

大型分布式应用环境中的公共数据交换系统*

刘鹏娟¹, 冯建华²

(1. 厦门市巨龙软件工程有限公司, 福建 厦门 361006; 2. 清华大学 计算机系, 北京 100084)

摘要: 提出了公共数据交换系统 (Public Data Exchange System, PDES), 旨在为同属于一个大型机构, 物理上却分离的异构、异型、异地的应用提供透明的信息交换机制。着重阐述公共数据交换系统的应用背景、体系结构以及大型分布式环境下的应用举例, 并对公共数据交换系统的实施原则进行阐述。

关键词: 公共数据交换系统; 集成; 信息交换; 分布式应用环境

中图法分类号: TP392 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2004)08-0036-03

Public Data Exchange System in a Large-scale Distributed Application Environment

LIU Li-juan¹, FENG Jian-hua²

(1. Xiamen Dragonsoft Engineering Co. Ltd., Xiamen Fujian 361006, China; 2. Dept. of Computer Science, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Brings forward a new idea about integrating applications and information in distributed application environment with, Public Data Exchange System (PDES) aims at enabling the applications that belong to one large company or organization to exchange information transparently have different network connections, and work on different operating systems, with different hardware architectures and in different application environments. Discusses the problems to be solved by PDES. After that, the architecture of PDES is discussed and the design of PDES for a nationwide organization is given as an example. Finally gives the implementation strategy of PDES.

Key words: Public Data Exchange System (PDES); Integration; Information Exchange; Distributed Application Environment

随着应用的规模越来越大, 应用处理数据量的越来越多, 人们对分布式应用环境下应用间快速、简易而且安全的数据交换的需求越来越迫切。对全国性或者全球性的机构或者企业, 这种需求更为迫切。这类分布式应用普遍面临着如下亟待解决的问题:

- (1) 如何实现应用间简易而且高效的数据交换。
- (2) 如何有效地管理和监控应用间的数据交换。
- (3) 如何用简单的方法把新应用纳入已有的应用体系。
- (4) 如果一个应用的功能、运行环境或者运行地点发生改变, 如何通过有效的机制, 降低这些变化对其他相关应用的影响, 甚至使这些变化变得透明。

CORBA, DCOM, JavaBeans, EJB 等均是在分布式环境中支持应用间数据交换与协同工作的产品或者标准。一些数据网关产品在异构平台的数据库系统间也起到数据交换的作用。但是这些产品中没有一个能很好地解决上面提及的问题。也就是说, 为异构、异型、异地的应用提供透明的信息交换机制尚有许多研究工作要做。

1 公共数据交换系统

在大型分布式应用环境中, 公共数据交换系统起着为各个应用传递数据的信息交换通道的作用。当一个应用要与另一个应用交换数据时, 它首先向公共数据交换系统发出数据交换

请求, 由公共数据交换系统进行路由, 找到目标应用, 并在目标应用与源应用之间建立一个信息交换的通道。在信息交换通道的连接建立之后, 这两个应用就通过公共数据交换系统, 用它们各自的协议交换信息。公共数据交换系统应用间提供了一条虚拟信息交换通道, 如图 1 所示。



图 1 应用示意图

从应用的角度看, 公共数据交换系统是分布式应用环境下唯一起着数据交换作用的系统, 采用这种机制的好处在于:

(1) 当要进行应用间数据交换的时候, 应用只需知道公共数据交换系统, 无须关心真正与它进行数据交换的地理位置、运行的操作系统等是怎样的。这样, 对于大型分布式应用而言, 许多复杂的工作就被简化了。

(2) 采用公共数据交换系统进行应用间的数据交换后, 应用间信息交换的工作得到了简化。寻找目标应用、监控信息交换状况等复杂的事情, 都交由公共数据交换系统完成了, 对应用而言, 它们面对的对象只有公共数据交换系统, 数据交换的工作就变得简单了。

从管理的角度看, 交换系统将为一个跨地域的应用系统 (又称纵向同类系统) 之间、为同一地域不同应用系统 (又称横向同类系统)、为不同地域不同应用系统之间数据交换提供统一和集中的数据交换服务。

从技术的角度看, 交换系统将为各类应用系统提供屏蔽网络、操作系统和数据库差异的、透明的数据交换, 并大大简化各

个应用系统之间互访的难度,如图 2 所示。

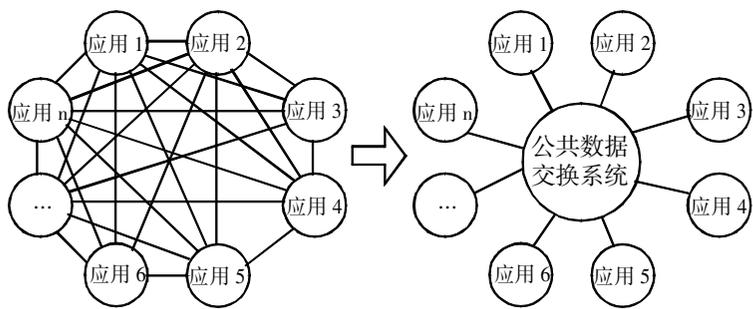


图 2 公共数据交换系统的作用示意图

1.1 公共数据交换系统的工作原理

公共数据交换系统本身就是一个大型分布式系统,它的工作方式类似于网络上的路由系统和因特网上的域名服务系统 DNS。公共数据交换系统由许多节点组成,每一个节点担任着路由器或者 DNS 服务器的角色。当公共数据交换系统接收到来自其他应用的数据交换请求时,它就开始分析请求。如果接收到请求的节点能找到目标应用,它就直接将这个请求转发给目标应用,路由过程就此结束。否则,它把请求转发给另外一个节点,由这个节点继续处理数据交换请求。这个节点间请求转发的过程会一直持续到找到目标应用为止。

在整个路由的过程中,公共数据交换系统中的每一个节点相当于网络中的路由器。首先,公共数据交换系统是一个纯粹的分布式系统,也就是说,系统中的每个节点都是平等的,一个节点控制其他节点的情况是不存在的,这非常类似于网络中的路由系统。其次,整个分布式应用环境的全部数据是分散存放的,每个节点只知道部分数据、应用以及应用与数据之间关系。这里的数据包含两层含义:数据的含义和数据物理存储。应用也包含两层含义:应用所具有的功能及应用所处的位置。应用与数据之间的关系是指应用所能提供的特殊数据类型。总之,一个节点无法覆盖整个复杂分布式系统的全貌。如果一个节点接到请求,并分析出哪个应用可以处理这个请求,那它就把这个请求转发给目标应用,否则,它将根据自己分析判断的结果,把这个请求转发给它认为有能力处理这个请求的节点。

从另一个角度看,公共数据交换节点也类似于 DNS 系统中的域名服务器。每一个节点都拥有把数据请求映射到目标应用的知识,就像一个 DNS 服务器能把 DNS 名映射成 IP 地址一样。当不知道该把请求发送给哪个目标应用的时候,公共数据交换节点就把请求转发给其他合适的节点,由这个节点继续完成目标应用的寻找过程。其原理图如图 3 所示。

1.2 公共数据交换节点的架构

本节对公共数据交换节点的结构进行描述。首先描述节点内部的层次结构,其次描述节点体系结构。

1.2.1 公共数据交换节点内部的层次结构

如图 4 所示,公共数据交换节点分为接口层、交换核心层、中间件层、交换管理层四个层次,它介于系统平台(操作系统与网络)和业务应用(应用系统)之间。其中,接口层的主要任务是为数据在应用系统和交换系统之间传递提供各种形式的接口。它由应用接口模块和节点接口模块组成。交换核心层负责提供标准化的数据传输规范,屏蔽网络环境、操作系统和数据形式的差异,实现构架不同的系统

之间的数据传输。由于公共数据交换系统要保证大批量数据的稳定和安全的传输,所以在节点内部还有一个中间件层,该中间件层由成熟、稳定的异步通信中间件构成,负责稳定、可靠的数据传输。交换管理层则负责对交换节点内部其他各层进行配置和监控。

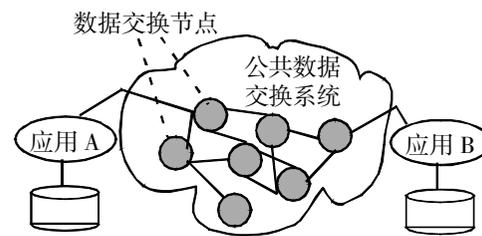


图 3 公共数据交换系统的工作原理图



图 4 公共数据交换节点内部的层次结构

1.2.2 公共数据交换节点的模块组成

公共数据交换系统提供两种接口:应用与公共数据交换节点之间的接口(Application Interface, AI);数据交换节点之间的接口(eXchange Interface, XI)。当一个数据交换节点接收来自应用的数据包时,则给这个数据包加上一个 AI 包头,当要将数据包发送给目标应用时,则去除加载在数据包上的包头,这里的包头包括 AI 和 XI 包头。同样,当一个数据交换节点接收到来自于其他数据交换节点的数据包,则给这个数据包加上一个 XI 包头,当要将数据包转发给其他数据交换节点时,则去除加载在数据包上的 XI 或者 AI 包头。

数据交换节点收到数据包后,进行分析,根据分析的结果,把请求转发给目标应用或者异地数据交换节点。

数据交换节点的目标是找到能处理数据包的目标应用,并把数据包传递给目标应用。至于这两个应用之间的信息交换规则不是公共数据交换系统所关心的。

从功能实现的角度看,一个公共数据交换节点(图 5)由以下模块和队列组成:应用接口模块、节点接口模块、数据交换模块、本地应用接收队列、转发本地应用队列、转发异地节点队列、接收异地节点队列。

公共数据交换节点内部有一组应用接口模块和转发本地应用队列,这些应用接口模块与转发本地应用队列与本节点所连接的应用系统一一对应,即如果一个公共数据交换节点与本地 N 个应用系统连接,该节点内部则有 N 个应用接口模块和转发本地应用队列与这 N 个应用系统一一对应。同样,如果一个公共数据交换节点与多个异地数据交换节点直连,则该节点内部就有多个节点接口模块与转发异地队列,这些节点接口模块和转发异地队列与本节点所直连的异地节点一一对应。

公共数据交换节点内部还有一个本地应用接收队列,所有通过应用接口模块接收来自于应用的数据包,都存放在这个队列中,等待数据交换模块的处理。同样,公共数据交换节点内部还有一个接收异地队列,所有通过节点接口模块接收来自于异地节点的数据包,都存放在这个队列中,等待数据交换模块的处理。

应用接口模块接收来自于应用的数据包,首先对数据体进行 AI 包头加载,然后把加载了 AI 包头的数据包放入“本地应用接收队列”。

节点接口模块接收来自于异地节点的数据包,首先对数据体进行 XI 包头加载,然后把加载了 XI 包头的数据包放入“异

地接收队列”。

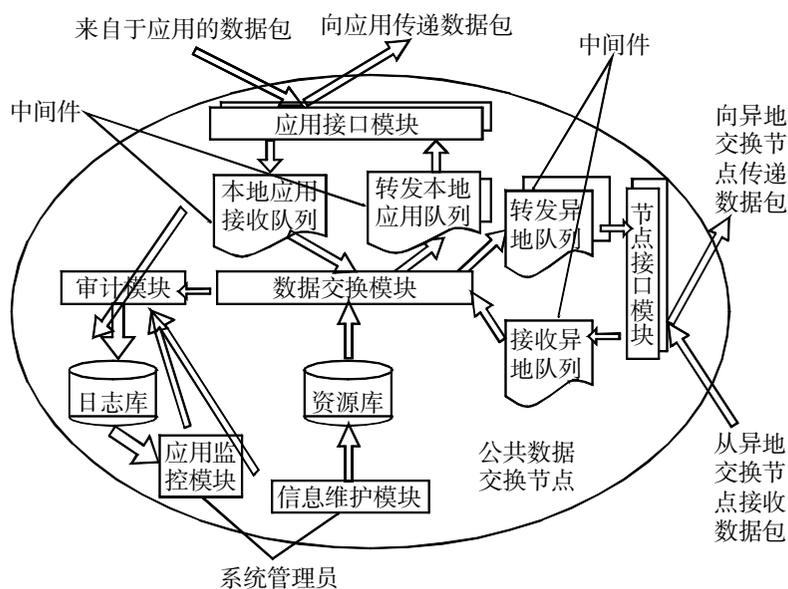


图5 公共数据交换节点体系结构

数据交换模块是公共数据交换节点的核心模块。它从“本地应用接收队列”提取待处理的数据包后，从资源库中查找目标应用的地址。如果目标应用的地址找到了，这个数据包则转发到目标应用所对应的“转发本地应用队列”中，由目标应用对应的应用接口模块对该数据包解除包头后发送给目标应用，如果数据交换模块无法找到目标应用的地址，则把这个数据包放到“转发异地队列”中，由节点接口模块解除包头后转发给异地节点。同样，数据交换模块从“异地接收队列”提取待处理的数据包后，从资源库中查找目标应用的地址。如果目标应用的地址找到了，这个数据包则转发到目标应用所对应的“转发本地应用队列”中，由目标应用对应的应用接口模块对该数据包去除 XI 包头，并发送给目标应用，如果数据交换模块无法找到目标应用的地址，则把这个数据包放到“转发异地队列”中，由节点接口模块解除包头后转发给异地节点。

信息获取模块还维护着一个资源库，这个资源库中存储着如下信息：

(1) 本节点的信息。本节点的逻辑表示、物理表示(数据交换进程监听端口号、发送异地进程监听端口号等)。

(2) 线路资源信息。存放本节点连接的所有异地节点的线路资源信息，包含下一节点逻辑表示、物理表示(IP 地址、队列管理器的 CCSID 号、优先级、目标队列名称、线路类别、拨号码队列等)。

(3) 路由信息。存放本节点能送达的所有目的地的交换路径。包括目的地逻辑表示、经由本节点的下一节点逻辑表示。

(4) 应用资源信息。存放本节点连接的所有应用的信息。包含应用的逻辑表示、应用的物理表示两类信息。

从管理的角度看，一个公共数据交换节点还包括信息维护模块、交换监控模块和审计模块。

信息维护模块负责实时更新节点中资源库的各类信息。由于应用间的消息交换都必须通过公共数据交换系统，所以，每一个节点内资源库的信息必须是实时更新的。因而，一旦一个应用的地理位置、应用环境或者其他可能影响应用间数据交换的配置信息改变了，这些改变就要及时地反映到公共数据交换系统所维护的资源库中。信息维护模块给系统管理员提供交互式的接口，供系统管理员及时地更新上述信息。除此之

外，信息维护模块还提供一些配置信息自动更新的机制，以便在很少的人工干预情况下，自动完成配置信息的更新。

要构建一个健壮的公共数据交换系统，还需要一些审计和监控功能。审计模块从节点的其他模块处收集信息，并把这些信息记录到日志数据库中。应用监控模块通过日志数据库，监控节点上已经发生或正在发生的事件，并根据一些分析或统计的结果，优化公共数据交换系统的操作。

除了功能模块外，节点还有一些请求交换所必需的数据库，其中最重要的是资源库和日志数据库。资源库记录了应用、节点、路由、线路以及它们之间关系的信息。审计模块的审计信息都存储在日志数据库中，以备将来监控和分析之用。

数据交换模块可能还要维护一个知识数据库，图 5 中没有体现出这个知识数据库。知识数据库中存储着有关如何进行路由分析，如何进行数据包传递的各种知识模型。知识模型的好坏与对应用背景的理解深度有很大的关系。众所周知，不同机构的知识模型是完全不同的。

2 公共数据交换系统的实例

正如一个计算机网络，对不同的请求，公共数据交换系统提供不同的协议。公共数据交换系统中节点采用哪一种分布模式受多个方面的影响，如应用的分布状况、应用间数据交换的类型以及频度等。下面实例中的节点分布模式适用于大型政府机构。

图 6 是公共数据交换系统的分布模式，它呈树型结构，与大型政府机构的三级管理体系一致。

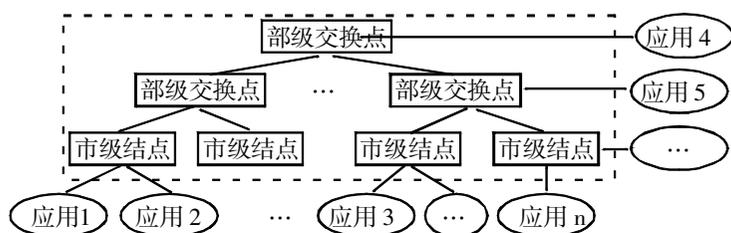


图6 公共数据交换系统分布举例

(1) 部级交换节点位于部级的信息中心，它连接各省级交换节点和部内各处室的业务系统，负责部内各处室应用系统之间的数据交换，以及各省应用系统的省间数据交换。

(2) 省级交换节点向上连接部级交换节点，向下连接本省内各市级交换节点，以及省厅内各业务处室，负责省厅内各处室应用系统之间的数据交换、省内各地市之间的数据交换，并向部级中心节点转发本省向外省或者公安部应用发出的数据交换请求。省级交换节点之间还可以直连。

(3) 地市级交换节点向上连接省级交换节点，向下连接本地市局内各业务处室的应用系统，负责本市内各处室应用系统之间的数据交换，并向省级节点转发本市向外地的数据交换请求。属于同一个省份内的地市级交换节点之间还可以直连。

(4) 客户连接节点是安装在应用程序端的应用程序，它作为应用系统与公共数据交换系统的接口，相当于公共数据交换节点中的应用接口，只有简单的收发功能，不支持数据的转发。它一方面将应用系统的数据交换请求发送给最近的交换节点；另一方面将来自交换系统节点的数据发送给应用系统。

一个应用可以出于地理便利或者商业便利的角度考虑，连接到国家级节点，或者省级节点，或者城市级节点上。(下转第 42 页)

故障。所以一般在 VPAMS 实时控制的过程中通过相关传感器信号及一些经验数据间接地诊断某一执行机构是否发生故障。具体方法是:当 ECU 发出对某一电磁阀的开/关指令后,若经过一段时间(具体值可由执行机构正常工作时的试验确定),通过被控对象的相关传感器信号上反映出的变化未达到正常工作时该传感器信号的变化量,即可判定该电磁阀发生故障。对于诊断后发现的故障,VPAMS 控制系统采用以下两类处理措施:

(1) 对失效信号或功能提供替代信号或替代功能,使车辆能够安全行驶到维修点进行维修。这主要针对传感器失效。

(2) 采用紧急模式。这是当系统无法提供替代信号或替代功能时启用。包括执行机构失效及无法提供替代信号或替代功能的传感器失效。在车辆正常行驶里程内,一般不允许执行机构发生故障。因为一旦发生故障将产生非常严重的后果。但实际上要完全避免执行机构故障也是不可能的,所以在 VPAMS 控制系统中也加入了执行机构发生故障后的处理措施。在紧急模式下,系统通过显示界面发出故障警告,只要不切断电源,即可由车载在线信息监测系统通过串行通信从 VPAMS ECU 中读取并解析故障代码供维修人员参考,达到快速排除故障的目的。

4 结束语

提出了以“五层”——“两库”(数据采集与处理接口层、通信接口层、决策调度层、协调层、驱动控制层、综合信息库及知识库)结构为主体、以人机界面、显示界面、其他电控单元、便

携式车载信息监测系统、换挡规律定制平台、专家经验等外部机制为支撑的 VPAMS 控制系统体系结构的总体框架,并成功的应用到 VPAMS 样车开发中,取得了良好效果。本文提出的体系结构框架,对于其他车辆电控系统的开发也具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 葛安林. 车辆自动变速理论与设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [2] 阴晓峰. 车辆动力传动自动操纵系统体系结构及支撑软件开发的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2002.
- [3] 阴晓峰, 葛安林, 等. 基于神经的发动机动态模型的研究[J]. 汽车工程, 2001, 23(3): 145-147, 151.
- [4] 李永军. 基于 CAN 总线的机械式自动变速器换挡综合控制研究[D]. 长春: 吉林工业大学, 1999.
- [5] 李焕松. 关于汽车动力传动系统自动操纵理论的研究[D]. 长春: 吉林工业大学, 1994.
- [6] 周之英. 现代软件工程(上)[M]. 北京: 科学技术出版社, 2000.

作者简介:

阴晓峰(1972-), 男, 四川内江人, 系统分析员, 副教授, 工学博士, 主要研究方向为车辆动力传动自动操纵理论与控制技术、嵌入式系统与人工智能应用、车用网络与通信系统、软件工程等; 谭晶星(1974-), 女, 工程师, 主要研究方向为车辆电子控制技术; 雷雨龙(1970-), 男, 副教授, 主要研究方向为车辆传动控制与优化; 葛安林(1936-), 男, 所长, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为车辆自动变速理论与控制技术。

(上接第 38 页)

3 公共数据交换系统的实施

用公共数据交换系统管理大型分布式应用环境中应用间的信息交换是信息集成的一种方法,也是当前的一个研究热点。正如网络基础设施、运输基础设施一样,公共数据交换系统是应用集成的基础设施。它为应用间信息交换提供灵活、快速和安全的消息交换通道。为了能够使公共数据交换系统提供可靠的服务,公共数据交换系统的实施必须遵从如下原则:

(1) 可靠性原则。公共数据交换节点必须具备容错机制,以确保所有连接到节点上的应用能通过公共数据交换系统和其他应用进行持续有效的信息交换。

(2) 实时信息更新机制。由于公共数据交换系统充当应用间信息交换的桥,那它必须为源应用提供一条到目标应用的正确路径。要获得一条正确的路径,就必须实时地维护公共数据交换系统中存储的信息。因此,公共数据交换系统中必须有一个确保信息及时准确更新的机制。

(3) 合适的架构。对不同的机构而言,其应用分布模式、信息交换的频率各不相同。因此,对不同的机构和用户,要针对它们各自的特点和需求,设计适合的公共数据交换系统结构。

4 结论

针对信息和应用集成的问题,本文提出了用公共数据交换

系统实现信息与应用集成的新方法。本文阐述了公共数据交换节点的体系架构及整个系统的运行机制。通过分析和举例,可以清楚地知道公共数据交换系统可应用在异构平台和分布式环境中。同时,公共数据交换系统是一个开放的系统,当一个新的应用要加入原有的应用体系时,只需要进行微小的改动。因此从长远来看,公共数据交换系统是信息和应用集成的发展方向。

参考文献:

- [1] John J Hartman, et al. Joust: A Platform for Liquid Software[J]. Computer, 1999, (4): 50-56.
- [2] Mark Norris, et al. The BT Intranet: Information by Design[J]. Computer, 1999, (3): 59-66.
- [3] Wang Yun. The Technology and Application of CORBA[M]. Dongnan University Press, 1999.
- [4] Mary Shaw, David Garlan. Software Architecture[M]. Prentice Hall, 1996.
- [5] Gregory F Rogers. Framework-based Software Development in C++ [M]. Prentice Hall, 1997.
- [6] Bertrand Meyer, Eiffel Soft. On to Components[J]. Computer, 1999, (1): 139-143.

作者简介:

刘鹂娟,女,副总工程师,研究生,主要研究方向为大型分布式应用系统以及应用系统的集成;冯建华,男,副教授,主要研究方向为 WWW 环境下的信息处理与数据集成。