

Remoção de Recursão de Cauda

Daniel Oliveira

Departamento de Informática - UFPR

Fevereiro 2021



- Chamadas de funções, recursivas ou não, são implementadas por uma pilha
- O conteúdo dessa pilha depende da máquina, usualmente temos:
 - Estado anterior: informações para retornar a função anterior exatamente de onde ela parou
 - Parâmetros: valores passados como argumentos
 - Variáveis locais: são 'instanciadas' na pilha em vez da 'heap' do sistema por questões de eficiência
- Para alguns casos/linguagens, um ganho de espaço e tempo de execução pode ser obtido ao usar algoritmos iterativos

- Recursão pode ser removida, de maneira geral, ao implementar a pilha de forma manual (pelo programador)
 - Dados específicos do problema são salvos, ocupando menos espaço
 - Alterar a pilha local é mais eficiente do que a pilha do sistema
 - A pilha do sistema precisa manter consistente vários registradores e recursos específicos do sistema/máquina
- Recursão de cauda pode ser traduzida diretamente para algoritmo iterativo, nenhuma pilha é necessária

- Quando chamadas recursivas são feitas apenas no final da função, na cauda
 - Não há nenhuma operação após alguma chamada recursiva

funcao1(a, b)

...

funcao1(x, y)

funcao2(a, b)

...

Se $a > b$

...

funcao2(x, y)

Senão

funcao2(w, z)

- O seguinte padrão pode ser aplicado

$funcao1(a, b)$

Se *condição_parada*

 Devolva R

Senão

 Bloco de operações

 Devolva $funcao1(x, y)$

$funcao1_iterativa(a, b)$

Enquanto *Não condição_parada*

 Bloco de operações

$a \leftarrow x$

$b \leftarrow y$

Devolva R

- Fibonacci normalmente não é uma recursão de cauda, mas podemos modificá-la para que seja de cauda

$Fibonacci(n)$

Se $n \leq 1$

 Devolva n

Senão

 Devolva $Fibonacci(n - 1) + Fibonacci(n - 2)$

$Fibonacci(n, a, b)$

Se $n = 0$

 Devolva a

Se $n = 1$

 Devolva b

Senão

$x \leftarrow b$

$y \leftarrow a + b$

 Devolva $Fibonacci(n - 1, x, y)$

- Aplicando o padrão chegamos ao seguinte código

$\text{Fibonacci}(n, a, b)$

Se $n = 0$

 Devolva a

Se $n = 1$

 Devolva b

Senão

$x \leftarrow b$

$y \leftarrow a + b$

 Devolva $\text{Fibonacci}(n - 1, x, y)$

$\text{Fibonacci}(n, a, b)$

Enquanto $n > 1$

$x \leftarrow b$

$y \leftarrow a + b$

$a \leftarrow x$

$b \leftarrow y$

$n \leftarrow n - 1$

Se $n = 0$

 Devolva a

Se $n = 1$

 Devolva b

Exemplo 2 - Busca Binária

BuscaBinaria(x, v, a, b)

Se $a > b$

 Devolva *NÃO*

$m \leftarrow \lfloor \frac{a+b}{2} \rfloor$

Se $v[m] = x$

 Devolva m

Se $x < v[m]$

 Devolva *BuscaBinaria*($x, v, a, m - 1$)

Senão

 Devolva *BuscaBinaria*($x, v, m + 1, b$)

BuscaBinaria(x, v, a, b)

Enquanto $a \leq b$

$m \leftarrow \lfloor \frac{a+b}{2} \rfloor$

 Se $v[m] = x$

 Devolva m

 Se $x < v[m]$

$b = m - 1$

 Senão

$a = m + 1$

Devolva *NÃO*
