

Tema 2-E1

ANTLR4

Exemplo de aplicação a uma linguagem simples

Compiladores+LFA, 2º semestre 2019-2020

Miguel Oliveira e Silva, Artur Pereira
DETI, Universidade de Aveiro

ANTLR4: Gramáticas

Exemplo figuras

Exemplo visitor

- O primeiro desafio é arranjar formas para definir linguagens.
- Em geral, as linguagens são construídas recorrendo a duas definições separadas: **léxica** e **sintáctica**.
- Na primeira define-se as regras para construir os símbolos léxicos (*tokens*) a partir da sequência de caracteres presente no código fonte da linguagem (palavras reservadas, identificadores, números literais, strings, etc.).

Por exemplo: `ID: [a-z]+;`

- Na segunda, as regras que definem a estrutura sintáctica da linguagem (instruções, expressões, métodos, classes, etc.).

Por exemplo: `assignment: ID '=' expr;`

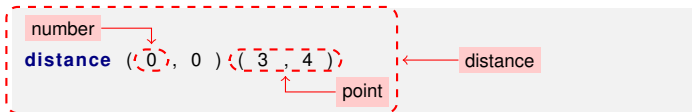
- Em ANTLR, as regras léxicas são construídas recorrendo essencialmente a **expressões regulares**, e as regras sintáticas a **gramáticas**.

- Na sua essência, o formalismo das gramáticas é uma forma de programação simbólica, em que estamos a definir símbolos (palavras escolhidas por nós), à custa de outros símbolos (ou mesmo do próprio, quando a recursividade faz sentido).

$$\alpha \rightarrow \beta$$

- Os símbolos presentes em β podem ser outros símbolos não terminais (i.e. a símbolos α definidos pela gramática), ou símbolos terminais (símbolos léxicos ou *tokens*).
- No fim, uma gramática para uma linguagem tem de permitir que, para qualquer programa dessa linguagem, começando no símbolo inicial (o que define a linguagem), se chegue a uma sequência de *tokens* idêntica à presente nesse programa, apenas por aplicação das respectivas regras sintáticas (i.e. substituindo sucessivamente os vários α por pelo menos um dos β prescritos na definição da linguagem).

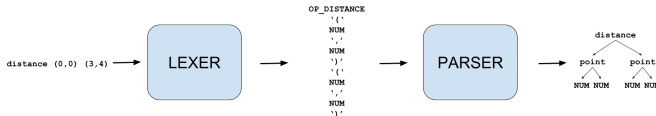
- Considere o seguinte excerto de um programa:



- Gramática inicial:

```
grammar Shapes;
// parser rules:
distance: 'distance' point point;
point: '(' x=NUM ',' y=NUM ')';
// lexer rules:
NUM: [0-9]+;
WS: [ \t\n\r]+ -> skip;
```

- Para o programa exemplificado teríamos:



ANTLR4: Figuras (2)

Exemplo figuras

Exemplo visitor

- Vamos programar esta gramática em ANTLR4 e testá-la com o script `antlr4-test`.
- Estando a gramática construída podíamos implementar um interpretador simples.
- No entanto, antes de fazermos esse exercício, vamos analisar mais criteriosamente a gramática apresentada, e fazer alguns melhoramentos.
- Desde logo, é fácil constatar que a linguagem definida por esta gramática é extremamente limitada, já que permite apenas uma (e só uma) instrução de distância entre dois pontos.
- Podemos rectificar este problema criando uma regra inicial que permita qualquer número de instruções:

```
...  
main: stat* EOF;  
stat: distance;  
...
```

ANTLR4: Figuras (3)

Exemplo figuras

Exemplo *visitor*

- Uma linguagem que apenas permite coordenadas com valores literais para definir pontos também representa uma limitação excessiva.
- Vamos introduzir uma nova regra – expressão – que representa um qualquer valor numérico escalar. Vamos para já considerar que uma expressão pode resultar dum número literal, ou duma operação aritmética elementar:

```
...
point: '(' x=expr ',' y=expr ')';
expr:
    | expr op=('*' | '/' ) expr
    | expr op=('+' | '-' ) expr
    | '(' expr ')'
    | NUM
    ;
...
```

- Agora já podemos ter programas um pouco mais interessantes:

```
distance ( 1+2*3-7 , 4-1-3 ) ( 3*2/2 , (1+1+2+3+4+5)/4 )
```

- Se uma expressão representa um valor escalar, porque não então aceitar também a distância como uma possível variante dessa regra:

```
...  
expr :  
    | distance  
    ;  
...
```

- Agora já podemos ter programas ainda mais interessantes:

distance (**distance** (1,1)(1,1) , 4-1-3) (3*2/2 , (1+1+2+3+4+5)/4)

- Sendo a distância apenas uma variante entre várias alternativas de expressões, não faz muito sentido limitar as instruções da linguagem apenas a distâncias:

```
...  
stat: expr;  
...
```

- Estamos agora em melhores condições para passarmos à parte em que a linguagem ganha vida implementando (por exemplo) um interpretador para cada linha do código fonte.
- Temos basicamente três alternativas para essa implementação: utilizar um *visitor*, um *listener* ou injectando acções na gramática.
- Vamos optar pela primeira alternativa (que é a mais simples).

Exemplo *visitor*

- Uma primeira versão (limpa) de um *visitor* pode ser gerada com o script `antlr4-visitor`
- No entanto, antes de fazermos isso, vamos acrescentar à gramática etiquetas (*labels*) para as diferentes variantes das expressões:

```
...  
expr :  
    | expr op=( ' * ' | ' / ' ) expr #ExprMultDiv  
    | expr op=( ' + ' | ' - ' ) expr #ExprAddSub  
    | '(' expr ')' #ExprParenthesis  
    | distance #ExprDistance  
    | NUM #ExprNum  
    ;  
...
```

- Desta forma, a classe gerada para um *visitor* incluirá diferentes métodos para cada uma das alternativas (evitando a necessidade de repetir uma parte da análise sintáctica para verificarmos qual é a variante aplicada em cada caso).

Exemplo *visitor* (2)

Exemplo figuras

Exemplo *visitor*

- Como nos *visitors* o padrão para iterar sobre a árvore sintáctica é explícito (i.e. obriga à invocação do *visit* para o nó da árvore que pretendemos visitar), podemos reutilizar o resultado desses métodos para passar informação entre o nó visitado e o nó visitante.
- Neste caso estamos interessados em passar valores numéricos escalares (`Double`), ou pontos (`Point`), pelo que vamos utilizar o tipo `Object`.

`antlr4-visitor Shapes VInterpreter Object`
ou (caso exista apenas uma gramática neste directório):

`antlr4-visitor VInterpreter Object`

- Podemos também utilizar os resultados dos métodos `visit` para indicar situações de erro (atribuindo esse significado ao resultado `null`).

Exemplo *visitor* (3)

Exemplo figuras

Exemplo *visitor*

- Podemos agora começar a implementar o interpretador, primeiro apenas para expressões resultantes de números literais.

```
public class VInterpreter extends ShapesBaseVisitor<Object> {  
  
    @Override  
    public Object visitStat(ShapesParser.StatContext ctx) {  
        Double res = (Double) visit(ctx.expr());  
        if (res != null)  
            System.out.println("Result: "+res);  
        return res;  
    }  
  
    @Override  
    public Object visitExprNum(ShapesParser.ExprNumContext ctx) {  
        return Double.parseDouble(ctx.NUM().getText());  
    }  
}
```

- Para testar este código, precisamos de criar uma classe Java que não só realize as análises sintáctica e léxica do código fonte, como também, caso estas sejam bem sucedidas, itere a árvore sintáctica resultante com o *visitor* criado (*VInterpreter*).

Exemplo *visitor* (4)

- Vamos assim criar uma classe com um método `main` com todas essas funcionalidades:

```
antlr4-main -i -v VInterpreter Shapes main
```

ou (caso exista apenas uma gramática e a regra principal for a primeira):

```
antlr4-main -i -v VInterpreter
```

- Note que podemos criar esta classe com os *visitors* e *listeners* que quisermos (a ordem especificada nos argumentos do comando é mantida). Neste caso apenas temos um *visitor*.
- Podemos agora compilar e executar o interpretador:

```
antlr4-build  
echo "3" | antlr4-run
```
- Para terminar esta apresentação, vamos agora implementar os restantes métodos do interpretador.