

Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Sebastian Maier
(Lehrstuhl Informatik 4)

Übung 8



Sommersemester 2016



Inhalt

Dateien & Dateikanäle

Dateikanäle
Ein-/Ausgaben

POSIX Verzeichnisschnittstelle

Dateisystem: Dateien, Verzeichnisse und inodes
opendir, closedir, readdir
Fehlerbehandlung bei readdir
Verwendung von stat

Aufgabe: printdir

Hands-on: simple grep



Inhalt

Dateien & Dateikanäle

Dateikanäle
Ein-/Ausgaben

POSIX Verzeichnisschnittstelle

Aufgabe: printdir

Hands-on: simple grep



Dateikanäle

- Ein- und Ausgaben erfolgen über gepufferte Dateikanäle
- `FILE *fopen(const char *path, const char *mode);`
 - öffnet eine Datei zum Lesen oder Schreiben (je nach mode)
 - liefert einen Zeiger auf den erzeugten Dateikanal
 - `r` Lesen
 - `r+` Lesen & Schreiben
 - `w` Schreiben; Datei wird ggf. erstellt oder Inhalt ersetzt
 - `w+` Lesen & Schreiben; Datei wird ggf. erstellt oder Inhalt ersetzt
 - `a` Schreiben am Ende der Datei; Datei wird ggf. erstellt
 - `a+` Schreiben am Ende der Datei; Lesen am Anfang; Datei wird ggf. erstellt
- `int fclose(FILE *fp);`
 - schreibt ggf. gepufferte Ausgabedaten des Dateikanals
 - schließt anschließend die Datei



- standardmäßig geöffnete Dateikanäle
 - `stdin` Eingaben
 - `stdout` Ausgaben
 - `stderr` Fehlermeldungen
- `int fgetc(FILE *stream);`
 - liest ein einzelnes Zeichen aus der Datei
- `char *fgets(char *s, int size, FILE *stream);`
 - liest max. size Zeichen in einen Buffer ein
 - stoppt bei Zeilenumbruch und EOF
- `int fputc(int c, FILE *stream);`
 - schreibt ein einzelnes Zeichen in die Datei
- `int fputs(const char *s, FILE *stream);`
 - schreibt einen null-terminierten String (ohne das Null-Zeichen)



Dateien & Dateikanäle

POSIX Verzeichnisschnittstelle

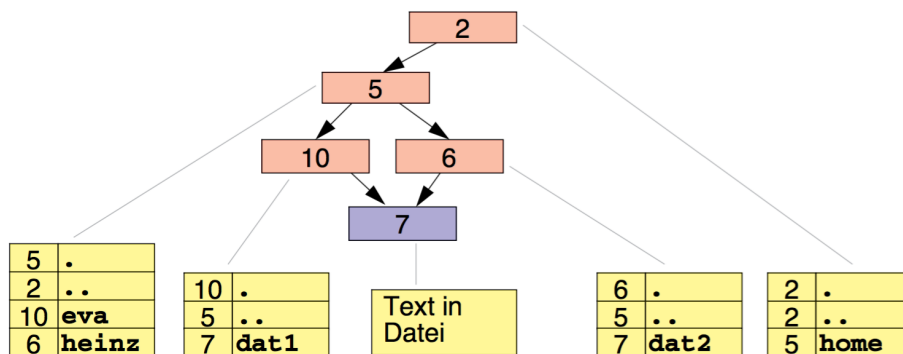
Dateisystem: Dateien, Verzeichnisse und inodes
`opendir`, `closedir`, `readdir`
Fehlerbehandlung bei `readdir`
Verwendung von `stat`

Aufgabe: `printdir`

Hands-on: `simple grep`



Dateisystem: Dateien, Verzeichnisse und inodes



`inode` enthält Dateiattribute & Verweise auf Datenblöcke

`Verzeichnis` spezielle Datei mit Paaren aus Namen & inode-Nummer



opendir, closedir, readdir

- Funktions-Prototypen (Details siehe Vorlesung)

```
1 #include <sys/types.h>
2 #include <dirent.h>
3
4 DIR *opendir(const char *dirname);
5 int closedir(DIR *dirp);
6 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



struct dirent

```
1 struct dirent {
2     ino_t      d_ino;        // inode number
3     off_t      d_off;        // not an offset; see NOTES
4     unsigned short d_reclen; // length of this record
5     unsigned char d_type;     // type of file; not supported
6                             // by all filesystem types
7     char        d_name[256]; // filename
8 };
```

- entnommen aus Manpage readdir(3)
- nur d_name und d_ino Teil des POSIX-Standards
- relevant für uns: Dateiname (d_name)



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/sei

```
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` Inodennummer (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 mode_t m = stat_buf.st_mode;
2 if( (m & 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

Dateien & Dateikanäle

POSIX Verzeichnisschnittstelle

Aufgabe: `printdir`

Hands-on: `simple grep`



Aufgabe: printdir

- Iteration über alle via Parameter übergebene Verzeichnisse
- Ausgabe aller darin enthaltenen Einträge mit Größe und Name
- Anzeige der Anzahl von regulären Dateien und deren Gesamtgröße (pro Verzeichnis)
- Relevante Funktionen:
 - `opendir(3)` bekommt einen Pfad
 - `readdir(3)` liefert nur einen Dateinamen
 - `stat(3)` weiß nicht auf welchen Pfad sich dieser Dateiname bezieht
 - ⇒ `stat(3)` 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.
- Fehlerbehandlung:
 - Jede falsche Benutzereingabe abfangen
 - ⇒ den DAU annehmen ☺
 - Aussagekräftige Fehlermeldungen



Inhalt

Dateien & Dateikanäle

POSIX Verzeichnisschnittstelle

Aufgabe: printdir

Hands-on: simple grep



Hands-on: simple grep (1)

```
1 # Usage: ./sgrep <text> <files...>
2 $ ./sgrep "SPiC" klausur.tex aufgabe3.tex
3 Klausur im Fach SPiC
4 SPiC Aufgabe 3
5 SPiC ist cool
```

- Einfache Variante des Kommandozeilentools `grep(1)`
- Durchsucht den Inhalt mehrerer Dateien nach einer Zeichenkette und gibt alle Zeilen aus, die diese Zeichenkette enthalten
- Ablauf
 - Dateien zeilenweise einlesen
 - Zeile nach Zeichenkette durchsuchen
 - Zeile ggf. auf `stdout` ausgeben
- Sinnvolle Fehlerbehandlung beachten
 - Fehlende Dateien melden und überspringen
 - Fehlermeldungen auf `stderr` ausgeben



Hands-on: simple grep (2)

- Hilfreiche Funktionen:
 - `fopen(3)` ⇒ Öffnen einer Datei
 - `fgets(3)` ⇒ Einlesen einer Zeile
 - `fputs(3)` ⇒ Ausgeben einer Zeile
 - `fclose(3)` ⇒ Schließen einer Datei
 - `strstr(3)` ⇒ Suche eines Teilstrings

```
1 char *strstr(const char *haystack, const char *needle);
```

```
1 # Usage: ./sgrep [-i] <text> <files...>
2 $ ./sgrep -i "spic" klausur.tex aufgabe3.tex
3 klausur.tex:13: Klausur im Fach SPiC
4 aufgabe3.tex:32: SPiC Aufgabe 3
5 aufgabe3.tex:56: SPiC ist cool
```

- Erweiterung
 - `strstr(3)` selbst implementieren
 - Ausgabe von Dateinamen/Zeilenummer vor jeder Zeile
 - Ignorieren der Groß-/Kleinschreibung mit Option `-i`

