

10.16638/j.cnki.1671-7988.2020.03.039

基于 DoIP 的终检线模拟测试系统

周洋, 姚西峰, 王天军, 李峰

(上汽通用汽车有限公司, 上海 200000)

摘要: 随着汽车智能化和网联化发展, 以太网技术越来越广泛应用到汽车领域。车载以太网的应用, 对于主机厂的终检线诊断提出了新的要求, 主机厂需要开发基于 DoIP 的车辆终检线诊断程序。文章介绍了一种基于 DoIP 的终检线模拟测试系统: 基于 ISO13400DoIP 协议, 利用专业的汽车总线仿真软件 Vehicle SPY3 模拟 DoIP 节点, 搭建终检线台架, 模拟 DoIP 的整车诊断, 进行终线诊断程序的前期开发。

关键词: 车载以太网; DoIP 诊断; 终检线测试

中图分类号: U467 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7988(2020)03-130-04

End Of Line Simulated Test System Based On DoIP

Zhou Yang, Yao Xifeng, Wang Tianjun, Li Feng

(SAIC General Motors Company Limited, Shanghai 200000)

Abstract: With the development of intelligent and connected vehicle, Ethernet technology is applied in the field of automotive more and more widely. In-vehicle Ethernet has new requirement for end of line diagnostic in assembly plant, assembly plant need to develop a new based DoIP end of line diagnostic software. This paper introduce an end of line simulated test system based DoIP: Based ISO13400 DoIP protocol, simulate DoIP node with professional vehicle bus simulation tool: Vehicle SPY3, set up end of line bench to simulate vehicle Doip diagnostic, help develop end of line diagnostic software.

Keywords: In-vehicle Ethernet; DoIP Diagnostic; End of line test

CLC NO.: U467 **Document Code:** A **Article ID:** 1671-7988(2020)03-130-04

引言

近年来, 随着汽车技术的发展, 汽车电子产品数量逐年增加, 复杂性日益提高。现在, 越来越多的汽车需要配备高级驾驶辅助系统、车载信息娱乐系统, 大量流媒体数据的传输要求总线具备更高的传输能力。随着无人驾驶技术的发展, 汽车需要配备更多的摄像头、雷达等传感器, 这些感知系统会采集到大量的数据, 要将这些数据快速完整地传输到计算处理单元, 并及时地做出响应, 也对总线的数据传输能力和

可靠性提出了非常高的要求^[1]。

当前汽车行业应用的总线主要有 LIN、CAN、FlexRay、MOST 等, 但是受限于带宽原因, 现有的总线已越来越不能满足车辆智能化和网联化的要求, 在此背景下, 车载以太网应运而生。

车载以太网速率可达 100M bit/s, 可以适用高级驾驶辅助系统、车联网、大数据等所需要的带宽要求, 同时还有支持自动驾驶所需要的更大数据传输性能的潜力。

1 车载以太网诊断

1.1 DoIP 协议介绍

DoIP 全称为基于 IP 网络的诊断通信 Diagnostic communi

作者简介: 周洋, 男, 工学学士, 上汽通用汽车整车制造工程部终检线技术经理, 主要负责新产品、工厂项目终检线工作和研究。

cationover Internet Protocol, 由 ISO 13400 标准定义, 是基于 IP 的汽车诊断协议^[2]。基于该协议, 主机厂和售后工程可以对车辆进行诊断, 刷新等操作。

DoIP 帧的格式如下, 包含报头和有效数据。Protocol Version 定义了 DoIP 的协议版本号, 目前为 02 (2012), Inv. Protocol version 为版本号取反, PayloadType 定义了数据类型, 包括车辆申明、路由激活、在线诊断等。Payload Length 定义数据长度, DoIP Payload 里面包含了 PayloadType 对应的具体数据。

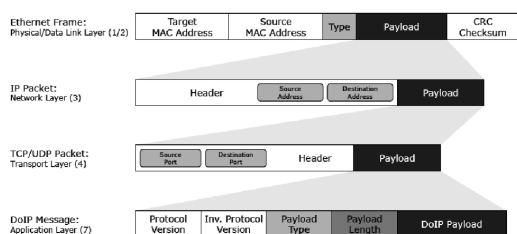


图 1 DoIP 帧格式

2 主机厂终检线在线诊断

2.1 终检线诊断工艺

为了确保下线车辆的装配完整性, 在整车所有电子零件安装完成, 整车电池连接后, 会对整车进行终检线的相关诊断, 一般来说, 会进行刷新 (Flash programming)、静态测试 (Static processing test)、大灯/四轮调整 (Alignment & Headlamp Aim)、动态测试 (DVT: Dynamic vehicle test)。

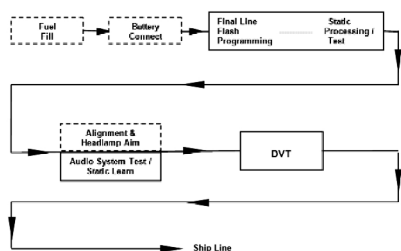


图 2 主机厂终检线测试流程

在这些工位, 主机厂采用专门的诊断设备, 通过车辆 ALDL (AssemblyLineDiagnostic linker) 口连接车辆, 根据车辆总线结构, 发送相应的诊断命令给各电子模块来对车辆进行软件刷写、故障诊断、零位标定等操作。

3 基于 DoIP 的终检线模拟测试系统设计

3.1 DoIP 诊断简介

图 3 描述了 DoIP 车载网络的示例, 外部测试设备可以通过以太网跟中央网关模块通信, 中央网关通过以太网与各控制域器通信, 每个域内部可以采用不同的通信网络, 如

CAN、CAN-FD、Ethernet 等, 各个域之间的通信, 通过以太网网关路由。

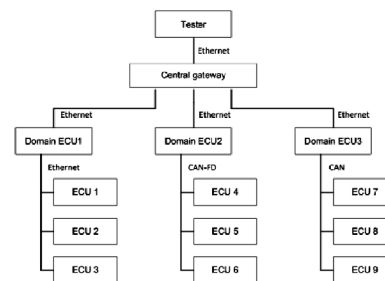


图 3 DoIP 车载网络

如图 4 所示, 外部测试设备发送 DoIP 命令给网关模块, 网关模块给出诊断响应确认, 同时网关模块根据 DoIP 命令里的目标逻辑地址把诊断命令转给对应的电子控制模块 (ECU), 电子控制模块 (ECU) 反馈后, 网关模块负责把反馈的命令传给外部测试设备。

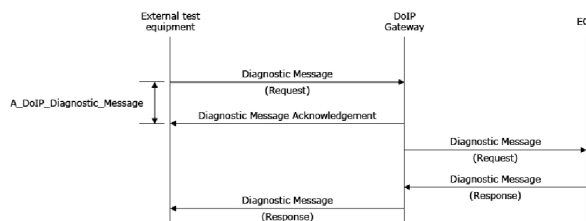


图 4 DoIP 诊断通信

根据 ISO13400-2, 外部设备要与 DoIP 实体建立诊断通信, 需要有如下几个步骤:

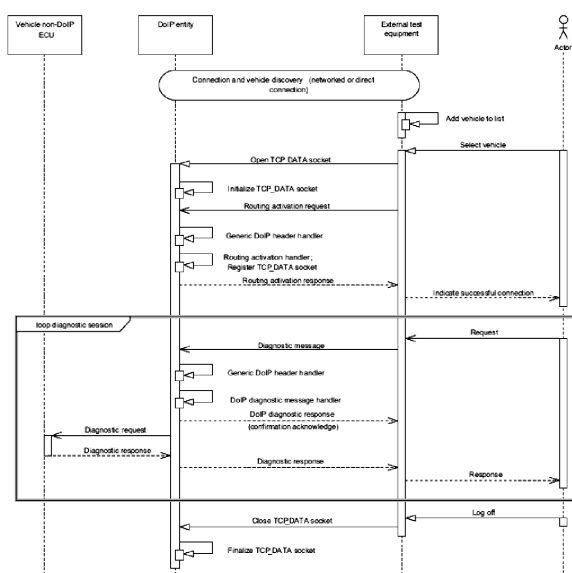


图 5 DoIP 会话示例^[3]

(1) 车辆和外部测试设备都连接到 Doip 网络中, 且 IP 地址配置完成;

(2) 打开基于 TCP 的 Socket (套接字);

- (3) 外部测试设备发送路由激活命令；
- (4) 外部测试设备发送 DoIP 诊断指令；
- (5) 通信结束，关闭 Socket。

3.2 终检线 DoIP 模拟测试系统

针对上一节中分析的 DoIP 会话建立方法，本文提出了一种搭建 DoIP 模拟测试系统的方法，支持主机厂终检线诊断设备进行 DoIP 诊断软件开发。开发的模拟测试系统，其主要目的是为终检线产线测试系统提供调试时所必需的实体车辆各 ECU 功能及诊断信号，整个调试过程基于终检线产线测试设备与模拟仿真测试系统直接的数据交互，技术架构如下图所示：

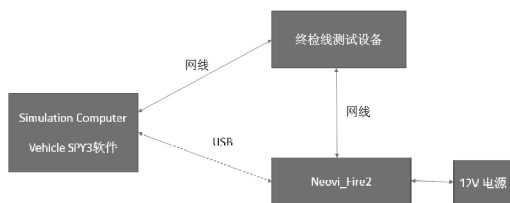


图 6 技术架构图

终检线测试设备通过网线与仿真设备 Neovi_Fire2 直连，利用 12V 电源设备给仿真设备 Neovi_Fire2 供电，安装了 Vehicle SPY3 软件的电脑通过 USB 与仿真设备 Neovi_Fire2 连接，在 VehicleSPY3 软件里面利用 Messages Editor、FunctionBlocks 等功能实现 DoIP 节点的模拟，这样 Neovi_Fire2 运行时就相当于一个 DoIP 节点，终检线测试设备发送 DoIP 命令与 Neovi_Fire2 通信。同时电脑也通过网线与终检线测试设备连接，在整个系统工作过程中，可以获取测试记录，用于调试和验证。

终检线测试设备与 Neovi_Fire2 IP 地址设置为同一网段，以支持 DoIP 通信；

在 Vehicle SPY3 软件里面，先在 Message Editor 里面设置好发送和接收的信息：

接收信息设置 Rx 和 Connected 两条，用于判断 TCP 连接。

Key	Description	Source	Port	Destination	Port	Len	Raw Payload Bytes	Trx Msg Color
in6	Connected	169.254.1.5	57596	169.254.1.0	13400	0		None
in0	Rx	169.254.1.0	13400	0				None

图 7 接收信息设置

Key	Description	Source	Port	Destination	Port	Len	Raw Payload Bytes	Trx Msg Color
out0	Control NACK	169.254.1.5	57596	02.FD.80.00.00.00.00.01				
out2	Routing activation response	169.254.1.5	57596	02.FD.00.06.00.00.00.09				
out3	Diagnostic message positive acknowledgment	169.254.1.5	57596	02.FD.80.02.00.00.00.05				
out5	Diagnostic message negative acknowledgment	169.254.1.5	57596	02.FD.80.03.00.00.00.05				
out7	Diagnostic message	169.254.1.5	57596	02.FD.80.04.00.00.00.11,22,33,44				
out10	Diagnostic message 7F 10	172.30.0.1	49607	02.FD.80.04.00.00.00.7F,10,21				
out11	Diagnostic message 10	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.50				
out14	Diagnostic message 31	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.71				
out17	Diagnostic message 7F 31 78	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.7F,31,78				
out13	Diagnostic message 3E	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.7E				
out16	Diagnostic message 22	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.62,06,02,01,90,05				
out19	Diagnostic message 27 03	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.67,00,00,00,00,00				
out21	Diagnostic message 27 04	172.30.0.1	57596	02.FD.80.04.00.00.00.67				

图 8 发送信息设置

发送信息设置确认信息 (Acknowledgment) 和路由激活、诊断命令等响应。

然后利用 FunctionBlocks 模拟了如下功能：

A 设置和等待连接；

BTCP 信息处理；

C DoIP 路由激活请求处理；

DDoIP 诊断请求处理；

EDoIP 诊断反馈。

设置和等待连接功能是判断 TCP 连接是否建立，以及对后续发送的信息配置目标 IP 和 Port 流程如下：

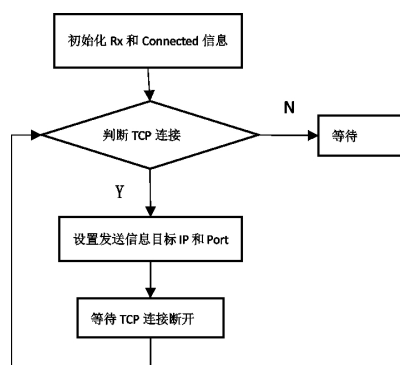


图 9 设置和等待连接

TCP 信息处理功能是针对接收到的 TCP 信息进行头处理，判断是否有效，并转给其它功能块处理，流程如下：

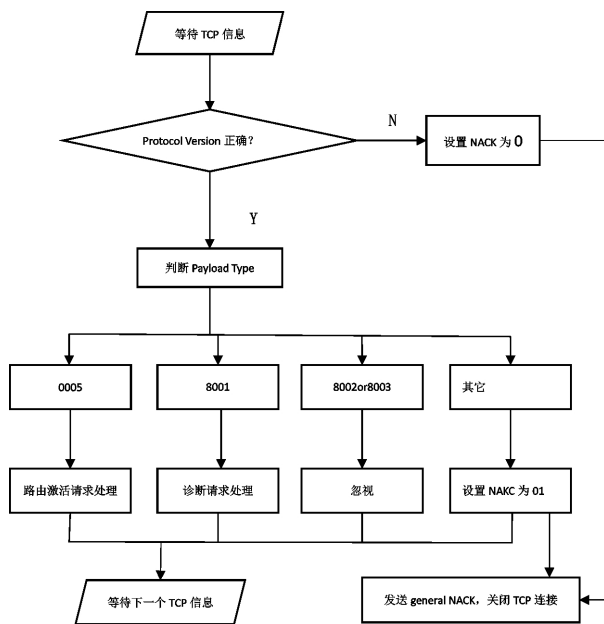


图 10 TCP 信息处理

DoIP 路由激活请求处理功能是对路由激活请求的长度，来源地址，路由请求类型，套接字等进行判断，流程如下：

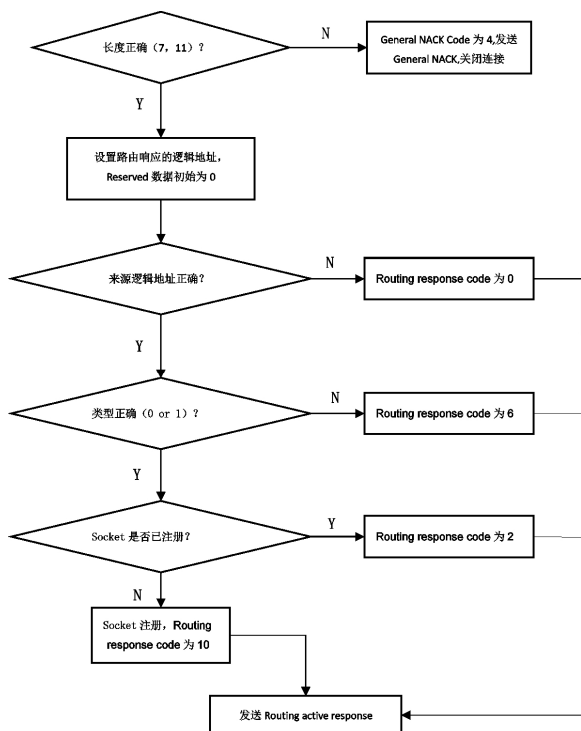


图 11 路由激活请求处理

行数据长度，来源逻辑地址，目标逻辑地址等进行判断，并截取实际的诊断数据，传递给诊断反馈功能模块，流程如上。

诊断反馈功能是在接收到实际诊断数据后，会进行协议解析（UDS/CAN 等），服务解析，然后从定制化的发送 Messages 里面选择具体的反馈数据发送。

在搭建好系统之后，终检线测试设备运行测试程序，通过 DoIP 协议给 Neovi_Fire2 发送命令，Neovi_Fire2 在 Vehicle SPY3 软件的控制下作为 DoIP 节点工作，实现 DoIP 通信。通信记录示例如下：

Sample

```

169.254.1.0,50276:13600 02 FD 00 05 00 00 00 0B 0E F5 00 00 00 00 00
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 00 06 00 00 00 09 0E F5 0C 45 10 00 00
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 80 01 00 00 00 06 0E F5 0C 45 10 03
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 80 02 00 00 00 07 0C 45 0E F5 00 10 03
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 80 01 00 00 00 0A 00 45 0E F5 50 03 00 64
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 80 01 00 00 00 0B 0E F5 0C 45 31 01 02 0E
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 80 02 00 00 00 0C 45 0E F5 00 31 01 02
169.254.1.0,50276:13600 02 FD 80 01 00 00 00 0B 00 45 0E F5 71 01 02 0E
    
```

图 13 DoIP 通信记录

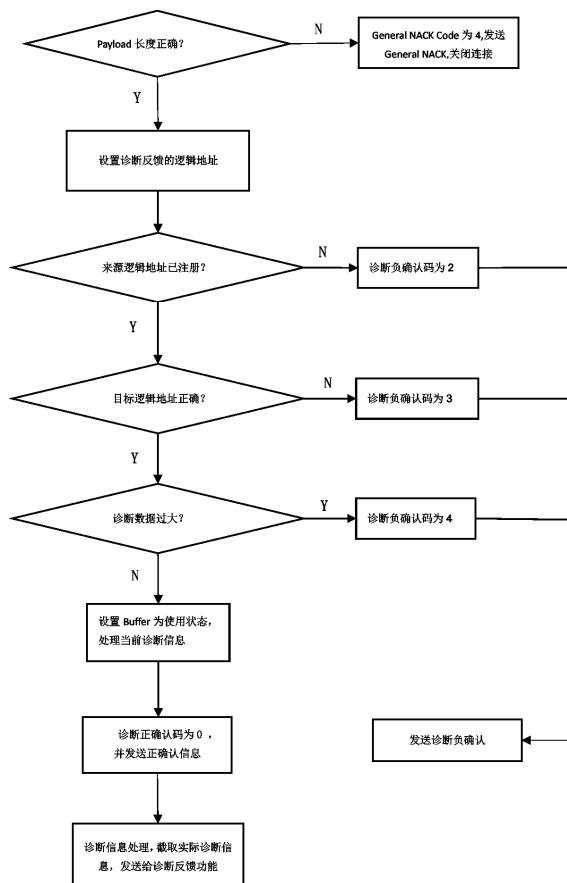


图 12 诊断请求处理

DoIP 诊断请求处理功能是对接收到的诊断请求信息进行

4 结论

本文研究了车载 DoIP 通信的原理，通过模拟 DoIP 节点，搭建了终检线模拟测试系统。该系统可以为终检线测试设备提供调试时所需的实体车辆各模块诊断信息，终检线产线测试设备在与此模拟仿真系统建立起通讯后，会根据特定的测试策略，完成一系列的指令收发及报文解析，从而得到与先前用实车进行软件调试的结果，且效率非后者可比拟。此外，模拟仿真系统还可模拟出各类电控单元报出各类故障码时的异常情况，来对终检线产线测试系统的鲁棒性进行验证与优化。该模拟系统实现了对项目前期产品设计的虚拟仿真验证，提高了前期潜在问题的辨识能力，降低了对实车以及电子控制模块样件的依赖性及工程验证成本，也减少了实车的验证数目，缩短了项目开发时间且提高了工程开发质量。

参考文献

- [1] 孟祥坤. 车载以太网技术发展与测试方法研究. 汽车电器, 2019 年第五期.
- [2] 张莉. 基于 Ethernet 的车载 Bootloader 设计与实现[C]. 第 19 届亚太汽车工程年会暨 2017 中国汽车工程学会年会论文集, 中国汽车工程学会, 2017.
- [3] ISO 13400-2:2012, Road vehicles-Diagnostic communication over Internet Protocol(DoIP)-Part 2: Transport protocol and network layer services[S].