

基于 J1939 的车辆下线检测系统的数据库设计^①

陆世鹏¹, 许勇²

¹(桂林电子科技大学 计算机科学与工程学院, 桂林 541004)

²(桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院, 桂林 541004)

摘要: SAE J1939 协议是重型车辆广泛采用的一种车载网络规范, 它详细定义了大量的参数, 通过对车上协议数据报文的分析就可以获取车辆重要电控单元的各项状态信息. 针对整车厂车辆下线检测的需求, 在 J1939 协议应用层的功能基础上, 经过需求分析并使用 PowerDesigner 建模工具对 J1939 的参数数据库进行建模, 建立具体数据库管理系统的物理数据库, 并在此基础上利用 CodeSmith 代码生成工具以及 .Nettiers 模板来生成该数据库应用系统中数据访问层的 .NET 代码框架, 实现车辆下线检测系统中对 J1939 协议参数的支持, 最终完成设计.

关键词: J1939 协议; 车辆下线检测系统; 数据库建模; PowerDesigner; CodeSmith

Database Design for Vehicle End-of-line Testing System Based on J1939

LU Shi-Peng¹, XU Yong²

¹(School of Computer Science and Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

²(School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: SAE J1939 protocol is a kind of vehicle network that widely used in heavy vehicles, it defines a large amount of information in detail, the status information of some important electronic control units can be gathered up through analyzing the data message from vehicle. Aiming at the testing requirements for the vehicle manufacturers at the end of production line, a database model is built by using the PowerDesigner tools based on SAE J1939 protocol. A physical database in database management system is generated and the full .NET framework code as the data access layer of the database application system is created using CodeSmith and .Nettiers templates, which can realize the data support to the J1939 protocol in the end-of-line testing system.

Key words: J1939 protocols; vehicle end-of-line testing system; database modeling; PowerDesigner; CodeSmith

汽车电子技术的迅速发展使汽车信息化和智能化水平达到了新的高度, 车内各大系统如动力系统、传动系统遍布着众多的 ECU, 它们连接到用于这些电控系统之间数据共享和交换的车载网络中, 形成一个庞大的系统.

汽车作为一个越发复杂的综合应用系统, 它的检测要求和难度也越来越高, SAE J1939 协议是目前车载网络中应用最为广泛的应用层协议之一, 采用该网络协议的整车厂生产商迫切需要一套下线检测系统^[1], 用于在下线时对车上各个重要单元进行检测, 检测系统通过对 J1939 报文的分析就可以获取车辆各系统的

参数和故障信息并进行实时显示. J1939 协议覆盖面广, 包含了底层和上层的协议, 且针对不同的高层应用差别很大, 所以必须采用软件的方法来实现, 而 J1939 中定义了大量的参数, 各厂商又会在在此基础上对协议进行扩充, 从而需要大量的数据存储, 所以数据库是下线检测系统的核心, 它包含了两个主要作用, 首先最重要的作用就是为检测系统提供 J1939 定义的各类参数, 其次是为数据报文的分析和统计提供数据库存取功能, 除此之外, 再根据不同厂商的检测流程附加一些特定的功能.

① 收稿时间:2012-08-09;收到修改稿时间:2012-09-17

1 J1939协议介绍

SAE J1939 协议是美国汽车工程师协会(SAE)以 CAN2.0B 规范为基础专门制定的用以支持分布在汽车不同系统的电控单元之间实现实时闭环控制的通信标准^[2-4].

J1939 参照 ISO 的开放式系统互联(OSI)的七层模型而制定,除了包含 CAN2.0B 在 OSI 模型中定义的物理层和数据链路层中的 MAC 层外,它还定义了数据链路层的 LLC 层、网络层、应用层和网络管理层,是一种高级的 CAN 总线协议标准.它采用了多路复用技术,为车上的传感器、控制器和执行器提供了搭建在 CAN 规范上的标准化高速网络连接,实现了车载电子单元之间的高速数据共享,更大限度地发挥了 CAN 优异的性能.

J1939 的协议借用 CAN 信息帧来传送自己的报文信息,即协议数据单元(PDU),它包含了 CAN2.0B 数据帧的 29 位标识符域和 8 字节的数据域,但是对 PDU 中的 29 位标识符进行了重新分组定义,这 29 位包含了优先级域(P, Priority)、保留位(R, Reserve)、数据页位(DP, Data Page)、PDU 格式域(PF, PDU Format)、特定 PDU 域(PS, Specific PDU)、和源地址域(SA, Source Address).这样,通过 1939 报文的标识符就能够描述报文的全部特征,文中的数据库系统主要围绕 SAE J1939 的车辆应用层和诊断应用层进行设计.

目前 J1939 协议已经成为世界各大汽车生产制造商均支持的重要通信规范,国外大多数汽车电控单元均配有 J1939 通信接口,尤其在重型货车、载客车、工程机械以及其他特种车辆中得到广泛的应用.在国内各厂商对 J1939 的应用也已经开始,并努力使自己的产品与国际接轨.

2 PowerDesigner介绍

PowerDesigner 是 Sybase 公司的一款非常优秀的 CASE 工具集,它集成了软件工程中最新的理论和方法实现了业务流程建模(BPM, Business Process Modeling)、统一建模语言(UML)和数据模型的无缝集成,它包含了整个数据库模型设计的全过程^[5].

PowerDesigner 可建立多种不同的模型,根据不同的软件分析和建模途径,系统设计者可以依具体情况选择所需的模型对数据库进行设计.在本文的设计中,使用了两类模型,即概念数据模型(CDM, Conceptual Data

Model)和物理数据模型(PDM, Physical Data Model).

CDM 主要描述的是现实世界中各种事物和它们之间的相互关系,它在实体-联系(E-R)理论的基础上,将不同的事物抽象成为实体并明确实体之间的关系,从用户的观点用类 E-R 图对客观事物进行描述和建模,这类模型属于概念性的设计,完整地展现了数据库的逻辑结构,与数据存储结构无关,不涉及具体的数据库管理系统,是数据库设计阶段最为关键的一步. PDM 是物理数据库的具体实现,包含了物理实现的细节,在应用该模型时,需根据具体选择实施的数据库管理系统的存储类型和物理约束等进行严格的设计,该模型设计完成后,就可以生成特定数据库管理系统下的 SQL 脚本文件.

CDM 和 PDM 之间可以相互转化,但是通常的设计步骤是先设计好 CDM,然后通过 CDM 生成原始的 PDM,最后由经过修改完善的 PDM 生成最终的数据库系统的 SQL 脚本语言.

3 J1939应用层协议数据库的具体设计

3.1 系统需求分析

车辆下线检测系统的主要功能是获取车辆的 J1939 报文并判断当前车辆是否存在故障,如果存在则需要将检测结果实时输出到显示界面,显示故障代码,标明故障位置和故障模式等信息,同时,采集车辆动力系统、传动系统等汽车各重要系统的参数并给与显示,以上获取的所有信息都将同时存入数据库,以便相关技术人员对车辆的历史检测数据进行回放和统计,形成相关车辆(如同一生产线或同一批次的车辆)的关联故障模式,为日后车辆出现故障时的检修作重要的参考资料.

J1939 协议的车辆应用层详细地定义了车辆控制与通信所用到的各种参数,包括参数组编号(PGN)和可疑参数编号(SPN),它们是相应参数组和参数的编号,通常一个参数组由多个参数组成.参数组编号是一个 3 字节的值,它由 CAN2.0B 29 位标识符中的保留位、数据页位、PDU 格式域和特定 PDU 域组成,那么一个 CAN 扩展数据帧的标识符域就指明了一个参数组,它的数据域中的所包含的参数也都隶属于这个参数组,而 J1939 也对包括发动机在内的主要部件的参数进行了详细定义,每个参数由一个 19 位的 SPN 标识,这些参数通常可分为连续型和离散型,协议从参

数的性质和表示范围等方面定义了参数的表示长度。例如从某重型卡车上检测到了这样一条数据: 29 位帧 ID 为 0x18FEE00, 8 字节的数据域为 0x4F 50 CA 26 FF FF FF FF. 通过协议对 PGN 的定义可以从 ID 中计算得出 PGN 为 65262, 它代表的参数组是发动机温度 1(ET1), 从而知道数据域中表示的是来自 ET1 的参数, 它的参数列表见表 1.

表 1 发动机温度 1(ETC)参数列表

起始位	长度	SPN	数据名
第 1 字节	1 字节	110	发动机冷却剂温度
第 2 字节	1 字节	174	发动机燃油温度
第 3 字节	2 字节	175	发动机油液温度
第 5 字节	2 字节	176	涡轮油温
第 7 字节	1 字节	52	发动机冷器温度
第 8 字节	1 字节	1134	发动机冷器恒温器开度

从 J1939 协议中对参数转换的定义, 可以得出以下参数的实际值: 发动机冷却剂温度为 39°, 发动机燃油温度为 40°, 发动机油液温度为 37.3125°, 而涡轮油温、发动机中冷器温度和发动机中冷器恒温器开度这三个参数在此型号的重型卡车上并未定义.

在 J1939 协议的诊断应用层中定义了 12 种用于诊断的诊断消息(DM, Diagnostic Message), 提供了用于车辆诊断和维修的功能. 对于每个诊断消息都指定了一个参数组编号, 在诊断消息的数据域中定义了一个名为诊断故障代码(DTC, Diagnostic Trouble Code)的数据结构, 每个诊断故障代码的长度为 4 个字节, 包含了 SPN、5 位的故障模式标识符(FMI, Failure Mode Identifier)、1 位 SPN 转换方式(CM, SPN Conversion Method)和 7 位的发生次数(OC, Occurrence Count)四个部分, 诊断故障代码格式如图 1 所示:

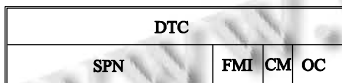


图 1 DTC 结构图

其中, SPN 用于辨别汽车的哪个子系统产生了故障, FMI 用于确定发生了何种类型故障, CM 为 SAE 保留, OC 表示此类故障发生的次数. 图 2 是 DTC 的一个实例:

DTC	SPN=1208	预计滤油压
10111000	FMI=13	超出标定范围
00000100	CM=0	SAE 保留
00001100	OC=10	发生 10 次
00001010		

图 2 DTC 实例图

诊断消息的数据域中除了包含诊断故障代码外, 还包括了故障诊断状态指示灯, 即故障指示灯、红色停止灯、黄色停止灯和保护灯, 分别用于不同等级的故障.

车辆识别码(VIN, Vehicle Identification Number)是唯一标识车辆的编码, 由 SAE 规定, 在整车厂中, 通过从车辆上读出的 VIN 码, 可以找到相应的车辆配置代码(VSN, Vehicle Setting Number), 从而可以得到发动机型号等信息, 当汽车下线时, 由引车员使用检测系统对车辆进行检测, 检测完毕后产生检测报告, 然后根据检测报告对车辆进行相应的处理.

3.2 CDM 设计

通过以上的分析, 可以建立车辆下线检测的最小系统数据库, 从 J1939 应用层协议看, 数据库主要围绕 PGN、SPN、FMI 和参数数据流等实体进行构建. 从整车厂的角度出发, 需要引车员和检测结果等实体. 除实体外, PowerDesigner 还在 CDM 中增加了与实体功能类似的概念, 即关联(Association), 它表明两个实体间的联系, 并严格依赖于两端的实体, 当从 CDM 转换为 PDM 时, 这个关联将转换成为一个实体.

在确定好实体的集合后, 还要确定实体的属性, 如 PGN 实体的参数组编号和参数组名称, 在确定属性时, 需要恰当地选择数据类型, 定义属性的标准检查约束, 为了方便 CDM 的设计和理解, 应该给整个数据库设定属性域, 即数据库的属性集合.

CDM 设计的另外一个重要步骤是建立实体之间的联系, 这种联系有 4 种基本类型, 包括一对一的联系、一对多的联系、多对一的联系和多对多的联系, 如 PGN 和 SPN 就属于一对多的联系. 除了基本联系外, 实体和实体间还存在标定联系、非标定联系和递归联系, 如 SPN 属于特定的 PGN, 那么 SPN 就依赖于 PGN, 所以, SPN 对 PGN 来说就属于标定的联系. 下线检测系统的 CDM 如图 3 所示:

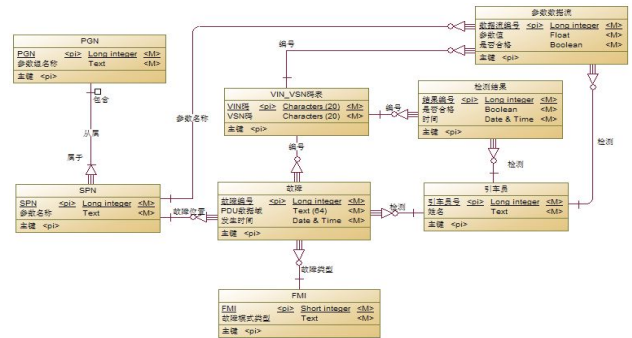


图 3 下线检测系统的 CDM 图

3.3 PDM 设计及生成 SQL 脚本

CDM 设计完成后, 就可以将其生成 PDM, 生成 PDM 的目的是为具体的数据库系统做具体的设置, 它能够直观的反映出当前数据库的结构, 数据库中的表、视图、存储过程等数据库对象都可以在其中进行设计, 物理模型与具体的数据库管理系统有高度的一致性, 每一项设置都会直接影响其后生成的 SQL 脚本。

CDM 转换为 PDM 后, CDM 中的实体将变成表, 属性就成为了列, 再根据 CDM 中实体间的关系设定,

将产生外键插入到对应的表中, 本系统选用的数据库系统是微软的 SQL Server 2005, 由于该数据库管理系统的数据类型和 CDM 中的数据类型有所差别, 所以需要根据具体情况进行相应的修改, 如 CDM 中“Characters”数据类型在 SQL Server 2005 中是不存在的, 所以需要在 PDM 中将其改为“char”等相近的数据类型。此外有些表还要对主键自增功能进行设置。最终的 PDM 如图 4 所示:

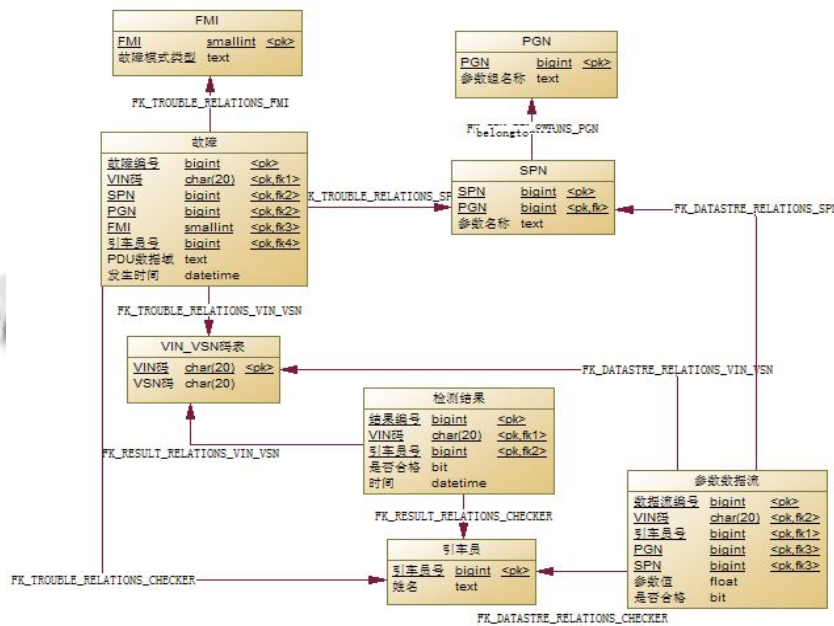


图 4 下线检测系统的 PDM 图

PDM 完成后, 点击 Database->Generate Database...就得到了 SQL 脚本, 然后打开 SQL Server 管理器新建一个查询就生成了最终的物理数据库, 里面包含了 PDM 中所有的表, 如图 5 所示。



图 5 下线检测系统数据库图

4 使用CodeSmith生成.NET下的代码框架

软件系统的三层体系架构, 就是将系统从下到上分为数据访问层、业务逻辑层和表示层。数据访问层, 也称持久化层, 主要负责的是对数据库系统的直接访问, 如数据的增添、删除、修改、查找等。而业务逻辑层和表示层并不设计数据库的直接操作。

下线检测系统是以.NET 为平台开发设计的, 为了快速高效地建立系统的数据访问层, 使用了 CodeSmith 和.Nettiers 模板生成代码框架。CodeSmith 是一款基于模板驱动的软件, 支持包括 C#在内的多种语言, 并可以使用多种模板, 只要掌握了模板的句法规则, 就可以在模板中应用相应的语言输出代码。 .Nettiers 是免费开源的源代码生成模板, 其架构在微软企业库的基础上, 是加快系统开发的强大工具。

要生成代码框架, 需要访问目标数据库, 然后配

置模板参数,主要配置参数见表2。

表2 .Nettlers 主要配置参数

配置参数	说明
ChooseSourceDatabase	选择源数据库
SourceTables	数据库表
DotNetVersion	.NET 版本
EntLibVersion	微软企业库版本
IncludeComponentLayer	是否包含组件层
VisualStudioVersion	VisualStudio 版本
BusinessLogicLayerNameSpace	业务逻辑层命名空间
ComponentLayerNameSpace	组件层命名空间
DataAccessLayerNameSpace	数据访问层命名空间

在配置好模板后将可以直接生成系统的数据访问层。至此,整个下线检测系统的数据库设计完毕。

5 结语

本文以 SAE J1939 协议为出发点,采用了包括 PowerDesigner 和 CodeSmith 在内的软件自动化技术对数据库系统进行设计,缩短了系统的设计和开发的周

期,提高了生产效率,并为整车厂其他发动机供应商的下线检测系统的数据库设计提供了经验,为数据库通过复用和转换快速地整合到下线检测系统中提供了可能,整车厂可以通过一种下线检测系统就可以检测其不同型号的车辆,缩短了整车下线时间,提高了企业竞争力,是一种可行的基于 J1939 协议的整车下线检测系统的数据库方案。

参考文献

- 林跃.车辆下线检测系统的开发.汽车技术,2007,(4),18-20.
- SAE Standards,Data Link Layer,SAE J1939/21.Society of Automotive Engineers, 2005.
- SAE Standards,Vehicle Application Layer,SAE J1939/71.Society of Automotive Engineers, 2005.
- SAE Standards,Vehicle Application Layer-Diagnostics,SAE J1939/73.Society of Automotive Engineers, 2005.
- 赵韶平,徐茂生,周勇华.PowerDesigner 系统分析与建模.北京:清华大学出版社,2010.

(上接第90页)

下来可以把 RFID 加入到系统中,完成身份检测功能和自动收费功能,到时就可以真正地实现自动化停车和收费。

参考文献

- 沈其衡.车位锁.Int Cl:E04H6/42 201010292476.9,2010-09-25.
- 苏忆.一种支臂伸缩式停车限位器.Int Cl:E04H6/42 201120113250.8,2012-02-08.
- 庞锐,杨茜,庞华南.一种车位锁.Int Cl:E04H6/42 201110406032.8,2012-04-18.
- 沈连帮.一种防撞车位锁.Int Cl:E04H6/42 201120217453.1, 2012-2-29.
- 封鸿涛,余锋光.车位守护装置.Int Cl:E04H6/42 02149787.7, 2003-07-02.
- 韩笑.无线遥感车位锁.Int Cl:E04H6/42 201120275146.7, 2012-03-07.
- Ahmed I.S.I.Al-Jafar. Remote Control Parking Barrier. Int Cl: E01F13/04 US8070379B2,2012-2-23.
- Eli Zana, Meitar. Parking Barrier Activated by Its Own Electric Energy Creation.Int Cl:E01F15/00 US2012/0044046A1,2011-12-6.
- Jennic.JN-DS-JN5139MO-1v6.http://www.jennic.com/support, 2010-11-29.
- 闫东磊.基于ATmega8L高精度超声波测距仪的设计.武汉:武汉理工大学,2010.
- 张丽娜,周润景.基于PROTEUS的电路及单片机系统设计与仿真.北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- STMicroelectronics.L298.http://www.st.com.2011-10-8.
- 龙忠琪,金燕,李如春.模拟集成电路.北京:科学出版社, 2005.
- 本正文.王自强译.步进电机应用技术.北京:科学出版社, 2010.