

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 7/38 (2006.01)

G01S 11/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410041372.5

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100407852C

[22] 申请日 2004.7.13

[21] 申请号 200410041372.5

[73] 专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法律部

[72] 发明人 李罗保 马子江 吴本寿

[56] 参考文献

CN1476262A 2004.2.18

基于接收信号强度测量的室内定位算法.
倪巍, 王宗欣. 复旦学报(自然科学版), 第 43 卷第 1 期. 2004

审查员 王 菊

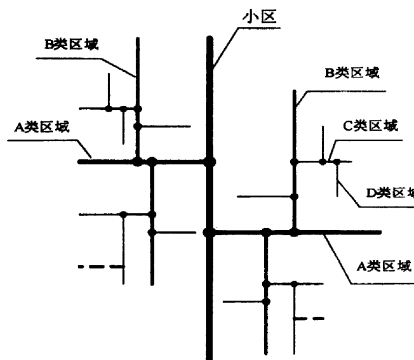
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种移动通讯中移动终端的定位方法

[57] 摘要

本发明涉及移动通讯系统的移动终端 UE 的定位方法,特别是结合了移动终端时间提前量的有效性和功率强度测量的准确性的移动终端 UE 的定位方法,它通过移动终端测量一个或多个基站的信号强度,根据路径损耗模型确定移动终端的大概位置,再通过测量到一个或多个基站的时间提前量(基于 RTT 的测量)确定移动终端的大概位置,通过两种测量结果比对,得出移动终端的最大可能位置,再经过对该区域判断是否可以进一步进行路径损耗模型修正,得出新的模型,记忆该模型,用于下次位置业务更精确的概率统计计算。在下次进行位置计算时,如果在本区域内的定位精度进一步提高,就可以在没有时间提前量的基础上,对移动终端进行定位,逐步建立小区智能型的位置业务的定位系统,提高定位业务的精度。



1、一种移动通讯中移动终端的定位方法，其特征在于它包含如下步骤：

a) 通过数字地图划分小区为多级地理位置区域；
b) 利用现有的路径损耗模型建立小区路径损耗模型库；
c) 通过确定初始地理区域的地理信息因子建立小区级初始路径损耗模型；

d) 通过建立多级地理位置区域的路径损耗模型，完成对移动终端的定位，多级地理位置区域的路径损耗模型建立包括以下步骤：

首先通过小区标识确定移动终端所属的小区；

其次通过时间提前量定位移动终端所处的第一地理位置区域，在数字地图的等同精度要求上标识该第一地理位置区域；再通过第一地理位置区域的路径损耗模型确定移动终端 UE 的第二地理位置区域，在数字地图的等同精度要求上标识该第二地理位置区域；

通过位置综合装置确定该第一地理位置区域和第二地理位置区域决定的移动终端的概率位置区域，若该概率位置区域属于第一地理位置区域或第二地理位置区域的子类区域，则在该概率位置区域建立新的路径损耗模型，否则修正第二地理位置区域的路径损耗模型，使之确定的概率位置区域最大可能地匹配第一地理位置区域。

2、按权利要求 1 所述的一种移动通讯中移动终端的定位方法，其特征在于：

所述的位置综合装置是根据初始路径损耗模型和相邻区域的路径损耗模型来重新确定该概率位置区域的路径损耗模型，该该概率位置区域的路径损耗模型用于下次移动终端的定位；

通过时间提前量第一次确定移动终端的第一地理位置区域，查找该第一地理位置区域的初始路径损耗模型，若没有第一地理位置区域的模

型就在第一地理位置区域的上一级区域的路径损耗模型基础上修正得出第一地理位置区域的路径损耗模型；

当通过时间提前量第二次确定移动终端的位置处于该第一地理位置区域时，应用该第一地理位置区域路径损耗模型验证，通过验证提高位置的精度，产生新精度的路径损耗模型，完善小区路径损耗模型数据库，逐步建立小区中各级位置区域的路径损耗模型，用于移动终端位置定位。

3、按权利要求 2 所述的一种移动通讯中移动终端的定位方法，其特征在于：通过建立完整的小区各级区域路径损耗模型库后，UE 的定位通过路径损耗模型完成，时间提前量仅仅是当小区地理面貌发生变化时，重新比对修正模型时使用。

4、按权利要求 1 所述的一种移动通讯中移动终端的定位方法，其特征在于所述的现有路径损耗模型包括自由传播模型、双线模型、Longley-Rice 模型、Durkin 模型、Okumuru 模型、Hata 模型或 LEE 模型。

5、按权利要求 1 所述的一种移动通讯中移动终端的定位方法，其特征在于所述的地理信息因子包括区域的建筑密度、建筑的平均高度、区域建筑物的平均距离、区域反射因子、区域楼层因子、区域干扰因子、区域平坦因子。

一种移动通讯中移动终端的定位方法

技术领域

本发明涉及移动通讯系统的移动终端(UE, User Equipment)的定位方法,特别是结合了移动终端时间提前量的有效性和功率强度测量的准确性的移动终端的定位方法。

背景技术

怎样提高移动终端的位置测量精度是现有 GSM 和 UMTS 的定位业务所需要解决的问题。在现行的方法中,小区标识 CELL ID 的定位技术是一种最基本的定位方法,适用于所有的蜂窝网络。它不需要移动终端提供任何定位测量信息,也无须对现网进行改动,只需要在网络侧增加简单的定位流程处理即可,因而最容易实现,目前这种定位技术已经在各移动网络中广泛使用。它的定位原理很简单:网络根据移动终端当前的服务基站的位置和小区覆盖来定位移动终端。若小区为全向小区,则移动终端的位置是以服务基站为中心,半径为小区覆盖半径的一个圆内[未采用到达角 AOA (Angle of arrive) 测量时];若小区分扇区,则可以进一步确定移动终端处于某扇区覆盖的范围内。这种定位方法的精度完全取决于移动终端所处小区的大小,从几百米到几十公里不等。在农村地区,小区的覆盖范围很大,所以 CELL-ID 的定位精度很差。而城区环境的小区覆盖范围较小,一般小区半径在 1-2km,对于繁华的城区,有可能采用微蜂窝,小区半径可能到几百米,此时 CELL-ID 的定位精度将相应提高为几百米。

观察到达时间差 OTDOA (Observed Time Difference Of Arrival) 或增强型观察时间差 E-OTD (Enhanced Observed Time Difference) 是利用移动终端测量不同基站的下行导频信号,得到不同基站下行导频的 TOA (Time of Arrival, 到达时刻),即所谓的导频相位测量。根据该测量

结果并结合基站的坐标，采用合适的位置估计算法，就能够计算出移动终端的位置。假定以 a 基站为参考，根据移动终端提供的导频相位测量结果，能够得到 b 基站相对于 a 基站的下行导频信号接收时间差，记为 $TDOA_{ab}$ ，乘以光速就能够得到 a 基站与 b 基站达到移动终端的传播距离差，从而能够以 a 基站和 b 基站为基准得到双曲面。同样，根据 $TDOA_{ac}$ 能够得到以 a 基站和 c 基站为基准的另一双曲面。两个双曲面的交界就是移动终端的位置。实际的位置估计算法需要考虑多基站（3 个或 3 个以上）定位的情况，因此算法要复杂很多。一般而言，移动终端测量的基站数目越多，测量精度越高，定位性能改善越明显。

相对以上两种定位技术，GPS 的精度最高，但终端必须支持。A-GPS（Assisted Global Positioning Systems）是网络辅助的 GPS 定位的简称，这种方法需要网络和移动终端都能够接收 GPS 信息。它的基本原理是：网络向移动终端提供辅助 GPS 信息，包括 GPS 伪距测量的辅助信息（例如 GPS 捕获辅助信息、GPS 定位辅助信息、GPS 灵敏度辅助信息、GPS 卫星工作状态信息等）和移动终端位置计算的辅助信息（例如 GPS 历书以及修正数据、GPS 星历、GPS 导航电文等），利用这些信息，移动终端可以很快的捕获卫星，并接收到测量信息，然后将测量信息发送给网络中的定位服务中心，由它计算出移动终端当前所处的位置。由于位置计算是在网络完成的，移动终端的 GPS 接收实现复杂度大大降低，并能够降低功耗。在开阔的环境中，如城郊或乡村，多径和遮挡是可以忽略的，A-GPS 的定位精度能够达到 10m 左右甚至更优；如果移动终端处于城区环境，无遮挡并且多径不严重，定位精度将在 30-70m 左右；如果移动终端在室内或其他多径和遮挡严重的区域，此时移动终端难以捕获到足够的卫星信号，A-GPS 将无法完成定位，这是它的最大局限性。

在排除干扰的情况下，任何地点的路径衰落是依赖于树的路径，尽管有阴影和小尺度衰落的影响，衰落过程是发散过程。人们需要确定的是在所有损耗中分离出大尺度衰落，根据大尺度衰落确定哪一部分路径损耗是

属于由距离引起的衰落，哪一部分属于由于阴影、多普勒、多径或干扰引起的小尺度衰落。如果没有障碍物存在，利用信号传输时间或接收到的信号强度计算移动终端的位置是很直观的。当利用传输时间时，光速乘以信号两点间的传输时间即可得出距离，在理想的自由空间中两点间的距离可通过信号的衰减准确得到。然而，在建筑物中，这种直接通路很少存在，发射和接收点间可能存在多个非直接路径，所以信号衰减情况是未知的。虽然可以利用一些技术减轻多路径效应的影响，但无法完全消除，而且其误差也无法预测。多路径效应对信号时间法也有一定影响，但不如对信号强度法的影响大。信号强度对天线方向和障碍物的衰减，以及其它条件，也非常敏感。相比之下，信号传输时间与天线方向无关，对衰减不那么敏感。显然，在开阔平坦的乡村，基于路径损耗的位置测量精度不低于基于信号传输时间的位置测量精度。

由时间提前量确定位置的方法精度是确定的，这个精度难以提高。但基于路径损耗的位置测量是可以根据区域模型的建立来不断提高精度，这种区域模型的建立正是本发明的关键过程。

发明内容

本发明的目的就是为了解决上述问题，提出一种利用现有技术条件，不用更改移动终端的硬件，可提高移动终端定位精度的移动通讯中移动终端的定位方法。

本发明的技术解决方案：

一种移动通讯中移动终端的定位方法，其特征在于它包含如下步骤：

- a) 通过数字地图划分小区为多级地理位置区域；
- b) 利用现有的路径损耗模型建立小区路径损耗模型库；
- c) 通过确定初始地理区域的地理信息因子建立小区级初始路径损耗模型；

d) 通过建立多级地理位置区域的路径损耗模型，完成对移动终端的定位，多级地理位置区域的路径损耗模型建立包括以下步骤：

首先通过小区标识确定移动终端所属的小区；

其次通过时间提前量定位移动终端所处的第一地理位置区域，在数字地图的等同精度要求上标识该第一地理位置区域；再通过第一地理位置区域的路径损耗模型确定移动终端 UE 的第二地理位置区域，在数字地图的等同精度要求上标识该第二地理位置区域；

通过位置综合装置根据该第一地理位置区域和、第二地理位置区域决定移动终端的概率位置区域，若该概率位置区域属于第一地理位置区域或第二地理位置区域的子类区域，则在该概率位置区域建立新的路径损耗模型，否则修正第二地理位置区域的路径损耗模型，使之确定的该概率位置区域最大可能地匹配第一地理位置区域。

本发明提出了区域路径损耗模型相关性，可以在没有时间提前量的测量时，通过匹配方法较准确地确定移动终端的位置区域；在系统初始运行时，小区 UE 较少，UE 提供的位置参数少，定位精度较差，随着小区 UE 的增多和 UE 在小区中的位置移动覆盖范围增大，路径损耗模型的建立越来越完善，定位精度将不断提高，最后不依靠时间提前量参数，完成小区 UE 的定位。本发明通过路径损耗和时间提前量分别确定移动终端位置区域，它们分别克服了各自方法的缺点，有很好的实用性。

附图说明

图 1 是 数字地图中的小区中区域树形结构分类示意图；

图 2 是确定小区路径损耗模型和树形结构索引步骤图；

图 3 是通过路径损耗确定 UE 位置步骤图；

图 4 是通过时间提前量确定 UE 位置步骤图；

图 5 是本发明的实施步骤图；

图 6 是移动终端对 3 个小区进行路径损耗测量示意图。

具体实施方式

利用信号强度和同步系统的时间提前量来各自确定移动终端的位置，可以相互抵消不利的因素，相互修正各自测量结果，得出最大可能移动终端的位置。一般的小区覆盖区域（陆地、建筑物、水面、高速公路）以及其它障碍物，这些三维信息是随时间缓变的，在某一时刻认为这些信息是固定的，然后利用这些信息模拟射频信号在每一个地理位置的传输特征，尽可能在较小的区域建立信号路径损耗模型，较准确反映该区域的地理和电磁特性。定位系统中心 SMLC (Serving Mobile Location Center) 将这些特征不断更新存储在地理位置数据库中，用于本小区移动终端的定位业务。

本发明方法通过移动终端测量一个或多个基站的信号强度，根据路径损耗模型确定移动终端的大概位置，再通过测量到一个或多个基站的时间提前量（基于 RTT 的测量）确定移动终端的大概位置，通过两种测量结果比对，得出移动终端的最大可能位置，再经过对该区域判断是否可以进行路径损耗模型修正，得出新的模型，记忆该模型，用于下次位置业务更精确的概率统计计算。在下次进行位置计算时，如果在本区域内的定位精度进一步提高，就可以在没有时间提前量的基础上，对移动终端进行定位，逐步建立小区智能型的位置业务的定位系统，提高定位业务的精度。具体步骤如下：

- 1) 通过数字地图划分小区为多级地理位置区域，最小的地理位置精度根据定位业务的精度要求设置，也是最小的地理位置区域；

- 2) 利用现有经典的路径损耗模型（如自由传播模型、双线模型、Longley-Rice 模型、Durkin 模型、Okumuru 模型、Hata 模型、LEE 模型等）建立小区路径损耗模型库；

- 3) 通过确定初始地理区域（小区）的地理信息因子（包括区域的建筑密度、建筑的平均高度、区域建筑物的平均距离、区域反射因子、

区域楼层因子、区域干扰因子、区域平坦因子等)，建立小区级初始路径损耗模型，该模型是小区中下一级区域的父模型；

4) 通过建立多级地理位置区域的路径损耗模型，完成对移动终端的定位，多级地理位置区域的路径损耗模型建立包括以下步骤：

首先通过小区标识 CELL ID 确定移动终端所属的小区，其次通过时间提前量定位移动终端 UE 所处的第一地理位置区域，在数字地图的等同精度要求上标识第一位置区域，再通过第一位置区域的路径损耗模型确定移动终端 UE 的第二位置区域，在数字地图的等同精度要求上标识第二位置区域。建立分级区域的路径损耗模型，提高小区定位业务的精度。

通过位置综合装置确定该第一、二位置区域决定的移动终端的概率位置区域(概率位置区域指：通过概率统计，得出的几率大的位置区域)，若该概率位置区域属于第一或第二位置区域的子类区域，则在该概率位置区域建立新的路径损耗模型，否则修正第二位置区域的路径损耗模型，使之确定的概率位置区域最大可能地匹配第一地理位置区域。

本发明通过路径损耗和时间提前量分别确定移动终端位置区域，在数字地图上通过两种方法确定的同等精度上分别标识移动终端的位置区域，经过位置综合装置确定两种位置区域决定的最大可能区域，确定的该区域可能小于以上两种方法确定的区域，这时在当前确定 UE 位置区域的路径损耗模型基础上，产生该小区域的路径损耗模型，如果该区域已经有路径损耗模型则修正该模型。如果通过位置综合装置确定的位置区域不能提高位置测量的精度，则修正当前路径损耗模型。

下面结合附图对本发明方法作进一步描述。

本发明开始通过时间提前量确定小区的子区域，例如仅仅有一个基站进行的定位，子区域就只能是以基站为中心的环形区域（未采用到达角 AOA 测量时），在有多个基站的情况下，子区域的确定可以根据时间提前量和路径损耗模型混合确定位置的精度是大的扇环形、小的扇环形或更小的扇环形，如说明书附图 6 所示。

本发明根据每个小区的物理特征为固有的，设置这种固定特征小区为树干区域，也是通过 CELL ID 可以首先找到的，它的路径损耗模型是所有属于本小区的子区域路径损耗模型的父模型，这两种模型有相关性，与它直接相关的是它的 A 类（第一级）子模型。将该小区划分为若干个新的区域，称之为 A 类子区域，也是树干的若干分支。在该区域上建立的路径损耗模型来源于小区父模型上的修正；再将 A 类子区域划分为不同的区域，称之为 B 类子区域，是树枝 A 的再分支，在该区域上建立的路径损耗模型是 A 类子模型的修正模型，如此再递归划分 C 类、D 类子区域，逐步缩小定位的范围，如说明书附图 6。根据小区的大小和定位业务要求的精度划分小区为不同大小的数字区域，形成小区的区域树形结构，如说明书附图 1 所示，每一个区域建立一个 ID、路径损耗模型和该区域的属性（类别、邻近区域等），该模型是在上一级父模型的基础上修正得出。在全部模型建立后，基于路径损耗模型就可以进行定位业务，在定位精度小于时间提前量之前，始终作为时间提前量进行定位业务的修正。例如在小区 X 中有一个位置区域 f，它包含于 e 区域，e 区域又包含于 d 区域，d 区域又包含于 c 区域，c 区域又包含于 b 区域，b 区域又包含于 a 区域，a 区域包含于小区，也就是确定属于 f 区域时，匹配遍历的过程为 $X \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f$ 。例如发明步骤 1) 的数字地图区域划分的方法如下：半径为 5 公里的小区，近似认为半径为 5 公里的圆形小区，建立半径为 500m、200m、50m、10m 弧长为 50m 的四类区域，总的区域数量为 $N = 2\pi r \div 50 \times 5000 \div 10 \times 4 = 1256640$ 个，等到小区全部损耗模型建立完成共需要建立 $1256640 + 1$ 个模型。也就是说所有 4 类区域（A、B、C、D）的精度都是 10 米，每类区域的个数相同。

确定影响路径损耗的参数，在各种经典路径损耗模型的基础上，建立小区的路径损耗模型，同时建立经典路径损耗模型库，如说明书附图 2。通过测量下行导频时隙的功率路径损耗，估算移动终端的位置，同时检测邻近的小区路径损耗，更精确地确定移动终端的位置，参见说明书附图 3。通过环路时间 RTT (Round Trip Time) 方法或移动终端根据从 Node B 接收信

号确定小区的时间提前量 TA，通过时间提前量估算移动终端位置，同时尝试获得邻近小区的时间提前量，尽可能精确地获得 UE 的位置，参见说明书附图 4。

对任何一个移动终端 UE 进行定位时，Node B 可以确定该 UE 的时间提前量，在没有时间提前量的情况下（例如初始接入时，时间提前量还没有获得，但小区区域路径损耗模型已经建立），也可以获得较准确的 UE 位置。实施步骤如说明书附图 5：

a) 是否可以获得移动终端 UE 的时间提前量，如说明书附图 5 步骤 701；

b) 在不能获得移动终端的时间提前量的情况下，通过匹配该小区内已经建立的各子区域路径模型，如说明书附图 5 步骤 702；

c) 通过相关性最大的路损模型确定 UE 的位置，如说明书附图 5 步骤 703；

d) 在获得了 UE 的时间提前量时，根据时间提前量确定 UE 的位置区域，该区域为数字地图标识的最小树形区域，也是定位的最高精度，一般确定为 $\pm 10\text{m}$ ，如说明书附图 5 步骤 704；

e) 通过数字地图标识该区域 ID，如说明书附图 5 步骤 705；

f) 该区域是否其他的 UE 进入过，已经建立了路径损耗模型，如说明书附图 5 步骤 706；

g) UE 通过时间提前量第一次确定的区域时，就要通过该区域的上一级区域（父区域）的路径损耗模型来推导 UE 的可能区域，在数字地图上获得该区域的父区域标识 ID，也许该父区域也没有建立路径损耗模型，这时就要再查找上一级区域，一直到有模型为止，也许该区域的父区域是整个小区，如说明书附图 5 步骤 707；

h) 如果只能找到小区的路径模型，其它子区域的路径损耗模型还没产生，就修正小区模型适合到包含这时时间提前量确定的 UE 位置区域小区的第一级子区域路损模型，如说明书附图 5 步骤 711；

- i) 一直找出该区域的父模型，如说明书附图 5 步骤 708；
- j) 在找出该区域的父区域路径损耗模型时，根据父区域的模型修正得出 UE 当前位置所在区域的路径损耗模型，如说明书附图 5 步骤 710；
- k) 如果当前时间提前量确定的位置区域有路径损耗模型将根据模型确定位置，如说明书附图 5 步骤 709；
- l) 两种方法确定位置区域误差分级处理，如说明书附图 5 步骤 712；
- m) 最后进行 UE 位置综合处理，如说明书附图 5 步骤 713。

本发明中，位置综合装置是根据初始路径损耗模型和相邻区域的路径损耗模型来重新确定该位置区域的路径损耗模型，该路径损耗模型用于下次移动终端的定位。通过时间提前量第一次确定移动终端的第一位置区域，查找该区域的初始路径损耗模型，若没有第一位置区域的模型就在第一位置区域的上一级区域的路径损耗模型基础上修正得出第一位置区域的路径损耗模型。当通过时间提前量第二次确定移动终端的位置处于该位置区域时，应用该位置区域路径损耗模型验证，通过验证提高位置的精度，产生新精度的路径损耗模型，完善小区路径损耗模型数据库，逐步建立小区中各级位置区域的路径损耗模型，用于移动终端位置定位。

通过建立完整的小区各级区域路径损耗模型库后，UE 的定位通过路径损耗模型即完成，时间提前量仅仅是当小区地理面貌发生变化时，重新比对修正模型时使用。

上述位置综合装置的作用是分析的过程，由时间提前量得出的移动终端位置误差和路径损耗模型计算移动终端位置可能差别较大，关键是时间提前量确定的位置区域最大误差是一定的，这时根据路径损耗模型的父模型和相邻区域的路径损耗模型来重新确定该区域的损耗模型。对移动终端第一次通过时间提前量确定的位置区域标识为 A 类区域，查找该区域的路径损耗模型，如果没有该区域的模型就在该区域的上一级区域上修正模型，使修正后的模型确定的 UE 位置区域基本与时间提前量确定的区域吻合。当

UE 第一次通过时间提前量确定的区域位于 A 类区域时，应用 A 类区域的路径损耗模型计算 UE 的位置，两者可能重合的几率较第一次大，通过概率统计认为 UE 位于 A 类区域中的某个 B 类区域几率较大，再次修正 A 类区域的路径损耗公式，用以适用 B 类区域的路径损耗模型。递归以上方法，最后确定的 UE 位置满足测量精度要求，建立小区中各个微区域的路径损耗模型，用于更高精度的位置定位。

本发明提出了一个基于 CELL ID、时间提前量和信号强度测量的移动终端定位方法，该方法适用于现有移动系统，当移动终端观察的 NodeB 越多时，学习型建模精度就越高，当小区中的基本微区域模型都建立后，经过时间提前量和路径损耗来确定移动终端的位置，大大提高位置测量的精度。通过建立精度为 10m 的小区域将满足位置业务 70% 要求达到 50m 的精度。在小区全部模型建立后，即使没有时间提前量的引导下，通过路径损耗，单小区也可以较准确确定移动终端的位置。

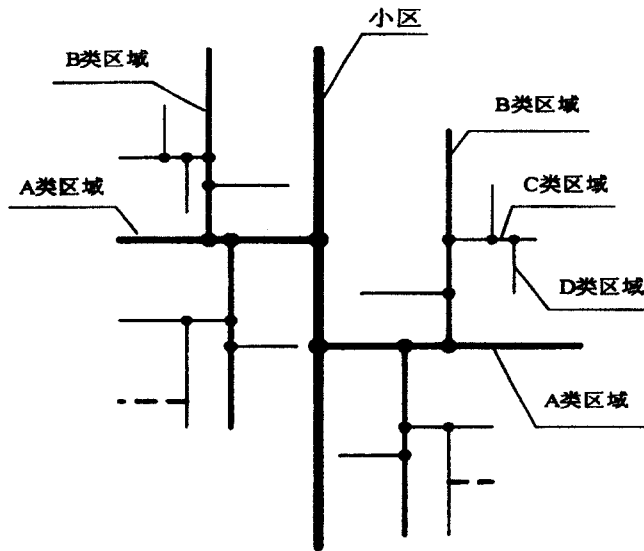


图 1

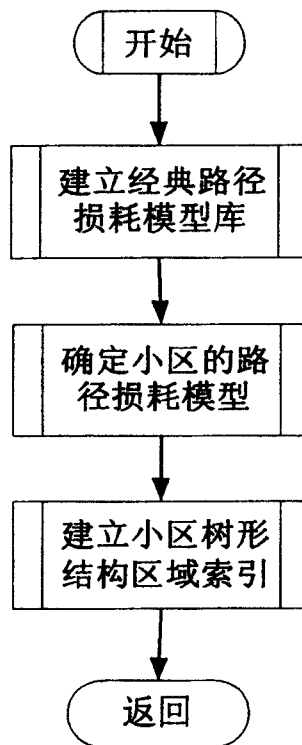


图 2

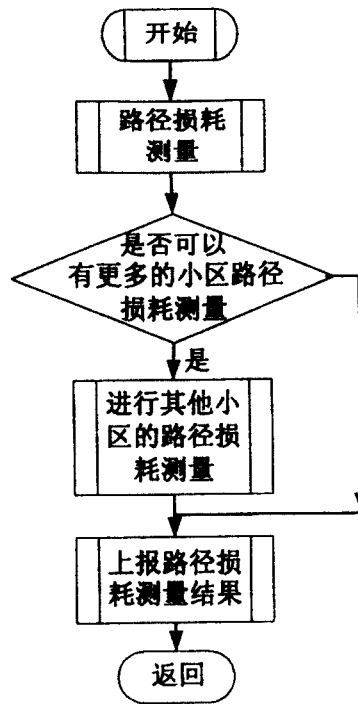


图 3

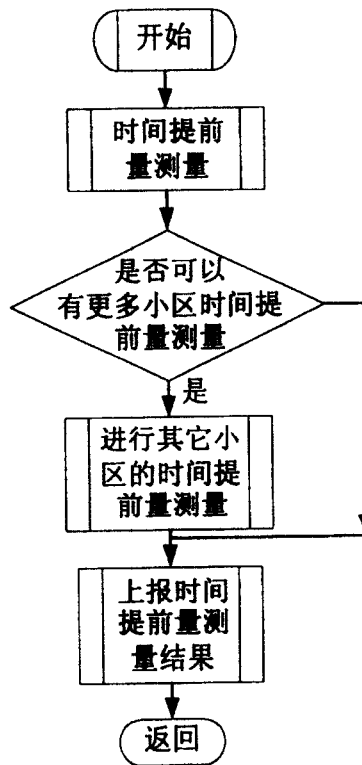


图 4

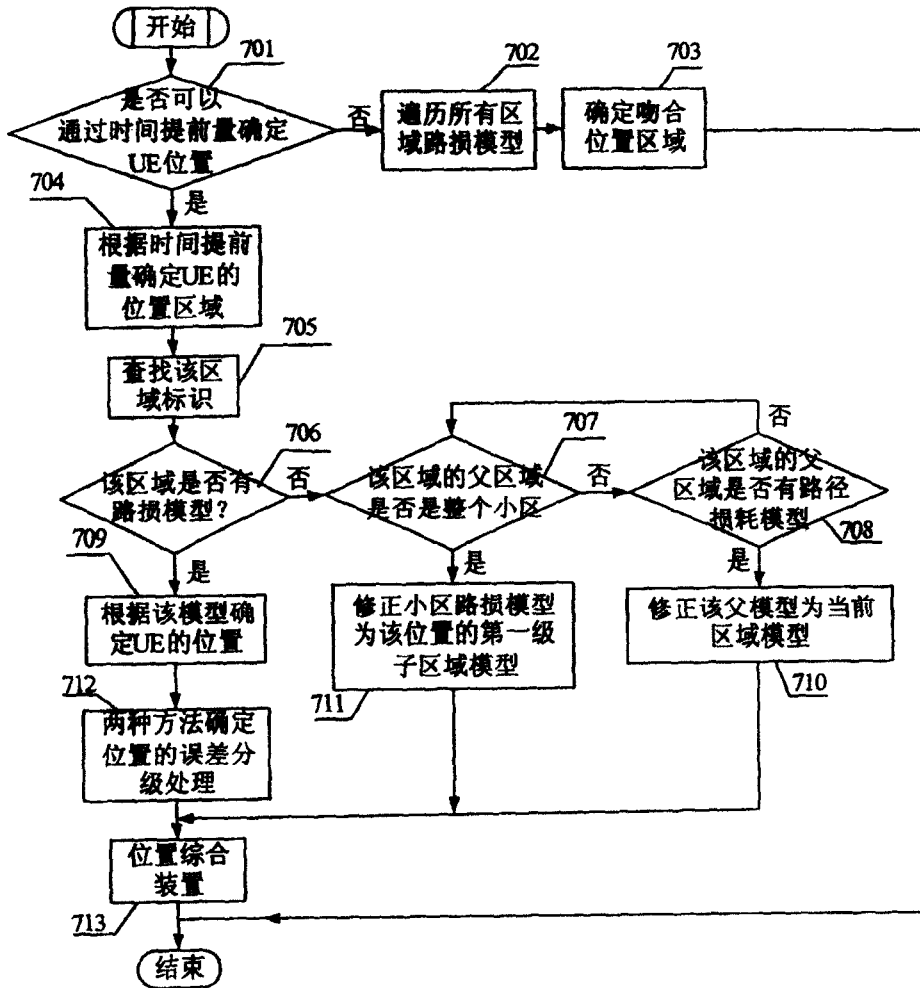


图 5

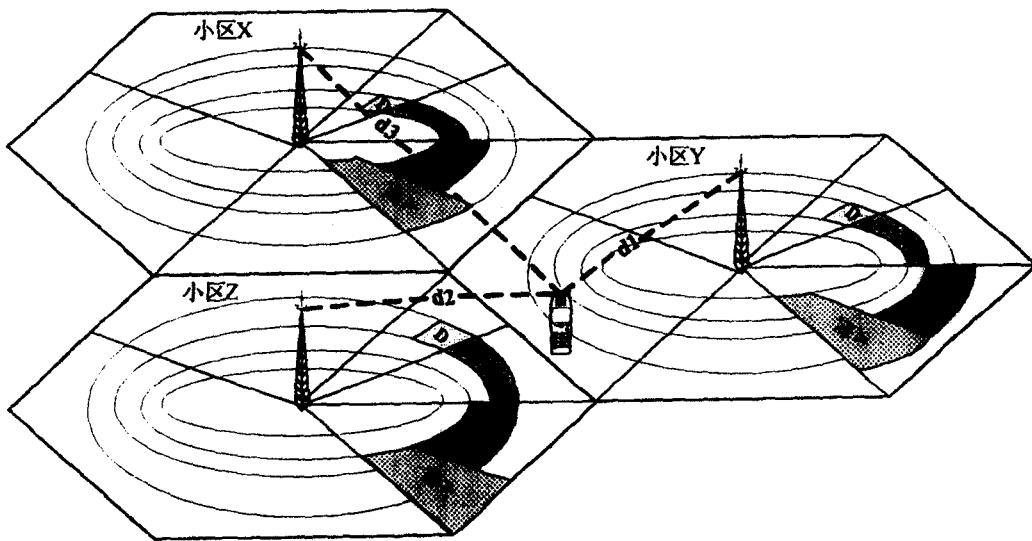


图 6