

# INE5426 - Construção de Compiladores

## Analizador Sintático

**Entrega: 06 de agosto de 2021 (até 23:55h via Moodle)**

Este Exercício-Programa (EP) pode ser realizado por grupos (com 2 ou 3 integrantes). Cada grupo deverá executar uma tarefa:

- A construção de um analisador sintático para uma linguagem (**AS**).

Os resultados obtidos pelos grupos serão avaliados através da apresentação de um **relatório das atividades** desenvolvidas e através da compilação/interpretação/uso/execução do analisador sintático (tarefa **AS**).

Trabalharemos com a gramática denominada **CC-2021-1** (disponível no fim deste texto e na Forma de Backus-Naur - BNF). Se desejarem, os grupos poderão realizar *pequenas* modificações na linguagem. No entanto, qualquer modificação deverá ser detalhada no relatório.

A nota deste EP é  $T_2 = \min\{(T_{2.1} + T_{2.2} + \epsilon), 10.0\}$ , onde  $T_{2.1}$  está definida na seção 4,  $T_{2.2}$  está definida na seção 5 e  $\epsilon \in [0 : 0,5]$  depende da participação de todos os integrantes de um grupo nas aulas de laboratório.

## 1 Tarefa AS

A tarefa **AS** consiste na construção de um analisador sintático preditivo para uma gramática em LL(1) e na realização das seguintes atividades:

1. **CC-2021-1** está na forma BNF. Coloque-a na forma *convencional* de gramática. Chame tal gramática de **ConvCC-2021-1**.
2. A sua **ConvCC-2021-1** possui recursão à esquerda? Justifique detalhadamente sua resposta. Se ela tiver recursão à esquerda, então remova tal recursão.
3. A sua **ConvCC-2021-1** está fatorada à esquerda? Justifique detalhadamente sua resposta. Se ela não estiver fatorada à esquerda, então fatore.
4. Faça **ConvCC-2021-1** ser uma gramática em LL(1). É permitido adicionar novos terminais na gramática, se achar necessário. Depois disso, mostre que **ConvCC-2021-1** está em LL(1) (você pode usar o Teorema ou a tabela de reconhecimento sintático vistos em videoaula).
5. se não usou ferramenta, uma descrição da implementação do analisador sintático (Usou uma tabela de reconhecimento sintático para gramáticas em LL(1)? Se não, então o que foi usado?); e
6. se usou ferramenta, uma descrição da entrada exigida pela ferramenta e da saída dada por ela.

Todos os integrantes dos grupos devem dominar qualquer questão relacionada a essa tarefa.

## 2 O que deve ser entregue?

A data para entregar o EP é dia 06 de agosto de 2021 (até 23:55h via Moodle). Cada grupo deverá entregar um conjunto de arquivos com:

1. um relatório com uma descrição das atividades realizadas (em PDF).
  - as respostas da tarefa **AS** devem ser descritas no relatório.
2. um conjunto de arquivos que definem o analisador sintático (pode ser um único arquivo);
3. três programas escritos na linguagem gerada por **ConvCC-2021-1** (com pelo menos 100 linhas cada, sem erros léxicos e sem erros sintáticos, e pelo menos um diferente dos entregues no primeiro EP (referente à tarefa **AL**));
4. um *Makefile* para compilação/interpretação/execução do analisador sintático; e
5. um README com informações importantes para a execução apropriada de todos os programas desenvolvidos.

Orientações para construção de um *Makefile*: <https://www.gnu.org/software/make/manual/make.html>

## 3 Sobre as compilações/interpretações/execuções dos trabalhos

No momento da execução dos programas desenvolvidos por um grupo, a presença (virtual) de seus integrantes poderá ser necessária para a efetiva avaliação.

## 4 O que será avaliado no relatório?

Chamamos de  $T_{2.1}$  a nota para a avaliação dos relatórios.  $0 \leq T_{2.1} \leq 5$ . Se algum grupo não apresentar o relatório, então  $T_{2.1} = 0$ . A avaliação considerará a organização do texto e a qualidade da descrição das tarefas realizadas.

## 5 O que será avaliado na execução/uso do analisador sintático

Chamamos de  $T_{2.2}$  a nota para a avaliação da execução do analisador sintático.  $0 \leq T_{2.2} \leq 5$ . Abaixo listamos itens importantes com relação a essa avaliação.

- A existência de três programas para **ConvCC-2021-1** com extensão `.ccc`, com pelo menos 100 linhas cada, sem erros léxicos e sem erros sintáticos, e pelo menos um programa diferente dos entregues no primeiro EP (referente à tarefa **AL**) (se não existir os três nas condições citadas, então  $T_{2.2} = 0$ );
- A existência de um *Makefile* (se não existir, então  $T_{2.2} = 0$ );
- A execução correta do *Makefile* (se não executar corretamente, então  $T_{2.2} = 0$ );
- A existência de um README (se não existir, então  $T_{2.2} = 0$ );
- A compilação/interpretação dos programas desenvolvidos (se houver erros de compilação/interpretação, então haverá descontos em  $T_{2.2}$ );
- A execução do seu programa em conjunto com uma ferramenta (se for o caso);

## 6 Sobre a entrada e a saída dos dados

Uma única entrada será dada: o caminho de um arquivo no formato `ccc` escrito na linguagem derivada por ConvCC-2021-1.

Exemplo de uma entrada: `/tmp/arvore-binaria-de-busca.ccc`.

As seguintes saídas são esperadas:

- para o analisador sintático:
  - se não houver erros sintáticos  $\rightarrow$  uma mensagem de sucesso
  - se houver erros sintáticos  $\rightarrow$  uma mensagem de insucesso indicando qual é a entrada na tabela de reconhecimento sintático que está vazia (qual é a forma sentencial  $\alpha$ , qual é o símbolo não-terminal mais à esquerda de  $\alpha$  e qual é o *token* da entrada).

### Observações importantes:

1. Os programas podem ser escritos em C (compatível com compilador gcc versão 7.5.0), C++ (compatível com compilador g++ versão 7.5.0), Java (compatível com compilador javac versão 11.0.10), Python 3 (compatível com versão 3.6.9) ou Rust (compatível com rustc versão 1.47.0) e deve ser compatível com Linux/Unix.
2. Se for desenvolver em Python 3, então especifique (no *Makefile* principalmente) qual é a versão que está usando. Prepare seu *Makefile* considerando a versão usada.
3. Exercícios-Programas atrasados **não** serão aceitos.
4. Programas com *warning* na compilação terão diminuição da nota.
5. É importante que seu programa esteja escrito de maneira a destacar a estrutura do programa.
6. O relatório e o programa devem começar com um cabeçalho contendo pelo menos o nome de todos os integrantes do grupo.
7. Coloque comentários em pontos convenientes do programa, e faça uma saída clara.
8. A entrega do Exercício-Programa deverá ser feita no Moodle.
9. O Exercício-Programa é individual por grupo. Não copie o programa de outro grupo, não empreste o seu programa para outro grupo, e tome cuidado para que não copiem seu programa sem a sua permissão. Todos os programas envolvidos em cópias terão nota  $T_2$  igual a ZERO.

Bom trabalho!

Abaixo encontra-se a gramática CC-2021-1 na forma BNF. Ela é fortemente baseada na gramática X++ de Delamaro (veja bibliografia no plano de ensino). Os símbolos terminais de CC-2021-1 estão na cor amarela. Os terminais não-triviais são somente *ident*, *int\_constant*, *float\_constant* e *string\_constant*. Os símbolos não-terminais de CC-2021-1 estão em letra de forma. Os demais símbolos (na cor azul) são símbolos da notação BNF. Consulte o livro de Delamaro para mais informações sobre a notação BNF (seção 2.3 - página 12).

Livro do Delamaro: <http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/delamaro/SlidesCompiladores/CompiladoresFinal.pdf>

<i>PROGRAM</i>	→ ( <i>STATEMENT</i>   <i>FUNCLIST</i> )?
<i>FUNCLIST</i>	→ <i>FUNCDEF</i> <i>FUNCLIST</i>   <i>FUNCDEF</i>
<i>FUNCDEF</i>	→ <i>def ident</i> ( <i>PARAMLIST</i> ){ <i>STATELIST</i> }
<i>PARAMLIST</i>	→ (( <i>int</i>   <i>float</i>   <i>string</i> ) <i>ident</i> , <i>PARAMLIST</i>   ( <i>int</i>   <i>float</i>   <i>string</i> ) <i>ident</i> )?
<i>STATEMENT</i>	→ ( <i>VARDECL</i> ;   <i>ATRIBSTAT</i> ;   <i>PRINTSTAT</i> ;   <i>READSTAT</i> ;   <i>RETURNSTAT</i> ;   <i>IFSTAT</i>   <i>FORSTAT</i>   { <i>STATELIST</i> }   <i>break</i> ;   ; )
<i>VARDECL</i>	→ ( <i>int</i>   <i>float</i>   <i>string</i> ) <i>ident</i> ([ <i>int_constant</i> ])*
<i>ATRIBSTAT</i>	→ <i>LVALUE</i> = ( <i>EXPRESSION</i>   <i>ALLOCEXPRESSION</i>   <i>FUNCCALL</i> )
<i>FUNCCALL</i>	→ <i>ident</i> ( <i>PARAMLISTCALL</i> )
<i>PARAMLISTCALL</i>	→ ( <i>ident</i> , <i>PARAMLISTCALL</i>   <i>ident</i> )?
<i>PRINTSTAT</i>	→ <i>print</i> <i>EXPRESSION</i>
<i>READSTAT</i>	→ <i>read</i> <i>LVALUE</i>
<i>RETURNSTAT</i>	→ <i>return</i>
<i>IFSTAT</i>	→ <i>if</i> ( <i>EXPRESSION</i> ) <i>STATEMENT</i> ( <i>else</i> <i>STATEMENT</i> )?
<i>FORSTAT</i>	→ <i>for</i> ( <i>ATRIBSTAT</i> ; <i>EXPRESSION</i> ; <i>ATRIBSTAT</i> ) <i>STATEMENT</i>
<i>STATELIST</i>	→ <i>STATEMENT</i> ( <i>STATELIST</i> )?
<i>ALLOCEXPRESSION</i>	→ <i>new</i> ( <i>int</i>   <i>float</i>   <i>string</i> ) ([ <i>NUMEXPRESSION</i> ])+
<i>EXPRESSION</i>	→ <i>NUMEXPRESSION</i> (( <   >   <=   >=   ==   != ) <i>NUMEXPRESSION</i> )?
<i>NUMEXPRESSION</i>	→ <i>TERM</i> ((+   -) <i>TERM</i> )*
<i>TERM</i>	→ <i>UNARYEXPR</i> (( *   /   %) <i>UNARYEXPR</i> )*
<i>UNARYEXPR</i>	→ ((+   -)? <i>FACTOR</i>
<i>FACTOR</i>	→ ( <i>int_constant</i>   <i>float_constant</i>   <i>string_constant</i>   <i>null</i>     <i>LVALUE</i>   ( <i>NUMEXPRESSION</i> ))
<i>LVALUE</i>	→ <i>ident</i> ( [ <i>NUMEXPRESSION</i> ] )*