Curs 4

2020-2021

Fundamentele Limbajelor de Programare

Analiză sintactică

Tipul unui analizor sintactic

Prima încercare

```
type Parser a = String -> a
```

Tipul unui analizor sintactic

Prima încercare

```
type Parser a = String -> a
```

- Dar cel puțin pentru rezultate parțiale, va mai rămâne ceva de analizat

Tipul unui analizor sintactic

Prima încercare

```
type Parser a = String -> a
```

- Dar cel puțin pentru rezultate parțiale, va mai rămâne ceva de analizat

A doua încercare

```
type Parser a = String -> (a, String)
```

Tipul unui analizor sintactic

Prima încercare

```
type Parser a = String -> a
```

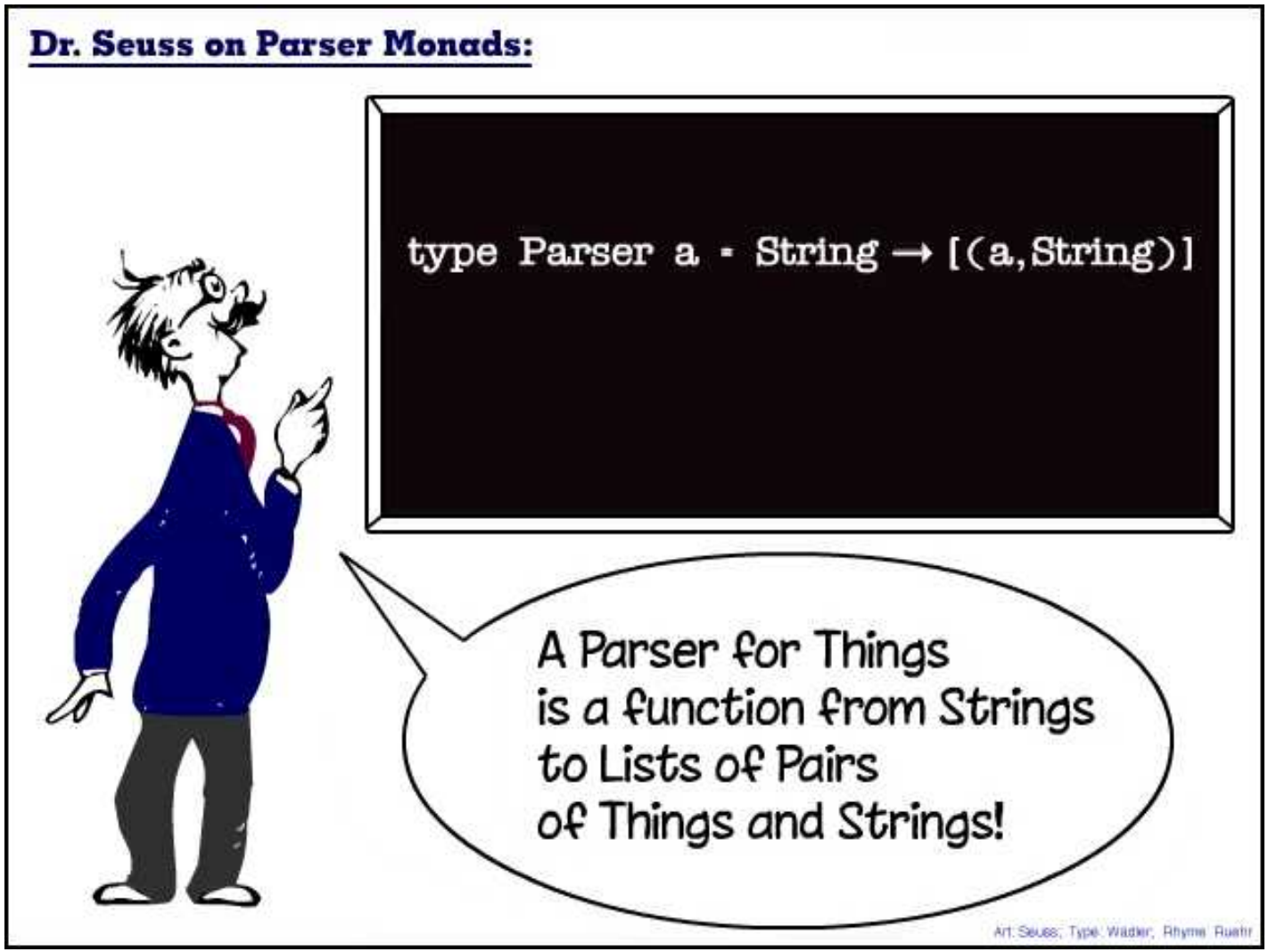
- Dar cel puțin pentru rezultate parțiale, va mai rămâne ceva de analizat

A doua încercare

```
type Parser a = String -> (a, String)
```

- Dar dacă gramatica e ambiguă?
- Dar dacă intrarea nu corespunde nici unui element din a?

Tipul unui analizor sintactic



Tipul Parser

Tipul Parser

```
newtype Parser a =
  Parser { apply :: String -> [(a, String)] }
```

```
-- Folosirea unui parser
-- apply :: Parser a -> String -> [(a, String)]
-- apply (Parser f) s = f s

-- Daca exista parsare, da prima varianta
parse :: Parser a -> String -> a
parse m s = head [ x | (x,t) <- apply m s, t == "" ]
```

Parsare pentru caractere

```
-- Recunoasterea unui caracter
anychar :: Parser Char
anychar = Parser f
  where
  f []     = []
  f (c:s) = [(c,s)]
```

Parsare pentru caractere

```
-- Recunoasterea unui caracter
anychar :: Parser Char
anychar = Parser f
  where
  f []     = []
  f (c:s) = [(c,s)]
```

```
*Main> parse anychar "a"
'a'
*Main> parse anychar "ab"
*** Exception: Prelude.head: empty list

*Main> apply anychar "abc"
[('a',"bc")]
```

Parsare pentru caractere

```
-- Recunoasterea unui caracter cu o proprietate
satisfy :: (Char -> Bool) -> Parser Char
satisfy p = Parser f
  where
  f []                    = []
  f (c:s) | p c           = [(c, s)]
          | otherwise = []
```

Parsare pentru caractere

```
-- Recunoasterea unui caracter cu o proprietate
satisfy :: (Char -> Bool) -> Parser Char
satisfy p = Parser f
  where
  f []                  = []
  f (c:s) | p c         = [(c, s)]
          | otherwise = []
```

```
*Main> parse (satisfy isUpper) "A"
'A'
(0.01 secs, 52,760 bytes)
*Main> parse (satisfy isUpper) "a"
*** Exception: Prelude.head: empty list

*Main> apply (satisfy isUpper) "Ab"
[('A',"b")]
```

Parsare pentru caractere

```
-- Recunoasterea unui anumit caracter
char :: Char -> Parser Char
char c = satisfy (== c)
```

Parsare pentru caractere

```
-- Recunoasterea unui anumit caracter
char :: Char -> Parser Char
char c = satisfy (== c)
```

```
*Main> parse (char 'a') "a"
'a'
(0.00 secs, 52,824 bytes)
*Main> parse (char 'a') "ab"
*** Exception: Prelude.head: empty list

*Main>  apply (char 'a') "ab"
[('a',"b")]
```

Parsarea unui cuvânt cheie

```
-- Recunoasterea unui cuvant cheie
string :: String -> Parser String
string [] = Parser (\s -> [([],s)])
string (x:xs) = Parser f
 where
   f s = [(y:z,zs)| (y,ys) <- apply (char x) s,
                    (z,zs) <- apply (string xs) ys]
```

Parsarea unui cuvânt cheie

```
-- Recunoasterea unui cuvant cheie
string :: String -> Parser String
string [] = Parser (\s -> [([],s)])
string (x:xs) = Parser f
 where
   f s = [(y:z,zs)| (y,ys) <- apply (char x) s,
                    (z,zs) <- apply (string xs) ys]

*Main> parse (string "abc") "abc"
"abc"
*Main> parse (string "abc") "abcd"
*** Exception: Prelude.head: empty list

"*Main> apply  (string "abc") "abcd"
[("abc","d")]
```

Monada Parser

```
--    class Monad m where
--      return :: a -> m a
--      (>>=) :: m a -> (a -> m b) -> m b

instance Monad Parser where
  return x  = Parser (\s -> [ (x, s) ])
  m >>= k   = Parser (\s -> [ (y, u)
                            | (x, t) <- apply m s
                            , (y, u) <- apply (k x) t
                            ])
```

Monada Parser

```
-- Recunoasterea unui cuvant cheie
string :: String -> Parser String
string [] = Parser (\s -> [([],s)])
string (x:xs) = Parser f
 where
   f s = [(y:z,zs)| (y,ys) <- apply (char x) s,
                    (z,zs) <- apply (string xs) ys]
```

e echivalent cu

```
string :: String -> Parser String
string []     = return []
string (x:xs) = do  y  <- char x
                    ys <- string xs
                    return (y:ys)
```

Combinarea variantelor

```
digit = satisfy isDigit
abcP = satisfy (`elem` ['A','B','C'])

alt :: Parser a -> Parser a -> Parser a
alt p1 p2 = Parser f
          where f s = apply p1 s ++ apply p2 s
```

Combinarea variantelor

```
digit = satisfy isDigit
abcP = satisfy (`elem` ['A','B','C'])

alt :: Parser a -> Parser a -> Parser a
alt p1 p2 = Parser f
          where f s = apply p1 s ++ apply p2 s

*Main> apply (alt digit abcP) "1sd"
[('1',"sd")]
*Main> apply (alt digit abcP) "Asd"
[('A',"sd")]
*Main> apply (alt digit abcP) "dsd"
[]
*Main> parse (alt digit abcP) "A"
'A'
*Main> parse (alt digit abcP) "1"
'1'
```

Parser e monadă cu plus

```
--    class MonadPlus m where
--      mzero :: m a
--      mplus :: m a -> m a -> m a

instance MonadPlus Parser where
  mzero       = Parser (\s -> [])
  mplus m n   = Parser (\s -> apply m s ++ apply n s)
              -- === alt m n
```

- mzero reprezintă analizorul sintactic care eșuează tot timpul
- mplus reprezintă combinarea alternativelor

Parser e monadă cu plus

```
--    class MonadPlus m where
--      mzero :: m a
--      mplus :: m a -> m a -> m a

instance MonadPlus Parser where
  mzero       = Parser (\s -> [])
  mplus m n   = Parser (\s -> apply m s ++ apply n s)
                -- === alt m n
```

- mzero reprezintă analizorul sintactic care eșuează tot timpul
- mplus reprezintă combinarea alternativelor

```
instance Alternative Parser where
  empty   = mzero
  (<|>) = mplus
```

Parser e monadă cu plus

```
instance MonadPlus Parser where
    mzero       = Parser (\s -> [])
    mplus m n   = Parser (\s -> apply m s ++ apply n s)

instance Alternative Parser where
  empty  = mzero
  (<|>) = mplus
```

```
*Main> apply (digit <|> abcP) "1www"
[('1',"www")]
*Main> apply (digit <|> abcP) "Awww"
[('A',"www")]
*Main> parse (digit <|> abcP) "B"
'B'
*Main> parse (digit <|> abcP) "2"
'2'
```

Recunoașterea unui caracter cu o proprietate

Alternative și Gărzi

```
guard :: MonadPlus f => Bool -> f ()
guard True = return ()
guard False = mzero
```

```
satisfy :: (Char -> Bool) -> Parser Char
satisfy p = do    c <- anychar
                  guard (p c)
                  return c
```

Recunoașterea unui caracter cu o proprietate

Alternative și Gărzi

```
guard :: MonadPlus f => Bool -> f ()
guard True = return ()
guard False = mzero
```

```
satisfy :: (Char -> Bool) -> Parser Char
satisfy p = do   c <- anychar
                 guard (p c)
                 return c
```

e echivalentă cu

```
satisfy :: (Char -> Bool) -> Parser Char
satisfy p = Parser f
  where     f []                  = []
            f (c:s) | p c         = [(c, s)]
                    | otherwise = []
```

Recunoașterea unei secvențe repetitive

```
-- Steluta Kleene (zero, una sau mai multe repetitii)
many :: Parser a -> Parser [a]
many p = some p `mplus` return []


-- cel putin o repetitie
some :: Parser a -> Parser [a]
some p = do x <- p
            xs <- many p
            return (x:xs)
```

Recunoașterea unei secvențe repetitive

```
*Main> apply (many abcP) "ABCsbc"
[("ABC","sbc"),("AB","Csbc"),("A","BCsbc"),("","ABCsbc")]

*Main> apply (many abcP) "abc"
[("","abc")]

*Main> apply (some abcP) "ABbcd"
[("AB","bcd"),("A","Bbcd")]

*Main> apply (some abcP) "bcd"
[]

*Main> parse (manyP abcP) ""
""

*Main> parse (someP abcP) ""
*** Exception: Prelude.head: empty list
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar natural
decimal :: Parser Int
decimal = do  s <- some digit
              return (read s)
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar natural
decimal :: Parser Int
decimal = do  s <- some digit
              return (read s)
```

```
*Main> apply decimal "123abc"
[(123,"abc"),(12,"3abc"),(1,"23abc")]

*Main> apply decimal "-123abc"
[]
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar negativ
negative :: Parser Int
negative = do    char '-'
                 n <- decimal
                 return (-n)
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar negativ
negative :: Parser Int
negative = do    char '-'
                 n <- decimal
                 return (-n)
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar intreg
integer :: Parser Int
integer = decimal `mplus` negative
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar negativ
negative :: Parser Int
negative = do    char '-'
                 n <- decimal
                 return (-n)
```

Recunoașterea unui numar întreg

```
-- Recunoasterea unui numar intreg
integer :: Parser Int
integer = decimal `mplus` negative
```

```
*Main> apply integer "-123abdc"
[(-123,"abdc"),(-12,"3abdc"),(-1,"23abdc")]
```

Recunoașterea unui identificator

Cum arată un identificator

Un identificator este definit de doi parametri

- felul primului caracter (e.g., începe cu o literă)
- felul restului caracterelor (e.g., literă sau cifră)

Recunoașterea unui identificator

Cum arată un identificator

Un identificator este definit de doi parametri

- felul primului caracter (e.g., începe cu o literă)
- felul restului caracterelor (e.g., literă sau cifră)

Dat fiind un parser pentru felul primului caracter și un parser pentru felul următoarelor caractere putem parsa un identificator:

```
-- Recunoasterea unui identificator
identifier :: Parser Char -> Parser Char -> Parser String
identifier firstCh nextCh = do    c <- firstCh
                                  s <- many nextCh
                                  return (c : s)
```

Recunoașterea unui identificator

Cum arată un identificator

Un identificator este definit de doi parametri

- felul primului caracter (e.g., începe cu o literă)
- felul restului caracterelor (e.g., literă sau cifră)

Dat fiind un parser pentru felul primului caracter și un parser pentru felul următoarelor caractere putem parsa un identificator:

```
-- Recunoasterea unui identificator
identifier :: Parser Char -> Parser Char -> Parser String
identifier firstCh nextCh = do    c <- firstCh
                                  s <- many nextCh
                                  return (c : s)
```

Exemplu:

```
myId = identifier (satisfy isAlpha) (satisfy isAlphaNum)
```

Eliminarea spațiilor

Ignorarea spațiilor

```
skipSpace :: Parser ()
skipSpace = do  _ <- many (satisfy isSpace)
                return ()
```

Eliminarea spațiilor

Ignorarea spațiilor

```
skipSpace :: Parser ()
skipSpace = do  _ <- many (satisfy isSpace)
                return ()
```

```
*Main> apply skipSpace "    nnnn"
[((),"nnnn"),((),"  nnnn"),((),"   nnnn"),
((),"    nnnn")]

*Main> apply skipSpace "nnnn"
[((),"nnnn")]

*Main> apply skipSpace "  nnnn   "
[((),"nnnn   "),((),"  nnnn   "),((),"  nnnn   ")]
```

Eliminarea spațiilor

Ignorarea spațiilor de dinainte și după

```
token :: Parser a -> Parser a
token p = do  skipSpace
              x <- p
              skipSpace
              return x
```

Eliminarea spațiilor

Ignorarea spațiilor de dinainte și după

```
token :: Parser a -> Parser a
token p = do  skipSpace
              x <- p
              skipSpace
              return x
```

```
*Main> apply (tokenS integer) "  123   "
[(123,""),(123," "),(123,"  "),(123,"   "),(12,"3   "),
(1,"23   ")]

*Main> apply (tokenS integer) "  123abc   "
[(123,"abc   "),(12,"3abc   "),(1,"23abc   ")]
```

Recunoașterea unei expresii

```
import Monad
import Parser

data Exp = Lit Int
         | Exp :+: Exp
         | Exp :*: Exp
         deriving (Eq,Show)

evalExp    :: Exp -> Int
evalExp    (Lit n)     = n
evalExp    (e :+: f) = evalExp e + evalExp f
evalExp    (e :*: f) = evalExp e * evalExp f
```

Recunoașterea unei expresii

```
parseExp :: Parser Exp
parseExp = parseLit `mplus` parseAdd `mplus` parseMul
  where
  parseLit = do   n <- integer
                  return (Lit n)
  parseAdd = do   char '('
                  d <- token parseExp
                  char '+'
                  e <- token parseExp
                  char ')'
                  return (d :+: e)
  parseMul = do   char '('
                  d <- token parseExp
                  char '*'
                  e <- token parseExp
                  char ')'
                  return (d :*: e)
```

Recunoașterea și evaluarea unei expresii

```
*Exp> parse parseExp "(1 + (2 * 3))"
Lit 1 :+: (Lit 2 :*: Lit 3)
*Exp> evalExp (parse parseExp "(1 + (2 * 3))")
7
*Exp> parse parseExp "( ( 1 + 2 ) * 3 )"
(Lit 1 :+: Lit 2) :*: Lit 3
*Exp> evalExp (parse parseExp "( ( 1 + 2 ) * 3 )")
9
```

Pe săptămâna viitoare!