



LTE-Advanced 网络 Uu 接口多协议关联方案的研究与实现

李雷¹, 张治中^{1,2}, 席兵^{1,2}

(1. 重庆邮电大学通信网与测试技术重点实验室, 重庆 400065;

2. 重庆重邮汇测通信技术有限公司, 重庆 401121)

摘要: 针对 LTE-Advanced 网络移动数据业务爆炸性增长、多协议关联分析处理效率低下等问题, 在传统信令监测系统的基础上, 提出了一种采用大数据技术 (存储、处理和分析) 和多协议关联分析技术的 LTE-Advanced 网络 Uu 接口多协议关联分析系统。首先, 对 Uu 接口的 L1、L2、L3 数据业务流程进行高效处理和精准分析, 然后进一步关联分析用户数据信令流程 and 用户业务数据流程。最后, 将所提系统应用于 LTE-Advanced 网络 Uu 接口数据的现网测试中。测试结果表明: 设计的多协议关联分析系统达到了预期的效果, 对提升用户体验、高效进行大数据分析以及精准营销领域具有推广意义。

关键词: LTE-Advanced 网络; Uu 接口; 大数据技术; 多协议关联分析

中图分类号: TP929

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016177

Research and implementation of multi-protocol association scheme on Uu interface in LTE-Advanced network

LI Lei¹, ZHANG Zhizhong^{1,2}, XI Bing^{1,2}

1. Test Engineering Research Center of Communication Networks, Chongqing University of

Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China

2. Chongyou Huice Communications Technology, Chongqing 401121, China

Abstract: For the explosive growth of mobile data services in LTE-Advanced network and the low efficiency of multi-protocol association analysis process, on the basis of traditional signal monitoring system, a multi-protocol association analysis system of Uu interface in LTE-Advanced network was proposed by using big data technology (storage, processing and analysis) and multi-protocol association analysis technology. Firstly, Layer 1, Layer 2 and Layer 3 of Uu interface data business processes were processed efficiently and analyzed accurately. Then, the user data signaling process and service data flow were related to analyze. Finally, the proposed system was applied to the real network testing of Uu interface data in LTE-Advanced network. Test results show that the multi-protocol association analysis system described above achieves the expected effect and it is meaningful for improving user experiences, efficiently processing big data analytics and the promotion of precision marketing area.

Key words: LTE-Advanced network, Uu interface, big data technology, multi-protocol association analysis

收稿日期: 2016-05-08; 修回日期: 2016-06-12

基金项目: 国家科技重大专项基金资助项目 (No.2015ZX03001013); 重庆高校创新团队建设计划基金资助项目 (No.KJTD201312)

Foundation Items: The National Science and Technology Major Special Fund (No.2015ZX03001013), The Chongqing University Innovation Team Building Special Fund (No.KJTD201312)



1 引言

近几年移动用户数量和多媒体业务需求剧增, LTE-Advanced(以下简称 LTE-A)网络中数据共享和多用户接入技术的运用加大了网络的复杂度, 并且各大运营商纷纷加快 LTE-A 建设力度, 使互联网发展达到了前所未有的高度^[1]。加之国家将“互联网+”纳入发展战略, 云计算处理、大数据平台等新技术持续深入, 使得网络问题更加复杂多变, 推进了电信领域和 IT 行业的变革。

全球范围内 LTE-A 技术大规模的推广和商用, 给用户带来了丰富的多媒体业务和数据业务体验, LTE-A 网络的强劲发展使网络流量结构和业务使用结构发生了根本性变化, 运营商需要建立新型的网络监测分析仪来满足用户需求、解决网络安全和优化难题^[2]。同时, 电信行业跨网传输的数据量已经达到了 PB 级, 使 Oracle、SQL 等传统数据挖掘工具难以应对和高效处理, 移动运营商面临提升数据存储容量、采集数据类型多样化、处理速度等方面的挑战, 必须探索新一代数据处理技术。目前, 很多学者将大数据处理技术应用到电信行业中^[3,4]。参考文献[5]设计了移动用户行为分析系统, 利用 Hadoop 架构对采集数据进行深度挖掘处理, 并探索了大数据处理技术在用户行为分析中的具体应用; 参考文献[6]分析了大数据处理技术应用到电信行业的潜力, 研究了大数据分析在电信业务中应用的众多案例, 包括不同网络特性的改善、市场营销、安全、提高客户关怀服务、智能化服务以及业务模式创新等; 参考文献 [7] 提出了一种基于 Hadoop 的大数据实时查询平台, 并与传统数据处理方案进行了对比分析, 体现了大数据处理技术在信令采集和数据存储应用方面的绝对优势; 参考文献[8]给出了 OSS(operation support system, 业务支撑系统)域数据处理方案, 研究了数据来源和数据特点, 统计出 97% 的数据量来自于信令检测系统, 将 Hadoop 平台应用到了 ETL 数据处理中。以上研究均体现了大数据处理技术在电信行业中具有广泛的应用, 但设计的系统大都是数据采集之后的上层应用, 实际网络中的数据量已经非常庞大, 底层采集数据的信令监测系统也需要引入大数据处理技术。

在利用监测分析仪进行信令采集的研究中, 学者们常应用协议关联分析技术, 探索协议之间的相关性, 从而挖掘出不同用户之间的某种联系。国外学者利用关联分析技术挖掘数据价值, 已取得了一定研究成果, 并通过数据分

析工具(例如 R、Octave 和 Hive)解决大数据分析难题^[9]。参考文献[10]探讨了关联分析技术在数据统计方面的应用, 将关联分析技术数学公式化, 结合机器学习算法为数据预测和推断提供了良好借鉴。参考文献[11]建立了一个实时服务的 CDR(call detail record, 呼叫详细记录)分析平台, 利用关联分析技术实时分析 key/value 存储数据流, 介绍了两种实现 CDR 关联分析方案, 即流式计算和 IMDG(in-memory data grid, 内存数据网格)方案。多协议关联技术从关联分析技术进化而来, 在电信行业领域, 主要用于信令监测系统对 CDR 进行统计分析。特别是当涉及多种网络接口、多种协议类型提取用户 CDR 时, 一个用户的上网记录和呼叫记录与多个接口协议相关, 单独的一个协议分析并不能形成完整的用户呼叫流程。只有利用多协议关联技术, 将多个协议信令串联合并到一个呼叫记录中, 才能体现监测系统的实际意义。参考文献[12]研究了 LMSD 中 zz 接口与 A1 接口的多协议关联监听方案, 利用 GeoProbe 平台实现了多个相关呼叫以一个呼叫记录的完整显示。但是该方案并不适合复杂的 LTE-A 网络, 空口资源信息在网络侧不可见, 导致传统的信令监测系统在信息量和信息粒度方面均存在一定的限制。基于以上基础, 将大数据处理技术与多协议关联技术结合, 提出了一种新型 LTE-A 空口监测分析仪, 明显改进了系统性能, 同时能有效解决大数据量存储、实时分析的难题。该系统通过海量数据的关联挖掘分析, 不仅可以优化网络质量和安全问题, 也可以提高用户体验、精准化管理和经营业务。因此, 基于大数据和多协议关联分析(multi-protocol correlation analysis, MPCA)技术建立一种新型的 LTE-A 空口监测分析仪, 对用户、内容提供商以及运营商三者都具有非常重要的意义^[13,14]。

重点研究了 LTE-A 网络 Uu 接口网络用户的信令面与业务面数据流关联分析和大数据量的效率优化, 在传统的信令监测系统基础上, 实现了一套基于大数据的多协议关联分析监测系统, 并详细介绍了大数据技术(存储、处理和分析)和多协议关联分析关键技术, 最后通过系统采集的 LTE-A 网络 Uu 接口现网数据, 对所设计的多协议关联系统方案进行了测试结果分析。分析结果表明, 该多协议关联方案能够有效地解析用户的信令面数据和业务面数据, 并实时进行关联分析, 形成出表。

2 LTE-A 网络架构

LTE-A 是 LTE(long term evolution)的演进版本, 满足

和超过 IMT-Advanced 的需求,同时还保持对 LTE 网络较好的后向兼容性。3GPP 定义了 LTE 网络的系统架构,它由演进分组核心网 (evolved packet core, EPC)、演进型 UMTS 全球地面无线接入网 (evolved UMTS terrestrial radio access, E-UTRAN) 和用户设备 (user equipment, UE) 3 部分组成^[15]。EPS 系统架构如图 1 所示。

LTE-A 系统的核心网只存在分组域,包括两个网元:EPC 和演进型 eNode B(evolved node B, eNB)。EPC 负责核心网部分,主要由移动管理实体 (mobility management entity, MME)、服务网关 (serving gateway, SGW)、分组数据网关 (PDN gateway, PGW) 3 个网元构成。其中, MME 负责信令处理部分, SGW 负责本地网络用户数据处理部分, PGW 负责用户数据分组与其他网络的处理。eNB 负责接入网部分,也称 E-UTRAN。Uu 接口是 LTE-A 网络中连接 UE 和 E-UTRAN 之间的接口,可分为控制平面和用户平面^[16]。通过对 Uu 接口进行协议解析、多协议关联分析、信令统计分析,可以精确地获取用户信令信息和网络运行状况。因此,对 Uu 接口进行分析对网络的优化和数据源的获取具有重要意义。

Uu 空口可以控制信令和用户数据,根据处理数据类型的不同,可以将 Uu 接口的协议栈分为控制平面协议栈和用户平面协议栈^[17]。

(1) 控制平面协议栈

控制平面协议栈主要完成控制信令相关过程,如无线连接的建立、无线资源的管理、业务的 QoS 保证、资源的释放等功能。控制平面的协议栈结构如图 2 所示。

(2) 用户平面协议栈

Uu 接口的用户面协议栈,主要包括 PDCP、RLC、MAC、PHY 层。用户平面主要负责业务数据相关的过程,

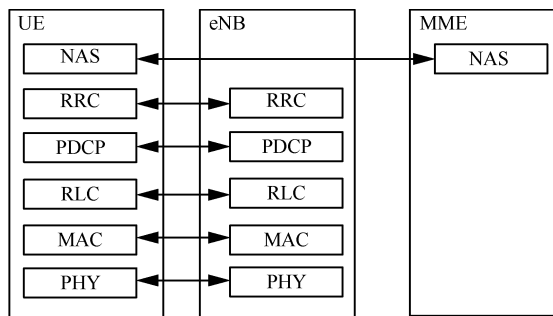


图 2 Uu 接口控制面协议栈

如数据的传输、数据的安全、传输信道的选择等。用户平面的协议栈如图 3 所示。

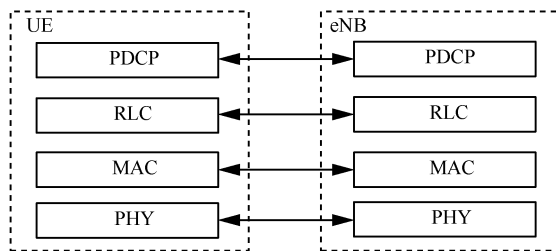


图 3 Uu 接口用户平面协议栈

3 多协议关联分析系统设计

为了解决 LTE-A 网络结构扁平化导致传统信令监测方案无法在网络侧采集数据的问题以及典型的 Oracle 数据库不能高效存储和支撑大数据量的 CDR 数据的难题,通过对 Uu 空口的监测,提出了一种基于大数据技术的 LTE-A 网络 Uu 接口多协议关联系统,用来支撑海量的 CDR 数据分析处理。根据 3GPP 及行业测试规范^[18,19]的要求,多协议关联系统主要划分为应用层、数据采集层、数据处理层等功能模块。图 4 是基于大数据技术的 LTE-A 网络 Uu 接口多协议关联系统框架^[20-23]。

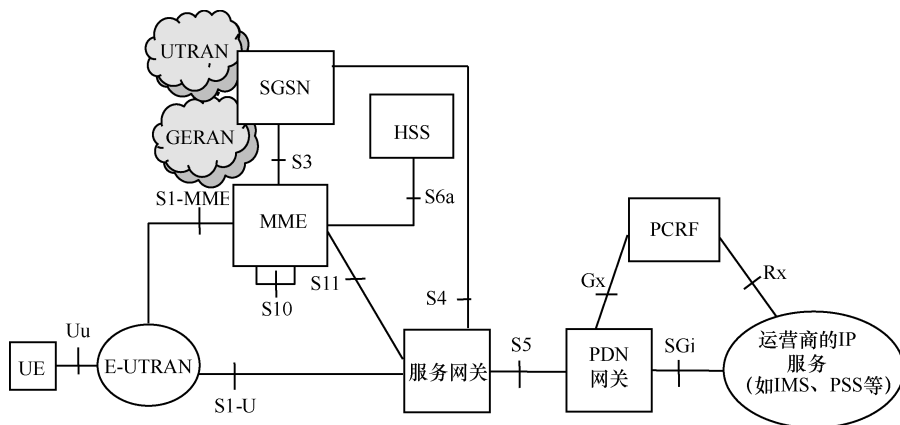


图 1 EPS 系统架构

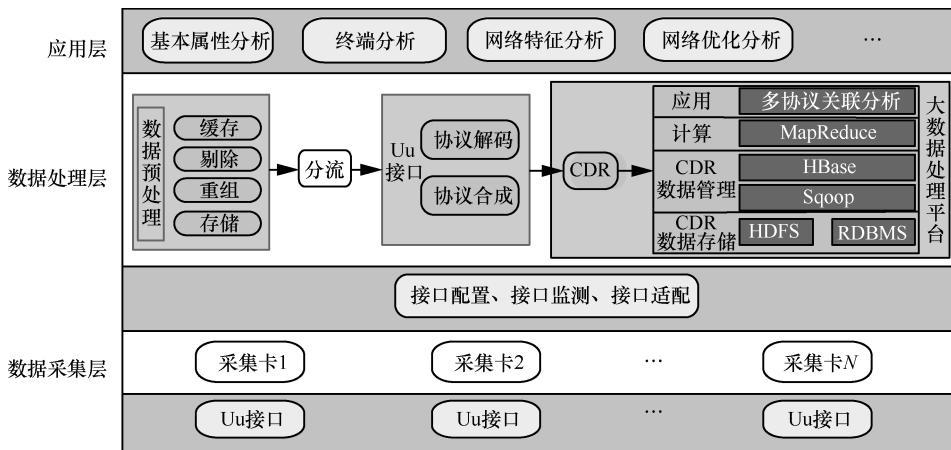


图4 基于大数据技术的LTE-A网络Uu接口多协议关联系统框架

3.1 数据采集层

数据采集层的主要任务是通过一个或者多个采集卡从LTE-A网络的Uu接口采集通信网络用户的原始信令面数据与业务面数据,采集过程中需要进行接口配置、接口实时监测、接口适配,完成数据采集和监测。采集卡的位置一般放在人流量比较多、无线接入点比较集中的地方。

3.2 数据处理层

数据处理层的主要任务是把LTE-A网络Uu接口采集到的信令面数据和业务面数据进行处理,包括协议解析、信令合成、协议关联等。根据模块化的设计思想,该层按照功能可分为数据预处理、解码合成模块和大数据处理平台三大模块。

(1) 数据预处理

该模块的主要功能是把采集卡采集到的二进制数据流进行预处理,转化成具有逻辑意义的数据结构信息。首先将原始数据流进行缓存,按照用户要求剔除没有价值或者不关心的数据信息。然后将剔除的数据进行重新组合,形成有价值的流,最后进行数据存储。

(2) 解码合成模块

解码合成模块采用解码和合成技术实现对数据采集处理的数据进行解码合成。在物理层和数据链路层完成解码重组后,通过驱动回调方式将网络层数据发送至解码合成模块。协议解码按不同的功能需求分为两种解码方式:一种是详细解码,通过对消息逐条逐层次进行解码,获取消息比特的详细信息;另一种是简单解码,通过提取消息特征字段信息并封装到呼叫合成信息类中,再交给协议分析器进行呼叫合成与协议关联解码^[24]。

信令监测分析仪从Uu接口采集数据,数据备份在本

地磁盘,通过数据预处理模块进行剔除、重组,送入分流模块并读取原始数据,判断原始数据是否为空,若为空则解码结束,若不为空则识别出需要解码的协议类型,Uu接口的协议类型包括NAS协议、RRC协议、PDCP、RLC协议、MAC协议和PHY协议。根据不同类型的协议,调用不同的解码器,解码器包括NAS解码器、RRC解码器、PDCP解码器、RLC解码器、MAC协议解码器和PHY解码器,解码器对应于解码函数,通过相应解码函数进行解码,然后识别上层数据,解码完成后将结果放入结构体中,否则循环解码。具体流程如图5所示。

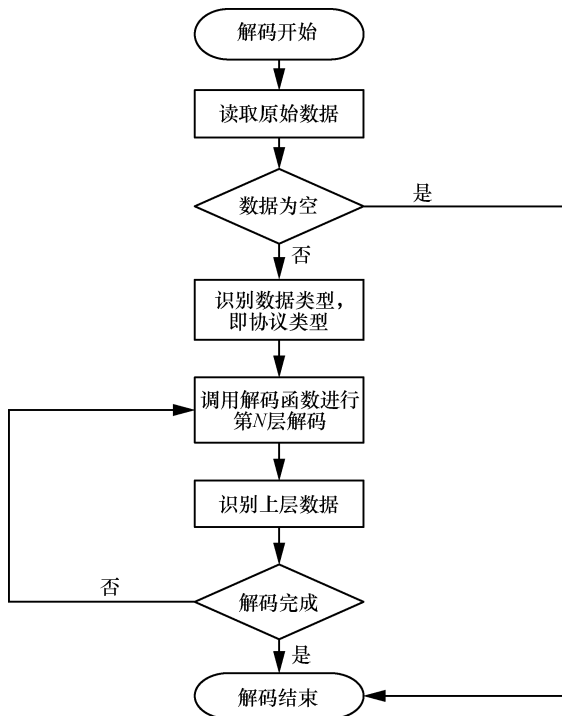


图5 解码流程

协议合成是将同一用户的同一信令流程中相关联的消息组合在一起,形成完整的信令流程。该模块按照协议类型,合成本协议事务详细记录,并提取协议类型、关联主键及取值、事务开始时间、事务结束时间等用于关联分析的关键信息,进一步合成关联分析 CDR,发送到大数据平台处理模块,进行多协议关联分析处理。

CDR 合成,首先注册本层协议合成器,然后获取消息的 key 值,根据 key 值判断出消息类型,通过检查是否超时,若超时,则将全局的 CDR 存盘并删除 key 值对应节点,结束合成;若未超时,则判断全局 CDR 是否存在,如果存在,则创建全局 CDR 并添加相应的 key 值。然后根据 key 值取出 CDR,更新全局 CDR 字段,如果不存在,则直接根据 key 值取出 CDR,更新子 CDR 字段值,然后判断子

CDR 是否存在,若是,则创建子 CDR,并添加相应的 key 值,然后根据 key 值取出 CDR,更新子 CDR 字段值,若否,则直接根据 key 值取出 CDR,更新子 CDR 字段值,然后判断是否为全局 CDR 结束消息,若是,则将全局 CDR 存盘并删除 key 值对应的节点,然后结束 CDR 合成,否则直接结束 CDR 合成。具体 CDR 合成流程如图 6 所示。

(3) 大数据处理平台

大数据处理平台的主要功能是将合成的 CDR 进行存储、处理和分析,并采用多协议关联分析,形成具有价值的大数据源信息,提供给应用层使用。CDR 是一种表示用户打电话、上网的详细记录,如呼叫开始时间、结束时间、持续时间、呼叫方手机信息、小区 ID 和浏览网站等。随着 LTE-A 网络使用数量的增加以及业务量的多样化,现在通

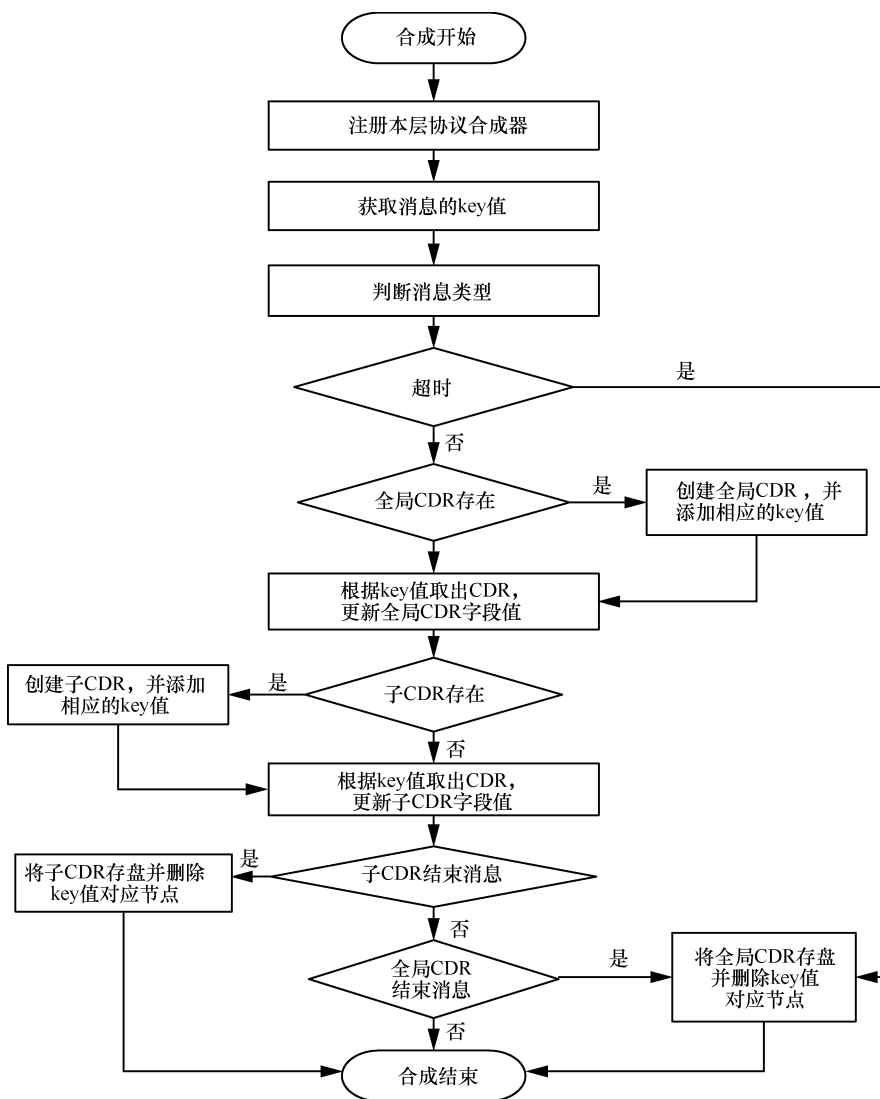


图 6 CDR 合成流程



过空口采集的 CDR 具有很大的体积,1 000 万用户每月可产生数十亿条记录。如此庞大的数据量,使用数据库存储处理,效率明显低下。CDR 满足大数据处理的特点,即数量、种类和速度^[25],因此适用于大数据技术进行 CDR 存储、处理和分析。

3.3 应用层

应用层的主要功能是对大数据平台处理的 CDR 数据源进行统计分析,按照不同专题分类,如用户基本属性分析、用户终端分析、用户业务特征分析和网络特征分析等。除了传统的业务分析外,进行实时分析与决策(动态网络监控,位置轨迹跟踪)、精准营销和分析人的区域流动,不仅具有敏捷的处理效率,还具有灵活的扩展业务能力。

4 多协议关联系统的关键技术

多协议关联系统主要利用大数据处理技术和多协议关联技术,不仅能帮助移动运营商解决大数据量 CDR 存储和高效分析难题,也能为上层应用实时提供海量有价值的 CDR 关联分析数据。融合上述两种技术设计了大数据处理平台,该平台的主要任务有两个:第一是获取和存储海量 CDR 数据;第二是关联分析存储的 CDR 数据源。该平台能够达到实时高效分析处理,同时获取精确的用户价值数据和网络信息,从而给上层应用提供有意义的数据来源。为了解决上述任务,利用大数据处理技术的优势,对 CDR 数据进行高效处理,采用多协议关联分析技术来实现高效分析,最终能达到设计要求。

4.1 大数据处理技术

根据图 4 数据处理层的大数据平台模块,该平台主要包括数据存储、数据管理、计算和应用层^[26]。

(1) 数据存储层

数据存储层主要应用两种技术:Hadoop 分布式文件系

统(Hadoop distributed file system, HDFS)和关系数据库管理系统 (relational database management system, RDBMS)。Hadoop 是由 Apache 基金会开发的一个分布式计算开源框架。Hadoop 框架的核心采用 MapReduce 和 HDFS。MapReduce 是一种编程模型,用户大规模数据集(大于 1 TB)的并行计算,具有实现简单、扩展性强的优势;而 HDFS 是 Hadoop 分布式文件系统的缩写,为 CDR 海量数据提供存储。RDBMS 用于存储用户数据和系统拓扑结构。

(2) 数据管理层

利用 Sqoop 工具实现关系数据库和 Hadoop 的 HDFS 之间大量数据转移,即 HDFS 和 HBase 之间的数据转移。在 HBase(Hadoop database)中,每个用户的 CDR 数据存在于单一的一个表中,见表 1。应用关键字 key 和关键值 value,关键字 key 对应的行中包括 UE 标识 userID、临时移动用户标识(temporary mobile subscriber identity, IMSI)、小区无线网络临时识别(cell-radio network temporary identifier, C-RNTI)、用户 IP 地址(userIP)、业务开始时间(runtime)、业务结束时间(endtime)等关键字。

表 1 HBase 中的关键字段

key	userID	IMSI	C-RNTI	userIP	runtime	...	endtime
value	V1	V2	V3	V4	V5	...	V _n

(3) 计算层

该层采用 MapReduce 编程模型,将编写的 map 函数和 reduce 函数作为参数的形式,传给主函数 main 执行,通过这种方式,将解析合成的 CDR 数据计算的过程转换成函数执行的过程。MapReduce 以关键字 key 和关键值 value 对作为基础数据单元,这个转换过程包括 3 个步骤:map、洗牌和 reduce 过程。如图 7 所示,相应的数据导入流程步骤如下。

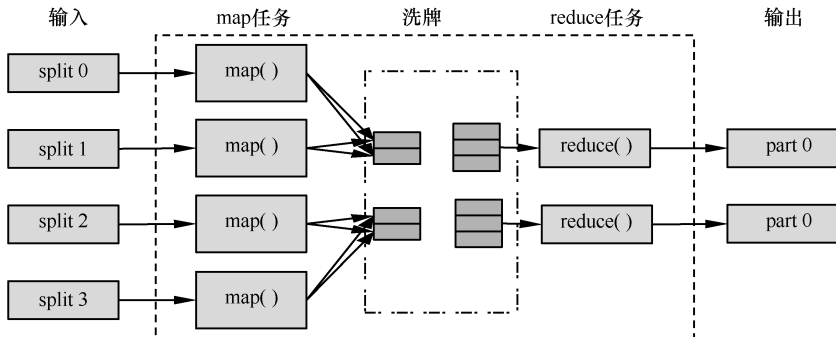


图 7 MapReduce 运行架构

- map: 定义 mapper 函数, 读取原始 CDR 数据的所有分块数据, 并将 CDR 数据映射成 key-value 对的形式。
- 洗牌: 工作节点(服务器)根据输出的关键值 key (由 map() 功能函数输出) 重新分配数据, 这样所有属于一个关键值的数据都位于同一个工作节点。在此过程中, 不同集合数据与相应的用户将存储在同一组。
- reduce: 定义 reducer 函数, 工作节点并行处理每组输出数据 key-value。目的是合并相似的数据和消除数据误差。

(4)应用层

应用层的设计主要是利用多协议关联分析技术进行关联处理, 将业务面的 CDR 和信令面的 CDR 进行关联处理, 即 MapReduce 生成的数据在该层进行关联分析, 属于同一用户的 CDR 数据和不同用户、同一业务的 CDR 数据进行关联, 提供给上层应用有价值的数据源。

4.2 多协议关联分析技术

关联是指同一用户或不同用户信令信息之间建立联系, 实际的目的是进行实时的关联回填。在协议关联中, 最常用的方法就是关联回填, 关联回填是利用监测系统合成的 CDR 信息, 通过查询临时的关键值关联信息, 将真实的关键值得到并填入 CDR 中, 就可以获得用户完整业务面数据流和信令面数据流^[27]。多协议关联技术主要由多协议关联和行为分析两种技术实现。多协议关联分析是指将多个网络(例如核心网和接入网)以及不同协议(例如 NAS 和 RRC 协议)的数据流联系起来, 得到有价值的 CDR 数据源, 从而进行上层应用的行为分析。行为分析是同一协议关联用户的 CDR 信息, 或者多个协议关联出多个用户的 CDR 信息, 分析出一个或多个用户的行为活动(例如用户轨迹追踪、识别犯罪分子活动区域等)。

Uu 接口的多协议关联是建立在 RRC 连接之上, 通过对 RRC 协议、NAS 协议、PDCP、RLC 协议和 MAC 协议的分析 and 关联, 得到 Uu 接口的用户整体的信令面 CDR 和业务面 CDR 数据流。通过信令监测仪表采集数据, 能够解析出各个协议层的主要关联参数, 见表 2。

协议间的关联主要是 RRC 协议与 NAS 协议的关联, RRC 协议主要关联参数包括国际移动用户识别码(international mobile subscriber identification number,

表 2 协议关联参数

协议类型	主要关联参数
RRC	IMSI、C-RNTI、小区 ID、EPS 承载 ID 和 transactionID 等
NAS	IMSI、MMEID、IEI、EPS mobile identity 和 PTI 等
PDCP	PDCP_SDU 序列号和 RBID 等
RLC	UEID 和 RBID 等
MAC	UEID、逻辑信道 identity 和 C-RNTI 等

IMSI)、C-RNTI、小区 ID、EPS 承载 ID 和传输 ID(transaction ID), NAS 协议主要的关联参数包括 IMSI、移动管理实体 ID(mobility management entity ID, MMEID)、信息元素识别(information element identifier, IEI)、EPS 移动身份(EPS mobile identity)和过程事务标识(procedure transaction identity, PTI)等。业务面的关联主要是 PDCP、RLC 协议和 MAC 协议的关联, PDCP 主要的参数包括 PDCP_SDU 序列号和 RBID(承载 ID), RLC 协议的主要参数是 UEID(设备 ID)和 RBID, MAC 协议主要的关联参数是 UEID、逻辑信道 identity 和 C-RNTI。通过信令面的关联和业务面的关联, 最后可以关联用户的业务面和信令面流程, 信令面通过 IMSI 关联 NAS 和 RRC 协议, 业务面通过 UEID 和 RBID 关联。具体的实现流程如图 8 所示。

5 测试结果及分析

5.1 解码结果分析

将从 LTE-A 网络 Uu 接口采集的原始数据, 利用 C++ 编程解码函数解析原始数据, 从解码合成模块得到用户业务面解析消息和信令面解析消息, 提供到应用层调用分析。应用层采用 Java 编程语言, 实现了灵活的跨 Windows 和 Linux 等多平台应用, 供用户查询解析结果。

图 9 显示用户的 HTTP 消息解码的效果, 协议从底层到上层的显示顺序依次为移动端的 Ethernet 层、IP 层和 UDP 层、隧道 GTP、服务端的 IP 层、TCP 层和 HTTP 层。Ethernet 层包含分组长度、目的地址、源地址和上层类型字段信息, 目的地址为 00-d0-d0-07-b2-28, 源地址为 83-96-ee-2c-c1-04, 与原始数据结果对应, 证明解码结果的正确性。移动端 IP 层包含的目的地址和源地址是 eNB 节点到 SGW 网关的地址信息, 通过空口承载隧道传输到服务端, 服务端 IP 层反映了用户 UE 的源 IP 地址 58.251.149.123 和请求业务的目的地址 172.116.25.160。HTTP 层包含多个字段, 其中, URI 是用户的关键业务信息, URI 显示的

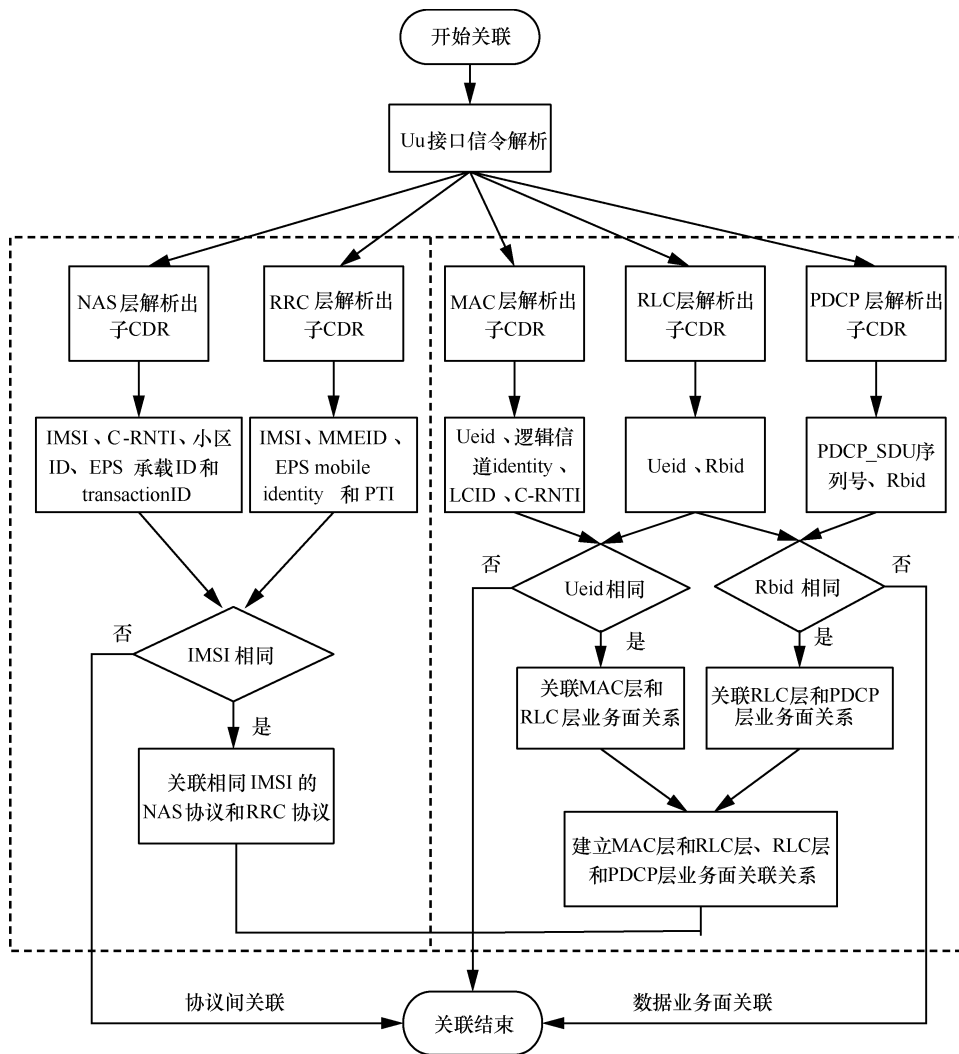


图8 多协议关联分析流程

内容为 qq.com/zh_ch/htmled/images/nf2#%egxeUffTtsre, 从中提取的 host 为 qq.com, 这表明该用户正在使用 QQ 上网业务。

5.2 多协议关联结果分析

关联结果采用出表的形式呈现, 将属于同一用户的信息关联在一起, 利用大数据处理技术高效处理, 使存储的 CDR 能够迅速相关联。图 10 为多协议关联出表文件的其中一段, 其中, IMSI、TMSI、MMEID、M-TMSI、TAC、cellID 等为信令面包含的字段, host、URI、bear ID、ULdata、DLdata 等为业务面所包含的字段。有序号 3 的某用户关联结果可以看出, UE 的 IMSI 为 460022814846397, 在 LTE-A 空口中两个承载进行传输, 承载 1 的 ID 为 5, 承载 2 的 ID 为 3384824343, 通过分析 host 为 qq.com 可知 UE 的上网业务, 并且下载流量较大。由关联结果与 HTTP 业务解码

的 host、URI 一致性, 从而进一步证明了多协议关联的正确性。

6 结束语

通过对 LTE-A 网络 Uu 接口协议栈的研究, 提出了一种基于大数据的 LTE-A 网络 Uu 接口多协议关联分析方案。首先分析了当前 LTE-A 网络电信业务数据量的剧增现状, 然后介绍了大数据技术在电信业务中的广泛应用和多协议关联发展现状, 最后利用大数据处理技术和多协议关联技术对空中接口采集的业务面数据流和信令面数据流进行有效的关联, 并且提高了大数据处理效率。通过实际的现网测试, 验证了其可行性和正确性, 为大数据时代背景下建设新型信令监测方案提供了重要的理论基础和参考意义。

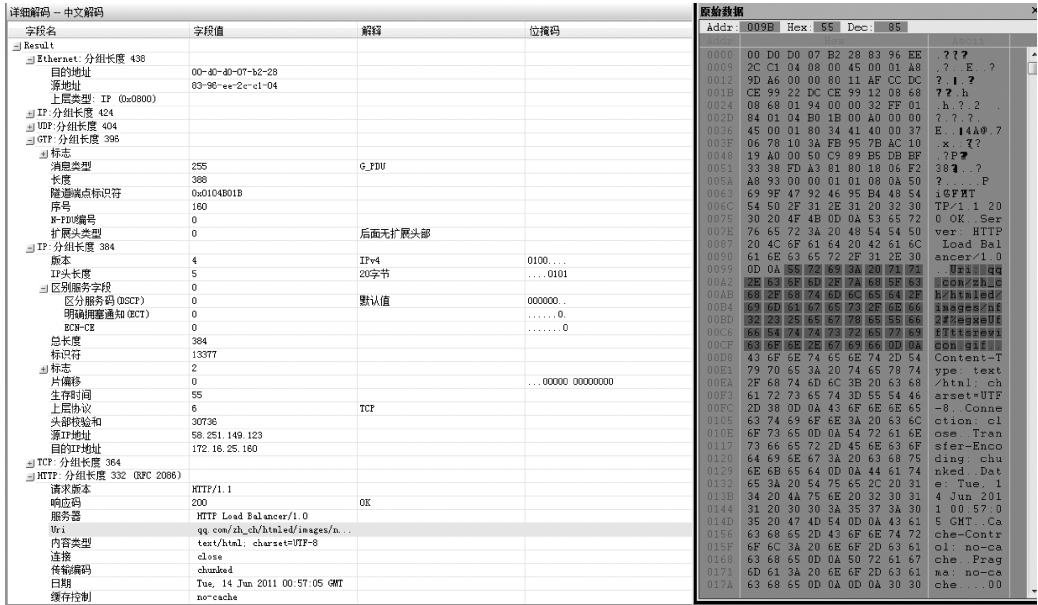


图 9 HTTP 业务解码效果

City	Inter	RAT	IMSI	IMEI	Start Time	End Time	MMEID	M-TMSI	TAC	Cell ID	Bearer	Bearer 2 ID	UL Data	DL Data	App Server	DL	UL HOST	URI
23	1	6	460021810548098	865454027387318	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	199863711	3236867072	33078	9538753	5	4124052381	2829	4849	d/5586b3	15	12 c.cnzz.co	core.php?web_id=1257563905&t
23	1	6	460022814846397	869411029377933	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	4193112	3504373008	33072	9700111	5	3384824343	745	3418	d/570319	7	7 q.a.com	qq.com/zh/ch/html5/images/nf2
23	1	6	4600229829030687	869275013275753	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	127309619	3495571251	32884	5286213	5	3916477095	936	499	b/6e7e97	7	6 eventlog	/analytics/upload?nid=749814865a
23	1	6	460007090420307	355060064586410	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	90161046	4031670041	33078	5284772	5	4011864357	998	10881	d/5586b3	10	10 s4.cnzz.co	z_stat.php?id=1258123547&web
23	1	6	460021838839026	865136021836784	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	77796376	3233124170	33072	3870061	5	3071301300	1328	1504	75b10af	7	5 configsvr	/configsvr/serverlist.jsp
23	1	6	460008071226842	862104023505842	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	351147183	4227965197	33075	5285435	6	3245128336	1096	470	707c02e4	6	4 im.in66.com	client/chat/request/unread_dcarq
23	1	6	46002286214012	867588022708719	2016/4/29 16:00	2016/4/29 16:00	105270147	3500654731	33078	5284482	6	3234899523	942	16420	d/5701d	15	15 inimg05	/jin/2015/09/07/9A5C96AA-DE8E-1

图 10 多协议关联结果出表文件

参考文献:

[1] ZHANG A Q, CHEN J X, HU R Q, et al. SeDS: secure data sharing strategy for D2D communication in LTE-A networks[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2016, 65 (4): 2659-2672.

[2] 汤雅妃, 魏进武, 张云勇. 基于大数据的信令监测系统研究[J]. 邮电设计技术, 2014(7): 47-52.

TANG Y F, WEI J W, ZHANG Y Y. Research on big data based signaling monitoring platform[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2014(7): 47-52.

[3] 陈娜, 徐歆壹, 宋红兵, 等. 基于 Hadoop 的电信 BSS 大数据平台建设研究[J]. 电信科学, 2013, 29(3): 36-40.

CHEN N, XU X Y, SONG H B, et al. Research on big data system of telecom based on the Hadoop[J]. Telecommunications Science, 2013, 29(3): 36-40.

[4] HUANG W L, CHEN Z, DONG W Y, et al. Mobile internet big data platform in China Unicom [J]. Tsinghua Science & Technology, 2014, 19(1): 95-101.

[5] 谷红勋, 杨珂. 基于大数据的移动用户行为分析系统与应用案例[J]. 电信科学, 2016, 32(3): 139-146.

GU H X, YANG K. Mobile user behavior analysis system and applications based on big data [J]. Telecommunications Science, 2016, 32(3): 139-146.

[6] JONY R I, HABIB M A, MOHAMMED N, et al. Big data use case domains for telecom operators [J]. IEEE International Conference on Smart City/Social Com/Sustain Com Together with Data Com, 2015(5): 850-855.

[7] 陈丽, 王锐. 基于 Hadoop 的信令详单实时查询平台构建方法[J]. 电信科学, 2015, 31(7): 145-151.

CHEN L, WANG R. Method of building signaling big data real-time query platform based on Hadoop [J]. Telecommunications Science, 2015, 31(7): 145-151.

[8] 雷蕾, 李景文, 宫大鹏, 等. 基于 Hadoop 的 OSS 域数据建模与采集方法研究[J]. 电信科学, 2015, 31(1): 128-138.

LEI L, LI J W, GONG D P, et al. Study on data modeling and collection in OSS based on Hadoop [J]. Telecommunications Science, 2015, 31(1): 128-138.

[9] FAN W, BIFET A. Mining big data: current status and forecast to the future [J]. ACM Sigkdd Explorations Newsletter, 2013, 14(2): 1-5.

[10] PANDEY R, DHOUNDIYAL M, KUMAR A. Correlation analysis of big data to support machine learning [C]//2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies, April 4-6, 2015, Gwalior, India. New Jersey: IEEE Press, 2015: 996-999.

[11] SHIH C C, HUANG C C, LIN B T, et al. Building a CDR analytics platform for real-time services [C]//16th Asia-Pacific Network



- Operations and Management Symposium(APNOMS), September 17-19, 2014, Hsingchu, China. New Jersey: IEEE Press, 2014: 1-5.
- [12] 周赵斌. LMSD 中 zz 接口与 A1 接口的多协议关联监听研究[D]. 上海: 复旦大学, 2010.
- ZHOU Z B. Research of multi-protocol correlation monitoring of zz interface and A1 interface in LMSD [D]. Shanghai: Fudan University, 2010.
- [13] 胡为艳, 艾民, 周光彬, 等. 基于大数据的信令监测系统的设计与实现[J]. 电视技术, 2016, 40(1): 95-101.
- HU W Y, AI M, ZHOU G B, et al. Design and implementation of big data based signaling monitoring system[J]. Video Engineering, 2016, 40(1): 95-101.
- [14] ALESSIO B, FRANCESCO M, ARMANDO S. A MapReduce solution for associative classification of big data [J]. Information Sciences, 2016, 332(1): 33-55.
- [15] STEFANIA S, ISSAM T, MATTHEW B. LTE-the UMTS long term evolution: from theory to practice [M]. Great Britain: John Wiley and Sons, Ltd, 2009.
- [16] 3GPP. Non-access-stratum (NAS) protocol for evolved packet system(EPS) stage 3(release 11): 3GPP TS 24.301 V11.13.0[S]. 2013.
- [17] 3GPP. Evolved universal terrestrial radio access network (E-UTRAN) ;Architecture description (release 11): 3GPP TS 36.401 V13.0.0 [S]. 2015.
- [18] 3GPP. LTE; evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA); user equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception; Part 1: Conformance testing (GPP TS 36. 521-1 version 13.1.0 Release 13); TS 36.521-1 V13.1.0[S]. 2016.
- [19] 中国移动通信集团公司. 信令监测系统接口规范—LTE 采集网关分册: QB-X-XXX-XXXX[S]. 2013.
- China Mobile Communication Corporation. Interface specification of China mobile signaling monitoring system (LTE signal collection gateway part): QB-X-XXX-XXXX[S]. 2013.
- [20] 彭佩, 曹龙汉, 张治中. LTE-A 空口监测仪表 NAS 协议监测方案研究[J]. 电视技术, 2015, 39(21): 44-48.
- PENG P, CAO L H, ZHANG Z Z. Research of NAS protocol monitoring scheme of air interface in LTE-A network monitoring instrument[J]. Video Engineering, 2015, 39(21): 44-48.
- [21] 李锐, 张治中. TD-SCDMA 网络 IuPS 接口协议关联方案的设计与实现[J]. 电信科学, 2014, 30(9): 72-79.
- LI R, ZHANG Z Z. Design and implementation of protocols association scheme on Iu-PS interface in TD-SCDMA network[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(9): 72-79.
- [22] ELAGIB S B, HASHIM A H A, OLANREWAJU R F. CDR analysis using big data technology [C]//International Conference on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Engineering, September 7-9, 2015, Khartoum, Sudan. New Jersey: IEEE Press, 2015: 467-471.
- [23] LIU J, LIU F, ANSARI N. Monitoring and analyzing big traffic data of a large-scale cellular network with Hadoop [J]. IEEE Network, 2014, 28(4): 32-39.
- [24] 陈玉花, 张治中, 左书川, 等. TD-SCDMA 网络 Iu-PS 口 CDR 合成方案研究[J]. 电信科学, 2009, 25(11): 50-54.
- CHEN Y H, ZHANG Z Z, ZUO S C, et al. Research of CDR synthesis program on Iu-PS interface in TD-SCDMA network[J]. Telecommunications Science, 2009, 25(11): 50-54.
- [25] 石立兴. 基于 CDRs 大数据的用户移动性分析 [D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2015.
- SHI L X. Users' mobility analysis based on massive data of CDRs [D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2015.
- [26] ZHANG P, WU X Y, WANG X J, et al. Short-term load forecasting based on big data technologies[J]. Applied Mechanics & Materials, 2014, 1(3): 59-67.
- [27] 张帆. 信令监测系统关联和关联回填关键技术研究[J]. 电信网络技术, 2011(10): 56-59.
- ZHANG F. The key technologies research of the signaling monitoring system correlation and correlation and refill [J]. Telecommunications Network Technology, 2011(10): 56-59.

[作者简介]



李雷(1989-),男,重庆邮电大学硕士生,主要研究方向为 5G 移动通信系统总体技术、通信网测试技术。



张治中(1972-),男,重庆邮电大学教授、博士生导师,主要研究方向为 5G 移动通信系统总体技术、通信网测试技术、宽带信息网络、NGN 等。



席兵(1972-),男,重庆邮电大学副教授、硕士生导师,主要研究方向为宽带通信网测试技术。