

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B25J 13/00

G05D 3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03139296.2

[43] 公开日 2005年4月6日

[11] 公开号 CN 1603068A

[22] 申请日 2003.9.29 [21] 申请号 03139296.2

[71] 申请人 中国科学院自动化研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村南一条1号

[72] 发明人 景奉水 谭民 梁自泽 徐德王跃

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

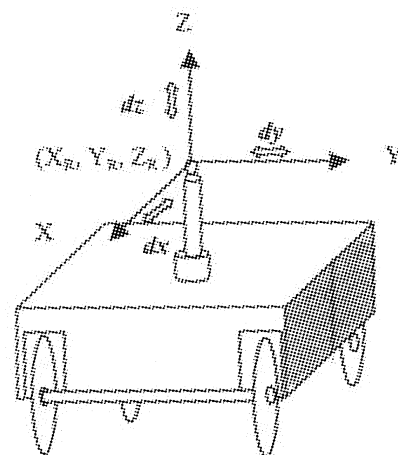
代理人 戎志敏

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

[54] 发明名称 基于无线网络的多机器人搬运控制系统

[57] 摘要

一种基于无线网络的多机器人搬运控制系统，包括：上位机控制子系统，用于响应用户的操作命令、规划搬运任务并监控下位机控制子系统；多个下位机控制子系统，用于机器人关节运动轨迹规划、完成运动伺服并为上位机传递机器人运行状态参数；上位机控制子系统和下位机控制子系统通过无线网络相连。本发明的系统可用于6自由度多机器人搬运平台的实时控制，给出的控制方案除具有实时性高，抗干扰性强的优点外，而且还可实现远程监控，易于信息自动化管理。



ISSN 1008-4274

1. 一种基于无线网络的多机器人搬运控制系统，其特征在于包括：
上位机控制子系统，用于响应用户的操作命令、规划搬运任务并监
5 控下位机控制子系统；
多个下位机控制子系统，用于机器人关节运动轨迹规划、完成运动
伺服并为上位机传递机器人运行状态参数；
上位机控制子系统和下位机控制子系统通过无线网络相连。
2. 按权利要求 1 所述的系统，其特征在于：所述上位机控制子系统包括
10 工业 PC 机 I1，通过 PC 总线，I1 同无线网卡 R1 连接，R1 通过无线载波
与无线网桥 AP 相连。
3. 按权利要求 1 所述的系统，其特征在于：所述下位机控制子系统包括
PC/104 单元 P1，通过 PC/104 总线，P1 分别同多轴运动控制卡 C2，以及
无线网卡接入单元 C1 连接，其中，C1 与无线网卡 W1 连接，C2 分别连接
15 机器人 3 个运动关节的伺服放大器 A1、A2 和 A3，而 A1、A2 和 A3 分别
连接对应的 M1、M2 和 M3 关节驱动器。

基于无线网络的多机器人搬运控制系统

技术领域

- 5 本发明涉及多机器人协调控制系统，特别涉及基于无线网络的多机器人搬运控制系统。

背景技术

传统上 6 自由度机器人系统包括串联机构机器人和并联机构机器人两
10 类。前者（图 1）特点是采用开链式机构，作业空间大，但具有刚度低，
承载能力低的缺点。后者（图 2）的特点采用闭链式机构，具有刚度、
承载能力大，精度高的优点，但是操作空间狭小（见黄真，孔令富，方
跃法，“并联机器人机构学理论及控制”，机械工业出版社，1997）。在
有些作业场合，比如大型船体分段的 6 自由度对接，即需要高达上千吨
15 的承载能力，又需要能容纳下长达几米甚至几十米船体分段的操作空间，
不论是串联机器人还是并联机器人目前都达不到这种要求。

图 3 是由多个 3 自由度移动机器人 C1、C2、C3 和 C4 等构成的 6 自由
度多机器人搬运平台，这类系统不但具备了 6 自由度位姿自动调整功能，
而且具有承载能力大、刚度大和作业空间大的优点。每个移动机器人具
20 有沿 X、Y 和 Z 方向的 3 个运动自由度（图 4），即 dx 、 dy 和 dz 。通过
多机器人的协调运动可以完成被搬运物体的 6 自由度调整，即沿 X、Y
和 Z 轴的线位移 px ， py ， pz 和绕 X、Y 和 Z 轴的角位移 ϕ ， α ， θ （图

3)。对于图 3 所示的多机器人系统来说，保证各个机器人协调一致的动作是对该系统控制功能的基本要求，要达到这项要求，就需要控制系统的通讯具备良好的实时性和可靠性。目前还不存在针对图 3 所示的多机器人搬运平台专门设计的控制系统。

5

发明内容

本发明的目的是提供一种基于无线网络的多机器人搬运控制系统。

为实现上述目的，一种基于无线网络的多机器人搬运控制系统，包括：

10 上位机控制子系统，用于响应用户的操作命令、规划搬运任务并监控下位机控制子系统；

多个下位机控制子系统，用于机器人关节运动轨迹规划、完成运动伺服并为上位机传递机器人运行状态参数；

上位机控制子系统和下位机控制子系统通过无线网络相连。

15 本发明的系统可用于 6 自由度多机器人搬运平台的实时控制，给出的控制方案除具有实时性高，抗干扰性强的优点外，而且还可实现远程监控，易于信息自动化管理。

附图说明

20 图 1 为 6 自由度串联结构工业机器人示意图；

图 2 为 6 自由度并联结构工业机器人示意图；

图 3 为 6 自由度多机器人搬运平台示意图；

图 4 为 3 自由度移动机器人示意图；

图 5 为多机器人搬运平台控制系统的上位机模块连接图；

25 图 6 为 3 自由度移动机器人控制系统的下位机模块连接图

具体实施方式

本发明是针对多机器人搬运平台的基于无线通讯模式的离散控制系统，该系统由上位机控制子系统（图 5）和多个下位机控制子系统（图 6）构成。上位机控制子系统负责响应用户的操作命令、规划搬运任务并监控下位机控制子系统；下位机子系统负责机器人关节运动轨迹规划、完成运动伺服并为上位机传递机器人运行状态参数。上位机控制子系统和下位机控制子系统通过无线网络相连。由于无线网络采用了特殊的跳频和加密算法，使得系统的通讯速率、抗干扰能力比起常规的串行通讯大大提高，方便了系统的实时控制。另外，由于是无线传输，上位机和下位机在物理设备上分离的，因此在通讯距离允许的范围内，上位机系统和下位机系统的位置可以随意调整，这一方面简化了系统的线路铺设，另一方面更便于系统的信息自动化管理。

图 5 为上位机控制子系统的模块图。其核心部件是工业 PC 机 I1。通过 PC 总线，I1 同无线网卡 R1 连接。R1 通过无线载波与无线网桥（即无线网络接入点）AP 相连。其工作原理如下：工业计算机 I1 装有通用操作系统，应用软件提供友好的人机界面来响应用户操作。根据用户设置的搬运物体的位移量 px 、 py 、 pz 、 Φ 、 α 和 β ，应用软件根据特定算法计算各个机器人的位移 dx 、 dy 和 dz ，通过连接在 PC 总线上的无线网卡 R1 发给无线网桥 AP，再由 AP 下传到各个 3 自由度机器人的下位机控制子系统。同时，AP 向 R1 发送由各个 3 自由度机器人上传的信息。

图 6 为下位机控制子系统的模块图。其核心部件是 PC/104 单元 P1。通过 PC/104 总线，P1 分别同多轴运动控制卡 C2，以及无线网卡接入单元 C1 连接。其中，C1 与无线网卡 W1 连接；C2 分别连接机器人 3 个运动关节的伺服放大器 A1、A2 和 A3；而 A1、A2 和 A3 分别连接对应的 M1、M2 和 M3 关节驱动器。其工作原理是：PC/104 单元 P1 装有实时操作系统，以使应用软件能及时响应外部事件。无线网卡 W1 从无线网桥 AP（图 5）获得上位机下传的机器人关节位移命令 dx 、 dy 和 dz 并发送给 PC/104 单元 P1；P1 再将命令传给多轴运动控制卡 C2，C2 完成关节轨迹规划并和伺服放大器 A1、A2、A3 一起控制 M1、M2 和 M3 完成各个关节位移；同时，P1 把得到的控制系统信息通过 W1 上传给 AP。

实施例

在实施例中，按图 4 搭建了由四台 CAS-II 型 3 自由度移动机器人构成 6 自由度多机器人搬运平台，通过图 5 和图 6 所示的控制系统实现了对搬运平台的控制。其中，图 5 中工业计算机 I1 采用 ADVANTECH-610，内装 Windows 2000 操作系统和上位机应用软件；无线网卡 R1 采用清华同方 TFW1200-PCI；无线网桥 AP 采用清华同方 TFW2000。图 6 中 PC/104 单元 P1 采用研华 PCM-3345，内装 RT-Linux 嵌入式实时操作系统和下位机应用软件；无线网卡接入模块 C1 采用研华 PCM-3110C；无线网卡 W1 采用清华同方 TFW1000-PCMCIA；多轴控制卡 C2 采用美国 Delta Tau 公司的 PMAC2A-PC/104；伺服放大器 A1、A2 和 A3 均采用日本安川 YASKAWA CACR-SR15SZ1SD-Y214 型单轴驱动伺服包，用于驱动 CAS-II 型机器人的 3 个关节电机 M1、M2 和 M3。经实际测定，从上位机控制子系统发出运动命令到下位机响应命令所需时间最多为 15 毫秒，能够满足本系统实时控制的要求；而关节控制精度为 0.1 毫米，满足本系统的运动精度控制要求。

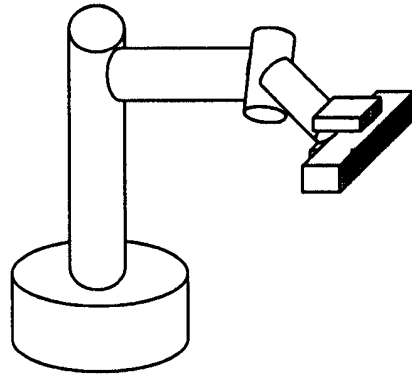


图 1

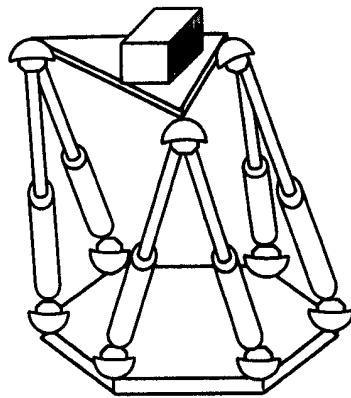


图 2

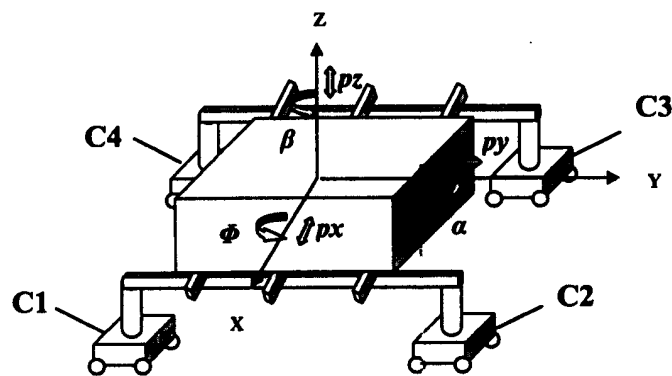


图 3

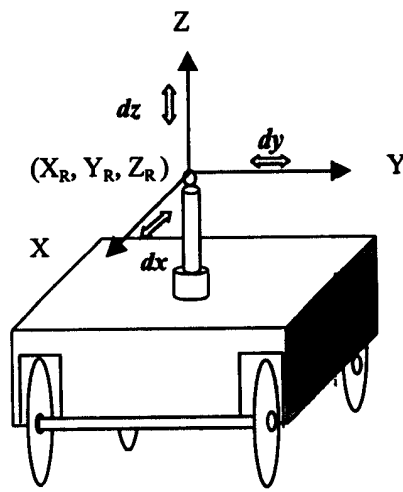


图 4

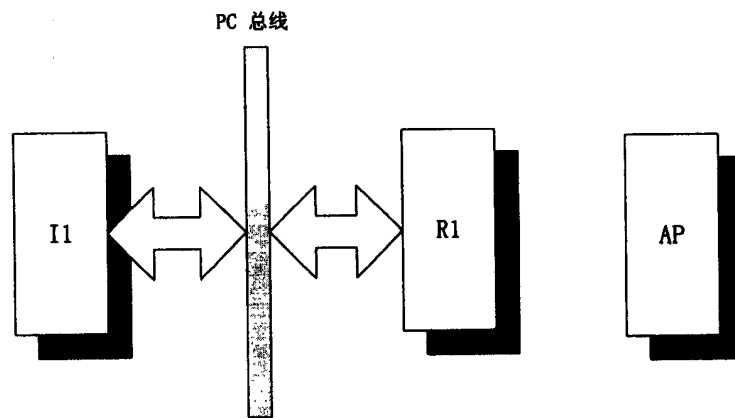


图 5

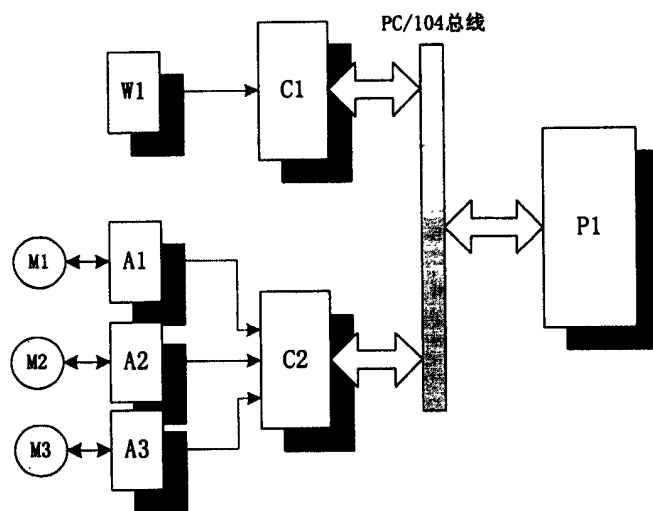


图 6