

提高 GPS 数据精度的实验分析与应用研究^{*}

陈 康¹ 张荷芳¹ 王 静²

(1. 西安工业大学电子信息工程学院 西安 710021; 2. 北京中科晶上科技股份有限公司 北京 100190)

摘 要:在电动车远程监控和智能控制项目中, SIM800C 模块每隔 2 s 上传一次经度和纬度数据到服务端, 服务端通过接收的数据进行定位, 达到实时监控和智能控制的目的。但是当 GPS 终端进入定位盲区, 或者发生换星以及搜索卫星数量不足 4 颗的情况下, 将导致定位的数据不够准确, 从而产生数据漂移现象。因此, 通过对定位因子算法的改进, 并同时与欧氏几何法和抛物线插值法进行对比。通过实验表明, 采用改进后的定位因子法能够在一定程度上提高 GPS 数据的精度。

关键词:嵌入式; GPS; 数据漂移; PDOP

中图分类号: TN836 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1010

Experimental analysis for increasing accuracy of GPS data and application research

Chen Kang¹ Zhang Hefang¹ Wang Jing²

(1. School of Electronic and Information Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China;

2. Beijing Sylincom Technology Limited Company, Beijing 100190, China)

Abstract: In the electric vehicle remote monitoring and intelligent control project, SIM800C module every two seconds to upload a longitude and latitude data to the server, the server location by receiving data, real-time monitoring and intelligent control purposes. However, when the GPS terminal into the location of blind spots, or the occurrence of the stars and the number of search satellites less than four cases, will lead to the location of the data is not accurate enough, resulting in data drift phenomenon. In this paper, the localization factor algorithm is improved and compared with the Euclidean geometry method and parabolic interpolation method. The experiment results show that the improved method can improve the accuracy of GPS data to a certain extent.

Keywords: embedded; GPS; data drift; PDOP

0 引 言

在使用 GPS 模块中, 数据漂移现象时有发生, 严重影响了定位精度和系统的正常运行。因此, 对提高 GPS 数据精度的研究成为当前热点。例如蔡明提出的采用粒子滤波算法^[1]来减少数据漂移产生的误差; 赵奇^[2]通过建立动态模型, 采用卡尔曼滤波^[3-5]的方式减小数据误差; 陈樱婷等人^[6]、刘强^[7]采用差分的方式来减少数据的误差。虽然上述方法在理论上能够一定程度的提高定位精度, 但很难应用于工程实践。基于此, 为了提高 GPS 定位数据的精度, 对定位因子法进行改进, 并应用到工程实践, 同时与欧氏几何法和抛物线插值法进行实验对比, 得出在实际应用中改进后的定位因子法, 对 GPS 模块定位数据的精度

有一定程度的提高, 并且该方法可实现化程度高, 具有一定的应用前景。

1 概 述

1.1 系统框架^[8]

本课题基于电动车租赁项目的远程监控和智能控制系统进行研究。该系统的目的是实现移动终端 GPS 模块采集位置信息, 包括经度和纬度等关键数据, 并将其组成 GPS 数据包由 SIM800C 模块^[9]通过 TCP/IP 协议发送到远端服务器^[10]。服务器对 GPS 数据包进行解码, 得出经度、纬度信息, 并将其标定在百度地图上, 实现车辆的实时跟踪^[11]。系统框图如图 1 所示。

收稿日期: 2017-03

^{*} 基金项目: 北京市科学技术委员会智能驾驶测试方法与测试环境建设课题(Z161100001416001)资助

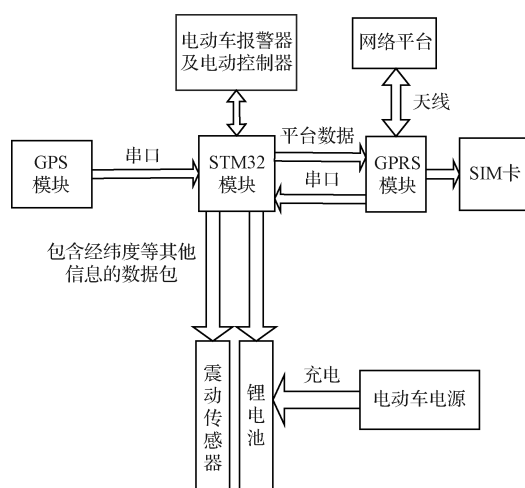


图1 系统框图

1.2 数据漂移现象

当GPS模块由于一些原因,导致获取的位置数据和实际的地理位置存在较大的偏差,这种现象称之为数据漂移。在GPS模块应用中,影响观测精度的因素主要有下列4种情况^[12-13]:

- 1) 由于广播星历参数所给出的卫星位置与卫星的实际位置之差所引起的星历误差。
- 2) 由于GPS卫星设置的高精度原子钟和理想的GPS时钟之间存在着难以避免的频率偏差和频率漂移所引起的卫星钟误差。
- 3) 由于爱因斯坦的狭义相对论和广义相对论效应的影响,卫星钟频率与地面静止钟频率相比,发生频率偏移,从而产生相对论效应误差。
- 4) 当搜索卫星的数目不足4颗,或者当移动终端进入信号盲区以及发生换星的情况也会对定位数据产生较大的偏差,从而无法完成正常的定位功能,引起数据漂移现象的发生。为了提高定位数据的精度,对已有定位因子法进行改进,并与欧氏几何法和抛物线插值法进行对比,从而达到减少定位数据误差的目的。

1.3 3种不同方法的分析

1.3.1 欧氏几何法

移动终端每隔2 s接收GPS模块发送的数据,并解析出两次数据的经度和纬度。根据欧氏几何的方式测算出2 s行驶的距离,然后和电动车在2 s行驶的最大距离进行比对。该程序实现思路如图2所示。

将上述过程通过代码实现以后进行实验对比。本次试验的地点位于北京中关村科学院南路至中关村大街。实验的历史轨迹如图3所示。

通过对电动车历史轨迹的分析,比较准确的反应出本次行驶的路线。但是该方法存在一个问题:假设连续采集3组数据分别是A组,B组,C组。当C组的数据发生数据漂移,给予剔除。但是当再次采集C组数据后已经过

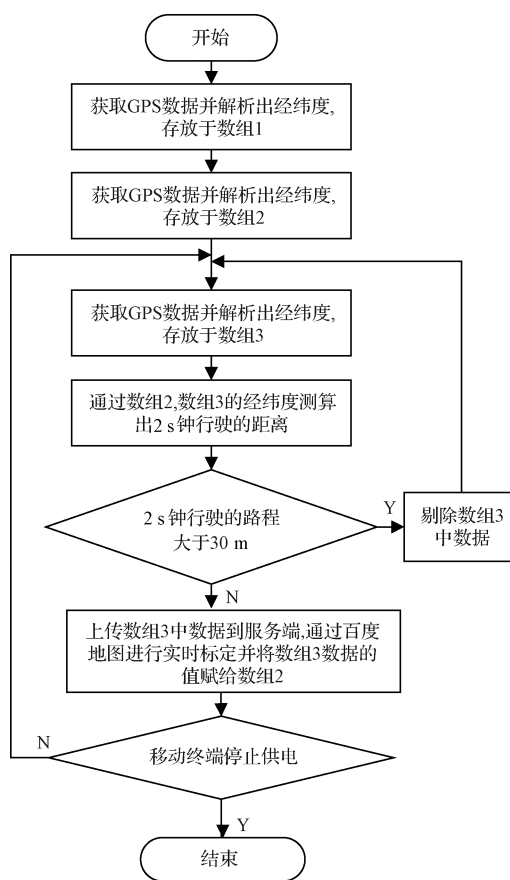


图2 欧氏几何法程序功能图



图3 基于欧氏几何法的行驶轨迹

了2 s,如果再拿B组、C组数据进行比对,仍然以30 m作为标准,显然不准确,从而导致只要有一个点产生数据漂移,后面即使有正常的的数据,也会被误认为是数据漂移点,并且将其剔除,从而导致正常数据的丢失。

1.3.2 抛物线插值法^[14-15]

1.3.2.1 抛物线插值算法解决的数学模型

插值法是函数逼近的重要方法,利用该方法可以通过函数在有限点处取值,估算出函数在其他点处的近似值。

1.3.2.2 抛物线插值法的数学原理

当精确函数 $y=f(x)$ 非常复杂或者未知时,在一系列节点 x_0, \dots, x_n 处测得函数值,分别是 $y_0=f(x_0), y_1=f(x_1), y_2=f(x_2), \dots, y_n=f(x_n)$ 由此构造一个简单的近似函数: $p(x) \approx f(x)$,并且满足条件 $p(x_i)=f(x_i) (i=0, \dots, n)$ 。

$1, 2, \dots, n$), 这里的 $p(x)$ 就称为 $f(x)$ 的插值函数。通过有限个点近似出 $p(x)$ 函数来近似拟合 $f(x)$ 的值。其几何关系如图 4 所示。

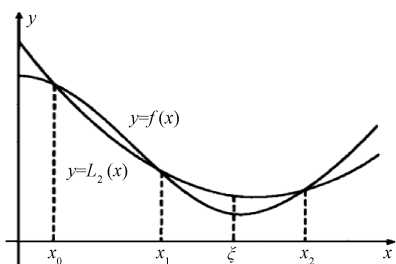


图 4 抛物线插值法数学模型

通过构造 lagrange polynomial 函数:

$$P(x) = A_0 + A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + \dots + A_n \cdot X_n$$

使得: $p_n(x_i) = y_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$, 条件: 无重合节点, $i \neq j$, 即: $x_i \neq x_j$ 。根据插值条件并利用克莱姆法则证明了插值多项式的唯一性。

1.3.2.3 计算公式

该方法采用三点抛物线插值法。获取有效数据点 $A(x_0, y_0), B(x_1, y_1), C(x_2, y_2)$, 拟合的点设为 $M(x, y)$, 根据式(1)、(2)、(3)

$$l_0(x) = (x - x_1)(x - x_2) / ((x_0 - x_1)(x_0 - x_2)) \quad (1)$$

$$l_1(x) = (x - x_0)(x - x_2) / ((x_1 - x_0)(x_1 - x_2)) \quad (2)$$

$$l_2(x) = (x - x_0)(x - x_1) / ((x_2 - x_0)(x_2 - x_1)) \quad (3)$$

得到插值函数的表达式(4):

$$p(x) = l_0(x) \cdot y_0 + l_1(x) \cdot y_1 + l_2(x) \cdot y_2 \quad (4)$$

故而 $(x, P(x))$ 为所求的拟合点坐标。对采集的数据计算拟合结果, 如表 1 所示。

表 1 拟合数据与实际数据对比一览表

第 1 组经纬度	第 2 组经纬度	第 3 组经纬度	拟合数据	实际经纬度
11 618.873 3	11 618.624 5	11 618.617 7	11 618.852 9	11 618.853 7
3 958.499 4	3 958.672 2	3 958.649 5	3 958.431 3	3 958.435 8
11 619.150 3	11 619.145 8	11 619.142 0	11 619.138 9	11 619.139 8
3 958.509 5	3 958.536 7	3 958.564 9	3 958.593 7	3 958.594 3
11 619.132 8	11 619.133 7	11 619.134 0	11 619.133 7	11 619.136 2
3 958.730 5	3 958.748 2	3 958.783 2	3 958.835 5	3 958.834 0

通过以上分析, 虽然该拟合方式能在一定程度上减少误差, 但是和实际点相比较, 还是存在较大偏差。

1.3.3 定位因子法

PDOP 又称为位置精度因子, 是用来表示三维位置定位精度和导航台几何配置关系的参数, 在全球定位系统中, 等于用户位置的径向误差与用户卫星距离测量误差的比值。PDOP 的取值范围在区间 $[0.5, 99.9]$ 。其中在 $[0, 7]$ 时, 定位数据被认为比较可靠, 在 $[7, 99]$ 区间, 数据存在较大误差。但是通过实验发现, 如果把 PDOP 值设定在区间 $[0, 7]$, 会由于范围过小而导致正常数据的丢失。因此, 通过调整 PDOP 的取值范围, 以获得最优临界值成为当前迫切需要解决的问题。

本次实验的地点在河南省洛阳市希望路, 该环境有空旷的公路、住户以及大面积绿化带。实验思路是在一个固定的地方通过设定不同的 PDOP 值来进行数据的剔除, 并通过百度地图的标定来选取 PDOP 最优的取值范围。

当终端每隔 2 s 获取 GPS 数据串, 由于该 GPS 采用的是 NMEA0183 协议, 故而通过对 GPS 数据串进行分析, 解析出 GPGSA 中的 PDOP 值。分别设定 PDOP = 10, 20, 30 来进行单点定位实验, 并借助百度地图来观看实验现象, 分别如图 5、6、7 所示, 对应的数据如表 2、3、4 所示。

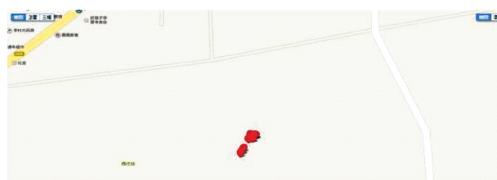


图 5 当 PDOP=10 时, 单点定位的历史轨迹



图 6 当 PDOP=20 时, 单点定位的历史轨迹



图 7 当 PDOP=30 时, 单点定位的历史轨迹

表 2 PDOP=10 观测值

	1	2	3	4	5
经度	11 235.029 1	11 235.028 2	11 235.028 2	11 235.028 0	11 235.027 6
纬度	3 435.983 2	3 435.984 1	3 435.985 0	3 435.985 3	3 435.985 9
	6	7	8	9	10
经度	11 235.037 4	11 235.037 4	11 235.037 8	11 235.037 8	11 235.028 9
纬度	3 435.962 1	3 435.961 7	3 435.962 1	3 435.961 7	3 435.983 3

表 3 PDOP=20 观测值

	1	2	3	4	5
经度	11 235.039 0	11 235.039 0	11 235.038 7	11 235.038 8	11 235.038 8
纬度	3 435.945 9	3 435.945 6	3 435.944 6	3 435.944 3	3 435.943 8
	6	7	8	9	10
经度	11 235.038 8	11 235.039 0	11 235.039 1	11 235.039 2	11 235.039 7
纬度	3 435.943 4	3 435.943 1	3 435.943 4	3 435.942 7	343 5.943 5

表 4 PDOP=30 观测值

	1	2	3	4	5
经度	11 235.040 8	11 235.039 5	11 235.039 6	11 235.038 8	11 235.038 5
纬度	3 435.938 7	3 435.939 0	3 435.940 1	3 435.939 9	3 435.940 5
	6	7	8	9	10
经度	11 235.039 0	11 235.041 5	11 235.041 8	11 235.042 3	11 235.028 9
纬度	3 435.940 5	3 435.940 3	3 435.940 3	3 435.940 8	3 435.983 3

通过上述实验,当 PDOP=10 时进行单点定位测试,并且在测试时,人为的移动电动车 50 m 左右,根据历史轨迹的定位点得出该位置与实际情况基本吻合。当 PDOP=30 时,采样点发生了数据漂移。通过串口调试助手分析,当发生数据漂移时,其 PDOP 的值基本维持在 23,24,25 这 3 个值附近。当 PDOP=20 时,历史轨迹的定位点基本全部重合,并通过查看调试助手,发现 PDOP 的值在 1,8,10,14,19 范围。

综上所述,选取 PDOP 区间在[0,20],在一定程度上能够减少数据漂移情况的发生。

2 结 论

通过上述实验得出结论:通过采用改进后的定位因子法能够在一定程度上减少因为数据漂移所产生的误差。此种方法对于定位精度要求不高的场合可以作为参考。

参 考 文 献

[1] 蔡明. 粒子滤波算法在 GPS 中的应用研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学,2014.

[2] 赵奇. 卡尔曼滤波在 GPS 定位中的研究与实现[D]. 成都:电子科技大学,2013.

[3] 刘延飞,郭锁利,侯荣昌. 卡尔曼滤波在 GPS 定位误差处理中的应用[J]. 电子科技,2011,24(9):140-142.

[4] 韩萍,桑威林,石庆研. 一种新型非线性卡尔曼滤波方法[J]. 仪器仪表学报,2015,36(3):632-638.

[5] 杨攀峰. 基于卡尔曼滤波的车辆轨迹动态误差修正及其在地图匹配中的研究[D]. 西安:长安大学,2012.

[6] 陈樱婷,王峰,刘浩成. 差分 GPS 定位技术的原理和应用研究[J]. 电脑知识与技术,2014(25):5842-5843.

[7] 刘强. 差分 GPS 运动目标跟踪定位系统设计[D]. 太原:中北大学,2013.

[8] 周松涛. 基于 GPRS 网络和 GPS 定位技术的军车管理系统[D]. 郑州:郑州大学,2013.

[9] 乐联华,江剑. 基于 STM32 的远程定位与监控终端的设计[J]. 国外电子测量技术,2015,34(10): 67-72.

[10] 郑红梅,王有杰,陈科,等. 塔机群无线远程安全监控系统设计[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(5):520-527.

[11] 张伟. 基于 GPS 和移动互联网的城市公交监管系统设计及研发[D]. 长沙:湖南师范大学,2012.

- [12] 康四林,李语强. GPS定位中的误差分析[J]. 天文研究与技术,2010,7(3):222-229.
- [13] 李军,周鹏. GPS定位误差原因研究[J]. 中国高新技术企业,2015(31):63-64.
- [14] 陈晓娜. 一种改进的抛物线插值射线追踪法 [D]. 秦皇岛:燕山大学,2014.
- [15] 薛毅. 数值分析与科学计算[M]. 北京:科学出版社,2011.

作者简介

陈康(通讯作者),1989年出生,西安工业大学在读硕

士,主要研究方向为计算机控制。

E-mail:3317556728@qq.com

张荷芳,西安工业大学副教授,主要研究方向为智能控制理论与应用、智能化仪表。

E-mail:361174348@qq.com

王静,北京中科晶上科技股份有限公司,主要研究方向为嵌入式与车载导航。

E-mail:Wangjing01@ict.ac.cn

是德科技最新款 64 GBaud BERT 扩展解决方案助力 400G 接收机 测试化繁为简,轻松提速

2017年9月5日,是德科技公司(NYSE:KEYS)宣布为 M8040A 高性能比特误码率测试仪(BERT)解决方案推出功能更强大的创新选件,用于测试高达 64 GBaud 的 PAM-4 和 NRZ 器件。为实现新兴的 400G 数据中心互连,验证工程师和研发工程师需要对接收机进行物理层表征。简化的测试设置,准确且可重复的结果,将使工程师受益匪浅。

当今的数据中心基础设施仍在不断优化,旨在满足对带宽容量永无止境的追求,以及对降低功耗、扩大覆盖范围和实现服务差异化的要求。以 PAM-4 为代表的器件具有更高的传输速率、更多的传输通道和新型多电平数据格式,可以满足下一代数据中心互连不断增加的传输带宽需求。

最新版本的 IEEE 802.3bs 和 OIF CEI-56G 实施协议针对 PAM-4 和 NRZ 接口做出了定义,使其可用于最大带宽达 400 Gb/s 的高速接口,包括电气芯片间、芯片至模块、背板连接和光接口。研发和验证实验室在表征接收机以实现 PAM-4 或 NRZ 数据速率高达 64 GBaud 的数据中心互连时,面临着新的测试挑战,例如更加紧张的时间裕量、通道损耗、非线性、幅度干扰和串扰效应等,这些问题让测试效率和精度变得至关重要。

克服电气接口(例如芯片间、芯片至模块接口和背板)的通道损耗,是实现更高符号率的一大挑战。在发射机和接收机均衡中使用去加重等预失真技术,有助于重新打开由码间

干扰所造成的闭合眼图。

是德科技副总裁兼网络和数据中心解决方案事业部总经理 Joachim Peerlings 表示:“M8040A 是针对 PAM-4 和 NRZ 信号最完整的接收机测试解决方案。利用其最新内置的均衡功能,我们可以继续优化接收机测试,帮助我们的客户将其解决方案更快推向市场。M8040A 使研发和测试工程师能够得心应手地处理 400G 数据中心互连接收机的测试挑战。”

新型 M8040A 是以 M8000 系列 BER 测试解决方案为基础设计的最新模块化 AXIe 仪器,作为一款高度综合的 BERT,它能够支持高达 64 GBaud 的 PAM-4 信号和 64 Gb/s 的 NRZ 信号。其码型发生器模块内置有去加重、抖动注入功能,并可以选配第二个通道。工程师和设计人员可以在软件用户界面中选择 PAM-4 和 NRZ 信号,而无需使用外部合路器、连接线缆和执行偏移校正来提供 PAM-4 信号。远程探头前端可以尽量靠近被测器件,以便获得最佳信号质量。分析仪模块可以为长 PRBS 和 QPRBS 码型实时提供真正的 PAM-4 误码分析——即使比特误码率和符号错误率很低,工程师也能进行可靠的验证。

现在,误码分析仪能够支持符号率高达 64 GBaud 的 NRZ 信号和内置可调均衡功能更为强大,且用户可以通过图形和远程控制界面操控 M8040A。