分布式数据库设计导论

陈建荣　严隽永　叶天荣　编著

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 简 介

本书全面系统地介绍分布式数据库(DDB)的理论与设计方法。全书共七章,分成三部分。第一部分在介绍分布式数据库功能的基础上,论述了分布式数据库必须解决的诸问题;第二部分介绍解决第一部分提出的各种技术问题的方法,包括 DDB 的体系结构\,DDB 的优化设计、分布式查询处理、分布式并发控制、DDB 的可靠性等;第三部分剖析了一个分布式数据库的原型系统 SDD-1。

本书收集综合了大量有关 DDB 的最新资料,重点突出"分布式"引起的种种技术问题,给读者提供了进一步研究的基础。

本书要求读者对数据库的基本原理和计算机网络的基本概念有初步的了解,适合作为计算机专业高年级或研究生的有关教材,也可作为有关教师、科技工作者的参考书。

(京)新登字 158 号

分布式数据库设计导论

陈建荣 严隽永 叶天荣 编著

责任编辑 贾仲良

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

×××××印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本:787× 1092 1/16 印张:13.5 字数:315 千字

1992 年 8 月第 1 版 1992 年 8 月第 1 次印刷

印数:0001- 0000

ISBN 7-302-01006-4/TP·368

定价:0.00 元

序　言

人类社会不断发展进步,当今社会已进入到信息时代。信息量剧增,使得信息和数据处理处于越来越重要的地位,也成为人们越来越繁重的工作负担。计算机技术的发展使得快速处理大量数据成为可能,特别是数据库系统的出现和发展则成为信息和数据处理强有力的工具。20 世纪 70 年代是集中式数据库系统从理论到实践全面取得辉煌成就的年代,而分布式数据处理及其核心——分布式数据库技术则成为 80 年代计算机科学技术的主要新研究领域之一。

和计算机科学技术的其它研究领域一样,分布式数据库技术研究领域的出现和发展有着深刻的应用背景。人类社会中很多大型信息(数据)系统的结构,不论是军用上的还是民用上的,实际上都是一种多层次的复杂分布式系统。事实上,除了因为逻辑和地理上的原因之外,很多信息(数据)系统为了提高本身的生存能力(抗破坏性),也需要采用分布式处理结构。例如,军事上 C^3I 系统和银行的资金转移系统中的分布式数据处理支撑环境都是典型的例子。对于分布处理的这种迫切需要,大大促进了作为分布式数据处理的主要支撑工具——分布式数据库技术的发展。国际上一些高级数据库研究机构都将分布式结构作为新一代数据库系统所必须具备的基本特征之一,即便是将来与知识库的结合或是发展数据库机恐怕也是如此。不断更新换代的计算机硬件和通信设备以及计算机网络技术,为分布式数据库技术的发展提供了良好的环境,预期分布式数据库技术在 90 年代会有更快的发展,并且逐渐走向成熟,逐步得到应用。

尽管分布式数据库技术发展迅速,日趋成熟,但由于其环境比集中式数据库系统要复杂得多,因而不论是在体系结构、查询处理、并发控制、恢复机制、安全保障、优化技术,还是在其应用环境研究方面,都还有很多理论和实际问题有待深入研究。特别是像分布式异构数据库集成、新型扩展数据模型、优化理论、数据可靠性、安全性等大课题上还有待于新的突破,以获取完美的解决。

就"分布式数据库系统"这一专题,目前国内出版的书籍尚不多,这与其发展和研究是不相适应的。《分布式数据库设计导论》一书的作者在参阅了大量有关书籍、文献的基础上,组织了这本介绍本领域中基础知识的教材。全书内容比较全面,比较系统,可以作为专业课教材,使初学者掌握分布式数据库设计的基本原理,为进一步开展研究工作打下基础。希望本书的出版对我国分布式数据库技术的教学和研究起到推动作用。

陈火旺

1991 年

写于国防科技大学

前　言

分布式数据库(DDB)是数据库技术与计算机网络技术相结合的产物。数据库是一种抽象的集中数据管理方法,它通过集中实现数据共享,通过抽象实现数据的独立性,给用户提供了一个总的、聚合的、唯一的数据集合及其统一的管理方法。计算机网络是分散的计算机系统,在利用通信线路相互连接的计算机之间分布数据与程序,以适应用户地域分散的需要。因此,分布式数据库是集中与分散的统一,它能够在一个更高的层次上,给用户提供前所未有的功能。

正因为上述原因及应用要求的不断提高,随着计算机应用从单机—网络—分布处理的发展,分布式数据库无论从理论上,实践上都受到了极大的重视,尤其是一些地域上分散的大团体、大机构越来越需要应用分布式数据库技术。研究表明,分布式系统(特别是以分布式数据库为核心的分布式系统)是 80 年代计算机科学的发展方向之一。

分布式数据库从理论上提出了不同于集中式数据库的新问题,本书试图叙述有关这些问题的性质及其现行的解决方法。重点突出"分布式"引起的种种技术问题,给读者提供进一步研究的基础。全书共七章,分成三部分,包括如下内容:

第一部分(分布式数据库概述)包含第一章,介绍分布式数据库的发展及其由来,分布式数据库的特点,DBMS 的组成与功能,在此基础上概括出分布式数据库必须解决的技术问题。

第二部分(分布式数据库原理、设计与实现)主要介绍各种解决由第一部分所提出的各种技术问题的方法。共有五章,具体内容如下:

第二章(分布式数据库体系结构)给出分布式数据库体系结构的一个框架。首先,在总结现有分布式数据库的基础上,给 DDB 分类;其次从逻辑概念层次上给出 DDB 的一般体系结构,该体系结构能够满足各种对 DDB 的不同要求,包括结点自治性、数据透明性和完整性等;最后在此体系结构的框架中,讨论模式特征和控制系统等问题。

第三章(分布式数据库的优化设计)介绍 DDB 的设计技术。首先,给出 DDB 的一般设计流程,明确其重点要解决的问题——数据分配问题;然后介绍有关数据分配问题的各个方面,包括计算分配费用的模型、分配单位的确定、及数据分配的优化等;最后讨论 DBA 管理数据分配的问题。

第四章(分布式查询处理)讨论用户与 DDB 的接口即分布式查询处理。在该章中首先论述分布式查询处理的研究历史,给出分布式查询处理的一般模式;然后介绍分布式并发查询处理的模型;最后讨论了两类分布式查询的处理方法。

第五章(分布式并发控制)讨论 DDB 中的并发控制问题,给出分布式并发控制的一般处理模式,并以此为基础,介绍一系列并发控制技术和方法。

第六章(分布式数据库可靠性)讨论在系统部件失效的情况下,如何保持系统其余部分继续正常运行,并有效地恢复的问题,即 DDBMS 的可靠性问题。在该章中介绍了三方

需要全本请访问 www.ertongbook.com

面的机制:可靠网络机制、可靠查询处理机制和可靠并发控制机制。

第三部分(实例研究)包括第七章,剖析一个分布式数据库的原型系统 SDD-1 (System For Distributed Databases)、该系统的一些设计思想和原则。它的某些基本算法,具有很强的代表性。

本书要求读者对数据库的基本原理和计算机网络的基本概念有一定的了解,可作为计算机软件专业高年级或研究生的有关教材,也可作为有关专业教师、软件工作者的参考书。

本书第一、四、五章由陈建荣编写,第六、七章由严隽永编写,第三章由陈建荣和严隽永合写,第二章由陈建荣和叶天荣合写。陈建荣负责统编全书。

在本书的形成中,受到了国防科技大学陈火旺教授、海军工程学院刘孟仁副教授的有益指导与大力支持,陈火旺教授详细审校了全书。侯艳文同志负责了本书图稿的绘制与整理,海军工程学院计算机机房的同志在本书的录入中做了大量工作。在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于水平有限,且分布式数据库技术发展迅速。书中错误之处在所难免,敬请读者批评指正,谢谢!

目　　录

序言 …… Ⅰ
前言 …… Ⅲ
第一章　绪　论 …… 1
1.1　分布式数据库的发展及其由来 …… 1
1.2　分布式数据库系统的组成与功能 …… 2
1.3　分布式数据库系统的特点 …… 7
1.4　分布式数据库系统需要解决的问题 …… 8
第二章　分布式数据库的体系结构 …… 10
2.1　分布式数据库的分类 …… 10
2.2　体系结构层次 …… 11
2.3　模式特征 …… 13
2.4　控制系统 …… 15
2.5　存取和数据透明性 …… 18
2.6　结点间的完整性 …… 20
2.7　小结 …… 21
第三章　分布式数据库的优化设计 …… 22
3.1　数据分配问题 …… 22
3.2　数据分配的单位、表示与费用 …… 25
3.3　用静态调度的优化数据分配 …… 33
3.4　用静态调度的启发式数据分配 …… 37
3.5　用动态调度的数据分配 …… 45
3.6　分配管理问题 …… 47
3.7　小结 …… 48
第四章　分布式查询处理 …… 50
4.1　分布式查询处理问题 …… 50
4.2　分布式查询处理模型 …… 53
4.3　基于半连接的分布式查询处理方法 …… 58
4.4　带有碎片的分布式查询处理方法 …… 85
第五章　分布式并发控制 …… 99
5.1　分布式并发控制问题 …… 100
5.2　事务处理模型 …… 102
5.3　分布式并发控制理论 …… 107
5.4　分布式并发控制技术 …… 111

5.5 综合的分布式并发控制方法 …… 129
5.6 分布式并发控制方法的性能 …… 139
5.7 小结 …… 163
第六章 分布式数据库可靠性 …… 166
6.1 可靠网络机制 …… 166
6.2 可靠查询处理机制 …… 172
6.3 并发控制机制的可靠操作 …… 173
第七章 实例研究(分布式数据库 SDD-1 设计) …… 175
7.1 引言 …… 175
7.2 系统组织 …… 176
7.3 并发控制 …… 179
7.4 分布式查询处理 …… 198
7.5 可靠写 …… 200
7.6 目录管理 …… 201
7.7 小结 …… 201
参考文献 …… 202

第一章　绪　　论

本章首先介绍分布式数据库的发展及其由来,然后介绍分布式数据库系统的组成及其功能。在此基础上,阐明分布式数据库的优点和特点,根据这些特点,提出分布式数据库系统需要解决的问题。最后给出本书的目标和结构。

1.1　分布式数据库的发展及其由来

分布式数据库(DDB)是数据库技术与计算机网络技术相结合的产物。70 年代后期,这两项技术已逐渐趋于成熟。就数据库来说,作为第四代数据库系统的关系数据库,已经在理论与实践上取得了极大的进展,数据库的研究与发展正处在顶盛时期。一些关系数据库系统,如系统 R、INGRES 等的研制已经取得了成功,并逐渐商品化。另一方面,数据通信领域的进展,促进了计算机网络技术的迅猛发展。一些通信媒介,如无线电、卫星及光纤等已经开始应用于计算机通信网,远程数据通信网已开始装备和应用,如美国的 ARPANET, TELENET,法国的 TRANSPAC,加拿大的 DATAPAC 等,局部网络如 ETHERNET 也有了发展。因此可以这样说,数据库与计算机网络技术的成熟与广泛应用,是分布式数据库产生与发展的前提,给分布式数据库的发展提供了技术的可能性,积累了应用的经验并提出了进一步应用的问题。

分布式数据库符合系统管理的思想与目标。它特别适合于一些地域上分散的大团体、大机构的组织结构与管理原则。在这些单位中,往往既要有各子单位的分散管理,也要在高一级层次上实现协同管理,既要有局部控制,同时也需要高层次的协作。这种协同管理要求各子单位之间有灵活的信息流动过程和信息的统一管理。因此以往的集中式数据库越来越不能满足它们日益增长的应用需要。人们在考虑新的数据管理方案时,越来越认识到建立分布式数据库系统的必要性。

另一方面,在数据管理发展的以往十年中,集中式数据库作为一种主要的工具,已经广泛应用于这些大机构的数据管理。大机构一般都拥有数量不等的集中式数据库,构成各部门或子单位的信息系统,随着应用要求的不断提高,人们越来越认识到集中式数据库的局限性,迫切需要将这些子系统通过日益廉价的通信媒介连接起来,组成一个统一的分布式数据库。当然,也有可能另起炉灶,重新建立一个适合于全范围的分布式数据库系统。

与其它计算机技术一样,硬件的发展(特别是电子元器件集成度的不断提高)、价格不断下降是分布式数据库产生与发展的最根本的动力。只有通信线路的价格继续不断下降、可靠性更日益提高时,分布式数据库才能越来越有吸引力。此外,功能强大的小型、微型机的发展,也对分布式数据库的产生与发展起了重要的推动作用。作为一种与大型机的发展相互补的更为廉价的方法,人们将小、微型机用通信线路连接起来构成一个功能上与大型机不相上下的分布式系统。

总之,应用上的需要,硬件特别是通信网络与小型、微型机的发展,数据库的成熟与应用,说明分布式数据库不仅十分必要,而且在技术上可行。因此,自 70 年代后期以来,分布式数据库一直是发展得比较迅速与活跃的领域。在国际范围内,各国在 DDB 领域的研究上都投入了大量的人力和物力。美国、西欧、日本等国相继提出了规模宏大的 DDB 研制计划。如西德的 POREL 系统先后经历了 11 年,投资超过 450 万马克,法国的 SIRIUS 更是一个全国性的 DDB 研制计划。国际上,每年都举行多次专门会议,研究由于分布式而引起的种种问题。发表的有关论文更是汗牛充栋。英国国家计算中心(National Computing Centre)专门对 DDB 作了分析与预测,断言分布式系统,特别是以 DDB 为核心的分布式系统是 80 年代计算机科学发展的方向之一。

分布式数据库系统发展至今天,已有 10 多年的历史,取得了决定性的成果,许多基本问题被提出并已解决。一些原型系统,如美国的 SDD-1、R* 、分布式 INGRES 和 MULTIBASE,西德的 POREL、VDN,法国的 SIRIUS- DELTA、POLYPHEME 等等的研制与发展,在分布式数据库领域积累了相当的经验。一些产品正在试制与推出,如分布式 INGRES/ STAR,ORACLE 公司的 SQL* STAR 等。总之,分布式数据库的技术已经成熟,其产品化的时代已经到来。

我国自 80 年代初期以来,也对分布式数据库系统作了大量的研究。先后研究设计了一些分布式数据库系统,如中科院数学所设计并由该所与上海科技大学、华东师范大学合作实现的 C- POREL,合肥工业大学微机所设计和研制的分布式数据库 H,海军工程学院的 NDBASE 等。然而,目前有关分布式数据库的书见到的却很少。本书正是根据这种需要,在多年的教学与研究的基础上编写成的。

1.2 分布式数据库系统的组成与功能

一个分布式数据库是一个处理属于一些相关联的数据库数据的系统,如图 1.1 所示。这些相联的数据库称作结点。一般来说,它们地域上分布在一些由数据通信网络相联的不同物理场所。结点也可以在同一机器上,这里关键是可以处理一些数据库的机制,而不必考虑其通信线路的性质。

分布式数据库系统有如下两种设计方法,如图 1.2 所示。

(1) 自顶向下(top-down)方法:从总体上完成设计,一般都是从全局做起。用这种方法系统设计员能够控制整个系统,包括数据库全局视图和局部视图。其过程是划分系统中的数据和系统功能,可能包含重复,最后将其分配到各个场所。见图 1.2(a)

(2) 自底向上(bottom-up)方法:将现有独立存在的数据库连接起来,给用户提供一个统一的系统。采用自底向上的方法意味着必须接受现成的数据库,容纳由此而来的结点之间的差异。因此设计更加困难。自底向上的设计过程见图 1.2(b)。

采用不同的设计方法,分布式数据库的组织结构会有很大的不同。前者在各结点所建立的机制是同质的,因此所得的分布式数据库系统称作同质的分布式数据库系统;后者所构成的存在一级明显的局部数据库管理系统和局部视图,这些局部数据库系统往往是不相同的,因此这种由不同的数据库的联接所构造的称作异质的分布式数据库系统。有关分

图 1.1　分布式数据库结构

图 1.2　分布式数据库设计方法

需要全本请访问 www.ertongbook.com

布式数据库的详细分类情况见第二章。

然而,不管采用哪一种设计方法,分布式数据库呈何种结构,在系统中都存在两种类型的用户:全局用户、局部(或结点)用户。全局用户看到的是分布式数据库的全局视图,局部用户看到的是某一个结点数据库的局部视图。全局用户在分布式数据库管理系统 DDBMS 的控制下,处理整个分布式数据库中的数据;局部用户在局部数据库管理系统的控制下,处理某一特殊结点的数据,其理想情况应与分布式数据库的存在无关。一般用全局级模式描述 DDB 中数据的逻辑结构,即全局视图。相应地,用局部级模式表示对结点数据的描述,即局部视图。分布式数据库必须提供描述全局视图与局部视图的数据模型。

分布式数据库的一个常见例子是银行的电子转移系统。假定这样的一个系统由三个结点组成,分别分布在北京、上海、天津,其中北京地区的帐户记录保存在北京的数据库中,同样,上海、天津地区的帐户记录分别保存在上海、天津的数据库中,这些数据库通过通信线路相联,构成一个统一的分布式数据库(见图 1.3)。在这样的系统中,任意一个结点(比如说北京),可以存取该结点的帐户,称作局部查询,同时也可以存取另一个结点(比如说上海)的帐户,称作远程查询。当然,北京的用户一般在北京存取其帐户记录,上海的用户一般在上海存取其帐户记录。然而,也可有这样的存取用户:他在多个结点有帐户记录。对这样的用户来说远程查询是必不可少的。有时甚至需要既包含局部查询,也包含远程查询的复杂查询(如将用户的一个帐户记录中的资金转移到另一个帐户记录)。分布式数据库的一个主要功能就是给用户提供进行复杂查询的能力,使用户就好象在一个单一的数据库上操作一样。也就是说,给用户提供一个统一的数据视图和操作接口,通过这个接口,用户可使用整个系统中的信息,而且可以不管数据的具体位置,与使用一个单一的集中数据库一样。

图 1.3　银行电子资金转移系统

分布式数据库管理系统的组成及处理查询的过程如图 1.4 所示。全局用户给出一个

查询(或一般地称用户请求,包括查询和更新,这里以查询为例说明),因为查询是根据全局视图而作的,所以称作全局查询(全局请求)。当 DDBMS 接收到一个全局查询时,DDBMS 中的转换模块访问系统目录,根据查询得到所访问的数据的位置。将总体查询分割成用局部功能表达的查询,送到 DDBMS 的分布式执行模块(DE),DE 根据所得到的查询(可能是一小块由子查询组成的程序)给出处理调度并组织实施,如果子查询涉及本地的数据,则将子查询送到本地的局部 DBMS,否则通过通信线路送到远程的局部 DBMS,各局部 DBMS 处理子查询并将结果送给 DE,由 DE 将其中一些子结果送到转换模块,由它对这些子结果作适当的计算组合,给用户提供总的结果。这里转换模块的作用是分割、计算和重新组合。分布执行模块的作用是给出查询的处理调度过程、保证其同步各子查询的执行正确地实施、并作为 DDBMS 与网络通信的接口。

图 1.4　分布式数据库组成及功能

DDBMS 必须给用户提供基于数据模型的数据描述语言,由全局数据库管理员(GDBA)使用这个语言定义全局模式。

DDBMS 也必须提供数据操纵语言,使用户不必关心数据的分布而达其全局查询。

在上面银行系统的例子中,将数据存放在银行系统使用频率最高的地方。这样就提高了处理的频率与数据的可用性,也因而经常按需要将数据划分成不同的碎片,分布到不同的场所。将同一个用户不同性质的帐目存放到不同的场所,就是一个数据分割与分布的例子。分布式数据必须具有适合于这种分割与分布的体系结构。

在分布式数据库中,由于下面两个原因,经常需要将相同数据冗余地存放在若干个场所。

(1) 可靠性: 如果没有数据冗余,某个数据库场所的失效,必然引起所有需要存储在该场所的数据的应用失效。即使系统中的所有其它结点仍在正常运行,从这些应用的角度来看,整个系统已经失效。

(2) 效率: 如果 DDB 中某些数据使用频繁,而且用户要在多个场所使用它,使用的频率基本相同,在这种情况下,可以在这些场所冗余地存放数据以提高存取效率。

除了数据的分布与冗余之外,目录也有分布与冗余的问题,对一般的集中式 DBMS 来说,目录中一般包含如下内容:

(1) 逻辑结构的定义;　　(3) 文件统计信息;

(2) 物理结构的定义;　　(4) 帐目数据。

在分布式数据库中,除了以上信息之外,在目录中还必须包含数据库中每一数据项在网络中的位置。DDBMS 在处理用户请求时,需要访问此项信息,以确定用户请求所涉及

的数据的位置。一般来说,目录的管理方法包含两类:非冗余与冗余。非冗余方法中,每个目录项只存储在一个位置,冗余方法中,每个项可以出现在多个位置。对非冗余方法,又可以有下列几种选择:

(1) 集中式:整个目录只存放在一个场所。因此每一个对目录的检索与更新,都需要访问目录场所。

(2) 分布式:每一个场所拥有存储在该场所的数据的目录项。用局部目录,能够进行完全的局部存取。任何要求存取远程数据的请求,必须广播式地传输到其它场所,以确定它们是否具有所需的数据。

(3) 组合式:是一种折衷的方法。将网络划分成若干个部分,在每一部分利用集中式目录。

同样,对冗余方法也有如下几种选择:

(1) 集中式:冗余但又集中的方法是,集中的和分布的非冗余方法的组合.即每一个场所有其局部数据的项目,但在中心场所有一个完整的目录。按这种方法,非局部的访问可以通过一个单一的场所来确定远程数据的位置。

(2) 分布式:每一个场所都有一个完整的目录。所有用户事务可以启动执行,而不必远程访问。但是所有目录更新都必须加到每一个场所。

(3) 组合式:可以有许多组合方法,最一般的方法是允许任意一个目录子集存在于每一个场所。这种方法的灵活性很大,但它需要一个更复杂的"目录的目录",使系统知道每一部分的目录所存储的位置。

影响选择目录管理方式的因素有以下几点:

(1) 目录检索频率:如果目录检索的频率很高,则冗余目录和分布方式较符合需要,使得大部分检索不必访问网络中的远程结点。因为每个用户事务都需要目录检索,因此目录的冗余几乎总是值得的。

(2) 目录更新频率:更新频率高会阻止使用冗余方式,而集中式方式则比较符合需要。这是因为需要修改每一个目录副本,而这又要求将在第五章中讨论的并发控制机制。因此,目录更新的处理是最昂贵的。

(3) 可靠性:冗余与分布有利于满足系统高可靠性的需要。

如前所述,DE 在处理各个子请求时,必须加以同步,以保证数据的一致性,给用户的请求提供正确的结果。

另一方面,当系统的某一部分失效时,必须保持系统其余部分的正常进行,并在最短的时间内恢复整个系统。

综上所述,分布式数据库应具备下列方面的功能:

(1) 提供全局和局部数据模型;
(2) 提供全局与局部数据描述语言;
(3) 提供全局与局部数据操作语言;
(4) 全局数据的分布与分割;
(5) 数据分布的粒度;
(6) 数据分布的冗余;
(7) 目录的管理;
(8) 局部数据的综合;
(9) 支持存取透明性;
(10) 全局数据的请求处理;
(11) 事务模型;
(12) 并发事务控制;

(13) 支持数据的一致性;　　(15) 系统弹性的控制;

(14) 支持数据的恢复;

1.3 分布式数据库系统的特点

如 1.1 所述,分布式数据库是数据库技术与计算机网络技术的统一。数据库技术是一种抽象的集中数据管理方法,它通过集中实现数据共享,通过抽象实现数据的独立性,给用户提供一个总的、聚合的、唯一的数据集合及其统一的管理方法。另一方面计算机网络是一种分散的计算机系统,在利用通信线路相互连接的计算机之间分布数据与程序,以适应用户地域分散的需要。因此,分布式数据库是集中与分散的统一,它通过结合这两个表面上矛盾的方法,在一个更高的层次上,在一个新的方法上获得了前所未有的功能与优点,具体概括如下:

(1) 可靠性: 在 DDB 中,单一部件的失效,不一定使整个系统失效。由于系统的弹性可以保持其余部分的正常进行。而在集中式数据库中单一部件的失效就会中断所有过程的处理。此外,分布式数据库可以通过在多个不同的场所,冗余地存放数据来恢复失效的数据。

(2) 自治性: 如 1.1 所述,DDB 符合系统管理的思想及一些机构的组织结构。DDB 允许每个场所有各自的自主权,即可以对自己管理的信息加以控制,可以制定各自使用信息的策略。因此,在 DDB 中,允许机构的各个组织对其自身的数据实施局部控制,有局部的责任制,而且使它们较少地依赖某些远程数据处理中心。

(3) 模块性与系统的升格能力: DDB 是将一些功能较小的数据库综合成一个功能更强的数据库系统,用来满足任何一个单一的数据库都无法满足的应用要求。显然,增加一个新的站,远比用一个更大的系统代替一个已有的集中式系统要容易得多,由于这种模块性,使得整个系统的结构十分灵活,增加或减少处理能力比较容易,而且这种增减对系统的其它部分影响较小。

(4) 费用低: 由于系统的模块性,从长远的发展的观点来看,比相同功能的集中式数据库的成本要低。

(5) 效率及可用性: 在 DDB 中,可以通过合理的分布数据,使得数据存储在其常用的地点,这样既缩短了响应的时间,减少了通信费用,又提高了数据的可用性。此外,对常用数据的重复存储(即冗余),也可以提高系统的响应速度与数据的可用性。

(6) 灵活性: 除了系统结构上的灵活性以外,通过数据的动态传递与冗余,DDB 可以适应应用的不断变化。

除了以上优点之外,根据 DDB 的结构与功能,它还具有以下特点:

(1) 分布透明性和冗余透明性: 所谓分布透明性和冗余透明性,是指用户或用户程序在 DDB 上操作时,不必知道数据的分布与冗余。对它来说,DDB 系统与单一的集中式数据库没有什么区别,分布式数据库的这个特点,使得它与集中式数据库具有相同的外特性。

(2) 数据的分割与分布。

(3) 数据的冗余存储。

(4) 系统的分层结构: 由于 DDB 是一些相联的数据库的集合, 因此整个系统的结构是分层的: 局部数据库与全局数据库、局部控制与全局控制、局部数据模型与全局数据模型、局部与全局数据操作语言, 等等。这里局部与全局的概念是相对的, 对上一级数据库来说是局部的, 对下一级则是全局的。

(5) 优化处理: 由于 DDB 结构复杂, 再加上通信费用昂贵。因此 DDBMS 往往需要对用户的查询和事务作优化处理。优化的目标有两种选择: 通信费用与响应时间, 这根据网络与计算机硬件环境的不同而不同。

(6) 并行性: 数据的分布与冗余, 大大地提高了并行处理的可能性。并行处理是分布式数据库的基本特征之一。

(7)数据的完整性与一致性: 防止数据库中的数据受到无效的更新, 保证冗余数据的一致性, 从而给用户提供有效的、正确的数据, 也是 DDB 的一个重要特征。

1.4 分布式数据库系统需要解决的问题

1.2、1.3 节分别叙述了 DDB 的主要功能和特点。对一个特定的系统来说, 并不一定同时具备这些功能与特点, 实现的程度也各不相同。这些特点是与系统的“分布式”共生的, 正是因为“分布式”, 引起了一系列与集中式数据库不同的技术问题。根据前面的讨论, 可以综合出以下几点:

(1) 数据的分割、分布与冗余

为了满足局部自治性, 提供高效率与高可靠性, 需要分割、(可能冗余地)分布数据。这属于 DDB 设计的范畴, 数据的分割、分布与冗余是其主要问题。它们的解决, 会使得某一个费用函数最优。

(2) 分布式查询处理

DDB 系统需要给用户提供一个统一的数据接口, 以实现数据分布与冗余透明性。数据的分布使得查询处理中一般需要场所间的数据传递, 同时也使得并行处理成为可能。因此, 分布式查询处理中, 要充分利用处理的可并行性和数据的冗余来优化查询处理, 使得某一个费用函数最小。

值得一提的是, 由于 DDB 建立在计算机网络之上, 而一般说来, 通信费用比较昂贵, 因此, 与集中式数据库相比, 优化的目标显然要发生变化。通常, 分布式查询处理的目标是使通信费用最小, 尤其对远程网络来说更是如此。对局部网络, 除了通信费用之外, 还应考虑包括 CPU、I/O 等在内的局部开销。

(3) 分布式并发控制

分布式并发控制要解决两方面的问题: 一是当多个用户同时读写相同数据时系统必须作出协调, 保证结果的正确性和数据库的完整性, 并尽可能地提高并行性; 另一方面, 在系统中包含冗余数据的情况下, 在处理用户的更新操作时, 系统也必须以最小的开销保持各冗余副本的一致性。因此, 总的来说, 衡量分布式并发控制算法的标准有两个: 正确性与性能。

(4) 可靠性

分布式数据库的主要吸引力之一是其可靠性的增强。为此，必须要有一种机制处理结点和通信线路的失效，以保证当系统中某一结点或通信线路失效时，系统的其余部分继续正确地运行，并能有效地恢复失效的部件。

(5) 异质数据库的相联

异质 DDB 综合已经存储在独立的 DBMS 的数据中。这些 DBMS 使用独立的模式。异质 DDB 对存储在局部系统中的数据提供一个单一的、总的视图。因此，为建立这样的系统，必须能够构造全局模式。构造全局模式包括：将来自各个局部 DBMS 的一般用不同的数据模型表示的数据描述综合成一个统一的企业视图(总体视图)，其中应明显地包含局部 DBMS 的数据间的关系。一旦总体视图形成，每个相对于总体视图的用户查询必须转换成对各个独立的 DBMS 的局部访问。

(6) 目录管理

与数据的分布与冗余一样，对目录同样需要解决类似的问题。因为目录中有些数据存取的频率较高，如逻辑结构定义，数据的位置等信息；而另一些项目，如帐目数据，存取的频率较低，因此目录分布与冗余也需要对某一费用函数优化。

需要全本请访问 www.ertongbook.com