

TD-SCDMA 系统中多速率业务的接纳控制算法研究

李方伟, 李晗, 卢晓

(重庆邮电大学 移动通信重点实验室, 重庆 400065)

摘 要: 提出了一种基于业务优先级的接纳控制策略。该策略考虑了不同业务的速率要求和业务优先级, 以及不同类型的业务接纳请求属性, 根据当前系统的负荷, 采取排队/降速/强拆策略来决定是否接纳。仿真表明, 该策略在系统业务服务等级和资源利用率方面有显著提高。

关键词: TD-SCDMA; 呼叫接纳控制; 负荷因子; 排队; 降速; 强拆

中图分类号: TN929.53

文献标识码: A

文章编号: 1000-436X(2012)04-0176-07

Admission control algorithm study of multi-rate traffics for TD-SCDMA system

LI Fang-wei, LI Han, LU Xiao

(Mobile Telecommunication Key Lab, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: A call admission control strategy based on traffic priorities was proposed after considering the different rates of traffic requirements and the attributes of different admission requests of services. According to the current system load, it decides whether or not to accept the call request by taking the strategy of queue / deceleration / demolitions. Simulation results show that the strategy is significantly improved in the systems service level and resource utilization.

Key words: TD-SCDMA; call admission control; load factor; queuing; deceleration; demolition

1 引言

第三代移动通信系统要支持不同速率的数据业务, 各种业务的 QoS 要求又各不相同。对于无线资源管理而言, 这是一个严峻的挑战。由于无线频谱容量的有限性, 需要对其进行有效管理。当系统负荷达到一定限度时, 需要对用户的呼叫请求进行接纳控制, 保证系统中现有用户的 QoS 不受影响, 维持整个系统的稳定性。因此, 接纳控制已经成为无线资源管理的重要组成部分。

文献[1]研究了 WCDMA 系统中基于负荷因子

的接纳控制算法, 没有考虑联合检测和智能天线的影 响, 本文估计小区负荷因子和新用户负荷增量时, 考虑了 TD-SCDMA 系统中采用的这 2 种技术的影响。文献[2]提出了一种多级别呼叫接纳控制算法, 对用户进行了级别划分, 分级接入, 然而没有考虑无线资源利用率的问题。文献[3]研究了支持多种 VBR 业务且采取资源预留的系统, 并且分析了呼叫分级和分组级性能指标的计算问题, 然而没有考虑接纳的问题。文献[4]提出了一种适用于多速率业务的接纳控制策略, 然而其仅考虑了一种 VBR 业务, 不适用于综合的多速率业务系统。

收稿日期: 2010-06-09; 修回日期: 2011-11-24

基金项目: 国家科技重大专项基金资助项目 (2009ZX03001-004); 国家自然科学基金资助项目 (61071116); 重庆市发改委高技术产业基金资助项目 (20091537)

Foundation Items: The National Science and Technology Specific Program of China (2009ZX03001-004); The National Natural Science Foundation of China (61071116); Reform Commission High-tech Industry Technology Development Project by Chongqing (20091537)

3G 移动通信系统中主要有频分双工 (FDD) 和时分双工 (TDD) 2 种主要的接入技术, 与 FDD 技术相比, TDD 技术有很多优点, 更适于处理不对称业务, 上下行无线信道具有相关性。在 TD-SCDMA 系统中, 采用了 TDD 接入技术, 这就是 TD-SCDMA 系统相比于其他系统来讲, 具有更大的优势, 特别是 TD-SCDMA 系统的特殊的时隙结构特性, 使其可以在资源分配上更加灵活。同时, 在 3G 通信系统中, 话音业务仍是主要的业务, 但是数据业务也将占据重要的组成部分, 因此既要保证话音业务的服务质量, 也要尽力提高数据业务的服务质量。根据业务的不同 QoS 需求, 在 3G 中将于不同类型的业务分为话音业务、视频点播类业务、背景类业务、交互类业务, 话音业务的业务速率比较稳定, 称为固定速率业务, 后 3 类业务的业务速率相对具有一定的可变性, 对资源的需求具有一定的弹性, 可以根据系统的业务负荷对其所占资源进行适当的动态调整。针对这种业务速率的可变性, 结合 TD-SCDMA 系统特殊的时隙结构, 本文给出了一种适用于多种不同速率业务的接纳控制算法。

2 接纳控制算法

在本文的接纳控制算法中, 依据呼叫业务的类型确定业务的接纳速率, 对于固定速率业务和可变速率业务分别确定不同的码道资源分配和接纳策略。由于 TD-SCDMA 系统是自干扰系统, 新业务的接纳将产生新的上行的干扰, 同时也将提高基站的发射功率, 因此, 本文的算法也考虑了上行干扰受限和下行功率受限对接纳的影响。另外, 基于可变速率业务对速率要求的可调整性, 以及 TD-SCDMA 系统中时频码道资源分配的灵活性, 本文算法将根据系统的业务负荷的组成情况, 在业务阻塞发生的情况下, 对系统中现有业务进行调整, 包括强拆和降速处理, 以提高新业务的接纳率, 使系统的容量与稳定性达到一种更好的平衡状态, 最终使系统的性能最优化。该算法的基本其接纳流程如图 1 所示。

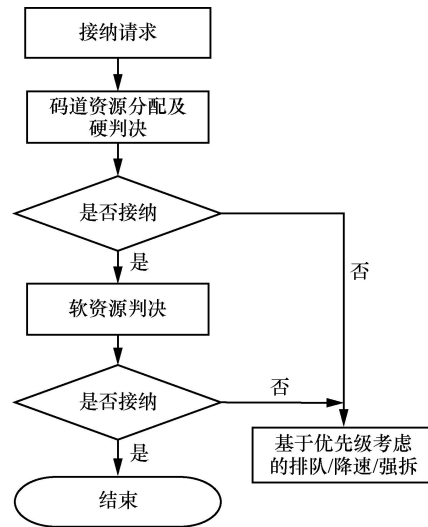


图 1 接纳算法流程

2.1 码道资源分配与接纳

在基于 FDD 技术的 WCDMA 系统中, 各个时隙的负荷是均衡的, 且呼叫业务是被连续地分配在各个时隙。而对于 TD-SCDMA 系统而言, 有个很显著的不同之处就是, 各个时隙的负荷可以不同, 业务也可以跨时隙分配, 且每个时隙分配的数据量也可以不同。由于接纳判决中的 Node B 硬件资源判决与业务使用的码道扩频因子密切相关, 而软判决中的上行干扰预测和下行功率预测与每个上/下行时隙当前的负荷以及业务在各个上/下行时隙的资源分配是密切相关的, 因此, 在接纳控制中, 首先要根据业务的具体需求为其分配满足业务 QoS 的码道资源。对于不同类型的业务, 根据 3GPP 协议的基本要求, 本文为不同业务设置了不同的速率和接纳等级, 具体参数如表 1 所示。

对于固定速率的话音业务, 由于其对速率的要求相对稳定, 在进行码道资源分配时, 根据其速率要求在上下行都为其分配一个固定的扩频因子为 8 的码道 (等价于 2 个扩频因子为 16 的码道, 这里假设一个扩频因子为 16 的码道可提供的速率为 8kbit/s); 对于可变速率的业务, 如交互业务, 初始接纳时, 以最小速率进行接纳, 也即在分配码道时, 在上行为其分配一个扩频因子为 16 的码道, 下行

表 1 业务的基本 QoS 参数

业务种类	保证速率(上/下行)/(kbit·s ⁻¹)	最小速率(上/下行)/(kbit·s ⁻¹)	最大速率(上/下行)/(kbit·s ⁻¹)	信干比 (上/下行)/dB	接纳等级
话音业务	12.2/12.2	12.2/12.2	12.2/12.2	7.5/8	1
视频点播业务	8/32	8/32	8/64	6.5/7	2
交互业务	8/16	8/16	16/32	6.5/7	3

分配 4 个扩频因子为 16 的码道, 当该业务接入成功后, 如果系统的负荷较低, 可以提高其业务速率。具体的资源分配判决方式如下。

1) 上行链路码道资源分配

如果式 (1) 的条件满足, 则接纳, 否则拒绝^[5]:

$$16 \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{SF_{i,UL}} + \frac{1}{SF_{b,n+1,UL}} \right) \leq N_{\text{thresh_UL}} \quad (1)$$

其中, $\frac{1}{SF_{i,UL}} = \sum_{k=1}^m \frac{1}{SF_{i,k,UL}}$ 表示用户 i 的等效扩频因子, m 表示用户 i 占用了 m 个码道; $\frac{1}{SF_{b,n+1,DL}}$ 表示

满足用户 $n+1$ 保证速率需求的等效扩频因子。

2) 下行链路码道资源分配

如果式 (2) 的条件满足, 则接纳, 否则拒绝:

$$16 \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{SF_{i,DL}} + \frac{1}{SF_{n+1,DL}} \right) \leq N_{\text{thresh_DL}} \quad (2)$$

其中, $\frac{1}{SF_{i,DL}}$, $\frac{1}{SF_{b,n+1,DL}}$ 的定义同式(1)。

2.2 软资源判决

在 TD-SCDMA 系统中, 上行链路可以认为是干扰受限的, 下行链路可以认为是功率受限的。当新用户发起呼叫请求时, 需要计算新用户的接入带来的干扰增量与功率增量, 是否大于系统干扰门限与功率门限。文献[1]中提出了一种适用于 WCDMA 系统的基于负荷因子的判决方法, 该因子可以表示新用户接入带来的负荷增量, 即干扰增量与功率增量。本文考虑了 TD-SCDMA 系统的特点, 对基于负荷因子的判决方法进行了改进。假设目标小区中已经存在 n 个用户, 当第 $n+1$ 个用户发起呼叫请求时, 如果第 $n+1$ 个用户能同时满足上下行接纳判决条件, 则接纳, 否则拒绝。

1) 上行链路软资源判决

a) 估计上行链路的负荷因子 η_{UL}

上行链路的负荷因子的定义为

$$\eta_{UL} = 1 - \frac{P_N}{P_R + \chi + P_N} = 1 - \frac{P_N}{(1+f)P_R + P_N} = 1 - \frac{P_N}{P_{\text{total}}} \quad (3)$$

其中, P_N 表示背景噪声功率, 取值为 -112.9dBm ;

P_R 表示小区内接收功率, $P_R = \sum_{i=1}^n P_{T,i} L_{p,i}$, 其中,

$P_{T,i}$ 表示用户的发射功率, $L_{p,i}$ 表示用户 i 到目标小区的路径损耗; χ 表示区间干扰功率; f 表示邻小

区干扰功率与目标小区总功率比, 简称为邻本比, $f = \chi / P_R$, 取值为 0.55。

b) 估计用户 $n+1$ 的接入在上行增加的负荷 $\Delta\eta_{n+1}$

新用户 $n+1$ 的接入在上行增加的负荷因子为

$$\Delta\eta_{n+1} = \frac{1 + f_{n+1}}{\frac{WS}{(E_b/N_0)_{n+1} v_{n+1} R_{b,n+1}} + 1} \quad (4)$$

其中, f_{n+1} 表示用户 $n+1$ 的小区间干扰功率与小区内总功率的比值, 取值为 0.55; W 表示 TD-SCDMA 系统的码片速率, 取值为 1.28Mchip/s; R_i 为用户 i 的数据传输比特速率; S 为在速率 R_i 下需占用的时隙比率, 在 TD-SCDMA 系统中, 表现为一个子帧内的一个时隙所占的时间比率, 即 704/6 400; V_{n+1} 表示用户 $n+1$ 话音激活因子, 话音业务取值 0.5, 余则为 1; $(E_b/N_0)_{n+1}$ 表示用户 $n+1$ 的目标能噪比; $R_{b,n+1}$ 表示用户 $n+1$ 呼叫业务的速率。

c) 接纳判决

$$\eta_{UL} + \Delta\eta_{n+1} \leq \eta_{\text{thresh, 新}} \quad (5)$$

$$\eta_{UL} + \Delta\eta_{n+1} \leq \eta_{\text{thresh, 切换}} \quad (6)$$

如果式(5)或者式(6)能够满足, 则接纳, 否则拒绝。

2) 下行链路软资源判决

a) 估计下行链路的负荷因子 η_{DL}

下行链路的负荷因子的定义为

$$\eta_{DL} = \sum_{i=1}^n \frac{\rho + f_i}{\frac{WSG_{p,i}}{(E_b/N_0)_i v_i R_{b,i}} + \rho} \quad (7)$$

其中, ρ 表示由联合检测技术和信道正交机制共同决定的干扰抑制因子, $\rho \in [0,1]$, 取值为 1 表示不同用户信号完全不正交且不使用联合检测技术, 取值为 0 表示同一小区内不同用户信号间完全无干扰; f_i 表示第 i 个用户接收机测量到的小区间干扰功率 χ_i 与小区内总功率的比值, 即区间干扰因子, 又

称为邻本比, $f_i = \frac{\chi_i}{P_{T,\text{total}}/L_{p,i}}$, $\chi_i = \sum_{j=1, j \neq p}^m \frac{P_{T,j,\text{total}}}{L_{j,i}}$,

$L_{j,i}$ 表示用户 i 到小区基站 j 的路径增益, $P_{T,j,\text{total}}$ 表示小区基站 j 的发射功率; W 是载波的码片速率, 在 TD-SCDMA 系统中, 该值为 1.28Mchip/s; S 表示速率 $R_{b,i}$ 占用的时隙比率, 占用一个子帧资源中一个时隙的有效时间比率为 704/6 400; $(E_b/N_0)_i$ 是用户 i 呼叫业务的能噪比, 代表了业务的 QoS 要求;

V_i 是用户 i 呼叫业务的话音激活因子； $R_{b,i}$ 是用户 i 呼叫业务的保证速率。

b) 估计用户 $n+1$ 的接入在下行增加的负荷

$\Delta\eta_{n+1}$

新用户 $n+1$ 在下行接入增加的负载因子为

$$\Delta\eta_{n+1} = \frac{\rho + f_{n+1}}{\frac{WSG_{p,n+1}}{(E_b/N_0)_{n+1} v_{n+1} R_{b,n+1}} + \rho} \quad (8)$$

其中，参数的定义同式(7)。

c) 接纳判决

$$\eta_{DL} + \Delta\eta \leq \eta_{\text{thresh,新}} \quad (9)$$

$$\eta_{UL} + \Delta\eta_{n+1} \leq \eta_{\text{thresh,切换}} \quad (10)$$

如果式(9)或者式(10)能够满足，则接纳，否则拒绝。

2.3 基于优先级考虑的排队/降速/强拆

TD-SCDMA 的多址接入方案是直接序列扩频码分多址(DS-CDMA, direct spread code division multiple access), 采用时分双工(TDD, time division duplex) 工作模式, 不需要对称的频带资源, 每个频点的带宽为 1.6MHz。该系统的物理信道采用 4 层结构: 系统帧号、无线帧、子帧、时隙/码, 最小的资源单元是码元, 如图 2 所示。其中, 时隙 0 必须用于下行, 时隙 1 必须用于上行, 其他时隙的方向可以根据实际需要进行灵活变化。

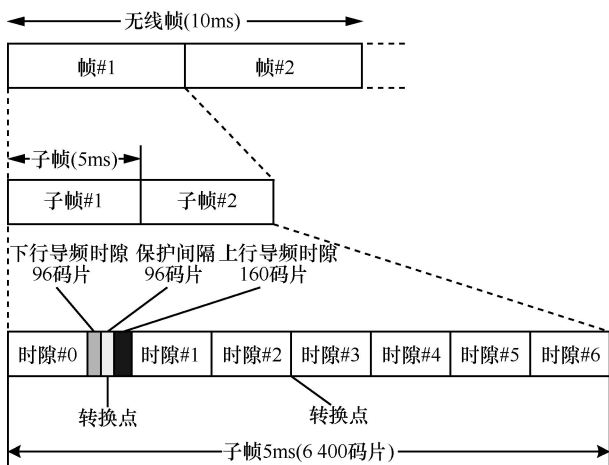


图 2 物理信道子帧结构

首先，对于 7 个正常的业务时隙，每个时隙又包含 16 个 ($SF=16$) 码道，在正常的 UE 业务接入，离开服务小区的过程中，由于原有码道分配的情况，可能使剩余的码道处于离散状态，这样对于需

要连续码道(同一时隙中 2 个相邻的 $SF=16$ 的码道)的话音业务而言，由于不能分配到连续的码道而被拒绝，这就降低了业务的接纳概率。

其次，由于数据类业务的速率可变性，当小区在某一段时间内，有足够的剩余资源时，基于提高小区吞吐量的目的，就会提高该 UE 数据业务(如，视频业务)的码道分配数量，或者在上行提高该 UE 的发射功率，或者在下行提高基站对该 UE 的发射功率，同样可以达到使该 UE 的数据业务速率提高的目的，但是，当新的业务呼叫到达的时候，由于码道资源、上行干扰受限或者下行功率受限而被拒绝，这同样也将降低业务的接纳概率。

另外，由于业务级别的不同，对于高级别的呼叫业务，为了提高其接纳率，当系统已经没有足够的剩余资源可以接纳新的呼叫时，可以考虑拆除当前系统现有级别比较低的业务，以保证高级别业务的成功接纳。但是，该策略也将提高被拆除业务的掉话率，然而对于紧急报警类业务，如火警 119 业务，紧急报警 110、医疗求救 120 等业务，这种策略是完全可以考虑的。

对于上述情况，结合 TD-SCDMA 系统的具体技术的特点，特别是 TD 的业务分类方法，同时考虑呼叫业务请求的不同类型，提出了基于优先级考虑的排队/降速/强拆接纳策略，具体流程如图 3 所示。

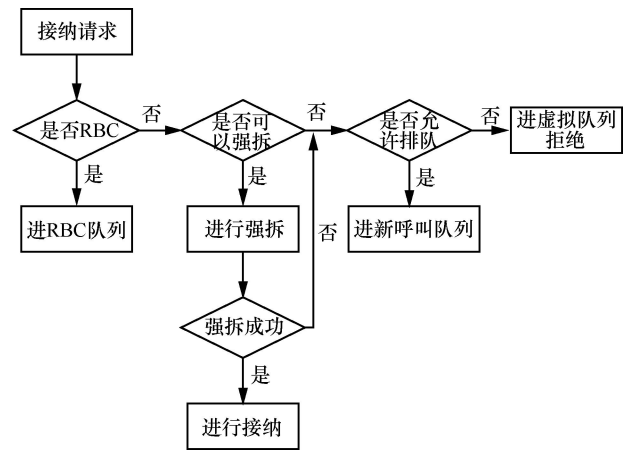


图 3 排队/降速/强拆流程

如果硬判决和软判决的结果都可以接纳，则接受该呼叫请求。如果有任何一种情况受限，则不能接入该业务，即发生业务阻塞。在发生业务阻塞的情况下，接纳控制根据请求业务的分配/保留优先级以及是否允许排队，执行排队和降速，甚至强拆操作。如果业务允许排队，且系统容许降速，则发起

对其他业务的降速操作,为请求的接纳让出资源;否则,如果业务具有强拆其他业务的能力,则发起一次强拆操作,释放小区内可以被强拆的低优先级业务,为请求的高优先级业务让出资源。如果业务允许排队,但不具有强拆其他业务的能力,则将其放入新呼叫队列,等待拥塞控制将系统负荷降低后再尝试接入。如果请求业务不允许排队,又不具有强拆其他业务的能力,则直接拒绝这次呼叫请求,但将该请求的业务放入虚拟队列,表明系统处于拥塞状态,负荷控制发现虚拟队列不为空时,即进行拥塞控制,根据一定的规则降低系统负荷,缓解拥塞,降低后续呼叫的拥塞概率。

1) 排队和降速/强拆处理

任何业务请求,包括来自新用户呼叫请求、切换请求或 RBC 带宽请求都需要通过接纳控制进行带宽的申请和分配,当系统资源不足时需要根据业务的属性进行排队,并根据业务/用户优先级进行系统降负荷和分组调度,业务请求分为以下几种情况:

- ① 新用户呼叫请求;
- ② 切换请求;
- ③ RBC 带宽请求;
- ④ 紧急呼叫请求;

在该策略中,设置 3 种队列:

- ① 新呼叫队列:用于被阻塞的新呼叫请求;
- ② RBC 队列:用于被阻塞的 RBC 带宽请求;
- ③ 虚拟队列:用于被直接拒绝的呼叫请求。

当出现拥塞时,将根据请求业务的属性做出不同的处理。

① 对于 RNC 内部的由 RBC 触发的无线链路重配置若失败,则不进行强拆,直接进入 RBC 队列,RBC 的排队时间由 RNC 自定义。

② 对于其他原因触发的呼叫请求,需要判断呼叫请求是否有强拆能力:对于 RAB 建立/修改/协商,根据 RAB 参数中的 Allocation/Retention Priority 信元确定。如果 Pre-emption Capability 取值为 may trigger pre-emption,则该业务具有强拆能力。

a) 如果具有强拆能力,在已有呼叫中寻找 Pre-emption Vulnerability 为 pre-emptable 并且优先级低于请求业务优先级的业务进行强拆。对于发起强拆的业务,发起流程需要等待强拆的结果,有 2 种处理方式。

放入强拆等待队列,并设置最大等待时间。如果强拆成功,从强拆等待队列中删除,并进行接纳

判决,如果还不能接纳,但允许排队,则进入新呼叫队列,否则拒绝,并放入虚拟队列;如果强拆失败或等待超时,从等待队列删除,如果该业务允许排队,则进新呼叫队列,否则拒绝,并放入虚拟队列。

发起强拆后,直接放入新呼叫队列,等待下一次负荷控制调度队列时进行接纳。排队时间要小于 RAB 建立允许的时延,但要大于 2 次负荷控制调度的时间间隔。在负荷控制进行队列调度时,优先调度等待强拆结果的呼叫请求。

b) 如果不具备强拆能力,则执行步骤③。

③ 判断呼叫请求是否具有排队能力对于 RAB 建立/修改/协商,根据 RAB 参数 Queuing Allowed 信元决定是否允许排队,如果 Queuing Allowed 为 TRUE,允许排队,否则不允许排队。对于 RNC 内部切换,跨 RNC 切换,硬切换伴随 SRNC 重定位流程,由于考虑到切换时延的要求,不允许排队;如果允许排队,则进入新呼叫队列;否则进入虚拟队列。

2) 接纳队列的管理

① 所有呼叫进入队列时,直接放入队尾,并记录进队列的时刻。进入队列呼叫的排队时间为用当前时刻减去进入队列的时刻。

② 负荷控制进行队列接纳时,按照新呼叫队列—RBC 队列—虚拟队列的优先顺序进行处理,如果前面一种队列不为空,则不处理后面的队列。对于新呼叫队列,排队呼叫的处理顺序综合考虑业务的接纳优先级和排队时间。首先会对队列中的呼叫进行尝试接入,若尝试接入失败,则考虑执行降速操作,由于强拆的代价太大,拥塞控制中即使队列中的呼叫具有强拆能力,也不考虑进行强拆操作。对于 RBC 队列,降速操作后,根据业务的接纳优先级和排队时间进行尝试接入。对于虚拟队列,只执行降速操作,而不进行接纳。

③ 进行拥塞控制时,首先删除队列中超时的呼叫请求,然后根据队列接纳优先级从新呼叫队列中取出若干个呼叫请求进行接纳判决,如果接纳成功,从队列中删除,否则继续排队。

3) 拥塞时是否做接纳

可能出现这样一种情况:新的呼叫进行接纳请求时,队列中有其他的呼叫请求在进行排队,但当前资源状况允许新的呼叫请求接入(比如新的呼叫请求速率比较低),那么此时是直接让新的呼叫接入,还是将其放入队列?从公平的角度来说,应该

让新的呼叫进入队列排队，队列调度时再根据排队呼叫的优先级和实际排队时间来决定哪些呼叫先接入。但从提高系统资源利用率和呼通率的角度来说，则应尽快接入，而不管是否有其他呼叫在排队。这 2 种策略各有利弊。在实现时可以通过后台配置开关进行设置，使运营商根据实际运营策略进行选择。分为以下几种情况。

- ① 不接入新的呼叫请求，如果新的呼叫可以排队则进队列，否则拒绝。
- ② 如果是实时业务（话音业务），接入；如果是非实时业务（交互类业务），排队或拒绝。
- ③ 接入新的呼叫请求。

3 仿真分析

3.1 仿真环境

仿真基于 Macro 蜂窝小区模型，小区半径为 577m，每个小区使用 3 个子载波同覆盖的组网方式，系统有 19 个全向天线宏蜂窝小区组成，且使用 Wrap-Round 技术。宏蜂窝基站最大发射功率为 43dBm，最小单码道发射功率为 3dBm，移动终端最大发射功率为 21dBm，最小为 -49dBm，基站天线增益为 11dB，移动终端天线增益为 0dB^[6]。载波频点频率为 1 900MHz。阴影衰落为服从对数正态分布的模型，其平均值为 0，均方差为 8dB。快衰落服从 Rayleigh 分布，由 Jakes 模型产生。

仿真中使用了 3GPP^[6]推荐的路径损耗传播模型：

$$L = 40 \times (1 - 4 \times 10^{-3} \Delta h_b) \lg d - 18 \lg(\Delta h_b) + 21 \lg f + 80 \quad (11)$$

其中， L 表示用户到基站间的路径损耗（单位：dB）； d 表示基站和移动台之间的距离（单位：km）； f 表示载波频率，取值 2 100MHz； Δh_b 表示基站天线高度，取值为 30m。

3.2 性能指标定义

接纳率 ($P_{\text{接纳}}$)：在统计时间内被接纳的用户数与发起呼叫的用户数的比值。掉话率 ($P_{\text{掉话}}$)：在统计时间内，已经被系统接纳而又非正常中断的用户数与所有被接纳的用户数的比值。为了比较客观地评价接纳率和掉话率对系统性能的影响，本文采用了如下的统计模型^[7]：

$$GoS = P_{\text{接纳}} / (\lambda_{\text{接纳}} \times P_{\text{接纳}} + \lambda_{\text{掉话}} \times P_{\text{掉话}}) \quad (12)$$

由于掉话率是影响系统性能的主要指标，它对系统性能的影响要大于接纳率，因此，文中 $\lambda_{\text{接纳}}$ 取值为 1， $\lambda_{\text{掉话}}$ 取值为 10。资源利用率：某段时间内，被占用的码道数与所有可用的码道数的比值。

3.3 仿真结果分析

由图 4~图 6 可知，综合接纳控制算法与单独的接纳控制算法相比较，同时考虑了升降速和中断算法的综合接纳控制算法从总体上提高了系统中业务的服务等级。在系统负荷较高时，综合算法既能保证系统中现有用户的服务质量要求，不降低系统的掉话率，又能够提高系统的接纳率，特别是对带宽速率需求较小的业务的接纳。

由图 4~图 6 比较可知，相同负荷情况下，话音业务的服务等级要高于其他 2 种业务，这是由于本文对呼叫业务进行了等级划分，如果多个用户同时发起呼叫，优先接纳高级别的呼叫用户。比较图 5 与图 6，发现级别较低的交互业务在系统负荷大于 0.7 时，服务等级反而高于视频业务，这是由于满足视频业务保障速率的资源需求大于交互业务，当系统负荷较高时，小速率的交互业务由于资源需求较少，反而更易于接入。

图 7 从无线资源利用率的角度出发，描述了 2 种算法在不同系统负荷情况下的性能。由图 7 可知，当系统负荷较低时，综合接纳控制算法通过适时提高可变速率业务的速率需求，提高了上下行链路的资源利用率。与单独的接纳控制算法相比，综合算法在保证系统中现有用户服务质量的前提下，提高了无线资源利用效率，进而优化了网络的性能。

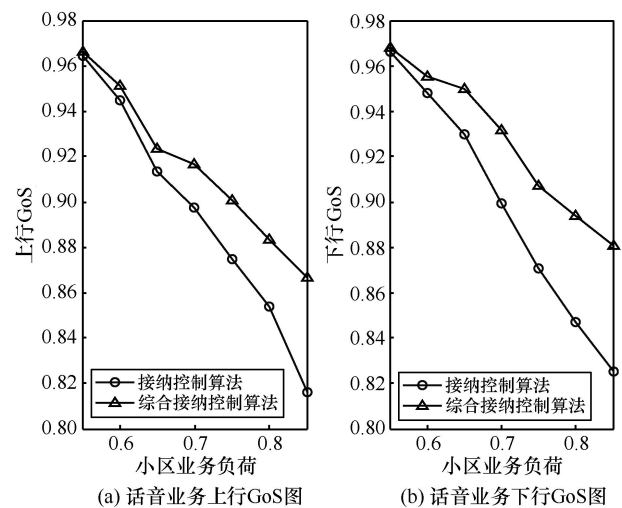


图 4 语音业务 GoS 图

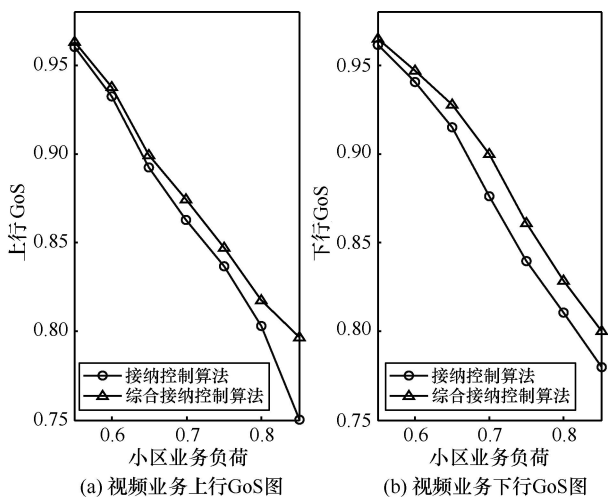


图 5 视频业务 GoS 图

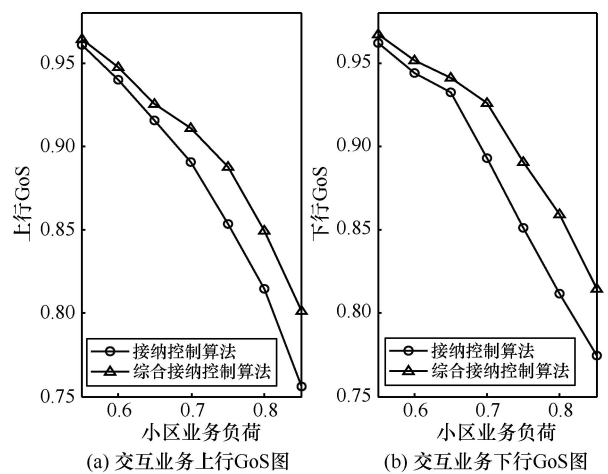


图 6 交互业务 GoS 图

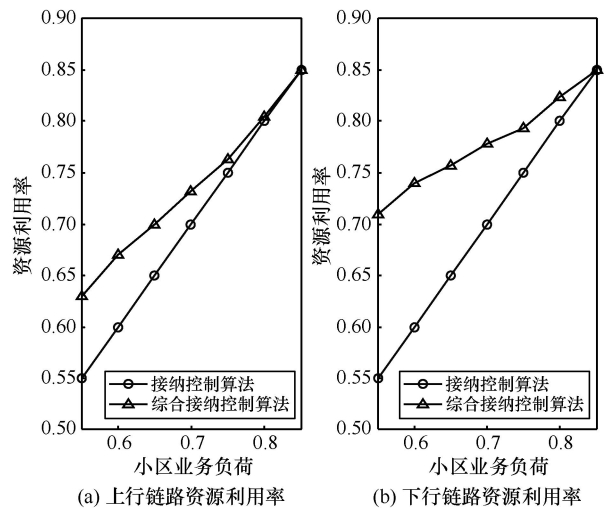


图 7 资源利用率

图 7 为用户数从 8 个增加到 12 个时，权值 λ_i 的变化情况，可以看出该算法有很好的适应性，能够根据不同的网络环境改变权值 λ_i ，以达到最优化

的调度。

4 结束语

仿真结果表明，本文提出的综合接纳控制算法，综合运用了基于负荷的接纳控制算法与基于优先级与带宽差值的升降速与中断算法，与单纯的接纳控制算法相比，既提高了系统的业务服务等级，也提高了上下行链路资源的利用率。当系统负荷较低时，综合接纳控制算法可以提高系统的资源利用率；当系统负荷较高时，综合接纳控制算法可以提高系统的业务服务等级。由此得知，对于业务需求多样化的 3G 系统而言，能够更好地处理资源利用与系统稳定性的关系。总而言之，综合算法有效地改善了系统的性能，提高了系统的服务质量，也更适用于以多媒体业务为主的 3G 系统的无线资源管理的需要。

参考文献：

[1] JORDI P R, ORIOL S, RAMON A. Radio Resource Management Strategies in UMTS[M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 2008. 261-306.

[2] GUO Y, AAZHONG B. Call admission control in multi-class traffic CDMA cellular system using multi-user antenna array receiver[A]. IEEE 51st Conference on Vehicular Technology (VTC 2000)[C]. 2000.365-369.

[3] FRANK Y L, NORVALD S. A priority-oriented call admission control paradigm with QoS re-negotiation for multimedia services in UMTS[A]. IEEE VTS 53rd Vehicular Technology Conference[C]. 2001.2021-2025.

[4] LEI H, KUO C C J. Joint connection-level and packer-level quality-of-service support for VBR traffic in wireless multimedia networks[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 2005, 23 (6):1167-1177.

[5] LIU H C, WANG Y F, YANG D C. Performance of a reservation-based admission control scheme for TD-SCDMA systems, wireless communications, networking and mobile computing[A]. Proceedings 2005 International Conference[C]. 2005.1026-1028.

[6] 3GPP,TR25.942-800. Radio Frequency (RF) System Scenarios v5.1.4.2[S].

[7] PENG M, HU W, WANG W B. Investigation of uplink capacity based on the background noise floor in TDD-CDMA systems[A]. IEEE 7th

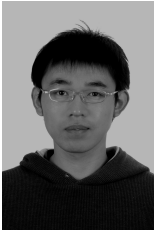
FFT algorithm[J]. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1981, 29(4):806-816.

- [12] ZIEDAN N I, GARRISON J L. Unaided acquisition of weak GPS signals using circular correlation or double-block zero padding[A]. IEEE PLANS,2004 Position Location and Navigation Symposium[C]. 2004.461-470.



崔绍龙 (1985-), 男, 河北张家口人, 中国科学院博士生, 主要研究方向为软件 GNSS 接收机技术。

作者简介:



姚相振 (1984-), 男, 山东济南人, 中国科学院博士生, 主要研究方向为软件 GNSS 接收机技术。



方金云 (1968-), 男, 山东青岛人, 中国科学院副研究员、博士生导师, 主要研究方向为地理信息系统和海量数据处理技术。

(上接第 182 页)

International Conference on Signal Processing[C]. Beijing,China, 2004.1918-1921.

作者简介:



李方伟 (1960-), 男, 重庆人, 重庆邮电大学教授、博士生导师, 主要研究方向为移动通信理论与技术、信息安全技术等。



李晗 (1986-), 女, 河南南阳人, 重庆邮电大学硕士生, 主要研究方向为移动通信技术。

卢晓 (1982-), 男, 河南南阳人, 重庆邮电大学硕士生, 主要研究方向为移动通信技术。