

GSM/GPRS 系统无线资源分配的研究^{*}

文展¹, 刘光明²

(1. 成都信息工程学院 电子系, 四川 成都 410041; 2. 重庆邮电学院, 重庆 400065)

摘 要:通用分组无线业务(GPRS: general packet radio service), 是一种基于 GSM(global system for mobile communications)的新承载业务, 它极大地提高并简化了通过无线方式对 Internet 的访问。GPRS 与 GSM 的语音和基于电路交换的数据业务一起共享 GSM 的频带。主要研究了 GPRS 和传统 GSM 业务之间无线资源分配方案, 利用呼叫允许控制器和带宽分配器获得较高的带宽利用率而不影响传统 GSM 业务和 GPRS 的服务质量 QoS。

关键词:GPRS; GSM; 无线资源分配; QoS

中图分类号:TN929.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5694(2003)04-0029-04

Study of radio resource allocations in GSM/GPRS system

WEN Zhan¹, LIU Guang-ming²

(1. Electric Department, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 410041, P. R. China;

2. Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

Abstract:GPRS(general packet radio service)is a new bearer service for GSM(Global System for Mobile Communications)that can greatly improve and simplify wireless access to Internet. GPRS shares GSM frequency bands with telephone and circuit-switched data traffic. In this paper, the authors introduced proposed scheme about radio resource allocation, and utilized call admission controller and bandwidth allocation controller to increase bandwidth utilization without affecting the QoS of GSM and GPRS service.

Key words:GPRS; GSM; radio resource allocation; QoS

0 引 言

在 1997 年, GSM Phase2+ 规范基于 GSM 提出了 GPRS 方案, 作为 GSM 网络向第三代移动通信演进的第一步。GPRS 网络是基于现有 GSM 网, 增加了 SGSN(Serving GSN)和 GGSN(Gateway GSN)节点, 并部分修改软硬件实现的。

GPRS 与 GSM 业务一起共享 GSM 的频带, 物理信道可根据目前的业务量和服务优先权动态分配给分组交换(GPRS)和电路交换(传统 GSM)业务, 因此如何在 GPRS 和 GSM 语音业务间有效地分配带宽成为一个很重要的问题; 分配给 GPRS 的带宽太多, 将增加 GSM 语音业务呼叫和切换阻塞率; 但另一方面, 分配给 GPRS 的带宽不够又将降低系统

带宽的利用率。我们希望在语音业务量较小时, 获得较低的呼叫和切换阻塞率以及较高的带宽利用率, 而不会增加 GPRS 连接拒绝率。当语音业务量较大时, 呼叫阻塞率仍然能保持在目标值以下。

1 空中接口

研究 GPRS 和 GSM 间的无线资源分配, 我们必须首先介绍 GPRS/GSM 系统的空中接口。然后给出建议的信道分配模式, 呼叫控制与带宽分配方案。我们的目标是增加带宽的利用率、保证 GSM 语音服务质量 QoS, 同时允许 GPRS 连接。

1.1 无线块和逻辑信道

GPRS 用 GSM 同样的 TDMA/FDMA 结构形成物理信道。通过 FDMA 从上行和下行方向定义了

* 收稿日期: 2002-08-26

作者简介: 文展(1977-), 女, 重庆武隆人, 硕士, 研究方向为通信网技术; 刘光明, 教授, 硕士生导师。

许多带宽为 200 kHz 的频率信道,这些信道进一步被分为长度为 4.165 ms 的 TDMA 帧,每个 TDMA 帧又被分为等长的 8 个时隙,某个特定时隙的循环就构成了一个物理信道。

作为 GSM 的扩展,GPRS 和 GSM 使用相同的频率并共享同样的物理信道。每个物理信道或者分给 GPRS,传输分级交换数据,或者分给 GSM,处理基于电路交换的呼叫。

用于传输 GPRS 分组数据的物理信道称作分组数据信道(PDCH)。PDCH 上基本的传输单元称为无线块,用 4 个连续 TDMA 帧的 4 个时隙传送。一个 PDCH 的复帧结构由 52 个 TDMA 帧组成,周期为 240 ms。除了物理信道外还有一系列逻辑信道用于信令、广播系统信息、同步等,和传统 GSM 一样,它们分为业务信道和控制信道。

分组业务信道(PDTCH)用于传送用户数据;分组广播信道(PBCCH)用 BSS 向所有 GPRS 移动台广播无线网络的管理信息;分组公共控制信道(PCCCH)是点到多点双向信令信道,由下面 4 类子信道组成:① 分组随机接入信道(PRACH)—用于移动台发起上行链路传输,要求一个或多个 PDTCH;② 分组接入允许信道(PAGCH)—用于分配一个或多个 PDTCH 给移动台;③ 分组寻呼信道(PPCH)—用于 BSS 在分组下行传输前找出移动台的位置;④ 分组通知信道(PNCH)—用于向一组移动台发送点到多点通知信息。

专用信道是双向点到点信令信道,它包括:① 分组随路控制信道(PACCH)—用于传送某个移动台的信令信息;② 分组定时提前量控制信道(PTCCH)—用于帧同步。

1.2 上行数据传输

为支持 GPRS 的包交换,一个 PDCH 临时分配给某个移动台。基站控制器 BSC 控制上行和下行 2 个方向的资源分配。本文主要从上行链路传输方面来讨论无线资源分配。

一个移动台通过在 PRACH 上发送一个分组信道请求来初始化一个分组传输,共 2 种分组接入方法:一阶段接入和二阶段接入。分组数据可以利用多时隙信道保留方案高效灵活地利用有效带宽,一个移动台的一个无线块可同时在不同的 PDCH 上传输,从而降低了空中接口上的传输时延。带宽分配是可变的,可以是一个 TDMA 帧上的 1~8 个时隙,取决于可用的 PDCH 数目、移动台的多个时隙的容量。当采用 8 个时隙和 CS-4 编码方式时,传输带宽可达

171.2 kbit/s。移动台信道请求成功并且资源可用,临时块流(TBF)建立,此时资源将(PDTCH、缓冲区等)分配给移动台,数据传输开始。一旦数据传输完成,释放 TBF,TBF 可根据需要持续几毫秒到几分钟。

2 无线资源分配方案

在传统 GSM 系统中,信道在整个呼叫过程中固定分配给某个移动台,不管它是否传输数据。而 GPRS 只在用户需要传送数据时才分配资源,传送结束马上收回。对于突发业务,这样更有效地利用了带宽,按这一原则,多用户共享同一物理信道。

支持 GPRS 的小区为 GPRS 业务分配物理信道如 PDCH,PDCH 来自小区中可用的公共信道池,因此小区中的无线资源是由 GPRS 和非 GPRS 业务共享的,根据目前的业务量、服务优先权和多时隙级别把物理信道动态分配给分组交换(GPRS)和电路交换(传统 GSM)业务。根据当前要求,分配给 GPRS 的信道数据是可变的。未为传统 GSM 业务所用的物理信道可作为 PDCH 分配给 GPRS,从而提高 GPRS 的服务质量,当来了一个更高优先级业务的资源请求,则收回 PDCH 的分配。

2.1 建议的信道分配模式

建议的信道分配模式如图 1 所示,GSM 语音业务与 GPRS 业务共享物理信道,专门为有优先级申请的 GSM 切换业务保留了守护信道。

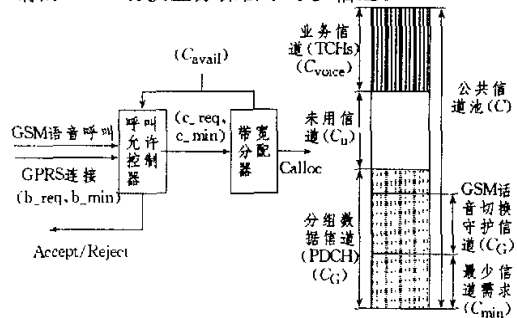


图1 信道分配模式

Fig. 1 Channel allocation mode

图 1 中 C 表示公共信道池中总的信道数目, C_g 表示为 GSM 切换业务保留的守护信道数目,该信道可根据需要临时分配给 GPRS 业务, C_{voice} 表示用于 GSM 语音的信道数目, C_{gprs} 表示用于 GPRS 连接的信道数目, C_{min} 表示用于 GPRS 连接的最少信道数目, C_{avail} 表示用于语音业务的信道数目, $C_{avail} = C - C_{min}$ 。

在多介质网络中,存在满足服务要求的最小带宽,假设每个GPRS 连接请求有 2 个带宽的参数:要求带宽(b_{req} kbit/s)和最小带宽(b_{min} kbit/s)。

呼叫允许控制器用于控制分配给GPRS 的信道数目并保证 GSM 话音质量,同时保证所允许的GPRS 连接的最小QoS。呼叫允许控制将再后面详细讨论。 c_{req} 表示为允许的GPRS 连接提供 b_{req} kbit/s 带宽所附加分配的信道数目, c_{min} 表示为允许的GPRS 连接提供 b_{min} kbit/s 带宽需增加的信道数目。

当一个GPRS 连接请求到达时,由呼叫允许控制器计算出 c_{req} 和 c_{min} ,首先看请求是否允许,如是,则看为了给GPRS 提供 b_{req} kbit/s 或 b_{min} kbit/s 分别需分配多少附加信道。假设每个PDCH 提供 I kbit/s 的带宽,有 M 个GPRS 连接,每个GPRS 连接 i 有 2 个带宽的参数 $b_{req}(i)$ 和 $b_{min}(i)$, i 从 1 到 M ,假设来了一个GPRS 连接请求 k ,2 个参数为 $b_{req}(k)$ 和 $b_{min}(k)$,最小带宽数目 c_{min} 和 c_{req} 必须满足:

$$\sum_{i=1}^M b_{min}(i) + b_{min}(k) \leq I \times (C_{min} + c_{min})$$

$$\sum_{i=1}^M b_{req}(i) + b_{req}(k) \leq I \times (C_{gprs} + c_{req})$$

利用带宽分配控制器可动态调整 GSM 话音和GPRS 业务信道分配,以获得更高的带宽利用率,同时当网络拥塞时,可收回一些正在进行的GPRS 连接的带宽,为已有的GPRS 连接和话音业务提供最小带宽需求。

2.2 建议的呼叫允许

网络接受GPRS 连接必须满足 2 个条件:一是允许GPRS 连接请求不会增加呼叫发起和切换阻塞率;二是网络应该保证至少能为连接请求分配 b_{min} kbit/s 带宽。

首先讨论条件一,对 GSM 话音业务,新发起呼叫和切换的阻塞率应小于 P_{mb} ,即我们所设定的值。收到GPRS 连接请求后,呼叫允许控制器判断接受此连接是否会影响 GSM 话音业务的QoS,若能保证新发起呼叫和切换的阻塞率仍小于 P_{mb} ,则接受,否则拒绝。

假设一小区内新发起呼叫和切换服从泊松分布,移动台在小区内停留时间是独立的,可认为服从指数分布,设呼叫请求率为 λ_c ,切换率 λ_s ,移动台在小区内停留时间 $1/\mu$,这些参数可通过对话音业务的统计得到,并能动态调整。

设保证GPRS 连接的信道数目为一新变量 $C_{min}' = C_{min} + c_{min}$,话音业务可用信道数目为 $C_{avail}' = C - C_{min}'$ 。

从 C_{avail}' 中分出 C_G 个信道给切换业务,图 2 显示了系统中 i 个呼叫的状态转移, $P(i)$ 表示系统中 i 个

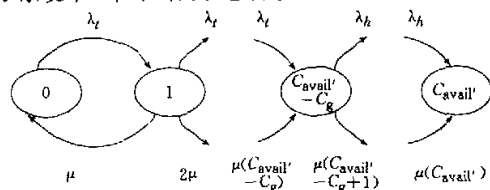


图2 信道占用状态转移图

Fig. 2 The state-transition diagram for channel occupation

呼叫的稳定状态率,根据此图, $P(i)$ 可通过以下公式得到:

$$P(i) = \begin{cases} \left(\frac{\lambda_c}{\mu} \right)^i \frac{P(0)}{i!} & i < C_G \\ \left(\frac{\lambda_c}{\mu} \right)^{C_{avail}' - C_G} \left(\frac{\lambda_h}{\mu} \right)^{i - (C_{avail}' - C_G)} \frac{P(0)}{i!} & \text{若 } C_{avail}' - C_G < i \leq C_{avail}' \end{cases}$$

当 $i \leq C_{avail}' - C_G$ 时,很容易得到:

$$P(0) = \left[\sum_{i=0}^{C_{avail}' - C_G} \left(\frac{\lambda_c}{\mu} \right)^i \frac{1}{i!} + \left(\frac{\lambda_c}{\mu} \right)^{C_{avail}' - C_G} \times \sum_{i=C_{avail}' - C_G}^{C_{avail}'} \frac{\left(\frac{\lambda_h}{\mu} \right)^{i - (C_{avail}' - C_G)}}{i!} \right]^{-1}$$

当没有空闲信道时切换将被阻塞,阻塞率 $P_{hb} = P(C_{avail}')$ 。当空闲信道数小于 C_G 时,呼叫也将被阻塞,

阻塞率 $P_{nb} = \sum_{i=C_{avail}' - C_G}^{C_{avail}'} P(i) \leq P_{mb}$,条件一满足;若

$C_{min} \leq C - C_{voice} - C_G - C_{min}$,条件二满足。当 2 个条件都满足后,接受GPRS 连接请求。对于 GSM 话音业务,若 $C_{avail}' - C_G > 0$,接受呼叫请求;若 $C_{avail}' > 0$,接受 GSM 切换请求。

2.3 带宽分配

一旦话音业务或GPRS 连接请求允许后,带宽控制器负责为这些连接分配带宽。当网络拥塞时,收回一些带宽,只保证最小带宽需求。收到一个允许的呼叫后,带宽控制器将从未用的信道中分配一个给话音业务,若没有未用信道,带宽控制器将从GPRS 收回一个PDCH 给话音业务。通过呼叫允许技术,剩下的PDCH 仍然可为正在进行的GPRS 连接提供带宽,保证它最小带宽需求。通过回收技术,守护信道可分配给GPRS 以增加带宽的利用率。假设有 $C_{min}' - C_G$ 个信道用于新的呼叫和切换,当来了一个切换

却没有信道可用,则临时分配给GPRS作为PDCH的守护信道将收回,转分给话音业务。

假设来了一个允许的GPRS连接,带有参数 b_{req} 和 b_{min} 。呼叫允许控制器计算出用于带宽分配参数 c_{req} 和 c_{min} 。带宽控制器尽量为GPRS分配 c_{req} 个信道,为GPRS连接提供 b_{req} kbit/s带宽;若未用信道数目小于 c_{req} 个,则尽量为GPRS分配 c_{min} 个信道,为GPRS连接提供 b_{min} kbit/s带宽;若未用信道数目小于 c_{min} ,则随机选择正在进行的GPRS连接,收回它们的部分带宽也是必要的,收回的结果是仍然保持这些连接的最小QoS。

3 结果分析

(1) 计算 C_G :取小区内公共信道池中总的信道数目 $C=100$,移动台在小区内停留时间 $1/\mu=180$ s,我们可以通过计算得出表1的结果。

表1 最大呼叫到达率随守护信道数目的变化

Tab.1 Max call arrival rate changing with number of guard Channels

守护信道数目 C_G	满足呼叫阻塞率=0.05的最大呼叫到达率(1/s)	满足切换阻塞率=0.005的最大呼叫到达率(1/s)
1	0.255	0.24
2	0.25	0.25
3	0.245	0.265
4	0.245	0.28
5	0.24	0.29

应从中选择满足所设定的呼叫和切换阻塞率的2个最大的呼叫到达率所对应的最小守护信道数目,因此,选择 $C_G=2$,此时最大呼叫到达率为0.25,但同时要为GPRS提供带宽,呼叫到达率必须小于0.25,如表1中黑体数字所示。

(2) 带宽回收:假设每个PDCH提供 I kbit/s带宽,则GPRS连接请求参数 b_{req} 和 b_{min} 必须是 I 的整数倍。当接受的GPRS连接请求的参数 b_{req} 和 b_{min} 分别为 $3I$ kbit/s和 $2I$ kbit/s,因此很容易通过呼叫允许控制器计算得到: $c_{req}=3$ 和 $c_{min}=2$ 。假设只有一个未使用信道,不能满足 c_{req} ,但必须至少分配出 c_{min} 个信道。因此带宽控制器分配这个未用信道并从正在进行的GPRS连接收回一个信道,它的信道数目大于所需要的最小信道数目。

(3) 守护信道回收:假设变量 $C_{gprs}=C_{min}-C_G$ 为一个信道,没有未用信道,可回收 $C_{gprs}-C_{min}$ 个信道,作为

GSM 话音业务的信道。现在假设有一个新的呼叫请求,带宽控制器从正在进行的GPRS连接收回一个信道,分配给所接受的这个新呼叫业务。此时,由GPRS连接使用的守护信道仅仅收回用于切换业务。

4 结束语

通过引入呼叫允许控制器和带宽分配器,前者用于控制分配给GPRS的信道数目并保证GSM话音质量,同时保证所允许的GPRS连接的最小QoS。后者用于动态调整GSM话音和GPRS业务信道分配,以获得更高的带宽利用率,同时当网络拥塞时,可收回一些正在进行的GPRS连接的带宽,为已有的GPRS连接和话音业务提供最小带宽需求。在提高了GSM/GPRS系统无线资源利用率同时,也保证了GSM和GPRS业务的最小QoS。

参考文献:

- [1] CAI J, GOODMAN D. General Packet Radio Service in GSM [J]. IEEE Commun. Mag., 1997, 35(10): 122-131.
- [2] BETTSTETTER C, VOGEL H J, EBERSPACHER J. GSM Phase2 + General Packet Radio Service GPRS; Architecture, Protocol, and Air Interface [J]. IEEE Commun. Surveys, 1999, 2(3).
- [3] Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); Mobile Station (MS) - Base Station System (BSS) interface; Radio Link Control/Medium Access Control (RLC/MAC) protocol (GSM 04. 60 version 8. 3. 1 Release[S]. 1999.
- [4] Digital cellular telecommunications system (Phase 2 +); Mobile radio interface signalling layer 3; General aspects (GSM 04. 07 version 7. 3. 0 Release[S]. 1998.
- [5] 李少斌, 景锋, 谢显中, 等. TD-SCDMA 相邻小区下行链路干扰分析与仿真[J]. 重庆邮电学院学报(自然科学版), 2002, 14(4): 15-18.

(编辑:何先刚)