Analyse syntaxique

David Delahaye

David.Delahaye@lirmm.fr

Faculté des Sciences

Master M1 2017-2018

Introduction

Analyse syntaxique

- Passer de la syntaxe concrète à la syntaxe abstraite ;
- Vérifier qu'un programme est bien formé ;
- Syntaxe abstraite = arbre ;
- AST = « Abstract Syntax Tree ».

De nombreux outils

- Lex et Yacc (Flex et Bison) ;
- Pour OCaml : ocamllex, ocamlyacc, Menhir, Camlp4 ;
- ANTLR (que nous utiliserons).

ANTLR

Qu'est-ce que ANTLR ?

- Générateur de parseurs (T. Parr) ;
- Très « Java-friendly » ;
- Plusieurs langages cibles : Java, C#, JavaScript, Python ;
- Un seul fichier de spécification de la grammaire ;
- Mélange de règles de lexing et de parsing.

Obtenir ANTLR

- Ici : http://www.antlr.org/ ;
- Installation triviale (un simple « .jar »).

Un premier petit exemple

Grammaire « Hello » (fichier « Hello.g4 »)

```
grammar Hello;

r  : 'hello' ID ;
ID : [a-z]+ ;
WS : [ \t\r\n]+ -> skip ;
```

Compilation

```
$ cd /tmp
$ antlr4 Hello.g4
$ javac Hello*.java
```

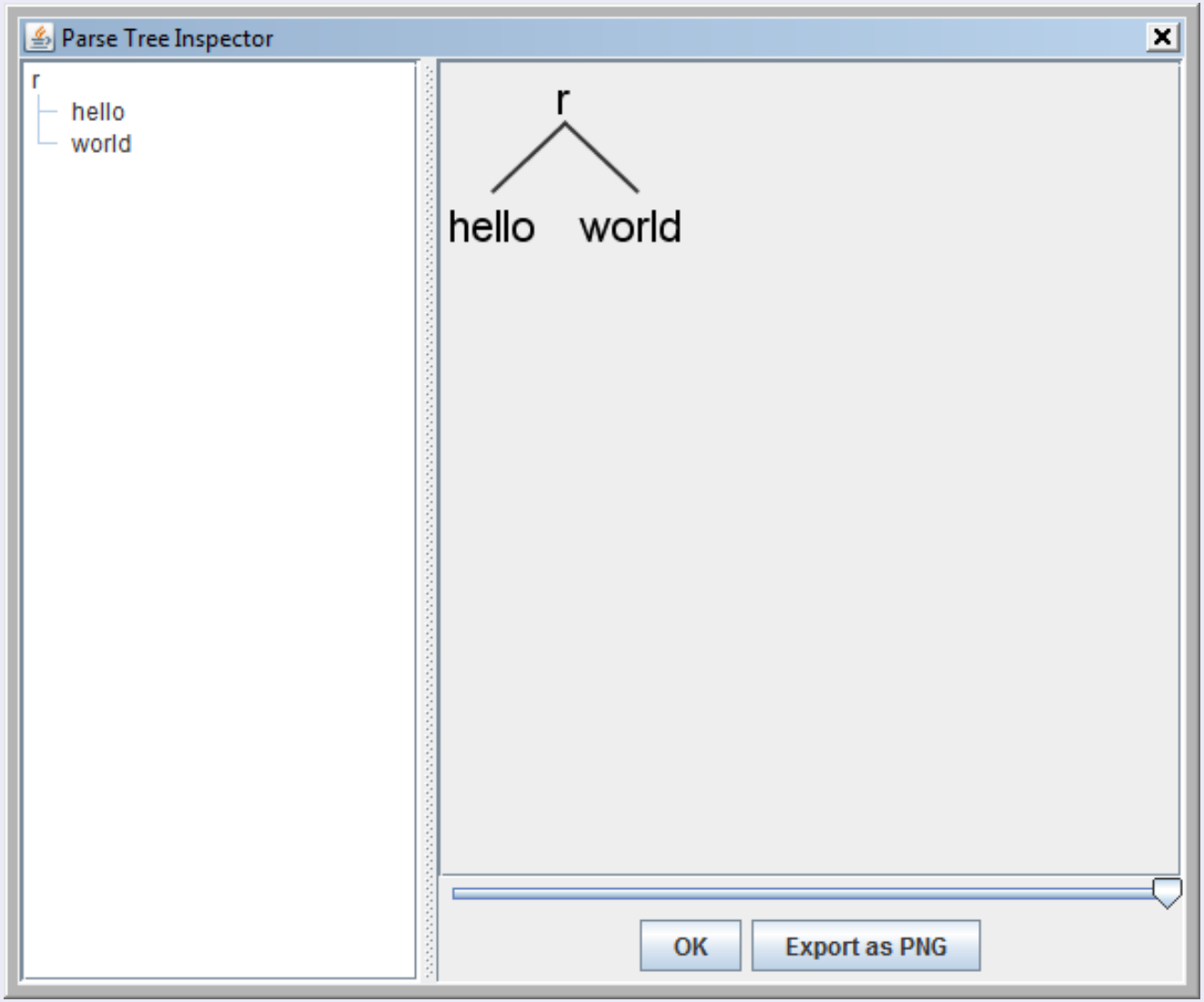
Un premier petit exemple

Exécution

```
$ grun Hello r -tree
hello world
^D
(r hello world)
$ grun Hello r -gui
hello world
^D
```

Un premier petit exemple

Affichage graphique de l'AST



Un autre exemple plus complexe

Expressions arithmétiques

- Expressions arithmétiques entières ;
- Constantes entières ;
- Opérateurs binaires : $+$, $-$, $\times$, $/$;
- Opérateur unaire : $-$;
- Attention aux précédences :
  - $\{-\}$ (un.) $> \{\times, /\} > \{+, -\}$.
- En ANTLR, les précédences doivent être gérées à la main.

Un autre exemple plus complexe

La grammaire « ExprArith »

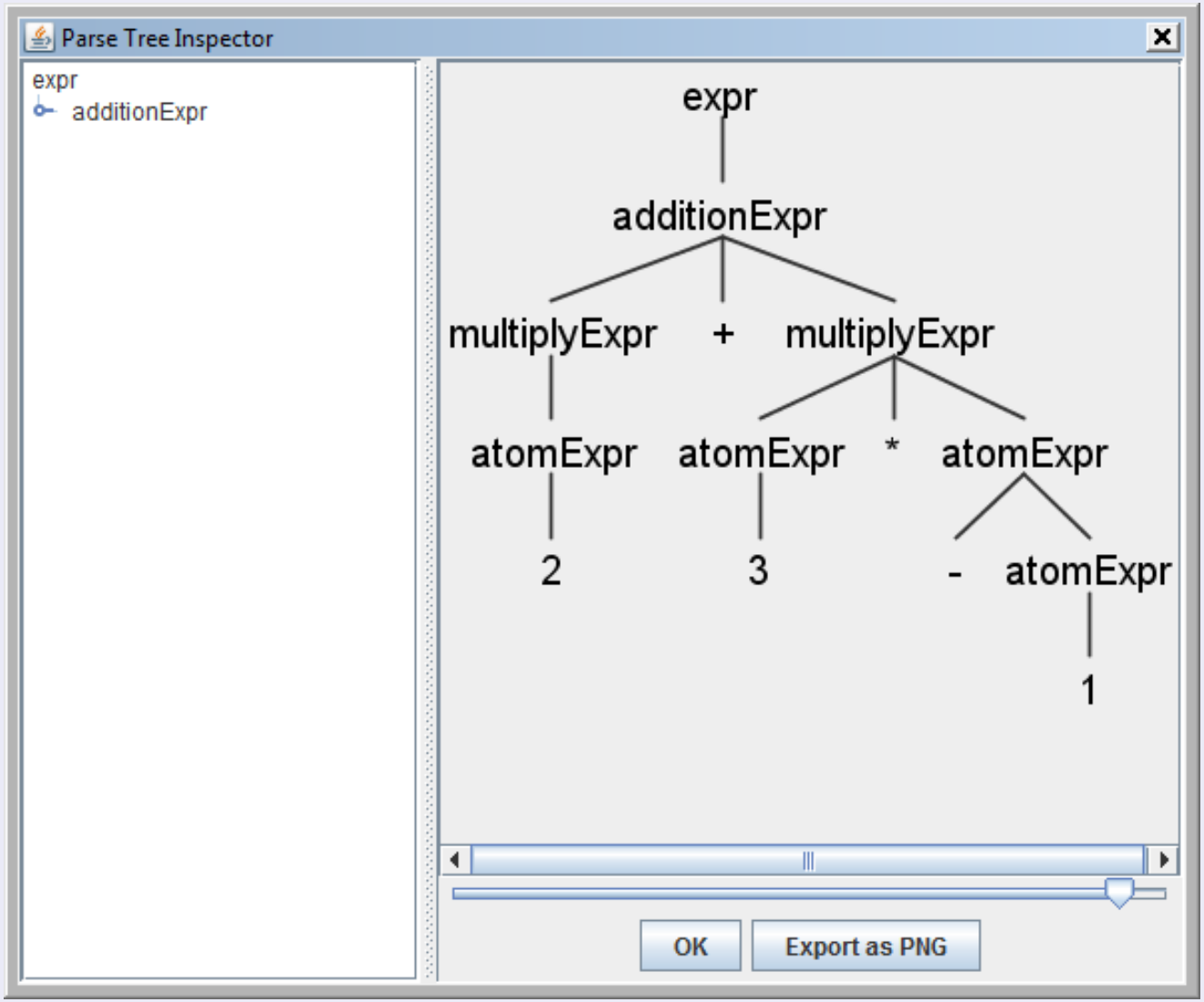
```
grammar ExprArith;

expr : additionExpr ;
additionExpr : multiplyExpr
  ('+' multiplyExpr | '-' multiplyExpr)* ;
multiplyExpr : atomExpr ('*' atomExpr | '/' atomExpr)* ;
atomExpr : Number | '(' additionExpr ')' | '-' atomExpr ;
Number : ('0'..'9')+ ;
WS : [ \t\r\n]+ -> skip ;
```

Exécution

```
$ grun ExprArith expr -gui
2+3*-1
^D
```

Un autre exemple plus complexe

AST obtenu



Le même exemple mais avec des actions

La grammaire « ExprArithEval » (calculatrice)

```
grammar ExprArithEval;

expr returns [int value] :
  e = additionExpr {$value = $e.value;} ;

additionExpr returns [int value] :
  e1 = multiplyExpr {$value = $e1.value;}
  ('+' e2 = multiplyExpr {$value += $e2.value;}
  | '-' e2 = multiplyExpr {$value -= $e2.value;})* ;

multiplyExpr returns [int value] :
  e1 = atomExpr {$value = $e1.value;}
  ('*' e2 = atomExpr {$value *= $e2.value;}
  | '/' e2 = atomExpr {$value /= $e2.value;})* ;
```

Le même exemple mais avec des actions

La grammaire « ExprArithEval » (calculatrice)

```
atomExpr returns [int value] :
  c = Number {$value = Integer.parseInt($c.text);}
  | '(' e1 = additionExpr ')' {$value = $e1.value;}
  | '-' e2 = atomExpr {$value = -$e2.value;} ;

Number : ('0'..'9')+ ;

WS : [ \t\r\n]+ -> skip ;
```

Le même exemple mais avec des actions

Programme de test

```
import org.antlr.v4.runtime.*;

public class ExprArithEvalTest {

  public static void main(String [] argv) {
      ANTLRInputStream stream =
        new ANTLRInputStream(argv[0]);
      ExprArithEvalLexer lexer =
        new ExprArithEvalLexer(stream);
      CommonTokenStream tokens =
        new CommonTokenStream(lexer);
      ExprArithEvalParser parser =
        new ExprArithEvalParser(tokens);
      System.out.println(parser.expr().value);
  }
}
```

Le même exemple mais avec des actions

Compilation et exécution

```
$ javac ExprArithEvalTest.java
$ java ExprArithEvalTest "2+3"
5
$ java ExprArithEvalTest "2+3*-1"
-1
```

Le même exemple mais avec un AST

AST des expressions arithmétiques

- Programmation orientée objets :
  - L'AST est une hiérarchie de classes (héritage) ;
  - Le code est attachée aux données (fonction d'évaluation).

```
abstract class ExprArith {

  abstract int eval ();

}
```

Le même exemple mais avec un AST

AST des expressions arithmétiques

```
class Cte extends ExprArith {

  int val;

  Cte (int val) {
      this.val = val;
  }

  int eval () {
      return val;
  }

}
```

Le même exemple mais avec un AST

AST des expressions arithmétiques

```
class Inv extends ExprArith {

  ExprArith e;

  Inv (ExprArith e) {
      this.e = e;
  }

  int eval () {
      return -e.eval();
  }

}
```

Le même exemple mais avec un AST

AST des expressions arithmétiques

- Factorisation possible sur les opérations binaires ;
- On pourrait aussi factoriser la fonction binaire de calcul.

```
abstract class BinOp extends ExprArith {

  ExprArith e1, e2;

}
```

Le même exemple mais avec un AST

AST des expressions arithmétiques

```
class Add extends BinOp {

  Add (ExprArith e1, ExprArith e2) {
      this.e1 = e1;
      this.e2 = e2;
  }

  int eval () {
      return e1.eval() + e2.eval();
  }

} [...]
```

Le même exemple mais avec un AST

La grammaire « ExprArithAST »

```
grammar ExprArithAST;

expr returns [ExprArith value] :
  e = additionExpr {$value = $e.value;} ;

additionExpr returns [ExprArith value] :
  e1 = multiplyExpr {$value = $e1.value;}
  ('+' e2 = multiplyExpr
    {$value = new Add($value, $e2.value);}
  | '-' e2 = multiplyExpr
    {$value = new Sub($value, $e2.value);})* ;

multiplyExpr returns [ExprArith value] :
  e1 = atomExpr {$value = $e1.value;}
  ('*' e2 = atomExpr {$value = new Mul($value, $e2.value);}
  | '/' e2 = atomExpr
    {$value = new Div($value, $e2.value);})* ;
```

Le même exemple mais avec un AST

La grammaire « ExprArithAST »

```
atomExpr returns [ExprArith value] :
  c = Number {$value = new Cte(Integer.parseInt($c.text));}
  | '(' e1 = additionExpr ')' {$value = $e1.value;}
  | '-' e2 = atomExpr {$value = new Inv($e2.value);} ;

Number : ('0'..'9')+ ;

WS : [ \t\r\n]+ -> skip ;
```

Le même exemple mais avec un AST

Programme de test

```
import org.antlr.v4.runtime.*;

public class ExprArithASTTest {

  public static void main(String [] argv) {
      ANTLRInputStream stream =
        new ANTLRInputStream(argv[0]);
      ExprArithASTLexer lexer =
        new ExprArithASTLexer(stream);
      CommonTokenStream tokens =
        new CommonTokenStream(lexer);
      ExprArithASTParser parser =
        new ExprArithASTParser(tokens);
      ExprArith e = parser.expr().value;
      System.out.println(e.eval());
  }
}
```

Le même exemple mais avec un AST

Compilation et exécution

```
$ javac ExprArithASTTest.java
$ java ExprArithASTTest "2+3"
5
$ java ExprArithASTTest "2+3*-1"
-1
```

Reconnaître des listes

La grammaire « ExprArithList »

```
grammar ExprArithList;

listExpr returns [ArrayList<ExprArith> value]
@init{$value = new ArrayList<ExprArith>();} :
    (e = expr {$value.add($e.value);})+ ;

expr returns [ExprArith value] :
  e = additionExpr {$value = $e.value;} ;

...
```

Reconnaître des listes

Programme de test

```
public class ExprArithListTest {

    public static void main(String [] argv) {
        ANTLRInputStream stream =
          new ANTLRInputStream(argv[0]);
        ExprArithListLexer lexer =
          new ExprArithListLexer(stream);
        CommonTokenStream tokens =
          new CommonTokenStream(lexer);
        ExprArithListParser parser =
          new ExprArithListParser(tokens);
        ArrayList<ExprArith> l = parser.listExpr().value;
        for (ExprArith e : l)
            System.out.println(e.eval());
    }
}
```

Reconnaître des listes

Compilation et exécution

```
$ javac ExprArithListTest.java
$ java ExprArithListTest "1+1 2*3"
2
6
```