

# 绘图脚本自动生成器的设计及其应用

潘 峰

(贵州民族学院 计算机与信息工程学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘 要:**编程绘制函数图像是常见的方法,但这种方式相当的不方便。针对函数图形绘制程序具有可分离的特性,设计了一个自动生成绘图脚本的代码生成器。代码生成器是通过对用户输入参数与模板代码的合成来生成绘图脚本,并使用 C/C++ 解释计算环境 Ch 作为绘图脚本的执行引擎,把 Ch 无缝地嵌入到应用程序中扩展其功能,实现图形绘制。文中给出了一个基于 Web 的函数图形绘制的应用实例,详述了通用的函数绘图 CGI(Common Gateway Interface)程序的设计以及 Ch 与 IIS Web 服务器集成的方法。实践表明,该方法有效、可行。

**关键词:**程序模板;图形绘制;Ch

**中图分类号:**TP311

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2010)10-0074-04

## On Code Generator for Graphic Plotting and Its Application

PAN Feng

(School of Computer and Information Engineering, Guizhou University  
for Nationalities, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** It is very trouble task plotting function graph using programming. In accordance with the analysis of the separable characteristics of graphic drawing program for function, a code generator design for graphical plotting scripting was presented. This generator based on user's input and template code to produce embedded scripting. Then, the scripting was run using Ch that can be seamlessly embedded in other applications as a C/C++ scripting engine for flexible programming. Furthermore, gives a Web-based function graphic drawing example, and recounts the CGI program design and Ch integration with the IIS Web server. Practice shows that the method is effective and feasible.

**Key words:** program template; graphic plotting; Ch

## 0 引 言

科学计算可视化是运用计算机图形学或者一般图形学的原理和方法,将科学与工程计算等产生的大规模数据转换为图形、图像,以直观的形式表示出来。研究表明,人类获得的关于外在世界的信息 80% 以上是通过视觉通道获得的。函数作为数学研究中的一个基础,在纯数学领域主要偏重其解析性质的研究,而往往忽略了在形上的研究。对于复杂的二维函数和三维函数来说,用手工方式绘制是极其困难的,只能借助于计算机强大的图形绘制功能,绘制出函数的图像,这有助于对函数在形上的认识,同时也增强了对函数解析性质的进一步认识。函数图像是数学函数关系式内涵的

可视化数据实现,是映射关系的外延,通过由人眼和人脑组成的视觉系统进行强有力且高度并行的分析与处理,从中发现隐含的和挖掘有用的知识,从而更进一步地了解函数这一抽象数学模型。

Mathematica<sup>[1]</sup>、MATLAB<sup>[2]</sup>及 AutoCAD<sup>[3]</sup>等软件都具有良好的函数图形绘制功能,一般安装在单机上使用,在 Internet 环境中共享使用比较困难。文献[4~6]都是基于 MATLAB 的 Web 应用功能的技术介绍,使得 MATLAB 的网络功能和强大的数值计算及处理功能得到了充分的利用,但在实际使用中并不方便,且多用户请求时效率差。与此不同的是,设计一种适用于 Internet、基于 Web 界面的图形绘制软件平台,利用具有良好 Web 特性的中间件技术,实现网络上多用户的共享使用,既经济又便捷,符合软件即服务<sup>[7]</sup>的理念。文中示例采用 B/S 结构,详述了脚本生成器的工作原理和设计过程,并通过 C/C++ 解释计算环境 Ch<sup>[8,9]</sup>与 Web 服务器的无缝整合,构建图像绘制服务系统平台,提供在线用户图形绘制服务。

收稿日期:2010-03-01;修回日期:2010-05-09

基金项目:贵州省自然科学基金资助项目(20082122);贵州民族学院 2010 年度科研基金资助项目

作者简介:潘 峰(1974-),男,贵州瓮安人,副教授,硕士,CCF 会员,研究方向为计算机软件、分布式计算。

## 1 脚本生成器设计思想

### 1.1 问题描述及生成器设计思想

数学函数对于同一种问题的编码求解有着显著特点,易于抽象出共性,而不同的只是函数表达式及其自变量取值范围。对于一个三维函数来说,可以近似地用一些离散点来表示,离散点取为: $z_i, j = f(X_i, Y_j)$ ,其中  $X_i (i = 1, 2, \dots, m)$  和  $Y_j (j = 1, 2, \dots, n)$  分别是  $x$  和  $y$  轴上按升序排列的点列。 $x = X_i$  和  $y = Y_j$  的交叉点构成一个笛卡尔网格,称这些交叉点为网格点。在绘制三维函数图形的这类程序中,函数表达式、 $x$  和  $y$  的取值区域以及离散点是可以变化的,而整个程序的框架是相同的。把这种程序框架相同,部分子串可以替换来生成新程序的这类程序具有的特性称为程序的参数化特性。

针对数学函数图形绘制这一类问题,由于函数表达式的不确定性,采用编程的方法来处理,需要不断地调整程序代码来绘制不同的函数图像,增加了工作的复杂性和重复性。为此,把函数不确定的部分作为参数处理,并设计自动代码生成器来动态地根据用户的要求生成一个具体的实例函数的绘制代码,这种编程模式符合柔性需求。脚本自动生成器的设计思想是:针对同类问题的函数抽象出模板代码,将可变部分作为参数形式输入,由用户需要时完成输入,脚本生成器接收实参值后,读取程序模板,经过预处理实现实参对可变字符串的替换,产生相应实例脚本程序,通过调用脚本引擎 Ch 解释器执行,完成绘图任务。

### 1.2 绘图平台结构

脚本生成器是绘图平台设计的关键部分,为了实现网络上的应用,被设计为一个运行在服务器端的 CGI 网关程序,由 Web 服务器调用,并向其传递参数和接收产生的结果。平台采用 B/S 结构,用户界面为浏览器,用户通过 Web 表单提交绘图参数。平台结构如图 1 所示。

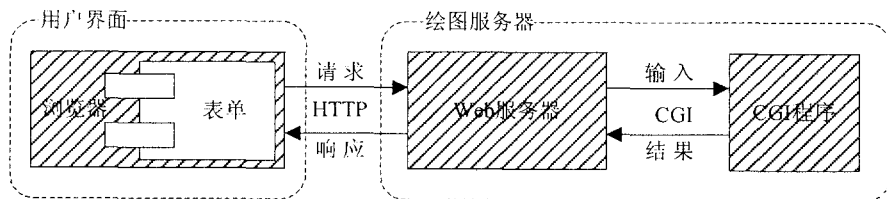


图 1 绘图平台总体结构

### 1.3 脚本执行引擎

Ch 作为 C/C++ 解释器,可以无缝地嵌入到用 C 或 C++ 语言编写的编译应用程序中,使应用程序可以用 C/C++ 脚本柔性编程,极大地扩展了应用程序的功能<sup>[10]</sup>。作为脚本生成器的 CGI 程序,其基本工作

原理是根据传递参数的参数,生成一个完整的 C/C++ 程序,该程序是以 ch 为扩展名的文本文件,由可嵌入的脚本引擎 Ch 解释执行,完成图形绘制,生成图像文件,将图像用 <img> 标记在 HTML 文件中,以 HTML 文件形式返回客户端。呈现在浏览器中的图像通过鼠标右键操作保存在客户机上很容易的。

## 2 算法设计及具体实现

函数图形绘制脚本是一种易分离的代码,通过抽象分析,分离成用户输入界面和模板两个部分。模板是所有函数图形绘制程序的公共部分,用户需要绘制的函数图形由用户输入的函数表达式和自变量取值范围确定。

### 2.1 脚本生成器算法描述

脚本生成器生成绘图脚本的简化算法流程如下:

Step1: 获取用户提交数据;

Step2: 将获取的数据与模板合成为脚本文件;

Step3: 调用脚本引擎执行脚本;

Step4: 发送标记图像的 HTML 代码。

二维函数与三维函数的图形绘制原理上是一致的,三维函数的绘图编码比二维函数的编码复杂,输入的参数个数也多一点,文中是以三维函数为例进行描述。三维函数图形绘制脚本的生成主要由用户输入的七个参数确定。由于脚本是文本类型,所以参数类型都可以是字符串类型,可如下定义结构体:

```
typedef struct{
    string fname; //脚本文件名
    string expr; //函数表达式
    string x_min, x_max, y_min, y_max; //x, y 的范围
    string plotN; //取点数
} messageFromClient;
```

### 2.2 生成器主要模块

用户界面使用浏览器呈现 Web 页面,用户通过 Web 表单提交绘图参数,表单中设计七个文本框分别用于提交文件名、函数表达式、 $x$  的上下限、 $y$  的上下限和离散点七个参数。七个文本框的 Name 属性值分别设置为: FILE-NAME、EXPRESSION、XMIN、XMAX、YMIN、YMAX、PLOT-NUM。表单的 Action 属性值为实现绘图处理的 CGI 程序。

绘图 CGI 程序包括消息初始化模块、脚本生成模块、脚本引擎调用和图形输出模块,分别对应 init()、createScript()、runScript() 和 returnImgToClient() 四个

函数。其关键代码如下:

```
int main() {
    messageFromClient msg;
    ofstream outFile;
    class CRequest Reqquest;
    string args[7];
    string args0, args1, args2, args3, args4, args5, args6;
    init(msg, args); //消息初始化
    createScript(msg); //脚本生成
    runScript(msg); //执行脚本
    returnImgToClient(msg); //图像返回
    return 0;
}
```

### (1) 消息初始化模块。

该模块主要是获取用户输入参数,并处理部分参数。参数的获取是通过 CRequest<sup>[11]</sup>类中的方法 getFrom(char \* T)实现,其中参数 T 是 Web 表单中文本框的 Name 属性值。

```
args0 = msg.fname = Request.getForm("FILENAME");
args1 = msg.expr = Request.getForm("EXPRESSION");
args2 = msg.x_min = Request.getForm("XMIN");
args3 = msg.x_max = Request.getForm("XMAX");
args4 = msg.y_min = Request.getForm("YMIN");
args5 = msg.y_max = Request.getForm("YMAX");
args6 = msg.plotN = Request.getForm("PLOTNUM");
//同时,把 argsX 赋给 args[X], X=0,1,...,6
//将表达式中 x 替换为 x[i], y 替换为 y[i]
replace("x", "y", "x[i]", "y[j]", msg, args1);
```

将七个参数赋给字符串数组 args 的好处是可以简化脚本的代码生成,实现程序参数化部分与固定部分的有效分离。

### (2) 脚本生成模块。

该模块首先生成文本文件,它包含两个头文件和七个宏定义,内容如下生成:

```
outFile.open("usrplot.ch");
outFile<<"#include<math.h>"<<endl;
outFile<<"#include<chplot.h>"<<endl;
for(int i=0;i<7;i++)
    outFile<<"#define args"<<i<<" "
<args[i]<<endl;
```

然后将程序模板追加到文件 usrplot.ch 中,得到完整的 C/C++ 绘图脚本文件<sup>[12]</sup>。程序模板内容如下:

```
int main() {
    double x[args6], y[args6], z[args6 * args6];
    class CPlot plot; //CPlot 是 Ch 库中的类
    linspace(x, args2, args3);
    linspace(y, args4, args5);
```

```
for(i=0;i<args6;i++)
    for(j=0;j<args6;j++)
        z[i * args6 + j] = args1;
    plot.data3D(x, y, z);
    plot.outputType(PLOT_OUTPUTTYPE_FILE,
        "png", "img.png"); //img.png 为绘图结果文件
    plot.plotting();
    return 0;
}
```

脚本引擎执行文件 usrplot.ch 时,程序的固定代码部分中的字符串 argsX(X 为 0~6 中的一个字符)通过预处理,被替换为 args[i](i=0,1,...,6)中保存的字符串。

### (3) 脚本引擎调用。

绘图脚本是一个 C/C++ 源程序,使用 C/C++ 解释器 Ch 作为脚本引擎,完成运行。在 CGI 程序中使用系统函数 system()启动脚本引擎,例如,语句 system("ch usrplot.ch")实现对脚本文件 usrplot.ch 的执行。

### (4) 图形输出模块。

返回给用户端的结果是一个图像文件,图像返回给浏览器。实现代码如下:

```
cout<<"Content-type:text/html\n\n"
<<"<html><head><title>绘制图像"
<<"</title></head><body>"
<<"img src = \"image.png\""<<"</body></html>"
```

## 2.3 实例测试及结果比较

实验中采用 Web 表单实现输入,如图 2 所示,输入  $z(x, y) = \sin(\sqrt{x^2 + y^2}) / (\sqrt{x^2 + y^2})$  的 C 语言表达式和相应参数,得到如图 3 所示的函数图形。其中  $x$  取值范围在区间  $[-10, 10]$ ,  $y$  在区间  $[-10, 10]$ ,  $x$  和  $y$  的取点数都为 100。

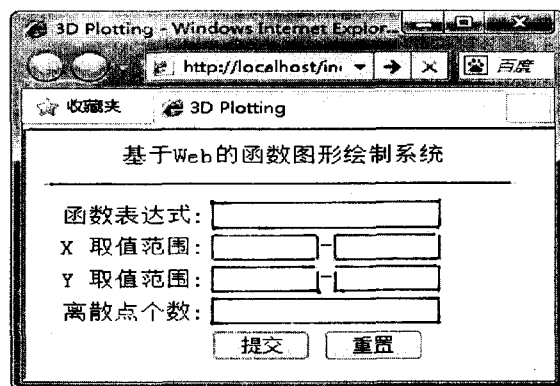


图 2 用户界面

实例测试中服务器端硬件配置:CPU(Intel CORE Q8300), RAM(4GB);软件系统为 Windows XP,采用

的 IIS5.0 Web 服务器,并安装 CH-CGI 组件<sup>[11]</sup>。同时设置 Ch 中的 ch.dll 作为 IIS 的 ISAPI 过滤器。通过以上的配置,服务器端能够很好地执行 C/C++ 为脚本的文件,运行结果返回到客户端浏览器。当脚本有误时,能给出详细的错误说明,便于调试。在通过大量实例比较中,Ch 解释器比其他的编译器对 C/C++ 程序的调试信息更详细和精确。如果采用 Apache 为 Web 服务器时,容错性很差,脚本错误没有提示。

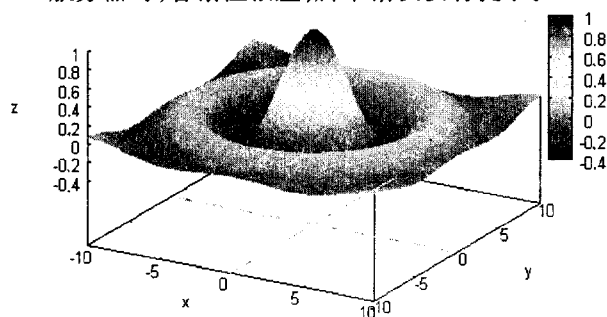


图 3 绘制结果图

### 3 应用系统的新特色

与 MATLAB 等软件工具相比较,由脚本生成器构建的应用系统具有一些自己的特点。

#### 3.1 网络共享性

Web 是 Internet 中最成功的应用,用户通过浏览器向 Web 服务器发送获得响应。部署在服务器端的 Web 应用程序被 Web 服务器调用,为通过浏览器发送请求的用户提供服务,这种应用模式充分体现了应用程序的共享性。

#### 3.2 通用性

由于不同函数的图像绘制脚本各不相同,为完成多个函数的图像绘制就需要编写不同的代码,这样增加了编程的工作量。同时,用户需要绘制图像的函数是不可预知的,采用根据用户的输入来动态生成相应的绘图脚本,满足了用户随需应变的需求。

#### 3.3 易用性

为用户提供的图形界面简化了用户编程的麻烦。用户只需要输入函数的表达式和自变量的取值范围就可以得到函数图像,图像的保存也很方便,降低了使用的门槛。

#### 3.4 良好跨平台性和维护成本低廉

在客户端只要求使用普通浏览器提交用户需要绘

制的函数,不需要安装任何其他软件。使得各种平台中的用户都能方便地使用。同时系统的维护仅限于服务器端,极大地降低了维护成本。

### 4 结束语

该文针对函数绘图类的程序具有可以参数化的特性,给出了交互性的动态程序生成方案。结合 Ch 解释器的可嵌入特性,可以实时生成具有特定功能的 C/C++ 脚本程序,通过无缝地嵌入到应用程序中,扩展其功能,实现柔性编程,满足企业随需应变的需要。基于 Ch 的特性和 CGI 脚本生成器原理,还可以设计在线程序调试环境和图像处理的应用平台,进一步扩展其功能。构建一个适用于计算机科学研究和教学应用的网络实验平台是下一步的工作计划。

#### 参考文献:

- [1] Hoft M H, Hoft H F W. Computing with Mathematica[M]. MA: Academic Press, 2002.
- [2] Nak S. Numerical Analysis and Graphic Visualization with MATLAB[M]. NJ: Prentice Hall, 2002.
- [3] 邓 明, 张国枢, 鲍和云. 用 VB 实现外部数据库的调用开发 AutoCAD[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 240 - 243.
- [4] 赵剑冬, 林 健. MATLAB 在基于 Web 的决策支持系统中的应用研究[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(12): 260 - 262.
- [5] 陈文鑫, 项剑波, 陈军敢. 基于 Web 的 Matlab 远程命令窗口的设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2009, 26(2): 138 - 141.
- [6] 李相育, 钱 宇. 基于 Web 服务的 Matlab 功能封装模型[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(20): 5021 - 5023.
- [7] 续亚锋, 陈志国, 李 涵. 用 WSE 构建安全可靠的 Web Services[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(8): 155 - 158.
- [8] 程 辉. Ch: 面向交互式教学的跨平台 C/C++ 解释计算环境[J]. 计算机教育, 2009(7): 34 - 46.
- [9] 喻擎苍, 翁秀娟, 赵 匀. 交互性开放结构计算机视觉平台 Ch OpenCV[J]. 计算机工程与应用, 2006(23): 78 - 81.
- [10] Cheng H H. C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach[M]. New York: McGraw-Hill, 2009.
- [11] Ch CGI User's Guide[EB/OL]. 2009. <http://www.softintegration.com/>.
- [12] The Ch Language Environment Reference Guide[EB/OL]. 2009. <http://www.softintegration.com/>.

(上接第 73 页)

lutionary Computation, 2002, 6(4): 321 - 332.

- [10] 张 泓, 李爱平, 刘雪梅. 面向 TSP 求解的混合蚁群算法[J]. 计算机工程, 2009(8): 34 - 37.

- [11] 汪采萍, 胡学钢. 具有分段和变异特性的蚁群算法求解 TSP 问题[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(6): 90 - 93.
- [12] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.