

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01S 5/14 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01820647.6

[45] 授权公告日 2008年2月27日

[11] 授权公告号 CN 100371732C

[22] 申请日 2001.10.5 [21] 申请号 01820647.6

[30] 优先权

[32] 2000.10.18 [33] US [31] 09/691,451

[86] 国际申请 PCT/US2001/031253 2001.10.5

[87] 国际公布 WO2002/033435 英 2002.4.25

[85] 进入国家阶段日期 2003.6.16

[73] 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 B·L·福克斯

[56] 参考文献

EP0528627A2 1993.2.24

WO9921389A1 1999.4.29

US6009334A 1999.12.28

WO9957932A 1999.11.11

CN1261436A 2000.7.26

审查员 侯新宇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 王忠忠

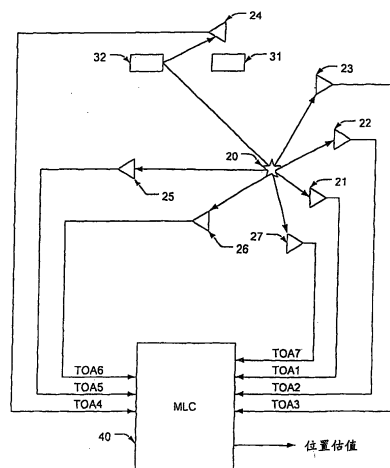
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称

远程终端定位算法

[57] 摘要

揭示了用于根据到达时间测量值形成更精确的位置估值的各种方法。在某些方法中，精确度预测是在位置估值被计算之前作出的，以及只在预测到高的精确度时才计算位置估值。在其他的方法中，计算多个初步位置估值，以及确定每个初步位置估值的精确度。然后，最后的位置估值是根据具有最佳确定的精确度的初步位置估值的。在某些实施例中，精确度预测和确定是根据一个区域的几何精度因子(GDOP)或已知的地形。在另一个方法中，到达时间测量值的子集被馈送到闭式算法(closed-form algorithm)，产生初步位置估值。这个初步位置估值然后被使用来初始化开放式定位算法。任选地，可以组合一个以上的这些方法。



1. 一种定位移动设备的方法，包括以下步骤：

获得对于在该移动设备与至少四个固定站的每个固定站之间的通信的多个到达时间测量值；

标识在获得步骤中得到的该到达时间测量值的至少两个子集；

对于在标识步骤中标识的每个子集，根据在各个子集中的到达时间测量值，分别形成初步位置估值；

确定在形成步骤中形成的初步位置估值的精确度；

根据在确定步骤中确定的精确度，选择其中至少一个初步位置估值；以及

根据在选择步骤中选择的其中至少一个初步位置估值形成最后的位置估值。

2. 权利要求 1 的方法，其中在获得步骤中，通信是从移动设备到该至少四个固定站的传输。

3. 权利要求 1 的方法，其中在获得步骤中，通信是从该至少四个固定站到移动设备的传输。

4. 权利要求 1 的方法，其中在选择步骤中仅仅选择具有最佳确定的精确度的一个初步位置估值。

5. 权利要求 1 的方法，其中在确定步骤中，每个各别的初步位置估值的精确度是根据在各个初步位置估值与固定站的位置之间的几何精度因子 GDOP 而被确定的，该固定站的位置相应于各个初步位置估值所根据的到达时间测量值。

6. 权利要求 5 的方法，其中每个各别的初步位置估值的精确度也根据与各个初步位置估值所根据的每个到达时间测量值有关的质量测量值。

7. 权利要求 5 的方法，其中每个各别的初步位置估值的精确度也根据与各个初步位置估值所根据的每个到达时间测量值有关

的载波干扰比 (CIR) 或信号噪声比 (SNR)。

8. 权利要求 1 的方法, 其中在确定步骤中, 每个各别的初步位置估值的精确度是根据与各个初步位置估值所根据的每个到达时间测量值有关的质量测量值被确定的。

9. 权利要求 1 的方法, 其中在形成每个子集的初步位置估值的步骤中, 形成三维初步位置估值, 以及

其中在确定步骤中, 每个各别的三维初步位置估值的精确度是通过把各个初步位置估值与已知的三维地形进行比较, 以及把低的精确度分配给不可能的地形位置, 而被确定的。

10. 一种定位移动设备的方法, 包括以下步骤:

获得一组到达时间测量值;

标识在获得步骤中得出的该到达时间测量值的多个子集;

对于在标识步骤中标识的每个子集计算初步位置估值;

根据 (a) 各个初步位置估值和 (b) 固定站的已知位置, 确定对于每个各别的初步位置估值的几何精度因子 (GDOP), 该固定站的已知位置相应于被用来形成各个初步位置估值的子集中的每个到达时间测量值;

根据在确定步骤中确定的、对于每个初步位置估值的 GDOP, 选择到达时间测量值的特定子集; 以及

根据在选择步骤中选择的子集中包含的到达时间测量值来计算位置估值。

11. 权利要求 10 的方法, 其中获得步骤包括如下步骤, 在每个固定站处记下来自移动设备的信号的到达时间。

12. 权利要求 10 的方法, 其中获得步骤包括如下步骤, 在移动设备处记下从固定站到达的多个信号的每个信号的到达时间。

13. 权利要求 10 的方法, 其中在选择步骤中, 该特定子集的选择也根据在至少一个子集中的到达时间测量值的质量。

14. 权利要求 10 的方法, 其中在选择步骤中, 该特定子集的选择也根据低于其他子集的 GDOP 的特定子集的 GDOP。

## 远程终端定位算法

### 技术领域

本发明的领域涉及定位业务。更具体地，本发明的领域涉及通过记下行进在移动设备与位于已知位置的多个发射机或接收机之间的信号的到达时间，以及根据记下的到达时间来计算位置，而定位移动设备。

### 背景技术

最近，FCC 批准引入可精确地定位所有无线网上的无线用户的定位业务。两种先前建议的、用于实施这样的定位业务的方法是上行链路到达时间方法（这里称为“上行链路”）和下行链路到达时间方法（通常称为观察时间差或 OTD，以及这里称为“下行链路”）。

在上行链路方法中，要被定位的移动设备（也称为“手机”或“远程终端”）发出信号。例如，在 GSM 系统（全球移动通信系统）情形下，这个信号可以是一个随机接入信道（RACH）突发。在其他情形下，可以使用由手机发送的其他信号。信号的到达时间（TOA），连同描述 TOA 测量的质量的相关指示符（ $\sigma$ ）一起，在多个位置测量单元（LMU）的每个单元处确定。然后将这些记下的 TOA 和  $\sigma$  中的每个发送到计算机。之后计算机使用对于本领域技术人员熟知的、传统的算法，根据由 LMU 作出的 TOA 和  $\sigma$  的确定以及 LMU 的已知位置来确定该移动设备的位置。

一种适用的传统定位算法使用 Taylor 搜索来定位两个或多个双曲线的交点。这样的算法的细节可以在以下文章中找到：  
D. J. Torrieri, “Statistical Theory of Passive Location Systems (无源定位系统的统计理论)”, IEEE Transactions on Aerospace

and Electronic Systems, Vol. AES-20, NO. 2, March 1984, 该文章被在此引入, 以供参考, 以及它是现有技术水平的代表。这个算法根据三个或多个 TOA 读数 (它们被使用来根据信号的速度  $c$  确定从移动设备到 LMU 的距离)、相关的  $\sigma$  和每个 LMU 的已知位置来定位移动设备。当四个或多个 TOA 读数可提供时, 这个算法可以定位出移动设备在三维空间中的位置。

在下行链路方法中, 多个基站 (BTS) 的每个基站把信号发送到要被定位的移动设备, 以及移动设备确定这些信号中每个的 TOA 和  $\sigma$ 。这些 TOA 和  $\sigma$  然后被发送到远端计算机, 该计算机执行传统的算法, 类似于上行链路类型的系统, 根据 TOA 和  $\sigma$  确定移动设备的位置。替换地, 如果在手机中可提供足够的处理能力, 则可以在手机中执行该算法。当 BTS 的传输帧不同步时, 下行链路算法会稍微复杂一些, 因为计算机必须得出每个 BTS 传输之间的相对时间差来计算位置。这个相对时间信息可以通过使用位于已知位置的辅助接收机、以传统的方式测量来自 BTS 的信号 TOA, 而被得出。

在上行链路和下行链路系统中, 三个 TOA 测量值对于形成在二维空间中 (例如, 在地球表面上, 假设足够平坦的) 的位置估值是足够的。然而, 位置估值的精确度受限于 TOA 测量的分辨率和精确度以及受限于会使 TOA 测量值恶化的噪声、干扰和多径失真。

使用三个以上的 TOA (例如, 使用 4-7 个 TOA) 来形成位置估值, 比起只根据三个 TOA 进行估值, 可以提供改进的精确度。不幸地, 为了包括附加的 TOA 测量, 常常需要依赖于具有差的质量的通信链路的 TOA 读数。这些通信链路的差的质量会抵消通过附加的 TOA 测量所提供的某些或所有的好处。在某些环境下, 根据四个或多个 TOA 测量值进行的位置估值, 甚至比只根据三个 TOA 测量值的估值更差。

本发明人已认识到需要改进计算的位置估值的精确度。

## 发明内容

本发明涉及通过根据一组良好的 TOA 测量值来进行估值而形成更精确的位置估值。

本发明的一个方面是针对定位移动设备的方法。在这个方法中，得出对于在移动设备与至少四个固定站之间的通信的多个 TOA 测量值，以及标识这些 TOA 测量值的子集。然后，预测相应于每个标识的子集的位置估值的精确度。根据预测的精确度，选择至少一个子集，以及根据所选择的一个或者多个子集形成位置估值。

本发明的另一个方面是针对定位移动设备的方法。在这个方法中，得出对于在移动设备与至少四个固定站之间的通信的多个 TOA 测量值，以及标识这些 TOA 测量值的子集。然后，对于每个子集形成初步位置估值，以及确定对于每个初步位置估值的精确度。根据确定的精确度选择至少一个初步位置估值，以及根据所选择的一个或者多个初步位置估值，形成最后的位置估值。

本发明的另一个方面是针对定位移动设备的方法。在这个方法中，得出多个 TOA 测量值。根据 (a) 移动设备的位置的估值和 (b) 相应于 TOA 测量值的固定站的已知位置，预测对于这些 TOA 测量值的子集的预期溶液几何 (solution geometry) 的几何精度因子 (geometric dilution of precision, GDOP)。根据 GDOP 预测，选择 TOA 测量值的子集，以及根据在该选择的子集中的 TOA 测量值来计算位置估值。

本发明的另一个方面是针对定位移动设备的方法。在这个方法中，得出多个 TOA 测量值，以及标识这些 TOA 测量值的多个子集。对于每个标识的子集计算初步位置估值，以及对于每个初步位置估值确定一个溶液几何的 GDOP。这个 GDOP 是根据以下各项来确定的，即：(a) 各个初步位置估值和 (b) 相应于被使用来形成每个初步位置估值的 TOA 测量值的固定站的已知位置。根据确定的 GDOP，选择 TOA 测量值的特定的子集。然后根据在选择的子集中的 TOA 测量值来计算位置估值。

本发明的另一个方面是针对定位移动设备的方法。在这个方法中，得出至少四个 TOA 测量值。选择这些 TOA 测量值中的三个的子集。根据这个子集，通过使用闭式算法形成初步位置估值。然后，通过使用开放式算法、使用该初步位置估值来初始化该开放式算法，而计算最后的位置估值。

### 附图说明

图 1 是要被定位的移动设备、在上行链路系统中的多个 LMU 以及在它们之间的信号路径的示意图，在其中一个信号路径上存在多径。

图 2 是用于上行链路系统的硬件配置的示意图，它提供用于实施优选的定位算法的第一环境。

图 3 是用于根据多个 TOA 测量值产生位置估值的第一方法的流程图。

图 4 是如何形成小区内的粗略位置估值和如何预测 GDOP 的示意图。

图 5 是用于根据多个 TOA 测量值产生位置估值的第二方法的流程图。

图 6 是与各个位置估值有关的 GDOP 的示意图。

图 7 是用于下行链路系统的硬件配置的示意图，它提供用于实施优选的定位算法的另一个环境。

### 具体实施方式

图 1 显示具有一个移动设备 20 的系统，该移动设备 20 要根据该移动设备与多个固定站的通信被定位。这些固定站优选地永久地固定在地面上已知的参考位置处，但其位置也可临时地被固定（例如，在已知的参考位置处的卡车上）。在优选实施例中，移动设备 20 是位于特定的小区 30 内的蜂窝电话。

在上行链路系统中，固定站优选地是位于移动设备 20 附近的

LMU 21-27, 以及可能与相邻的基站台址同处一处。根据距离和光速, 信号从移动设备 20 行进到每个 LMU 21-27 要花费一定的时间。对于到 LMU 21-27 的每个各别的信号路径, 标记行进时间  $T_1$ - $T_7$ 。当信号到达它们的目的地时, 由 LMU 21-27 为每个信号确定到达时间 (TOA) 和质量指示符  $\sigma$ 。传统的质量指示符  $\sigma$  提供 TOA 测量值的标准方差的估值。

来自 LMU 21-23 和 25-27 的信号以直线行进到移动设备 20, 以及每个时间  $T_1$ - $T_3$  和  $T_5$ - $T_7$  直接正比于在移动设备 20 与各个 LMU 之间的直线距离。从移动设备 20 到 LMU 24 的信号路径遭受到多径失真, 因为从 LMU 24 到移动设备 20 的直接信号路径被障碍物 31 (例如, 建筑物或山峰) 阻挡。来自该 LMU 24 的信号因此只能通过从物体 32 反射而到达移动设备 20。结果, 时间  $T_4$  不是正比于在 LMU 24 与移动设备 20 之间的直线距离。当这种不成比例的 TOA 测量值被用作为用于位置估值计算的基础时, 位置估值的精确度被降低。同样地, 当来自任何 LMU 的信号的一部分通过直接视线路径到达移动设备 20, 以及来自那个 LMU 的信号的其他部分通过一条或多条非直接路径到达移动设备 20 时, 到达移动设备 20 的合成的信号将相对于纯视线信号被扩散。这个扩散降低了最后得到的位置估值的精确度。

除了多径失真以外, 各种其他现象会影响 TOA 测量值与最后得到的位置估值的精确度。例子包括以下情形: 其中信号噪声比 (SNR) 是低的, 其中载波干扰比 (CIR) 是低的, 或其中 LMU 正在处理大量的业务, 或出现故障。

当已经受到这些问题中的任何问题影响的 TOA 测量值用传统的位置估值算法进行处理时, 最后得到的估值精确度受到损害。所以, 希望采用在位置估值算法中受到较小影响的 TOA 测量值。这里描述完成这一点的各种实施例。

图 2 是可被使用来实施这里描述的算法的、合适的上行链路硬件配置。在这个上行链路系统中, 移动设备 20 发出信号 (例如,



GSM 系统中的 RACH 突发), 它被多个 LMU 21-27 接收。虽然显示了 7 个 LMU, 但可以使用大于 4 的任何数目。当移动设备 20 发出信号时, 每个 LMU 21-27 确定信号的 TOA 和  $\sigma$ , 以及把 TOA 和  $\sigma$  测量值转发到移动定位中心 (MLC) 40。TOA 测量值 TOA1-TOA7 和相关的  $\sigma$  测量值可以以任何传统的方式 (包括例如硬连线的和无线的链路) 从 LMU 21-27 发送到 MLC 40。MLC 40 优选地是被编程来实施下面描述的定位算法以确定移动设备 20 的位置的计算机。

图 3 是可以在 MLC 40 (图 2 所示的) 中实施的、用来消除差 TOA 测量值的负面影响的一个优选方法的流程图。在这个方法中, 最好的 TOA 测量值被选择来在任何位置估值计算之前形成位置估值。对于哪些特定的 TOA 测量值应当被使用来形成位置估值的确定, 可以如下地作出:

首先, 在步骤 S70, 由 LMU 得出多个 TOA 和  $\sigma$  测量值。这些 TOA 和  $\sigma$  测量值可以通过使用本领域技术人员熟知的各种各样技术中的任何技术而得出。在步骤 S72, 可被使用来形成位置估值的 TOA 测量值的子集被标识。这可以例如通过一次三个地、一次四个地、一次五个地, 等等, 取 TOA 测量值, 来形成 TOA 测量值的多个子集。可任选地, TOA 测量值可以在形成子集前被预先筛选 (例如, 通过拒绝具有差的质量指示符  $\sigma$  的所有 TOA 测量值)。

在步骤 S74, 预测从每个标识的 TOA 测量值的子集形成的位置估值的精确度, 正如下面描述的。在步骤 S76, 选择具有最佳预测的精确度的 TOA 测量值的一个或多个子集。最后, 在步骤 S78, 来自选择的子集的 TOA 测量值被使用来形成位置估值, 优选地这通过使用传统的位置估值算法来进行。

对于 TOA 测量值的每个标识的子集的精确度预测, 可以根据与子集中每个 TOA 测量值有关的、一个或多个以下的参量被计算: 质量指示符  $\sigma$ 、估值的最坏情形路径损耗、估值的 SNR 和估值的 CIR。用于形成精确度预测的适当方法的一个例子是计算在每个子集中 TOA 测量值的  $\sigma$  的平方和。另一个示例的方法是计算在每个

子集中 TOA 测量值的平均的 SNR 或 CIR (或最小的 SNR 或 CIR)。其他例子包括: 基于来自给定的 LMU 的以前的 TOA 测量值的精确度历史, 或基于当前的本地测量业务量的精确度预测。用于形成精确度预测的多种可选方法也可以替换使用, 正如对本领域技术人员显而易见的。也可以组合这些方法中的两个或多个。

对于 TOA 测量值的给定子集预测位置估值的精确度的另一个方法是, 预测对于最终从这些 TOA 测量值形成的位置估值的、几何精度因子 (GDOP)。在所有其他情况都等同时, 较低的 GDOP 相应于更可靠的位置估值。结果, GDOP 可被使用来预测位置估值的精确度。在优选实施例中, 这个预测是基于提供所考虑的 TOA 测量值的 LMU 的已知位置, 加上移动设备的位置的粗略估值。

图 4 显示用于根据粗略估值的 GDOP 形成精确度预测的一个方法。首先, 根据当前正在被使用来与移动设备进行通信的那个基站, 形成移动设备的位置的粗略估值。假设移动设备正由位于靠近 LMU 56 的基站 35 提供服务, 则这个粗略的估值使得移动设备的位置的范围缩小到由该基站 35 服务的小区 30 内的某个地方。移动设备位置的范围然后根据从移动设备到它的服务基站的距离的粗略估值被进一步缩小。例如, 在 GSM 系统的情形下, 定时提前 (TA) 测量值可被使用来估计移动台-基站信号的传播时间和在它们之间的相应的范围。传播时间估值被使用来形成到移动设备 20 的距离的粗略估值, 以内径 R1 和外径 R2 为界 (由于噪声和有限的分辨率, 不能得出确切的半径)。这些半径 R1、R2 定义以服务基站 35 为中心的区域 28。这个区域 28 的、位于小区 30 内的部分被用作为移动设备 20 的位置的粗略估值。

这个粗略的位置估值然后被使用来根据每个子集的预测 GDOP 来选择 TOA 测量值的特定子集。在所显示的例子中, 区域 28 中的位置 61、62 和 63 每个都位于小区 30 内。结果, 如果来自 LMU 52、54、56 和 58 的 TOA 测量值要被使用, 则最终得到的 GDOP 会变差, 特别是如果移动设备位于位置 63 时。这种差的 GDOP 情形被显示

于虚线区域 68，其中 LMU 52、54、56 和 58 都位于相对位置 63 的小的角度跨度内。在这种情形下，移动设备垂直于区域 68 的长轴移动，将对由 LMU 52, 54, 56 和 58 作出的每个 TOA 测量值具有相对较小的影响，从而导致差的 GDOP（和在图 3 的步骤 S74 中的相应的差的精确度预测）。

相反，如果来自 LMU 53、54、55 和 57 的 TOA 测量值被使用，则最后得到的 GDOP 将是好的，不管移动设备位于区域 28 和小区 30 内的哪个位置。当选择这个组的 LMU 53、54、55 和 57 时，移动设备在该区域 28 内沿任何方向移动，对由 LMU 测量的至少某些 TOA 具有相对较大的影响。对于这个组的 TOA 测量值的良好 GDOP，在图 3 的步骤 S74，变换成良好精确度确定。

现在回到图 3，一旦已经确定对于 TOA 的每个子集的精确度（例如，通过任何上述的方法），就在步骤 S76 选择具有最精确度的一个或多个子集。例如，当在步骤 S74 中的精确度确定是基于预测的 GDOP 时，在步骤 S76 选择具有最佳预测的 GDOP 的子集。

在这些实施例的一个变例中，在步骤 S76，仅仅选择 TOA 测量值的单个子集。在步骤 S78，计算对于该子集的位置估值，优选地，通过使用传统的位置估值算法来处理在选择的子集中的 TOA 测量值。在这些实施例的另一个变例中，在步骤 S76，选择 TOA 测量值的一个以上的子集。当实施这个变例时，从每个选择的子集形成初步位置估值，优选地，这是使用传统的位置估值算法进行的。这些初步位置估值然后在步骤 S78 被合并，形成最后的位置估值，这是例如通过选择初步位置估值的平均值或中值 X 和 Y 位置，使用加权平均值，或使用任何其他适当的合并技术来进行的。

可任选地，可以使用一个以上的准则来确定应当使用 TOA 测量值的哪个或哪些子集。例如，上述的预测的 GDOP 方法可以与基于 TOA 测量值的  $\sigma$  的预测精确度相组合，这是通过例如拒绝具有良好的 GDOP 和差的  $\sigma$  特性的子集，和拒绝具有良好的  $\sigma$  特性和差的 GDOP 的子集来进行的。

在替换的实施例组中，不是在计算位置估值之前预测由给定的一组 TOA 测量值得出的位置估值的精确度，而是使用子集来形成多个初步位置估值，以及随后确定对于每个这些初步位置估值的精确度。然后最好的初步位置估值被使用来形成最后的位置估值。这个方法可提供更高的精确度，但通常需要附加的处理能力。

图 5 是可以在 MLC 40 (图 2 所示的) 中实施的、用来消除差 TOA 测量值的负面影响的一个优选方法的流程图。在这个方法中，根据一个或多个初步位置估值形成最后位置估值。对于应当使用哪些特定的初步位置估值来形成最后位置估值的决定，可以如下地确定：

首先，在步骤 S80，由 LMU 得出多个 TOA 和  $\sigma$  测量值，正如以上结合图 3 实施例描述的。在步骤 S82，TOA 测量值的子集被标识（例如，3, 4, 或 5 个 TOA 测量值的子集），以及对于这些子集的每个子集形成初步位置估值（优选地使用任何传统的位置估值算法）。可任选地，TOA 测量值可以在形成子集前被预先筛选（例如，对于质量  $\sigma$ ）。

在步骤 S84，确定在步骤 S82 中形成的每个初步位置估值的精确度，正如下面描述的。在步骤 S86，选择一个或多个最好的初步位置估值。最后，在步骤 S88，在步骤 S86 中选择的初步位置估值被合并，形成最后的位置估值。

每个初步位置估值的精确度可以通过使用任何传统的精确度估值算法（例如，根据质量指示符  $\sigma$ ）而确定（在步骤 S84）。替换地，精确度可以根据估计的最坏情形路径损耗、估计的 SNR、估计的 CIR、或使用任何其他适当的方法来确定。也可以组合这些方法中的两个或多个。

预测每个初步位置估值的精确度的另一个方法是通过使用已知的地形信息作为对于三维（3D）位置算法的输出的真实性检验。在这个方法中，对照该区域的已知地形来检验在 3D 空间中计算的位置（例如，通过把四个或多个 TOA 测量值馈送到传统的 3D 位置

算法，诸如在 Torrieri 的文章中描述的算法)。这个已知的地形优选地以可被 MLC 40 (图 2 上显示的) 访问的适当格式被预先存储。无论何时 3D 定位算法产生不可能的回答，都将低的精确度分配给该回答。例如，如果在 3D 空间中计算的位置具有零英尺的高度，而那个位置位于 2000 英尺高的山下面，则计算的位置将接受低精确度的等级。或如果计算的位置是在玉米地的地面上方 100 英尺 (以及不在飞行路径上)，则计算的位置将接受低精确度的等级。

预测每个初步位置估值的精确度的另一个方法是通过确定对于每个初步位置估值的溶液几何的 GDOP。这可以通过把每个初步位置估值与作出该 TOA 测量值的 LMU 的位置进行比较而被完成，其中该考虑中的初步位置估值是基于该 TOA 测量值的。

例如，在图 6 上，如果在点 64 处的初步位置估值是根据从 LMU51, 52, 53 和 54 得出的 TOA 测量值形成的，则对于该初步位置估值 64 的 GDOP 将是差的 (由于所有的 LMU 51-54 位于相对计算的位置 64 的相对小的角度跨度内)。这个差的 GDOP 在图 5 的步骤 S84 变换成差的精确度确定。相反，如果在点 65 处的初步位置估值是根据从 LMU53, 55, 56 和 58 得出的 TOA 测量值形成的，则对于该初步位置估值 65 的 GDOP 将是好的 (由于 LMU 53, 55, 56 和 58 包围计算的位置 65)。这个良好的 GDOP 在图 5 的步骤 S84 变换成良好的精确度确定。

现在回到图 5，一旦已经确定对于每个初步位置估值的精确度 (例如，通过任何上述的方法)，就在步骤 S86 选择具有最好的精确度的一个或多个初步位置估值。例如，当在步骤 S84 中的精确度确定是基于预测的 GDOP 时，选择具有最好的 GDOP 的初步位置估值。

当在步骤 S86，仅仅选择单个初步位置估值时，在步骤 S88，仅仅根据所述单个初步位置估值形成最后的位置估值，优选地，这通过使用任何传统的位置估值算法来进行。

在替换的实施例中，在步骤 S86，可以选择一个以上的初步位置估值。例如，如果在步骤 S84 中的精确度确定是基于预测的 GDOP，则可以选择具有三个最好的 GDOP 的初步位置估值。在步骤 S88，被选择的初步位置估值例如通过计算平均值或中值的 X 和 Y 位置而被合并。可任选地，被使用来计算平均值的初步位置估值可以根据对于每个初步位置估值的计算的精确度，或根据被使用来形成每个估值的 TOA 的质量，而被加权。可任选地，与大部分选择的初步位置估值不一致的所有初步位置估值可以被丢弃。不一致性可以通过使用任何适当的技术来确定，例如包括找出适合于绝大多数（例如， $\geq 75\%$ ）的位置估值的最小的区域，和排除位于该区域以外的所有的初步位置估值。可任选地，可以对最后位置估值执行 3D 真实性检验（类似于上述结合初步位置估值所进行的 3D 真实性检验）。也可以执行根据多个初步位置估值产生最后的位置估值的其他的替换方法。

在计算最后的位置估值后，最后的位置估值由 MLC 40（图 2 上显示的）输出。

当初步位置估值是基于四个或更多的 TOA 测量值时，传统的 Taylor 搜索算法（例如，正如在 Torrieri 文章中描述的）是开放式估值算法。这种类型的开放式算法通常通过对于移动设备的位置作出在当前服务于移动设备的小区的中心的初始猜测而被初始化。不幸地，这个初始猜测可能离移动设备的真实位置足够远，使得该算法收敛于局部最小值，而不是该移动设备的真实的位置。

位置估值算法的精确度可以通过使用不同的初始位置猜测来进行算法初始化，而被改进。具体地，初始位置猜测可以通过馈送三个 TOA 测量值到传统的 Taylor 搜索算法而被选择（当只涉及到三个 TOA 测量值时，该算法是闭式最小平方估值算法）。优选地，被使用来形成这个初始位置猜测的三个 TOA 测量值是根据预定的准则来选择的，所述准则是诸如质量（ $\sigma$ ）、SNR、CIR、或基站选择算法。替换地，被使用来形成这个初始位置猜测的三个 TOA 测

量值可随机地选择。最后得到的闭式初始位置猜测然后被使用来初始化开放式算法（它使用四个或更多的 TOA 来形成位置估值）。这种组合闭式/开放式方法改进了所述搜索算法的收敛时间，以及减小了使该算法收敛到局部最小值的或然率。另外，附加的 TOA 在基于仅三个 TOA 测量值的位置估值上提供了更高的精确度。

通过使用上述的技术，最终得到的估值的精确度可以有利地被改进。

虽然上述的算法是结合上行链路系统的环境进行说明的，但它们也可被使用于下行链路系统，正如本领域技术人员显而易见的。在下行链路系统中，固定站优选地是位于移动设备附近的基站(BTS)。图 7 是这样的下行链路系统的例子，其中多个 BTS 151-157 中的每个发送的信号被移动设备 120 接收。正如在上行链路系统中那样，虽然显示七个 BTS，但可以使用大于 4 的任何数目。移动设备 120 确定从 BTS 到达的每个信号的 TOA 和  $\sigma$ ，以及把对于这些信号的 TOA 测量值 TOA1-TOA7 连同对于 TOA 测量值的  $\sigma$  一起报告到 MLC 150。辅助接收机 161, 162 也接收来自 BTS 151-157 的信号，以及在接收机 161, 162 处的信号到达时间测量值也被确定。这些到达时间 TOA\*1-TOA\*7 也被发送到 MLC 150。MLC 150 使用 TOA\*1-TOA\*7 和每个 BTS 151-157 的已知位置，补偿 BTS 151-157 的传输帧的任何不同步。MLC 150 然后根据从移动设备 120 接收的 TOA 测量值 TOA1-TOA7 确定移动设备 120 的位置估值，优选地，使用上述的算法。

虽然上述的优选实施例是结合无线网的定位业务（例如，蜂窝电话）进行说明的，但本发明也可被使用来在其他环境下实施定位业务。例如，上述的算法可被使用于声纳系统中以定位水下设备。而且，虽然本发明是结合上述的优选实施例进行说明的，但应当看到，对于这些实施例可以作出各种改变，以及各种等价物可以替换，而不背离本发明的精神和范围，正如本领域技术人员将会看到的。

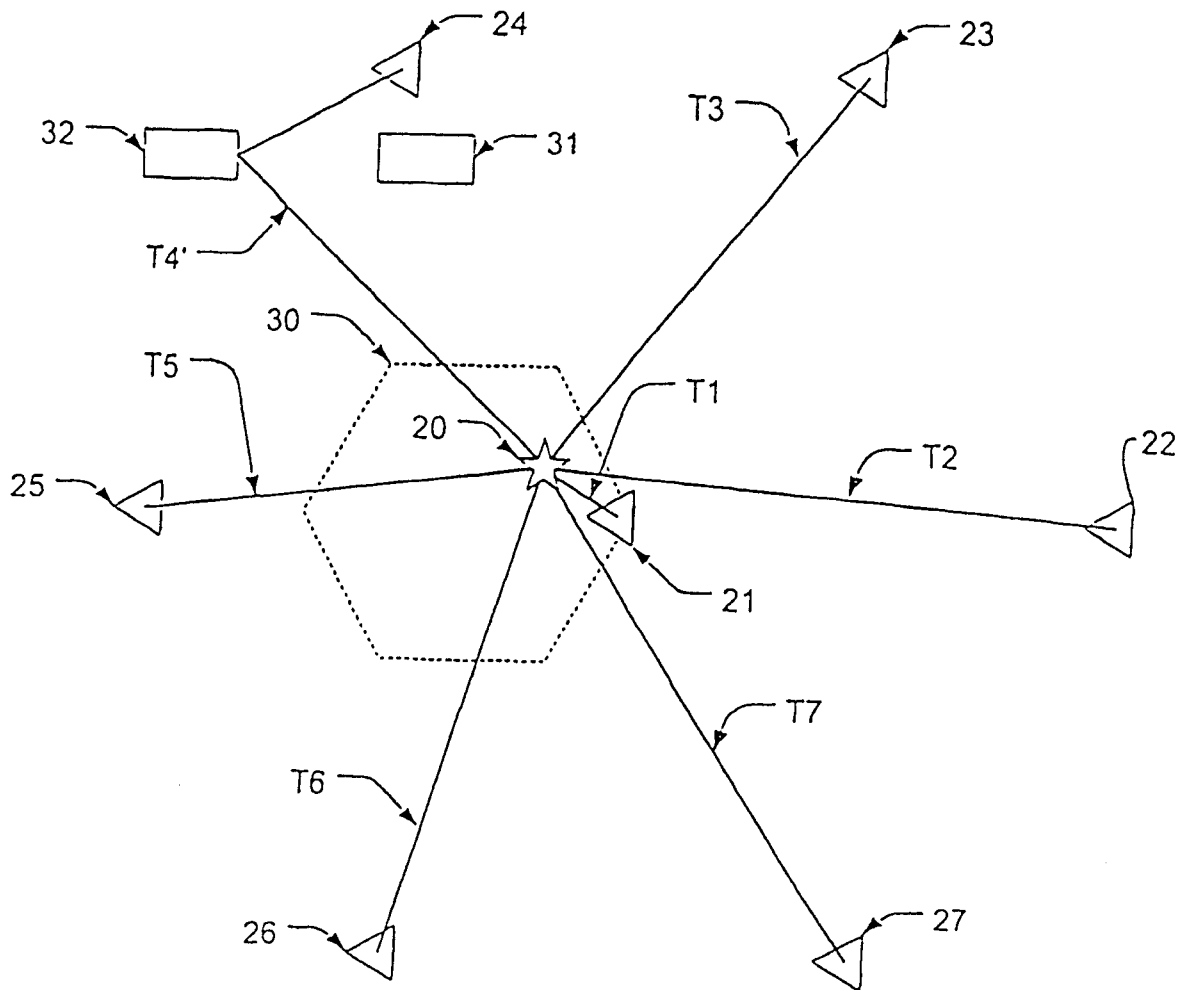


图 1



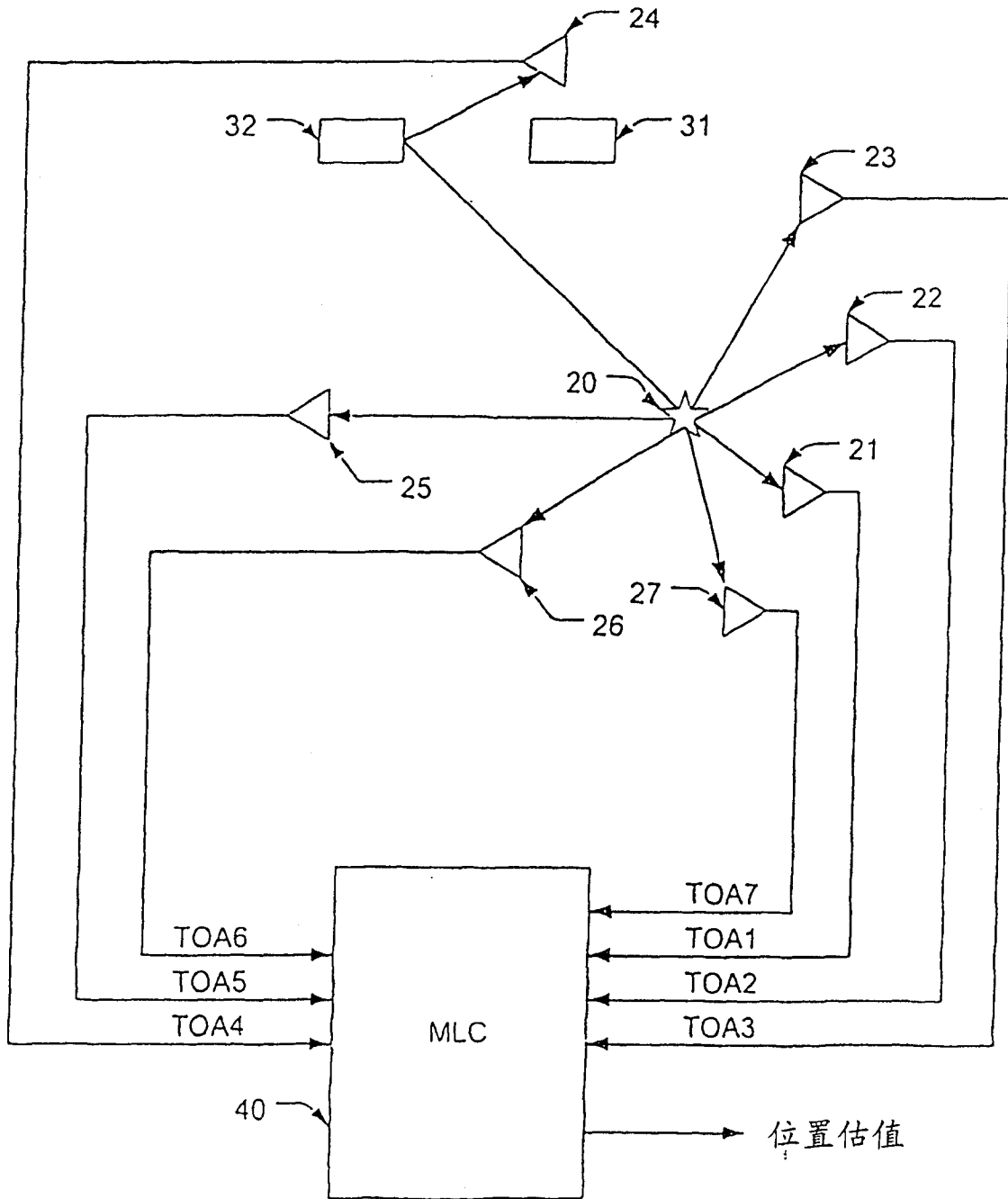


图 2

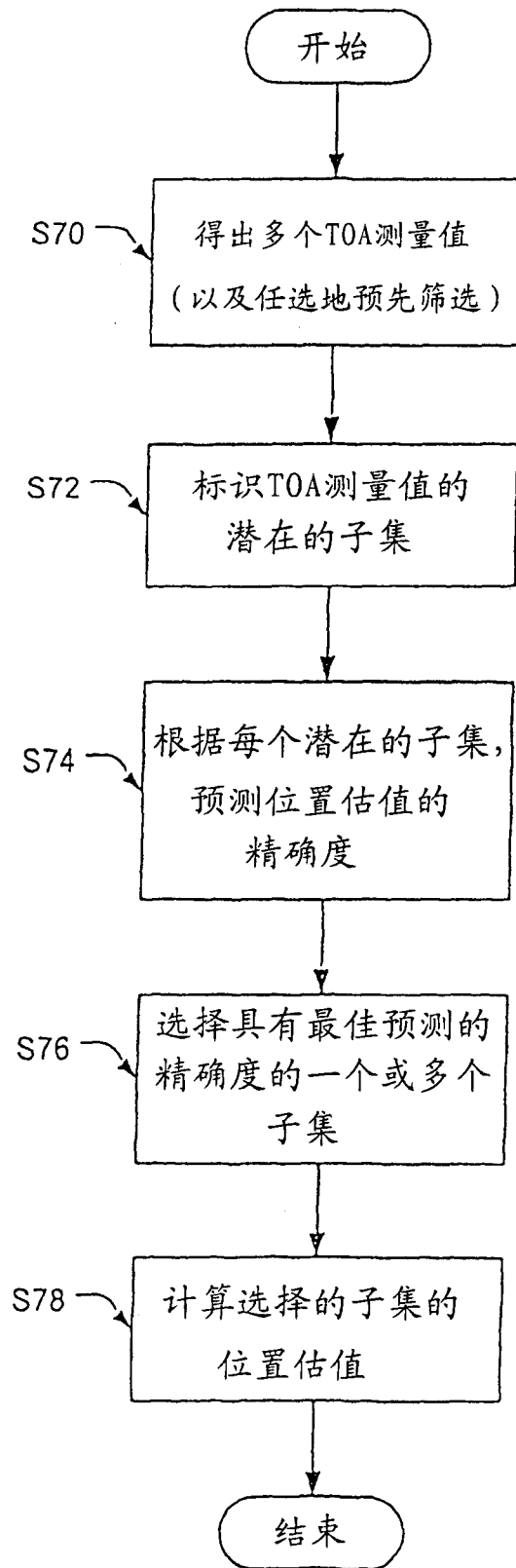


图 3

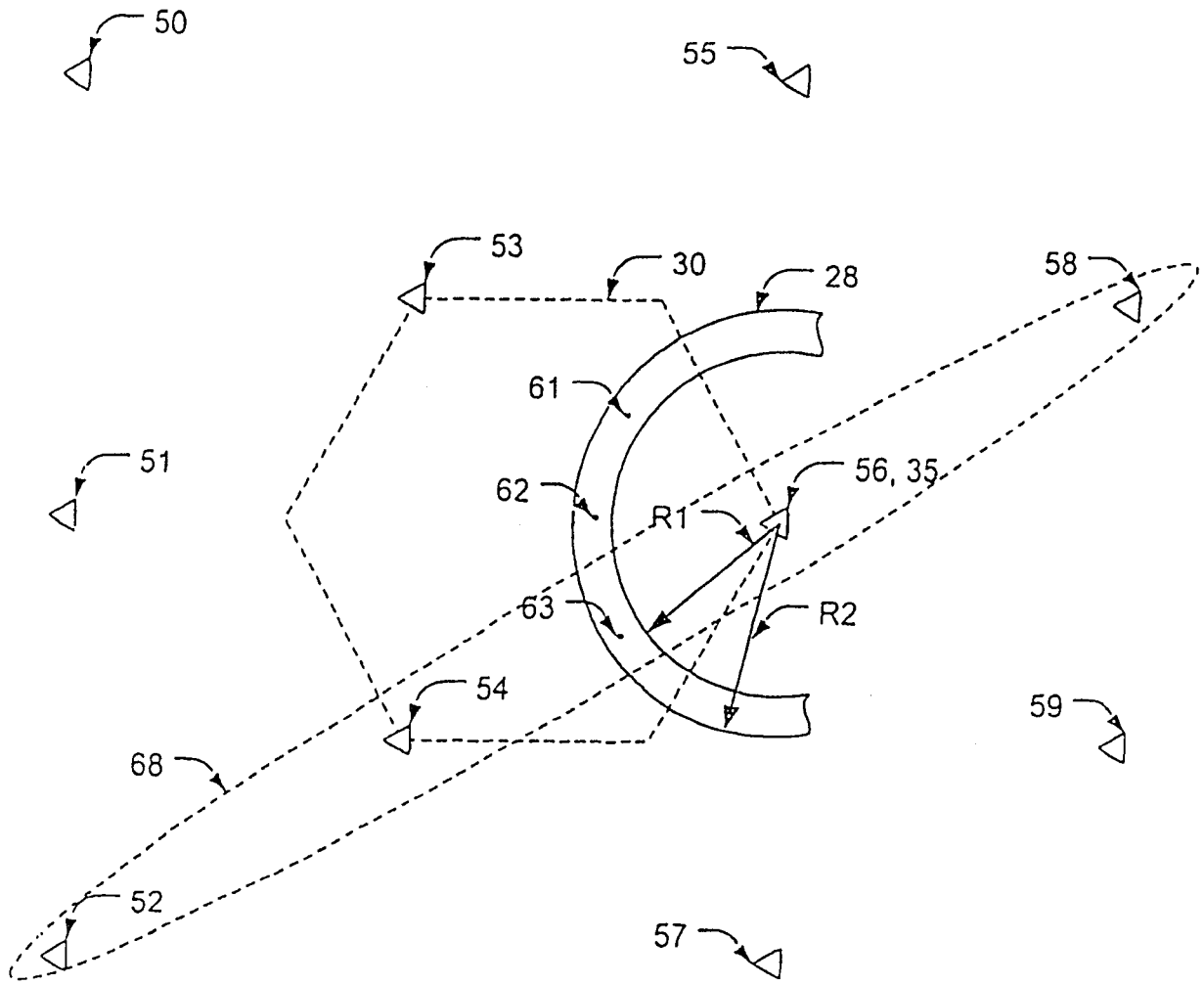


图 4

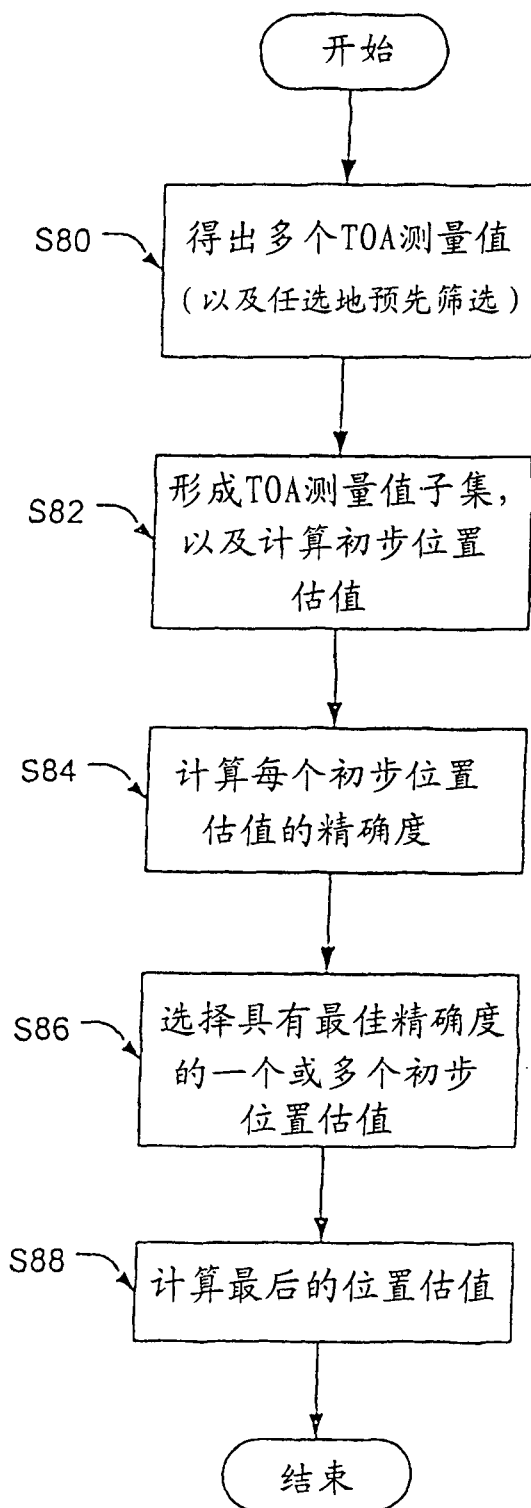


图 5

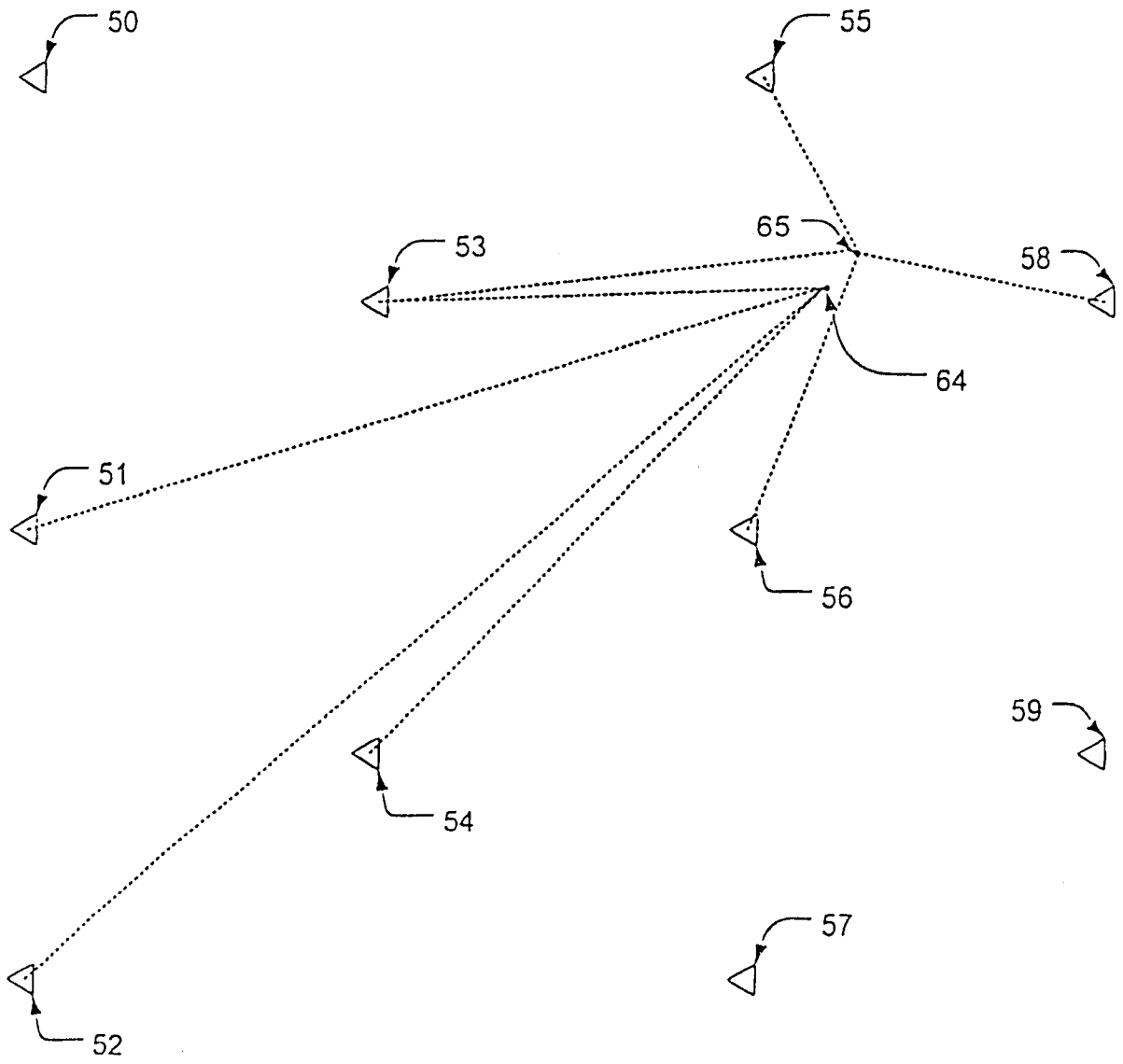


图 6

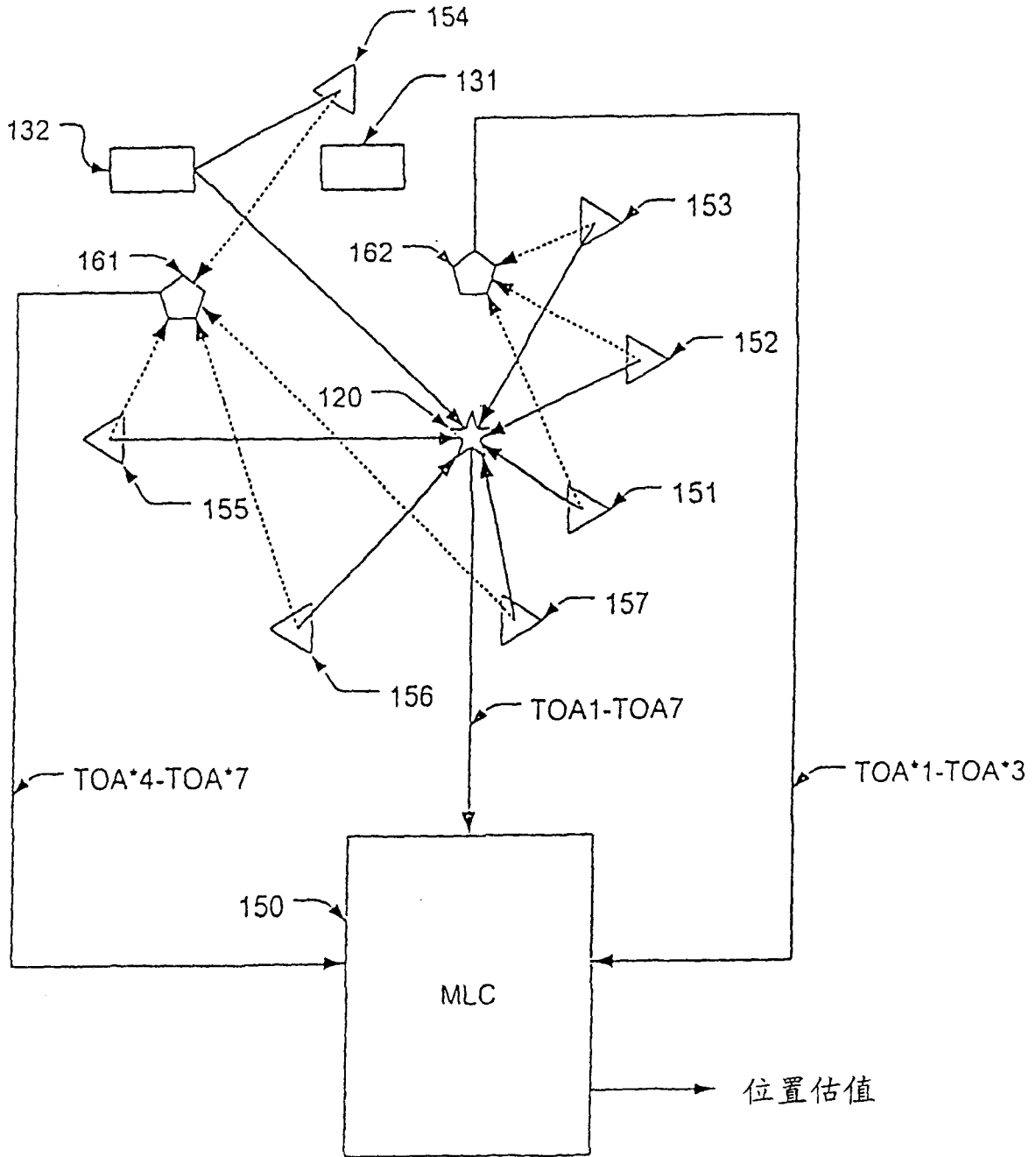


图 7