

高动态 GNSS 接收机导航数据采集完整性研究

时佳斌, 苏 中, 王超杰, 陈 庚

(北京信息科技大学 高动态导航技术北京市重点实验室, 北京 100101)

摘要: 由于高动态 GNSS 接收机数据更新率高、数据量大, 因而对高动态 GNSS 接收机导航数据采集的完整性提出了很高要求; 针对上述要求, 对高动态 GNSS 接收机导航数据采集完整性进行研究, 设计了定时、事件触发和双缓冲 3 种导航数据采集方法; 由于数据截断问题, 定时方法的数据丢帧率为 15.72%, 适用于数据量少、更新率低的环境; 事件触发方法虽然有效避免了数据截断, 但由于缓冲区溢出, 导致数据丢帧率为 11.88%, 适用于短时数据采集的环境; 双缓冲方法有效解决了数据截断和缓冲区溢出问题, 丢帧率为 0, 适用于高动态环境; 最后, 将双缓冲采集方法在高动态 GNSS 接收机导航数据集中应用, 结果证明所设计的采集方法能够高效完整地采集数据。

关键词: 高动态; GNSS; 接收机; 数据采集; 串口通信

Research on Integrity of Navigation Data Acquired by High-Dynamic GNSS Receiver

Shi Jiabin, Su Zhong, Wang Chaojie, Chen Geng

(Beijing University of Information Science & Technology, Beijing Key Laboratory of High Dynamic Navigation Technology, Beijing 100101, China)

Abstract: Due to the data characteristics of high rate and large amount of high-dynamic GNSS receiver, high demand of the integrity of navigation data acquisition is proposed. According to the demand, the acquisition integrity of navigation data is researched, three kinds of methods for acquiring navigation data which include timing, event triggers and double buffering is designed. Since the problem of data truncation, the data loss rate of timing method is 15.72%, which is applicable to the environment of less data and low rate; Although effective to avoid data truncation, the data loss rate of event trigger methods is 11.88% due to buffer overflow, which is applicable to the environment of short-term acquisition; Double-buffer method effectively solves the problem of data truncation and buffer overflow, thus data loss rate is 0, which is applicable to the high-dynamic environment. Finally, the method of double-buffer is applied to acquire navigation data of high-dynamic GNSS receiver. The results show that the method can acquire data efficiently and completely.

Keywords: high-dynamic; GNSS; receiver; data acquisition; serial communication

0 引言

GNSS 接收机数据更新率为 10 Hz 以下, 高动态 GNSS 接收机数据更新率最高可达 100 Hz, 虽然其数据类型和单帧数据量较少, 但是总的的数据量大, 因而对导航数据采集的完整性提出了很高要求^[1-2]。

针对上述要求, 对高动态 GNSS 接收机导航数据采集的完整性进行研究, 设计了定时、事件触发和双缓冲 3 种数据采集方法。定时方法依靠定时器触发来采集数据, 由于数据截断造成数据丢失, 适用于数据量少、更新率低的环境; 事件触发方法通过串口收发事件触发进行数据采集, 虽然有效地避免了数据截断, 但是由于缓冲区溢出, 仍然会导致数据丢失, 适用于短时数据采集的环境; 双缓冲方法利用双缓冲机制, 开辟接收和解析两个独立的缓冲区, 通过多线程方式将数据采集和解析

同步进行, 有效解决了数据截断和缓冲区溢出问题, 数据丢失现象消失, 适用于高动态环境。

本文首先介绍了 GNSS 接收机导航数据采集原理, 在此基础上详细介绍了高动态 GNSS 接收机导航数据采集方法。最后, 将双缓冲采集方法在高动态 GNSS 接收机导航数据集中应用, 并对结果进行分析。

1 数据采集简介

1.1 通信协议

高动态 GNSS 接收机通常安装在被测设备上, 其与被测设备之间通过串口进行数据传输。常用的通信协议有两种, 即二进制协议和 NEMA0183 协议^[3]。NEMA0183 协议是标准协议, 其数据结构复杂, 单条数据量大, 一般用于低动态接收机数据通信; 二进制协议是用户根据实际需求定制的, 其数据结构简单, 灵活性强, 单条数据量相对较少, 适用于高动态接收机数据通信^[4-5]。本文涉及的高动态 GNSS 接收机的串口数据以帧为单位发送, 数据帧格式如表 1 所示。

表 1 数据帧格式

帧头	帧长	定位标志		星数	时间
EB90	38	2:定位 1:快捕 0:不定位		个	ms
经度	纬度	高度	北	天	东
	度		cm/s		校验 异或

收稿日期: 2014-01-09; 修回日期: 2014-03-12。

基金项目: 北京市科技计划课题(Z131100005313009); 北京市教委科技成果转化和产业化项目(PXM2013_014224_000074)。

作者简介: 时佳斌(1986-), 男, 北京人, 硕士生, 主要从事组合导航方向的研究。

苏 中(1962-), 男, 安徽人, 教授, 主要从事惯性器件、高动态 IMU、组合导航和搜救机器人方向的研究。

1.2 软件设计

本文在 PC 机上, 利用 VC++ 开发高动态 GNSS 接收机导航数据采集程序, 用来验证数据采集方法所采集数据的完整性。在 VC++ 中常用的串口数据采集工具有 3 种, 即 MSComm 控件、PComm 控件和 SerialPort 类。其中 MSComm 是微软提供的一个串行通信控件; PComm 是 Moxa 公司开发的一套串口编程开发包; SerialPort 类是用底层 API 封装的一个串口类^[6-8]。MSComm 和 PComm 都属于控件类工具, 操作简单, 易于实现, 但不易于扩展^[5-6]。SerialPort 类实现较复杂, 但是灵活性强^[9-11]。因此, 本文在 SerialPort 类基础上开发高动态 GNSS 接收机导航数据采集程序。

2 数据采集方法

针对高动态 GNSS 接收机数据更新率高、数据量大的特点, 设计了定时、事件触发和双缓冲 3 种导航数据采集方法。

2.1 定时采集方法

定时采集方法利用 VC++ 提供的定时函数, 通过预先设置的定时周期, 定时触发采集函数进行数据采集。

程序开始后定时器开始计时, 当定时器计数值到达预先设置的定时周期时, 触发采集函数将串口缓冲区里的数据全部读取, 并对其进行解析、存储和显示。数据解析完毕, 定时器重新开始计时, 如此循环, 直至程序结束, 定时采集方法流程如图 1 所示。

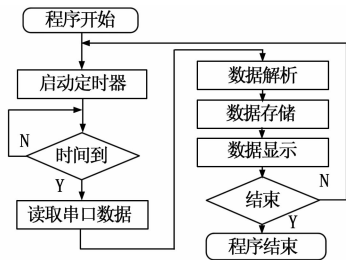


图 1 定时采集方法流程图

2.2 事件触发方法

事件触发采集方法利用 VC++ 提供的回调机制, 通过串口收发事件触发回调函数进行数据采集。

程序开始后, 清空缓冲区并且将接收计数值清零, 等待串口接收数据事件。每接收一个字节串口数据就触发一次回调函数, 在回调函数中将接收到的数据存储, 同时将接收计数值计数增一。判断接收的数据帧头是否正确, 如果数据帧头正确则根据数据长度接收整帧数据, 否则将已存储的数据和接收计数值清零, 重新采集数据。整帧数据接收完毕, 判断校验位是否正确, 如果校验位正确, 则按照通信协议对数据进行解析、存储和显示, 否则将已存储的数据和接收计数值清零, 重新采集数据, 事件触发采集方法流程如图 2 所示。

2.3 双缓冲采集方法

双缓冲采集方法利用双缓冲机制, 开辟接收和解析两个独立的缓冲区, 通过多线程方式将数据采集和解析同步进行。

程序开始后, 启动接收和解析线程。接收线程不断地对数据进行采集, 直到装满接收缓冲区, 之后将接收缓冲区数据复制到解析缓冲区中。复制完毕, 清空接收缓冲区数据, 并发送数据解析消息给解析线程, 之后开始新一轮的数据采集。

当解析线程函数接收到数据解析消息后, 根据事件触发方

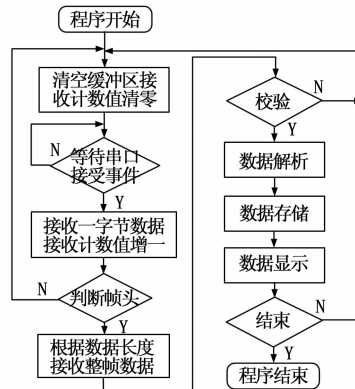


图 2 事件触发方法流程图

法的原理, 对解析缓冲区的数据进行解析、存储和显示, 等到解析缓冲区的数据解析完毕后, 继续等待接收线程发送数据解析消息, 如此循环, 直至程序结束。双缓冲采集方法流程如图 3 所示。

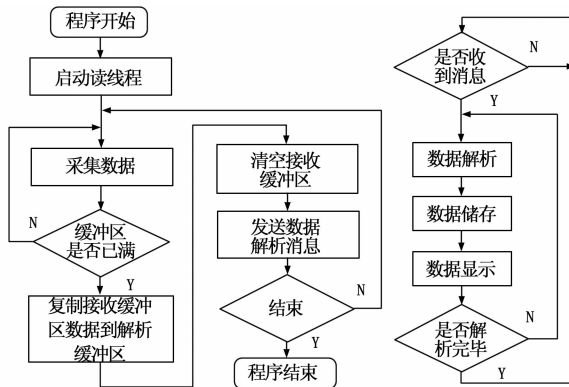


图 3 双缓冲方法流程图

3 应用测试

3.1 测试环境

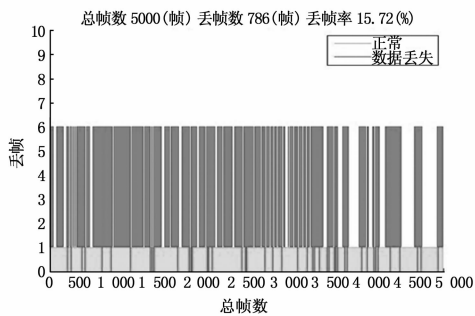
本文所需测试设备包括多模卫星模拟器、高动态 GNSS 接收机和 PC 机。利用多模卫星信号模拟器为高动态 GNSS 接收机提供卫星模拟信号。导航数据采集程序通过串口采集接收机解算后的导航信息, 接收机数据更新率为 50 Hz。

3.2 数据采集应用

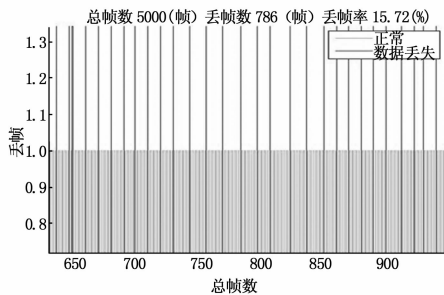
分别将定时、事件触发和双缓冲 3 种数据采集方法在高动态 GNSS 接收机导航数据采集中进行应用。

1) 定时方法: 定时采集方法依靠定时器触发来采集数据, 虽然实现简单, 但是由于数据截断造成数据丢失, 适用于数据量少, 更新率低的环境。从导航数据完整性分析图 4 (a) 可知, 一共采集了 5 000 帧数据, 丢失 786 帧数据, 丢帧率为 15.72%, 可见数据丢失严重。图 4 (a) 的局部放大如图 4 (b) 所示。

2) 事件触发方法: 事件触发采集方法通过串口收发事件触发进行数据采集, 相对于定时采集方法较复杂, 虽然有效地避免了数据截断, 但是由于缓冲区溢出, 仍然会导致数据丢失, 适用于短时数据采集的环境。从导航数据完整性分析图 5 (a) 可知, 一共采集了 1 170 帧数据, 丢失 139 帧数据, 丢帧率为 11.88%, 从缓冲区溢出之后数据丢失严重。图 5 (a) 的



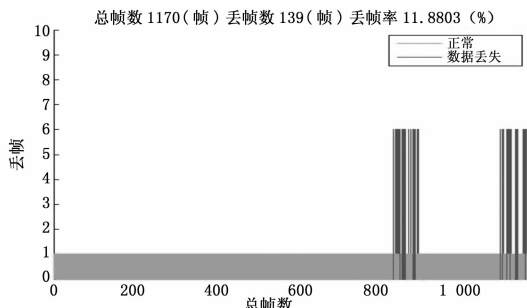
(a)



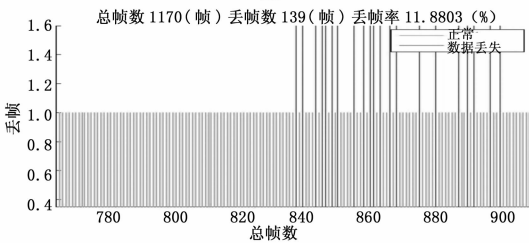
(b)

图 4 定时方法导航数据完整性分析

局部放大如图 5 (b) 所示, 从 840 帧数据之后缓冲区溢出, 开始出现数据丢失现象。



(a)



(b)

图 5 定事件触发方法导航数据完整性分析

3) 双缓冲方法: 双缓冲方法利用双缓冲机制, 开辟接收和解析两个缓冲区, 通过多线程将数据采集和解析同步进行, 这种方法实现比较复杂, 但是稳定性好, 有效解决了数据截断和缓冲区溢出问题, 数据丢失现象消失。从导航数据完整性分析图 6 可知, 一共采集 241 660 帧数据 (约 90 min), 丢帧率为 0。

4 结论

通过对 3 种采集方法所采集数据的完整性进行分析得知,

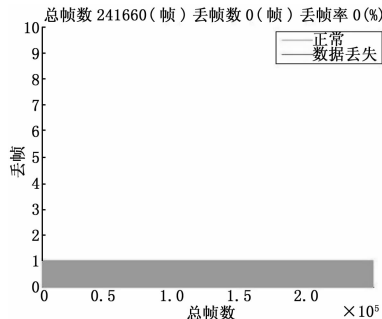


图 6 双缓冲方法导航数据完整性分析

定时方法采集 5 000 帧数据, 由于数据截断导致丢帧率为 15.72%, 但是其易于实现, 因此适用于数据量少、更新率低的环境; 事件触发方法采集 1 170 帧数据, 虽然有效地避免了数据截断, 缓冲区溢出之前丢帧率为 0, 但是由于缓冲区溢出后导致丢帧率为 11.88%, 因此适用于短时数据采集的环境; 双缓冲方法实现复杂, 但是稳定性好, 一共采集 241 660 帧数据 (约 90 min), 丢帧率为 0, 有效解决了数据截断和缓冲区溢出问题, 数据丢失现象消失。

随着北斗导航系统日趋完善, 对高动态 GNSS 接收机的发展具有重要意义。因此, 高动态 GNSS 接收机导航数据采集完整性研究至关重要, 利用本文设计的双缓冲方法, 能够高效完整地采集高动态 GNSS 接收机导航数据, 保证了导航数据采集的完整性, 具有较强的实用价值。

参考文献:

- [1] 纪龙蛰, 单庆晓, 任立坤. 基于 C++Builder 的导航卫星接收机显示控制系统的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (3): 626-628.
- [2] 肖洪兵, 何飞云. 高动态 GPS 接收机的设计与仿真 [J]. 计算机仿真, 2013, 30 (2): 187-190.
- [3] 罗浩菱, 潘英俊, 任春华, 等. 基于 Visual C++ 的惯性导航数据采集系统 [J]. 压电与声光, 2012, 34 (1): 46-50.
- [4] 刘文红, 窦玉江, 邹鹏良. 基于 LabVIEW 的接收机通道自动测试研究 [J]. 现代雷达, 2013, 35 (4): 74-76.
- [5] 张志文, 刘斌. 基于 SOPC 的惯导组件多模式数据采集系统研究 [J]. 中国测试, 2013, 39 (2): 81-84.
- [6] 熊宗接, 陈良洲. 基于 LabVIEW 的无线传感器网络数据采集 [J]. 测控技术, 2012, 31 (3): 48-50.
- [7] 于禾, 曹红兵, 韦穗, 等. 磁敏测速系统的数据采集平台实现 [J]. 计算机工程与设计, 2011, 32 (4): 1470-1473.
- [8] 顾文武, 何庆中, 周铁, 等. 基于 LabVIEW 与智能仪器数据采集系统 [J]. 仪表技术与传感器, 2012, 11: 53-58.
- [9] Gupta R, Bera J, Mitra M. A bi-phase enabled serial acquisition system for remote processing of digitized ECG [J]. Computers & Electrical Engineering, 2012, 38 (1): 68-74.
- [10] Yuan Y Z, Xu Q M, Guan X P, et al. Industrial high-speed wireless synchronous data acquisition system with real-time data compression [J]. Measurement, 2013, 46 (9): 3482-3487.
- [11] Zhang H F, Kang W. Design of the data acquisition system based on STM32 [J]. Proceeding Computer Science, 2013, 17: 222-228.