文章编号:1674-7070(2011)05-0423-04

一种环境侦察机器人的控制器

熊鹏文[1]　宋爱国[1]

摘要

为方便控制环境侦察机器人现场作业,设计了一种环境侦察机器人的操纵装置.分析了环境侦察机器人及其控制装置的研究现状,在介绍了多种移动机器人的操作方式的基础上,根据环境侦察机器人工作性质的特殊性,提出了一种适合于环境侦察机器人的操纵装置的设计,并给出了操纵方法.

关键词

移动机器人;环境侦察;遥操作

中图分类号 TP24

文献标志码 A

0　引言

环境侦察机器人是用于辅助或替代人工进行环境侦察监视等工作的智能工具,环境侦察机器人的工作性质决定了它应该具有良好的远程控制性,这就对机器人的智能化提出了要求.全自主移动机器人[1-2]对机器人系统智能化要求过高,机器人系统的负担过于繁重,由于算法繁琐,机器人容易出现死循环和停滞等现象,这使机器人在正式工作中大部分时间耗费在定位、测距和导航等算法的运行方面,导致总体工作效率较低,难以快速完成工作任务达到预期要求.半自主移动机器人在操作上将远程控制与自主性相结合,汲取了两者的优点,得到当今众多移动机器人研究人员的青睐和重视.

环境侦察机器人一般在工作时处于人机分离状态,机器人常常处于操作员视线不可达的工作现场,操作员只能通过手中的控制器了解机器人所处的环境、移动情况、位置,并根据这些信息来导航、控制机器人进行侦察、搜寻等一系列需要完成的工作.而对于这样一类环境侦察遥操作机器人而言,在一个复杂未知的环境下,一个携带方便、操作灵活、数据传输安全可靠的遥控装置对于机器人的工作过程的实现至关重要.

有关人与移动机器人交互的遥控装置研究很多,Steinfeld[3]就半自主移动机器人的人机接口问题与卡内基梅隆大学机器人研究所的多位机器人专家进行了深入探讨,并将人机接口设计归纳为安全、远程感知、控制、输入命令、工作状态、恢复和接口设计7个方面.Casper等[4]对多种机器人用于"9.11"事件后的世贸中心废墟搜索和救援过程进行了分析,指出这些救援机器人的人机接口在专用性、感知信息的完整性、使用的方便性、适应性、清晰性等方面存在许多问题,提出了许多改进建议.Noreils[5]提出了一个4层的机器人控制体系结构,其中最上层的人机接口层可以直接对其他3个控制层进行干预,增加了体系结构的鲁棒性.对于环境侦察机器人来说,应该设计携带方便、操作灵活、能够在多种恶劣环境中使用的专用操作员控制器.一些颇具特色的操作员控制器已经出现[6-7].一种较为实用的机器人遥操作控制器是由Adams等[8]提出的一个基于PDA触摸屏的机器人控制接口,在接口上可以显示机器人携带的视频摄像头传回的视频图像,同时在视频图像上叠加显示控制机器人运动的触摸式虚拟按钮图标采用声纳传感器和激光测距传感器数据模拟的机器人周围环境.

收稿日期 2011-09-01

资助项目 总装备部装备技术基金(2006-409-641);教育部科学技术基金(2008-6-708045)

作者简介

熊鹏文,男,博士生,主要研究移动机器人定位与自主导航,测控技术及人工智能等.
steven.xpw@163.com

1　东南大学　仪器科学与工程学院,南京,210096

然而,对于环境侦察机器人来说,由于需要操作员根据机器人周围的环境状况和侦察任务执行的阶段来实时规划机器人的侦察事务,所以,侦察机器人的工作现场可能明亮或者昏暗、潮湿等,也可能具有强电磁干扰,或者空气中充满粉尘,这就要求侦察机器人的任务规划接口具有显示直观、任务规划命令输入简单方便,且要求具有较高的自动检查和容错功能,以便减轻操作员的工作强度、提高工作效率.

1 系统总体设计

本文设计的环境侦察机器人的遥控装置如图 1 所示. 通过无线通信网络远程控制机器人进行环境侦察,包括中央控制模块、电源模块、命令输入模块、通信模块以及信息显示模块. 其中中央控制模块分别与命令输入模块、通信模块及信息显示模块连接并可进行相互之间的数据传输,电源模块分别与中央控制模块、命令输入模块、通信模块以及信息显示模块连接并提供各部分所需电能. 各大模块的电子元器件都由电源模块供电,该电源模块主要由可充电的锂电池提供初始电压,然后经过电压转换器转换输出各大部件所需要的电压值,传输给各个部件,从而给各个模块提供能量.

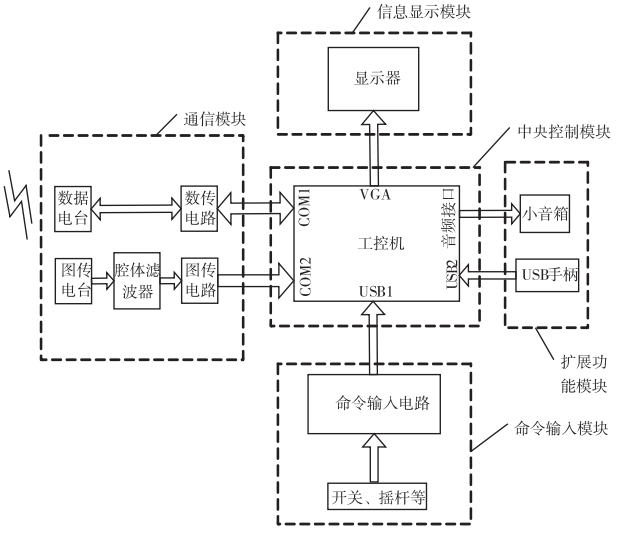


图 1 环境侦察机器人的遥控装置系统

Fig. 1 Framework of environment reconnaissance robot's controller

2 硬件设计

2.1 中央控制模块

中央控制模块由一台 PC104 工控机组成,它不仅是整个系统硬件的中心部分,负责各个模块间的数据传递和联系,同时在物理上还起着连接各个模块的作用.

2.2 命令输入模块

命令输入模块由输入部件和命令输入电路这 2 部分组成,如图 2 所示. 输入部件包括机器人运动控制按钮、摄像头控制开关以及模式控制开关. 机器人运动控制按钮主要由若干个用于控制机器人移动和机械手关节角度的方向控制器(类似于方向盘)以及游戏操纵杆组成;摄像头控制开关主要由用于控制摄像头的视角和俯仰角度等动作的若干模拟旋钮组成;模式控制开关主要是用于选择和切换机器人工作模式的开关. 通过这些输入部件可以方便地选择和控制机器人的工作模式和动作,并提供机械物理上的二值变化和连续变化,供命令输入电路识别. 命令输入电路主要由单片机 C8051F340 和若干施密特触发器构成,施密特触发器将控制开关、按钮等物理变化引起的不规则的初始电信号整流为理想的矩形脉冲信号,并送给 C8051F340 识别,将识别后得到的数据通过 USB 接口传送至中央控制模块的工控机,接着通过通信模块的数据传输电台无线传送给环境侦察机器人端,从而达到远程控制的目的.

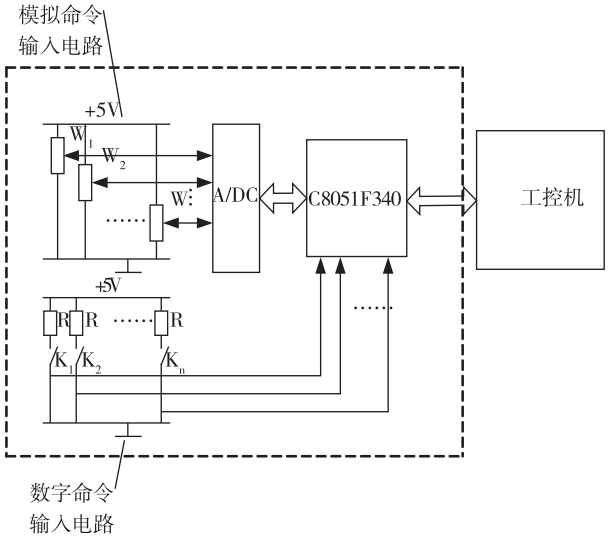


图 2 命令输入模块

Fig. 2 Command input module

2.3 通信模块

通信模块用于与机器人端进行无线通信并传输相关数据,包括数据传输电台单元和图像传输电台单元 2 部分. 数据传输电台单元主要由数据电台和数传电路 2 部分组成,数传电路的一端与数传电台相连接,而另一端则与中央处理器模块中的工控机

的 COM1 口相连接. 数据传输电台通信的通信方式是双工通信:一方面通过该电台可以回传机器人运作的多种信息,包括机器人的电池余电量、与机器人无线通信的信号强度、机器人上麦克风所获取的机器人周围的声音信号等,以及机器人携带的各种传感器所测得的关于机器人的状态信息,包括机器人周围的环境数据、机器人姿态数据、定位导航数据、机器人的状态数据、机械手状态和受力数据、核辐射剂量以及化学仪器所测量的数据等;一方面通过该电台可以向机器人传送控制指令,以达到控制机器人的目的,控制命令包括使机器人前进、后退、停、左转弯、右转弯、原地打转、加速、减速、调转方向以及机器人端摄像头的位置移动和调焦等. 图像传输电台单元主要由图传电台、腔体滤波器和图传电路组成,图传电路的一端与中央控制模块中的工控机的 COM2 相连接,该部分只能单向传输. 图传电台接收到机器人端拍摄并发送的视频图像数据后,经过腔体滤波器滤波,再由图传电路进行处理,最后传送给中央控制模块中的工控机.

2.4 信息显示模块

信息显示模块主要由一个液晶显示器构成,显示器的输入端连接在中央控制模块中的工控机的 VGA 接口上,中央控制模块中的工控机按照预先设定的程序对接收到的各类数据信息进行处理,然后传输给显示器显示.

2.5 扩展功能模块

扩展功能模块直接与中央处理器模块中的工控机相连接,主要功能是由工控机引出多种数据接口,例如 USB 接口、音频接口等. 通过该扩展功能模块,可以将一个音箱接在音频接口上,实时地在控制装置端播放机器人端采集到的声音信号;也可以将一个 USB 手柄连接在 USB 接口,通过控制 USB 手柄来代替开关摇杆等部件操作和控制机器人.

3 软件设计

中央控制模块以 Windows XP 操作系统作为本系统的系统软件,然后根据各模块所需实现的功能的要求,运用 VC ++ 编程工具设计出相应的应用软件,构建出一个完整的系统.

根据图 3 软件设计的流程可见,在环境侦察机器人作业时,信息显示模块的显示器中会显示出机器人的电池余电量、机器人所携带摄像头的视频信息及各种传感器所测得的关于机器人的状态信息,包括机器人周围的环境数据、机器人姿态数据、定位导航数据、机器人的状态数据、机械手状态和受力数据、核辐射剂量以及化学仪器所测量的数据等,扩展功能模块中的音箱会实时地播放机器人上麦克风所获取的机器人周围的声音信号. 操作人员可以根据以上的数据信息充分了解机器人目前的工作环境和工作状态,并控制机器人执行各种指令. 通过命令输入模块的开关、摇杆等输入部件,操作员可以直观地控制机器人,发出控制命令. 控制命令通过命令输入模块的命令输入电路传送给中央处理模块的工控机,进而传送给电台通信模块的数据电台进行无线通信,从而达到控制机器人的动作行为. 机器人响应后,它的各种状态信息以及和环境探测仪所测得的数据以及化学仪器所测量的数据等实时地通过电台通信模块传送回中央处理器模块的工控机,并实时地显示在信息显示模块的显示器中,操作员可以通过信息显示模块实时地了解机器人的各种信息,从而可以进行持续的控制操作.

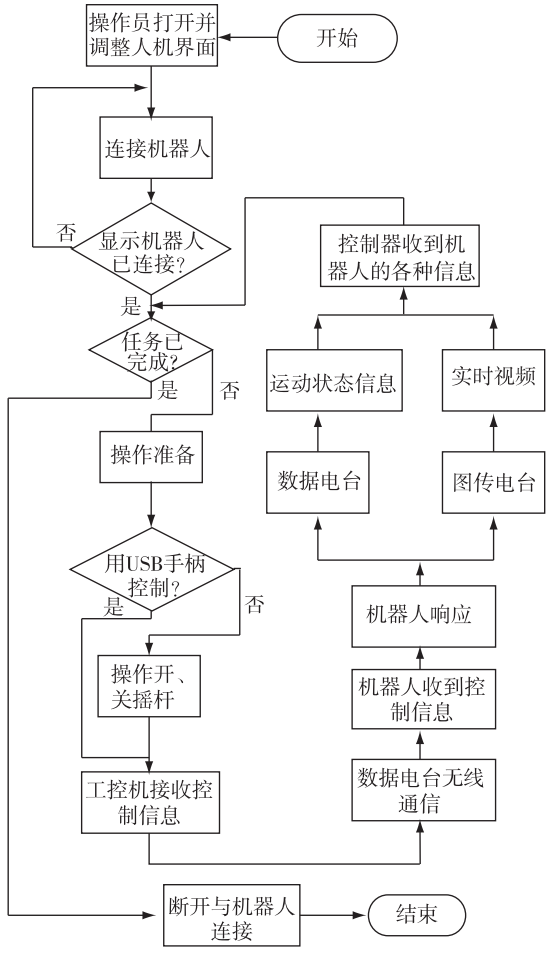


图 3 程序流程

Fig. 3 Program flowchart

4 结束语

移动机器人的操纵装置根据需求的不同,其形态功能也多种多样. 由于无线数据在传输时,图像数据的信息量较大,容易产生数据包的延迟和丢失. 为此,本设计的环境侦察机器人的遥控装置采用了图像数据和其他数据分开传输的方式,并使用腔体滤波器滤波,数据传输的实时性和可靠性较好,还增大了环境侦察机器人可控距离. 另外,本设计将整个遥控装置整合于一个箱子内,箱子闭合时,所有部件均在箱子内部,便于携带且具备极高的安全性;箱子打开后,可通过安装在箱盖内表面的信息显示模块以及安装于箱体内部的命令输入模块简单方便地对环境侦察机器人进行各种控制操作.

参考文献

References

[1] 廖晓辉,沈大中,王东署. 智能轮椅的研究现状与关键技术分析[J]. 制造业自动化,2008,30(4):1-6
LIAO Xiaohui, SHEN Dazhong, WANG Dongshu. Research status and key technique analysis of intelligent wheelchair[J]. Manufacturing Automation, 2008, 30(4): 1-6

[2] Ishiguro H, Yamamoto Y, Tsuji S. Omni-directional stereo [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1992, 14(2): 257-262

[3] Steinfeld A. Interface lessons for fully and semi-autonomous mobile robots[C]// Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation. New Orieans, 2004

[4] Casper J, Murphy R R. Human-robot interactions during the robot-assisted urban search and rescue response at the world trade center[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybemetics, 2003, 33(3): 367-386.

[5] Noreils F R. Adding a man-machine interface to an architecture for mobile robots[C]// IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robots and Systems IROS91. OSAKA, Japan. IEEE Cat No 91TH0375-6, 1991: 1577-1582

[6] 章小兵. 基于视觉和超声波传感器的地面移动机器人定位与路径规划研究[D]. 南京:东南大学仪器科学与工程学院,2006
ZHANG Xiaobing. Study of ground mobiles localization and path planning based on vision and ultrasonic sensors [D]. Nanjing: School of Instrument Science & Engineering, Southeast University, 2006

[7] 唐鸿儒,宋爱国. 半自主侦察机器人研究[J]. 制造业自动化,2005,27(12):30-35
TANG Hongru, SONG Aiguo. Study of semi-autonomous reconnaissance robot [J]. Manufacturing Automation, 2005, 27(12): 30-35

[8] Adams J A, Kaymaz-Keskinpala H. Analysis of perceived workload when using a PDA for mobile robot teleperation [C]// Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation. New Orieans, 2004

Controller for environment reconnaissance robot

XIONG Pengwen[1] SONG Aiguo[1]

1 School of Instrument Science & Engineering, Southeast University, Nanjing 210096

Abstract To control environment reconnaissance robot accurately and conveniently, an instrument for controlling environment reconnaissance robot is designed in this paper. The recent situation of the study on environment reconnaissance robot and its controller is provided and analyzed. After introducing many different kinds of mode of operation on mobile robot, an appropriate controller for environment reconnaissance robot is designed and the method of control is given based on the specific characteristics of environment reconnaissance.

Key words mobile robot; environment reconnaissance; remote control