1. **模糊蕴涵关系的计算方法**

模糊条件命题，实际上表示着、和间的模糊蕴涵关系，通常用两种方法进行计算。

一种方法是把二值逻辑中的蕴涵关系，即



直接移植到模糊逻辑里，只是把其中的符号、、和相应地变换成、、和；同时把它们的取值范围也相应地由{0，1}变成[0，1]。这样就得出的模糊蕴涵关系扎德算法：



另一种方法是略去移植后扎德算法公式中的部分，从而得出模糊蕴涵关系的Mamdani算法：



这是因为被略去的部分，只有当简单命题和的真值很小时才起作用。然而这时在剩余部分中，和都已经起着重要作用，所以在计算模糊条件命题时，完全可以忽略掉。实际上在工业中应用的双输入模糊控制系统，大多数模糊控制器都使用Mamdani算法计算，实践证明这样做可以获得满意的控制效果，而且运算简单。

1. 模糊蕴涵关系的Mamdani具体算法

根据的模糊蕴涵关系，要计算的是三个模糊集合、和各取一个元素按一定约束（这里是取小）构成的，是模糊集合、和三元直积的子集，即。因此，模糊关系的Mamdani算法，可分下述两种情况予以讨论。

* + - 若A、B、U均为有限离散论域中的模糊集合

这时、和都可以用矩阵表示，于是根据可知，完全可以用、和所有元素“搭配取小”的方法求出的元素。

假设论域，，已知模糊子集，，，则可取：



于是，其中可用一个维模糊矩阵表示，该矩阵的元素是和中元素两两“搭配取小”的结果；而应该是的个元素和的个元素两两“搭配取小”运算的结果；最终，应该是一个维模糊矩阵。

据此分析，用矩阵理论可按如下方法计算。

令，于是。这样可以分两步进行计筧。

计算。



将代入进行计算。

（或

注意：这里的并非行矩阵，故。





这个行、列矩阵，就表示条件命题的模糊蕴涵关系。

**例 3-5** 设论域，，，已知：

，，

它们满足模糊条件命题，试确定它们间的模糊蕴涵关系。

**解** 这里、和都是离散论域上的模糊集合，据Mamdani公式有：



令，则有：



所以



* + - 若A、B、U均为有限连续论域上的模糊集合

这时模糊条件命题的模糊蕴涵关系,是三元模糊关系的模糊子集。由于A、B、U均属于连续论域，这几个模糊子集无法用矩阵表示，其真值表达式，可以用数值和模糊矩阵的“数积”方法计算。

若已知，其隶属度为；，其隶属度为；模糊子集U的隶属函数为。则元素、和模糊子集的蕴涵关系，于是有：



两个隶属度、的值取小，其结果是个数值，令则：



就是、和模糊子集的蕴涵关系，等于数值与模糊子集的“数积”。

若让、分别遍取有限连续论域上的所有元素，就可得出模糊条件命题的模糊蕴涵关系。当、分别取确定数值、时，则模糊蕴涵关系仅是的函数。下面以一个例题说明这种情况下的运算方法。

**例3-6** 已知A、B和U均为连续论域上的模糊子集，它们之间的关系满足模糊条件命题。已知模糊集合在处的隶属度为，模糊集合在处的隶属度为，为连续论域上的模糊集合，，。

求模糊条件命题在、处的模糊蕴涵关系。

解 由于模糊条件命题的模糊关系。当、时，有



于是，模糊蕴涵关系如图3 - 6所示。

min((1+(u-2)2/9)-1,0.65)

