

产品数据技术

CIMS, PDT,

郑子慈 董金祥 李善平

(浙江大学人工智能研究所 杭州 310027)

集成, 并行工程

摘要 Product Data Technology(PDT) is an important enabling technology for the implementation of Computer Integrated Manufacturing System(CIMS)and Concurrent Engineering (CE). The paper describes a framework of PDT and its practical application in the integration of application software in industry and engineering domains. And this paper briefly addresses the development of PDT at present and in the future. Furthermore, this paper introduces standards such as ISO/STEP, UN/EDIFACT and ESPRIT project 6876 PISA.

关键词 Product Data Technology, STEP, CIMS, Concurrent Engineering.

1 前言

CAD/CAPP/CAM 集成系统和并行工程的实现, 需要其中的各个计算机应用系统能够及时、准确无误地获取到所需要的数据。然而, 由于现有的信息技术(IT)解决方法本身的特有性质, 要想在工程领域中实现 CIMS 和 CE 并不容易。在实际应用中, IT 解决方法可能造成不同的计算机应用系统运行于不同类型的计算机上并且使用不同表示格式的数据, 这实际上在“IT 的孤岛”(即各个应用系统)之间产生了分界, 从而使得 CIMS 和 CE 难以实现。产品数据技术(PDT)就是要克服这些分界并最终实现 CIMS 和 CE。PDT 是信息技术在产品开发、制造、运作和管理等诸多方面中的应用, 其目标就是在计算机应用中获取产品和过程的数据, 并支持这些数据在整个产品生命周期中的使用。目前, 在这广阔的领域里, 国际性研究正迅速地向前发展, 并且在产品定义、产品数据通信、系统集成和合作等关键技术上取得了新的进展, 其中, 最为突出的是国际标准 STEP 的制定和不断完善。STEP 标准的发展为 PDT 在许多工程领域中的广泛应用奠定了基础。

2 PDT 的组成机制

PDT 作为工程领域中应用软件的集成新技术,

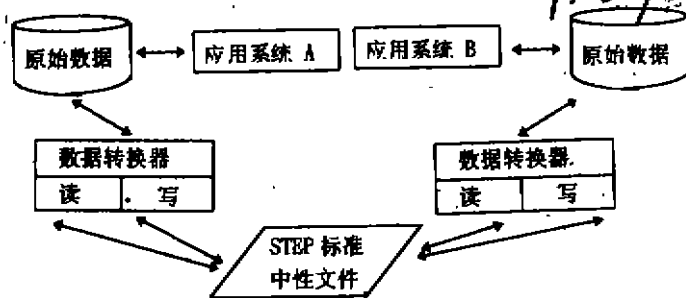


图 1

是建立在整个产品生命周期内的产品信息的统一观点之上, 由通信机制、通信语言、通信协议以及教育和大众化协议四个要素组成的。

2.1 通信机制

PDT 包含有多种通信机制, 其中最主要的有数据交换、数据共享和功能共享三种机制。这三种通信机制也代表了 PDT 自身的演变过程。

2.1.1 数据交换 原则上说, 这是一种“独白形式”的通信机制。它通过一个中性文件来实现各个计算机应用系统之间数据的交换。然而, 数据交换往往由于各个应用系统所采用的数据表示格式不一样而变得复杂。这就需要有一个转换过程来完成不同格式的数据的转换。如果每一个应用系统要和其它 $(N-1)$ 个应用系统(即最多可能有 N 种数据表示格式)进行交换, 那么其间数据的直接转换就要花很大

郑子慈 硕士, 专业方向: 信息系统集成。董金祥 教授, 博士生导师, 主要从事工程数据库、人工智能等研究。李善平 副教授, 博士, 主要从事 CIMS、人工智能等研究。

的代价,因为实现这些转换需要有 $2 * (N-1)$ 个转换器。PDT 采用标准的统一的数据格式。使得 N 个应用系统只需 $2 * N$ 个转换器。目前,许多应用系统采用了 STEP 标准来指定一个统一的数据交换的标准格式(图 1)。

2.1.2 数据共享 这是一种有限的“对话形式”的通信机制,其技术核心是数据库管理系统(DBMS)的使用。DBMS 提供数据共享工具给各个应用系统使得它们所访问到的数据都是同一格式且是最初的,这样就可以避免在数据交换机制中存在的问题:同样的产品数据以多种格式同时存在。在 DBMS 中实现的统一数据模型由标准的数据建模语言(例如 STEP 标准中的 EXPRESS 建模语言)来统一定义。DBMS 所维护的数据是一份标准格式的数据,而各个应用系统可以用原始格式的数据作为各自的局部工作备份。然而,实现不同的 DBMS 之间的通信仍然需要有不同的数据转换器,因为各个 DBMS 有其自身的内部数据模型。PDT 通过在各个 DBMS 之间建立标准接口来解决这个通信问题。在 STEP 标准中,其标准数据访问界面 SDAI 规定了如何通过功能接口从应用系统中访问 STEP 数据。图 2 所示为利用 SDAI 和 DBMS 进行数据共享。

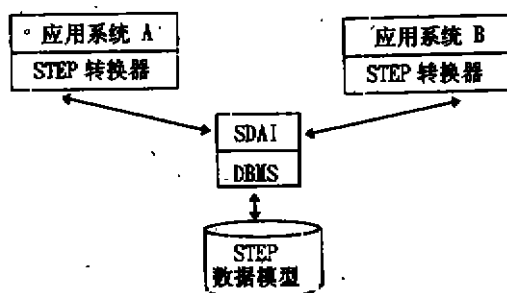


图 2

2.1.3 功能共享 这是一种扩充的“对话形式”的通信机制。有时,数据共享所需支持的系统环境可能非常复杂,因为一个应用系统可能要同时运行于多个不同类型的计算机上并且需要共享分布于多个应用系统里的 DBMS 中的数据。另一方面,应用系统共享分布在不同系统中的数据而无需考虑基本的实现细节的功能也正变得越来越重要。因此, PDT 采用功能共享的通信机制以满足上述需要。其基本思想是:将 N 个应用系统中的 X 个应用系统当作为服务器系统,余下的当作为客户机系统,共享的数据分布式地存储在这些服务器系统中(如图 3)。与数据共享机制相比较,这些服务器系统增加了先

进的数据操作功能(比如智能操作)。

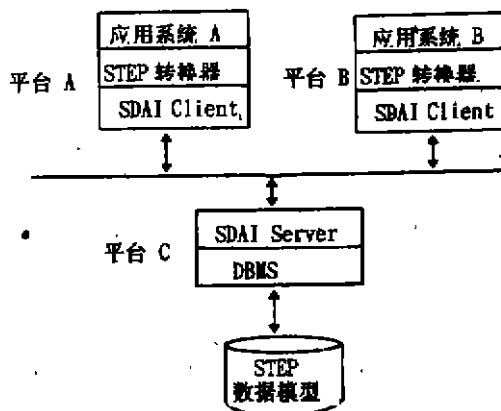


图 3

2.2 通信语言

PDT 的通信语言实际上就是一种描述产品数据和过程的模型。产品数据和过程模型(PDPM)描述了与某一主题密切相关的数据含义和结构,它不但能够用于应用系统集成化的实现,而且也可以用于对通信内容的定义。这样的模型的实现可以使得各个应用系统之间的通信变得更加有意义。

PDT 的通信语言可以分为两大类:通用通信语言和专用通信语言。前者用来描述不同工程或工业领域中通用的产品数据和过程,而专用通信语言用来描述各个特定的工程应用领域(例如机械工程、造船业、加工业等等)中的产品数据和过程。二者的关系可以如图 4 所示。相应地,STEP 标准中描述产品数据和过程的模型也分为两大类:一种是 STEP 集成资源中所描述的通用的产品数据和过程模型,另一种是 STEP 应用解释模型(AIM)所描述的几个特定工程应用领域中的产品数据和过程模型。

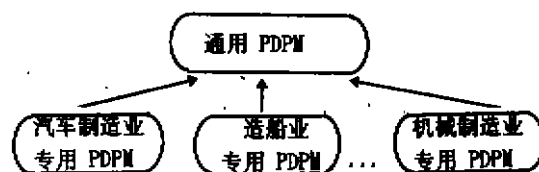


图 4

2.3 通信协议

PDT 的通信协议,一般地说,就是指产品数据通信的预先定义的范围及其通信相关的内容。对于通信双方来说,“握手”(handshaking)是必要的,这就为一个有效的通信设置了通信的范围和内容。同

时,双方也要就通信所用的语言达成一致。

在 STEP 标准中,其应用协议包含有产品数据通信的预先定义的范围及其通信内容。每一个 STEP 应用协议由应用活动模型(AAM)、应用参考模型(ARM)和应用解释模型(AIM)三个部分组成。但是,现有的 STEP 标准还不支持通信内容层上的“握手”。EDIFACT 标准(主要用于处理商业方面的数据)在这一方面则有很大的进步。EDIFACT 标准的信息预先定义了其通信范畴,并且 EDIFACT 标准支持过程间的交互以及通信内容层上的“握手”。

2.4 教育和大众化协议

这里所谓的教育协议是指有某一领域的专家用其专业知识术语来教授该领域的外行;而大众化协议则指专家和外行使用共同的语言在同一知识层上进行交流(实际上专家采用外行的语言),二者关系如图 5。

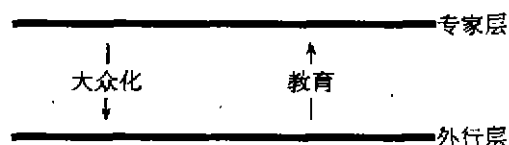


图 5

教育和大众化协议对 PDT 的实现有着重要的作用。目前,实现这种机制主要是通过计算机应用系统之间建立转换器,这些转换器负责将具有不同功能特性的系统中的数据转换成所需要的格式。

但是,现有的 STEP 标准还没有实现这种机制,还只限于用来支持具有相同数据表示(即同一知识层)的应用系统之间的通信。然而,不同知识层(或者说不同功能层)之间的产品数据表示的转换又是 PDT 实现的重要因素,因为在任何一个企业内部所用的各个应用系统确实存在许多不同的功能特性。

3 PDT 的应用

PDT 现正广泛地应用于机械制造业、飞机制造业、汽车制造业、造船业、航天业和建筑工程等领域。利用 PDT,可以解决工程应用领域中信息管理的四个主要问题:及时通信问题、信息的共享与反馈问题(也称信息集成问题)、异构的系统环境问题以及信息的访问与检索问题。

3.1 及时通信问题

各个终端用户应用系统之间信息的及时通信对提高信息的质量以及实现并行工程是至关重要的。传统的应用系统间通信方式由于各个应用系统中的产品数据是相互独立、非集成化的,使得其产品数据通信既费时间又易出错。

目前,一个较为流行的 PDT 解决方法是采用基于面向对象的 Client/Server 结构的 CORBA(Com-

mon Object Request Broker Architecture)。该结构与一般的 Client/Server 机制不同的是,它支持更高层的集成并且可隐蔽掉应用系统中不必要的实现细节。另外,它也支持与请求方相关的数据控制访问和传送,从而实现信息的及时通信。

3.2 信息集成问题

当今,难以实现信息集成主要表现在两个方面:一方面是工程领域应用系统所需描述的数据极其庞大,并且其中的一些数据往往出现冗余。另一方面应用系统必须考虑到信息项的诸多方面,因为在实际应用中用户往往对同一产品的多方面信息(包括产品的功能、技术、管理以及运作等方面的信息)感兴趣。然而这些不同方面的信息可能相互之间又依赖紧密,因此,产品模型必须能够识别其逻辑依赖。针对上述情况,PDT 提出了集成化的产品模型概念(也称为全局产品数据模型),该模型应包含有产品的质量、材料、技术、管理、功能及其特性等方面的数据。集成化的产品模型的建立促进了信息的及时反馈从而提高产品的生产率。

3.3 异构的系统环境问题

实现各个应用系统间的有效通信的一种办法可能是各用户系统采用同一的软件、操作系统和硬件。这种“单一”的系统似乎对集成化和一致的信息库的实现是可选的,但是不支持局部优化,即存在异构的系统环境问题。这样,终端用户系统就必须支持产品数据模型中与其无关的那些部分。利用统一规范的产品数据交换标准(如 STEP 标准)可以解决这个问题。

3.4 信息的访问与检索问题

在产品模型方法中,假设终端用户系统可以访问到有关一产品的所有准确、非冗余的数据。但是,即使这样,仍然存在一个问题,即终端用户系统难以发现所存信息的类型、信息的位置以及信息的当前状态,而对产品模型信息进行有选择的检索和访问是不同的应用系统之间实现有意义的信息交换与共享的一个必要条件。PDT 采用 STEP 标准建立可视化系统来实现信息的访问与检索。一个有效的可视化系统往往由浏览模块、可视模块和呈现模块三个部分组成的;其中,呈现模块负责处理 STEP 的物理文件,并产生一个用户定义的描述表。可视化系统使用户对任何与一产品相关的信息有所全面直观的了解,从而为用户进行信息选择和检索提供了极大的方便。浏览模块就是负责为用户提供这样的方便。

4 PDT 的发展现状

在过去几年里,PDT 得到了迅速的发展。国际性研究在 PDT 领域里,尤其在产品定义、产品通信、

系统集成化和合作等方面取得新的进展。这些研究对于许多制造业中应用系统软件的集成化实现都是非常有意义的。

4.1 STEP

STEP 标准不久前被正式接受为国际标准,其目的是为了在整个产品生命周期内产品数据的交换和共享提供一种中性机制。它所用的产品描述方法与以前的数据交换(比如 IGES, SET)是根本不同的。这主要表现在以下几方面:

(1)STEP 中的产品模型,也称为产品的概念信息模型,是描述在获取形式化模型元素的含义的语义层上的,而不仅仅采用语法协定的方法。

(2)STEP 中的产品描述由其建模语言 EXPRESS 并根据一种公理性的建模方法实现的。这种建模方法引入了“池”的概念。池是由应用上相互独立的基本的模型元素(即 STEP 资源)组成的。这样,利用 STEP 资源,所有应用上特定的、高层次的概念都可以通过合理的映射来完成描述。在同一资源池中的产品模型的建立是最终某一特定工业领域的应用信息模型实现一致性和相互可操作性的必要前提。

(3)由 EXPRESS 建模语言所描述的概念产品模型构成了模式。STEP 中的产品模型世界是所有标准化的、部分独立的模式的总和。

(4)STEP 中的产品模型数据实例通过 STEP 中的物理文件或者标准数据访问界面(SDAI)来实现数据交换和共享的选择。这样,STEP 就可以实现作为一种数据交换和共享的中性介质。

(5)STEP 中的产品模型是根据概念模型来解释和核实过来的,并且可以转换为任何其他用户所需的数据格式。这些任务由 STEP 处理器完成。

STEP 标准在工程领域中已得到了成功的应用。例如,美国的波音公司与其波音 777 工程的发动机制造厂利用 STEP 标准实现了实体几何数据的相互通信;浙江大学人工智能所与航天部 CAD/CAM 中心共同开发的 GS-ICCC 系统(基于全局产品数据模型的 CAD/CAPP/CAM 集成化系统,国家 863 项目)也成功地利用 STEP 标准来建立其全局产品数据模型。

但是,目前的 STEP 标准仍然存在不少技术和非技术上的缺陷,这包括 STEP 中的标准化资源(尤其是更加通用的产品数据模型)以及实现工具的缺乏。

4.2 PISA

计算机集成制造和工程(CIME)应用系统的信息平台 PISA(ESPRIT project 6876)是由欧洲的八个公司联合开发的。其目的有三点:(1)为集成化系统工程和产品数据模型提供一套方法;(2)为 CIME

工程的信息共享开发一平台;(3)论证具体技术在工业实践中的应用。

PISA 方法及其平台的开发都是基于 STEP 标准上的。PISA 对 STEP 标准进行了可兼容的扩展和改进。PISA 方法支持 CIME 应用系统的开发和集成,也支持不同应用领域中各个抽象层模型的并行开发和集成。PISA 集成化建模方法基于信息模型的分层结构之上,并且为一般的可再使用的模式及其实现定义了一个基本框架;它支持一致性的产品模型生命周期策略,并且将整个产品模型生命周期分为需求分析、需求规范、设计规范、实现规范、实现和执行等六个阶段。每个阶段都有各自的语言。基于 STEP 标准的 EXPRESS 建模语言,PISA 开发了两个建模语言:EXPRESS-R(用于需求建模)和 EXPRESS-C(用于概念建模),二者与 EXPRESS 语言是兼容的;但是它们支持信息的动态、行为的建模。PISA 综合 OMG(Object Management Group)的一般对象请求代理结构 CORBA 和 STEP 标准的 SDAI 技术,开发了一个称为集成服务机构的系统,使得用户可以通过其平台和 DBMS 共享产品和过程数据而无需考虑数据的具体存放位置和格式。

结束语 PDT 的长远发展潜力将是非常广阔的。今后的 PDT 发展将导致这样几个目标的实现:(1)机构内部中不同的应用系统(即不同的 PDT 系统)的中性数据交换;(2)客户机和服务器之间的中性数据交换(即对信息查询和检索的快速反应);(3)产品数据的长期档案管理;(4)灵活的移植方针;(5)开放系统中产品模型的全球网络通信;(6)智能系统的建模平台。

同时,PDT 作为一种新技术,要真正实现其目标,还必须要有稳定的标准(如 STEP 标准仍需要继续完善)以及与其它相关标准的协调、成熟的软件工具、完整的应用协议和自动机支持等等。

参考文献

- [1]G. Staub et al., ISA Information Modelling Language-Express-c, ISO TC184/SC4/WG5 N202, October 1994
- [2]Product Data Representation and Exchange, Overview, ISO IS 103031, Intl. Organisation for Standardisation, 1993
- [3]H. Mason, Product Data Technology-the First STEP, European Product Data Technology Days'95, 1995
- [4]J. Halbert, PISA Integration Services, An Infrastructure for Product Data Sharing and Exchange, Same to [3]
- [5]W. Gienlingh, ESPRIT project 6876 PISA, Platform for Information Sharing by CIME applications Overview, Same to [3]
- [6]P. R. Wilson, PDES STEP's Forword, IEEE Computer Graphics and Applications, 9(2), 1989