

基于RISC-V架构的航运控制系统的研究与实现

邓省涛

集美大学 福建 厦门 361000

摘要: 随着我国船舶工业的发展,传统控制系统正逐渐被新技术所替代。如何提升船舶的自主智能控制能力是一个值得探讨和研究的课题。然而,与传统的 OSAT控制器相比,RISC-V指令集架构具有诸多优势,其灵活性更强并且能耗更低。但是,RISC-V指令集架构仍然面临着 RISC处理器在性能上难以满足要求的问题。因此本文基于 RISC处理器设计了一种基于 RISC-V指令集架构设计的航运控制系统。首先介绍了船型结构和设计思想、软件体系结构与相关硬件实现思路。然后详细介绍了基于该系统所需的软件和硬件实现方式。最后以实际应用实例为依据对系统进行了评价和分析。结果表明,该航运控制系统可以满足国际海事组织标准 IMO的船型要求。

关键词: RISC-V架构;航运控制系统;研究设计

Research and implementation of shipping control system based on RISC-V architecture

Deng Shengtao

Jimei University, Xiamen 361000, China

Abstract: With the development of China's shipbuilding industry, the traditional control system is gradually being replaced by new technology. How to improve the autonomous intelligent control capability of ships is a topic worthy of discussion and research. However, the RISC-V instruction set architecture offers many advantages over traditional OSAT controllers, including greater flexibility and lower energy consumption. However, the RISC-V instruction set architecture still faces the problem that RISC processors are difficult to meet the requirements in terms of performance. Therefore, this paper designs a shipping control system based on RISC-V instruction set architecture based on RISC processor. Firstly, the ship structure and design ideas, software architecture and related hardware implementation ideas are introduced. Then the software and hardware implementations required to base the system are introduced in detail. Finally, the system is evaluated and analyzed based on practical application examples. The results show that the shipping control system can meet the ship type requirements of the IMO standard.

Keywords: RISC-V architecture; Shipping control systems; Study design

随着我国航海事业的发展,船舶航行更加安全、环保。为了提高船舶在航行中的安全性和有效性,传统芯片架构已无法满足船舶控制系统的要求,RISC-V架构被广泛应用于各类物联网应用。作为最新、最有潜力的半导体发展领域,RISC-V架构已在交通运输控制领域占据了主导地位。RISC-V技术拥有快速、低成本等优势,是继英特尔芯片之后的又一大类产业革新方向,但如何将它实现在嵌入式系统中,一直是一个值得研究和探讨的课题。航运控制主要包括航标系统在内的航海仪器管理与控制;船舶动力及航行过程中动态智能算法与控制;智能船体检测等多个功能模块。

1 基于 RISC-V 架构的航运控制系统设计概述

船舶作为一个特殊的实体,它的航路、航速和船舶安全等均具有极其重要的作用。由于航行中会产生大量的数据,所以航行途中必须要有先进的安全通信手段来实现船舶

周围环境的实时监控和信息共享。近年来,随着人工智能、物联网、云计算、大数据等新技术与船舶行业的结合,船舶智能控制技术正逐步成为了一种趋势。随着各大企业对自动化和信息化的需求日益增长,将物联网技术与船舶智能技术结合以提升船舶的可靠性和安全性已经成为了船舶行业中迫切需要解决的问题。随着船舶的大型化(如集装箱船队的大型化)以及节能减排的需要,我国船舶工业正不断发展和提高。航行控制是指船舶对航行过程中的环境、气象状况进行感知,并根据检测到的信息调整行驶速度或航向,实现船舶在特定航线上的航行和避让。航运控制可分为航行控制、导航、锚泊系统等组成。在航行控制中系统需要收集和处理航向信息,计算航速,选择合适的锚位,选择合适的航向和航线等;在导航定位方面需要控制船舶移动方位、姿态和速度。同时应注意信息收集和共享问题。为了解决这一问题,



通常采用 GPS/GLONASS/VHF/MER等三种方式通信。由于 GPS通信技术在通信系统中是不可或缺的手段,因此将二者相结合对改善全球海洋运输环境具有重要意义。

然而由于船舶制造与测试技术的限制,船舶在制造与测试过程中仍然存在诸多问题。例如传统 OSAT控制器需要大量使用通用处理器来代替专用处理器,不仅消耗大量资源而且消耗大量能源;而采用 RISC处理器则能在低功耗前提下,有效地控制船舶速度和航行路径的选择;通过无线通信技术进行数据交换,将信息进行实时共享等多方面对系统的智能要求都得到了很好地解决。然而RISC-V是一种新的内核类型,具有高度可扩展性、低功耗以及易于编程等特点,同时RISC-V指令集架构具有更加灵活、高效等特点。

2 基于 RISC-V 架构的航运控制系统架构设计

2.1 总体架构

系统主要包括航标系统、航标控制系统和船上的数据采集及存储中心。该系统包括4个系统模块:航标管理控制模块、自动驾驶台、船舶动力与航行过程智能算法与控制模块。4个平台各有分工、相辅相成。其中航标管理平台可以在保证航标安全性和稳定性的前提下控制船舶进入指定航标位置并实时显示相关信息;航标检测模块可以对航行船舶进行检测、监视、控制等,为航行安全提供有效保障;船上数据采集中心主要对船舶航行过程中的航标数据进行采集、存储、处理、分析。根据船舶定位和航海精度的要求可以选择适合航海精度要求的信标以达到最佳状态;根据船舶动力与航行过程智能算法与控制模型可以选择合适动力等级、航速及船体角度进行动态算法与控制;根据船舶航行状态数据可以选择最佳航速。每个平台负责一定数量的航海仪器,如航标雷达、船用浮具、水下航行仪等^[1]。

2.2 软件结构设计

软件架构分为三部分:软件开发流程(C/S),软件开发平台(PC)以及数据库。RISC-V架构下航标信息的获取和管理主要通过 C/S模块实现,因此其软件框架设计是整个系统的关键环节。在软件架构设计上采用了先后主次的方法,根据不同应用场景的需求进行功能划分,以达到系统扩展能力的最大化。基于此方案,设计了一个RISC-V应用软件层和硬件控制器层构成“智能航海”模块,并完成了该模块从定义到开发完成的整个过程。该 Ristrionic View中针对航海仪器管理以及航行过程及智能船体检测等多个不同功能模块均采用 C/S架构设计。基于这个开发方案中的航标系统和海图仪管理系统通过 C/S结构实现对航行船舶实时状态、数据采集和存储、数据处理等功能^[2]。

根据现有船型,在设计RISC-V航运控制系统时,首先考虑的是保证其可靠性和适用性,因此主要采用 Fabric、MIPS和 MIPS NX等通用指令集或模块组成系统模块。其中 Fabric是一种通用的指令集结构,可以被广泛应用于传统的控制系统中。MIPS是基于通用 Fabric结构的指令集结构,也

是目前全球通用标准之一。同时,MIPS NX是一种新型的指令集架构,它具有灵活的模块化特点以及高集成度等特点,是通用指令集架构与微处理器之间的一种有效整合。MIPS NX采用了RISC-V指令集架构和 TCP/IP协议栈,在进行程序开发时采用 RAPHA流程图,在进行硬件设计时采用 TCP/IP协议栈。因此,MIPS NX可以实现多点对多步操作以及更复杂的交互操作。同时,MIPS NX还提供了对程序的支持功能,可以支持应用程序的一些通用编程语言,如 SQL、W3C等,此外还提供了许多基于RISC-V指令集处理器的硬件开发工具如 PCIeGen4、VB Delta等。本文采用 JAVA和 TCP/IP协议栈作为操作系统和程序语言,实现了对RISC-V平台的支持和应用框架设计。

2.3 软件构架与硬件实现方案

本文采用硬件构架与软件机制相结合的方式设计航运控制系统。本系统的硬件构成为:航运控制器(TMS),RISC-V核心处理器(CT-3301),可编程逻辑控制器(CLIO)和 MIC芯片。主要采用RISC-V指令集架构,在保证系统工作效率和运行稳定的前提下大幅降低系统能耗。本航运控制系统主要包含了通信、计算机、服务器和终端四部分。由整个系统来看,通信设备主要包括船舶数据接口终端软件 AIS、航海数据接口终端软件 EDI以及航行计划程序 EIP,另外,本航运控制系统还包含 MIC芯片的主模块。RISC-V指令集架构具有较高的灵活性、扩展性以及可移植性。其中指令处理模块主要包括以下三个:多核 CPU模块、双核 CPU模块和低功耗处理模块。这三个 MIC模块主要采用嵌入式 Memory卡编程实现。

软件主要通过STM32、FPGA、ARM等嵌入式框架,以及RISC-V指令集架构来实现。软件功能实现分为模块功能实现和控制功能实现。模块功能实现是指在软件运行过程中对整个系统进行监控。可以分为自动状态监控与手动状态监控。通过对系统中各模块的功能进行分析后选择最适合于实际使用的功能进行实现。为了确保整个航运控制系统的可视性而采用“一拖一”的方式实现。一拖一是对各个模块中的相关信息进行汇总并进行可视化呈现;二是对整个航运控制系统中信息的展示和更新;三是通过 VB文件或 TCP/IP协议将各模块中有关信息传达给控制模块。同时,为便于用户观察应用状态,提供了详细的 VB文件记录功能,而为了方便用户对整个控制系统的运行情况进行了解且便于查看系统中一些关键代码,本文采用了以RISC-V处理器为核心的RISC-V VB文件来进行记录并显示;为了方便用户查看实时数据也采用了以 NVIDIASV200操作系统为核心的RISC-V TCP/IP协议进行记录并显示;为了方便用户查看实时数据也采用了以 FPGA为核心的显示界面来进行展示;为了方便用户将实时数据进行对比来查看具体情况,采用了以太网技术直接读取RISC-V TCP/IP协议的文件实现技术进行对比分析^[3]。

3 小结

本文通过介绍基于RISC-V指令集架构的航运控制系统

的研究,证明了该技术可以有效地应用于船舶航行控制以及船舶安全监测。该技术能满足IMO对通信质量以及稳定性的要求。该系统具有灵活多样的硬件结构、高性价比的控制方案、与主流船舶控制方案兼容等特点。目前,本文已经取得了一定成绩。但是在实际应用中,对于该系统在航速控制、船舶安全监测等方面还是存在一些问题。对于航速控制,该船型的巡航速度仅为12节左右。例如船舶在经过该船型时速度明显下降;船舶周围环境比较复杂等。因此,在未来需要继续提高该系统的安全性和稳定性和进一步优化其功能。当

然,这只是本文一些初步想法和研究成果。

参考文献

- [1] 孟宪尧,韩新洁. 船舶航运事故防范控制系统的研究[J]. 航海技术,2006(5):4-6.
- [2] 毕海涛,敖自栋. 嵌入式技术在AIS航标中的应用[J]. 中国水运(下半月),2017,17(8):94-95.
- [3] 贾富,廉建秀. 智能型柴油机实船应用及控制系统优化研究[J]. 中国水运(下半月),2017,17(6):139-140,149.