

一种基于单数据源的可视化自定义报表模型

汤 加¹ 符云清¹ 万煊民²

(重庆大学软件学院 重庆 400044)¹ (重庆大学计算机学院 重庆 400044)²

摘 要 通过一种新的可视化定义报表方法,用户可根据需要灵活定义报表样式,并利用 XML 实现动态创建数据表;在此基础上配置数据源及其字段与报表单元格间的关系,系统将据此自动拼装出相应的 SQL,从而快速生成满足用户需求的各类基于单数据源的报表,并可对生成的报表进行预览和导出到 Excel 文件。最后,在重庆交通运输(控股)集团中的实际应用表明,这种新的可视化自定义报表方法能快速适应报表变更需求,大大提高了工作效率,并保护了用户的投资。

关键词 可视化,自定义报表,数据源,XML

中图分类号 TP315 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2017.05.033

Visual Custom Report Model Based on Single Data Source

TANG Jia¹ FU Yun-qing¹ WAN Xuan-min²

(College of Software, Chongqing University, Chongqing 400044, China)¹

(College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China)²

Abstract According to a new visualization method to custom report, the users can customize report style, and use XML technology to create database table dynamically, then the users can flexibly configure data in the relationship between the cells of reports and various fields. According to automatic assembling SQL, the system can quickly generate various types of reports based on single data source to meet the users' needs, and it can be previewed and exported to Excel files. Finally, practical application applied in an actual project of Chongqing Transportation (Holding) Group Co., Ltd. shows that the new visual custom report method will be able to quickly adapt to the changing needs of the reports, greatly improving the work efficiency and protecting the users' investments.

Keywords Visualization, Custom report, Data source, XML

1 引言

报表是信息载体的重要组成部分,可以进行数据的存储、浏览,并针对数据的交换、分析和统计等完成一系列工作,是企业信息系统中重要的组成部分,可为经营者和决策者提供企业的运行情况,也为企业战略决策提供了重要的依据和数据支撑^[1]。传统的报表在报表样式、数据源和报表数据关系等方面大多都是通过固定的形式嵌套在编译代码中。在实际应用过程中,这些报表往往会随业务需求不断发生变化,一旦报表的样式或者模板发生变化,则必须修改程序代码才能适应这种新的需求。因此,这类报表缺乏通用性和灵活性,可维护性差。为此,许多企业通过购买一些商业的报表工具或者报表插件(如 Crystal Report 和 Formula One 等)来满足报表动态变化的需求^[2],这些工具或插件在定制报表的过程中通

过样式来定义整个报表,一旦离开了报表样式,报表的数据定义就失去了实际意义^[3]。所以通过这些报表工具能在报表定制上适应实际生产中的报表多样性和变化性,但是报表的定义、报表数据和报表格式耦合紧密,增加了报表系统维护和修改的难度,造成人力和财力等大量浪费。

许南山等针对目前商业报表工具存在的数据和格式之间的耦合性较高、维护性差、重用性差等缺点进行了分析,提出了一种基于 XML 的可复用报表生成系统的方法。该方法详细阐述了其中的格式和数据连接模板、格式模板、数据模板之间与报表解释器之间的设计与实现,最终在实际应用中证明了可复用报表生成系统的实用性^[4]。宣士斌等针对基于 Excel 进行用户自定义报表设计这个难点进行分析,提出在用户自定义报表中引入多线程技术,这样就实现了报表模板设计与应用程序的分离,降低了报表模板的设计和业务流程程序

到稿日期:2016-04-19 返修日期:2016-06-01

汤 加(1991—),男,硕士,主要研究领域为应用软件系统开发和应用、网络教育,E-mail:506976548@qq.com;符云清(1969—),男,博士,教授,主要研究领域为下一代互联网体系结构及通信协议、协同虚拟环境、网络教育、应用软件系统开发和应用;万煊民(1993—),男,硕士,主要研究领域为云服务选择。

的耦合性,从而将报表模板与数据源的对应关系以文件形式保存。这样,用户就可随时灵活地修改 Excel 报表模板和数据源,而不必修改相关的应用程序^[5]。陈传波等对自定义报表进行了研究和分析,并提出了一种自定义 Web 报表模型。在应用程序中通过 Crystal Reports 引擎和 ADO.NET 对报表底层接口进行控制,完全实现了对报表的自定义,解决了自定义 Web 报表设计中的一个难点,采用动静结合的方法实现了数据源和报表界面的动态生成问题^[6]。潘永才等为了更方便地适应报表的变化性和多样性,并提高开发和维护的效率,将报表设计部分数据化,提出了一种可定制报表的方法^[7]。从报表的结构和报表的逻辑设计两部分对报表设计进行描述,用数据形式来描述报表的结构和逻辑信息,然后让客户端通过解析模块功能实现对报表结构和数据的解析,从而解决信息系统中报表子系统设计灵活性差和维护困难的问题。符云清等为了提高报表的可维护性和设计灵活性,将报表格式和数据进行分离,利用 Excel 对自定义报表进行设计,然后通过程序读取和解析上传的 Excel 文件,把 Excel 文件转换成为对应的 HTML 和 XML 文件,根据 Excel 中配置的字段及信息生成 SQL 语句,从而合理地将报表格式和数据分离,达到自定义报表的目的^[8]。高红艳通过一种可视化的报表设计器来解决报表样式的复杂问题,并提出了一种基于 XML 的无插件方案来解决报表数据的问题^[9]。

目前大多对自定义报表的研究文献将报表的格式和报表的数据进行分离,这样可灵活定制出各种报表。针对报表的样式设计,有不同的解决方案,有的使用报表样式设计器或者报表工具插件来实现报表样式的设计,有些设计器或工具插件并不是开源的或免费的,对后期的二次开发造成了困难,也不方便维护;也有的采用直接自定义的报表样式,由于目前在报表样式方面尚未有统一的标准,使得其可移植性差。

本文提出并实现了一种可视化自定义报表方法,用户可以自定义报表的样式,灵活配置数据源中各字段与报表单元格之间的关系,系统据此自动拼装出对应的 SQL,从而快速生成满足用户需求的各类基于单数据源的报表。一旦因业务变更而造成报表变化,无需修改程序代码,只需重新设计报表样式或(和)配置数据源中各字段与报表单元间的关系即可。

2 研究基础

关系代数是一种基于代数概念的编程语言。Codd E F 提出了关于关系代数术语的定义和修正的数学方法,它基本上是由一系列操作构成的,以关系作为输入条件,通过运算后以关系形式输出。由于操作数和结果都是关系,在任何代数表达式中,表达式可以嵌套在关系代数中;同时因为关系也是集合,所有通常的集合运算符也可以使用。Codd E F 提出的 5 种基本操作符(选择、投影、笛卡尔积、并、差)使得关系代数成为了一个关系性完整的查询语言。另外,ISBL(Information Systems Base Language)实现了 Codd E F 提出的关系数据模型,它提出把重命名操作符也作为关系代数的一种基本操作符。关系代数中基本操作符的介绍如表 1 所列。

表 1 关系代数中基本操作符	
操作符	描述
投影(Project) $\pi_{A_1, \dots, A_n}(R)$	投影是形为 $\pi_{A_1, \dots, A_n}(R)$ 的一元运算,这里的 $\{A_1, \dots, A_n\}$ 是属性名字的集合。这种投影的结果定义为当所有在关系 R 中的元组被限制为集合 $\{A_1, \dots, A_n\}$ 时所获得的集合。 广义选择是形为 $\sigma_C(R)$ 的一元运算,这里的 C 是由正常选择中所允许的原子和逻辑算子(与)、(或)、(非)构成的命题公式。这种选择选出关系 R 中使 C 成立的所有元组。正常选择的逻辑表达式为 $\alpha\theta\beta$ 或者 $\alpha\theta V$,其中 α, β 是关系 R 的属性; θ 是比较运算符集合 $\{=, \neq, <, \leq, >, \geq\}$ 元素之一; V 是常量。
选择(Select) $\sigma_C(R)$	
笛卡尔积 (Cartesian Product) $R \times S$	笛卡尔乘积返回关系 R 和关系 S 中元组的所有可能的组合的元组。假设 R 和 S 分别有 n 个和 m 个属性,其结果将得到含 $n+m$ 个属性的元组。
并(Union) $R \cup S$	并运算返回关系 R 和关系 S 中所有的元组,关系 R 和关系 S 必须是并兼容的。
差(Difference) $R - S$	差运算返回出现在关系 R 中且不出现在关系 S 中的所有元组,关系 R 和关系 S 必须是并兼容的。
重命名(Rename) $\rho_A/B(R)$	重命名返回关系 R 中相同的元组结果,只是把属性 A 重命名为 B 。

3 报表建模

3.1 报表概念

报表的本质是对数据的抽象和概括,它使用一种比原始数据本身抽象性和概括性更高、规律性更强、更易被人理解和控制的形式来描述和展示数量巨大且无序的原始数据集^[10]。报表包括样式和内容两个方面。在样式方面,报表具有统一规定的形式并按照一定格式组织;在内容方面,报表反映经营成果或其他状况,因此包含各种各样的数据^[11]。

3.2 报表布局

报表布局,即对整个报表结构进行描述。它包含报表标题区、报表头、报表体和报表尾区 4 部分。报表标题区包含报表的 LOGO、报表的标题、报表制作单位、报表填报单位、汇总日期等信息,报表头包含对汇总列条目信息的罗列,显示列名等信息,报表体包含报表展示的动态数据,这部分是动态扩展的,结合报表头的列信息进行逐行展示;报表尾区包含报表底部的一些信息,如生成日期、审核部门等验证信息,另外针对报表的补充说明也包含在报表尾区中。

3.3 报表样式模型

报表头的样式和报表体的样式总称为报表样式。报表样式就是展示给用户的报表格式。

3.3.1 报表头的样式

一个报表头由若干列组成,而某个列又可细分成若干子列,如此一层层推演下去,从而形成复杂的报表头。根据上述分析,报表头的样式可抽象为森林模型,如图 1 所示。

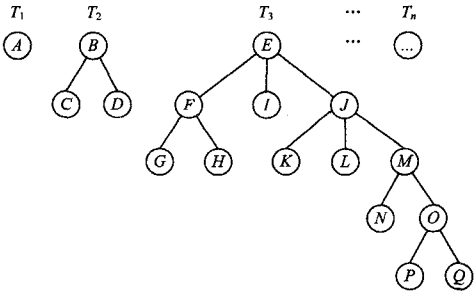


图 1 报表样式中报表头的森林模型

根据用户不同的需求,可以设计出不同样式的报表头。综合报表头的样式模型,可得出如下报表头的样式的定义。

报表头的样式 HeaderStyle 可用森林集合 $\{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 来定义,其中 T_n 表示第 n 棵树,且为非空树。对于任意非空树 T_n ,有:

1)有且仅有一个根结点,根结点没有前驱结点;

2)若非空树 T_n 的结点数大于 1,则除根结点外,其余结点被分为 $m(m>0)$ 个互不相交的集合 $T_1', T_2', \dots, T_m'$, 其中每一个集合 $T_i' (1 \leq i \leq m)$ 本身又是一棵树。树 $T_1', T_2', \dots, T_m'$ 称为非空树 T_n 的子树。

把一个用森林模型表示的报表头转换为交互页面上的报表头进行展示时,首先要调用算法 1 获取整个森林的深度,然后运用算法 2 来展示报表头的样式集合。

算法 1 获取整个森林深度的算法

Input: 整个森林的结构 T

Output: 整个森林的深度 Depth

```
1. int ForestDepth(Forest T){
2.   for (i=0; i<n; i++){
3.     //循环查找整个森林中的每一棵树 Ti
4.     Depth=0;
5.     if(Depth < getDepth(Ti)){
6.       //getDepth(Ti)获取森林中每一棵树的深度
7.       Depth=getDepth(Ti);
8.     }
9.   }
10.  Return Depth;
11. }
```

算法 2 展示报表头样式集合的算法

Input: 整个森林的结构 T, 整个森林的深度 Depth

Output: 报表头样式集合 List

```
1. List ReportStyle(Forest T, Depth){
2.   for (i=0; i<Depth; i++){
3.     //按深度层次扫描整个森林
4.     for (j=0; j<n; j++){
5.       //扫描每一棵树,把树的样式填充进 List 集合中
6.       fillParam(Ti);
7.     }
8.   }
9.   Return List;
10. }
```

3.3.2 报表体的样式

常见的报表体的样式模型可简化为图 2 所示的两种模型。

抽象行 列表	重庆汽车站	抽象行 1	分公司列表	高速公司
	陈家坪汽车站			西部新城
	重庆长途站	抽象行 2	分公司合计	长运分公司合计
	龙头寺汽车站	抽象行 3	子公司列表	璧山长城公司
	汽车北站			潼南县运司
	四公里枢纽站	抽象行 4	子公司合计	长运子公司合计
	南坪车站	抽象行 5	总计	长运公司合计

图 2 抽象报表体中的数据行

对报表体中的数据行进行抽象后,可以仅用一行或多行来表示报表体中的数据行,极大程度地简化了报表体的样式模型。报表体的样式模型表示如下:报表体的样式 BodyStyle

可用森林集合 $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ 来定义,其中 R_n 表示第 n 棵树,且为非空树。报表体的森林定义与报表头的森林定义类似,不再赘述。

由于报表体展示与数据集大小紧密相关,因此展示报表体的样式算法需在算法 2 上予以扩展,如算法 3 所示。

算法 3 展示报表体的样式算法

Input: 整个森林的结构 R, 整个森林的深度 Depth

Output: 报表体数据集 DataList

```
1. List ReportStyle(Forest R, Depth){
2.   for (i=0; i<Depth; i++){
3.     //按深度层次扫描整个森林
4.     for (j=0; j<n; j++){
5.       //扫描每一棵树,把树的样式填充进 List 集合中
6.       fillParam(Ti);
7.       if(是叶子结点){
8.         根据叶子结点的条件获取数据集
9.         返回行数
10.        并结合目前结点所处的深度
11.        反向组合成父结点所拥有的数据行数
12.      }else{
13.        继续扫描它的子结点
14.      }
15.    }
16.  }
17.  Return DataList;
18. }
```

3.4 数据关系

定义了报表样式后,还需将报表样式和数据源进行关联,即生成数据字段的关系(以下简称数据关系)。假设目前存在一个数据源 t_i , t_i 中存在数据字段集合 $t_{index} = \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}\}$, 其中 $n \geq 1$, 即该数据源不是空数据源。

根据报表样式定义可以分析出,由多棵树构成的森林都存在叶子结点,通过初始化设置这些叶子结点的数据关系,能成功把报表头的样式和数据源关联起来。循环扫描报表头的样式 HeaderStyle, 根据算法 1 和算法 2 也可以查询出叶子结点集合 $T_{leave} = \{T_{11}, \dots, T_{1j}, T_{21}, \dots, T_{2k}, T_{n1}, \dots, T_{nm}\}$, 其中 j, k, m 都不超过对应子树 T_n 的叶子结点总数。这个叶子结点集合就是把数据字段与之——关联的地方。

下面分析报表头的样式中叶子结点与数据字段的关系。

(1)如果报表头的样式中叶子结点与数据源中的某个数据字段直接——对应,那么直接进行关联(或称作绑定)即可,即 $t_{in} \Rightarrow T_{leave}$, $T_{leave} = \{T_{11}, \dots, T_{1j}, T_{21}, \dots, T_{2k}, T_{n1}, \dots, T_{nm}\}$, $T_{leave} \in \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 。

(2)报表样式中叶子结点如果与数据源中的某一个数据字段没有直接对应关系,则可能的情况是:

1)某个数据字段或某几个数据字段计算出来的;

2)某个数据字段或者某几个数据字段和常量进行四则运算计算出来的。

针对这种情况,则需要新建虚拟字段 V_i 来与报表样式中对应的叶子结点进行关联,即 $V_i \Rightarrow T_{leave}$, $T_{leave} = \{T_{11}, \dots, T_{1j}, T_{21}, \dots, T_{2k}, T_{n1}, \dots, T_{nm}\}$, $T_{leave} \in \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 。

虚拟字段为调用具体数据源中的某一个数据字段或者某

几个数据字段或者和常量计算出来的一个变量,它分为自定义和表达式两类。

(1) 自定义适用的情况

1) 该变量是具体数据源中的某一个数据字段按一定条件的等值、求和、平均、出现的次数等,即 $V_i = \{t_m, Op_i, C_i\}$, t_m 为数据源中的某一个数据字段, Op_i 为操作符, C_i 为条件关系。运用关系代数中的理论知识, $\rho_{A/B}(R)$, $SUM_a(R)$, $AVG_a(R)$, $COUNT_a(R)$ 就可以用来表示对应等值(即重命名一个相等的变量)、求和、平均和计数等关系。如车辆数的去年同期可解释为: $V_{\text{车辆数}} = \{t_{\text{车辆数}}, Op_{\text{等值}}, C_{\text{去年同期}}\}$ 。

2) 该变量是具体数据源中的某几个数据字段的运算关系计算或者某几个数据字段和常量的运算关系计算后按一定条件的等值/求和等,即 $V_i = \{\Phi\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}, Const\}, Op_i, C_i\}$, $\Phi\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}, Const\}$ 为具体数据源中的某几个数据字段或数据字段和常量等进行的四则运算, Op_i 为操作符, C_i 为条件关系。如, 3 种车型数今年合计可以解释为: $V_{\text{车辆数}} = \{\Phi_{\text{加法}}\{t_{\text{卡车}}, t_{\text{公交车}}, t_{\text{货车}}\}, \text{求和}, C_{\text{今年}}\}$ 。

(2) 表达式适用的情况

1) 该变量是具体数据源中若干数据字段或者常量之间的运算关系,即 $V_i = \Phi\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}\}$ 或 $V_i = \Phi\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}, Const\}$, 其中 $\Phi\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}\}$ 为具体数据源中的某几个数据字段之间进行的四则运算, $V_i = \Phi\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}, Const\}$ 为具体数据源中的某几个数据字段和常量等进行的四则运算,如 +、-、*、/ 等运算关系。如总的车型数可以解释为: $V_{\text{车型总数}} = \Phi_{\text{加法}}\{t_{\text{卡车}}, t_{\text{公交车}}, t_{\text{货车}}\}$ 。

2) 该变量是已定义好的虚拟字段之间、虚拟字段与数据源中数据字段、虚拟字段与常量之间的运算关系,即 $V_i = \Phi\{V_j, \dots, V_j\}$ 或 $V_i = \Phi\{V_j, \dots, t_{in}\}$ 或 $\Phi\{V_j, \dots, V_j, Const\}$ 为虚拟字段之间进行四则运算, $\Phi\{V_j, \dots, t_{in}\}$ 为虚拟字段和数据源中数据字段之间进行四则运算, $\Phi\{V_j, \dots, V_j, Const\}$ 为虚拟字段和常量之间进行四则运算。如收入同比增长可以解释为 $V_{\text{同比增长}} = (V_i - V_j) / V_j * 100$ 。

上文中一直都有提到在一定的条件下,可以计算出虚拟字段,那么接下来分析虚拟字段中的条件关系。

虚拟字段中的条件关系是针对虚拟字段而言,是用来补充和限制的对应运算的条件。针对一个虚拟字段 $V_i = \{t_m, Op_i, C_i\}$, t_m 为数据源中的某一个数据字段, Op_i 为操作符, C_i 为条件关系。从关系代数角度上看,其就是一个选择,表达式如下:

$$\sigma F(t_{index}) = \{t_m \mid t_m \in t_{index} \wedge F(t_{index}) = \text{true}\} \tag{1}$$

其中, σ 为选择运算符; $\sigma F(t_{index})$ 为从数据源中的数据字段集合 t_{index} 中挑选满足公式 F 为真的元组所构成的关系。

报表体的样式 BodyStyle 也可以用森林集合 $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ 来定义,在前文中已经提到。根据算法 3, 循环扫描报表样式 R , 查询出叶子结点集合 $R_{\text{leave}} = \{R_{11}, \dots, R_{1j}, R_{21}, \dots, R_{2k}, R_{n1}, \dots, R_{nm}\}$, 其中 j, k, m 都不超过 R_n 的结点总数。这个叶子结点集合就是把数据行关系与之一一关联的地方。这样, 报表头和报表体就共同形成了一个二维表的结构。因此需要对报表体的数据行进行初始化, 即初始化数据行的条件关系。关于数据行叶子结点集合 R_{leave} 中的每一行 R_{nm} , 需要

初始化条件关系 C_i' , 可以分为单元格关系和整行关系。

1) 单元格关系: 针对某一单元格 (R_{nm}, T_{nm}) 绑定虚拟字段 V_i , 让该单元格可以产生出所需要的汇总数据。

2) 整行关系: 针对数据行 R_{nm} 设置条件关系 C_i' , 该数据行都是同一种关系。

3.5 数据集

数据集表示的是数据的集合, 是结合具体的业务产生出来的数据信息的封装集合, 通常以表格形式出现, 也可以认定为是一个简单的二维数据表。在报表样式和数据关系的基础上, 动态生成数据集, 从而可以产生出对应的汇总报表。

存在一个数据源 t_i , t_i 中存在数据字段集合 $t_{index} = \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in}\}$, 那么数据集就可以通过配置好的数据关系和报表样式从 t_{index} 取出所对应的数据集。

根据报表头的样式模型, 可以得到报表头的叶子结点集合 $T_{\text{leave}} = \{T_{11}, \dots, T_{1j}, T_{21}, \dots, T_{2k}, T_{n1}, \dots, T_{nm}\}$ 。针对该集合, 首先检查对应的数据关系是否完善, 然后针对每一个叶子结点 T_{nm} 所对应的数据字段执行选择操作, 即运用关系代数的解释就是 $\pi_{A_1, \dots, A_n}(\sigma_{C_1, \dots, C_m}(R_1 \times \dots \times R_k))$, 其中 $A_1, \dots, A_n$ 即为对应的数据字段或者用于替代的虚拟字段, $C_1, \dots, C_m$ 即为其中每个 $A_1, \dots, A_n$ 所包含的条件关系, $R_1, \dots, R_k$ 即为数据源所对应的关系集合。若 $A_1, \dots, A_n$ 中只包含数据源字段集合中的某一个, 则也可以表示为 $\sigma F(t_{index}) = \{t_m \mid t_m \in t_{index} \wedge C_i = \text{true}\}$, 其中数据集产生的联动条件即为业务所关联的数据字段。如果存在虚拟字段, 则联动的条件还需要关联对应虚拟字段中的条件关系 C_i 。

针对报表体的样式模型存在叶子结点集合 $R_{\text{leave}} = \{R_{11}, \dots, R_{1j}, R_{21}, \dots, R_{2k}, R_{n1}, \dots, R_{nm}\}$, 则在报表头产生数据集的基础上需要二次加工才能得到报表体中的数据集。从数据集 Dataset 开始, 把数据集 Dataset 记为关系 R' , 再结合条件关系 C_i' 执行选择操作就可以得到报表体的数据集。

结束语 本文研究并实现了一种可视化自定义报表方法, 用户可自定义报表的样式, 并利用 XML 技术动态创建数据表; 然后用户可灵活配置数据源中各字段与报表单元格之间的关系, 系统据此自动拼装 SQL, 实现了由 Excel 到报表模板的制定、汇总模板制定等组成的自定义报表系统。以单数据源为例, 在重庆交运事务管理系统报表子系统中予以了实际应用。该报表子系统可以方便、可视化地设置报表样式, 定义报表数据关系, 并用友好的交互界面完成绑定操作, 具有一定的通用性, 可以快速定制出满足不同用户需求的报表, 因此得到了用户的认可和好评。

参 考 文 献

[1] LIU L Q. The Research of Report Tool Based on Nonlinear Model [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2010. (in Chinese)
刘丽钦. 基于非线性模型的报表工具的研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2010.

[2] SUN F P. Design and Implementation of A Reusable Report Generating System Based on XML Technology [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2005. (in Chinese)
孙风平. 基于 XML 的可复用报表生成系统的设计与实现[D].

- 北京:北京化工大学,2005.
- [3] XIN Y L. The Research and Implementation of the Reusable Report Processing Platform Based on SoftproLine [D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2007. (in Chinese)
辛玉玲. 基于 SoftproLine 的可重用报表处理平台的研究与实现 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2007.
- [4] XU N S, SUN F P. Design and Implementation of Reusable Report Generating System Based on XML Technology [J]. Computer Engineering and Design, 2006(3):463-465. (in Chinese)
许南山,孙凤平. 基于 XML 的可复用报表生成系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2006(3):463-465.
- [5] XUAN S B, LI Y S, LI X, et al. User-defined report design based on excel in VC [J]. Computer Engineering and Design, 2006, 28(8):1483-1485, 1488. (in Chinese)
宣士斌,李永胜,李熹,等. VC 中基于 Excel 的用户自定义报表设计[J]. 计算机工程与设计, 2006, 28(8):1483-1485, 1488.
- [6] CHEN C B, HUANG G, LIU Q H. Design and Implementation of a New User-Defined Report Based on ASP. NET [J]. Computer Engineering & Science, 2006, 28(6):112-114. (in Chinese)
陈传波,黄刚,刘清慧. 一种基于 ASP. NET 的自定义报表的设计与实现[J]. 计算机工程与科学, 2006, 28(6):112-114.
- [7] PAN Y C, LIU H L. Design and Application of Customizable Reporting System [J]. Intelligent Processing and Application, 2015(1):104-106. (in Chinese)
潘永才,刘海龙. 可定制报表系统的设计与应用[J]. 物联网技术, 2015(1):104-106.
- [8] FU Y Q, XIAO W T, LIAO X, et al. Design and Implementation of User-definition Report Based on Excel and XML [J]. Computer Science, 2013, 40(7):147-149. (in Chinese)
符云清,肖文婷,廖希,等. 基于 Excel 和 XML 的自定义报表设计与实现[J]. 计算机科学, 2013, 40(7):147-149.
- [9] GAO H Y. Research and Application of Key Technologies in Web Report Development [D]. Xi'an: Xidian University, 2011. (in Chinese)
高红艳. Web 报表开发中的若干关键技术研究与应用[D]. 西安:西安电子科技大学,2011.
- [10] WANG Z W. Research of Enterprise Information System and Key Technologies Based on Component [D]. Beijing: China University of Petroleum, 2008. (in Chinese)
王振武. 基于构件的企业信息系统及其关键技术研究[D]. 北京:中国石油大学,2008.
- [11] ZHANG J. Design of Report Generation System Based on .NET [D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University, 2004. (in Chinese)
张军. 基于.NET的报表生成系统设计[D]. 西安:西北工业大学,2004.

(上接第 169 页)

- [3] PATRICIA N, CAPUTO B. Learning to learn, from transfer learning to domain adaptation: A unifying perspective [C] // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Columbus, OH, USA, 2014: 1442-1449.
- [4] SUN L, GUO C H. Incremental affinity propagation clustering based on message passing [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2014, 26(11):2731-2744.
- [5] LING C G, WANG H Z. Optimization research on differential evolution algorithm and its application in clustering analysis [J]. Modern electronic technology, 2016, 39(13):103-107. (in Chinese)
梁聪刚,王鸿章. 微分进化算法的优化研究及其在聚类分析中的应用[J]. 现代电子技术, 2016, 39(13):103-107.
- [6] LI M D, ZHAO H, WENG X W, et al. Differential evolution based on optimal Gaussian random walk and individual selection strategies [J]. Control and Decision, 2016, 31(8):1379-1386. (in Chinese)
李牧东,赵辉,翁兴伟,等. 基于最优高斯随机游走和个体筛选策略的差分进化算法[J]. 控制与决策, 2016, 31(8):1379-1386.
- [7] PATEL V M, NGUYEN H V, VIDAL R. Latent space sparse and low-rank subspace clustering [J]. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2015, 9(4):691-701.
- [8] SUN L J, CHEN X D, HAN C, et al. New Fuzzy-Clustering Algorithm for Data Stream [J]. JEIT, 2015, 37(7):1620-1625. (in Chinese)
孙力娟,陈小东,韩崇,等. 一种新的数据流模糊聚类方法[J]. 电子与信息学报, 2015, 37(7):1620-1625.
- [9] FANG F, CHENG X J. A fast reduction method for massive scattered point cloud based on slicing [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2013, 38(11):1353-1357. (in Chinese)
方芳,程效军. 海量散乱点云快速压缩算法[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2013, 38(11):1353-1357.
- [10] BI A Q, DONG A M, WANG S T. A dynamic data stream clustering algorithm based on probability and exemplar [J]. Journal of Computer Research and Development, 2016, 53(5):1029-1042. (in Chinese)
毕安琪,董爱美,王士同. 基于概率和代表点的数据流动态聚类算法[J]. 计算机研究与发展, 2016, 53(5):1029-1042.
- [11] JIANG Y Z, CHUNG F L, WANG S T, et al. Collaborative fuzzy clustering from multiple weighted views [J]. IEEE Transactions on Cybernetics, 2015, 45(4):688-701.
- [12] ZHANG J X, WANG S T, DENG Z H, et al. A subspace transfer learning algorithm integrating heterogeneous features [J]. Acta Automatica Sinica, 2014, 40(2):236-246. (in Chinese)
张景祥,王士同,邓赵红,等. 融合异构特征的子空间迁移学习算法[J]. 自动化学报, 2014, 40(2):236-246.
- [13] XING C Z, LIU J. Evolutionary data stream clustering algorithm based on integration of affinity propagation and density [J]. Journal of Computer Applications, 2015, 35(7):1927-1932. (in Chinese)
邢长征,刘剑. 基于近邻传播与密度相融合的进化数据流聚类算法[J]. 计算机应用, 2015, 35(7):1927-1932.
- [14] SONG X L, CHEN L, XIAO M. Verification scheme of retrievability supporting XOR rotated erasure codes for cloud storage data [J]. Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunication (Natural Science Edition), 2012, 24(6):682-686. (in Chinese)
宋秀丽,陈龙,肖敏. 云存储中支持 XOR 旋转编码的可恢复性验证方案[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2012, 24(6):682-686.