

# Algorithmen und Datenstrukturen SS 2020 - Praktikum 1

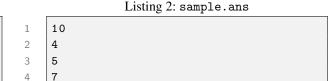
Zur Bearbeitung zwischen 8. Juni - 12. Juni (KW 24)

Wir betrachten das Problem "Maximale Teilsumme" von Übungsblatt 1. Lesen Sie zur Auffrischung erneut Aufgabe 2 von Übungsblatt 1 (ab jetzt **Ü1-A2**) sowie die bereitgestellten Musterlösungen.

## **Aufgabe 1** (Maximale Teilsumme in $O(n^2)$ )

Die Eingabe enthält einen Testfall pro Zeile. Jeder Testfall beginnt mit einer Zahl  $0 \le n \le 10^4$ , der Länge eines Arrays A[0,...,n-1]. Es folgen die n Zahlen A[0],...,A[n-1]. Pro Testfall ist eine Zeile mit der Zahl  $s = \max_{0 \le i \le j+1 \le n} \sum_{k=i}^{j} A[k]$  auszugeben.

Listing 1: sample.in



- 1 4 1 2 3 4 2 4 2 -1 3 -1 3 5 1 -1 2 3 -4 4 7 2 -3 5 -1 -2 4 1
  - (a) Angenommen Sie verwenden den Ansatz aus Ü1-A2-(a), der eine Laufzeit von  $O(n^3)$  hat. Überschlagen Sie: Wie viele Sekunden würde das Programm für einen Testfall mit  $n=10^4$  benötigen, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird, der  $10^9$  Rechenschritte pro Sekunde (1 GHz) erledigen kann.
  - (b) Führen Sie die selbe Überschlagsrechnung bzgl. Ü1-A2-(b) durch. Implementieren Sie diesen Ansatz und reichen Sie ihn für das Problem p1-a1-maxsum im DOMjudge System ein.

#### **Aufgabe 2** (Maximale Teilsumme in $O(n \log n)$ )

Die größte erlaubte Eingabegröße beträgt nun  $n = 10^6$ . Implementieren Sie den Ansatz Ü1-A2-(c) und reichen Sie Ihre Lösung für das Problem **p1-a2-maxsum-rec** ein.

**Hinweis:** Den Materialien liegt eine Datei startHilfe-a3. cpp bei, die Sie als Ausgangspunkt für Ihre Implementierung nutzen können.

Den Materialien liegt zusätzlich zu sample.in und sample.ans auch ein zweites Eingabepaar special.in / special.ans bei, das einige Spezialfälle abdeckt. Wenn Sie mit WRONG ANSWER zu kämpfen haben, testen Sie, ob Ihr Programm mit diesen Fällen zurecht kommt, zum Beispiel, indem Sie diese Testfälle in sample.in und sample.ans hineinkopieren.

#### **Aufgabe 3** (Maximale Teilsumme in O(n))

Die größte erlaubte Eingabegröße beträgt wieder  $n = 10^6$ . Implementieren Sie den Ansatz Ü**1-A2-(d)** und reichen Sie Ihre Lösung für das Problem **p1-a3-maxsum-n** ein.

Hinweis: Folgende Zusatzaufgabe ist nicht verpflichtend.

### Aufgabe 4 (Ausgabe der Indizes i und j).

Modifizieren Sie Ihre Lösung aus Aufgabe 2 oder 3, sodass diese nicht nur die größtmögliche Summe ausgibt, sondern Zeilen der Form (i,j,s), wobei i und j diejenigen Indizes sind, die zur maximalen Summe  $s=A[i]+\ldots+A[j]$  führen (mit i=0 und j=-1, falls die leere Summe s=0 bestmöglich ist). Wenn es verschiedene Indexpaare (i,j) gibt, die alle zur gleichen maximalen Summe führen, dann bevorzugen Sie das lexikographisch kleinste Paar, also das Paar (i,j), das für alle möglichen Lösungen (i',j') entweder i< i' oder i=i' und  $j\leq j'$  erfüllt

Die größte erlaubte Eingabegröße beträgt wieder  $n = 10^6$ . Reichen Sie Ihre Lösung für das Problem **p1-a4-maxsum-ij** ein.

Listing 3: sample.in Listing 4: sample.ans 1 2 3 4 (0,3,10)1 1 2 4 2 -1 3 -1 2 (0,2,4)5 1 -1 2 3 -4 3 (0,3,5)3 7 2 -3 5 -1 -2 4 1 (2,6,7)4

**Hinweis zum Beispiel:** Für die dritte Instanz mit maximaler Teilsumme 5 ist das Indexpaar (0,3) auszugeben, allerdings liefert auch (2,3) diese Summe.