

doi:10.13756/j.gtxyj.2017.02.003

光通信系统与网络技术

# 一种无源光网络系统中的长发光检测方法

黄 健<sup>1</sup>, 王 哲<sup>1</sup>, 郭小龙<sup>2</sup>

(1. 中兴通讯股份有限公司 上海研发中心, 上海 201203; 2. 中国电信股份有限公司 上海分公司, 上海 200120)

**摘要:**提出了一种在 PON(无源光网络)中实现长发光检测的方法,通过对上行光信号进行 SD(信号检测)采样,再基于 SD 信号是否有效来判定是否存在长发光现象。OLT(光线路终端)首先构造一个短时段通过光模块下发给 ONU(光网络单元),并控制光模块根据该短时段对上行光信号进行 SD 采样,得到第一检测结果;OLT 根据第一检测结果判断上行光信号是否有效,在判断结果为是的情况下,OLT 再次构造一个长时段下发,并基于该长时段对上行光信号进行 SD 采样,得到第二检测结果;OLT 根据第二检测结果确定当前 PON 口是否存在长发光现象。相比常用的光功率检测方式,文章所提方法具有更高的可靠性和准确性,且不会占用固定带宽,最大限度地保证了上行带宽的利用率。

**关键词:**无源光网络;光线路终端;长发光检测;信号检测

**中图分类号:**TN915.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-8788(2017)02-0009-03

## A Novel Rogue Detection Method in PON System

HUANG Jian<sup>1</sup>, WANG Zhe<sup>1</sup>, GUO Xiao-long<sup>2</sup>

(1 Shanghai R&D Center, ZTE Corporation, Shanghai 201203, China;

2. China Telecom Corporation Limited Shanghai Branch, Shanghai 200120, China)

**Abstract:** A novel rogue detection method is proposed to determine the ultimate result based on the validity of SD sampling over upstream optical signal. The OLT constructs a short timeslot and transmits it via an optical transceiver. Then, the OLT controls the optical transceiver to conduct a first SD sampling detection to the upstream optical signal according to the short timeslot to obtain a first detection result. Next, the OLT judges whether the upstream optical signal is valid according to the first detection result. If it is valid, the OLT constructs a long timeslot and transmits it via the optical transceiver, and controls the optical transceiver to conduct a second SD sampling detection to the upstream optical signal according to the long timeslot to obtain a second detection result. The OLT determines whether the current PON port is experiencing rogue behavior according to the second detection result. Compared to the common RSSI detection method, the proposed method has higher reliability and accuracy with the fact that no more fixed bandwidth will be occupied so as to assure the upstream bandwidth utilization as much as possible.

**Key words:** passive optical network; optical line terminal; rogue detection; signal detection

## 0 引 言

在 PON(无源光网络)应用中,由于某些 ONU(光网络单元)出现长发光(Rogue)现象而导致其他 ONU 掉线造成业务中断是较为严重的故障,需要及时检测并定位出具体 ONU,以便尽快恢复业务,避免用户投诉。在 GPON(吉比特无源光网络)系统中,OLT(光线路终端)需要具备长发光的检测和处理功能。ITU-T G. 987.3 协议明确规定了 OLT 需要对长发光 ONU 进行检测和定位<sup>[1]</sup>。

目前在电信设备商网络运维中,虽然长发光检测技术已经得到了较大范围应用,但检测的可靠性、有效性和检测效率并不完善。本文首先针对现有长发光检测定位技术的现状进行深入分析,明确其优缺点和局限性;然后在此基础上提出一种新的检测技术,并对技术方案实施内容和具体实施进行详细

阐述;最后基于实际测试情况,对本文所提检测方法的有效性和可靠性进行有力佐证。

## 1 问题现状

目前在 OLT 侧进行长发光检测的常用方式主要为基于光功率进行检测,即 OLT 分配一个不属于当前任何 ONU 的 T-CONT(传输容器),通过给 OLT 光模块一个触发脉冲,OLT 光模块基于上述分配 T-CONT 进行光功率测量后,通过 I2C(智能界面控制器)总线提供光功率值读取。在没有长发光的场景下,上述带宽中不会有上行信号发送,因此测量的光功率值一般等于或者接近于 0 值。OLT 会根据具体的光模块型号设定一个门限值(一般为  $1\sim 2\ \mu\text{W}$ ),当连续多次测量光功率值超出该门限时,则判定为有长发光产生,需要进一步定位具体的长发光 ONU。

收稿日期:2016-11-09

基金项目:国家“八六三”计划资助项目(2013AA014501)

作者简介:黄健(1982-),男,上海人。硕士,主要研究方向为无源光接入网络相关技术研究和成果转化。

上述长发光检测方式虽然具有易实现、操作方便等特点,但是依然存在如下问题:

(1) 检测结果缺乏可靠性。首先,光功率测量本身具有一定的误差和波动性,除了与 OLT 光模块本身的光信号接收机测量精度有关,还包括其 RSSI(接收的信号强度指示)时序参数设置,甚至是时钟信号的稳定性等,同时 ONU 光模块上行信号的稳定性也是很重要的因素,包括其光模块  $T_{on}$  (开启时间)也会导致光功率波动。其次,通过专门的门限值判断是否存在长发光现象,这个门限值作为一个经过测试得出的经验值并不严谨,这样必然需要进行一定次数的测量,这个测量次数同样是一个经验值,而两个经验值的结合进一步降低了测量结果的准确性。

(2) 检测过程相对耗时。首先,通过光模块进行光功率检测需要时间,包括触发脉冲给出后,光模块需要进行一定延时后才开始测量光功率;其次,当光功率测量完成后,通过 I2C 读取光功率值也需要时间;最后,考虑检测结果缺乏可靠性,需要进行十几次甚至几十次的测试来保证相对的精确性,这个过程更加耗费时间。

(3) 占用上行带宽资源。在进行光功率测量时,需要额外固定配置一个 T-CONT,其大小一般是 10 Mbit/s 左右,因此会占用上行带宽,对下挂用户数量造成影响,降低运营商的 ARPU(每用户平均收入)值。

综上所述,在现有 PON 组网场景下,以上长发光检测方式在实现时存在检测结果可靠性低、检测时间长以及占用上行带宽资源等无法避免的缺陷和局限性,亟需改进。

2 技术方案

为解决上述技术问题,本文提出了一种涉及 PON 尤其是千兆 PON 设备和 ONU 中实现长发光检测的方法。具体步骤如下:

步骤 1:OLT 构造一个短时隙并通过光模块进行下发。短时隙构造和下发可以通过以下方式来实现:OLT 构造短时隙后,将短时隙插入到下行带宽时隙中并通过光模块进行下发,短时隙不属于任何 ONU,在每次检测的过程中只被下发一次。在实际应用中,短时隙可以不超过 100 bytes<sup>[2]</sup> (颗粒度为 64 kbit/s)。

步骤 2:OLT 控制光模块根据短时隙对上行光信号进行 SD(信号检测)采样,输出检测结果。

步骤 3:OLT 根据步骤 2 的检测结果显示上行光信号是否有效:如上行光信号有效,则进入步骤 4;如上行光信号无效,则 OLT 可选重复步骤 1 和 2 再次进行 SD 采样,以对检测结果进行确认,增加检测有效性。

步骤 4:OLT 构造一个长时隙并通过光模块进行下发,控制光模块根据长时隙对上行光信号进行 SD 采样,输出检测结果。其中长时隙构造和下发可以通过以下方式来实现:OLT 构造长时隙后,将长时隙插入到下行带宽时隙中通过光模块进行下发,其中,长时隙为整帧(对于 GPON 而言,长时隙为 19 440 bytes<sup>[2]</sup>),在每次检测的过程中只被下发一次。

步骤 5:OLT 根据步骤 4 的检测结果显示当前 PON 口是否存在长发光现象:如上行光信号有效,则 OLT 确定当前 PON 口存在长发光现象;如上行光信号无效,则 OLT 确定当前 PON 口存在上行窗口漂移。

通过上述步骤,再结合 SD 是否有效来判定是否存在长发光现象,可以消除基于光功率检测所造成的检测不稳定性,具有检测快速准确、可靠性高的优点。

当确定了当前 PON 口存在长发光现象或上行窗口漂移后,可将结果上报给 EMS(设备管理系统)。

3 方案实现

图 1 所示为 PON 系统组网图,其中,EMS 用于向 OLT 下发启动长发光检测流程;OLT 用于在长发光检测中下发检测用带宽时隙,同时控制光模块对上行数据进行 SD 实时采样,并判定是否存在长发光现象;ODN(光分配网络)用于在 OLT 下连接数量不等的 ONU,作为 OLT 和 ONU 直接的物理连接通道;ONU 用于承担可能的流氓 ONU 的角色。

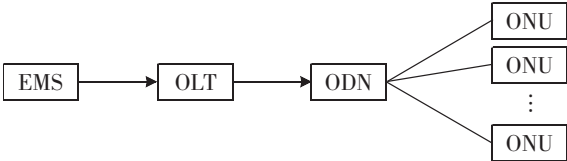


图 1 PON 系统组网图

图 2 所示为长发光检测方案流程图。

该方案实现流程如下:

步骤 1:EMS 控制 OLT 启动长发光检测流程,针对每个 PON 口的上行光信号进行检测处理;

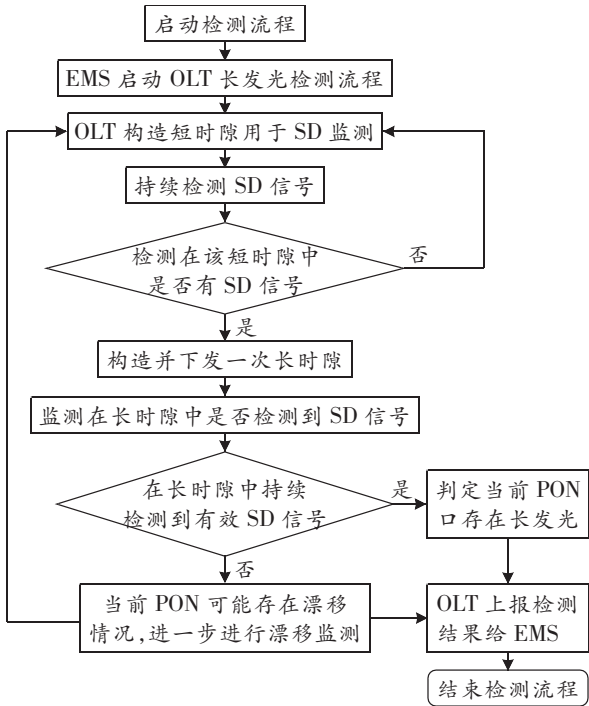


图 2 长发光检测流程图

步骤 2:OLT 构造一个短时限带宽插入到下行 BWmap(带宽映射表)中并下发,用于上行 SD 信号检测,该时限不属于任何 ONU,长度不超过 100 bytes,每次 SD 检测时该时限仅下发一次,不占用 OLT 物理带宽;

步骤 3:OLT 控制光模块基于短时限对上行数据进行连续 SD 采样,并输入相应的 RSSI 时序参数,包括时延和采样宽度;

步骤 4:光模块将 SD 采样结果上报给 OLT,OLT 对 SD 信号是否有效进行判定,如有效,则进入步骤 5;如 SD 信号无效,则返回步骤 2;

步骤 5:OLT 继续构造一个长时限带宽插入到下行 BWmap 中下发,用于对短时限检测结果进行确认,该时限长度可以为整帧,检测时只下发一次;

步骤 6:OLT 控制光模块基于长时限对上行数据进行连续 SD 采样,并输入相应的 RSSI 时序参数,包括时延和采样宽度;

步骤 7:OLT 光模块将基于长时限的 SD 采样结果上报给 OLT,如果 OLT 判断 SD 信号有效,则进入步骤 8;如果 OLT 判断 SD 信号无效,则进入步骤 10;

步骤 8:OLT 根据 SD 检测结果判定当前 OLT PON 口下存在长发光现象;

步骤 9:OLT 将长发光检测结果上报,检测流程结束;

步骤 10:当前 OLT PON 口下可能存在上行窗口漂移,将检测结果上报给 EMS,同时为进一步确认结果,需要再次进行完整 SD 信号检测流程,返回到步骤 2。

4 测试结果

实验室环境测试结果如表 1 所示。纯 SD 采样法即直接分配一段时限进行 SD 信号采样并判定长发光;平均检测时间是指单次平均检测时间,且为近似值;检测准确率对应单次检测,如果基于连续检测,则准确率会提升;OLT 光模块输出电信号可能在非分配时限产生毛刺(即信号跳变),对长发光检测造成影响。

表 1 实验室环境测试结果

| 检测方法                     | 光功率判定法 | 纯 SD 采样法 | 本文方法 |
|--------------------------|--------|----------|------|
| 平均检测时间/s<br>(100 次取平均时间) | 0.5    | 0.05     | 0.1  |
| 平均检测准确率(%)<br>(100 次检测)  | 86     | 95       | 100  |
| 光模块输出<br>毛刺信号干扰          | 可过滤    | 无法过滤     | 可过滤  |

综上,本方案在检测耗时、准确率以及抗干扰性方面均具有较好的效果,具备可靠的综合检测能力。以上测试结果仅限于相同 OLT 设备采用不同检测方法的测试结果对比,不涉及其他厂商。

5 结束语

本文提出了一种在 PON 中实现长发光检测的方法,采用配置并下发短时限和长时限带宽结合对上行光信号进行 SD 采样,再根据 SD 信号是否有效来判断是否存在长发光现象,解决了相关技术中基于光功率的长发光检测方式检测结果可靠性低、检测时间长以及占用上行带宽资源等问题,可以消除基于光功率检测所造成的检测不稳定性,进而实现了检测快速准确、可靠性高、同时不会占用固定带宽,最大限度地保证了上行带宽的利用率。

参考文献:

[1] ITU-T Recommendation G. 987. 3-2008, 10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): Transmission convergence (TC) specifications [S].  
[2] ITU-T Recommendation G. 984. 3-2008, Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Transmission convergence layer specification [S].