

EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN

Informatik I Vorlesung

Wintersemester 2016/2017

Mitschrieb von
Julian Wolff

Aktueller Stand 4. November 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Scheme: Ausdrücke, Auswertung und Abstraktion	2
1.1	REPL	2
1.2	Literale	2
1.3	Zusammengesetzte Ausdrücke	3
1.4	Identifizier	3
1.5	Lambda-Abstraktion	3
1.6	Kommentare	4
1.7	Signaturen	4
1.8	Prozedur-Signaturen	5
1.9	Testfälle	5
1.10	Erinnerung	5
1.11	Top-Down-Entwurf (Programmieren mit "Wunschdenken")	6
1.12	Reduktionsregeln für Scheme (\rightsquigarrow)	7

Scheme: Ausdrücke, Auswertung und Abstraktion

REPL

Definition	DrRacket
Interaktion	REPL

Die Anwendung von Funktionen wird in Scheme ausschließlich in Präfixnotation durchgeführt:

Mathematik	Scheme
44-2	(-44 2)
f(x,y)	(f x y)
$\sqrt{81}$	(sqrt 81)
$\lfloor x \rfloor$	(floor x)
9^2	(expt 9 2)
3!	(! 3)

Allgemein: $\langle \text{Funktion} \rangle \langle \text{argument} \rangle$

(+ 402) und (odd? 42) sind Beispiele für die Ausdrücke, die bei Auswertung einen Wert liefern. (Notation \rightsquigarrow) heißt Auswertung/Evaluation/Reduktion.

(+ 40 2) \rightsquigarrow 42
 (add? 42) \rightsquigarrow #f
Eval Eval

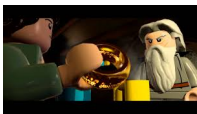
Interaktionsfenster:

Read \rightsquigarrow Eval \rightsquigarrow Print
Loop

REPL

Literale

Literale stehen für einen konstanten Wert (auch: Konstante) und sind nicht weiter reduzierbar.

<u>Literal</u>		<u>Signatur</u>
#t #f	(true, false, Wahrheitswerte)	boolean
„ac“ „x“ „“	(Zeichenketten)	string
0 1904 -42 007	(ganze Zahlen)	integer
0.42 3.1415 -273.15	(Fließkommazahlen)	real
1/2 3/4 -1/10	(rationale Zahlen)	rational
	(Bilder)	image

Zusammengesetzte Ausdrücke

Auswertung zusammengesetzte Ausdrücke (composite expression) in mehreren Schritten (Steps), "von innen nach außen", bis keine weitere Reduktion möglich ist:

$$(+ (+20\ 20) (+\ 1\ 1)) \rightsquigarrow (+\ 40\ (+\ 1\ 1)) \rightsquigarrow (+\ 40\ 2) \rightsquigarrow 42$$

Beispiel:

$$0.7 + (\tfrac{1}{2}/0.25) - (0.6/0.3) = 0.7$$

⚠Achtung: Scheme rundet bei Arithmetik mit Fließkommazahlen (interne Darstellung nicht präzise). Die Arithmetik mit rationalen Zahlen ist exakt.

Identifizier

Ein Wert kann an einen Namen (identifier) gebunden werden, durch `(define⟨id⟩⟨expression⟩)`. Es erlaubt konsistente Wiederverwendung und dient der Selbstdokumentation von Programmen.

⚠Achtung: Dies ist eine Spezialform und kein Ausdruck. Insbesondere besitzt diese Spezialform keinen Wert, sondern einen Effekt: der Name `⟨id⟩` wird durch den Wert von `⟨expression⟩` gebunden. Namen können in Scheme fast beliebig gewählt werden, solange

- die Zeichen `()[]{}",';#\` nicht vorkommen
- der name nicht einem numerischen Literal gleicht
- keinen Whitespaße (Leerzeichen, Tabulatoren, Neuwlines) enthalten sind

Beispiel: `Euro` \rightarrow `US-$`

⚠Achtung: Groß-/Kleinschreibung ist in Identifiern nicht relevant.

Lambda-Abstraktion

Eine Lambda-Abstraktion (auch: Funktion, Prozedur) erlaubt die Formulierung von Ausdrücken, in denen mittels Parametern von konkreten Werten abstrahiert wird:

$$(\text{lambda } (\langle p_1 \rangle \langle p_2 \rangle \dots) \langle \text{expr} \rangle)$$

`expr` ist der Rumpf und enthält Vorkommen der Parameter `⟨pi⟩`.

(lambda...) ist eine Spezialform. Der Wert der Lambda-Abstraktion #⟨procedure⟩
 Die Anwendung (auch: Applikation) der Lambda-Abstraktion führt zur Ersetzung
 aller Vorkommen der Parameter im Rumpf durch die angegebenen konkreten Argumente:

(lambda (days)(*days(*155 minutes-in-a-day)) 365) $\xrightarrow{!}$ (*365 (155 minutes-in-a-day)) \rightsquigarrow ... \rightsquigarrow 81468000
--

Kommentare

In Scheme leitet ein Semikolon einen Kommentar ein, der bis zum Zeilenende reicht
 und von Racket bei der Auswertung ignoriert wird.

Prozeduren/Funktionen sollen im Programm eine ein- bis zweizeilige Kurzbeschreibung
 vorangestellt werden.


Signaturen

Eine Signatur prüft, ob ein Name ⟨id⟩ an einen Wert einer angegebenen Sorte ge-
 bunden wird. Signaturverletzungen werden protokolliert.

(: ⟨ id ⟩ ⟨signatur⟩)

Bereits eingebundene Signaturen sind:

- natural \mathbb{N}
- ingeger \mathbb{Z}
- rational \mathbb{Q}
- real \mathbb{R}
- number \mathbb{C}
- boolean
- string
- image

 Der Doppelpunkt „:“ ist eine Spezialform und hat daher keinen Wert, aber
 einen Effekt: Eine Signaturprüfung wird durchgeführt.

Prozedur-Signaturen

Prozedur-Signaturen spezifizieren Signaturen sowohl für die Parameter $\langle p_1 \rangle, \langle p_2 \rangle, \dots$ als auch für den Ergebniswert der Prozedur:

$(:\langle \text{id} \rangle(\langle \text{signatur-}p_1 \rangle \langle \text{signatur-}p_2 \rangle \dots \rightarrow \langle \text{signatur-ergebnis} \rangle))$

Prozedur-Signaturen werden bei jeder Anwendung der Funktion $\langle \text{id} \rangle$ auf Verletzung geprüft.

Testfälle

Testfälle dokumentieren das erwartende Ergebnis einer Prozedur für ausgewählte Argumente:

$(\text{check-expect } \langle e_1 \rangle \langle e_2 \rangle)$

Werte den Ausdruck $\langle e_1 \rangle$ aus und teste, ob der erhaltene Wert der Erwartung (=Wert des Ausdruck $\langle e_2 \rangle$) entspricht.

Einer Prozedurdefinition sollten Testfälle direkt vorangestellt werden.

$\triangle!$, „check-expect“ ist eine Spezialform und hat daher keinen Wert. Eine Testverletzung wird als Effekt protokolliert.

Erinnerung

Konstruktionsanleitung für Prozeduren:

- kurzbeschreibung (ein- bis zweizeiliger Kommentar mit Bezug auf Parameternamen und Ergebnis)
- Signatur $(:\langle \text{name} \rangle (\dots \rightarrow))$
- Testfälle check-expect/ ceack-within
- Prozedurgerüst $(\text{define } \langle \text{name} \rangle (\text{lambda } (\langle p_1 \rangle \langle p_2 \rangle))$
- Rumpf programmieren $\langle \text{rumpf} \rangle)$

Top-Down-Entwurf (Programmieren mit "Wunschdenken")

Beispiel: Sunset auf Tatooine (SW Episode IV)

Zeichne Szene zu Zeitpunkt t ($t=0 \dots 100$)

- (1) Himmel verfärbt sich von blau ($t=0$) zu rot ($t=100$)
- (2) Sonne(n) versinkt (bei $t=100$ hinter Horizont)
- (3) Luke starrt auf Horizont (bei jeden t)

Zeichne Szene von hinten nach vorne:



Abbildung 1: Frodo auf dem Weg nach Mord... äh ich meine natürlich Luke auf Tatooine

```
| | ;Zeichne Tatooine Sunset zu Zeitpunkt t  
| | (:tatooine (natural -> image))  
| | (define tatooine  
| |   (lambda (t)  
| |     (overlay/pinhole (luke t)  
| |                       (sun t )  
| |                       (sky t ))))
```

Reduktionsregeln für Scheme (\rightsquigarrow)

Fallunterscheidung je nach Ausdruck:

- Literal l (1 , $\#t$, "Karotte", ...) $[eval_1]$
 $l \rightsquigarrow l$ (keine Reduktion möglich)
- Identifier $\langle id \rangle$ $[eval_{id}]$
 $\langle id \rangle \rightsquigarrow$ Wert, an den $\langle id \rangle$ gebunden
- Lambda-Abstraktion $[eval_\lambda]$
 $(\text{lambda } (...)...) \rightsquigarrow (\text{lanmbda } (...)...)$
- Applikation ($f\ e_1 e_2 \dots$)

– f, e_1, e_2, \dots mittels \rightsquigarrow , erhalte $f', e'_1, e'_2 \dots$

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Operation auf $e'_1, e'_2 \dots$</p> <p>anwenden</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Falls f primitive (eingebaute) Operation</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>$[apply/prim]$</p> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Argumentwerte e'_1, e'_2, \dots in den Rumpf einsetzen, den Rumpf mittels \rightsquigarrow reduzieren</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>falls f' Lambda-Abstraktion</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>$[apply_\lambda]$</p> </div> </div>

Wiederhole Anwendung von \rightsquigarrow bis keine Reduktion mehr möglich ist.

Beispiele:

$(+ 40 2)$

$\rightsquigarrow_{eval_{id}} (\# \langle \text{procedure:} + \rangle 40 2)$

$eval_{lit} \cdot 2$

$\rightsquigarrow_{apply_{prim}} 42$

$(\text{sqr } 9) \rightsquigarrow_{eval_{id}} (\text{lambda}(x)(*xx))$

$eval_{lit}$

$\rightsquigarrow_{apply_\lambda} (* 9 9)$

$\rightsquigarrow_{eval_{id}} (\# \langle \text{procedure : } * \rangle 9 9)$

$eval_{lit*2}$

$\rightsquigarrow_{apply_{prim}} 81$