Seznamy

- seznamy mají velmi důležitou úlohu – základní datová struktura
- dvě základní procedury:
  (car *seznam*) vydá první prvek seznamu
  (cdr *seznam*) vydá zbytek seznamu (bez 1. prvku)
- též **first** a **rest**
- (car '(1 2 3)) ... 1
  (cdr '(1 2 3)) ... (2 3)
  (car (cdr '(1 2 3))) ... 2

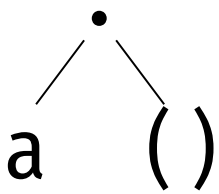
Vytvoření seznamu (1)

- **cons** spojí své dva argumenty do seznamu; druhým argumentem by měl být seznam
- (cons 1 '(2 3)) ... (1 2 3)
  (cons 1 '()) ... (1)
- interně je seznam tvořen páry; pár má dvě položky zvané car a cdr; zapisován jako (car . cdr)
- **seznam** je buď prázdný seznam nebo pár obsahující první prvek (car) a seznam-zbytek (cdr)

Seznamy a páry

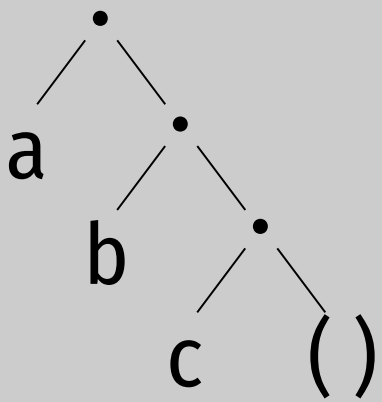
(a)

(a . ())



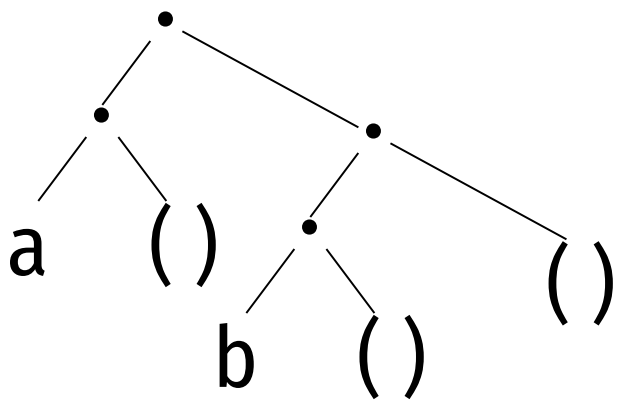
(a b c)

(a . (b . (c . ())))



((a) (b))

((a . ()) . ((b . ()) . ()))



Pravidla pro seznamy

- všechny seznamy mají konečnou délku a jsou ukončeny prázdným seznamem
- cons ve skutečnosti vytvoří pár
- nesprávný seznam (improper list) je pár, který nekončí prázdným seznamem, nejedná se o seznam – např. (a . b) nebo (a b c . d)

Vytvoření seznamu (2)

- **(list *arg1 arg2 ... argN*)**
  vyhodnotí své argumenty a vytvoří seznam obsahující výsledky
- (list (* 5 4) "ok" (+ (/ 4 2) (* 3 5)))
  vytvoří seznam (20 "ok" 17)
- list je vhodný, pokud známe všechny prvky seznamu
- cons se často používá při rekurzi: „spoj tuto hodnotu a seznam vytvořený rekurzivním voláním“

Další funkce pro seznamy

- (list? *x*) — je x seznam?
- (pair? *x*) — je x pár?
- (null? *x*) — je x prázdný seznam?
  (empty? x)
- (list *operandy*) — vyhodnotí operandy a vytvoří z nich seznam
- (length *seznam*) — počet prvků seznamu
- (append *seznamy*) — spojí seznamy do jednoho
- (reverse *seznam*) — obrátí pořadí prvků v seznamu

Konstanty

- definují se pomocí define, ovšem v jednodušším tvaru:
  (define *jméno výraz*)
- příklad:
  (define **Pi** 3.1415926)
  (define (**plocha-kruhu** r)
    (* Pi r r))
- pojmenování hodnot přináší lepší srozumitelnost a snadnější modifikovatelnost

Pravdivostní výrazy

- atomické výrazy: predikáty, konstanty #t a #f
- Booleovské funkce:
  - **and** (and (< 0 x) (< x 10))
  - **or** (or (integer? x) (rational? x))
  - **not** (not (list? x))
- příklad: y leží mezi min a max

```
(define (mezi? min y max)
   (and (<= min y)
        (<= y max)))
```

Porovnání různých typů

- **čísla**: =, <, > a spol.
- **symboly** ('kolo): symbol=?
  - jen rovnost, větší/menší nemá smysl
  - (symbol=? 'kolo 'kolo) ... #t
- **řetězce**: string=?
  - lze i lexikografické porovnání string<?, string>=?,...

Obecné porovnání

- **equal?** – jsou argumenty stejné?
  - rekurzivně prochází strukturu – lze i seznamy apod.
  - (define test (list 1 2 (+ 2 1)))
    (equal? '(1 2 3) test) … #t
- **eq?** – odkazují oba argumenty na totéž?
  - (eq? '(1 2 3) test) … #f
  - výsledek závisí na implementaci – raději nepoužívat
- **eqv?** – jako eq?, u čísel a znaků porovná hodnoty

Podmíněný výraz (1)

- syntaxe:

```
(cond
    (podmínka1  výraz1)
    ...
    (podmínkaN  výrazN)
    (else  výraz)
)
```

- podmínkami jsou pravdivostní výrazy

Podmíněný výraz (2)

- *podmínky* se vyhodnocují postupně podle pořadí ve zdrojovém kódu
- **první úspěšná se použije** – Scheme vyhodnotí příslušný *výraz* a výsledek vyhodnocení se stane výsledkem celého podmíněného výrazu
- else je nepovinné, totéž co #t
- k ohraničení jednotlivých větví je zvykem místo () používat []

Příklad – sign

```
;sign: číslo -> číslo
;pro kladné hodnoty vrací +1, pro záporné –1,
;pro 0 vrací 0
(define (sign n)
   (cond
      [(< 0 n) 1]
      [(> 0 n) –1]
      [else 0]
   )
)
```

Nebezpečí podmínek

- pokud se podmínky překrývají, závisí na pořadí
- např. ve výrazu

```
(cond
   [(< x 100) 100]
   [(< x 50) 50]
)
```

nebude druhá větev nikdy použita – jakákoli hodnota menší než 50 je také menší než 100 a bude použita první větev

Možná řešení

- **učinit podmínky disjunktními**

```
(cond
   [(and (<= 50 x) (< x 100)) 100]
   [(< x 50) 50]
)
```

- **uspořádat podmínky (konkrétnější dopředu)**

```
(cond
   [(< x 50) 50]
   [(< x 100) 100]
)
```

if

- zjednodušená forma podmíněného výrazu
- **(if *podmínka výraz1 výraz2*)**
- obvyklý význam – platí-li *podmínka*, vyhodnotí se *výraz1*, jinak *výraz2*
- příklad: absolutní hodnota

```
(define (abs x)
   (if (< x 0) (- x)
               x))
```

Kvadratická rovnice lépe

```
;kvadrovnice: číslo číslo číslo -> seznam čísel
;vypočte kořeny kvadratické rovnice
;ax^2 + bx + c = 0
; vrací seznam kořenů
(define (kvadrovnice a b c)
   (if (= 0 (diskrim a b c))
      (list (koren1 a b c))
      (list (koren1 a b c) (koren2 a b c))
))
```

Podmínky a chyby

- podmínkami lze kontrolovat přípustnost dat
- nevyhovující data způsobí chybové hlášení
- **(error *'jméno-funce "chybové hlášení"*)**
  ukončí vyhodnocování a zobrazí chybu
- (define (**prumer** L)
  (if (empty? L)
  (error 'prumer "seznam nesmí být prázdný")
  (...)
  ))

Zpracování seznamů

- máme k dispozici přístup jen k prvnímu prvku a (celému) zbytku seznamu
- funkce musí zpracovat první prvek a rekurzivně zavolat sama sebe ke zpracování zbytku
- např. hledání hodnoty v seznamu
  - **není** obsažena v prázdném seznamu
  - **je** obsažena, pokud je totožná s prvním prvkem seznamu **nebo** je obsažena v jeho zbytku (rekurzivní krok)

Hledání hodnoty

```
(define (hledej? hodnota L)
  (cond
    [(empty? L) #f]
    [(= hodnota (car L)) #t]
    [else (hledej? hodnota (cdr L))]
  ))
```

- rekurzivní funkce
- klasické funkcionální programování nepoužívá cykly

Návrh rekurzivní funkce

- **nejprve testovat cílové situace** (prázdný seznam, hodnota nalezena, úkol splněn,...), pro ně je řešení triviální
- po nich sestavit výraz určující výsledek
- jeho součástí jsou podvýrazy obsahující volání sama sebe pro **zjednodušenou** úlohu (typicky zbytek seznamu)

Faktoriál

- pro n<=1 je faktoriál 1
- jinak rekurzivně zavoláme pro n–1 a výsledek znásobíme n
-
```
(define (! n)
  (cond
    [(<= n 1) 1]
    [else (* n (! (- n 1)))]
  ))
```

Délka seznamu

- prázdný seznam má délku 0
- jinak je délka seznamu = 1 + délka zbytku
-
```
(define (length L)
  (cond
    [(empty? L) 0]
    [else (+ 1 (length (cdr L)))]
  ))
```

vytvořeno s podporou
projektu ESF