



LTE-Advanced 中继系统基于资源共享的呼叫接纳控制方法^{*}

赵季红^{1,2}, 韩海芳¹, 曲桦²

(1. 西安邮电大学通信与信息工程学院 西安 710061;

2. 西安交通大学电子与信息工程学院 西安 710049)

摘要:针对 LTE-Advanced 中继系统提出了一种基于资源共享的呼叫接纳控制方法。如果目标站点内新用户和切换用户共享资源已经被使用完,切换用户可以使用目标站点为切换用户预留的资源接入系统,而新用户则可以通过目标站点所在小区内的站点间资源共享接入系统。仿真结果表明,与 LTE-Advanced 系统固定带宽预留方案和 LTE-Advanced 中继系统固定带宽预留方案相比较,提出的算法能有效降低小区内新用户阻塞率和切换用户的掉话率,并且能够提高系统的资源利用率。

关键词: LTE-Advanced; 呼叫接纳控制; 资源共享; 中继

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.02.007

Call Admission Control Based on Resource Sharing in LTE-Advanced Relay System

Zhao Jihong^{1,2}, Han Haifang¹, Qu Hua²

(1. School of Telecommunication and Information Engineering, Xi'an University of Posts & Telecommunications, Xi'an 710061, China;

2. School of Electronic and Information Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: A call admission control based on resource sharing in LTE-Advanced relay system was proposed. If the shared resources of the target site for new users and handover users are used up, handover users can use the reserved resources of the target site for handover users to access system, while new users can access system by resource sharing between the sites in the cell which the target site inside. Simulation results show that compared the proposed algorithm with LTE-Advanced system on fixed bandwidth reservation scheme and LTE-Advanced relay system on fixed bandwidth reservation scheme, the proposed algorithm can effectively reduce the blocking probability of new users and dropping probability of handover users in the cell, and can improve the system resource utilization.

Key words: LTE-Advanced, call admission control, resource sharing, relay

1 引言

3GPP 组织协议 TS 36.300 中指出:无线接纳控制是对

新的无线承载请求进行判决以决定是否接纳^[1]。随着通信技术的发展,用户对业务质量的要求越来越高,同时,对服务质量也越加敏感。用户希望能够随时随地快捷地接入网

^{*} 国家自然科学基金资助项目(No.61071126),国家科技重大专项“新一代宽带无线移动通信网”基金资助项目(No.2011ZX03005-004, No.2012ZX03001029-003, No.2012ZX03001008-003)

络中,并且享受低时延、高速率、无缝切换等优质服务,这就要求移动通信系统提供相应的服务质量保障^[2]。但是,移动通信系统的无线资源是有限的,如果接入过多用户会导致用户服务质量降低,所以合理的呼叫接纳控制方法是解决有限的无线资源与用户高服务质量要求这对矛盾的关键。目前,接纳控制的主要策略有完全共享策略、完全区分策略、自适应带宽预留方案和固定带宽预留方案^[3]。这些策略能在一定程度上降低新用户的呼损率和切换用户的掉话率,但是不能完全满足用户对通信质量的需求。

随着无线通信技术的发展,LTE-Advanced(以下简称LTE-A)系统引入了载波聚合(carrier aggregation,CA)、多用户MIMO(multi-input multi-output)、多点协同传输(coordinated multi point transmission,CoMP)和中继站(relay node,RN)等新技术,其中中继站的引入不仅能够扩展网络覆盖,还能提高网络容量且中继站通常使位于小区边缘的用户受益^[4]。中继站的引入使得LTE-A系统演变为LTE-A中继系统,其接纳控制方法是固定带宽预留方案。该方案的特点是切换业务预留部分资源,新呼叫和切换呼叫竞争使用共享资源,预留资源仅供切换呼叫使用,但是当新用户到达率较高时,容易造成新用户阻塞率的增加,并且在实际的通信系统中,用户是随机产生的,有可能在某一地区产生大量的用户,而该部分的系统资源不够用户使用,这样会导致系统的接纳率下降^[5]。为了规避此种现象,降低新用户的阻塞率,本文在LTE-A中继系统中对固定带宽预留方案进行改进,提出了LTE-A中继系统基于资源共享的呼叫接纳控制方法。在该方法中,用户通过小区内某一站点请求接入系统,如果该站点内的新用户和切换用户共享资源已经被使用完,切换用户可以使用该站点为切换用户预留的资源接入系统,而新用户则可以通过该站点所在小区内的站点间资源共享成功后接入系统。这种改进方法不仅降低了新用户的阻塞率和切换用户的掉话率,而且提高了系统的资源利用率。

2 算法描述

2.1 系统模型

本文中的系统模型如图1所示。

每个小区有7个站点,包括1个eNB和6个中继站。eNB位于小区的中心,6个中继站均匀放在距离小区中心(eNB)2/3半径处的圆上,eNB和中继站都采用全向天线。由于中继站的发射功率小于eNB的发射功率,所以中

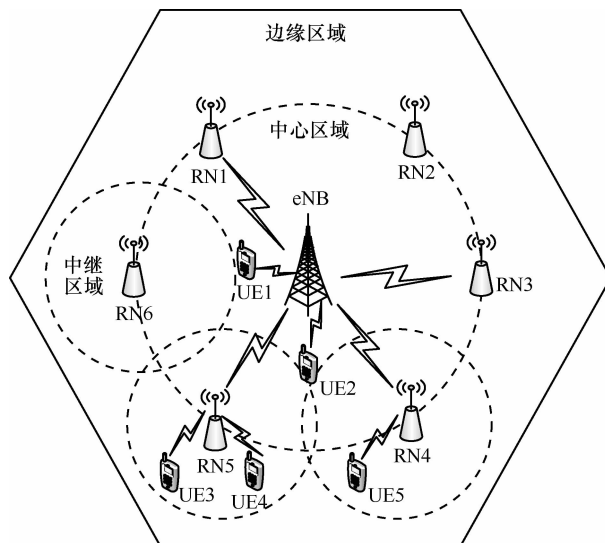


图1 系统模型

站的覆盖范围小于eNB的覆盖范围,用户根据接收到的各个站点的信干噪比选择通过eNB接入系统还是通过某一中继站接入系统。eNB承担系统40%的负荷,各个中继站承担系统10%的负荷。

2.2 算法描述

在参考文献[2]中已经指出,接纳控制需要处理两种类型的用户发起的连接请求,一种是新用户发起的连接请求,另一种是切换用户发起的连接请求。其中新用户发起的连接请求是由当前小区中的用户发起的连接,切换用户的连接请求是由其他小区中的移动用户发起的,这属于用户因移动性需要切换到当前小区中的连接请求。因此,在研究接纳控制算法时,系统用户请求只包括新用户和切换用户的连接请求。又因为通话中断比呼叫阻塞更让人难以接受,所以在呼叫接纳控制中切换呼叫要比新呼叫具有更高的优先级别^[6]。本算法的判决依据是当前系统负荷状态,不采用预测机制,即不考虑如果准入该用户请求是否会导致系统负荷过高。WCDMA的商用经验已经证明追求精确的预测机制只能带来复杂度提高和更多的临界点异常,在最终效果上不会比不预测的效果更好^[7]。

本文中,首先为各个站点设置了两类门限,一类是拒绝门限,另一类是新用户有偿接入门限。拒绝门限是站点所有业务都拒绝接入的门限,是站点最大业务量的95%;新用户有偿接入门限实际上是站点为切换用户预留的带宽资源门限,是站点最大业务量的80%。对于每个站点而言,新用户有偿接入门限小于拒绝门限。中继站的拒绝门



限是中继站最大业务量的 95%, 中继站的新用户有偿接入门限是中继站最大业务量的 80%; eNB 的拒绝门限是 eNB 最大业务量的 95%, eNB 的新用户有偿接入门限是 eNB 最大业务量的 80%。

LTE-A 中继系统基于资源共享的接纳控制算法流程如图 2 所示。

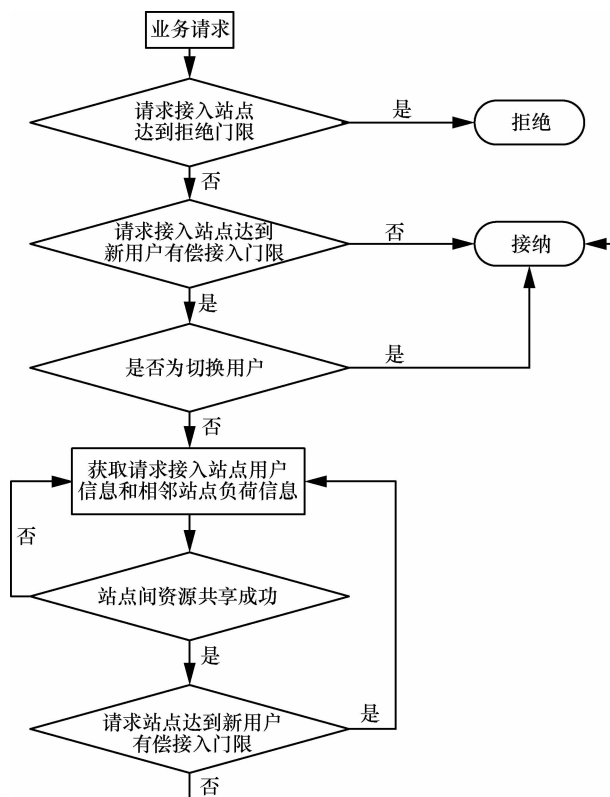


图 2 基于资源共享的接纳控制算法

针对图 2 所示的接纳控制算法流程,若用户通过小区内某一站点请求接入系统,先要经过以下判断:

- 如果该站点负荷大于或等于拒绝门限,则不论是新用户还是切换用户都不得接入系统;
- 如果该站点负荷小于新用户有偿接入门限,不论是新用户还是切换用户,都可以接入系统;
- 如果该站点负荷大于或等于新用户有偿接入门限而小于拒绝门限,切换用户被接纳,新用户则需要等待,等到该站点与其所在小区内的其他站点之间资源共享成功,并为新用户让出足够资源后方可接入系统,否则新用户被拒绝。

所述站点间资源共享过程如下。

目标站点是与请求站点进行资源共享的站点,目标用

户是本来通过请求站点接入系统的用户转为通过目标站点接入系统的用户。

资源共享条件如下:

$$L_r(A) \leq L_r \leq L_r(B) \quad (1)$$

$$SINR_i \geq L_{SINR} \quad (2)$$

$$L_i \leq L_i(B) \quad (3)$$

其中, L_r 表示请求站点的当前负荷, $L_r(A)$ 表示请求站点的新用户有偿接入门限, $L_r(B)$ 表示请求站点的拒绝门限, 式(1)表示新用户请求接入站点的当前负荷介于该站点的新用户有偿接入门限和拒绝接入门限之间。 $SINR_i$ 表示通过请求站点已经接入系统的用户接收到的目标站点的信干噪比, L_{SINR} 表示选择的目标用户接入系统的信干噪比门限值, 式(2)表示选择的目标用户接收到的目标站点信干噪比满足其接入系统阈值。 L_i 表示目标站点的当前负荷, $L_i(B)$ 表示目标站点的拒绝门限, 式(3)表示目标站点的当前负荷小于目标站点的拒绝门限。

如果新用户 A 通过 eNB 请求接入系统, 而此时 eNB 的负荷满足式(1), 即此时 eNB 的负荷刚好介于 eNB 的新用户有偿接入门限和拒绝门限之间。系统检测已经通过 eNB 接入系统的用户是否满足式(2)。

首先, 如果通过 eNB 已接入系统的用户不满足式(2), 拒绝接纳用户 A。

其次, 如果通过 eNB 已接入系统的用户满足式(2), 但是 eNB 周围的中继站都不满足式(3), 拒绝接纳用户 A。

最后, 如果通过 eNB 接入系统的用户 i 接收到中继站 j 的信干噪比满足式(2), 且中继站 j 满足式(3), 用户 i 是选择的目标用户, 中继站 j 是目标站点, 系统把用户 i 从通过 eNB 接入系统转为通过中继站 j 接入系统, 资源共享成功, 从而实现了 eNB 和中继站之间的资源共享。

如果对于用户 i , 有多个中继站同时满足式(2), 选择用户 i 接收到的最大信干噪比的那个中继站为目标站点。检测 eNB 的负荷信息, 如果 eNB 负荷低于 eNB 的新用户有偿接入门限, 则接纳用户 A, 同时停止判断已通过 eNB 接入系统的用户是否满足式(2)的检测过程; 如果 eNB 负荷仍然高于 eNB 的新用户有偿接入门限, 则继续把通过 eNB 接入系统的满足式(2)的用户转为通过满足式(3)的站点接入系统, 直到 eNB 的负荷低于 eNB 的新用户有偿接入门限; 如果通过 eNB 接入系统的目标用户都被转为通过其目标站点接入系统后, eNB 的负荷仍然高于 eNB 的新用户有偿接入门限, 则拒绝接纳用户 A。

虽然用户 A 被拒绝,但是在一定程度上降低了 eNB 的负荷。

如果新用户 A 请求通过中继站 i 接入系统,而此时中继站 i 的负荷满足式(1),即此时中继站 i 的负荷刚好介于中继站的新用户有偿接入门限和拒绝门限之间。系统检测已经通过中继站 i 接入系统的用户是否满足式(2)。

首先,如果通过中继站 i 已接入系统的用户不满足式(2),则拒绝接纳用户 A。

其次,如果通过中继站 i 已接入系统的用户满足式(2),但是与中继站 i 相邻的两个中继站和 eNB 都不满足式(3),则拒绝接纳用户 A。

最后,如果通过中继站 i 接入系统的用户 j 接收到站点 k (此时的站点是与中继站 i 相邻的两个中继站和 eNB 中的某一个)的信干噪比满足式(2)且站点 k 满足式(3),用户 j 是选择的目标用户,站点 k 是选择的目标站点。系统把用户 j 从通过中继站 i 接入系统转为通过站点 k 接入系统,资源共享成功。如果站点 k 是中继站,实现了中继站和中继站之间的资源共享;如果站点 k 是 eNB,实现了中继站和 eNB 之间的资源共享。如果对于用户 j ,有多个站点同时满足式(2),选择用户 j 接收到的最大信干噪比的那个站点为目标站点。检测中继站 i 的负荷信息,如果中继站 i 的负荷低于中继站的新用户有偿接入门限,则接纳用户 A,同时停止判断已通过中继站 i 接入系统的用户是否满足式(2)的检测过程;如果中继站 i 的负荷仍然高于中继站的新用户有偿接入门限,则继续把通过中继站 i 接入系统的满足式(2)的用户转为通过满足式(3)的站点接入系统,直到中继站 i 的负荷低于中继站的新用户有偿接入门限;如果通过中继站 i 接入系统的目标用户都被转为通过其目标站点接入系统后,中继站 i 的负荷仍然高于中继站的新用户有偿接入门限,则拒绝接纳该用户 A。虽然用户 A 被拒绝,但是在一定程度上降低了中继站 i 的负荷。

3 仿真与性能分析

在本文中,对 1 000 个用户进行仿真,用户在小区内随机分布。新用户和切换用户的比例是 4:1,新用户和切换用户均服从泊松分布,但是各自的到达率不同,每个用户的服务过程服从负指数分布,服务速率是 1/300,平均服务时长是 300 s。每个小区的信道资源是 20,在 LTE-A 系统中,切换用户的保护信道数是 2。根据新用户和切换用户

各自不同的到达率,分别对 LTE-A 系统固定带宽预留方案、LTE-A 中继系统固定带宽预留方案和改进的 LTE-A 中继系统接纳控制方案的资源利用率、呼损率和掉话率进行仿真对比如图 3~图 5 所示。

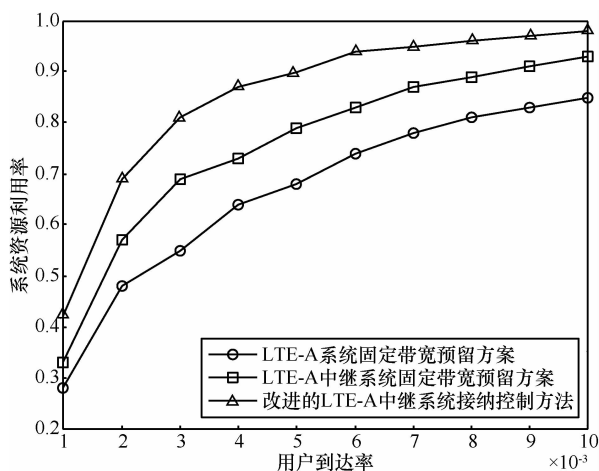


图3 系统资源利用率

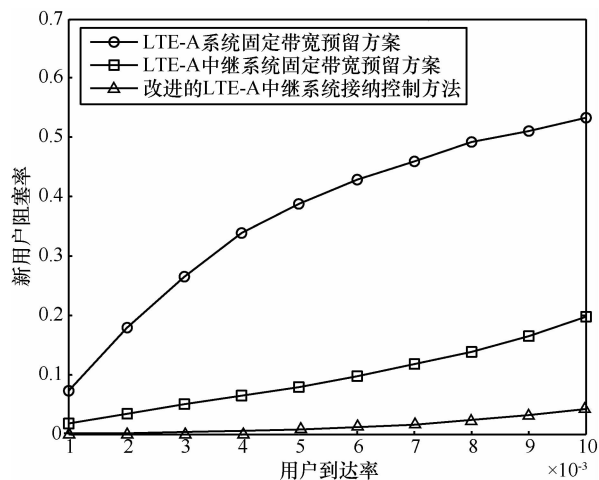


图4 新用户的阻塞率

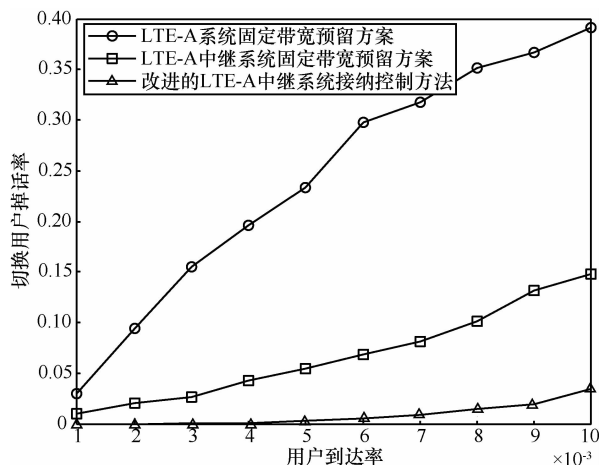


图5 切换用户的掉话率



从图3可以看出,在用户到达率相同的情况下,本文提出的改进的LTE-A中继系统接纳控制方法的资源利用率最高,其原因是在一个小区内的信道资源对各个站点进行初始化分配后,一个小区内负荷较轻的站点可以通过资源共享接纳负荷较重的站点下的接纳请求。

从图4可以看出,LTE-A系统固定带宽预留方案的阻塞率最高,LTE-A中继系统固定带宽预留方案的阻塞率次之,改进的LTE-A中继系统接纳控制方案的阻塞率最低。这是因为中继站的引入使得LTE-A中继系统固定带宽预留方案的边缘用户能够接收到更好的信号质量,提高了用户接入系统的概率,降低了新用户的阻塞率,因此LTE-A中继系统固定带宽预留方案的阻塞率低于LTE-A系统固定带宽预留方案的阻塞率;改进的LTE-A中继系统接纳控制方案在新用户请求接入站点的负荷达到新用户有偿接入门限时,不是拒绝新用户,而是通过该站点与该站点所在小区内其他站点之间的资源共享,使通过该站点已接入系统的用户切换到通过小区内的共享站点接入系统,为新用户腾出资源,提高了系统的资源利用率,降低了新用户的阻塞率,所以改进的LTE-A中继系统接纳控制方案的阻塞率最低。

从图5可以看出,LTE-A系统固定带宽预留方案的掉话率最高,LTE-A中继系统固定带宽预留方案的掉话率次之,改进的LTE-A中继系统接纳控制方案的掉话率最低。这是因为中继站的引入拉近了LTE-A中继系统边缘用户与接入站点之间的距离,提高了用户接入系统的概率,降低了切换用户的掉话率,因此LTE-A中继系统固定带宽预留方案的掉话率低于LTE-A系统固定带宽预留方案的掉话率;改进的LTE-A中继系统接纳控制方案中,由于已接入系统的用户需要切换到本小区内目标站点为新用户让出资源,实现了小区内7个站点之间的负荷均衡,提高了系统的资源利用率,所以改进的LTE-A中继系统接纳控制方案的掉话率最低。

4 结束语

本文提出了一种LTE-A中继系统基于资源共享的呼叫接纳控制方法,该方法根据接入站点的当前负荷以及用户是新用户还是切换用户采取不同的接纳控制方法。之后将该方法与LTE-A系统固定带宽预留方案和LTE-A中继系统固定带宽预留方案进行了仿真比较,比较结果显示改进的LTE-A中继系统接纳控制方法提高了资

源利用率,降低了新用户的阻塞率和切换用户的掉话率,在一定程度上实现了eNB和中继站、中继站和中继站、中继站和eNB之间的资源共享。

参考文献

- 1 熊欢. LTE-Advanced 基于资源利用率的接纳控制跨层设计. 现代电子技术, 2012(9):52~56
- 2 王曙光. LTE 系统中无线接纳控制的研究. 西南交通大学硕士学位论文, 2011
- 3 Qian Y, Tipper D, Medhi D. A nonstationary analysis of bandwidth access control schemes for heterogeneous traffic in B-ISDN. Proceedings of INFOCOM '96, San Francisco, CA, USA, 1996: 730~737
- 4 Yaver A, Kolmas D, Lachowski J. Resource utilization with relays in LTE-Advanced networks. Proceedings of the 24th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Niagara Falls, Ontario, Canada, 2011:360~365
- 5 汪洋. TD-LTE 系统中接纳控制算法的研究. 南京邮电大学硕士学位论文, 2012
- 6 龚文斌, 甘仲民. 无线系统中的最佳预留保护信道数. 应用科学学报, 2003(4):427~430
- 7 薛飞霞. 3G+LTE 呼叫接纳控制算法研究. 南京邮电大学硕士学位论文, 2009

[作者简介]



赵季红,女,博士,西安邮电大学教授,主要研究方向为新一代宽带无线通信技术、移动互联网、网络控制和管理。



韩海芳,女,西安邮电大学硕士研究生,主要研究方向为宽带无线通信网。



曲桦,男,博士,西安交通大学教授,主要研究方向为新一代宽带无线通信技术、移动互联网、网络控制和管理。

(收稿日期:2013-10-12)