

量子通信载荷自动检测软件的设计

赵双强, 刘尉悦*, 李 宠, 姜 玮, 林泽洪

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 为解决对量子通信载荷进行长时间测试时需有人一直看守的问题, 提出测试过程的自动记录及数据回放方案, 将测试过程中载荷执行的指令和运行状态及当前时刻等数据记入日志文件, 测试完后对日志文件进行回放即可查看载荷运行是否正常. 该方案可快速定位查找数据, 回放步长可自由设定, 载荷各状态配置信息可通过外部文件设定, 很好地提高了测试效率.

关键词: 自动测试; 数据回放; 空地量子通信; 软件设计

中图分类号: TP391.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 02-0052-03

量子通信是量子论和信息论相结合的新型学科, 基于量子力学基本原理, 量子通信具有高效率和绝对安全等特点, 因此成为国际上量子物理和信息科学的研究热点. 近年来, 这门学科已逐步从理论走向实验, 并向实用化发展^[1], 其中尤以空地量子通信方面的研究发展迅速. 航空航天领域对系统的可靠性和稳定性要求极高, 因此, 充分的地面测试是保证卫星上天后正常持久工作的关键. 为保证量子通信系统电子学设备的可靠性和稳定性, 需要进行大量、长时间的测试, 所以高效的测试工作可极大地缩短航天设备研制工作周期, 提高工作效率.

笔者提出了一种全自动无人值守的测试方案, 在进行测试工作时, 地面检测系统^[2]会自动记录日志文件, 该日志文件包含了实验过程中量子通信载荷执行的指令及运行状态等相关信息, 测试结束后通过回放日志文件即能查看载荷运行是否正常^[3]. 这样就可可在长达数小时甚至数日的测试过程中不必有人一直看守, 实现了自动测试^[4]; 进行日志文件回放时, 可选取任意时间段进行快速定位回放并且回放速率可以调节^[5].

1 自动记录及回放原理

地面检测系统发送指令控制量子通信载荷完

成量子通信过程, 同时接收载荷返回的自身运行状态数据, 通常测试工作是每发送一条指令即去查看载荷执行情况及相关状态信息是否符合预期结果. 而本方案通过制定指令序列, 使各指令按照预定时间自动发出, 系统将指令执行时刻、指令内容、载荷运行状态等数据记录至日志文件, 当所有指令执行后, 对日志文件进行回放亦可查看这些信息, 即实现了测试工作^[6]. 由于地检系统运行时模拟飞船时间, 因此我们将飞船时间作为指令执行的基准时刻, 这样, 日志文件涵盖了一次测试过程的全部信息.

在进行日志回放时, 启动一个定时器对回放时刻进行计时, 查找该时刻前最近的指令和载荷状态记录, 根据记录数据格式解析获取指令或载荷状态信息^[7-8], 这样就能查看载荷是否正常执行该指令. 由于定时器周期可控, 因此日志回放速率可调, 这样, 回放关注的时间段时可放慢回放速度, 不关注的则可加快回放速度, 明显提高了测试效率. 每次查找日志文件时, 读取的起始地址必须明确, 如均从日志文件起始位置去查找, 不仅浪费时间, 而且效率低, 所以测试记录时可每隔一段固定时间去记录日志文件的位置指针, 这样就形成了一个时间索引表, 回放时先通过时间索引表明确查找起始地, 再进行精确定位, 实现快速查找^[9].

收稿日期: 2013-07-20.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journal.lg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省自然科学基金 (LY13F050007)

第一作者: 赵双强 (1986—), 男, 河南洛阳人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 量子通信. E-mail: zhaoshuangqiangsias@126.com

*通信作者: 刘尉悦 (1978—), 男, 江西萍乡人, 博士/副教授, 主要研究方向: 量子通信. E-mail: liuweiyue@nbu.edu.cn

2 设计中的关键技术

测试过程中的全部信息记录到日志文件, 将效率低下的手动测试工作转换为记录测试信息, 并进行数据回放, 查看运行状况的自动测试, 实现可选取测试过程中某时间段进行过程回放, 同时又能控制回放速率, 此思路本身是最的主要创新点。其中, 为便于快速定位查找, 测试时系统会自动生成查询起始地址的索引表, 索引表给出了各个典型时刻查询起始地址(本方案典型时刻周期为 1 min), 回放时先确定回放时刻属于第几分钟, 通过索引表获取查询起始地址, 然后精确查询该时刻之前的指令内容和载荷状态信息, 这样就大大提高了效率。再者, 载荷运行状态信息为一段连续数据, 不同位置数据表征着不同的物理量, 同时有些单字节数据表征若干个物理状态信息, 如果载荷与地检系统的通信协议发生变化就必须修改代码, 而本方案中这些配置信息均通过外部文件来设定, 这就很好地解决了该问题, 增强了测试自动记录及回放软件的通用性和鲁棒性。

1.1 数据快速定位查找算法

日志文件记录的格式: 8 字节飞船时间、4 字节数据类型、4 字节数据内容长度、数据内容和 4 字节数据内容长度。并且制定了读取位置的时间索引表, 日志记录时, 每隔固定时间会记录文件当前的地址, 对日志数据进行分块^[10]。因此, 在日志回放某类型数据时, 首先通过索引表进行块定位得到查找的起始地址, 然后读取此位置记录的飞船时间, 若时间小于当前时刻, 则按照记录的格式读取下一条; 若时间大于等于当前时刻, 则通过第 2 个 4 字节数据长度信息回查上一个同类型数据, 并显示到数据类型相应界面上。当前时刻载荷执行指令的快速定位查找流程如图 1 所示。

1.2 动态配置与解析载荷运行状态

量子通信载荷返回的状态信息数据流有 128 个字节, 不同位置数据表示不同的物理量, 在回放时需分类显示到相应位置上, 载荷与地检系统间的通信协议是有可能变化的, 这就为解析状态信息带来了麻烦。为解决该问题, 同时增加工程的通用性, 笔者通过外部文件配置这些信息^[11], 配置文件包含了各状态量数据的起始地址、长度和转换公

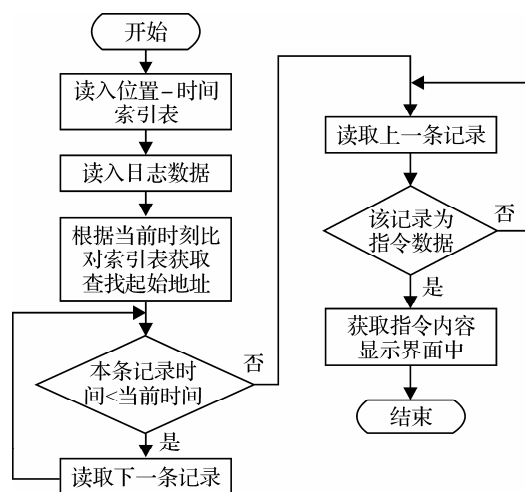


图1 指令的快速定位查找流程

式序号; 通过起始地址和长度为某物理状态分配数据, 通过转换公式序号调用相应函数将数据转换为物理实际值。

本配置文件采用可扩展标记语言(XML)格式编写^[12], 载荷状态信息配置文件部分内容如下:

```

<Message name=" 采样时刻 "stByte=" 0 "byte
Len=" 6 "parType=" calc "disIdx=" 3 ">
</Message>
<Message name=" 工作状态 1 "stByte=" 6 "byte
Len=" 1 "parType=" bits "disIdx=" 0 ">
<Bits name=" 工作模式 "stBit=" 0 "bitLen=" 1 ">
<BitsValue name=" 待机模式 "value=" 0 "/>
<BitsValue name=" 量子密钥分发模式 "value="
" 1 "/>
</Bits>
<Bits name=" 保留 "stBit=" 1 "bitLen=" 7 ">
<BitsValue name=" 固定值(0) "value=" 0 "/>
</Bits>
</Message>
  
```

第一个状态参数“采样时刻”的起始地址和数据长度分别由 stByte 和 byteLen 表示; 转换公式由 disIdx 表示; parType 则表示该字节是否由多状态物理量组成, 若是(值为 bits)则进一步描述各比特状态信息。当载荷状态信息的协议变化时, 只需修改该配置文件即可, 无需修改代码, 通用性高。

3 实验结果

将实验过程中执行的指令和载荷状态信息以

及模拟飞船时间等记录至日志文件,实验结束后进行回放查看载荷运行结果是否正常,此方案已植入地检系统中。日志文件记录了实验过程的全部信息,包括地检系统发送的指令内容以及该指令是否正确执行的指令回应帧、表征载荷各状态的工程参数信息、模拟飞船时间以及此次实验的执行时间,通过时间拖动条可查看时间段内各时刻载荷的工程参数等信息。通过回放结果,本软件回放显示了实验阶段载荷执行的全部指令以及各时刻的状态信息,完全可以满足测试载荷运行是否正常的要求,而且可以选取时间段进行回放、回放速率可调等,这样执行测试工作就非常轻松,测试效率也有了很大提高。

4 结语

本方案制定测试指令序列,使各指令按照预定时刻自动执行,记录测试过程中指令信息和载荷运行状态信息,所有指令执行后,对日志文件进行回放查看载荷运行是否正常,将效率低下的手动测试转变为无人值守的自动测试,支持任意时间段内数据的定位回放以及回放速率的控制。同时,该方案不仅仅适用于量子通信设备,其他类似交互系统亦可采用本方法。该方法思路新颖结构简单,利用软件实现了枯燥的强度测试,符合了“软件就是通用测试平台系统”的概念,让机器完成枯燥、机械、工作量大的工作,系统自动记录实验过程信息并回放,这样测试时只需制定测试指

令序列、回放日志文件即可,大大提高效率,进而缩减了航天领域中载荷设备的设计周期和成本。

参考文献:

- [1] 单欣,孙献平,罗军,等.自由空间量子通信实验研究与进展[J].自然科学进展,2006(2):169-176.
- [2] 闫梅,张涛.空间科学实验仪器通用地面检测仪设计[J].计算机工程,2011,21:234-237.
- [3] 鞠秀娟,赵明.软件自动化测试概述及应用工具分析[J].计算机应用,2007(6):317-321.
- [4] 李明辉,刘连生,曲培树.基于虚拟仪器的自动测试系统研究[J].电子测试,2008(3):37-42.
- [5] 蔡强军.飞控计算机地面综合测试软件的开发与设计[D].南京:南京航空航天大学,2007.
- [6] 韩玮,翟正军,姜红梅,等.飞行数据综合记录与分析系统的设计与实现[J].计算机工程与设计,2007,17:4195-4222.
- [7] 宋文杰,初伟先,邵宝民,等.基于VC++的船舶气象仪数据回放程序设计[J].山东科学,2012(6):65-68.
- [8] 熊玉珍.海底大地电磁仪数据回放软件的开发与实现[D].北京:中国地质大学,2005.
- [9] 周渝斌.海量监控视频快速回防与检测技术[J].计算机应用,2012,11:3185-3188,3197.
- [10] 孙鑫,余安萍.VC++深入详解[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [11] 汪洋,徐建芬,王海平.基于XML自动测试信息交换标准研究综述[J].电子测量与仪器学报,2008(5):1-7.
- [12] Veillard D. XML resources publication guidelines [EB/OL]. [2012-06-1]. <http://xmlsoft.org/guidelines>.

Software Design for Record and Playback of Quantum Communication Load Testing

ZHAO Shuang-qiang, LIU Wei-yue*, LI Chong, JIANG Wei, LIN Ze-hong

(Faculty of Information Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: A new scheme is proposed to reduce the human labor cost for attending the long-term testing of quantum communication load. Along with each current time, the commands and state of the load are automatically saved into a log file in one test, which can be replayed to check the normality of the load performance. The proposed method can be used for quick locating of data, arbitrary setting of playback step-length and configuring load state information through external files.

Key words: automatic test; data playback; satellite-to-ground quantum key distribution; software design

(责任编辑 章践立)