

Design and Implementation of Fiber Link Monitoring System

Jianjun Guo

Tianjin Port Information Technology Development Co., Ltd., Tianjin
Email: 269596957@qq.com

Received: Apr. 10th, 2017; accepted: Apr. 23rd, 2017; published: Apr. 27th, 2017

Abstract

Optical fiber link monitoring system using advanced wavelength division multiplexing technology, computer communication technology, fiber measurement technology, machine learning TensorFlow framework, etc., achieved the status of the optical fiber link automatic monitoring, fault analysis, positioning, fault management, maintenance arrangements, line status prediction. This system can reduce maintenance cost, and significantly reduce the time required for maintenance.

Keywords

Fiber Link, Wavelength Division Multiplexing, TensorFlow, State Prediction

光纤链路监测系统的设计和实现

郭建军

天津港信息技术发展有限公司，天津
Email: 269596957@qq.com

收稿日期：2017年4月10日；录用日期：2017年4月23日；发布日期：2017年4月27日

摘要

论文利用先进的波分复用技术、计算机通信技术、光纤测量技术和机器学习TensorFlow框架等设计实现了光纤链路监测系统，该系统实现了对光纤链路的状态自动监测、故障分析和定位、故障管理和维护安排、线路状态预测，该系统投入运行后降低了维护成本、减少了运维时间。

关键词

光纤链路, 波分复用, TensorFlow, 状态预测

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

光纤通信具有传输容大、抗干扰能力强、传输衰耗小等优点, 光纤作为一种优良的通信载体, 已在天津港广泛用, 但光缆数量的增加, 早期铺设的光缆也已有了一定的年限, 各种隐患, 各种危机随时存在, 光缆线路故障次数的连年增加也说明光缆的维护与管理问题也日渐突出。

为此, 光缆监测系统是集测试、告警、信息处理和业务管理于一体的光纤网络综合维护系统, 它综合运用地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、光时域反射仪(OTDR)、光波分复用(WDM)、数据挖掘等多种技术, 能及时掌握网络运行情况, 预测发现光纤劣化趋势, 做到基于运行情况的状态检修, 并在故障发生时可以迅速、准确地定位故障, 从而缩短障碍历时, 与此同时, 它还具有资料管理功能, 可以保存一条光缆的设计、施工、维护等相关数据信息, 以及 ODF 架等站端设备的数据信息, 从而方便维护人员的管理和使用。

如果采用监测系统进行光功率监测, 可以达到秒级的水平, 系统一刻不停的监视着光缆线路上所有发生的一切细微变化。光缆线路监测系统不仅仅是用自动替代人工, 它根本上提高了维护水平, 也就是把以往一年的一两次测试提高到一年几十万、几百万次。监测系统是新时期光缆线路维护发展的需要, 它把光缆线路纳入到实时集中的监测维护当中, 不管线路上发生了多大的变化, 监测都是秒级的进行着。光传输设备监控不能取代光缆线路监测: 传输监控能够发现设备故障, 但它是事后行为; 而光缆监测不仅可以进行障碍报警定位, 而且可以发现尚未影响通信的故障隐患和精确的故障位置, 进行预警预防维护。由于两种监测方式目的不同、手段不同, 所以光传输监测不能取代光缆线路监测。为保证光缆不断、不坏、不换, 必须进行预防性线路维护和监测。

2. 功能分析

光缆自动监测系统是针对广电光纤网络管理和维护的智慧型系统, 具有功能强大、资源结合紧密、智能化操作、维护便捷的特点[1]。不仅可以实现对光纤网络状况实时的监测, 而且结合资源系统更加快速准确的提供光纤故障点信息, 以缩短故障历时, 实现对光缆线路的监测与管理, 动态地观察光缆线路传输性能的劣化情况, 及时发现和预报光缆隐患, 以降低光缆阻断的发生率, 由人工检测与管理模式迅速过渡到集中监控与管理的模式。光缆监测系统可将其核心的测试功能和其它外部网管系统(如设备网管系统, 资源管理系统, 故障派单系统, SDH 网管告警接口等)结合, 从而进一步提高系统功效, 切实地加强维护管理工作, 减少损失, 可以为广电运营商带来不可低估的经济效益[2]。主要组成如下:

- 1) 远程、实时、在线地进行光缆线路中被监测光纤运行状况的监测, 预防光缆线路的故障隐患;
- 2) 按规定的周期, 向网管中心(TSC)传报被监测光缆线路运行状况的数据文件;
- 3) 系统可以根据不同时期, 不同线路的情况设置不同的障碍分析参数, 查询 RTU 的光缆运行数据文件, 自动分析所监测光缆线路劣化的趋势;
- 4) 多种测试功能, 实现了点名测试、定期测试、障碍告警测试;

5) 多种监测模式, 具有在线监测、备纤监测、跨段监测等功能;

6) 通信功能, 本部分实现的监测站(RTU)具有 RS-232 物理接口和 TELNET 网络接口控制方式, 方便工程人员查询完整的设备状态; 监测站(RTU)可通过 IP 网与网管中心(TSC)联网; 进行数据通信时, 采用 TCP/IP 协议, 确保监控网络设备互通;

7) 设备管, 本部分实现了 RTU 设备的运行状态及其板卡信息通过设备回传可以显示在操作界面上, 以便工作人员实时了解该设备的运行情况, 方便维护; 设定 RTU 的运行时间;

8) 多曲线显示功能, 系统通过曲线管理, 可以在曲线界面中查看到多条曲线, 以便对当前光缆状态信息更加直观的呈现在操作界面上;

9) 链路状态预测, 系统使用 TensorFlow 框架搭建一个链路状态学习系统, 能通过当前链路相应状态值, 准确预测未来可能出现的链路问题。

3. 难点技术的解决方案

光纤的劣化, 手工测试难以发现, 因为光纤的劣化过程是一个长期而渐近的过程, 若没有长时间测试数据的积累分析是很难发现的[3]。工程中常用的光时域反射损耗测试仪(OTDR), 可以检测出已经发生故障的光纤所在地点[4]。但从发现故障到发生故障的地点并完成维修会花大量的时间。这将会对集团或区域经济建设带来许多的直接或间接的经济损失。一个具有预测和自动化处理能力的光纤链路检测系统是一个非常必要的需求。下面分别从数据的自动化收集和利用数据实现动态预测两方面叙述系统的难点技术。

3.1. 光纤链路数监测

3.1.1. 链路监测数据获取

系统利用相关设备收集光缆损耗、链路属性、信号衰减、信号量等数据。设备采用在线监测方式, 该测试方式与工作波长不同的测试波长通过 WDM (wavelength division multiplexer 分波合波器)设备合波在同一根光纤中测试, 在对端利用滤波器将测试波长滤掉让工作波长通过[5]; 在线监测采用分光器将工作光路上 3%~5%的光分给 OPM (光功率仪)进行实时监测(其中 3%~5%的分光模块集成在 OPM 模块中)此模式能真实反映业务所占纤芯工作状态。

图 1 是链路监测的原理图, WDM 是一种在一根光纤中能同时传输多个波长光信号的一种技术, 在不影响光纤链路的正常使用情况下, 使用检测设备监测链路的运行情况, 获取监测系统需要的各种数据。

3.1.2. 监测信息与系统的设计

监测站(RTU)的设备服务进程用于接受和处理 RTU 上报的告警信息、设备信息以及周期测试信息将链路监控信息、报警等信息发送到综合监控平台进行实时监看, 并对告警、解警信息进行及时响应, 该设备支持 SNMP 协议可与综合监控平台对接[6]。系统的主要组成部分如图 2 所示。

系统主要由数据监测中心 MC、监测站 MS、通信网络 3 部分组成[3]。数据监测中心(MC)负责对本管区的各监测站进行控制和管理, 是收集和和处理数据的中心。监测站(MS)在监测中心控制下, 对光纤传输损耗的变化进行监测。通信网络主要为监测站与各级监测中心之间的通信提供通道。数据中心获得数据后的显示效果如图 3 所示。

3.2. 光纤链路状态预测

3.2.1. TensorFlow 框架

TensorFlow 是一个采用数据流图(data flow graphs), 用于数值计算的软件库。主要用于机器学习和深

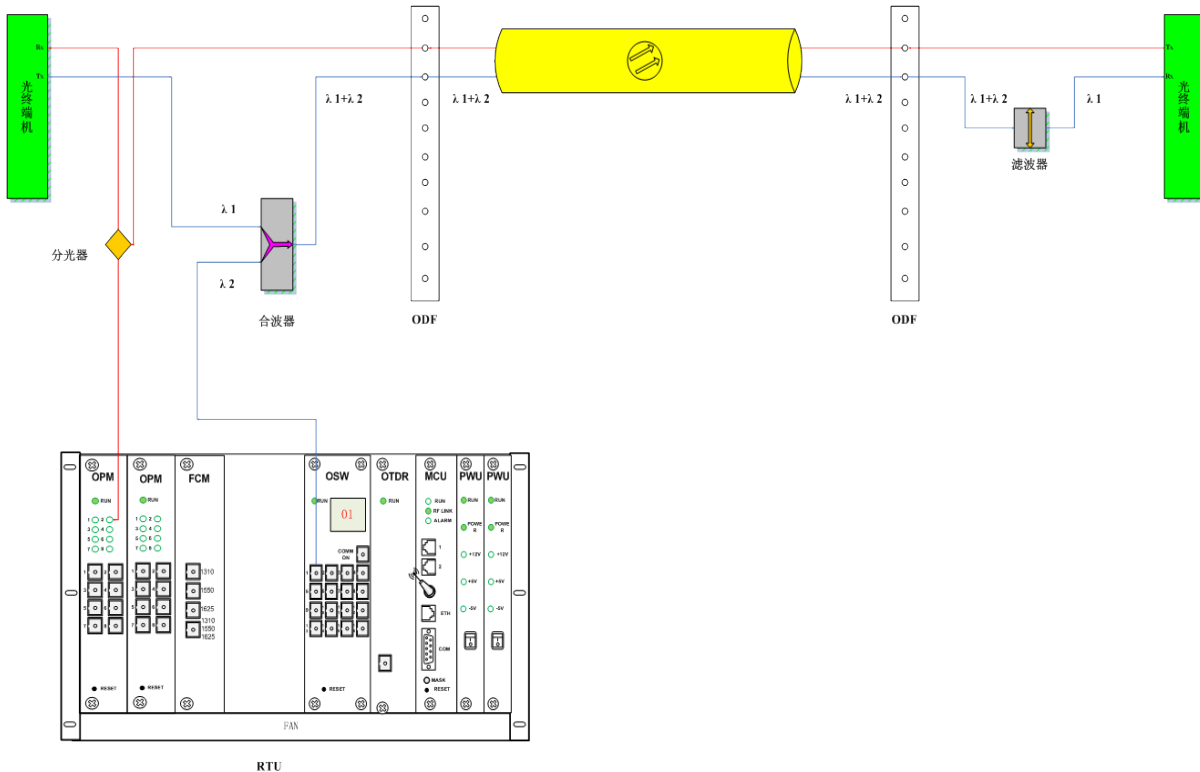


Figure 1. Link monitoring basic schematics

图 1. 链路监测基本原理图

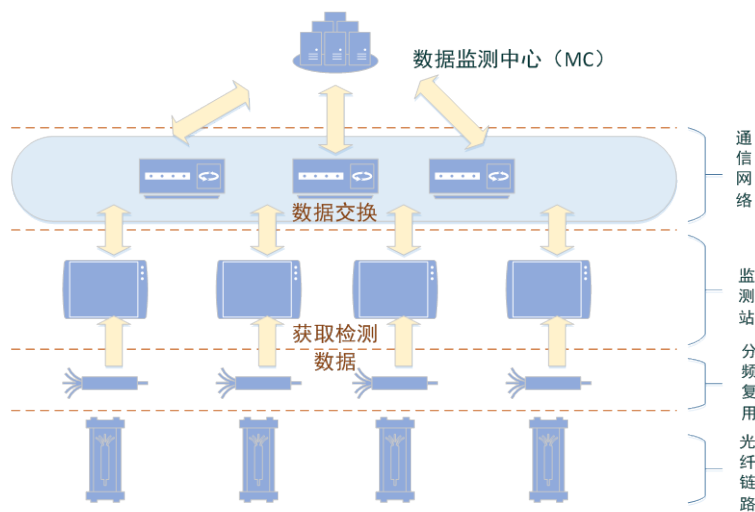


Figure 2. System general framework

图 2. 系统整体框架

度神经网络方面的研究[7]。它基于是一种基于图结构的计算，使用 SGD 优化中间参数，最终得到可以使用的模型，同时它支持 GPU 加速，甚至可以运行在移动设备上。TensorFlow 的基本原理示例图 4 所示。

图 4 中的输入数据需要经过变形后称为一维向量，组合多输入变量可以形成一个基础矩阵。这个矩阵可以看作是神经网络的输入层数据。上图是一个两层网络图的示例，中间层最常用的两个激活函数，

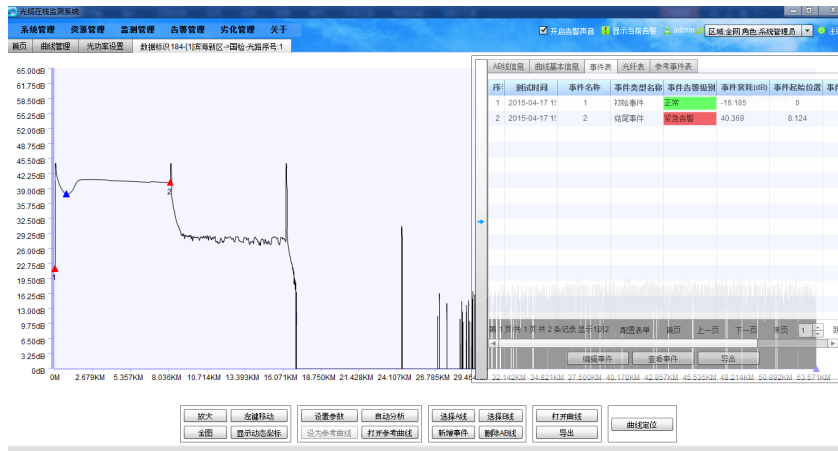


Figure 3. Platform information display
图 3. 平台信息展示

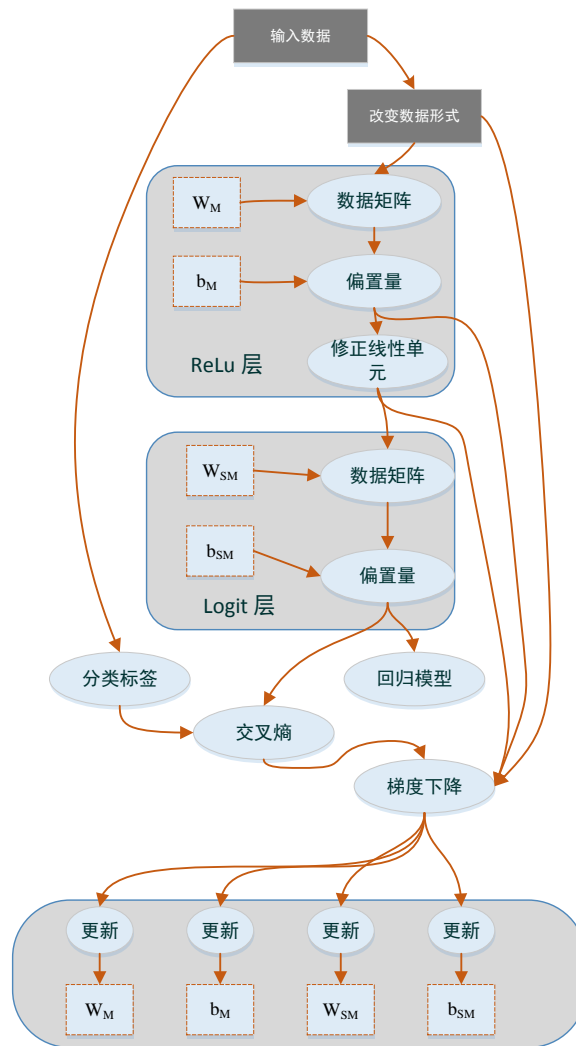


Figure 4. TensorFlow sample graph
图 4. TensorFlow 示例

Sigmoid 系(Logistic-Sigmoid、Tanh-Sigmoid)被视为神经网络的核心所在[8]。使用梯度下降和交叉熵来优化权重 W_M 和偏置量 b_M ，最终得到优化的参数及为模型。

3.2.2. 数据分析预测

为了达到预测任务需要使用上文的 TensorFlow 框架构建计算图(graph)，定义操作(ops)和数据类型(主要分为张量(tensor)、变量(variable)和常量(constant))，最后执行阶段(execution phase)执行会话(Session)。

使用由监测站传来的数据如光缆损耗值、链路属性值、信号衰减值、信号量值、光纤使用年份、是否曾有维护等多字段组成的向量作为输入。具体的设置如图 5 所示。

图 5 中 Layer 中 conv1 实现卷积以及 rectified linear activation、pool1 (max pooling)、norm1 局部响应归一化、conv2 卷积和 rectified linear activation、norm2 局部响应归一化、pool2 (max pooling)、local3 基于修正线性激活的全连接层、local4 基于修正线性激活的全连接层、softmax_linear 进行线性变换以输出 logits。

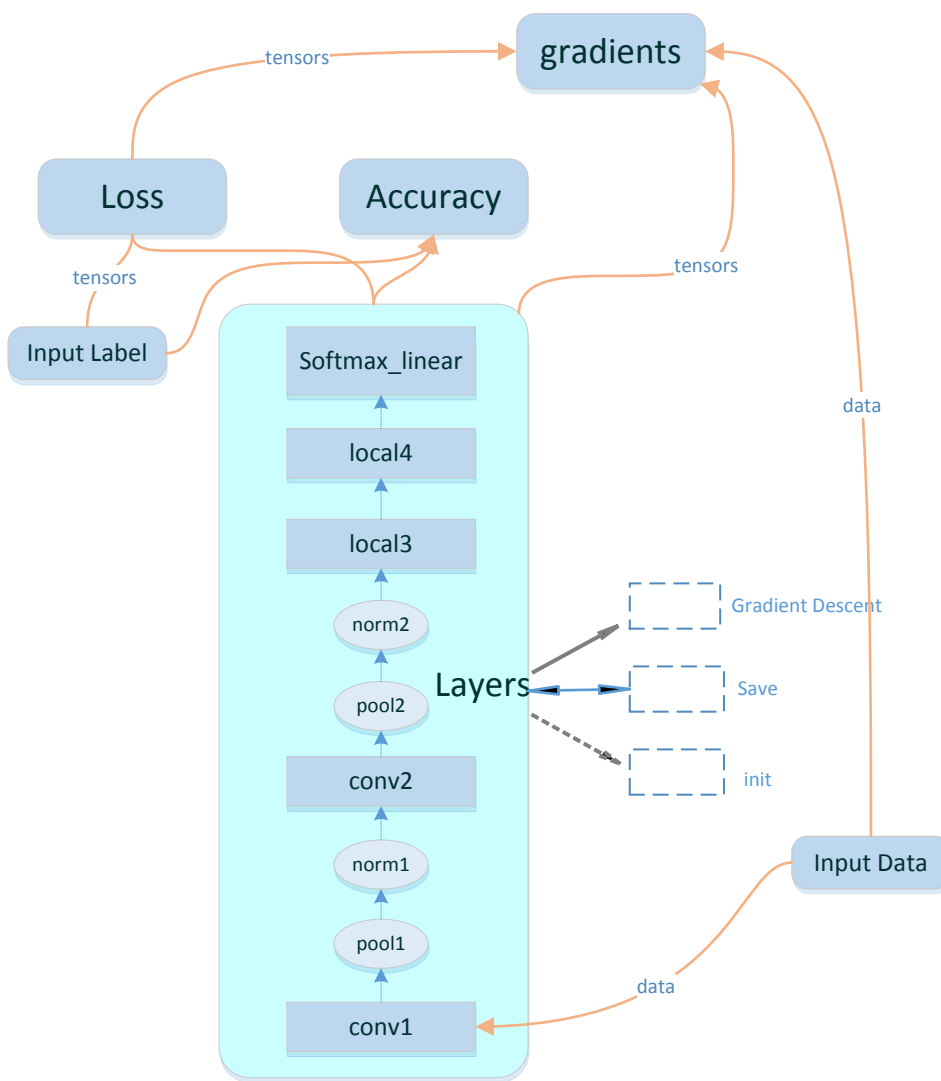


Figure 5. Apply the model structure diagram
图 5. 应用模型结构图

将经过处理带有标签的光纤链路数据输入模型后可以得到各数据的权值和偏差值，初始是模型的准确度不会很高，但这是一个可以不断改进权值和偏差的系统，因此经过一段时间的数据运行后，预测的准确度将不断提高。

4. 总结

港内交通、作业码头等视频监控信号众多，为便于日常维护管理，建立一套统一集中的光缆监测平台接入不仅可以进行障碍报警定位，而且可以发现尚未影响通信的故障隐患和精确的故障位置，进行预警预防预维。系统经投入使用，系统运行稳定，起到了预期的作用。

参考文献 (References)

- [1] 朱磊, 张盛武. 光缆自动监测系统的实现[J]. 电信科学, 2000, 16(9): 52-54.
- [2] 孟嗣仪. 电力系统光缆自动监测系统的设计及实现[J]. 北京交通大学学报自然科学版, 2002, 26(6): 56-58.
- [3] 姜彬. 光纤自动监测系统的应用[J]. 电气化铁道, 2010, 21(1): 48-50.
- [4] 肖平平, 袁睿. OTDR 波形分析及在光纤测量中的应用[J]. 光通信技术, 2010, 34(4): 42-44.
- [5] 吴海西. WDM 技术的原理及其应用与发展[J]. 现代电信科技, 2000(10): 6-10.
- [6] 徐明, 陈奇, 王凌武. SNMP 协议分析与协议栈的实现[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(14): 2669-2672.
- [7] Abadi, M., Agarwal, A., Barham, P., *et al.* (2016) TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems.
- [8] Abadi, M., Barham, P., Chen, J., *et al.* (2016) TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: csa@hanspub.org