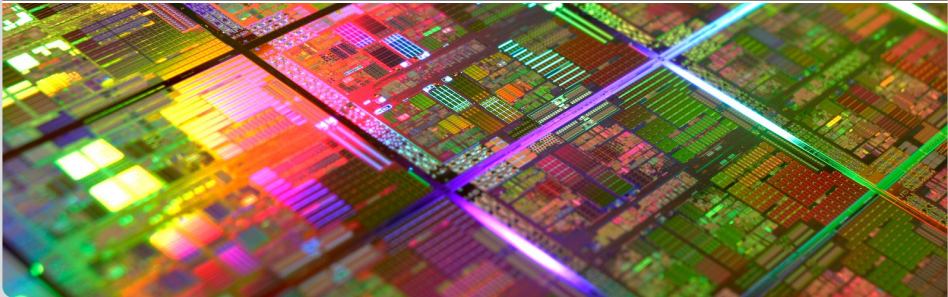


RO-Tutorien 15 und 16

Tutorien zur Vorlesung "Rechnerorganisation"

Tutorienwoche 10 am 29.06.2011



- Virtuelle Speicherverwaltung
- Übungsaufgaben
- Organisatorisches

- Der physische Speicher ist begrenzt
- Unter Umständen wird mehr Speicher angefordert als physisch vorhanden ist
- Wie implementiert man einen effektiven Zugriffsschutz (für Multitasking)?

- ... entkoppelt virtuelle Adressräume von physisch vorhandenem Speicher
- ... übersetzt virtuelle Adressen beim Zugriff in physische Adressen (HW-Unterstützung!)
- ... ist für die Anwendung transparent
- ... erlaubt es, bei Knappheit des physischen Speichers, Seiten auszulagern (Swapping)

- ... entkoppelt virtuelle Adressräume von physisch vorhandenem Speicher
- ... übersetzt virtuelle Adressen beim Zugriff in physische Adressen (HW-Unterstützung!)
- ... ist für die Anwendung transparent
- ... erlaubt es, bei Knappheit des physischen Speichers, Seiten auszulagern (Swapping)

- ... entkoppelt virtuelle Adressräume von physisch vorhandenem Speicher
- ... übersetzt virtuelle Adressen beim Zugriff in physische Adressen (HW-Unterstützung!)
- ... ist für die Anwendung transparent
- ... erlaubt es, bei Knappheit des physischen Speichers, Seiten auszulagern (Swapping)

- ... entkoppelt virtuelle Adressräume von physisch vorhandenem Speicher
- ... übersetzt virtuelle Adressen beim Zugriff in physische Adressen (HW-Unterstützung!)
- ... ist für die Anwendung transparent
- ... erlaubt es, bei Knappheit des physischen Speichers, Seiten auszulagern (Swapping)

Es werden zwei Verfahren unterschieden:

■ Segmentierung

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in verschieden große Segmente
- Segmente enthalten logisch zusammengehörende Daten, z.B. Kernel-Code-Segment, Daten-Segment von Prozess A

■ Paging (Seitenwechselfverfahren)

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in Seiten fester Größe
- Seitengröße wird klein gewählt (z.B. 4kB), um Verschnitt zu verringern

Die beiden Verfahren können in einer mehrstufigen Speicherverwaltung auch kombiniert werden (vgl. x86).

Es werden zwei Verfahren unterschieden:

■ Segmentierung

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in verschieden große Segmente
- Segmente enthalten logisch zusammengehörende Daten, z.B. Kernel-Code-Segment, Daten-Segment von Prozess A

■ Paging (Seitenwechselverfahren)

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in Seiten fester Größe
- Seitengröße wird klein gewählt (z.B. 4kB), um Verschnitt zu verringern

Die beiden Verfahren können in einer mehrstufigen Speicherverwaltung auch kombiniert werden (vgl. x86).

Es werden zwei Verfahren unterschieden:

■ Segmentierung

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in verschieden große Segmente
- Segmente enthalten logisch zusammengehörende Daten, z.B. Kernel-Code-Segment, Daten-Segment von Prozess A

■ Paging (Seitenwechselfverfahren)

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in Seiten fester Größe
- Seitengröße wird klein gewählt (z.B. 4kB), um Verschchnitt zu verringern

Die beiden Verfahren können in einer mehrstufigen Speicherverwaltung auch kombiniert werden (vgl. x86).

Es werden zwei Verfahren unterschieden:

■ Segmentierung

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in verschieden große Segmente
- Segmente enthalten logisch zusammengehörende Daten, z.B. Kernel-Code-Segment, Daten-Segment von Prozess A

■ Paging (Seitenwechselfverfahren)

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in Seiten fester Größe
- Seitengröße wird klein gewählt (z.B. 4kB), um Verschnitt zu verringern

Die beiden Verfahren können in einer mehrstufigen Speicherverwaltung auch kombiniert werden (vgl. x86).

Es werden zwei Verfahren unterschieden:

■ Segmentierung

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in verschieden große Segmente
- Segmente enthalten logisch zusammengehörende Daten, z.B. Kernel-Code-Segment, Daten-Segment von Prozess A

■ Paging (Seitenwechselfverfahren)

- Zerlegung des virtuellen Speicherbereichs in Seiten fester Größe
- Seitengröße wird klein gewählt (z.B. 4kB), um Verschnitt zu verringern

Die beiden Verfahren können in einer mehrstufigen Speicherverwaltung auch kombiniert werden (vgl. x86).

Was sind Vor- und Nachteile bei Segmentierung?

Was sind Vor- und Nachteile bei Segmentierung?

- Vorteile:
 - Logische Struktur wird abgebildet (Codesegment, Datensegment, ...)
 - Keine interne Fragmentierung (Verschnitt), Segmente können mit der passenden Größe erzeugt werden
- Nachteile:
 - Segmente können nur ganz oder gar nicht eingelagert sein
 - Externe Fragmentierung möglich

Was sind Vor- und Nachteile bei Paging?

Was sind Vor- und Nachteile bei Paging?

- Vorteile:
 - Keine externe Fragmentierung, da alle Seiten gleich groß sind
 - Kleine Seiten lassen sich leicht ein- und auslagern
- Nachteile:
 - Potentiell hohe Zahl von aufeinanderfolgenden Seitenfehlern
 - Interne Fragmentierung (Verschnitt), da nur ein Vielfaches der Seitengröße allokiert werden kann

- Die Memory Management Unit (MMU) der CPU übernimmt die Übersetzung von virtuellen zu physischen Adressen
- Meist Beschleunigung der Adressübersetzung durch Translation Lookaside Buffer (TLB)
- Segment- bzw. Seitentabelle speichert die benötigte Zuordnung
- Tabellenzugriff entweder eigenständig durch Hardware (z.B. x86) oder mit Betriebssystem-Unterstützung bei einem TLB-Miss (z.B. MIPS)

- Die Memory Management Unit (MMU) der CPU übernimmt die Übersetzung von virtuellen zu physischen Adressen
- Meist Beschleunigung der Adressübersetzung durch Translation Lookaside Buffer (TLB)
- Segment- bzw. Seitentabelle speichert die benötigte Zuordnung
- Tabellenzugriff entweder eigenständig durch Hardware (z.B. x86) oder mit Betriebssystem-Unterstützung bei einem TLB-Miss (z.B. MIPS)

- Die Memory Management Unit (MMU) der CPU übernimmt die Übersetzung von virtuellen zu physischen Adressen
- Meist Beschleunigung der Adressübersetzung durch Translation Lookaside Buffer (TLB)
- Segment- bzw. Seitentabelle speichert die benötigte Zuordnung
- Tabellenzugriff entweder eigenständig durch Hardware (z.B. x86) oder mit Betriebssystem-Unterstützung bei einem TLB-Miss (z.B. MIPS)

- Die Memory Management Unit (MMU) der CPU übernimmt die Übersetzung von virtuellen zu physischen Adressen
- Meist Beschleunigung der Adressübersetzung durch Translation Lookaside Buffer (TLB)
- Segment- bzw. Seitentabelle speichert die benötigte Zuordnung
- Tabellenzugriff entweder eigenständig durch Hardware (z.B. x86) oder mit Betriebssystem-Unterstützung bei einem TLB-Miss (z.B. MIPS)

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Wird der freien physikalischen Speicher knapp, können Seiten auf einen Sekundärspeicher (z.B. Festplatte) ausgelagert werden
- Ausgelagerte Seiten werden als ausgelagert markiert (Wo?)
- Bei einem Seitenfehler wird eine Behandlungsroutine des Betriebssystems aufgerufen:
 - Ist die betroffene Seite ausgelagert? (fahre fort) Oder Schutzverletzung/ungültige Seite? (dann Fehler)
 - Falls keine Kachel frei: Eine Seite auslagern
 - Ausgelagerte Seite zurück in den Speicher an eine freie Kachel laden
 - Ausführung des fehlgeschlagenen Befehls wiederholen
- Mehr dazu: VL Betriebssysteme im Wintersemester

- Seitentabellen können selbst mehrstufig organisiert werden (viele kleine Tabellen statt einer großen)
- Nicht benötigte Seitentabellen können dann selbst ausgelagert werden

Übungsaufgabe 1.1

Bei einem Cache-Speicher mit einer Speicherkapazität von 512 KByte ist die Hauptspeicheradresse in ein 16 Bit Tag-Feld, ein 10 Bit Index-Feld und einen 6 Bit Byte-Offset unterteilt.

1. Bestimmen Sie die Blockgröße in Bytes.
2. Wieviele Einträge besitzt der Cache-Speicher?
3. Wie ist der Cache-Speicher organisiert?

Übungsaufgabe 1.1

Bei einem Cache-Speicher mit einer Speicherkapazität von 512 KByte ist die Hauptspeicheradresse in ein 16 Bit Tag-Feld, ein 10 Bit Index-Feld und einen 6 Bit Byte-Offset unterteilt.

1. Bestimmen Sie die Blockgröße in Bytes.
2. Wieviele Einträge besitzt der Cache-Speicher?
3. Wie ist der Cache-Speicher organisiert?

Übungsaufgabe 1.1

Bei einem Cache-Speicher mit einer Speicherkapazität von 512 KByte ist die Hauptspeicheradresse in ein 16 Bit Tag-Feld, ein 10 Bit Index-Feld und einen 6 Bit Byte-Offset unterteilt.

1. Bestimmen Sie die Blockgröße in Bytes.
2. Wieviele Einträge besitzt der Cache-Speicher?
3. Wie ist der Cache-Speicher organisiert?

Übungsaufgabe 1.2

Es soll ein 5-fach-assoziativer Cache-Speicher mit 128 Sätzen und einer Blockgröße von 8 Byte realisiert werden. Nehmen Sie an, dass die Hauptspeicheradresse 32 Bit breit ist. Zur Verwaltung eines Cacheblocks wird nur ein Statusbit (Valid-Bit: V) verwendet.

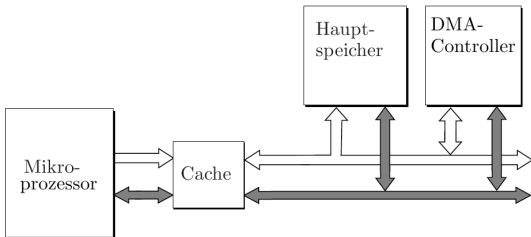
1. Welche Bits der 32-Bit-Adresse bilden Offset, Tag und Index?
Skizzieren Sie hierzu die Unterteilung der Hauptspeicheradresse.
2. Bestimmen Sie den insgesamt erforderlichen Speicherbedarf zur Realisierung dieses Cache-Speichers.

Übungsaufgabe 1.2

Es soll ein 5-fach-assoziativer Cache-Speicher mit 128 Sätzen und einer Blockgröße von 8 Byte realisiert werden. Nehmen Sie an, dass die Hauptspeicheradresse 32 Bit breit ist. Zur Verwaltung eines Cacheblocks wird nur ein Statusbit (Valid-Bit: V) verwendet.

1. Welche Bits der 32-Bit-Adresse bilden Offset, Tag und Index?
Skizzieren Sie hierzu die Unterteilung der Hauptspeicheradresse.
2. Bestimmen Sie den insgesamt erforderlichen Speicherbedarf zur Realisierung dieses Cache-Speichers.

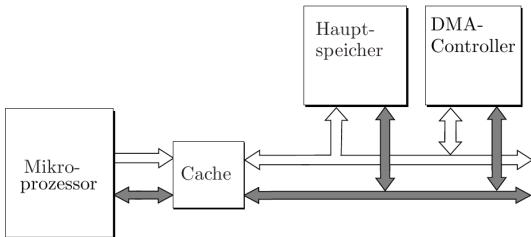
Übungsaufgabe 1.3



Die Abbildung zeigt ein Mikrorechnersystem, das neben dem Prozessor mit Cache einen DMA-Controller ohne Cache als weiteren Master aufweist. Der DMA-Controller hat wie der Prozessor einen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher, in dem sich beide Master einen Speicherbereich teilen.

- Welches Daten-Inkonsistenz-Problem tritt auf, wenn der Cache ein Durchschreib-Verfahren (write-through) verwendet?

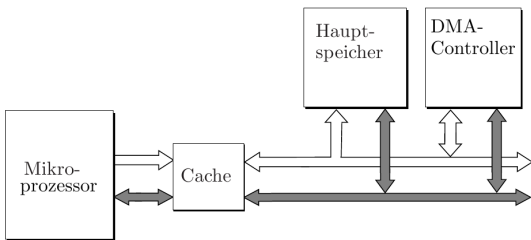
Übungsaufgabe 1.3



Die Abbildung zeigt ein Mikrorechnersystem, das neben dem Prozessor mit Cache einen DMA-Controller ohne Cache als weiteren Master aufweist. Der DMA-Controller hat wie der Prozessor einen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher, in dem sich beide Master einen Speicherbereich teilen.

- Welches Daten-Inkonsistenz-Problem tritt auf, wenn der Cache ein Rückschreib-Verfahren (write-back) verwendet?

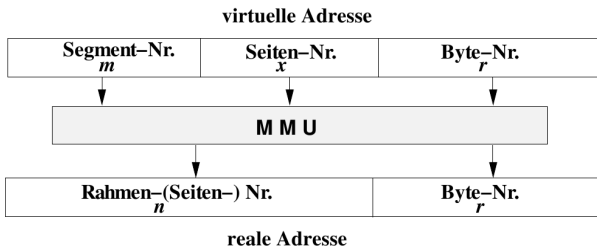
Übungsaufgabe 1.3



Die Abbildung zeigt ein Mikrorechnersystem, das neben dem Prozessor mit Cache einen DMA-Controller ohne Cache als weiteren Master aufweist. Der DMA-Controller hat wie der Prozessor einen direkten Zugriff auf den Hauptspeicher, in dem sich beide Master einen Speicherbereich teilen.

- Geben Sie zwei Lösungsvorschläge zur Gewährleistung der Datenkonsistenz an.

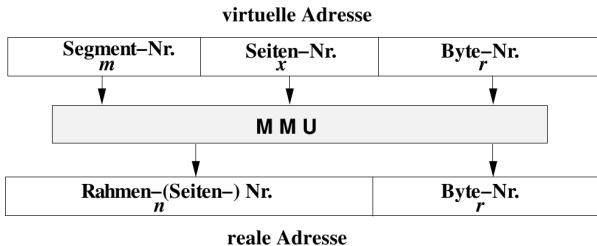
Übungsaufgabe 2



Die Speicherverwaltung in einem Rechnersystem geschieht zweistufig über eine Segmenttabelle und eine Seitentabelle.

- Geben Sie die Größe des maximal verfügbaren virtuellen Adressraums in Byte an. In wieviele Segmente wird der virtuelle Adressraum unterteilt?

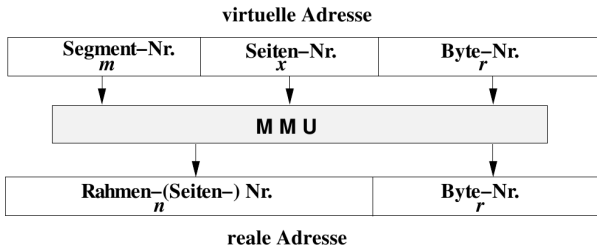
Übungsaufgabe 2



Die Speicherverwaltung in einem Rechnersystem geschieht zweistufig über eine Segmenttabelle und eine Seitentabelle.

- Wieviele Seiten können in einem Segment im virtuellen Adressraum gespeichert werden? Geben Sie die Größe einer Seite in Byte an.

Übungsaufgabe 2



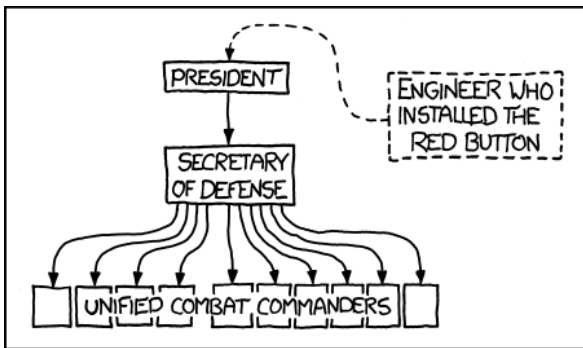
Die Speicherverwaltung in einem Rechnersystem geschieht zweistufig über eine Segmenttabelle und eine Seitentabelle.

- Was sind die Vorteile einer solchen zweistufigen Adressumsetzung gegenüber einer reinen Seitenverwaltung?

- Es wird dieses Semester 11 Übungsblätter mit insgesamt 221 Punkten geben
- Für den Übungsschein notwendig: 8 abgegebene Übungsblätter und 110,5 Punkte
- Anmeldung zur freiwilligen Probeklausur am 14.07.2011 ab jetzt im Tutorium oder per E-Mail möglich

- Es wird dieses Semester 11 Übungsblätter mit insgesamt 221 Punkten geben
- Für den Übungsschein notwendig: 8 abgegebene Übungsblätter und 110,5 Punkte
- Anmeldung zur freiwilligen Probeklausur am 14.07.2011 ab jetzt im Tutorium oder per E-Mail möglich

- Es wird dieses Semester 11 Übungsblätter mit insgesamt 221 Punkten geben
- Für den Übungsschein notwendig: 8 abgegebene Übungsblätter und 110,5 Punkte
- Anmeldung zur freiwilligen Probeklausur am 14.07.2011 ab jetzt im Tutorium oder per E-Mail möglich



US NUCLEAR CHAIN OF COMMAND

Quelle: <http://xkcd.com/898/>