Compiladores

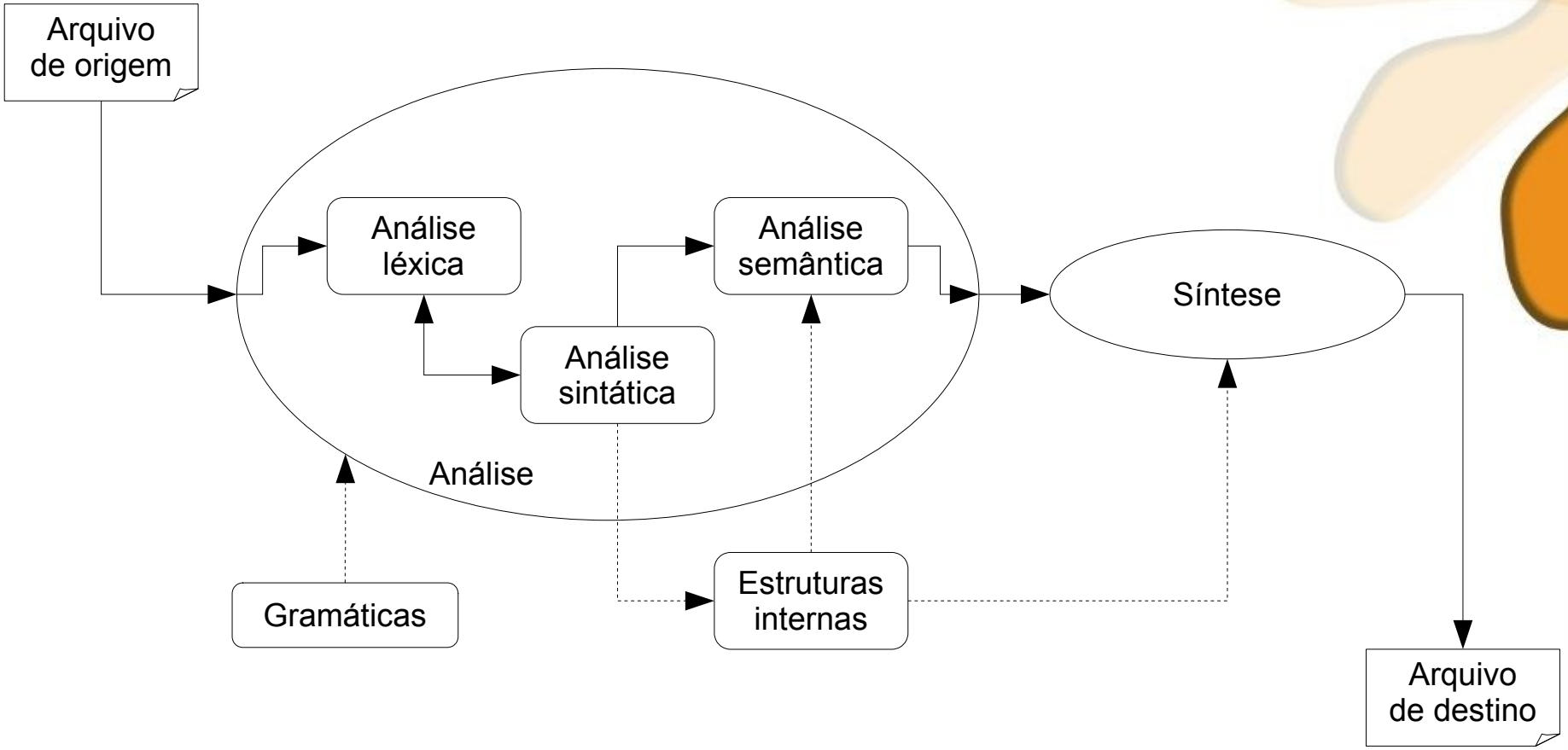
Análise Semântica

Cristiano Lehrer, M.Sc.

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Atividades do Compilador



Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

Introdução (1/2)

- Embora a análise sintática consiga verificar se uma expressão obedece às regras de formação de uma dada gramática:
  - Seria muito difícil expressar por meio de gramáticas livres de contexto algumas regras usuais em linguagens de programação:
    - Todas as variáveis devem ser declaradas.
    - Atribuição entre variáveis de tipos compatíveis.
    - Operação entre variáveis de tipos compatíveis.
    - Utilização de variáveis inicializadas.
  - Situações nas quais o contexto em que ocorre a expressão ou o tipo da variável deve ser verificado.

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Introdução (2/2)

- O objetivo da análise semântica é trabalhar nesse nível de inter-relacionamento entre partes distintas do programa.
- Essa fase utiliza informações geradas na análise sintática, como a **árvore sintática**, e outras estruturas auxiliares que podem ser criadas durante a análise sintática, como a **tabela de símbolos**, para verificar a validade dessas regras não representadas pelas gramáticas livres do contexto.

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Tabela de Símbolos

- A **tabela de símbolos** é uma estrutura auxiliar criada pelo compilador para apoiar as atividades da análise semântica do código.
- Um compilador usa uma tabela de símbolos para guardar informações sobre os nomes declarados em um programa.
- A tabela de símbolos é pesquisada cada vez que um nome é encontrado no programa fonte.
- Alterações são feitas na tabela de símbolos sempre que um novo nome ou nova informação sobre um nome já existente é obtida.
- A gerência da tabela de símbolos de um compilador deve ser implementada de forma a permitir inserções e consultas da forma mais eficiente possível, além de permitir o crescimento dinâmico da mesma.

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Entradas na Tabela de Símbolos

- Cada entrada na tabela de símbolos é a declaração de um nome.
- O formato das entradas podem não ser uniforme porque as informações armazenadas para cada nome podem variar de acordo com o tipo/uso do nome:
  - Embora seja mais fácil manipular entradas uniformes.
- Cada entrada na tabela de símbolos pode ser implementada como um registro contendo campos que a qualificam:
  - Campos como nome, tipo, classe, tamanho, escopo, etc.

NOME	ATRIBUTOS
Identificador 01	
Identificador 02	
Identificador 03	

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

Implementação da Tabela de Símbolos (1/2)

```
program main;
  var a, b, c : integer;
begin
  b := 10;
  c := 15;
  a := b + c;
end.
```

NOME	ATRIBUTOS
a	integer
b	integer
c	integer

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Implementação da Tabela de Símbolos (2/2)

```
program main;
  var a, b, c : integer;
  procedure sub1;
    var b, c, d : real;
  begin
    d := b + c;
  end;
begin
  b := 10;
  c := 15;
  a := b + c;
end.
```

NOME	ATRIBUTOS
a	integer
b	integer
c	integer
sub1	procedure

NOME	ATRIBUTOS
b	real
c	real
d	real

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Escopo (1/5)

- O **escopo** de uma variável de programa é a faixa de instruções na qual a variável é visível:
  - Uma variável é **visível** em uma instrução se puder ser referenciada nessa instrução.
  - As **variáveis não-locais** de uma unidade ou de um bloco de programa são as visíveis dentro daquela ou deste, mas não são declaras aí.
  - As regras de escopo de uma linguagem determinam como uma ocorrência particular de um nome está associada à variável.

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Escopo (2/5)

- No **escopo estático** (*static scoping*) o escopo de uma variável pode ser determinado estaticamente, ou seja, antes da execução do programa:
  - Conceito introduzido pelo ALGOL 60 e adotado pela maioria das linguagens de programação.
  - Processo para localizar a declaração de uma variável:
    - Iniciar a pesquisa no escopo atual e ir subindo na hierarquia de escopos até que seja encontrado uma declaração com o nome desejado.
  - Variáveis podem estar escondidas de uma unidade quando existe uma outra variável “mais próxima” com o mesmo nome.

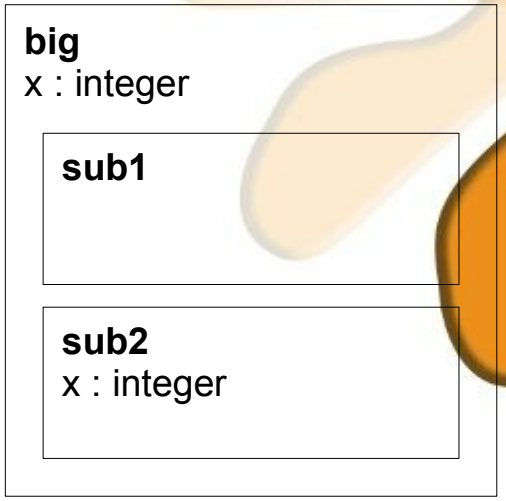
Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Escopo (3/5)

- Considere o seguinte procedimento em Pascal:

```
procedure big;
  var x : integer;
  procedure sub1;
  begin {sub1}
    ...x...          {x declarado em big}
  end; {sub1}
  procedure sub2;
    var x : integer;
  begin {sub2}
    ...x...          {x declarado em sub2}
  end; {sub2}
begin {big}
  ...x...            {x declarado em big}
end; {big}
```



NOME	ATRIBUTOS
x	integer
sub1	procedure
sub2	procedure

NOME	ATRIBUTOS
x	integer

NOME	ATRIBUTOS

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

Escopo (4/5)

- O **escopo dinâmico** baseia-se na sequência de chamada de subprogramas, não em suas relações espaciais um com o outro:
  - Escopo das variáveis em APL, SNOBOL4 e nas primeiras versões de LISP.
- Os programas em linguagens de escopo estático são de leitura mais fácil, mais confiáveis e sua execução é mais rápida do que programas equivalentes em linguagens de escopo dinâmico!

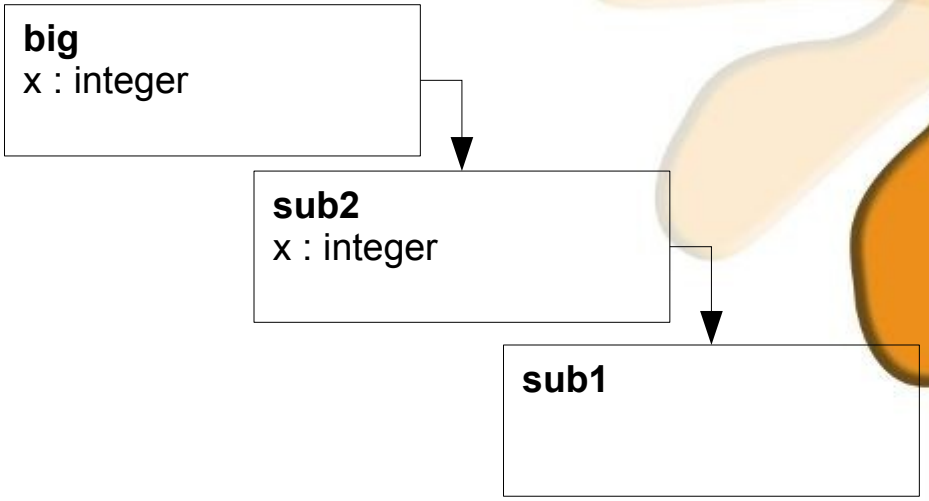
Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Escopo (5/5)

- Considere o seguinte procedimento em Pascal, e a seguinte chamada de procedimentos:
  - big → sub2 → sub1

```
procedure big;
  var x : integer;
  procedure sub1;
  begin {sub1}
    ...x...          {x declarado em sub2}
  end; {sub1}
  procedure sub2;
    var x : integer;
  begin {sub2}
    ...x...          {x declarado em sub2}
  end; {sub2}
begin {big}
  ...x...            {x declarado em big}
end; {big}
```



NOME	ATRIBUTOS
x	integer
sub2	procedure

NOME	ATRIBUTOS
x	integer
sub1	procedure

NOME	ATRIBUTOS

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

Ambientes de Referenciamento (1/3)

- O **ambiente de referenciamento** de uma instrução é o conjunto de todos os nomes visíveis na instrução:
  - Numa linguagem de escopo estático, é formado pelas variáveis locais e todas as variáveis visíveis em todos os escopos superiores (mais externos).
  - Numa linguagem de escopo dinâmico, o ambiente de referência é formado pelas variáveis locais e todas as variáveis visíveis em todos os subprogramas ativos:
    - Um subprograma é **ativo** se sua execução já começou mas ainda não terminou.

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Ambientes de Referenciamento (2/3)

Ambiente de Referenciamento – Escopo Estático

```
void sub1(){
  int a, b;
  ...
}

void sub2(){
  int b, c;
  ...
  sub1();
}

void main(){
  int c, d;
  ...
  sub2();
}
```

a e **b** de **sub1**

b e **c** de **sub2**

c e **d** de **main**

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo

Ambientes de Referenciamento (3/3)

Ambiente de Referenciamento – Escopo Dinâmico

```
void sub1(){
  int a, b;
  ...
}
```

a e **b** de **sub1**, **c** de **sub2**, **d** de **main**
(**c** de **main** e **b** de **sub2** estão ocultos)

```
void sub2(){
  int b, c;
  ...
  sub1();
}
```

b e **c** de **sub2**, **d** de **main**
(**c** de **main** está oculto)

```
void main(){
  int c, d;
  ...
  sub2();
}
```

c e **d** de **main**

Copyright © 2009/2024 • ybadoo.com.br

ybadoo