

COMPILADORES

Análise semântica

Tradução dirigida pela sintaxe – Parte 02

Prof. Geovane Griesang
geovanegriesang@unisc.br

Sumário

Data	Conteúdo
18/11/2013	Análise sintática – Parte 01
25/11/2013	Análise sintática – Parte 02
02/12/2013	Síntese
09/12/2013	Prova 03
16/12/2013	EXAME

Sumário

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Ordenando os atributos

Definições S-atribuídas

Definições L-atribuídas

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Grafos de dependência são uma forma útil para determinar uma ordem de avaliação para as instâncias dos atributos em dada árvores de derivação.

Enquanto a árvore de derivação anotada mostra os valores dos atributos, um grafo de dependência nos ajuda a determinar como esses valores podem ser avaliados.

Análise semântica

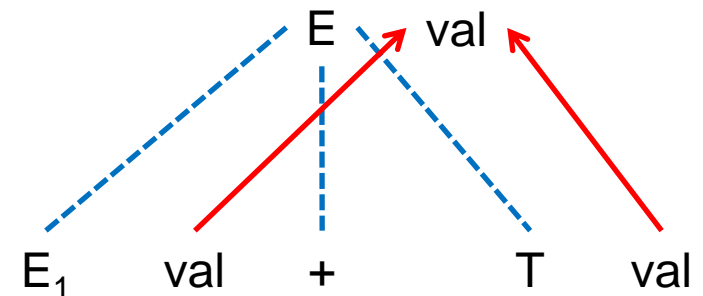
Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Um grafo de dependência representa o fluxo de informações entre as instâncias dos atributos em uma árvore de derivação.

Uma aresta de uma instância de atributo para outra significa que o valor da primeira é necessária para calcular a segunda.

As arestas expressam restrições impostas pelas regras semânticas.

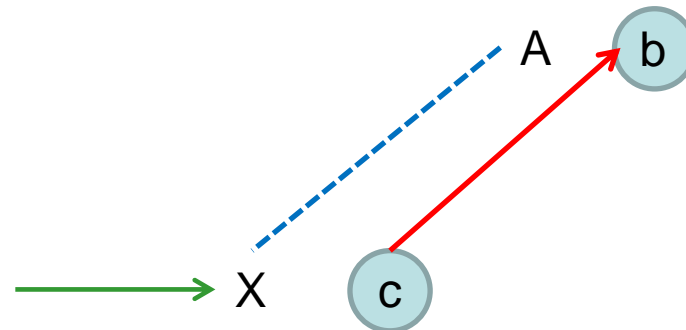


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

- Para cada **nó da árvore de derivação**, digamos, um nó rotulado pelo símbolo da gramática X , o **grafo de dependência** possui um **nó para cada atributo** associado a X .



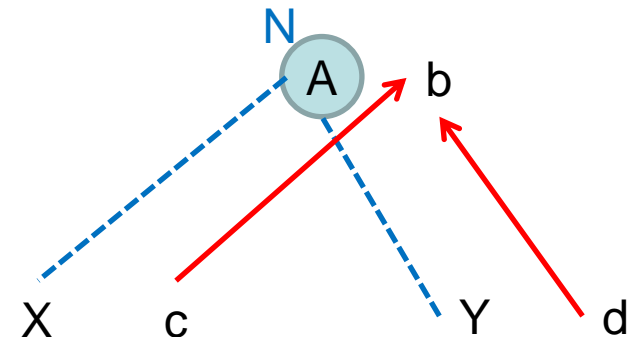
Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

- Suponha que uma **regra semântica** associada a uma **produção-p** defina o valor do **atributo sintetizado A.b** em termos do **valor de X.c** (a regra pode definir **A.b** em termos de outros atributos além de **X.c**).

Em todo nó **N** rotulado com **A** onde a **produção-p** é aplicada, crie uma aresta para o atributo **b** em **N**, a partir do atributo **c** na **filho de N** correspondendo a instância do símbolo **X** no corpo da produção.



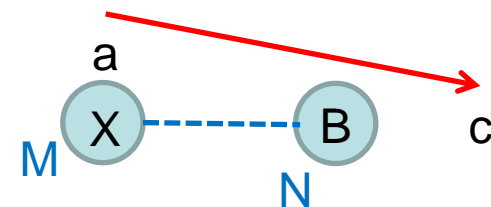
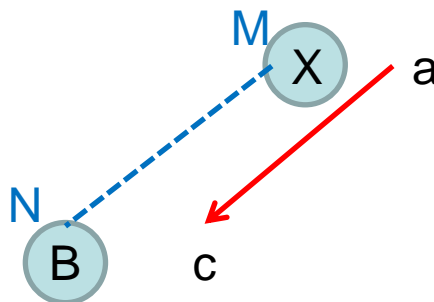
Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

- Suponha que uma regra semântica associada a uma produção-p defina o valor do atributo herdado $B.c$ em termos no valor de $X.a$. Então, o grafo de dependência tem uma aresta de $X.a$ para $B.c$.

Para cada nó N rotulado com B que corresponda a uma ocorrência desse B no corpo da produção-p, crie uma aresta para o atributo c em N a partir do atributo a no nó M que corresponda a essa ocorrência de X . Observe que N poderia ser pai ou irmão de N .



Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

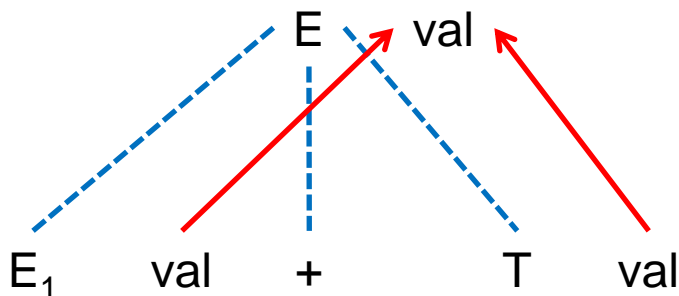
Grafos de dependência

Exemplo:

PRODUÇÃO
 $E \rightarrow E_1 + T$

REGRA SEMÂNTICA
 $E.val = E_1.val + T.val$

Em todo nó N rotulado com E , com filhos correspondendo ao corpo dessa produção, o atributo sintetizado val em N é calculado usando os valores de val dos dois filhos, rotulados com E_1 e T .



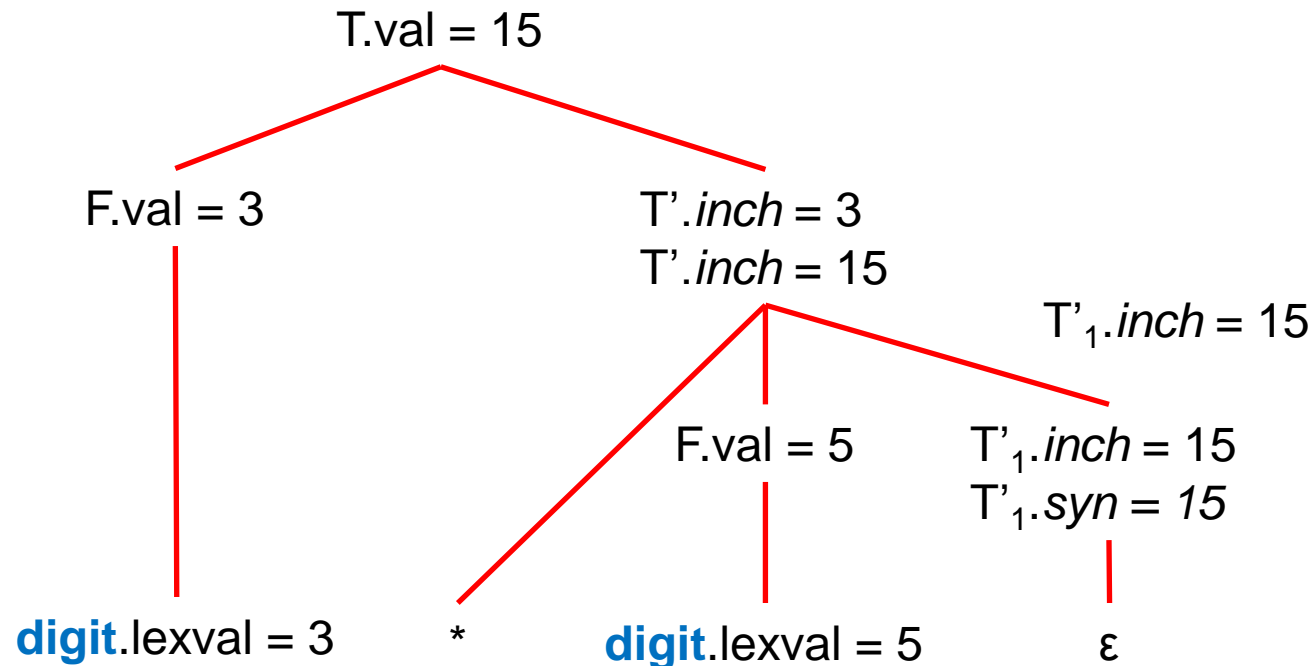
Adotaremos a seguinte conversão:
as arestas da árvores de derivação
são arestas pontilhadas, enquanto
as arestas do grafo de
dependência são sólidas.

Análise semântica

Tradução dirigida pela sintaxe

Árvore de derivação anotada (aula passada)

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$



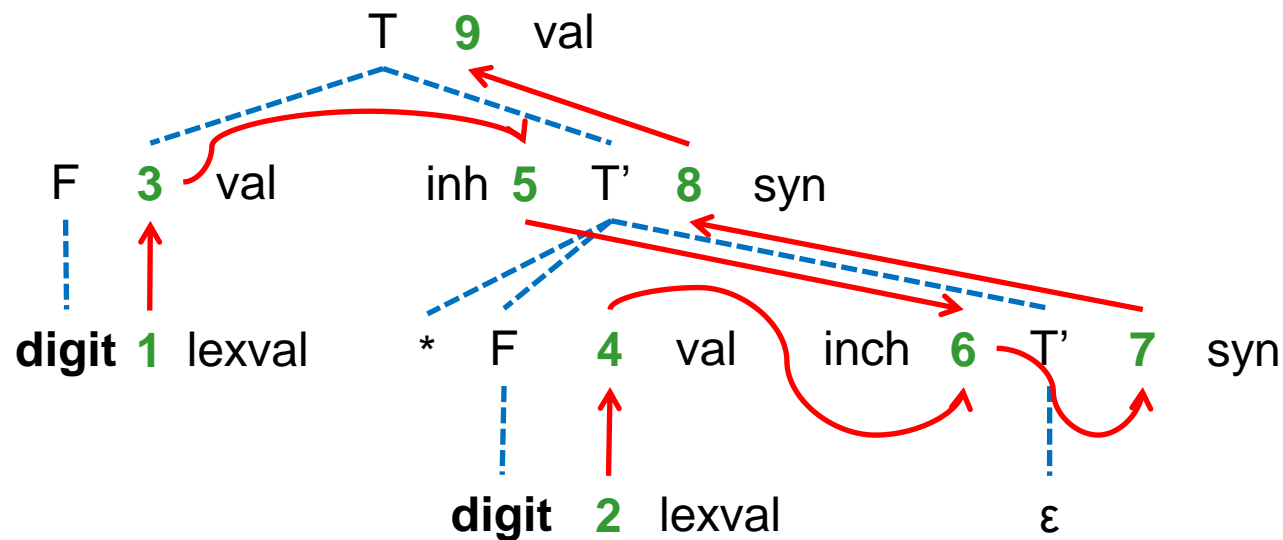
Entrada: 3 * 5

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Ex.: Os nós do grafo de dependência estão representados pelos números 1 até 9, que correspondem aos atributos da árvores de derivação anotada.

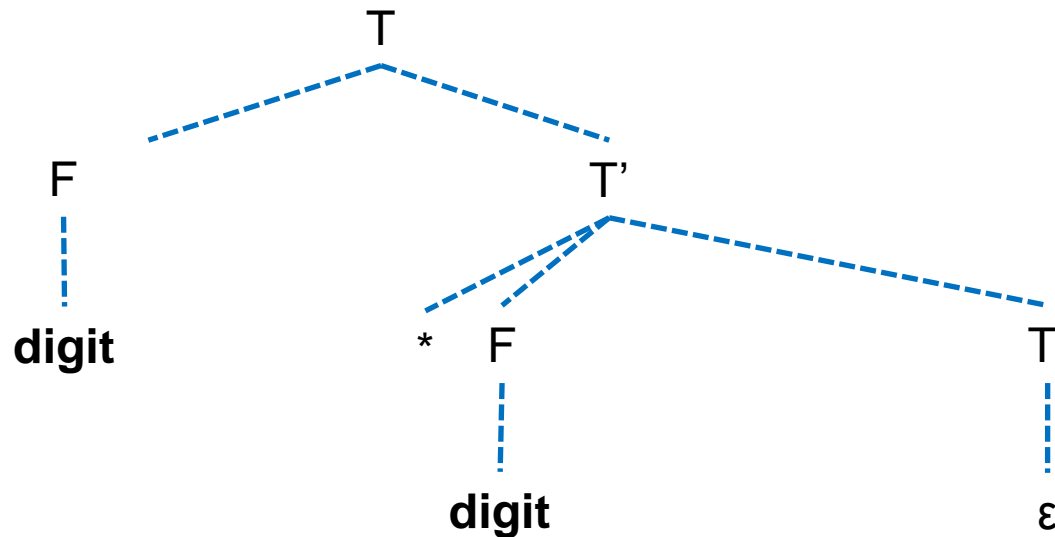


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \varepsilon$	$T'.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

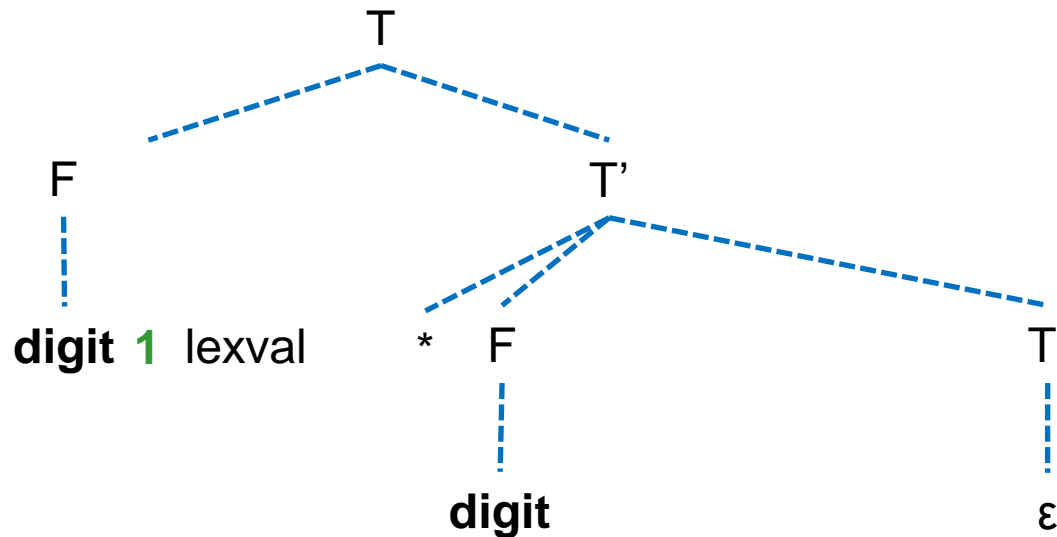


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

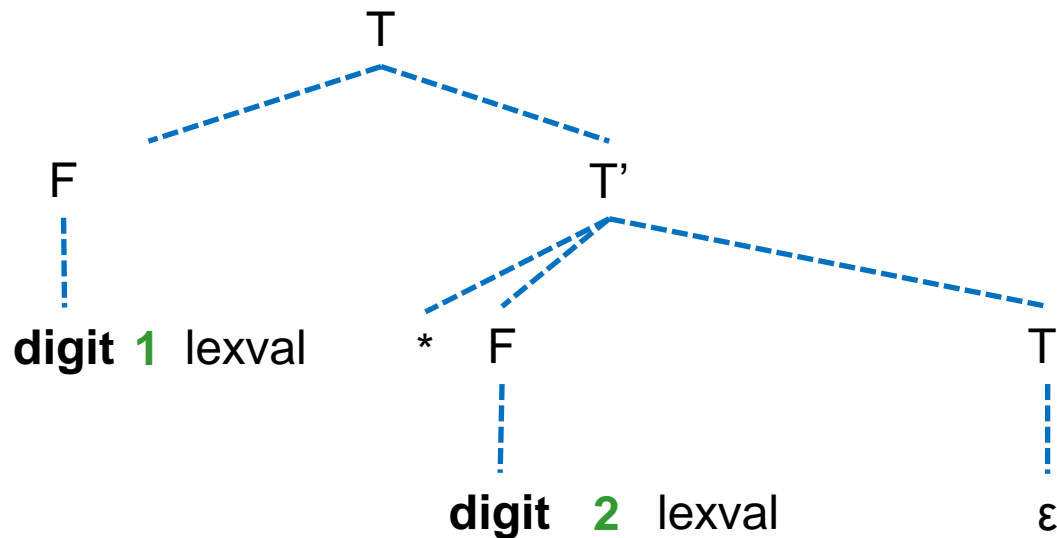


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \varepsilon$	$T'.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

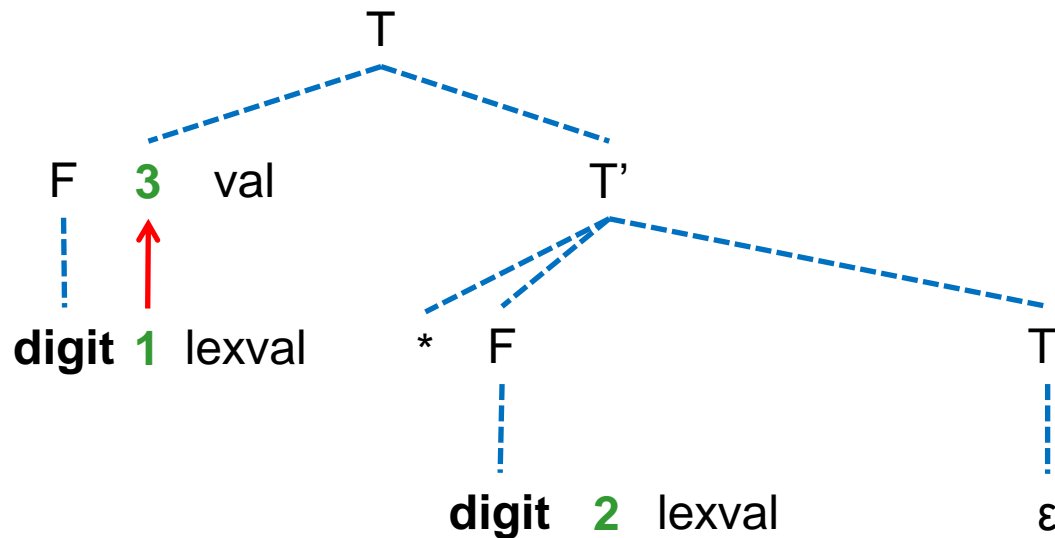


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

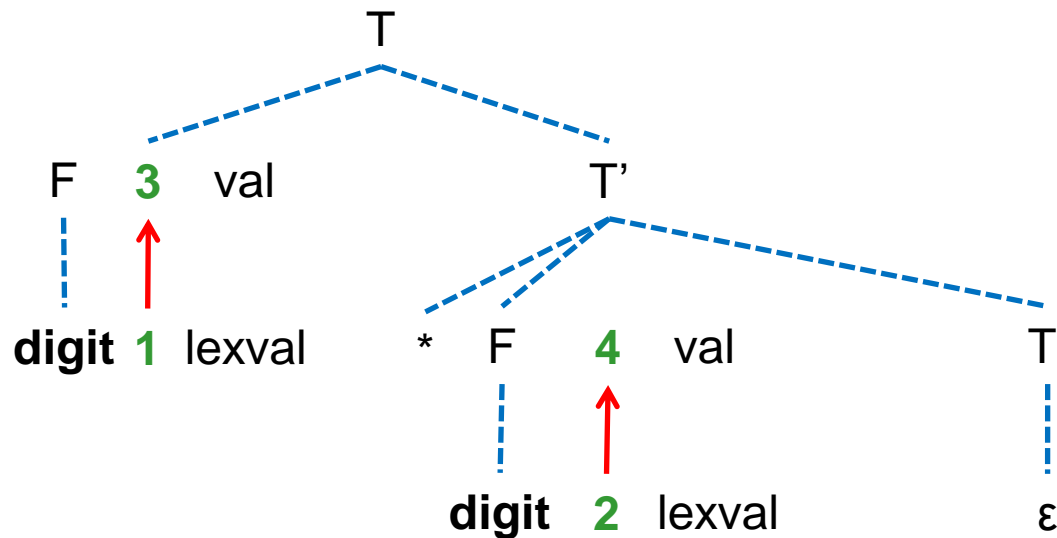


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

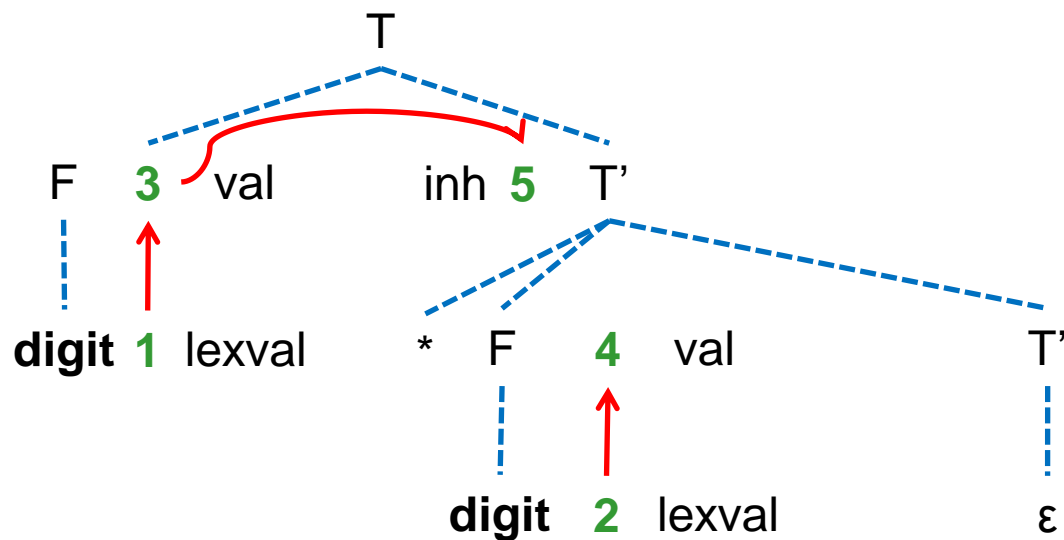


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

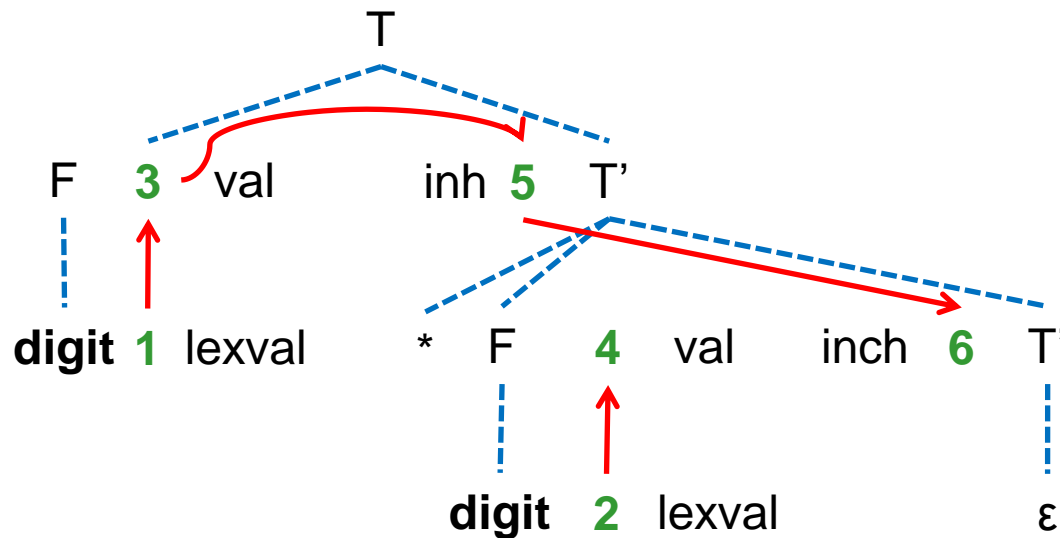


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

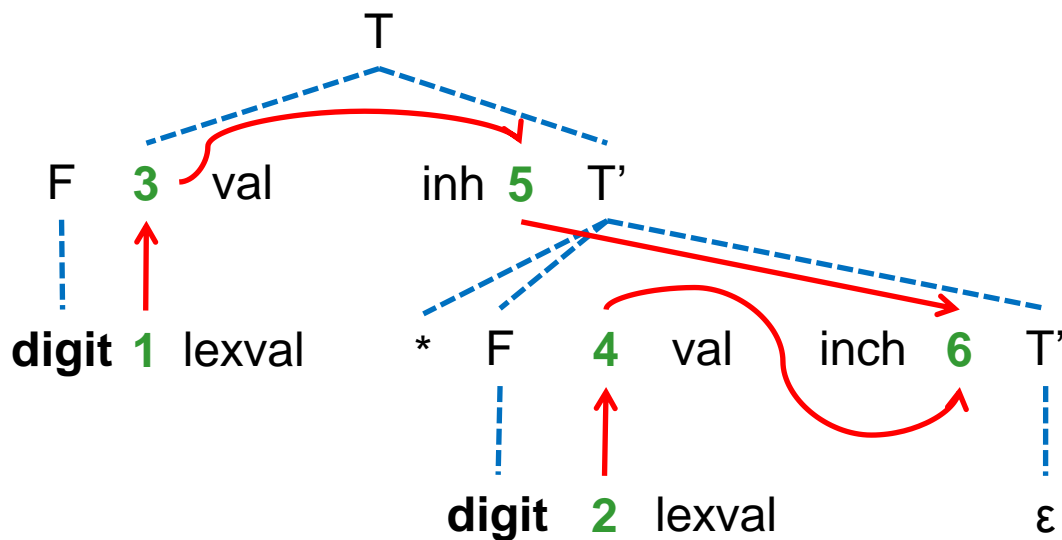


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

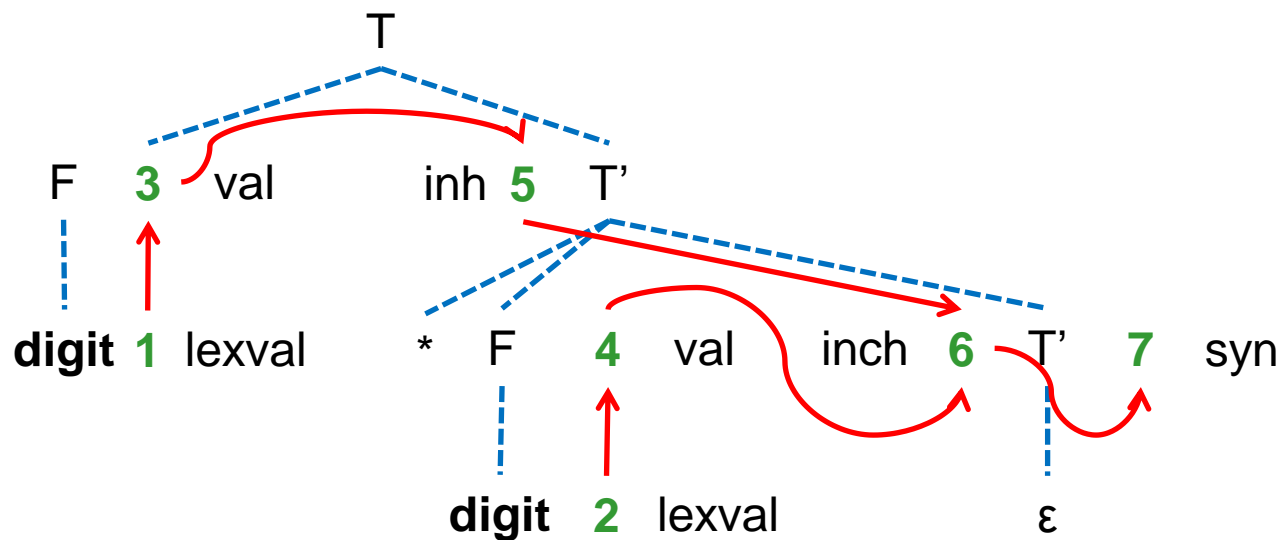


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

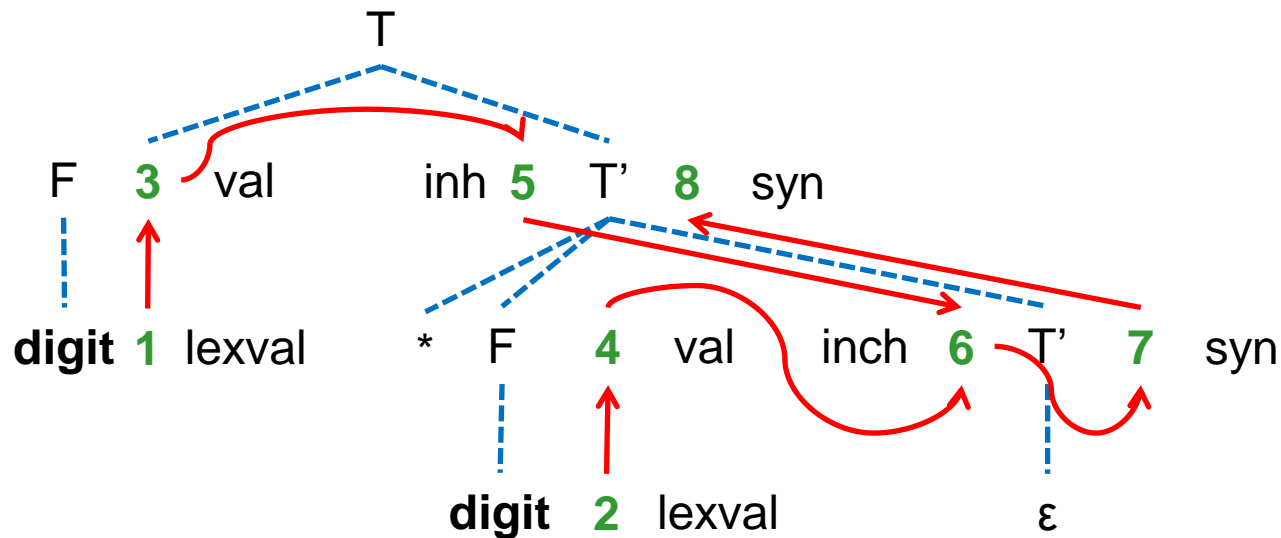


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

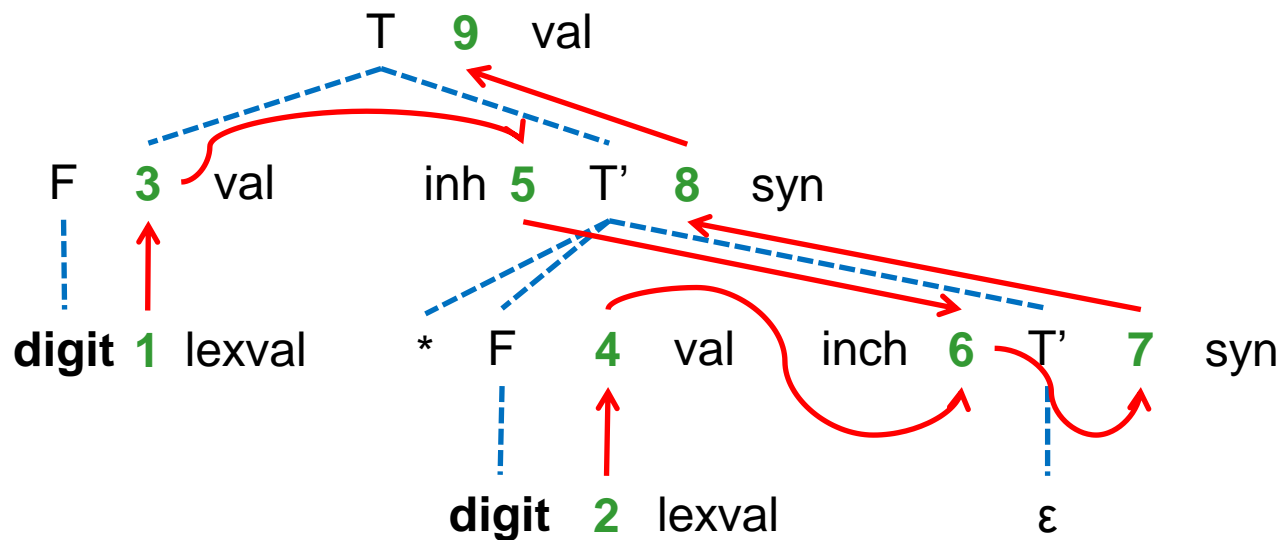


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

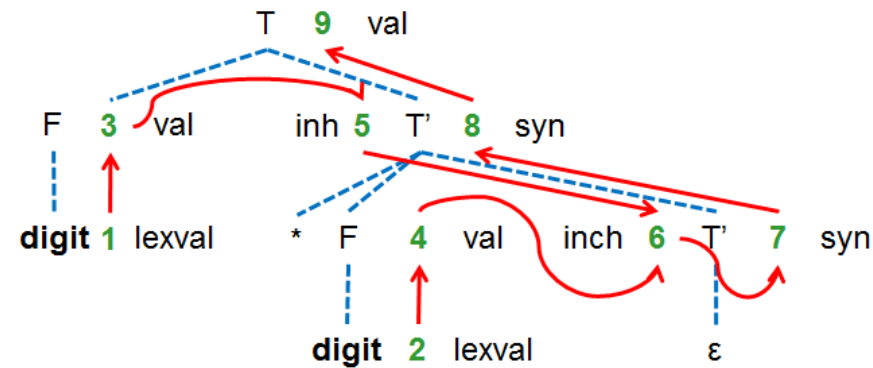
Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$



Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência



Os nós 1 e 2 representam o atributo *lexval* associado às duas folhas rotuladas com **digit**.

Os nós 3 e 4 representam o atributo *val* associado aos dois nós rotulados com **F**.

As arestas para o nó 3 a partir de 1 e para o nó 4 a partir de 2 resultam da regra semântica que define *F.val* em termos de **digit.lexval**.

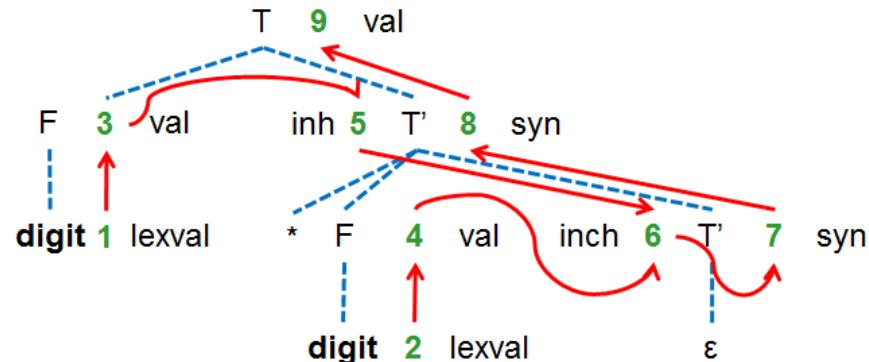
4) $F \rightarrow \text{digit}$ $F.val = \text{digit.lexval}$

Na verdade, *F.val* é igual ao valor de **digit.lexval**, mas a aresta representa dependência, e não igualdade.

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência



Os nós 5 e 6 representam o atributo herdado $T'.inh$ associado a cada uma das ocorrências do não-terminal T' .

A aresta 3 para 5 deve-se à regra $T_1.inh = F.val$, que define $T'.inh$ no filho à direita da raiz a partir de $F.val$, o filho a esquerda.

Vemos as arestas para o nó 6 a partir do nó 5 para $T'.inh$ e a partir do nó 4 para $F.val$, pois esses valores são multiplicados para avaliar o atributo inh no nó 6.

Por fim, o nó 9 representa o atributo $T.val$. A aresta 9 a partir de 8 deve-se à regra semântica $T.val = T'.syn$, associada à produção 1.

Sumário

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Ordenando os atributos

Definições S-atribuídas

Definições L-atribuídas

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

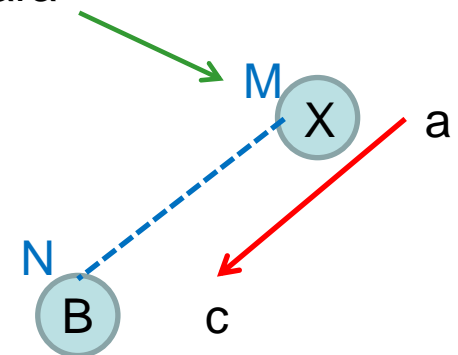
Grafos de dependência – Ordenando os atributos

Grafo de dependência caracteriza as **possíveis ordens** nas quais podemos **avaliar os atributos** nos diversos nós de uma árvore de derivação.

Se o grafo de dependência possuir uma **aresta do nó M ao nó N** , então o atributo correspondendo a M deve ser avaliado antes do atributo N .

Tal ordenação incorpora uma ordem linear em um **grafo direcionado**, e é chamada de **ordenação topológica** do grafo.

Primeiro avaliar M para depois avaliar N .

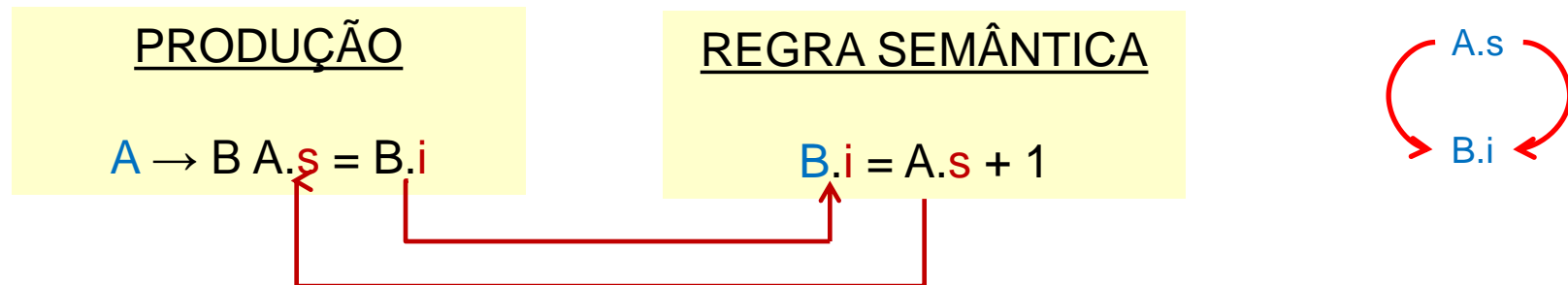


Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência – Ordenando os atributos

Se houver qualquer **ciclo no grafo**, **não** haverá **ordenações topológicas**, ou seja, **não** há como **avaliar a SDD** nessa árvore de derivação.

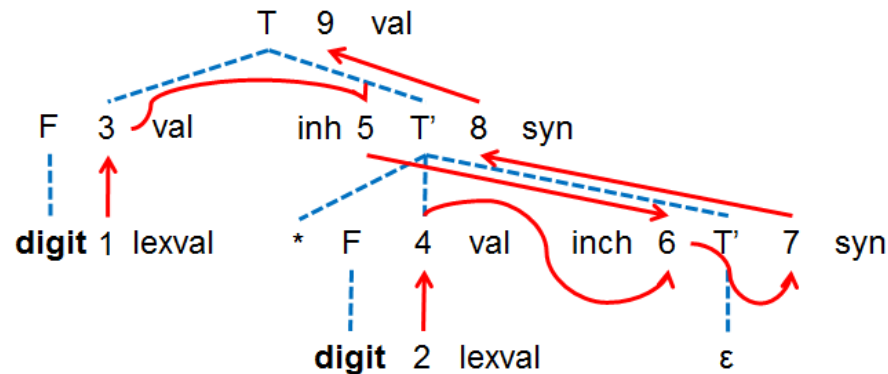


Se **não** houver ciclos, sempre haverá **ordenação topológica**.

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Ordenando os atributos



O **grafo de dependência** visto na figura acima **não** possui ciclos.

Uma **ordenação topológica** é a ordem em que os nós já foram numerados: 1, 2, ..., 9.

Cada aresta no grafo vai de um nó para outro com um número mais alto, de modo que essa ordem certamente é uma **ordenação topológica**.

Existem também outras ordenações topológicas, como por exemplo: 1, 3, 5, 2, 4, 6, 7, 8, 9.

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência – Ordenando os atributos

Em uma SDD, é **muito difícil** saber se existem árvores de derivação cujos **grafos de dependência possuem ciclos**.

Na prática, as traduções podem ser implementadas usando-se **classes de SDDs** que **garantem uma ordem de avaliação**, já que elas **não permitem grafos de dependência com ciclos**.

Duas classes podem ser implementadas eficientemente em conexão com métodos de análise sintática descendente ou ascendente.

A primeira classe é definida da seguinte forma:

Uma SDD é S-atribuída se todo atributo é sintetizado.

Sumário

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Ordenando os atributos

Definições S-atribuídas

Definições L-atribuídas

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições S-atribuídas

A SDD abaixo é um exemplo de uma definição S-atribuída.

Cada atributo, *L.val*, *E.val*, *T.val* e *F.val*, é sintetizado.

Quando uma SDD é S-atribuída, podemos avaliar seus atributos em qualquer ordem ascendente dos nós na árvore de derivação.

Produção	Regras semânticas
1) $L \rightarrow E \mathbf{n}$	$L.val = E.val$
2) $E \rightarrow E_1 + T$	$E.val = E_1.val + T.val$
3) $E \rightarrow T$	$E.val = T.val$
4) $T \rightarrow T_1 * F$	$T.val = T_1.val * F.val$
5) $T \rightarrow F$	$T.val = F.val$
6) $F \rightarrow (E)$	$F.val = E.val$
7) $F \rightarrow \mathbf{digit}$	$F.val = \mathbf{digit}.lexval$

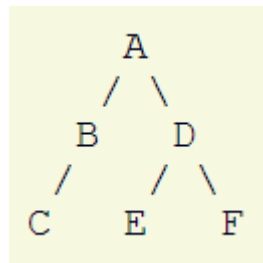
Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições S-atribuídas

Muitas vezes, é simples avaliar os atributos realizando um caminhamento pós-ordem na árvore de derivação e computando atributos em um nó **N** quando o caminhamento deixa **N** pela última vez.

Relembrando... Pós-ordem, visitar primeiro a sub-árvore esquerda, depois a sub-árvore direita e por último a raiz.



Pós-ordem: CBEFDA

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições S-atribuídas

As definições S-atribuídas podem ser implementadas **durante o processo de análise ascendente**, visto que um analisador sintático ascendente corresponde a um caminhamento **pós-ordem**.

Pós-ordem corresponde à ordem em que um dado analisador sintático LR realiza a redução do corpo de uma produção à sua cabeça.

```
postorder(N){  
    for(cada filho C de N, a partir da esquerda)  
        postorder(C);  
    avalia atributos associados ao nó N;  
}
```

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Relembrando... duas classes serão apresentadas nesta aula e podem ser implementadas eficientemente em conexão com os métodos de análise sintática descendente ou ascendente.

A primeira classe é definida da seguinte forma:

Uma SDD é S-atribuída se todo atributo é sintetizado.

A segunda classe é definida da seguinte forma:

Uma SDD é L-atribuída se tiver atributos sintetizado e herdados.

Sumário

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Grafos de dependência

Ordenando os atributos

Definições S-atribuídas

Definições L-atribuídas

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Entre os atributos associados ao corpo de uma produção, as **arestas** do grafo de dependência podem ser **direcionadas da esquerda para a direita**, mas **não da direita para a esquerda** (daí, “L-atribuída”, de *Left*).

Cada **atributo** precisa ser:

1. **Sintetizado**, ou
2. **Herdado**, com as regras limitadas.

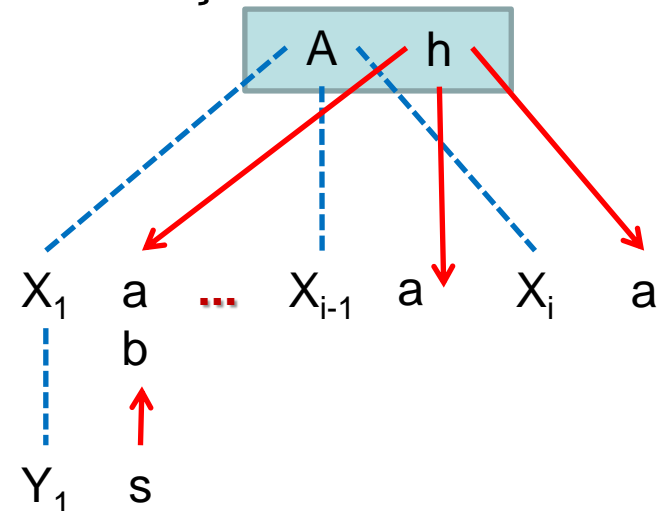
Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Quanto aos herdados, suponha que exista uma produção $A \rightarrow X_1X_2\dots X_n$, e que exista um **atributo herdado** $X_i.a$, calculado por alguma regra associada a essa produção. Então, cada regra pode usar apenas:

- a) Os **atributos herdados** associados à cabeça A .



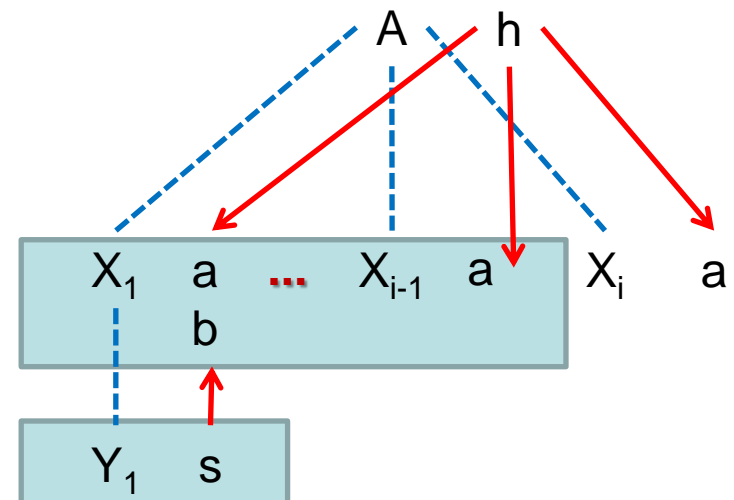
Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Quanto aos herdados, suponha que exista uma produção $A \rightarrow X_1X_2\dots X_n$, e que exista um **atributo herdado** $X_i.a$, calculado por alguma regra associada a essa produção. Então, cada regra pode usar apenas:

- b) Os **atributos herdados** ou **sintetizados** associado às ocorrências dos símbolos X_1, X_2, \dots, X_{i-1} localizados à esquerda de X_i .



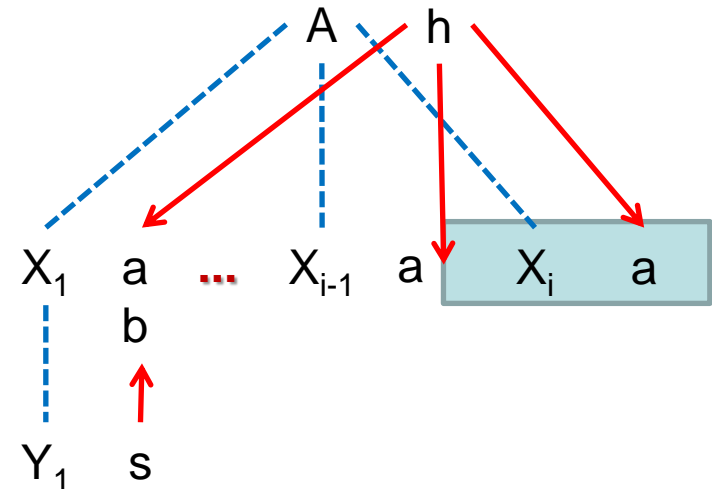
Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Quanto aos herdados, suponha que exista uma produção $A \rightarrow X_1X_2\dots X_n$, e que exista um **atributo herdado** $X_i.a$, calculado por alguma regra associada a essa produção. Então, cada regra pode usar apenas:

- c) Os **atributos herdados** ou **sintetizados** associados à ocorrência do próprio X_i , desde que **não** existam ciclos em um grafo de dependência formado pelos atributos desse X_i .



Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T'.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

A SDD acima é L-atribuída. **Por quê?**

Considere as **regras semânticas** para os **atributos herdados**:

PRODUÇÃO

$$T \rightarrow FT'$$

$$T' \rightarrow *FT'_1$$

REGRA SEMÂNTICA

$$T'.inh = F.val$$

$$T'_1.inh = T'.inh * F.val$$

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

- 1ª regra define o atributo herdado $T'.inh$ usando apenas $F.val$, e F aparece à esq. de T' no corpo da produção.

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T'.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

PRODUÇÃO

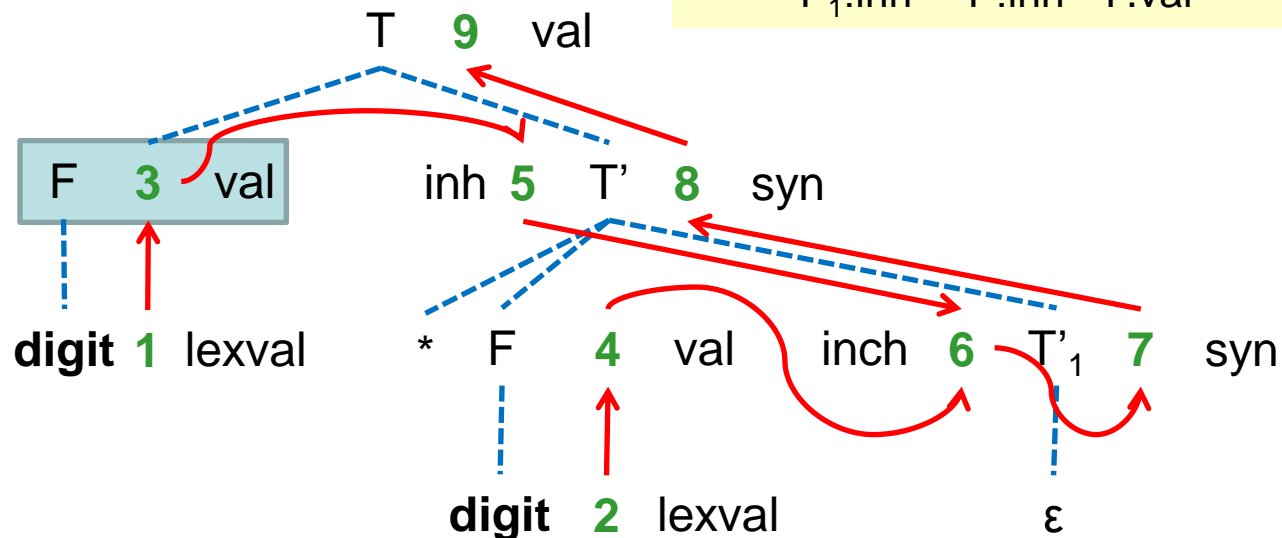
$T' \rightarrow FT'$

$T \rightarrow *FT'_1$

REGRA SEMÂNTICA

$T'.inh = F.val$

$T'_1.inh = T'.inh * F.val$



Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

- 2ª regra define $T'_1.inh$ usando o atributo herdado $T'.inh$ associado à cabeça, e $F.val$, onde F aparece à esquerda de T'_1 no corpo da produção.

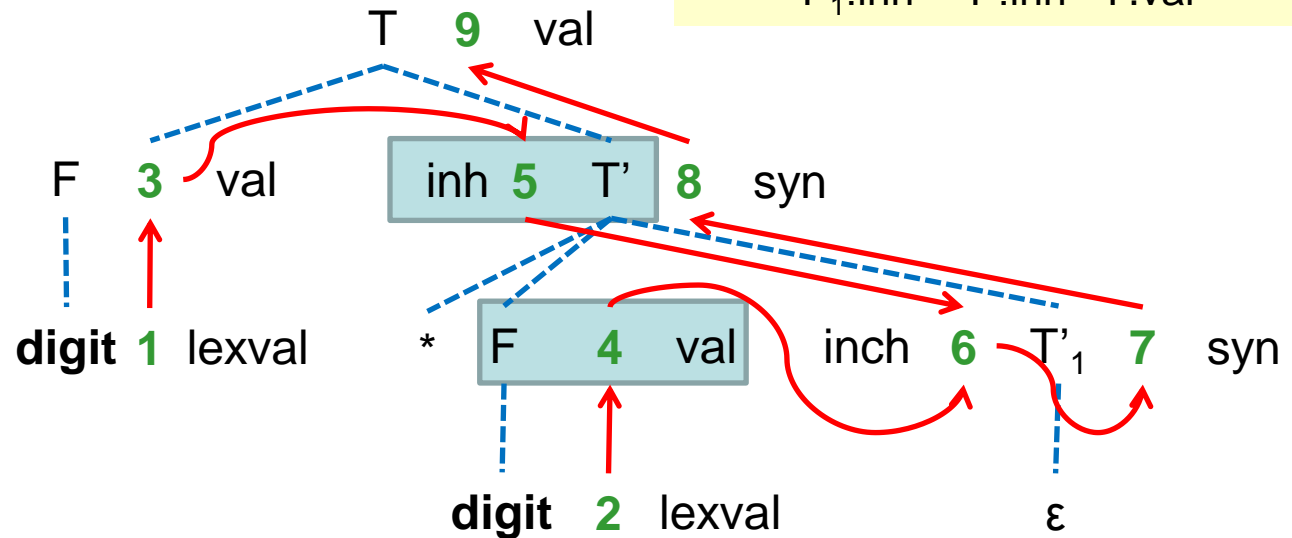
Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T'.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.inh$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

PRODUÇÃO

$T' \rightarrow FT'$
 $T \rightarrow *FT'_1$

REGRA SEMÂNTICA

$T'.inh = F.val$
 $T'_1.inh = T'.inh * F.val$



Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Produção	Regras semânticas
1) $T \rightarrow FT'$	$T'.inh = F.val$ $T.val = T'.syn$
2) $T' \rightarrow *FT'_1$	$T'_1.inh = T'.inh * F.val$ $T'.syn = T'_1.syn$
3) $T' \rightarrow \epsilon$	$T'.syn = T'.ihn$
4) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$

PRODUÇÃO

$T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT'_1$

REGRA SEMÂNTICA

$T'.inh = F.val$
 $T'_1.inh = T'.inh * F.val$

As regras usam informações “de cima ou da esquerda”, conforme exigido pela classe.

Os atributos restantes são sintetizados. [A SDD é L-atribuída.](#)

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Qualquer SDD contendo a produção e regras abaixo **não é L-atribuída**:

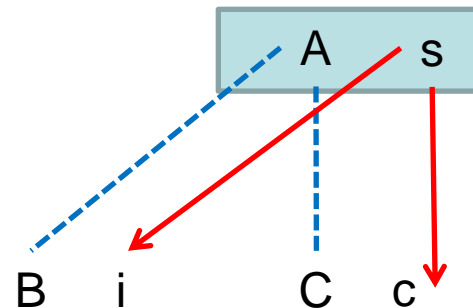
PRODUÇÃO

$A \rightarrow B C$

REGRA SEMÂNTICA

$A.s = B.b$;

$B.i = f(C.c, A.s)$



A primeira regra, $A.s = B.b$, é uma regra legítima em uma SDD S-atribuída ou L-atribuída.

Ela define um atributo sintetizado $A.s$ em termos de um atributo em um filho (ou seja, um símbolo dentro do corpo de produção).

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

Qualquer SDD contendo a produção e regras abaixo **não é L-atribuída**:

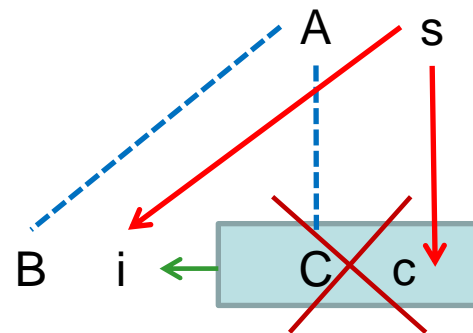
PRODUÇÃO

$A \rightarrow B C$

REGRA SEMÂNTICA

$A.s = B.b;$

$B.i = f(C.c, A.s)$



A 2ª regra define um **atributo herdado** $B.i$, de modo que a SDD inteira **não** pode ser **S-atribuída**.

Além disso, embora a regra seja válida, a SDD **não** pode ser **L-atribuída**, pois o atributo $C.c$ é usado para ajudar a definir $B.i$, e C está à direita de B no **corpo de produção**.

Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

Definições L-atribuídas

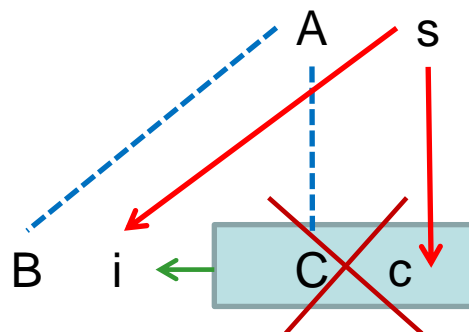
Qualquer SDD contendo a produção e regras abaixo **não é** L-atribuída:

PRODUÇÃO

$A \rightarrow B C$

REGRA SEMÂNTICA

$A.s = B.b;$
 $B.i = f(C.c, A.s)$



Embora os atributos dos irmãos em uma árvore de derivação possam ser usados nas SDDs L-atribuídas, eles precisam estar à esquerda do símbolo cujo atributo está sendo definido.

Sumário



Análise semântica

Ordens de avaliação para SDDs

 Grafos de dependência

 Ordenando os atributos

 Definições S-atribuídas

 Definições L-atribuídas

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe (SDT - *Syntax-Directed Translator*)

Os SDTs são uma notação complementar para as SDDs.

Um SDT é uma gramática livre de contexto com **fragmentos de programa incorporados no corpo das produções**.

Os fragmentos de programa são chamados de **ações semânticas** e podem aparecer em **qualquer posição no corpo de uma produção**.

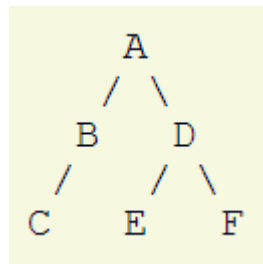
Por convenção, as ações aparecem entre chaves; se as chaves fizerem parte dos símbolos da gramática, então as colocamos entre aspas para diferenciá-las.

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Um SDT pode ser implementado construindo-se primeiro uma árvore de derivação e, então, executando-se as ações semânticas em uma ordem de caminamento em profundidade da esquerda para a direita, ou seja, durante um caminamento em pré-ordem.

Relembrando...: Pré-ordem, visitar primeiro a raiz, depois a sub-árvore esquerda e por último a sub-árvore direita.



Pré-ordem: ABCDEF

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Durante a análise, uma **ação** no corpo de uma produção **é executada** assim que **todos os símbolos** da gramática à esquerda da ação **tiverem sido casados**.

A implementação **SDD é muito mais simples** quando podemos analisar a gramática de **baixo para cima** e a **SDD é S-atribuída**.

Assim, é possível construir um SDT, em que **cada ação seja colocada no fim da produção** e **executada juntamente com a redução** do corpo para a cabeça dessa produção.

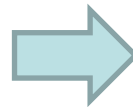
SDTs com todas as ações nos extremos direitos do corpo de produção são chamados de **SDTs pós-fixados**.

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

O SDT pós-fixado abaixo (direita) implementa a SDD de uma calculadora de mesa (esquerda), com uma mudança: **a ação para a primeira produção imprime um valor.**

Produção	Regras semânticas
1) $L \rightarrow E \mathbf{n}$	$L.val = E.val$
2) $E \rightarrow E_1 + T$	$E.val = E_1.val + T.val$
3) $E \rightarrow T$	$E.val = T.val$
4) $T \rightarrow T_1 * F$	$T.val = T_1.val * F.val$
5) $T \rightarrow F$	$T.val = F.val$
6) $F \rightarrow (E)$	$F.val = E.val$
7) $F \rightarrow \mathbf{digit}$	$F.val = \mathbf{digit}.lexval$



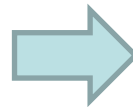
Produção	Ações semânticas
1) $L \rightarrow E \mathbf{n}$	$\{ \mathit{print}(E.val) \}$
2) $E \rightarrow E_1 + T$	$\{ E.val = E_1.val + T.val \}$
3) $E \rightarrow T$	$\{ E.val = T.val \}$
4) $T \rightarrow T_1 * F$	$\{ T.val = T_1.val * F.val \}$
5) $T \rightarrow F$	$\{ T.val = F.val \}$
6) $F \rightarrow (E)$	$\{ F.val = E.val \}$
7) $F \rightarrow \mathbf{digit}$	$\{ F.val = \mathbf{digit}.lexval \}$

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

As ações restantes são contrapartes exatas das regras semânticas. Como a gramática subjacente é LR, e a SDD é S-atribuída, essas ações podem ser realizadas corretamente, juntamente com os passos de redução do analisador sintático.

Produção	Regras semânticas
1) $L \rightarrow E \mathbf{n}$	$L.val = E.val$
2) $E \rightarrow E_1 + T$	$E.val = E_1.val + T.val$
3) $E \rightarrow T$	$E.val = T.val$
4) $T \rightarrow T_1 * F$	$T.val = T_1.val * F.val$
5) $T \rightarrow F$	$T.val = F.val$
6) $F \rightarrow (E)$	$F.val = E.val$
7) $F \rightarrow \mathbf{digit}$	$F.val = \mathbf{digit}.lexval$



Produção	Ações semânticas
1) $L \rightarrow E \mathbf{n}$	$\{ \mathit{print}(E.val) \}$
2) $E \rightarrow E_1 + T$	$\{ E.val = E_1.val + T.val \}$
3) $E \rightarrow T$	$\{ E.val = T.val \}$
4) $T \rightarrow T_1 * F$	$\{ T.val = T_1.val * F.val \}$
5) $T \rightarrow F$	$\{ T.val = F.val \}$
6) $F \rightarrow (E)$	$\{ F.val = E.val \}$
7) $F \rightarrow \mathbf{digit}$	$\{ F.val = \mathbf{digit}.lexval \}$

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

SDTs com ações inseridas nas produções

Uma **ação** pode ser colocada em qualquer posição dentro do corpo de uma produção.

Ela é **executada** imediatamente **após todos os símbolos à sua esquerda serem processados**.

Assim, se tivermos uma produção $B \rightarrow X \{a\} Y$, a **ação a** é feita depois de termos reconhecido **X** (se **X** for um terminal) ou todos **terminais derivados de X** (se **X** for um não-terminal).

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

SDTs com ações inseridas nas produções

Mais precisamente:

Se a análise for de **baixo para cima**, então efetuamos a **ação a** assim essa ocorrência de **X** aparecer no topo da pilha sintática.

Se a análise for de **cima para baixo**, efetuamos **ação a** logo antes de **tentar expandir** essa ocorrência de **Y** (se **Y** for um não terminal), ou **verificamos Y na entrada** (se **Y** for um terminal).

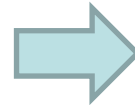
SDTs que podem ser implementados **durante a análise sintática** incluem os **SDTs pós-fixados** e uma classe especial, que implementam **definições L-atribuídas**. **Nem todos os SDTs podem ser implementados durante o reconhecimento sintático.**

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Exemplo: como um exemplo extremo de um SDT problemático, suponha que transformemos nosso exemplo da calculadora de mesa em um SDT que **imprime a forma prefixada, em vez de avaliá-la**.

Produção	Regras semânticas
1) $L \rightarrow E n$	$L.val = E.val$
2) $E \rightarrow E_1 + T$	$E.val = E_1.val + T.val$
3) $E \rightarrow T$	$E.val = T.val$
4) $T \rightarrow T_1 * F$	$T.val = T_1.val * F.val$
5) $T \rightarrow F$	$T.val = F.val$
6) $F \rightarrow (E)$	$F.val = E.val$
7) $F \rightarrow \text{digit}$	$F.val = \text{digit.lexval}$



1) $L \rightarrow E n$
2) $E \rightarrow \{ \text{print}('+'); \} E_1 + T$
3) $E \rightarrow T$
4) $T \rightarrow \{ \text{print}('*'); \} T_1 * F$
5) $T \rightarrow F$
6) $F \rightarrow (E)$
7) $F \rightarrow \text{digit} \{ \text{print}(\text{digit.lexval}); \}$

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

Infelizmente, é impossível implementar esse SDT durante o reconhecimento sintático ascendente ou descendente, pois o **analisador sintático** teria de **realizar ações precipitadas**, como imprimir instâncias de ***** ou **+**, muito **antes de saber se esses símbolos aparecerão em sua entrada**.

Produções e ações

1) $L \rightarrow E \mathbf{n}$

2) $E \rightarrow \{ \mathbf{print('+')}; \} E_1 + T$

3) $E \rightarrow T$

4) $T \rightarrow \{ \mathbf{print('*')}; \} T_1 * F$

5) $T \rightarrow F$

6) $F \rightarrow (E)$

7) $F \rightarrow \mathbf{digit} \{ \mathbf{print(digit.lexval)}; \}$

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

SDTs com ações inseridas nas produções

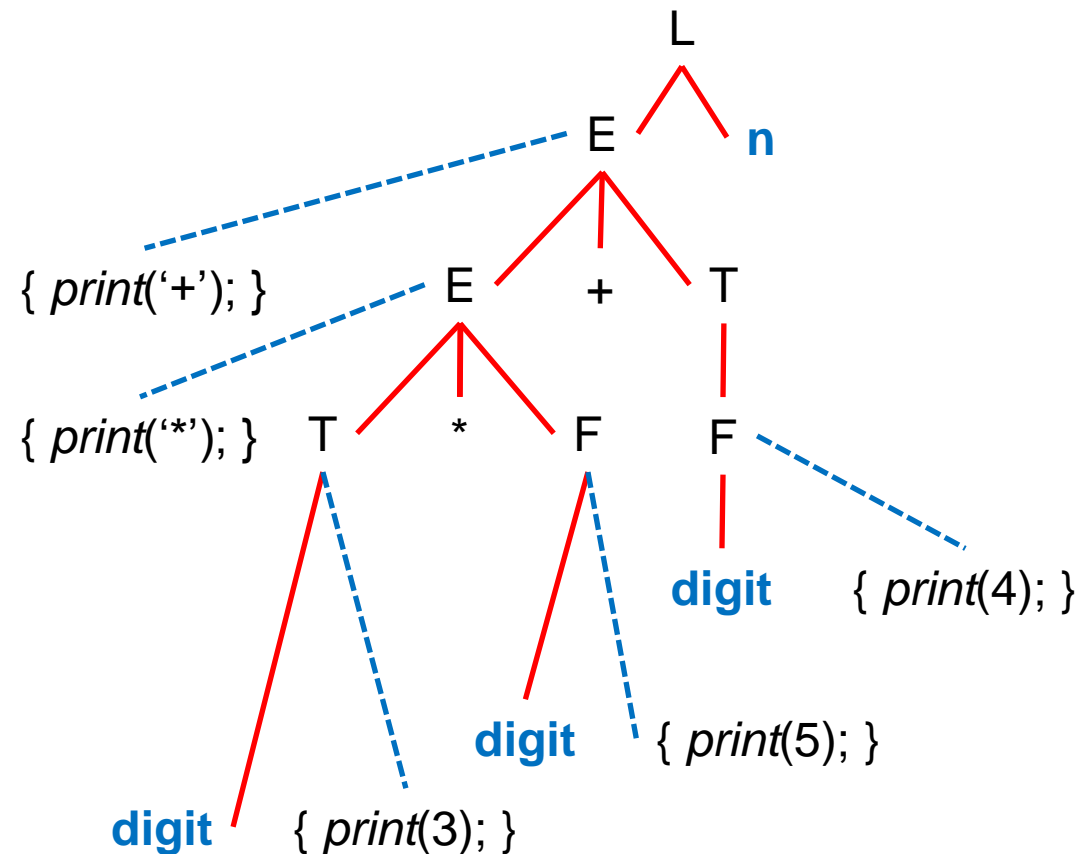
Qualquer SDT pode ser implementado da seguinte forma:

1. Ignorando as ações, analise a entrada e produza como resultado uma árvore de derivação.
2. Em seguida, examine cada nó interior N , digamos, um para a produção $A \rightarrow \alpha$. Inclua filhos adicionais a N para as ações em α . De modo que os filhos de N da esquerda p/ a direita tenham exatamente os símbolos ações de α .
3. Faça um caminhamento pré-ordem na árvore e, assim que um nó rotulado por uma ação for visitado, efetue essa ação.

Análise semântica

Esquemas de tradução dirigidos pela sintaxe - SDT

SDTs com ações inseridas nas produções



A figura mostra a árvore de derivação para a expressão: $3 * 5 + 4$, com ações inseridas.

Se visitarmos os nós em **pré-ordem**, obteremos a forma prefixada da expressão: $+ * 3 5 4$.

COMPILADORES

Obrigado!!

Prof. Geovane Griesang
geovanegriesang@unisc.br