#### Self-organizing networks in 3gpp: standardization and future trends

一 简介

最近的移动手机网络发展带来的问题：

1. 更加高速率的用户需求导致了更加复杂的网络架构

2 复杂体现在：多种网络接入技术（RATs）, 不同的小区类型和不同的用户QoS需求

Son存在的意义就是为了提高网络性能

网络工程的几个阶段：

1 规划

2 安置

3 运作 （在这个阶段进行相应的设计）

二 在3GPP中的自组织网络的机制

SON是LTE E-UTRAN的核心组成部分整个网络已经具体化到了：1 节点行为级别；2 eNB之间的信令流程；3 用户设备的测量和上报信息

SON功能可以分成：  
 1 网络管理集中型的SON

2 分布式的SON

3 混合型的SON

三 自我配置

配置的主要内容有：小区标识符，预设小区间关系，天线设置，传输能量等级，运行载体

四 automatic neighbor relations（ANR）

这个功能是在eNB中的，用于互联各种接入网络之间的关系。基于用户设备端的ANR的特点，eNB或者无线网络控制器（radio network controller）可以要求用户设备去解码相邻基站的信息，然后将解码后的信息上报给基站。这样保证了足够的基站切换信息

五 Automatic cell identity management

自动的基站物理标识，防止产生标识冲突

六 random access optimization

该过程的主要的作用是为了用户进入基站的时候能够通知到基站，并在网络里注册用户信息，而且，同时完成和基站的上行链路的时间同步。

在这个过程中，UE会选择一个前导码波形，一个接入时隙和一个传输功率

在优化的过程中涉及到的关键的参数

1 接入概率，在UE执行了几次接入尝试之后，完成接入的概率

2 接入延时的概率，在UE初始化了接入操作之后，到完成了接入的持续时间

为了帮助随机接入信道RACH进行性能评估和优化。UE被配置成在完成接入操作之后会想eNB发送一个RACH报告，因为单单基于UE的话无法侦测相关的无线问题。所以，这个功能和ANR一样，利用了UE来监测和上报容量信息

7 Mobility Robustness Optimization（MRO）

移动性支持是移动网络的核心；MRO是SON的核心特征是在可接受的移动错误率的保证下，尽量减少不必要的切换；

LTE MRO功能位于eNB。UE会在满足某种上报条件的时候向eNB发送measurement report。当接收到了测量信息包括出发信息上报的候选小区，服务中的eNB会初始化UE向目标小区的切换流程。如果切换失败，UE会进入空闲状态，在下一个阶段重新链接。

最近新添加到Radio Link Failure汇报信息中的故障经过时间，诊断接入技术内部的移动性故障的信息或信令

8 Mobility Load Balance（MLB）

MLB主要是去管理不均匀的流量分布问题的，主要方法是最小化必须的切换次数和重定向

小区的负载减压的出发条件：当某个小区的负载达到一定的阈值或者相关的负载指标达到某个阈值的时候。为了增强移动性的鲁棒性，那么新的基站的负载性能也要考虑到

有一些注意点：

在混合类型的网络中，**small cell（小型蜂窝） 引发的流量太少，这需要宏蜂窝的减压技术**。（要在我的模型中加入负载均衡信任特征！！！！）其中一个重要的方法是蜂窝范围扩展技术，在该项技术中，当满足了一定的触发条件之后，会在小型蜂窝中引入一种Range Expansion Bias方位扩展因子，这种技术可以被看成移动性中的负载均衡。当然了，在这部分调整的过程中，我们还要考虑到该UE的检测能力和当前的负载贡献度。

在3GPP中，eNB中的资源信息可以通过X2来进行共享。这个功能就保证了可以在当前的网络环境下，为蜂窝解压，和利用X2（信道？）来完成移动性参数的协商。保证了UE可以被负载解压的过程，释放到一个新的蜂窝中，但是不需要切换信道。另外的一个可以替换的方法是调整导频信号的强度来增加或者减少蜂窝的覆盖范围。

9 能源节约

标准的节能机制主要是在基站暂时不适用的时候将基站设置成非激活状态

10 Minimization of Drive Tests

是为了解决移动网络质量评估工作中的实时性和广泛性问题，3G P P 标准化组织提出了最小化路测（M D T）的研究及工作项目。3 G P P 对使用M D T 的范围讨论已经达成共识， 即M D T 将在控制平面工作，而不是用户平面，如图2所示。此种工作方式的优点是可以尽量减少对用户正常使用业务的干扰，并对计费等系统的影响较小。MDT能够在运营商有路测需求的时候，根据某些特定条件选择U E 参加M D T 上报，上报的内容主要是RA N方面及QoS相关的数据，这些数据的采集仍根据设备的QoS Counter/KPI进行运作，目前并不涉及QoE指标。MDT能够给运营商提供实时的网络质量评估数据，对于及时发现网络问题，进行网络优化等工作都有很大的帮助。特别是该功能能大大减少路测的需求，对降低运营成本有很重大的意义。

整个网络的详细信息是通过drive test的数据来获取并且衡量的。但是真正的drive test成本高，耗时多，而且有大部分的测试点也远离手机测试点。一个可以替代的方法是将手机作为探针放置在网络中，上报相关测量数据。

这个功能和ANR很相似，主要是利用UE端的数据去监测整个网络的行为和参数。该方法可以让运营人员获得很多的数据，但是并不需要投入特别多的

关于Minimization of Drive Test的论文可以看：Minimization of Drive Test in 3GPP Release 11 Potential SON Function conflicts and resolutions

当在现有的网络有了很多的自组织的网络之后，可能会导致网络之间的交互产生一些不稳定的行为。在SON功能之间的潜在冲突产生的原因：在overlapping time frames中，SON functions的差异性能够影响同一个参数的程度。解决方案是使用一种协调机制

相关的论文可以看：Telecommunication Management: Self-organizeing network; Policy Resource Network Model(NRM)

12 Per UE Mobility Differentiation Enhancements

对于SON for UE types 的工作的主要目的是去衡量这种差异性对于网络的系统工作是否会有影响。这种影响造成的一个问题就是ping-pong问题

13 Active Antenna Enhancement。

动态的天线系统是现在的网络中增加网络容量的一个方案。目前的部署都是相对静态的，尤其是增加了垂直分区的功能之后。但是现在的技术也的确增加了网络动态使用的可能性比如，专有的波束成形，蜂窝整型，蜂窝切分与合并（也恰恰是蜂窝的切分与合并使得真正的网络管理更加的复杂了）。在这部分，主要关注由于蜂窝的切分与合并引发的链路链接失败，以及对于MRO（Mobility Robustness Optimization）产生的影响

14 Small Cell Enhancement 小区增强

这里说的微蜂窝是指operator-controlled，low-power，radio-access nodes。Small Cell是低功率的无线接入节点，是一种全新的网络架构体系，工作在授权的、非授权的频谱，可以覆盖10米到200米的范围。Small Cell融合了femtocell，picocell，microcell和分布式无线技术，如RRH。一个共同点是small cell都是由运营商进行管理的。

移动鲁棒性是一个很大的挑战，尤其是移动用户在small cell里快速移动的环境下。在3GPP的release 12中，增强的部分包括了向网络中心提供额外的信息，这些信息包括（当链路重新建立之后，向系统提供额外的故障报告和时间迟滞信息），这些信息可以被用在MRO分析中，已提供更好的应对措施

15 NM-Centralized Coverage and Capacity Optimization and Coordination

CCO功能主要是用来标准化激活和上报UE和eNB的跟踪测量量，这些测量量包括MDT-data，radio-link failure events， RCC re-esablishment failure events. 这些信息都被保存在Trace Collection Entity中，在NM层被CCO处理，以便去发现容量或者覆盖性的问题

#### Minimization of Drive Tests in 3GPP Release 11

1 Introduction

Drive testing 是蜂窝网络运作的重要组成部分，因为他可以阶段性的获取网络的质量的信息。

MDT使得整个运作/管理/维护系统能够从UE端获得相应的测量数据报告以及对应的地理位置信息。

MDT组成：OAM系统（负责初始化和控制数据收集），RAN和UE

当然了MDT不仅仅关注的是对于网络覆盖的研究，还关注与对于网络QoS的保证。对于网络数据包交换系统的控制会涉及针对不同的用户环境，相应级算法的灵活应用，比如，从终端所处的网络环境来看，在用户在一个蜂窝网中可能会由于速度和位置的不同，会遇到不同的网络无线环境。而且，在网络环境不好的情况下，系统会出于公平性原则优先处理无线环境较差的UE；当然了，从业务类型的角度来看，不同的业务类型也对应了不同的网络。因此，针对这个问题，我们一般很男简单的从path loss和average interfere来判断终端的QoS。（在release 11中加强了）

MDT和地理信息绑定。可以个性化的分析网络覆盖和网络质量与地理位置的关系。

在3GPP中，在MDT增强的测量量包括：

1 上/下行链路的吞吐量（当无线链路层是瓶颈链路的时候）

2 上下行链路的data volumn（检测蜂窝网中的热点）

3 radio link failures 信息收集

4 可以和MDT关联的细节位置信息

5 上行链路关于弱覆盖的信息，以及成因

6 加强对多公用陆地网络的支持

MDT Enhancement In 3GPP

1 吞吐量的测量量

为了协助判定用户的QoS体验，RAN提供了一种吞吐量的测量量

2 Data volume 测量量

为了能够判断出地理位置信息和在蜂窝网中的数据总量，RAN提供了一种Data Volumn的测量量

3 Failure Reporting By UE

Radio link failure report and RRC connection establishment failure reports。其中，RLF是一个会在处于连接状态的UE发生的事件， 当无线网络状况变坏，以至于无法维持原有的连接就会发生这种状况。

RRC Connection Establishment Failure。处于静默状态的中孤单设别，必须开始一个RRC连接重新建立的程序，这样才能够切换到连接状态，完成用户数据传输和信令流程。如果发生了这个故障，将会大大影响用户的体验，但是这个故障往往是对网络运营商不可见的。

4 Location information for MDT

MDT的地理位置信息可以分为两类：详细的地理信息和radio frequency指纹。其中地理位置信息包含了经纬度，RF指纹信息包含了来自邻居蜂窝的网络信号强度的概况，例如，（1）在UE和NB之间的信号传播时间

（2）上行定时提前（TA，包含了type1和type2）

（3）eNB中信号的到达角度（AOA）

注意：UE可以计算指出位置的不确定性和可信任度，这个可以被管理员分析，决定这个信息对于网络覆盖和吞吐量的适用性。

注意：为了保证上行传输的正交性，避免小区内（intra-cell）干扰，eNodeB要求来自同一子帧但不同频域资源（不同的RB）的不同UE的信号到达eNodeB的时间基本上是对齐的。eNodeB只要在CP（Cyclic Prefix）范围内接收到UE所发送的上行数据，就能够正确地解码上行数据，因此上行同步要求来自同一子帧的不同UE的信号到达eNodeB的时间都落在CP之内。

为了保证接收侧（eNodeB侧）的时间同步，LTE提出了上行定时提前（Uplink Timing Advance）的机制。

4 上行链路的测量量

很差的上行链路覆盖状况会从连接问题和QoS两个方面影响到用户的体验。需要在上行链路和下行链路的覆盖范围之间做一个平衡

关键的参数：上行链路SIR（signal to interference）和上行两路的SIR error测量。UE功率余量和小区级接收总宽带功率，这成为了上行链路负载和干扰状况的衡量

**一些问题:**

上下行链路的信息收集量可以被用来产生一种用户终端和他们的地理位置的映射关系，我们可以通过这种映射关系，我们可以了解到不同载体的基本覆盖范围。

覆盖空洞问题（探测覆盖空洞）

为了上报RLF和RCEF（RRC connection establishment failure reports），新的无线测量量要能够被获取到。通过利用这些测量量，我们要能够区分出，可以通过调节无线资源的信息就能避免的问题，以及没有下行链路覆盖的问题

吞吐量的测量一般发生在RAN侧，都是基于真是的流量和位置信息。当发生低吞吐量的时候，可能和覆盖问题有关，也可能和容量问题有关