

Основни понятия в Scheme

Трифон Трифонов

Функционално програмиране, 2025/26 г.

2–9 октомври 2025 г.

Тази презентация е достъпна под лиценза Creative Commons Признание-Некомерсиално-Споделяне на споделеното 4.0 Международен

Що за език е Scheme?

- Създаден през 1975 г. от Guy L. Steele и Gerald Jay Sussman
- Диалект на LISP, създаден с учебна цел
- „Structure and Interpretation of Computer Programs“, Abelson & Sussman, MIT Press, 1985.
- Минималистичен синтаксис
- Най-разпространен стандарт: R⁵RS (1998)
- Най-нов стандарт: R⁷RS (2013)

Програмиране на Scheme

- Среда за програмиране: DrRacket
- Има компилатори и интерпретатори
 - Ние ще ползваме интерпретатор
- REPL = Read-Eval-Print-Loop
- Програма = списък от дефиниции
- Изпълнение = оценка на израз

Синтаксис в Scheme

- Литерали

- Булеви константи (#f, #t)
- Числови константи (15, 2/3, -1.532)
- Знакови константи (#\a, #\newline)
- Низови константи ("Scheme", "hi ")

- Символи (f, square, +, find-min)
- Комбинации

(<израз₁> <израз₂> ... <израз_n>)

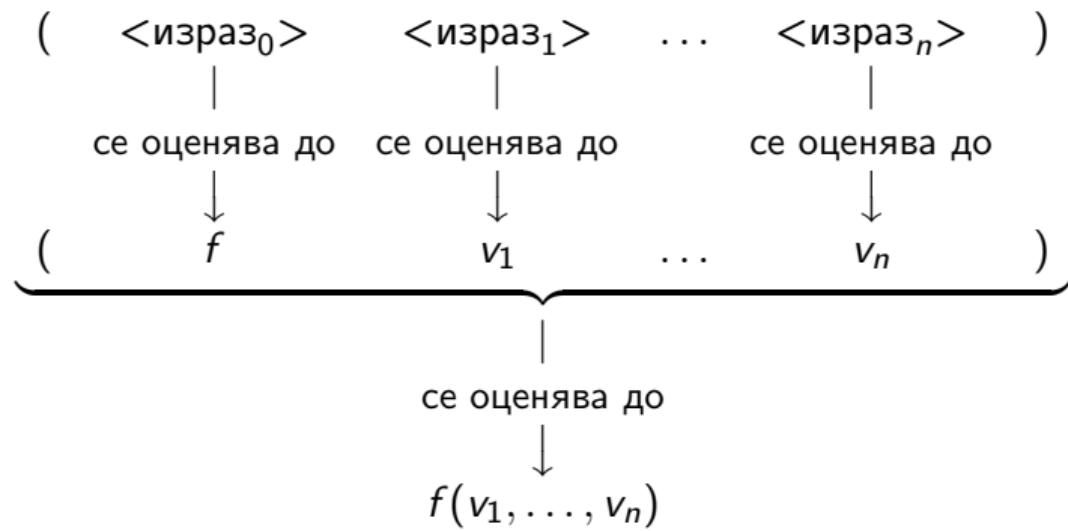
Оценки на литерали и символи

На всеки израз се дава оценка.

- Оценката на булевите константи, знаците, числата и низовете са самите те
 - 5 → 5
 - #t → #t
 - #\a → #\a
 - "scheme" → "scheme"
- Оценката на символ е стойността, свързана с него
 - + → #<procedure:+>
 - a → Грешка!
 - (define a 5)
 - a → 5

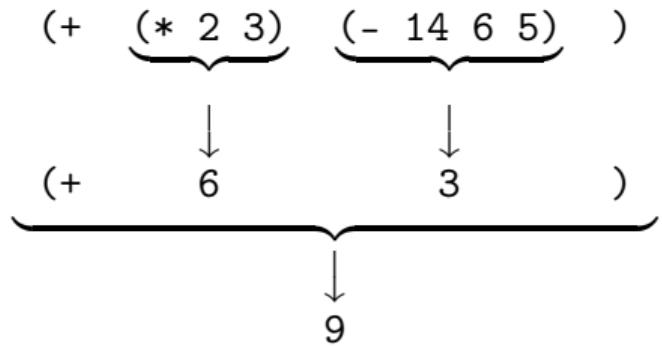
Основно правило за оценяване

Оценка на комбинация (основно правило за оценяване)



Ако f не е функция — **грешка!**

Пример за оценяване на комбинации



(1 2 3) → Грешка!

Дефиниция на символи

- **(define <символ> <израз>)**
- Оценява <израз> и свързва <символ> с оценката му.
- Примери:
 - `(define s "Scheme is cool")`
 - `s` → "Scheme is cool"
 - `(define x 2.5)`
 - `x` → 2.5
 - `(+ x 3.2)` → 5.7
 - `(define y (+ x 3.2))`
 - `(> y 3)` → #t
 - `(define z (+ y z))` → Грешка!

Специални форми

- По основното правило ли се оценява (`define x 2.5`)?
- Не!
- В синтаксиса на Scheme има конструкции, които са изключение от стандартното правило
- Такива конструкции се наричат **специални форми**
- `define` е пример за специална форма

Цитиране

- (`quote` <израз>)
- Алтернативен запис: `'`<израз>
- Оценката на (`quote` <израз>) или `'`<израз> е самият <израз>
- **Примери:**
 - `'2` → 2
 - `'+` → +
 - `'(+ 2 3)` → (+ 2 3)
 - (`quote quote`) → `quote`
 - `('+ 2 3)` → Грешка!
 - `(/ 2 0)` → Грешка!
 - `'(/ 2 0)` → (/ 2 0)
 - `'(+ 1 '(* 3 4))` → (+ 1 (`quote` (* 3 4)))

Дефиниция на функции

- (`(define (<функция> {<параметър>}) <тяло>)`)
- `<функция>` и `<параметър>` са символи
- `<тяло>` е `<израз>`
- Символът `<функция>` се свързва с поредица от инструкции, които пресмятат `<тяло>` при подадени стойности на `<параметър>`

Примери за дефиниция на функции

- (`define (square x) (* x x)`)
- (`(square 5)` → 25)
- (`(define (1+ k) (+ k 1))`)
- (`(square (1+ (square 3)))` → 100)
- (`(define (f x y) (+ (square (1+ x)) (square y) 5))`)
- (`(f 2 4)` → 30)
- (`(define (g x) (- (g (+ x 1)) 1))`)
- (`(g 0)` → ...)
- (`(define (h) (+ 2 3))`)
- `h` → #<procedure:h>
- (`(h)` → 5)

Оценяване на комбинации с дефинирани функции

```
(f 2 4)
  ↓
(+ (square (1+ 2)) (square 4) 5)
  ↓
(+ (square (+ 2 1)) (square 4) 5)
  ↓
(+ (square 3) (square 4) 5)
  ↓
(+ (* 3 3) (* 4 4) 5)
  ↓
(+ 9 16 5)
  ↓
30
```

Стандартни числови функции

Аритметични операции

`+, -, *, /`

Други числови функции

`remainder, quotient, max, min, gcd, lcm`

Функции за закръгляне

`floor, ceiling, round`

Функции над дробни числа

`exp, log, sin, cos, tan, asin, acos, atan, expt, sqrt`

Стандартни предикати

Предикати за сравнение на числа

`<, >, =, <=, >=`

Числови предикати

`zero?, negative?, positive?, odd?, even?`

Предикати за проверка на тип

`boolean?, number?, char?, string?, symbol?, procedure?`

Условна форма if

- (**if** <условие> <израз₁> <израз₂>)
- Оценява се <условие>
 - Ако оценката е #t — връща се оценката на <израз₁>
 - Ако оценката е #f — връща се оценката на <израз₂>
- **if** е специална форма!

Примери с условната форма if

- (`if (< 3 5) (+ 7 3) (- 4 2))` → 10
- (`define (abs x) (if (< x 0) (- x) x))`
- (`(abs -5)` → 5, (`(abs (+ 1 2))` → 3
- (`define (f x) (if (< x 5) (+ x 2) "Error"))`
- (`(f 3)` → 5, (`(f 5)` → "Error"
- (`define (g x y) (if (< x y) (+ x y) (* x y)))`
- (`define (g x y) ((if (< x y) + *) x y))`
- (`(g 2 3)` → 5, (`(g 3 2)` → 6

Форма за многозначен избор cond

- (`cond {(<условие> <израз>) } [(<else> <израз>)]`)
- (`cond (<условие1> <израз1>)`
`(<условие2> <израз2>)`
 ...
`(<условиеn> <изразn>)`
`(<else> <изразn+1>))`
- Оценява се `<условие1>`, при `#t` се връща `<израз1>`, а при `#f`:
- Оценява се `<условие2>`, при `#t` се връща `<израз2>`, а при `#f`:
- ...
- Оценява се `<условиеn>`, при `#t` се връща `<изразn>`, а при `#f`:
- Връща се `<изразn+1>`

Пример с формата cond

```
(define (grade x)
  (cond ((>= x 5.5) "Отличен")
        ((>= x 4.5) "Много добър")
        ((>= x 3.5) "Добър")
        ((>= x 3)    "Среден")
        (else         "Слаб")))
```

Форма за разглеждане на случаи case

- **(case <тест> { (({<случай>}) <израз>) } [else <израз>])**
- **(case <тест> ((<случай_{1,1}> ... <случай_{1,k₁}>) <израз₁>)**
((<случай_{2,1}> ... <случай_{2,k₂}>) <израз₂>)
...
((<случай_{n,1}> ... <случай_{n,k_n}>) <израз_n>)
(else <израз_{n+1}>))
- Оценява се <тест>
- при някое от <случай_{1,1}>...<случай_{1,k₁}> → <израз₁>, иначе:
- при някое от <случай_{2,1}>...<случай_{2,k₂}> → <израз₂>, иначе:
- ...
- при някое от <случай_{n,1}>...<случай_{n,k_n}> → <израз_n>, иначе:
- Връща се <израз_{n+1}>

Пример с формата case

```
(define (days-in-month m y)
  (case m
    ((1 3 5 7 8 10 12) 31)
    ((4 6 9 11) 30)
    (else (if (leap? y) 29 28))))
```

Логически операции

- (**not** <булев-израз>)
 - Връща отрицанието на <булев-израз>
- (**and** {<булев-израз>})
 - Оценява последователно всички <булев-израз_i>
 - Ако всички се оценяват до #t, връща #t
 - Ако <булев-израз_i> се оценява до #f, връща #f без да оценява следващите <булев-израз_{i+1}> ... <булев-израз_n>
- (**or** {<булев-израз>})
 - Оценява последователно всички <булев-израз_i>
 - Ако всички се оценяват до #f, връща #f
 - Ако <булев-израз_i> се оценява до #t, връща #t без да оценява следващите <булев-израз_{i+1}> ... <булев-израз_n>
- **and** и **or** са специални форми!

Примери с логически операции

(**not** x) \iff (**if** x #f #t)

(**and** x y) \iff (**if** x y #f)

(**or** x y) \iff (**if** x #t y)

```
(define (divisible? a b)
  (= (remainder a b) 0))
```

```
(define (leap? y)
  (and (divisible? y 4)
    (or (not (divisible? y 100))
      (divisible? y 400))))
```