

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04W 64/00 (2009.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910300438.0

[43] 公开日 2009 年 9 月 30 日

[11] 公开号 CN 101547506A

[22] 申请日 2009.2.17

[21] 申请号 200910300438.0

[71] 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞瑜路
1037 号

[72] 发明人 王芙蓉 郭 喆 王 浩

[74] 专利代理机构 北京市德权律师事务所

代理人 周发军

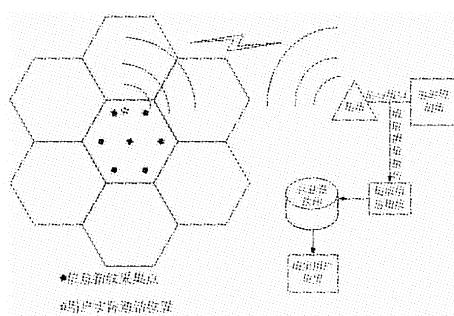
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

基于信号接收强度信息指纹的 GSM 网络定位
用户方法

[57] 摘要

本发明涉及 GSM 网络定位技术领域，它提供一种基于信号接收强度信息指纹的 GSM 网络定位用户的方法，它包括以下主要步骤：步骤 1. 建立一定区域范围内的若干采集点的信息指纹数据库；步骤 2. 在用户通话状态下截取用户向网络的报告，提取关于该用户服务小区和邻小区的信号接收强度；步骤 3. 将信号接收强度与信息指纹库各采集点的信息指纹误差对比，信息指纹误差最小的那个采集点所在地理位置即用户位置。本定位方法不改变现有 GSM 系统网络结构和用户终端硬件条件，成本低廉；定位精度误差小于 30 米，定位精度高，并适用于室内/室外的定位；设置灵活，采集点的密度可以根据用户实际需要灵活调整，满足用户不同定位需要。



【权利要求1】一种基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤1：在GSM网络覆盖区域的某个采集点，使移动终端处于通话状态，并采集该采集点的地理信息；

步骤2：网络中心采集该移动终端服务小区和所有邻小区的对该移动终端的信号强度；

步骤3：通过计算提取该采集点的信息指纹，并记录在信息指纹数据库中；

步骤4：计算该采集点信息指纹的方差，根据该方差确定到下一采集点的最小距离；

步骤5：使该移动终端移动到所述下一采集点；

步骤6：反复执行步骤1至步骤5，直到得到一定区域范围内的若干采集点的信息指纹数据库；

步骤7：在移动终端通话状态下截取该移动终端向网络中心的测量报告，提取该用户服务小区和邻小区的接收强度与所述信息指纹库中记录的采集点进行信息指纹误差对比，即确定该移动终端的地理位置在信息指纹误差最小的那个采集点附近。

【权利要求2】根据权利要求1所述的基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，所述采集点的信息指纹，包括：通话过程中服务小区和邻小区的广播控制信道频率BCCH、基站色码BSIC、接收电平，以及该采集点的地理信息。

【权利要求3】根据权利要求2所述的基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，所述步骤3包括如下步骤：

步骤3-1、在一段通话时间t内将某一频率的信号电平记录值取平均 \overline{RSS} 和方差 σ^2 ；

步骤3-2、统计在时间t内该BCCH频率和BSIC被记录的次数n和总共记录条数m；

步骤3-3、将n除以m，得到该BCCH频率和BSIC被记录的概率p；

步骤3-4、将t时间内所有出现的BCCH和BSIC，连同 \overline{RSS} 、 σ 、p作为一条记录写入信息

指纹数据库中。

【权利要求4】根据权利要求3所述的基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，所述步骤4包括：

步骤4-1：将所述方差 δ^2 乘以p，再计算该点的加权方差和，得到每个BCCH频率的加权方差求和；

步骤4-2：所述BCCH频率的加权方差和越大，表示该采集点接收电平波动越大，需要选择较远的记录点作为下一记录点。

【权利要求5】根据权利要求1所述的基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，所述步骤7包括如下步骤：：

步骤7-1：根据GSM协议规范，某移动终端在通话过程中向网络中心周期性报告服务小区和六个邻小区的信号接收强度RSS和频率信息BCCH，将该移动终端实际接收的某BCCH频率下的信号接收强度RSS与数据库中某采集点的 \overline{RSS} 进行比较，计算得到信号接收强度绝对误差 $|RSS - \overline{RSS}| = \sqrt{(RSS - \overline{RSS})^2}$ ；

步骤7-2：将步骤7-1所述信号接收强度绝对误差乘以该BCCH频率的记录概率p，得到该BCCH频率接收电平的加权误差值；

步骤7-3：重复上述步骤7-1，7-2，得到将该移动终端实际通话中所有BCCH频率的接收电平加权误差值；

步骤7-4：将步骤7-3得到的所有BCCH频率的接收电平加权误差值进行求和，得到该移动终端通话地点与所述数据库中某采集点的综合信息指纹误差；

步骤7-5：重复上述步骤7-1，7-2，7-3，7-4，将数据库中的采集点进行遍历比较，求出最小的综合信息指纹误差，则认为该移动终端在最小综合信息指纹误差所对应的采集点附近。

【权利要求6】根据权利要求1所述的基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，所述步骤1所述采集该采集点地理信息包括以下步骤：

步骤1-1、如果在户外，通过GPS等辅助手段获得该采集点经纬度信息；

步骤1-2、如果在室内，除获得该采集点经纬度信息外，还记录所在楼层。

基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法

技术领域

本发明属于通信领域，涉及一种在GSM网络中对通话用户进行定位的方法，尤其涉及一种基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户的方法。

背景技术

GSM蜂窝网络已经发展的非常成熟，在中国用户已经超过3亿，随着业务功能不断丰富，给用户提供定位服务是一个具有极大市场前景的业务，该项技术和业务的发展也要归功于E-911条例。为了改善针对移动用户的公共安全服务质量，美国联邦通讯委员会(FCC Federal Communications Commission)于1996年7月发布了E-911条例，其目的在于当求助者使用移动电话拨打紧急求助电话时(例如，美国的911紧急救助电话服务)，服务中心能够迅速并且较为准确的确定求助者的位置，从而为公众提供更为迅速有效的救助服务。E-911条例要求，所有移动网络运营商必须在一定的时限(2001年3月)之内，并且在满足一定概率(67%和定位精度(误差保持在125m以内)的条件下，成功概率(95%)和定位精度(300m以内)，对所有移动台用户实现定位功能。2001年10月FCC又进一步更新规范要求，要求在所有移动网络运营商实现更高精度的定位服务，要求满足一定概率(67%)和定位精度(误差保持在50m以内)的条件下，成功概率(95%)和定位精度(100m以内)。在该条例的推动下，出现了很多定位技术，但是，GSM网络本身的特性也使定位问题一直没有很好的解决，主要表现在以下几方面：

1. 通过卫星定位(以GPS为代表)在室外可以获得较高的定位精度(误差10~50m)，每次定位的代价也很低。但是卫星定位技术本身受到很多条件限制，比如云层太厚会影响定位的精度和速度，在室内则几乎无法使用GPS卫星定位。另外GPS需要用户配置额外的硬件设备，增加了用户成本负担。
2. 通过信号到达时间(TOA)或者到达时间差(TDOA)或者信号到达角度(AOA)的测量，网络可以给用户提供定位服务。这样用户不用配置额外的硬件，定位精度也可以满足要求(误差100m左右)。但是这类定位方法需要多个基站(BS)同时检测一个用户的信号情况，增加对网络的负担比较大，所以即使网络具有定位计算的功能运营商一般也不会开启此功能，当特定用户有定位服务需要才开启，而用户则需要交付比较昂贵的费用，每次定位的代

价非常高。

3. 通过小区号（Cell ID）和时间提前量（TA）来粗略定位。小区的范围从几百米到几公里不等，TA的最小分度是550米，所以用这种定位方法计算简单，对网络的增加的负担比较小，但是精度较差，一般误差在300米左右。另外也有通过测量信号强度，然后用传播模型计算距离的方法来定位的技术，因为在不同的无线环境下，信号由于多径或者反射、衍射，时变比较大，传播模型的参数不容易确定，这种方法同样存在误差比较大的问题（误差300米左右）。

上述方法除GPS定位外都存在一个限制，就是需要知道基站准确的地理位置，即对基站的地理位置敏感。

总的来说，现有的定位方法存在如下问题上不能很好的取得均衡：定位精度，定位成本，网络开销。如何充分利用网络现有资源，巧妙设计，实现一种在上述各方面实现均衡的方法就是本发明的目的。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种GSM网络定位用户方法，克服现有定位方法所面临成本高，网络开销大，定位精确度低的不足。

为解决上述现有定位技术中存在的问题，本方法提供一种基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定位用户方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤1：在GSM网络覆盖区域的某个采集点，使移动终端处于通话状态，并采集该采集点的地理信息；

步骤2：网络中心采集该移动终端服务小区和所有邻小区的对该移动终端的信号强度；

步骤3：通过计算提取该采集点的信息指纹，并记录在信息指纹数据库中；

步骤4：计算该采集点信息指纹的方差，根据该方差确定到下一采集点的最小距离；

步骤5：使该移动终端移动到所述下一采集点；

步骤6：反复执行步骤1至步骤5，直到得到一定区域范围内的若干采集点的信息指纹数据库；

步骤7：在移动终端通话状态下截取该移动终端向网络中心的测量报告，提取该用户服务小区和邻小区的接收强度与所述信息指纹库中记录的采集点进行信息指纹误差对比，即确定该移动终端的地理位置在信息指纹误差最小的那个采集点附近。

作为一种优选的技术方案，所述采集点的信息指纹，包括：通话过程中服务小区和邻小

区的广播控制信道频率BCCH、基站色码BSIC、接收电平，以及该采集点的地理信息。

作为优选，所述步骤3包括如下步骤：

步骤3-1、在一段通话时间t内将某一频率的信号电平记录值取平均 \overline{RSS} 和方差 δ^2 ；

步骤3-2、统计在时间t内该BCCH频率和BSIC被记录的次数n和总共记录条数m；

步骤3-3、将n除以m，得到该BCCH频率和BSIC被记录的概率p；

步骤3-4、将t时间内所有出现的BCCH和BSIC，连同 \overline{RSS} 、 δ 、p作为一条记录写入信息指纹数据库中。

优选的，所述步骤4包括：

步骤4-1：将所述方差 δ^2 乘以p，再计算该点的加权方差和，得到每个BCCH频率的加权方差求和；

步骤4-2：所述BCCH频率的加权方差和越大，表示该采集点接收电平波动越大，需要选择较远的记录点作为下一记录点。

优选的，所述步骤7包括如下步骤：：

步骤7-1：根据GSM协议规范，某移动终端在通话过程中向网络中心周期性报告服务小区和六个邻小区的信号接收强度RSS和频率信息BCCH，将该移动终端实际接收的某BCCH频率下的信号接收强度RSS与数据库中某采集点的 \overline{RSS} 进行比较，计算得到信号接收强度绝对误差 $|RSS - \overline{RSS}| = \sqrt{(RSS - \overline{RSS})^2}$ ；

步骤7-2：将步骤7-1所述信号接收强度绝对误差乘以该BCCH频率的记录概率p，得到该BCCH频率接收电平的加权误差值；

步骤7-3：重复上述步骤7-1，7-2，得到将该移动终端实际通话中所有BCCH频率的接收电平加权误差值；

步骤7-4：将步骤7-3得到的所有BCCH频率的接收电平加权误差值进行求和，得到该移动终端通话地点与所述数据库中某采集点的综合信息指纹误差；

步骤7-5：重复上述步骤7-1，7-2，7-3，7-4，将数据库中的采集点进行遍历比较，求出最小的综合信息指纹误差，则认为该移动终端在最小综合信息指纹误差所对应的采集点附近。

优选的，所述步骤1所述采集该采集点地理信息包括以下步骤：

步骤1-1、如果在户外，通过GPS等辅助手段获得该采集点经纬度信息；

步骤1-2、如果在室内，除获得该采集点经纬度信息外，还记录所在楼层。

本方法的理论依据在于：

利用路测设备，在通话过程中记录下服务小区和邻小区的频率信息（BCCH）和接收电平信息（RSS），而根据GSM规范，手机用户在通话过程中，每480ms会向网络报告一次测量报告（MR，Measurement Report），MR中包含丰富的测量信息，其中就有频率和接收电平的测量值。这个向网络上报的测量报告和用路测设备记录的值是一致的，只是普通手机只是向网络上报而不显示，利用路测设备获取信息指纹，然后通过网络将MR中内容截取出来进行判读；

测量报告MR可以在Abis接口（基站BTS与基站控制器BSC之间的接口）中截取，这样就获得了手机用户的测量报告，从中分离出信号频率和信号接收强度等信息，通过计算提取出信息指纹，与数据库中的记录进行对比，从而找到最相近的记录点，则认为该用户就在这个记录点附近。

如果仅使用服务小区的频率信息和接收电平信息，则会造成较大误差，而另外再使用6个邻小区作为参数，减少了随机性，增加了准确性。在计算信息指纹的过程中，考虑到了频率出现的概率，因为不管是实地测量还是普通手机向网络上报MR，都是记录当时当地电平最高的6个邻小区信息，如果某一频率的信息出现概率越大，说明该频率在这个地点越强，也更可信。用出现概率 p 作为加权因子，能够反映出这一频率对整个信息指纹的影响程度。出现概率越高，则对信息指纹的影响越大。在实际测试中也发现，接收电平较高的频率，往往也比较稳定，方差比较小。

由于无线信号固有的时变特性，在获得用户上报的MR后分离出对应的频率和接收电平信息，也要做一个过滤和平均，这样更能真实反映用户所处的无线环境情况。

本方法的优点在于：

1、与目前定位精度最高的GPS定位方法相比，定位精度在一个数量级，比其他定位方法定位精度更高，并且GPS在室内或者多云天气就不能使用或者精度下降，而本方法适用于任何有无线信号覆盖的地方，包括室内和地下车库等GPS信号难以到达的地方；

2、与定位代价最低廉的小区号Cell ID+时间提前量TA相比，代价略有增加。本方法仅增加了信息指纹的采集工作，信息指纹库可以一次性采集完成，以后逐步修正，不需增加或修改网络和手机用户任何硬件设备，不产生额外开销，不增加网络负担，定位仅需查询一次数据库。相比其他定位方法，成本要低廉很多；

3、其他定位方法（除GPS外）都需要知道基站的准确地理位置，基站如果地理位置发生变动，比如基站搬迁，需要重新修改定位算法，适用性受到很大限制，而本方法对基站地理位置不敏感，只关心实际地点的信息指纹情况，如果遇到新增基站或者基站搬迁，只需要更

新数据库中若干条记录即可，灵活性很强。

附图说明

图1为本发明的定位用户过程示意图；

图2为本发明的提取采集地点信号接收强度信息指纹并建立指纹库的方法流程图；

图3为本发明的采集Abis接口中MR数据并解析出信号接收强度方法流程图；

图4为本发明的信号接收强度信息指纹示意图；

图5为本发明的MR数据中解析出信号接收强度信息指纹，与数据库对比的示意图；

图6为本发明所基于的系统结构原理图。

具体实施方式

有关本发明的技术内容及详细说明，现配合附图说明如下：

本发明提供一种基于信号接收强度信息指纹的GSM网络定为用户的方法，首先采集实地的信息指纹，然后通过网络截取用户在通话过程中向网络上报的测量报告，与信息指纹库进行对比，找到与之最接近的采集点，从而将用户进行定位，为用户提供定位服务。

如图6所示本发明所基于的系统结构原理图，首先在网络覆盖范围内根据需要选择一些信号指纹采集点，做好信号指纹的采集工作。当用户进行通话时，就可以应用系统进行定位了。用户在通话过程中将向网络不断上报测量报告（MR），从网络的Abis接口截获MR并进行解析，然后将解析的结果与数据库进行查找匹配，找到数据库中最接近的一条记录，则认为用户在采集这条记录的记录点附近，从而完成定位过程。

图1为本发明提出的定位方法流程。具体包含：

本发明提供了一种采集某点信号接收强度信息指纹的方法。提取某点信号接收的信息指纹包括某频率信号在该点的平均接收电平和方差，还包括该频率信号出现在服务小区或六个最强邻小区的概率，具体包含：步骤101、102、103、104。

步骤101、在测量点采集信号接收强度信息，并记录在信息指纹数据库中。如图2所示的提取采集地点信号接收强度信息指纹并建立指纹库的方法流程图。首先选择采集点，然后在该采集点通过终端设备采集手机通话过程中服务小区和6个最强邻区共7个小区的BCCH频率和对应的接收电平值。采集的频度为480ms/次，与手机上报网络测量报告的频度一致。采集一段时间（比如60秒）后，完成本次采集。计算本次采集的各频率接收电平平均值和方差，同时统计这些频率出现的概率。用概率乘以方差得到加权方差和。将频率和平均接收电平作为

接收强度信息指纹记录到数据库，根据加权方差和确定下一采集点的最小间隔距离。然后到下一采集点继续采集。重复这个过程直到采集完该片区域。

如图1步骤102、从Abis接口截取用户的测量报告（MR）并加以解析。

在本发明中，充分利用了网络现有资源??测量报告。根据GSM协议，用户在通话过程中每480ms将向网络上报一次测量报告，测量报告的内容包含了服务小区6个信号最强邻区的BCCH频率和对应的接收电平值，本发明正是利用MR中的信息和实际测量的值进行对应比较进行定位，这样就不用改变网络结构，不用更改手机终端，只需要从网络中截取出MR进行解析就可以了。MR存在于网络的Abis接口（连接基站BTS和基站控制器BSC之间的接口），所以本发明也是从Abis接口中截取出MR。将截取到的MR按照协议规范的格式进行解析，从中得到需要的频率接收强度信息。

解析MR的过程如图3所示，首先读取Abis接口的数据，判断是否为信令数据，如果不是信令数据则丢弃该数据，是信令数据则继续判断是否为MR数据，不是MR数据则丢弃该数据，是MR数据则按照协议规范提取其中频率和接收电平信息，然后判断MR的个数是否达到要求，一般需要100个左右的MR，如果达到要求则不再采集MR，如果没有达到则继续采集，找出最接近的记录点。

如图1，步骤103、将MR中解析出来频率和接收强度信息与信息指纹库进行对比，

步骤104、从中找出最接近的记录点，则认为这次通话就在该记录点附近。

上述比对的过程分为两个步骤，首先，根据MR的来源，即MR是从哪个基站送往基站控制器的，判断用户在这个基站的附近，其次，根据MR解析出来的频率和接收强度等信息，与信息指纹库在该区域的记录进行对比，这样就减少了查找数据库的范围，提高了处理速度。根据实际测试，需要20~50个MR就能较准确的获得用户所在位置的信息指纹，而MR产生的频率是每秒2.08次（480毫秒/次），所以定位的时间是10秒~30秒左右。记录点的距离一般在30~50米左右，所以定位的精度也在30~50米左右。

如果将信息指纹直观的用图形表示出来，如图4所示，横坐标表示BCCH频点号，纵坐标表示接收电平，柱状图的宽度表示该频率被记录的概率大小，如果概率越大宽度越宽，最大为1。这样没个地点都有这样一张信息指纹图，从直观上就可以看出各个指纹图是不同的。在数据库中，某次通话产生的信息指纹与数据库中进行对比，如图5所示，综合信息指纹差最小的记录点必然与此次通话地点相距最近，即可以认为，此次通话在该记录点附近。

下面举例说明，如何利用信号接收强度提取信息指纹进行用户定位的。因为在不同的基站覆盖下，已经能根据MR来自不同基站进行区分，这里着重说明如何在同一基站覆盖下，利

用信号接收强度进行定位的。在此次试验中，基站附近某点A，接收的信息指纹（频率/接收强度和接收概率）如表1所示，离点A相距30米外点B（同样在该基站的覆盖面积下），信息指纹如表2所示：（因为在基站覆盖的一片区域下BCCH不同，对应的BSIC也不同，所以此处只列出BCCH用以区分不同的频率）

表 1. 地点A的信息指纹

频率(频点号)	75	81	82	83	89	90	93	94
平均接收电平(dbm)	-80.27	-83.61	-74.95	-72.56	-70.99	-85.14	-86.03	-85.9
方差	2.79	2.74	4.05	4.32	2.59	1.37	1.14	1.35
记录概率	0.93	0.67	1	0.97	0.99	0.71	0.56	0.3

表 2. 地点B的信息指纹

频率(频点号)	75	81	82	83	89	90	93	94
平均接收电平(dbm)	-80.84	-73.48	-90.2	-71.02	-79.86	-81.39	-82	-80.84
方差	2.11	1.3	3.2	2.96	1.94	0.91	0.87	2.11
记录概率	0.74	0.977	0.45	1	0.94	0.77	0.02	0.74

从上面的信息指纹看出来，虽然地点A和地点B之间只有30米，但是信息指纹还是有很大不同：

平均接收电平差异。对地点A，频率89的平均接收电平是-70.99dbm，而地点B接收到频率89的平均接收电平是-79.86，相差近9db；

被记录的概率。地点A记录到频率82出现的概率为1，而在地点B概率却为0.45，当然，接收的平均电平差距也很大。

从这个例子可以看出来，即使相距30米的两点，它们的信号接收强度的信息指纹是不同的，并且是可以区分的。

进行一个实验，从某次通话的MR中解析出信息指纹，如表3所示：

表3 某次通话的信息指纹

频率(频点号)	75	81	82	83	89	90	93	94

平均接收电平 (dbm)	-80.31	-80.52	-75.26	-71.89	-72.38	-84.24	-84.35	-86.2
方差	1.23	1.18	0.95	2.37	4.69	1.34	1.75	0.89
记录概率	0.86	0.72	0.75	0.95	0.98	0.75	0.45	0.31

那么可以得出综合信息指纹差

与地点A的综合信息指纹差:

$$\begin{aligned} & |-80.31 - (-80.27)| * 0.93 + |-80.52 - (-83.61)| * 0.67 + |-75.26 - (-74.95)| * 1 + \\ & |-71.89 - (-72.56)| * 0.97 + |-72.38 - (-70.99)| * 0.99 + |-84.24 - (-85.14)| * 0.71 + \\ & |-84.35 - (-86.03)| * 0.56 + |-86.2 - (-85.9)| * 0.3 = 6.1133 \end{aligned}$$

与地点B的综合信息指纹差:

$$\begin{aligned} & |-80.31 - (-80.84)| * 0.74 + |-80.52 - (-73.48)| * 0.977 + |-75.26 - (-90.2)| * 0.45 + \\ & |-71.89 - (-71.02)| * 1 + |-72.38 - (-79.86)| * 0.94 + |-84.24 - (-81.39)| * 0.77 + \\ & |-84.35 - (-82)| * 0.02 + |-86.2 - (-80.84)| * 0.74 = 22.44728 \end{aligned}$$

很显然，此次通话的信息指纹与地点A较为接近而与地点B较为不同。从而得出结论，此次通话在地点A附近。这次实验中，实际通话地点在离地点A相距5米的地方，离地点B相距32米的地方。

这里只是举两个记录点的例子，在实际中可能要和很多地点的信息指纹进行比对，找出综合信息指纹差最小的记录点。在楼房内的定位与上述例子相似。

上述仅为本发明的较佳实施例而已，并非用来限定本发明实施范围。即凡依照本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰，皆为本发明专利范围所涵盖。

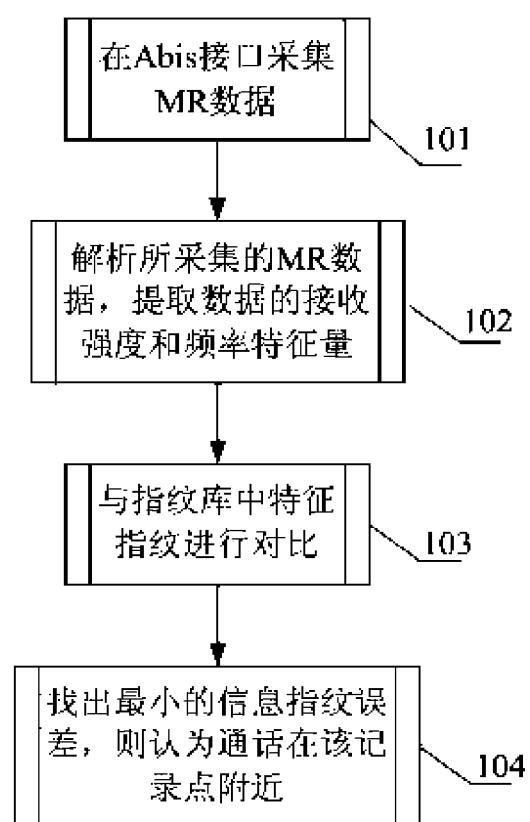


图1

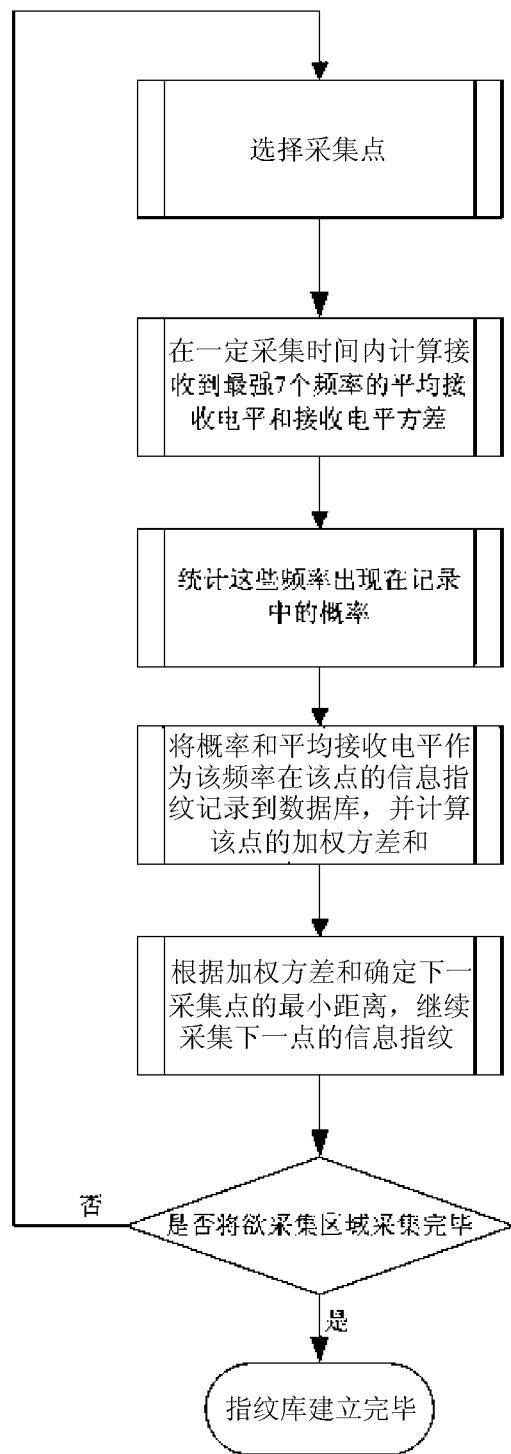


图2

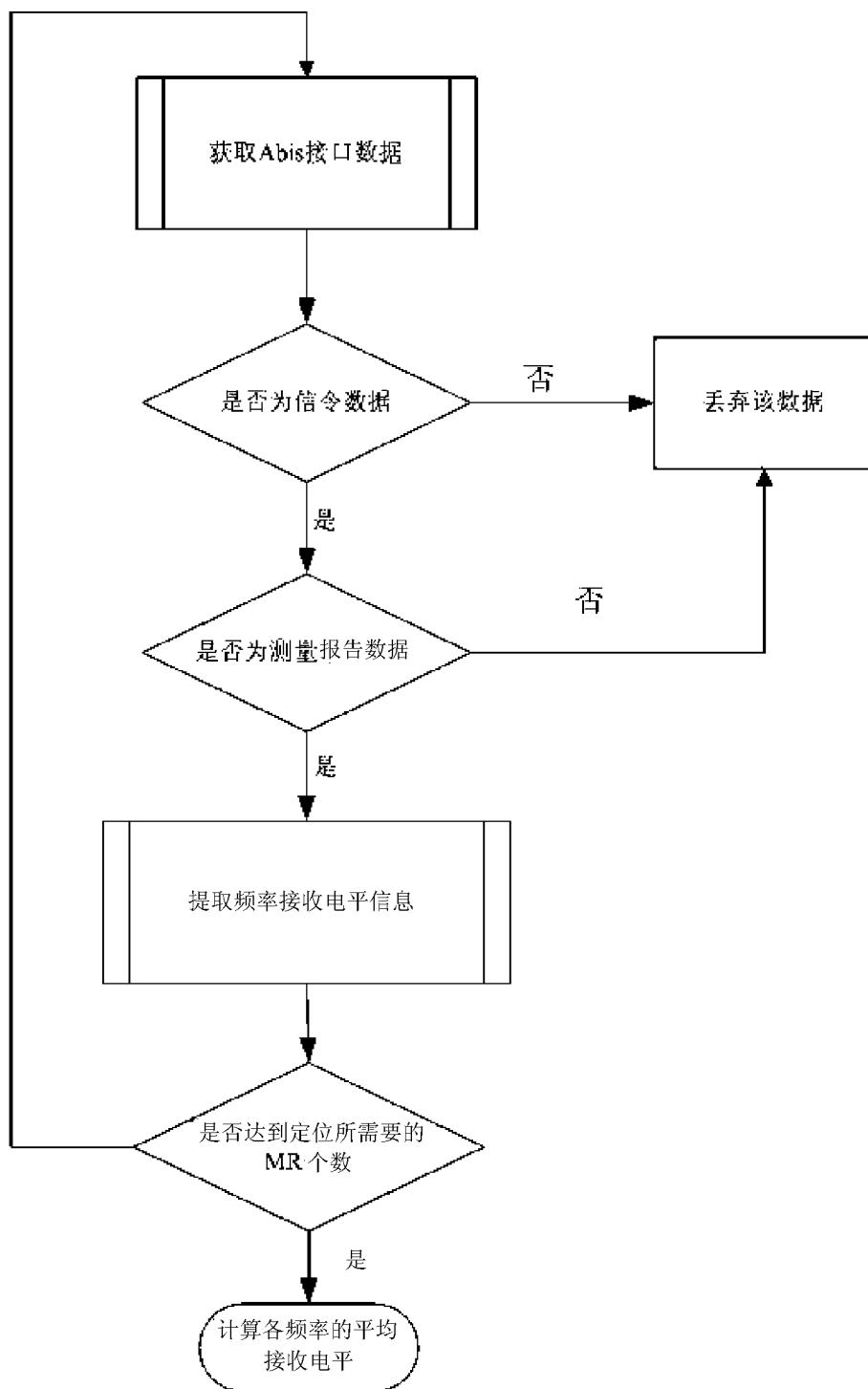


图3

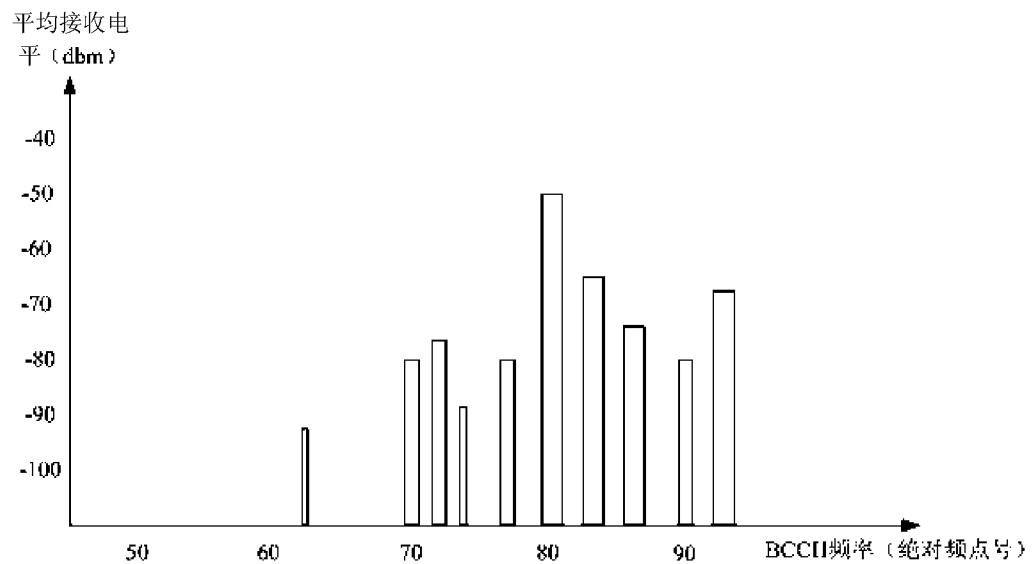


图4

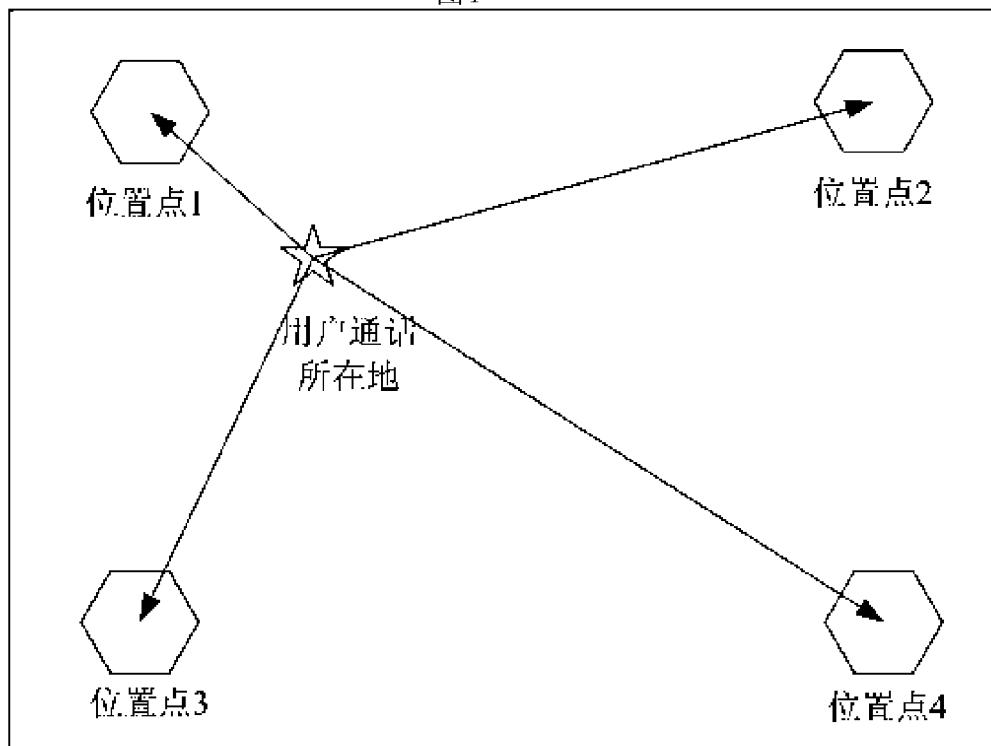


图5

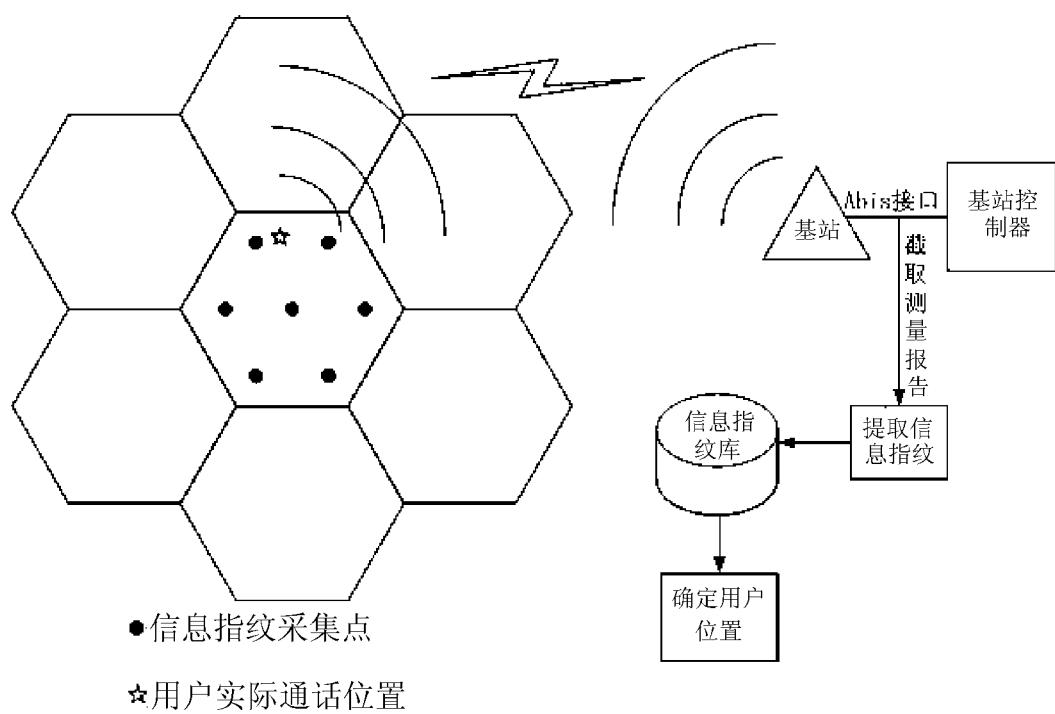


图6