

模糊逻辑系统的 C 语言实现方法

C Language Realize Method of Fuzzy Logic System

(海军工程大学)贺 维 江汉红 王海峰 张朝亮

HE WEI JIANG HANHONG WANG HAIFENG ZHANG CHAOLIANG

摘要:本文首先介绍了三种专门用于模糊逻辑控制系统设计的软件系统。详细地介绍了利用软件进行模糊逻辑控制系统设计的基本原理以及模糊控制器的软件程序设计方法。实验表明,模糊逻辑系统的 C 语言实现方法是完全可行的,并且能够大大减少工作量。

关键词:模糊逻辑;C 语言

中图分类号:TP273+.4 文献标识码:B

Abstract: This paper presents three special software systems for the the design of hardware circuit of Fuzzy Logic control system. The paper introduced the composing and working principle in detail. The way of designing and programming of Fuzzy Logic control system is also presented in detail in the paper. In the end the results of experiment shows that C Language realize method is completely viable, and can reduce lots of workload.

Key words: Fuzzy Control, C Language

1 引言

对于模糊控制的实现是模糊控制在实际应用中的一个重要环节。由于 Matlab 软件工具提供了强大的数学工具,一般模糊控制仿真在 MATLAB/Simulink/Fuzzy Logic Toolbox 下进行的。但是往往在实际应用之中,Matlab 的程序就不能完成提供强大的功能了。在本文的无刷直流电机的 DSP 控制实验中,Matlab 的程序与 DSP 的应用程序并不兼容,因而我们需要设计的智能控制器就变得有些复杂了,因而我们需要一种能快速解决模糊控制器的设计及应用的方法。文章中提出了以下三种有效的设计方案。

2 Matlab 工具

对于实际模糊控制系统,由于在高级语言中模糊控制程序的实现比较复杂,因此引入模糊控制存在一定的困难,程序代码的过于复杂也会严重影响模糊控制系统的开发周期。而 Matlab 系统及其工具箱中提供了一些能够独立完成某些 Matlab 功能的 C/C++ 库函数,这些库函数可以直接应用到 C/C++ 平台中,脱离系统完成 Matlab 某些功能,极大的方便了实际应用。Matlab Fuzzy Logic 工具箱的独立 C 代码就是一个这样的 C 语言库。

独立的 C 代码模糊推理引擎函数库 `fisc` 位于 Matlab 目录下的 `toolbox\fuzzy\` 目录中,它包含了在 C 语言环境下调用 Matlab Fuzzy Logic 工具箱建立

的模糊推理系统的数据文件(*.fis)进行模糊逻辑推理的一系列 C 函数,其基本原理是利用 C 代码实现 Matlab 中的模糊推理系统(FIS)功能。该目录下还有一个 C 代码程序 `fismain.c`,它实际上是利用 `fisc` 库函数来实现模糊推理系统的一个实例。

正确地熟悉了 `fisc` 库函数中的函数定义,在应用程序中正确调用,即可实现模糊推理系统功能。例如,从 Matlab 的模糊推理系统文件(*.fis)读入系统数据,可用下面的语句 `fiscMatrix = returnFiscMatrix(fisc_file, &fisc_row_n, &fisc_col_n)` 建立基于 C 代码的模糊推理系统,可用下面的语句:

```
fiscBuildFiscNode(fiscMatrix, fisc_col_n, MF_POINT_N);
```

但是需要说明的是,在独立 C 代码函数库 `fisc` 中只定义了 Matlab Fuzzy Logic 工具箱的 11 种隶属函数以及 AND、OR、IMP 和 AGG 四种逻辑操作函数。所以在利用 Matlab 的模糊逻辑工具箱建立用于独立 C 代码引擎的模糊推理系统时,不允许采用自定义的隶属度函数和逻辑操作函数来设计系统,除非修改 `fisc` 函数库。

设计基于独立的 C 代码模糊推理引擎的模糊控制程序主要有以下两个步骤:

(1)利用 Matlab 的模糊逻辑工具箱建立一个模糊推理系统,并将系统存为扩展名为 `fis` 的数据文件。注意只能使用 Matlab 定义的隶属度函数和逻辑操作函数。

(2)在 C 语言应用程序中实现 Matlab 中定义的模糊推理系统功能。两者之间的接口就是独立 C 代码模糊推理引擎函数库 `fisc`。

3 FuzzyTECH 5.55c

利用德国 INFORM 公司的模糊系统工程软件

贺维:硕士研究生

海军指令性科研基金项目(编号不公开)

FuzzyTECH 5.55c, INFORM 公司的模糊系统工程软件 FuzzyTECH 5.55c 是专门针对于模糊控制的应用设计的工程类软件。该软件提供了强大的技术支持。在 FuzzyTECH 5.55c 软件下完成了模糊控制算法的编程后, 利用 FuzzyTECH 中的代码生成器产生与 DSP TMS320 系列完全兼容的标准 C 代码。模糊控制编程如图 1。

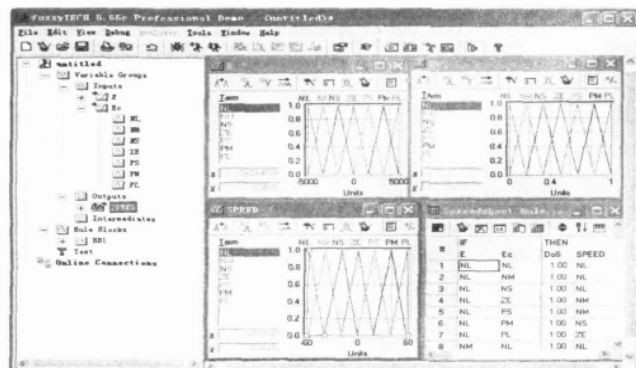


图 1 FuzzyTECH 5.55 的模糊控制编程

设计基于 FuzzyTECH 5.55c 的模糊控制器的过程有两个步骤:

(1) 利用 FuzzyTECH 5.55c 强大的模糊逻辑工具箱建立一个模糊推理系统。

(2) 在 FuzzyTECH 5.55c 的工具栏中直接生成与 DSP TMS320 完全兼容的 C 程序代码, 并且也能生成 M_file, java, VB++ 和 VC++ 等等。如图 2 所示。

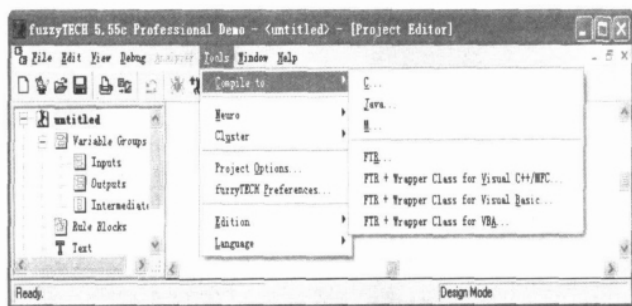


图 2 代码生成

4 WinFact 6 软件

FS- Fuzzy 模糊控制开发软件是 Windows 环境下的图形化模糊控制系统开发工具, 它支持整个模糊控制开发周期, 从而使得复杂的模糊控制系统设计开发、调试变得简单方便。

FS- Fuzzy 模糊控制开发软件的一个显著的特点是开放的软件接口, FS—Fuzzy 可与许多其它常规控制软件产品相连接和集成, 支持许多工业标准接口 (DLL, OLE, ANS-c), 可与当今 (Simulink, Intouch, Excel, Visual Basic) 流行软件进行紧密的集成。

(1) 在 FLOP 程序中编写的模糊控制程序, 并可以在其界面下进行修改模糊规则以及其他的参数, 最后将理

想的结果存为 (BLDCM.FUZ) 文件。如图 4.54 所示。

(2) 在 FALCO 界面下打开在第一步已经存好的 BLDCM.FUZ 文件打开, 再将其中的代码生成器就会得到 C 代码了。其中包括 BLDCM_F4.c 和 BLDCM_F4.h 两个文件。

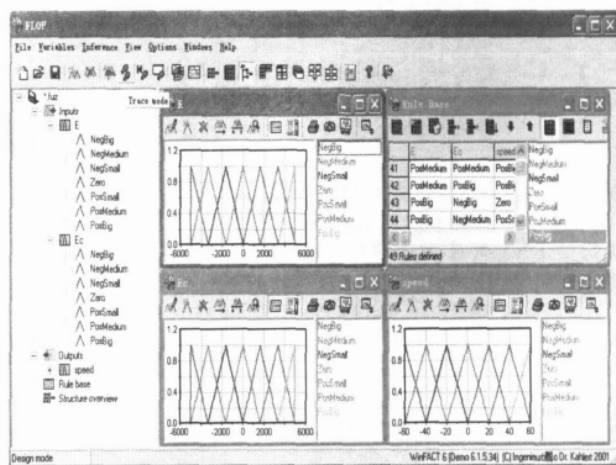


图 3 WinFact 6 的模糊控制编程

5 结论

由于模糊控制策略的实现过程的复杂, 文章提出了三种方法的测试, 可以快速对模糊控制系统进行建模。

本文的创新点在使模糊控制语言能够在较短的时间内实现, 大大减少了模糊逻辑系统设计工作量, 提高了工作效率, 三种方法的优点是可迅速、容易地设计模糊逻辑系统原型。无论在理论还是实践方面都带来了很大的便利, 具有一定的理论和实践意义。

参考文献:

- [1] 杨智, 杨李成. 在 MATLAB 语言中实现 C 语言链接. 甘肃工业大学学报. 1998(12): 56-60.
 - [2] 吴晓莉, 林哲辉. MATLAB 辅助模糊系统设计. 西安电子科技大学出版社. 2002.
 - [3] FuzzyTECH5.3 User's Manual. 1999.
 - [4] FuzzyTECH- MP. User's Manual. Microchip Technology Incorporated, 1994.
 - [5] 飞天通用智能自动化系统技术手册. 北京智能谷科技有限公司.
 - [6] 张朝亮, 江汉红, 陈少昌, 王海峰. 基于 WinFact 的模糊 PID 控制器设计[J]. 微计算机信息, 2006, 10
- 作者简介: 贺维 (1978-) 女 (汉), 湖南人, 硕士研究生, 专业控制理论与控制工程, E-mail: 2003jianghh@163.com; 江汉红 (1960-) 男 (汉), 湖北武汉人, 博士, 硕士生导师, 副教授, 主要从事网络测控与智能控制的研究。(430033 湖北武汉市武汉海军工程大学) 贺维 江汉红 王海峰 张朝亮
(Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China) He, Wei, Jiang, Hanhong, Wang, Haifeng, Zhang, Chaoliang
通讯地址 (武汉市解放大道 717# 海军工程大学电气与信息工程学院) 贺维

(收稿日期: 2006.3.12) (修稿日期: 2006.4.10)