

Übungsblatt 4

Rechnerarithmetik und Schaltnetze

Hinweise zur Abgabe der Lösungen:

~~Die Abgabe von Lösungen zu allen Übungsblättern ist grundsätzlich freiwillig.~~

Die Bearbeitungen der Aufgaben können Sie freiwillig und in geeigneter Form in der Stud.IP-Veranstaltung über das **Vips-Modul** zum entsprechenden Aufgabenblatt hochladen. Sie erhalten dann entsprechend ein kurzes Feedback zu Ihrer Abgabe. Sie können Ihre Bearbeitungen gerne mit L^AT_EX formatieren, es ist aber auch der direkte Upload von Text oder der Upload von Text- und Bilddateien in gängigen Formaten möglich.

Die Aufgaben können auch in Kleingruppen bearbeitet und abgegeben werden. Wenn Sie nicht alleine abgeben, achten Sie bitte darauf, dass Sie sich selbstständig **vor** der Abgabe im Vips-Modul in einer sogenannten Übungsgruppe zusammenschließen. Hierzu können Sie sich in einer der dort vorhandenen Übungsgruppen gemeinsam eintragen. Nur so erhalten alle Zugang zu ~~Feedback und Kommentaren zu der entsprechenden Abgabe.~~

Am Ende von Übungsblatt 1 finden Sie Hinweise zu den **Pseudocode-Konventionen** für die Übungen.

Aufgabe 1 – Ganzzahlarithmetik

1. Zur Speicherung des Ergebnisses der ganzzahligen Multiplikation von zwei n -Bit Binärzahlen im Zweierkomplement sind $2n$ Bits nötig. Begründen Sie.
2. Multiplizieren Sie die Zahlen -14 und 23 als Binärzahlen im Zweierkomplement nach dem in der Vorlesung vorgestellten Algorithmus.
3. Schreiben Sie ein RV32I-Programm, in dem zwei Zahlen a und b addiert werden und das Ergebnis ausgegeben wird. Initialisieren Sie die Zahlen a und b mit dem größtmöglichen Wert für eine Ganzzahl. Kommt es bei der Addition der beiden Zahlen zu einem Überlauf? Erklären Sie die Ausgabe Ihres Programms.

Aufgabe 2 – Gleitkommaarithmetik

1. Welches sind die kleinsten Ganzzahlen, die im 32- und 64-Bit IEEE Gleitkommaformat **nicht** mehr exakt dargestellt werden können?
2. Nehmen Sie das in der Vorlesung vorgestellte Format für binäre 8-Bit Gleitkommazahlen. Addieren Sie die Zahlen 1.125 und 3 im 8-Bit Gleitkommaformat nach dem in der Vorlesung vorgestellten Algorithmus. Wie wird gerundet? Kommt es zum Überlauf?
3. Schreiben Sie ein RV32I-Programm, welches zu einer gegebenen Zahl n die Fakultät von n berechnet. Dabei soll das Programm Gleitkommazahlen mit einfacher Genauigkeit anstelle von Ganzzahlen verwenden.

Testen Sie Ihr Programm mit den Werten 0, 5, 10, \dots , 40 für n . Erklären Sie die Ausgaben Ihres Programms. Welche Ergebnisse sind exakt?

Hinweis: Der Befehl `printf` kann Gleitkommazahlen mit `%f` als Platzhalter ausgeben. Weitere Hinweise zur Ausgabe mit `printf` finden Sie auf Übungsblatt 03.

Aufgabe 3 – Addierer mit Übertragsauswahl (*carry select adder*)

Die Tiefe eines Schaltnetzes ist die maximale Anzahl von Gattern, die von einem Eingang zu einem Ausgang des Schaltnetzes durchlaufen wird.

1. Wie groß ist die Tiefe eines 2^k -Bit Addierer mit Übertragsauswahl?
2. Wie groß ist die Tiefe eines 2^k -Bit Addierer mit Übertragsauswahl, wenn die Addierer $LOW, HIGH_0, HIGH_1$ durch 2^{k-1} -Bit Addierer mit Übertragsauswahl realisiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort ausführlich.
3. Um für einen 32-Bit Addierer minimale Tiefe zu erreichen, werden, analog zu Aufgabenteil 2, alle Addierer durch Addierer mit Übertragsauswahl realisiert, solange sich die Tiefe des Schaltnetzes dadurch verringert, sonst werden Addierer mit Übertragsweiterleitung verwendet.

Wie groß ist die Tiefe eines 32-Bit Addierers, dessen Tiefe mit diesem Verfahren optimiert wurde? Begründen Sie Ihre Antwort ausführlich.