

Dynamic Movement Primitive based Motion Retargeting for Dual-Arm Sign Language Motions

2021, ICRA, Zhejiang University

基于动态动作原语的双臂手语动作重定位

DMP 方法主要流程：

1. **学习动作和 DMP 参数化：**使用 DMP，研究者首先通过**演示或运动捕捉等手段**，获取人类执行手语动作的**运动数据**。通过学习过程，**DMP 的参数**（包括运动方程中的**权重、力场**等参数）被调整
2. **运动重定向：**在运动重定向时，DMP 被用于生成与原始手语动作**相似的运动轨迹**。将已学得 DMP 模型应用于目标机械手臂，以生成对应于手语动作的**关节角度序列**。
3. **双臂协同：**DMP 被分别用于每只手臂，以确保它们协同合作，以生成一个整体一致的双臂动作

优缺点：

优点：**实时性比较高**，DMP **具有适应性**，能够适应不同的环境和初始条件。这使得手语动作可以在不同的情境下执行，而无需重新手动调整关节角度

缺点：所有涉及到两只手相对位置的手势，均有比较大的误差

C-3PO: Cyclic-Three-Phase Optimization for Human-Robot Motion Retargeting based on Reinforcement Learning

20ICRA, Taewoo Kim

机器人运动重定向的循环三相优化框架方法主要流程：

- 1.在第一阶段，使用 **NTU-DB** 和**机器人参考运动**训练骨架和机器人运动的**潜流形**。
- 2.在第二阶段，使用**模拟器和奖励函数**进行**定量学习**。
- 3.第三阶段，通过**基于 dt 的微调**对策略进行优化

优缺点：

优点： 基于新提出的循环路径和滤波路径，**定义了扩展的潜在状态和改进的奖励函数**，这显示出比之前的工作更高的性能。在一个编码器-解码器网络中，实验证明了该模型可以在非马尔可夫环境中使用 MC 方法充分地执行人机运动重定向。

缺点： 因为 20 年以前还没有很规范的数据集，故在骨骼与机器人之间的坐标对齐过程中为了进行适当的对齐，我们做了三个假设。

Towards a Natural Motion Generator: a Pipeline to Control a Humanoid based on Motion Data

19 IROS

基于优化源三维运动数据与目标人形机器人之间映射的高效运动重定向主要流程：

1. 运动重定向的准备
2. 运动传递的优化
3. 逆运动学计算关节轨迹
4. 关节轨迹的后处理

优缺点：

优点：提出了一种无梯度优化方法，用于提出的运动重定向方法：坐标下降贝叶斯优化，它优雅地混合了全局和局部优化方法。

缺点：此方法只适合从少拓扑结构到多拓扑结构的映射，由 human space 到 robot space 再使用 inverse kinematic 就会有诸如碰撞，解角超出限度等诸多问题。

传统的基于优化的方法和使用前馈神经网络的方法在机器人运动重定向方面有不同的原理和优缺点。

传统的基于优化的方法：

****原理：****

1. ****优化问题****：基于优化的方法通常将运动重定向问题建模为一个优化问题，其中目标是最小化某个代价函数。代价函数通常包括与期望运动轨迹的差异、运动平滑性、能量消耗等方面的项。
2. ****数学优化****：通过数学优化技术（例如梯度下降），优化算法尝试调整机器人关节角度或轨迹，以最小化代价函数。

****优缺点：****

- ****优点****：这种方法可以提供较好的数学保证，尤其是在良好初始化的情况下，可以收敛到全局最优解。

- ****缺点****：但是，它可能对初始条件非常敏感，需要良好的初始化。此外，优化问题的求解通常比较耗时，不太适用于实时性要求高的应用。

使用前馈神经网络的方法

****原理：****

1. ****神经网络****：使用前馈神经网络，通常是递归神经网络（RNN）或长短期记忆网络（LSTM），将历史运动观测映射到未来的运动预测。
2. ****端到端学习****：通过端到端学习，神经网络直接学习从输入（历史运动观测）到输出（未来运动预测）的映射。

****优缺点：****

- ****优点****：神经网络可以学习非常复杂的映射关系，对于非线性、高度非凸的问题有较好的适应性。它们在一些情况下可以实现更好的泛化，对于看不见的运动也能做出预测。

- ****缺点****：由于神经网络的黑盒性质，它们可能在未见过的情况下产生不确定的预测。此外，神经网络的训练需要大量的数据，且可能对数据的分布变化敏感，因此泛化效果不如优化方法在一些场景中稳定。

为什么会出现这些缺点：

- ****传统优化方法****：敏感于初始条件是因为它们可能陷入局部最优解，而不同的初始化可能导致不同的局部最优解。

- ****神经网络方法****：泛化差可能是因为模型过于复杂，在训练数据之外的空间中泛化能力较差。此外，神经网络对数据的分布变化敏感，可能在测试时遇到不同于训练数据的分布。

综合来看，选择哪种方法通常取决于具体的任务需求、数据特性以及对实时性和泛化能力的要求。在一些场景中，**混合使用传统方法和神经网络方法**可能是一种有效的策略。