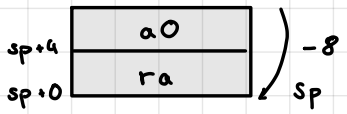
ERA - Übungsblatt 04

1. a, b, c, d, e) Siehe Musterlösung

2. a) Die Instruktionen liegen nacheinander im Speicher - Labels sind nur Platzhalter für Adressen und werden daher nicht mitgezählt. Da wir eine 32-Bit-Architektur verwenden, sind die Instruktionen 32 Bit (≙ 4 Byte) lang. Für jede Instruktion inkrementieren wir die Adresse also um 0x4.
Einige ausgewählte Adressen (Code siehe ML):

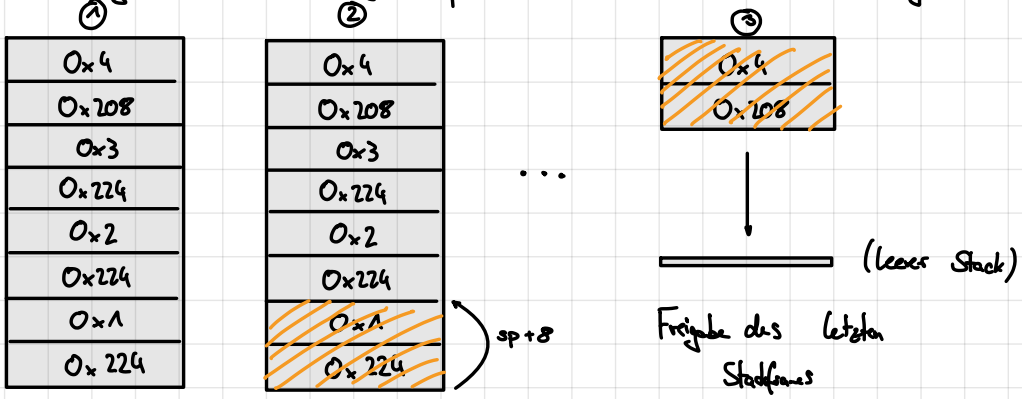
Zeilennummer	Adresse	Befehl	Beschreibung
1	0x200	addi	Einstiegsadresse des Programms
3	0x208	ebreak	wird in ra beim jal in Z. 2 gespeichert
10	0x224	lw	wird in ra beim jal in Z. 9 gespeichert

b) Der Stack wächst von oben nach unten



Beim Erzeugen eines Stackframes wird in Zeile 5 - 7 der sp um 8 Byte nach unten verschoben und anschließend die ra sowie der Parameter in a0 abgespeichert

Der Stack wächst also an bis wir in Z. 4 ausbrechen (Sprung zum Label 'break') ①.
Nach diesem Sprung laden wir a0:=1 und fangen an, den Stack Stück für Stück wieder abzubauen. Dabei multiplizieren wir a0 immer mit dem vorher auf den Stack gespeicherten Parameter und springen an die ebenfalls gespeicherte Adresse zurück ②. Da wir nach dem rekursiven Aufruf jeweils den Stackpointer um den selben Wert erhöhen, den wir vorher abgezogen haben, ist der Stack nach Beendigung der Funktion "aufgeräumt", d.h. alle Stackframes wurden abgebaut ③.



c) Sei n:=a0. Die Funktion berechnet $n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \ldots \cdot 2 \cdot 1 = n!$, d.h. die Fakultätsfunktion.

d) Nein, der sp ist nicht immer 16-Byte-aligned. D.h. sp mod 16 = 0 gilt nicht immer, da wir keine ganzzahligen Vielfache von 16 addieren / subtrahieren

3. Siehe Website / ML

Zur Hausaufgabe:

- allgemeiner Aufbau einer rekursiven Funktion:

  ① Abbruchbedingung(en)
  ② Sicherung ra + evtl. Parameter
  ③ Vorbereitung Parameter für rek. Aufruf
  ④ rekursiver Aufruf
  ⑤ Ergebnis des rekursiven Aufrufs verwerten
  ⑥ evtl. Ergebnis berechnen
  ⑦ Rücksprung

  } kann beliebig oft vorkommen, nicht auf einen Aufruf beschränkt!

- beim rekursiven Aufruf ist es erwünscht, dass ra überschrieben wird!
- weitere Punkte siehe Notizen W03