

Programação Funcional

I/O em Haskell

Prof. Edson Alves

Faculdade UnB Gama

Sumário

1. Entrada e saída em console
2. Manipulação de arquivos

Código puro e código impuro

- ▶ Haskell determina uma clara separação entre código puro e código impuro
- ▶ Esta estratégia permite que código puro fique isento de efeitos colaterais
- ▶ Além de facilitar a divisão semântica do código, ela permite aos compiladores otimizar e paralelizar trechos de código automaticamente
- ▶ Como as rotinas de entrada e saída interagem com o mundo externo, todas elas produzem ou estão suscetíveis a efeitos colaterais, sendo assim, códigos impuros

Leitura e escrita de strings em console

- ▶ Haskell provê um conjunto de funções para escrita e leitura de dados a partir do console
- ▶ No que diz respeito à strings, duas funções básicas são `putStrLn` e `getLine`
- ▶ A função `putStrLn` escreve uma string no console, seguida de uma quebra de linha:

```
ghci> :type putStrLn
putStrLn :: String -> IO ()
```

- ▶ Já a função `getLine` lê uma string do console até encontrar uma quebra de linha e a retorna, sem a quebra
- ▶ O tipo da função `getLine` é

```
ghci> :type getLine
getLine :: IO String
```

Exemplo de leitura e escrita de strings em console

```
1 -- Lê uma string do console e a imprime, sem modificações
2 -- O operador $ coloca tudo o que se segue entre parêntesis
3 main = do
4     putStrLn "Insira uma string: "
5     s <- getLine
6     putStrLn $ "A string inserida foi '" ++ s ++ "'"
```

Ações de entrada e saída

- ▶ O identificador **IO** nas assinaturas das funções `getLine()` e `putStrLn()` indicam que estas funções ou tem efeitos colaterais, ou podem retornar valores distintos mesmo que invocadas com os mesmos parâmetros
- ▶ Portanto, a presença de **IO** na assinatura das funções indica código impuro
- ▶ Uma ação de entrada e saída (I/O) tem tipo **IO tipo**
- ▶ Uma ação pode ser declarada e armazenada, mas só pode ser executada dentro de outra ação de I/O
- ▶ `()` é a tupla vazia e indica a ausência de retorno (similar ao tipo **void** de C/C++)

Ações de entrada e saída

- ▶ Assim, a função `putStrLn()` não tem retorno: escrever a string no terminal é seu efeito colateral
- ▶ Executar uma ação do tipo `IO t` pode gerar algum tipo de I/O e, eventualmente, retornar um valor do tipo `t`
- ▶ Já a função `getLine()` retorna uma ação do tipo `IO String`
- ▶ O operador `<-` executa a ação e extrai o retorno da ação, unindo-o a variável indicada
- ▶ A função `main()`, ponto de início da execução dos programas em Haskell, tem tipo `IO ()`
- ▶ A palavra reservada `do` define uma sequência de ações de I/O
- ▶ O valor do bloco `do` é dado pelo valor da última ação executada
- ▶ A palavra reservada `let` permite armazenar o resultado de código puro em uma ação (ou bloco de ações) de I/O

Exemplo de código puro em um bloco de I/O

```
1 import Data.Char
2
3 capitalize [] = []
4 capitalize (x:xs) = toUpper x : map toLower xs
5
6 formatted name = unwords $ map capitalize $ words name
7
8 -- A palavra reservada let permite chamar código puro em uma ação de I/O
9 main = do
10     putStrLn "Insira seu nome: "
11     name <- getLine
12     let s = formatted name
13     putStrLn $ "Bom dia, sr(a) " ++ s
```


Código Puro vs. Código Impuro

- ▶ Haskell distingue e separa os trechos de código puro e impuro
- ▶ Código puro não tem efeitos colaterais, não altera estados e tem mesmo retorno para o mesmo conjunto de parâmetros
- ▶ Código impuro não tem garantias sobre o retorno, pode interagir com o sistema, alterando seu estado, e ter efeitos colaterais
- ▶ Código impuro pode invocar código puro
- ▶ Já o contrário não é possível
- ▶ As garantias dadas por um código puro tem vantagens, como a possibilidade de paralelismo automático, por exemplo

I/O em arquivos

- ▶ A biblioteca `System.IO` fornece uma série de funções para I/O, inclusive em arquivos
- ▶ A função `openFile()` retorna um `Handle` para o arquivo aberto, se bem sucedida

```
ghci> :type openFile  
openFile  :: FilePath -> IOMode -> IO Handle
```

- ▶ Os modos de abertura são `ReadMode`, `WriteMode`, `AppendMode` e `ReadWriteMode`
- ▶ Uma vez finalizada a manipulação do arquivo, ele deve ser fechado por meio da função `hClose()`
- ▶ As funções `hPutStrLn()` e `hGetLine()` funcionam como as contrapartes sem o `h`, com a diferença que agem sobre o arquivo indicado

Exemplo de manipulação de arquivos

```
1 import System.IO
2
3 main = do
4     inh <- openFile "input.txt" ReadMode
5     outh <- openFile "output.txt" WriteMode
6     mainLoop inh outh
7     hClose inh
8     hClose outh
9
10 mainLoop inh outh = do
11     ineof <- hIsEOF inh
12     if ineof then return ()
13         else do
14             line <- hGetLine inh
15             hPutStrLn outh $ stripped line
16             mainLoop inh outh
17
18 stripped = unwords . words
```

return

- ▶ Em Haskell, a palavra reservada `return` tem significado distinto do utilizado em outras linguagens, como C/C++
- ▶ `return` insere um valor em uma ação de I/O
- ▶ Ele corresponde ao inverso do operador `<-`
- ▶ Deste modo, ele não encerra prematuramente um bloco, como nas linguagens imperativas, e sim produz uma ação de I/O

Controlando o cursor de leitura

- ▶ Quando uma rotina de leitura é chamada em um *handle* de um arquivo, o cursor de leitura é atualizado
- ▶ Assim, a próxima leitura tem início no ponto no qual a leitura anterior terminou
- ▶ A função `hTell()` retorna a posição atual do cursor no arquivo, contada em número de *bytes*:

```
ghci> :type hTell
hTell :: Handle -> IO Integer
```

- ▶ Ao abrir o arquivo, o cursor inicia na posição 0, exceto no **AppendMode**, onde o cursor inicia no fim do arquivo
- ▶ A função `hSeek()` permite atualizar a posição do cursor:

```
ghci> :type hSeek
hTell :: Handle -> SeekMode -> Integer -> IO ()
```

- ▶ Os modos disponíveis são: **AbsoluteSeek**, **RelativeSeek** e **SeekFromEnd**

Exemplo de controle do cursor de leitura

```
1 -- Computa o número de bytes contidos no arquivo indicado
2 import System.IO
3
4 main = do
5     putStrLn "Insira o nome do arquivo:"
6     path <- getLine
7     h <- openFile path ReadMode
8     size <- fileSize h
9     print size
10    hClose h
11
12 fileSize :: Handle -> IO Integer
13 fileSize h = do
14     hSeek h SeekFromEnd 0
15     size <- hTell h
16     return size
```

Entrada e saída padrão do sistema

- ▶ Em Haskell há três *handles* pré-definidos, associados a entrada e a saída-padrão do sistema
- ▶ O *handle* `stdin` corresponde à entrada padrão, que usualmente está associada ao teclado
- ▶ O *handle* `stdout` corresponde à saída padrão, em geral associada ao terminal
- ▶ Por fim o *handle* `stderr` corresponde à saída de erro padrão, que pode ser o próprio terminal ou ser direcionada ao um arquivo específico
- ▶ As funções de I/O sem o prefixo `h` são definidas em termos destes *handles*:

```
getLine = hGetLine stdin  
putStrLn = hPutStrLn stdout  
print = hPrint stdout
```

Removendo e renomeando arquivos

- ▶ A biblioteca `System.Directory` oferece funções que permitem manipular os arquivos diretamente
- ▶ A função `removeFile` recebe como argumento o caminho para um arquivo e o remove

```
ghci> :type removeFile  
removeFile :: FilePath -> IO ()
```

- ▶ Já a função `renameFile` recebe dois parâmetros: o caminho do arquivo a ser renomeado e o caminho do seu novo nome/destino

```
ghci> :type renameFile  
renameFile :: FilePath -> FilePath -> IO ()
```

- ▶ Se o arquivo de destino já existir, ele será removido para que então o arquivo original assuma seu caminho/nome

Exemplo de manipulação de nome de arquivo

```
1 import Data.Char
2 import Data.List
3 import System.Directory
4
5 -- map ($ x) [f1, f2, ..., fN] computa [f1 x, f2 x, ..., fN x]
6 normalize infile = ys ++ ext
7   where
8     (name, ext) = span (\x -> x /= '.') infile
9     xs = map (\c -> if isSpace c then '_' else c) name
10    p = (\c -> any $ map ($ c) [isAlphaNum, (=='_'), (=='/')])
11    ys = filter p xs
12
13 main = do
14   infile <- getLine
15   let outfile = normalize infile
16   renameFile infile outfile
```

Lazy I/O

- ▶ Haskell também oferece funções para utilizar o *lazy evaluation* no contexto de I/O
- ▶ A função `hGetContents` recebe um *handle* e retorna uma string com o todo conteúdo a partir do ponto onde está localizado o cursor de leitura:

```
ghci> :type hGetContents  
hGetContents :: Handle -> IO String
```

- ▶ Contudo, o acesso a este conteúdo é feito por demanda: a string não contém, necessariamente, todo o conteúdo de uma só vez em memória
- ▶ Este acesso é feito de forma transparente ao usuário que, para fins de código, terá uma string que pode ser utilizada em código puro
- ▶ Assim é possível escrever código com I/O mais próximos da abordagem funcional, sem a necessidade de laços para processamento de blocos de informações, como é feito nas linguagens imperativas

Exemplo de I/O no estilo funcional

```
1 -- Processamento de arquivos no estilo funcional
2 import System.IO
3
4 main :: IO ()
5 main = do
6     inh <- openFile "input.txt" ReadMode
7     outh <- openFile "output.txt" WriteMode
8
9     input <- hGetContents inh
10    hPutStrLn outh $ stripped input
11
12    hClose inh
13    hClose outh
14
15 stripped = unlines . map (unwords . words) . lines
```

Lazy I/O

- ▶ O idioma de abrir um arquivo, ler seu conteúdo, processar este conteúdo, escrever o resultado em um arquivo de saída e fechar os *handles* é tão comum que Haskell oferece duas funções que abstraem este processo
- ▶ A primeira delas é a função `readFile`, que recebe o caminho do arquivo a ser aberto e retorna uma string acessa o conteúdo por meio de *lazy evaluation*

```
ghci> :type readFile
readFile :: FilePath -> IO String
```

- ▶ A segunda é a função `writeFile`, que recebe o caminho do arquivo de saída e o conteúdo a ser escrito:

```
ghci> :type writeFile
writeFile :: FilePath -> String -> IO ()
```

- ▶ Ambas funções fazem parte da biblioteca `System.IO`
- ▶ Estas funções mantêm o *handle* dos arquivos internamente, dispensando a chamada da função `hClose`

Exemplo de I/O no estilo funcional sem *handles*

```
1 import System.IO
2
3 main :: IO ()
4 main = do
5     input <- readFile "input.txt"
6     writeFile "output.txt" $ stripped input
7
8 stripped = unlines . map (unwords . words) . lines
```

Interações

- ▶ Quando os arquivos a serem processados são a entrada e a saída padrão, o idioma abstraído pelas funções `readFile` e `writeFile` pode ser condensado em uma única função
- ▶ A função `interact` tem como parâmetro uma função que recebe e retorna strings:

```
ghci> :type interact
interact :: (String -> String) -> IO ()
```

- ▶ Todo o conteúdo da entrada padrão é passado como parâmetro desta função, e o retorno dela é escrito na saída padrão
- ▶ Esta função também faz parte da biblioteca `System.IO`
- ▶ Quando utilizada em conjunto com filtros, esta função permite escrever programas concisos, com poucas linhas, que processam arquivos de diferentes maneiras

Exemplo de interação com filtro

```
1 -- Elimina os comentários do arquivo
2 import Data.Char
3 import Data.List
4
5 main = interact (unlines . f . lines) where
6     -- Este comentário também será filtrado
7     f = filter (not . isPrefixOf "--" . dropWhile isSpace)
```

Referências

1. Hoogle. [System.IO](#), acesso em 06/08/2020.
2. **SHALOM**, Elad. *A Review of Programming Paradigms Throughtout the History – With a Suggestion Toward a Future Approach*, Amazon, 2019.
3. **SULLIVAN**, Bryan O.; **GOERZEN**, John; **STEWART**, Don. *Real World Haskell*, O'Reilly.