Técnicas de Programação 2

Implementação da Linguagem Oberon-0

Rodrigo Bonifácio

July 20, 2021

Oberon-0 is an imperative language designed by Niklaus Wirth (Wirth, 1996; van den Brand, 2015)

Oberon-0 is an imperative language designed by Niklaus Wirth (Wirth, 1996; van den Brand, 2015)

Features

- declarações: constantes e variáveis
- tipos: primitivos (bool, int, ...), arrays, records, sets
- expressões: relacionais, aritiméticas, booleanas, ...
- comandos: assignment, condicionais, repetição
- procedimentos: passagem por valor e por referência

Oberon-0 is an imperative language designed by Niklaus Wirth (Wirth, 1996; van den Brand, 2015)

Features

- declarações: constantes e variáveis
- tipos: primitivos (bool, int, ...), arrays, records, sets
- expressões: relacionais, aritiméticas, booleanas, ...
- comandos: assignment, condicionais, repetição
- procedimentos: passagem por valor e por referência

Explorada em um desafio sobre novas tecnologias para *meta programação* (van den Brand, 2015).

"We wanted [to explore] a language with a reasonable level of complexity but not a large language that had many features that would not illustrate the power of the tools"

(van den Brand, 2015)

> *"We wanted [to explore] a language with a reasonable level of complexity but not a large language that had many features that would not illustrate the power of the tools"*
>
> (van den Brand, 2015)

Vamos explorar as construções da linguagem Scala e algumas técnicas para o desenho e evolução de uma implementação de Oberon-0

> *"We wanted [to explore] a language with a reasonable level of complexity but not a large language that had many features that would not illustrate the power of the tools"*
>
> (van den Brand, 2015)

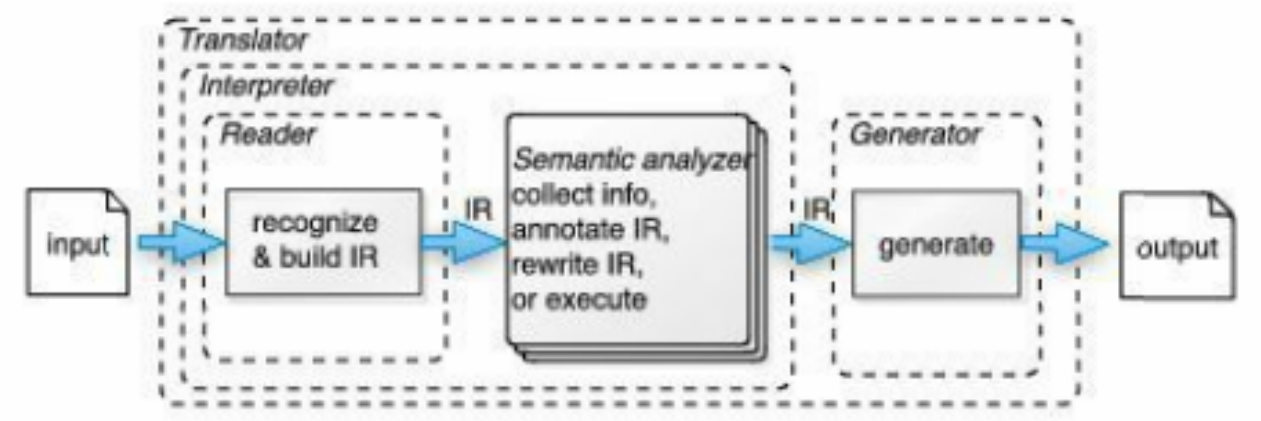
Vamos explorar as construções da linguagem Scala e algumas técnicas para o desenho e evolução de uma implementação de Oberon-0—cuja implementação inicial seguiu o desafio de programação proposto por van den Brand (2015).

```
MODULE Multiples;

CONST
  limit = 10;

VAR
  base, count : INTEGER;
  mult : INTEGER;

PROCEDURE calcmult (i : INTEGER; base : INTEGER;
                    VAR result : INTEGER);
BEGIN
  result := i * base
END calcmult;

BEGIN
  Read (base);
  FOR count := 1 TO limit DO
    calcmult (count, base, mult);
    Write (mult);
    WriteLn
  END
END Multiples.
```

Implementação de Linguagens

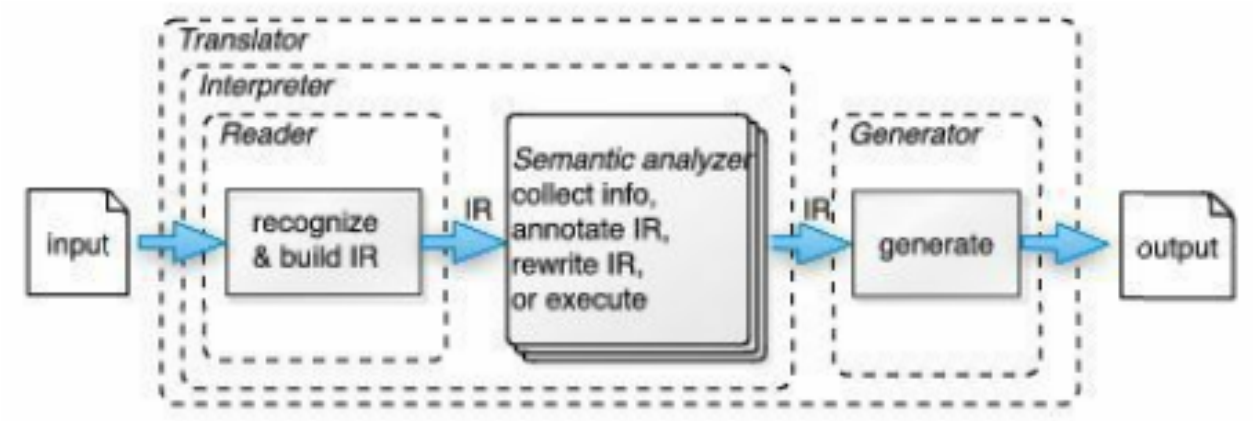
Implementação de Linguagens

Estilo Arquitetural



Multistage Pipeline (Parr, 2009)

Estilo Arquitetural



Multistage Pipeline (Parr, 2009)

Componentes da Implementação Oberon-0

1. parser
2. análise semântica
3. (otimização de código)?
4. { interpretação | tradução}

Parser

Parser

Dois sub-componentes: analisador léxico e analisador sintático. O parser busca reconhecer um programa em uma determinada linguagem, e produzir como saída uma representação intermediária (tipicamente uma AST).

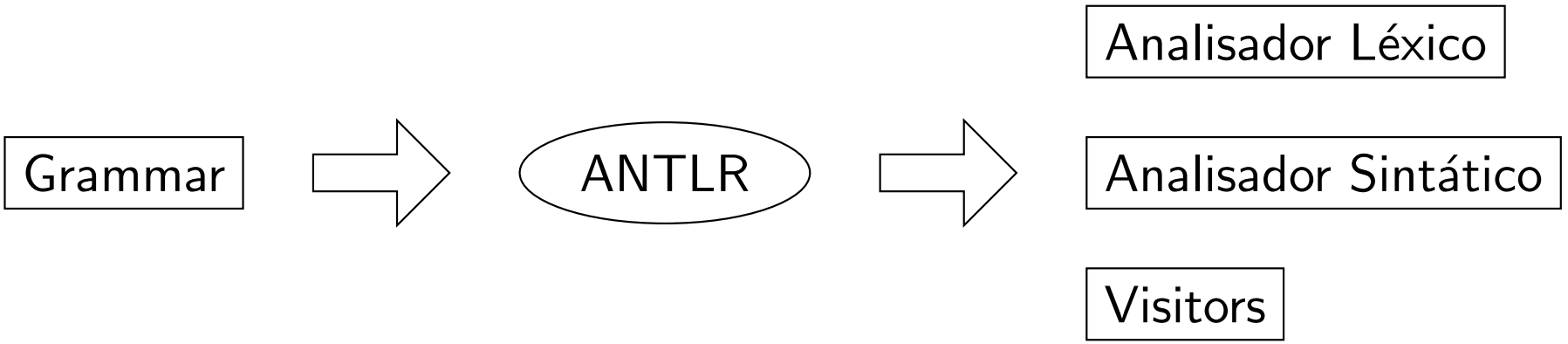
Parser

Dois sub-componentes: analisador léxico e analisador sintático. O parser busca reconhecer um programa em uma determinada linguagem, e produzir como saída uma representação intermediária (tipicamente uma AST).

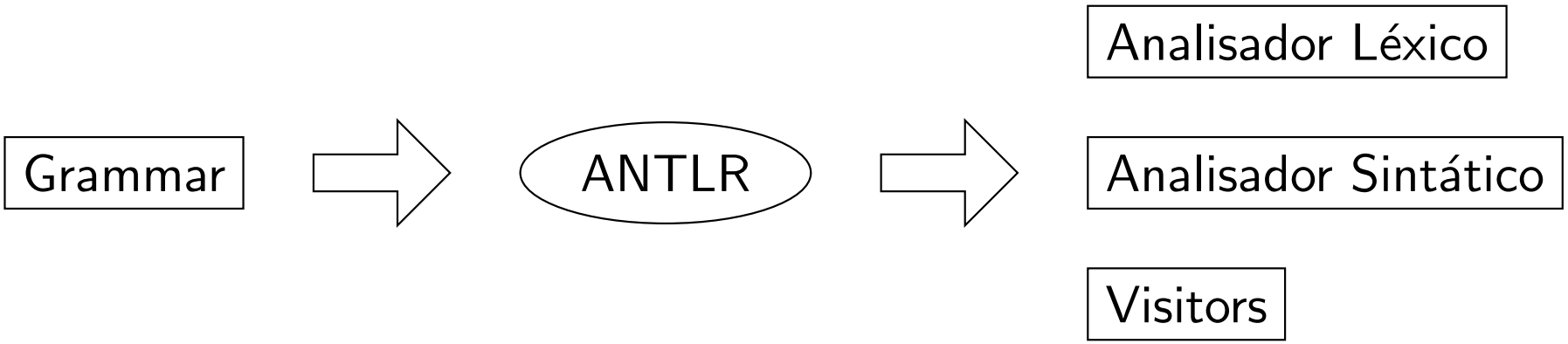
Diferentes formas de implementação

- *from scratch*
- usando uma biblioteca de combinadores
- usando um gerador de parser (Bison/YACC, BNFC, **ANTLR**, ...)

ANTLR (Gerador de Parser)



ANTLR (Gerador de Parser)



- Precisamos apenas transformar o resultado do parser ANTLR em uma representação intermediária (e independente do ANTLR). Justificativa: podemos alterar a gramática / estratégia de implementação do parser sem quebrar as demais fases do pipeline.

Árvore Sintática Abstrata

Representação de um módulo de um programa mais fácil de ser manipulada em algum estágio de um compilador ou interpretador.

Cenários de uso de uma AST

- verificação de tipos
- cálculo de métricas
- refatoramento de código
- interpretação de programas
- geração direta de código

Árvore Sintática Abstrata

Representação de um módulo de um programa mais fácil de ser manipulada em algum estágio de um compilador ou interpretador.

Cenários de uso de uma AST

- verificação de tipos
- cálculo de métricas
- refatoramento de código
- interpretação de programas
- geração direta de código

Alguns tipos de análise / transformações de programas são viáveis apenas em representações mais baixo nível (exemplo: three-address code)

Interpretador

- Oberon é uma linguagem imperativa

- Oberon é uma linguagem imperativa: modelo computacional corresponde a uma sequencia de comandos que atualizam o estado do programa.

- Oberon é uma linguagem imperativa: modelo computacional corresponde a uma sequencia de comandos que atualizam o estado do programa.
- O estado do programa corresponde aos mapeamentos entre variáveis e constantes (tanto globais quanto locais) em valores (expressões)

- Oberon é uma linguagem imperativa: modelo computacional corresponde a uma sequencia de comandos que atualizam o estado do programa.
- O estado do programa corresponde aos mapeamentos entre variáveis e constantes (tanto globais quanto locais) em valores (expressões)—em um determinado instante.

Representação do Estado

Classe `Environment` contendo:

Representação do Estado

Classe `Environment` contendo:

- `globals: Map[String, Exp]` com as variáveis globais
- `locals: Stack[Map[String, Exp]]` com as variáveis locais
- `procedures: List[Procedure]` com as declarações de procedimentos

Representação do Estado

Classe `Environment` contendo:

- `globals: Map[String, Exp]` com as variáveis globais
- `locals: Stack[Map[String, Exp]]` com as variáveis locais
- `procedures: List[Procedure]` com as declarações de procedimentos

e operações para indicar que um procedimento foi chamado, que uma procedimento retornou (concluiu a execução) e que uma atribuição foi realizada.

Interpretação de um Programa Oberon

(a) mapear as constantes globais no ambiente

(b) mapear as variáveis globais no ambiente

(c) mapear os procedimentos no ambiente

(d) interpretar o bloco de comandos principal

Interpretação de um Programa Oberon

(a) mapear as constantes globais no ambiente

(b) mapear as variáveis globais no ambiente

(c) mapear os procedimentos no ambiente

(d) interpretar o bloco de comandos principal

- solução atual: visitor + pattern matching

```
trait OberonVisitor {
  type T
  var result : T = _
  def visit(module: OberonModule) : Unit
  def visit(constant: Constant) : Unit
  def visit(variable: VariableDeclaration) : Unit
  def visit(procedure: Procedure) : Unit
  def visit(arg: FormalArg) : Unit
  def visit(exp: Expression) : Unit
  def visit(stmt: Statement) : Unit
  def visit(aType: Type) : Unit
}
```

```
case class OberonModule(
    name: String,
    constants: List[Constant],
    variables: List[VariableDeclaration],
    procedures: List[Procedure],
    stmt: Option[Statement]
  )
{
  def accept(v: OberonVisitor): Unit = v.visit(this)
}
```

Observação

- Em cada chamada de procedimento, precisamos:
  - (i) associar os argumentos atuais com os argumentos formais ★
  - (ii) atualizar a pilha com as declarações locais do procedimento
  - (iii) executar o bloco de comandos do procedimento.

Observação

- Em cada chamada de procedimento, precisamos:
  - (i) associar os argumentos atuais com os argumentos formais ★
  - (ii) atualizar a pilha com as declarações locais do procedimento
  - (iii) executar o bloco de comandos do procedimento.
- Quando retornamos de um procedimento, precisamos liberar essas variáveis locais.

```
def call(p: Procedure, args: List[Expression]): Unit = {
  p.args.map(formal => formal.name)
        .zip(args)
        .foreach(pair => env.setLocalVariable(pair._1, pair._2))

  p.constants.foreach(c => env.setLocalVariable(c.name, c.exp))
  p.variables.foreach(v => env.setLocalVariable(v.name, Undef()))
}
```

Referências I

T. Parr. *Language Implementation Patterns: Create Your Own Domain-Specific and General Programming Languages*. Pragmatic Bookshelf, 2009. ISBN 9781680503746. URL https://books.google.com.br/books?id=Ag9QDwAAQBAJ.

M. van den Brand. Introduction—the ldta tool challenge. *Science of Computer Programming*, 114:1 – 6, 2015. ISSN 0167-6423. doi: https://doi.org/10.1016/j.scico.2015.10.015. URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642315003184. LDTA (Language Descriptions, Tools, and Applications) Tool Challenge.

N. Wirth. *Compiler construction*. International computer science series. Addison-Wesley, 1996. ISBN 978-0-201-40353-4.

Técnicas de Programação 2

Implementação da Linguagem Oberon-0

Rodrigo Bonifácio

July 20, 2021