technische universität
dortmund

Betriebssysteme

A1- Prozesse

https://ess.cs.tu-dortmund.de/DE/Teaching/SS2018/BS/

Olaf Spinczyk

olaf.spinczyk@tu-dortmund.de
http://ess.cs.tu-dortmund.de/~os

AG Eingebettete Systemsoftware
Informatik 12, TU Dortmund

Agenda

- Besprechung Aufgabe 0
- Fortsetzung Grundlagen C-Programmierung
- Informationen zu Aufgabe 1: Prozesse verwalten
  - Tastatureingaben mit `scanf(3)`
  - Vergleiche von Strings mit `strncmp(3)`
  - Fehlerbehandlung von Standardbibliotheksfunktionen
  - Unix-Prozessmanagement:
    - `fork()`
    - `execlp()`
    - `wait()`
    - `waitpid()`

Besprechung Aufgabe 0

- Separater Foliensatz Besprechung Aufgabe 0

Grundlagen C-Programmierung

- Separater Foliensatz C-Einführung (Folie 24-40)

Standardkonfomer Code

- ANSI-C: verschiedene Versionen (C89, C90, C99,C11)
  - C-Compiler versuchen, sich (mehr oder weniger) daran zu halten
    → Programme können **portabel** geschrieben werden
- POSIX (Portable Operating System Interface): Standardisierung der Betriebssystemschnittstelle
  - beinhaltet aber auch Shell und Hilfsprogramme wie **grep** oder **cc**
  - nach ANSI-C-Standard erstellter Code erlaubt Compilieren unter allen POSIX-konformen Betriebssystemen
  - z.B. Solaris, Darwin (nur „weitgehend“ konform: Linux, OpenBSD)
- GCC-Parameter zur C-Standardkonformität:
  `-std=c11`
  `-ansi, --std=iso9899:1990` (Verwenden wir nicht!)
  `-Wpedantic`

  siehe **gcc(1)**

Tastatureingaben mit scanf(3)

- liest Zeichen aus dem Eingabestrom (z.B. von der Tastatur) und konvertiert Teile davon in Variablenwerte
- kehrt zurück, wenn Formatstring abgearbeitet ist, oder wegen eines unpassenden Zeichens abgebrochen wurde
- benötigt `#include <stdio.h>`
- Parameter
  - Formatstring wie bei printf() mit Umwandlungsspezifikatoren
  - Zeiger auf die einzulesenden Variablen, Datentypen entsprechend der Reihenfolge im Formatstring
- Rückgabewert:
  - Anzahl der erfolgreichen Umwandlungen

```
int scanf(Formatstring,Variablenzeiger1,
                  Variablenzeiger2,...);
```

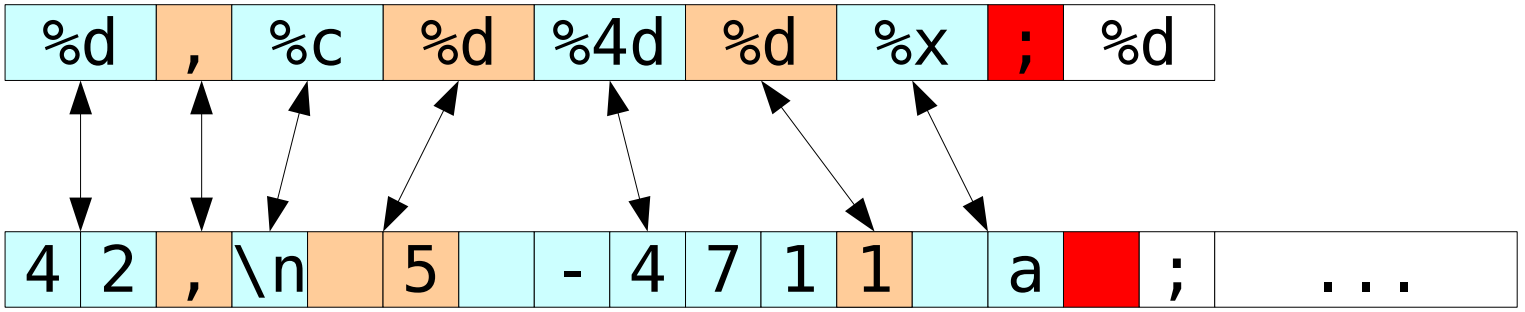
scanf – Formatstring

- Formatstring kann **Umwandlungsspezifikatoren**, **Whitespace** und **Zeichen** enthalten
- Die Bearbeitung eines **Umwandlungsspezifikators** endet
  - bei Erreichen unpassender Zeichen (z.B. Buchstabe bei %d)
  - bei Erreichen der maximalen Feldbreite (z.B. `%10d`)
- **Whitespace** (Newline, Tab, Space)
  - bedeutet, dass an dieser Stelle im Eingabestrom beliebig viel Whitespace auftauchen darf (aber nicht muss)
  - Allerdings ist das vor Zahlen sowieso der Fall
  - hat daher nur eine Wirkung vor Zeichen und nichtnumerischen Umwandlungen!
- Zeichen
  - müssen genau so im Eingabestrom auftauchen, sonst Abbruch

scanf - Formatstring

- Beispiel

Formatstring



Eingabestrom

- Achtung Endlosschleife!

```
printf("Bitte eine Zahl eingeben> ");
while (scanf("%d",&zahl)<1) {
    printf("Nochmal:");
}
```

scanf mit int - Beispiel

```
#include <stdio.h>

int main() {
    int eastwood;
    printf("Bitte eine ganze Zahl eingeben> ");

    if (scanf("%d",&eastwood)<1) {
        printf("Fehler bei scanf!\n");
        return 1;
    }

    printf("Die Zahl ist %d.\n",eastwood);
    return 0;
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf
Bitte eine ganze Zahl eingeben> 42
Die Zahl ist 42.
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf
Bitte eine ganze Zahl eingeben> Pferd
Fehler bei scanf!
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf
Bitte eine ganze Zahl eingeben> 42Pferd
Die Zahl ist 42.
```

scanf mit strings – Beispiel

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf
Bitte ein Tier eingeben> Pferd
Das Tier is: Pferd.
```

```
#include <stdio.h>

int main() {
    char guevara[42];
    printf("Bitte ein Tier eingeben> ");

    if (scanf("%41s",guevara)<1) {
        printf("Fehler bei scanf!\n");
        return 1;
    }

    printf("Das Tier ist: %s.\n",guevara);
    return 0;
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf
Bitte ein Tier eingeben> 42
Das Tier ist: 42
```

scanf – Sonstiges

- scanf liest nur soviele Eingaben, wie angegeben werden
- Der Rest liegt noch an der Standardeingabe an…
- … und wird von nachfolgenden scanf-Aufrufen gelesen
- Beispiel:

```
scanf(“%s”,buffer1); // Eingabe “a b”
scanf(“%s”,buffer2); // Keine Eingabe möglich, da “b” noch anliegt
printf(“%s”, buffer2); // Ausgabe “b”
```

- Eingabestring leeren durch **getchar(2)**

```
scanf(“%s”,buffer1); // Eingabe “a b”
while(getchar() != '\n');
scanf(“%s”,buffer2); // Eingabe “c”
printf(“%s”, buffer2); // Ausgabe “c”
```

Vergleich von Strings mit strncmp(3)

- strncmp vergleicht zwei Strings
  - bei Gleichheit: Rückgabewert 0, bei Ungleichheit: größer oder kleiner 0
  - Vergleicht nur die ersten **n** Zeichen (üblicherweise Buffergröße)

```
mm@ios:~/example$ ./strncmp
Bitte ein Tier eingeben> Hund
Hund ist kein Pferd!
```

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

int main() {
    char tier[42];
    printf("Bitte ein Tier eingeben> ");

    if (scanf("%41s",tier)<1) {
        printf("Fehler bei scanf!\n");
        return 1;
    }

   if ((strncmp("Pferd", tier, 42) != 0)) {
      printf("%s ist kein Pferd!\n", tier);
      return 1;
   }

    return 0;
}
```

Unterschiede: Strings vs. Chars

- **char** verhält sich eher wie **int**
  - Kann man mit ==, <, > usw. vergleichen
  - Nimmt man in scanf mit %c entgegen

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

int main() {
    char tier[42];
    printf("Bitte ein Tier

    if (scanf("%41s",tier)<
        printf("Fehler bei
        return 1;
    }

   if ((strncmp("Pferd", ti
      printf("%s ist kein P
      return 1;
   }

    return 0;
}
```

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

int main() {
    char buchstabe;
    printf("Buchstaben eingeben> ");

    if (scanf("%c",&buchstabe)<1) {
        printf("Fehler bei scanf!\n");
        return 1;
    }

   if (buchstabe != 'P') {
      printf("%c ist kein P!\n", buchstabe);
      return 1;
   }

    return 0;
}
```

Problem bei scanf mit %c

- %c nimmt jeden char an
  - Also auch das Newline ('\n') bei Enter

```
mm@ios:~/example$ ./chars
Bitte einen Buchstaben eingeben> x
Noch einen Buchstaben> a: x, b:

mm@ios:~/example$
```

```
#include <stdio.h>

int main() {
    char a, b;
    printf("Bitte einen Buchstaben eingeben> ");
    if (scanf("%c",&a)<1) {
      /* Fehlerbehandlung */
    }

   printf("Noch einen Buchstaben> ");
    if (scanf("%c",&b)<1) {
      /* Fehlerbehandlung */
    }

   printf("a: %c, b: %c\n", a, b);
    return 0;
}
```

Problem bei scanf mit %c

- Kleine Abhilfe: Leerzeichen vor %c
  - Schluckt alle Whitespace, ist in der man-Page dokumentiert

```
mm@ios:~/example$ ./chars
Bitte einen Buchstaben eingeben> x
Noch einen Buchstaben> y
a: x, b: y
mm@ios:~/example$
```

```c
#include <stdio.h>

int main() {
    char a, b;
    printf("Bitte einen Buchstaben eingeben> ");
    if (scanf(" %c",&a)<1) {
      /* Fehlerbehandlung */
    }

   printf("Noch einen Buchstaben> ");
    if (scanf(" %c",&b)<1) {
      /* Fehlerbehandlung */
    }

   printf("a: %c, b: %c\n", a, b);
    return 0;
}
```

Fehlerbehandlung

- Insbesondere bei Systemcalls können Fehler auftreten (ähnlich Exceptions)
- Wie geht man in C mit solchen Fehlern um?
  - C kennt keine Exceptions
  - Rückgabewert nutzen?

→ globale Variable: errno

- typisches Schema:

```c
#include <errno.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

void main() {
    while (someSystemCall()==-1) {
        /*Spezialfaelle behandeln*/
        if (errno==EINTR) continue;
       /*allgemeiner Fall*/
        perror("someSystemCall");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    /* alles ok, weitermachen */

    /* ... */

    return 0;
}
```

Fehlerbehandlung

- `int errno`
  - benötigt **#include** <errno.h>
  - enthält nach einem gescheiterten Bibliotheksaufruf den Fehlercode
  - kann ansonsten beliebigen Inhalt haben!
  - *dass* ein Fehler auftrat, wird *meistens* durch den Rückgabewert -1 angezeigt (manpage zum Systemcall lesen!)
- **void** perror(**const char** *s)
  - benötigt **#include** <stdio.h>
  - gibt eine zum aktuellen Fehlercode passende Fehlermeldung *auf dem Standard-Fehlerkanal* aus
- **void** exit(**int** status)
  - benötigt **#include** <stdlib.h>
  - setzt den Exit-Code und beendet das Programm augenblicklich

```
...
someSystemCall();
if (errno) {
    ...
```

FALSCH

execlp (3)

- `int execlp(const char *path, const char *arg, ...);`
  - benötigt **`#include`** <unistd.h>
  - Überschreibt die Prozessdaten im Speicher durch Daten aus Datei
  - Prozess wird sofort neu gestartet
  - Identisches Prozessobjekt, PID bleibt gleich
  - Im Fehlerfall: Rückgabewert -1 und errno wird gesetzt.

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main() {
   char befehl[42];
   if (scanf("%41s", befehl) < 1)  /* Begrenze die Puffernutzung. */
      return 1;
   execlp(befehl, befehl, NULL); /* Kehrt niemals zurück. */
   return 1;                                    /* Falls doch: Fehler.*/
}
```

fork (2)

- `pid_t fork(void)`
  - benötigt **`#include`** `<unistd.h>` (**`#include`** `<sys/types.h>` für `pid_t`)
  - erzeugt eine Kopie des laufenden Prozesses
  - Unterscheidung ob Kind oder Vater anhand des Rückgabewertes (-1 im Fehlerfall)

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h> /*fuer pid_t benoetigt*/
int main() {
    pid_t retval;
    retval = fork();
    switch (retval) {
        case -1: perror("fork"); exit(EXIT_FAILURE);
        case  0: printf("I'm the child.\n"); break;
        default: printf("I'm the parent, my child's pid is %d.\n",retval);
    }
   return 0;
}
```

wait (2)

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

pid_t wait(int *status);
```

- legt sich schlafen, wenn Kindprozesse existieren, aber keiner davon Zombie ist
- Rückgabewert
  - `-1` im Fehlerfall, bzw. wenn keine Kinder (mehr) existieren
  - ansonsten pid eines Zombies
- Parameter
  - Zeiger auf eine Statusvariable, vordefinierte Makros zum Auslesen
- Fehler
    - `ECHILD`: Prozess hat keine Kinder
    - `EINTR`: nichtblockiertes Signal wurde gefangen (sollte bei uns nicht auftreten)

waitpid (2)

- Probleme von `wait()`
  - erlöst irgendeinen Zombie von möglicherweise mehreren
  - evtl. will man sich nicht schlafen legen
- Parameter:
  - pid: PID des gesuchten Zombies (`-1`, wenn alle Kinder gemeint sind)
  - status: Zeiger auf Statusvariable (wie bei wait)
  - options: `0` (keine) oder mehrere durch bitweises ODER verknüpft
- Rückgabewert: im Prinzip wie wait(), aber...
  - -1, wenn es keine Kinder gibt, die pid entsprechen
  - 0, wenn waitpid sich schlafen legen würde, aber die Option WNOHANG gegeben ist.

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

pid_t waitpid(pid_t pid, int *status, int options);
```

waitpid - Beispiel

- Funktion zum „Einsammeln“ toter Kindprozesse

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

void collect_dead_children() {/*zombies “erloesen”*/
    pid_t res;
    while ((res=waitpid(-1, NULL, WNOHANG)) > 0);
    if (res == -1)
       if (errno != ECHILD) {
           perror(“waitpid”);
           exit(EXIT_FAILURE);
       }
}
```

da uns der Status nicht interessiert...

vordefiniertes *Präprozessorsymbol*, mehr davon in `man 2 waitpid`

Parameter auslesen

- argc (*argument count*: Anzahl der übergebenen Argumente)
- argv (*argument values*: Argumente als Array)

```
#include<stdio.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
        int i;
        printf("argc: %d\n", argc);
        for(i=0; i < argc; i++) {
                printf("argv[%d]: %s\n", i, argv[i]);
        }
        return 0;
}
```

```
studi@bsvm:~$ ./testAvAc Wir lernen C
argc: 4
argv[0]: ./testAvAc
argv[1]: Wir
argv[2]: lernen
argv[3]: C
```

Zusammenfassung

- `man 3 scanf`
- `man 3 strncmp`
- `man 3 errno`
- `man 3 perror`
- `man 3 exit`
- `man 3 execlp`
- `man 2 fork`
- `man 2 waitpid`