

doi: 10.7690/bgzd.2014.11.027

千兆以太网信息平台嵌入式图形界面设计

高洁¹, 张化², 陈涛¹, 王钤¹, 朱松柏¹

(1. 中国兵器工业第五八研究所军品部, 四川 绵阳 621000; 2. 中国人民解放军 78409 部队, 贵州 龙里 551200)

摘要: 针对在 VxWorks 系统下直接利用 WindML 提供的 API 进行图形界面开发存在的人员要求高、代码编写量大、开发周期长、界面程序可移植性差等问题, 设计基于 VxWorks 系统的嵌入式终端图形界面。以千兆以太网为信息平台, 以陆军装备信息交互与控制处理为对象, 采用 WindML、Tilcon 图形开发软件和 Tornado 集成环境搭建相结合的方法。结果表明: 该设计在功能和性能方面都满足 VxWorks 实时系统窗口图形界面开发要求, 已成功应用于千兆以太网嵌入式炮长终端。

关键词: VxWorks 系统; Tilcon; Tornado**中图分类号:** TJ02 **文献标志码:** A

Embedded GUI Design Based on Gigabit Ethernet

Gao Jie¹, Zhang Hua², Chen Tao¹, Wang Qian¹, Zhu Songbai¹(1. Department of Military Products, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industry, Mianyang 621000, China;
2. No. 78409 Unit of PLA, Longli 551200, China)

Abstract: Aiming at graphical user interface (GUI) developing by API of WindML directly under VxWorks system has many shortcomings such as high requirements to developer, excessive code, long cycle and poor portability of program, design an embedded terminal GUI design based on VxWorks system. Taking Gigabit Ethernet as information platform and army equipment information interaction and control processing as target, combine with technology of WindML, Tilcon and the integrated development environment based on Tornado. The result shows this method meets the GUI exploitation request under VxWorks real time system and has been successfully used for embedded gunner terminal based on Gigabit Ethernet.

Keywords: VxWorks system; Tilcon; Tornado

0 引言

随着装备自动化、信息化的发展, 信息交互的大幅增加, 传统的信息传输架构很难满足装备的发展需求。千兆以太网信息平台是针对陆军装备受信息链路制约, 难以实现信息的高速大容量传输处理, 以及接口通用性差、信息交互效率低和新老装备难以兼容等军事需求而搭建的一种基于 IP 构架的通用高速信息平台。通过典型防空武器系统内信息分布特点, 分析陆军坦克、装甲车辆、自行火炮系统和指挥控制车辆等装备的信息传输类型、模式以及常用信息传输接口种类等, 可以解决武器系统信息交互实时性、安全性和健壮性等问题。

基于平台信息传输的高实时性、可靠性及对嵌入式系统高成熟度的需求, 装备嵌入式终端采用 VxWorks 操作系统。VxWorks 操作系统为嵌入式开发环境的关键组成部分, 具有友好的用户开发环境、高性能内核及良好的持续发展能力, 可靠性高实时性强, 已被广泛应用于卫星通信、军事演习、弹道制导和飞机导航等多领域^[1]。然而单纯用早期的媒体库 WindML 提供的 API 进行人机界面开发已渐渐

满足不了界面开发高效、美观、多样性和可移植性强等要求。笔者以千兆以太网信息平台陆军炮长嵌入式终端界面为实例, 基于 VxWorks 系统 WindML, 有机结合 Tilcon 图形开发软件、Tornado 集成环境搭建相关技术, 提出一种高效、明晰、简便的 Vxworks 系统嵌入式图形界面设计方法。

1 平台简介

千兆以太网信息平台采用总线型网络拓扑形式, 构建分层网络结构。网络主干采用 1 000 M 以太网, 底层总线网络采用 10 M/100 M/1 000 M 自适应的以太网。笔者以防空高炮武器系统光电火控系统内部信息交互与控制处理为对象, 构建基于 IP 构架的通用高速信息交互与处理实验验证平台。在验证平台中, 模拟设备(大于 10 节点)有的以基于 IP 接口的模式接入网络, 有的采用传统通信总线接口, 通过总线转换器再接入网络上, 并初步按单体功能、信息关联度和信息相应实时性等因素, 进行网络分区, 各个区的设备通过网关接入管理级 IP 网络, 信息平台的总体结构如图 1 所示。

收稿日期: 2014-07-15; 修回日期: 2014-08-14

作者简介: 高洁(1985—), 女, 四川人, 学士, 工程师, 从事嵌入式系统、反恐装备领域研究。

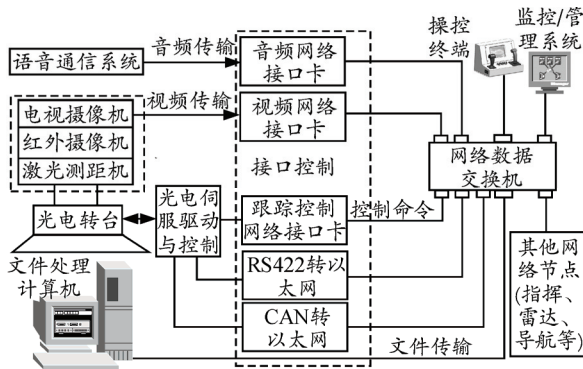


图 1 信息平台总体结构

2 嵌入式图形界面设计与实现

笔者选取平台中炮长嵌入式终端，进行 VxWorks 系统嵌入式图形界面软件设计。

2.1 原理

VxWorks 操作系统的集成环境叫 Tornado，它包括一套完整的面向嵌入式系统的开发和调测工具，其环境采用主机——目标机交叉开发模型，应用程序在主机的 Windows 环境下编译链接生成可执行文件，下载到目标机，通过主机上的目标服务器 (target server) 与目标机上的目标代理 (target agent) 通信完成对应用程序的调试、分析。WindML 提供了二维图形 (点、线、矩形、多边形、圆) 绘制函数、国际化字体支持和基本窗口系统^[2]，在 VxWorks 操作系统中引入 WindML 库，使其能够支持图像显示并能响应鼠标键盘事件。采用 Tilcon 图形开发软件，包括 Tilcon 图形引擎、平台无关的 API 和 1 个可视化图形界面设计工具——Tilcon 图形编辑器 3 个基本组成部分。Tilcon 进程和用户程序相互独立，负责处理所有与操作系统相关的交互操作，在所有的运行平台上，其 API 库都是相同的，便于移植以及保证用户程序和操作系统之间的独立性^[3]。图 2 为 Tilcon 与 VxWorks 的集成开发环境 Tornado 的关系，主机与目标机之间用网线连接进行应用程序控制及下载等操作。

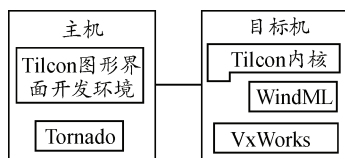


图 2 Tilcon 与 VxWorks 的集成开发环境 Tornado 的关系

2.2 炮长界面设计

武器系统信息内部传输关系如图 3。

炮长终端与多传感器及信息终端相连，综合采集处理态势感知、目标状态信息，并能对各武器模

块进行指挥控制。首先在 Windows 调试主机上安装 Tilcon 与 Tornado 工具，并用网线把主机、交换机及与装有 VxWorks 系统的嵌入式板相连。用 Tilcon 软件完成炮长终端图形框架设计、界面规划、控件定义及属性处理和 ID 定义等，生成*.twd 文件，供后续编程调用。Tilcon 拥有强大的界面设计功能，其所有的对象都可以通过填写对象属性列表的方式进行编辑，这样就允许用户控制对象的所有外观效果 (例如颜色、标签、边框、材质和字体等)，同时也可以指定对象行为，包括初始状态、空白、文本换行方式、显示焦点、帮助对话框、菜单、鼠标指针和快捷键等。

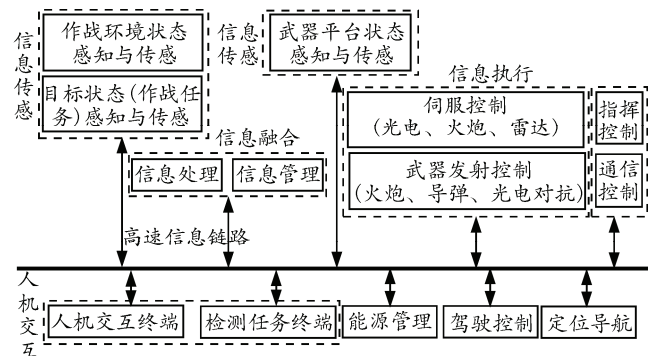


图 3 系统信息内部传输关系

设计界面如图 4 所示，炮长终端包括三维禁射、作战指令、最佳攻击时间、可射击信息控制及光电、雷达信息、炮长状态信息、高速视频显示等功能。

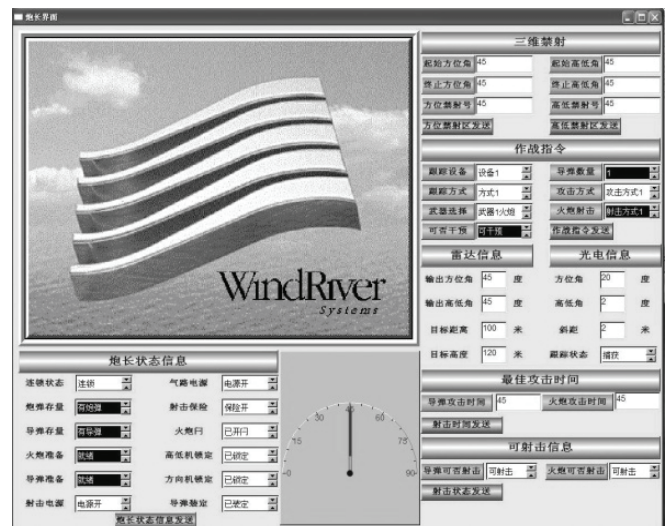


图 4 Tilcon 炮长界面设计

2.3 程序编译及移植

Tornado 需要建立一个 bootable 工程，并选择 Workspace 下组件，笔者选择 C++ components 下的全部组件，由 Tornado 进行程序框架搭建、功能实现、编译及下载到 VxWorks 调试机运行。Tilcon 和

Tornado 可以做到无缝衔接^[4], 程序流程如图 5。

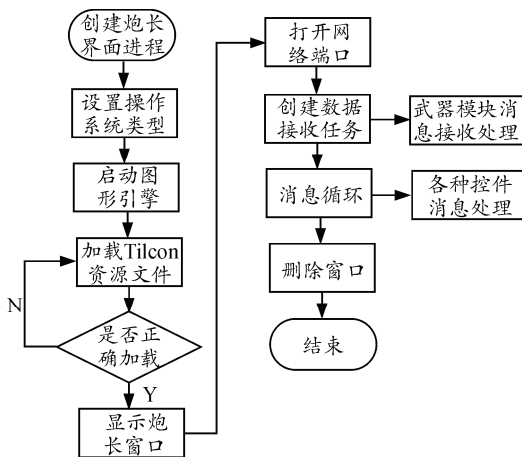


图 5 炮长终端软件流程

在结合 Tornado 进行程序编辑时, 调用 Tilcon 的 API 以实现用户程序与图形引擎之间的对接, 本程序涉及最多的控件触发事件由 TRT_GetInput 获取, 控件如列表索引值读写等由 TRT_GetVals、TRT_SetVals 实现^[5]。

Tornado 主要程序段如下:

```

#define MAIN_WINDOW_FILE "GUNNR.twd" //调用 Tilcon 生成的*twd 炮长资源文件
#define MAIN_WINDOW_ID "ID_GUNNR"//主窗口 ID
int GunnrMain ( void )
{
    long errorcode = 0;
    int c;
    int ContinueLooping = TRUE;
    TRT_StartData StartData;
    putenv("Tilcon = /tgtsvr");
    StartData.Os_Env = TRT_VXWORKS;//设置 VxWorks 操作系统类型
    StartData.Display = NULL;
    StartData.IPAddr = NULL;
    StartData.AppName= strdup("TRTD_CRSE");
    StartData.Userprog = "TRTDCRSE";
    StartData.Flags= FALSE;
    errorcode = TRT_Start ( &StartData);//启动图形引擎
    TRT_cid = StartData.TRT_CID;
    errorcode=TRT_WindowLoad(TRT_cid,MAIN_WINDOW_FILE );//加载资源文件
    errorcode=TRT_WindowDisplay(TRT_cid,MAIN_WINDOW_ID);//显示窗口
    //初始化定时器
  
```

```

    TRT_TimerHintEnable(TRT_cid,10);
    //定义发送数据长度, GUNNR 发送
    SendData.DataLength = 200;
    SendData.DataType = GUNNR;
    taskSpawn("VideoRecv",101,0x0008,20000,(FUNCPTR)CaNetVideoRecvTest,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0);
    //创立接收任务, 主消息循环
    while(ContinueLooping)
    {
        c = TRT_GetInput(NULL, 0, NULL, 0, &rec_data, TRT_BLOCK);//主消息获取函数
        switch(c)
        { //具体各控件消息指令区
            case 0:
                Break;
            .....
        }
    }
    TRT_WindowDelete (TRT_cid, MAIN_WINDOW_ID );//窗口删除
    TRT_Exit (TRT_cid);//结束退出
    return(0);
}
  
```

程序编写完成后, 在 Tornado 上编辑工程, 下载应用程序到目标机, 打开 Tornado Shell 窗口, 在 Shell 命令行调用下载到目标板上的程序, 即可显示如图 4 的 Tilcon 程序界面。

3 结束语

目前该设计已成功应用于千兆以太网嵌入式炮长终端。应用结果表明: 其开发流程简便, 开发周期短, 界面形式丰富易操作, 在功能、性能方面都满足 VxWorks 实时系统窗口图形界面开发要求, 同时 Tilcon 与 Tornado 之间的无缝对接也使得程序移植更加方便。

参考文献:

- [1] 廖容, 马中, 肖成俊. Tilcon 在 VxWorks 操作系统中的应用[J]. 舰船电子工程, 2007, 27(2): 124-126.
- [2] 谢维达, 唐欣欣. WindML 图形设备驱动设计及汉字显示实现[J]. 工业控制计算机, 2008, 21(9): 19-23.
- [3] 侯小鹏, 程岚. 基于 Tilcon 的 VxWorks 简单动画开发[J]. 测控技术, 2011, 30(6): 89-95.
- [4] 张士福. 基于 Tilcon 的 VxWorks 图形界面开发技术[J]. 舰船电子对抗, 2011, 34(4): 25-28.
- [5] 韩改宁, 李永锋. 基于嵌入式的 Tilcon 用户图形界面设计与开发[J]. 现代电子技术, 2009, 30(16): 51-53.