

2. Übungsaufgabe zu
Fortgeschrittene funktionale Programmierung
Thema: Rücksetzsuche, Dynamische Programmierung
Ausgegeben: Mi, 21.03.2018, abzugeben: Mi, 11.04.2018 (15:00 Uhr)

Für dieses Aufgabenblatt sollen Sie Haskell-Rechenvorschriften zur Lösung der im folgenden angegebenen Aufgabenstellungen entwickeln und für die Abgabe in einer Datei namens `AufgabeFFP2.hs` in Ihrem Gruppenverzeichnis ablegen, wie gewohnt auf oberstem Niveau. Kommentieren Sie Ihre Programme aussagekräftig und benutzen Sie, wo sinnvoll, Hilfsfunktionen und Konstanten.

Wir betrachten eine Variante des Rucksack- oder (Knapsack-) Problems von Aufgabenblatt 1.

- Gegeben sei eine endliche Menge von Gegenständen, die durch ihr Gewicht und ihren Wert gekennzeichnet sind. Aufgabe ist es, den Rucksack so zu bepacken, dass die Summe der Werte der eingepackten Gegenstände maximal ist, ohne ein vorgegebenes Höchstgewicht zu überschreiten.

Schreiben Sie für diese Aufgabe Funktionen `succ_ks`, `goal_ks` und `knapsack`, wobei sich `knapsack` auf das Funktional `search_dfs` aus Kapitel 3.2 der Vorlesung abstützt und das Optimierungsproblem mittels Rücksetzsuche (engl. *backtracking*) löst. Dabei wird ein Baum aufgebaut, dessen Knoten mit folgenden Informationen benannt sind: dem Wert und Gewicht des aktuellen Rucksackinhalts, dem nicht zu überschreitenden Höchstgewicht, der Liste der noch auswählbaren noch nicht eingepackten Gegenstände, sowie der Liste der bereits eingepackten Gegenstände.

```
type Node_ks = (Value,Weight,MaxWeight,[Object],Sol_ks)
```

Verwenden Sie zur Problemmodellierung folgende Typen und Deklarationen:

```
type Nat1      = Int           -- Natuerliche Zahlen ab 1 als Vereinbarung
type Weight    = Nat1         -- Gewicht
type Value     = Nat1         -- Wert
type MaxWeight = Weight      -- Hoechstzulaessiges Rucksackgewicht

type Object    = (Weight,Value) -- Gegenstand als Gewichts-/Wertpaar
type Objects   = [Object]      -- Menge der anfaenglich gegebenen
                                Gegenstaende
type Sol_ks    = [Object]      -- Auswahl aus der Menge der anfaenglich
                                gegebenen Gegenstaende; moegliche
                                Rucksackbeladung, falls zulaessig

type Node_ks = (Value,Weight,MaxWeight,[Object],Sol_ks) -- s.o.

succ_ks :: Node_ks -> [Node_ks]
succ_ks (v,w,limit,objects,psol) = ...
```

```

goal_ks :: Node_ks -> Bool
goal_ks (_,w,limit,((w',_):_),_) = ...

knapsack :: Objects -> MaxWeight -> (Sol_ks,Value)
knapsack objects limit = ...
    where ... = ... search_dfs ...

```

Beispiel:

```

knapsack [(2,3),(2,3),(3,4),(3,4),(5,6)] 10
->> ([(2,3),(2,3),(3,4),(3,4)],14)

```

Hinweis: Die Reihenfolge der Elemente in der Ergebnisliste spielt keine Rolle. Gibt es mehr als eine beste Lösung, reicht es, eine davon auszuwählen.

- Für Binomialkoeffizienten gilt folgende Beziehung:

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

für $0 < k < n$,

$$\binom{n}{k} = 1$$

für $k = 0$ oder $k = n$ und

$$\binom{n}{k} = 0$$

sonst.

Schreiben Sie nach dem Vorbild aus Kapitel 3.5 der Vorlesung eine Variante `binom_dp` zur Berechnung der Binomialkoeffizienten mithilfe dynamischer Programmierung. Stützen Sie Ihre Implementierung dazu auf das Funktional `dynamic` und geeignete Funktionen `comp_b` und `bnds_b` ab:

```

binom_dp :: (Integer,Integer) -> Integer
binom_dp (m,n) = ... where ... dynamic comp_b... bnds_b...

```

Vergleichen Sie (ohne Abgabe!) das Laufzeitverhalten der Implementierung `binom_dp` mit denen der drei Implementierungen `binom`, `binom_s` und `binom_m` von Aufgabenblatt 1 miteinander.

Hinweis: Implementieren Sie die ADTs `Stack` und `Table` und die darauf festgelegten Operationen als gewöhnliche Typen und Operationen in Ihrer Abgabedatei `AufgabeFFP2.hs`, da die Definition mehrerer Module in einer Datei (wie z.B. `AufgabeFFP2.hs`) nicht unterstützt wird.