

# 基于 OPC UA 客户端/服务器的现场设备集成<sup>①</sup>

原红丽, 吕静, 刘枫

西南大学 计算机与信息科学学院, 重庆 400700

**摘要:** 目前存在着两大设备集成技术 EDDL 和 FDT, 它们虽然采用不同的方式实现现场设备集成, 但它们之间有过多的技术重合, 以至于 EDDL 和 FDT 之间竞争愈演愈烈, 因此, 不管是设备制造商还是系统开发商或者最终的用户, 都需要有一个统一的标准化的设备集成方案来完成现场设备的集成. 通过对 EDDL 和 FDT 的两大设备集成技术的研究, 提出了在 OPC UA 客户端/服务器的结构下的设备集成方案现场设备集成—FDI. 现场设备集成有益于设备制造商和系统开发商, 更方便了最终用户.

**关键词:** 现场设备集成; 电子设备描述语言; OPC UA; 服务器; 客户端; 包

**中图分类号:** TP274+.2

**文献标志码:** A

随着过程控制和工业自动化的迅速发展, 自动化系统厂商希望能够集成来自不同厂家的各种软硬件设备, 以实现厂商设备之间的互操作. 当前有两种 IEC 设备集成国际标准: 电子设备描述语言(Electronic device description language, EDDL)和现场设备工具(Field Device Tool, FDT), 它们各有特色.

EDD 技术是利用 EDDL 描述设备的属性, 并存储在现场设备或控制系统的服务器中, 然后通过通信协议(如 FF、HART 等)在现场设备和控制系统之间操作. FDT 是一种开放的、独立的、公开的软件接口规范. FDT 描述了工程框架(FA)和设备软件组件(DTM, 设备类型管理器)之间的软件接口和相互关系, FDT FA 用来操作 DTM.

但是 EDDL 和 FDT 不能完全满足当今设备集成的需求, 其原因有二. 一是尽管 EDDL 和 FDT 采用不同的方式实现设备集成, 但其部分功能重叠, 导致 EDDL 和 FDT 两大设备集成技术之间不是相互补充而是相互竞争. 因此系统开发商之间通过竞争来维持自己的系统在市场中的地位; 设备供应商需要做出加倍的努力让其设备同时支持 EDDL 和 FDT 来维持其设备在设备市场中的一席之地; 同时用户也为选择哪种设备集成技术左右为难. 二是将来自不同厂商的现场设备集成到同一个系统中要求更多的精力来进行设备的安装、版本的管理、以及设备相关的操作. 因此一个开放的、标准化的设备集成方案迫在眉睫.

本文根据 OPC UA 客户端/服务器的结构模型, 提出了基于 FDT、EDDL 和 OPC UA 三大技术的现场设备集成方案 FDI(Field Device Integration). 这不仅有利于最终的用户, 而且有益于系统供应商和设备供应商.

## 1 相关技术介绍

### 1.1 EDDL 技术

EDDL 是一种基于文本的描述语言, 设备制造商通过该语言对设备参数和参数的访问方式进行描述, 最终生成电子设备描述(EDD), 主应用程序通过 EDD 解析器解析 EDD, 生成相应的操作界面和现场设备信息<sup>[1]</sup>.

① 收稿日期: 2011-10-13

基金项目: 现场设备统一集成规范国际标准研究制定(200910286-2), 国家质量监督检验检疫总局质检公益性行业科研专项项目.

作者简介: 原红丽(1987-), 女, 甘肃陇西人, 硕士研究生, 主要从事计算智能与智能控制系统方面的研究.

EDDL 主要针对智能现场设备,是专门用来创建 EDD 文件的。EDD 文件由设备制造商编写,用户按照每个特定设备模型的具体要求进行裁剪。EDDL 可对软件声明,在设备中如何进行通信、解码和现实信息。解析器用来解析 EDD 文件,EDDL 独立于操作系统和硬件平台,具有鲁棒性。使得很容易校正设备、诊断故障、管理过程变量、管理警戒状态和提供更新系统(如 MES、SCADA 和 ERP)的必须信息。

EDDL 一个主要优点是易于安装,安装的整个过程只需将 EDD 文件拷贝到目标路径下,并且系统升级简单,仅仅安装新 EDD 文件版本便可。但 EDDL 技术一般适用于简单到中等复杂的设备,而且对于同一个 EDD 文件不同的主应用程序下的解析器可能解析出的图形界面等有差别。

## 1.2 FDT 技术

FDT(Field Device Tool)技术实际上是一种软件接口描述规范,它独立与现场总线协议,利用微软的 COM 和 ActiveX 技术,将设备制造商开发的 DTM(Device Type Mangement)集成到 FDT 框架应用程序中,来实现对现场设备数据访问和诊断,它不依赖于设备制造商和总线协议<sup>[2]</sup>。

FDT 技术核心部分是 DTM。由设备制造商和设备一起提供给用户。DTM 包括设备 DTM 和通信 DTM。设备 DTM 封装了所有的设备数据、功能和管理方法,并且包含了图形用户界面。设备 DTM 提供了对所有的设备参数包括高级操作和诊断在内的访问。用户不需要知道设备特定内部信息,同时对不同类型的设备能够用一种统一的方式组态和诊断。所有的设备 DTM 被装载在 FDT FA 内,FDT FA 可以包含在一个工程或资产管理工具中。通过定义的 FDT 接口,工程工具可以访问设备 DTM 的信息和功能。通信 DTM 用来访问现场设备的参数和数据,是通信模块的配置和管理工具,它提供了通信通道给任何类型的设备 DTM,通信通道实现和现场设备的数据交互。

## 1.3 OPC UA 技术

OPC UA 是 OPC 基金会为企业软件架构提供的一个全新软件接口规范,其目的是提出一个企业制造模型的统一架构。OPC UA 利用 Web Service、XML、.Net 等技术,是面向服务的构架 SOA(Services Oriented Architecture)。OPC UA 支持复杂数据内置,统一的地址空间,跨平台操作(不依赖微软的 COM/DCOM),支持抽象的服务功能<sup>[3]</sup>。它广泛应用于工业控制系统、MES(Manufacturing Execution System)以及 ERP(Enterprise Resource Planning),促进企业与控制系统的连通性。

地址空间是 OPC UA 服务器中的一个关键部分,地址空间中最重要的功能单位就是对象,对象节点使用 HasComponent 引用类型,将由变量、方法组织到一起,并产生事件。OPC UA 提供了一个一致的、完整的服务模型。这使得一个单一的 OPC UA 服务器把数据、报警与事件和历史信息统一到 OPC UA 服务器的地址空间里。

OPC UA 客户端和服务端的主要交互方式:通过客户端发送服务请求,由底层通信实体发送给 OPC UA 通信栈并通过服务器接口调用请求/响应服务,在服务器地址空间节点上指向指定的任务后返回一个响应;客户端发布请求,经过底层通信实体发送给 OPC UA 通信栈,并通过 OPC UA 服务器接口发送给预定,当预定制定的监视项探测到数据变化或者事件/警报发生时,监视项生成的一个通知发送给预定,并由预定发送给客户<sup>[4]</sup>。

## 2 FDI 结构

EDDL 和 FDT 技术作为当今两大主要的设备集成技术,它们各具有优缺点,同时在部分功能上重合,这使得它们之间不是互补竞争。可见一个综合了 FDT 和 EDDL 优点摒弃其缺点的设备集成方案工业界是极其需要的。在 OPC UA 的基础上提出了一个新的设备集成方案 FDI。

一个基本的 FDI 包括 FDI 包、FDI 客户端,和 FDI 服务器。FDI 结构如图 1 所示。

### 2.1 FDI 包

#### 2.1.1 FDI 包功能模型

设备制造商用 FDI 包向系统供应商提供其设备相关信息,它不依赖于系统,相同的包可以用于各种不同的系统。一个基本的 FDI 包的功能由设备定义、业务逻辑、用户接口描述(UID)、用户接口插件(UIP)组成。FDI 服务器通过设备定义中对应设备的定义来创建信息模型。业务逻辑用来确保信息模型的完整性。FDI 客户端通过 UID 解析器来实现 UID 的功能。UIP 是可选的接口,并由 FDI 客户端控制。

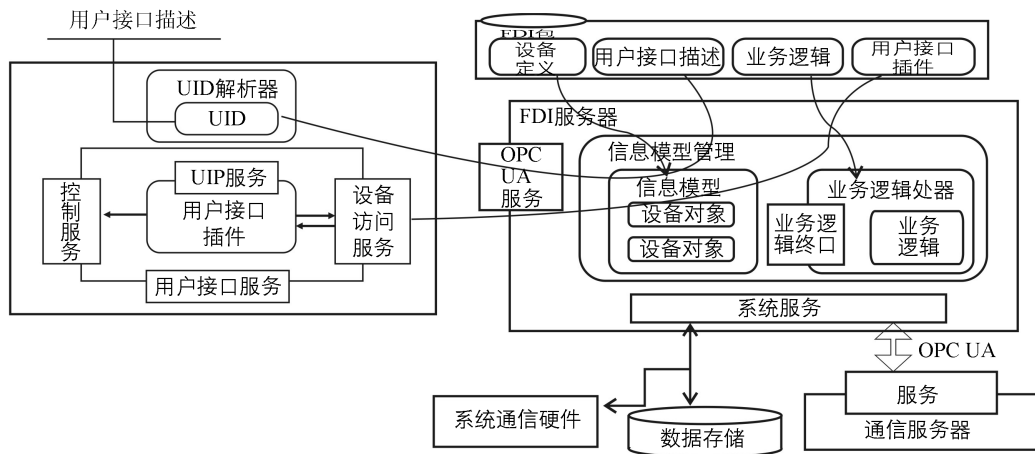


图 1 FDI 整体结构

设备定义、业务逻辑完全由 FDI 服务器调用, UID 先通过 FDI 服务器处理, 然后发送给 FDI 客户端处理. UIP 不需要 FDI 服务器的处理, 直接由 FDI 客户端调用, 其中设备定义、业务逻辑和用户接口描述跨平台独立, UIP 必须针对特定的运行环境, 一个特定的 UIP 仅运行在其特定的运行环境中. FDI 包的功能模型如图 2 所示:

### 2.1.2 FDI 包物理模型

FDI 包模型提供了集成设备、网络组件和 FDI 通信服务器到一个系统中需要的所有元素. FDI 包物理模型如图 3 所示:

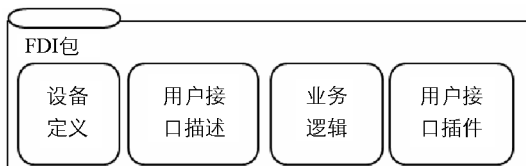


图 2 FDI 包功能模型

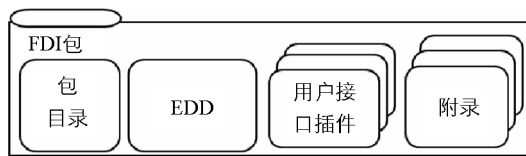


图 3 FDI 包物理模型

其中包目录是向 FDI 服务器提供包的信息所必需的部分, FDI 服务器通过包目录创建信息模型中的设备类型目录和设备类型节点. 但包目录并不局限于身份认证、版本信息、设备类型信息、硬件和输入/输出设备请求、FDI 技术版本和协议具体的特征.

电子设备描述向 FDI 服务器提供设备定义、用户接口描述和业务逻辑. EDD 是所有 FDI 包中所必需的元素.

UIP 是向 FDI 客户端提供的一个程序化用户接口, 其功能类似于 FDT. 一个 UIP 引自一个用户接口描述, 这些引用在信息模型中通过功能组来表示, UIP 的物理结构不在信息模型层. 一个 UIP 是由一个或者多个 UIP 变量组成, 每个变量指向特定的平台和实时环境.

FDI 包的功能元素与 FDI 包中的物理元素的映射如图 4 所示.

EDD 与设备定义, 用户接口描述和业务逻辑功能元素相对应. 一系列的物理 UIP 与 UIP 功能元素相对应. 除上边两种物理元素外还有包目录和附件, 用来支持最基本的功能如认证、版本管理、调度、生产商的配送、设备协议具体的信息和用户接口插件等.

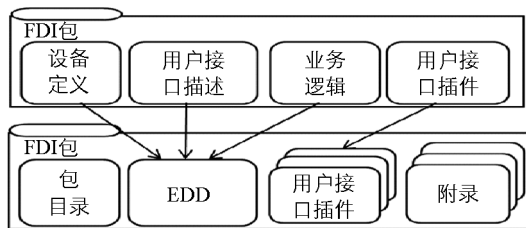


图 4 FDI 结构映射

## 2.2 FDI 客户端

FDI 客户端由 UIP 和 UID 组成, 一个 FDI 客户端可以拥有一种或者同时拥有此两种用户接口方式. UIP 是可执行的程序组件, 它是 FDI 服务器从 FDI 包中通过 FDI 服务器传递到 FDI 客户端的. UIP 提供一组用 UIP 服务, FDI 客户端通过这些服务初始化和操作 UIP.

EDDL 定义的 UID 是通过 FDI 服务器传递到 FDI 客户端, FDI 客户端通过 UID 解析器解析并执行 UID, 一个 UID 也可以被其他的 UID 或 UIP 调用, 用来完成更加强大的功能。

FDI 客户端通过 FDI 服务器中的信息模型调用 UIP 和 UID, 这些信息模型通过设备类型的方式管理 UIP 和 UID. FDI 客户端的 UIP 执行环境由一组服务组成, 包括用户接口服务, UIP 服务, 设备访问服务, 控制服务. 用户接口服务先通过 FDI 服务器的信息模型传递给 FDI 客户端, 然后 FDI 客户端解析此用户接口描述. FDI 客户端同时控制用户接口插件, 控制用户接口插件的环境需要与三种服务一致, 这三种服务是控制服务、UIP 服务和设备访问服务. 控制服务提供用户接口插件与 FDI 客户端相互工作的方式. FDI 客户端用 UIP 服务激活、控制和停止 UIP 的方法, 用户接口服务提供 UIP 访问操作系统指定的 UI 服务平台, 即提供访问显示器, 键盘和鼠标等. UIP 通过设备访问服务访问服务器中的信息模型。

### 2.3 FDI 服务器

FDI 服务器向 FDI 客户端提供设备信息和存储信息, 这些信息是通过 OPC UA 服务的形式提供的. 信息模型指定被 FDI 服务器访问的实体, 包括它们的性能和之间的关系以及这些设备所实现的操作. 信息模型大部分是由 FDI 设备包的设备定义驱动, 并且它基于 OPC UA 设备规范信息模型。

FDI 服务器调用 FDI 设备包中的业务逻辑就像信息模型访问实体. 业务逻辑一个主要的功能是保持信息模型的一致性, 业务逻辑接口的功能是集成信息模型, 是业务逻辑用来访问信息模型的通道。

一个 FDI 服务器支持 FDI 设备包中的所有元素, 一些 FDI 服务器管理的信息以固定的方式存储, 用什么方法存储这些数据是服务器指定的。

除了普通的 FDI 服务器外还有 FDI 通信服务器, FDI 通信服务器主要功能是确保 FDI 服务器与现场设备之间的通信。

## 3 FDI 系统结构

FDI 的系统结构没有特定的格式, 图 5 是一般的 FDI 系统架构。

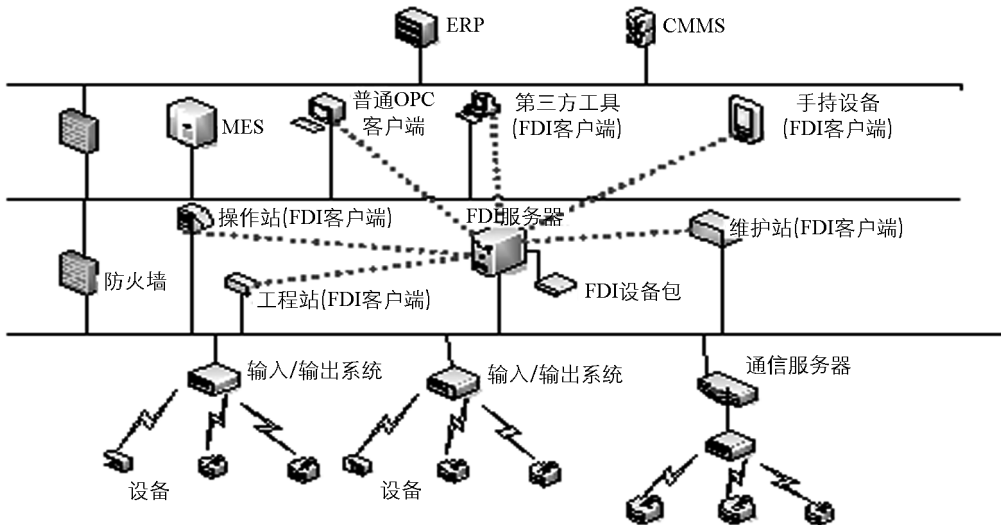


图 5 FDI 在控制系统的应用框架

FDI 设备包首先安装到 FDI 服务器中, 然后 FDI 服务器提供 FDI 设备包的信息到 FDI 客户端. 自动化系统供应商一般提供一个 FDI 服务器、一个或多个 FDI 客户端, 这些客户端通过专用的协议与 FDI 服务器之间进行通信. 但是 FDI 服务器支持第三方客户端(即 OPC UA 客户端), 此时 FDI 服务器只需具有 OPC UA 服务器的功能即可. 一般情况下, 根据 FDI 服务器向操作站、管理站和维护站提供的运行数据来区分 FDI 服务器. 其中操作员站、工程站和维护站是自动化系统的一部分, 通过它们用户可以管理、操作和维护工厂, 让其正常运转. 多个 FDI 客户端可以同时在一个站上工作, 这些 FDI 客户端功能完善, 不仅具有 UID 功能而且能够实现 UIP 的功能。

三方工具是包含 FDI 客户端以及与自动化系统通信的 FDI 服务器的应用程序, 这些工具可以用自动化系统供应商提供, 也可以由其他的供应商提供. 手持工具是运行在手持设备上的应用程序, 手持设备类

似于设备工具, FDI 客户端、FDI 服务器以及 FDI 设备包都安装在手持设备上, 当 FDI 服务器是一个 OPC UA 服务器, 没有 FDI 属性的 OPC UA 客户端可以与 FDI 服务器通信, 这些客户端局限访问一般的信息模型。

## 4 总 结

FDT 与 EDDL 技术已经在现场设备集成中得到了广泛的应用, 随着自动化系统的发展, 现场设备集成的技术需求也越来越明显。如何将 FDT、EDDL 与 OPC UA 技术完美的结合已经成为设备集成领域一个热点。本文基于 OPC UA 的客户端/服务器模型提出了新的设备集成方案 FDI, 该方案中采用了 EDDL 安装方便等特点, 也采纳了 FDT 接口规范的优点, 在 OPC UA 架构下提出了新的设备集成方案。

### 参考文献:

- [1] International Electrotechnical Commission. IEC 61804: Function blocks (FB) for process control-part3: Electronic Device Description Language (EDDL) [S]. 2006.
- [2] International Electrotechnical Commission. IEC 62453: Field device tool (FDT) interface specification [S]. 2009.
- [3] International Electrotechnical Commission. IEC 62541: OPC Unified Architecture Specification-part1: Overview and Concepts [S]. 2007.
- [4] 孙 发, 刘 枫. 基于 OPC Unified Architecture 的服务器研究 [J]. 仪器仪表标准化与计量, 2006, 5(5): 14-17.
- [5] ZHANG Yu, LIU Feng. Fieldbus Device United Integration Architecture [C] //Computational Intelligence and Software Engineering (CiSE), Wuhan, 2010: 1-5.
- [6] HUANG Ren-ji, LIU Feng. Reasearch on OPC UA based on Electronic Device Description [C]//3rd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, 2008: 2162-2166.
- [7] GROSSMANN, BENDER, DANZER. OPC UA based Field Device Integration [C]//Tokyo, SICE Annual Conference 2008. 2008: 933-938
- [8] 陆会明, 阎志峰. OPC UA 服务器地址空间关键技术研究及开发 [J]. 电力自动化设备, 2010, 30(7): 109-113.
- [9] 刘 丹. 自动控制系统的设备集成技术——EDDL 与 FDT/DTM [J]. 仪器仪表标准化与计量, 2008(3): 9-11.
- [10] 黄仁杰, 刘 枫. FDT 在 EPA 系统中的应用研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008(9): 142-147.
- [11] SHAN Yu-gang, WANG Hong. Research on Filed Device Integration Model [C]//2010 Second International Conference on Interlligent Human-Machine Systems and Cybernetics, Changsha, 2010: 79-82.

## Field Device Integration Based on OPC UA Client/Server

YUAN Hong-li, LÜ Jing, LIU Feng

*School of Computer and Information Science, Southwest University, Chongqing 400715, China*

**Abstract:** Today there are two device integration technologies EDDL and FDT. Although they use different means to achieve the integration of field devices, they have too many technical overlaps between them, which results in intensified competition between EDDL and FDT. Therefore, device suppliers, system suppliers and end users all want a uniform standard of equipment to complete integrated solutions to the integration of field devices. Through the study of EDDL and FDT, this paper proposes a new device integration solution, which is based on the OPC UA client/server architecture. Not only does this field device integration benefit equipment manufacturers and system developers, it facilitates the end user as well.

**Key words:** field device integration; electronic device description language; OPC UA; sever; client; pack-age