

Ambient Networks项目及其关键技术

Ambient Networks Project and Its Key Techniques

中图分类号: TN929.5 文献标识码: A 文章编号: 1009-6868 (2008) 03-0038-04

摘要: 随着无线通信技术的不断发展,多接入技术、不同运营商和多样化终端共存的局面使得传统的无线通信格局面临困境,异构网络融合成为未来网络发展的必然趋势。欧盟项目Ambient Networks对异构网络融合进行了深入的研究。Ambient Networks提出了Ambient控制平面(ACS)来支持动态的、分布式的、自管理和自维护的异构网络管理;通过多无线接入结构(MRA)充分利用多种接入技术并存带来的优势,为用户提供总是处于最佳连接的服务。

关键词: 异构网络; AN项目; Ambient控制平面; 多无线接入结构

Abstract: With the development of wireless communication, the co-existence of different access technologies, operators and terminal varieties reveals the problems of the traditional radio communication pattern. The convergence of heterogeneous networks becomes an inevitable trend in future network development. Ambient networks project of European Union has a profound research on heterogeneous networks convergence. Ambient Control Space (ACS) is proposed in ambient networks project to support dynamic, distributed, self-managed and self-maintained management for heterogeneous networks. Through Multi Radio Access (MRA) architecture, sufficient use of the advantages in multi-access co-existence can provide all users with the best Internet connection services.

Key words: heterogeneous network; ambient networks project; Ambient control space; multi radio access

目前,无线通信网络种类多且相对独立,每种网络都有其特殊的架构、组网方式、空中接口和资源管理机制。随着通信技术的不断发展,未来的无线用户终端也多种多样。用户期望不管使用任何接入方式都能够享受到个性化、多样化的服务。毫无疑问,这种多接入技术、不同运营商和多样化终端共存的局面使得传统的无线通信格局面临困境,网络融合势在必行。

欧盟对于异构网络融合的研究

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金(20040013010)

在世界上居于领先地位,其中以欧盟信息社会技术(IST)系列研究项目最具有代表性。MAGNET项目通过设计、研发和实现个人网络(PN)来为移动用户在异构网络环境中提供资源利用率高、具有鲁棒性、无处不在、安全的个人服务,其核心概念就是PN网及PN网融合。EuQoS项目侧重于研究异构网络的端到端QoS技术。E2R项目利用感知无线电技术,着重研究网络的可重配置功能。它的创新在于对于可重配置技术是在端到端的情况下研究的。WINNER项目希望以一个无处不在的无线通信系统代替目前多种系统(蜂窝、WLAN和近距离无线接

程婕/CHENG Jie

冯春燕/FENG Chun-yan

(北京邮电大学通信网络综合技术研究所, 北京 100876)

(Institute of Communication Networks Integrated Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

入等)共存的格局。欧盟期望WINNER网络具有更高的灵活性和可扩展性,能够在各种无线环境下自适应地提供各种业务和服务。这些项目研究范围涵盖接入、网络和业务等方面,既相互竞争又相互合作,从多个层面和角度对异构网络融合问题进行了有意义的研究。此外,Ambient Networks项目也对异构网络融合进行了深入的研究。本文将着重介绍Ambient Networks项目。

1 Ambient Networks项目简介

Ambient Networks项目始于2004年,简称AN项目,是欧盟第六框架计划下的一个大型合作项目。它的目标是通过Ambient Networking网络技术来促进未来异构无线移动网络之间的有效互联和协作,从而使得用户无论使用何种网络,都能够享有丰富易用的服务。AN项目的这一目标是建立在不同技术的组合及网络的动态协作之上,有效地利用现有的基础网络设施和接入手段,尽量避免增加新的网络技术到现有的网络体系中。

AN项目历时4年,分为两个阶段。第一个阶段(2004年—2005年)主要是确定整体方案,研发具有创新性的技术。第二阶段(2006年—2007年)通过实现、测试和性能评估来验证其可行

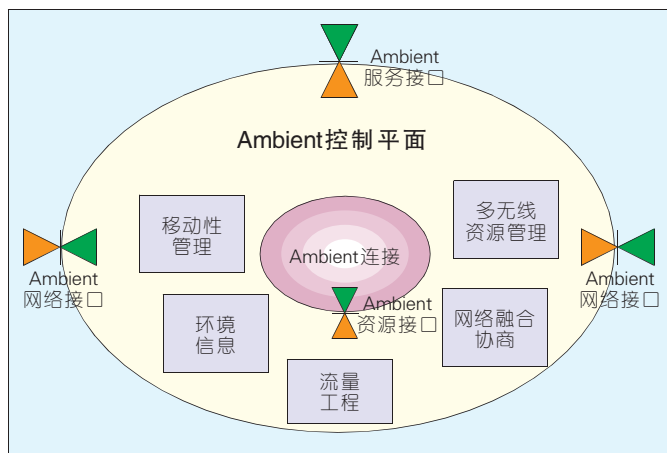


图1
Ambient控制平面结构示意图

性,并促成相应的标准化体系。

AN项目分为8个工作组(WP)。WP1进行技术协调和评估商业可行性;WP2负责研究移动性管理;WP3负责研究多无线接入方式;WP4研究网络管理策略来支持动态的异构网络融合和协作;WP5研究动态网络连接和路由结构,并重点研究用户平面的通信机制;WP6增强传输层功能,重点研究服务感知自适应传输覆盖(SATO)技术;WP7研究异构网络的统一动态融合,主要是在控制平面上研究融合策略,对于不同的网络类型和技术实现相同的融合过程;WP8负责综合实现。本文主要介绍AN项目的两个关键技术,分别是WP4提出的ACS和WP3提出的MRA。

2 Ambient控制平面

为了实现AN项目的目标,支持异构网络的融合和协作,AN的网络管理必须是动态的、分布式的、自管理和自维护的,并能自动响应网络及周边环境。为此,WP4提出了ACS。

ACS是一个分布式的通用控制平面,它不仅能持续地感知底层网络的特性、资源、故障和性能,还能支持AN的自我管理和重配置。ACS的创新点在于:它将3种不同研究领域(网络环境管理、网络管理和基于策略的系统管理)组合起来,研究出一个适合AN项目网络管理要求的解决方案。ACS包含两个要素:功能模块和接

口。具体结构见图1。

ACS包含一些功能模块,例如多种无线资源管理(MRRM)、流量工程、移动性管理(MM)等。这些功能模块嵌入到ACS结构中,相互协作实现整体控制功能。3种接口分别是Ambient服务接口(ASI)、Ambient资源接口(ARI)和Ambient网络接口(ANI)。高层应用和服务通过ASI向ACS发出关于端到端连接的建立、维持和终结的请求,ASI还能够向上层告知其管理能力和底层网络信息。ARI位于ACS和连接层之间,ACS可以通过ARI控制和管理连接资源,这些资源可以是路由器、交换机等。ANI可以帮助实现不同网络的ACS之间的通信,它可以创造一个共享的通用的控制平面来获得AN所追求的网络互联能力,通过ANI,不同网络之间可以进行协定和商议,并可以相互交换控制信息^[1]。

3 多无线接入结构

虽然多种接入方式并存的局面对于实现异构网络的有效互联带来了挑战,但是也提供了一个潜在的机会,就是同时利用多种接入技术,联合相互竞争的网络运营商来为用户提供一种总是处于最佳连接状态的服务。AN多接入的理念是通过即时确立

网络间的协议和网络融合方式使用户接入到任意网络,甚至可以接入非授权网络。

为了实现这个理念,AN提出了MRA结构。MRA包含两个组件:多无线资源管理(MRRM)和通用链路层(GLL)^[2],具体结构见图2。

3.1 多无线资源管理

MRRM负责在不同接入技术间进行联合的无线资源管理。MRRM的目标在于通过融合多种无线接入技术进一步提高整个系统的容量和覆盖范围;同时,通过选择最有效的某个或某些无线接入技术,做到资源使用率(频谱、功率等)、系统开销、终端用户性能和服务质量(QoS)要求等因素之间的良好协调。

3.1.1 MRRM的逻辑结构

MRRM在逻辑上可分为两部分:协调功能块和补充RRM功能块。这两个模块都建立在网络本身具有的RRM功能块之上,见图3。

协调功能块的职责范围横跨多种可用的无线接入技术,其主要功能包括:动态发现可用接入技术、不同网络的MRRM之间的通信、接入方式选择、不同接入技术间的切换、拥塞控制、负载均衡、自适应协调多种无线接入网络的资源分配等。

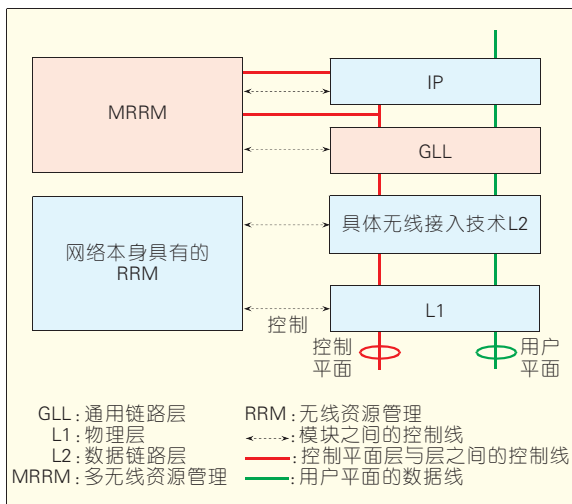
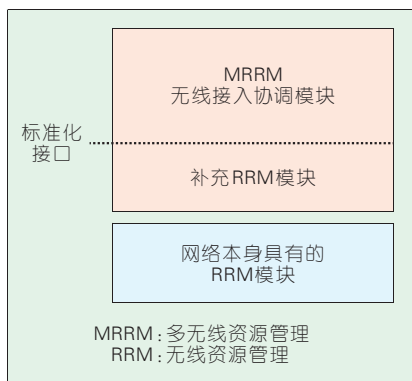


图2 多无线接入结构



▲图3 MRRM逻辑结构示意图

补充RRM功能块是特别为某个无线接入技术设计的模块,它并没有取代各种无线接入技术现有的RRM功能块,而是作为一种补充。补充RRM功能块可以为现有的无线接入技术提供其缺少或改善其不适用的RRM功能,例如可以为基于IEEE 802.11的WLAN提供接纳控制、拥塞控制、无线接入技术内部切换等其所不具备的功能。

一些现有网络的RRM可能已经具有协调功能,例如3GPP里的负载均衡和接入方式选择,虽然不是特别地在AN环境下开发的,但这些功能也可以被协调功能块使用。协调功能块和补充RRM功能块之间可通过建立标准化统一接口而分开。

3.1.2 MRRM的功能

MRRM是一个运作在系统层、会话层和数据流层的控制平面功能实体。在系统层,MRRM横跨两个或多个无线接入技术,执行频谱、负载和拥塞控制。在会话层,MRRM用于在相关的数据流之间进行匹配,它的功能可以被系统层操作触发,也可直接被会话层/数据流层事件触发,例如会话到来和用户移动等。在数据流层,MRRM建立和维持无线连接,这种无线连接可能是由并行多跳路由构成的。

(1) 会话层/数据流层功能

会话层/数据流层功能主要包括3个方面:无线接入通告、无线接入发

现和无线接入选择。对于一个动态的网络,适时地通告带宽等网络资源信息是非常重要的。无线接入通告应该向MRRM提供适当及充足的信息,它可作为网络组合过程中协商开始的依据。无线接入通告的信息包括网络的存在及网络提供服务的能力,可能还包括费用信息等。无线接入发现利用通告信息来识别和监控可选的无线接入方式。无线接入选择在无线接入发现所确定的接入方式中为不同的数据流选出合适的接入方式^[3]。

(2) 系统层功能

系统层功能主要是观察、监测、管理网络负载和资源利用率,它横跨多个网络的MRRM,保持对整体资源的控制,执行拥塞控制、负载均衡和频谱控制。软拥塞控制和负载均衡的目的在于探测即将来临的拥塞,并采取措施来预防真正拥塞的发生。如果软拥塞控制未能阻止硬拥塞的发生,硬拥塞控制开始强制丢弃某些数据流。在AN中,所有的节点和终端都可以互相协商来共享资源,在拥塞内或附近的节点可以与其相邻节点沟通来共同解决拥塞问题。此外,引入网络间的一些互动,包括网络间的负载均衡(定向切换)或频谱控制(信道借用)等,将会提高系统预防和解决拥塞的潜在能力。这样,网络间可以通过协作来解决拥塞问题,并通过出售空闲频谱提供一个更有效和灵活的资源使用方式,这是AN所具备而现有系统没有的新性能,需要进一步的研究。

3.2 通用链路层

面对包含各种各样无线接入技术的未来通信系统,一个巨大的挑战就是提供一个多无线接入结构来实现异构无线接入网络的互联并有效支持丰富多彩的服务。为了保证这种互联在用户和服务平面是透明的,需要在原有的链路层上进行扩展,为此,AN项目提出了一个通用链路层GLL的概念。

GLL位于具体无线接入技术的二层之上或部分取代二层。GLL的设计可与MAC层进行不同程度的耦合,一般来说,耦合程度越高,系统互联的复杂度越高,但能带来更多的多接入增益。GLL的统一链路层工具箱可以在用户平面为上层(IP层及IP层以上)提供一个统一接口并自适应于下层(仍保留的具体无线接入技术)链路层。GLL所具备的功能一般都运作于用户平面的数据流,例如在无线接入选择阶段,GLL在精确时间范围内动态地将数据流以串行或并行的方式映射到MRRM选择的任意无线接入方式上。

3.2.1 GLL的逻辑结构

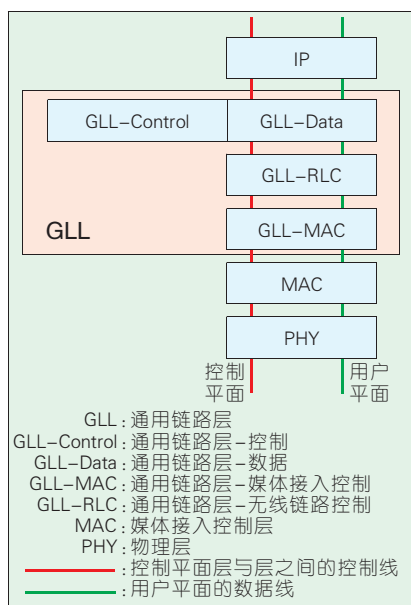
AN中的GLL被分为4个功能块,如图4,分别是:GLL-控制(Control)、GLL-数据(Data)、GLL-无线链路控制(RLC)、GLL-媒体接入控制(MAC)。GLL-Control负责链路层配置和与MRRM的交互,包括接入选择控制、资源监测和性能监测等功能。GLL通过GLL-Data进行移动性管理、缓冲器管理和传输环境信息,通过GLL-Data、GLL-RLC进行安全性管理,通过GLL-Data、GLL-MAC进行接入调度。GLL通过GLL-RLC支持差错和流量控制以及数据分割和重组。

3.2.2 GLL支持的新技术

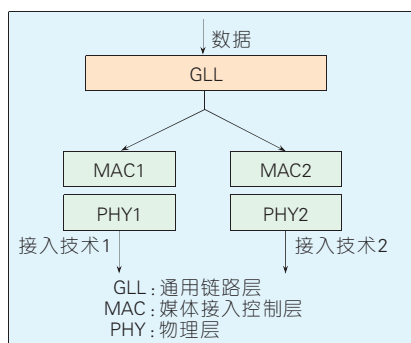
GLL支持两种新技术,分别是异构发送分集(MRTD)和异构多跳(MRMH)^[4]。

(1) 异构发送分集

MRTD定义为串行或并行的选择多种接入技术来传输数据流。MRTD假设接入网和移动终端都能在多种无线接入技术上发射和接收数据,即都是多模的。MRTD包括串行和并行两种方式。其中串行MRTD是指在不同无线接入技术间的动态切换,假设用户最初使用一种接入方式,如果在数据流发送过程中,因为用户位置的变化或使用的接入方式不能满足用



▲图4 GLL逻辑结构示意图

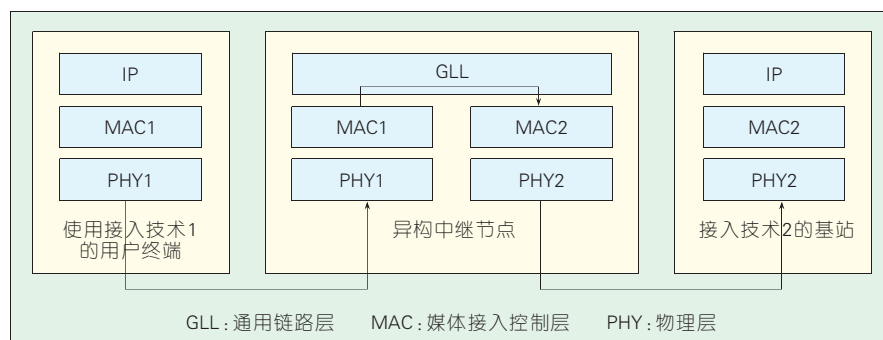


▲图5 下行并行MRTD原理示意图

户QoS要求,则用户可以切换到另一种无线接入技术上继续进行数据传输。并行MRTD是指两个通信实体间的数据流分离在不同的接入技术上进行传送。由于数据流经过每种接入技术所经历的衰落是不相关的,因此并行MRTD可得到分集增益,从而提高整个系统可靠性和鲁棒性。此外,还可考虑在分组数据包发送前对原始数据进行一定的编码,接收端对所有的接收结果进行合并解码处理,从而获得编码增益。图5为下行并行MRTD的原理图。

(2) 异构多跳

MRMH定义为两个通信实体之间通过中继节点,利用多种无线技术来实现多跳通信。MRMH主要通过中继



▲图6 异构多跳MRMH原理示意图

节点来完成两个实体间的异构多跳,因此MRMH赋予了中继新的功能。传统的中继主要是为了提高小区的覆盖范围和提高小区边缘用户的通信质量,即同构多跳技术。而在异构网络融合的环境中,中继不但具有数据转发的功能,还必须能够完成不同无线接入技术的转化,使得使用某一特定接入技术的用户能够通过异构中继接入到不同的或非授权的网络中,这种技术就是异构多跳技术,也是MRMH的主要内容。AN项目通过在中继上增加GLL技术来使传统的中继转变成异构中继。MRMH的具体实现过程见图6。

随着研究的深入,将会有更多的研究热点值得关注,例如:异构中继的部署,异构多跳网络的资源调度,异构中继之间的协作等等,这些将推动着异构多跳技术的不断发展。

4 结束语

异构网络融合是下一代网络在近期内的表现形式,是当前网络在市场和技术的双重驱动下的发展趋势。欧盟第六框架计划下的AN项目对于网络的动态组合提出了一个全新的概念,它避免对现有网络体系较大的改变,通过即时的网络协定来为用户提供访问任意网络的能力。虽然欧盟的研究在整个世界上居于领先地位,但是由于异构网络融合是一个长期演进、复杂而庞大的问题,欧盟的研究也处于初始阶段,一些其他关键问题还亟待解决,例如,融合系统体系

结构的资源效能问题、可扩展性问题、系统的自组织与他组织的共性矛盾问题等还需要我们进一步深入持续的研究。

5 参考文献

- [1] NIEBERT N, PRYTZ M. Ambient networks: a framework for future wireless Internetworking[J]. IEEE Vehicular Technology Conference, 2005(5): 2969–2973.
- [2] BERGGREN F, BRIA A, et al. Multi-radio resource management for multi-access networks [J]. Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2005(2): 942–946.
- [3] JOHNSON M, SACHS J, et al. Ambient networks—a framework for multi-access control in heterogeneous networks[J]. IEEE Vehicular Technology Conference, 2005(3): 1672–1676.
- [4] Dimou K, Aguero R, et al. Generic link layer: a solution for multi-radio transmission diversity in communication networks beyond 3G[J]. IEEE Vehicular Technology Conference, 2005 (3): 1672–1676.

收稿日期: 2008-03-07

作者简介



程婕,北京邮电大学通信与信息系统专业在读研究生。主要研究方向为MIMO-OFDM系统无线资源管理,中继网络无线资源管理,异构网络无线资源管理。



冯春燕,北京邮电大学教授、博士研究生导师、北京邮电大学继续教育学院副院长、通信网络综合技术研究所所长。主要研究方向为移动通信、宽带网络与无线传感器网络。发表论文20余篇,出版著作4本。