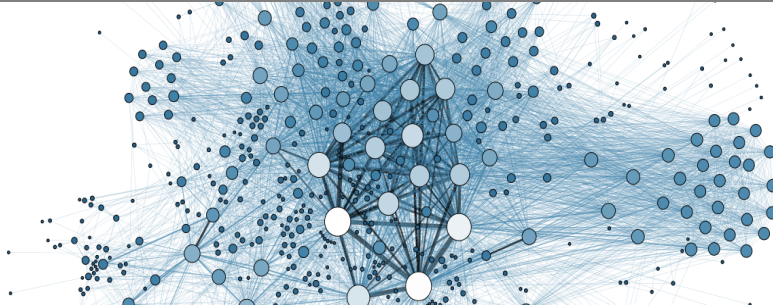


Grundbegriffe der Informatik

Tutorium 33

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu | 1.12.2016



Lukas Bach, lu-
kas.bach@student.kit.edu

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

1 Zum Übungsblatt

2 MIMA

- Maschinenbefehle
- Aufgaben

- Was ist sind die folgenden Mengen?
 - \mathbb{N} = Menge der natürlichen Zahlen (1, 2, 3, ...)
 - $\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$
 - \mathbb{R} = Menge der Reellen Zahlen
 - \mathbb{R}^+ = Menge der positiven reellen Zahlen
 - \mathbb{R}_0 gibt es nicht! 0 ist auch so schon in \mathbb{R}
 - \mathbb{R}_0^+ genauso nicht!
- Aufgabe: $R : A^* \rightarrow A^*$
 - $R(\varepsilon) = \varepsilon$
 - $\forall x \in A : R(x) = x$
 - $\forall w \in A^* \forall x \in A \forall y \in A : R(xwy) = yR(w)x$
 - Zeige: $\forall n \in \mathbb{N}_0 : \forall w \in A^n : |R(w)| = |w|$

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Theoretischer, idealisierter Prozessor
- Funktioniert wie ein echter Prozessor, ist aber simpler
- Nah an Technischer Informatik

Grundaufbau:

- Adressen als *20bit* Datenwort
- Speicherworte als *24bit* Datenwort
- Maschinenbefehle als...
 - *4bit* Befehl und *20bit* Adresse
 - oder *8bit* Befehl und unwichtigem Rest



Steuerwerk

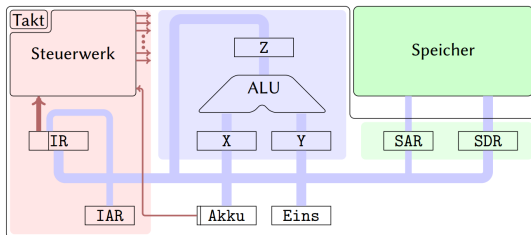
- Instruction Register (IR) enthält den nächsten auszuführenden Befehl
- Instruction Adress Register (IAR) enthält die Adresse des nächsten Befehls
- Takt bestimmt die “Tickrate”, also die Geschwindigkeit
- Steuerwerk interpretiert alle Befehle und führt sie aus
- Welche Befehle es gibt: Siehe später

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben



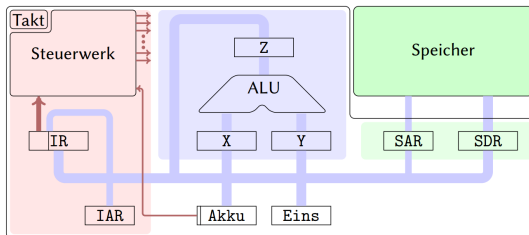
Akku und Eins

- Akku dient als Zwischenspeicher für Datenworte
- Hält maximal ein Wort
- Eins liefert die Konstante 1, hält also Strom
- z.B. erhöhen des IAR



Arithmetic Logic Unit (ALU) / Rechenwerk

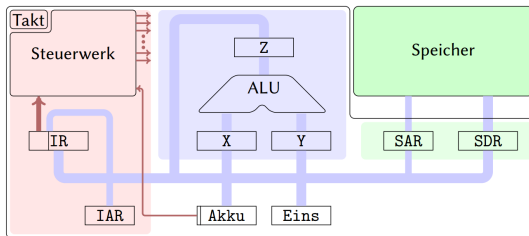
- Durchführt arithmetische Operationen
- **mod** , **div** , + , - , ... , bitweises OR/AND/...
- X und Y sind Eingaberegister
- Z ist Ausgaberegister



Speicher(werk)

Speicher selbst speichert Befehle und Daten. Speicherwerk besteht aus:

- Speicheradressregister (SAR)
ist die Adresse, bei der im Speicher gespeichert/gelesen werden soll
- Speicherdatenregister (SDR)
Datum, das bei der Adresse gespeichert werden soll/gelesen wurde.



Busse

- “Kabel” zwischen den Verbindungen
- Ein kompletter Bus überträgt entweder 1, 0, oder nichts
- Kann nur eine einzige Information auf einmal übertragen

Um MIMA Programme und dazugehörige Definitionen verständlicher zu machen, vereinbaren wir folgende Konventionen:

- Befehle (eigentlich Bitfolge) schreiben wir als Befehlname und Adresse
 - $0010000000000000000101010 \equiv STV\ 42$
- $X \leftarrow Y \equiv$ "Der Variable X wird der Wert Y zugewiesen"

MIMA Befehle

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>
<i>LDIV adr</i>	$Akku \leftarrow M(M(adr))$	Lade einen Wert vom Speicher bei der Adresse, die bei <i>adr</i> gespeichert ist, und lade den Wert in den Akku
<i>STIV adr</i>	$M(M(adr)) \leftarrow Akku$	Speichere den Wert im Akku bei der Adresse, die in <i>adr</i> gespeichert ist.

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
$ADD\ adr$	$Akku \leftarrow Akku + M(adr)$	Addiere den Wert bei adr zum Akku dazu.
$"OP" adr$	$Akku "OP" M(adr)$	Wende bitweise Operation auf Akku mit Wert bei adr an. $Op \in \{AND, OR, XOR\}$.

Eine MIMA-Maschine beherrscht folgende Maschinenbefehle:

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11...11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00...00 sonst.
<i>JMP adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i>
<i>JMN adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i> , falls Akku negativ (also erstes Bit = 1), sonst fahre normal fort.

- Befehle zum laden und Speichern in den Speicher
- LDV um Daten vom Speicher zu laden, STV um Daten in den Speicher zu schreiben
- LDC um eine Konstante zu laden
- Daten werden in einem Zwischenspeicher gelagert, der nur ein Datenwort hält: Akku.

Beispiele:

- *LDV 9* lädt das Datum, das im Speicher bei Adresse 9 liegt, in den Akku.
- *STV 9* speichert das Datum, das im Akku liegt, in den Speicher an Adresse 9.
- *LDC 4* lädt die Zahl 4 in den Akku (also kein Speicherzugriff).

MIMA Befehle: Sichern und Laden

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDC const</i>	$Akku \leftarrow const$	Lade eine Konstante <i>const</i> in den Akku
<i>LDV adr</i>	$Akku \leftarrow M(adr)$	Lade einen Wert vom Speicher bei Adresse <i>adr</i> in den Akku
<i>STV adr</i>	$M(adr) \leftarrow Akku$	Lade Speichere den Wert aus dem Akku im Speicher bei Adresse <i>adr</i>

Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5		Adresse	Wert
STV a_1	\vdots	a_1	0
LDC 7	LDV a_1	a_2	0
STV a_2	STV a_3	a_3	0
\vdots	HALT		

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

MIMA Befehle: Indirektes Sichern und Laden

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>LDIV adr</i>	$Akku \leftarrow M(M(adr))$	Lade einen Wert vom Speicher bei der Adresse, die bei <i>adr</i> gespeichert ist, und lade den Wert in den Akku
<i>STIV adr</i>	$M(M(adr)) \leftarrow Akku$	Speichere den Wert im Akku bei der Adresse, die in <i>adr</i> gespeichert ist.

Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDIV 4
STV 5
LDIV 5
STIV 4
HALT

Adresse	Wert
4	6
5	0
6	7
7	2

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

- Befehle zu arithmetischen Operationen
- Eine ALU-Operation, angewandt auf dem Wert des Akkus und dem Wert an gegebener Adresse
- Beispiele:
 - *ADD* 4 addiert den Wert im Akku mit dem Wert aus dem Speicher an Adresse 4 und legt das Resultat im Akku ab. Achtung: Addition nicht mit dem Wert 4!
 - *AND* 3 führt bitweise Verundung zwischen dem Wert im Akku und dem Wert aus dem Speicher an Adresse 4 durch und legt das Resultat im Akku ab.

MIMA Befehle: Eins plus Eins

Befehlssyntax	Formel	Bedeutung
<i>ADD adr</i>	$Akku \leftarrow Akku + M(adr)$	Addiere den Wert bei <i>adr</i> zum Akku dazu.
<i>"OP" adr</i>	$Akku \text{ "OP" } M(adr)$	Wende bitweise Operation auf Akku mit Wert bei <i>adr</i> an. $Op \in \{AND, OR, XOR\}$.

Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5
ADD 3
AND 4
STV 5
LDC 12
XOR 5
HALT

Adresse	Wert
3	3
4	8
5	17

- *NOT* invertiert alle Bits des Datums im Akku. Beispiel *NOT* mit 5 im Akku, angenommen der Akku speichert bis zu 8 bits:
 $5_{10} = 00000101_2$, nach der Invertierung: 11111010_2 .
- *RAR* rotiert alle Bits des Datums im Akku um eine Stelle nach rechts. Beispiel mit 5 im Akku: 00000101_2 wird zu 10000010_2 .
- *EQL adr* vergleicht den Wert im Akku mit dem Wert bei *adr*.
 - Setzt Akku = 11 ... 11 falls Werte gleich sind.
 - Setzt Akku = 00 ... 00 falls Werte nicht gleich sind.

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>NOT</i>	Bitweise Invertierung aller Bits des Akku-Datenwortes
<i>RAR</i>	Rotiere alle Akku-Bits eins nach rechts
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11 ··· 11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00 ··· 00 sonst.

Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5	:
NOT	:
RAR	RAR
NOT	EQL 15
RAR	EQL 0
:	HALT

- Normalerweise wird die Instruktionsadresse nach jedem Befehl um eins erhöht
- Also Befehle werden von oben nach unten abgearbeitet
- Mit Sprüngen kann man die MIMA zwingen, zu definiertem Befehl zu springen und damit die Vorgehensreihenfolge zu beeinflussen
- *JMP adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus.
- *JMN adr* führt als nächsten Befehl den an Adresse *adr* aus, falls der Akku negativ ist.
 - Also wenn das erste Bit im Akku negativ ist.
 - Wenn vorher ein *EQL* erfolgreich verglichen hat, wird also gesprungen.
 - Wenn der Akku positiv ist, werden die Befehle nach *JMN* normal weiter abgearbeitet.

MIMA Befehle: Springen

Befehlssyntax	Bedeutung
<i>EQL adr</i>	Setze Akku auf 11...11, falls Wert bei <i>adr</i> gleich Akku-Wert, setze Akku auf 00...00 sonst.
<i>JMP adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i>
<i>JMN adr</i>	Springe zu Befehlsadresse <i>adr</i> , falls Akku negativ (also erstes Bit = 1), sonst fahre normal fort.

Beispielprogramm mit initialem Speicherabbild

LDC 5	:		
a_1 : JMN a_2	NOT	Adresse	Wert
EQL 1	a_2 : JMP a_3	1	5
JMN a_1	NOT		
:	a_3 : HALT		

Zum Übungsblatt

MIMA

Maschinenbefehle

Aufgaben

MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse a_1 einer positiven Zahl x .
- Ausgabe: Speichert $3 \cdot x$ in a_1 .

Lösung:

LDV a_1

ADD a_1

ADD a_1

STV a_1

HALT

MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse a_1 einer positiven Zahl x .
- Ausgabe: Speichert $x \bmod 2$ in a_1 .

Lösung:

```
LDC 1    // 0000000000000000000000000001
```

```
AND  $a_1$ 
```

```
STV  $a_1$ 
```

```
HALT
```


MIMA-Programm schreiben

Schreibe ein MIMA-Programm:

- Eingabe: Adresse a_1 einer positiven Zahl x .
- Ausgabe: Speichert $x \mathbf{div} 2$ in a_1 .

Lösung:

LDC 1

NOT

AND a_1 // Setze "rechtestes" Bit auf 0

RAR

STV a_1

HALT

Zum Tutorium

- Lukas Bach
- Tutorienfolien auf:
 - <http://gbi.lukasbach.com>
- Tutorium findet statt:
 - Donnerstags, 14:00 - 15:30
 - 50.34 Informatikbau, -107

Mehr Material

- Ehemalige GBI Webseite:
 - <http://gbi.ira.uka.de>
 - Altklausuren!

Zur Veranstaltung

- Grundbegriffe der Informatik
- Klausurtermin:
 - 06.03.2017, 11:00
 - Zwei Stunden Bearbeitungszeit
 - 6 ECTS für Informatiker und Informationswirte, 4 ECTS für Mathematiker und Physiker

Zum Übungsschein

- Übungsblatt jede Woche
- Ab 50% insgesamt hat man den Übungsschein
- Keine Voraussetzung für die Klausur, aber für das Modul