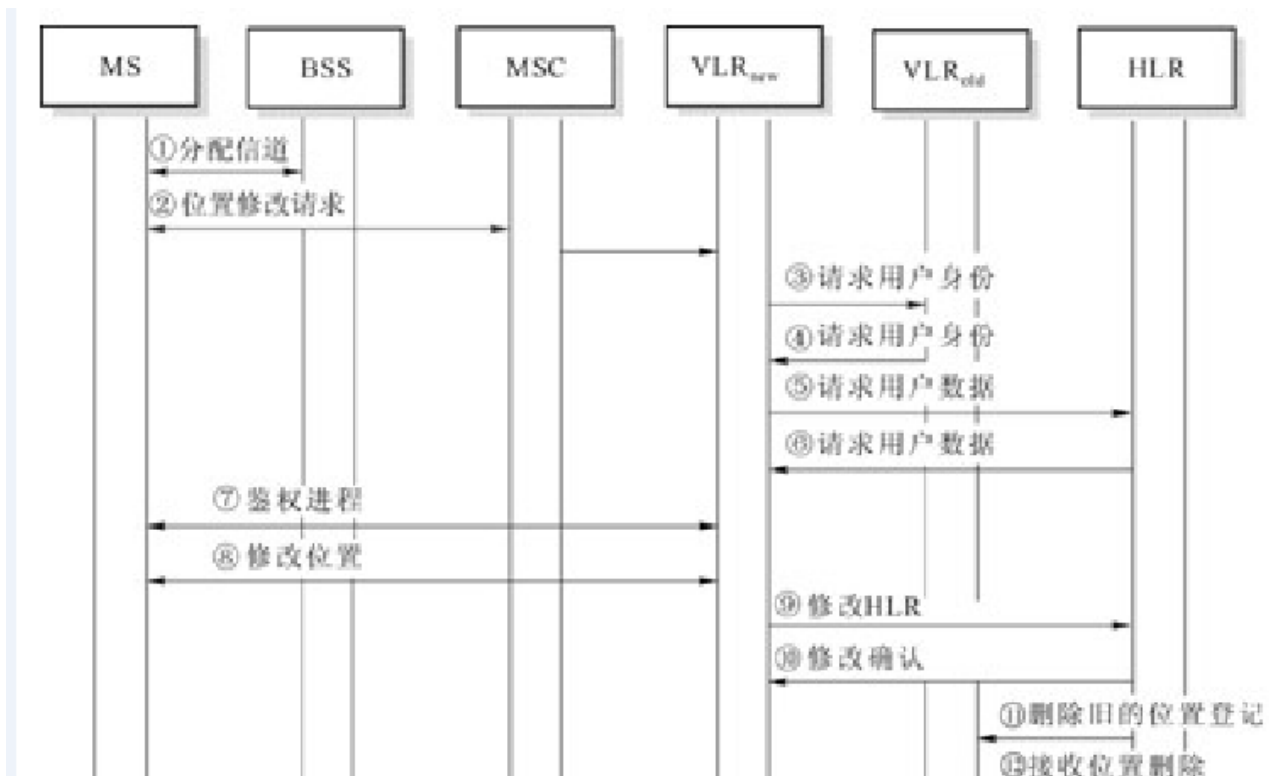


图 3 GSM 中的位置登记过程

3.3.2. 位置更新与切换

处于开机状态下 MS 的频率会被锁定在所在小区的工作频率上，但当 MS 移动到两小区之间时，BSC 便会根据两个小区 BTS 信号强度和质量选择是否更换为其服务的 BTS. 更换成功后，MS 便工作在了另外一个频率上，这个过程称为位置更新。

当用户正忙时，MS 可能同样因为信号强度改变而面临需要更换小区的问题，这时的位置更新便称为切换. 因为用户此时正处于通信状态，因此切换对用户的影响必须十分小。

除了在 BTS 之间切换，还可能会遇到在 MSC 间进行切换的情况，此时的情况更为复杂，难度更高，具体过程如图 4。

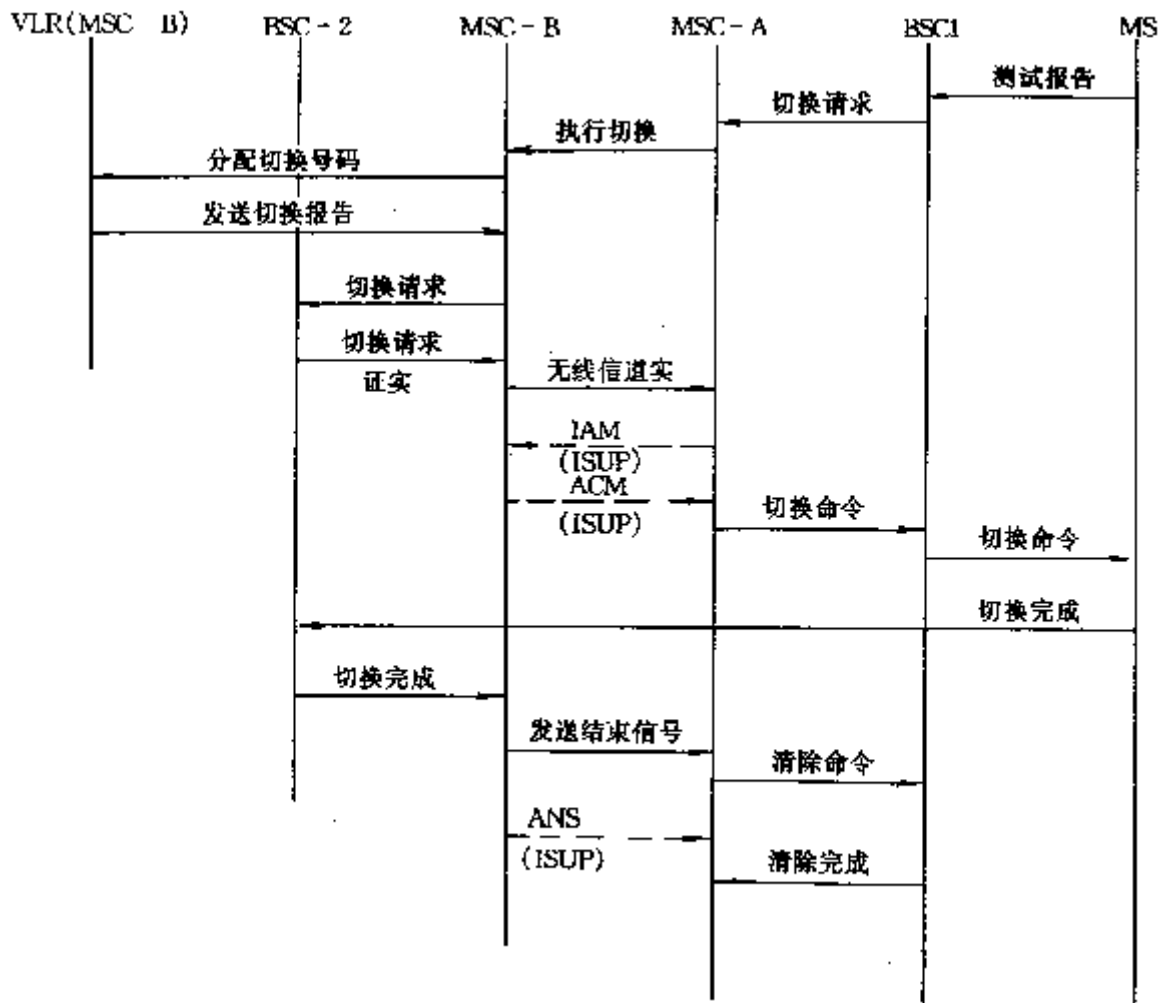


图 4 不同 MSC 之间的切换过程

3.3.3. 呼叫与漫游

在 GSM 中，MS 的主动呼叫和被动呼叫是两个截然不同的过程。

在主动呼叫过程中，MS 向 BTS 发送请求，在完成鉴权过程并进入置密模式后，MS 便可以向 VLR 要求传送呼叫所需要的信息，之后 BTS 为 MS 分配信道进行通信。

在被动呼叫过程中，呼叫信息首先传给被叫所在 MSC 中，MSC 在 HLR 中查询 MS 所附着的 VLR 位置，并通过 VLR 定位用户所在的 BTS，再通过 BTS 建立与用户的连接。

当用户附着在不是自己 HLR 所处的 VLR 时，为了将建立与用户间的通信，得通过地面链路确定用户所在的 VLR，再建立连接，因此需要传输更多的信息，运营商也需要承担更重的任务，这种过程叫做便叫做漫游。因此，运营商会为此索要额外的资费。

4. 总结

本文以 GSM 为例，分析了现代移动通信系统解决用户移动性支持的方法。GSM 通过对用户进行位置登记、位置更新的方式进行位置管理，利用切换实现用户在各个服务区之间的通信的连续性，从而实现了用户的移动性。作为目前仍广为应用的移动通信系统，GSM 实现用户移动性的方法值得之后的移动通信系统所借鉴。

参考文献

- [1] 蔡启明, 吴启辉, 田华等. 现代移动通信. 北京: 机械工业出版社, 2013.
- [2] 陈山枝, 时岩, 胡博. 移动性管理理论与技术. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [3] 孙静博. 群体移动性建模及其在移动通信网络中的应用[D]. 清华大学, 2011.
- [4] 康娟花. 移动通信系统中移动性管理的形式化描述与验证[D]. 华东师范大学, 2010.
- [5] 陈山枝, 时岩, 胡博. 移动性管理理论与技术的研究[J]. 通信学报, 2007, 10: 123-133.
- [6] 肖斌. 移动通信系统中移动性管理技术研究[D]. 北京交通大学, 2007.
- [7] 黄国盛. 移动 IP 的切换与移动性管理研究[D]. 中南大学, 2010.
- [8] 代虎. 基于代理移动 IPv6 的异构网络移动性管理技术研究[D]. 电子科技大学, 2012.
- [9] 任宇森, 尚凤军, 雷阳. 移动 IP 移动性管理技术综述[J]. 计算机应用研究, 2008, 12: 3556-3560.
- [10] 工业与信息化部. 2014 年通信运营统计公报. Technical report, January, 2011.
- [11] Akyildiz I F, Xie J, Mohanty S. A survey of mobility management in next-generation all-IP-based wireless systems[J]. Wireless Communications, IEEE, 2004, 11(4): 16-28.
- [12] Varshney U. Location management for mobile commerce applications in wireless internet environment[J]. ACM Transactions on Internet Technology (TOIT), 2003, 3(3): 236-255.
- [13] Murray K, Pesch D. Policy based access management and handover control in heterogeneous wireless networks[C]// Vehicular Technology Conference, 2004. VTC2004-Fall. 2004 IEEE 60th. IEEE, 2004, 5: 3319-3323.
- [14] Park T, Dadej A. Adaptive handover control in IP-based mobility networks[J]. Journal of Telecommunications and Information Technology, 2003: 62-70.