

# 5G核心网增强位置业务技术研究

## Research on 5G Core Network Location Technology

李延斌<sup>1</sup>,马瑞涛<sup>1</sup>,肖卫东<sup>2</sup>(1. 中国联通研究院,北京 100048;2. 后勤学院信息管理中心,北京 100858)

Li Yanbin<sup>1</sup>, Ma Ruitao<sup>1</sup>, Xiao Weidong<sup>2</sup>(1. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China; 2. Information Management Center of Logistics College, Beijing 100858, China)

### 摘要:

随着5G的快速发展,各种丰富的业务对定位技术的需求越来越强烈。为了满足这些定位需求,5G定位架构增强就变得尤为重要。从核心网角度来说,5G高精定位新增多个网元,涉及流程众多。运营商应支持多种网络制式及定位模式,以适应更加复杂的需求和环境。

### 关键词:

增强定位;eLCS;LMF

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.09.018

文章编号:1007-3043(2021)09-0087-06

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

With the development of 5G, the demand for positioning technology is more and more intense in various kinds of rich services. In order to meet these requirements, 5G Location architecture becomes particularly important. From the perspective of core network, 5G Location adds multiple network elements, involving many processes. Operators should support a variety of network formats and positioning modes to adapt to more complex needs and environments.

### Keywords:

Enhanced Location; eLCS; LMF

引用格式:李延斌,马瑞涛,肖卫东. 5G核心网增强位置业务技术研究[J]. 邮电设计技术,2021(9):87-92.

## 1 概述

随着智能终端的快速发展,手机定位技术的需求越来越强烈,业务类型也越来越多样。一般的手机终端定位技术包括自有手机定位系统与公用定位服务。自有手机定位系统指利用手机上的卫星导航系统(GPS)定位模块将自己的位置信号发送到定位后台来实现手机定位的。公用手机定位服务一般由运营商来提供,是利用基站对手机的距离的测算来确定手机位置的。当前流行的定位技术仍然以GPS为主,但全

球化的GPS传播信号时会受到建筑物、位置环境等影响,导致定位范围和精度均有所限制。

20世纪90年代起,定位技术在3GPP标准中已经开始有一席之地。随着2G到4G的不断演进,定位在空口可用可控制的资源也逐步扩展,定位精度得到了逐步提升。5G时代的到来,物联网和智能化对基于位置的服务提出了更高要求,高精度定位服务(LCS)被作为一个重要的标准项目提出并持续演进增强。

## 2 定位技术演进

### 2.1 LTE低精度定位

2009年底在3GPP Rel9版本中完善了LTE定位方

收稿日期:2021-07-22

法,引入了E-CID、OTDOA+PRS、A-GNSS,以及定位协议(LPP),具体情况如表1所示。

表1 LTE低精度定位进展情况

标准版本	进展情况
3GPP R9	ECID完成,精度150m;OTDOA室外完成,精度50/100m
3GPP R10	UTDOA室外完成,精度近似OTDOA
3GPP R11	UTDOA室外完成,精度近似OTDOA

## 2.2 LTE高精度定位

3GPP引入多种室内定位方法进行位置增强,可以实现50m的水平定位精度,具体情况如表2所示。

表2 LTE高精度定位进展情况

标准版本	进展情况
3GPP R12	提出多种提高定位精度的方法;北斗导航定位;RFPM无线频率模式匹配
3GPP R13	提出多种室内定位方法;初步引入Wi-Fi,蓝牙,气压传感器,TBS等定位
3GPP R14	UE进一步引入网络控制的Wi-Fi,蓝牙,气压传感器等定位,完成OTDOA,ECID增强;EMTC/NB-IoT定位增强

## 2.3 5G高精度定位

全面支持服务架构和架构简化,实现定位功能的去耦合和汇聚,提高定位信令效率,同时更加注重用户隐私的保护,需要征得用户许可才可以进行定位业务的执行,具体情况如表3所示。

表3 5G高精度定位进展情况

标准版本	进展情况
3GPP R15	满足监管要求,无线网络无关的定位
3GPP R16	定位精度:室内水平<3m,室外水平<10m,延迟<1s;定位技术:NR-TDOA,ULAoA,Multi-RTT,E-CID增强
3GPP R17	面向IoT、V2X垂直行业定位增强;厘米级定位精度,定位延时和可靠性提升

主要功能有:基于3GPP接入的控制面定位过程,包括5GC-MT-LR、5GC-MO-LR、延迟5GC-MT-LR、LMF改变、定位业务能力开放等流程;基于非3GPP接入的控制面定位过程;EPC和5GC互联;定位辅助信息广播;针对多用户的LCS业务批量操作等。

当前可见的用途或使用场景包括NR接入时实现基于控制面的高精度定位、非3GPP接入时实现基于控制面的高精度定位、4G和5G互操作时关于定位业务的处理、LMF将定位辅助信息广播给UE和针对一组用户的定位。

## 3 5G定位核心网关键技术分析

### 3.1 5G定位网元

#### 3.1.1 LCS

AF和NF可以使用Ngmlc接口从同一个信任域中(例如在相同的PLMN)的GLMC访问LCS服务,也可以使用Namf接口通过同一个信任域中的一个AMF的位置信息的Event Exposure访问LCS服务。

LCS用户也可以使用Le参考点从一个GMLC(例如HGMLC)访问LCS服务。外部AF可以使用Nnef接口或CAPIF API从一个NEF访问LCS服务。

#### 3.1.2 GMLC

GMLC需要支持LCS的功能。在一个PLMN中,可能有多个GMLC。

GMLC是PLMN中外部LCS客户访问的第一个节点(即:GMLC支持Le参考点)。AF和NF可以直接或通过NEF访问GMLC。GMLC可以通过Nudm接口从UDM请求路由信息和/或目标UE隐私信息。在执行完一个外部LCS用户的认证并验证了目标UE隐私,一个GMLC转发一个位置请求到使用Namf接口的一个服务的AMF或UE处于漫游场景使用Ngmlc接口的另一个PLMN的GMLC。

目标UE的隐私内容设置应该总是在发送位置评估前,在UE的HPLMN中被检查。

VGMLC是关联目标UE的服务节点的GMLC。

HGMLC是位于目标UE的HPLMN的GMLC,其负责控制目标UE的隐私检查。

一个支持位置服务的GMLC额外功能包括:

a) 如果一个HGMLC中,存在多个AMF,需要确定目标UE的服务AMF。

b) 一个HGMLC中,如果第一个AMF返回的位置信息不能满足QoS需求且存在多个服务AMF时,需确定是否从不同的AMF尝试目标UE的第2次位置请求。

c) 在一个HGMLC中,支持从一个外部的LCS客户或NEF发起一个周期、触发、UE有效性位置事件的延时5GC-MT-LR位置请求。

d) 在一个HGMLC中,基于部署配置,转发一个漫游UE的位置请求到一个VGMLC或到VPLMN的服务的AMF。

e) 在一个HGMLC中,为一个周期或触发的延时定位流程(5GC-MT-LR),从一个VGMLC或LMF接收事件报告,并返回到一个外部的LCS客户端或NEF。

f) 在一个HGMLC中,支持一个周期或触发的定位的删除。

g) 在一个VGMLC中,如果UE请求,从一个VGMLC为一个5GC-MO-LR接收位置信息,并转发到一个LCS用户或一个AF(通过NEF)。

h) 在一个VGMLC中,为一个漫游UE的一个延时的5GC-MO-LR的周期或触发的定位从一个LMF接收事件报告,并转发到一个HGMLC。

i) 在一个VGMLC中,从一个AMF接收一个5GC-MO-LR的位置信息,并转发到一个HGMLC。

j) 在HGMLC中,拒绝来自LCS客户端的LCS请求,例如,当LCS请求中的目标UE数量超过该客户端的最大目标UE数量时。

k) 在HGMLC中,为来自外部LCS客户端或LDR的NEF的每个位置请求分配参考号。

l) 在HGMLC中,如果服务请求中收到假名指示符,则分配假名,并将其转移到外部LCS客户端。

### 3.1.3 LMF

LMF负责对注册或接入5G CN的UE的位置所要求的总体资源的协调和调度,并计算和认证一个最终的位置,以及速度估算,并估算可达到的准确性。LMF通过Nlmf接口从服务AMF获取一个目标UE的定位请求,LMF和UE交互以交换适用于UE辅助的以及基于UE的定位方法的位置信息,并和NG-RAN、N3IWF或TNAN交互获取位置信息。

LMF应基于3GPP TS 23.032定义进行定位结果地理坐标的判断,如果被请求并且可用,定位结果可同时包含UE的速度。

可由一个LMF执行以支持位置服务的额外功能包括:

a) 支持从服务AMF接收针对一个目标UE对单一位置的定位请求。

b) 支持从服务AMF接收针对一个目标UE的周期性的或触发的定位请求。

c) 基于UE和PLMN能力、QoS、UE每种接入类型的连接状态以及LCS客户端类型决定定位方法。

d) 针对一个UE周期性或触发的定位直接向GMLC报告UE位置估算。

e) 支持针对一个目标UE取消周期性或触发的定位。

f) 支持经由NG-RAN以加密或非加密的形式向UE下发广播的辅助数据,并经由AMF向签约的UE转发任何加密密钥。

g) 支持针对一个目标UE的周期性或触发的位置

报告改变LMF。

## 3.2 5G定位核心网架构

5G定位核心网架构有2种:参考点表示的非漫游UE的5GS LCS架构(见图1)和SBI表示的非漫游UE的5GS LCS架构(见图2)。

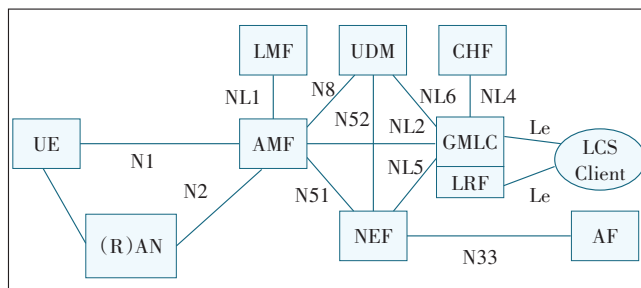


图1 参考点表示的非漫游UE的5GS LCS架构

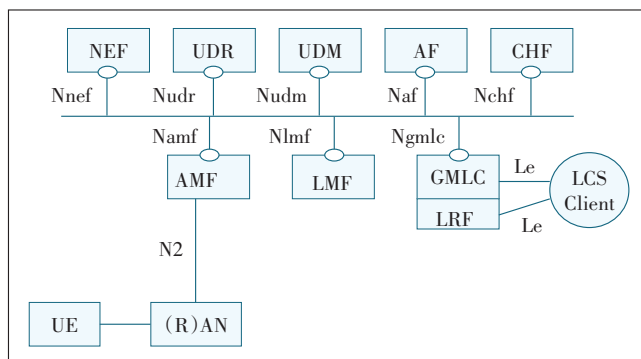


图2 SBI表示的非漫游UE的5GS LCS架构

## 3.3 5G定位流程

### 3.3.1 终端结束的位置请求(MT-LR)

通过终端被叫位置请求(MT-LR),在服务PLMN外部或内部的LCS客户端或AF可向PLMN发送位置请求,以获取目标UE的位置,流程如图3所示。

a) LCS Client向GMLC发起定位请求。

b) GMLC发送请求到UDM找到AMF地址,再发送Namf\_Location\_ProvidePosinfo\_Request请求到AMF,AMF发送Nlmf\_Location\_DeterminLocation\_Request到LMF,LMF执行1种或多种定位程序。

c) LMF返回Nlmf\_Location\_DeterminLocation\_Response到AMF,AMF返回Namf\_Location\_ProvidePosinfo\_Response给GMLC。

d) GMLC生成位置结果返回给LCS Client。

### 3.3.2 终端发起的位置请求(MO-LR)

通过移动始发位置请求(MO-LR),UE向服务PLMN发送针对该UE位置相关信息的请求。流程如图4所示。

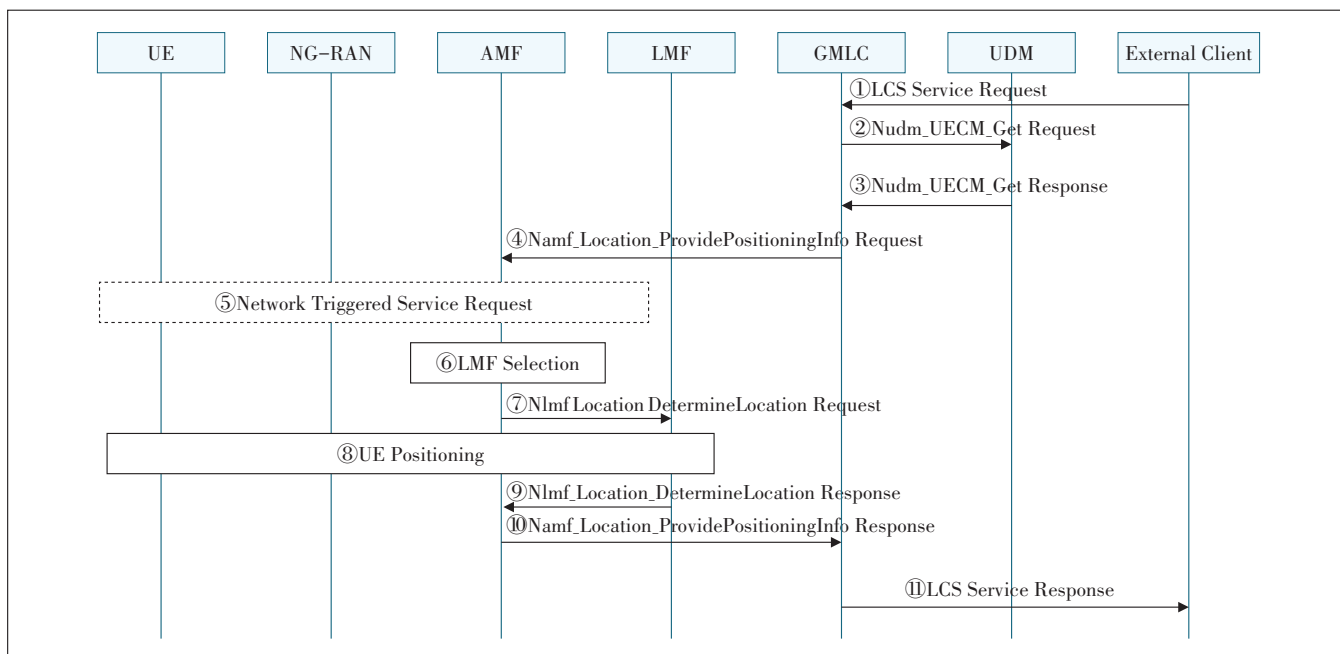


图3 终端结束的位置请求

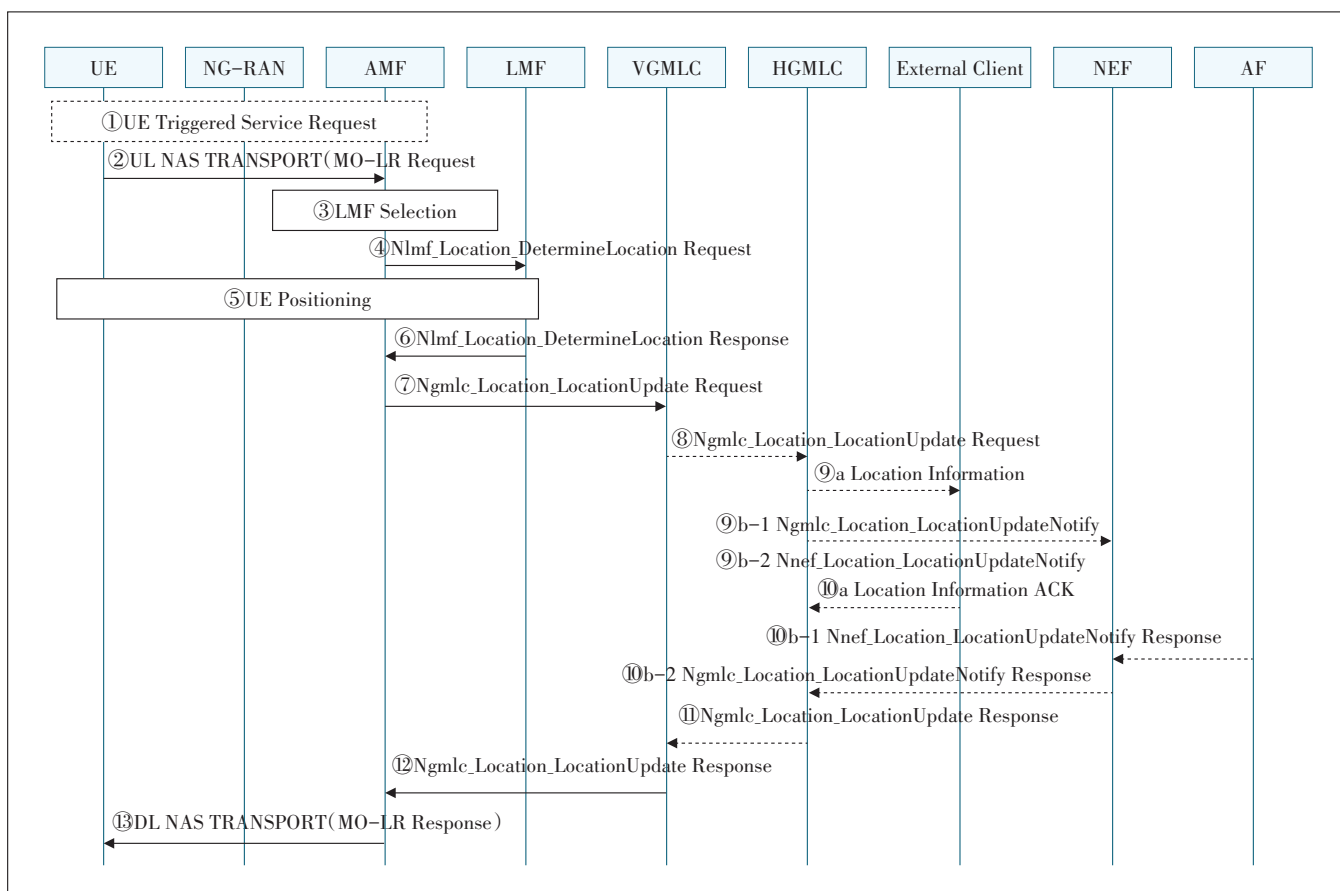


图4 终端发起的位置请求

a) UE 通过 UL NAS TRANSPORT 消息发送 MO-LR 定位请求到 AMF。

b) AMF 发送 Nlmf\_Location\_DetermineLocation\_Request 到 LMF, LMF 执行 1 种或多种定位程序。

c) LMF 返回 Nlmf\_Location\_DetermineLocation\_Response 到 AMF。

d) AMF 调用 Ngmlc\_Location\_LocationUpdate 服务, 将位置结果发送给 GMLC。

e) GMLC 将位置结果传送到标识的 LCS 客户端或 AF。

f) AMF 通过 DL NAS TRANSPORT 消息给 UE 回复 MO-LR 响应。

### 3.3.3 网络发起的位置请求(NI-LR)

网络发起的位置请求(NI-LR), 用于 UE 的服务 AMF 为某些监管服务(例如来自 UE 的紧急呼叫)启动 UE 的位置。通过网络发起的位置请求, 服务于 UE 的 AMF 可为某些监管类服务(例如来自 UE 的紧急呼叫)启动 UE 的位置请求, 流程如图 5 所示。

a) UE 发起紧急呼叫后, AMF 发送 Nlmf\_Location\_DetermineLocation\_Request 到 LMF, LMF 执行 1 种或多种定位程序。

b) LMF 向 AMF 返回 Nlmf\_Location\_DetermineLocation\_Response, 返回 UE 的当前位置, AMF 发送 Namf\_Location\_EventNotify 给 GMLC。

c) GMLC 将位置信息推送给 LCS Client。

### 3.3.4 即时位置请求

通过即时位置请求, LCS 客户端或 AF 发送或启动针对目标 UE(或目标 UE 群组)的定位请求, 并预期在

较短时间内接收到包含目标 UE(或目标 UE 群组)的位置信息的响应。该响应时间段可以使用 QoS 指定。即时位置请求可以用于 NI-LR、MT-LR 或 MO-LR。

### 3.3.5 延时位置请求

通过延时位置请求, LCS 客户端或 AF 将位置请求发送到目标 UE(或目标 UE 群组)的 PLMN, 并预期在将来的某个或多个时间点, 接收到包含事件发生指示和位置信息的响应。该响应与目标 UE(或目标 UE 群组)以及特定事件相关联。

## 3.4 R16 定位技术特性

### 3.4.1 目标

监管需求: 80% 的时间水平误差小于 50 m。

商业目标: 80% 的时间室外水平误差小于 10 m; 80% 的时间室内水平误差小于 3 m。

### 3.4.2 流程改进

a) 隐私保护增强: MT-LR 增加了对位置隐私的鉴权, 确保只有得到用户的授权, 才可以对 UE 进行定位。

b) MO-LR 定位请求: 物联网终端通过使用 MO-LR 流程获取当前位置并主动上报位置, 终端发起的流程还应用在一些自动化作业的场景, 例如工厂中的机器人、AGV 实时获取自己的位置, 以支持路径规划或在非作业时间自动回到指定的停靠区域等。

c) 延迟定位请求: 适用于 MT-LR 定位, 支持如下事件:

(a) UE 可用(UE availability): 当 UE 可达时, 定位

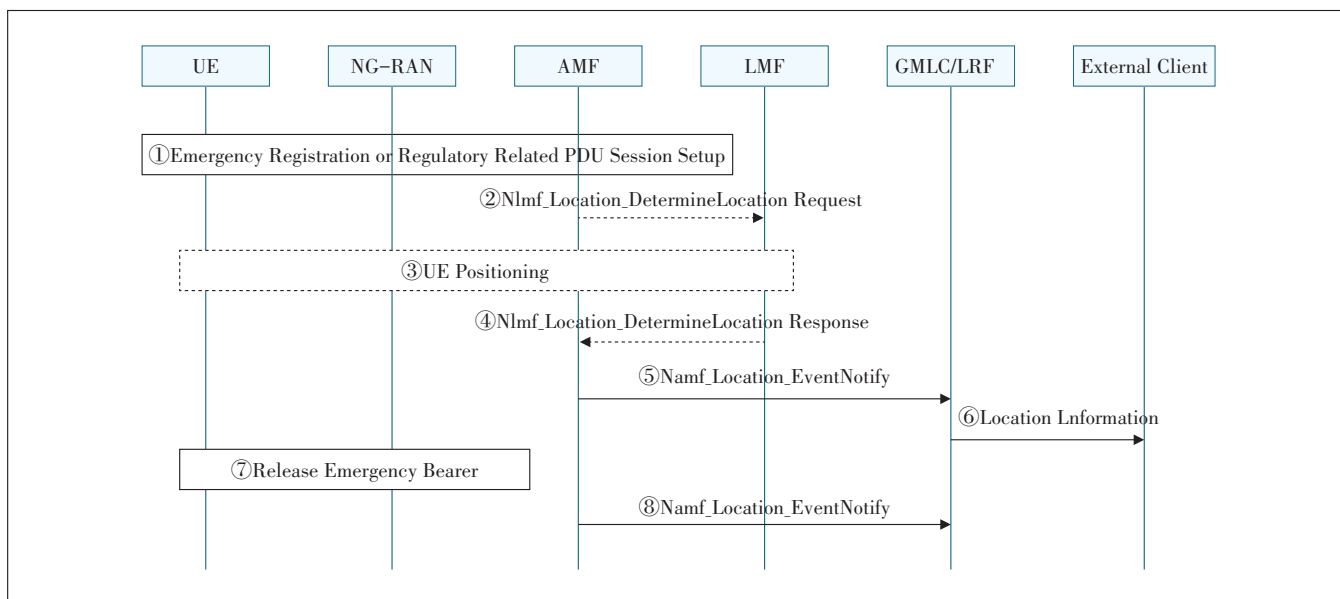


图 5 网络发起的位置请求



系统将实时获取 UE 的位置信息。

(b) 事件触发: Area UE 进入,离开或停留在预定地理区域内的事件发生时,系统实时获取 UE 的位置。

(c) 周期性位置: Periodic Location UE 中定义的周期性计时器到期并激活位置报告的事件发生时,系统实时获取 UE 的位置。

(d) Motion UE 从先前位置移动超过某个预定义直线距离的事件。

d) 组用户定位:客户端请求定位组 ID 标识的 UE 组,GMLC/NEF 通过 UDM 获取该 ID 对应的 UE 组,然后对这一组的用户终端进行定位。

#### 4 定位部署方案及展望

运营商应同时支持 2G、3G、4G、5G、NB-IoT、LTE、5G、Wi-Fi 网络制式所有定位方法,提供丰富的定位算法支持,全面支持丰富的应用,如图 6 所示。

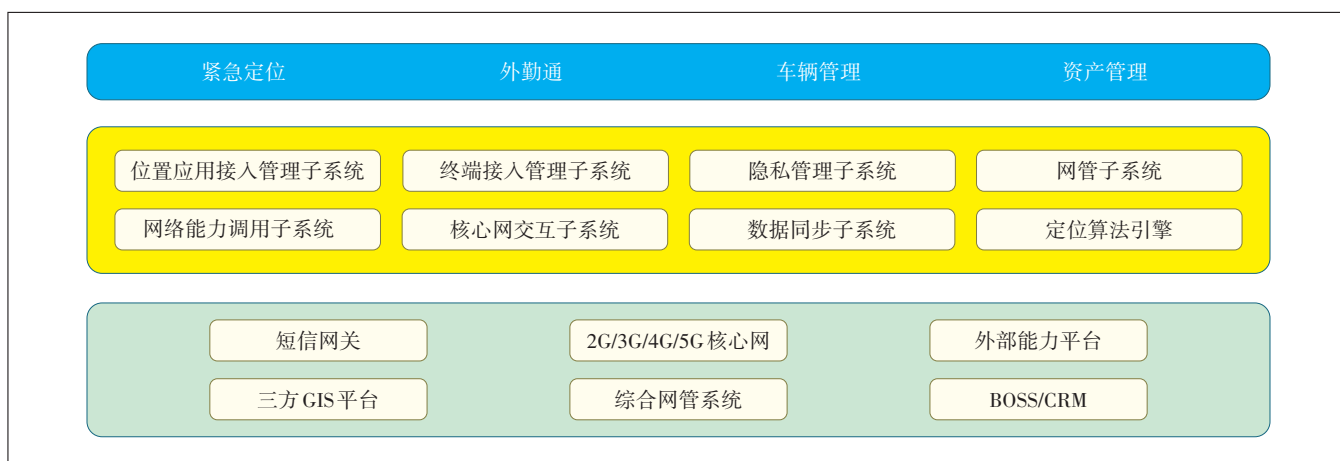


图6 定位部署

随着 5G 的快速发展,移动通信网能够提供的业务能力越来越高,为各种应用及业务提供了保证和平台。定位技术也即将进入快速发展时期。

#### 参考文献:

[1] 刘文博. LTE室内定位技术及优化方法研究[D]. 广州:华南理工大学,2013.  
[2] 张平,陶运铮,张治. 5G若干关键技术评述[J]. 通信学报,2016,37(7):15-29.  
[3] 欧阳俊,陈诗军,黄晓明,等. 面向5G移动通信网的高精度定位技术分析[J]. 移动通信,2019,43(9):13-17.  
[4] 孙金阳. 5G通信技术在森林灭火工作中的研究[J]. 信息通信,2020(7):276-277.  
[5] 孙辉. 5G发展与视频应用相结合的初步探讨[J]. 广播电视信息,2020(6):39-41.  
[6] 王毅,陈启鑫,张宁,等. 5G通信与泛在电力物联网的融合:应用分析与研究展望[J]. 电网技术,2019,43(5):1575-1585.  
[7] 陈豫蓉. 5G与北斗高精度定位融合发展趋势分析[J]. 电信工程技术标准化,2020(4):1-6.  
[8] 李娜,刘亮,陈宁宇,等. 5G本地定位架构发展趋势探讨[C]//2019中国信息通信大会(CICC 2019).2019.  
[9] 潘党飞,刘文学,袁洪,等. 基于GNSS的5G基站高精度时间同步组网算法[J]. 系统工程与电子技术,2020(9).  
[10] 张紫璇,黄劲安,蔡子华. 5G通信定位一体化网络发展趋势探析

[J]. 广东通信技术,2019,39(2):41-45,70.  
[11] 程飞,章平,陈新泉,等. 5G移动通信系统中协作定位技术展望[J]. 天津理工大学学报,2020,159(2):48-54.  
[12] 思博伦通信. 5G对定位技术的影响[J]. 信息通信技术与政策,2019(3):80-83.  
[13] 张平,陈昊. 面向5G的定位技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报,2018,41(5):5-16.  
[14] 杜若宸. 基于毫米波的5G通信定位一体化系统[J]. 通讯世界,2019,26(3):70-72.  
[15] 刘中令. 基于5G的高精度室内定位技术研究[D]. 上海:上海交通大学,2018.  
[16] 张欣旺,张敏,丁海煜. 5G室内分布低成本融合组网创新方案[J]. 电信技术,2019,540(3):42-46.  
[17] 黄晓阳. 卫星导航与5G移动通信融合架构与关键技术[J]. 建筑工程技术与设计,2017(18):3505-3505.  
[18] 单风云. 基于5G定位系统的标准时间同步系统设计[J]. 电脑知识与技术:学术版,2021,17(6):4.  
[19] 焦慧颖,王志勤,杜滢,等. 5G无线定位技术标准化及发展趋势[J]. 移动通信,2021,45(3):5.

#### 作者简介:

李延斌,高级工程师,硕士,长期从事移动核心网相关标准制定、技术研究等工作;马瑞涛,高级工程师,硕士,主要从事网络总体架构研究及新技术跟踪工作;肖卫东,国防大学联合勤务学院教授,硕士研究生导师,主要从事军队信息技术研究及教学工作。