Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

25 Dateisysteme – Einleitung

Jürgen Kleinöder, Daniel Lohmann, Volkmar Sieh

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

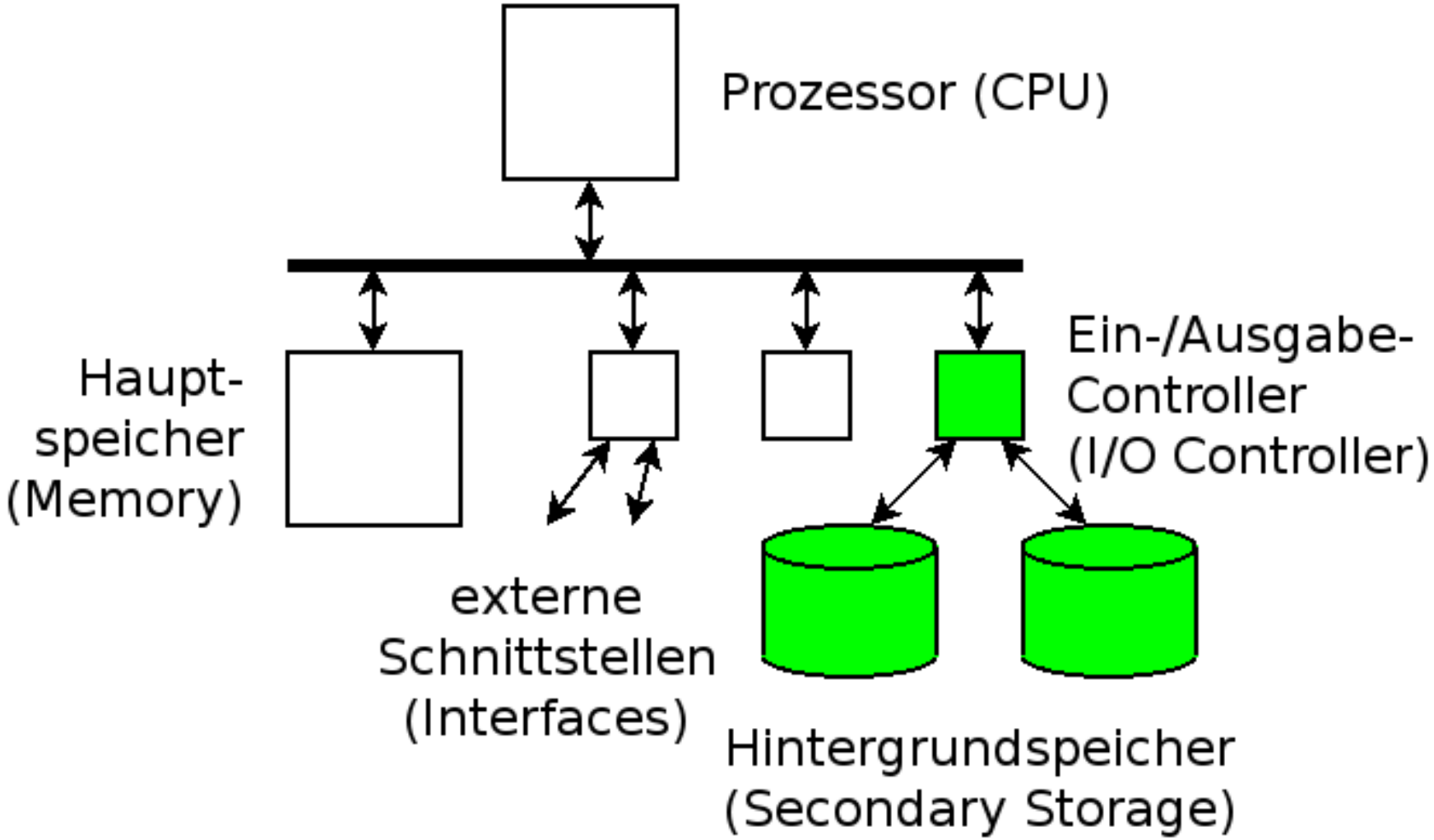
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Sommersemester 2020

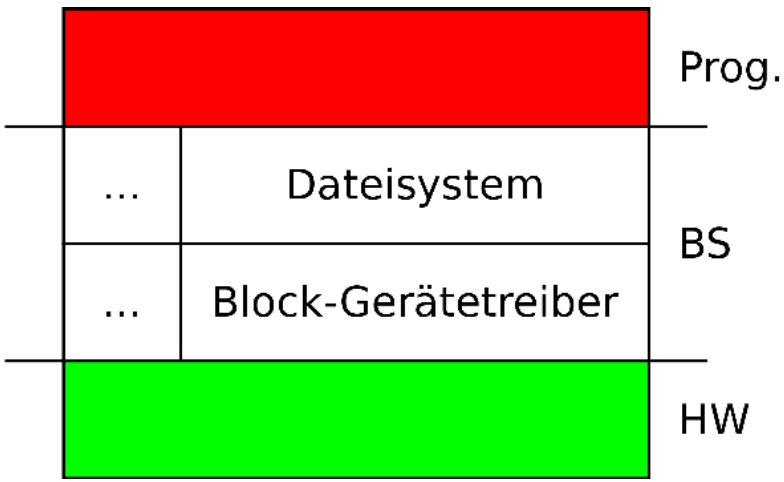
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS20/V_SPIC

Überblick

- Einordnung



Überblick (2)



Anwendungsprogramm:

- liest/schreibt Dateiinhalte
- liest/schreibt Verzeichnisinhalte

Dateisystem:

- liest/schreibt Blöcke

Block-Gerätetreiber:

- liest/schreibt I/O-Register

Hardware:

- liest/schreibt Bytes von/auf Datenträger

Hardware

- Speichermedien (z.B. Platten, SSD / Flash-Speicher, DVD, CD-ROM) mit Unterschieden; Beispiele
  - Blockgrößen:
    - Festplatten: 512 Bytes/Block
    - CDs: 2048 Bytes/Block
    - Flash: 4096 Bytes/Block
  - Nutzung der Blöcke
    - Flash-Speicher hat nur begrenzte Anzahl von Schreibzyklen pro Block => gleichmäßig beschreiben
    - Festplatten können auf benachbarte Blöcke jeweils schneller zugreifen
  - Größe der Medien (typ.)
    - CD-ROM: ca. 750 MByte
    - DVD: ca. 8,5 GByte
    - Festplatte: ca. 4 TByte
    - SSD: ca. 500 GByte

Block-Gerätetreiber

Beispiel: PC-IDE-Festplatten-Treiber (vereinfacht):

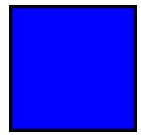
```
void block_read(uint32_t nr, uint8_t buf[]) {
    /* Read 1 data block. */
    IDE_COUNT = 1;

    /* Set block number. */
    IDE_BLK0 = (nr >>  0) & 0xff;
    IDE_BLK1 = (nr >>  8) & 0xff;
    IDE_BLK2 = (nr >> 16) & 0xff;
    IDE_BLK3 = (nr >> 24) & 0xff;

    /* Send command. */
    IDE_CMD = IDE_READ;

    /* Wait for READY bit set. */
    while (! (IDE_STATUS & IDE_READY)) { /* Wait... */ }

    /* Read data. */
    for (i = 0; i < 512; i++) {
        buf[i] = IDE_DATA;
    }
}
```


Dateisystem

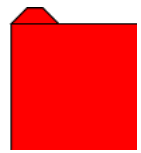
- Dateisysteme speichern Daten und Programme persistent in Dateien
  - Benutzer muss sich nicht um die Ansteuerung und Verwaltung verschiedener Speichermedien kümmern
  - einheitliche Sicht auf den Hintergrundspeicher
- Wesentliche Elemente eines Dateisystems:
  - Dateien (Files)
  - Verzeichnisse / Kataloge (Directories)
  - Partitionen (Partitions)

Dateisystem (2)

- Datei (File)
  - speichert Daten oder Programme
  - enthält Zusatzinformationen
- Verzeichnis / Katalog (Directory)
  - fasst Dateien (u. Verzeichnisse) zusammen
  - erlaubt Benennung der Dateien
  - ermöglicht Aufbau eines hierarchischen Namensraums
- Partition (Partition)
  - eine Menge von Verzeichnissen und deren Dateien
  - sie dienen zum physikalischen oder logischen Trennen von Dateimengen
    - physisch: Festplatte, Diskette
    - logisch: Teilbereich auf Platte oder CD



Datei



Verzeichnis

Partition

Dateien

- Kleinste Einheit, in der etwas auf den Hintergrundspeicher geschrieben werden kann.
- Unterscheidung:
  - eigentliche Daten (Bild, Text, Programm, ...)
  - Metadaten (Erstellungsdatum, Eigentümer, Zugriffsrechte, ...)

Metadaten / Dateiattribute:

Name: Symbolischer Name, vom Benutzer les- und interpretierbar

- z.B. `AUTOEXEC.BAT`

Typ: Für Dateisysteme, die verschiedene Dateitypen unterscheiden

- z.B. sequenzielle Datei, zeichenorientierte Datei, satzorientierte Datei

Ort: Wo werden die Daten physisch gespeichert?

- Nummern der Plattenblöcke

Dateiattribute (2)

Größe: Länge der Datei in Größeneinheiten (z.B. Bytes, Blöcke, Sätze)

- steht in engem Zusammenhang mit der Ortsinformation
- wird zum Prüfen der Dateigrenzen z.B. beim Lesen benötigt

Zeitstempel: z.B. Zeit und Datum der Erstellung, letzten Änderung

- für Backup, Entwicklungswerkzeuge, Benutzerüberwachung, ...

Rechte: Zugriffsrechte, z.B. Lese- und Schreibberechtigung

- z.B. nur für den Eigentümer schreibbar, für alle anderen nur lesbar

Eigentümer: Identifikation des Eigentümers

- eventuell eng mit den Rechten verknüpft
- Zuordnung beim Accouting (Abrechnung von Plattenplatz)

Operationen auf Dateien

- **Erzeugen (Create)**
  - Nötiger Speicherplatz wird angefordert
  - Verzeichniseintrag wird erstellt
  - Initiale Attribute werden gespeichert
- **Schreiben (Write)**
  - Identifikation der Datei
  - eventuell Nachfordern von Speicherplatz
  - Daten werden auf Platte geschrieben
  - eventuell Anpassung der Attribute (z.B. Länge der Datei, Zeitpunkt der letzten Änderung)
- **Lesen (Read)**
  - Identifikation der Datei
  - Daten werden von Platte gelesen
  - eventuell Anpassung der Attribute (z.B. Zugriffszeit)

Operationen auf Dateien

- **Positionieren** des Schreib-/Lesezeigers für die nächste Schreib- bzw. Leseoperation **(Seek)**
  - Identifikation der Datei
  - In vielen Systemen wird dieser Zeiger implizit bei Schreib- und Leseoperationen positioniert
  - Ermöglicht explizites Positionieren
- **Verkürzen (Truncate)**
  - Identifikation der Datei
  - Ab einer bestimmten Position (oder ab Anfang) wird der Inhalt der Datei gelöscht
  - eventuell Freigeben von Speicherplatz
  - Anpassung der Attribute (z.B. Länge der Datei, Zeitpunkt der letzten Änderung)
- **Löschen (Delete)**
  - Identifikation der Datei
  - Entfernen der Datei aus dem Verzeichnis und Freigabe der Plattenblöcke

Verzeichnisse / Kataloge

- Ein Verzeichnis gruppiert Dateien und evtl. weitere Verzeichnisse
- Gruppierungsalternativen
  - Verknüpfung mit Benennung
    - Verzeichnis enthält Namen und Verweise auf Dateien und andere Verzeichnisse (z.B. UNIX, Windows)
  - Gruppierung über Bedingung
    - Verzeichnis enthält Namen und Verweise auf Dateien, die einer bestimmten Bedingung gehorchen:
      – z.B. gleiche Gruppennummer in CP/M
      – z.B. eigenschaftsorientierte und dynamische Gruppierung in BeOS-BFS
- Verzeichnis ermöglicht das Auffinden von Dateien
  - Vermittlung zwischen externer und interner Bezeichnung (Dateiname – Plattenblöcke)

Operationen auf Verzeichnissen

- **Lesen** der Einträge (**Read, Read Directory)**
  - Daten des Verzeichnisses werden gelesen und meist eintragsweise zurückgegeben
- **Erzeugen** und **Löschen** der Einträge erfolgt implizit beim Anlegen bzw. Löschen der Dateien
- **Erzeugen** von Verzeichnissen **(Create, Create Directory)**
- **Löschen** von Verzeichnissen **(Delete, Delete Directory)**

Attribute von Verzeichnissen

- Die meisten Attribute von Dateien treffen auch auf Verzeichnissen zu
  - Name, Ortsinformation, Größe, Zeitstempel, Rechte, Eigentümer, ...