

# 异构网络中基于会话分流的接纳控制算法研究

刘胜美, 牛雪玲

(南京邮电大学, 江苏 南京 210003)

**摘要:**文中在 WLAN 和 3G 互连的异构网络中提出一种基于会话分流的呼叫接纳控制算法。当网络中任意一个无线接入技术(Radio Access Technology, RAT)都不能为呼叫提供接入时,通过会话分流技术将呼叫在多个无线接入网中传输,接纳这个新的呼叫,并在接收端组合这些分流还原会话。首先构建 3G 和 WLAN 相互融合的网络拓扑结构,然后根据多维马尔可夫链模型模拟联合呼叫接纳控制过程,分析异构网络中呼叫接纳控制算法性能的两个重要指标:新呼叫阻塞率和切换呼叫中断率。仿真结果表明,所提算法能够在网络接近满载时有效降低网络中的新呼叫阻塞率和切换呼叫中断率,提高网络的整体利用率。

**关键词:**异构无线网络;联合呼叫接纳控制;会话分流;马尔可夫链模型;新呼叫阻塞率;切换呼叫中断率

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)08-0048-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.08.010

## Research on Session Splitting-based Joint Call Admission Control Algorithm in Heterogeneous Wireless Networks

LIU Sheng-mei, NIU Xue-ling

(Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** A novel session splitting-based joint call admission control algorithm in a heterogeneous wireless network combined WLAN and 3G is proposed. The packet stream is split and admitted into multiple radio access networks when none of the available individual radio access technologies have enough bandwidth to support the incoming call, at the receiver, the split packet stream are combined. A heterogeneous wireless network combined 3G and WLAN is built firstly, then multidimensional Markov chain model is used to simulate the process of joint call admission control and analyze the new call blocking probability and handoff call dropping probability of the proposed algorithm. Simulation result shows that the proposed algorithm can reduce call blocking/dropping probability and improve the utility of networks when networks are almost at full capacity.

**Key words:** heterogeneous wireless networks; joint call admission control; packet stream splitting; Markov chain model; new call blocking probability; handoff call dropping probability

## 0 引言

随着无线通信技术的快速发展,各种新的无线接入技术(Radio Access Technology, RAT)也相继涌入市场,这些不同的接入技术在网络覆盖、系统容量和成本上都有各自的特点,但是却处于相互隔离的状态。为了提升系统容量和无线资源的利用率,需要对这些技术进行联合管理和控制。在由不同接入技术组成的异构网络中,不仅仅要考虑新到来的呼叫能否被接入到相应的网络中,同时也要考虑该呼叫可以被接入到哪一个网络中,其网络允许或拒绝呼叫接入到某个接入

技术中的过程为联合呼叫接纳控制,这是无线联合资源管理中的第一步,接纳控制策略的优劣直接影响网络中的资源分配和资源调度。优秀的接纳控制策略可以平衡不同网络之间的网络负载,从而减少不同网络之间的资源调度,节省网络资源。

衡量呼叫接纳控制算法的重要指标有:新呼叫阻塞率、切换呼叫中断率、网络资源利用率、服务质量等。文中主要考虑新呼叫阻塞率和切换呼叫中断率。当前异构网络的联合呼叫接纳控制算法中,如果没有一个接入网络可以为新的呼叫提供足够的带宽时会丢失这

收稿日期:2014-09-12

修回日期:2014-12-18

网络出版时间:2015-06-23

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61271235)

作者简介:刘胜美(1977-),女,博士,副教授,研究方向为异构无线网络移动性管理、资源管理、无线云等;牛雪玲(1990-),女,硕士研究生,研究方向为异构无线网络移动性管理、资源管理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150623.1054.051.html>

个呼叫,造成呼叫丢失或阻塞。为了降低阻塞率,可以组合不同无线接入技术中的可用带宽,采用会话分流技术将分包流在这些 RAT 中进行传输,并在接收端组合分流的会话包。对所提的基于会话的联合呼叫接纳控制算法进行分析,仿真结果表明,所提的基于会话分流的接纳控制算法相比于现有算法可以有效降低异构无线网络中的呼叫阻塞率。

## 1 相关研究

目前异构网络中大多只考虑了单一类型的业务,不能满足异构网络中不同业务的服务质量需求(Quality of Service, QoS)。文献[1]提出了异构无线网络中基于马尔可夫链的无线接入技术的选择,并在由 GSM/EDGE 和 UMTS 组成的异构无线网络中为无线接入技术选择构建分析模型,所提算法仅为每个呼叫选择一个相应的无线接入技术,并没有考虑会话分流和多种 RAT 的选择。同时,在异构网络中,接入呼叫类型也更复杂:同种网络中的水平切换,不同网络之间的垂直切换。针对不同用户对切换的需求,文献[2]提出区分切换和业务类型的接纳控制策略,针对不同的切换赋予呼叫不同的优先级,但同样一种呼叫只能接入一种无线技术中。在文献[3]中已经对当前的联合接纳控制算法做了总结,当前算法在异构网络中没有单一的 RAT 可以为新的呼叫提供足够的带宽时会拒绝这个呼叫,因此,高带宽的呼叫很容易被丢失。

针对这种特性,提出一种基于会话分流的联合呼叫接纳控制算法。假设网络中的终端可以接入到任意多个 RAT 中<sup>[4]</sup>,所考虑的 RAT 中采用不同数据传输机制,因此会分配不同类型的无线资源,并且每个 RAT 中的可用资源分配不再是静态的,可以根据网络中负载使用情况进行带宽的动态分配,之后经过联合接纳控制选择相应的接入网络,这样可以提高资源的使用率<sup>[5]</sup>。文献[6]中认为,在网络接近满载时,新的会话可以被等分到两个 RAT 网络中,当一方 RAT 中所能提供的带宽比较少时,呼叫依然会被丢失。而文中考虑了每个 RAT 所能提供带宽的差异,在分配带宽时,每个 RAT 需要根据自身带宽使用情况决定可以提供给呼叫的带宽  $k_j$ ,带宽富余多的 RAT 可以为呼叫提供更多的带宽,提高了带宽分配的灵活性,进一步降低了呼叫阻塞率。

## 2 系统模型

3G 网络作为覆盖范围比较广的网络,建立在蜂窝架构之上,支持不同蜂窝之间的信号切换,已经为用户提供了全网络覆盖的移动性。近几年,随着移动通信业务的迅速增长,无线局域网(WLAN)作为蜂窝网络

的有效补充也开始在很多公共场合被应用。WLAN 具有高带宽和高速率等特点,但是 WLAN 的覆盖范围有限,覆盖范围以外的用户需要切换到蜂窝网络,才能保持会话的正常进行。同时用户从通信成本出发,也会从蜂窝网络切换到免费的 WLAN 网络,在由 3G 和 WLAN 构成的网络中,用户可以根据自身的情况和需求选择合适的接入网络来提供服务。

文中异构网络是由 3G 网络和 WLAN 组成,不同制式的 3G 蜂窝网络会采用不同的接入技术(FDMA, CDMA, TDMA, OFDMA 等)。为了简化模型,将不同的 RAT- $j$  中总的资源用等效带宽  $B_j$  表示,而  $k_j$  表示 RAT- $j$  中当前可以为新呼叫提供的带宽,同时考虑用户所需的不同服务类型:语音、视频和数据业务等,每种业务都有切换呼叫和新呼叫,不同的业务对带宽需求也不同。对于高带宽需求的会话,可以通过会话分流来降低网络中的呼叫丢失率,最大限度利用无线资源,在保证已有用户 QoS 需求的同时,满足接纳新的呼叫请求<sup>[7]</sup>。

考虑到 3G 和 WLAN 在覆盖范围和带宽上有不同的优势和局限性,它们之间可以相互补充,满足不同的用户需求。文中采用这两种网络紧耦合的方式为用户提供无缝连接<sup>[8]</sup>。

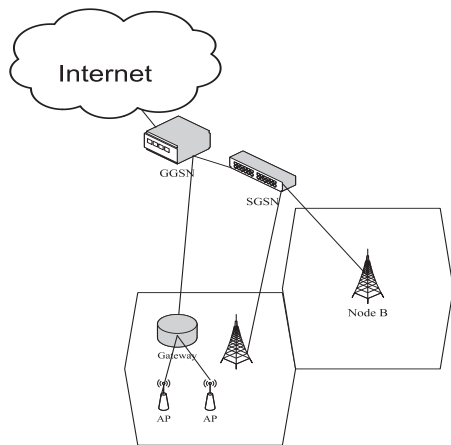


图1 异构网络系统模型

如图1所示,无线局域网中的每个接入点 AP 可以作为蜂窝网络系统中的一个 SGSN 节点,并直接与蜂窝网络中的 PDSN 或者 GGSN 节点相连,作为 3G 网络的一个接入网。蜂窝网络可以接收本小区用户发出的新呼叫和从 WLAN 切换得来的呼叫,同样 WLAN 可以接收本小区用户发起的呼叫和蜂窝网络中切换来的呼叫<sup>[9]</sup>。文中主要研究用户处在 3G 和 WLAN 重叠覆盖区域中时的联合接纳控制算法。多模终端发起的呼叫可以根据用户需求接入到任何一个 RAT 中,或者通过会话分流接入到多个 RAT 中,每个 RAT 小区的容量和可以用等效带宽表示,则 WLAN 的等效带宽为  $B_{WLAN}$ ,蜂窝网络的带宽为  $B_{cell}$ 。带宽的大小表示系统

的容量,不同的业务占用 WLAN 和蜂窝网络中的带宽也不同,语音、视频和数据所占用基本带宽为  $b_1, b_1, b_3$ , 其业务的到达率服从均值为  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  的泊松分布,呼叫持续时间分别服从均值为  $1/\mu_1, 1/\mu_2, 1/\mu_3$  的指数分布。

### 3 联合呼叫接纳控制算法

异构网络中 RAT- $j$  总带宽为  $B_j$  个基本带宽单元,其基本单元可以表示为子载波或者一段时隙等。每个呼叫所需要的带宽为  $b_i$  个基本带宽单元,当每个网络都将负载满荷,新的呼叫到来时,网络中任意一个 RAT 所能提供的带宽  $k_j$  都不能满足呼叫需求,此时需要将新呼叫会话分流,分别接入到不同的 RAT 中,组合这些 RAT 中可用的带宽接纳呼叫,以此降低整个系统的呼叫丢失率。如图 2 所示,当没有一个 RAT 可以为用户提供呼叫足够的基本带宽单元时,组合 RAT-1, RAT-2, RAT-3 中的可用带宽  $k_j$  为新的呼叫提供足够的带宽<sup>[10]</sup>。

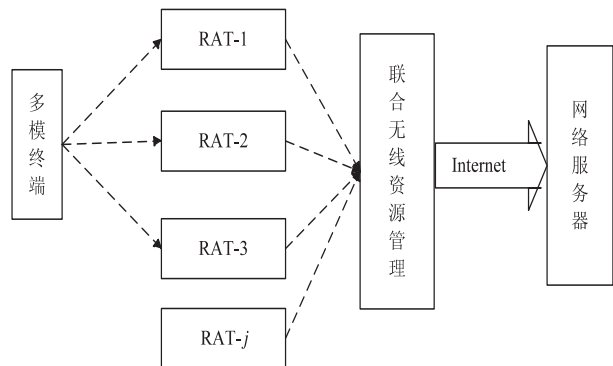


图 2  $J$  个 RAT 异构无线网络中的会话分流

具体实现方法:在一个有  $J$  个 RAT 的异构无线网络环境中存在  $I$  种类别的呼叫,每个 RAT 中的网络容量为  $B_j$ ,而网络中可以提供的带宽是  $k_j$ 。当有新的呼叫到来时,比较呼叫所需要的带宽  $b_i$  和网络中每个 RAT 可以提供的带宽  $k_j$ ,当某个 RAT- $j$  可以为呼叫提供足够的带宽时,则呼叫直接先接入到这个 RAT- $j$  中。若对于任意 RAT- $j$ ,都有  $k_j < b_i$ ,则需要考虑会话分流,衡量每个 RAT 中的负载使用情况,将所有  $j$  个 RAT 中按可提供的带宽递减排序 ( $k_1 > k_2 > \dots > k_j$ ),计算  $\sum_{j=1}^J k_j$ ,当  $\sum_{j=1}^J k_j > b_i$  时,得到的  $J'$  即为需要 RAT 的数目,呼叫可以在得到的  $J'$  个 RAT 中进行会话分流。前  $J' - 1$  个 RAT 为业务提供的带宽即为  $k_j (j = 1, 2, \dots, J' - 1)$ ,则第  $J'$  个 RAT 为业务  $i$  提供的带宽为  $b_i - \sum_{j=1}^{J'-1} k_j$ ,若  $J' > J$ ,则表明异构网络中不能为这个新的呼叫提供足够的带宽容纳呼叫,该呼叫会被阻塞,其过程如图 3 所示。

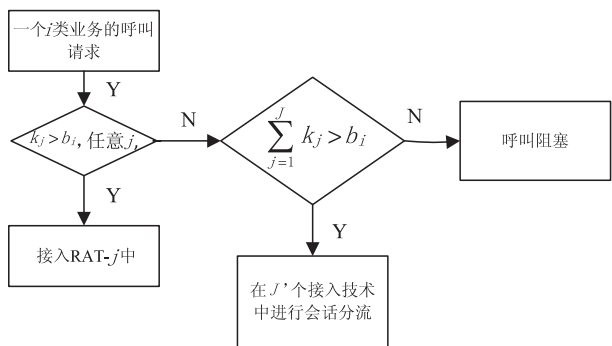


图 3 联合呼叫接纳控制流程

### 4 马尔可夫链模型

#### 4.1 模型建立

上述系统中时间和状态都是离散的马尔可夫链过程,由此可以用一个多维的马尔可夫链模型模拟呼叫接纳控制过程<sup>[11]</sup>。从理论上研究重叠区域的用户在重叠区域的呼叫接纳控制过程,通过对模型的分析验证异构无线网络中对不同业务进行呼叫接纳控制的网络性能,异构网络的状态空间可以表示为  $(2 * I * J * K)$  维的向量  $\Omega$ :

$$\Omega = \{m_{i,j,k}, n_{i,j,k} : i = 1, 2, \dots, I, j = 1, 2, \dots, J, k = 1, 2, \dots, K\} \quad (1)$$

其中,  $m_{i,j,k}$  表示新的接入到 RAT- $j$  中并得到  $k$  个基本带宽单元的业务  $i$  的呼叫数目;  $n_{i,j,k}$  表示业务  $i$  在重叠区域中从其他接入网切换到 RAT- $j$  中并得到  $k$  个基本带宽单元的切换呼叫数目;  $I$  表示业务的总类别数;  $J$  表示接入网的数目;  $K$  表示特定 RAT 中可以分配给用户的最大的基本带宽。

考虑到用户对丢失他们正在进行的呼叫会比阻塞他们新的呼叫更容易不满,为新呼叫和切换呼叫设置不同的阈值  $B_j$  和  $T_j$ ,为切换呼叫预留部分带宽资源。因此,所有可接入的状态空间  $S$  可以表示为:

$$S = \{\Omega = \{m_{i,j,k}, n_{i,j,k} : i = 1, 2, \dots, I, j = 1, 2, \dots, J, k = 1, 2, \dots, K\}, \forall j \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{i,j,k} * k \leq T_j, \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{i,j,k} * k + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K n_{i,j,k} * k \leq B_j\} \quad (2)$$

会话到达过程满足泊松分布,业务  $i$  的新呼叫和切换呼叫的到达率分别为  $\lambda_i^n, \lambda_i^h$ 。根据泊松分布的性质可知,泊松过程的分流依然为泊松过程,因此经过会话分流后的会话依然服从泊松过程<sup>[12]</sup>,分裂后各过程的强度为原泊松过程的强度和分裂概率的乘积,即在 RAT- $j$  中业务  $i$  的新呼叫经过会话分流后的呼叫到达率变为  $\lambda_{i,j,k}^n$ :

$$\lambda_{i,j,k}^n = \lambda_i^n * \frac{k_j}{b_i}, \sum_{j=1}^J k_j = b_i, \lambda_i^n = \sum_{j=1}^J \lambda_{i,j,k}^n \quad (3)$$

RAT- $j$  中业务  $i$  切换呼叫的到达率  $\lambda_{i,j,k}^h$ :

$$\lambda_{i,j,k}^h = \lambda_i^h * \frac{k_j}{b_i}, \sum_{j=1}^J k_j = b_i, \lambda_i^h = \sum_{j=1}^J \lambda_{i,j,k}^h \quad (4)$$

其中,  $k_j$  表示 RAT- $j$  中可分配给业务  $i$  的带宽;  $b_i$  为业务呼叫所需带宽, 经过会话分流后业务  $i$  新呼叫和切换呼叫信道的持续时间依然服从均值分别为  $1/\mu_i^n$ 、 $1/\mu_i^h$  指数分布, 则在 RAT- $j$  中业务  $i$  产生的负载可以表示为  $\rho_{i,j,k}^n, \rho_{i,j,k}^h$ 。

$$\rho_{i,j,k}^n = \frac{\lambda_{i,j,k}^n}{\mu_i^n}, \forall i, j, k \quad (5)$$

$$\rho_{i,j,k}^h = \frac{\lambda_{i,j,k}^h}{\mu_i^h}, \forall i, j, k \quad (6)$$

#### 4.2 稳态概率

$I * J * K$  维的马尔可夫链的稳态概率  $P(s)$  可以用  $(I * J * K)$  相互独立的  $M/M/n/n$  队列随机服务系统的稳态概率的乘积表示<sup>[13]</sup>:

$$P(s) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^K P(m_{i,j,k}) P(n_{i,j,k}) \quad (7)$$

其中,  $P(m_{i,j,k})$  和  $P(n_{i,j,k})$  表示分别处于状态  $m_{i,j,k}$  和  $n_{i,j,k}$  的概率。用户的呼叫时间间隔是一个随机过程, 并且服从泊松分布, 服务时间假定为相互独立的, 且服务时间服从指数分布, 移动终端的业务在重叠区域的呼叫接纳过程可以映射成马尔可夫链的状态转移过程。对于新的呼叫其出生率为  $\lambda_{i,j,k}^n$ , 灭亡率为  $\mu_i^n$ , 当到达稳定过程时, 该状态的呼叫到达率和离开率应该相等, 其平衡状态方程为:

$$\lambda_{i,j,k}^n P(m_{i,j,k}) = (m_{i,j,k} + 1) \mu_i^n P(m_{i,j,k} + 1), i = 1, 2, 3, j = 1, 2, k = 1, 2, \dots, K \quad (8)$$

$$\lambda_{i,j,k}^h P(n_{i,j,k}) = (n_{i,j,k} + 1) \mu_i^h P(n_{i,j,k} + 1), i = 1, 2, 3, j = 1, 2, k = 1, 2, \dots, K \quad (9)$$

其中,  $\lambda_{i,j,k}^n$  为 RAT- $j$  中处于  $m_{i,j,k}$  状态单位时间内业务  $i$  呼叫的平均到达率;  $\mu_i^n$  为  $m_{i,j,k}$  状态单位时间内业务  $i$  新呼叫的离去率, 解方程可以得到  $P(m_{i,j,k})$  和  $P(n_{i,j,k})$ :

$$P(m_{i,j,k}) = \frac{(\rho_{i,j,k}^n)^{m_{i,j,k}}}{(m_{i,j,k})!} \frac{(\rho_{i,j,k}^n)^{m_{i,j,k}}}{\sum_{m_{i,j,k}} (\rho_{i,j,k}^n)^{m_{i,j,k}}}, i = 1, 2, \dots, I \quad (10)$$

$$P(n_{i,j,k}) = \frac{(\rho_{i,j,k}^h)^{n_{i,j,k}}}{(n_{i,j,k})!} \frac{(\rho_{i,j,k}^h)^{n_{i,j,k}}}{\sum_{n_{i,j,k}} (\rho_{i,j,k}^h)^{n_{i,j,k}}}, i = 1, 2, \dots, I \quad (11)$$

因此多维马尔可夫链的稳态概率为:

$$P(s) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^K \frac{(\rho_{i,j,k}^n)^{m_{i,j,k}}}{(m_{i,j,k})!} \frac{(\rho_{i,j,k}^h)^{n_{i,j,k}}}{(n_{i,j,k})!} \frac{(\rho_{i,j,k}^n)^{m_{i,j,k}}}{\sum_{m_{i,j,k}} (\rho_{i,j,k}^n)^{m_{i,j,k}}} \frac{(\rho_{i,j,k}^h)^{n_{i,j,k}}}{\sum_{n_{i,j,k}} (\rho_{i,j,k}^h)^{n_{i,j,k}}} \quad (12)$$

$\forall s \in S$

#### 4.3 新呼叫的阻塞率

新的呼叫到达时, 若所有可以接入的 RAT 可以提供的带宽小于这个新的呼叫, 或者组合任意的 RAT 所能提供的带宽和小于呼叫所需带宽, 则这个新的呼叫会被拒绝<sup>[14]</sup>。其中  $S_{ni} \subset S$  表示业务  $i$  发起的新呼叫被拒绝的状态空间集:

$$S_{ni} = \{s \in S: (\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{i,j,k} * k > T_j, \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{i,j,k} * k + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K n_{i,j,k} * k > B_j, \sum_{j=1}^J k_j < b_i, \forall j)\} \quad (13)$$

则新的呼叫阻塞率  $P_{ni}$  可以表示为:

$$P_{ni} = \sum_{s \in S_{ni}} P(s) \quad (14)$$

#### 4.4 切换呼叫中断率

如果在异构网络中呼叫从一个 RAT 切换到另一个 RAT 中, 而被选的 RAT 不能为这个切换呼叫提供足够的带宽, 则会丢失这个切换呼叫产生切换呼叫阻塞率,  $S_{hi} \subset S$  表示切换呼叫被拒绝的状态空间集:

$$S_{hi} = \{s \in S: (\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{i,j,k} * k + \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K n_{i,j,k} * k > B_j, \sum_{j=1}^J k_j < b_i, \forall j)\} \quad (15)$$

业务  $i$  的切换呼叫中断率  $P_{hi}$  可以表示为:

$$P_{hi} = \sum_{s \in S_{hi}} P(s) \quad (16)$$

### 5 系统仿真与分析

通过仿真分析所提算法的性能, 仿真所采用的网络参数如下: WLAN 和蜂窝网络的等效带宽分别设置为  $B_{WLAN} = 800$ ,  $B_{cell} = 500$ 。仿真时仅考虑最常用的语音通信业务以降低仿真计算的复杂度。假设语音通信的新呼叫和切换呼叫的到达率为  $\lambda^n, \lambda^h$ , 为了降低正在进行的通话中断率, 每个 RAT- $j$  中新呼叫的数目需要满足:  $\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{i,j,k} * k \leq T_j$ , 仿真时假定系统参数  $T_j = 0.8B_j$ , 其中  $I$  表示业务的总类别数,  $K$  表示特定 RAT 中可以分配给用户的最大基本带宽。语音业务的平均信道持续时间满足  $\mu_n = \mu_h = 0.5$ , RAT- $j$  中可以分配给语音业务的最大带宽  $K$  为 4。对于一个新的呼叫, 如果一个 RAT 可以提供足够的带宽, 则不会采取会话分流, 否则会根据 RAT- $j$  中可以提供的带宽大小, 优先选择可以提供较大  $k_j$  的 RAT 为语音业务提供接入。在相同的系统模型中, 比较所提算法和在多个 RAT 中进行等分会话的呼叫接纳控制算法, 呼叫到达率改变时网络性能的变化。

图 4 和图 5 表示两种联合接纳控制算法中新呼叫



和切换呼叫阻塞率的状态变化图。由图 4 和图 5 可见,新呼叫和切换呼叫的阻塞率都会随着呼叫到达率的增加而增大,所提的基于会话分流的联合呼叫接纳控制算法的呼叫阻塞率始终低于在多个 RAT 中进行会话等分的联合呼叫接纳控制算法中的阻塞率。此外,切换阈值  $T_j$  的设置,使得切换呼叫的优先级高于新呼叫优先级,切换呼叫的中断率也始终低于对应的新呼叫的阻塞率,满足了用户对不同呼叫类型的 QoS 需求。由此可见,基于会话分流的联合呼叫接纳控制算法,通过会话分流将高带宽的呼叫接入到多个 RAT 网络中,降低了网络中的新呼叫阻塞率和切换呼叫中断率,提高了网络利用率。

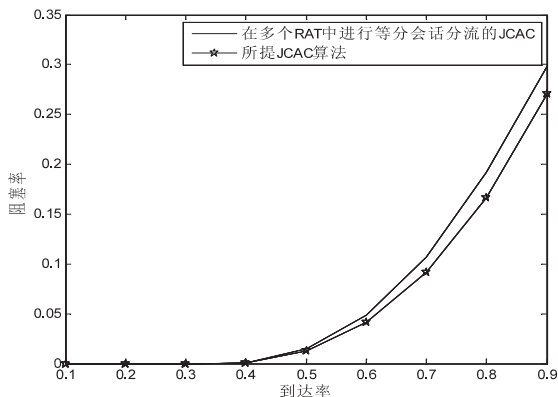


图 4 新呼叫阻塞率

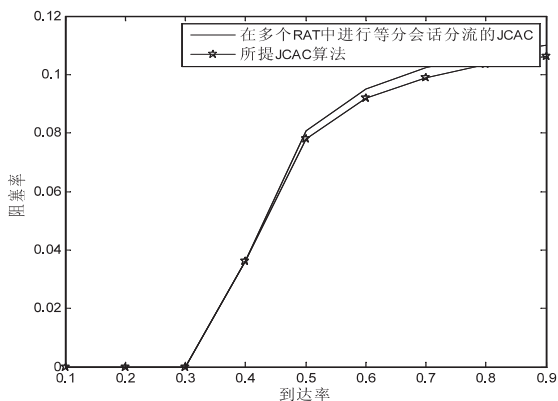


图 5 切换呼叫中断率

## 6 结束语

文中在 3G 和 WLAN 互连的异构无线网络环境下提出基于会话分流的联合呼叫接纳控制算法,通过会话分流和多个 RAT 选择降低会话的阻塞率和中断率。利用多维马尔可夫链模型推导出衡量所提呼叫接纳控制算法的两个重要参数:新呼叫阻塞率和切换中断率。比较所提算法和在多个 RAT 中进行等分会话的联合呼叫接纳控制算法,仿真结果表明,所提算法在网络负载比较大时能有效降低网络中的呼叫阻塞率,同时增

大网络利用率,提高了系统性能。


## 参考文献:

- [1] Gelabert X, Perez-Romero J, Sallent O, et al. A Markovian approach to radio access technology selection in heterogeneous multiaccess/multiservices wireless networks [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2008, 7(10): 1257-1270.
- [2] Bajaoui T, Nasser N. Handover and class-based call admission control policy for 4G-heterogenous mobile networks [C]//Proc of IEEE/ACS international conference on computer systems and applications. Doha: IEEE, 2012: 373-380.
- [3] 伍佩, 张继荣. 异构网络联合呼叫接纳控制算法综述 [J]. 电信快报: 网络与通信, 2013(5): 44-47.
- [4] Falowo O E, Chan H A. Joint call admission control algorithm for fair radio resource allocation in heterogeneous wireless networks supporting heterogeneous mobile terminals [C]//Proc of IEEE CCNC. Las Vegas: IEEE, 2010: 1-5.
- [5] Klein A, Lottermann C, Mannweiler C, et al. A novel approach for combined joint call admission control and dynamic bandwidth adaptation in heterogeneous wireless networks [C]//Proc of IEEE CCNC. [s. l.]: IEEE, 2010: 669-675.
- [6] Falowo O E. Joint call admission control algorithm for reducing call blocking/dropping probability in heterogeneous wireless networks supporting multihoming [C]//Proc of IEEE international workshop on management of emerging network and services. [s. l.]: IEEE, 2010: 611-615.
- [7] 张鹏. 异构网络环境中网络选择与接纳控制算法研究 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2012.
- [8] Song Wei, Jiang Hai, Zhuang Weihua, et al. Resource management for QoS support in Cellular/WLAN interworking [J]. IEEE Network, 2005, 19(5): 12-18.
- [9] 王亚楠, 夏海轮, 冯春燕. 异构网络中多媒体业务的联合呼叫接纳控制 [J]. 西安电子科技大学学报, 2010, 37(5): 953-959.
- [10] 高静. 无线局域网与无线蜂窝网络互联方面理论与技术问题的研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2005.
- [11] George J J, Abdalla N M. Bandwidth adaptation for joint call admission control to support QoS in heterogeneous networks [J]. IEEE Trans on Wireless Communications, 2013, 19(5): 82-86.
- [12] Bertsekas D, Gallager R. 数据网络 [M]. 卢刚, 王康, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [13] 樊平毅. 随机过程理论与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 94-95.
- [14] 刘克. 实用马尔科夫决策过程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [15] 卢辉斌, 周新建, 李娜, 等. 3G 动态预留呼叫接纳控制算法研究 [J]. 通信技术, 2008, 41(12): 235-238.

# 异构网络中基于会话分流的接纳控制算法研究

作者：[刘胜美](#)，[牛雪玲](#)，[LIU Sheng-mei](#)，[NIU Xue-ling](#)

作者单位：[南京邮电大学](#), [江苏 南京](#), [210003](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015(8)

引用本文格式：[刘胜美](#), [牛雪玲](#), [LIU Sheng-mei](#), [NIU Xue-ling](#) 异构网络中基于会话分流的接纳控制算法研究[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(8)