

基于实时数据的钻井作业指导系统

王魁生^{1,2}, 查礼¹, 屈展²

(1. 中国科学院计算技术研究所, 北京 100080; 2. 西安石油大学计算机学院, 西安 710065)

摘要: 以钻井作业的实时数据为参数, 检索相同构造或层位上的钻井生产历史数据, 将其反馈到钻井生产现场, 提高钻井作业效率。针对钻井历史信息存储的分布和异构特性, 利用网格技术, 给出基于实时数据的钻井作业指导系统的体系结构和实现方法。

关键词: 钻井作业; 实时数据; 异构; 网格

Drilling Operation Guide System Based on Real-time Data

WANG Kui-sheng^{1,2}, ZHA Li¹, QU Zhan²

(1. Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080;

2. School of Computer, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065)

【Abstract】 This paper uses the real-time data of drilling operation as parameters to query the history drilling operating datas on the same structure or layer. These datas are feed backed to the well site to increase the efficiency of drilling operation. The drilling history information is stored in distribution and heterogeneous environment. It gives the architecture and implementation method of drilling operation guide system based on real-time data.

【Key words】 drilling operation; real-time data; heterogeneous; grid

1 概述

石油钻井工程涉及多个学科和领域, 是一项人员与技术高度密集, 集管理与经济为一体的系统工程, 具有投资大、风险高的特点。钻井工程使用的方法、相关专业技术人员和管理人员做出的各项决策分析以及制定的目标方案将直接影响施工效益和成败。钻井技术对信息化和智能化的要求越来越高。因此, 各油田建立了众多计算机网络, 并开发了很多实用的钻井信息系统^[1]。

目前, 国内钻井信息系统实现了如下功能: 完成钻井生产信息的采集、传输和汇总, 建立钻井生产经营数据库, 提高各种生产数据信息的传递速度与共享效率, 实现生产数据及时、准确、科学地汇总与分析, 为钻井工程公司各级生产单位工作的顺畅进行提供保障, 并为相关各级领导的决策提供科学依据。但现有信息系统和历史数据主要面向管理层和设计人员, 而没有面向生产现场、对正在进行的钻井作业起到实时指导作用。鉴于此, 本文提出一个基于实时数据的钻井作业指导系统。

2 系统设计的思路与基础

常见的钻井信息资源包括钻井日报数据、时效数据、事故复杂数据、测井数据、录井数据、钻头数据、材料数据、设备数据、财务数据、人员资料、随钻数据、地震资料等, 它们属于不同单位和部门, 位于不同计算机(如 PC, SUN, IBM 等)和不同数据库(如 Oracle, Sql Server, Access 等)中。为了充分发挥上述数据的作用, 人们开发了许多实用的信息系统, 但此类系统主要用于钻井工程的生产管理、优化设计、工程计算等。对正在进行的钻井作业, 目前只实现了钻井信息的实时采集^[2]、钻井工程实时监测^[3]以及实时专家诊断系统, 而没有以历史数据为背景, 形成对钻井作业进行优化指导的

信息系统。

钻井生产信息来源于各个钻井队, 某一构造和整个油田的钻井信息则存储于钻井公司。与钻井信息相关的测井数据存储于测井公司, 而地质数据则存储在油田的地质研究院。面对上述分布、异构的资源环境, 只有通过网格技术才能方便快捷地建立一个安全、可靠、易于使用的井场钻井作业指导系统。

“网格”一词在 20 世纪 90 年代中期被用来描述用于科学与工程分布式计算的基本设施, 是继万维网之后出现的一种新型网络计算平台^[4]。网格是构置在互联网上的一组新兴技术, 它将高速互联网、计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体, 为科技人员和普通用户提供更多资源、功能和服务。互联网主要为人们提供电子邮件、网页浏览等通信功能, 而网格提供了更多更强的功能, 它能让人们共享计算资源、存储资源和其他资源^[5]。简而言之, 网格是把通过因特网连接的多台计算机整合成一台巨大的超级计算机, 实现各种资源的全面共享。传统因特网实现了计算机硬件的连通, Web 实现了网页的连通, 而网格试图实现互联网上应用层面的互联互通, 即所有资源的全面连通, 包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源等。

网格的目标是让用户能容易地访问计算资源。与其他计算模式相比, 使用网格上的资源无须通过传统方法, 如远程

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2006AA01A106); 国家自然科学基金资助项目(50074024)

作者简介: 王魁生(1965—), 男, 教授、博士, 主研方向: 计算机支持的协同工作, 石油行业信息化; 查礼, 副研究员、博士; 屈展, 教授、博士

收稿日期: 2008-11-16 **E-mail:** kshwang@xsyu.edu.cn

登录、文件传输协议、搜索引擎等网络工具。网络提供了一种异构资源共享的环境,可共享的计算资源包括计算能力(CPU)、存储能力(Storage)、仪器设备、数据与数据库、应用软件等,上述资源基本能组建适应多种应用需求的计算支撑环境。因此,需要关注的不是网络规模的大小,而是其可共享资源的种类和使用形式、对用户共享资源的要求、共享资源的透明度、资源存取接口的简易性等。目前,最新发布的 Globus Toolkit 4(GT4)实现了 WSRF(Web Services Resource Framework)标准,GT4 提供了 API 来构建有状态的 Web 服务,其目标是建立分布式异构计算环境。基于 GT4 可以开发各种网络服务,包括资源管理服务、任务管理服务、数据管理服务和安全管理服务等。利用上述服务可以构建各种网络应用。在数据管理和访问方面,基于 Globus 的数据访问集成项目(OGSA-DAI)^[6]通过开发数据访问服务完成在网格环境下的异构数据访问。

3 系统构成

基于实时数据的钻井作业指导系统可以分为数据访问层、数据集成层和应用层,其结构如图 1 所示。

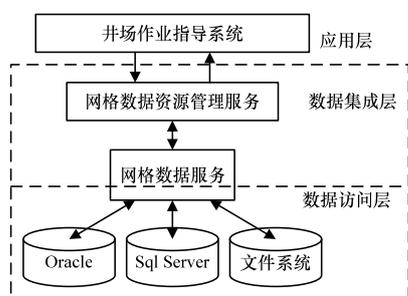


图 1 基于实时数据的钻井作业指导系统结构

由于各个钻井队、钻井公司、测井公司和地质研究院已通过 Oracle、SQL Server 和文件系统保存了大量历史数据,因此数据访问层利用 GT4 开发 OGSA-DAI WSRF 数据访问中间件,在传统 DBMS 和文件系统的基础上,为网络环境下的异构数据源提供数据访问服务。

数据集成层采用 XML 格式作为数据中间格式进行数据抽取和存储,并合成各种异构数据,以实现集成异构数据的目的。其功能包括网络数据资源管理服务(Grid Data Resource Management Service, GDRMS)和网络数据服务(Grid Data Service, GDS)。GDRMS 是一种注册服务,管理各种物理数据资源的注册和访问模式信息。GDS 提供了访问各种物理资源的统一接口。

应用层为基于实时数据的钻井作业指导系统提供数据访问接口,并合成数据服务返回的结果(XML 数据),按当前所钻地层的历史作业信息,对司钻进行作业指导。如果当前钻井出现事故复杂情况或钻井速度和效率超过了历史纪录,则应用层将此信息发送到钻井公司一级的数据库中,供其他钻井队参考。

4 系统实现

4.1 网络数据资源管理服务

GDRMS 为用户提供数据源的注册和管理功能,它是一个永久服务,负责管理并控制网格中的数据库系统。GDRMS 记录用于数据访问的数据库的信息,并增加了用于数据库系统管理的资源特性信息,此类信息以元数据方式进行管理。元数据可以动态更新,保证了 GDRMS 对网格的有效管理与

控制。根据系统规模,可以设立一个或多个 GDRMS 服务器。

元数据是描述网格中数据的信息,主要包括资源的存储位置、用户的访问权限、数据字典等。有物理数据资源加入网格时,其身份标识 ID、物理位置(URL 地址)、数据库产品名称、版本号、生产厂商、驱动程序、配置方案、服务器的 CPU 性能和数量、服务器的内存容量、数据存储容量、角色映射、运行状态等都存入元数据库中,以便用户和应用程序的使用。

4.2 网格数据服务

网格数据服务(Grid Data Service, GDS)负责数据查询、数据操作、事务处理和数据传输。它以基于服务的方式访问已有数据库和文件系统,独立于各种数据库和文件系统。GDS 与其他 Web 服务和网络服务共存,与网络认证和授权机制相衔接,采用 XML 文档方式进行服务描述。

图 2 描述了一种虚拟信息库模式。由于基于实时数据的钻井作业指导系统涉及多个远程数据库,因此本文系统采用该模式为用户端提供集成的数据服务。

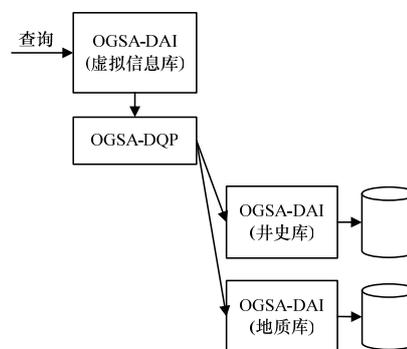


图 2 GDS 结构

根据钻井作业过程,建立面向一个构造的虚拟数据库视图,通过分布式查询处理工具 OGSA-DQP(Distributed Query Processing)分发查询并整理结果。接收到一个应用层的查询要求后,DQP 将用户查询按一定策略分发给所注册的数据库服务器,得到结果后 DQP 整理、集成各个服务器返回的结果并返回给应用层。

4.3 系统工作流程

一个新的物理资源(数据库或客户端)加入网格时,需要通过 GDRMS 进行注册,由 GDRMS 服务器记录其元数据,以便进行资源发布和访问控制。

客户端要求进行信息检索时,向 GDRMS 服务器发出请求,由 GDRMS 服务器验证用户身份,并根据用户请求生成网格数据服务工厂(Grid Data Service Factory, GDSF)服务发送给客户端。客户端接收到 GDSF 后,向 GDSF 发出一个 GDS 服务请求。当 GDSF 接收到用户请求后,创建一个 GDS 服务来管理数据访问过程,并将产生的 GDS 句柄(指向真正的物理服务器)返回给客户端。客户端根据接收到的 GDS 句柄,向该 GDS 发出具体的数据操作请求,由该 GDS 执行一系列操作,例如更新、查询等。

4.4 系统运行示例

本系统的一个运行示例下:基于钻井过程中综合录井仪采集的实时井深信息,检索当前钻头所在地质层位,根据构造、层位等信息,检索历史资料中在该层位上生产作业的最高纪录和关键参数,为当前钻井作业提供参考数据;检索历史资料中在该层位上发生的钻井事故和复杂情况,为当前钻

井作业提供预警；检索历史资料中对于钻井事故的处理方法和经验教训，尽可能降低事故损失。其用户界面如图 3 所示。



图 3 基于实时数据的钻井作业指导系统用户界面

5 结束语

网格技术的出现为展开网络环境下的数据协同提供了良好手段。本文提出利用历史资料，为钻井作业现场提供指导信息，使钻井生产过程中积累的信息反馈到实际生产过程中，

(上接第 238 页)

此模块可以显示电子地图，并可进行漫游、放大、缩小、全屏、查询、空间分析、编辑、专题制图等功能。示范系统管理了 20 GB 的空间数据与人口统计数据，提供近 200 幅统计专题地图，全面形象直观地表达了山东省人口的基本状况和空间分布规律。

5 结束语

VisualMap 是基于国产大型数据库 uBase 的面向人口信息的管理可视化系统，从应用结果看，系统较好地实现了完全国产化、组件式、易扩充的数据管理和可视化平台，为人口信息的管理分析及空间化表达提供了现代化工具。系统基于 uBase 空间数据库管理系统，采用了 R-tree 索引和文件缓存机制，实现了对大数据量的空间数据的快速调用与显示，解决了海量数据的管理应用问题；系统在人口数据库组织方面结构清晰，提供了对空间数据与属性数据的智能的管理模式和统计分析功能；在可视化表达方面，系统采用了地图与图表等手段，提供了较强的浏览、查询、分析和制图功能，尤其体现在专题统计制图上，提供了智能的专题地图制作模块和多种符号体系。通过山东省人口信息管理可视化示范系

(上接第 246 页)

参考文献

- [1] Navigation Technologies Corporation. PSF Specification for SDAL Format Version 1.7[Z]. 1999.
- [2] Konec N. Kiwi Format Specification Version 1.2.2[Z]. 2000.
- [3] Li Luqun, Li Chengming, Lin Zongjian. Data Structure of Sliced Saving Vector Data for PDA[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2002, 31(2): 170-174.
- [4] Gui Zhiming, Yang Lei, Yan Ming. The Application of Linear Reference System and Dynamic Segmentation in GIS-T[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 39(9): 208-209.
- [5] Dueker K J. GIS-T Enterprise Data Model with Suggested Implementation Choices[J]. Journal of the Urban and Regional

Information Systems Association, 1998, 10(1): 12-36.

参考文献

- [1] 蒋光忠. 钻井工程信息的综合开发与利用[J]. 石油天然气学报, 2006, 28(2): 146-148.
- [2] 孙正义, 杨传书. 钻井信息技术[J]. 钻采工艺, 2007, 27(2): 143-144.
- [3] 樊洪海. 钻井工程实时监测与井场信息系统开发[J]. 石油钻探技术, 2003, 31(5): 17-19.
- [4] 徐志伟, 冯白明, 李伟. 网格计算技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [5] Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. San Francisco, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
- [6] 南凯, 阎保平. 扩展 OGSA-DAI 的数据集成框架及原型[J]. 计算机工程, 2007, 33(10): 55-57.

编辑 陈晖

统的应用实践，初步检验系统设计和实现是可行的，并且具有智能、易用等特点，可满足对海量空间数据和人口属性数据的管理分析的需求，能够比较详尽、准确地反映和揭示隐藏在人口信息中的分布特征。系统的建立提高了人口数据使用部门的工作效率，并可为人口信息统计、人口发展预测和规划分析等提供科学的决策依据，拓宽了人口信息应用领域，提高了人口信息管理水平。

参考文献

- [1] 金君, 印洁, 李成名, 等. 人口地理信息系统的设计与建设[J]. 工程勘察, 2002, 5(3): 51-54.
- [2] 高寒松, 李满春. 常州市人口地理信息系统的设计与实现[J]. 现代测绘, 2006, 29(4): 3-5.
- [3] 何宗宜, 贾凉. 人口地理信息系统的研制[J]. 地理空间信息, 2005, 4(3): 3-5.
- [4] 苏莹, 王英杰, 余卓渊. 人口信息空间可视化系统设计研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(3): 38-40.

编辑 任吉慧

- [6] Scarponcini P. Generalized Model for Linear Referencing in Transportation[J]. GeoInformatica, 2002, 6(1): 35-55.
- [7] Vonderohe A P. Results of a Workshop on a Generic Data Model for Linear Referencing Systems[D]. Wisconsin Madison, USA: University of Wisconsin Madison, 1995.
- [8] Nievergelt R J, Hinterberger H. The Grid File: An Adaptable, Symmetric Multi-key File Structure[C]//Proceedings of the 3rd Conference of the European Cooperation in Informatics on Trends in Information Processing Systems. London, UK: Springer-Verlag, 1981: 236-251.

编辑 陈晖