

基于双 GPS 的振捣棒定位算法^①

苏 帅, 李东新, 田正宏, 边 策

(河海大学 计算机与信息学院, 南京 211100)

摘 要: 提出一种基于双 GPS 的振捣棒定位算法. 该算法首先获得 GPS 精确定位的坐标数据, 并将所得坐标数据反馈至单片机. 然后在单片机中经过该算法的整合处理, 最后得出振捣棒的位置坐标. 该简洁, 计算简单. 实验结果证明, 该算法运行高效, 能满足准确性和实时性的双重要求.

关键词: GPS; 差分定位; 坐标

Positioning Algorithm of Vibrating Rod Based on Double GPS

SU Shuai, LI Dong-Xin, TIAN Zheng-Hong, BIAN Ce

(College of Computer and Information, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: This paper proposes a location algorithm based on dual-GPS vibrator. Firstly this algorithm gets accurate GPS positioning coordinates data, and the resulting coordinate data feedback is sent to the microcontroller. Then through the integration process of the algorithm in the microcontroller, the conclusion gets the position coordinates vibrator. The simple calculation is simple. Experimental results show that the algorithm is efficient operation, accuracy and timeliness to meet the dual requirements.

Key words: GPS; differential positioning; coordinate

1 引言

随着社会的发展与科学技术的不断进步, 工业机械化程度越来越高, 如何保证作业的质量是必须要考虑的问题. 在传统的土木工程建设中, 经验式的施工方式会导致一系列安全隐患, 尤其是在基础的混凝土施工中, 对新拌混凝土浇筑振捣效果的可靠测试与整体评价是混凝土质量控制的重要环节之一^[1]. 传统的机械化施工中, 施工环境一般较为复杂, 施工队伍自身条件的不同, 相对来讲, 土木工程施工过程中存在了不小的安全隐患.

事实上目前混凝土振捣质量状态完全依靠现场操作人员经验判断, 这些经验操作随意性强, 受人为和环境因素影响大, 无法实时关注振捣棒的准确坐标, 振捣棒在振捣区域作用时间. 一旦出现欠振、过振、漏振等问题, 振捣将不能满足施工质量要求. 这已成为混凝土浇筑振捣质量的通病, 但目前国内外并无精确有效的技术解决方案^[2].

2 GPS差分定位

为了实时关注混凝土施工过程中振捣棒的坐标以及运动情况, 我们采用了使用最广的是 GPS 系统 (Global Positioning System). GPS 定位方法可以分为绝对定位和相对定位. 绝对定位即为 GPS 单站定位, 定位精度会受到很多因素的干扰, 例如信号传播误差、钟差等^[3], 因此精度较低. 相对定位又叫差分定位, 即为多机协作定位, 通过基站和移动站之间的协作来消除具有相关性的误差, 提高定位精度.

GPS 差分定位可以分为三种方式: 位置差分、伪距差分 and 相位差分^[4]. 位置差分是以上三种差分方法中最简单的一种, 其计算过程简单直接, 坐标改正数较少, 但是在观测求解过程中, 基站与用户站必须观测同一组卫星, 使用范围受限. 伪距差分是目前应用较多的一种定位技术, 在用户站距基站约 2km 时, 测得平面精度达到分米级, 高程精度达到米级. 但是随着两站的距离增加, 其误差公共性逐渐减弱, 定位

① 收稿时间:2016-02-15;收到修改稿时间:2016-03-31 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005415]

精度也会随之降低^[5]。在载波相位差分方法中,其噪声误差远小于测码伪距差分方法,静态定位可达10⁻⁶~10⁻⁸ 的定位精度^[6],动态实时定位中也能达到厘米级的定位精度,完全满足需求。因此选择载波相位差分方法,该方法又叫 RTK 技术^[7]。

通过对以上三种差分定位方法的分析和比较可以看出,只有载波相位差分满足本文中监测系统对定位

精度的要求,在下文中可以通过实测得到验证。

测试过程中,为了方便理解,我们以任意两测量点之间的测算距离和实际距离之间的对比来验证测量精度。其中水平坐标、垂直坐标、以及高度坐标通过直接从原 PJK 格式数据中提取得到。测算距离由两个测算点的空间坐标计算而得,实际距离是事先定好的两个测算点之间的距离,由米尺测得,对比结果如表 1 所示。

表 1 差分定位精度测试

	水平(m)	垂直(m)	高度(m)	测算(m)	实际(m)	偏差(cm)
1	3549049.07	382470.182	50.317	2.9840	3.00	1.6
	3549046.159	382470.838	50.319			
2	3549052.074	382486.034	36.36	4.2990	4.35	5.10
	3549054.329	382482.374	36.39			
3	3549048.398	382473.573	36.326	5.0490	5.00	4.90
	3549052.074	382477.034	36.36			
4	3549048.798	382473.593	36.328	6.2533	6.20	5.33
	3549053.048	382478.18	36.349			
5	3549042.326	382471.110	36.293	6.9873	7.00	1.27
	3549047.048	382476.25	36.34			
6	3549045.08	382470.523	36.328	8.4299	8.50	7.01
	3549050.248	382477.18	36.129			
7	3549046.298	382470.993	36.328	9.9068	10.00	9.32
	3549053.148	382478.15	36.309			
8	3549049.07	382470.182	50.317	12.7362	12.65	8.62
	3549051.664	382482.651	50.395			

由表 1 中的数据可以看出,固定解精度都在 10 厘米以内,而且解算速度为一秒一个,完全满足定位速度和精度的双重要求。

3 双GPS定位算法

3.1 基本原理

基于双 GPS 和姿态校正的振捣棒工作位置模糊定位方法,其特征基于工人的工作姿态对差分定位坐标进行修正,估算实际工作位置的坐标。包括以下步骤:

步骤 1: 双 GPS 差分定位。基于工程实现的要求,定位精度最好达到厘米级或者分米级,且实时性要求也比较高。因此,只有动态载波相位差分满足要求。动态差分定位系统一般由基准站、移动站(用户站)、数据通信系统(数据链)以及卫星天线等构成,如图 1 所示。其中数据链可选无线电台、网络(有线、无线)两种方式,

具体视现场条件而定。

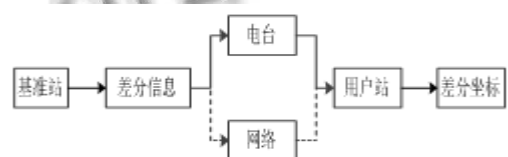


图 1 差分定位系统构成

步骤 2: 坐标修正。通过步骤 1 中获得的高精度双 GPS 坐标,并结合工人施工时常用的三种姿态对 GPS 坐标进行修正。原理如图 2 所示。

3.2 算法内容

基于双 GPS 和姿态校正的振捣棒工作位置模糊定位算法,设计目标是为了解决施工质量监测过程中无法对振捣棒的工作位置进行直接定位的问题。本算法通过以下几个步骤来具体实现:

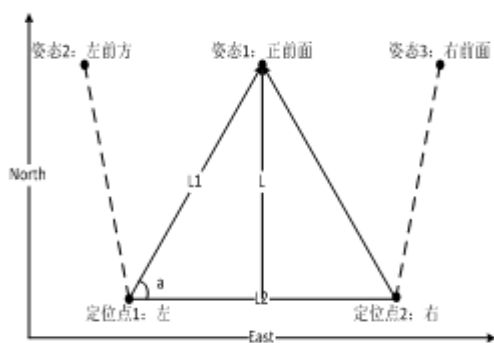


图 2 定位原理

(1)将小型 GPS 天线安装到工人左右肩膀固定位置上,可以得到两个 PJK 格式的定位点坐标.其中,两个 GPS 天线之间的实际距离是不变的.

(2)两定点坐标中的高度信息之间(原始坐标中的 EHT 信息)的差值作为姿态判定的依据,可将工作姿态按振捣棒位置分为三种:正前方、左前方和右前方.以实测高度差作为判定依据,当 $|height1-height2| \leq 0.1m$ 时,判定工作姿态为:振捣棒工作在工人正前方;当 $height2-height1 \geq 0.2m$ 时,判定工作姿态为:振捣棒工作在工人左前方;当 $height1-height2 \geq 0.2m$ 时,判定工作姿态为:振捣棒工作在工人右前方;

(3)根据该姿态下给出的坐标修正量(α, L, H)时计算出该工作姿态下的振捣棒的坐标.修正量一般选用如表 2 所示的数据.

表 2 坐标修正量

	α (度)	L (米)	H (米)
正前方	60	0.5	1.4
左前方	100	0.5	1
右前方	30	0.5	1.2

每种姿态下给出的坐标修正量均为(L,H)格式,其中为待求解位置与左定位点所在直线 L1 和已知两个定位点连成的直线 L2 的夹角, L 为待求解位置到直线 L2 的距离,如上图 3-2 所示.参考坐标系为:北向坐标 north 和东向坐标 east 组成的二维坐标系.在该坐标系下,采用两直线相交的方法求解出未知点坐标的 north 分量和 east 分量;同时根据选取当前 GPS_1 的 height1 减去高度修正量 H 得出 height 分量.

4 实验

为了验证算法的正确性,分别进行了模拟数据和

实际测试.如图 3 所示为模拟测试平台.在实际测试中,用 GPS 测得固定点其原始坐标,然后使用本算法对比原始坐标数据.

为了验证算法的可靠性,随机测试了 1000 组数据,采集数据后,在 MATLAB 中分析测试误差如图 4 所示.其中,水平方向(N, E)坐标误差范围控制在 10cm(-5cm~+5cm)以内,高度(H)坐标也在 15cm 以内.分析误差来源,一部分是因为设备本身的精度,一部分来自实际工作过程中的人为操作误差.



图 3 模拟测试

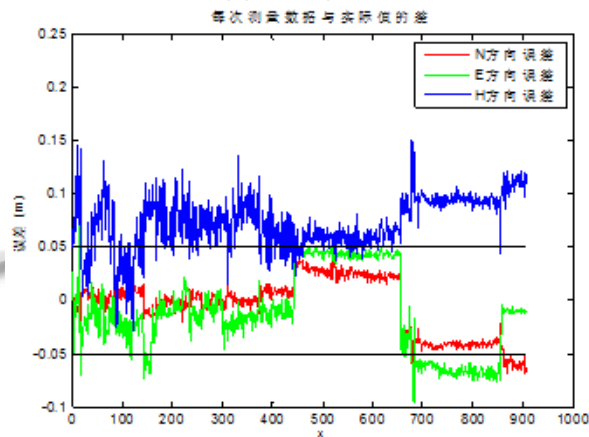


图 4 测试误差结果分析

5 结论

本文使用一种基于双 GPS 的振捣棒定位算法.实际测试说明经过该算法处理的数据对比原始坐标数据误差控制在 10cm 之内,且定位速度为一秒钟一组数据,定位精度以及速度符合实际工程需要.并且该算法运行高效,计算简单,能满足准确性和实时性的双重要求.

参 考 文 献

- 1 田正宏,边策,邓会江,郑健.基于 GPS 实时定位振捣棒在混凝土中振捣轨迹的方法.中国专利:201110370446.X, [2012-06-20].
- 2 Chang-long W, Jin-yun H, Hong-jun G. The evaluation model of quality of high performance concrete construction based on the unascertained measure. International Workshop on Computer-aided Software Engineering. IEEE. 2009. 521-524.
- 3 Kaplan ED, Hegarty CJ. 寇艳红译.GPS 原理与应用.第 2 版.北京:电子工业出版社,2012.
- 4 黄劲松.GPS 测量与数据处理.武汉:武汉大学出版社,2002.
- 5 徐周.GPS 差分定位技术及实现方法[博士学位论文].郑州:中国人民解放军信息工程大学,2006.
- 6 李天文.GPS 原理与应用.北京:科学出版社,2003
- 7 Li-heng H, Ming-ming S, Qi-sheng B. A comparison of different communication RTK survey systems. International Conference on Management and Service Science. IEEE. 2011. 1-4.

www.c-s-a.org.cn

www.c-s-a.org.cn