子空间模型辨识算法研究与仿真

2016211096 自硕161 窦珊

# 1 背景介绍

用于系统辨识的传统方法，如预测误差方法（PEM）和辅助变量法（IVM）都以优化思想为基础，其中系统参数都是通过最小化某个恰当的目标函数得到，这些方法存在固有缺陷：（1）由于目标函数与系统参数之间一般呈非线性关系，因此需要迭代优化；（2）由于存在局部极值和非凸性，辨识结果一般对优化算法的初始条件敏感；（3）多变量系统辨识参数化比较困难。子空间模型辨识方法（SMI）可以避免这些问题。

SMI方法综合了系统理论，线性代数和统计学三方面的思想[1]，特点是直接由输入和输出数据辨识线性时不变状态空间模型，相比于传统的LTI辨识方法，诸如PEM和IVM，其优点如下：（1）不需要参数化；（2）不需要迭代优化；（3）算法实现仅依赖于一些简单可靠的线性代数工具，如QR分解、SVD分解等；（4）直接估计状态空间模型，适宜于多变量系统辨识[2]。

# 2.基本思想

SMI的基本思想可以追溯到20世纪60年代提出的状态空间实现理论。基于该理论，系统的状态空间表达式可以由脉冲响应系数组成的Hankel矩阵估计得到[3]，但是，因为获取可靠的脉冲响应估计比较困难，人们开始研究直接由系统的输入输出数据辨识状态空间模型的方法．其算法的基本思路就是由输入输出Hankel投影的行子空间和列子空间来获取模型参数，“子空间辨识”因此得名。

## 2.1 问题描述

SMI算法直接由给定的输入输出数据

式中，和分别是过程在k时刻的状态向量，输入观测向量和输出观测向量；和分别是系统的输出测量噪声和过程噪声；各矩阵具有相应的维数，此外，为保证辨识结果具有好的统计特性，做出如下假设：

1. 系统是渐进稳定的，即Ａ的特征值严格在单位圆内；
2. {A,C}可观测；可控
3. 输入是确定性的拟平稳序列，且和过程噪声和测量噪声无关；
4. 过程噪声和测量噪声都是平稳零均值白噪声序列，且

式中，E表示期望算子，，如果kj；，如果k=j。

基于此模型，子空间辨识算法的目的可以归结为：通过给定的输入输出观测序列（N表示样本个数），确定系统矩阵*A、B、C、D*及协方差矩阵*Q、R、S*.

## 2.2 辨识步骤