

面向大众智能化管线统计功能设计与实现

周 业¹, 卞玉霞², 陈朝高¹

(1. 自然资源部第六地形测量队, 成都 610500;

2. 成都信息工程大学 资源环境学院, 成都 610225)

摘要: 在地下管线系统建设项目中, 为了提高地下管线管理系统的适用性和满足该领域非专业用户的实际管理需求, 针对传统管线统计功能对使用人员专业要求门槛高和用户体验感差等方面的不足, 设计和实现了一种面向大众智能化管线统计功能及方法: 用户充分依据实际业务需求在界面上进行简便操作, 系统后台会智能化地识别用户的操作步骤, 经过内嵌的模块解析用户的操作意图, 再将其合理组合, 编译成数据库引擎能够识别的查询统计命令, 以获得用户所需要的统计结果并予以展示; 系统功能界面提供了通俗易懂的操作模式, 以所见即所得的方式, 全程操作无须用户编写 SQL 查询语句即可进行自由组合的统计, 系统设计的内嵌智能化识别模块消除了人机交互之间的语言障碍, 解决了用户对管线统计功能的低门槛操作、高自由度统计的需求, 系统功能的简便操作进一步提升了管线系统中人机交互的体验感, 为管线系统的推广提供技术支持。

关键词: 面向大众; 智能化; 地下管线; 查询统计

Design and Implementation of Intelligent Pipeline Statistical Function for Public Users

Zhou Ye¹, Bian Yuxia², Chen Chaogao¹

(1. Six Topographic Surveying Brigade of Ministry of Natural Resources, Chengdu 610500, China;

2. College of Resources and Environment, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

Abstract: In the construction project of underground pipeline system, in order to improve the applicability of underground pipeline management system and meet the actual management needs of non-professional users in this field, aiming at the shortcomings of traditional pipeline statistical functions, such as high threshold for users' professional requirements and poor user experience, a popular intelligent pipeline statistical function and method are designed and implemented. Users can operate easily on the interface according to the actual business needs. The background of the system intelligently identifies the user's operation steps, parses the user's operation intentions through embedded modules, and compiles them into query and statistics commands that can be recognized by the database engine, so as to obtain the statistical results needed by users and display them. The function interface of the system provides a simple and easy-to-understand operation mode and in what you see is what you get mode, the whole operation can be freely combined without the user writing SQL query statements. The embedded intelligent recognition module of the system design eliminates the language barrier between human-computer interaction, and solves the user's demand for low threshold operation and high degree of freedom statistics of pipeline statistics. The simple operation of the function further enhances the human-computer interaction experience in the pipeline system, and provides technical support for the promotion of the pipeline system.

Keywords: for the public; intelligent; underground pipe; query statistical

0 引言

管线统计技术作为管线信息管理系统的重要组成部分, 能够辅助政府直观、清晰得掌握地下管线的种类、分布情况^[1-2]。目前, 为满足灵活的统计需求, 管线系统中的统计功能主要采用人工输入 SQL 语句进行自定义统计^[3-6], 该功能要求管线系统操作人员需要具备良好的专业 SQL 编程基础, 熟练掌握 SQL 条件中的关键字的意义和优先级关系,

操作门槛较高, 可推广性较弱。

随着我国城镇化进程的不断深入, 社会信息化不断发展, 地下管线各级主管部门分别建设多种类别地下管线信息管理系统。各类地下管线信息管理系统操作人员普遍呈现出非专业性, 对计算机技术和 SQL 编程缺乏系统学习, 因此如何实现低门槛操作、高自由度组合统计, 成为管线系统建设方需要解决的迫切要求^[7]。

1 需求分析

统计功能是管理信息系统中用户使用频率比较高的功能之一, 该功能设计好坏, 不仅涉及项目的研发工作量和软件质量, 更关系着用户的满意度。目前, 地下管线系统建设项目中系统用户大多数是非计算机专业出身, 缺乏计算机编程基础, 难以掌握自定义编写 SQL 进行专业性较强的查询统计操作, 且用户年龄阶层普遍偏大, 对信息化系

收稿日期:2019-03-04; 修回日期:2019-03-22。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41601422); 校中青年学术带头人项目(J201715); 校引进人才项目(KYTZ201606); 四川省测绘地理信息局科技计划项目(2017ZC05)。

作者简介:周 业(1987-), 男, 广东湛江人, 工程师, 主要从事地下空间信息化研究与应用方向的研究。

统适应能力较弱,操作能力偏低,难以适应操作过于复杂的系统功能。而系统操作用户迫切要求统计功能具备统计结果灵活度高,操作自由门槛低等特点,在满足操作简便的同时又需要满足业务需求的多样性,最难解决的问题是在传统查询统计操作的灵活性和专业性这两个成正比的因子中寻找一个既能兼容查询统计的人机交互操作的简易灵活性,又能满足查询统计需求的专业性的方法,其将直接影响最终用户的使用、管线系统的推广和人们的生活和工作。因此,在系统开发过程中需要充分考虑大众用户的信息化操作技能水平和实际工作业务需求^[8-10]。

2 总体设计

2.1 设计目标

为了实现智能简便化的统计需求,本文做如下设计:(1)用户可以根据需求随意创建查询条件,没有任何限制。系统能够在不知道用户如何定义查询条件的情况下,准确获取用户的需求,并且能够按照语法规则动态的生成查询统计语句并显示查询结果;(2)用户界面友好,符合日常的操作习惯。系统不需要用户输入 SQL 语句,直接通过在界面上根据需求明确相应操作就能得出所要的统计结果;(3)具有一定的容错性,允许用户操作失误,对误操作给予明确的提示并及时纠正,并对系统错误代码给予提示,避免误操作造成系统故障。

2.2 功能结构和特点

本文面向大众智能化管线统计功能主要包括统计模块、智能化识别模块和数据库,它们之间的关联关系如图 1 所示。图中,统计模块是将用户操作数据传送至智能识别化模块,输出数据库反馈的结果;智能识别化模块主要是接收统计模块传送的用户操作数据,对操作数据进行智能化识别、解析、组合并编译成数据库可识别的命令,并将该命令传送至数据库;而数据库主要是接收智能识别化模块传送的查询命令,并将查询结果反馈至统计模块。

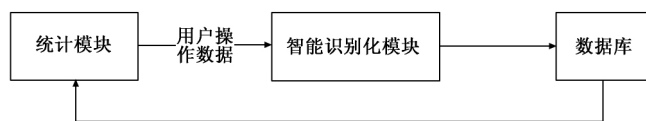


图 1 统计功能应用原理图

本文统计功能采用组合方式,分为统计条件设定和统计结果分组显示两部分,如图 2 所示。统计条件采用内嵌组合方式,通过动态枚举条件内容方式,以列表方式加载显示,并提供用户直接选择所需要的条件内容自动组合生成统计条件 SQL 语句^[11-15];统计结果分组显示同样通过动态预加载分组字段,用户只需要通过选择分组字段的先后顺序来确定所要的统计结果分组显示的层级关系,系统会自动按照分组字段选择的先后顺序,自动合并生成分组语句。

本文统计功能具有较强的通用性,统计条件的数量和内容由用户随意增减,用户只需要按照实际工作要求,选择需要进行统计的条件字段名,系统将自动根据用户选择的条件字段名自动筛选枚举出的字段值,系统会在后台自动整合形成相对应的 SQL 统计语句;允许用户进行多个

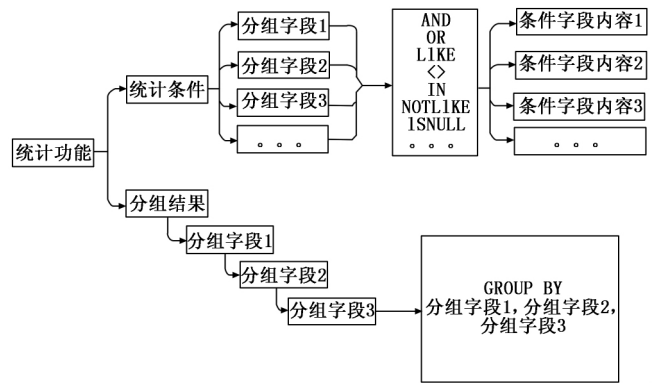


图 2 统计功能结构图

统计条件的组合统计,系统会根据用户选择的统计条件字段和字段值进行组合排列,形成合理的、符合查询规范的统计条件。统计结果主要是处理分组字段的层级关系,其主要根据需求所要的统计结果表头字段和查询统计条件字段进行综合处理,具有很强的动态性。

3 算法实现

智能化简易化的管线统计功能核心在于如何准确合理地内嵌和识别用户在界面上的操作并将操作过程在后台转成数据库可以识别的 SQL 查询统计语句。例如用户需要统计漕东支路、漕西支路和漕宝路的给水、排水、燃气三类管线总长度,并按照管线类别进行分组显示。根据这个需求,需要分两步进行逆向推演:

(1) 数据库识别用户需求,将用户需求编译成数据库引擎能够识别的 SQL 语言。

首先要让数据库可以识别用户需求,需要将用户需求编译成数据库引擎能够识别的 SQL 语言,用 SQL 语言来指导数据库引擎检索出用户所需要的结果。按照示例中的需求编译成的数据库能够识别并满足用户需求的 SQL 统计语句如下:

```

SELECT 管线类别, SUM (管线长度) AS 总长度
FROM (SELECT 管线类别, 所属道路, 管线长度 FROM 给水管线 UNION ALL SELECT 管线类别, 所属道路, 管线长度 FROM 排水管线 UNION ALL SELECT 管线类别, 所属道路, 管线长度 FROM 燃气管线) WHERE 所属道路 IN ('漕东支路','漕西支路','漕宝路')
  
```

GROUP BY 管线类别

(2) 识别操作内容,分析操作步骤,编译操作流程。

为了获得第一步的 SQL 统计语句,需要让系统能够识别用户的操作内容,并对操作过程的每个步骤进行统筹,然后按照内嵌的 SQL 模块,将用户的操作过程编译成第一步中的 SQL。按照示例中的需求,用户需要明确分组字段“管线类别”,明确进行统计的管线表名,明确统计条件中的道路名称,系统会自动进行遍历与组合成对应操作的 SQL 语句,自动生成组合条件的算法流程如图 3 所示。

在组合条件生成的同时需要根据用户的操作需求,同步组织分组结果表头内容,在具体实现过程中,系统编译统计条件算法如下:

```
foreach(DataGridViewRow dgvr in dgvLineConditionMx.Rows)
```

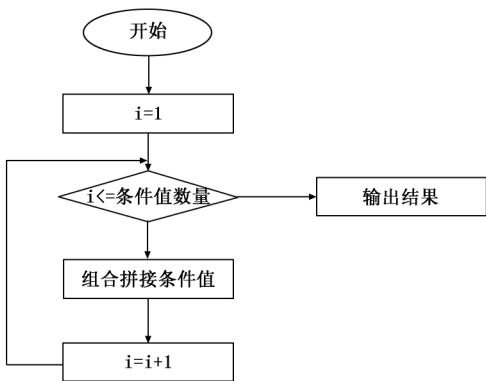


图 3 算法流程图

```
{
    if (Convert.ToBoolean(dgvr.Cells[0].Value))
    {
        if (Convert.ToString(dgvr.Cells[1].Value) != " ")
        {
            strConditionValue += string.Format("@'{0}';", dgvr.Cells[1].Value.ToString());
        }
        else
        {
            strConditionNullValue += string.Format("@' OR {0} IS NULL", strLineLastField);
        }
    }
}
```

系统编译分组和排序算法如下：

```
foreach (DataGridViewRow dgvr in dgvLineGroupField.Rows)
{
    if (Convert.ToBoolean(dgvr.Cells[0].Value))
    {
        strSubFields += string.Format("@' {0};", dgvr.Cells[1].Value.ToString());
        strGroupBy += string.Format("@' {0};", dgvr.Cells[1].Value.ToString());
        strOrderBy += string.Format("@' {0};", dgvr.Cells[1].Value.ToString());
    }
}
```

4 功能展示

本文以徐汇区漕东支路、漕东三路和漕东四路所包含的管线进行智能化统计功能展示。具体展示内容分为按照专题统计和按照混合条件自由自定义统计。

4.1 按照专题统计

如图 4 所示，对区域内漕东支路、漕东三路和漕东四路这三条道路所在的给水和雨水管线进行按规格、街路名称和管材分组统计。按照需求，用户只需要在分组字段中选择规格、街路名称和管材字段，在管线类别中选择给水管线和雨水管线表名，在街路名称明细表中选择漕东支路、漕东三路和漕东四路这三条道路名，即可在表格中清楚明

了的展示统计结果。

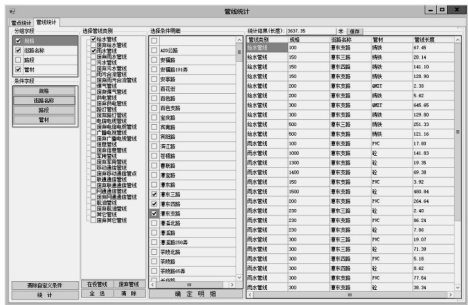


图 4 按照专题统计

4.2 按照混合条件自由自定义统计

如图 5 所示，统计漕东支路、漕东三路和漕东四路的给水和雨水管线并且管线材质为铸铁和 PVC 的规格。按照需求，用户只需要在分组字段中选择规格、街路名称和管材字段，在管线类别中选择给水管线和雨水管线表名，在街路名称明细表中选择漕东支路、漕东三路和漕东四路这三条道路名，在管材名称明细表中选择铸铁和 PVC，即可在表格中清楚明了的展示统计结果。



图 5 按照混合条件自由自定义统计

本文在系统界面上提供通俗易懂的操作方式，用户充分依据实际业务需求在界面上进行简便操作，系统后台会智能化地识别用户的操作步骤，经过内嵌的模块解析用户的操作意图，再将其合理组合，编译成数据库引擎能够识别的查询统计命令，以获得用户所需要的统计结果并予以展示。本文设计的内嵌智能化识别模块消除了人机交互之间的语言障碍，系统功能的简便操作进一步提升了管线系统中人机交互的体验感，为管线系统的推广提供技术支持。

5 结果和分析

本文提供了一种提升人机交互体验感的智能管线统计方法，如图 6 所示，该方法主要包括以下步骤：

- S1：动态枚举统计条件供用户根据实际情况进行选择；
- S2：系统后台智能化地识别用户的操作步骤，解析用户的操作意图，再将其合理组合；
- S3：编译成数据库引擎能够识别的查询统计命令并进行查询统计；
- S4：获得用户所需要的统计结果并利用显示器展示。

图 6 中，步骤 S1 中动态枚举统计条件是指通过动态枚举条件内容，以列表方式加载显示，并提供用户直接选择条件内容以自动组合生成统计条件 SQL 语句；步骤 S4 中统

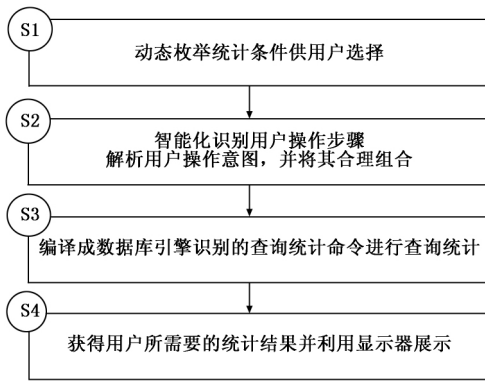


图6 智能管线统计方法流程

统计结果展示的是通过动态预加载分组字段，根据用户选择分组字段的先后顺序来确定所要的统计结果分组显示的层级关系，算法自动按照分组字段加载的先后顺序，自动合并生成分组语句。

与传统方法相比，本文方法操作步骤较为简单便捷；从人机交互角度分析，本文方法操作步骤更容易被用户所接受。如图7和图8所示，本文所述的统计功能方法具有较强的通用性，统计条件的数量和内容由用户随意增减，用户只需按照实际工作要求，明确需要进行统计的条件字段名称，算法将会根据条件字段名称自动筛选枚举出的字段值，并自动整合形成相对应的SQL统计语句；允许用户进行多个统计条件的组合统计，算法会根据用户的统计条件字段和字段值进行组合排列，形成合理的、符合查询规范的统计条件。统计结果是处理分组字段的层级关系，其主要根据需求所要的统计结果表头字段和查询统计条件字段进行综合处理，具有较强的动态性。系统界面提供了通俗易懂的操作方式，系统设计的内嵌智能化识别模块消除了人机交互之间的语言障碍，系统功能的简便操作进一步提升了管线系统中人机交互的体验感，为管线系统的推广提供技术支持。

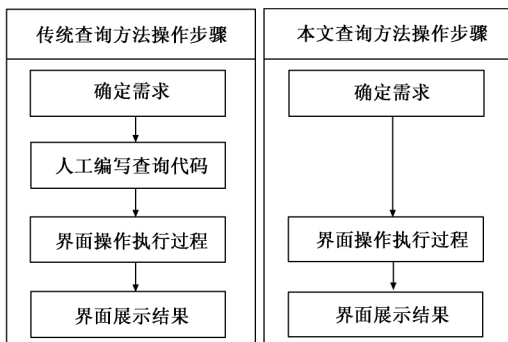


图7 明确需求时不同查询方法操作步骤对比图

6 结论

本文立足于管线统计中的用户需求问题，结合已开发的地下管网GIS系统，阐述了在管线系统中面向大众的智能化管线统计技术的过程、方法，重点给出了内嵌SQL模块整合处理方式和以所见即所得的方式编译用户的全过程操作内容合理组合形成可供数据库引擎识别的SQL命令的

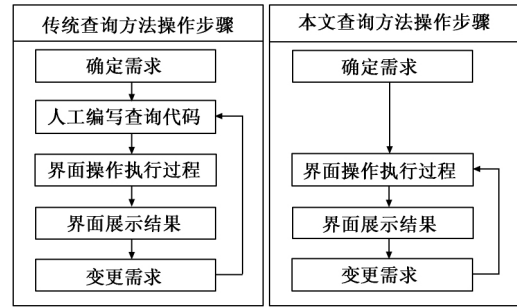


图8 需求变更时两种查询方法操作步骤对比图

原理和算法，并针对于管线系统中的专题统计和混合条件自由自定义统计两种方式进行统计结果展示，整个操作过程无需用户手动输入复杂的SQL语句，为用户提供了一种操作简易化、智能化的管线统计方式，解决了用户对管线统计功能的低门槛操作、高自由度统计的需求。系统设计的内嵌智能化识别模块消除了人机交互之间的语言障碍，统计功能的简便操作进一步提升了用户操作的体验感，人性化的设计理念不仅解决了用户日常的业务需求，也能进一步消除人与机器之间的隔阂，有助于管线信息化的进一步推广和应用。

参考文献：

- [1] 郭玉，罗研. 地下管线综合管理系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(5): 134-136.
- [2] 张书亮，储征伟，何源，等. 城市综合与专业地下管线空间数据的差异性分析[J]. 测绘通报, 2013(12): 58-62.
- [3] 郑丰收，陶为翔，潘良波，等. 城市地下管线智慧化管理平台建设研究[J]. 地下空间与工程学报, 2015, 11(S2): 378-382.
- [4] 黄鸿，龚健雅，钟正. 地下管线数据的智能化检查研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2007(8): 731-734.
- [5] 郭应忠，于立国，周长志. 城市地下管网管理信息系统研究[J]. 测绘通报, 2006(12): 60-62.
- [6] 李黎，李剑. 武汉市地下管线建库数据的智能化检查研究[J]. 工程勘察, 2005(1): 57-59.
- [7] 韩勇，陈之中，甘宇亮，等. 城市地下管线信息系统的结构设计及功能[J]. 测绘通报, 2002(3): 45-46.
- [8] 邓楠，李伟. 北京市地下管线基础信息统计体系建设与实践[J]. 测绘通报, 2016(S1): 42-44.
- [9] 乔丽，姜慧霖. 一种基于用户查询行为模型的案例查询算法[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(6): 139-142.
- [10] 于春雷，朱征宇. 一种个性化查询扩展方法[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(2): 119-123.
- [11] 单振芳，朱德军. 基于用户搜索行为的通用自定义查询算法研究[J]. 通讯世界, 2015(4): 203-205.
- [12] 孙春红，吴林. GIS-SQL查询操作在植物景观规划设计教学中的应用[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(7): 185-190.
- [13] 骆力明，陈小兵，王彦丽. 数据库多条件组合查询优化算法研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2007(2): 23-27.
- [14] 陈光柱，李志蜀. 组合查询的组合算法[J]. 计算机工程与应用, 2003(33): 197-198.
- [15] 薛大伸，钱静，赵唤忠. SQL Server数据库组合查询的实现方法[J]. 微机发展, 2001(1): 43-45.