

基于环境状态联合感知的巡游机器人控制系统设计

李凤娥

南京交通技师学院 江苏 南京 210000

摘要: 现如今机器人的应用越发广泛且有着良好的应用前景, 本文对利用超声波感知环境状态的巡游机器人的控制系统进行了研究分析, 望对相关从业人员有一定的参考作用。

关键词: 环境状态; 巡游机器人; 控制系统

Design of cruise robot control system based on joint perception of environmental state

Feng' e Li

Nanjing Traffic Technician College, Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract: Nowadays, the application of robots is more and more extensive and has a good application prospect. This paper analyzes the control system of cruise robots using ultrasound to perceive the environmental state, and hopes to have a certain reference role for relevant practitioners.

Keywords: Environmental status; Cruise robot; Control system

引言:

智能巡游机器人是目前机器人研究领域中的佼佼者。目前, 8/16 位单片机和 DSP (DSP)P2-3 是机器人的核心部件, 但由于采用 8/16 位单片机的数据处理能力较差, 且硬件电路较大, 系统稳定性较差, 因此 DSP 的主要目的在于实现对数字信号的处理。本文在此基础上, 设计了一套以 ARM 为核心的可编程逻辑控制器 (CPLD), 用于巡游机器人的智能控制。

一、巡游机器人的研究意义

机器人是一种集环境感知、决策与规划、行为控制与执行于一身的综合性系统, 是一种集多学科、多学科、多学科发展的先进技术, 是高科技发展的最前沿, 对人们的日常生活和工作产生了深远的影响。机器人技术涉及范围广泛, 至今还没有一个明确的概念, 国内的科学家们认为, 机器人是一种拥有类似于人类和动物的智能能力, 例如感知、规划、行动、协作等, 是一种高度灵活的自动化机械。从广义上讲, 机器人是一种模拟人类的电子设备, 具备对周围环境的快速反应、分析、判断、长期工作以及适应恶劣环境的能力。宋健院士在第十四次国际自动控制学会的报告中表示: 机器人技术的发展与运用, 是 20 世纪自动化领域最具说服力的成果, 也是当今自动化的最高水平。巡游机器人是机器人研究的一个重要分支, 它有着广泛的应用前景, 成为当前的研究热点。巡游机器人是一种拥有一定环境感知、思维、行动能力的机器人, 可以感知到自己的身体状况和周围环境, 完成特定的任务。由于巡游机器人是一种可自行运动的机器人, 它可以取代人类在危险、恶劣的环境中工作, 也可以在人类无法到达的地方 (如太空、水下) 工作, 在科学、农业生产、军事侦察、交通医疗、生活服务与娱乐等许多方面都有广泛的应用前景, 因此, 巡游机器

人的迅速发展和广泛应用, 改善了人们的生活、科研方式, 成为人类的左右手^[1]。

二、移动检测机器人的控制系统的整体设计

在结构上进行区分, 可将其分足步式、履带式、轮式三种。足步式由于它的机械结构和控制算法较为复杂, 所以它的主要用途是在崎岖的道路上, 但与自然节肢类动物相比, 它的灵活性仍有一定的差距; 履带机器人具有较大的支承面积, 适用于软土、淤泥等环境, 具有良好的越野性能。轮式巡游机器人是当今应用最广的一种, 它的运动速度、方向易于控制、操作简便、动作灵活、稳定性好; 考虑到本论文的设计目标是在道路条件良好的情况下, 选择了车轮式车辆。

三、控制系统的软硬件部分

1. 主要控制模块的设计

本系统采用 Samsung 公司的 S3C44BOX 为核心, 其核心为 ARM7TDMI 核, 32 位单片机, 具有快速的计算能力、AD 转换器、丰富的输入/输出接口、中断等功能, 便于对巡游机器人进行马达控制。本系统以 CPLD 为协处理器, 并配有可编程的脉冲发生电路。采用 ALTERA 公司生产的 MAX II 系列 EPM1270 型超声传感器输入电路。利用 CPLD 具有较高的运算速度, 由 ARM 直接设置控制参数, 从而降低了控制器的工作负荷, 改善了系统的实时性, 降低了外部硬件电路, 增强了控制系统的稳定性和可重构性^[2]。

ARM 与 CPLD 是由 ARM 设备的地址、资料、控制及 VO 总线组成的并行总线相连。ARM 通过对指定的 IP 地址和 IO 端口进行控制, CPLD 通过可编程的 UO 端口将中断请求发送到 ARM。

2. 马达控制与传动组件的研制

利用两个传动马达来控制两个轮子的转速, 使其在

不同的方向、不同的速度下进行运动。轮式移动机械手的工作特性要求其具有较高的转矩和较低的脉动。在高、中、低速条件下,采用了一种新型的方波型交流永磁同步电动机。该电动机通过对转子的定位信息进行电子换相,其速度与驱动信号的频率成比例,使其具有结构简单、工作稳定、维修方便、动态特性好、速度快等特点。该系统由 CPLD 与外部驱动器组成,并利用方波驱动与定位(通电)控制两个永磁同步电动机,实现了精密的转速、位置控制,使其具有结构简单、易于实现的特点。两个马达的控制原理是一样的,所以在此仅介绍一条。CPLD 的电动机控制部分主要包括分频、速度调节、相位分布等。分频电路包括一个除频器;该调速电路采用 MAX+ PLUSII LPM 宏单元库中的算术计算模块 lpm_counter 组成 5 比特的可预设数字。当计数器将从除法电路输出的 clk 脉冲信号中减去计数到 0 时,再加载一预定数以进行减数,并将其借位脉冲 cout 用作调速电路的输出脉冲,该借位脉冲 cout 具有频率范围为 $fa/1 \sim fa/31$,也就是引入了一步长的调速系数(预定数)。采用变速系数,实现了 1~31 次连续可调分频,以调整电动机的速度;而相序分布电路则采用 cout 的借位脉冲为输入,采用 D 型触发与门电路,将 4 路相位差 90° 的方波脉冲作为双相同步电动机的控制信号;停止信号控制马达启动和停止;Dr 信号对电动机进行转向控制,在正向旋转时,相电压 u 超前 $u90^\circ$,反向方向 u 超前 $u90^\circ$,每个信号的频率是 cout 脉冲频率的 1/4。

外接电源采用 L298 双 H 桥高压大电流集成电路,通过总线收发信机 74IS245 将由脉冲发生器 74IS245 输出到 L298 的输入 IN1-IN4,并对 H 桥接通和断开进行控制,以实现电动机的正向反向或反向。为了避免电动机启动时的反馈电压对 L298 造成损伤,在 L298 的输出和电动机之间增加了 8 个二极管,以达到断电续流的目的。

为提高其控制效果,使其更准确、更稳定地进行运动控制,必须获取电动机转速的信息,以便对其进行控制。

在此基础上,利用增量式的光电编码器进行转速测量,利用两个光码器与两个电动机同轴连接,利用 CPLD 与 ARM 器件,实现了变速、M/T、定时取样的方式。通过将采样速率与主机转速之间的差分输入 PID 控制器,使其在平面上实现对电动机转速的闭环控制。

3. 超声波感应组件

在智能巡游机器人中,避障是其最基础的功能,而避障的第一要务就是找出障碍物的位置。基于微机的机器人视觉系统,其路径规划容易受到光线强弱、背景景色等影响,因此,利用超声波测距技术,在单片机的控制下,利用超声波测距仪进行障碍物的探测与定位^[9]。

超声波测距是利用时间渡越法进行的,它是根据超声

波产生装置发出的超声波,在遇到障碍时,超声波接收机接收到的回波的时间 t,和超声波在空中的传播速度 v ($v=331.4(1+T/273)$ m/s; T 是温度),得到了机器人和障碍的距离。此装置共有 3 对超声波换能器,分别位于前、后、前、后三个位置。ARM 发送一个用于计时的内部计时器的控制信号。该控制信号经过功率放大后,用作超声波检测驱动电路的起动脉冲,当遇到障碍时,超声波传感器会产生一个高频振荡信号,然后经过接收电路,使 ARM 的外部中断,从而得到定时器计数值,并计算出距离。

四、控制系统软件设计

由于轮式巡游机器人是一种典型的实时多任务系统,采用了基于 UC/Os- 的实时操作系统。该系统是一种开源、可移植、可固化、可剪切的嵌入式操作系统。将 yC/os- II 移植到 S3C44BOX 上,为了节约内存,对操作系统进行了裁剪。

在此基础上,将多任务分为两个层次:一个是系统级,另一个是应用级。该体系结构包括核心和驱动程序库;该应用层包含了完成机器人任务的所有代码。在系统的软件应用层,将其分为通讯、数据采集、马达控制等多种功能,通过嵌入式操作系统 uC/OS- II 来实现对各个任务的协调,确保了系统的实时、可靠^[4]。

五、结语

本文介绍一种基于 ARM 与 CPLD 技术的智能轮式巡游机器人控制系统,该方案充分利用 ARM 和 CPLD 的内部资源,实现了 ARM 微控制器的小巧、快速的计算、以及 CPLD 的快速逻辑运算、可伸缩、可重构等优点。通过软件、硬件的调试及实际应用,表明该系统具有良好的控制性能、良好的实时性、高可靠性,可以很好地适应智能轮式巡游机器人的控制要求。该系统适用于各种情况下的移动机器人,具有较高的性价比和较高的应用价值。

参考文献:

- [1] 张康,王磊,冷文军,等. 深海爬游机器人多腿位姿对巡游稳定性的影响[J]. 中国舰船研究, 2019, 14(5):8.
- [2] 李荣,栾贻青,王海鹏,等. 全向四驱变电站巡检机器人运动控制系统设计[J]. 机床与液压, 2020, v.48;No.506(08):117-121.
- [3] 张申毅,樊绍胜,程嘉翊,等. 基于 STM32 的轨道式巡检机器人控制系统的设计[J]. 仪表技术与传感器, 2020.
- [4] 李宏,陈平,刘宋彬. SCARA 机器人控制系统的设计与实现[J]. 制造业自动化, 2021, 43(12):5.