

南京航空航天大学
论文集

(二〇〇五年) 第13册

自动化学院

(第3分册)

南京航空航天大学科技部编

二〇〇六年三月

自动化学院

031 系

032 系

14	刘建业	正高	031	基于DSP的嵌入式系统在组合导航系统中的应用	数据采集与处理	2005.20(4):483-488.	
	姜涌	博士	041				
15	康国华	博士	031	Realization of GPS/SST/SINS Integrated Navigation Filter Algorithm for Ballistic Missile	南京航空航天大学学报(英文版)	2005.22(2):115-118	
	刘建业	正高	031				
	祝燕华	博士	031				
	熊智	讲师	031				
16	康国华	博士	031	导航系统中量测滞后异步多传感器集中滤波算法研究	东南大学学报(自然科学版)	2005.35(5):714-718	
	刘建业	正高	031				
	熊智	讲师	031				
17	李荣冰	博士	031	用串行方式实现微小型导航计算机应用程序快速更新研究	小型微型计算机系统	2005.26(9):1657-1660	
	刘建业	正高	031				
	袁朔	硕士	031				
	杜亚玲	博士	031				
18	周海波	博士	031	光纤陀螺仪的发展现状	传感器技术	2005.24(6):1-3	
	刘建业	正高	031				
	赖际舟	博士	031				
	李荣冰	博士	031				
19	华冰	博士	031	GALILEO/SINS组合导航系统研究	中国空间科学技术	2005.25(2):59-64	
	刘建业	正高	031				
	熊智	讲师	031				
	刘红	硕士	031				
20	华冰	博士	031	捷联惯性传感器多余度配置的误差标定技术研究	传感器技术	2005.24(5):31-33	
	刘建业	正高	031				
	熊智	讲师	031				
	李荣冰	博士	031				
21	沈雪松	博士	031	新型车辆导航监控系统研究	重庆交通学院学报	2005.24(6):137-140	
	刘建业	正高	031				
	孙永荣	副教授	031				
	陈武	教授	香港理				
22	沈雪松	博士	031	城市多功能车辆导航监控系统	南京航空航天大学学报(英文)	2005.6.22(2):183-187	
	刘建业	正高	031				
	孙永荣	副高	031				
23	郁丰	博士	031	基于偏差分离估计的整周模糊度快速求解	仪器仪表学报增刊	2005.26(8):175-176	
	刘建业	正高	031				
	段方	博士	031				
24	吴昊	硕士	031	基于STK的小卫星轨道交会设计研究	飞行器测控学报	2005.24(2):40-44	
	刘建业	正高	031				
	段方	博士	031				
	赵伟	讲师	031				
25	吴昊	硕士	031	基于STK的小卫星零动量姿态控制系统仿真研究	遥测遥控	2005.26(3):68-72	
	刘建业	正高	031				
	段方	博士	031				
	赵伟	讲师	031				
26	邢广华	硕士	031	多信息融合组合导航半物理仿真系统设计与实现	航天控制	2005.23(2):64-68	
	刘建业	正高	031				
	孙永荣	副教授	031				
	熊智	讲师	031				
	陈令刚	硕士	031				

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物名称	年卷期	类别
1	刘建业	正高	031	一种双星定位与捷联惯性的融合方法	电子科技大学学报	2005,34(2):160-163.	
	林雪原	副教授	031				
	赖际舟	博士	031				
	孙永荣	副教授	031				
2	赵伟	讲师	031	基于三相电流法的金属氧化物避雷器带电测量研究	电力自动化设备	2005.25(4):6-10	
	万德均	正高	东大				
	岳建民		031				
3	赖际舟	博士	031	基于北斗双星定位系统的滤波组合算法工程实现研究	宇航学报	2005,26(1):107-111	
	刘建业	正高	031				
	林雪原	博士	031				
	熊智	讲师	031				
4	赖际舟	博士	031	Research on Information Fusion Technology for FSINS/DR/BeiDou Double-Star in land fighting-	南京航空航天大学学报(英文版)	2005,12,22(4):312-317	
	刘建业	正高	031				
	刘瑞华	副教授	031				
	祝燕华	博士	031				
5	赖际舟	博士	031	惯性/卫星组合导航多功能仿真监控平台实现研究	导航与控制	2005, 8, 4(3): 40-45	
	刘建业	正高	031				
	熊智	博士	031				
6	曾庆化	博士	031	基于DSP的惯性组合导航系统精度改进算法研究	小型微型计算机系统	2005.3,26(1):139-142	
	刘建业	正高	031				
	杜亚玲	博士	031				
	李荣冰	博士	031				
7	段方	博士	031	罗兰C辅助北斗双星对同温层气球的定位研究	应用科学学报	2005,23(1):1-5	
	刘建业	正高	031				
	林雪原	博士	031				
8	段方	博士	031	LEO Autonomous Navigation Based on Image Motion and Star Sensor	南京航空航天大学学报(英文版)	2005,22(2):165-169	
	刘建业	正高	031				
	郁丰	博士	031				
9	段方	博士	031	基于Unscented卡尔曼滤波器的微小卫星姿态确定算法	上海交通大学学报	2005,39(11):1899-1903	
	刘建业	正高	031				
	李荣冰	博士	031				
10	杜亚玲	博士	031	捷联惯性航姿系统中的模糊内阻尼算法研究	南京航空航天大学学报	2005,37(3):274-278	
	刘建业	正高	031				
	刘瑞华	副教授	031				
	孙永荣	副教授	031				
11	杜亚玲	博士	031	基于DSP+MCU的小型捷联惯性导航计算机系统	系统工程与电子技术	2005.27(8):1452-1456	
	刘建业	正高	031				
	曾庆化	博士	031				
	赖际舟	博士	031				
12	杜亚玲	博士	031	基于DSP的小型捷联惯性航姿系统研究	仪器仪表学报增刊	2005.26(8):375-376	
	刘建业	正高	031				
	李荣冰	博士	031				
	赖际舟	博士	031				
13	杜亚玲	博士	031	基于DSP的航姿系统多传感器信息融合技术	传感器技术	2005.24(9):85-88	
	刘建业	正高	031				
	姜涌	博士	041				
	杜亚玲	博士	031				

27	刘建业	正高	031	微小型捷联惯导系统 解析式对准方法研究	航天控制	2005.23(4):9- 12,23	
	孙永荣	副教授	031				
	岳 淼	硕士	031				
28	何定洲	硕士	031	USB接口在嵌入式 系统中的开发和应用	中国科技信息	2005,24:18~2 3	
	孙永荣	副教授	031				
	刘建业	正高	031				
	李荣冰	博士	031				
29	刘 云	硕士	031	基于Xilinx IP核的 片上导航计算机设	工业控制计算 机	2006.1.1:51~5 2	
	赵 伟	讲师	031				
	刘建业	正高	031				
	杜亚玲	博士	031				
30	文 林	硕士	031	通用导航串口数据 接收协议的研究与应用	航空计算技术	2005,35(3):89 -91	
	熊 智	讲师	031				
	曾庆化	博士	031				
	刘建业	正高	031				
31	黄显亮	硕士	031	北斗双星/SINS组合导航 系统滤波模型的一致性研究	中国惯性技术 学报	2005.10.5:29- 32	
	刘建业	正高	031				
	林雪原	博士	031				
	李荣冰	博士	031				
32	曹 华	本科	031	PCI-1710在导航系统中的应 用研究	导航	2005,41(4):10 0-104	
	刘建业	正高	031				
	杜亚玲	博士	031				
	曾庆化	博士	031				
33	许 睿	本科	031	汽车行驶记录仪的研究与开 发	导航	2005,41(3):35 -40	
	苗剑峰	硕士	031				
	孙永荣	副高	031				
	刘建业	正高	031				
34	于永军	本科	031	组合导航中主机接口的应用 研究	导航	2005,41(3):10 2~106	
	刘建业	正高	031				
	杜亚玲	博士	031				
	曾庆化	博士	031				
35	刘建业	正高	031	MEMS惯性技术及其在 微型无人飞行器中的应用和 发展	中国航空学会 2005年学术年 会	(2):160-163.	
	李荣冰	博士	031				
	华冰	博士	031				
36	段方	博士	031	Real-time Attitude-independent Sun-sensor/Magnetometer Calibration Algorithm for Micro-satellite	International Conference on Space Information Technology	空间信息技 术 国际学术 2005.10武汉	
	刘建业	正高	031				
	李荣冰	博士	031				
	李丹	博士	031				
37	杜亚玲	博士	031	The modified complete integrated algorithm for GNSS/SINS Navigation System	International Symposium on GPS/GNSS 2005	GNSS学术会 议 2005.12,香港	
	刘建业	正高	031				
	孙永荣	副教授	031				
	沈雪松	博士	031				
38	冷雪飞	博士	031	景象匹配辅助导航系统中 的图像匹配算法研究	第十二届全国 图象 图形学学术会 议论文集	2005.10:400- 405	
	刘建业	正高	031				
	熊 智	讲师	031				
39	沈雪松	博士	031	Accuracy Improvement for Integrated Land Vehicle Navigation	International Symposium on GPS/GNSS	GPS/GNSS,20 05.	
	刘建业	正高	031				
	孙永荣	副教授	031				

	陈武	教授	香港理	in Urban Regions	2005	12,Hong Kong	
	鹿鸣	教授	香港理				
40	钱伟行	硕士	031	平台式/捷联式惯导传递 对准仿真平台的实现	南京航空航天大学 第七届研究生 学术会议	2005年10月	
	赵伟	讲师	031				
	汪叔华	正高	031				
	曾庆化	博士	031				
41	刘云	硕士	031	基于PSD4235和80C196 的测控系统设计和实现	南京航空航天大学 第七届研究生	2005年10月	
	赵伟	讲师	031				
42	刘鹏	硕士	031	基于串行通信的 多功能控制显示器的研制	南京航空航天大学 第七届研究生 学术会议	2005年10月	
	孙永荣	副教授	031				
	刘建业	正高	031				
	杜亚玲	博士	031				
43	钟敏	硕士	031	基于干涉型光纤陀螺 模拟信号的检测分析	南京航空航天大学 第七届研究生 学术会议	2005年10月	
	熊智	讲师	031				
	刘建业	正高	031				
	赖际舟	博士	031				
44	张承龙 王从庆	硕士生 副 教授	031	自由浮动空间柔性双臂机器人 人系统动力学建模与控制研究	南京理工大学 学报	2005年29卷	
45	王从庆 赵长军	副教授硕士 生	031	一种基于C-T空间数字势场的 机器人避碰规划方法	应用科学学报	2005年23卷 第4期	
46	王从庆 石宗坤 袁华	副教授硕士 生硕士生	031	自由浮动空间双臂机器人的 鲁棒协调控制	宇航学报	2005年26卷 第4期	
47	蓝洋	硕士	031	航天飞机末端区域能量管理 段航程设计研究	宇航学报	2005年26 卷 6 期	
	杨一栋 舒娟	教授 硕士	031				
48	李众	博士	031	一种新的基于二维云模型不 确定性推理的智能控制器	控制与决策	2005年20卷8 期	
	杨一栋	教授	031				
49	张元生 杨一栋	博士 教授	031	Harmonic amplitude-phase adaptive control and its application in three-axis simulators	哈尔滨工业大 学学报(英文 版)	2005年12卷5 期	
			031				
50	汪成华	硕士	031	基于GPS的舰载机自动着舰系 统仿真研究	扬州大学学报	2005年8卷2 期	
	杨一栋 王新华	教授 讲师	031				
51	苏龙成	硕士	031	空间飞行器再入制导律设计 研究	扬州大学学报	2005年8卷4 期	
	杨一栋 张军	教授 博士	031				
52	陈冬梅	硕士	031	基于1773光纤数据总线的光 传飞控系统	海军航空工程 学院学报	2005年20卷3 期	
	杨一栋	教授	031				
53	黄智锋	硕士	031	波分复用光传飞行控制系统 的研究	航空兵器	2005年第2期	
	杨一栋 王新华	教授 讲师	031				
54	黄智锋	硕士	031	波分复用光传飞行控制系统 的开发	情报指挥控制 系统与仿真技 术	2005年27卷4 期	
	杨一栋 王新华	教授 讲师	031				
55	毛赛君 王慧贞 严仰光	博士 高工 教授	032	"A Novel Zero-Voltage- Switching Push-Pull DC-DC Converter for High Input Voltage and High Power Applications"	KIEE International Transactions on Electrical Machinery and Energy Conversion Systems	Vol. 5-B, No. 1, pp. 343~349, 2005, Korea, (ICEMS2005 best paper reward, pp. 1152-1156)	

56	毛赛君 王慧贞 张方华	硕士 高工 博士	032	A High-efficiency DC-DC Converter for High Voltage DC Input Aeronautical Static Inverter"	in Proc. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference	pp.121~125, 2005, USA	
57	丁勇 张方华 王慧贞	硕士 讲师 高工	032	基于特定消谐技术的四桥臂三相逆变器控制策略的研究	第十六届全国电源年会论文集	深圳, 2005, pp249-251	
58	丁勇 张方华 王慧贞	硕士 博士 高工	032	一种新型变速恒频电源变换器的研究	中国航空学会航空电气工程第六届学术年会论文集	贵阳, 2005, pp141-146	
59	毛赛君 马海啸 王慧贞 严仰光	硕士 博士 高工 教授	032	单LEM电流检测双降压式半桥逆变器研究	第十六届全国电源年会论文集	深圳, 2005, pp338-340	
60	许爱国 谢少军	硕士 教授	032	电容电流瞬时值控制逆变器的数字控制技术研究	中国电机工程学报	2005年25卷1期	
61	许爱国 谢少军	硕士 教授	032	便携式电子设备镍氢电池管理器研究	电力电子技术	2005年39卷2期	
62	陈实 谢少军	硕士 教授	032	大型风电机组动态无功补偿装置的研究	电气自动化	2005年27卷2期	
63	谢少军	教授	032	A Novel soft switching isolated boost converter	IEEE APEC05	2005年	
64	杨建宁 谢少军	硕士 教授	032	不对称半桥变换器零电压开通条件的分析	电力电子技术	2005年39卷3期	
65	陈东华 谢少军	博士 教授	032	Shunt Active Power Filters Applied in the Aircraft Power Utility	IEEE PESC 05	2005年	
66	肖华锋 谢少军	硕士 教授	032	A ZVS Bi-directional DC-DC Converter for Vehicular Electronics	IEEE VPPC 05	2005年	
67	肖华锋 谢少军	硕士 教授	032	A ZVS Bi-directional DC-DC Converter for High-low voltage conversion	IEEE IECON 05	2005年	
68	吴睿 谢少军	硕士 教授	032	A Three-Dimensional Space Vector Modulation Algorithm in A-B-C Coordinate Implemented by a FPGA	IEEE IECON 05	2005年	
69	谢少军	教授	032	软开关隔离型BOOST变换器研究	电工技术学报	2005年20卷8期	
70	吴睿 谢少军	硕士 教授	032	用FPGA实现基于abc坐标系的三维空间矢量调制算法	中国电源学会16届学术年会	2005年	
71	郭涛 谢少军	硕士 教授	032	一种基于有功电流的三相四线有源滤波器电流基准产生方法	中国电源学会16届学术年会	2005年	
72	贺蓓 谢少军	硕士 教授	032	电压有效值反馈单相级联逆变器研究	中国电源学会16届学术年会	2005年	
73	杨海英 谢少军	硕士 教授	032	一种改进PWM控制半桥ZVS变换器研究	中国电源学会16届学术年会	2005年	

74	吴睿 谢少军	硕士 教授	032	Research of the Four- legVoltageSource Inverters Based on Space Vector Modulation in ABC Corrdinates	IEEE ICEMS 2005	2005年	
75	陈东华 谢少军	博士 教授	032	用于有源电力滤波器谐波 和无功电流检测的 一种改进同步参考坐标法	中国电机工程 学报	2005年25卷 20期	
76	郭涛 谢少军	硕士 教授	032	基于DSP的数字控制并联有 源滤波器	电力系统及其 自动化学报	2005年17卷 5期	
77	吴睿 谢少军	硕士 教授	032	基于abc坐标系空间矢量控 制的 三相四线电压源型逆变器 研究	电工技术学报	2005年20卷 12期	
78	陈东华 谢少军	博士 教授	032	Comparision and Evaluation of Current Reference Generation Strategies for Active Power Filters	南京航空航天 大学学报 (英文版)	2005年22卷 4期	

组合导航中主机接口的应用研究

于永军, 刘建业, 杜亚玲, 曾庆化

(南京航空航天大学导航研究中心, 南京 210016)

摘 要: 在“DSP+单片机”模式的双 CPU 组合导航系统中, 双 CPU 间的高速数据传输是保证整个系统正常运行的关键。本文在设计完成的“DSP+单片机”模式的双 CPU 组合导航系统基础上, 设计完善了利用 HPI 完成 DSP 的自举加载, 同时通过 HPI 进行双 CPU 间的高速数据传输。对 HPI 功能的充分利用, 减小了系统的体积, 降低了功耗, 同时保证了双 CPU 间的高速可靠的数据通信。

关键词: 单片机 DSP; 主机接口(HPI); 自举加载

中图分类号: TN967.2

文献标识码: A

在组合导航系统中, 导航计算机要承担系统控制, 数据采集、分析、处理等多项工作, 同时为了满足导航系统小型化, 低功耗的要求, 导航研究中心设计完成了“单片机+DSP”模式的导航计算机, 单片机使用 CYGNAL 公司的 C8051F021, DSP 使用 TI 公司 TMS320C5416。在保证满足组合导航功能的前提下, 导航计算机板大小只有 7.5cm×6.3cm, 重量仅为 33g, 上电运行后功率为 1.2W 左右。主机接口(HPI)的合理使用是保证双 CPU 间高速数据传输, 使系统得以正常运行的关键。

TMS320C5416 主机接口是一个 8 位加强型并行接口。外部主机是 HPI 的主控者, 主机接口由以下 5 部分组成: HPI 存储器 (DARAM), HPI 地址寄存器 (HPIA), HPI 数据锁存器 (HPID), HPI 控制寄存器 (HPIC), HPI 控制逻辑^[1]。HPI 是 8 位的数据总线接口, 由于 C54x' 系列 DSP 是 16 位的, 所以与主机通信的数据都是由 2 个连续的字节组成。

1 主机接口(HPI)的硬件实现

在研究的组合导航系统中, 单片机负责通过串口从仿真计算机取得数据, 并反馈结果信息, 然后通过 HPI 传送给 DSP 进行组合导航运算, DSP 将运算结果通过串口传送给显示计算机。

根据 HPI 工作原理, 单片机和 DSP 的相关引脚做了相应连接。引脚连接如图 1。

硬件连接实现了 DSP 的 HPI 各个寄存器在单片机上的映射, 使得单片机可以访问 HPI 的各个寄存器。

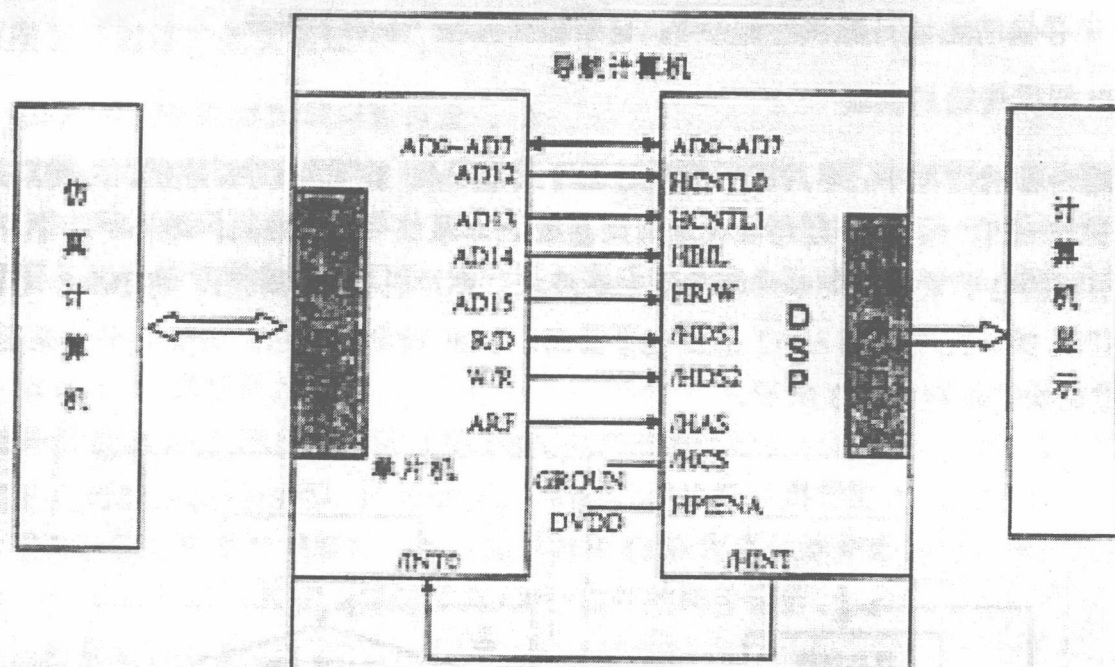


图1 DSP与单片机的HPI引脚连接图

2 主机接口(HPI)的软件实现

本文软件设计实现了首先通过单片机和HPI完成DSP的自举加载,自举加载完成后,继续利用HPI进行单片机和DSP的数据交互,这样既充分利用了导航计算机的硬件资源,又可以保证导航计算机运行的稳定性。

2.1 DSP的HPI自举加载模式的实现

DSP程序在CCS环境下编译后生成的是.out文件,其中包含了代码及一些环境信息,如段名、段长度、起始位置等信息,在没有仿真器的环境下无法将该文件直接写入RAM内运行,TI公司提供了coff_booth.exe程序将.out文件转换成.outc文件,该文件包含了明确的段信息和每个段的16进制代码,用于HPI加载^[1]。

由于C8051F021单片机允许最大数组长度为2000,因此为了方便通过单片机将DSP的16进制代码写入HPI,又编写了程序16to MCU2.exe,将.outc文件转换成.h文件,该文件将.outc文件中的各段分解成长度为2000的一系列数组^[1]。

单片机上电后,首先单片机使DSP进入复位状态,然后依次将头文件中的各段写入HPI,写入后,最后,将DSP程序的入口地址写入0x007E, 0x007F中,写入成功后,DSP跳转到

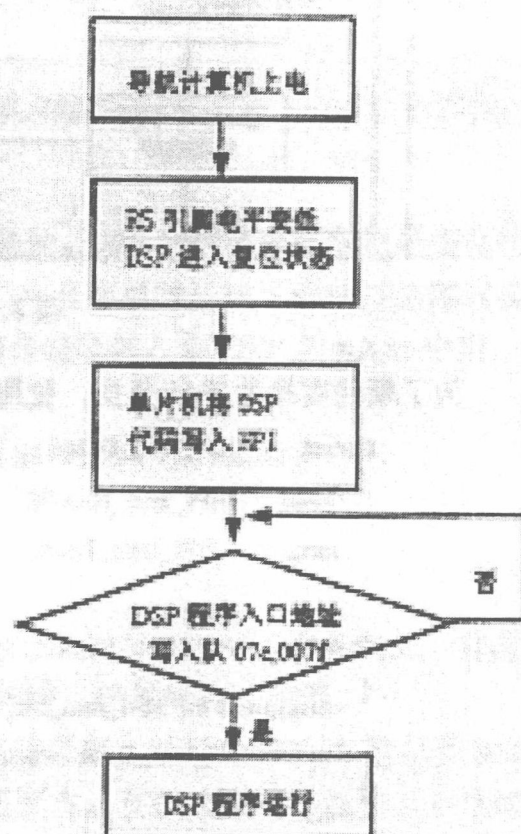


图2 DSP的HPI自举加载流程图

0x007F 中存储的地址开始执行程序^[4]。自举加载流程^[1]如图 2 所示。

2.2 HPI 数据传输的实现

在组合导航过程中,单片机主要通过 HPI 传送 IMU 数据和 GPS 数据。为使双 CPU 顺序正常操作 HPI,用 DSP 定时器设定时间基准 T (本系统中为 20ms),每隔时间 T ,DSP 将 $HINT$ 引脚的电平置低,向单片机发送中断请求,单片机收到请求后,将 IMU、GPS 数据写入 HPI。操作完毕,将 $HINT$ 引脚电平置高。DSP 检测到 $HINT$ 引脚电平置高后,操作 HPI。数据操作流程如图 3 所示。

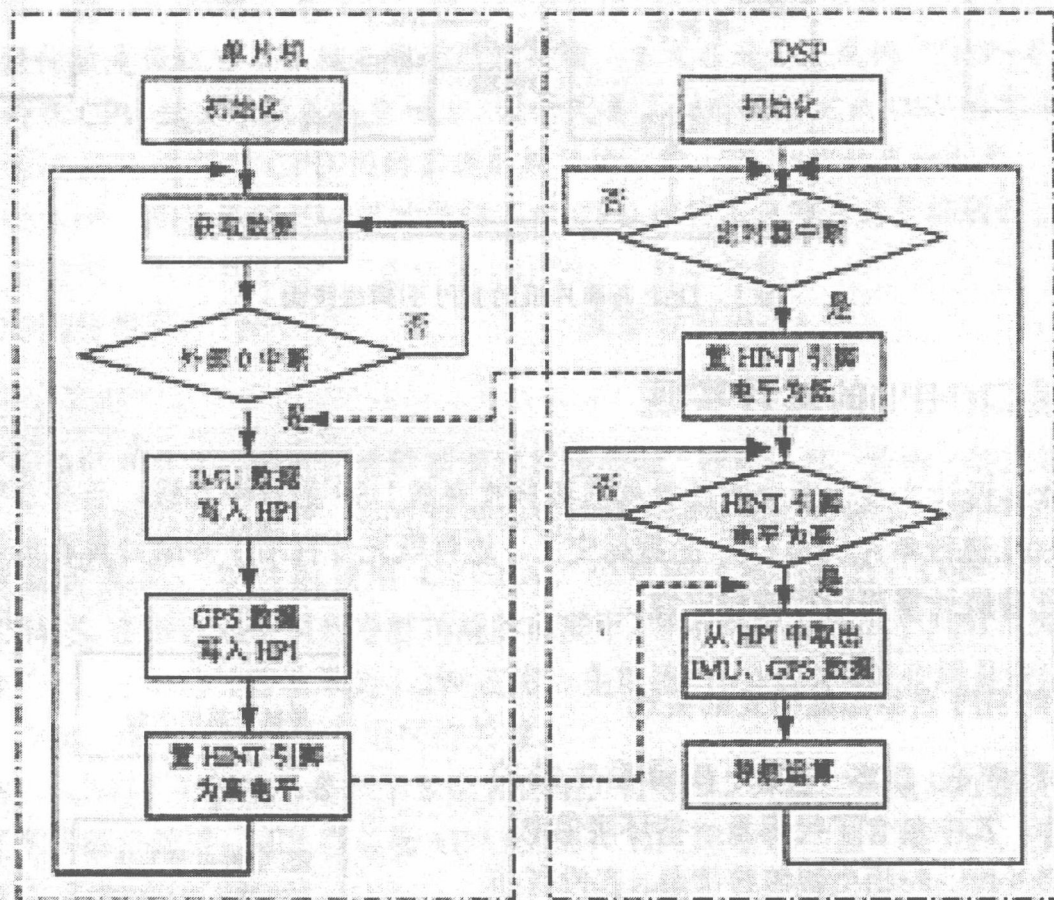


图 3 HPI 数据传输流程图

为了顺利实现数据的交互,使用共同体类型来定义数据传输协议。

```

Struct    HPI_Imu_Data
{
    float    HPI_Imu_Raw[6];
    long int HPI_Imu_Time;
}

Union    HPI_Imu_Pack
{
    unsigned int HPI_Imu_Int[14];
    struct HPI_Imu_Data HImuData;
}

Struct    HPI_GPS_Data
{
    long int    HPI_GPS_Time;
    float       HPI_GPS_Raw[8];
    short       HPI_GPS_Star_Num;
}

Union    HPI_GPS_Pack
{
    unsigned int HPI_GPS_Int[19];
    struct HPI_GPS_Data HGPSData;
}
  
```

图 4 IMU、GPS 数据的 HPI 传输协议

2.3 使用 HPI 过程中的关键技术

2.3.1 DSP 的 HPI 自举加载中断设置

在 DSP 的自举加载过程中,必须保证 DSP 的代码完整、正确的写入相应的地址,因此在向 HPI 写入代码过程中,单片机必须通过设置全局中断控制位 $EA=0$ 屏蔽所有中断,以保证写入代码的连贯性,在 DSP 代码写入完成后,单片机设置 $EA=1$ 重新允许全局中断。

2.3.2 双 CPU 的程序同步运行

单片机在 DSP 自举加载过程等待 DSP 程序已经运行的中断信号。DSP 自举加载完成后,首先进行系统的初始化,在 DSP 程序初始化完成后,必须加入 `asm("RSBX 1,0Dh")` 指令,清 XF 位,向单片机发送中断告知单片机 DSP 程序已经开始运行,单片机接收到该中断信号后才开始运行程序,保证了双 CPU 程序的同步运行。

2.3.3 HPI 区域的分配

由于 HPI 既要存储 DSP 的程序代码,又要用于传输数据,因此传输数据的区域必须与存储代码的区域分开,保证程序代码在程序运行中不会以为地址冲突被修改。为了达到这个目的,必须在 DSP 的 `cmd` 文件中对相应的区域进行明确的分配。一般将这两片存储区都分配在数据存储区中,考虑到 DSP 代码段较长,因此一般将传输数据的区域和其他段分配在低地址段,剩余的区域统一作为存储代码段的区域。

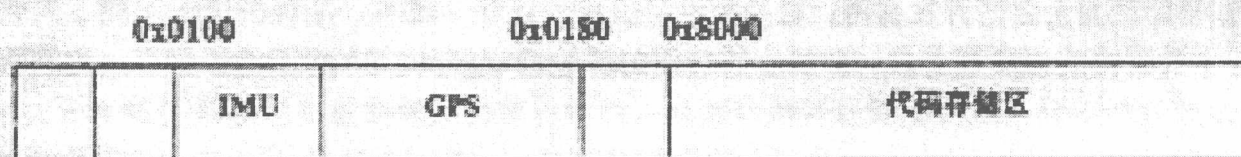


图 5 DSP 数据存储区分配图

2.3.4 DSP 程序起始地址的确定

DSP 自举加载成功的关键是确定 DSP 的起始地址。DSP 的起始地址虽然是变化的,但经多次验证,发现该值始终是 `_cint00` 段的起始值,而且可以通过以下两种方法得到该值:

- 1) 在仿真环境下, DSP 程序通过 CCS 环境编译链接载入到 DSP 的 RAM 中后,系统会自动显示 `_cint00` 段,并标记出该段起始值。
- 2) 在仿真环境下,使用 `Debug->restart` 同样可以得到如 1) 的结果。

3 实验数据

组合导航系统设计完成后,应用该系统进行组合导航仿真,记录仿真结果。选择北、东、地三个速度应用 Matlab 对仿真结果与理论值比较,结果如图 5 所示。

由图 6 可见,组合导航数据在大多数时间内比较稳定,与理论的 GPS 数据基本吻合,误差保持在一个基本稳定的值上,都在 $\pm 0.16 \text{ m/s}$ 范围内。在载体起飞时由于卡尔曼滤波收敛需要一定的时间,因此数据出现一定的波动;在载体即将停止运动时,速度在较短时间内发生突变,此时的加速度大小可以达到 $10g$,数据也出现较大的波动,即使在波动较大

的时间段里, 误差仍然在 $\pm 0.20 \text{ m/s}$ 范围内波动, 完全符合组合导航要求的精度。

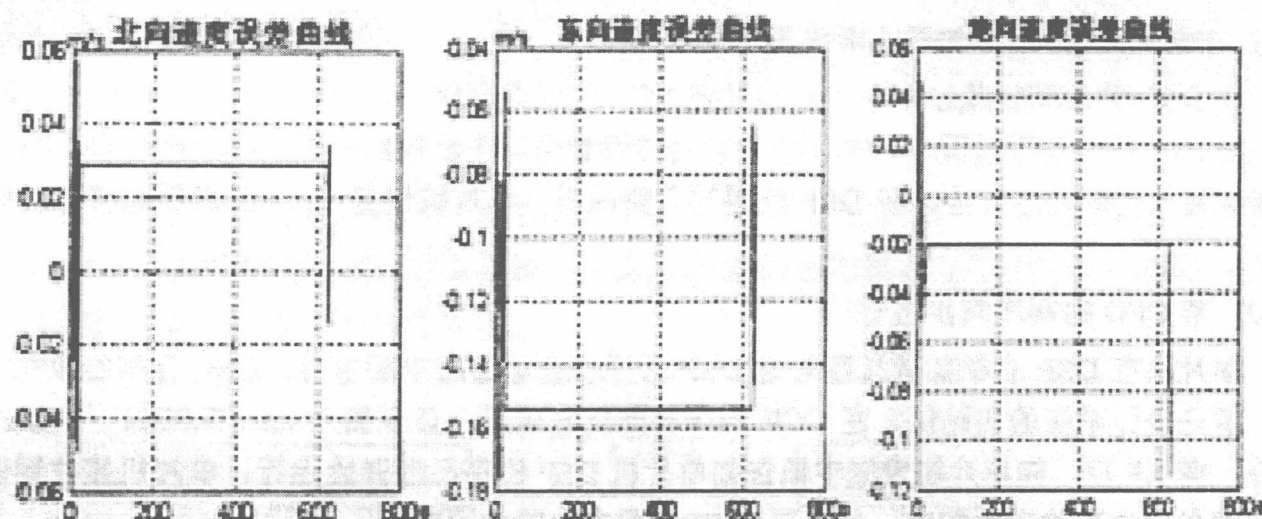


图 6 北、东、地速度理论结果与实验结果误差曲线

4 小 结

本文研究了在“DSP+单片机”模式的导航计算机上, 利用 HPI 进行 DSP 的自举加载和双 CPU 间的高速数据传输。用 HPI 进行数据传输寻址速度可以达到 $120 \text{ Mbps}^{[3]}$, 这保证了导航计算机的实时性和可靠性, 同时能够保证导航计算机达到理想的运算精度和稳定性。HPI 功能较为全面的开发利用, 对导航计算机硬件体积、成本、功耗的降低起到了关键作用。本文研究的 HPI 在导航计算机上的应用对其他领域涉及 DSP 应用的部分有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 薛志宏. 基于 DSP 的 SINS/GPS 组合导航系统研究与实现[D]. 南京航空航天大学硕士学位论文.
- [2] 戴明松, 周建江著. TMS320C54x DSP 结构、原理及应用[M]. 北京航空航天大学出版社.
- [3] 谢劲松. TMS320C54x 主机接口应用研究[J]. 工业控制计算机. 2004, 17-3, P2-P3
- [4] TMS320C5416 Bootloader. Texas Instruments. March 2002. P4-P6
- [5] TMS320VC5416 Fixed-Point Digital Signal Processor. Texas Instruments. March 1999. P24-P31

Research of HPI Application in Integrated Navigation

YU Yongjun, LIU Jianye, DU Yaling, ZENG Qinghua

Abstract In an integrated navigation system that is a dual processor structure using DSP and MCU, high speed data transmission between DSP and MCU is the key that guarantees system normal working. This paper designs and consummates DSP bootloader form HPI and high speed data transmission, basing on completed integrated navigation system. The sufficient use of HPI minimizes the volume of system, reduces power consumption, and guarantees the high speed and dependable data transmission between DSP and MCU.

Key words Micro Control Unit; DSP; HPI; Bootloader

汽车行驶记录仪的研究与开发¹

许睿, 苗剑峰, 孙永荣, 刘建业

(南京航空航天大学自动化学院导航研究中心, 南京 210016)

摘 要: 本文根据公安部颁布的汽车行驶记录仪国家标准的要求, 采用 μ PSD3334D 单片机为微处理器, 从记录仪的主要功能和结构, 软硬件的设计方面对汽车记录仪进行研究与开发, 实现了汽车行驶记录仪的显示功能、按键操作功能和实时时钟等功能, 能够方便地实现速度、里程的显示与存储功能。

关键词: 汽车行驶记录仪; 单片机; 固件

中图分类号: U463.7

文献标识码: A

随着经济的发展, 以私家车为代表的小汽车数量的大幅增长, 给道路交通带来了越来越大的压力, 引发了一系列的交通问题, 车辆运行效率低、交通事故频发, 给社会直接或间接地造成了巨大的经济损失。汽车行驶记录仪, 又称“汽车黑匣子”, 是对车辆行驶速度、时间、里程以及有关车辆行驶的其他状态信息进行记录、存储并可通过接口实现数据输出的数字式电子记录装置^[1]。它记录有汽车运行期间的各种状态信息, 不仅为交通执法管理部门对车辆事故的鉴定、车辆故障的检测提供了可靠的依据, 同时, 通过功能的扩展也有助于公共交通管理部门和运输部门制定车辆高效、安全运行的管理办法。

2003年4月我国颁布了汽车行驶记录仪国家标准《GB/T 19056-2003》, 同年9月开始实施。此后, 在一些地区的相关部门已经开始使用记录仪, 并在提供车辆运行效率, 降低事故率上取得了显著的成效, 得到交管部门、保险部门和物流运输部门的肯定。因此, 对汽车行驶记录仪的研究与开发工作, 有着重要的现实意义^{[2][3]}。

本文在满足国标要求的前提下, 基于现实的需要, 采用 μ PSD3334D 单片机为微处理器, 对记录仪的主要功能、结构, 软硬件方面进行研究与开发。多次的实验和测试表明, 研制的样机能够可靠地实现对汽车速度、里程的显示与存储, 并能存储汽车的各种状态以及其他相关信息。本文将从系统硬件结构、软件设计等方面进行相关介绍。

1 汽车行驶记录仪硬件结构设计

1.1 汽车行驶记录仪功能要求

汽车行驶记录仪从总体上说包含硬件电路和系统软件两部分。根据国标要求, 记录仪应包括主机、车速传感器和数据分析软件三部分。其中, 主机应包括微处理器、打印机和

收稿日期: 2005-06-08。

许睿, 女, 本科生, 就读于南京航空航天大学自动化学院

显示器或相应的输出接口、数据通信接口、数据存储器、实时时钟、操作按键等装置^[1]。

车辆运行时车载传感器采集汽车的状态信息,经信号调理后引入主机的微处理器中,微处理器再将采集到的状态信息进行处理后,将相关数据显示输出或打印输出,或写入存储器中供以后分析使用。当发生事故后进行数据分析时,从机动车中取出记录仪主机部分或数据存储部分,通过串行接口或存储设备,如 U 盘,将记录仪中存储的数据转移到上位机(计算机)中,在上位机中使用配套的数据分析软件进行分析。

1.2 记录仪功能结构

系统中,记录仪系统的主体部分(即主机)由 μ PSD3334D、电源模块、实时时钟模块、显示模块、USB 模块、多功能智能读卡器模块,按键操作模块,串行通信接口等组成。根据用户的选择和需要,除了国标中要求的对车速传感器、GPS 数据以及司机信息的 IC 进行数据通讯与采集以外,也可以对温度传感器、酒精传感器以及刹车、转向等信息进行采集判断;在存储方面,可以采用 U 盘或多媒体卡 MMC(Multi-Media Card 进行数据的存储,也可以通过蓝牙接口进行数据的传输或功能的扩展。具体的结构示意图参见图 1 所示。

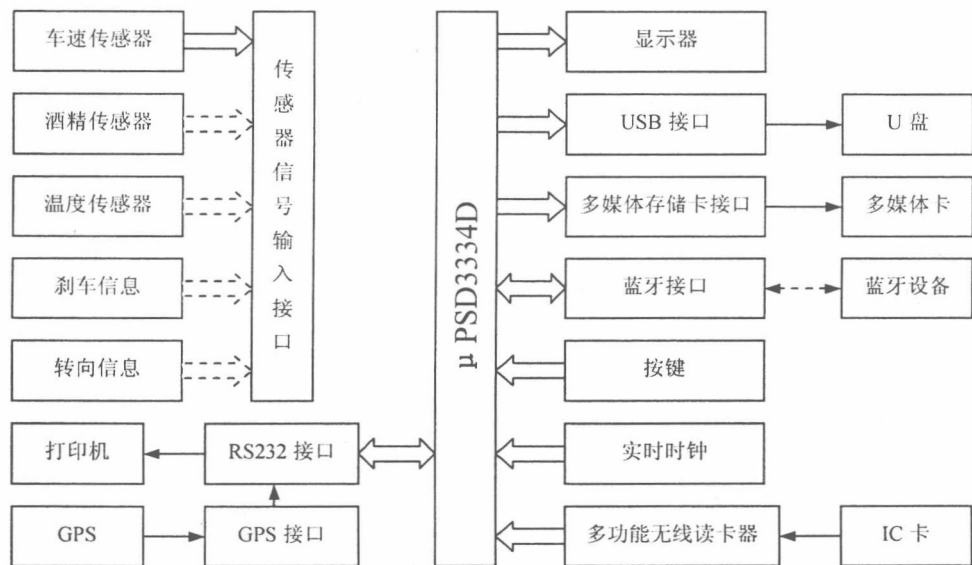


图 1 记录仪功能结构示意图

由图 1 可见,对于汽车行驶记录仪而言,传感器信号除了通常的车载传感器以外,还可以对汽车水温、油温进行检测,也可以通过采集酒精浓度信号,以检查司机是否喝酒,如果酒精含量超标,将自动报警并切断点火装置;多功能无线读卡器可从司机 IC 卡上获取驾驶员的身份信息,以减少盗车事故的发生。记录仪中设计有时钟,通过对时间、日期的读取,除了进行相关的显示或输出以外,也可以与汽车状态数据同时保存在存储器中,以便事后进行数据分析;在存储器方面,采用了在板 U 盘或多媒体存储卡,可实现行驶数据的海量存储。

2 主机硬件设计

2.1 微处理器的选择

汽车行驶记录仪系统的微处理器，是记录仪车载部分的核心，担任着车辆状态信息的采集，处理和传输的任务，包括数据的采集处理、液晶显示输出、打印输出、U 盘(或 MMC)存储以及与上位机进行数据通讯等功能。在本系统中采用 ST 公司生产的 μ PSD3334D 单片机作为记录仪的微处理器^[4]，它是以 MC51 单片机 8032 为核心的片上系统，具有 256K 和 32K 两级可重复擦写的 FLASH 存储器，存储空间大，不需再外扩存储器，即可满足系统编程需要。该芯片中提供了两个功能独立的全双工异步串行通信口，USB 接口和 I²C 接口，可方便地实现记录仪系统与其他设备的数据传输和 U 盘存储，数据打印等功能。同时，该单片机还提供了多个 8 位的 A/D 转换电路和 PWM 通道，可以进行模拟信号的采集和控制，为实现记录仪接受传感器的模拟信号提供了简便的实现方式，并且可容易地扩展外围传感器电路，实现多路状态信息的采集。此外，该单片机通过 JTAG 接口提供在线编程，方便系统的开发与调试工作^[2]。

2.2 硬件电路的设计

系统硬件电路结构如图 2 所示，在主机硬件电路的连接上可直接利用 μ PSD3334D 提供的不同功能的 I/O 通道进行连接，实现了不同的功能要求。对于图 2 中的有关接口电路介绍如下：

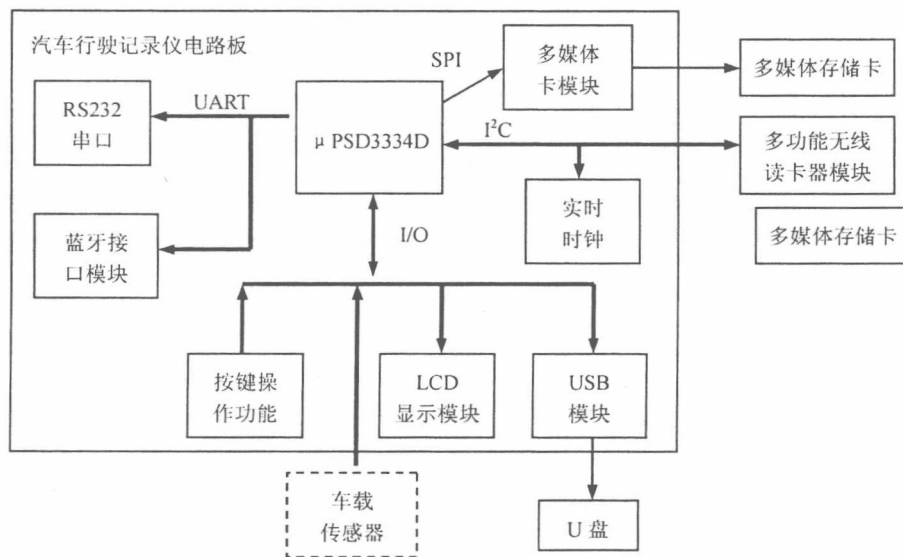


图 2 主机硬件电路接口设计示意图

(1) 蓝牙接口数据传输功能实现：利用 μ PSD3334D 的特殊功能 I/O 口作为串行通信接口，实现数据串行通信功能，或与蓝牙传输模块相连，实现数据的传输；

(2) 与多功能读卡器实现数据通讯：利用 μ PSD3334D 提供的 I²C 总线接口，连接

M41ST87 及多功能智能读卡器模块, 实现驾驶员身份信息的查询、记录等功能。

(3) 多媒体存储卡存储功能的实现: 利用 I/O 口实现 SPI 总线接口, 与多媒体存储卡电路模块相连接, 实现多媒体存储卡的数据读写功能;

(4) U 盘存储通讯功能的实现: 利用 μ PSD3334D 提供的 U 盘接口, 实现 U 盘数据的存储, 从而实现行驶信息的海量存储功能;

(5) 在线编程功能的实现: 利用 μ PSD3334D 的 JTAG 接口, 实现了系统软件的在线编程。

另外, 利用 μ PSD3334D 丰富的 I/O 口, 可实现 LCD 显示、按键操作等其他功能。

3 主机软件设计

该系统在 windows 环境下进行系统软件的开发, 利用 Keil μ Vision 软件和 ST 公司提供的专用软件 PSD soft Express 进行系统调试和硬件配置, 采用 C 语言与汇编语言混合编程, 最后使用 U-link 或 FLASH link 通过 JTAG 接口向单片机写程序或在线调试。

该汽车行驶记录仪工作流程如下分为两个部分, 一是汽车正常启动前的判断、报警, 简称“停车状态”; 二是汽车行驶中的信息记录与报警, 简称“行驶状态”。

当汽车初始上电, 或由正常“停车”状态启动之前, 程序工作程如下:

(1) 如果系统初始上电, 则首先进行一系列初始化操作, 包括外围硬件初始化、串行通讯口初始化、看门狗初始化等等;

(2) 对汽车的各种传感器状态进行检测, 如果有异常则进行报警;

(3) 系统对多功能读卡器进行查询, 试图读取 IC 卡信息, 同时, 进行键盘管理, 读入用户输入的司机 ID 号;

(4) 如果 IC 卡信息合法, 或者输入的 ID 号正确, 则退出“停车状态”而进入“行驶状态”, 否则程序将从 (2) 开始, 继续循环运行。

当记录仪进入“行驶状态”后, 系统将对各种传感器信号进行采集处理, 如果信号异常将进行相应的报警处理, 并通过读取键盘输入, 进行相应的操作: 如果用户按下“停车”键, 则程序退回到“停车状态”; 如果用户按下“数据输出”键, 则进行数据的输出操作。

系统程序流程参见图 3 所示。由以上流程分析可见, 对于非法用户, 则点火装置被切断电源无法发动, 从而减少了盗窃汽车的犯罪行为; 另外, 如果酒精含量超标, 也将会发生报警, 甚至切断油路或电源等, 保护了驾乘人员的安全, 最大程度地减少事故发生。