Dr. Annette Bieniusa
Mathias Weber, M. Sc.
Peter Zeller, M. Sc.

TU Kaiserslautern
Fachbereich Informatik
AG Softwaretechnik

Übungsblatt 12: Software-Entwicklung 1 (WS 2017/18)

Ausgabe: 22.01.18
Abgabe: 29.01.18

Die Aufgaben auf diesem Blatt sind alle in C zu lösen! Der abgegebene C Code muss dem C99-Standard entsprechen und darf nur die C Standard-Bibliothek verwenden (wenn Sie nur die in der Vorlesung gezeigten Konstrukte verwenden, ist dies der Fall). Eine Übersicht über die Funktionen in der C Standard-Bibliothek finden Sie zum Beispiel unter http://en.cppreference.com/w/c. Achten Sie darauf, dass die Suchfunktion der Seite auch entsprechend gekennzeichnete C++ Funktionen liefert, welche sie in C nicht benutzen können.
Wenn Ihr Code undefiniertes Verhalten enthält (zum Beispiel Zugriff auf uninitialisierte Variablen oder Zugriff auf ungültige Speicherbereiche), dann wird dies als Fehler gewertet. Das Exclaim verwendet die folgenden Optionen, um Ihre Abgaben zu übersetzen und auszuführen:

```
clang -Wall -Werror -fsanitize=address -fsanitize=undefined -g xxx.c
ASAN_OPTIONS=detect_leaks=1 ./a.out
```

Diese Optionen überprüfen Ihr Programm auf zusätzliche mögliche Fehler. Dazu gehören zum Beispiel auch Probleme mit Speicherzugriffen und undefiniertem Verhalten. Daher kann es sein, dass ein Programm zwar bei Ihnen funktioniert, aber vom Exclaim nicht akzeptiert wird, da es noch versteckte Probleme enthält.
Sie können diese Optionen selbst verwenden, wenn Sie den Clang-Compiler auf einem Linux oder Mac-Rechner installiert haben. Unter Windows werden die Optionen leider nicht alle unterstützt. Sie können aber die Tux-Rechner des SCI verwenden, auf denen die nötigen Tools bereits für Sie installiert sind. Auf diese Rechner können Sie sich übrigens auch von zu Hause verbinden (https://sci.cs.uni-kl.de/rechnerzugang/remote/).

Aufgabe 1 Mittelwert (5 Punkte)

Schreiben Sie ein C-Programm `mittelwert.c`, welches **`int`**-Zahlen von der Standardeingabe liest bis diese leer ist und dann den Mittelwert der eingelesenen Zahlen ausgibt.

Verwenden Sie zum einlesen der Zahlen die Funktion `scanf` und zum Ausgeben die Funktion `printf`. Der Mittelwert soll mit 2 Nachkommastellen ausgegeben werden, also mit `printf("%0.2f\n", wert);`.

Aufgabe 2 Fibonacci-Zahlen (6 Punkte)

a) Schreiben Sie eine Funktion **`void`** `fibArray(`**`int`** `*res, `**`int`** `n)`, welche einen Pointer `res` auf einen Speicherbereich und eine Zahl `n` nimmt. Die Funktion soll die Reihe der ersten `n` Fibonacci-Zahlen in `res` Speichern. Nach Aufruf der Funktion soll gelten, dass `res[0] = 0`, `res[1] = 1`
und `res[i] = res[i-1] + res[i-2]` für `1<i<n`.

b) Schreiben Sie eine `main`-Funktion, welche einen `int`-Wert `n` von der Standardeingabe liest und dann mit Hilfe der Funktion `fibArray` die ersten `n` Fibonacci-Zahlen berechnet und dann ausgibt. Bei der Ausgabe soll genau eine Zahl pro Zeile ausgegeben werden.

   Verwenden Sie die Funktion `malloc` um den Speicherbereich für die Funktion `fibArray` anzufordern und die Funktion `free` um den Speicher wieder freizugeben.

Aufgabe 3 Eingabe umdrehen (4 Punkte)

Schreiben Sie ein C-Programm, welches `int`-Werte von der Standardeingabe liest, bis diese zu Ende ist und dann die eingelesenen Zahlen in umgekehrter Reihenfolge ausgibt.

Verwenden Sie `malloc` um zu Beginn des Programms Speicherplatz für 8 `int`-Werte anzufordern. Speichern Sie dort die eingelesenen Zahlen und fordern Sie bei Bedarf zusätzlichen Speicher an. Geben Sie den Speicher am Ende mit `free` wieder frei.

Aufgabe 4 Sortieren (5 Punkte)

Verwenden Sie für diese Aufgabe die Vorlage `sort.c` und passen Sie die `main`-Funktion nicht an.

a) Schreiben Sie eine Funktion `bool sort2(int *x, int *y)`, welche 2 Pointer auf `int`-Werte nimmt. Wenn der von `x` referenzierte Wert größer ist, als der von `y` referenzierte Wert, dann sollen die beiden Werte vertauscht und `true` zurückgegeben werden. Ansonsten ist das Ergebnis der Funktion `false`. Verwenden Sie zur Implementierung die Funktion `swap2` aus der Vorlesung.

   Beispiele:

```
int a = 7;
int b = 4;
bool r1 = sort2(&a, &b);
printf("a = %d, b = %d, r1 = %d\n", a, b, r1); // erwartet: a = 4, b = 7, r1 = 1
int x = 3;
int y = 5;
bool r2 = sort2(&x, &y);
printf("x = %d, y = %d, r2 = %d\n", x, y, r2); // erwartet: x = 3, y = 5, r2 = 0
```

b) Schreiben Sie eine Funktion `void sort(int ar[], int size)`, welche ein Array von `int`-Werten `ar` und die Anzahl der Werte im Array nimmt. Die Funktion soll das Array aufsteigend sortieren. Verwenden Sie zum Sortieren die Funktion `sort2` um jeweils zwei Array-Einträge zu sortieren und befolgen Sie der folgenden Algorithmen-Beschreibung:

```
wiederhole so lange es Änderungen am Array gibt:
    für i aus [0,..,size-2]:
        sortiere ar[i] und ar[i+1]
    Verringere size um 1 (das letzte Element ist schon an der richtigen Stelle)
```

   Beispiel:

```
int ar[] = {6,3,1,2,7,8};
int ar_size = sizeof(ar) / sizeof(int);
sort(ar, ar_size);
for (int i=0; i<ar_size; i++) {
    printf("ar[%d] = %d\n", i, ar[i]);
}
// erwartet: 1, 2, 3, 6, 7, 8
```

Aufgabe 5 Programmverständnis (5 Punkte)

Versuchen Sie diese Aufgabe ohne Verwendung eines Computers zu lösen. In der Klausur müssen Sie eventuell ähnliche Aufgaben auch ohne Unterstützung lösen können.

a) Was passiert beim Übersetzen und Ausführen des folgenden Programms? Falls es dabei Fehler gibt, erklären Sie diese. Falls nicht, geben Sie die Ausgabe des Programms an.

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int ar[] = {200, 30, 4, 1000};
6      int *p = &ar[0];
7      int *q = &ar[3];
8      int r = 0;
9      while (p < q)
10     {
11         r = r + *p + *q;
12         p = p + 1;
13         q = q - 1;
14     }
15     printf("r = %d\n", r);
16 }
```

b) Das folgende Programm enthält einen Speicherleck. Wie kann dieser behoben werden?

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include <stdbool.h>
4
5  int *alloc_space(int value) {
6    int *space = malloc(10*sizeof(int));
7    for (int i=0; i<10; i++)
8    {
9      *(space + i) = value;
10   }
11   return space;
12 }
13
14 void dealloc_space(int *space) {
15   for (int i=0; i<10; i++) {
16     *(space + i) = 0;
17   }
18   space = NULL;
19 }
20
21 int main(void) {
22   while(true) {
23     int v;
24     scanf("%d", &v);
25     if (v<=0)
26     {
27       break;
28     }
29
30     int *mySpace = alloc_space(v);
31     for (int i=0; i<10; i++)
32     {
33       mySpace[i] *= i;
34     }
35     for (int i=0; i<10; i++)
36     {
37       printf("%d\n", *(mySpace + i));
38     }
39     dealloc_space(mySpace);
40   }
41   return 0;
42 }
```

c) Was ist die Ausgabe des folgenden Programms? Begründen Sie Ihre Antwort, indem Sie den Zustand der Variablen `number`, `pointer` und `p` jeweils nach Ausführen von Zeile 8, 9, 10 und 11 beschreiben oder grafisch darstellen.

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main(void)
5  {
6      int number[] = {1, 2, 3, 4};
7      int *pointer[] = {&number[0], &number[1], &number[2], &number[3]};
8      int **p = pointer;
9      p = p + 1;
10     *p = *p + 1;
11     **p = **p + 1;
12
13     for (int i = 0; i < 4; i++)
14     {
15         printf("number[%d] = %d\n", i, number[i]);
16     }
17 }
```

Aufgabe 6 Verschachtelte Arrays (5 Punkte)

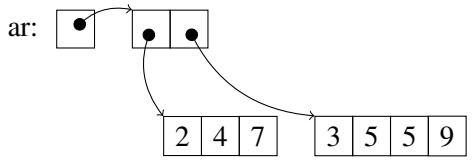
Verwenden Sie für diese Aufgabe die Vorlage `flatten.c` und passen Sie die `main`-Funktion nicht an.

Schreiben Sie eine Funktion `int flatten(int **ar, int n, int **res)`, welche einen Zeiger `ar` und eine Größe `n` nimmt. Dieser zeigt auf einen Speicherbereich mit `n` Zeigern auf die inneren `int`-Arrays. Diese inneren Arrays sind ähnlich wie Arrays in Java strukturiert: Sie beinhalten eine Größe, welche wir hier im ersten Array-Eintrag speichern. Nach der Größe folgen die eigentlichen Array-Einträge.

Die Funktion `flatten` soll alle Zahlen, ohne die Längen-Information, der Reihe nach in einen zusammenhängenden Speicherbereich übertragen. Die Anzahl der übertragenen Zahlen soll als Rückgabewert der Funktion zurückgegeben werden und der Parameter `res` soll nach dem Aufruf auf den Speicherbereich mit den Zahlen zeigen. Sie können davon ausgehen, dass der Parameter `res` zu Beginn `NULL` ist oder auf einen gültigen Speicherbereich zeigt (das heißt, dass `res` als Parameter von `free` oder `realloc` verwendet werden darf).

Beispiel:

```
int main(void)
{
    int a1[] = {2, 4, 7};
    int b2[] = {3, 5, 5, 9};
    int *ar[] = {a1, b2};
    int *res = NULL;
    int size = flatten(ar, 2, &res);
    printf("size = %d\n", size);
    for (int i=0; i<size; i++) {
        printf("res[%d] = %d\n", i, res[i]);
    }
    free(res);
}
```



Erwartete Ausgabe:

```
size = 5
res[0] = 4
res[1] = 7
res[2] = 5
res[3] = 5
res[4] = 9
```