

# MC202 - Estruturas de Dados

## Lab 08 - Árvores Binárias e Percurso de Árvores

**Data da Primeira Chance:** 09 de outubro de 2023

**Link da atividade:** <https://classroom.github.com/a/J6VjMpgH>

**Peso:** 4

Uma companhia está desenvolvendo uma nova funcionalidade para ser adotada em seus sistemas de análise. Essa nova funcionalidade consiste em otimizar formulações compostas de expressões relacionais informadas pelo usuário a partir de valores que podem ser inteiros ou de variáveis, além dos operadores que conectam os valores.

Inteiros nesse contexto são apenas os números inteiros positivos de zero (0) a nove (9) e as variáveis são letras minúsculas do alfabeto latino (a, ..., z). Dependendo das operações entre esses valores, pode-se resultar valores lógicos que assumem dois valores, verdadeiro e falso, T e F,<sup>1</sup> respectivamente.

Uma expressão é composta de dois operandos, que podem ser um valor variável ou constante (inteiro ou valor lógico), e um operador binário. Além disso, operandos também podem ser outra expressão. Os operadores das expressões consideradas podem ser relacionais, lógicos e de comparação.

Na expressão relacional comparam-se inteiros ou variáveis. Seus operadores, conhecidos como operadores relacionais, são os seguintes: maior que (>), menor que (<), menor igual (<=), maior igual (>=).<sup>2</sup> Por exemplo, a expressão  $(x > 5)$  é uma expressão relacional.

Os operadores lógicos são e (&) e ou (|).<sup>3</sup> Por exemplo, a expressão  $(2 > 1) \& (y \leq 9)$ , é uma expressão lógica que, após as reduções que realizaremos, concluiremos ser equivalente a  $(T \& T)$ , que por fim resultará em T (verdadeiro).

---

<sup>1</sup> Em maiúsculo, para diferenciar de variáveis.

<sup>2</sup> Usualmente na programação esses símbolos são representados da seguinte forma: maior que (>), menor que (<), maior igual (>=), menor igual (<=). Aqui será usada a representação com um caractere a fim de simplificar a leitura dos símbolos.

<sup>3</sup> Em linguagens de programação como C e Java os operadores “e” e “ou” são representados da seguinte forma respectivamente: “&&” e “||”.

Temos também os operadores igualdade (=), diferente(!)<sup>4</sup> sendo que os seus operandos são do mesmo tipo se ambos forem constantes. Diferentemente dos operadores relacionais e lógicos, exclusivos para suas respectivas expressões, os operadores de igualdade podem ser aplicados a ambas as expressões.

Note que variáveis podem assumir qualquer valor, mas consideramos que assumem valores lógicos se o operador é lógico e assumem valores inteiros se o operador for relacional. Se o operador for de comparação, então consideramos que ela assume o mesmo tipo de valor que o outro operando (se os dois operandos forem variáveis, então não importa o tipo). Note que o valor de uma expressão (dado valores para as suas variáveis) é sempre um valor lógico.

Você deverá considerar algumas reduções nas suas expressões para otimizá-las.

- $T \mid (\text{qualquer expressão})$  deve resultar em  $T$
- $F \ \& \ (\text{qualquer expressão})$  deve resultar em  $F$
- $(\text{qualquer variável}) \{ 9$  deve resultar em  $T$
- $(\text{qualquer variável}) \} 0$  deve resultar em  $T$
- $(\text{qualquer variável}) > 9$  deve resultar em  $F$
- $(\text{qualquer variável}) < 0$  deve resultar em  $F$
- Se  $x$  é uma variável ou uma constante (lógica ou inteira),  $x = x$  deve resultar em  $T$
- Se  $x$  é uma variável ou uma constante (lógica ou inteira),  $x \neq x$  deve resultar em  $F$
- Se  $x$  é uma variável ou uma constante inteira  $x < x$  deve resultar em  $F$
- Se  $x$  é uma variável ou uma constante inteira  $x > x$  deve resultar em  $F$
- Se  $x$  é uma variável ou uma constante inteira  $x \{ x$  deve resultar em  $T$
- Se  $x$  é uma variável ou uma constante inteira  $x \} x$  deve resultar em  $T$

Note que você também precisa considerar expressões simétricas às da lista acima, como, por exemplo,  $(\text{qualquer expressão}) \mid T$ .

Para implementar essas funcionalidades, é necessário conhecimento em estruturas de dados. Entretanto, os programadores com tal conhecimento estão alocados a outros projetos. Como você está fazendo a disciplina de MC202, será que você consegue implementar essa funcionalidade?

---

<sup>4</sup> Em C representados por igualdade (==), diferente de (!=).

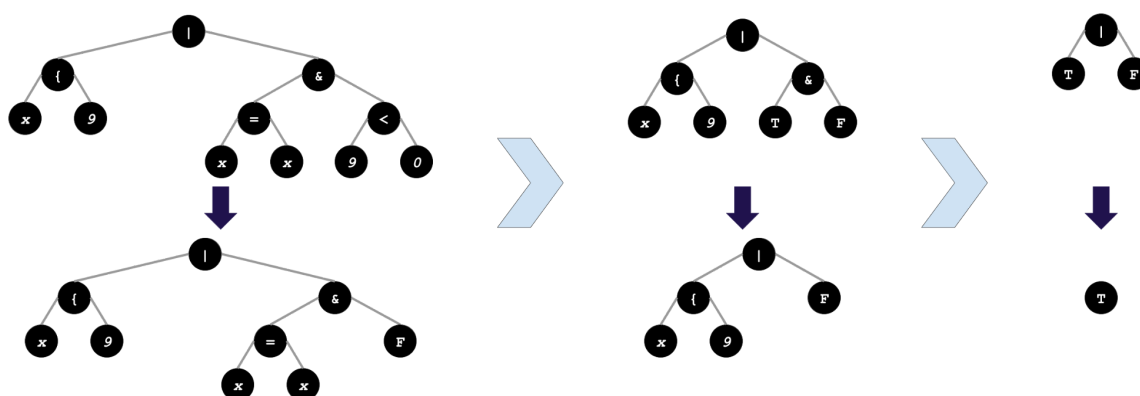
## Tarefa

Escreva um programa em C que recebe uma expressão como entrada e gera uma **árvore binária** que representa a expressão dada. Após a construção da árvore, o programa deverá otimizar a árvore enquanto houver uma subárvore para a qual possamos aplicar uma das reduções mencionadas. Note, porém, que há uma forma eficiente de fazer isso, sem ter que analisar a árvore várias e várias vezes...

A saída do seu programa deverá ser a expressão otimizada, conforme as regras acima. Para ilustrar, veja o exemplo a seguir da figura 1 para a expressão

$((x \neq 9) \mid ((x = x) \ \& \ (9 < 0)))$ .

Figura 1: Árvore para a expressão  $((x \neq 9) \mid ((x = x) \ \& \ (9 < 0)))$



A primeira árvore binária da esquerda corresponde à árvore construída a partir da expressão dada como entrada; enquanto a última árvore binária da direita corresponde à árvore obtida após a otimização da expressão.

## Entrada

A entrada consiste em um inteiro  $n$  com o número de expressões a serem otimizadas, seguido de  $n$  expressões em notação pós-fixa, cada uma em uma única linha.

## Saída

A saída para cada expressão lida é a expressão lida em notação infixa em uma linha, seguida da expressão otimizada em notação infixa na próxima linha.

Para a notação infixa, sempre coloque todos os parênteses na expressão, exceto quando a expressão é uma variável ou uma constante. Exemplos:

- Escreva  $x$  ao invés de  $(x)$
- Escreva  $T$  ao invés de  $(T)$
- Escreva  $5$  ao invés de  $(5)$
- Escreva  $((x > 5) \mid (y < 3))$  ao invés de  $x > 5 \mid y < 3$  ou  $(x > 5) \mid (y < 3)$

## Exemplos

### Exemplo 1:

#### Entrada

```
2
90<xx=&x9{ |
x5>y3<|
```

#### Saída

```
(( (9 < 0) & (x = x) ) | (x { 9) )
T

((x > 5) | (y < 3))
((x > 5) | (y < 3))
```

### Exemplo 2:

#### Entrada

```
3
ab=13>|d0{11!&&
x3>mn=|
y7<x9}|
```

#### Saída

```
(( (a = b) | (1 > 3) ) & ((d { 0) & (1 ! 1)))
```

F

$((x > 3) \mid (m < n))$

$((x > 3) \mid (m < n))$

$((y < 7) \mid (x \neq 9))$

T

## Regras e Avaliação

Neste laboratório, é obrigado a usar **os conceitos aprendidos de árvores binárias e percurso de árvores**. Seu código será avaliado não apenas pelos testes do *GitHub*, mas também pela qualidade. Dentre os critérios subjetivos de qualidade de código analisaremos:

- O uso apropriado de funções, de comentários;
- A escolha de bons nomes de funções e variáveis;
- A ausência de trechos de código repetidos desnecessariamente;
- O uso apropriado de funções;
- A eficiência dos algoritmos propostos;
- A correta utilização das Estruturas de Dados;
- O tempo de execução e uso de memória dos algoritmos projetados;
- Vazamento e outros erros de memória (valgrind);
- **O uso de árvores binárias para representar as expressões.**

Note, porém, que essa não é uma lista exaustiva, pois outros critérios podem ser analisados dependendo do código apresentado visando mostrar ao aluno como o código poderia ser melhor.

## Submissão

Você deverá criar o arquivo `expressoes.c` e submeter no repositório criado no aceite da tarefa. Você pode enviar arquivos adicionais caso deseje para serem incluídos por `expressoes.c`. Não se esqueça de dar `git push`!

Lembre-se que sua atividade será corrigida automaticamente na aba “*Actions*” do repositório. Confirme a correção e o resultado, já que o que vale é o que está lá e não na sua máquina.

Após a correção da primeira entrega, será aberta uma segunda chance, com prazo de entrega apropriado.

**Atenção:** O repositório da sua atividade conterá alguns arquivos iniciais. Fica **estritamente proibido** ao aluno alterar os arquivos já existentes, tais como o testador existente ou demais arquivos de configuração do laboratório.

Lembre-se que sua atividade será corrigida automaticamente na aba “Actions” do repositório. Confirme a correção e o resultado, já que o que vale é o que está lá e não na sua máquina.

Após a correção da primeira entrega, será aberta uma segunda chance, com prazo de entrega apropriado.