

基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统

吴晓青^{1,2}, 龙翔¹, 杨雄¹

(1. 海南大学 信息科学技术学院, 海口 570228; 2. 西北工业大学 计算机学院, 西安 710072)

摘要: 航空机载测量数据采集是一种长时间、高效率数据采集过程, 需要完成机载任务单元多通道数据的不间断采集, 传统的机载测量数据采集系统需要进行多次断电和重新上电工作, 不能丢失通电条件下保存的数据, 一旦机载任务单元通道突然断电, 导致通电条件下数据大量丢失, 无法完成机载测量数据的准确采集; 设计了一种基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统, 分析了系统硬件数字电路和模拟电路的抗干扰设计, 系统软件由采集初始化模块、数据采集模块以及 QNX SDP 系统时钟定时模块构成, 3 个模块通过 QNX SDP 进程管理器基于优先级进行合理调控, 分析了基于 QNX SDP 的 PWU 人机界面模块组成和主要实现的任务, 实现了用户和系统的实时机载测量数据交互; 实验结果说明, 所设计系统可实现 ARINC429 机载测量数据的有效采集, 并给出 ARINC429 数据波形图, 该系统具有较低的花费、较高的采集效率和精度, 在机载测量数据实时采集应用中具有较好的通用性和扩展性。

关键词: QNX SDP; 机载; 测量数据; 采集系统

Based on QNX SDP of Airborne Survey Data Acquisition System

Wu Xiaoqing^{1,2}, Long Xiang¹, Yang Xiong¹

(1. School of Information Science and Technology, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. School of Computer, Northwest Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: Airborne survey data collection is a long time, high efficiency data acquisition process, you need to complete the airborne task unit multi-channel data continuous acquisition, traditional airborne measuring power data acquisition system is the need for many times and again on the electrical work, under the condition of not lost electricity saved data, once airborne task unit channel suddenly loses power, lead to a large number of missing, under the condition of electricity data cannot complete airborne measuring the accuracy of the data acquisition. Design a based on QNX SDP of airborne survey data collection system, analyses the system hardware antijamming design of digital circuit and analog circuit, system software consists of initialization module, data acquisition module and QNX SDP system clock timer modules, three modules by QNX SDP process manager based on priority and reasonable regulation and analyzed based on QNX SDP PWU man-machine interface module composition and main task, realize the user and the system of airborne survey data interaction in real time. Experimental results indicate that the designed system can realize the effective ARINC429 onboard measurement data acquisition, and ARINC429 data waveform graph is given, the system has lower cost, higher collection efficiency and precision of the application of airborne survey data real time acquisition has good versatility and expansibility.

Keywords: QNX SDP; airborne; measurement data; acquisition system

0 引言

机载数据采集系统可以实时可靠地采集各机载任务单元的关联信息、工作状态等数据, 对于机载任务单元的运行监测和故障分析具有重要作用^[1-3]。航空机载测量数据采集是一种长时间、高效率数据采集过程, 需要完成机载任务单元多通道数据的不间断采集, 传统的机载测量数据采集系统^[4-6]需要进行多次断电和重新上电工作, 不能丢失通电条件下保存的数据, 一旦机载任务单元通道突然断电, 导致通电条件下数据大量丢失, 无法完成机载测量数据的准确采集。

高性能的 QNX SDP 数字信号操作系统以其特有的硬件结构、强大的数据操作能力和可扩展存储空间, 广泛应用在

不同的数据采集领域。本文设计了一种基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统, 分析了系统硬件数字电路和模拟电路的抗干扰设计, 系统软件由采集初始化模块、数据采集模块以及 QNX SDP 系统时钟定时模块构成, 三个模块通过 QNX SDP 进程管理器基于优先级进行合理调控, 分析了基于 QNX SDP 的 PWU 人机界面模块组成和主要实现的任务, 实现了用户和系统的实时机载测量数据交互。实验结果说明, 所设计系统可实现 ARINC429 机载测量数据的有效采集, 并给出 ARINC429 数据波形图, 该系统具有较低的花费、较高的采集效率和精度, 在机载测量数据实时采集应用中具有较好的通用性和扩展性。

1 机载测量数据采集系统设计

1.1 系统硬件体系结构

采用应用功能模块方法规划系统的硬件部分, 基于硬件功能将机载测量数据采集系统划分成多个模块, 各模块间相互独立并存在一定的关联性。用图 1 描述。

1.2 FPGA 模块

FPGA 模块将 FIFO 当成数据的传递通道, FPGA 可实现数据采集和读出, 并且产生对应的时钟和控制信号, 是系统总

收稿日期:2014-05-10; 修回日期:2014-06-13。

基金项目:自然科学基金(613159)。

作者简介:吴晓青(1972-),女,陕西渭南人,硕士,讲师,主要从事计算机嵌入式系统方向的研究。

杨雄(1963-),男,陕西延安人,教授,主要从事计算机嵌入式系统、数据库等方向的研究。

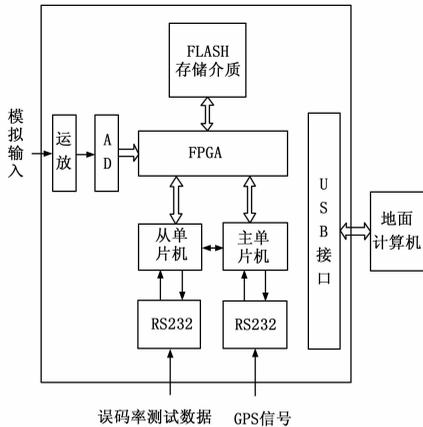


图 1 系统硬件体系结构图

线操作的关键部分。

因为待采集的机载测量参数数据种类繁多。通过一根信号线就能够同单片机间进行完整的通信, 具有较强的独立性。

USB 接口是系统同地面计算机间数据传输通道。其能够读取保存介质 FLASH 中的数据, 同时分享外部命令, 将数据反馈给主单片机, 完成不同上位机指令的操作。

航空机载测量数据采集是一种长时间、高效率数据采集过程, 需要完成机载任务单元多通道数据的不间断采集, 传统的机载测量数据采集系统需要进行多次断电和重新上电工作, 不能丢失通电条件下保存的数据, 一旦机载任务单元通道突然断电, 导致通电条件下数据大量丢失, 无法完成机载测量数据的准确采集。

2 基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统

QNX SDP 是加拿大 QSSL (QNX Software System Ltd.) 公司在 1980 年开发的一个微内核、分布式、嵌入式实时操作系统。其可提供给用户可控制的、优先级驱动的调度方式, 具有成本低、效率高等优势, 广泛应用在实时控制、通信、航空信息操作等时间敏感的领域。

2.1 硬件电路干扰设计

基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统的硬件通常由数字电路和模拟电路两个构成。由于机载环境具有随机性和复杂性, 对数据采集的精度要求较高, 因而对 QNX SDP 机载测量数据采集系统的硬件电路的抗干扰性能具有较高的要求。

数字电路的抗干扰性能, 通常用于控制信号的滞后、串扰以及噪声等因素。在规划 QNX SDP 的机载测量数据采集系统的数字器件时, 可采用数字滤波、阻抗匹配等方法解决数字电路抗干扰问题。空间电磁辐射、地线以及电源间的工模干扰等都会对机载测量数据采集系统的模拟器件产生干扰, 因此规划 QNX SDP 的机载测量数据采集系统的模拟器件时, 可采用多层印刷板技术、按要求布局布线、模拟地和数字地单点相连的方法解决模拟电路中的不利影响因素。

2.2 系统软件结构

本文提出的基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统, 在 QNX SDP 平台上完成。系统软件由采集初始化模块、数据采集模块以及 QNX SDP 系统时钟定时模块构成, QNX SDP 进程管理器可依据优先级对上述分析的 3 种模块进行合理的调控。定时模块和数据采集模块间可采用 QNS SDO 传输的消息

传递方案传输定时信号。系统编程语言是 C 语言, 软件结构图用图 2 描述。

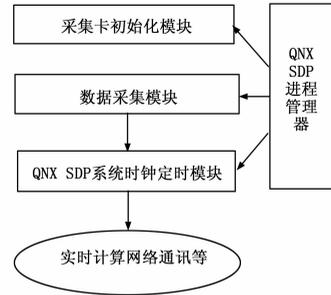


图 2 基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统软件结构

基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统运行过程为, 调控同时开启系统时钟和 PIC1713 采集卡, 收到时间周期信号后, 主机发出中止采集的指令, 获取要求的采样数; 初始化 FIFO, 再次设置多路转换开关的位置, 重新进行周期采集; 运行返回计算、网络通信等其它任务; 等待接收到下一次时间周期信号, 重新进行机载测量数据的采集。

2.2.1 数据采集模块

数据采集模块是实时采集数据从采集卡到计算机间的接口, 对于 QNX SDP 机载测量数据采集模块可在每毫秒周期得到系统定时时钟的信号, 读取采集卡 FIFO 中该毫秒搜集的数据, 将数据存储预先开辟的共享内存中, 提高实时反馈运算效率。

通常实现代码与说明如下所述:

```
timer_rcvld = MsgReceivePlise (timer_attach ->chid, & timer_pulse, sizeof(timer_pulse), NULL);
if((timer_rcvld IS 0) && (timer_pulse.code IS TIMER_PULSE_CODE))
```

……和系统时钟模块相连, 等待时钟信号

```
out8(iobase+6, 0);清触发源, 暂停搜集
wrawdate=in16(iobase);读取 FIFO 中的数据
out8(iobase+4, ICHANNEL_START);
out8(iobase+5, ICHANNEL_STOP);重新设置采集卡多路开关至起始通道的位置
```

```
uctrigrc=UCTRIGSRC| UCIRQEN} UCFH;
out8(iobase+6, uctrigsrc);重新开启触发源, 开始下一周期搜集。
```

2.2.2 QNX SDP 系统时钟定时模块

用户应对软件时钟间隔大小进行监控, 避免其过小, 导致系统处理时钟软中断的花销增多, 降低系统的数据采集功能。

2.3 基于 QNX SDP 的 PWU 人机界面模块

为了将机载策略数据结果及时呈现给用户, 并实现用户同系统间的有小互动, 设计了基于 QNX SDP 的 PWU 人机界面模块。PWU 人机界面模块包括人间界面展示部分和数据分析部分。主要由数据通道、GPS、人机交互设备 (鼠标、键盘、显示器)、通信设备、存储设备和 PC104 核心控制模块组成, 结构图用图 3 描述。

3 实验分析

为了验证本文系统的有效性, 需要进行相关的实验验证。实验采用频率是 100K 的机载 ARINC429 数据为采集数据源完成实验。以 QNX SDP 操作系统为背景, 将 ARIN429 数据接

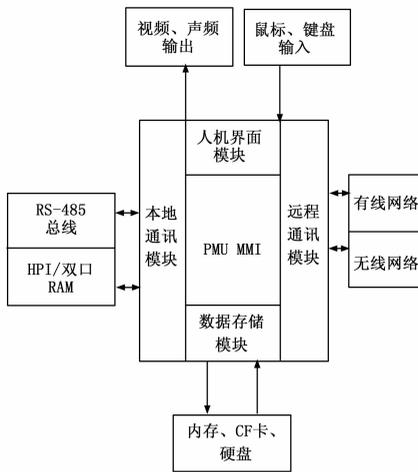


图 3 基于 QNX SDP 的 PWU 人机界面结构

口板的数据输出端同本文系统以及传统系统的数据采集源输入端相连。

3.1 系统采集 ARINC429 数据结果

实验开始时开启传送 ARINC429 数据，再采用本文系统进行机载测量数据的采集，获取的机载测量数据通过软件解析后，绘制 ARINC429 的波形图，用图 4 描述。分析图 4 可得，本文系统采集到的数据有效恢复了 ARINC429 波形，可长期高校采集机载测量数据，符合航空测试设备的要求，本文系统是有效的。



图 4 本文系统采集的机载测量数据 ARINC429 波形图

3.2 系统开销分析

本文设计的基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统运行于控制周期是 1 ms 的电源控制系统，对比分析本文系统和传统系统在采集实验机载测量数据过程中占用 CPU 的时间情况，也就是两种系统的花费情况，用图 5 描述。分析图 5 可以看出，对于不同数据本文系统的花费始终低于传统系统，并且在搜集 32 路信号的过程中，本文设计的数据采集方法减少了系统 70% 的花费，结果说明本文系统具有低成本性优势，可采用最小的系统资源，高效率完成机载测量数据的采集工作。

3.3 系统性能分析

对比分析本文系统和传统系统对实验飞机测量数据进行 10 次采集的性能，结果用表 1 描述。

分析表 1 中的数据可得，本文系统对实验机载数据的采集效率、精度都优于传统系统，可避免传统的机载测量数据采集系统，在机载任务单元出现随机性和变动性情况下，无法完成

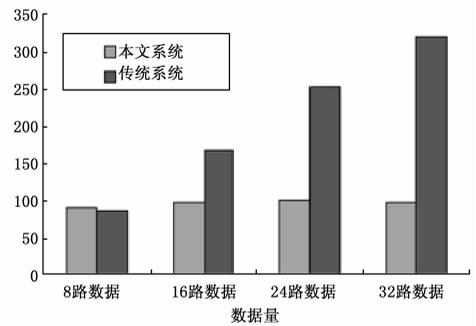


图 5 两种系统花费对比

表 1 两种系统的数据采集性能对比

次数	传统系统		本文系统	
	采集效率/(%)	采集精度	采集效率/(%)	采集精度
1	73	0.78	90	0.94
2	80	0.84	92	0.97
3	76	0.81	89	0.93
4	79	0.83	94	0.98
5	71	0.76	88	0.93
6	78	0.83	90	0.95
7	82	0.86	93	0.97
8	76	0.81	91	0.95
9	81	0.85	94	0.98
10	74	0.79	95	0.99

机载测量数据的准确采集的缺陷，说明本文系统是一种高效的机载测量数据采集系统。

4 结论

本文设计了一种基于 QNX SDP 的机载测量数据采集系统，分析了系统硬件数字电路和模拟电路的抗干扰设计，系统软件由采集初始化模块、数据采集模块以及 QNX SDP 系统时钟定时模块构成，3 个模块通过 QNX SDP 进程管理器基于优先级进行合理调控，分析了基于 QNX SDP 的 PWU 人机界面模块组成和主要实现的任务，实现了用户和系统的实时机载测量数据交互。实验结果说明，所设计系统可实现 ARINC429 机载测量数据的有效采集，并给出 ARINC429 数据波形图，该系统具有较低的花费、较高的采集效率和精度，在机载测量数据实时采集应用中具有较好的通用性和扩展性。

参考文献:

- [1] 侯业勤, 张 菁. 分布式嵌入式实时操作系统 QNX [M]. 北京: 宇航出版社, 1999.
- [2] 赵 磊. QNX 实时操作系统及其应用分析 [J]. 软件导刊, 2009, 5: 22-24.
- [3] 黄 峰, 单家方. QNX 系统下 PXI 多功能数据采集卡驱动程序开发 [J]. 化工自动化及仪表, 2005, 32 (2): 35-38.
- [4] 董晓霞. 基于 QNX 实时操作系统的编程应用 [J]. 现代电子, 2000, 72 (3): 65-67.
- [5] 岳增敬. 高速数据采集系统的传输接口 [J]. 电子技术应用, 1993, 1: 31-35.
- [6] 许 勇. QNX 嵌入式实时操作系统在电力系统相量测量装置中的应用 [D]. 北京: 中国电力科学研究院, 2004.