

工业机器人控制系统的研究与应用

王 达¹ 王 燊² 孙 鹏³

沈阳新松机器人自动化股份有限公司 辽宁 沈阳 110100

摘 要: 基于人工智能发展的大背景,对工业机器人的控制系统进行深入的研究具有重要的现实意义。通过对工业自动化控制系统的研究,提高学生对工业机器人的熟练掌握和运用能力,对机器人的某些装置进行优化,使机器人的使用寿命得到延长,达到节省人力和原材料、缩短工作时间的目的,使产品的核心竞争力得到提高,并在更多的领域与企业进行交流和合作。本文对工业机器人控制系统研究的意义出发,提出了几点思考和策略,以期对我国工业机器人控制系统研究应用工作有所帮助。

关键词: 工业机器人;控制系统;研究应用

引言:作为人工智能的一个分支,工业机器人有着很大的发展空间,其中,控制系统是实现智能制造的关键。无论是“大数据+工业机器人”,还是“互联网+工业机器人”,都在推动着工业机器人的升级和升级。只有不断地优化工业机器人的控制系统,才能满足日益变化的市场需求。

1 工业机器人的发展

在计算机技术与智能化技术的高速发展下,让机器人在诸多功能和相关技术上有较大的提高。潜水机器人、飞行机器人、地表机器人、小型机器人等多种领域的机器人相继得到应用,许多以前仅在影视作品中才出现的画面得以实现。把机器人的相关技术(例如传感器技术、智能化技术、自动控制技术等)发展到各行各业,最终出现了花样繁多的新式机器人^[1]。

我国的机器人始于20世纪70年代初,在30多年的发展过程中经历了3个阶段:70年代起步阶段、80年代初步发展阶段和90年代适应阶段。

20世纪70年代是全球科学技术发展的重要时间点:登月工程、探索金星和火星。我国第一颗人造卫星发射升空。全球也掀起了应用机器人的高潮,因为日本长期缺乏劳动力,特别是日本在机器人的发展上走在世界前列。在这些背景下,我国在1972年发展自己的机器人。

20世纪80年代,在我国改革开放的大背景下、在产业革命的推动下,我国的智能化机器人的发展得到政府的支持。在此期间,政府加大资金的投入,对机器人和相关技术进行大力发展,使得示教再现机器人技术得到长足的进步,开发出喷漆机器人、焊接机器人、搬运机器人。并在之后的不懈努力下顺利地制造出特种作业机器人。

在20世纪90年代初期,我国的经济的发展迎来两个重要时期。出现新的经济体制的改革和专业技术热潮。我

国的机器人技术更上一个台阶,顺利制造出装配机器人、喷漆机器人、切割机器人、包装机器人、码垛机器人等多种行业用途的机器人。促使机器人产业化。为我国的机器人发展打下坚实的基础。

2 控制系统的特点

2.1 与机构的动作和动力学联系紧密

机器人操作手臂的状态能在多种坐标系中进行标定,可根据实际情况,运用各种坐标系,进行坐标之间的转换。所以,在操作过程中需计算运动学的正和逆问题,同时也要考虑惯性和外作用力以及科里奥利力、离心力等的影响^[2]。

2.2 多种变量的控制

通常情况下一个机器人有3至6个自由度,但构造比较复杂机器人可能会出现十几个自由度。一个自由度包含一个控制系统。在动作的过程中需时刻保持协调,进而形成多种变量的控制操作系统。

2.3 智能控制

需把多种相互独立的控制系统整合在一起,让它按人的需要行动,让智能机器人具有一定的独立思维,实现这样的功能只能靠电脑完成。所以,机器人的相关控制一定要用计算机。并在动作的过程中计算机的相关软件也需担负一定的任务。

2.4 耦合的非线性的控制

机器人在运动时的状态和动作的有关模型是非线性的状态,根据不同种的状态与操作环境的改变,动作时的参数也会发生变化,但各种变量间依然还有耦合的存在。所以,不能仅运用位置的闭环,还需运用到速度、加速度闭环。控制系统中需使用重力的补偿以及前馈和解耦或者自动适应等控制方法^[3]。

2.5 最优控制

工业机器人在运动的过程中往往能完成多种运动方式和轨迹,所以会有一个最优的路径。比较高级机器人能用人工智能方法进行控制,利用计算机的海量数据,利用数据库的信息来控制 and 操作。通过传感器和不同模式的识别掌握操作对象和工作状况,然后根据数据库的信息来操作,最终可自动选取一个最优化路径。

总之,机器人控制系统与运动学和动力学的联系很紧密、具有非线性的耦合多种变量复杂的控制系统。根据它的复杂性,以前的有关控制理论和现代化的控制理论都无法正常使用。截至目前,机器人的有关控制理论还在进一步完善。

3 研究工业机器人控制系统的必要性

为进一步提升工业机器人的整体性能,使其更好地用于生产线,为人类的进步做出更大的贡献,必须对其进行分析,并对其进行必要的分析和研究工作。从宏观上讲,工业机器人的迅速发展,是实现自动化的必然选择,同时也是促进相关产业发展的重要依靠。与人工相比,工业机器人的生产成本更低^[4]。工业机器人的出现和应用无疑是非常重要的,它在降低成本方面起到了至关重要的作用。

另一方面,工业机器人可以24小时不间断地投入生产。与手工相比,工业机器人具有更高的效率,工业机器人完成的产品也具有更高的品质。在相关的产业里面,可以起到很大的作用。最关键的是,工业机器人的安全性能更好,更适合于高风险的工作,也适合于执行特定的任务,光靠人类是不可能完成的。这不但会危及到人类的人身安全,而且还会带来许多的安全隐患,对生产线上的生产产生不利影响。工业机器人的应用,可以极大地降低问题发生率,降低生产成本,但同时使产品质量得到提高,对促进生产线的高质量发展起到了重要作用。采用合理的控制策略,将软硬件有机地结合起来,是确保工业机器人在实际应用中的一种重要手段。控制系统的设计既要优化算法,又要把软件和硬件有机地结合起来,运用通讯、控制、人工智能等知识来解决实际问题。

4 在工业机器人控制系统研究和应用工作中发现的问题

4.1 工业机器人控制系统中的问题

目前,工业机器人在实际应用中仍有许多问题,主要是由于控制系统的设计问题。首先,从算法的角度,或者说是从软件的角度来分析。PID控制是当前控制系统的主流算法。PID控制算法简单、易于调整,只需要对比例、积分、差分等参数进行调整即可实现。该方法无

需对系统进行复杂的模型化,也无需对参数进行过多调整。该方法比其它控制方法更简便,是当前最常用的控制方法之一。但PID控制的延迟很大,在实际应用中很难实现精确的控制。由于PID控制算法在精度要求高的情况下,很难在实际应用中得到应用,这对工业机器人的控制系统的设计产生了许多问题。从硬件的角度来看,工业机器人的硬件要求很高。一是稳定性高,二是精确度高。由于目前的工业生产形势十分复杂,许多设备已不能正常工作。在受到外部干扰时,存在着精度不高、效率低、稳定性差等问题。这不但导致了企业的成本问题,而且对企业的生产效率也有很大的影响。因此,在今后的发展中,必须对软硬件等问题进行深入的探讨,并为其提供科学的设计方法。

4.2 工业机器人控制系统的研究未能与重点企业进行交流与合作

在工业机器人的实际应用中,还有很多问题需要解决。这主要是因为理论界和产业界之间的巨大鸿沟,使得理论不能很好的运用到实际中去,而工业界为了保证系统的稳定性和灵活性,更多的是采用常规的控制方法。一般而言,在大学里,有很多研究人员对算法进行了优化和理论创新。而公司们,则是将自己的理论和算法,运用到了不同的场景之中。特别是将工业机器人大规模的投入到流水线中,不仅可以减少人工成本,还可以减少工作时间,提升企业的核心竞争力。所以科研机构应该与重点企业进行更多的交流与合作,一方面可以将理论与实际相结合,另一方面也可以通过实际操作来获得更多的数据。针对当前行业面临的现实问题和潜在的风险,向有关的理论研究者提供信息。这对今后的研究工作,将会有很大的帮助,为以后的工作积累更多的经验。

5 对工业机器人控制系统进行研究应用的策略分析

5.1 优化工业机器人软、硬件及程序设计

在工业机器人控制系统的制造中,软件的更新与硬件的设计是一个非常关键的部分。软件与硬件的有机结合,保证了其稳定、准确,是推动工业机器人技术迅速发展的一个重要手段。传统的PID算法已经不适用于高精度的应用。PID控制算法流程比较简单,PID控制器仅需调整P、I、D三个参数,无需建立复杂的数学模型,相对来说比较简单,但控制精度一般,滞后现象比较明显。所以,还需要其他减振、抑振、滤波等手段,确保机器人能平滑、平稳按既定轨迹运动。机器人的轨迹规划、运动算法、关键奇异点的避让,直接决定了机器人核心控制运动的优劣。所以,传统的PID手段、结合减振

滤波、运动控制等算法，才能形成高效可靠的机器人系统。要寻找出更好的性能和更好的算法，并将其应用到实际的环境中，这将是一个非常有意义的工作。

在软件设计上，大部分的简单机器人都是用 PLC 编程，因为 PLC 的编程语言简单，操作起来也比较简单。但是仅靠 PLC 并不能完全解决实际问题，有些先进的工业机器人（高端六自由度）还需要使用 C、C++ 等先进的编程语言。同时，由于机器人各轴运行的高度同步性要求，需要控制器能够实时精准的控制机器人运动的位置，那么，机器人对控制系统的实时性有着极高要求，通常系统要依托于实时 OS 或内核。

从硬件角度来说，硬件系统不仅需要很高的稳定性，而且必须要有抗干扰能力，才能在恶劣的环境下工作。所以，在硬件的设计和制造中，必须要考虑到系统的稳定性和准确性。从性能来说，要合理评估软件算法对硬件资源的占用，选择性价比较高的控制器，同时，控制器要符合 EMC 抗扰度、骚扰度的实验标准，环境温度、海拔、湿度、振动等标准要求，能够确保控制器能够在不同恶劣的条件下保持高可靠性。

5.2 提升机器人与自动化生产线的结合程度

工业机器人的自动流水线的集成将成为今后的发展方向。在当前的自动化生产线中，工业机器人的主要应用领域有焊接、搬运、切割、打磨等，而且为了保证其长时间的生产，还必须 24 小时工作。

另外，将机器人结合到自动化生产线中，要考虑集成的通信接口、IO 资源要求、速度控制、节拍要求等等指标。机器人的带负载能力、臂展范围、节拍能力（加减速能力）直接决定了能够有效集成到生产线中，满足客户工作效率的要求。评价机器人控制系统，很大程度上要看它对不同客户集成要求的友好程度。

因此，在今后的发展中，对工业机器人的设计方案进行了优化，并将其投入到自动生产线中，并对其进行不断的调整。越是接近自动化的流水线，就越是能够保证自己的精确度，在各种复杂的情况下，都能起到很好的效果。

5.3 通过不断实践提高机器人控制系统的精确度

在传统的工业机器人设计中，许多大学对其控制算法和控制系统的精度要求较高。为了保持系统的稳定性，必须以精度为代价，以牺牲性能为代价，导致产业

发展相对滞后。在今后的工作中，为使工业机器人的控制系统能够更合理地进行设计，使其能够更好地在自动生产线上使用。提高控制精度，既要确保硬件性能较好，又要提高整体水平^[5]。另一方面，还必须不断地从算法上改进控制策略。该方法不仅具有较好的稳定性，而且还需要对其参数进行调整。要想提升工业机器人的控制精度，必须要有丰富的经验和先进的技术。随着人工智能技术的飞速发展，各种智能控制和智能系统的设计方案层出不穷，并利用人工智能算法实现了对参数的自动优化。在今后的发展中，必须要将新技术与新的技术相结合，使其在理论上和实践上得到发展，从而达到更高的精度。

6 结束语：

在人工智能的大背景下，随着信息技术的快速发展，工业机器人的应用领域越来越广泛，工业机器人在各个领域也都发挥着越来越重要的作用，对工业机器人控制系统进行应用研究分析具有重要的现实意义，已经逐渐引起了人们的重视。如何研究和分析工业机器人控制系统，如何拓展机器人在企业中的应用领域，如何更好地发挥机器人的优势，是当下工业机器人领域研究的重要问题。要通过对工业机器人控制系统的研究，增强企业对机器人的掌握和运用能力，使工业机器人能够在工业领域发挥更好地效用，使产品核心竞争力提到增强，促进我国工业机器人领域的良好发展，这对提升我国工业水平、促进我国综合实力的提高具有重要作用。

参考文献：

- [1] 吴博文. 基于传感器融合的工业机器人控制系统开发与应用——以六自由度关节式为例[J]. 东西南北, 2019(6): 147.
- [2] 王瑞芳. 工业机器人运动控制系统的开发应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2020, 32(19): 115-117.
- [3] 黄敦华, 李勇, 季君. 基于 OPC Server 技术的多功能工业机器人控制系统设计[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(10): 98 - 102.
- [4] 柳宁. 工业机器人智能控制系统产业化与行业应用解决方案推广[J]. 广州: 暨南大学, 2020(3): 132.
- [5] 刘海鹏. 工业机器人开放式控制系统的结构特点与应用研究[J]. 南方农机, 2019, 50(22): 196.