

基于.NET 的动态实时曲线的绘制方法

胡建华,刘鑫朝,李 辉

(中国药科大学理学院,江苏南京 211198)

摘要:为满足各种工业控制系统中常见的动态实时曲线绘制的需要,在.NET 平台上以 C#为开发语言,设计并实现了一个动态实时曲线类。对实时曲线绘制中绘图坐标的设置和显示、动态曲线的绘制和动态刷新等关键问题进行了分析。首先把坐标系统的绘制以及实时采集到的数据进行封装,并采用一个队列来存储已绘制曲线的历史数据,队列满后通过去掉队头数据,队尾追加新数据的方法更新数据,并重绘图形,实现曲线的实时动态更新。实验结果表明,该方法所设计的动态实时曲线类具有实时性好、通用性强、便于重用的特点,可以在各种工业控制系统中推广使用,提高开发效率。

关键词:动态实时曲线;工业控制系统;.NET

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)03-0179-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.03.045

Method of Dynamic Real-time Curve Drawing Based on .Net

HU Jian-hua,LIU Xin-chao,LI Hui

(School of Science,China Pharmaceutical University,Nanjing 211198,China)

Abstract:In order to satisfy plotting dynamic real-time curve in the industrial control system,a class of dynamic real-time curve is designed and implemented with C# language based on .NET platform. The key problems that include the coordinate setting up and display, dynamic curve plot and dynamic refreshing in the monitoring data's real-time plotting are analyzed. In this class a queue is created to save history plotted data. If the queue is full, the first data dequeue in the queue and the new data enqueue, then the data curve is redrawn with datas in the queue. The experiment result shows this the class has good characters of real-time, generality and reusability, can be applied into various industrial control system, improving the development efficiency.

Key words:dynamic real-time curve;industrial control system;.NET

0 引言

在工业控制系统中,常常需要对系统中如压力、温度等观察量进行实时监测。通过各种传感器所获得的实时监测数据,一般在软件系统中需要以动态曲线的方式直观实时显示出来,便于直观地观察到所测观察量的变化趋势^[1-3]。在文献[3~8]中,采用 C++语言实现了动态曲线的绘制,而文献[9]中采用 VB 语言也实现了动态曲线的绘制。但在这些方法中,通用性较差,没有考虑重用性的问题。

文中在.NET 平台上,利用 C#语言,采用面向对象方法设计一个动态曲线类,把动态曲线的绘制封装在一个类中,通过图形系统的参数配置,简化了图形坐标系统的绘制和标识,同时提高了代码的可重用性,便于在各种系统中使用。

1 动态实时曲线绘制设计分析

工业控制系统中的通过各种监测仪器设备所获得的实时数据往往是与时间相关的,通过实时曲线可以很直观地观察到数据的变化快慢和趋势。实时动态曲线的绘制与静态图形绘制不同主要在于绘制动态曲线的数据是逐步得到的,在绘制过程中必须保证实时性,也就是说获取数据与绘制图形必须是同步的,因此在软件的设计过程中,必须注意绘制图形的效率,满足实时监测的需要。

实时曲线的绘制一般要考虑到实时数据值的范围和数据的采样频率。因此实时动态曲线一般的形式是 Y 方向轴表示监测数据的大小, X 方向轴表示时间。随着时间的变化,动态曲线不断更新变化,当绘制的图形超出绘图区的时间范围后,可以采用两种处理方式。

一种是所谓的电子数字示波器方式,把已绘制图形清除,重新从左向右绘制;

另外一种方式称为平推式,把已有图形向左方或右方平移。在平推式中,最需要解决的问题是图形刷新的问题,以免在采样频率较大的情况下图形闪烁严

收稿日期:2012-06-29;修回日期:2012-09-30

基金项目:教育部直属高校特色项目(O2600005)

作者简介:胡建华(1969-),男,副教授,博士,主研领域为模式识别、软件架构、药学信息学等。

重。

为了减少图形平推过程中对图形动态刷新造成的闪烁现象,在设计时可以把图形分为动态曲线绘图区和坐标绘制区两层图层,前面一层为动态实时曲线绘图区,用来绘制动态曲线。该绘图区域中坐标网格线是由位图产生,在绘制图形过程中,不会有变化,并且在刷新图形时不会产生闪烁现象。后面一层为坐标绘制区,用来绘制坐标刻度以及其他静态的内容。这种分层设计方法带来的好处是当动态曲线绘图区中动态曲线进行刷新重画时,不会造成坐标绘制区中坐标刻度等内容的刷新而造成的闪烁。同时这样分层设计也便于程序设计中模块化设计,减少程序的复杂性,见图 1。

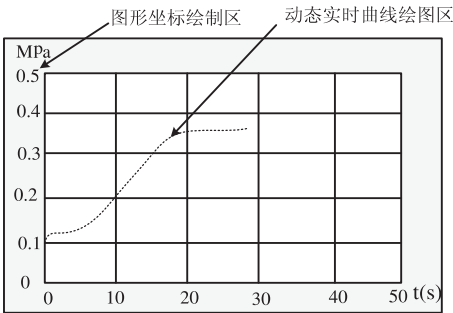


图 1 动态实时曲线图的两层图层设计示意图

2 动态曲线类的设计

2.1 .NET 开发平台介绍

.NET Framework 是微软提出的一种基于 Windows 的开发平台,主要由公共语言运行库和 .NET Framework 类库构成,在这个平台下,多种计算机语言所编制的组件等可以相互调用。为不同工具的开发人员进行小组开发提供了极大的便利。C#是该平台所支持的开发语言之一,是 Microsoft 专门为使用 .NET 平台而创建的,具有其他语言的许多优点。由于 C#语言提供了良好的串口通信组件、多线程的管理机制、抽象的接口技术^[10]以及优秀的用户界面设计能力,给开发工业控制语言带来了很大的方便,目前越来越受到软件开发者的重视。

C#语言利用 GDI+(Graphics Device Interface,图形设备接口)提供了比较丰富的绘图功能。在文中,使用 PictureBox 控件来显示图形,使用 Graphics、Pen 类等来绘制曲线和刻度等^[11,12]。

2.2 坐标系统的绘制

为了提高复用性,文中把动态实时曲线的绘制工作被封装成一个类,用类的方法函数形式分别实现坐标绘制、动态曲线绘制等操作。

由于在不同的工业系统中,监测的对象、数据单位、数据范围等参数会有所不同,为了保证设计的动态

实时曲线类具有较好的通用性,首先设计了一个辅助的参数类 classFigureParameter,该参数类通过类属性的方式提供与绘图密切相关的参数,如测量值范围、坐标网格线数目等,便于完成曲线坐标系统的绘制,同时也提高图形绘制的通用性,见表 1。

表 1 参数类相关参数属性

属性名称	参数含义
ScaleValueY	测量值范围
VCoordinateCount	垂直网格线数目
HCoordinateCount	水平网格线数目
Unit	度量单位
PointPerSecond	每秒画点数(数据采样频率)
FigureBackColor	绘图背景色
FigureColor	绘图曲线颜色

当通过辅助的参数类 classFigureParameter 确定好绘图参数后,首先要做的就是绘制图形的坐标系统。根据前面的分析,坐标系统绘制是在坐标绘制区进行的,该区域实际上是一个 PictureBox 控件,所有的坐标刻度,单位等都是绘制在这个 PictureBox 控件上。在绘制坐标系统之前,必须要根据绘图区域的像素大小来确定坐标刻度,纵坐标的刻度与测量数据的量程、绘图区域的像素高度以及设定的水平网格线数有关。为了保证测量值刻度的合理性以及美观效果,应当适当调整绘图区大小,避免出现太长的小数值。

2.3 动态曲线的绘制

为了避免动态曲线刷新时造成坐标刻度等内容的闪烁,动态曲线图形绘制是在另外一个 PictureBox 控件中绘制。在绘制动态曲线过程中,一个重要的问题是必须判断绘图曲线是否到达绘图区域的结束边界。当动态数据曲线绘制到绘图区边界时,必须采用一种策略来处理后续图形的绘制。

如果采用数字示波器方式实现动态曲线则比较简单,直接通过一个是否到已绘制数据的指示器来标识动态曲线是否绘制到结束边界,如果到达边界则全部清除绘图区图形,然后从头开始绘制。

而采用平推式绘制动态曲线,必须要解决已绘曲线的平移和重绘的问题,并且要求这种重绘必须在一定时间内完成,以满足实时性的要求。为此,在动态曲线类中,设立了一个存储已绘制数据的队列,队列的大小为绘满绘图区域时数据量的数目,这可以由绘图区域水平像素来决定,参见图 2。

在队列满之前,每绘制一个数据点,该点的测量数据值进队列,当队列满后,采用的处理方式是队头第一个数据出队列,新数据进队列,然后根据该队列中数据重绘数据曲线,这样就实现了平推方式绘制动态曲线

的过程,具体算法参见图3。

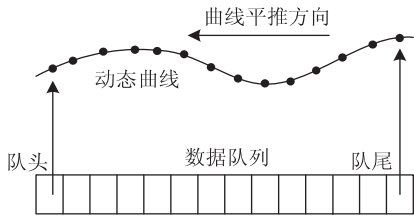


图2 实现动态曲线平滑算法队列

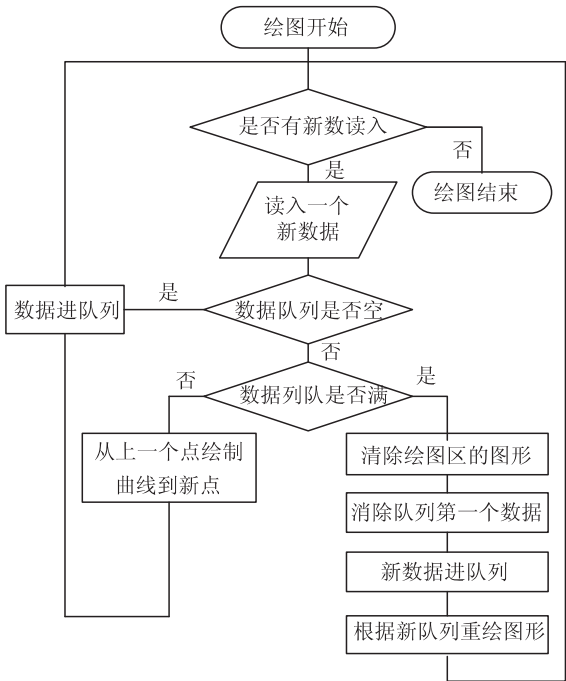


图3 平滑方式动态曲线绘制算法流程图

平滑式动态曲线的绘制是由类的 drawCurveDynamic(float) 方法来实现,该方法中只有一个测量数据参数,每当获取一个监测数据后,就调用一次该方法,从而实现动态曲线的实时绘制。

3 实验结果

为了验证文中所设计动态实时曲线类效果,采用一个定时器来定时产生一个以时间序列为变量的正弦函数值来模拟实时数据,然后动态地在窗体的绘图区中显示。

首先建立窗体,在窗体上建立两个 PicturBox 控件,分别用于绘图区和坐标绘制区,取名为 picFg 和 picBg。在窗体类中首先声明一个动态曲线类对象 drawG:

```
classFigure drawG; //动态绘图类对象

然后在窗体的构造函数中定义绘图参数类和动态实时绘图类对象的实例。

classFigureParameter fgParameter = new classFigureParameter(1.0F, "MPa", 5, 5, Color. Black, Color. WhiteSmoke, 1000 / this. DetectTimer. Interval); //定
```

义一个绘图参数类

drawG = new classFigure (this. picFg, this. picBg, fgParameter); //定义动态实时曲线类

绘图参数类实例 fgParameter 决定了绘图区坐标刻度等外观。该实例的构造函数中参数依次表示数据范围是 0 至 1.0,单位是 MPa,网格线为 5 * 5,绘图曲线颜色为黑色,而绘图区的背景色为烟白色,采样频率由定时器间隔决定。

动态曲线绘图类实例 drawG 的构造函数参数中, this. picFg, this. picBg 分别表示两个 PictureBox 控件,表示绘图区和坐标绘制区, fgParameter 是前面所定义的绘图参数类。

在定时器的 Timer 事件中,设计如下代码:

```
DateTime detectTime = DateTime. Now; //当前时间
TimeSpan timeLength = ( detectTime - startTime); //已过时间(秒)

x++; //数据序列
double y = 0.5 + 0.5 * Math. Sin(( 3. 14159 / 180. 0) * x); //产生正弦值模拟实时数据
//以下是采用数字显示
this. txtX. Text = x. ToString();
this. txtValue1. Text = y. ToString(" #0. 000");
this. txtTime. Text = string. Format(" {0: N}", timeLength. TotalSeconds) + "秒";
//用动态实时绘图类对象显示模拟值曲线
drawG. drawCurveDynamic(( float) y);
```

程序运行过程如图4,图5所示。

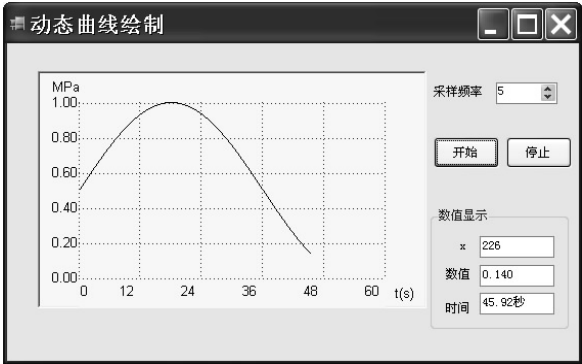


图4 动态曲线绘制过程(没有超出边界范围)

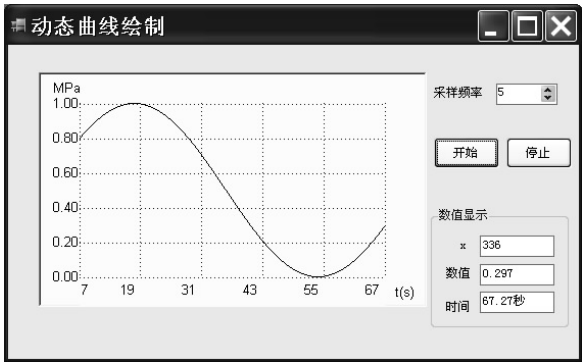


图5 动态曲线平滑过程

图 4 是当绘制曲线没有到达绘图边界的情况,可以观察到曲线在向右延展。而图 5 是曲线已超出绘图范围,此时曲线向左平移。

实验表明当采样频率在 10 以内时,绘制的动态曲线与数据的数字显示是同步的,可以满足绝大多数控制系统实时性的要求。

4 结束语

文中设计的动态实时曲线类由于采用了面向对象的技术,把图形的绘制工作封装在一个类中,提高了代码的重用性。实验结果表明,文中方法所设计的类使用方便,实时性好,可以很好地满足各种工业控制系统的动态数据显示需要。该动态曲线类已在多个工业控制系统中应用,取得了良好的测试效果。下一步将把该类进一步完善,设计为一个通用组件,将会在 NET Framework 平台上开发的工业控制系统中使用更加方便,大大减少系统的开发成本。

参考文献:

- [1] 程 彬,李立伟,何文雪. NET 环境下工控组件的设计与制作[J]. 计算机技术与发展,2009,19(11):108-110.
- [2] 牛 标,张代远. 可监控智能液位控制器系统设计[J]. 计算机技术与发展,2010,20(7):188-191.

(上接第 178 页)

平台上搜索到自己想要的资源,方便用户随时学习,随时查看。互评主要是教师与教师之间、学生与学生之间的互评。这种互评活动主要以协商、探讨为主,它也是同侪辅助学习的一种体现。

3 结束语

文中旨在基于同侪辅助学习思想,对教师、学生同侪辅助学习研究的活动流程进行分析和研究,并以此为基础,利用 CSCW 技术构建了在线学习平台,为教师与学生之间提供了实现跨越时间与空间的交互协同的学习过程,实现其同侪指导、同侪示范、同侪咨询、同侪监督等行为。通过半年多的实际对照测试,教师与学生的参与兴趣、知识和技能均得到扩展,同时促进了教学质量的提高。当然在系统的运行过程中,发现了在教学活动的设计上还存在一定的问题,希望在今后的研究中做出改进和完善。

参考文献:

- [1] 张冬梅. 信息技术课堂生成性资源的开发策略研究[D]. 南京:南京师范大学,2008.
- [2] 李学东,周培祥,高晓霞,等. CSCW 在网络化教学中的应

- [3] 赵奇峰,闵 涛,杨黔龙,等. 基于 LabVIEW 串口数据采集系统设计[J]. 计算机技术与发展,2011,21(11):224-226.
- [4] 朱 玲,高 琴,武玉强,等. 带背景图动态数据曲线的研究与实现[J]. 微计算机信息,2007,23(25):312-314.
- [5] 程 岩,汤永佐,刘 岩,等. 基于 VC++ 实现的实时数据监控和显示方法[J]. 山东科学,2010,23(2):83-85.
- [6] 王 澍,林 辉,张海涛,等. 应用 C++Builder6.0 的串口数据实时曲线绘制方法研究[J]. 电光与控制,2008,15(7):93-96.
- [7] 范寒柏,赵建锐,谢汉华,等. 基于 C++Builder 的串口数据实时曲线绘制的实现[J]. 微型机与应用,2011,30(14):13-15.
- [8] 王玉茜. Visual C++ 编程实现动态曲线的 4 种方法[J]. 重庆工学院学报(自然科学版),2008,22(6):94-98.
- [9] 乔文刚,汪友龙,李 宣,等. 关于用 VB 实现实时测试曲线的动态显示研究[J]. 机床与液压,2009,37(1):126-127.
- [10] 高 扬. 基于 .NET 平台的三层架构软件框架的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2011,21(2):77-80.
- [11] 朱卫新. Visual C#. NET 实现用户自定义图形编程方法[J]. 计算机技术与发展,2012,22(4):130-132.
- [12] 贺超波,陈启买. 基于 Web 的实时数据监测系统的研究与实践[J]. 计算机技术与发展,2011,21(3):200-204.

- 用分析[J]. 山东建筑工程学院学报,2004(2):92-93.
- [3] 史美林,向 勇,杨光新,等. 计算机支持的协同工作理论与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2000.
- [4] Showers B, Joyce B. The Evolution of Peer Coaching[J]. Education Leadership,1996(5):15-20.
- [5] Topping K, Ehly S. Peer-assisted learning[M]. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate,1998:1-23.
- [6] 吴秉健. 国外教师同伴互助、伙伴指导研究综述[J]. 中国信息技术教育,2009(5):79-81.
- [7] 黎琼锋. 同侪互助——一种教师专业发展的理想模式[J]. 教育理论与实践,2005(8):25-27.
- [8] 郑金洲. 教师如何做研究[M]. 上海:华东师范大学出版社,2005.
- [9] Zhao Jianmin, Long Xiaochun. A Modified Model for Flexible Workflow Access Control[J]. IEEE Computational Intelligence and Design,2011(2):279-281.
- [10] 阮高峰,林叶郁. 同侪辅助学习模式及网络互助学习群体构建实践[J]. 中国电化教育,2006(11):34-37.
- [11] Baran B, Cagiltay K. Knowledge management and online communities of practice in teacher education[J]. The Turkish Online Journal of Educational Technology,2006(5):11-20.
- [12] 左明章. 关于计算机支持的协作学习应用模式的构建[J]. 电化教育研究,2001(3):41-48.

基于.NET的动态实时曲线的绘制方法

作者: [胡建华](#), [刘鑫朝](#), [李辉](#)
作者单位: [中国药科大学 理学院, 江苏 南京 211198](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201303047.aspx