

·光电系统·

基于动态ICD 1553B总线监控事后分析的研究

王小英¹, 刘承禹², 王 静¹, 郭少雷¹

(1.东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000; 2.二炮研究院, 北京 100085)

摘要: MIL-STD-1553B总线在航空电子系统中应用广泛, 总线监控系统可以实现总线消息实时监控。文中提出一种基于动态ICD总线监控系统研究方法, 建立了总线监控系统模型, 建立了定制ICD数据库工具。研究基于总线消息事后分析方法。对于不同嵌入系统只需重新定义ICD就可以实现总线监控, 提高了系统的可扩展性与可维护性。

关键词: 1553B总线; 总线监控; ICD(接口控制文件); 事后分析

中图分类号: TP277.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2011)05-0013-04

Study of 1553B Bus Monitoring Post-hoc Analysis Based on Dynamic ICD

WANG Xiao-ying¹, LIU Cheng-yu², WANG Jing¹, GUO Shao-lei¹

(1. Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China;

2. The second Artillery Equipment Research Institute, Beijing 100085, China)

Abstract: MIL-STD-1553B bus has a wide application in airborne avionics systems, the bus monitoring systems can realize the real-time bus information monitoring. A study method for bus monitoring systems based on dynamic interface control document (ICD) is proposed, a model of bus monitoring systems and tools of customizing ICD database are established. The method of post-hoc analysis based on bus information monitoring is studied. The different embedded-system only needs to redefine the ICD to realize the bus monitoring, which can improve the expansibility and maintenance of systems.

Key words: 1553B bus; bus monitoring; interface control document (ICD); post-hoc analysis

在以 MIL-STD-1553B 总线为架构的航空电子系统中, MIL-STD-1553B 总线系统控制着系统的功能、各个分系统的工作方式、信息流的变化、故障处理与显示、系统通讯的重构, 实时检查每一个分系统的状态。在进行航空系统仿真时, 1553B 总线监控系统是必不可少的设备之一, 利用它可以实现实时监控和记录子系统的 1553B 数据信息, 并在事后进行分析和处理^[1]。此外, 总线监控对于进行系统早期的设计、连接、调试航空电子系统可以提供有效的帮助。本系统通过动态制定子系统 ICD 数据库, 实现了硬件与 ICD 数据库的自动对接, 监控 1553B 总线

数据的功能。在进行事后数据分析时, 也给出了详细而有效的数据信息, 如消息状态、消息响应时间、消息间隔时间和错误信息等, 为错误快速定位提供了有效的手段。可以根据不同项目要求重新定义 ICD 数据库, 不需从底层重新开发, 即可完成对不同系统 1553B 总线监控。保证了监控系统具有比较高的可定制性、可靠性、可重复性。

1 总线监控系统功能

1553B 总线监控系统其作用是对嵌入式系统总

收稿日期: 2011-08-20

基金项目: 国家部委基金

作者简介: 王小英(1971-), 女, 辽宁锦州人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为光电工程; 王静(1981-), 女, 辽宁锦州人, 学士, 工程师, 研究方向为光电工程; 郭少雷(1987-), 男, 陕西西安人, 学士, 研究方向为光电工程。

线通讯状态、通讯过程进行监控,并能实时记录。可以按照要求对监控的数据进行分类处理^[2,3]。本总线监控系统工作环境包括:嵌入式系统总线模拟器、嵌入式系统、总线监控器。系统组成框图如图1所示。

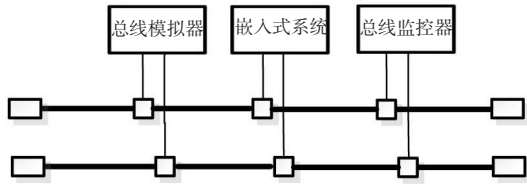


图1 总线监控系统组成框图

1.1 总线模拟器

总线模拟器依据ICD要求对BC(总线控制器)接口进行仿真,满足1553B标准中规定的所有操作,负责控制指令的发送,参与数据传输,接收状态响应^[4,5]。

1.2 嵌入式系统

嵌入式系统依据ICD要求对RT(远程终端)接口进行仿真,能对来自总线模拟器的命令进行正确响应,并能按照命令规定的方式进行有效的操作。

1.3 总线监控器

总线监控器可以对总线上的原始记录进行监控,将消息的时间间隔、源地址、子地址、目的地址、状态字、数据等内容进行保存,为总线数据分析提供原始资料。

2 事后分析的研究

事后分析以总线监控系统为硬件平台,主要将监控的1553B消息数据进行翻译,分析其物理量和各种信号的定义,用来判断嵌入式系统顶层应用软件之间数据传输的正确性^[6]。总线监控系统具有动态生成ICD的功能,用户可以根据实际需要修改或添加ICD文件,重新定制后,可以进行新的数据监控,不同项目的嵌入式系统可以重用。事后分析主要由定制、提取/导入、查询三大功能构成。

事后分析软件工作原理如图2所示。

2.1 动态ICD定制

ICD定制是将用户针对某一项目定制的消息关

联(通过T/R、子地址、消息名称)及消息内部结构(通过起始位、长度、名称、类型及该类型的相关属性)储存在软件系统内部数据库中并建立索引,为提取/导入及查询提供必要的依据。

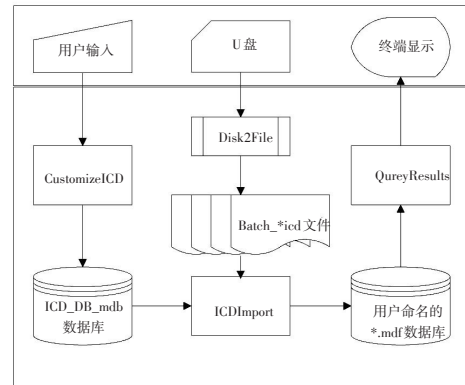


图2 事后分析软件工作原理

通过对ICD消息情况的分析,将管理粒度划分为消息和子项两级。在消息级,通过消息关联(T/R、子地址)进行索引;在子项级,通过子项在消息中的起始位置进行索引^[7]。具体来说,子项作为最小粒度的订制和管理单位被划分为枚举、数值、字串、BCD串、编号5种类型,每种类型都有各自特有的属性及规则。由这5种基本数据类型可以构造各种复杂的消息结构,由此实现消息内部数据结构的动态订制。

在系统数据库中,建有项目级表、消息关联表、子项属性表。项目级表中存放了作为项目编号的自动递增型索引和用户订制的项目名称。消息关联表通过项目编号、T/R、子地址值构成的联合索引来确定消息的逻辑编号及消息名称。最后,在子项属性表中,项目编号、消息逻辑编号和子项起始位共同构成了对子项的索引。每一个子项均包含了存放解析该数据结构所必需的关键特性的各个字段^[8]。这些关键特性包括数据长度、类型、每种类型的抽象属性等。由于订制部分所关联的软件系统数据库的工作模式主要是面向用户而非其他应用的,而且索引信息容量一般不会特别大,因此选用了MS Access这种易于维护和移植的小型桌面级数据库。

一个完整的ICD订制工具的界面如图3所示。

2.2 数据导入/提取

数据导入/提取主要包括提取U盘扇区信息并组织成数据文件,然后将数据文件按照一定格式存入用户建立的结果库。在导入过程进行时,导入前所



图3 ICD定制界面图

选择的该批次对应项目的相关信息将从软件系统数据库复制到用户建立的结果库中。查询模块的工作要依赖于在导入过程中所建立的项目信息。导入过程的软件工作流程如图4所示。

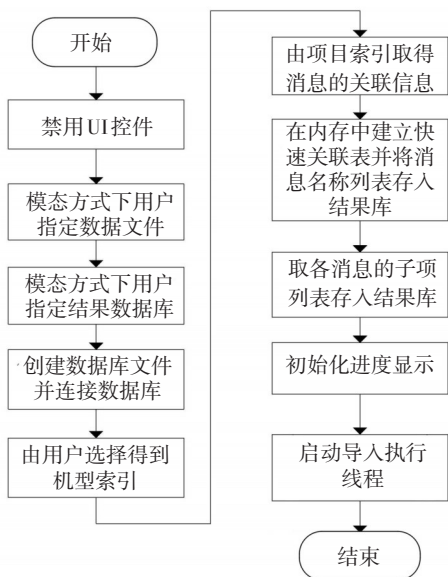


图4 导入过程的软件工作流程图

除索引项的建立工作在主线程中完成外,真正的消息逐条格式化和数据库存储工作都在专门的导入线程中进行。具体到导入线程内的执行流程,如图5所示。

2.3 数据分析

通过对数据格式存储与数据内容存储的分离,在导入过程完整结束后,结果库中已经包含了进行解析所必需的全部数据与格式信息,解析过程可以脱离软件系统数据库独立地运行。由于导入和查询

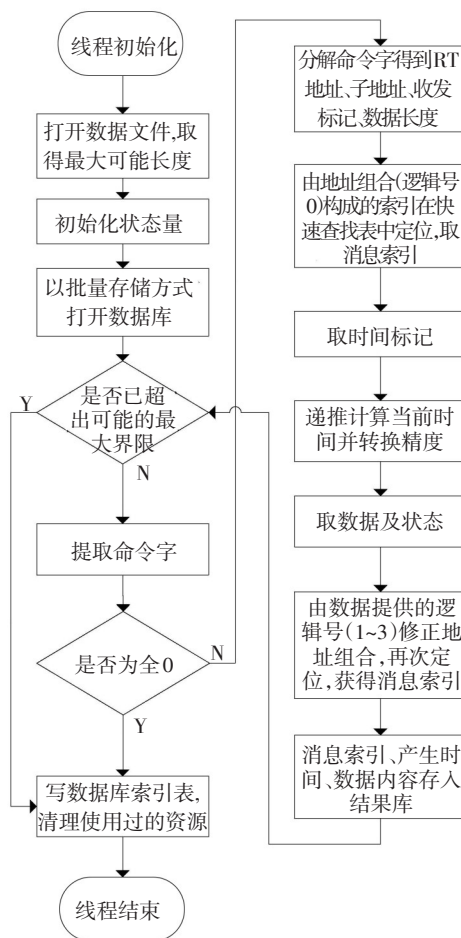


图5 导入线程内的执行流程

均是对大量数据进行操作,因此数据库的效率及容量成为关键性指标^[9]。选用SQLServer作为底层支撑正是为了满足这样的要求。程序的查询操作是基于SQL语句的简单查询,在百万条或更高级别的查询中均有良好表现。用户通过定义时间和消息类型的组合来设置查询条件。查询结果集返回给用户后,用户可选择其中的某一记录进行解析。导入过程进行时,扇区总数首先被读出,将其作为判断数据结束的一种条件。消息的识别主要依赖于命令字,因此将全零命令字作为判断数据结束的另一条件。当二者之一满足时,数据导入结束,因此在每次读取新消息时要同时对这2个条件进行判断。具体到每一条消息,利用从命令字得到的T/R、子地址及导入前用户选择的项目,查表可求得当前消息所对应的逻辑编号和消息名称。命令字后是2字节的时间标记,记录了从上一条消息开始,硬件计时器未翻转情况下的时间间隔。在顺次读取消息的过程中,使用递推的方法可以得到当前消息的生成时间^[10]。时间标记

后是数据字,将命令字得到的数据字长度加1可以得出数据总长(包括状态字)。由于ICD中规定的消息有物理和逻辑两层含义。一部分消息在使用1553B命令字提供的物理标识的基础上,又根据数据字中首字节值的不同划分为不同的逻辑消息。这就需要在此类型的消息时进一步分解数据字,判断消息类型。也就是在按照上文步骤辨识出消息的物理类型后,针对其中包含逻辑层的消息,通过其数据首字节修正消息类型。这个过程描述如图6所示。

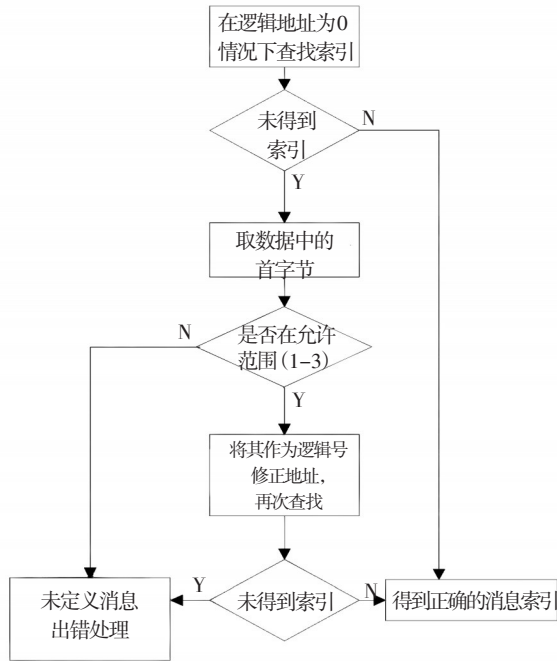


图6 逻辑消息修正过程

解析模块中封装了对5种基本数据类型的可变量解析方法,通过对消息中的每一基本数据类型进行解析来完成对整个消息的解析。在底层,数据库将提供整个解析过程中所需的参数。解析方法依据这些参数定位到特定位置,并对此后若干位长度的数据执行其所属数据类型对应的解析流程得出具有物理含义的值。解析工具如图7所示。

3 结论

基于动态ICD事后分析的研究可将监控的1553B总线消息的各种物理量显示给用户,实现了系

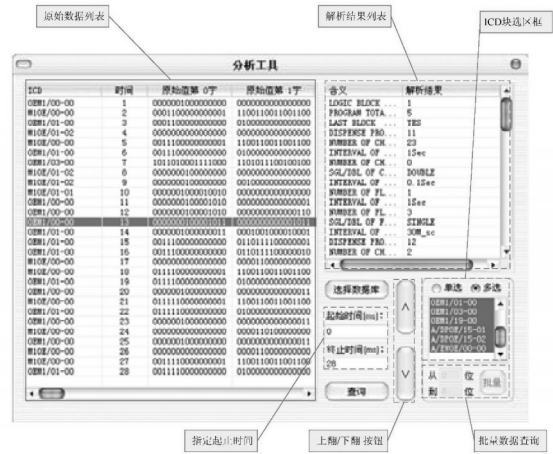


图7 分析工具

统工作状态的全面跟踪,人机界面良好,为系统数据分析、故障定位提供技术支持。也可用于其他项目总线监控,具有良好的扩展性。

参考文献

- [1] 王好同,贾会甫,高瑞乾.基于BU-61580的MIL-STD-1553B远程终端设计[J].海军航空工程学院学报,2008,23(3):439-441.
- [2] 刁立峰.参数化模块库技术在航电系统数据通讯中的应用[J].现代电子技术,2008,31(18):28-30.
- [3] 张建东.航空电子多总线记录系统的设计与实现[J].火力与指挥控制,2002,27(3):36-39.
- [4] 吴勇.航电系统1553B总线监控仪的设计[J].火力与指挥控制,2005,30(3):45-49.
- [5] MIL-STD-1553 Designer's Guide[S],2003-12-08.
- [6] 王勇,史军勇.机载计算机总线技术[M].西安:空军工程大学工程学院,2005.
- [7] 李文军,邵炳昌.飞机MIL-STD-1553B总线的测试系统[J].飞机设计,2003,6(2):51-54.
- [8] 冯杰,费元春,夏永祥,等.综合航电火控系统模拟系统设计[J].系统仿真学报,2007,19(9):1963-1966.
- [9] 吴武,李惠峰.1553B总线在测试系统中的接口设计和实现[J].微计算机信息,2005,21(4):66-67.
- [10] 赵文俊,蒋国峰.飞机航电系统1553B总线信息监控器的软件设计[J].兵工自动化,2009,28(7):12-13.