

符合 IEC 61499 标准的分布式控制系统设计新方法

杨 磊 徐蓉萍 武汉科技大学信息科学与工程学院(430081)

Abstract

61499 is a forthcoming international standard about the application of function blocks in distributed control systems. This paper briefly describes basic concepts of IEC 61499 standard, and then emphatically discusses a new design method for distributed control system with this standard. In the end, an application instance of designing a control system with application design method is given.

Keywords: function block, IEC 61499, distributed control, resource, device

摘 要

IEC 61499 是即将颁布的如何使用功能块进行分布式控制系统设计的国际标准。本文简述了这一标准的基本概念,重点论述了符合 IEC 61499 标准的分布式控制系统的设计新方法,最后给出了一个使用应用程序设计方法进行系统设计的实例。

关键词: 功能块, IEC 61499, 分布式控制, 资源, 设备

伴随着组件技术在商业领域的成功运用和基于 PC 的软逻辑控制技术在工业领域的迅速发展,一种将控制系统模块化处理的 IEC 61499 标准成为了设计分布式控制系统(DCS)的新方法。由于 IEC 61499 标准定义了一整套独立于具体实现方式的格式来描述功能块的基本概念和设计方法,于是分布式控制系统的设计就简化为将功能块按逻辑关系进行联接的工作了。在 IEC61499 标准中被提议的基于功能块、事件驱动和分布式开放工业过程测控系统(IPMCS)体系结构等新技术可以很有效的降低常见系统工程方案设计的时间和耗费,这对工业企业,特别是制造类企业达到柔性生产要求是大有益处的。

1 IEC 61499 标准的基本概念

常见的分布式系统一般是由数种在物理层互不相同的设备或网络结构以及一套可实现互操作的应用程序来实现的。目前,由于多种智能传感器件的应用,使原本较为复杂的程序处理过程可以被分散到了不同的设备中去,于是分布式控制系统的程序设计被简化了许多。但这种程序结构不可忽视的问题是可能会导致不太容易定义主控设备的局面。为了从根本上解决这类问题,IEC 61499 标准重新定义了系统模型,使得系统的应用程序可以被分配到存在于不同设备中的一个或多个资源中去。分布式应用程序的设计被简化成将一些应用程序功能块相互联接起来的工作,智能的分布化有望得以真正实现。

1.1 设备模型和资源模型

作为对 IEC 61131-3 中所述的“一个实际物理设备内可包含多个虚拟设备”这一概念的继承和推广,IEC

61499 认为一个设备(DEVICE)可以由一个或多个资源(RESOURCE)组成^[2]。设备模型不仅允许资源通过一个“过程接口”与物理设备上的输入输出点进行数据交换,而且还提供了一个“通讯接口”实现资源间的数据交换。资源是一个能让应用程序功能块实现独立运行和控制的环境。资源内部的应用程序功能块可以以映射的方式与设备模型提供的过程和通讯接口相联接,从而实现数据和事件信息的交换。同时资源还提供了调度函数来实现功能块中的多套算法的协调运行。

1.2 功能块模型

功能块(Function Block)模型是支撑整个 IEC 61499 标准体系结构的核心内容。虽然在可编程序控制语言国际标准 IEC 61131-3 中已经定义了用于 PLC 编程的功能块图(FBD)方法,这种方法不能很好的用于复杂分布式控制系统的设计。虽然这种功能块图方法在很大程度上简化了某些顺序控制程序的编制,但由于它没有在功能块中严格的区分数据流和事件流的关系,这就使得在控制系统中引入反馈时,有可能会导系统程序的执行顺序无法确定。为解决这个问题,虽然 IEC 61131-3 编程系统已提供了一些附加机制对功能块的执行顺序进行控制,但这些附加机制在不同控制系统间的一致性和简单性很难得到满足^[1]。

作为对 IEC 61131-3 中功能块图(FBD)方法的细化和发展,IEC 61499 使用事件驱动(event-driven)和面向对象(object-oriented)等软件技术对功能块的结构作了新的阐述,将功能块的事件和数据被相对独立划分开,这才真正解决使用功能块图方法进行复杂控制系统设计的问题。在 IEC 61499 的定义中,

功能块被描述成一个具有特定数据结构的“软件功能单元”。功能块类型则描述了某类特定功能块的数据结构和算法的规范表达形式,这种数据结构和算法可适用于不同实例中的数据^[3]。功能块实例事实上就是基于功能块类型定义创建的功能块的工作拷贝。IEC 61499 定义了基本功能块(Basic FB)、复合功能块(Composite FB)和子应用程序(Subapplication)类型等三种主要功能块类型形式。它们之间的相互关系是:复合功能块由一些基本功能块或其它低级功能块实例所构成的功能块网组成;子应用程序类型由基本功能块和复合功能块实例所组成的功能块网构成。基本或复合功能块只能运行在某一资源中,且它们要在功能块内部定义数据变量来存储输入和输出数据值。而子应用程序类型可分布到不同资源中去,且其不需要对输入、输出和事件进行专门存储,这是因为这部分工作可以由其内部所包含的功能块来完成。这三种功能块类型中最具代表性的基本功能块类型的结构如图 1 所示^[1]。

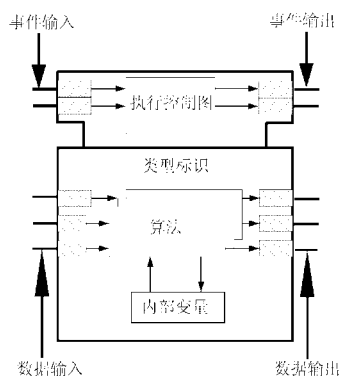


图 1 基本功能块类型

1) 事件、数据声明及执行控制图:由于在 IEC 61499 中功能块被看作是功能块类型的实例,于是根据控制系统的具体结构,在不同的功能块类型库中为系统选取合适的功能块类型并对其进行必要的声明成为 IEC 61499 系统设计的首要问题。为满足不同的设计要求,IEC 61499 为功能块类型中事件和数据界面的声明以及数据输入输出与事件输入输出的关联提供了图形和文本两种方式。同时,IEC 61499 还继承了 IEC 61131-3 中顺序功能图(SFC)的基本概念,引入了执行控制图(Execution Control Chart)来实现在某一功能块中多个事件与多套控制算法的关联和协调工作。ECC 是一个特殊的状态机器,它特别适合于对算法选择和调度灵活性要求较高的场合,关于 ECC 的具体概念可参见文献[3]。

2) 算法:如上所述,由于引入了执行控制图的概念,所以每个基本功能块内部可以封装一种或几种控制算法,且这些算法由资源提供的调度函数根据当前

的系统运行要求来管理和触发。IEC 61499 没有专门定义用于算法定义的编程语言。任何一种能够实现输入输出数据及其类型与算法的内部变量映射关系的高级语言都可以使用。比如 IEC 61131-3 PLC 编程语言中定义的结构文本(ST)语言和 JAVA 都可以用来描述功能块算法的内容。

2 基于 IEC 61499 的分布式控制系统设计

2.1 IEC 61499 的分布式控制系统设计方法

IEC 61499 标准中提出了系统化整个工程设计任务的分布式应用程序设计新方法,这种方法是对传统分布式应用程序设计方法的改进,其基本设计步骤包括:①根据分布式控制系统所要求实现的控制功能以及系统中设备或资源的基本情况,确定系统中分布式应用程序的个数及其功能;②为各应用程序在其所涉及的功能块类型库(可由硬件或软件厂商提供)中选取合适的功能块类型;③对所选功能块类型进行事件、数据和算法等声明,并把它们映射到相应的资源中去;④在系统中配置设备实例和资源实例;⑤通过对服务接口功能块的配置和互联来实现应用软件跨资源域的事件关联和数据关联(所谓服务接口功能块是在 IEC 61499 中定义的一种用于实现资源内功能块与外部设备或资源间接口的特殊功能块。它还可用于诸如不同资源内功能块间的通讯和时钟等操作系统服务以及功能块的增删、互联和激活等应用程序管理服务^[2])。

除了上述应用程序的设计方法,James H. Christensen 还提出了使用服务接口功能块以代理(Proxy)的形式实现应用程序与某些“同 IEC 61499 标准不相符的子系统”的相互连接和通过对目前广泛使用的模型/视图/控制器(MVC)方法的改进来进行设计这两种设计方法^[5]。这些方法能解决一些更大型分布式控制系统的设计问题。

2.2 IEC 61499 应用程序设计方法举例

这是一个应用 IEC 61499 应用程序设计方法进行系统设计的例子^[4]。系统要实现的功能是通过一个位置/颜色传感器对传送带上产品的位置和颜色进行检测,当在颜色为橙色的正品中检测到绿色的次品时,驱动一个电磁阀机构将其分离出来。下面简述这个系统的设计过程。

首先由于系统的控制目标简单,可确定用一个应用程序来完成系统功能。同时因系统由传感器和电磁阀两个设备组成,于是可选取如下三个基本功能块来构造这个系统的应用程序:SENSOR 功能块是 ORANGE_SENSOR 功能块类型的实例,相当于一个服务接口,用于检测产品的存在与否和颜色状况;GATE 功能块是 FB_AND 功能块类型的实例,用于实现一个

布尔与操作,其结果决定对产品的取舍;ACTUATOR 功能块是 SOLENOID 功能块类型的实例,它也是一个服务接口功能块,用于执行一个简单的电磁阀机构,实现对产品取舍的操作。系统的应用程序结构见图 2 方框内部分。

接下来对系统各功能块类型的事件、数据和算法进行声明。其一部分声明结果可从上图中功能块间的连接和标注看到(具体声明过程和意义可参见文献[3])。之后,可为系统配置两个设备实例。一是为实现检测和算法功能的 COLOR 设备类型的 SENSOR 设备实例,它包含资源类型 ORANGE_RES 的一个实例,而这个资源实例的功能是通过多个功能块的组合来完成的,其中主要包括 ORANGE_SENSOR 功能块类型的实例 SENSOR 功能块和 FB_AND 类型的实例 GATE 功能块。另一个设备是 VALVE 设备类型的 ACTUATOR 设备实例,其主要功能是实现对产品的取舍操作,同样,它包含 SV_RESOURCE 资源类型的一个实例,这个资源实例也包含有多个功能块,其中 SOLENOID 功能块类型的 VALVE 实例是完成具体的控制功能的核心功能块。

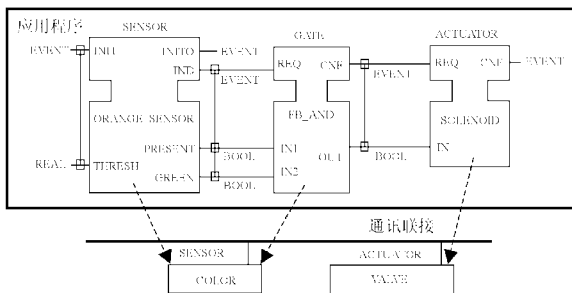


图 2 应用程序/设备映射图

在上面所提到的两个资源实例中,除了实现具体功能的各功能块外,还应包含其它一些必须的辅助功能块,如 E_RESTART 类型的 START 功能块实例,因为使用这种功能块可以实现对系统中其它功能块实例的统一初始化。此外,为了能够实现应用软件跨资源域的事件关联和数据关联,还可以在这些资源实例中加入如 IEC 61499-1 中所定义的 PUBLISH 或 SUBSCRIBE 等功能块类型的实例,它们能增强分布式应用程序的网络互联能力。

3 结束语

目前,关于 IEC 61499 的体系结构、文本语法及其工程设计基本方法的前两部分已经作为 PAS (Publicly Available Specification) 刊印公布,主要为 IEC 61499 标准中核心概念的实际应用提供应用向导(Application Guidelines)的 IEC 61499-3 的制定工作现在也已经展开。IEC 61499 标准不仅能简化分

布式控制系统的设计和实现,而且还具有能在不同的软件工具和平台间交换功能块和应用程序的重要性。IEC 61499-2 将可扩展置标语言 XML(eXtended Markup Language)定义为 IEC 61499 的文件交换格式。这也就意味着 IEC 61499 功能块设计可以通过因特网传递并用下一代网页浏览器直接在网页上浏览,这将给终端用户带来极大的利益。

参考文献

- 1 R.Lewis, Modelling Control System Using IEC 61499, Institution of Electrical Engineers, 2001
- 2 J.H.Christensen, Basic Concept of IEC 61499, Fachtagung Verteilte Automatisierung, Magdeburg DE, 22-23 March 2000
- 3 IEC 65/240/CD, Function blocks for industrial-process measurement and control systems - Part 1: Architecture, 2 June 1999
- 4 IEC 61499-2 (2nd Committee Draft to be published), Function blocks for industrial-process measurement and control systems - Part 2: Engineering Task Support
- 5 J.H.Christensen, Design pattern for systems engineering in IEC 61499, Fachtagung Verteilte Automatisierung, Magdeburg DE, 22-23 March 2000
- 6 <http://www.holobloc.com>

[收稿日期:2002.5.14]