

大规模多数据库系统的互操作机制

Large Multidatabase System Interoperability Mechanism

李 贵 尹朝万

郑怀远

(中科院沈阳自动化所 沈阳110015)

(东北大学计算机系 沈阳110003)

摘 要 Sharing data among disparate databases has so far mostly been achieved through some form of ad-hoc schema integration. This approach becomes less tractable as the number of participating database increases. In this paper, we first present the primary problems to be resolved in large multidatabase systems and discuss the autonomy and heterogeneity of large multidatabase systems and then describe a coalition agent mechanism to implement large multidatabase systems interoperation.

关键词 Large multidatabase, Distributed object bus, Autonomous component, Domain coalition, Coalition Agent, Coalition services.

1 引言

实现多数据库互操作的复杂性大大取决于多数据库系统中成员数据库的数目。随着多数据库系统中成员数据库数目的增大,利用现有技术来解决互操作性问题愈加困难,甚至是不可能的。目前数据共享的需求在不断增长,需要提供一个世界范围内的可互操作的环境,以实现正在日益增长的自治和异构的成员数据库之间的信息共享。

多数据库系统、联邦数据库系统、命名系统和信息检索系统是四个相关的研究领域。在多数据库系统和联邦数据库系统中通过全局模式和联邦模式来实现数据共享,这种方法显然已不适用于大规模多数据库集成系统。在计算机系统的命名研究领域已解决了信息定位问题,但在大多数命名系统中的共享信息基本上是简单的和无结构化的,忽略了数据库的自治性和异构性。信息检索系统也是侧重于实际信息的定位,但主要是强调在集中式环境中。

在大规模多数据库系统环境中用户所面对的是成千上万的成员数据库,就连发现哪些成员数据库是他们感兴趣的都将是非常困难的,因此在大规模多数据库系统中建立一个统一全局模式和输入/输出模式非常困难,甚至是不可能的。下面提出了大规模多数据库系统中所面临的新问题。

●定位问题。包括了两个方面。首先每个成员数据库必须“知道”其他成员数据库的可用性及其内容,其次用户应该有什么办法来定位大规模多数据库系

统中的信息。实质上是成员数据库必须能定位其他成员数据库,用户也必须能定位包含其所关心信息的那些数据库。

●教育问题。也包括两个方面,即如何教育成员数据库了解其他成员数据库和如何教育用户了解其感兴趣的信息。每个成员数据库需要动态了解其他成员数据库的内容,并最终建立一条链接以包含感兴趣的相关内容。由于成员数据库的数目之大使得任何静态方法都不可行。另一方面也必须教育用户了解其感兴趣的内容。由于在大规模多数据库系统中所包含的信息量非常之大以至于用户无法精确地描述他们所要查找的信息。这些问题仍然是大规模多数据库系统中未能解决的问题。

●系统复杂性问题。数据共享是多数据库系统的一个主要目标,与之相关的主要问题是自治性和异构性。由于成员系统是独立进行设计和实现的,因此它们之间可能存在很大的差异。在一个小规模的多数据库环境中,可能以一种比较合理的开销来实现系统间的无缝集成以实现多库数据共享,但是随着成员数据库数目的增加,系统间的异构性和自治性问题将变得更加复杂,且数据共享的需求也会随之增长。

2 大规模多数据库系统中的自治性和异构性

2.1 成员系统的自治性

在一个大规模多数据库系统中成员系统应该保

持自治性,即各个成员系统中的信息资源通常是独立进行设计、管理与控制的。一般而言仅当成员系统的设计者保留了对该成员系统中信息资源的控制权时才愿意将该成员系统中的信息资源提供给其它成员系统所共享。因此如何理解大规模多数据库系统中成员系统的自治性并怎样解决之是非常重要的。多数据库系统中成员系统自治性应体现在如下几个方面:

(1)设计自治性:是指在一个大规模多数据库系统中具有设计自治性的成员系统有权选择自己对任何事情的设计,主要包括以下几个方面的内容:①有权设计由该成员系统所管理的数据;②有权选择该成员系统所使用的数据模型和查询语言;③有权对该成员系统中的数据项进行任意命名;④有权对该成员系统中数据的概念或语义作出自己的解释,这就加重了成员系统间的语义异构性问题;⑤有权对该成员系统所管理的数据施加任何约束,例如语义完整性约束和可串行化原则等;⑥有权选择该成员系统的功能;⑦有权设计该成员系统的实现,例如记录和文件结构、并发控制算法等;⑧有权决定该成员系统向其它成员系统提供何种类型的共享信息。

(2)通信自治性:是指成员系统有权决定是否和其它成员系统进行通信,有权决定它将向其它成员系统提供何种类型的信息和数据。具有通信自治性的模块应该有能力决定何时以及怎样来响应来自其它成员系统的信息请求。

(3)执行自治性:成员系统可独立执行局部操作,而不受来自外部操作请求的干扰,可独立决定外部操作请求的执行顺序。对于具有执行自治性的成员系统,其它成员系统不能强求该成员系统以某种顺序来执行它所提交的外部命令请求。具有执行自治性的成员系统可以终止或废弃不满足其局部约束条件的任何外部命令请求,它的局部操作逻辑上不受其它成员系统的影响。成员系统并不通知外部系统有关其局部操作的执行情况。成员系统主要是通过把外部请求和局部操作请求等同对待处理来保证成员系统的执行自治性。

(4)关联自治性:是指具有关联自治性的成员系统能够决定其是否提供它的功能(即它所支持的操作)和资源(即它所管理的信息)与其它成员系统进行共享,也能够决定究竟提供多少功能和资源给外部系统共享。具有关联自治性的成员系统有权决定何时加入或退出大规模多数据库系统而不受全局系统的任何约束和限制。

保持成员系统的自治性和数据共享的需求往往是相互矛盾的,因此在许多实际系统中并不一定支

持成员系统的所有自治性需求,有时也可以降低某些自治性的要求。而且,要保持模块的自治性则势必大大增加了成员系统间的语义异构性问题。

2.2 成员系统的异构性

在大规模多数据库系统中成员系统的异构性主要体现在如下几个层次上:

平台异构性:主要包括操作系统的异构性和网络异构性。

系统异构性:主要体现在数据模型的异构性,查询语言的异构性,事务管理,并发控制机制的异构性和查询优化方法的异构性等。

语义异构性:在大规模多数据库系统中,由于不同的局部数据库是独立进行设计和开发的,在各个局部数据库之间必然会产生各种语义冲突,即语义异构性,主要包括模式冲突(如命名冲突、类型冲突、关键字冲突、行为约束冲突、量纲冲突等),数据冲突(如数据不一致冲突、数据精度冲突、数据长度冲突、数据表示冲突等)和行为方法的异构性(方法名冲突、方法体冲突和调用参数冲突)。

应用系统的异构性:主要体现在开发环境和运行环境的不同,以及所使用的编程语言的不同。

3 基于分布对象总线的联盟代理机制

为实现大规模环境下的多数据库互操作,我们提出了一种基于分布对象总线的联盟代理机制。该机制的基本结构如图1所示,其主要构件为:分布对象总线(DOB),自治组件(AC),域联盟(DC)和联盟服务(CS)。

3.1 分布式对象总线

分布式对象技术是分布式计算和面向对象技术相结合的产物,是由高速、低价、宽带网来驱动的。电话公司和广域网供应商正在将整个星球用光纤连接起来。同时,PC机可运行更加商业化的多线程操作系统,如OS/2 Wrap和Windows95等。这意味着将有数百万的服务器通过洲际网以10倍于局域网的速度连接起来。但问题是现存的客户/服务器软件大都是为单服务器的局域网设计的,它不能在有数百万服务器和应用程序的宇宙网上协调工作。分布式对象技术能满足这种新的客户/服务器结构需求。对象技术将应用程序和不同的信息源分割成“智能型”部件,使其在新一代客户/服务器结构上协调运行,并使应用程序的结构依据网络结构而变化。分布式对象技术是面向对象技术和分布计算技术与广域网发展相结合的产物,其重要概念之一是组件(Component),组件是一种智能型的、独立于平台的、网络协

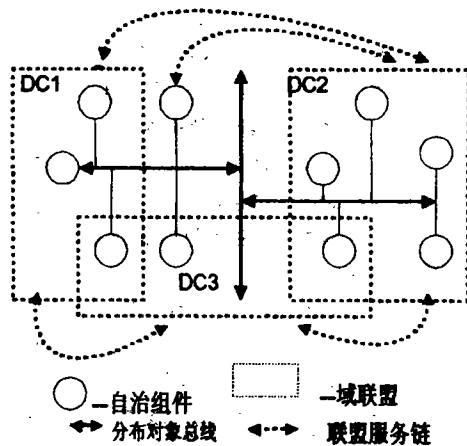


图1

议和语言的、可移植、可重用的程序。

分布式对象和组件技术将改变我们构造、开发、装配、分布化、版权管理等软件开发的各个阶段。组件将是装配、分布、维护的基本单位。组件生存在分布对象总线上，这种总线为组件提供各种服务。基于CORBA的分布式对象总线结构如图2所示。该种结构所提供的服务类型包括如下：

●对象请求代理 (Object Request Broker)，为系统中所有交互对象提供了一种通信集线器 (Communication Hub)，其功能类似于硬件总线，为所有对象的交互提供了一种透明的路径。

●对象服务 (Object Services)，提供一组标准的用于对象管理的基本服务功能，包括：对象的建立，对象的访问控制，对象的跟踪和对象参考等。为应用开发者在开发应用对象时提供一组基本的系统服务功能。

●公共设施 (Common Facilities)，面向用户的一组通用工具，包括：组合文档管理，数据库的访问，文件打印和分布环境的时间同步等。

●应用对象 (Application Object)，完成指定功能的一组对象，应用对象可以嵌套构成，即可以由基本的应用对象和公共设施构成复杂的应用对象。

3.2 自治组件

在大规模多数据库环境中具有独立的信息定位功能、保持高度信息自治性的成员系统称之为自治组件。

在一个大规模多数据库系统中可能存在各种各样的异构信息源管理系统，尽管分布式对象总线技术为组件之间的互连与互操作提供了可能，但由于组件本身的异构性决定了不能直接通过对象总线来使用这种组件所提供的信息与服务，必须采用面向

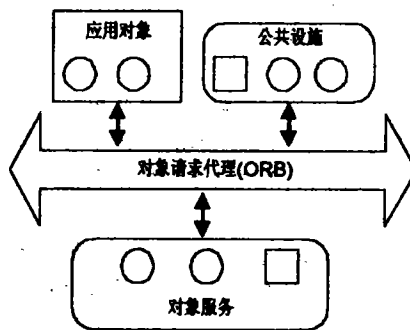


图2

对象技术将不同的组件模型化为对象。因此一个自治组件应该包括四个主要的功能模块：自治组件对象代理服务器、自治组件对象适配器、信息源管理系统和联盟服务和约数据库 CODB。自治组件对象代理服务器的主要功能是将公共对象服务请求（包括用户请求和远程请求）根据 CODB 数据库中的描述信息确定由哪个自治组件或由哪个域联盟来完成该服务请求（解决大规模多数据库系统中的信息定位问题），如果可以由本自治组件来响应，则该服务器还要将这个公共对象服务请求交给自治组件对象适配器，对象适配器将公共对象服务请求翻译为本地信息源管理系统所支持的信息请求格式，并提交给本地信息源管理系统执行之，最后将执行结果返回给用户；如果该公共服务请求不能由本地自治组件来完成，则要查找 CODB 中的信息描述，以确定谁能完成该公共服务请求，并将这个公共服务请求转发给相应的自治组件或域联盟，否则将给请求用户报告错误信息。自治组件对象代理服务器还将提供多数据库事务管理和并发控制等功能。信息源管理系统主要是管理、维护并操作局部信息源中的信息，它可以是各种异构的数据库管理系统，如面向对象的数据库管理系统、关系数据库管理系统、网状数据库管理系统和层次数据库管理系统等，它还可以是文件管理系统、决策支持系统和基于知识的专家系统等。CODB 数据库中存储的是该自治组件与其它自治组件或其它域联盟之间所共享的信息描述，即联盟服务和约，包括输入和输出描述两大部分。

自治组件既可以加入域联盟，也可以直接加入联盟服务层，与其它自治组件或域联盟之间直接进行信息交换。

3.3 分布自治组件的域联盟

在一个大规模多数据源环境下,我们将不同的数据源看作不同的分布式自治组件,并将信息类型和地理位置相互关联的分布式自治组件划分为一个域联盟(Domain Coalition)。换言之,域联盟表示共享某一信息类型或地理位置相近的一组数据库之间的一种协作关系。这种协作关系是通过联盟和约来描述的,联盟和约是由自治组件的代理服务器管理并存储在 CODB 里。与域联盟非常相近的一个概念是 Internet 网络。Internet 是一个由若干个相互连接的子网络所构成的全球计算机网络。子网络通常是在一定的地理范围内为满足某种特定的目标而建立的。尽管所有的子网络(相当于域联盟)提供的几乎是相同的信息(在大规模多数据库集成系统中各个域联盟所提供的信息是各不相同的),但提供一个互操作环境以便于用户进行信息交换的观点是一致的。在每个子网络之内的不同节点必须遵循一组通信协议,不同子网络可能具有不同的通信协议(存在异构性)。但是所有的子网之间必须遵循一组公共的标准协议(比如 TCP/IP),以便实现子网之间的信息交互(相当于联盟服务)。

3.4 联盟服务

联盟服务是在域联盟的基础上,以比较小的代价(这里的代价是指传送信息量的大小)实现多数据库系统信息共享的一种松散耦合方式,联盟服务包括如下三种类型:(1)域联盟和域联盟之间的信息交互服务;(2)域联盟与分布自治组件之间的信息交互服务;(3)分布自治组件与分布自治组件之间的信息交换服务。

在域联盟(分布自治组件)与域联盟(分布自治组件)之间实现信息交换服务的一种手段是“服务链”,实质上服务链是将一个分布自治组件(域联盟)松散地连接到另一个分布自治组件(域联盟)中的一种手段。分布自治组件(域联盟)可以有选择地加入与其它分布自治组件(域联盟)进行信息交换服务的服务链中,也有权退出这种服务链,这就保证了分布自治组件(域联盟)的关联自治性。为了执行这种服务必须提供分布自治组件(域联盟)之间共享信息的描述,具体地讲,对于一个分布自治组件(域联盟)而言,应该描述它将提供给其它分布自治组件(域联盟)哪些共享信息,即它能给哪些分布自治组件(域联盟)提供什么类型的信息服务,这种描述称之为服务描述,也称之为输出描述。除了要提供服务描述以外,还应提供该分布自治组件(域联盟)能够得到哪些分布自治组件(域联盟)的服务,这种描述称之为连接描述,也称之为输入描述。有关服务描述和连接描述是通过自治组件的联盟和约实现的并被保存在

自治组件的 CODB 数据库中。

联盟和服务链是实现大规模多数据库环境下不同层次信息共享的两种机制,两者的主要区别在于:一、域联盟是以一种紧密耦合方式实现某些成员数据库系统之间的高度信息共享,而联盟服务是以一种松散耦合方式实现不同实体(包括分布自治组件和域联盟)之间的轻度信息共享;二、域联盟可以包括任意个分布自治组件(成员数据库系统),而服务链只能包含两个实体(自治组件或域联盟);三、域联盟中的成员数据库必须共享一定的信息类型,而在服务链中信息的交换是有向性的,即服务成员要么是提供者要么是消费者,在同一时刻不能既是提供者又是消费者;四、位置的相近性在联盟的构成中是一个很重要的因素,而在服务链中就不怎么考虑位置的相近性。

结论 目前随着 Internet 网络技术、信息检索技术和决策支持技术等一大批大规模多数据库系统应用技术的迅速发展,大规模多数据库集成技术的研究将成为且正在成为一个重要的数据库研究领域。本文根据大规模多数据库系统的新特点、新问题,即信息定位问题、训导问题和由自治性和异构性所带来的系统复杂性问题,提出了一种实现大规模多数据源系统之间互操作的联盟代理机制。该机制由自治组件、分布对象总线、域联盟和联盟服务四个层次构成,并通过分层机制来控制大规模的复杂性,解决多数据源不同层次的异构性问题。

参考文献

- [1] A. Bouguettqyq, Large multidatabase; beyond federation and global schema integrating, in Proc. of the Fifth Australasian Database Conference, ed. R. Sacks-Davis. pp. 258-273, Global Publications Service, Christchurch, New Zealand, Jan. 1994
- [2] A. Bouguettqyq and R. King, Large multidatabase; issues and directions, in IFIP DS-5 Semantics of interoperable Database Systems, ed. D. K. Hsiao, E. J. Neuhold, and R. Sacks-Davis, Elsevier Publishers, Lorne, Victoria, Australia, 1993
- [3] A. Bouguettqyq et al., Implementation of Interoperability in Large Multidatabases, Third Intl. Workshop on Research Issues on Data Eng. Interoperability on Mutidatabase Systems, Kyoyo, Japan, IEE Computer Press, 1991
- [4] A. Bouguettqyq and S. Milliner, Co-database Approach to Database Interoperability, IEICE TRANS. INF. & SYST., Vol. E78-D, No. 11, 1995
- [5] A. Bouguettqyq, M. Papazoglou, On building a hyper-distributed database, Information Systems 20(7)1995