
Übungsblatt 10

Ü 10.1 Virtuelles Speichersystem

Nehmen Sie ein virtuelles Speichersystem mit folgenden Eigenschaften an:

- Wortgröße: 4 Bytes
 - Seitengröße: 4 KiB¹
 - Virtuelle Adresse: 32 Bits
 - Physische Adresse: 32 Bits
 - Zweistufige Seitenumsetzung (die Seitentabelle auf der 1. Stufe umfasst genau eine Seite).
 - Jeder Seitentabelleneintrag (*page table entry*, *PTE*) muss an einer Wortgrenze beginnen (*word-aligned* sein).
 - 4 Bits Zusatzinformationen (*valid*, *dirty*, *reference*, *protection*) pro Seitentabelleneintrag.
 - Es gibt keinen TLB (*translation look-aside buffer*).
- a) Geben Sie die Größe des virtuellen bzw. physischen Adressraums in GiB an.
- b) Bestimmen Sie die Größe eines Seitentabelleneintrags (*page table entry*, *PTE*) und die Anzahl der Einträge pro Seitentabelle. Leiten Sie daraus ab, wie die Bits der virtuellen Adresse 0x12345678 interpretiert werden (Indizes, Page Offset).
- c) Stellen Sie die Umsetzung einer virtuellen Adresse in eine physische Adresse grafisch dar.

Ü 10.2 Translation Look-aside Buffer (TLB)

Das virtuelle Speichersystem aus Ü 10.1 soll durch einen 4-fach satz-assoziativen (*4-way set-associative*) TLB mit insgesamt 128 Einträgen erweitert werden.

- a) Stellen Sie die Umsetzung der virtuellen in physische Adressen mit Hilfe des TLB grafisch dar und geben Sie die Breite aller Felder und Signale an.
- b) Welche Bits einer virtuellen Adresse werden vom TLB als Cache Tag bzw. als Cache Index verwendet?
- c) Aus welchen Feldern besteht ein TLB-Eintrag? Bestimmen Sie die Größe des TLB in Bytes.

Ü 10.3 Virtuelles Speichersystem

Gegeben sei eine byte-adressierbare Maschine mit einem virtuellen Speichersystem mit 42-Bit virtuellem Adressraum, einer Seitengröße von 1 KiB und 34-Bit physischem Adressbereich. Jede Seitentabelle (Page Table) soll gerade eine Speicherseite belegen. Pro Eintrag in der Seitentabelle (Page Table Entry) werden außer der physischen Seitennummer (Page Frame Number) 7 Bit Zusatzinformationen benötigt. Ein Seitentabelleneintrag belege eine ganze Anzahl von Worten (1 Wort = 4 Bytes).

¹ Zu Binärpräfixen für Einheiten siehe z.B. <http://de.wikipedia.org/wiki/Bin%C3%A4rpr%C3%A4fix>

- a) Bestimmen Sie die Größe des physischen bzw. virtuellen Speicherbereichs sowie die Größe eines Seitentabelleneintrags.
- b) Bestimmen Sie nachvollziehbar die minimale Anzahl von Stufen (Levels), die in einer mehrstufigen Seitentabellenhierarchie für die Adressumsetzung benötigt werden.
- c) Auf welche Einträge (Indizes) wird bei Umsetzung der virtuellen Adresse $0x1122334455 \ll 2$ (40-Bit-Adresse wird um 2 Binärstellen nach links geschoben bzw. 2 Null-Bits werden angehängt, Ergebnis ist die 42-Bit-Adresse $0x4488CD1154$) in eine physische Adresse in den einzelnen Seitentabellen zugegriffen?
- d) Für einen Prozess muss virtueller Speicher im Ausmaß von 1000 Seiten in physische Adressen übersetzt werden. Wie viel Speicher wird im günstigsten Fall für die Seitentabellen benötigt?