

基于 Elasticsearch 的气象数据检索技术研究

张恩红,尹海燕,李高洁

(广东省气象探测数据中心,广东 广州 510641)

摘要:气象行业的数据量非常大,系统需要每天处理约有 800 G 的增量数据,总容量超过 1 P 的历史数据文件。为了能够及时、快速地存储这些数据,并且能解决气象数据服务的需求,构建一套科学、高效的数据服务系统迫在眉睫。基于 Elasticsearch 技术,采用元数据的管理方法,设计了一套数据管理系统。按照业务类型和数据名称特点,把所有数据分成了 13 个大类和 260 多个元数据类型,设计了相同的元数据模板,便于统一管理。同时对 13 个大类分别构建了索引,定义了气象行业专业的检索词条,实现了快速定位和访问数据根据文件的需求。该设计方法实现了 1~2 秒钟内可以从 5 亿个文件库中搜索出某一大类的文件,在 2~3 秒钟可以更加精确地搜索出某一元数据类型的数据。基于以上设计方案,基本满足了当前的数据服务需要。

关键词:Elasticsearch;海量数据;检索;元数据;数据服务

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)11-0154-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.031

Research on Meteorological Data Retrieval Technology Based on Elasticsearch

ZHANG En-hong, YIN Hai-yan, LI Gao-jie

(Guangdong Meteorological Observation Data Center, Guangzhou 510641, China)

Abstract:The amount of data in the meteorological industry is very large. The system needs to process about 800 G incremental data every day, with a total capacity of more than 1 P of historical data files. In order to store these data in time and quickly, and to meet the needs of meteorological data service, it is urgent to build a set of scientific and efficient data service system. Based on Elasticsearch technology and using metadata management method, we design a data management system. According to the characteristics of business type and data name, all data are divided into 13 categories and more than 260 metadata types. The same metadata template is designed to facilitate unified management. At the same time, the indexes of 13 categories are constructed separately. The retrieval terms of meteorological profession are defined, and the requirement of fast positioning and accessing data files is realized. The proposed method can search a large class of files from 500 million file libraries in 1~2 seconds. In 2~3 seconds, the data of a metadata type can be searched more accurately. Based on the above design scheme, it can basically meet the current data service needs.

Key words:Elasticsearch; massive data; retrieval; metadata; data service

0 引言

随着科技的进步和社会需求的发展,人们对气象的需求越来越丰富。为了应对众多需求,气象行业的现代化被提到很高的程度,从中央到地方都有很大的投入,无论是气象观测、数值预报、天气预报等都有很大的发展。从天上的卫星、空中的各种探空设备,地上的雷达、自动站等三维立体全方位的气象数据采集,获取了大量的观测数据;从国外到国内,众多的数值预报模式,提供了大量的数值模式产品数据;为了满足不同

类型的用户需求,提供了各种各样的天气预报产品。每天产生了海量(省级气象局每天约 1 T 数据量,120 万以上的数据文件)的气象数据,这对数据管理与应用都提出强大的挑战。

关于海量数据管理的技术有很多,其中 Elasticsearch 技术在众多的海量数据管理与搜索应用中应用广泛。姜康等^[1]基于 Elasticsearch 建立了水利行业的海量数据的搜索与共享服务平台;郑义成等^[2]基于 Elasticsearch 技术对航海中产生的海量船舶自动

收稿日期:2018-11-29

修回日期:2019-03-25

网络出版时间:2019-06-26

基金项目:国家自然科学基金(41805096);江苏省自然科学基金(BK20180801)

作者简介:张恩红(1977-),男,硕士,工程师,从事海量数据归档存储管理及数据服务和数据加工处理的研究。

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190626.0823.012.html>

识别系统数据的存储方法进行了深入研究;陈亚杰等^[3]基于 Elasticsearch 分布式搜索引擎进行了天文大数据检索中的应用研究。众多研究人员^[4-5]在该技术都进行了研究及应用,可见 Elasticsearch 技术在海量数据的管理与搜索方面具有一定的可靠性。文中基于 Elasticsearch 技术,采用元数据技术和集群管理方法对海量气象数据的搜索与服务平台建设进行研究。

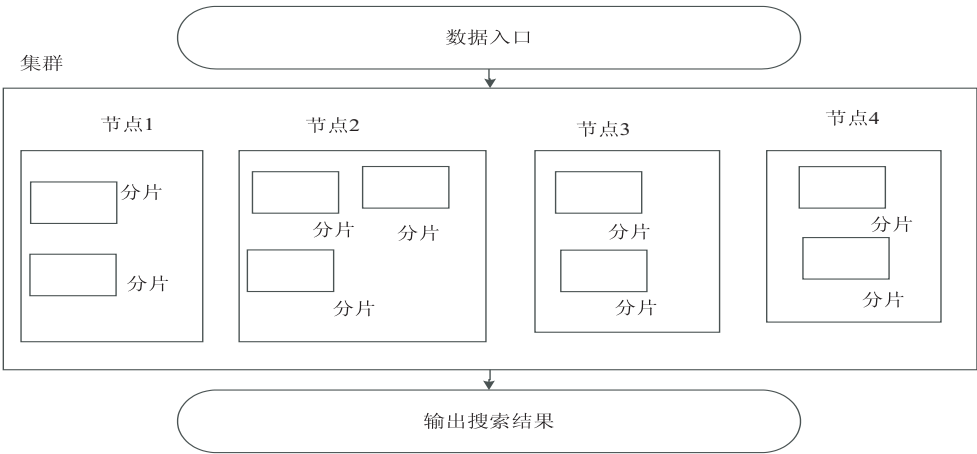


图 1 ES 的索引构建机制逻辑

1.1 集 群

ES 集群是一个或多个节点的集合,它们共同存储了整个数据集,并提供了联合索引以及可跨所有节点的搜索能力。多节点组成的集群拥有冗余能力,可以在一个或几个节点出现故障时保证服务的整体可用性。集群靠其独有的名称进行标识,默认名称为“Elasticsearch”。节点靠其集群名称来决定加入哪个 ES 集群,一个节点只能属于一个集群。如果不考虑冗余能力等特性,仅有一个节点的 ES 集群一样可以实现所有的存储及搜索功能。

1.2 节 点

运行了单个实例的 ES 主机称为节点,它是集群的一个成员,可以存储数据、参与集群索引及搜索操作。类似于集群,节点靠其名称进行标识,默认为启动时自动生成的随机 Marvel 字符名称。用户可以按需要自定义任何希望使用的名称,但出于管理的目的,该名称应该尽可能有较好的识别性。节点通过为其配置的 ES 集群名称确定其所要加入的集群。

1.3 分 片

ES 的“分片 (shard)”机制可将一个索引内部的数据分布存储于多个节点,通过将索引切分为多个底层物理的 Lucene 索引完成索引数据的分割存储功能,每一个物理的 Lucene 索引称为一个分片 (shard)。每个分片其内部都是一个全功能且独立的索引,因此可由集群中的任何主机存储。

1 海量数据搜索机制

海量数据搜索是大数据时代的一大难题。面对海量数据,如何建立一个高效、准确地获取所需数据的平台是当前 IT 行业研究的热门话题。搜索技术也是百花齐放,搜索机制也各不相同^[6-7]。Elasticsearch (缩写为 ES) 是当前的热门技术,文中主要讨论该技术的使用机制。索引构建机制的逻辑图如图 1 所示。

1.4 数据查询

查询执行过程通常要分成两个阶段,即分散阶段及合并阶段。分散阶段是向所查询的索引中的所有 shard 发起执行查询的过程,合并阶段是将各 shard 返回的结果合并、排序并响应给客户端的过程。为了完成此类 full-text 域的搜索,ES 必须首先分析文本并将其构建成倒排索引 (inverted index)。倒排索引由各文档中出现的单词列表组成,列表中的各单词不能重复且需要指向其所在的各文档。因此,为了创建倒排索引,需要先将各文档中域的值切分为独立的单词 (也称为 term 或 token),而后将其创建为一个无重复的有序单词列表。这个过程称之为“分词 (tokenization)”。

2 搜索技术的应用设计

针对海量数据存储与服务,各行业的专家都有自己的方法与技术^[8-10],气象行业也不例外。气象数据种类繁多,存储结构复杂,很难采用传统结构化的数据库模式存储数据,因此,不能直接对数据进行格式化管理。借鉴其他行业的经验^[11-13],文中采用元数据技术对气象数据进行管理,即基于 ES 的 NoSQL 的数据存储方式。采用 web 数据访问方式为用户提供服务得到较多行业的支持^[14-16],故文中采用 web 网页提供给用户使用。

2.1 元数据

元数据 (metadata), 又称中介数据、中继数据,为

描述数据的数据 (data about data), 主要是描述数据属性 (property) 的信息, 用来支持如指示存储位置、历史数据、资源查找、文件记录等功能。为了便于管理, 采用了统一的元数据模板, 针对不同类型的数据, 通过不同的关键字进行区别。元数据模板是一个开放式管理

机制, 可以根据业务的扩展, 动态增加元数据类型。文中将气象数据按大类和小类进行分类, 每个子类设计为一个元数据, 将现有的数据分为 13 大类, 260 多个元数据类型, 基本可以覆盖所有的气象数据。元数据管理如图 2 所示。



图 2 元数据管理

2.2 气象分词库

ES 构建数据索引时有个分词的过程, 默认情况每个独立的字就是一个分词。为了提高搜索的命中率和效率, 构建气象行业自有的分词库可以有效地解决这个问题。当前, 增加了这些与系统相关的分词, AGME (农业气象)、OTHE (其他观测)、SURF (地面观测)、CAWN (大气成分)、HPXY (历史科考)、OCEN (海洋)、NAFP (数值预报)、DISA (气象灾害)、RADA (天

气雷达)、RADI (大气辐射)、SATE (气象卫星)、SEVP (精细化预报)、UPAR (高空探测), 这个词库是根据业务网需求随时增加补充的, 可以大大提高搜索效率。

2.3 数据扫描入 ES 库

为了有效管理大量的数据, 首先要按照元数据的定义结构将所有数据扫描入 ES 库, 并完善元数据的相关内容。数据扫描入库流程如图 3 所示。

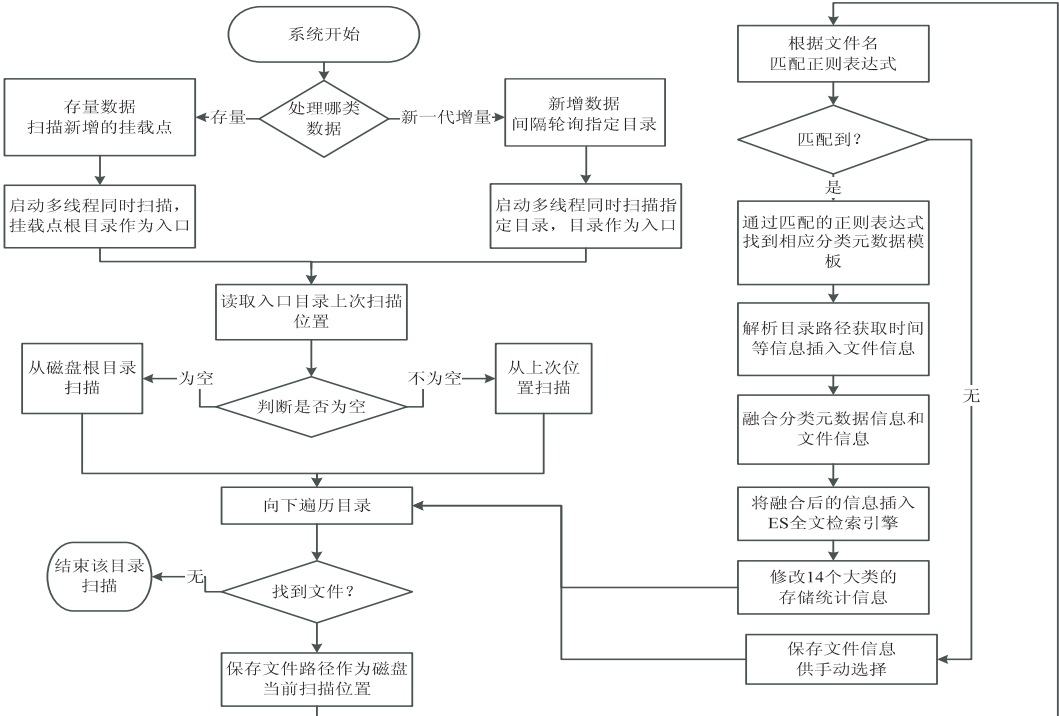


图 3 数据入 ES 数据池的流程

在扫描入库的过程中,自动将每个文件按元数据模板中约定好的文件正则表达进行匹配,自动将所扫描到的文件进行分类,同时把该文件的存储路径、文件大小、创建时间等属性信息也一并写入 ES 库。在提供数据服务时,不用再次从磁盘中查找文件所在的物理地址,而是从 ES 库中准确、快速地获取到相应的文件地址,大大提高了数据服务效率。

3 应用效果分析

文中共采用 3 个节点构建集群,按不同数据类型独立建立索引,总共有 13 个索引,每一类的索引都分布在 3 个节点中。ES 的数据组织结构如图 4 所示。可以看出,每一类数据都分为六个分片,每个分片有一主一备,既避免了单个索引特别多而导致搜索效率降低,又确保了数据安全,即便有节点出现故障,也不影响数据的搜索服务。

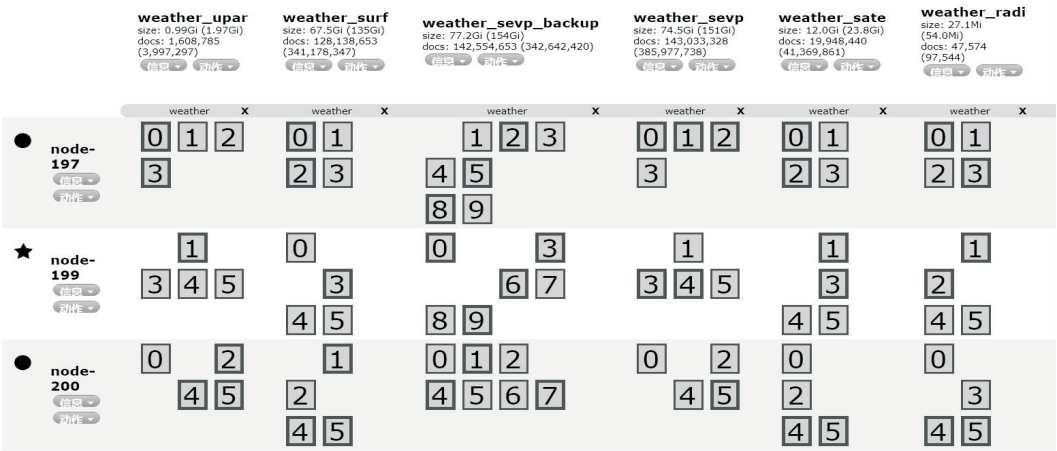


图 4 当前系统 ES 的索引

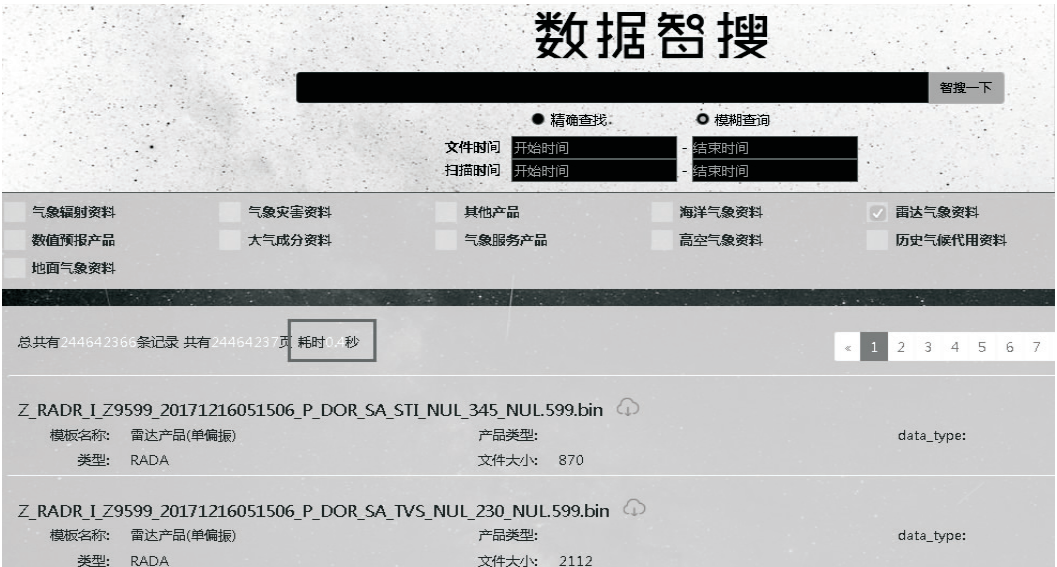


图 5 按一级大类搜索过滤

3.1 扫描入库分析

该系统在部署实施时,首要任务是把数据挂载到管理服务器,启动系统自动扫描功能,把所有待处理的数据按照系统设计的元数据规则录入到 ES 数据池中。由于数据量庞大,导入数据时,需要消耗较长的时间。该系统中主要包括两大类型的文件,其一,每个文件为几十兆以上,其二,每个文件为几百 k 以下,形成了鲜明的对比。因此,扫描占用相同磁盘空间的两个不同盘所消耗的时间相差很大,例如把 30 T 的卫星数

据扫描并入库到 ES 集群需要 20 多个小时,而要处理 30 T 的地面观测数据,则需要超过 3 天的时间。目前,已经完成了 2015 年以来绝大部分的数据,包括观测数据和二次加工的数据产品。在 ES 数据池中已经有接入了 800 多 T 的数据,超过 5 亿个数据文件。

3.2 智能搜索设计与分析

文中支持全局的模糊搜索、大类模糊搜索、小类模糊搜索和精确搜索。这样可以满足多种不同用户类型的需求,既能搜索所需要的数据,又不用等待过长的时

间,同时还支持按文件时间和扫描时间的方式进行的多维条件搜索。

在当前规模的查询中,按大类搜索基本在秒级之内可以完成。如图 5 所示,文件数据最多的雷达产品,

约 2.4 亿个文件,在 0.4 秒之内就能完成检索。

图 6 是按雷达基数据查询,2 000 多万条记录在 1.4 秒钟左右完成查询。

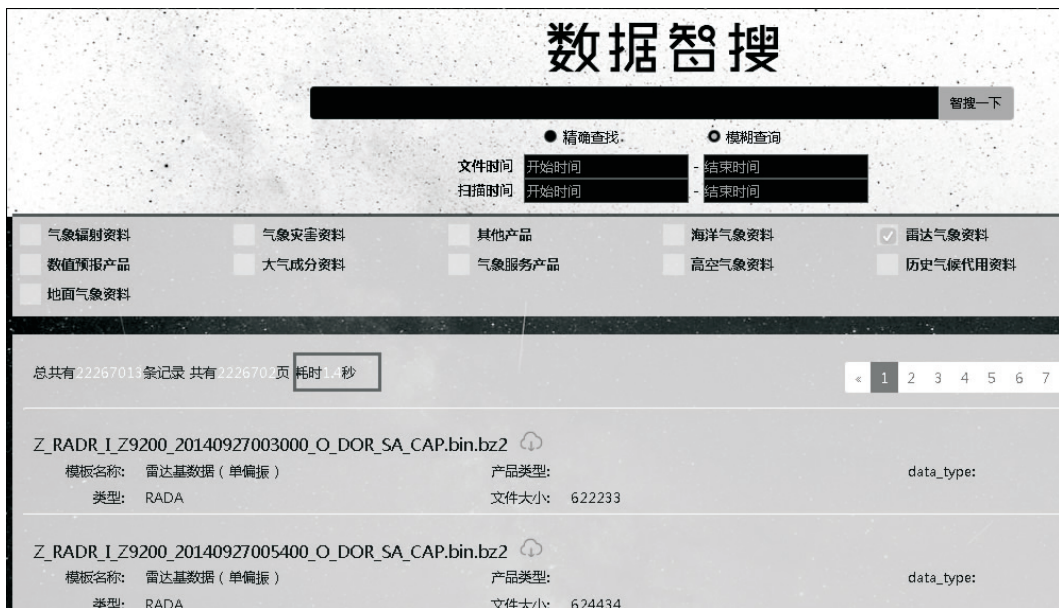


图 6 雷达基数的元数据信息的查询结果

从上述结果可以看出,当前 ES 集群及分片、分词等设计是合理的,可以满足当前业务的需求。

4 结束语

数据池搜索平台可以统一管理数据,满足为用户高效、快速提供数据的需求。该系统采用 3 个节点作为 ES 集群,可以满足当前 5 亿个数据文件的管理并提供数据服务,该集群支持动态扩容,可以充分满足将来更多数据量的需求;行业化的分词也大大提高了数据搜索的效率,该分词库也支持扩容,扩容之后重启服务即可,操作较为简单。系统中采用元数据管理的技术,按业务和数据文件的特征,把全数据的数据分成了 260 多个元数据,统一元数据模板,软件设计与实现起来较为简单,系统部署与实施也较为简单。

参考文献:

- [1] 姜 康,冯 钧,唐志贤,等. 基于 Elasticsearch 的元数据搜索与共享平台[J]. 计算机与现代化,2015(2):117-121.
- [2] 郑义成,莫钦华,王海鸥. 基于 Elasticsearch 的海量 AIS 数据存储方法[J]. 指挥信息系统与技术,2016,7(3):76-81.
- [3] 陈亚杰,王 锋,邓 辉,等. Elasticsearch 分布式搜索引擎在天文大数据检索中的应用研究[J]. 天文学报,2016,57(2):241-251.
- [4] KUC R, ROGOZINSKI M. Elasticsearch server[M]. Birmingham:Packt Publishing Ltd.,2013.

- [5] 王 伟,魏 乐,刘文清,等. 基于 Elasticsearch 的分布式全文搜索系统[J]. 电子科技,2018,31(8):56-59.
- [6] 魏 涛,孟方园,袁 平,等. 开源搜索引擎 Elasticsearch 和 Solr 对比和分析[J]. 现代计算机,2018(6):58-61.
- [7] 何子健,李嘉敏,李秋锐,等. 基于 LSI 信息融合的实时推荐算法研究[J]. 计算机技术与发展,2018,28(7):73-77.
- [8] 高 媛. 基于大数据分析技术的智慧图书馆信息服务模式研究[J]. 农业图书情报学刊,2018,30(6):189-192.
- [9] 邢治海,黄 庆,葛 燕,等. 城市海量数据中心信息资源交换共享体系架构研究[J]. 信息技术与信息化,2018(4):150-152.
- [10] LAKSHMAN A, MALIK P. Cassandra: a decentralized structured storage system[J]. ACM SIGOPS Operating Systems Review,2010,44(2):35-40.
- [11] SPAETH D A. Representing text as data: the analysis of historical sources in XML[J]. Historical Methods,2004,37(2):73-86.
- [12] 曾伟忠. 海量通信数据管理平台的设计与实现[J]. 计算机与数字工程,2018,46(5):981-986.
- [13] 沈夏添,吕丽华. 基于云计算的信息检索定位研究[J]. 电脑知识与技术,2018,14(8):210-211.
- [14] MOURAD O,ATHMAN B. Query processing and optimization on the web[J]. Distributed and Parallel Databases,2004,15(3):187-218.
- [15] 贾令涛,李 丽. 基于 Web 的文件系统信息展示方法[J]. 计算机技术与发展,2016,26(4):66-69.
- [16] 方延风. 基于 Elastic Stack 构建科技项目垂直检索系统[J]. 情报探索,2018(1):87-91.