



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108015776 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 27

(21) 申请号 201810055100.2

(22) 申请日 2018.01.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108015776 A

(43) 申请公布日 2018.05.11

(73) 专利权人 广东海洋大学
地址 524088 广东省湛江市麻章区海大路1号

(72) 发明人 刘海涛 胡斌 田雪虹 梁永回 汤明新

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102
专利代理师 陈伟斌 刘瑶云

(51) Int. Cl.
B25J 9/16 (2006.01)
G05B 19/042 (2006.01)

(56) 对比文件

- JP H11254357 A, 1999.09.21
 - US 2010312504 A1, 2010.12.09
 - JP 2009025879 A, 2009.02.05
 - CN 103982491 A, 2014.08.13
 - CN 103101053 A, 2013.05.15
 - CN 103522290 A, 2014.01.22
 - CN 201552585 U, 2010.08.18
 - CN 104526696 A, 2015.04.22
 - CN 107363812 A, 2017.11.21
- 王锋良;杨明.一种基于CompactRIO的超声波电动机控制系统设计.微特电机.2011,(12),第54-57页.
- 曾嘉煜等.基于LabVIEW的二自由度串联机械手轨迹跟踪控制.《国外电子测量技术》.2017,36(11),第118-第123页.

审查员 李江

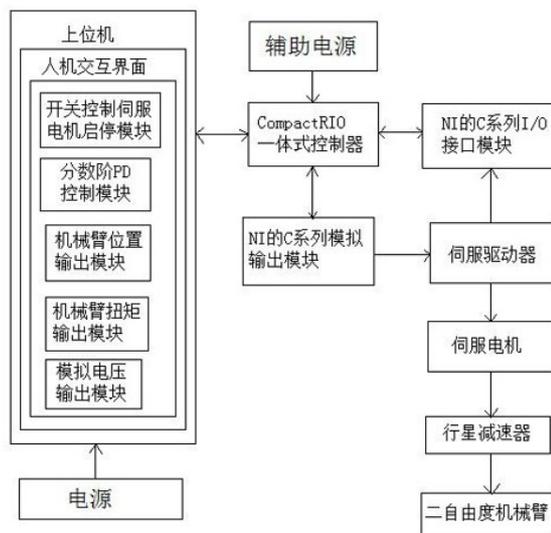
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于CompactRIO的机器人控制系统

(57) 摘要

本发明属于智能控制领域,特别涉及一种基于CompactRIO的机器人控制系统,包括具有LabVIEW平台的上位机、电源、CompactRIO一体式控制器、NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块、伺服驱动器、伺服电机、辅助电源、二自由度机械臂,上位机的LabVIEW平台设有人机交互界面,人机交互界面包括开关控制伺服电机启停模块、分数阶PD控制模块、机械臂位置输出模块、机械臂扭矩输出模块、模拟电压输出模块。该控制系统操作方便、程序简单,与传统的PID控制相比其控制效果更加灵活,鲁棒性更强,能够实现对二自由度机械臂的扭矩调节与位置控制,提高了系统的控制精度与鲁棒性,并不会因为机械臂复杂的控制系统而降低实时性。



1. 一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其特征在于,包括具有LabVIEW平台的上位机、电源、CompactRIO一体式控制器、NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块、伺服驱动器、伺服电机、辅助电源、二自由度机械臂,所述电源与上位机相连,上位机与CompactRIO一体式控制器进行通讯,辅助电源与CompactRIO一体式控制器相连并为其提供直流电压,所述NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块均安装在CompactRIO一体式控制器并与伺服驱动器连接,伺服驱动器与伺服电机连接,NI的C系列I/O接口模块通过伺服驱动器对伺服电机的编码器信号进行采集处理,NI的C系列模拟输出模块输出模拟电压信号到伺服驱动器实现伺服电机的力矩控制,伺服电机驱动二自由度机械臂,所述上位机的LabVIEW平台设有人机交互界面,所述人机交互界面包括开关控制伺服电机启停模块、分数阶PD控制模块、机械臂位置输出模块、机械臂扭矩输出模块、模拟电压输出模块;

所述开关控制伺服电机启停模块由一个数值输入控件和一个数值显示控件以及一个开关控件构成,实现通过开关控制伺服电机的启动与停止功能,在控制主程序中开关控制伺服电机启停模块作为一个子VI被调用,数值输入控件是由输出扭矩通过代数关系转化的电压信号,通过开关控件的开通或断开控制是否把数值输入控件的值传送给数值显示控件,以达到电压输出的目的;

所述分数阶PD控制模块是由比例、微分两部分构成的闭环结构,分数阶PD控制模块包括分数阶微分子VI的输入与输出、比例调节系数和微分调节系数,理想信号与输入值的差值通过分数阶微分子VI输入到分数阶PD控制模块后相加得到扭矩变化量,输入到寄存器中;

所述机械臂位置输出模块是用来测量二自由度机械臂的位置信号,NI的C系列I/O接口模块对伺服电机的编码器信号进行采集处理,将采集到的机械臂位置信息通过位置变化图形化显示出来,以达到实时监视机器人位置的目的;

所述机械臂扭矩输出模块是把存入寄存器中的扭矩变化量累加得到所要输出的扭矩,通过实际扭矩图图形法显示出来,在输出时增加一个范围限制器使得输出扭矩不超过伺服电机的额定扭矩;

所述模拟电压输出模块是把扭矩值经过代数关系转化为电压信号通过NI的C系列模拟输出模块输入到伺服驱动器中,以达到控制伺服电机运行的目的,输出电压以图形化显示输出电压信号;

整个人机交互的界面程序在一个while循环中以达到连续控制的目的。

2. 根据权利要求1所述的一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其特征在于,所述CompactRIO一体式控制器采用型号为NI cRIO9075的CompactRIO一体式控制器。

3. 根据权利要求1所述的一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其特征在于,所述NI的C系列I/O接口模块采用型号为NI9401的I/O接口模块。

4. 根据权利要求1所述的一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其特征在于,所述NI的C系列模拟输出模块采用型号为NI9263的模拟输出模块。

5. 根据权利要求1所述的一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其特征在于,所述伺服驱动器采用型号为ASD-B2-0423-B的台达伺服驱动器。

6. 根据权利要求1所述的一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其特征在于,所述伺服电机与二自由度机械臂之间设有行星减速器。

一种基于CompactRIO的机器人控制系统

技术领域

[0001] 本发明属于智能控制领域,特别涉及一种基于CompactRIO的机器人控制系统。

背景技术

[0002] 目前的二自由度机械臂主要通过PLC和运动控制卡实现控制,随着被控对象的日趋复杂,控制精度要求越来越高,一般的控制方式已经不能满足对目标的控制要求了,同时现有的控制系统的实时性不足,常会发生控制命令延迟现场,对高精度要求的生产设备存在明显的缺陷,同时不能实时改编程序实现实时控制,只能按照固有的控制程序实现机械化的动作,不具备调整的灵活。

发明内容

[0003] 本发明为解决上述存在的技术缺陷,提供一种基于CompactRIO的机器人控制系统,控制系统由硬件部分与软件部分构成,软件部分基于LabVIEW编程平台编写程序以及系统界面,利用该系统控制相对应的硬件设备,实现二自由度机械臂的高速高精度控制。该系统可以方便稳定的控制机器人系统,并不会因为机器人复杂的控制系统而降低实时性。

[0004] 本发明的技术方案是:一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其中,包括具有LabVIEW平台的上位机、电源、CompactRIO一体式控制器、NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块、伺服驱动器、伺服电机、辅助电源、二自由度机械臂,所述电源与上位机相连,上位机与CompactRIO一体式控制器进行通讯,辅助电源与CompactRIO一体式控制器相连并为其提供直流电压,所述NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块均安装在CompactRIO一体式控制器并与伺服驱动器连接,伺服驱动器与伺服电机连接,NI的C系列I/O接口模块通过伺服驱动器对伺服电机的编码器信号进行采集处理,NI的C系列模拟输出模块输出模拟电压信号到伺服驱动器实现伺服电机的力矩控制,伺服电机驱动二自由度机械臂,所述上位机的LabVIEW平台设有人机交互界面,所述人机交互界面包括开关控制伺服电机启停模块、分数阶PD控制模块、机械臂位置输出模块、机械臂扭矩输出模块、模拟电压输出模块;

[0005] 所述开关控制伺服电机启停模块由一个数值输入控件和一个数值显示控件以及一个开关控件构成,实现通过开关控制伺服电机的启动与停止功能,在控制主程序中开关控制伺服电机启停模块作为一个子VI被调用,数值输入控件是由输出扭矩通过代数关系转化的电压信号,通过开关控件的开通或断开控制是否把数值输入控件的值传送给数值显示控件,以达到电压输出的目的;

[0006] 所述分数阶PD控制模块是由比例、微分两部分构成的闭环结构,分数阶PD控制模块包括分数阶微分子VI的输入与输出、比例调节系数和微分调节系数,理想信号与输入值的差值通过分数阶微分子VI输入到分数阶PD控制模块后相加得到扭矩变化量,输入到寄存器中;

[0007] 所述机械臂位置输出模块是用来测量二自由度机械臂的位置信号,NI的C系列I/O

接口模块对伺服电机的编码器信号进行采集处理,将采集到的机械臂位置信息通过位置变化图形化显示出来,以达到实时监视机器人位置的目的;

[0008] 所述机械臂扭矩输出模块是把存入寄存器中的扭矩变化量累加得到所要输出的扭矩,通过实际扭矩图图形法显示出来,在输出时增加一个范围限制器使得输出扭矩不超过伺服电机的额定扭矩;

[0009] 所述模拟电压输出模块是把扭矩值经过代数关系转化为电压信号通过NI的C系列模拟输出模块输入到伺服驱动器中,以达到控制伺服电机运行的目的,输出电压以图形化显示输出电压信号;

[0010] 整个人机交互的界面程序在一个while循环中以达到连续控制的目的。

[0011] 优选地,CompactRIO一体式控制器采用型号为NI cRIO9075的CompactRIO一体式控制器。CompactRIO系统具有坚实的架构,其中包括有可重新配置的现场可编程门阵列(FPGA)的机箱、RT控制器。另外,用户可以利用LabVIEW图形化编程语言工具对其进行开发,并应用于各类控制和监测应用中。NI cRIO9075是其中的一种型号,具有四个C模块的插槽,一个配电接口,一个以太网接口,一个RS-232插口。

[0012] 优选地,NI的C系列I/O接口模块采用型号为NI9401的I/O接口模块。NI9401是一款可配置的数字I/O接口,可实现4位增量的输入或输出。因此,NI-9401可以提供三种配置:8个数字输入、8个数字输出;或四个数字输入和四个数字输出。借助可重新配置I/O (RIO)技术(仅CompactRIO),用户可使用 LabVIEW FPGA模块对NI9401进行编程,以实现自定义高速计数器/定时器、数字通信协议、脉冲生成等。每个通道的I/O通道和背板之间都具有瞬态隔离。

[0013] 优选地,NI的C系列模拟输出模块采用型号为NI9263的模拟输出模块。NI9263是一款同步更新模拟输出模块。它具有过压保护、短路保护、低串扰、快速转换速率、高相对精度和可溯源至NIST的校准。NI 9263模块包含双重通道对地隔离屏障,实现了安全性和抗噪声干扰。

[0014] 优选地,伺服驱动器采用型号为ASD-B2-0423-B的台达伺服驱动器,其中ASD为产品名称AC SERVO Drive,产品系列号为B2,04代表驱动器的额定输入功率是400W,23表示驱动器的输入电压为三相220V的S交流电压,B为集中代码。台达伺服电机选择ECMA系列,具体序列号为C20604RS,输入电源规格为0.1KW、200V、1.1A,输出电源规格为3000r/min、1.27Nm,伺服电机的使用实现了位置、速度和力矩的闭环控制,克服了步进电机的失步问题;台达伺服电机低速运行平稳,抗过载能力强,可同时配置高分析度的标准编码器及测速器,更能加配减速箱令机械设备带来可靠的标准性及高扭矩。

[0015] 优选地,伺服电机与二自由度机械臂之间设有行星减速器。为了提高手臂的输出力矩、降低其运行速度,所以在二自由度机械臂与伺服电机之间增加了行星减速器,精密行星齿轮减速机型号为SP60-20-S2-P2,该精密行星减速器具有高刚性、输出扭矩高、啮合性好、传动效率高等优点,广泛适用于伺服、步进、直流等传动系统和各种自动化高精度传动系统。

[0016] 本发明的有益效果是;在LabVIEW环境下开发了一种基于CompactRIO的机器人控制系统,程序简单,操作方便,控制系统中设计的分数阶PID控制模块较传统PID控制器而言更加灵活,鲁棒性更强,利用该系统控制相对应的硬件设备,实现二自由度机械臂的高速高

精度控制,并不会因为机械臂复杂的控制系统而降低实时性。

附图说明

[0017] 图1是控制系统的连接示意图。

[0018] 图2为人机交互界面的控制流程图。

具体实施方式

[0019] 附图仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制;为了更好说明本实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对于本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。附图中描述位置关系仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制。

[0020] 实施例1:

[0021] 如图1和图2所示,一种基于CompactRIO的机器人控制系统,其中,包括具有LabVIEW平台的上位机、电源、CompactRIO一体式控制器、NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块、伺服驱动器、伺服电机、辅助电源、二自由度机械臂,所述电源与上位机相连,上位机与CompactRIO一体式控制器进行通讯,辅助电源与CompactRIO一体式控制器相连并为其提供直流电压,所述NI的C系列I/O接口模块、NI的C系列模拟输出模块均安装在CompactRIO一体式控制器并与伺服驱动器连接,伺服驱动器与伺服电机连接,NI的C系列I/O接口模块通过伺服驱动器对伺服电机的编码器信号进行采集处理,NI的C系列模拟输出模块输出模拟电压信号到伺服驱动器实现伺服电机的力矩控制,伺服电机驱动二自由度机械臂,所述上位机的LabVIEW平台设有人机交互界面,所述人机交互界面包括开关控制伺服电机启停模块、分数阶PD控制模块、机械臂位置输出模块、机械臂扭矩输出模块、模拟电压输出模块;

[0022] 所述开关控制伺服电机启停模块由一个数值输入控件和一个数值显示控件以及一个开关控件构成,实现通过开关控制伺服电机的启动与停止功能,在控制主程序中开关控制伺服电机启停模块作为一个子VI被调用,数值输入控件是由输出扭矩通过代数关系转化的电压信号,通过开关控件的开通或断开控制是否把数值输入控件的值传送给数值显示控件,以达到电压输出的目的;

[0023] 所述分数阶PD控制模块是由比例、微分两部分构成的闭环结构,分数阶PD控制模块包括分数阶微分子VI的输入与输出、比例调节系数和微分调节系数,理想信号与输入值的差值通过分数阶微分子VI输入到分数阶PD控制模块后相加得到扭矩变化量,输入到寄存器中;

[0024] 所述机械臂位置输出模块是用来测量二自由度机械臂的位置信号,NI的C系列I/O接口模块对伺服电机的编码器信号进行采集处理,将采集到的机械臂位置信息通过位置变化图图形化显示出来,以达到实时监视机器人位置的目的;

[0025] 所述机械臂扭矩输出模块是把存入寄存器中的扭矩变化量累加得到所要输出的扭矩,通过实际扭矩图图形法显示出来,在输出时增加一个范围限制器使得输出扭矩不超过伺服电机的额定扭矩;

[0026] 所述模拟电压输出模块是把扭矩值经过代数关系转化为电压信号通过NI的C系列

模拟输出模块输入到伺服驱动器中,以达到控制伺服电机运行的目的,输出电压以图形化显示输出电压信号;

[0027] 整个人机交互的界面程序在一个while循环中以达到连续控制的目的。

[0028] 其中,CompactRIO一体式控制器采用型号为NI cRIO9075的CompactRIO一体式控制器,NI的C系列I/O接口模块采用型号为NI9401的I/O接口模块,

[0029] NI的C系列模拟输出模块采用型号为NI9263的模拟输出模块,伺服驱动器采用型号为ASD-B2-0423-B的台达伺服驱动器。

[0030] 为了提高手臂的输出力矩、降低其运行速度,所以在二自由度机械臂与伺服电机之间增加了行星减速器,精密行星齿轮减速机型号为SP60-20-S2-P2,该精密行星减速器具有高刚性、输出扭矩高、啮合性好、传动效率高等优点,广泛适用于伺服、步进、直流等传动系统和各种自动化高精度传动系统。

[0031] 工作时,打开上位机的人机交互界面,控制流程是:首先输入一个给定的期望轨迹(如正弦信号等),由NI9401采集编码器信号,通过数学公式转化为位置弧度输出,其中NI9401有模块配置模式和专用数字配置模式,在专用配置模式下又有计数器、计数器驱动输出、脉宽调制和正交四种功能,根据设计的要求选择的是正交功能,通过选择NI9401正交编码器的功能就可以确定机械臂的位置和旋转方向两个信息,再转化为弧度与理想正弦信号比较,检测开关按钮是否触发,如果触发则理想正弦信号与转化的弧度做差处理,其差值通过分数阶PD控制模块后输出扭矩变化量,伺服电机的控制机能选择扭矩模式,在扭矩模式下输出电压与扭矩成线性关系,通过一定的线性计算将扭矩转化为电压输出。NI9263是四通道16位模拟电压输出模块,通过NI9263模块把转化的电压信号输出到伺服驱动器驱动伺服电机工作,伺服电机再次产生脉冲信号控制机械臂运动,如此循环控制就能达到机械臂的稳定控制。

[0032] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

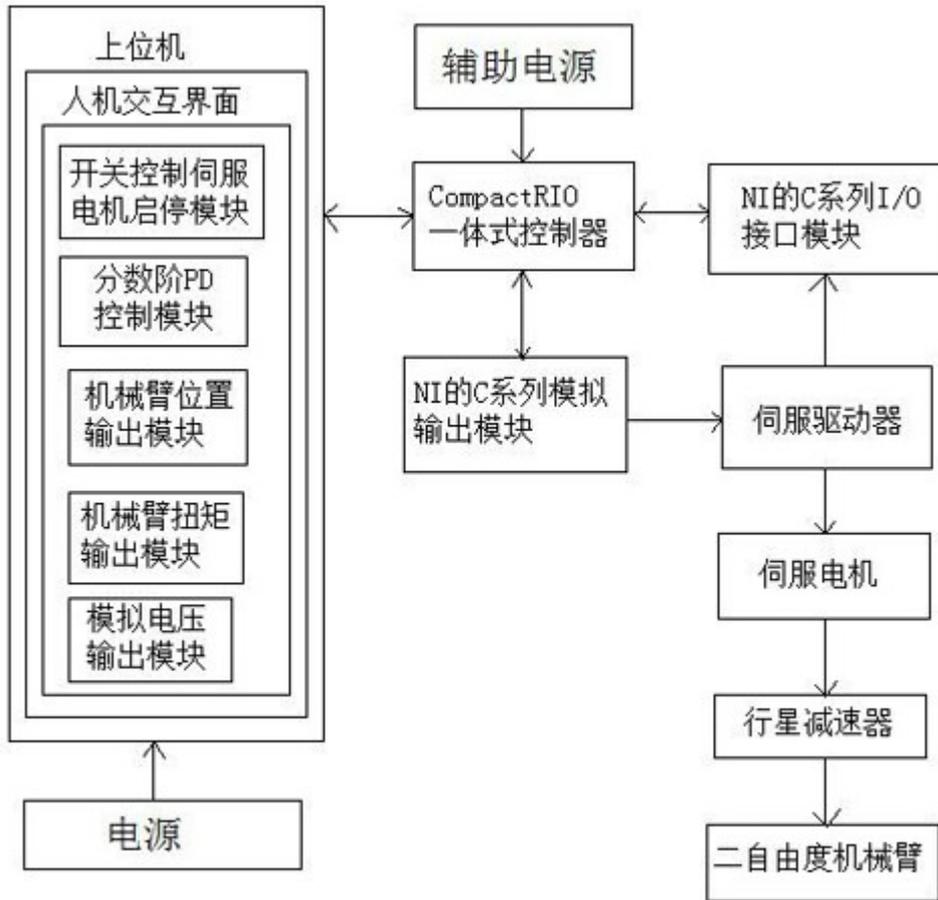


图1

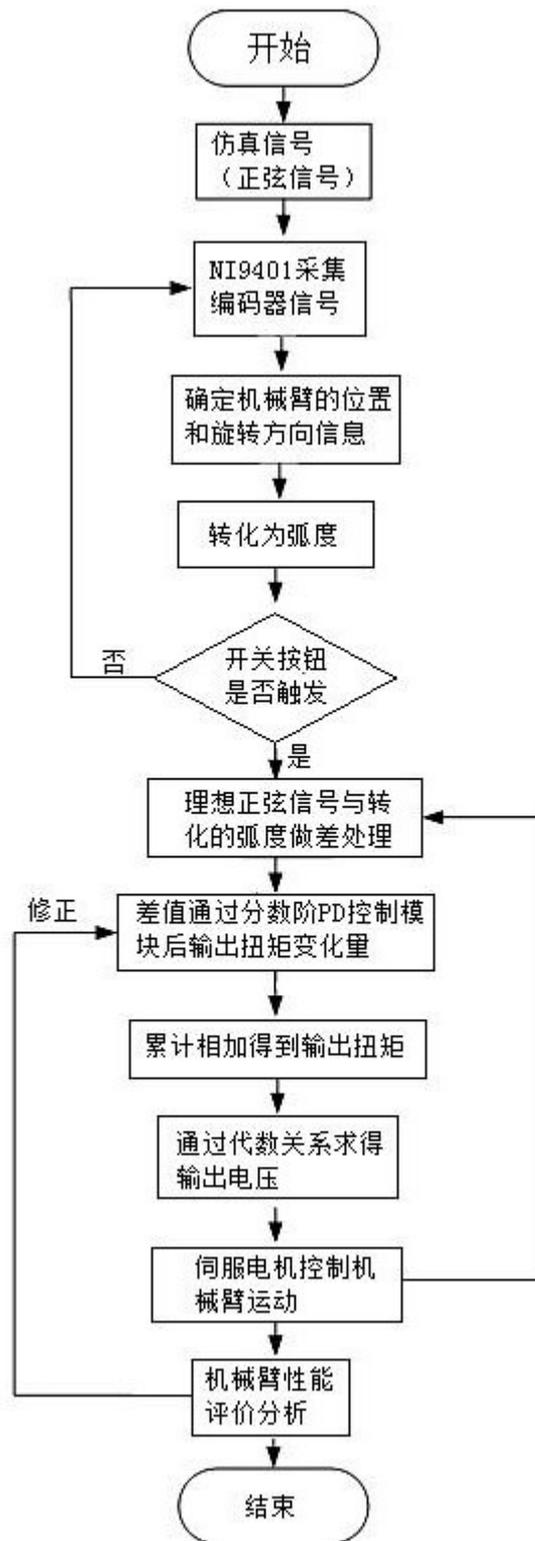


图2