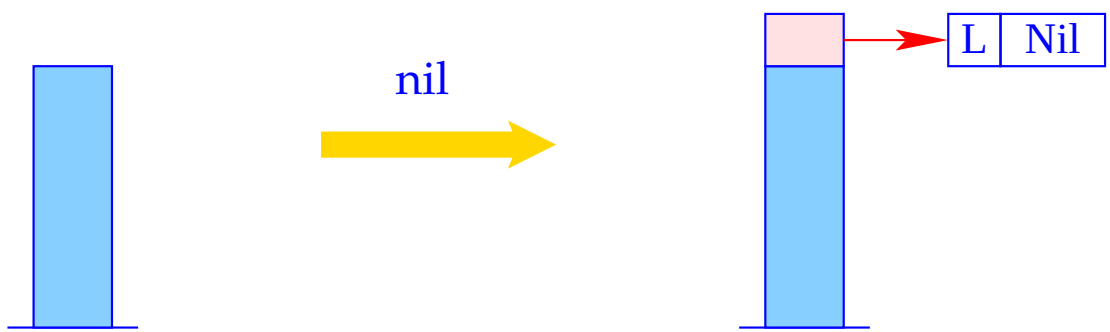
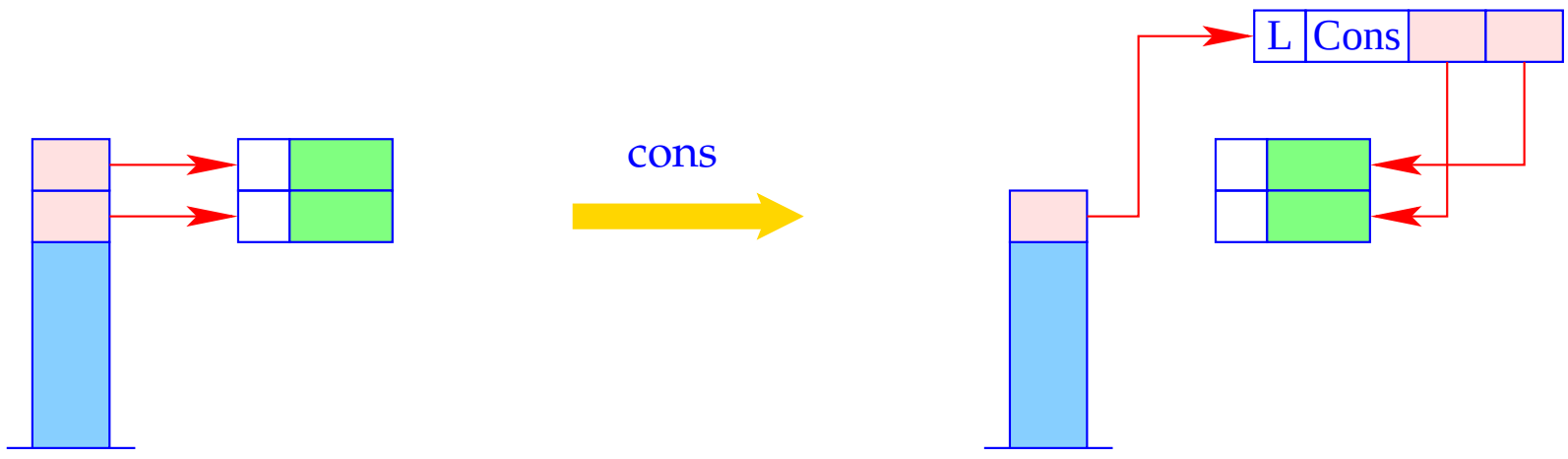


S[SP] = SP++; S[SP] = new (L,Nil);



S[SP-1] = new (L,Cons, S[SP-1], S[SP]);
SP- -;

24.4 Pattern-Matching

Betrachte den Ausdruck $e \equiv \textbf{case}\ e_0\ \textbf{of}\ [] \rightarrow e_1;\ \ h : t \rightarrow e_2$.

Auswertung von e erfordert:

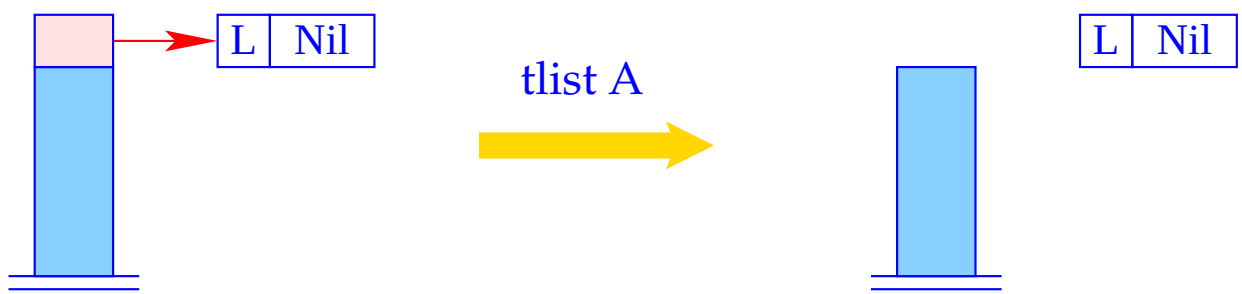
- Auswertung von e_0;
- Überprüfung, ob e_0 ein L-Objekt ist;
- Falls e_0 gleich der leeren Liste ist, Auswertung von e_1 ...
- ... andernfalls Kellern der Verweise des L-Objekts und Auswertung von e_2.

Folglich erhalten wir (für CBN wie CBV):

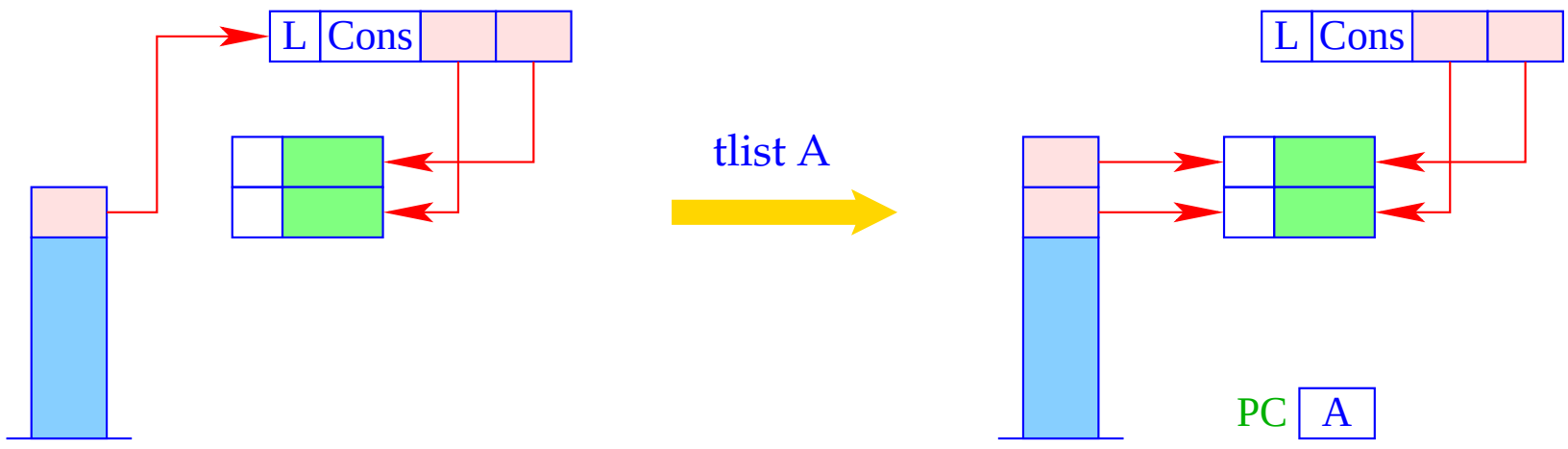
$$
\begin{array}{lcll}
\text{code}_V\ e\ \rho\ \text{kp} & = & & \text{code}_V\ e_0\ \rho\ \text{kp} \\
 & & & \text{tlist A} \\
 & & & \text{code}_V\ e_1\ \rho\ \text{kp} \\
 & & & \text{jump B} \\
 & & \text{A :} & \text{code}_V\ e_2\ \rho'\ (\text{kp} + 2) \\
 & & & \text{slide 2} \\
 & & \text{B :} & \ldots
\end{array}
$$

wobei $\rho' = \rho \oplus \{h \mapsto (L, kp + 1), t \mapsto (L, kp + 2)\}$.

Der neue Befehl tlist A führt die notwendigen Überprüfungen durch und legt (im Cons-Fall) zwei neue lokale Variablen an:




```
h = S[SP];
if (H[h] != (L,...)
    Error "no list!";
if (H[h] == (_,Nil)) SP- -;
     ...
```




```
... else {
   S[SP+1] = S[SP]→s[1];
   S[SP] = S[SP]→s[0];
   SP++; PC = A;
}
```

Beispiel: Der (entwirrte) Rumpf der Funktion app mit $\text{app} \mapsto (G, 0)$:

0		targ 2	3		pushglob 0	0	C:	mark D
0		pushloc 0	4		pushloc 2	3		pushglob 2
1		eval	5		pushloc 6	4		pushglob 1
1		tlist A	6		mkvec 3	5		pushglob 0
0		pushloc 1	4		mkclos C	6		eval
1		eval	4		cons	6		apply
1		jump B	3		slide 2	1	D:	update
2	A:	pushloc 1	1	B:	return 2			

Beachte:

Hat man Datentypen mit mehr als zwei Konstruktoren, benötigt man eine Verallgemeinerung des tlist-Befehls, der einer `switch`-Anweisung entspricht :-)

24.5 Abschlüsse von Tupeln und Listen

Das generelle Schema für code_C lässt sich auch bei Tupeln und Listen optimieren:

$$
\begin{array}{lcll}
\text{code}_C\ (e_0, \ldots, e_{k-1})\ \rho\ \text{kp} & = & \text{code}_V\ (e_0, \ldots, e_{k-1})\ \rho\ \text{kp} & = & \text{code}_C\ e_0\ \rho\ \text{kp} \\
 & & & & \text{code}_C\ e_1\ \rho\ (\text{kp}+1) \\
 & & & & \ldots \\
 & & & & \text{code}_C\ e_{k-1}\ \rho\ (\text{kp}+k-1) \\
 & & & & \text{mkvec k} \\
\text{code}_C\ []\ \rho\ \text{kp} & = & \text{code}_V\ []\ \rho\ \text{kp} & = & \text{nil} \\
\text{code}_C\ (e_1 : e_2)\ \rho\ \text{kp} & = & \text{code}_V\ (e_1 : e_2)\ \rho\ \text{kp} & = & \text{code}_C\ e_1\ \rho\ \text{kp} \\
 & & & & \text{code}_C\ e_2\ \rho\ (\text{kp}+1) \\
 & & & & \text{cons}
\end{array}
$$

25 Letzte Aufrufe

Das Aufruf-Vorkommen $l \equiv e'\ e_0 \ldots e_{m-1}$ heißt letzt in einem Ausdruck e, falls die Auswertung von l den Wert für e liefern kann.

Beispiele:

$r\ t\ (h : y)$ ist letzt in	$\textbf{case}\ x\ \textbf{of}\ [\,]\ \rightarrow y;\ \ h : t\ \rightarrow r\ t\ (h : y)$
$f\ (x - 1)$ ist nicht letzt in	$\textbf{if}\ x \leq 1\ \textbf{then}\ 1\ \textbf{else}\ x * f\ (x - 1)$

Beobachtung:

Letzte Aufrufe eines Funktions-Rumpfs benötigen keinen neuen Kellerrahmen!

$$\Longrightarrow$$

Automatische Transformation von Tail Recursion in Schleifen !!!

Der Code für einen letzten Aufruf $l \equiv (e'\ e_0 \ldots e_{m-1})$ in einer Funktion f mit k Argumenten muss:

- die aktuellen Parameter e_i anlegen und die Funktion e' bestimmen;
- die lokalen Variablen sowie die k verbrauchten Argumente von f frei geben;
- apply ausführen.

$$
\begin{array}{lcll}
\text{code}_V\ l\ \rho\ \text{kp} & = & \text{code}_C\ e_{m-1}\ \rho\ \text{kp} & \\
 & & \text{code}_C\ e_{m-2}\ \rho\ (\text{kp}+1) & \\
 & & \ldots & \\
 & & \text{code}_C\ e_0\ \rho\ (\text{kp}+m-1) & \\
 & & \text{code}_V\ e'\ \rho\ (\text{kp}+m) & // \text{ Auswerten der Funktion} \\
 & & \text{move}\ r\ (m+1) & // \text{ Freigabe} \\
 & & \text{apply} &
\end{array}
$$

wobei $r = kp + k$ die Anzahl der freizugebenden stack-Zellen ist.

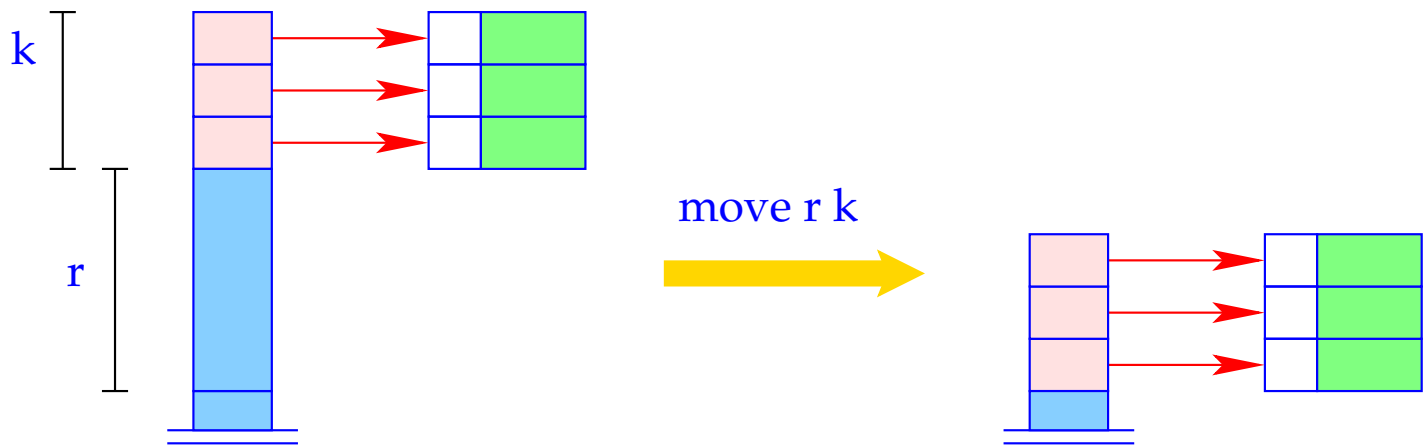
Beispiel:

Der Rumpf der Funktion

$$r = \textbf{fn}\, x, y \;\Rightarrow\; \textbf{case}\; x\; \textbf{of}\; [\,] \;\rightarrow y;\; h : t \;\rightarrow r\; t\; (h : y)$$

0	targ 2	1		jump B	4		pushglob 0
0	pushloc 0				5		eval
1	eval	2	A:	pushloc 1	5		move 4 3
1	tlist A	3		pushloc 4			apply
0	pushloc 1	4		cons			slide 2
1	eval	3		pushloc 1	1	B:	return 2

Da der alte Kellerrahmen beibehalten wird, wird return 2 nur über den direkten Sprung am Ende der []-Alternative erreicht.




```
SP = SP – k – r;
for (i=1; i≤k; i++)
    S[SP+i] = S[SP+i+r];
SP = SP + k;
```

Die Übersetzung logischer Programmiersprachen

26 Die Sprache PuP

Wir betrachten hier nur die Mini-Sprache PuP ("Pure Prolog"). Insbesondere verzichten wir auf:

- Arithmetik;
- den Cut-Operator (vorerst :-)
- Selbst-Modifikation von Programmen mittels assert und retract.

Beispiel:

$$
\begin{array}{lcl}
\mathsf{bigger}(X,Y) & \leftarrow & X = \mathit{elephant}, Y = \mathit{horse} \\
\mathsf{bigger}(X,Y) & \leftarrow & X = \mathit{horse}, Y = \mathit{donkey} \\
\mathsf{bigger}(X,Y) & \leftarrow & X = \mathit{donkey}, Y = \mathit{dog} \\
\mathsf{bigger}(X,Y) & \leftarrow & X = \mathit{donkey}, Y = \mathit{monkey} \\
\mathsf{is_bigger}(X,Y) & \leftarrow & \mathsf{bigger}(X,Y) \\
\mathsf{is_bigger}(X,Y) & \leftarrow & \mathsf{bigger}(X,Z), \mathsf{is_bigger}(Z,Y) \\
? \quad \mathsf{is_bigger}(\mathit{elephant}, \mathit{dog}) & &
\end{array}
$$

Ein realistischeres Beispiel:

$$\begin{array}{lll} \mathsf{app}(X, Y, Z) & \leftarrow & X = [\,],\ Y = Z \\ \mathsf{app}(X, Y, Z) & \leftarrow & X = [H|X'],\ Z = [H|Z'],\ \mathsf{app}(X', Y, Z') \\ ? \quad \mathsf{app}(X, [Y, c], [a, b, Z]) & & \end{array}$$

Ein realistischeres Beispiel:

$$\begin{array}{lll} \mathsf{app}(X, Y, Z) & \leftarrow & X = [\,],\ Y = Z \\ \mathsf{app}(X, Y, Z) & \leftarrow & X = [H|X'],\ Z = [H|Z'],\ \mathsf{app}(X', Y, Z') \\ ? \quad \mathsf{app}(X, [Y, c], [a, b, Z]) & & \end{array}$$

Bemerkung:

$[\,]$	$=$	das Atom leere Liste
$[H\|Z]$	$=$	binäre Konstructor-Anwendung
$[a, b, Z]$	$=$	Abkürzung für: $[a\|[b\|[Z\|[\,]]]]$