

Hardwarenahe Programmierung

Übungsaufgaben – 9. Januar 2020

Diese Übung enthält Punkteangaben wie in einer Klausur. Um zu „bestehen“, müssen Sie innerhalb von 90 Minuten unter Verwendung ausschließlich zugelassener Hilfsmittel 15 Punkte (von insgesamt 31) erreichen.

Aufgabe 1: Speicherformate von Zahlen

Wir betrachten das folgende Programm ([aufgabe-1.c](#)):

```
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>

typedef struct
{
    uint32_t a;
    uint64_t b;
    uint8_t c;
} three_numbers;

int main (void)
{
    three_numbers xyz = { 1819042120, 2410670883059281007, 0 };
    printf ("%s\n", &xyz);
    return 0;
}
```

Das Programm wird für einen 32-Bit-Rechner kompiliert und ausgeführt.

(Die `gcc`-Option `-m32` sorgt dafür, daß `gcc` Code für einen 32-Bit-Prozessor erzeugt.)

```
$ gcc -Wall -m32 aufgabe-2.c -o aufgabe-2
aufgabe-2.c: In function "main":
aufgabe-2.c:14:13: warning: format "%s" expects argument of type "char *", but
argument 2 has type "three_numbers * {aka struct <anonymous> *}" [-Wformat=]
    printf ("%s\n", &xyz);
                ^
$ ./aufgabe-2
Hallo, Welt!
```

- (a) Erklären Sie die beim Compilieren auftretende Warnung. (2 Punkte)
- (b) Erklären Sie die Ausgabe des Programms. (4 Punkte)
- (c) Welche Endianness hat der verwendete Rechner? Wie sähe die Ausgabe auf einem Rechner mit entgegengesetzter Endianness aus? (2 Punkte)
- (d) Dasselbe Programm wird nun für einen 64-Bit-Rechner kompiliert und ausgeführt.
(Die `gcc`-Option `-m64` sorgt dafür, daß `gcc` Code für einen 64-Bit-Prozessor erzeugt.)

```
$ gcc -Wall -m64 aufgabe-2.c -o aufgabe-2
aufgabe-2.c: In function "main":
aufgabe-2.c:14:13: warning: format "%s" expects argument of type "char *",
but argument 2 has type "three_numbers * {aka struct <anonymous> *}"
[-Wformat=]
    printf ("%s\n", &xyz);
                ^
$ ./aufgabe-2
Hall15V
```

(Es ist möglich, daß die konkrete Ausgabe auf Ihrem Rechner anders aussieht.)

Erklären Sie die geänderte Ausgabe des Programms. (3 Punkte)

Aufgabe 2: Zeigerarithmetik

Wir betrachten das folgende Programm ([aufgabe-2.c](#)):

```
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>

void output (uint16_t *a)
{
    for (int i = 0; a[i]; i++)
        printf ("%d", a[i]);
    printf ("\n");
}

int main (void)
{
    uint16_t prime_numbers[] = { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 0 };

    uint16_t *p1 = prime_numbers;
    output (p1);
    p1++;
    output (p1);

    char *p2 = prime_numbers;
    output (p2);
    p2++;
    output (p2);

    return 0;
}
```

Das Programm wird kompiliert und ausgeführt:

```
$ gcc -Wall aufgabe-2.c -o aufgabe-2
aufgabe-2.c: In function 'main':
aufgabe-2.c:20:13: warning: initialization from
                  incompatible pointer type [enabled by default]
aufgabe-2.c:21:3: warning: passing argument 1 of 'output' from
                  incompatible pointer type [enabled by default]
aufgabe-2.c:4:6: note: expected 'uint16_t *' but argument is of type 'char *'
aufgabe-2.c:23:3: warning: passing argument 1 of 'output' from
                  incompatible pointer type [enabled by default]
aufgabe-2.c:4:6: note: expected 'uint16_t *' but argument is of type 'char *'
$ ./aufgabe-2
2 3 5 7 11 13 17
3 5 7 11 13 17
2 3 5 7 11 13 17
768 1280 1792 2816 3328 4352
```

- (a) Erklären Sie die Funktionsweise der Funktion `output ()`. (2 Punkte)
- (b) Begründen Sie den Unterschied zwischen der ersten (2 3 5 7 11 13 17) und der zweiten Zeile (3 5 7 11 13 17) der Ausgabe des Programms. (2 Punkte)
- (c) Erklären Sie die beim Compilieren auftretenden Warnungen und die dritte Zeile (2 3 5 7 11 13 17) der Ausgabe des Programms. (3 Punkte)
- (d) Erklären Sie die vierte Zeile (768 1280 1792 2816 3328 4352) der Ausgabe des Programms. Sie dürfen einen Little-Endian-Rechner voraussetzen. (4 Punkte)

Aufgabe 3: Personen-Datenbank

Wir betrachten das folgende Programm ([aufgabe-3.c](#)):

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

typedef struct
{
    char first_name[10];
    char family_name[20];
    char day, month;
    int year;
} person;

int main (void)
{
    person sls;
    sls.day = 26;
    sls.month = 7;
    sls.year = 1951;
    strcpy (sls.first_name, "Sabine");
    strcpy (sls.family_name, "Leutheusser-Schnarrenberger");
    printf ("%s_%s_wurde_am_%d.%d.%d_geboren.\n",
           sls.first_name, sls.family_name, sls.day, sls.month, sls.year);
    return 0;
}
```

Die Standard-Funktion `strcpy()` bewirkt ein Kopieren eines Strings von rechts nach links, hier also z. B. die Zuweisung der String-Konstanten "Sabine" an die String-Variable `sls.first_name[]`.

Das Programm wird für einen 32-Bit-Rechner kompiliert und ausgeführt.

(Die `gcc`-Option `-m32` sorgt dafür, daß `gcc` Code für einen 32-Bit-Prozessor erzeugt.)

```
$ gcc -Wall -O -m32 aufgabe-2.c -o aufgabe-2
$ ./aufgabe-2
Sabine Leutheusser-Schnarrenberger wurde am 110.98.1701278309 geboren.
Speicherzugriffsfehler
```

- (a) Erklären Sie die Ausgabe des Programms einschließlich der Zahlenwerte. (4 Punkte)
- (b) Welche Endianness hat der verwendete Rechner? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)
- (c) Wie sähe die Ausgabe auf einem Rechner mit entgegengesetzter Endianness aus? (2 Punkte)
- (d) Erklären Sie den Speicherzugriffsfehler. (Es kann sein, daß sich der Fehler auf Ihrem Rechner nicht bemerkbar macht. Er ist aber trotzdem vorhanden.) (2 Punkte)

Viel Erfolg!