# Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Peter Wägemann, Sebastian Maier, Heiko Janker
(Lehrstuhl Informatik 4)

Übung 7


Sommersemester 2015

# Inhalt



# Inhalt



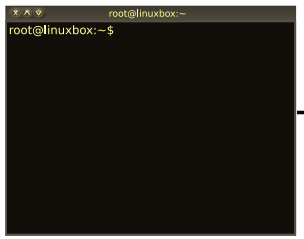
# Terminal - historisches (etwas vereinfacht)

- Als die Computer noch größer waren:

Seriell — Computer

1

- Als das Internet noch langsam war:



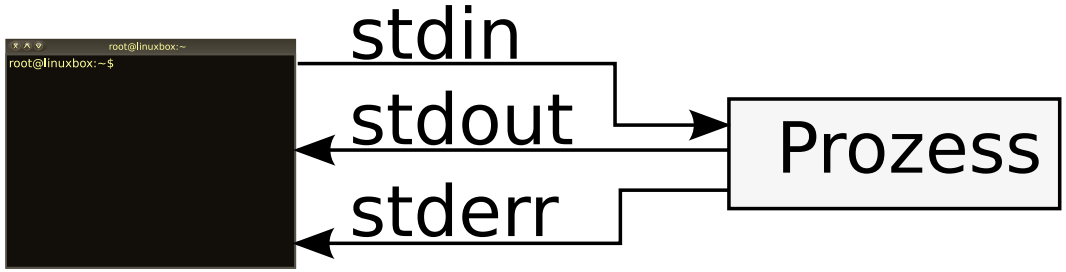

Netzwerk / DFÜ — Server

- Farben, Positionssprünge, etc werden durch spezielle Zeichenfolgen ermöglicht

[1] Televideo 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

# Die Shell

- Wichtige Komandos
  - `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`

    $\Rightarrow$ 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:
    - AVR-Studio ohne Projekt
    - Notepad++
  - Dateizugriff über das Netzwerk
  - Übersetzen und Test unter Linux (z.B. via Putty)

# Übersetzen

- Wir Testen die Abgaben mit:

```
1 gcc -pedantic -Wall -Werror -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 C-Standard entsprechen
  - `-Wall` Warnt vor möglichen Fehlern (z.B.: `if(x = 7)`)
- diese Optionen führen zwar oft zu nervenden Warnungen, helfen aber auch dabei, Fehler schnell zu erkennen.
- `-std=c99` Setzt verwendeten Standard auf C99
- `-Werror` wandelt Warnungen in Fehler um
- `-D_XOPEN_SOURCE=500` Fügt unter anderem die POSIX Erweiterungen hinzu die in C99 nicht enthalten sind
- `-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)`

```
# man [section] Begriff
man 3 printf
```

- Suche nach Sections: `man -f Begriff`
- Suche von man-Pages zu einem Stichwort: `man -k Stichwort`

# Inhalt



# Fehlerursachen

- Fehler können aus unterschiedlichsten Gründen im Programm 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 und gibt eine aussagekräftige Fehlermeldung 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)`

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

- 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? */
4 if(ferror(stdin)) {
5   /* Fehler */
6   ...
7 }
```

# Kommandozeilenparameter

```
1 ...
2 int main(int argc, char *argv[]){
3   strcmp(argv[argc - 1], ... )
4   ...
5   return EXIT_SUCCESS;
6 }
```

- Übergabeparameter:
  - `main()` bekommt vom Betriebssystem Argumente
  - `argc`: Anzahl der Argumente
  - `argv`: Vektor aus Strings der Argumente (Indices von 0 bis argc-1)
- Rückgabeparameter:
  - Rückgabe eines Wertes an das Betriebssystem
  - Zum Beispiel Fehler des Programms: `return EXIT_FAILURE;`

# Inhalt



# Aufgabe: cworld

- Ausgabe von “Hello World” unter Verwendung von malloc und strcpy
  - Allokieren von Speicher für Zeichenfolge (`malloc(3)`, `strlen(3)`)
  - Kopieren der Zeichenfolge in den allokierten Speicher (`strcpy(3)`)
  - Ausgabe (`printf(3)`):
    `Der Inhalt von pCH lautet: "<Inhalt von pCH>". pH zeigt auf <Adresse von pH>; pCH zeigt auf <Adresse von pCH>;`
  - Freigabe des allokierten Speichers (`free(3)`)
- Behandlung von Fehlern (Ausgabe über `stderr`)

# Allgemeine Hinweise

- Nur soviel Speicher anlegen wie notwendig
- Fehlerüberprüfung von `malloc`

```
1 char* s = (char *) malloc(strlen(...) + 1);
2 if(s == NULL){
3   perror("malloc");
4   exit(EXIT_FAILURE);
5 }
```

- Fehlerüberprüfung von `printf` (ab jetzt) nicht mehr notwendig
- Formatierungsstrings: `%s`, `%d`, `%c`, `%p`, `...`
- Dereferenzierungsoperator: `*`
- Addressoperator: `&`

# Hinweise zu malloc

- `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

# Inhalt



# Arbeiten im Terminal

- Navigieren/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 .
```

- Kompilieren:

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

- Bereits eingegebene Befehle: Pfeiltaste nach oben

# Debuggen

```
1 gcc -g -pedantic -Wall -Werror -O0 -std=c99 -D_XOPEN_SOURCE=500
```

- `-g`: aktiviert das Einfügen von Debug-Symbolen
- `gdb`: Standard-Debugger
  - `gdb ./a.out`
- `cgdb`: „schönerer“ Debugger
  - `cgdb --args ./a.out arg0 arg1 ...`
- Kommandos
  - `b(reak)`: Breakpoint setzen
  - `r(un)`: Programm bei `main()` starten
  - `n(ext)`: nächste Anweisung (nicht in Unterprogramme springen)
  - `s(tep)`: nächste Anweisung (in Unterprogramme springen)
  - `p(rint) <var>`: Wert der Variablen `var` ausgeben

⇒ **Debuggen ist effizienter als Trial-and-Error!**