Übungen Betriebssysteme (BS)

U5 – Dateioperationen

CORONA-EDITION

https://sys.cs.tu-dortmund.de/DE/Teaching/SS2021/BS/

Peter Ulbrich

peter.ulbrich@tu-dortmund.de

https://sys.cs.tu-dortmund.de/EN/People/ulbrich/

technische universität
dortmund

Agenda

- Besprechung Aufgabe 4 – Speicherverwaltung
- Dateieigenschaften und fstat(2)
- Arbeiten mit Dateien
- Aufgabe 5 – Dateioperationen

Besprechung Aufgabe 4

→ Foliensatz Besprechung

Arbeiten mit Dateien

- Typische Operationen: Öffnen, Lesen/Schreiben, Schließen
- Unter Linux mehrere Möglichkeiten
  - Syscall-Wrapper der C-Bibliothek („low-level“), z.B. **open(2)**

```
int open(const char *path, int flags)
    syscall(__NR_open, path, flags)
```

  - Abstrakte Stream-Schnittstelle der C-Bibliothek („high-level“), z.B. **fopen(3)**

```
FILE* fopen(const char *path, const char *mode)
    Abstraktion von Filedeskriptor → Stream (FILE*)
        open(path, flags)
```

„low-level“-Dateioperationen

- **open(2)**: Datei öffnen
  - int open(const char *path, int flags)
  - flags: Nur lesen (O_RDONLY), ggf. erstellen (O_CREAT), ...
  - Gibt Dateideskriptor zurück, der für andere Funktionen verwendet wird
- **read(2)**: Aus Datei lesen
  - size_t read(int fd, void *buf, size_t count)
- **lseek(2)**: Schreib-/Leseposition verändern
  - off_t lseek(int fd, off_t offset, int whence)
- **close(2)**: Offene Datei schließen
  - int close(int fd)
- Standardisiert u.a. in POSIX.1-2001

„low-level“-Beispiel

```c
#define READ_SIZE 64

int main(void) {
    int fd = 0;
    char buf[READ_SIZE+1] = {0};

    if ((fd = open("somefile", O_RDONLY)) == -1) { /* … Fehler … */ }
    if (read(fd, buf, READ_SIZE) < READ_SIZE) {
        /* Die Datei ist kleiner als 64 Byte */
    }

    buf[READ_SIZE] = 0;
    printf("Die ersten 64 Zeichen von somefile sind %s\n", buf);

    if (lseek(fd, 1000, SEEK_SET) != 1000) {
        /* Fehler */
    }

    if (read(fd, buf, 1) < 1) { /* … Fehler … */ }
    printf("An Position 1000 steht das Zeichen %c\n", buf[0]);

    if (close(fd) == -1) { /* … Fehler … */ }
}
```

C-Streams

- Abstrakter, plattformübergreifender Kommunikationskanal zu
  - einem Gerät / einer Datei
  - einem Prozess
  - …
- Interne Pufferung
  - Blockweises Lesen → Höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit
- Abstraktion vom eigentlichen Datenstrom
  - Unabhängiges Lesen und Schreiben an verschiedenen Positionen
- Stream-Repräsentation durch struct FILE
  - Zeiger auf Lese-/Schreibpuffer, aktuelle Positionen, …
- Definierte Standardstreams: stdin, stdout, stderr

„high-level“-Dateioperationen

- **fopen(3)**: Datei öffnen
  - FILE *fopen(const char *path, const char *mode)
  - mode: Z.B. „r“ (lesen), „r+“ (schreiben+lesen), „a“ (anhängen), ...
  - Gibt Zeiger auf neu erstellte FILE-Struktur zurück
- **fread(3)**: Aus Datei lesen
  - size_t fread(void *buf, size_t itemsize, size_t count, FILE *stream)
- **fseek(3)**: Schreib-/Leseposition verändern
  - int fseek(FILE *stream, long offset, int whence)
- **fclose(3)**: Offene Datei schließen
  - int fclose(FILE *stream)
- Ebenfalls u.a. in POSIX.1-2001 standardisiert
- Teil des C-Standards → plattformunabhängig

„high-level“-Beispiel

```c
#define READ_SIZE 64

int main(void) {
    FILE *somefile;
    char buf[READ_SIZE+1] = {0};

    if ((somefile = fopen("somefile", "r")) == NULL) { /* Fehler */ }
    if (fread(buf, sizeof(*buf), READ_SIZE, somefile) < READ_SIZE) {
        /* Die Datei ist kleiner als 64 Zeichen */
    }

    buf[READ_SIZE] = 0;
    printf("Die ersten 64 Zeichen von somefile sind %s\n", buf);

    if (fseek(somefile, 1000, SEEK_SET) == -1) {
        /* Fehler */
    }

    if (fread(buf, sizeof(*buf), 1, somefile) < 1) { /* Fehler */ }
    printf("An Position 1000 steht das Zeichen %c\n", buf[0]);

    if (fclose(somefile) == -1) { /* Fehler */ }
}
```


„high-level“ Operationen #2

- ftell(3)
  - long ftell(FILE *stream)
  - Gibt den Datei-Positionszeiger für den Stream stream aus
- fscanf(3)
  - int fscanf(FILE *stream, const char *format, …)
  - Liest den Inhalt einer Datei aus und filtert über den Formatstring Variablen heraus
  - Funktioniert prinzipiell genau wie scanf(3), mit denselben Platzhaltern im Formatstring
- fprintf(3)
  - int fprintf(FILE *stream, const char *format, …)
  - Schreibt einen formatierten String in eine Datei
  - Funktioniert prinzipiell genau wie printf(3), mit denselben Platzhaltern im Formatstring

Dateigröße bestimmen

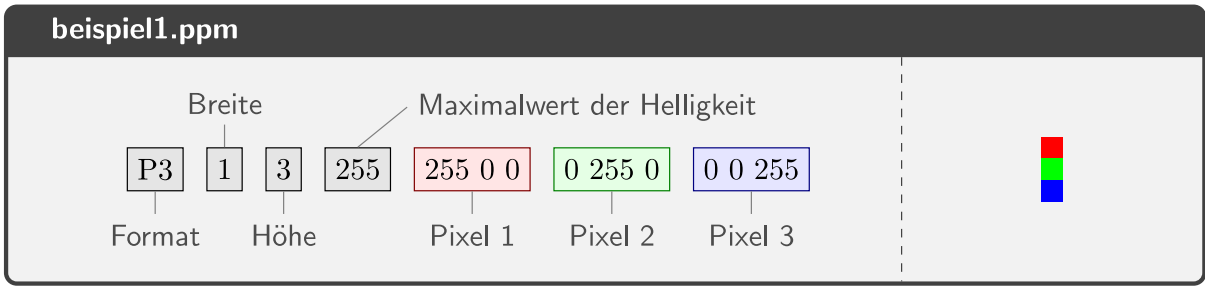
```c
int main(void) {
    FILE *somefile;
    long filesize = 0;
    if ((somefile = fopen("somefile", "r")) == NULL) { /* Fehler */ }

    /* ans Ende springen */
    if (fseek(somefile, 0L, SEEK_END)) {/* Fehler */}
    /* aktuelle Position innerhalb Datei == Dateigröße */
    filesize = ftell(somefile);
    if (filesize == -1) { /* Fehler */ }

    printf("Die Datei hat %d bytes", filesize);

    if (fclose(somefile) == -1) { /* Fehler */ }
}
```


Portable Anymaps

- Sehr einfaches, von Menschen lesbares Dateiformat für Bilddateien
- 3 Unterformate:
  - Portable Bitmap (PBM) für schwarzweiße Bilder
  - Portable Graymap (PGM) für Bilder mit Graustufen
  - **Portable Pixmap (PPM) für Bilder mit Farben**
- Für das Übungsblatt werden wir uns nur mit Portable Pixmaps beschäftigen.

Portable Anymaps – Beispiel

- Dateianfang mit Header:
  - Eigenschaften des Bildes (Format, Breite, Höhe, Maximalwert)
  - Leerraum (ein oder mehrere Leerzeichen, Tabulatorzeichen, *Carriage Return*, *Line Feed*) zwischen Parametern



Portable Anymaps

- Beispiel-PPM-Dateien in der Vorlage
- PPM anzeigen / editieren: z.B. mit GIMP
  - Debian Linux: sudo apt install gimp
  - Windows, Mac: https://www.gimp.org/

Exkurs: fstat(2)

- Linux / Unix bildet (fast) alles auf Dateien ab
  - Geräte, Sockets, …
- Dateien haben verschiedenste Eigenschaften, u.a.
  - Dateigröße
  - Berechtigungen
  - Anlege- und Änderungszeitpunkt
  - Typ: Verzeichnis / Datei / Zeichen-/Blockbasiertes Gerät / …
- Abfrage dieser Eigenschaften mit **fstat(2)**

```
int fstat(int fd, struct stat *fileinfo);
```

  - fd: Dateideskriptor der Datei
  - struct stat: Datenstruktur für Dateieigenschaften

Exkurs: struct stat

- `st_mode` → Rechte und Dateityp. Abfrage mit fertigen Makros:
  - `S_ISREG(st_mode)` → reguläre Datei
  - `S_ISDIR(st_mode)` → Verzeichnis
- `st_size`: Dateigröße in Bytes

```
int main(int argc, char **argv) {
    struct stat fileinfo;
    int fd;
    for (int i = 1; i < argc; i++) {
        if ((fd = open(argv[i],O_RDONLY)) == -1) { /* Fehlerbehandlung */ }
        if (fstat(fd, &fileinfo) == -1) { /* Fehlerbehandlung */ }

        if (S_ISREG(fileinfo.st_mode)) {
            printf("%s ist eine %d Byte große Datei\n",
                argv[i], fileinfo.st_size);
        }
        else if (S_ISDIR(fileinfo.st_mode)) { /* Verzeichnis */ }
        else { /* Sonstwas (z.B. FIFO/Socket/Link/Gerät) */ }
        if (close(fd) == -1) { /* Fehlerbehandlung */ }
    }
}
```

Exkurs: fileno(3)

- fileno(3)
  - int fileno(FILE *stream)
  - Nimmt einen Filestream als Argument und gibt den dazugehörigen File-Deskriptor zurück