

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B25J 13/00 (2006.01)

B25J 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510015283.8

[43] 公开日 2006年3月8日

[11] 公开号 CN 1743144A

[22] 申请日 2005.9.29

[21] 申请号 200510015283.8

[71] 申请人 天津理工大学

地址 300191 天津市南开区红旗路 263 号

[72] 发明人 孙启媛

[74] 专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限公司

代理人 廖晓荣

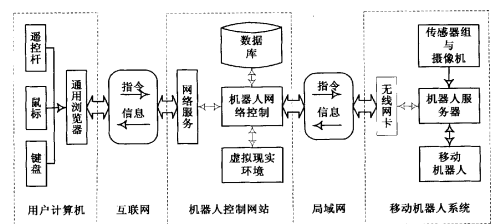
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

基于互联网的机器人远程控制方法

[57] 摘要

本发明公开了一种基于互联网的机器人远程控制方法。由互联网连接远程用户计算机到机器人控制网站，再由局域网连接到移动机器人系统，其特征在于机器人控制网站在接入远程用户计算机用户提出的控制请求时，系统通过时延检测模块对用户的时延进行检测，然后将结果传递给控制方式选择模块，按时延类型为用户调用相应的直接控制、预测控制或监督控制模块，用户进入相应的控制模块，并通过用户端显示的控制界面对机器人进行运动控制。本发明可以根据用户的不同，自主地为用户提供一种与其时延状况相适应的控制方式。因此能够在一定程度上解决针对一种时延状态设计的远程控制系统无法同时满足系统稳定性和实时性的问题。使不同用户在控制机器人时都能够得到满意的效果。



1 一种基于互联网的机器人远程控制方法，包括远程用户计算机由互联网连接到机器人控制网站，再由局域网连接到移动机器人系统，其特征在于
5 所说的机器人控制网站在接入远程计算机用户提出的控制请求时，系统通过时延检测模块对用户的时延进行检测，完成对用户端与机器人网络服务器间的传输时延进行检测并分类，然后将结果传递给控制方式选择模块，控制方式选择模块根据时延检测模块的检测结果按时延类型为用户调用相应的直接控制、预测控制或监督控制模块，用户进入相应的控制模块，并通过用户
10 端显示的控制界面对机器人进行运动控制；所说的移动机器人采集的机器人位置信息和环境信息通过无线网络返回给控制网站，并传递给用户端。

2按照权利要求1所述的远程控制方法，其特征在于所说的直接控制模块是在用户提出控制请求时网络的双向传输时延RTT小于50ms条件下，实现对机器人的直接控制。

15 3按照权利要求1所述的远程控制方法，其特征在于所说的预测控制模块是在用户提出控制请求时网络的双向传输时延RTT在50ms和200ms条件下，实现机器人的预测显示控制。

4按照权利要求1所述的远程控制方法，其特征在于所说的监督控制模块是在用户提出控制请求时网络的双向传输时延RTT大于200ms条件下，通过
20 远程操作人员发送目标任务和相关指令完成对远程机器人的控制。

5按照权利要求1所述的远程控制方法，其特征在于所说的远程用户计算机是任何连接到互联网上的计算机，用户使用通用浏览器登录到机器人网站上对机器人进行控制。

6按照权利要求1或5所述的远程控制方法，其特征在于所说的远程用
25 户计算机连接到互联网的方式，可以是拨号、ADSL以及宽带中的一种。

7按照权利要求1所述的远程控制方法，其特征在于所说的移动机器人和机器人服务器组成的机器人系统是具有一定自主能力的独立闭环控制系统。

8按照权利要求1或7所述的远程控制方法，其特征在于所说的移动机
30 器人上装有具有监控、跟踪和环境识别功能的摄像机，以及装有获取和处理感知识别环境，确定机器人的运动状态超声波传感器组。

基于互联网的机器人远程控制方法

【技术领域】

- 5 本发明涉及机器人的控制方法，特别是一种基于互联网的机器人远程控制方法。

【背景技术】

- 10 在基于互联网的远程控制系统中，机器人的远程控制系统最为复杂，涉及指令、数据、图像和环境信息的实时传输问题。其中最主要的远程控制中的问题是时延对控制的影响。现有的机器人远程控制方式一般有两种，即将传输时延按照固定时延或变化时延两种情况处理。固定时延是假定传输时延为某一个固定值或时延存在一个变化的上界。以固定时延方式设计的控制系统在时延偏离固定值较大或在零和时延上界之间变动时，系统的稳定性和模型精度很难保证。变化时延则充分考虑了网络时延的变化性和不确定性特点，认为时延是时时变化的，但不考虑时延的大小。在此基础上建立起来的控制系统，系统的稳定性得到保证，却往往难以获得好的实时性。

- 15 同时，以互联网为通讯媒介的机器人远程控制系统，由于机器人构建在互联网的一个站点上，面向不同的网络用户。网络用户接入互联网的方式不同（如普通拨号上网用户的网络连接速度为 56Kbps，DDN 用户的接入速度最高可达 2Mbps，ADSL 用户最高接入速度是下行 8Mbps、上行 640Kbps，而通过光纤接入互联网的用户接入速度可达 100Mbps。），互联网的网络带宽和路由状况的不同，也造成不同的远程控制端与机器人端的通讯具有不同的传输时延而且时延的变化是不确定的。这种时延存在及其变化的不确定性都将使远程控制难于实现，并且会造成控制系统的不稳定性。因此时延问题是网络机器人远程控制需要解决的一个主要问题。

【发明内容】

- 20 本发明的目的是为了克服现有技术的问题，而提供一种基于互联网的机器人远程控制方法，该方法以时延检测为基础综合应用直接控制、预测控制和监督控制方式，从而实现对机器人的远程控制的稳定和精确。

本发明为解决上述问题，公开了一种基于互联网的机器人远程控制方法。包括远程用户计算机由互联网连接到机器人控制网站，再由

局域网连接到移动机器人系统，其特征在于所说的机器人控制网站在接入远程用户计算机用户提出的控制请求时，系统通过时延检测模块对用户的时延进行检测，完成对用户端与机器人网络服务器间的传输时延进行检测并分类，然后将结果传递给控制方式选择模块，控制方式选择模块根据时延检测模块的检测结果按时延类型为用户调用相应的直接控制、预测控制或监督控制模块，用户进入相应的控制模块，并通过用户端显示的控制界面对机器人进行运动控制；所说的移动机器人采集的机器人位置信息和环境信息通过无线网络返回给控制网站。

5 所说的直接控制模块是在用户提出控制请求时网络的双向传输时延RTT小于50ms条件下，实现对机器人的直接控制。

所说的预测控制模块是在用户提出控制请求时网络的双向传输时延RTT在50ms和200ms条件下，实现机器人的预测显示控制。

15 所说的监督控制模块是在用户提出控制请求时网络的双向传输时延RTT大于200ms条件下，通过远程操作人员发送目标任务和相关指令完成对远程机器人的控制。

20 本发明机器人远程控制系统的设计中提出了以远程控制用户请求控制及控制中的时延为输入参数来选取控制方式的控制策略。依据不同网络用户的时延状况的不同，以检测到的用户时延提供相应的控制方式，并以机器人的环境信息为参考建立控制模型，进行控制补偿，以补偿由于网络传输时延对控制实时性的影响。根据时延大小和稳定性情况，在机器人远程控制中采用了三种控制方式：直接控制方式、预测显示方式和监督控制方式。并且为建立更为精确的系统控制模型提供了条件。本发明是面向互联网用户的机器人远程控制方法，可以根据用户的不同自主地为用户提供一种与其时延状况相适应的控制方式。因此能够在一定程度上解决针对一种时延状态设计的远程控制

25 系统无法同时满足系统稳定性和实时性的问题。使不同用户在控制机器人时都能够得到满意的效果。

【附图说明】

30 图1 控制系统组成结构示意图；

图2 机器人控制方法流程示意图。

【具体实施方式】

本发明基于互联网的机器人远程控制方法主要由三部分组成：远

程用户计算机、机器人控制网站和移动机器人系统。网络控制部分采用浏览器/服务器网络结构设计。参见图 1。

5 用户计算机是任何一台连接到互联网上的计算机，连接方式可以是拨号、ADSL 以及宽带等任一种方式。用户使用通用浏览器登录到机器人网站上就可以对机器人进行控制。对远程用户使用的计算机没有特殊的要求，不需要安装专门的客户端软件，也不需要用户具有专业的机器人知识。

10 机器人控制网站主要由网络服务器（可根据系统需要处理的信息量的大小配置一台或多台服务器，本系统配置一台服务器即可满足要求）实现，其在逻辑上分为 Web 服务层、业务逻辑层和后端系统层，为用户提供网络服务以及实现机器人远程控制的网络智能代理系统。智能代理系统实现对用户的管理和机器人控制的智能管理，如实现机器人控制方式、控制策略以及机器人通讯的网络管理等。数据库用于存储用户信息、环境信息和机器人的相关信息；数据库可以在网络服务器上，也可以在连接到网络上的独立的数据服务器上。网络服务器和移动机器人之间利用无线网卡通过局域网进行通讯。

20 移动机器人和机器人服务器组成自主机器人系统。移动机器人上装有摄像机，摄像机具有监控、跟踪和环境识别的功能，并负责提供机器人现场的环境信息。机器人上还装有超声波传感器组，通过对传感器信息的获取和处理来感知识别环境，确定机器人的运动状态。用户可以实时获得移动机器人的相关信息，并且据此进行进一步的控制。机器人服务器负责处理传感器信息和执行对机器人的运动控制。

本发明机器人控制网站中机器人远程控制方法流程是以时延检测为基础综合应用直接控制、预测控制和监督控制方式。如图 2 所示：

25 远程用户可以任何一种方式接入互联网的用户计算机。当用户接入机器人控制网站提出控制请求时，系统通过时延检测模块对用户端与机器人网络服务器间的传输时延进行检测并分类，然后将结果传递给控制方式选择模块。控制方式选择模块根据时延检测模块的检测结果按时延类型为用户调用相应的控制模块，用户进入相应的控制模块，并在用户端显示该控制界面，用户可对机器人开始操作，进入运动控制。运动控制则根据不同控制模块的指令对机器人运动发出相关控制指令和操作。在机器人运动的同时，机器人运动过程中的位置、姿态和速度等机器人信息，又通过机器人上安装的传感器进行检测，反馈给用户端。

上述与时延检测结果相对应的控制方式分为：直接控制、预测控制和监督控制三种。其中：

直接控制模块用于实现机器人的直接控制，具有直观性特点，在机器人控制过程中现场感强，并能充分发挥操作者的判断能力和决策能力。但这一控制方式对网络性能的要求比较高，要求网络传输时延小波动不大。在网络存在明显的通讯时延情况下，控制过程将会形成“运动-等待”控制结果，降低控制的效率，也会对控制过程的稳定性造成影响。如果网络通讯状况好，也就是时延小且随机波动相对缓和，采用直接控制的方式将是最简单有效的方式。从前面对时延测试结果的5 10 15 分析中可以发现，对于局域网用户和教育网条件下的大多数用户，网络的传输时延小且在每一段时间内相对稳定，如果在用户提出控制请求时传输时延小于 50ms (RTT)，用户进入直接控制方式，直接向机器人发出控制指令，如前进、转弯和停止等。用户端直接显示摄像机采集的现场图像信息(不需要补偿)，用户借助现场的实时环境的图像信息操作机器人。而移动机器人的自主能力在这一控制方式下体现不出来。

预测控制模块实现机器人的预测显示控制。操作者通过虚拟现实的模拟仿真界面来观察机器人的运动行为进行规划，来保证实际机器人动作的准确性。在实验中对相对稳定型时延(50ms和200ms)的情况采取预测显示控制方式，用户端不再返回摄像机采集的现场实时图像，而为用户提供经过对时延进行预测补偿的虚拟仿真环境信息，以检测到的时延为参数矫正模拟仿真显示的环境信息。在这一范围内随时延的增大，控制系统将自动降低移动机器人的运动速度。预测控制方式的建模采用了虚拟现实技术，构建了环境模型和机器人控制模型，20 25 并利用传感器采集的机器人位置信息，重现机器人的运动状态，以产生临场感的效果。

监督控制模块实现在大的网络传输时延(时延从几秒到几分钟)条件下的机器人控制。时延的变化也大。在这样的网络状况下，直接控制方式的实时性要求无法保证。若采用预测控制方式，无法建立精确的控制模型。而监督控制不需要传输时延作为模型的参数，因此是一个很好的解决方案。由于监督控制把操作人员置于控制系统闭环之外，远程操作人员只需要发送目标任务和相关指令，而具体任务由远程机器人控制回路自主完成。故要求机器人自身是具有一定自主能力的独立闭环控制系统，即将时延环节置于闭环控制之外，采用人工智能的算法使机器人具有自主避障、路径规划的能力。在控制中只需要35

给定机器人所要运动到的目标点位置，机器人就可以利用本身的智能运动到目标位置。时延环节不存在于这个闭环控制系统之内，从而减小小时延对整个系统稳定性的影响。

5 本发明远程用户通过连接到互联网上的计算机，利用通用浏览器（如 IE、Netscape 等）登录到机器人控制网站，即可进入机器人控制网站的主界面。当用户点击控制请求按钮时，系统调用时延检测模块对通讯时延进行检测，并将检测结果发送给控制方式选择模块。控制方式选择模块根据检测的通讯时延，为用户调用相应的控制方式模块。若通讯时延小于 50ms，系统调用直接控制模块，用户进入直接控制方式；如果用户提出控制请求时传输时延在 50ms 和 200ms 时，用户进入预测控制方式；当检测到的通讯时延大于 200ms 时，系统调用监督控制模块，用户将进入监督控制方式。（与三种控制方式相对应的时延范围是根据多次测量和试验结果确定的）每种控制方式都有相应的图形化的控制界面，用户可以通过点击控制按钮，或指定机器人运动的 10 目标点，对机器人进行操作。当用户进行相应的控制操作时，对应的控制指令通过无线网络传送给机器人底层驱动模块，机器人会根据指令产生相应的运动，如前进、后退、左转、右转和停止等，与电机的驱动直接相关，本机器人采用差动驱动方式对机器人运动进行控制。同时，机器人上的传感器采集的机器人位置信息和摄像机采集的 20 机器人环境的视频信息通过无线网络返回给控制网站，并在用户端显示出来。

用户在控制过程中，时延检测器定时对用户的时延状态进行检测，如果发现时延状况有了显著变化，不再适于现有的控制方式，则将新的时延类型参数传给控制方式转换器。控制方式转换器重新为用户 25 调用与当前时延相适应的控制方式，使用户继续进行控制操作。在预测显示控制方式的控制过程中，时延检测器定时检测的时延信息和机器人的位置信息作为补偿器的校正参数，对预测模型进行校正，以保证模型的精度。几种控制方式的综合运用融合控制方式的自动转换，保证了不同的用户在不同的时延条件下顺利地 30 完成机器人的远程操作。

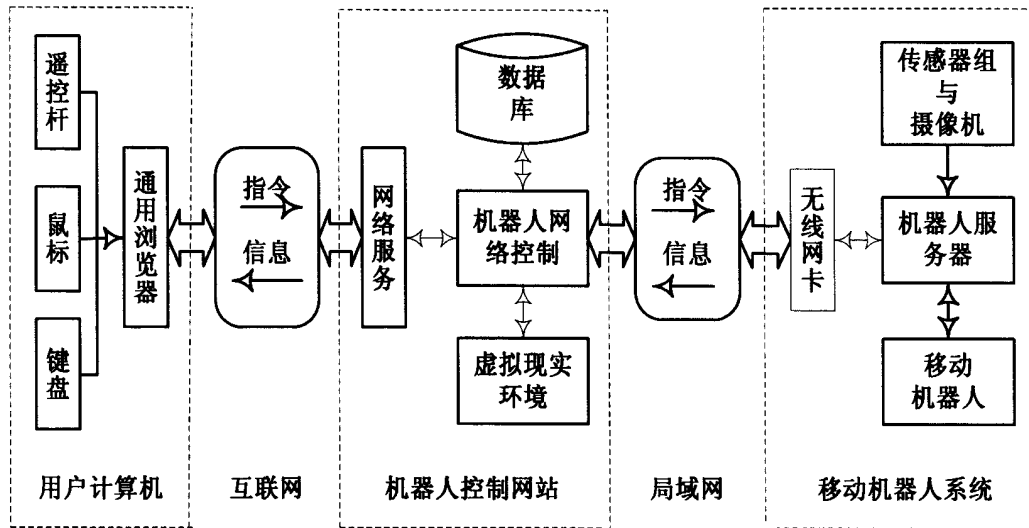


图 1

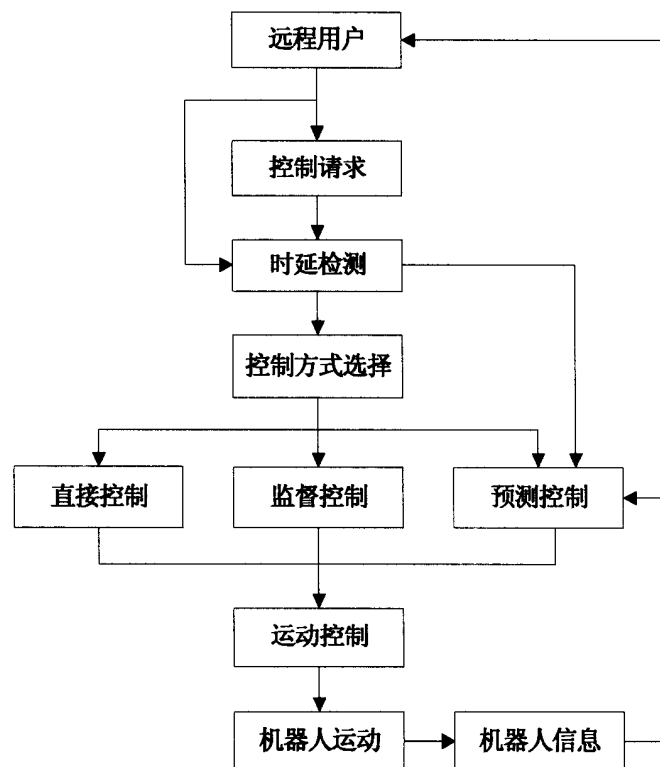


图 2