TU Dortmund, Fakultät für Informatik
Bönninghoff, Cordes

13. Juni 2013

Rechnerstrukturen im SS 2013
Übungsblatt 10

Aufgabe 1 (Fehlersuche) (4 Punkte)

Sie haben ein Programm zur iterativen Berechnung der Fakultät erhalten. Leider haben sich 4 Fehler eingeschlichen (syntaktische und semantische Fehler), die Sie finden und beseitigen sollen. Die Anzahl der Programmzeilen soll dabei erhalten bleiben.
Hinweis: n! = n * (n-1) * (n-2) * ... * 1 und 0! = 1.

a) Geben Sie die Fehler und das korrigierte Programm an.

b) Das Ergebnis in Reg 3 soll in einem anderen Programmteil als Zweierkomplementzahl interpretiert werden. Wie groß (dezimal) darf die Eingabe „ein“ sein, damit Reg 3 als richtiges Ergebnis verwendet werden kann?

```
.data
ein:    .word 3  #Eingabe vom User (z.B. 3)
erg:    .word 1  #Ergebnis für den User (am Programmende)

.text
.globl main
main:   lw ein, $2        #Eingabe „holen“
        li $3,0           #vorbelegen, in $3 könnte ja sonstwas stehen
        beq $2,$0, frtig  #0! gibt keine Schleife
jump:   mul $3,$3,$2      #mul erg mit zähler
        addi $2,$2,1      #zählen
        bgt $2,1, jump    #Schleifenende, mul mit 1 muss nicht sein
fertig: sw $3, erg        #Fakultät nach Berechnung in erg
        li $2,10          #Programmende
        syscall
```

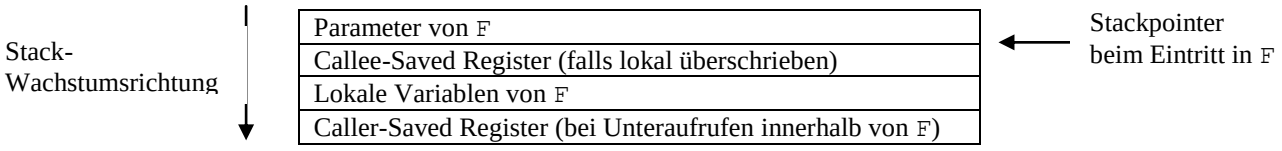
Aufgabe 2 (Stackprogrammierung) (4 Punkte)

In dieser Aufgabe sollen Sie die Implementierung von Hochsprachen-Funktionen in Assembler betrachten und dabei Stackaufbau und die Parameterübergabe unter Verwendung von Caller-Saved- und Callee-Saved-Registern üben. Nutzen Sie für diese Aufgabe die im folgenden gegebenen MIPS-Register-Konventionen (EABI):

Register-Nummer	Register-Name	Funktion	Sicherungsmodus
$0	$zero	Ist immer 0	Undefiniert
$1	$at	Reserviert für Assembler	Undefiniert
$2-$3	$v0-$v1	Rückgabewerte von Funktionen	Undefiniert
$4-$7	$a0-$a3	Erste 4 Parameter für Funktionen	Undefiniert
$8-$15, $24-$25	$t0-$t9	Temporaries (Lokale Puffer-Register)	Caller-Saved
$16-$23	$s0-$s7	Saved (Persistente Puffer-Register)	Callee-Saved
$26-$27	$k0-$k1	Kernel, reserviert für Betriebssystem	Undefiniert
$28	$gp	Global Pointer (Adresse des .data-Bereichs)	Undefiniert
$29	$sp	Stack Pointer (Adresse des obersten Stack-Elements)	Undefiniert
$30	$fp	Frame Pointer (Basis des aktuellen Stackframes)	Undefiniert
$31	$ra	Return Address (Rücksprungadresse)	Undefiniert

Für diese Aufgabe benötigen Sie nur die grau markierten Zeilen der Register-Konvention. Die Register $s0-$s7 sind Callee-Saved, $t0-$t9 sind Caller-Saved. Alle anderen Register sind für besondere Verwendungen reserviert (siehe Feld „Funktion“). Rückgabewerte von Funktionen werden über $v0-$v1 an den Aufrufer zurück gegeben. Die ersten 4 Parameter einer Funktion (hier von func) werden in den Registern $a0-$a3 übergeben, alle weiteren Parameter werden über den Stack übergeben. Daher ist es nötig, daß eine Funktion weiß, wieviele Parameter sie erwartet, damit sie weiß, wieviele Argumente noch auf dem Stack liegen. Das Register $sp zeigt immer auf das oberste Element des Stacks, immer wenn etwas auf den Stack gelegt oder davon genommen wird muß dieses Register explizit angepasst werden (+/- Byte-Größe der hinzugelegten/entfernten Elemente). Der Stack wächst in Richtung der absteigenden Adressen, d.h. wenn Sie Elemente hinzufügen müssen Sie den Stackpointer dekrementieren.

Der Stack-Abschnitt (Stack-Frame) einer Funktion `F` folgt diesem Aufbau (Adressen von oben nach unten absteigend):



Nach Abschluß einer Funktion *muß* das Stackframe komplett abgebaut (vom Stack genommen worden sein), inklusive der eigenen Parameter. Das vorgegebene Programm (s.u.) soll

ergebnis = zahl1 * func(zahl1, zahl2, zahl3, zahl4, andere_funktion())

berechnen und das Ergebnis in „ergebnis“ speichern. Vervollständigen Sie das Programm, so daß der Funktionsaufruf von „func“ korrekt abgewickelt wird. „func“ soll dann die Summe seiner Eingabewerte berechnen und zurückgeben. Benutzen Sie, um das Programm lesbarer zu machen, nur die Register-Namen in Ihrem Code (s.o.), nicht die Register-Nummern. Ändern Sie nichts am vorgegebenen Code.

```
.data
zahl1: .word 2
zahl2: .word 2
zahl3: .word 3
zahl4: .word 4
ergebnis: .space 4 # Korrekter Ergebniswert: 32(dez)

.text
.globl main
main: .
      .
      .
      lw  $t0, zahl1
      lw  $t1, zahl2
      lw  $t2, zahl3
      lw  $t3, zahl4
      .
      .
      .
      jal func

      .
      .
      .
      li $v0, 10
      syscall

# Diese Funktion muss implementiert werden.
# Beachten Sie bitte, dass ein Parameter im Stack übergeben wurde.
# Sie dürfen nur die $t-Register verwenden und das Rückgaberegister $v0.
func: .
      .
      .
      jr $ra

# Dummy-Funktion - Hier darf nichts verändert werden
# Es könnten in der Dummy-Funktion alle $t-Register verändert werden.
# Das müssen Sie beim Aufruf von andere_funktion berücksichtigen.
andere_funktion:
      li $v0, 5
      jr $ra
```

Aufgabe 3 (Assemblerprogrammierung) (4 Punkte)

Mit dem folgenden Assemblerprogramm soll die Quersumme QS einer Dezimalzahl (wert) berechnet und unter „quer“ im Speicher abgelegt werden. Ergänzen Sie die fehlenden Operanden gemäß den Kommentaren.

```
.data
wert:    .word 1495              # Eingabewert.
quer:    .word 0                 # Ergebnis der Quersumme QS.
.text
.globl main

main:    [          ]            # lade den Eingabewert in Register $2.
         [          ]            # Reg [4] für die QS initalisieren.
loop:    [          ]            # wenn Reg[2] = 0 -> ende.
         [          ]            # in Reg[3] steht eine 10 (dezimal).
         [          ]            # wert / 10 und den Teil hinter dem
         [          ]            # Komma in Reg [3] laden
         [          ]            # und in Reg [4] aufaddieren.
         [          ]            # Restzahl in Reg [2] laden.
         [          ]            # bei loop weiterrechnen.
ende:    [          ]            # Ergebnis in quer ablegen.

         li $2,10                # Programmende.
         syscall
```

Aufgabe 4 (Belegungsverfahren) (4 Punkte)

a) Die Zeichenkette „Stack“ sei in 8-Bit-ASCII in einem Speicher ab der Adresse F8F8 abgelegt. Die Zeichen wurden dabei wortweise, d.h. in 32-Bit-Blöcken, mit dem Belegungsverfahren „little endian“ vom Prozessor in den Speicher geschrieben. Welches Zeichen enthält das Byte mit der Adresse F8FB?

b) Wie wird auf das Speicherbelegungsverfahren „big endian“ hardwaremäßig umgeschaltet?

Die Abgaben sollen bis Donnerstag, 20. Juni 2013 um 10.00 Uhr in den Briefkasten des LSXII in der Otto-Hahn-Straße 16 eingeworfen werden. Bitte Name (bei einem 3er-Team alle), Matrikel- und Gruppennummer oben auf der ersten Seite der Lösungen angeben.