

引文格式:李昕.GPS/BDS 及 PL 高精度 RTK 定位算法研究[J].测绘学报,2019,48(4):534. DOI:10.11947/j.AGCS.2019.20180258.
LI Xin. Algorithm study with GPS/BDS and PL high precise RTK positioning[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2019, 48(4): 534. DOI:10.11947/j.AGCS.2019.20180258.

GPS/BDS 及 PL 高精度 RTK 定位算法研究

李 昕

长安大学地质工程与测绘学院,陕西 西安 710054

Algorithm study with GPS/BDS and PL high precise RTK positioning

LI Xin

School of Geological and Surveying & Mapping Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China

本文旨在研究 GPS/BDS 常规 RTK 和中长距离 RTK, 以及室内伪卫星 RTK 高精度定位算法, 主要涉及定位数学模型的建立、误差源的处理方法、载波相位观测值的整周模糊度求解及质量控制等领域, 在现存算法的基础上, 针对其局部局限性, 深入分析其原因并对部分算法作出相应的改进和创新, 以满足更多环境下的高精度 RTK 定位需求, 为拓宽 RTK 应用领域提供可行性基础。本文的主要工作和贡献如下:

(1) 实现了 GPS/BDS 常规 RTK 基本定位功能, 并利用静态和车载动态观测数据进行定位性能分析。

(2) 针对复杂环境下观测值残差检验阈值难以合理确定的问题, 提出: 基于残差平方, 判断是否存在观测值粗差, 若存在则采用“尝试法”思想进一步实现粗差定位。传统观测值残差检验因阈值设置不合理导致过多或过少地剔除相应的观测值。本文方法在一定程度上避免了以上问题。通过车载试验验证了该方法在复杂环境下具备较好的实用性。

(3) 改进了一种附有多普勒测速信息约束的 GPS/BDS 动态单历元模糊度求解算法和数据处理策略, 该方法充分利用了多普勒测速速度和方差信息, 改善了动态卡尔曼滤波模型精度, 通过实测数据验证了该方法可以提高动态单历元模糊度求解成功率和平均定位精度。

(4) 将一种改进的粒子群搜索算法 (IPSO) 引入 GPS/BDS 模糊度求解中, 通过 GPS/BDS 不同维数和不同精度的模糊度浮点解验证了 IPSO-AR 的性能。试验结果表明, 该方法在模糊度维数较低或者附有基线长约束的情况下具备一定的实用价值。

(5) 分析了 GPS/BDS 中长距离 RTK 定位的主要误差源, 总结了几种常用的对流层和电离层延迟误差的处理方法, 并通过实测数据对比验证了基于参数估计法是目前较优的方法。通过实测数据评估了 GPS/BDS 中长距离 RTK 定位性能。

(6) 针对全球或区域 VTEC 内插模型获取电离层延迟量精度损失严重问题, 提出了一种首先利用站间单差法精确求解区域接收机硬件延迟 (DCB) 的方法, 进而通过双频伪距和 IGS 公布的卫星端 DCB 获取基站和流动站

的非差电离层延迟量。该站间单差法求解接收机 DCB 从一定程度上避免了复杂的电离层模型和卫星端 DCB 基准的问题, 模型简单, 适用于目前的 BDS 系统。

(7) 针对目前常规 RTK 和中长距离 RTK 使用临界状态较模糊问题, 探讨了二者的统一数学模型, 重点介绍了电离层加权模型和基于双频模糊度反算电离层延迟迭代模型, 并深入分析了其优缺点及需要进一步突破的问题。

(8) 分析了室内伪卫星定位的主要误差源及常用处理方式, 针对目前室内伪卫星定位中存在信号以后干扰中断, 伪距观测值精度差, 静态累计观测无意义, 线性化误差等特点, 采用固定点初始化 (KPI), 利用 LAMBDA 方法并基于迭代的拓展卡尔曼滤波实现了室内载体高精度 (厘米级) 的动态定位。

(9) 针对基于 LAMBDA 方法的 KPI 对初始坐标精度较为依赖的问题, 提出了一种较为实用的室内伪卫星单历元、非线性模糊度求解方法, 该方法基于模糊度函数法 (AFM), 采用了一种改进的粒子群算法大大提高了搜索效率, 并且具备较高的搜索空间分辨率, 针对 AFM 多峰特性, 给出了相应的提高可靠性的策略。试验结果表明, 在初始坐标优于 0.2 m 的情况下, 该方法能够以较高的计算效率 (20 ms 左右) 和可靠性实现室内载体厘米级的单历元动态定位。

中图分类号:P228 文献标识码:D

文章编号:1001-1595(2019)04-0534-01

基金项目: 长安大学中央高校基本科研业务费专项 (300102268102); 中国博士后科学基金 (2018M633441)

收稿日期: 2018-06-01

作者简介: 李昕(1989—), 男, 2017 年 6 月毕业于武汉大学, 获工学博士学位(指导教师: 郭际明教授), 研究方向为高精度 GNSS 及室内伪卫星定位。

Author: LI Xin (1989—), male, received his doctoral degree from Wuhan University on June 2017, majors in high precise GNSS/PL positioning.

E-mail: lixin2017@chd.edu