

ZigBee 技术在定位方面的实验研究*

张倩,宿罡,史书刚,马磊

(新疆电子研究所有限公司,新疆 乌鲁木齐 830049)

摘要: 介绍了 ZigBee 定位的基本原理和实现方法,并结合实验结果分析其优缺点。

关键词: ZigBee; 定位; RSSI; LQI

中图分类号: TP393

文献标识码: A

Experiment study on the technology of localization with ZigBee

ZHANG Qian, SU Gang, SHI Shu Gang, MA Lei

(Xinjiang Electronic Research Institute CO.LTD, Urumqi 830049, china)

Abstract: The paper introduced the theory of ZigBee localization and how to accomplish it. It also analysed both the advantages and disadvantages with the result of this experiment.

Key words: ZigBee; localization; RSSI; LQI

目前比较成熟并得到大范围应用推广的无线定位技术是 GPS 卫星定位系统,但在室内定位和市区多遮挡的情况下定位, GPS 的效果差强人意,需要有其他的定位技术去弥补 GPS 的不足。现在人们对室内定位系统的需求也与日俱增,机场、展厅、写字楼、仓库、地下停车场、监狱、军事训练基地等都需要使用准确的室内定位信息。

1 ZigBee 简介

ZigBee 是一种新兴的短距离、架构简单、低消耗功率与低传输速率无线通讯技术,其传输距离约为数十公尺,使用频段为免费的 2.4 GHz 与 900 MHz 频段,传输速率为 20 Kb/s 至 250 Kb/s, 网络架构具备 Master/Slave 属性,并可达到双向通信。

RSSI: 链路信号强度

节点: 无线网络模块,是构成 ZigBee 无线网络基本单位,担负路由、终端、RSSI 指示等功能。

参考节点: 无线网络模块,固定于定位区域,作为参照系与移动节点一起对该移动节点进行定位。

移动节点: 简易无线网络模块,由移动目标携带,如矿工,在定位区域移动,与参考节点一起对自身进行定位。

LQI(Link Quality Indicator): 链路信号质量^[1]。

2 定位系统的构成

无线定位网络: 利用 ZigBee 无线网络模块,根据实际应用环境合理布局,组成一套 ZigBee 无线定位骨干网络,网络形态可以是链状或网状拓扑。定位网络中的参考节点将接收到移动节点信息(RSSI 和 LQI),传送到上位机进行处理。

移动节点: 利用低价 ZigBee 无线模块(只完成无线收发不需要网络功能的 RFD 模块),制成一个便携式的移动装置。

定位应用算法: 上位机对无线网络传送回来的移动节点信息,用一定方法进行解算,得到移动节点的位置信息。上位机对该位置信息进行存储、显示等处理。

3 定位原理与方法

从算法采用的手段来看,ZigBee 定位算法可以分为两大类:基于距离的算法和非基于距离的算法。基于距离的算法通过测量节点间的距离或角度信息,使用三边测量、三角测量或最大似然估计定位法计算节点位置。常用的测距技术有 RSSI、LQI;非基于距离的算法则不需要距离和角度信息,算法根据网络连通性等信息来实现节点定位^[2]。

本实验采用的定位算法前三种主要是基于距离的算法,在已知发射功率的情况下,在接收点测量接收功

* 基金项目: 科技部科技型中小企业技术创新基金(06c26216501898)

网络与通信 Network and Communication

率,通过测量接收到的信号强度可以推算出移动节点到参考节点的距离。第四种是非基于距离的算法。

在定位过程中,需要利用 ZigBee 两个关键技术:(1) ZigBee 节点的标识。每个 ZigBee 节点都有 64 位的永久地址,作为其唯一性标识。可以将这个地址映射为对应层有意义的名字,从而可对每个节点进行身份辨认。(2)定位判定。位置判断的依据为无线信号参数 LQI,位置判断的精度取决于路由节点分布的密度。

定位的过程和计算主要有四种方法:

(1)网格定位。如图 1 所示,将 ZigBee 定位参考节点,以等间距布置成网格状,移动节点分别接收到与参考节点间的 LQI,用 LQI 计算出到相邻节点的距离,用三角函数方法计算移动节点的坐标^[3]。

这里举一个例子来计算坐标值。假设参考节点和定位节点的位置如图 1 所示。

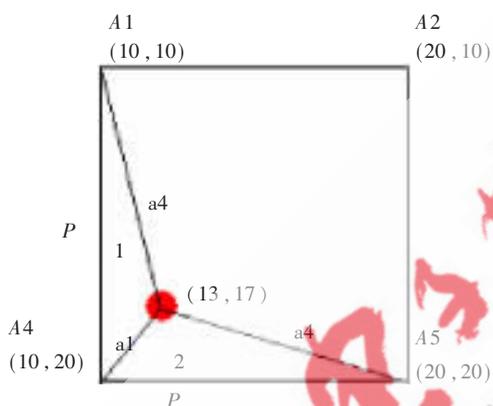


图 1 参考节点和定位节点分布图

从分布图中可以看出,如果在理想的情况下,与定位点最近的 4 个参考点分别是 A1、A2、A4、A5,最近的三个参考节点是 A1、A4、A5。根据三角公式可求得:P 点的 X 坐标为 17.0125;P 点的 Y 坐标为 12.9875。这样就计算出了一组定位节点坐标:(12.9875, 17.0125)。

(2)一点信号强度定位。移动节点在不同的位置接收信号时,因距参考节点距离远近的不同,所收到的信号强度也不同。当移动节点接收到最近的参考节点的 LQI 值后,通过计算或比照,确定移动节点的位置。以参考点为原点坐标,单位 m,参考节点距离 30 m,如表 1 所示。

表 1 一点信号强度定位结果

| 坐标(或距离) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---------|-----|----|----|----|----|----|----|
| LQI | 100 | 70 | 60 | 50 | 40 | 35 | 30 |

(3)两点信号强度定位。移动节点接收到相邻两个参考节点信号,计算其差值,确定移动点位置。其中 LQIA 为参考节点 A 的 LQI 值,LQIB 为参考节点 B 的 LQI 值,以参考节点 A 的位置为坐标原点,单位 m,参考

节点距离 30 m。结果如表 2 所示。

表 2 两点信号强度定位结果

| 坐标(或距离) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|-----------|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| LQIA-LQIB | 70 | 50 | 30 | 0 | -30 | -50 | -70 |

(4)固定点定位。将收到最大 LQI 值的那个节点的位置,当作为移动节点位置。此方法需要较小的网络节点间距,精度也较低。

4 定位效果

(1)关于网格定位法。参考节点间距设为 20~30 m,参考节点数为 4~8 块。参考节点数多,间距小,效果较好,精度较高,反之效果较差。经实验,估算精度为 3~5 m,但有位置跳跃现象。

该定位法依赖于较开阔的场地,如大型仓库等,不适用于煤矿井下巷道等场合。

(2)LQI 值与距离的关系。从图 2 中我们可以观察到几点规律:①LQI 值随距离增加,呈衰减趋势;②曲线在 20 m 后逐渐平坦,30 m 后趋于水平;③曲线在约 8 m 附近有一个凹陷,该点最低 LQI 值有可能低与 34 m 处 LQI 值;④在任一距离上,LQI 值变化幅度很大,例如,在 40 m 处 LQI 值最低为 5,最高为 32,各距离上最大变化幅度大于 30。

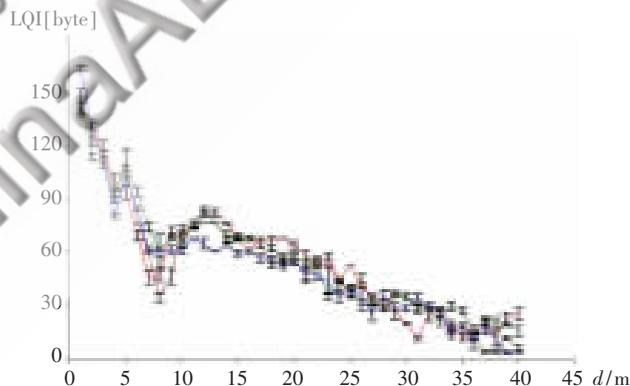


图 2 LQI 值与距离的关系

(3)利用 LQI 的定位效果

实测数据与该曲线相似,只是 LQI 变化幅度更大。分析原因是供货商所使用的测试环境较为理想,而我们的测试环境里,环境干扰较大。

利用 LQI 强度参数计算移动节点的距离,需要依靠 LQI 参数的线性规律、稳定准确的 LQI 信号值以及曲线有一定斜率。由以上分析,我们可以得出以下结论:①超过 30 m 后,LQI 强度曲线趋于平坦,故定位距离不能超过 30 m;②LQI 强度曲线线性特征不好,其中 8 m 附近的凹陷较为致命;③利用 LQI 强度值定位误差较大,最大误差约 23 m。④LQI 信号的不稳定性对两点信号强度

定位法的影响更大,以致误差更大。图3为实测数据曲线。

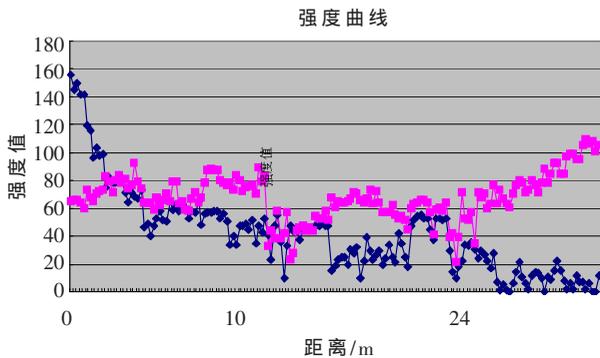


图3 LQI强度曲线图

(4)固定点定位的效果较为理想。移动节点在移动过程中,当经过某参考节点时,能准确捕捉到临近参考节点的LQI信号的最大值,通过合理设置信号门限,确定离移动节点最近的参考节点,进而实现定位。该移动节点未到达另一参考节点之前,系统认为移动节点仍在原来位置。该方法可适应较复杂环境,定位可靠,缺点是定位精度不高,定位精度相当于参考节点的间距。

5 LQI信号强度不稳定之浅析

(1)该器件工作在2.4 GHz,波长约13 cm,属分米波范围,反射、折射效应较强。LQI强度会受到多径干扰影

响。

(2)该器件是低功耗器件,空间信号强度很低,在受到遮挡时,信号衰减较大。

(3)ZigBee所采用直接序列扩频技术,其信号强度在空间的分布是非线性的。

在实验中,我们采用了固定点定位法,并取得了较好的定位效果。移动节点定位可靠,定位性能稳定。但同时也应注意到该定位法定位精度较低,如果想提高定位精度,必须提高参考节点的密度,这不利于控制应用系统的成本。

该系统网络中,远端的信号是通过充当路由的参考节点,一级一级传回上位机的。根据经验,路由级数最大只能到二十几跳。如果定位精度要达到50 m,必须每50 m设置一个参考节点,那系统的最大定位范围是1 km;如果定位精度要达到10 m,系统的最大定位范围只有200 m,实用性不强。

参考文献

- [1] 李文仲,段朝玉.ZigBee无线网络技术入门与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] 吕治安.ZigBee网络原理与应用开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [3] 李文仲,段朝玉.ZigBee2006无线网络与无线定位实战[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.

(收稿日期:2009-03-06)