

分布数据库 管理系统 概论

杨德元 编译

清华大学出版社

分布数据库管理系统概论

杨德元 编译

清华大学出版社

内 容 简 介

本书为读者提供学习分布数据库管理系统的预备知识：数据库管理系统、数据通信，以及分布数据处理等。重点介绍分布数据库管理系统的一般概念和基本问题，包括：数据分布，功能分布，查询处理和更新同步。

本书为清华大学计算机系参考教材。可作为计算机系的学生和研究生的参考书，也可供从事计算机工作的科研人员、工程技术人员以及其他有关人员参考。

分布数据库管理系统概论

杨德元 编译



清华大学出版社出版

北京 清华园

北京昌平区振南排版厂排版

北京京辉印刷厂印装

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售



开本：787×1092 1/32 印张：7.5 字数：160千字

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数：00001—10000

统一书号：15235·293 定价：1.45元

目 录

第一章	引言	1
第二章	数据库管理系统	5
2-1	数据库管理的目标	6
2-2	数据库管理系统的发展过程	12
2-3	数据库管理系统的组成	15
2-4	CODASYL 的数据库管理系统	22
2-5	关系数据库管理系统	32
2-6	从 CODASYL 的到关系的数据库的 转换	39
2-7	小结	42
第三章	数据通信	43
3-1	基本概念	43
3-2	通信技术	52
3-3	通信系统的结构	55
3-4	开放系统互连参考模型	60
3-5	小结	68
第四章	分布处理	70
4-1	分布计算机系统	71
4-2	分布处理的目标	73
4-3	体系结构的影响因素	77
4-4	分布处理的方案	82

第五章 分布数据库管理系统	89
5-1 DDBMS 的体系结构	89
5-2 模式结构	93
5-3 DDBMS 的操作和组成	96
5-4 分布的方案	103
5-5 DDBMS 成分的分布	106
5-6 小结	108
第六章 数据分布	109
6-1 数据设置方案	109
6-2 研究工作的综述	115
6-3 今后的研究	122
第七章 功能分布	126
7-1 分布数据库管理的功能	127
7-2 结点组成	139
7-3 小结	150
第八章 更新的同步处理	151
8-1 集中式系统中并发控制	152
8-2 分布环境中的更新的同步问题	157
8-3 全局封锁的同步处理	159
8-4 主控副本的同步方法	166
8-5 多数一致的同步处理	172
8-6 多数一致方法的例子	179
8-7 多重协议的同步	187
8-8 小结	194
第九章 查询分解	196
9-1 集中式 DBMS 中的查询分解	196

9-2	分布式 DBMS 中的查询分解	199
9-3	分布式查询处理的优化问题	203
9-4	一个简单查询的例子	209
9-5	进一步研究的问题	212
9-6	小结	215
第十章	结束语	217
10-1	管理与维护	217
10-2	现状与前景	222
附 录	进一步学习的参考资料	227

第一章 引言

读过J·马丁 (Martin) 的专著“数据库管理的基本原理” (Principles of Data-Base Management), 都不难回忆起马丁在该书中称70年代为数据库年代。而今有更多的专家确信80年代是分布式数据处理的年代。事实表明, 处理机和存储器的成本继续下降、基于光纤技术的低成本通信、微波传输和卫星通信等的发展, 已经而且必将进一步加速分布系统的开发和广泛使用。由于多种原因, 与发达国家相比, 在这方面我们还有着相当的差距, 但是, 分布式数据处理的研究和开发工作已经在许多地区和单位展开了, 有的已经取得了可喜的成果。目前, 讨论分布数据处理的译著、论文虽已有不少, 但笔者认为, 从教学需要出发, 仍然缺少一本既全面系统地介绍分布数据管理系统, 又便于读者自学的用书。为此, 笔者选择了O.H.Bray所写的“分布式数据库管理系统” (Distributed Database Management Systems) 为主体, 根据教学实践, 修改并充实了主要章节。目的是想把本书作为分布数据库管理系统的入门和基础提供给读者。

本书应当有助于读者理解分布数据库系统的设计和应用中的基本问题, 但不打算对分布数据库管理中的许多问题给出结论性的意见。确实, 在这个领域中至今有许多课题尚无充分肯定的答案, 本书着重于探讨主要的问题并进行分析对

比,介绍当前的技艺水平,为进一步的研究提出建议。通过对具有方向性问题的研究,就会逐步地提供许多更为肯定的意见。对于某一方面问题特别有兴趣,打算作更详细了解的读者,本书提供了广泛的参考文献。

本书并不想使读者成为分布式数据库管理系统方面的专家,但由于介绍了所有的基本概念和各类技术问题之间的相互关系,本书就为读者提供了一个良好的起点。读完本书,读者就会理解分布式数据库管理系统的各个部分是如何有机地构成一个整体的,也将有能力进一步阅读和理解更多的技术文献。

本书是为下列三类读者编写的。第一,数据库工作的实践者。他们正在被迫考虑许多本书所讨论的问题。许多人在集中式系统的数据库管理方面是有经验的。然而,由于技术的发展,现在需要了解,应当如何来改善和提高才能使这些概念在分布环境中仍然是可以应用的。第二,从事数据通信和分布处理方面的工作人员。他们正开始看到了许多尖锐的数据处理问题,而且要决定数据库的概念怎样才能对他们的工作有所帮助。同样,在复杂的数据库管理系统之间的通信要求与专门的应用程序之间的通信要求可能是很不相同的。由国际标准化组织为开放系统的互连模型(OSI/RM)所建议的层次结构中就会出现这类问题。除去应用和表示层之外,所有的功能层涉及到的只是通信。分布式数据库管理系统的全部功能是否在应用层都能充分地执行,这一点是尚待说明的。

第三类重要的对象是计算机科学和管理信息系统方面的大学生和研究生。本书在综合分布处理的概念和数据库管理

的概念方面为他们提供了彼此衔接的知识桥梁。附录所列的大量参考资料对学生们是特别有价值的。

O.H.Bray 的“分布式数据库管理系统”一书共分为十章，并附有参考书目。编译者仍然保持该书原来的结构，分别在各章的内容上有所增加或删除。第二章讨论集中式数据库管理系统。介绍数据库管理的对象、组成及其操作。其中一部分篇幅集中于一般的数据库管理系统，也有几节用来单独讨论CODASYL或网状系统和关系系统。另有一节分析从一类系统到另一类系统映射的两种途径和方法的共同性。

第三章对数据通信提供了类似的引论。分布式数据库管理在数据库管理和数据通信两方面都要求有一定的背景知识。因此，这两章是试图保证不同类型的读者对这二个领域都具有至少最低限度的了解。这一章讨论通信的一些基本概念，论述几种主要的技术，和评述由国际标准化组织(ISO)所提出的开放系统的互连模型。

第四章一般性地讨论分布处理。讨论分布处理的效益和局限性，论述各种分布方案。讨论的最后一种方案就是分布数据库管理系统。这样就直接过渡到第五章。第五章定义和解释分布数据库管理的几种基本概念。这一章讨论的许多概念都是CODASYL系统委员会在他们最近的报告中所提出的分布数据库系统的结构：分布方案和通用体系结构，这一章明确划分了分布数据库管理系统（DDBMS）的各个组成部分，阐述了它们的操作，讨论了四种类型的分布，以及这些分布对每一组成的具体应用。

余下的四章集中考虑分布数据库管理系统的四个主要方面的问题。它们是数据设置、功能设置、更新同步和查询分

解。对各种类型的分布数据库系统，这四方面的问题没有一个一般性的解决办法。因此，每一章中心在于论述主要矛盾，评述当前的研究状况，对遗留问题提出了一些启示。第七章“功能分布”是关键的一章，因为它所讨论的问题到目前为止仅仅在CODASYL的报告中考虑过。在这一领域内几乎所有其它的工作都假定网络中每一结点都是一个完全的DDBMS。

最后一章讨论了一些管理问题，并提出了关于DDBMS发展前景的一些设想。本书以文献目录为结束，它有助于对某些具体课题有兴趣的读者作更深入的了解。

第二章 数据库管理系统

数据库管理系统使一个组织可以改进使用和控制它的数据资源，因此数据库管理系统是提高数据处理生产率的重要工具。它使应用分析人员和程序设计人员摆脱了许多例行的数据管理的考虑。在许多组织中，这就有效地减少了为维护现存的应用和开发新的应用所需要的资源和时间。

这一章首先回顾数据库管理的基本概念，为以后各章提供必要的数据库管理的基础知识。从第五章起主要是集中讨论分布式数据库管理系统方面重要的技术性的问题。已经熟悉数据库管理、熟悉CODASYL和关系数据模型的读者，就可以只是快速浏览一遍，从而熟悉本书所用的名词术语。不很熟悉数据库管理系统和两类数据模型的读者，首先要掌握本章所引进的术语和概念，这对于了解分布数据库系统是很重要的。

本章包括6节。节2-1讨论数据库管理的目的；节2-2简要地回顾数据库管理系统从两个不同类型的系统到单一类型的演变过程；节2-3确定和解释数据库管理系统(DBMS)的主要组成，并描述在DBMS的实际运行中这些组成的各自的职能和作用。

本章并不打算叙述特定的DBMS，而是一般性地介绍功能成分，以使读者熟悉数据库管理系统。因此，节2-3是在普遍共性的基础上讨论DBMS的组成和操作。这些讨论可以应用于所有DBMS，而不论其类型或是所依赖的数据模型如

何。节2-4和节2-5集中讨论 CODASYL 的和关系的两类特定的数据库管理系统。节2-4讨论了CODASYL的 DBMS 的基本术语和概念，并介绍了这一系统的基本操作。节2-5叙述了关系DBMS的术语和概念，作了类似的介绍。随后的各章将讨论两种类型系统的分布。由于对这两种模型有着大量的讨论和争议，节2-6阐明了这两者在实践上是类似的，而且从一种系统转换成另一种也是可能的，因此可以允许不同的用户按这二种模型中的一种来观察同一个数据库。

2-1 数据库管理的目标

数据库管理的基本目的是使一个组织或企业能改善对它的数据库资源的使用和控制。大体上可以认为有四个方面：

(1) 易于使用，(2) 持续演变，(3) 数据完整性，(4) 数据安全性。数据的操纵或查询语言和数据独立性是用以实现上述目的的两项主要技术。这两项技术是实现这些目的的基本手段，就其自身来说并不是目的。一个具体的DBMS能满足这四项要求的程度是各不相同的。从设计的角度，有着两种不同的方针。第一种，各项目标之间进行权衡。例如，过分强调易于使用就要牺牲安全性的改善。第二种，是在这些功能目标所能满足的程度和DBMS的计算机性能之间进行权衡的选择处理。下面我们就逐项仔细地进行讨论。

一、易于使用

第一个目标是使DBMS便于用户和程序设计人员使用。

如果系统难于使用，人们就要花费较多的时间来接受专门的训练，使用时又常常会产生较多的错误。因此，就很少有人愿意直接使用它。如果终端用户不能直接使用 DBMS，那么所有他们的查询都必须由程序员来做。这就增加了程序员的工作负担，并且增加了为开发应用或回答用户查询所要求的时间。鉴于软件与硬件的相对成本问题，易于使用这一点是重要的。为提供这种使用的方便性，就需要配置高级查询语言，特别是对非程序员的终端用户。虽然这种高级语言的使用降低了机器的效率，但是高级语言的使用大大地提高了要作复杂数据处理的普通工作人员的效率。计算机和 DBMS正在做着过去是由系统分析员和程序员所做的工作。考虑到硬件成本正在不断的迅速下降和人员开销的不断增加，这可能是比较合理的考虑。虽然查询语言的功能和灵活性在不同 DBMS 之间是有差异的，但所有的 DBMS 都为易于使用这一目的提供了不同程度的支持。

易于使用这一目的应当是为程序员和非程序员的终端用户两类人员服务的。许多 DBMS 都为用户提供了自完备的高级查询语言。对于这类语言，用户只要指定希望取得什么数据，而无需指出如何取得它。由于事先已经确定了数据库，所以 DBMS 能够分析用户的查询以决定如何得到它。理论上，这种能力也应当提供给程序员。然而，在许多系统中，程序员所使用的数据操纵语言是比较低级的。虽然这种较低级的数据操纵语言为程序员提供了某些方便，但这远远不能和终端用户查询语言的能力和灵活性相比。例如，一个高级查询请求也许可以得到一个特定顾客的全部定货单。为取得同样的数据，使用低级的数据操纵语言就须先识别出顾客，

然后一次一个地检索有关的定货单。

二、持续演变

演变能力在某种意义上就是指长期的易于使用。这就是指易于修改数据库和原有的应用，以便满足新的和改变了的要求。最初设计和开发应用时，所有它的最终的需求不一定就能清楚地确定。随后需要不断地修改。有时是因为原设计中就有错误，但通常主要是由于自开发以来又不断出现了新的要求。另一种情况是，由于硬件或软件技术的改变，起初由于开销太大，而没有实现的应用现在有可能实现了。系统具有持续演变的能力就是指在不需要对所有现存的应用进行修改或重新进行程序设计的情况下，提供一种途径来修改数据库以许可新的应用或改善原有的应用。

数据独立性通常就是用来提供演变能力的。数据独立性是最初对 DBMS 定义数据库时所提供的。大多数当前的 DBMS 都具有两级数据库定义。第一级，称为模式，它提供了整个数据库的完全的逻辑的和物理的描述。第二级的定义是子模式，它提供的是针对某项应用所涉及的那部分数据库的逻辑的和格式的描述。数据库仅有一个模式，但对各个应用都可以有各自的子模式。DBMS 使用模式和子模式将数据从存储形式映照到应用所要求的格式。这里的讨论，假定是两级数据库结构。由 CODASYL 研究提出的三级模式结构的第三级将在节 2-3 中讨论。

分析一下文件系统和 DBMS 之间的差别。如果在文件系统中对记录增加一个字段，则应用程序必须改变，因为该记录已经不再是按照在该应用中所描述的格式存放了。由于记

录格式的定义是在该应用中，所以使用该文件的每一应用都要进行修改。对于 DBMS 来说，数据库的存储形式是在一个地方——模式中定义的。仅仅是需要新字段的应用受影响。只要 DBMS 仍然能够将来自新的存储形式的数据映射成各种应用所期望的格式，所有其它的应用都不受影响。

DBMS 映射的能力大大地减少了对应用程序维护的要求。只是当数据库修改的方式使得 DBMS 不再能对模式和子模式所描述的形式之间的数据进行自动地映射时，才需要修改应用程序。由于所要修改的只是其子模式不再能从该模式中映射的那些应用，所以维护要求减少了。这种映射当然要求做附加的处理和额外的存储。然而，分析硬件和软件的开发与维护之间的开销，增加一些硬件的费用提供系统的演变能力是值得的。

三、数据完整性

改善数据的完整性是 DBMS 的第三个目的。数据完整性包括三部分：有效性、并发控制以及后备与恢复。

有效性 就是要确保只有可接受的数据值才能录入到数据库中。这就保证了录入的数值与数据库的定义是一致的，但不是保证其精确度。在文件系统中，每个应用自身要为其所用数据的完整性负责。由于文件系统几乎并不了解有关的数据，因此它并不能做多少完整性检查。然而，在数据库系统中，模式提供了数据库的相对完整的定义。DBMS 掌握在模式中所定义的任何事情，因而就可以自动地维护各种要求。将编辑功能和完整性检验功能从应用程序中转移到

DBMS中也同样改善了软件开发人员的生产率，因为在许多应用中，实现这些功能的程序在整个应用程序中，都占据相当显著的份量。

并发控制 完整性的第二方面是关于并发更新的问题。多个用户可以在同一时刻存取数据库。在大多数情况下，这没有什么问题。然而，如果两个以上的用户同时都要修改同样的数据，那么有些修改就会丢失，因而数据库就成为不准确的，很可能是无效的了。并发更新的控制是完整性功能的重要部分，必须要建立到 DBMS 中，因为并发用户并不知道彼此的存在，所以就不可能在他们自己的应用程序中实现并发控制。对非程序人员就更是如此了，他们甚至都不可能认识这一问题的提出，当然更不知道如何处理了，因此，对并发事务进行管理就必然是要由数据库管理系统来承担。

后备和恢复 这是确定完整性的第三个重要部分。在出现硬件或软件失效的时候，DBMS 必须要有能力来改正和恢复数据库，对于早期的文件系统，它具有一个文件的多代副本，恢复是相当容易的。装入文件的后备副本，重新运行应用程序就可以了。鉴于各种原因（比如，多个用户同时更新数据库的不同部分，或者更新是直接对数据库做的，而不是通过建立新一代的副本来实现），在 DBMS 中需要不同的后备和恢复处理。就如并发问题一样，处理这一问题的应是 DBMS 而不是系统的用户。

四、数据安全性

第四个目标是改善数据的安全性。数据库常常是一个组

织的十分重要的有价值的资源，因此必须加以保护以防未授权的存取和使用。一种未经许可的存取企图可能是由于简单的错误所造成，比如键盘操作错误。另一方面，也可能是故意试探，以图取得某些情报或是设置错误信息。数据的类型和使用方式关系到应当建立在DBMS中的安全措施的方法和数量。大多数DBMS都提供了许多方法来控制数据的存取。口令就是最常用的办法之一。用户必须提出正确的口令才能进入系统。为存取数据库的各个特定的部分可能需要另一些口令，比如对特定的记录型，或者甚至对记录中的一些特定字段。进一步的措施是对已经被存取的数据控制各种操作，即当数据被存取后，对许可进行何种操作加以控制。一个口令许可用户存取一个特定的记录型，而根据另一个口令，才允许进行修改记录的操作。按照这种方法，可以允许很多用户对某些记录型进行检索，而只许可很少一些用户进行更新操作，甚至是更少的用户可以进行增添或删除记录的操作。

关于各个数据项及其许可的操作方面的安全存取控制，在建立数据库时就能够定义，运行时可以用检查用户的请求和数据库定义来核对。此外，还有另一类存取控制，只是在DBMS已经取得数据之后在传递给用户之前进行检验。这是一种基于数值本身的安全措施。用户能否存取一个特定记录，要根据在该记录中实际存储的数据值而定。这样一类措施通常用来防止保密性的被破坏。例如，可以允许管理人员查看普通工作人员的工资，但只是当他确实是那个工作人员的管理员时，在这样的情况下，DBMS实际上必须首先检索该记录，然后才能确定该用户是否有权存取它。除去更加普遍的数据项和操作类型的安全措施之外，还能够采用基于数