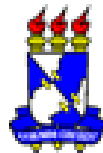


Abstração de Função

Prof. Alberto Costa Neto
alberto@ufs.br

Linguagens de Programação



Departamento de Computação
Universidade Federal de Sergipe

Conteúdo

- Abstração
- Conceitos importantes de LFs
 - Funções de Alta-Ordem
 - Composição de Funções
 - Currificação
 - Estratégias de Avaliação



Abstração

- Em computação, abstração alude a distinção entre
 - O quê?: O que faz uma peça de código
 - Como?: Como é implementada
- Abstração pode ser:
 - De processo
 - De dados
- Funções e Procedimentos são abstrações de processo
 - quem usa se preocupa com "o quê"
 - quem implementa, com o "como"



Parâmetros

- Uma abstração pode ser parametrizada
 - Evita-se a repetição do código para a mesma computação
- **Argumento:** é um valor que pode ser passado para uma abstração parametrizada
- **Parâmetro formal:** identificador usado na abstração para denotar um argumento
- **Parâmetro real:** uma expressão passada como argumento e é fornecida no momento da invocação da abstração (chamada da abstração)



Tipos de Abstração

- Uma **abstração** é uma entidade que incorpora alguma computação
 - **Abstração de função** é uma abstração sobre uma expressão
 - Uma chamada de função é uma expressão que retorna um valor
 - **Abstração de procedimento** é uma abstração sobre um comando
 - Uma chamada de procedimento é um comando que atualiza variáveis



Abstração de Função

- As duas visões de uma função:
 - para o usuário interessa o mapeamento
 - para o implementador, a avaliação do corpo (o algoritmo)

Haskell

power x n

| n==1 = x

| n/=1 = x * power x (n-1)

power x n

| n==1 = x

| n/=1 =

if even n

then power (sqr x) (div n 2)

else (power (sqr x) (div n 2))*x



Linguagem Funcional

- Estende uma Linguagem de Expressões com funções
- O corpo de uma função é uma **expressão**
- A aplicação da função a um argumento **retorna um valor**
- A aplicação em si também é uma **expressão**
- Ausência de **estados e comandos**



Abstração de Função

- Abstração de função em Pascal é mal feita
 - O corpo de uma função pode conter comandos que podem levar a efeitos colaterais
 - O identificador da função representa duas coisas diferentes dentro do mesmo escopo

```
function potencia(x:real; n:Integer):Real;  
begin
```

Pascal

```
  if n = 1 then potencia := x
```

```
  else potencia := x * potencia(x, n-1)
```

```
end;
```

pseudo-variável

abstração de função propriamente dita
que implica numa chamada recursiva



Abstração de Função

- Conclusão em Pascal:
 - Sintaticamente: corpo de função é um comando
 - Semanticamente: corpo de função é um tipo de expressão (já que retorna um valor)
- Mais natural e mais fácil de ser compreendido:
 - Corpo de função = simples expressão!
 - Ex:

ML

```
fun potencia(x:real; n:int) =  
  if n = 1  
  then x  
  else x*potencia(x, n-1)
```



Abstração de Função

- Apesar de abstrações de funções serem construídas normalmente em definição de funções, Abstração e Vínculo podem ser conceitos distintos

fun quadrado (n: real) = n*n

ML

≡

val quadrado = fn (n:real) => n*n

identificador

expressão

abstração de função é o valor vinculado



Abstração de Função

- Sendo assim....

ML

fun integral (a: real, b: real, f: real->real) = ...

... integral (0.0, 1.0, quadrado) ...

... integral (0.0, 1.0, fn (x: real) => x*x) ...

Haskell

\x --> x*x



Funções de Alta-Ordem

- Uma função passa a ser um valor
- O contexto só precisa incluir um único componente
 - Mapeamento de identificadores em valores
- Portanto, o resultado da avaliação de uma expressão pode ser uma função

$$f: T1 \rightarrow (T2 \rightarrow T3)$$



Composição de Funções

- Em Haskell, o operador “.” compõe duas funções dadas, como definido abaixo:

$(.) :: (t \rightarrow u) \rightarrow (s \rightarrow t) \rightarrow (s \rightarrow u)$

$f . g = \lambda x \rightarrow f(g(x))$

$f . g$ computa uma função h tal que $h(x) = f(g(x))$

- Dadas as funções da biblioteca:

$\text{not} :: \text{Bool} \rightarrow \text{Bool}$

$\text{odd} :: \text{Int} \rightarrow \text{Bool}$

- Podemos compô-las da seguinte forma;

$\text{even} = \text{not} . \text{odd}$ -- tipo é $\text{Int} \rightarrow \text{Bool}$



Funções de Alta-Ordem

- Exemplo

Haskell

```
quadrado :: Int -> Int  
quadrado n = n*n
```

```
duasVezes :: (Int -> Int) -> (Int -> Int)  
duasVezes f = f . f
```

```
-- função quartaPot?  
quartaPot = duasVezes(quadrado)
```

```
quartaPot(2) retorna 16
```



Curificação (*Currying*)

- Também chamada de Aplicação Parcial
 - Técnica que permite aplicar um subconjunto dos parâmetros de uma função, gerando uma nova função
 - Esta função gerada como resultado requer o restante dos parâmetros quando chamada

Haskell

```
power :: Int -> Float -> Float  
power n b =  
    if n = 0 then 1.0  
    else b * power (n-1) b
```

```
sqr = power 2    -- curried  
cube = power 3  -- curried
```



Curificação (*Currying*)

- Exemplo:

Haskell

subtrair :: Int → Int → Int
subtrair x y = x - y

-- definir a função negativo a partir de subtrair?

negativo :: Int → Int
negativo = subtrair 0

Haskell

potencia n x = x^n

-- definir a função quadrado a partir de potencia?

quadrado = potencia 2



Estratégias de Avaliação

- Quando exatamente cada parâmetro real de uma função é avaliado quando uma abstração é chamada?
- Duas possibilidades básicas:
 - Avaliar o parâmetro real no local da chamada (**eager evaluation**)
 - Adiar a sua avaliação até que o argumento seja realmente usado (**normal-order / lazy**)



Estratégias de Avaliação

- *Eager (Innermost Reduction / Anciosa / Ávida)*
 - O parâmetro real é avaliado **uma única vez** e o valor resultante **substituído para cada ocorrência do parâmetro formal** na abstração
 - Java, ML, Pascal
- *Lazy (Outermost Reduction / Preguiçosa)*
 - O parâmetro real é avaliado **somente na primeira vez que ele é necessário** (o valor computado é guardado)
 - Haskell
- *Normal-order*
 - O parâmetro real é avaliado **sempre que for necessário** (mesmo que já tenha sido computado)



Estratégias de Avaliação

- Considere a função

```
function quadrado (n: int) = n*n
```

$\text{quadrado } (3 + 4) \Rightarrow \text{quadrado } (7) \quad (+)$

eager $\Rightarrow n \rightarrow 7 \quad (\text{vínculo})$

$\Rightarrow n*n$

$\Rightarrow 49$

$\text{quadrado } (3 + 4) \Rightarrow n \rightarrow \text{expressão } (3+4) \quad (\text{vínculo})$

normal $\Rightarrow (3+4)*(3+4) \quad (*)$

$\Rightarrow 7*(3+4)$

$\Rightarrow 7*7$

$\Rightarrow 49$



Funções estritas a argumentos

- Função é dita estrita a um argumento se ela sempre utiliza aquele argumento
 - Função quadrado é estrita ao seu único argumento
quadrado $n = n * n$
 - Função teste é estrita ao seu primeiro argumento
cand $b1\ b2 = \text{if } b1 \text{ then } b2 \text{ else False}$
 - Chamando **cand** ($x > 0, t/x > 50$)
 - p/ $x = 2$ e $t = 80$, Eager: False e Normal-order: False
 - p/ $x = 0$ e $t = 80$, Eager: **Falha** e Normal-order: False



Propriedade Church-Rosser

“Se existe a possibilidade de uma expressão ser avaliada, ela poderá ser avaliada consistentemente utilizando normal-order. Se uma expressão puder ser avaliada em várias ordens diferentes (misturando normal e eager) então todas as ordens deverão levar ao mesmo resultado”

- Linguagens que permitem efeitos colaterais não respeitam esta propriedade



Estratégias de Avaliação

- Produzem sempre o mesmo resultado?

```
function readInt(f: File) = ....
```

exemplo de aplicação

```
...quadrado(readInt(arq))...
```

eager: $\text{quadrado}(10) \Rightarrow 10 * 10 \Rightarrow 100$

normal-order: $\text{quadrado}(\text{readInt}(\text{arq}))$

$\Rightarrow \text{readInt}(\text{arq}) * \text{readInt}(\text{arq})$

$\Rightarrow 10 * 5$

$\Rightarrow 50$

efeito colateral !!!

$\text{arq} \rightarrow \text{a.txt}$

```
10  
5  
3  
6  
...
```



Transparência Referencial

- A execução de uma função sempre produz o mesmo resultado quando dados os mesmos argumentos
- Característica de **linguagens puramente funcionais**



Sugestões de Leitura

- Concepts of Programming Languages (Robert Sebesta)
 - Seções 15.1 até 15.3
- Programming Language Concepts and Paradigms (David Watt)
 - Seções 5.1 e 5.3
 - Seção 14.1

