哈尔滨工业大学(深圳)

《数据库》实验报告

实验五

查询处理算法的模拟实现

学　院: 计算机科学与技术

姓　名: 李怡凯

学　号: 190110419

专　业: 计算机科学与技术

日　期: 2021-11-7

一、 实验目的

理解索引的作用，掌握关系选择、连接、集合的交、并、差等操作的实现算法，理解算法的 I/O 复杂性。

二、 实验环境

阐述本次实验的环境。

操作系统：Windows10

IDE：Visual Studio 2019 Community

三、 实验内容

基于 ExtMem 程序库，模拟数据库系统在磁盘和内存上的调度，实现线性搜索算法，两阶段多路并归排序算法，基于索引的关系选择算法，基于排序的连接操作算法，基于排序的两趟扫描算法实现集合操作等任务。

四、 实验过程

对实验中的5 个题目分别进行分析，用流程图或伪代码对核心代码进行讲解，用自然语言描述解决问题的方案 ， 并给出程序正确运行的结果截图。

(1) 实现基于线性搜索的关系选择算法

问题分析：

本任务需要通过线性遍历表的方式实现搜索算法，因为内存有限，一次无法完全读入整个表，所以需要分块读入并搜索。通过每次读取一个数据块，在数据块上进行搜索，当搜索到符合条件的元组时，将其写入写入块，如果写入块满，

则将写入块写入磁盘。

核心代码分析：

程序核心部分流程图如图 1 所示。

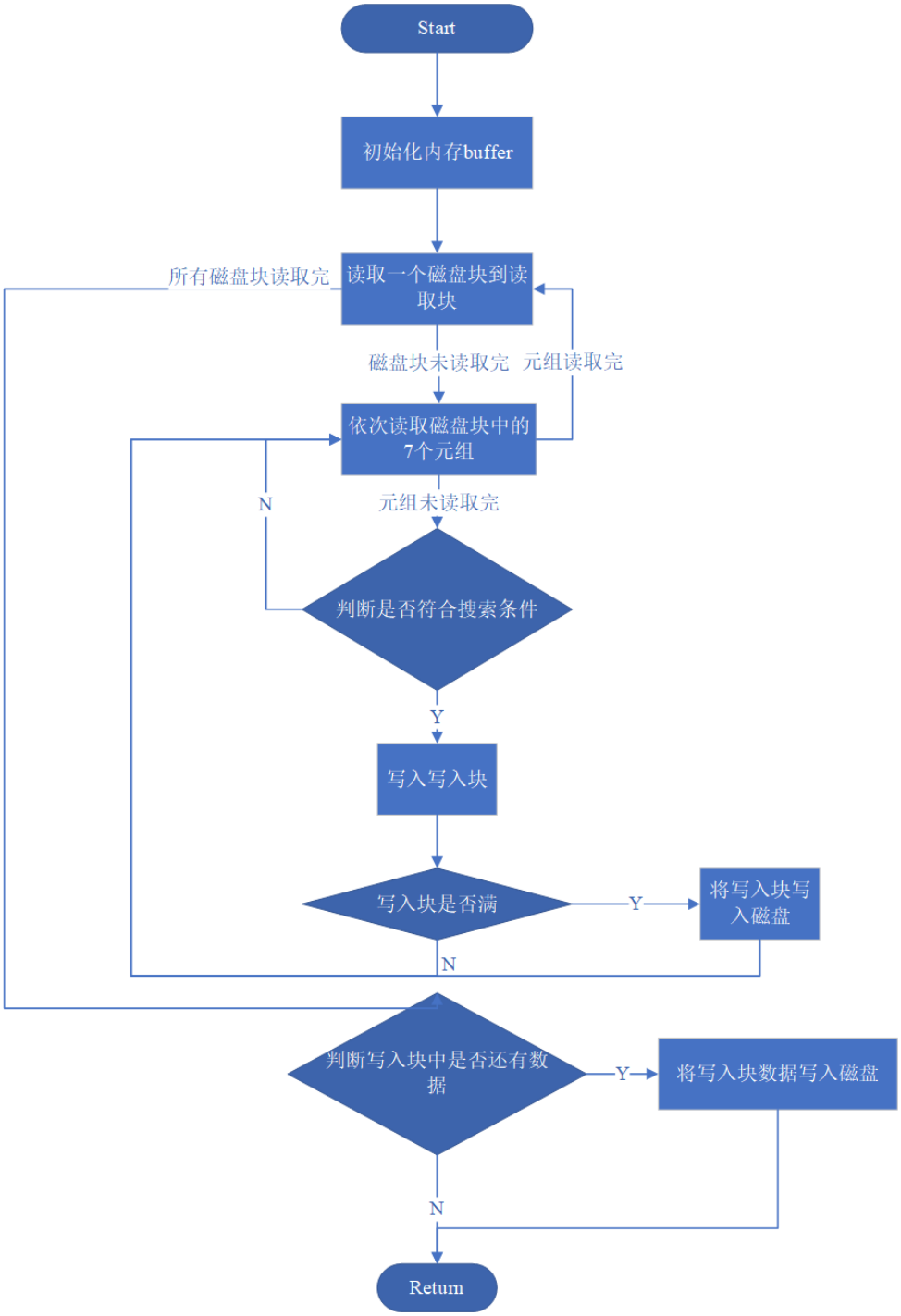


图 1 线性搜索算法流程图

实验结果：

实验结果如图 2 所示。

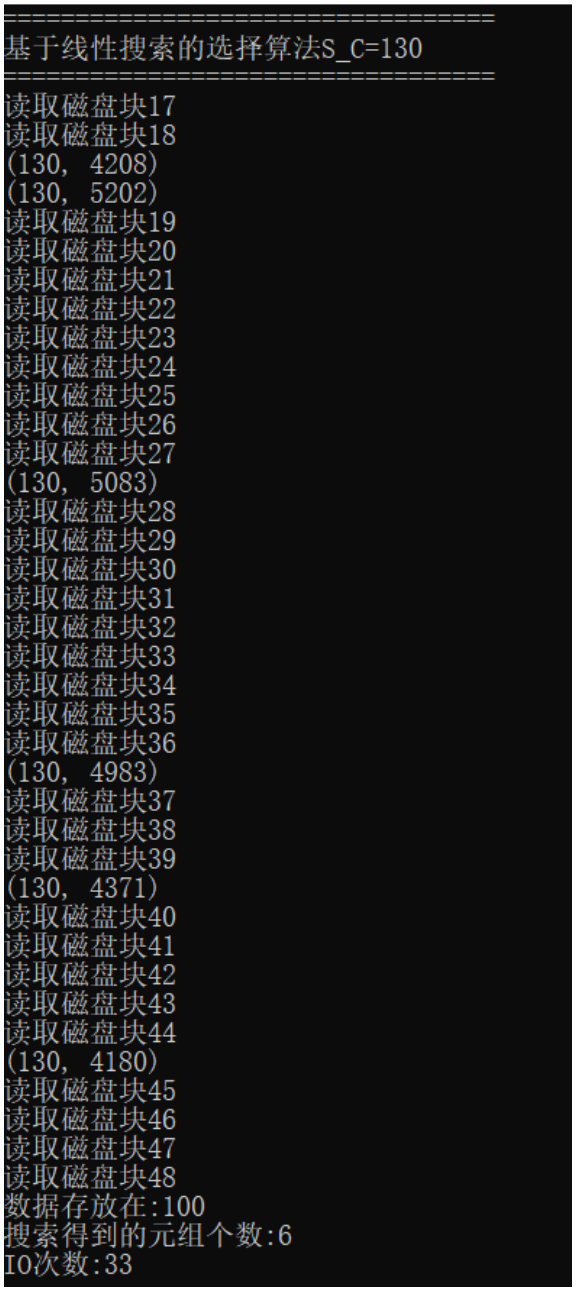


图 2 任务一线性搜索算法实验结果

(2) 实现两阶段多路归并排序算法（TPMMS）

问题分析：

本任务需要对关系进行排序，由于内存有限无法完全放入关系，所以需要采用两阶段多路并归排序，首先将关系划分为子集，使得每个子集能够被放入内存中进行排序，然后再对已排序的子集进行并归，从而得到经过排序的整个关系。

核心代码分析：

程序核心代码流程图如图 3 所示。

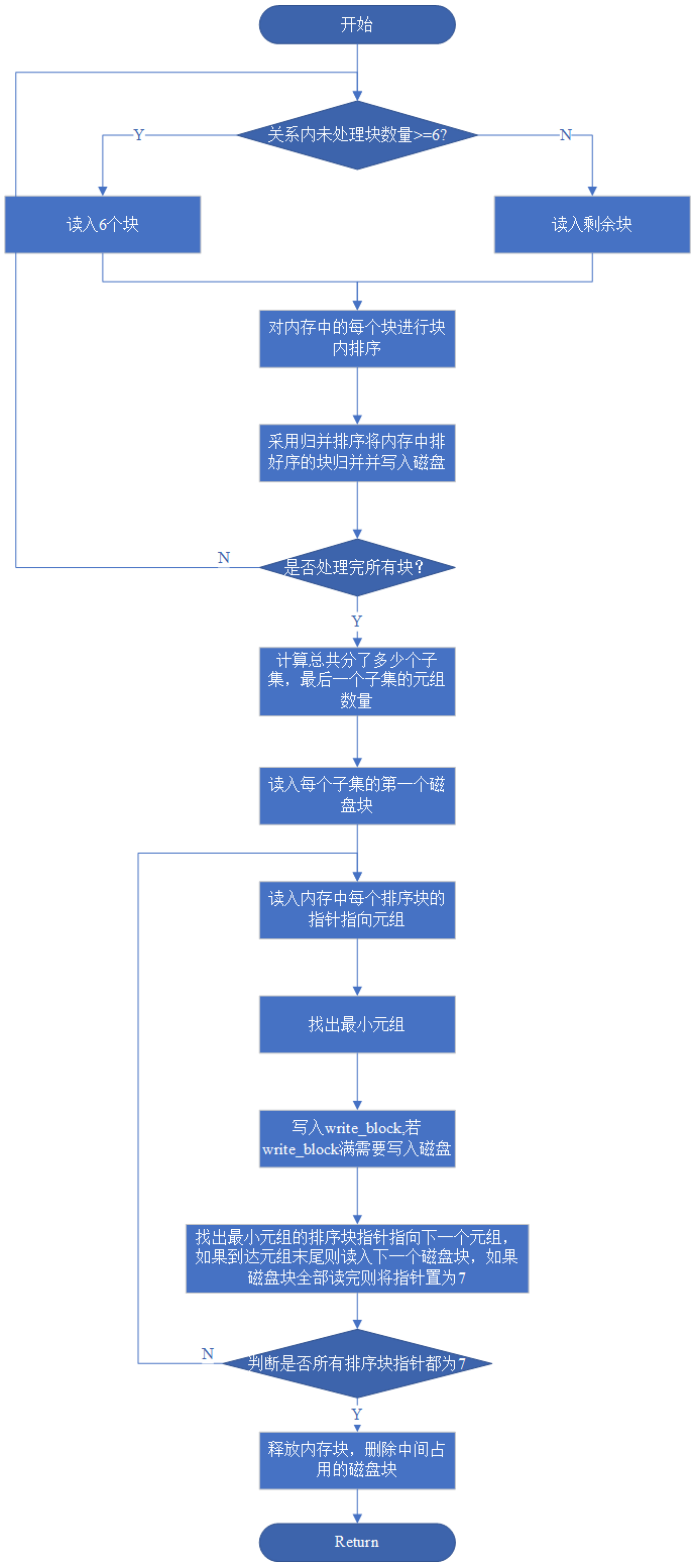
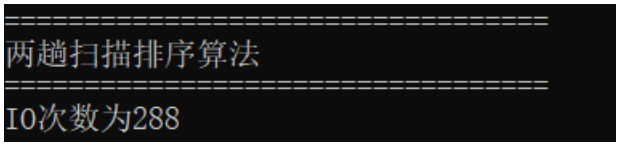


图 3 TPMMS 实现核心代码流程图

实验结果：



实验结果如图 4 所示

(3) 实现基于索引的关系选择算法

问题分析：

本任务需要在任务二已经排好序的关系上建立索引，并利用索引实现关系选择。首先通过遍历每个磁盘块，找到磁盘块上第一个与前面所有元组在待索引字段上不同的元组，作为该文件的索引，然后在关系选择的时候首先查找索引，定位到元组所在的磁盘块范围，再在该范围的磁盘块内查找元组。

核心代码分析：

核心代码流图如图 5，图 6 所示。

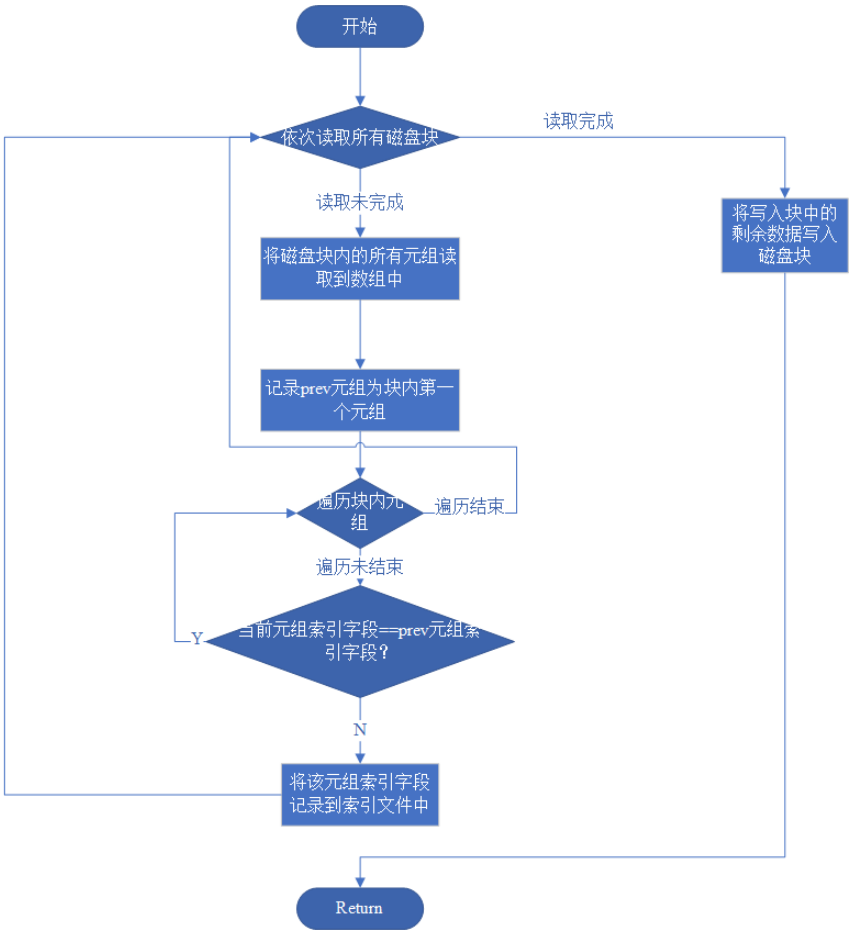


图 5 建立索引块核心流程图

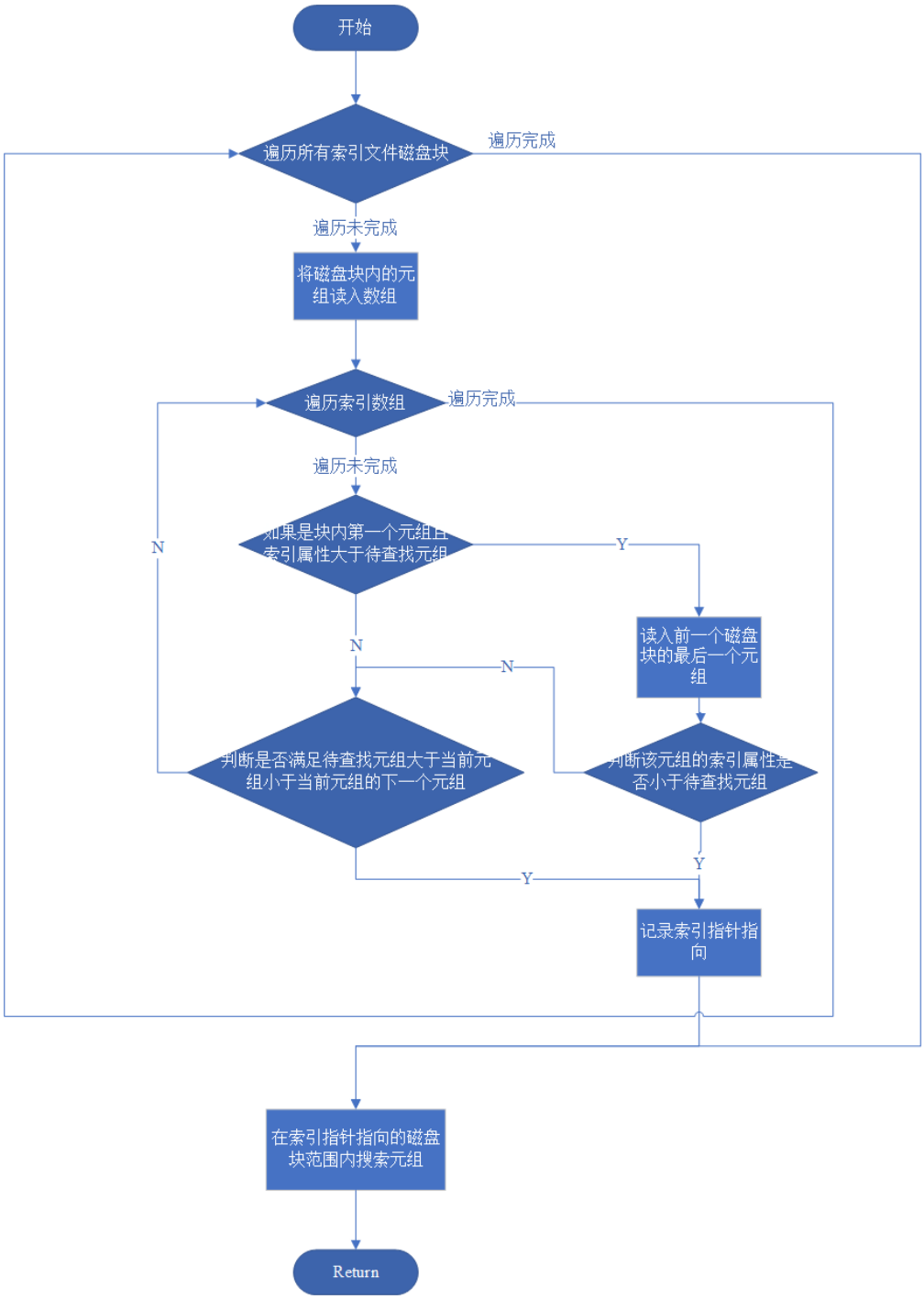


图 6 利用索引搜索元组流程图

实验结果：

实验结果如图 7 所示。

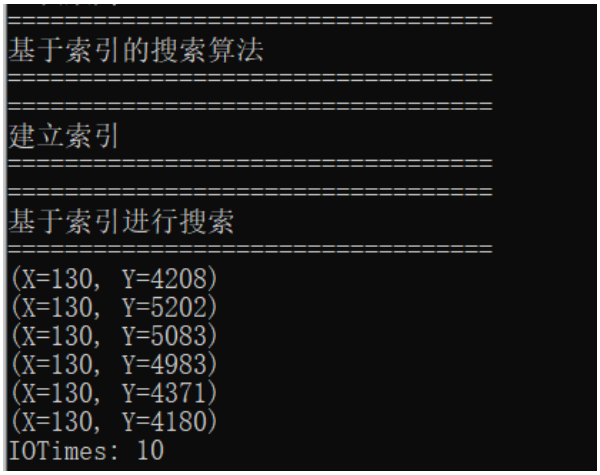


图 7 基于索引的搜索算法运行结果

(4) 实现基于排序的连接操作算法（Sort-Merge-Join）

问题分析：

本任务要实现基于排序的连接操作算法，对两个元组实现连接操作，通过选定一个关系为驱动关系，对两个元组进行遍历：如果两个元组符合连接条件则进行连接，并读入非驱动关系的下一个元组；如果驱动关系元组较大，则需要继续读入非驱动关系的下一个元组；如果非驱动关系元组较大，则需要首先判断当前元组和前一个元组的条件属性否相同，如果相同再需要再判断前一个元组是否发生了连接，如果发生了连接则需要回溯非驱动元组，进行连接操作，如果没有发生连接则可以读入驱动关系的下一个元组。

核心代码分析：

核心代码流程图如图 8 所示。

实验结果：

实验结果如图 9 所示。

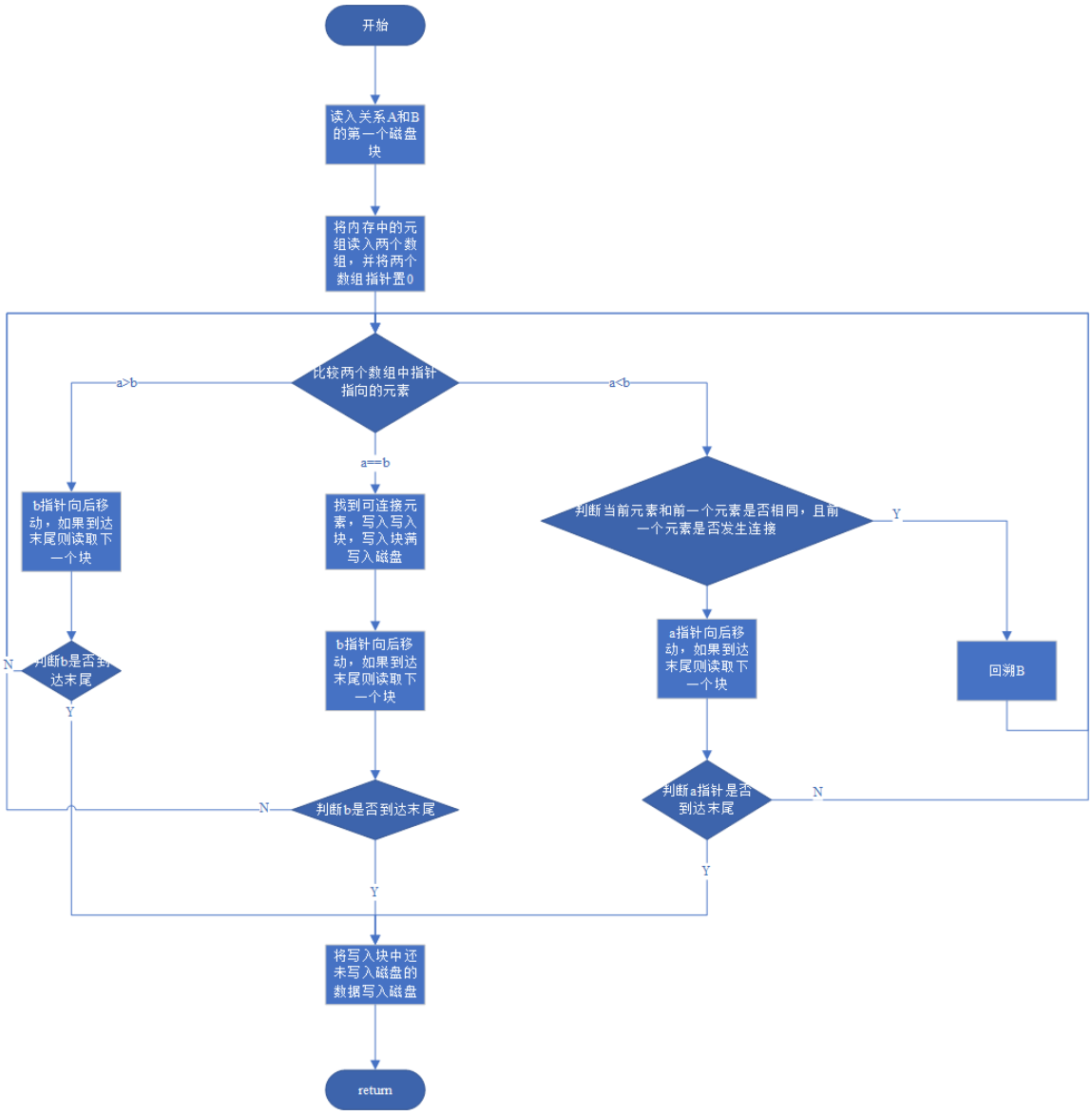


图 8 连接操作核心代码流程图

图 9 基于排序的连接操作实验结果

(5) 实现基于散列的两趟扫描算法，实现交、并、差其中一种集合操作算法

问题分析：

基于排序实现关系的交操作，与连接操作相似，同样选定一个驱动关系，对两个关系进行遍历，不同的地方在于，当遍历到两个关系中的元组的条件属性相同时，需要回溯非驱动关系直到第一个条件属性为当前值的位置，然后进行循

环遍历，寻找是否存在一个元组和驱动关系中的元组相同。

核心代码分析：

程序核心代码如图 10 所示。

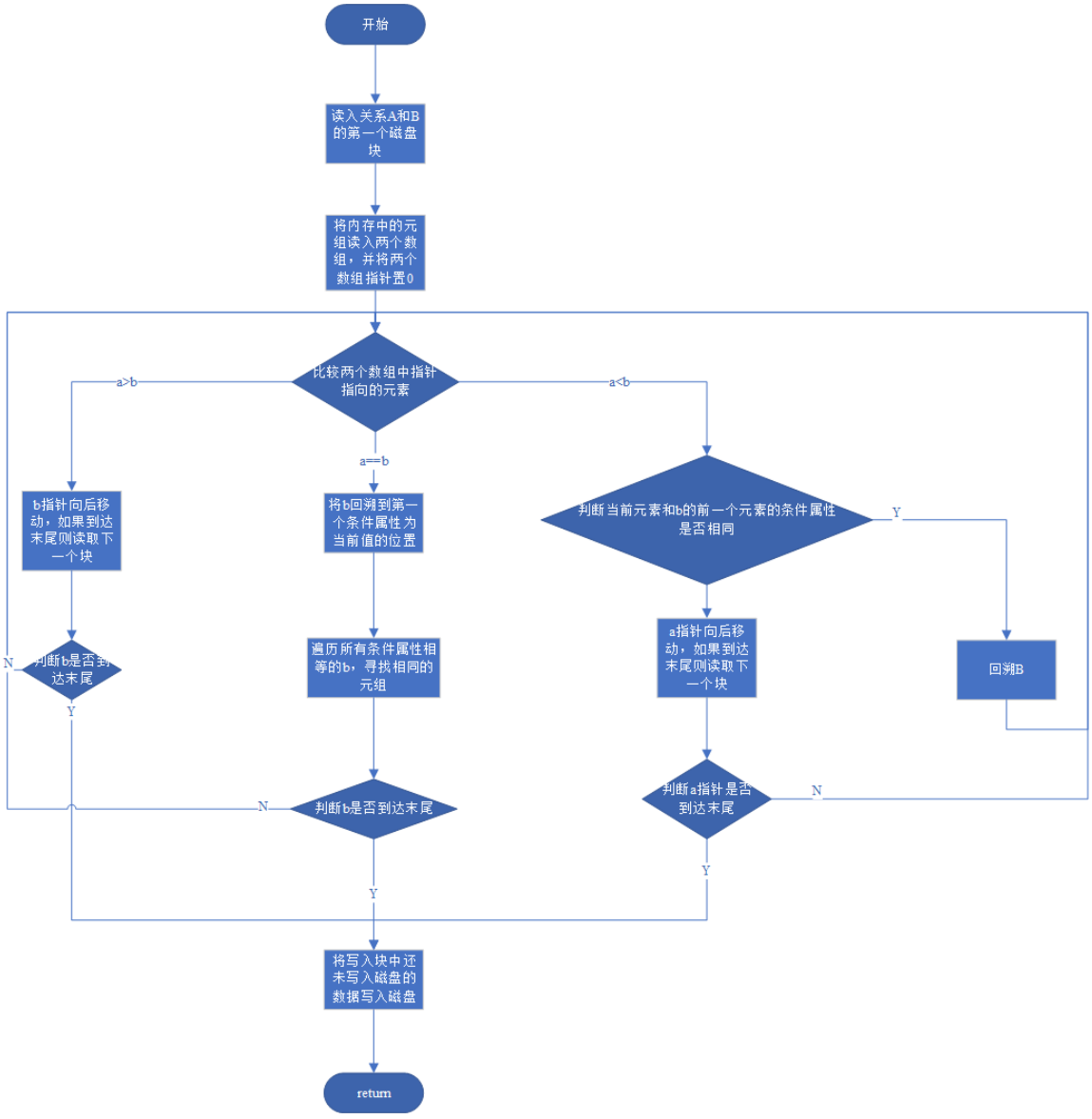


图 10 基于排序的交操作核心代码流程图

实验结果：

程序运行结果如图 11 所示。

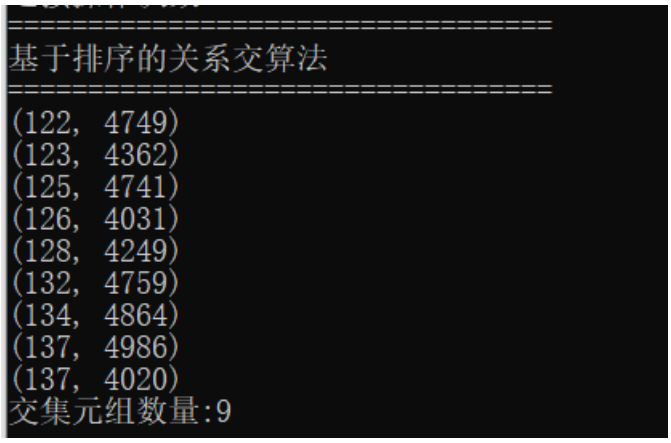


图 11 基于排序的交操作运行结果

五、 附加题

对剩余的 2 种集合操作进行问题分析，并给出程序正确运行的结果截图。

六、 总结

总结本次实验的遇到并解决的问题、收获及反思。

本次实验通过在 ExtMem 第三方库的支持下，模拟实现数据库中的线性查找、两趟扫描排序算法、基于索引的搜索算法、基于排序的连接操作、基于排序的交操作，进一步加深了对数据库实现的理解，以及操作系统中的内存与磁盘管理的理解。

在本次实验中遇到的问题主要是对第三方库 ExtMem 的理解不到位导致的内存访问问题。ExtMem 库中读取磁盘块到内存的逻辑是在内存中新建一个块，然后读取磁盘内容到该块上，并不需要新建一个块再进行读取操作；ExtMem 库中写磁盘块的操作会将内存块中的内容写入磁盘，同时释放该内存块。上述两个问题通过阅读 API 无法得知，必须通过阅读源代码才能发现，容易导致错误理解，进而导致程序出现各种各样的内存访问导致的问题。