### 概念题背诵内容

被动柔顺:机器人凭借一些辅助的柔顺机构(如弹簧)，使其在与环境接触时能够对外部作用力产生自然顺从。

被动柔顺的柔顺中心：对其施加力，纯平移、对其施加力矩，纯旋转。

被动柔顺特点：具有快速响应能力、成本低、只能用于特定的任务。

影响机械手端点刚度的因素：伺服关节的刚度、关节的机械柔顺性、连杆的挠性。

主动柔顺:机器人利用力的反馈信息采用一定的控制策略去主动控制作用力。

主动柔顺控制可以克服上述被动柔顺的缺陷，但是它通常更慢、更贵、更复杂；反馈只能在运动和力误差发生后才能产生，这就需要被动柔顺将作用力限制在一个可接受阈值内，这就需要主动柔顺和被动柔顺在一定程度的联合使用，也可以获得合理的执行速度和抗扰能力。

主动柔顺控制的种类：

阻抗控制: 通过力与位置之间的动态关系实现柔顺控制。利用适当的控制方法使机械手末端表现出所需要的刚性和阻尼。

静态：力和位置的关系用刚性矩阵描述

动态：力和速度的关系用粘滞阻尼矩阵描述

力位混合控制 : 分别组成位置控制回路和力控制回路，通过控制律的综合实现柔顺控制。

动态混合控制：在柔顺坐标空间将任务分解为某些自由度的位置控制和另一些自由度的力控制，然后将计算结果在关节空间合并为统一的关节力矩。

机器人控制的特点：

机器人是一个十分复杂的多输入多输出非线性系统。机器人控制的目的就是要使机器人的各关节或末端执行器的位姿能够以理想的动态品质跟踪给定的轨迹或稳定在指定的位姿上。针对实际问题、实际系统，很难得到精确的动力学模型。

非线性：引起机器人非线性的因数很多，机构构型、传动机构、驱动元件等都会引起系统的非线性。

多变量：机器人系统是一个时变系统，动力学参数随着关节运动位置的变化而变化。

强耦合：各关节具有耦合作用，表现为某一个关节的运动，会对其他关节产生动力效应，使得每个关节都要承受其他关节运动所产生的扰动。

解决方法：将复杂的整体控制问题简化为多个低阶子系统的控制问题。将控制分为单关节控制、多关节控制问题。前者需要考虑误差补偿问题，后者考虑耦合作用的补偿。

控制性能要求：稳定性、动态响应特性、精度。“稳快准”。

机器人控制器分类：

控制变量：位置和速度反馈控制、力或力矩控制、分解加速度控制。

控制方法：滑模控制、模糊控制、神经网络控制、遗传算法、自适应控制、PID。

跟随性能：非伺服控制、伺服控制(精确地跟随位置/速度/力等的反馈控制系统 )

线性近似：线性控制、非线性控制。

机器人控制器的选择由机器人所执行的任务决定。

单关节控制器：稳态误差的补偿

多关节控制器：耦合惯量的补偿

主要控制变量：电机电压、电机力矩、关节力矩、关节角、空间位姿。

奇异位形：由于雅可比矩阵J(q)是关节变量q的函数,总会存在一些位形,在这些位形处,|J(q)|=0,即J(q)为奇异矩阵,这些位形就叫奇异位形。

奇异位形有两种类型：

工作域边界上的奇异：这种奇异位形出现在机器人的机械手于工作区的边界上时，也就是在机器人手臂全部展开或全部折回时出现。这种奇异位形并不是特别严重，只要机器人末端执行器远离工作区边界即可。

工作域内部奇异：这种奇异位形出现在两个或多个关节轴线重合时，这种奇异位形很难处理，因为它可能出现在工作区的任何位置，并且机器人的末端执行器在这种奇异位形附近的可操作性会变坏，这样极大的减少了机器人的可行区。

正运动学即给定机器人各关节变量，计算机器人末端的位置姿态。

逆运动学即已知机器人末端的位置姿态，计算机器人对应位置的全部关节变量。

### 计算题考察内容



1. 齐次坐标变换

2. DH参数法求末端姿态，正逆运动学

3. 微分变换，速度运动学

4. 二自由度机械臂求速度、力矩、拉格朗日动力学方程

计算题内容可扫描观看右侧视频1-4节

(全部看完大概1h20min)

重点PPT可扫描下载

