Übungen zu Systemnahe Programmierung in C

Abschnitt 11.1: Dateien und Dateisystem

06.07.2020

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

Dateien & Dateikanäle

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

Ein-/Ausgaben

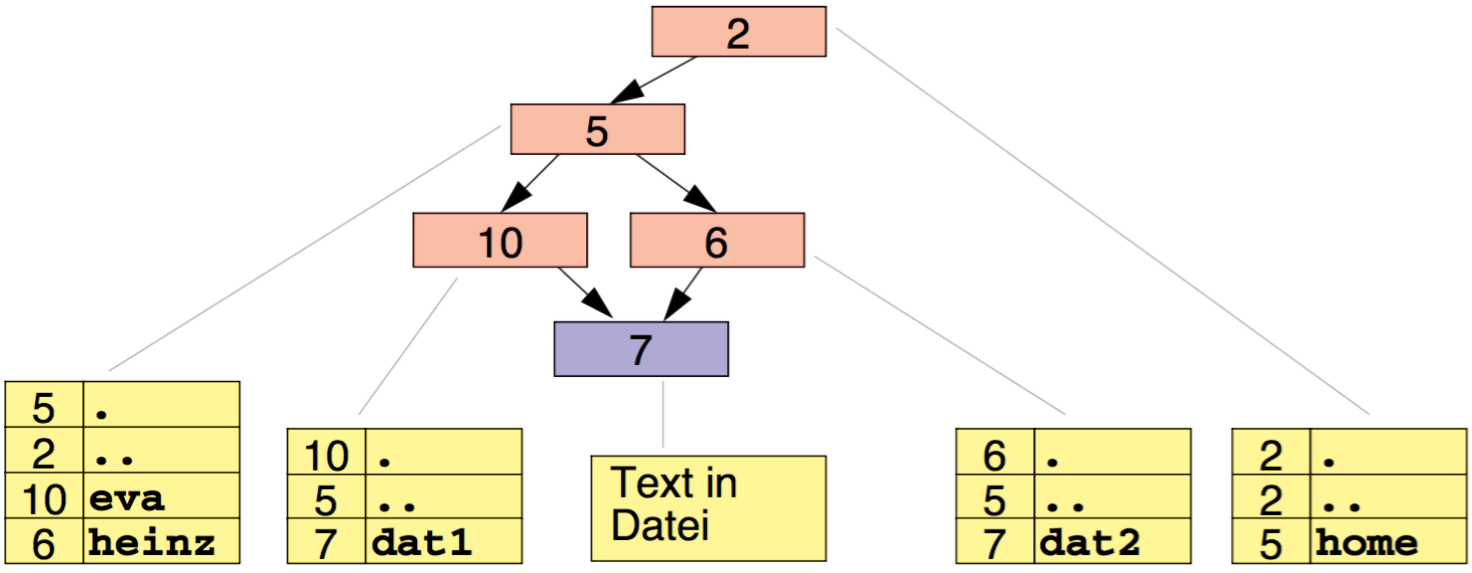
- Standardmäßig geöffnete Dateikanäle

  `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)

POSIX Verzeichnisschnittstelle

Dateisystem: Dateien, Verzeichnisse und inodes



inode: Enthält Dateiattribute & Verweise auf Datenblöcke

Datei: Block mit beliebigen Daten

Verzeichnis: Spezielle Datei mit Paaren aus Namen & inode-Nummer

opendir, closedir, readdir

- `DIR *opendir(const char *name);`
  - Öffnet ein Verzeichnis
  - Liefert einen Zeiger auf den Verzeichniskanal
- `struct dirent *readdir(DIR *dirp);`
  - Liest einen Eintrag aus dem Verzeichniskanal und gibt einen Zeiger auf die Datenstruktur `struct dirent` zurück
- `int closedir(DIR *dirp);`
  - Schließt den Verzeichniskanal

struct dirent

```
01 struct dirent {
02   ino_t          d_ino;       // inode number
03   off_t          d_off;       // not an offset; see NOTES
04   unsigned short d_reclen;    // length of this record
05   unsigned char  d_type;      // type of file; not supported
06                               // by all filesystem types
07   char           d_name[256]; // filename
08 };
```

- Entnommen aus Manpage `readdir(3)`
- Nur `d_name` und `d_ino` Teil des POSIX-Standards
- Relevant für uns: Dateiname (`d_name`)

Fehlerbehandlung bei `readdir()` (1)

- Fehlerprüfung durch Setzen und Prüfen der `errno`:

```
01 #include <errno.h>
02 // [...]
03     DIR *dir = opendir("/home/eva/"); // Fehlerbehandlung!!
04
05     struct dirent *ent;
06     while(1) {
07         errno = 0;
08         ent = readdir(dir);
09         if(ent == NULL) {
10             break;
11         }
12         // keine weiteren break-Statements in der Schleife
13         // [...]
14     }
15
16     // EOF oder Fehler?
17     if(errno != 0) { // Fehler
18         // [...]
19     }
20     closedir(dir);
```

Einschub: Komma-Operator

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

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

- Geeignet für Initialisierungen vor Überprüfung der Schleifenbedingung

⇒ `cli()/sei()`

```
01 while(cli(), event != 0) {
02   sleep_enable();
03   sei();
04   sleep_cpu();
05   ...
06 }
07 sei();
```

- Elegant, aber keine Notwendigkeit!

Fehlerbehandlung bei `readdir()` (2)

- Fehlerprüfung durch Setzen und Prüfen der `errno`:

```
01 #include <errno.h>
02 // [...]
03     DIR *dir = opendir("/home/eva/");
04     if(dir == NULL) {
05         perror("opendir");
06         exit(EXIT_FAILURE);
07     }
08
09     struct dirent *ent;
10     while(errno=0, (ent=readdir(dir)) != NULL) {
11         // keine weiteren break-Statements in der Schleife
12         // [...]
13     }
14
15     // EOF oder Fehler?
16     if(errno != 0) { // Fehler
17         // [...]
18     }
19     closedir(dir);
```

Datei-Attribute ermitteln: `stat()`

- `readdir(3)` liefert **nur Name und inode-Nummer** eines Verzeichniseintrags
- Weitere Attribute stehen im **inode**

- `int stat(const char *path, struct stat *buf);`
  - Abfragen der Attribute eines Eintrags (folgt symlinks)
- `int lstat(const char *path, struct stat *buf);`
  - Abfragen der Attribute eines Eintrags (folgt symlinks nicht)

Das `struct stat`

- Inhalte des inode sind u.a.:
  - Geräte- und inode-Nummer
  - Eigentümer und Gruppenzugehörigkeit
  - Dateityp und -rechte
  - Dateigröße
  - Zeitstempel (letzte(r) Veränderung, Zugriff, …)
  - …
- Der Dateityp ist im Feld `st_mode` codiert
  - Reguläre Datei, Ordner, symbolischer Verweis (*symbolic link*), …
  - Zur einfacheren Auswertung

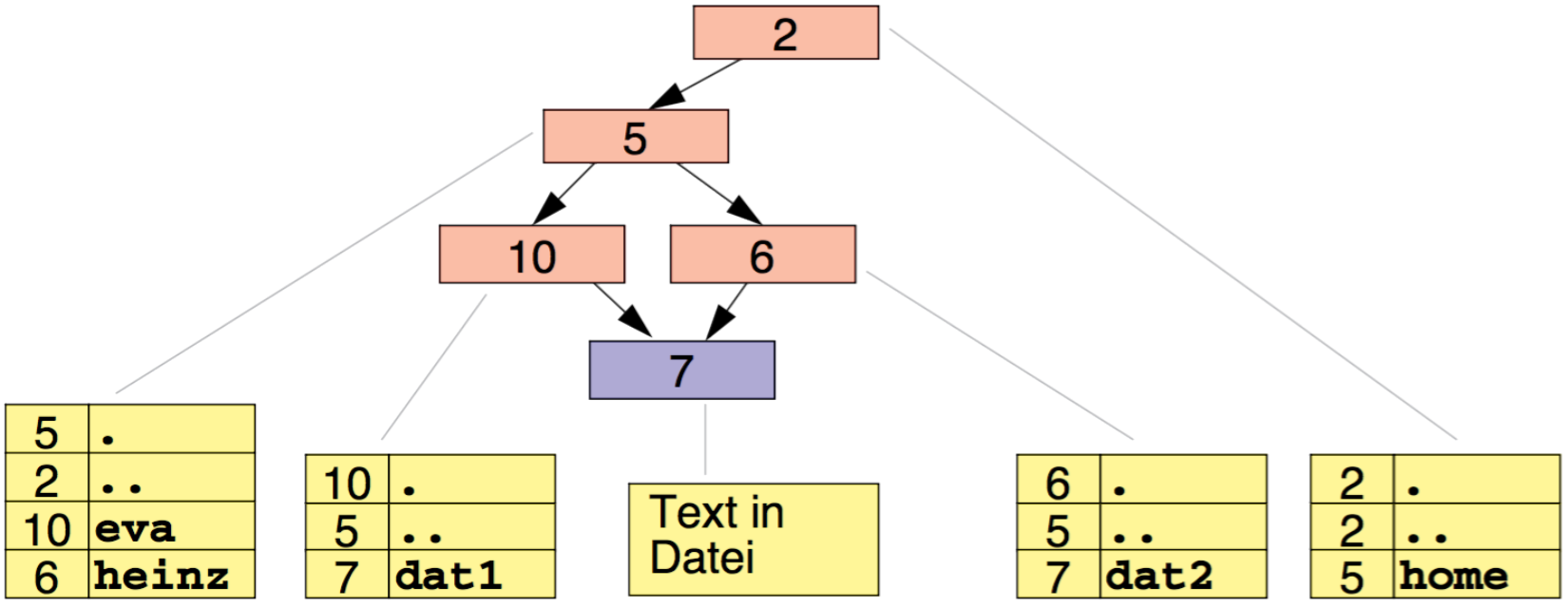
    `S_ISREG(m)` - is it a regular file?

    `S_ISDIR(m)` - directory?

    `S_ISCHR(m)` - character device?

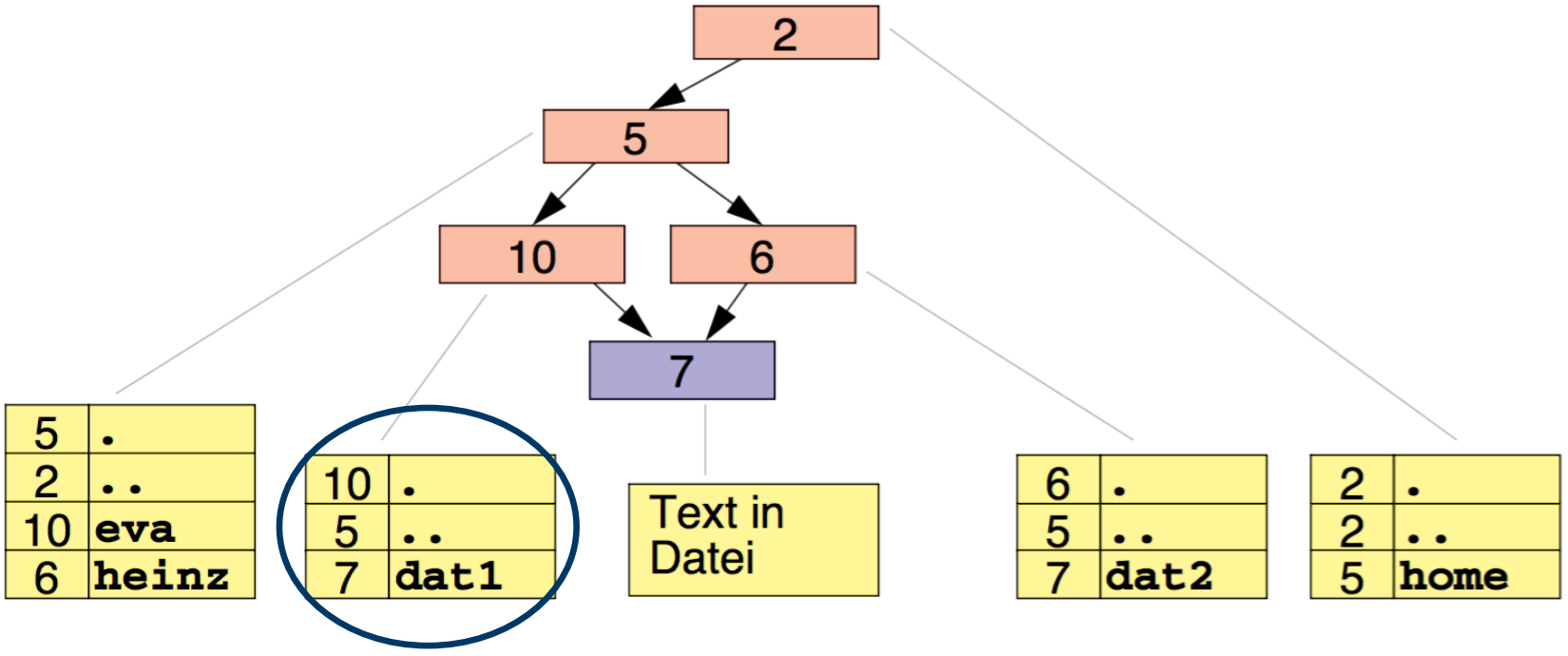
    `S_ISLNK(m)` - symbolic link?

Beispiel



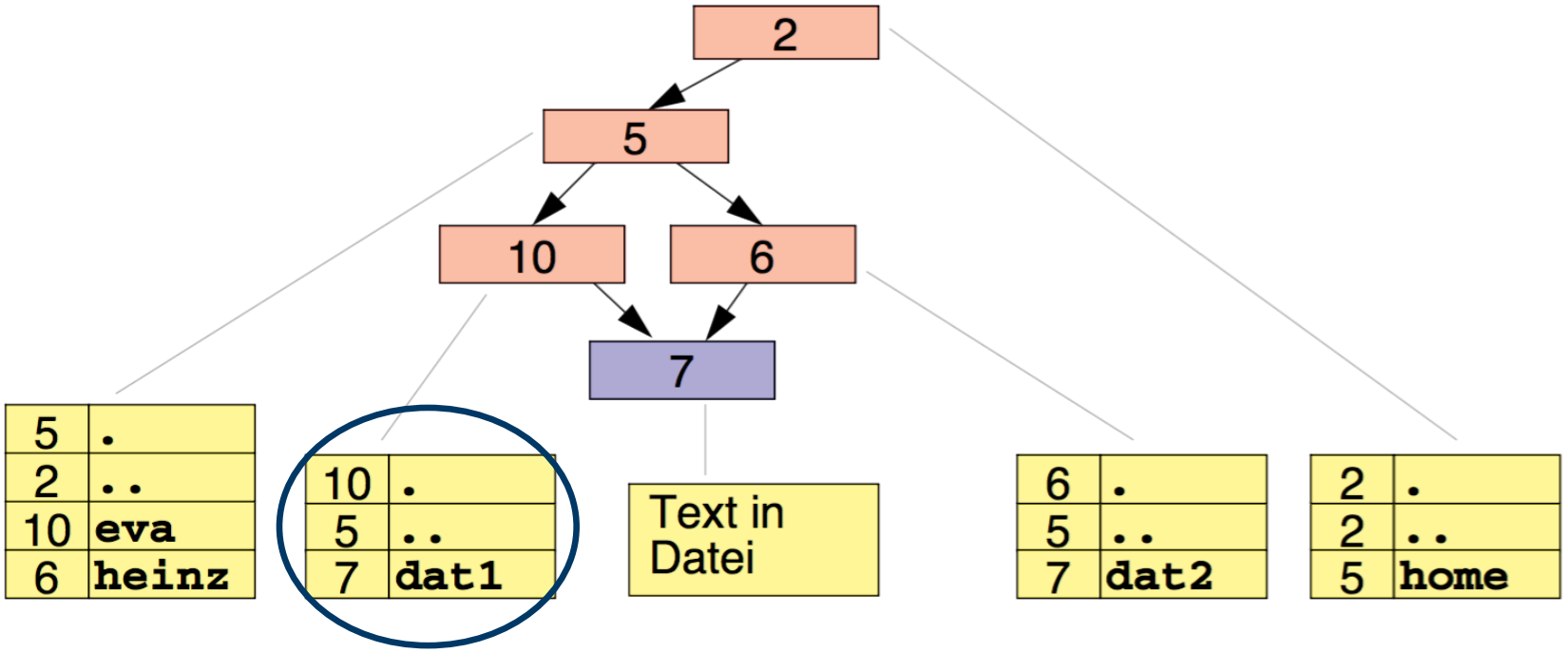

```
$> find /
/home
/home/eva
/home/eva/dat1
/home/heinz
/home/heinz/dat2
```

Beispiel



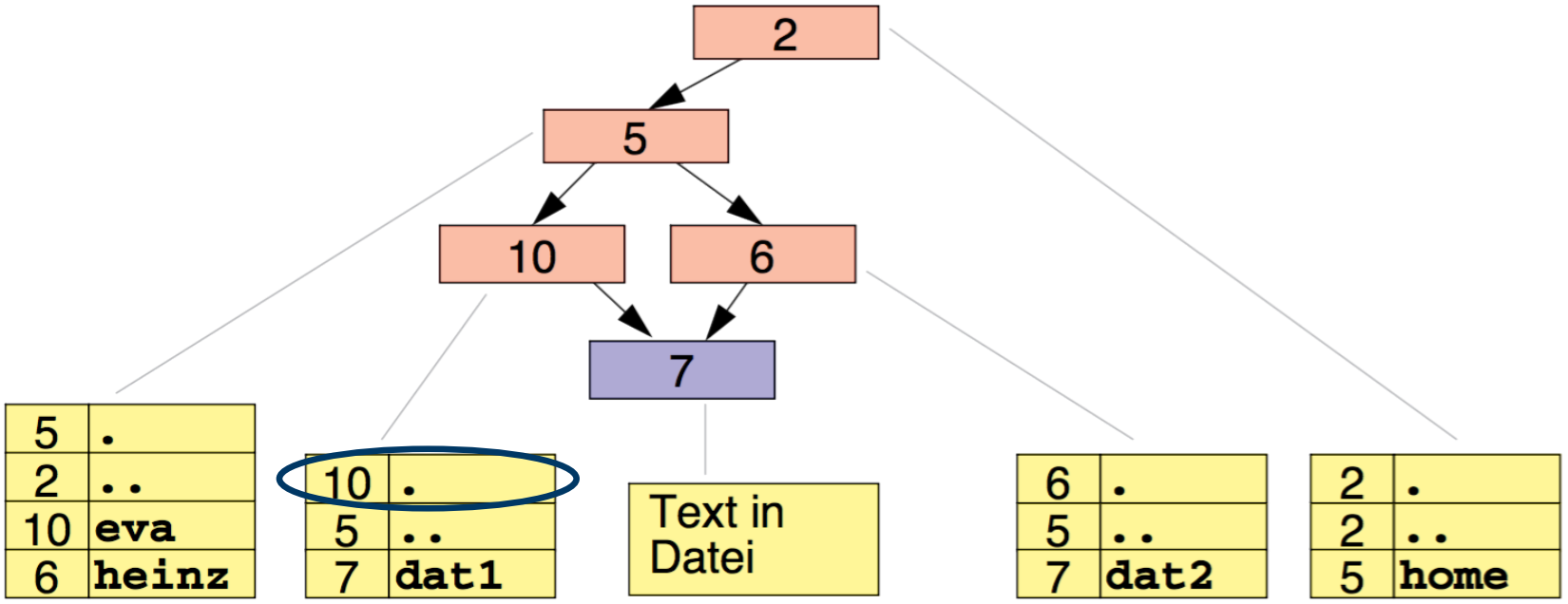

```
01 DIR *dir = opendir("/home/eva/");
02 if(dir == NULL) {
03     perror("opendir");
04     exit(EXIT_FAILURE);
05 }
```

Beispiel



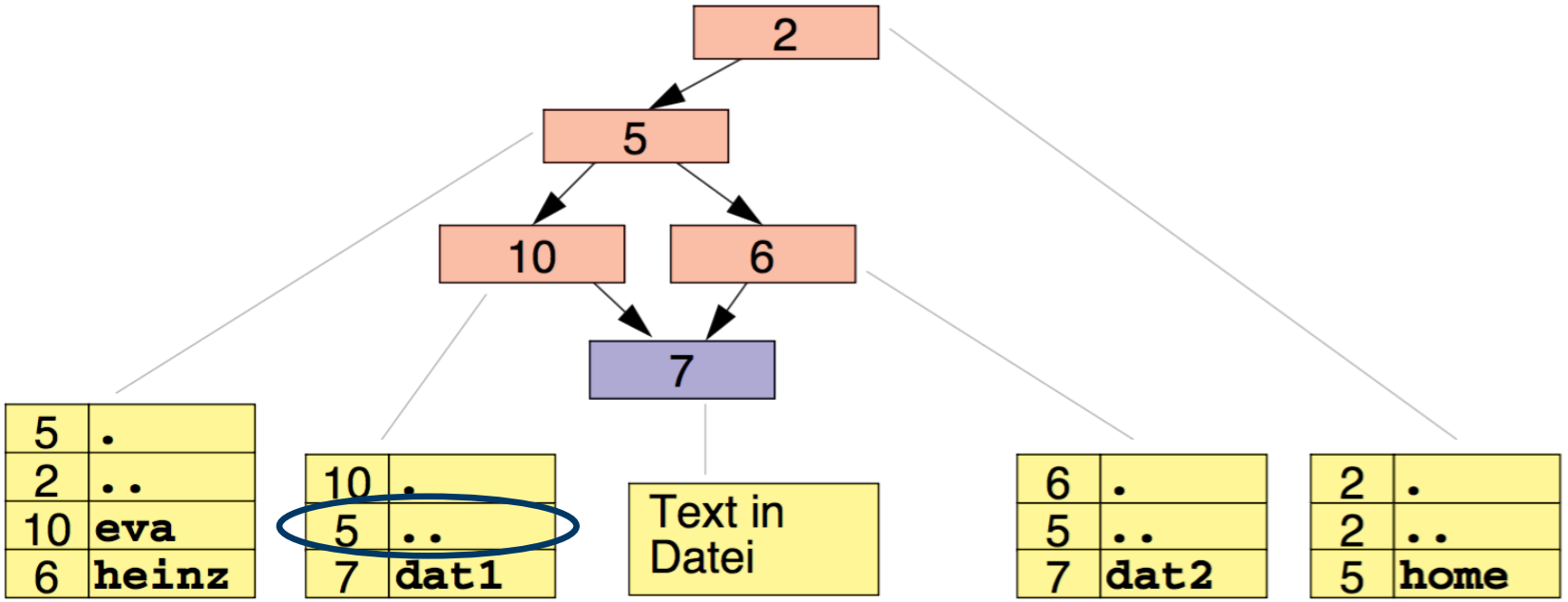

```
01 struct dirent *ent;
02 while(errno = 0, (ent = readdir(dir)) != NULL) {
03     //...
04 }
05
06 if(errno != 0) {
07     perror("readdir"); exit(EXIT_FAILURE);
08 }
```

Beispiel



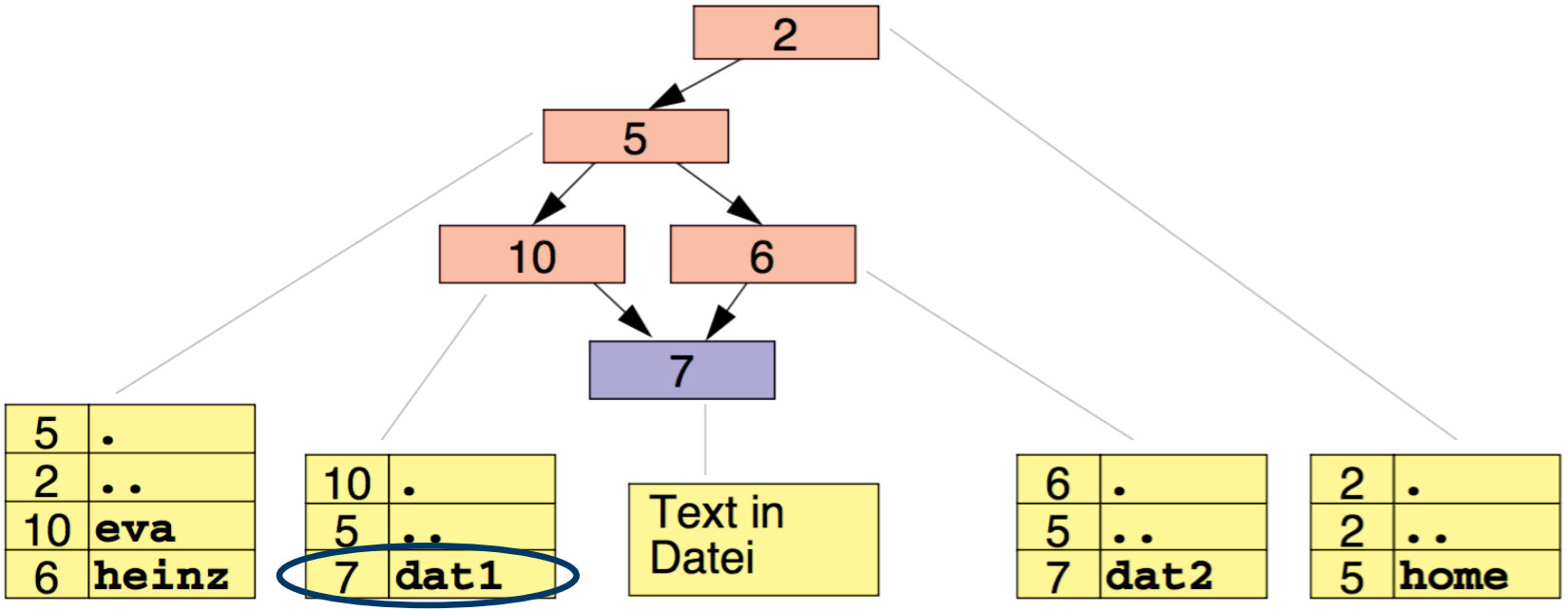

```
01 struct dirent *ent;
02 while(errno = 0, (ent = readdir(dir)) != NULL) {
03     //...
04 }
05
06 if(errno != 0) {
07     perror("readdir"); exit(EXIT_FAILURE);
08 }
```

Beispiel



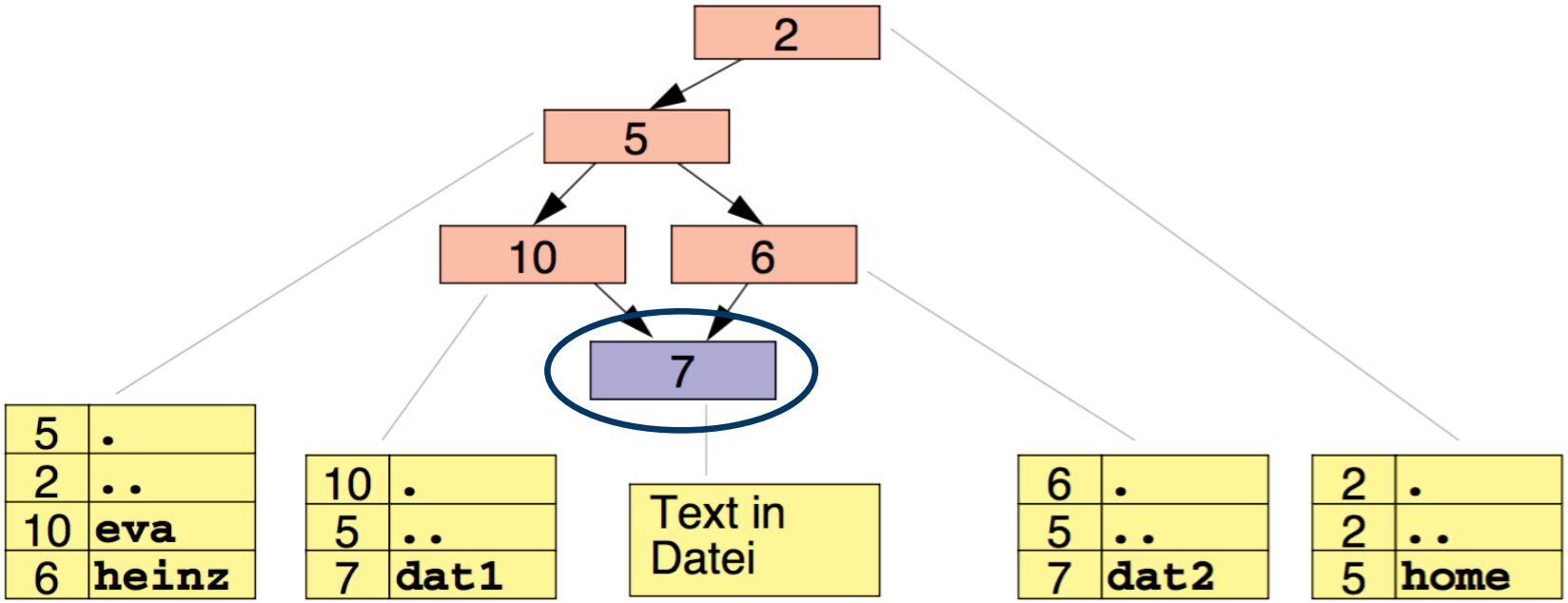

```
01 struct dirent *ent;
02 while(errno = 0, (ent = readdir(dir)) != NULL) {
03     //...
04 }
05
06 if(errno != 0) {
07     perror("readdir"); exit(EXIT_FAILURE);
08 }
```

Beispiel



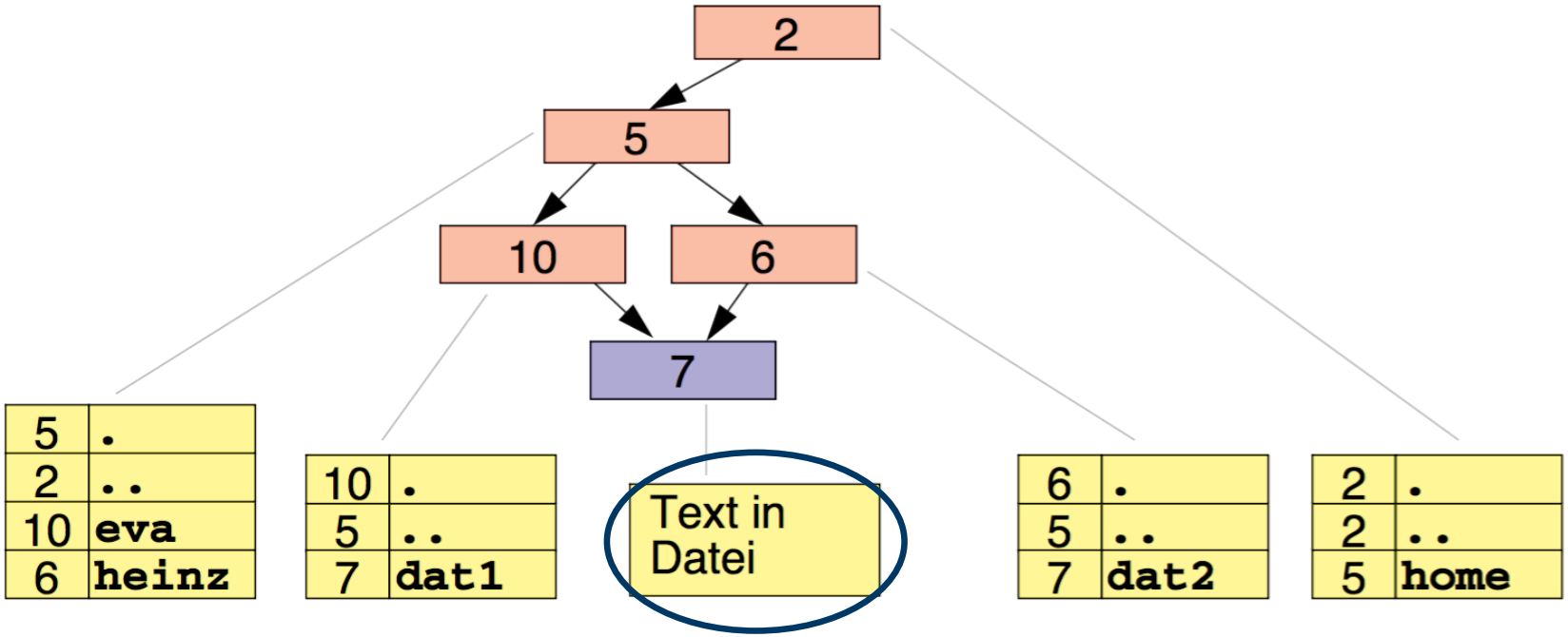

```
01 struct dirent *ent;
02 while(errno = 0, (ent = readdir(dir)) != NULL) {
03     //...
04 }
05
06 if(errno != 0) {
07     perror("readdir"); exit(EXIT_FAILURE);
08 }
```

Beispiel




```
01 char path[len];
02 strcpy(path, "/home/eva/");
03 strcat(path, ent->d_name); // d_name = "dat1"
04
05 struct stat buf;
06 if(lstat(path, &buf) == -1) {
07     perror("lstat"); exit(EXIT_FAILURE);
08 }
```

Beispiel




```
01 FILE *file = fopen(path, "r");
02 if(file == NULL) {
03     perror("fopen");
04     exit(EXIT_FAILURE);
05 }
```