

下一代网络移动性 管理技术

柴 蓉 唐 伦 陈前斌 时 岩 编著



科学出版社

下一代网络移动性管理技术

柴 蓉 唐 伦 陈前斌 时 岩 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书从下一代网络移动性管理的概念、特点、主要研究内容及技术挑战入手,对移动性管理的基本理论、支持无缝移动性的融合网络架构、异构网络垂直切换及网络选择机制进行了介绍,并详细阐述了网络层、传输层、应用层的主要移动性管理协议及性能改进方案,最后介绍了目前受到广泛关注、并具有广阔应用前景的车辆自组织网络中移动性管理技术的主要问题及研究现状。

本书适合于下一代网络以及移动性管理技术初学者,通信与电子工程专业、计算机专业研究生和高年级本科生阅读参考,也可作为相关研究人员和工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

下一代网络移动性管理技术/柴蓉等编著. —北京:科学出版社,2012
ISBN 978-7-03-034654-4

I. ①下… II. ①柴… III. ①计算机网络管理 IV. ①TP393.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 118617 号

责任编辑:张艳芬 / 责任校对:赵桂芬
责任印制:张 倩 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 11 1/2

字数: 144 000

定价: 45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着通信技术的快速发展和接入网络技术的不断演进,各种无线接入技术共同存在,既相互补充又相互竞争,构成了下一代无线异构网络的主体。用户接入环境的异构性、终端异构性以及业务异构性是下一代无线接入网络的重要特征。如何在复杂的异构环境下,为用户提供高效可行的移动性管理服务,以支持用户在异构接入网络之间的无缝漫游,是下一代网络的关键技术之一。

本书对下一代网络移动性管理技术理论及关键技术进行了深入细致的阐述,分别从系统融合架构、垂直切换算法以及移动性管理协议三方面阐述下一代网络移动性管理技术的相关研究及解决方案,并对广泛应用的蜂窝网络与无线局域网融合系统以及近年来受到广泛关注的车辆自组织网络的移动性管理相关技术进行了详细阐述。

全书共 7 章,各章内容如下。

第 1 章简要介绍移动性管理的研究背景及基本概念,结合下一代网络移动性管理技术和算法设计的要求以及当前移动性管理的研究热点,介绍了国内外移动性管理的研究现状,包括 ITU-T、3GPP、IETF 等国际标准化组织的相关研究。

第 2 章简要介绍随机过程理论和排队论,对多属性决策、马尔可夫决策过程及模糊逻辑理论的相关知识及其在移动性管理中的应用分别进行了简要介绍。

第 3 章介绍异构网络中垂直切换判决算法,在简要介绍垂直切换定义及主要特征基础上,详细阐述基于代价函数、多属性决策、模糊逻辑、马尔可夫决策过程以及博弈论等方法及理论的典型垂直切换算法。

第 4 章研究支持异构网络移动性管理的融合网络体系架构,包括

国际标准化组织提出的 3GPP 与非 3GPP 网络融合架构,通过引入代理或移动性管理实体实现异构网络融合的体系架构以及基于 IMS 的异构网络融合系统架构。

第 5 章详细介绍网络层移动性管理协议,对 MIP 及其扩展协议 HMIP、FMIP、F-HMIP、PMIP 以及 NEMO 进行了详述,重点介绍协议功能实体及移动性管理流程,并对网络层移动性管理协议在异构网络垂直切换中的相关研究,进行了概述。

第 6 章介绍介于网络层与传输层之间的协议 HIP、传输层移动性管理协议 MSCTP、应用层移动性管理协议 SIP,以及各协议在异构网络移动性管理中的应用。

第 7 章介绍车辆自组织网络中的移动性管理技术。简要介绍车辆自组织网络的切换场景及技术挑战,并结合其特点介绍近年来研究者提出的几种 MIPv6、NEMO 的增强方案。针对移动网关机制在车辆自组织网络中的应用,分析阐述网关发现、网关选择、网关切换等方面的研究。

在撰写本书的过程中,得到了重庆邮电大学移动通信重点实验室的尹睿哲、周建明、王秀娟、邢宏智、李红玲、杨议博、冉丽丽等研究生在提供素材方面的大力支持,在此一并表示感谢。

本书受到国家科技重大专项“泛在网络下多终端协同的网络控制平台及关键技术”(2011ZX03005-004-02)和国家自然科学基金“物联网移动性管理体系架构、协议及关键机制研究”(61102063)的资助。

限于作者水平,加之通信技术的快速发展,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

作 者

2012 年 4 月 20 日

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 下一代网络概述	1
1.2 移动性管理技术概述	2
1.2.1 移动性管理的概念	2
1.2.2 移动性管理的分类	3
1.2.3 移动性管理研究主要内容	4
1.3 NGN 中移动性管理技术概述	7
1.3.1 NGN 中移动性管理需求	8
1.3.2 NGN 中移动性管理主要内容	9
1.3.3 NGN 移动性管理技术和算法设计要求	11
1.4 NGN 中移动性管理的研究现状	12
1.4.1 ITU-T 研究状况	13
1.4.2 3GPP 研究状况	13
1.4.3 IETF 研究状况	14
1.4.4 国内研究状况	16
1.5 NGN 中移动性管理的困难与挑战	16
1.6 本章小结	17
第 2 章 移动性管理基础理论	18
2.1 随机过程理论	18
2.1.1 随机过程的概念	18
2.1.2 随机过程的统计描述	19

2.1.3	泊松过程及更新过程	21
2.1.4	随机过程在移动性管理中的应用	24
2.2	排队论	24
2.2.1	排队系统的组成	24
2.2.2	排队系统的评价指标	28
2.2.3	排队模型的符号表示及分类	29
2.2.4	排队论在移动性管理中的应用	30
2.3	多属性决策	30
2.3.1	决策矩阵的规范化方法	31
2.3.2	属性权重的确定方法	32
2.3.3	方案的排序与择优	35
2.3.4	多属性决策理论在移动性管理中的应用	36
2.4	马尔可夫决策过程	37
2.4.1	马尔可夫决策过程的定义	38
2.4.2	马尔可夫决策模型的分类	39
2.4.3	马尔可夫过程在移动性管理中的应用	41
2.5	模糊逻辑理论	41
2.5.1	模糊集合及其运算	42
2.5.2	模糊推理系统	43
2.5.3	模糊控制理论在移动性管理中的应用	45
2.6	本章小结	45
	参考文献	45
第3章	异构融合网络垂直切换决策算法	46
3.1	垂直切换概述	46
3.1.1	垂直切换的概念	46
3.1.2	垂直切换的要求	48
3.1.3	垂直切换过程简述	49

3.2 基于代价函数的垂直切换判决算法	52
3.2.1 算法基本思想	52
3.2.2 算法研究现状	52
3.3 基于多属性决策理论的垂直切换判决算法	54
3.3.1 基于简单加权法的垂直切换判决算法	54
3.3.2 基于层次分析法的垂直切换判决算法	55
3.3.3 基于逼近理想解排序法的垂直切换判决算法	57
3.4 基于模糊逻辑的接入网络选择算法	58
3.4.1 算法流程	59
3.4.2 算法研究现状	59
3.5 基于马尔可夫决策过程理论的垂直切换判决算法	60
3.5.1 算法基本思想	60
3.5.2 算法流程	61
3.5.3 算法研究现状	62
3.6 基于博弈理论的垂直切换判决算法	62
3.6.1 博弈理论基础知识	62
3.6.2 算法简介	64
3.6.3 算法研究现状	66
3.7 本章小结	66
参考文献	67
第4章 异构无线网络融合架构	69
4.1 标准化组织提出的融合架构	69
4.1.1 3GPP 提出的网络融合场景及系统架构	69
4.1.2 ETSI 提出的松耦合与紧耦合架构	74
4.1.3 IEEE 提出的基于 MIH 的异构融合架构	76
4.2 异构融合架构相关研究	78
4.2.1 MIH 在异构融合架构中的应用	78

4.2.2 基于移动性管理实体的系统间融合架构	81
4.3 基于 IMS 的异构融合架构	82
4.3.1 IMS 产生背景	82
4.3.2 IMS 系统结构	82
4.3.3 IMS 在异构融合网络中的应用	83
4.4 本章小结	91
参考文献	92
第 5 章 网络层移动性管理协议	93
5.1 移动 IPv4	94
5.1.1 协议概述	94
5.1.2 协议基本流程	95
5.1.3 协议小结	96
5.2 移动 IPv6	97
5.2.1 协议概述	97
5.2.2 协议基本流程	98
5.2.3 协议小结	99
5.3 层次移动 IPv6	99
5.3.1 协议概述	99
5.3.2 协议基本流程	100
5.3.3 协议小结	103
5.4 快速移动 IPv6	103
5.4.1 协议概述	103
5.4.2 协议基本流程	105
5.4.3 协议小结	107
5.5 快速分层移动 IPv6	107
5.5.1 协议概述	107
5.5.2 协议基本流程	107

5.5.3 协议小结·····	109
5.6 代理移动 IPv6 ·····	109
5.6.1 协议概述·····	110
5.6.2 协议基本流程 ·····	110
5.6.3 协议小结·····	113
5.7 网络移动性管理协议 ·····	113
5.7.1 协议概述·····	114
5.7.2 协议基本流程 ·····	115
5.7.3 协议小结·····	116
5.8 网络层移动性管理协议在垂直切换中的相关研究 ·····	117
5.9 本章小结 ·····	119
参考文献 ·····	119
第 6 章 传输层、应用层移动性管理协议 ·····	121
6.1 主机标识协议·····	121
6.1.1 协议概述·····	121
6.1.2 协议功能实体及消息类型 ·····	123
6.1.3 协议基本流程 ·····	125
6.1.4 HIP 在垂直切换中的相关研究 ·····	128
6.1.5 协议小结·····	129
6.2 移动流控制传输协议 ·····	130
6.2.1 SCTP 概述 ·····	130
6.2.2 MSCTP 概述 ·····	133
6.2.3 基于 MSCTP 的移动性管理·····	134
6.2.4 基于 MSCTP 的切换扩展及性能增强·····	136
6.2.5 协议小结·····	138
6.3 会话初始协议 ·····	139
6.3.1 协议概述·····	139

6.3.2 基于 SIP 的移动性管理	142
6.3.3 协议小结	147
6.4 本章小结	147
参考文献	148
第 7 章 车辆自组织网络移动性管理技术	150
7.1 VANET 切换场景及技术挑战	151
7.1.1 VANET 切换场景	151
7.1.2 VANET 切换技术面临的挑战	154
7.2 VANET 中的预切换方案	155
7.3 切换协议性能增强	159
7.3.1 MIPv6 性能增强	159
7.3.2 NEMO 性能增强	163
7.4 VANET 移动网关机制	168
7.4.1 移动网关机制概述	168
7.4.2 移动网关发现	168
7.4.3 网关选择与网关间切换	169
7.5 本章小结	170
参考文献	171

第 1 章 绪 论

1.1 下一代网络概述

近年来，通信技术及网络技术的快速发展已形成当今众多接入网络、核心网络共存的局面。各类网络技术特征不同，服务提供能力也有所不同，而人类对通信的理想目标，即任何人（whoever）在任何时候（whenever）和任何地方（wherever）使用任何终端（whatever）都可以与任何对象（whomever）进行包括实时语音、实时图像在内的多媒体高速高质量的数据传输，对业务、网络和终端的融合提出了要求。在此背景下，作为传统电信网络技术发展和演进的一个重要里程碑，下一代网络（next generation network, NGN）的概念应运而生。NGN 源于传统智能网的业务和呼叫控制相分离的基本理念，并在统一的网络体系结构下实现承载网络分组化、用户接入多样化等网络技术思路。NGN 继承了现有电信技术的优势，以软交换为控制核心、以分组交换网络为传输平台，可以同时提供话音、数据、多媒体等多种业务的综合性的、全开放的宽频网络平台体系。

NGN 的接入网络采用异构融合体系结构，融合各种有线、无线通信技术，如用户数字环路（xDSL）技术、光纤接入技术、GSM、GPRS、3G、4G 等蜂窝通信技术、WiMax 等无线城域网（wireless metropolitan area network, WMAN）技术、802.11 无线局域网（wireless local network, WLAN）技术、Bluetooth、ZigBee 等无线个域网（wireless personal area network, WPAN）技术，为用户提供“无处不在”的安全、可控、无缝多业务接入，并呈现多角度、多层次、多元化的发展趋势。在 NGN 中，各种接入网络共同连接到基于

IP 的骨干网，并实现与其他接入网络的互通，为用户提供无缝服务。图 1-1 所示为各接入网络基于 IP 核心网的融合。

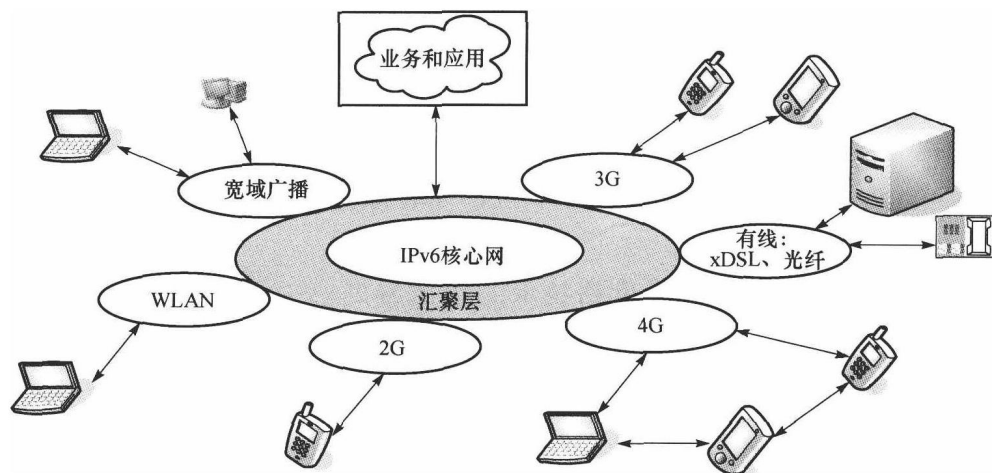


图 1-1 基于 IPv6 核心网的异构网络融合

NGN 的一个重要特点及目标是通过多种异构接入技术的融合，解决网络应用中的便易性、可靠性、个性化等问题，满足各类业务需求的高效可靠传输。NGN 中各种异构网络融合共存，而各种无线或有线接入方式在网络容量、信号覆盖能力、数据传输速率、移动性管理能力等各方面互有优劣，任何一种接入技术都难以满足各种终端用户的差异化需求。在这种异构融合的网络应用场景中，拥有多种网络接口的异构融合终端将具备不同网络技术的接入能力；而如何高效利用异构融合网络的系统资源，保持各种终端用户都能够选择接入最合适的网络，并支持用户在异构接入网络之间的无缝漫游，是 NGN 的关键技术之一。

1.2 移动性管理技术概述

1.2.1 移动性管理的概念

移动性管理技术最初源于蜂窝通信应用中，主要解决移动终端在

不同接入基站 (base station, BS) 之间漫游时的通信连续性问题。随着通信技术、计算机技术和集成电路技术的发展, 以及用户对信息通信需求的不断增加, 用户的移动性应用场景不断扩展, 移动性管理内容不断充实丰富, 其重要性也日益凸现。

移动性支持是指通信网络中用户或终端位置发生改变时能够继续通信连接, 并实现位置信息的更新及管理的能力, 也即, 用户的通信和对业务的访问不受移动目标网络接入点变化的影响。

1.2.2 移动性管理的分类

根据不同原则可对移动性管理进行如下分类:

(1) 根据移动性支持的等级, 其可分为游牧移动性 (nomadic mobility) 和无缝移动性 (seamless mobility)。

游牧移动性是指在移动过程中, 移动节点 (mobile node, MN) 不需要与网络保持连接。当终端改变网络接入点时, 将重新与网络建立连接。游牧移动性支持 MN 在不同网络间的漫游或业务可携带性, 但不支持切换, 即当 MN 改变网络接入点时, 用户的会话将被完全终止并重新开始, 无法保证业务会话的连续性, 因此不适合于实时及丢包敏感的业务。

无缝移动性是指 MN 在移动过程中改变其网络接入点时, 不会中断当前会话, 即支持其切换, 适合实时性要求高及丢包敏感的业务。无缝移动性的实现基于对正在进行会话的终端进行切换管理, 并确保用户向新网络区域移动的过程中, 由于切换时延和数据丢失引起的业务中断最小化。

(2) 根据移动性的类型, 其可分为终端移动性 (terminal mobility)、个人移动性 (personal mobility)、会话移动性 (session mobility) 和业务移动性 (service mobility)。

终端移动性是指移动终端可在物理网络覆盖范围内移动, 在不同位置进行业务访问的能力。

个人移动性是指个人身份标识可移动, 通过一个唯一的用户 ID,

用户可在不同地域使用任何一个终端发起或接收一个会话。

会话移动性是指用户或终端在移动过程中,当网络接入点改变时仍然能够保持正在进行的会话,即保持持续通信的能力。

业务移动性主要是指包含用户签约业务的用户档案的可移动性,包括更广泛意义上的移动智能业务、虚拟归属环境等,即用户可在不同网络位置使用不同的终端访问与归属地相同的业务,即支持跨服务域、跨运营商和跨终端的业务访问能力。

(3) 基于移动范围和网络拓扑结构,其可分为接入网内移动性与接入网间移动性。

1.2.3 移动性管理研究主要内容

移动性管理相关研究主要涉及移动性场景分析、移动性管理方法理论、移动性控制技术、决策算法、切换过程、协议、机制以及性能评估等,可以粗略地分为理论、方法、参量三个方面,如图 1-2 所示。根据移动性管理的具体内容及目标,又可划分为切换管理及位置管理,以下进行具体阐述。

1. 切换管理定义及切换触发因素

切换管理是指 MN 在通信过程中根据特定决策执行接入点 (access point, AP) 改变的过程。切换触发的原因主要包括以下三点:

(1) 由于用户移动或无线信道特性导致来自当前 AP 的信号强度或信号质量下降到系统规定的门限参数以下,此时移动台需切换至信号强度较强的邻近 AP。

(2) 当前 AP 负载过重,即业务信道容量全部或者几乎全部被占用,此时移动台可切换至负载较低的邻近 AP。

(3) 当前小区/网络性能恶化,难以满足用户应用的 QoS 需求,用户切换至性能更佳的小区/网络。

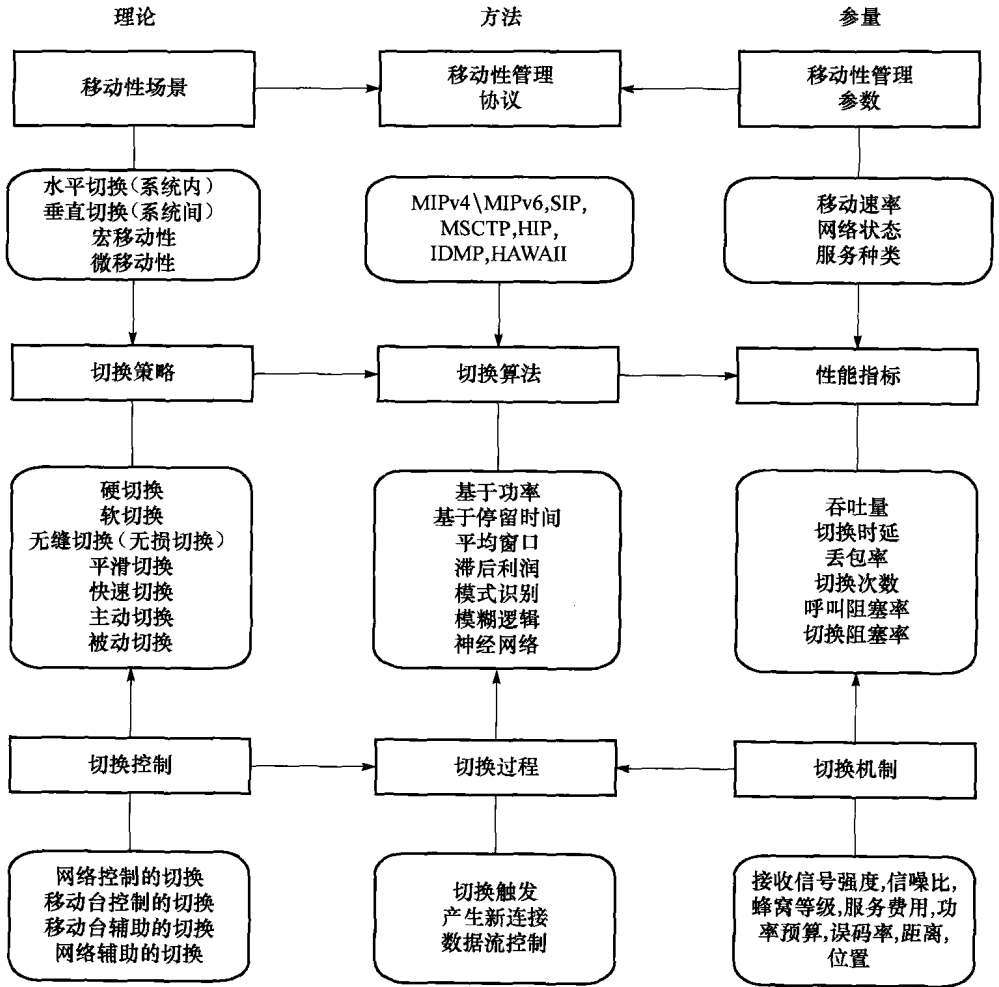


图 1-2 移动性管理主要内容

2. 切换管理分类

切换管理是指正在进行通信的移动终端在改变网络接入点的情况下，依然保持通信连接不中断。根据不同原则，切换管理可分为多种不同类型：

- (1) 根据切换涉及的管理域范围，其可分为网内切换和网间切换。
- (2) 根据切换涉及的网络类型，其可分为水平切换（或称系统内切换）和垂直切换（或称系统间切换）。

MN 在相同接入技术间的切换称为水平切换, 如全球移动通信系统 (global system for mobile communications, GSM) 内不同基站间的切换; MN 在不同接入类型、接入技术之间的切换称为垂直切换, 如 GSM 与 WLAN 间的切换。

(3) 根据不同切换性能, 其可分为快速切换、平滑切换和无缝切换。

快速切换是以最小化 MN 建立新的通信路径的延迟为目的的切换。平滑切换是以最小化丢包率为目的的切换。无缝切换则是两者的综合, 即实现低延迟和最小化丢包率, 用户业务能力、安全性等体验无改变的切换。

此外, 在蜂窝移动通信中, 根据当前链路释放与新链路建立的时间次序, 切换还可分为硬切换、软切换和更软切换; 根据切换前后涉及的频率可分为同频切换和异频切换; 根据切换的必要性可分为强制切换和非强制切换; 根据是否允许用户控制可分为主动切换和被动切换等。

3. 切换基本过程

切换过程主要包括小区/网络发现、切换判决和切换执行三个阶段。小区/网络发现阶段, MN 搜索和发现当前可用的无线小区/网络, 完成各种切换相关信号的测量。切换判决阶段, MN 根据所接收的信号强度和其他判决准则判决是否需要进行切换及具体切换执行时刻。在存在多个可用候选小区/网络情况下, 还需确定切换目标小区/网络。切换执行阶段, 目标小区/网络为切换请求分配网络资源, MN 与目标小区/网络建立连接, 继续进行信息传输, 并断开与原小区/网络之间的连接。

4. 位置管理

位置管理技术通过对 MN 位置信息的管理, 支持网络发现了解 MN 的当前位置及网络连接点。位置管理主要涉及位置注册、更新、位置数据的鉴权、位置信息查询等操作, 通常包含两个阶段, 即位置