Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

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

Wintersemester 2014/2015

Inhalt

Aufgabe: cworld

Aufgabe: trac

POSIX Verzeichnisschnittstelle
- opendir, closedir, readdir
- Fehlerbehandlung bei readdir
- Verwendung von stat

Aufgabe: printdir

Zusammenfassung

Anhang
- Arbeiten im Terminal
- Debuggen

Inhalt

Aufgabe: cworld

- 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: `&`

Inhalt

Aufgabe: trac

- Funktionsprototypen:
  - `void func(void); //kein void func();`
  - `int main(int argc, char* argv[]);`
- Zugriff auf Kommandozeilenparameter:
  - `char* arg0 = argv[1]`
  - `char c = arg0[0]`
  - `char* lastArg = argv[argc-1]`
- Fehlerbehandlung:
  - Jede falsche Benutzereingabe abfangen

    $\Rightarrow$ den DAU annehmen ☺
  - Aussagekräftige Fehlermeldungen

Inhalt

opendir, closedir, readdir

- Funktions-Prototypen (details siehe Vorlesung)

```
1 #include <sys/types.h>
2 #include <dirent.h>
3 DIR *opendir(const char *dirname);
4 int closedir(DIR *dirp);
5 struct dirent *readdir(DIR *dirp);
```

- Rückgabewert von `readdir`
  - Zeiger auf Datenstruktur vom Typ `struct dirent`
  - `NULL`, wenn `EOF` erreicht wurde **oder** im Fehlerfall

  ⇝ bei `EOF` bleibt errno unverändert (auch wenn `errno != 0`), im Fehlerfall wird `errno` entsprechend gesetzt

Einschub: Komma-Operator

- Funktionsweise:
  1. Auswertung des ersten Ausdrucks (Verwerfen dieses Ergebnisses)
  2. Auswertung des zweiten Ausdrucks (Rückgabe dieses Ergebnisses)

```
1 int c = (add(3,2), sub(3,2));
```

- Geeignet für Initialisierungen vor Überprüfung der Schleifenbedingung

⇒ cli/sti

```
1 while(cli(), event != 0){
2   sleep_enable();
3   sei();
4   sleep_cpu();
5   ...
6 }
```

- Elegant, aber keine Notwendigkeit!

Fehlerbehandlung bei readdir

- Fehlerprüfung durch Setzen und Prüfen von `errno`:

```
1  #include <errno.h>
2  ...
3      struct dirent *ent;
4      while(1) {
5          errno = 0;
6          ent = readdir(...);
7          if(ent == NULL) break;
8          ... /* keine weiteren break-Statements in der Schleife */
9      }
10     /* EOF oder Fehler? */
11     if(errno != 0) {
12         /* Fehler */
13         ...
14     }
```

- `errno=0` unmittelbar vor Aufruf der problematischen Funktion

⇒ `errno` wird nur im Fehlerfall gesetzt und bleibt sonst evtl. unverändert

- Abfrage der errno unmittelbar nach Rückgabe des pot. Fehlerwerts

⇒ `errno` könnte sonst durch andere Funktion verändert werden

Fehlerbehandlung bei readdir

- Fehlerprüfung durch Setzen und Prüfen von `errno`:

```
1  #include <errno.h>
2  ...
3      struct dirent *ent;
4      while(errno=0, (ent=readdir()) != NULL) {
5          ... /* keine weiteren break-Statements in der Schleife */
6      }
7      /* EOF oder Fehler? */
8      if(errno != 0) {
9          /* Fehler */
10         ...
11     }
```

- `errno=0` unmittelbar vor Aufruf der problematischen Funktion

⇒ `errno` wird nur im Fehlerfall gesetzt und bleibt sonst evtl. unverändert

- Abfrage der errno unmittelbar nach Rückgabe des pot. Fehlerwerts

⇒ `errno` könnte sonst durch andere Funktion verändert werden

- Zuweisungsausdruck hat nach Zuweisung Wert des **li. Operanden**
- Keine Hilfsfunktion hier (`ferror()` bei `getchar()`)

Datei-Attribute ermitteln: stat

- `readdir(3)` liefert **nur Name und Typ** eines Verzeichniseintrags
- Weitere Attribute stehen im **Inode**
- `stat(2)` Funktions-Prototyp:

```
1 #include <sys/types.h>
2 #include <sys/stat.h>
3 int stat(const char *path, struct stat *buf);
```

- Argumente:
  - `path`: Dateiname
  - `buf`: Zeiger auf Puffer, in den Inode-Informationen eingetragen werden
- Rückgabewert: `0` wenn OK, `-1` wenn Fehler
- Beispiel:

```
1 struct stat buf;
2 stat("/etc/passwd", &buf); /* Fehlerabfrage ... */
3 printf("Inode-Nummer: %ld\n", buf.st_ino);
```

Das struct stat

- Ausgewählte Elemente
  - `dev_t st_dev` Gerätenummer (des Dateisystems) = Partitions-Id
  - `ino_t st_ino` Inodenummer (Tupel `st_dev`, `st_ino` eindeutig im System)
  - `mode_t st_mode` Dateimode, u.a. Zugriffs-Bits und Dateityp
  - `nlink_t st_nlink` Anzahl der (Hard-) Links auf den Inode
  - `uid_t st_uid` UID des Besitzers
  - `gid_t st_gid` GID der Dateigruppe
  - `dev_t st_rdev` DeviceID, nur für Character oder Blockdevices
  - `off_t st_size` Dateigröße in Bytes
  - `time_t st_atime` Zeit des letzten Zugriffs (in Sekunden seit 1.1.1970)
  - `time_t st_mtime` Zeit der letzten Veränderung (in Sekunden ...)
  - `time_t st_ctime` Zeit der letzten Änderung der Inode-Information (...)
  - `unsigned long st_blksize` Blockgröße des Dateisystems
  - `unsigned long st_blocks` Anzahl der von der Datei belegten Blöcke

stat / lstat: st_mode

- `st_mode` enthält Informationen über den Typ des Eintrags:
  - `S_IFMT` 0170000 bitmask for the file type bitfields
  - `S_IFSOCK` 0140000 socket
  - `S_IFLNK` 0120000 symbolic link
  - `S_IFREG` 0100000 regular file
  - `S_IFBLK` 0060000 block device
  - `S_IFDIR` 0040000 directory
  - `S_IFCHR` 0020000 character device
  - `S_IFIFO` 0010000 FIFO

```
1 if( (ent.st_mode & S_IFMT) == S_IFREG) ...
```

- Zur einfacheren Auswertung werden Makros zur Verfügung gestellt:
  - `S_ISREG(m)` - is it a regular file?
  - `S_ISDIR(m)` - directory?
  - `S_ISCHR(m)` - character device?
  - `S_ISLNK(m)` - symbolic link?

Inhalt

Aufgabe: printdir

- `opendir(3)` bekommt einen Pfad
- `readdir(3)` liefert nur einen Dateinamen
- `stat(3)` weiß nicht auf welchen Pfad sich dieser Dateiname bezieht

⇒ `stat()` braucht einen vollständigen Pfad mit Datei

⇒ `strncpy(3)`, `strncat(3)`, `snprintf(3)`

⇒ Beim Kopieren von Zeichenketten muss man aufpassen, dass immer genug Speicher zur Verfügung steht.

- `argc/argv` -> Vergleiche Vorlesung 16-10f

Inhalt

Zusammenfassung

- Zugriff auf Kommandozeilenparameter
- Kommaoperator, Zuweisungsoperator
- POSIX Verzeichnisschnittstelle
  - opendir
  - readdir
  - stat
  - ...

Inhalt

Arbeiten im Terminal

- Navigieren/Kopieren:

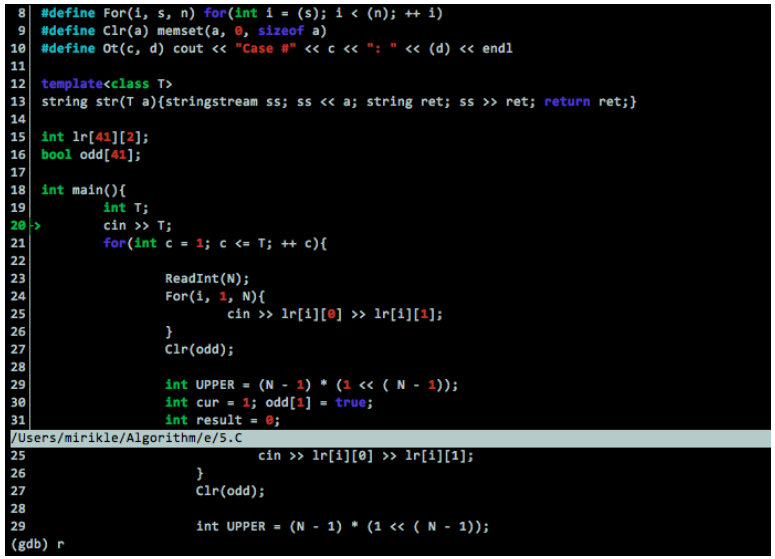
```
1 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX
2 cp /proj/i4spic/pub/aufgabeX/vorgabe.h .
3 /proj/i4spic/bin/submit aufgabeX
```

- Kompilieren:

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

- Bereits eingegebene Befehle: Pfeiltaste nach oben

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 (im CIP installiert, Probleme bei `getchar()`)
- `gdb ./a.out`
- `cgdb --args ./a.out arg0 arg1 ...`

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

Debuggen: Kommandos

```
 8  #define For(i, s, n) for(int i = (s); i < (n); ++ i)
 9  #define Clr(a) memset(a, 0, sizeof a)
10  #define Ot(c, d) cout << "Case #" << c << ": " << (d) << endl
11
12  template<class T>
13  string str(T a){stringstream ss; ss << a; string ret; ss >> ret; return ret;}
14
15  int lr[41][2];
16  bool odd[41];
17
18  int main(){
19          int T;
20->        cin >> T;
21          for(int c = 1; c <= T; ++ c){
22
23                  ReadInt(N);
24                  For(i, 1, N){
25                          cin >> lr[i][0] >> lr[i][1];
26                  }
27                  Clr(odd);
28
29                  int UPPER = (N - 1) * (1 << ( N - 1));
30                  int cur = 1; odd[1] = true;
31                  int result = 0;
/Users/mirikle/Algorithm/e/5.C
25                          cin >> lr[i][0] >> lr[i][1];
26                  }
27                  Clr(odd);
28
29                  int UPPER = (N - 1) * (1 << ( N - 1));
(gdb) r
```

- `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