

张亚莉, 吴泽涛, 张智刚. 基于虚拟仪器技术的 GPS 信息采集系统的设计与试验研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(4): 415-418.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.118

基于虚拟仪器技术的 GPS 信息采集系统的设计与试验研究

张亚莉¹, 吴泽涛², 张智刚¹

(1. 华南农业大学工程学院, 广东广州 510642; 2. 华南理工大学电子与信息学院, 广东广州 510642)

摘要:针对采用本文编程语言开发 GPS 定位信息采集系统存在的问题, 在分析 NMEA-0183 协议的基础上, 探讨了 GPS 信息采集与解析的关键技术与方法, 利用 LabVIEW 软件开发了基于虚拟仪器技术的 GPS 信号采集系统。本研究设计的 GPS 信息采集系统根据 GPS 设备与 PC 间串行通信的技术优势, 使用 LabVIEW 软件实时采集 GPS 接收机输出的定位信息, 并在电子地图上实时、准确和形象地显示出来。系统还可将采集到的原始数据进行保存用于后续进一步分析。实地试验表明, 设计的 GPS 信息采集系统能够实时采集 GPS 定位信息并显示其运动轨迹。本设计对 GPS 应用系统开发等提供了参考, 也可作为定位结果优化处理提供良好的数据源支持。

关键词:虚拟仪器; GPS; LabVIEW; 采集系统

中图分类号: TP311.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)04-0415-04

目前, 已经投入运行的卫星导航定位系统有美国的全球定位系统 (GPS) 和俄罗斯的全球导航卫星系统 (GLONASS), 正在建设的有欧洲的全球卫星导航定位系统 (GALILEO) 和中国的北斗全球定位系统^[1-2]。其中美国的 GPS 系统是迄今最成熟的导航定位系统, 以 GPS 为代表的卫星导航应用产品逐渐成为现代社会信息来源的重要工具^[3]。国际上广泛使用的 GPS 定位数据处理软件有: 美国麻省理工学院 (MIT) 和加州大学圣地亚哥分校 Scripps 海洋研究所 (SIO) 研制的 GAMIT/GLOBK, 美国喷气推进实验室 (JPL) 研制的 GIPSY/OASIS 软件和瑞士 BERNE 大学研制的 Bernese 软件^[4]。这些 GPS 数据处理软件的研发大多数是基于 VC++ 等传统文本编程语言开发的, 但采用传统文本编程语言开发需要熟练掌握复杂的编程语言, 编程过程中需要考虑传统编程语言的许多句法细节, 同时文本编程语言不够直观、易懂。GPS 信息采集系统需要人机界面, 而文本编程语言的人机界面开发功能并不十分强大, 且相对较为复杂。

虚拟仪器技术应用非常广泛, 它充分利用现代计算机强大的数据处理能力, 在计算机及其周边硬件的支持下, 利用系统软件完成对数据的采集、控制、分析以及处理等多种功能^[5-6]。目前最有影响力和发展前景的虚拟仪器编程语言是美国一家仪器 (NI) 公司设计的 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 和 Labwindows/CVI (C for Virtual Instruments)。它被工业界、学术界和研究实验室广泛接受, 被公认为是标准的数据采集和仪器控制软件^[7]。

LabVIEW 作为一种开放型模块化的程序设计语言, 采用 G 语言进行程序设计, 充分体现出它在语言程序设计上的诸多优势, 即具有功能强大的用户界面、使用图形编程方法来设计图形程序、使用数据流编程, 具有可独立运行的应用程序、充分提高用户的效率、节约大量的时间和金钱等, 同时保证了程序的质量和运行速度^[8-10]。

本研究针对文本编程语言开发 GPS 信息采集系统存在的问题, 选择 LabVIEW 作为编程语言, 设计开发了基于虚拟仪器技术的 GPS 信息采集系统。

1 GPS 数据采集与数据处理

1.1 GPS 数据传送方式

计算机通过串行接口 (Serial Interface) 与 GPS 设备进行通信。串行接口数据是一位一位地顺序进行传送, 其特点是通信线路简单, 只需要一对传输线就可以实现双向通信, 从而大大降低了成本, 特别适用于近距离通信。串口通信包括同步串行通信和异步串行通信 2 种最基本的方式。串行接口按电气标准及协议来区分包括一般电脑应用的 RS-232 (使用 25 针或 9 针连接器) 和工业应用的双半工 RS-485 与全双工 RS-422 等。本系统采用异步串行通信方式, GPS 数据终端设备 (DTE) 与计算机数据通信设备 (DCE) 之间利用 RS-232 接口进行数据交换。

本系统的串口通信设计使用 LabVIEW 软件中提供的函数来实现。LabVIEW 针对计算机标准的串行口提供了 1 组串行口通信子函数, 用户可以非常方便地用来开发串口通信程序。本系统中 LabVIEW 串口程序如图 1 所示。图 1 中“VISA 配置串口”函数用于按设定的波特率、数据位等参数将指定的串口初始化, “VISA 读取”函数用于从串口缓存向程序中返回数据。当请求字节的数量等于或少于串口中待读取字节的数量, 或者已经收到了终止符, 或者在串口中没有可用的数据且在超时时间内没有收到数据时, 该函数将停止读取

收稿日期: 2015-07-20

基金项目: 国家“863”计划 (编号: 2013AA102307)。

作者简介: 张亚莉 (1975—), 女, 山东菏泽人, 博士, 讲师, 从事农情信息快速检测方法 & 传感器研究。E-mail: ylzhang@scau.edu.cn。

通信作者: 张智刚, 博士, 副教授, 主要从事农业机械导航技术研究。E-mail: zzg208@scau.edu.cn。

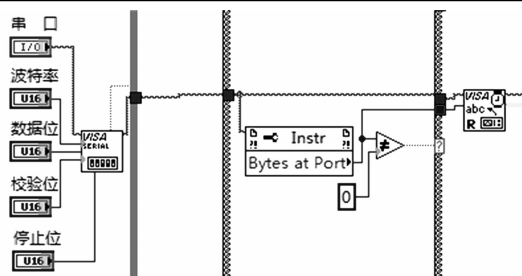


图1 系统的串口通信程序设计

串口数据。

1.2 GPS 数据格式和数据采集

GPS 主机和控制终端之间的数据交换协议一般都由生产厂商自行约定,各厂商间互不相同。美国国家海洋电子协会 NMEA (The National Marine Electronics Association) 制定了 NMEA 协议,定义了不同海事电子设备间的数据传输接口,该协议有 0180、0182 和 0183 这 3 种版本,其中,NEMA-0183 协议是目前使用最为广泛的一种^[11]。

1 组标准的 NMEA-0183 数据由帧头、帧内数据和帧尾 3 部分组成。NEMA-0183 格式数据串的所有字符均为 ASCII 文本字符,数据传输以“语句”方式进行^[12]。由于本系

统只需要提取 UTC 时间、卫星使用数、经纬度以及海拔高度等 GPS 定位信息,所以选用 GGA 数据格式。

在提取 GPS 定位数据时,先判断是否有起始标志符“\$”,当接收到“\$”字符后,才开始接收数据。由于本系统在初始配置中要求只输出 GGA 格式的数据,所以并不检查语句识别符的正确性,直接接收 GGA 格式的数据。在对数据的类别进行识别后,再通过对数据中逗号个数的计数来判断出当前正在处理的是哪一种定位参数。“*”字符为数据结束标志符,当接收到“*”字符时,则完成一条数据的接收,提取出相应信息后,再进行数据处理^[13-14]。

LabVIEW 在功能模板上的字符串子模板中提供了一整套的字符串处理函数,能够完成各种字符串处理功能。NMEA-0183 语句解析程序代码如图 2 所示。在框图程序中,左边部分为 GGA 格式的数据提取,主要提取 UTC 时间、经纬度、海拔高度和使用卫星数等信息;右边部分为数据格式的转换并显示。注意提取的时间为 UTC 时间(世界标准时间),地球上共分为 24 个时区,每一个时区都有本地时间,为了有统一的时间标准,国际上使用 UTC 标准。UTC 是基于 GMT(格林尼治标准时间)标准提供的准确时间,它与北京时间所在的时区不同,北京时间比 UTC 时间早 8 h。

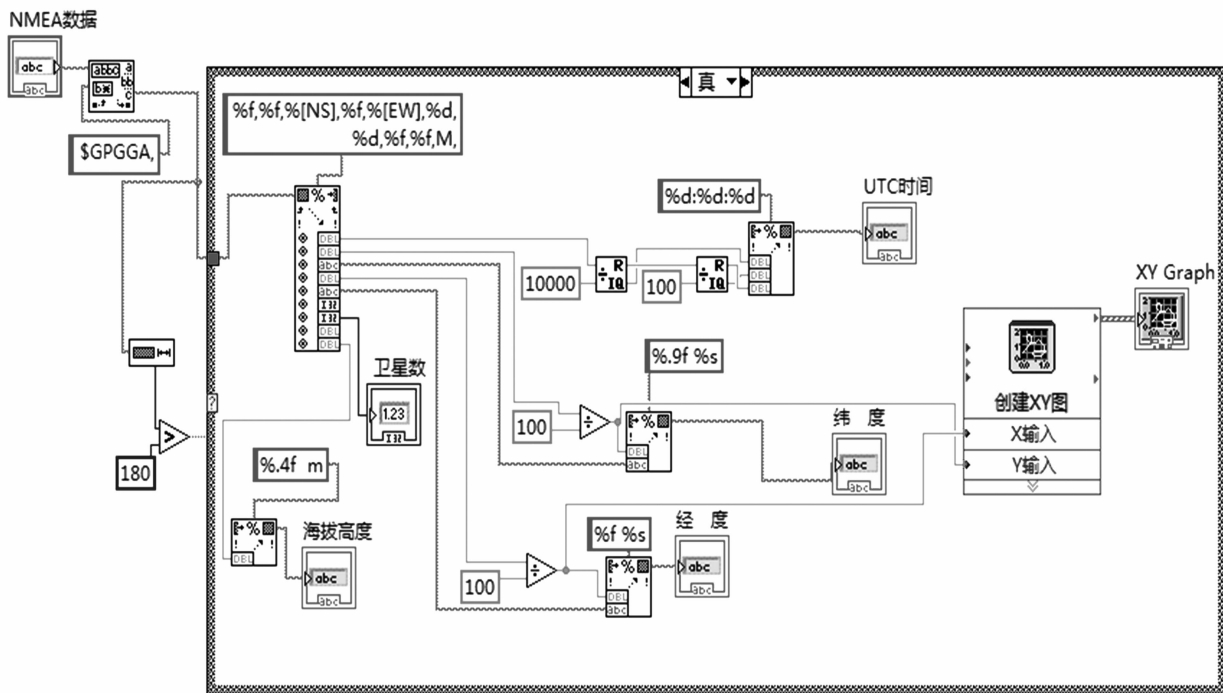


图2 NMEA-0183语句解析程序代码

1.3 GPS 数据显示和保存

GPS 数据显示是系统的人机界面问题。虚拟仪器前面板的特殊之处在于,前面板不仅仅是显示面板,同时还是操作面板,前面板的设置是否合理、友好决定了最终操作用户使用的满意程度^[15-16]。

LabVIEW 的特性之一就是为数据的图形化显示提供丰富的图形显示功能控件,可使虚拟仪器前面板设计得更加形象、直观,增强了用户界面的表达能力,而且使用起来极其方便。本系统通过调用 LabVIEW 图形显示功能的控件,实时显

示物体的运动轨迹。软件实现的界面如图 3 所示,为了直观地显示定位信息,在前面板上设置了图表显示控件用来实时显示运动轨迹,坐标是经纬度。同时前面板上能够显示即时的定位信息,包括 UTC 时间、经纬度、海拔高度、卫星数等,并设置了系统控制栏,包括串口配置、开始/停止按钮。

完成了采集数据和分析数据后,需要把采集到的原始数据保存起来用作离线分析,又或者把分析完的数据保存起来以便作进一步的处理。LabVIEW 有丰富的文件操作函数库,可以方便地进行文件的读写,例如,LabVIEW 可以读写文本

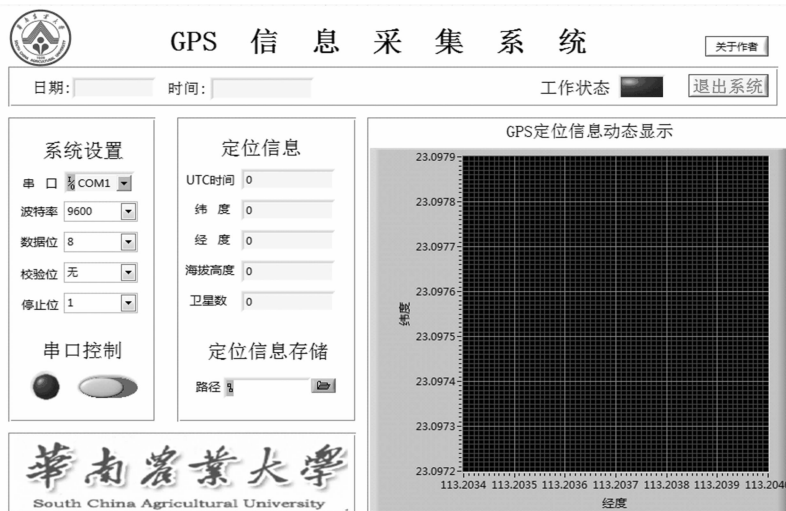


图3 GPS 信息采集系统前面板

文件、数据报表文件、二进制文件和测试文件等。使用 LabVIEW 图形化编程语言可以很简单地设计数据保存程序。本系统采取了文本形式来进行 GPS 数据的保存。

2 串口模拟试验测试

本系统设计完成后采用了友善串口调试助手进行了串口模拟试验。友善串口调试支持常用的 110 ~ 25 600 bps 波特率及自定义波特率,可以自动识别串口,能设置校验、数据位和停止位,能以 ASCII 码、十六进制接收或发送任何数据或字符、任意设定自动发送周期^[17-18]。

串口模拟试验利用计算机的 2 个串口,通过友善串口调试助手从计算机一个串口发送 NMEA-0183 格式的数据,本研究设计的 GPS 信息采集系统从计算机的另一个串口采集串口调试助手发送的数据后进行处理、分析和显示。串口初始化后,GPS 信息采集系统采集开始采集串口调试助手发送的数据并在系统前面板上实时显示系统采集到的 UTC 时间、经纬度、海拔高度、卫星数等信息。

3 实地试验与分析

3.1 试验测试

本系统采用 Trimble 5700 GPS 接收机构建 GPS 基准站,以提供可靠的差分修正减少定位误差,使用 Novatel OEM615 接收机板卡构建 GPS 移动站。

实地试验在华南农业大学华山运动场进行。首先搭建 GPS 基准站和 GPS 移动站并连接相关硬件设备。在基准站位置上安装三脚架及对其上方自带三角台和天线适配器进行设置,将 5700 接收机挂在三脚架上,并把黄色的 GPS 天线电缆接到 Zephyr 天线上,然后连接 GPS 天线电缆的另一端到 5700 接收机的黄色 TNC 端口。本系统利用支持高精度 RTK 定位的 Novatel OEM615 接收机板卡构建 GPS 移动站,首先将电脑和 Novatel OEM615 接收机板卡固定在推车上,把 Novatel OEM615 接收机板卡通过串口与电脑连接。采用 PDL 大功率数传电台和 PDL RXO 单收模块构建差分数据通讯链路,PDL 电台连接 5700 接收机的差分输出端,RXO 单收模块连接 OEM615 接收机板卡的差分数据输入接口。载波频率、空中

速率、传输协议等参数设置确保收发双方一致。然后打开 GPS 信息采集系统,推动推车绕着足球场边界行走,GPS 信息采集系统则自动记录足球场的边界 GPS 数据信息,且动态实时在系统前面板“GPS 定位信息动态显示”栏中显示运动轨迹。系统按照要求将试验获取的 GPS 数据保存为文本文件以便后续进一步分析。

实地试验过程中,在 GPS 信息采集系统前面板“定位信息”栏中可以看到系统采集到的 UTC 时间,足球场边界的经纬度、海拔高度,以及采集 GPS 信息使用的卫星数等信息,同时在“GPS 定位信息动态显示”栏中可以观察到电子地图实时显示推车在足球场运动轨迹。试验过程及试验结果如图 4、图 5 所示。



图4 试验现场



图5 系统实地试验结果

3.2 结果与分析

3.2.1 Novatel OEM615 接收机板卡的动态定位精度分析
电子地图能够通过采集的 GPS 数据真实、形象地反映物体运动轨迹。同时,在系统前面板“定位信息存储”指定的计算机位置中,可以找到系统存储的采集的 GPS 原始数据。

为了检验动态定位精度,对所采集的数据进行提取、转换处理后,将实测经纬度坐标通过高斯投影换算成以 m 为单位的平面坐标后,计算 GPS 定位点在足球场各边上的偏移误差(B_j)和随机误差(S_j)^[19],结果见表 1。

表 1 Novatel OEM615 板卡动态定位精度分析		
线段	偏移误差 B_j (m)	随机误差 S_j (m)
AB	0.047 105	0.035 027
BC	0.018 567	0.017 305
CD	0.110 59	0.027 611
DA	0.039 429	0.020 295

从以上数据分析,试验轨迹相距最大偏离距均在 0.05 m 以内。分析其中最大偏差部分存在误差的主要原因是:在行走过程中,由于不能始终保持天线在一个水平面上,以及未能保证行走的路线完全重合所造成的。

3.2.2 GPS 测试结果与卷尺测量结果的对比分析 为了比较 GPS 信息采集系统获取的推车运动轨迹图与足球场的实际形状,用卷尺测量足球场各边的长度以及足球场中心发球区直径,并使用 MATLAB 进行作图得到足球场实际形状(图 6)。通过绕足球场整个边界采集的 GPS 数据进行测试后,GPS 信息采集系统获取的推车运动轨迹图与足球场实际形状进行对比分析结果见表 2。

通过以上 3 组数据的对比分析可知,通过卷尺测量和 GPS 测量 2 点之间距离的结果虽然存在差别,但是最大误差均在 1 m 以内,说明设计的 GPS 信息采集系统具有较高的测量精度。

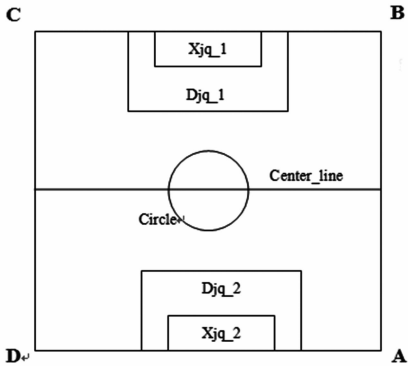


图6 足球场实际形状

测量方式	测量位置(m)		
	AB	BC	中心发球区直径
卷尺测量	103.50	66.24	18.23
GPS 测量	102.73	65.66	17.30
两者差	0.77	0.58	0.93

4 结论

本研究使用 LabVIEW 图形化编程语言,基于虚拟仪器技术开发的 GPS 信息采集系统实现了对 GPS 接收机输出 NAME-0183 数据的实时接收和处理,能够根据所要判断的字符串对 GPS 输出的各类型 NMEA 语句进行解析,同时也可以存储 GPS 接收机输出的原始文件,便于在后处理中更为准确地计算用户位置。该程序具有通用性,可以配置成为接受其他型号的 GPS 信息采集系统,使用可靠方便。由于北斗导航仪等也遵守 NAME-0183 协议,本设计也为北斗导航信息采集系统的研究提供了参考。

参考文献:

[1]邱中军. 北斗卫星导航系统及其他卫星系统简介[J]. 科技资讯,2012(36):27.
[2]负敏,葛榜军. 北斗卫星导航系统及应用[J]. 卫星应用,2012(5):19-23.
[3]Easton R L. The navigation technology program in global positioning system[J]. The Institute of Navigation,2001(1):15-20.
[4]张小强. 利用 GPS 导航卫星实现国产低轨卫星精密定轨技术研究与应用[D]. 青岛:山东科技大学,2012.
[5]张毅刚. 虚拟仪器技术介绍:国外电子测量技术[J]. 2006,25(6):1-6.
[6]程学庆. LABVIEW 图形化编程与实例应用[M]. 北京:中国铁道出版社,2009.
[7]Johnson G W, Jennings R. LabVIEW graphical programming[M]. New York:McGraw-Hill,2006.
[8]余莉,陈杰. LabVIEW 编程语言特点[J]. 中国农机化,2006(1):92-94.
[9]张千锋. 浅谈 LabVIEW 在语言程序实现中的优势[J]. 机电产品开发与创新,2010,23(3):119-121.
[10]任凯,章传银,王天文. 基于 LabView 的 GPS 数据采集及处理[J]. 测绘科学,2009,34(6):226-227.
[11]曹婷婷,高玉. GPS 中 NMEA-0183 协议的应用[J]. 电子工程师,2006,32(10):8-11.
[12]肖远亮. NMEA-0183 数据标准在 GPS 技术中的应用[J]. 物探装备,2003(6):127-132.
[13]王威,董绪荣,柳丽. 基于 VC++ 实现 GPS 数据的采集与处理[J]. 科技创新导报,2009(11):20.
[14]马海瑞,韩云东,袁群哲,等. 基于 LabVIEW 的 GPS 信息采集与解析[J]. 国外电子测量技术,2011,30(9):64-66.
[15]何秀慧,蒋敏兰. 基于 LabVIEW 的车载 GPS 定位系统的实现[J]. 仪器仪表学报,2009,30(6):427-429.
[16]何香玲,郑钢,范秋华. GPS 定位信息的采集和显示[J]. 自动化仪表,2007,28(3):40-45.
[17]席东河,马磊娟,杜娟. 单片机串口通信的调试方法与技术[J]. 武汉职业技术学院学报,2010,9(3):75-78.
[18]黄晖,柴剑勇,严兴. 串口通信技术[J]. 科技创新导报,2010,27:20-21.
[19]Han S, Zhang Q, Noh H, et al. A dynamic performance evaluation method for DGPS receivers under linear parallel-tracking applications[J]. Transactions of The ASAE,2004,47(1):321-329.