

# 面向 5G 的 SON 3GPP 标准进展

张会丽

(重庆信息通信研究院, 重庆 400000)

**摘要:** 为支持广泛的 QoS 级别, 需要自动调整 5G 网络以响应网络状况, 以保持最佳的性能效率。5G 网络将拥有比前几代蜂窝移动通信网络更多的小区, 因此自组织网络(Self-Organizing Network, SON)对于运营商管理复杂的 5G 网络更为重要。介绍了 3GPP 工作组 SA5 和 RAN 针对 5G SON 的研究工作, 并对自动邻居关系、PCI 配置、容量和覆盖率优化、负载平衡优化、移动鲁棒性优化、RACH 优化等关键优化技术进行详细阐述。

**关键词:** 5G; SON; 3GPP

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.201144

中文引用格式: 张会丽. 面向 5G 的 SON 3GPP 标准进展[J]. 电子技术应用, 2021, 47(6): 22-24.

英文引用格式: Zhang Huili. 5G-oriented SON 3GPP standard evolution[J]. Application of Electronic Technique, 2021, 47(6): 22-24.

## 5G-oriented SON 3GPP standard evolution

Zhang Huili

(Chongqing Academy of Information and Communication Technology, Chongqing 400000, China)

**Abstract:** In order to support a wide range of QoS levels, 5G networks need to be automatically adjusted to respond to network conditions in order to maintain the best performance efficiency. 5G networks will have more cells than previous generations of cellular mobile communication networks, so self-organizing networks (SON) are more important for operators to manage complex 5G networks. This article introduces the research work of 3GPP working group SA5 and RAN for 5G SON, and elaborates on key optimization technologies such as automatic neighbor relationship, PCI configuration, capacity and coverage optimization, load balancing optimization, mobile robustness optimization, and RACH optimization.

**Key words:** 5G; SON; 3GPP

### 0 引言

5G 网络具有增强型移动宽带, 超可靠低延迟通信和大规模机器类型通信三大场景, 其特点分别是高速高数据量, 低速超低延迟以及来自大量新兴的智能通信设备不经常传输的较低数据量。为了支持广泛的 QoS 级别, 需要自动调整 5G 网络以响应网络状况, 以保持最佳的性能效率。由于 5G 网络将拥有比前几代蜂窝移动通信网络更多的小区, 因此 SON 自动化对于运营商管理复杂 5G 网络更为重要。

### 1 5G SON 研究必要性

5G SON 消耗管理数据, 包括但不限于警报, 测量, 分析 KPI、QoE 和供应数据, 以根据时间和位置分析网络行为、状态和流量模式, 进而预测潜在问题, 以及提前计划解决方案, 以解决网络问题。随着人工智能和大数据的发展, 5G SON 能够处理在数天、数周、数月乃至更长时间内收集的大量管理数据, 以创建提高网络性能和效率所需的自我优化, 自我配置和自我修复行为。

2018 年 9 月, 3GPP 工作组 SA5 在第 81 次 TSG-SA

全会上正式通过关于面向 5G 的 SON 研究立项(SP-180827)<sup>[1]</sup>, 该立项由 Intel、Verizon、ETRI、CMCC、ZTE 等 10 余家国内外企业联合起草提出。在该提案中, 提及 5G SON 可能会重用在 Rel16 之前开发的 SON 功能(例如, 自动邻居关系、容量和覆盖范围优化、负载平衡、小区中断补偿、干扰控制等), 其主要目标在于基于对网络数据和管理数据的分析, 研究 SON 来控制 5G 网络的用例和要求, 并将联合 RAN、SA2 和 CT 工作组联合进行研究, 其涉及 RAN 和 CN 方面: 自我配置/重新配置; 自我优化; 自我修复; 研究与网络切片有关的 SON 的用例和要求。此外, 3GPP 无线网络工作组 RAN 提出面向演进 5G 网络的 SON 研究立项 RP-191594<sup>[2]</sup>、RP-192610<sup>[3]</sup>、RP-193255<sup>[4]</sup>、RP-201281<sup>[5]</sup>以及 RP-201625<sup>[6]</sup>, 旨在加强 RELEASE 17 版本 5G 网络 SON 性能。

### 2 SON 3GPP 研究进展

基于面向 5G SON 研究项目立项, SA5 针对 5G 网络进行了 SON 的研究, 并形成技术报告 TR28.861<sup>[7]</sup>, 内容涉及以下方面: (1) 网络切片实例(Network Slice Instance,

NSI)资源分配优化;(2)3GPP 网元(Network Function, NF)的自我建立,包括自动化软件管理;(3)自动邻居关系(Automatic Neighbour Relation, ANR)管理;(4)ANR 优化;(5)物理小区标识(Physical Cell Identifier, PCI)配置;(6)自动网络配置数据处理;(7)负载均衡优化;(8)随机接入(random access, RACH)优化;(9)集中容量和覆盖范围优化;(10)NF 的多供应商即插即用;(11)新 NF 的自我配置;(12)移动鲁棒性优化;(13)节能管理;(14)自动创建 NSI;(15)优化通信服务质量;(16)跨片网络资源优化;(17)多方面/多领域资源优化。

SA5 工作组经过多方面、多角度的探索与钻研,在 TSG-SA 第 87 和 89e 次会议分别通过提案 SP-200194<sup>[8]</sup>和 SP-200763<sup>[9]</sup>,即为 Enhancements of Self-Organizing Networks(SON) for 5G networks 以及 Revised WID Self-Organizing Networks(SON) for 5G networks,其目标在于针对 5G SON 研究方案输出技术标准文档 28.541<sup>[10]</sup>、28.544<sup>[11]</sup>、28.545<sup>[12]</sup>、28.552<sup>[13]</sup>、TS28.313<sup>[14]</sup>以及 TS28.627<sup>[15]</sup>,主要涉及以下面向 5G 的 SON 功能解决方案。

#### 2.1 自动邻居关系管理/优化<sup>[16]</sup>

ANR 功能的目的是为了缓解运营商管理邻小区关系(Neighbour Cell Relation, NCR)的负担。ANR 功能处于 gNB,主要用于管理 NCR 表格(Neighbour Cell Relation Table, NCRT)。通过 ANR 功能,邻小区可以发现新的邻小区并将其加入 NCRT 中。此外 ANR 还有邻小区删除功能,从而能够移除过期的邻小区关系。如何判断邻小区关系的添加和删除取决于基站实现。

NCR 是小区与小区间的关系,是为了支持 X<sub>n</sub> 链路的建立。相邻小区关系是单向的,而 X<sub>n</sub> 链路是双向的。在 X<sub>n</sub> 接口建立过程或者 gNB 配置更新过程中的邻小区信息交互可以用于 ANR。ANR 功能也可以允许 O&M 进行 NCRT 管理。O&M 可以添加或删除 NCR 关系,同时也可以改变 NCRT 的属性。此外当 NCRT 更新后,NG-RAN 需要通知 O&M 系统。

#### 2.2 PCI 配置<sup>[14]</sup>

每个基站被分配了一个 PCI,该 PCI 以主同步信号和辅同步信号广播。当 UE 接收主同步信号和辅同步信号以获取时间和频率同步时,它还将获得用于唯一标识 5G 小区的 PCI。5G 中仅存在 1 008 个唯一的 PCI,由于 5G 在毫米波段中部署了大量 NR 小区和小型小区,因此需要重复使用 PCI。通常,运营商在部署网络时使用网络规划工具将 PCI 分配给小区,以确保所有相邻小区都具有不同的 PCI。但是,由于添加了新的小区或 ANR 功能改变了邻居关系,因此可能会出现以下问题:

(1)PCI 冲突:两个相邻的小区具有相同的 PCI;

(2)PCI 混淆:一个小区具有 2 个具有相同 PCI 值的相邻小区,其中,小区 #A 的 PCI 与其两个相邻小区(小区 #B 和小区 #C)的 PCI 不同,但是小区 #B 和小区 #C 具有相同的 PCI。PCI 混淆会影响切换性能,因为 UE 会

为将其切换到哪个小区感到困惑。

PCI 配置目标是配置新部署的 NR 小区的 PCI,并重新配置承受 PCI 冲突或 PCI 混淆问题的 NR 小区的 PCI。有两种配置 PCI 的方法:集中式 PCI 配置和分布式 PCI 配置。

##### 2.2.1 集中式 PCI 配置流程

(1)集中式 PCI 配置功能监视并收集与 PCI 相关的数据;

(2)集中式 PCI 配置功能分析 PCI 相关信息,以检测新部署的 NG-RAN 或 NR 小区的 PCI 冲突或混乱。

(3)集中式 PCI 配置功能使用 NG-RAN 供应服务来为每个新部署的 NR 小区配置特定的 PCI 值或列表值,或者为 NG-RAN 中的 NG-RAN 小区重新配置 PCI 值或列表值,以解决 PCI 冲突或混乱的问题;

(4)NG-RAN 根据配置的特定 PCI 或 PCI 列表执行 PCI 选择;

(5)如果未正确配置新部署的 NR-RAN 小区或未解决 PCI 冲突或混乱问题,则集中式 PCI 配置功能将恢复到步骤(3)。

##### 2.2.2 分布式 PCI 配置流程

PCI 管理和控制功能可设置 NR 小区使用的 PCI 值列表,并激活分布式 PCI 配置功能;分布式 PCI 配置功能从 PCI 管理和控制功能提供的 PCI 值列表中随机选择一个 PCI 值;分布式 PCI 配置功能将为此 NR 小区选择的 PCI 值报告给 PCI 管理和控制功能。

#### 2.3 容量和覆盖率优化<sup>[14]</sup>

容量和覆盖率优化(Centralized Capacity and Coverage Optimization, CCO)目标是执行 NR-小区的 NG-RAN 覆盖和容量优化。CCO SON 功能处于激活状态,并使用由相应提供商提供的 NG-RAN 和 5GC 提供管理服务和 PM 服务。CCO 功能收到的测量结果可能包括网络性能指标,其中可能包括覆盖不良的指示,例如 RSRP 和 RSRQ 统计信息,RLF、RRC 连接失败/掉线,切换失败等。CCO 具体实现步骤为:

(1)CCO 功能正在监视 NG-RAN 内某些区域或波束的性能指标,并可以通过收集诸如 RSRP、RSRQ 的性能度量来监视 5GC,例如语音掉话等事件的 CDR、SINR 和 RLF 测量以及小区内的波束;

(2)如果 CCO 功能通过分析测量(例如 DL SSB 波束的 RSRP、RSRQ、SINR 和 RLF 测量)来检测某些小区,某些区域或小区内某些波束的覆盖或容量下降,其中降级标准的一些示例是信号强度过低, RRC 连接尝试, 随机访问尝试的成功率低等。

(3)CCO 功能确定改善小区和小区内区域的覆盖范围和/或容量所需的操作;

(4)CCO 功能修改小区和/或一个或几个相邻小区中的配置参数或 5GC 的配置,例如 PCF 策略以减少负载,并继续监视 PM 测量;

(5)如果网络性能无法恢复,则CCO功能会调整在步骤(2)中所做的修改。

(6)返回到步骤(1)。

#### 2.4 负载平衡优化<sup>[14]</sup>

负载平衡优化(Load Balancing Optimization, LBO)包括分布式LBO和集中式LBO的管理,主要聚焦集中式LBO(Centralized LBO, C-LBO),具体为:C-LBO功能从gNB-CU-CP/gNB-CU-UP/gNB-DU收集负载性能测量值(例如,无线电资源使用情况,负载指示器,组合可用容量PRBd等)或通知(例如,某些测量结果的阈值交叉);然后C-LBO功能会分析负载测量结果,以确定是否需要采取的措施,包括切换和/或重选参数的配置以及更改虚拟资源的启动,以优化相邻小区之间的流量负载分配;C-LBO功能收集性能测量值(例如,RRC连接建立/释放,异常释放,切换失败,掉话等)的数量,以评估LBO性能,并可以更新LBO性能的切换和/或重选参数。

#### 2.5 移动鲁棒性优化<sup>[14]</sup>

如果切换参数设置不正确,5G NR小区可能会遇到问题,例如切换得太早或太晚,切换到错误的小区,乒乓切换等,不仅会影响用户体验,还会浪费网络资源。移动鲁棒性优化(Mobility Robustness Optimization, MRO)旨在自动配置小区中的切换参数,以提高切换性能。

MRO管理和控制功能设置NR和EUTRAN切换参数的范围以及MRO功能的目标,并收集与切换相关的测量和无线链路故障报告,以监控切换性能。如果切换性能未达到目标,则MRO管理和控制功能将分析测量结果和无线链路故障报告,并且可以执行以下操作之一:(1)更新MRO功能的目标;(2)更新NR邻居关系和EUTRAN邻居关系的切换参数范围;(3)禁用MRO功能,并为NR邻居关系配置切换参数,并使用认为可以提高切换性能的值。

#### 2.6 RACH优化<sup>[14]</sup>

配置不当的RACH可能会增加UE接入网络所花费的时间,并且可能会增加可能影响呼叫建立性能的接入失败。RACH优化是在小区中自动配置RACH参数,以减少网络访问时间并最大程度地减少故障来获得最佳网络性能。

RACH优化功能即通过自动调整RACH参数(例如RACH-ConfigCommon属性)以优化RACH性能。RACH管理和控制功能设置RACH优化功能的目标,并收集以下性能度量值以监视RACH性能:(1)为实现同步而发送的前导UE数的分布;(2)UE实现同步所需时间的分配。如果RACH性能未达到目标,则RACH管理和控制功能将分析测量结果,并可以执行以下操作之一:①更新RACH优化功能的目标;②更新NR小区的RACH参数范围;③禁用RACH优化功能,并为NR小区配置RACH参数,使其具有可以提高RACH性能的值。当激活RACH优

化功能时,RACH管理和控制功能不应配置RACH参数。

### 3 结论

3GPP Rel-16阶段开展了面向5G的SON技术的研究立项和标准化工作,并在自动邻居关系管理/优化、物理小区标识配置、负载平衡优化、随机接入优化等方面取得了不少研究成果。3GPP Rel-17阶段将继续深入开展面向5G的标准化演进工作。

#### 参考文献

- [1] 3GPP, Intel.SP-180827.Study on Self-Organizing Networks (SON) for 5G[R].2018.
- [2] 3GPP, AT&T.RP-191594.New WID on SON/MDT support for NR[R].2019.
- [3] 3GPP, AT&T.RP-192610.Revised WID on SON/MDT support for NR[R].2019.
- [4] 3GPP, CMCC.RP-193255.New WID on enhancement of data collection for SON/MDT in NR[R].2019.
- [5] 3GPP, CMCC, Ericsson.RP-201281.Revised WID on enhancement of data collection for SON/MDT in NR and EN-DC[R].2020.
- [6] 3GPP, CMCC, Ericsson.RP-201625. New WID on UE conformance test aspects for SON and MDT support for NR [R]. 2020.
- [7] 3GPP.3GPP TR 28.861.Study on the Self-Organizing Networks(SON) for 5G networks(V16.0.0)[R].2019.
- [8] 3GPP, Intel.SP-200194.New WID on self-organizing networks(SON) for 5G networks [R].2020.
- [9] 3GPP, Intel.SP-200763. Self-organizing networks(SON) for 5G networks[R].2020.
- [10] 3GPP.3GPP TS 28.541.5G network resource model(NRM) (V16.6.0)[S].2020.
- [11] 3GPP.3GPP TS 28.544.Self-organizing networks(SON) network resource model(NRM) for 5G networks(V0.0.0)[S]. 2019.
- [12] 3GPP.3GPP TS 28.545.Management and orchestration, Fault Supervision(FS)(V16.1.0)[S].2020.
- [13] 3GPP.3GPP TS 28.552.5G performance measurements (V16.7.0)[S].2020.
- [14] 3GPP.3GPP TS 28.313.Self-Organizing Networks(SON) for 5G networks(V16.0.0)[S].2020.
- [15] 3GPP.3GPP TS 28.627.Self-Organizing Networks(SON) Policy Network Resource Model(NRM) Integration Reference Point(IRP)(V16.0.0)[S].2020.
- [16] 3GPP.3GPP TS 38.300.NR; NR and NG-RAN Overall Description:Stage 2(V16.1.0)[S].2020.

(收稿日期:2020-11-23)

#### 作者简介:

张会丽(1987-),通信作者,女,硕士研究生,工程师,主要研究方向:移动通信、专利分析,E-mail:846055363@qq.com。



扫码下载电子文档

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所