《数据结构与算法》课程实验

基于文本内容的知乎日报文章检索

（第二部分）

教师：张力老师

助教：陈凯、李璇

2016 年 11 月 22 日

0、摘要：

- 使用 C++语言，实现实验要求的数据结构和相关算法。
- 完成倒排文档的建立及搜索引擎检索文章的功能；
- 按时提交实验结果、源代码、实验文档。

1、 实验目的

本次实验通过实现基于文本内容的知乎日报文章检索系统。**概括地讲，首先从静态网页中提取文章信息并分词，以此为基础构建倒排文档索引，实现输入关键词查询相关文章的检索系统。**

实验中需要实现的算法和功能有：分析网页结构并提取信息、中文分词、索引机制的实现、倒排文档及查询系统的构建。希望通过常用的数据结构与算法进行训练，锻炼同学们的实际编程能力。

实验中涉及到的数据结构有：字符串、栈、链表、树、哈希表等。

总体来讲，通过课程实验，希望达到以下三个目标：

1）对课堂上的基础数据结构类型进行训练；

2）将数据结构知识应用到实际软件开发中，体会其重要性和广泛用途；

3）通过实验培养学生全方面思考的能力，面对困难解决实际问题的能力。

2、 实验环境

开发环境（建议）

- 操作系统：Windows7/8
- IDE：Visual Studio 2012（建议）/ Visual Studio 2010
- 编程语言：C++

测试环境（检查标准）

- Windows 8 企业版 64 位
- CPU：Intel® Core(TM) i7-2600 CPU @ 3.40GHz 3.70GHz
- 内存：8.00GB
- IDE：Visual Studio 2012

3、评分方案

首先，遵守学术职业素养的基本原则：如果在提交的实验结果中发现相互抄袭现象，被抄袭和抄袭者的本次实验分数均为 0 分。如果发现使用第三方代码的情况，若未直接注明出处，则视为抄袭，抄袭者的本次实验分数为 0 分，若注明了，则根据使用情况酌情考虑扣分。

实验评分将依照两部分进行：系统运行结果、系统实现内容。

系统运行结果是指助教正确运行提交的可执行文件，并根据运行结果进行评分。评分标准包括系统的是否可执行，输出结果是否正确，系统的效率等；

系统实现内容是指代码是否实现了要求的数据结构与算法，助教将会检查实验报告及源码实现进行综合给分。

具体的实验评分项将在实验内容中说明。

实验中鼓励创新，在完成基础任务的情况下，任何与实验相关的、有意义的创新都将有机会获得额外加分。加分项上不封顶，但与基础得分的总分不超过 110 分（基础满分 100 分）。

4、实验提交

最终实验要求提交 3 部分内容，请参考以下说明按照文件夹进行组织。

在实验材料中，包含一个提交样例目录[提交样例]。提交作业时请根据样例目录中文件夹[2014213455_陈凯_实验 2]的组织和命名格式，在其子目录下放置对应内容。

1. 源代码：放置 VS 项目工程，务必删除.sdf 等大文件和编译产生的结果文件。
2. 可执行文件：放置可以直接运行的可执行文件，该目录下应该同时包含 readme 说明文件及相关配置和输入文件。具体配置文件放置方式请参考第 5 章 C 节测试方案的要求。
3. 实验报告：pdf 格式，不超过 4 页，正文使用宋体小四号字，单倍行距；实验报告中要求提供包括但不仅限于以下信息：实验目标、实验环境、抽象数据结构说明、算法说明、实验流程、操作说明、实验结果、功能亮点、实验体会；言简意骇阐述清楚即可，不要复制代码或截图代码。鼓励图文并茂辅助说明，但注意引用图片的版权。

注：未按照要求格式提交的作业，会酌情扣分。

5、实验内容

本次实验将有两次实验组成。

实验 1 主要实现一些基础数据结构，并通过对网页文件的解析，实现知乎日报文章信息的提取与文本分词；

实验 2 在实验 1 的基础上进行，利用实验 1 的接口，以 500 个（暂定）网页作为数据库，实现根据输入内容在数据库中检索文章的功能。

5.2 实验 2——文章检索

不知不觉，大型问答社区网站知乎已经成为主流的媒体平台。知乎日报是相关编辑对知乎上优秀答案的汇总。很多时候，我们可以在知乎日报中找到非常有价值的信息。然而，目前在主流搜索引擎 google、百度、必应中使用关键字对知乎日报进行搜索的效果并不令人满意，因此我们希望搭建一个搜索引擎，实现在知乎日报文章中以关键字进行搜索的功能。

A. 实验目标：

本次实验是整个课程实验的第二部分，目标是在知乎日报文章数据库中，利用倒排文档对文章数据库进行组织，并对倒排文档结构使用索引（使用平衡二叉树），从而实现针对给定输入关键词的文章检索。

具体来讲，首先可以根据给定的 500 个（暂定）网页文件，使用实验 1 中的接口完成文章信息提取和分词操作，并使用文章信息和分词结果构建倒排文档，使用平衡二叉树完成倒排文档的组织和索引；然后，在给定关键词的情况下，使用倒排文档完成文章的检索功能。

最终程序能够使完成查询关键字返回文章名称及文章相关内容的功能。鼓励开发用户界面，实现用户友好的操作方式。

B. 数据结构与算法要求：

首先，在实验中涉及到的数据结构与算法有：

- 数据结构：平衡二叉树（必做）、哈希表（可选）、文档链表
- 算法：查询算法

本次实验中，要求同学们实现两种数据结构：平衡二叉树、文档链表，另外可自行实现哈希表。每项数据结构需要实现的基本操作如下：

数据结构	函数名称	函数功能
平衡二叉树	Insert	添加节点
	Search	查找节点
	Adjust	调整二叉树使其平衡
	Remove	移除某节点（可选）
	Edit	编辑某节点（可选）
文档链表	Add	添加文档
	Search	搜索文档

	Edit	修改文档
	Remove	删除某文档

实验评分过程中，将严格参照上述数据结构的功能进行评分。建议每种数据结构单独创建一个类，在类中实现上述函数，并添加相关注释。

注：在执行文件读写等最基本的操作时，可以使用C++自带的字符串类型进行读写，但不能使用与其相关的系统函数对其进行其它变化操作。例如，读取完成后，应立刻使用自定义的字符串数据结构对文件内容进行保存，此后的操作都在自定义字符串数据结构上完成。

完成基础数据结构的实现后，可进行本次实验任务的开发。本次实验要求实现的功能如下：

1. 词典索引机制：要求使用平衡二叉树（必做）或哈希表（选做）对词典进行索引，即通过单词能快速获取单词在词典中对应的节点。
2. 文档链表更新：单词对应的文档链表在遍历数据库的过程中不断更新，根据单词出现次数保持排序。
3. 倒排文档查询：综合上述两点，以词典和文档链表为基础构建倒排文档。
4. 关键词查询：输入多个关键词，能够根据倒排文档快速返回搜索结果。
5. 图形化界面，用户友好的操作模式。

如果有时间，可以尝试使用哈希表替换平衡二叉树对词典进行组织，并比较两种索引机制在建立索引、查询效率等方面的差异，可适当加分。

注：除特殊声明的相关实验步骤外，以上数据结构和算法需要自行实现。

倒排文档的相关格式参考可参见附录1。

C. 测试方案：

实验完成时，助教需要能够使用提交的可执行文件**直接**获取实验结果。

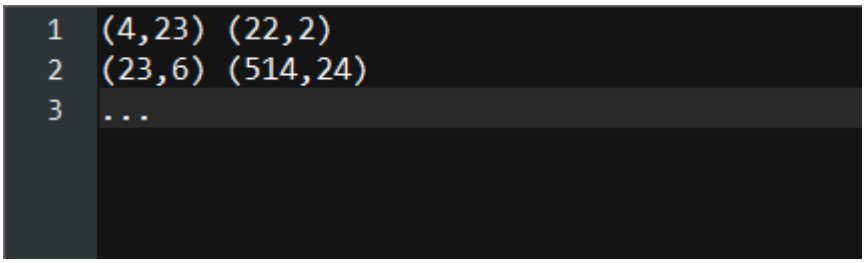
助教将根据测试方案，逐个测试以下功能：

1. 批量搜索：能够根据输入查询文件，得到结果文件。

其中查询文件的格式为：每一行为一个查询，关键词之间使用空格分开。比如查询文件如下：

```
1 足球 比赛
2 睡眠 质量
3
```

查询结果文件保存格式为：每一行为对应的查询结果，使用(docID,occurTimes)，(英文空格)，并用空格隔开多个查询结果；其中 docID 表示对应的文件名，occurTimes 表示多个关键字出现的总次数。例如（由于页面文件编号未定，最终结果不一定与下图相同）：



注意：

1）查询文件与 exe 目录同级，命名为“query.txt”；

2）结果文件保存在与 exe 同级目录下，命名为“result.txt”；

3）在执行查询之前，首先需要对输入的关键词进行分词操作；

4）查询的逻辑上，需要返回出现任意关键词的文档。即多个查询词之间的关键是逻辑“或”的关系，但同时出现多个关键词文档的排序应该靠前。（此处将根据检索效果评分）

输入数据：

- n 个网页文件（[file_name].html）；
- 1 个查询文件（query.txt）

输出结果：

- 1 个结果文件（result.txt）

2. gui 交互界面

在界面中，要能够输入关键词（们）进行查询，返回查询结果及对应结果的文章信息。

输入和输出方式由程序自定义，请务必说明操作方法。

注：如果没有说明程序的使用方法，导致助教不知如何使用程序进行功能测试；或者助教在使用程序的过程中始终发生崩溃无法继续，将酌情扣分。

注：建议至少完成基本的界面操作，方便选择不同功能；同时，搜索的返回结果能够通过点击等方式直接获取文章信息，并在显示文章信息的同时给出搜索关键词所在的位置。

具体的界面设计请同学们可以自行完成，简洁有效，方便操作，能够显示结果就好。

测试方法：

为确保助教能够顺利对实验进行测试，请**务必注意以下几点：**

1. 助教只负责在可执行程序的同级目录下，放置一个 query.txt 文件。（请同学们将输入数据库 input 文件夹自行放置在相关位置。）

2. 在可执行程序的同级目录下，自定义放置所需要的配置文件、词库等其它所需输入数据。放置路径可自定义，但确保使用的是**可执行程序的相对路径**，以保证可移植性。（即，项目移植到另外一台电脑上，也可以顺利执行。）

3. 在可执行程序目录下，有 query.exe 和 gui.exe 两份可执行程序，能够分别实现上述两个功能测试的内容，执行 query.exe 后要求在同级目录输出 result.txt 表示批量查询结果。

测试时，助教将使用脚本执行 query.exe，并读取 result.txt 的结果，根据查询结果及运行效率进行打分。另外，助教将手动执行 gui.exe，根据程序的实现功能及用户体验进行评分。

因此，请大家务必按照上述要求组织提交内容。

注：如果助教无法通过上述配置获取实验结果，最终所得分数将扣除 30%。

D. 评分细则：

模块	内容	分数
数据结构	词典（平衡二叉树树）	20%
	倒排文档及建立	20%
功能	批量检索功能	15%
	用户交互搜索功能	15%
	效率	10%
	用户友好性	5%
文档与代码风格	相关文档	10%
	代码风格与注释	5%
*亮点与加分项	相关特色功能点	10%

注：与实验 1 相同，**如果程序无法执行，将酌情扣分。**另外，需要提醒一下，由于数据量较大，包括数据库文本数量、词表内的词的数量等。所以同学们需要仔细研究，找出不需要的存储和计算开销，进行相应的优化。

亮点与加分项需要在文档中说明，加分将会根据实现的亮点进行评判。

6、其它事项

实验报告：

除了代码工程之外，**实验报告是体现你工作量的重要工具，也是助教进行实验评分的主要依据之一。**请同学们合理分配写代码和实验报告的时间，实验报告以简洁清晰为主。

代码注释：

在实际工程开发中，代码注释非常重要。在此不给同学们规定哪里一定要写注释，但希望同学们在关键的变量、方法、算法步骤处使用注释进行简单说明，帮助他人（很可能是几年以后的你自己）理解代码的功能。

作业迟交：

作业若未能按时在网络学堂上提交，**可直接在网络学堂迟交作业窗口提交。**迟交的时间点按照助教确认为准。**若出现迟交作业且未向助教说明原因**，需要在作业评分的基础上扣除相应分数，按照迟交的天数，扣分依次为 5%、15%、30%、50%、70%、100%。迟交天数按照向上取整计算；如有特殊情况，请与助教联系协商迟交作业的解决方案。

其它未尽事宜，将在网络学堂上补充通知，谢谢。

附录 1：倒排文档格式说明

倒排文档源于实际应用中需要根据属性的值来查找记录。具体到课程实验内容中，即根据某个“单词”查找出现过该单词的所有“文章”。

在实现倒排文档的过程中，需要解决的问题主要有两个，首先是如何在海量数据库中定位到当前单词所在的位置，其次是找到该单词后如何获取搜索结果

这就将我们需要实现功能划分为两部分，倒排索引和文档链表。

倒排索引部分要求使用平衡二叉树实现，即给定一个单词 A，能够通过索引结构快速查找到单词 A 对应的节点。节点包含了这个单词的相关信息。相关信息可以参考如下：

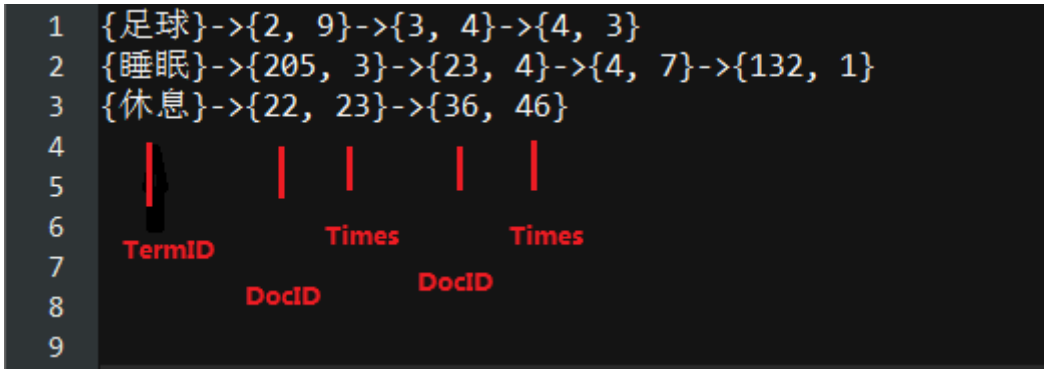
Term(String)	TermID(int)	DF(int)	Occur(int)
单词	单词 ID	单词出现在多少首文章中	单词总的出现次数

另外，节点还应该包含其关联的文档链表的头节点。在文档链表中，至少需要的存储信息如下：

TermID	DocID(int)	Times(int)	DocID(int)	Times(int)
单词 ID	出现该单词的文档 ID	单词的出现次数	出现该单词的文档 ID	单词的出现次数

其中，词典中每个单词都有一个文档链表，文档链表的节点中包含出现该单词的文档 ID 和词语在相应文档中的出现次数。

对于部分文章网页构建倒排文档后，倒排文档的内容可以用如下示意图描述：



上述文档链表的结构可自行定义，只要包含相关信息并实现对应功能即可。