

NAME DER DOZENTEN: Prof. Dr. habil. Jan Haase, Prof.
Dr.-Ing. Daniel Versick



Klausur: I103 - Technische Grundlagen der Informatik 1

QUARTAL: II/2021

Zenturie: A20

Dauer: 90 Minuten

Datum: 21.06.2021

Seiten der Klausuraufgaben ohne Deckblatt: 7

Hilfsmittel: kein Taschenrechner.

Bemerkungen:

- Bitte prüfen Sie zunächst die Klausur (alle Teile) auf Vollständigkeit.
- Bitte vermerken Sie auf Ihren Antwortbögen folgende Angaben:
 - Name
 - Matrikelnummer
 - Zenturie
 - Seitenzahl
 - Aufgabennummer
 - ModulNr. der Klausur

Es sind 100 Punkte erreichbar.

Zum Bestehen der Klausur sind 50 Punkte ausreichend.

| Aufgabe | Erreichbare Punkte |
|---------|--------------------|
| 1 | 7 |
| 2 | 6 |
| 3 | 4 |
| 4 | 6 |
| 5 | 13 |
| 6 | 4 |
| 7 | 7 |
| 8 | 8 |
| 9 | 18 |
| 10 | 10 |
| 11 | 8 |
| 12 | 9 |
| Summe | 100 |

Aufgabe 1 (7 Punkte)

Single Choice

Welche der folgenden Aussagen ist wahr. In jeder Teilfrage ist nur genau eine Aussage wahr. Wählen Sie also genau eine Aussage pro Teilfrage aus und schreiben Sie die Aufgabennummer und den entsprechenden Buchstaben auf Ihren Lösungszettel. Sollten Sie mehr als eine Aussage pro Teilfrage auswählen, erhalten Sie null Punkte für diese Teilfrage.

- (1.1) (1 Punkt) Die 2-Komplement-Darstellung der Zahl -3 in einem 4-Bit-Rechner lautet
- A. 1011
 - B. 1101
 - C. 1111
- (1.2) (1 Punkt) Der Assembler übersetzt ...
- A. ... Code einer Hochsprache in Assembler-Code.
 - B. ... Assembler-Code in Maschinencode.
 - C. ... Maschinencode in Mikrocode.
- (1.3) (1 Punkt) Die Memory-Management-Unit (MMU) ...
- A. ... ist eine Softwarekomponente des Betriebssystems, die keinen speziellen Hardware-Support durch die CPU erfordert.
 - B. ... ist ein schneller Cache, um die Übersetzung von virtuellen in physische Hauptspeicheradressen zu beschleunigen.
 - C. ... verwendet Seitentabellen, um virtuelle in physische Hauptspeicheradressen umzurechnen.
- (1.4) (1 Punkt) Der Translation-Lookaside-Buffer (TLB) ...
- A. ... ist eine Softwarekomponente des Betriebssystems, die keinen speziellen Hardware-Support durch die CPU erfordert.
 - B. ... ist ein schneller Cache, um die Übersetzung von virtuellen in physische Hauptspeicheradressen zu beschleunigen.
 - C. ... verwendet Seitentabellen, um virtuelle in physische Hauptspeicheradressen umzurechnen.
- (1.5) (1 Punkt) Paging mit einer zweistufigen Seitentabelle benötigt ...
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
- ... **zusätzliche** Speicherzugriffe für den Zugriff auf ein nicht im Cache abgelegtes Datum, verglichen mit einem System, das komplett ohne Paging arbeitet.
- (1.6) (1 Punkt) Das Verzeichnis . bezeichnet
- A. das nächsthöhere Verzeichnis.
 - B. das Wurzelverzeichnis.
 - C. das aktuelle Verzeichnis.
- (1.7) (1 Punkt) Der Referenzzähler einer Datei in einem Inode-basierten Dateisystem gibt an,
- A. wie oft auf diese Datei lesend zugegriffen wurde.
 - B. wie oft die Inode der Datei verändert wurde.
 - C. wie oft die Inode in Verzeichnissen verlinkt ist.

Aufgabe 2 (6 Punkte)

Zahlensysteme

In der folgenden Tabelle finden Sie Zahlen in häufig verwendeten Zahlensystemen. Übernehmen Sie die Tabelle auf Ihr Lösungsblatt und ergänzen Sie fehlende Zahlendarstellungen.

| Binärzahl | Oktalzahl | Dezimalzahl | Hexadezimalzahl |
|-----------|-----------|-------------|-----------------|
| 11001 | | | |
| | 50 | | |
| | | 15 | |
| | | | B8 |

Aufgabe 3 (4 Punkte)

Gleitkommazahlen

Eine 16-Bit-Gleitkommazahlendarstellung habe folgende Eigenschaften:

- Das Vorzeichen werde in einem Bit dargestellt.
- Die Mantisse habe 10 Bit.
- Der Exponent habe 5 Bit und ein Bias von 15.

Stellen Sie die folgende Dezimalzahl in Gleitkommadarstellung dar:

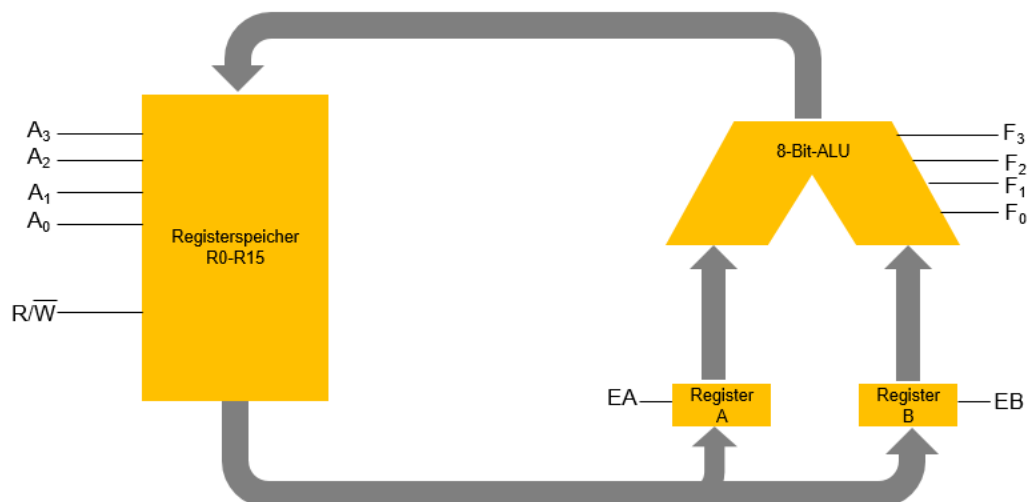
- -12,75

Berechnen Sie die Bitwerte/Bitketten für Vorzeichen, Mantisse und Exponent. Füllen Sie bitte die Bitketten soweit mit Nullen auf, dass die geforderten Bitlängen (s. o.) erreicht werden.

Aufgabe 4 (6 Punkte)

Mikroprogrammiertes Steuerwerk

Gegeben sei das im Folgenden dargestellte aus der Vorlesung bekannte Rechenwerk mit Registerspeicher:



| Signal | Beschreibung |
|----------------------|---|
| EA | Enable A (Register A übernimmt Wert vom Eingang) |
| EB | Enable B (Register B übernimmt Wert vom Eingang) |
| A_3, A_2, A_1, A_0 | Adresse am Registerspeicher (eines der Register 0 bis 15 wird adressiert) |
| R/\overline{W} | Lese aus dem Registerspeicher ($R/\overline{W} = 1$) bzw. schreibe in den Registerspeicher ($R/\overline{W} = 0$) |
| F_3, F_2, F_1, F_0 | ALU-Kontrollsignale (s. rechte Tabelle) |

| F_3 | F_2 | F_1 | F_0 | Ergebnis |
|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | A |
| 1 | 0 | 0 | 1 | NOT $A = \overline{A}$ |
| 0 | 1 | 0 | 0 | $A \wedge B$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | $A \vee B$ |
| 0 | 1 | 1 | 0 | $A \oplus B$ |
| 0 | 1 | 1 | 1 | $A + B$ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | $B - A$ |

Implementieren Sie nun die einzelnen Schritte eines mikroprogrammierten Steuerwerks, um die folgende Funktion zu realisieren:

$$R2 = (R2 - R1) + R0$$

Außer R2 soll kein weiteres Register im Registerspeicher verändert werden.

Implementieren Sie nun die einzelnen Schritte eines mikroprogrammierten Steuerwerks. Nutzen Sie bitte eine Tabelle mit folgendem Aufbau, um die Steuersignale zu definieren:

| Kurzbeschreibung | $A_3A_2A_1A_0$ | R/\overline{W} | EA | EB | $F_3F_2F_1F_0$ |
|------------------|----------------|------------------|------|------|----------------|
| | | | | | |

Zeichnen Sie die entsprechende Tabelle bitte auf Ihr Lösungsblatt. Steuersignale, deren Wert egal sind, können Sie mit x füllen. Das Feld Kurzbeschreibung soll kurz darstellen, was in dem entsprechenden Schritt passiert.

Aufgabe 5 (13 Punkte)

Pipelining

Befehlspipelining ist eine Möglichkeit, die Performance von Prozessoren zu steigern.

- (5.1) (4 Punkte) Erklären Sie kurz das Prinzip des Pipelinings. Wie hoch ist der Durchsatz eines Prozessors mit 5-stufiger Pipeline ggü. einem vergleichbaren Prozessor ohne Pipelining im besten Fall?
- (5.2) (6 Punkte) Welche Pipelinekonflikte kennen Sie? Erläutern Sie diese kurz.
- (5.3) (3 Punkte) Nennen Sie drei Maßnahmen, um die Auswirkungen von Pipelinekonflikten zu verringern.

Aufgabe 6 (4 Punkte)

Memory Management

Gegeben sei ein Computer mit 16 Bit virtuellem und physikalischem Adressraum, der eine einstufige Seitentabelle verwendet, bei der jede Speicherseite über eine 12 Bit Seitenadresse adressiert wird.

Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (6.1) (2 Punkte) Wie groß ist die Seitentabelle eines Prozesses, wenn jeder Eintrag in der Seitentabelle immer 16 Bit umfasst? D. h. neben den 12 Bit zur Speicherung der phys. Seitennummer werden 4 Bits für die Speicherung von Statusinformationen verwendet. Geben Sie bitte den vollständigen Rechenweg an.
- (6.2) (2 Punkte) Wie groß ist eine Speicherseite in diesem System?

Aufgabe 7 (7 Punkte)

Dateigröße

Dateisysteme dienen der Verwaltung von Daten in Dateien. I-Nodes sind Datenstrukturen, die Dateien repräsentieren. In einem I-Node-basierten Dateisystem gelten die folgenden Bedingungen:

- Die Blockgröße in dem Dateisystem beträgt 8 kB.
- Jede I-Node speichere 8 direkte Links auf die ersten 8 Blöcke der Datei, 3 einfach-indirekte Links und 2 zweifach indirekte Links auf weitere Dateiblöcke.
- Blöcke, die für die indirekte Verlinkung weiterer Blöcke verwendet werden, speichern ausschließlich Links auf Dateiblöcke und keine weiteren Informationen.
- Jeder Link sei 8 Byte groß.

Wie groß kann eine Datei in diesem Dateisystem maximal werden? Geben Sie den kompletten Rechenweg inklusive der Datenmengen die durch die direkten, einfach und zweifach indirekten Links adressiert werden können.

Das Ergebnis kann gerundet werden. Der Rechenweg sollte klar erkennbar sein.

Aufgabe 8 (8 Punkte)

Freispeicherverwaltung

Gegeben seien die ersten 16 Blöcke eines Dateisystems mit bitmap-basierter Freispeicherverwaltung (die Zahl gibt die Blocknummer an):

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|

xx belegt

xx frei

Belegte Blöcke werden in der Bitmap mit 1 gekennzeichnet. Freie Blöcke werden mit 0 kodiert.

- (8.1) (4 Punkte) Die Freispeicher-Bitmap dieses Dateisystems werde in einer Zahl gespeichert, die mind. 16 Bit aufnehmen kann. Kodieren Sie den Zustand von dem Block mit der Nummer 0 bitte im Bit mit der niedrigsten Wertigkeit (2^0), also im LSB (Least Significant Bit). Geben Sie Wert als 16-Bit Hexadezimalzahl an.

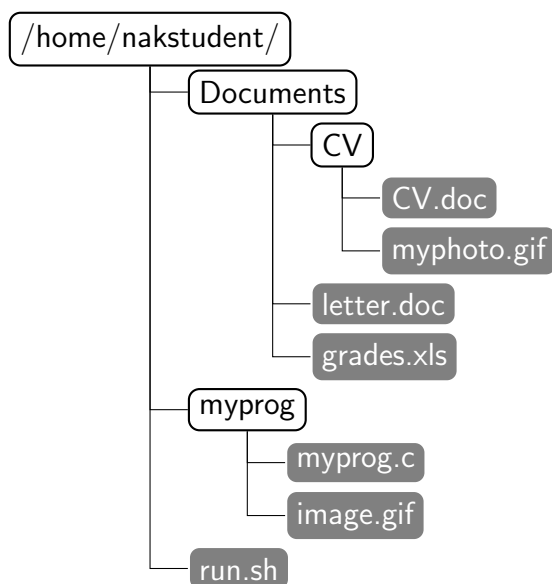
- (8.2) (4 Punkte) Schreiben Sie in einer Programmiersprache Ihrer Wahl eine Funktion `isBlockAvailable(int bitmap)`

Die Funktion soll möglichst effizient zurückgeben, ob es einen freien Block in dieser Bitmap gibt. Der Parameter `bitmap` entspricht der Freispeicher-Bitmap des Dateisystems. Je nach Sprache soll die Funktion `int` oder `boolean` zurückgeben.

Aufgabe 9 (18 Punkte)

Pfade und die UNIX-Shell

Gegeben sei folgendes Homeverzeichnis des Nutzers `nakstudent`:



Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (9.1) (1 Punkt) Welchen absoluten Pfad hat die Datei `grades.xls`?
- (9.2) (1 Punkt) Welchen relativen Pfad hat die Datei `run.sh`, wenn sich der Nutzer im Arbeitsverzeichnis `/home/nakstudent/Documents/CV` befindet?
- (9.3) (6 Punkte) Welche Dateien und Verzeichnisse sehen Sie nach jedem der folgenden Befehle, wenn Sie direkt nach jedem Befehl ein `ls` ausführen. Schreiben Sie die angezeigten Datei- und Verzeichnisnamen auf. Führen Sie alle angegebenen Befehle in genau der dargestellten Reihenfolge hintereinander aus.
- `cd /home/nakstudent/Documents`
 - `cd ../..`

- iii. `cd myprog`
- iv. `gcc -o myprog myprog.c`
- v. `cp image.gif ..`
- vi. `cd ~`

(9.4) (10 Punkte) Der Nutzer führt im Verzeichnis `/home/nakstudent` den Befehl `ls -al` aus und sieht folgende Ausgabe:

```
nakstudent@ubuntu:~$ ls -al
total 16
drwxrwxr-x  4 nakstudent students 4096 Mar 25 11:35 .
drwxr-xr-x 80 nakstudent students 4096 Mar 25 11:35 ..
drwxrwxr-x  3 nakstudent students 4096 Mar 25 11:35 Documents
drwxrwxr-x  2 nakstudent students 4096 Mar 25 11:36 myprog
-rw-rw-r--  1 nakstudent students 1230 Mar 25 11:35 run.sh
```

Beantworten Sie bitte kurz die folgenden Fragen:

Warum hat gerade das Verzeichnis `..` so viele Referenzen?

Welche Rechte hat die Studentin `nakstudentin`, die in der Gruppe `students` ist, für den Zugriff auf das Verzeichnis `myprog`? Erklären Sie kurz jedes Recht.

`nakstudent` befindet sich in seinem Homeverzeichnis und möchte das Skript `run.sh` ausführen. Was muss er machen, um dieses Skript ausführbar zu machen und zu starten? Notieren Sie bitte nur die erforderlichen Shell-Befehle.

Aufgabe 10 (10 Punkte)

Prozessmodell

Das Prozessmodell wird verwendet, um parallele Aktivitäten in aktuellen Betriebssystemen zu realisieren.

(10.1) (6 Punkte) Erstellen Sie ein Zustandsdiagramm der vier in der Vorlesung kennengelernten Prozesszustände und deren Übergänge zwischen den Zuständen.

(10.2) (4 Punkte) Erläutern Sie kurz die vier Prozesszustände.

Aufgabe 11 (8 Punkte)

Prozesserzeugung

Prozesse unter UNIX-Systemen werden mittels des `fork()`-Systemaufrufs erzeugt.

(11.1) (4 Punkte) Gegeben sei das folgende C-Programm. Wie lautet die Ausgabe des Programmes? Begründen Sie kurz!

```
void main(){
    int x, y = 0;
    for (x = 0; x < 2; x++){
        fork();
        y = y + 1;
        printf("%i\n", y);
        sleep(1); // warte eine Sekunde
    }
}
```

(11.2) (4 Punkte) Wie findet ein Prozess nach einem `fork()`-Systemaufruf heraus, ob er der Eltern- oder Kindprozess ist? Wie sieht der Programmcode aus, um dies herauszufinden?

Aufgabe 12 (9 Punkte) **Scheduling**

Zielstellungen des Prozess-Schedulings in Betriebssystemen sind in der Regel vom Einsatzzweck des Systems abhängig.

(12.1) (5 Punkte) Ordnen Sie die Scheduling-Verfahren

1. Priority Scheduling
2. First-Come-First-Served (FCFS)
3. Shortest Job First (SJF)
4. Round Robin
5. Shortest Remaining Time First

ihrem typischen Einsatzzweck zu, indem Sie jedem Verfahren zuordnen, ob es eher in Stapelverarbeitungssystemen oder interaktiven Systemen eingesetzt werden sollte.

(12.2) (4 Punkte) Nennen und begründen Sie zwei wesentliche Unterschiede in den Zielstellungen des Scheduling bei interaktiven Systemen und Stapelverarbeitungssystemen.