

远程数据库访问系统 客户/服务器体系结构模型的设计与实现*

尹朝万 祝中华 李贵

(中国科学院沈阳自动化研究所, 沈阳 110015)

摘要 远程数据库访问(RDA)是OSI应用层一个特别应用服务元素(SASE),是数据库基础标准,是构造分布数据库开放式体系结构的基础,本文遵照国际标准RDA模型、服务、协议,研究并给出实现RDA客户/服务器体系结构模型、方法与系统原型。

关键词 远程数据库访问*, RDA*, 分布式数据库系统, 客户/服务器体系结构*, OSI, 协议。

数据库技术的发展与应用使得数据库集成技术越来越显得重要,如何支持和实现异构的分布的数据库系统的集成,以实现信息集成与共享是当前许多应用系统迫切需要解决的实际问题。而解决这一问题则要求异构数据库的互连、共享与集成必须走开放式系统道路。数据库互连结构模型必须采用开放式体系结构,这种体系结构应是多层次的,每层的功能、模型、模式、语言、数据都应遵守国际标准或公认的规范以及制定出的相应标准。这种多层次的开放式体系结构可归纳为分布式数据库系统集成管理工作单元与远程数据库访问操作工作单元,因而远程数据库访问(RDA)技术的研究与实现是分布的数据库集成的基础。RDA技术是从开放系统互连(OSI)角度出发,以OSI参考模型^[1]为基础,在OSI国际标准支持下实现不同数据库系统远程访问和操作的技術。RDA协议标准属于OSI模型应用层^[2]协议标准,因此RDA是联系分布数据库与ISO/OSI网络通讯系统之间的桥梁。ISO/OSI模式已成为计算机集成制造(CIM)等系统集成所遵循的开放式网络体系结构,因此RDA系统的研究与构成已成为实现分布式数据库与开放式网络系统相结合的重要标准途径。

本文遵照现行的国际标准ISO/IEC 9579-1^[3]、9579-2^[4]描述的RDA通用模型、服务、协议和SQL专门化,研究并给出实现RDA协议标准的RDA客户/服务器体系结构模型、实现方法与系统原型。

* 本文1993-11-11收到,1994-03-04定稿

本文属国家863计划CIMS主题支持课题。作者尹朝万,1940年生,研究员,主要研究领域为数据库技术,计算机应用,机器人,CIMS计算机支撑环境。祝中华,1968年生,主要研究领域为数据库技术与计算机网络,计算机应用。李贵,1964年生,助理研究员,主要研究领域为数据库技术,计算机软件,CIMS计算机支撑环境。

本文通讯联系人:尹朝万,沈阳110015,中国科学院沈阳自动化研究所

1 RDA 服务模型与相关概念

1.1 RDA 通用服务模型

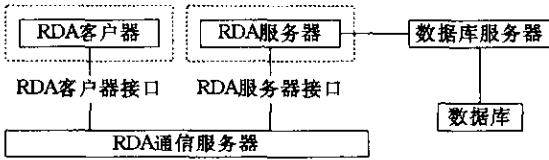


图1 RDA通用服务模型

RDA 通用模型采用了分布式数据处理中先进的客户器/服务器模型(如图 1 所示). 受用户委托, RDA 客户器(RDA Client)提出 RDA 对话请求, RDA 服务器(RDA Server)完成远程数据库操作, 并向 RDA 客户器提供数据库服务. RDA

客户器和 RDA 服务器都是 RDA 通信服务器的用户, RDA 通信服务器提供了 RDA 客户器和 RDA 服务器之间交互操作的能力, 即它们之间的通信服务. RDA 客户器和 RDA 通信服务器的边界构成 RDA 客户器接口(RDA Client Interface), RDA 服务器和 RDA 通信服务器的边界构成 RDA 服务器接口(RDA Server Interface). RDA 服务器驻留在数据库服务器(DB Server)中, 数据库服务器是一个提供数据存储能力和向客户提供数据库处理服务的开放系统.

1.2 RDA 服务相关概念

1.2.1 对话和对话状态模型

RDA 对话是 RDA Client 和 RDA Server 之间的协议关系, RDA Client 和 RDA Server 之间的所有交互操作均发生在一个 RDA 对话的上下文中, 当对话建立时它就被分配一唯一的标识, RDA 对话状态模型是描述 RDA 对话状态的数据结构, 它由一组实体类型所定义, 而每一个实体类型又由若干属性组成.

1.2.2 数据资源

数据资源是指远程数据库操作所涉及到的可命名的数据和能力的集合, 对数据资源的操作有打开和关闭两种方式, RDA 客户为了存取数据资源的内容和能力必须预先打开它.

1.2.3 事务

一个 RDA 事务是指由 RDA 客户确定的一个逻辑上完整的操作单元, 事务具有原子特性, 即一个事务处理过程中, 在该事务完成以前数据的变化不能为其他事务所使用. 如果 RDA Client、RDA Server 或 RDA 通信服务器在事务处理过程中失败, 整个事务的结果必须废弃, 它不应该对物理数据库有所影响, 在任何一个时刻 RDA 事务只能在一个对话中处理, 而在数据库服务器内可并发处理多个 RDA 事务.

1.2.4 数据库语言(DBL)命令

DBL 命令是 RDA Client 和 RAD Server 之间的一类操作, 目的是存取和更新数据库的内容, 在 RDA SQL 专门化中把 SQL 作为数据库操作命令, 一个 SQL 命令在它的使用之前可以预先定义和命名, 留待以后引用, 也可以被定义并立即请求执行.

1.2.5 RDA 协议数据单元

RDA 协议数据单元是使用远程操作记号(RO NOTES)来定义的, 它是 ASN.1 表示法的扩展. 这些定义必须和专门的 RDA 服务相协调.

1.3 RDA 服务

RDA 协议标准提供了对话管理、事务管理、控制、资源管理、数据库语言(DBL)五组服务,每个服务由四个相关的服务原语(request, indication, response, confirm)所组成,它们构成了 RDA 抽象服务接口的事件。

1.3.1 对话管理服务

对话管理服务仅包含基本对话功能单元,它提供两个服务:R_BeginDialogue 服务用于建立 RDA 客户器和 RDA 服务器之间的对话;R_EndDialogue 服务用于 RDA 客户器和 RDA 服务器协商终止对话,这个服务完成以后在建立的对话中所有打开的数据资源均要关闭,在一个事务处理过程中对话不能终止。

1.3.2 事务管理服务

事务管理服务只包含事务管理功能单元,它提供 3 个服务:R_BeginTransaction, R_Commit 和 R_Rollback, 客户利用 R_BeginTransaction 命令开始一个新的事务,只有当前没有 RDA 事务时才能利用此服务,R_Commit 由客户用来指明当前的事务应托付完成,而 R_Rollback 则是指明当前的 RDA 事务应该废弃掉。

1.3.3 控制服务

控制服务包括两个功能单元:删除功能单元和状态功能单元,它们分别提供 R_Cancel 和 R_Status 服务,R_Cancel 用来删除一个或多个已发出的 RDA 操作,R_Status 用来监视已发出的 RDA 操作的状态。

1.3.4 资源管理服务

资源管理服务由资源管理功能单元组成,它提供两个服务:R_Open 服务用来标识一数据资源,此资源可能在以后的服务请求中用到,成功地执行这一命令后,返回的数据资源柄(data resource handle)可以在以后的 DBL 服务请求中用来识别此资源;R_Close 服务用于关闭一个或多个打开的数据资源。

1.3.5 数据库语言(DBL)服务

DBL 服务包括两个功能单元:立即执行 DBL 功能单元提供 R_ExecuteDBL 服务,此服务用来请求一条 DBL 语句的执行,其结果返回客户器。存储执行 DBL 功能单元提供 R_DefineDBL, R_InvokeDBL 和 R_DropDBL 服务,客户器用 R_DefineDBL 命令来定义一专门的 DBL 命令,数据库服务器用它来证实和存储一专门的 DBL 命令;R_InvokeDBL 用来执行已存储好的 DBL 命令固定次数并通知客户器执行结果;R_DropDBL 服务用来废除一个或多个 DBL 命令。

2 RDA 客户/服务器结构模型的设计与实现

2.1 RDA 系统实现的基本模型

RDA 实现模型采用客户器/服务器模型,客户器和服务器之间通过 RDA 通信服务器来协调它们的交互操作,通讯服务器通过 OSI 模式应用层公共应用服务元素(联系控制服务元素 ACSE、远程操作服务元素 ROSE)与表示层相联系,图 2 给出了基于基本应用上下文的 RDA 系统实现的基本模型。

2.2 RDA 结构模型分块设计与实现

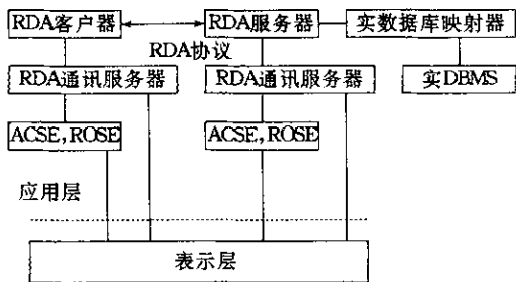


图2 RDA系统实现的基本模型

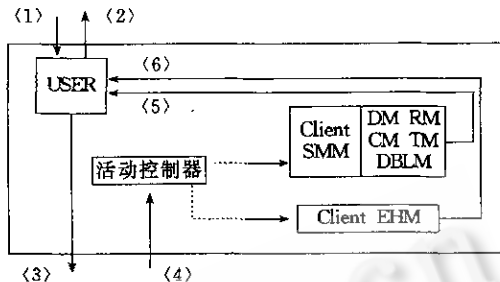


图3 RDA Client实现的结构图

本设计中给出的所有实现结构图的记号基于SDL (Specification Description Language)图形表示法中的记号并加以扩充,语义不完全相同,→表示信号流向,↔表示调用关系,——表示模块对数据结构的操作关系,□方框内表示实现的系统或模块,方框外表示环境,○表示数据结构。

2.2.1 RDA 客户器(RDA Client)的设计与实现

RDA Client 主要完成以下功能：

- 将用户的服务请求命令表示成 RDA 原语调用
- 实现 RDA 客户方服务功能
- 差错处理,以保证协议正确执行

RDA Client 的结构模型设计如图 3 所示。

图中 Client SMM 是客户器服务管理模块 (Client Service Management Module), Client EHM 是客户器差错处理模块 (Client Error Handle Module)

信号描述：

- <1>用户引用 RDA 服务的命令
- <2>服务命令执行返回的结果(result)或错误(error)
- <3>RDA 请求(request)服务原语
- <4>RDA 证实(confirm)服务原语
- <5>Client SMM 对接收到的原语处理后返回的结果
- <6>Client EHM 的报告信息

模块描述：

USER: 用户接口,它将终端用户或程序用户的服务请求命令转换成 RDA 请求服务原语传送给 RDA 协议机(RDA PM),并负责接受协议机返回原语,将结果提交用户,在实现中用户接口分成终端接口和程序接口两种,终端接口向用户提供交互式的终端命令,程序接口则向用户提供一些例程调用。

活动控制器:活动控制器平时睡眠,受下层环境发来的证实原语事件所驱动,驱动之后首先调用客户器差错处理模块(Client EHM),对此事件的合法性进行检查,如果此事件合法,则调用客户器服务管理模块(Client SMM),对接收到的原语进行处理,完成所要求的服务功能。

Client SMM:它包含对话管理(DM)、控制管理(CM)、资源管理(RM)、事务管理(TM)

和数据库语言管理(DBLM)5个子模块,它根据接收到的 RDA 证实原语(RDA Confirm),驱动相应的模块,完成协议规定的服务功能,它主要是对客户方的对话状态模型(DSM)进行操作,执行结果发送到用户接口.

Client EHM;用于 RDA Client 序列规则(sequence rules)控制,它主要判断当前原语是否满足序列规则,结果信息提交用户接口.

2.2.2 RDA 通讯服务器的设计与实现

RDA 通讯服务元素依赖于应用上下文,RDA 通讯服务主要基于 ACSE 和 ROSE. 它的结构模型设计如图 4 所示.

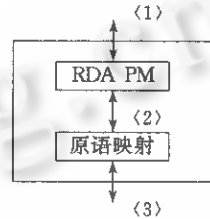


图4 RDA通讯服务器实现结构图

信号描述: <1>RDA 原语

<2>RDA 协议数据单元(RDA PDU)

<3>ACSE, ROSE 或表示层原语

模块描述:

RDA PM;RDA 协议机,它主要包含协议动作机、PDU 编码/解码模块以及协议机差错处理模块,它们之间的关系如图 5 所示.

图 5 中协议动作机相当于一个自动机,它首先调用协议机差错处理模块,对接收到的事件进行差错处理,如果该事件合法,则根据对话当前的状态和该事件类型,修改协议机当前状态并执行协议规定的动作,同时调用 PDU 编码/解码模块,完成对 RDA PDU 的编码或解码,协议动作机主要对对话控制块(DCB)进行操作. 原语映射模块完成两个功能:(1)把 RDA PDU 作为相应的 ACSE 或表示层服务原语的用户数据传送;(2)从 ACSE 或表示层服务原语中分离出 RDA PDU.

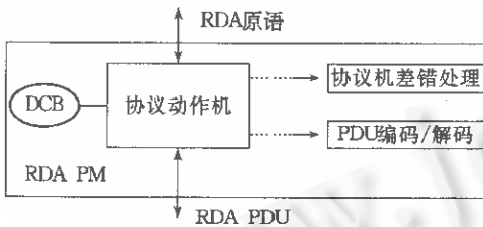


图5 RDA PM实现框图

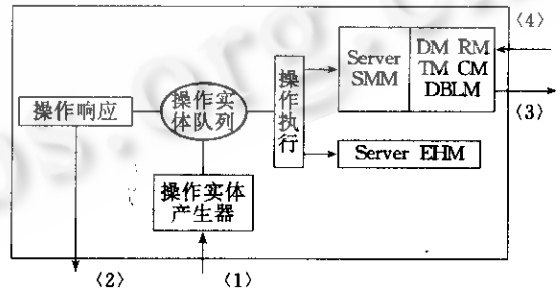


图6 RDA Server实现结构图

2.2.3 RDA 服务器(RDA Server)的设计与实现

RDA Server 主要完成以下几个功能:

- 提供服务端服务功能
- 实现服务原语到实 DBMS(数据库管理系统)操作的映射
- 差错处理,保证服务器按照协议要求的规则正确执行

在实现中,RDA Server 以操作实体队列这个数据结构为中心,根据操作实体不同状态分别由操作响应、操作执行模块处理,其结构模型设计如图 6 所示.

图 6 中 Server EHM 为服务器差错处理模块(Server Error Handle Module), Server SMM 为服务器服务管理模块(Server Service Management Module).

信息描述:

- <1>RDA 指示(indication)原语
- <2>RDA 响应(response)原语
- <3>Server SMM 向实数据库管理系统(DBMS)映射器发送的数据库(DB)操作
- <4>DB 操作返回信息

模块描述:

各个模块的联系是通过共享操作队列得到的,并发操作采用加锁的机制,以保证数据一致性和操作安全性.

操作实体产生器:平时睡眠,受下层环境发来的 RDA 指示原语事件所驱动,根据服务器执行规则产生操作实体,并将它加入到操作队列尾.

操作响应:专门处理操作实体状态为 ABORTED, FINISHED 和 CANCELLED 的实体,它根据服务器执行规则完成协议规定的动作,并向 RDA PM 发送响应(response)原语.

操作执行:对状态为 AWAITING EXECUTING 的实体进行操作,它首先调用服务器差错处理模块,进行差错处理,如果没有出错,则调用服务器服务管理模块,服务管理模块驱动相应的管理模块完成服务功能.

Server SMM:它和客户器服务管理模块一样也包含对话管理(DM)、控制管理(CM)、资源管理(RM)、事务管理(TM)和数据库语言管理(DBLM)5个子模块,它主要对服务方的对话状态模型(DSM)进行操作.

Server EHM:用于 RDA Server 序列规则的控制,它被操作执行模块调用,主要判断当前原语是否满足 RDA Server 的序列规则,结果信息返回操作执行模块.

2.3 实数据库系统(DBMS)映射器

RDA 服务器的操作服务需调用远程局部实数据库系统(DBMS)完成相应的操作,对于局部具体的 DBMS 可设计相应的 RDA 服务器到实 DBMS 的映射器,本实现中设计了 RDA Server 到 ORACLE 数据库管理系统的映射器.

为满足 RDA Server 到局部实 DBMS 的查询要求,困难之处在于映射器必须能够动态地执行任意的查询语句,利用 ORACLE DBMS 提供的动态 SQL 语句可以达到这一要求,当 RDA Server 接收到远程查询的服务请求时,它把相应的查询命令提交给映射器,映射器分析该命令的语法,然后为它产生一个源程序(用 C 语言编写),该源程序包含了 CURSOR 定义和 FETCH 命令,然后预处理和编译该程序并将它作为一个单独的进程运行,映射器回收执行结果并将结果返送给 RDA Server.

3 RDA 系统模型实现特点

3.1 存储空间的压缩

RDA 协议标准中给出了两种状态表,一是用于 RDA Client 和 RDA Server 序列控制的状态表,一是用于定义 RDA PM 的状态表,前一种表中空格不多,可直接用二维数组表示,而在后一种表中,表的规模大而且空格很多,如果简单地用二维数组表示必然浪费空间,

所以在实现中对它压缩存储,只存储状态表中非空的部分,存储采用三元组表顺序存放的方法,存储时将事件号和状态号均排好序,缩减了查找的时间.

事件	状态	下一个状态	动作

3.2 多对话的实现

对话控制块(DCB)和对话状态模型(DSM)是系统实现的主要数据结构,DCB是RDA PM操作的主要数据结构,在DCB设计中包含了对话标识(DIALOGUE ID)、联系号、通道号、状态等信息,用以实现多对话的管理和控制.

DSM是RDA Client和RDA Server双方都知道的信息,主要受客户器和服务器的服务管理模块操作.设计的DSM由操作实体、资源实体、数据库语言实体和对话实体等四个实体构成,每个实体由相关的属性组成,在实现中每个实体均用C语言中的相应的结构类型表示,用以完成对对话状态信息的管理.

3.3 多种网络的接口

基于图2的RDA系统实现基本模型,本系统遵照ISO/8649,8650 ACSE协议标准,自行设计完成了OSI模式公共应用服务元素中联系控制服务元素ACSE协议软件^[8],通过ACSE与OSI开放式网络相连,实现数据库远程访问.对于与OSI模式相容的MAP协议网络,本系统也适用.为适用于TCP/IP协议网络,设计了ACSE软件与TCP/IP协议相连的虚拟接口,实现与TCP/IP协议网的连接.

4 结束语

本文提出了按照RDA国际协议、标准、定义的数据格式、操作序列,分块设计、分块实现事件驱动式客户/服务器体系结构模型的系统现实策略,采用C/C++语言编程,完成RDA系统原型,成功地实现对远地Oracle数据库系统的远程数据访问.系统的基本支撑环境是由3台Sun工作站组成的以太网,配置UNIX操作系统、Oracle数据库系统所组成.为满足RDA系统对OSI网络环境的要求,引入Sun Link OSI软件实现OSI网络环境.此外,通过ACSE协议软件的虚拟接口,实现本系统在构造的TCP/IP协议的网络环境下运行,系统物理实施如图7所示.

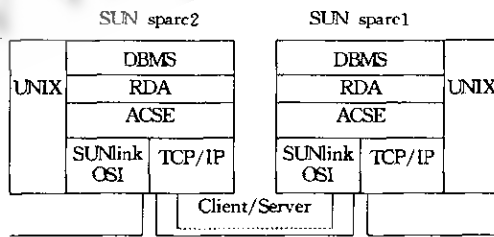


图7 开放式远程数据库访问系统物理实施图

参 考 文 献

- 1 ISO 7498. Basic reference model of open systems interconnection. 1984.
- 2 ISO/IEC 9545. OSI—Application layer structure. 1989(E).
- 3 ISO/IEC 9579—1. Database languages remote database access—part1; generic model, service and protocols. 1990.
- 4 ISO/IEC 9579—2. Database languages remote database access—part2; SQL specialization. 1990.
- 5 ISO 9072—1. Information processing systems—text communication—remote operations—part1; model, notations and service definition. 1988.
- 6 ISO 9072—2. Information processing systems—text communication—remote operations—part2; protocol specification. 1988.
- 7 Kester Fong, Jim Keinstedler. The development of an OSI application layer protocol interface. *Computer Communication Review*, 1989,3.
- 8 祝中华,尹朝万,李贵. MAP ACSE 协议的软件设计和实现. CIMS—CHINA 92 论文集,1992. 18—23.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF REMOTE DATABASE
ACCESS CLIENT/SERVER ARCHITECTURE MODEL

Yin Chaowan Zhu Zhonghua Li Gui

(Shenyang Institute of Automation, The Chinese Academy of Science, Shenyang 110015)

Abstract Remote database access (RDA) is a special application services element (SASE) of the application layer of the open system interconnection(OSI) architecture. It is the basic standards of database and the base of distributed database open system. This paper presents client/server architecture model method and system prototype to implement RDA system according to the international standards of RDA model, services and protocols.

Key words Remote database access, RDA, distributed database system, client/server architecture, OSI, protocol.