

网络化测力机器人系统设计与实现

Design and Implementation of a Networked Force Measuring Robot System

(中国科学院合肥智能机械研究所, 安徽 合肥 230031) 石振, 聂余满
沈勇, 宋全军, 葛运建



石振 (1981 -)

男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 研究方向为信息获取与处理

收稿日期: 2005 - 09 - 27 修改日期: 2005 - 12 - 06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60475005, 60343006)

摘要: 本文提出了一种两自由度的节点型测力机器人, 并对原理样机的软硬件设计方案等作了简要介绍。

关键词: 力反馈; 测力机器人; 角力

Abstract: This paper proposes the concept of a two DOF networked robot for force measuring, and presents the designing scenario of the prototype model's software and hardware.

Key words: Force feedback; Force measuring robot; Arm wrestling

1 引言

由于近年来网络通讯技术的发展迅速, 使基于网络的机器人技术引起了广泛关注, 笔者在已投入使用的单机版测力机器人系统的基础上, 运用现有的网络互联技术和硬件设施, 对原有单机系统进行了网络化的改造, 将原有的体系结构进行升级, 并在功能上进行了扩充, 设计出一种节点型测力机器人。所谓节点型测力机器人是为测力机器人的网络化而设计的, 这种机器人即使作为一个单独节点也能独立的工作, 即保持原有单机版的所有功能特性, 但当网络功能被激活时, 它可实现任意两节点间通过通信网络实现信息的交流、汇集和处理, 不但可以实现人与机器人间的角力, 还可使不在同一地的两人通过网络进行远程角力。

2 节点型测力机器人系统的设计

设计测力机器人主要分成硬件设计与软件设计两部分: 硬件部分包括机械手臂、传感器单元、执行机构及驱动装置以及辅助系统, 如图1所示, 软件设计包括应用层软件设计和通信协议的设计, 节点型测力机器人与单机测力机器人的主要区别就在于单机测力机器人无法实现网络化, 而实现这一功能主要是通过软件设计来实现的。

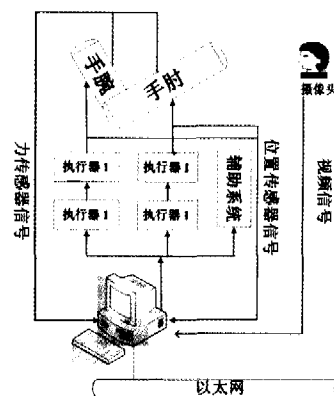


图1 节点型测力机器人系统硬件组成

(1) 机械手臂的设计

一般来说, 人的手臂从手肘到手腕共有5个自由度, 如图2所示。日本 Ryukoku 大学研究人员在研究了人的角力过程后, 发现有两个自由度活动并不频繁, 因此他们采用了一种三自由度的机械手臂来模拟人手。而笔者发现, 在通常的比赛规则下, 比赛时大臂位置也基本不变, 仅小臂在一个圆周面内运动, 手腕与小臂有一定的扭转。因此在设计时, 只用了两个自由度来模拟人手, 如图3所示。

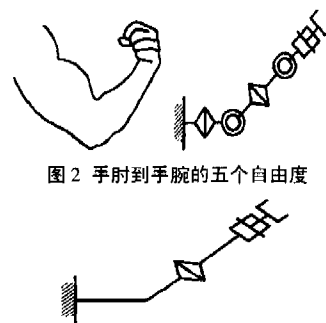


图2 手肘到手腕的五个自由度

图3 本系统采用的两自由度机械臂

(2) 传感器单元设计

力传感器选用的是中国科学院合肥智能机械研究所机器人实验室自行研制的专用二维力传感器, 根据E型膜片受力产生的电阻应变效应, 笔者设计两组全桥电路分别获取X、Y方向的力信息, 同时增加了一组与实际使用的桥路呈对称结构的备用桥路, 便于传感器标定以及出现故障后的替换。因为若贴片损坏, 传感器的输出值不可预估, 可能会造成电机失控而

出现安全隐患,笔者通过一个阈值控制的方法,一旦实际使用的那组贴片输出值异常(超过阈值)则立即启用备用组,这样一方面防止了安全事故,另一方面不影响程序运行。

位置传感器采用的是与交流伺服电机同轴一体安装的增量式光电编码器,它输出二路差动形式的方波脉冲 A、B。A、B 两路脉冲相位差为 90°,这样可以方便地判断转向以及通过计数来确定机械手臂的位置。

(3) 执行机构及驱动装置的设计

由于测力机器人系统是一种特殊的双向力、位置伺服系统,机械手臂一般要求工作在低速、平稳的场合,这就要求控制电机能长时间工作在堵转状态,因此笔者在选用执行电机时应选用低转速(配合减速装置)、大力矩的交流伺服电机作为该系统的执行元件。

3 系统的软件设计

从硬件组成来说,节点型测力机器人与单机测力机器人基本上是一样的,实现单机向节点型转化主要是通过软件来完成的。软件设计主要包括应用层软件设计和通信协议的设计。

操作平台的选用应该更多的考虑到用户,选用 Windows 2000。早先单机测力机器人笔者采用的开发工具是 Visual Basic,由于其没有提供直接的 I/O 操作函数、程序运行效率低、多线程编制困难,因此这次采用 Visual C++6.0 SP6 集成开发环境,其功能强大,运行效率高,特别是网络编程容易。

设计中,按功能将整个软件系统分成以下几个模块:交互界面、传感器信息处理模块、自检、测试、复位模块、运动控制模块、硬件驱动模块、视频处理模块、打印输出模块、网络通信模块、用户信息数据库,各模块间的数据或信号流向示意如图 4 所示。

各模块主要完成以下功能:

① 交互界面是为用户提供一个信息交互平台,它包括对实时力信息和视频信息的输出显示,控制参数及辅助信息的输入等;

② 传感器信息处理模块负责处理腕、肘关节力传感器数据和电机编码器输出的位置数据,作为力控制的依据和反馈给用户的信息,并存入公共数据库;

③ 自检、测试、复位模块的功能主要是负责电机位置初始化以及为系统异常时提供诊断依据或参考;

④ 运动控制模块主要是用来处理电机的正向、逆向运动学模型,运动控制算法实现,管理传感器信息处理模块和硬件驱动模块的数字/模拟输入/输出信号等;

⑤ 硬件驱动模块则是负责接收来自控制模块的控制数据,驱动底层的硬件设备;

⑥ 视频处理模块负责现场视频信号的实时捕捉、录像回放、视频截图等辅助功能;

⑦ 打印输出模块是为打印力曲线信息,视频截图等服务的;

⑧ 网络通信模块可以说是整个网络化改造的核心,它负

责联系本地操作现场与网络中的远程计算机,是传感器信息、图像信息和控制量信息的传输通道;

⑨ 用户信息数据库将根据需要将参赛者比赛过程中的力信息、视频信息等保存下来,通过机器人再现,实现人离线比赛。

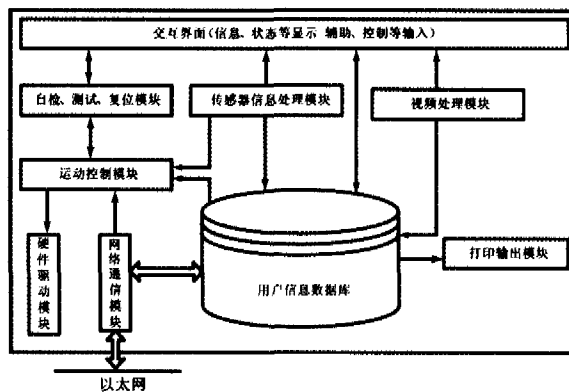


图 4 软件模块

4 结语

本文提出了一种两自由度的节点型测力机器人系统,并对原理样机的软硬件设计方案作了简要介绍。该样机是在原有单机测力系统的应用基础上加以改进,以虚拟现实力觉临场感为研究目的,同时融入了主从遥操作、网络互联等思想的新型产品,满足了对测力机器人的多样性要求,增强了实用性及娱乐性,并在实际应用中取得了良好的效果。

其他作者: 聂余满(1981—),男,安徽芜湖人,硕士研究生,研究方向为信息获取、机器人控制;沈勇(1980—),男,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为信息获取与处理;宋全军(1972—),男,安徽宿州人,博士研究生,研究方向为人机交互,运动生物力学,仿生感知;葛运建(1947—),男,山东蓬莱人,博士生导师,研究方向信息获取、机器人控制、仿生感知。

参考文献

- [1] Kano K, Kitayama S, Yamamoto N, Tsutsumi K. Design and prototype of a remote arm-wrestling system[A]. 2004 IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics [C]. USA: IEEE, 2002. 2985-2990.
- [2] Kamohara S, Takagi H., Takeda T. Control rule acquisition for an arm wrestling robot[A]. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics 'Computational Cybernetics and Simulation'[C]. USA: IEEE, 1997. 4227-4231.
- [3] Chul-Goo Kang, Eun-Jun Park, Ik-Xu Son, Young-Wo Kim, Ki-Seon Ryu. Conceptual design for robotic arm wrestling Robotics[A]. IEEE Conference on Automation and Mechatronics[C]. USA: IEEE, 2004. 1072-1076.
- [4] 赵杰, 肖继宏, 蔡鹤皋. 基于 Internet 的多机器人遥操作系统体系结构[J]. 高技术通讯, 2003.