

Datenstrukturen und effiziente Algorithmen

Blatt 4

Markus Vieth, David Klopp, Christian Stricker

18. November 2015

Nr.1**Erklärung:**

Eingabe: Integer k für Anzahl an Farben, Integer l für Anzahl an Muster. Ein $2 \times 2n$ Array. In der ersten Zeile stehen die Farben in Integer codiert, in der zweiten Zeile analog für die Muster (bei 5 verschiedenen Muster/Farben gibt es die Integer 0-4).

Man iteriert über das Eingabearray und speichert die Anzahl der jeweiligen Farben in ein Array. Dann wird nochmal über das Array iteriert, wenn an der i-ten Stelle, die Socke mit falsche Farbe n steht, wird diese mit einer anderen Socke im n Bereich vertauscht.

Danach wird für jeden Farbbereich analog zum Farbensortieren nach Muster sortiert (Anzahl der Muster bestimmen, an die richtige Stelle tauschen).

Damit kommt eine Laufzeit von $O(n+l+k) = O(n)$ zustande.

$O(4*n)$, da man 2 mal über das ganze Array iteriert, um die Anzahl (an Farben/Muster) zu bestimmen

$O(8*n)$, da höchstens n-mal vertauscht wird, 2n Zugriffe zum Zwischenspeichern, 4n Zugriffe zum Überschreiben und 2n Zugriffe für die Zwischenspeicherungen wieder zu speichern.

Analog beim Mustertauschen.

Code:

```
public class Suche {

    static int[][] schrank = {{2,2,1,2,1,0,2,0,1,2,2,1,0,0,0,0},
                              {2,1,0,2,0,0,1,0,0,1,0,2,0,2,0,2}};
    static int l = 3;           //Anzahl der Muster
    static int k = 3;           //Anzahl der Farben
    static int n = 8;           //Anzahl der Sockenpaare

    public static void main(String[] args){
        //Erstelle 3xk Array, erste Zeile sind die Farben, zweite Zeile
        //kommen die Anzahl der einzelnen Farben rein, dritte Zeile der
        //Index vom Pointer
        int[][] socke = new int[k][3];

        //Die Anzahl der Farben werden ermittelt
        for(int i = 0; i < 2*n; i++)
            socke[1][schrank[0][i]]++;

        //Die Anfangsindizes der Farben für das Hauptarray werden
        //berechnet und abgespeichert
        for(int i = 1; i < k; i++)
            socke[2][i] = socke[1][i-1]+socke[2][i-1];

        int i = 0;
        int farbe = 0; //Die Farbe 0 wird ausgewählt
        int index = socke[2][farbe+1]; //Der Anfangsindex für die
        //nächste Farbe/Endindex für die erste Farbe wird ausgewählt
    }
}
```

```

//Die Farben werden von 0-k in der richtigen Reihenfolge
    sortiert.
while(i < n){

    //Wenn die Socken für die eine Farbe schon eingeordnet
    sind, geht es weiter zur nächsten Farbe
    if(i >= index){
        farbe++;
        index = index + socke[1][farbe];
    }

    //Wenn die Farben schon an der richtigen stelle stehen,
    wird der Laufindex erhöht
    while(i < n && schrank[0][i] == farbe)
        i++;

    //Solange der Laufindex nicht bei der nächsten Farbe
    ankommt, wird getauscht. Die Farben, die nicht zur
    (wenn farbe = 0 ausgewählt ist) 0-ten Farbe gehören,
    werden in den richtige Farbenteil getauscht
    if(i < index){

        int farbeindex = schrank[0][i];
        //
        swap(i, socke[2][farbeindex], schrank);
        //Tauschen
        socke[2][farbeindex]++;
        //Pointer wird
        erhöht
    }
}

//Anzeige des Arrays
System.out.println("Nur nach Farben sortiert:");
for(int b = 0; b < 4*n; b++){
    if(b<2*n)System.out.print(schrack[0][b]+" ");
    if(b == 2*n) System.out.println("");
    if(b>=2*n)System.out.print(schrack[1][b % (2*n)
        ]+" ");
}
System.out.println("");

//Die Anfangsindexe der Farben für das Hauptarray werden
    berechnet und abgespeichert
for( i = 1; i < k; i++)
    socke[2][i] = socke[1][i-1]+socke[2][i-1];

//in dem Array wird in der ersten Spalte die Anzahl der
    jeweiligen Muster in einer Farbe gespeichert, in der zweiten

```

```

    Spalte die Anfangspointer im Gesamtarray
    int[][] musteranzahl = new int[2][1];
    int j = 0;          //äußerer Schleifenzähler

    while(j < k){        //Wie viele Farben es gibt, so oft wird die
        Schleife durchlaufen

        int muster = 0;

        for(int k = 0; k < 1; k++)
            musteranzahl[0][k] = 0; //Die Werte für
            die Anzahl der jeweiligen Muster werden für
            die nächste Farbe zurückgesetzt

        //Bestimme die Anzahl der jeweiligen Muster
        for(int k = socke[2][j]; k < socke[2][j] +
            socke[1][j]; k++)
            musteranzahl[0][schrank[1][k]]++;

        //Ende des Teilarrays des (ersten) Musters in der
        (ersten) Farbe
        index = musteranzahl[0][0] + socke[2][j];

        //Bestimme die Laufindizes der Einzelnen Muster in dem
        Teilarray von schrank
        for(i = 0; i < 1-1; i ++ ){
            musteranzahl[1][i+1] = musteranzahl[0][
                i] + socke[2][j];
        }

        i = socke[2][j];          //Es wird einmal durch den
        Bereich des Arrays einer Farbe durchiteriert
        while(i < socke[2][j] + socke[1][j]){

            if(i >= index){
                muster++;
                index = index + musteranzahl
                    [0][muster];
            }

            //Wenn das Muster schon an der richtigen
            stelle stehen, wird der Laufindex erhöht
            while(i < socke[2][j] + socke[1][j] &&
                schrank[1][i] == muster)
                i++;

            //Solange der Laufindex nicht bei dem nächsten
            Muster ankommt, wird getauscht. Das Muster,

```

```

        das nicht zur (wenn muster = 0 ausgewählt
        ist) 0-ten Muster gehören, werden in das
        richtige Musterteil getauscht
        if(i < index){

            int musterindex = schrank[1][i
            ];
            swap(i,musteranzahl[1][
            musterindex],schrank);
            musteranzahl[1][musterindex]++;

        }

    }
    j++;
}

//Anzeige des Arrays
System.out.println("");
System.out.println("nach_Farben_und_Muster_sortiert:");
;
for(int b = 0; b < 4*n; b++){
    if(b<2*n)System.out.print(schrnk[0][b]+"");
    if(b == 2*n) System.out.println("");
    if(b>=2*n)System.out.print(schrnk[1][b % (2*n)
    ]+"");
}

}

//Vertauschung der Elemente vom Indize i mit j
private static void swap(int i, int j, int[][] schrank2) {
    int a = schrank2[0][i]; //Werte zwischenspeichern
    int b = schrank2[1][i];
    schrank2[0][i] = schrank2[0][j];
    schrank2[1][i] = schrank2[1][j];

    schrank2[0][j] = a;
    schrank2[1][j] = b;
}

}

```

Nr.2

a)

Überlegung analog zur Vorlesung:

m=3

$$\begin{aligned} \exists \frac{2n}{6} \text{ Elemente} \leq p &\Rightarrow \text{Es existieren maximal } \frac{4n}{6} \text{ Elemente} \geq p \\ \exists \frac{2n}{6} \text{ Elemente} \geq p &\Rightarrow \text{Es existieren maximal } \frac{4n}{6} \text{ Elemente} \leq p \end{aligned}$$

m=7

$$\exists \frac{4n}{14} \text{ Elemente} \leq p \Rightarrow \text{Es existieren maximal } \frac{10n}{14} \text{ Elemente} \geq p$$

$$\exists \frac{4n}{14} \text{ Elemente} \geq p \Rightarrow \text{Es existieren maximal } \frac{10n}{14} \text{ Elemente} \leq p$$

b)

Überlegung analog zur Vorlesung:

m=3

$$T(n) = T\left(\frac{n}{3}\right) + n + T\left(\frac{2n}{3}\right)$$

Akra-Bazzi:

$$g(n) = n, \quad a_1 = a_2 = 1, \quad b_1 = 3 \quad b_2 = \frac{3}{2}$$

$$1 = \left(\frac{1}{3}\right)^\alpha + \left(\frac{2}{3}\right)^\alpha$$

$$\Leftrightarrow \alpha = 1$$

$$T(n) = n \left(1 + \int_1^n \frac{x}{x^2} dx\right) = n \left(1 + \int_1^n \frac{1}{x} dx\right) = n(1 + [\ln(x)]_1^n) = n + n \ln(n) \in O(n \log(n)) \neq O(n)$$

Somit ist die Laufzeit für $m = 3$ nicht linear.**m=7**

$$T(n) = T\left(\frac{n}{7}\right) + n + T\left(\frac{5n}{7}\right)$$

Zu zeigen:

$$\exists c > 0 : T(n) \leq c \cdot n$$

Beweis:

$$T(n) \leq c \cdot \frac{n}{7} + n + c \cdot \frac{5n}{7} \leq c \cdot n$$

$$c = 7 \Leftrightarrow n + n + 5n \leq 7n \Rightarrow \exists c > 0 : T(n) \leq c \cdot n \Rightarrow T(n) \in O(n)$$

Somit ist die Laufzeit für $m = 7$ linear.

Nr.3**a)**

x	Ergebnisse:
0	18
1	15
2	14
3	13
4	14
5	15
6	16
7	17
8	18
9	19
10	20
11	21
12	22
13	23

Für $x = x_2 = 3$, also dem Median der Menge $\{x_1, x_2, x_3\}$, wird die Summe minimal.

b)

Beh:

 $\sum_{i=1}^n |x_i - x|$ wird minimal für $x = x_{k+1}$, d.h. $x := \text{Median} \{x_1, \dots, x_n\}$

Bew:

Sei die Menge aller x_i sortiert. Teile die Summe in zwei gleich große Teilsummen, wobei Summe 1 kleiner als x_{k+1} und Summe 2 größer als x_{k+1} ist:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^{2k+1} |x_i - x| \\
 &= \sum_{i=1}^k |x_i - x| + \sum_{i=k+2}^{2k+1} |x_i - x| + |x_{k+1} - x| \\
 &= kx - \sum_{i=1}^k x_i - kx + \sum_{i=k+2}^{2k+1} x_i + |x_{k+1} - x| \\
 &= \sum_{i=k+2}^{2k+1} x_i - \sum_{i=1}^k x_i + |x_{k+1} - x|
 \end{aligned}$$

Für $x = x_{k+1}$:

$$= \sum_{i=k+2}^{2k+1} x_i - \sum_{i=1}^k x_i$$

Für $x \neq x_{k+1}$:

Der Term $|x_{k+1} - x|$ wird immer > 0 und somit größer als der Fall $x = x_k$, d.h. $\sum_{i=1}^n |x_i - x|$ ist genau dann minimal, wenn $x = x_{k+1}$ ist.

c)

Beh:

 $\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2$ wird minimal für $x = x_{k+1}$, d.h. $x := \text{Median} \{x_1, \dots, x_n\}$

Bew:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2$$

$$f'(x) = - \sum_{i=1}^n 2(x_i - x)$$

$$f''(x) = \sum_{i=1}^n 2$$

$f'(x) = 0 :$

$$\begin{aligned} & - \sum_{i=1}^n 2(x_i - x) = 0 \\ \Leftrightarrow & -2nx + \sum_{i=1}^n 2x_i = 0 \\ \Leftrightarrow & 2 \sum_{i=1}^n x_i = 2nx \\ \Leftrightarrow & \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = x \end{aligned}$$

x ist offensichtlich der Median. Da $f''(x)$ immer größer als Null ist, handelt es sich bei $x = x_{k+1}$ um ein Minimum.

q.e.d