

一种改进的 UWB 空间定位方法研究

王小波¹, 张在琛², 胡成博¹, 路永玲¹, 唐少峰³

(1. 国网电力系统人工智能实验室(国网江苏省电力有限公司电力科学研究院), 江苏 南京 211103; 2. 东南大学信息科学与工程学院, 江苏 南京 210096; 3. 江苏北斗卫星应用产业研究院有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要:超宽带(ultra wide band, UWB)技术由于自身抗多径能力强等特点被广泛应用于定位,但采用 UWB 进行定位时存在定位结果不稳定的现象。对于实时性定位要求不高的应用场景,文中提出了一种改进的 UWB 空间定位方法。该方法仅需要 3 个基站便可进行空间定位,通过将优化后的 UWB 测距数据运用到空间测边交会法中求解待定点坐标。经实验分析得该方法简单易行,计算量小且测距精度及定位精度较高。同时该方法仅需 3 个基站便可测得待测点的三维坐标,一定程度上节省了硬件成本,对于电力部门仓库货品定位、电厂巡检人员定位等场景有一定的适用性。

关键词:超宽带;测距优化;空间测边交会

中图分类号: TN92

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2018)03-0072-06

0 引言

当前,位置信息已成为各行各业发展的重要基础数据。以 GPS、GLONASS、BDS、Galileo 为代表的 GNSS 定位系统保证了室外定位高效便捷的实现;随着物联网技术^[1]的发展,以 Bluetooth、WiFi、ZigBee^[2]、超宽带(ultra wide band, UWB)技术等为代表的新兴技术在室内定位领域发挥了巨大作用,寻找出电力行业适用的定位技术、促进电力行业快速发展尤为重要。

UWB 是一种低功耗、低成本但高速的无线通信技术,近年来得到了研究人员广泛而深入的研究,其正常工作频率为 3.0~10.6 GHz^[3]。同常规的 WiFi、蓝牙等载波定位技术项目相比,UWB 以时间间隔极短(纳秒或者不足纳秒的时间间隔)的基带窄脉冲进行通信,穿透能力强、抗多径效应抗干扰能力出众,同时具有高精度的特性。特别是在有金属或液体等对信号衰减影响较大的环境中,UWB 的性能要比其他无线通行定位技术强很多^[4]。

鉴于 UWB 技术具有出众的特性,众多学者利用 UWB 技术进行了定位研究。实现高精度定位的关键在于通过 UWB 技术获得高精度的测距数据。按照 UWB 测距时利用的特征参数不同,UWB 测距的方法主要包括信号角度(received signal strength, RSS)测量法、信号到达时间差(time of arrival, TOA)

测量法等^[5-6]。文献[7]认为到达角度测距(angle of arrival, AOA)、TOA、时差测距(time difference of arrival, TDOA)受到较多研究关注,典型算法是基于 UWB 直射路径分量到达时间的检测。文献[8]对直射路径进行了研究,并对多径分辨率进行了分析,将测距数据分成直视距离(line of sight, LOS)和非直视距离(not line of sight, NLOS)两种类型。

为了得到高精度定位结果,众多学者对坐标解算的算法进行了研究,目前较常采用的算法有 Chan 算法^[9]、Fang 算法^[10]、最小二乘算法^[11]等。这些算法出于对算法本身的改进,并未综合考虑数据类型进行优化定位。此外,对于准实时应用场景的定位,这些算法并未充分利用数据。文中提出一种选用 2 s 数据进行连续时段数据预处理后进行空间测边交会的定位方法,该方法充分利用了 UWB 技术的高频特性,可实现高精度定位,且该方法简单可行、易于实现。已有的一些三维定位方法需采用 4 个基站方式进行,该方法仅用 3 个基站可确定标签三维坐标,节省了 UWB 模块的硬件成本,对定位实时性要求不是很高的应用场景有一定的适用性。

1 UWB 连续时段定位模型

1.1 定位系统组成

定位平台采用的 UWB 基站和标签均为美国 Time Domain 公司生产的 P440 模块。该款产品性能出众,具有良好的抗多径效应,且能实现高精度测距。模块与模块之间可实现双向通信测距(two way-time of flight, TW-TOF)。同时,模块的工作频率

收稿日期:2018-01-06;修回日期:2018-02-11

基金项目:国家电网有限公司科技项目(521001160037);国家自然科学基金资助项目(61571105)

也可以人为设置^[12]。以 3 个模块作为 UWB 定位平台的基站,以 1 个模块作为 UWB 定位平台的标签,并由这 3 个基站定位解算得到标签的三维坐标。

1.2 算法流程

由于模块能实现 TW-TOF,则定位平台中的测距种类可由式(1)求得:

$$A_s = C_m^n \quad (1)$$

式中: m 为定位平台中模块的总数量,该平台中 m 为 4;由于为双向测距,则 n 为 2。因此该平台的正常测距种类为 6 个。本算法的流程如图 1 所示。

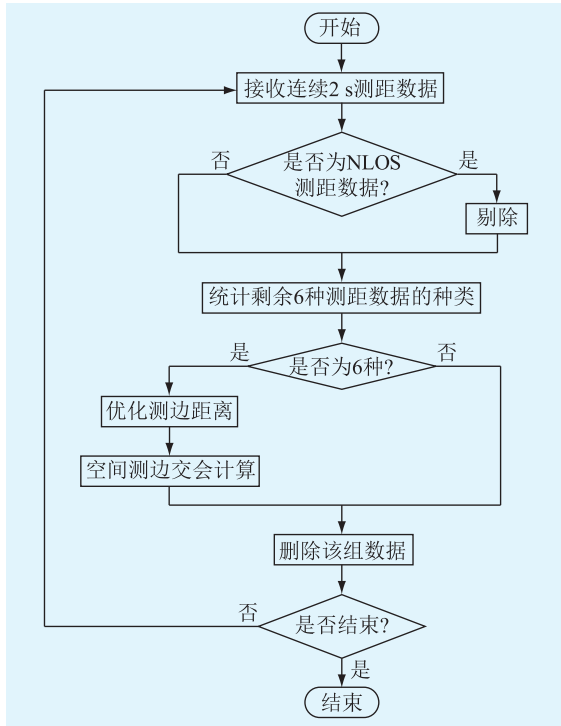


图 1 算法流程

Fig.1 Algorithm flowchart

首先,定位平台接收连续 2 s 的测距数据。通过设置,将模块的测距时间间隔设为 10 ms,则 6 种测距轮询一遍的周期是 60 ms,也就是 16.67 Hz,因此理论上 2 s 可获得约 33 个测距。

随后对接收到的测距数据进行判断是否为 NLOS 类型数据。由于 UWB 实际通信时受到外界环境及自身稳定性影响,模块间通信的测距数据有 LOS 和 NLOS 两种类型。在 NLOS 状态下,TOA 和 TDOA 测量的数据会产生超量时延的误差,因此直接将 NLOS 测距数据用于空间定位将会带来较大定位误差影响^[13-14]。若存在 NLOS 数据,则应将 NLOS 数据剔除。

全部处理完毕之后,剩余的数据全部为 LOS 类型数据。统计剩余数据的种类,若种类为 6 种,则表明定位平台中的 6 个测距信息都存在,进而可对测

边距离进行优化,随后用于后续空间测边交会计算;若种类小于 6 种,则表明在剔除 NLOS 类型数据的过程中将测距数据中的至少一种测距类型数据给完全剔除,这种情况下将无法进行空间测边交会,此时将该连续 2 s 的数据删除。接着判断是否到数据的结尾,若不是则继续对测距数据进行处理,否则处理结束。

由于 UWB 有很强的抗多径干扰能力,且能在短时间内进行多次测距。对于非实时定位的场景,本算法充分利用了 UWB 高频的特性,对 UWB 的测距数据进行了优化,并采用空间测边交会法,以尽可能少的基站(3 个基站)实现了 UWB 的测距定位功能,一定程度上节省了成本。

2 算法描述

2.1 NLOS 类型测距值判别

如上所述,由于 NLOS 类型测距值误差较大,而导致定位精度较低,因此需将 NLOS 类型的测距数据剔除。

基于 NLOS 测距数据标准差大于 LOS 测距数据标准差的前提,将实际测距数据的标准差与 LOS 环境下标准差进行比较,进而判断该测量时段是否含有 NLOS 误差^[15]。在 t_i 时刻,基站 A 到标签的距离如式(2)所示。

$$r_m(t_i) = r_m^0(t_i) + n_m(t_i) + r_{\text{NLOS}}(t_i) \quad (2)$$

式中: $r_m^0(t_i)$ 为 LOS 信号决定的测量距离; $n_m(t_i)$ 为系统噪声引起的测距误差; $r_{\text{NLOS}}(t_i)$ 为 NLOS 误差距离。由于 $r_{\text{NLOS}}(t_i)$ 总是非负的随机变量,令其取值范围为 $0 \leq r_{\text{NLOS}}(t_i) \leq \beta_m$ 。又由于 $n_m(t_i)$ 服从正态分布,是以 0 为平均值,令其取值范围为 $-\alpha_m \leq n_m(t_i) \leq \alpha_m$,则 NLOS 类型测距数据的误差范围如式(3)所示。

$$-\alpha_m \leq r_{\text{NLOS}}(t_i) + n_m(t_i) \leq \alpha_m + \beta_m \quad (3)$$

相较于 LOS 类型,误差显著变大,即 $\alpha_{m\text{NLOS}} < \alpha_{m\text{LOS}}$,进而可判断出 NLOS 数据。

此外,还有其他方法判断 NLOS 种类数据^[16],文中就不再赘述。由于 P440 模块在输出测距数据的同时,还输出各条测距数据的数据类型,基于此,本文定位算法可提取数据进行解算。

2.2 测边距离的优化

测边距离优化是为了进一步剔除 NLOS 种类数据,提高测距的精度。对连续 2 s 采集的数据进行处理得到该时间段内的优化距离。UWB 测距属于高斯噪声,符合正态分布,基于该思想,采用如下思路进行优化:(1) 分别求得数据的中位数 N_1 与平均

值 N_2 。由于 P440 模块具有较高的测距精度,其标称测距精度能达到 2 cm,且数据服从正态分布,因此当样本足够多时, N_1 与 N_2 理论上相同。由于实际处理中受到系统误差影响, N_1 与 N_2 存在一定差异。(2) 通过经验判断, N_1 与 N_2 的差异值设置为 0.01 m,即人为将其设为 1 cm。若 $|N_1 - N_2| < 0.01$, 则认为该组数据良好,没有较大误差值,基本服从正态分布,取 N_1 作为优化后的距离值;若不能满足 $|N_1 - N_2| < 0.01$, 则认为该组数据中存在含有 NLOS 种类数值的测距值。统计学中常用拉依达法则对粗差进行剔除。法则以 3 倍中误差为阈值对改正数进行判别。因此,文中基于拉伊达法则,提出以 N_1 为初始真值,则 N_1 上下 3 倍原始中误差范围为拉依达法则的判定区间。保留该区间中的数据,通过对该组数据求解新的平均值作为优化后的测距值。

2.3 空间测边交会法

目前,众多学者对 UWB 的定位集中在二维平面定位^[17],缺少对标签进行三维定位的研究。通常的坐标解算采用最小二乘法进行^[18],文中的优化算法采用的空间测边交会法^[19],可实现在 3 个基站状态下得出标签的三维坐标。该方法中,矩阵阶数小,且不涉及指数运算,皆为简单的多项式运算。此外,该算法也无需复杂的迭代或循环计算。因此算法的计算量较小。定位示意如图 2 所示。

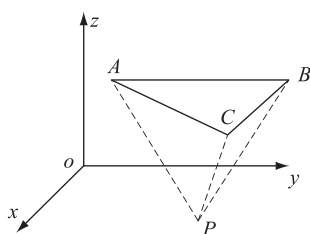


图 2 定位示意

Fig.2 Schematic diagram of location

图中, A, B, C 为 3 个基站, P 为待定标签。要求 A, B, C 3 个基站与标签 P 的关系符合右手法则,即右手大拇指指向 P 时,其余四指的自然弯曲方向即为 A, B, C 三点的弯曲方向。要注意的是,3 个基站不能位于同一直线上。由空间几何可得,空间四面体 $P-ABC$ 的体积公式为:

$$V = \frac{1}{6} \begin{vmatrix} x_P - x_A & y_P - y_A & z_P - z_A \\ x_P - x_B & y_P - y_B & z_P - z_B \\ x_P - x_C & y_P - y_C & z_P - z_C \end{vmatrix} = \frac{1}{6} S_1 S_2 S_3 \begin{vmatrix} \cos\alpha_A & \cos\beta_A & \cos\gamma_A \\ \cos\alpha_B & \cos\beta_B & \cos\gamma_B \\ \cos\alpha_C & \cos\beta_C & \cos\gamma_C \end{vmatrix} \quad (4)$$

式中: $\cos\alpha_A, \cos\beta_A, \cos\gamma_A$ 表示向量 AP 的方向余弦值; $\cos\alpha_B, \cos\beta_B, \cos\gamma_B$ 表示向量 BP 的方向余弦值; $\cos\alpha_C, \cos\beta_C, \cos\gamma_C$ 表示向量 CP 的方向余弦值。用 K 表示式(4)中的方向余弦矩阵,则有:

$$V = \frac{1}{6} S_1 S_2 S_3 K \quad (5)$$

由文献[20]得:

$$N = |KK^T| = \sin^2\phi_{AB} + \sin^2\phi_{AC} + \sin^2\phi_{BC} + 2\cos\phi_{AB}\cos\phi_{AC}\cos\phi_{BC} - 2 \quad (6)$$

则有:

$$|K| = (\sin^2\phi_{AB} + \sin^2\phi_{AC} + \sin^2\phi_{BC} + 2\cos\phi_{AB}\cos\phi_{AC}\cos\phi_{BC} - 2)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

式中: $\phi_{AB}, \phi_{AC}, \phi_{BC}$ 分别为 PA 与 PB, PA 与 PC, PB 与 PC 的夹角,三角函数值可由三角形 PAB 、三角形 PAC 、三角形 PBC 求得。同时定义如下向量:

$$\begin{cases} \vec{AB} = (x_B - x_A, y_B - y_A, z_B - z_A) = (X_B, Y_B, Z_B) \\ \vec{AC} = (x_C - x_A, y_C - y_A, z_C - z_A) = (X_C, Y_C, Z_C) \\ \vec{AP} = (x_P - x_A, y_P - y_A, z_P - z_A) = (X_P, Y_P, Z_P) \end{cases} \quad (8)$$

式(8)中向量进行内积和混合积计算,可得:

$$\begin{cases} \begin{vmatrix} Y_B & Z_B \\ Y_C & Z_C \end{vmatrix} X_P + \begin{vmatrix} Z_B & X_B \\ Z_C & X_C \end{vmatrix} Y_P + \begin{vmatrix} X_B & Y_B \\ X_C & Y_C \end{vmatrix} Z_P = M_1 \\ X_B X_P + Y_B Y_P + Z_B Z_P = M_2 \\ X_C X_P + Y_C Y_P + Z_C Z_P = M_3 \end{cases} \quad (9)$$

其中,

$$\begin{cases} M_1 = S_A S_B S_C |K| \\ M_2 = (D_{AB}^2 + S_A^2 - S_B^2)/2 \\ M_3 = (D_{AC}^2 + S_A^2 - S_C^2)/2 \end{cases} \quad (10)$$

对式(9)求解,可得:

$$X_P = \frac{1}{\begin{vmatrix} X_B & Y_B \\ X_C & Y_C \end{vmatrix}} \left[\begin{vmatrix} Y_B & Z_B \\ Y_C & Z_C \end{vmatrix} Z_P - \begin{vmatrix} Y_B & M_2 \\ Y_C & M_3 \end{vmatrix} \right] \quad (11)$$

$$Y_P = \frac{1}{\begin{vmatrix} X_B & Y_B \\ X_C & Y_C \end{vmatrix}} \left[\begin{vmatrix} Z_B & X_B \\ Z_C & X_C \end{vmatrix} Z_P - \begin{vmatrix} M_2 & X_B \\ M_3 & X_C \end{vmatrix} \right] \quad (12)$$

$$Z_P = \left[M_1 \begin{vmatrix} X_B & Y_B \\ X_C & Y_C \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} Y_B & Z_B \\ Y_C & Z_C \end{vmatrix} \begin{vmatrix} Y_B & M_2 \\ Y_C & M_3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} Z_B & X_B \\ Z_C & X_C \end{vmatrix} \begin{vmatrix} M_2 & X_B \\ M_3 & X_C \end{vmatrix} \right] \left[\begin{vmatrix} X_B & Y_B \\ X_C & Y_C \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} Y_B & Z_B \\ Y_C & Z_C \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} Z_B & X_B \\ Z_C & X_C \end{vmatrix}^2 \right]^{-1} \quad (13)$$

则 P 点三维坐标为: $x_P = X_P + x_A, y_P = Y_P + y_A, z_P = Z_P + z_A$ 。

3 实例分析

采用图 2 所示的定位方式,测试环境中标签置于金属表面,其他障碍物较少,利用 MATLAB 软件对改进的空间定位算法进行验证分析。

3.1 测距优化的分析

分析模块连续 2 s 的输出测距数据。采用测边距离优化的方法得到如图 3 所示结果。为了便于区分,图 3 中优化前的曲线经过了加粗处理。

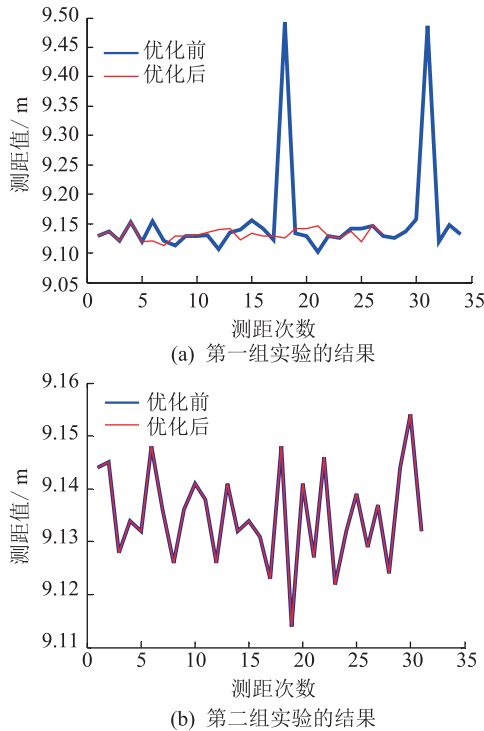


图 3 测边优化结果

Fig.3 Optimization results of edge detection

从图 3(a)可以看出,测边优化方法可将测距值中明显含有较大误差的测距值剔除,剔除之后的测距值全部位于 9.1 m 至 9.15 m 之间,被剔除的测距值通常含有 NLOS 种类数据及其他误差影响。此外,可以看出,测边优化法剔除了共 7 个测距数据,其中有 2 个数据误差较大从图中可直观看出。剔除之后的整体数据非常集中。

从图 3(b)可以看出,优化前后的数据保持一致,不存在数据剔除的情况。这是因为测试得到的数据本身较为集中,分布在 9.11 m 至 9.16 m 之间,因此采用测边优化方法后并未剔除测距数值。

此外,综合图 3(a)、(b)发现,同样在 2 s 内两次实验得到的测距数据个数不一样,这是因为 P440 模块对测距数据本身经过了处理,若 UWB 测距失

败则将返回 0,此时该数据将不予考虑。

3.2 三维定位结果分析

选取 4 个已知点进行实验,每个已知点连续观测一段时间,采用优化距离后的空间测边交会算法,求解连续 2 s 的三维坐标,将这些坐标与已知精确坐标求解中误差,如表 1 所示。

表 1 结果的数学统计

Tab.1 Test results of insulated resistance value

点号	坐标轴	均值 /m	真值 /m	标准差 /cm	平均点位误差/cm
1	x 轴	3.726 2	3.749	0.003 9	6.11
	y 轴	1.690 7	1.635	0.007 2	
	z 轴	1.659 3	1.670	0.006 1	
2	x 轴	5.632 5	5.685	0.004 2	7.67
	y 轴	1.681 9	1.637	0.010 1	
	z 轴	1.707 4	1.674	0.008 2	
3	x 轴	3.777 7	3.751	0.004 9	5.77
	y 轴	3.460 6	3.439	0.011 0	
	z 轴	1.621 6	1.668	0.018 3	
4	x 轴	5.703 4	5.682	0.003 2	3.91
	y 轴	3.426 7	3.444	0.003 3	
	z 轴	1.643 2	1.671	0.004 8	

从表 1 可以看出,测量若干次的平均值与真值较为接近,且各测试值的标准差小,表明每次测试结果离程度低,较好的聚集在真值附近。

文中以 1 号点为例,1 号点的三轴误差及点位误差如图 4 所示。

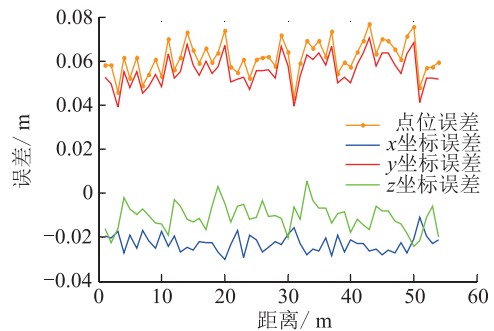


图 4 三轴误差及点位误差

Fig.4 Three-axis error and point error

由图 4 可知,三轴误差及点位误差并非沿着 0 随机分布,存在一定的系统误差,认为是在测距优化时所用算法导致。同时发现点位误差小于 8 cm,达到了较高精度。

对 1 号点共测试 41 次,结果如图 5 所示。可见定位精度较高,x 轴数值在 3.71 m 至 3.74 m 之间,y 轴数值在 1.67 m 至 1.71 m 之间,z 轴数值在 1.64 m 至 1.68 m 之间。

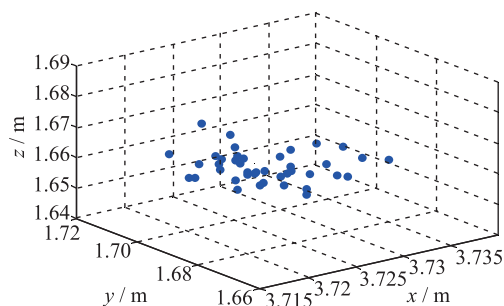


图5 1号点测试结果

Fig.5 Test results of point 1

4 结论

UWB 由于其自身抗多径能力强、功耗低、速度快等特点在室内等环境中被广泛用于定位。为了提高 UWB 定位精度,文中提出了改进的 UWB 空间定位方法。该方法首先对测距进行了优化,然后进行空间测边交会解算。

(1) 该方法基于连续 2 s 数据进行处理,优化了测距,有效提高了测距精度。

(2) 方法中的空间定位算法简单实用,计算量小,有效提高了准实时定位的精度;仅利用 3 个基站便实现了对标签的三维空间定位,节省了硬件成本。

(3) 电力行业的许多应用场景易受到金属环境影响,常规的定位技术较难实现。通过研发,该方法可适用于电力行业大型仓库设备管理、电厂巡检人员定位等应用场景。

此外,后期将主推 UWB 定位技术用于电力巡检领域,提高电力巡检的智能化、自动化水平,提高工作效率。

参考文献:

[1] 李云鹏,季晨宇,范国祥. 基于物联网技术的用电侧移动营销系统设计[J]. 江苏电机工程,2015,34(5):80-84.
LI Yunpeng, JI Chenyu, FAN Guoxiang. Designing of mobile marketing system based on the Internet of things technique[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2015, 34(5): 80-84.

[2] 金萍,田正其,彭宇菲. 一种基于 ZigBee 无线传感器网络的智能抄表系统[J]. 江苏电机工程,2016,35(4):36-39,43.
JIN Ping, TIAN Zhengqi, PENG Yufei. Intelligent meter reading system of wireless sensor network based on ZigBee[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2016, 35(4): 36-39, 43.

[3] 付俊. UWB 技术在无线定位中的应用[J]. 舰船电子工程,2009,175(1):76-78.
FU Jun. Application of UWB technology in wireless position[J]. Ship Electronic Engineering, 2009, 175(1): 76-78.

[4] 吕昕. 基于 UWB 的危化品仓储堆垛货物定位技术的研究[D]. 北京:北京化工大学,2015:11-12.

LU Xin. Research on UWB-based location technology applied on hazardous chemicals warehouse stacking [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2015:11-12.

[5] 隋心,杨广松,郝雨时,等. 基于 UWB TDOA 测距的井下动态定位方法[J]. 导航定位学报,2016,4(3):10-14,34.
SUI Xin, YANG Guangsong, HAO Yushi, et al. Dynamic positioning method based on TDOA in underground mines using UWB ranging[J]. Journal of Navigation and Positioning, 2016, 4(3): 10-14, 34.

[6] 杜梭安,吴杰康. 基于等级区域划分的故障定位矩阵算法[J]. 广东电力,2016,29(8):120-124.
DU Anan, WU Jiekang. Matrix algorithm for fault location based on hierarchical region partition[J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(8): 120-124.

[7] ALAVI B, PAHLAVAN K. Modeling of the TOA-based distance measurement error using UWB indoor radio measurements[J]. Communications Letters, IEEE, 2016, 10(4): 275-277.

[8] WU SH, ZHANG QY, ZHANG NT. Novel threshold-based TOA estimation algorithm for IR-UWB systems [J]. Journal on Communications, 2008, 29(7): 7-13.

[9] CHAN Y, HO K. A simple and efficient estimator for hyperbolic location[J]. IEEE Transaction on Singnal Processing, 1994, 42(8): 1905-1915.

[10] FANG B. Simple solutions for hyperbolic and related position fixes [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1990, 26(5): 748-753.

[11] FOY W. Position location solutions by Taylor series estimation [C] // IEEE Transaction On Aerospace and Electronic Systems. USA, 1976: 187-193.

[12] TIME DOMAIN. Time Domain PlusON440 Overall [OL]. (2015-11-2). <http://www.timedomain.com/products/pulson-440/#0>.

[13] 刘林. 非视距环境下的无线定位算法及其性能分析[D]. 成都:西南交通大学,2007. 15-20.
LIU Lin. Wireless positioning algorithms and their performance analysis under NLOS environment [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2007. 15-20.

[14] 邓红雷,师留阳. 4G 转 WIFI 无线传感器网络的输电线路监测系统[J]. 广东电力,2016,29(6):117-120.
DENG Honglei, SHI Liuyang. Monitoring system for power transmission lines based on 4G transforming into WIFI wireless sensor network[J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(6): 117-120.

[15] WYLIE M P, HOLTZMAN J. The non-line of sight problem in mobile location estimation [C] // Universal Personal Communications. 5th IEEE International Conference. IEEE, 1996(2): 827-831.

[16] CONG L, ZHUANG W. Non-line-of-sight error mitigation in TDOA mobile location [C] // Global Telecommunications Conference. GLOBECOM'01. IEEE. 2001(2): 680-684.

[17] 丁锐,钱志鸿,王雪. 基于 TOA 和 DOA 联合估计的 UWB 定位方法[J]. 电子与信息学报,2010,32(2):313

- 317.
DING Rui, QIAN Zhihong, WANG Xue. UWB positioning system based on joint TOA and TDOA estimation[J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2010, 32(2): 313-317.
- [18] MCELROY C, NEIRYNCK D, MCLAUGHLIN M. Comparison of wireless clock synchronization algorithms for indoor location systems [C] // Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Communications Workshops. Sydney: IEEE, 2014: 157-162.
- [19] 李全信. 空间测边交会的优化解法及精度分析[J]. 测绘工程, 1999, 8(3): 40-46.
LI Quanxin. Optimum solution method and accuracy analysis of space distance intersection[J]. Engineering of Surveying and Mapping, 1999, 8(3): 40-46.
- [20] 李全信. 空间测边交会的解法/精度估算和最佳图形探讨 [J]. 解放军测绘学院学报, 1991(4): 38-44.
LI Quanxin. Calculation and accuracy estimate of distance intersection of space and it's optimum configuration discussion [J]. Journal of Institute of Surveying and Mapping, 1991(4): 38-44.

作者简介:



王小波

王小波(1987—),男,硕士,工程师,从事电力通信新技术应用研究工作(E-mail: wangxbdkey@outlook.com);

张在琛(1975—),男,教授,博士生导师,研究方向为光无线通信、量子通信和新一代无线通信系统等;

胡成博(1984—),男,硕士,工程师,从事电力物联网技术、设备状态智能诊断技术工作。

Research on an Improved UWB Space Positioning Method

WANG Xiaobo¹, ZHANG Zaichen², HU Chengbo¹, LU Yongling¹, TANG Shaofeng³

(1. State Grid Power System Artificial Intelligence Joint Laboratory(State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd. Research Institute), Nanjing 211103, China; 2. School of Information Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China; 3. Jiangsu BDS Application Industry Institute, Nanjing 210000, China)

Abstract: Because of its strong anti-multipath capability and other characteristics, UWB technology is widely used in positioning. When using UWB, unstable phenomenon of the positioning results still remained. In this paper, an improved UWB space location method which can be used in the conditions that don't need real time positioning is proposed. A distance optimization method is proposed and then the distance intersection of space method which uses three base stations to solve spatial positioning is introduced. Experimental results show that the proposed method is simple and easy to implement. Besides, it is with small computation cost and high accuracy of positioning. At the same time, because the method only needs three base stations to measure the three-dimensional coordinates of the tested point, it can save hardware cost to a certain extent. Finally, this method is suitable for warehouse location and power plant inspection personnel positioning and other scenes in electric power department.

Key words: UWB; ranging optimization; distance intersection of space method

(编辑 方 晶)