



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111294920 B

(45) 授权公告日 2021.05.18

(21) 申请号 201811504532.3

H04W 24/10 (2009.01)

(22) 申请日 2018.12.10

H04B 17/345 (2015.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111294920 A

(56) 对比文件

CN 103067931 A, 2013.04.24

CN 108243447 A, 2018.07.03

(43) 申请公布日 2020.06.16

CN 108696886 A, 2018.10.23

(73) 专利权人 中国移动通信集团四川有限公司

CN 107787595 A, 2018.03.09

地址 610041 四川省成都市高新区高鹏大道10号

CN 108243448 A, 2018.07.03

专利权人 中国移动通信集团有限公司

CN 105163344 A, 2015.12.16

EP 3314963 A1, 2018.05.02

(72) 发明人 潘羽

CN 102075979 A, 2011.05.25

WO 2014063275 A1, 2014.05.01

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司 11258

审查员 陈静

代理人 彭琼

(51) Int. Cl.

H04W 64/00 (2009.01)

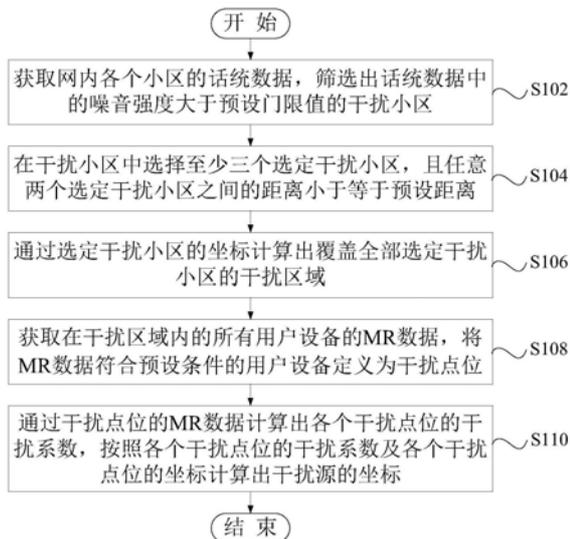
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

识别LTE网内干扰的方法、装置、设备及介质

(57) 摘要

本发明实施例提供了一种识别LTE网内干扰的方法、装置、设备及介质。方法包括：获取网内各个小区的话统数据，筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区；在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区，且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离；通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域；获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据，将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位；通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数，按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标，通过采集话统数据和MR数据计算出干扰源的位置，实现了干扰排查智能化。



1. 一种识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述方法包括:

获取网内各个小区的话统数据,筛选出所述话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

在所述干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个所述选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

通过所述选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部所述选定干扰小区的干扰区域;

获取在所述干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将所述MR数据符合预设条件的所述用户设备定义为干扰点位;

通过所述干扰点位的MR数据计算出各个所述干扰点位的干扰系数,按照各个所述干扰点位的干扰系数及各个所述干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

2. 根据权利要求1所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述通过所述选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部所述选定干扰小区的干扰区域的步骤,包括:

获取所述选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_{1\dots n}, Y_{1\dots n})$, 其中n为所述选定干扰小区的个数;

计算所述干扰区域的最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度,其中计算公式为:最大经度 $=\max(X_1, \dots, X_n)$, 最小经度 $=\min(X_1, \dots, X_n)$, 最大纬度 $=\max(Y_1, \dots, Y_n)$, 最小纬度 $=\min(Y_1, \dots, Y_n)$;

将所述最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度两两组合成四个坐标点,所述四个坐标点所围合形成的区域为所述干扰区域。

3. 根据权利要求1所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述将所述MR数据符合预设条件的所述用户设备定义为干扰点位的步骤,包括:

筛选出所述MR数据中的干扰强度大于预设强度值的选定用户设备;

所述干扰点位为所述MR数据覆盖至少两个所述选定干扰小区的所述选定用户设备。

4. 根据权利要求1所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述按照各个所述干扰点位的干扰系数及各个所述干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标的步骤之前,还包括:

获取一个所述干扰点位分别与至少两个所述选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,计算出所述干扰点位的经纬度坐标。

5. 根据权利要求4所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述获取一个所述干扰点位分别与至少两个所述选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,计算出所述干扰点位的经纬度坐标的步骤,包括:

获取一个所述干扰点位分别与至少两个所述选定干扰小区进行传输时的所述路径损耗,确定所述干扰点位分别与至少两个所述选定干扰小区之间的第一距离;

获取一个所述干扰点位分别与至少两个所述选定干扰小区进行传输时的所述通信夹角;

通过至少两个所述第一距离与至少两个所述通信夹角,计算出所述干扰点位的经纬度坐标。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述通过所述干扰点位的MR数据计算出各个所述干扰点位的干扰系数的步骤,包括:

获取各个所述干扰点位的MR数据中的干扰强度,计算所述干扰点位的干扰系数采用公

式：

$$\sigma_i = 2^{\frac{B_i + 110}{3}},$$

其中 σ_i 表示第*i*个干扰点位的干扰系数, B_i 表示第*i*个干扰点位的干扰强度。

7. 根据权利要求6所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述按照各个所述干扰点位的干扰系数及各个所述干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标的步骤,包括:

获取所述干扰点位的经纬度坐标($X_{1\dots m}, Y_{1\dots m}$),其中*m*为所述干扰点位的个数;

计算所述干扰源的坐标采用公式:

(干扰源经度,干扰源纬度) = $(1/\sum \sigma_m) \times \sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$ 计算获得,其中 σ_m 表示第*m*个干扰点位的干扰系数。

8. 根据权利要求1至5中任一项所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述预设距离选取为5km。

9. 根据权利要求3所述的识别LTE网内干扰的方法,其特征在于,所述预设强度值选取为-110dBm。

10. 一种识别LTE网内干扰的装置,其特征在于,所述装置包括:

第一获取单元,用于获取网内各个小区的话统数据,筛选出所述话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

第一处理单元,用于在所述干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个所述选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

第一计算单元,用于通过所述选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部所述选定干扰小区的干扰区域;

第二处理单元,用于获取在所述干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将所述MR数据符合预设条件的所述用户设备定义为干扰点位;

第二计算单元,用于通过所述干扰点位的MR数据计算出各个所述干扰点位的干扰系数,按照各个所述干扰点位的干扰系数及各个所述干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

11. 一种识别LTE网内干扰的设备,其特征在于,包括:至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在所述存储器中的计算机程序指令,当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现如权利要求1-9中任一项所述的方法。

12. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,其特征在于,当所述计算机程序指令被处理器执行时实现如权利要求1-9中任一项所述的方法。

识别LTE网内干扰的方法、装置、设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及无线技术领域,尤其涉及一种识别LTE网内干扰的方法、装置、设备及介质。

背景技术

[0002] 对于移动通信网络,保证业务质量的前提是使用干净的频谱,即该频段没有被其他系统使用或干扰。否则,会使受干扰系统的性能以及终端用户感受都会产生较大的负面影响。随着4G LTE基站的逐步建设,目前已形成了2/3/4G基站共存的局面,系统间干扰的概率也大幅提升,在目前已建设的基站中,已发现大量的TD-LTE (4G网络) 基站受到干扰。这些干扰主要包括2、3G小区对TD-LTE小区的阻塞、互调和杂散干扰,此外还有其他无线电设备,如手机信号屏蔽器代理的外部同频干扰等。现阶段干扰排查多以人工通过干扰频谱进行定位分析,排查步骤如下:1) 在网管按小区分时段提取100个RB的干扰底噪;2) 按小区筛选出干扰超过阈值(如:干扰底噪强度 ≥ -110)的时段;3) 对第二步筛选的时段按每RB取均值对应到相应的小区;4) 对筛选出存在干扰的小区按RB制作干扰轮循图;5) 通过波形特征识别干扰类型;6) 携带测试仪表,到初步判定的干扰源区域进行搜索,逐步缩小干扰源的区域并最终予以定位。但现有的干扰排查方法存在如下缺点:1) 该方法耗时、耗人力,一个熟悉的工程师大约每天分析100个干扰小区;2) 数据粗糙,分析几天的数据繁琐度高;3) 不适合对系统内干扰做分析,如超远干扰、时钟失锁干扰等系统内干扰,通过此方法无法识别;4) 干扰源定位精确度差,仅能初步判断干扰类型;5) 需现场工作人员扫频测试,通过排除法确定干扰类型,需要多个配合的工作人员,效率低下。

[0003] 综上所述,因此需要提供一种高效定位LTE网内干扰源位置的方法、装置、设备及介质。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了识别LTE网内干扰的方法、装置、设备及介质,本发明通过采集话统数据和MR数据计算出干扰源的位置,运用计算机进行聚类分析,远程定位外部干扰源地理位置,弥补了现有的人工干扰排查效率低下、准确度低的问题,实现了干扰排查智能化,对于系统外干扰源,如干扰器、伪基站等实现精准定位,提高了外部干扰排查的工作效率。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种识别LTE网内干扰的方法,方法包括:获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位;通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0006] 第二方面,本发明实施例提供了一种识别LTE网内干扰的装置,装置包括:第一获取单元,用于获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;第一处理单元,用于在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;第一计算单元,用于通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;第二处理单元,用于获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位;第二计算单元,用于通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0007] 第三方面,本发明实施例提供了一种识别LTE网内干扰的设备,包括:至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在存储器中的计算机程序指令,当计算机程序指令被处理器执行时实现如上述实施方式中第一方面的方法。

[0008] 第四方面,本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,当计算机程序指令被处理器执行时实现如上述实施方式中第一方面的方法。

[0009] 本发明实施例提供的识别LTE网内干扰的方法、装置、设备及介质,通过获取网内各个小区的话统数据,即获取在预设区域内所有小区的话统数据,可以初步得到全网小区的干扰情况和对干扰形成初步判断(如:区域性干扰、局部干扰、小区级干扰等),从中筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区,以小区为数量级别获取各个小区的干扰情况,并筛选出各小区中噪音强度大于预设门限值的小区,并定义为干扰小区;在众多干扰小区中选取三个选定干扰小区,选择的标准为任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离,即保证同时选择的多个选定干扰小区之间的距离均足够近,此时可以认为此次选定的多个选定干扰小区是由同一个干扰源造成的影响,并且可以确定为外部干扰源导致的小区高干扰;在确定选定干扰小区后,可通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域,该干扰区域可完全覆盖出前述选定的所有选定干扰小区;随后获取在干扰区域内的所有用户设备的MR(measurement report,测量报告)数据,并且将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位,这是由于在具有干扰的区域内,将被干扰的用户看作干扰信号辐射中的点时,因此可以通过对被干扰的用户分析出干扰源的位置;随后通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,干扰系数反映了各个干扰点位的被干扰强度,当干扰点位距离干扰源近,则其被干扰的程度也会大,相应得出的干扰系数也会大;按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。本发明通过采集话统数据和MR数据计算出干扰源的位置,运用计算机进行聚类分析,远程定位外部干扰源地理位置,弥补了现有的人工干扰排查效率低下、准确度低的问题,实现了干扰排查智能化,对于系统外干扰源,如干扰器、伪基站等实现精准定位,提高了外部干扰排查的工作效率。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0011] 图1示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的一个流程示意图;

- [0012] 图2示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的另一个流程示意图；
- [0013] 图3示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的另一个流程示意图；
- [0014] 图4示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的装置的一个框架图；
- [0015] 图5示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的装置的又一个框架图；
- [0016] 图6示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的装置的又一个框架图；
- [0017] 图7示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰过程中的一个示意图；
- [0018] 图8示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰过程中的又一个示意图；
- [0019] 图9示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的另一个流程示意图；
- [0020] 图10示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的设备的另一个流程示意图。

具体实施方式

[0021] 下面将详细描述本发明的各个方面的特征和示例性实施例,为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细描述。应理解,此处所描述的具体实施例仅被配置为解释本发明,并不被配置为限定本发明。对于本领域技术人员来说,本发明可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本发明的示例来提供对本发明更好的理解。

[0022] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0023] 为了解决现有技术问题,本发明实施例提供了一种识别LTE网内干扰的方法、识别LTE网内干扰的装置、识别LTE网内干扰的设备及计算机存储介质。下面首先对本发明实施例所提供的识别LTE网内干扰的方法进行介绍。

[0024] 图1示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的流程示意图。如图1所示,本实施例提供的一种识别LTE网内干扰的方法包括:

[0025] S102,获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

[0026] S104,在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

[0027] S106,通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;

[0028] S108,获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位;

[0029] S110,通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0030] 本发明提供的识别LTE网内干扰的方法,首先获取网内各个小区的话统数据,即获取在预设区域内所有小区的话统数据,可以初步得到全网小区的干扰情况和对干扰形成初步判断(如:区域性干扰、局部干扰、小区级干扰等),从中筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区,以小区为数量级别获取各个小区的干扰情况,并筛选出各小区中噪音强度大于预设门限值的小区,并定义为干扰小区;在众多干扰小区中选取三个选定干扰小区,选择的标准为任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离,即保证同时选择的多个选定干扰小区之间的距离均足够近,此时可以认为此次选定的多个选定干扰小区是由同一个干扰源造成的影响,并且可以确定为外部干扰源导致的小区高干扰;在确定选定干扰小区后,可通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域,该干扰区域可完全覆盖出前述选定的所有选定干扰小区;随后获取在干扰区域内的所有用户设备的MR(measurement report,测量报告)数据,并且将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位,这是由于在具有干扰的区域内,将被干扰的用户看作干扰信号辐射中的点时,因此可以通过对被干扰的用户分析出干扰源的位置;随后通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,干扰系数反映了各个干扰点位的被干扰强度,当干扰点位距离干扰源近,则其被干扰的程度也会大,相应得出的干扰系数也会大;按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。本发明通过采集话统数据和MR数据计算出干扰源的位置,运用计算机进行聚类分析,远程定位外部干扰源地理位置,弥补了现有的人工干扰排查效率低下、准确度低的问题,实现了干扰排查智能化,对于系统外干扰源,如干扰器、伪基站等实现精准定位,提高了外部干扰排查的工作效率。

[0031] 在本发明的一个实施例中,优选地,通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域的步骤,包括:获取选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_{1...n}, Y_{1...n})$,其中n为选定干扰小区的个数;计算干扰区域的最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度,其中计算公式为:最大经度 $=\max(X_1, \dots, X_n)$,最小经度 $=\min(X_1, \dots, X_n)$,最大纬度 $=\max(Y_1, \dots, Y_n)$,最小纬度 $=\min(Y_1, \dots, Y_n)$;将最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度两组组合成四个坐标点,四个坐标点所围合形成的区域为干扰区域。

[0032] 在该实施例中,提供了一种计算干扰区域的具体方案,如若无法确定干扰区域,导致无效数据影响计算结果。采用统计学原理,在确定选定干扰小区后,获取所有的选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_{1...n}, Y_{1...n})$,即为获取每个选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_1, Y_1) \dots (X_n, Y_n)$,其中n为选定干扰小区的个数;随后根据所有选定干扰小区的经纬度坐标计算出干扰区域的最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度,其中计算公式为:最大经度 $=\max(X_1, \dots, X_n)$,最小经度 $=\min(X_1, \dots, X_n)$,最大纬度 $=\max(Y_1, \dots, Y_n)$,最小纬度 $=\min(Y_1, \dots, Y_n)$,即从所有选定干扰小区的经度坐标中选择出最大经度坐标和最小经度坐标、从所有选定干扰小区的纬度坐标中选择出最大纬度坐标和最小纬度坐标,将最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度两两组合成四个坐标点,即这四个点的坐标分别为(最大经度,最大纬度)、(最大经度,最小纬度)、(最小经度,最大纬度)和(最小经度,最小纬度),并限定四个坐标点所围合形成的区域为干扰区域,通过极限经纬度,确定干扰边界,以使计算过程简便高效。

[0033] 图2示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的流程示意图。如图2所示,本实施例提供了一种识别LTE网内干扰的方法包括:

[0034] S202,获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

[0035] S204,在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

[0036] S206,通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;

[0037] S208,获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据;

[0038] S210,筛选出MR数据中的干扰强度大于预设强度值的选定用户设备;

[0039] S212,确定干扰点位为MR数据覆盖至少两个选定干扰小区的选定用户设备;

[0040] S214,通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0041] 在该实施例中,在获取到干扰区域内的所有用户设备的MR数据后,首先会筛选出MR数据中的干扰强度大于预设强度值的选定用户设备,在选定用户设备中继续选择出干扰点位,干扰点位的确定方式为该选定用户设备的MR数据覆盖至少两个选定干扰小区,如若用户设备的干扰并非来自于外部干扰,其MR数据则不易覆盖到至少两个选定干扰小区,因此在选定用户设备中选择MR数据覆盖至少两个选定干扰小区的选定用户设备;同时在后续确定干扰点位的坐标时,可以保证选定的干扰点位可以与至少两个选定干扰小区进行数据交互,已便于计算出干扰点的坐标。

[0042] 图3示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的方法的流程示意图。如图3所示,本实施例提供了一种识别LTE网内干扰的方法包括:

[0043] S302,获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

[0044] S304,在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

[0045] S306,通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;

[0046] S308,获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位;

[0047] S310,通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数;

[0048] S312,获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,计算出干扰点位的经纬度坐标;

[0049] S314,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0050] 在该实施例中,提供了一种计算干扰点位的坐标的方案,具体为利用三角定位法还原干扰点位坐标。获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,提取出各选定干扰小区功率配置值,并结合邻小区RSRP(参考信号接收功率)值计算邻小区路损,计算出干扰点位的经纬度坐标。

[0051] 在本发明的一个实施例中,优选地,获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,计算出干扰点位的经纬度坐标的步骤,包括:获取

一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的路径损耗,确定干扰点位分别与至少两个选定干扰小区之间的第一距离;获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角;通过至少两个第一距离与两个通信夹角,计算出干扰点位的经纬度坐标。

[0052] 在该实施例中,提供了一种计算干扰点位的坐标的具体方案。获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的路径损耗,即同一干扰点位分别与两个选定干扰小区的两个路径损耗值,随后根据两个路径损耗值分别确定干扰点位与至少两个选定干扰小区之间的第一距离,即该干扰点位在以选定干扰小区为圆心、以第一距离为半径的区域中,在选定干扰小区的数量为至少两个时,则可以画出至少两个圆形区域;随后获取该干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角,在确定通信夹角后,即可确定出干扰点位所在的直线;通过至少两个第一距离与两个通信夹角,便可计算出干扰点位的经纬度坐标。

[0053] 具体地,如图7所示,利用两个或者两个以上的小区在不同位置探测目标方位,然后通过路损计算干扰点位到小区的距离,结合测量所得夹角,计算出干扰点位的经纬度。

[0054] 在本发明的一个实施例中,优选地,通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数的步骤,包括:获取各个干扰点位的MR数据中的干扰强度,计算干扰点位的干扰系数采用公式:

$$[0055] \quad \sigma_i = 2^{\frac{B_i + 110}{3}},$$

[0056] 其中 σ_i 表示第*i*个干扰点位的干扰系数, B_i 表示第*i*个干扰点位的干扰强度。

[0057] 在该实施例中,在通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数时,具体为首先获取到各个干扰点位的MR数据中的干扰强度 B_i ,并采用公式对 σ_i 进行计算,具体为:

$$[0058] \quad \sigma_i = 2^{\frac{B_i + 110}{3}}$$

[0059] 该公式是根据信号衰减特性,信号强度每降低3DB,对应功率衰减为原来的1/2,计算干扰系数时,根据衰减特性,每3DB干扰系数乘2,再通过MR采集所得点位的干扰强度,计算干扰系数,量化干扰离散点,各干扰点位的干扰系数反映的为各点的干扰强度,当干扰强度大时,相对应的干扰系数也会大,则说明该点距离干扰源的位置会近。

[0060] 在本发明的一个实施例中,优选地,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标的步骤,包括:获取干扰点位的经纬度坐标 $(X_{1...m}, Y_{1...m})$,其中*m*为干扰点位的个数;计算干扰源的坐标采用公式:(干扰源经度,干扰源纬度) = $(1/\sum \sigma_m) \times \sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$ 计算获得,其中 σ_m 表示第*m*个干扰点位的干扰系数。

[0061] 在该实施例中,提供了一种计算干扰源坐标的具体方案。首先获取干扰点位的经纬度坐标 $(X_{1...m}, Y_{1...m})$,即分别获取到所有干扰点位的经纬度坐标 $(X_1, Y_1) \cdots (X_m, Y_m)$,其中*m*为干扰点位的个数,随后根据各点的干扰系数及经纬度坐标计算加权后的干扰源坐标,(加权干扰源经度,加权干扰源纬度) = $\sigma_1 \times (X_1, Y_1) + \sigma_2 \times (X_2, Y_2) + \sigma_3 \times (X_3, Y_3) + \sigma_4 \times (X_4, Y_4) + \cdots + \sigma_m \times (X_m, Y_m)$,即(加权干扰源经度,加权干扰源纬度) = $\sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$ 。通过对各个干扰

点位的坐标进行加权计算,可以根据干扰系数更精确地确定出干扰源坐标。最后再将加权后的干扰源坐标去权值,得到干扰源经纬度:为(干扰源经度,干扰源纬度) = $(1/\sum \sigma_m) \times \sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$,保证最终计算得到的干扰源的位置准确可靠,最终得出的干扰源的结果如图8所示。

[0062] 在本发明的一个实施例中,优选地,预设距离选取为5km。

[0063] 在该实施例中,在任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离时,可以将预设距离设定为5km,保证选定干扰小区之间的距离足够近,由于足够近的两个选定干扰小区才有可能被同一个干扰源进行干扰,因此设定5km的预设距离避免选入非同一个干扰源的干扰小区,而对后续的计算结果造成影响。

[0064] 在本发明的一个实施例中,优选地,预设强度值选取为-110dBm。

[0065] 在该实施例中,在确定预设强度时,选取-110dBm为预设强度值。

[0066] 图4示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的装置的框架示意图。如图4所示,本实施例提供的一种识别LTE网内干扰的装置400包括:

[0067] 第一获取单元402,用于获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

[0068] 第一处理单元404,用于在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

[0069] 第一计算单元406,用于通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;

[0070] 第二处理单元408,用于获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位;

[0071] 第二计算单元410,用于通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0072] 本发明提供的识别LTE网内干扰的装置400,包括第一获取单元402、第一处理单元404、第一计算单元406和第二处理单元408,首先获取网内各个小区的话统数据,即获取在预设区域内所有小区的话统数据,可以初步得到全网小区的干扰情况和对干扰形成初步判断(如:区域性干扰、局部干扰、小区级干扰等),从中筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区,以小区为数量级别获取各个小区的干扰情况,并筛选出各小区中噪音强度大于预设门限值的小区,并定义为干扰小区;在众多干扰小区中选取三个选定干扰小区,选择的标准为任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离,即保证同时选择的多个选定干扰小区之间的距离均足够近,此时可以认为此次选定的多个选定干扰小区是由同一个干扰源造成的影响,并且可以确定为外部干扰源导致的小区高干扰;在确定选定干扰小区后,可通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域,该干扰区域可完全覆盖出前述选定的所有选定干扰小区;随后获取在干扰区域内的所有用户设备的MR(measurement report,测量报告)数据,并且将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位,这是由于在具有干扰的区域内,将被干扰的用户看作干扰信号辐射中的点时,因此可以通过对被干扰的用户分析出干扰源的位置;随后通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,干扰系数反映了各个干扰点位的被干扰强度,当干扰点位距离干扰源近,则其被干扰的程度也会大,相应得出的干扰系数也会大;按照各个干扰点位

的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。本发明通过采集话统数据和MR数据计算出干扰源的位置,运用计算机进行聚类分析,远程定位外部干扰源地理位置,弥补了现有的人工干扰排查效率低下、准确度低的问题,实现了干扰排查智能化,对于系统外干扰源,如干扰器、伪基站等实现精准定位,提高了外部干扰排查的工作效率。

[0073] 在本发明的一个实施例中,优选地,第一计算单元406还用于获取选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_{1\dots n}, Y_{1\dots n})$,其中n为选定干扰小区的个数;计算干扰区域的最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度,其中计算公式为:最大经度 $=\max(X_1, \dots, X_n)$,最小经度 $=\min(X_1, \dots, X_n)$,最大纬度 $=\max(Y_1, \dots, Y_n)$,最小纬度 $=\min(Y_1, \dots, Y_n)$;将最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度两两组合成四个坐标点,四个坐标点所围合形成的区域为干扰区域。

[0074] 在该实施例中,提供了一种计算干扰区域的具体方案,如若无法确定干扰区域,导致无效数据影响计算结果。采用统计学原理,在确定选定干扰小区后,获取所有的选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_{1\dots n}, Y_{1\dots n})$,即为获取每个选定干扰小区的经纬度坐标 $(X_1, Y_1) \dots (X_n, Y_n)$,其中n为选定干扰小区的个数;随后根据所有选定干扰小区的经纬度坐标计算出干扰区域的最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度,其中计算公式为:最大经度 $=\max(X_1, \dots, X_n)$,最小经度 $=\min(X_1, \dots, X_n)$,最大纬度 $=\max(Y_1, \dots, Y_n)$,最小纬度 $=\min(Y_1, \dots, Y_n)$,即从所有选定干扰小区的经度坐标中选择出最大经度坐标和最小经度坐标、从所有选定干扰小区的纬度坐标中选择出最大纬度坐标和最小纬度坐标,将最大经度、最小经度、最大纬度和最小纬度两两组合成四个坐标点,即这四个点的坐标分别为(最大经度,最大纬度)、(最大经度,最小纬度)、(最小经度,最大纬度)和(最小经度,最小纬度),并限定四个坐标点所围合形成的区域为干扰区域,通过极限经纬度,确定干扰边界,以使计算过程简便高效。

[0075] 图5示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的装置500的框架示意图。如图5所示,本实施例提供的一种识别LTE网内干扰的装置包括:

[0076] 第一获取单元502,用于获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

[0077] 第一处理单元504,用于在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

[0078] 第一计算单位506,用于通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;

[0079] 第二处理单元508,用于获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据;

[0080] 第二获取单元510,用于筛选出MR数据中的干扰强度大于预设强度值的选定用户设备;

[0081] 第三处理单元512,用于干扰点位为MR数据覆盖至少两个选定干扰小区的选定用户设备;

[0082] 第二计算单位514,用于通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数,按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0083] 在该实施例中,在获取到干扰区域内的所有用户设备的MR数据后,首先会筛选出MR数据中的干扰强度大于预设强度值的选定用户设备,在选定用户设备中继续选择出干扰

点位,干扰点位的确定方式为该选定用户设备的MR数据覆盖至少两个选定干扰小区,如若用户设备的干扰并非来自于外部干扰,其MR数据则不易覆盖到至少两个选定干扰小区,因此在选定用户设备中选择MR数据覆盖至少两个选定干扰小区的选定用户设备;同时在后续确定干扰点位的坐标时,可以保证选定的干扰点位可以与至少两个选定干扰小区进行数据交互,已便于计算出干扰点的坐标。

[0084] 图6示出了本发明一个实施例提供的识别LTE网内干扰的装置600的流程示意图。如图6所示,本实施例提供的一种识别LTE网内干扰的装置600包括:

[0085] 第一获取单元602,用于获取网内各个小区的话统数据,筛选出话统数据中的噪音强度大于预设门限值的干扰小区;

[0086] 第一处理单元604,用于,在干扰小区中选择至少三个选定干扰小区,且任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离;

[0087] 第一计算单元606,用于通过选定干扰小区的坐标计算出覆盖全部选定干扰小区的干扰区域;

[0088] 第二处理单元608,用于获取在干扰区域内的所有用户设备的MR数据,将MR数据符合预设条件的用户设备定义为干扰点位;

[0089] 第二计算单元610,用于通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数;

[0090] 第二获取单元612,用于获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,计算出干扰点位的经纬度坐标;

[0091] 第三计算单元614,用于按照各个干扰点位的干扰系数及各个干扰点位的坐标计算出干扰源的坐标。

[0092] 在该实施例中,提供了一种计算干扰点位的坐标的方案,具体为利用三角定位法还原干扰点位坐标。获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角与路径损耗,提取出各选定干扰小区功率配置值,并结合邻小区RSRP(参考信号接收功率)值计算邻小区路损,计算出干扰点位的经纬度坐标。

[0093] 在本发明的一个实施例中,优选地,第二获取单元612还用于:获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的路径损耗,确定干扰点位分别与至少两个选定干扰小区之间的第一距离;获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角;通过至少两个第一距离与两个通信夹角,计算出干扰点位的经纬度坐标。

[0094] 在该实施例中,提供了一种计算干扰点位的坐标的具体方案。获取一个干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的路径损耗,即同一干扰点位分别与两个选定干扰小区的两个路径损耗值,随后根据两个路径损耗值分别确定干扰点位与至少两个选定干扰小区之间的第一距离,即该干扰点位在以选定干扰小区为圆心、以第一距离为半径的区域中,在选定干扰小区的数量为至少两个时,则可以画出至少两个圆形区域;随后获取该干扰点位分别与至少两个选定干扰小区进行传输时的通信夹角,在确定通信夹角后,即可确定出干扰点位所在的直线;通过至少两个第一距离与两个通信夹角,便可计算出干扰点位的经纬度坐标。

[0095] 具体地,如图7所示,利用两个或者两个以上的小区在不同位置探测目标方位,然后通过路损计算干扰点位到小区的距离,结合测量所得夹角,计算出干扰点位的经纬度。

[0096] 在本发明的一个实施例中,优选地,第二计算单元610还用于:获取各个干扰点位

的MR数据中的干扰强度,计算干扰点位的干扰系数采用公式:

$$[0097] \quad \sigma_i = 2^{\frac{B_i + 110}{3}},$$

[0098] 其中 σ_i 表示第*i*个干扰点位的干扰系数, B_i 表示第*i*个干扰点位的干扰强度。

[0099] 在该实施例中,在通过干扰点位的MR数据计算出各个干扰点位的干扰系数时,具体为首先获取到各个干扰点位的MR数据中的干扰强度 B_i ,并采用公式对 σ_i 进行计算,具体为:

$$[0100] \quad \sigma_i = 2^{\frac{B_i + 110}{3}}$$

[0101] 该公式是根据信号衰减特性,信号强度每降低3DB,对应功率衰减为原来的1/2,计算干扰系数时,根据衰减特性,每3DB干扰系数乘2,再通过MR采集所得点位的干扰强度,计算干扰系数,量化干扰离散点,各干扰点位的干扰系数反映的为各点的干扰强度,当干扰强度大时,相对应的干扰系数也会大,则说明该点距离干扰源的位置会近。

[0102] 在本发明的一个实施例中,优选地,第三计算单位614还用于:获取干扰点位的经纬度坐标 $(X_1 \dots_m, Y_1 \dots_m)$,其中*m*为干扰点位的个数;计算干扰源的坐标采用公式:(干扰源经度,干扰源纬度) = $(1/\sum \sigma_m) \times \sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$ 计算获得,其中 σ_m 表示第*m*个干扰点位的干扰系数。

[0103] 在该实施例中,提供了一种计算干扰源坐标的具体方案。首先获取干扰点位的经纬度坐标 $(X_1 \dots_m, Y_1 \dots_m)$,即分别获取到所有干扰点位的经纬度坐标 $(X_1, Y_1) \dots (X_m, Y_m)$,其中*m*为干扰点位的个数,随后根据各点的干扰系数及经纬度坐标计算加权后的干扰源坐标,(加权干扰源经度,加权干扰源纬度) = $\sigma_1 \times (X_1, Y_1) + \sigma_2 \times (X_2, Y_2) + \sigma_3 \times (X_3, Y_3) + \sigma_4 \times (X_4, Y_4) + \dots + \sigma_m \times (X_m, Y_m)$,即(加权干扰源经度,加权干扰源纬度) = $\sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$ 。通过对各个干扰点位的坐标进行加权计算,可以根据干扰系数更精确地确定出干扰源坐标。最后再将加权后的干扰源坐标去权值,得到干扰源经纬度:为(干扰源经度,干扰源纬度) = $(1/\sum \sigma_m) \times \sum (\sigma_m \times (X_m, Y_m))$,保证最终计算得到的干扰源的位置准确可靠,最终得出的干扰源的结果如图8所示。

[0104] 在本发明的一个实施例中,优选地,预设距离选取为5km。

[0105] 在该实施例中,在任意两个选定干扰小区之间的距离小于等于预设距离时,可以将预设距离设定为5km,保证选定干扰小区之间的距离足够近,由于足够近的两个选定干扰小区才有可能被同一个干扰源进行干扰,因此设定5km的预设距离避免选入非同一个干扰源的干扰小区,而对后续的计算结果造成影响。

[0106] 在本发明的一个实施例中,优选地,预设强度值选取为-110dBm。

[0107] 在该实施例中,在确定预设强度时,选取-110dBm为预设强度值。

[0108] 如图9所示为本发明提供的一个识别LTE网内干扰的方法的流程图,本方法通过干扰小区话统数据确定干扰小区,结合基站经纬度分别取最大值和最小值确定干扰区域。通过UE上报MR(measurement report,测量报告)数据,和三角定位法还原UE经纬度,根据信号衰减特性离干扰源越近干扰越强。再通过采集离散干扰点,通过对离散干扰点量化(加干扰系数)的方式获得加权经纬度。根据信号辐射特性,开放干扰源以圆的方式向外辐射,找出4

个干扰点位连成相交线(2个点确定一条线,4个点确定2条交叉线),交叉点即为4个点位重心(即为本区域干扰最强点),当交叉点位足够多时,“重心”无限趋于干扰源位置。干扰信号强度-110dB为基准(此时干扰系数为1),每干扰强度每增加3DB干扰系数增加一倍。计算公式:干扰加权经纬度=干扰系数×干扰UE采集点位经纬度。之后计算所有干扰加权经纬度,求和后除以所以加权系数之和。得到干扰源经纬度,计算公式:干扰源经纬度= $(1/(\sum \sigma)) \times (\sum \sigma \times (\text{经纬度}))$

[0109] 另外,结合图1至图3描述的本发明实施例的识别LTE网内干扰的方法可以由识别LTE网内干扰的设备来实现。图10示出了本发明实施例提供的识别LTE网内干扰的设备的硬件结构示意图。

[0110] 识别LTE网内干扰的设备可以包括处理器401以及存储有计算机程序指令的存储器402。

[0111] 具体地,上述处理器401可以包括中央处理器(CPU),或者特定集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC),或者可以被配置成实施本发明实施例的一个或多个集成电路。

[0112] 存储器402可以包括用于数据或指令的大容量存储器。举例来说而非限制,存储器402可包括硬盘驱动器(Hard Disk Drive,HDD)、软盘驱动器、闪存、光盘、磁光盘、磁带或通用串行总线(Universal Serial Bus,USB)驱动器或者两个或更多个以上这些的组合。在合适的情况下,存储器402可包括可移除或不可移除(或固定)的介质。在合适的情况下,存储器402可在数据处理装置的内部或外部。在特定实施例中,存储器402是非易失性固态存储器。在特定实施例中,存储器402包括只读存储器(ROM)。在合适的情况下,该ROM可以是掩模编程的ROM、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、电可改写ROM(EAROM)或闪存或者两个或更多个以上这些的组合。

[0113] 处理器401通过读取并执行存储器402中存储的计算机程序指令,以实现上述实施例中的任意一种识别LTE网内干扰的方法。

[0114] 在一个示例中,识别LTE网内干扰的设备还可包括通信接口403和总线410。其中,如图10所示,处理器401、存储器402、通信接口403通过总线410连接并完成相互间的通信。

[0115] 通信接口403,主要用于实现本发明实施例中各模块、装置、单元和/或设备之间的通信。

[0116] 总线410包括硬件、软件或两者,将识别LTE网内干扰的设备的部件彼此耦接在一起。举例来说而非限制,总线可包括加速图形端口(AGP)或其他图形总线、增强工业标准架构(EISA)总线、前端总线(FSB)、超传输(HT)互连、工业标准架构(ISA)总线、无限带宽互连、低引脚数(LPC)总线、存储器总线、微信道架构(MCA)总线、外围组件互连(PCI)总线、PCI-Express(PCI-X)总线、串行高级技术附件(SATA)总线、视频电子标准协会局部(VLB)总线或其他合适的总线或者两个或更多个以上这些的组合。在合适的情况下,总线410可包括一个或多个总线。尽管本发明实施例描述和示出了特定的总线,但本发明考虑任何合适的总线或互连。

[0117] 另外,结合上述实施例中的识别LTE网内干扰的方法,本发明实施例可提供一种计算机可读存储介质来实现。该计算机可读存储介质上存储有计算机程序指令;该计算机程序指令被处理器执行时实现上述实施例中的任意一种识别LTE网内干扰的方法。

[0118] 需要明确的是,本发明并不局限于上文所描述并在图中示出的特定配置和处理。为了简明起见,这里省略了对已知方法的详细描述。在上述实施例中,描述和示出了若干具体的步骤作为示例。但是,本发明的方法过程并不限于所描述和示出的具体步骤,本领域的技术人员可以在领会本发明的精神后,作出各种改变、修改和添加,或者改变步骤之间的顺序。

[0119] 以上所述的结构框图中所示的功能块可以实现为硬件、软件、固件或者它们的组合。当以硬件方式实现时,其可以例如是电子电路、专用集成电路(ASIC)、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时,本发明的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中,或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除ROM(EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频(RF)链路,等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

[0120] 还需要说明的是,本发明中提及的示例性实施例,基于一系列的步骤或者装置描述一些方法或系统。但是,本发明不局限于上述步骤的顺序,也就是说,可以按照实施例中提及的顺序执行步骤,也可以不同于实施例中的顺序,或者若干步骤同时执行。

[0121] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,上述描述的系统、模块和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。应理解,本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。

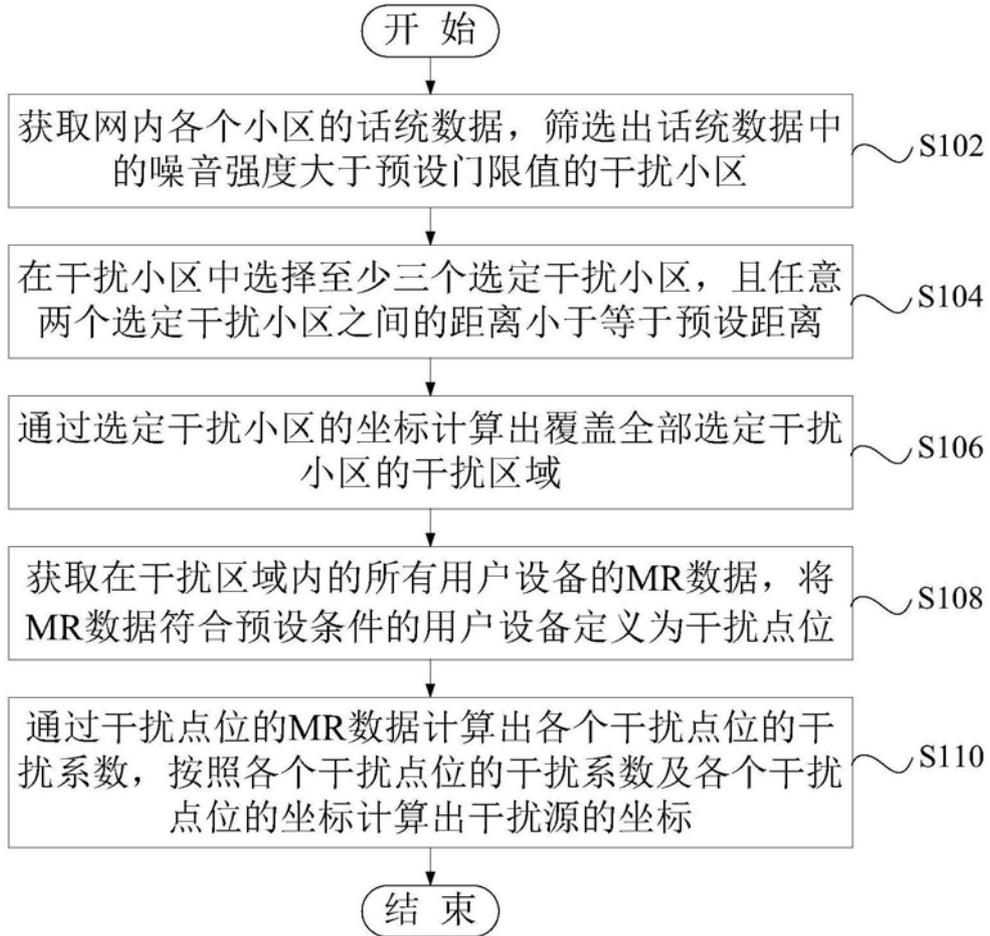


图1

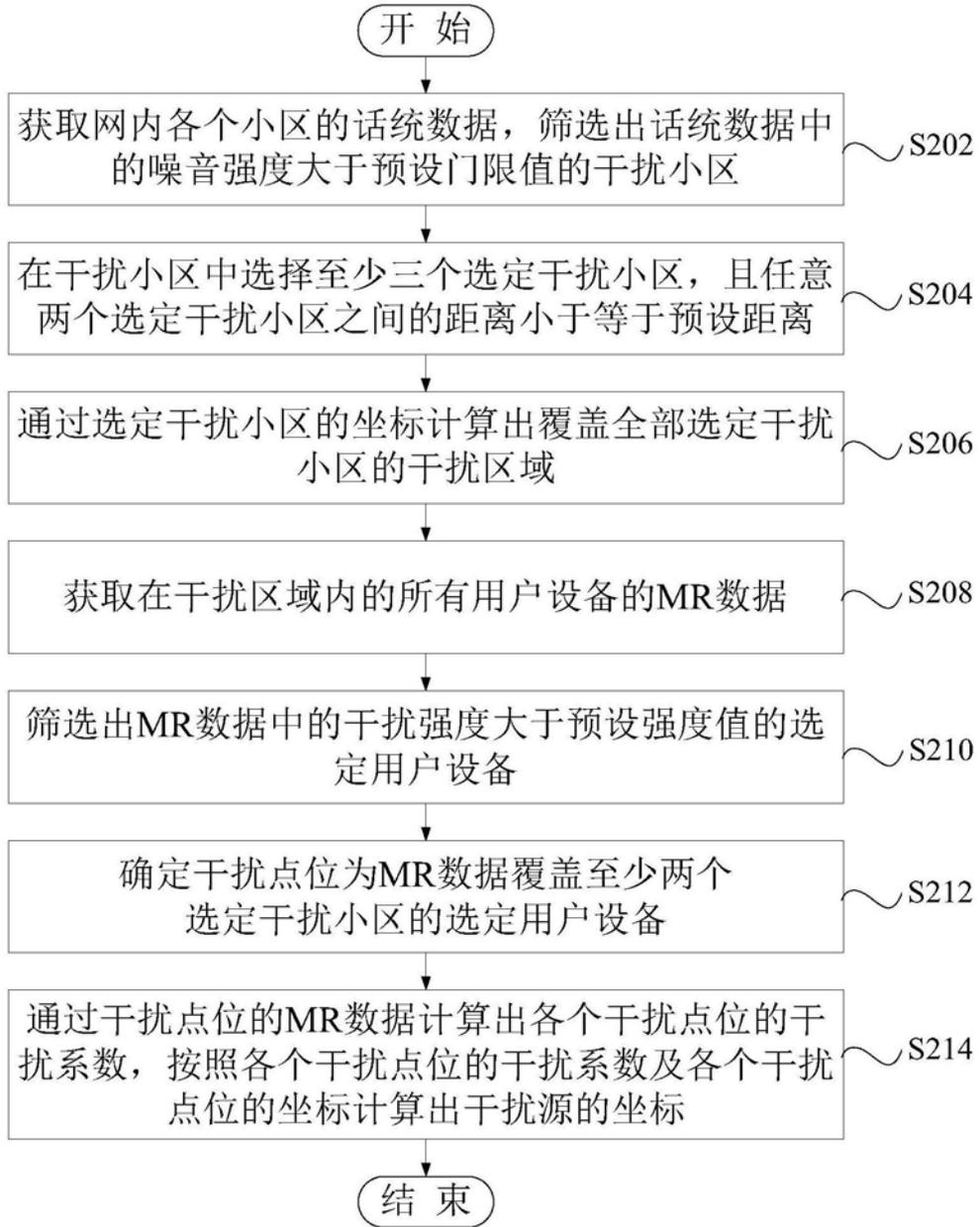


图2

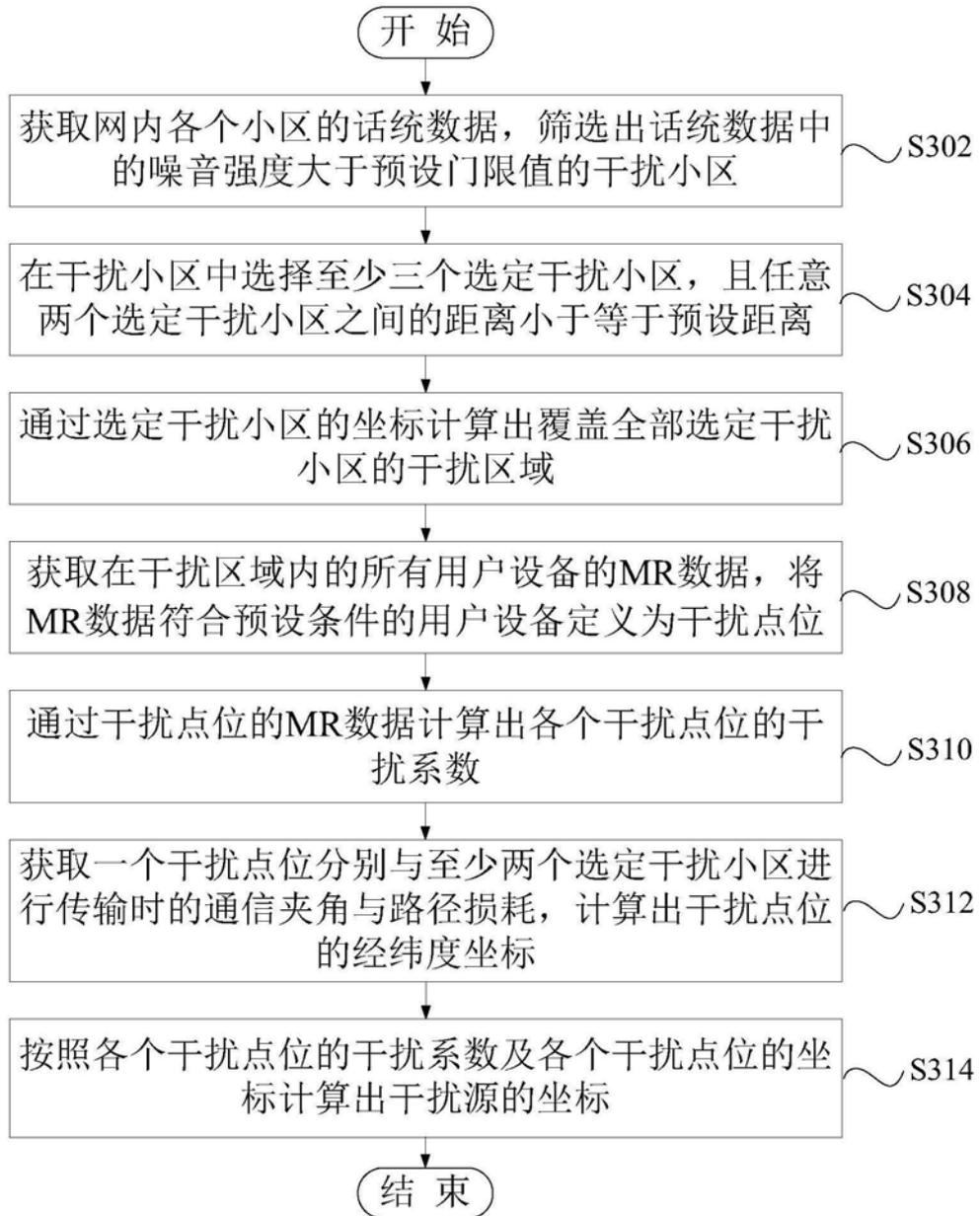


图3



图4



图5



图6

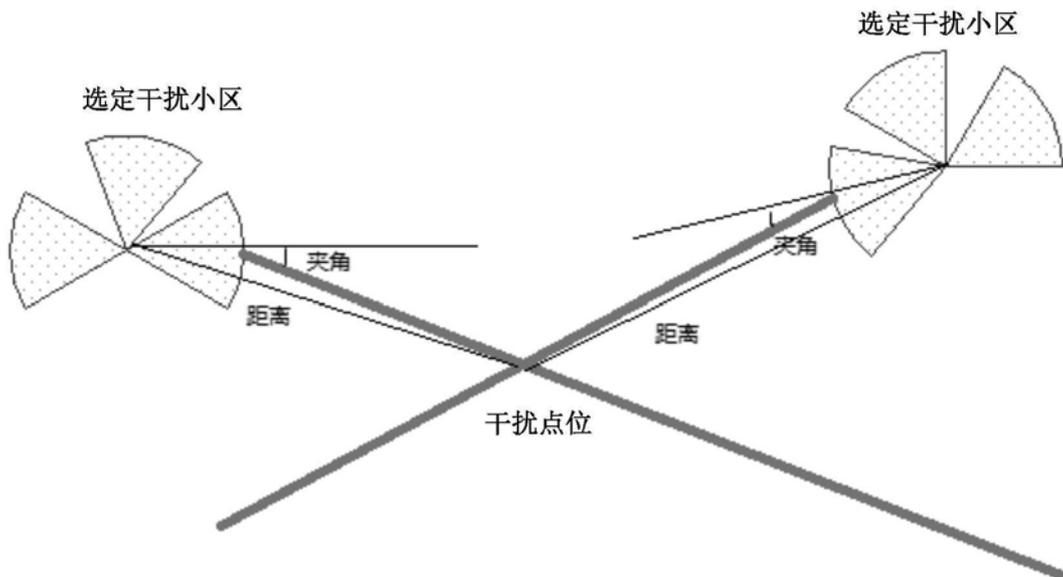


图7

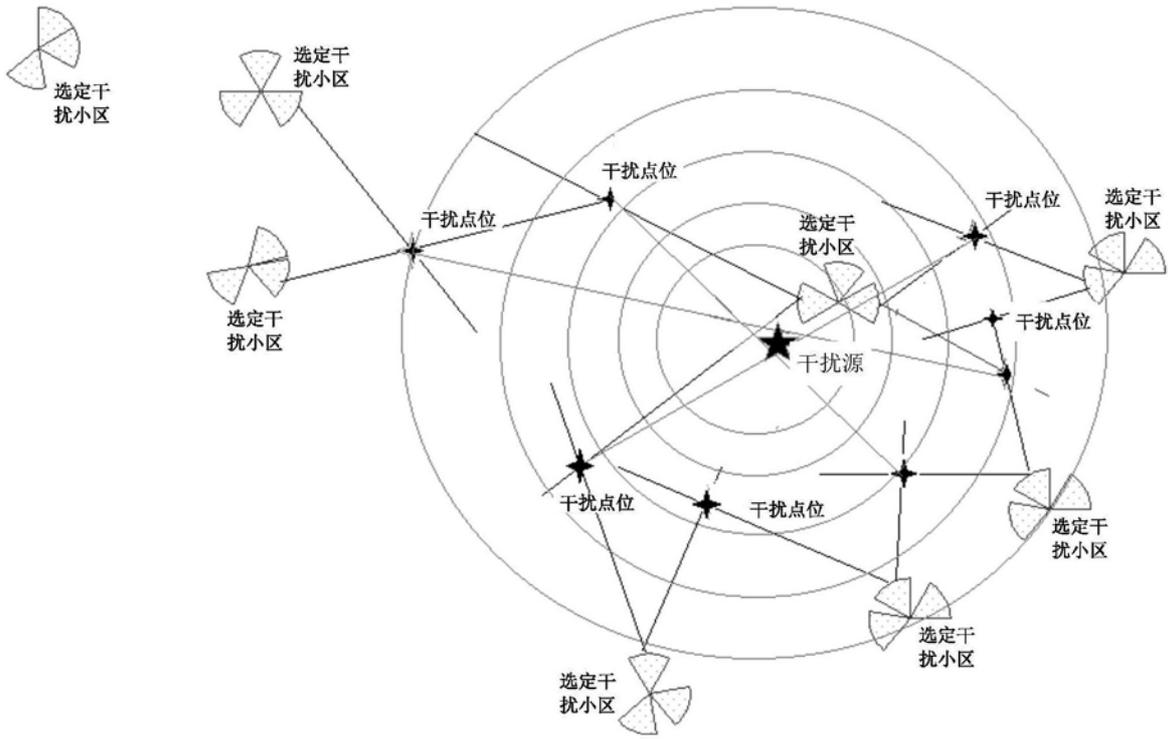


图8

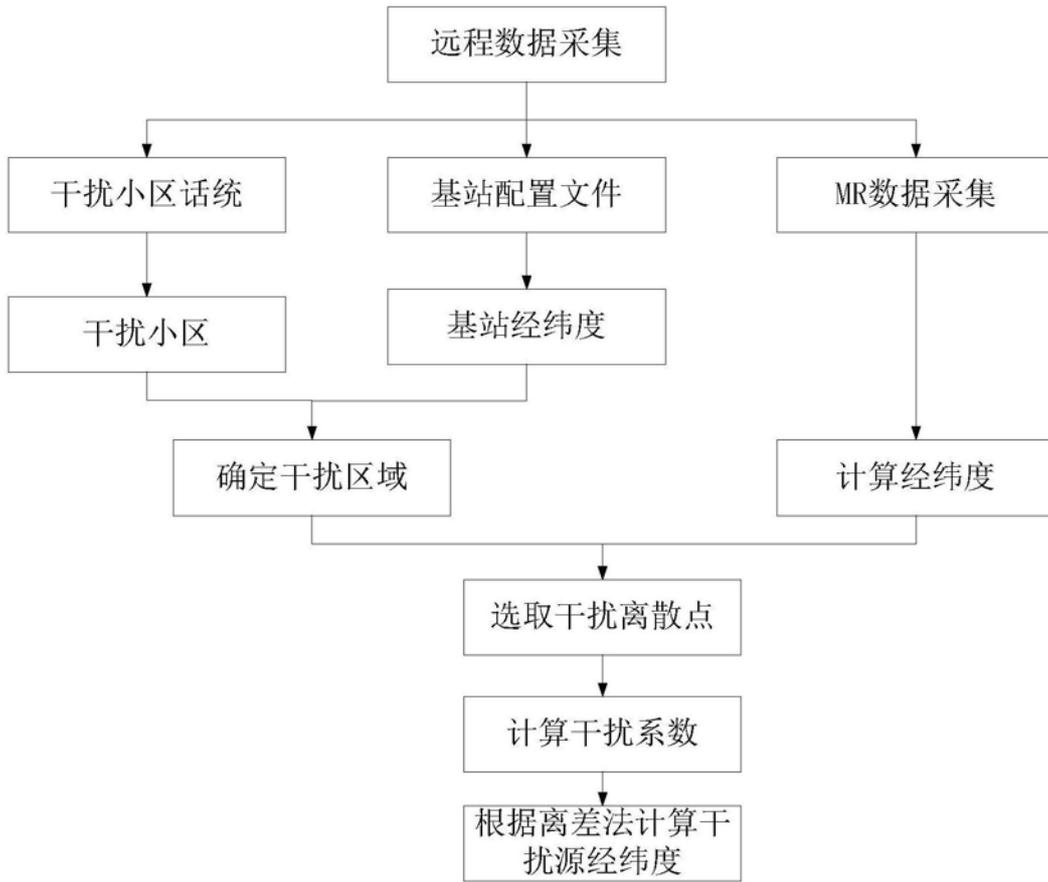


图9

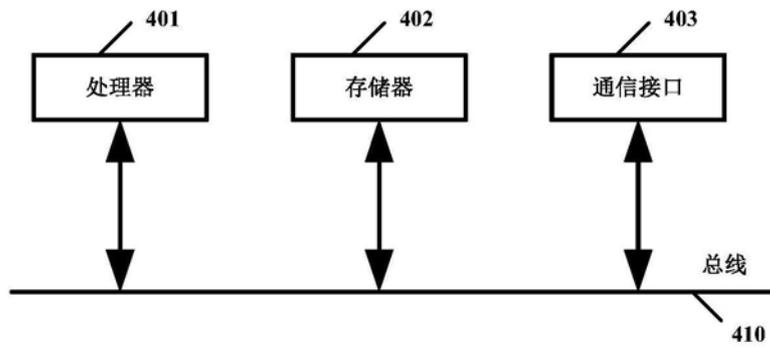


图10