

AFDX 网络测试技术研究与实践

王磊, 陈琳, 李勇

(新疆轻工职业技术学院 信息与软件分院, 乌鲁木齐 830021)

摘要: 近年来, 航空电子全双工交换式以太网 (AFDX) 是使用广泛的新一代航空总线; 国内对其研究缺乏相关技术支持; 传统 AFDX 网络测试技术存在数据交互测试准确性差、测试时间长、人员开销大、测试数据层深度匮乏等问题, 针对上述问题形成的原因, 提出 AFDX 网络测试 3+1 整合法设计; 采用数据整流测试技术 (DVSER)、动态特征交互绑定技术 (HDBD) 与数据智能定位技术 (HGYD) 对产生的问题进行针对性解决; 通过仿真实验测试证明, 提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法的各项测试数据优于传统测试方法。

关键词: AFDX 网络; 3+1 整合法; 数据交互

Research and Implementation of AFDX Network Test Technology

Wang Lei, Chen Lin, Li Yong

(Department of Information and Software, Xinjiang Institute of Light Industry Technology, Urumqi 830021, China)

Abstract: Avionics full duplex switched Ethernet (AFDX) is widely used in recent years a new generation of aviation bus. Domestic research on the lack of related technical support. Traditional AFDX network data interaction testing technology in testing accuracy is poor, long test time, staff costs, such problems as lack of test data layer depth, formation reasons for these problems, puts forward AFDX network test 3 + 1 whole legal design. Using test data rectification technology (DVSER), the dynamic characteristics of the interactive data binding technology (HDBD) and intelligent positioning technology (HGYD) for targeted to solve problems. Through the simulation test proves that the proposed AFDX network testing every test data of 3 + 1 whole legal due to the traditional test method.

Keywords: AFDX network; 3+1 whole legal; data interaction

0 引言

随着科技的发展, 我国高新技术领域取得了重大突破。众多技术已应用于航空航天领域。互联网时代的来临迫使航空技术向网络化转型, 智能化发展。航空飞行器与地面终端数据交互的总线架构好坏, 关系着航空领域的未来发展。航空电子全双工交换式以太网 (AFDX) 是近年来使用广泛的新一代航空总线。国内对其研究缺乏相关技术支持。近年来, 普遍采用的测试系统存在不同程度的问题^[1-2], 如数据交互测试准确性差, 制约航空飞行器高空域探查; 测试时间长, 每次测试都要花费大量时间, 不利于机动航空发展^[3-4]; 人员开销大, 测试操作程度复杂, 需要众多人员共同协作完成; 测试数据层深度匮乏, 传统测试方法所能测试的数据层深度不够^[5-6], 无法形成一份详细完整的测试数据报告。上述问题极大地制约着我国航空事业的发展。

针对上述传统航空电子全双工交换式以太网 (AFDX) 测试方法存在的问题产生的根源, 进行深入的底层数据分析。经过分析发现, 问题产生的关键在于底层主导数据链逻辑算法存在重大问题, 导致各层级数据参数运算无法与实际数据轨迹吻合。通过对问题根源的分析、论证, 提出 AFDX 网络测试 3+1 整合法设计。通过设计中的数据整流测试技术 (DVSER)、动态特征交互绑定技术 (HDBD) 与数据智能定位技术 (HGYD) 对产生的问题进行针对性解决。形成一套适应我国

航空网络参数条件的 AFDX 网络测试技术。

通过仿真实验测试证明, 提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法具有测试速度快、数据层测试度深、测试准确率高、数据交互响应度高、操作简单、人员开销小、整体长时间运行稳定等特点。提出 AFDX 网络测试 3+1 整合法从性能、操作、效果都远优于传统的 AFDX 网络测试方法, 充分满足航空领域对 AFDX 网络测试应用的技术要求。

1 AFDX 网络测试技术研究与实践——AFDX 网络测试 3+1 整合法设计

1.1 数据整流测试技术 (DVSER)

AFDX 网络测试 3+1 整合法设计中, 针对传统 AFDX 网络测试方法中存在的航空检测过程中数据交互性差的问题进行深入性分析发现, 传统的 AFDX 网络测试技术中数据交互算法存在数据逻辑排列错误, 无法应对大型数据共涌带来的逻辑断裂^[7]。通过对大型数据共涌状态下的数据排列关系的查找、总结, 提出了 AFDX 网络测试 3+1 整合法中的首个数据逻辑稳定技术——数据整流测试技术 (DVSER)。

数据整流测试技术 (DVSER) 针对大型数据流交互过程中共涌现象进行数据分流处理, 处理特征拼接的方式进行数据共涌现象化解, 通过数据分流达到降低交换机处理器工作负担, 避免处理器处理过载带来的数据断裂问题。为了更好地达到数据分流, 稳定处理, 处理特征拼接目的, 采用动态 DTLAR 算法进行底层执行运算。动态 DTLAR 算法可根据数据空间中一定时间数据交互量变数集合进行数据流交互通道调整, 同时, 对交互数据流进行分割特征赋予处理, 减轻处理运算负担。处理后将数据整合归一, 达到无损化数据测试处理的

收稿日期: 2016-10-15; 修回日期: 2016-11-21。

作者简介: 王磊 (1967-), 男, 江苏无锡人, 讲师, 主要从事网络技术、物联网方向的研究。

目的。动态 DTLAR 算法表达式如下所示。

$$fsg_{\wedge} = x_{lg} \left(\frac{df^{\wedge} \rightarrow df_{i/2} - \prod_{\theta} x^n}{(x \Rightarrow shui.x)} \right) \quad (1)$$

$$fsg_{\wedge} = x_{lg} \left(\frac{d^i f^{\wedge} \rightarrow d_n f_{i/2} - \prod_{\theta} x^n}{(x_n - 1 \Rightarrow shui.x)} \right) \quad (2)$$

上述关系表达式中, d 为数据空间中交互排列集合系数值; f 为动态 DTLAR 算法动态范围; x 为数据通道流系数; i 与 n 分别为数据流波动值与波动值限定系数值。数据整流测试技术 (DVSER) 工作原理图如图 1 所示。

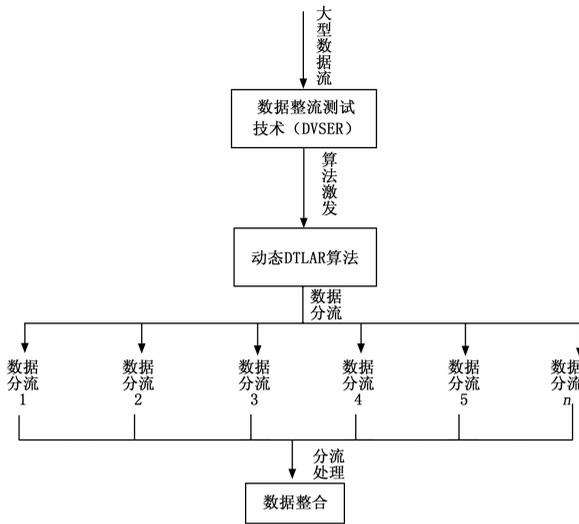


图 1 数据整流测试技术 (DVSER) 工作原理

数据整流测试技术 (DVSER) 底层执行框架伪代码如下所示。

```
Cpsdfj.ias{
Dsc.cji+vx.df5vxcv
Cvx_vidf(vzk0vkzdjf
Xcdf ddf /jkv/vxks_vcd)
<head>
<meta charset="DVSER">
<style type="text/css">
table {
borasdder-collapse:collapse;
}
td {
bordasdder-collapse:collapse;
boarsdder:1px solid #000;
wiasddth:200pxg;dsfg
hedsdaight:60pxg;
tasdext-align:center;
asdfont-size:40psex;
font-weight:b3old;
}
</style>
</head>
<body>数据分流值载入...+<
<table>
<tbody>cxsff/gdfig.
<tr>
```

```
<td>A</td>
<td rowspan="2" style="width:400px;">B</td>
<td>C</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="2">E</td>
<td>D</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">F</td>
</tr>
</tbody>
```

1.2 动态特征交互绑定技术 (HDBD)

经过上述数据整流测试技术 (DVSER) 处理后的测试数据达到了解决数据共涌带来的数据断裂问题,但是存在数据整合数据量大,无法在众多数据中准确找到相互匹配的数据进行整合的问题。考虑到上述问题的存在,AFDX 网络测试 3+1 整合法中设计了动态特征交互绑定技术 (HDBD) 来解决这类问题。

动态特征交互绑定技术 (HDBD) 具有特征生成算法,可对分流数据进行特征赋予,特征数据因子与源数据分流数据因子排列关系成同轴异空间排列,不会影响原有数据完整性与内部信息。根据 AFDX 网络自身的数据交互特殊性,动态特征交互绑定技术 (HDBD) 中执行算法的逻辑按照动态影替思维进行设计编写,采用多通道影替螺旋处理式进行表达。算法表达式中同时植入了高权限执行代码,形成极高安全程度的稳定运算表达式。具体如下所示。

$$f_{g_{c_2k_e}} = \left(r \sum_{\rightarrow} tret \Leftrightarrow df_n^{\leftarrow} \right)^{\wedge} \quad (3)$$

```
Dsdf/djfs_jdfdf
Fdfj_df/} f
Fdsfg
Fsdwg}
} 特征转入... sadcsa
Dfsa_fd
}
```

当上述代码执行完成后,生成特征高权写入式;

$$f_{g_{c_2k_e}} = \left(r^{n-1} \sum_{\rightarrow} tret \Leftrightarrow d \left(linsd \rightarrow \prod_{\rightarrow} x \right) f_n^{\leftarrow} \right)^{\wedge} \quad (4)$$

高权限执行代码:

```
# tbox { wdfgdth: 55px; hsdfight: 415pxdf; float: right; positsdion:
fixed;z-indfex:999;
_positidfon:abfssolute;
_bottdsfom:aufsto;
_top: expression( eval( documnt. documentElement. scrollTop +
document. documentEdsflement. clientHeight-this. offsetHsdfeight-(par-
seInt(this. currentStydsfle. marginTop,8) || 0)-(parseInt(this. current-
Style. madfrginBottom,8) || 0));
_margin-bottom: 8px;
}
# tbox a { wdfzidth: 55px; heighdft: 55psdfx; position: absolute; cur-
sor:pointer;backgroundcczd: #000000}
l = $(. footdfer). offset(). left;//默认值
w = $(. foxoter). width();//默认值
```

```

$( "#tbody" ).cszxc(lecxfzr,(1 + wzx + x) + 'p'x'x'c' );
$( "#tbody" ).cscsdhs('bottom',y + 'p'x'x'z' );
}
function b(){
//h = $(winghcbdw).height();
h = 300;
t = $(document).scrollnTop();
if(t > h){vc
$( "#gotzxcop" ).fadexcIn("slow");
}else{
$( "#gotcop" ).fadebxzOut("slow");
}
}
(document).readyz(fzccfunction(e) {
a(10,10);
b();
$( "#tbody a" ).css({opacczty:0.8});
})
* /);
$(winczow).rezxcsize(funzxcction()){
a(10,10);
});
$(windozxcw).sczccroll(fzccfunction(e){
bzc();
});
},function(){
if(t > z'x'h){vc
$( "#z'x'gotzxcop" ).fadexcIn("slow");
}elsezxe{
$( "#gzXotcop" ).fadebxzOut("sZXlow");
}
}

```

1.3 数据智能定位技术 (HGYD)

数据智能定位技术 (HGYD) 是提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法中最后一项组成技术,也是最为关键的一项技术。通过对传统 AFDX 网络测试技术方法存在问题的深入分析,与实际实践经验相结合,总结出传统 AFDX 网络测试技术方法问题中的不足,针对不足因素进行优化设计,采用数据智能定位技术 (HGYD) 可以将分流处理的零散数据流进行智能检索、分析、处理、拼接。数据智能定位技术 (HGYD) 采用 DNA 数据构架逻辑定位算法,算法可自动检索数据流底部数据特征,并与对应特征代码进行对比绑定,实现快速数据拼接还原的目的。算法具体表达式如下所示。

$$kg_{k \rightarrow j} = \frac{df \rightarrow ds \rightarrow cdc \int \Pi_i^f}{fs \rightarrow f \rightarrow f(f^A) \Rightarrow s} \quad (5)$$

关系式中,df 为上传数据流值集合;ds 为下传数据流值集合;cdc 为特征代码值;fs 为特征逻辑值;f 为近似特征度范围内部值;s 为特征对接度。

数据智能定位技术 (HGYD) 工作原理如下图所示。

数据智能定位技术 (HGYD) 执行代码,采用平台化 ISP 注入方式写入,有效保证技术执行代码不被外界条件所影响。具体代码如下所示。

```

void entering ();
boofdgl insert (const stgudent &astu);
stugdgent * findid (unsigned id) const;
stugfdident * findname (const sgtrindg &-name) const;
student * findsex (const string &-dssex) const;

```

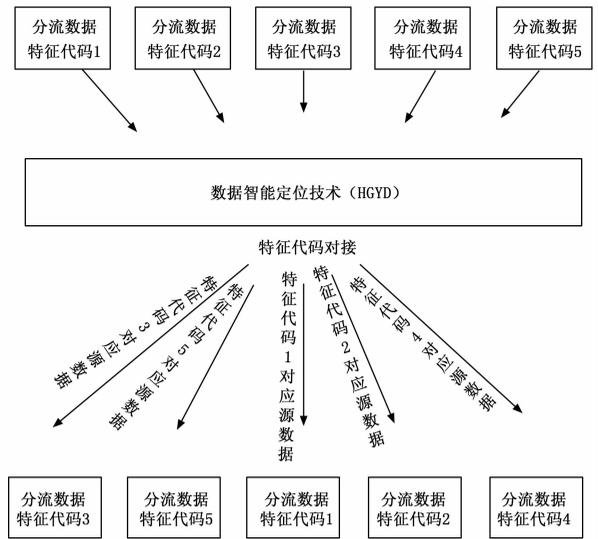


图 2 数据智能定位技术 (HGYD) 工作原理

```

student * findddformitordfy (const string &-dormitory) const; sd
unsigned bodfys () const;
unsigned girls (sdf) dfconst;
unsigneddcxvds headcount () const;
boocvl eraseid ();
bool exrxvasxename (检索特征代码载入);
boozxcl modifyid ();
bool modifyname ();
voxcid Shoxcw () const;
void quezxcry (ff=0) const;
void friendzxc statistics (constzcx CStudent &-aclss); x
void friendcz erase (CStudent &-aclss);
void excmodzxcify (CzxcStudent &-aclss);
};
string rceadstring () {
strinxczxcg str;
whilezx (cin. get () != '\n');
cin >z'x'> str;
returnxn str;
}

```

1.4 测试平台架构设计

通过上述 3 项技术的设计,基本完成了提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法。提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法中的 1 指的是文章的设计重点,也是上述 3 项技术的实现平台——测试平台架构设计。在架构设计中,充分考虑到 3 项技术之间关联逻辑算法与相互间的独立空间处理。因此,平台架构采用三角体构造进行搭建,之间交互算法采用简易 PGN 算法进行数据间交互处理,便于后期算法升级维护。架构由三大主文件构成:

- 1) sysfsj.jid 平台核心主控文件;
- 2) Hufj.bin 架构数据处理调配文件;
- 3) Cslf.whn 数据交互保障文件。

上述 3 大核心文件构成设计中三项技术运行环境,至此,针对 AFDX 网络测试技术提出的 3+1 整合法全部完成。测试平台架构形态如图 3 所示。

的误判率低于模板匹配法, 更具可行性。

4 结语

本文以设备硬件设计为核心, 重点研究了疲劳检测的相关理论基础。设计了图像采集、图像处理 and 图像回放等相关硬件电路, 解决了疲劳检测的系统平台, 通过试验验证了该系统平台的可行性, 并设计了一套软件检测方案, 该方案检测是倍率高, 实时性好。目前本设计正在着力优化平台结构、减小硬件尺寸, 以适用于车载空间狭小的现状; 并在保证疲劳检测准确率和鲁棒性的前提下, 改进算法结构, 优化程序代码, 以提高检测的性能。我们可以期待, 在不久的将来本系统必将会实现车载化、装置化和实用化。

参考文献:

[1] 李都厚, 刘 群, 袁 伟, 等. 疲劳驾驶与交通事故关系 [J]. 交通

(上接第 42 页)

运输工程学报, 2010, 10 (2): 104-109.

[2] 傅家振. 驾驶疲劳的产生原因与防范措施 [J]. 车运用, 2010 (7): 36-37.

[3] 曹 莹, 苗启广, 刘家辰, 等. AdaBoost 算法研究进展与展望 [J]. 自动化学报, 2013, 39 (6): 745-758.

[4] 于兴玲, 王 民, 张立材. 基于 PERCLOS 的驾驶员眼睛状态检测方法, 汽车电子 [J], 2007 (5): 251-253.

[5] 施 海, 王 伟, 谢 峰. 基于驾驶员生命体征的智能监控系统 [J]. 重庆工学院学报 (自然科学), 2009 (4): 25-29.

[6] 贾 芳, 郑 丹. 基于 TMS320DM642 芯片的视频目标跟踪系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (7): 2192-2195.

[7] 尚佳良, 白瑞林, 杨文浩. 基于 DM642 的视频处理系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17 (7): 1289-1291.

[8] 刘 丹, 孙丽云, 胡 伟, 等. 基于 DM642 的视频处理系统设计 [J]. DSP 开发与应用, 2007 (6): 157-159.

表 1 仿真实验测试对比参数

测试项目	传统 AFDX 网络测试技术方法	AFDX 网络测试 3+1 整合法
AFDX 网络测试检索速度	6.3s	1.2s
AFDX 网络测试问题反馈率	89.2%	98.8%
AFDX 网络测试数据响应速度	1.2s	4ms
AFDX 网络测试数据交互完整度	92.7%	100%
AFDX 网络测试技术扩展延伸性	差	良好
AFDX 网络测试技术所需人员开销	大	小

通过上述表 1 数据对比可以看出, 提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法具有测试速度快、数据层测试度深、测试准确率高、数据交互响应度高、操作简单、人员开销小、整体长时间运行稳定等特点。OPNET Modeler 工具运作速度更快, 效率更高。

3 结束语

针对传统 AFDX 网络测试技术方法存在的问题进行了分析, 并对问题存在根源提出了 AFDX 网络测试 3+1 整合法的设计。通过仿真实验测试证明, 提出的 AFDX 网络测试 3+1 整合法设计各项测试数据都优于传统 AFDX 网络测试技术方法, 满足设计改进要求, 为 AFDX 网络测试技术方法应用领域未来发展提供新的思路。

参考文献:

[1] 亢炜炜. AFDX 网络端系统测试技术研究 [J]. 航空维修与工程, 2015, 21 (8): 92-94.

[2] 刘道煦, 吴华程. AFDX 终端测试技术的研究与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (5): 1360-1362.

[3] 吴海荣, 罗 庆, 陈晓晨. AFDX 交换机测试分析系统设计 [J]. 飞机设计, 2014, 21 (3): 59-62.

[4] 李 雯, 王世奎, 林 坚. AFDX 端系统技术时延测试方法设计与实现 [J]. 测控技术, 2014, 33 (5): 105-107.

[5] 刘智武, 王红春, 陈长胜. 一种集成化多接口航电网络测试平台设计与实现 [J]. 电子技术应用, 2014, 40 (7): 79-81.

[6] 孔维刚, 白 杨, 雷 红. AFDX 网络传输介质转换器测试设备的设计 [J]. 大众科技, 2015, 17 (11): 3-4.

[7] 李 波, 曹 敏, 胡万层, 等. AMI 通信网络中微功率无线通信的性能测试技术及系统研究 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (2): 385-388.

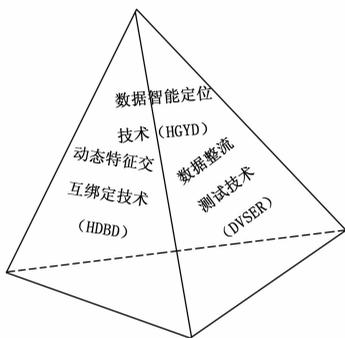


图 3 测试平台架构形态

2 实验与结论

针对提出的 3+1 整合法进行仿真实验测试。测试采用测试数据分析对比方式, 对传统 AFDX 网络测试技术与提出 AFDX 网络测试 3+1 整合法进行对比测试, AFDX 网络测试 3+1 整合法采用具有高效离散事件仿真引擎的 OPNET Modeler 工具, 构建仿真网络拓扑, 实现网络测试。测试环境配置为: CPU i5 4450, 主频 3.1Hz, 内存 4G, windows 7 旗舰版操作系统。具体测试参数如表 1 所示。运行仿真过程中, ODB 调试界面参数设定如图 4 所示, 需要注意的是仿真核心 (simulation kernel) 存在 Development 和 Optimized 两种, 优化的仿真核心 (Optimized) 的缺点在于虽然提高了仿真速度, 但是以不产生 ODB 信息为代价, 并不利于开发初期的调试, 因此, 必须将仿真核心设置为 Development。

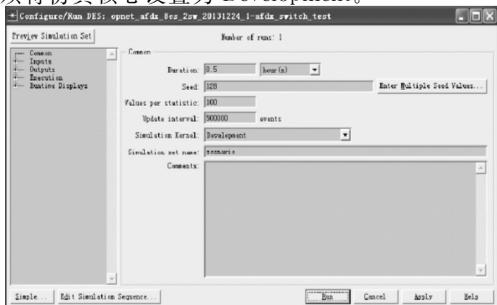


图 4 运行仿真参数配置