

【本文信息】匡红,叶猛.LTE 中基于 S1 接口的数据采集系统研究[J].电视技术,2013,37(3).

专题 LTE 技术与应用

LTE 中基于 S1 接口的数据采集系统研究

匡红,叶猛

(武汉邮电科学研究院,湖北 武汉 430074)

【摘要】首先简单介绍了 LTE 的发展现状以及技术特点,定位了数据采集系统的入口 S1 接口。接着提出了数据采集系统的总体框架,然后针对数据分析模块和数据采集模块进行了详细论述,其中数据采集系统模块包括采集信令、采集数据、信令和数据的关联,最后提出了数据分析模块中的均衡策略。

【关键词】LTE; S1 接口; 数据采集系统; 数据分析模块; 数据采集模块; 均衡策略

【中图分类号】TN929

【文献标志码】B

Data Collection System Research Based on S1 Interface in LTE

KUANG Hong, YE Meng

(Wuhan Research Institute of Post and Telecommunication, Wuhan 430074, China)

【Abstract】At first, status of development and technology feature of LTE are introduced. And the entrance of data collection system called S1 interface is located. Secondly, the overall framework of data collection system is put forward. And then, data collection and data analysis module are discussed in detail. The collection and association between signal and data plays an important role in data collection module. At last, the balance of strategy is analyzed in data analysis module.

【Key words】LTE; S1 interface; data collection system; data analysis module; data collection module; balance of strategy

目前,全球的移动用户已经突破 60 亿,虽然 3G 市场呈现快速增长的趋势,但是国内外对其后续演进技术的研发早已展开^[1],有以下三大演进路线:一是 WCDMA 和 TD-SCDMA 演进到 LTE;二是 IEEE 802.16m 的 WiMAX 路线;三是 CDMA2000 演进到 UMB^[2]。因此,有必要对 LTE 计划及其技术发展投入足够的关注^[3-5]。

1 数据采集系统总体设计

本文的重点是研究 LTE 中基于 S1 接口的数据采集系统,如图 1 所示。

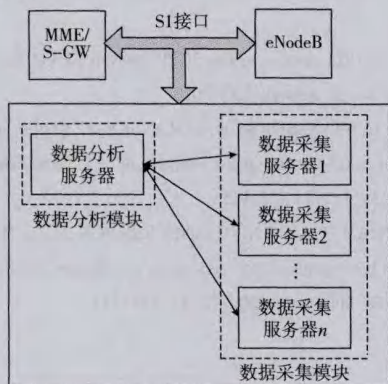


图 1 数据采集系统总体设计图

数据采集系统由数据分析模块和数据采集模块组

成,获取数据的入口在 MME/S-GW 和 eNodeB 之间,即 S1 接口。其中数据分析模块的作用是把 LTE 网络中的数据平均分配到数据采集模块;数据采集模块是由多台数据采集服务器组成,也就是把数据平均地分配到数据采集服务器上,然后数据采集服务器把用户一次上网行为的信令和数据关联到一起,这样才能正确采集用户上网行为,比如浏览网页是基于 HTTP 协议, Foxmail 发邮件是基于 SMTP 协议等。所以,数据采集系统就是从 LTE 核心网获取上网用户的信令和数据,采集用户的上网行为。

2 数据采集模块详细设计

根据上文介绍,数据采集系统由数据分析模块和数据采集模块组成。数据分析模块主要是进行均衡,把数据平均分配到数据采集模块,均衡策略将在后文详述。数据采集模块需要考虑的问题是采集用户的哪些信令,如何采集用户的数据,数据和信令是如何关联起来的,下面针对数据采集模块分析以上问题。

2.1 数据采集模块采集信令

图 2 所示为用 Wireshark 抓包软件获取的 LTE 网络信令包。针对用户的一次上网行为,会有多种信令消息。本节将简单阐述用户一次上网行为涉及到的信令类型,然后说明数据采集模块需要截获到的几种信令类型和协议字段。

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划重点项目(2012BAH38B05)

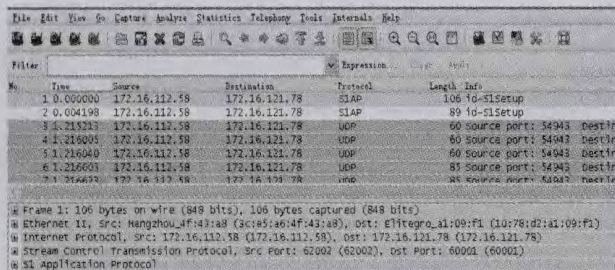


图2 wireshark 抓包 LTE 网络中信令消息(截图)

1) UE 开机后首先进行小区选择,接收系统信息,然后开机附着。

2) eNodeB 向 MME 发起请求初始化 UE 消息(Initial UE Message),信令里包括 5 个单元,即 id-eNB-UE-S1AP-ID, id-NAS-PDU, id-TAI, id-EUTRAN-CGI, id-RRC-Establishment-Cause。其中 id-eNB-UE-S1AP-ID 用来唯一地标识该 eNodeB 中含有的 UE 集合。

3) 核心网会创建默认的 EPS 承载,然后发送上下文建立的信令(Initial Context Setup Request),请求建立一个 UE 上下文。信令中包括 8 个单元,其中 id-E-RABToBeSetupListCtxtSUReq 单元中最关键的 IE 有 TEID-GTP,是信令创建隧道后,唯一标识这个隧道,适用于数据和信令的关联,transportLayerAddress 为传输层的 IP 地址。

4) 如果想创建专用的 EPS 承载,MME 会向 eNodeB 发送一条 E-RAB Setup Request,然后 eNodeB 上传一个 E-Rab Setup Response。请求信令中有 3 个单元,即 id-MME-UE-S1AP-ID, id-eNB-UE-S1AP-ID 以及 id-E-RABToBeSetupListBearerSUReq。同样 id-E-RABToBeSetupListBearerSUReq 中有 TEID-GTP 和 transportLayerAddress。

5) 在 eNodeB 还没有发起创建 UE 上下文的响应之前,会发送一条带有 UE 无线能力信息的信令(UE Capability Info Indication)。信令里包含 3 个单元,即 id-MME-UE-S1AP-ID, id-eNB-UE-S1AP-ID, id-UERadioCapability。其中 id-UERadioCapability 包含 UE 的无线承载能力。

6) eNodeB 向 MME 发起创建 UE 上下文的响应信令(Initial Context Setup Response)。确认建立一个 UE 上下文。信令中 E-RAB Setup List 中会返回一个 E-RAB ID,唯一标识特定的 UE 无线承载。

7) 这时 MME 可以向 eNodeB 发送下行的 NAS 传输信令(Downlink NAS Transport),然后 eNodeB 向 MME 发送上行的 NAS 传输信令(Uplink NAS Transport),更新承载。两个信令中需要采集 id-eNB-UE-S1AP-ID 和 id-MME-UE-S1AP-ID, id-MME-UE-S1AP-ID 表示该 MME 下 S1 接口上的 UE 集合^[6]。

8) 当检测到用户 inactive 时,eNodeB 会向 MME 发送一条释放 UE 上下文的信令(UE Context Release Request),用于请求释放与 UE 相关的逻辑连接。然后 EPC 更新承载后,会发给 eNodeB 一条 UE 上下文释放命令(UE Context Release Command),释放掉相关用户的数据和信令资源。最后,eNodeB 确定后,会发一条完成释放信令(UE Context Release Complete),其中 E-RAB ID 就是建立无线承载时分配的 E-RAB ID^[7]。

表 1 展示了数据采集系统需要采集的信令消息和重要字段。

表 1 LTE 常用信令消息类型以及需要采集的字段

消息类型	程序代码	重要字段
初始化 UE 消息(NAS 传输)	Initial UE Message	id-eNB-UE-S1AP-ID
UE 上下文创建的请求和	Initial Context Setup Request	TEID-GTP 用于唯一标识隧道,用于数据和信令和关联。
响应消息(默认承载)	Initial Context Setup Response	transportLayerAddress 传输层的 IP 地址。
E-RAB 创建请求和	E-RAB Setup Request	TEID-GTP 用于唯一标识隧道,用于数据和信令和关联
响应消息(专用承载)	E-RAB Setup Response	transportLayerAddress 传输层的 IP 地址。
UE 能力信息提示	UE Capability Info Indication	id-MME-UE-S1AP-ID, id-eNB-UE-S1AP-ID, id-UERadioCapability
下行 NAS 传输,上行 NAS	Downlink NAS Transport	id-eNB-UE-S1AP-ID, id-MME-UE-S1AP-ID
传输消息(NAS 传输)	Uplink NAS Transport	
UE 上下文释放请求和	UE Context Release Request	MME-UE-S1AP-ID, eNB-UE-S1AP-ID, E-RAB ID
响应消息(默认承载)	UE Context Release Command	
E-RAB 释放请求和	E-RAB Release Command	MME-UE-S1AP-ID, eNB-UE-S1AP-ID, E-RAB ID
响应消息(专用承载)	E-RAB Release Response	

2.2 数据采集模块采集数据

LTE 网络中通过 S1 接口传输的数据采用的是 GTP-U 协议。如图 3 所示,数据 Data 承载在 UDP 协议上,所谓采集数据,即截获这里的 Data 数据。比如浏览网页的数据承载在 HTTP 协议之上, Foxmail 发邮件的数据承载在 SMTP 协议之上, foxmail 收邮件的数据承载在 POP3 协议之上。无论是基于哪种应用,数据采集系统只需要截获这里的 Data 数据。

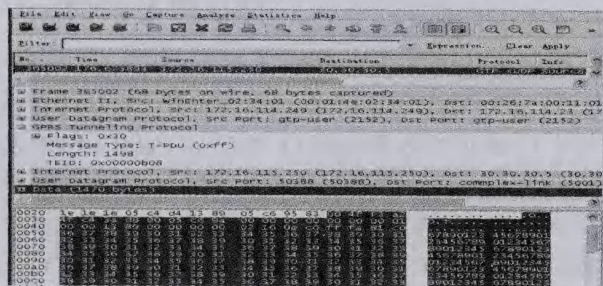


图3 wireshark 抓包 LTE 网络中数据消息(截图)

2.3 数据与信令的关联

基于上述介绍,可以成功地采集信令和数据消息,数据采集模块需要把一个用户一次上网行为产生的信令和数据关联到一起。信令在建立隧道的时候会分配一个隧道号 GTP TEID,如图 3 所示,在传输数据的时候,GTP-U 的头部也会带有一个 TEID 字段。TEID 字段是隧道标识符,用于识别一个隧道,数据中的 TEID 字段标识这条数据是属于哪一条隧道。那么通过这个字段,就可以成功地吧数据和信令关联起来了。

3 数据分析模块的均衡策略

数据分析模块的作用是把 LTE 核心网截获的数据平均分配给数据采集模块的采集服务器。如何做到平均,类似银行的叫号系统,对于普通用户有普通区,对于贵宾用户,则有贵宾区。目前,服务器的网口物理 IO 能力是 1 Gbit/s,北京的电信网数据流量就达到了 20 Gbit/s,全国的核心网数据流量高达几百吉比特每秒,一个数据采集服务器是不可能处理的,所以对于数据采集系统来说,数据分析模块是必不可少的。只有确保每台数据采集服务器处理 800 Mbit/s ~ 1 Gbit/s 的数据流量,才能保证数据处理的准确性。根据权威数据显示,信令和数据比例大致为 1:100。

根据以上的表述,制定了数据分析模块的均衡策略:当网络中开始传输信令时,所有的信令包都发往固定的信令板;而传输数据的时候,则是根据数据包的 IP 对其进行分发,保证每块数据采集服务器处理的流量一致,仅 800 Mbit/s ~ 1 Gbit/s 的数据流量。其中,根据 IP

分发,32 位 IP 地址除以数据采集服务器(除充当信令板的服务器)个数的余数,决定该数据要发送到哪一块固定的数据采集服务器上。通过这种方式均衡,每一台数据采集服务器处理的流量应该是均等的,这样才能保持比较高的数据处理能力。如图 4 所示,以上的描述都是单板部署,即只有一台数据分析服务器,单板部署只能处理流量小于 10 Gbit/s 的情况。但是在实际处理过程中,流量往往都是大于 10 Gbit/s 的,所以有以下多板部署策略。

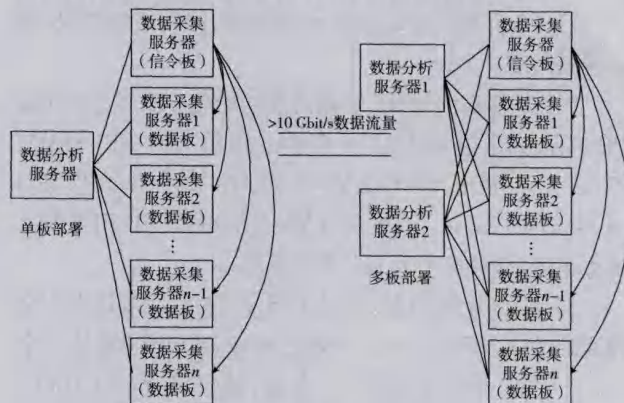


图4 数据分析模块的均衡策略

当数据流量大于 10 Gbit/s 的时候,就要考虑配置多个负载均衡服务器。比如数据流量为 10 Gbit/s,分配两个负载均衡服务器,每个负责 5 Gbit/s 数据,信令都发往信令板,数据包根据 IP 分发,然后处理的时候,信令板处理信令包,接着获取接口结构,广播到每一个数据板。需要强调的是,广播的不是信令包,而是信令的接口结构,即数据采集模块需要获取的信令关键字,因为广播数据包会降低系统的效率。数据采集服务器通过 TEID 把数据和信令关联起来,创建一个节点,这个节点中就包含了某个用户一次上网行为的信令和数据,这样就达到了数据采集系统的目的。

4 结语

随着 3G 技术成熟和 3G 网络的逐渐普及,给人们的生活带来了前所未有的体验,但是人们的需求并没有因此停滞,为了满足更高的带宽和更低的时延,LTE 网络应运而生。在 LTE 网络成立试点的同时,它的安全性也备受关注。在本论文中,提出了数据采集系统的设计方案,即从 LTE 核心网 S1 接口中获取数据。首先是通过数据分析模块进行数据的均衡,把 LTE 的数据平均分配给数据采集模块,然后数据采集模块截获信令和数据,以及把用户的信令和数据关联起来,这样就可以采集到某个用户的一次上网行为。

(下转第 112 页)

失败率还是在预先定义的门限之上,那么通知集中网络单元,关闭 SON 算法模块,让运维人员介入控制。

2.2 仿真及其结果分析

为了验证算法的可行性,搭建了仿真平台,本仿真中共设置 19 个基站,每个基站分 3 个扇区,基站间距离 500 m,小区中的 UE 以 50 km/h,200 km/h,320 km/h 移动,每种速度分布 40 个 UE。传播环境采用 cost231-Hata^[7]模型,阴影衰落方差为 9 dB,热噪声密度为 -174 dBm/Hz,系统带宽为 10 MHz。为了简化问题的复杂程度,假设所有用户的请求速率都为 512 kbit/s。仿真开始时,所有小区设置相同的 TTT,而且 Ocn 设置为 0 dB。仿真结果如图 5 所示,经过 10 轮优化后,失败率控制在 2% 以下。

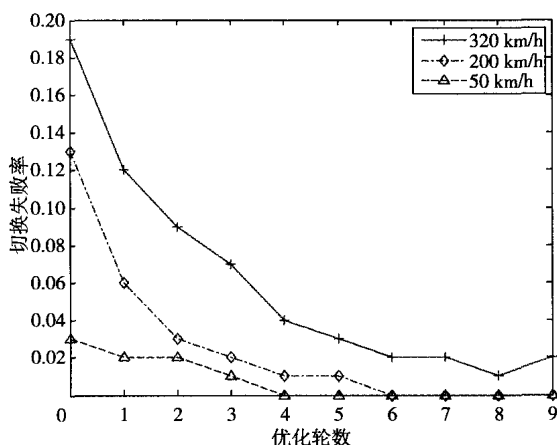


图5 切换失败率随优化轮数变化

在前 4 轮优化过程中,主要发生了过晚切换,所以采取的措施是减小 Hys ; 进入第 5 轮优化时,主要发生了过早切换,所以增加了 Hys ; 后续的几轮 Hys 出现小范围的上下波动调整,而切换失败率都保持在一个较小的范围。在整个仿真过程中,当切换失败率低于预先设置的门限时,SON 优化算法模块启动优化功能,经过一轮优化,切换失败率降低了,此时的切换参数作为下一轮切换入口参

数,继续统计切换次数,到达门限(100 次)后,启动第二轮优化,优化结果表明,切换失败率相对之前降低了。仿真结果表明,该算法大大减小了切换失败率,算法可行。

3 结束语

本文提出了 LTE 自组织网络(SON)中一种切换优化算法,通过检测不同的场景动态调整切换参数,同时考虑了不同移动速度的 UE 对切换性能的影响,分别设置了不同的迟滞参数,达到切换性能优化的目的。仿真结果表明,经过该算法优化,系统总体切换性能显著提升。

参考文献:

- [1] 3GPP TS36.300, Evolved universal terrestrial radio access (EUTRA) and evolved universal terrestrial radio access network (EUTRAN) [S]. 2009.
- [2] 3GPP TR36.902, Self-configuring and self-optimizing network use cases and solutions (Release 9) [S]. 2009.
- [3] SHEN Jia. 3GPP long term evolution (LTE) technology principle and system design [M]. Beijing: Post&Telecom Press, 2008.
- [4] 3GPP TS36.331, Radio resource control (RRC) protocol specification [S]. 2009.
- [5] 3GPP TS36.304, User equipment (UE) procedures in IDLE mode [S]. 2009.
- [6] 3GPP TS36.133, Requirements for support of radio resource management [S]. 2010.
- [7] 赵训威, 林辉, 张明, 等. 3GPP 长期演进 (LTE) 系统架构与技术规范 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.

作者简介:

李 斌(1986—), 硕士生, 主要研究方向为移动通信协议及软件;
朱宇霞(1972—), 博士生导师, 北京北方烽火科技有限公司总经理, 主要研究方向为移动通信协议及软件。

责任编辑: 许 盈

收稿日期: 2012-07-03

(上接第 108 页)

参考文献:

- [1] 马志鑫, 李小文. 3GPP LTE 发展现状、无线接口协议及体系结构的研究[J]. 广东通信技术, 2008, 28(12): 29-32.
- [2] 包兴昇. 3GPP LTE 接入网体系结构与空中接口协议[J]. 中国新技术新产品, 2009, 12(22): 39-40.
- [3] 沈嘉, 索士强. 3GPP 长期演进 (LTE) 技术原理与系统设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [4] 3GPP TS 36.300 V10.0.0, Evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA) and evolved universal terrestrial radio access network [S]. 2010.
- [5] 刘文正, 曹龙汉, 杭小飞. LTE 网络接口的协议一致性测试研究

[J]. 电视技术, 2011, 35(23): 91-93.

- [6] 李校林, 胡楠, 付澍. TD-LTE 网络优化中信号分析的应用研究[J]. 广东通信技术, 2011, 6(1): 27-28.
- [7] 谢伟良. CDMA/LTE 数据互操作的空中接口技术分析[J]. 移动通信, 2010, 34(11): 34-38.

作者简介:

匡 红(1987—), 女, 硕士生, 主研网络信息安全及通信协议;
叶 猛(1975—), 博士生导师, 主要研究方向为网络信息安全及通信协议。

责任编辑: 许 盈

收稿日期: 2012-06-13