

Aufgabenblatt 1

— Physische Speicherstrukturen —

Ausgabe am 28.04.2008
Abgabe bis 13.05.2008, 13.00 Uhr

Aufgabe 1: Festplatten

(11+5 P)

Die *Megatron 777*-Festplatte besitzt folgende Charakteristika

- Die Festplatte besteht aus fünf 3,5"-Platten, die jeweils zwei Oberflächen besitzen.
- Jede Oberfläche besitzt 10.000 Spuren.
- Eine Spur besteht durchschnittlich aus 1.000 Sektoren.
- Die Sektorgröße beträgt 512 Bytes.
- 20% jeder Spur sind durch Lücken belegt.
- Die Umdrehungsgeschwindigkeit beträgt 10.000 Umdrehungen pro Minute.
- Das Bewegen des Schreib-/Lesekopfes über n Spuren benötigt $1 + 0,01 \cdot n$ Millisekunden.

Lösen Sie ausgehend von den gegebenen Daten folgende Aufgaben:

- (a) Wie groß ist die Gesamtkapazität der Festplatte? Geben Sie das Ergebnis in Byte, Gigabyte (GB) und Gibibyte (GiB)¹ an. (3 P)
- (b) Berechnen Sie die Bitdichte pro Zentimeter bezogen auf die innerste Spur. Nehmen Sie hierbei vereinfachend an, dass jede Spur die gleiche Sektorenanzahl besitzt. Die innerste Spur hat einen Abstand von 0,75" vom Mittelpunkt der Platte. (3 P)
- (c) Berechnen Sie die maximale Suchzeit (*seek time*). (2 P)
- (d) Berechnen Sie die minimale, durchschnittliche und maximale Rotationslatenzzeit. (3 P)
- (e) *Zusatzaufgabe*: Berechnen Sie die durchschnittliche Suchzeit (*seek time*). (5 P)

Hinweis: Es gilt

$$\sum_{i=1}^{n-1} i(n-i) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{n-i} j = \frac{1}{6}n^3 - \frac{1}{6}n \ .$$

¹Weiterführende Informationen finden Sie beispielsweise unter der URL <http://physics.nist.gov/cuu/Units/binary.html>.

Aufgabe 2: Two-Phase, Multiway Merge-Sort (8 P)

Für diese Aufgabe seien die auf Folie 33 (Kap. 2 – Physische Speicherstrukturen) aufgeführten Daten zugrunde gelegt. Entgegen der Angabe auf der Folie sei die Tupelgröße genau 160 Bytes, so dass 102 Tupel in einen Block passen.

Geben Sie jeweils die Anzahl der I/O-Operationen für das Sortieren der Relation R an, wenn sich

- (a) die Anzahl der Tupel in R auf 20 Millionen verdoppelt. (2 P)
- (b) die Größe der Tupel auf 320 Bytes verdoppelt. (2 P)
- (c) die Blockgröße auf 32.768 Bytes verdoppelt. (2 P)
- (d) die Größe des verfügbaren Hauptspeichers auf 200 MB verdoppelt. (2 P)

Aufgabe 3: k -Phase, Multiway Merge-Sort (5 P)

Geben Sie als Funktion der Parameter R , M und B (Semantik siehe Vorlesungsfolien) und der natürlichen Zahl $k \geq 1$ an, wieviele Tupel mit einem k -Phase, Multiway Merge-Sort maximal sortiert werden können. Begründen Sie Ihre Aussage!

Aufgabe 4: Disk Scheduling (10 P)

Nehmen Sie an, dass das Bewegen des Schreib-/Lese-Kopfes über n Spuren $1 + 0,001 \cdot n$ Millisekunden benötigt. Die Zeit für eine volle Umdrehung einer Platte beträgt 10 ms. Die durchschnittliche Transferzeit für einen Block der Größe 16 KB beträgt 0,5 ms.

Nehmen Sie nun an, dass auf Blöcke zugegriffen werden soll, die sich auf den in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Zylindern befinden. Ferner sind die entsprechenden Zeiten angegeben, zu denen die Befehle den Disk-Controller erreichen.

<u>angefragter Zylinder</u>	<u>Zeitpunkt</u>
6.000	0 ms
1.000	6 ms
8.000	8 ms
14.000	10 ms
10.000	22 ms
4.000	40 ms

Wann beginnt und endet die Abarbeitung der einzelnen Anfragen, wenn der Disk-Controller zum Scheduling

- (a) den Elevator-Algorithmus (5 P)

- (b) eine First-Come-First-Served-Strategie (5 P)

verwendet?

Hinweis: Nutzen Sie für die Berechnung die durchschnittliche Rotationslatenzzeit und die durchschnittliche Transferzeit. Nehmen Sie ferner an, dass sich die Schreib-/Lesekopf initial auf dem Zylinder 1.000 befinden.

Aufgabe 5: RAID 4-Systeme (4 P)

Gegeben sei ein RAID 4-System, das aus fünf Festplatten D_1, \dots, D_5 besteht (vier Festplatten für Nutzdaten, eine Festplatte für Paritätsinformationen). Die Größe eines Blocks beträgt 2 Byte.

Sei $b(i, j)$ der i -te Block auf Festplatte D_j . Wir nehmen hierbei an, dass alle Blöcke einer Festplatte eine eindeutige Nummer besitzen.

- (a) Berechnen Sie ausgehend von nachfolgenden Blockbelegungen den Paritätsblock $b(i, 5)$. (2 P)

$b(i, 1) : 0110 \ 1101 \ 1001 \ 1011$

$b(i, 2) : 0000 \ 1111 \ 0011 \ 1100$

$b(i, 3) : 1010 \ 1100 \ 0101 \ 0010$

$b(i, 4) : 1010 \ 1010 \ 1000 \ 1000$

- (b) Angenommen, die Festplatte D_2 ist ausgefallen. Nach dem Austausch der Festplatte müssen die ursprünglichen Inhalte von D_2 wiederhergestellt werden. Berechnen Sie $b(i, 2)$, wenn zum Zeitpunkt des Ausfalls von D_2 folgende Blockinformationen gespeichert waren. (2 P)

$b(i, 1) : 1111 \ 1111 \ 1111 \ 1111$

$b(i, 3) : 1010 \ 1100 \ 1010 \ 0001$

$b(i, 4) : 0101 \ 1010 \ 1100 \ 0010$

$b(i, 5) : 0101 \ 0101 \ 1011 \ 1111$