

doi: 10.7690/bgzd.2014.09.003

## VxWorks 环境下虚拟光电火控系统的搭建

陈涛<sup>1</sup>, 朱松柏<sup>1</sup>, 李博<sup>2</sup>, 王钤<sup>1</sup>, 高洁<sup>1</sup>

(1. 中国兵器工业第五八研究所军品部, 四川 绵阳 621000;  
2. 中国兵器工业第五八研究所科研处, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 针对光电火控系统仿真存在的相关技术难点问题, 搭建一套完整的在 VxWorks 环境下的虚拟光电火控系统。分析虚拟光电火控系统组织结构, 并通过 Tilcon 完成图形化界面开发, 使用以太网完成系统搭建, 利用监控终端对系统运行状态进行监视。研究表明: 该系统可以模拟真实光电火控系统的使用流程以及运行状态, 可作为算法验证、网络通信测试以及图形界面开发等相关技术的开发平台。

**关键词:** VxWorks; 虚拟; 光电火控; Tilcon

**中图分类号:** TJ03 **文献标志码:** A

## Establish of Virtual Photoelectric Fire Control System in VxWorks

Chen Tao<sup>1</sup>, Zhu Songbai<sup>1</sup>, Li Bo<sup>2</sup>, Wang Qian<sup>1</sup>, Gao Jie<sup>1</sup>

(1. Department of Military Products, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industry, Mianyang 621000, China;  
2. Management Office of Scientific Research, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industry, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Aiming at the technology difficulties of photoelectric fire control system simulation, established a complete virtual photoelectric fire control system in VxWorks. Analyzed virtual photoelectric fire control system structure, through Tilcon to realize graphic interface development, used Ethernet to established system, and adopted monitoring terminal to monitor system operation situation. The research results show that the system can simulate photoelectric fire control system operation process and running situation. It can be used for development platform of algorithm verification, networks communication testing and graphic interface development and so on.

**Keywords:** VxWorks; virtual; photoelectric fire control; Tilcon

### 0 引言

VxWorks 是美国风河公司推出的实时操作系统, 是专门为嵌入式系统设计开发, 具有高可靠性、稳定性、快速性、可裁剪性等特点, 并拥有独立的开发环境 Tornado<sup>[1]</sup>。目前, VxWorks 实时操作系统在我国的应用已经非常广泛, 但在 VxWorks 系统级的应用方面还处在起步阶段。基于此, 笔者在 VxWorks 环境下搭建一套完整的虚拟光电火控系统, 包括车长、炮长、光电跟踪转台、电台等节点, 并通过以太网将各节点连接在一个网络上, 各节点使用 Tilcon 进行界面开发, 使用虚拟节点模拟光电火控系统的运行流程, 还可以嵌入到真实的光电火控系统中。该套虚拟光电火控系统可以作为光电火控技术的开发平台, 并可开展算法研究、以太网传输、图形界面开发等相关技术的研究。

### 1 VxWorks 下虚拟光电火控系统架构设计

虚拟光电火控系统主要由网络交换机、监控任务终端、各虚拟节点组成, 虚拟节点主要由炮长终端、车长终端、搜索雷达、导航 GPS、姿态传感器、

火控解算、火炮射击控制、随动系统、光电跟踪、电台等组成。

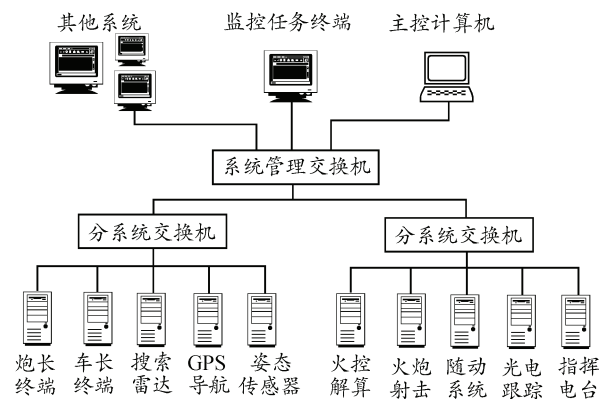


图1 虚拟光电火控系统组织结构

图1所示是基于 VxWorks 系统搭建的一套虚拟光电火控系统, 各分节点的数据通信经过分系统交换机上传到系统管理交换机, 通过监控任务终端可以观察整个系统的运行状态, 其他系统也可以通过系统管理交换机接入到系统。为达到良好的实用性, 各节点以及监控终端等在 VxWorks 操作系统下使用 Tilcon 进行图形界面开发, 并采用模拟数据流的

收稿日期: 2014-05-23; 修回日期: 2014-07-13

基金项目: “十二五”预先研究专题“陆军装备基于 IP 架构的通用高速信息平台技术”

作者简介: 陈涛(1988—), 男, 四川人, 硕士, 助理工程师, 从事计算机应用技术研究。

方式模拟系统的运行流程。各个模拟节点可以使用实物代替，如姿态传感器、摄像机等通过接口转换模块接入到网络中。

### 2 虚拟光电火控系统的工作机理

分节点构建采用 Pentium4 主板作为基础，开发一块含 PCI 插槽的网络通信模块，封装相关器件作为分节点的终端。同时开发串口、CAN 口、I/O 口、视频、音频等其他接口扩展模块，通过 PCI 接口接入虚拟光电火控系统。这种硬件结构既可以通过终端自身模拟分节点的运行状态，又可以通过扩展接口接入其他类型的数据；通过规范协议，既能将实际的节点接入系统，又能将整个系统移植到实际的光电火控系统中。分节点的硬件结构如图 2。

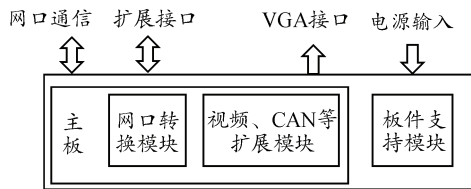


图 2 分节点的硬件结构

在系统搭建过程中制定一套与实际光电火控系统相同的协议规范，各分节点严格按照协议搭建通信链路，以保证虚拟系统的可移植性以及与实际系统的相似性。根据不同节点的运行特征，制定了 1 000 Hz、100 Hz、1 Hz 以及随机链路 4 种状态的通信类型，数据长度根据实际光电火控系统分节点特征制定。

系统的运行流程根据实际光电火控系统制定，车长终端、炮长终端首先运行，各分节点运行后通过车长终端、炮长终端的界面读取系统运行状态，同时向其他分节点发送指令，其他节点根据指令以及内部程序自动运行。监控任务终端表现出整个虚拟光电火控系统的运行状态<sup>[2]</sup>。

### 3 基于 Tilcon 的节点图形界面开发

Tilcon 是目前最先进的 VxWorks 下实时操作系统图形开发工具，它集成了大量成熟控件，开发的图形应用程序具有可裁剪性强、运行效率高、显示效果好等优点。Tilcon 开发系统由 3 个主要部件构成：嵌入式向量引擎(EVE)，平台无关的应用编程接口(API)和可视化设计工具图形编辑器(IDS)<sup>[3]</sup>。在使用 Tilcon 进行图形界面开发之前，需要对 WindML 进行相应的配置、编译和链接，并完成 VxWorks 操作系统的相应配置。基于 Tilcon 的 VxWorks 图形界面开发的主要流程如图 3 所示。

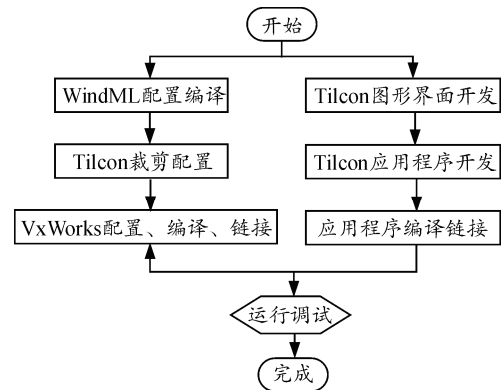


图 3 基于 Tilcon 的 VxWorks 图形界面开发流程

WindML 是风河公司推出的多媒体支持库，是 Tilcon 在 VxWorks 系统上运行的基础。进入 Tornado 集成开发环境后，依照 Tools/WindML/Configure 步骤打开相应的配置对话框，根据本文使用的硬件构成，按照图 4 配置相应组件，配置完成后需清除原有的编译文件重新编译生成 OBJ 文件。还可以使用命令行的方式配置编译 WindML 媒体库<sup>[4]</sup>。文中 WindML 的编译配置如图 4 所示。

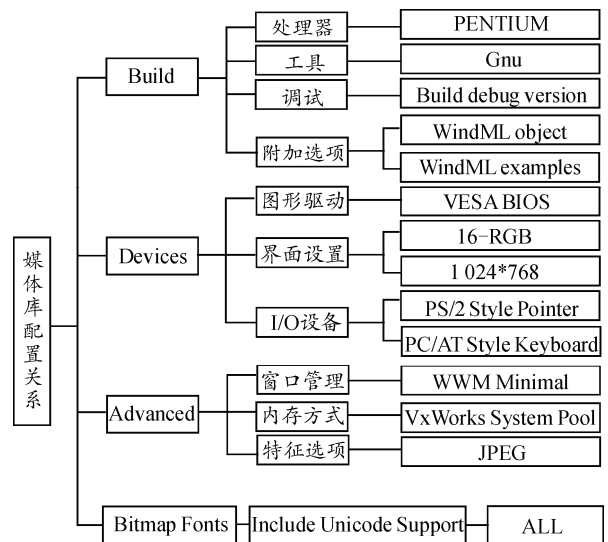


图 4 WindML 配置选项

使用 Tilcon 进行界面开发时，首先利用 IDS 产生合乎要求的界面，保存后生成 TWD(tilcon window definition)文件；其次，用户编写应用程序来控制图形界面的显示，同时利用丰富的 API 函数丰富界面的功能。典型的基于 VxWorks 的 Tilcon 应用程序架构如图 5<sup>[5]</sup>所示。

根据图 5 的流程完成 Tilcon 应用程序以及相关程序的开发，通过 Tornado 生成 VxWorks 镜像文件，将裁减好的镜像文件、TWD 图形文件以及授权包等文件拷贝至目标节点存储空间完成各个分节点的图形界面开发。

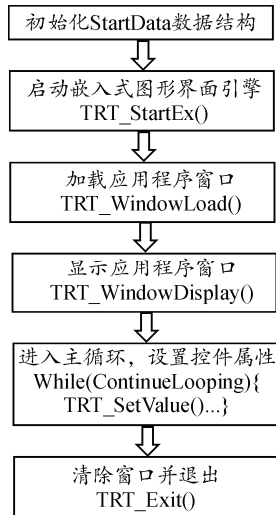


图 5 典型的 Tilcon 应用程序架构

虚拟车长操作图形化界面如图 6 所示。

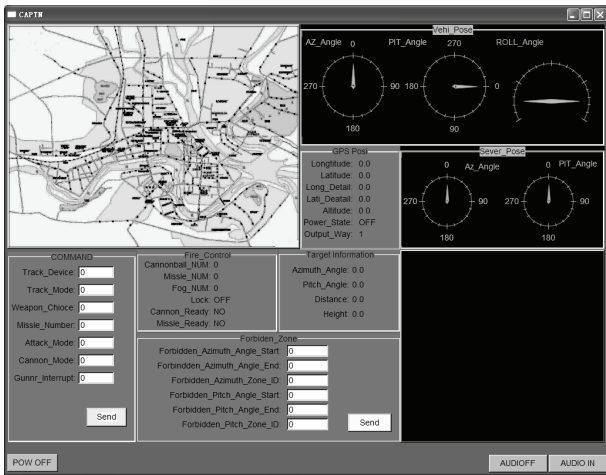


图 6 虚拟车长操作界面

虚拟炮长图形化界面如图 7 所示。



图 7 虚拟炮长操作界面

监控任务终端作为整个网络的监视控制节点，可以通过设置参数对任意节点间的网络通信参数进行监控测试，包括节点间的端到端延迟、误码率、丢包率、带宽等参数，监视测试可以在虚拟光电火控系统的正常运行下完成。监控任务终端的图形化界面如图 8 所示。

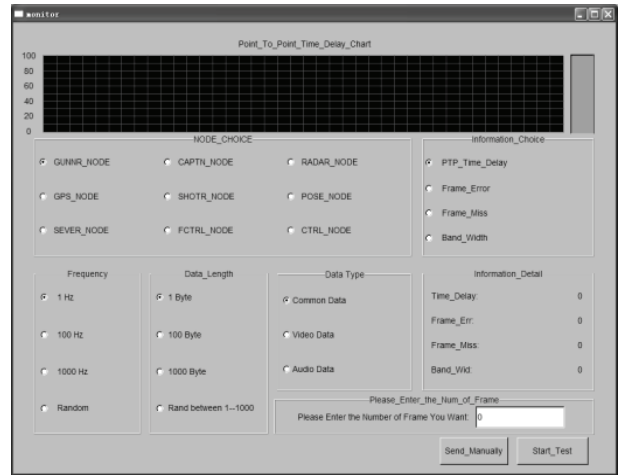


图 8 监控任务终端图形化界面

### 4 结束语

研究表明：笔者搭建的基于 VxWorks 操作系统的虚拟光电火控系统可以模拟真实光电火控系统的使用流程以及运行状态，可以移植到真实的光电火控系统或其他相关的系统，能够作为算法验证、网络通信测试以及图形界面开发等相关技术的开发平台。

### 参考文献：

- [1] 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.
- [2] 张伟华. 基于千兆以太网的光电经纬仪分布式实时通信系统的研究[D]. 长春: 中国科学院长春光机精密机械与物理研究所, 2011.
- [3] 刘炳锋, 李江红. 基于 Tilcon 的某武器显控系统界面设计[J]. 军事测控技术计算机测量与控制, 2008, 16(8): 1153-1155.
- [4] 姜飞, 王屹华, 崔晓宇, 等. VxWorks 下 Tilcon 嵌入式图形用户界面设计与实现[J]. 工业控制计算机, 2008, 21(3): 29-33.
- [5] Wind River System Inc. VxWorks Programmer's Guide 5.5[M]. USA, Alameda: Wind River Systems Inc, 2002: 5-30.