



Análise Sintáctica

Compiladores, Aula Nº 17

João M. P. Cardoso

1

Aula 17



Construção de um *Parser*

- Vamos construir sem *lookahead*
- Decisões chave
 - *Shift* ou *Reduce*
 - Qual a produção a reduzir?
- Ideia básica
 - Construir um DFA para controlar acções de *shift* e de *reduce*
 - O mesmo que, converter gramática por autómato de pilha (*pushdown automaton*)
 - Codificar controlo de estados finitos numa tabela de *parse*

2

Aula 17



Estados do *Parser*

- Sequência de Tokens na entrada (\$) para sinalizar o fim da entrada)
- Estado corrente do autômato de estados finitos
- Duas Pilhas
 - Pilha de Estados (implementa autômato de estados finitos)
 - Pilha de Símbolos (terminais da entrada e não-terminais das reduções)

3

Aula 17



Integração de controlo dos estados finitos

- Acções
 - Coloca símbolos e estados na pilha
 - Reduzir de acordo com uma dada produção
 - Aceitar
 - Erro
- Acção seleccionada é uma função de
 - Símbolo corrente na entrada
 - Estado corrente do controlo de estados finitos
- Cada acção especifica o próximo estado
- Implementar o controlo utilizando a tabela do *parser*

4

Aula 17



Tabela do *Parser*

State	ACTION				Goto
	(	)	\$	X	
s0	shift to s2	error	error		goto s1
s1	error	error	accept		
s2	shift to s2	shift to s5	error		goto s3
s3	error	shift to s4	error		
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)		
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)		

- o Implementa controlo dos estados finitos
- o Em cada estado, ver
 - Tabela[topo da pilha de estados][símbolo na entrada]
- o Em seguida, realizar acção

5

Aula 17



Exemplo de Tabela do *Parser*

State	ACTION				Goto
	(	)	\$	X	
s0	shift to s2	error	error		goto s1
s1	error	error	accept		
s2	shift to s2	shift to s5	error		goto s3
s3	error	shift to s4	error		
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)		
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)		

Pilha de
Estados

s0

Pilha de
Símbolos

X

Entrada

(())

Gramática

$S \rightarrow X\$$ (1)

$X \rightarrow (X)$ (2)

$X \rightarrow ()$ (3)

6

Aula 17



Tabela do *Parser*

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

o Shift para sn

- Coloca o token na entrada na pilha de símbolos
- Coloca sn na pilha de estados
- Avança para o próximo símbolo na entrada

7

Aula 17



Tabela do *Parser*

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

o Reduce (n)

- Retira itens das duas pilhas quantas vezes quantos os símbolos no RHS da regra n
- Coloca LHS da regra n na pilha de símbolos
- Ver
 - Tabela[topo da pilha de estados][topo da pilha de símbolos]
- Coloca esse estado (na parte goto da tabela) na pilha de estados

8

Aula 17



Tabela do *Parser*

State	ACTION				Goto
	(	)	\$	X	
s0	shift to s2	error	error		goto s1
s1	error	error	accept		
s2	shift to s2	shift to s5	error		goto s3
s3	error	shift to s4	error		
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)		
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)		

- Aceitar
 - Parar a análise e reportar sucesso
- Erro
 - Parar a análise e reportar erro

9

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION				Goto
	(	)	\$	X	
s0	shift to s2	error	error		goto s1
s1	error	error	accept		
s2	shift to s2	shift to s5	error		goto s3
s3	error	shift to s4	error		
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)		
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)		

Pilha de
Estados

Pilha de
Símbolos

Entrada

(())\$

Gramática

$S \rightarrow X \$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s0

10

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	(	ACTION	\$	Goto
		)		X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

Pilha de
Símbolos

Entrada

Gramática

(())\$

$S \rightarrow X \$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s0₁₁

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	(	ACTION	\$	Goto
		)		X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

Pilha de
Símbolos

Entrada

Gramática

()\$

$S \rightarrow X \$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s2
s0₁₂

(

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

s2
s0

13

Pilha de
Símbolos

(

Entrada

()\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

s2
s2
s0

14

Pilha de
Símbolos

(
(

Entrada

))\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s2
s2
s0

15

Pilha de Símbolos

(
(

Entrada

))\$

Gramática

$S \rightarrow X\$$ (1)

$X \rightarrow (X)$ (2)

$X \rightarrow ()$ (3)

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s0
s2
s2
s0

16

Pilha de Símbolos

)
(
(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$$ (1)

$X \rightarrow (X)$ (2)

$X \rightarrow ()$ (3)

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados	Pilha de Símbolos	Entrada	Gramática
s5		)\$	$S \rightarrow X\$ (1)$
s2	)		$X \rightarrow (X) (2)$
s2	(		$X \rightarrow () (3)$
s0	(

17

Aula 17



Passo 1: pop das pilhas

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados	Pilha de Símbolos	Entrada	Gramática
s5		)\$	$S \rightarrow X\$ (1)$
s2	)		$X \rightarrow (X) (2)$
s2	(		$X \rightarrow () (3)$
s0	(

18

Aula 17



Passo 1: pop das pilhas

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s2
s0

19

Pilha de Símbolos

(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 2: push não-terminal

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s2
s0

20

Pilha de Símbolos

(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 2: push não-terminal

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s2
s0

21

Pilha de Símbolos

X
(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 3: usar Goto, push novo estado

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s2
s0

22

Pilha de Símbolos

X
(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 3: usar Goto, push novo estado

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s3
s2
s0

23

Pilha de Símbolos

X
(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$$ (1)

$X \rightarrow (X)$ (2)

$X \rightarrow ()$ (3)

Aula 17



Tabela do Parser em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s3
s2
s0

24

Pilha de Símbolos

X
(

Entrada

)\$

Gramática

$S \rightarrow X\$$ (1)

$X \rightarrow (X)$ (2)

$X \rightarrow ()$ (3)

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

s4
s3
s2
s0

25

Pilha de
Símbolos

)
X
(

Entrada

\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Tabela do *Parser* em acção

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

s4
s3
s2
s0

26

Pilha de
Símbolos

)
X
(

Entrada

\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 1: pop pilhas

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s4
s3
s2
s0

27

Pilha de Símbolos

)
X
(

Entrada

\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 1: pop pilhas

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

s0

28

Pilha de Símbolos

Entrada

\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

Aula 17



Passo 2: push não-terminal

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

Pilha de
Símbolos

Entrada
\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s0₂₉

Aula 17



Passo 2: push não-terminal

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

Pilha de
Símbolos

Entrada
\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s0₃₀

X

Aula 17



Passo 3: usar Goto, push novo estado

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

Pilha de Símbolos

Entrada
\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s0₃₁

X

Aula 17



Passo 3: usar Goto, push novo estado

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de Estados

Pilha de Símbolos

Entrada
\$

Gramática

$S \rightarrow X\$ (1)$

$X \rightarrow (X) (2)$

$X \rightarrow () (3)$

s1
s0₃₂

X

Aula 17



Aceitar a String!

State	ACTION		Goto	
	(	)	\$	X
s0	shift to s2	error	error	goto s1
s1	error	error	accept	
s2	shift to s2	shift to s5	error	goto s3
s3	error	shift to s4	error	
s4	reduce (2)	reduce (2)	reduce (2)	
s5	reduce (3)	reduce (3)	reduce (3)	

Pilha de
Estados

s1
s0

33

Pilha de
Símbolos

S

Entrada

\$

Gramática

$S \rightarrow X\$$ (1)

$X \rightarrow (X)$ (2)

$X \rightarrow ()$ (3)

Aula 17