

# FC 协议分析仪软件设计与实现

黎小玉,田 泽,刘 娟,马城城

(中国航空计算技术研究所,陕西 西安 710119)

**摘 要:** 光纤数据通道以其高带宽、低延时、可靠性强等特点成为新一代航空电子系统的主干网络。FC 协议分析仪是 FC 网络测试、仿真、故障诊断、协议验证的必要设备,作为其核心和基础的软件功能及架构将直接影响整个系统的性能及易用性。文中在对 FC 协议分析的基础上,结合 FC 分析仪硬件系统,提出了软件的功能与架构设计方案,重点阐述了追踪控制、性能监控、踪迹查看、专家系统功能软件的设计思路。该软件为用户提供了友好的交互界面,结合系统硬件可在线和离线测试、分析 FC 网络状态,满足了 FC 协议分析的功能及性能要求,为 FC 网络系统的开发提供了有力的支撑。

**关键词:** 软件设计;光纤通道;协议分析仪

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)08-0031-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.08.008

## Design and Implementation of FC Protocol Analyzer Software

LI Xiao-yu, TIAN Ze, LIU Juan, MA Cheng-cheng

(Aeronautical Computing Technique Research Institute, Xi'an 710119, China)

**Abstract:** As fiber channel network has low latency, high bandwidth and high reliability characteristic, it is the best choice for next generation avionics data networks. FC protocol analyzer is the necessary equipment of FC network testing, simulation, fault diagnosis, protocol verification. The software function and architecture as its core and the foundation will directly influence the performance of the whole system and is easy to use. Based on the analysis of fiber channel protocol, propose a FC protocol analyzer software function and frame scheme based on hardware. Describe the thought of trace control, performance monitor, trace view and expert software. It provides a friendly interactive interface to the user. Binding hardware system, it can test and analyze FC network state online and offline, meeting the requirements of function and performance for FC protocol. It provides a strong support for FC device and system development.

**Key words:** software design; FC; protocol analyzer

## 0 引 言

光纤通道 (FC, Fiber Channel) 技术是 ANSI 的 X3T11 委员会于 1993 年制定的数据通信标准<sup>[1]</sup>, 其以高带宽、低延时、扩展性好、传输可靠性强等特点赢得了多方肯定。为了适应航空电子环境的应用, 光纤通道提供了一组在航空电子环境中应用的协议子集 FC-AE (Fibre Channel Avionics Environment)<sup>[2,3]</sup>。目前, 光纤通道在商用领域中已被广泛采用, 国际上很多公司和研究机构已经开发出光纤通道的网络适配卡、储存设备、路由器及相关的测试设备, 在信息存储、银行、电信、广播、电视、工业仪器等领域广泛使用<sup>[4]</sup>; 在军用领域, 美国已将 FC 协议作为新一代航电系统的主干网络, 预计它将逐步取代已被广泛使用近三十年的

1553 标准, 并在航天、航空和航海工程中得到开发与应用。

根据国际航电系统的发展趋势和国内对航电系统研究论证的结果, 我国将采用 FC 协议作为首选机载环境<sup>[5]</sup>。目前机载 FC 设备研制所需仿真测试、调试分析、维护保障等配套研制环境严重缺失, 只能依赖国外昂贵、功能复杂且冗余的商用设备, 迫切需要研制针对国产 FC 设备的 FC 协议分析仪。软件作为 FC 协议分析仪的重要组成部分, 其功能及架构的合理性将直接影响整个系统的性能。文中在对 FC 协议分析的基础上, 结合 FC 分析仪硬件系统, 提出了其软件的功能与架构设计方案, 重点阐述了追踪控制、性能监控、踪迹查看、专家系统功能软件的设计思路。该软件为用

收稿日期: 2012-12-01

修回日期: 2013-03-06

网络出版时间: 2013-04-22

基金项目: “十二五”微电子预研(51308010601); 总装预研基金(9140A08010712HK6101); 中国航空工业集团公司创新基金(2010BD63111)

作者简介: 黎小玉(1983-), 女, 湖北钟祥人, 硕士, 研究方向为 SoC 设计、验证及嵌入式系统设计; 田 泽, 博士, 研究员, 研究方向为 SoC 设计、嵌入式系统设计、VLSI 设计。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130422.1721.012.html>

户提供了友好的交互界面,可在线和离线测试、分析 FC 网络状态,为 FC 网络系统开发提供了有力的支撑。

## 1 光纤通道协议分析

FC 标准是综合了计算机通道和数据网络的概念,提出的一个不同于传统的通道和网络结构的互连方案<sup>[4]</sup>,是一种具有高实时性、高可靠性、高带宽、高性价比的开放式网络技术,采用通道技术控制信号传输,基于信用流量控制策略,使用点到点、仲裁或交换方式处理共享冲突。

与通用的 OSI7 层网络模型类似,FC 光纤通道也采用了分层的协议模型,共分为 5 层,分别为:FC-0、FC-1、FC-2、FC-3 和 FC-4,其分层模型见图 1。FC-0 是光纤通道结构的最低层,定义连接的物理特性;FC-1 定义了传输协议,包括串行编码和解码规则以及差错控制;FC-2 定义了节点间的数据传输方式,以及帧格式、帧序列、通信协议和服务分类;FC-3 对物理和信号(FC-PH)层以上的高层协议提供了一套通用的公共通信服务;FC-4 层是 FC 中的最高层,在 FC 标准中没有为 FC-4 层定义一个固定的通信协议<sup>[6,7]</sup>。在面向航空电子系统应用时,FC-AE 标准委员会专门制定了 ASM、FCLP 和 RDMA 等多种航空电子专用的 FC 通信协议,使得 FC 通信的可靠性和实时性有了更好的保障<sup>[8]</sup>。

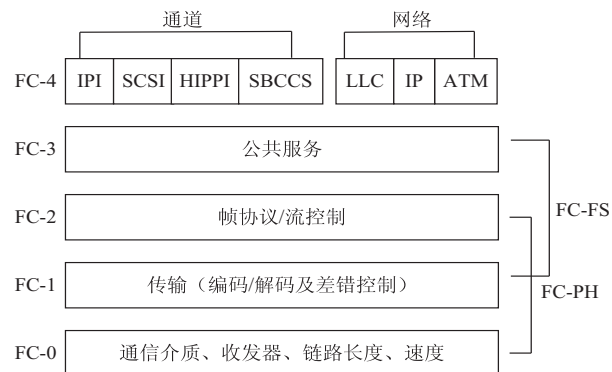


图 1 FC 协议分层模型图

## 2 FC 协议分析仪系统功能

FC 协议分析仪是 FC 总线网络开发测试的集成平台,用户通过直观统一的 GUI 应用软件控制其工作,提供 FC 数据分析、FC 数据监控、FC 数据注入等功能。具体功能如下。

数据分析功能:提供线速 FC 原语和 FC 帧的发送

和接收功能;可按照用户自定义的触发条件对接收到的帧进行触发;对记录的数据可进行数据回放。

数据监控功能:可提供数据捕获功能,并将监控到的数据记录在主机硬盘中;可统计接收到的数据的状态;基于监控功能提供数据分析能力;提供条件触发和过滤功能;提供在线捕获和修改监控参数等功能。

数据注入功能:支持对 FC 网络数据的注入功能。

## 3 FC 协议分析仪硬件平台

如图 2 所示,FC 协议分析仪为标准独立设备,通过以太网与运行上层应用软件的宿主机通信。FC 监控端口数目可扩展,单通道速率 1.0625Gbps/2.125Gbps 可配置,将 FC 协议分析仪设备连接到 FC 网络中,通过上层应用软件控制 FC 协议分析仪可生成、测试和分析 FC 网络状态,为涉及 FC 协议的相关网元和系统开发及故障排除提供关键工具。

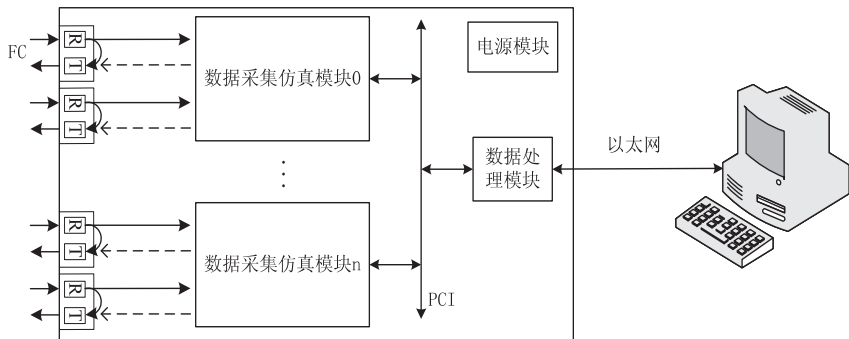


图 2 FC 协议分析仪内部结构框图

FC 协议分析仪硬件设备将需要分析的信息从分析仪 R 端口输入,数据被转发从分析仪 T 端口输出,并将数据复制一份供分析仪分析处理,处理后的数据通过以太网接口提交给宿主机上层应用软件使用。

## 4 FC 协议分析仪软件功能及架构设计

结合 FC 分析仪功能需求,基于 FC 协议分析仪硬件平台,运行于宿主机的 FC 协议分析仪的上层应用软件为用户提供友好的图形化软件界面,支持菜单、工具栏快捷键等操作方式。其由四部分组成:追踪控制软件(TraceControl)、性能监控软件(PerformanceMonitor)、踪迹查看软件(TraceView)和专家系统软件(Expert),结构关系如图 3 所示。在 FC 协议分析仪工作前通过追踪控制软件配置相关的信息,通过性能监控软件在线分析 FC 网络状态,通过踪迹查看及专家系统软件离线详细分析 FC 网络拓扑及网络通信状态。

## 5 FC 协议分析仪软件实现

### 5.1 追踪控制软件

追踪控制软件使用户可明确定义 FC 协议分析仪

工具捕捉数据的操作条件。具有自定义 FC 帧功能;可配置 FC 协议分析仪的捕获和触发条件;可控制捕获开始和停止;可配置被捕获端口集;可保存硬件分析端口集以及配置以备后续使用;提供存盘功能,可将捕获到的数据记录在主机硬盘中;提供网络任务加载功能;提供自动导入脚本控制文件的能力。

追踪控制如图 4 所示。

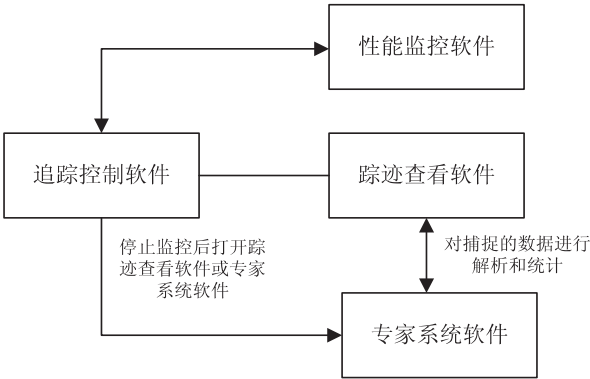


图 3 FC 协议分析仪软件架构



图 4 FC 协议分析仪之追踪控制

5.2 性能监控软件

性能监控软件可用来显示所有被监控的分析端口的性能和错误统计。性能监控软件可根据测量需求改变刷新率;可设置链路传输速率;由实时反映被分析链路当前运行状态的快照视图以及一段时间内的总体统计视图组成。

这些视图如下:

图表视图:表示端口和链路信息,且包含过去历史视图的线图,总数的线图;

列表视图:显示一套表格视图以及每个端口的监控数据。列表视图包括以 MB/s 为单位的数据传输率,以千帧/s 的帧传输率,利用百分比,帧统计、帧错

误和每一链路两个方向上的错误;

计量视图:显示当前的传输速率并由一个仪表来表示传输速率;

LED 视图:显示所有端口的当前状态;

LED 汇总视图:显示所有端口的汇总状态。

图 5 为性能监控主界面。

5.3 踪迹查看软件

踪迹查看软件可查看和分析追踪软件所捕获的追踪数据,既可显示当前踪迹存储器中的数据,也可显示已存储的数据文件。

该软件具有显示踪迹,查找/过滤踪迹,提取部分踪迹的功能。用户可以以一定的格式将追踪到的数据导出。通过数据的柱状图显示可以快速查看数据的密集度。

图 6 为踪迹查看主界面。

5.4 专家系统软件功能

专家系统是 FC 协议分析仪的高级调试和分析工具,可用来快速识别网络问题和损伤。提供网络拓扑

结构识别功能;错误日志功能,显示 FC 追踪过程内已确定的错误、告警和信息事件;图形视图功能,显示一个可高度配置的基于时间的图形,以表示追踪过程的活跃度;报告功能,可以生成流量报告,其中包含线路速率、总线利用率、信用流等统计信息。

6 结束语

面对设备研制所需仿真测试、调试分析、维护保养等配套研制环境严重缺失,只能依赖国外昂贵、功能复杂且冗余的商用设备,迫切需要研制针对国产 FC 设备的 FC 协议分析仪的形势,文中在对 FC 协议分析的基础上,结合自研 FC 协议分析仪硬件系统,提出了 FC 协议分析仪软件的功能与架构设计方案,重点阐述了其追踪控制、性能监控、踪迹查看、专家系统应用软件的设计思路。

该软件为用户提供了友好的交互界面,协同硬件系统可测试和分析 FC 网络状态,完成光纤通道协议分析、故障注入、流量发生器、压力测试等功能,为工程师对涉及 FC 协议的相关网元和系统进行开发和故障排除提供了关键工具。

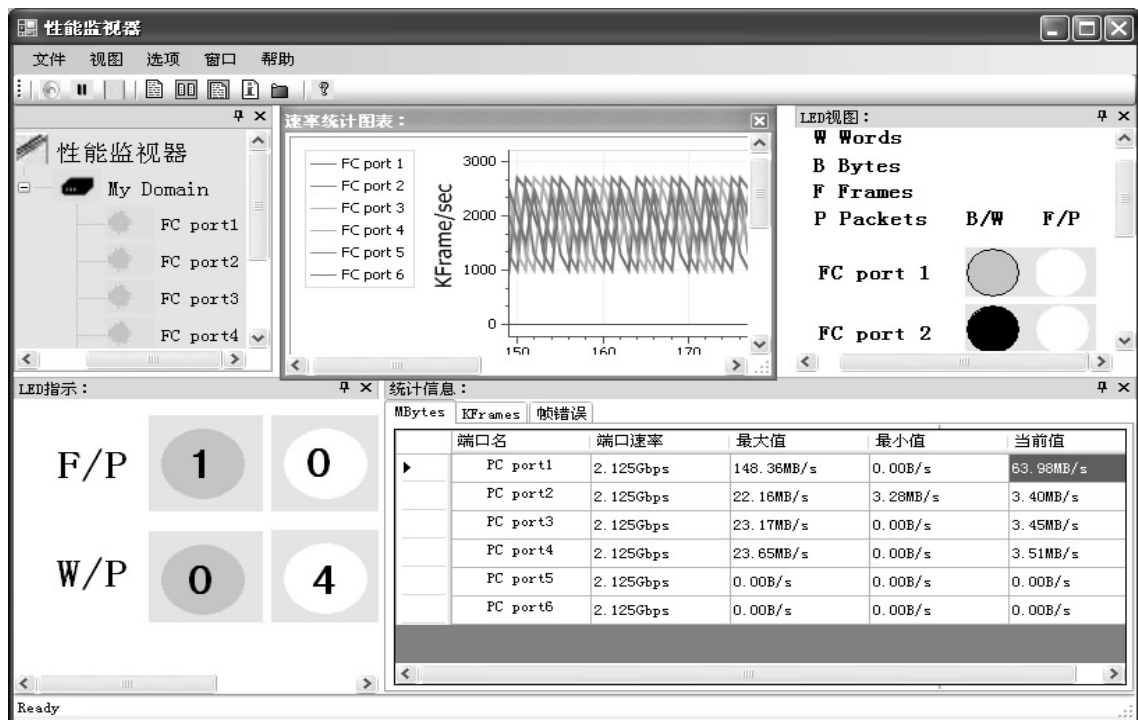


图5 性能监控主界面

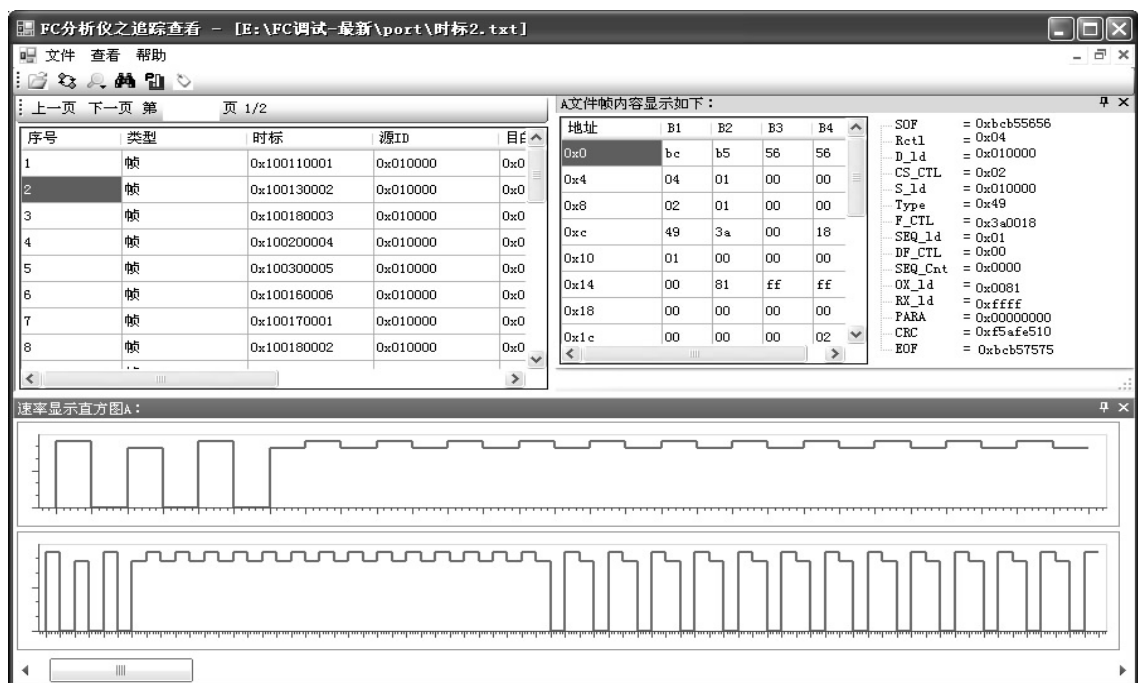


图6 踪迹查看主界面

## 参考文献:

- [1] ANSI Fiber Channel Framing and Signaling-2 (FC-FS-2), Rev 0.01[M]. US:ANSI,2003.
- [2] ANSI Fiber Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH), X3[M]. US:ANSI,1994.
- [3] ANSI Fiber Channel Avionics Environment-Anonymous Subscriber Messaging (FC-AE-ASM), Rev1.2 [M]. US:ANSI, 2006.
- [4] 杨海波,田 泽,蔡叶芳,等. FC IP 软核的模拟与验证[J]. 计算机技术与发展,2009,19(9):168-172.
- [5] 田 泽. 嵌入式系统开发与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [6] 张志翟,正 军,李 想. 航空电子光纤信道协议分析与适配卡设计[J]. 测控技术,2010,29(2):99-101.
- [7] 黄浩益,黄栋杉,徐晓飞. 光纤信道技术在航电系统中的应用[J]. 航空电子技术,2005,36(3):9-14.
- [8] 黄永葵. 光纤信道标准及其在航空电子中的应用[J]. 航空电子技术,2003,34(4):1-12.

作者：[黎小玉](#)，[田泽](#)，[刘娟](#)，[马城城](#)，[LI Xiao-yu](#)，[TIAN Ze](#)，[LIU Juan](#)，[MA Cheng-cheng](#)  
作者单位：[中国航空计算技术研究所, 陕西 西安, 710119](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)

---

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

---

年，卷(期)：2013(8)

本文链接：[http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201308008.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201308008.aspx)