

分布式 数据库 系统概论

欧阳京武
王辽生 编
朱敏



航空工业出版社

分布式数据库系统概论

欧阳京武、王辽生、朱敏 编

航空工业出版社

1989

内 容 提 要

分布式数据库是当代数据库领域的重要分支之一,是数据库技术与计算机网络技术相结合的产物。本书共十四章,分为三大部分,预备知识部分主要介绍数据库与计算机网络的基本概念和原理;分布式数据库原理部分包括分布式数据库的结构、透明度、查询分解、查询优化、分布式数据库设计,分布式数据字典,分布式事务管理,并发控制、安全保密及系统可靠性等章节;分布式数据库管理系统部分包括同构式与异构式分布式数据库管理系统,分别介绍国际上有影响的DDBMS, SDD-1, DDM, System R*, D-INGRES, MULTIBASE, SIRUIS-DELTA, POREL和DDTS等系统。

为了帮助读者加深理解本书的内容,在重要章节编排了习题,供读者练习之用。

本书可供计算机专业,以及大量应用分布式数据库系统的通信电子,管理工程,自动控制,系统工程专业的大学高年级学生及研究生作为教材或教学参考书,同时为从事这些专业的技术人员提供研究与设计的参考。

分 布 式 数 据 库 系 统 概 论

欧阳京武 王辽生 朱敏 编

航空工业出版社出版发行

(北京和平里小关东里14号)

—— 邮政编码: 100013 ——

全国各地新华书店经售

北京海淀东升印刷厂印刷

1989年5月第1版

1989年5月第1次印刷

开本, 787×1092毫米1/16 印张: 18

印数, 1-1500册

字数, 449千字

ISBN 7-80046-123-8/TP·009

定价, 3.60元

前 言

计算机已经成为当今时代的重要标志，在社会生活中起着巨大的作用。计算机技术日新月异，计算机应用已从单一的以计算为目的发展到了今天几乎可处理所有领域的任何事务。如：工业、农业、交通、军事、医院、银行等领域。

数据库技术是计算机系统的重要组成部分，从60年代至今，已有了30年的发展历史，这期间形成了一整套数据库的理论、方法，并发展了许多数据库管理系统，生成了大量数据库及其应用系统。这些系统对于计算机的应用起着巨大的作用。可以这样说，由于数据库的出现，才带来了计算机应用领域的更大延拓。

随着数据库技术的发展、应用水平的提高，特别是计算机网络的发展和运用，社会对数据库又产生了新的需求，这就是希望产生一个能够将数据物理地分布在地理上的不同地点，并使这些数据成为逻辑性很强的统一体，同时，在数据存放的地点又具有独立的处理能力的分布式数据库系统。

首先，数据库技术和网络技术的发展，为分布式数据库的发展提供了技术基础，而分布式数据库的出现又满足了信息数据组织上的新需要（传统的集中式数据库无法描述地理上分散、逻辑上统一的部门，诸如银行等部门）以及和现存数据库互联，减少通信费用，数据库系统可靠性及可用性等的需要。

分布式数据库是从60年代末至80年代初逐渐兴起的，是数据库领域目前最热门的研究课题。由于它是数据库技术与计算机网络技术相结合的产物，因而它的概念中包括着几乎全部数据库概念和一些计算机网络的概念。又因为面对着分散与统一这个矛盾着的两个方面，所以有着它所要求的特有的概念与方法。

本书共分十四章，它系统地介绍了分布式数据库系统的基本原理、基本概念、实践方法和几个有影响的同构和异构分布式数据库管理系统。本书内容可归纳为三大部分。第一部分为预备知识即第二章的全部内容，它介绍了集中式数据库（关系数据库）的基本概念和计算机网络的部分概念，了解和学习过这方面知识的人可以不去读它。第二部分为原理部分，由第一章、第三章到第十二章组成，它系统地介绍分布式数据库特有的概念、理论。这主要有：分布式数据库的模式结构，库结构设计，分布透明度，分布式查询，查询分解，查询优化，分布式数据字典，分布事务管理，分布条件下的事务并发控制和分布式数据库恢复，可靠性以及安全保密等等。这部分是本书的重点，也是读者了解和学习分布式数据库的重点。同时这部分附有大量习题，可为读者巩固获得的知识创造条件。第三部分有第十三、十四两章，它介绍了几种同构和异构的分布式数据库管理系统及其实现策略、方法、技术特征和相互比较。可供从事与这方面有关的实践工作的同志参考。

本书主要根据S. Ceri和Giuscpe Pelagatti的《分布式数据库原理和系统》、第二次国际分布式数据共享系统会议的论文集以及其它材料和编者的教学和科研实践编写而成。它可作为计算机专业以及其它大量应用分布式数据库的通信电子工程、管理工程、自动控制 and 系统工程等专业的大学高年级学生及研究生的课程教材或教学参考书，同时适合从事以上专业的科研、教学、工程技术人员学习、了解、研究和设计分布式数据库时参考。

本书的内容，资料选取及章节划分经编者共同商定，并分工编写。王辽生编写第四、五、六、九、十、十三及十四章；朱敏负责编写第七、八、十一、十二章；殴阳京武负责编写第一、二、三章及全书的统编、修改和校订工作。

北京航空航空大学的刘一鄂副教授审阅了全部原稿，并提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心的感谢，同时感谢为本书的出版起了重要作用的编辑、校对、排版、印刷和发行的同志们。

由于编者的水平有限，加之编写工作时间仓促，肯定在本书中会出现不少问题和不妥之处，恳请有关专家及读者批评、指正。

编者

1988年11月于北京

目 录

第一章 绪论

- 第一节 分布式数据库产生的背景..... (1)
- 第二节 分布式数据库的定义..... (2)
- 第三节 分布式数据库的特性..... (4)
- 第四节 分布式数据库管理系统..... (7)

第二章 分布式数据库的预备知识

- 第一节 数据库概论..... (9)
- 第二节 计算机网络..... (17)

第三章 分布式数据库的参考结构

- 第一节 分布式数据库的一般结构..... (23)
- 第二节 分布式数据库的参考模式结构..... (26)
- 第三节 数据片的类型..... (28)
- 习题..... (33)

第四章 分布式数据库的分布透明度

- 第一节 分布透明度的级别..... (35)
- 第二节 只读访问的透明度..... (36)
- 第三节 更新访问的透明度..... (42)
- 第四节 分布式数据库存取原语..... (44)
- 第五节 分布式数据库的完整性保障..... (47)
- 习题..... (47)

第五章 分布式数据库的设计

- 第一节 分布式数据库设计梗概..... (49)
- 第二节 分布式数据库的片段设计..... (51)
- 第三节 片段分配的设计..... (58)
- 习题..... (61)

第六章 分布式数据字典

- 第一节 数据字典..... (63)
- 第二节 分布式数据字典..... (65)
- 第三节 数据字典的分布..... (68)

第七章 查询分解

- 第一节 查询的等价转换..... (71)
- 第二节 全局查询到片段查询的转换..... (74)
- 第三节 参数查询..... (80)
- 第四节 分布式分组和分布式聚集函数的计算..... (82)
- 习题..... (86)

第八章 查询优化

第一节	查询优化的结构	(88)
第二节	连接查询	(99)
第三节	一般查询	(116)
	习题	(120)
第九章 分布式事务管理		
第一节	事务	(123)
第二节	事务管理的目标	(128)
第三节	分布式事务的并发控制	(129)
第四节	分布式数据库的恢复	(137)
第五节	分布式数据库的通信与结构	(148)
	习题	(153)
第十章 并发控制		
第一节	分布式数据库系统中死锁的检测与控制	(154)
第二节	分布事务的串行理论	(161)
第三节	并发控制方法	(166)
第四节	并发控制的优化方法	(174)
	习题	(179)
第十一章 分布式数据库系统的可靠性		
第一节	基本概念	(182)
第二节	非堵塞提交协议	(185)
第三节	可靠性和并发控制	(193)
第四节	确定网络一致性视图	(197)
第五节	不一致性的检查与纠正	(199)
第六节	检验点和冷启动	(201)
	习题	(203)
第十二章 分布式数据库系统中的保密安全		
第一节	概述	(205)
第二节	计算机网络上的安全保密技术	(209)
第三节	数据库间的通信	(210)
第四节	分布式数据库系统的安全保密	(212)
第五节	数据加密	(214)
	习题	(217)
第十三章 同构式分布式数据库管理系统		
第一节	System R* 分布式数据库管理系统	(218)
第二节	SDD-1 系统	(234)
第三节	DDM系统	(242)
第四节	分布式INGRES系统	(247)
第五节	POREL系统	(249)
第六节	SIRIUS-DELTA系统	(252)

第七节	ENDDBMS-1系统.....	(255)
第十四章	异构式分布式数据库管理系统	
第一节	实现异构式分布式数据库遇到的问题.....	(261)
第二节	MULTIBASE系统.....	(263)
第三节	分布式实验系统(DDTS).....	(271)
第四节	异构SIRIUS-DELTA系统.....	(275)
英文缩写专用名词解释.....		(277)
参考文献.....		(279)

352340

第一章 绪 论

数据库作为计算机系统的重要组成部分，开始于六十年代后期，七十年代发展趋于成熟。因此，对于计算机技术来讲，有人说七十年代是数据库时代。这期间数据库的整套理论逐渐形成并取得了大量的实践成果。

由于计算机网络的发展，传统的集中式数据库已不能满足人们对于在物理上分散存放的数据库的应用要求，因而提出了分布式数据库问题。

第一节 分布式数据库产生的背景

一、数据库产生的背景及其特点

人们对于数据的处理大致经历了几个阶段，即由人工管理、文件系统阶段发展到六十年代末、七十年代初的数据库阶段。数据库的出现给数据处理带来了一场革命。它主要是实现了对它的前身——文件系统的种种弊端的改造，这些改造诸如数据的独立性、冗余、数据的集中管理和并发控制等问题。

(一) 数据库技术产生背景

数据库技术出现的背景主要是：

1. 人们对信息需求量的急剧增长及对数据的共享需求增加；
2. 出现了有效的大容量磁盘；
3. 联机实时处理的要求增多；
4. 软件价格的上涨和硬件价格的下降；
5. 处理机的运行速度增加。

(二) 一般数据库的主要特点

一般数据库的主要特点表现在：

1. 数据结构复杂；
2. 数据有较高的独立性。主要指应用程序对存储结构和存取方法有较高的独立性；
3. 具有数据的共享性。用户在并发机制的控制下，可以同时访问数据库；
4. 数据的安全性可以得到保证。数据的安全性是指数据不被不合法的使用；
5. 具有数据的完整性。数据的完整性包括数据的正确性、有效性和相容性；

数据库技术使得分散的孤立的数据变成了通用的、有多种逻辑关系的数据集合，而且可提供不同用户共享，并具有最小的冗余度和较高的数据独立性。这一技术在七十年代得到了大力发展，并形成了一整套理论和数据库管理系统 (Database Management System)。

二、分布式数据库产生的背景

随着计算机网络和分布式计算机的研究与发展，在数据库领域里又出现了一个新支——

分布式数据库 (Distributed Database)。它产生的背景是：

(一) 计算机网络技术的发展和运用，使得分布在不同地理位置上的计算机能够实现数据的通讯和资源的共享，同时也恰恰包含了数据库共享的问题；

(二) 数据库应用技术的提高加速了应用水平的提高，因此，对于固定在某一地点的数据库的使用已不能满足人们的使用要求；

(三) 由于社会组织和经济原因，许多部门本身就是分散的系统，如银行系统，它具有不同层次及各个分行，它们既要单独处理业务，又要相互联系业务。这样，传统的集中式数据库系统就不能满足这类业务系统的需求；

(四) 现存数据库间的互联需求。由于早期数据库的应用已形成许多实用数据库，而各数据库之间都会有着一定联系，因此迫切需要有一种能够使现存数据库可互相关联的技术手段。

(五) 数据的通信费用的增加。由于数据需要频繁的交流，使得通信费用大大增加；

(六) 人们对数据的可靠性和可用性要求越来越高，而数据的集中存放不便于远距离或使用频繁的用户的使用。天灾或人为的因素常常可能使系统集中存放的大量数据全部遭到破坏；

(七) 低成本的光纤技术通信的出现，使处理机、存储器的成本大幅度下降。

传统的集中式数据库在许多方面不能满足应用领域的需求，而技术的发展又使得人们有可能创造新的方法和手段，实现集中式数据库所不能达到的目的。分布式数据库就是在这样的背景下脱颖而出，成为数据库技术的重要分支。因此，在八十年代分布式数据库作为一个先进的领域展现在人们面前。

第二节 分布式数据库的定义

分布式数据库是在集中式数据库的基础上，由计算机网络的引入而发展起来的新技术。简单地讲，集中式数据库是建立在一个单一计算机系统上的数据库，而分布式数据库是建立在计算机网络上各个节点(Site)上的数据库的集成(Integrated)。

一般很难用简单而又准确的语言给出分布式数据库的精确定义，因此，我们先描述它的主要特征，并介绍几个实例，通过对它的一些理性和感性认识，再来定义分布式数据库。

一、分布式数据库的突出特点

分布式数据库首先是一个数据库，这与集中式数据库在数据库这个定义上是相吻合的。但是，分布式数据库有着自己固有的特征：

(一) 物理上的分布性

分布式数据库将数据的集合(数据库)分别存放在计算机网络的各个节点上。这一点就明显地把分布式数据库与集中式数据库区别开来；

(二) 逻辑的统一性

根据分布在网络上各个节点的数据库所具有的某些特性，利用逻辑关系把各数据库结合起来，形成一个在计算机网络上的数据库关系。这一点又将分布式数据库与驻留在计算机网络上各节点的本地数据库及文件区别开来。

这两个特征可以使我们对分布式数据库有一个大致的轮廓。

二、分布式数据库的实例

通过下面三个实例将有助于读者加深对分布式数据库的理解。

例1 一个有三个支行的银行，支行分别设在三个不同地点，每个支行都有一台计算机及其若干终端，每台计算机上都有各支行的帐目数据库，每台计算机与本支行的帐目数据库构成了分布式数据库的一个节点，由计算机网络将三台计算机连接起来。其结构示意图如图1.1。

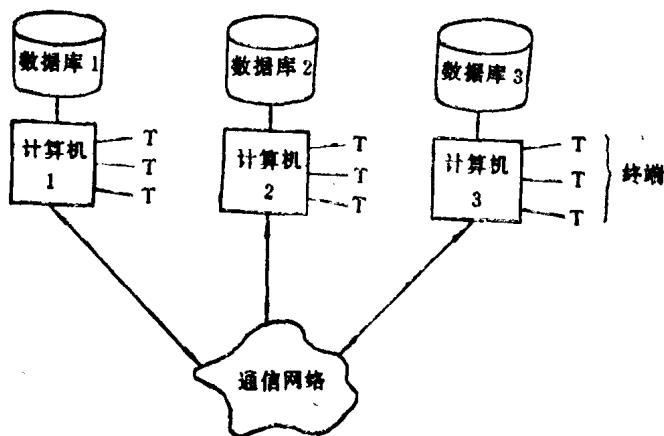


图1.1 计算机网络上的分布式数据库

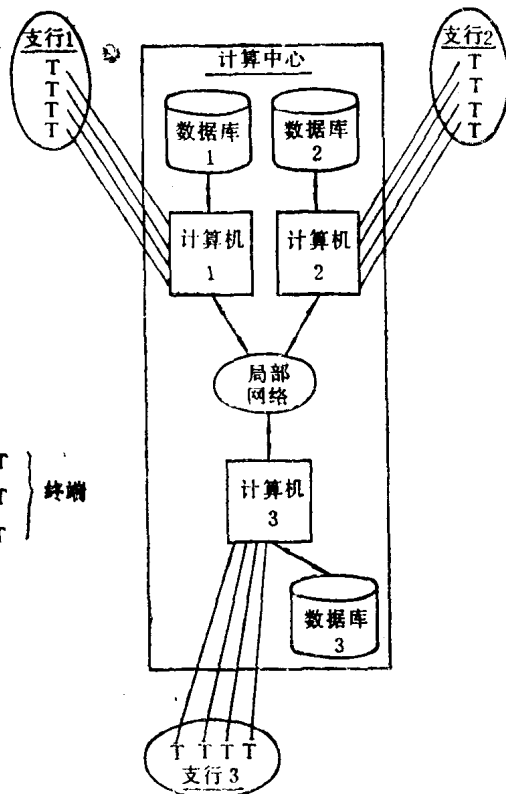


图1.2 局部网络上的分布式数据库

当支行的应用程序仅访问存放在本支行的数据库，这种应用称为局部应用 (Local Application)。如支行正常的借贷应用。

某种应用如果不仅仅要访问本支行的数据库，还要访问其他支行的数据库。那么，这种应用称为全局应用(Global Application)或分布应用(Distributed Application)。如从一个支行的帐目中调一笔资金到另外一个支行的帐目中去，这种应用要求更新两个局部数据库的内容，可想而知，这是一项困难的工作。

例2 一个有三个支行的银行，它的三个支行的计算机都集中在一个大楼里或一个局部地区，支行间由局部网络相连，其结构示意图如图1.2所示。每个支行都有自己的本支行帐目数据库。该例同样也有本地(局部)应用和全局应用问题。

例3 同样有一个三个支行的银行。不同的是三支行数据库分布在三个“末端”计算机上。这称为多处理系统，其结构示意图如图1.3所示。这些计算机执行数据库的管理功能，而“前端”计算机执行应用程序。必要时，在程序运行中，“前端”计算机可请求“末端”计算机的数据为其存取服务。

由例3看出，由于“前端”机的存在，即使数据库是分布存放的，但是在应用上都是由“前端”机进行统一处理，不存在局部和全局应用之分，因而图1.3所示结构不是一个分布

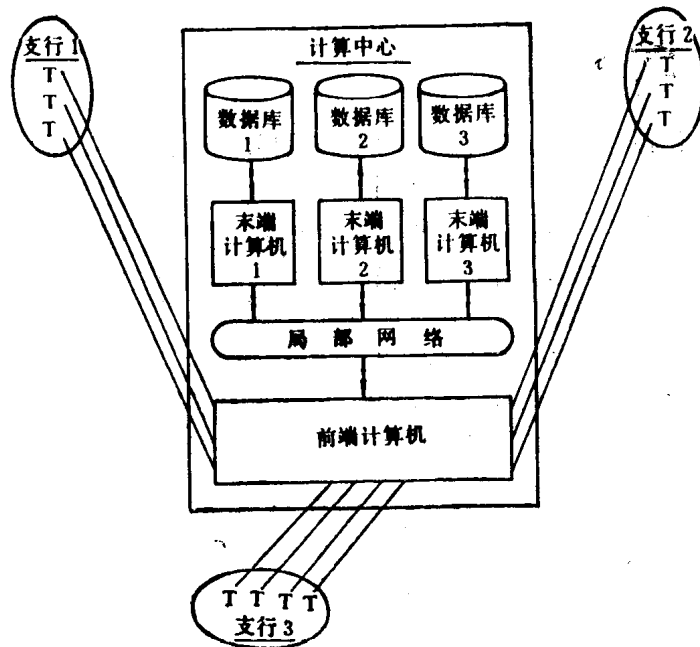


图1.3 多处理机系统结构示意图

式数据库。而例1和例2所述结构都是分布式数据库。

三、分布式数据库的参考定义

综上所述，现在可给出分布式数据库的参考定义：

分布式数据库是分布在计算机网络的不同节点(site)上的数据的集合。网上每个节点都具有独立的处理能力 (Autonomous Processing Capability)，即执行局部应用。同时，每个节点借助通信子网 (Communication Subsystem)至少参与执行一个全局应用。

第三节 分布式数据库的特性

与集中式数据库比较，分布式数据库有它本身的特殊性质。下面将分别阐明其有关节点自治、数据独立性、数据冗余、复杂的数据结构和有效存取、完整性、可靠性及并发控制等性质。

一、节点自治(Site Autonomy)

节点自治也就是前面定义中的节点独立处理能力。传统的集中式数据库强调的是对于一个信息系统中的数据库进行集中式的控制，以保证数据的一致性、完整性等特性。即由一级数据库管理员来负责对系统中的数据增加和更新。分布式数据库却不再强调集中控制，而更多的是强节点自治的独立处理能力，即节点自治的概念。

例1和例2就说明了上述特点。由于在分布式数据库中存在局部和全局两种应用，由此引出了对数据库的数据只读和更新的两级控制，产生了两级数据库管理员，即全局数据库管理员(Global administrator)和每个节点上的局部数据库管理员(Local administrator)。

前者对整个数据库进行管理，后者只对局部负责。

分布式数据库强调的是局部数据库管理员的作用，即本节点的数据库由其局部数据库管理员进行管理。甚至可以没有全局数据库管理员，节点间协调工作都可由局部数据库管理员来完成。这种特征就称为节点自治。

二、数据独立性

数据独立性是集中式数据库较之以前的文件系统所具有的一大特征，其实际含意是对于应用程序而言，实际的数据组成是透明的。即应用程序所考虑的是数据的逻辑结构，而不是去考虑数据的物理存放，因而数据在物理组织上的改变可以不影响应用程序的变化。在分布式数据库中，数据的独立性同样有着重要意义，只是这里又引出一个新的概念——分布透明度(Distribution transparency)。它的含意是指：应用程序所面对的分布存放的数据库，就象集中式数据库一样，不必去考虑它的分布性。分布透明度有几个级别，对于各应用程序员的透明度也不尽相同，这一点将在第四章中再讨论。

三、数据冗余

使数据的冗余最小，这是促进数据库技术发展的动力之一，也是数据库的一大特征。造成这种情况的原因大致有二种：一是只用一个拷贝来避免几个拷贝间的不一致性；其次是消除冗余以节省存储空间。

对于分布式数据库来讲，由于节点自治概念的出现，它强调局部应用，因而在许多情况下，不但不设法消除冗余，而是强调要有一定的数据冗余。这也是基于两方面的原因：首先是由于应用的需要。如果两个节点都以相当高的频率使用同样一些数据，就应当将这些数据同时放在这两个节点上。这不仅满足了应用的需要，同时也极大地减少了运行时间和昂贵的通信费用；其次是系统可靠性的要求。如果同样的数据，特别是重要的数据存在网络的几个节点上，即使某个节点出现了严重故障（如地震、洪水、断电及硬件故障等使数据丢失），也就不会因此而影响其它节点的正常工作和造成无法恢复的数据损失（可从未破坏的其他节点上的数据进行恢复）。因此，从应用和可靠性考虑，某些数据的冗余是必要的。这并不是说分布式数据库强调的是数据对于所有节点的完全重复，它只是强调必要的数据重复。因为存储器的昂贵价格和数据库更新所需的开销，不允许随意的数据冗余，而应在满足应用和可靠性的条件下，选择最佳数据冗余度及最佳冗余数据。所以，数据重复是在分布式数据库设计中极需要解决好的一个重要问题。

四、复杂的数据结构和有效存取

复杂的数据结构如二次索引、中间文件等都是传统集中式数据库的特点。这些结构的支持是数据库管理系统的重要部分。提供复杂的数据结构的目的在于获取有效的数据存取速度。

在分布式数据库中，复杂的数据结构对于有效的存取并不是唯一的手段。当有效的存取在分布式数据库中作为主要问题时，物理结构不是一个关键性问题。由于维护这种结构的难度和记录级的操作不便，在使用中物理结构不能提供有效的存取。下面通过一个例子来解释。

例4 有一个数据库模型如图1.4所示，它有记录类型 供应商和 零件 (Supplier Part)，还有一个系 供应商-零件 (SUPPLIER-PART)，即 供应商供应零件。如有一应用为“找出 供应商S1所供应的零件”。用 DML语言来实现，其程序为

程序1:

```
Find SUPPLIER record with
SUP#=S1;
Repeat until "no more member in set"
```

```
Find next PART record in SUPPLIER·PART set;
Output Part
```

假设以上的数据库如图1.5所示，分布在计算机网络的三个节点上，供应商数据存在节点1(site 1)，零件数据分散在节点2(site 2)和节点3(site 3)。

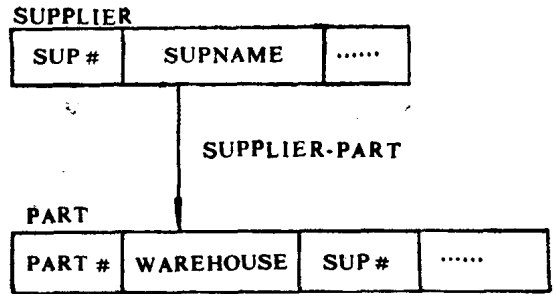


图1.4 CODASYL数据库模式

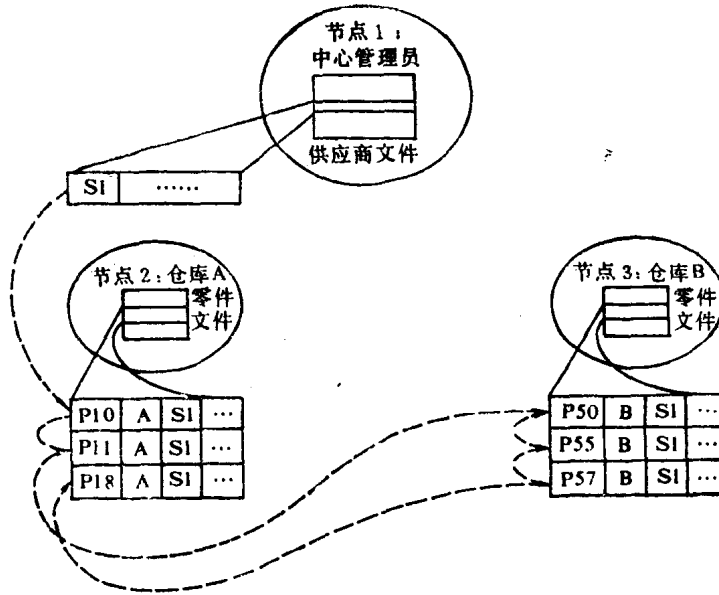


图1.5 分布式CODASYL数据库

如果我们的应用按程序1来执行，系统为了存取满足S1的零件，必须重复进行远程访问零件数据。这样，对于某个记录的访问不仅仅是该记录需要传输，而且与该记录有关的许多其他信息也需要传输。

如果我们用如下一种方案来完成上述要求：

步骤1 在节点1:

将供应商号SN送到节点2和节点3;

步骤2 在节点2和节点3:

并行地接受供应商号，同时找出所有满足SUP#=SN的部件，并送到节点1;

步骤3 在节点1:

合并来自节点 2 和节点 3 的结果，并输出结果。

这两种方案都可以实现我们的应用，其不同点在于：第一种方法需要在网络上一个记录一个记录地进行存取。第二种方法则是将满足要求的记录一次进行传输，当然第二种的存取效率要比第一种高得多。这就提出了把第一种方案如何转化为第二种方案的问题，这将在第七章再加以讨论。

五、完整性、可恢复性和并发控制

完整性、可恢复性和并发控制是三个不同的问题，但它们之间有很密切的关系。它们都与事务(Transaction)的不可分性(Atomicity)有关。事务是数据库运行中的一个不可分单位，它由一个操作序列组成。这些操作或者完整地执行或者根本不执行，但二者必居其一。这就是事务的不可分性。分布式数据库和集中式数据库一样，都存在事务的不可分性。不过因环境不同各有其不同特点。

如例 1 中的“资金流动”的应用是一个全局应用，它是一个不可分的单位，借方或贷方二者都执行或都不执行，而只执行其中之一是不能被接受的。因为资金调动也是一个全局事务，在分布式数据库中借方和贷方处于网络上不同节点，在调动资金时，若借方和贷方的节点分别是工作的和不工作的，那么系统应当怎样执行这一全局事务并保证正确地调动资金呢？在此情况下，是令该事务流产，还是当两个位置不能同时工作时，用另外的办法保证正确执行这一事务呢？事务的不可分性是保证所有动作要么把数据库从一个一致状态转变成另一个一致状态，要么不触动其初始的一致状态。简言之，保持数据库的完整性。然而，故障与并发对事务的不可分性有严重的威胁。由于故障迫使正在执行的事务中途停止，而违反不可分性的要求。由于并发，一个事务执行期间另外一个事务创建了一个瞬间状态，这就可能使前一事务面临不一致的状态。可恢复性在很大程度上涉及保持有故障时事务的不可分性。在分布式数据库中执行一事务可能涉及若干节点，这就存在在某一节点出现故障如何处置的问题。并发控制也涉及到事务的不可分性，它可以用典型的同步方法解决，但分布式数据库环境中的同步问题比集中式数据库更加复杂，所遇到的困难也更多。

第四节 分布式数据库管理系统

分布式数据库管理系统(Distributed Database Management System, 简称为 DDBMS)用以支持分布式数据库的建立和维护。

一、典型 DDBMS 的部件及其作用

目前分布式数据库管理系统还处于研究阶段，虽有一些实用的商品化的系统，但都没有统一的模型，大多数的 DDBMS 都是在集中式的 DBMS (数据库管理系统) 之上开发的。即在原有 DBMS 的系统中，扩充了支持通信和分布在不同节点的数据库管理系统之间联系的部件。

(一) 典型的 DDBMS 的部件

典型的 DDBMS 大致应具有如下部件：

1. 数据库管理(DBM)；
2. 数据通信(DC)；

3. 数据字典(DD);
4. 分布式数据库管理(DDBM)。

上述四个部件在两个节点的计算机网络上的连接如图1.6所示。

(二) 典型DDBMS部件的作用

这里的四个部件组成了分布式数据库管理系统，其中DDBM是唯一用来描述分布式数据库的部件，DBM,DC和DD则是集中式数据库的继承。它们的作用是：

1. 实现应用程序的数据库远程存取。

这是最重要的，同时也是所有分布式数据库管理系统所必需的。

2. 决定分布透明的一些等级。

这个特性是由不同的DDBMS提供的，因为在分布透明度和性能之间存在着折衷，不同等级的透明度的性能相差很大；

3. 支持数据库的管理和控制。

这包括监控数据库的工具、收集数据库的使用信息和提供存放在不同节点的数据文件的全局视图；

4. 支持DDBMS的并发控制和分布事务的恢复。

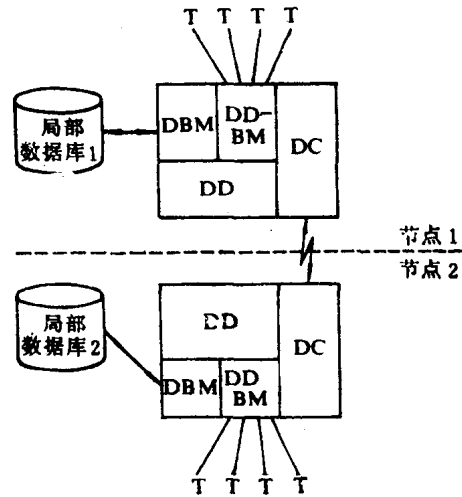


图1.6 DDBMS的部件

二、DDBMS的分类

DDBMS可以分成两大类。R·皮博尔(Peebl)和E·曼宁(Manning)把它们称为综合型和联合型的体系结构。

(一) 综合型体系结构

所谓综合型体系结构是指在分布式数据库建立之前，还没有建立独立的集中式数据库管理系统。而是由设计人员在综合权衡用户需求后，设计出的一个全新的完整的数据库管理系统。

(二) 联合型体系结构

如果每个节点的数据库管理系统已经存在，在此基础上建立的分布式数据库系统就是所谓联合型的。同时联合型体系结构又分两类：

1. 同构系统

每个节点的局部数据库管理系统支持同一种数据模式、命令语言及查询语言；

2. 异构系统

各节点上的数据库管理系统有着不同种的数据模式、命令语言及查询语言等，这就需要在两个DBMS之间进行信息的交换，并对查询语言、数据模式和结构等进行转换和映象。这种系统称为异构系统。

总之，无论从经济、组织和技术上考虑，分布式数据库都是极为重要的，它既可在大型的计算机网络上实现，也可在局部网络上实现，因此，在未来几年中，分布式数据库将会有更快发展和大量应用，分布式数据库管理系统也将会变得更加成熟和实用性更强。

第二章 分布式数据库的预备知识

为了有助于分布式数据库概念的引入和理解,在本书的开始,先给读者一些传统的数据库和计算机网络的概念和知识。同时介绍后面章节中要涉及到的基本概念和有关符号。

第一节 数据库概论

一、实体、信息和数据

对于事物的物理状态的反映是信息,而信息是由数据来表示的。这期间经历了三个不同的世界,即现实世界,信息世界和数据世界——计算机世界。

(一) 现实世界

在现实世界中,数据库系统用到一系列描述事物的术语,这就是:

1. 实体(Entity)

实体是描述客观存在并可相互区别的物体,如一张桌、一部电话和一次借书等。

2. 属性(Attribute)

实体所具有的某些特性为属性。实体由若干属性的属性值组成。例如姓名、学号、年龄和班级等等。属性所取的值的范围称为属性值的域(Domain)。如年龄作为大学生通常应在15岁到40之间;性别由男和女组成等等。一般地属性可以理解为一个变量,属性值就是变量所取的值。

3. 实体集(Entity set)

实体是由若干属性值组成,相同类型的实体的集合称为实体集。例如表现学生基本情况的属性有:姓名、学号、年龄、班级、性别和民族等等,具体地讲王一(姓名)、080002(学号)、21岁(年龄)、0421班(班号)、男(性别)和汉族(民族)等等就组成了一个实体。全部学生的基本情况,就是同类信息的全部实体,就叫作实体集。

4. 实体类型

实体类型由若干属性组成,它反映实体的特有性质和类别。如学生基本情况由姓名、学号、班号、……组成。

上述是在现实世界中物体的客观反映,这些反映现实世界的信息经过加工处理,就进入了信息世界。

(二) 信息世界

信息世界是把人们头脑中对于客观世界的物质实体特征的反映用一种文字与编码表现出来,以便于传播、整理、收集、处理和交流。因而在信息世界中建立了一套能够描述进行处理的对象——数据术语。这就是:

1. 记录

它反映现实世界中的实体。