基于ES的纪检监察大数据搜索引擎的研究与实现

摘要

随着信息化的普及，各地政务部门

# 第1章 绪论

## 1.1 研究背景

随着信息技术的迅速发展,各行各业的数据量呈爆发性的增长，人们对信息检索的需求越来越强烈，如何从海量数据中高效、准确的挖掘出人们需要的信息[1]成为热议的学术话题，搜索引擎由此应运而生。

传统搜索引擎的服务对象是是大众用户，随着信息的急剧扩张，其采集收录的信息内容不断扩大，搜索结果也逐渐覆盖到各行各业，无法为某一专业领域内的用户提供专一化的信息查询[2]。因此，近些年来，人们又对搜索引擎提出了新的需求，要求可以针对某一领域检索更为专业的信息，这就需要更加专业化和更具针对性的搜索引擎，由此发展出了面向特定领域的垂直搜索引擎[3]。

垂直搜索引擎是搜索引擎发展过程中的一个重要里程碑，其只收录特定专业领域的信息数据，向其提供深入、垂直的搜索功能，不属于该领域的信息均不收入。相比通用搜索引擎，垂直搜索引擎大大降低了搜索过程中无关信息的干扰现象的发生，提升了搜索的效率。同时，与通用搜索引擎使用网络爬虫采集数据的策略相比，垂直搜索引擎通常具备专门的信息获取方式，如直接从该领域数据库中采集数据，这不仅降低了数据更新的成本，也使得数据更新的周期大幅缩短[4]。

## 1.2 研究意义

社会信息化的不断发展，使我国的纪检监察信息化的建设取得了快速进步。纪检部门以“大数据”理念为指导，加大信息资源的整合力度，汇总其直属及各地方机构的信息纳入其监察体系，使得像过去“跑部门、做调研、要信息”的情况逐渐减少。这对实现数据资源的规范查询、问题线索的追踪溯源具有重要意义。

随着数据量级的不断增长，于纪检人员来说，如何高效地从海量数据中获取自己需要的信息，如何高效的针对一条问题线索顺藤摸瓜、举一反三，成为纪检人员的关注重点。

针对检索的需求，我们以沈阳市纪委为实验对象，利用Elasticsearch，针对其纪检监察中的民生资金、招投标项目数据设计了纪检数据的垂直搜索引擎。目前，系统已稳定上线近一年，极大方便了纪检人员在以上领域的查案效率。

截至当前，沈阳市纪委拥有从市、区县（市）两级共计835家政府职能部门[5]采集的数据22亿余条，涉及数据库总量达上千余个。数据的进一步扩充向我们提出了新的挑战：面对数千数据库数万数据表的大规模结构化数据，如何设计搜索引擎的索引使其可以高效的容纳这些数据，如何组织搜索使得搜索引擎可以兼顾性能与准确率，如何设计搜索结果的展示方式使其在大规模库表下仍保持保持良好的易读性，这都是需要考虑的问题。

面对这样的挑战，需要对原有系统的架构进行重新设计，使其能够兼容大规模的结构各异的数据。同时，针对数据扩充造成的系统运维管理不便的问题，还需设计一个便捷的搜索引擎管理工具，将复杂的索引操作向用户屏蔽，提供易用的交互界面供用户操作，使系统成为一个可以产品化的系统。

## 1.3 主要研究内容

本文旨在通过对搜索引擎相关技术的学习，结合纪检数据的特点与需求，利用Java、Elasticsearch等技术设计一个纪检监察大数据垂直搜索引擎系统。系统提供了数据字典的管理、搜索引擎的管理、数据同步、数据搜索与展示等功能，并提供友好的交互界面简化对上述模块的管理。同时，利用Spring Cloud技术，将系统以微服务的形式进行功能划分，使其成为一个高可用、高性能、高扩展性的分布式搜索引擎系统。

## 1.4 论文组织结构

本论文章节安排如下：

第一章 绪论：本章介绍了本文的研究背景、意义及主要研究内容。

第二章 搜索引擎概述：

第三章 纪检大数据搜索引擎系统需求分析

第四章 纪检大数据搜索引擎系统架构

第五章 纪检大数据搜索引擎系统详细设计

第六章 总结与展望

第七章 致谢

# 第2章 搜索引擎概述

## 2.1 搜索引擎的概念与发展历程

## 2.2 搜索引擎的分类

## 2.3 搜索引擎面临的问题

## 2.4 垂直搜索引擎的产生与优势

## 2.5 国内外研究现状

## 2.6 Elasticsearch介绍

## 1.2 国内外研究现状

随着信息技术的迅速发展,各行各业的数据量呈爆发性的增长，人们对信息检索的需求越来越强烈，如何从海量数据中高效、准确的挖掘出人们需要的信息[0]成为热议的学术话题，搜索引擎由此应运而生。

搜索引擎的历史最早可以追溯至1990年，由加拿大麦吉尔大学的三位学生Alan Emtage、Peter Deutsch、Bill Wheelan发明的Archie，一种能根据文件名称直接查询其所在FTP地址的搜索工具[1]。1994年，Yahoo推出了Yahoo Directory，这是一种目录搜索引擎(Search Directory)，它由人工筛选网站，对每个网站加以简短的描述性信息，并将它们按照目录分类，人们通过分级的目录查找或关键词筛选即可定位到相关的网站。1995年，一种新的搜索引擎形式—元搜索引擎(Meta Search Engine)出现，它可以将用户的搜索请求转发给其预先选定的多个独立的搜索引擎，并将这些搜索引擎的搜索结果处理排序后再返回给用户。1998年开始，谷歌、百度、搜狗、360等全文搜索引擎开始兴起，其会从网页库中检索与用户的查询串匹配的相关记录，然后按照一定规则排序后将结果返回给用户，全文搜索引擎已占据了搜索引擎领域的半壁江山。

传统搜索引擎的服务对象是是大众用户，其搜索结果往往涉及到各行各业，无法为某一专业领域内的用户提供精确化的信息查询[2]。因此，近些年来，人们又对搜索引擎提出了新的需求，要求可以针对某一领域检索更为专业的信息，这就需要更加专业化和更具针对性的搜索引擎，由此发展出了面向某一领域的垂直搜索引擎。

纪检数据搜索引擎在工作原理上属于垂直搜索引擎。与传统搜索引擎不同，垂直搜索引擎是针对某一专门的领域或某一特定的需求提供定制化的信息检索服务[5]，其只收录特定专业领域的信息数据，向其提供深入、纵向的搜索功能，该领域外的信息均不收录。同时，纪检数据搜索引擎的数据来源为各部门电子政务数据的上报汇总，其面向的是本地的结构化数据，因此，并不需要采用网络爬虫技术，将相关网站的数据进行爬取及整理。

# 第3章 纪检大数据搜索引擎系统需求分析

## 3.1 纪检大数据的特点

（1）数据来源广泛

纪检业务的数据来源十分广泛。为了满足纪检业务的需要，纪检部门通常会收集汇总及其直属及下属各地区各部门的电子政务数据，而下属部门的数据又是汇总自其下属乡镇、街道委员会相关单位，整个数据来源根据职能单位的级别近似形成了一个树形的结构。以沈阳市纪委为例，截至目前，该部门拥有从市、区县（市）两级共计835家政府职能部门[1]采集的数据22亿余条，涉及数据库总量达上千余个。这些数据通过人工拷贝、专网接口、专线网闸等方式流入纪委内部数据系统。

（2）数据类型多样

纪检数据汇集了多类异构的数据，其既有关系性数据库的结构化数据，也有类似XM形式的半结构化数据以及图片等非结构化数据，数据类型多种多样。以沈阳市纪委为例，其现有数据的类型涉及MySQL、Oracle、Access、Microsoft SQLServer等几乎市面上常用的各种数据库以及Excel、Word、GIS、报表等非结构化数据。

（3）数据结构散乱

大多数政务部门并不具备传统互联网公司那样大规模且专业的技术团队，其数据库表、字段的命名方式多种多样，例如使用拼音首字母、使用字母数字编码等等，这给阅读数据的人员带来很大的阻碍。而且，很多数据都是由Excel汇总导入至数据表，由于Excel在数据校验方面的不足，使得大量数据未经检查便被导入数据库，数据的格式不能保证统一。例如“2019-03-01”写法有“2019年3月1号”、“3-1-2019”、“二零一九年三月一日”等等。这些数据在存储时，便不能按照数字类型、日期类型等去存储，只能使用字符串类型，这也增加了数据错误、数据重复现象出现的概率。

（4）数据更新方式单一

## 3.2 系统用户的特点

## 3.3 系统所面临的挑战

（1）数据存储——大规模库表下的索引设计

（2）数据同步——非规范数据表与搜索引擎之间的数据同步

（3）数据搜索——海量数据下的搜索方案

（4）数据展示——大规模库表下搜索结果的展示

（5）搜索管理——功能完备的搜索管理模块的设计

## 3.4 系统需要解决的问题

### 3.4.1 数据索引——大规模库表下的索引设计

Elasticsearch的索引为分布式的分片结构，每个分片相对独立，因此搜索请求会广播到索引的每个分片，每个分片并发的查询自己分片内的数据。各分片的查询结果有Elasticsearch汇总后返回给用户。

在传统的互联网应用中，索引的设计方式多为针对每个实体类（数据表）建立一个索引，索引各字段的名称与实体类（数据表）中的字段名称一一对应。这种查询方式适合单索引的查询，即每次查询请求都是在某一个具体的索引下进行。

而纪检数据面对的是成千上万的数据表，且表与表之间的结构、字段各不相同。查询方式为全库全文搜索，即每次查询针对的是所有库表所有字段进行搜索。在这种情况下，若使用传统的“一表一索引”的方式，假设库中有5000个数据表，每个表2个分片。当查询请求到来时，Elasticsearch会将请求广播至10000个分片中，这10000个分片会去一同竞争使用处理器的资源，使得处理器将大量时间花费在线程上下文的过程中，从而严重拖垮处理器及Elasticsearch的性能。

面对这样的情况，需要设计高效、通用的索引结构，使其不仅能够容纳不同类型的数据库表，还要确保高效的数据查询效率。

### 3.4.2数据同步——非规范数据表与搜索引擎之间的数据同步

纪检数据具有数据库表多、数据量大及结构不规范的特点。针对库表多、数据量大的特征，需要设计便捷的自动化数据同步方案，并结合优秀的开源数据抽取工具，提高数据读写效率，减少数据的丢失率。针对结构不规范的特点，需要充分考虑到数据库表中的主键缺失、格式不一的现象，尽可能降低搜索引擎中数据重复、数据错误情况的发生率。

### 3.4.3 数据搜索——海量数据下的搜索方案

纪检数据搜索引擎针对的是大规模库表的结构化数据，在设计搜索方案时，要需要考虑到方案的通用性，确保其适用于系统下的绝大多数库表结构。同时，数据各表中也存在一定数量的无用字段，例如业务的预留空字段、标志位字段、测试字段等等，这些字段在一定程度上会加重搜索的负担，影响搜索结果的准确率，因此，在搜索时，如何设计灵活的规则，使得搜索引擎可以跳过无需检索的字段，这也是一项需要解决的问题。

### 3.4.4 数据展示——大规模库表下搜索结果的展示

搜索展示模块是与用户直接接触的模块，也是用户最为关心的一个模块。搜索展示主要需要考虑两部分：一为搜索结果的排布，二为搜索结果的易读性。

针对搜索结果的排布，需要充分利用库、表、字段信息的导向作用，将搜索结果进行合理的分类汇总。由于面对的是结构化的数据，若是像百度搜索那样以“标题—内容”的方式将搜索结果一条条的罗列，将会使页面十分散乱。下图3-1是本人所在部早期搜索引擎的查询结果截图，可以看到，在搜索关键词“项目”时，表中的“发放对象”、“资金种类”、“地点”、“发放时间”四个字段及其字段值被拼成一个文本作为一条搜索结果的标题，而这763页搜索结果没有经过合理的分类排布，只是单纯的罗列出来，这对后面的搜索定位造成了很大的苦难。



图 3-1 搜索结果示例图

二为搜索结果的易读性，纪检数据中，库、表、字段的命名几乎都是以拼音首字母命名，对于不熟悉数据业务的人来说，根本无从知晓这些属性所代表的意思。因此，对于这些晦涩的命名，还需要设计一个“数据字典”映射模块，存放这些命名计它们所对应的中文名称。在搜索引擎返回搜索结果前，先从字典模块做一次映射操作，将易读性好的名称展现给用户。

### 3.4.5 搜索引擎管理——便捷的搜索引擎管理工具的设计

通过3.4.1—3.4.4小节的内容，可以了解到纪检搜索引擎涉及到索引管理、数据同步管理、搜索参数控制、数据字典管理等出错率高且耗时耗力的操作。因此，针对搜索引擎系统，还需要设计一个操作便捷、功能实用的搜索引擎工具，向操作人员屏蔽底层复杂的实现细节，通过简单的页面交互便可以完成以上复杂的步骤，将重复、繁琐的工作尽可能实现自动化，从而提升用户及系统的效率，减少错误的发生。

## 3.5 系统功能概述

基于3.4节的需求，按照模块化的思想，本系统可划分为四大功能模块：数据字典模块、搜索引擎管理模块、数据同步模块、数据搜索与展示模块。

### 3.5.1 数据字典模块

数据字典模块主要承担数据库、数据表、表字段的命名对照信息的管理，其功能用例图如图3-2所示



图 3-2 数据字典模块用例图

3.5.2 搜索引擎管理模块

搜索引擎管理模块是数据库与搜索引擎之间相接的“桥梁”，其负责搜索引擎索引的管理、数据表与搜索引擎之间的索引配置以及数据搜索的配置等。其功能用例图如下：

### 3.5.2 搜索引擎管理模块

### 3.5.3 数据同步模块

### 3.5.4 搜索与展示模块

# 第4章 纪检大数据搜索引擎系统架构

4.1 系统架构图

4.2 数据库设计

# 第5章 纪检大数据搜索引擎关键技术实现

## 5.1 搜索引擎索引设计

5.1.1

5.2 数据同步方案设计

5.3 数据搜索与展示方案设计

# 第6章 纪检大数据搜索引擎工具设计

5.1 Eureka注册中心模块

5.2 Zuul网关模块

5.3 数据字典模块

5.4 搜索引擎索引管理模块

5.5 数据同步模块

5.6 搜索引擎模块

第6章 总结和展望

# 第7章 参考文献

[1]Kwang-I Yu,Shi-Ping Hsu,Peggy Otsubo.The fast data finder—an architecture for very high speed data search and dissemination[C].Intemational Conference on Data Engineering,1984(4):50-55.

[2] 张莉. 垂直搜索引擎中分词和排序技术的研究与应用 [D]; 西南交通大学, 2014.

[4] 陈翠婷. 无分类小商品搜索引擎关键技术研究 [D]; 中国科学院大学, 2016.

[4] 姜华. 基于Lucene面向主题搜索引擎的研究与设计 [D]; 华东师范大学, 2007.

[5]中国青年网.沈阳：用大数据深挖“不正之风” 管住身边腐败[EB/OL].https: //baijiahao.baidu.com/s?id=1618821229579984841&wfr=spider&for=pc,2018-12-03.

Hhhhhhhhhhhhhhhhhhh’

[4] 徐海. 基于Lucene垂直搜索引擎的研究与实现 [D]; 西安科技大学, 2009.

[5] 肖亮. 垂直搜索引擎的研究与实现[D]; 北京交通大学, 2007.