

移动终端遥操作机器人系统研究与实现

夏广平, 富刚

(沈阳航空工业学院 计算机学院 辽宁 沈阳 110106)

摘要: 基于移动网络中的现有通信业务实现远程控制机器人, 关键技术是如何使机器人识别移动终端发送的控制命令, 并准确执行相应的动作, 同时能够返回机器人的工作进展状况。本文探讨了此系统的工作原理, 并给出硬件设计和软件设计。

关键词: 移动终端; 机器人; 远程控制

0 引言 (Introduction)

移动通信技术的特点是移动性、无线传播、多址接入等等, 它实现了任何人在任何时间、任何地点与希望的人进行信息交换的梦想。手机、PDA、无线上网笔记本等移动终端成为了人们日常生活必不可少的通信工具, 由移动通信衍生出来的增值业务也得到了普及应用。其中短信息业务由于收费低廉, 使用方便, 已成为了信息之间沟通一种新渠道, 在越来越多的运营商和系统开发商的重视下, 短信息可以分流到分组数据承载通道上, 加大了短信息的信息容量、提高了传输数据的安全性。通过短信息的方式发送控制命令, 方便、快捷、廉价, 已被应用于多种领域的远程控制系统中。

目前, 大部分机器人都采用近距离无线操控或基于 Internet 网络的计算机远程操控。约束了操作者的活动范围, 通过先进的移动终端对机器人进行无线远程移动操控将是一个强劲的发展方向。本文提出了基于移动网络的遥操作机器人系统, 利用本系统, 手机或其他移动终端用户可以通过短信息发送机器人动作指令, 机器人端监听到有命令到达后执行相应动作, 用户发送指令后可以通过无线上网技术观看流媒体视频。此系统可以应用于危险环境下的机器人作业、家庭服务中的机器人作业等领域。

1 系统总体结构 (Total structure of system)

本系统由移动终端、移动网络 (2.5G 以上)、摄像头、流媒体服务器、单片机控制单元、机器人构成, 如图 1 所示。利用本系统, 操作者可以使用移动终端通过移动通信网络, 以短信息的形式承载机器人控制指令, 发送到机器人端的硬件控制单元, 经控制单元处理后, 将控制指令转变为电气控制信号驱动机器人各个关节电机的转动。为了使操作者较为直观地了解机器人的具体工作情况, 采用了数据和视频两种方式传输信息, 通过数据信息返回机器人各个阶段的工作情况, 以及操作不当时候的出错情况; 通过摄像头采集现场视频, 上传流媒体服务器, 流媒体服务器将处理后的视频流上传公网, 操作者浏览公网查看现场视频。

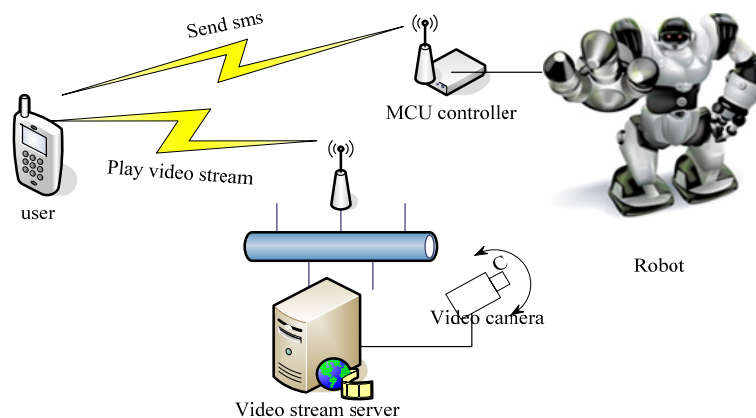


图 1 系统总体结构

2 机器人控制单元实现 (Realization of the robot control unit)

机器人控制单元的实现主要依靠硬件电路的支撑和软件设计的构造,下面给出控制单元的硬件和软件设计。

2.1 硬件设计

本系统的机器人控制的硬件系统是由无线收发模块、单片机模块、电源模块、电机驱动模块组成。如图 2 所示。无线收发模块集成手机模块用于短信息的收发。电源模块提供了整个硬件电路所使用的不同电源。单片机总控这个系统并处理信息,电机驱动模块起到了唤起电机工作的作用。

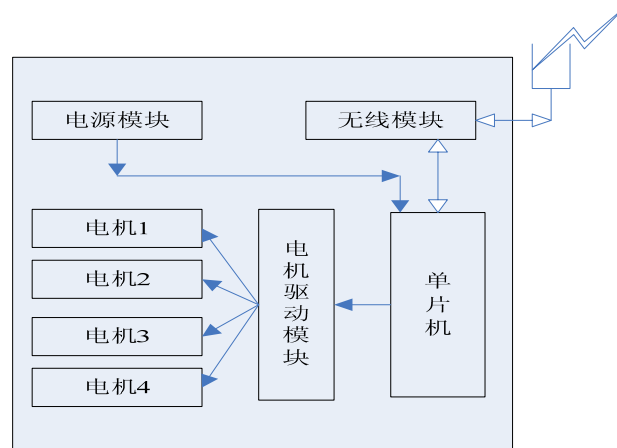


图 2 硬件控制单元结构

2.2 系统软件设计

在本系统中,控制单元主要实现两部分功能:一是对移动终端发送的信息进行处理;二是实现机器人动作。每个功能分为若干模块组成,各模块间相互配合,完成整个系统功能。各模块的主要功能如下:

1) 手机调制解调器模块。在控制单元上集成了一块 GSM 调制解调器(西门子 TC35i),相当于一个具有基本功能的手机,使用者可以对其进行二次开发。本系统中,使用它接收及发送短信息。在使用调制解调器前需要对其进行功能设置,而调制解调器内部使用的是 AT 命令,所以在本模块中首先初始化调制解调器,主要包括验证手机模块是否能正常工作,设置短信息存储方式,选择短信息的格式等等。其次,等待新短信到来的 AT 命令,如果检测到有新短信到来,则转入下个模块。

2) 短信息解析和编码模块。本模块主要是对接收到的短信息进行识别和对准备发送的内容编写成短信息发送格式。短信息在传输过程中是以手机支持的固定模式编码,主要有两种模式:文本模式和 PDU 模式,前者用于发送文字信息,而后者主要发送字符、数字等信息,可以由发送内容决定发送的模式。本系统中两种模式都有使用到。

3) 运动控制模块。本模块主要是完成机器人识别命令并执行动作的功能。机器人的各个动作是由电机驱动的,如果想让机器人执行某种动作,则需要启动对应的直流电机并执行正确的转向,电机的启动是依靠提供加载电机的额定电压控制的,而电机的转向是依靠改变加载在电机两端电压的极性完成的,保证直流电机的启动和转向的方法是利用单片机的一个 I/O 口输出有效值,导通相应继电器,改变触电状态完成的。本模块则是分析不同的动作,然后向 I/O 口发送有效值,使相应的电机执行正确操作。

4) 输入输出程序模块。主要负责短信息的端口的接收、发送和控制数据的输入、提取、输出。

3 视频流媒体传输 (Video streaming transmission)

流媒体 (Media Streaming) 是指在分组网络中使用流式传输技术的时基媒体,这些时基媒体指实时音频、视频或多媒体文件,流媒体技术是将连续的影像和声音信息经压缩编码后,放到网络服务器上,让用户终端能

够一边下载，一边播放，而不是将整个多媒体文件下载完毕后才开始播放的“下载”播放技术^[2]。

3.1 流媒体系统搭架

流媒体系统大体都可以分成四部分：媒体编码器、媒体文件存储器、媒体服务器和媒体播放器。四部分相互协作构成流媒体服务系统。各部分功能如下：
 媒体编码器：将原始的媒体文件或摄像头采集的实时媒体数据制作成适合网络传输的文件格式（流格式），然后将流式文件存储在媒体文件存储器中，或直接送到流媒体服务器。
 媒体文件存储器：存储流格式的媒体文件，一般采用 SCSI（Small Computer System Interface）硬盘或磁盘阵列。
 媒体服务器：响应调度服务器从 WEB 服务器转过来的用户请求，通过网络传输协议将流格式的文件传到用户桌面。
 媒体播放器：接收网络媒体数据，并在本地播放。

流媒体架设的主流平台主要有三种：Real System、Windows Media、QuickTime。它们分别由 Real Networks、微软、苹果三家公司开发的。表 1 列出了这三家公司使用的流媒体格式以及一些相关信息。

表 1 流媒体文件格式及相关信息

| 公司产品 | 文件扩展名 | 服务器部分 | 使用者部分 |
|---------------------------|-------|------------------------------------|----------------------|
| Microsoft Windows Media | ASF | Windows Media Server | Windows Media Player |
| | WMV | | |
| | WMA | | |
| Real Networks Real System | RM | Helix Server | RealOne Player |
| | RA | | |
| | RP | | |
| | RT | | |
| Apple | MOV | QuickTime(Darwin) Streaming Server | Quick Time Player |
| | QT | | |

本系统考虑到操作者使用的移动终端的多样性，选用了兼容性较好的 Real Networks 的流媒体平台，同时它也是现今最流行，被广泛使用的流媒体技术。下面介绍搭建流媒体服务器的具体过程：

1) 配置 Helix Server

Helix Server 是发布 Real 格式流媒体的专用服务器端软件。需要设置的内容主要有：
 ①用户名和密码。管理员的用户名和密码非常重要，在登录 Helix Server 管理器和进行网络直播时需要使用。
 ②PNA 端口。主要是用于 Helix Server 和一些老版本的 Real 播放器的通信。
 ③RTSP 端口。用于 Helix Server、RealOne Player、QuickTime Player 之间的通信，是最重要、最常用的端口。
 ④HTTP 端口，用于连接 Helix Server 和网络浏览器之间的通信。需要注意：这个 HTTP 端口要与 IIS 的 HTTP 的端口设置不同的端口数，以免发生冲突。
 ⑤MMS 端口。这个端口用于 Helix Server 和 Windows Media Player 之间的通信，如果选用 RealOne 播放的话，这个端口是不使用的。
 ⑥Admin 端口。用于 Helix Server 与 Helix Server 管理器之间的通信。出于安全考虑，此端口号随机生成。

2) 制作流媒体文件

Real 流媒体的制作需要使用到 Helix Producer 软件。Helix Producer 能够将其他格式的多媒体文件转化为 Real 流媒体文件。Helix Producer 和 Helix Server 嵌套的非常好，在 Helix Producer 编码的同时发送到 Helix Server 进行直播功能。Helix Producer 还能针对不同的带宽条件选择性地发送。使用 Helix Producer 时，需要先将直播的视频和音频引入，经 Helix Producer 压缩打包，然后通过 Helix Server 上传打包文件到 Internet 或局域网，最后本地使用相应的播放器（如：RealOne Player），便可以播放流媒体了。

3.2 流式传输

流媒体的关键技术是流式传输。流式传输需要缓存和相应的协议支持。RTP (Real-time Transfer Protocol, 实时传输协议) 是一种用于 Internet 上针对多媒体数据流的网络传输协议。PTP/UDP (User Datagram Protocol, 用户数据报协议) 没有误码校正, 可保证实时流的传输。

从 WEB 中播放流媒体视频的实现原理如图 3 所示, 用户终端的 WEB 浏览器与 WEB 服务器之间 HTTP/TCP 协议进行互控操作, 当视频播出后从媒体服务器到用户终端播放器的单向媒体数据流采用 RTP/UDP 协议传送, 而用户播放器与媒体服务器之间采用 RTSP (Real Timer Streaming Protocol, 实时流控制协议) /TCP 协议进行互控操作。RTSP 是一个一点对多点的应⤵用层协议, 用来控制实时数据流的传送。

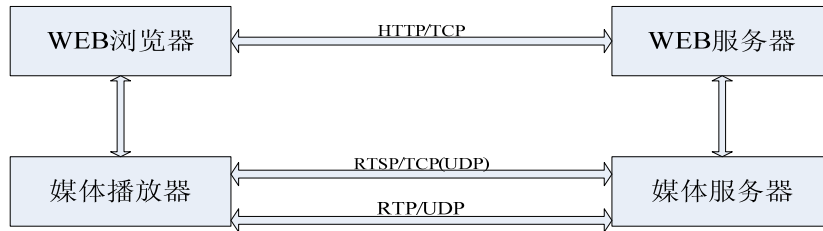


图 3 流式传输原理

4 系统测试 (System testing)

本系统中硬件控制单元选用的编程语言是 C 语言, C 语言具有较高的软件通用性, 又有良好的可移植性。图 4 是单片机的控制程序的时序图。系统中主要包括三个实体 mobile terminal (移动终端)、MCU (单片机)、robot (机器人), MCU 是总控单元, 它通过接口对 mobile terminal、robot 进行控制并接收 mobile terminal 的返回信息。三个实体间的控制命令的格式, 如表 2 所示。移动用户端发送的信息是以数字和字母组成的, 原因是短信息中所能承载的数字和字母量要远多于文字量。当 MCU 向移动用户返回信息的短信息中是以文字的形式, 以便使用者直观地了解机器人端的信息。在机器人执行前进和后退的动作中, 可以采用以计算步数的方式和连续行进的方式实现。如果按步行走的话, 机器人两脚交替行走, 每整步行走距离大约 10 厘米, 步数是按照整步计算的。如果采用连续行进的方式, 机器人两脚同时行走, 接到停止命令时停止行走。

本系统在流媒体视频传输中采用的是 Real networks 开发平台, 搭建流媒体视频需要 RealOne Player、RealProducer 和 Helix server 软件。流媒体构建具体过程如上面第三部分所述的那样配置, 当制作出来的流媒体视频流后, 在服务器端设置一个 WEB 网站, 创建一个 WEB 网页, 通过 WEB 网站连接流媒体服务器, 方法有两种, 一种是在网页上嵌入流媒体播放器, 直接点击播放器上的播放按钮, 播放器便自动链接到流媒体服务器上的视频文件, 缓冲后播放。另外一种是在建立一个视频发布点, 单击网页上的链接, 便会打开移动终端上的 RealOne 播放器, RealOne 播放器会根据网页上的链接直接找到流媒体服务器上的视频文件, 对其缓冲, 然后便可播放流媒体视频了, 本系统采用的是直播方式播放流媒体视频, 用户随时登录网页, 建立链接, 便可观看到实时现场情况。

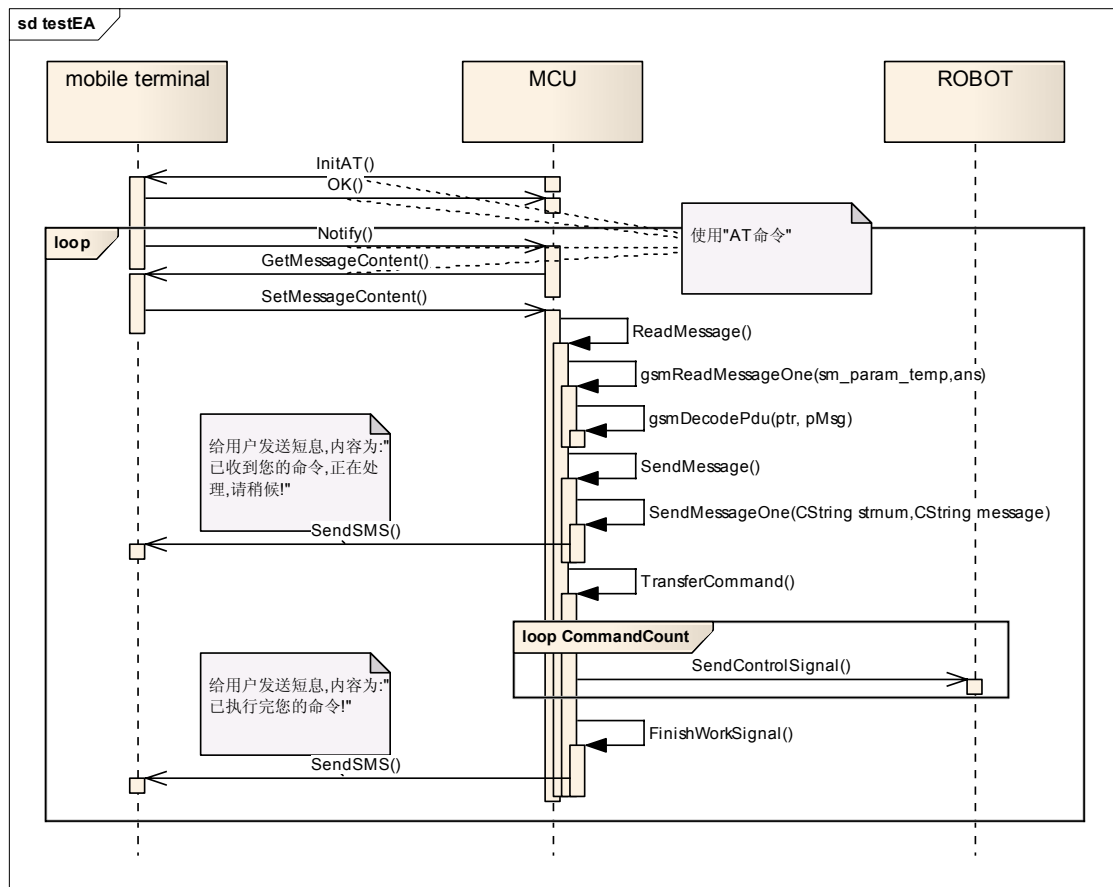


图 4 机器人控制单元的时序图

表 2 通信中各命令传输的格式

| 移动终端发送的命令 | 机器人执行的动作 |
|-----------|----------|
| qj3 | 前进 3 步 |
| QJ | 前进 |
| ht3 | 后退 3 步 |
| HT | 后退 |
| zz | 左转 90° |
| yz | 右转 90° |
| zzt | 左转头 |
| yzt | 右转头 |
| fd | 发射飞盘 |
| ST | 动作结束 |

5 总结 (Conclusion)

基于移动网络移动终端遥操作机器人系统中, 结合了目前发展强势的移动通信技术和电子技术, 本文从视频流媒体和控制系统两方面, 介绍了所设计的机器人遥操作控制。本文设计较好地实现了系统预期效果, 在实

时观看流媒体视频时，会有一些的时间延时，随着移动网络的不断发展如 3G 的成熟商用后，带宽增大，IP 分组技术的成熟，流媒体延时问题将会得到解决。本系统的提出势必有利于机器人的控制领域的拓宽，具有广阔的发展前景。通过移动终端实现了远程操作，采用移动通信网络中的短消息业务，使系统成本低廉、使用方便、灵活快捷、数据安全可靠，具有一定的实用价值。

参考文献 (References)

- [1]付博, 牛建伟, 胡建平.基于智能手机的视频共享系统的设计与实现[J].计算机科学.2008.Vol.35No.7.244-246
- [2]李伟章编著.移动数据通信技术与业务[M].人民邮电出版社.2006.5
- [3]白煜, 辛向晖编著.Windows Media 与 Real 网络流媒体案例教程[M].清华大学出版社.2004.6
- [4]TC35i AT Command Set siemens cellular engines Siemens AG[G],2003