

基于复用的动态查询构件系统的设计与实现*

王瑞霞, 刘 弘, 隋宏伟

(山东师范大学 计算机科学系, 山东 济南 250014)

摘 要: 针对信息系统中用户的查询需求不断变化的普遍现象, 设计了基于复用的动态查询构件模型, 并开发出了动态查询构件系统, 实现了信息系统中用户自定义查询的动态管理, 体现了构件系统级别上的复用, 并成功应用于实际的信息系统开发中。

关键词: 软件复用; 构件; 动态查询; 数据字典

中图法分类号: TP311 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)01-0144-03

Design and Implementation of Dynamic Query Component System Based on Reuse

WANG Rui-xia, LIU Hong, SUI Hong-wei

(Dept. of Computer Science, Shandong Normal University, Jinan Shandong 250014, China)

Abstract: Aimed for the general phenomenon of users query demand constantly changeable in the information system, designed the dynamic query component model on the basis of reuse and developed the Dynamic Query Component System, have realized the dynamic management of query in the information system, have reflected on the systematic rank of component reuse, while succeeded in applying to develop in the real information system.

Key words: Software Reuse; Component; Dynamic Query; Data Dictionary

查询是信息系统 (IS) 中一项必不可少的功能, 通过对信息的筛选和深层次上的挖掘, 来配合管理者的工作和领导层的决策制定等^[1]。在以往的开发中, 大多采用将查询静态地封装在系统内部, 当查询需求发生变动时, 对系统进行修改维护。然而用户对查询的需求往往是不断变化的, 频繁的需求变动势必造成频繁地修改系统, 使得维护的工作量及成本大大增加, 因此信息系统迫切地需要引入支持用户自定义查询的动态查询, 以实现 IS 系统运行期间用户对查询的动态管理。随着构件化技术的日益成熟, 信息系统的构件化开发 (CBD) 和管理已成为势不可挡的趋势^[2,3], 动态查询作为信息系统的重要组成部分, 更需要进行领域工程的研究和复用。设计开发支持用户自定义查询功能的动态查询构件系统, 不仅能大大减轻维护人员的工作量, 减少开发和维护成本, 还能在适应构件化开发新技术的同时, 提高整个信息系统的生命力。

1 动态查询的构成要素及特征分析

动态查询基于用户的动态查询需求, 是在 IS 系统运行期间, 根据用户对查询的新需求, 通过一系列配置, 把查询功能动态地添加到 IS 中, 使得 IS 系统在不被修改的情况下实现功能上的扩展。

综合分析各种 IS 系统结构和运作流程, 认为 IS 中的各种数据体是我们最终要处理的对象, 这些数据体一般都是存放在具体的数据库中, 如 Sybase 或 Oracle 等。面向数据体的查询, 最终都要通过 SQL 语句来与各种数据库进行交互, 而查询结

果一般都与具体的报表联系紧密。

通过领域工程研究及对 IS 系统各种查询的分析, 发现每一个查询功能都是由查询语句、查询条件、报表和显示界面组成, 据此, 我们抽象出动态查询如下的几大基本要素:

- (1) 动态 SQL 语句对象。实现用户新的查询功能且与数据库性质无关的 SQL 语句, 其操作的具体对象就是数据库中的实体表。
- (2) 动态查询条件。用来在具体 IS 系统的动态界面中显示的用户所需要的查询条件信息, 包括查询字段、条件内容、显示组件等, 通常存储在数据库中。
- (3) 动态报表对象。与动态 SQL 语句所查询出的动态数据集 (Data Set) 相对应的一组企业业务报表, 通常用于上报或作决策分析使用。
- (4) 动态界面对象。独立于构件系统之外, 是动态查询和具体 IS 系统之间的接口界面, 用于把用户的新的查询功能添加到 IS 系统中, 是 IS 系统中用户操作动态查询的功能界面。

2 系统设计

2.1 构件模型设计

根据以上各要素的分析, 定义了一个动态查询的构件模型 (MQ), 用元组可作如下表示:

$MQ = (MDSQL, MDC, MDR, MISI)$, 其构成部分定义如下:

(1) MDSQL (动态 SQL 域)。针对查询需求动态生成、调试和维护动态 SQL 语句。通过与具体的数据库连接后, 以可视化的方式由动态查询设计人员管理, 包括对查询 SQL 的设计生成、存储和修改。

(2) MDC (动态查询条件域)。设定与用户的自定义查询

收稿日期: 2005-01-20; 修返日期: 2005-03-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (69975010, 60374054); 山东省自然科学基金资助项目 (Y2003G01)

相对应的一组查询条件, 包括查询条件、字段以及显示组件, 并存储查询条件及组件的信息。通过与数据字典的结合使用, 可以方便地对各个字段的中文名称进行相应的转换, 查询条件、字段和组件最终在 IS 的动态页面中初始出来。

(3) MDR(动态报表域)。通过对动态 SQL 的查询处理, 把最终的数据集(Data Set)和报表设计器连接起来, 对动态生成报表进行相应的处理, 包括报表的显示格式、存储方式及传输方式等内容, 最终把具体的报表文件(. rpt)存储在数据库中, 用来供本地和远程的访问。

(4) MISI(信息系统接口域)。在具体的 IS 中作为一个独立的部分, 以动态页面的形式和动态查询构件系统进行通信, 把用户的自定义查询功能通过动态菜单或动态按钮等形式, 在 IS 中展示出来, 再通过事件响应来调用事先设定好的动态查询界面(因为所有的动态查询调用同一个查询界面, 因此称为动态查询模板界面), 最后通过系统接口把与这项用户自定义查询功能相对应的查询条件、查询字段、动态 SQL 语句及相对应的动态报表文件信息初始到模板界面上, 来实现用户定义的动态查询。

现在所研究的构件系统, 实际上是一个特殊的系统级构件, 它通过系统接口以特定的方式与具体 IS 系统进行交互, 通过内部的一系列控制机制, 来达到动态添加查询功能的目的。从实质上说, 动态查询构件以数据库文件和动态查询模板界面相结合的形式存在, 数据库文件中存储了动态查询的属性集合, 这些属性通过模板界面及接口体现在具体的 IS 系统中实现动态查询功能。用户动态查询主要相关信息属性如表 1 所示。

表 1 动态查询主要相关信息属性表

对象名称	属性	解释说明
动态 SQL 语句	查询编号、动态查询名称、SQL 体、IS 系统的模块编号等	查询编号能唯一标志一个自定义查询, 查询名称作为 IS 中动态菜单项的标题, 模块编号用于标志查询在 IS 系统中所属的模块
查询条件	动态查询编号、查询条件对应字段、条件名称、条件显示控件类型、显示位置等	与某一个自定义查询相对应的一些查询参数和查询字段, 同时记录下了这些查询条件在动态页面中所显示的控件类型及位置
动态报表	动态查询编号、报表文件名称、报表文件位置、报表样式(纸型、排列方式、字体等)等	与一组动态 SQL 语句相对应的一个动态报表的属性特征, 报表位置可以记录本地目录也可以记录远程的 FTP 存储目录

2.2 构件系统框架描述

图 1 展示了该构件系统的基本框架结构, 主要包括 SQL 语句生成器、动态报表设计器以及动态查询界面。

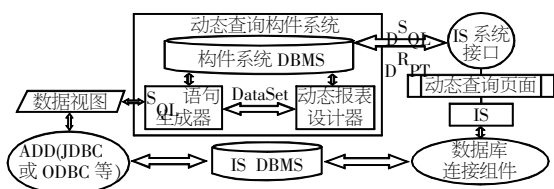


图 1 动态查询构件系统框架图

SQL 语句生成器是整个构件系统的核心部分, 主要用于生成动态查询的 SQL 语句, 以可视化的界面与用户交互, 使用户通过简易的操作设置查询及查询条件, 并能预览查询结果, 保存、修改、删除查询。主要存储查询信息和查询条件信息。

动态报表设计器采用 Fastreport。对应每一个查询结果

集, 由系统自动生成一个简易报表, 通过动态报表设计器对生成的报表进行修改设计并保存报表。该部分存储报表文件的相关信息。

动态查询界面是动态查询在 IS 系统中的体现窗口, 采用通用的模板界面。实现界面组件显示和查询、打印功能的通用代码封装在模板界面内, 给外界留出查询编号、名称、查询 SQL 语句、查询条件、组件等动态查询的参数接口, 模板界面在 IS 系统中被调用时, 通过 IS 系统接口从构件系统数据库获取参数, 实现动态查询功能。

2.3 SQL 语句生成器工作原理及设计思路

SQL 语句生成器是整个动态查询构件系统中的关键, 它的核心是 SQL 语句控制中心, 共由四部分组成, 即数据视图显示、数据字典、查询语句生成、语法检测和测试。该部分是由专门的人员(具有一定的数据库专业知识)进行管理和维护的, 最终生成的体现用户查询需求的 SQL 语句, 存储在数据库中, 用来与具体的 IS 集成。SQL 生成器内部结构如图 2 所示。

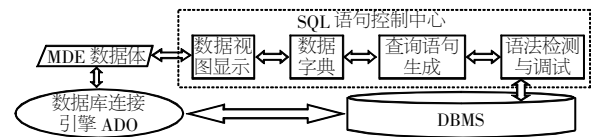


图 2 SQL 生成器内部结构图

数据视图部分通过特定的数据库连接组件, 可对不同类别的 DBMS 中的数据体进行访问, 各数据表和字段都以可视化的方式显示在界面上, 称之为“数据视图”。由于数据库中各表的字段在设计时一般是以英文的形式标记, 所以通过数据字典, 对所有的数据信息进行刻画和中文意义描述。通过数据字典和数据体的关联, 可以方便地对查询字段进行设计和理解。

通过对各 DBMS 查询语法结构的综合分析, 我们采用如下的方法在结构上进行动态的语句组合:

(1) 设定关键字族。把查询中所能用到的所有 SQL 语法关键字进行分类, 如条件连接族(Where, And, Or 等)、计算函数族(Sum, Count 等)、排序分组族(Order by, Group by 等)、数据表源族(From, Union, 子查询等)、字段显示族(Select 和 Distinct 及字段修饰函数)等等。

(2) 通过对查询基本结构(Select... From... Where)的扩展来定制查询语句。我们通过对基本查询结构扩展, 可以在多种 DBMS 中进行应用。通过程序控制, 可以在查询项中加入计算字段、修饰函数等; 数据表源项中, 加入子查询功能, 从而能更加方便灵活地与基本表进行关联; 通过排序分组及并交运算来控制数据显示方式和数据集的整体运算。另外, 因为有些 DBMS 对连接操作如 Join/Left Join 等并不支持, 统一采用等值连接与子查询相结合的方式来实现数据表的灵活关联。

(3) 通过 DBMS 自带的 SQL 语句编译工具, 来对动态设定的 SQL 语句进行语法和语义检测。通过调试, 最终把正确的语句存储下来, 并记录相关的 SQL 编号、查询名称、对应模块、显示方式(菜单或按钮)和查询条件等信息。

3 动态查询构件系统的实现

根据以上的设计思想, 开发出了动态查询构件系统, 能灵活地与 IS 进行集成, 实现了构件系统级上的复用。主要部分

有: 动态 SQL 生成、动态报表处理、动态查询界面、数据库参数配置及基础信息维护等五大部分, 其中动态查询界面是独立于构件系统之外, 用于在 IS 系统中显示并完成动态查询。

动态 SQL 生成部分, 是系统运作的核心, 它以数据实体为基础, 与数据字典相结合, 通过一系列的控制机制实现了查询 SQL 语句的生成、检测、调试, 以及查询条件的设置。使用现有的报表设计工具, 通过数据集接口把查询出的数据以报表的方式表现出来, 实现了对报表文件的单独维护和管理, 并可由专业人员对之进行本地或远程管理。数据库参数配置用于配置构件系统及 IS 系统的数据库参数, 建立构件系统与数据库的连接。基础信息部分主要负责数据字典和模块信息等一些基础数据的维护工作。该系统主界面如图 3 所示。

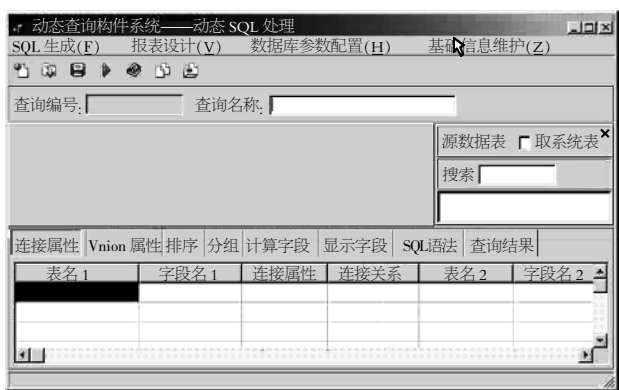


图 3 动态查询构件系统主界面图

3.1 系统运作的具体流程

用户在使用动态查询构件系统前, 需要先配置数据库参数, 把动态查询构件系统和 IS 建立起连接, 配备好数据字典等基础信息后, 就可以添加动态查询了。下面以一项新增查询为例, 来说明动态查询构件系统如何将新的查询添加到具体的 IS 中。

IS 数据实体的映射在构件系统中以数据视图的形式展现出来, 动态查询设计人员在数据字典的帮助下可以方便地针对用户提出的查询功能进行 SQL 语句的设计和调试, 测试成功后通过数据集接口与报表设计器连接, 可以设计各种各样的报表样式, 最终把与这项查询功能相关的信息都存储在构件系统 DBMS 中, 报表文件 (. rpt) 可以上传到指定的 FTP 站点上。

在 IS 系统初始时, 通过动态查询构件系统的数据接口, 新增的查询功能项以动态菜单的形式表示出来, 其标题就是先前在构件系统中存储的查询名称。在本文的第 4 节实例应用中可以看到 IS 的动态查询菜单下的所有新增的查询功能菜单项。点击该项菜单 (如用水统计), 便会调用设置的动态模板界面, 与该项查询功能相关的查询条件、控件类型、控件位置、查询显示字段、SQL 语句及报表文件等的信息在界面初始时从构件系统获取, 传递给数据接口供动态模板界面调用。用户通过设定不同的查询条件来完成查询, 打印时由系统通过参数连接到 FTP 站点下载查询所对应的报表文件到本地。这些过程对用户来说都是透明的, 使用起来和静态查询一样方便。

3.2 带有实时检测的 FTP 服务

由于报表的设计在构件系统中完成, 即报表文件和 IS 的 DBMS 可能并不在同一个服务节点或局域网内, 所以对报表的下载采用了 FTP 服务的方式。通过报表设计器把设计完的报表文件统一传送到 FTP 站点上, 数据库中只需记录该 FTP 站

点的服务名及登录名和密码等信息, 当在动态页面中需要打印报表时, 通过存储的相应参数连接到指定的 FTP 站点上把最新的报表文件下载到本地使用。只要设计人员把报表上传到站点, IS 在需要时就可以根据上传日期自动把最新报表文件下载到本地, 而且一旦下载到本地就不需要再次 FTP 下载了, 除非有修改的反复, 这一过程对用户而言都是透明的, 可以较好地满足用户的需要。其运行流程如图 4 所示。

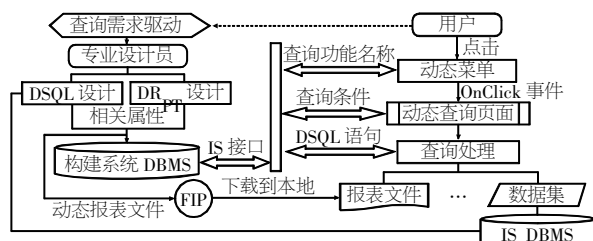


图 4 系统运作流程图

4 实例应用

我们已成功地将该动态查询构件系统应用在莱芜矿业集团 IS 二期工程中, 该 IS 以 Inprise Delphi 和 Microsoft Visual Studio 为开发工具, Sybase 为数据库平台。莱矿 IS 是面向整个企业应用的一个大型的应用系统, 共有八个子系统, 每个部门对查询的要求都不一样, 要出的报表格式更是灵活多变, 而且对查询功能的要求也是个动态完善的过程。在一期工程里, 我们没有把构件复用的思想引进来, 只是把需求分析中了解到的查询功能静态加入到系统中, 由于后来的需求变动尤其是对查询的各种需求, 造成了我们对一期版本的多次修改, 给维护带来了极大的不便。在二期工程中, 我们把软件复用的思想引进来, 把动态查询构件系统应用在 IS 系统中, 由用户自己来管理动态查询。用户添加一项查询功能的步骤如下:

(1) 设置查询内容。使用可视化 SQL 生成器, 通过拖拽、选择等简易操作设定查询的数据表和字段以及表间的关联关系, 由构件系统自动生成 SQL 语句, 用户可以预览查询结果集, 确定查询名称、查询内容及所属模块后保存查询。

(2) 设置查询条件。选择查询条件相关的字段、条件、显示组件以及组件的位置大小等信息并保存。

(3) 设置报表。对应查询的数据结果集, 系统自动生成一个简易报表, 用户可根据自身需要通过报表设计器修改设计报表, 确定后保存报表。

这样用户添加的一个查询功能就设置完成了, 如果查询内容、条件或者报表需求发生变化, 用户可以方便地进行修改、删除。对于一个查询关键的是查询 SQL 语句, 只要能够生成正确的查询 SQL 语句, 用户就可以通过该构件系统设置查询功能, 动态添加到 IS 系统中, 而对于使用 IS 系统的用户, 操作起来和静态查询没有任何区别。图 5 显示了用户通过动态查询构件管理系统添加的查询在莱矿 IS 的能源管理模块中的应用。二期工程实施以来, 由于使用了动态查询构件系统, 用户新增加的查询需求以及对查询需求的更改直接通过构件系统进行维护, 不需要反复地对 IS 系统进行修改, 有效地解决了一期工程中查询的不足, 大大减轻了维护人员的工作量和维护成本, 也极大地增强了系统的强壮性和开放性, 实现了构件的系统级复用。