

FemtoCell——新兴3G室内覆盖技术的探究

吴韶鸿 郑瑞明 张欣 杨大成

(北京邮电大学 北京 100876)

摘要 FemtoCell 是用于增强室内覆盖的一项新兴技术,它的发展推动了固网和移动网的融合(FMC)。相对于同类业务,它具有低成本,高服务质量的优点,并且不需要改变核心网,受到了标准化组织和业界的密切关注。本文对FemtoCell进行了解释,阐述了FemtoCell技术的基本要素,对比了FemtoCell相对其他室内覆盖方案的技术优点,指出了商业化实现的现状及需要解决的问题。

关键词 FemtoCell 3G 宽带接入 室内覆盖 固网和移动网的融合

1 引言

由于厚实的墙壁和镀有金属膜的窗户的遮挡,室内无线信号在与室外基站通信时所受到的干扰会明显较大。FemtoCell技术是提高室内语音和高速数据业务覆盖的一种有效解决方案,同时它也是下一代移动网络和固网融合(FMC)的基础。FemtoCell通过一个终端中继线如室内的电缆、DSL或者光纤等接入因特网继而连接到移动运营商核心网的方式来支持室内语音和数据业务,如图1所示。一个FemtoCell就是一个小型蜂窝基站,它可以在有效的覆盖范围内为用户提供高速率数据的无线接入。

2 FemtoCell 要素

2.1 运行频段

FemtoCell有一个最大的好处就是它工作在运营商被授权的频谱上,因此可以把它们看成是运营商蜂窝网络的扩展,连接到FemtoCell的移动终端设备不需要进行改变就能够通信。FemtoCell也可以配置成提供无限制自由接入或者是只服务一组授权用户的受限接入,例如家庭用的FemtoCell可以进行配置使得它只为家庭成员提供服务。

2.2 适用网络系统

FemtoCell要求能够为不同标准的蜂窝系统提供语

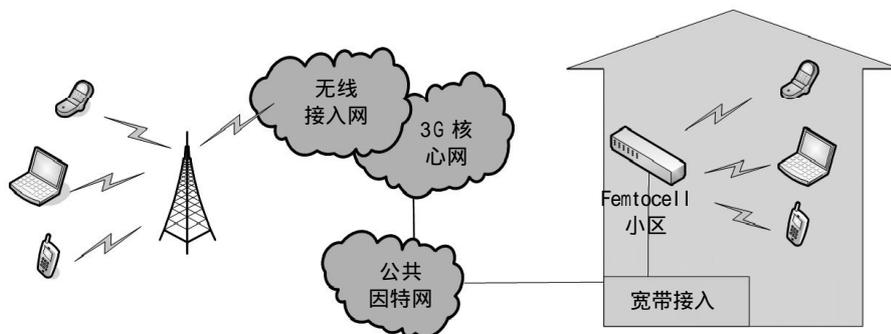


图1 FemtoCell小区

音和数据业务,如 cdma2000、UMTS、UMB、LTE 等,因此 FemtoCell 也被看作一个用于连接室内端用户设备的标准基站。FemtoCell 网络结构的设计是用于满足网络和业务需求的关键。为了确保不同的制造商生产的 FemtoCell 都能够连接到核心网并且相互之间能进行无缝连接并达到协同工作,FemtoCell 网络架构采用了标准的接口并且符合 3G 网络的流程。

2.3 使用配置

理想的 FemtoCell 的配置不需要进行规划,也不需要手动的配置,这样,终端用户在家里或者在办公室就可以很容易的配置 FemtoCell。FemtoCell 的加入不需要核心网进行任何改变,这个架构是可升级的从而成千上万的 FemtoCell 可以轻松的集成到核心网。

2.4 安全认证及小区切换

由于 FemtoCell 本质上可以看成通过公共因特网连接到核心网的蜂窝网络的扩展,因此需要设置一个安全性网关以提供认证和安全。未规划而使用的 FemtoCell 需要适应不同运营商的频谱环境和中继连接,对此 FemtoCell 采用了自组织和远程控制的方法。此外,FemtoCell 支持其与宏蜂窝网络之间的无缝切换。在一个密集 FemtoCell 环境中,移动终端如手机等要很好的工作,需要有一个优化的有效系统搜索和选择的方法。

3 FemtoCell 技术相对于同类技术的优点

FemtoCell 小区通过公共的 Internet 接入 3G 核心网来为用户提供语音和高速数据业务,所以相对于原有的 3G 网络,FemtoCell 成本更低,服务质量更好,并且降低了 3G 宏基站的负荷。

FemtoCell 的功率是受限的,而且通过检测用户处于工作还是空闲状态自动调整发射功率,从而节省了电源,同时减小了无线电磁波污染,更为环保。同样用于增强室内无线覆盖的 WiFi 技术不能够有效的对功率进行调整,在 WiFi 工作模式下的手机与 WiFi 的室内设备一直处于连接状态,从而导致手机的耗电量消耗过大,

无线电磁波污染严重。

FemtoCell 工作在授权频段,因此它与现有的标准制式的手机终端是兼容的。同类的 WiFi 技术工作在未授权频段,因而 WiFi 技术一方面易受到使用了同样频段的未知电子设备的干扰甚至安全性的攻击,另一方面需要配置昂贵的 GSM/WiFi 双模手机终端才可以有效工作。这无疑是 FemtoCell 技术的一个很大的优势。

FemtoCell 很小巧,各大公司展示的 FemtoCell 的试制品相对同类产品都具备体积小、重量轻和发射功率小的特点。理想的 FemtoCell 设备支持 Plug and Play,且网络中 FemtoCell 的配置不需要进行规划。因此 FemtoCell 的使用十分简单,用户不需要对设备进行参数配置,只需通电即可使用。FemtoCell 也可以内置于家庭宽带网关产品中如电视机顶盒、电缆调制解调器中,从而进一步降低 FemtoCell 的设备成本。

对于运营商而言,FemtoCell 技术也更受亲睐。这是因为 FemtoCell 只改变用户空口的连接部分,FemtoCell 基站的部署将 3G 网络以高质量的服务扩展到室内,而运营商却不需要新的天线,新的频谱和新的协议,也不需要公共互联网和 3G 的核心网进行改变。图 2 所示为 FemtoCell 技术在 3G 系统中的引进所需要改变和不需要改变的 3G 网络的部分。

长远的看,FemtoCell 技术有利于运营商新业务的扩展,并且能提供有效的固网和移动网络融合(FMC)的方案。FemtoCell 提供的可升级室内业务可以大致的分为 3 个阶段:第一阶段是增强室内的无线覆盖,提供更好质量的室内移动业务。第二阶段是实现固定和移动网络的融合,除实现第一阶段的目标外,还提供宽带以及 VoIP 业务等。第三阶段是实现固定网、移动网络和广播业务的融合,此时除了达到第二阶段的目标外,还可以提供 IPTV 等业务。

以上是 FemtoCell 技术的部分优点。可见 FemtoCell 技术可以为运营商进一步降低通信成本,改善室内覆盖和高速率业务的服务。

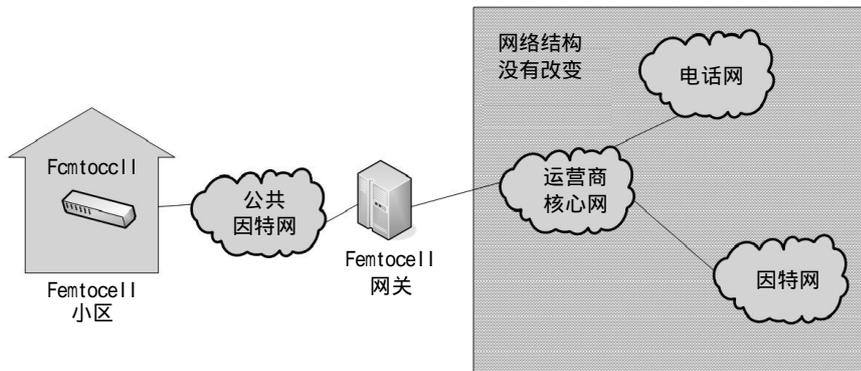


图2 FemtoCell引进对3G系统的改变

4 FemtoCell 技术商用化的关键问题

4.1 小区干扰方面

宏蜂窝网络和FemtoCell之间的干扰需要严格管理。3G网络依赖于规划配置和频率/码字复用来控制干扰，大量的未规划配置的FemtoCell小区的接入会为网络带来严重的干扰问题。例如，当使用相同频谱时，一个FemtoCell可能会干扰邻近的与宏蜂窝基站进行通信的设备，从而对宏蜂窝网络产生了一个干扰源，如图3所示。这个问题可以通过配置FemtoCell到一个不同于宏蜂窝网络的单独的载波来解决。

随着越来越多的FemtoCell被部署，FemtoCell之间的干扰也成为一个问题，如图4所示，当一个有限的连接阻止移动台被邻近的接入点服务的时候这个问题会更为显著。通过在FemtoCell采用智能算法可以解决这个问题。

对FemtoCell小区导引的功率级进行细划，可以避

免FemtoCell基站和宏蜂窝小区基站造成的重复覆盖问题，从而减少干扰并且避免乒乓效应。

4.2 切换方面

FemtoCell小区与室外宏蜂窝小区间，FemtoCell小区之间要求能够进行无缝切换，并且对不同的业务也有不同程度的业务时延限制。这涉及到系统的频率和功率的调节问题，根据FemtoCell正在服务的移动终端的数目自动调节FemtoCell的功率可以减少不必要的切换，降低掉话率。

4.3 FemtoCell 小区同步问题

cdma2000系统基于GPS来实现系统的同步，其干扰管理系统依赖于GPS信号的接收。但是由于墙壁和窗口造成的衰落，很难在室内接收到GPS信号。同步问题可以通过铺设室外的天线来接收GPS信号来解决，也可以通过GPS以外的其它时钟源来解决。

4.4 FemtoCell 技术的收费和鉴权问题

由于FemtoCell小区的用户数据不再通过宏基站接

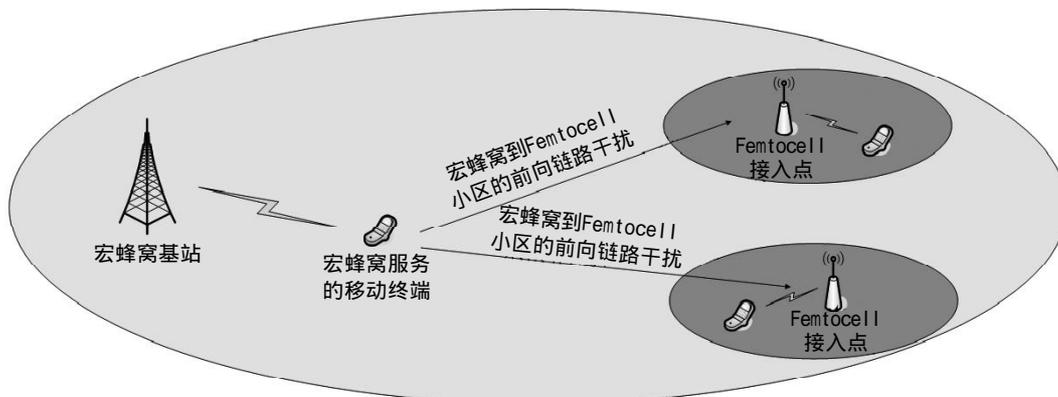


图3 FemtoCell小区和宏蜂窝小区之间的干扰

入核心网,并且由于FemtoCell小区服务下的终端与宏蜂窝基站服务的终端收费标准的不同,FemtoCell技术系统需要有单独的认证/鉴权/计费(AAA)系统。AAA功能可以在FemtoCell连接至公共因特网的网关处实现。

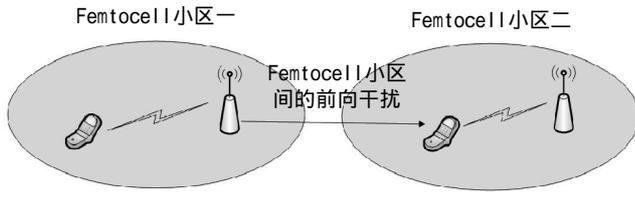


图4 FemtoCell小区之间的干扰

由于FemtoCell通过公共Internet的接入与3G核心网相连接,故在公网上传输时,需要对数据进行安全性加密和完整性传输保证。在接入3G核心网时,3G核心网一侧需要采用防火墙等措施以保证3G核心网的安全。

5 FemtoCell技术支持与市场

由于FemtoCell的明显优势以及其他的优点,众多知名公司包括运营商,设备制造商以及服务提供商都致力于FemtoCell产品的研发工作。3GPP和3GPP2标准组织都开始了FemtoCell标准化的工作。例如,这两个组织都已经开始了安全性网关功能和FemtoCell网络建构的工作,同时还已经开始了干扰控制的工作。

由于FemtoCell的技术优势和低通信成本等原因,产业界对FemtoCell大力推进,FemtoCell小区的发展趋势将十分的可观。2007年上半年举行的3GSM2007世界大会上发布的FemtoCell的一系列信息,开始显示出各大知名电信企业和运营商对FemtoCell新技术的浓厚兴趣。预计到2011年,全球FemtoCell设备的年出货量将达到1900万台。

6 总结

日本著名运营商DoCoMo调查的结果显示,70%左右的无线业务是在室内发生的。通过在室内配置FemtoCell局部基站,将室内用户的业务数据通过有线宽带与核心网连接,降低了运营商的服务成本,减轻了宏蜂窝基站的吞吐量压力,提高了业务服务的质量。随着宽带用户的增加和FemtoCell技术的进一步成熟,FemtoCell必将得到快速的发展和应用。

参考文献

- [1] 3GPP2 S. P0126-0 Version 0.2.1 System Requirements for Femto Cell Systems
- [2] Li Z M, 3GPP2, S00-FEMTO-20071015-014, Huawei_View_on_Femto_Cells. Oct 15-16, 2007
- [3] Baw C, et al. 3GPP2 S00-FEMTO-20071015-016, Tutorial on FemtoCell Technology and SIP/IMS-based Femto Network Architectures. Oct 2007
- [4] Fan MX, et al. 3GPP2 S00-FEMTO-20071015-025, Interference Management in Femto Cell Deployment. 3GPP2, Oct 2007

(收稿日期:2008年7月1日)

Study on the Emerging 3G Indoor Coverage Technology: Femtocell

Wu Shaohong Zheng Ruiming Zhang Xin Yang Dacheng

(Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876)

Abstract Femtocell is an emerging technology which is used to strengthen the indoor coverage. It also promotes the fixed-mobile convergence. Compared with other similar operations, Femtocell has many advantages such as low cost, high grade of service, no change of core network. Thus it has received close attention from the standardization organizations and the industrial field. This paper introduces the key elements of Femtocell, compares the advantages of the Femtocell station with other similar technologies, points out the issues of its commercial realization. Furthermore, we forecast the prospect of Femtocell.

Keywords femtocell, 3G, broadband access, indoor coverage, FMC