

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.02.029

基于Android平台的移动机器人远程控制系统

燕 飞, 李晓明*, 涂 波

(浙江理工大学 机械与自动控制学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 针对目前移动智能终端性能的不断攀升及WiFi技术的迅速发展,结合机器人远程控制的对移动平台的需求,提出了一种移动机器人远程控制的新思路,即利用搭载Android平台的移动智能终端,通过无线局域网实现远程控制移动机器人。首先介绍了该远程控制系统的结构,包括服务器、客户端、视频传输模块、运动控制模块及通讯协议。然后描述了系统的具体实现,主要开发了基于Android移动智能终端的客户端及搭载在移动机器人上的服务器。服务器将移动机器人机载摄像头拍摄的路况视频发送给客户端,客户端接收并显示路况视频,操控员根据实时路况视频实现远程控制移动机器人。最后对远程控制系统进行了性能测试。测试结果表明,Android移动智能终端成功接收到移动机器人发送来的视频,并且显示流畅;Android移动终端对移动机器人的控制灵活性较高。

关键词: Android; WiFi; 移动机器人; 远程控制

中图分类号: TP24 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2014)02-0261-04

Android-based remote control system for mobile robot

YAN Fei, LI Xiao-ming, TU Bo

(School of Mechanical Engineering & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at improving flexibility of remote control of the robot, a new scheme of remote operation was proposed, an Android-based mobile smart terminal (a smart-phone or tablet) was utilized to control mobile robot remotely through wireless network. The remote control system was described in detail, including the server, client, video transmission module, motion controlling module and communication protocol. This system was tested in test site. The results indicate that Android-based mobile smart terminal can successfully receive video from mobile robot and display it fluently, it also could control the mobile robot with high flexibility.

Key words: Android; WiFi; mobile robot; remote control

0 引 言

近年来,机器人远程控制在空间探索、深海勘探和危险环境作业等领域发挥了不可替代的作用。互联网的飞速发展和普及以及传输速度的不断提高为机器人远程控制提供了廉价而便捷的通讯手段。基于网络实现机器人的远程控制,进一步拓展了其应用范围,在远程医疗、设备共享和远程教学等方面显示了其优越性^[1]。

目前,机器人远程控制方式主要有基于Internet的

PC机遥控^[2]、基于GSM/GPRS网络的远程操控^[3]、基于WiFi无线网络的PC操控^[4]等。这些控制方式虽满足了机器人远程控制的要求,但大部分采用PC作为控制终端,需要在指定地点以及专用网络设备支持的环境下才能对现场进行控制,极大地限制了控制系统的灵活性和应用范围^[5]。随着芯片技术的发展,移动智能终端与PC机在性能方面更加接近,移动智能终端的运行速度不断提升^[6],使机器人远程控制可在智能终端上的实现。目前智能终端市场上,Android系统以其强大的性能及开放性,不断扩大其市场占有率,也使Android系统成为智能终端相关科研项目很好的选择。

收稿日期: 2013-11-04

作者简介: 燕 飞(1986-),男,山东泰安人,主要从事机器人控制软件方面的研究。E-mail: yanfei860707@163.com

通信联系人: 李晓明,男,副教授,硕士生导师。E-mail: origin@foxmail.com

基于 Android 的强大优势,本研究选择 Android 作为远程控制软件开发平台,在 Android 提供的应用程序框架上开发移动机器人远程控制系统。在该系统中,Android 移动智能终端使用 WiFi 网络^[7-8]通过 TCP/IP 协议^[9]与移动机器人连接,从而实现远程控制。

1 系统分析与设计

1.1 硬件平台简介

该系统选用上海未来伙伴机器人有限公司研发的 AS-R 移动机器人作为实验平台。AS-R 移动机器人如图 1 所示,其最大特点就是开放性。其操作系统是通用的 Windows XP-SP2,开发工具是 VC。控制系统是开放的,用户可以对控制系统的底层进行操作。AS-R 提供了良好的开发函数库,包括网络控制、立体视觉、人脸识别、运动目标跟踪、运动控制、语音识别、声纳测距、AD 采集等。用户可以根据自己的需要开发自己的应用程序。



图1 AS-R 移动机器人

1.2 Android 简介

Android 是 Google 开发的基于 Linux 的开源手机开发平台,它包括操作系统、用户界面和应用程序,而且不存在任何以往阻碍移动产业创新的专有权障碍。Android 采用了软件堆层(Software Stack,又名软件叠层)的架构,主要分为底层 Linux 内核、中介软件和应用软件。在应用程序层,Android 本身附带了一些核心的应用程序,大大简化了 Android 应用程序的开发^[10]。Android 的应用程序是用 Java 语言开发的,其编程语言完全开源。

1.3 系统总体设计

该系统总体设计思路是采用 C/S 系统架构,开发基于机器人端的服务器及 Android 平台的客户端。系统结构图如图 2 所示。系统工作原理如下:服务器将

移动机器人机载摄像头拍摄的路况视频发送给 Android 客户端,客户端接收路况视频并根据视频向机器人发送运动指令。系统工作原理图如图 3 所示。

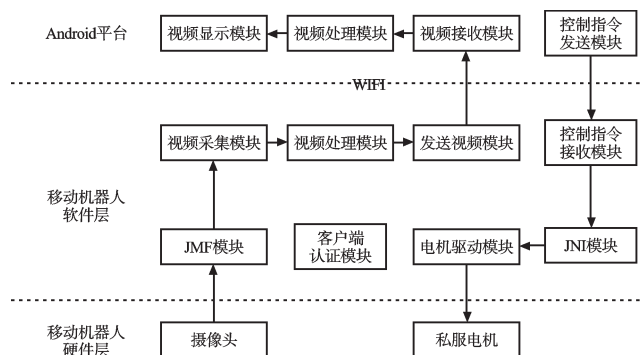


图2 系统结构图

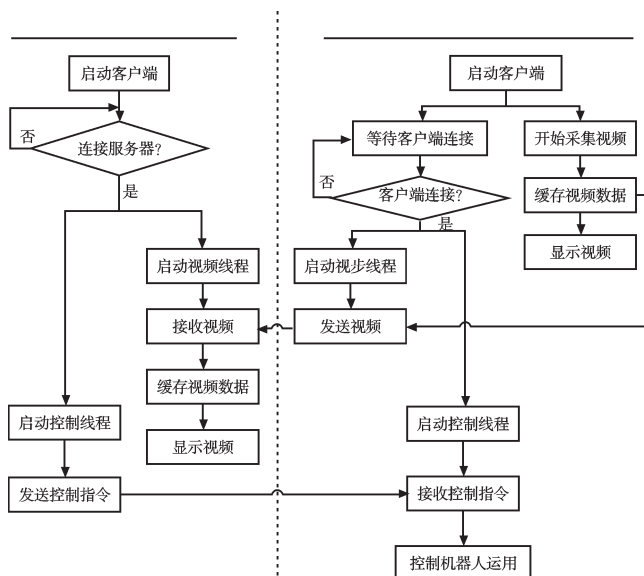


图3 系统工作原理

2 系统实现

2.1 视频传输实现

该系统的服务器与客户端通过 TCP/IP 通信协议进行数据交互。服务器端利用 JMF 框架。JMF (Java Media Framework) 是由 SUN 等推出的种开发流媒体应用的应用程序接口(API),它支持多媒体数据的回放和实时传输等媒体操作^[11]。系统通过 JMF 调用移动机器人机载摄像头获取视频数据。服务器端界面如图 4 所示。视频传输模块主要有两个 Java 类: ImageGrabber 类和 VideoSencer 类。本研究利用 JMF 框架设置获取视频的分辨率为 320×240。服务器启动后,ImageGrabber 类启动一个线程(Thead),该线程负责将摄像头捕获的视频数据保存在本地中。此时,服务器处于等待客户端连接状态。当客户端连接到服

务器时,服务器启动一个新线程,用于专门向客户端发送视频数据。服务器每次向客户端发送 320×240 个字节数据,即一帧图像,每秒发送 10 帧数据。



图4 服务器界面

客户端主要有两个 Activity: MainActivity 和 ControllerActivity。客户端启动后,进入登录界面。用户输入服务器 IP 和端口号后,即可与服务器建立 Socket 连接。成功连接到服务器后,客户端新建一个线程,用于接收服务器发送的图像数据,客户端每次接收 320×240 字节图像数据,即一帧图像,并将图像数据显示在客户端视频显示面板上。客户端视频接收界面如图 5 所示。



图5 客户端界面

2.2 远程控制实现

该系统中,控制模块与视频模块独立开来,使用不同的端口与服务器进行交互。AS-R 移动机器人具有的两个驱动轮是由两个独立的伺服电机控制的。因此,AS-R 的转弯动作是由两个驱动轮的轮速差实现的。根据机器人的这个运动特点,该系统对机器人的控制采用了最直接有效的控制方法,即通过控制两个驱动轮伺服电机的转速来控制机器人的动作。控制原理如图 6 所示。

设机器人的最大轮速为 v ,左轮速度为 v_l ,右轮速

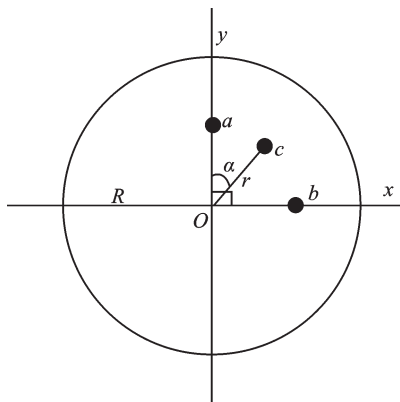


图6 控制原理图

R —大圆半径; r —手在智能手机上的触点到原点 O 的距离; α —手触点和 O 的连线与 y 轴的夹角

度为 v_r 。当手触点为 c 点时, $v_l = v \times (r/R)$, $v_r = v \times (r/R) \cdot \cos(\alpha)$, 此时 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$; $\cos(\alpha) < 1$, $v_l > v_r$, 因此机器人右转;当手触点位于 a 点时, $\alpha = 0^\circ$, $\cos(\alpha) = 1$, 此时 $v_l = v_r$, 机器人直行。当手触点位于 b 点时, $\alpha = 90^\circ$, $\cos(\alpha) = 0$, 此时 $v_r = 0$, 机器人右转半径达到最小值。如上所述,可以归纳为两点:

- (1) r 越大,机器人轮速越大;
- (2) α 越大,左右轮速比越大,即转弯半径越小,转弯幅度越大。

系统的控制通讯协议保存在 Control Command 接口中。客户端程序实现 Control Command 接口。客户端登录成功后,立即启动一个新线程,并向服务器发送 BUILD_SYSTEM 指令,服务器程序接收到指令后,通过 JNI(Java Nativity Interface)控制机器人底层系统创建一个机器人控制实例。用户即可以通过手触控制面板来控制机器人移动。

用户手在控制面板上滑动时,客户端程序计算出用户手触点位置所代表的左右轮轮速百分比,并以每秒 10 次的频率向服务器发送轮速指令(即在指令 SPD1、SPD2 后加上左、右轮实际速度与最大速度的百分比)。服务器接收到指令后,立即将指令解析后传送给底层伺服电机。机器人做出相应的动作。用户手离开控制面板后,客户端向服务器发送 HALT 指令,机器人停止运动。客户端程序退出时,向服务器发送 DESTROY_SYSTEM 指令,销毁客户端登录成功后创建机器人控制实例。客户端关闭,服务器进入等待客户端连接状态。

3 系统测试

系统开发完成后,笔者对系统进行全方位测试。测试时需要布置一个模拟的移动机器人避障场地,

AS-R 移动机器人位于模拟场地中,操作人员在看不到模拟场地的方位进行远程操作,完全根据机器人发送到 Android 终端的视频进行避障控制。准备工作完毕后,开始进行系统实测。操作人员根据视频信息远程控制 AS-R 在模拟场地中随意移动,并躲避障碍物。测试过程中,拍摄了完整的机器人避障视频。Android 平板客户端操作实物图如图 7 所示,避障视频不同时间点的截图如图 8 所示。

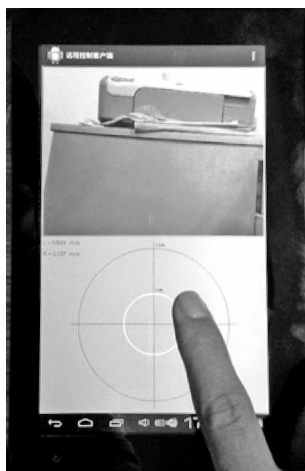


图7 客户端操作实物图



图8 测试视频截图

顺序为:第一排 1、2,第二排 3、4,第三排 4、5

经测试,该系统达到预期目标。视频方面,客户端流畅的显示服务器端发来的视频。控制方面,触屏式控制是控制体验出色,控制灵活性、连续性均良好,移动机器人能够迅速对操作人员的控制作出反馈,完

成避障或相应动作。

4 结束语

随着机器人技术的迅速发展及智能终端的迅速涌现,通过智能终端对机器人进行远程控制的模式将逐渐受到重视。Android 系统在智能终端系统中的占有率扶摇直上,也必将成为基于智能终端的科研项目的首选。本研究通过 Android 智能终端实现移动机器人远程控制,为通过智能终端进行机器人远程控制提供了一种可行思路。但是,基于 Android 平台的移动机器人远程控制系统的稳定性、控制体验还有提高的空间。笔者将针对上述问题对该系统进行优化升级。

参考文献(References):

- [1] 蒋 微. 机器人远程控制的研究与应用[D]. 北京:北方工业大学机电工程学院,2008.
- [2] 陆建飞,赵福臣. 基于 Internet 的机器人遥操作研究[J]. 机械工程师,2008(8):119-121.
- [3] 李瑞峰,顾义坤. 基于 GSM/GPRS 网络的家用机器人远程监控系统设计[J]. 制造业自动化,2006,28(10):71-74.
- [4] GUPTA G S, MUKHOPADHYAY S C, FRENCH J R. Wireless Communications and Control module of a Web-enabled Robot for Distributed Sensing Applications [C]// IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference: I2MTC 2008. Victoria, Canada: IEEE, 2008:393-398.
- [5] 李 琴,陈立定,任志刚. 基于 Android 智能手机远程视频监控系统的的设计[J]. 电视技术,2012,36(7):134-136.
- [6] 肖梁军. 基于 Android 智能终端的远程控制电脑系统设计与实现[D]. 昆明:云南大学信息学院,2012.
- [7] 刘乃安. 无线局域网(WALN)原理、技术与应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [8] 张 琨. 基于 Android 平台的 WLAN 解决方案[D]. 济南:山东大学信息科学工程学院,2010.
- [9] 徐爱华,全书海. Socket 网络通信及其在电梯监控系统中的应用[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2006,30(11):56-59.
- [10] 农丽萍,王力虎,黄一平. Android 在嵌入式车载导航系统的应用研究[J]. 计算机工程与设计,2010,31(11):2473-2476.
- [11] 高玉华,苏建波. JMF 视频传输技术在 Web 机器人中的应用[J]. 机器人,2004,26(3):218-221.

[编辑:李 辉]

本文引用格式:

燕 飞,李晓明,涂 波. 基于 Android 平台的移动机器人远程控制系统[J]. 机电工程,2014,31(2):261-264.

YAN Fei, LI Xiao-ming, TU Bo. Android-based remote control system for mobile robot[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(2):261-264.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>