

基于组态软件和 MATLAB 的水位模糊控制系统

孙勇智^a, 于海蓉^b

(浙江科技学院 a. 自动化与电气工程学院; b. 后勤服务公司, 杭州 310023)

摘要: 提出了一种利用 MCGS 组态软件和 MATLAB 开发的水位模糊控制系统实现方案。在该系统中, 利用组态软件 MCGS 完成数据采集、控制信息输出以及人机交互等工作, 利用 MATLAB 完成模糊控制算法运算, 在 MATLAB 和 MCGS 之间通过动态数据交换 (DDE) 协议对过程变量、控制变量和设定值实时更新。通过对水箱的控制实验, 结果表明该系统是可行的, 并且具有较好的开放性和灵活性。

关键词: 组态软件; 动态数据交换; 模糊控制

中图分类号: TP273.4

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2007)01-0014-04

Fuzzy Control System for Water Level Based on Configuration Software and MATLAB

SUN Yong-zhi^a, YU Hai-rong^b

(a. School of Automation and Electrical Engineering; b. Corporation of General Service, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: The fuzzy control system for water level integrates MATLAB and MCGS, which is a configuration software. Data acquisition, control action and human-machine interface are designed with MCGS, and fuzzy control arithmetic is designed with MATLAB. The process variables, manipulations variables and set points are updated real-timely between MCGS and MATLAB by Dynamic Data Exchange (DDE) protocol. Experiments demonstrate the feasibility, flexibility and openness of the system.

Key words: configuration software; dynamic data exchange; fuzzy control

工业控制计算机(简称工控机)在计算机控制领域占据越来越重要的地位, 在基于工控机的控制系统中, 基本上都采用组态软件实现系统的开发和监控。目前, 较为流行的工控组态软件有 Heuristics 公司的 ONSPEC、Intellution 公司的 Fix、Wonderware 公司的 InTouch、昆仑通态公司的 MCGS 以及

亚控公司的组态王等。工控组态软件具有丰富的图形功能、强大的与硬件通信的能力、灵活的可组态性和良好的可开发性, 但它计算能力较弱, 难以实现复杂的控制算法。

MATLAB 是 MathWorks 公司于 1982 年推出的高性能的数值计算软件。它以矩阵运算为核心,

收稿日期: 2006-12-13

作者简介: 孙勇智(1972—), 男, 山东安丘人, 讲师, 博士, 主要从事智能控制和嵌入式系统研究。

集数值分析、信号处理和图形显示等功能于一体,构成了一个界面友好、使用方便的用户环境。MATLAB 还包括了不同的工具箱,用来实现各种学科的问题的计算、仿真和数据处理,这些工具箱具有可扩展性、易学易用性和高效性。由于 MATLAB 具有如此之多的优点,它已成为数学、控制理论、信息处理、社会经济等学科的基本研究工具,被广泛应用于国内外各教学和科研部门。但是, MATLAB 生成复杂的人机交互式图形界面的能力并不强,与硬件系统的交互能力更弱,这就限制了其应用于实际生产的能力。长期以来,人们一直将它视为一种纯粹的仿真软件。

组态软件和 MATLAB 在功能和特点上的互补启发人们将两者结合起来,构成一个具有良好人机界面和强大计算能力的计算机控制系统。胡大斌等将组态王和 MATLAB 通过 DDE 结合起来,用于船舶主动力监控系统的仿真研究^[1];常晓恒等研究了组态软件 RSVIEW32 和 MATLAB 通讯机制,利用 ActiveX 机制实现了变频器控制器的参数优化^[2]。本文主要研究了组态软件 MCGS 和 MATLAB 之间的 DDE 通信机制,并且由此开发了可以实现模糊控制算法的水位控制系统。在该系统中, MCGS 组态软件完成数据采集、控制信息输出以及人机交互等工作, MATLAB 完成控制算法运算,实验结果说明了系统的可行性。另外,由于该控制系统的控制算法在 MATLAB 中实现,因此可以非常容易地在 MATLAB 中用其他控制器代替实验中的模糊控制器,实现其他的控制算法。

1 MCGS 和 MATLAB 的动态数据交换机制

动态数据交换(DDE)是在 Windows 系统中支持的进程间的通信机制,它是应用程序之间实时交换数据的有效方法。它建立在 Windows 内部的消息处理机制上,两个 Windows 应用程序通过相互之间消息的传递来完成一次 DDE 会话。发起会话的称为客户端(Client),响应会话的称为服务器(Server)。一个单独的 Windows 应用程序在同一时间既可以是某一程序的客户端,又可以是其他程序的服务器。

客户端是 DDE 会话的发起者,在客户端程序发送的消息中,不但指明了所需要数据的类型,而且包含了它所需要的服务器名称(Service)和主题(Topic)。服务器名称标识了客户程序希望建立对话的对象,一般情况下,服务器名为应用程序的可执行文件名(去掉扩展名),MCGS 的 DDE 服务器名称为

MCGSRun,而 MATLAB 的服务器名称为 Matlab。主题则定义了对话的题目,一般对于建立 DDE 对话的双方均是有意义的,并且主题一般是不区分大小写的。大部分应用程序把该程序打开的文件名作为 DDE 的对话主题,对于大多数的应用程序均支持 System 主题,并且支持至少一种其他的主题。主题所支持的数据类型也称之为项目(Item),一般一个主题支持至少一个项目或者更多。

在 MCGS 中,支持两种动态数据交换方式:一种是 DDE 输出,也就是将 MCGS 作为 DDE 服务器;一种是 DDE 输入,也就是将 MCGS 作为 DDE 客户端。在 DDE 输出方式中,其主题名称为 DataCentre,项目名称为即将进行交换的实时数据库变量。在 DDE 输入方式中,必须指明 DDE 连接对象的服务器名称、主题名称和项目名称^[3]。如果以 MATLAB 作为 DDE 服务器, MCGS 为客户端,则访问的服务器名称为 Matlab,主题名称为 System,项目名称为 MATLAB 工作空间中的变量。

与 MCGS 相比, MATLAB 提供的 DDE 功能更为强大。作为客户程序,它支持文本格式的数据传送,可以使用 MATLAB 中的 DDE 客户端模块所提供的函数与服务器应用程序进行数据交换。MATLAB 提供的 DDE 客户端函数共有 7 个,它们是 ddeinit, ddereq, ddepoke, ddeexec, ddeterm, ddeadv, ddeunadv。ddeinit 函数建立与服务器的对话,建立成功则该函数返回一个大于零的通道号,以后的所有操作均对这个通道号进行; ddereq 函数向服务器索取数据,将数据返回到指定的矩阵单元; ddepoke 函数将指定矩阵单元的数据发送到服务器的项目所对应的变量; ddeexec 函数发出命令给服务器应用程序; ddeterm 函数终止与服务器之间的 DDE 会话; ddeadv 请求服务器建立一个热连接; ddeunadv 请求服务器删除一个热连接。所谓热连接(hot link),是指当服务器数据发生改变时,能及时通过连接通道通知客户端。

系统基本构成如图 1 所示。在本系统中, MCGS 和 MATLAB 通过热连接方式交换数据, MCGS 程序不断将采集到的数据送到 MATLAB 程序中, MATLAB 计算完成后将结果返回 MCGS。示例如下:

第 1 步, DDE 初始化

```
DDEChan=ddeinit('MCGSRun','DataCentre');
```

第 2 步, MATLAB 接收 MCGS 的 PV 变量、

SV 变量与其他参数

```
CurrentPV=ddereq(DDEChan,'PV');
```

```
CurrentSV=ddereq(DDEChan,'SV');
```

.....

第 3 步, MATLAB 将计算结果返回 MCGS

```
ddepoke(DDEChan,'MV',CurrentMV);
```

在以上各语句中, CurrentPV、CurrentSV 和 CurrentMV 分别为 MATLAB 工作空间中的过程变量、设定值和操作变量; PV、SV 和 MV 分别为 MCGS 实时数据库中定义的过程变量、设定值和操作变量。在 MCGS 中, 必须将要交换的实时数据库中的变量设置为 DDE 输出, 并且设置其服务器名称和主题名称。

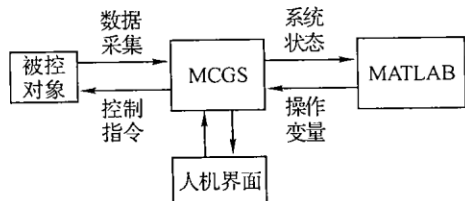


图 1 MCGS 与 MATLAB 的连接示意

2 水箱水位模糊控制算法设计

PID 控制是广泛应用于工业生产过程的一种控制方法, 但是这种方法需要在有良好的 PID 参数整定的条件下才能奏效, 而 PID 参数的整定是一项很复杂的工作, 对于非线性、多变量、强耦合和存在大时滞等系统的参数难以进行整定, 甚至无法整定出合适的参数。模糊控制不需要建立控制对象的精确数学模型, 它只要把现场操作人员的经验和数据总结成较完善的语言控制规则, 因此它能绕过对象的不确定性、干扰及非线性、时变性、时滞性等影响, 系统的鲁棒性强、效果好, 从而得到非常广泛的应用和迅速的发展。

本文采用了二维模糊控制器^[4], 控制器结构如图 2 所示。模糊控制器的输入变量为液位偏差 E 和液位偏差的变化率 ΔE , 输出变量为调节阀开度的增量 ΔU 。输入变量模糊化后, 通过模糊推理得到模糊化的输出变量, 解模糊化得到精确的输出变量, 从而进一步得到控制量 U , 执行机构根据 U 的精确数值来发出控制动作。为了便于调整, 对计算得到的偏差和偏差增量分别乘以可调整的增益 K_1 和 K_2 。

液位偏差 E 模糊化为 3 个语言变量(负、零、正), 其隶属函数如图 3 所示; 偏差增量 ΔE 模糊化

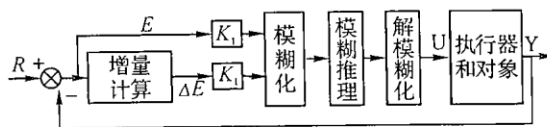


图 2 二维模糊控制器结构

为 7 个语言变量(负大、负、负小、零、正小、正、正大), 其隶属函数如图 4 所示; 控制量模糊化为 7 个语言变量(负大、负、负小、零、正小、正、正大), 其隶属函数如图 5 所示。

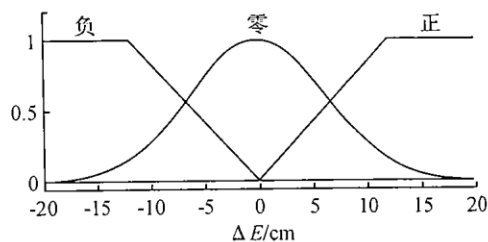


图 3 偏差信号语言变量的隶属函数

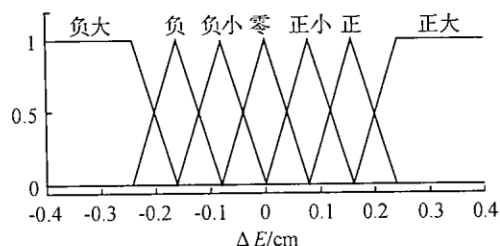


图 4 偏差信号增量语言变量隶属函数

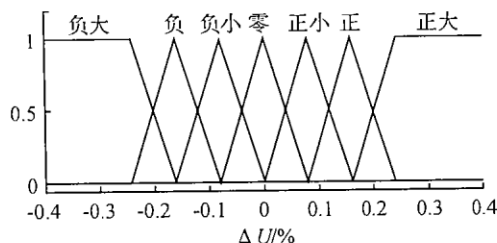


图 5 控制量增量语言变量隶属函数

本系统使用的模糊推理规则如下:

- 1) 如果偏差为负, 那么控制量增量为正大;
- 2) 如果偏差为正, 那么控制量增量为负大;
- 3) 如果偏差增量为负大, 那么控制量增量为正大;
- 4) 如果偏差增量为负, 那么控制量增量为正;
- 5) 如果偏差增量为负小, 那么控制量增量为正小;
- 6) 如果偏差增量为正小, 那么控制量增量为负大;
- 7) 如果偏差增量为正, 那么控制量增量为负;
- 8) 如果偏差增量为正大, 那么控制量增量为负大;
- 9) 如果偏差为正零且偏差增量为零, 那么控制量增量为零。

3 人机界面及实验结果分析

本文实验的硬件系统采用浙江高联科技公司生产的 PCS-E 型实验系统,控制系统硬件设备由液位传感器、DDC 输入输出单元、工业控制计算机和电动调节阀构成。液位传感器 4~20 mA 信号经 DDC 输入单元 ICP7017 转换为数字信号,通过串行口送入工业控制计算机,实时更新 MCGS 实时数据库中的相应变量,控制运算输出的数字信号通过串行口进入 DDC 输出单元 ICP7024,转换为 4~20 mA 的信号模

拟信号控制电动调节阀,以改变输入流量。

由于使用了 MATLAB 和 MCGS,因此控制系统的软件设计非常简单。首先,在 MCGS 下完成画面组态、设备组态、实时数据库、主控菜单和运行策略组态,并且建立相关变量的 DDE 连接;然后在 MATLAB 中利用模糊推理系统(FIS)建立模糊控制的语言变量、隶属函数和推理规则;最后用 MATLAB 编写控制器程序,在程序中调用模糊推理系统,生成控制量输出,并将结果通过 DDE 返回 MCGS。利用在 MCGS 建立的人机界面如图 6 所示。

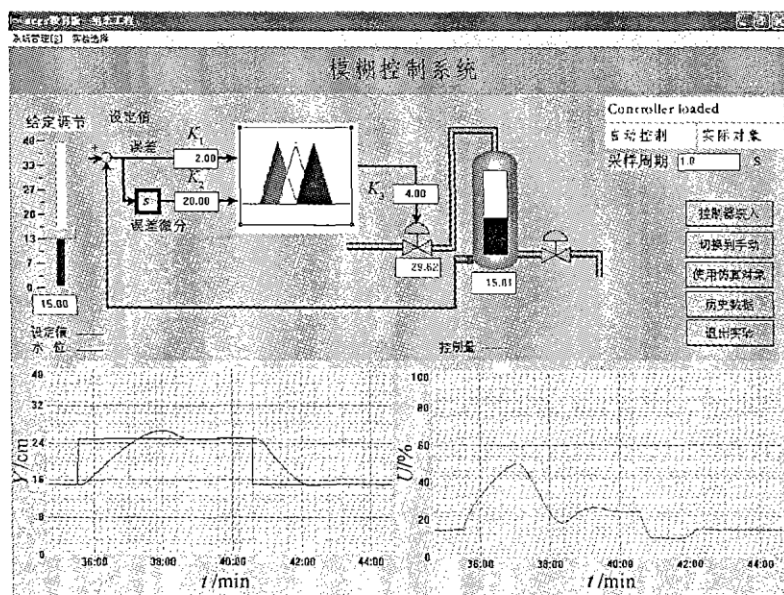


图6 水位模糊控制系统的人机界面和实验结果

被控对象是一个高度为 40 cm 的方形水箱,在图 6 中给出了模糊控制系统作用下水箱液位的实时响应曲线。从曲线可以看出,在控制系统设定值产生一个比较大的变化(从 15 cm 到 25 cm 和从 25 cm 到 15 cm)时,水位能够在 3 min 左右的时间内迅速跟踪输入的变化,并且具有较小的超调量。与在同样硬件系统实验上运行的 PID 控制算法相比,在满足相近性能指标的条件下,控制量的输出变化更加平稳。

如果在 MATLAB 中,用其他的控制器代替本文所使用的模糊控制器,就可以利用其他控制算法实现控制。因此本系统具有良好的灵活性和开放型,它为在控制系统中研究和实现其他复杂控制算法提供了良好的解决方法。目前,更为优秀的控制算法正在开发中。

4 结 语

利用 MATLAB 和 MCGS 的动态数据交换机

制,设计实现了一个水箱水位模糊控制系统。在系统中,MCGS 完成数据采集、控制信息输出以及人机交互等工作,MATLAB 完成控制算法运算,充分发挥了两者各自的优点。该系统编程简单、容易实现、控制效果能够满足要求。同时,该系统还可以扩展其他控制方法,具有良好的灵活性和开放性。

参考文献:

- [1] 胡大斌,胡锦晖,吴峰. 基于组态王与 MATLAB 的监控软件实现[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2005,29(2):234-237.
- [2] 常晓恒,朱华,雷建军. 基于 RSVIEW32 和 MATLAB 通讯的控制器参数优化[J]. 微计算机信息:测控自动化,2004,20(10):18-19.
- [3] 袁秀英,牛云陞,余群威. 组态控制技术[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 韩峻峰. 模糊控制理论及其应用[M]. 重庆:重庆大学出版社,2003.