

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日  
2015年11月19日 (19.11.2015) WIPO | PCT

(10) 国际公布号  
WO 2015/172458 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G01S 5/14 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/085237
- (22) 国际申请日: 2014年8月27日 (27.08.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201410204298.8 2014年5月14日 (14.05.2014) CN
- (71) 申请人: 中国科学院沈阳自动化研究所 (SHENYANG INSTITUTE OF AUTOMATION OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号, Liaoning 110016 (CN)。
- (72) 发明人: 曾鹏 (ZENG, Peng); 中国辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号, Liaoning 110016 (CN)。 肖金超 (XIAO, Jinchao); 中国辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号, Liaoning 110016 (CN)。 何杰 (HE, Jie); 中国辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号, Liaoning 110016 (CN)。 于海斌 (YU, Haibin); 中国辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号, Liaoning 110016 (CN)。
- (74) 代理人: 沈阳科苑专利商标代理有限公司 (SHENYANG PATENT & TRADEMARK AGENCY ACADEMIA SINICA); 中国辽宁省沈阳市和平区三好街24号, Liaoning 110004 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[续页]

(54) Title: RSSI POSITIONING METHOD BASED ON FREQUENCY-HOPPING SPREAD SPECTRUM TECHNOLOGY

(54) 发明名称: 一种基于跳频技术的RSSI定位方法

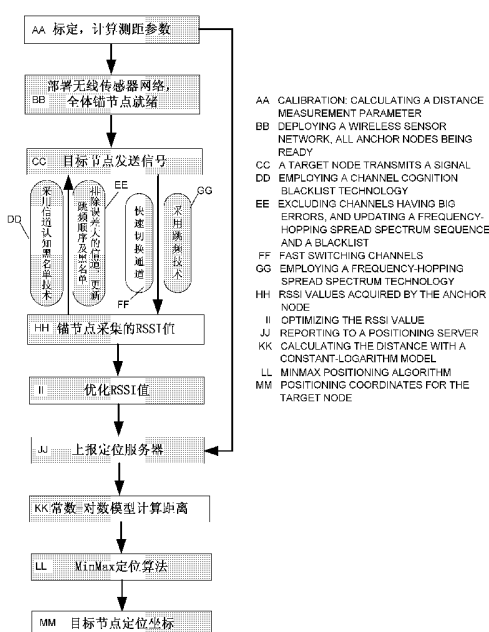


图2 / FIG. 2

(57) Abstract: An RSSI positioning method based on frequency-hopping spread spectrum technology, comprising: calibration stage: measuring the RSSI values of a plurality of channels at fixed points, and recording and calculating a distance measurement parameter in an RSSI distance measurement model; system preparation: deploying a positioning anchor node, and realizing synchronization between a target node and the anchor node; conducting communication on the target node by respectively utilizing the plurality of channels to obtain the RSSI values; signal processing stage: processing the RSSI into signal intensity amplitude optimization; and positioning stage: calculating the distance and target node position on a positioning server according to the calculation of each signal intensity. The present invention solves the problem that low RSSI positioning precision cannot satisfy the actual requirements because a traditional RSSI positioning method is limited to factors such as multi-path signal transmission, same-frequency interference, obstacle interference and low coordinate calculation precision of a trilateration method.

(57) 摘要: 一种基于跳频技术的RSSI定位方法。标定阶段, 在固定点测量多个信道RSSI值, 记录并计算RSSI测距模型中的测距参数; 系统准备, 部署定位锚节点, 实现目标节点和锚节点的同步; 在目标节点上分别使用多个信道进行通信获取RSSI值; 信号处理阶段, 将RSSI处理成信号强度幅值优化处理; 定位阶段, 在定位服务器上根据各个信号强度计算计算距离及目标节点位置。本发明解决了传统RSSI定位方法受限于信号多径传播、同频干扰、障碍物干扰及三边定位法计算坐标精度不高等因素, 造成RSSI定位精度差, 以至于无法满足实际生活的需要。

WO 2015/172458 A1



---

**本国际公布:**

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

## 一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法

### 技术领域

本发明涉及无线定位领域，特别涉及一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法。

5

### 背景技术

定位的算法有很多种，根据定位过程中是否需要测量实际节点的距离，定位算法可以分为：基于测距的定位算法和无需测距的算法。基于测距的定位方法是通过测量节点间的距离或角度信息，使用三角形质心、三边测量、最小二乘法或最大似然估计等方法估算节点的位置，目前比较常用的测距技术有 TOA(time of arrival)、TDOA(time difference of arrival)、AOA(angel of arrival)和 RSSI(Received Signal Strength Indication)等；无需测距的定位方法则无需测量节点间的距离或角度信息，仅根据网络连通性等信息即可完成节点的位置估算，常用的方法包括：质心算法，Amorphous 算法，DV-Hop 算法和 APIT 算法等。与 TOA、TDOA、AOA 等测距定位方法相比，基于 RSSI 技术的三边定位方法不需要额外的硬件开销，具有低实现复杂度，低硬件资源开销等优势。

随着信息化技术的不断发展，人们对定位导航技术的需求日益增长。其中，基于无线测距的定位方法在定位技术中具有举足轻重的地位，在军事、航海等领域发挥着越来越大的作用。其中基于接收信号强度指示测距和三边定位方法的定位技术是比较有代表性的实现方案。RSSI，通过接收到的信号强弱可以对两个通信节点间的距离进行估算，进而实现定位。由于其定位原理简单且不需要额外的硬件开销即可获取 RSSI 值实现定位，现已正逐渐成为无线定位技术的研究热点。然而实际测距中 RSSI 值受多径效应的影响而造成测距误差较大，进而影响了定位精度，三边定位方法受测距的准确性的制约，进一步影响了定位坐标精度。因而，对如何提高 RSSI 测距定位精度、改进定位算法的研究是十分必要且有意义的。

目前针对 RSSI 测距精度的研究主要集中在两方面，一方面是利用通信芯片给出单信道的 RSSI 值进行大量的实际环境测试，并根据衰落信道模型进行取均值、高斯模型拟合、差分运算等方法来减少测距误差；另一方面是针对 RSSI 算法进行改进，有些通过筛选奇异信号经过 FIR 和 IIR 滤波减少瞬间干扰和噪声干扰，有的提出了对 RSSI 值进行加权的算法，有的将最大似然估计引入到“常数-对数”模型定位中，然而这些方法均没有考虑多径效应的影响。

由于越来越多的无线技术都在使用 ISM 频段，因此，在这个频段上，通信极易受到同频干扰。

因此，针对基于 RSSI 定位精度的问题，提供一种减小同频干扰、障碍物遮挡和多径效应响应的方法已成为亟待解决的技术难题。

跳频技术是近些年来出现的一种新型无线技术，它建立在多信道通信基础上，通过不断

的变化信道来避免随机干扰和多径效应对通信可靠性的影响。跳频过程中，两个无线设备的每个报文发送的信道都与上个报文发送的信道不同。这种技术最早使用在 IEEE802.15.1 协议（蓝牙）中。在蓝牙簇中，想要和簇首进行通信的设备首先要同簇首进行时间同步；然后利用哈希算法将簇首的地址映射成为一个跳频序列。所有的节点都会遵照这个跳频序列，进行  
5 每分钟 1600 次的信道切换。IEEE802.15.4 也使用了跳频技术，在 2.4GHz 频段上，IEEE802.15.4 共使用了 16 个信道进行跳频，并规定了信道之间的切换时间要小于  $192\mu s$ 。

### 发明内容

本发明的目的在于克服现有技术的不足，提供一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，以便减少多信道通信同频干扰、障碍物遮挡和多径效应对定位精度的影响，同时采用 MinMax  
10 定位算法，提高坐标计算精度。

本发明为实现上述目的所采用的技术方案是：一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，包括以下步骤：

步骤一，标定阶段，在固定点测量多个信道 RSSI 值，记录并计算 RSSI 测距模型中的测  
15 距参数；

步骤二，系统准备，部署无线传感器网络，实现所述无线传感器网络中目标节点和锚节点的同步；

步骤三，目标节点分别通过多个信道与锚节点进行通信从而获取 RSSI 值，锚节点根据一个跳频周期内收到的发送节点的位置信号强度，排除跳频序列中 RSSI 值误差相对大的信道，更新跳频序列并将该信道加入到黑名单；  
20

步骤四，信号处理阶段，将 RSSI 值处理成信号强度幅值并进行优化处理；

步骤五，定位阶段，在定位服务器上根据各个信号强度计算目标节点与锚节点之间的距离值，并计算目标节点位置坐标。

所述 RSSI 测距模型为“常数-对数”模型：

$$25 \quad A = RSSI(d) + 10 * n * \lg(d)$$

其中，A 为 1m 远处信号接收功率，n 为传播因子，d 为目标节点与锚节点之间的距离，A, n 为测距参数。

所述 RSSI 测距模型中的测距参数通过多次多信道通信实验确定，包括以下步骤：

通过实测两组不同的 d 位置的 RSSI 值，计算出本次实测的 A, n 的值；

30 通过多次多信道通信实测，将求出的 A, n 取平均结果，作为 A, n 的值。

所述无线传感器网络是由锚节点、目标节点、定位服务器及网络通路辅助设备组成的时间同步的多信道 TDMA 网状网络。

所述将 RSSI 值处理成信号强度幅值并进行优化处理，包括以下步骤：

将信号强度值 RSSI 转换为信号幅值：

$$A_i = k * (10^{RSSI_i})^{0.5}$$

其中， $A_i$ 为信道幅值， $k$ 为常系数， $i$ 为信道标号， $RSSI_i$ 为测量的第*i*个信道的信号强度值；

计算多次信号幅值 $A_i$ 的中心值 $A_0$ ，将 $A_0$ 换算成RSSI值，即为优化的RSSI值；

根据优化后的RSSI值，进而计算目标节点与锚节点之间的距离值。

5 所述信号幅值的中心值 $A_0$ 的计算方法为：

$$A_0 = A_i / \sqrt{1 + \frac{l^2}{l^2 + (2h)^2} + 2 \frac{l}{\sqrt{l^2 + (2h)^2}} \cos\left(\frac{2\pi(\sqrt{l^2 + (2h)^2} - l)}{\lambda}\right)}$$

其中， $l$ 为定位锚节点与目标节点之间的距离， $h$ 为锚节点到地面的高度， $\lambda$ 为射频信号的波长；

由于定位发生在单片机上，计算能力较小，为了求解 $A_0$ 的近似值，可使用特解的方式来

10 完成。取 $A_i$ 的最大值 $A_{\max}$ 最小值 $A_{\min}$ ，近似计算信号幅值的中心值：

$$A_0 = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$$

所述信号幅值的中心值 $A_0$ 的近似计算方法为：

取 $A_i$ 的最大值 $A_{\max}$ 最小值 $A_{\min}$ ，近似计算信号幅值 $A_i$ 的中心值：

$$A_0 = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$$

15 所述利用幅值的中心值 $A_0$ 计算出优化的RSSI值，具体为：

$$RSSI = 2 * \log_{10}(A / k)$$

其中， $k$ 为常系数。

所述计算目标节点与锚节点之间的距离值，具体为：

将幅值的中心值 $A_0$ 代入到式 $d = 10^{\frac{A - RSSI(d)}{10n}}$ 中计算距离值 $d$ 。

20 所述在定位服务器上根据各个信号强度及距离值计算目标节点的位置坐标，具体为：

锚节点与目标节点的计算距离 $d$ ，然后以宽为 $2d$ ，中心点为锚节点绘制正方形，目标节点即在其周围的所有信标节点正方形的重叠区域内；

锚节点的坐标为 $(x_m, y_m)$ ，锚节点接收到的RSSI值计算距离未知节点的估计距离为 $d_m$ ，

以 $2 * d_m$ 为边长， $(x_m, y_m)$ 为中心画正方形，则正方形的四个顶点的坐标为：

$$(x_a - d_a, y_a - d_a) \times (x_a + d_a, y_a + d_a);$$

以此类推可知其余锚节点的顶点坐标为：

$$(x_i - d_i, y_i - d_i) \times (x_i + d_i, y_i + d_i)$$

最终正方形重叠区域的四个顶点坐标为：

$$5 \quad [\max(x_i - d_i), \max(y_i - d_i)] \times [\min(x_i + d_i), \min(y_i + d_i)]$$

则，估计的目标节点的位置是重叠区域的中心位置，其坐标为：

$$[(\max(x_i - d_i) + \min(x_i + d_i)) / 2, (\max(y_i - d_i) + \min(y_i + d_i)) / 2]$$

本发明具有如下优点和有益效果：

1. 引入跳频技术，通过不断的变化信道来避免随机干扰和多径效应对通信可靠性的影响，  
10 筛选出可靠度更高的 RSSI 值，与直接获取 RSSI 进行测距定位的各种方法相比，定位精度显著提高。

2. 使用带有信道认知黑名单的跳频方式，可以有效的降低 RSSI 值筛选过程的时间，提高系统可用性。

3. 引入 MinMax 定位算计算定位坐标，能有效的抑制因测距误差加大造成定位坐标计算  
15 不准确，提高定位坐标精度。

### 附图说明

图 1 是本发明定位系统的基本组成结构示意图；

图 2 是本发明定位算法流程图；

20 图 3 是本发明测距参数获取流程图；

图 4 是本发明 MinMax 定位方法示意图。

### 具体实施方式

下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

25 如图 1 所示，锚节点 AP 表示已知位置的参考节点，实心圆表示目标节点，闪电符号表示无线通信链路。系统的最基本组成包括：（1）三个及以上的锚节点，每个锚节点的位置信息已知。锚节点具有无线收发功能，接收天线布局方向一致。（2）待测的目标节点具有无线发射功能，发射频率、通信协议与锚节点一致，接收天线布局方向一致。（3）至少包含一个网关，主要用于采集各个锚节点发送的目标节点的 RSSI 信息，并将采集到的数据定位服务器。  
30 器。（4）定位服务器通过专用软件，计算目标节点的位置信息。

具体工作流程如图 2 所示：

步骤一，标定阶段，在固定点测量多个信道 RSSI 值，记录并计算 RSSI 测距模型中

的测距参数，如图 3 所示：

本发明采用的 RSSI 测距模型为“常数-对数”模型：

$$A = \text{RSSI}(d) + 10 * n * \lg(d)$$

其中，A, n 为常数参数。通过实测两组不同的 d 位置的 RSSI 值，即可计算出 A, n 的值。

5 本发明选择较短的传输距离 1m 和 3m 处的实测值来进行 A 和 n 数值的计算，通过多次多信道通信实验，将求出的 A, n 取平均结果，减小随机误差。

步骤二，系统准备，部署无线传感器网络，实现目标节点和锚节点的同步；

步骤三，目标节点分别使用多个信道与定位锚节点进行通信获取 RSSI 值，采用自动跳频技术，接收节点（即锚节点）根据一个跳频周期内收到的发送节点的位置信号强度，采用  
10 信道认知黑名单技术，排除跳频序列中 RSSI 值误差较大的信道，更新跳频序列和黑名单；

步骤四，信号处理阶段，将 RSSI 处理成信号强度幅值优化处理；

本发明采用间接方式进行信号幅值中心值计算，方法如下：

将信号强度值 RSSI 转换为信号幅值：

$$A_i = k * (10^{\text{RSSI}_i})^{0.5}$$

其中，k 为常系数，i 为信道标号，RSSI 为测量的信号强度值；

15 计算多次信号幅值结果  $A_i$  的中心值  $A_0$ ，将  $A_0$  换算成 RSSI 值，即为优化的 RSSI 值；根据优化后的 RSSI 值，进而计算距离 d。

所述信号幅值中心值  $A_0$  的计算方法为：

$$A_0 = A_i / \sqrt{1 + \frac{l^2}{l^2 + (2h)^2} + 2 \frac{l}{\sqrt{l^2 + (2h)^2}} \cos\left(\frac{2\pi(\sqrt{l^2 + (2h)^2} - l)}{\lambda}\right)}$$

20 其中，l 为定位锚节点与目标节点之间的距离，h 为锚节点到地面的高度，λ 为射频信号的波长。

由于定位发生在单片机上，计算能力较小，为了求解  $A_0$  的近似值，可使用特解的方式来完成。取  $A_i$  的最大值  $A_{\max}$  最小值  $A_{\min}$ ，近似计算信号幅值的中心值：

$$A_0 = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$$

所述利用幅值的中心值  $A_0$  计算出优化的 RSSI 值，具体为：

25 
$$\text{RSSI} = 2 * \log_{10}(A / k)$$

其中，k 为常系数。

所述根据优化的 RSSI 值和测距参数进行距离计算，具体为：

将幅值的中心值  $A_0$  代入到式  $d = 10^{\frac{A - \text{RSSI}(d)}{10n}}$  中计算测量的距离值。

30 使用该方法计算，一是包含了定位锚节点和目标节点的高度、信号频率等环境因素造成的多径反射产生的噪声，提高了不同环境适应性；二是避免了中心值超定方程的计算，降低

了计算复杂度；三是使用中心值法，能够有效抑制噪声点的出现，避免单个偏离中心过大的数据影响最终结果的准确性。

步骤五，定位阶段，在定位服务器上根据各个信号强度及距离值，计算目标节点位置坐标。

5 MinMax 定位算法具体为：

锚节点与目标节点的计算距离  $d$ ，然后以宽为  $2d$ ，中心点为锚节点绘制正方形，目标节点即在其周围的所有信标节点正方形的重叠区域内；

如图 4 所示，以锚节点  $a$  为例， $a$  的坐标为  $(x_a, y_a)$ ，在  $a$  点接收到的 RSSI 值计算距离未知节点的估计距离为  $d_a$ ，以  $2 * d_a$  为边长， $(x_a, y_a)$  为中心画正方形，则正方形的四个顶

10 点的坐标为：

$$(x_a - d_a, y_a - d_a) \times (x_a + d_a, y_a + d_a)$$

以此类推，其余锚节点的顶点坐标为：

$$(x_i - d_i, y_i - d_i) \times (x_i + d_i, y_i + d_i)$$

最终正方形重叠区域的四个顶点坐标为：

15 
$$[\max(x_i - d_i), \max(y_i - d_i)] \times [\min(x_i - d_i), \min(y_i - d_i)]$$

则，估计的目标节点的位置是重叠区域的中心位置，其坐标可以根据四个顶点坐标计算。

$$[(\max(x_i - d_i) + \min(x_i + d_i)) / 2, (\max(y_i - d_i) + \min(y_i + d_i)) / 2]$$



## 权 利 要 求 书

1. 一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，其特征在于，包括以下步骤：

5 步骤一，标定阶段，在固定点测量多个信道 RSSI 值，记录并计算 RSSI 测距模型中的测距参数；

步骤二，系统准备，部署无线传感器网络，实现所述无线传感器网络中目标节点和锚节点的同步；

10 步骤三，目标节点分别通过多个信道与锚节点进行通信从而获取 RSSI 值，锚节点根据一个跳频周期内收到的发送节点的位置信号强度，排除跳频序列中 RSSI 值误差相对大的信道，更新跳频序列并将该信道加入到黑名单；

步骤四，信号处理阶段，将 RSSI 值处理成信号强度幅值并进行优化处理；

步骤五，定位阶段，在定位服务器上根据各个信号强度计算目标节点与锚节点之间的距离值，并计算目标节点位置坐标。

15 2. 根据权利要求 1 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，其特征在于，所述 RSSI 测距模型为“常数-对数”模型：

$$A = \text{RSSI}(d) + 10 * n * \lg(d)$$

其中，A 为 1m 远处信号接收功率，n 为传播因子，d 为目标节点与锚节点之间的距离，A，n 为测距参数。

20 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，其特征在于，所述 RSSI 测距模型中的测距参数通过多次多信道通信实验确定，包括以下步骤：

通过实测两组不同的 d 位置的 RSSI 值，计算出本次实测的 A，n 的值；

通过多次多信道通信实测，将求出的 A，n 取平均结果，作为 A，n 的值。

25 4. 根据权利要求 1 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，其特征在于，所述无线传感器网络是由锚节点、目标节点、定位服务器及网络通路辅助设备组成的时间同步的多信道 TDMA 网状网络。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，其特征在于，所述将 RSSI 值处理成信号强度幅值并进行优化处理，包括以下步骤：

将信号强度值 RSSI 转换为信号幅值：

$$A_i = k * (10^{\text{RSSI}_i})^{0.5}$$

30 其中， $A_i$  为信道幅值，k 为常系数，i 为信道标号， $\text{RSSI}_i$  为测量的第 i 个信道的信号强度值；

计算多次信号幅值  $A_i$  的中心值  $A_0$ ，将  $A_0$  换算成 RSSI 值，即为优化的 RSSI 值；

根据优化后的 RSSI 值，进而计算目标节点与锚节点之间的距离值。

6. 根据权利要求 5 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法，其特征在于，所述信号幅值

的中心值  $A_0$  的计算方法为:

$$A_0 = A / \sqrt{1 + \frac{l^2}{l^2 + (2h)^2} + 2 \frac{1}{\sqrt{l^2 + (2h)^2}} \cos\left(\frac{2\pi(\sqrt{l^2 + (2h)^2} - 1)}{\lambda}\right)}$$

其中,  $l$  为定位锚节点与目标节点之间的距离,  $h$  为锚节点到地面的高度,  $\lambda$  为射频信号的波长;

- 5 由于定位发生在单片机上, 计算能力较小, 为了求解  $A_0$  的近似值, 可使用特解的方式来完成。取  $A$  的最大值  $A_{\max}$  最小值  $A_{\min}$ , 近似计算信号幅值的中心值:

$$A_0 = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$$

7. 根据权利要求 5 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法, 其特征在于, 所述信号幅值的中心值  $A_0$  的近似计算方法为:

- 10 取  $A$  的最大值  $A_{\max}$  最小值  $A_{\min}$ , 近似计算信号幅值  $A$  的中心值:

$$A_0 = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$$

8. 根据权利要求 5 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法, 其特征在于, 所述利用幅值的中心值  $A_0$  计算出优化的 RSSI 值, 具体为:

$$\text{RSSI} = 2 * \log_{10}(A/k)$$

- 15 其中,  $k$  为常系数。

9. 根据权利要求 1 或 5 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法, 其特征在于, 所述计算目标节点与锚节点之间的距离值, 具体为:

将幅值的中心值  $A_0$  代入到式  $d = 10^{\frac{A - \text{RSSI}(d)}{10n}}$  中计算距离值  $d$ 。

10. 根据权利要求 1 所述的一种基于跳频技术的 RSSI 定位方法, 其特征在于, 所述在定位  
20 服务器上根据各个信号强度及距离值计算目标节点的位置坐标, 具体为:

锚节点与目标节点的计算距离  $d$ , 然后以宽为  $2d$ , 中心点为锚节点绘制正方形, 目标节点即在其周围的所有信标节点正方形的重叠区域内;

锚节点的坐标为  $(x_m, y_m)$ , 锚节点接收到的 RSSI 值计算距离未知节点的估计距离为  $d_m$ , 以  $2 * d_m$  为边长,  $(x_m, y_m)$  为中心画正方形, 则正方形的四个顶点的坐标为:

- 25  $(x_a - d_a, y_a - d_a) \times (x_a + d_a, y_a + d_a)$ ;

以此类推可知其余锚节点的顶点坐标为:

$$(x_i - d_i, y_i - d_i) \times (x_i + d_i, y_i + d_i)$$

最终正方形重叠区域的四个顶点坐标为:

$$[\max(x_i - d_i), \max(y_i - d_i)] \times [\min(x_i - d_i), \min(y_i - d_i)]$$

- 30 则, 估计的目标节点的位置是重叠区域的中心位置, 其坐标为:

$$[(\max(x_i - d_i) + \min(x_i + d_i)) / 2, (\max(y_i - d_i) + \min(y_i + d_i)) / 2]$$

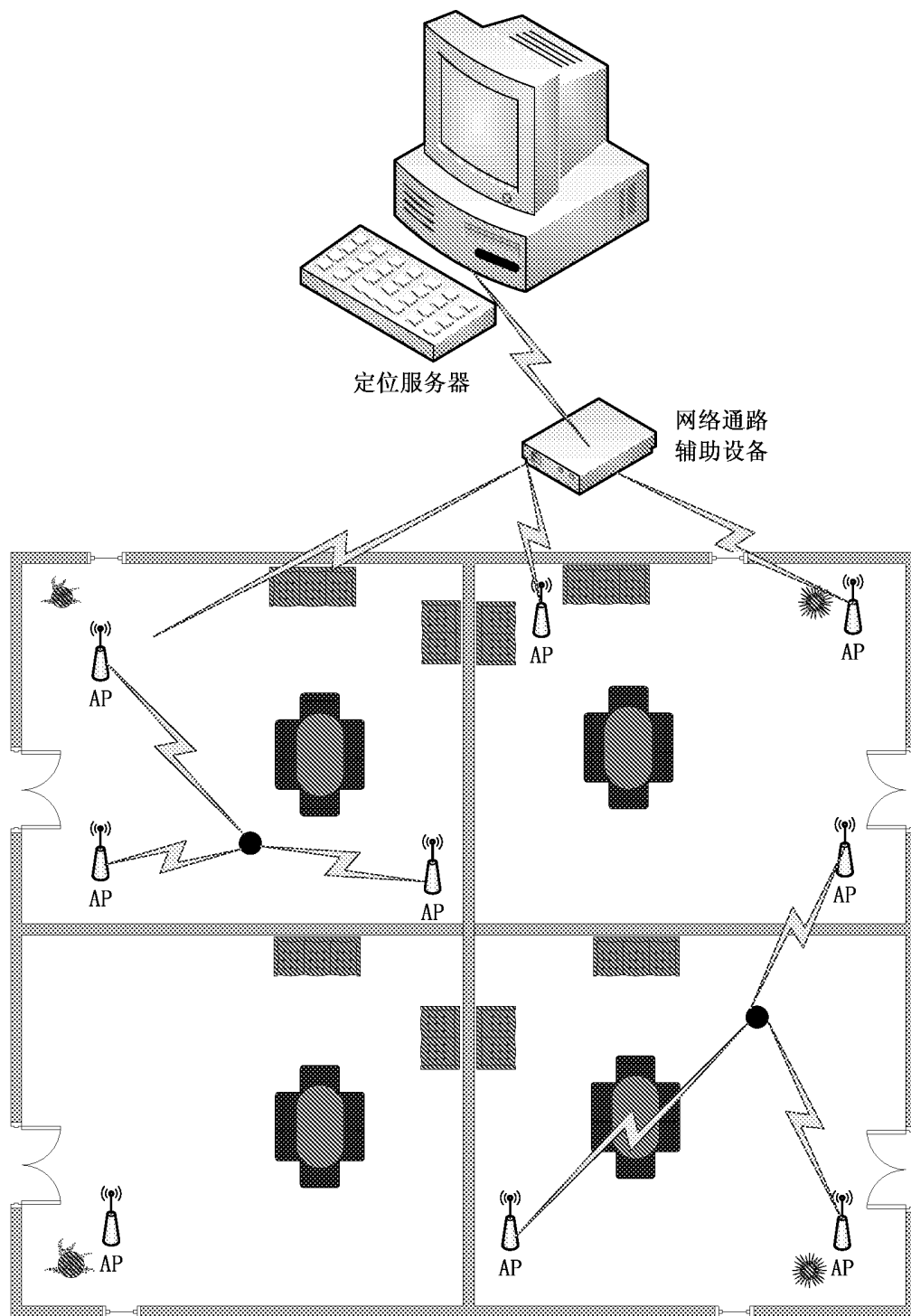


图 1

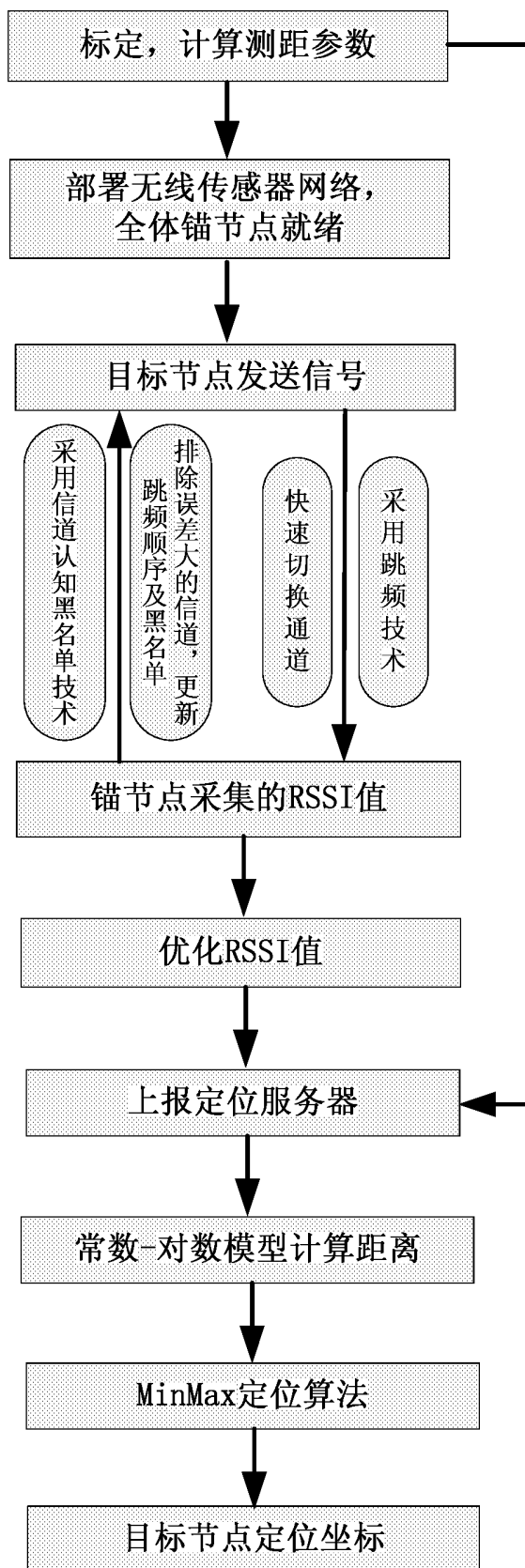


图 2

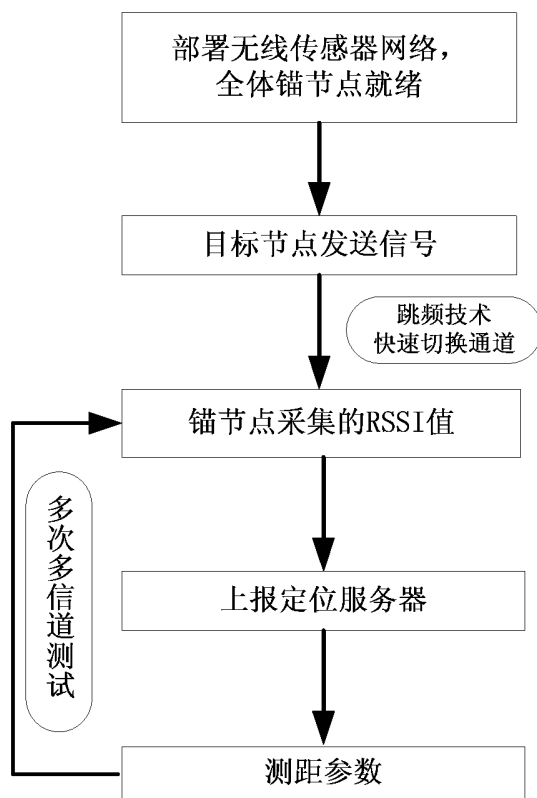


图 3

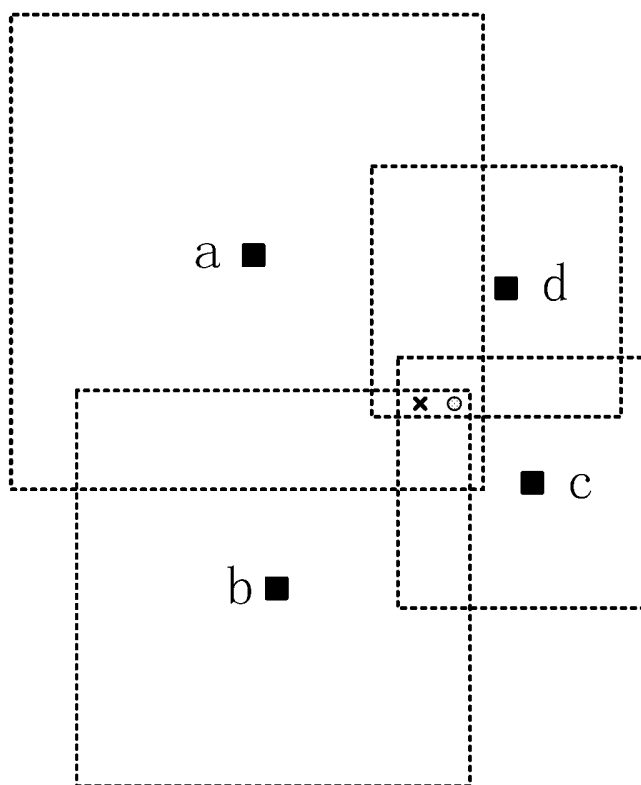


图 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2014/085237

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 5/14 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S; H04W; G01C; G06K; H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: WSN, wireless sensor, sensor, wireless, distance measurement, intensity, mass, network, location, determination, power, frequency hopping, RSSI, hopping, under the shaft, indoor, multipath effect, frequency signal, under, mine, reliability, precision

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103228040 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 31 July 2013 (31.07.2013) description, paragraphs [0038] to [0042], and [0048]	1-10
A	CN 103033180 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 10 April 2013 (10.04.2013) the whole document	1-10
A	CN 201035138 A (JIN, Chun) 12 March 2008 (12.03.2008) the whole document	1-10
A	US 2004218664 A1 (KENNEDY, J.P.) 04 November 2004 (04.11.2004) the whole document	1-10
A	QIAO, Fu et al. New Frequency Hopping Sequence Construction of Location Communication System under Mine Information and Control, vol.37, no.4, August 2008 (08.2008) ISSN: 1002-0411, pages 472 to 475	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;”document member of the same patent family</p>
---	--

Date of the actual completion of the international search  
04 February 2015

Date of mailing of the international search report  
27 February 2015

Name and mailing address of the ISA  
State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
Haidian District, Beijing 100088, China  
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer  
HAN, Xue  
Telephone No. (86-10) 62413842

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2014/085237

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103228040 A	31 July 2013	DE 102013200618 A1	01 August 2013
		GB 2499889 A	04 September 2013
		US 2013196684 A1	01 August 2013
CN 103033180 A	10 April 2013	None	
CN 201035138 A	12 March 2008	None	
US 2004218664 A1	04 November 2004	US 2008200184 A1	21 August 2008
		US 2004252752 A1	16 December 2004
		US 2005058182 A1	17 March 2005



国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/085237

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01S 5/14(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01S; H04W; G01C; G06K; H04B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 定位, 无线传感器, 测距, 强度, 质量, 功率, 跳频, 矿井, 井下, 室内, 精度, 多径效应, WSN, sensor, wireless, network, location, determination, power, RSSI, hopping, frequency signal, under, mine, reliability, precision</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 103228040 A (国际商业机器公司) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0038]-[0042]、[0048]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103033180 A (东南大学) 2013年 4月 10日 (2013 - 04 - 10) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 201035138 Y (金纯) 2008年 3月 12日 (2008 - 03 - 12) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004218664 A1 (KENNEDY, J.P.) 2004年 11月 4日 (2004 - 11 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>乔付等, . "矿井下定位通信系统新跳频序列的构造," 信息与控制, , 第37卷, 卷, 第4期, 期, 2008年8月, (2008 - 年8 - 月, ), ISSN: ISSN 1002-0411, , 第472-475页</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 103228040 A (国际商业机器公司) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0038]-[0042]、[0048]段	1-10	A	CN 103033180 A (东南大学) 2013年 4月 10日 (2013 - 04 - 10) 全文	1-10	A	CN 201035138 Y (金纯) 2008年 3月 12日 (2008 - 03 - 12) 全文	1-10	A	US 2004218664 A1 (KENNEDY, J.P.) 2004年 11月 4日 (2004 - 11 - 04) 全文	1-10	A	乔付等, . "矿井下定位通信系统新跳频序列的构造," 信息与控制, , 第37卷, 卷, 第4期, 期, 2008年8月, (2008 - 年8 - 月, ), ISSN: ISSN 1002-0411, , 第472-475页	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 103228040 A (国际商业机器公司) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 说明书第[0038]-[0042]、[0048]段	1-10																		
A	CN 103033180 A (东南大学) 2013年 4月 10日 (2013 - 04 - 10) 全文	1-10																		
A	CN 201035138 Y (金纯) 2008年 3月 12日 (2008 - 03 - 12) 全文	1-10																		
A	US 2004218664 A1 (KENNEDY, J.P.) 2004年 11月 4日 (2004 - 11 - 04) 全文	1-10																		
A	乔付等, . "矿井下定位通信系统新跳频序列的构造," 信息与控制, , 第37卷, 卷, 第4期, 期, 2008年8月, (2008 - 年8 - 月, ), ISSN: ISSN 1002-0411, , 第472-475页	1-10																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																			
2015年 2月 4日	2015年 2月 27日																			
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																			
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国	韩雪																			
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62413842																			

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/085237

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103228040	A	2013年 7月 31日	DE	102013200618	A1	2013年 8月 1日
				GB	2499889	A	2013年 9月 4日
				US	2013196684	A1	2013年 8月 1日
CN	103033180	A	2013年 4月 10日	无			
CN	201035138	Y	2008年 3月 12日	无			
US	2004218664	A1	2004年 11月 4日	US	2008200184	A1	2008年 8月 21日
				US	2004252752	A1	2004年 12月 16日
				US	2005058182	A1	2005年 3月 17日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)