

基于 pvBrowser[®] 的 Linux 图形组态 软件的研究与开发^{*}

郑闯鑫 许金 郭庆 徐翠锋

(桂林电子科技大学电子工程与自动化学院 桂林 541004)

摘要: 图形组态作为人机界面是组态软件的重要组成部分,图形表现形象直观、实时性强、处理效率高是其设计的目标。为了开发一款针对海水中痕量元素检测仪器的小型图形组态软件,主要对 Linux 环境下基于 pvBrowser[®] 的图形组态软件的开发进行了研究。介绍了 pvBrowser[®] 在 HMI/SCADA 设计方面的优势,论述了图形组态软件的功能设计,利用 XML 编写 SVG 基本图元,设置图元属性及动画连接,并建立内部事件处理。归纳了小型图形组态软件设计的实用方法,并成功应用于海水中痕量元素测定系统。

关键词: pvBrowser[®]; Linux 图形组态软件; XML; SVG 图元

中图分类号: TP319 TQ016.5 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.4060

Research and development of Linux graphical configuration software based on pvBrowser[®]

Zheng Chuangxin Xu Jin Guo Qing Xu Cuifeng

(College of Electronic and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: Graphical configuration as the user interface is an important part of the configuration software, design goals of which are graphics performance visually, real time and high efficiency. In order to develop a small graphic configuration software for marine instrumentation, this paper has mainly studied the development of graphics configuration software based on pvBrowser[®] under the Linux circumstance. Firstly, this paper recommends the advantages in HMI / SCADA design about pvBrowser[®]. Secondly, this paper analyzed the graphics configuration software design features. Then we design the SVG graphics primitives with the XML, set the properties and animation connect of these elements and establish internal event handling. Finally, we design small graphics configuration software for the determination system of trace elements in seawater.

Keywords: pvBrowser[®]; Linux graphics configuration software; XML; SVG elements

1 引言

目前对海水中痕量元素的测定,基本都采用国外仪器,包括特定元素检测仪器和通用检测仪器。前者专用性强、扩展性差、且价格高昂;后者体积过大,光学装置和仪器传动装置抗振性差,且检测限较高。在国内,这类分析仪器尚处于起步阶段^[1]。根据海洋科学考察与海洋环境监测对分析仪器的要求,开发通用性强、体积小、灵敏度

高的海水痕量元素分析系统已成为深入研究该领域的重要前提和迫切需要。

pvBrowser[®] 作为一种开源的基于 Qt 库的应用程序框架,主要应用于过程可视化, HMI/SCADA 系统。从用户来讲,它的工作模式类似于 Web 浏览器^[2]。基于高度优化协议的 pvBrowser 用户可以浏览分布式的 pvServers,也可以通过面向连接的 pv(Process Visualization)协议查看正常网页^[3]。基于 pvBrowser[®] 在过程可视化及

收稿日期:2015-01

^{*} 基金项目:广西海洋局在研重大项目、桂林市科学技术局(LD14042E)资助项目

HMI/SCADA 方面的优势,提出了一种基于 pvBrowser[®] 的 Linux 图形组态软件的开发方案,并设计出一款针对海水中痕量元素检测仪器小型图形组态软件。

2 图形组态软件的功能分析

针对海水中痕量元素的检测,流路是整个检测系统的化学原理核心,不同的反应流路与对应的设备配合才能完成不同的测定功能。流路通常由六通阀、蠕动泵、单色光源、盘管、注射泵和液芯波导等共同组成,如图 1 所示。

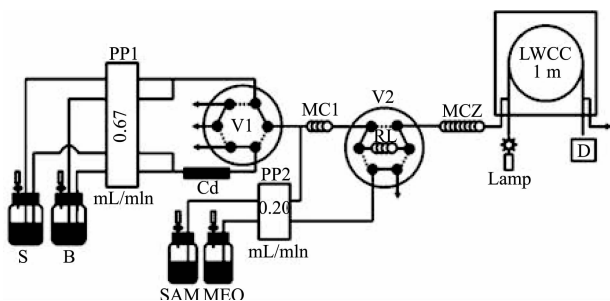


图 1 化学反应流路

所谓图形组态,就是利用组态软件所提供的图形绘制环境,方便、快捷、灵活的绘制图形,以表征实际控制系统中的不同设备,同时通过设备图形和 I/O 变量的关联关系,动态地实现图形与工业控制现场设备数据相连接,而组态结果以“数据文件”保存^[4]。

海水中痕量元素检测仪器,针对不同痕量元素的检测,需要不同的化学反应流路。因此,建立一款针对该仪器的小型图形组态软件可以缩短检测系统的开发周期,提高开发效率。其设计功能结构如图 2 所示,提供图元绘制、图元编辑、图元动画、图库管理等功能。

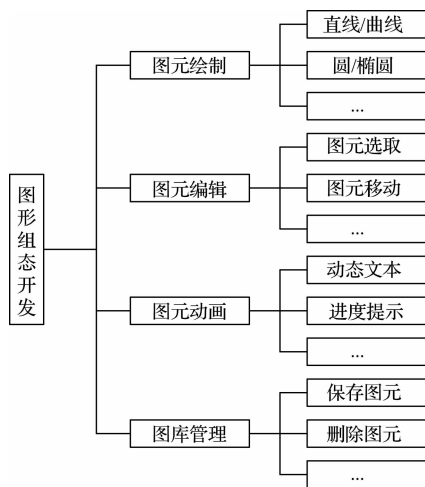


图 2 图形组态功能结构

3 图形组态软件的设计与实现

3.1 图元设计

图形元素是图形编辑器编辑的基本对象^[5]。针对海水中痕量元素测定系统的 HMI/SCADA,需要有针对性

的图元来模拟整个化学反应流路。所设计的图形元素分为基本矢量图元、复杂矢量图元、数据控件,在此基础上细分的层次关系如图 3 所示。

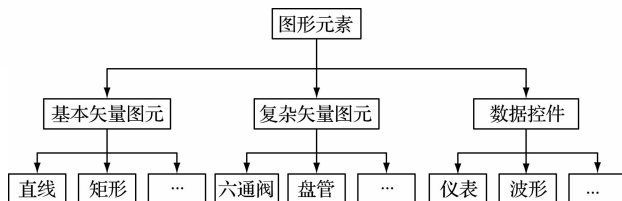


图 3 图形元素分类

pvBrowser[®] 支持基于 XML 的 SVG 图元^[6]。基于 XML 的 SVG 图元框架结构如下代码所示:

```
<? xml version="1.0" standalone="no"? >
<svg width="640" height="480" version="1.1"
xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" xmlns:xlink
="http://www.w3.org/1999/xlink">
<g>
:
</g>
</svg>
```

从 SVG 文档框架中可以看出,SVG 图元是由不同元素组成。基于 XML 的 SVG 图元的设计,就是对 SVG 中不同元素对象属性的设置^[7]。XML 支持 CSS,使得对图元样式的设计更为方便。最终设计的图元库如图 4 所示,对每一个图形元素功能的设置均可通过其对应的属性框来实现。

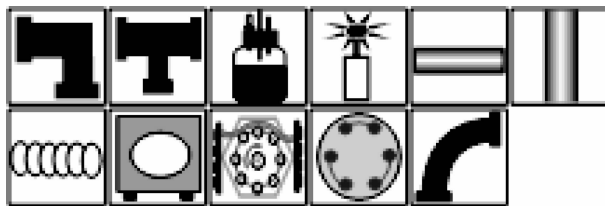


图 4 设计图元库

3.2 图元动画功能实现

基于 pvBrowser[®] 的 HMI/SCADA 系统,图元采用的是基于 XML 的 SVG 图元,可以利用其矢量特性,让图元达到各种动画效果^[8]。实现图元动画的方式主要有 2 种:

1) 使用动态脚本与 SVG DOM 实现。

通过 JavaScript 等脚本编程来改变 SVG 中允许进行动画的属性或样式,SVG 也提供了一套扩展的 DOM 接口,使得脚本编程实现动画的手段更加方便快捷。JavaScript 脚本在 SVG 中分为内部脚本与外部脚本。例如,在 SVG 中嵌入声明消息框的内部脚本:

```
<script><![CDATA[
Function alertMsg(evt)
{
Alert("This is a clock!");
}
```

```

    }
  ]]</script>

```

外部脚本的引用更为简单:

```

<script xlink:href="Map.js" language="JavaScript"/>

```

2) 使用 SMIL 定义的动画元素^[9]

SMIL 即同步多媒体集成语言,是可扩展标记语言的一种重要应用,它是由万维网联盟规定的多媒体操纵语言。例如,利用 SMIL 模拟一个从圆心不断变大的类似水波纹的效果:

```

<animate attributeType="XML" attributeName="r"
  from="0" to="30" dur="3s" restart="always" repeatCount="3">
</animate>

```

3.3 数据通信

基于 pvBrowser[®] 的图形界面在通信功能上的实现,选用的是 JavaScript 动态脚本和内部消息机制 2 种方式。这 2 种方式分别负责用户与应用软件的交互和内部数据的传送。

JavaScript 是一种基于对象 (Object) 和事件驱动 (Event Driven) 并具有安全性的脚本语言^[10]。SVG 图元的事件类型如图 5 所示。当用户与应用程序有交互时,有些事件无须经过服务器端而直接作出响应。

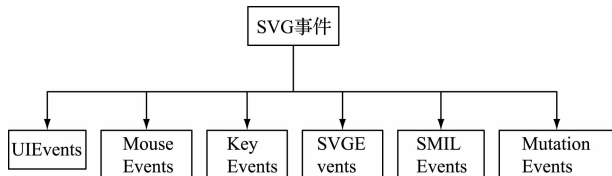


图 5 SVG 图元事件类型

当用户调用工业现场数据时,需要将事件处理的权交给 pvServer。pvBrowser[®] 内部数据处理的基础是 TCP/IP 协议,如图 6 所示。

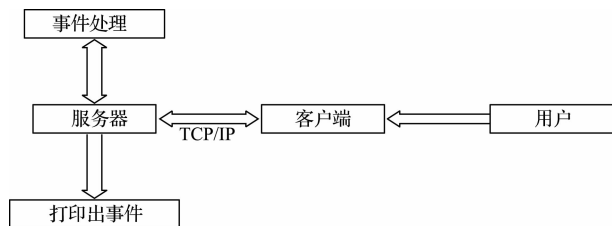


图 6 pvServer 消息响应机制

基于 pvBrowser[®] 的特有的数据传输机制,实现按钮加载 pvQPushButton() 的代码为:

```

int pvQPushButton(PARAM * p, int id, int parent)
{

```

```

    char buf[80];
    sprintf(buf, "QPushButton(%d,%d)\n", id, parent);
    pvtcpserver(p, buf, strlen(buf));
    return 0;
}

```

函数将“PARAM * p”作为函数的第一个参数,该结构体保存着 pvServer 用来与客户端进行连接使用的套接字。函数的实现仅仅是发送一行特定的文本给客户端 pvBrowser,这些特定的文本是以空格符截止。客户端 pvBrowser 将解析这些文本,并根据 Qt 的方法做出响应^[11]。而服务器端则会显示出客户端 pvbrowser 操作的事件,如图 7 所示。

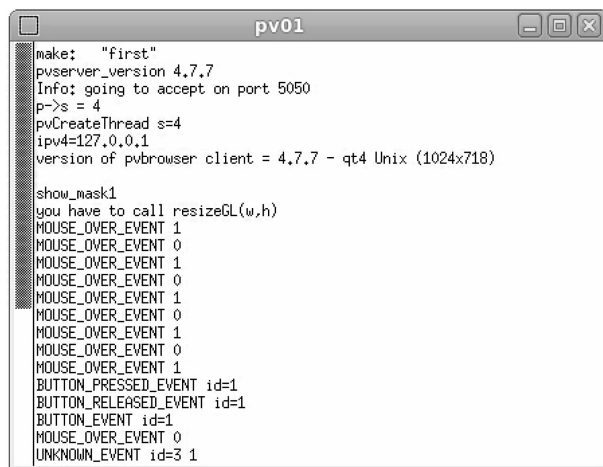


图 7 pvServer 打印客户端事件

3.4 服务器端的设计

利用 pvdevelop 建立 pvServer 的工程项目,开发流程如图 8 所示。pvBrowser[®] 提供给开发者 2 个函数库 pvslib 和 rllib, pvslib 库主要应用于客户端 (即:pvbrowser) 的开发, rllib 库则主要应用于服务器端 (即:pvserver) 的开发。

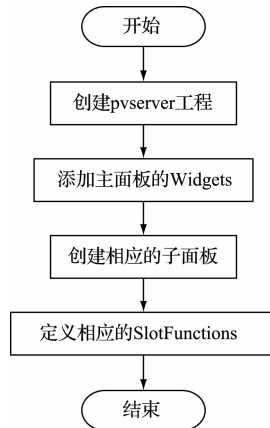


图 8 pvServer 开发流程

服务器 pvServer 设计过程中有关事件、数据结构、字体、颜色等关键字的定义主要包含在头文件 process-viewserver.h 中。工程中 mask 特有的变量则定义在 mask 所对应源文件的结构体 DATA 中。将设计好的控件加载进工程后,每个 mask 功能的实现主要集中在 slotFunctions 中。在 slotFunctions 中根据不同元素的 ID 进行功能设计,例如:单击 BUTTON_EVENT 对应的槽函数为:

```
int slotButtonEvent(PARAM *p, int id, DATA *d)
{
    if(p == NULL || id == 0 || d == NULL)
return -1;
    if(id == bt01)
    {
        pvPopupMenu(p, -1, "Menu1, Menu2");
    }
    return 0;
}
```

当按下 ID 为 btn01 的按钮时会弹出一个菜单,对菜单进行操作会发送 TEXT_EVENT 事件给服务器进行下一步的响应处理。

4 应用测试

利用完成的图形组态软件对“海水中痕量元素测定系统”进行实际模拟,并以亚硝氮分光光度工作曲线为测试对象。在 Linux 开发环境中完成了服务器端的开发,图元的设计,并对每个图元进行了参数设置及动画功能连接。在某一局域网内启动服务器 pvServer,并将客户端 pvBrowser 通过 URL 连接到服务器。连接服务器的客户端 pvBrowser 运行结果如图 9 所示。局域网内不同点的客户端,均可实现与痕量元素测定系统的交互,并可以将测定的亚硝氮分光光度工作曲线显示出来,如图 10 所示。

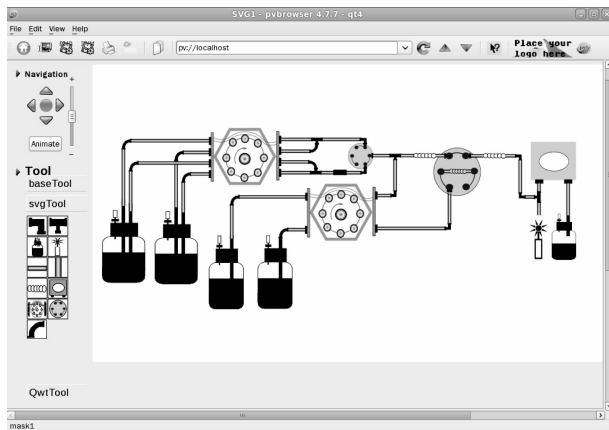


图 9 运行后的 pvBrowser

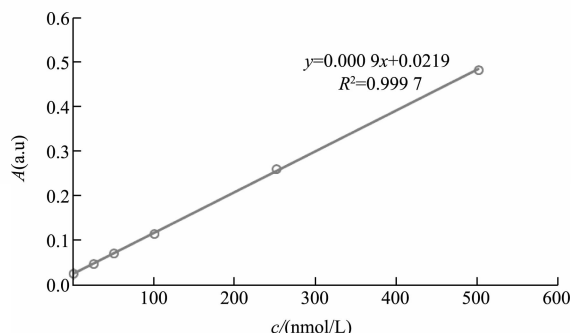


图 10 亚硝氮分光光度工作曲线

5 结论

基于 pvBrowser[®] 设计出了一款针对“海水中痕量元素测定系统”的小型图形组态软件。图形组态的图元对象采用了基于 XML 的 SVG 图元,通过 JavaScript 或 SMIL 元素实现用户与应用程序的交互。通过 C/S 模式的应用,在同一局域网内,不同客户端通过特定的 URL 可以同时访问该系统的 pvServer。下一步拟将把这款系统移植到嵌入式平台,连接无线网络,实现真正的网络仪器。

参考文献

- [1] 丁忠军,刘保华,刘忠臣,等. 海洋沉积物多参数原位探测微探针研究[J]. 电子测量与仪器学报,2013,27(12):44-47.
- [2] 樊国梁. 客户/服务器应用程序设计[J]. 国外电子测量技术,2012,31(3):35-36.
- [3] FINKENSTR L S. Process view browser:Primer[Z]. 2005[2015-1-25].
- [4] 裴红,赵猛. SCADA 图像监控功能与信息协调机制方法研究[J]. 电子测量技术,2012,35(8):133-135.
- [5] 任绪才,孙祥,赵峰,等. 人机界面上位机图元设计[J]. 信息技术与信息化,2009(3):83-84.
- [6] Lehrg Engineering, pvbrowser[®]: Simple View Process Visualization. 2014[2015-1-23].
- [7] 李树彪,韩敬伟. 基于多任务的智能测量仪器嵌入式软件设计[J]. 仪器仪表学报,2013,34(增刊2):1-7.
- [8] 黄凯伟. SVG 开发实践[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [9] 方跃坚. 一种混合并行 XML 解析方法[J]. 软件学报,2013,24(6):1196-1206.
- [10] 高原. 服务器端 javascript 技术研究[J]. 信息与电脑:理论版,2012(1):78-80.
- [11] 路振民. 基于 Qt/E 和 Mitab 的嵌入式地图开发[J]. 国外电子测量技术,2014,33(10):88-91.

作者简介

郑闻鑫,1990 年出生,硕士研究生,主要研究方向为嵌入式软件设计。

E-mail:zcx_shenhai06@sina.com