

RSSI-神经网络在无线传感网络定位中的应用

孙 健 杜永贵*

(太原理工大学信息工程学院,太原 030024)

摘 要 在传统 RSSI(接收信号强度)定位方法中,由于 RSSI 值对于不同的环境适应能力比较差,测量距离往往存在误差,这就直接影响了无线传感网络定位的精度。针对这种不足,提出了一种 RSSI-神经网络定位方法,即前期建立起未知节点的 RSSI 值与坐标的映射关系,后期用神经网络进行定位。从而减小了不同环境对 RSSI 的影响,使该算法具有一定的鲁棒性。通过实验证明,该算法较传统的 RSSI 定位方法,在定位精度上有一定的提高。

关键词 RSSI 神经网络 无线传感网络 定位

中图分类号 TN925.93 TP15; **文献标志码** A

随着现在通信技术和信号处理技术的迅速发展,以位置为基础的服务(LBS, Location Based Services)也得到了越来越广泛的应用。其中无线传感网络作为重要的应用之一,被广泛用于智能家居、军事、环境监测等诸多领域^[1]。无线传感网络通过检测区域内的磁场强度、温度、物体的加速度等获得有价值的环境特性,假若不知道传感数据的具体位置,收集回来的环境特性就没有任何意义^[2]。因此,如何确定无线传感网络中节点的位置就成了必须解决的关键问题之一。

无线传感网络中的定位技术目前分为两大类。一类是无需测距而直接得出网络中节点位置的定位方法,主要包括 DV-Hop 算法、质心定位算法、APIT 算法、APS 算法等。另一类是基于测距技术的定位方法,主要包括基于信号到达时间差(TDOA)、信号到达时间(TOA)^[3]、信号到达角度(AOA)、接受信号强度(RSSI)等。其中 RSSI 硬件设备简单,成本低且大多数通信模块都可以使用 RSSI 的值,因此被广泛应用于环境保护与日常生活中,但是由于

RSSI 值对于不同的环境适应能力比较差,测量距离往往存在误差,这就直接影响了无线传感网络定位的精度^[4]。

提出了一种 RSSI-神经网络定位方法,即前期建立未知节点位置与 RSSI 值的对应关系,后期利用神经网络进行无线网络的定位,这样就减小了不同环境对 RSSI 值的影响,使算法具有更强的鲁棒性。首先介绍了传统的 RSSI 定位方法,并根据传统算法的不足提出了本文的算法,通过仿真对两种算法进行比较。

1 传统的 RSSI 定位方法

1.1 RSSI 测距原理

在自然界中,无线电信号随距离的增大规律的衰减,RSSI 测距技术就是利用这个原理测量两节点间距离的,传输 d 与 RSSI 的关系如下所示:

$$RSSI = A - 10n \lg d \quad (1)$$

式(1)中, A —距发送者 1 m 时的信号强度, n —传播因子, d —接收者与发送者间的距离^[5]。

1.2 RSSI 无线传感网络定位

RSSI 无线传感网络定位技术都是以 RSSI 得到的距离值为基础,再通过不同的算法得到节点的具体位置。

最常用的定位算法为极大似然估计法(Maximum Likelihood Estimation),如图 1,已知 1,2,3 等 n 个节点的坐标分别为 (x_1, y_2) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) ,

2012 年 10 月 10 日收到

山西省自然科学基金项目

(2011011011-1)资助

第一作者简介:孙 健(1987—),男,内蒙古包头人,硕士,研究方向:遗传算法。E-mail:625211142@qq.com。

* 通信作者简介:杜永贵,硕士生导师。E-mail:dyg59@163.com。

$\dots, (x_n, y_n)$, 他们到节点 D 的距离分别为 $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$, 那么存在式(2)的非线性方程组, 求解该方程组, 便可以得到节点 D 的坐标^[6]。

$$\begin{cases} (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 = d_1^2 \\ \vdots \\ (x_n - x)^2 + (y_n - y)^2 = d_n^2 \end{cases} \quad (2)$$

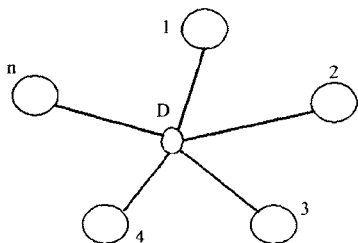


图1 极大似然估计算法

2 传统 RSSI 定位方法的不足与改进

传统的 RSSI 无线网络定位方法基本分为两步, 第一步得到节点的距离信息, 第二步利用之前得到的距离信息通过一定的算法得到未知节点的位置。这样一来如果在第一步中所得到的距离信息就存在误差, 那么在第二步中经过运算, 误差就会进一步加大, 自然得到的未知节点位置也会存在着误差。从 1.1 中可以知道, 测距精度受到 n 与 A 实际取值大小的影响, 其中 n 的大小依赖于环境, 而 A 为一个经验参数。因此 n 和 A 的不当选取是产生误差的主要原因。

针对这个问题现提出了一种以 RSSI 值为基础, 利用神经网络对无线传感网络定位的方法。此方法直接建立未知节点的位置信息与 RSSI 值的映射关系, 从而减小了由于测距时 n 和 A 的选取不当带来的误差。因此该算法不但对求解精度有所提高且对不同的环境具有更强的适应性, 下面对该算法进行详细的介绍。

3 RSSI-神经网络定位方法

RSSI-神经网络定位方法分为三个步骤, 第一步建立数据采集模型, 第二步建立未知节点的 RSSI 值与坐标的映射关系, 第三步通过神经网络进行定位。

3.1 数据采集模型的建立

假设建立如图 2 所示 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的区域, 并以此对该算法进行说明。将该区域平均划分为 121 个位置, 其中 4 个有带圆圈的位置为锚节点(位置已知的点, 用来发射信号), 分别为 $A(0, 5)$, $B(5, 5)$, $C(0, 0)$, $D(5, 0)$, 其他位置是需要采集数据的点。在数据采集模型中, 位置划分的越密集越多, 定位精度也就越高, 可以根据不同的需要, 自行划分。

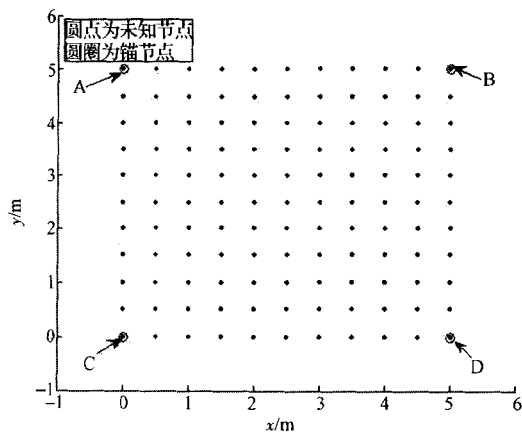


图2 数据采集模型

3.2 采集 RSSI 值并建立未知节点的 RSSI 值与坐标的映射关系

将一个未知节点放在图 2 模型中除 4 个锚点以外的其他位置上进行逐一的数据采集。例如: 未知节点在坐标 $(1, 1)$ 接收来自锚节点 A, B, C, D 的信号, 其获得的 RSSI 值分别为 $(-54\text{ dBm}, -60\text{ dBm}, -42\text{ dBm}, -54\text{ dBm})$, 在坐标 $(1, 4)$ 获得的 RSSI 值为 $(-42\text{ dBm}, -54\text{ dBm}, -54\text{ dBm}, -60\text{ dBm})$ 等。这样就建立起了未知节点的位置与 RSSI 值的映射关系。将数据采集模型的 121 个节点进行逐一采集并将这些数据记录下来, 为之后的神经网络定位打下基础。

3.3 神经网络定位

采用 bp 神经网络, 其工作过程主要分为两个阶段: 第一个阶段为学习期, 将训练样本代入网络对连接权值进行修正; 第二阶段为工作期, 此时网络中的权值已经固定, 网络达到稳定, 可以根据不同的输入得到输出结果。

学习期, 采用 3.2 中采集的数据对该神经网络进行训练, 如图 3 所示输入 (x_1, x_2, x_3, x_4) 为未知节

点接收到来自 A,B,C,D 锚点的 RSSI 值,输出 (x,y) 为该未知节点的位置,输入的 RSSI 值从输入层进入网络,经过隐含层,最终输出。如果实际输出与目标输出不相符。则该误差进行反向传播,对网络中各层的权值及阈值进行修正,使网络的实际输出与目标输出更加接近,直到该误差趋于最小。网络的训练完成。

工作期,经过训练的网络,权值及阈值都已经达到稳定。将待定位的节点放入数据采集模型中得到该节点的 RSSI 值,然后将此值代入神经网络定位模型中,得到该节点的位置^[7]。

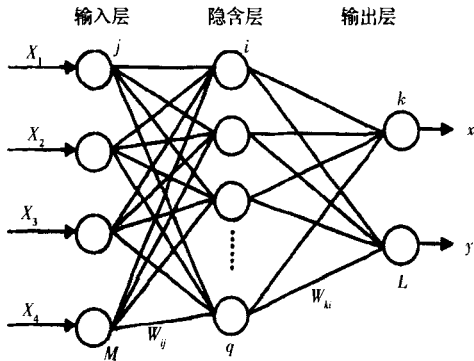


图 3 神经网络定位模型

3.4 RSSI-神经网络定位的具体流程图

见图 4。

4 算法仿真

分别用 RSSI-神经网络定位法和传统的 RSSI 定位法对无线传感网络定位,并对两种定位方法进行比较。

先用神经网络定位。建立 3.1 中介绍的数据采集模型,用 3.2 中的方法采集数据,并用这些数据对神经网络进行训练。网络训练好后随机选取 20 个位置进行定位。RSSI 神经网络定位结果如 5(a)定位图所示,其中“o”为真实位置,“x”为通过定位获得的位置。

再用传统的 RSSI 法定位,这里采用最大似然法。将待定位的节点放入同神经网络定位相同的位置进行定位。用最大似然定位如图 5(b)所示,其中“o”为节点的真实位置,“+”为通过定位获得的位置。

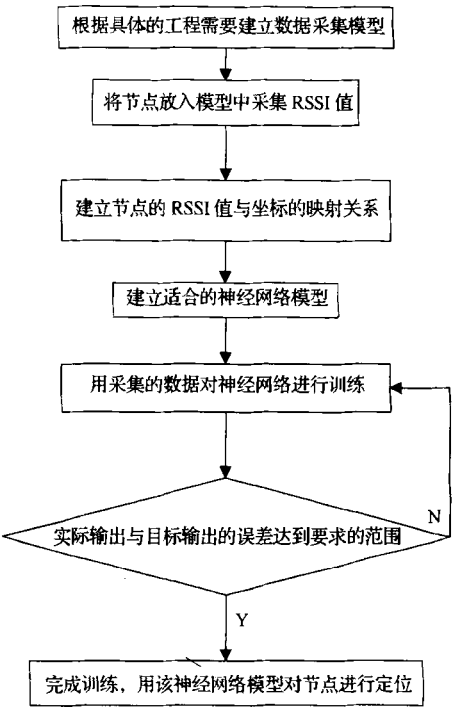


图 4 RSSI-神经网络定位流程图

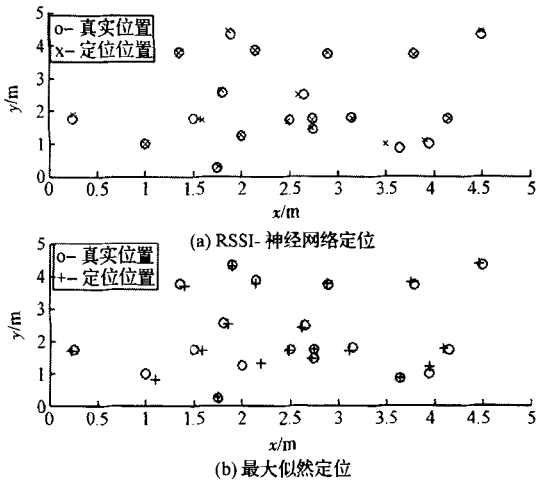


图 5 RSSI-神经网络与最大似然定位的对比图

两种方法的定位误差如图 6 所示,经计算得到最大似然定位法的平均误差为 3.12%,而 RSSI-神经网络定位法的定位平均误差为 1.835%。

5 结论

提出的 RSSI-神经网络定位法,直接建立了未知节点的 RSSI 值与坐标的映射关系,从而减少了不同环境对 RSSI 值的影响,使该算法较传统的 RSSI

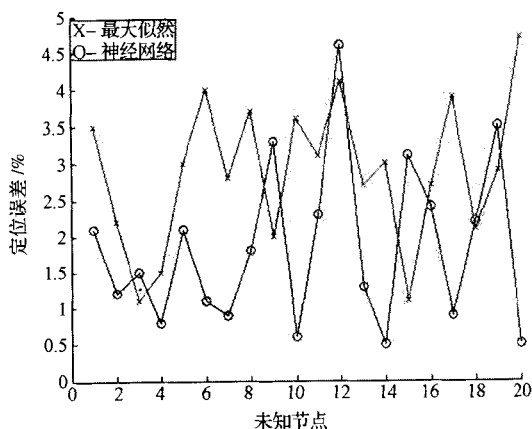


图6 两种算法定位的误差对比图

定位算法具有更强的鲁棒性,通过试验我们可以看到,该算法在定位精度上也优于传统的 RSSI 定位方法。

参考文献

- 1 刘 锋,章登义,基于 RSSI 的无线传感网络质心定位算法. 计算机科学,2012;39(6):96—98
- 2 Priyantha N B, Balakrishnam M H, Deraigne E D, *et al.* Anchor-free distributed localization in sensor networks, MIT-LCS-TR-892. Cambridge: MIT Lab for Computer Science, 2003
- 3 Harter A, Hopper A, Steggle P, *et al.* The anatomy of a context aware application Wireless Networks, 2002;8(2/3):187—197
- 4 王 勇,胡良梁,袁巢燕,一种环境自适应的无线传感器网络定位算法. 计算机工程,2012;38(11):104—106
- 5 王 琦,基于 RSSI 测距的室内定位技术. 电子科技,2012;25(6):64—66
- 6 宋 伟,樊孝明,王 玫. 具有稳健性的无线传感器网络定位算法. 电视技术,2012;36(13):68—70
- 7 胡伍生. 神经网络理论及其工程应用,北京:测绘出版社,2006

Applications of RSSI-neural Network in Wireless Sensor Network Positioning

SUN Jian, DU Yong-gui *

(school of information Engineering, Taiyuan University of technology, Taiyuan 030024, P. R. China)

[Abstract] Because of the poor ability of different environmental adaptation, the measurement distance exist errors in traditional RSSI (received signal strength) positioning method, which directly affect the positioning accuracy of the wireless sensor network. For the defect, a RSSI-based neural network positioning method is proposed. Building the mapping relations of the unknown nodes RSSI values and coordinate, then locating with neural networks. The method reduces the influence of different environments for RSSI, which makes the algorithm has a certain robustness. The experimental results show that compared with the traditional RSSI localization method, this algorithm improves the positioning accuracy.

[Key words] RSSI neural network wireless sensor network positioning