

Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Peter Wägemann, Heiko Janker, Moritz Strübe, Rainer Müller
(Lehrstuhl Informatik 4)



Wintersemester 2014/2015



Inhalt

Abgaben

Linux

- Terminal
- Arbeiten unter Linux
- Arbeitsumgebung
- Manual Pages

Fehlerbehandlung

- Bibliotheksfunktionen



Inhalt

Abgaben

Linux

Fehlerbehandlung



Abgegebene Aufgaben

- `sb_timer_cancelAlarm()` nicht notwendig single-shot Timer
- Fehlerfall müssen bei Unit-Tests beachtet werden
- Überprüfung durch Ausgabe auf Anzeige



Abgaben

Linux

Terminal
Arbeiten unter Linux
Arbeitsumgebung
Manual Pages

Fehlerbehandlung



- Als die Computer noch größer waren:



- Als das Internet noch langsam war:



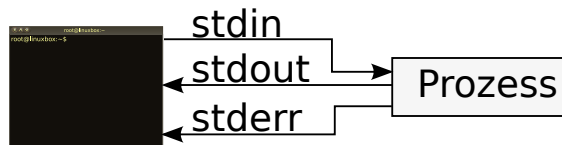
- Farben, Positionssprünge, etc. werden durch spezielle Zeichenfolgen ermöglicht



¹Televideo 925

Terminal - Funktionsweise

- Drei Kanäle:



- stdin Eingaben
- stdout Ausgaben
- stderr Fehlermeldungen



Terminal - stdout und stderr

- Beispiel stdout und stderr
 - Ausgabe in eine Datei schreiben

```
1 find . > ordner.txt
```

- Vor allem unter Linux wird stdout häufig direkt mit stdin anderer Programme verbunden

```
1 cat ordner.txt | grep tmp | wc -l
```

- Vorteil von stderr:

⇒ Fehlermeldungen werden weiterhin am Terminal ausgegeben



Umleitungen

- > die Standardausgabe stdout umleiten
- >> Ausgabe an existierende Dateien anhängen
- 2> Stderr umleiten
- < Umleitung der Eingabe
- | Ausgabe eines Befehls direkt an einen anderen Befehl weiterleiten



Die Shell

- Wichtige Kommandos
 - `cd` (change directory) Wechseln in ein Verzeichnis

```
1 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX
```

- `ls` (list directory) Verzeichnisinhalt auflisten

```
1 ls
```

- `cp` (copy) Datei kopieren

```
1 cp /proj/i4spic/pub/aufgabeX/vorgabe.h /proj/i4spic/<login>/\
  ↳ aufgabeX
```

```
2 # oder
```

```
3 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX
```

```
4 cp /proj/i4spic/pub/aufgabeX/vorgabe.h .
```

- `rm` (remove) Löschen

```
1 rm test1.c
```

```
2 # Ordner mit allen Dateien löschen
```

```
3 rm -r aufgabe1
```



Programme beenden

- Per Signal: CTRL-C (Kann vom Programm ignoriert werden)
- Von einer anderen Konsole aus: `killall cworld` beendet alle Programme mit dem Namen "cworld"
- Von der selben Konsole aus:
 - CTRL-Z hält den aktuell laufenden Prozess an
 - `killall cworld` beendet alle Programme mit dem Namen cworld
 - ⇒ Programme anderer Benutzer dürfen nicht beendet werden
 - `fg` setzt den angehaltenen Prozess fort
- Wenn nichts mehr hilft: `killall -9 cworld`



Arbeitsumgebung

- Unter Linux:
 - Kate, gedit, Eclipse cdt, Vim, Emacs,
- Zugriff aus der Windows-Umgebung über SSH (nur Terminalfenster)
 - Editor unter Linux via SSH:
 - mcedit, nano, emacs, vim
 - Editor unter Windows:
 - ⇒ Dateizugriff über das Netzwerk
 - AVR-Studio ohne Projekt
 - Notepad++
 - Übersetzen und Test unter Linux (z.B. via Putty)
- Emulation der Linux-Umgebung unter Windows für daheim:
 - Cygwin/MinGW
 - Code::Blocks: IDE mit vorkonfiguriertem MinGW/gcc (Support im Forum)
 - Notepad++ und NppFTP (erlaubt das Editieren der Dateien im CIP)
 - Wichtig: Auf jeden Fall auch (per SSH) im CIP testen!



Übersetzen

- Wir Testen die Abgaben mit:

```
1 gcc -pedantic -Wall -Werror -O2 -std=c99 -D_XOPEN_SOURCE=500 -o ↵  
   ↳ printdir printdir.c
```

- spezielle Aufrufoptionen des Compilers
 - -pedantic liefert Warnungen in allen Fällen, die nicht 100% dem verwendeten ANSI-C-Standard entsprechen
 - -Wall Warnt vor möglichen Fehlern (z.B.: `if(x = 7)`)
 - -Werror wandelt Warnungen in Fehler um
- diese Optionen führen zwar oft zu nervenden Warnungen, helfen aber auch dabei, Fehler schnell zu erkennen.
- -O2 führt zu Optimierungen des Programms
- -D_XOPEN_SOURCE=500 Fügt unter anderem die POSIX Erweiterungen hinzu die in C99 nicht enthalten sind
- -std=c99 Setzt verwendeten Standard auf C99
- -o print Die Ausgabe wird in die Datei print geschrieben.
Standardwert: a.out



Manual Pages

- Das Linux-Hilfesystem
 - aufgeteilt nach verschiedenen Sections
 - 1 Kommandos
 - 2 Systemaufrufe
 - 3 Bibliotheksfunktionen
 - 5 Dateiformate (spezielle Datenstrukturen, etc.)
 - 7 verschiedenes (z.B. Terminaltreiber, IP, ...)
 - man-Pages werden normalerweise mit der Section zitiert: `printf(3)`
- ```
1 # man [section] Begriff
2 man 3 printf
```
- Suche nach Sections: `man -f Begriff`
  - Suche von man-Pages zu einem Stichwort: `man -k Stichwort`
  - Alternativ: Webseiten, z.B. <http://die.net>



## Inhalt

Abgaben

Linux

Fehlerbehandlung  
Bibliotheksfunktionen



## Fehlerursachen

Fehler können aus unterschiedlichsten Gründen auftreten:

- Systemressourcen erschöpft  
⇒ `malloc(3)` schlägt fehl
- Fehlerhafte Benutzereingaben (z.B. nicht existierende Datei)  
⇒ `fopen(3)` schlägt fehl
- Transiente Fehler (z.B. nicht erreichbarer Server)  
⇒ `connect(2)` schlägt fehl



## Fehlerbehandlung

- Gute Software erkennt Fehler:
  - führt eine angebrachte Behandlung durch
  - gibt aussagekräftige Fehlermeldungen aus
- Kann das Programm trotz des Fehlers sinnvoll weiterlaufen?
- Beispiel 1: Ermittlung des Hostnamens zu einer IP-Adresse für Log
  - ⇒ Fehlerbehandlung: IP-Adresse im Log eintragen, Programm läuft weiter
- Beispiel 2: Öffnen einer zu kopierenden Datei schlägt fehl
  - ⇒ Fehlerbehandlung: Kopieren nicht möglich, Programm beenden
  - ⇒ Oder den Kopiervorgang bei der nächsten Datei fortsetzen
  - ⇒ Entscheidung liegt beim Softwareentwickler



## Fehler in Bibliotheksfunktionen

- Fehler treten häufig in Funktionen der C-Bibliothek auf
  - erkennbar i.d.R. am Rückgabewert (Manpage!)
- Die Fehlerursache wird meist über die globale Variable `errno` übermittelt
  - Bekanntmachung im Programm durch Einbinden von `errno.h`
  - Bibliotheksfunktionen setzen `errno` nur im Fehlerfall
  - Fehlercodes sind immer `>0`
  - Fehlercode für jeden möglichen Fehler (siehe `errno(3)`)
- Fehlercodes können mit `perror(3)` und `strerror(3)` ausgegeben bzw. in lesbare Strings umgewandelt werden

```
1 char *mem = malloc(...); /* malloc gibt im Fehlerfall */
2 if(NULL == mem) { /* NULL zurück */
3 fprintf(stderr, "%s:%d: malloc failed with reason: %s\n",
4 __FILE__, __LINE__-3, strerror(errno));
5 perror("malloc"); /* Alternative zu strerror + fprintf */
6 exit(EXIT_FAILURE); /* Programm mit Fehlercode beenden */
7 }
```



## Erweiterte Fehlerbehandlung

- Signalisierung von Fehlern normalerweise durch Rückgabewert
- Nicht bei allen Funktionen möglich, z.B. `getchar(3)`
- Rückgabewert `EOF` sowohl im Fehlerfall als auch bei End-of-File
- Erkennung im Fall von I/O-Streams mit `ferror(3)` und `feof(3)`

```
1 int c;
2 while ((c=getchar()) != EOF) { ... }
3 /* EOF oder Fehler? */
```

```
1 int c;
2 while ((c=getchar()) != EOF) { ... }
3 /* EOF oder Fehler? */
4 if(ferror(stdin)) {
5 /* Fehler */
6 ...
7 }
```




## Debuggen

```
1 gcc -g -pedantic -Wall -Werror -O2 -std=c99 -D_XOPEN_SOURCE=500
```

- `-g`: aktiviert das Einfügen von Debug-Symbolen
- `gdb`: Standard-Debugger
- `cgdb`: "schönerer" Debugger
- `gdb ./a.out`
- `cgdb --args ./a.out arg0 arg1 ...`



### ■ Strings:

"hallo"  $\equiv$  

- `char* s = "hallo"`
- `strlen(hallo)? sizeof(s)?`

### ■ `malloc()`

```
1 void *malloc(size_t size);
2 void free(void *ptr);
```

- `malloc()` reserviert mindestens `size` Byte Speicher
- Der Speicher muss mit `free()` wieder freigegeben werden

### ■ Was ist ein Segfault?

⇒ Zugriff auf Speicher der dem Prozess nicht zugeordnet ist  
≠ Speicher der reserviert ist

