Theoretische Informatik 3 — Sommersemester 2010
Prof. Dr. Johannes Köbler — 27. April 2010

Übungsblatt 2

Abgabe bis zum 18. Mai 2010

Aufgabe 6 ***mündlich***

Ein String $x = x_1 \cdots x_n$, $n \geq 1$, heißt *k-periodisch*, falls $x_i = x_{i+k}$ für $i = 1, \ldots, n-k$ gilt. Die Zahl $P(x) = \min\{k \geq 1 \mid x \text{ ist } k\text{-periodisch}\}$ heißt die *Periode* von x.

(a) Bestimmen Sie die Periode für die Wörter $x = \mathsf{laola}$, $y = \mathsf{olalaolala}$ und $z = \mathsf{abaa}$.

(b) Geben Sie einen Linearzeit-Algorithmus an, der $P(x)$ berechnet. Begründen Sie. (*Hinweis:* Verwenden Sie die KMP-Präfixfunktion.)

(c) Zeigen Sie, dass $P(x)$ genau dann ein von $|x| = n$ verschiedener Teiler von n ist, wenn es ein Wort y und eine Zahl $l > 1$ gibt mit $x = y^l$. *(optional)*

Aufgabe 7 ***mündlich***

`Bubble-Sort` sortiert eine Zahlenfolge $a_1, \ldots, a_n$ durch wiederholtes Vertauschen von benachbarten Folgengliedern:

`Bubble-Sort`

```
Input: Eine Zahlenfolge a_1, ..., a_n
for i := n-1 downto 1 do
   for j := 1 to i do
      if a_j > a_{j+1} then vertausche(a_j, a_{j+1})
Output: a_1, ..., a_n
```

(a) Wie verarbeitet `Bubble-Sort` die Eingabefolge 3, 6, 1, 7, 9, 2, 4, 8?

(b) Finden und beweisen Sie eine geeignete Invariante für die innere **for**-Schleife.

(c) Benutzen Sie die Schleifeninvariante aus (b) für den Nachweis einer geeigneten Invariante für die äußere **for**-Schleife.

(d) Beweisen Sie die Korrektheit von `Bubble-Sort` mithilfe der Invariante aus (c).

(e) Bestimmen Sie die Anzahl an Vergleichen, die `Bubble-Sort` im besten und im schlechtesten Fall benötigt.

(f) Verbessern Sie die bestcase-Komplexität von `Bubble-Sort`, indem Sie die äußere **for**-Schleife durch eine **repeat**-Schleife ersetzen, die für möglichst wenige Werte von i durchlaufen wird und insbesondere abbricht, sobald die Folge sortiert ist.

Aufgabe 8 ***mündlich, optional***

Implementieren Sie `MergeSort` als nichtrekursives »in place«-Sortierverfahren.

Hinweis: Die zu sortierende Zahlenfolge soll durch einen Zeiger auf eine einfach verkettete Liste L übergeben werden. Bei jedem Schleifendurchlauf soll der Algorithmus die Liste L zuerst so in zwei Listen A und B zerlegen, dass sortierte Teilstücke maximaler Länge (so genannte *Runs*) zusammenbleiben und abwechselnd auf die beiden Listen A und B verteilt werden. Im zweiten Teil der Schleife sollen die Listen A und B wieder zu einer Liste gemischt werden, so dass sich die Anzahl der Runs bei jedem Schleifendurchlauf halbiert.

Aufgabe 9 ***mündlich***

Die Prozedur `Merge` benötigt im schlechtesten Fall $n + m - 1$ Vergleiche, um zwei sortierte Zahlenfolgen $a_1 \leq \cdots \leq a_n$ und $b_1 \leq \cdots \leq b_m$ zu einer sortierten Folge $c_1 \leq \cdots \leq c_{n+m}$ zusammenzufügen.

(a) Zeigen Sie, dass es keine Prozedur gibt, die dies im Fall $n = m$ mit weniger als $2n - 1$ Vergleichen schafft.

(b) Überlegen Sie sich ein Verfahren, das im Fall $m \ll n$ (z.B. $m \approx \sqrt{n}$) mit deutlich weniger Vergleichen auskommt.

Aufgabe 10 ***mündlich***

Konstruieren Sie einen vergleichsbasierten Algorithmus, der im schlechtesten Fall eine möglichst geringe Anzahl $V(n)$ an Vergleichen benötigt, um

(a) das Maximum und das Minimum,

(b) das größte und zweitgrößte Element

einer Folge von n Zahlen zu finden.

Hinweis: Für (a) sind $\lceil 3n/2 \rceil - 2$ und für (b) sind $n + \lceil \log_2 n \rceil - 2$ Vergleiche optimal.

Aufgabe 11 ***6 Punkte***

Bestimmen Sie die minimale Anzahl an Vergleichen, die ein vergleichsbasierter Algorithmus im besten Fall benötigt, um

(a) eine Folge von n Zahlen zu sortieren, *(mündlich)*

(b) den Median einer Folge von n Zahlen zu finden, *(2 Punkte)*

(c) das Maximum einer Folge von n Zahlen zu finden, *(2 Punkte)*

(d) das Maximum und das Minimum einer Folge von n Zahlen zu finden. *(2 Punkte)*

Aufgabe 12 ***4 Punkte***

Ein String x heißt *zyklische Überdeckung* von y, falls y ein Teilwort eines Wortes in $\{x\}^*$ ist. Geben Sie einen Linearzeit-Algorithmus an, der für zwei Texte x und y entscheidet, ob x eine zyklische Überdeckung von y ist. Begründen Sie.