

基于组件技术的工业 CT 控制软件开发

段黎明 周安华 王 珏

(重庆大学 ICT 中心 重庆 400044)

摘要 为了解决工业 CT 控制软件的定制开发问题,本文提出了利用组件技术开发工业 CT 控制软件。重点分析了工业 CT 控制系统的硬件结构,控制系统中的主要信息;提出了基于组件技术的工业 CT 控制系统的体系结构,并对工业 CT 控制系统中的功能组件进行了划分;根据基金会现场总线的规范定义了功能组件的基本结构,进一步分析了组件的组装;采用 COM 组件技术完成了组件的设计及工业 CT 控制软件的开发。实际应用表明,组件技术对解决工业 CT 控制软件的定制开发问题是有效的。

关键词 ICT, 控制软件, 组件, 体系结构

Research of Industrial CT Control System Based on Component Technology

DUAN Li-Ming ZHOU An-Hua WANG Jue

(ICT Research Center of Chongqing University, Chongqing 400044)

Abstract In order to solve the question of custom design of ICT control software, it is presented a way of developing control software based on component technology. And the hardware architecture of ICT control system is analyzed. The component clustering for ICT control software is designed. According to Foundation Fieldbus' defining, it is presented architecture of function component and analyzed component configuration. Using COM component technology, the designing of component and development of ICT control software are accomplished. The practice application shows component technology can solve the question of custom design of ICT control software effectively.

Keywords ICT, Control software, Component, Architecture of system

工业 CT (Industrial Computed Tomography, 简称 ICT) 是工业用计算机断层成像技术的简称,它能在被检测物体无损的条件下,以二维剖面或三维立体图像的形式,清晰、准确、直观地展示被检测物体内部的结构、组成、材料及缺损状况,被誉为最佳无损检测技术。该技术在重大装备无损检测、无损质量评价、新产品的计算机辅助设计和辅助制造、逆向工程等方面都具有重要的应用价值。

工业 CT 检测的产品包括几毫米的电子元器件、火工品以及数米直径的大型火箭固体发动机等。产品千差万别,要求检测的范围、精度、扫描方式等各不相同。因此,工业 CT 属单件定制产品,其控制系统也必须定制开发。目前工业 CT 控制软件的开发仍处于语句级的编程阶段,控制软件生成的效率低,更新、修改、维护及移植困难。

组件是一个独立编译的程序,能够集成来创建一个更大的程序,无需访问组件的源代码。组件技术实现了软件二进制代码复用,可自我描述,可工作在不同环境下,能无缝插入。如用户的需求发生变化,并不需要对整个组件进行修改,只需对受影响的组件进行修改,然后重新组合就能得到新的控制软件^[1]。因此,用组件技术开发工业 CT 控制软件,可在较高层次上满足工业 CT 控制系统定制开发的要求。

1 工业 CT 控制系统处理的信息分析

1.1 工业 CT 控制系统构成

工业 CT 控制系统应具有的功能为:控制各坐标轴以实现 CT/DR 扫描的动作要求,数据采集的同步控制,辐射源的

安全防护与控制逻辑保护,操作界面的控制与管理,动力电源的监测与安全保护,系统自检、故障诊断与报警,运动安全保护等。工业 CT 机控制系统构成框图如图 1 所示。

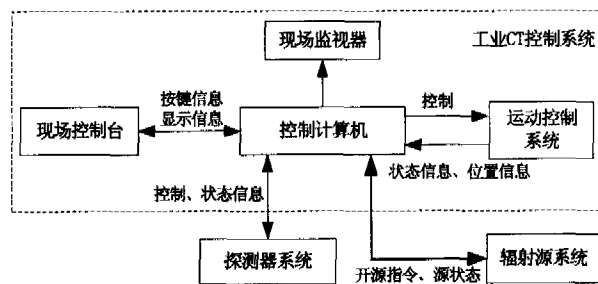


图 1 工业 CT 控制系统构成框图

(1)控制计算机:运行控制软件,根据用户的要求控制系统实现特定的扫描,协调工业 CT 系统的运行,起着中枢神经作用。(2)现场监视器:协助扫描断面的确认。(3)现场控制台:方便工件的安装与工业 CT 机运动的现场调试。(4)运动控制系统:完成扫描所需要的运动及反馈位置信息。

1.2 工业 CT 控制系统中的主要信息

从信息处理的角度分析,工业 CT 控制系统由信息输入、信息处理和输出控制 3 部分组成。

(1)工业 CT 控制系统的输入信息 工业 CT 控制系统输入信息主要有:控制面板按键信息、图形界面指令信息、行程开关信息、运动位置信息、电源状态信息、辐射源状态信息、探测系统状态信息等。

(2)控制系统的信息处理功能 工业 CT 控制系统的信息处理功能有:人机接口控制、伺服控制、逻辑运算、网络接口控制和监控与故障诊断等。

(3)控制系统的输出控制信息 工业 CT 控制系统的输出控制信息主要有:伺服控制信息、系统状态信息和人机接口显示信息等。

2 工业 CT 控制系统组件设计

2.1 基于组件技术的工业 CT 控制系统体系结构

基于组件技术的工业 CT 控制系统体系结构如图 2 所示。

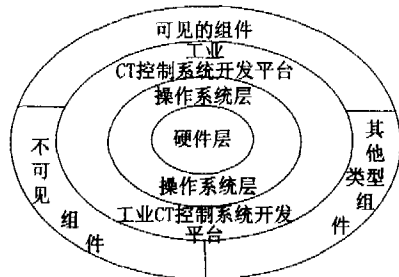


图 2 基于组件技术的工业 CT 控制系统体系结构

在图 2 中,中间是硬件层,包括:工业控制计算机及各类驱动卡、控制卡、数据采集卡等硬件设备。第二层是操作系统层,在本软件系统设计中采用 Windows2000 操作系统,它的内核是原来的 VMS 的变种,可靠性和实时性都较好。第三层是工业 CT 控制系统开发平台,在此开发平台的基础上,为了二次开发的实际需要,提供多种组件,并实现其维护,加载和运行。因此,在实际应用中,根据用户的要求,在开发平台的支撑下,灵活自由地选择部分或全部组件,组装成所需要的控制系统软件。最外层是在工业 CT 控制系统开发平台上的组件集合。

从组件开发的角度,将组件分为三个主要类别:可见组件,不可见组件,其他类型组件。可见组件通常拥有运行时视图。该类视图包括模型组件、编辑器、显示组件、UI(User Interface)部件和装饰组件。不可见组件类型包括那些通常没有可视化显示或没有任何用户交互的组件,它包括:过滤器、存取器、函数库、高速缓冲存储器 and 串行器。另外就是其他组件类型,包括:服务包装、容器等。组件对象是实体和有关操作的封装体,较好地体现了实体的抽象性。

2.2 工业 CT 控制软件功能组件划分

工业 CT 控制系统中的功能组件主要是面向实际的工业 CT 控制系统的开发者使用。因此将控制系统软件中不少独立性强,功能明显且集中的模块做成一个组件,尽可能提高单个组件的耦合度,减少不同功能组件之间的耦合度^[3]。本文把工业 CT 控制系统的功能组件划分为如下部分。

(1)程序管理器组件:提供应用程序的搜索、备份和解压缩,建立新应用的功能,提供对控制权限的管理,为其他组件的调用和配置提供平台;(2)图形显示组件:提供图形生成及编辑工具,并在其支持下生成工作所需要的开发环境;(3)参数设置组件:视频显示设置、参数表设置等;(4)数据库管理组件:定义各种数据来源、数据库结构、数据连接和数据类型,并提供各种数据库编辑工具,执行预定的各种数据计算,数据处理任务,历史数据的查询,检索,报警的管理等;(5)系统诊断组件:对运动系统、探测系统和辐射源系统进行诊断;(6)语音

提示组件:提示语音信息;(7)断层选择组件:调节检测物体断层距离等;(8)CT 扫描组件:提供多种 CT 扫描方式;(9)DR 扫描组件:提供多种 DR 扫描方式;(10)曲线显示组件:显示曲线,辅助进行扫描效果诊断;(11)运动初始化组件:系统上电后自动寻找并确定工作零位;(12)网络通信组件:与图像计算机等完成通信;(13)I/O 驱动组件:用于 I/O 设备通信,相互交换数据。

2.3 工业 CT 控制系统组件结构

根据 FF(Foundation Fieldbus)规范定义组件的基本模型结构^[2]。图 3 表示了一个功能组件的内部基本结构。

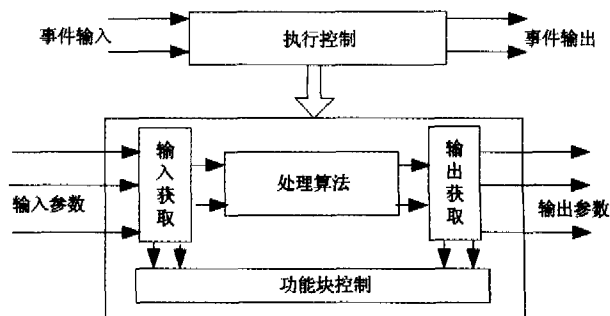


图 3 组件功能块的基本结构

(1)参数输入功能组件模块。它的主要功能是提供与其他组件的一个接口,通过生成一个数据内存缓冲区,把从其他组件来的信息以数据的形式保存起来,其输入参数在功能块执行时期锁存。(2)参数输出功能组件模块。它的主要功能是将经过算法处理后的数据,作为下一个连接的组件的输入模块的输入参数,它也提供一个数据内存缓冲区,除在功能块执行完时刷新,其他时刻锁存。(3)处理算法组件模块。提供多种处理方法。在具体的执行过程中,根据在组态过程中设定的模式以及输入参数的状态确定出实际的模式。(4)执行控制组件模块。在组件通信中存在着多种通信的方式,有被动通信方式,主动通信方式。在执行控制模块组件中提供多种方法的接口,接受外界其他组件的调度,也输出对其他组件的调度。(5)功能块控制组件模块。负责对组件内各功能模块的协调与组合。

在每个组件中应该具有三类接口:管理接口,提供给开发平台进行组件管理的接口;业务接口,封装了组件对外提供的多种业务功能;连接接口,解决与其他组件之间的连接关系。在三类接口的协作下完成组件的正常操作^[7]。

3 组件的组装

设计出的组件是在工业 CT 开发平台的基础上进行配置。开发平台由一组协作的组件组成,它们之间通过系统总线机制来调度和配置。根据组件在开发平台中的作用可以分为功能组件和连接组件。连接组件主要负责组件间的通讯。连接组件与功能组件通过包容方式构成新的组件,来降低构造功能组件的难度。连接组件的实现有多种途径,如组件组装工具,脚本和过程引擎^[4]。这里采用脚本作为胶连逻辑来连接各个独立的组件。对于不同的用户要求,开发者首先选择出不同的组件,然后向开发平台发送请求。经过检索,认证后,插上软总线,便可以使用组件提供的各种功能^[5]。最后经过调试通过生成最终的控制软件。工业 CT 控制系统组件组装简图如图 4 所示。

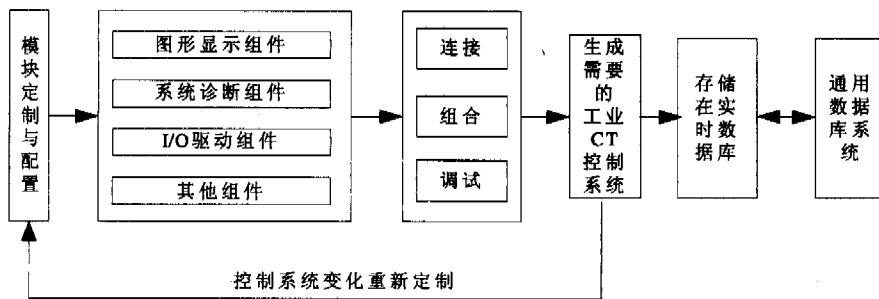


图4 工业CT控制系统组件组装简图

4 应用

本文采用COM(Component Object Model, 组件对象模型)技术开发各个组件模块。下面以参数设置组件为例来说明其接口和调用,得到某工业CT控制系统的参数设置界面图,如图5所示。

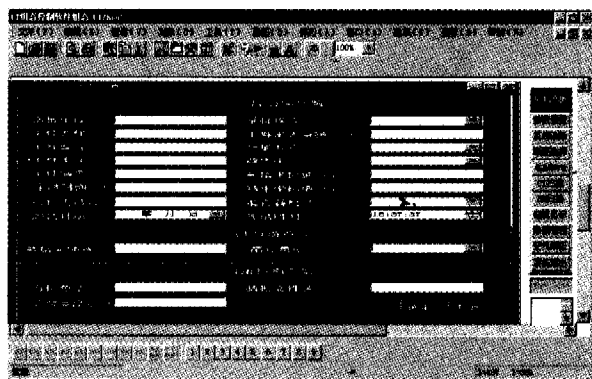


图5 工业CT控制系统参数设置界面图

参数设置组件(PropertySetUp)主要用来生成一设置系统扫描参数和设置视频窗体大小的对话框,并将设置好的参数以消息的形式传递给数据库管理组件。供其他组件读取获得其动作的输入参数。

在PropertySetUp组件中存在着以下几个接口:

- Register.. Class;用于在搭建好的工业CT开发平台进行注册。
- Set_Property_P;用于为P赋一个新值。P可以是组件内部状态的一个真实的变量,也可以是一个虚属性。
- Get_Property P;与Set_Property_P对应,用于读取

属性值。

- Initialize_State;用一个包含初始化的参数进行调用,对组件内部的状态进行初始化。
- Save_State;保存数据。
- Create_Form;创建所需对话框。
- Send_Data;返回参数到数据库管理组件。

结束语 组件技术大大提高了软件代码的重用性,可以在“远远高于语句级”的层次上进行开发。在工业CT控制软件开发中,当用户需求发生变化的时候,可以通过组件的重新选择配置来迅速构成新的控制系统,有效地解决了工业CT控制软件定制开发问题,缩短了控制系统的开发周期,降低了开发成本。

参考文献

- 1 潘爱民. COM原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999
- 2 邹益仁. 现场总线控制系统的设计和开发[M]. 北京:国防工业出版社,2003
- 3 马国华. 监控组态软件及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2002
- 4 HU Wen-Hu. Study by Application Framework Meta-Model Based Component Technology [J]. JOURNAL OF SOFTWARE, 2004,15(1):1~8
- 5 CHEN Li. Component-Based Design of Industry Control Software [J]. JOURNAL OF SYSTEM SIMULATION, 2001, 13(4): 446~449
- 6 肖兵. 实时控制系统的面向对象软件结构与实现方法[J]. 计算机研究与发展,1995,32(8):49~53
- 7 LI Xia. Configuration Approach for Open Architecture Controller [J]. COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING SYSTEM, 2004,10(6):672~676

(上接第268页)

够依据相关的计算策略产生测试用例。

参考文献

- 1 Eickelmann N S, Richardson D J. What Makes One Software Architecture More Testable Than Another? In: Proceedings of the 21st International Software Architecture Symposium, 1996. 65~67
- 2 Inverardi P, Wolf A L. Formal Specifications and Analysis of Software Architectures Using the Chemical Abstract Machine Model. IEEE Transactions on Software Engineering, 1995, 21(4): 100~114
- 3 Bertolino A, Inverardi P, Muccini H. Deriving Test Plans from Ar-

- chitectural Descriptions. In: ACM Proc. Int Conf on Software Engineering(ICSE2001), 2000. 220~229
- 4 Bertolino A. An Approach to Integration Testing Based on Architectural Descriptions. In: Proceedings of 3th International Conference on Engineering of Complex Computer Systems. IEEE Computer Society Press, 1997. 77~84
- 5 Jin Zhenyi, Offutt J. Deriving Tests from Software Architectures. In: The Twelfth IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering, Hong Kong, PRC, Nov. 2001. 308~313
- 6 聂长海,徐宝文. 软件配置测试的测试方案设计. 软件学报,2003,14(增刊):149~154
- 7 古天龙,蔡国永. 网络协议的形式化分析与设计. 北京:电子工业出版社,2003. 163~176