

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[51] Int. Cl.
G01S 5/14 (2006.01)
G01S 1/04 (2006.01)

[21] 申请号 200810057960.6

[43] 公开日 2008 年 8 月 6 日

[11] 公开号 CN 101236244A

[22] 申请日 2008.2.21

[21] 申请号 200810057960.6

[71] 申请人 当代天启技术（北京）有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地东路 1 号院
鹏寰国际大厦 501

[72] 发明人 徐 涛 王 瑞

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
代理人 许 静

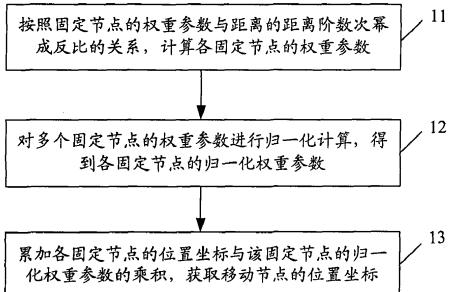
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 1 页

[54] 发明名称

无线定位方法、装置及系统

[57] 摘要

本发明提供了无线定位方法、装置及系统。所述方法包括步骤：A，根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；B，对多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；C，累加所述多个固定节点中各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。按照本发明所述方法、装置及系统，可以提高定位结果的精度。



1. 一种无线定位方法，其特征在于，包括以下步骤：

A，根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；

B，对多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

C，累加所述多个固定节点中各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

所述步骤 A 中，进一步根据固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，获取所述权重参数。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述步骤 C 中，

当计算移动节点的平面位置坐标时，所述多个固定节点中固定节点 i 的平面位置坐标为 (x_i, y_i) ，则所述移动节点的平面位置坐标 (x_u, y_u) 为：

$$x_u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad y_u = \sum_{i=1}^n \omega_i y_i;$$

当计算移动节点的三维空间位置坐标时，所述多个固定节点中固定节点 i 的三维空间位置坐标为 (x_i, y_i, z_i) ，则所述移动节点的三维空间位置坐标 (x_u, y_u, z_u) 为：

$$x_u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad y_u = \sum_{i=1}^n \omega_i y_i, \quad z_u = \sum_{i=1}^n \omega_i z_i$$

其中， ω_i 表示所述多个固定节点中固定节点 i 的归一化权重参数， n 表示所述多个固定节点所包括的固定节点的数量。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，移动节点发送无线信号，固定节点接收移动节点发送的无线信号，所述距离是根据固定节点接收到的所述无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算得到的。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处；

所述多个固定节点是按照以下方式选择出的：

确定接收到最大强度的所述无线信号的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述多个固定节点是 3 个以上的固定节点，所述预定条件为固定节点接收到的所述无线信号的强度大于预定值。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，各固定节点均发送相同发射功率的无线信号，移动节点接收固定节点发送的所述无线信号，所述距离是根据移动节点接收到的固定节点发出的无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算得到的。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处；

所述多个固定节点是按照以下方式选择出的：

确定移动节点接收到的最大强度的所述无线信号所对应的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述多个固定节点是 3 个以上的固定节点，所述预定条件为移动节点接收到的所述无线信号的强度大于预定值。

10. 一种无线定位装置，其特征在于，包括：

权重参数获取单元，用于根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；

权重参数归一化单元，用于对多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

位置坐标获取单元，用于累加所述多个固定节点中各固定节点的位置坐标

与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

11. 如权利要去 10 所述的装置，其特征在于，

所述权重参数获取单元，进一步用于根据固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，获取所述权重参数。

12. 如权利要去 10 所述的装置，其特征在于，还包括：

固定节点选择单元，用于按照预定选择算法，选择出多个固定节点；

测距单元，用于计算所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点与移动节点之间的距离；

所述权重参数归一化单元，进一步用于对所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

所述位置坐标获取单元，进一步用于累加所述固定节点选择单元选择出的各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

13. 如权利要去 12 所述的装置，其特征在于，

所述测距单元，进一步用于根据固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的信号强度，或根据移动节点接收到的固定节点发送的无线信号的信号强度，按照 Friis 公式计算所述距离。

14. 一种无线定位系统，包括：多个位置已知的固定节点、位置待定的移动节点，和无线定位装置，其特征在于，

所述无线定位装置包括：

固定节点选择单元，用于按照预定选择算法，选择出多个固定节点；

测距单元，用于计算所述固定节点选择单元选择出的各固定节点与移动节点之间的距离；

权重参数获取单元，用于根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；

所述权重参数归一化单元，用于对所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

所述位置坐标获取单元，进一步用于累加所述固定节点选择单元选择出的各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

15. 如权利要去 14 所述的无线定位系统，其特征在于，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，且所述固定节点接收移动节点发送的无线信号；

所述固定节点选择单元，进一步用于确定接收到最大强度的所述无线信号的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；

所述测距单元，进一步用于根据固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的信号强度，按照 Friis 公式计算所述距离。

16. 如权利要去 14 所述的无线定位系统，其特征在于，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，且各固定节点均发送相同发射功率的无线信号，移动节点接收固定节点发送的所述无线信号；

所述固定节点选择单元，进一步用于确定所述移动节点接收到的最大强度的所述无线信号所对应的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；

所述测距单元，进一步用于根据所述移动节点接收到固定发送的无线信号的信号强度，按照 Friis 公式计算所述距离。

17. 如权利要去 14 所述的无线定位系统，其特征在于，所述无线定位装置设置在固定节点、移动节点或计算服务器中。

无线定位方法、装置及系统

技术领域

本发明涉及一种定位技术领域，具体涉及一种无线定位方法、无线定位装置和无线定位系统。

背景技术

无线定位系统可以通过无线信号对人员和物体的位置进行检测。全球定位系统（GPS，Global Position System）是目前应用得最广泛最成熟的定位系统。它通过授时和测距对用户节点进行定位，具有定位精度高、实时性好、抗干扰能力强等优点。但是 GPS 定位适用于无遮挡的室外环境，用户节点通常比较复杂，成本也比较高，这使得它并不适合于低成本的室内定位方案。

一般的室内定位系统是通过在室内布置一定数量的固定节点，收集移动节点的相关信息，通过运算得到移动节点的位置。按照定位结果的性质，可把定位分为符号定位和坐标定位。符号定位只是说明一个空间范围，比如某个房间内；坐标定位则需要给出具体的物理坐标，如平面坐标或三维空间坐标。一般可以认为符号定位更粗略一些。进行定位计算，需要以所述固定节点和移动节点之间的距离值为基础，用来进行测距计算的方法有：信号到达时间、信号到达时间差、信号到达角度和接收信号强度指示（RSSI，Received Signal Strength Indicator）等。其中基于接收信号强度 RSSI 的测距技术具有成本低、所需设备少、适用距离远、易获取的特点，更适合于低能耗、低成本的室内定位方案。下面以 RSSI 为例，对测距技术作一简要说明。

根据电磁波传播的弗里斯（Friis）传播模型，可以得到信号强度与接收机和发射机之间的距离关系的表达式，这里称作 Friis 公式，该公式的一种表达形式是：

$$P(r) = P(r_0) - 10\alpha \log(r/r_0) \quad (1)$$

上式中， $P(r)$ 是一给定节点接收到的无线信号的对数功率，该给定节点与

一给定发射机（固定节点）的距离为 r ； r_0 是事先取好的相对发射机的参考距离； $P(r_0)$ 是距离发射机为参考距离处接收到的无线信号对数功率；参数 α 是路径损耗指数。

更进一步地，如果考虑穿墙的信号衰减，有如下的经验公式：

$$P(r) = P(r_0) - 10\alpha \log(r/r_0) - l \cdot WAF \quad (2)$$

其中， l 是发射机和接收机之间所隔墙的数目； WAF 是隔墙衰减因子。

从以上公式可以看出， $P(r)$ 和 r 之间具有一一映射关系，在 $P(r)$ 、 $P(r_0)$ 、 r_0 和 α 等参数已知的情况下，通过 $P(r)$ 就可以获得距离值 r 。另外，Friis 公式有多种表达形式，可以根据不同的应用条件做等价变换。

在获得移动节点到多个固定节点的距离值后，根据距离参数，使用定位算法可获得移动节点的位置。目前的一些定位算法有三边测量法、最大似然估计法和质心定位算法等。

其中，三边测量法首先是根据上述的公式 (1)，计算得到三个固定节点与移动节点之间的距离参数 $r_i, i=1,2,3$ 。假设三个固定节点的坐标为 $(x_i, y_i), i=1,2,3$ ，移动节点的待定坐标为 (x_u, y_u) ，三个固定节点与移动节点之间的距离为 $r_i, i=1,2,3$ 。由勾股定理，可以得到

$$(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 = r_i^2, \quad \text{对 } i=1,2,3 \quad (3)$$

消去未知元的二次项，得到关于 x_u 和 y_u 的线性方程：

$$\begin{cases} (x_1 - x_u)^2 - (x_3 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 - (y_3 - y_u)^2 = r_1^2 - r_3^2 \\ (x_2 - x_u)^2 - (x_3 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2 - (y_3 - y_u)^2 = r_2^2 - r_3^2 \end{cases} \quad (4)$$

整理得：

$$\begin{cases} 2(x_3 - x_1)x_u + 2(y_3 - y_1)y_u = (r_1^2 - r_3^2) - (x_1^2 - x_3^2) - (y_1^2 - y_3^2) \\ 2(x_3 - x_2)x_u + 2(y_3 - y_2)y_u = (r_2^2 - r_3^2) - (x_2^2 - x_3^2) - (y_2^2 - y_3^2) \end{cases} \quad (5)$$

写成线性矩阵形式就是：

$$2 \begin{pmatrix} x_3 - x_1 & y_3 - y_1 \\ x_3 - x_2 & y_3 - y_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_u \\ y_u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (r_1^2 - r_3^2) - (x_1^2 - x_3^2) - (y_1^2 - y_3^2) \\ (r_2^2 - r_3^2) - (x_2^2 - x_3^2) - (y_2^2 - y_3^2) \end{pmatrix} \quad (6)$$

上式中，等号最左侧矩阵与右侧向量均为已知，从而可计算得到移动节点的位置坐标。

由于无线信号本身的不稳定，以及环境条件的复杂，造成基于 RSSI 值计

算得到的固定节点和移动节点之间的距离值的误差较大，因而导致基于误差较大的距离值求出的移动节点的位置坐标的结果也有较大误差。

最大似然估计法 (Maximum Likelihood Estimation) 定位，是通过多个，通常是 4 个以上，固定节点与移动节点之间的距离来计算移动节点的坐标，采用较多的固定节点，以提供冗余信息，减小误差：

假设已知 n 个固定节点的坐标为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)$ ，它们到移动节点 M 的距离分别为 $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ ，移动节点的未知坐标为 (x_u, y_u) ，那么可以得到下面关系式 (n 个方程)：

$$(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 = r_i^2, \quad \text{对 } i=1,2,3,\dots,n \quad (7)$$

从第一个方程开始，每个方程分别减去最后一个方程，得：

$$\begin{cases} (x_1 - x_u)^2 - (x_n - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 - (y_n - y_u)^2 = r_1^2 - r_n^2 \\ \vdots \\ (x_{n-1} - x_u)^2 - (x_n - x_u)^2 + (y_{n-1} - y_u)^2 - (y_n - y_u)^2 = r_{n-1}^2 - r_n^2 \end{cases} \quad (8)$$

整理得：

$$\begin{cases} 2(x_n - x_1)x_u + 2(y_n - y_1)y_u = (r_1^2 - r_n^2) - (x_1^2 - x_n^2) - (y_1^2 - y_n^2) \\ \vdots \\ 2(x_n - x_{n-1})x_u + 2(y_n - y_{n-1})y_u = (r_{n-1}^2 - r_n^2) - (x_{n-1}^2 - x_n^2) - (y_{n-1}^2 - y_n^2) \end{cases} \quad (9)$$

写成线性矩阵形式就是：

$$2 \begin{pmatrix} x_n - x_1 & y_n - y_1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n - x_{n-1} & y_n - y_{n-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_u \\ y_u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (r_1^2 - r_n^2) - (x_1^2 - x_n^2) - (y_1^2 - y_n^2) \\ \vdots \\ (r_{n-1}^2 - r_n^2) - (x_{n-1}^2 - x_n^2) - (y_{n-1}^2 - y_n^2) \end{pmatrix} \quad (10)$$

把上式简记为： $AX = b$ ，

$$A = \begin{pmatrix} 2(x_n - x_1) & 2(y_n - y_1) \\ \vdots & \vdots \\ 2(x_n - x_{n-1}) & 2(y_n - y_{n-1}) \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} (r_1^2 - r_n^2) - (x_1^2 - x_n^2) - (y_1^2 - y_n^2) \\ \vdots \\ (r_{n-1}^2 - r_n^2) - (x_{n-1}^2 - x_n^2) - (y_{n-1}^2 - y_n^2) \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x_u \\ y_u \end{pmatrix}$$

其中，按照最小二乘原理，我们可以通过计算 $\|Ax - b\|_2$ 的最小值来得到未知坐标 (x_u, y_u) 的最优解。因此只需求 $\|Ax - b\|_2^2$ 的最小值。

$$\|Ax - b\|_2^2 = (AX - b)^T(AX - b) = X^T A^T AX - 2(X^T A^T b) + b^T b \quad (11)$$

若要上面 (11) 式取值最小，需其梯度为 0，亦即

$$2A^TAX - 2A^Tb = 0 \Leftrightarrow A^TAX = A^Tb \quad (12)$$

当矩阵 A 为满秩的情形时，方程 (11) 有唯一解。由此得到移动节点的坐标为：

$$X = (A^T A)^{-1} A^T b \quad (13)$$

采用最小二乘原理，从移动节点的角度看来，近处的固定节点数据的误差与远处节点数据的误差对于最后结果造成的影响是相同的。但是，由于无线信道本身的特性，远处的信号强度波动比近处的信号强度的波动要大，因此，远处的固定节点的距离误差也就较大。最终由于远处节点的信号波动，造成最后定位结果的波动（误差）也就较大。在实践中，为了避免这种现象，一般要求采用较多的固定节点参与计算。但受限于计算的复杂度，一般选取 $n=4$ ，即 4 个固定节点的数据来进行计算，此时，这种方法还是不能有效地利用收集到的更多数据，以减小误差。

质心定位算法：多边形的几何中心称为质心，多边形顶点坐标的平均值就是质心节点的坐标。质心定位算法首先确定移动节点所在的区域，然后计算这个区域的质心，并将其作为移动节点的位置。

在质心定位算法中，固定节点周期性地向邻近节点广播信标分组，信标分组中包含固定节点的标识号和位置信息。当移动节点收到来自不同固定节点的信标分组数量超过某一个门限或一定时间后，就确定自身位置为这些固定节点所组成的多边形的质心。

质心定位算法完全依赖于网络连通性，在有区域性固定节点通信故障时，将会严重影响定位结果。并且，质心算法假定固定节点都拥有理想的球形无线信号传播模型，而实际上无线信号的传播模型并非如此，通过实际测量得到的无线信号传播强度的等高线，与理想的球形模型有很大差别。采用区域的质心作为实际位置本身就是一种估计，这种估计的精确度与固定节点的密度及分布有很大关系，密度越大，分布越均匀，定位精度越高，因此对于固定节点的部署有较高的要求。另外，在可布点区域不规则或者移动节点接近布点区域边界时，定位结果误差较大。

以上简单介绍了现有技术中的几种定位方法，可以看出，由于无线信号本身特性以及实际传输环境的影响，计算得到的固定节点与移动节点之间的距离

都存在误差，该误差对定位结果有很大影响，并且该误差随着距离的增大而增大，因此，距离远近不同的固定节点对定位结果有着不同程度的影响，距离越远的固定节点，其距离误差越大，该固定节点的坐标在定位计算中给定位结果带来的误差也就越大。而现有技术的定位方法，不能在定位计算过程中减少误差，或者不能在定位计算中有效地考虑到距离不同的固定节点对定位结果有不同的影响。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种无线定位方法、无线定位装置和无线定位系统，在定位计算中根据固定节点与移动节点之间的距离，设置各固定节点在定位计算中的权重，从而有效地根据距离远近不同，调整各固定节点对定位结果的影响，提高定位结果的精度。

为解决上述技术问题，本发明提供方案如下：

一种无线定位方法，包括以下步骤：

A，根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；

B，对多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

C，累加所述多个固定节点中各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

本发明所述的方法，其中，所述步骤A中，进一步根据固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，获取所述权重参数。

本发明所述的方法，其中，所述步骤C中，

当计算移动节点的平面位置坐标时，所述多个固定节点中固定节点*i*的平面位置坐标为(x_i, y_i)，则所述移动节点的平面位置坐标(x_u, y_u)为：

$$x_u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad y_u = \sum_{i=1}^n \omega_i y_i;$$

当计算移动节点的三维空间位置坐标时，所述多个固定节点中固定节点*i*的三维空间位置坐标为(x_i, y_i, z_i)，则所述移动节点的三维空间位置坐标

(x_u, y_u, z_u) 为：

$$x_u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad y_u = \sum_{i=1}^n \omega_i y_i, \quad z_u = \sum_{i=1}^n \omega_i z_i$$

其中， ω_i 表示所述多个固定节点中固定节点 i 的归一化权重参数， n 表示所述多个固定节点所包括的固定节点的数量。

本发明所述的方法，其中，移动节点发送无线信号，固定节点接收移动节点发送的无线信号，所述距离是根据固定节点接收到的所述无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算得到的。

本发明所述的方法，其中，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处；

所述多个固定节点是按照以下方式选择出的：

确定接收到最大强度的所述无线信号的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点。

本发明所述的方法，其中，所述多个固定节点是 3 个以上的固定节点，所述预定条件为固定节点接收到的所述无线信号的强度大于预定值。

本发明所述的方法，其中，各固定节点均发送相同发射功率的无线信号，移动节点接收固定节点发送的所述无线信号，所述距离是根据移动节点接收到的固定节点发出的无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算得到的。

本发明所述的方法，其中，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处；

所述多个固定节点是按照以下方式选择出的：

确定移动节点接收到的最大强度的所述无线信号所对应的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点。

本发明所述的方法，其中，所述多个固定节点是 3 个以上的固定节点，所

述预定条件为移动节点接收到的所述无线信号的强度大于预定值。

本发明还提供了一种无线定位装置，包括：

权重参数获取单元，用于根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；

权重参数归一化单元，用于对多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

位置坐标获取单元，用于累加所述多个固定节点中各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

本发明所述的装置，其中，所述权重参数获取单元，进一步用于根据固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，获取所述权重参数。

本发明所述的装置，其中，还包括：

固定节点选择单元，用于按照预定选择算法，选择出多个固定节点；

测距单元，用于计算所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点与移动节点之间的距离；

所述权重参数归一化单元，进一步用于对所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

所述位置坐标获取单元，进一步用于累加所述固定节点选择单元选择出的各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

本发明所述的装置，其中，所述测距单元，进一步用于根据固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的信号强度，或根据移动节点接收到的固定节点发送的无线信号的信号强度，按照 Friis 公式计算所述距离。

本发明还提供了一种无线定位系统，包括：多个位置已知的固定节点、位置待定的移动节点，和无线定位装置，

所述无线定位装置包括：

固定节点选择单元，用于按照预定选择算法，选择出多个固定节点；

测距单元，用于计算所述固定节点选择单元选择出的各固定节点与移动节点之间的距离；

权重参数获取单元，用于根据固定节点与移动节点之间的距离，获取该固定节点的权重参数，其中，所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小；

所述权重参数归一化单元，用于对所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

所述位置坐标获取单元，进一步用于累加所述固定节点选择单元选择出的各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

本发明所述的无线定位系统，其中，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，且所述固定节点接收移动节点发送的无线信号；

所述固定节点选择单元，进一步用于确定接收到最大强度的所述无线信号的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；

所述测距单元，进一步用于根据固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的信号强度，按照 Friis 公式计算所述距离。

本发明所述的无线定位系统，其中，所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，且各固定节点均发送相同发射功率的无线信号，移动节点接收固定节点发送的所述无线信号；

所述固定节点选择单元，进一步用于确定所述移动节点接收到的最大强度的所述无线信号所对应的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；

所述测距单元，进一步用于根据所述移动节点接收到固定发送的无线信号的信号强度，按照 Friis 公式计算所述距离。

本发明所述的无线定位系统，其中，所述无线定位装置设置在固定节点、移动节点或计算服务器中。

从以上所述可以看出，本发明提供的无线定位方法、无线定位装置和无线定位系统，考虑到距离远近不同的固定节点对移动节点的定位结果有不同程度的影响，因而在定位计算中，设置一个与距离对应的权重值，减小距离较远的固定节点在定位计算中的权重，从而提高了定位精度。并且，本发明实施例中，还根据 RSSI 值最大的固定节点的位置，选择合适的固定节点用于定位计算，进一步提高了定位结果的精度。最后，本发明实施例中，由于无需进行复杂的矩阵计算，因而其计算复杂度低，且本发明实施例对固定节点的部署的要求低，实现较为简单，

附图说明

图 1 为本发明第一实施例所述无线定位方法的流程图；

图 2 为本发明第一实施例所述无线定位装置的结构示意图。

具体实施方式

本发明根据固定节点和移动节点之间的距离，为固定节点设置一个权重，在定位计算中考虑该固定节点的权重，从而有效地根据距离远近不同，调整各固定节点对定位结果的影响，提高定位结果的精度。以下结合附图通过具体实施例对本发明作进一步说明。

<第一实施例>

本实施例提出了一种基于距离加权的无线定位方法，如图 1 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 11，根据固定节点与移动节点之间的距离，按照固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，计算得到该固定节点的权重参数。

假设已经获取到移动节点到 n 个固定节点的距离，例如，根据接收到的无线信号的强度 RSSI 值，通过 Friis 公式，计算得到了所述距离。这里，假设这 n 个固定节点的位置坐标分别为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)$ ，它们到移动节

点 M 的距离分别为 $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$, n 一般取值 3 以上(包括 3)。可以按照下述公式将距离值转化为权重参数:

$$\rho_i = \frac{1}{r_i^k}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

其中, ρ_i 表示固定节点 i 的权重参数; k 为距离阶数, 根据具体环境确定, 一般取 k 为 3, 3.5, 4 或者 5。

上式中, 等号右边分式的分子也可以为其它正数, 例如 1.2, 2 或 0.8 等。在具体应用环境, 可通过实际测量结果, 对所述分子和距离阶数进行适当的调整, 使之更好地符合当前应用环境。

步骤 12, 对上述 n 个固定节点的权重参数进行归一化计算, 得到各固定节点的归一化权重参数。具体的可以按照下述公式计算固定节点 i 的归一化权重参数 ω_i :

$$sum = \sum_{i=1}^n \rho_i, \quad \omega_i = \frac{\rho_i}{sum}$$

步骤 13, 累加所述 n 个固定节点中各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积, 获取移动节点的位置坐标 (x_u, y_u) , 即:

$$x_u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad y_u = \sum_{i=1}^n \omega_i y_i$$

上述 n 个固定节点和移动节点的位置坐标是包括 x 、 y 方向的平面位置坐标。上述基于距离加权的无线定位方法, 对于三维空间的包括 x 、 y 和 z 方向三维空间坐标同样适用, 即当固定节点的位置坐标为 (x_i, y_i, z_i) , $i = 1, 2, \dots, n$ 时, 移动节点的位置坐标 (x_u, y_u, z_u) 可根据下述公式计算得到:

$$x_u = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad y_u = \sum_{i=1}^n \omega_i y_i, \quad z_u = \sum_{i=1}^n \omega_i z_i$$

从以上所述可以看出, 本实施例中, 所述权重参数(或归一化权重参数)随着距离的增加而减小。从而, 在定位计算中, 通过权重参数, 调整距离远近不同的固定节点的位置坐标对最终定位结果的影响, 从而减小了定位结果的误差, 提高了定位精度。

基于上述无线定位方法, 本实施例中相应地提供了一种无线定位装置。如

图2所示，该无线定位装置200，具体包括：

权重参数获取单元21，用于根据固定节点与移动节点之间的距离，按照固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，计算得到该固定节点的权重参数；

权重参数归一化单元22，用于对多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

位置坐标获取单元23，用于累加所述多个固定节点中各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。这里，位置坐标获取单元23可以事先保存各固定节点的位置坐标信息。

这里，所述权重参数获取单元21，进一步用于根据公式 $\rho_i = \frac{1}{r_i^k}$ ，计算固定

节点*i*的权重参数 ρ_i ，其中， r_i 表示所述移动节点与固定节点*i*之间的距离， k 为预先设定的距离阶数；所述权重参数归一化单元，进一步用于根据公式

$$\omega_i = \frac{\rho_i}{\sum_{i=1}^n \rho_i}, i = 1, 2, \dots, n,$$

计算所述多个固定节点中固定节点*i*的归一化权重参数 ω_i 。

其中， ρ_i 表示固定节点*i*的权重参数， n 表示所述多个固定节点所包括的固定节点的数量。

<第二实施例>

本实施例提出了一种无线定位系统、无线定位方法及装置。本实施例所述系统包括：位置待定的移动节点，位置已知的固定节点和无线定位装置。其中，各固定节点的位置坐标信息可以事先保存在无线定位装置或其他服务器中。根据无线信号收集方式及定位需求的不同，无线定位装置可以设置于移动节点、固定节点或者独立的定位服务器中。所述无线定位系统，还可以包括定位监控服务器，用于根据移动节点的位置坐标，通过监控画面显示所述移动节点的位置，以及记录移动节点的位置信息等。

本实施例所述无线定位系统中，固定节点分布设置在一栋多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，各个固定节点的位置坐标已知，并可以保存在无线定位装置中。移动节点可以在该多层建筑中任意移动。

本实施例所述无线定位方法，基于移动节点和固定节点之间收发的无线信号的信号强度（RSSI值），进行无线测距，获取固定节点与移动节点之间的距离，进而根据所述距离确定移动节点的位置信息，具体可以是按照以下方式：

1) 各个固定节点周期性地通过无线信号发送自己的标识号及位置信息，移动节点收集这些信息，并通过设置在该移动节点中的无线定位装置计算得到该移动节点的当前坐标。

2) 移动节点周期性地通过无线信号发送定位触发消息。移动节点附近的固定节点收到上述无线信号后，将其中的信息汇总到某个固定节点（通过节点选举或负载均衡原则确定一个固定节点）上，由设置在这个固定节点上的无线定位装置计算移动节点的坐标，然后还可以把定位结果发送到移动节点，和/或发送到该无线定位系统中的监控服务器，通过监控画面将移动节点显示出来，并将该移动节点的位置信息存入数据库中。

3) 移动节点周期性地通过无线信号发送定位触发消息。移动节点附近的固定节点收到上述无线信号后，将其中的信息汇总到定位服务器上，通过设置在定位服务器上的无线定位装置计算出移动节点的坐标，然后把定位结果发送到移动节点，或者发送到系统的监控服务器，显示在监控画面上，并将该移动节点的位置信息存入数据库中。

以下通过以上述方式3)为例，作进一步说明，对于方式1)和2)的实现，可以通过参考方式3)，达到类似的实现。方式3)的具体流程包括：

步骤31：移动节点周期性地通过无线信号，向固定节点发送定位触发消息。所述定位触发消息中包括本移动节点标识（ID），触发消息编号等。

步骤32：固定节点接收所述定位触发消息，测量发送该定位触发消息的无线信号的信号强度，得到所述无线信号的RSSI值（对应于公式1中的 $P(r)$ ），并将该RSSI值和移动节点的ID等信息发送给定位服务器。

步骤33：定位服务器上的无线定位装置，接收各固定节点发送的RSSI值等信息，并根据预设条件判断是否进行定位计算，当满足预设条件时，运行定位计算，获得移动节点的位置坐标。这里，所述预设条件可以是时间超时，比如距该移动节点的上次定位计算的时间间隔已超过m1秒，或者是数据质量已经足够好，达到定位计算的要求，比如RSSI值大于预设门限值的固定节点的

数量已超过 m² 个等。

步骤 34：定位服务器上的无线定位装置，按照第一实施例中所述的基于距离加权的无线定位方法，计算得到移动节点的位置坐标值，还可以将该移动节点的位置坐标发送给定位监控服务器，由其进行存储和显示。

其中，在步骤 34 中，在计算移动节点的位置坐标时，输入给无线定位装置的参数为：[A, b, n, rssi₁, ..., rssi_i, ..., rssi_n]。其中，A 表示在距离移动节点 1 米远的距离处，接收到的该移动节点发送的无线信号的平均功率值（对应于公式 1 中的 $P(r_0)$ ），这里取 dBm 的绝对值，一般取值 45~49。这里，A 的值可以是针对各移动节点事先测量得到并保存在移动节点的自身属性中，然后通过定位触发消息发送给固定节点的。b 表示传播的路径损耗指数（对应于公式 1 中的 α ），一般取值 3.25~4.5。n 表示后面数组中有效 RSSI 值的个数，一般取值大于等于 3。rssi_i 表示第 i 个固定节点的 ID 和 RSSI 值。这样，就可以根据弗里斯 Friis 公式（公式 1），计算出各固定节点与移动节点之间的距离，进而按照第一实施例中所述的基于距离加权的无线定位方法，计算得到移动节点的位置坐标。

这里，由于移动节点和各固定节点之间的无线传输环境不同，例如，在多层建筑中，当移动节点在 2 楼时，位于 2 楼平面上的固定节点相对于位于 3 楼平面上的固定节点，通常前者由于其与移动节点之间的传输损耗小，而更适宜用于定位计算；又例如，当移动节点在楼梯中时，设置在楼梯中的固定节点相对于楼层平面上的固定节点，更适宜用于定位计算。因此，为进一步提高定位结果的精度，所述步骤 34 具体可以包括以下步骤：

步骤 341，确定接收到最大强度的所述无线信号的固定节点（即 RSSI 值最大的固定节点）所处的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点。这里，所述预定条件可以设为：固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的强度（即 RSSI 值）大于预定值。

步骤 342，根据电磁波传播的 Friis 公式（公式 1）以及输入的参数值 A 和 b 进行计算，将步骤 341 中所选择的多个固定节点的 RSSI 值转换为该固定节

点与移动节点之间的距离的数值 r_i 。

步骤343，根据步骤342中得到的 r_i 和固定节点的坐标，通过基于距离加权的无线定位方法，计算出移动节点的坐标，并将该移动节点的位置坐标发送给定位监控服务器，由其进行存储和显示。这里，最终的移动节点的位置坐标的表示形式可以是三维空间坐标 (x_u, y_u, z_u) ，还可以是平面坐标+楼层号的形式，如 $[x, y, \text{楼层号}]$ ，其中所述楼层号是RSSI值最大的固定节点所在楼层号。

如果是方式1)中的实现，且各固定节点均发送相同发射功率的无线信号，则在步骤341中，可以按照以下方式选择出适宜定位计算的多个固定节点：确定移动节点接收到的最大强度的所述无线信号所对应的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点。类似的，这里的预定条件可以设置为移动节点接收到的固定节点发送的无线信号的强度大于预定值。

基于上述无线定位方法，本实施例还提供了一种无线定位装置。本实施例所述无线定位装置具体包括：

固定节点选择单元，用于按照预定选择算法，选择出多个固定节点；

测距单元，用于计算所述固定节点选择单元选择出的各固定节点与移动节点之间的距离；

权重参数获取单元，用于根据固定节点与移动节点之间的距离，按照固定节点的权重参数与所述距离的距离阶数次幂成反比的关系，计算所述固定节点选择单元选择出的固定节点的权重参数；

所述权重参数归一化单元，用于对所述固定节点选择单元选择出的多个固定节点的权重参数进行归一化计算，得到各固定节点的归一化权重参数；

所述位置坐标获取单元，进一步用于累加所述固定节点选择单元选择出的各固定节点的位置坐标与该固定节点的归一化权重参数的乘积，获取所述移动节点的位置坐标。

这里，所述测距单元，进一步用于根据固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算所述距离，或根据移动节点接收到的固定节点发送的无线信号的信号强度，按照电磁波传

播的弗里斯 Friis 公式，计算所述距离。

本实施例所述的无线定位系统中，如果所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，且所述固定节点接收移动节点发送的无线信号，此时，所述固定节点选择单元，还可以进一步用于确定接收到最大强度的所述无线信号的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；

所述测距单元，进一步用于根据固定节点接收到的移动节点发送的无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算所述距离。

在本实施例所述的无线定位系统中，如果所述固定节点分布于多层建筑的各个楼层平面以及楼层之间的楼梯处，且各固定节点均发送相同发射功率的无线信号，移动节点接收固定节点发送的所述无线信号，此时，所述固定节点选择单元，还可以进一步用于确定所述移动节点接收到的最大强度的所述无线信号所对应的固定节点的位置：如果该固定节点在楼梯处，则从设置在楼梯处的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；如果该固定节点在楼层平面上，则从设置在该楼层平面上的固定节点中，选择出满足预定条件的多个固定节点；

所述测距单元，进一步用于根据所述移动节点接收到固定发送的无线信号的信号强度，按照电磁波传播的弗里斯 Friis 公式，计算所述距离。

以上通过两个实施例分别说明本发明所述的无线定位方法、装置和系统。以上两个实施例中，固定节点的所述权重参数，与所述距离（该固定节点和移动节点之间的距离）的距离阶数次幂成反比关系。本发明中，所述权重参数和所述距离之间并不局限于所述反比关系。在具体应用环境中，可以根据实验测量数据，选择符合当前环境的最佳关系，以获取所述距离对应的权重参数，但一个总的前提是：所述固定节点的权重参数随着所述距离的增加而减小，以保证距离较远的固定节点在定位计算中的权重较小。例如，所述权重参数 ρ_i 还可以是：

$$\rho_i = \frac{1}{r_i^k}, \quad i=1,2,\cdots n,$$

其中， k 不是一个固定参数，而是随着距离 r_i 的增加而增加的正变量；所述权重参数 ρ_i 还可以是：

$$\rho_i = \frac{1}{wr_i}, \quad i=1,2,\cdots n$$

其中， w 是随着距离 r_i 的增加而增加的正变量。

综上所述，可以看出：本发明实施例中，考虑到距离远近不同的固定节点对移动节点的定位结果有不同程度的影响，因而，在定位计算中，根据所述距离设置一个对应的权重参数，减小距离较远的固定节点在定位计算中的权重，从而提高了定位精度。并且，本发明实施例中，还根据 RSSI 值最大的固定节点的位置，选择合适的固定节点用于定位计算，进一步提高了定位结果的精度。最后，本发明实施例中，定位计算复杂度低，实现简单，对定位系统的要求较低。

本发明实施例所述的无线定位方法、无线定位装置和无线定位系统，并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用，它完全可以被适用于各种适合本发明之领域，对于熟悉本领域的人员而言可容易地实现另外的优点和进行修改，因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念的精神和范围的情况下，本发明并不限于特定的细节、代表性的设备和这里示出与描述的图示示例。

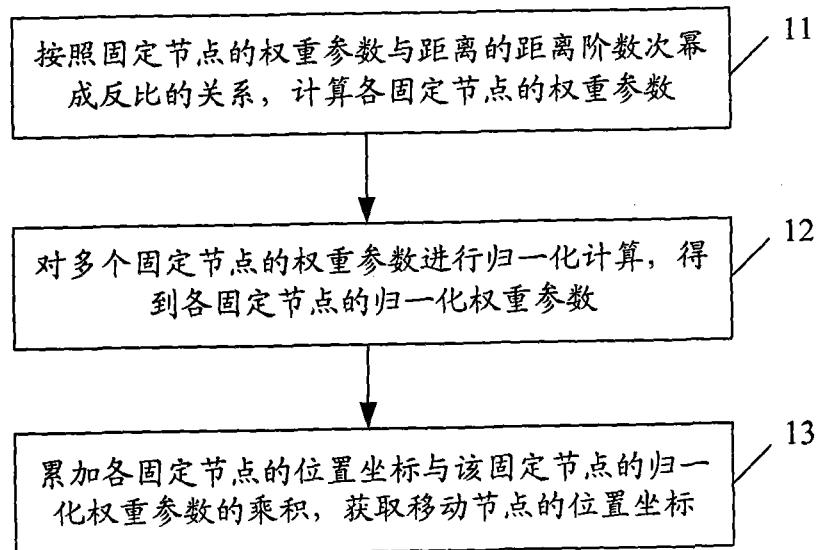


图 1

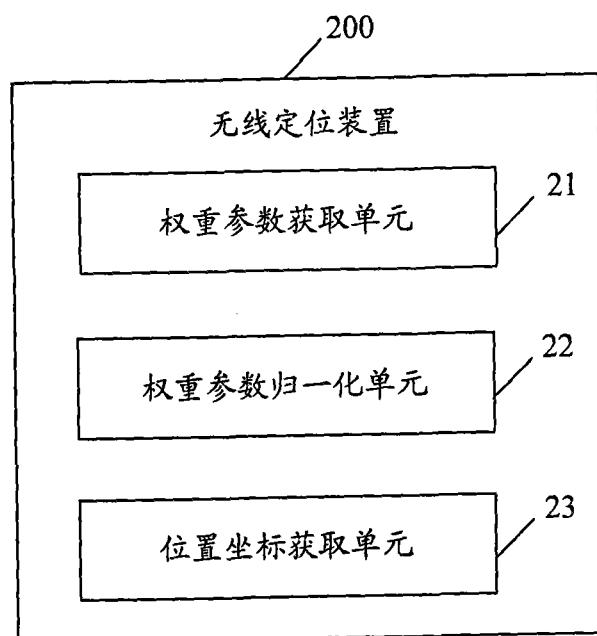


图 2