

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101592951 B

(45) 授权公告日 2011.01.12

(21) 申请号 200910054322.3

(22) 申请日 2009.07.02

(73) 专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 苏剑波 杨斌 刘成刚

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201
代理人 毛翠莹

(51) Int. Cl.
G05B 19/418 (2006.01)
H04L 12/28 (2006.01)
G06F 9/44 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2007/0198444 A1, 2007.08.23, 全文.
CN 101293350 A, 2008.10.29, 全文.
CN 201208892 Y, 2009.03.18, 全文.
CN 1484807 A, 2004.03.24, 全文.

陶龙等. 仿人机器人分布式控制系统研究及实现. 《工业控制计算机》. 2008, 第 21 卷 (第 9 期), 71-72.

陈健等. 基于智能体的仿人机器人分层控制系统. 《高技术通讯》. 2007, 第 17 卷 (第 6 期), 586-590.

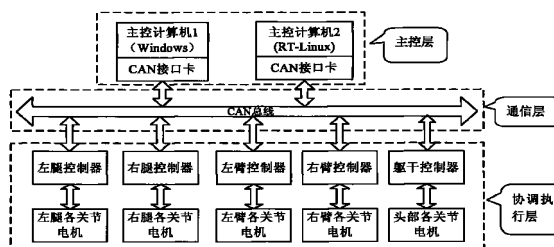
庞云亭等. 基于双计算机的仿人机器人的视觉跟踪系统. 《微计算机信息》. 2007, 第 23 卷 (第 9-2 期), 241-243.

审查员 李凤新

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称
分布式仿人机器人通用控制系统

(57) 摘要
本发明涉及一种分布式仿人机器人通用控制系统, 采用双主机的主控层结构和基于智能体的协调执行层结构, 主控层的两台主控计算机分别工作于实时系统和 Windows 系统下, 完成机器人的步态规划与行走控制, 机器人关节电机调试、电机发送信号的检查、传感信息的获得及例外情况的紧急处理。协调执行层由若干个独立的智能体构成, 负责仿人机器人关节伺服控制; 每个智能体由 1 个关节控制器、若干个关节驱动电路和相应的光电信号处理器构成; 关节控制器向驱动电路发送信号, 再由驱动电路控制电机运动, 光电信号处理器接收光电编码器信号并传回关节控制器。主控层和协调执行层之间信息传输采用 CAN 总线实现。本发明分布式的系统结构具有高可靠性、灵活性及易于维护等特点。



1. 一种分布式仿人机器人通用控制系统,由主控层、协调执行层和通信层构成,其特征在于采用双主机的主控层结构和基于智能体的协调执行层结构;

所述主控层由两台主控计算机组成,一台工作于实时系统下,完成机器人的步态规划与行走控制;另一台工作于 Windows 系统下,进行机器人关节电机的调试、电机发送信号的检查、传感信息的获得以及用于例外情况的紧急处理;

所述协调执行层由若干个独立的智能体构成,负责仿人机器人关节伺服控制;每个智能体由 1 个关节控制器、若干个关节驱动电路和相应的光电信号处理器构成;关节控制器向驱动电路发送信号,再由驱动电路控制电机运动,光电信号处理器接收光电编码器信号,再将光电编码器信号传回关节控制器;

所述通信层采用 CAN 总线实现主控层和协调执行层之间信息的传输;主控计算机将控制指令打包为 CAN 数据包后,通过 CAN 接口卡将数据放入通信层,然后通过 CAN 总线传送到协调执行层的各个智能体,由智能体进行数据接收并对电机进行控制;同时智能体接收到的光电编码器信号再由 CAN 总线传回主控计算机。

2. 根据权利要求 1 的分布式的仿人机器人通用控制系统,其特征工作于 Windows 系统下的主控计算机的软件系统分为表示层、数据层、业务层;表示层作为仿人机器人人机交互界面,由用户设置系统参数和运行模式,实时监测仿人机器人当前的状态,提供环境信息的动态显示功能;表示层接收用户操作之后,将用户指令放入业务层,由业务层对命令进行解释,然后转化为具体任务实现;业务层将接收到的传感器数据转化为用户可见的数据信息存储至数据层。

3. 根据权利要求 1 的分布式的仿人机器人通用控制系统,其特征工作于实时系统下的主控计算机的软件系统由用户操作模块、仿人机器人运动控制模块以及 CAN 设备驱动模块组成;用户操作模块为非实时任务模块,负责用户界面、用户消息接收;CAN 设备驱动模块和仿人机器人运动控制模块构成实时任务模块;CAN 设备驱动模块提供应用程序与 CAN 总线设备的接口,实现基本的 CAN 数据的发送和接收功能;仿人机器人运动控制模块实现关节电机转角数据发送、传感数据接收、控制算法实现,并通过调用 CAN 设备驱动模块的接口函数实现 CAN 协议栈。

分布式仿人机器人通用控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种分布式仿人机器人通用控制系统,实现仿人机器人控制系统模块的标准化和通用化,涉及机器人、计算机工程、人机接口技术等领域。

背景技术

[0002] 近年来,仿人机器人已成为机器人领域研究的热点。仿人机器人具有其他类型机器人无法比拟的优势,便于融入人类日常生活和工作环境中,协助人类完成具体的任务。然而仿人机器人作为一个复杂的具有 30 多个自由度的系统,需要有效利用自身多传感信息来感知外界环境及自身状态变化,并对其运动执行机构进行调整,因此要求其控制系统需要有很高的可靠性和实时性。

[0003] 以往采用的集中式控制系统,控制功能高度集中,具有较快的数据传输速度和精度,但局部的故障就可能造成系统的整体失效。因此,韩国的 KHR-2、美国的 Guroo 等先进系统都是采用了基于 CAN(Controller Area Network) 总线的分布式的体系结构,该结构可以简化机器人控制系统的布线,提高了系统的可扩展性。

[0004] 早先的机器人控制系统的设计中,较多使用的是 Windows、DOS 等分时操作系统。这种操作系统追求系统整体平均性能的优化,操作界面友好,系统成熟,便于开发调试;但却无法保证特定的任务在限定的时间内得到响应,不能满足高实时性的要求,从而无法保证多关节的实时协调运动。因此,对于仿人机器人的稳定行走,实时操作系统是不可或缺的。目前许多机器人都采用实时操作系统进行运动控制,如日本的 ASIMO、德国的 Johnnie 等。然而实时操作系统对于机器人多媒体性能支持较差,编程繁琐及用户界面不友好,因此增加了仿人机器人系统整体调试的难度。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对现有技术的不足以及仿人机器人自身的特点,提出一种分布式仿人机器人通用控制系统,可以独立于仿人机器人平台,各功能模块标准化通用化,提高系统可靠性、稳定性、实时性,实现整体性能的优化。

[0006] 为实现上述目的,本发明设计的分布式仿人机器人通用控制系统采用双主机的控制结构作为相应的主控层方案,并使用智能体作为基本的协调执行层控制单元,主控层与协调执行层之间的信息传输通过通信层实现。双主机的主控层结构中,基于 Windows 系统的主机主要负责仿人机器人的调试和多媒体信息的处理,基于实时系统的主机负责仿人机器人实时运动控制。每个智能体具有自己的光电信号处理器、关节控制器和关节驱动电路。每个智能体都具有一定的自主性,不仅可以由相应传感器的数据转换为机器人的实际状态,而且可以直接对机器人的一些异常情况进行处理,以提高系统处理突发事件的实时性。

[0007] 本发明的仿人机器人通用控制系统的核心是三个相互独立的子系统:主控层、协调执行层和通信层。

[0008] 本发明的主控层负责产生机器人关节运动序列,协调各个关节完成指定的动作,

接收协调执行层发出的反馈信号并进行相应处理。主控层由两台主控计算机组成,一台工作于实时系统下,完成机器人的步态规划与行走控制;另一台工作于 Windows 系统下,进行机器人关节电机的调试、电机发送信号的检查、传感信息的获得以及用于例外情况的紧急处理。

[0009] 本发明的协调执行层由若干个独立的智能体构成,负责仿人机器人关节伺服控制。每个智能体由 1 个关节控制器、若干个关节驱动电路和相应的光电信号处理器构成;关节控制器向驱动电路发送信号,再由驱动电路控制电机运动,光电信号处理器接收光电编码器信号,再将光电编码器信号传回关节控制器。基于智能体的分层控制系统通过充分发挥智能体的智能性来提高仿人机器人控制系统的稳定性和实时性。

[0010] 本发明所述通信层主要负责主控层和协调执行层之间信息的传输交换,为了实现实时性的要求,采用了双总线分布式的控制方法,详见上海交通大学申请的“仿人机器人分布式双总线运动控制系统”专利(专利申请号:200810038844.X)。主控计算机将控制指令封装为 CAN 数据包后,通过 CAN 接口卡将 CAN 数据包放入通信层,然后通过 CAN 总线传送到协调执行层的各个智能体,由智能体增加进行数据的接收与处理,并对电机进行控制;同时智能体将接收到的光电编码器信号封装为 CAN 数据包后再通过 CAN 总线传回主控计算机。

[0011] 本发明的有益效果表现在:通过使用分布式的系统结构,使整个控制系统具有高可靠性,易于维护,开放性和灵活性高等特点,从而能更好地满足仿人机器人运动控制的要求。通过使用基于通用的操作系统的主控层,基于通用现场总线的传输层,降低了整个系统的开发难度和成本,缩短了系统的开发周期,便于移植和改进。使用双主机双系统的主控层,既保留了 Windows 操作系统的优点,又利用实时系统满足了仿人机器人运动的高稳定性和高实时性的要求。使用双总线分布式的控制方法,大大降低了 CAN 总线上的数据的传输量,满足系统对于高实时性的要求。使用智能体作为执行层的基本单元,提高仿人机器人控制系统的稳定性和实时性,特别是遇到异常情况时的稳定性和实时性。

附图说明

[0012] 图 1 为本发明分布式仿人机器人通用控制系统的结构示意图。

[0013] 图 2 为本发明中的智能体结构图。

[0014] 图 3 为本发明实施例 1 基于 Windows 的主控计算机控制系统结构示意图。

[0015] 图 4 为本发明实施例 2 工作于实时系统的主控计算机控制系统结构示意图。

具体实施方式

[0016] 以下结合附图和具体的实施例对本发明的技术方案作进一步详细描述。以下实施例不构成对本发明的限定。

[0017] 图 1 是本发明分布式仿人机器人通用控制系统的结构示意图。整个控制系统采用集中管理分散控制的方式,按照控制系统的结构和功能划分为三层:主控层、通信层、协调执行层。

[0018] 所述主控层采用双主机结构,产生机器人关节运动序列,协调各个关节完成指定的动作。主控层由两台主控计算机组成,一台工作于实时系统下,实时系统具有可靠的稳定性和实时性,所以该主控计算机主要完成机器人的步态规划与行走控制。另一台工作于

Windows 系统下,由于在 Windows 下能更直观的显示各个关节电机的工作情况,对于多媒体传感信息的支持更好,因此方便进行机器人关节电机的调试,电机发送信号的检查,传感信息的获得以及用于例外情况的紧急处理。两台主控计算机既可以同时合作控制机器人的运动,也可以相互独立操作机器人的调试与运动控制。

[0019] 所述协调执行层主要负责机器人关节伺服控制。为了提高机器人的实时性和稳定性,本发明提出用若干个独立的智能体来实现协调执行层的功能。一方面,智能体通过关节控制器接收主控层发送的关节运动序列,对关节电机进行伺服控制;另一方面,智能体接收传感器信息,协同主控层直接处理仿人机器人的异常情况。基于智能体的分层控制系统通过充分发挥智能体的智能性来提高机器人控制系统的稳定性和实时性。

[0020] 图 2 所示为协调执行层中智能体的组成结构。各个智能体之间是独立的,每个智能体由 1 个关节控制器、若干个关节驱动电路和相应的光电信号处理器构成;关节控制器向驱动电路发送信号,再由驱动电路控制电机运动,光电信号处理器接收光电编码器信号,再将光电编码器信号传回关节控制器。

[0021] 本发明所述通信层主要负责主控层和协调执行层之间信息的传输。主控计算机与电机控制器之间通过 CAN 总线进行通信。CAN 总线与一般通信总线相比,它的数据通信具有较强的可靠性、实时性和灵活性。具体连接方式为:主控计算机通过 CAN 总线接口卡连接到通信总线上,各运动控制器也都通过总线收发器挂接到总线上,而且可以根据实际情况增减数目,而不会对系统本身产生影响。

[0022] 主控计算机将控制指令封装为 CAN 数据包后,通过 CAN 接口卡将封装后的数据放入通信层,然后通过 CAN 总线,传送至智能体,由智能体进行数据接收并对电机进行控制。同时智能体将接收到的光电编码器信号封装为 CAN 数据包后,再由 CAN 总线传回主控计算机。

[0023] 在本发明的实施例 1 中,本发明基于 Windows 的主控计算机控制系统组成结构如图 3 所示,根据其功能,可将主控计算机的整个软件系统分为表示层、数据层、业务层。整个系统在 VC6.0 环境下,采用面向对象的方法进行编写,便于模块改写、升级以及系统移植。

[0024] 表示层作为仿人机器人人机交互界面,用户可以设置系统参数和运行模式,实时监测仿人机器人当前的状态,提供环境信息的动态显示功能。

[0025] 数据层负责保存和设置各种数据和环境信息,包括传感器数据,步态规划数据等。

[0026] 业务层包括命令处理,任务处理,轨迹生成,运动控制功能以及传感信号的采集与处理等。

[0027] 其中,业务层是三层模式的核心,它对动态变化的环境信息进行处理,向机器人发送关节步态规划运动序列数据。任务处理模块是调度中心,负责协调业务层各个模块工作,它接受来自命令处理模块的用户命令,来自全局信息模块的环境信息,以及读取数据层的历史数据。运动控制模块负责产生机器人关节步态规划运动序列,将关节电机信号封装为 CAN 数据包并通过 CAN 设备发送。传感信号采集及处理模块负责仿人机器人各关节传感信息数据的采集和处理,并根据用户要求,将其有选择地显示至状态序列图上。

[0028] 表示层接收用户操作之后,将用户指令放入业务层,由业务层对命令进行解释,然后转化为具体任务实现。业务层将接收到的传感器数据转化为用户可见的数据。所有的数据信息存储至数据层。

[0029] 在本发明实施例 2 中,工作于实时系统下的主控计算机的控制系统结构组成如图 4 所示。该系统由用户操作模块,仿人机器人运动控制模块以及 CAN 设备驱动模块组成。由于 RT-Linux 是一个源码开放的实时操作系统,便于开发研究,且能够提供更多的功能,比如网络 TCP/IP 协议等,因此选用 RT-Linux 作为仿人机器人的实时操作系统。用户操作模块主要负责用户界面,用户消息接收等。

[0030] 用户操作模块为非实时任务模块,负责用户界面、用户消息接收等。

[0031] CAN 设备驱动模块和仿人机器人运动控制模块构成实时任务模块。其中,CAN 设备驱动模块提供应用程序与 CAN 总线设备的接口,实现基本的 CAN 数据的发送和接收功能。

[0032] 仿人机器人实时控制模块运行于 RT-Linux 内核空间,是软件的核心部分,该模块实现了关节电机转角数据发送、传感数据接收,控制算法实现等功能,并通过调用设备驱动模块的接口函数实现 CAN 协议栈。

[0033] 用户操作模块接收到用户操作指令后将指令放入 RT-FIFO 中,再由仿人机器人实时控制模块读取 RT-FIFO 的指令,将控制信号通过 CAN 设备驱动模块,作为 CAN 数据包发送。同时由 CAN 设备驱动模块接收 CAN 信号,再由仿人机器人实时控制模块将接收到的信息放入 RT-FIFO 中,由用户操作模块显示给用户。

[0034] 采用本发明分布式仿人机器人通用控制系统进行仿人机器人的研究开发,实验表明,研发的仿人机器人系统具有很高的实时性与稳定性。系统设计遵循通用、标准的原则,便于系统的扩展,升级和移植。各个系统模块,包括硬件和软件,都采用统一规范的接口,便于用户进行修改和替换,而不需要修改系统整体构架,大大提高了研发效率,节约了成本和研发人力的投入,缩短了整个控制系统的研发周期。

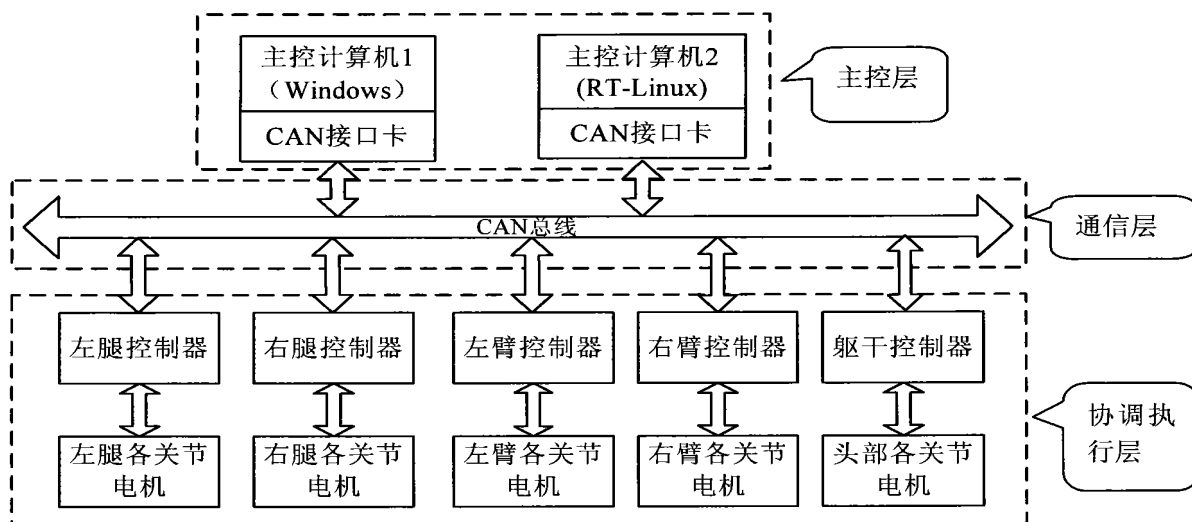


图 1

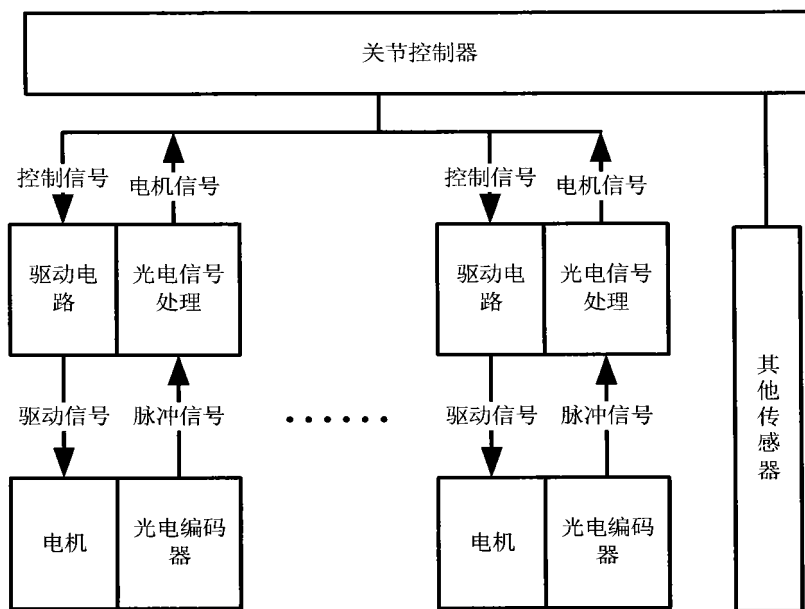


图 2

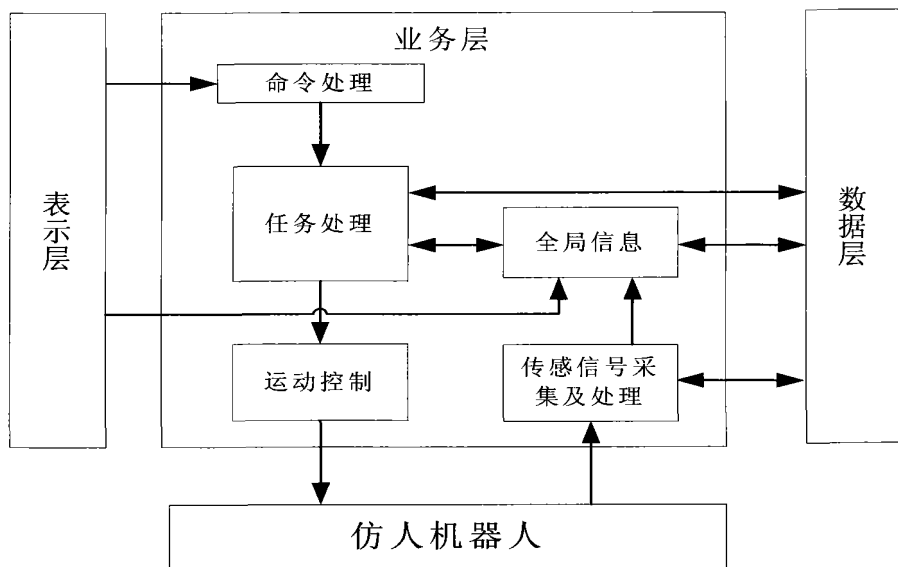


图 3

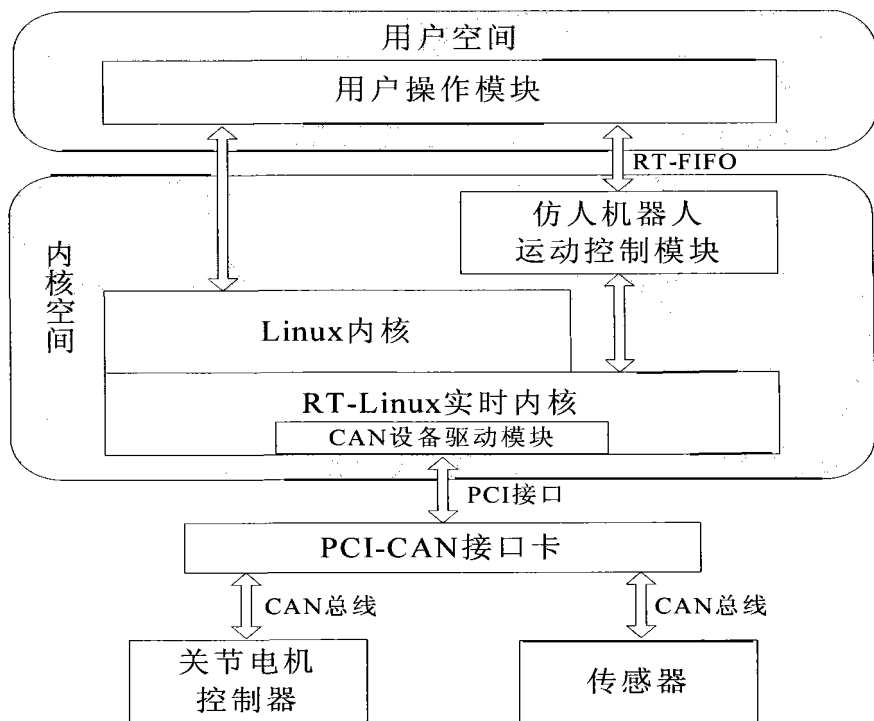


图 4