

# 并联型模糊 PID 复合控制器的 Simulink 建模与仿真

王明东<sup>1</sup>, 苏文霞<sup>2</sup>

(1. 郑州大学电气工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州大学信息工程学院, 河南 郑州 450052)

**摘 要:** 在并联型模糊 PID 复合控制器设计中, 必须根据偏差大小及时地调整模糊控制部分和 PID 控制部分的比例, 而这种较为复杂的控制策略利用普通的 Simulink 模块是很难实现的. 采用 S-函数来解决这个问题, 首先基于 MATLAB 语言编写 S-函数以实现模糊控制和 PID 控制比例的调整, 然后在 Simulink 仿真环境下调用 S-函数程序, 从而建立起模糊 PID 复合控制系统的仿真模型. 该方法仿真模型简单, 编程容易, 可以方便地实现并联结构中各部分所占比例随偏差大小的调整, 从而能够取得更好的控制效果.

**关键词:** 模糊控制; PID 控制; Simulink S-函数

**中图分类号:** TP 273; TP 312 **文献标识码:** A

## 0 引言

随着被控对象的日趋复杂, 采用基于精确模型的传统控制方法往往难以取得令人满意的控制效果. 模糊控制具有不依赖于被控对象的精确数学模型、动态性能好等优点, 目前已在工程实践中得到了极为广泛的应用<sup>[1~3]</sup>. 利用模糊控制动态性能较好和 PID 控制稳态性能较好的特点, 人们设计了各种复合型控制器, 并联型模糊 PID 控制器即为其中之一<sup>[4,5]</sup>.

在并联型模糊 PID 控制器中, 模糊控制部分和 PID 控制部分所起作用大小的比例对于控制器的性能有着很大影响. 对于这种较为复杂的控制系统, 用普通的 Simulink 模块是无法搭建仿真模型的. 笔者在介绍并联型模糊 PID 控制器和 S-函数的基础上, 用 MATLAB 语言编写 S-函数, 然后在 Simulink 仿真环境下调用 S-函数程序, 建立模糊 PID 控制系统的仿真模型, 方便地实现了随偏差大小两种控制所占比例的调整.

## 1 并联型模糊 PID 复合控制器

并联型模糊 PID 控制系统的结构如图 1 所示, 图中的  $a$  和  $b$  为权重. 显然, 当  $a = 1, b = 0$  时, 仅 PID 控制器起作用; 当  $a = 0, b = 1$  时, 仅模糊控制器起作用, 而在一般情况下, 二者共同作用.

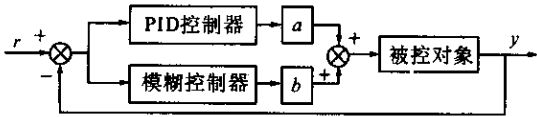


图 1 并联型模糊 PID 复合控制系统结构图  
Fig.1 Configuration of multiple Fuzzy - PID compound control system

为了结合模糊控制和 PID 控制的优点, 可以使权重随偏差的大小而改变. 当偏差较大时,  $a$  取得小一些, 而当偏差较小时,  $b$  取得小一些, 从而可以扬长避短, 取得较好的控制性能.

## 2 S-函数<sup>[6]</sup>

对于简单控制系统, 利用 Simulink 所带的基本模块就可以很方便地搭建出仿真模型. 然而当控制系统较为复杂时, 用普通的 Simulink 模块搭建出的仿真模型就非常复杂, 甚至无法搭建. S-函数(System Function)是一种描述动态系统的计算机程序, 采用非图形化的方法来解决复杂问题. 首先写出描述复杂问题的状态方程或分段方程或待用算法的 S-函数程序, 然后通过 Simulink 的 S-函数模块调用 S-函数程序, 与其他基本模块一起即可建立复杂系统的仿真模型. 因此, S-函数提供了一种有效、便捷的开发工具, 可以不断拓展模块库.

S-函数具有固定的程序格式, 引导语句为:



```
elseif abs(u) <= 0.02
    sys(1) = 1;
    sys(2) = 0;
end
```

针对本文的被控对象,对采用上面 S - 函数实现的权重自调整模糊 PID 复合控制器的控制效果与固定权重控制器的效果进行对比,阶跃响应仿真结果如图 3 所示.图中两条虚线是权重固定的

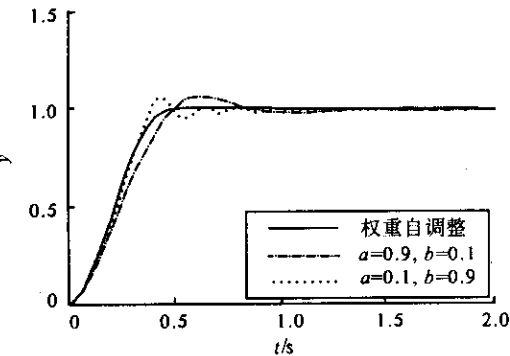


图 3 模糊 PID 复合控制器阶跃响应仿真曲线  
Fig.3 Step response simulation curves of fuzzy-PID compound controller

情况,分别是以 PID 控制为主和以模糊控制为主时的阶跃响应曲线,而实线是权重自调整控制器的仿真结果.显然,由于充分结合了模糊控制与 PID 控制方法的优点,权重自调整模糊 PID 复合控制器的控制效果更好.

4 结论

笔者基于 MATLAB/Simulink 实现并联型模糊

PID 复合控制器中模糊控制和 PID 控制比例的调整.通过在 Simulink 仿真环境下调用用 MATLAB 语言编写的 S - 函数程序,建立起模糊 PID 复合控制系统的仿真模型.该方法将 MATLAB 语言与 Simulink 仿真环境有机结合起来,解决了用普通 Simulink 模块难以实现复杂控制策略的问题,实现了根据偏差大小及时地调整并联型模糊 PID 控制器中模糊控制部分和 PID 控制部分的作用比例. S - 函数编程容易,高效灵活, Simulink 建模简单直观,非常适用于参数需要调整的复杂控制系统.

参考文献：

[ 1 ] 李友善.模糊控制理论在工业过程控制中的应用[ M ].北京:国防工业出版社,1993.  
[ 2 ] TRUNG T P, CHEN G R. Some Applications of Fuzzy Logic in Rule - Based Expert Systems[ J ]. Expert Systems, 2002, 19( 4 ): 208 ~ 223.  
[ 3 ] BANSAL R C. Bibliography on the fuzzy set theory applications in power systems ( 1994 - 2001 ) [ J ]. IEEE Transactions on Power Systems, 2003, 18( 4 ): 1291 ~ 1299.  
[ 4 ] REZNIK L, GHANAYEM O, BOURMISTROV A. PID Plus Fuzzy Controller Structures as a Design Base for Industrial Applications [ J ]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2000, 13( 4 ): 419 ~ 430.  
[ 5 ] 朱晓东,李晓媛,万红.纯滞后系统的模糊复合控制方法[ J ].郑州大学学报(工学版),2005, 26( 1 ): 92 ~ 95.  
[ 6 ] 薛定宇,陈阳泉.基于 MATLAB/Simulink 的系统仿真技术与应用[ M ].北京:清华大学出版社,2002.

Simulink Modeling and Simulation of Multiple Compound Fuzzy-PID Controller

WANG Ming - dong<sup>1</sup>, SU Wen - xia<sup>2</sup>

( 1. School of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China )

**Abstract :** The proportion of fuzzy section and PID section in the multiple fuzzy - PID controller must be adjusted in time according to the deviation value. However, it's very difficult to carry out the complicated control strategy by using general Simulink module. The S-Function is used to solve the problem in this paper. The S-Function program which can realize the adjustment is written in MATLAB and called in Simulink, and the simulation model of fuzzy - PID control system is established consequently. The modeling is simple and the programming is easy in this method, which fulfills expediently the proportion adjustment of all parts in a multiple controller, and thus it can improve the control effect.

**Key words :** fuzzy control ; PID control ; Simulink ; S-Function