

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.03.013

FlexRay 静态段优化算法

韩强¹, 雷艾², 牛德青¹, 李林珊¹, 岳曾敬¹

(1. 中国兵器工业第 58 研究所 军品部, 四川 绵阳 621000;
2. 中国兵器工业第 58 研究所 信息中心, 四川 绵阳 621000)

摘要: 由于 FlexRay 总线静态段数据帧长度相等, 而 FlexRay 总线在静态段传输的消息长度却不一定相同, 这为 FlexRay 帧长度的优化提供了可能。提出了一种通过 FlexRay 总线消息的拆分, 将一个长消息分割成若干短消息进行发送来降低 FlexRay 总线的负载的方法。对这种方法进行了仿真分析, 仿真结果证明了该方法的可行性。

关键词: FlexRay; 静态段; 负载

中图分类号: TP301.6 **文献标志码:** A

Optimal Method of FlexRay Static Segment

Han Qiang¹, Lei Ai², Niu Deqing¹, Li Linshan¹, Yue Zengjing¹

(1. Dept. of Armament Products, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;
2. Information Center, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Due to the data frame length of FlexRay bus static segments are equal, the message length which will be transmitted at the FlexRay bus static segment maybe not equal, so it is possible to optimize the FlexRay frame length. Introduces a message split method which split long information into short message to reduce the load of the FlexRay bus. The method simulation result shows that the method is feasible.

Keywords: FlexRay; static segment; load

0 引言

随着人们对车辆的安全性、可操作性和舒适性的要求越来越高, 越来越多的电子器件和软件被用于车载系统中。车载网络分为时间触发网络和事件触发网络 2 类。事件触发网络具有高灵活性和高利用率, 与时间触发网络相比, 事件触发的协议传输消息的响应时间具有不可预测性^[1]。因此, 拥有时间触发和事件触发协议两者优点的混合型网络协议 FlexRay 得到发展。

目前, 关于 FlexRay 优化的研究很少, 文献[2]提出了一种通过 FlexRay 总线静态段长度分析 FlexRay 总线负载率的方法, 文献[3]提出了一种将静态段长数据帧分配到动态段的调度方法来减少总线网络的负载率。这种方法虽然能有效地减少总线网络的负载率, 但是将静态段的消息分配到动态段将使得消息发送的时间带有不确定性。笔者提出一种将静态段长消息分割成若干短消息以降低 FlexRay 总线负载率的方法, 以在保留消息发送的时间确定性优点条件下, 降低 FlexRay 总线负载率。

1 FlexRay 简介

FlexRay 支持双通道, 其最大传输速率为

20 Mbit/s, 双通道设计的最初目的是为了提提高消息传输时的容错性, 但可将其用在不同的通道上传输不同的消息。FlexRay 网络上的所有设备, 如节点和总线都是基于全局时间进行操作, 即时间同步。一个 FlexRay 消息帧可传输多达 254 byte 的数据, 帧头 CRC 校验和帧尾 CRC 校验用于校验数据错误^[4]。

如图 1, FlexRay 通讯周期分为静态段 (Static Segment)、动态段 (Dynamic Segment)、符号窗口 (Symbol Window)、网络空闲时间 (Network Idle time)。静态段由时间触发传输, 动态段由事件触发传输。静态段由静态时槽 (Static Slot) 组成, 采用时分多址 (TDMA) 技术。动态段由小时槽组成 (Minislot) 组成, 采用灵活的时分多址 (FTDMA) 技术。

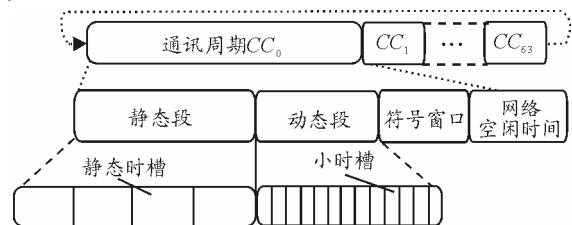


图 1 FlexRay 通信周期

2 FlexRay 总线系统模型

笔者设计的 FlexRay 通信系统由一条总线、 p

收稿日期: 2010-10-10; 修回日期: 2010-11-12

作者简介: 韩强 (1986—), 男, 四川人, 研究生, 助理工程师, 从事 FlexRay 总线研究。

个节点组成。每个节点由主机 CPU, 通信控制器 (CC) 和主机控制器接口 (CHI) 组成, 如图 2。

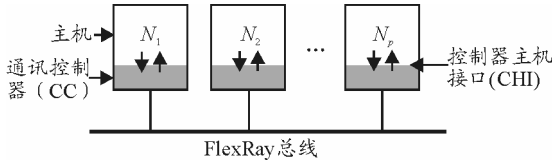


图 2 系统模型

2.1 FlexRay 消息帧格式与编码

FlexRay 消息帧格式如图 3, 由 5 字节的帧头、变长的负载长度和 3 字节的帧尾 3 部分组成。

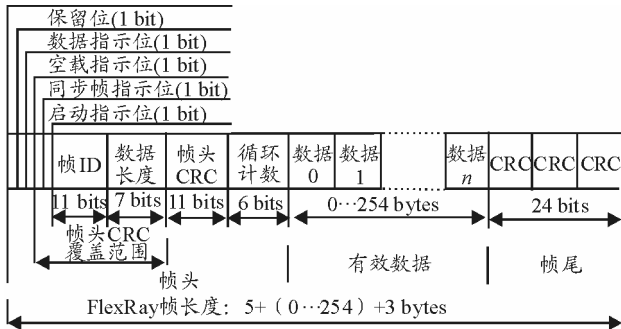


图 3 FlexRay 消息帧格式

在 FlexRay 消息帧编码阶段, 会附加一些必需的位信息, 有 3~15 位的传输起始序列 (TSS)、1 位帧起始序列 (FSS)、2 位字节起始序列 (BSS)、2 位帧结束序列 (FES), 如图 4。

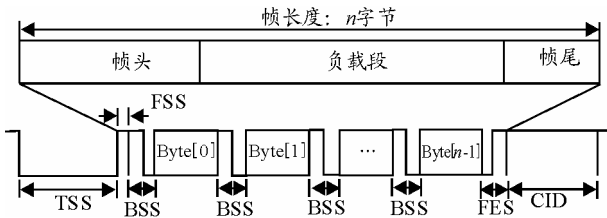


图 4 静态段帧编码

当 FlexRay 消息帧传输到物理层时, 会为其加上一些必要的附加位, 如活跃点偏移 (Action Point Offset), 11 位的通道空闲界定符 (Channel Idle Delimiter)。

对于一个负载长度 i 个字长的静态数据帧, 其最小长度的静态时槽根据 FlexRay 协议可以通过方程 (1) 计算。

$$T_i = (80 + 29 + 20 \times i) \times gdBit + 2 \times T_{APO} \quad (1)$$

其中, T_{APO} 表示活跃点偏移时间长度 (gdActionPointOffset), $gdBit$ 表示 1 个字长的传输时间。

FlexRay 通信周期的时间单位是宏时限 MacroTICK (MT), 1 个宏时限 (即 gdMacroTICK) 的

取值范围在 1~6 μs 之间。因此, 以 MT 为单位的静态时槽长度可以通过方程 (2) 进行计算。

$$T_{i,MT} = \left\lceil \frac{(80 + 29 + 20 \times i) \times gdBit + 2 \times T_{APO}}{gdMacroTICK} \right\rceil \times gdMacroTICK \quad (2)$$

2.2 FlexRay 总线负载

FlexRay 总线负载是通过静态段传输消息帧所用的静态时槽 (Static Slot) 与 FlexRay 通信周期来定义的。如图 5(a), FlexRay 静态时槽长度由最长的静态消息帧长度所决定。因此, FlexRay 总线负载率 (U) 用方程 (3) 计算。

$$U = \frac{7 \times \text{length of message "d"}}{\text{length of FlexRay cycle}} \quad (3)$$

如图 5(a), 如果静态段消息的长度各不相同, 那么 FlexRay 总线的静态段消息帧有很大一部分资源是被浪费的。因此, 提出一种分割数据长度的方法以降低总线的负载。

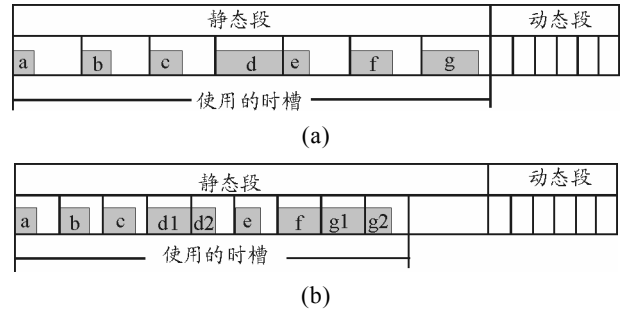


图 5 静态段消息分割

2.3 消息分割算法

如图 5(b), 通过合理分割消息长度, 降低 FlexRay 总线的负载, 将图 5(a) 中的消息 d 和消息 g 分割成了消息 d1、d2 和 g1、g2, 以降低对总线的负载。

分割算法: 将长度为 l 的消息, 分割成长度为 i 的帧进行传输, 分割后的长度可以通过方程 (4) 进行计算。

$$l_{i,MT} = \left\lceil \frac{l}{i} \right\rceil \times \left\lceil \frac{(80 + 29 + 20 \times i) \times gdBit + 2 \times T_{APO}}{gdMacroTICK} \right\rceil \times gdMacroTICK \quad (4)$$

方程 (4) 由 2 部分组成, 一部分是长度为 l 的消息能分割成多少负载长度为 i 的数据帧, 一部分是长度为 i 的数据帧的长度。

假设如果有 n 个消息, 其消息长度分别为 l_1, l_2, \dots, l_n , 若将这些消息分割成长度为 i 的数据进

行传输, 那么其总线的负载 (U) 可以通过方程 (5) 进行计算。

$$U = \frac{\left(\sum_{k=1}^n \left[\frac{l_k}{i} \right] \right) \times \left[\frac{(80 + 29 + 20 \times i) \times gdBit + 2 \times T_{APO}}{gdMacrotick} \right] \times gdMacrotick}{length \ of \ FlexRay \ cycle} \quad (5)$$

3 模型仿真与评价

上述模型仿真的数据如表 1, FlexRay 总线参数设置如表 2. 配置 FlexRay 参数, 使其工作在 10 MBit/s 的条件下. 用 MATLAB7.1 仿真结果如图 6.

表 1 FlexRay 数据

序号	长度/字	周期/ms	期限/ms
1	1	5	5
2	2	5	5
3	4	5	5
4	8	5	5
5	16	5	5
6	32	5	5
7	64	5	5

表 2 FlexRay 总线参数设置

参数	值
周期长度/ms	5
静态段/ms	4
动态段/ms	1
宏时限/ μ s	1
活跃点偏移/MT	3

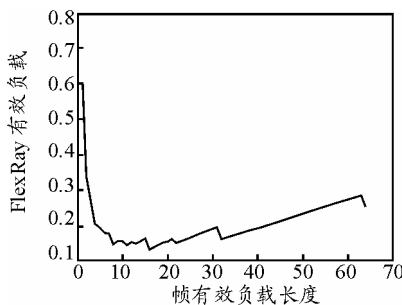


图 6 FlexRay 总线负载

由图 6 可见, 如果将表 1 中的数据分割成长度为 16 字长的消息进行传输, 则将使得 FlexRay 总线的负载最低. 如果数据分割得不合理, 那么对 FlexRay 总线的负载率将会很高.

4 结束语

通过上述分析可知, 该方法在保持消息发送的时间确定性前提下, 降低了总线的负载, 提高了对 FlexRay 总线的利用率.

参考文献:

[1] R. Obermaisser. Event-Triggered and Time-Triggered Control Paradigms. Sptinger-Verlag, Dec.2004.
 [2] Minkoo Kang, Kiejin Park, and Bongjun Kim, Determining the Size of a Static Segment and Analyzing the Utilization of In-Vehicle FlexRay NetWork[J]. IEEE computer society, DOI 10.1109/ICCIT.2008.317: 50-53.

[3] Minkoo Kang, Kiejin Park, and Bongjun Kim, A Static Message Scheduling Algorithm for Reducing FlexRay Network Utilization[J]. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Seoul Olympic Park, Seoul, Korea July 5-8, 2009: 1287-1291.
 [4] F. Consortium, FlexRay Communication Systems Protocol Specification Version 2.1 Revision A[Z]. FlexRay Consortium, 2005.
 [5] 温如春, 汤青波, 杨国亮. 基于改进蚁群算法的机器人路径规划[J]. 兵工自动化, 2010, 29(8): 69-70.

(上接第 38 页)

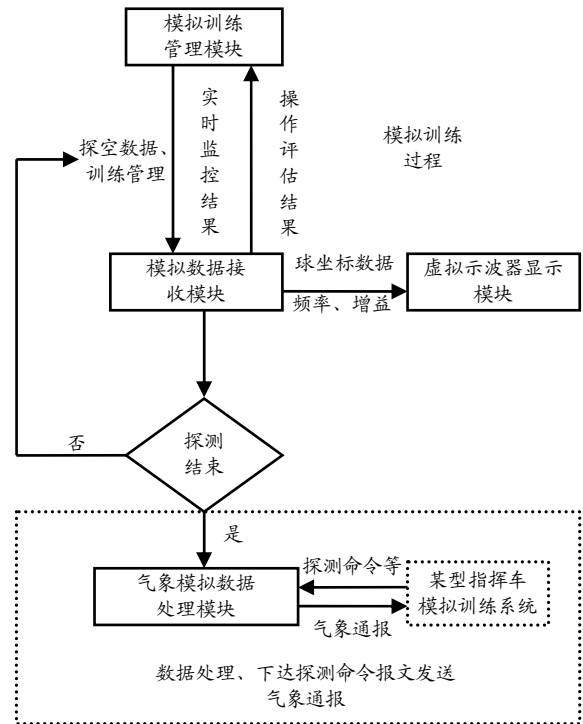


图 3 球坐标数据

5 结束语

该气象雷达模拟训练系统综合运用了 ADO 数据源技术、面向对象技术、视景仿真、TCP 协议传输数据技术和虚拟现实技术等, 真实地模拟了某型气象探测雷达作业的全部过程, 营造出了更为逼真的训练环境, 提高了训练质量, 能满足气象分队雷达操作手日常的模拟训练需要.

参考文献:

[1] 靳树昌, 赵新生, 邱超凡. 远程火箭炮武器系统作战使用研究[M]. 北京: 海潮出版社, 2005.
 [2] 黄庆生, 汤毅, 戴宁. 精通 Visual C++6.0[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.
 [3] 王乘, 周军清, 李利军. Creator 可视化仿真建模技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.
 [4] 靳树昌, 陶海军, 张申浩. 武器系统虚拟仿真技术与应用[M]. 北京: 海潮出版社, 2006.