



专栏：5G 网络建设助推数智化转型

5G 融合计费系统架构及关键技术

齐磊, 顾慧琼, 祝好, 陈旭

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

摘要: 为应对 5G 网络建设和业务发展需求, 基于生态的业务运营成为 5G 支撑网的重要目标, 支撑网络需要规划部署策略。分析了 5G 支撑网计费系统架构的变化, 提出基于微服务的融合计费系统框架, 并明确其计费数据服务、计费网关等功能架构。给出消息处理、智能配额、异常容错等关键技术, 提出多维度计费支撑能力, 明确网络演进策略。结合行业类、企业类等差异化业务场景, 研究计费系统框架的应用和解决方案, 为融合计费系统的演进提供思路, 为响应业务创新和生态运营做好储备。

关键词: 5G; 融合计费系统; 微服务; 服务化架构

中图分类号: TP319

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2021134

Architecture and key technologies of 5G converged charging system

QI Lei, GU Huiqiong, ZHU Hao, CHEN Xu

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: To satisfy 5G network construction and business development, co-based business operations and support become an important goal of 5G support network, and the deployment strategy need to be planned. The changes in the network were analyzed, the converged charging system framework based on micro servers was designed, and the functional architecture such as billing data services and billing gateway was proposed. The key technologies such as message processing and smart quotas were introduced, multi-dimensional charging capabilities were analyzed, and the network evolution strategy was described. Applications and solutions of charging frameworks for different business scenarios were proved, a blueprint for the evolution of the CCS was provided, and the business innovation and operations were prepared.

Key words: 5G, converged charging system, micro service, service-based architecture

1 引言

运营商全面推动 5G+X 应用延展千行百业, 助力 5G 成为社会信息流动的主动脉、产业转型升级

级的加速器、数字社会建设的新基石。应对数字化转型带来的多元化业务场景支撑, 打造基于生态的业务运营体系, 实现面对 5G 智能计费场景的支撑, 业务支撑网络需规划部署策略。

收稿日期: 2021-02-25; 修回日期: 2021-05-18

本文探讨 5G 网络变更对业务支撑网带来的改造要求,研究面向 5G 的支撑网演进方案,提出融合计费架构,明确网络演进关键技术,为建立多量纲计费提供支撑能力,支撑未来 5G 赋能及接入全产业链的发展。

2 5G 架构下的计费挑战

2.1 规范与技术驱动

4G 网络中,在线计费和离线计费相互分离。离线计费,直接采用核心网侧产生的计费数据记录(charging data recording, CDR)话单生成计费单。在线计费,通过 CDR 导入在线计费系统的账户余额管理功能,对网络资源使用请求返回授权,并与评级功能和在线计费功能之间进行交互,将计费信息实时生成计费单。

而在 5G 网络中,核心网采用服务化架构(service-based architecture, SBA),传统通信网元调整为众多网络功能(network function, NF)实体,各 NF 实体之间独立自治,实现自动化管理,可以根据需求任意通信。为了适应 SBA,计费支撑网引入融合计费系统(converged charging system, CCS)框架,将在线计费和离线计费功能融合在一起,采用统一的服务化接口 Nchf,与网元侧的各个 NF 对接。

2.2 业务驱动

5G 网络下,海量机器型通信、增强型移动宽带、超可靠低时延通信等技术发展和数字化转型带来多元化业务场景,全新构建的多量纲计费商业模式,对网络速率要求越来越高,时延响应越来越快,服务质量(quality of service, QoS)可靠性诉求也逐步增强。

诸多的业务场景对计费支撑网建设难度增加,体现在:基于内容类型的计费,基于毫秒频率及高并发需求的计费,基于带宽、时延、连接数等 QoS 网络属性和低时延的控制需求计费等。

3 5G 融合计费框架

适配 5G 网络新协议新特性,构建基于服务化架构的 5G 融合计费新流程和新架构,对现有框架进行解耦、重新部署,推进支撑网络与 5G 核心网计费事件交互、并支持在线与离线融合的计费能力。融合计费系统框架示意图如图 1 所示,具体如下。

- 新增业务接入网关:基于 Nchf 服务化协议方式,构建与核心网网元的计费数据交互、服务注册和发现功能。
- 构建融合计费系统:支持 5G 用户 Nchf 消息的在线/离线计费批价请求,生成计费数据和话单;构建多维度计费、批价、余额管理等能力,并提供计费服务的容错功能。
- 组网模式优化:对现有离线和计费系统采集、分拣等功能进行改造适配,处理新增的消息字段或话单字段。

基于 5G 融合架构下的计费业务支撑能力,主要功能如图 2 所示,具体如下。

- 新建计费数据服务:构建基于 Nchf 新协议的计费事件解析、格式转换、计费事件检错能力,生成 CHF-CDR 计费数据。
- 新建计费网关功能:构建基于 CHF-CDR 记录的拆分合并、话单记录生成及话单持久化以及异常话单生成能力。
- 新建计费容错功能:构建计费服务的容错功能,支持在线服务异常转离线等异常切换和异常处理。
- 重构计费处理流程:基于融合计费架构处理流程,融合在线和离线计费处理流程。
- 重构现有的计费组件:支持 5G 新套餐及新标识,包括业务分析、批价、分发入库、余额管理等。
- 重构数据管理:新增 5G 免费资源产品、增加 5G 消息合并表、更新账单信息表等。
- 新建协议数据单元(protocol data unit,

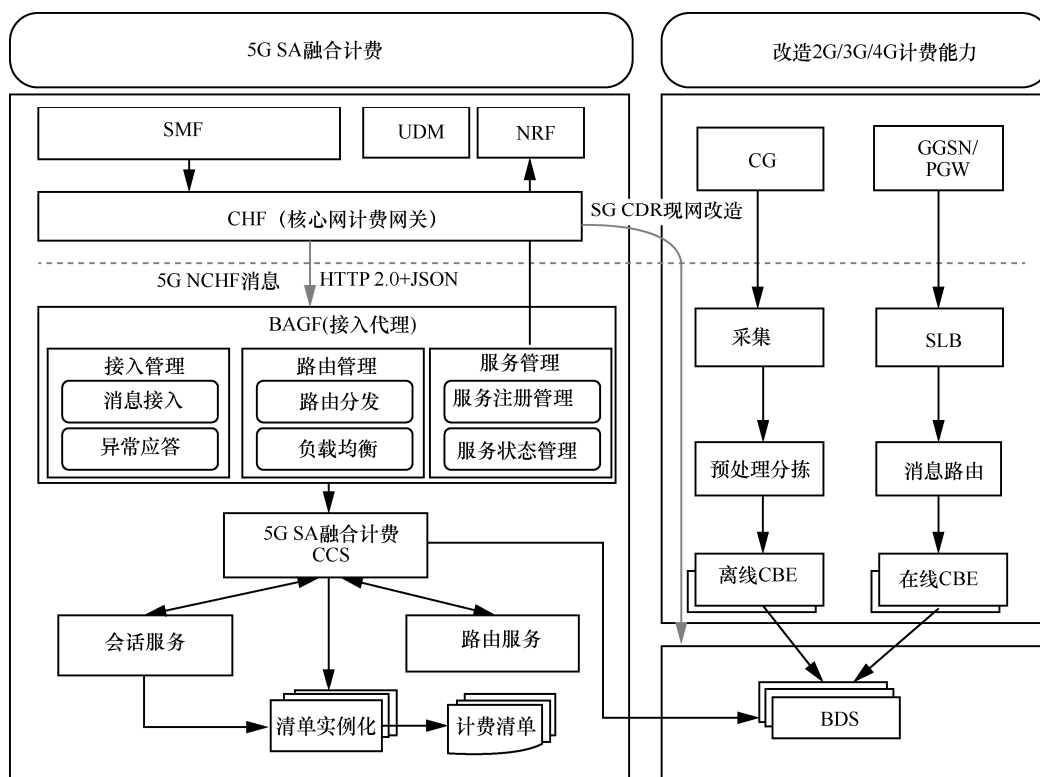


图1 融合计费框架示意图

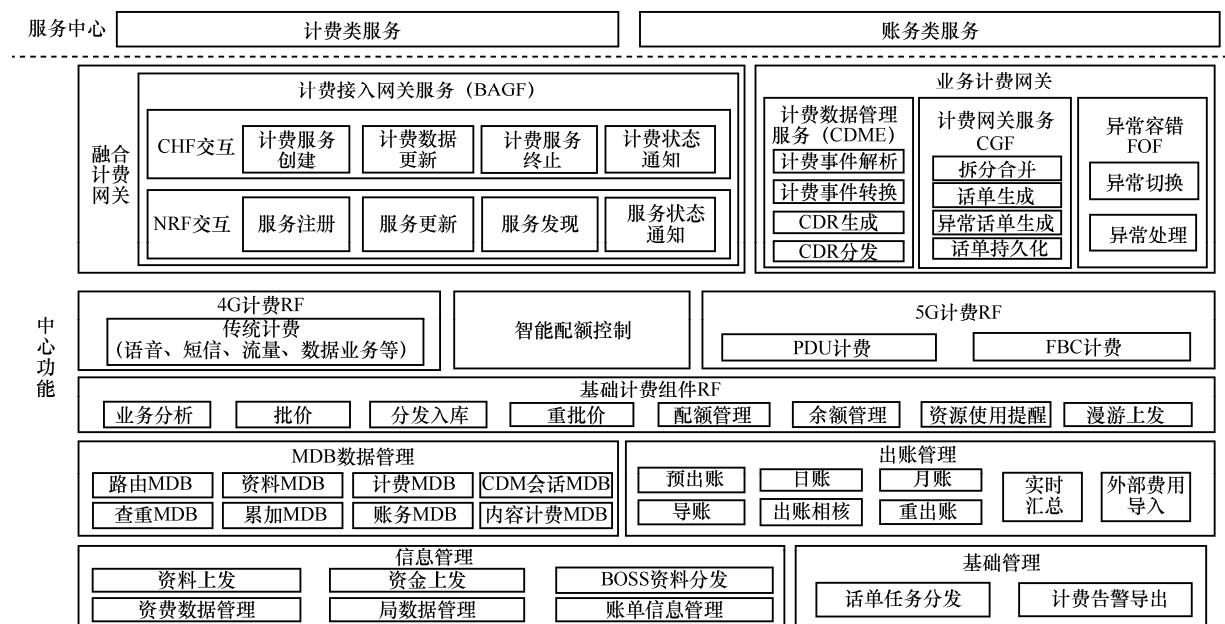


图2 5G融合计费功能架构

PDU)和流计费(flow based charging, FBC)

业务能力：新建 5G PDU，通过扩展话单模型，承载 5G 关键要素信息；构建基于 PDU 会话的流量计费能力和基于 PDU 会话中的

内容+流量组合维度计费能力。

- 新增智能配额控制模块：接收和管理数据中台同步的数据标签，结合免费资源剩余量、余额等实时智能计算和调整用

户不同时间、不同场景下的配额值，并上发给网元。

4 5G 融合计费关键技术

4.1 服务化部署架构

面向 5G 的融合计费系统遵循无状态微服务及应用数据分离原则，引入业界主流的微服务概念，对通信系统进行重构和匹配，平衡设计的微服务使计费系统兼具灵活性和高性能。引入容器化、高性能的 HTTP 协议栈等技术部署 5G 计费微服务，具备弹性伸缩、自愈等能力外，还能在灰度区域中部署不同版本的微服务，配合服务路由策略配置。

结合无状态微服务以及数据应用分离原则，CCS 在关键应用实现分布式架构。应用服务可以同时被部署多份实例，对服务任何实例的访问都无差别；通过增加或者停止其服务实例来实现应用的弹性伸缩，通过灰度升级的方式实现应用在线升级；且不再需要传统的主备双机及生产容灾备份来保障系统的可用性。

基于服务化部署架构，5G 计费接口吞吐量较 4G 提升 30%以上，并能够承受十余倍浪涌高话务量的冲击。

4.2 全新构建消息处理能力

5G 核心网采用全新 HTTP2 服务消息接口，支撑网需要同步具备支持消息的接入能力。融合计费基于全新构建的计费接入网关功能（business access gateway function, BAGF）模块实现计费消息接入、CHF-CDR 接入、服务注册与发现、消息负载均衡、消息路由、分发能力，并与计费功能单元进行交互，以支持计费事件数据管理的功能，实现计费话单合并和生成。

（1）服务接入

- 以开放服务的形式注册到核心网网元调度模块，接收各 NF 调用；
- 作为 HTTP2.0 服务端，接收 HTTP2+JSON

协议请求消息并进行认证鉴权及消息校验；

- 接入消息异步分发，通过内部会话管理绑定接收及回应通道。

（2）数据转换

- 解析请求消息中关键字段（如 RegionID）作为服务路由维度，并转换为 CCS 内部服务协议；
- 消息回应时，将 CCS 内部服务协议转换为 HTTP2+JSON 协议再由回应通道发出。

（3）服务流转

- 以服务消费的方式分发请求消息，与 CCS 中负载、计费等服务无缝对接；
- 根据消息请求包中特定字段进行路由，如按地市路由，同时具备负载均衡能力。

（4）消息持久

支持将请求消息的持久化存储，以备后续分析处理。

（5）负载均衡

根据消息请求包中特定字段进行路由及负载均衡能力。

4.3 基于新协议处理的多维度计费能力

较 4G 网络，5G 融合架构引入新 PDU，扩展话单模型，协议格式增加 PDU 会话计费信息，包括 PDU 会话标识、PDU 类型、会话与业务连续性（session and service continuity, SSC）模式、QoS 和网络切片等信息，承载 5G 关键要素信息。构建基于 PDU 会话的流量计费能力（PDU 计费能力）和基于 PDU 会话中的内容+流量组合维度计费能力（FBC 计费能力）。

CCS 对现有话单模型、对外详单模型重构，支持 PDU 会话关键字段信息的建模；对局数据模型扩展，支持对 5G 按 PDU 计费、按 FBC 计费的分析；对 MDB 模型扩展，新增 5G 会话信息表、5G 资源量信息表、5G 查重信息表、5G 合并信息表等表设计与建模，支持 5G PDU 会话信息、PDU



会话中内容信息、用户面功能(user plane function, UPF) 信息等管理。

5G 网络还应支持在离线融合计费、端到端离线计费、UPF 计费、位置计费、策略计费、切片计费等多维度多场景的计费能力。

基于融合计费架构, 改造业务分析、批价模块, 新增融合计费业务分析模板、融合计费批价接口, 部署在离线融合计费流程, 融合在离线 5G 计费消息、离线话单的处理, 实现在线消息、离线话单的统一计费处理。

基于 CHF CDR 异常话单格式, 新增解码模板、查重模板、改造业务分析模板, 构建针对 CHF CDR 异常话单的联合剔重、计费能力, 支持在 CHF 异常、省 BOSS 异常等场景下基于 CHF 生成的异常话单对 5G 计费事件进行计费, 并将 5G 上网记录提供给外围。

多维度的计费能力可为运营商提供更丰富的业务服务能力。如基于 UPF 和边缘计算计费, 允许用户在完成业务订购后, 通过下沉的 UPF 访问部署在边缘计算服务器上的云游戏等业务, 提供低时延业务体验; 基于上/下行接入速率量纲、端到端业务时延量纲等多种业务计费量纲以及灵活的组合策略配置能力, 支持在线实时订购, 实时

生效, 为运营商用户提供最佳的计费体验, 支撑运营商将 5G 大带宽、低时延的体验转变成收入。

4.4 数据业务智能计费能力

5G 融合计费新建智能配额控制模块, 基于定时或事件触发调用数据中台的 5G 智能分析服务, 接收和管理同步来的标签数据, 同时结合免费资源剩余量、余额等实时计算和调整用户不同时间、不同场景下的配额值, 形成智能动态配额标签数据, 并上发给核心网网元。主要业务流程如图 3 所示。

步骤 1 人工智能 (artificial intelligence, AI) 中台基于用户信息、订购信息、历史消费信息、信用信息、流量等形成用户风险控制计算模型, 返回给数据中台。

步骤 2 数据中台根据用户模型生成大数据标签数据; 通过定时触发和用户数据变更触发, 两种方式将数据同步给 CCS。

步骤 3 CCS 收到用户大数据标签, 更新并保存。

步骤 4 智能配额控制模块根据大数据标签, 结合现有的配置规则, 建立新的配额模型; 将全量的配额规则存放在数据库中, 如果配额规则发生变更, 则进行更新及加载。

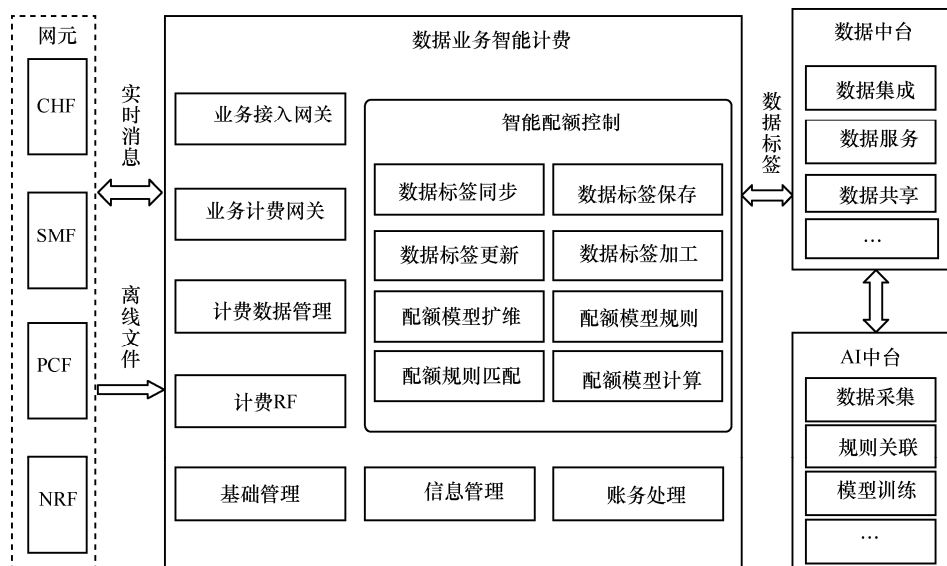


图 3 5G 智能计费功能及流程

步骤 5 初始消息申请授权业务使用请求配额时, 结合余额、免费资源剩余等信息计算最终配额。

步骤 6 更新消息触发时, 智能配额控制模块更新用量, 并根据用户实时信息匹配计费规则。

步骤 7 终结消息: 会话释放、话单生成、批价。

基于智能动态配额设置, 可有效减少融合计费系统和核心网网元交互的频率、减少话单处理带来的主机、存储等资源压力。

4.5 异常容错能力

结合计费系统的安全可靠要求, 需重点考虑构建计费服务的容错功能, 支持 BAGF 发生双故障、计费网关 (charging gateway, CG) 集群不可用、费率管理/批价功能 (rating function, RF) 不可用、CG MDB (memory-mapped database, 内存数据库) 超时等场景下的异常处理能力。CCS 采取如下机制实现业务的高可用保障要求:

(1) 构建代应答机制, 支持 BOSS 内部异常时, 进行代应答处理, 如 CG MDB 不可用、RF 不可用时, 由 CG 进行代应答;

(2) 构建异常消息持久化机制, 支持 BOSS 内部异常时, 持久化应急话单, 供后续回捞计费处理;

(3) 构建异常话单回捞机制, 支持针对 BOSS 内部持久化生成的应急话单, 进行回捞计费处理。针对 CG 生成的基于 JSON 编码格式的应急话单, 支持解码、计费处理;

(4) 构建 5G 错单回收机制, 针对资料、资费等问题产生的 5G 计费错单, 支持进行回捞计费处理;

(5) 构建 5G 话单重批机制, 支持针对资料、资费等问题导致的正确详单, 进行重批处理。

5 5G 融合计费应用

5G 融合计费架构增强了针对带宽、时延、连接数等多量纲的计费模式, 有助于支撑多元化业务场景及差异化体验。除传统的流量、内容、时长

等方式外, 运营商可基于体验、基础设施、服务等类型包装成业务产品, 再运用多种量纲进行计费, 完成商品化能力变现, 实现多层次商业模式经营。

如面向物联网、车联网、虚拟现实 (virtual reality, VR)/增强现实 (augmented reality, AR)、4K/8K 视频等连接业务, 运营商可通过接入设备的接入时长、流量、业务 SLA、使用次数等实现定制化网络切片收费标准。

针对智慧园区、智慧医疗等行业类业务, 运营商可按需提供类似带宽控制、时延、连接规模等差异化的体验, 按用户体验及需求定价, 实现网络价值的最大化, 同时具备客户的体验管理能力。

以企业实时体验性消费业务场景为例, 运营商可为企业提供基于带宽浮动标准化的策略商品。平台侧以分钟为粒度生成带宽采样文件, 计费系统从平台侧采集采样带宽文件等信息, 并结合保底带宽、峰值带宽等计费相关属性, 通过计费能力构建, 提供基于实际消费体验的计费能力, 有效保障服务质量, 并提升用户满意度。

6 结束语

多元化业务场景及差异化体验是提升 5G 业务收入的抓手, 构建 5G 融合计费成为 5G 网络价值运营的必要环节。5G 融合计费架构需持续引进新技术, 适应多样化、专业化、体验化的 5G 业务场景设计需求, 实现“一客一策”的优质服务, 为运营商市场提供新的机遇及收入增长点。

参考文献:

- [1] 3GPP. System architecture for the 5G system (5GS): TS 23.501[S]. 2019.
- [2] 3GPP. Policy and charging control framework for the 5G System (5GS); stage 2: TS 23.503[S]. 2019.
- [3] 陈志恒, 李俊璋. 5G 融合计费模式设计研究[J]. 中国电信业, 2019(10): 34-37.
CHEN Z H, LI J Z. Research on the design of 5G converged charging system model[J]. China Telecommunications Trade,



2019(10): 34-37.

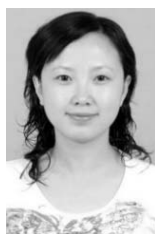
- [4] 杨旭, 肖子玉, 梁冰, 等. 5G 核心网部署及演进方案[J]. 电信科学, 2020, 36(9): 131-140.

YANG X, XIAO Z Y, LIANG B, et al. 5G core network deployment and evolution scheme[J]. Telecommunications Science, 2020, 36(9): 131-140.

[作者简介]



齐磊（1982—），男，中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师，主要研究方向为 IT 支撑系统技术及组网、大数据和云计算技术及应用。



顾慧琼（1982—），女，中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师，主要研究方向为 IT 支撑系统技术及组网、业务支撑系统方案及设计。

祝好（1985—），女，中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师，主要研究方向为 IT 支撑系统技术及组网、运营管理系统方案及设计。

陈旭（1987—），女，中国移动通信集团设计院有限公司工程师，主要研究方向为 IT 支撑系统技术及组网、业务支撑系统方案及设计。