

基于 LabVIEW 和 Fuzzy Logic ToolKit 的模糊控制位置纠偏系统设计

Design of Position Rectifying System with Fuzzy Control Using LabVIEW and Fuzzy Logic ToolKit

姓名：刘航

职务：在读硕士研究生

校/系：广东汕头大学工学院机电系

应用领域： 工业自动化

挑战： 基于 PC 平台，采用自调整模糊控制方法进行包装机械，特别是光电分条机和制袋机的位置纠偏控制。

应用方案：

使用 LabVIEW 及 Fuzzy Logic ToolKit，结合 PCI-1200 数据采集卡和其它相关硬件，开发一个采用自调整模糊控制方法的包装机械位置纠偏实验系统。

使用的产品：

LabVIEW 5.0；

Fuzzy Logic for G ToolKit1.0；

PCI-1200 DAQ Board；

5B32、5B39 系列信号调理模块。

介绍

基于 LabVIEW 高效的软件开发环境和强大功能，Fuzzy Logic ToolKit 直观方便的模糊逻辑控制器设计功能，结合 PCI-1200 数据采集卡和其它相关硬件，迅速有效地完成了一个采用自调整模糊控制方法的包装机械位置纠偏实验系统的开发设计、仿真及实际应用。

模糊控制及 Fuzzy Logic ToolKit

模糊控制是基于规则的一种智能控制，它不依赖于被控对象的精确数学模型，特别适宜对具有多输入—多输出的强耦合性、参数的时变性和严重的非线性与不确定性的复杂系统或过程的控制，且控制方法简单，实际效果好，近年来在各个工程领域得到

了广泛应用。但由于模糊控制理论还并不完善，系统设计缺乏统一有效的理论指导，在模糊控制器的实际设计和应用中仍主要采用试凑的方法，

通过试凑法进行模糊控制器的设计，必须根据仿真或实际控制效果不断的调整控制器参数，如隶属函数的形状、分布，比例、量化因子的取值，解模糊方法，控制规则等，工作量大而繁琐，因此一个高效方便的开发环境对模糊控制控制器的设计至关重要。

利用 NI 的基于 LabVIEW 的模糊逻辑工具包（Fuzzy Logic for G Toolkit），不但可以在 LabVIEW 环境下通过友好的人机交互界面直观方便地进行模糊控制器的设计，还能充分利用 LabVIEW 的各种强大功能，特别是同数据采集板卡等硬件的良好结合，迅速地搭建所需的自动控制系统，进行模糊控制器的实际仿真及应用。

基于模糊控制的位置纠偏系统

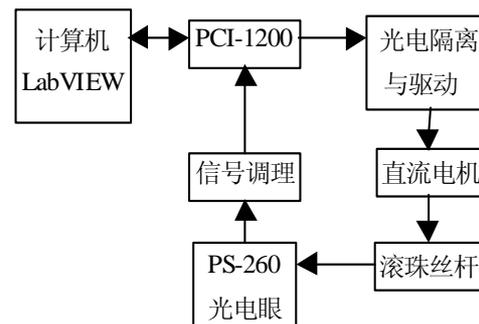
对包装机械而言，最普遍和重要的一项控制即位置的纠偏控制，如各种分条机、制袋机中对包装膜位置的精确控制。由于该类机械及其控制对象大多具有非线性和时变性特征，数学建模困难，采用常规控制方法如 PID 控制等，难以满足性能要求，因此引入了模糊控制方法。

为提高系统设计的效率，使用 LabVIEW 及 Fuzzy

Logic ToolKit，结合 PCI-1200 数据采集卡和其它相关硬件，开发一个采用自调整模糊控制方法的包装机械位置纠偏实验系统。该系统一方面用于 LabVIEW 软件设计、模糊控制及位置纠偏控制方法的实验教学，另一方面用于对所设计模糊控制器的实际运行仿真，以便在应用单片机完成实际系统时减轻设计和调试的工作量。

位置纠偏系统的硬件结构

该模糊控制位置纠偏实验系统的硬件结构如图示。这是一个基于 PC 平台的控制系统，用 LabVIEW 和 Fuzzy Logic Toolkit 开发系统监控软件。由于本系统要求的输入输出通道不多，采用了适用型的 PCI-1200 数据采集卡，该卡具有八个模拟输入通道、两个模拟输出通道（12 位的 A/D、D/A 转换精度），以及 3 个 8 位 TTL 电平的数字 I/O 口。输入信号调理部分主要采用 5B32 模块，它可将输入电流转化为 0~+5V 的电压输出。控制信号输出部分除了进行光电隔离外，还使用了 5B39 信号调理模块，该模块能将 0~+5V 的电压输入转化为 4~20mA 的电



基于 LabVIEW 的模糊控制位置纠偏实验系统
结构框图

流输出。

PS-260 为日本三桥生产的光电眼，它用于检测包装膜特征边或特征线标志，并通过由两路光敏元件产生相应的电流信号，经信号调理模块输出到数据采集卡 PCI-1200 的模拟输入通道。在 LabVIEW 中测量电流值，同平衡位置的电流设定值比较，将其误差和误差的变化作为模糊控制器输入，经模糊化、模糊推理和解模糊后，得到相应的控制量。该控制量由 PCI-1200 的模拟通道输出，经光电隔离后用以控制直流电动机驱动装置，从而控制电机的转速，并经滚珠丝杆转化为对直线位移的纠偏控制。

位置纠偏系统的软件设计

该位置纠偏系统软件设计主要有两个部分，一是输入信号的采集和控制信号的输出，二是模糊控制器的设计。相对于其它编程语言(如 C, C++)，利用 LabVIEW 和 Fuzzy Logic Toolkit 可以更迅速有效的完成以上两部分工作。

对于输入信号的采集和控制信号的输出，由于 LabVIEW 中提供了各种功能的模拟、数字信号输入、输出 VI，可以方便地在框图程序中直接调用，而不必涉及对数据采集硬件的底层操作，因此可以很快完成。本系统中只用到两个模拟输入通道、一个模拟输出通道和几个数字 I/O 端口(用于电动机的起/停、正/反转控制等)，该部分并不复杂，以下重点介绍模糊控制器的设计思想和通过 Fuzzy Logic Toolkit 完成的方法。

当被控对象偏离设定的平衡位置时，其偏离误差为：

$$E = (I_{a0} - I_{b0}) - (I_a - I_b)$$

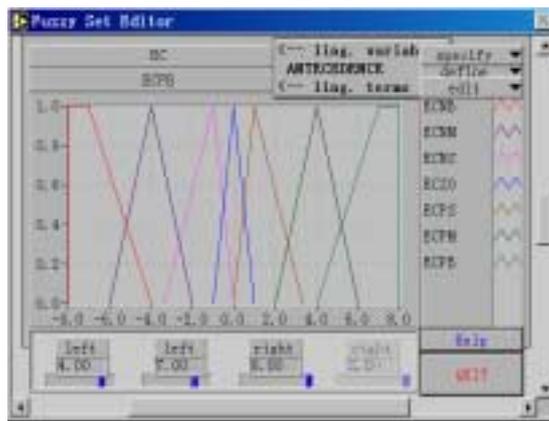
其中： I_{a0} 和 I_{b0} 为设置的平衡位置处两路光敏元件输出电流基准值。 I_a

和 I_b 为检测过程中任意检测位置处两路光敏元件电流输出值。

偏离误差的变化为：

$$\Delta E = [E(nT) - E(nT-T)]/T$$

定义误差 E 的语言值模糊子集为：{NL, NB, NM, NS, 0, PS, PM, PB, PL}。定义误差变化 ΔE 和输出 U 的语言值模糊子集为：{NB, NM, NS, 0, PS, PM, PB}。



利用模糊逻辑工具包进行模糊控制器设计。图中所示为通过模糊集编辑器设计误差变化 E_c 的模糊子集及其隶属函数分布。

以上设计主要通过 Fuzzy Logic Toolkit 的模糊逻辑控制器设计 VI 进行，该 VI 由模糊集合编辑器、模糊规则库编辑器和输入输出性能测试三部分组成，用户可以直观方便地设计和修改模糊控制器的隶属函数、控制规则、解模糊方法、推理算法及其它相关参数，并对模糊控制器的输入输出性能进行初步检验和测试。通过该 VI 设计好的模糊逻辑控制器，以后缀名 .fc 的形式保存于一个数据文件中。

在后台框图程序中，利用模糊控制器 VI 将设计好的模糊控制器作为一个图形功能模块同程序其它部分相连，并在运行时通过模糊控制器载入 VI 将 *.fc 数据文件中的所有模糊控制器参数加载到模糊控制器 VI 中，以实现所需的控制功能。

另外，为了同常规控制方法进行比较，程序中还设计了 PID 控制模块。

自调整因子控制方法的实现

由于 LabVIEW 的模糊逻辑工具包只能进行常规模糊控制器设计，当控制对象参数变化时，控制效果受到影响，为此，引入了自调整因子模糊控制方法。

自调整因子模糊控制方法在常规模糊控制的基础上增加了性能测量和参数寻优、调整等功能，而这几个模块计算较复杂，利用 LabVIEW 的图形化 G 语言来编写相对烦琐，程序运行效率受到一定影响。由于 LabVIEW 提供了调用库函数节点 CLFN (Call Library Function Node) 和代码接口节点 CIN (Code Interface Nodes)，可以利用它们来

调用如 C、FORTRAN 等编写的外部程序资源。因此，采用了 C 语言来编写以上几个功能模块，通过 CIN 方式在 LabVIEW 环境下调用，从而实现模糊控制器的自调整功能，经实际运行表明，程序执行速度有大幅度提高，并取得了较好的控制效果。

结论

以上基于自调整模糊控制方法的包装机械位置纠偏实验系统设计，充分发挥了 LabVIEW 及 Fuzzy Logic Toolkit 的强大功能和易用型，开发时间短、效率高，在有关模糊控制及 LabVIEW 软件设计的实验教学和包装机械位置纠偏控制的仿真及实际应用中取得了良好效果。