

## Homework #4 (11.26)

1、已知有关系模式  $R(A, B, C)$  和  $S(B, C, D)$ ，每个属性都占 10 个字节，请估计下面的逻辑查询计划的  $T(U)$ ,  $S(U)$  以及结果关系中每个属性的  $V$  值（假设满足“Containment of Value Sets”，并且选择条件中的值都在关系中存在）：

$$U = \pi_{AD} [ (\sigma_{A=3 \wedge B=5} R) \bowtie S ]$$

相应的统计量如下：

$$\begin{array}{llll} T(R) = 100000, & V(R,A) = 20, & V(R,B) = 50, & V(R,C) = 150 \\ T(S) = 5000, & V(S,B) = 100, & V(S,C) = 200, & V(S,D) = 30 \end{array}$$

2、固态硬盘 (Solid State Drive, SSD) 是一种基于闪存的新型存储器，它与传统磁盘的主要区别之一是：传统磁盘的读写操作的速度相同，而 SSD 的读速度远快于写速度。同时，SSD 的读速度要远高于磁盘，而写速度则比磁盘慢。现在我们想将传统的两阶段多路归并排序算法移植到 SSD 上。假设 SSD 上一次读块操作的时间是  $t$ ，一次写块操作的时间是  $50t$ ，磁盘上的读/写块时间是  $30t$ 。对于给定关系  $R$ ：

- $R$  包含 100000 个元组，即  $T(R) = 100000$ 。
- 一个磁盘块大小为 4000 bytes。
- $R$  的元组大小为 400 bytes，即  $S(R) = 400$ 。
- 关系  $R$  在磁盘上非连续存放
- 排序字段的大小为 32 bytes。
- 记录指针的大小为 8 bytes。

现在我们考虑下面一种改进的归并排序算法。原来的两阶段归并排序的第一阶段是将排序后的整个元组写到 chunk 中，现在我们仅将排序后的  $\langle \text{sortingKey}, \text{recordPointer} \rangle$  写出。第一阶段，我们在内存中将记录按  $\langle \text{sortingKey}, \text{recordPointer} \rangle$  排序，当  $\langle \text{sortingKey}, \text{recordPointer} \rangle$  记录填满内存时将其写到 chunk 中。第二阶段，读入各个 chunk 中的  $\langle \text{sortingKey}, \text{recordPointer} \rangle$  并在内存中归并。通过记录指针 ( $\text{recordPointer}$ ) 我们可以读取记录的其它部分 (从  $R$  的磁盘块中)，并将排好序的记录写回到外存。请回答：

- 1) 如果  $R$  存储在磁盘上，这一改进排序算法的 I/O 代价 (用  $t$  的表达式表示，包括最后写出到排序文件中的代价) 是多少？并解释该算法性能是否能优于原来的排序算法。
- 2) 如果  $R$  存储在 SSD 上，这一改进排序算法的 I/O 代价 (用  $t$  的表达式表示，包括最后写出到排序文件中的代价) 是多少？并解释该算法性能是否能优于原来的排序算法。

3、我们在课本上讨论的归并排序算法是一个两趟算法。设两个连接关系为  $R_1$  和  $R_2$ ，在基于两趟归并排序的排序连接算法中，我们要求内存  $M$  必须满足条件  $M \geq \max\{\sqrt{R_1}, \sqrt{R_2}\}$ 。现在我们考查关系  $R$  的两趟归并排序算法，我们发现当内存  $M$  不满足条件  $M \geq \sqrt{R}$  时，我们仍可以采用一种多趟算法来完成归并排序操作。请用伪码给出这一多趟归并连接算法的简要描述，并估计当  $T(R_1) = 500000$ ， $T(R_2) = 100000$ ， $S(R_1) = S(R_2) = 1/10$  block， $M = 100$  时该算法的 I/O 代价，这里我们假设  $R_1$  和  $R_2$  都不是连续存放的。