

* 书刊评介 *
* 书刊评介 *
* 书刊评介 *

《Adaptive Filtering, Prediction and Control》

张永光

(中国科学院系统科学研究所)

1984年美国 PRENTICE-HALL, INC. 出版了一部新书, 书名为《自适应的滤波、预报与控制》(Adaptive Filtering, Prediction and Control), 这是澳大利亚著名学者 G·Goodwin (和他的一个学生) 的一部新作。这部书是美国斯坦福大学教授 Thomas Kailath 主编的“信息与系统科学丛书”中的一部。这套丛书中现已出版了若干本, 并且已经受到了中国同行们的广泛赞扬。G·Goodwin 教授这本书在中国一出现, 就受到了同行们的重视, 认为这是一本很有特色的书, 非常值得向广大的中国读者推荐。

近年来, 随着自适应控制理论的成熟, 已经出版了几本有关的书, 其中对自适应控制系统的构成、系统设计原理及有关的应用进行了论述和介绍。G·Goodwin 教授的这本新书去年才出版, 国内仅有为数不多的原版书, 一部分有机会读到这本书的人都认为这本书有别于其它几本关于自适应控制的书籍。作者把自适应控制系统分成三个部分分别进行处理, 一是系统的辨识与估计; 二是基于参数估计器的自适应预报器; 三是自适应控制系统的设计。作者用简明的语言表达了他们关于自适应控制系统的本质的观点: 自适应控制的基本思想是构造这个系统输出的预报器, 然后置系统预报器的输出等于所要求的预期的系统输出, 由此确定相应的系统输入。这就是全书处理自适应控制的基本原理和途径。上述的三部分内容在本书中内容衔接紧凑, 结构浑然一体。作者并不是把现有的各种算法统统展览出来任君自选, 而是以预报误差构成几种算法, 用统一的递推模式纵贯全书。这样, 读者不至于被五花八门的算法所迷惑, 而不能抓住自适应控制系统最本质核心的问题。作者不仅提出自适应的算法, 而且着重于算法的收敛性分析。通常, 递推算法的收敛性分析是理论性很强、工具艰深的研究工作, 往往使很多读者望而生畏, 作者非常理解读者的心情, 把收敛性分析处理得很得体, 篇幅恰当, 用意明确, 繁略适中, 大有为此书增色的作用。这是近年来自适应控制系统成熟的一个重要方面。作者(及另外的合作者)在这方面有过杰出的工作, 并在1981年获得了 IFAC 的最佳论文奖。作者在处理预报器及控制设计时, 除去对一般稳定系统进行了推导外, 还特别考虑了在单位圆上有零点的这种不稳定系统的情形。作者在处理滤波器与预报器时, 把控制与信号处理有机地结合在一起, 对在信号处理中有良好应用效果的滤波器也进行了分析, 如 Lattice 滤波器及噪声消除器, 并介绍了它们在医学试验中的应用。在自适应控制系统的设计上, 作者颇具匠心, 用最小预报误差控制器的观点统一处理了自校正调

节器和随机模型参考自适应控制系统。这是目前最成熟的、应用最广的两类自适应控制系统。该书还有一个重要的特点，作者在处理了单输入单输出系统之后，立即把结果推广到多输入多输出系统，使得相应的理论完整化。

据笔者拙见，自适应控制系统的理论仍处于正在完善的过程之中，虽有相当数量的应用成果，但远未达到普遍使用的程度，与常规的系统相比较仍是阳春白雪。其原因在于多数的自适应控制设计过于复杂，需要的数学工具较深，故不便于工程师们掌握以及控制器制造商品化。此外，也确实有不少的过程其性能指标要求不高，使用自适应控制系统不一定能明显改善系统的性能指标与效益。这些都妨碍着进一步应用和研究自适应控制系统。为了改变这些状况，非常需要几本能适应各个水平的读者而又具有严谨的体系和综合处理各类自适应控制系统的专著。这本书就是应运而生的一部，它将会有力地推动国内关于自适应控制系统的理论研究及实际应用工作。

该书在内容安排与结构上考虑到了尽量适应多种人的阅读。全书共分为两大部分，第一部分全部处理确定性系统，主要读者对象是高年级的大学生及刚刚开始从事自适应控制系统的研究与应用的工程师们；第二部分全部处理随机系统，除去数学工具增加、问题的难度增加之外，从概念上讲增加得不多，许多提法从第一部分延用到第二部分。这部分内容的读者是研究生及从事自适应控制系统的专业研究人员和教师，同时，对应用数学工作者也是颇有启发的。全书共有十一章，第一部分包括六章，第二部分包括五章。各章的内容大体如下：第1章—引论；第2章—确定性动态系统的数学模型（包括状态空间、微分算子表示及 DARMA 模型）；第3章—参数估计（投影法、最小二乘法及收敛性分析）；第4章—确定性的自适应预报（预报器的结构、直接的和间接的自适应预报）；第5章—线性确定性系统的控制器设计（最小预报误差控制器、闭环零点配置设计）；第6章—线性确定性系统的自适应控制器设计（最小预报误差自适应控制器、闭环零点配置自适应算法、非线性系统与时变系统的自适应控制）；第7章—最优滤波与预报（随机状态空间的卡尔曼滤波器与最优预报、随机 ARMA 模型的滤波与最优预报、限制复杂性的滤波与预报、Lattice 滤波与预报）；第8章—随机动态系统的参数估计（递推的预报误差方法、基于拟线性回归的算法及递推算法的收敛性分析）；第9章—自适应的滤波与预报；第10章—随机系统的控制（确定性设计方法的应用、最小方差控制、模型参考控制及 LQG 问题）；第11章—随机系统的自适应控制（对偶控制及必然等价控制的概念、随机最小预报误差自适应控制器、自适应极点配置及自适应最优控制器）。最后有五个附录，分别给出有关系统理论及系统稳定性的某些结果；概率论与随机过程的某些重要工具及矩阵黎卡堤方程的基本解法。如果读者对自适应系统有一定了解，可以从第6章开始读下去。

这部书的每章后边附有若干练习，帮助读者理解有关的概念，书后还给出约 350 篇参考文献，这些也是这本书的可取之处。