

## Übungsblatt 8

### Rechnerarchitektur im SoSe 2020

#### Zu den Modulen K

**Besprechung:** Besprechung der Übungsaufgaben in den Übungsgruppen vom 22. – 26. Juni 2020

### Aufgabe Ü17: Binomialkoeffizient

(– Pkt.)

Der Binomialkoeffizient dient dazu, die Anzahl  $k$ -elementiger Teilmengen einer  $n$ -elementigen Menge zu berechnen. Die etwas vereinfachte Definition des Binomialkoeffizienten lautet folgendermaßen:

$$\binom{n}{k} := \frac{n!}{k!(n-k)!} = \begin{cases} \text{Fehler} & \text{wenn } k > n \\ 1 & \text{wenn } k = 0 \\ \frac{n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot (n-k+1)}{k \cdot (k-1) \cdot (k-2) \cdot \dots \cdot 1} & \text{sonst} \end{cases}$$

Schreiben Sie ein MIPS-Assembler-Programm, welches den Binomialkoeffizienten entsprechend der obigen Definition berechnet. Das Programm soll dazu die zwei Werte  $n$  und  $k$  über die Konsole einlesen und das Ergebnis der Berechnung wieder auf der Konsole ausgeben.

Halten Sie sich an die folgenden Vorgaben:

Berechnen Sie den Zähler und den Nenner getrennt, aber in ein und derselben Schleife (Hinweis: Verwenden Sie dazu die ausgeschriebene Form und nicht die mit den Fakultätstermen!) Führen Sie die Division als letzten Schritt durch! Werden zwei Zahlen mit  $n < k$  eingegeben, so soll eine Fehlermeldung generiert werden. Das Programm soll auch Grenzfälle, z.B.  $\binom{0}{0}$ , richtig berechnen.

**Kommentieren Sie Ihr Programm ausführlich!**

### Aufgabe Ü18: Addition mit doppelter Genauigkeit

(– Pkt.)

Ein MIPS-Register hat eine Breite von 32 Bit. Dennoch ist es möglich die Addition von Integerzahlen so zu realisieren, dass man eine doppelte Genauigkeit erreichen kann.

Skizzieren Sie die beiden *minimalen* Abfolgen von MIPS-Befehlen, die notwendig sind die Integeraddition mit doppelter Genauigkeit zu realisieren. Die eine Abfolge soll Überläufe ignorieren, die andere soll im Falle eines Überlaufs eine Unterbrechung provozieren. Nehmen Sie dazu an, dass die eine 64-Bit Ganzzahl (im Zweierkomplement) in den Registern  $\$t4$  und  $\$t5$ , die andere in den Registern  $\$t6$  und  $\$t7$  abgelegt sind. Die Summe der beiden Zahlen soll in die Register  $\$t2$  und  $\$t3$  geschrieben werden. Nehmen Sie weiterhin an, dass das höchstwertige Wort der 64-Bit Ganzzahl in den geraden, das niedrigstwertige Wort in den ungeraden Registern liegt.

Kommentieren Sie jede Zeile ihrer Programmfragmente ausführlich!

Hinweis: Es genügen vier Instruktionen.

Überblick über die wichtigsten SPIM Assemblerbefehle		
Befehl	Argumente	Wirkung
add	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 + Rs2$ (mit Überlauf)
sub	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 - Rs2$ (mit Überlauf)
addu	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 + Rs2$ (ohne Überlauf)
subu	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 - Rs2$ (ohne Überlauf)
addi	Rd, Rs1, Imm	$Rd := Rs1 + Imm$
addiu	Rd, Rs1, Imm	$Rd := Rs1 + Imm$ (ohne Überlauf)
div	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 \text{ DIV } Rs2$
rem	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 \text{ MOD } Rs2$
mul	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 \times Rs2$
sltu	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := 1$ if $Rs1 < Rs2$ else 0; $Rs1, Rs2$ sind unsigned integers
b	label	unbedingter Sprung nach label
j	label	unbedingter Sprung nach label
jal	label	unbed. Sprung nach label, Adresse des nächsten Befehls in \$ra
jr	Rs	unbedingter Sprung an die Adresse in Rs
beq	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 = Rs2$
beqz	Rs, label	Sprung, falls $Rs = 0$
bne	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 \neq Rs2$
bnez	Rs1, label	Sprung, falls $Rs1 \neq 0$
bge	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 \geq Rs2$
bgeu	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 \geq Rs2$
bgez	Rs, label	Sprung, falls $Rs \geq 0$
bgt	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 > Rs2$
bgtu	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 > Rs2$
bgtz	Rs, label	Sprung, falls $Rs > 0$
ble	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 \leq Rs2$
bleu	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 \leq Rs2$
blez	Rs, label	Sprung, falls $Rs \leq 0$
blt	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 < Rs2$
bltu	Rs1, Rs2, label	Sprung, falls $Rs1 < Rs2$
bltz	Rs, label	Sprung, falls $Rs < 0$
not	Rd, Rs1	$Rd := \neg Rs1$ (bitweise Negation)
and	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1 \& Rs2$ (bitweises UND)
or	Rd, Rs1, Rs2	$Rd := Rs1   Rs2$ (bitweises ODER)
syscall		führt Systemfunktion aus
move	Rd, Rs	$Rd := Rs$
la	Rd, label	Adresse des Labels wird in Rd geladen
lb	Rd, Adr	$Rd := \text{MEM}[\text{Adr}]$
lw	Rd, Adr	$Rd := \text{MEM}[\text{Adr}]$
li	Rd, Imm	$Rd := \text{Imm}$
sw	Rs, Adr	$\text{MEM}[\text{Adr}] := Rs$ (Speichere ein Wort)
sh	Rs, Adr	$\text{MEM}[\text{Adr}] \text{ MOD } 2^{16} := Rs$ (Speichere ein Halbwort)
sb	Rs, Adr	$\text{MEM}[\text{Adr}] \text{ MOD } 256 := Rs$ (Speichere ein Byte)

Funktion	Code in \$v0	Funktion	Code in \$v0
print_int	1	read_float	6
print_float	2	read_double	7
print_double	3	read_string	8
print_string	4	sbrk	9
read_int	5	exit	10

