

Betriebssysteme

Lösungsvorschlag zu Übungsblatt 5 - Aufgabe 2

Aufgabe 1 (Speicherverwaltung)

Betrachten Sie das nachfolgende C-Programm

```
#define SPALTEN 8192
#define ZEILEN 100000
int feld[ZEILEN][SPALTEN];
int main(){
    int i,j;
    for ( i=0; i<ZEILEN; i++ )
        for ( j=0; j<SPALTEN; j++ )
            feld[i][j] = 1;
}
```

- a) Wieviel Speicherplatz wird das Programm etwa benötigen?
- b) Im logischen Adressraum des Prozesses ist Speicherplatz für „feld“ verfügbar. Zu welchem Zeitpunkt wird dieser Speicherplatz bereitgestellt?
- c) Halten Sie das Programm irgendwie vor und nach der Schleife an und überprüfen Sie in der Prozesstabelle jeweils den realen Speicherbedarf. Stimmen die Werte mit ihrer Erwartung überein. Erklären Sie die Werte.
- d) Messen Sie die Zeit für die Feld-Initialisierung mit dem Programm *time*. Wie lange dauert ein Hauptspeicherezugriff im Durchschnitt? Wieviele Systemtakte sind das?
- e) Erwarten Sie, dass sich die Laufzeit ändert, wenn man das Feld spaltenweise bearbeitet?

```
for ( j=0; j<SPALTEN; j++ )
    for ( i=0; i<ZEILEN; i++ )
        feld[i][j] = 1;
```

Begründen Sie ihre Antwort und überprüfen Sie es durch eine Zeitmessung.

- f) Bei einem modernen System wird sich die Laufzeit bei spaltenweiser Bearbeitung des Felds nicht nur verdoppeln sondern vielleicht verzehnfachen. Dies ist nicht durch den TLB-Verzicht erklärbar. Welche Effekte spielen hier noch mit?
- g) In welcher Situation konnte sich die Laufzeit durch die spaltenweise Bearbeitung verhundertfachen?

Aufgabe 2 (Virtueller Speicher)

Ein System verwendet virtuellen Speicher mit Paging. Für die Hauptspeicherverwaltung wird eine dreistufige Seitentabelle benutzt. Physikalische Adressen sind 64-Bit groß. Eine virtuelle Adresse ist 32 Bit groß und von der Form

p_1	p_2	p_3	D
-------	-------	-------	-----

mit folgender Aufteilung:

- p_1 : 5 Bit für die Seitentabelle der 1. Stufe
- p_2 : 8 Bit für die Seitentabelle der 2. Stufe
- p_3 : 8 Bit für die Seitentabelle der 3. Stufe
- D : 11 Bit für die Distanz

Annahme: Der virtuellen Adresse $v=0x00000901$ entspricht die reale Adresse $r=0x0010100000000101$

- a) Wie groß sind die Seitenrahmen für das obige Beispiel?

2^{11} Byte

Da 11 Bit für die Distanz verfügbar sind, lassen sich damit 2^{11} Byte adressieren.

- b) Geben Sie an, wie der TLB-Eintrag zu (v,r) aussieht

$(0x1,0x2020000000)$

Der TLB-Eintrag (S,R) enthält die Seitennummer S als Schlüssel und die zugehörige Rahmennummer R als Wert. Der TLB-Eintrag enthält keine Distanzen, da diese in der virtuellen und der realen Adresse identisch sind.

Zur Bestimmung von S müssen also die letzten 11 Bit von v weggelassen werden, zur Bestimmung von R die letzten 11 Bit von r . Dazu verwendet man die binäre Darstellung:

$v = 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 1001\ 0000\ 0001$

$S = 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 1$

$r = 0000\ 0000\ 0001\ 0000\ 0001\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0001\ 0000\ 0001$

$R = 0000\ 0000\ 0001\ 0000\ 0001\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0$

Daraus kann man wieder die hexadezimale Darstellung berechnen:

$S=0x1$ und $R=0x2020000000$

- c) Geben Sie an, wie die Rahmennummer im Beispiel bestimmt wird. Zeichnen Sie dazu eine Skizze mit den benötigten Seitentabelleneinträgen.

Die Werte von p_1 , p_2 und p_3 lassen sich mit Hilfe der o.g. Bitbreiten aus der binären Darstellung von v entnehmen.

$v = 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 1001\ 0000\ 0001$

Adressteil	Bitbreite	Bitpositionen in v	Wert (binär)
p_1	5	0-4	00000
p_2	8	5-12	00000000
p_3	8	13-20	00000001
D	11	21-31	00100000001

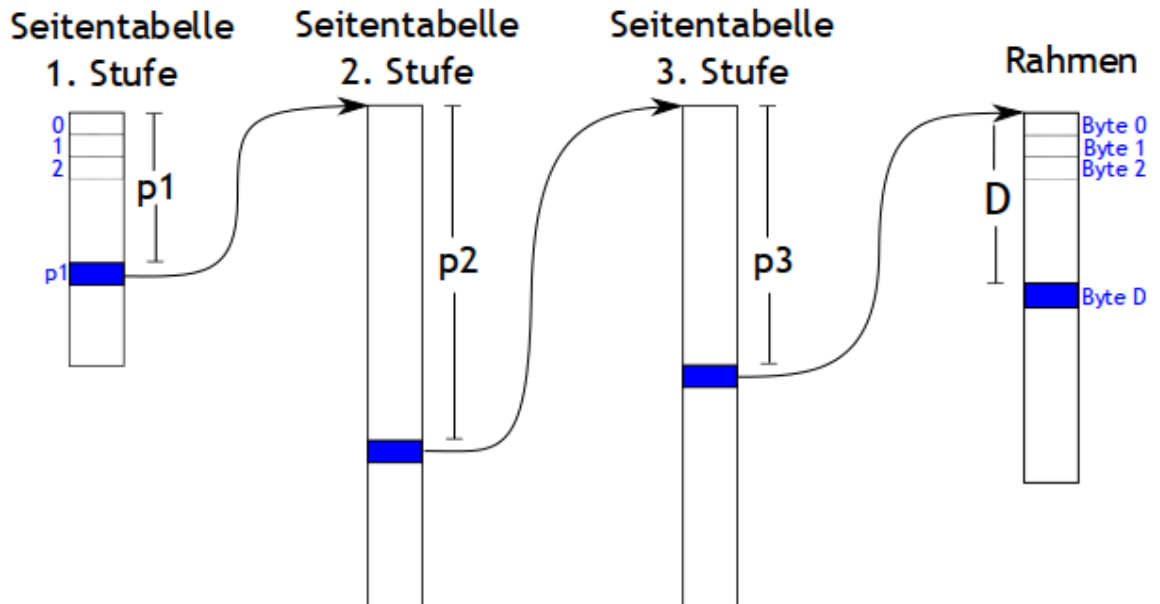
Im Beispiel erfolgt die Bestimmung also wie folgt

- 1) Im 1. Eintrag ($p_1=0$) der Seitentabelle Stufe 1 steht die Anfangsadresse der benötigten Seitentabelle Stufe 2.
- 2) Im 1. Eintrag ($p_2=0$) der Seitentabelle Stufe 2 steht die Anfangsadresse der benötigten Seitentabelle Stufe 3.
- 3) Im 2. Eintrag ($p_3=1$) der Seitentabelle Stufe 3 steht die Rahmenadresse.

Die nachfolgende Skizze verdeutlicht dies allgemein für beliebige virtuelle Adressen.

Virtuelle Adresse

p1	p2	p3	D
----	----	----	---



- d) Die Umrechnung von virtuellen in reale Speicheradressen in einem System mit Paging kostet Zeit.

Dauert die Berechnung einer realen Adresse in einem Rechner mit 2-stufigen Seitentabellen **im Durchschnitt wesentlich** länger als in einem Rechner mit 3-stufigen Seitentabellen (Begründung)?

Natürlich nicht!. Die Frage sollte auch lauten:

Dauert die Berechnung einer realen Adresse in einem Rechner mit 3-stufigen Seitentabellen **im Durchschnitt wesentlich** länger als in einem Rechner mit 2-stufigen Seitentabellen (Begründung)?

Bei einer 3-stufigen Tabelle dauert die Bestimmung der realen Adresse mit Hilfe der Seitentabellen natürlich länger als bei einer 2-stufigen, da ein zusätzlicher Hauptspeicherzugriff benötigt wird. Die Bestimmung erfolgt aber in den meisten Fällen nicht mittels Seitentabelle. In mehr als 90% aller Fälle wird die reale Adresse durch TLB-Lookup ermittelt. Deshalb ist die durchschnittliche Umrechnungszeit trotz der zusätzlichen Tabellenstufe nur unmerklich höher.