

一种基于 GPS 的异地数据采集的改进同步方法及其实现

孙改匣¹, 赵曙光², 王洪亮¹

(1. 东华大学 信息科学与技术学院, 上海 201620;

2. 东华大学 数字化纺织服装技术教育部工程研究中心, 上海 201620)

摘要: 提出了基于 GPS 授时的同步数据采集系统改进方法。该方法预置采集开始时刻, 利用 GPS 授时检测所产生的触发信号, 用于同步各异地分布的数据采集装置。理论分析和仿真实验结果表明, 上述方法可以达到微秒级的时间同步。

关键词: GPS 授时; 同步控制; FPGA; 微秒级同步

中图分类号: TP274

文献标识码: A

An improved synchronization method and implementation of distributed data acquisition with GPS

SUN Gai Xia¹, ZHAO Shu Guang², WANG Hong Liang¹

(1. Institute of Information Science and Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China;

2. Digital Textile and Garment Technology Engineering Research Center for the Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: This paper comes up with an improved solution of the synchronous acquisition systems. GPS timing set up starting acquisition time in advance and generate trigger signals when the devices with GPS timing detect that time comes, then it can be used to synchronize distributed data acquisition devices. Theoretical analysis and simulation results show that this method can reach microsecond level of time synchronization.

Key words: GPS timing; synchronization control; FPGA; microsecond level of time synchronization

工程中经常需要实现异地数据的同步采集。现有的该类系统大多采用对采集的数据打“时间戳”的方法来实现数据采集的同步性。大量的“数据戳”随数据一起存入 RAM, 占用了 RAM 的存储空间, 增加了后续数据处理的复杂度。针对上述问题, 本文提出了一种电平触发的同步方法, 其要点是利用 GPS 授时检测预置的采集开始时刻的到来, 并在该时刻下一个秒脉冲的上升沿产生高电平的触发信号, 一组异地分布的数据采集装置因而可以同步工作。按照上述方法设计了具体系统, 并进行了实验, 结果表明可以达到 $1 \mu\text{s}$ 的同步精度^[1]。

1 同步原理与实现方案

GPS 接收机输出的 NEMA 信息通过串口 1 送入解码模块, 并提取 GPS 状态信息和时间信息分别输出到与门和数据处理模块。数据处理模块处理输入的时间信息, 并每隔 1 s 与串口 2 输入的预设时刻信息比较, 若

两者完全相同, 则在秒脉冲的下一个上升沿时刻产生同步信号。当 GPS 状态信息与同步信号电平都为高时, 产生触发信号触发一组异地分布的数据采集装置同步开始工作。

对于一组异地分布需要同步采集的数据采集装置, 每个装置都增加 1 个(FPGA)同步装置, 预置相同的采集开始时刻。同步装置根据 GPS 授时信息不断检测该时刻的到来, 并在该时刻的下一个秒脉冲上升沿触发数据采集动作, 使得异地分布的数据采集装置同步开始工作。

单个同步装置的系统框图如图 1 所示。

2 系统硬件设计

2.1 设备简介

2.1.1 GPS 接收机性能简介

本系统采用 Navysyc CW25 接收机, 此接收机是一款专门的授时型接收机。该接收机具有 12 个并行通道,

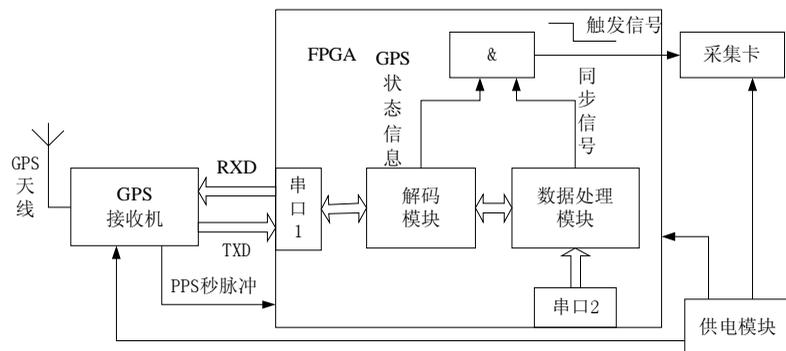


图1 基于GPS的同步数据采集控制系统框图

可同时跟踪12颗卫星，完全校准到UTC时间，产生精确度高达几十纳秒的同步授时，并且支持RS-232串口通信，通信速率38400 b/s。

2.1.2 GPS秒脉冲输出特性简介

秒脉冲PPS(Pulse Per Second)^[5-6]，是1个电平信号，以方波形式输出，周期为1s，高电平持续时间为100 μs。高电平上升沿为PPS输出的精确时刻，其波形如图2所示。

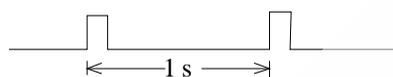


图2 秒脉冲波形示意图

接收机取得有效导航的时候，脉冲上升沿时刻与UTC时刻相差在±30 ns以内，RS-232传输数据中UTC时刻的输出较秒脉冲上升沿有一定的延迟，即接收机先为用户提供秒脉冲，再提供对应的时间信息，(FPGA)同步控制模块对此(时间信息的滞后)须进行恰当处理，以使PPS的上升沿与实际的时间信息对应。

2.2 系统硬件总体实现

本系统硬件设计主要是利用FPGA设计和实现同步控制功能。由于FPGA与GPS的串口通信采用标准的RS-232接口，所以利用EDK提供的IP核可以直接实现。

3 FPGA设计

3.1 顶层设计

利用FPGA实现基于GPS的异地数据采集同步控制系统的核心处理单元，采用自顶向下的设计方法，用Verilog HDL语言描述，使用Xilinx Spartan-3A FPGA在ISE 10.1中进行仿真、综合和实现^[2-3]。顶层设计由解码模块、I/O控制模块和数据处理模块组成。

工作过程为：串口接收到GPS接收机发来的NEMA \$POLY T语句，I/O控制模块检测语句开始和结束标志字符，并检查语句格式的正确性，将正确的语句存入输入缓存；解码模块提取出NEMA信息中的时间信息和GPS定位信息，时间信息输入数据处理模块，GPS定位信息作为“与门”输入；数据处理模块中，将解码模块送来的时间信息进行处理并锁存，与预设的时间信息比

对，当两者完全相同时，在下一个PPS上升沿时刻产生同步信号，此同步信号和GPS定位信息相与生成触发信号，触发数据采集卡同步开始工作。

3.2 解码模块

解码模块的任务是提取GPS接收机发来的NEMA \$POLY T语句中的时间信息。FPGA的串口接收到GPS接收机发来的NEMA \$POLY T语句，I/O控制模块检测语句开始和结束标志字符，并检查语句格式的正确性，将正确的语句存入输入缓存，再从缓存中提取出时间信息并锁存。\$POLY T语句格式如下：\$POLY T, hhmmss.ss, ddmm yy, UTC_TOW, week, GPS_TOW, Clk_B, Clk_D, PG, cs, 每一项以逗号相隔，其中“hhmmss”项为格林威治时间的时、分、秒信息，FPGA控制板通过解读此报文信息便可得到与1 PPS信号对应的的时间信息^[3]。解码模块工作的程序流程图如图3所示。

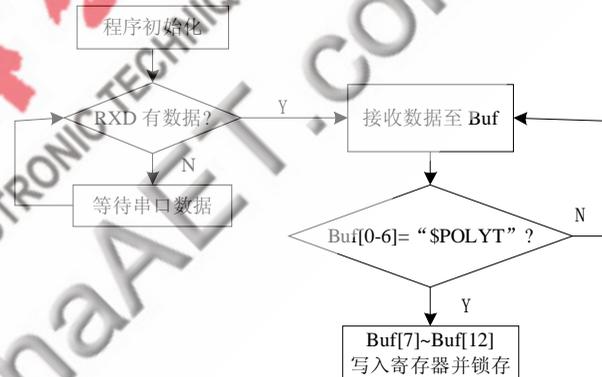


图3 解码模块工作流程图

3.3 数据处理模块

数据处理模块的作用有两部分：调整从缓存提取的时间信息和产生同步触发信号。

调整时间信息包括2个方面，(1)GPS接收机输出的时间是GMT时间，需要转换成当前地理位置所在时区的时间。(2)由于GPS接收机的时间信息总是在与之对应的秒脉冲上升沿到来后从串口发出，所以在 t 时刻的秒脉冲上升沿到来时， t 时刻的时间信息还未被数据处理单元接收到。为了实现秒脉冲和时间信息的同步输出，需要将 $t-1$ 时刻的时间信息加1s作为 t 时刻的绝对时间。图4所示显示了调整前后的时间与秒脉冲的对应关系。

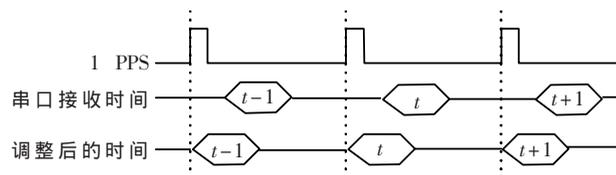


图4 时间信息和秒脉冲的对应关系

技术与方法 Technique and Method

将调整后的时间信息与预设的时间信息进行比较,两者完全相同。在下一个 PPS 脉冲的上升沿对应时刻产生 1 个电平信号,此信号和 GPS 状态信息“相与”后输出信号即为数据采集卡的触发信号。仿真结果如图 5 所示。

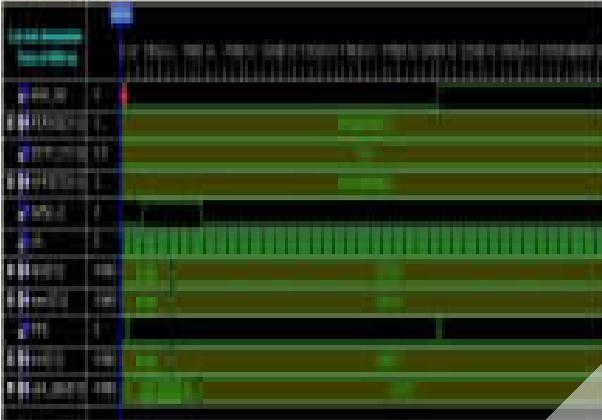


图 5 生成触发信号的时序仿真图

本文提出了一种改进的基于 GPS 的异地数据采集的同步方法,并利用 FPGA 进行了具体设计和实现。实

验结果表明,上述方法和设计克服了常用的“时间戳”方式占用额外存储空间和加重数据处理负担的缺点,满足分布式数据采集对同步精度的要求,并且有助于实现同步装置的小型化、高稳定性,便于维护与升级。

参考文献

- [1] 李炜,王彪.基于 GPS 授时的异地同步数据采集系统[J].测控技术,2006,25(3):40-42.
- [2] 田耕,徐文波,胡彬,等.Xilinx ISE Design Suite 10.x FPGA 开发指南[M].北京:人民邮电出版社,2008.
- [3] Xilinx Inc. DS312 PDF, Spartan-3A FPGA Family:Complete Data Sheet[Z]. Xilinx Inc, 2006.
- [4] BAUCH A, PIESTER D, MOUDRAK A, et al. Time comparisons between USNO and PTB: a model for the determination of the time offset between GPS time and the future galileo system time [C]. Frequency Control Symposium and Exposition, Montreal, Canada, 2004.
- [5] 王琦,胡修林.基于 OEM 板的 GPS 定位接收机的研究与实现[J].电子工程师,2004,30(11):4-6.
- [6] 苗世洪,王少荣,刘沛.一种基于 GPS 的时间同步装置[J].电子计算机与外部设备,2000,24(1):15-16.

(收稿日期:2009-08-13)