

LTE 系统中 BSR 和 SR 发送问题的改进

张德民,蒋忠均,庾 勤

(重庆邮电大学 移动通信重点实验室,重庆 400065)

摘要:调度是 LTE(长期演进)系统中基站为用户分配资源的重要环节和关键技术。UE(用户终端)一般通过 BSR(缓存状态报告)和 SR(调度请求)获得无线资源。文章针对 BSR 和 SR 同时存在时造成资源浪费的问题,通过不同的参数设置设计了解决方案,并且提出了一种在半静态调度下判断触发 BSR 和 SR 的方法以及解决填充 BSR 和其他 BSR 冲突的方法,有效地提高了资源利用率和系统稳定性。

关键词:长期演进;调度;调度请求;缓存状态报告

中图分类号:TN929.5

文献标志码:A

文章编号:1005-8788(2012)04-0056-04

Improvement of BSR and SR delivery in LTE systems

Zhang Demin ,Jiang Zhongjun ,Tuo Qin

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

Abstract: Scheduling is an important link and key technology for resource assignment by basic stations to users in Long Term Evolution (LTE) systems. The User Equipment (UE) usually obtains radio resource by delivering Buffer Status Report (BSR) and Schedule Request (SR). As the simultaneous existence of BSR and SR results in the waste of the resources, this paper designs a solution on the basis of different parameters and presents an approach for triggering BSR and SR in Semi-Persistent Scheduling (SPS) and removing the conflicts between the padding BSR and other BSRs, effectively improving the resource utilization efficiency and system stability.

Key words: LTE; schedule; schedule request; BSR

0 引 言

LTE(长期演进)系统中采用共享方式调度资源,所以调度方式的选择决定了整个移动系统的性能。为减小控制信息开支,LTE 提出了一种全新的半静态调度^[1]。在 LTE 系统中,动态调度和 SPS(半静态调度)是最常见的,两种调度方式的混合使资源调度过程变得复杂而且容易出现问題。

SR(调度请求)用来向网络端请求上行共享信道资源,BSR(缓存状态报告)向服务基站提供 UE(用户终端)共有多少存在上行的缓冲区里需要发送的信息。文章首先介绍 BSR、SR 之间的联系以及 SPS,然后重点对多个 BSR 同时存在的处理机制进行研究,并且对 BSR 和 SPS 在某些情况下造成资源浪费的问题提出解决方案。

1 资源调度过程

当逻辑信道承载建立时,每个 BSR 是针对一个逻辑信道组来讲的。UE 会把资源分配给优先级更高的逻辑信道。共有 3 种 BSR:常规 BSR、周期性 BSR 和填充 BSR。常规 BSR 的触发条件如下:(1)

缓存器为空时有新的数据到达;(2) 优先级较高的逻辑信道缓存有新的数据到达;(3) retxBSR 定时器超时,并且信道组中有数据要发送。在 UE 处于上行同步之后,RRC(无线资源控制)层将会为 MAC(媒体接入控制)层配置一个周期性 BSR 定时器,它的作用是周期性地扫描逻辑信道,以避免信道上累计过多的上行数据,该定时器超时将触发周期性 BSR。如果填充比特数大于或者等于短 BSR 控制信息,则填充 BSR 将会被触发。对填充 BSR,如果填充比特数大于或等于短 BSR(加上子头)的大小,但小于长 BSR(加上子头)的大小:(1) 在发送 BSR 的当前 TTI(发送时间间隔)有多于一个 LCG(逻辑信道组)要发送数据,报告截断 BSR;否则报告短 BSR。(2) 填充比特数大于或等于长 BSR(加上子头)的大小,报告长 BSR;否则报告短 BSR。

BSR 与 SR 流程如图 1 所示。如果一个 BSR 被触发,并且 UE 有上行资源传送 BSR,则报告 BSR;否则将触发一个 SR 过程。SR 是用来获取上行共享信道资源的,一旦 SR 被触发,它将被挂起,直到有上行资源发送含有 BSR 控制成员的 PDU(分组数据单元),或者有数据所需的上行资源。一

收稿日期:2012-02-22

基金项目:国家科技重大专项基金资助项目(2009ZX03002-009)

作者简介:张德民(1955-),男,重庆人,教授,主要研究方向为数字信号处理。

般情况下,SR在PUCCH(物理上行控制信道)中发送,调度的传输是周期进行的。假设 n_t 为系统帧号, n_s 为子帧的标号, $SR_{Periodicity}$ 为调度周期, $N_{OFFSET,SR}$ 表示触发调度的子帧与传输调度子帧的时隙差,则当子帧号满足 $\{10n_t + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,SR}\} \bmod SR_{Periodicity} = 0$ 时,将会在固定的时隙上传输调度符号,前提是 $SR_COUNTER < dsr-TransMax$ 。如PUCCH不能发送SR,或者没有PUCCH资源,则开始随机接入过程。

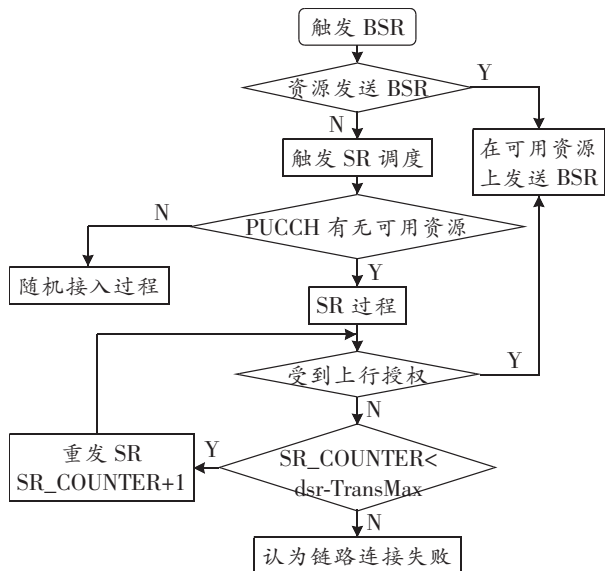


图1 BSR与SR流程

SPS主要是用来分配周期性调度的资源;eNB(基站)在连接建立时就配置好SPS的参数,再通过PDCCH(物理下行控制信道)激活SPS。一旦SPS被激活,UE将认为在固定周期的子帧上存在固定的频域资源进行数据的收发。由于是在固定时频资源收发数据,SPS节约了大量的PDCCH控制资源。UE在接收到由半静态C-RNTI(信元随机接入无线网络临时标识)扰码的PDCCH半静态激活配置后,将每隔SPS周期时间,如10、20或64ms等,在固定的频域资源上接收或者发送数据。与其他调度状态不同的是,SPS状态下即使没有资源发送已触发的BSR,SR过程也不会被激活,否则会造成过程冲突和资源浪费。

2 问题分析及解决方法

LTE取消了TD-SCDMA(时分同步码分多址)中专有信道的概念,取而代之的是以共享信道的方式来调度资源。为了适应不同数据业务的传输,调度方式也应做相应的改变。LTE支持动态调度和SPS两种调度方式,动态调度采用C-RNTI加扰

PDCCH,SPS采用SPS C-RNTI加扰PDCCH^[2]来获取资源指示。动态调度和SPS一起工作加大了调度工作的难度,同时会出现如下过程之间的冲突问题,这些都是标准协议中没有提到但又存在的问题,为此本文重点对这些问题进行研究和解决。

2.1 BSR和PHR(功率净空报告)的优先级处理

PHR需要2bit发送,长BSR需要3bit发送。如果长BSR和PHR同时被激活,而物理层上行资源只剩下4bit可以用,则会出现两种选择:生成一个短BSR和一个PHR,或者生成一个长BSR。在多个LCGS(逻辑信道组)有数据要发送的情况下,如果UE选择生成一个BSR和一个PHR,则会造成资源浪费和数据传送延时,因此需设定BSR的优先级高于PHR的优先级,出现这种情况时应该选择生成一个长BSR而放弃生成PHR。

2.2 BSR和数据的优先级处理

在RRC连接状态下,BSR才能被触发;而在IDLE(空闲)状态下,BSR过程将不被执行,所以需要RRC在CCCH(公共控制信道)中发送连接请求。在切换过程中,RRC将在CCCH发送连接重建请求^[3]。如果BSR和SR过程被触发,由于MAC控制成员在MACSDU(业务数据单元)之前,BSR是MACPDU中的控制成员,发送SR的优先级比发送BSR的优先级要高,因此只有剩下的资源给MACSDU来装RRC重建消息,这种情况下,RRC重建消息的发送会被延时,重建成功率降低^[4]。重建消息是在RLCTM(无线链路控制层透明传输模式)模式下CCCH传输,当上行资源不够发送成员BSR后面的RRC重建消息时,会等到有新的资源再发送,这会造成时延。这些是因为之前BSR优先级比重建消息的优先级高,为了解决上述重建时延和成功率低的问题,设计了图2所示的优先级处理流程,专门对重建消息进行判断。

2.3 一种SPS下判断BSR和SR触发的方法

SPS对SR来说有优化的地方,eNB通过PDCCH分配资源,UE周期性地获得无线资源。在SPS下,BSR与SR过程申请的资源可能会造成资源浪费,所以有必要找出一种方法来协调SR、BSR和SPS过程之间的冲突。在SPS状态下,如果BSR被触发而又没有上行资源,UE不能立即激活SR过程,这种情况下所有BSR可能被取消;BSR可能通过aPDCCH order获得资源而被传送,也可能是来自SPS的资源。在3GPP(第三代合作伙伴计划)中没有提到此处资源浪费的解决方法。

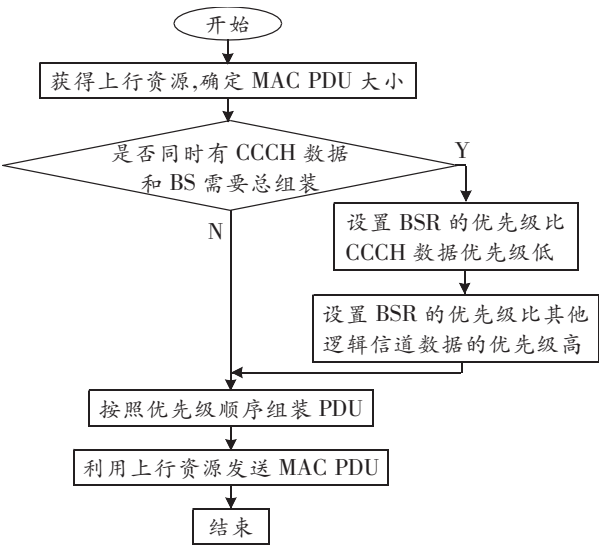


图 2 优先级处理流程

当 BSR 被触发时,UE 首先判断 SPS 是不是激活状态。如果 SPS 不是激活状态,则走普通的流程:如果是常规 BSR 且没有可用上行资源,则 SR 过程被激活;如果是周期性 BSR,则等待下一周期资源到来再发送。如果 SPS 是激活状态,情况(1):BSR 被触发的时刻与下一次 SPS 周期性资源到达的时隙间隙在一定范围内;情况(2):数据所需资源大于 SPS 得到的上行资源;两种情况下通过设定阈值触发 BSR 和 SR 过程。

如图 3 所示,UE 周期性地收到 SPS 过程得到的资源。将一个 SPS 周期分为周期 A 和周期 B。如果 BSR 在周期 A 内被触发,则不考虑 SPS,照常发送 BSR,这是因为周期 A 到下一个 SPS 资源到达

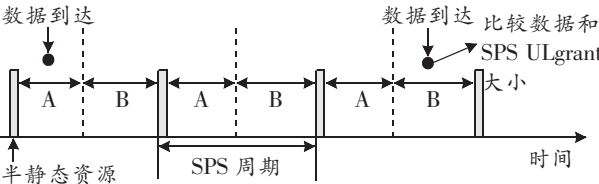


图 3 SPS 下触发 BSR

的时间还很长,因此造成资源浪费的概率很小。如果 BSR 在周期 B 内被触发,由于等待下一个 SPS 资源到达的时间很短,盲目地发送 BSR 和 SR 会造成大量资源浪费,所以有必要检测 SPS 得到的资源和 UE 数据资源,即如果 SPS 得到的资源小于 UE 缓存器里数据所需的资源,则走 BSR 正常模式;如果 SPS 得到的资源大于 UE 缓冲器里数据所需,则取消 BSR。还有一种特殊情况,如果 BSR 在 SPS 资源到达的时刻被触发,则 BSR 过程所需发送的数据在 SPS 资源上发送。

2.4 一种解决填充 BSR 和常规(周期)BSR 冲突的方法

一个 MAC PDU 最多只能包含一个 BSR 控制成员(即使多个 BSR 被触发)。如果 UE 获得足够的资源,PDU 已经包含了一个常规(周期)BSR、SDU(业务数据单元)以及其他控制成员,则不组装填充 BSR,这是因为常规 BSR 和周期 BSR 的优先级比填充 BSR 的优先级高。

如图 4 中的左图所示,已经包含一个短 BSR 的 PDU 还剩两字节资源,通常动作是忽略这两字节。这种情况虽然满足了上述的优先级,但没有充分地利用资源^[5]。在图 4 的右图中,如果只有一个 LCG 有数据,并且满足触发常规 BSR 的条件,SR 过程在几个 TTI 后从网络端得到分配的资源,但这时有多个 LCG 数据需要发送,因此不触发截断 BSR,而是把 PDU 所有 SDU 后移两字节,组装一个长 BSR。这种方法不仅满足了 BSR 优先级,还报告了多个 LCG 的数据状态,有效地缩短了发送时延。

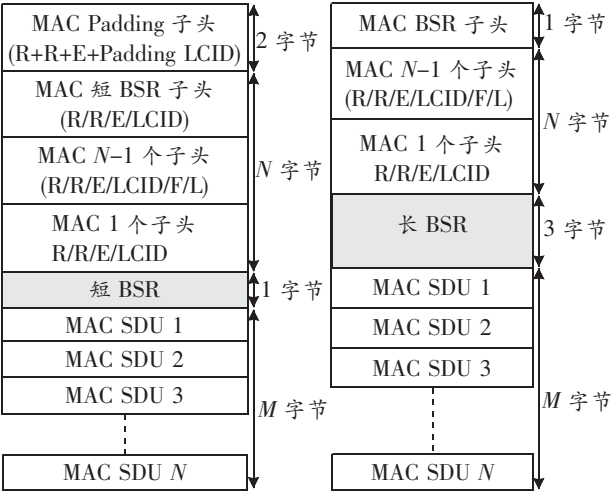


图 4 包含填充 BSR 的 MAC PDU

3 结束语

调度是判断一个系统好坏的重要因素,UMTS(通用移动通信系统)中的调度是在 RNC(无线网络控制器)上实现的,LTE 中用调度功能的是 MAC 层,通过 BSR 和 SR 过程专门用来请求资源。本文通过对 LTE 系统中资源调度机制的深入研究,不仅提出而且设计了在 SPS 状态下判断触发 BSR 和 SR 的方法以及多个 BSR 之间、BSR 与数据之间和 BSR 与 PHR 之间冲突问题的解决方案,通过对流程设计的分析能够有效地提高系统稳定性和资源利用率。

参考文献：

- [1] 沈嘉. LTE技术挑战与系统优化[J]. 移动通信, 2010, (5): 22-26.
- [2] 3GPP TS 36.523-1 V9.0.0-2010, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Packet Core (EPC); User Equipment (UE) conformance specification [S].
- [3] 3GPP TS 36.331 V9.3.0-2010, Evolved Universal Ter-

restrial Radio Access (E-UTRA) Radio Resource Control(RRC) Protocol specification [S].

- [4] 宋茂强. 通信软件设计基础(第二版)[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2008. 70-180.
- [5] CHUN Sung-Duck, YI Seung-June. Method and Apparatus For Processing Padding Buffer Status Reports [P]. US: 2009/0232108 A1, 2009.

(上接第25页)

则是在 MAP 和 NAR 之间建立转发分组隧道, 当 MN 发生切换时, MAP 需要快速地与 MN 所接入的新 AR 建立隧道并撤消与原来 AR 之间存在的隧道, 从而避免网络资源的闲置。

(2) FHMIPv6-PP 引入了新的概念(如 TM 包头、PAR 隧道状态表)和消息(如 TM 报头确认帧 TMAck), 而 FHMIPv6 使用 FMIPv6 中的消息完成快速切换, 没有定义任何新的消息, 这使得 FHMIPv6 比 FHMIPv6-PP 简洁且容易实现。

5 结束语

将 FMIPv6 和 HMIPv6 结合在一起的 FHMIPv6, 利用 HMIPv6 的层次结构进一步降低了 FMIPv6 的切换时延。与 FMIPv6 不同的是, FHMIPv6 在 MAP 和 NAR 之间(而不是 PAR 和 NAR 之间)建立快速切换的分组转发隧道。为此, MN 和 MAP(而不是和 PAR)交换快速切换消息。FHMIPv6 仍然使用 FMIPv6 中的消息完成快速切换, 因此不必再定义任何新的消息。同时, 本文提出的方案利用 PAR 与 NAR 之间的双向隧道转发报文, 因而当 MN 发生乒乓切换时, 它不需要向 HA 和 CN 或 MAP 进行反复注册。这样不仅有效减少了 MN 的切换时延, 而且还能够减少切换所产生的信令和丢包率, 从而进一步提高了网络性能。

参考文献：

- [1] Koodli R. Fast handovers for mobile IPv6 [DB/OL]. <ftp://ftp.Rfc-editor.Org/in-notes/rfc4068.txt>, 2005-07.
- [2] Yang Zongkai, Wang Yuming. Fast seamless handover scheme and cost performance optimization for ping-pong type of movement [A]. PIMRC 2005: Proceedings of the IEEE 16th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications [C]. Berlin, Germany: IEEE, 2005. 4: 2131-2135.
- [3] Peng Xue-hai, Zhang Hong-ke, Hu Jiu-chuan, et al. Modeling in hierarchical mobile IPv6 and intelligent mobility management scheme [A]. PIMRC 2003: Proceedings of the IEEE 14th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications [C]. Beijing, China: IEEE, 2003. 3: 2823-2827.
- [4] Liu Jing, Song Jungwook, Kim Heemin, et al. Multi-session Method to Reduce Handover Latency and Data Losing in FHMIPv6 [A]. PIMRC 2008: Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology [C]. Riviera, France: IEEE, 2008. 1: 126-130.
- [5] Yoo Sang-Jo, Choi Seung-Joon, Su Dong. Analysis of Fast Handover Mechanisms for Hierarchical Mobile IPv6 Network Mobility [J]. Wireless Personal Communications, 2009, 48(2): 215-238.