PFL_TP1_G09_07

First Project for the Course Programação Funcional e Lógica (PFL) @ Faculdade de Engenharia do Porto (FEUP)

Representação Interna dos Polinómios

Estrutura de Dados

Para este primeiro trabalho prático, decidimos utilizar a seguinte estrutura para representação dos nossos polinómios:

```
type Var = (Char, Integer) -- x^(-2) => ('x', -2)
type Mono = (Integer, [Var]) -- 5x^2y => (5, [('x',2), ('y', 1)])
type Poly = [Mono] -- 5x^2y - 2x => [(5, [('x',2), ('y', 1)]), (-2, [('x',
1)])
```

Justificação

Decidimos utilizar esta estrutura de dados, pois pareceu-nos uma boa maneira de organizar um polinómio (lista de monómios), em que um monómio consiste num tuplo, em que o primeiro elemento será o coeficiente do mesmo e o segundo elemento é uma lista de tuplos no seguinte formato (variável, expoente).

Uma outra opção melhor seria por exemplo utilizar uma estrutura de àrvore binária para cada Poly, contudo acabamos por não optar por essa opção porque aquando do início deste projeto ainda não estavamos muito familiarizados com a utilização de b-trees em haskell.

Com esta estrutura de dados, a implementação das funções pode às vezes ficar um pouco nested, por exemplo aquando da iteração dos diferentes monómios, para aceder à lista de variáveis seria algo como snd (snd Poly).

Solução:

Recorrer a funções auxiliar para manter uma boa legibilidade e compreensão do código.

Funcionalidades

Parse de 1 Polinómio - parsePoly :: String -> Poly

Para converter uma string para o nossa estrutura de dados de um polinómio e vice-versa, tivemos de utilizar bastantes funções, cada uma documentada no módulo PolyParser. Todas estas funções foram agrupadas nas wrapper function descritas em baixo.

nota : Para utilizar expoentes negativos, é necessário utilizar parentesis na string de input, por exemplo: x^(-2).

```
-- Converts a String into a Polynomial
parsePoly :: String -> Poly
parsePoly [] = []
parsePoly s = remove_zeros (map (parseMonomial) (remove_plus (remove_mult
(replacePattern ((simplify_minus (formatSpace s)))))))

-- Example: "1 - 1 + 3x^4 - 3x^4 + 12x^(-2) - 44z^(-2)y^4z^2" => [(1,[]),
(-1,[]),(3,[('x',4)]),(-3,[('x',4)]),(12,[('x',-2)]),(-44,[('z',-2),
('y',4),('z',2)])]

-- Converts a Polynomial back into a String
reverseParser :: Poly -> String
reverseParser l = handle_first_plus (intercalate " " (map (reverseMono) l))

-- Example: [(2,[]),(-3,[('x',4)]),(-5,[('y',4)])] => "- 3x^4 - 5y^4 + 2"
(Ordered by maximum expoent and if it's equal by coefficient)
```

Normalização de 1 Polinómio - simplify :: Poly -> Poly

Esta função agrupa para o mesmo polinómio todos os monómios que apresentam o mesmo conjunto de variáveis, e adiciona os seus coeficientes.

```
simplify' :: Poly -> Poly
simplify' [] = []
simplify' (x:xs) = [(fst x + vs, snd x)] ++ simplify' resto
    where
        vs = sum (map (fst) ks)
        (ks, resto) =  partition (\y -> (lisEquals (snd x) (snd y) ==
True)) xs
```

Adição de 2 Polinómios - addPoly :: Poly -> Poly -> Poly

Para a adição, reparamos que concatenando dois polinómios e utilizando a função simplify na resultante, obtiamos a soma dos mesmos, como tal, decidimos utilizar esta estratégia.

```
addPoly :: Poly -> Poly -> Poly
addPoly xs ys = simplify (remove_exp_zero (remove_zeros( simplify' (xs ++
ys))))
```

Multiplicação de 2 Polinómios - multiplyPoly :: Poly -> Poly -> Poly

Tomando partido da função:

```
-- Multiplies two monomials
multiply_monoid :: Mono -> Mono -> Mono
multiply_monoid x y = (coef, sumThem (variables))
  where
    coef = (fst x) * (fst y)
    variables = (snd x) ++ (snd y)
```

Inicialmente pensamos que a melhor maneira de simular a propriedade distributiva implicita numa multiplicação de 2 Polinómios, seria fazer um nested loop.
Porém, como em Haskell não existe o conceito de for loop, tivemos de ser um pouco mais criativos e fazer proveito da seguinte função que utiliza um concatMap e um map para aplica a propriedade distributiva a cada par de monómios utilizando a função descrita em cima.

```
-- Wrapper function to multiply two polynomials
multiplyPoly' :: Poly -> Poly -> Poly
multiplyPoly' l1 l2 = (remove_exp_zero (concatMap (\x -> map (\y ->
multiply_monoid x y) l1) l2))
```

Derivar Polinómio - derivePoly :: Poly -> Char -> Poly

Utilizando a função em baixo, extraimos a lista de Var do Polinómio que contêm a mesma variável que a escolhida para a derivação, e depois, aplicamos o processo normal de derivação, multiplicando o coeficiente pelo expoente e subtraindo 1 ao expoente.

```
derivePoly' :: Poly -> Char -> Poly
derivePoly' [] _ = []
derivePoly' (x:xs) c = (coef, (fst (to_derivePoly' equal), (snd
(to_derivePoly' equal) - 1)) : diff) : derivePoly' xs c
  where
    (equal, diff) = partition (\(a,b) -> (a == c)) (snd x)
    coef = (fst x) * ((snd (to_derivePoly' equal)))
```

Todas estas funções e as suas respectivas funções auxiliares podem ser encontaradas no módulo PolyCalc.

Exemplos de Utilização

Testing

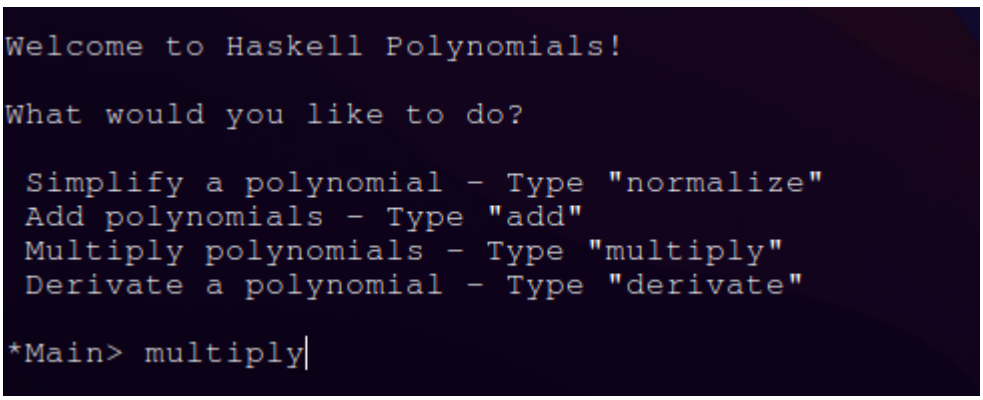
Como interpretamos pelo enunciado que não poderiamos utilizar módulos de testing, como por exemplo **Test.QuickCheck**, implementamos alguns testes com suporte visual (por exemplo, qual a string original e a resultante) à mão para ser mais fácil visualizar o funcionamento do programa sem necessidade de interação no ghci.

Todos os testes estão compilados na file test.hs.

Interatividade

Embora não fosse um dos objectivos, decidimos incluir uma simples interface que suporta o programa, que funciona, como exemplo, da seguinte maneira:

Menu Principal



Menu após escolha multiply

```
*Main> multiply

Multiply Polynomials
Please input a polynomial of your choice:

4xy + 2
Please input a polynomial of your choice:

2x + 3
The product of your polynomials is: 8x^2y + 12xy + 4x + 6
Type 0 to return to the menu
Press any other key to try again
```

Menu após escolha derivate

```
*Main> derivate

Derivate a Polynomial
Please input a polynomial of your choice:

2x + 2x^(-2)y

Input the variable you wish to derivate:

x

The derivate of your polynomial in order to x is: - 4x^(-3)y + 2
Type 0 to return to the menu
Press any other key to try again
```

Group Members:

- Afonso Jorge Farroco Martins - up202005900@fe.up.pt
- José Diogo Pinto, up202003529@fe.up.pt