

Konzeptionierung eines Simulators für 8-bit Prozessoren

Studienarbeit

Bachelor of Science

Studiengang Informationstechnik

an der

Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe

von

Andreas Schmider, Nico Schrodtt

Abgabedatum 4. Dezember 2021

Bearbeitungszeitraum

2 Semester

Kurs

TINF19B3

Betreuer der Ausbildungsfirma

Prof. Dr.-Ing. Kai Becher

Erklärung

Wir versichern hiermit, dass wir unsere Studienarbeit mit dem Thema:

Konzeptionierung eines Simulators für 8-bit Prozessoren

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben. Wir versichern zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Karlsruhe, 4. Dezember 2021

Ort, Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	IV
Listings	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einführung	1
1.1 Ziel der Arbeit	1
1.2 Theoretische Grundlagen	2
1.2.1 Architektur eines Prozessors	2
1.2.2 Befehlsformate	2
1.2.3 CISC und RISC	2
1.2.4 Parallelität nach Flynn	3
1.2.5 Evolution der Prozessoren	3
1.2.6 Unterschiede 8-bit, 16-bit, 32-bit und 64-bit Prozessoren	3
1.3 Auswahl der Werkzeuge	3
1.3.1 Programmiersprache	3
1.3.2 GUI-Umgebung	3
1.3.3 Programmierumgebung	3
2 Projektplanung	4
2.1 Zeitplan	4
2.2 Auswahl geeigneter Varianten	4
2.3 Intel 8080	4
2.3.1 Data Transfer Group	5
2.3.2 Arithmetic Group	6
2.3.3 Logical Group	7
2.3.4 Branch Group	8
2.3.5 Stack, I/O and Machine Control Group	8
2.4 Beispielprozessor 2	9
2.5 Beispielprozessor 3	9
3 Umsetzung	10
3.1 Abstraktion der Architektur	10
3.1.1 ALU	10
3.1.2 Akkumulator	10
3.1.3 Instruction Register	10

3.1.4	DataBus	10
3.1.5	etc.	10
3.2	Ablauf der Simulation	10
3.3	Tutorials	10
4	Fazit und Ausblick	11
	Literatur	12

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Listings

Abkürzungsverzeichnis

1 Einführung

Test

1.1 Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit soll ein Simulationsprogramm geschrieben werden, mit dem mehrere unterschiedliche 8-Bit Prozessoren simuliert werden können. Dazu sollen die Grundlegenden Eigenschaften in kurzen Tutorials erläutert werden. Ebenfalls soll es eine interaktive Einweisung geben wie der Simulator verwendet werden kann.

1.2 Theoretische Grundlagen

1.2.1 Architektur eines Prozessors

1.2.2 Befehlsformate

1.2.3 CISC und RISC

komplettes Kapitel aus

Ein Prozessor unterstützt immer nur eine gewisse Menge an Befehlen, diese werden Instruction Set genannt. Heutzutage gibt es zwei grundlegende Prozessorarchitekturen, Complex Instruction Set Computer (CISC) und Reduced Instruction Set Computer (RISC). Früher konnten Prozessoren genau einer dieser Gruppen zugeordnet werden, allerdings ist das bei den heutigen Prozessoren nicht mehr möglich, da sowohl RISC als auch CISC Befehle dem Prozessor zur Verfügung gestellt werden um die Vorteile von beiden zu haben.

Bei CISC-Prozessoren wird versucht soviel wie möglich in einem Befehl ausführen zu können. So gibt es viele verschieden Befehle, die auch unterschiedlich viel Zeit benötigen. Dadurch wird es aber auch möglich, komplexere Befehle direkt in der Hardware zu berechnen. Bei diesen Befehlen gibt es auch einige Adressierungsarten mehr als bei RISC-Prozessoren. Für vorbestimmte Aufgaben gibt es auch eigene Register, die nur dafür verwendet werden und davon auch nur wenige. Der Nachteil bei CISC-Prozessoren ist, dass die eigenen Befehle erst noch durch ein Mikroprogramm interpretiert werden müssen und dieses die komplexen Befehle in mehrere kleine Befehle aufteilen muss, welche erst dann vom Prozessor bearbeitet werden können. Dies kostet etwas mehr Zeit und verlangsamt die Ausführung. Die Mikroprogramme, die dafür verwendet werden, werden in einem kleinem Read-only Memory (ROM) gespeichert.

Bei RISC-Prozessoren wird versucht mit nur wenigen, kleinen Befehlen auszukommen. Diese sind wiederum sehr schnell, da sie meist fest verdrahtet sind, müssen aber mit anderen kombiniert werden um die Komplexität eines einzigen CISC-Befehls zu erreichen. Im Gegensatz zu CISC-Prozessoren besitzen RISC-Prozessoren viele Register die frei verwendbar sind und nicht für speziellen Operationen bestimmt sind. Ebenso können die meisten Befehle in nur einem einzigen Arbeitsschritt ausgeführt werden.

Da bei CISC-Prozessoren mit nur einem Befehl viel berechnet werden kann, sind diese optimal für Übersetzer oder Interpreter geeignet. Bei der Entwicklung können dann einzelne komplexe Befehle verwendet werden anstatt von vielen kleinen. Jedoch

können RISC-Prozessoren schneller Befehle ausführen, da:

- es nur wenige Befehle gibt und diese schnell decodiert werden können
- die Befehle mithilfe von Pipelines effizienter abgearbeitet werden können
- kein Mikroprogramm die einzelnen Befehle erst noch interpretieren muss

1.2.4 Parallelität nach Flynn

1.2.5 Evolution der Prozessoren

1.2.6 Unterschiede 8-bit, 16-bit, 32-bit und 64-bit Prozessoren

1.3 Auswahl der Werkzeuge

1.3.1 Programmiersprache

1.3.2 GUI-Umgebung

1.3.3 Programmierumgebung

2 Projektplanung

Platzhalter

2.1 Zeitplan

2.2 Auswahl geeigneter Varianten

2.3 Intel 8080

Der Intel 8080 verwendet fünf Arten von Befehlen:

- Data Transfer Group
- Arithmetic Group
- Logical Group
- Branch Group
- Stack, I/O and Machine Control Group

Die Befehle der Data Transfer Group bewegen Daten zwischen Registern und/o-der Speicher wie zum Beispiel mit den MOV Befehlen. In der Arithemtic Group werden, wie der Name schon sagt, Befehle mit arithmetische Operationen wie ADD (Addition) verwendet. In der Logischen Gruppen werden logische Operation wie ORA (Oder) verwendet. In der Branch Group liegen die Befehle, welche den Standardmäßigen Programmfluss ändern und das Programm nicht zwangsläufig in der nächsten Zeile fortgesetzt wird (JZ (Jump on Zero)). In der letzten Gruppe liegen die Befehle, die Eingänge und Ausgänge beachten oder den Stack bearbeiten. [Intel 8080 S.46 (4-1)]

Der Intel 8080 ist in der Lage Befehle, die aus einem, zwei oder drei Bytes bestehen, auszuführen. Dabei gibt das erste Byte immer den Opcode oder Operation Code an. In Byte zwei und drei werden nur Daten oder Adressen gespeichert. Dabei werden die zwei Byte großen Adressen so gespeichert, dass das niederwertige Byte vor dem höherwertigem gespeichert wird. Die Adressen können dabei über vier verschiedene Modi verwendet werden.

- Direct
- Register
- Register Indirect

- Immediate

Bei "Direkt" wird der Wert in dem Speicher mit der angegebenen Adresse verwendet. Hier werden das Low-Byte im zweiten und das High-Byte im dritten Byte gespeichert. Bei "Register" wird auf ein oder zwei Register verwiesen und verhält sich wie bei Direkt. Bei "Register Indirect" wird der Wert aus der Adresse aus dem zweiten und dritten Byte des Befehls gelesen. Dieser Wert wird als Adresse verarbeitet und erst der Wert aus dieser Adresse ist der zu verwendete Wert. Bei Immediate steht im zweiten und/oder dritten Byte ein Wert mit dem gearbeitet wird (Lowbyte im zweiten Byte). [Intel 8080 S.47 (4-2)]

Bei Interrupts und Branch Befehlen gibt es nur den "Direct und "Register indirect" Modus [Intel 8080 S.47 (4-2)].

Der Prozessor besitzt fünf Condition Flags. Das Zero flag, das angibt ob das Ergebnis eines Befehls den Wert 0 hatte. Das Sign flag, welches angibt ob Bit 8, das Most Signifikant-Bit, des letzten Ergebnisses den Wert 1 hat. Das Paritäts flag, welches gesetzt ist, wenn das letzte Ergebnis einen Modulo 2 Wert von 0 hat, also der Wert gerade ist. Das Carry flag, das einen Übertrag bei einer Addition oder einen Abzug bei einer Subtraktion oder Vergleich anzeigt und noch das Auxiliary Carry flag, welches ebenfalls einen Übertrag oder Abzug anzeigt aber zwischen dem vierten (Bit 3) und fünften Bit (Bit 4). [Intel 8080 S.47f (4-2)]

2.3.1 Data Transfer Group

Für den Prozessor sind 13 Befehle aus dieser Gruppe bekannt. Bei keinem dieser Befehle werden die Condition Flags gesetzt oder zurückgesetzt.

- Move Register
- Move from Memory
- Move to Memory
- Move immediate
- Move to Memory Immediate
- Load register pair immediate
- Load Accumulator direct
- Store Accumulator direct

- Load H and L direct
- Store H and L direct
- Load Accumulator indirect
- Store Accumulator indirect
- Exchange H and L with D and E

2.3.2 Arithmetic Group

20 Befehle Unless indicated otherwise, all instructions in this group affect the Zero, Sign, Parity, Carry, and Auxiliary Carry flags according to the standard rules. All subtraction operations are performed via two's complement arithmetic and set the carry flag to one to indicate a borrow and clear it to indicate no borrow

- Add Register
- Add Memory
- Add immediate
- Add Register with carry
- Add Memory with carry
- Add immediate with carry
- Subtract Register
- Subtract Memory
- Subtract immediate
- Subtract Register with borrow
- Subtract Memory with borrow
- Subtract immediate with borrow
- Increment Register
- Increment Memory
- Decrement Register
- Decrement Memory

- Increment register pair
- Decrement register pair
- Add register pair to H and L
- Decimal Adjust Accumulator

2.3.3 Logical Group

19 Befehle Unless indicated otherwise, all instructions in this group affect the Zero, Sign, Parity, Auxiliary Carry, and Carry flags according to the standard rules

- AND Register
- AND Memory
- AND immediate
- Exclusive OR Register
- Exclusive OR Memory
- Exclusive OR immediate
- OR Register
- OR Memory
- OR immediate
- Compare Register
- Compare Memory
- Compare immediate
- Rotate left
- Rotate right
- Rotate left through Carry
- Rotate right through Carry
- Complement Accumulator
- Complement Carry
- Set Carry

2.3.4 Branch Group

8 Befehle Flags are not affected

- Jump
- Conditional Jump
- Call
- Conditional Call
- Return
- Conditional Return
- Restart
- Jump H and L indirect - move H and L to PC

2.3.5 Stack, I/O and Machine Control Group

12 Befehle Unless otherwise specified, condition flags are not affected by any instructions in this group

- Push
- Push Processor status word
- Pop
- Pop processor status word
- Exchange stack top with H and L
- Move HL to SP
- Input
- Output
- Enable Interrupts
- Disable Interrupts
- Halt
- No op

2.4 Beispielprozessor 2

2.5 Beispielprozessor 3 ...

3 Umsetzung

Platzhalter

3.1 Abstraktion der Architektur

3.1.1 ALU

3.1.2 Akkumulator

3.1.3 Instruction Register

3.1.4 DataBus

3.1.5 etc.

3.2 Ablauf der Simulation

3.3 Tutorials

4 Fazit und Ausblick

Platzhalter

Literatur

- [1] Google: <https://www.google.com>
- [2] Grundlagen der Informatik: Herold, Lurz, Wohlrab und Hopf; 3. aktualisierte Auflage (2017), Pearson