

基于 OCL 技术的 Oracle 数据库数据快速存取研究

王军庄, 常鲜戎, 顾卫国

(华北电力大学电气工程学院, 河北 保定 071003)

摘要: 为了满足电力系统仿真软件中的 Oracle 数据库对数据快速存取的要求, 提出了一种基于 OCL(Oracle Class Library) 技术访问 Oracle 数据库的方法。详细介绍了 OCL 技术的特点。和普遍使用的 ADO 数据库访问技术相比, OCL 技术在大批量数据的存储和读取方面具有优越性, 数据库开销小, 数据的读取和写入速度快。通过分析 OCL 的数据加载机制, 对传统的 OCL 直接路径加载方法进行改进。当将大批量的数据频繁地导入到数据库时, 改进的直接路径加载方法减少了冗余操作, 数据的加载速度更快, 较好地满足了电力系统仿真的实时性要求。最后给出仿真算例和部分程序代码。

关键词: 电力系统仿真计算; 实时性; OCL; Oracle

Research on quick access in Oracle database based on OCL technology

WANG Jun-zhuang, CHANG Xian-rong, GU Wei-guo

(School of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: In order to meet the requirements of fast access of Oracle database in power system simulation software, a method based on OCL(Oracle Class Library) technology is presented in this paper. The characters of OCL are introduced detailedly. Compared with prevalent ADO technology, OCL has superiority when mass data is needed writing and reading, and the overhead of database is low while the access speed is fast. By analyzing the load mechanism of OCL, the conventional direct path load method of OCL is proved. When mass data needs writing to database continually, the improved direct path load method reduces the redundancy so as to speed up the load speed, and it can meet the real time requirements of power system simulation. At last, a simulation example and partial codes are provided.

Key words: power system simulation; real-time; OCL; Oracle

中图分类号: TM743 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)09-0053-04

0 引言

现在的大型计算软件普遍引入了数据库的概念^[1]。将计算所要调用的不同数据统一存放在数据库中, 如电力系统仿真计算中的发电机、变压器、线路等设备的电气参数, 电网的运行参数及有关的限额, 继电保护和自动装置的定值等。对电力系统仿真计算的数据库的管理除了要考虑灵活性和安全性等基本需求外, 还应特别注意快速性。因为电力系统仿真计算要模拟真实电网的运行情况, 对实时性的要求较高。无论是模拟正常运行还是事故处理, 都需要有较快的响应速度。这就需要在很短的时间内从数据库大量的数据中取出所需数据, 进行电力系统仿真计算, 然后把计算结果快速地储存到数据库并供其它软件调用。这就要求数据库有很快的查询和更新速度^[2]。

Oracle 数据库以其卓越的性能在电力系统中得到了广泛的应用, 但 Oracle 数据库应用程序的开发

语言和开发方式对 Oracle 访问接口的性能有着重要的影响^[3]。目前大多采用 ODBC、DAO、OLE DB 等作为中间件访问 Oracle 数据库, 其缺点是编程复杂、灵活性差、数据的存取速率低。本文提出了使用 OCL 技术访问电力系统仿真软件中 Oracle 数据库的方法: 仿真开始读取初始数据以及仿真结束查询仿真结果时, 使用 OCL 查询方法; 仿真过程中将每个计算步长的仿真结果写入数据库时, 采用 OCL 快速加载方法。开发实践证明: OCL 编程简单灵活, 功能强大, 其快速的数据读取和存储性能能够较好地满足电力系统仿真计算的实时性要求^[4]。

1 OCL 模型

1.1 OCL 模型概述

在介绍 OCL 之前先简单介绍一下 OCI。OCI 即 Oracle 调用接口, 它是 Oracle 提供的面向程序员 C 语言编程接口, 是开发 Oracle 数据库应用软件的较好的工具。OCI 是 Oracle 开发接口的底层实现,

如 ADO、ODBC 都是在 OCI 上层的封装。由于 OCI 是比较底层的接口，少了很多层的封装，因此其对 Oracle 数据库的访问灵活性和可控制性很强，能够提供应用程序与 Oracle 数据库的直接连接。也正是因为 OCI 是基于数据库底层设计开发的，所以其访问数据库的设计较复杂，开发工作量较大。OCL(Oracle Class Library)是 OCI API 函数封装成的类库，用高级类封装了 OCI 调用，它隐藏了直接使用 OCI 的复杂性，并且保留了 OCI 的性能及所有本地事务的能力^[5-7]。OCL 包含了用来控制连接、执行 SQL 语句、存储和处理查询结果以及一些对开发数据库应用程序有用的公用类库，所有的类都有非常直观、简单易用的接口。使用 OCL 可以创建基于 Oracle 的简洁、高效的程序，不受限制利用 SQL 语言的强大功能及灵活性来开发访问数据库的应用程序。

1.2 OCL 的特点

OCL 是在标准的 C++类库的基础上，用 ANSI C++开发的，因此在几乎所有的 C++编译器上都可以运行，譬如：Microsoft Visual C++ 6.0 及 7.0、Borland C++ Builder 5 及 6、Borland Kylix 3 和基于 Linux 的 gcc 2.96 编译器。同时，OCL 在所有运行 Oracle 的平台上都具有良好的可移植性，程序无须太大修改即可运行在 Unix/Linux/Windows 甚至嵌入式环境下。OCL 程序既具有 SQL 非过程性的优点，也具有第三代程序设计语言的过程性和灵活性，使开发的编程技术具有更强的数据处理能力。OCL 具有以下功能^[6]：a.设计和开发可定制的数据库应用程序。b.优化应用程序中的数据处理性能。c.在不同平台上编译同样的应用程序。d.自动在 Oracle 内部数据与高级语言数据类型间转换。e.快速存取数据记录。f.在内存中缓冲查询结果集。g.使用数组式的输入/输出程序变量。h.容易地调用存储过程。i.获取句柄错误。j.使用数据库中的 LONG 字段。

1.3 OCL 的快速加载方法

OCL 有两种加载数据的方法：常规加载 (conventional load) 和直接路径加载 (direct path load)^[3]。常规加载执行带有绑定变量的 SQL INSERT 语句，将数据插入到 Oracle 数据库的表中。而直接路径加载使用 Oracle 的数组接口特性，将数据先格式化为 Oracle 的数据块，再将其直接写到数据库表中，不使用缓冲机制，它基本绕过了 RDBMS 的处理，降低了数据库开销。当需要将大批量的数据频繁地导入到数据库时，直接路径加载比常规加载效率高，因为它只需一次解析 SQL 语句，数据绑定操作以及程序与数据库之间来回的操作都显著减少，

而且数据库对每一条数据的操作都是重复可行的，这给数据库提供了优化执行的可能。

在把仿真结果写入 Oracle 数据库时，直接路径加载具有明显的优势。其优点在于：不与其它用户竞争数据库资源，特别是进程占用 CPU 的时间；提高数据加载的速度，数据导入的总体时间明显减少。图 1 是常规加载和直接路径加载的示意图。

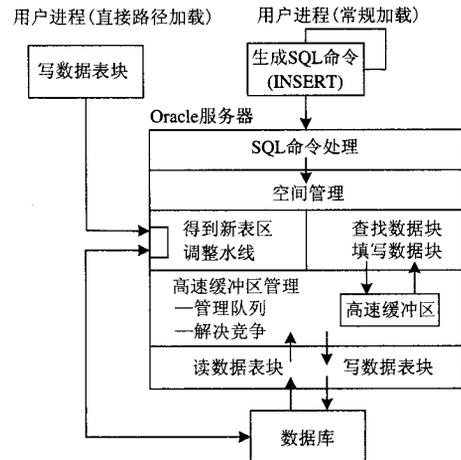


图 1 常规加载和直接路径加载比较

Fig.1 Comparison of conventional load and direct path load

2 编程实现

2.1 读取数据

在仿真开始时，电力系统仿真计算进程要从 Oracle 数据库中读取初始数据，设置仿真初始条件；仿真结束后，要从数据库中读取仿真结果进行分析比较。下面以读取 SWITCH 表中所有的开关状态为例，使用 OCL 方法进行读取操作的编程如下：

```
OraConnection connection;
OraCommand cmd(connection);
OraQuery query(connection);
connection.open("hnn/hnn@orcl");//连接数据库中的用户
query.setCommandText("SELECT * FROM SWITCH"); //查询 SWITCH 表
query.open();
while (!query.isEOF())//得到记录集
{
    num[i]=query.field("NUM").getInt();
    query.next();
    i++;
}
```

```
.....
query.close();
connection.close();//断开连接
```

由上面的程序可见,和 ODBC、ADO 等数据库访问技术相比,OCL 编程简单,可以灵活地操纵 SQL 语句。

2.2 存储数据

在仿真过程中,采用 OCL 直接路径加载方法存储仿真结果,编程实现如下:

```
/*向四个表中写仿真数据*/
for(i=0;i<TotalGen;i++)//发电机数据
{loader1.putColumnData(0,time);
.....
loader1.putColumnData(6,Eq[i]);
loader1.putNextRow();}
for(i=0;i<TotalLine;i++)//线路数据
{loader2.putColumnData(0,time);
.....
Loader2.putColumnData(5,Qij[i]);
Loader2.putNextRow();}
for(i=0;i<TotalLoad;i++)//负荷数据
{loader3.putColumnData(0,NUM);
.....
Loader3.putColumnData(3,Q[i]);
Loader3.putNextRow();}
for(i=0;i<TotalNode;i++)//节点数据
{loader4.putColumnData(0,i);
.....
loader4.putColumnData(3,Angle[i]);
loader4.putNextRow();}
```

一个步长的仿真结果包括:①发电机有功功率、无功功率、转速、功角、电势;②负荷的有功功率、无功功率;③节点电压幅值、相角和频率;④线路的首、末端有功功率及无功功率等。这些数据分别存储在 OUTPUTLOAD、OUTPUTNODE、OUTPUTLINE、OUTPUTGEN 四个表中。在下一个步长的仿真数据到来之前,要把当前步长的仿真结果存储到 Oracle 数据库中。一个步长的仿真数据量比较大,且需要在较短的时间内把这批数据存储在数据库中,ADO、ODBC 等通用的数据库访问技术数据加载速度慢,不能满足电力系统计算的实时性要求,而 OCL 技术在这方面具有明显的速度优势。

传统的 OCL 直接路径加载分三步:第一,定义 OraLoader 对象并绑定到相应的表,调用 createColumns()函数和 beginLoad()函数,检索表的列信息为加载做好准备。第二,调用 putColumnData()

函数加载数据。第三,调用 finishLoad()函数把缓冲中的数据装到表中。在仿真过程中需要频繁地存储数据,而第一步所用时间较多。为了避免把时间浪费在相应表的绑定上,本文对传统的 OCL 直接路径加载方法进行改进:第一,在存储之前首先定义四个 OraLoader 对象,分别绑定到 OUTPUTLOAD、OUTPUTNODE、OUTPUTLINE、OUTPUTGEN 四个表。第二,每个步长的数据到来时,将数据直接存入已经绑定好的表中。当缓冲占满后,OCL 自动把数据装到表中。第三,仿真结束后再调用 finishLoad()函数,把缓冲中剩余的数据存入表中。改进的直接路径加载方法避免了无意义的重复操作,数据加载效率提高。

3 算例分析

表 1 ADO 与 OCL 数据读取速度比较

Tab.1 Comparison of access speed of ADO and OCL

使用方法	Time1 /ms	Time2/ms	Time3/ms
ADO	184	38 187	3 447
OCL(传统方法)	4.4	121	82
OCL(改进方法)	1.4	51	37

表 2 记录集大小变化时 OCL 的查询速度

Tab.2 Query speed of OCL with different record sets

记录集大小(条)	14 540	72 700	145 400
Time4	1.7	2.1	3.9

本文算例的软硬件环境为:

硬件环境: CPU Intel Celeron 2.93 GHz;

硬盘 5 400 转 80 G; 内存 512 M。

软件环境: 操作系统 Win XP SP2; 数据库 Oracle8i。

编程环境: VC++6.0。

表 1 中,Time1 是从 SWITCH 表中(4 704 条记录)读取所有开关状态所用时间;Time2 是把一个步长的数据加载到 Oracle 数据库所用时间,本算例仿真的是一个省网电力系统,仿真结果包括:94 台发电机数据、624 条线路数据、485 个负荷数据以及 3 635 个节点数据,总的数据库大小为 83 528 字节;Time3 是从 OUTPUTNODE 表(节点表,共 1 388 570 条记录)中查询一个时间断面数据(3 635 条记录)所用时间。表 2 中的 Time4 是当 OUTPUTNODE 表中记录集的大小发生变化时,查询一个断面数据所用时间。分析可知,当记录的条数增加时,Time4 随之呈近似线性增长。Time1,Time2,Time3,Time4 各测试 100 次,取平均值。

从上面的比较可以看出, OCL 技术具有很快的数据读取和写入速度。当向 Oracle 数据库中频繁存储大批量数据时, OCL 比 ADO 方法快 700 多倍, 速度优势明显。OCL 技术相比于 ODBC、PRO *C/C++ 等数据库开发技术亦具有明显的速度优势, 数据不再罗列。

4 结论

本文提出了基于 OCL 技术开发电力系统仿真计算软件中 Oracle 数据库的方法, 较好地解决了数据库读写速度的瓶颈问题。OCL 技术具有以下优点: (1)编程简便灵活, 功能强大。使用该方法访问数据库, 缩短了软件的开发周期, 提高了效率。(2)访问数据库速度快。该方法相比传统方法在读写速度上提高了两个数量级, 较好地满足了电力系统仿真计算对实时性的要求。此外, 该方法还可以用在其他对实时性要求较高的 Oracle 数据库系统中。

参考文献

[1] 谷毅, 赵玉柱, 张国威. 我国 DTS 技术及其应用[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(13): 60-62, 65.
GU Yi, ZHAO Yu-zhu, ZHANG Guo-wei. A Survey of the Dispatcher Training Simulator and Its Application in China [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(13):60-62, 65.

[2] 董朝霞, 杨峰, 高建军. 电网 DTS 数据库的设计和实现[J]. 湖北电力, 2003, 27(3): 6-9.
DONG Zhao-xia, YANG Feng, GAO Jian-jun. Design and Implementation of the Database in Network DTS[J]. Hubei Electric Power, 2003, 27(3): 6-9.

(上接第 52 页 continued from page 52)

[2] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
WANG Zhao-an, HUANG Jun. Technology of Power Electronics[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.

[3] 白忠敏, 於崇干, 刘百震. 现代电力工程直流系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
BAI Zhong-min, YU Chong-gan, LIU Bai-zhen. DC Auxiliary Power Supply System of Modern Electric Power Project[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.

[4] 董明, 魏秉政. 变电站直流系统运行现状及存在问题分析[J]. 继电器, 2006, 34(3).
DONG Ming, WEI Bing-zheng. Analysis of Actuality and Problems of Substation DC Auxiliary Power Supply System[J]. Relay, 2006, 34(3).

[3] 刘永宁. Oracle 8i OCI 中的直接路径加载[J]. 计算机应用 2002, 22(4): 88-89.
LIU Yong-ning. Direct Path Load of OCL in Oracle 8i[J]. Computer Technology, 2002, 22(4): 88-89.

[4] 谭海龙, 常鲜戎. 主动型内存数据库在 DTS 中的应用研究[J]. 华北电力大学学报, 2005, 32(2): 71-74.
TAN Hai-long, CHANG Xian-rong. Study on Active Memory Database in DTS[J]. Journal of North China Electric Power University, 2005, 32(2): 71-74.

[5] 聂红梅, 赵建民. Oracle 数据库中 Clob 大字段的查询优化技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(8): 97-102.
NIE Hong-mei, ZHAO Jian-min. Research of Optimum Query Technology on Clob Big Segment in Oracle Database[J]. Computer Technology and Development, 2006, 16(8): 97-102.

[6] Core Lab. Oracle Class Library for C++ 3.00.0.1[DB/OL]. <http://crlab.com/ocl/2005>.

[7] Oracle 8. Oracle Call Interface Programmer's Guide Release2(9.2)[DB/OL]. <http://www.xpbook.com/soft/3253.htm>, 2007.

收稿日期: 2008-06-20; 修回日期: 2008-08-08

作者简介:

王军庄 (1983-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统分析运行与控制; E-mail: wjz19830222@163.com
常鲜戎 (1956-), 男, 教授, 博士, 研究方向为电力系统分析运行与控制、电机故障监测与控制等;
顾卫国 (1955-), 男, 工程师, 研究方向为电力系统动态过程仿真及物理模拟。

[5] 郑中胜. 智能型高频开关直流操作电源系统[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2004.
ZHENG Zhong-sheng. High Frequency Switching DC Power Supply System[J]. Journal of Anhui Technical College of Water Resources and Hydroelectric Power, 2004.

收稿日期: 2008-06-02; 修回日期: 2009-03-16

作者简介:

刘森 (1977-) 男, 工程师, 从事高压直流输电运行管理工作; E-mail: bugsbunnys@126.com
张海凤 (1977-) 男, 工程师, 从事高压直流输电运行管理工作;
李书勇 (1979-) 男, 硕士, 从事高压直流输电运行工作。