



4. Übungsblatt zur Vorlesung

Technische Informatik I

Aufgabe 1

Bill, Steve und Linus wollen zusammen einen neuen Prozessor namens kaWumm entwickeln. Nach langer Überlegung haben sie sich dafür entschieden, bei kaWumm einen *direct-mapped Cache* zu verwenden.

- Beim endgültigen Entwurf paßt Bill nicht so genau auf und schiebt statt der i niederwertigsten die i höchstwertigen Bits in den Decoder, während die restlichen Bits als Adreß-TAG verwendet werden. Linus stellt darauf hin in einer seiner Messungen fest, daß die Trefferrate nicht wie erwartet bei 96,1%, sondern deutlich unter 60% liegt. Wieso kommt es durch diesen kleinen Fehler zu einer solch drastischen Verminderung der Trefferrate?
- Bevor die Entscheidung zwischen einem vollassoziativen Cache und einem direct-mapped Cache getroffen wurde, entwickelte Steve eine neue Schaltung für die Realisierung der *least recently used (LRU)*-Verdrängungsstrategie, welche im Vergleich zu herkömmlichen Schaltungen mit 10% Prozent weniger Gattern auskommt. Warum ist dieser Gewinn bei Verwendung des ausgewählten Cachespeichers jedoch bedeutungslos?

Aufgabe 2

Da Bill, Steve und Linus den Fehler aus Aufgabe 1a) nicht erkannt haben, entscheiden sie sich nun doch für einen *vollassoziativen Cache*.

- Der Prototyp des vollassoziativen Cache hat 4 Cacheblöcke. In einem Testlauf werden nacheinander die Adressen

0x100, 0x0FF, 0x113, 0x10A, 0x113, 0x10B, 0x10B, 0x100, 0x0FF, 0x10C, 0x114 und 0x100

vom Hauptspeicher angefordert (Anmerkung: Das Prefix 0x kennzeichnet einen Wert in Hexadezimaldarstellung, also zur Basis 16: $0x41D = 10 \cdot 16^2 + 1 \cdot 16^1 + 13 \cdot 16^0 = 2589$). Aus den Datenwörtern welcher Adressen setzt sich der Inhalt des Caches nach den jeweiligen Zugriffen zusammen, wenn die in Aufgabe 1b) entwickelte *least-recently-used (LRU)*-Verdrängungsstrategie benutzt wird?

- Steve entwickelt nun auch noch die Schaltung zur Realisierung einer *least frequently used (LFU)*-Verdrängungsstrategie, die bei gleich häufiger Verwendung jeweils das ältere Datum verdrängt.
Er führt den Test aus Aufgabe 2a) mit dieser neuen Strategie erneut durch. Welche Cacheinhalte ergeben sich *jetzt* nacheinander?

Aufgabe 3

Der Computer, indem kaWumm eingesetzt werden soll, hat einen virtuellen Adressraum von 16 Seiten, aber nur 4 Seitenrahmen. Ein Testprogramm zur Bestimmung einer geeigneten Verdrängungsstrategie referenziert die virtuellen Seiten in folgender Reihenfolge (anfangs ist der Speicher leer!): 0, 7, 2, 7, 5, 8, 9, 2, 4. Welche Referenzen verursachen einen Seitenfehler ...

- ... unter Verwendung der *least-recently-used (LRU)*-Verdrängungsstrategie?
- ... unter Verwendung der *first-in-first-out (FIFO)*-Verdrängungsstrategie?

Welche Verdrängungsstrategie sollte also aufgrund des Testprogramms gewählt werden?

Aufgabe 4

Beweise: Die durchschnittliche Anzahl von Sektoren, die bei der Positionierung des Schreib-/Lesekopfes auf einem beliebigen Sektor einer Spur überschritten wird, beträgt $(n - 1)/2$.
Annahmen:

- Der Schreib-/Lesekopf ist bereits auf der richtigen Spur positioniert.
- Die Spur enthält n Sektoren.
- Jeder Sektor der Spur ist gleichwahrscheinlich.

In welchem Zusammenhang steht dieses Ergebnis mit der Aussage aus der Vorlesung, dass die Latenzzeit 0.5 Umdrehungen beträgt.