

# Übungsblatt 6

(10 Punkte)

Besprechung am Montag, 26. Mai 2014

## 6.1 Caches & Speicherhierarchien (3 Punkte)

- Nennen Sie die drei in der Vorlesung vorgestellten Typen von Cache-Misses. Schlagen Sie jeweils vor, wie die Speicherhierarchie verändert werden kann, damit Cache-Misses des entsprechenden Typs vermieden werden.
- Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der beiden folgenden Cache-Organisationen:
  - separate Caches für Befehle und für Daten
  - gemeinsame Caches für Befehle und für Daten
- Ein Cache-basiertes Speichersystem mit FIFO als Cache-Line-Ersetzungsstrategie weise eine zu niedrige Cache-Trefferrate auf. Bewerten Sie (jeweils mit Begründung!) die folgenden Vorschläge, durch die diese erhöht werden soll:
  - Erhöhung der Cachelinegröße
  - Erhöhung der Speicherkapazität des Caches
  - Erhöhung der Hauptspeicherkapazität
  - Austausch der FIFO-Ersetzungsstrategie durch LRU

## 6.2 Cacheperformance (3 Punkte)

Es sollen zwei Maschinen verglichen werden, die den gleichen Prozessor und Hauptspeicher, aber eine unterschiedliche Cache-Organisation verwenden. Beide Prozessoren sind 32-Bit MIPS-Prozessoren, die mit 2 GHz getaktet sind und einen CPI-Wert von 1 haben (alle Operationen schließen in einem Takt ab). Die Instruktionen werden *in-order* ausgeführt, *multiple issue* und *Prefetching* werden nicht verwendet. Es wird eine perfekte Sprungvorhersage mit *branch target buffer* und *branch folding* vorausgesetzt, so daß der CPI-Wert von 1 auch über Sprünge hinweg gehalten werden kann. Folgende Daten sind über den Cache bekannt:

- Die *Cache (read) miss*-Zeit beträgt 40 ns. Cache Hits verursachen keine Verzögerung.
- Das Schreiben eines 32-Bit-Wortes in den Hauptspeicher benötigt 45 ns.
- Der Cache ist *unified* (enthält Instruktionen und Daten).
- Der Cache ist 128 KB groß (Tag- und Status-Bit nicht inbegriffen) mit 32 Byte großen Cacheblöcken.

Der Cache des ersten Systems A ist *direct mapped* und verwendet das *write-back- / write-allocate*-Verfahren. Der Cache des zweiten Systems B ist *two-way set associative* und verwendet das *write-through- / no-write-allocate*-Verfahren.

- Beschreiben Sie ein Programm, das auf System A wesentlich schneller als auf System B läuft.
- Betrachten Sie nun den umgekehrten Fall und beschreiben Sie ein Programm, das auf System B wesentlich schneller als auf System A läuft.
- Um welchen Faktor ist das Programm aus Aufgabenteil (a) auf dem System A schneller als auf dem System B? Um welchen Faktor ist das Programm aus Aufgabenteil (b) auf dem System B schneller als auf dem System A?

### 6.3 Cacheersetzungsstrategien (4 Punkte)

Gegeben sei ein 256 Byte großer 4-fach assoziativer L1-Cache mit LRU-Ersetzungsstrategie, die mit Hilfe von Dreiecksmatrizen implementiert wird. Jeder Cacheblock umfasst 4 Wörter á 32 Bit. Bei Schreibzugriffen werden die Strategien write-back und write-allocate angewendet.

Gehen Sie davon aus, dass in der Cachezeile mit dem Index 2 zuletzt auf die Ways in der Reihenfolge 2 (ältester Zugriff), 3, 1, 0 (jüngster Zugriff) zugegriffen wurde. Auf die Ways in der Cachezeile mit Index 3 wurde zuletzt in der Reihenfolge 0, 2, 3, 1 zugegriffen. Auf alle anderen Cachezeilen wurde in der Reihenfolge 0, 1, 2, 3 zugegriffen.

- a) Zeichnen Sie die Dreiecksmatrizen für die Cachezeilen mit den Indizes 2 und 3.
- b) Der Prozessor greift nun auf die folgenden Speicheradressen zu:
  - a. Write: 0x00493720
  - b. Write: 0x00493734
  - c. Read: 0x00471110
  - d. Read: 0x00493728
  - e. Read: 0x0049352C
  - f. Read: 0x00493734

Gehen Sie davon aus, dass zu Beginn der Zugriffssequenz die Tags in allen Cacheblöcken einer Null entsprechen. Geben Sie für jeden Zugriff an, ob ein Cache-Miss oder Cache-Hit vorliegt und welche Cachezeile geprüft wurde. Wie sieht nach einem Zugriff die Dreiecksmatrix der Zeile aus und welcher Block wird bei einem Cache-Miss ersetzt?

**Allgemeine Hinweise:** Die Übungstermine und weitere Informationen finden Sie unter <http://ls12-www.cs.tu-dortmund.de/daes/de/lehre/lehveranstaltungen/sommersemester-2014/rechnerarchitektur.html>. Die Übungszettel werden zum Semesterbeginn online gestellt und sollen eigenständig bis zum jeweiligen Stichtag gelöst werden. Die Lösungen werden in den Gruppen besprochen. Auf Wunsch kann für diese Veranstaltung ein Übungsschein ausgestellt werden. Hierzu müssen die selbst erstellten Lösungen jeweils vor der Besprechung der Aufgaben beim Übungsgruppenleiter abgegeben werden. Dabei müssen 45% der Gesamtpunkte bei den Übungszetteln erreicht und eigene Lösungen in der Übungsgruppe präsentiert werden. Für die Teilnahme an der Klausur nach BPO 2013 / der Fachprüfung nach DPO 2001 ist der Übungsschein *nicht* erforderlich.