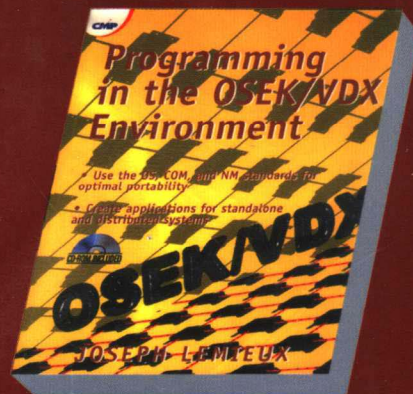


嵌入式系统译丛

[美] Joseph Lemieux 著
罗克露 等译

OSEK/VDX汽车电子 嵌入式软件编程技术

Programming
in the OSEK / VDX
Environment



CMPBooks



北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

嵌入式系统译丛

OSEK/VDX 汽车电子 嵌入式软件编程技术

Programming in the
OSEK/VDX Environment

[美] Joseph Lemieux 著
罗克露 等译



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内 容 简 介

本书通过一个示例程序的开发,生动、系统、详细地介绍了由欧洲汽车行业制定、将各种先进汽车电子设备有机集合在一起、网络化嵌入式计算机系统的开发规范 OSEK/VDX,主要包括操作系统、通信、网络管理和 OS-EK 实现语言等四个标准。全书分为 3 个部分,共 16 章。第一部分(第 1~9 章)描述了 OSEK/VDX 操作系统标准,该标准不使用符合类的概念,定义了一个可缩放的操作系统;第二部分(第 10~13 章)介绍了 OSEK/VDX 通信标准,定义了交互层、网络层和数据链路层;第三部分(第 14~16 章)描述了 OSEK/VDX 网络管理标准,介绍了管理网络的直接方法和间接方法。每章都包含了示例程序中的相应编码,并提供了动手实践的练习题。

本书可供从事汽车电子软件开发的程序设计人员使用,也可作为高校计算机专业与嵌入式系统相关课程的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

OSEK/VDX 汽车电子嵌入式软件编程技术 / (美)勒米厄(Lemieux, J.)著;罗克露等译. — 北京:北京航空航天大学出版社, 2004. 6
ISBN 7-81077-455-7

I. O… II. ①勒…②罗… III. 汽车—电子系统—系统设计 IV. TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 055668 号

本书英文版原名: Programming in the OSEK/VDX Environment
Copyright © 2001 by CMP Books, except where noted otherwise.
Published by CMP Books, CMP Media LLC.
4601 West 6th St, Suite B
Lawrence, KS 66049, USA
All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 CMP Books 公司授权北京航空航天大学出版社在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区)独家出版发行。版权所有。

北京市版权局著作权登记号: 图字: 01-2002-5791

OSEK/VDX 汽车电子嵌入式软件编程技术 Programming in the OSEK/VDX Environment

[美] Joseph Lemieux 著

罗克露 等译

责任编辑 王鑫光

*

北京航空航天大学出版社出版发行
北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026
<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net
涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×960 1/16 印张: 22.75 字数: 510 千字
2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册
ISBN 7-81077-455-7 定价: 46.00 元(含光盘 1 张)

《OSEK/VDX 汽车电子嵌入式软件编程技术》 Programming in the OSEK/VDX Environment

翻译小组成员

罗克露 陆 鑫 李巧勤
刘 辉 郭文生 袁 姝

献给我的父母、Henry 和 Joan，
他们在我的早年发现了我对科学技术的热爱并始终支持我。

译者序

今天,汽车已不再是纯机电的交通工具,在汽车中大量采用了微处理器,汽车已进入智能化时代。为了在生产出质量更高、效率更高和更加安全的汽车的同时,解决汽车中软件含量增加、在操作系统和通信网络方面重复开发、软件工程师的工作效率不能满足高质量产品的要求等诸多问题,欧洲汽车行业在 20 世纪 90 年代中期开发了一个用于汽车电子、带有接口的开放式系统 OSEK/VDX (Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug/Vehicle Distributed eXecutive)。这是用于分布式实时结构的一组标准,主要包括操作系统(OS)、通信(COM)、网络管理(NM)和 OSEK 实现语言(OIL)等四个标准。这些标准是欧洲汽车行业先进开发技术的总结,提供了将各种先进汽车电子设备有机集合在一起的网络化嵌入式计算机系统的开发规范,使汽车行业的各种软件能够兼容与协作开发,有利于提高汽车软件的开发效率。

现在,随着全国交通的迅速发展,我国已成为汽车应用大国和汽车制造基地,高档汽车的研制和生产已提到日程,以网络化的嵌入式计算机为核心的汽车电子是高档汽车制造中的关键。如何在汽车电子软件开发中了解 OSEK/VDX 标准,使我国汽车行业顺利发展并打入国际市场,是我国汽车生产所面临的一个紧迫任务。

欧洲独立 OSEK/VDX 工作组成员和 Joseph Lemieux 编写了《OSEK/VDX 汽车电子嵌入式软件编程技术》一书。作者在书中以开发一个 21 点扑克牌电子游戏为例,从程序设计人员的角



度对 OSEK/VDX 的 OS、COM、NM 等主要标准作了详细描述。全书共分 16 章,第 1~9 章描述了 OSEK/VDX 操作系统标准,该标准使用符合类的概念,定义了一个可缩放的操作系统,并详细讨论了标准中的对象,如任务、报警、资源、事件和内部消息等。第 10~13 章介绍了 OSEK/VDX 通信标准,该标准定义了三层:交互层、网络层和数据链路层,并集中讨论了惟一可见的交互层。第 14~16 章描述了 OSEK/VDX 网络管理标准,该标准介绍了管理网络的两种方法:直接方法和间接方法。各章都包含了应用程序实例中的若干段编码,并在最后部分用相应的 API 子程序来描述本章整个应用例程的编码。各章后都附有练习,为读者提供了动手实践的机会。

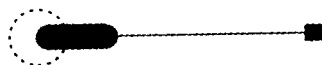
我们向读者推荐此书,以期解决如何用网络化嵌入式计算机实现运输平台智能化的问题。正如作者在书中指出的那样,OSEK/VDX 不只是一个用于汽车的实时操作系统,基于这个标准的系统能够并且将要用于其他应用中,这些应用被静态地定义,且需要一个紧凑的分布式实时系统,例如在制造、加工、汽车、太空等控制领域内的应用。我们希望本书能对我国民用、军用运输工具的智能化有所裨益。

该书由电子科技大学计算机学院嵌入式实时系统研究室翻译。其中序、前言、概论、第 1 章和第 2 章由罗克露翻译,第 3~6 章由陆鑫翻译,第 7~10 章由李巧勤翻译,第 11~13 章由刘辉翻译,第 14~16 章由郭文生翻译,附录 A、B、C 由袁姝翻译,全书由罗克露统稿。电子科技大学的熊光泽教授、桑楠副教授和北航出版社的马广云博士始终热情关心和支持本书的翻译工作,并提出了宝贵的意见,在此谨向他们表示诚挚的谢意。

由于我们对汽车电子了解肤浅,在翻译中难免出错,恳请广大读者不吝指正。

译 者

2004 年 5 月



序

1993年5月,几家德国汽车制造商一致同意在一个适合于汽车应用且通用的实时分布式操作系统的规范化方面进行合作。这几家汽车制造商是 BMW、Bosch、Daimler - Chrysler、Opel、Siemens和 VW。由德国 Karlsruhe 大学协调该项目,且称之为“Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug”,或简称为 OSEK。其译文大意是用于汽车电子的、带有接口的开放式系统。

与此同时,在法国,PSA 和 Renault 开发了一个类似的系统,该系统被称为 VDX(Vehicle Distributed eXecutive)。1994年,这两个项目合并,一年后,将 OSEK/VDX 奉献给世界。

OSEK/VDX 从技术和商业两个方面展示了汽车制造商的要求。由于提供了一套专用的特性,可能加速开发现代汽车中的许多电子控制部件(ECU)。在不同的设计中,可以重用编码和专业技术,而且使用通用接口标准,可以在工业生产方面实现明显的节约。这个想法非常吸引人,世界上的每一个主要汽车制造商都高度评价用于下一代产品的 OSEK/VDX。

遗憾的是,要达到其最初目标,OSEK/VDX 还有一些事要做。制定标准的委员会不能忽视项目发起人的各种愿望,而产生一个满足各种要求的说明书就不可避免地会引起和实现相关的特性、不一致性以及含糊不清。

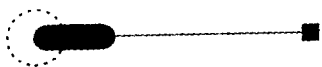


由于系统用户要求系统提供者满足他们的需求,而不管发布的说明书怎么说,这些情况形成了符合实用的标准。现在,OSEK/VDX 所面临的挑战是正式形成实用的标准,而这将需要时间。到这个项目完成时,对全世界汽车电子控制部件的社团来说,OSEK/VDX 将成为一个令人激动的、各种思想的大熔融。

为了可用性,应理顺这样的环境,而官方的说明书不可能满足用在这方面的标准,对于任何一个希望真正地学习和使用 OSEK/VDX 的人来说,官方的说明在文档资料中将会造成一个可怕的空白。令我感到高兴的是,现在这本书用如此精心策划和详尽的方式来讨论这个问题。OSEK/VDX 时代现在已经到来。

Frank J. Leonhardt

欧洲独立 OSEK/VDX 工作组成员和顾问



前言

1998 年我首次得悉 OSEK/VDX 标准。在我的雇主所属的欧洲技术中心的一次会议上,我提到自己正在美国重新设计源程序的组成部分的软件结构。一位欧洲工程师问到新的结构是否应遵从 OSEK 标准。由于不了解 OSEK/VDX 的任何情况,我像任何一个负责任的工程师一样,借口许多选择正在调查之中而回避了这个问题。回到美国后,我立刻和负责新软件结构的软件工程师谈到了这件事,并着手了解 OSEK/VDX 是什么,而更重要的,它不是什么。

像许多规格说明一样,读懂 OSEK/VDX 标准是困难的,这是因为这些标准是由母语不是英语的委员会成员所写的。对于许多词组,我必须读三次或四次以搞懂它们的含义。此外,在许多不同的章节中往往定义了特别功能,需要我去理解。通过这些努力,我为嵌入式系统程序设计杂志写了两篇论文,它们提供了规格说明的概述。刊登在 2000 年 3 月和 4 月杂志上的两篇论文,一篇是《OSEK/VDX 标准:操作系统和通信》,另一篇是《OSEK/VDX 网络管理程序和实现语言》。后来,我把这两篇论文归为一类,并把它们提交到嵌入式系统会议上。这两篇论文和有关资料的成果就是这本书,我希望这本书有助于缩短您在实现 OSEK/VDX 标准上所花费的时间。



OSEK/VDX 是什么？

OSEK/VDX 是用于分布式实时结构的一组标准，由欧洲汽车制造商和供应商的一个社团与德国 Karlsruhe 大学共同开发。它包含四个标准：操作系统(OS)、通信(COM)、网络管理(NM)和 OSEK 实现语言(OIL)。在开发过程中又附加了三个标准：OSEK/VDX 实时接口(ORTI)、OSEK/VDX 时间触发操作系统(也称为 OSEK 计时)和 OSEK/VDX 容错通信规格说明。在用第三方工具进行应用开发时，ORTI 定义了一个实时接口。OSEK 计时是一个现有标准的扩展，它描述了在汽车中如线控启动和线控刹车等实时应用的特性。OSEK/VDX 容错通信规格说明也用于包括实时通信这样的实时应用。在这些方面我没有下功夫，而它们还在发展，因此，目前我不可能对其有所评论。

OSEK/VDX 不是什么？

虽然 OSEK/VDX 是由欧洲汽车工业开发的，但它不只是一个用于汽车的实时操作系统。基于这个标准的系统能够并且将要用于其他应用中，这些应用是被静态地定义且需要一个紧凑的分布式实时系统，这些系统必须和最小资源相适应。理想的应用将是在控制领域(制造、加工、汽车、太空)内，使用带有 8~512 KB ROM 和 1~32 KB RAM 的 8 位、16 位和 32 位的微控制器，但像小型购物电子设备和电子玩具等应用也能从这个标准中受益。在广告中，我曾看见过基本核小到 800 字节的应用。

OSEK/VDX 也不仅仅是一个操作系统。虽然 OS 是标准的一个部分，但有一些基于 OSEK/VDX 的应用完全不使用操作系统，它们使用一个循环调度程序来实现 COM 和 NM 标准。

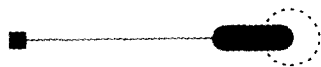
致 谢

首先,我衷心感谢来自我的家庭(我的妻子 Jennifer 和我的两个亲爱的孩子 Megan 和 Kyle)的支持。在许多书中,我注意到首先应感谢家庭,我总是认为这是对家庭的爱的最好表示。直到写这本书,我才理解当一个家庭成员写书时,其家庭所付出的如此巨大的牺牲。当我集中精力写书而不能帮助照顾家庭时,我的妻子给了我极大的支持,非常感激 Jennifer!

第二个主要支持者是 Wind River System 公司。在这本书中,我使用了该公司所提供的所有软件和一些硬件来开发应用程序。这些软件包括 Tornado 开发环境、符合 OSEK/VDX 标准的 OSEKWorks 实现、用于 Motorola Power PC MPC555 处理器的 Diab 工具系列和带有 VisionClik 软件的 EST Vision-Probe 调试接口。程序实例的开发给我提供了一个机会,使我更深入地理解每项服务的实际操作。在回答关于 OSEKWorks 的作用和对标准的解释等问题时, Wind River 技术支持部是非常负责的。他们也纠正了我对标准的某些误解。特别地,我要感谢 Wind River 在底特律地区的商务开发部经理 Michael O'Donnell、OSEKWorks 产品销售部经理 Gary Bourdon 及来自 Wind River 技术支持部的 Venkat Viswanathan 和 Thomas Yu。他们的支持确保我有合适的软件和设备并知道如何使用它们,这对本书的成功是非常重要的。 .

在这本书中提到的硬件是由 Axiom Manufacturing 提供的,感谢他们打折提供了设备,使我能更快地着手工作。Axiom Manufacturing 针对多种处理器开发了一系列低价开发主板,这对于硬件和软件系统的评估和原型化是很理想的。

我也要感谢 Frank Leonhardt,从 1997 年起,他一直是 OSEK/VDX 技术委员会的成员,对于标准的背景,特别是通信标准的背景,他表现出了深刻的洞察力。Leonhardt 先生也校阅了全书,以确保技术上准确的描述,并在许多方面提供了有价





值的补充。

最后,我还要感谢我的雇主 Electronic Data System(EDS) 的 Applied Engineering Solutions 组织,在关键的时候,他们提供时间让我写完这本书。特别地,我要感谢我的顶头上司 Mohamed Ashmawey 在我写书时对我的支持和关怀,也要感谢客户联系执行部的 John Huth,他分配给我一项可以在家里工作的项目,以便我能够集中精力写这本书。



目 录

第0章 概 论

第一部分 操作系统

第1章 实现启动

1.1 系统引导	9
1.2 主模块	12
1.3 OSEK/VDX 实现语言	14
1.4 示例程序	18
1.4.1 模 块	19
1.4.2 配置文件	21
1.5 练 习	21
1.6 小 结	22

第2章 启动和结束

2.1 应用程序模式	23
2.2 启 动	25
2.3 关 闭	26
2.4 示例程序	28
2.5 练 习	28
2.6 小 结	28

第3章 开发支持

3.1 错误处理	29
3.2 调试回调程序	30
3.3 示例程序	31
3.4 练 习	31
3.5 小 结	32

第4章 任 务

4.1 任务模型	33
----------------	----



4.1.1 基本任务	34
4.1.2 扩展任务	36
4.1.3 优先级	36
4.1.4 多重激活	37
4.1.5 抢占	37
4.1.6 符合类	38
4.2 任务激活与终止	40
4.3 其他任务服务	43
4.4 任务调度	44
4.4.1 非抢占任务调度	45
4.4.2 全抢占任务调度	46
4.4.3 混合抢占任务调度	47
4.5 示例程序	47
4.5.1 模块	47
4.5.2 配置文件	49
4.6 练习	49
4.7 小结	50
第5章 报警	
5.1 计数器	51
5.2 使用报警	55
5.3 其他报警服务	63
5.4 示例程序	64
5.4.1 模块	64
5.4.2 配置文件	66
5.5 练习	66
5.6 小结	66
第6章 事件	
6.1 事件定义	67
6.2 管理事件	67
6.3 其他事件服务	74
6.4 示例程序	74
6.5 练习	77
6.6 小结	77
第7章 资源	
7.1 优先级反转与死锁	78



7.2 优先级天花板协议.....	80
7.3 资源管理.....	83
7.3.1 标准资源.....	87
7.3.2 资源限制.....	87
7.3.3 其他资源服务.....	87
7.4 示例程序.....	87
7.5 练 习.....	88
7.6 小 结.....	88
第8章 中 断	
8.1 中断类型.....	89
8.2 中断服务.....	90
8.3 启动操作.....	96
8.4 示例程序.....	97
8.5 练 习.....	98
8.6 小 结.....	99
第9章 进程间通信	
9.1 通信模型	100
9.2 通 知	101
9.3 通信服务	105
9.4 示例程序	117
9.4.1 模 块	117
9.4.2 配置文件	118
9.5 练 习	118
9.6 小 结	119

第二部分 通 信

第10章 通信概述

10.1 通信模型.....	123
10.1.1 通信模型概述.....	123
10.1.2 用于COM的OIL	124
10.1.3 OSEK/VDX与ISO/OSI的比较.....	124
10.2 消息属性.....	126
10.2.1 内部消息与外部消息的比较.....	126
10.2.2 消息长度.....	128



10.2.3	队列消息与非队列消息的比较	128
10.2.4	分段与不分段的比较	129
10.2.5	一对一与一对多	129
10.2.6	带复制与不带复制	129
10.3	传输模式	132
10.3.1	直接传输	133
10.3.2	周期传输	133
10.3.3	混合传输	133
10.4	消息编址与消息长度	134
10.5	死限监控	135
10.5.1	直接传输模式死限监控	135
10.5.2	周期传输模式死限监控	136
10.5.3	混合传输模式死限监控	137
10.5.4	周期消息接收监控	139
10.6	通知机制	140
10.7	符合类	141
10.8	示例程序	142
10.9	小 结	142

第 11 章 内部通信

11.1	内部通信概述	143
11.2	COM 的启动与关闭	144
11.3	非队列消息	150
11.4	队列消息	159
11.5	示例程序	166
11.5.1	模 块	166
11.5.2	配置文件	166
11.6	练 习	167
11.7	小 结	167

第 12 章 基本外部通信

12.1	CAN 概述	168
12.2	非确认、非分段数据传输	169
12.2.1	直接消息传输	170
12.2.2	周期消息传输	180
12.2.3	混合模式消息传输	185
12.3	示例程序	187
12.3.1	模 块	188