

基于 windows 仿真光学遥感微秒实时通信

Microsecond Precision Real-time Communication Of Space Camera Based On Windows

(1.中科院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)康晓娜^{1,2} 胡君¹ 王萍^{1,2}

KANG XIAONA HU JUN WANG PING

摘要:介绍并实现了基于 windows 仿真光学成像遥感微秒精度实时通信的方法。描述了卫星有效载荷控制系统与光学成像遥感实时通信的原理,以及在 windows 环境下获取高精度时间的方法,并对应用 CPU 时间戳与外加定时器的方法进行了比较。以 MIL-STD-1553B 为通信接口,采用外加定时器的方法解决仿真卫星控制系统与光学成像遥感实时通信获取 0.1ms 时间精度的问题。

关键词:windows; MIL-STD-1553B; 高精度时间

中图分类号:TP3-0

文献标识码:A

Abstract:The paper introduced a method which realize microsecond precision real-time communication of Optical remote sensor based on windows. In the article, it explains the communication principle between the secondary planet control system and the Optical remote sensing as well as the methods which gain the high accuracy time under the windows environment, at the same time comparing each method. The text takes the MIL-STD-1553B as the communication chip to solve the problem of 0.1ms time precision, adopting to add a timer.

Key word:Windows, MIL-STD-1553B, High accuracy time

1 引言

随着空间科学技术的飞速发展,搭载在卫星上的光学成像遥感功能越来越强大,已经普遍引起各国的高度重视。但由于光学成像遥感属于空间载荷设备,一旦在执行任务中出现故障,通常是不可修复的,要求地面的检测水平越来越高,需要的检测方法多种多样。除了需要做热性能、真空环境和力学试验外,还需要对其进行仿真测试和长期实时监控等试验。

windows 是图形用户界面多任务操作系统,操作使用非常直观、形象。而且有标准的要素使 windows 下的一些应用软件易于掌握。因此,在 windows 下对光学成像遥感控制系统进行仿真测试更加便捷。而在 windows 下的实时通信过程中,通常能取得约一毫秒时间精度,而在实际应用中获取的绝对精度仅能在一毫秒以下,这样就使 windows 的应用方便性和获取的时间精度发生了矛盾。目前该问题仍然是在 windows 实际应用中经常遇到的难题。

2 光学遥感实时通信原理

通常卫星上的八大工作单元之一有效载荷控制系统,执行着对有效载荷处理单元进行检测和控制任务。卫星在轨飞行期间,有效载荷控制处理单元会与光学遥感不断进行信息传输,包括有效载荷控制处理单元向光学遥感发送命令、参数,并接收光学遥感返回的信息和图像数据等,同时卫星有效载荷控制系统实时向地面传回图像数据及相关信息如图 1 所示。MIL-STD-1553B 由于其具有较高的传输稳定性和可靠性,目前是比较常用的军用级通信串口。因此,本实验选择 1553B 作为卫星有效载荷控制系统与光学成像遥感的通信接口。MIL-STD-

1553B 是一种数字式时分制指令/响应型多路传输数据总线,其字长 20bit,每个字包含 3 位同步位,16 位数据/命令/状态位,1 位校验位,串行传输位速率 1Mbps。光学成像遥感系统每次与有效载荷控制系统实时通信需要的时间精度为 0.6ms 以上。

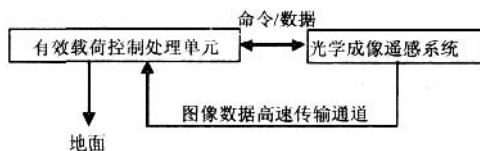


图 1 光学遥感实时通信原理

3 windows 环境获取高精度时间的方法

3.1 取 CPU 时间戳

在 Intel Pentium 以上级别的 CPU 中,有一个称为“时间戳”的部件,它以 64 位无符号整型数的格式,记录了自 CPU 上电以来所经过的时钟周期数。在 Pentium 以上的 CPU 中,提供了一条机器指令 RDTSC 来读取这个时间戳的数字。时间计算公式:CPU 上电时间=RDTSC 读出的周期数/CPU 主频速率(Hz);

目前 CPU 主频速度非常快,这个部件在理论上说,可以达到纳秒级的计时精度。在 Windows XP 系统 Intel(R) Pentium(R) D CPU 3.4GHz 和 512MB 内存环境下进行了实验,测试使用的程序代码如下:

```
inline unsigned __int64 GetCycleCount()
{
    __asm __emit 0x0F
    __asm __emit 0x31
}

void main()
{
```

康晓娜: 研究生

```

unsigned long t,t1;
t = (unsigned long)GetCycleCount();
printf("Time: %u\n", t);
}

```

此段代码是取此时 CPU 上电以来的某一时刻的时钟周期数。间隔 1 秒连续测得以下实验数据,如表 1 所示。

表 1 取 CPU 时间戳实验结果

次序	测得脉冲数	次序	测得脉冲数
1	3128766308	6	3497994897
2	3709457033	7	3406038564
3	2765579377	8	2405804735
4	1528234240	9	1515344360
5	435132318	10	1447657856

由表 1 的实验结果看出,每间隔一秒测得的数据应呈梯形的递增量,但由于数据抖动严重,造成实验测得的数据并无规律。假设光学传感器与卫星有效载荷控制处理单元通信频率为一秒,按获取的这个时间戳为标准,显然所获得的时间是不准确的、甚至在比较短时间片内是错误的。

3.2 外加定时器

此方法是在计算机内部插入 PCI 或 ISA 插槽定时卡,通过它的脉冲计数以达到计时的目的,以它的定时系统为基准,进行各种操作。由于这种方式比较常用,在此并不详述。

3.3 CPU 时间戳与定时器时间精度区别

计算机 CPU 时间戳的方法优点是成本低、方便,具有和计算机 CPU 主频直接发生关系。缺点是目前的 C/C++ 编译器多数不直接支持计算机 CPU 时间戳的机器指令 RDTSC,需要用嵌入机器码的方式编程,此方法数据抖动比较厉害。而且就通用性而言,计算机 CPU 时间戳是 Intel Pentium 以上级别的计算机中才有的部件,而其它系列的计算机 CPU 中没有这个部件的。相对来说外加定时器的方法就比较通用,目前这种定时器卡的时钟频率可达到 20MHz 以上,精度虽然没有 CPU 时间戳精度高,但不会产生数据抖动,实际上获取的时间精度会远远高于时间戳的方法。因此本实验选用外加定时器的方法,实现了获取 0.1ms 时间精度的实时通信。

4 获取 0.1ms 时间精度与光学遥感器实时通信

表 2 定时器各计数器设置表

计数器编号	计数模式	计数个数	门信号
0	方式 0 计数结束时中断	最高脉冲频率 (10M) / (1/0.1ms)	上升沿
1	方式 2 速率发生器	最高脉冲频率 (10M) / (1/1ms)	上升沿

本实验采用 PCI-836 ISA 插槽计数器/定时器卡。卡上提供了六个 16 位计数器通道、10MHz 的脉冲频率。采用 8254 可编程计数/定时器芯片完成对外部脉冲信号的处理,并提供六种计数方式。本实验选用方式 0(计数结束时中断)和方式 2(速率发生器)。方式 0 是在计完最后一个数时,产生中断,并通过编程控制自动启动,计数器减 1 计数;当计数到终点(减至 0)后,输出高电平,并产生于中断请求信号;当 GATE 为低电平时停止计数,回到高电平后继续往下计数。再次启动并重新装入计数值。方式 2 也是通过编程启动后重复地循环计数,当计数到终点时输出一个时钟周期宽度的低电平脉冲,自动初始化后,继续计数。用 GATE 的上升沿初始化,并开始计数,GATE 为低电平时停止计数。这两个独立通道详细设置如表 2 所示。

方式 0 是一次计数,每次计满数后重新启动。方式 2 是连

续计数,不需重新启动。计数器 0 是对 0.1ms 时间设置,每 0.1ms 产生一次中断;计数器 1 是对毫秒的设置,每最高脉冲频率 (10M)/(1/1ms) 个 CLK 脉冲,输出一个宽度为 1ms 的 CLK 周期的脉冲。由于要求时间精度高,为了提高时间精确度在编程时,我们采用汇编语言编写,端口地址为 F8H~FBH。对计数器进行设置时需要写入控制字及计数值。8254 芯片控制字格式如下:

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
SC ₁	SC ₀	RL ₁	RL ₀	M ₂	M ₁	M ₀	BCD

各位的功能见表 3~表 5。

表 3 计数器选择

SC ₁	SC ₀	选择计数器
0	0	选择 0#
0	1	选择 1#
1	0	选择 2#
1	1	使用方法参见 8254 使用说明

表 4 CPU 读/写操作

RL ₁	RL ₀	操作类型
0	0	计数器封锁操作
0	1	读/写计数器低 8 位
1	0	读/写计数器高 8 位
1	1	先读/写低 8 位,后读/写高 8 位

表 5 工作方式选择

M ₂	M ₁	M ₀	计数工作方式
0	0	0	方式 0
0	0	1	方式 1
0	1	0	方式 2

主要代码如下:

```

MOV AL,10H      ;计数器 0 设控制字
OUT 0FBH,AL     ;输至控制字寄存器
MOV AL,64H      ;计数值
OUT F8H,AL      ;输至计数器 0
MOV AL,72H      ;计数器 1 控制字
OUT 0F9H,AL
MOV AL,E8H      ;计数值低 8 位
OUT 0FAH,AL
MOV AL,03H      ;计数值高 8 位
OUT 0FAH,AL

```

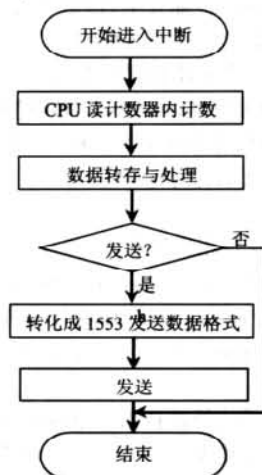


图 2 外接定时器数据处理流程图 (下转第 113 页)

图3中横坐标为节点的标号,纵坐标为每一节点的定位误差,结果表明改进的算法有效地使最大定位误差由5.81m减小到3.74m,经过多次仿真表明,改进算法在节点密度大的情况下,能使85%的节点定位精度得到改善,平均定位误差能减小6%,有效地提高了定位精度。

5 结束语

DV-distance定位算法已在Calamari系统中得到了验证,但是DV-distance及改进算法仅适用于各向同性的密集型网络,要求网络节点密度大。目前的大部分算法都有其对网络的特定要求,没有一个普遍适用的算法适合任意的网络,因此将算法应用到实际的网络环境中还需要深入的研究与实践。

本文创新点:对DV-distance算法进行了误差分析,并从网络锚节点密度小和最短路径算法中的zig-zag现象对误差的影响入手将未知节点升级,对算法进行了改进,提高了定位精度。

参考文献

- [1]王福豹,史龙,任丰原《无线传感器网络中的自身定位和算法》软件学报 2005
- [2]李连,朱爱红,无线传感器网络的定位技术研究[J]微计算机信息 2005,21,9-1
- [3]Neal Patwari, Joshua N.Ash《Locating the node—Cooperative localization in wireless sensor network》IEEE Signal Processing Magazine July 2005
- [4]Kamin Whitehouse,Chris Karlof《The Effects of Ranging Noise on Multihop Localization: An Empirical Study》The Fourth International Conference on IPSN 2005
- [5]Kamin Whitehouse《The Design of Calamari: an Ad-hoc Localization System for Sensor Network》Master's thesis UC Berkeley 2002
- [6]Koen Langendoen and Niels Raijers《Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison》Computer Networks November 2003.

作者介绍:于青(1982—),女,硕士生,主要研究方向:无线通信及传感器网络;何波(1971—),男,硕士生导师,副教授,主要研究方向:通信与信息系统;信号处理。

Biography:Yu Qing, female, Master candidate, research interest: wireless communication and sensor network; He Bo, male, Master tutor, association professor, research interest: Communication and signal processing system.

(266100 山东青岛 中国海洋大学)于青 何波
(Ocean University of China, Qingdao, Shandong, China 266100)Yu Qing He Bo

通讯地址:(266100 山东青岛市松岭路238号中国海洋大学信息学院电子系通信与信息系统05级研究生)于青

(收稿日期:2007.10.03)(修稿日期:2007.12.05)

(上接第115页)

如图2所知,取到的时间到真正发送完成有一段时间差,则这段时间误差计算如下式

$$\Delta T = \frac{T_{IR} + T_S}{0.1ms + T_{IR} + T_S} \quad (*)$$

其中(*)式 T_{IR} 为中断读数据所需时间; T_S 为1553发送数据所需时间,0.1ms是所需时间精度。1553B串行发送速率1Mbit/s,因此准确的时间可以计算得出,由于汇编语言编写,可以计算

出所用的时钟周期。经过计算本系统所得的误差为9%。而误差在0~15%范围内,是可以接受的,因此这种方法可以实现获取0.1ms精度的实时通信。

5 结论

利用外加定时器的方法,实现了光学成像遥感系统与卫星控制系统获取0.1ms精度的实时通信,显然,满足系统获取高于0.6ms精度的实时仿真通信要求。

参考文献:

- [1]侯明 王东兴 Windows系统高精度定时方法研究.[J]微计算机信息 2006,22,3-3
- [2]林卓然 计算机基础教程 中山大学出版社 2006.9,10-20
- [3]周明德 微型计算机系统原理及应用(第五版)IA-32结构(80x86系列)北京 清华大学出版社 2006.12,90-142/265-274

作者简介:康晓娜,汉族,女,1983,中国科学院长春光学精密仪器与物理研究所研究生 进行计算机通信与应用方面研究;胡君 汉族,男,1952,中国科学院长春光学精密仪器与物理研究所高级工程师 研究方向:智能控制与信息处理,光机电一体化CAD技术应用,测试仿真技术。

Biography:Kang Xiaona,female, Han, 1983, study in Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, profession is computer department.

(130033 吉林长春 中科院长春光学精密机械与物理研究所)康晓娜 胡君 王萍

(100039 北京 中国科学院研究生院)康晓娜 王萍

通讯地址:(130033 长春市 经济技术开发区营口路20号长春光学精密仪器与物理研究所研究生公寓C座602)康晓娜

(收稿日期:2007.10.03)(修稿日期:2007.12.05)

踏破铁鞋无觅处 得来全不费功夫

20余万嵌入式系统的研发人员,盼望已久的《嵌入式系统应用精选200例》一书,已经面世了,他涵盖了数码相机、洗衣机、电话交换机、精密仪器、智能仪表、机器人应用、三表自动抄、变频器应用、电梯应用、数控机床应用、电力机车应用、变电站综合自动化应用、造纸应用、水泥生产应用、啤酒生产应用,各种自动化生产过程监控应用和I²C总线应用、网络应用、多媒体应用、通信设备应用。同时,本书还涵盖了嵌入式实时操作系统应用、嵌入式系统的优化设计、嵌入式系统抗干扰设计、嵌入式系统的接口设计、嵌入式系统的internet互连技术、嵌入式系统的仿真技术、纠错技术、逻辑分析技术等。

本书是技术设计、技术主管、设备采购人员的案头书,200篇应用文章总有一篇适合您。

本书已出版,定价110元(含邮费),预购者请将书款及邮费通过邮局汇款至:

地址:北京海淀区皂君庙14号院鑫雅苑6号楼601室
微计算机信息编辑部 邮编:100081

电话:010-62132436 010-62192616(T/F)

http://www.autocontrol.com.cn

E-mail:editor@autocontrol.com.cn

control-2@163.com