



分组域网关运行性能提升方案

刘国辉

(中国移动通信集团河南有限公司 郑州 450008)

摘要:随着业务量的增多,分组域网关 GGSN/SAE GW 的内部逻辑处理愈来愈复杂,设备运行压力越来越大,网关实际运行能力离标称值相距甚远。为此,对分组域网关 GGSN/SAE GW 的内部处理逻辑进行梳理优化,使得内容计费识别逻辑和配置脚本大量减少,并对非 DPI 内容计费 Top 流量进行优先疏导,有效地降低了设备负载,提升了网关的运行能力。

关键词:分组域网关;网络优化;降低负载

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015239

Solution of Improving the Packet Domain Gateway's Performance

Liu Guohui

(China Mobile Communications Group Henan Co., Ltd., Zhengzhou 450008, China)

Abstract: With the increasing of the business, the internal logic of the packet domain gateway GGSN/SAE GW is becoming more and more complex. Meanwhile, the requirement to the performance of equipment is becoming higher and higher. In this way, the actual operational capability of the GGSN/SAE GW is far away from the safety working level. As a solution, it was focused on improving GGSN/SAE GW processing logic, adjusting the rank of NON-DPI top traffic to reduce the equipment load and enhance the operational capacity of the gateway effectively.

Key words: packet domain gateway, network optimizing, reducing load

1 引言

分组域网关 GGSN (gateway GPRS support node, GPRS 网关支持节点)/SAE GW (system architecture evolution gateway, 系统架构演进网关)是 2G/3G/4G 分组域核心网的关键网元,随着流量经营战略的转型,该网元的主要作用从初期的用户地址分配、业务路由疏导扩展到了内容计费、PCC (policy control and charging, 策略控制和计费)管控

策略执行、APN (access point name, 接入点)融合、白名单判别、在线计费、网络扁平化的隧道直连等八大重要功能。该设备内部逻辑处理愈来愈复杂,设备运行压力越来越大,设备处理能力下降明显。

通过对内部处理逻辑的全面梳理优化,从内容计费的 URL (uniform resource locator, 统一资源定位符)识别、PCC 管控、OCS (online charging system, 在线计费系统)、APN 融合、白名单判别、虚拟 APN、自有业务填写手机号、APN 别

收稿日期:2015-05-22;修回日期:2015-09-08

论文引用格式:刘国辉. 分组域网关运行性能提升方案. 电信科学, 2015239

Liu G H. Solution of improving the packet domain gateway's performance. Telecommunications Science, 2015239



名判定等方面,执行 APN 归一化处理、内容计费处理逻辑重构、局数据聚合三大优化措施,有效地降低了设备处理负载,提升了处理能力,实现了挖潜增效。

2 分组域网关面临的问题

2.1 业务处理逻辑复杂性增加

GGSN 的功能演进如图 1 所示,在初期的地址分配、路由疏导基础上,增加了内容计费、PCC 管控策略执行、APN 融合、白名单判别、在线计费等重要功能,内部的处理逻辑复杂度大大增加。

内容计费主要满足区分业务类型的计费,近期还通过内容计费为淘宝等热门网站进行了流量统付的开通;PCC 架构是构建智能管道的重要手段,同时 GGSN/SAE GW 是 PCEF(policy and charging enforcement function,策略和计费执行功能)策略执行点;为降低终端上网设置的门槛,APN

融合后无论终端如何设置,CMNet 和 CMWAP 访问业务均趋同,同时为满足自有业务获取手机号的需要,增加了白名单识别;在线计费主要是进行流量的欠费风险控制,减少恶意欠费风险。

2.2 会话管理压力增加

随着大带宽、高流量无线技术的演进,为减少时延,核心网网络组网架构逐步扁平化,在 3GPP R7 的 3G 网络中,无线网络控制器(radio network controller,RNC)直连 GGSN,在 LTE 网络中众多基站直连 SAE GW,组网出现了较大的变化,SAE GW 需要维护和面对终端的无线基站路由和数据传送,会话管理的压力较大。组网架构的演进趋势如图 2 所示。

随着流量统付类业务量的增多、单用户流量模型的增大、智能管道的构建和在线计费的全面实施,分组域网关 GGSN/SAE GW 各功能模块的内部逻辑处理愈来愈复杂,

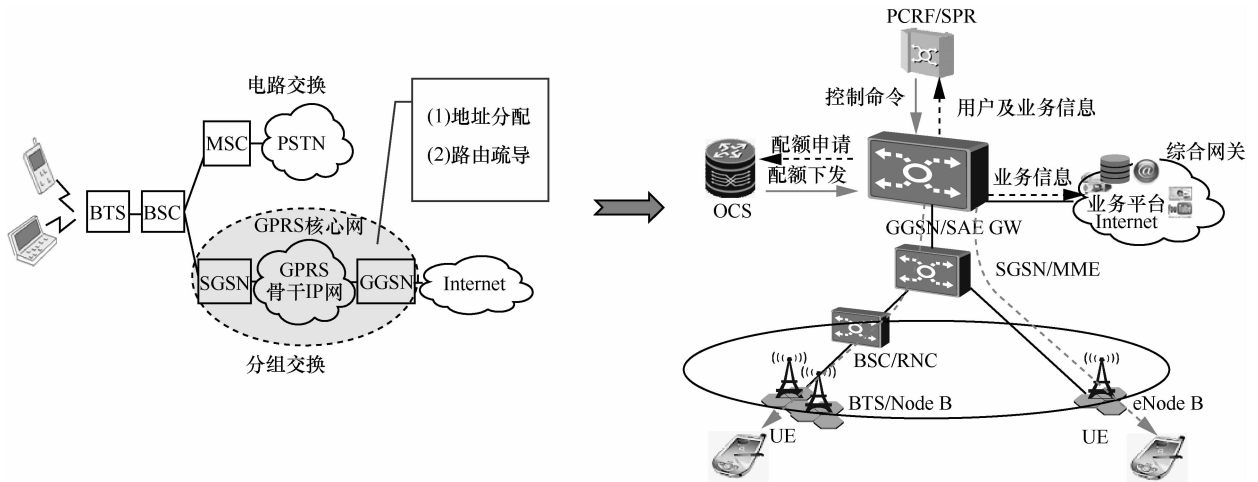


图 1 GGSN/SAEGW 的功能演进

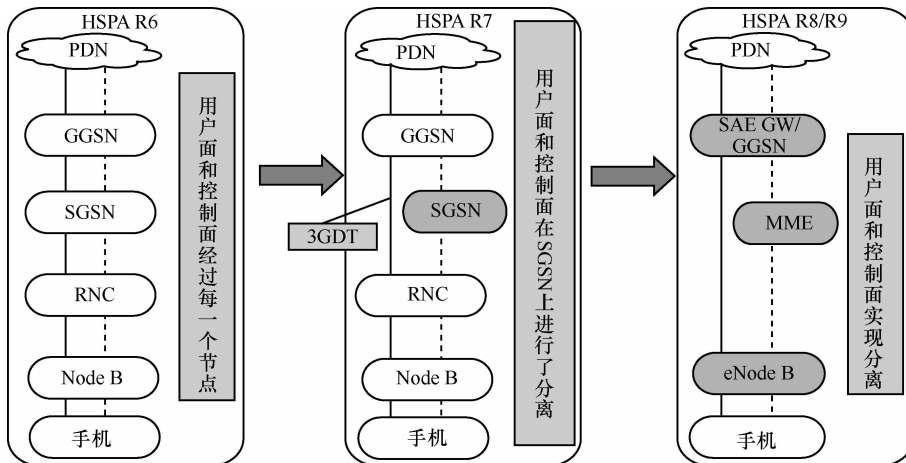


图 2 组网架构演进

设备运行压力越来越大,如某厂商标称支持 1 000 万户在线用户的网关设备,在现网压力测试后只能承诺满足大约 300 万户的峰值用户,标称处理能力下降 70%。再如,某厂商 GGSN 日常负荷正常,但用户面 U 卡负荷在晚忙时只有 60%左右;2014 年“十一”期间,用户数增长 30%,但用户流量翻倍,导致 GGSN 负荷突增,数据显示,晚忙时 GGSN U 卡负荷峰值达到 95%,但用户数尚未达到标称的 40%,可见设备的性能远不能满足业务发展的需要。

3 系统优化思路和措施

为提高设备性能、降低设备运行压力,本着对系统负荷进行瘦身减压、实现挖潜增效的思路,对分组域网关 GGSN/SAE GW 的内部处理逻辑进行了梳理优化,从内容计费的 URL 识别、PCC 管控、OCS 计费、APN 融合、白名单判别、虚拟 APN、自有业务填写手机号、APN 别名判定等方面,执行 APN 归一化处理、内容计费处理逻辑重构、局数据聚合三大优化措施,提升系统性能。

3.1 APN 归一化处理

APN 归一化实施原理如图 3 所示。中国移动通信集团公司拟定的 APN 融合方案中,GGSN 配置单独的 CMNet 和 CMWAP 两个 APN,并为两个 APN 分别配置内容计费数据和白名单数据,通过在 GGSN 上配置业务 APN 和内容 APN,应用 DPI(deep packet inspection,深度分组检测)技术和重定向技术重构用户业务请求,将 CMNet 和 CMWAP 两个 APN 合并为一个 APN,内容计费、代理地址判断和白名单都只执行一次,不再对 APN 进行判别,优化了设备处理逻辑。

3.2 内容计费处理逻辑重构

GGSN/SAE GW 的内容计费功能主要通过对用户的业务报文进行 3/4 层解析获得五元组,利用 DPI 技术对终端用户的业务报文进行 7 层解析获得目的 URL、客户端类型等有价值的信息,从而实现区别性、差异化的计费,目前配置为每个业务流的建立都要根据数据配置优先级遍历所有局数据直至得以匹配,无任何匹配时使用默认流量。GGSN/SAE GW 的缺省内容计费处理流程如图 4 所示。

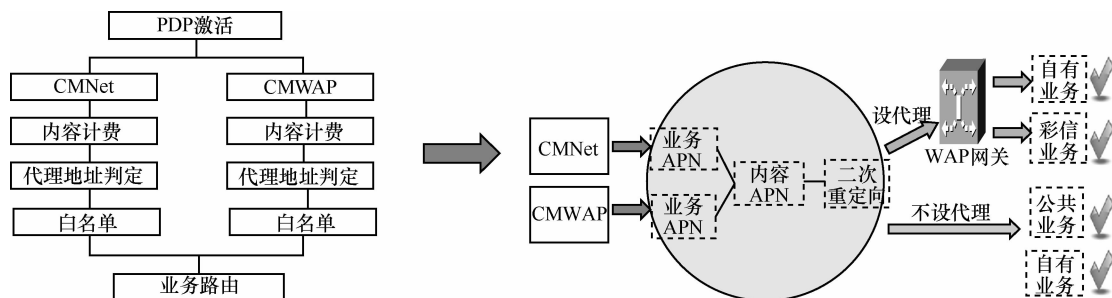


图 3 APN 归一化实施原理

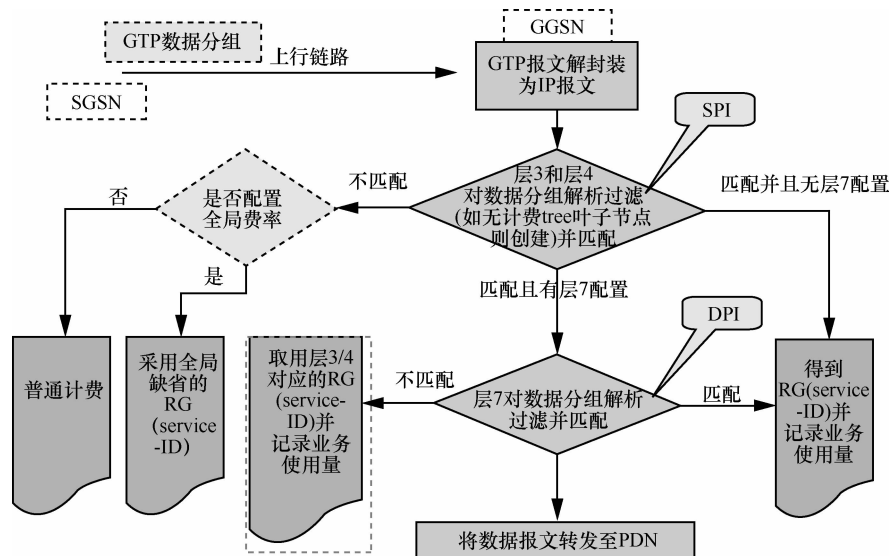


图 4 GGSN/SAE GW 的缺省内容计费处理流程

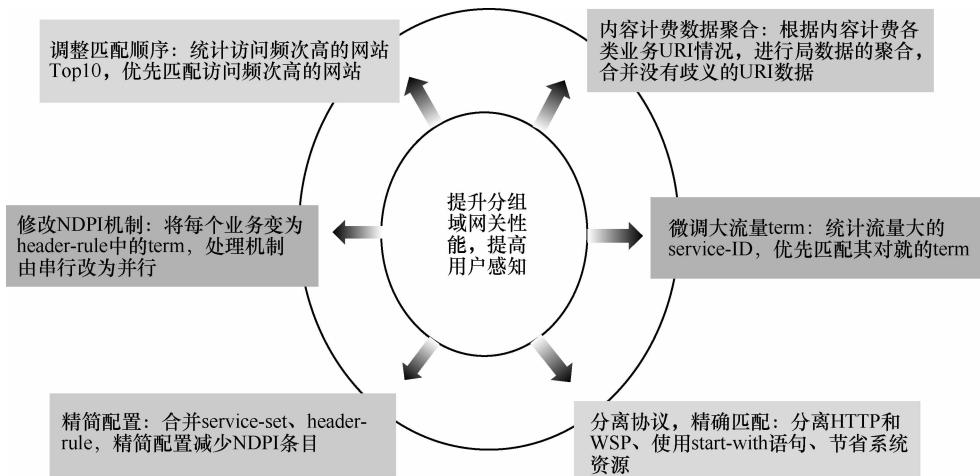


图5 主要优化措施

现有的内容计费处理逻辑对设备的性能消耗较大,主要通过图5所示的6种措施进行优化:修改NDPI(normal deep packet inspection,标准深度分组检测)机制,由串行改为并行;合并service-set、header-rule,精简配置减少NDPI条目;统计访问频次高的网站Top10,定义到NPI(network performance improvement,网络性能改善),配置在http-wsp-rule最前面,优先匹配;分离HTTP和WSP,使用start-with语句,节省系统资源;微调优先匹配大流量的term;内容计费数据聚合,合并URI(uniform resource identifier,统一资源标识符)数据。本文主要研究通过前5种方式优化GGSN性能,提升用户感知。

3.2.1 修改NDPI机制

在内容计费三层header-rule中,NDPI处理机制IP地址、URI数据流是采用串行处理,将其修改为并行处理机

制,修改后的数据流处理流程如图6、图7所示。并行处理机制在数据流条目少时效果不明显,但在现网对数以万计的数据进行处理时,效率提升明显。

将串行处理改为并行处理的方法如下:将header-rule-set中的3层内容计费header-rule合并为一条,将之前header-rule内容计费变为新header-rule cmnet-ip-hr中的term。优化后,GGSN header-rule-set配置包含的header-rule只有如下6个:

```
rule hr-cxjs;
rule cmwap-wap2x-hr;
rule cmwap-wap1x-hr;
rule cmnet-ip-hr;
rule cmnet-url-hr;
rule default-unmatched-hr.
```

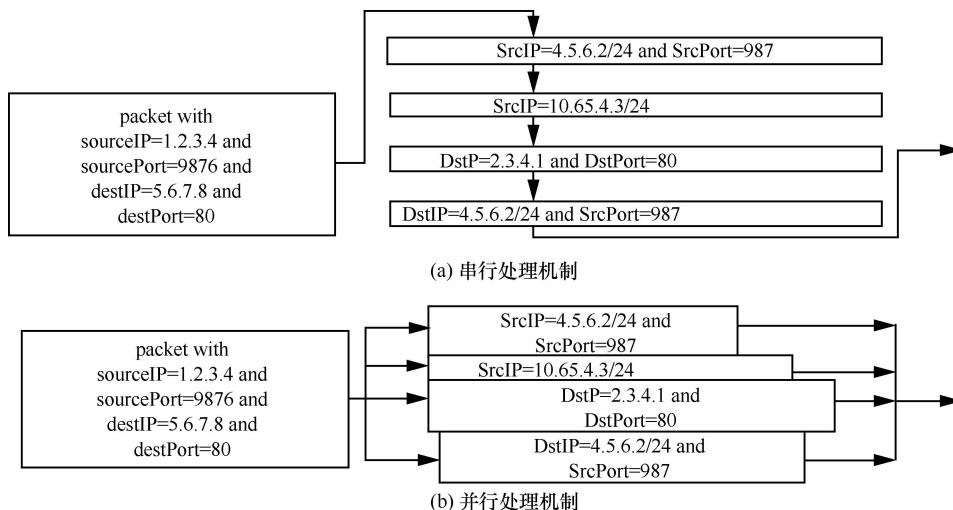


图6 NDPI IP数据流串行、并行处理机制示意

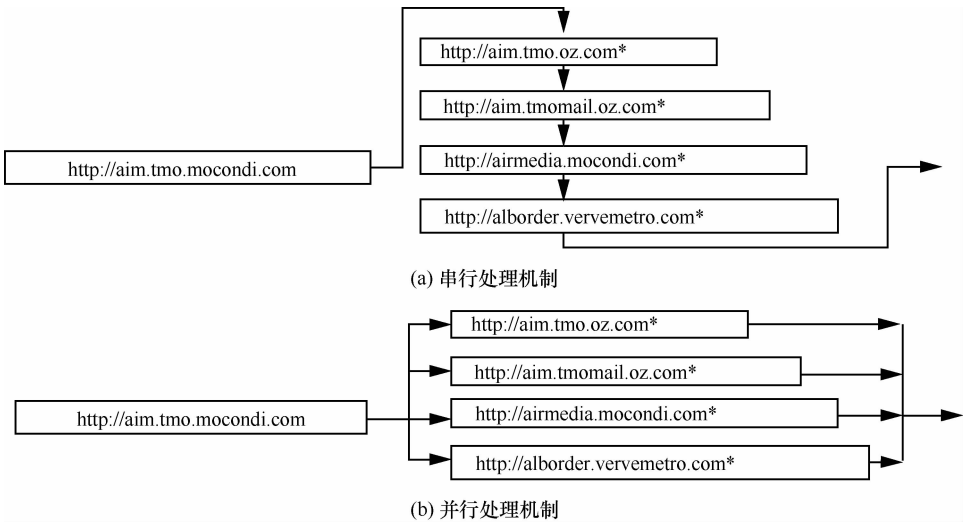


图 7 NDPI URI 数据流串行、并行处理机制示意

优化后,GGSN header-rule cmnet-ip-hr 中的 term 配置如下:

Possible completions:

<term-name>	term name
12530_01_01	term name
albb_00_01	term name
albb_00_02	term name
albb_00_03	term name
albb_00_04	term name
...	

优化前,每个 term 是一个 header-rule 配置,数据流串行处理;优化后,仅有一个 header-rule cmnet-ip-hr,业务流变为每个 term,数据流并行处理,提高了 GGSN 处理效率。

统计优化配置后,term 由原来的 4 654 条减少到 3 637 条。

3.2.2 减少 NDPI 条目

GGSN 内容计费配置的 NDPI 的顺序以及数量对 GGSN 的处理有决定性作用。NDPI 的条目和 GGSN 的 U 卡剩余空间存在一定的比例关系,若 NDPI 数目过多,必定影响 GGSN 性能;具体算法流程如下。

(1) 计算 NDPI 条目

show services epg pgw inspection “show config classify” | save ndpi.conf?

cat ndpi.conf | wc -l

(2) 计算所有 U 卡的剩余空间

show services epg pgw inspection “show ndpi memory” | match “Free space”

(3) 比较方法

$(NR \times 700 + (2 \times 1024 \times 1024)) \times 1.2 < \text{“smallest free space”}$

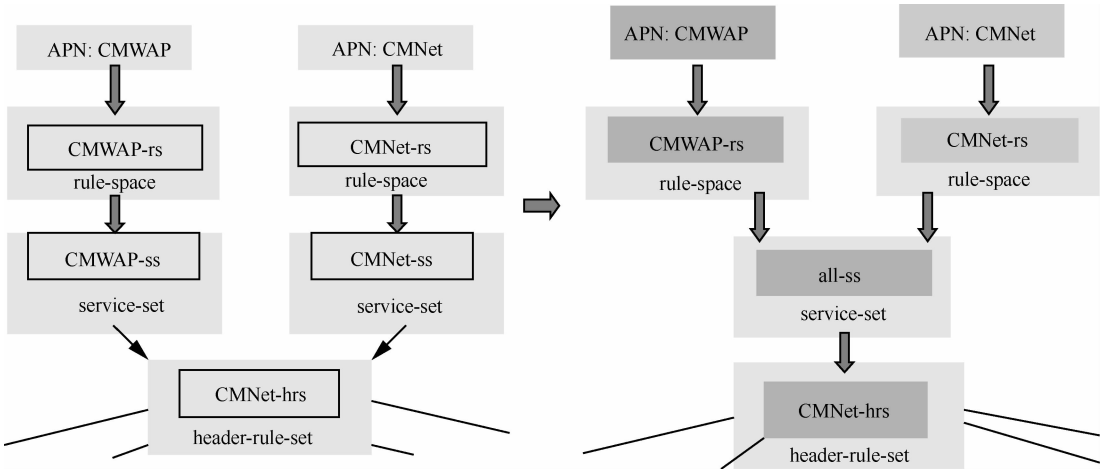


图 8 CMNet 和 CMWAP 业务组合并



GGSN 内容计费优化前,NDPI 条目数为 18 584 条,已经超出了 U 卡剩余空间。采用的具体优化方法如下。

(1) 将 APN 调用 CMNet 和 CMWAP 的 header-rule 合并为一个,payload 通过 access-control-rule 将 service-ID 重新 map 回原来的值,能减少数千行 NDPI。

(2) 精简配置,如将 CMWAP 和 CMNet 的 service-set 合并一起,如图 8 所示。

7 层中部分配置也可以合并,例如下面的配置可以仅保留第一条:

```
starts-with http://dm.monternet.com;
starts-with http://dm.monternet.com/;
```

3.2.3 优先匹配统计访问频次高的网站

根据 GN 信令检测系统及 GI 抓取分组结果,统计访问频次 Top10 网站,GN 信令监测系统统计的访问频次 Top10 的网站见表 1。

表 1 GN 信令监测系统统计的访问频次 Top10

排名	网站	访问次数/次
1	m.qqpic.cn	65 228 249
2	monitor.uu.qq.com	62 702 516
3	eventlog.beacon.qq.com	54 596 814
4	mmsns.qqpic.cn	54 584 228
5	short.weixin.qq.com	53 556 528
6	m.baidu.com	49 079 250
7	strategy.beacon.qq.com	34 855 153
8	i.gting.cn	26 609 048
9	mmbiz.qqpic.cn	24 335 719
10	loc.map.baidu.com	23 548 500

把表 1 中访问频率最高的 URI 定义到 NPI 中,放置到 http-wsp-rule 最前面,使这些访问频率最高的 URI 率先被命中,可有效降低 GGSN 的负荷。优化后,NPI 中主要添加包含 QQ、微信、百度、新浪等 18 条数据。

3.2.4 分离 HTTP 和 WSP

明确分离 HTTP 和 WSP,每一个 http-wsp-rule 在默认情况下均会使用 3 条 NDPI rule、100 条 http-wsp-rule 或者 term 将会在 U 卡上增加 300 条 NDPI 的消耗。

```
http-wsp-rule cmwap-1000-ur {
    term 1 {
        from {
            uri {
                contains mmsc.monternet.com;
            }
        }
    }
}
```

```
http;
wsp;
}
then {
    payload 1000;
}}
```

将 HTTP 和 WSP 分离后,每一个 HTTP 的 http-wsp-rule 将会消耗一条 NDPI rule;

```
http-wsp-rule cmwap-1000-ur {
    term 1 {
        from {
            uri {
                contains mmsc.monternet.com;
            }
        }
        wsp;
    }
    then {
        payload 1000;
    }
}
```

每一个 WSP 的 http-wsp-rule 将会消耗两条 NDPI rule;

```
http-wsp-rule cmwap2x-1000-ur {
    term 1 {
        from {
            uri {
                contains mmsc.monternet.com;
            }
        }
        http;
    }
    then {
        payload 1000;
    }
}
```

若 HTTP、WSP 写在一起,GGSN 在匹配时都会默认消耗 3 条 NDPI,若分开写,GGSN 在匹配 7 层 http-wsp-rule 之前会判断是 HTTP 或者 WSP,这样能有效减少 2/3 或者 1/3 的 NDPI 条目,提升 GGSN 性能;根据内容计费程序匹配原则,contains 的消耗要远大于 start-with 的,优化配置,将可以

使用 start-with 开头匹配 URI 的更换为 start-with。如内容计费信息 *.fetion.com.cn/*, 配置为 contains .fetion.com.cn/, 不能修改为 starts-with; 内容计费信息 wapnews.i139.cn/*, 配置为 contains wapnews.i139.cn/, 可以修改为 starts-with http://wapnews.i139.cn/。在优化部署拆分 HTTP、WSP 合并部分 7 层配置、删除垃圾数据后, NDPI 条目下降比例约减少 200%。

3.2.5 优先匹配大流量的 term

根据 GGSN 统计的 service-id 的使用情况, 不断微调 7 层 http-wsp-rule 中 term 的顺序, 使大流量的 term 优先被匹配中, 降低 GGSN 负荷。

根据现网业务流量的使用情况 (如图 9 所示, 这里隐去单位), 调整这些流量对应 term 的顺序, 将大流量业务的 term 放在对应 http-wsp-rule 的前面, 将小流量业务的 term 放在大业务流量 term 的后面, 使大业务流量优先被匹配, 降低 GGSN 低 U 卡负荷。

速率组	上行链路	下行链路
1010000001	43 557 222	4 265 590
1010000002	10 335 620	227 051 256
1020000001	41 700	26 008
1020000002	883 559	4 810 197
1020000003	6 214	5 386
1020000004	30 704	103 235
1030000001	65 900 127	276 428 958
1030000003	34 041 428	63 025 425
1030000004	762 030 967	5 646 515 667
1030000005	56 964 813	950 320 490
1030000006	919 325 649	42 417 347 390
1030000008	473 354 485	14 397 325 315
1030000010	1 177	2 716
1030000012	12 818 909 458	45 751 921 775
1030000013	3 621 837 696	25 030 139 199
1030000014	541 794	2 291 292
1030000015	2 239 543 882	9 157 874 266
1030000017	892 621 800 895	3 133 389 588 364
1030000018	33 019 169	423 424 764
1030000019	234 923 796	689 960 980
1030000020	58 456 881	699 608 821
1030000021	6 858 197	29 433 588
1040000001	5 590 977 790	16 922 230 427
1040000003	574 809	1 125 469
1040000004	1 566 125 390	9 067 388 916
1040000005	415 705 124	234 780 769
1040000006	1 663	1 556
1040000007	51 508 305	258 957 121
1040000009	2 456 755 802	6 564 039 934
1040000010	16 325 491 426	82 639 822 238
1040000011	39 011	797 574
1040000012	11 215 920 010	16 571 341 428
1040000013	326 174 243	2 457 339 370
1040000014	2 183 063	4 573 094
1040000017	332 310 091	473 329 850
1710000000	25 116 871	877 803 347

图 9 各类业务的流量情况统计

3.3 局数据聚合

根据内容计费各类业务 URI 内容进行局数据的聚合, 合并没有歧义的 URI 数据, 减少内容计费条数。对于同类内容计费业务的多个 7 层 URI 数据, 可以根据如下原则进行合并:

- IP 地址最后 8 位组的十进制是 3 位数, 可以聚合为 IP*;
- IP 地址最后 8 位组的十进制是 2 位数, 但是大于或等于 26 可以聚合为 IP*;
- 对于顶级域名如.cn 的业务地址聚合为 XXX.XXX.cn*。

3 种情况的合并示例如图 10 所示。

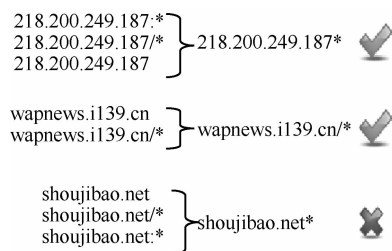


图 10 局数据合并示例

4 方案主要创新点

本文所提方案的主要创新点如下。

- 通过梳理、优化分组域网关的内部处理逻辑, 实施了 APN 归一化处理、内容计费处理流程的优化, 减少了设备繁杂的内部处理流程, 实现了瘦身减压。
- 根据局数据 IP 地址及互联网域名架构体系的特点, 实现了内容计费数据的聚合, 减少了局数据制作量和设备处理的压力。
- 瘦身减压措施实现了对分组域网关的挖潜增效, 设备处理性能提升 40%。
- 现网 90% 以上的流量为非内容计费流量, 优先疏导默认的非内容计费流量的方法大大缓解了设备处理压力, 减少了 URL 匹配检索的时间, 降低了对设备性能的损耗。

5 实施效果

GGSN 系统优化的相关措施在现网实施后效果明显。内容计费的识别 term 由原来的 4 654 条缩减到 3 637 条, 减少了 22%; NDPI 由原来的 20 930 条缩减到了 4 725 条, 减少了 77%; 优先疏导 QQ、微信、百度和新浪等默认流量, 一共增加了 18 条配置; 设备配置脚本从 11.1 万条减少到

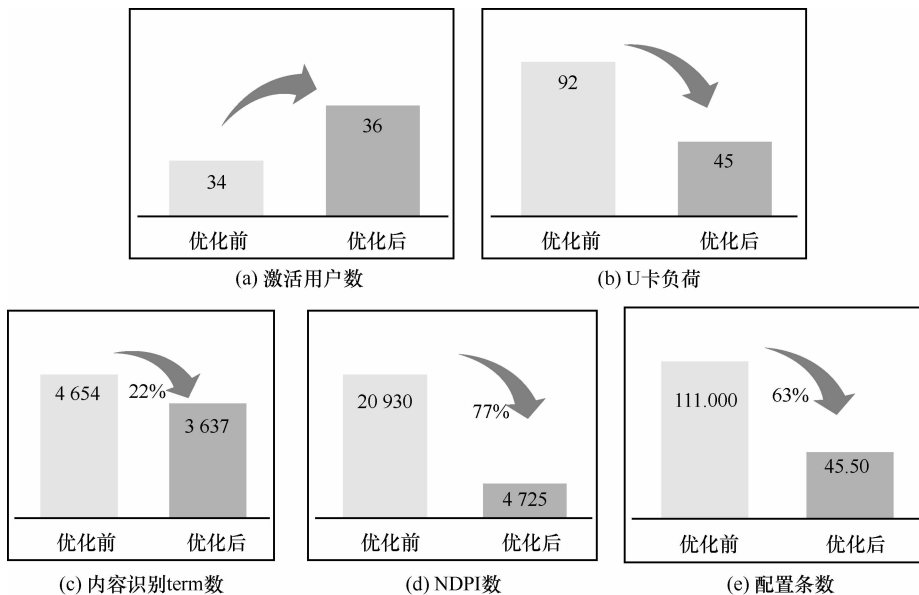


图 11 优化前后效果对比

4.55 万条,减少了 59%。上述措施的实施有效地降低了设备负载,在近期的业务测试中发现,承载等量用户的 GGSN/SAEGW 设备负载降低了 40%。

爱立信 GGSN06 优化后的测试结果如图 11 所示。优化后比优化前的负载用户数约多 2 万户、流量增大的情况下 GGSN U 卡负荷峰值为 65%,优化后 GGSN U 卡负荷下降超过 40%,系统优化效果非常突出。

6 结束语

对分组域网关 GGSN/SAE GW 的内部处理逻辑进行

梳理优化,并对非 DPI 内容计费 Top 流量进行优先疏导,爱立信 GGSN06 优化后的测试结果表明,本文所提方案能有效地降低设备负载,提升网关的运行能力。

[作者简介]



刘国辉,男,中国移动通信集团河南有限公司工程师,主要研究方向为移动通信网络的优化提升以及计费。