



SHIP 317  
推进创新 挺立潮头

# 舰船科学技术

JIANCHUAN KEXUE JISHU

ISSN 1672-7649

CN 11-1885/U



# 2017 11A

ISSN 1672-7649



9 771672 764170



中文核心期刊 中国科技核心期刊 中国优秀国防科技期刊

## 《舰船科学技术》第五届编委会 (以姓氏笔画为序)

# 目次

- 132 云计算环境下船舶移动网络大数据的有效存储方法研究 薄文娟 申晨
- 135 ICA技术在舰船信号分析中的应用 陈建慧
- 138 海上无线数据通信网络节点的动态路由协议设计 刘洪宾
- 141 Logistic回归模型在船舶碰撞受损因素分析的应用 李娜

### 智慧海洋

- 144 船联网通信环境下LED轻量级密码算法的安全性分析 陈慧
- 147 海关三位一体船舶监管体系中的物联网架构研究 伍德鹏
- 150 射频识别技术在集装箱船舶进出港管理系统的应用 钱建波
- 153 船舶物联网海量多维信息的按需采集决策问题研究 刘冲 王磊
- 156 基于物联网的海上船舶物流流程信息化改造策略 吴勇弼
- 159 参数化有限元分析在集装箱船CAE的应用 韩伟 宋明伟 等

### 装备技术

- 162 嵌入式技术船舶实时监控系统的研究 朱冠良
- 165 基于RBF神经网络的舰船监控通信软件设计研究 左海春
- 168 基于因特网的船舶机舱实时监控系统设计 严珩 严致
- 171 基于生物相似性的船舶压载水监控与处理系统研究 袁健
- 174 ARM7在船舶监控报警系统信息采集前端中的应用 冯益斌
- 177 WSN与CAN总线的混合型船舶机舱监测网络设计与实现 辛红
- 180 基于有限元分析的船用起重机吊臂参数化设计 邢艳秋
- 183 基于Matlab的船舶减摇水舱自动控制与仿真研究 高素玲
- 186 船舶智能损管训练系统中的Virtools应用和实现 郝丽萍
- 189 基于模糊故障树分析的船舶纵向补给装置液压系统研究 翟红云
- 192 环境扰动下的舰载机着舰响应分析与建模 刘育

### 中文核心期刊

#### 中国科技核心期刊

#### 中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

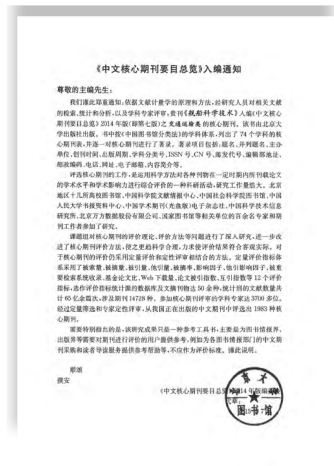
#### 《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行优秀期刊

#### 中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

#### 中国学术期刊(光盘版)全文数据库收录期刊

#### 中国期刊全文数据库收录期刊

#### 万方数据——数字化期刊群全文上网期刊



### 顾问 Consultants

- 马伟明(院士) Ma Wei-ming (member of CAE)
- 朱英富(院士) Zhu Ying-fu (member of CAE)
- 李启虎(院士) Li Qi-hu (member of CAS)
- 杨士莪(院士) Yang Shi-e (member of CAE)
- 吴有生(院士) Wu You-sheng (member of CAE)
- 江顺亭(院士) Jiang Shun-ting (member of CAE)
- 沈闻孙(院士) Shen Wen-sun (member of CAE)
- 沈昌祥(院士) Shen Chang-xiang (member of CAE)
- 张金麟(院士) Zhang Jin-lin (member of CAE)
- 陆建勋(院士) Lu Jian-xun (member of CAE)
- 金东寒(院士) Jin Dong-han (member of CAE)
- 闻雪友(院士) Wen Xue-you (member of CAE)
- 赵晓哲(院士) Zhao Xiao-zhe (member of CAE)
- 宫先仪(院士) Gong Xian-yi (member of CAE)
- 徐德民(院士) Xu De-min (member of CAE)
- 黄旭华(院士) Huang Xu-hua (member of CAE)
- 董春鹏(院士) Dong Chun-peng (member of CAE)
- 曾恒一(院士) Zeng Heng-yi (member of CAE)
- 潘镜芙(院士) Pan Jing-fu (member of CAE)

### 名誉主任委员 Honorary Chairmen

- 邵开文 Shao Kai-wen

### 主任委员 Chairman

- 杜刚 Du Gang

### 副主任委员 Vice Chairmen

- 张仁茹 Zhang Ren-ru
- 吴传利 Wu Chuan-li
- 李彦庆 Li Yan-qing

### 秘书 Secretary-general

- 方向红 Fang Xiang-hong
- 吴镛 Wu Di

### 委员 Members

- 马玉璞 Ma Yu-pu
- 王自力 Wang Zi-li
- 史佐 Shi Zuo
- 孙潮义 Sun Chao-yi
- 李忠刚 Li Zhong-gang
- 李炜 Li Wei
- 李恒劭 Li Heng-shao
- 张信学 Zhang Xin-xue
- 张新洪 Zhang Xin-hong
- 汤志宏 Tang Zhi-hong
- 杨建民 Yang Jian-min
- 余建星 Yu Jian-xing
- 汪东平 Wang Dong-ping
- 严新平 Yan Xin-ping
- 金焱 Jin Tao
- 卓文渊 Zhuo Wen-yuan
- 周平 Zhou Ping
- 周希辰 Zhou Xi-chen
- 郭玉琢 Guo Yu-zhuo
- 胡德芳 Hu De-fang
- 陶春波 Tao Chun-bo
- 翁志黔 Wong Zhi-qian
- 翁震平 Weng Zhen-ping
- 常山 Chang Shang
- 董建福 Dong Jian-fu
- 韩端锋 Han Duan-feng
- 鲍晓静 Bao Xiao-jing
- 王志杰 Wang Zhi-jie
- 尹燕华 Yin Yan-hua
- 刘飞 Liu Fei
- 孙建中 Sun Jian-zhong
- 李安 Li An
- 苏玉民 Su Yu-min
- 吴崇健 Wu Chong-jian
- 张焰 Zhang Yan
- 沈治河 Shen Zhi-he
- 杨金成 Yang Jin-cheng
- 杨益新 Yang Yi-xin
- 邱志明 Qiu Zhi-ming
- 杜选民 Du Xuan-min
- 庞国华 Pang Guo-hua
- 饶起 Rao Qi
- 范国平 Fan Guo-ping
- 周利生 Zhou Li-sheng
- 段桂林 Duan Gui-lin
- 郭星卫 Guo Xing-wei
- 姚胜华 Yao Sheng-hua
- 夏桂华 Xia Gui-hua
- 顾浩 Gu Hao
- 徐勇 Xu Yong
- 焦依 Jiao Nong
- 程远胜 Cheng Yuan-sheng
- 蒋志勇 Jiang Zhi-yong
- 颜开 Yan Kai

# 嵌入式技术船舶实时监控系统

朱冠良

(广东岭南职业技术学院, 广东 广州 510663)

**摘 要:** 船舶实时监控系统可以对船舶航行路径、航行状态以及周围海洋信息的实时监测分析, 提高船舶安全航行能力, 为此提出嵌入式技术的船舶实时监控系统设计方法。首先构建船舶实时监控系统的总体结构模型, 监控系统由信号采集模块、信号处理模块、核心控制模块和输出模块组成, 然后采用低功耗的嵌入式用 ARM Cortex-M0 为处理内核, 监控系统通过 RS232 进行 Linux 终端控制, 实现船舶监控系统的自动增益控制和远程控制, 各种控制信号由 CPLD 产生, 在输出终端输出 8 路 D/A 转换信号, 实现船舶实时监控信息输出, 最后系统测试结果表明, 该系统进可以实现船舶实时监控, 具有较好的信号采集和数据分析能力, 监控系统输出稳定性较好, 且能实现监控异常报警。

**关键词:** 嵌入式技术; 船舶; 监控系统; 信息处理

中图分类号: TN832 文献标识码: A

文章编号: 1672 - 7649(2017)11A - 0162 - 03 doi: 10.3404/j.issn.1672 - 7649.2017.11A.055

## Ship real time monitoring system based on embedded technology

ZHU Guan-liang

(Guangdong Lingnan Institute of Technology, Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** The real-time monitoring system of ship design, the realization of the ship navigation path, navigation state analysis and real-time monitoring of the surrounding marine information, improve the safety of ships sailing ability. Put forward a design method of ship monitoring system based on embedded technology, the overall structure of the monitoring system model of ship real time monitoring system consists of signal acquisition module, signal the core processing module, control module and output module. The embedded low power ARM Cortex-M0 as processing core, system module design in the embedded environment, monitoring system for Linux terminal control through RS232, automatic gain control and remote control of ship monitoring system, various control signals generated by the CPLD conversion, signal in the output terminal output 8 D/A, realize the real-time monitoring of information output. Test results show that by using this system Ship real-time monitoring has better capability of signal collection and data analysis, and the monitoring system has good output stability, and can monitor abnormal alarms.

**Key words:** embedded technology; ship; monitoring system; information processing

## 0 引 言

船舶航行过程中受到航线、天气以及海洋洋流等因素的影响, 对船舶航行的稳定性和可靠性带来不确定因素, 需要对船舶航行过程进行实时监控, 提高船舶航行过程中的稳定性和安全性。

船舶的实时监控包括内部监控和外部监控, 其中内部监控是进行船舱内部设备和安全区域监控, 提高船舱内部设备的实时监测和故障分析能力, 船舶的外

部监控是实现船舶周围环境、水文资料以及来袭目标等信息监控, 提高船舶的安全航行能力。研究船舶实时监控优化设计方法, 在船舶航行控制和管理等领域具有较好的应用价值<sup>[1]</sup>。船舶实时监控是通过视频传感器、水声传感器以及声呐系统进行船舶实时信息采集, 使用专用短程通信标准进行船舶传感器的通信网络设计<sup>[2]</sup>, 通过信息融合处理模块进行图像、信号和信息的实时处理, 将采集的多源监控信息输入到信号调理模块中, 并在嵌入式开发环境下实现船舶实

收稿日期: 2017 - 09 - 11

基金项目: 广东岭南职业技术学院科研重点课题 (KA201602); 广东省高等职业技术教育研究会课题 (GDGZ15Y114); 广东省教育厅质量工程建设项目 (GDJG2015088)

作者简介: 朱冠良 (1983 - ), 男, 硕士研究生, 高级工程师、研究方向为短距离无线通信及单片机与嵌入式系统。

时监控的硬件设计和软件开发。

本文首先进行了船舶实时监控系统的总体设计构架，进行开发环境描述，然后进行监控系统的模块化开发设计，最后进行系统调试分析，展示了本文方法进行船舶实时监控的有效性。

### 1 系统总体设计

首先进行系统总体设计描述和开发环境描述，根据设计的技术指标进行系统模块化开发。船舶监控的原理是通过视频传感器、声传感器和图像传感器实现对船舶监控信息的原始采集，对采集的原始数据信息经过信号调理模块、集成控制模块和信息融合模块实现监控信息的融合处理，最后在输出单元输出监控信息，并实现监控异常报警。本文设计的监控系统由信号采集模块、信号处理模块、核心控制模块和输出模块组成。采用嵌入式技术进行系统开发<sup>[3]</sup>，在 ADSP2161/2162/2164 为嵌入式内核处理芯片，开发低电压 DSP 内核，在 LabWindows/CVI 环境下创建虚拟参数面板<sup>[4-5]</sup>，进行船舶实时监控系统的参数配置，根据参数设置，通过 PCI 总线将监控信息送到 DSP，使用 LabWindows/CVI 应用软件实现监控系统的人机通信，根据上述设计原理分析，得到本文设计的船舶实时监控系统的总体结构实现流程如图 1 所示。

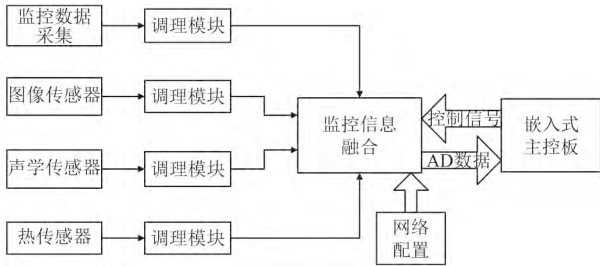


图 1 智能监控系统总体设计构架

Fig. 1 Overall design framework of intelligent monitoring system

### 2 系统模块化设计与集成电路开发

根据构建船舶监控系统的总体结构模型，进行系统的模块化电路设计和集成开发，本文设计的船舶实时监控系统的输入电压范围为： $\pm 220\text{ V}$ ， $\pm 360\text{ V}$ ，具有 16 位定点 STM32 内核，时钟频率可达到 50 MHz，D/A 转换器输出的电压信号在（0~4.095 V）之间，船舶监控系统的最高采样速率为 250 kHz，采用低功耗的嵌入式用 ARM Cortex-M0 为处理内核，在嵌入式环境下进行系统模块化设计，分别对信号采集模块、信号处理模块、核心控制模块和输出模块组成。分别对各个功能模块的设计描述如下：

1) 信号采集模块。信号采集模块采用 PCI9054 的 LOCAL 总线进行原始的监控信号采集，设定智能船舶实时监控系统的视频图像信号采集的 AD 转换频率，对采样的船舶传感器采集数据进行频谱分析，以 ARM920T 为核心进行监控信号采集后的信息融合和编码转换。信号采集模块采用 ZigBee 技术进行船舶监控系统功能的射频识别和输出控制，得到信号采集模块的电路设计如图 2 所示。

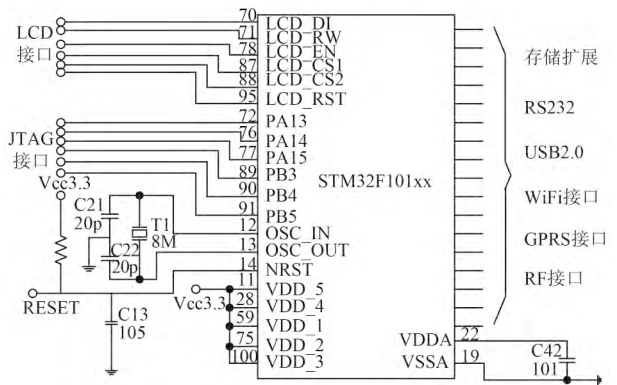


图 2 信号采集模块电路

Fig. 2 Circuit of signal acquisition module

2) 信号处理模块。信号处理模块是整个监控系统的核心，采用 ZigBee 技术进行船舶监控系统功能的射频识别和输出控制，采用 8 位和 16 位微控制器进行智能船舶监控系统的嵌入式控制设计，智能船舶监控信息处理模块配置为 4 路组联合 Cache，信号处理的射频芯片选择具有低功耗特性的 TRF7960，使用有源晶构建船舶监控系统的时钟电路，采用双路 16 位电流输出型 D/A 实现监控信息的视频读写和片选信号处理，信号处理模块电路如图 3 所示。

3) 核心控制模块。主控芯片为 TRF7960 芯片，

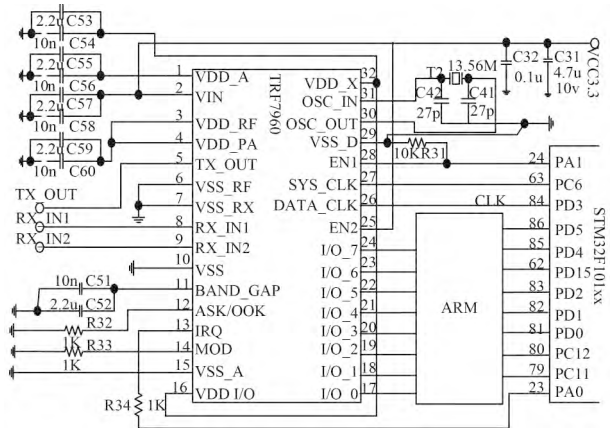


图 3 船舶监控系统的信号处理模块电路设计

Fig. 3 Signal processing module circuit design of ship monitoring system

TRF7960 芯片集成了 RFID13.56 MHz 的射频前端和数据帧处理功能，核心控制模块将 TRF7960 的 I/O\_0 ~ I/O\_7 作为并口输入输出端，在船舶监控系统控制模块设计中，SMA 和 UFL 接口设计采用多线程的输入输出设计，采用并行外设接口（PPI）构建船舶监控系统的控制模块的复位电路，得到本文设计的监控系统核心控制模块如图 4 所示。

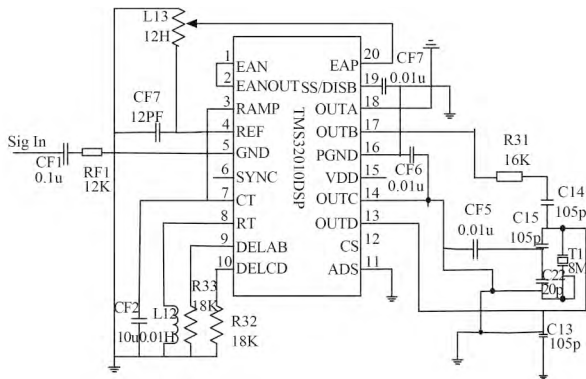


图 4 监控系统的核心控制模块

Fig. 4 Core control module of monitoring system

4) 输出模块。监控系统输出模块通过 RS232 进行 Linux 终端控制，在采集完成后，用户可以根据输出接口进行监控信号的融合而处理，系统会自动读取文件的头信息，各种控制信号由 CPLD 产生，在输出终端输出 8 路 D/A 转换信号，根据采集时间和采集通道信息，实现船舶实时监控信息输出。在输出模块的触发设置中，主要分为模拟通道触发和数字外触发，得到输出模块的接口设计如图 5 所示。

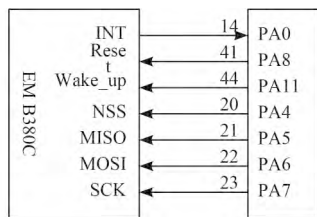


图 5 输出模块的接口设计

Fig. 5 Interface design of the output module

### 3 实验结果与分析

为了验证本文设计的船舶实时监控系统在实现船舶实时监控和信号采集中的应用性能，进行仿真实验，实验建立在 Matlab 仿真软件基础上，进行 5409A 引脚设置，对监控系统采集的数据经 DMA 控制器直接入内存，在 GUI 终端输入参数 FileName 为数据文件名，调用 Matlab 的接口函数，启动主控计算机，分析处理采集数据，信号源输出 TTL 电平脉冲的频率为 12 kHz，

数据采样的脉冲带宽为 12 dB，PXI 总线数据回放的频率为 120 MHz。根据上述仿真环境和设定，得到船舶实时监控数据输出如图 6 所示。分析图 6 得知，本文方法设计的监控系统输出稳定性较好，由于设计了报警模块，当监控信息出现异常特征时，可以实现监控异常报警，监控系统具有很好的实用性。

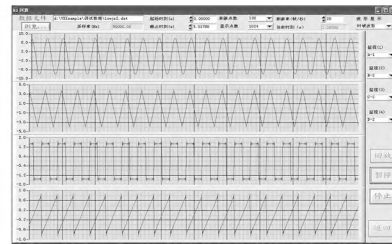


图 6 船舶实时监控数据输出

Fig. 6 Ship real-time monitoring data output

船舶发出信号时，会通过船舶实时监控系统搜索到信号，指挥中心马上可以收到信号，获取船舶信息、遇险经纬度。通过系统平台，指挥中心可以查询出相关船舶，群发协助信息给相关海域，节省时间，及时处理相关问题。

### 4 结 语

针对船舶实时监控问题，提出基于嵌入式技术的船舶实时监控系统设计方法，构建船舶实时监控系统的总体结构模型，监控系统由信号采集模块、信号处理模块、核心控制模块和输出模块组成。采用低功耗的嵌入式用 ARM Cortex-M0 为处理内核，在嵌入式环境下进行系统模块化设计，进行系统的模块化设计和硬件开发。系统测试结果表明，采用该系统进行船舶实时监控，具有较好的信号采集和数据分析能力，监控系统输出稳定性较好，具有很好的应用价值。

### 参考文献:

[1] HE Y, ZHANG C S, TANG X M, et al. Coherent integration loss due to pulses loss and phase modulation in passive bistatic radar[J]. Digital Signal Processing, 2013, 23(4): 1265–1276.  
 [2] HAO H. Multi component LFM signal detection and parameter estimation based on EEMD-FRFT[J]. Optik-International Journal for Light and Electron Optics, 2013, 124(23): 6093–6096.  
 [3] 张海山. 基于云存储视频监控系统的研究[J]. 电子设计工程, 2015, (10): 169.  
 [4] 石明亮, 张羽, 孙力军. 激光器对光振荡器相位噪声的影响[J]. 激光技术, 2015, 39(6): 761–764.  
 [5] 陆兴华. 基于以太网的家居监控系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2016, 35(5): 136–139.