

# 异构分层无线网络中基于业务 QoS 保证的切换策略研究

宁国勤<sup>1</sup> 张静<sup>1</sup> 刘干<sup>2</sup> 朱光喜<sup>2</sup>

(华中师范大学信息技术系 武汉 430079)<sup>1</sup> (华中科技大学武汉光电国家实验室 武汉 430074)<sup>2</sup>

**摘要** 针对异构分层无线网络提出了一种保证业务 QoS 的切换策略。该策略在层间呼叫双向溢出基础上,为实时业务切换设置了保护信道,为非实时业务切换设置了缓冲队列。为了进一步降低实时业务切换的掉线率,还使用了信道侵占技术,原理是实时业务切换呼叫可以侵占数据业务正在使用的信道资源。仿真结果表明,提出的切换方法能够显著降低各类切换业务的掉线率,同时整个异构分层系统的信道利用率也略有提高。

**关键词** 异构分层无线网络,切换,服务质量,保护信道,信道侵占

中图分类号 TN929.5 文献标识码 A

## Research on Handoff Strategy Based on Traffic QoS Guaranteed for Heterogeneous Hierarchical Wireless Networks

NING Guo-qin<sup>1</sup> ZHANG Jing<sup>1</sup> LIU Gan<sup>2</sup> ZHU Guang-xi<sup>2</sup>

(Department of Information Technology, Huazhong Normal University, Wuhan 430079, China)<sup>1</sup>

(Wuhan National Laboratory of Optoelectronics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)<sup>2</sup>

**Abstract** A handoff strategy was proposed to guarantee the traffic QoS in heterogeneous hierarchical wireless networks. Based on the bidirectional call-overflow between different networks, guard channels were set for real-time traffic handoffs and buffer queues were set for non-real-time traffic handoffs. In order to further decrease the dropping probability of real-time traffic handoffs, preemption scheme was also used, which principle is that real-time traffic handoffs can preempt the channels used by the ongoing non-real-time traffic. Simulation results show that the proposed handoff control scheme can evidently decrease the dropping probability of each type of traffic, the channel utilization of overall heterogeneous system is slightly increased simultaneous.

**Keywords** Heterogeneous hierarchical wireless networks, Handoff, Quality of service (QoS), Guard channels, Channel preemption

## 1 引言

在异构分层无线网络中,呼叫双向溢出方案可以在一定程度上降低呼叫的阻塞概率和掉线概率<sup>[1,2]</sup>。但是这些方案只考虑速度而没有区分呼叫业务类型,因此各种快速、慢速实时和非实时切换业务的 QoS 在一定程度上就没有得到保证。

异构分层无线网络中的垂直切换主要包括系统搜索、切换决策、切换执行 3 个步骤<sup>[3]</sup>。现有的多数垂直切换研究是针对切换决策进行的<sup>[4-7]</sup>,该项研究可以帮助呼叫接入到符合自身业务要求或喜好的无线网络中。然而当小区负载较重时,如何尽可能保证切换业务不中断在这些研究中就没有得到特别的考虑。Wei 等人提出采用信道侵占技术来保证实时切换业务的 QoS<sup>[8]</sup>,但是在分析和仿真时采用了单一网络。Song 针对异构分层无线系统提出了一种基于保护信道的切换技术<sup>[9]</sup>,保护信道为实时切换呼叫所用,而非实时数据切换

则和所有新呼叫共享其它剩余信道,这样必然导致数据切换的掉线率比较高。Al-Akaidi 和 Alani 针对异构分层无线网络提出了一种呼叫接入控制技术<sup>[10]</sup>,采用保护信道和队列缓冲来保证实时切换和非实时切换业务的 QoS,却没有充分利用层间呼叫溢出功能。

本文重点研究了异构分层无线网络中如何保证各类切换业务的 QoS。在充分利用层间呼叫双向溢出的基础上,提出了一种综合应用保护信道、队列和信道资源侵占的切换策略。该切换策略的主要原理是,为实时切换业务设置保护信道,为非实时切换业务设置缓冲队列。侵占技术主要是指实时业务切换若无信道可用就可以侵占正被非实时业务呼叫使用的信道,被侵占的非实时业务呼叫则进入队列等待空闲信道。由于正确的移动模型对网络设计的评估和实施是很重要的,对位置更新、域更新、寻呼、用户登记注册、切换决策等也有很大的影响<sup>[11]</sup>,因此,在仿真实验中使用了比较符合实际市区的

到稿日期:2009-02-20 返修日期:2009-04-28 本文受国家自然科学基金资助项目(No. 60672059),国家高技术研究发展计划(“863”计划)资助项目(No. 2006AA01Z233)资助。

宁国勤(1975-),男,博士,副教授,研究方向为无线资源管理技术,E-mail:gqning@mail.ccnu.edu.cn;张静(1976-),女,讲师,研究方向为网络优化设计;刘干(1969-),男,博士,副教授,研究方向为宽带无线通信和多媒体技术;朱光喜(1945-),男,教授,博士生导师,研究方向为宽带无线通信、多媒体系统、信息安全等。

移动模型<sup>[12]</sup>。结果表明,该方法可以大大降低快速和慢速实时切换呼叫的掉线率,同时非实时切换呼叫的 QoS 也能得到保证。

## 2 系统模型

采用两层小区系统,上层为宏小区,下层为微小区。一个宏小区重叠覆盖  $N$  个微小区。每个宏小区固定分配  $C_M$  个信道,微小区固定分配  $C_m$  个信道。为了保证切换业务的 QoS,在宏小区和微小区中为实时切换业务设置保护信道,宏小区中保护信道有  $C_G$  个,微小区中保护信道有  $C_g$  个;为非实时切换业务设置缓冲队列,其中宏小区队列长度为  $Q_M$ ,微小区队列长度为  $Q_m$ 。

系统中有实时语音业务和非实时数据业务。为了简化,假设后面分析中每个语音业务和数据业务只占用一个信道。综合呼叫业务类型和速度将业务共分为 4 类,分别是快速语音业务、快速数据业务、慢速语音业务和慢速数据业务。

为了提高整个异构系统的信道利用率,采用呼叫双向溢出接入控制技术<sup>[2]</sup>。但略有不同的是,在本文策略中快速语音和数据业务新呼叫不允许下溢到微小区,这样可以尽量减少微小区中的快速呼叫数量,从而减少异构系统中的切换频率和切换信令开销。

当发起慢速语音或慢速数据新呼叫时,若微小区剩余可用信道等于或小于  $C_g$ ,慢速新呼叫将被微小区阻塞。若重叠覆盖宏小区的剩余可用信道数大于  $C_G$ ,则该慢速新呼叫可以上溢接入到宏小区;否则异构系统就阻塞掉该慢速新呼叫。

当微小区中发起数据业务切换,若剩余信道数等于或小于  $C_g$ ,就上溢到宏小区。若宏小区中的剩余可用信道数大于  $C_G$ ,则该数据切换成功;否则,该数据切换若为慢速呼叫就进入微小区中的队列中等待,若为快速呼叫,就进入宏小区中的数据队列中等待。若队列满就中断该数据切换呼叫。

当宏小区中发起数据切换时,其接入方法和微小区中的数据切换类似,只要宏小区或微小区中的剩余可用信道数大于保护信道数,切换就可以成功;否则快速数据切换就进入到宏小区中的队列,慢速数据切换则进入到微小区中的队列。

当微小区或宏小区中发起语音呼叫切换,且微小区和宏小区中都无可用信道时,若切换呼叫为慢速语音业务,就判断此时微小区中的数据队列是否未满载,若仍有空间就侵占微小区中正在被服务的慢速数据业务使用的信道,并将借出信道的慢速数据业务放进队列中等待服务;若切换呼叫为快速语音业务,就在宏小区中启动信道侵占进程,若宏小区中的队列有空间,就选择一个快速数据呼叫进入队列等待,而空出的信道就给语音切换呼叫使用。

## 3 性能分析

### 3.1 参数设置

假设新呼叫和切换呼叫到达率服从泊松分布,为了方便后面的分析,现将一些呼叫平均到达率进行定义:微小区中慢速语音和慢速数据新呼叫平均到达率分别为  $\lambda_{svm}, \lambda_{sdm}$ ;微小区之间的慢速语音、慢速数据、快速语音、快速数据切换呼叫平均到达率分别为  $\lambda_{svh}^m, \lambda_{sdh}^m, \lambda_{fvh}^m, \lambda_{fdh}^m$ ;宏小区中快速语音和快速数据新呼叫平均到达率分别为  $\lambda_{fvm}, \lambda_{fdm}$ ;宏小区之间的慢速语音、慢速数据、快速语音、快速数据切换呼叫平均到达率分

别为  $\lambda_{svh}^M, \lambda_{sdh}^M, \lambda_{fvh}^M, \lambda_{fdh}^M$ 。

假设呼叫持续时间服从负指数分布,其中语音呼叫的持续时间均值为  $1/\mu_v$ ,而数据呼叫的持续时间均值为  $1/\mu_d$ 。另外,假设呼叫在小区中的信道占用时间也服从负指数分布,定义  $1/\mu_{sv}^m, 1/\mu_{sv}^M, 1/\mu_{fv}^m, 1/\mu_{fv}^M$  分别代表慢速语音呼叫、快速语音呼叫在微小区和宏小区中的平均信道占用时间,定义慢速数据呼叫和快速数据呼叫在微小区和宏小区中的平均信道占用时间分别为  $1/\mu_{sd}^m, 1/\mu_{sd}^M, 1/\mu_{fd}^m, 1/\mu_{fd}^M$ 。

### 3.2 微小区

由于呼叫可以在上层宏小区和下层微小区中上下溢出,因此对微小区而言,到达的呼叫流量将由以下几部分构成:

(1)总的慢速语音呼叫到达率  $\lambda_{sv}^m, \lambda_{sv}^m = \lambda_{svm} + \lambda_{svh} + \lambda_{svh}^M$ ,其中  $\lambda_{svh}^M$  为宏小区中被阻塞而下溢到微小区的慢速语音切换呼叫到达率,  $\lambda_{svh}^M = P_{Dsch}^M \lambda_{svh}^M / N$ ,  $P_{Dsch}^M$  为宏小区中慢速语音切换呼叫掉线率;

(2)总的慢速数据呼叫到达率  $\lambda_{sd}^m, \lambda_{sd}^m = \lambda_{sdm} + \lambda_{sdh} + \lambda_{sdh}^M$ ,其中  $\lambda_{sdh}^M$  为宏小区中被阻塞而下溢到微小区的慢速数据切换呼叫到达率,  $\lambda_{sdh}^M = P_{Dsch}^M \lambda_{sdh}^M / N$ ,  $P_{Dsch}^M$  为宏小区中慢速数据切换呼叫掉线率;

(3)总的快速语音呼叫到达率  $\lambda_{fv}^m, \lambda_{fv}^m = \lambda_{fvh} + \lambda_{fvh}^M$ ,其中  $\lambda_{fvh}^M$  为宏小区中被阻塞而下溢到微小区的快速语音切换呼叫到达率,  $\lambda_{fvh}^M = P_{Dsch}^M \lambda_{fvh}^M / N$ ,  $P_{Dsch}^M$  为宏小区中快速语音切换呼叫掉线率;

(4)总的快速数据呼叫到达率  $\lambda_{fd}^m, \lambda_{fd}^m = \lambda_{fdm} + \lambda_{fdh}^M$ ,其中  $\lambda_{fdh}^M$  为宏小区中被阻塞而下溢到微小区的快速数据切换呼叫到达率,  $\lambda_{fdh}^M = P_{Dsch}^M \lambda_{fdh}^M / N$ ,  $P_{Dsch}^M$  为宏小区中快速数据切换呼叫掉线率。

定义微小区的状态为  $(i, j, x, y, k)$ ,其中  $i, j, x, y$  分别表示微小区中慢速语音呼叫、快速语音呼叫、慢速数据呼叫、快速数据呼叫占用的信道数量,  $k$  表示队列中慢速数据切换呼叫的数量。微小区的稳态概率为  $P(i, j, x, y, k)$ ,利用马尔可夫状态转移模型和第 2 节介绍的呼叫接入控制方法,可以列出处于不同状态下的稳态平衡方程。限于篇幅,这里仅给出出现资源侵占的状态转移图实例(如图 1 所示),其中  $C_m = 10, C_g = 1, Q_m = 3$ 。

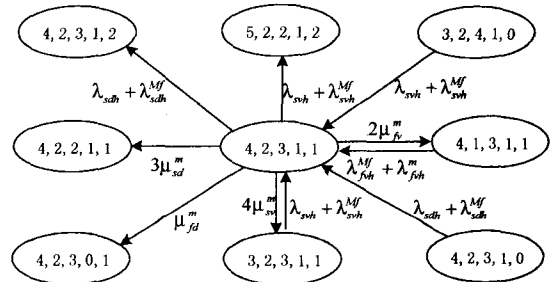


图 1 信道侵占状态转移图实例

对应的稳态平衡方程为

$$[(\lambda_{svh} + \lambda_{svh}^M) + (\lambda_{sdh} + \lambda_{sdh}^M) + 4\mu_{sv}^m + 2\mu_{fv}^m + 3\mu_{sd}^m + \mu_{fd}^m]P(4, 2, 3, 1, 1) = (\lambda_{svh} + \lambda_{svh}^M)P(3, 2, 3, 1, 1) + (\lambda_{sdh}^M + \lambda_{fvh}^m)P(4, 1, 3, 1, 1) + (\lambda_{sdh} + \lambda_{sdh}^M)P(4, 2, 3, 1, 0) + (\lambda_{svh} + \lambda_{svh}^M)P(3, 2, 4, 1, 0) \quad (1)$$

微小区中慢速语音和慢速数据新呼叫在相同的条件下发生阻塞,所以概率相同,为

$$P_{B_{bn}}^m = P_{B_{dn}}^m = P_{B_n}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m-C_g}^{C_m} \sum_{k=0}^{Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (2)$$

当所有的微小区信道被占用且数据队列缓冲区使用完后,慢速语音业务切换发生掉线,概率为

$$P_{D_{bn}}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m} \sum_{k=Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (3)$$

当所有的微小区信道被占用后,快速语音切换呼叫发生掉线,概率为

$$P_{D_{fn}}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m} \sum_{k=0}^{Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (4)$$

慢速数据切换呼叫发生掉线的概率为

$$P_{D_{dn}}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m-C_g}^{C_m} \sum_{k=Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (5)$$

快速数据切换呼叫在微小区的剩余信道等于或小于  $C_g$  时才发生阻塞,所以其切换掉线概率为  $P_{D_{fn}}^m = P_{B_n}^m$ 。

### 3.3 宏小区

对宏小区而言,到达的呼叫流量不仅有快速语音和数据新呼叫、宏小区之间的快速语音和数据切换呼叫,而且还有宏小区之间的慢速语音和数据切换呼叫,以及在微小区中被阻塞上溢到宏小区的各种呼叫流量,具体为:

(1)总的快速语音呼叫到达率  $\lambda_{fv}^m$ ,  $\lambda_{fv}^m = \lambda_{f_{vn}} + \lambda_{f_{vh}} + \lambda_{f_{vh}}^m$ ,  $\lambda_{f_{vh}}^m$  为在微小区中被阻塞而上溢到宏小区的快速语音切换呼叫到达率,  $\lambda_{f_{vh}}^m = N(P_{D_{fn}}^m \lambda_{f_{vh}}^m)$ , 其中  $P_{D_{fn}}^m$  为微小区中快速语音切换呼叫掉线率;

(2)总的快速数据呼叫到达率  $\lambda_{fd}^m$ ,  $\lambda_{fd}^m = \lambda_{f_{dn}} + \lambda_{f_{dh}} + \lambda_{f_{dh}}^m$ ,  $\lambda_{f_{dh}}^m$  为在微小区中被阻塞而上溢到宏小区的快速数据切换呼叫率,  $\lambda_{f_{dh}}^m = N(P_{D_{fn}}^m \lambda_{f_{dh}}^m)$ , 其中  $P_{D_{fn}}^m$  为微小区中快速数据切换呼叫掉线率;

(3)总的慢速语音呼叫到达率  $\lambda_{sv}^m$ ,  $\lambda_{sv}^m = \lambda_{s_{vn}} + \lambda_{s_{vn}}^m + \lambda_{s_{vh}}^m$ , 其中  $\lambda_{s_{vn}}^m$  为在微小区中被阻塞而上溢到宏小区的慢速语音新呼叫到达率,  $\lambda_{s_{vn}}^m = N(P_{B_{bn}}^m \lambda_{s_{vn}}^m)$ ,  $P_{B_{bn}}^m$  为微小区中慢速语音新呼叫被阻塞的概率;  $\lambda_{s_{vh}}^m$  为在微小区中被阻塞而上溢到宏小区的慢速语音切换呼叫到达率,  $\lambda_{s_{vh}}^m = N(P_{D_{bn}}^m \lambda_{s_{vh}}^m)$ ,  $P_{D_{bn}}^m$  为微小区中慢速语音切换呼叫掉线率;

(4)总的慢速数据呼叫到达率  $\lambda_{sd}^m$ ,  $\lambda_{sd}^m = \lambda_{s_{dn}} + \lambda_{s_{dn}}^m + \lambda_{s_{dh}}^m$ , 其中  $\lambda_{s_{dn}}^m$  为在微小区中被阻塞而上溢到宏小区的慢速数据新呼叫到达率,  $\lambda_{s_{dn}}^m = N(P_{B_{dn}}^m \lambda_{s_{dn}}^m)$ ,  $P_{B_{dn}}^m$  为微小区中慢速数据新呼叫被阻塞的概率;  $\lambda_{s_{dh}}^m$  为在微小区中被阻塞而上溢到宏小区的慢速数据切换呼叫到达率,  $\lambda_{s_{dh}}^m = N(P_{D_{dn}}^m \lambda_{s_{dh}}^m)$ ,  $P_{D_{dn}}^m$  为微小区中慢速数据切换呼叫掉线率。

定义宏小区的状态为  $(i, j, x, y, k)$ , 其中  $i, j, x, y$  分别表示宏小区中快速语音呼叫、慢速语音呼叫、快速数据呼叫、慢速数据呼叫占用信道的数量,  $k$  表示队列中快速数据切换呼叫的数量。宏小区稳态概率为  $P(i, j, x, y, k)$ 。

宏小区中快速语音、快速数据、慢速语音、慢速数据新呼叫在相同的条件下发生阻塞,阻塞概率相等,为

$$P_{B_{fn}}^m = P_{B_{dn}}^m = P_{B_{bn}}^m = P_{B_{dn}}^m = P_{B_n}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m-C_g}^{C_m} \sum_{k=0}^{Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (6)$$

当宏小区无空闲信道且队列无空间时,快速语音业务切换发生掉线,概率为

$$P_{D_{fn}}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m} \sum_{k=Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (7)$$

当所有宏小区信道被占用后,慢速语音切换呼叫发生掉

线,概率为

$$P_{D_{bn}}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m} \sum_{k=0}^{Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (8)$$

快速数据切换呼叫发生掉线的概率为

$$P_{D_{fn}}^m = \sum_{i+j+x+y=C_m-C_g}^{C_m} \sum_{k=Q_m} P(i, j, x, y, k) \quad (9)$$

慢速数据切换掉线率  $P_{D_{bn}}^m$  和快速新呼叫阻塞概率相等,

即  $P_{D_{bn}}^m = P_{B_n}^m$ 。

### 3.4 整个异构分层系统

对于慢速语音和慢速数据新呼叫,只有新呼叫所处的微小区和宏小区的剩余信道数都等于或小于保护信道数量,才会出现阻塞。因此,慢速新呼叫在整个异构系统中的阻塞概率为

$$P_{B_n} = P_{B_n}^m \cdot P_{B_n}^M \quad (10)$$

对于快速语音和快速数据新呼叫,由于只能接入到宏小区,因此在整个异构系统中的阻塞概率就等于其在宏小区中的阻塞概率,为

$$P_{B_{fn}} = P_{B_n}^M \quad (11)$$

对慢速语音切换呼叫而言,只有当该呼叫所处的微小区和宏小区都无可信道,且微小区中无队列空间时才会出现掉线,因此慢速语音切换呼叫在整个异构系统中的掉线概率为

$$P_{D_{bn}} = P_{D_{bn}}^m \cdot P_{D_{bn}}^M \quad (12)$$

快速语音切换呼叫在整个异构系统中的掉线概率为

$$P_{D_{fn}} = P_{D_{fn}}^m \cdot P_{D_{fn}}^M \quad (13)$$

同理可得,快速数据切换呼叫和慢速数据切换呼叫在整个异构系统中的掉线率分别为

$$P_{D_{fn}} = P_{D_{fn}}^m \cdot P_{D_{fn}}^M \quad (14)$$

$$P_{D_{dn}} = P_{D_{dn}}^m \cdot P_{D_{dn}}^M \quad (15)$$

在整个异构系统中,由于一个宏小区重叠覆盖  $N$  个微小区,因此新呼叫的平均阻塞概率(包括快速和慢速呼叫)等于整个异构系统被阻塞的新呼叫和发起的新呼叫的总数之比,为

$$P_{abn} = \frac{N(\lambda_{s_{vn}} + \lambda_{s_{dn}})P_{B_n} + (\lambda_{f_{vn}} + \lambda_{f_{dn}})P_{B_{fn}}}{N(\lambda_{s_{vn}} + \lambda_{s_{dn}}) + (\lambda_{f_{vn}} + \lambda_{f_{dn}})} \quad (16)$$

平均切换呼叫的阻塞概率(包括快速和慢速呼叫)是整个异构系统被阻塞的切换呼叫和发起的切换呼叫的总数之比,为

$$P_{aldh} = \frac{(N\lambda_{s_{vh}} + \lambda_{s_{vh}}^m)P_{D_{bn}} + (\lambda_{f_{vh}} + N\lambda_{f_{vh}}^m)P_{D_{fn}}}{N(\lambda_{s_{vh}} + \lambda_{s_{vh}}^m + \lambda_{f_{vh}} + \lambda_{f_{vh}}^m) + (\lambda_{f_{vh}} + \lambda_{f_{vh}} + \lambda_{s_{vh}}^m + \lambda_{s_{vh}}^m)} + \frac{(N\lambda_{s_{dh}} + \lambda_{s_{dh}}^m)P_{D_{dn}} + (N\lambda_{f_{dh}}^m + \lambda_{f_{dh}})P_{D_{fn}}}{N(\lambda_{s_{dh}} + \lambda_{s_{dh}}^m + \lambda_{f_{dh}} + \lambda_{f_{dh}}^m) + (\lambda_{f_{dh}} + \lambda_{f_{dh}} + \lambda_{s_{dh}}^m + \lambda_{s_{dh}}^m)} \quad (17)$$

## 4 仿真实验

### 4.1 仿真模型

假设异构分层系统由宏小区网和微小区网构成,宏小区网由  $7 \times 7$  个宏小区构成,小区半径为 900m;微小区网由  $21 \times 21$  个微小区构成,半径为 300m。每个宏小区和微小区固定分配 20 个信道,为语音切换预留 1 个保护信道,队列长度为 3。宏小区中快速新呼叫平均到达率为  $3 \sim 30$  呼叫/min,微小区中慢速新呼叫平均到达率也为  $3 \sim 30$  呼叫/min。其中,语音呼叫和数据呼叫产生的概率都为 0.5,且每个呼叫只占用

一个信道。快速呼叫和慢速呼叫的持续时间服从指数分布, 均值为  $1/\mu=120s$ 。采用符合市区环境的移动模型<sup>[12]</sup>, 呼叫可在十字路口左右拐弯行驶, 遇到红灯要停止等待, 有加减速过程。

仿真实验共有 3 个方案。第 1 个方案只采用保护信道技术, 第 2 个方案同时采用了保护信道和缓冲队列技术, 第 3 个方案在第 2 个方案的基础上增加了信道侵占技术, 是本文采用的方案。

评价算法的主要性能参数为切换呼叫的掉线率(CDP)和整个异构系统的信道利用率。

#### 4.2 实验结果分析

如图 2 和图 3 所示, 方案 3 的快速和慢速语音切换呼叫 CDP 最低, 而且和方案 1、方案 2 相差达到一个数量级。这是因为, 方案 3 中增加了信道资源侵占技术, 语音切换在没有信道可用的情况下, 若数据切换队列中有空间就可以让正被服务的数据业务进入到队列中, 而空出来的信道可供语音切换使用, 这就相当于增加了语音切换的预留保护信道数。方案 1 和方案 2 比较可看出, 方案 2 在新呼叫到达率较低时, 语音切换呼叫的 CDP 比方案 1 要高, 一旦呼叫到达率比较大时, 方案 2 的快速和慢速语音切换反而比方案 1 低一些。

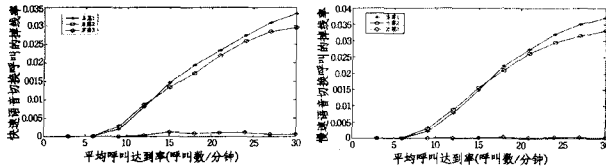


图 2 快速语音切换呼叫的 CDP

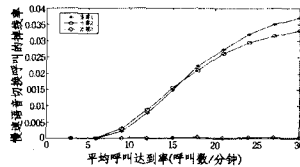


图 3 慢速语音切换呼叫的 CDP

由于方案 1 中数据切换呼叫和新呼叫共用一部分信道, 因此方案 1 中的数据切换呼叫 CDP 和新呼叫 CBP 在同一个量级上; 而方案 2 和方案 3 中设置了数据切换队列, 所以数据切换呼叫的 CDP 比方案 1 低很多。为了从图中看出方案 2 和方案 3 的差别, 在此就不显示方案 1 中的数据切换呼叫 CDP。如图 4 和图 5 所示, 在方案 2 的基础上增加语音切换业务侵占数据业务使用的信道后, 数据切换呼叫使用的队列空间将减少, 所以方案 3 的快速和慢速数据切换呼叫 CDP 比方案 2 要高, 这也正是换取语音切换呼叫 CDP 显著降低的代价。

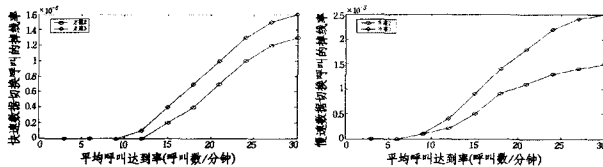


图 4 快速数据切换呼叫的 CDP

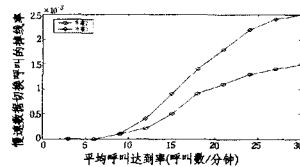


图 5 慢速数据切换呼叫的 CDP

如图 6 所示, 使用方案 1 和方案 2 时, 整个异构系统的信道利用率基本相同, 方案 3 的整个异构系统的信道利用率略高于方案 1 和方案 2。

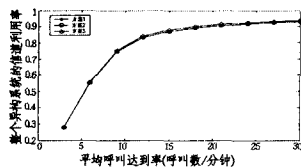


图 6 整个异构系统的信道利用率

**结束语** 本文针对异构分层无线网络提出一种基于业务 QoS 保证的切换控制策略, 采用保护信道和信道资源侵占技术以保证实时语音切换业务的 QoS, 设置的缓冲队列则可以保证非实时数据切换业务的 QoS。仿真实验结果表明, 该切换策略可以大大降低语音切换和数据切换的掉线概率, 而且整个异构系统的信道利用率也得到提高。

#### 参考文献

- [1] Lo K R, Chang C J, Chang C, et al. A QoS - guaranteed fuzzy channel allocation controller for hierarchical cellular systems [J]. IEEE Trans. Veh. Technol. ,2000,49(5):1588-1597
- [2] Shan W, Fan P Z, Pan Y. Performance evaluation of a hierarchical cellular system with mobile velocity-based bidirectional call-overflow scheme [J]. IEEE Trans. on Parallel and distributed system,2003,14(1):72-83
- [3] Chen W T, Liu J C, Huang H K. An adaptive scheme for vertical handoff in wireless overlay networks[C]//Proc. 10th IEEE IC-PADS. 2004:541-548
- [4] Mcnair J, Zhu F. Vertical handoffs in fourth - generation multi - network environments [J]. IEEE Wireless Communications, 2004,11(3):8-15
- [5] Fang Z, McNair J. Optimizations for vertical handoffs decision algorithms[C]//Proc. IEEE WCNC. 2004,2:867-872
- [6] Guo Q, Zhu J, Xu X H. An adaptive multi-criteria vertical hand-off decision algorithm for radio heterogeneous network[C]// Proc. IEEE ICC. 2005,4:2769-2773
- [7] Chen W T, Shu Y Y. Active application oriented vertical handoff in next-generation wireless networks[C]//Proc. IEEE WCNC. 2005,3:1383-1388
- [8] Wei L, Hang C, Agrawal D P. Performance analysis of handoff schemes with preemptive and nonpreemptive channel borrowing in integrated wireless cellular networks[J]. IEEE Trans. On Wireless Communications,2005,4(3):1222-1233
- [9] Song W, Jiang H, Zhuang W H, et al. Resource management for QoS support in cellular/WLAN interworking [J]. IEEE Network,2005,19(5):12-18
- [10] Al-Akaidi M, Alani O. Efficient call admission control procedure for integrated services in hierarchical cell[C]//Proc. 5th IEEE 3G Mobile Communication Technologies. 2004:649-653
- [11] Chiang K H, Shenoy N. A 2-D random-walk mobility model for location management studies in wireless networks [J]. IEEE Trans. Veh. Technol. ,2004,53(2):413-424
- [12] Harri J, Filali F, Bonnet C. A framework for mobility models generation and its application to inter-vehicular networks[C]// Proc. IEEE Wireless Networks, Communications and Mobile Computing. 2005,1:42-47