

通信技术

光缆线路故障测量与定位模拟训练系统设计

王晓霞

(第二炮兵士官学校, 青州 262500)

摘要 介绍了一种采用虚拟仿真技术和实物模拟相结合的光缆线路故障测量与定位训练系统设计方法。系统应用三维虚拟仿真技术来实现光缆线路路由的呈现、故障生成,对于故障出现后的告警状态、光缆故障测量和测量结果显示又采用实物形式模拟。训练时可以在虚拟场景中生成光缆线路故障,无需专用线路训练场地和对实际光缆线路的破坏,降低了光缆故障测量与定位技能训练门槛。

关键词 光缆线路 故障测量 虚拟仿真 模拟训练

中图法分类号 TN207; **文献标志码** A

随着光纤通信网的不断推广应用,提高光纤通信网的物理可靠性显得尤为重要,而提高光纤通信网可靠性的一个关键因素就是要能够迅速准确地判断光缆故障点位置并实施抢修,能否迅速准确地定位故障点决定着整个抢修进程^[1-4],通信线路专业的人员只有经过大量训练和实践才能掌握这一技能。然而要想贴近实际情况地开展本项技能训练,必须要满足两个条件:一是要有光缆线路故障测量仪器,即光时域反射测量仪 OTDR;二是要有贴近实际的光缆线路施工维护抢修训练场。OTDR 仪器属于光电精密仪器,使用维护成本较高,而且光缆线路测量抢修技能训练,具有一定的破坏性,需要耗费大量光缆,耗费大量的经费。

采用虚实结合的模拟仿真技术,设计低成本实用性强的光缆故障测量与抢修模拟训练系统,可以方便地实现光缆故障测量训练以及抢修过程中的故障定位训练。

1 系统概述

1.1 系统功能

系统功能是实现光缆线路障碍抢修中的故障

测量和定位训练,结合光缆抢修和熔接实装器材实现整个障碍抢修技能训练。具体讲就是在一个虚拟的光缆路由场景环境中实现漫游,生成故障点,定位故障点,分析定位误差等,生成的故障情况通过光端机模拟器材显示,OTDR 模拟器材能够模拟测量虚拟场景生成的故障点,准确地生成相应测量波形并显示分析,此外系统能够对参训人员信息,训练情况进行管理。

1.2 系统组成

系统的基本设计思路是,采用虚拟仿真技术和实物模拟相结合的方式来实现训练系统设计。整个系统组成框图如图 1 所示。系统主要由光缆路由环境,交换机和 OTDR 模拟训练器材三大部分构成。

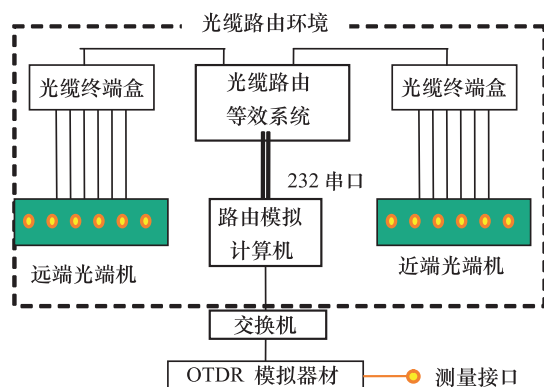


图 1 系统组成结构框图

2010 年 12 月 17 日收到

作者简介:王晓霞,山东省青州市二炮士官学校三系有线通信教研室主任,讲师。研究方向:通信工程。

光缆路由环境主要由路由模拟计算机、光缆路由等效系统、光缆终端盒、光端机模拟器材四部分构成。路由模拟计算机主要负责运行光缆路由模拟软件,并且能够通过 232 串口实现与光缆路由等效系统之间的通信。光缆路由等效系统主要由凌阳 SPCE061A 单片机和用于等效光缆的传输特性的电缆构成,其中 61 单片机负责控制两台光端机的故障和运行情况指示,并且能够判断被测线缆的连接情况。光缆终端盒为实际光缆线路施工中使用的光缆终端盒,它的作用是模拟光缆成端时的端接,模拟系统中采用电缆代替光缆实现传输,所以这里实际上完成的是电缆的端接。光端机模拟器材是仿照实物光端机的外形和工作状态显示方式研制而成,它能够直观地显示整个光缆通信系统工作状态,对故障实现声光告警。交换机为一般的计算机网络交换机,实现路由模拟计算机和 OTDR 模拟训练器材之间的故障信息和连接信息传递。OTDR 模拟器材,即光时域反射仪模拟器材,它的作用是模拟实际光时域反射仪设备的功能和使用操作流程,能够接收路由模拟计算机发来的故障信息,并且能够准确生成测量波形,实现模拟测量。

2 硬件设计

系统硬件设计的主要任务是光缆路由等效系统和 OTDR 模拟训练器材的硬件设计。

2.1 光缆路由等效系统

光缆路由等效系统主要由 SPCE061A 单片机和用于等效光缆的传输特性的电缆构成。其中 SPCE061A 单片机负责接收路由模拟计算机发来的故障指示数据,分析数据并控制两台光端机的故障和运行情况指示;并且能够判断故障测量时是否将正确的尾纤连接到 OTDR 上,并将这一数据发送到路由模拟计算机上。

SPCE061A 单片机是凌阳科技公司推出的一款 16 位结构的低成本微控制器。SPCE061A 集成有 232 串行设备接口,可以方便地实现与计算机的通信,32 位通用可编程 I/O 端口,可以方便地实现尾

纤连接状态的判断以及 led 工作状态的控制。SPCE061A 的 32 个 I/O 端口分别是 IOA0 ~ IOA15, IOB0 ~ IOB15;其中管脚 IOB10 同时肩负通用异步串行数据发送管脚 Tx 的作用,其中管脚 IOB7 同时肩负通用异步串行数据接收管脚 Rx 的作用。

等效系统中单片机的作用有三个:一是判断测试尾纤的连接状态;二是实现与路由模拟计算机的串行通信;三是控制 20 个光缆故障指示 LED 的工作状态。依据以上功能单片机管脚分配如下:系统模拟的是 6 芯光缆,故需 6 个 I/O 端口来完成测试尾纤的连接状态,由 IOA0 ~ IOA5 来完成;管脚 IOB10 来担当 232 串行数据发送管脚 Tx,管脚 IOB7 来担当 232 串行数据接收管脚 Rx;管脚 IOA10 ~ IOA15 与 IOB0 ~ IOB15 (除去 IOB7 和 IOB10)控制 20 个的 LED 工作状态。

2.2 OTDR 模拟训练器材的硬件设计

OTDR 模拟训练器材的硬件部分主要包括:专用按键面板、61 单片机电路板、屏显控制计算机、专用 7 英寸显示屏、7 英寸显示屏驱动板等。其中,61 单片机电路板负责扫描按键信息,并将扫描到达按键信息通过 232 串口发往屏显控制计算机,屏显控制计算机对接收到的按键信息进行处理后,依据实际设备(TFS3031 型光时域反射仪)的工作流程和显示方式,控制模拟系统的 7 英寸专用显示屏显示内容。硬件系统结构框图如图 2 所示。从外观上看,它与实际装备外形基本一致。

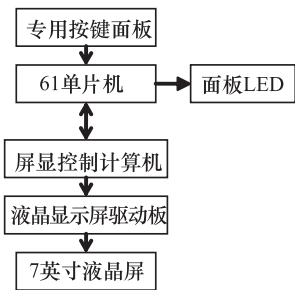


图 2 OTDR 硬件结构图

3 系统软件设计

系统软件设计主要包括:光缆路由三维模拟软

件,光缆路由等效系统 61 单片机内部软件和 OTDR 模拟训练器材的仿真软件。

3.1 光缆路由三维模拟软件

光缆路由三维模拟软件运行在路由模拟计算机上,运行在 WINDOWS 平台上。该软件实现的主要功能:1)在一个三维虚拟环境中模拟光缆路由情况;2)产生光缆故障数据信息,并将相关信息通过 232 串口发送到光缆路由等效系统;3)获取光缆路由等效系统发来的测试光纤连接状态,并能通过网络接口发送正确的测量数据;4)数据管理功能,主要包括对光缆路由相关参数数据、用户信息、学员信息、训练考核成绩等数据的管理。

光缆路由三维模拟软件基于 VC++ 6.0 环境开发,采用 OpenGL 图形接口实现三维场景的建立以及三维模型的驱动;采用 Autodesk 3ds Max 8 作为辅助软件建立部分三维模型应用 Photoshop 处理相关纹理贴图;应用 ADO 数据库应用程序接口实现对 Access 数据库的访问和管理。整个软件设计的主要内容包括以下几个方面:

3.1.1 三维场景的建立

三维场景地面是由 32 × 32 个正方形构成的平面,每个正方形代表实际地形大小为 32 m × 32 m,并贴有边缘重合的纹理,这样构成一个大小为 1 024 m × 1 024 m 的虚拟地形。天是由一个长方体(称为天空盒),在它的各个面上贴有表示天的图片形成的。场景中的树采用广告板技术实现。场景中复杂的人文要素(房屋、光端机、飞机等)均由 3D max 建模而成,简单的人文要素(标石、电杆等)由 OpenGL 直接绘制而成^[5-7]。

3.1.2 三维模型建模

三维模型建模是在 Autodesk 3ds Max 8 中完成,导出为 .3DS 格式,最后通过 C++ 函数库导入到三维场景中。需要注意的是为了提高系统运行速度,三维模型建模时应尽量使用少的面,不求最佳显示效果。

3.1.3 数据库设计

系统采用 Access 数据库存储相关数据,应用 ADO 数据库应用程序接口实现对数据库的访问和

管理。主要由用户信息数据表、学员信息数据表、考核成绩数据表、光缆路由参数数据表、训练成绩数据表 5 个表构成。数据库管理界面主要由成绩查询界面,系统用户管理界面,学员信息管理界面,系统设置界面四个界面构成。

3.1.4 网络通信模块设计

网络通信主要用来向 OTDR 模拟训练器材发送故障数据,采用 Winsock 网络通信编程接口实现^[8]。网络通信协议框架如图 3 所示。

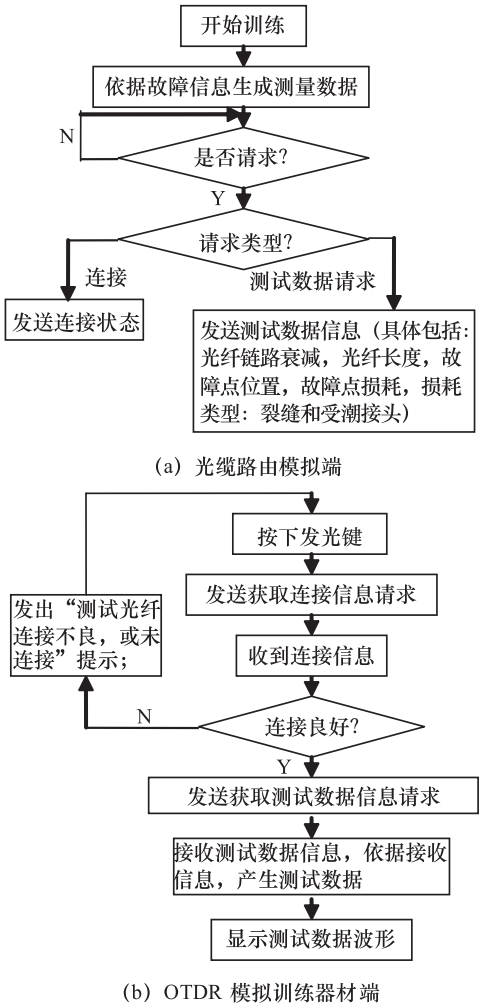


图 3 系统通信协议框架

图 3(a)所示的为三维光缆路由软件的网络通信模块工作流程,当学员登陆并开始训练后,系统会根据故障信息生成测试数据,当训练者将尾纤连接到 OTDR 模拟训练器材测试端口上时,路由等效

系统将会接收到这一连接信息,并且据以 OTDR 模拟训练器材发来的请求发送测试数据或连接信息。图 3(b)为 OTDR 模拟训练器材网络通信工作流程,当训练者按下发光键时,首先向路由模拟计算机发送连接状态请求指令,接收到连接信息后,如果连接信息显示连接良好,则发送获取测试数据请求,否则中断测试,并提示训练者连接不良,等待训练者再次按下发光键。

3.1.5 232 通信模块

232 串口通信采用 MSC0mm32. OCX 串行通信控件实现。

3.2 光缆路由等效系统 61 单片机编程

单片机程序在凌阳单片机集成开发环境(μnSP IDE1.8.4)中开发,光缆路由等效系统 61 单片机编程相对来说比较简单,因为单片机仅是完成判断测试尾纤的连接状态、串口通信、LED 指示灯控制三项功能。

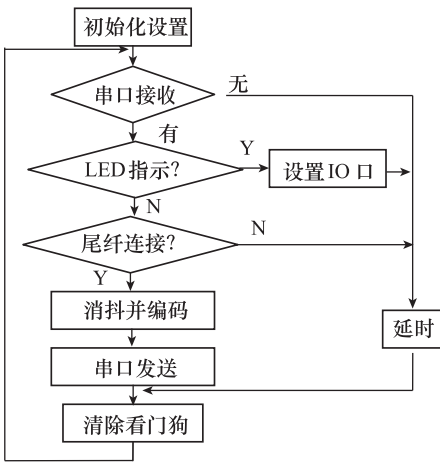


图 4 单片机程序设计结构流程

软件结构如图 4 所示,当单片机加电后,单片机首先进行初始化,主要包括单片机主时钟设置,I/O 端口特性设置,232 串口通信设置。初始化完毕后系统进入死循环,首先是判定串口是否有计算机发来的指示 LED 状态的指令,依据接收到指令调整 I/O 管脚的高低电平状态;接下来是读取与测试尾纤相连的 I/O 管脚的高低电平状态,依据读取到结果判断是否有测试尾纤连接到 OTDR 测试端口上,如果有还需延时约 100 ms 后再读取连接状态一次

来消抖,然后进行连接状态编码并通过 232 串口发送,发送完毕后清除看门狗,如果没有尾纤连接直接延时约 10 ms 后清除看门狗;看门狗清除完毕后回到循环初始开始下一次循环。

3.3 OTDR 模拟训练器材仿真软件设计

OTDR 模拟训练器材仿真软件功能是模拟实际 TFS3031 型 OTDR 的工作流程。由于 TFS3031 型是一台基于嵌入式处理平台,软件是直接运行硬件平台上,软件的工作流程也是工作基于判断和跳转的结构化程序工作模式。

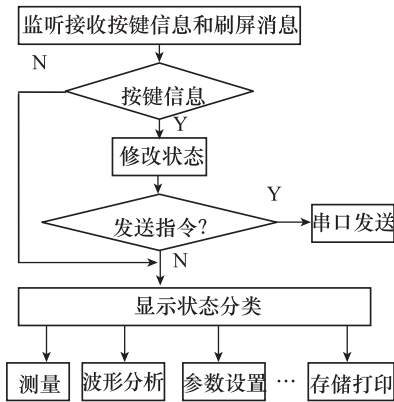


图 5 OTDR 仿真软件工作流程

软件采用高级语言 C++ 设计,并且在 WINDOWS 平台上运行,但是,它要模拟一个结构化编程设计的软件工作机制,所以屏显控制软件主要部分也是采用结构化编程的思想实现。TFS3031 型 OTDR 工作流程复杂,结合屏显控制软件的功能,采用图 5 所示的结构流程。软件启动后,在不断地监听接收按键信息和刷屏消息,如果没有新的按键消息,系统将按照当前的显示状态刷新屏幕;如果接收到新的按键信息,系统将对按键信息进行分析,修改显示状态,并按照新的显示状态刷新屏幕。OTDR 是一种功能强大的智能仪器,所以其显示状态比较繁多,主要显示状态大约有二十多种,每个主要状态下面还有几种到几十种关联变换状态,这样整个 OTDR 的显示状态大约有三百余种,而且这些状态之间存在相互的联系和跳转,这样图 5 就不能将所有状态一一列举,只能将整个软件设计的主要思想简单地呈现出来。

4 结束语

系统应用三维虚拟仿真技术来实现光缆线路路由,并且可在虚拟环境中实现对光缆的任意路由点破坏,免去了训练场地建设投入和训练中光缆线路的破坏,极大地降低了相关技能训练成本;对于故障出现后的告警状态模拟和光缆故障测量仪器的人机交互和结果呈现又采用实物形式模拟,提高了模拟仿真训练系统的真实性。系统研制成功后的大量试验表明,该模拟训练系统,基本满足了通信线路专业在光缆故障测量与定位方面的技能训练需求,且功能较齐全、模拟逼真、使用成本低廉。

参 考 文 献

1 陈小玲,叶银灿,李 冬,等.东海国际海底光缆故障原因分析研究.海洋工程,2009;27(4):121—123

2 江 伟.海底光缆故障的现象与处理.电信技术,2003;(8):6—9

3 仇胜美.海底光缆故障判定及测试方法.海洋工程,2005;23(3):94—98

4 张效龙,徐家声.海缆安全影响因素评述.海岸工程,2003;22(2):1—7

5 毛伟冬,唐明理.学 OpenGL 编 3D 游戏.成都:四川出版集团,2005

6 [美]霍金 K,阿斯特 D. OpenGL 游戏程序设计.田昱川,译.北京:科学出版社,2006

7 [美]Wright R S, Jr. Benjamin L. OpenGL 超级宝典.北京:科学出版社,2005

8 曹衍龙,刘海英. Visual C + + 网络通信编程实用案例精选(第二版).北京:人民邮电出版社,2006

Design of Simulation Training System for Optical Cable Fault Measuring and Locating

WANG Xiao-xia

(PLA Sergeant College of the Second Artillery, Qingzhou 262500, P. R. China)

[Abstract] Introduced a design method of Simulation Training System for Optical Cable Fault Measuring and locating, both of virtual simulation and physical simulation are used in the system. System uses three-dimensional virtual simulation technology used to achieve the presentation of fiber cable routing and fault generation, the cable fault alarm, measurement and measurement displayed in physical simulating form. Optical cable fault can be generated in the virtual scene, do not need special optical cable training venues and the destruction of the actual cable line, reduced the threshold of optical cable fault measure and locate skills training.

[Key words] optical cable fault measuring virtual simulation simulation training