

# Übungsblatt 11

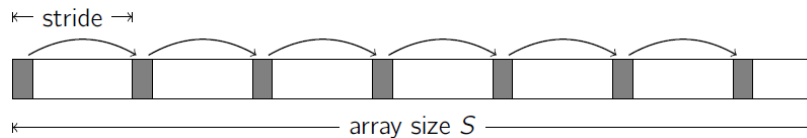
(10 Punkte)

Besprechung ab Mittwoch, 20. Juli 2016

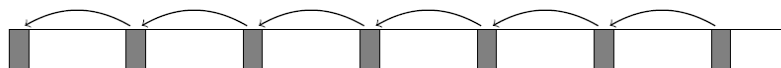
**HINWEIS:** Diese Blatt soll Zuhause gelöst werden. Darum finden in den KW 27 und 28 keine regulären Übungen statt. Zu den üblichen Übungszeiten stehen Ihnen aber alle Betreuer für fragen zur Verfügung. Sollten Sie keinen Computer Zuhause haben, wenden Sie sich bitte an einen der Betreuer. Die Ergebnisse dieses Blattes sollen in der letzten Vorlesung von Ihnen vorgetragen werden. Bereiten Sie daher Ihre Ergebnisse so auf, dass Sie diese auch vorstellen können.

In diesem Aufgabenblatt soll es darum gehen, die Latenzen des Hauptspeichers und der verschiedenen Caches sichtbar zu machen und sie zu messen. Dazu soll ein Micro-Benchmark entwickelt werden, der mit definierten Zugriffsmustern auf den Speicher des Systems zugreift. Grundsätzlich geschieht dies, indem wir ein Array im Hauptspeicher anlegen und geeignet initialisieren. Anschließend soll auf die Elemente des Arrays in definierter Form zugegriffen werden, z. B.

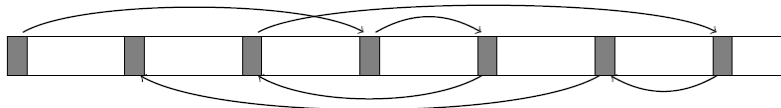
a. sequentiell:



b. sequentiell, aber rückwärts:



c. zufällig:



Implementieren Sie die Benchmark so, dass Sie ein- und zweidimensionale Arrays untersuchen können. Konfigurationsparameter des Benchmarks sind in allen Fällen die stride size  $s$ , d. h. der Abstand zwischen zwei Array-Elementen, sowie die Gesamtgröße des Arrays  $S$ .

## 11.1 Benchmarking (10 Punkte)

- a. Entwickeln Sie ein C-Programm, um einen solchen Micro-Benchmark zu implementieren.
- b. Lassen Sie den Benchmark mit verschiedenen Werten für  $s$  und  $S$  auf Ihrem System laufen (z. B.  $s \in [ 8 \text{ bytes} \dots 16 \text{ kilobytes} ]$  und  $S \in [ 4 \text{ kilobytes} \dots 512 \text{ megabytes} ]$ ).
  - Welche Beobachtungen machen Sie?
  - Welches Verhalten hätten Sie erwartet (deckt sich das Experiment mit Ihren Erwartungen)?
  - Wie lässt sich das beobachtete Verhalten erklären?
  - Welche Rückschlüsse lassen sich aufgrund der Ergebnisse auf Ihre Hardware machen?

Sollten Sie mehrere verschiedene Rechner zur Verfügung haben (z. B. unterschiedliche Architekturen – AMD vs. Intel vs. ARM vs. ... , ältere vs. neuere Hardware, unterschiedliche Cache- oder Hauptspeicherkonfigurationen), sind Sie herzlich eingeladen, auch darauf zu experimentieren. Vielleicht haben Sie ja auch eine besonders exotische Hardware, die wir dann in der Vorlesung ebenfalls diskutieren können.

**Hinweis:** Im Artikel "*What Every Programmer Should Know About Memory*" von Ulrich Drepper (<http://www.akkadia.org/drepper/cpumemory.pdf>) finden Sie viele Hinweise zur Implementation des Benchmarks sowie zur Deutung der Ergebnisse.

**Allgemeine Hinweise:** Die Übungstermine und weitere Informationen finden Sie unter <http://ls12-www.cs.tu-dortmund.de/daes/de/lehre/lehrveranstaltungen/sommersemester-2016/rechnerarchitektur-ss16.html>. Die Übungsblätter werden in den Übungen bearbeitet und besprochen. Eine Abgabe vorher ist also nicht nötig, dennoch sollte man sich im Voraus mit den Übungen vertraut machen. Für die Teilnahme an der Klausur nach BPO 2013 / der Fachprüfung nach DPO 2001 ist der Übungsschein *nicht* erforderlich.