Übungen zu Systemnahe Programmierung in C

Abschnitt 10.1: Linux Einführung

29.06.2020

Tim Rheinfels
Benedict Herzog
Bernhard Heinloth

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

Terminal - Historisches (etwas vereinfacht)

- Als die Computer noch größer waren:

Seriell — Computer

Televideo 925 (Public Domain: Wtshymanski @Wikipedia)

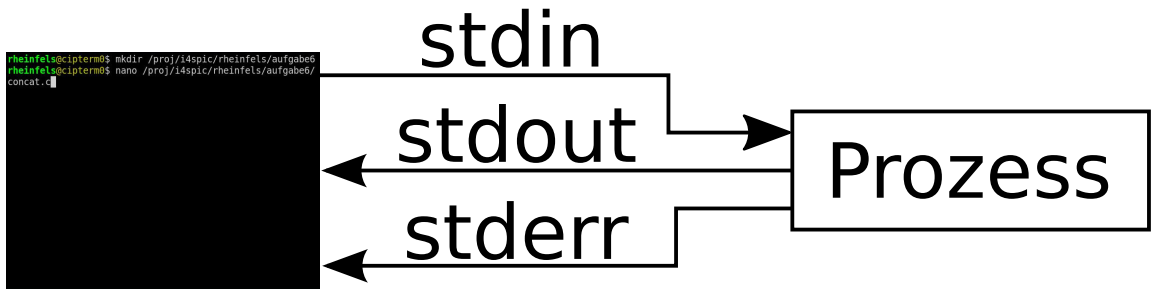
- Als das Internet noch langsam war:

Netzwerk — Server

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

Terminal - Funktionsweise

- Drei Standardkanäle für Ein- und Ausgaben



`stdin` Eingaben

`stdout` Ausgaben

`stderr` Fehlermeldungen

- Standardverhalten
  - Eingaben kommen von der Tastatur
  - Ausgaben & Fehlermeldungen erscheinen auf dem Bildschirm

Terminal - Standardkanäle umleiten

- `stdout` in Datei schreiben

```
01 find . > ordner.txt
```

- `stdout` als `stdin` für anderer Programme

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

- Vorteil von `stderr`
  - ⇒ Fehlermeldungen werden weiterhin am Terminal ausgegeben
- Übersicht
  - `>` Standardausgabe `stdout` in Datei schreiben
  - `>>` Standardausgabe `stdout` an exist. Datei anhängen
  - `2>` Fehlerausgabe `stderr` in Datei schreiben
  - `<` Standardeingabe `stdin` aus Datei einlesen
  - `|` Ausgabe eines Befehls als Eingabe für anderen Befehl

Shell - Wichtige Kommandos

- Wechseln in ein Verzeichnis mit `cd` (change directory)

```
01 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX/  # absolut in Ordner
02 cd aufgabe5/                       # relativ zum aktuellen Ordner
03 cd ~                               # Benutzerverzeichnis (Home)
04 cd ..                              # übergeordnete Verzeichnis
```

- Verzeichnisinhalt auflisten mit `ls` (list directory)

```
01 ls                          # zeige Dateien im akt. Ordner
02 ls -A                       # zeige auch versteckte Dateien
03 ls -lh                      # zeige mehr Metadaten
```

Shell - Wichtige Kommandos

- Datei oder Ordner kopieren mit `cp` (copy)

```
01 # Kopiere Datei ampel.c aus dem Home in Projektverzeichnis
02 cp ~/ampel.c /proj/i4spic/xy42abcd/aufgabe5/ampel.c
03
04 # Kopiere Ordner aufgabe5/ aus dem Home in Projektverzeichnis
05 cp -r ~/aufgabe5/ /proj/i4spic/xy42abcd/
```

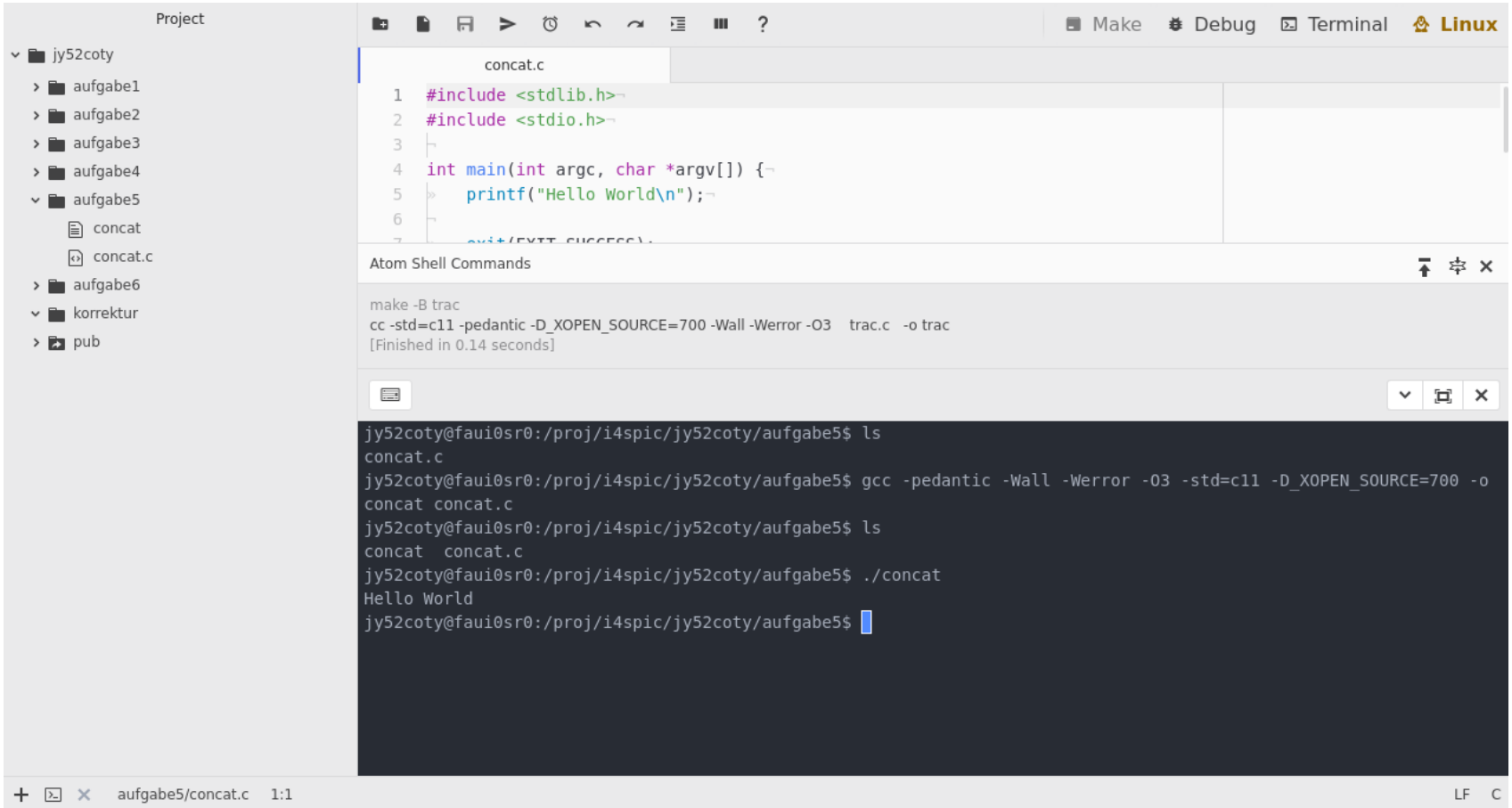
- Datei oder Ordner unwiederbringlich löschen mit `rm` (remove)

```
01 # Lösche Datei test1.c im aktuellen Ordner
02 rm test1.c
03
04 # Lösche Unterordner aufgabe1/ mit allen Dateien
05 rm -r aufgabe1
```

Shell - Programme beenden

- Per Signal: `CTRL-C` (kann von Programmen ignoriert werden)
- Von einer anderen Konsole aus: `killall concat` beendet alle Programme mit dem Namen “concat”
- Von der selben Konsole aus:
  - `CTRL-Z` hält den aktuell laufenden Prozess an
  - `killall concat` beendet alle Programme namens `concat`
    - ⇒ Programme anderer Benutzer dürfen nicht beendet werden
  - `fg` setzt den angehaltenen Prozess fort
- Wenn nichts mehr hilft: `killall -9 concat`

SPiC IDE (Linux)



- **Terminal**: öffnet ein Terminal und startet eine Shell
  - effiziente Interaktion mit dem System
  - optional Vollbild
- **Debug**: startet den Debugmodus
- **Make**: siehe nächste Woche

Übersetzen & Ausführen

- Programm mit dem GCC übersetzen

```
01 gcc -pedantic -Wall -Werror -O3 -std=c11 -D_XOPEN_SOURCE=700 -o
     ↪ concat concat.c
```

`gcc`	ruft den Compiler auf (GNU Compiler Collection)
`-pedantic`	aktiviert Warnungen (Abweichungen vom C-Standards)
`-Wall`	aktiviert Warnungen (typische Fehler, z.B.: `if(x = 7)`)
`-Werror`	wandelt Warnungen in Fehler um
`-O3`	aktiviert Optimierungen (Level 3)
`-std=c11`	setzt verwendeten Standard auf C11
`-D_XOPEN_SOURCE=700`	fügt POSIX Erweiterungen hinzu
`-o concat`	legt Namen der Ausgabedatei fest (Standard: `a.out`)
`concat.c …`	zu kompilierende Datei(en)

- Ausführen des Programms mit `./concat`
- Abgaben werden von uns mit diesen Optionen getestet

Übersetzen & Ausführen

- Programm mit dem GCC übersetzen
  (inklusive Debugsymbole und ohne Optimierungen)

```
01 gcc -pedantic -Wall -Werror -O0 -std=c11 -D_XOPEN_SOURCE=700 -g -
       ↪ o concat concat.c
```

-O0 verhindert Optimierungen des Programms
-g belässt Debugsymbole in der ausführbaren Datei

⇒ ermöglicht dem Debugger Verweise zur Quelldatei herzustellen

- Hinweis: Pfeiltaste ⇑ iteriert durch frühere Befehle

⇒ GCC Aufruf nur einmal tippen

Valgrind

- Informationen über:
  - Speicherlecks (malloc()/free())
  - Zugriffe auf nicht gültigen Speicher
- Ideal zum Lokalisieren von Segmentation Faults (SIGSEGV)
- Aufrufe:
  - `valgrind ./concat`
  - `valgrind --leak-check=full --show-reachable=yes ↪ --track-origins=yes ./concat`
- Die Ausgabe ist deutlich hilfreicher, wenn das analysierte Binary mit Debugsymbolen gebaut wird

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)`

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

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

Linux `libc`-API

- Abgespeckte (hübschere) Version der Manpages
- Bieten nur eine Übersicht, keine vollständige Spezifikation
- Aus der SPiC-IDE abrufbar (`Hilfe`-Button wenn im Linux-Modus)
- Auf der Webseite zu finden

  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS20/V_SPIC/Linux/libc-api/`

- Unsere Übersicht ersetzen die Manpages nicht
- In der Klausur: ausgedruckte Manpages!