HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF
INSTITUT FÜR INFORMATIK
LEHRSTUHL FÜR RECHNERNETZE
PROFESSOR DR. M. MAUVE

Grundlagen der Technischen Informatik

Übungsblatt 3

Abgabefrist: 08.05.2013 8:30 Uhr

Ansprechpartner: Der Tutor ihrer Übungsgruppe

Geben Sie zu jeder Aufgabe Ihren Lösungsweg an!

Aufgabe 3.1 *Fixkommazahlen* (2 Punkte)

Wandeln Sie die gebrochene Dezimalzahl $2,6875$ in die Q2.6 Darstellung um.

Lösungsvorschlag: (1+1 Punkte)

Möglichkeit 1: (1 + 1 Punkte)

1. Umwandlung der Dezimalzahl in die Binärdarstellung:
   Vorkommateil: $2_{10} = 10_2$
   Nachkommateil:
   $0,6875 \cdot 2 = 1,375 \rightarrow 1$
   $0,3750 \cdot 2 = 0,750 \rightarrow 0$
   $0,7500 \cdot 2 = 1,500 \rightarrow 1$
   $0,5000 \cdot 2 = 1,000 \rightarrow 1$
   $\Rightarrow 0,6875_{10} = 1011_2$
   Ergebnis: $2,6875_{10} = 10,1011_2$

2. Überführung der Binärdarstellung in die Q2.6 Darstellung
   Q2.6: $0\ 1010\ 1100_2$
   (führende 0 wegen des Vorzeichens, die letzten zwei Nullen wegen Auffüllen auf 6 Nachkommastellen)

Möglichkeit 2: (0,3 + 0,4 + 0,3 + 1 Punkte)

1. Multiplikation mit 2^6 (mit der Anzahl der Nachkommastellen der gewünschten Fixkommadarstellung):
   $2,6875 \cdot 2^6 = 172,0$

2. Umwandlung des Vorkommaanteils des Ergebnisses in eine Binärzahl:
   $172_{10} = 1010\ 1100_2$
3. Prüfen, ob die Anzahl der Bits nicht größer als $2+6=8$ ist. Sollte das passiert sein, so lässt sich der Vorkommaanteil der Ausgangszahl nicht in x Bits kodieren. (Das passt in unserem Fall.)
   Gegebenenfalls Auffüllen von vorne mit Nullen auf $2+6=8$ Bits.
4. Überführung der Binärdarstellung in die Q2.6 Darstellung:
   Q2.6: $0\ 1010\ 1100_2$ (führende 0 wegen des Vorzeichens)

Kommentar für die Tutoren:

Bei dieser Aufgabe ist es wichtig, dass der aufgeschriebene Lösungsweg nachvollziehbar ist. Ohne Erklärung in Möglichkeit 2 mit 2^5 multiplizieren ist z.B. ohne Kommentar nicht nachvollziehbar.

Aufgabe 3.2 *Gleitkommazahlen* (3 Punkte)
Stellen Sie die gebrochene Dezimalzahl $148,625$ in IEEE 754 Single Precision (32 Bits) Standard dar.

Lösungsvorschlag: (0,75 + 0,75 + 1,5 Punkte)

1. Schritt: Umwandlung der Dezimalzahl in die Binärdarstellung

Vorkommateil: $148_{10} = 1001\ 0100_2$

Nachkommateil:

$0,625 \cdot 2 = 1,25 \rightarrow 1$

$0,250 \cdot 2 = 0,50 \rightarrow 0$

$0,500 \cdot 2 = 1,00 \rightarrow 1$

$\Rightarrow 0,625_{10} = 101_2$

Ergebnis: $148,625_{10} = 1001\ 0100,101_2$

2. Schritt: Bestimmen der normalisierten Binärdarstellung

$1001\ 0100,101 = 1,0010\ 1001\ 01 \cdot 2^7$ (Exponent ist 7)

3. Schritt: Bestimmen der Single Precision Darstellung

Vorzeichen: 0 (weil Zahl positiv)

Exponent: $7+127 = 134_{10} = 1000\ 0110_2$ (127 ist bias bei Single Precision)

Mantisse: 001 0100 1010 0000 0000 0000
(Nachkommateil aus der normalisierten Binärdarstellung, auf 23 Bit erweitert)

Ergebnis: $\underbrace{0}_{Vorzeichen}\ \underbrace{1000\ 0110}_{Exponent}\ \underbrace{001\ 0100\ 1010\ 0000\ 0000\ 0000}_{Mantisse}$

Aufgabe 3.3 *Supermarkt* (2 Punkte)

In Supermärkten tritt ein dem Paging nicht unähnliches Problem auf: Eine sehr große Zahl von möglichen Produkten muss in einer festen Zahl von Regalen bereitgestellt werden. Wenn ein wichtiges neues Produkt auf den Markt kommt, muss irgendein altes seinen Regalplatz dafür räumen. Offensichtliche Strategien hierfür wären LRU oder FIFO. Was sind die Vor- und Nachteile der jeweiligen Strategien? Was würden Sie bevorzugen? Warum?

Lösungsvorschlag: (2 Punkte)

Eine kurze Diskussion der Politiken:

LRU In der Praxis würde diese Politik bedeuten, dass Ladenhüter, also Waren mit geringer Nachfrage, aus dem Programm genommen werden würden.

FIFO Bei einer solchen Politik würden die Warengruppen, die zuerst ins Sortiment aufgenommen wurden, als erstes wieder entfernt. Da hier nicht auf die Nachfrage, also auf die Zugriffshäufigkeit, eingegangen wird, würden bei dieser Strategie schließlich Waren wie Toilettenpapier oder Trinkwasser zwischenzeitlich aus dem Sortiment fallen.

Hieraus wird klar, dass eine Umsetzung der FIFO-Strategie nicht sinnvoll ist.

Aufgabe 3.4 *Paging* (9 Punkte)

In einem Rechner, der virtuellen Speicher mittels Paging realisiert, wird auf folgende Seiten in dieser Reihenfolge zugegriffen:

$$0, 1, 2, 3, 0, 1, 4, 0, 1, 2, 3, 4$$

1. Stellen Sie den Ablauf der Rahmenbelegungen bei Verwendung von LRU dar, wenn ein 4 Rahmen großer physischer Speicher verwendet wird. Alle Rahmen sind zu Beginn leer.
2. Nehmen Sie an, der Speicher ist byteweise adressierbar, jede Seite ist 1 KB groß und es existieren insgesamt 8 virtuelle Seiten. Gehen Sie von der Belegung aus, die sich in Teilaufgabe 1 ergeben hat. Erstellen Sie eine Liste aller Adressbereiche, deren Verwendung zu einem Seitenfehler führen würde.
3. Unter denselben Annahmen wie in der vorigen Teilaufgabe, welche physischen Adressen gehören zu den virtuellen Adressen (in dezimaler Darstellung) 1111, 2222, 3333 und 4444?
4. Stellen Sie den Ablauf der Rahmenbelegungen bei Verwendung von FIFO dar, wenn ein 4 Rahmen großer physischer Speicher verwendet wird. Alle Rahmen sind zu Beginn leer.
5. Wiederholen Sie die vorige Teilaufgabe, gehen Sie nun aber von nur 3 Rahmen physischem Speicher aus.
6. Wie viele Seitenfehler treten in den Teilaufgaben 4 und 5 auf? War dieses Ergebnis zu erwarten?

Lösungsvorschlag: (2+1+1+2+2+1 Punkte)

1.

Zugriff:	0	1	2	3	0	1	4	0	1	2	3	4
Rahmen 3				**3**	3	3	3	3	3	**2**	2	2
Rahmen 2			**2**	2	2	2	**4**	4	4	4	**3**	3
Rahmen 1		**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rahmen 0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**

2. Seitenfehler würden bei Zugriffen auf Adressen in den Bereichen 0–1023 und 5120–8191 auftreten.

   Oder ausführlicher:

Seite	Bytes	Seitenfehler?
7	7168 - 8191	ja
6	6144 - 7167	ja
5	5120 - 6143	ja
4	4096 - 5119	nein
3	3072 - 4095	nein
2	2048 - 3071	nein
1	1024 - 2047	nein
0	0 - 1023	ja

3.
   - Virtuelle Adresse 1111 gehört zu Seite 1 mit dem Offset $1111 - 1 \cdot 1024 = 87$. Seite 1 ist in Rahmen 1 gespeichert:
     $\Rightarrow 1 \cdot 1024 + 87 = 1111$
   - 2222 gehört zu Seite 2. Offset ist $2222 - 2 \cdot 1024 = 174$. Seite 2 ist in Rahmen 3:
     $\Rightarrow 3 \cdot 1024 + 174 = 3246$
   - 3333 gehört zu Seite 3. Offset ist $3333 - 3 \cdot 1024 = 261$. Seite 3 ist in Rahmen 2:
     $\Rightarrow 2 \cdot 1024 + 261 = 2309$
   - 4444 gehört zu Seite 4. Offset ist $4444 - 4 \cdot 1024 = 348$. Seite 4 ist in Rahmen 0:
     $\Rightarrow 0 \cdot 1024 + 348 = 348$

4.

Zugriff:	0	1	2	3	0	1	4	0	1	2	3	4
Rahmen 3				**3**	3	3	3	3	3	**2**	2	2
Rahmen 2			**2**	2	2	2	2	2	**1**	1	1	1
Rahmen 1		**1**	1	1	1	1	1	**0**	0	0	0	**4**
Rahmen 0	**0**	0	0	0	0	0	**4**	4	4	4	**3**	3

5.

Zugriff:	0	1	2	3	0	1	4	0	1	2	3	4
Rahmen 2			**2**	2	2	**1**	1	1	1	1	**3**	3
Rahmen 1		**1**	1	1	**0**	0	0	0	0	**2**	2	2
Rahmen 0	**0**	0	0	**3**	3	3	**4**	4	4	4	4	4

6. In Aufgabe d) treten 10 Seitenfehler auf, während in Aufgabe e) nur 9 Seitenfehler auftreten. Dies ist überraschend, da in Aufgabe e) weniger physikalische Rahmen zur Verfügung stehen als in Aufgabe d) und daher das Gegenteil zu erwarten wäre. (Dieses Phänomen ist bekannt unter den Begriffen FIFO-Anomalie oder Bélády-Anomalie.)

Kommentar für die Tutoren:

Bei den Aufgabenteilen 1, 4 und 5 jeweils 0,5 Punkte Abzug pro falscher Einfügeoperation.
Die Teilaufgaben 1-3 bzw. 4-6 bauen jeweils aufeinander auf. Daher ist natürlich auch z.B. die Lösung von 3 als richtig zu werten wenn sie die Aufgabenstellung erfüllt aber auf einer falschen Lösung von 2 beruht.