



INE5318

CONSTRUÇÃO DE COMPILADORES

AULA 5: ANÁLISE SEMÂNTICA

Ricardo Azambuja Silveira
INE-CTC-UFSC
E-Mail: silveira@inf.ufsc.br
URL: www.inf.ufsc.br/~silveira

Gramática de atributos

Definição:

Uma *gramática de atributo* é a gramática livre de contexto com as seguintes adições:

Para cada símbolo gramatical x há um conjunto $A(x)$ de atributos

Cada regra tem um conjunto de funções que definem certos atributos dos símbolos não-terminais em uma regra

Cada regra tem um conjunto (possivelmente vazio) de predicados para checar a consistência dos atributos

Gramática de atributos

- Seja a regra $X_0 \rightarrow X_1 \dots X_n$
- Funções na forma $S(X_0) = f(A(X_1), \dots, A(X_n))$ definem, *atributos sintetizados*
- Funções na forma $I(X_j) = f(A(X_0), \dots, A(X_n))$, para $i \leq j \leq n$, definem *atributos herdados*
- Inicialmente, existem *atributos intrínsecos* nas folhas, geralmente extraídos da tabela de símbolos
- *Exemplo:* expressões na forma $id + id$
 - - id's podem ser tipo int ou real
 - - tipos dos dois id's devem ser os mesmos
 - - tipos de expressão devem ser o mesmo que o tipo esperado
- *BNF:*
 - $\langle expr \rangle \rightarrow \langle var \rangle + \langle var \rangle$
 - $\langle var \rangle \rightarrow id$
- *Atributos:*
 - *tipo_efetivo* – sintetizado para $\langle var \rangle$ e $\langle expr \rangle$
 - *tipo_esperado* – herdado para $\langle expr \rangle$

Gramática de atributos

Regra sintática: $\langle \text{expr} \rangle \rightarrow \langle \text{var} \rangle[1] + \langle \text{var} \rangle[2]$

Regra semantica: $\langle \text{expr} \rangle.\text{actual_type} \quad \langle \text{var} \rangle[1].\text{actual_type}$

Predicado:

$\langle \text{var} \rangle[1].\text{actual_type} = \langle \text{var} \rangle[2].\text{actual_type}$

$\langle \text{expr} \rangle.\text{expected_type} = \langle \text{expr} \rangle.\text{actual_type}$

Regra sintática: $\langle \text{var} \rangle \rightarrow \text{id}$

Regra semantica: $\langle \text{var} \rangle.\text{actual_type} \quad \text{lookup}(\text{id}, \langle \text{var} \rangle)$

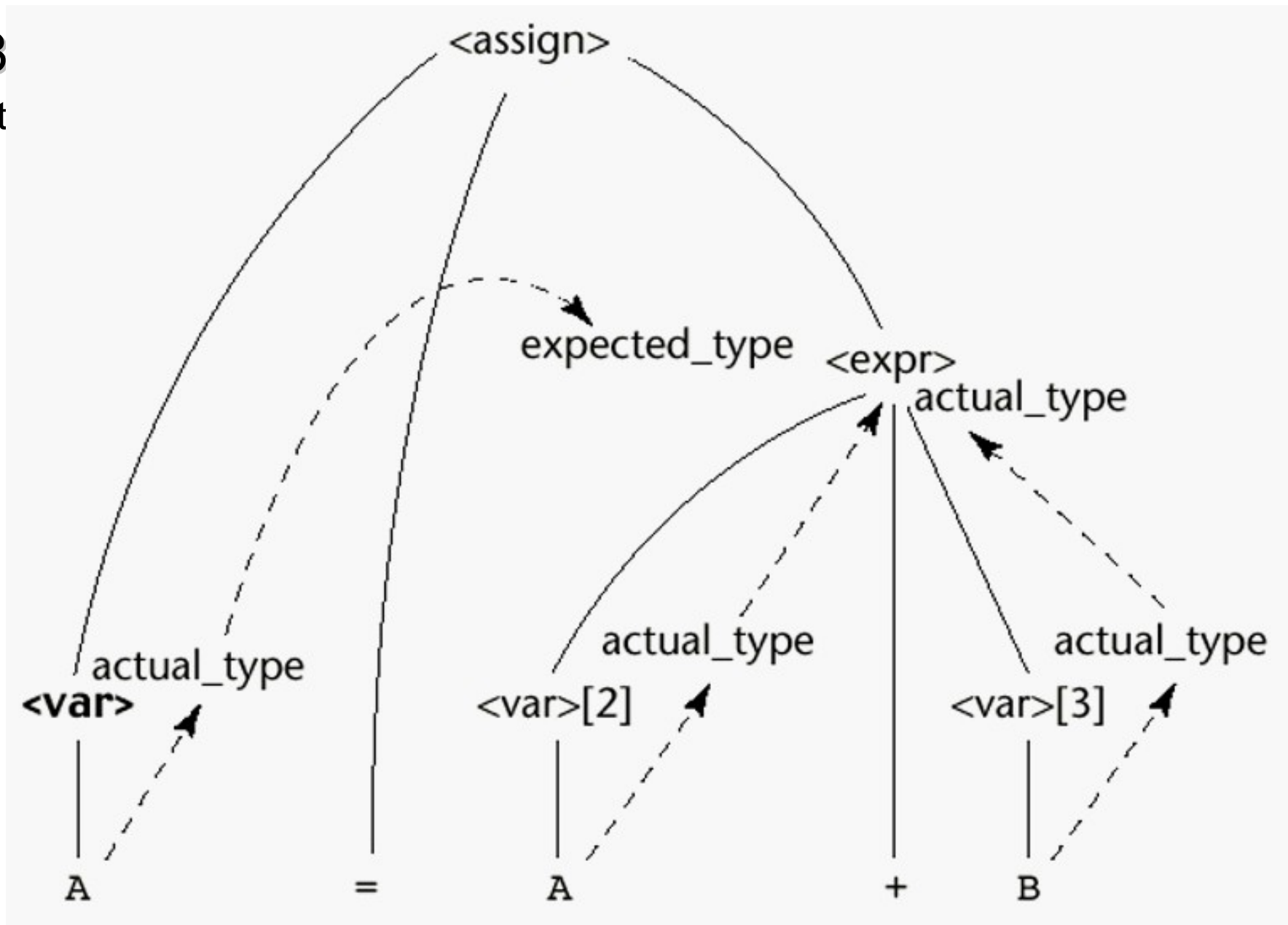
Gramática de atributos

Como os valores dos atributos são computados?

- 1. Se todos os atributos foram herdados, a árvore é decorada em ordem top-down.
- 2. Se todos os atributos foram sintetizados, a árvore é decorada em ordem bottom-up.
- 3. Em muitos casos, os dois tipos de atributos são usados e uma combinação de top-down e bottom-up é usada.

Gramática de atributos

- 1. `<expr>.expected_type` inherited from parent
- 2. `<var>[1].actual_type` lookup (A, `<var>[1]`)
- `<var>[2].actual_type` lookup (B, `<var>[2]`)
- `<var>[1].actual_type =? <var>[2].actual_type`
- 3. `<expr>.actual_type` `<var>[1].actual_type`
- `<expr>.actual_type =? <expr>.expected_type`



TRADUÇÃO DIRIGIDA POR SINTAXE

- Cada símbolo tem um conjunto de atributos associado, particionados em dois: atributos sintetizados e herdados.
- Um atributo pode representar uma palavra, um número, um tipo ou uma posição na memória
- O valor de um atributo é definido por uma regra semântica associada à produção:
 - um atributo sintetizado é computado a partir dos atributos dos filhos daquele nodo.
 - um atributo herdado é computado a partir dos atributos dos irmãos ou dos pais daquele nodo.

TRADUÇÃO DIRIGIDA POR SINTAXE

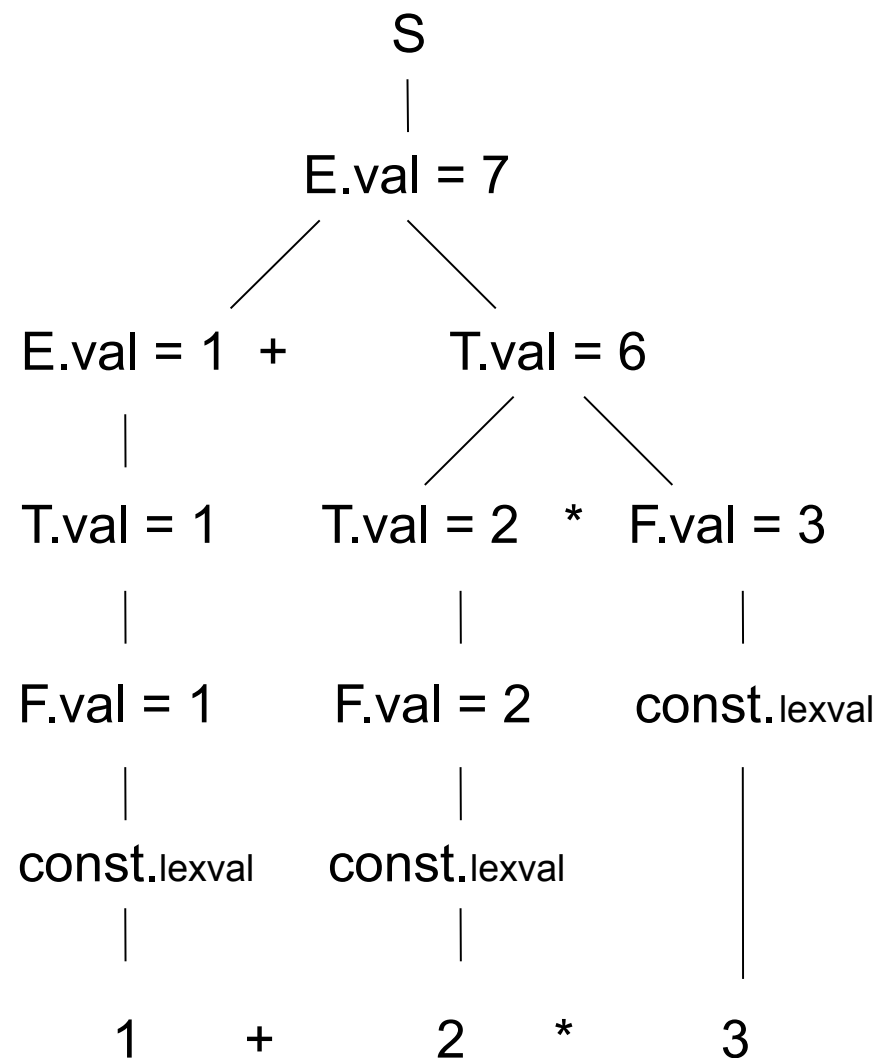
- Regras semânticas estabelecem dependências entre atributos que são representadas por um grafo. A partir do grafo de dependências, é derivada uma ordem de avaliação para as regras semânticas.
- Uma árvore de derivação que apresenta os valores dos atributos de cada nodo é denominada árvore de derivação “decorada”.

TRADUÇÃO DIRIGIDA POR SINTAXE

- Uma gramática de atributos é uma definição dirigida por sintaxe na qual as funções nas regras semânticas não têm efeitos colaterais.
- Mas estas funções poder ser usadas para diversas finalidades, inclusive a geração do código objeto
- Assume-se que terminais tenham apenas atributos sintetizados, assim como o símbolo inicial da gramática. Um exemplo de definição dirigida por sintaxe é apresentado na Tabela a seguir

Gramática de Atributos

Produção	Regra Semântica
S \rightarrow E	{Imprimir (E.val)}
E \rightarrow E ₁ + T	{E.val = E ₁ .val + T.val}
E \rightarrow T	{E.val = T.val}
T \rightarrow T ₁ * F	{T.val = T ₁ .val * F.val}
T \rightarrow F	{T.val = F.val}
F \rightarrow (E)	{F.val = E.val}
F \rightarrow const	{F.val = const.lexval }



Tipos de esquemas de tradução

- S-atribuídos: contém apenas atributos sintetizados (*bottom-up*)
- ações semânticas são dispostas à direita das produções

T int T.tipo := inteiro

- L-atribuídos: restringem o uso de atributos herdados

D T {L.in := T.tipo} L

Produção

D T L

T int

T real

L L₁, id

L id

Regras Semânticas

L.in := T.tipo

T.tipo := inteiro

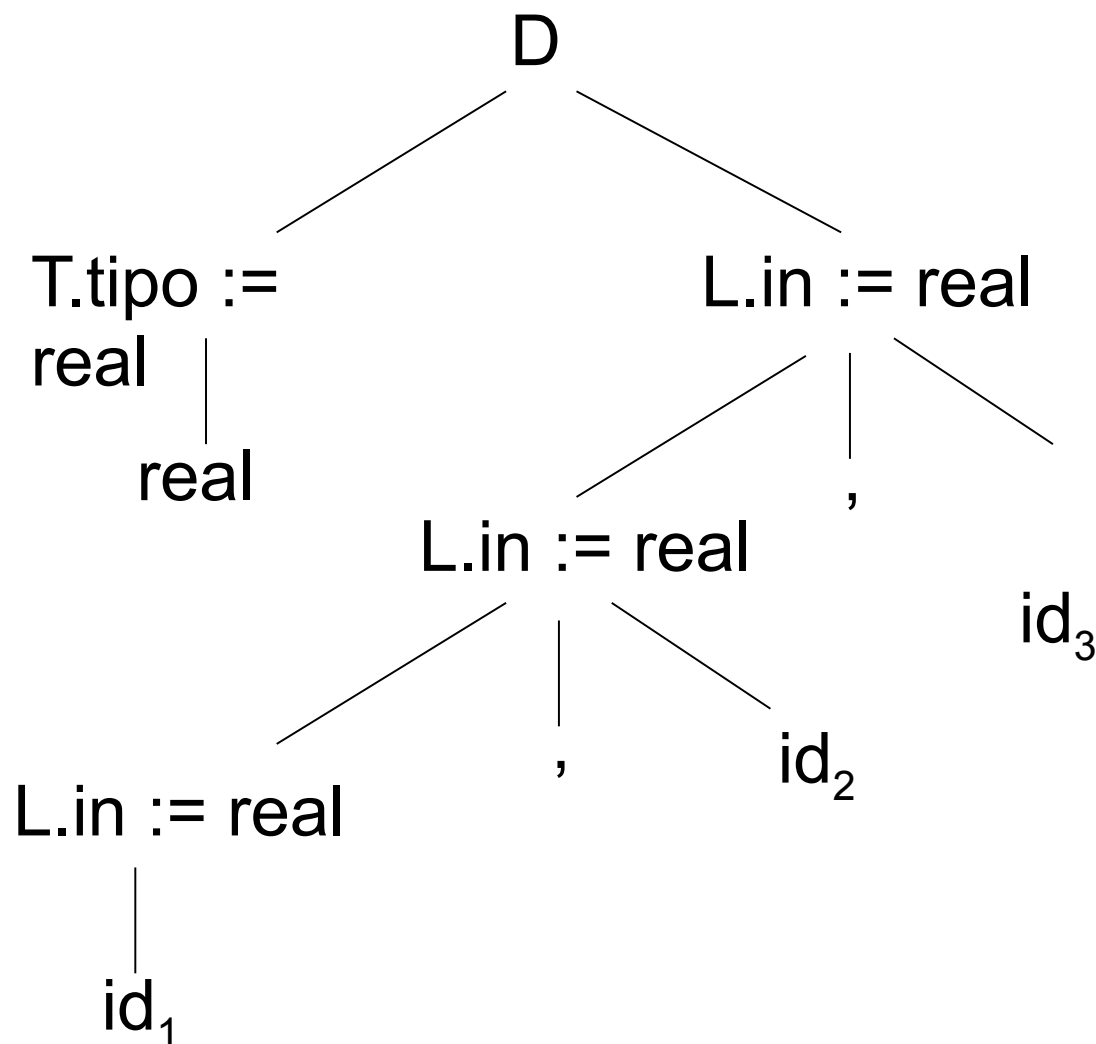
T.tipo := real

L₁.in := L.in

incluir_tipo(id, entrada, L.in)

incluir_tipo(id, entrada, L.in)

Árvore de derivação



Produção
Semânticas

Regras

D T L

L.in := T.tipo

T int

T.tipo := inteiro

T real

T.tipo := real

L L₁, id L₁.in := L.in

incluir_tipo(id, entrada,
L.in)

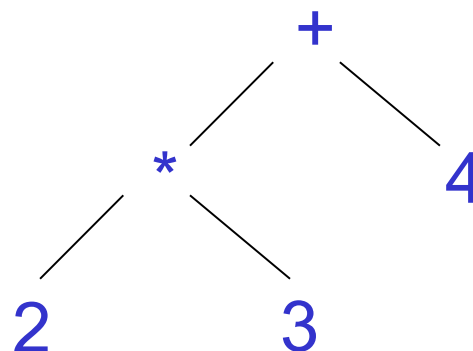
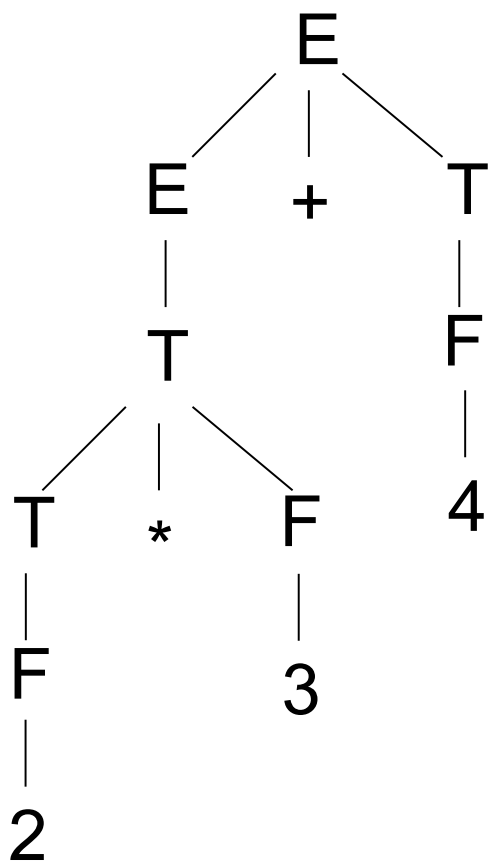
L id
L.in)

incluir_tipo(id, entrada,

Árvores de Sintaxe

- Forma condensada da árvore de derivação, na qual somente os operandos aparecem nas folhas, enquanto que os operadores aparecem em nodos interiores da árvore

Árvore de derivação e árvore de sintaxe para a sentença $2*3+4$



Exemplo

Produções

$E \rightarrow E_1 + T$

$E \rightarrow E_1 - T$

$E \rightarrow T$

$T \rightarrow (E)$

$T \rightarrow \text{id}$

$T \rightarrow \text{num}$

Regras semânticas

$E.\text{ptr} := \text{geranodo}("+", E_1.\text{ptr}, T.\text{ptr})$

$E.\text{ptr} := \text{geranodo}("-", E_1.\text{ptr}, T.\text{ptr})$

$E.\text{ptr} := T.\text{ptr}$

$T.\text{ptr} := E.\text{ptr}$

$T.\text{ptr} := \text{gerafolha}(\text{"id"}, \text{id.nome})$

$T.\text{ptr} := \text{gerafolha}(\text{"num"}, \text{num.lexval})$

Árvore sintática p/a expressão $x + 5 - y$

