

Übungen zu Systemprogrammierung 1

Ü6 – Dateisystem

Sommersemester 2018

Christian Eichler, Jürgen Kleinöder

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



Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme



Agenda

- 7.1 Organisation
- 7.2 Aufbau eines Dateisystems
- 7.3 Dateisystem-Schnittstelle
- 7.4 Wildcards
- 7.5 Gelerntes anwenden





■ Übungsevaluation (weiße TANs)

- Bei Kommentaren, die sich auf einen bestimmten Übungsleiter beziehen, bitte dessen Namen **in jedem Feld** voranstellen
→ Kommentarfelder werden in der Auswertung durcheinandergewürfelt
 - Bitte hier auch die Rechnerübungen berücksichtigen

■ Die Vorlesung bitte ebenfalls evaluieren (grüne TANs)

■ Vorlesungsevaluation: „Dozent hat Vorlesung zu ... selbst gehalten“

- Dozenten sind Wolfgang Schröder-Preikschat und Jürgen Kleinöder
- Technisch bedingt wird in der Evaluation nur Wolfgang Schröder-Preikschat als Dozent genannt
- Bitte beide Dozenten bei der Beantwortung der Frage berücksichtigen

- In den letzten beiden Semesterwochen: Klausurvorbereitung in der Tafelübung zur Vorbereitung auf
 - die SP1-Klausur für Mathematiker, Technomathematiker und 2-Fach-Bachelor
 - die Miniklausur zu Beginn von SP2 für alle Anderen
- Wir erarbeiten die Klausur Juli 2016 (SoSe 2016) gemeinsam
 - Klausur ist auf Übungsseite (SP1 ⇒ Übung ⇒ Folien) verlinkt
 - Eine Vorbereitung der Klausur im Vorfeld der Tafelübung wird erwartet
- **Voraussichtlicher Klausurtermin:** 17.07.2018

Agenda

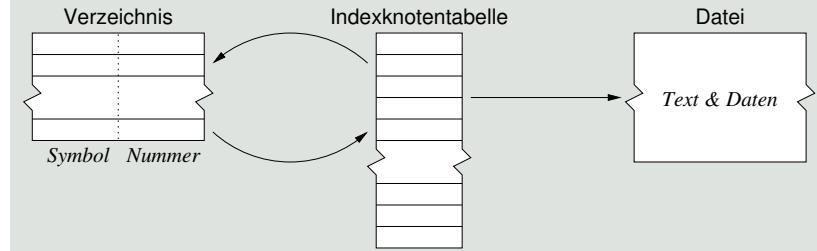
- 7.1 Organisation
- 7.2 Aufbau eines Dateisystems
- 7.3 Dateisystem-Schnittstelle
- 7.4 Wildcards
- 7.5 Gelerntes anwenden



Dateien und Verzeichnisse (UNIX)



Datenstrukturen im Namensraum⁹ Dateisystem (*file system*)



- die **Indexknotentabelle** (*inode table*) ist ein statisches Feld (*array*) von Indexknoten und die zentrale Datenstruktur
 - ein Indexknoten ist **Deskriptor** insb. eines Verzeichnisses oder einer Datei
- das **Verzeichnis** (*directory*) ist eine **Abbildungstabelle**, es übersetzt symbolisch repräsentierte Namen in Indexknotennummern
 - eine von der Namensverwaltung des Betriebssystems definierte Datei
- die **Datei** (*file*) ist eine abgeschlossene Einheit zusammenhängender Daten beliebiger Repräsentation, Struktur und Bedeutung

⁹Als Einheit auf demselben Medium (z.B. Ablagespeicher) abgelegt.





Verzeichniseintrag II

- ein Namenverzeichnis ist eine **spezielle Datei** der Namensverwaltung
 -
 - das selbst einen Namen hat, der einen Indexknoten bezeichnet
 - über eine Verknüpfung erreichbar ist aus einem anderen Verzeichnis
 - Namen getrennt von eventuellen Dateiinhalten speichert
- Selbstreferenz („dot“, 13) und Elterverzeichnis („dot dot“, 11) geben wenigstens zwei Verweise auf ein Verzeichnis
 - auch wenn das Verzeichnis selbst sonst keine weiteren Namen enthält



Rechte auf Verzeichniseinträgen

- UNIX sieht folgende Zugriffsrechte vor (davor die Darstellung des jeweiligen Rechts bei der Ausgabe des ls-Kommandos)
 - r lesen (getrennt für User, Group und Others einstellbar)
 - w schreiben (analog)
 - x ausführen (bei regulären Dateien) bzw. Durchgriffsrecht (bei Verzeichnissen)
 - s setuid/setgid-Bit: bei einer ausführbaren Datei mit dem Laden der Datei in einen Prozess (exec) erhält der Prozess die Benutzer (bzw. Gruppen)-Rechte des Dateieigentümers
 - s setgid-Bit: bei einem Verzeichnis: neue Dateien im Verzeichnis erben die Gruppe des Verzeichnisses statt der des anlegenden Benutzers
 - t bei Verzeichnissen: es dürfen trotz Schreibrecht im Verzeichnis nur eigene Dateien gelöscht werden



Agenda

- 7.1 Organisation
- 7.2 Aufbau eines Dateisystems
- 7.3 Dateisystem-Schnittstelle
- 7.4 Wildcards
- 7.5 Gelerntes anwenden



Dateiinformationen auslesen

- `stat(2)/lstat(2)` liefern Datei-Attribute aus dem Inode
- Unterschiedliches Verhalten bei Symlinks:
 - `stat(2)` folgt Symlinks (rekursiv) und liefert Informationen über das Ziel
 - `lstat(2)` liefert Informationen über den Symlink selber
- Funktions-Prototypen

```
int stat(const char *path, struct stat *buf);  
int lstat(const char *path, struct stat *buf);
```

 - path: Dateiname
 - buf: Zeiger auf Puffer zum Speichern der Dateiinformationen
- Für uns relevante Strukturkomponenten der `struct stat`:
 - `mode_t st_mode`: Dateimode, u.a. Zugriffs-Bits und Dateityp
 - Zur Bestimmung des Dateitypes gibt es u.a. folgende Makros:
`S_ISREG, S_ISDIR, S_ISLNK`
 - `off_t st_size`: Dateigröße in Bytes

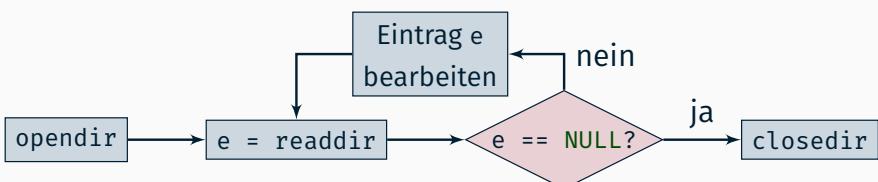


Verzeichnisinhalte auslesen



```
DIR *opendir(const char *dirname);  
struct dirent *readdir(DIR *dirp);  
int closedir(DIR *dirp);
```

- Die **DIR**-Struktur ist ein Iterator und speichert die jeweils aktuelle Position
- **readdir(3)** liefert einen Verzeichniseintrag und setzt den **DIR**-Iterator auf den Folgeeintrag
 - Rückgabewert **NULL** im Fehlerfall oder wenn EOF erreicht wurde
 - bei EOF bleibt **errno** unverändert, im Fehlerfall wird **errno** entsprechend gesetzt
- **closedir(3)** gibt die belegten Ressourcen nach Ende der Bearbeitung frei



7-9

Aufbau der Struktur struct dirent

```
struct dirent {  
    ino_t         d_ino;      /* inode number */  
    off_t         d_off;     /* offset to the next dirent */  
    unsigned short d_reclen;  /* length of this record */  
    unsigned char  d_type;   /* type of file; not supported  
                             by all file system types */  
    char          d_name[256]; /* filename */  
};
```

d_reclen: Tatsächliche **Länge der Struktur** inklusive des Dateinamens

d_name: Name des Verzeichniseintrages

d_type: Eventuell Dateityp

→ **Nicht verwenden**, da nicht von allen Dateisystemen implementiert



7-10

Diskussion der Schnittstelle von readdir(3)



- Der Speicher für die zurückgelieferte `struct dirent` wird von den Bibliotheksfunktionen selbst angelegt und beim nächsten `readdir`-Aufruf auf dem gleichen `DIR`-Iterator potentiell wieder verwendet!
 - werden Daten aus der `dirent`-Struktur länger benötigt, müssen sie vor dem nächsten `readdir`-Aufruf kopiert werden
- Konzeptionell schlecht
 - aufrufende Funktion arbeitet mit Zeiger auf internen Speicher der `readdir`-Funktion
- In nebenläufigen Programmen nur bedingt einsetzbar
 - man weiß evtl. nicht, wann der nächste `readdir`-Aufruf stattfindet

7-11

Vergleich: readdir(3) und stat(2)



- Die problematische Rückgabe auf funktionsinternen Speicher wie bei `readdir(3)` gibt es bei `stat(2)` nicht
- Grund: `stat(2)` ist ein Systemaufruf – Vorgehensweise wie bei `readdir(3)` wäre gar nicht möglich
 - Vergleiche Vorlesung B V.2 Seite 19ff.
 - `readdir(3)` ist komplett auf Ebene 3 implementiert (Teil der Standard-C-Bibliothek/Laufzeitbibliothek)
 - `stat(2)` ist (nur) ein Systemaufruf(-stumpf), die Funktion selbst ist Teil des Betriebssystems (Ebene 2)
- der logische Adressraum auf Ebene 3 (Anwendungsprogramm) ist nur eine Teilmenge (oder sogar komplett disjunkt) von dem logischen Adressraum auf Ebene 2 (Betriebssystemkern)
 - Betriebssystemspeicher ist für Anwendung nicht sichtbar/zugreifbar
 - Funktionen der Ebene 2 können keine Zeiger auf ihre internen Datenstrukturen an Ebene 3 zurückgeben

7-12

Agenda

- 7.1 Organisation
- 7.2 Aufbau eines Dateisystems
- 7.3 Dateisystem-Schnittstelle
- 7.4 Wildcards
- 7.5 Gelerntes anwenden



Wildcards

- ... erlauben Beschreibung von Mustern für Pfadnamen
 - * beliebiger Teilstring (inklusive leerer String)
 - ? genau ein beliebiges Zeichen
 - [a-d] ein Zeichen aus den Zeichen a - d
 - [!a-d] ein Zeichen nicht aus den Zeichen a - d
 - Dateien, die mit einem '.' beginnen, müssen explizit getroffen werden
- Weitere und ausführliche Beschreibung siehe `glob(7)`
- Werden von der Shell expandiert, wenn im jeweiligen Verzeichnis passende Dateinamen existieren
 - Quoting notwendig, wenn Muster als Argument übergeben wird



Fun with Wildcards



	test*	*test*	test?.*	t[1x].*	t[!12].*	.text*
.text.c						X
attest.doc		X				
t1.tar				X		
t2.txt						
test.c	X	X				
test2.c	X	X	X			
tx.map				X	X	

7-15

Wildcards auswerten



- ... mit der Funktion fnmatch(3)

```
int fnmatch(const char *pattern, const char *string, int flags);
```

- Prüft, ob der String string zum Wildcard-Muster pattern passt
- Flags (o oder bitweises Oder von ein oder mehreren der Werte)
 - FNM_PATHNAME: Ein Slash in string wird nur von einem Slash-Zeichen in pattern getroffen, nicht von einem Wildcard-Zeichen
 - FNM_PERIOD: Ein führender Punkt in einer Pfadkomponente muss von einem korrespondierenden Punkt in pattern getroffen werden
 - Weitere Flags siehe Man-Page

7-16

Agenda



- 7.1 Organisation
- 7.2 Aufbau eines Dateisystems
- 7.3 Dateisystem-Schnittstelle
- 7.4 Wildcards
- 7.5 Gelerntes anwenden

Aktive Mitarbeit!



„Aufgabenstellung“

- Ausgabe aller Dateinamen von symbolischen Verknüpfungen im aktuellen Verzeichnis