

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01821647.1

[51] Int. Cl.

G06F 19/00 (2006.01)

G06F 3/00 (2006.01)

G06F 9/00 (2006.01)

G06F 7/70 (2006.01)

G06G 7/64 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100541504C

[22] 申请日 2001.12.20 [21] 申请号 01821647.1

[30] 优先权

[32] 2000.12.28 [33] US [31] 09/750,433

[86] 国际申请 PCT/US2001/049802 2001.12.20

[87] 国际公布 WO2002/054329 英 2002.7.11

[85] 进入国家阶段日期 2003.6.30

[73] 专利权人 自动装置工作空间技术有限公司

地址 美国伊利诺伊州迈尔斯堡市

[72] 发明人 约翰 R·拉帕姆

[56] 参考文献

US4730258A 1988.3.8

US4586151A 1986.4.29

审查员 谭毅

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 徐川

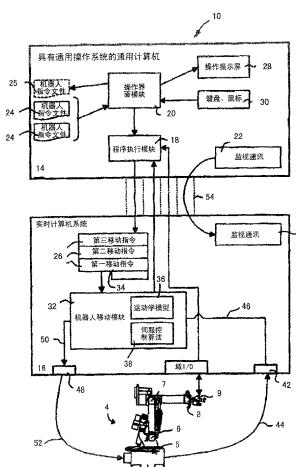
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

多功能机器人控制系统

[57] 摘要

一种改进的多功能机器人控制系统 10 包括一个通用计算机 14，其具有一个与实时计算机子系统 16 保持电子通讯的通用操作系统。通用计算机包括一个程序执行模块 18，用于选择性地开始或中止机器人指令 24 的程序处理，并产生多个机器人移动指令 26。实时计算机子系统 16 包括一个移动指令数据缓冲器 34，用于存储多个移动指令 26，一个与数据缓冲器 34 相连的机器人移动模块 32，用于连续处理移动并计算机器人机械关节所需的位置。实时计算机系统 16 还包括一个 6 动态控制算法 38，与移动模块 32 保持软件通讯，基于机器人关节反馈信号 44/46，重复计算动力装置运动信号 50/52。



1. 一种控制系统，用于运行具有一个机械关节、一个移动关节的机械动力装置以及一个位置反馈传感器的机器人的机器人指令程序，机械动力装置用来接收一个运动信号，反馈传感器提供一个位置信号，其包括：

一个具有通用操作系统的通用计算机，所述的通用计算机包括一个程序执行模块，用于选择性地开始和中止机器人指令的程序的处理并且产生多个机器人移动指令；和

一个实时计算机系统，实时计算机系统与通用计算机进行电子通讯，并且操作性的与机械动力装置和位置反馈传感器连接，一个移动指令数据缓冲器用于存储所述的多个移动指令，一个机器人移动模块，与所述的数据缓冲器相连，用于连续处理所述的多个移动指令并计算机械关节所需的位置，以及一个控制算法，其与所述的机器人移动模块保持软件通讯，用来重复计算基于反馈信号的需要的运动信号以及所述的机械关节需要的位置。

2. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其进一步包括：一个在所述实时计算机子系统与所述通用计算机进行通讯的监视双向通讯，用于探测所述通用计算机的操作中断。

3. 根据权利要求 2 所述的控制系统，其中，所述的监视双向通讯包括：

一个时钟变量，用于存储一个时耗读数；

一个时钟代码段，用于根据消逝的时间调整所述的时钟变量；

一个激活软件开关，其具有一个激活位置和一个未设置位置；

一个状态代码段，其安装在所述的通用计算机中，用于重复将所述的激活软件开关切换到所述的激活位置；

一个时钟复位代码段，其安装在所述的实时计算机子系统中，用于当所述激活软件开关在所述激活的位置时重复将所述时钟变量复位到规定的时间量，并重复将所述激活软件开关设置到未设置的位置上；以及

一个失败安全代码段，其安装在所述的实时计算机子系统中，如果所述的时钟变量达到一个规定的值时，用于重复检查所述时钟变量，并设定所述激活信号来关闭机器人。

4. 根据权利要求 3 所述的控制系统，其中，所述的激活软件开关是作为一个整型软件变量应用的，0 表示未设定位置，1 表示激活的位置。

5. 根据权利要求 1 所述的控制系统，进一步包括一个数据总线，用于接收总线卡，其中，所述的实时计算机子系统包括一个具有中央处理单元的总线卡，所述的总线卡安装在所述的数据总线中。

6. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用计算机和所述的实时计算机子系统通过标准数据总线电连接。

7. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用计算机和所述的实时计算机子系统通过 ISA 数据总线电连接。

8. 根据权利要求 1 所述的控制系统，进一步包括一个数据总线，用于接收总线卡，其中所述的实时计算机包括一个具有中央处理单元的第一总线卡，所述的通用计算机包括一个具有中央处理单元的第二总线卡，所述的第一和第二总线卡都安装在所述的数据总线。

9. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的实时计算机子系统包括一个具有数字信号处理器的计算机。

10. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用计算机是一个具有 Intel Pentium[®] 处理器的计算机。

11. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用计算机是一个具有 DEC/Compaq Alpha[®] 处理器的计算机。

12. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用操作系统是一个非捆绑实时系统。

13. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用操作系统选自 WINDOWS[®] NT、WINDOWS 2000[®]、WINDOWS 95[®]、WINDOWS 98[®]、Open VMS[®]、PC/MS DOS、Unix 中的一种。

14. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述的通用计算机是一个具有 Intel Pentium[®] 处理器的计算机并且所述通用操作系统是 Microsoft

Windows NT[®]。

15. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中机械动力装置是伺服马达并且所述的控制算法是伺服控制算法。

16. 根据权利要求 1 所述的控制系统，其中所述机器人移动模块包括一个运动学模型，用于计算响应移动指令所需的关节位置。

17. 一种多功能机器人控制系统，适用于控制不同电子机械结构的机器人，控制系统包括：

机器人独立计算机单元，包括一个视频显示器和一个第一数字处理器，第一数字处理器运行一个操作界面模块，产生系列机器人移动指令；以及

具体机器人控制器单元，其与机器人操作性地连接，其包括一个运行实时捆绑操作系统的第二数字处理器，以及一个执行所述机器人移动指令的机器人移动模块，所述的机器人具体控制器单元与所述机器人独立计算单元保持电子通讯。

18. 根据权利要求 17 所述的控制系统，其中所述通用计算机和所述实时计算机子系统通过标准数据总线电连接。

19. 根据权利要求 17 所述的控制系统，其中所述的第一数字处理器运行一个操作界面模块，该操作界面模块包括：

一个结构变量，用于存储指定机器人电子机械结构的数据；

一个第一代码段，用于根据第一电子机械结构产生一个第一操作显示；

一个第二代码段，用于根据第二电子机械结构产生一个第二操作显示；以及

一个第三代码段，用于根据所述的电子机械结构选择所述的第一电子机械结构或第二电子机械结构。

20. 根据权利要求 19 所述的控制系统，其中所述的第一代码段产生一个请求操作限定为转动关节的操作显示。

21. 根据权利要求 19 所述的控制系统，其中所述的第二代码段产生一个请求线性关节操作限定的操作显示。

22. 根据权利要求 19 所述的控制系统，其中所述的结构变量被限定用于存储指定机器人关节类型的数据。

23. 根据权利要求 19 所述的控制系统，其中所述的结构变量被限定用于存储指定机器人线性关节类型的数据。

24. 根据权利要求 19 所述的控制系统，其中所述的结构变量被限定用于存储指定机器人转动关节类型的数据。

25. 根据权利要求 19 所述的控制系统，其中所述的结构变量被限定用于存储指定是否机器人关节是可绕转的数据。

多功能机器人控制系统

技术领域

本发明涉及一种用于控制机器人的装置和方法，尤其涉及一种用于控制各种电动机械结构的机器人。

背景技术

在二十世纪七十年代后期，工业机器人和类似的高度灵活的机械工具赢得了商业上的接受。从那时起，工业机器人的使用才开始增加，特别是在汽车制造中。

工业机器人的主导意图就是制造的灵活性。机器人使得各个装配线和工作单元不利用或利用最小的手工设备的改变制造不同的物品。在制造领域中，机器人的应用方面是很广阔的，并且一直在延伸。例子有计算机视觉检查、点焊和电弧焊、喷漆、钻井、部件放置及粘结应用。

机器人和机械工具之间的界限并没有严格的限定。与传统的机械工具相比，机器人一般具有更多移动的关节（或轴），这些关节为定位末端受动器提供更大的自由度。在机器人领域中，术语“末端受动器”被用来泛指由机器人执行的各种运动设备。这种设备根据制造应用的不同而不同，如点焊。

机器人一般包括具有机械关节的定位臂、使关节移动的动力装置如马达、辅助确定机器人的位置（或姿势）的传感器。虽然大部分的机器人包括这些组件，但新旧机器人在电子机械结构上存在巨大的差别。

例如，当一些机器人装配有线性轴和转动轴时，就要依赖于转动（即旋转）关节。具有一系列延伸臂和转动关节的机器人被称作有关节的机器人。

甚至在特定类的机器人中，也存在机械的差别。例如，有关节的机器人的转动关节可以从其支撑臂——肩关节偏置，可以集中到支撑臂——肘关节，或者轴向上排列支撑臂——腕关节。同样，线性关节可以是共线的或正交的。动力装置和反馈传感器是不同结构的另一个来源。

例如，一些机器人装备有步进马达和其它伺服马达。

电子控制系统用来控制和安排机器人的动作。对于末端受动器和机器人定位之间的必要的协调动作，优选为机器人控制系统为域 I/O 和末端受动器子系统提供一定水平的软件设计和界面。传统的机器人控制系统是因机器人结构和机器人制造商而异的各种用户化电子技术的集合。

在制造过程中，机器人由一系列控制指令指挥来移动末端受动器通过机器人工作空间中一系列点。机器人指令系列（或程序）优选为存储在永久性存储系统中（如磁盘中的计算机文件）。

制造公司（机器人用户）通过它们的工程师和技师，已经达到了要求制造控制系统的两个重要特征。第一个，机器人用户利用商业化的标准计算机和操作系统界面不是用户化的私有系统来寻求实施的控制系统。这种向商业化水平的计算机硬件和软件的使用趋势被称为“开放系统移动”。

选择基于标准计算机的控制系统是因为它们向用户提供了借助于标准网络和 I/O 设备（如标准软驱）简化访问制造数据的途径，运行其它软件的能力，以及对于取代和扩充部件的有竞争力的市场。利用开放系统移动是减少用户长期以来因为系统变化和维护依赖机器工具和机器人的制造商的目的。

机器人用户寻求的第二个特征是对于所有机器人共同的操作和程序界面和设备。对于所有机器人共同的界面减少了特殊操作员的需要，这些特殊操作员需要训练如何使用用户化的私有系统。

对于开放系统特征，因为通用操作系统的局限性，基于标准用途的计算机系统传输机器人控制系统的尝试还没有完全成功。机器人安全和精确的需要要求机器人控制系统是高度可靠的，即抗撞击，并且要求实时捆绑。

对于通用操作系统如 Microsoft Windows NT 的多特征设计目标，最后产出的是复杂的，不太可靠的软件平台。此外，这种系统不能保证实时控制系统的执行。

对于共同操作界面特征，对操作界面提供甚至非常有限的标准的尝

试还没有沿伸到一个机器人具体制造商之外。尽管存在使不同机器人制造商合作的困难，但电子机械结构的巨大差别实际已经阻碍了具有共同操作界面的机器人控制系统的发展。

相应地，提供一种改进的机器人控制系统，既利用商业标准的计算机系统，又适合不同结构的机器人将是理想的。特别地，对机器人控制提供一种开放系统和共同操作界面的优势将是理想的。

发明内容

本发明的机器人控制系统提供利用商业标准通用计算机软件和硬件的机器人控制。根据本发明的控制系统和方法适用于各种机械结构的机器人，这种控制系统和方法使不同的机器人制造商具有一个共同的操作界面。

本发明提供了一种用于运行或处理装备有机械关节的机器人的机器人指令程序，一种移动关节的动力装置，以及一种位置反馈传感器。机器人机械动力装置接收一个运动信号，而反馈传感器提供一个位置信号。

根据本发明的一种控制系统包括一个具有通用操作系统的通用计算机和一个实时计算机系统，实时计算机系统与通用计算机进行电子通讯，并且操作性的链接到机械动力装置和位置反馈传感器。通用计算机包括一个程序执行模块，用于选择性地开始和中止机器人指令的程序的处理并且产生多个机器人移动指令。

在实时计算机系统中，移动指令数据缓冲器用于存储多个移动指令。实时计算机系统还包括一个机器人移动模块和一个控制计算法则。移动模块链接到数据缓冲器用于连续处理多个移动指令并计算机械关节所需的位置。控制计算法则与机器人移动模块保持软件通讯用来重复计算基于反馈信号的所需运动信号以及机械关节所需的位置。

本发明的另一部分提供了一种适用于控制不同电子机械结构的机器人的机器人控制系统。控制系统包括与机器人具体控制器单元保持电子或软件通讯的机器人独立计算机单元。

机器人独立计算机单元操作性地通过 I/O 界面与机器人连接，其包括一个视频显示器和一个运行产生一系列机器人移动指令的操作界面模块

的第一数字信息处理器。机器人具体控制器单元包括一个运行实时捆绑操作系统的第二数字信息处理器和执行机器人移动指令的机器人移动模块。

操作界面模块优选为包括一个结构变量，用于存储限定机器人电子机械结构的数据；一个第一代码段，用于根据第一电子机械结构产生一个第一操作显示；一个第二代码段，用于根据一个第二电子机械结构产生一个第二操作显示；以及一个第三代码段，用于根据电子机械结构选择第一或第二代码段。

附图说明

在形成说明书一个部分的所附附图中，相同的图号所指的部件相同。

图 1 说明根据本发明的机器人控制系统的软件程序、计算机软件和机器人连接示意框图；

图 2 是提供一个提供通用计算机与实时计算机子系统双向通讯监视器的软件和方法步骤的优选实施例的简单流程图；

图 3 是一个说明由本发明实施例可控制的另一类型机器人结构的有关节工业机器人的侧面正视图；

图 4 是一个装备有线性关节的工业机器人的侧面正视图，说明由本发明实施例可控制的多型机器人结构的其中之一；

图 5 是一个适合不同电子机械结构的机器人并说明根据本发明的控制系统结构中结构变量作用的优选软件和方法步骤的简单流程图；

图 6 是一个对存储在说明旋转关节结构的结构变量中的数据响应产生的模仿操作界面显示屏；以及

图 7 是一个对存储在说明线性关节结构的结构变量中的数据响应产生的范例操作界面显示屏；

具体实施方式

本发明公开的是许多不同形式可以实施方案。在附图中显示的以及在下文中详细描述的都是本发明的优选实施例。然而，应当明白本公开是本发明原理的范例，并不是将本发明限定到说明的实施例。

在各图中，一个方框或单元可以指示集中起来执行相同的单一功能

的多个单独软件和/或硬件。同样地，一条线可以代表多个单个的信号或多个软件数据共享或相互连接的情况。

机器人和其它制造机械一样都包括具有机械关节的定位臂，用于关节移动的定位动力装置如马达，以及用于指示机器人某个部件位置的位置反馈传感器。此处使用的“机械动力装置”术语是指用于机器人运动的各种装置。典型的机器人动力装置是液压活塞、气动活塞、伺服马达、步进马达和线性马达。

参照图 1，显示了工业机器人 4，Cincinnati Milacron776 马达的控制系统 10 的各个元件。机器人 4 包括一系列对应于伺服马达的转动关节 5、6、7 和 8 以及末端受动器 9。控制系统 10 包括一个通用计算机 14 和一个实时计算机子系统 16。

此处所用的“通用计算机”是指商业标准的计算机，是相对于基于 CPU 的用户化电子设备，用于特殊应用的多用途设计如设备控制。例如，包括熟知的传统的 IBM-兼容个人计算机组或更多的 PC 机组。PC 机是基于 Intel 公司(INTEL)、Advanced Micro Devices, Inc.(AMD)以及 VIA Technologies, Inc.的复杂指令设置的(CISC)CPU。相关地，INTEL 的 CPU 生产线中 CPU 集成芯片可以利用的有名称为“80486®”、“Pentium®”、“Pentium® II”、“Pentium® III”。AMD 生产的通用计算机范例 CPU 生产线可以利用的是名称为“AMD-K6®”。VIA Technologies, Inc.的通用计算机 CPU 可用的名称为“Cyrix®”。

基于减化的指令设置(RISC)CPU 也是熟知的。如可以利用 Compaq Computer Corporation 生产的基于 Alpha®集成芯片的计算机。

如图 1 所示，通用计算机 14 利用通用计算机操作系统来进行操作。“通用操作系统”是指商业标准的操作系统如可以利用 Microsoft Corp.生产的名为 MS-DOS®、WINDOWS 95®、WINDOWS 98®、WINDOWS® NT 及 WINDOWS 2000®。通用操作系统的其它例子包括 Macintosh®(Apple Computers, Inc.)、UNIX(不同经销商)、Open VMS®(Compaq Computer Corporation)。

在通用计算机上运行所安装的是一个程序执行模块 18、一个操作界

面模块 20 以及监视通讯代码段 22。术语“模块”在此处是指软件元素如程序、辅程序、软件处理、子程序或代码段组等。控制系统 10 的软件模块优选为作为具体处理运行的具体可执行的程序。除非有相反的指示，软件模块和代码段通过调用子程序享用各个需要的软件变量和常量的访问，共享存储空间等。

程序执行模块 18 处理机器人指令 24 的程序，这些程序可以被存储作如图 1 表示的数据文件。执行机器人指令程序 24，程序执行模块 18 产生了机器人移动指令 26，传送到实时计算机子系统 16。通过执行模块 18，由机器人操作员制作的相对更人性化的可读机器人指令 24 被解释并转换成实时计算机子系统 16 的移动指令 26。

同样，借助于操作界面模块 20 在响应操作员的提示中，程序执行模块 18 允许通过选择开始和中止移动指令 26 对实时计算机子系统 16 进行机器人程序 24 运行的操作控制。

操作界面模块 20 操作性地与操作显示屏 28，键盘和/或鼠标 30，以及其他想用的标准外围设备连接。在优选的实施例中，显示屏 28 是一个触摸屏，其允许机器人操作员通过显示屏以及键盘/鼠标 30 输入提示符和数据。

对于机器人操作提示符和选择，操作界面模块 20 使得通过磁盘上载的并通过程序执行模块 18 处理（或执行）的机器人指令文件 24 控制地移动机器人 4。操作界面模块 20 生成操作屏并接受操作员的数字数据和提示符。数字数据输入项被传送到其它需要的程序模块。由机器人操作员输入开始或中止机器人程序的运行的提示符被操作界面模块 20 接收并发送到执行模块 18。

除了接收用于上载、开始及中止程序 24 的操作员输入之外，操作界面 20 优选为包括操作员使用的编辑器来产生新的机器人指令程序 25。因为本发明提供了一个依赖于通用计算机如 Windows NT PC 机的控制系统，所以还有同样可能在另外一台 PC 机如办公 PC 机上产生一个机器人程序，然后通过标准外围设备如磁盘驱动器或计算机网络链接将该文件转移到通用计算机 14。

通用计算机 14 与实时计算机子系统 16 电连接，用于数据交换（即，通讯）。实时计算机子系统 16 优选为包括一个用于过程控制应用设计的硬件、固件和软件组合。相对于具有通用操作系统的通用计算机，实时计算机提供了具有相对快速周期（如 0.5-2msec）的多个控制回路所需的计算的实质未中断的执行。

因为执行信号处理需要，实时计算机子系统 16 的 CPU 计算机优选为 DSP 基的计算机。在 DSP 基控制计算机的分类中，Delta Tau Data System, Inc. (Chatsworth, CA) 制造的可利用的商业化的系统中，名称为“PMAC”、“PMAC2”、“Turbo PMAC” 和“UMAC”是优选的。

实时计算机子系统 16 包括一个机器人移动模块 32，一个移动指令数据缓冲器 34，运动学模型 36，伺服控制算法 38，以及监视互相通讯代码段 40。实时子系统 16 还包括了提供同机器人定位相关电子设备可操作连接的 I/O 硬件及软件驱动。框 42 所表示的是接收和转换机器人反馈信号 44 到计算机数据反馈信号 46 所必需的硬件及软件组件。类似地，框 48 表示将计算机数据调整点 50 转化为相应动力装置的适合的运动信号 52 所必需的组件。

根据机器人 4 的结构，运动信号 52 和反馈信号 44 可以是类似的信号、数字信号或两种信号的合成。例如，典型的电机放大动力装置要求一种相似的运动信号。最新的称为“灵巧”的装置可以直接由数字信号致动。这样，通过 I/O 系统 42 和 48 执行的信号转换类型因机器人的结构不同而不同。

机器人移动模块 32 驻留在实时计算机子系统 16 中用于接受移动指令 26 和反馈信号 44/46 来产生必须的运动信号 50/52。机器人移动模块 32 依赖于运动学模型 36 和伺服控制算法 38 转变为关节位置需要的移动指令 26 进而转变为合适的运动信号调整点 50。在本发明的优选实施例中，移动指令 26 表达为关节位置的变化或末端受动器位置的变化。

基于关节位置的移动指令依赖于一维关节轴模型的预定范围，如旋转轴在 +90° 到 -90° 的范围内，线性关节在 0-1200 毫米 (mm) 范围内。基于关节位置的移动指令的一个例子是“以 60° 设定关节一”。在本发明

的优选实施例中，机器人移动模块 32 被设计用来接受关节移动指令作为一个功能调用说明所有机器人机械关节 5、6、7 和 8 的位置，从而使其中之一或所有的关节移动。

表达为末端受动器位置的移动指令依赖于一个预定的而且用户化的三维坐标系统，这个三维坐标用于查找末端受动器的位置。基于末端受动器位置的一个移动指令是一个将末端受动器移动到末端受动器空间中一点的调用。

对于关节位置移动指令，机器人移动模块 32 包括用于将来自反馈信号 46 的数据转换成关节位置的软件模型。所需的计算因所用的关节类型和反馈信号的类型而异。例如，直接测量关节位置的读数的位置反馈传感器需要简单的转换，而测量定位马达旋转数时就需要更复杂的转换。

为了处理基于末端受动器位置的移动指令，如果末端受动器 9 能够得到一个理想的位置，机器人移动模块 32 另外还包括一个计算关节 5、6、7 和 8 关节所需位置的运动学模型。

更具体地，实时计算机子系统 16 利用运动学模型算法计算机器人的正运动和逆运动。正运动特征是指通过给定机器人的关节位置或动力装置的位置，确定末端受动器的位置和方向。逆运动是指通过给定末端受动器位置，确定动力装置位置或关节角度。

图 1 中框 36 展示了单个关节轴模块和所有运动学模型所需的结合。在其它专利和技术文献中描述的运动学算法见 Addison-Wesley 1989 年所著的《Introduction to Robotics: Mechanics and Control》第二版 Craig, John J. 中的第 3 及第 4 章。具体的模型应用则根据所控机器人的电子机械结构不同而不同。

由于定位动力装置及反馈传感器的组合构成了一个动态系统，实时计算机子系统 16 还包括了提供必要的动态计算的控制算法 38。在可利用的闭环伺服马达控制方案中优选的是带前馈算法的比例-积分-导数(PID)控制算法。

数据缓冲器 34 是一个软件变量，它能在通用计算机 14 和实时计算机子系统 16 上实现编程来存储从程序执行模块 18 接收的多个动指令 26。

尽管理想的数据缓冲器 34 的存储容量可以变化，但在本发明的优选实施例中，数据缓冲器 34 和连接的模块优选配置为有 2-10 个移动指令被存储，更优选为有 3 到 4 的移动指令被存储。

对于移动指令缓冲器 34，甚至在通用计算机中对程序执行响应延迟的情况下控制系统 10 提供了对机器人 4 充分连续的、无中断的控制。

综上说明，运行通用操作系统的通用计算机是相对不可靠的，显露出不可预料的控制程序中断。由于机器人移动模块 32 能连续从数据缓冲器 34 提取移动指令 26，实时计算机子系统 16 对机器人 4 的精确移动控制是不受通用计算机 14 的操作方面不可预料的延迟的影响。

尽管可能利用各种数据转换机制来提供通用计算机 14 和实时计算机子系统 16 之间的电子及软件级的通讯，但优选为商业标准的数据总线后面板。数据总线的连接在图 1 中通过参照标号 54 符号化地表示。ISA 总线、PCI 总线以及 VME 总线是典型的数据总线，目前优选为 ISA 总线。

为了数据总线 54 方便的、节省空间的连接，通用计算机 14 及实时计算机子系统 16 的主板部分是数据总线卡。这里用到的“总线卡”是指印刷电路板，它带有电子组件以及能插入数据总线托架中插槽的多个接触点的接头。上面讲述的 Delta Tau Data Systems, Inc 制造的 DSP 实时计算机可以利用为 ISA 数据总线卡。

在优选的实施例中，控制系统 10 包括了一个通用计算机 14 和实时计算机子系统 16 之间的安全（监视）通讯（框 22 和 40）。流程图 2 显示了优选的用于维持监视管理的代码段。如图例所展示的，优选的监视方案包括能在通用计算机 14 和实时计算机子系统 16 执行的代码段。驻留在通用计算机 14 中的是一个状态代码段 56，驻留在实时计算机子系统的是一个时钟代码段 58 和一个时钟复位代码 60 段以及一个操作失败时保护代码段 62。

代码段交互作用于两个软件变量：激活软件开关（ASW）64，用于表明通用计算机 14 中的程序是激活的或者是出错闲置的，以及时钟变量（TV）66，用于存储时耗的读数。时钟变量 66 驻留在实时计算机子系统 16 中而激活软件开关 64 是通过数据总线 54 或者其它方式共享的，激活

软件开关 64 是作为一个整型软件变量应用的：0 表示未设定位置，1 表示确定激活的位置。

状态代码段 56 是可选的，但最好同程序执行模块 18（框 68）相继运行并重复地将激活程序开关设成激活位置（框 74）。在一个程序执行模块 18 运行循环结束后，状态代码段 56 检查指示特定错误的其它软件变量（框 70）或者在通用计算机 14 中执行的其它程序的延迟（框 72）。相应地，如果程序执行模块 18 中断或者检测到错误或其它的延迟，激活开关 64 不被设置。

时钟代码段 58 根据消耗时间减小时钟变量 66。时钟代码段 58 优选为实时计算机子系统 16 的系统服务功能并体现在执行循环中。

当激活软件开关处在激活位置（框 76）时，时钟复位代码段 60 重复地将时钟变量复位到规定的时间值（框 78；优选为 2 秒）并重复地将激活软件开关设回不确定位置（框 80）。失败保护代码段 62 通过激活信号 50/52 以及其它的机器人 I/O 关闭机器人 4 来响应时钟变量的溢出。

在通用计算机的操作停止或者延迟超过 2 秒钟时，代码段 56、58、60 和 62 一起作用提供一个关闭机器人 4 的监视服务。

回来参考图 1，本发明的另一个特征是提供给通用计算机 14 的软件适用于控制不同电子机械结构的机器人。根据发明的这个方面，通用计算机 14 充当了一个机器人独立的计算机单元，而实时计算机子系统 16 充当了一个一定程度上的机器人具体控制器单元或者是用户化的机器人的接口或适配器。

对于本发明的多配置部分重要的是操作界面模块 20 的强化多功能性。图 3 和图 4 说明了利用不同电子机械结构的机器人工作挑战性。图 3 是图 1 中的带关节机器人 4 的侧面图，只不过是用稍大的比例去显示更细的细节。机器人 4 的臂是通过一系列转动（旋转）关节 5、6、7 和 8 连接起来的。对照而言，图 4 是机器人 86 的侧面图，它是由一个转动躯干（torso）关节 87 和 2 个线性关节 88、89 组成。

根据上述的关节数，机器人 4 的第 2、3 关节与机器人 86 的第 2、3 关节是不同类型的关节。为了克服在结构上不同，本发明的操作界面包

括了一个结构变量，用于存储指定机器人电子机械结构的数据并显示每种结构产生的代码段。

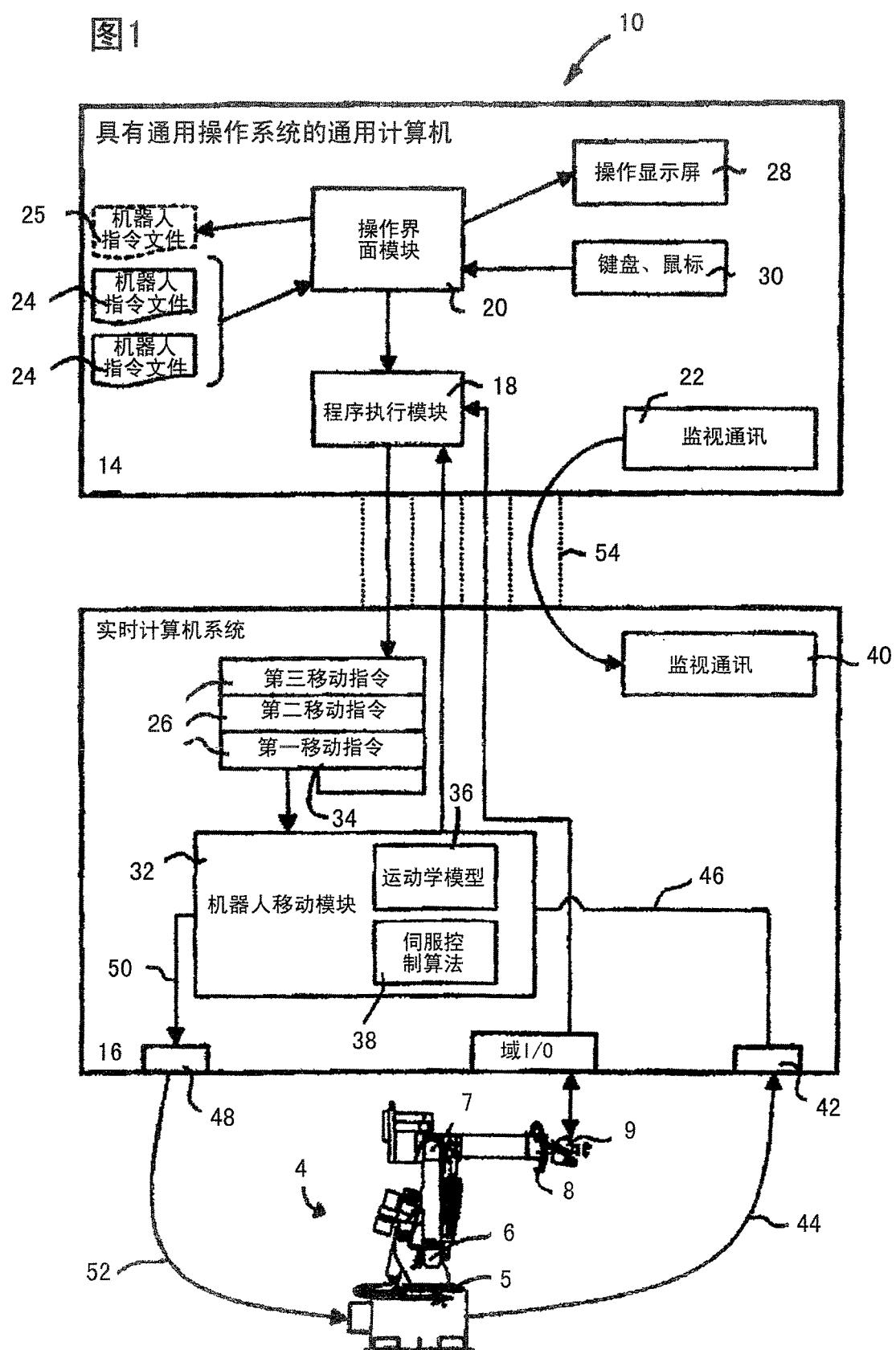
在优选的实施例中，结构变量被定义并/或指定大小，用来储存数据，这些数据定义机器人关节的类型是线性的还是转动的，以及指定的转动是不是可绕转的，也就是说能不能转动超过 360 度。

图 5 到图 7 提供了一个实例，说明操作界面模块 20 怎样用结构变量来适应不同的机器人。如图 5 所示，选中代码段 90 的显示响应操作请求将关节/坐标轴 3（框 92）设置限定。代码段 90 在结构变量 94 中检查数据，确定关节 3 是线性的还是转动的（框 96）。

根据要控制的机器人的第 3 个关节是否是转动的（如机器人 4），或线性的（如机器人 86），代码段 90 选择 2 个可能的显示之一来设置关节限定。对于转动关节类型，框 98 被选中，屏幕 28 上产生图 6 的旋转关节/坐标轴的显示。对于线性关节类型，框 100 被选中，产生图 7 的线性关节/坐标轴的显示。

前述说明及附图应视为对本发明的说明而不应当是限制本发明的。在本发明的精神和范围的其它结构和实施例是可能的，对于本领域技术人员是很容易想到的。

图1



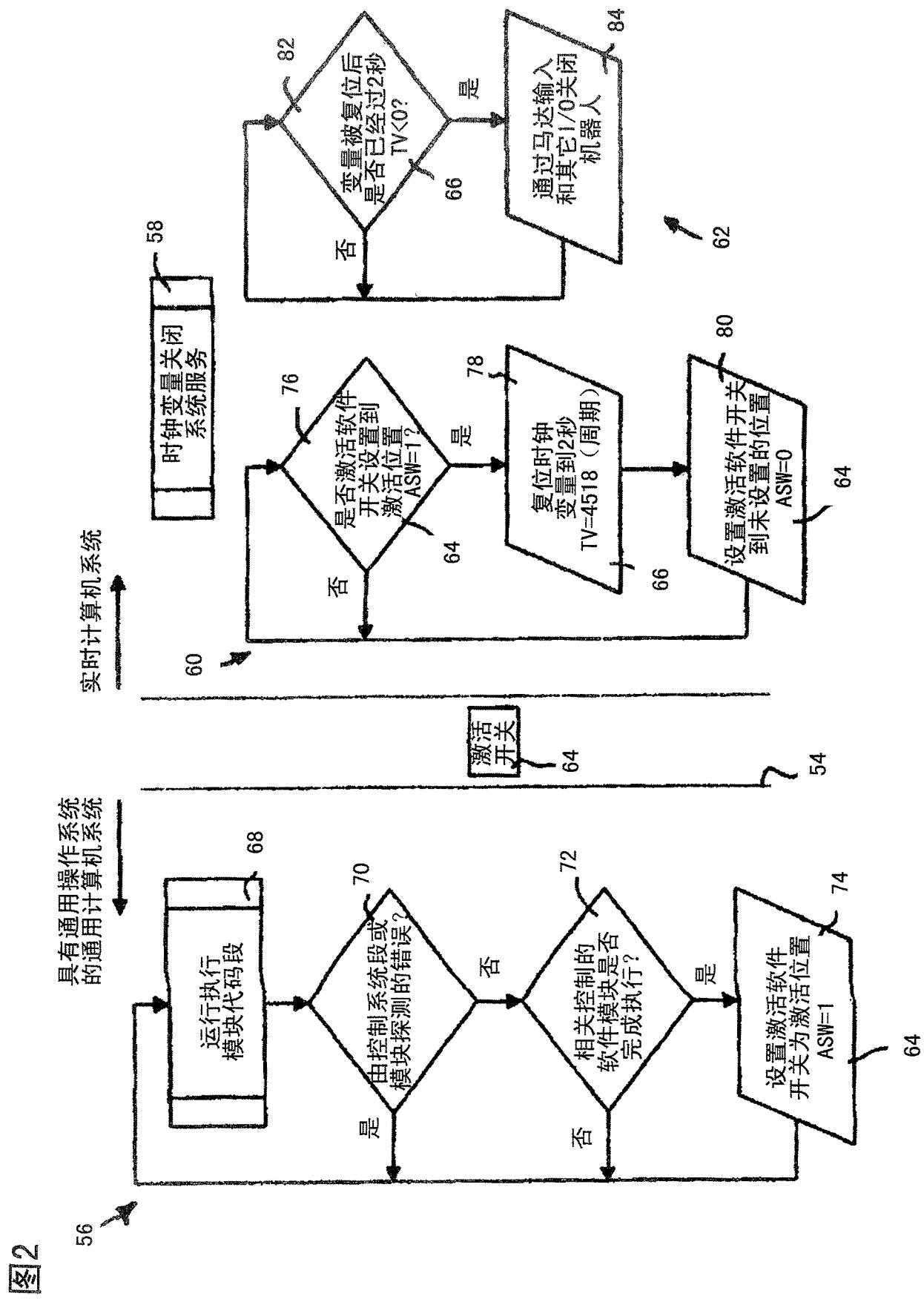


图2

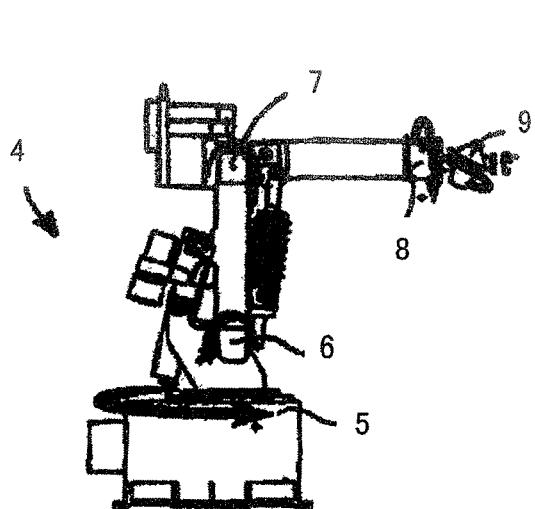


图3

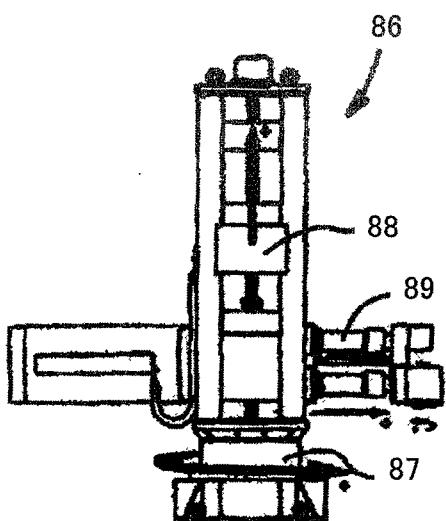


图4

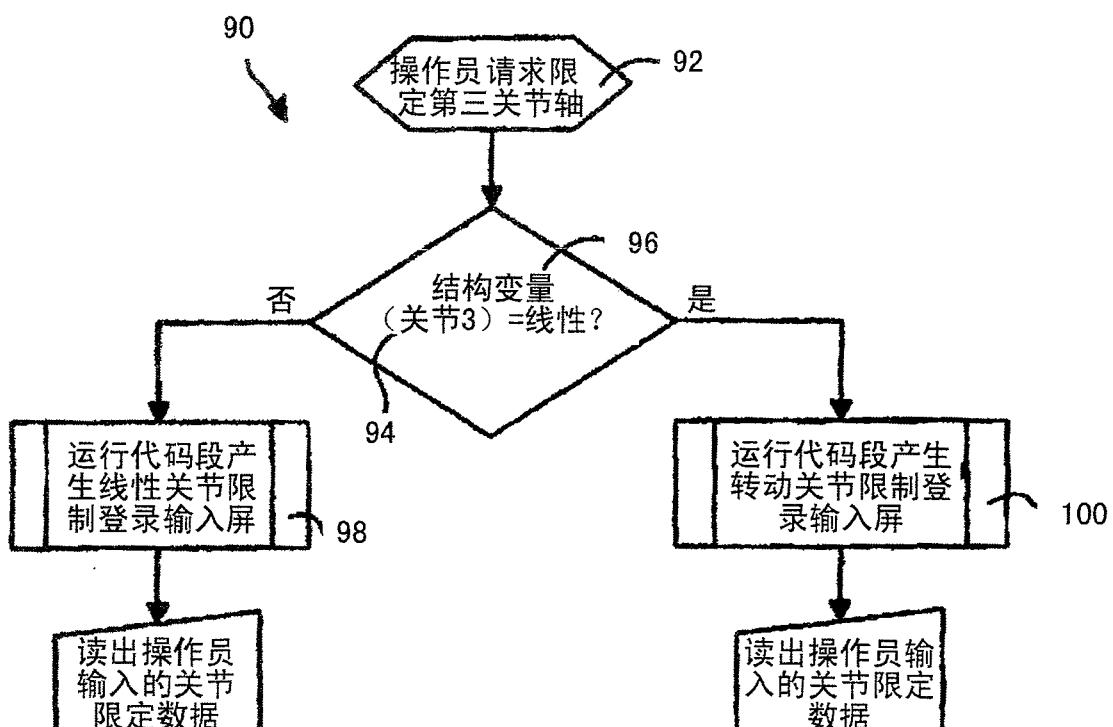


图5

图6

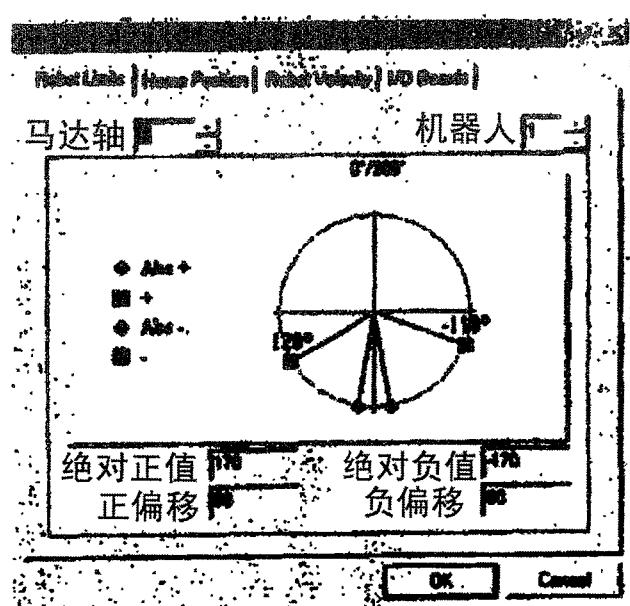


图7

