

Construção de Compiladores

Análise Sintática Ascendente – parte1

Profa. Helena Caseli
helenacaseli@dc.ufscar.br

Análise Sintática Ascendente

- Como é feita?
 - A análise é feita das folhas para a raiz
 - Parte-se das folhas (sequência de *tokens* retornada pelo analisador léxico) e, por meio de reduções, chega-se ao símbolo inicial da gramática
 - Analisadores de **empilha-reduz** (*shift-reduce*)

<programa>

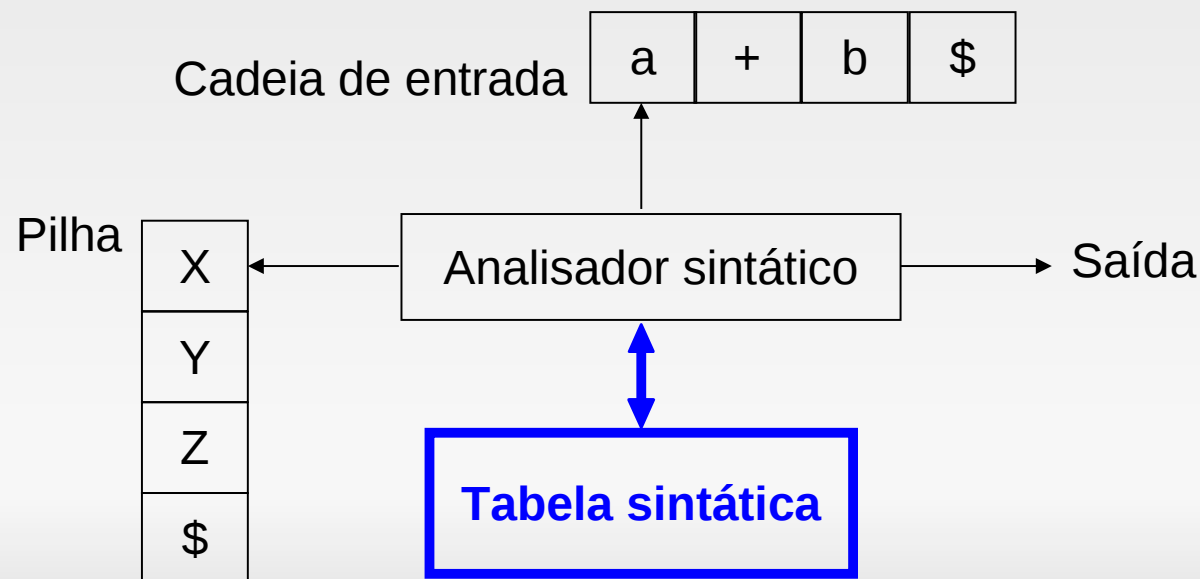


program P1 ...

- Redução
- Derivação à direita

Análise Sintática Ascendente

- Como é feita?
 - Componentes
 - **Pilha** – onde os símbolos a serem reduzidos são empilhados
 - **Tabela sintática** – guia o processo de empilha/reduz



Análise Sintática Ascendente

- Como é feita?
 - Para reconhecer uma cadeia de entrada:
 1. **Empilha**
 - Os símbolos da cadeia de entrada
 2. **Reduz**
 - O lado direito de uma produção no topo da pilha (*handle*), substituindo-o pelo lado esquerdo da produção
 - Os passos 1 e 2 são repetidos até que
 - ACEITA – os símbolos da cadeia de entrada foram consumidos e a pilha possui apenas o símbolo inicial da gramática
 - OU
 - ERRO – o processo foi interrompido antes de chegar ao final
 - O uso da sequência correta de *handles* no processo de análise leva ao símbolo inicial da gramática

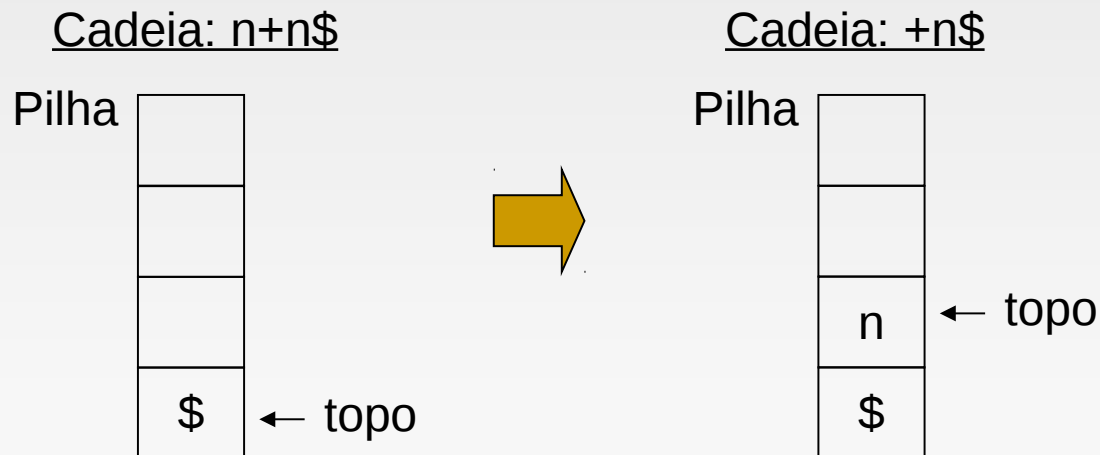
Análise Sintática Ascendente

- Exemplo

$\langle S \rangle ::= \langle S \rangle + n \mid n$

- Inicialmente

- Empilha** o primeiro símbolo da cadeia de entrada
- Consome** o primeiro símbolo da cadeia



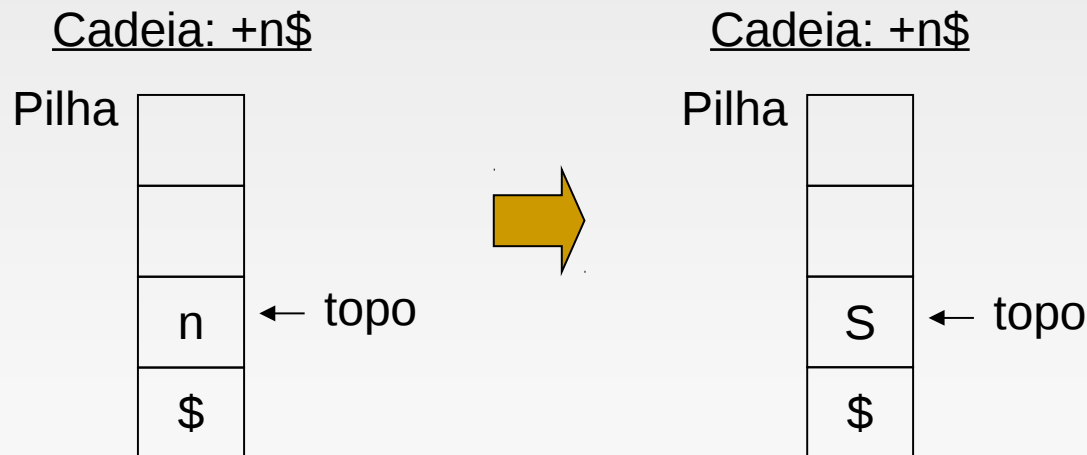
Análise Sintática Ascendente

- Exemplo

$\langle S \rangle ::= \langle S \rangle + n \mid n$

- Reduz**

- Substitui a lado direito de uma produção que está no topo da pilha (*handle*) pelo não terminal correspondente
 - Para a regra $A \rightarrow \alpha$, α pode ser reduzido a A



Análise Sintática Ascendente

- Exemplo

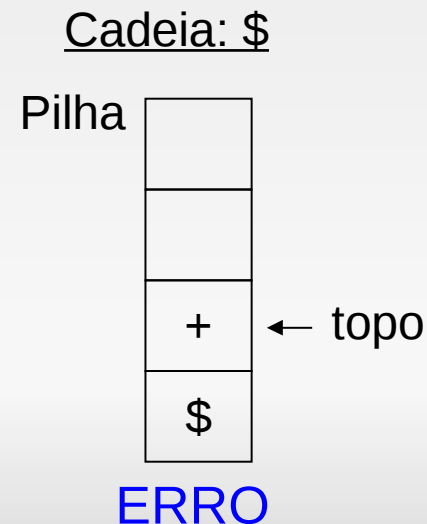
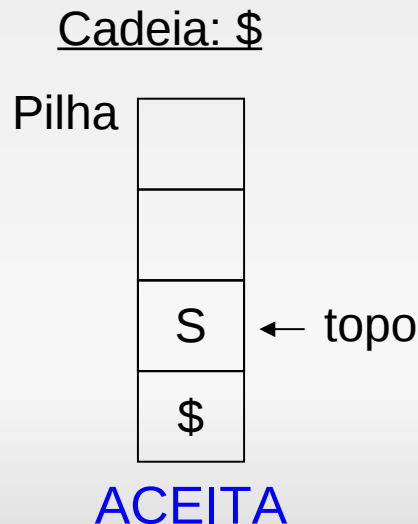
$\langle S \rangle ::= \langle S \rangle + n \mid n$

- Aceita a cadeia quando

- A pilha contém apenas o símbolo inicial e
- A cadeia foi consumida (contém apenas \$)

- ERRO

- Demais casos



Análise Sintática Ascendente

Exemplo

$\langle S \rangle ::= \langle S \rangle + \langle S \rangle \mid n$

Reconhecer $n+n$

Derivação à direita ao reverso

Derivação à direita da cadeia de entrada

$\textcircled{1} S \Rightarrow S + \underline{S} \quad \textcircled{2}$
 $\quad \Rightarrow \underline{S} + n$
 $\quad \textcircled{3} \Rightarrow n + n$

Pilha	Cadeia	Ação
\$	$n + n \$$	empilha n
\$ n	$+ n \$$	reduz $S \rightarrow n$
$\textcircled{3}$ \$ S	$+ n \$$	empilha $+$
\$ $S +$	$n \$$	empilha n
\$ $S + n$	\$	reduz $S \rightarrow n$
$\textcircled{2}$ \$ $S + S$	\$	reduz $S \rightarrow S$
$\textcircled{1}$ \$ S	\$	ACEITA

Análise Sintática Ascendente

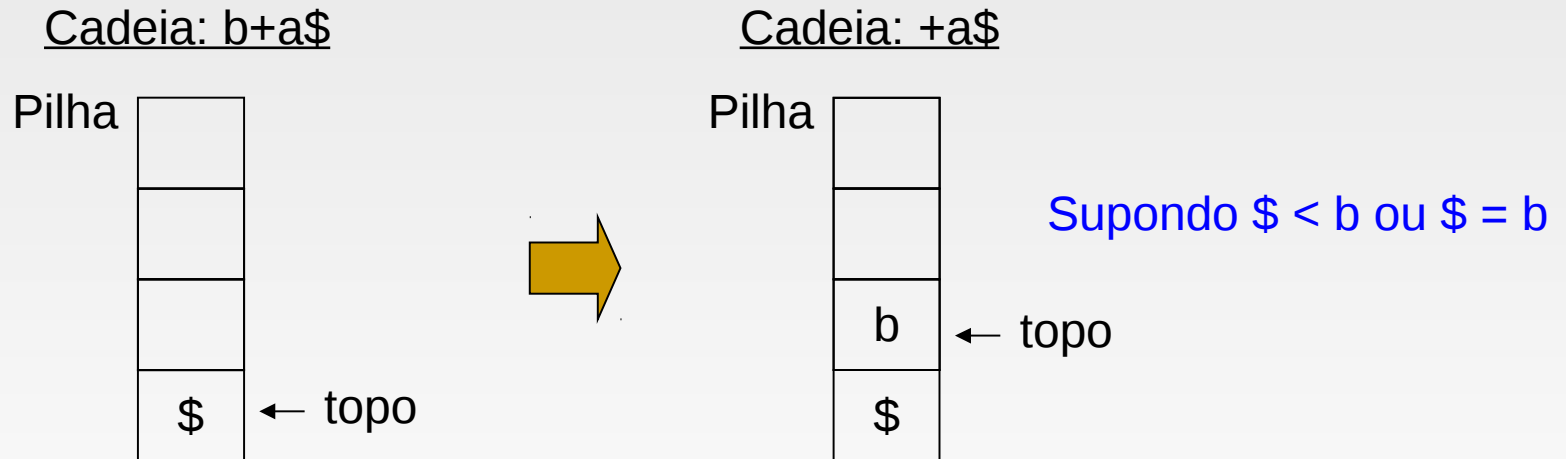
- Analisadores sintáticos ascendentes (ASA) – 2 tipos
 - Analisador de precedência de operadores
 - Opera sobre a classe das gramáticas de operadores
 - Guiado por uma tabela de precedência
 - Analisador LR (k)
 - Left to right with Rightmost derivation
 - Lê a sentença em análise da esquerda para a direita
 - Produz uma derivação mais à direita ao reverso
 - Considerando-se k símbolos na cadeia de entrada

ASA Precedência de Operadores

- Analisador de precedência de operadores
 - Opera sobre a classe das gramáticas de operadores
 - Gramática de operadores
 - Não há símbolos não-terminais adjacentes nas regras (ou seja, não-terminais são sempre separados por terminais)
 - Não há produções que derivam a cadeia nula (vazia)
 - Exemplo
$$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid \text{id}$$
 - Guiado por uma tabela de precedência
 - *Handle* – identificado com base nas relações de precedência entre *tokens*
 - < - identifica o limite esquerdo do *handle*
 - = - os terminais pertencem ao mesmo *handle*
 - > - identifica o limite direito do *handle*

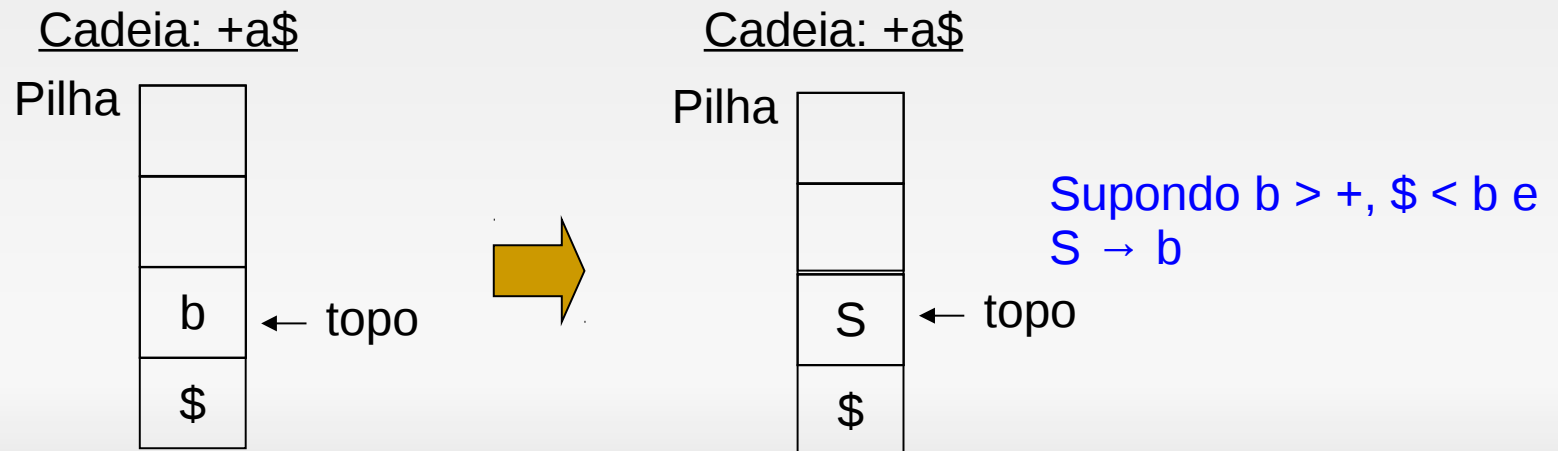
ASA Precedência de Operadores

- Como é feita a ASA de precedência de operadores?
 - Seja p o terminal (ou \$) mais ao topo da pilha (os não-terminais são ignorados) e c o primeiro terminal da cadeia sendo analisada
 - Se $p < c$ ou $p = c$, então **empilha** c



ASA Precedência de Operadores

- Como é feita a ASA de precedência de operadores?
 - Seja p o terminal (ou \$) mais ao topo da pilha (os não-terminais são ignorados) e c o primeiro terminal da cadeia sendo analisada
 - Se $p > c$, então substitui o *handle* na pilha pelo lado esquerdo da produção correspondente
 - O *handle* estará delimitado na pilha pelas precedências $< e >$



ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência
 - Matriz quadrada que relaciona todos os terminais da gramática e o símbolo delimitador (\$)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

Tabela de precedência de operadores

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
**	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<	<	=	<	
)	>	>	>		>		>
id	>	>	>		>		>
\$	<	<	<	<		<	OK

← entrada (cadeia)

↓
pilha

ASA Precedência de Operadores

- Construção da tabela de precedência – 2 métodos
 - **Intuitivo**
 - Baseado no conhecimento da precedência e associatividade dos operadores
 - **Mecânico**
 - Obtém-se a tabela diretamente da gramática
 - As gramáticas NÃO podem ser ambíguas
 - As produções devem refletir a associatividade e a precedência dos operadores

ASA Precedência de Operadores

- Construção da tabela de precedência – 2 métodos
 - **Intuitivo**
 - Baseado no conhecimento da precedência e associatividade dos operadores

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

Sabendo-se que

- $**$ tem maior precedência e é associativo à direita (ex: $2**3+5$);
- $*$ tem precedência intermediária e é associativo à esquerda;
- $+$ tem menor precedência e é associativo à esquerda

	+	*	**	(	)	id	\$
+							
*							
**							
(
)							
id							
\$							

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

Se x tem maior precedência do que y, então tem-se que
- x (na pilha) > y (na entrada)

Ex:
* > +
** > +
** > *

	+	*	**	(	)	id	\$
+							
*	>						
**	>	>					
(
)							
id							
\$							

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo
 - Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

Se x tem maior precedência do que y, então tem-se que
- x (na pilha) > y (na entrada) e y (na pilha) < x (na entrada)

Ex:

*	>	+	+	<	*
**	>	+	+	<	**
**	>	*	*	<	**

	+	*	**	(	)	id	\$
+		<	<				
*	>		<				
**	>	>					
(
)							
id							
\$							

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

Se x e y têm precedência igual (ou são iguais) e

- Se são associativos à esquerda, então $x > y$ e $y > x$

Ex: $* > *$ e $+ > +$

- Se são associativos à direita, então $x < y$ e $y < x$

Ex: $** < **$

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<				
*	>	>	<				
**	>	>	<				
(
)							
id							
\$							

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

As relações entre operadores e demais símbolos terminais (operandos e delimitadores) são fixas. Para qq operador z

$z < (\quad \quad \quad z >) \quad \quad \quad z < id \quad \quad \quad z > \$$
 $(< z \quad \quad \quad) > z \quad \quad \quad id > z \quad \quad \quad \$ < z$

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
**	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<				
)	>	>	>				
id	>	>	>				
\$	<	<	<				

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo
 - Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

As relações entre os operandos também são fixas

$(< (\quad) >)$ $id >)$ $\$ < (\quad (=)$
 $id > \$$ $\$ < id$ $(< id \quad) > \$$

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
**	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<	<	=	<	
)	>	>	>		>		>
id	>	>	>		>		>
\$	<	<	<	<		<	

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método intuitivo

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid id$

	+	*	**	(	)	id	\$	← entrada
+	>	<	<	<	>	<	>	
*	>	>	<	<	>	<	>	
**	>	>	<	<	>	<	>	
(<	<	<	<	=	<		
)	>	>	>		>		>	
id	>	>	>		>		>	
\$	<	<	<	<		<	OK	

← pilha

ASA Precedência de Operadores

- Construção da tabela de precedência – 2 métodos
 - **Intuitivo**
 - Baseado no conhecimento da precedência e associatividade dos operadores
 - **Mecânico**
 - Obtém-se a tabela diretamente da gramática
 - As gramáticas NÃO podem ser ambíguas
 - As produções devem refletir a associatividade e a precedência dos operadores

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico
 - Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

Essa gramática é ambígua?

Se sim, como remover a ambiguidade?

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico
 - Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle E \rangle \mid \langle E \rangle * \langle E \rangle \mid \langle E \rangle ** \langle E \rangle \mid (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

A ambiguidade da gramática é eliminada mantendo-se a precedência e a associatividade dos operadores

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

Formalmente, para cada dois terminais a e b
- $a = b$ se $\alpha a \beta b \delta$ é lado direito de produção
e β é ϵ ou um único símbolo não-terminal

	+	*	**	(	)	id	\$
+							
*							
**							
(=		
)							
id							
\$							

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

Formalmente, para cada dois terminais a e b
- $a < b$ se $\alpha a X \beta$ é lado direito de produção e
 X produz $\gamma b \delta$ e γ é ϵ ou um não-terminal

	+	*	**	(	)	id	\$
+		<	<	<		<	
*			<	<		<	
**			<	<		<	
(<	<	<	<	=	<	
)							
id							
\$							

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

Formalmente, para cada terminal b
- $\$ < b$ se S produz $y b \delta$ e y é ϵ ou um símbolo não-terminal

	+	*	**	(	)	id	\$
+		<	<	<		<	
*			<	<		<	
**			<	<		<	
(<	<	<	<	=	<	
)							
id							
\$	<	<	<	<		<	

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

Formalmente, para cada dois terminais a e b
- $a > b$ se $\alpha X b \beta$ é lado direito de produção e
 X produz $\gamma a \delta$ e δ é ϵ ou um símbolo
não-terminal

	+	*	**	(	)	id	\$	← entrada
+	>	<	<	<	>	<		
*	>	>	<	<	>	<		
**	>	>	<	<	>	<		
(<	<	<	<	=	<		
)	>	>	>		>			
id	>	>	>		>			
\$	<	<	<	<		<		

← pilha

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

Formalmente, para cada terminal a
- $a > \$$ se S produz $y a \delta$ e δ é ϵ ou um
símbolo não-terminal

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
**	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<	<	=	<	
)	>	>	>		>		>
id	>	>	>		>		>
\$	<	<	<	<		<	

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência – Método mecânico

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= \text{id} \mid (\langle E \rangle)$

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
**	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<	<	=	<	
)	>	>	>		>		>
id	>	>	>		>		>
\$	<	<	<	<		<	OK

← entrada

pilha ←

ASA Precedência de Operadores

- Algoritmo do ASA de precedência de operadores

(* Seja S o símbolo inicial da gramática, p o símbolo terminal mais ao topo da pilha e c o primeiro símbolo da cadeia de entrada *)

do

if (\$S é o topo da pilha **and** \$ é o primeiro símbolo da cadeia) **then** ACEITA

else if ($p < c$ or $p = c$) then

empilha c; (enquanto a precedência for < ou =, empilha *)*

avance na leitura da entrada;

else if (p > c) then (* precedência > significa fim do handle, *desempilha* *)

desempilha até encontrar a relação $<$ entre o terminal do topo e o último desempilhado;

empilha o não-terminal correspondente ao handle; (* **reduz** *)

else ERRO

until ACEITA or ERRO;

ASA Precedência de Operadores

- ASA de precedência de operadores

- Exemplo

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle + \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle * \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \langle P \rangle ** \langle F \rangle \mid \langle P \rangle$

$\langle P \rangle ::= id \mid (\langle E \rangle)$

Tabela de precedência de operadores

	+	*	**	(	)	id	\$
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
**	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<	<	=	<	
)	>	>	>		>		>
id	>	>	>		>		>
\$	<	<	<	<		<	OK

← pilha

entrada →

Reconhecer $id*(id+id)$

Pilha	Cadeia	Ação
\$	$id*(id+id)\$$	empilha id
\$ id	$*(id+id)\$$	reduz $P \rightarrow id$
\$ P	$*(id+id)\$$	empilha *
\$ P*	$(id+id)\$$	empilha (
\$ P*(	$id+id)\$$	empilha id
\$ P*(	$id+id)\$$	empilha id
\$ P*(id	$+id)\$$	reduz $P \rightarrow id$
\$ P*(P	$+id)\$$	empilha +
\$ P*(P+	$id)\$$	empilha id
\$ P*(P+id	)\$	reduz $P \rightarrow id$
\$ P*(P+P	)\$	reduz $E \rightarrow E+T$
\$ P*(E	)\$	empilha)
\$ P*(E)	\$	reduz $P \rightarrow (E)$
\$ P*P	\$	reduz $T \rightarrow T*F$
\$ T	\$	OK

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência
 - Exercício – Construa a tabela de precedência de operadores

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	()	\$
id						
v						
&						
(
)						
\$						

pilha ←

entrada →

MÉTODO MECÂNICO ("colinha")

1. $a = b$ para terminais derivados no mesmo nível
2. $a < b$ se a é derivado num nível mais próximo da raiz do que b
3. $a > b$ se a é derivado num nível mais baixo (distante da raiz) do que b
4. $\$ < b$ se b é derivado a partir do símbolo inicial "no início" da derivação
5. $a > \$$ se a é derivado a partir do símbolo inicial "no fim" da derivação

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência
 - Exercício – Construa a tabela de precedência de operadores
$$\begin{aligned}\langle E \rangle &::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle \\ \langle T \rangle &::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle \\ \langle F \rangle &::= (\langle E \rangle) \mid \text{id}\end{aligned}$$

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	()	\$
id		>	>		>	>
v	<	>	<	<	>	>
&	<	>	>	<	>	>
(<	<	<	<	=	
)		>	>		>	>
\$	<	<	<	<		OK

pilha

entrada

ASA Precedência de Operadores

- ASA de precedência de operadores

- Exercício

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

Reconhecer id & id v id

Pilha	Cadeia	Ação
\$	id&id v id\$	

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	()	\$
id		>	>		>	>
v	<	>	<	<	>	>
&	<	>	>	<	>	>
(<	<	<	<	=	
)		>	>		>	>
\$	<	<	<	<		OK

pilha ←

entrada →

ASA Precedência de Operadores

- ASA de precedência de operadores

- Exercício

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	()	\$
id		>	>		>	>
v	<	>	<	<	>	>
&	<	>	>	<	>	>
(<	<	<	<	=	
)		>	>		>	>
\$	<	<	<	<		OK

pilha ←

entrada →

Reconhecer id & id v id

Pilha	Cadeia	Ação
\$	id&id vid\$	empilha
\$ id	&id vid\$	reduz
\$ F	&id vid\$	empilha
\$ F &	idvid\$	empilha
\$ F & id	vid\$	reduz
\$ F & F	vid\$	reduz
\$ T	vid\$	empilha
\$ T v	id\$	empilha
\$ T v id	\$	reduz
\$ T v F	\$	reduz
\$E	\$	ACEITA

ASA Precedência de Operadores

- ASA de precedência de operadores

- Exercício

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

Reconhecer (id)

Pilha	Cadeia	Ação
\$	(id)\$	

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	()	\$
id		>	>		>	>
v	<	>	<	<	>	>
&	<	>	>	<	>	>
(<	<	<	<	=	
)		>	>		>	>
\$	<	<	<	<		OK

pilha

ASA Precedência de Operadores

- ASA de precedência de operadores

- Exercício

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= (\langle E \rangle) \mid \text{id}$

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	()	\$
id		>	>		>	>
v	<	>	<	<	>	>
&	<	>	>	<	>	>
(<	<	<	<	=	
)		>	>		>	>
\$	<	<	<	<		OK

pilha ←

entrada →

Reconhecer (id)

Pilha	Cadeia	Ação
\$	(id)\$	empilha
\$ (	id)\$	empilha
\$ (id	)\$	reduz
\$ (F	)\$	empilha
\$ (F)	\$	reduz
\$E	\$	ACEITA

ASA Precedência de Operadores

- Tabela de precedência
 - Alguma observação em relação ao espaço utilizado?
 - Qual o tamanho dessa tabela?
 - É necessário uma tabela inteira simplesmente para comparar dois valores e dizer qual é o maior?

ASA Precedência de Operadores

- Funções de precedência
 - Diminuem a necessidade de espaço
 - $O(n^2)$ com matriz (tabela) de precedência
 - $O(2n)$ com funções de precedência
 - ➔ onde n é o número de terminais da gramática
 - ➔ Mapeiam símbolos terminais para inteiros
- Funções de precedência utilizadas
 - f : para símbolo de pilha
 - g : para símbolo de entrada

ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	

ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	

1. Criar símbolos f_a e g_a para cada terminal a e para o símbolo $\$$

ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	

2. Distribuir os símbolos criados em grupos

- Se $a = b$ então f_a e g_b ficam no mesmo grupo
- Se $a = b$ e $c = b$ então f_a e f_c ficam no mesmo grupo que g_b
- Se, no caso anterior, tem-se ainda que $c = d$ então f_a , f_c , g_b e g_d ficam no mesmo grupo mesmo que $a = d$ não ocorra

ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	

3. Gerar um grafo direcionado no qual os nós são os grupos formados em 2

- Para quaisquer a e b

- Se $a > b$ construa um arco do grupo f_a

para o grupo g_b

- Se $a < b$ construa um arco do grupo g_b

para o grupo f_a

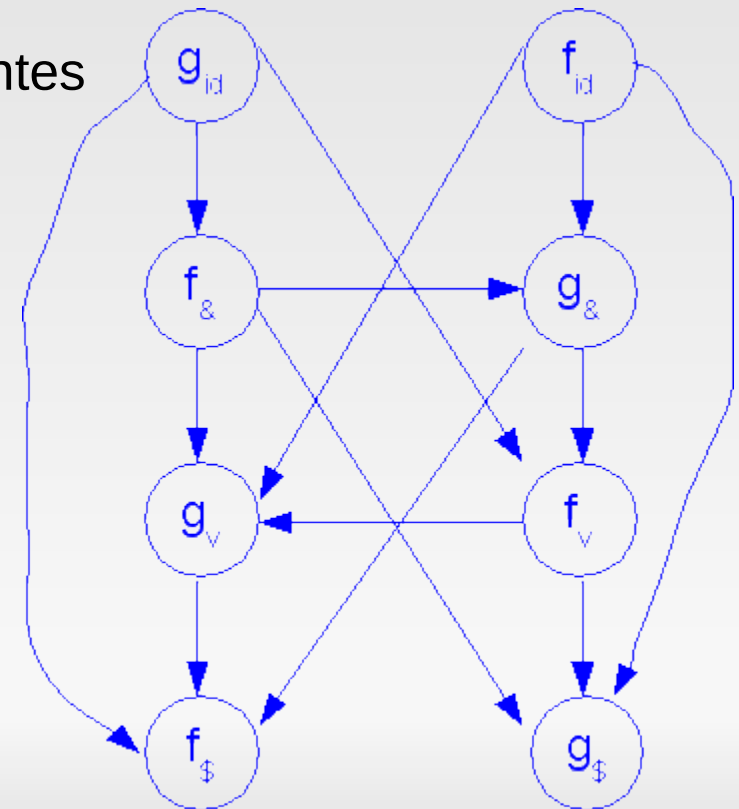
ASA Precedência de Operadores

- Exemplo
 - Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)
 $\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$
 $\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$
 $\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	



ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	

4. Se o grafo contém ciclo, as funções de precedência não existem. Se não houver ciclos

- $f(a)$ é igual ao comprimento do caminho mais longo iniciando em f_a
- $g(a)$ é igual ao comprimento do caminho mais longo iniciando em g_a

ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

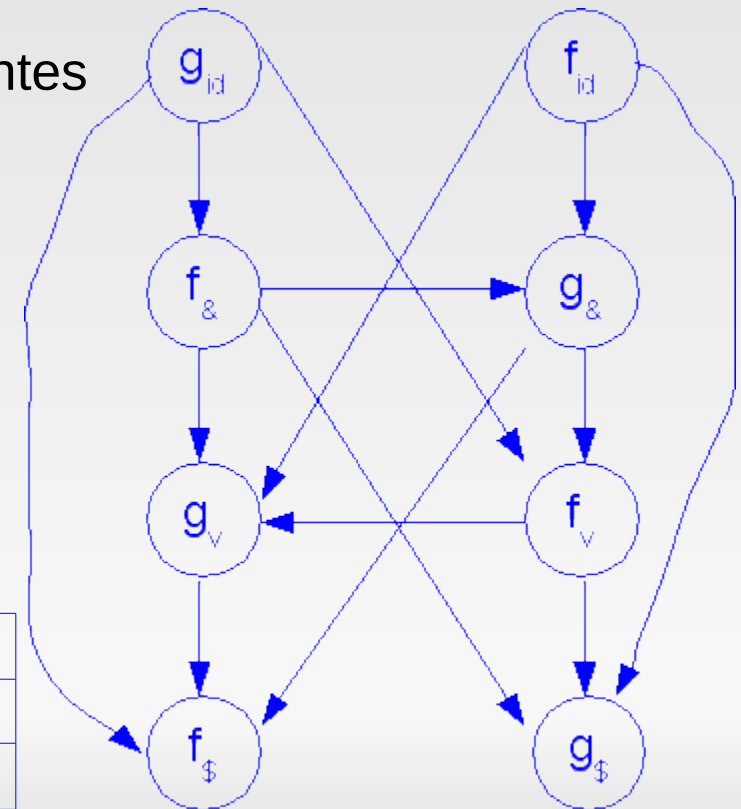
$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Encontre as funções de precedência correspondentes

Tabela de precedência de operadores

	id	v	&	\$
id		>	>	>
v	<	>	<	>
&	<	>	>	>
\$	<	<	<	

	id	v	&	\$
f	4	2	4	0
g	5	1	3	0



ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Reconheça a cadeia **id & id v id**

Usando as funções de precedência

		id	v	&	\$
Pilha	f	4	2	4	0
Entrada	g	5	1	3	0

Lembre-se

- Se $f(a) < g(b)$ ou $f(a) = g(b)$ então empilha
- Se $f(a) > g(b)$ então reduz

Pilha	Cadeia	Ação
\$	id&id v id\$	

ASA Precedência de Operadores

- Exemplo

- Dada a gramática de expressões lógicas (versão + simples)

$\langle E \rangle ::= \langle E \rangle \vee \langle T \rangle \mid \langle T \rangle$

$\langle T \rangle ::= \langle T \rangle \& \langle F \rangle \mid \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= \text{id}$

Reconheça a cadeia **id & id v id**

Usando as funções de precedência

		id	v	&	\$
Pilha	f	4	2	4	0
Entrada	g	5	1	3	0

Lembre-se

- Se $f(a) < g(b)$ ou $f(a) = g(b)$ então empilha
- Se $f(a) > g(b)$ então reduz

Pilha	Cadeia	Ação
\$	id&id vid\$	empilha
\$ id	&id vid\$	reduz
\$ F	&id vid\$	empilha
\$ F &	idvid\$	empilha
\$ F & id	vid\$	reduz
\$ F & F	vid\$	reduz
\$ T	vid\$	empilha
\$ T v	id\$	empilha
\$ T v id	\$	reduz
\$ T v F	\$	reduz
\$E	\$	ACEITA

ASA Precedência de Operadores

- ASA de Precedência de Operadores
 - Vantagem
 - É simples e eficiente
 - Muito eficiente no reconhecimento de expressões aritméticas e lógicas
 - Desvantagens
 - Tem dificuldade em lidar com operadores iguais que tenham significados distintos
 - Por exemplo, o operador "-" que pode ser binário ou unário
 - É aplicável a apenas uma classe restrita de gramáticas (gramáticas de operadores)