摘要

无疑，我们已经进入互联网的时代，几乎每个人都在使用互联网产品，对于互联网产品来说，使用的人越多，产生的数据越多，所要承受的性能压力也越大。为了在海量数据的情况下，仍然有高效的搜索性能，越来越多的互联网产品同elasticsearch结合。比起oracle等数据库，elasticsearch在查询性能上有明显的优势，而且，elasticsearch也可以用于数据的分析，在大数据的驱动下，elasticsearch将得到广泛的应用。

Elasticsearch API是针对在java开发中使用elasticsearch而开发的一套接口，它封装了elasticsearch基本操作，主要是数据的增删改查以及表的创建修改；并且它的接口是以类似于JDBC的形式呈现。

本文首先分析了elasticsearch API的现状以及未来的发展趋势、API开发的意义，同时也对相关技术进行简要介绍，然后是API的需求分析，包括可行性分析以及功能分析，紧接着是API的设计以及各模块的实现，最后对本次API开发进行了总结。

该API的开发平台是eclipse，所依赖的jdk版本是jdk1.8.

该API简化了对elasticsearch的操作，减少了开发的工作量，缩短了开发周期。JDBC形式的接口也方便了开发人员的使用。

关键词：elasticsearch，java，JDBC

1. 绪论

## 课题背景

随着计算机的普及以及网络的快速发展，各式各样的互联网产品应运而生，而这些互联网产品的诞生也极大地简便了人们的生活，因此，使用互联网产品的人越来越多，互联网产品逐渐成为人们生活中不可或缺的一部分。然而在使用人数人数不断增加以及全国大联网的形势下，这些互联网产品在性能方面也面临着严峻的挑战。它们必须能够在2秒内将请求信息返回给客户端，如果是使用常规的数据库，比如oracle等来存储数据，那么在海量数据的情况下，这个业务要求是无法达到的，所以更多的互联网产品会选择使用elasticsearch来存储一些在产品使用过程中变化不大的静态数据，elasticsearch能够解决查询效率的问题，但是elasticsearch提供的java接口使用起来较为复杂，而且产品的开发人员还要花一定的时间去学习使用elasticsearch，这无疑增加了开发的工作量，延长了开发周期。所以针对elasticsearch的使用情况，我们可以对elasticsearch的API进行二次封装，提供一个更简单的接口，从而简化开发。

## 研究现状及发展趋势

现如今，大数据逐渐成为一种趋势，elasticsearch凭借其高效的搜索特性进入大众的视线，国内外已经有很多IT公司使用elasticsearch来搜索，分析数据，比如Github，Facebook以及百度等，所以随着大数据时代的到来，elasticsearch将会得到广泛的应用；另一方面，java作为世界上主流的编程语言之一，从中小型企业的应用到大型互联网系统的开发，java始终占据着重要的地位，而且，elasticsearch提供了java开发的接口，我们可以相信越来越多的基于java开发的产品会同elasticsearch相结合。但是elasticsearch提供的java接口的使用过于复杂，开发人员还需要花一定的时间去学习，所以为了达到高效开发的要求，更多的IT公司会趋向于自己封装elasticsearch的java 操作接口，提供一个更简单的接口。

## 课题意义与目的

从API本身的价值来讲，elasticsearch在java 开发中的应用已经越来越广泛，这说明java 开发人员要像熟悉数据库一样熟悉elasticsearch的操作，该API建立在elasticsearch原有的接口之上，封装了elasticsearch大部分的操作，包括对数据的增删改查等，更重要的是API是采用类似于JDBC的形式，所有对elasticsearch的操作都用sql语句来表达。这样就简化了elasticsearch的操作代码，从而减轻了开发工作量，而且由于开发人员对JDBC接口的熟悉，所以开发人员不需要花费太多的时间去学习本套API。总之，本套API可以简化开发，方便开发人员操作elasticsearch，而且容易上手。

从自身的角度来讲，通过本次开发可以深入了解elasticsearch，掌握elasticsearch的应用以及操作；学习相关的设计模式，并将其应用于开发中；巩固并且加强基于java的程序设计开发，最重要的是在开发中培养发现问题，分析问题，解决问题的能力。

## 研究内容

本次课题的研究内容如下：

1. 需求分析，通过与开发人员的沟通交流，确定了本套API需要提供对数据的增删改查，对表的创建修改功能。
2. 分析目前部分技术提供的java API，确定本套API采用类似于JDBC的形式
3. 基于高内聚，低耦合的原则，设计出API的结构，并且对结构中各个模块的具体实现做深入研究
4. 实现了elasticsearch API 的开发，该API按照面向接口的开发原则，以建造者模式为主，利用JDBC 提供的接口实现开发。

## 1.5 论文形式

本文由四个章节所组成：

第一章：绪论。主要介绍课题背景、研究现状以及发展趋势、课题意义与目的、研究内容，最后大体介绍论文的形式。

第二章：相关技术介绍。该章节主要介绍elasticsearch的应用，相关名词

1. 相关技术介绍

## 2.1 elasticsearch

Elasticsearch 是一个搜索引擎，它可以用来做全文搜索，也支持结构化查询，当然，它也可以应用在数据分析上。Elasticsearch以json格式存储、操作数据，它可以部署成分布式集群。Elasticsearch最显著的特点就是对海量数据的处理速度非常快，而且具有高可靠性、

## 2.2 java

Java 是一种面向对象的编程语言，

1. 需求分析

## 3.1 技术可行性

本套API的开发是基于elasticsearch 为java提供的接口的二次封装，通过实现JDBC 的相关接口来实现类似于数据库查询的形式；本套API有两个技术关键点：

1. sql语句的解析，即从字符串类型的sql语句中获取操作类型、表名、条件。通过使用facebook的SqlParser类可以降低解析的复杂度。
2. elasticsearch 响应体的解析，即将elasticsearch的查询结果转换成resultSet的形式。设计好resultSet类的结构，以递归的形式获取响应体中每一层的结构，存放到resultSet中

## 3.2 经济可行性

API开发周期一般为两个月，开发所需要的硬件设备只需要普通的pc机以及一台运行elasticsearch的服务器，这样的配置要求，一般的公司都可以达到，不需要额外的花费；另外，API的使用是作为jar依赖导入到其他项目中的，所以不需要另外的安装部署；总之该API的开发、运行以及维护都不需要太高的费用，所以，该API在经济上是可行的。

## 3.3 功能需求分析

本套API应该支持如下操作

1. 查询数据
2. 可以获取所有列的值，也可以获取特定列的值
3. and、or组成的复杂条件查询
4. 聚合函数查询
5. 分组查询
6. 分页查询
7. 新增数据
8. 插入单条数据
9. 批量插入数据
10. 修改数据
11. 修改单条数据
12. 批量修改数据
13. 删除数据
14. 删除单条数据
15. 批量删除数据
16. 创建表

（1） 创建指定的表

1. 修改表字段

（1） 对已创建的表可以增加表的字段

1. 总体设计

## 4.1 结构设计

为了使该API的使用更简单，开发人员能够容易上手，同时又能够达到封装elasticsearch操作的目的，该API采用类似于jdbc的形式，通过发送sql语句向elasticsearch发送操作命令。结构设计图如下：

更新体

查询体

Sql

Sql

连接对象

连接信息

驱动程序获取对elasticsearch的连接

控 制 器

更新指挥器

查询指挥器

Elasticsearch 服务器

调 用 端

结果

结果

Sql

结果

图 4-1 API 结构图

## 4.2 功能模块设计

Elasticsearch API

添加模块

控制模块

查询模块

删除模块

更新模块

修改模块

创建模块

图 4-2 API 功能模块

ES客户端模块

驱动模块

固定sql模块

动态sql模块

Elasticsearch API 各模块功能如下：

1. 驱动模块：

解析连接信息，建立对elasticsearch的连接

1. 控制模块：

整个API的核心，通过判断输入的sql语句的类型（查询或者更新等）将sql请求转发给对应的模块来处理，最后接收相应的结果返回给用户；支持固定sql和动态sql

1. 查询模块

解析sql语句，根据解析的结果对elasticsearch执行查询，最后封装查询结果；支持的查询类型包括：聚合查询，去重查询，条件查询，排序查询，分页查询。

1. 添加模块

解析sql语句，对已存在的表插入新数据；支持批量插入

1. 删除模块

解析sql语句，删除符合某个条件的数据；支持批量删除

1. 更新模块

解析sql语句，更新某些记录的值；支持批量更新

1. 修改模块

解析sql语句，为表添加新字段或者修改已有字段的属性

1. 创建模块

读取源文件下的配置文件，根据配置文件创建对应的表

1. ES客户端模块

持有elasticsearch连接对象，封装对elasticsearch的操作，供其他功能模块调用

## 4.3 信息封装类设计

（1）SelectSqlObj 类

该类封装查询sql的信息，是查询sql解析阶段的产物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 类型 | 说明 |
| distinct | Boolean | 是否需要去重；需要为true，否则为false |
| selectItems | List<ColumnMate> | 查询列；ColumnMate：自定义类，包含列名，别名，聚合操作类型 |
| from | String | 表名 |
| where | ConditionExp | 查询条件；ConditionExp：自定义类，包含当前元条件、下一个元条件、与下一个元条件的关系；  包含and/or的逻辑表达式根据and/or分成多个元条件，元条件之间的关系即为and/or |
| groupby | List<ColumnMate> | 分组信息 |
| having | ConditionExp | 分组聚合后需要满足的条件 |
| orderby | List<OrderbyMate> | 排序信息；OrderbyMate：自定义类，包含排序字段，排序类型 |
| limit | PageMate | 分页信息；PageMate自定义类，包含起始记录下标，获取记录总数 |

（2）QueryBody类

该类封装elasticsearch查询体所需要的信息，是查询体构建阶段的产物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 类型 | 说明 |
| queryBuilder | QueryBuilder | 查询条件信息；QueryBuilder：elasticsearch类 |
| aggregationBuilder | AggregationBuilder | 聚合信息；AggregationBuilder：elasticsearch类 |
| pageMate | PageMate | 分页信息 |
| orderby | List<OrderbyMate> | 排序信息 |

（3）ESResultSet 类

该类封装查询结果，是查询结果构建阶段的产物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 类型 | 说明 |
| resultList | List<Map<String, Object>> | 符合查询条件的记录，一个map对象代表一条记录的一个字段值 |
| orderby | List<OrderbyMate> | 排序信息 |
| typeAllColumns | List<String> | 该表的所有字段名 |
| metaData | ESResultSetMetaData | 有关 ESResultSet中列的名称和类型的信息 |
| total | Int | 查询结果记录总数 |
| index | Int | 遍历结果集时，记录当前记录的下标 |

（4）UpdateSqlObj类

该类封装更新sql的信息，是更新sql解析阶段的产物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 类型 | 说明 |
| index | String | 索引名 |
| type | String | 表名 |
| updateList | List<ColumnValue> | 需要更新的列 |
| ids | List<String> | 满足更新条件的记录Id |

（5）DeleteSqlObj类

该类封装删除sql的信息，是删除sql解析阶段的产物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 类型 | 说明 |
| type | String | 表名 |
| ids | List<String> | 满足删除条件的记录Id |

（6）InsertSqlObj类

该类封装插入sql的信息，是插入sql解析阶段的产物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 类型 | 说明 |
| type | String | 表名 |
| valueList | List<ColumnValue> | 需要插入的数据 |

1. 详细设计与实现

## 5.1 驱动模块

驱动模块通过实现JDBC的Driver接口来实现驱动注册和获取连接的功能。当调用端发送包含连接信息的url时，程序首先通过正则表达式来判断该URL是否满足一定的格式，若是满足，则解析该URL，从中获取elasticsearch的主机地址，端口号以及索引名，然后调用ES客户端模块建立到elasticsearch的连接，紧接着获取elasticsearch该索引的mapping，从而获取该索引下的所有字段以及字段类型，最后封装连接对象，返回给调用端；若是不满足则抛出url不合法的异常。

判断URL格式是否合法

调用端发送获取连接的请求

抛出异常

获取主机、端口、索引名

建立到elasticsearch的连接

获取该索引下所有字段的类型

返回连接对象

## 5.2 控制模块

（1）固定sql控制模块

该模块实现JDBC的Statement接口，该接口的executeQuery方法和executeUpdate分别处理查询sql和更新sql；若是执行查询sql，则直接调用查询模块，获取查询结果，返回给调用端；若是执行更新sql，则进一步判断是哪种类型的更新操作，再调用对应的模块执行相应操作，若所有类型的更新操作都不匹配，则抛出sql不合法的异常。

否

是

调用固定sql控制器

执行查询

查询

返回查询结果

Sql以create开头

Sql以update开头

Sql以insert开头

Sql以delete开头

Sql以alter开头

创建表

更新表数据

插入新数据

删除数据

修改表配置

抛出异常

是

是

是

是

是

否

否

否

否

否

（2）动态sql控制模块

该模块实现JDBC的PreparedStatement接口；首先解析sql语句，将sql语句中的占位符分解出来，然后根据调用端设置的每个占位符代表的参数拼接sql语句，这样就将动态sql

转化为固定sql，最后调用固定sql控制模块来执行该sql语句。

调用动态sql控制器

解析动态sql语句

拼接sql语句

执行固定sql

## 5.3 查询模块

查询模块的处理过程包括：sql解析阶段、查询体构建阶段、结果集构建阶段

1. sql解析阶段

sql的解析主要借助facebook的SqlParser类，SqlParser类可以对sql语句进行简单的解析，拆分出查询列，表名，限制条件，封装成一个Statement的对象；所以该阶段主要是在Statement对象的基础上，对各部分进行进一步解析，最终封装成SelectSqlObj对象。

distinct字段值、表名、分组字段、排序字段、分页信息可以从Statement对象的对应字段获取；而查询列需要根据三种形式select \* 、select column、select function（column）分别创建对应的列对象，最后设置列的别名；最后是解析where部分，where 条件分为以下几种类型：

|  |  |
| --- | --- |
| 类型 | 形式 |
| 关系运算表达 | 字段名 关系运算符 值（eg：age>=20） |
| null表达式 | 字段名 is null/is not null |
| In表达式 | 字段名 in （..） |
| not表达式 | 字段名 not 条件 |
| 区间表达式 | 字段名 between .. and .. |
| 逻辑表达式 | 条件1 and/or 条件2 and/or 条件3…. |

除了逻辑表达式以外的类型，直接构造对应的表达式类，而逻辑表达式则是以and/or 将表达式分为左右两个部分，每个部分递归构造。

否

否

否

否

否

是

是

是

是

是

否

是

否

是

输入查询sql

设置distinct字段值、表名、分组字段、排序字段、分页信息

查询所有字段

查询特定普通列

列名为\*，聚合类型为none

对应的列名，聚合类型为none

对应列名以及聚合类型

设置列对象的别名

Where为关系运算表达式

Where 为null表达式

Where为 In表达式

Where为not表达式

Where为区间表达式

构建Inequality对象

构建NullExpression对象

构建InExpression对象

构建ConNotExpression对象

构建BetweenExpression对象

获取where条件左部

获取where条件右部

返回查询对象

1. 查询构建阶段

首先是distinct构建，若distinct的值为true，则使用elasticsearch的subAggregation构建查询体；接下来判断where 字段是否为空，若为空表示全匹配，使用elasticsearch的matchall 查询，若是不为空，则根据where 条件的类型使用elasticsearch的不同的查询；接着遍历selectItems集合，若查询列中包含聚合函数，则需要进一步判断是单纯在结果集中使用聚合函数，还是分组后使用聚合函数，前者直接使用elasticsearch对应的聚合函数接口，后者需要先构建聚合体，在最后一个聚合体中加入聚合函数。最后，通过判断聚合体是否为空来判断是否有聚合查询，若无，则添加分页和排序信息；若有，则不做任何处理，将分页和排序放到构建结果集阶段处理。

否

是

否

是

是

输入SelectSqlObj对象

distinct值为true

构建distinct查询体

where值不为null

构建对应查询

使用matchall查询

selectItems中的列包含聚合函数

Groupby不为空

添加分页和排序信息

聚合查询体为空

添加分组聚合查询

添加聚合查询

否

返回QueryBody对象

1. 结果集构建阶段

根据elasticsearch响应体中是否包含聚合体可以将构建分为两种情况：聚合查询的结果集构建和条件查询的结果构建

条件查询的结果集构建：这种类型的搜索列只有可能是selelct \*或者 selelct column。前者直接遍历响应体中的所有列，将对应值加入到ESResultSet中；后者需要遍历搜索列，到响应体中查找对应列的值再将值加入到ESResultSet中

聚合查询的结果集构建：首先判断Distinct 值是否为真，若是为真，则解析聚合体，获取聚合体中所有字段的值，由于elasticsearch中没有count()这一聚合函数，所以需要在此阶段获取响应体中记录数作为count()函数的值；然后判断Groupby是否为空，若为空，表示该查询为单纯的聚合函数查询，从响应体中获取聚合函数的值加入到ESResultSet中，若不为空，表示该查询是先分组后聚合，解析聚合体，获取对应组的值。对于有分组操作的结果集，需要判断是否有having的限制条件，若有则从结果集中移除不符合条件的记录。最后根据orderby 和limit 对结果集排序和分页，

是

否

输入elasticsearch查询响应体

查询所有列

获取搜索列的值加入到ESResultSet

响应体中所有列加入到ESResultSet

返回ESResultSet对象

否

是

否

否

是

否

是

输入elasticsearch查询响应体

ESResultSet中加入记录数

Distinct 值为真

存在count聚合

Groupby为空

解析聚合体

ESResultSet中加入聚合函数值

解析聚合体

ESResultSet中移除不符合条件记录

结果集排序、分页

返回ESResultSet对象

having不为空

## 5.4 添加模块

首先使用SqlParser类创建statement对象，再从statement对象中获取表名和列名集合，然后遍历列名集合，获取列的值，将列名和值封装成ColumnValue对象，将ColumnValue对象添加到InsertSqlObj对象中的valueList，最后返回InsertSqlObj对象

否

是

创建statement对象

获取表名、列名集合

输入sql语句

下标小于列名集合大小

获取对应列的值

封装ColumnValue对象，将该对象加入到InsertSqlObj中

返回InsertSqlObj对象

## 5.5 删除模块

首先通过判断sql语句是否包含where字段来区分是删除所有记录还是删除满足特定条件的记录，若是前者则构建查询语句：selelct \_id from table;后者构建的查询语句为：selelct \_id from table where ….然后调用查询模块获取要删除的记录的id，最后将id加入到DeleteSqlObj对象的ids中，将DeleteSqlObj对象返回

是

否

输入sql语句

Sql语句包含where字段

根据条件构建查询sql

构建无条件查询sql

执行查询sql

获取记录的id，加入到DeleteSqlObj中

返回DeleteSqlObj对象

## 5.6 更新模块

首先使用正则表达式截取sql语句，获取更新列集合，接着遍历集合，将列名和新值封装成ColumnValue，添加到UpdateSqlObj对象中的updateList；然后根据是否有更新条件分别构建查询sql：select \_id from table或者 select \_id from table where ….,再调用查询模块获取要更新的记录的id，最后将id加入到UpdateSqlObj对象中的ids，返回UpdateSqlObj对象。

否

是

否

是

输入sql语句

获取更新列集合

下标小于列集合大小

获取对应列的更新值

封装ColumnValue对象，将该对象加入到UpdateSqlObj中

没有更新条件

根据条件构建查询sql

构建无条件查询sql

执行查询sql

获取记录的id，加入到UpdateSqlObj中

返回UpdateSqlObj对象

## 5.7 创建模块

Elasticsearch创建表的时候需要为该表配置mapping，由于mapping需要组织成json格式，所以以配置文件的方式为表设置mapping。

输入sql语句

获取表名

在资源文件下获取以表名命名的配置文件

读取文件

返回json字符串

## 5.8 修改模块

修改模块指的是修改表的mapping，该模块的流程同创建模块相同

## 5.9 ES客户端模块

客户端模块封装了以下操作：构造函数（建立连接）、创建表、修改表、查询记录、更新单条记录、插入单条记录、删除单条记录、批量更新记录、批量插入记录、批量删除记录、获取mapping、设置mapping、修改mapping

1. 使用说明

## 6.1 总体步骤

1. 将elasticsearch-jdbc作为jar添加到项目中
2. 通过“com.bosssoft.platform.es.jdbc.driver.ESDriver”加载该驱动，如下：

Class.forName("com.bosssoft.platform.es.jdbc.driver.ESDriver");

1. 通过DriverManager.getConnection(url)获取连接对象，url格式：jdbc: es://host:port/index

．host：要连接的elasticsearch的主机名或ip

．port：用于传输客户端的可选端口号，elasticsearch默认使用9300

．index：数据库名

如下：要连接的elasticsearch运行在本机，端口是9300，连接的数据库名为demo

Connection con = DriverManager.getConnection("jdbc:es://localhost:9300/ demo");

1. 发送sql

可以通过Statement或PreparedStatement来发送sql语句。PreparedStatement可以通过占位符设置可变的sql，如下：

1. 通过Statement

Statement st = con.createStatement();

st.executeUpdate("update mytest set user\_name='aaaa' ");

1. 通过PreparedStatement

String sql=" update mytest set user\_name=? ";

PreparedStatement ps = con.prepareStatement(sql);

ps.setString(1, "张三");

ps.executeUpdate();

1. 释放资源

rs.close();

con.close();

## 6.2 功能操作

### 6.2.1 查询

1、发送查询sql

支持如下的查询sql：

Select … from tableName …...

．COUNT, MIN, MAX, SUM, AVG

．DISTINCT

．WHERE (=, >, >=, <, <=, <>, IN, LIKE, AND, OR, IS NULL, IS NOT NULL, NOT [condition])

．GROUP BY

．HAVING

．ORDER BY

．LIMIT offset,num (offset:开始位置，从0开始；num：获取的记录数) ，没有设置默认返回前100条记录

2、获取查询结果

通过遍历ResultSet来获取查询结果

1. 输出所有查询列的结果：从ResultSetMetaData中获取所有列名

如下：输出mytest表中所有的字段值

ResultSet rs = st.executeQuery("select \* from mytest");

ResultSetMetaData metaData=rs.getMetaData();

int ncols=metaData.getColumnCount();

while(rs.next()){

for (int i=1;i<=ncols;i++) {

System.out.println(metaData.getColumnName(i)+": "+rs.getObject(i));

}

}

1. 输出特定列的结果：

如下：获取所有的用户名

ResultSet rs = st.executeQuery("select \* from mytest ");

while(rs.next()){

System.out.println("dept\_no:"+rs.getString("name"));

}

### 6.2.2 增删改

1、sql语句

支持如下的操作sql：

新增记录：insert into tableName(columns..) values(..,..)

修改记录：update tableName set column1=value1,column2=value2… where …..

删除记录：delete from table where….

2、执行

（1）单条记录

使用Statement的executeUpdate方法，如下：将mytest表中所有记录name字段值改为a。

Statement st = con.createStatement();

st.executeUpdate("update mytest set name='a' ");

（2）批量

使用PreparedStatement的addBatch()和executeBatch()方法，如下：批量删除mytest表中no为n01和n02的记录

String sql="delete from mytest where no=?";

PreparedStatement ps = con.prepareStatement(sql);

ps.setString(1, "n01");

ps.addBatch();

ps.setString(1, "n02");

ps.addBatch();

ps.executeBatch();

### 6.2.3 创建表

1、sql语句

创建表的sql格式为：create table tableName

2、配置mapping

在执行sql语句之前，需要在类路径下的资源文件resource/mapping下创建一个以表名.json命名的配置文件，在配置文件中说明该表的字段、字段属性，配置文件的格式是json格式，格式如下：

{

表名: {

"properties": {

字段名: {

"type": 字段类型

},

}

}

}

3.执行

String sql="create table user";

st.executeUpdate(sql);

### 6.2.4 修改表

1、sql语句

修改表的sql格式为：alter table user

2、修改mapping

修改该表对应的配置文件，在，配置文件中新增字段

3、执行

Statement st = con.createStatement();

st.executeUpdate("alter table mytest");

1. 总结

经过三个月的努力，终于完成了elasticsearch API的开发，在从elasticsearch的学习到API的设计最后API实现的这段时间里，遇到了不少的困难。首先是自学elasticsearch的难度，对elasticsearch的学习完全是从零开始，而且网上关于elasticsearch java接口的资料比较少，所以经常需要根据HTTP RESTFUL的接口去猜测和验证对应的java接口，elasticsearch不同版本之间接口的差异也为学习增加了难度；其次是信息封装类的设计，特别是where条件的封装，既要方便获取又要准确表达子条件的判断先后顺序，经过反复推敲，修改，最后才确定类的各个变量。

虽然困难重重，但是在老师和公司前辈的指导下，还是顺利完成了开发，而且基本符合功能需求，但是这个API还存在着一些不足，比如由于elasticsearch自身对关联查询的支持较弱，所以本套API的所有操作都只适用于单表；另外，本套API可能还存在一些bug，还需要经过大量的测试才能应用于开发中。

通过elasticsearch API的开发，基本掌握了elasticsearch的相关应用，我相信这对我以后的工作会有一定的帮助，但是，仅仅只是掌握它的应用还是不够的，所以在接下来的时间里应该对elasticsearch进行更深入的学习，不能因为课题研究的结束而止步。除了学习了新知识，也巩固了已有的专业知识；最重要的是各方面能力的提高，在一次次解决问题的过程中，不断锻炼自己分析问题、解决问题的能力。