Monoidy, zpracovávání argumentů příkazové řádky

IB016 Seminář z funkcionálního programování

Vladimír Štill, Martin Ukrop

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

Jaro 2015

Motivace: zpracovávání argumentů příkazové řádky

Chtěli bychom zpracovat argumenty příkazové řádky jako nastavení programu.

```
./run -v -opt=o1 -q -opt=o2
```

- `-v` (*verbose*) zapíná ladící výstupy
- `-q` (*quiet*) vypíná ladící výstupy
- program se vždy chová podle posledního přepínače `-v`/`-q`
- `-opt` umožňuje přidat programu libovolný textový argument
- výchozí nastavení je bez ladících výstupů a bez dalších argumentů

Datový typ pro konfiguraci

Nachystejme si na nastavení vhodný datový typ:

```
data Config = Config
    { verbose :: Bool
    , options :: [String]
    } deriving Eq, Show
```

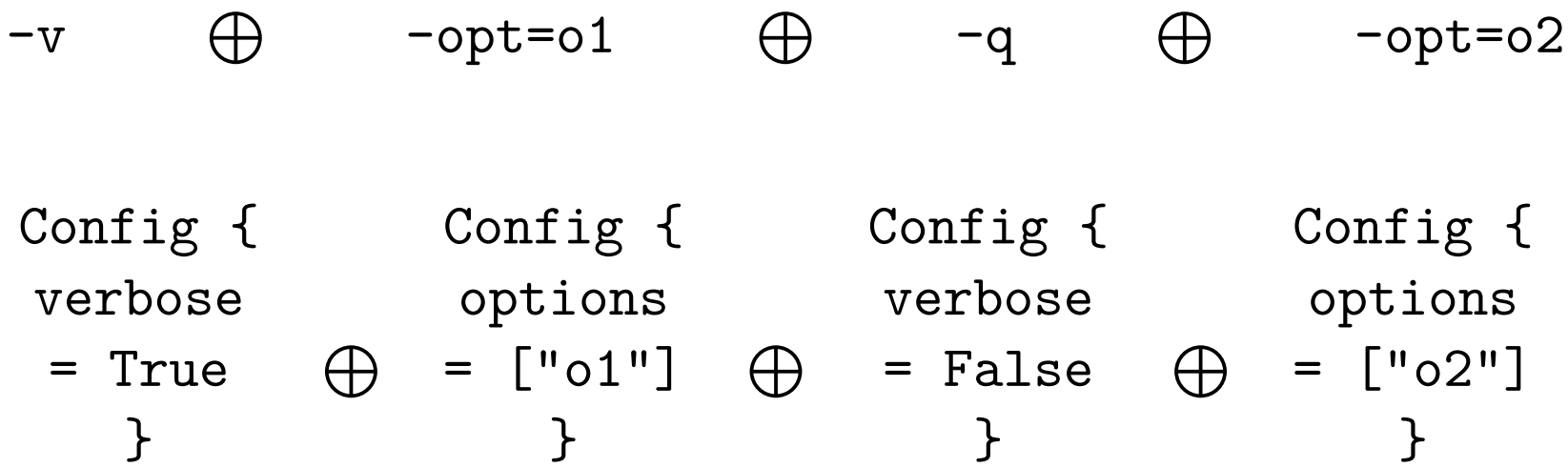
Představa zpracování

- každý přepínač vlastně zodpovídá nějakému nastavení
- Nedali by se jednoduše „spojit“ nějakou vhodnou funkcí?

`-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-q` $\oplus$ `-opt=o2`

Představa zpracování

- každý přepínač vlastně zodpovídá nějakému nastavení
- Nedali by se jednoduše „spojit“ nějakou vhodnou funkcí?



Představa zpracování

- každý přepínač vlastně zodpovídá nějakému nastavení
- Nedali by se jednoduše „spojit“ nějakou vhodnou funkcí?

```
-v  ⊕  -opt=o1  ⊕  -q  ⊕  -opt=o2
```

```
Config {          Config {          Config {          Config {
 verbose           options           verbose           options
  = True    ⊕       = ["o1"]   ⊕      = False    ⊕      = ["o2"]
    }                 }                 }                 }
```

- Jaké vlastnosti má funkce $\oplus$?

Vlastnosti operace $\bigoplus$: uzavřenost

Je množina všech platných konfigurací uzavřená na operaci $\bigoplus$?

Vlastnosti operace $\bigoplus$: uzavřenost

Je množina všech platných konfigurací uzavřená na operaci $\bigoplus$?

Ano, protože:

- Operace $\bigoplus$ má správný typ.
  $\bigoplus$ `:: Config -> Config -> Config`
- Můžeme ji zadefinova tak, aby jejím výsledkem nikdy nebyla neplatná konfigurace.

Vlastnosti operace $\oplus$: asociativita

Je operace $\oplus$ asociativní?

`-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-q` $\oplus$ `-opt=o2`

Vlastnosti operace $\oplus$: asociativita

Je operace $\oplus$ asociativní?

`-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-q` $\oplus$ `-opt=o2`

Ano, pořadí zpracování by nemělo ovlivnit výslednou konfiguraci.

Vlastnosti operace $\oplus$: komutativita

Je operace $\oplus$ komutativní?

`-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-q` $\oplus$ `-opt=o2`

Vlastnosti operace $\oplus$: komutativita

Je operace $\oplus$ komutativní?

`-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-q` $\oplus$ `-opt=o2`

Ne, na pořadí záleží.

- argumenty `-q -v` produkují jinou konfiguraci než `-v -q`

Vlastnosti operace $\oplus$: neutrální prvek

Má operace $\oplus$ neutrální prvek?

N $\oplus$ `-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-opt=o2` $\oplus$ N

Vlastnosti operace $\oplus$: neutrální prvek

Má operace $\oplus$ neutrální prvek?

`N` $\oplus$ `-v` $\oplus$ `-opt=o1` $\oplus$ `-opt=o2` $\oplus$ `N`

Ano, neutrálním prvkem by měla být výchozí konfigurace.

```
defaultConfig :: Config
defaultConfig = Config
    { verbose = NotSet
    , options = []
    }
```

Config: nová definice

Upravíme tedy datový typ `Config` následovně:

```
data Flag a = Set a
            | NotSet
            deriving Eq, Show

data Config = Config
    { verbose :: Flag Bool
    , options :: [String]
    } deriving Eq, Show
```

Monoidy: matematická definice

Monoid je algebraická struktura. Je to grupoid $(M; \cdot)$, tedy množina M s binární operací $\cdot : M \times M \to M$, a těmito axiomy:

- Asociativita: $\forall x, y, z \in M \,.\, (x \cdot y) \cdot z = x \cdot (y \cdot z)$
- Neutrální prvek: $\exists e \in M \forall x \in M \,.\, x \cdot e = e \cdot x = x$

Někdy se uvádí i následující axiom plynoucí z definice binární operace grupoidu:

- $\forall x, y \in M \,.\, x \cdot y \in M$

Převzato z `https://cs.wikipedia.org/wiki/Monoid`

Typová třída Monoid

```
class Monoid a where
    mempty :: a
    mappend :: a -> a -> a
    mconcat :: [a] -> a
    mconcat = foldr mappend mempty
```

- definováno v `Data.Monoid`
- mnoho užitečných knihovních instancí
- opět několik pravidel, která musí platit
  - levá identita: `mempty `mappend` x` $\equiv$ `x`
  - pravá identita: `x `mappend` mempty` $\equiv$ `x`
  - asociativita: `x `mappend` (y `mappend` z)` $\equiv$ `(x `mappend` y) `mappend` z`
- <> je infixové synonymum pro `mappend`

Instance pro konfigurace

Udělejme tedy instanci typu `Config` pro třídu `Monoid`:

Instance pro konfigurace

Udělejme tedy instanci typu `Config` pro třídu `Monoid`:

```
instance Monoid Config where
    mempty = defaultConfig
    c1 `mappend` c2 =
        Config (verbose c1 `mappend` verbose c2)
               (options c1 `mappend` options c2)
```

Teď ale potřebujeme ještě:

- instanci pro datový typ `Flag`
- instanci pro seznamy

Instance pro Flag

Jak chceme, aby se chovala instance pro `Flag a`?

Instance pro Flag

Jak chceme, aby se chovala instance pro `Flag a`?

```
instance Monoid (Flag a) where
    mempty = NotSet
    _ `mappend` (Set x) = Set x
    x `mappend` NotSet = x
```

Instance pro seznamy

Jak chceme, aby se chovala instance pro seznamy?

Instance pro seznamy

Jak chceme, aby se chovala instance pro seznamy?

```
instance Monoid [a] where
    mempty = []
    x `mappend` y = x ++ y
```

Všechno spolu

A teď máme elegantní, rozšiřitelný systém parsující argumenty příkazové řádky :-}.

Monoid: knihovní instance

V knihovně je vícero instancí pro `Monoid`:

- `[a]` – instance stejná, jako jsme vytvořili my
- `Last a` – odpovídá našemu `Flag a` (je to vlastně instance pro `Maybe a`)
- `First a` – jako `Flag a`, jenom prioritu má první výskyt definované hodnoty (ne poslední)
- `Any` – `Bool` s operací `||`
- `All` – `Bool` s operací `&&`
- `Num a => (Product a)` – numerická instance kolem operace násobení
- `Num a => (Sum a)` – numerická instance kolem sčítání
- ...

Typeclassopedia

`https://wiki.haskell.org/Typeclassopedia`

The goal of this document is to serve as a starting point for the student of Haskell wishing to gain a firm grasp of its standard type classes. The essentials of each type class are introduced, with examples, commentary, and extensive references for further reading.

- třídy, které už známe (`Functor`, `Applicative`, ...)
- třídy, které na nich staví (`Monoid` → `Foldable`)
- třídy ještě vyšší abstrakce (`MonadTrans`, `Arrow`)

Úkol: rozšíření pro další volby

Rozšiřte program o možnost následujících argumentů:

- `-printer=lj4a` nastaví tiskárnu, identifikovanou řetězcem. Vždy se použije první zadaná tiskárna.
- Předělejte příznak *verbose* tak, aby úrověn výstupů byla charakterizována přirozeným číslem. Použije se vždy maximální z nastavených hodnot, pokuď není použit přepínač `-q`. Tedy argumenty `-v=1 -v=5 -v=2` nastaví level na 5 a argumenty `-v=1 -q -v=6` na 0.

Zkuste si v *Typeclassopedii* přečíst o typové třídě `Foldable`, která zobecňuje struktury, přes které se dá „foldovat“.