

# Monadické parsování (Parsec) a nástroje

## IB016 Seminář z funkcionálního programování

Mnoho autorů napříč věky

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

Jaro 2021

Nástroj hlásící návrhy na zlepšení kódu („linter“)

- samostatný balík z Hackage, nutno doinstalovat
  - často dostupný přímo v repozitářích distribuce
  - Fl: na nymfách nainstalovaný z repozitářů Ubuntu
  - více podrobností v samostatném návodu v ISu
- `aisa$ cabal new-install hlint`
- `hlint [--hint soubor_definice_navíc] zdroják`
- možno integrovat přímo do GHCi, vizte návod v ISu
- soubor s dodatečnými definicemi v ISu

# Dokumentace v Haskellu: Haddock

```
-- | The 'square' function squares an integer.  
square :: Int -> Int  
square x = x * x
```

```
data T a b  
  = C1 a b -- ^ info about constructor 'C1'  
  | C2 a b -- ^ info about constructor 'C2'
```

- syntaxe komentářů pro automatické zpracování
- generování HTML dokumentace programem haddock
  - `haddock file.hs --html -o doc`
- na FI: součástí modulu `ghc`
- více informací v [oficiální dokumentaci](#)

Haskell má několik balíčků pro práci s regulárními výrazy:

- většina se nachází v modulech `Text.Regex.*`
- „základní“ posixová implementace v balíku `regex-posix`
- pěkný přehled možností různých balíčků najdete třeba na [https://wiki.haskell.org/Regular\\_expressions](https://wiki.haskell.org/Regular_expressions)

Vesměs stejný princip jako u jiných jazyků.

# Monadické parsování - Parsec

# Syntaktické analyzátoři (parsery)

Základní regulární výrazy často nestačí.

→ využijeme syntaktické analyzátoři (parsery)

- lexikální analyzátor **Alex** + syntaktický analyzátor **Happy**  
(podobné kombinaci *lex/flex* + *bison/yacc*)
- **Parsec** – knihovna založena na parserových kombinátorech, zvládá i tvorbu lexikálních analyzátorů, přívětivější chybové hlášky
- **Attoparsec** – další kombinátorová knihovna, rychlejší než Parsec – hlavně pro síťové protokoly a komplikované textové/binární formáty, chybí *Optimus Prime*
- A mnoho dalších – Polyparse, Megaparsec, GLL...

Myšlenka:

- definujeme parser pomocí většího množství menších/jednodušších parserů

Technicky:

- balík `parsec` (není součástí standardní distribuce)
- nejpoužívanější funkce přímo v modulu `Text.Parsec`
- pro naše účely hlavně funkce z modulů `Text.Parsec.Char` a `Text.Parsec.Combinators`
- pro zjednodušení typování importujte i modul `Text.Parsec.String`

Chceme parsovat jednotlivé díly seriálu:

*The–Witcher S01E05: Bottled Appetites*

- Jak by mohl vypadat typ po parser?  
(Čím by mohl být parametrizován?)
- Jaký typ by byl vhodný pro „parsovací funkci“?



`myParser` `::` `Parser` `a`

- parser, který zpracuje vstup na hodnotu typu `a`
- instance pro třídy `Functor`, `Applicative` i `Monad`
- ve skutečnosti je to pouze typové synonymum pro obecnější parser, viz později

Na aplikaci parserů používáme specializované funkce:<sup>1</sup>

```
parse :: Parser a -> SourceName -> String  
      -> Either ParseError a
```

- `parse p name input` spustí parser `p` na vstupu `input`, `name` se bude používat pouze na identifikaci v chybových hláškách
- výsledkem je buď zparsovaná hodnota, nebo chyba typu `ParseError`

```
parseFromFile :: Parser a -> String  
              -> IO (Either ParseError a)
```

- `parseFromFile p f` spustí parser `p` na obsahu souboru `f`

---

<sup>1</sup>typ je ve skutečnosti obecnější, viz později

# Základní znakový parser

`satisfy :: (Char -> Bool) -> Parser Char`

- parser `satisfy` p úspěje, jestliže načtený znak splňuje zadaný predikát (pak vrátí tento znak)

Existující užitečné parsery:

`char :: Char -> Parser Char`

`digit, letter, anyChar, space :: Parser Char`

`oneOf, noneOf :: [Char] -> Parser Char`

Příklad: *The-Witcher S01E05: Bottled Appetites*

- Které znakové parsery použít?
- Jak napsat znakové parsery pomocí `satisfy`?

Zamyšlení: Jak budou fungovat instance **Functor**, **Monad**?

- `fmap :: (a -> b) -> Parser a -> Parser b`  
`fmap (: "!") (char 'A')`

`fmap` aplikuje funkci na vrácenou hodnotu

- `pure :: a -> Parser a`  
`pure 42`

`pure` `x` nic nečte a vrátí hodnotu `x`

- `twoChars = do`  
    `char1 <- anyChar`  
    `char2 <- anyChar`  
    `pure [char1, char2]`

operátor `>>=` předá zparsovanou hodnotu zleva doprava

# Sekvence parserů

Existující užitečné parsery:

```
string :: String -> Parser String
```

```
between :: Parser open -> Parser close  
         -> Parser a -> Parser a
```

```
count :: Int -> Parser a -> Parser [a]
```

```
many, many1 :: Parser a -> Parser [a]
```

```
sepBy, sepBy1 :: Parser a -> Parser sep -> Parser [a]
```

- Kolik vstupu spracuje `many`?

```
parse (many digit) "input name" "hello"
```

- Jak vyparsovat užitečné věci z názvu seriálu?

*The-Witcher S01E05: Bottled Appetites*

## Příklad kombinace parserů v do-bloku

Příklad: *The–Witcher S01E05: Bottled Appetites*

```
series :: Parser (String, Int, Int, String)
series = do
  series <- many (noneOf " ")
  spaces
  string "S"
  season <- many1 digit
  string "E"
  episode <- many1 digit
  string ":"
  spaces
  epName <- many anyChar
  pure (series, read season, read episode, epName)
```

# Alternativa parserů

`<|> :: Parser a -> Parser a -> Parser a`

- `p <|> q` se pokusí nejdříve použít parser `p` a jestli uspěje, vrátí jeho výsledek
- jestli `p` selže bez toho, aby spotřeboval nějaký vstup, použije se parser `q`
- Příklad: `string "spring" <|> string "autumn"`

Existující užitečné parseery:

`option :: a -> Parser a -> Parser a`

`optionMaybe :: Parser a -> Parser (Maybe a)`

`optional :: Parser a -> Parser ()`

# Alternativa parserů

```
season = string "spring" <|> string "summer"
```

`season` na řetězci `"summer"` selže – levá alternativa sice selhala, ale spotřebovala vstup!

`try :: Parser a -> Parser a`

- `try p` se chová stejně jako parser `p`, ale když `p` selže, vrátí se ve vstupu, jako by žádný nebyl parserem `p` spotřebován
- Pozor: používání `try` zvyšuje složitost parsování! (Ale na druhou stranu nám umožňuje mít libovolný *lookahead*.)



# Další užitečné operátory

- >> `spaces >> identifier`
- `liftA2` `(+)` `number number`
- `<$>` `(++ "!") <$> greeting`
- `<$` `"greeting here" <$ greeting`
- `<*>` `(,) <$> key <*> value`
- `<*` `string "Hello" <* spaces <* name`
- `*>` `string "Hello" *> spaces *> name`

# Užitečné chybové hlášky

Nevýhoda kombinátorových parserů: Ladění není snadné.  
(Který parser selhal?)

Zlepšení: Doplňme do parseru popis, co dělá:

```
"your input:" (line 1, column 1):  
unexpected "L"  
expecting digit
```

`(<?>) :: Parser a -> String -> Parser a`

- mění chybovou hlášku („expected“)
- obzvláště vhodné pro alternativy nebo `try`
- parser nesmí spotřebovat vstup

# Komplexní příklad

Příklad: *The–Witcher S01E05: Bottled Appetites*

```
data SeriesRec = Record String Episode String
    deriving Show
data Episode   = Ep { epSeason :: Int
                    , epNo     :: Int } deriving Show

episode :: Parser Episode
episode = try ( liftA2 Ep
                (oneOf "Ss" *> (read <$> many1 digit))
                (oneOf "Ee" *> (read <$> many1 digit))
                ) <?> "Season/Episode spec"

series :: Parser SeriesRec
series = try ( liftA3 Series
                (many (noneOf " ") <*> spaces)
                (episode <*> string ":" <*> spaces)
                (many anyChar)
                ) <?> "series spec"
```

## Ve skutečnosti je to obecnější...

Typ `Parser a` je pouze speciální případ parseru:

```
type Parser a = Parsec String () a
```

```
type Parsec s u a = ParsecT s u Identity a
```

`ParsecT s u m a` představuje parser, který

- zpracovává typ `s`
- udržuje si stav typu `u`
- pracuje v monádě `m`
- vrací výsledek typu `a`

Typ funkce `parse` je pak následovný:

```
runParser :: Stream s Identity t =>
```

```
  Parsec s u a -> u -> SourceName -> s
```

```
  -> Either ParseError a
```

Napište parser pro:

- datum – "2015-04-14"  
rozpoznaný řetězec číslic můžete konvertovat funkcí `read`,  
výsledek ať je vámi definovaného typu `Date`, rozsah  
kontrolovat nemusíte
- čísla která mohou mít desetinnou část – "12", "12.54"
- seznam čísel – "[ 12, 12.54, 42, 66, 3.14 ]"  
využijte parser z předchozího cvičení
- výraz s přirozenými čísly a operacemi –  $(2+5)*2$   
precedenci operátorů neřešte, parser ať výraz rovnou  
vyhodnotí, tj. ať je typu `Parser Int`