

Chang 和 Zadeh。后来 Negorta 和 Ralescu 为模糊系统提出了一个数学框架，定义了可到达性，可观察性和稳定性，这些概念都和非模糊的系统很相似。这些作者用了近世代数的概念来描述控制系统，而没有考虑控制的实际问题。

一系列作者对模糊关系作了研究。例如 Tong 把模糊算法表示成一组测量值和控制值之间的离散有限关系也就是矩阵，定义了反映矩阵结构的参数。若用 C 表示 N 条语言控制规则，把空间离散化，在这些离散了的空間上定义模糊集，称为是这组规则 C 的实现¹。Tong 研究了不同的实现对算法结构的影响。他的结论是：不同的实现不会改变算法结构但要改变算法反映的过程模型。例如把一个连续量划分成一档一档，不同的分档不会改变算法结构，但它调整了过程模型和算法的匹配程度。

Tong 也用离散有限关系来分析闭环模糊控制系统，用的是有限自动机模型。由于用最大—最小合成规则，方法相当简单。他定义了模糊集间等价的概念，在此基础上定义了可控性和稳定性。

Mamdani, Baaklini 和 Procyk 研究了“自组织”模糊控制器得到了一些有趣的结果。当限制在单输入单输出系统时，可用另一个测量该模糊控制器功能的模糊算法来修改控制器的控制规则。

五、结 语

模糊控制器的研究得到了很大的成功，应该强调指出，所谓模糊，既不是指系统是模糊的，也不是指控制器是不确定的，它是表示知

识中、概念上的模糊性。一个模糊控制器虽然用模糊语言来构筑算法，但它是确定地工作的。

总结一下这种语言方法有下列优点：

1. 用语言方法不需要知道过程的精确模型。对复杂的控制系统，要指派大量精确的值很复杂，用语言方法是一种很方便的近似。

2. 对于有一定操作经验，而非控制工作者的人员，这种控制方法很易学会。

3. 操作人员易于用语言进行人机通信，提供输出输入信息或加以控制动作，人易于加入到控制环中去。

但目前模糊控制器的发展毕竟还是相当初步的，还存在大量有待解决的问题。例如：

1. 非模糊量如何处理？一般认为精确测量值可用模糊独点集表示，至于从一个输出模糊集中如何选一个确定的控制值至今还是一个争论问题。

2. 在实现算法时，输入输出应分成多少档？增益、采样时间应是多少？

3. 如何衡量一个模糊控制系统的功能？稳定性问题，最优问题应如何评价？该有多少条控制规则最宜？

不同的人对这些问题有不同的看法。例如稳定性问题，有人认为稳定性分析本身就取决于过程的数学模型。假如已经有了很好的数学模型，那就没有用模糊控制器的必要了，所以在频率域上讨论稳定性分析本身就没有意义。大多数作者认为，目前应加强模糊控制器的应用研究，只有在大量成功的应用后才能出现有价值的理论。

数字式多回路控制器

Lee 工程公司最近生产的 Doric Control 80 型数字式的以微处理机为基础的控制器，它代表了数字式多回路控制器的新概念。该控制器有如下特点：在一个单一组件上有 4 个控制回路，多种输入和输出，多种控制方式（双位，比例，比例/积分，比例/积分/微分）；多种报警方式；具有自动和手动双重能力；具有给定值编程能力。还具有极限控制、监控和自身检验等特殊功能。

程泉乐 译自《Automation》1979, N.1/2, P.29