

基于 DSP 的数据采集处理系统研究

王楠, 曾连荪

(上海海事大学信息工程学院, 上海 200135)

摘要: 本设计给出某系统中陀螺组合信息处理电路软硬件实际解决方案。系统硬件部分主要包括温度传感器、模数转换模块、电源模块和中央处理器等部分。中央处理器采用 TI 公司的 F2812。软件部分主要包括信息采集、信息计算、误差补偿、温度插值模型、指令接收解析、状态判断、反馈信息等各个模块, 在 CCS3.3 环境下使用 C 语言开发。经过测试, 系统的各项指标达到或超过了预期, 取得了令人满意的效果。

关键词: DSP F2812; 陀螺组合; 数据采集

DSP-based Data Acquisition and Processing System

WANG Nan, ZENG Lian-sun

(School of Information Engineering, Shanghai Maritime University, Shanghai 200135, China)

Abstract: This design gives hardware and software solutions of a data acquisition and processing system used for integrated navigation. System hardware includes a temperature sensor, analog-digital conversion module, power module, CPU and so on. TI's DSP chip-F2812 is chosen as the CPU. Software includes information acquisition, information calculation, error compensation, the temperature interpolation model, command receiver, command parsing, state judge and feedback, which is developed by using C with the developing environment CCS3.3. Practical testing of the system indicates that the design meet expectations and achieves satisfactory results.

Key words: DSP F2812; integrated navigation; data acquisition

0 引言

导航系统的核心和关键是信息采集和处理系统,一般由导航计算机和各种外设组成,其中导航计算机控制外设并完成信息处理,要求导航计算机的微处理器具有便携、精度高、稳定性好等优点。目前,采用通用 DSP 芯片来实现导航系统中的信息采集和处理系统已经成为人们的首选方案之一。

本文给出了一种基于 TMS320F2812 芯片的陀螺信息采集处理系统的结构和相关的硬件、软件设计。

1 系统总体结构

陀螺组合由微机械陀螺组合、温度传感器、信息采集模块、电源模块和中央处理器等五部分组成。微机械陀螺组合包括三只微机械陀螺;温度传感器向中央处理器提供陀螺组合当前温度,用于系统的

温度误差补偿;信息采集模块将三个通道的角速度信息转化为数字量信息提供给中央处理器进行补偿运算和向外界传递;电源模块的功能是外界电源经过隔离处理转化为 $\pm 5V$ 和 $\pm 12V$ 电源,供微机械陀螺和系统电路使用;中央处理器通过同步串口设置 A/D 的工作模式、启动 A/D 转换并读取 A/D 转换结果,对角速度信息进行误差补偿,然后通过串口与上位机进行通讯向其发送测量信息。组成示意框图如图 1 所示。

2 系统硬件设计

中央处理器是整个系统的核心,将完成数据采集、处理和通信等功能。考虑到系统应用时的实时

收稿日期:2010-03-26

作者简介:王楠(1981-),男,上海海事大学在读硕士研究生,研究方向为移动通信与无线接入技术。

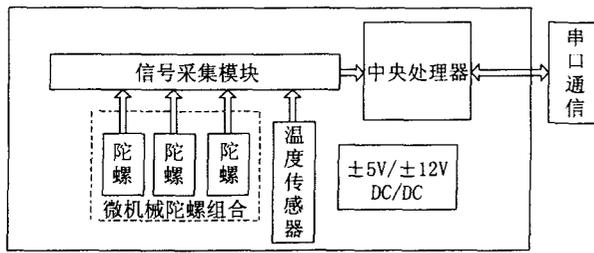


图1 陀螺组合组成示意框图

性,这就要求中央处理器有较高的计算能力和运算速度,并具有丰富的外设。同时,由于软件系统的复杂性,希望此芯片能具有较为便利的开发环境。

TI公司的TMS320F2812是32位定点DSP处理器,拥有最高可达150MIPS的运行速度,其具有强大的外设功能:128K×16bit片上Flash/ROM、18K×16bit片上RAM、同步通讯串口(SPI)、2个异步通讯接口(SCI)和DIO接口等。硬件条件完全符合要求。其中还提供了一个内部A/D,本系统中可以用来对温度信息进行采集,节省了成本,提高了可靠性。同时,TI公司开发了高效的C编译器和多功能的集成开发系统CCS(CODE COMPOSER STUDIO)以及高性能的仿真器,大大简化了程序代码的编写和调试。综上,本系统采用TMS320F2812作为中央处理器。

信息采集电路完成对三路陀螺通道采样信息的放大、滤波、A/D转换和数字量和模拟量信息的输出。

因为要在规定时间内对三路陀螺通道的信息进行多次采集,所采用的芯片需要具有足够快的采集速度和精度。此外,系统环境温度对芯片也有要求。通过比较,决定采用AD公司的AD677芯片。AD677是16位串行输出的A/D转换器。转换速率为100kSPS(相当转换时间为10μs),在全量程范围内可获得±1LSB的线性,工业级的适用温度范围-40℃到+85℃。

温度采集电路通过采集热传感器随温度变化所分担电压的不同,将其电压变化转化为数字量,供系统误差补偿使用。运放的增益K=1。热敏电阻高端接5V电源,低端接分压电阻,经过R/V变换后电压供DSP上ADC(0~3V)采集转换。本设计中TMS320F2812的内部A/D转换器被用来采集热敏电阻的温度信息。本设计中,利用自动排序功能对同一通道进行多次采样,提高了温度的测量精度。

本系统的DSP处理器和上位机的通信是通过F2812提供的两组串行通信接口(SCI)进行的,SCI

模块采用标准非归零(NRZ)数据格式。通过对16位的波特率控制寄存器编程,可以配置不同的SCI通信速率。本系统的通信采用RS422标准。RS422采用平衡的差分数据传输方式进行数据传输,具有抗干扰能力强、通讯速率高、通讯距离远、可以与多台从机通讯的特点。它的最大数据传输速率可以达到10Mbit/s,最大传送距离为300m。接口芯片方面,发送端采用26C31,接收端采用26C32。采用一对一收发形式接口电路。

3 系统软件设计

软件系统主要用于陀螺组合与实际上位机系统、仿真测试系统分别通过两路RS422(SCI-A、SCI-B)异步串行接口进行数据通讯。通讯均采用应答方式,请求优先级SCI-B高于仿真测试系统SCI-A。设计的软件流程图如图2所示。

为了区别实际模式和仿真测试模式,使用了一个全局变量,当实际上位机系统通过SCI-B发送测量采集命令帧时,根据此全局变量判断当前是否处于仿真测试模式,从而采取不同的响应动作。

为了提高系统的可靠性,无论是和实际上位机系统还是和仿真测试系统通讯时,都会额外发送一个由各信息字节的累加和区低字节后得到的校验和,此字节紧跟在信息字节之后,如果经校验后数据正确,则信息有效,否则提示发生错误,并丢弃当前帧。

在实际测试模式时,应答帧数据由以下公式计算:

$$[X, Y, Z] = [KX]_{3 \times 3} \times (([V]_{3 \times 1} - [Kz0]_{3 \times 1}) ./ [Kk]_{3 \times 1})$$

其中,[X,Y,Z]为补偿所得的角速度(陀螺输出单位为°/s)。

$[KX]_{3 \times 3}$ 为陀螺交叉耦合矩阵。

$[V]_{3 \times 1}$ 为AD测量的陀螺信息,以电压为单位。

$[Kz0]_{3 \times 1}$ 为当前温度下的陀螺零位。

$[Kk]_{3 \times 1}$ 为陀螺标度系数,即当前温度下电压和角速度的转换关系。

./为“点除”运算,即运算符左面的矢量中的每一个元素分别除以运算符右边的每一个对应元素。

用户数据注入指令是用来对以上应答帧数据计算公式中的参数进行实时修正的。根据以上公式,用户可能采用的修正方式有三种。第一,同时修正 $[Kz0]_{3 \times 1}$ 和 $[Kk]_{3 \times 1}$;第二,只修正 $[Kz0]_{3 \times 1}$,不修正 $[Kk]_{3 \times 1}$;第三,不修正 $[Kz0]_{3 \times 1}$,只修正 $[Kk]_{3 \times 1}$;当然用户也可能不进行两种修正命令的注入,直接

发出测量数据命令帧,这时,只需将 AD 测量值变为电压值,与默认的 $[Kz0]_{3 \times 1}$ 和 $[Kk]_{3 \times 1}$ 代入计算即可。所以,以上所述一共是四种情况。可以考虑使

用两个全局变量 `uartb1con` 和 `uartb2con` 来对应。比如,当既有零偏修正数据注入命令帧,也有零偏修正系数注入命令帧时,`uartb1con = 1,uartb2con = 1`。

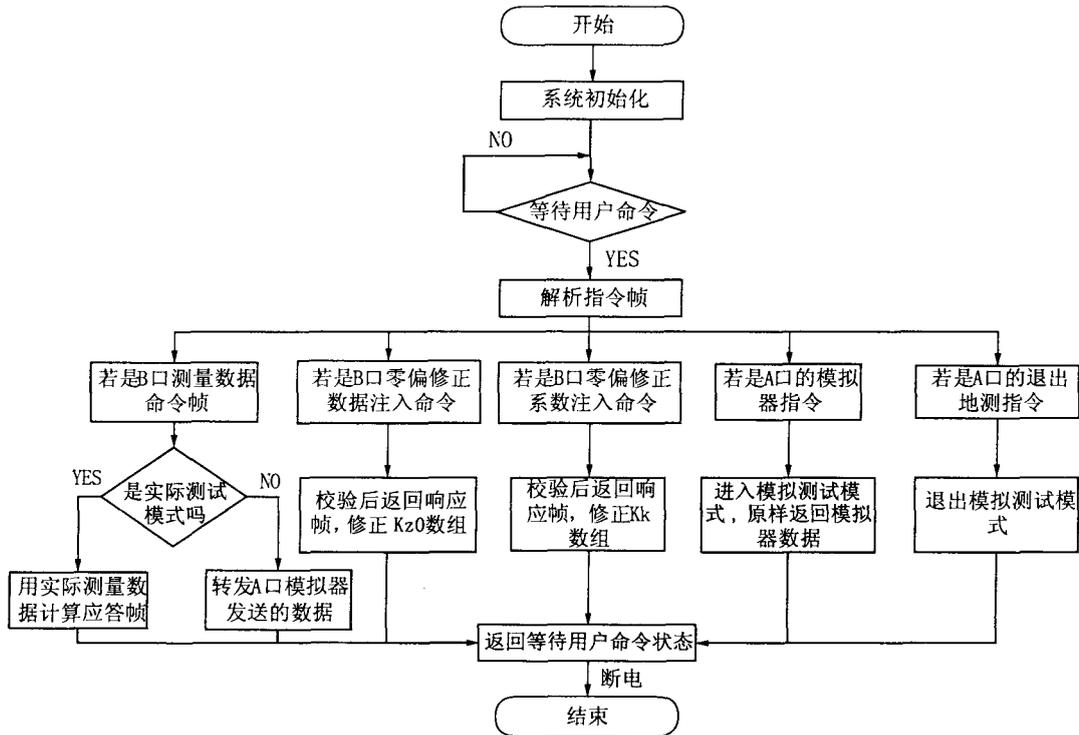


图2 软件系统流程图

以上公式中的 $[V]_{3 \times 1}$, 即三路陀螺电压, 由 AD677 采集, 程序位于 AD677.c 中, 为保证精度, $[V]_{3 \times 1}$ 是 20 次采样的平均值。

由于陀螺组合所处环境的温度变化较大, 而实验又不可能测试出所有可能温度下的陀螺零位和陀螺标度系数, 采用的方法是测定有限多点的样值, 各点之间用直线连接, 即得全温度下的陀螺零位和陀螺标度系数。这部分程序位于 main.c 中。环境温度由 F2812 内部 AD 通过温度传感器采集, 程序位于 Adc.c 中。

设计 TMS320F2812 串行通信软件可采用查询和中断两种方式。本设计中, 设计要求在接收到命令帧后 1ms 内要开始响应命令帧, 并返回应答帧, 所以串口接收命令帧采用的是中断方式, 发送数据采用的是查询方式。

本设计中含有 SCI-B 和 SCI-A 两个串口中断程序, 所进行的操作首先是解析命令帧, 即判别指令种类, 进行加和校验, 并发出应答帧。从流程图中可以看到, 有些命令帧在解析完毕后即可返回结果, 有些命令帧在中断程序中判明种类之后, 还要在 main 函

数主循环中进行计算, 再由发送函数发送。由于不同的命令帧有着不同的返回帧格式, 所以本设计中包含着多个发送函数, 以对应不同的指令。

4 结束语

结合自行开发的上位机测试软件进行连续测试, 结果表明, 本系统完全实现了预期的所有功能, 对于所有指令及所有可能的输入方式, 都能作出正确的反应, 在 1ms 内即可完成数据采集处理和发送响应帧的过程。在不同温度下, 将输出数据与实际值相对比, 误差在规定范围之内, 这说明三路 AD677 通道和内部 AD 工作正常, 误差补偿及数据处理过程符合实际, 整个系统设计合理。

参考文献:

- [1] TMS320X281x ADC Reference Guide [M]. Texas Instruments, 2004.
- [2] TMS320X281x Optimizing C/C++ Compiler Users Guide [M]. Texas Instruments, 2001.
- [3] 苏奎峰. TMS320F2812 原理与开发 [M]. 电子工业出版社, 2005.

责任编辑: 么丽苹